

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA
DEL LITORAL**

**FACULTAD DE INGENIERIA
ELECTRICA**

**“Planificación de un Sistema
de Comunicación Telefónico Rural
para la Provincia de Manabí”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de
INGENIERO EN ELECTRICIDAD
Especialización Electrónica

**Presentada por
MARCO GUERRERO**

Guayaquil :-: Ecuador

1.989

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Jaime Santoro, Director
de la Presente Tesis.

Al Ing. Walter Mackliff, Jefe
de la División de
Telecomunicaciones Rurales,
IETEL R-2

DEDICATORIA

- A mis Padres
- A mis hermanos

A handwritten signature in dark ink, which appears to be "C. Villafuerte", is written above a horizontal line. The signature is enclosed within a hand-drawn oval.

Inq. Carlos Villafuerte

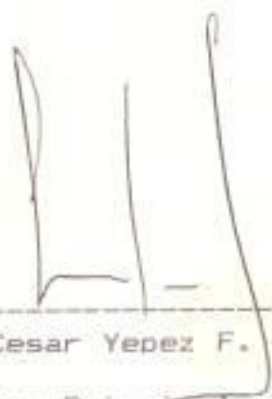
Subdecano FIE

Presidente

A handwritten signature in dark ink, which appears to be "Jaime Santoro D.", is written above a horizontal line. The signature is highly stylized and cursive.

Inq. Jaime Santoro D.

Director de Tesis

A handwritten signature in dark ink, which appears to be "Cesar Yopez F.", is written above a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Inq. Cesar Yopez F.

Miembro Principal

A handwritten signature in dark ink, which appears to be "Pedro Vargas", is written above a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Inq. Pedro Vargas

Miembro Suplente

DECLARACION EXPRESA

" LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS
EXPUESTAS EN ESTA TESIS, ME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE;
Y EL PATRIMONIO INTELECTUAL DE LA MISMA, A LA ESCUELA
SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL "

(Reglamento de Exámen y Título Profesional de la ESPOL)



MARCO ANTONIO GUERRERO

RESUMEN

En este proyecto se realiza el análisis y diseño de un Sistema analógico de telecomunicaciones e incorporar el área rural de la provincia de Manabí a la red telefónica de larga distancia. En El Capítulo I se realiza un estudio de la Geografía, de la Población y los parámetros socioeconómicos, de todos los pueblos de la Provincia de Manabí a dar servicio telefónico.

En el Capítulo II se analiza la situación actual de la red telefónica de Manabí, considerando los Enlaces de Radio, Enlaces Físicos, Estaciones Repetidoras, y Centros de Conmutación existentes.

En el Capítulo III se realiza se realiza la planificación de la Red Telefónica Rural, calculando la población para el año 2.000, la Demanda Telefónica, el Tráfico Telefónico y el Número de Canales Telefónicos para todos los pueblos de la la Provincia de Manabí. Se realiza una comparación entre el Sistema Analógico y el Sistema Digital, de

manera de poder escoger el Sistema Telefónico más óptimo para nuestra Red Telefónica Rural.

En el Capítulo IV se realiza el diseño de la Red Telefónica Rural, realizando el diseño de los enlaces de radio y de los enlaces físicos necesarios para esta red. Además se realiza la selección de los equipos de comunicación a utilizarse.

En el Capítulo V se definen los Planes Técnicos Fundamentales que se aplicarán para la Red Nacional de Telefonía.

INDICE GENERAL

	PAGS.
RESUMEN -----	VI
INDICE GENERAL -----	VIII
INDICE DE FIGURAS -----	XI
INDICE DE TABLAS -----	XVII
INTRODUCCION -----	20
CAPITULO	
ASPECTOS GEOGRAFICOS Y SOCIOECONOMICOS DE LA PROVINCIA DE MANABI.	22
1.1. SITUACION GEOGRAFICA DE LA PROVINCIA DE MANABI	22
1.2. LA POBLACION DE LA PROVINCIA DE MANABI -----	24
1.3. DIVISION POLITICA DE LA PROVINCIA -----	27
1.4. POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA -----	27
1.5. VIAS DE COMUNICACION -----	31
1.6. SERVICIOS GENERALES -----	33

CAPITULO II

SITUACION ACTUAL DE LAS COMUNICACIONES EN LA PROVINCIA DE MANABI -----	47
2.1. CENTROS DE CONMUTACION -----	50
2.2. ESTACIONES REPETIDORAS EXISTENTES -----	56
2.3. RADIO ENLACES EXISTENTES -----	60
2.4. ENLACES FISICOS EXISTENETES -----	62
2.5. SISTEMAS DE TELEX, TELEGRAFIA, MAGNETOS Y OTROS -----	63
2.6. SELECCION DE LOS PUEBLOS DE LA ZONA RURAL A DAR SERVICIO TELEFONICO. -----	67

CAPITULO III

ESTUDIO DE LA NECESIDAD DE UN SISTEMA TELEFONICO PARA LA PROVINCIA DE MANABI -----	70
3.1. DIFERENCIA ENTRE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACION RURAL Y URBANA -----	75
3.2. PROYECCION DE LA POBLACION -----	85
3.3. CALCULO DE LA DEMANDA TELEFONICA DE LOS PUEBLOS A SERVIR -----	88
3.4. CALCULO DEL TRAFICO TELEFONICO DE LOS PUEBLOS A SERVIR -----	93
3.5. DEFINICION DEL SISTEMA DE COMUNICACION TELEFONICA PARA LOS PUEBLOS ESCOGIDOS A PRESTARLES SERVICIO TELEFONICO -----	100

CAPITULO IV

DISENO DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES RURAL DE LA PROVINCIA DE MANABI. -----	120
--	-----

4.1. SELECCION DEL SISTEMA A UTILIZARSE -----	120
4.2. DESCRIPCION GENERAL DE LOS TRAYECTOS DE RADIOENLACE ENTRE LOS PUNTOS ENTRE LOS QUE SE HAYE LINEA DE VISTA PARA LOS PUEBLOS RURALES ---	194
4.3. CONFIGURACION DEL SISTEMA DE ENLACES FISICOS PARA LOS PUEBLOS RURALES -----	290
4.4. SELECCION OPTIMA DEL TIPO DE ENLACE PARA COMUNICACIONES A DISTANCIAS PEQUEÑAS -----	325
4.5. ESCOGIMIENTO DE LOS EQUIPOS A UTILIZARSE. CONFIGURACION GENERAL -----	339

CAPITULO V

PLANES TECNICOS FUNDAMENTALES A DESARROLLARSE PARA LA RED DE TELECOMUNICACION RURAL DE LA PROVINCIA DE MANABI -----	352
5.1. PLAN DE ENCAMINAMIENTO DEL TRAFICO -----	352
5.2. PLAN DE SENALIZACION -----	353
5.3. PLAN DE NUMERACION -----	362
5.4. PLAN DE TRANSMISION -----	364
5.5. PLAN DE TARIFACION -----	370
5.6. PLAN DE CONMUTACION -----	373
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	377
APENDICES -----	382
BIBLIOGRAFIA -----	406

INTRODUCCION

Las zonas rurales se caracterizan por la escasa concentración humana; la dispersión a los centros poblados y las difíciles condiciones de vida en que se desenvuelve la población, razón por la cual los proyectos de servicios de telecomunicaciones no se pueden tratar con los mismos conceptos con que se tratan a las zonas urbanas.

El desarrollo de los sistemas de comunicación es uno de los factores fundamentales en el progreso de la civilización. Por lo tanto siendo las comunicaciones uno de los servicios indispensables para toda comunidad; en el presente proyecto propondremos el diseño del sistema telefónico rural para la Provincia de Manabí.

Esta extensa zona a pesar de constituir una fuente de producción agrícola, ganadera y de pesaca, muy importante para nuestro país, no puede continuar siendo abandonada; por lo cual mediante el desarrollo de este proyecto

esperamos se eleve la productividad y mejore las condiciones de vida de ésta población.

El objetivo principal de este proyecto es poder incorporar a todos los pueblos de línea rural a la red telefónica de larga distancia; para lo cual se hará un estudio socioeconómico de la población; de la geografía del terreno, y así poder determinar la demanda telefónica, tráfico telefónico y el número de canales telefónicos; para luego poder determinar el sistema de transmisión telefónico para todos los pueblos a dar servicio telefónico.

C A P I T U L O I

ASPECTOS GEOGRAFICOS Y SOCIOECONOMICOS DE LA PROVINCIA DE MANABI

1.1. SITUACION GEOGRAFICA DE LA PROVINCIA DE MANABI.

La provincia de Manabí se encuentra ubicada en la parte centro oeste del Ecuador; y tiene una superficie de 18.500 metros cuadrados con una población total de 959.896 habitantes; según el censo de 1.982.

Limita al Norte con la provincia de Esmeraldas al sur con la Provincia de Guayas; al este con la provincia de Guayas y Pichincha y al oeste con el Oceano Pacifico; su capital provincial es Portoviejo y tiene una población de 102.628 habitantes.

Para nuestro estudio a esta provincia se la ha dividido en tres zonas las cuales son:

ZONA NORTE.- comprende los cantones de Sucre;

Chone, El Carmen, Bolívar y Junín con sus respectiva parroquias, sus condiciones climáticas son diversas, en algunos lugares se encuentra el tipo de zona ecuatorial con sus características propias donde se cultiva cacao y banano. En casi todos los sectores interiores, fuera de la influencia marítima se observa el bosque típico tropical con sus riquezas en especies naturales, pasto especialmente.

La fuente de agua principal la constituyen los ríos Cuaque y Jama en el cantón Sucre, el río Chone en el cantón Chone y el río Carrizal para Calceta y Junín.

ZONA CENTRAL.— Comprende los cantones Rocafuerte, Portoviejo, Montecristi y Manta, las condiciones climáticas son variadas al igual que en la zona norte; existiendo en forma predominante la influencia de la corriente marina de Humboldt; así como se encuentra el bosque típico ecuatorial existe también la sabana donde se presenta la influencia de la corriente de Humboldt. La fuente principal de agua de esta zona la constituye el río Portoviejo y sus afluentes.

ZONA SUR.- la componen los cantones de Jipijapa, Pajan, Santa Ana y Sucre. El clima es húmedo y caliente en la extensa montaña donde no alcanza la influencia de la corriente de Humboldt, es seco y caliente en la sabana; donde la vegetación es ausente, encontrándose solamente las formaciones típicas de cactus, papa colorada y la paja de la sabana, fuente de alimento para el ganado en la época invernal. La principal fuente de agua de esta zona la constituye el Río Pajan.

1.2. La población de la Provincia de Manabí.

La población de la provincia de Manabí con una gran población ha pasado por una serie de tendencias que han hecho que en ciertos poblados tenga un crecimiento demográfico negativo, motivado por la sequía que asola a la provincia, la falta de una infraestructura integral y la emigración hacia los grandes centros y regiones pobladas del país. En 1.950 año del primer censo realizado en el Ecuador la población de la provincia representaba el 12.5% de la población total del país, treinta años más tarde (1982) la contribución poblacional de la provincia llega al 11 % lo que significa que se operó entre ellas una

reducción del 1.5%.

Población Total por area Urbana y Rural,
Porcentaje y tasas de crecimiento.

De acuerdo a los datos de la tabla I podemos advertir que el ritmo de crecimiento poblacional de la provincia se ha reducido en un 63% entre 1950 y 1982; en efecto la tasa de crecimiento que era del orden del 3.5% entre 1950 y 1962 desciende bruscamente a 1.3% en el periodo de 1974-1982.

Por área urbana y rural la diferencia es muy marcada entre estos sectores en 1950 tiende poco a poco a eliminarse por el crecimiento importante de la población urbana que entre 1950 y 1982 aumenta su proporción en 96% frente al decaimiento de la población rural que en ese mismo periodo se redujo en -22%. En otras palabras mientras la tasa de crecimiento del sector urbano se ha mantenido en niveles altos por lo regular siempre superior al 4% la tasa de crecimiento del area rural no ha hecho mas que disminuir a travez del tiempo puesto que de una tasa del 3.4% que poseía entre 1950-1962 desciende bruscamente a -1% en el periodo 1974-1982.

Lo señalado antes nos da la pauta de los importantes flujos migratorios que ocurren en la provincia del campo hacia la ciudad, migración que aparte de ser consecuencia del abandono económico del cual es objeto la provincia y de la participación de factores climatológicos adversos, se constituyen en el motor de los acelerados procesos de urbanización que se producen en el interior de dicho territorio.

TABLA I
POBLACION DE MANABI SEGUN LOS ULTIMOS CENSOS

POBLACION TOTAL POR AREA URBANA Y RURAL			PORCENTAJE 1950 A 1984		TASA DE CRECIMIENTO	
ANO	TOTAL POBLACION	%	AREA URBANA POBLACION	%	AREA RURAL POBLACION	%
1950	401.378	100	75.204	18.7	326.170	81.3
1962	612.542	100	124.974	20.4	487.568	79.6
1974	817.946	100	218.003	26.7	599.943	73.3
1982	959.896	100	350.821	36.5	609.615	63.5

TASA DE CRECIMIENTO (%)		
	%	%
1950-62	3.5	4.2
1962-74	2.5	4.8
1974-82	1.3	4.0

TABLA II

DIVISION POLITICA DE LA PROVINCIA DE MANABI

CANTON	PARROQUIAS URBANAS	PARROQUIAS RURALES
Portoviejo	Andrés Vera	Abdón Calderón
	Colón	Alajuela
	12 de Marzo	Crucita
	Picoaza	Pueblo Nuevo
	Portoviejo	Río Chico
		San Plácido
Bolívar	Calceta	Richincha
Chone	Chone	Boyacá
	Santa Rita	Canuto
		Convento
		Eloy Alfaro
		Flavio Alfaro
		Ricaurte
		San Antonio
El Carmen	El Carmen	
Jipijapa	Jipijapa	América
		El Anegado
		Julcuy
		Mechalilla
		Pedro Pablo Gómez
		continúa.....

Viene Tabla II... Cantón Jipijapa

		Puerto Cayo
		Puerto Lopez
Junín	Junín	
Manta	Manta	San Lorenzo
	Los Esteros	
	San Mateo	
	Tarqui	
Montecristi	Montecristi	Jaramijo
Paján	Paján	Campozano
		Cascol
		Guale
		Lascano
Rocafuerte	Rocafuerte	
Santa Ana	Santa Ana	Ayacucho
		Honorato Vasquez
		La Unión
		Olmedo
Sucre	Bahía de Caraquez	Canoa
	Leonidas Plaza G	Cojimiles
		Charapotó
		10 de Agosto
		Jama
		continua.....

Viene.... Tabla II... Cantón Sucre

		Pedernales
		San Isidro
		San Vicente
Tosagua	Tosagua	Dachillero
		La Estancilla
24 de Mayo	Sucre	Bellavista
		Noboa

TABLA III

CLASIFICACION DE LA POBLACION ECONOMICA > 12 AÑOS

AREA		1974		1982	
		POBLACION	%	POBLACION	%
POBLACION	TOTAL	479.648	100	537.199	100
	URBANA	136.932	100	210.607	100
	RURAL	342.71	100	326.592	100
POBLACION	TOTAL	209.906	43.8	206.824	38.5
ACTIVA	URBANA	54.505	39.8	80.581	38.2
	RURAL	155.400	45.3	126.243	38.7
POBLACION	TOTAL	261.677	54.5	307.418	57.2
INACTIVA	URBANA	79.871	50.3	120.194	57.1
	RURAL	181.806	53.1	187.224	57.3

Aparte de las adversidades climatológicas por las que ha pasado la provincia, creemos que otras de carácter sociocultural han intervenido en el agudizamiento de las tensiones del empleo de las misma. Tal es el caso del acelerado crecimiento poblacional reflejado en sus altas tasas de natalidad que pueden contribuir a que las necesidades de nuevos puestos de trabajo no sean satisfechas.

1.5. VIAS DE COMUNICACION.

La provincia de Manabí al igual que las otras provincias de la región de la costa ha estado integrada al sistema económico impuesto por Guayaquil y Quito. Toda su actividad ha sido siempre dirigida por los intereses de los grupos económicos agroexportadores y políticos hacia la provincia de Guayas y Pichincha respectivamente.

De ahí pues que que las carreteras de esta región nunca se integraron articulando un sistema vital que permita un desarrollo interno sino que de una u otra manera estos unieran los sistemas productivos de la región con Quito y Guayaquil.

Este es el elemento fundamental que integra las poblaciones y las zonas productivas de una región; es decir las comunicaciones dependen directamente de las vías de acceso hacia las centrales, equipos de radio ya sea para el mantenimiento, instalación y sobre todo para el diseño de la red de transmisión; por lo tanto aquí haremos un estudio detallado del tipo de vías de comunicación.

Vías Asfaltadas.- existen en la provincia vías que se les denomina vías principales porque constituyen verdaderos ejes. El eje fundamental del sistema de vías lo constituye la carretera Santo Domingo de los Colorados-Guanabano atravesando la superficie de Norte a Sur integrándola al área de influencia de Quito y Guayaquil respectivamente. Además existen otras derivaciones de este eje fundamental que une los siguientes poblados y subregiones que son :

Pichincha-Manta
 Quiroga-Calaceta-Bahia
 Poza Honda-Crucita

La distancia total que suman las vías asfaltadas es de 465,4 Km que corresponden al 56,1% del total de la red principal

Vías Lastradas.- son aquellas que sin ser asfaltadas permiten el movimiento vehicular durante todo el año. En la red principal existen 269 km que significan el 32.4% de todo lo que se considera esta clase de vía y 5.5 km constituidos en caminos vecinales que significan un 7% del total.

Vías de Verano.- los caminos de verano son vías elementales formadas comúnmente por la nivelación de calzadas, caminos de acemilas, lechos de ríos secos que presentan ciertas condiciones para el tránsito vehicular cuando hay ausencia de lluvias; en la tabla IV se muestra el inventario de las vías de la red principal, en la tabla V se muestra el inventario de los caminos vecinales.

2.5. SERVICIOS GENERALES.

Vivienda.- entre 1.974 y 1.982 sin lugar a dudas cambió el tipo de vivienda en la provincia; durante este tiempo el número de casas se incrementó en un 172 %. Los ranchos, covachas sufrieron en cambio una seria baja del 65% , esto prueba que la gente se va poco a poco despojándose de sus tradicionales medios de vida como

consecuencia del crecimiento urbano lo cual se muestra en la tabla VI.

En la tabla VII se clasifican las viviendas por servicio que disponen; servicio eléctrico y de agua potable por parroquia y por cantones; parámetros que influyen de una manera u otra en el desarrollo socioeconómico de una localidad y por ende en la demanda telefónica.

TABLA IV

INVENTARIO DE LAS VIAS DE LA RED PRINCIPAL

		TIPO DE CALZADA			TOTAL
#	CARRETERA	ANCHO	ASFAL	AFIRMA	TIE
		mtr	TADA	DA	RA
			Km	Km	Km
1	Delicias-El Carmen	6.5	6.3		6.3
2	El Carmen-F. Alfaro	6.5	72.0		72.0
3	F. Alfaro-Chone	6.5	50.0		50.0
4	Chone-Tosagua	6.5	9.0	15.0	24.0
5	Tosagua-Rocafuerte	6.5	32.7		32.7
6	Rocafu-Portoviejo	8.5	15.5		
		6.2	8.6		24.1
7	Portoviejo-Sucre	6.6	16.2		
		6.0	14.0		30.2
8	Bahia-S. Antonio	6.5	41.0		41.0
9	Km 20 Bahia-Tosagua	6.5	41.0		41.0
10	Rodeo-S. Plácido	6.2	18.3		18.3
11	S.Plácido-Pichincha	6.6	15.2	56.0	71.2
12	Lodana-Sta Ana	6.0	5.0		5.0
13	Sta Ana-H. Vasquez	7.0		26.5	26.5
14	Manta-Jipijapa	6.7	49.6		49.6
15	Jipijapa-Guanabano	7.1	57.9		57.9
16	Portoviejo-Crucita	6.5		29.7	29.7
17	Des.Calceta-Calceta	6.5	12.6		12.6
18	S.Vicente-S.Isidro	6.5		60.6	60.6

continúa.....

Viene... Tabla IV...

19 Desvio S.Jacinto-

S.Jacinto	6.5	4.4		
	7.0		15.8	20.2
20 El Carmen-El Porvenir	3.5		17.0	17.0
21 Chone-Calcuta	4.0		17.0	
	8.0		8.5	25.5
22 Calcuta-Quiroga	8.0		10.7	10.7
23 Calcuta Pinpiguasi	6.5		37.7	37.7
24 Portoví-Montecristi	6.6	23.6	9.9	33.4
25 Pto Cayo-Jipijapa	10.0		28.6	28.6
26 Pto Cayo-Lp.Guayas	3.0		41.0	41.0

TOTAL (Km)	465.4	269.0	95.1	829.5
------------	-------	-------	------	-------

PORCENTAJES (%)	56.1	32.4	11.5	
-----------------	------	------	------	--

TABLA V

INVENTARIO DE LAS VIAS DE LOS CAMINOS VECINALES

#	CARRETERA	TIPO DE CALZADA				TOTAL km
		ANCHO mtr	ASFAL TADA km	AFIR MADA km	TIE RRA km	
1	Cojimies-Pedernales	6.0			35.0	35.0
2	Pedernales-H.Ferri	5.0			5.0	5.0
3	Pedernales-Jama	4.0			56.0	56.0
4	Jama-S.Vicente	4.0			67.0	67.0
5	Sesme-Eloy Alfaro	4.1			15.0	15.0
6	E.Alfaro-La Calada	3.8			14.8	14.8
7	Cucuy-Empalme	3.6			9.7	9.7
8	Cucuy-Boyaca	3.6			16.1	16.1
9	Boyaca-Los Bravos	3.8			9.5	9.5
10	Los Bravos-Empalme- Chone-Bahia	3.8			11.9	11.9
11	Suma-Via Pedernales	5.0		12.0		12.0
12	El Carmen-Branadora	7.0		27.0		
13	Pueblo Seco-Empalme via a Tosagua	4.8			13.6	13.6
14	Pueblo Seco-Empalme Chone-Bahia	3.8			13.7	13.7
15	Quiroga-Membrillo	3.8			20.2	20.2
16	Chavelas-Agua Fria	3.8			2.5	2.5
17	Junin-Canitas	4.6			6.3	6.3

continua.....

Viene... Tabla V...

18	Junín-Piquigna	5.8	5.2	
		4.2	3.1	8.3
19	El Mate-Empalme-			
	Junín-Piquigna	4.2	10.0	10.0
20	Pasajeras-Empalme-			
	Rocafuerte-Tosagua	6.0	16.2	16.2
21	Rocafuerte-Guayaba	4.8	3.1	3.1
22	Buenos Aires-Empalme			
	Rocafuerte-Guayaba	4.8	3.1	3.1
23	Portoviejo-Picoaza	8.0	6.6	6.6
24	Portoviejo-Maconta	4.6	21.5	21.5
25	Entrada a Maconta-			
	Maconta Baja	4.2	7.9	7.9
26	Los Angeles-Pichin-			
	cha	3.6	11.4	11.4
27	H.Vasquez-Poza Hon-			
	da	6.5	3.3	3.3
28	Ayacucho-La Unión	4.5	20.1	20.1
29	Santa ana-El Mate	7.0	5.2	5.2
30	El Mate-Olmado	3.8	29.7	29.7
31	Sucre-Bellavista	4.0	21.1	21.1
32	Cerro Guayabal-La			
	Pila	7.5	5.8	5.8
33	Entrada a bajo de			

continúa.....

Viana.... Tabla V....

Pechiche-bajo de Pe-			
chiche	5.5	3.9	3.9
34 Bajo de Pechiche-			
Piles	4.0	25.9	25.9
35 Bajo de pechiche-			
Bajo Grande	4.2	1.8	1.8
36 Bajo Grande-Cama-			
rones	4.5	20.1	20.1
37 Las Pampas-Camaro-			
nes-Empalme-Bajo de			
Pechiche-Piles	4.0	7.5	7.5
38 Rio Seco-Empalme	3.8	2.3	2.3
39 Manta-San Mateo	5.0	9.8	9.8
40 S. Mateo-Pacocha	3.5	14.2	14.2
41 Pacocha-S.Lorenzo	3.5	6.1	6.1
42 Manta-La Chacra	5.2	11.0	11.0
43 La Chacra-Pacocha	3.4	18.0	18.0
44 Jipijapa-Andil	4.5	6.8	6.8
45 Andil-M.Rodriguez	3.9	14.7	14.7
46 Cabo de Hacha-Em-			
palme-Andil	3.8	9.8	9.8
47 M.Rodriguez-Noboa	3.5	9.7	9.7
48 M.Rodrigue-La Unión	3.5	8.1	8.1
49 Entrada a América-			
América	6.0	3.2	3.2

continúa.....

Viene tabla V...

50	América-El Ramito	3.8		12.8	12.8
51	Panigua-P.P.Gomez	4.0		35.0	35.0
52	Entrada a El Anegado-El Anegado	4.5		2.5	2.5
53	El Anegado-El Sa-grado	4.0		8.0	8.0
54	Colinas de Pajan-Pajan	8.0	8.0		8.0
55	Pajan-Rio Agua Fria	3.8		10.3	10.3
56	Pajan-Tierra Amarilla	3.8		8.8	8.8
57	Cerro Iguana-Guale	3.8		8.0	8.0
58	Guale-Lascano	3.5		21.3	21.3
59	Cascol-Palmares	3.6		22.1	22.1
60	Supre-Noboa	4.0		35.0	35.0
61	Manta-Jaramijo	6.5	12.0		12.0
TOTAL (km):		12.0	55.5	804.0	872.0
PORCENTAJES (%)		1.0	7.0	92.0	

TABLA VI

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LAS VIVIENDAS SEGUN EL AREA Y EL TIPO DE VIVIENDA

TIPO DE VIVIENDA	AÑO 1.974			AÑO 1.982		
	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL
Total(%)	100					
Casa o villa	29.4	45.4	23.5	66.8	70.2	64.8
Departamentos	3.0	10.4	0.3	4.6	10.8	0.9
Cuartos de in-						
inquilinato	1.9	6.3	0.3	2.2	5.6	0.2
mediagua	0.7	1.4	0.5	3.4	5.1	2.4
rancho	64.6	36.1	75.1	22.1	7.2	30.9
choza	0.2	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0
otro	0.1	0.1	0.0	0.2	0.3	0.1
locales no des-						
tinados para -						
vivienda	0.1	0.2	0.0	0.1	0.2	0.1
no declarado	---	---	---	0.6	0.6	0.6

TABLA VII

DISTRIBUCION DE LAS VIVIENDAS POR SERVICIO QUE DISPONEN

LOCALIDAD	TOTAL	VSE #	VSE/VT %	VSAP #	VSAP/VT %
CANTON					
PORTIVIEJO	27.494	19.188	69.7	17.068	62.0
Portoviejo	20.443	17.112	83.7	16.170	79.0
Area urbana	17.152	15.715	91.6	15.123	88.0
Area rural	3.291	1.393	42.3	1.047	31.8
Abdon Calderon	1.718	639	37.0	184	10.7
C. Parroquial	454	365	80.4	142	31.3
Periferie	1.264	274	21.7	42	3.3
Alajuela	1.302	296	22.7	214	16.4
C. Parroquial	216	146	67.6	143	66.2
Periferie	1.086	150	13.9	71	6.6
Crucita	947	282	29.7	11	1.1
C. parroquial	213	160	75.0	3	1.4
Periferie	734	122	16.62	8	1.0
Pueblo Nuevo	387	68	17.6	7	1.8
C. Parroquial	71	46	64.8	-	-
Periferie	316	21	6.64	7	2.21
Rio Chico	1.171	488	41.7	312	26.6
C. Parroquial	232	192	82.75	192	82.75
Periferie	939	296	31.5	120	12.77
San Placido	1.526	303	19.8	170	11.14
C. Parroquial	157	144	91.7	130	82.8
Periferie	1.369	159	11.6	40	2.92
CANTON					
BOLIVAR	9.196	1.946	21.16	1.907	20.73
Calceta	4.893	1.362	27.83	1.362	27.83
Area urbana	1.468	1.129	76.9	1.122	76.43
Periferie	3.425	233	6.8	140	4.08
Pichincha	3.856	422	10.94	489	12.08
C. Parroquial	587	382	65.0	431	73.42
Periferie	3.269	140	4.28	58	1.77
Quiroga	447	62	13.87	56	12.52
C. Parroquial	67	46	68.65	45	67.16
Periferie	380	16	4.21	11	2.89
CANTON					
CHONE	22.291	6.311	28.31	6.501	29.52
Chone	9.808	5.019	51.17	5.414	53.20
Periferie	4.447	336	7.55	307	6.90
Boyaca	826	23	2.78	11	1.33
C. Parroquial	42	2	4.76	-	-
Periferie	784	21	2.67	11	-
Canuto	1.628	279	17.13	262	16.10
C. Parroquial	253	195	77.0	218	13.40

continúa...

Viene.... Tabla VII ... Cantón Chona

Periferie	1.375	84	6.1	44	3.20
Convento	1.873	54	2.88	52	2.77
C.Parroquial	77	13	16.88	44	57.14
Periferie	1.796	41	2.28	8	0.44
Eloy Alfaro	1.497	32	2.13	44	2.93
C.Parroquial	40	4	10.0	-	-
Periferie	1.457	28	1.92	44	3.00
Flavio Alfaro	4.095	491	12.0	388	9.47
C.Parroquial	553	365	66.0	323	58.40
Periferie	3.542	126	3.55	65	1.83
Ricaurte	1.582	227	14.34	77	4.86
C.Parroquial	57	22	59.46	32	86.50
Periferie	1.545	205	13.26	45	2.91
San Antonio	982	186	18.94	333	33.91
C.Parroquial	117	60	58.11	109	93.16
Periferie	865	118	13.64	224	25.90
CANTON					
JIPIJAPA	12.929	4.671	36.12	624	4.82
Jipijapa	6.229	3.445	55.3	128	2.00
Area urbana	4.530	3.313	73.13	107	2.36
Periferie	1.699	132	7.76	21	1.23
America	1.231	112	9.1	75	6.10
C.Parroquial	81	36	44.4	30	37.00
Periferie	1.150	76	6.6	45	3.91
El Anegado	1.571	173	11.0	108	6.87
C.Parroquial	166	84	50.0	51	30.70
Periferie	1.405	99	6.33	57	4.00
Julcuy	327	35	10.70	-	-
C.Parroquial	87	26	29.88	-	-
Periferie	240	9	3.75	-	-
Machalilla	445	139	35.73	15	3.37
C.Parroquial	341	158	46.73	5	1.46
Periferie	104	1	0.96	10	9.61
P.P.Gomez	1.000	118	11.80	190	19.00
C.Parroquial	205	109	55.20	150	73.20
Periferie	795	9	1.13	40	5.03
C.Parroquial	191	121	63.35	100	52.35
Puerto Lopez	1.417	499	35.21	2	0.14
C.Parroquial	765	457	59.73	1	0.13
Periferie	652	42	6.44	1	0.15
CANTON					
JUNIN	2.800	714	25.50	747	26.67
Junin	2.800	714	25.50	747	26.67
Area urbana	516	418	61.00	439	85.00
Periferie					

continúa

Viene.... Tabla VII..

CANTON					
MANTA	18.355	15.269	83.20	14.078	76.70
Manta	17.815	14.993	84.15	13.782	77.36
Area urbana	17.230	14.693	85.27	13.779	79.97
Periferie	585	300	51.28	3	0.51
San Lorenzo	540	276	51.11	296	54.81
C.Parroquial	136	88	64.70	107	78.67
Periferie	404	188	46.50	189	46.78

CANTON					
MONTECRISTI	5.196	3.386	65.16	1.943	37.40
Montecristi	4.294	2.804	65.30	1.940	45.20
Area urbana	1.390	1.176	84.60	900	64.74
Periferie	2.904	1.628	56.06	1.040	35.81
Jaramijo	902	582	64.52	3	0.33
C.Parroquial	884	568	64.25	3	0.33
Periferie	18	14	77.70	—	—

CANTON					
PAJAN	7.631	1.100	14.41	390	5.11
Pajan	2.388	715	29.94	156	6.53
Area Urbana	868	651	75.00	98	11.30
Periferie	1.520	64	4.21	58	3.81
Camposano	1.924	68	3.53	52	2.70
C.Parroquial	59	32	54.23	32	54.23
Periferie	1.865	36	1.93	20	1.07
Casco	1.541	173	11.22	112	7.26
C.Parroquial	216	119	55.10	101	0.21
Periferie	1.325	54	4.07	11	0.83
Guale	870	106	12.18	61	7.00
C.Parroquial	136	97	71.32	56	41.17
Periferie	734	9	1.22	8	0.68
Lascano	908	38	4.18	9	1.00
C.Parroquial	52	24	46.10	1	1.92
Periferie	856	14	1.63	8	0.93

CANTON					
ROCAFUERTE	8.156	2.794	34.21	2.976	36.40
Rocafuerte	3.932	1.655	42.10	1.109	28.20
Area Urbana	1.080	902	83.51	1.020	94.44
Periferie	2.852	753	26.40	89	3.12
Bachillero	446	98	21.97	93	20.85
C.Parroquial	87	54	62.00	59	67.81
Periferie	389	44	12.25	34	9.47
La Estancia	849	173	20.37	185	21.80
C.Parroquial	138	102	73.91	128	92.75
Periferie	711	71	9.98	57	8.01
Tosagua	2.938	268	9.12	1.589	54.10

continúa....

Viene ... Tabla VII ... Cantón Rocafuerte

C.Parroquial	867	680	78.43	772	89.00
Periferie	2.071	188	9.07	817	39.44
CANTON					
SANTA ANA	9.690	2.033	20.98	1.884	19.44
Santa Ana	3.390	1.217	35.89	1.373	40.50
Area urbana	1.014	865	85.38	867	85.50
Periferie	2.376	352	14.81	506	21.30
Ayacucho	1.132	281	24.82	147	12.98
C.Parroquial	108	88	81.48	54	50.00
Periferie	1.024	193	18.84	93	9.10
H.Vasquez	1.362	170	12.48	96	7.05
C.Parroquial	65	58	89.23	58	89.23
Periferie	1.297	112	8.63	38	2.92
La Union	2.112	98	46.21	62	2.93
C.Parroquial	22	2	9.00	—	—
Periferie	2.090	96	4.60	62	2.96
Olmedo	1.694	267	15.76	206	12.16
C.Parroquial	258	172	66.60	188	72.86
Periferie	1.436	95	6.61	18	1.25
CANTON					
SUCRE	14.202	5.079	35.76	3.808	26.81
Bahia de Car.	2.682	2.290	85.38	2.304	85.90
Area urbana	2.166	2.006	92.61	2.000	92.33
Periferie	516	284	55.00	304	58.91
Canaa	881	76	10.90	4	0.45
C.Parroquial	104	81	14.42	—	—
Periferie	777	15	4.76	4	0.52
Cojimies	1.090	37	3.40	3	0.27
C.Parroquial	215	136	63.20	2	0.93
Periferie	875	25	2.85	1	0.11
10 de Agosto	1.440	58	4.00	35	2.43
C.Parroquial	55	30	54.54	32	58.18
Periferie	1.385	28	2.00	3	0.21
Jama	1.421	158	11.11	5	0.35
C.Parroquial	340	131	38.52	3	0.88
Periferie	1.081	27	2.50	2	0.18
Charapoto	2.032	918	45.17	8	0.39
C.Parroquial	375	309	82.45	3	0.60
Periferie	1.657	609	36.75	5	0.30
Pedernales	1.407	230	16.34	33	2.34
C.Parroquial	324	212	65.43	4	0.81
Periferie	1.083	18	1.66	29	2.67
San Isidro	1.789	357	19.97	378	21.00
C.Parroquial	837	645	77.00	329	92.98
Periferie	623	166	26.64	240	38.50

continúa.....

Viene... Tabla... VII

CANTON					
24 DE MAYO	6.487	965	14.80	1.057	16.30
Sucre	2.651	673	25.30	865	32.60
Area Urbana	696	531	76.30	617	88.64
Periferie	1.955	142	7.25	248	12.60
Bellavista	1.226	84	6.85	76	6.36
C.Parroquial	56	41	73.20	46	82.14
Periferie	1.170	43	3.67	32	87.52
Noboa	2.610	208	7.96	114	4.36
C.Parroquial	127	89	70.00	69	54.33
Periferie	2.483	114	4.60	45	1.80

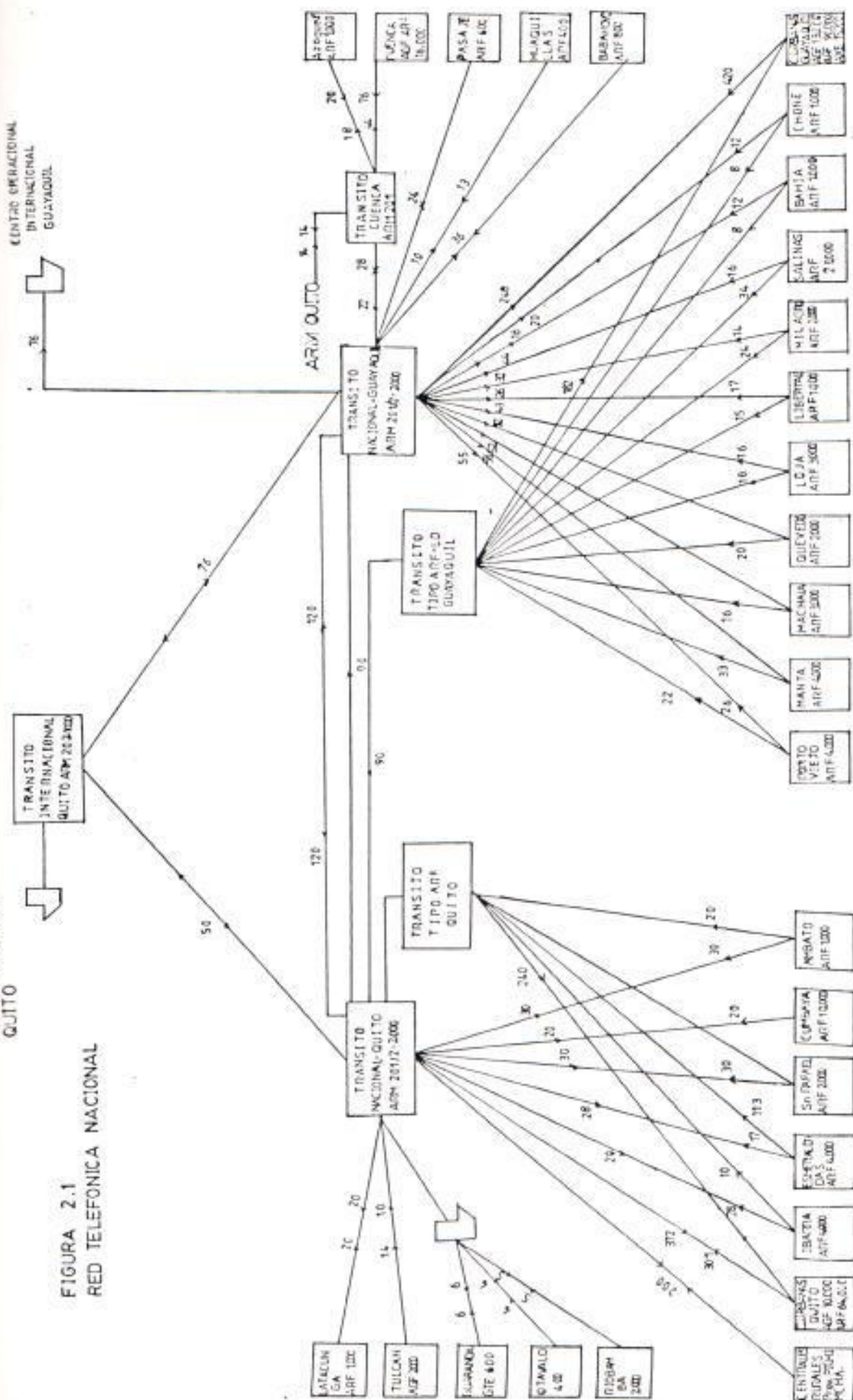
C A P I T U L O I I

SITUACION ACTUAL DE LAS COMUNICACIONES EN LA PROVINCIA DE
MANABI.

En el siguiente capítulo se hace un estudio de los
sistemas de comunicación que el IETEL posee en la
provincia de Manabi como son centros de conmutación en
función de su orden jerárquico, radioenlaces existentes
así como los enlaces físicos existentes poniendo un
especial énfasis en los sitios o zonas rurales de manera
que este estudio sirva como partida para la organización
de la red telefónica rural.

La red telefónica nacional se muestra en forma resumida
en la figura 2.1 el mismo que nos aclarará lo
siguiente:

La red telefónica nacional es casi en su totalidad
automática.

FIGURA 2.1
RED TELEFONICA NACIONAL

b) Actualmente existen:

- Un centro Internacional constituido por una central telefónica de tránsito de la firma LM ERICSON tipo ARM 201; en los centros de tránsito de Quito y Guayaquil; existen además selectores de grupos del tipo ARF para transitar parte del tráfico de larga distancia a las centrales ARM 201 con vías de alto uso.

c) La mayor parte de las centrales locales provienen de la firma LM ERICSON y físicamente son de tres tipos: ARE, AGK y ARK con un total de 276.000 líneas telefónicas; a más de eso se tienen centrales con operación manual para el tráfico de larga distancia de la firma GTE con 10.000 líneas y de la ITT tipo Pentaconta con 2.000 líneas.

d) Todo el tráfico internacional entrante y sólo una parte del tráfico saliente es automático.

ZIONIFICACION.- por ser el Ecuador un país de características geográficas bastantes definidas; región Litoral, Interandina, Oriente e Insular se ha procedido a dividir zonalmente el área de telecomunicaciones de la región 2 para el diseño de la red telefónica rural;

quedando conformada de la siguiente manera.

- I ZONA NORTE (Provincia de Manabí)
- II ZONA CENTRAL (Provincia del Guayas-Los Ríos)
- III ZONA ESTE (Provincia de Cañar - Azuay y Morona Santiago).
- IV ZONA SUR (Provincia de El Oro - Loja - Zamora Chinchipe)

En la presente tesis se desarrollará el sistema de comunicación telefónico para la zona Norte; de manera tal que su infraestructura sea lo más óptima con respecto a las necesidades de tipo económico, técnico y social de manera que contribuya a la automatización de la red telefónica nacional.

2.1 CENTROS DE CONMUTACION.

La estructura del Sistema Nacional de Telecomunicaciones en el Ecuador, consta de dos regiones, (R1 y R2) de las cuales las centrales de Tránsito operan en Quito para la Región 1 y en Guayaquil para la Región 2. Dichas centrales están enlazadas por una red de microondas analógicas.

El Ecuador se encuentra en una etapa del sistema analógico electromecánico a digital, pasando por el sistema semielectrónico para las regiones rurales.

La estructura jerárquica de nuestra red de telecomunicaciones se encuentra estructurada en tres unidades de conmutación interurbana, las cuales constituyen los centros primarios, estos son: Quito, Guayaquil y Cuenca. La estructura jerárquica se la muestra en la figura 2.2 .

El sistema telefónico actual de Manabí ha estructurado a la ciudad de Portoviejo, Manta, Bahía de Caraquez y Chone como centros principales de conmutación por constituir ellos según su actual estructura centrales locales conectadas al centro de tránsito de Guayaquil. En la tabla VIII se indica la ubicación geográfica, el tipo de central y la capacidad de la central.

En la tabla IX se indican aquellas poblaciones consideradas como centros terminales de tráfico semiautomático i/o manual existente; y los cuales al igual que los centros primarios constituyen la actual infraestructura de conmutación telefónica que tiene la región 2 de ITEL.

CENTRAL
LOCAL

Punto

Punto

Nodo

Centro

Centro

Centro

Centro

CENTRO
DE YERBA

Centro

Centro

Punto

Punto

Punto

Punto

Punto

CENTRAL INTERNACIONAL

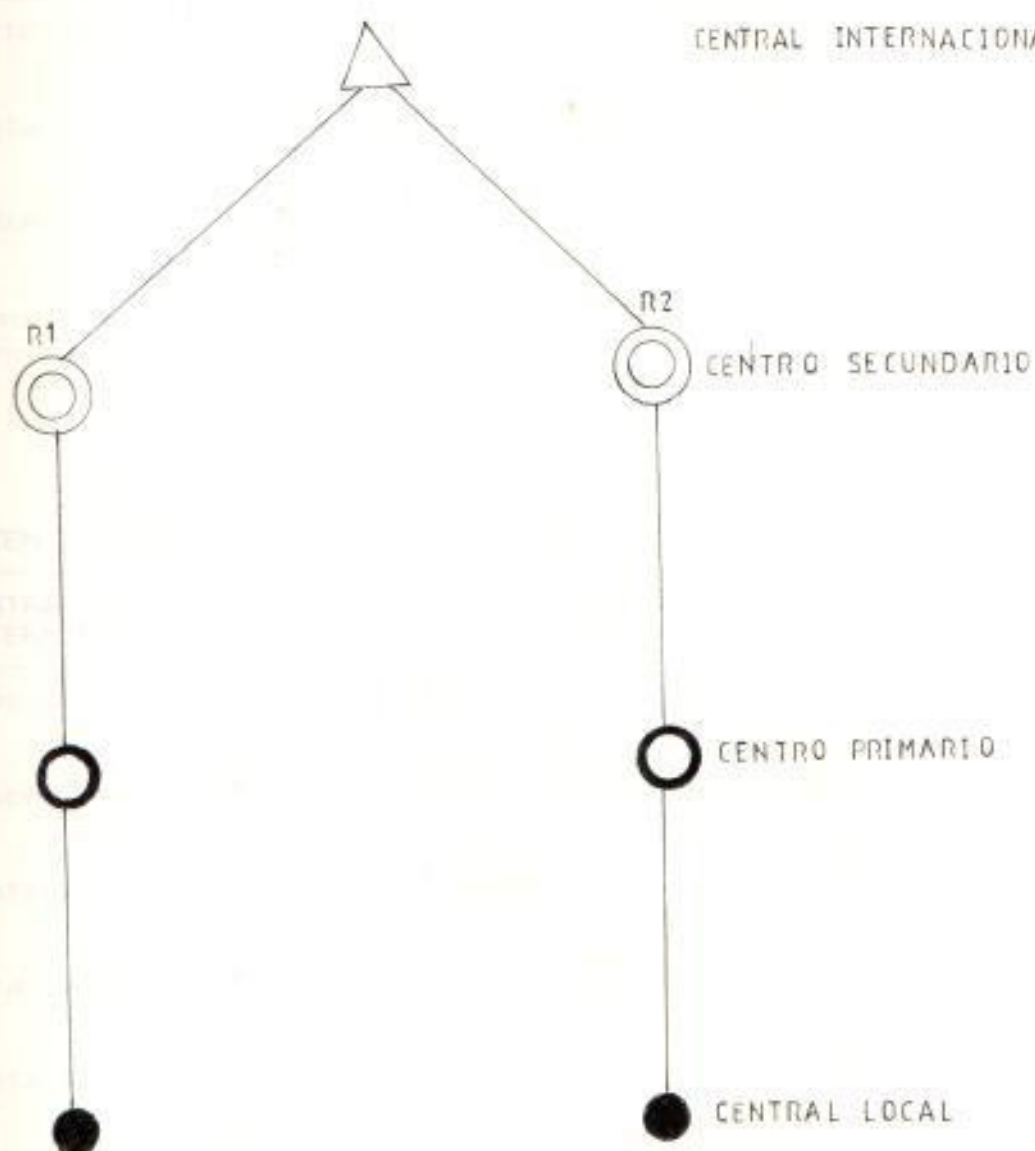


FIGURA 2.2 ESTRUCTURA JERARQUICA

A continuación indicaremos las características generales de las centrales existentes:

a. Centrales Electromecánicas: tenemos las centrales ARF y AKD de la firma LM ERICSSON y la central GTE. Funcionan a un voltaje nominal de trabajo de 48 voltios DC y poseen un sistema de señalización multifrecuencial (MFC). Las centrales más utilizadas son:

- Central tipo AKD (semiautomática); esta central es un conmutador automático de tipo PAX con selectores de código (basado en el diseño del selector Crossbar). Tiene una capacidad máxima de 250 abonados y una resistencia de bucle de 1800 ohmios.
- Central tipo ARF (automático), esta formado por selectores de coordenadas de 2000 líneas y sistema de control de lógica cableada. El sistema de conmutación es de 2 hilos. Permite una resistencia de bucle (lazo de abonado) de 1800 ohmios incluido el aparato telefónico.

La capacidad máxima de esta central es de 10.000 abonados (tipo ARF 102).

adquiriendo estas centrales para automatizar a las poblaciones.

2.2 ESTACIONES REPETIDORAS EXISTENTES.

En la actualidad el país posee una red nacional de telecomunicaciones en base de un sistema de microondas con capacidad de hasta 960 canales telefónicos. Tiene tres canales de radiofrecuencia de los cuales el uno es el canal principal para telefonía, el otro es para señales de televisión y el tercero es el canal de protección de los 2 primeros. El sistema total está dividido en 4 rutas: ruta norte, ruta central, ruta oeste y ruta sur. A la provincia de Manabí le corresponde la ruta oeste con una longitud total de 393,97 Km.

En la figura 2.3 se muestra el sistema Actual de microondas de R2 IETEL.

Además el IETEL debe desarrollar la estación repetidora de Cerro Corozo y de Cerro de Jama, la primera para descongestionar a Cochabamba, la cual se conectará con la estación repetidora de El Carmen la cual integrará los cantones del sur de

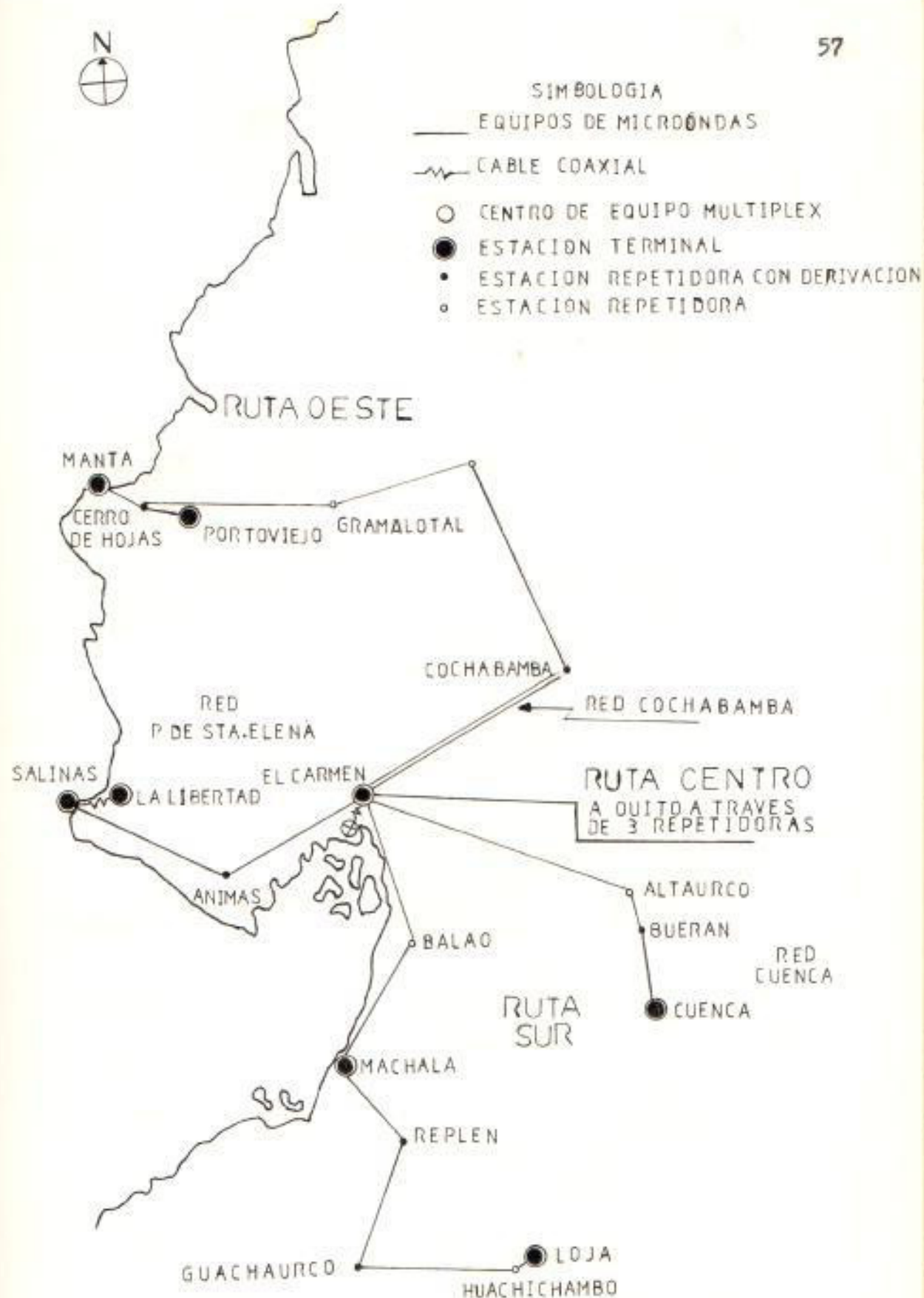


FIGURA 2.3 SISTEMA ACTUAL DE MICROONDAS DEL ITEL R-2

Manabí y del Norte del Guayas a la red nacional; mientras que la estación repetidora Cerro de Jama será una estación repetidora con derivación a banda base y conectará los pueblos del Norte de Manabí a la red Nacional de telecomunicaciones.

Hablaremos a continuación de las estaciones repetidoras.

- Cerro Las Hojas: estación repetidora con derivación desarrollada a 700 mts sobre el nivel del mar y tiene como coordenadas geográficas:

$01^{\circ} 02' 28''$ Latitud Sur

$80^{\circ} 32' 29''$ Longitud Oeste.

- Loma de Viento: estación repetidora desarrollada a 385 mts de altura sobre el nivel del mar, que tiene como coordenadas geográficas:

$00^{\circ} 42' 16''$ Latitud Sur

$80^{\circ} 24' 21''$ Longitud Oeste

Es una estación repetidora con derivación y cuya vía de acceso de aproximadamente 7.5 km parte de

la carretera estable muy cerca a Bahía de Caraquez,

- Gramalotal: estación repetidora pasiva desarrollada a 482.2 mt sobre el nivel del mar con las siguientes coordenadas geográficas:

01° 02' 35" Latitud Sur

80° 01' 14" Longitud Oeste.

- Cerro Corozo: estación repetidora con derivación no desarrollada a 760 mtr sobre el nivel del mar que tiene como coordenadas geográficas:

01° 29' 10" Latitud Sur

80° 01' 14" Longitud Oeste

- CERRO DE JAMA :estación repetidora con derivación no desarrollada a 643 mtr de altura sobre el nivel del mar con las siguientes coordenadas geográficas:

00° 18' 00" Latitud Sur

80° 05' 27" Longitud Oeste

Además existe una estación repetidora pasiva

llamada Cerro Puerto Cayo; a 200 metros sobre el nivel del mar diseñada para evitar el tramo de cable entre Jipijapa-Puerto Cayo; a la cual se conecta Puerto Cayo a una distancia de 3.5 Km, teniendo las siguientes coordenadas geográficas:

01° 20' 35" Latitud Sur

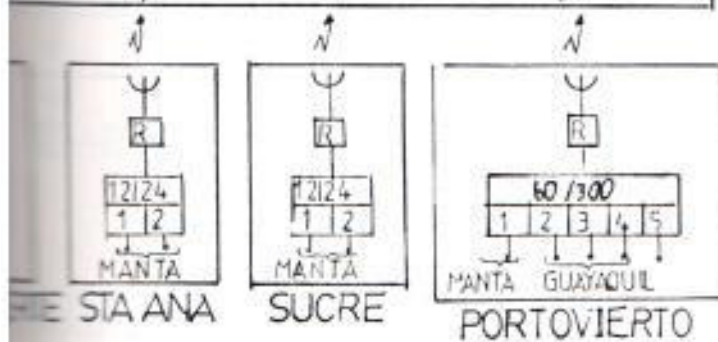
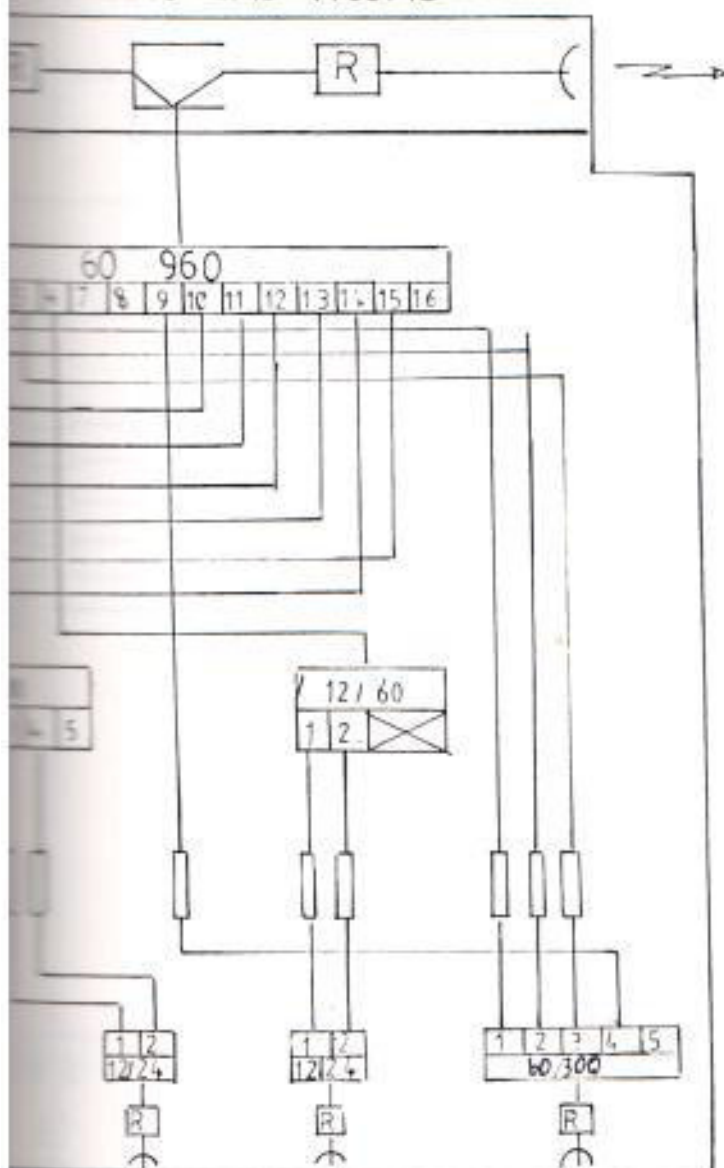
80° 42' 23" Longitud Oeste

2.3. RADIODENLACES EXISTENTES.

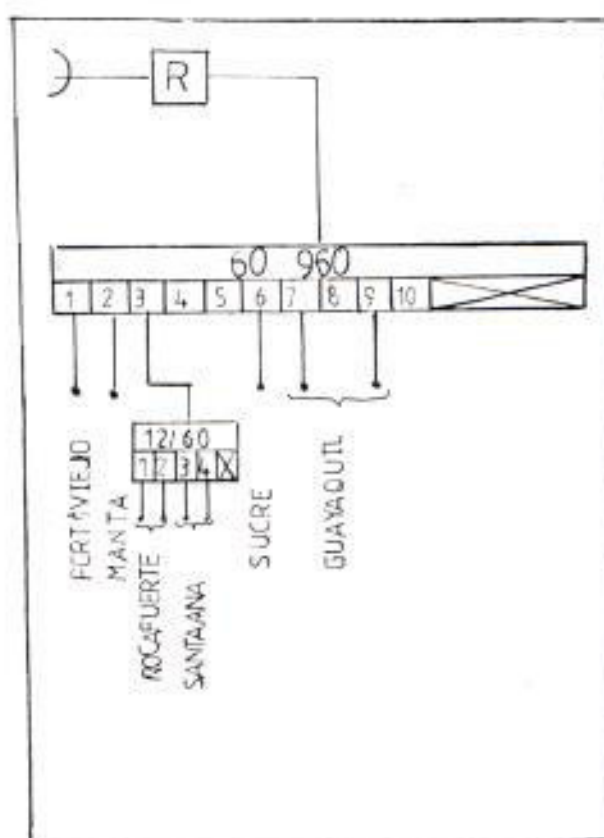
La red de radioenlaces de la Provincia de Manabí está constituida por enlaces de radio con equipos radioeléctricos modulados en frecuencia (FDM). La red Primaria está constituida por los enlaces de radio con equipos multiplex de gran capacidad de 960 canales telefónicos a través de los enlaces Manta-Cerro Las Hojas, Loma de Viento Cerro Las Hojas, Cerro Las Hojas-Gramalotal. La red Secundaria está constituida por enlaces de radio con equipos multiplex de pequeña capacidad, ondas métricas y decimétricas y por enlaces con equipos monocanales en ondas métricas.

En la figura 2.4 se indica la actual red de Radio

CERRO LAS HOJAS

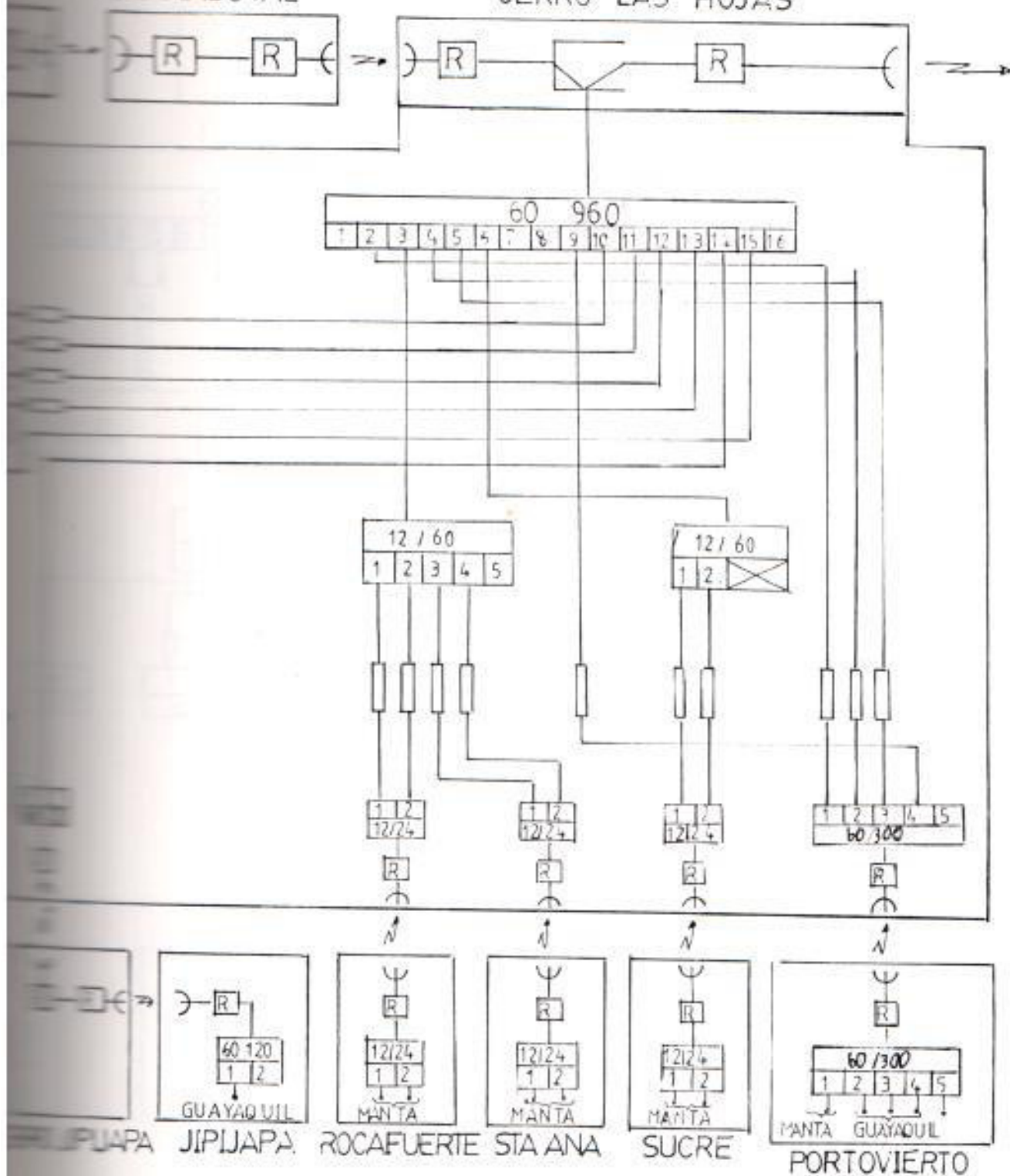


MANTA



GRAMALOTAL

CERRO LAS HOJAS



DE RADIO DE MANABI

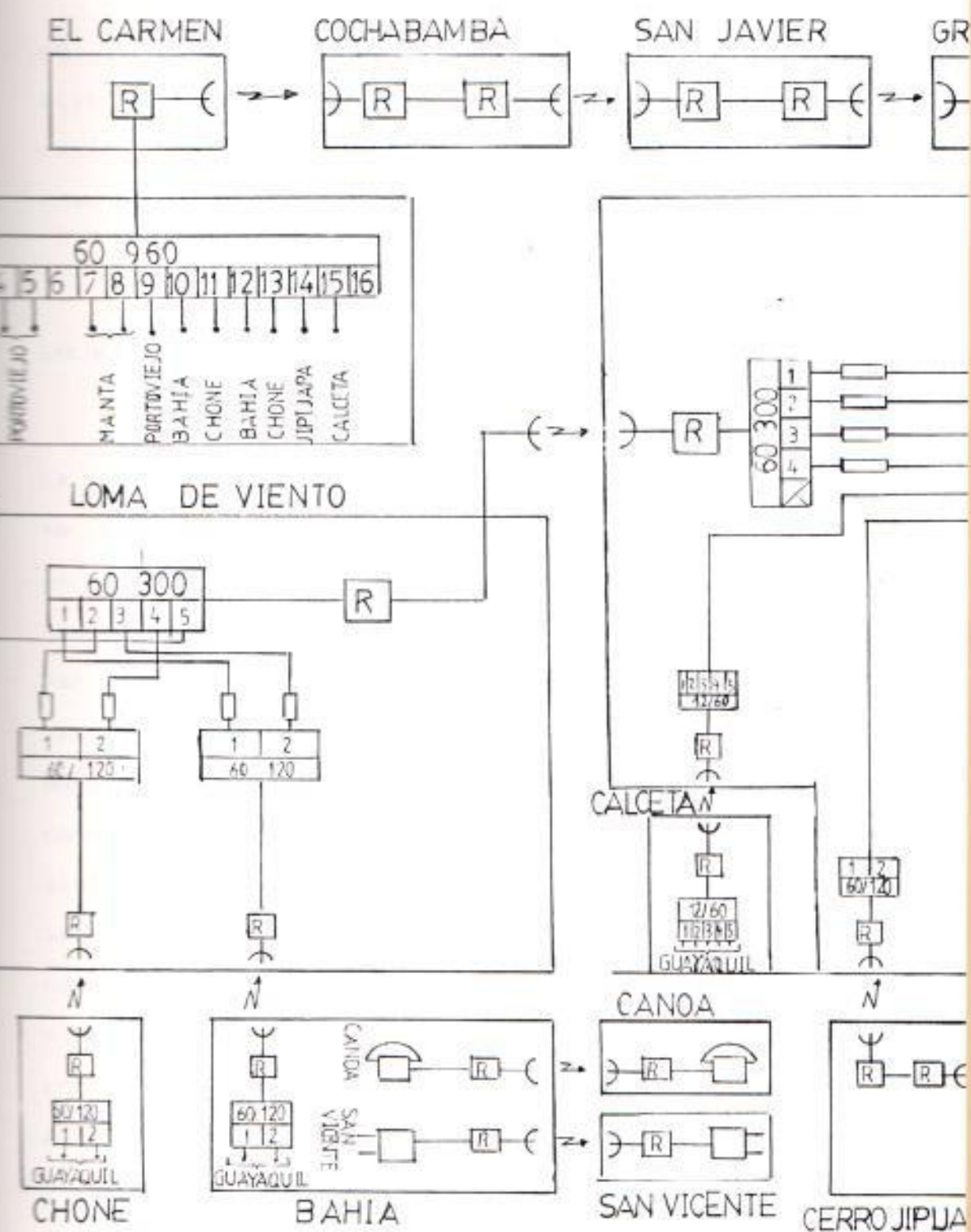


FIGURA 24 ESQUEMA DEL SISTEMA ACTUAL DE RAD

de la provincia de Manabí junto con la distribución de canales a partir de las capacidades de los radioenlaces del sistema así como el multiplexado de los enlaces de radio.

2.4 ENLACES FISICOS EXISTENTES.

La red actual de telecomunicaciones a nivel rural se encuentra constituida por líneas físicas en su mayoría y radioenlaces HF y VHF-UHF. Esta red permite interconectar a una parte de cabeceras parroquiales y caseríos con las cabeceras cantonales. Las líneas físicas, casi todas monofilares en general se encuentran en malas condiciones (conductores, elementos de aislación, postes) por tener muchos años de vida; las condiciones de transmisión son de mala calidad debido al ruido, por falta de una buena aislación, como también porque muchas de ellas presentan inducción por tener una trayectoria paralela a las líneas de fuerza eléctrica. Como es evidente, debido a inconvenientes de orden técnico, el servicio telefónico así ofrecido es deficiente anotándose entre las principales

deficiencias las siguientes:

- Casi todos los circuitos monofilares tienen muchos años de vida y su estado es muy deplorable, muchas uniones con las siguientes problemas de ruido, muchos aisladores rotos con la falta de aislamiento, la posteria en pésimo estado donde todavía existe en muchos casos las líneas sujetas a árboles vivos.
- frecuentes interrupciones del servicio por el estado de vetustez de las líneas.
- Las líneas monofilares existentes siguen los antiguos caminos de verano, por lo general las nuevas carreteras siguen otra ruta, razón por la cual los antiguos caminos están prácticamente destruidos y el mantenimiento que se hace a esta línea es precario o nulo.

En la tabla X se muestra el tipo de enlace físico para los pueblos rurales de la provincia.

SISTEMAS DE TELEX, TELEGRAFIA, MAGNETO Y OTROS.

Se distinguen los siguientes servicios de telegrafía abierta a la correspondencia pública:

- Servicio de telegrafía general que es el servicio telegráfico abierto al público que asegura la recepción, transmisión y entrega del mensaje telegráfico al destinatario.

- Servicio de telex, que es un servicio telegráfico que permite a sus abonados comunicarse directamente por medio de centros de conmutación, aparatos aritméticos y la red telegráfica pública; debido a los costos de las centrales y equipos de abonados de telex y a su operación más complicado que las de telefonía.

Por lo tanto en la organización de la red nacional de telex se distinguen menos niveles que en la de telefonía. Hay centros de tránsito interurbano sólo en las ciudades más grandes y en una de ellas el centro Internacional. Por lo demás se distingue el nivel local y el nivel de abonado.

Por lo general se conecta a las centrales las oficinas de telegrafía general; los que pueden interconectarse a través de las centrales automáticas (de telex) y cuando a su vez se conecta este sistema nacional con sistemas de otros países por circuitos internacionales se denomina Red Nacional(Internacional) "Gentex". En la tabla X se indica la situación actual de las comunicaciones para la provincia de Manabí, con la cual se puede concluir la situación de las localidades rurales de la provincia.

En el caso en que la situación topográfica, la existencia de cultivos agrícolas u otros obstáculos inevitables, los cuales no permiten la permanencia de la línea como es necesario para el servicio telefónico automático, se ha estado utilizando aparatos de teléfono magneto (con batería local) y la línea conectada a un puesto o mesa de operación manual en el centro primario a la cual pueden estar conectadas otras líneas de magneto y la central automática del centro. la línea que conecta la cabina con el puesto de operación puede ser unifilar con retorno a tierra.

TABLA X

SITUACION ACTUAL LAS COMUNICACIONES DE LA PROVINCIA DE MANABI

TRANSMISION LARGA DISTANCIA					POSICIONES		TELEFONO MAGNETICO	OBSERVACION
Cap. Radi	Cap. Max multiplex	Can. Instalados	Mono canal	Linea Fisic	TLX	GTX		
300	300	120	-	-	-	4	-	Tipo ARF
-	-	-	-	-	-	-	X	Ofi. Enda
-	-	-	-	-	-	-	X	Ofi. Enda
-	-	-	-	-	-	-	X	Ofi. Enda
-	-	-	-	-	-	-	X	Ofi. Enda
-	-	-	-	-	-	-	-	# Manta
960	300	300	-	-	5	8	-	Tipo ARF
de C. 360	120	120	-	-	-	1	-	Tipo ARF
-	-	2	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	telegraf
-	-	-	-	-	-	-	-	telegraf
-	-	-	-	-	-	-	-	# Bahía
360	120	-	-	-	-	1	-	Tipo ARF
-	-	-	-	1	-	-	-	# Chone
120	120	60	-	-	-	1	-	Tipo CPR
-	-	-	-	-	-	-	X	Oficina
-	-	-	-	-	-	-	X	Oficina
-	-	-	-	-	-	-	X	Oficina
-	-	-	-	-	-	-	X	Oficina
-	-	-	-	X	-	-	-	# Jipijapa
-	-	-	-	X	-	-	-	# Jipijapa
24	24	17	-	X	-	-	-	Tipo AKD
-	-	-	-	-	-	-	X	Oficina
-	-	-	-	-	-	-	X	Oficina
24	24	18	-	-	-	-	X	Tipo CPR
24	24	18	-	-	-	-	X	Tipo CPR
24	24	17	-	-	-	-	X	Tipo CPR
24	24	15	-	-	-	-	X	Tipo CPR
24	24	15	-	-	-	-	X	Tipo CPR
-	-	-	-	-	-	-	X	
-	-	-	-	-	-	-	X	
-	-	-	-	-	-	-	X	
60	60	24	-	-	-	X	-	
-	-	-	-	-	-	-	X	
-	-	-	-	10 p	-	-	-	10 p Manta
-	-	-	-	10 p	-	-	X	# Manta

En comparación con el circuito bifilar del mismo alambre, la atenuación del circuito unifilar es menor (siempre que la tierra sea buena); pero el circuito unifilar es muy susceptible para interferencias externas, sobre todo en las interferencias que provienen de líneas de fuerza de alta tensión.

2.4 SELECCION DE LOS PUEBLOS A DAR SERVICIO TELEFONICO.

El diseño de la red rural telefónica para la población rural está planificada para el año 2000, cabe indicar que gran parte de las parroquias rurales carecen del servicio de comunicación telefónica a las cuales de acuerdo al estudio de demanda telefónica y tráfico telefónico se le dará el sistema adecuado, además del tipo de enlace para que forme parte de la red telefónica nacional. A ciertas cabeceras cantonales a las cuales se las considera como población urbana; también se las considerará ya que ellas servirán como centros de conexión de las parroquias rurales y serán modificadas siempre y cuando puedan ser optimizadas sus enlaces rurales de

acuerdo a la nueva red telefónica.

A continuación se da la lista de las localidades a ser consideradas dentro de nuestro proyecto:

- Bell

- Abdón Calderón, Alhajuela, Crucita, Río Chico y San Plácido.

- Boyacá, Canuto, Eloy Alfaro, Flavio Alfaro, Ricaurte, y San Antonio.

- América, El Anegado, Julcuy, Machalilla, Pedro Pablo Gómez, Puerto Cayo, Puerto López.

- Junín

- San Lorenzo

- Jaramijó

- Paján, Campozano, Cascol, Guala, Lascano

- Rocafuerte

- Ayacucho

- Canoa, Cojimes, Charapotó, 10 de Agosto, Jama,
Federnales, San Vicente.

- Sachillero, La Estancilla.

DEPARTAMENTO DE LA JAMA

- Bellavista, Noboa.

DEPARTAMENTO DE PASTO

El Valle, Rio

San Juan, Rio

San Juan, Rio

San Juan, Rio

San Juan, Rio

San Juan, Rio

San Juan, Rio

San Juan, Rio

San Juan, Rio

San Juan, Rio

San Juan, Rio

San Juan, Rio

San Juan, Rio

San Juan, Rio

San Juan, Rio

San Juan, Rio

C A P I T U L O I I I

ESTUDIO DE LA NECESIDAD DE UN SISTEMA TELEFONICO PARA LA PROVINCIA DE MANABI.

El area Rural del país se caracteriza por no tener los servicios fundamentales y que constituyen una fuente de producción agrícola importante del estado, debe ser considerado dentro del desarrollo de las telecomunicaciones como paso previo para un óptimo crecimiento de producción mejorando las condiciones de vida de esta población. La finalidad de las telecomunicaciones rurales es el establecimiento de comunicaciones en zonas rurales mediante servicios con una calidad apropiada. La primera fase de preparación de un proyecto debe consistir en definir los objetivos que se indica a continuación.

a) Zona rural a darse servicio

Definida por las siguientes características:

- ciudades y pueblos a los que ha de darse servicio telefónico.

- cantidad de usuarios previsto
- característica topográfica y climática
- tipo de actividad básica por ejemplo cosechas y expedición de los mismos
- medios de comunicación existentes
- Recursos económicos

Tipos de Servicio Requerido

La utilidad de los servicios de telecomunicaciones como la de cualquier otro servicio depende en última instancia de los usuarios. Para poder prestar un servicio adecuado a los usuarios de las oficinas telefónicas públicas y a un mayor número de abonados a las centrales telefónicas, sería útil e interesante examinar algunas de sus características en especial su nivel socioeconómico, las actividades a las que se dedica, su hábito al uso de los servicios de telecomunicaciones, característica a la distribución de tráfico etc.

Calidad de Servicio

Como objetivo general la calidad debe ser comparable a la ofrecida en las grandes ciudades quizás con un

mayor grado de disponibilidad. El fin perseguido es poder integrar tales servicios en las redes nacionales e internacionales de comunicaciones.

Desarrollo previsto de la zona

Una vez definido los objetivos puede desarrollarse el proyecto. Las fases subsiguientes de un proyecto tienen una estrecha correlación entre los objetivos operacionales, las soluciones técnicas y las estimaciones de los costos. A la luz de las soluciones disponibles y de sus costos convendrá examinar las prioridades definidas en la primera fase. La incorporación de aquellas áreas rurales dentro de la infraestructura existente del IETEL trae como consecuencia considerar aquellos centros de comunicación principales y secundarios actualmente desarrollados para tener calidad y rapidez en el servicio para la nueva red telefónica de Manabí.

Planificación del Sistema Telefónico.

La planificación de redes consiste en la utilización de métodos científicos para optimizar las inversiones y dimensiones de los equipos de un modo homogéneo, en todo el país, con el objeto de cumplir objetivos realistas en

función de los recursos disponibles. Estos objetivos a realizarse se refieren a mejoras cuantitativas y cualitativas de la red existente. Por ejemplo definir la evolución de:

- El número de abonados en cada zona.
- La gama de servicios.
- La calidad de los servicios.

La planificación del Sistema telefónico debe establecer las reglas de utilización del equipo y la organización del Sistema telefónico teniendo en cuenta las limitaciones técnicas y económicas así como las recomendaciones del CCITT y del CCIR. A partir de la distribución prevista de la demanda debe establecerse una lista de acciones planificadas en cada punto de la red, con objeto de alcanzar los objetivos a un costo mínimo.

En consecuencia la definición básica de la planificación es proporcionar el equipo conveniente en el punto adecuado en el momento oportuno y a un costo idóneo para satisfacer la demanda prevista con un grado de servicio aceptable.

ORGANIZACIÓN DE UN SISTEMA TELEFÓNICO NACIONAL

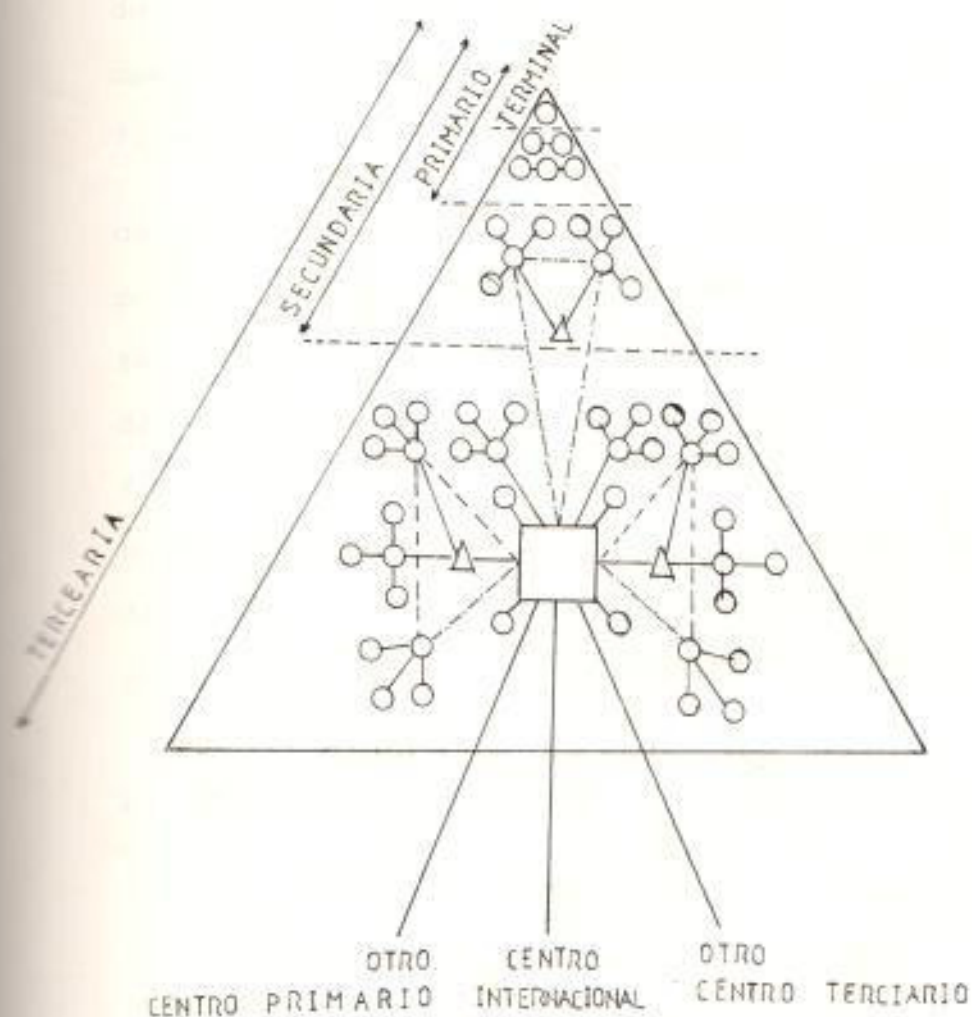
En la organización de una red nacional de telefonía se distingue una jerarquía en los centros de conmutación y las zonas que los rodean, el CCITT ha fijado nomenclatura por orden jerárquico siguiente:

la zona local o terminal con la central local como centro de zona cuando la zona local es de tal extensión y con tal concentración de abonados que se ha establecido en la zona por razones técnicas y económicas varias centrales locales y se la denomina central metropolitana cuya red puede incluir una central Tandem para conectar entre si las centrales locales de la zona. La zona Primaria que comprende varias zonas locales. El centro Primario está rodeado por un número de centrales los que tienen por razones económicas y políticas enlaces comunes en el centro primario. La zona Secundaria: abarca a su vez varias zonas primarias, a veces coinciden aproximadamente con el territorio de 1 provincia y el centro de la zona secundaria es la capital de la provincia. Es un centro con mayor número de usuarios al servicio urbano e interurbano que por su importancia económica y política consigue participar de manera satisfactoria en el desarrollo de la telefonía Nacional. Las zonas terciarias y Cuaternarias pueden formarse de manera análoga a las zonas secundarias; por lo general en los países en vías de desarrollo; el centro terciario es el de más alto

nivel; los centros terciarios tienen circuitos directos con el centro Internacional. Se desprende de lo anterior que los centros primarios, secundarios, terciarios etc, son todos centrales interurbanas. Se distinguen de este modo por razones de dirección y distribución de tráfico 4 niveles: el nivel local y los niveles primarios, secundarios y terciarios. Un centro de nivel superior es también un centro de nivel inferior. Por ejemplo los centros de las zonas terciarias son a su vez centros secundarios y primarios. En la figura 3.1 se ilustra esta configuración. Importa comprender que la razón principal de que sean necesarios los centros de conmutación de orden elevado es la elevada densidad telefónica más bien que la extensión geográfica.

3.1. DIFERENCIA ENTRE UN SISTEMA DE TELECOMUNICACION RURAL Y URBANA

Para nuestro fin el término telecomunicaciones rurales se refiere a situaciones en que existe una interacción entre varios factores que dificultan el establecimiento de servicios de telecomunicación. Tales situaciones no se limitan a zonas o regiones con población dispersa, es decir la concentración de la población no es el único factor determinante para definir las zonas



3.1 : JERARQUIA DE LOS CENTROS DE CONMUTACION

rurales.

Son los sistemas de telefonía en las zonas terminales y muchas veces en las zonas primarias los que constituyen las telecomunicaciones rurales; implantar, operar y mantener un servicio de telefonía de buena calidad de transmisión y operación significa emplear recursos humanos y financieros elevados que son al principio desproporcionados a los ingresos que ellos producen; por lo tanto es preciso utilizar medios técnicos especialmente adaptados a la baja densidad de abonado y de tráfico. El objetivo final siempre es el servicio totalmente automático en todo el país; el cual es el objetivo de 1 plan a largo plazo, el mismo que en lo posible se deberá cumplir por fases a corto plazo.

El CCITT distingue 3 fases que son:

- 1.- satisfacción inmediata de las necesidades más urgentes con los medios más simples;
- 2.- preparación para la automatización total del tránsito telefónico.
- 3.- Automatización total del tráfico telefónico.

RED TELEFONICA NACIONAL Y RURAL.

Es evidente que una red rural no es más que una parte de la red telefónica nacional en cuya estructura general debe integrarse. Sin embargo han de agregarse algunas definiciones peculiares a la naturaleza de la aplicación rural ya que esta implica un extenso uso de medios de transmisión de forma bastante diferente de la que es habitual en la estructura principal de una red telefónica nacional.

La figura 3.2 muestra junto con la figura 3.3 lo que puede considerarse como extensión de la red rural referida a la estructura de la red nacional.

Conviene señalarse aquí que lo que puede considerarse como una característica distintiva de la red rural es el uso más amplio de sistemas de un nivel jerárquico destinado casi exclusivamente a esta forma de transmisión. Esta circunstancia tiene un efecto considerable sobre el ruido y la calidad de transmisión. La figura 3.4 muestra estructuras típicas de red en que se emplean transmisión a 4 hilos.

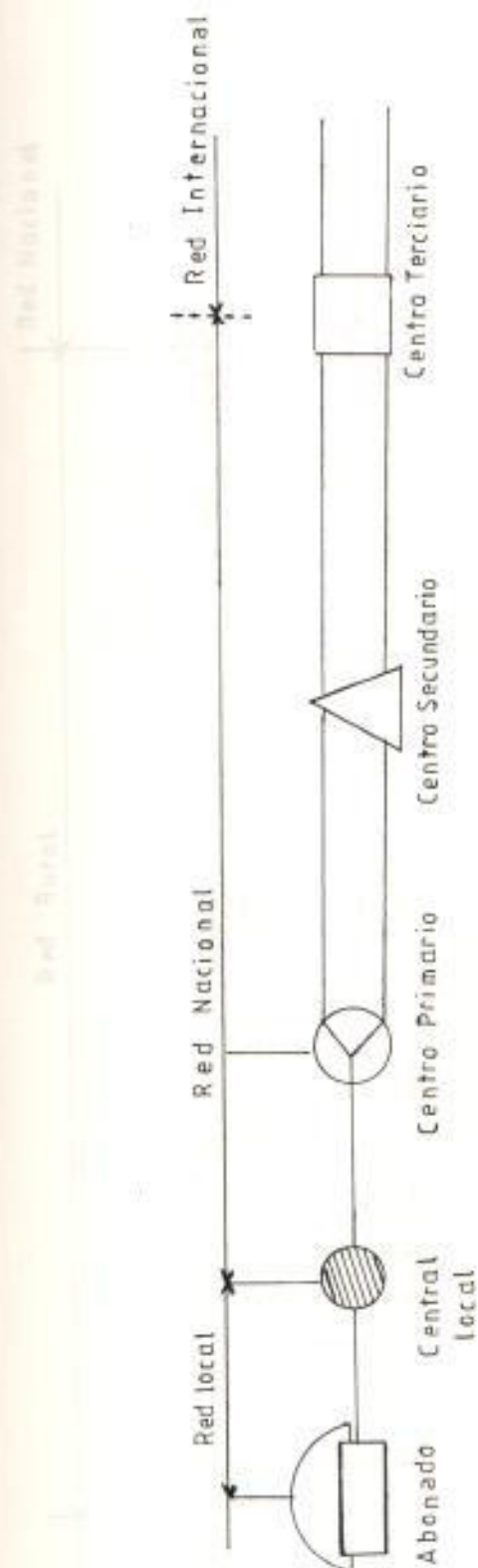


FIGURA 3.2.- RED LOCAL, NACIONAL E INTERNACIONAL

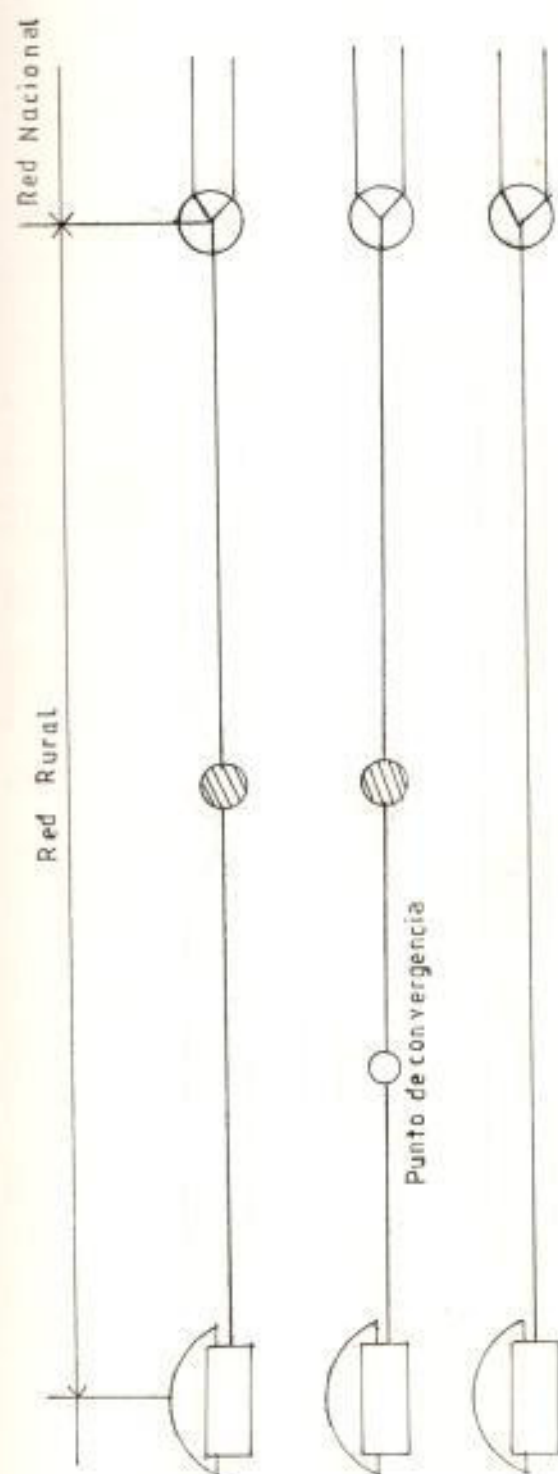


FIGURA 3.3.- POSIBLES CONFIGURACIONES DE INTERCONEXIONES ENTRE LA RED RURAL Y LA RED NACIONAL

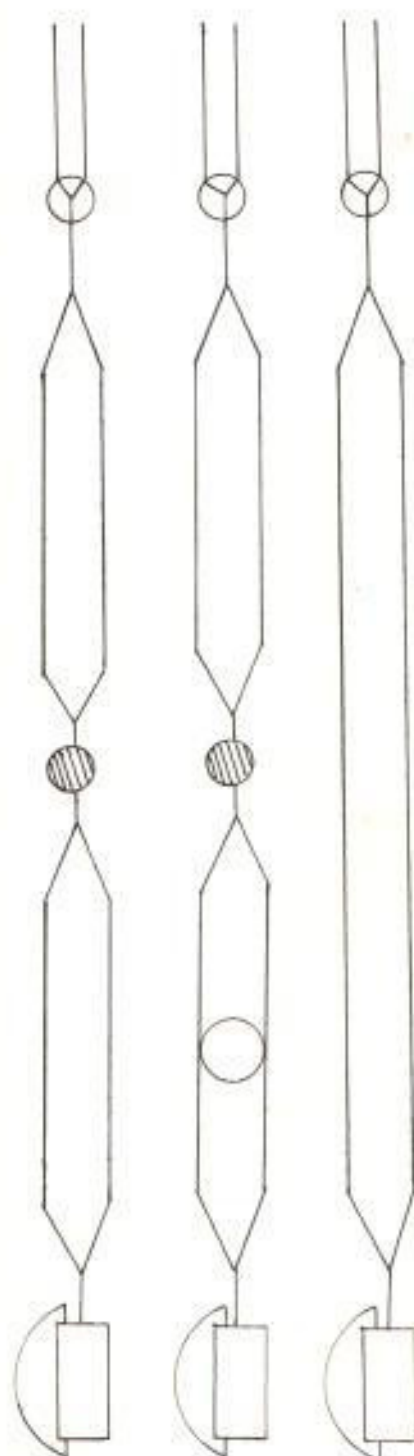


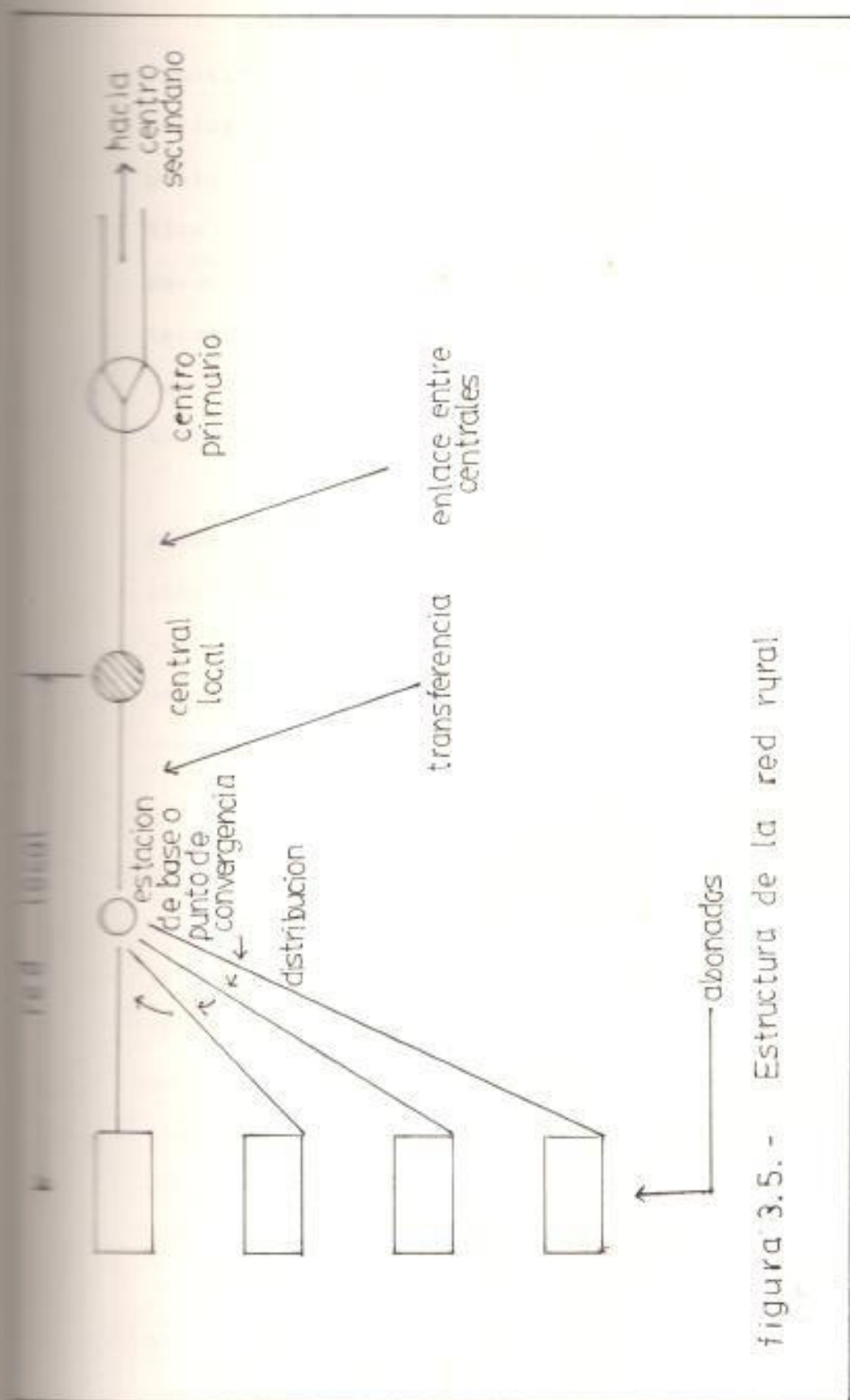
FIGURA 3.4.- TRANSMISION A 4 HILOS ENTRE LA RED RURAL Y NACIONAL

FUNCIONES ASOCIADAS A LAS PARTES MAS IMPORTANTES DE UNA RED RURAL.

La figura 3.5 representa la estructura de una red rural; en la cual se identifican diferentes funciones las cuales se puede asociarse una clase determinada de sistemas de transmisión. Por punto de convergencia se entiende un punto real de la zona rural donde convergen todos los enlaces correspondientes a los abonados de la misma zona, este no forma parte de la estructura jerárquica de las centrales de la red nacional. Pueden existir varias estaciones de base de tal naturaleza en una zona servida por una central local individual. No existe un punto de convergencia cuando los enlaces de abonados convergen directamente con la central local.

Las funciones que pueden distinguirse en relación con una red rural como la anteriormente indicada, puede estar relacionada a la conmutación o con la transmisión de canales telefónicos. En lo que se refiere a la transmisión, las funciones más destacadas son las siguientes:

a) Distribución de líneas de abonados.- esta



identifica el establecimiento de los distintos enlaces entre el abonado de un grupo dado y el punto de convergencia asociado a los mismos. Se dice que un sistema de transmisión se emplea para distribución cuando se supone que los terminales de los canales telefónicos se hallan por lo menos teóricamente en los locales del abonado.

Puede efectuarse la función de distribución sin concentración o con concentración según que los canales estén asignados a los distintos abonados de una manera fija o se asignen en función de demanda.

- b) Transferencia de línea de abonado.- Identifica el establecimiento de un enlace entre un punto de convergencia y la central local. Se dice pues que el sistema de transmisión se emplea para la transferencia cuando su función consiste en encaminar dos o más canales telefónicos a lo largo de la ruta. La función de transferencia es típica de las redes rurales; se realiza una red de abonados asociando un sistema de transferencia a sistemas de distribución.

c) Enlace entre centrales.- esta función consiste en el establecimiento de circuitos entre centrales telefónicas, al referirse a red rural el enlace se refiere típicamente a la conexión entre centrales locales (o centrales satélite) y un centro primario. Los sistemas utilizados para este enlace son prácticamente los mismos que los usados para la transferencia, pero difieren de estos de la tolerancia y en la señalización.

PROYECCION DE LA POBLACION.

Esta proyección se la ha realizado en base a los siguientes documentos:

- DDC SDP-86-20/1 " Proyección de la población ecuatoriana 1982-2010"
- DDC SDP-86-25/1 " Proyección de la población ecuatoriana a nivel parroquial 1985 - 2010 "
- Documento 2. " Proyección de la población ecuatoriana por provincia, cantones, áreas y grupos de edad 1982-1995" elaborado por el INEC.
- Resultado del censo realizado en el año de 1982.

Co: Población concentrada de la capital provincial o cabecera cantonal.

Do: Población dispersa de la capital provincial o cabecera cantonal.

D1, D2,...Dn población dispersa de la cabecera parroquial.

C1, C2,...Cn población concentrada de la cabecera parroquial.

B82: Población Total del cantón(año 1982)-Co(año 1982)

$$F_{cn} = C_n / B82 \quad \text{para } n \geq 1 \quad (3.1)$$

$$F_{dn} = D_n / B82 \quad \text{para } n \geq 0 \quad (3.2)$$

b) Se supone que las estructuras encontradas se mantienen para el periodo de proyección.

c) Conociendo para el periodo 1982-2010 la población total de cada uno de los cantones y la población concentrada de su respectiva cabecera cantonal (o Capital provincial) se puede calcular el parámetro B para cada año de proyección.

$$B_n = \text{Pobl tot del cantón(año } n) - D_0(\text{año } n) \quad (3.3)$$

d) Teniendo el resultado de B para cada año se calcula la población de la siguiente forma.

$$D_n = B_n * F_{cn} \quad (n > 0) \quad (3.4)$$

$$D_n = B_n * F_{dn} \quad (n > 1) \quad (3.5)$$

En el tabla XI se muestran los resultados de la proyección para la provincia de Manabí.

ESTUDIO DE LA DEMANDA TELEFONICA DE LOS PUEBLOS A SERVIR.

Un problema muy importante en la planificación de un sistema telefónico es el de estimar la demanda de servicio; una estimación equivocada motivará que los servicios ofrecidos se saturen al poco tiempo de instalados o que en otro caso las instalaciones no tengan uso por un periodo considerable.

Ambas condiciones inciden negativamente, la una en la calidad de servicio y la otra en la economía de

la empresa que los ofrece; por lo cual una posición intermedia entre los 2 extremos indicados será la más aceptable para la estimación de la demanda.

Uno de los métodos empleado en el cálculo de la demanda es el método de la regresión exponencial el cual consta en el documento TR-28 de Agosto de 1982 "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 socioeconómicas en poblaciones altas, medias y bajas. El método a elegirse depende entonces de los datos disponibles de la calidad de los mismos, aquí el término calidad se refiere a la exactitud con que los datos se ajustan al proceso estudiado.

En el caso de la telefonía rural los únicos datos disponibles de calidad adecuada son el número de habitantes de la localidad y las encuestas telefónicas en tal razón el modelo matemático liga la demanda telefónica con la población concentrada mediante la relación

$$Y = a \cdot X^b \quad (3.6)$$

x = número de habitantes

y = número de abonados

a= constante	a= 0.001719082	demanda alta
	a= 0.008944420	demanda media
	a= 0.013636687	demanda baja
b= constante	b= 1.52466857	demanda alta
	b= 1.24193343	demanda media
	b= 1.088939766	demanda baja

Los valores constantes a y b han sido tomados del documento " Estudio de la demanda telefónica para las poblaciones rurales del Ecuador". Con estos valores obtenemos las sigtes ecuaciones:

$$y = 0.001719082 \cdot x^{1.52466857} \quad \text{demanda alta (3.7)}$$

$$y = 0.008944420 \cdot x^{1.24193343} \quad \text{demanda media (3.8)}$$

$$y = 0.013636687 \cdot x^{1.088939766} \quad \text{demanda baja (3.9)}$$

Utilizando las ecuaciones 3.5, 3.6 y la 3.7 calcularemos la demanda telefónica de las poblaciones concentradas de las parroquias y cantones de la provincia de Manabí; seleccionadas para dar servicio telefónico a las cuales se les asignará demanda alta, media y baja de acuerdo a la importancia económica, turística y demográfica

y considerando el tipo de infraestructura como son servicio eléctrico, vías de comunicación etc.

En el tabla XII se muestra las localidades con su demanda asignada de la siguiente manera: A= demanda alta; B= demanda media y C= demanda baja; con su población del año 2000, junto a la demanda calculada para la población concentrada

DETERMINACION DE LA DEMANDA TELEFONICA PARA LA POBLACION DISPERSA.

Para determinar la demanda telefónica de las poblaciones dispersa de las parroquias y cantones se hará el siguiente estudio el cual considerara lo siguiente.

De acuerdo a un estudio dado por la subdirección de Planificación del IETEL se espera que:

- 1.- la densidad telefónica de líneas principales en servicio para la población dispersa nacional para el año 1990 es de 0.3.
- 2.- Para el año 2050 la densidad telefónica para la población dispersa es aproximadamente igual a 12; es decir la penetración telefónica

aumentará en forma regular en los próximos 60 años.

DESCRIPCION DEL METODO.

La ecuación que relaciona las variables líneas principales y la población dispersa es de la forma:

$$\text{Log}(L_p) = a + b \cdot \text{Log}(P) \quad \text{donde} \quad (3.10)$$

L_p = Líneas Principales

P = Población

Para una densidad de 0.3 en el año 1990

$$a = -2.5227 \quad \text{y} \quad b = 1$$

Para una densidad de 12 en el año 2050

$$a = -0.9186 \quad \text{y} \quad b = 1$$

Determinados los parámetros de las ecuaciones para los años de 1990 y 2050 se puede determinar la ecuación para el año 2000, es decir si b es siempre igual a 1, a variará así:

AÑO	VALOR DE a
1990	-2.5229
1995	-2.3192
2000	-2.1319
2005	-1.9598
2010	-1.8015
2050	-0.9186

Con lo cual la ecuación para el año 2000 será:

$$\text{Log}(L_p) = -2.1319 + \text{Log}(P) \quad (3.11)$$

CALCULO DEL TRAFICO TELEFONICO DE LOS PUEBLOS A SERVIR .

Aquí se calcula el tráfico total que generaran las centrales rurales hacia y desde la central de mayor jerarquía en la red nacional. Existen datos de mediciones de tráfico realizadas por IETEL en centrales que van de 200 a 4000 líneas; para buscar una relación analítica que ligue los datos indicados; para lo cual se usaron los siguientes criterios;

- El tráfico de larga distancia disminuye a medida que la central local tiene mayor número de líneas.

AÑO	VALOR DE a
1990	-2.5229
1995	-2.3192
2000	-2.1319
2005	-1.9598
2010	-1.8015
2050	-0.9186

Con lo cual la ecuación para el año 2000 será:

$$\text{Log}(L_p) = -2.1319 + \text{Log}(P) \quad (3.11)$$

CALCULO DEL TRAFICO TELEFONICO DE LOS PUEBLOS A SERVIR .

Aquí se calcula el tráfico total que generaran las centrales rurales hacia y desde la central de mayor jerarquía en la red nacional. Existen datos de mediciones de tráfico realizadas por IETEL en centrales que van de 200 a 4000 líneas, para buscar una relación analítica que ligue los datos indicados; para lo cual se usaron los siguientes criterios:

- a) El tráfico de larga distancia disminuye a medida que la central local tiene mayor número de líneas.

a) Como objetivo de diseño de la red se estima que para el sistema rural el tráfico interurbano total sea de 0.05 Erlang/abonados.

Con las premisas a) y b) se ensayaron varios modelos matemáticos obteniéndose resultados aceptables con la ecuación

$$s = F + \frac{(M - F)}{1 + a \cdot Y^b} \quad (3.12)$$

en donde:

s = Tráfico interurbano en Erlang por cada 100 abonados

Y = Número de abonados de la central local.

M = Valor máximo del tráfico Interurbano para 100 abonados

F = Valor máximo del Tráfico Interurbano para 100 abonados

a = 0,000200956 (tomado del documento TR-80).

b = 1,23 (tomado del documento TR-80).

En la tabla XIII se indica el tráfico telefónico calculado para todas las localidades consideradas dentro del proyecto.

La ecuación 3.12 fue dibujada en 3 gráficas;

el primero; la figura 3.6 que presenta en el eje de ordenadas el número de circuitos requeridos, o en la figura 3.7 en donde las ordenadas representa el tráfico total o el tráfico total por cien abonados en la figura 3.8, siendo en las 3 gráficas el eje de abscisas el número de abonados.

CALCULO DEL NUMERO DE CIRCUITOS.

Una vez conocido o estimado el tráfico a ser usado por un grupo de órganos, hay que establecer una relación entre ese tráfico y la cantidad de órganos necesarios para usarlo y la probabilidad de que una llamada se pierda en las condiciones habidas.

Es necesario tomar en cuenta que el tráfico ofrecido a un equipo telefónico no es fijo sino que tiene una media y varianza, y es a su vez un experimento aleatorio que sigue la ley de aparición de llamadas de Poisson y la ley exponencial negativa para la duración de las mismas. Existen con las condiciones anotadas una función que define la relación entre el tráfico, la cantidad de órganos y la probabilidad de

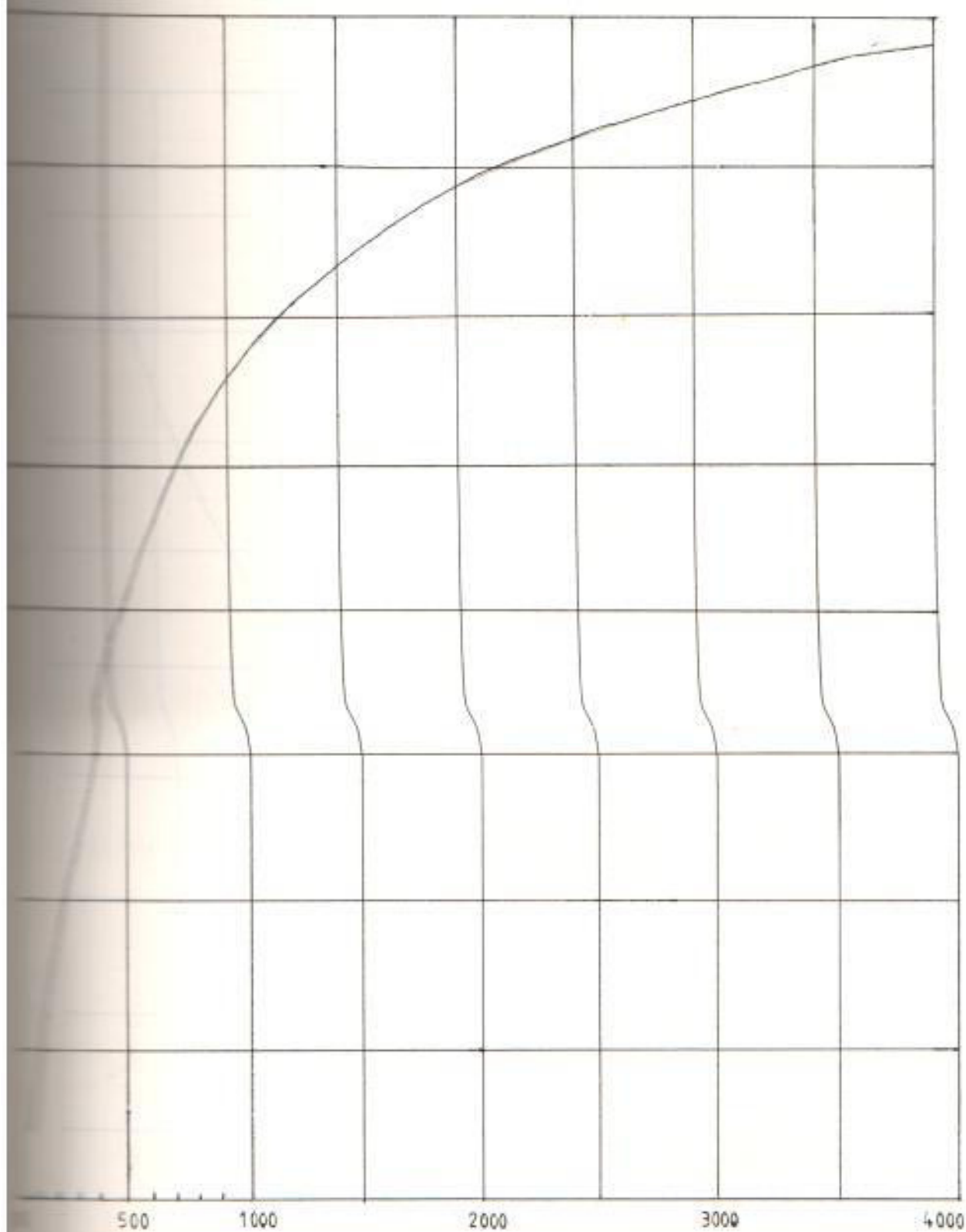


FIGURA 3.6.- TRAFICO TOTAL POR EL NUMERO DE ABONADOS

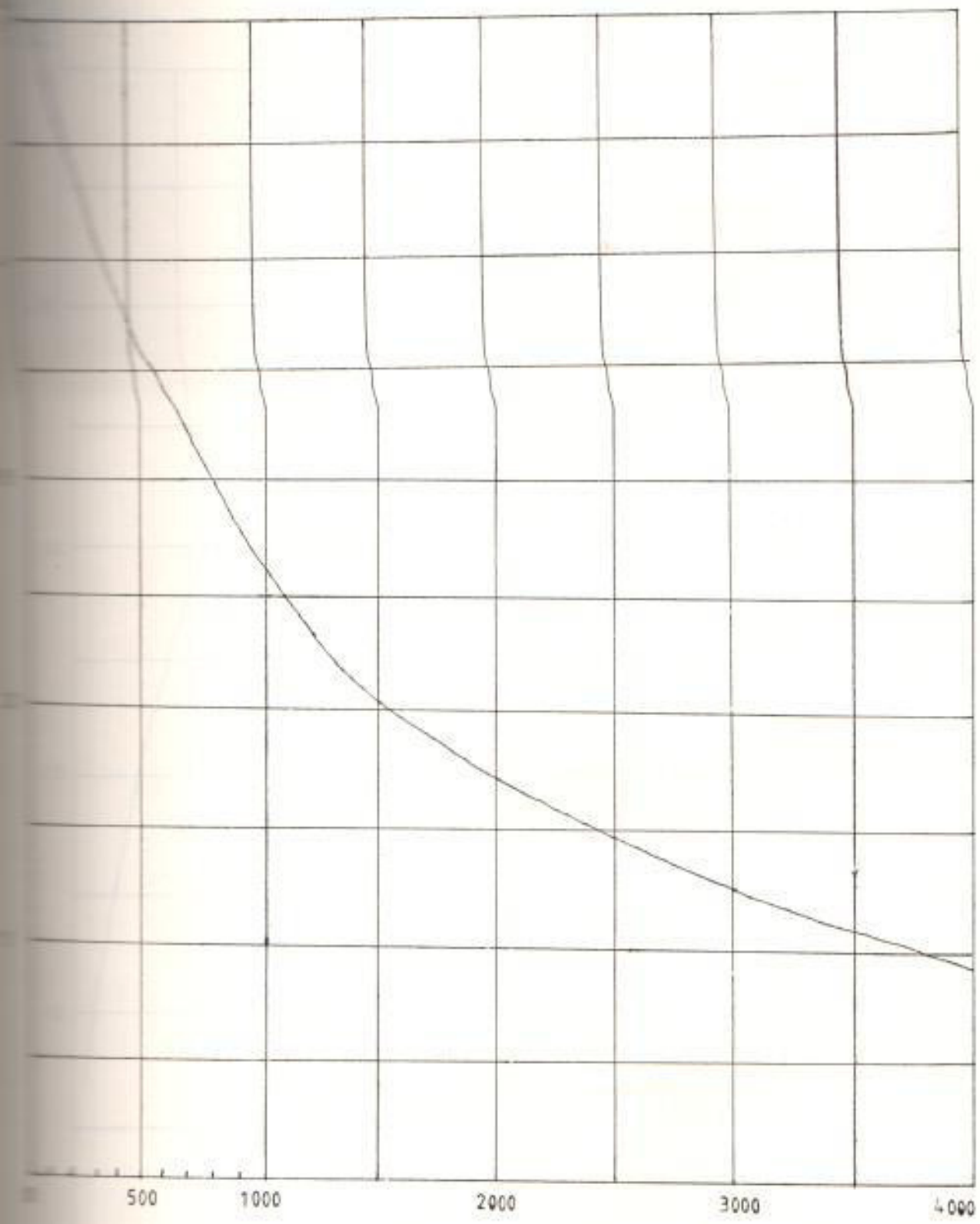


FIGURA 3.7.- TRAFICO TOTAL POR 100 ABONADOS

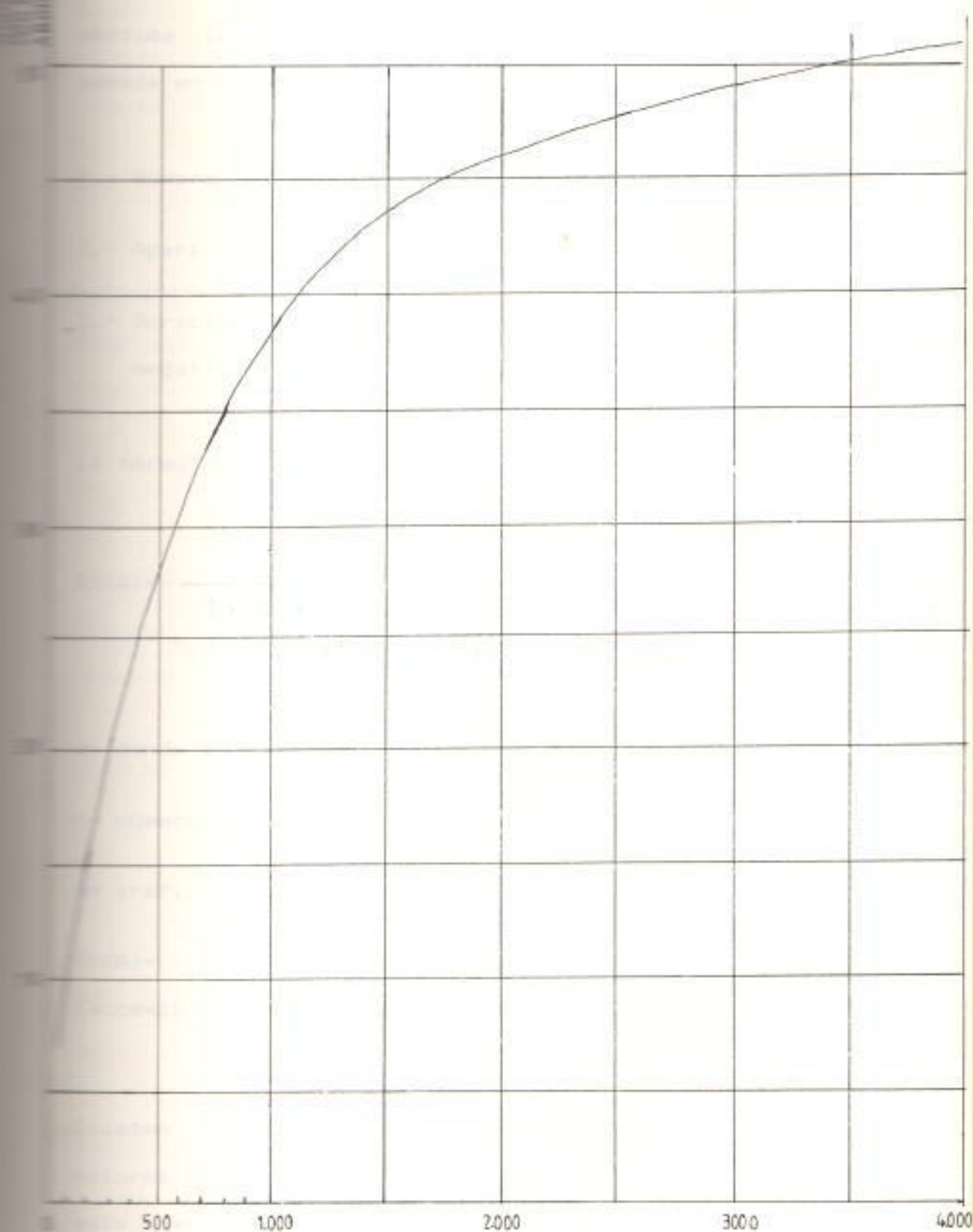


FIGURA 3.8 - NUMEROS DE CIRCUITOS POR EL NUMERO DE ABONADOS

pérdida la cual fué desarrollada por A.K.Erlang basada en 3 principios principales.

1.- Número infinito de fuentes de tráfico.

2.- Aparición de llamadas según ley de Poisson.

3.- Duración de llamadas según ley exponencial negativa

La formula es la siguiente:

$$E_N(A) = \frac{A^N / N!}{1 + A + \frac{A^2}{2!} + \dots + \frac{A^N}{N!}} \quad (3.13)$$

en donde :

N = número de canales u órganos.

A = tráfico ofrecido

$E_N(A)$ = probabilidad de pérdida con N y A (accesibilidad completa en sistema de pérdida) .

Existen tablas en donde se pueden encontrar los valores de E para diferentes valores de A y N . En este estudio para calcular el número de

circuitos (n) se hace uso de la tabla del tráfico telefónico en Erlang; ver tabla XIII y para una probabilidad de pérdida de 0,01(1%) y el flujo de tráfico ofrecido, calculado anteriormente, para las diferentes localidades consideradas.

DEFINICION DEL SISTEMA DE COMUNICACION TELEFONICO PARA LOS PUEBLOS ESCOGIDOS A PRESTARLES SERVICIO TELEFONICO.

En la siguiente sección se hará una descripción del sistema analógico que utiliza la multicanalización por división de frecuencia y el sistema digital que utiliza multicanalización por división de tiempo TDM.

SISTEMA FDM.

Si $a(t)$ es una señal de ancho de banda W y sea $n(t)$ una señal de componente única de frecuencia f . Si multiplicamos ambas señales tenemos

$$a(t) \cdot n(t) = F M(f) \pm N(f) \quad (3.14)$$

Recordando que el producto de dos señales es igual a la transformada de FOURIER de ambas señales siendo $M(f)$ y $N(f)$ la transformada de FOURIER de

TABLA XI

PROYECCION DE LA POBLACION DE MANABI

CANTONES	P O B L A C I O N			
	CONCENTRA DA 1995	DISPER SA 1995	CONCENTRA DA 2000	DISPERSA 2000
C.Portoviejo	216.866	57.574	252.847	52.225
C.Carmen	22.376	30.357	26.232	29.550
C.Bolivar	19.946	51.826	21.535	51.101
C.Chone	69.469	116.445	79.294	115.729
C.Jipijapa	53.621	31.532	50.230	20.370
C.Junin	5.411	14.213	6.209	13.506
C.Manta	194.636	5.561	230.962	5.209
C.Montecristi	20.398	22.167	22.517	23.198
C.Pajan	12.495	34.109	14.764	32.237
C.Rocafuerte	17.204	44.572	17.811	45.329
C.Santa Ana	11.425	55.550	12.215	55.535
C.Sucumb	33.267	62.984	34.396	62.502
C.24 de Mayo	6.939	30.317	7.620	28.600
Tot.Prov.	683.453	557.227	784.433	543.170
LOCALIDAD				
Portoviejo	207.552	21.042	245.124	19.067
Abdon Calderon	2.714	8.028	2.462	7.282
Alhajuela	1.419	6.637	1.287	6.020
Crucita	1.372	4.871	1.244	4.419
Pueblo Nuevo	470	2.054	426	1.863
Rio Chico	1.423	5.907	1.291	5.358
San Placido	1.117	9.035	1.013	8.196

continúa....

Nombre... Tabla XI...

C. Portoviejo	216.866	57.574	252.847	32.225
El Carmen	22.376	38.357	26.232	29.550
C. El Carmen	22.376	38.357	26.232	29.550
Calacuta	15.097	25.260	16.754	24.906
Pichincha	4.371	23.988	4.310	23.653
Guilroga	479	2.578	472	2.542
C. Bolívar	19.946	51.826	21.535	51.101
Chone	61.328	33.115	71.203	32.911
Boyaca	308	5.568	307	5.534
Canuto	1.798	10.328	1.787	10.264
Convento	578	13.607	574	13.523
Eloy Alfaro	275	10.679	274	10.613
Flavio Alfaro	3.973	24.816	3.948	24.663
Ricaurte	294	11.670	292	11.797
San Antonio	915	6.463	909	6.423
C. Chone	69.569	116.445	79.294	115.729
Jipijapa	44.075	7.999	49.462	7.197
América	414	5.406	372	4.863
El Anegado	947	6.694	852	6.022
Julcuy	351	1.233	315	1.109
Macahualilla	1.797	520	1.617	468
P.P. Gómez	1.002	3.883	902	3.494
Puerto Cayo	1.046	2.495	941	2.245

continúa...

Vienne... Tabla XI...

Puerto Lopez	4.189	3.303	3.769	2.971
C. Jipijapa	53.821	31.532	58.230	28.370
Junin	5.411	14.213	6.209	13.506
C.Junin	5.411	14.213	6.209	13.506
Manta	193.984	3.383	230.354	3.158
S.Lorenzo	652	2.198	608	2.051
C.Manta	194.636	5.581	230.962	5.209
Montecristi	12.343	22.010	13.887	23.034
Jaramijo	8.055	157	8.430	164
C. Montecristi	20.398	22.167	22.317	23.198
Pajan	9.899	7.923	12.311	7.488
Camposano	344	10.250	328	9.687
Cascol	1.225	7.322	1.158	6.920
Guale	749	4.061	708	3.636
Lascano	278	4.554	262	4.304
C.Pajan	12.495	34.109	14.764	32.237
Rocafuerte	8.995	20.713	9.462	21.067
Bachillero	659	2.727	671	2.774
La Estancilla	1.079	5.324	1.097	5.415
Tosagua	6.471	15.805	6.581	16.074
C.Rocafuerte	17.204	44.572	17.811	45.329
Santa Ana	8.479	16.352	9.270	16.348

continúa...

Viene ... Tabla XI...

Avarucho	712	7.832	712	7.830
H. Vasquez	440	9.256	440	9.254
La Union	146	13.967	146	13.963
Masado	1.648	8.942	1.647	8.940
C. Santa Ana	11.425	55.550	12.215	55.535
Bahia de Caraq.	16.325	3.437	17.584	3.411
Canoa	679	4.763	674	4.727
Cojimies	1.355	6.364	1.345	6.315
Charapoto	2.259	10.763	2.241	10.681
Diez de Agosto	320	9.688	317	9.614
Jana	2.365	7.102	2.346	7.048
Padernales	2.284	7.474	2.266	7.417
S. Isidro	2.167	9.381	2.150	9.309
S. Vicente	5.515	4.012	5.472	3.981
C. Sucre	33.267	62.984	34.396	62.502
Sucre	6.050	10.253	6.779	9.699
Sellavista	306	6.499	290	6.140
Noboa	583	13.565	552	12.832
C. 24 de Mayo	6.939	30.317	7.620	28.680

TABLA XII

DEMANDA Y TRAFICO TELEFONICO DE MANABI

DEMANDA TELEFONICA AÑO 2000

LOCALIDAD	Cte.	CONCEN TRADA	DISPER SA	TOTAL	TRAFICO ERLANGS	CIRCUITOS N
Montealejo	B	44.136	141	44.277	109	130
San Calderon	B	145	54	199	9.33	17
Chaquela	C	33	44	77	3.92	9
Chacota	B	62	33	95	4.79	11
Palacio Nuevo	C	10	14	24	1.26	5
San Jacinto	B	65	39	104	5.21	12
San Francisco	C	25	60	85	4.31	10
El Carmen	B	2.750	218	2.968	36.81	49
Taboza	B	1.576	184	1.760	33.00	45
Albarracina	C	124	174	298	13.00	22
Barroca	C	11	19	30	1.50	6
Dione	B	9.506	243	9.749	47.00	61
Bozaca	C	7	41	48	2.49	7
Canuto	C	47	76	123	6.08	13
Convento	C	14	100	114	5.67	12
Eloy Alfaro	C	6	78	84	4.26	10
Flavio Alfaro	B	112	182	294	12.85	21
Ricaurte	C	7	87	94	4.74	11
San Antonio	C	23	47	70	3.58	9
Shijapa	B	6.046	53	6.099	42.00	55
América	C	9	36	45	2.34	7
El Aneqado	C	21	44	65	3.34	9

continúa.....

Atene... Tabla XII....

Atene	C	7	8	15	0.79	4
Atlix	B	86	3	89	4.50	11
Pedro Pablo G.	C	22	25	47	2.44	7
Puerto Cayo	B	44	16	60	3.09	8
Puerto Lopez	B	247	22	269	11.98	20
San Juan	B	459	100	559	20.21	30
Santa Fe	B	40.991	23	41.104	103.00	120
San Lorenzo	C	14	15	29	1.52	6
Montecristi	B	1.248	170	1.418	31.00	43
San Mateo	C	256	1	257	11.55	20
Pajon	C	388	55	443	17.37	27
Caspozano	C	7	71	78	3.97	10
Cascol	C	29	51	80	4.07	10
Guale	C	17	27	44	2.29	7
Lascano	C	6	32	38	1.98	7
Rocafuerte	B	775	155	930	26.45	37
Bachillero	C	16	20	36	1.88	6
La Estancilla	C	17	40	57	2.94	8
Tosaqua	B	494	118	612	21.32	32
Santa Ana	B	1.075	55	1.130	29.00	40
Aracucho	C	17	52	69	3.53	9
Honorato Vasquez	C	10	68	78	3.97	10
La Union	C	3	103	106	5.31	12
Olmedo	C	43	51	94	4.74	11
Bahia	B	1.674	25	1.699	33.00	45

continúa....

Viene... Tabla XII...

Canoa	C	16	35	51	2.64	8
Cojimies	C	35	47	82	4.17	10
Charapoto	B	130	79	209	9.72	18
Esiz de Agosto	C	7	71	78	3.97	10
Jana	C	137	52	189	8.92	17
Pedernales	C	61	55	116	5.76	12
San Isidro	C	58	69	127	6.26	13
San Vicente	B	393	29	422	16.60	26
Sucre	B	512	72	584	20.74	31
Bellavista	C	7	45	52	2.69	6
Acboa	C	13	95	108	5.39	12

$m(t)$ y $n(t)$. Siendo $n(t) = A \cos(\omega_0 t + \phi)$ $\omega = 2\pi f_0$

por lo tanto:

$$m(t) * n(t) = m(t) \cdot A \cos(\omega_0 t + \phi) \quad (3.15)$$

En la figura 3.9 se muestra la transformada de Fourier de las señales $m(t)$ y $n(t)$. Para ver que ocurre en el dominio de la frecuencia se convolucionan las dos señales $n(t)$ y $m(t)$ lo cual se muestra en la figura 3.10.

Como resultado la señal $m(t)$ se ha trasladado en

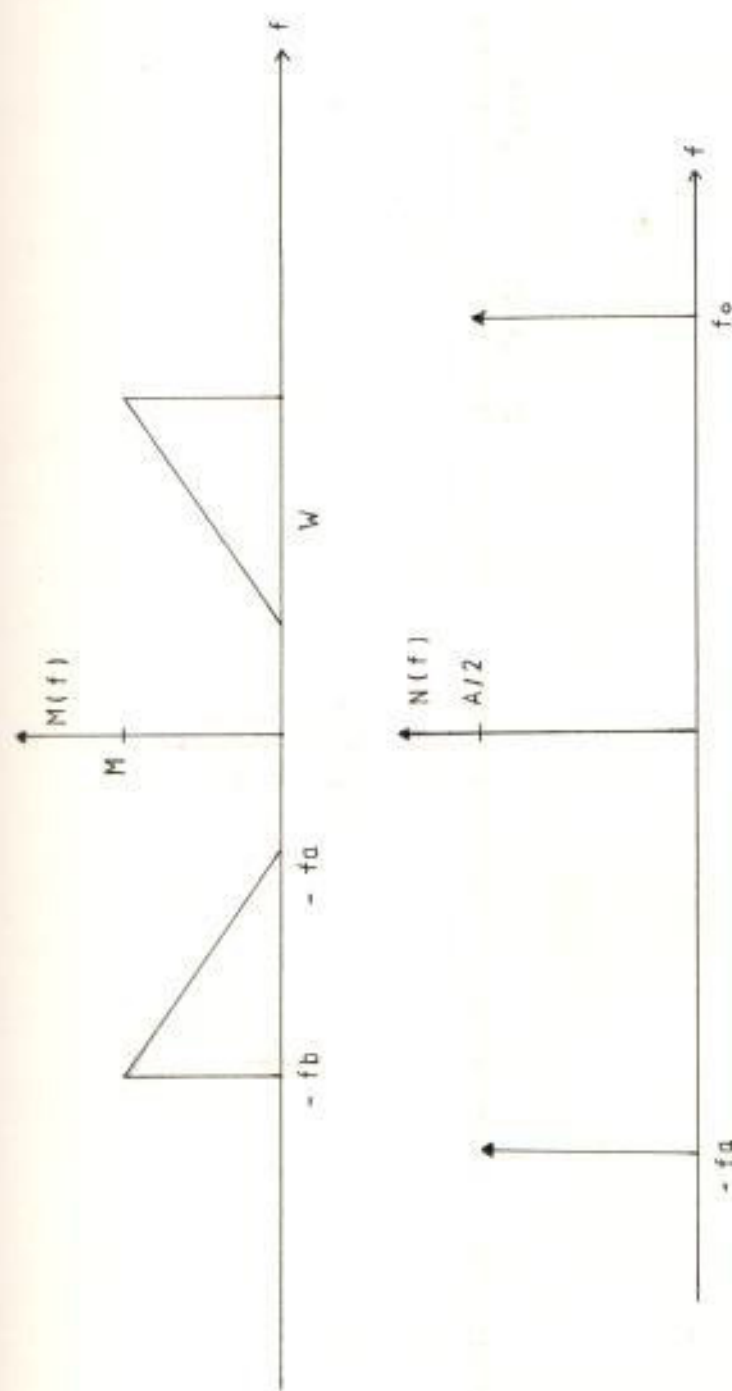


FIGURA 3.9.- DENSIDADES ESPECTRALES DE $M(f)$ Y $N(f)$

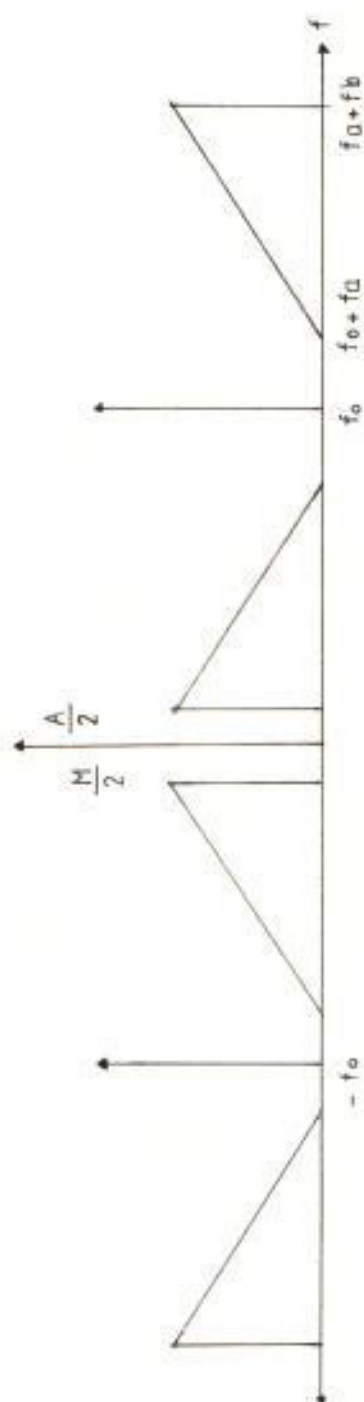


FIGURA 3.10.- TRASLACION EN FRECUENCIA

frecuencia para centrarse alrededor de f_0 ; pudiendo relocalizarse una señal cualquiera en una banda de frecuencia más alta escogida a conveniencia. Luego si deseamos podemos filtrar la señal y quedamos con una banda lateral la que va desde $f_0 + f_a$ hasta $f_0 + f_b$; por lo tanto es posible ubicar en el espectro de frecuencia una señal a continuación de otra, a señales que originalmente ocupaba el mismo ancho de banda mediante operaciones similares a la descrita y simples sumas; bastaría en escoger las frecuencias portadoras y los filtros, las agrupaciones forma una nueva banda base que se transmite simultáneamente, compartiendo las facilidades de transmisión. En la figura 3.11 se necesita 1 banda de 12 canales telefónicos los cuales forman el primer nivel de multicanalización del sistema FDM Americano, en la cual previamente ha sido recortado en banda la señal de voz a transmitirse y se ha conectado una frecuencia piloto de 3.880 hz la cual sufrirá las mismas traslaciones que el resto de la señal.

MULTICANALIZACION POR DIVISION DE TIEMPO

La multicanalización por división de tiempo

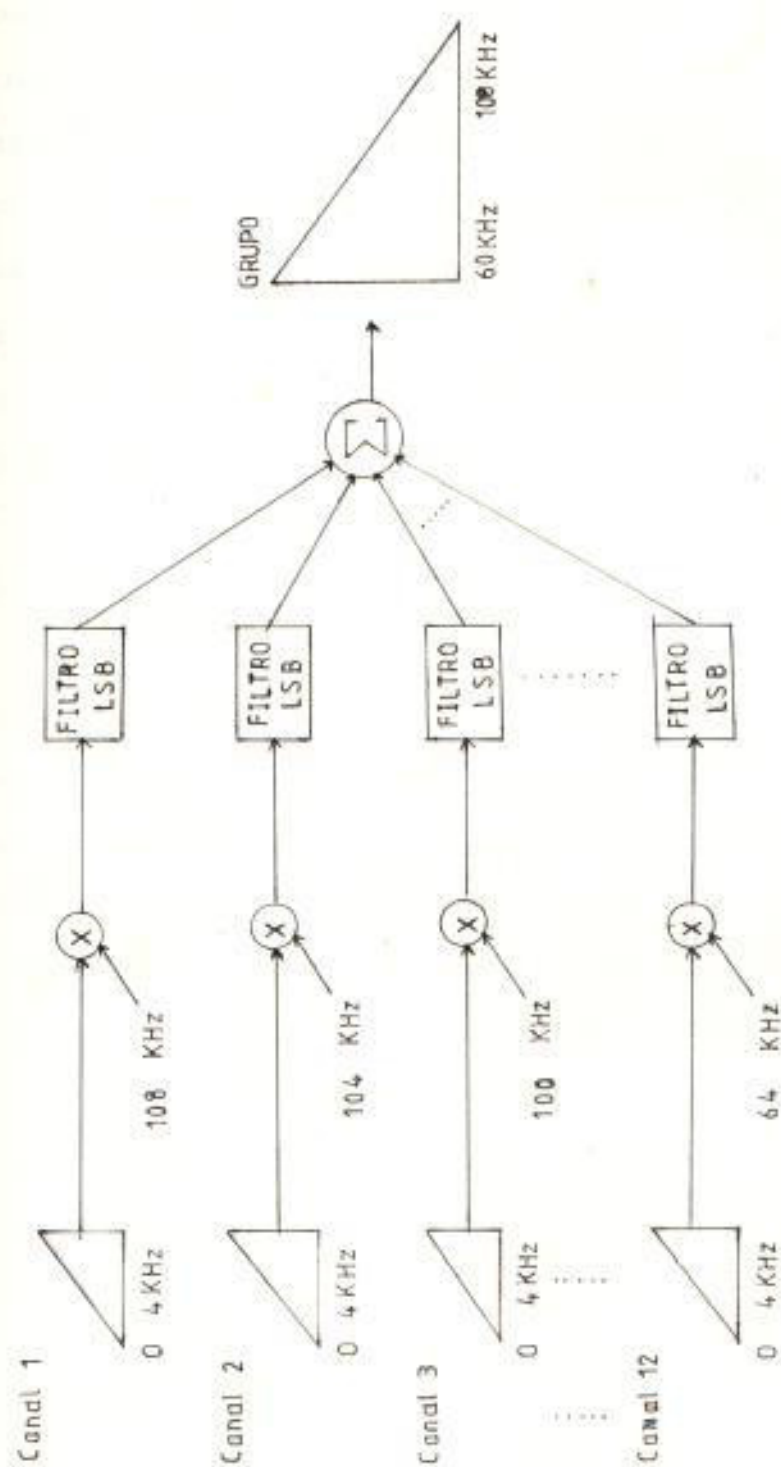


FIGURA 3.11. GRUPO STANDARD DE 12 CANALES TELEFONICOS FDM

consiste en que varias señales comparten simultáneamente un canal de comunicación en base a ubicarlos a intervalos de tiempo uno a continuación de otro con su respectivo retardo de guardia si fuese necesario. De acuerdo con la Teoría de información, la transmisión de una señal no necesita de la señal entera; es suficiente tomar muestra por lo menos al doble de la frecuencia de la señal, la cual se denomina Teorema de muestreo.

La ventaja de trabajar con la muestra y no con la señal misma radica para nuestro interés en que entre muestra y muestra será posible intercalar otras muestras correspondientes a diversas señales. La Figura 3.12 muestra una multiplexación en tiempo de 3 señales; 2 de las cuales poseen un mismo ancho de banda y la otra con un ancho de banda igual al doble de las primeras. Así las frecuencias de muestras tendrán las siguientes relaciones:

$$fs1 = fs2 = fs3 / 2 \quad (3.16)$$

así intercalando adecuadamente las muestras y recogiénolas en el orden adecuado podremos recuperar la información de cada una de ellas. La

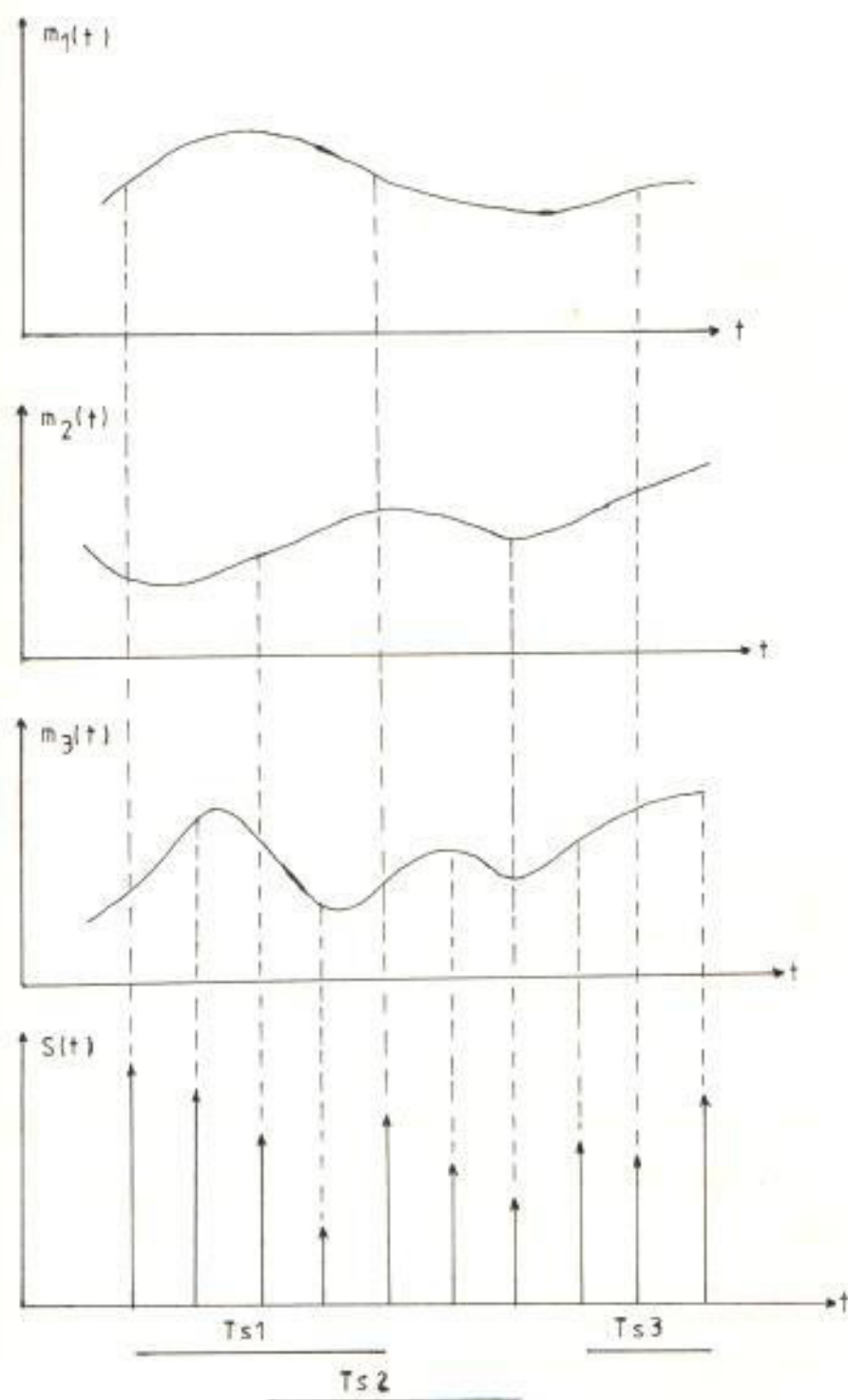


FIGURA 3.12.- TOMA E INTERCALACION DE MUESTRAS EN EL DOMINIO DEL TIEMPO

multicanalización tratará a todas las señales por igual. El objetivo consiste en combinar señales digitales posiblemente de distintas velocidades de bits y alimentarlas en forma ordenada y secuencial en alta velocidad al canal de comunicación con gran ancho de banda. Tan importante como lo es en FDM que las frecuencias portadoras sean precisa; en TDM el sincronismo entre multicanalizador y demulticanalizador es indispensable. Así deben arreglarse palabras tanto a la estructura como a la sincronía para que la lectura de los espacios y bits contenidos en ellos corresponda a la manera y tiempo en que fueron enviados. Se suele decir que requerimos bits de control; además será necesario tomar precauciones que permitan manejar pequeñas variaciones de las velocidades (bits/seg) con que las señales multicanalizadas llegan al receptor; dependiendo del tipo de fuente a multicanalizar la unidad básica de la señal digital puede ser un bit o una palabra de n bits.

Una vez definidos ciertos antecedentes del sistema digital y analógico indicaremos ciertas ventajas y desventajas del sistema analógico y digital. Son dos básicamente los planteamientos de oposición el uno es el peso representado por la

infraestructura clásica existente que deberá ser rentabilizada al máximo y el otro problema es de la compatibilidad entre la red digital y la red analógica actual la cual traerá dificultad debido a la coexistencia por algún tiempo de dos redes de transmisión diferentes, ya que por ser distintos desde su origen el sistema digital y analógico no se adaptan mutuamente; claro está que se pueden utilizar los convertidores A/D y D/A pero estos reduce su eficiencia y aumenta el costo; el sistema digital debe trabajar en lo posible en situaciones en que todos los demás equipos involucrados también sean de naturaleza digital, minimizando el uso de convertidores. Además en el sistema digital se aumenta el ancho de banda aproximadamente 8 veces, aquí para ciertas aplicaciones como la transmisión a través de una línea de alta velocidad el aumento no representa demasiado perjuicio ya que el ancho de banda está probablemente subutilizado; y en sistemas de comunicación de larga distancia es preciso minimizarlo.

Entre las consideraciones favorable al empleo de una red digital anotamos la considerable elasticidad de utilización de la red, cuyos medios

de transmisión son utilizados para todos los tipos de señales a transmitir, la facilidad de multicanalización debido a la ventaja de poder transmitir la señal multiplexada en una sola banda base, la facilidad de señalización; con informaciones de colgado y descolgado, dígitos de dirección, y otras señales de control. Así también debido al uso de una tecnología moderna, basados en circuitos digitales y microprocesados y su relativo bajo costo posibilita que se use un sistema TDM en casos en los cuales por llegar a costos prohibitivos la multicanalización analógica es desechada.

El beneficio de usar un sistema TDM es amplio como lo hemos visto; sin embargo para nuestra red rural con enlaces de pequeñas capacidades y sistemas de transmisión analógicos, una red digital traería problemas al IETEL que debe tener en cuenta igualmente la necesidad de asignar unos servicios cuya utilidades se manifiesta progresivamente, existiendo además aspectos económicos que se van a oponer a la implantación de una red digital para la población rural. Es por todo lo mencionado anteriormente que haremos un estudio acorde con las necesidades y recursos

del IETEL para dotar a esta extensa area e incluso a todo el pais que necesita cubrir las necesidades de hoy y poder enfrentar en un futuro no lejano la creciente demanda de una sociedad en continua evolucion.

TABLA XIII

CIRCUITOS EN FUNCION DE ERLANGS. PROBABILIDAD DE PERDIDA: 0.01

1	0.0101	24	15.3	47	35.2	70	56.1	140	122.0
2	0.153	25	16.1	48	36.1	72	58.0	150	131.6
3	0.455	26	17.0	49	37.0	74	59.8	152	133.5
4	0.869	27	17.6	50	37.9	76	61.7	152	137.3
5	1.360	28	18.6	51	38.8	78	63.5	156	137.3
6	1.910	29	19.5	52	39.7	80	65.4	160	141.2
7	2.50	30	20.3	53	40.6	82	67.2	166	146.9
8	3.13	31	21.2	54	41.5	84	69.1	170	150.8
9	3.78	32	22.0	55	42.4	86	70.9	176	156.6
10	4.46	33	22.9	56	43.3	88	72.8	180	160.4
11	5.16	34	23.8	57	44.2	90	74.7	186	166.2
12	5.88	35	24.6	58	45.1	92	76.6	190	170.1
13	6.61	36	25.5	59	46.0	94	78.4	196	175.9
14	7.35	37	26.4	60	46.9	96	80.3	200	179.7
15	8.11	38	27.3	61	47.9	98	82.2	206	185.5
16	8.88	39	28.1	62	48.8	100	84.1	210	189.4
17	9.65	40	29.0	63	49.7	106	89.7	216	195.2
18	10.40	41	29.9	64	50.6	110	93.5	220	199.1
19	11.20	42	30.8	65	51.5	111	92.2	226	204.9
20	12.2	43	31.7	66	52.4	120	103.0	238	208.8
21	12.8	44	32.5	67	53.4	126	108.7	236	214.7
22	15.7	45	33.4	68	54.3	130	112.5	240	218.6
23	14.5	46	34.3	69	55.2	136	118.2	246	224.4

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES RURAL DE LA PROVINCIA DE MANABI.

La situación de la transmisión en las telecomunicaciones de un país en vías de desarrollo difiere en cierto grado de la que existe en los países más adelantados y las soluciones dadas a las zonas rurales no se pueden presentar con las mismas criterios con que se tratan las zonas urbanas, así se se tiene que se ha aceptado en ciertos casos pequeñas desviaciones en relación a los valores recomendados internacionalmente.

En la planificación de una red rural de telecomunicaciones se debe escoger el sistema de transmisión más adecuado para suministrar las comunicaciones telefónicas de una manera aceptada dentro de las conexiones telefónicas deseadas.

Se debe estudiar las características de los sistemas de

radio existentes en el mercado, así como los cables de transmisión más adecuados para las telecomunicaciones rurales. Cabe indicar que en muchos casos los sistemas de radio y cables utilizados en las redes urbanas, pueden también emplearse en las redes rurales.

Los factores que inciden en la estructura de la red de telecomunicaciones son: la topografía del terreno; el clima la densidad de población y el nivel de desarrollo industrial. En los problemas de transmisión se anotan principalmente los costos, los cuales crecen muy rápidamente cuando se buscan los valores representativo de calidad y confiabilidad. Se examinarán aquí las características de los sistemas y cables de transmisión más adecuados para las telecomunicaciones rurales. En muchos casos los sistemas y cables utilizados de manera general en las redes de telecomunicaciones pueden emplearse en las redes de telecomunicaciones rurales; en la planificación de la red rural de la provincia de Manabí resolveremos los problemas de elección del sistema de transmisión más adecuado para suministrar las conexiones telefónicas deseadas dentro de las condiciones particulares de la zona.

4.1. SELECIÓN DEL SISTEMA A UTILIZARSE.

Los sistemas de transmisión para las redes rurales de aplicación más frecuente son:

- Radioenlaces con ondas decamétricas; en el caso de poblaciones muy aisladas y a gran distancia de un centro de mayor importancia en que las líneas físicas o enlaces VHF o UHF no son factibles económicamente la única solución será conectar la población con un centro de mayor importancia para enlaces de ondas decamétricas.
- Radioenlaces en la gama de frecuencia de VHF y UHF; cuando la situación topográfica y la ubicación de los pueblos lo permitan se utilizan radioenlaces de VHF y UHF y dependiendo de la necesidad de canales y disponibilidades técnicas pueden ser estos radioenlaces:
 - monocanales
 - multicanales con utilización de multiplex
 - radioteléfonos de acceso múltiple

Los equipos monocanales de ondas métricas y decimétricas se emplean normalmente para la función de distribución de líneas de abonados y enlace entre centrales. En el primer caso pueden

identificarse dos modos de funcionamiento:

- a) Modo de asignación exclusiva de canales: cada canal radioeléctrico de un haz atribuido a una zona geográfica dada se asigna exclusivamente a un abonado y es utilizable en casos en que la densidad de abonados es muy baja y no presentan problemas en lo que concierne a la disponibilidad de los canales radioeléctricos.
- b) Modos de compartición de canales: aquí un número determinado de canales radioeléctricos atribuidos a la zona se asigna a los abonados según el principio de asignación en función de la demanda, cada abonado puede tener acceso indistintamente a cualquiera de los canales, este sistema es el llamado sistema de radiotelefono de acceso múltiple.

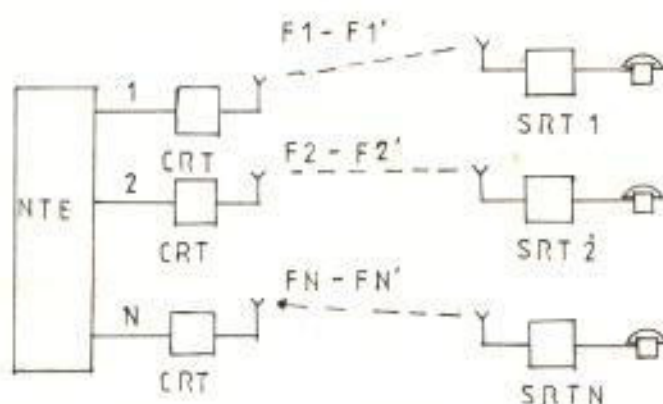
Los radiomóviles de acceso múltiple se justifican cuando desde un mismo centro se puede llegar con radio VHF o UHF a más de 5 localidades pequeñas cuyo tráfico generado total no afecte al grado de servicio. Se calcula que 5 localidades pueden conectarse en operación automática en un sistema de radiotelefonía de acceso múltiple de 3 canales.

con un grado de servicio del 5% y permite tener una tráfico promedio por localidad de 0,125 Erlangs. La figura 4.1 muestra estos dos modos de asignación de canales telefónicos.

Los sistemas multicanales con sistemas multiplex emplean la multiplexación por división de frecuencia o de tiempo para sistemas analógicos o digitales, aquí se transmite la información en la banda base la cual puede ser de 2 tipos:

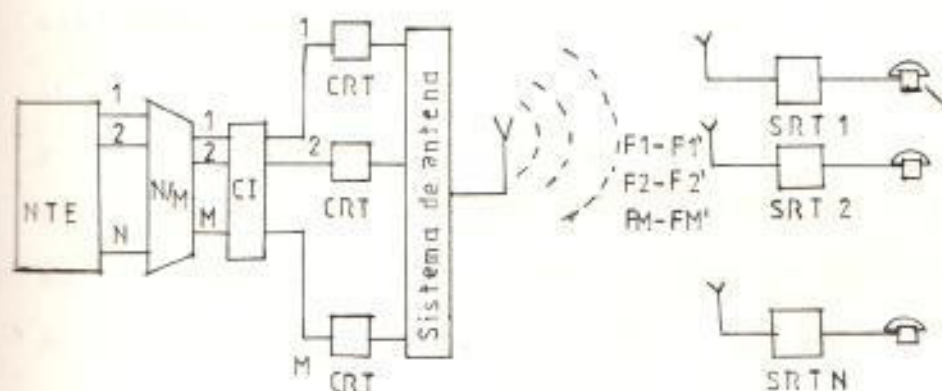
- Una señal FDM, (modulación por división de frecuencia) aquí la señal de banda base es un conjunto de canales telefónicos ubicados en el espectro de frecuencias uno a continuación de otro, siendo esta señal multiplex, la tensión de modulación para los equipos radioeléctricos modulados en frecuencia denominándose este tipo transmisión FDM-FM
- Una señal TDM (modulación por división de tiempo) es un conjunto de canales telefónicos ubicados en el dominio del tiempo uno a continuación de otro.

Se deberá tener en consideración los siguientes



a) CANAL DE ASIGNACION EXCLUSIVA

CCITT - 23450



b) Canal compartido o de acceso múltiple

NTE Central terminal más cercana
 CRT Terminal radioeléctrico centralizado
 SRT Terminal radioeléctrico de abonado
 CI Interfaz de (abonados) canales

FIGURA 4.1: ESTRUCTURAS BASICAS DE SISTEMAS
 RADIOTELEFONICOS RURAL

puntos:

- Equipos de radio enlace
- Fuentes de alimentación primarias
- Antenas y alimentadores
- Torres y mástiles
- Equipos adicionales

La primera decisión que deberá ser analizada es el tipo de transmisión a utilizarse: analógica o digital. Entre las ventajas más notorias del sistema de comunicación digital se puede mencionar lo referente a su alta resistencia contra el ruido y a la interferencia; pues teóricamente este sistema de modulación por pulso codificado PCM no es afectado por el ruido de propagación y si se produjera el ruido en su trayecto esta se elimina ya que se regenera solamente la parte de la señal, lográndose así la reproducción de una señal libre de ruidos. Por otra parte si hablamos de transmisión por radio podemos comparar con el caso por ejemplo de la transmisión analógica por medio de multiplexaje en frecuencia en FDM y veremos que en este caso solamente se puede utilizar la misma frecuencia cuando el ángulo de bifurcación se hace mayor de 90 grados, dependiendo éste de la

calidad de irradiadores que se utilice mientras que en caso de la transmisión digital por PCM se puede utilizar la misma frecuencia con una separación de apenas 15 a 30 grados; lo que significa que se puede lograr un empleo más eficiente de la frecuencia que por sí es muy bien limitada. La característica de umbral del sistema digital permite el uso de niveles de recepción más bajos comparados con el sistema FM-FDM, que lo hace más resistente a los fenómenos de desvanecimientos y al mismo tiempo permite el empleo de equipos de menor potencia y niveles contribuyendo en esta forma a la construcción de instalaciones de comunicaciones más económicas.

Esto hace más atractivo la transmisión digital en trayectos con desvanecimientos profundos y en frecuencias superiores a los 11 GHz, donde están limitados por la distancia del trayecto. En un sistema FDM la contribución de ruido térmico para los trayectos depende del nivel de entrada de la frecuencia de radio en el receptor. Si el nivel decrece por ejemplo, durante un desvanecimiento, el nivel de ruido se incrementa. La red puede también ser estudiada con respecto a requerimientos de derivación que serán muy usados.

en nuestra red. En un sistema FDM la derivación es sencilla y se realiza por medio de filtros pasivos pudiéndose sacar o insertar por ejemplo un supergrupo (compuesto de 60 canales telefónicos; en un sistema de 960 canales. Es también posible modular y demodular directamente un simple canal telefónico mediante una unidad activa. Si 60 canales son necesarios obtener de un sistema digital de 960 canales (2x34 Mbits) tendríamos que demultiplexar a una de 34 Mbits y de allí bajar al nivel de los 2 Mbits (30 canales telefónicos) donde los 60 canales pueden ser seleccionados.

Aquí existirán mayor cantidad de equipos electrónicos los cuales incrementarán el costo del sistema. Sin embargo se puede hacer el análisis partiendo de las centrales telefónicas a las cuales el sistema será conectado. Si estos son equipados con un grupo de selectores (digital) es sencillo acoplar la estación si es una base digital, por otro lado podrá ser necesario el uso de convertidores digitales/analógicos (D/A) en ambos lados. En la tabla XIV son resumidos las principales condiciones para cada tipo de transmisión.

LINEAS FISICAS : se considera dentro de esta solución los siguientes casos.

1.- líneas aéreas para frecuencia vocales de alambre de hilo desnudo.

2.- líneas aéreas para frecuencias portadoras de alambre de hilo desnudo.

3.- Líneas aéreas para cable multipar autosuspendido.

TABLA XIV

CONDICIONES PARA CADA TIPO DE TRANSMISION

CONDICIONES	TIPO DE TRANSMISION
Alta capacidad de la red en ciudades	FDM
Alta capacidad en grandes distancias	FDM/Digital
Transmisión de TV	FDM
Sistema con derivación de bajas capacidades	FDM
Áreas congestionadas de frecuencia	Digital
Frecuencia arriba de las 10 GHz	Digital
Áreas expuestas a severas condiciones de propagación	Digital

Las líneas aéreas de hilo desnudo para frecuencia vocales presentan un coeficiente de atenuación menor por unidad de longitud que la que presenta un par en cable razón por la cual a igualdad de atenuación se pueden alcanzar mayores distancias.

Las líneas aéreas de hilo desnudo para frecuencia portadoras son útiles para dar comunicación telefónica a zonas en las cuales la población se encuentra dispersa o en zonas en desarrollo. Las líneas aéreas para cable multipar se las utilizan en las zonas rurales de hasta más o menos 10 kilómetros, por lo general se utiliza cable multipar autosoportado sobre todo cuando existen muchos abonados dispersos en el trayecto de la línea.

SISTEMAS DE RADIOENLACE.

En un Sistema de radiofrecuencia debido a la manera transferencia de la energía, las dificultades que se presentan y ciertos requerimientos que deben cumplirse definiremos ciertos conceptos aplicados a la propagación de la señal electromagnética.

IRRADIACION DE LA SENAL.

En circuitos de radiofrecuencia la energía es irradiada por una antena, la cual es usualmente un pedazo de conductor recto o una combinación de ellos; la intensidad del campo electromagnético irradiado por una sección del conductor que lleva una corriente de radiofrecuencia depende de la cantidad de corriente que fluye en forma proporcional, por lo cual se requiere tener la máxima corriente para una potencia dada.

En cualquier circuito que tenga resistencia y reactancia la corriente máxima existirá cuando el circuito se sintonice es decir que entre en resonancia con la frecuencia de operación. La mínima longitud de un conductor resonante a una frecuencia dada será aquella que permita a una carga eléctrica desplazarse de un extremo a otro y de regreso en el tiempo de un período de la onda.

En el diseño de una antena la velocidad de transmisión es constante para lo cual debemos ajustar la frecuencia al tamaño de la antena o dada una frecuencia tal construir la antena del tamaño adecuado; en la práctica ésta última es

usada. Aceptamos entonces que una vez ajustados los valores nuestra carga se trasladará en el conductor siendo reflejada en cada extremo. No obstante excitada la antena con una onda de radiofrecuencia no existe sólo una carga sino una alimentación constante de energía que varía en voltaje de acuerdo con una señal sinusoidal.

Así esta serie de cargas en movimiento dan lugar a una corriente cuando una carga llega hasta el extremo y se refleja, tenemos en el mismo punto 2 corrientes de la carga incidente y de la carga reflejada de sentido contrario y prácticamente iguales en magnitud.

La corriente resultante será cero. La corriente resultante tendrá un valor máximo cuando las cargas involucradas hayan sido excitadas con una diferencia de medio período esto es $\lambda/4$ del extremo del conductor al alejarse más del extremo la resultante disminuye hasta llegar a cero en el otro extremo.

Queda establecida una distribución de corriente en la antena que representa una onda estacionaria cuyo valor instantáneo varía en cada punto de

forma sinusoidal de acuerdo con la frecuencia aplicada, mientras que la amplitud para cada punto mantiene una forma de seno con su máximo en el centro.

La distribución del voltaje en cambio establece máximos donde la corriente se anula y mínimas donde la corriente alcanza su mayor valor debido a que se suman cargas opuestas; la distribución de corriente y voltaje se la muestra en la figura 4.2.

El número de semiperíodos de la onda estacionaria, nodos presentes en el conductor será igual al número de longitudes de onda que mida la antena.

Así si mide $2(\lambda/2)$ habrá 2 semiperíodos, si mide $3(\lambda/2)$ habrá 3 semiperíodos etc. estas antenas mayores cuya longitud es un múltiplo de $\lambda/2$ también resonarán a la frecuencia dada. Sólomente para estos casos se dice que la onda resuena armónicamente o que trabajan en segunda armónica, tercera armónica y así sucesivamente. El modo que una antena distribuye la energía que irradia al espacio se denomina patrón de irradiación; para estudiar el concepto de patrón de irradiación

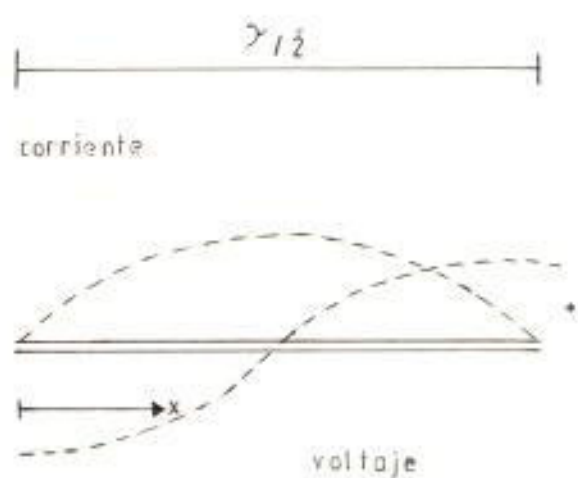


FIGURA 4.2 DISTRIBUCION DE CORRIENTE Y VOLTAGE EN UNA ANTENA RESONANTE

definimos dos antenas imaginarias: primero la antena isotrópica que posee como característica el hecho de irradiar energía por igual en todas las direcciones y por lo tanto su patrón de irradiación es una esfera y segundo un dipolo elemental o elemento de corriente de longitud mucho menor que $\lambda/2$ lo cual se muestra en la figura 4.3 .

La irradiación de energía no es uniforme para el dipolo elemental porque existe una determinada dirección de corriente, esta idea no es nueva si recordamos lo que sucede con los campos magnéticos y eléctricos en las cercanías de un conductor; si calculamos el patrón de irradiación de una antena resonante de media longitud de onda podemos suponer este como una sucesión de dipolos elementales cada uno con distintos valor omnidireccional en el plano perpendicular a la corriente al igual que el dipolo elemental y en un plano que contiene al eje como se muestra en la figura 4.4.

Como se puede ver al aumentar el tamaño de la antena del dipolo elemental hasta $\lambda/2$ se verifica una mayor concentración en la irradiación de la energía; si trabajamos ahora con antenas



FIGURA 4.3.- PATRONES DE IRRADIACION

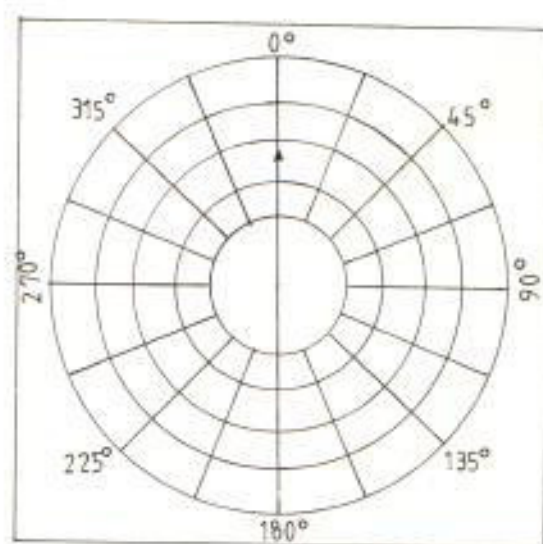


FIGURA 4.4 PATRON DE IRRADIACION DE UN
DIPOLLO $\lambda = \lambda/2$ EN LA DIRECCION $\vec{E}$

resonantes veremos que la distribución de energía da lugar a más lóbulos y puntos de cero de irradiación. Se denomina lóbulo principal al mayor de ellos y al resto lóbulos secundarios.

Por otra parte si colocamos 2 o más antenas cercanas y la alimentamos con la misma señal, la irradiación total será la suma de las irradiaciones de las antenas componentes del arreglo. Así el patrón de irradiación del arreglo será la suma de los patrones de irradiación de cada antena tomando en cuenta su posición en el espacio y cualquier retardo en la fase de la señal alimenta a la misma. De ahí que combinando los factores de tamaño, posición, número de las antenas y fase de la señal alimentada puede lograrse el patrón de irradiación deseado. En ciertos arreglos más complejos se utilizan elementos conductores que no son alimentados directamente de la señal pero que sirven como reflectores o directores según la posición que ocupen. El mismo efecto produce la superficie terrestre cuando la distancia entre esta y la antena es del orden de λ ; lo cual ocurre para frecuencias medias y altas.

Como hemos visto las antenas concentran la energía en determinadas direcciones, en tanto que en otras

casi no irradian. La intensidad de campo electromagnético irradiado por la antena no es igual en todas las direcciones. Esta propiedad de las antenas se las denomina directividad y se expresa cuantitativamente dividiendo la intensidad del campo que irradia una antena en una determinada dirección, para la que irradiaría una antena isotrópica que se alimenta con la misma potencia; es decir la potencia en una dirección determinada para la potencia promedio; sabemos que la antena isotrópica irradia su potencia por igual a todas las direcciones.

$$D = P / \overline{P} \quad (4.1)$$

donde: D= Directividad de la antena

P= Potencia de una antena en una determinada dirección

$\overline{P}$ = Potencia de la antena Isotrópica

Similar a la directividad de la antena es la ganancia de la antena que incluye además de la pérdida de potencia que puede existir en la antena y por lo tanto incluye un valor que representa la eficiencia de la antena.

$$G = k * D \quad (4.2)$$

donde $D = (P/\bar{P})$

Cuando la ganancia está referida a una antena isotrópica es necesario calcularla matemáticamente puesto que el concepto citado no existe en la realidad.

$$G = 10 \log (P_1/P_2) \quad (4.3)$$

donde

P_1 = Potencia de entrada

P_2 = Potencia de salida

La antena como elemento pasivo no puede entregar energía pero es capaz de concentrarla y difundirla al espacio; el escoger una antena con las características adecuadas de directividad y de ganancia es tarea crucial en el diseño de radioenlaces.

PROPAGACION DE LA ONDA ELECTROMAGNETICA.

Una vez que se tiene la señal irradiada por la antena al espacio se inicia el viaje hacia el

punto de destino el cual sucede por el fenómeno de la propagación cuando una onda electromagnética es generada desde un punto en el espacio libre, esta se expandirá en todas las direcciones dando lugar a esferas concéntricas en continuo crecimiento. La velocidad a la que se expanden estas esferas es la de la luz; el camino seguido por la onda desde el punto de origen y uno cualquiera de la esfera es siempre una línea recta; el radio de la esfera.

Una onda que se ha alejado de su fuente lo suficiente como para parecer liso se denomina onda plana; las ondas de radio con las que trataremos son de este tipo al menos cuando se han alejado un poco de la antena transmisora, una representación gráfica de las líneas de campo eléctrico y magnético de una onda plana se muestra en la figura 4.5 . El plano que contiene el reticulado de líneas de campo es un frente de onda y la dirección en que viaja la onda es perpendicular a este en la dirección que indica el vector de Pointing ($\vec{S}$) .

Cuando la onda viaja en cualquier otro medio diferente del vacío; la velocidad de propagación es menor a la de la luz (3×10^8 m/seg); la

disminución de velocidad dependerá de la substancia o medio en que la onda viaja, básicamente de su constante dieléctrica y su permeabilidad magnética. Denominamos ondas de radios aquellas ondas cuya frecuencia estan entre los rangos de los Megahertz y Gigahertz.

Uno solo de los ciclos o periodos será cumplido en $1/30'000.000$ segundo ya que la onda viaja a 3×10^8 m/seg con lo cual en un ciclo la onda avanza 10 mt para el otro ciclo avanzará 10 mt más. El campo ubicado a 10 mt de la antena fue causado por una corriente que tenia en la antena un periodo de tiempo antes del que está a 20 mt fue causada por otra corriente que tenia en la antena 2 periodos de tiempo antes y así sucesivamente.

A medida que el campo avanza su energia se distribuye en superficies mayores, así que su amplitud decrece pero conserva su identidad con respecto al instante del periodo con que fue generado; en lo cual conceptuamos que frentes de onda será un conjuntos de puntos donde el campo irradiado tiene la misma fase y longitud de onda es la distancia que separa a dos frentes de ondas

de fases iguales en un instante dado.

En la onda electromagnética la amplitud de los campos magnético y eléctrico varía sinusoidalmente en el tiempo y la distancia a medida que se propaga en el espacio como vemos en la figura 4.6 .

La onda electromagnética es autosustentada pues una variación en el campo eléctrico induce a otro en el campo magnético y viceversa, además se atenúa, se refleja y se difracta incluso puede darse interferencia en varios sin embargo la onda electromagnética puede estar o no polarizada, en radio comunicación se usa muy frecuentemente las polarizaciones verticales cuando las líneas de campo eléctrico son perpendicular a la superficie de la tierra y horizontal cuando la condición es de paralelismo combinaciones de ambos producen polarizaciones círculos o eléptica.

PROPAGACION EN SHF

La propagación de las ondas electromagnéticas es afectada por la tierra, en diversas maneras;

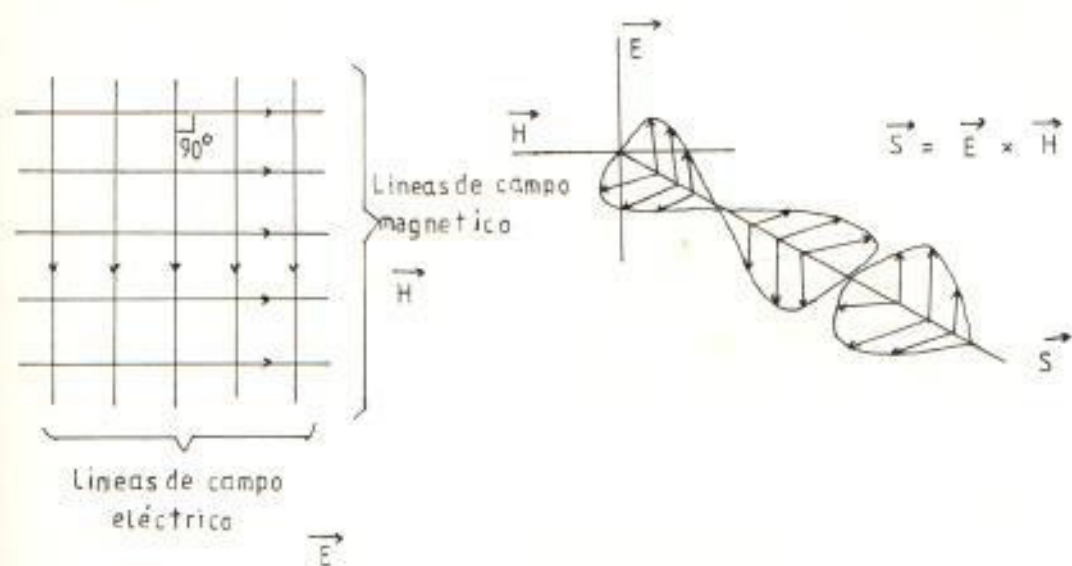


FIGURA 4.5: ONDA ELECTROMAGNETICA PLANA

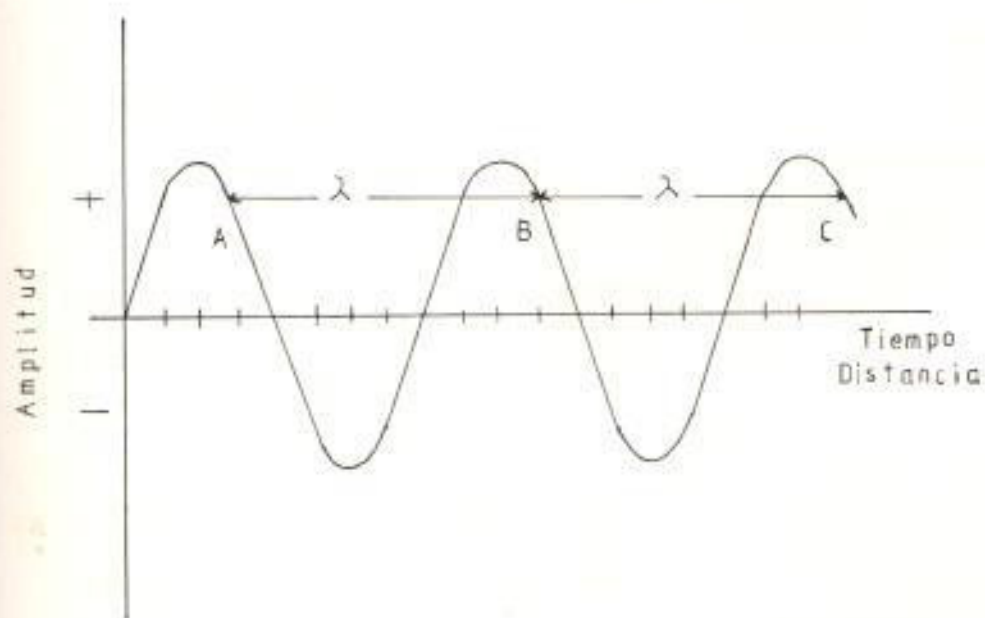


FIGURA 4.6.- FASE DE UNA ONDA ELECTROMAGNETICA

dependiendo de la frecuencia de la señal que se desea transmitir.

Para frecuencias bajas y medias es decir ondas kilométricas, la distancia que separa la superficie de la tierra por la IONOSFERA (65 km) es de unas cuantas longitudes de onda y el espacio, así el modo dominante consiste en la onda superficial, que es una onda que viaja siempre en contacto con la superficie terrestre; aquí la polarización debe ser vertical; pues como sabemos la tierra se comporta como un buen conductor y las líneas de campo resultan perpendiculares a su superficie. La onda superficial que disminuye rápidamente en intensidad al aumentar la distancia pierde significación a medida que aumenta la frecuencia.

En la banda de HF onda corta, la ionósfera está eléctricamente más lejos de la superficie de la tierra y se comporta como una simple capa reflectora, sin embargo lo que sucede en la ionosfera no es precisamente una reflexión sino una refracción continua que desvía a la onda lo suficiente como para hacerlo volver a la tierra;

debido a la característica de la ionósfera, en la cual existe una gran concentración de iones y electrones libres en un medio que no las fuerza a recombinarse.

En la ionósfera la onda de radio sufre pequeñas desviaciones una tras otra debido a que el índice de refracción varía con la altura y al no estar definidas las fronteras la ondas describe una curva y termina por regresar a tierra aparentemente reflejada.

La menor o mayor desviación de la onda en la ionosfera depende de la intensidad de ionización y de la longitud de onda a mayor ionización mayor curvatura a una frecuencia dada o de otra forma para un cierto grado de ionización la desviación será mayor a medida que la frecuencia disminuye. Nótese que en la figura 4.7 el dibujo de la capa ionizada no es capaz de desviar lo suficiente la onda para ángulos de salida cercano a 90 grados. A medida que este disminuye alcanzamos el ángulo crítico máximo valor del ángulo de salida para el cual ya existe retorno a la tierra. De ahí en adelante si seguimos

disminuyendo el ángulo la onda será siempre reflejada pero su destino estará cada vez más alejada del transmisor. Como vemos la onda ionosférica es ideal para la transmisión de radio a largas distancias.

Si seguimos aumentando la frecuencia de operación hasta llegar a VHF y superiores la onda electromagnética atraviesa sin dificultad la atmósfera; por lo cual la directividad de las antenas tiene mayor importancia pues se deberá apuntar la comunicación de un lugar a otro; tenemos comunicación por la línea de vista sin embargo la onda electromagnética no ha perdido su capacidad de difractarse y refractarse. La difracción ocurrirá solo para obstáculos conmensurables con su longitud de onda, o de lo contrario tendremos una sombra que produce la luz.

Dado que este tipo de propagación sucede en la tropósfera la refracción dependerá de las condiciones meteorológicas que determinarán el índice de refracción; además el clima afectará atenuando la señal según las condiciones

existentes. El esquema general de la propagación en la tropósfera incluye tres casos. La onda directa es decir aquella deseable que recorre una línea recta entre antena transmisora y receptora, la onda reflejada; aquella que dirigiéndose con cierta inclinación hacia la tierra rebota y va a pasar a la antena receptora; lo cual es no deseado, y la dispersión de onda que establece comunicación entre dos puntos fuera del alcance de la línea recta gracias a refracciones y defracciones en un determinado trayecto.

En comunicación de radio usando onda espacial (troposférica) es importante considerar el principio de HUYGENS y su aplicación en las zonas de Fresnel, aumentando su importancia mientras mayor sea la frecuencia usada. El cálculo de la zonas de Fresnel es sumamente útil para determinar la visibilidad de un enlace de radio.

Supongamos que una antena transmisora T está emitiendo una onda electromagnética que se propaga al espacio en un siempre creciente frente de onda. El principio de HUYGENS establece que cada punto de un frente de onda primario, se convierte

o actúa como una nueva fuente de radiación las radiaciones secundarias de todos los elementos del frente de onda original se suman para formar un nuevo frente de onda cuyos elementos irradiarán nuevamente y así sucesivamente. Este patrón repetido produce una intensidad de campo en el receptor R, igual a la suma vectorial de todas las contribuciones de los pequeños puntos radiantes a los que dió lugar la antena transmisora.

Como vemos en la figura 4.8 no toda la energía irradiada desde P' alcanza al receptor R, eso dependerá de la posición de P' en el frente de onda original es decir del ángulo θ . Para el caso de mínimo recorrido igual a d tenemos un valor de $\theta = 180$ grados, para los otros valores de la distancia θ irá incrementando y las contribuciones de los elementos del frente de onda serán menores. Así P tiene mayor contribución que p' y este mayor que p'' para la figura si nos fijamos más, notaremos que la energía irradiada desde p' llegará a R después que la irradia desde P y antes que la que proviene de p'' si la distancia de la recta seguida por la onda a través de p' es $\lambda/2$ mayor que d entonces las señales

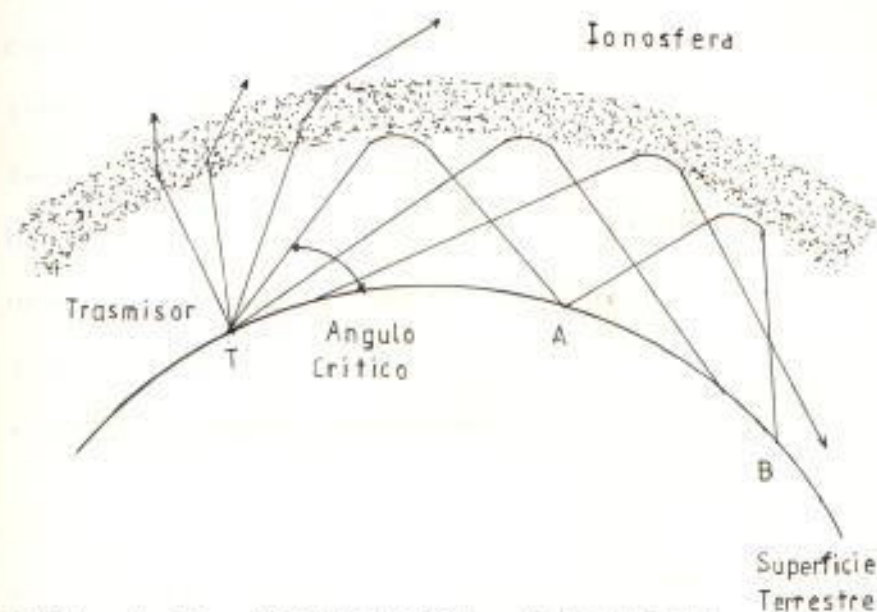


FIGURA 4.7.- PROPAGACION IONOSFERICA

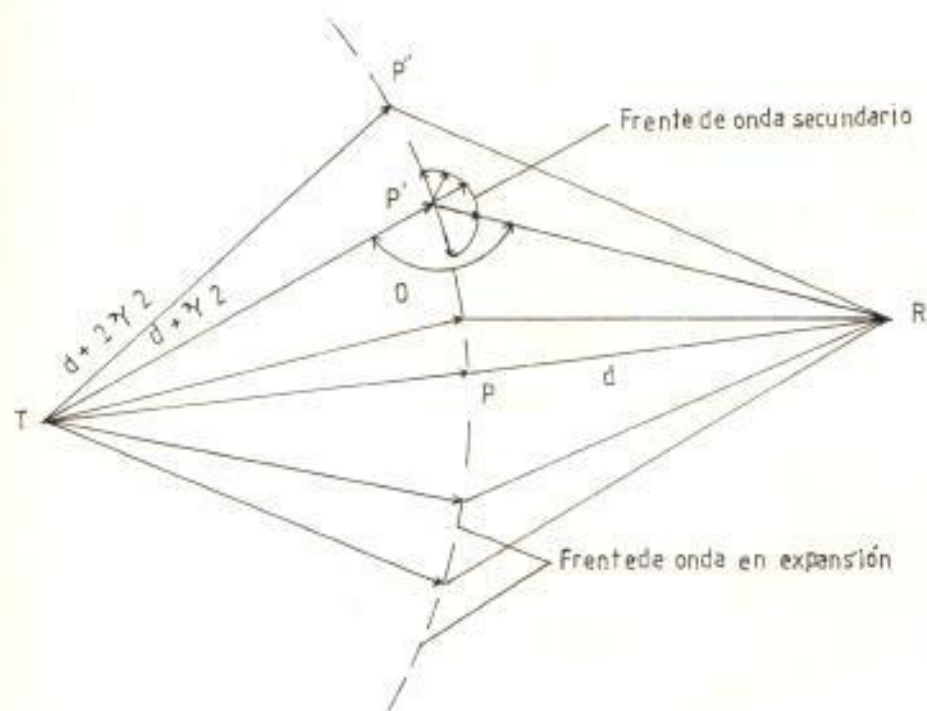


FIGURA 4.8.- PRINCIPIO DE HUYGENS

desde p y p' llegarán desfasadas 180 grados y se cancelarán y si aumentamos la distancia media longitud de onda más hasta $d + \lambda$, pasando por p' la señal por esta ruta se sumará a de la mínima distancia si continuamos el análisis llegaríamos a definir rectas cada vez más mayores a través de los cuales la señal en R debería sumarse y restarse alternativamente.

La figura 4.9 nos muestra el mismo radioenlace desde T hasta R pero se ha realizado un corte transversal que permite ver todos los puntos similares a P' para los cuales la recta mide $d + \lambda/2$. Estos puntos definen una circunferencia de radio F_1 perpendicular a la recta FR a una distancia d_1 del transmisor de igual manera ocurre para P'', P''' y cualquier otro punto analizado. El circuito interior se denomina primera zona de Fresnel cuyo radio se calcula en :

$$b_k = 17.3 \times \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2}{d \cdot f}} \quad (4.4)$$

PERFILES DE TRAYECTO

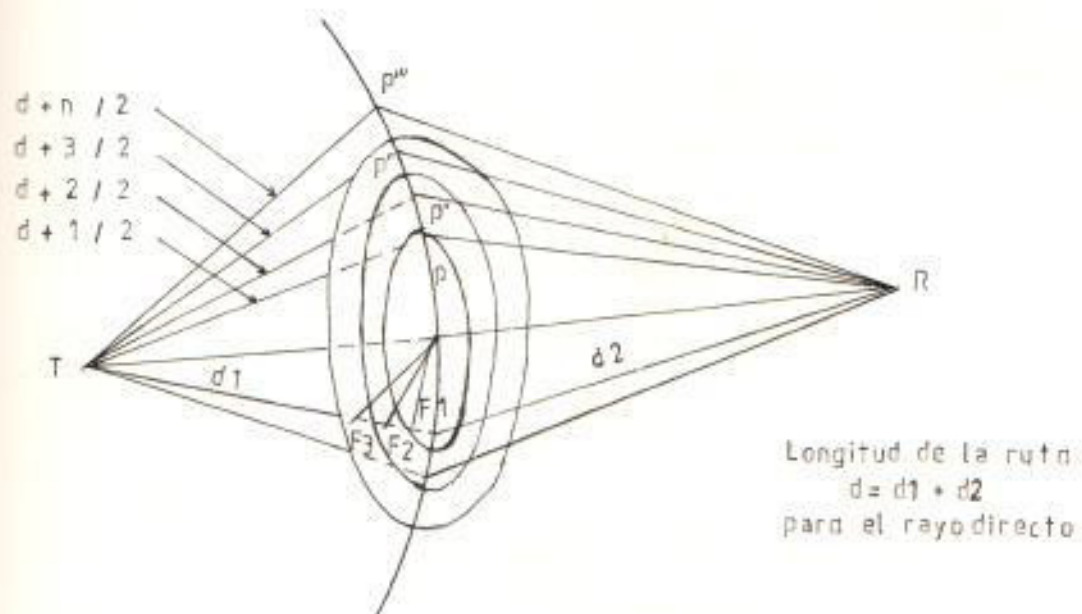


FIGURA 4.9: ZONAS DE FRESNEL

Una vez conocida la ubicación de las Repetidoras o de 2 puntos a comunicarse mediante sistemas de radioenlaces se realiza el perfil del enlace para cada trayecto utilizando las cartas topográficas del IGM. La curvatura de la tierra y la propagación del haz de microondas son los factores que más inciden en la gráfica del papel.

Al desplazarse las ondas radioeléctricas de frecuencias correspondientes a microondas con distintas velocidades, atravesando medios en diferentes constantes dieléctrica se determina una refracción angular en la tropósfera o atmósfera inferior. En el espacio libre la velocidad es máxima, pues en la atmósfera en donde la constante dieléctrica es algo más elevada por la presencia de moléculas de gas y de agua, las ondas radioeléctricas se propagan más lentamente. En la atmósfera la temperatura, presión la humedad disminuye en forma lineal con el aumento de la altura; la constante dieléctrica lo cual depende de el efecto resultante de aquellas propiedades meteorológicas, disminuye también con la altura.

A pesar de que la superficie de la tierra es una

curva, el haz de energía de microondas tiende a viajar en línea recta, pero debido a que viaja con mayor rapidez por un medio de menor constante dieléctrica la parte superior de un frente de onda avanza más rápido que la parte inferior que lo hace por una región de aire más denso lo cual provoca la deflexión del haz hacia abajo, donde el cambio en la densidad del aire es gradual, es decir una atmósfera uniforme, deflexión que puede ser continua, con lo cual el haz tiende a seguir la curvatura de la tierra.

El grado y la dirección de dicha inclinación puede ser definido por un factor de radio equivalente de la tierra, factor K , el cual multiplicado por el radio real de la tierra R , es el radio de una curva ficticia de la tierra, la cual es equivalente a la curvatura relativa del haz de microondas con respecto a la curvatura de la tierra cualquier cambio en la curvatura del haz; causada por condiciones atmosféricas, puede ser expresado como un cambio en K ; esta curva relativa puede ser mostrada gráficamente ya sea como una tierra curvada con radio $K.R$ y un haz de microondas como una línea recta o una tierra plana

con un haz de microondas que tenga una curva K.R.

El CCIR en su recomendación 349 define la "atmósfera fundamental de referencia" aquella cuyo índice de refracción N varía con la altura y da información sobre estas condiciones de refracción atmosféricas para diferentes lugares del mundo y diferentes meses del año. Se han recopilado datos del incremento del índice N ; en forma de mapas y tabulaciones siendo N la diferencia entre el índice refractivo un kilómetro arriba de la tierra y el valor en el nivel de la tierra. La siguiente ecuación,

$$K = \frac{157}{157 + \Delta N} \quad (4.5)$$

da la relación entre los valores N y el factor K , aproximadamente de acuerdo a los datos del CCIR; N es siempre negativo, con lo que el índice troposférico K es mayor a 1. Así con el valor medio proporcionado de $N = -40$ unidades por kilómetro la ecuación nos da $K = 4/3$, el cual corresponde a condiciones atmosféricas normales, valor utilizado en nuestro país.

Para un $N = -157$ unidades por kilómetro dará un valor de $K = \infty$ lo que corresponde a condición de Refracción Super Normal.

Con un $N = +79$ unidades por kilómetro dará un valor de $K = 2/3$ refracción subnormal. Los valores de K comprendidos entre 0 y 1 son peligrosos, corresponden a un régimen llamado de infrarefracción; el cual se presenta muy rara vez y con una duración muy breve.

PERDIDAS TOTALES DE TRANSMISION.

En la figura 4.10 se indica la distribución de la atenuación entre los terminales de salida del transmisor y los terminales de entrada del receptor, la cual es reducida con la potencia de salida del transmisor, dándonos el nivel de entrada del receptor durante el tiempo de propagación libre. La atenuación total viene expresada por la siguiente relación:

$$A_t = A_o + A_a + A_f + A_c - G_1 - G_2 \quad (4.6)$$

donde

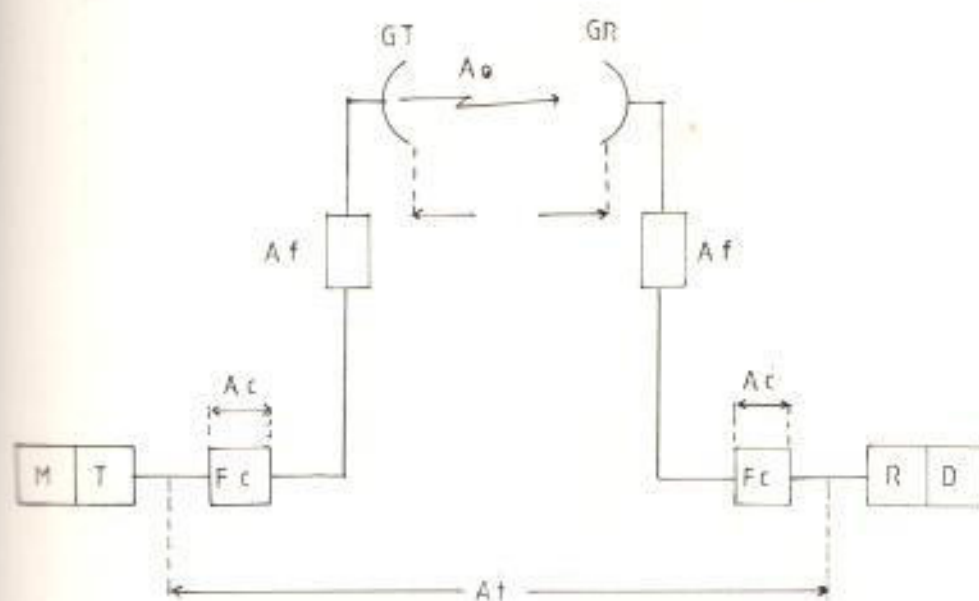


FIGURA 4.10 DISTRIBUCION DE LA ATENUACION EN UN SISTEMA DE RADIOENLACE

T	Transmisor	M	Modulador	Fc	filtro
R	Receptor	D	Demodulador		
A ₀	Atenuación	por Espacio Libre			
A _c	Atenuación	por filtros y Circuladores			
A _f	Atenuación	por Líneas de Transmisión			
G _t	Ganancia	de Antena Transmisora			
G _r	Ganancia	de Antena Receptora			
A _t	Atenuación	Total			

A_0 = Pérdida en el espacio libre
 A_f = Pérdida del alimentador de antena
 A_c = Pérdidas en filtros y circuladores
 A_a = atenuación adicional en dB
 G_1 = Ganancia de antena del transmisor
 G_2 = Ganancia de antena del receptor

A continuación definiremos las pérdidas de transmisión :

Pérdidas por espacio libre; la atmósfera y la tierra sobre las que viaja la señal de radio tiene un efecto modificador en las pérdidas de un trayecto de radio. La pérdida de espacio libre es definida como la pérdida que se obtendrían entre dos antenas isotrópicas en el espacio libre donde no hay influencia de tierra ni obstrucciones, donde no existe refracción, difracción ni absorción. Una antena isotrópica es definida como una antena que irradia o recibe energía uniformemente en todas las direcciones la cual es ideal pero proporciona un punto de referencia para los cálculos. La energía de radio se pierde en el espacio debido principalmente a la dispersión de la energía en el frente de onda a medida que ella

viaja por el espacio, en relación con la ley del cuadrado inverso, solamente una pequeña cantidad de energía que se irradia desde la antena transmisora alcanza a la antena receptora. La energía restante está dispersa sobre áreas del frente de ondas fuera del área de captura de la antena receptora. Entonces si consideramos 2 antenas isotrópicas separadas una distancia d en donde la una está transmitiendo cierta potencia P_t y la otra recibiendo una potencia P_r la relación P_t/P_r se la define como "Pérdida de transmisión en el espacio libre A_0 "; por lo cual para una distancia y frecuencia dada las pérdidas de espacio libre viene dada por la relación:

$$A_0(\text{dB}) = 92.5 + 20\log f + 20\log d \quad (4.7)$$

en donde f viene dado en GHz y d en Km.

GANANCIA DE ANTENA: las antenas para el uso de radiocomunicación pueden ser divididas en tres grupos principales:

- Antenas helicoidales
- Antenas basadas en dipolos
- Antenas basadas en espejos

Las antenas helicoidales son raramente usadas en sistemas de radiocomunicación de mediana y gran capacidad. Las antenas basadas en dipolos incluyen a las antenas Yagi-Uda o la Logarítmica Periódica, la diferencia entre ellas se muestra en la figura 4.11; en la tabla XV se muestra diversos tipos de antenas basadas en dipolo con su respectiva ganancia.

En la antena Log-Periódica, todos los elementos son alimentados, pero los elementos individuales no son resonantes sobre toda la banda de frecuencia de operación. Así en cierta frecuencia un cierto número de elementos son utilizados, mientras que en otra frecuencia otros elementos son activos. Esto conduce a ganancias más bajas que la antena Yagi para un número dado de elementos; ambos tipos de antenas son usadas en frecuencias menores a 2 GHz.

ANTENAS BASADAS EN ESPEJOS: en este grupo encontramos antenas parabólicas, corneta reflector y de rejilla. La antena parabólica es la antena de espejo más comúnmente usada en los



Yagi



LOG - PERIODICA

FIGURA 4.11: ANTENAS BASADAS EN DIPOLOS

TABLA XV
ANTENAS BASADAS EN DIPOLOS

LONGITUD (mm)	FRECUENCIA (Mhz)	GANANCIA (dB)	VSWR
YAGI			
2070	200	12	1.5
2070	400	14	1.5
1180	900	16	1.5
LOG PERIODICA			
1650	(340-400)	12.5	1.2
1460	(400-470)	12.5	1.2

sistemas de radio, consiste de un reflector de forma parabólica y un alimentador el cual ilumina el reflector, que consiste de una corneta o en baja radiofrecuencia un radiador bipolar. La ganancia de una antena parabólica está dada por:

$$G_a = 20 \cdot \log(D) + 20 \cdot \log(f) + 17.39 \quad (4.8)$$

donde G_a = ganancia de antena parabólica en dB

D = diámetro de la antena en mt

f = frecuencia en Ghz

En la tabla XVI se muestra diversos modelos de antenas parabólicas para las bandas de 2 y 4 Ghz con su respectivo valor de VSWR y Ganancia de la firma ANDREW. Una especial versión de la antena parabólica es la antena de rejilla. En lugar de un sólido reflector consiste de tubos con espacios definidos entre ellos. Su resultado es un bajo peso y bajas pérdidas de viento en la torre. El rango de operación es desde los 2 Ghz hacia abajo en algunas antenas de rejillas de la firma ANDREW; en la tabla XVII mostramos los datos técnicos de algunas antenas de rejillas de la firma ANDREW.

TABLA XVI

ANTENAS PARABOLICAS MARCA ANDREW

FRECUENCIA (Ghz)	TIPO	DIAMETRO (MT)	GANACIA (dB)	VSWR
6.770	HP6-65E	1.8	39.10	1.04
	HP8-65E	2.4	41.60	1.04
	HP10-65E	3.0	43.54	1.04
	HP12-65E	3.7	45.36	1.04
	HP15-65D	4.6	47.25	1.04
2.203	HP6F-19C	1.8	29.35	1.20
	HP8F-19C	2.4	31.81	1.15
	HP10F-19C	3.0	33.79	1.15
	HP12F-19C	3.7	35.61	1.15

TABLA XVII
ANTENAS TIPO REJILLA MARCA ANDREW

FRECUENCIA (Mhz)	TIPO	DIAMETRO (mt)	GANANCIA (dB)	VSWR Máximo
335-365	KP6 -335	2	15.2	1.3
Simple	KP10-335	3	18.4	1.3
Polarizada	KP13-335	4	20.7	1.3
365-403	KP6 -365	2	16.3	1.3
Simple	KP10-365	3	19.4	1.3
Polarizada	KP13-365	4	21.8	1.3
403-470	KP6 -403	2	16.3	1.35
Simple	KP10-403	3	19.6	1.35
Polarizada	KP13-403	4	22.2	1.35
820-960	KP6 -820	2	22.7	1.40
Simple	KP10-820	3	25.8	1.35
Polarizada	KP13-820	4	28.1	1.35
1427-1535	P6 -15	2	26.7	1.2
Simple	KP10-15A	3	30.3	1.2
Polarizada				

PERDIDAS DE ALIMENTADOR: la ubicación de la antena no es la más óptima para el equipo (transmisor o receptor) y viceversa. Es así que necesitaremos un nexo que comunique a los 2 elementos en cuestión:

esto es la línea de transmisión. Dado que en radiofrecuencia casi cualquier conductor tiene una longitud apreciable comparada con la longitud de la onda de la señal y esta irradiará energía al medio, es decir todo conductor se convierte en antena. Hay 4 parámetros a ser considerados para elegir el tipo de alimentador a ser usado; la

- Atenuación
- el coeficiente VSWR
- Instalación
- Costo

La radiación producida por una línea de transmisión podría ser evitada si utilizamos dos conductores arreglados y alimentados de forma tal que el campo electromagnético producido por uno es balanceado y anulado totalmente por el otro. Es decir que la intensidad de campo resultante es cero en cualquier lugar del espacio y por lo tanto no hay radiación, esto se aplica para la construcción de líneas de transmisión de alambres paralelos y otros parecidos.

Un segundo tipo de línea de transmisión usado para frecuencias superiores es el llamado cable coaxial que consiste en 2 conductores cilíndricos concéntricos uno dentro del otro a través de los cuales fluyen corrientes de amplitudes iguales pero de sentido opuesto. La limitación al uso de cable coaxial es su atenuación y su VSWR y se lo utiliza para frecuencias inferiores a los 2 Ghz.

Debido al efecto piel la corriente en la superficie interna del conductor exterior no penetra lo suficiente como para aparecer del otro lado. De hecho el campo electromagnético resultante en el exterior del cable coaxial debido a las corrientes que fluyen en su interior será nulo, pues el tubo metálico actúa como blindaje.

El alimentador para uso en sistemas de radio es adecuado en tamaños desde 64 mm a 41 mm de diámetro; el dieléctrico puede ser aire o espuma; el cable del dieléctrico de aire tiene baja atenuación y un mejor VSWR que el tipo de dieléctrico de espuma; el cable de dieléctrico de espuma no es usado para altas capacidades por Ejemplo de 300 canales telefónicos FDM o 480

canales PCM debido a su alto VSWR. Para la banda de los 900 Mhz utilizaremos el cable coaxial de aire dieléctrico con una atenuación de 2 dB/100mt; la limitación del uso de cable coaxial es su atenuación y su VSWR. Cuando el radioenlace a efectuarse tiene como frecuencia de operación un valor mayor de 3 Ghz se recomienda usar guía de onda en lugar de cable coaxial ya que las pérdidas en la guía son considerablemente menor que en el cable coaxial.

La guía de onda consiste en un tubo metálico que ofrece a la onda electromagnética un camino de propagación determinado por su trayectoria al tiempo que blinda dicha porción del espacio para que no exista influencias de campos externos en su interior y evite las fugas de energía hacia el exterior. El modo de transmisión para las guías de onda es el TE o TM, es decir transverso eléctrico o transverso magnético. En cualquier caso existe componente de campo magnético y eléctrico respectivamente en la dirección de propagación y son la forma y dimensiones de la guía las que determinan el modo y su orden. El orden de 1 modo TE_{mn} está dado por la función de BESSEL el que rige su comportamiento y por el cero que

corresponde la indicación de frontera en las paredes de la guía de onda para trabajar en TE₁₁, esto es primera función de Bessel primer cero de la función.

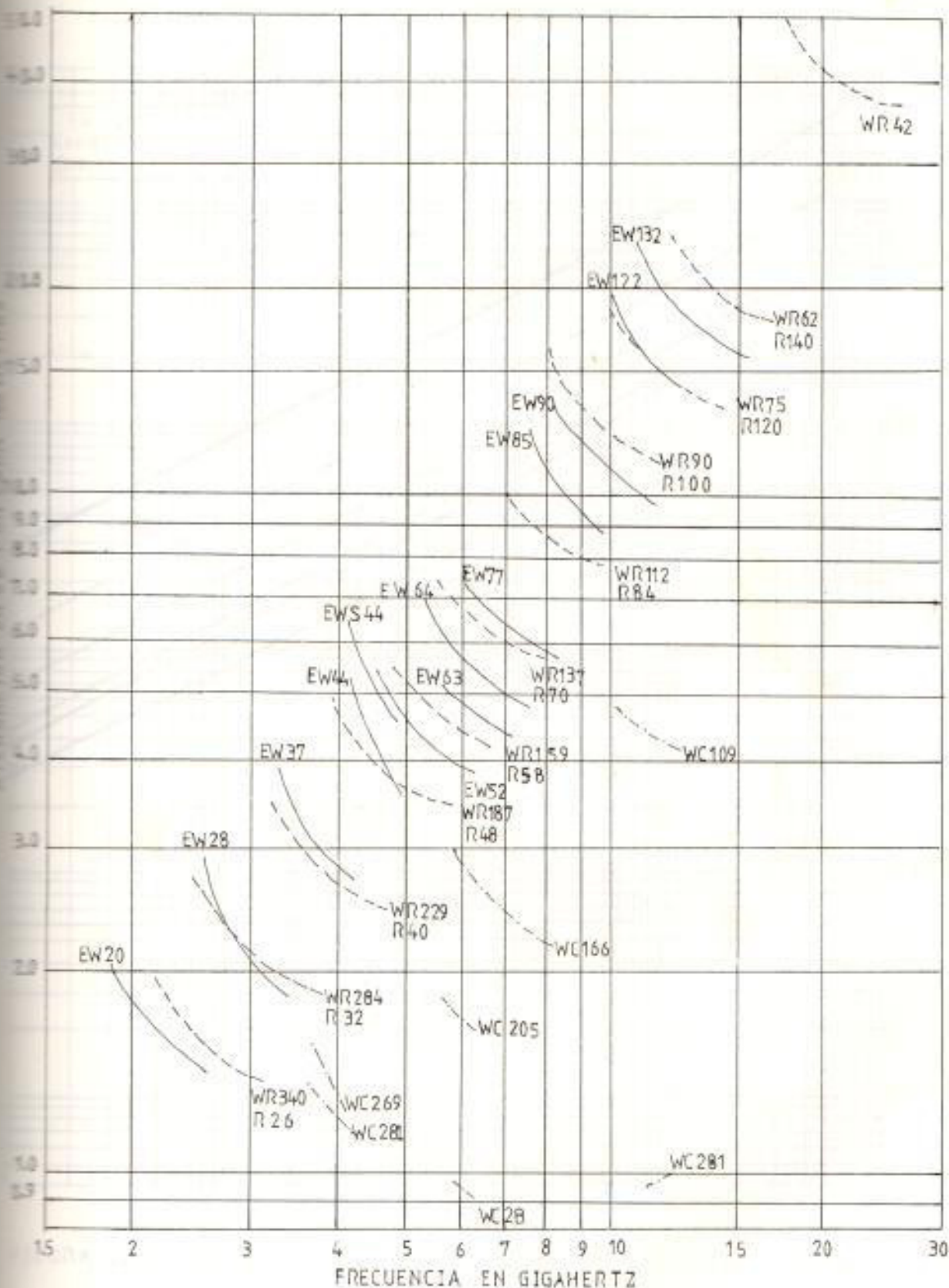
La guía de onda se comporta como un filtro pasa alto lo cual ocurre porque para lograr su objetivo en primer término se requiere que la onda entre en la guía, para lo cual la longitud de onda debe ser lo suficientemente pequeña es decir para valores de frecuencia superior a un límite determinado; sin embargo al aumentar la frecuencia demasiado la onda no sólo que calza en la guía sino que esta empieza a quedarle floja; en ésta última condición se producen demasiadas reflexiones internas de la onda resultando de una pérdida exagerada. Como vemos la guía de onda entonces servirá solamente para valores de frecuencias cercanos a su frecuencia de corte y así limitar la probable holgura. Los tipos de ondas mas comunes son: rectangular, elíptica y circular. En nuestros sistemas de radio utilizaremos guías de ondas elíptica flexible la cual tiene el doble de atenuación de una guía de onda circular y su valor de VSWR es más alto también, además su instalación es más simple, similar a la instalación de

cualquier cable coaxial. En la figura 4.12 mostramos la atenuación de la guía de onda por unidad métrica en función de la frecuencia dado por la firma ANDREW.

En la banda de los 6 GHz usamos la guía de onda elíptica EW63 de la firma ANDREW por su baja atenuación de 4.75 dB/100 mt y un bajo VSWR. En la banda de los 2 GHz usamos la guía de onda elíptica EW20 la cual presenta una atenuación de 1.6 dB/100 mt .

PERDIDAS EN FILTROS Y CIRCULADORES

Para habilitar la conexión de más de un transmisor y/o receptor a la misma antena es necesario usar un equipo de derivaciones bifurcación el cual consiste de circuladores y filtros. La atenuación de derivación depende de cuantos transmisores y receptores son conectados a la misma antena como cada nuevo transmisor y receptor debe ser conectado a través de un circulador; cada circulador introduce pérdidas la cual es normalmente menor a 0.5 dB.



CURVAS DE ATENUACIÓN BASADAS EN
VSWR 1.0
TEMPERATURA AMBIENTE 24°C (75°F)
COBRE DE ALTA CONDUCTIVIDAD

LAS CURVAS MOSTRADAS SE
GARANTIZAN DENTRO DE $\pm 5\%$

- suma 0.3dB para las transiciones inferior y superior
- no incluye pérdidas de transiciones o en la red

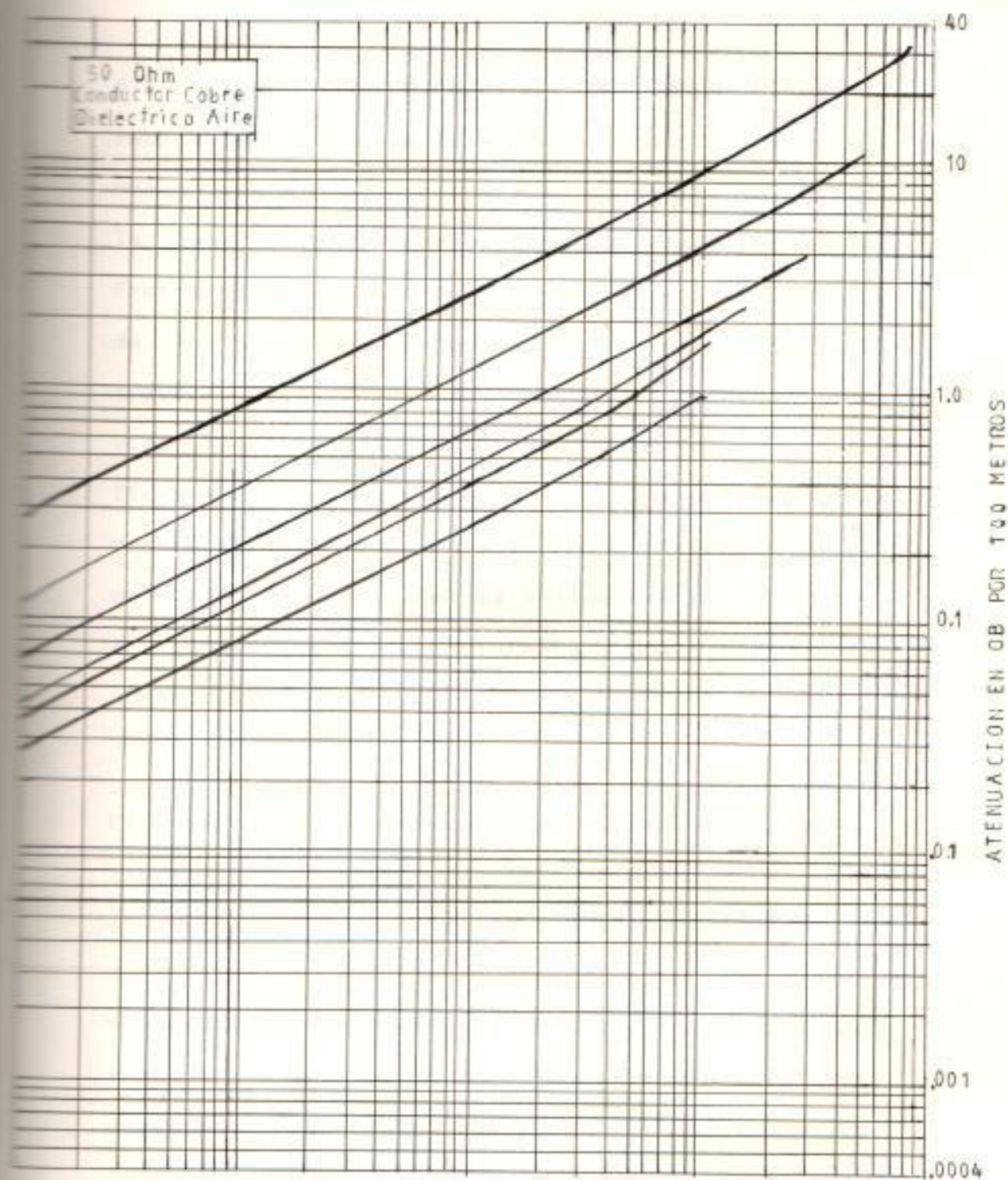


FIGURA 4.13 ATENUACION DEL CABLE HELIAX DE AIRE DIELECTRICO

ATENUACION POR DIFRACION DE ONDA: para radioenlace de un punto a punto usando microondas hemos visto que la energía se concentra en un haz la cual quedaba determinada por las zonas de Fresnel; si la obstrucción más cercana está lejos de la primera zona de Fresnel se estima que el trayecto está despejado, aunque la energía que viaja en las zonas de Fresnel de mayor orden no llegará a su destino pero la cantidad resulta despreciable. Para enlaces con obstrucción en la primera zona de Fresnel la influencia es notable; a continuación enunciaremos dos tipos de obstrucciones.

El primer caso es cuando la propia curvatura de la tierra es el obstáculo; probablemente la onda electromagnética penetrará algo en la superficie y dará lugar a cierta componente de onda superficial; sin embargo a la frecuencia de trabajo la atenuación de la onda superficial es demasiado grande para que pueda influir, por lo tanto la tierra actuará como un escudo impidiendo el paso de la señal. Si tenemos que las antenas están lo suficientemente distante como para que el rayo directo esté bloqueado por la curvatura de la tierra; podría pensarse que no hay comunicación

sin embargo lo correcto es que la atenuación será sumamente grande (40 dB o más). Si aumentamos las alturas de las antenas de transmisión y de recepción (h_1, h_2) es de esperarse que en algún momento a pesar de que la línea de vista no se ha separado la distancia f_1 de la superficie, la energía que llega es tal que la atenuación es de 0 dB. Para situaciones en que la zona despejada es mayor a 2.3. f_1 se considerará el fenómeno de reflexión el cual va a ser estudiado posteriormente. Aún cuando no corresponde al análisis realizado cuando un radioenlace se realiza en tierra con alturas aproximadamente constantes donde la obstrucción puede considerarse básicamente como una consecuencia de la curvatura de la tierra, se suelen calcular las pérdidas como si se tratase del caso descrito. La figura 4.15 nos visualiza este caso.

El otro tipo de obstáculo que analizaremos es lo que suele denominarse como "filo de cuchillo" que consiste en una saliente delgada algo así como el pico de una elevación como se observa en la figura 4.16. Para este caso el obstáculo bloquea sólo una parte de la energía de la señal, mientras que el resto a diferencia de lo que sucede con la

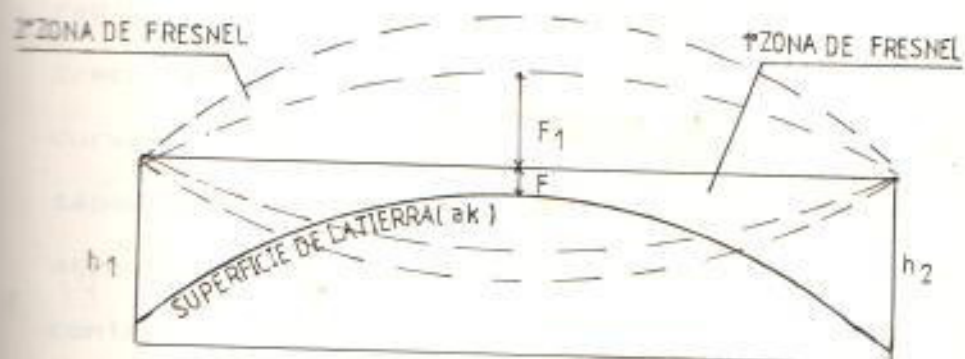


FIGURA 4.14: DIFRACCIÓN POR CURVATURA DE LA TIERRA

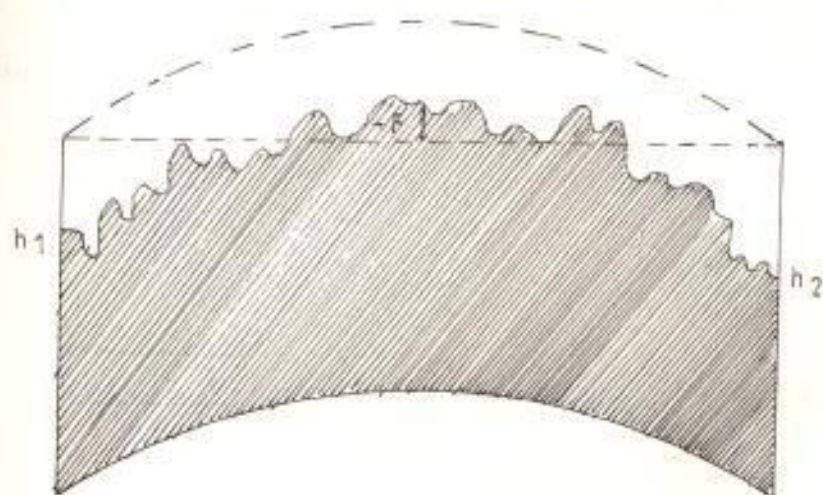


FIGURA 4.15: OBSTRUCCIÓN EN TIERRAS ALTAS TRATADO COMO DIFRACCIÓN POR CURVATURA DE LA TIERRA

superficie terrestre es difractado alrededor del obstáculo. De esta manera alguna señal llega aún a la zona de sombra. Para obstrucciones mayores el radio de la primera zona de Fresnel la atenuación crece pero mucho más lentamente que para la curvatura de la tierra, por Ejemplo cuando se ha tapado totalmente la primera zona de Fresnel la atenuación es de aproximadamente 16.5 dB. Por el contrario cuando existe línea de vista la atenuación es oscilante, algunas veces positiva y otra negativa por el parcial bloqueo a zonas de fresnel de orden superior. Un análisis pormenorizado nos dará como resultado la siguiente relación:

$$A(\text{dB}) = 10 \log 8 - 10 \log (1 - 2C(v))^2 + (1 - 2S(v))^2 \quad (4.9)$$

donde

$$v = \frac{2\sqrt{f_1}}{f_1} \quad (4.10)$$

$$f_1 = \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2 \cdot \lambda}{d}} \quad (4.11)$$

siendo f_1 el radio de la primera zona de Fresnel

$$s(v) = \int_0^v \text{SEN} \left(\frac{\pi}{2} \cdot x^2 \right) dx \quad (4.12)$$

$$c(v) = \int_0^v \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot x^2\right) dx \quad (4.13)$$

En la práctica los valores se obtienen de las figuras 4.17 y 4.18; cabe anotar que la UIT recomienda un espacio despejado F de por lo menos F1 para las condiciones de $k=4/3$.

CALCULO DE ALTURA DE ANTENAS.

Según la figura 4.19 y mediante un procedimiento geométrico de semejanza de triángulo se determinó la ecuación que nos da el margen sobre el obstáculo hc ; el cual nos servirá para calcular la altura de antenas, para condición de espacio libre. Esta condición de trayecto libre debe ser que el margen sobre obstáculo hc sea mayor que el radio de la primera zona Fresnel; para $k=4/3$ y para $k=2/3$.

La UIT sugiere que se cumple lo siguiente para la condición de trayecto libre.

$$hc > \frac{d_1 d_2}{d} \quad k=4/3 \quad (4.14)$$

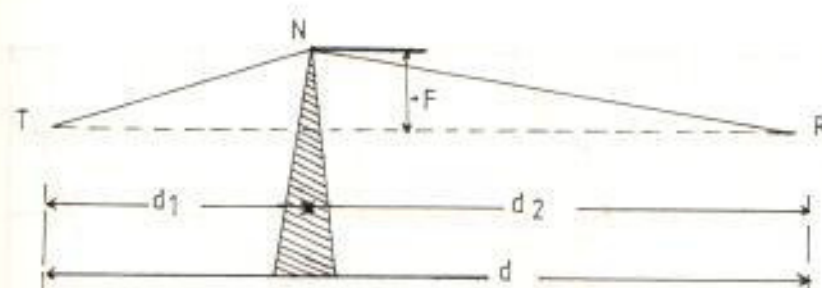


FIGURA 4.16: OBSTRUCCION POR FILO DE CUCHILLO

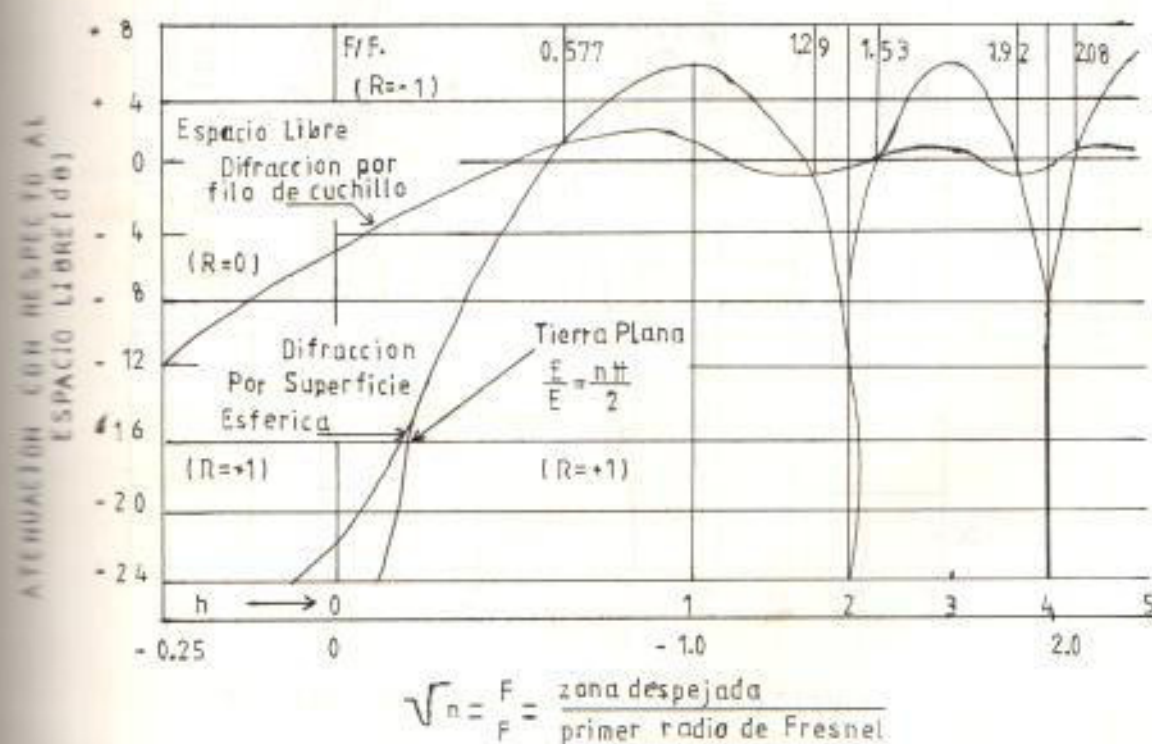


FIGURA 4.17: EFECTO DE OBSTRUCCION AL HAZ DE ONDA

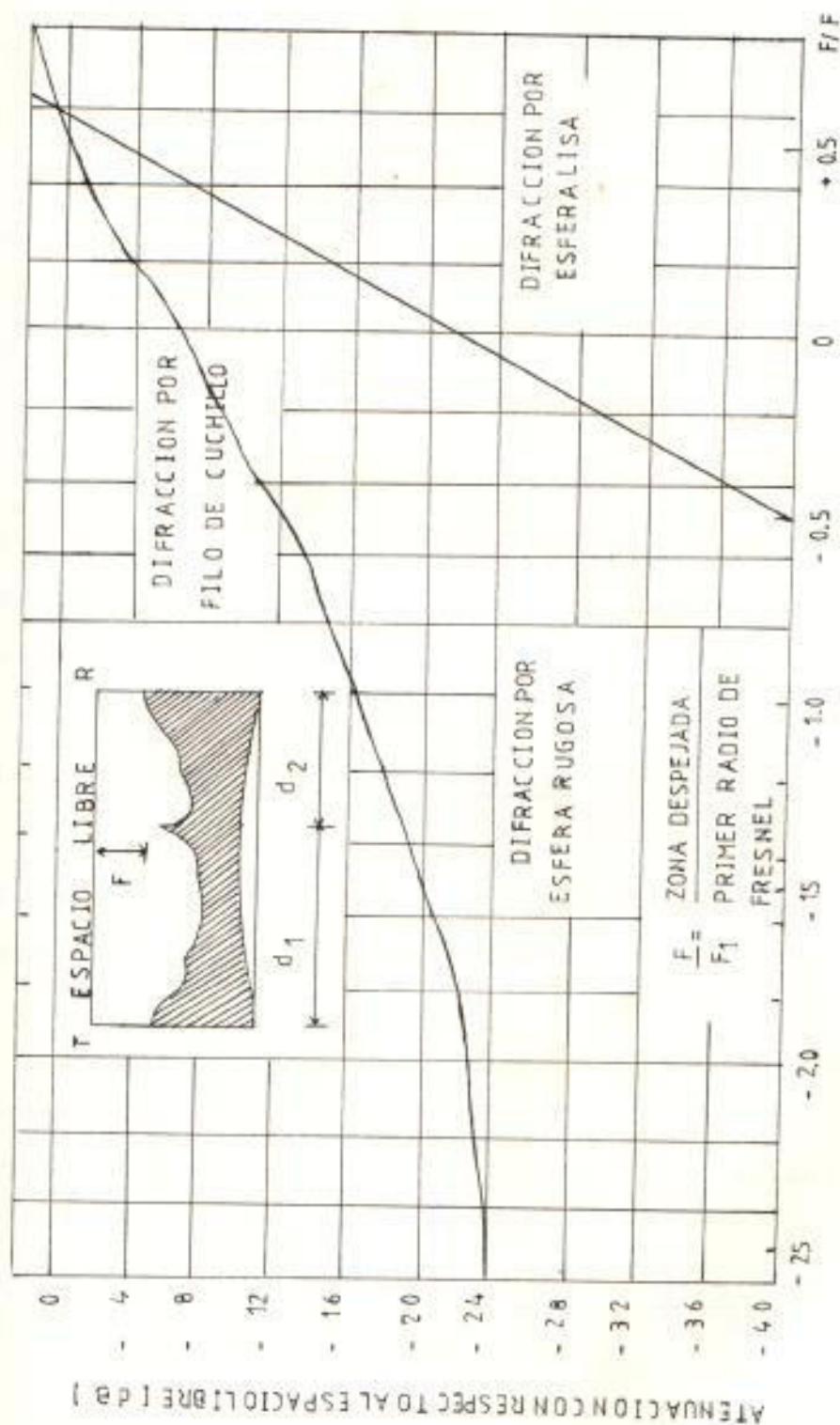


FIGURA 4.18 VALORES DE ATENUACION PARA OBSTRUCCIONES MAS ALLA DE LA LINEA DE VISTA

$$h_c > \frac{2}{3} b_x, \quad k=2/3 \quad (4.15)$$

En el apéndice A se explica la formación de las zonas de Fresnel y derivamos la ecuación que permite calcular dicha primera zona. La ecuación es:

$$b_x = 17.23 \cdot \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2}{d \cdot f}} \quad (4.16)$$

De acuerdo a la figura 4.19 y mediante un procedimiento geométrico se ha determinado la ecuación que nos da el margen sobre obstáculo.

$$h_c = h_1 - \frac{d_1}{d} \cdot (h_1 - h_2) - \frac{d_1 \cdot d_2}{2 \cdot k \cdot R} - h_s \quad (4.17)$$

En donde h_1 , h_2 , h_s , d_1 , d_2 , d se definen en la figura 4.19.

La altura de antenas h_2 sobre el nivel del mar necesaria, está dada por la siguiente ecuación.

$$h_2 \quad (k = 4/3) > \frac{d}{d_1} (b_x + h_s) - \frac{d_2 \cdot h_1}{d_1} + \frac{d \cdot d_2}{2 \cdot k \cdot R} \quad (4.18)$$

en donde b_x es el radio de la primera zona de

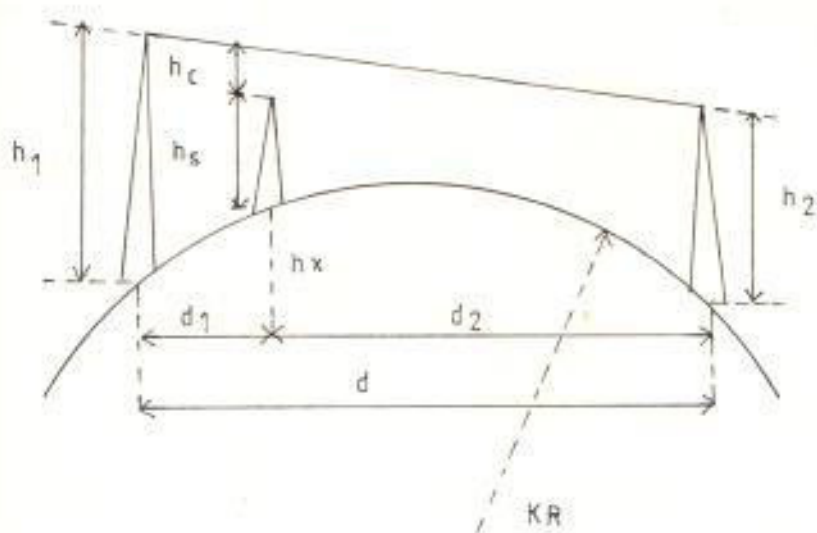


FIGURA 4.19: MARGEN SOBRE EL OBSTACULO

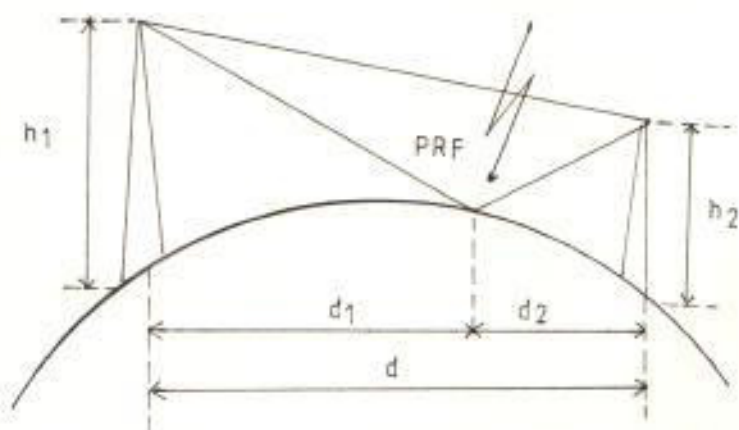


FIGURA 4.20: PUNTO DE REFLEXION

Fresnel, en el punto de obstrucción.

PUNTO DE REFLEXION.

Para estudiar la influencia de la onda reflejada es necesario encontrar primero el punto de reflexión; el cual lo podemos encontrar una vez determinados las alturas de las antenas.

La onda reflejada deberá ser atenuada tanto como sea posible para así evitar desvanecimientos o distorsiones de la señal de radio frecuencia que entra al receptor. Por lo cual se hace necesario encontrar la combinación de altura de antenas que haga posible bloquear con un obstáculo, las reflexiones, cuando la configuración del terreno lo permita o si está ubicado sobre agua tratar de desplazarlo a tierra para así disminuir el efecto negativo de ésta señal en recepción.

Existen varios métodos para ubicar el punto de reflexión, entre ellos uno es el que se calculó por el desarrollo de una ecuación cúbica, la cual expresa la ubicación del punto de reflexión para cualquier valor de k . Se evalúan los parámetros r ,

t y Y por medio de las siguientes ecuaciones.

$$r = 6.37 \frac{k}{4} d (h_2 - h_1) \quad (4.19)$$

$$t = \frac{d}{12} + 8.5 \frac{k}{4} (h_1 + h_2) \quad (4.20)$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left(\frac{r}{\sqrt{t}} \right) \quad (4.21)$$

La distancia d3 entre el punto medio del trayecto y el punto de reflexión depende de los parámetros t y Y en la siguiente forma.

$$d_3 = 2 \sqrt{t} \cos \left(\frac{\varphi}{3} + 240^\circ \right) \quad (4.22)$$

Entonces el punto de reflexión PRF estará localizado en

$$d_1 = \frac{d}{2} + d_3 \quad (4.23)$$

$$d_2 = d - d_1 \quad (4.24)$$

Donde d, d1, d2, h1, h2, se indica en la figura 4.20.

Uno de los parámetros importante a considerarse en el fenómeno de la reflexión es el coeficiente de reflexión () el cual influye en la capacidad de una superficie para reflejar una señal, el cual varia desde 0 (no reflexión) a -1 (100% de reflexión); el signo menos indica el cambio de fase de 180 grados de la señal lo cual toma lugar en el punto de reflexión. El coeficiente de reflexión debido a condiciones geográficas en el punto de reflexión es como se muestra en la tabla XVIII los cuales son sacados en base a experiencia. Desde el punto de vista del sitio de selección es generalmente preferible tener el coeficiente de reflexión menor que 0.3 esto es la atenuación de la onda reflejada mayor a 10 dB comparada con la onda directa, ya que la onda reflejada si es firme reduce el nivel de entrada del receptor; por las pérdidas de reflexión y también causar ruido de intermodulación, distorsión de la forma de la onda e interferencia intersímbolo.

DIVERSIDAD DE ESPACIO Y FRECUENCIA.

Para reducir el efecto de la onda Reflejada que influye en la Potencia de la señal recibida

TABLA XVIII
VALORES DEL COEFICIENTE DE REFLEXION

FRECU ENCIA	AGUA		CAMPO DE ARROZ		CAMPO		MONTANA	
	Ghz	Perdidas dB	Perdidas dB	Perdidas dB	Perdidas dB	Perdidas dB	Perdidas dB	Perdidas dB
2	-1	0	-0.8	2	-0.6	4	-0.3	10
4	-1	0	-0.8	2	-0.5	6	-0.2	14
6	-1	0	-0.8	2	-0.5	6	-0.2	14
11	-1	0	-0.8	2	-0.4	8	-0.16	16

podemos optimizar las alturas de las antenas normalmente factibles para trayectos cortos y utilizar las denominadas técnicas de diversidad.

La primera es la diversidad de frecuencia la cual se basa en el hecho de que grandes desvanecimientos en un enlace dado tienden a ocurrir a tiempos distantes para frecuencias suficientemente separadas, es decir que dos zonas de Fresnel de orden par no coinciden en el punto de reflexión. Con la diversidad dentro de banda usualmente se requiere que las frecuencias estén separadas en un 2% para que resulten

razonablemente efectiva; sin embargo un espaciamiento aún mayor de 5% será necesario para que los desvanecimientos sean no correlacionados, un punto negativo es que probablemente aquel punto en la banda de frecuencia ya está siendo usado en otro sistema. La diversidad de banda cruzadas utiliza los canales de 11 Ghz para tráfico normal y los canales de 6 Ghz para establecer la diversidad.

El segundo tipo de diversidad es la diversidad de espacio, este método utiliza 2 antenas de recepción montadas a diferentes alturas, reduciendo la correlación en pérdidas de las dos señales las cuales pasan por diferentes trayectos en la atmósfera. El correcto espacio entre las dos antenas es diferente en cada extremo del trayecto, el patrón de altura en el extremo de recepción muestra que la una antena es colocada en un máximo de la señal mientras que la otra está en un mínimo y como k cambia el patrón de ganancia de altura de modo que el espacio óptimo cambiará.

ANALISIS DE LA DISTRIBUCION DE RUIDO.

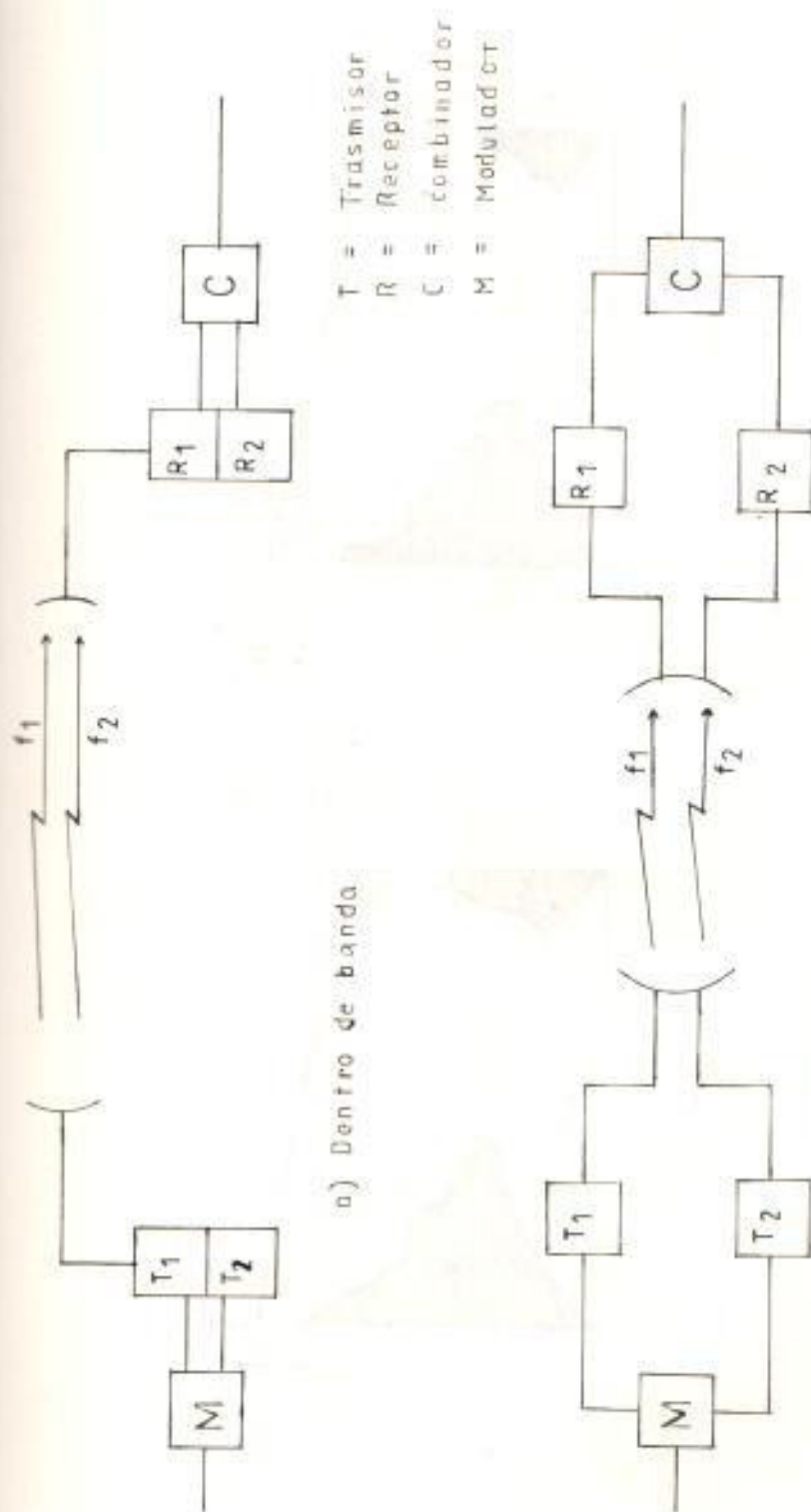


FIGURA 4.21: DIVERSIDAD DE FRECUENCIA

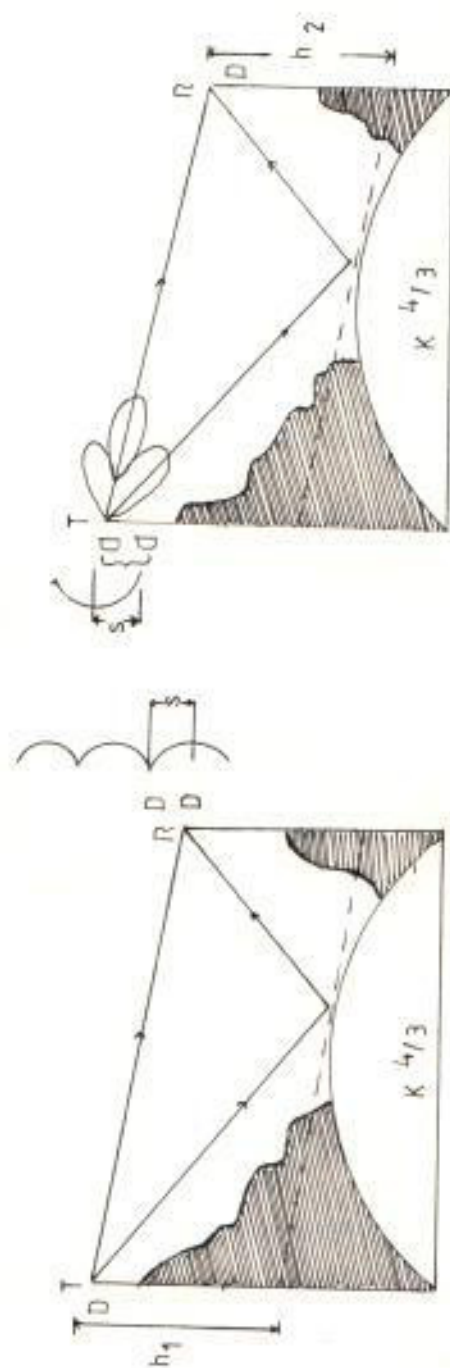


FIGURA 4.22 = DIVERSIDAD DE ESPACIO

Una vez determinado para cada trayecto el nivel de señal recibida se procede a cálculos con el fin de evaluar la calidad de transmisión entre las diferentes estaciones de esta red primaria. En telefonía múltiple FDM la calidad de transmisión viene dada por el valor de la relación de la potencia de la señal de referencia (1 mW a 800 hertz) a la potencia de ruido ponderado sofométricamente; la potencia de ruido presente a la salida del receptor junto con la señal útil, es la debida a la suma de dos contribuciones distintas las cuales son:

- la primera no depende de la propagación, el ruido correspondiente aparecerá incluso si situáramos el receptor muy próximo al transmisor; recibe el nombre de ruido fijo del sistema y consta de dos aportaciones diferentes:

RUIDO DE INTERMODULACION: que es debido a la no linealidad de algunos componentes del sistema de transmisión y que produce distorsión en la señal de banda base, los elementos que consideraremos son transceptor, alimentador, modem y conmutador; la respuesta no lineal de estos componentes hace

que en los canales telefónicos de la banda base aparezcan frecuencias espurias que afectan la calidad de la transmisión, esta distorsión de no linealidad también llamada distorsión armónica la podemos evaluar como potencia de ruido a considerar en el cálculo de la calidad de un radioenlace; el ruido de intermodulación varía con la carga del sistema y es independiente del nivel de entrada al receptor.

RUIDO BASICO: es el ruido de los componentes del sistema introducido por el transceptor, modem y conmutador independiente de la carga del sistema y del nivel de señal de entrada al receptor.

A estos dos ruidos se los llama ruidos fijos del sistema, constituyen una característica de los equipos y es el suministrador quien da los valores de la potencia de ruido ya ponderado sifometricamente, correspondiente a cada componente. La segunda contribución depende de la potencia de recepción y por consiguiente de la atenuación que sufre la señal; estas dos contribuciones de ruido se suman en potencia ya que las fuentes que la originan no están

correlacionadas.

La relación señal/ruido medida en el canal más elevado considerando como señal útil 1 mw de potencia y en condiciones de propagación de espacio libre será:

$$P_s/P_n = \frac{P_s}{K_i^2 K T n b} \frac{R_s P_r}{f_{bb}^2} \quad (4.25)$$

en donde:

P_s = potencia de la señal

P_n = potencia de ruido

K = constante de Boltzman = 1.38×10^{-23} Joules/oK

T = Temperatura absoluta en grados Kelvin

n = factor de ruido del receptor

b = ancho de banda de un canal telefónico en Khz

K_i = cte de proporcionalidad del discriminador al que suponemos en funcionamiento lineal.

R_s = resistencia de salida del receptor en ohm

P_r = potencia a la entrada al receptor en dB.

Si denominamos f_e al valor eficaz de la desviación de frecuencia en Khz por canal y para una señal de 800 hertz y un mw en un punto de

nivel relativo cero, la potencia de la señal útil a la salida del receptor vendrá dada por:

$$P_s = K_1 \frac{1}{2} \frac{\Delta^2 f_e}{R_s} \quad (4.26)$$

Por consiguiente la relación señal/ruido en espacio libre y medida en el canal más elevado de la banda base, para una señal útil de 1 mw, en un punto de nivel relativo cero, valdrá:

$$\frac{P_s}{P_n} = \frac{P_r}{2KTnb} \left(\frac{\Delta f_e}{f_{bb}} \right)^2 \quad (4.27)$$

Expresando esta relación en decibelios y considerando la ganancia de preenfasis y el factor de corrección sofométrico tenemos:

$$\begin{aligned} 10 \log \frac{P_s}{P_n} = & 10 \log P_r - 10 \log K T b - 10 \log n - \\ & 10 \log 2 + 20 \log f_e - 20 \log f_{bb} \\ & + f_p + f_s \end{aligned} \quad (4.28)$$

Siendo:

K = cte de Boltzman

T = Temperatura absoluta de la antena de recepción en °K

b = ancho de banda de un canal telefónico =
 3.1×10^3 hertz.

$10 \log n$ = figura de ruido del receptor

f_e = valor eficaz de la desviación de
 frecuencia en khz

f_{bb} = frecuencia más elevada en la banda base

f_p = ganancia de preenfasis

f_s = factor de ponderación sofométrico

Se tiene el valor de 5.5 dB como factor de ruido del receptor dado por el fabricante. En el volumen IV-1 del CCIR Recomendación 404-1 se indica que la desviación eficaz de frecuencia por canal para una señal de 800 hertz y 1 mw en un punto de nivel relativo cero ha de ser el indicado a continuación (200 khz para 300 canales).

Preenfasis : es espectro de la señal telefónica múltiplex o banda base es sensiblemente uniforme, por el contrario el espectro de la tensión y potencia de ruido no lo es; es interesante con el fin de que la calidad de la transmisión sea más o menos la misma en cada canal telefónico, afectar a

los distintos canales de desviaciones de frecuencia diferentes; según sea la posición que ocupe el canal correspondiente en la señal multiplex o banda base. Teniendo en cuenta que la característica de Preenfasis o preacentuación debe ser tal que la excursión eficaz de frecuencia sea la misma con preacentuación que sin ella (volumen IV-1 del CCIR Recomendación 404-2), se aumentará la desviación de frecuencia para los canales más elevados de la banda base, disminuyéndola para los que ocupen los lugares inferiores. En el volumen IV-1 del CCIR recomendación 275-2 (Nueva Delhi

TABLA XIX
DESVIACION EFICAZ DE FRECUENCIA POR CANAL

No maximo de Canales	Desviacion por canal
12	35
24	35
60	50, 100, 200
120	50, 100, 200
300	200
600	200
960	200
1260	140, 200
1800	140

1970) se indica la variación de la excursión en función de la frecuencia reducida ($f/f_{\max}$); esta curva será utilizada para todos los sistemas con capacidad inferior o igual a 1800 canales; la frecuencia para la cual la excursión con preacentuación corresponde a la excursión sin preacentuación es igual a $0.608 f_{\max}$. Para $f = f_{\max}$ la variación de la excursión de frecuencia relativa es de 4 dB y este es el valor que usaremos como ganancia de preénfasis. En recepción se realizará el proceso inverso, deénfasis o desacentuación con lo que disminuye la importancia relativa del ruido en las frecuencias elevadas.

Con el fin de tener en cuenta la sensibilidad del oído humano medio, la potencia de ruido medida en un canal telefónico con un aparato de respuesta uniforme ha de sufrir una corrección que dependerá del ancho de banda del canal telefónico en que realiza la medida. En el volumen IV-1 del CCIR en las recomendaciones 393-1 y 395-1 se indica que el nivel de potencia de un ruido de espectro uniforme en una banda de 3.1 kHz debe disminuirse 2.5 db para obtener el nivel de potencia sofométrica por lo que tomaremos este valor como el valor de ponderación sofométrica.

Calculando el valor de :

$$10 \log K T_b = 10 \log (1.38 \times 10^{-23} \times 300 \times 3.1 \times 10^3 \times 10^3)$$

$$10 \log K T_b = -139 \text{ dBm}$$

Con estos conceptos podemos calcular el valor de la relación señal ruido para cada trayecto aplicando la ecuación 4.27 teniendo:

$$10 \log \frac{P_s}{P_n} = 10 \log P_r + 139 - 5.5 - 3 + 20 \log 200 - 20 \log 1240 + 4 + 2.5$$

$$10 \log \frac{P_s}{P_n} = 10 \log P_r + 121.1$$

Para establecer la equivalencia entre la relación señal/ruido y la potencia de ruido térmico sofométrico en un punto de nivel relativo cero procederemos de la siguiente manera. Sea A la relación en dB de la potencia de la señal útil (1mw) a la potencia de ruido térmico sofométrico en un punto de nivel relativo cero

$$P_s = 1 \text{ mw}$$

$$\text{Si } 10 \log \left(\frac{10^9}{P_n} \right) = A \quad ; \quad P_n \text{ viene en picowatts}$$

$$\text{entonces } P_n = \text{Antilog} \left(\frac{90 - A}{10} \right) \quad (4.29)$$

4.2. DESCRIPCION GENERAL DE LOS TRAYECTOS DE RADIOENLACE ENTRE LOS PUNTOS EN QUE SE HALLE LINEA DE VISTA.

En nuestro diseño de la red telefónica rural de la Provincia de manabí rediseñaremos la red Primaria para lo cual definiremos ciertos premisas importantes consideradas para la selección de la mejor ubicación de una estación repetidora de microondas :

- Mapas; debemos de tener la mejor colección de mapas topográficos del territorio para conocer con mayor objetividad el relieve general de la zona.
- Vías de Acceso; generalmente se debe construir una nueva carretera o solamente emplear la ya existente si la hay considerando el grado de servicio para su utilización para el respectivo mantenimiento, de manera que no resulte excesivamente costosa.
- Alimentación de Energía; la cual debe ser continua, debido al aislamiento general de las estaciones repetidoras, no se dispone de energía eléctrica pública por lo cual se debe usar

grupos electrógenos a diesel que funcionen de manera continua y prever de un grupo auxiliar de tal modo que no se interrumpa la alimentación al pasar del grupo de servicio al grupo auxiliar.

En lo que se refiere a la propagación una vez elegido el mejor lugar para la estación repetidora se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

- a) longitud del tramo: debido a que a mayores distancias y frecuencias se obtienen mayores atenuaciones y por lo tanto dificultades en la propagación, lo cual limita la potencia del transmisor tratando de compensar el aumento de atenuación, debido a los pocos wattios que los amplificadores nos pueden dar.
- b) Zona de Fresnel: en un tramo cuando hay la presencia de un obstáculo hay que considerar el elipsoide de Fresnel de modo que exista visibilidad completa entre las estaciones en estudio y que las zonas de Fresnel no sea obstruida.
- c) Interferencia: cuando existen diversas redes de algunos trayectos, puede que una señal de radio de una estación pueda ser recibida en vía

excepcional y muy atenuada por otra estación de la cadena situada sobre la prolongación de la distancia de las dos estaciones interesadas.

Teniendo en cuenta estas consideraciones en la elección del mejor sitio para las estaciones podemos dar soluciones verdaderas en el diseño de rutas de microondas, los cuales se consideró para la selección de las nuevas repetidoras Cerro Cabuya, Cerro Río Chico, y Cerro de Jama 1, además de las Estaciones Cerro Las Hojas, Loma de Viento y Cerro Corozo.

DESCRIPCION DE LA RED PRIMARIA.

Está compuesta por las estaciones repetidoras Loma de Viento, Cerro de Jama 1, Cerro Río Chico, Cerro Cabuya y Cerro Corozo desde los cuales haremos derivaciones para enlazar mediante sistema de baja capacidad a las poblaciones rurales contempladas dentro de este estudio y Manta la cual será una central de Tránsito Interurbana, es decir Manta recogerá la información proveniente de toda la provincia y la sacará al resto del país a través de la red troncal de microondas de 6 Ghz, actualmente en funcionamiento (Loma de Viento-

Cerro Las Hojas-Gramalotal-San Javier-Cochabamba-El Carmen). En forma inversa toda la información llegará a Manta y esta la canalizará al resto de las poblaciones de la provincia. La red Primaria está constituida de 4 trayectos radiopelétricos con una longitud total de 180.75 Km repartidos así:

Cerro de Jama 1-Loma de Viento	69.21 Km
Loma de Viento-Cerro Las Hojas	40.35 Km
Cerro Las Hojas-Manta	22.68 Km
Cerro Coroza-Cerro Las Hojas	49.51 Km
Cerro Dabuya-Cerro Coroza	28.51 Km
Cerro Río Chico-Cerro Las Hojas	15.54 Km

En la figura 4.23 se muestran las estaciones que conforman esta red así como los varios azimuts geográficos.

CERRO RÍO CHICO: estación repetidora con derivación a 180 metros de altura sobre el nivel del mar cuyas coordenadas geográficas son las siguientes:

1° 2' 28" latitud Sur
80° 24' 43" longitud Occidental.

SIMBOLOGIA

Trayecto Analógico

Estación Repetidora con derivación

Estación Repetidora Pasiva

Estación Terminal Principal

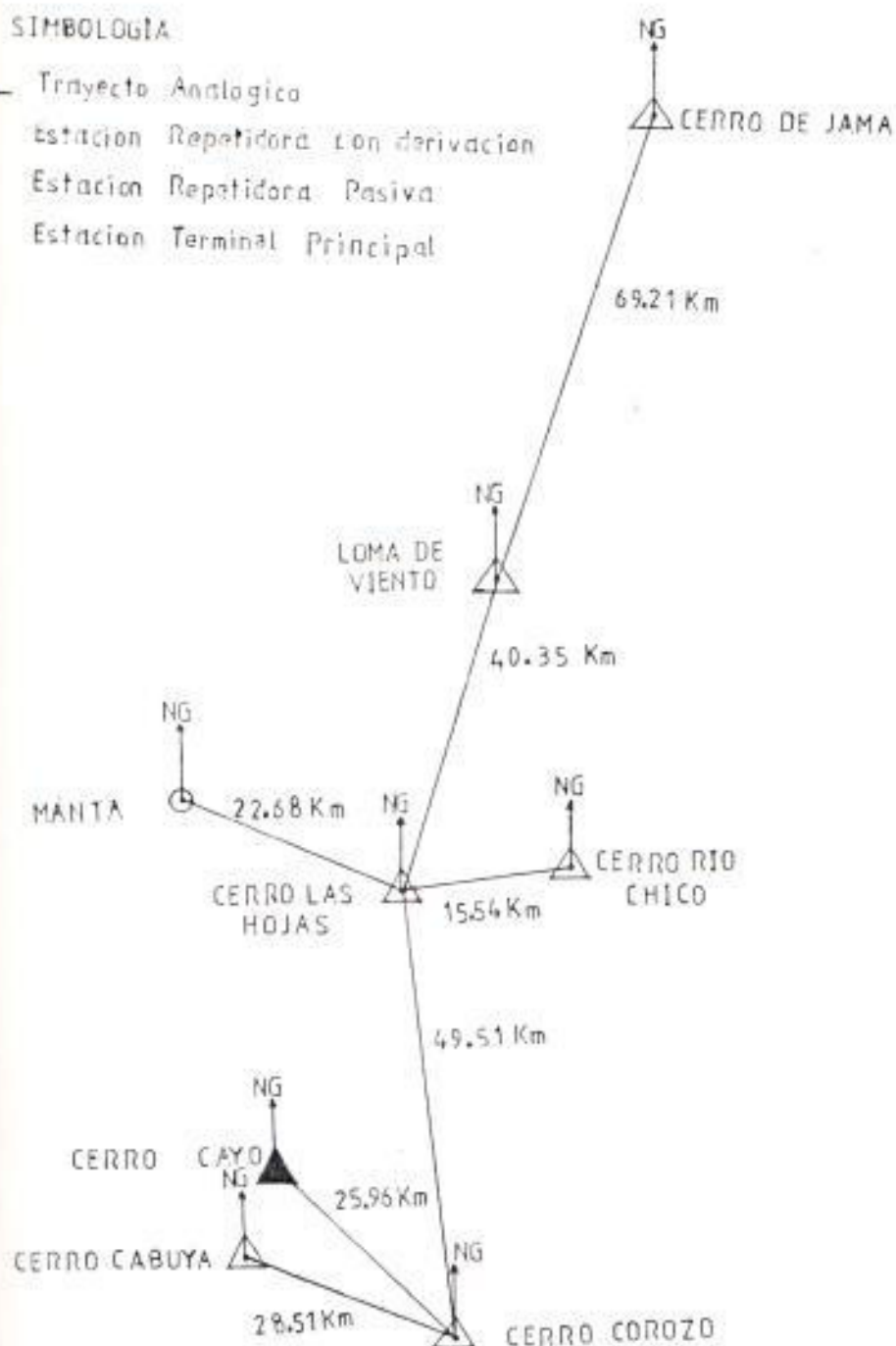


FIGURA 4.2.3: ESTRUCTURA DE LA RED PRIMARIA DEL SISTEMA DE RADIO ENLACE DE MANABÍ

Esta estación estará interconectada con Cerro las Hojas y fué creada para conectar a la red de larga distancia a los pueblos de Abdón calderón, Río Chico, Alhajuela y San Plácido.

CERRO CABUYA: Estación repetidora con derivación creada ubicada a 400 metros sobre el nivel del mar cuyas coordenadas geográficas son :

1° 32' 31" Latitud Sur

80° 46' 21" Longitud Oeste.

Esta estación estará interconectada con Cerro Corozo y fué creada para interconectar a la red telefónica de larga distancia a Puerto Lopez, Machalilla y San Lorenzo.

CERRO DE JAMA 1: estación repetidora a 643 metro de altura sobre el nivel del mar cuyas coordenadas geográficas son:

0° 7' 49" latitud Sur

80° 9' 47" longitud Occidental

Ubicada en el extremo Norte, teniendo un camino de

TABLA XI

CALCULOS DE PROPAGACION DE LA RED PRIMARIA

		C. DE JAMA 1 LOMA DE VIENTO		C. LAS HOJAS MANTA		C. LAS HOJAS C. COROZO		C. COROZO C. CABUYA		C. RIO CHICO C. LAS HOJAS		LOMA DE VIENTO C. LAS HOJAS		C. LAS HOJAS MANTA	
Altura	at	643	385	700	0	700	760	400	760	700	100	385	700	700	0
Distancia	km	69.21		22.60		49.51		20.51		15.54		40.35		22.60	
Radio	at	3.7	3.7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Altura de antena	at	15	20	10	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	15
Longitud del alimentador	at	25	30	20	25	20	20	20	20	20	20	20	20	20	25
Pérdida línea	dB	136.16		136.09		133.25		125.00		119.72		141.22		136.09	
Pérdida de transmisión	dB	0.00		2.13		0.64		4.0		4.0		1.9		2.13	
Atenuación y compensador	dB	3.6		3.60		3.60		0.0		0.0		3.6		3.6	
Gr	Gr														
dB	dB	35.4	35.4	43.5	43.5	33.8	33.8	31	31	31	31	43.5	43.5	43.5	43.5
Atenuación línea	(dB)	69.84		54.82		69.89		75.0		70.52		59.72		54.82	
Potencia de transmisor	(dBm)	30.00		27.00		30.00		30.00		30.00		27.00		27.00	
Nivel de entrada receptor	(dB)	-39.84		-27.82		-39.89		-45.00		-40.52		-32.72		-27.82	
SNR		87.11		93.20		87.86		83.30		87.86		88.38		93.20	
Potencia de línea	pwatt	1.94		0.469		1.94		4.59		1.63		1.452		0.469	

Escala
 Completa
 A=1000m
 B=1000m
 C= 250m

Altura
 (m)

Escala
 Completa
 A=240Km
 B=120Km
 C= 60Km

Distancia (KM)

LOMA DE VIENTO

Altura 385 m

CERRO DE JAMA 1

Altura 543 m

69.21 km

FIGURA 4.24 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO DE JAMA 1 LOMA DE VIENTO

Escala
 Completa
 A=4000m
 B=1000m
 C=250m

Altura
 (m)

Distancia (KM)

Escala
 Completa
 A=240Km
 B=120Km
 C=60Km

CERRO LAS HOJAS

Altura 700

LOMA DE VIENTO

Altura 385

40.349 KM

FIGURA 4.25 PERFIL TOPOGRAFICO LOMA DE VIENTO CERRO LAS HOJAS

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C=250m

Altura
(m)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C=60Km

Distancia (10%)

Manta 0 22.58 Km
Altura 0 700 m
Cerro las Hojas

FIGURA 4.26 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO LAS HOJAS - MANTA

Escala
 Completa
 A=4000m
 B=1000m
 C=250m

Altura
 (m)

Distancia (KM)

Escala
 Completa
 A=240Km
 B=120Km
 C=60Km

Cerro Corozo
 Altura 760 m

Cerro las Hojas
 Altura 700 m

49.51 KM

FIGURA 4.27 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO COROZO CERRO LAS HOJAS

Escala
 Completa
 A=4000m
 B=1000m
 C=250m

Altura
 (m)

Escala
 Completa
 A=240Km
 B=120Km
 C=60Km

Distancia (Km)

CERRO LAS HOJAS

Altura 760 m

CERRO RIO CHICO

Altura 180 m

15.54 Km

FIGURA 4.28 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO LAS HOJAS - CERRO RIO CHICO

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C=250m

Altura
(m)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C=60Km

Distancia (10%)

Cerro Cabuya

Altura 400 m

Cerro Corozo

Altura 760 m

28.51 10%

FIGURA 4.29 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO COROZO CERRO CABUYA

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Distancia (Km)

Cerro Pto Cayo
Altura 200

Cerro Corozo
Altura 750

26.01 Km

FIGURA 4.30 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO COROZO-CERRO PUERTO CAYO

Verano como vía de acceso que pasa a 300 metro por lo que habrá que desarrollar una vía de acceso.

BANDAS DE FRECUENCIAS A UTILIZARSE.

La planificación de frecuencias en la red de radioenlaces presenta los siguientes objetivos básicos:

- a) obtener el mejor rendimiento posible del espectro de frecuencia asignada a los servicios fijos y las disposiciones de radiocanales definidos por el CCIR en los márgenes respectivos.
- b) Permitir el tránsito de volumen de tráfico previsto en el futuro, dado que cada una de las disposiciones definidas por el CCIR establece una cierta capacidad máxima de canales telefónicos.
- c) Reducir la interferencia entre los diversos sistemas.
- d) facilitar los proyectos de rutas alternativas dentro del territorio nacional

e) facilitar los proyectos de conexión internacional.

En la tabla XXI se muestran las recomendaciones del CCIR con respecto al arreglo de canales de Radiofrecuencia. Para los sistemas de baja capacidad de 12 canales el CCIR no establece ninguna recomendación en esta banda del espectro de frecuencia, por lo cual aplicaremos un estudio de canalización realizado por la Compañía Telefónica FUJITSO para la banda asignada de los 400 Mhz la cual se la muestra en la figura 4.31 con una frecuencia central de 383 Mhz y con la frecuencia de cada radiocanal mediante las siguientes relaciones.

$$f_n = f_0 - 15 + 2n \quad (4.30)$$

$$f_n' = f_0 + 1 + 2n \quad (4.31)$$

$$n = 1, 2, 3, 4, 5 \text{ y } 6.$$

En la tabla XXII se muestran los resultados de las relaciones anteriores. Para los sistemas de 24 canales utilizaremos la banda de los 900 Mhz dada que esa banda no ha sido canalizada todavía por el CCIR se sugiere la siguiente canalización:

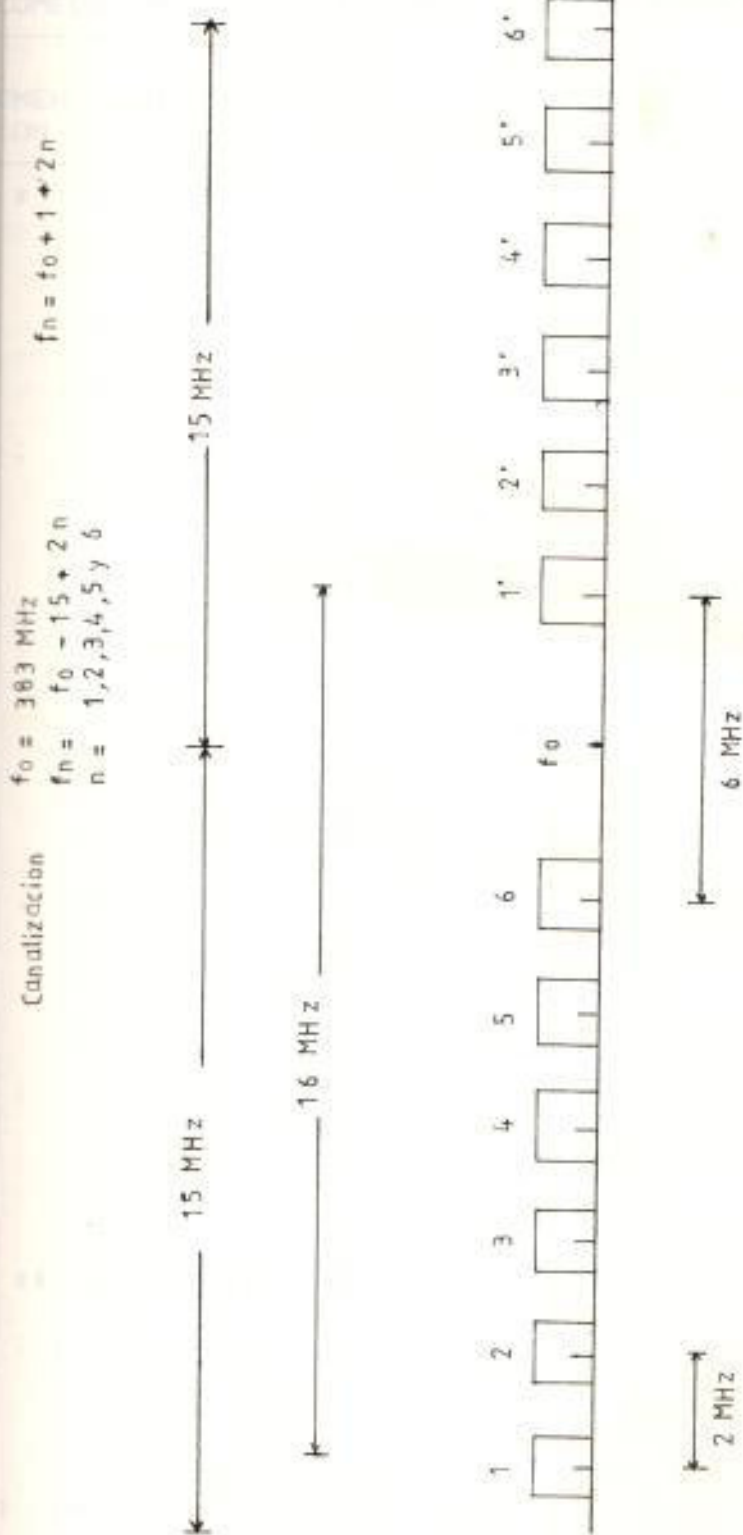


FIGURA 4.31: CANALIZACION EN LA BANDA DE 400 MHz

TABALA XXI

RECOMENDACION DEL CCIR PARA CANALIZACION EN RADIOFRECUENCIA

RECOMENDACION	BANDA GHZ	# DE RADIO CANALES	SEPARACION ENTRE RADIOCANALES	CAPACIDAD MAXIMA DE CADA RADIOCANAL
351 *	1.7-1.9	6	14	60/120/300 FDM
	1.9-2.1	6	14	60/120/300 FDM
	2.1-2.3	6	14	60/120/300 FDM
	2.5-2.7	6	14	60/120/300 FDM
352 ;	1.7-2.1	6	29	600/1800 FDM/TV
	1.9-2.1	6	29	600/1800 FDM/TV
	3.8-4.2	6	29	600/1800 FDM/TV
353 ;	5.9-6.4	8	29.65	600/1800 FDM/TV
	5.9-6.4	16	14.825	600 FDM
354 ;	6.4-7.1	8	40	960/2700 FDM/TV
	6.4-7.1	16	20	960 FDM/TV
355 ;	7.1-7.4	20	7	60/120/300 FDM
	7.4-7.8	20	7	60/120/300 FDM
	7.1-7.8	40	3.5	60/120/300/960 FDM
356 ;	7.7-8.3	8	29.65	1800 FDM/TV
	8.2-8.5	6	23.324	960 FDM/TV
	8.2-8.5	12	11.662	300 FDM/TV
357 **	10.7-11.1	12	40	600/1800 FDM
497 ;	12.75-13.25			< 34 Mbit/seg
				< 960 Mbit/seg

* ; para las bandas de referencia de 2.3-2.5 Ghz deberá ser hecho a las nuevas recomendaciones del CCIR.

se pueden ser usadas para sistemas digitales de alta capacidad.

TABLA XXII

CANALIZACION DE LA BANDA DE 12 CANALES TELEFONICOS

MITAD INFERIOR		MITAD SUPERIOR	
NUMERO DE CANAL	FRECUENCIA (Mhz)	NUMERO DE CANAL	FRECUENCIA (Mhz)
1	370	1'	386
2	372	2'	388
3	374	3'	390
4	376	4'	392
5	378	5'	394
6	380	6'	396

$$f_0 = 909.5 \text{ Mhz}$$

$$f_n = f_0 - 52 + 3.5.n \quad (4.32)$$

$$f_{n'} = f_0 + 5 + 3.5.n \quad (4.33)$$

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 \text{ y } 12.$$

La disposición de los canales, la indicamos en la figura 4.32. En la tabla XXIII se muestra el resultado de las relaciones anteriores.

Canalización

$$f_0 = 909.5 \text{ MHz}$$

$$f_n = f_0 + 52 + 3.5n$$

$$f_n = f_0 + 5 + 3.5n$$

$$n = 1, 2, 3, 4, \dots, 11, 12$$

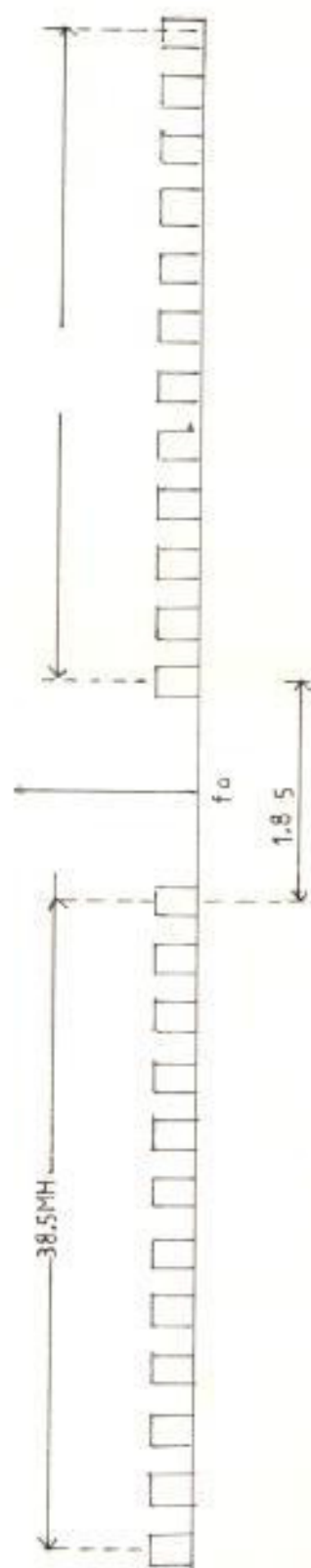


FIGURA 4.32: CANALIZACIÓN TELEFÓNICA PARA 24 CANALES

TABLA XXIII

CANALIZACION DE LA BANDA DE 24 CANALES TELEFONICOS

MITAD INFERIOR		MITAD SUPERIOR	
NUMERO DE CANAL	FRECUENCIA (Mhz)	NUMERO DE CANAL	FRECUENCIA (Mhz)
1	861	1'	918
2	864.5	2'	921.5
3	868	3'	925
4	871.5	4'	928.5
5	875	5'	932
6	878.5	6'	935.5
7	882	7'	939
8	885.5	8'	942.5
9	889	9'	946
10	892.5	10'	949.5
11	896	11'	953
12	899.5	12'	956.5

Para canalizar los enlaces de 60 y 120 canales telefónicos utilizaremos la banda de 1430 - 1530 Mhz sugerido por el IETEL debido a que esta banda no ha sido canalizada por el CCIR, para una frecuencia central f_0 de 1478.75 Mhz con las frecuencias de cada radiocanal en Mhz obtenidas mediante las siguientes relaciones :

$$f_n = f_0 - 51.25 + 5n \quad (4.34)$$

$$f_n' = f_0 + 1.25 + 5n \quad (4.35)$$

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 \text{ y } 9.$$

La disposición de los canales la indicamos en la figura 4.33. En la tabla XXIV se muestra los resultados de las relaciones anteriores.

TABLA XXIV

CANALIZACION DE LA BANDA DE 60 Y 120 CANALES TELEFONICOS

NUMERO DE CANAL	FRECUENCIA (Mhz)	NUMERO DE CANAL	FRECUENCIA (Mhz)
1	1432.5	1'	1485
2	1437.5	2'	1490
3	1442.5	3'	1495
4	1447.5	4'	1500
5	1452.5	5'	1505
6	1457.5	6'	1510
7	1462.5	7'	1515
8	1467.5	8'	1520
9	1472.5	9'	1525

Para canalizar los enlaces de 300 canales Telefónicos utilizaremos la banda de 2.1 - 2.3 Ghz

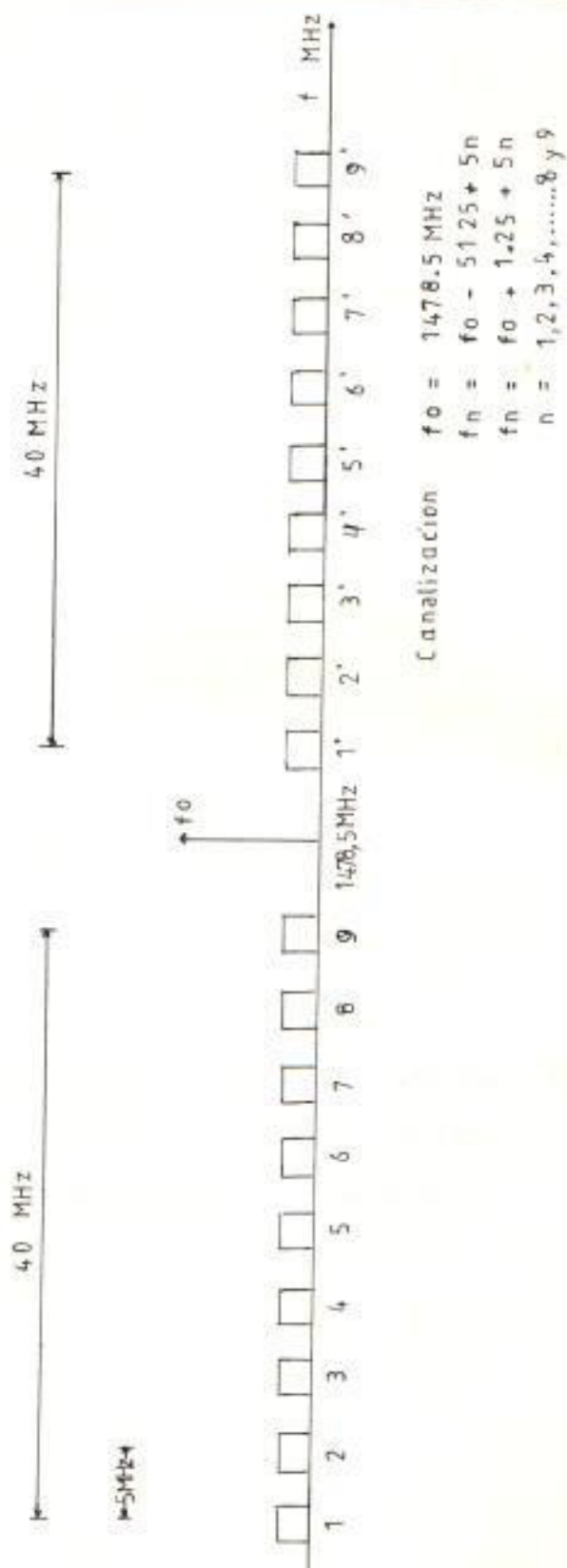


FIGURA 4.33: CANALIZACIÓN TELEFÓNICA PARA 60 Y 120 CANALES

de acuerdo a la recomendación 283.3 del CCIR con una frecuencia central de $f_0 = 2203 \text{ Ghz}$ con las frecuencias de cada radiocanal en Ghz obtenidas mediante las siguientes relaciones

$$f_n = f_0 - 108.5 + 14n \quad (4.36)$$

$$f_n' = f_0 + 10.5 + 14n \quad (4.37)$$

$n = 1, 2, 3, 4, 5 \text{ y } 6.$

Las disposiciones de los radiocanales lo indicamos en la figura 4.34. En la tabla XXV se muestra los resultados de las relaciones anteriores.

TABLA XXV

CANALIZACION DE LA BANDA DE 300 CANALES TELEFONICOS

MITAD INFERIOR		MITAD SUPERIOR	
NUMERO DE CANAL	FRECUENCIA (Mhz)	NUMERO DE CANAL	FRECUENCIA (Mhz)
1	2108.5	1'	2227.5
2	2122.5	2'	2241.5
3	2136.5	3'	2255.5
4	2150.5	4'	2269.5
5	2164.5	5'	2283.5
6	2178.5	6'	2297.5

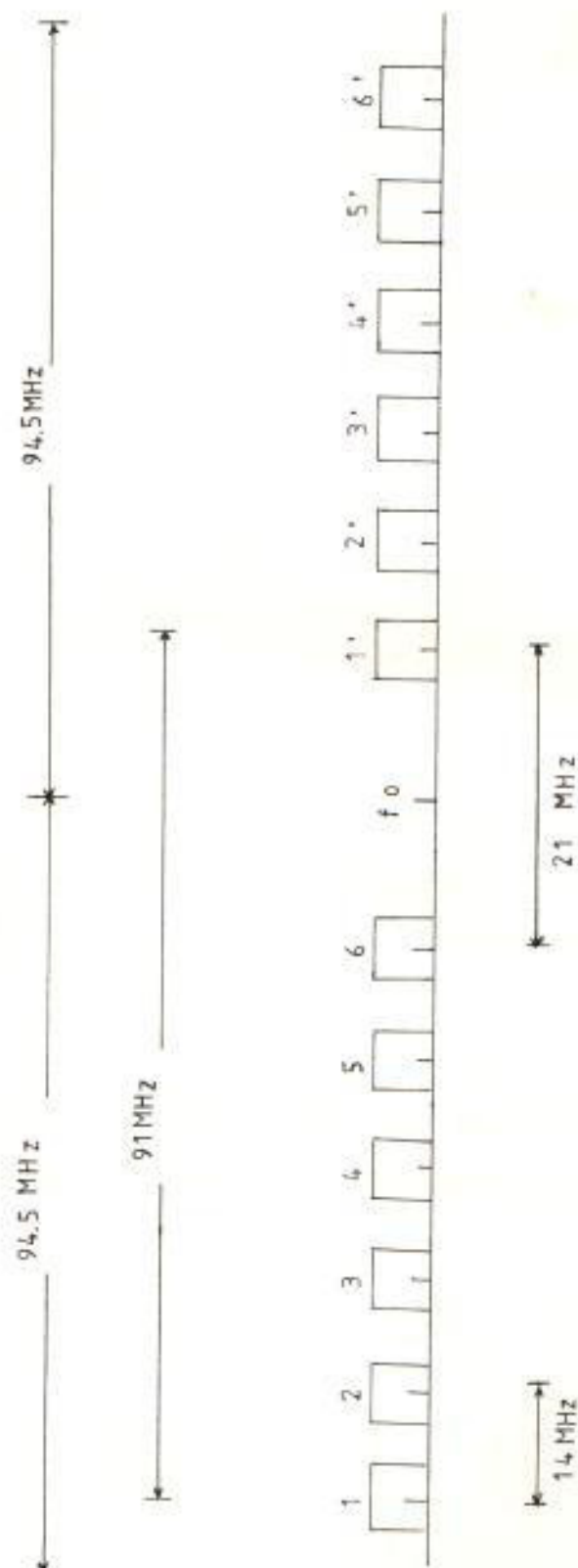


FIGURA 4.34: CANALIZACION TELEFONICA PARA LOS 300 CANALES

Para canalizar los enlaces de 960 canales utilizaremos la banda de los 6 GHz con una frecuencia central $f_0 = 6,770$ GHz y con las frecuencias de cada radiocanal en GHz obtenida mediante las siguientes relaciones

$$f_n = f_0 - 350 + 20n \quad (4.38)$$

$$f_n' = f_0 + 10 + 14n \quad (4.39)$$

$n = 1, 2, 3, \dots, 15, \text{ y } 16.$

La disposición de los radiocanales la indicamos en la figura 4.35. En la tabla XXVI se muestra el resultado de las relaciones anteriores.

UBICACION GEOGRAFICA DE LAS POBLACIONES RURALES QUE SE CONECTAN MEDIANTE RADIDENLACE.

COJIMIES: el punto donde hay línea de vista se encuentra a 20 mt de altura y a 300 mt del pueblo en las siguientes coordenadas :

$0^{\circ} 22' 17''$ Latitud Norte y $80^{\circ} 02' 09''$ Longitud Oeste

Canalización

$$f_0 = 6,77 \text{ MHz}$$

$$f_n = f_0 + 350 + 20n$$

$$f_n = f_0 + 10 + 14n$$

$$n = 1, 2, 3, 4, \dots, 13, 14, 15, 16$$

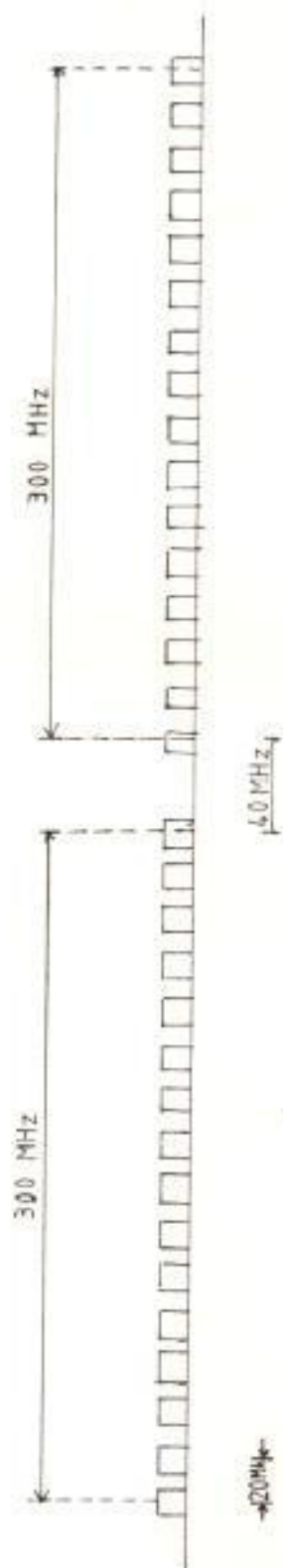


FIGURA 4.35: CANALIZACIÓN TELEFÓNICA PARA LOS 960 CANALES

TABLA XXVI

CANALIZACION DE LA BANDA DE 960 CANALES TELEFONICOS

NUMERO DEL CANAL	FRECUENCIA (Mhz)	NUMERO DEL CANAL	FRECUENCIA (Mhz)
1	6440	1°	6780
2	6460	2°	6800
3	6480	3°	6820
4	6500	4°	6840
5	6520	5°	6860
6	6540	6°	6880
7	6560	7°	6900
8	6580	8°	6920
9	6600	9°	6940
10	6620	10°	6960
11	6640	11°	6980
12	6660	12°	7000
13	6680	13°	7020
14	6700	14°	7040
15	6720	15°	7060
16	6740	16°	7080

PEDERNALES: El punto donde hay linea de vista con Cerro de Jama i se encuentra a 20 mt de altura en la poblacion de Pedernales en las siguientes coordenadas:

0° 04' 37" Latitud Norte y 80° 03' 00" Longitud Oeste

DIEZ DE AGOSTO: el punto donde hay línea de vista con Cerro de Jama 1 se encuentra a 348 mt de altura y a 1300 mt del pueblo en las siguientes coordenadas:

0° 08' 35" Latitud Sur y 80° 03' 28" Longitud Oeste

CONVENTO: ubicada a 520 mt de altura y a 1300 mt de la población de Convento en las siguientes coordenadas:

0° 12' 53" Latitud Sur y 80° 01' 39" Longitud Oeste

FLAVIO ALFARO: ubicado a 315 mt de altura y a 2000 mt de la población de Flavio Alfaro cerca a la carretera Flavio Alfaro-El Carmen en las siguientes coordenadas:

0° 22' 47" Latitud Sur y 79° 53' 24" Longitud Oeste

ELOY ALFARO: ubicada a 246 mt y a 1000 mt de la población cerca a un camino de verano por lo que hay que acondicionar la vía de acceso; en las siguientes coordenadas Geográficas:

0° 25' 13" Latitud Sur y 80° 06' 04" Longitud Oeste

RICAURTE: ubicada a 250 mt de altura a 2000 mt de la población de Ricaurte en un camino de Verano cerca a la carretera Ricaurte-Flavio Alfaro en las siguientes coordenadas:

0° 33' 28" Latitud Sur y 80° 01' 37" Longitud Oeste

SAN ISIDRO: ubicado a 410 mt de altura y a 3000 mt de la población de San Isidro cerca a la carretera San Isidro-Bahía de Caraquez en las siguientes coordenadas:

0° 23' 36" Latitud Sur y 80° 11' 10" Longitud Oeste

JAMA: ubicada a 0 mt de altura en la población de Jama en la siguiente coordenada:

0° 12' 00" Latitud Sur y 80° 15' 36" Longitud Oeste

BOYACA: ubicada a 220 mt de altura y a 1100 mt de la población de Boyacá cerca a la carretera Boyacá-Flavio Alfaro en las siguientes coordenadas

0° 33' 41" Latitud Sur y 80° 09' 59" Longitud Oeste

CANUTO: ubicada a 20 mt de altura sobre el nivel del mar en la población de Canuto en las

siguientes coordenadas:

0° 47' 43" Latitud Sur y 80° 07' 33" Longitud Oeste

SAN ANTONIO: ubicada a 10 mt de altura en la población de San Antonio en las siguientes coordenadas geográficas:

0° 42' 03" Latitud Sur y a 80° 09' 50" Longitud Oeste

SAN VICENTE: ubicado a 40 mtr de altura y a 800 mtr de la población de San Vicente en la carretera San Vicente-San Isidro en las siguientes coordenadas geográficas:

0° 34' 54" Latitud Sur y a 80° 23' 20" Longitud Oeste

CANOA: ubicada a 20 mt de altura a 1000 mt de la población de canoa en las siguientes coordenadas:

0° 27' 32" Latitud Sur y a 80° 27' 14" Longitud Oeste

TOSAGUA: ubicada a 5 mt de altura en la población de Tosagua en las siguientes coordenadas:

0° 47' 02" Latitud Sur y a 80° 13' 58" Longitud Oeste

CRUCITA: ubicada a 120 mt de altura sobre el nivel del mar a 600 mt del pueblo de Crucita cerca a un camino de Verano por lo que hay que acondicionar esta vía de acceso en las siguientes coordenadas:

0° 53' 07" Latitud Sur y a 80° 32' 33" Longitud Oeste.

JARAMIJO: ubicada a 40 mt de altura en la población de Jaramijó en las siguientes coordenadas:

0° 56' 30" Latitud Sur y a 80° 38' 06" Longitud Oeste

CHARAPOTO: ubicado a 40 mt de altura sobre el nivel del mar en la población de Charapoto en las siguientes coordenadas geográficas:

0° 49' 57" Latitud Sur y a 80° 28' 48" Longitud Oeste

PUEBLO NUEVO: ubicado a 1000 mt de altura sobre el nivel del mar y a 500 mt de de la población de Pueblo Nuevo cerca a la carretera Pueblo Nuevo-Portoviejo en las siguientes coordenadas:

0° 58' 56" Latitud Sur y a 80° 18' 32" Longitud oeste

JUNIN: ubicado a 352 mt de altura y a 2500 mt de

la población de Junín debiendo acondicionar una vía de acceso de 500 mt en las siguientes coordenadas:

0° 56' 51" Latitud Sur y a 80° 12' 51" Longitud Oeste

UNION: ubicada a 280 mt de altura y a 800 mt de la población de La Unión en las siguientes coordenadas:

01° 12' 39" Latitud Sur y a 80° 08' 38" Longitud Oeste

ROCAFUERTE: ubicada a 10 mt de altura en la población de Rocafuerte en las siguientes coordenadas:

0° 55' 23" Latitud Sur y a 80° 26' 55" Longitud Oeste

HONORATO VAZQUEZ: ubicado a 340 mt de altura y a 1500 mt de la población de Honorato Vazquez en las siguientes coordendas:

01° 07' 04" Latitud Sur y a 80° 13' 07" Longitud Oeste

SAN LORENZO: ubicada a 40 mt de altura a 500 mt de la población de Manta cerca a la carretera San

Lorenzo-Manta en las siguientes coordenadas geográficas:

01° 03' 50" Latitud Sur y a 80° 54' 09" Longitud Oeste

MACHALILLA: ubicada a 10 mt de altura en la población de Machalilla en las siguientes coordenadas:

01° 28' 07" Latitud Sur y a 80° 45' 47" Longitud Oeste

PUERTO LOPEZ: ubicada a 10 mt de altura en la población de Puerto Lopez en las siguientes coordenadas:

01° 33' 28" Latitud Sur y a 80° 48' 33" Longitud Oeste

ALHAJUELA: ubicada a 100 mt de altura y a 500 mt de la población a 200 mt de la carretera Alhajuela-Abdón Calderón en las siguientes coordenadas:

01° 03' 68" Latitud Sur y a 80° 16' 23" Longitud Oeste

ABDON CALDERON: ubicado a 10 mt de altura en la población de Abdón Calderón en las siguientes

coordenadas:

01° 01' 34" Latitud Sur y a 80° 20' 31" Longitud Oeste

OLMEDO: ubicada a 220 mt de altura a 1000 mt de la población en las siguientes coordenadas:

01° 23' 29" Latitud Sur y a 80° 13' 02" Longitud Oeste

BELLAVISTA: ubicado a 320 mt de altura y a 1500 mt de la población de Bellavista en las siguientes coordenadas:

01° 20' 18" Latitud Sur y a 80° 17' 35" Longitud Oeste

NBOGA: ubicada a 400 mt de altura y a 1500 mt de la población de Noboa cerca a la carretera Noboa-Paján en las siguientes coordenadas:

01° 24' 29" Latitud Sur y a 80° 22' 30" Longitud Oeste

GUALE: ubicado a 140 mt de altura a 300 mtr de distancia de la población de Guale en las siguientes coordenadas:

01° 37' 37" Latitud Sur y a 80° 14' 13" Longitud Oeste

CASCOL: ubicada a 200 mt de altura y a 200 mt de la población de Cascol cerca a la carretera Jipijapa-Cascol teniendo que desarrollar una vía de acceso de 200 mt, en las siguientes coordenadas:

01° 39' 47" Latitud Sur y a 80° 27' 25" Longitud Oeste

PAJAN: ubicado a 360 mt de altura a 2400 mt de la población de Paján cerca a la carretera Paján-Jipijapa; debiendo construirse una vía de acceso de 200 mt, en las siguientes en coordenadas:

01° 32' 39" Latitud Sur y a 80° 27' 25" Longitud Oeste

PEDRO PABLO GOMEZ: ubicada a 540 mt de altura y a 1900 mt de la población de Pedro Pablo Gomez, cerca a la carretera Pedro Pablo Gomez-Jipijapa debiendo construirse una vía de acceso de 300 mt en las siguientes coordenadas;:

01° 36' 45" Latitud Sur y a 80° 32' 54" Longitud Oeste

ANEGADO: ubicado a 400 mt de altura en la población de El Anegado; en las siguientes coordenadas:

01° 28' 01" Latitud Sur y a 80° 31' 53" Longitud Oeste

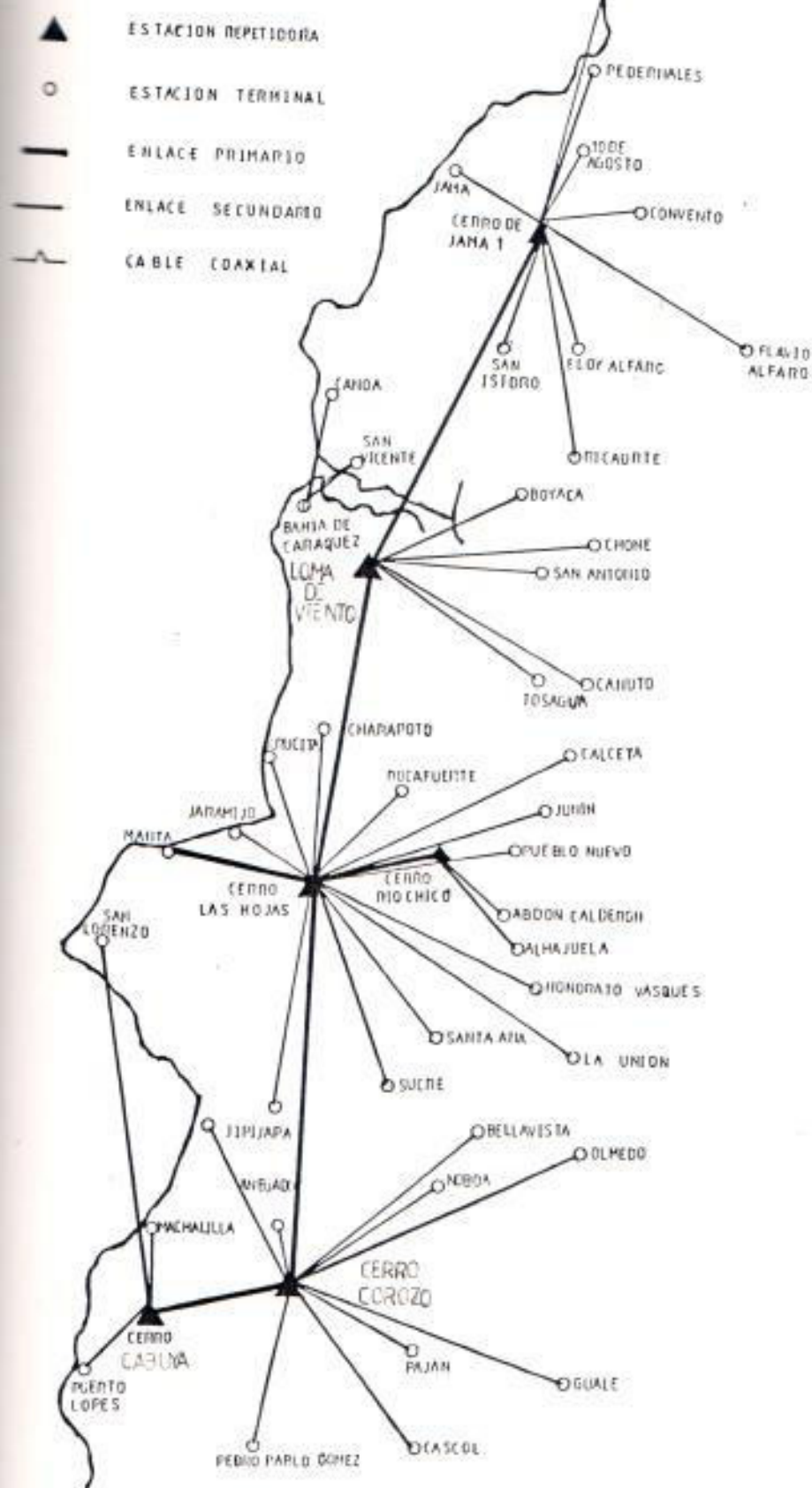
DISEÑO DEL SISTEMA DE LA RED SECUNDARIA DE RADIODENLACE DE LA PROVINCIA DE MANABI

Para diferenciar los trayectos de menor capacidad de canales telefónicos con los de mayor capacidad, designaremos a la red que vamos a analizar como una red secundaria por medio de la cual serviremos a las poblaciones de la Provincia de Manabi, por medio de las diferentes estaciones Repetidoras; para el analisis de esta red la dividiremos en tres zonas.

ZONA NORTE: esta zona está compuesta por las poblaciones conectadas con Cerro de Jama 1, las cuales se las indican en la figura 4.36. Estas poblaciones quedarán servidas por enlaces analógicos de baja capacidad.

ZONA CENTRO: compuesta por las poblaciones conectadas con Loma de Viento, Cerro las Hojas y Cerro Río Chico, los cuales se observa en la figura 4.36. Las poblaciones de esta zona tendrán enlaces analógicos de media y baja capacidad.

FIGURA 4.36 ENLACES DE RADIO DISEÑADOS



ZONA SUR; esta zona está compuesta por las poblaciones que conectan con las Repetidoras, Cerro Corpzo y Cerro Cabuya los cuales se muestran en la figura 4.36. Estas poblaciones se incorporarán a la red nacional de larga distancia mediante enlaces analógicos de baja capacidad.

A continuación damos una descripción de los enlaces:

ENLACES DE RADIO DE LA ZONA NORTE:

COJIMIES - CERRO DE JAMA 1

Distancia del enlace: 57.46 Kmt

Capacidad de Tráfico: 10 circuitos

Nivel de entrada al receptor: -49.91 dB

Cojimies se conecta con Cerro de Jama 1 mediante un sistema múltiple analógico de 12 canales. El punto de reflexión se encuentra ubicado a 2.36 km de Cojimies donde la onda reflejada es bloqueada por un obstáculo.

PEDERNALES - CERRO DE JAMA 1

Distancia del enlace: 26.19 Km

Capacidad del Tráfico: 12 circuitos

Nivel de entrada al receptor: -43.086 dB

Pedernales se conecta con cerro de Jama 1 mediante un sistema multiplex analógico de 12 canales. El punto de reflexión está ubicado a 0.885 km de Pedernales donde la onda reflejada es bloqueada por un obstáculo.

10 DE AGOSTO - CERRO DE JAMA 1

Distancia del enlace: 11.78 Km

Capacidad del Tráfico: 10 circuitos

Nivel de entrada al receptor: -36.14 dB

10 de Agosto se conecta con Cerro de Jama 1 mediante un sistema multiplex analógicos de 12 canales. El punto de Reflexión está ubicado a 3.675 Km de 10 de Agosto donde la onda reflejada es atenuada por un obstáculo.

CONVENTO - CERRO DE JAMA 1

Distancia del enlace: 17.75 km

Capacidad de Tráfico: 10 circuitos

Nivel de entrada al Receptor: -39.70 dB

Convento se conecta con Cerro de Jama 1 mediante un sistema analógico multiplex de 12 canales. El punto de reflexión está ubicado a 8.115 Km de Convento donde la onda Reflejada es bloqueada.

FLAVIO ALFARO - CERRO DE JAMA 1

Distancia del enlace: 39.67 km

Capacidad del tráfico: 21 circuitos

Nivel de entrada al Receptor: -45.35 dB

Flavio Alfaro se conecta con Cerro de Jama 1 mediante un sistema multiplex analógico de 24 canales. El punto de Reflexión está ubicado a 14.05 Km de Flavio Alfaro donde la onda Reflejada es atenuada por un obstáculo.

ELDY ALFARO - CERRO DE JAMA 1

Distancia del enlace : 32.96 Km

Capacidad del tráfico: 10 circuitos

Nivel de entrada al receptor: -45.083 dB

Eloy Alfaro se conecta con Cerro de Jama 1

mediante un sistema multiplex analógico de 12 canales. El punto de Reflexión se encuentra ubicado a 9.25 km de Eloy Alfaro y a 23.71 km de Cerro de Jama 1 donde la onda reflejada es atenuada por un obstáculo.

RICAURTE - CERRO DE JAMA 1

Distancia del enlace: 49.87 Km

Capacidad del Tráfico: 11 circuitos

Nivel de entrada al receptor: -44.16 dB

Ricaurte se conecta con Cerro de Jama 1 mediante un sistema multiplex de 12 canales. El punto de reflexión se encuentra a 14.155 Km de Ricaurte y a 35.715 km de Cerro de Jama 1 con lo que la onda reflejada se bloquea.

SAN ISIDRO - CERRO DE JAMA 1

Distancia del enlace: 29.08 km

Capacidad del tráfico: 12 circuitos

Nivel de entrada al receptor: -43.99 dB

San Isidro se conecta con Cerro de Jama 1 mediante un sistema multiplex analógico de 12 canales. El

punto de Reflexión se encuentra ubicada a 11.385 Km de Ricaurte y a 17.692 Km de Cerro de Jama 1 con lo que la onda Reflejada es bloqueada por un obstáculo.

JAMA-CERRO DE JAMA 1

Distancia del enlace: 13,3 km

Capacidad de tráfico: 17 circuitos

Nivel de entrada al receptor: -35.15 dB

Jama se conecta con Cerro de Jama 1 mediante un sistema multiplex analógico de 24 canales. El punto de Reflexión está situado a 0.21 Km de Jama y a 13.09 Km de Cerro de Jama 1 con lo que la onda Reflejada se bloquea.

LOMA DE VIENTO - BOYACA

Distancia del enlace: 31 km

Capacidad del tráfico: 12 circuitos

Nivel de entrada al receptor : -44.55 dB

Boyacá se conecta con Loma de Viento mediante un Sistema multiplex analógico de 12 canales. El punto de Reflexión se encuentra ubicado a 10,055

km de Boyacá y a 20,45 km de Loma de Viento con lo que la onda Reflejada se bloquea.

LOMA DE VIENTO - CANUTO

Distancia del enlace: 32.61 Km

Capacidad de tráfico: 12 circuitos

Nivel de Entrada al Receptor: -44.99 dB

Canuto se conecta con Loma de Viento mediante un sistema Multiplex Analógico de 12 canales. El punto de Reflexión se encuentra ubicado a 1.815 Km de Canuto y a 30.795 Km de Loma de Viento siendo la onda reflejada atenuada por un obstáculo.

LOMA DE VIENTO - SAN ANTONIO

Distancia del enlace: 26.78 km

Capacidad de Tráfico: 9 circuitos

Nivel de Entrada al Receptor: -43.28 Km

San Antonio se conecta con Loma de Viento mediante un Sistema Multiplex analógico de 12 canales. El punto de Reflexión se encuentra ubicado a 1.09 km de San Antonio y a 25.69 km de Loma de Viento donde la onda Reflejada es bloqueada.

LOMA DE VIENTO - TOSAGUA

Distancia del enlace: 21.048 km

Capacidad de tráfico: 36 circuitos

Nivel de entrada al Receptor: -38.48 dB

Tosagua se conecta con Loma de Viento mediante un sistema multiplex analógico de 60 canales. El punto de Reflexión está ubicado a 1.014 Km de Tosagua y a 20.034 km de Loma de Viento, donde la onda Reflejada se bloquea con un obstáculo.

CERRO LAS HOJAS - JUNIN

Distancia del enlace: 37.77 km

Capacidad del Tráfico: 30 circuitos

Nivel de entrada al receptor: -36.16 dB

Junin se conecta con Cerro las Hojas mediante un sistema multiplex analógico de 60 canales. El punto de Reflexión está ubicado a 7.5 km de Junin y a 30.27 km de Cerro las Hojas donde la onda Reflejada se bloquea con un obstáculo.

CERRO LAS HOJAS - LA UNION

Distancia del enlace: 47.554 km

Capacida del Tráfico: 12 circuitos

Nivel de entrada al Receptor: -48.26 dB

La Unión se conecta con Cerro Las Hojas mediante un sistema multiplex analógico de 30 canales. El punto de Reflexión está ubicado a 14.328 km de la Unión y a 33.226 km de Cerro Las Hojas donde la onda Reflejada es bloqueada con obstáculo.

CERRO LAS HOJAS - PUEBLO NUEVO

Distancia del enlace: 26.59 km

Capacidad del tráfico: 5 circuitos

Nivel de entrada al Receptor: -43.218 dB

Pueblo Nuevo se conecta con Cerro Las Hojas mediante un Sistema multiplex analógico de 12 canales. El punto de reflexión está ubicado a 3.447 km de Pueblo Nuevo y a 23.147 km de Cerro Las Hojas donde la onda Reflejada es bloqueada por un obstáculo.

HONORATO VAZQUEZ - LAS HOJAS

Distancia del enlace: 36.81 km

Capacidad del Tráfico: 10 circuitos

Nivel de entrada al Receptor: -46.04 dB

Honorato Vasquez se conecta con Cerro Las Hojas mediante un Sistema multiplex analógico de 12 canales; el punto de reflexión está ubicado a 12.145 km de Honorato Vasquez y a 24.665 km Cerro las Hojas; donde la onda Reflejada es bloqueada por un obstáculo.

CHARAPOTO - CERRO LAS HOJAS

Distancia del enlace: 24.149 km

Capacidad del Tráfico: 18 circuitos

Nivel de entrada del Receptor: -37.63 dB

Charapotó se conecta con Cerro Las Hojas mediante un Sistema multiplex analógico de 24 canales; el punto de Reflexión está ubicado a 3.15 km de Charapotó donde la onda Reflejada es atenuada por un obstáculo.

CERRO LAS HOJAS - JARAMIJO

Distancia del enlace: 15.18 km

Capacidad de Tráfico: 20 circuitos

Nivel de entrada al Receptor: -35.60 dB

Jaramijó se conecta con Cerro Las Hojas mediante un Sistema Multiplex analógicos de 24 canales. El punto de reflexión está ubicado a 1.0345 km de Jaramijó y a 14.162 km de Cerro Las Hojas donde la onda Reflejada es bloqueada por un obstáculo.

CERRO LAS HOJAS - CRUCITA

Distancia del Enlace: 17.34 km

Capacidad de Tráfico: 11 circuitos

Nivel de Entrada al Receptor: -39.50 dB

Crucita se conecta con Cerro las Hojas mediante un Sistema multiplex analógico de 12 canales. El punto de Reflexión está ubicado a 2.67 km de Crucita y a 14.67 km de Cerro las Hojas siendo la onda reflejada vbloqueada por un obstáculo.

CERRO LAS HOJAS - ROCAFUERTE

Distancia del enlace: 16.66 km

Capacidad de Tráfico: 36 circuitos

Nivel De Entrada al Receptor : 35.79 dB

Rocafuerte se conecta con Cerro Las Hojas mediante un Sistema multiplex analógico de 60 canales. El punto de Reflexión está ubicado a 0.39 km de Rocafuerte siendo la onda Reflejada bloqueada por un obstáculo.

CERRO COROZO - BELLAVISTA

Distancia del Enlace: 30.168 km

Capacidad de Tráfico: 8 canales

Nivel de entrada al Receptor: -42.266 dB

Bellavista se conecta con Cerro Corozo mediante un Sistema multiplex analógico de 12 canales. El punto de Reflexión se encuentra a 9.036 km de Bellavista y a 21.132 km de Cerro Corozo siendo la onda Reflejada bloqueada por un obstáculo.

CERRO COROZO - NOBOA

Distancia del enlace : 30.168 km

Capacidad de Tráfico : 8 canales

Nivel de entrada al Receptor: - 35.79 dB

Noboa se conecta con Cerro Corozo mediante un sistema multiplex analógico de 12 canales. El

punto de Reflexión se encuentra a 6.335 Km de Noboa y a 11.895 km de cerro Corozo siendo la onda Reflejada bloqueada por un obstáculo.

CERRO COROZO - GUALE

Distancia del enlace: 35.257 km

Capacidad de Tráfico: 7 canales

Nivel de entrada al Receptor: -45.948 dB

Guale se conecta con Cerro Corozo mediante un sistema multiplex analógico de 12 canales; el punto de reflexión se encuentra ubicado a 5.82 km de Guale y a 29.437 km de Cerro Corozo siendo la onda Reflejada bloqueada por un obstáculo.

CERRO COROZO - CASCOL

Distancia del enlace : 28.948 km

Capacidad de Tráfico : 10 canales

Nivel de Entrada al receptor : -41.28 dB

Cascol se conecta a Cerro Corozo mediante un Sistema multiplex analógico de 12 canales. El punto de Reflexión está ubicado a 4.532 km de Cascol siendo la onda Reflejada bloqueada por un

obstáculo.

CERRO COROZO - ANEGADO

Distancia del enlace: 2.46 km

Capacidad de Tráfico: 20 canales

Nivel de Entrada al Receptor: -41.28 dB

Anegado se conecta con Cerro Corozo mediante un Sistema Multiplex analógico de 24 canales; el punto de Reflexión se encuentra ubicado a 0.867 km de Anegado siendo bloqueada la onda reflejada por un obstáculo.

CERRO COROZO - PAJAN

Distancia del enlace : 10.57 km

Capacidad de Tráfico : 27 canales

Nivel de Entrada al Receptor : - 17.17 dB

Paján se conecta con Cerro Corozo mediante un Sistema multiplex analógico de 60 canales. El punto de Reflexión se encuentra ubicado a 3.465 km de Paján y a 7.105 km de Cerro Corozo; siendo bloqueada la onda Reflejada por un obstáculo.

CERRO COROZO - OLMEDO

Distancia del Enlace : 35.401 km

Capacidad de Tráfico : 11 canales

Nivel de entrada al Receptor: -45.70 dB

OlmEDO se conecta con Cerro Corozo mediante un Sistema multiplex analógico de 12 canales. El punto de reflexión se encuentra ubicado a 8.03 km de Olmedo y a 27.371 km de Cerro Corozo siendo bloqueada la onda Reflejada por un obstáculo.

CERRO CABUYA - MACHALILLA

Distancia del Enlace: 8.204 km

Capacidad de Tráfico: 11 canales

Nivel de Entrada al Receptor : - 33.284

Machalilla se conecta con Cerro Cabuya mediante un Sistema multiplex analógico de 12 canales. El punto de Reflexión está ubicado a 0.5 km de Machalilla siendo la onda Reflejada bloqueada por un obstáculo.

CERRO CABUYA - SAN LORENZO

Distancia del Enlace : 55 km

Capacidad de Tráfico : 6 canales

Nivel de Entrada al Receptor : -50.09 dB

San Lorenzo se conecta con Cerro Cabuya mediante un Sistema Multiplex analógico de 12 canales. El punto de reflexión está ubicado a 6.8 km de San Lorenzo y a 48.2 km de Cerro Cabuya. El trayecto es sobre agua pero un obstáculo bloquea a la onda Reflejada.

CERRO CABUYA - PUERTO LOPEZ

Distancia del Enlace : 4.46 km

Capacidad de Tráfico : 20 canales

Nivel de Entrada al Receptor : - 28.35 dB

Puerto Lopez se conecta con Cerro Cabuya mediante un Sistema analógico de 24 canales. El punto de Reflexión está ubicado a 2.528 km de Puerto Lopez siendo la Onda reflejada bloqueada por un obstáculo.

CERRO RIO CHICO - ABDON CALDERON

Distancia del enlace : 8.37 km

Capacidad de Tráfico : 17 canales

Nivel de entrada al Receptor : -36.63 dB

Abdón Calderón se conecta con Cerro Río Chico mediante un sistema multiplex analógico de 24 canales, el Punto de Reflexión se encuentra a 0.853 km de Abdón Calderón siendo la onda Reflejada atenuada por un obstáculo.

CERRO RIO CHICO - ALHAJUELA

Distancia del enlace : 16.54

Capacidad de Tráfico : 19 canales

Nivel de Entrada al Receptor : - 42.54 dB

Alhajuela se conecta con Cerro Río Chico mediante un Sistema multiplex analógico de 24 canales; el punto de reflexión está ubicado a 6.404 km de Alhajuela siendo la onda reflejada bloqueada por un obstáculo

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)

Distancia (KM)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Cerro Jama1

Altura 643 m

Cojimies

Altura 20 m

57.46 KM

FIGURA 4.37 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO JAMA1 - COJIMIES

Escala
 Completa
 A=4000m
 B=1000m
 C= 250m

Altura
 (m)

Distancia (km)

Escala
 Completa
 A=240Km
 B=120Km
 C= 60Km

Cerro de Jama 1

altura 643 m

Pedernales

Altura 20 m

26.19 km

FIGURA 4.36 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO DE JAMA 1-PEDERNALES

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Cerro de Jama 1
altura 643

10 de Agosto
Altura 368

11.76 Km

Distancia (Km)

FIGURA 4.39 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO DE JAMA 1 - 10 DE AGOSTO

Escala
 Completa
 A=4000m
 B=1000m
 C= 250m

Altura
 (m)

Escala
 Completa
 A=240Km
 B=120Km
 C= 60Km

Distancia (10%)

Cerro de Jama 1
 Altura 643 m

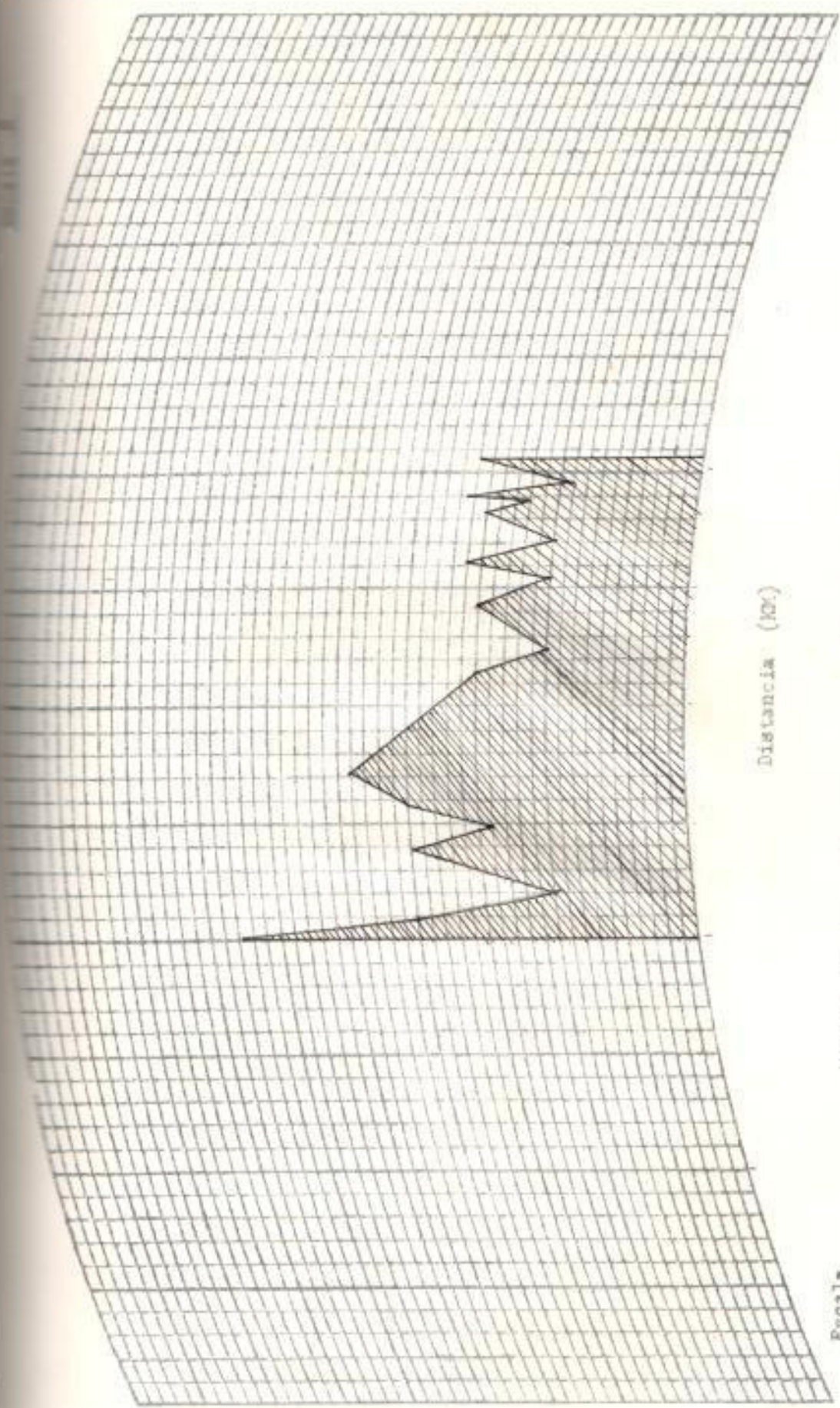
Convento
 Altura 54 m

17.75 Km

FIGURA 4.40 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO DE JAMA 1 - CONVENTO

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)



Distancia (Km)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Cerro de Jama 1
Altura 643 m

Flavio Alfaro
Altura 315 m

41.11 Km

FIGURA 4.41 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO DE JAMA 1 - FLAVIO ALFARO

Escala
 Completa
 A=4000m
 B=1000m
 C= 250m

Altura
 (m)

Distancia (KM)

Escala
 Completa
 A=240Km
 B=120Km
 C= 60Km

Cerro Jama 1
 Altura 643

Eloy Alfaro
 Altura 246

32.96 KM

FIGURA 4.4.2 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO DE JAMA 1-ELOY ALFARO

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Distancia (Km)

Cerro Jama 1

Altura 643

Ricaurte

Altura 250

49.87

Km

FIGURA 4.4.3 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO DE JAMA 1-RICAURTE

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C=250m

Altura
(m)

Distancia (Km)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C=60Km

Cerro de Jama 1
altura 643

San Isidro
altura 410

29.08

FIGURA 4.44 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO DE JAMA1 - SAN ISIDRO

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)

Distancia (Km)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

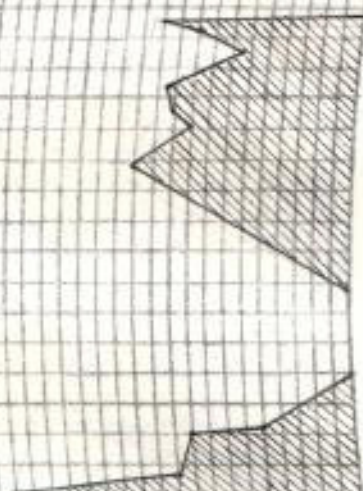
Jama Altura 0
Cerro de Jama1 Altura 643

13.30 Km

FIGURA 4.45 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO DE JAMA 1 JAMA

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)



Distancia (10%)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Loma de viento
Altura 385

Boyaca
Altura 220

31 Km

FIGURA 4.1.6 PERFIL TOPOGRAFICO LOMA DE VIENTO - BOYACA

Escala
 Completa
 A=4000m
 B=1000m
 C= 250m

Altura
 (m)

Escala
 Completa
 A=240Km
 B=120Km
 C= 60Km

Distancia (Km)

Loma de viento

Altura 385 m

Canuto

Altura 20 m

32.61 Km

FIGURA 4.47 PERFIL TOPOGRAFICO LOMA DE VIENTO - CANUTO

Escala
 Completa
 A=4000m
 B=1000m
 C=250m

Altura
 (m)

Distancia (Km)

Escala
 Completa
 A=240Km
 B=120Km
 C=60Km

Loma de Viento

Altura 385

26.78

Km

San Antonio

Altura 10

FIGURA 4-48 PERFIL TOPOGRAFICO LOMA DE VIENTO SAN ANTONIO

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Distancia (km)

Loma de Viento

Altura 385

Tosagua

Altura 5

21048

km

FIGURA 4/9 PERFIL TOPOGRAFICO LOMA DE VIENTO - TOSAGUA

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)

Distancia (KM)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Cerro las Hojas

Altura 700

Junin

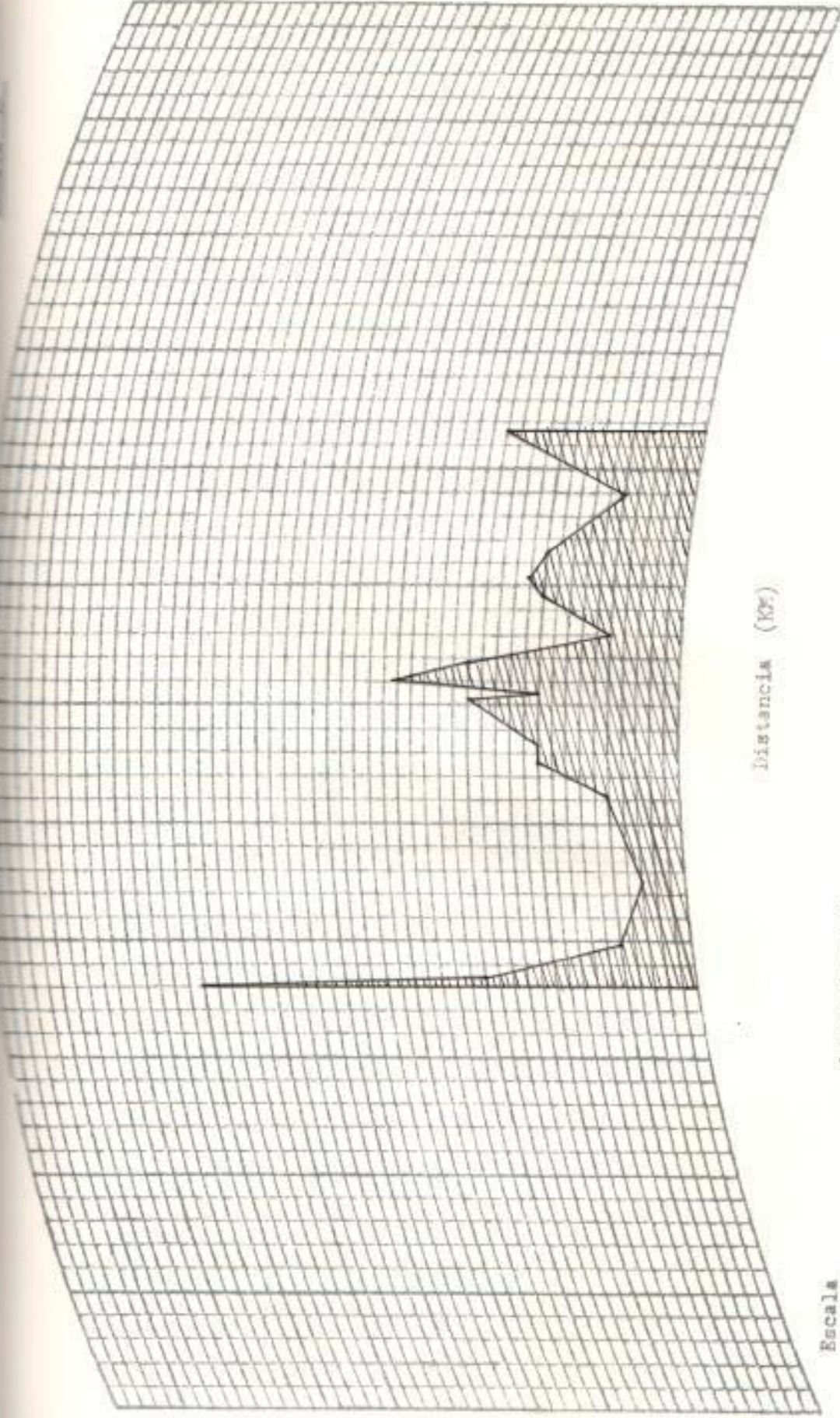
Altura 352

39.77 KM

FIGURA 4.50 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO LAS HOJAS - JUNIN

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)



Distancia (Km)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Cerro las Hojas
Altura 700 m

La Union
Altura 280 m

47.554 Km

FIGURA 4.51 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO LAS HOJAS - LA UNION

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C=250m

Altura
(m)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C=60Km

Distancia (Km)

Cerro las Hojas
Altura 700 m

Pueblo Nuevo
Altura 100 m

26.59 Km

FIGURA 4.52 PERFIL TOPOGRÁFICO CERRO LAS HOJAS - PUEBLO NUEVO

Escala
 Completa
 A=4000m
 B=1000m
 C=250m

Altura
 (m)

300

Escala
 Completa
 A=240Km
 B=120Km
 C=60Km

HONORATO VASQUEZ
 Altura 340 m

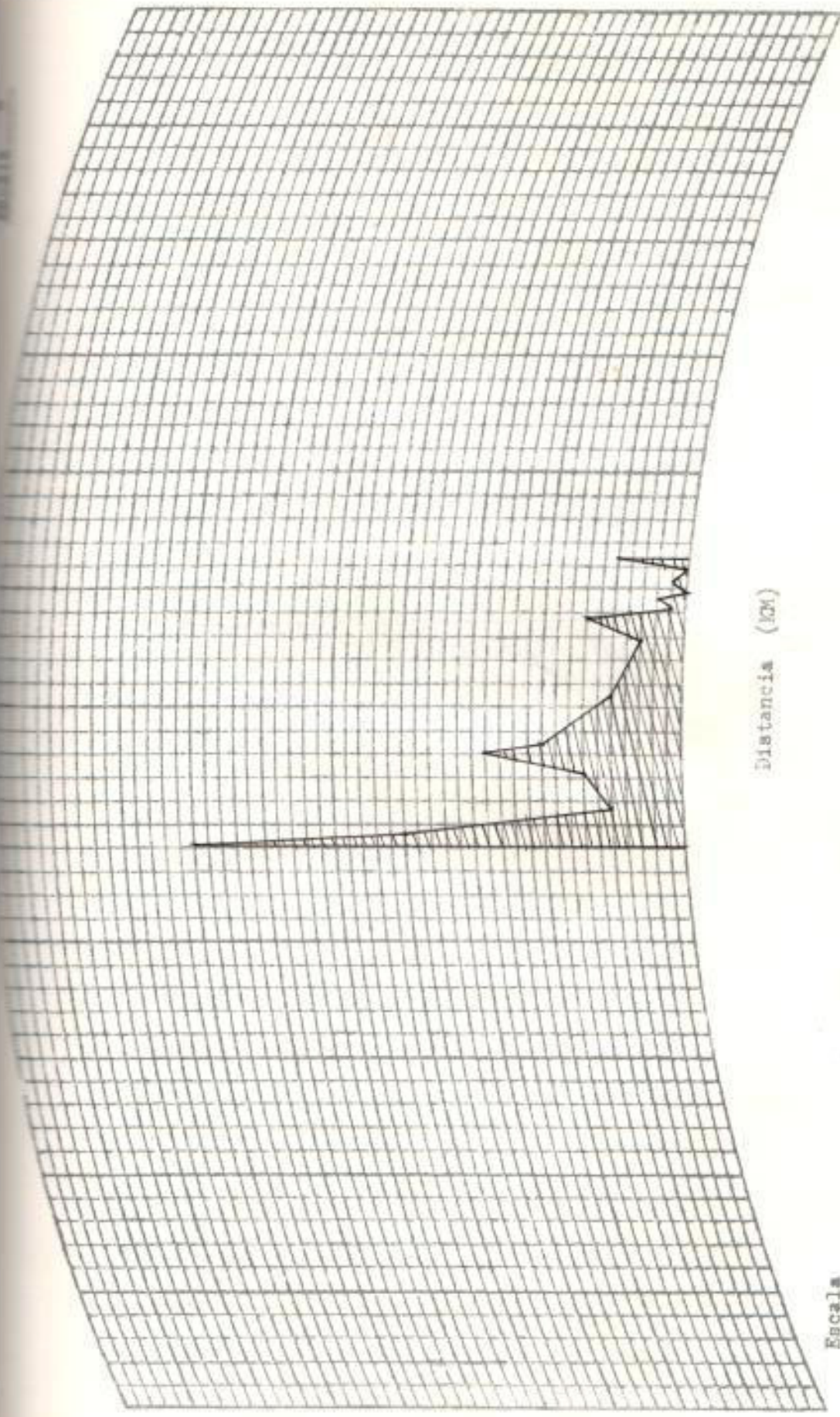
36.81 km

CERRO DE HOJAS
 Altura 700 m

FIGURA 4.53 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO LAS HOJAS HONORATO VASQUEZ

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)



Distancia (Km)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Cerro las Hojas
Altura 700 m

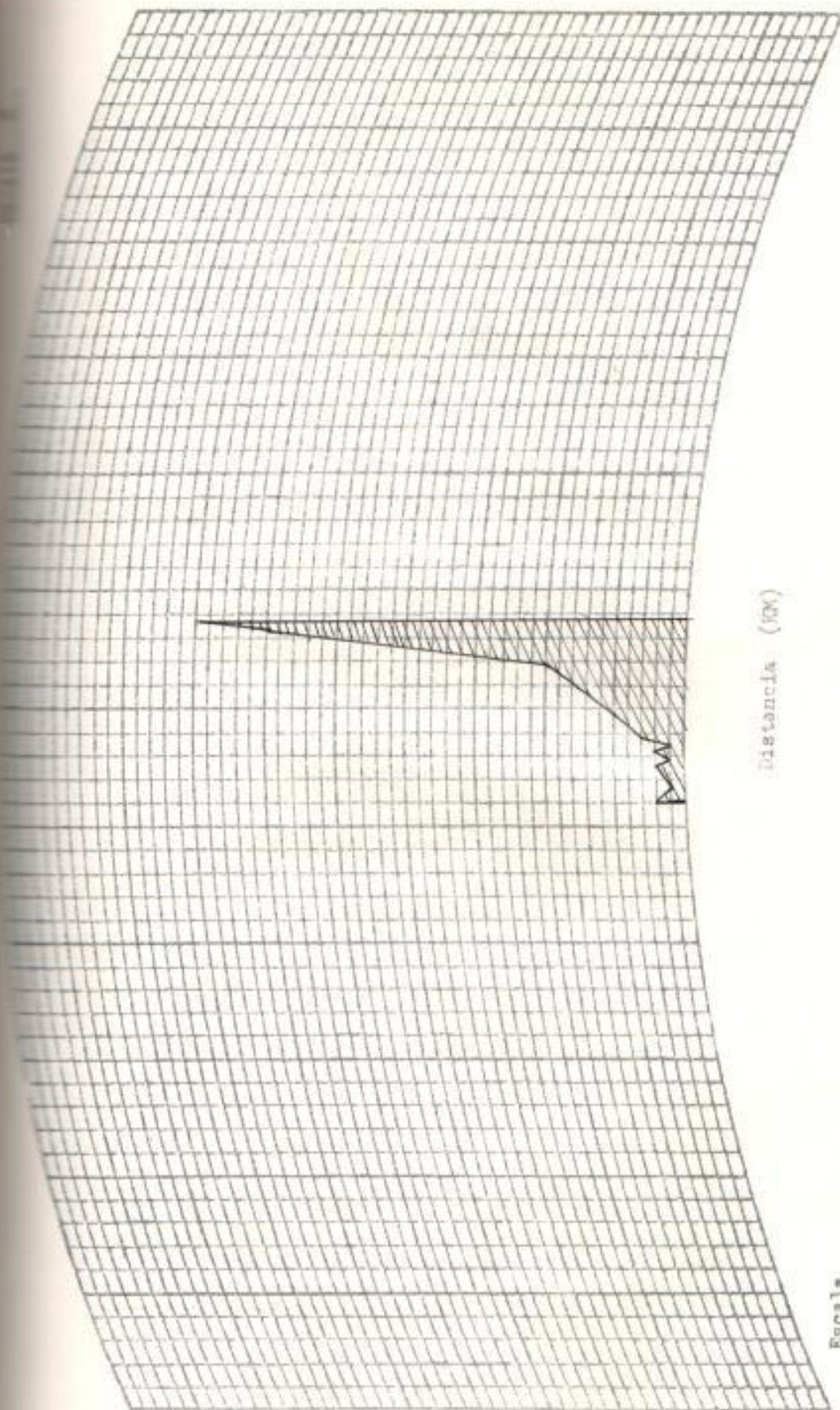
Charapotó
Altura 40 m

24.12 Km

FIGURA 4.54 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO LAS HOJAS CHARAPOTO

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C=250m

Altura
(m)



Distancia (Km)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C=60Km

Jaramijo

Altura 40 m

Cerro las Hojas

Altura 700 m

15.18 Km

FIGURA 4.55 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO LAS HOJAS - JARAMIJO

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C=250m

Altura
(m)

Distancia (Km)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C=60Km

Crucita
Altura 120

Las Hojas
Altura 700

17.34 Km

FIGURA 4.5.6 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO LAS HOJAS - CRUCITA

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C=250m

Altura
(m)

Distancia (Km)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C=60Km

Cerro las Hojas
Altura 700

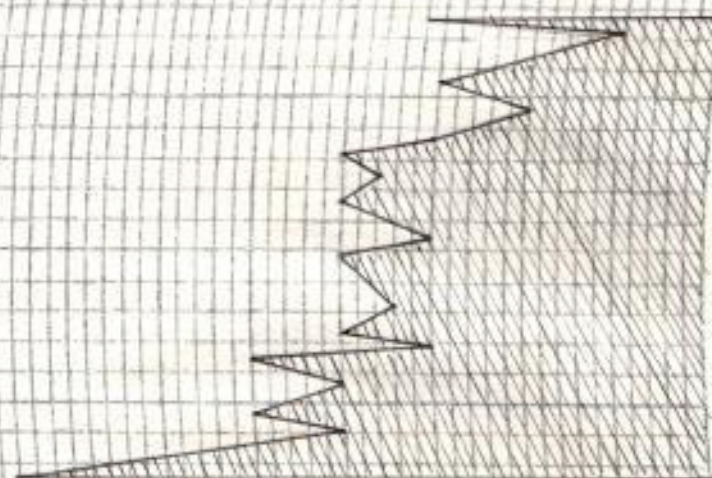
Rocafuerte
Altura 10

16.66 Km

FIGURA 4.57 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO LAS HOJAS - ROCAFUERTE

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C=250m

Altura
(m)



Distancia (km)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C=60Km

Cerro Corozo

Altura 763 m

Bellavista

Altura 320 m

30.168 km

FIGURA 4.58 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO COROZO - BELLAVISTA

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Cerro Corozo

Altura 760

Noboa

Altura 400

18.23 KM

FIGURA 4.59 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO COROZO - NOBOA

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)

Distancia (KM)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Cerro Corozo

Altura 763

Guale

Altura 140

35.257

FIGURA 4.60 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO COROZO - GUALE

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)

Distancia (KM)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Cascol

Altura 200

Cerro Corozo

Altura 763

20.915

FIGURA 1.61 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO COROZO - CASCOL

Escala
 Completa
 A=4000m
 B=1000m
 C= 250m

Altura
 (m)

Escala
 Completa
 A=240Km
 B=120Km
 C= 60Km

Distancia (KM)

ANEGADO

Altura 400

CERRO COROZO

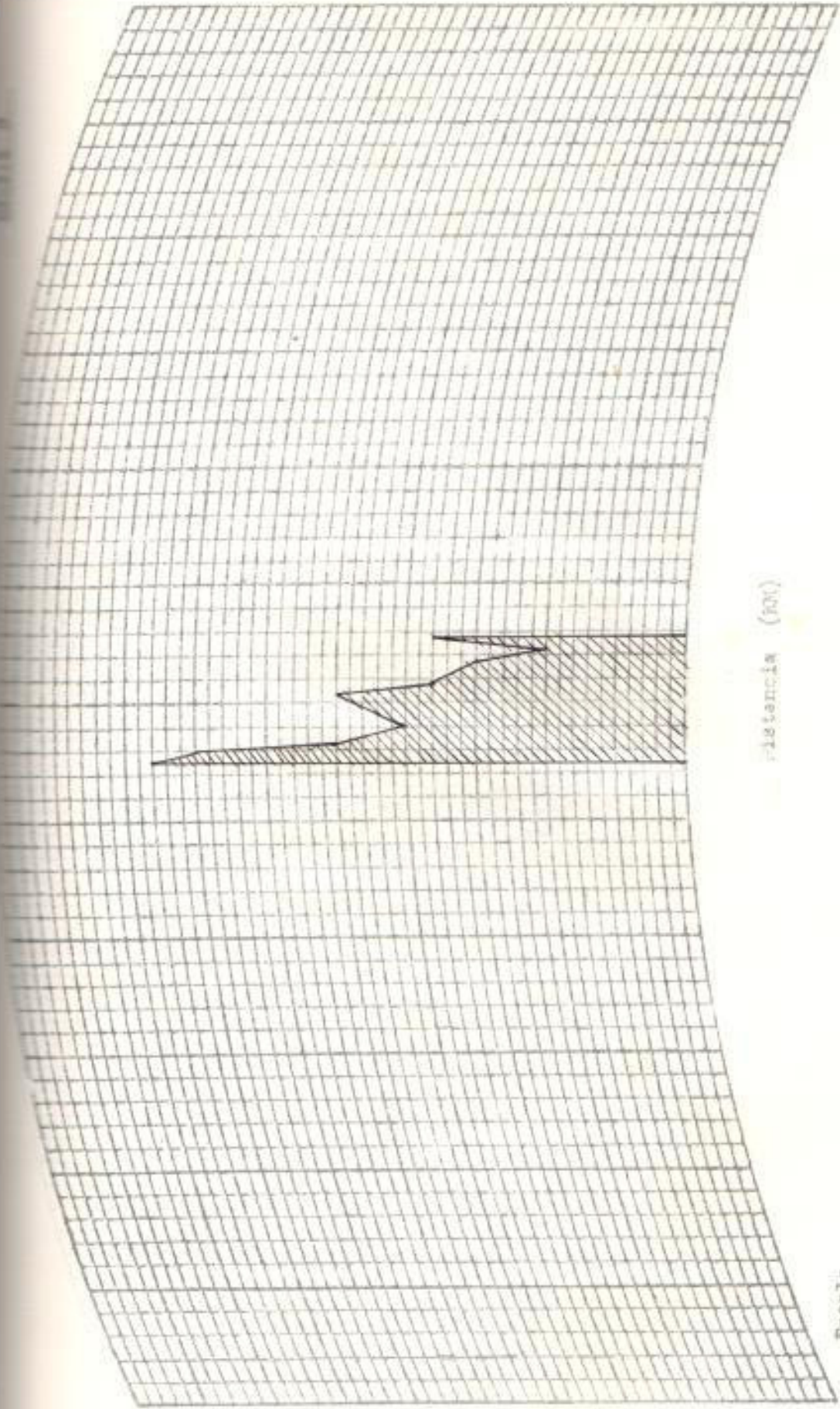
Altura 760

2.46 KM

FIGURA 4.52 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO COROZO - ANEGADO

Escala
 Completa
 A=4000m
 B=1000m
 C=250m

altura
 (m)



distancia (m)

Escala
 Completa
 A=240Km
 B=120Km
 C=60Km

Cerro Corozo

Altura 760

Pajan

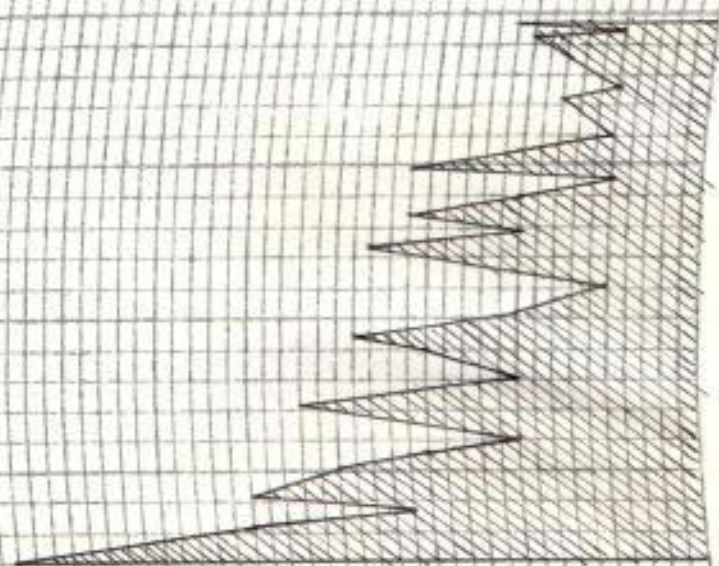
Altura 360

10.57

FIGURA 4.63 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO COROZO - PAJAN

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C=250m

Altura
(m)



Distancia (km)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C=60Km

Cerro Corozo

Altura

760

m

Olmedo

Altura

220

m

35.401 km

FIGURA 4.64 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO COROZO - OLMEDO

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)

Distancia (Km)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Cerro Corozo

Altura 763

Pedro Pablo Gomez

Altura 540

14.39 Km

FIGURA 4.55 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO COPOZO - PEDRO PABLO GOMEZ

Escala
 Completa
 A=4000m
 B=1000m
 C= 250m

Altura
 (m)

Escala
 Completa
 A=240Km
 B=120Km
 C= 60Km

Machalilla
 Altura 10 m

Cerro Cabuya
 Altura 400 m

8.204 KM

Distancia (KM)

FIGURA 4.66 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO CABUYA - MACHALILLA

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Distancia (KM)

San Lorenzo
Altura 40

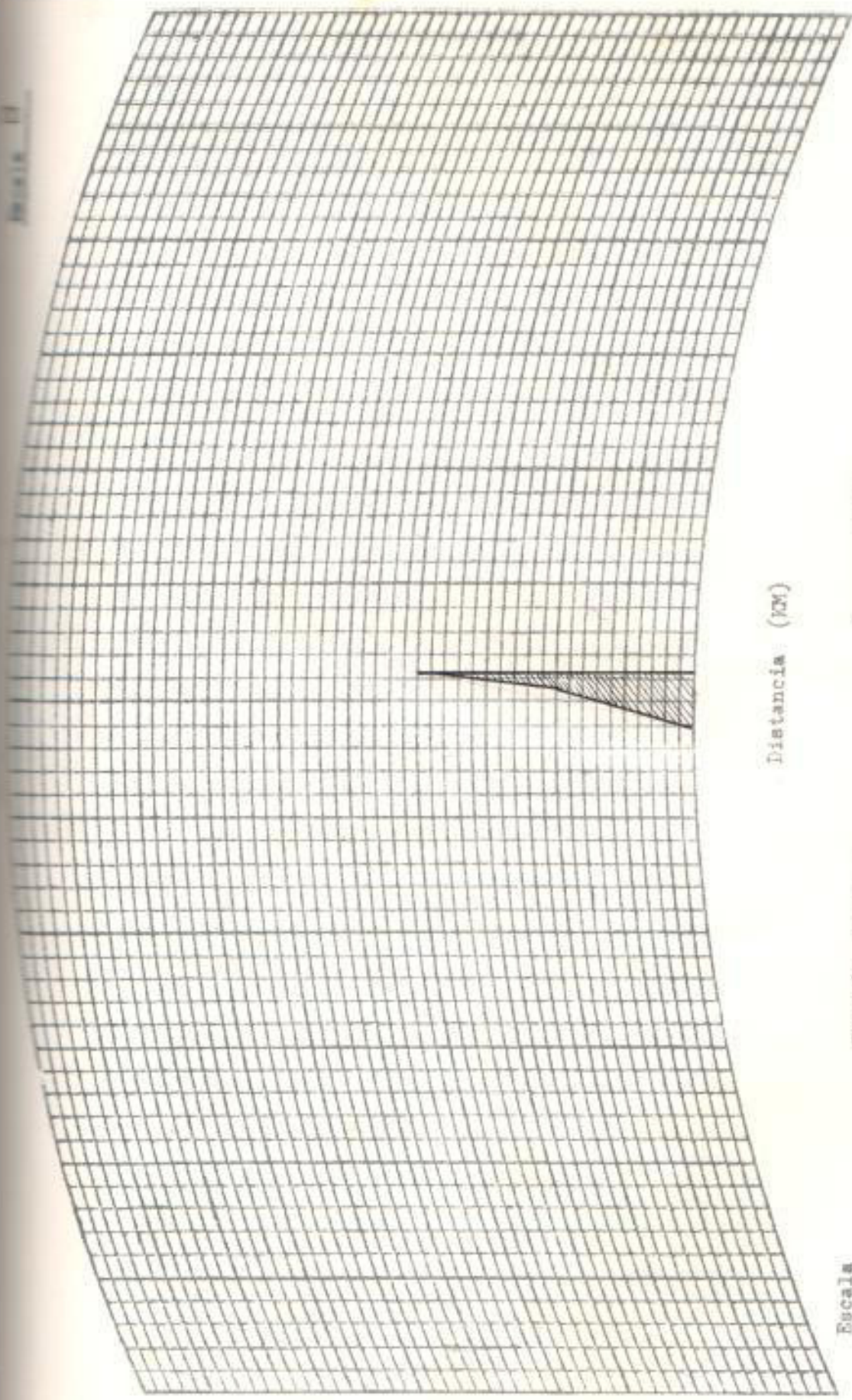
Cerro Cabuya
Altura 400

55 KM

FIGURA 4.67 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO CABULLA - SAN - LORENZO

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)



Distancia (KM)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Puerto Lopez
Altura 10 m

Cerro Cabuya
Altura 400 m

4.6 KM

FIGURA 4.66 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO CABUYA - PUERTO LOPEZ

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C=250m

Altura
(m)

Distancia (KM)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C=60Km

Cerro Rio Chico

Altura 180

Abdon Calderón

Altura 10

8.37 KM

FIGURA 4 69 PERFIL TOPOGRÁFICO CERRO RIO CHICO - ABDON CALDERÓN

Escala
 Completa
 A=4000m
 B=1000m
 C= 250m

Altura
 (m)

Escala
 Completa
 A=240Km
 B=120Km
 C= 60Km

Cerro Rio Chico
 Altura 180

Alhajuela

Altura 100

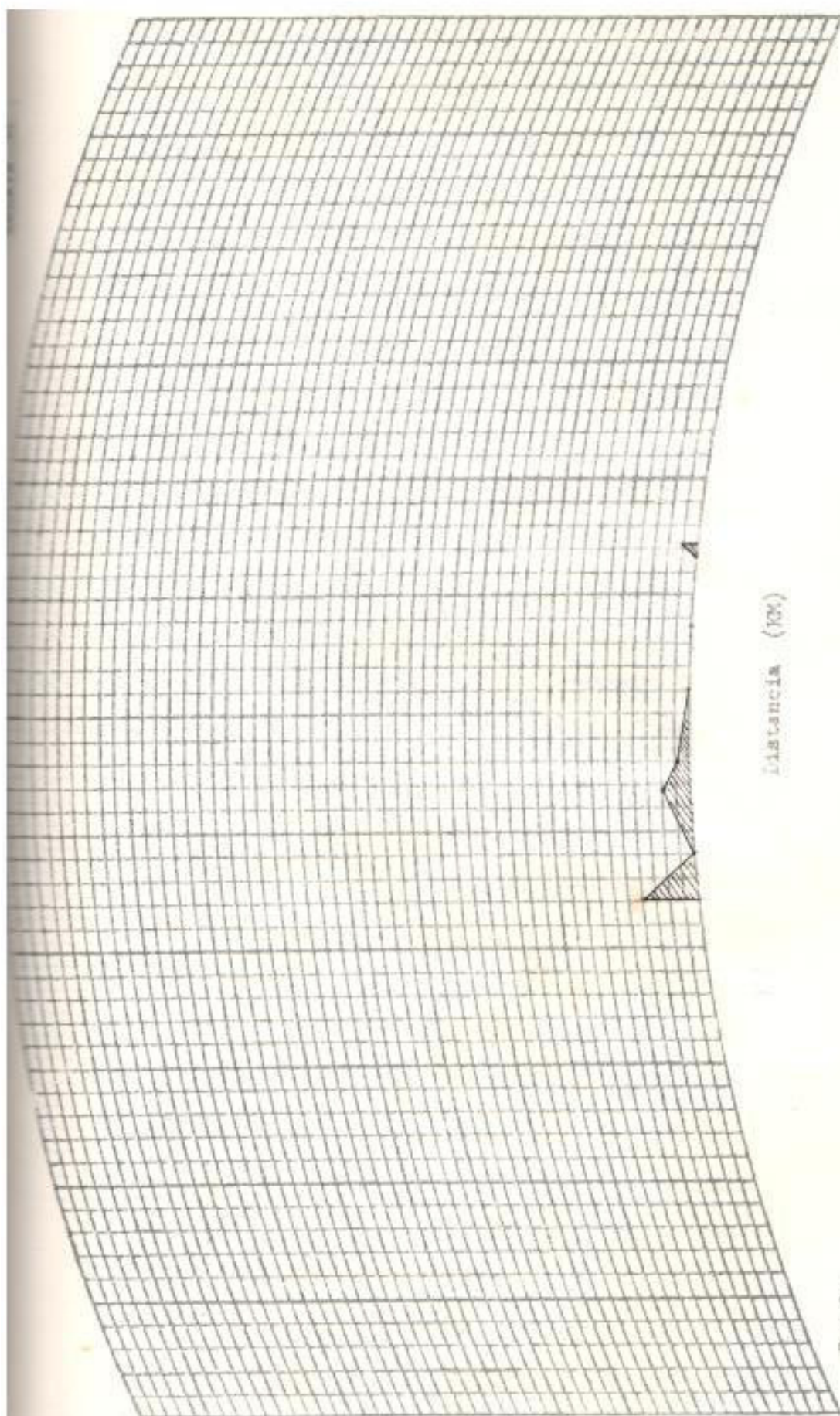
16.54 Km

Distancia (Km)

FIGURA 4.10 PERFIL TOPOGRAFICO CERRO RIO CHICO ALHAJUELA

Escala
Completa
A=4000m
B=1000m
C= 250m

Altura
(m)



Distancia (KM)

Escala
Completa
A=240Km
B=120Km
C= 60Km

Canoa

Altura 20 m

Bahia de Caraquez

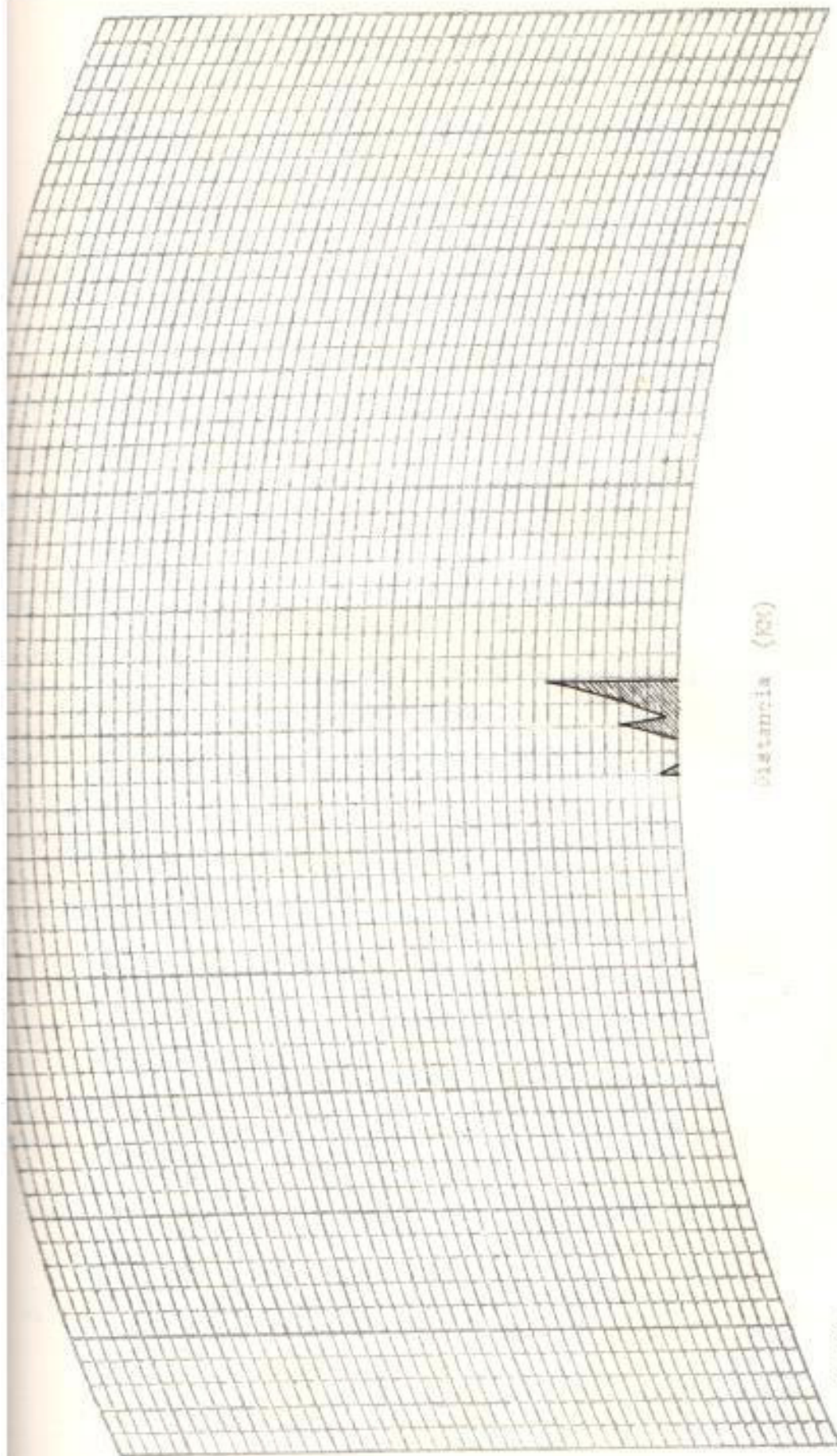
Altura 5 m

15.43 KM

FIGURA 4.71 PERFIL TOPOGRAFICO BAHIA DE CARAQUEZ CANOA

Escala
 Completa
 A=4000m
 B=10000m
 C= 250m

Altura
 (m)



Distancia (Km)

Escala
 Completa
 A=240Km
 B=120Km
 C= 60Km

Bahia de Caraquez

Altura 5 m

San Vicente

Altura 45 m

3.91 Km

FIGURA 4.72 PERFIL TOPOGRAFICO BAHIA DE CARAQUEZ SAN VICENTE

TABLA XXVII

CÁLCULOS DE PROPAGACIÓN DE LOS ENLACES DE RADIO CON CERRO DE JAMA 1

ESTACION	CERRO DE JAMA 1 COJIMIES		CERRO DE JAMA 1 PEDERNALES		CERRO DE JAMA 1 10 DE AGOSTO		CERRO DE JAMA 1 CONVENTO		CERRO DE JAMA 1 F. ALFARO		CERRO DE JAMA 1 E. ALFARO		CERRO DE JAMA 1 RICAURTE		CERRO DE JAMA 1 SAN ISIDRO		CERRO DE JAMA 1 JAMA	
Altura	at	643 5	643 20	643 368	643 540	643 315	643 246	643 268	643 418	643 0								
Distancia	at	57.46	26.19	11.78	17.75	39.67	33.8	49.87	29.8	13.38								
Diámetro de antena	at	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3								
Altura de antena	at	10 10	10 10	10 10	10 10	20 20	10 10	20 20	10 10	10 10								
Longitud del alimentador	at	20 20	20 20	20 20	20 20	30 30	20 20	30 30	20 20	20 20								
Espacio libre	dB	119.35	112.526	105.58	109.14	123.95	114.52	118.12	113.43	114.15								
Lineas de transmisión	dB	0.56	0.56	0.56	0.56	1.2	0.56	0.84	0.56	0.8								
Filtros y circulator	dB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8								
Gr	Gr																	
dB	dB	19.4 19.4	19.4 19.4	19.4 19.4	19.4 19.4	25.8 25.8	19.4 19.4	19.4 19.4	19.4 19.4	25.8 25.8								
Atenuación total	dB	89.91	83.886	76.14	79.78	82.35	85.883	88.96	83.99	72.15								
Potencia del Transmisor	dBm	40	40	40	40	37	40	40	40	37								
Nivel de Entrada al receptor	dBm	-49.91	-43.886	-36.14	-39.78	-45.35	-45.883	-48.96	-43.99	-35.15								
S / N		77.47	84.294	91.24	87.68	82.83	82.297	78.42	83.39	92.23								
Pn	pwatt	17.98	3.72	0.75	1.78	6.26	5.89	14.38	4.58	0.59								

TABLA XXVIII

CÁLCULOS DE PROPAGACIÓN DE LOS ENLACES DE RADIO CONECTADO CON LOMA DE VIENTO

ESTACION		LOMA DE VIENTO BOYACA		LOMA DE VIENTO CANUTO		LOMA DE VIENTO SAN ANTONIO		LOMA DE VIENTO TOSAGUA	
Altura	mt	385	220	385	20	385	10	385	5
Distancia	km	30,47		32,61		26,78		21,848	
Diámetro de Antena	mt	3	3	3	3	3	3	3	3
Altura de Antena	mt	10	10	10	10	10	10	20	20
Longitud del alimentador	mt	20	20	20	20	20	20	30	30
P Espacio libre	dB	113,99		114,43		112,72		122,35	
D Líneas de Transmisión	dB	0,56		0,56		0,56		0,6	
A Filtros y Circuladores	dB	8,80		8,80		8,80		8,80	
G _r dB	G _r dB	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	31	31
Atenuación total	dB	84,55		84,99		83,28		81,73	
Potencia del Transmisor	dBm	40		40		40		30	
Nivel de entrada al Receptor	dBm	-44,55		-44,99		-43,28		-45,15	
S / N		82,83		82,39		84,10		81,73	
Potencia de ruido pwatt		5,21		5,76		3,89		6,71	

TABLA XXIX

CALCULOS DE PROPAGACION DE LOS ENLACES DE RADIO CON CERRO LAS HOJAS

ESTACION		CERRO LAS HOJAS JUNIN	CERRO LAS HOJAS UNION	CERRO LAS HOJAS PBLD. NUEVO	CERRO LAS HOJAS H. VASQUEZ	CERRO LAS HOJAS CHARAPOTO	CERRO LAS HOJAS JARAMIJO	CERRO LAS HOJAS CRUCITA	CERRO LAS HOJAS ROCAFUERTE
Altura	mt	700 352	700 280	700 180	700 300	700 100	700 40	700 120	700 10
Distancia	km	37.77	47.554	26.59	36.81	24.127	15.18	17.34	16.941
Radio de la Tierra	mt	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3
Radio de la Luna	mt	20 25	10 10	10 10	10 10	10 10	10 10	10 10	10 10
Longitud del Emisor	mt	38 35	20 20	20 20	20 20	20 20	20 20	20 20	20 20
Espacio libre	dB	127.43	117.70	112.65	115.48	119.33	115.30	108.94	120.47
Lineas de transmision	dB	6.5	0.56	0.56	0.56	0.8	0.9	0.56	4.00
Filtros y Circuladores	dB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.1	0.1	0.8	0.8
Str dB	Gr dB	31 31	19.4 19.4	19.4 19.4	19.4 19.4	25.8 25.8	25.8 20.1	19.4 19.4	31 31
Atenuacion del canal	dB	77.94	88.26	83.21	86.04	76.63	72.60	79.50	71.27
Potencia del emisor	dBm	30	40	40	40	37	37	40	30
Nivel de entrada Receptor	dBm	-47.94	-48.26	-43.21	-46.04	-37.63	-35.60	-39.50	-41.27
S / N		79.94	79.12	84.17	81.34	89.75	91.70	87.00	85.61
Potencia de ruido	pwatt	12.76	12.24	3.82	7.34	1.05	0.663	1.62	0.76

TABLA XXI

CALCULOS DE PROPAGACION DE LOS ENLACES DE RADIO CON CERRO COROZO

ESTACION	C. COROZO BELLAVISTA		C. COROZO NOBOA		C. COROZO GUALE		C. COROZO CASCOL		C. COROZO ANEGADO		C. COROZO P.P. GOMEZ		C. COROZO PAJAN		C. COROZO OLMEDO		C. COROZO C. PTO CAYO	
Altura	mt	760 320	760 400	760 160	760 760	200 760	400 760	760 400	760 760	540 760	360 760	320 700	200 200					
Distancia	km	30.160	10.23	35.257	20.948	2.46	14.397	10.57	35.481	25.96								
Radio de la Tierra	mt	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	2 2	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3	3 3
Altura de la Tierra	mt	10 10	10 10	20 20	15 15	30 30	10 10	15 15	10 10	15 15	10 10	20 20	20 20					
Longitud del Emisor	mt	20 20	20 20	30 30	25 25	40 40	20 20	25 25	20 20	25 25	20 20	30 30	30 30					
Espacio libre	dB	121.266	109.37	115.100	110.50	99.49	107.325	116.37	115.14	120.74								
Lineas de transmision	dB	0.0	0.56	0.84	0.70	1.6	0.56	5.0	0.56	0.56								
Filtros y circunvaladores	dB	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0								
Gr Gr	dB	25.8 25.8	19.4 19.4	19.4 19.4	19.4 19.4	22.7 22.7	19.4 19.4	31 31	19.4 19.4	31 31	19.4 19.4	19.4 19.4	19.4 19.4	19.4 19.4	19.4 19.4	19.4 19.4	19.4 19.4	19.4 19.4
Atenuacion total	dB	79.266	79.930	85.940	81.20	64.49	77.085	68.17	85.70	91.30								
Potencia del transmisor	dBm	37.0	40.0	40.0	40.0	37.0	40.0	30.0	40.0	40.00								
Nivel de entrada al Receptor	dBm	-42.266	-39.93	-45.940	-41.20	-27.49	-37.085	-38.17	-45.70	-51.30								
S/N		85.114	87.45	81.432	86.1	99.09	89.49	80.71	81.68	79.68								
Potencia de ruido	pwatt	3.08	1.79	7.19	2.45	0.102	1.12	1.34	6.79	10.76								

TABLA XXXI

CÁLCULO DE PROPAGACIÓN DE LOS ENLACES DE RADIO CONECTADOS CON CERRO CABUYA, CERRO RIO CHICO Y BAHIA

ESTACION	CERRO CABUYA		CERRO CABUYA		CERRO CABUYA		CERRO RIO CHICO		CERRO RIO CHICO		BAHIA		BAHIA		
	PUERTO LOPEZ		MACHALILLA		SAN LORENZO		ALHAJUELA		ABDON CALDERON		SAN VICENTE		CANOA		
Frecuencia	at	400	10	400	10	400	40	180	180	180	20	5	45	5	20
Distancia	Km	4.46		8.284		55.8		16.54		8.37		3.91		15.43	
Ángulo de elevación	at	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3
Ángulo de depresión	at	20	20	20	20	40	20	10	10	20	20	10	10	5	20
Altitud del emisor	at	30	30	30	30	50	30	20	20	30	30	20	20	15	30
Espacio libre	dB	97.15		102.44		118.97		116.846		118.13		107.73		107.93	
Pérdidas de transmisión	dB	1.20		0.84		1.12		0.8		1.2		0.40		0.63	
Filtros y circunvalores	dB	0.80		0.80		0.80		0.1		0.1		0.8		0.8	
G _{tr} Gr	dB	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	22.7	22.7	22.7	22.7	31	31	19.4	19.4
Atenuación total	dB	68.35		73.284		90.89		79.546		74.83		54.93		78.56	
Potencia del emisor	dBm	40.0		40.0		40.00		37.0		37.00		30.00		40.0	
Nivel de entrada Receptor	dBm	-28.35		-33.284		-50.89		-42.546		-37.83		-24.93		-38.56	
SIN		99.83		94.896		77.29		88.43		93.95		101.95		88.82	
Potencia de uso	pwatt	0.125		0.39		18.66		1.434		0.482		0.063		1.31	

SIMBOLOGIA PARA LOS ESQUEMAS DE TRANSMISION Y CONMUTACION

Conmutacion



Cabina telefónica



Central Proyecto Rural



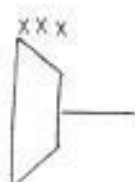
Central existente



Mesa de operación

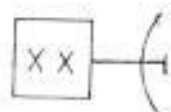
XXX

Indicador de capacidad



Concentrador

Trasmision de radio



Equipo de radio - Incluye antena

XX

Puede ser :

4.3. CONFIGURACION DEL SISTEMA DE ENLACES FISICOS PARA LOS PUEBLOS RURALES.

En la Ingeniería de los sistemas telefónicos es necesario tener en consideración los siguientes factores:

- a.- líneas existentes, tipo y diámetro de los alambres instalados sobre ellos y la capacidad máxima del circuito cuando esos alambres son completamente desarrollados con sistema de portadora superpuestas.
- b.- aumento probable de líneas existentes junto con las nuevas construcciones que podrían ser requeridas para la necesidad de nuevas líneas telefónicas aéreas existentes.
- c.- la ubicación de centrales existentes junto con su disponibilidad con estaciones repetidoras para sistema de portadora existentes y las nuevas, así como la ubicación estratégica a servir para nuevas estaciones repetidoras que pueden ser necesario para el futuro.
- d.- cables de entrada e intermedio con respecto a su efecto en operación de sistemas de

portadora y sus disponibilidad para propósitos de transmisión de portadora.

e.- condiciones de tiempo y terreno con respecto a la posibilidad de lluvias, nieve etc.

Para condiciones topográficas climáticas apropiadas y para comunicaciones a larga distancias de haces de circuitos de pequeña capacidad, los sistemas de portadora de hilo desnudo constituyen una buena solución. La principal aplicación hoy en día de estas líneas es la relativa a la conexión de abonados rurales a las centrales urbanas debido a que su coeficiente de atenuación por unidad de longitud es menor que la que presenta un par en cable con lo que a igualdad de atenuación se pueden alcanzar mayores distancias.

Las líneas aéreas de hilo desnudo son más fáciles de construir y mantener resultando más económica que las líneas de cable aéreo o subterráneo - enterrado o en canalización- por lo que es preciso que la continuidad de servicio sea tal que no se anulen dichas ventajas por las interrupciones que

eventualmente pueden producirse.

En el diseño de una línea abierta en general deben considerarse dos factores de modo especial: el tipo de conductor a utilizarse y el sistema de transposición a adoptar. El primero, el tipo de conductor es importante no sólo porque debe satisfacer las condiciones requeridas de transmisión sino que también debe ser apto para la región donde se emplea, por la eventual presencia de vientos intensos, formación de hielos etc.

El segundo factor, el tipo de transposición está relacionado con la presencia de valores aceptables de ruido y diafonía pero sólo es importante en el caso en que se emplean sistemas de telefonía frecuencias portadoras.

Sin embargo otros aspectos deben ser considerados ya que es importante que el conjunto de los diferentes elementos que constituyen la línea ofrezca un grado de confiabilidad aceptable, en este aspecto es preciso tener presente en telecomunicaciones rurales que las redes frecuentemente pasan a través de zonas despobladas

e inclusive inhóspitas, por las características climáticas o topográficas que presentan por lo que es aconsejable una cuidadosa selección de los diverso materiales.

Las líneas aéreas de hilo desnudo están formadas por hilos paralelos no protegidos por cubierta alguna suspendidos a cierta altura; aquí es común utilizar el acero recubierto de cobre o de aluminio o el cobre estirado en frío. Por razones de tipo mecánicas las líneas aéreas de hilo desnudo tienen un conductor de mayor diámetro que la líneas de cable. En la instalación de pares de conductores en los postes de 1 línea aérea de hilo desnudo hay que tener cuidado para reducir la diafonía debido a acoplamientos conductivos e inductivos que existen entre dichos conductores, esta diafonía aumenta con la frecuencia y es evitada reduciendo el acoplamiento entre las líneas y efectuando transposiciones regulares de la línea a cortos intervalos de modo que anulen los acoplamientos de 2 secciones de líneas consecutivas.

Las líneas aéreas tienen sus desventajas las

cuales son:

- a.- la menor calidad de transmisión de las líneas de hilo desnudo por ser más afectado por las perturbaciones eléctricas.
- b.- su mantenimiento es más laborioso que el de los sistemas por cable

A continuación mencionamos los requerimientos en forma general que deben cumplir los alambres de hilo desnudo:

- 1.- Para líneas troncales con frecuencia vocal se requiere baja atenuación en el rango de estas frecuencias. Para líneas troncales largas los valores típicos de atenuación se hallan en 0.5 dB/km o menos; cuando se usa señalización dc se necesita baja resistencia dc.
- 2.- En el rango de canales de programación de (100 hz a 10 KHz) se requiere una baja atenuación y la variación de impedancia sobre el rango debe ser mínima. Los alambres con reactancias altas y rápidamente variables en bajas

frecuencias hacen del acoplamiento de impedancia un serio problema por lo que es necesario los circuitos de conexión para la distorsión de fase.

3.- En el rango de frecuencia portadora las características de atenuación en la frecuencia más alta a transmitirse y bajo las peores condiciones de tiempo. La máxima atenuación permitida en esta frecuencia dependerá de los requerimientos para la relación señal / ruido.

Debido al incremento hacia el uso de circuitos telefónicos de línea abierta principalmente para la derivación de circuitos telefónicos de portadora es necesario considerar conductores que satisfagan las siguientes definiciones:

a.- satisfagan mejor los requerimientos de transmisión sobre los rangos de frecuencias más altos involucrados.

b.- que tengan una resistencia mecánica adecuada para brindar un servicio satisfactorio en

forma continua.

c.- que sea lo más económico posible.

El material más utilizado es el cobre endurecido de diámetro comprendido entre 2 y 4 mm y se lo usa en líneas troncales, ya sea en frecuencia vocal o en frecuencia portadora.

Sin embargo existe una cierta tendencia al empleo de conductores bimetálicos con alma de acero y cubierto el exterior de cobre llamado Copperweld o el conductor bimetálico con alma de acero y cubierto de aluminio llamado Alumoweld, debido a sus características mecánicas superiores y a la causa menos importante como es el robo frecuente de los hilos de cobre por su fácil comercialización, el alambre Copperweld es más barato que el alambre de cobre endurecido con una resistencia mecánica superior por lo que su uso es deseable en situaciones donde se requiera una resistencia mecánica grande o cuando se trate de optimizar el diseño de estructuras de postes es decir para saltos largos involucra facilidades de transmisión de corriente de portadora.

El uso de alambre Copperweld debe ser revisado desde el punto de vista de funcionamiento de transmisión para ciertas aplicaciones como:

a.- a frecuencia de voz el alambre Copperweld tiene el doble de atenuación que el alambre de Cobre del mismo tamaño.

b.- la atenuación del alambre Copperweld es también mayor en el rango de frecuencias portadoras hasta cerca de los 30 Khz, factor a considerarse para la operación de sistemas de portadora en este rango de frecuencias. En la mayoría de los casos otras consideraciones en los conductores de líneas de abonados están controladas.

c.- en el rango de frecuencia del sistema 45A el alambre Copperweld en casi todas las condiciones tendrá una atenuación levemente más baja que el alambre de cobre, además para construcciones de saltos largos la atenuación es mejorada debido al número de aisladores y correspondientemente menos caminos de fuga.

El alambre Alumoweld tiene una resistividad que es

el triple a la del cobre endurecido, su resistencia mecánica es superior a la del Copperweld y la relación resistencia/peso excede al Copperweld. Así para el diámetro de 2.591 mm el alambre Alumoweld tiene una razón de 68.3 lb/Mft), en comparación con el alambre Copperweld que es de 39.2 y con el cobre que es de 16.8 lb/Mft. Es razonable el empleo del Alumoweld en diseños de comunicaciones; y como el Copperweld tiene casi determinada la eficiencia económica en trayectos largos el alambre Alumoweld exhibe propiedades aún mejores para trayectos largos.

Para muchas líneas de centrales y de abonados el alambre Alumoweld es directamente aplicable sin repetidoras y con un costo sustancialmente mejor en comparación con otros materiales.

VENTAJAS DEL ALUMOWELD Y COPPERWELD.

- 1.- el alambre Alumoweld y Copperweld permiten la construcción de trayectos largos ya que como hemos visto ellos tienen una alta resistencia mecánica teniendo un bajo coeficiente de dilatación con la temperatura. La construcción

de trayectos largos reduce el costo inicial de la línea y el costo de un excesivo mantenimiento ofreciendo mejoras en las características de operaciones eléctricas debido a los pocos aisladores.

2.- los alambres Alumoweld y Copperweld ofrecen la más alta confiabilidad en la comunicación industrial, con una máxima seguridad contra la no usual resistencia mecánica y condiciones de excesiva corrosión dando operación al sistema en forma continua.

3.- Los alambres Alumoweld y Copperweld presentan propiedades eléctricas apropiadas para los servicios de telecomunicaciones. Los niveles de atenuación y resistencia son aceptables en muchas líneas con circuiterías modernas.

Así con el incremento de frecuencia la resistencia efectiva disminuye en los conductores de acero por encima de los 40 khz debido al efecto pelicular lo que se refleja en los valores de atenuación que a partir de dicha frecuencia comienza a ser menor que la ofrecida por los circuitos de alambre de cobre. Las desventajas incluyen:

- 1.- mayor resistencia DC y mayor pérdida en frecuencia vocal en comparación con el alambre de cobre endurecido de diámetro equivalente.
- 2.- Los alambres Alumoweld y Copperweld tienen mayor tendencia a la variación de la resistencia a lo largo de la longitud del alambre con lo cual se obtiene un mayor desbalance de resistencia entre los hilos de un par que con alambres de un conductor homogéneo.
- 3.- El manejo de los alambres Alumoweld y Copperweld deben realizarse con cuidado, en especial los de baja conductividad (20-30) % para no causar daño en la capa superficial de alta conductividad.

Para líneas de larga distancias y corriente de portadora el tipo de alambre Copperweld al 40% de conductividad y de diámetro de 3.25 mm es elegido como el conductor standard. Para sistemas de líneas de larga, mediana y corta distancia y en algunos casos para líneas de central el alambre Copperweld al 40 % de conductividad y 2.642 mm ha dado buen servicio.

En líneas de central la elección tradicional de muchos diseños ha sido el alambre Copperweld al 40 % de Conductividad y 2.642 mm ha dado buen servicio. Para líneas de gran distancia parece que el alambre de 3.251 es el mínimo tamaño y cuando se usa con repetidoras transitorizadas este conductor puede ser de gran interés económico aún para líneas grandes.

CARACTERISTICAS DE TRANSMISION DE LOS ALAMBRES

La característica de transmisión inicial y continua influenciará en gran parte en la selección del conductor; ellas determinan el tipo y costo del equipo auxiliar.

Los principales factores a considerarse en la selección de un alambre son la atenuación y la resistencia; cada característica de transmisión se detalla para el rango de frecuencia entre 0 y 150 khz; a continuación indicamos el uso de esta banda de frecuencia:

TABLA XXXII

USO DE LA BANDA DE FRECUENCIAS

FRECUENCIA (khz)	APLICACION
2	Voz
10	Portadora de 1 canal
40	Portadora de 3 canales
80	Portadora de 8 canales
150	Portadora de 12 canales

RESISTENCIA

La resistencia del Alumoweld y Copperweld se muestran en las tablas XXXIII los datos del Alumoweld y Copperweld son valores medidos de 1 línea promedio de 1 reporte de la Compañía Acero Cw, los cuales sirven como valores a ser estimados en el diseño de una red de comunicación. Para propósitos de comparación los valores de resistencia de cobre endurecido se muestran, los cuales son proporcionados por la compañía telefónica y telegráfica Americana.

La figura 4.74 muestra las características de resistencia de los 3 conductores; las líneas de abonados y los circuitos de unión de una zona local tiene que transmitirse no sólo el habla sino

RESISTENCIA VS FRECUENCIA DEL
Alumoweld, Copperweld y Cobre

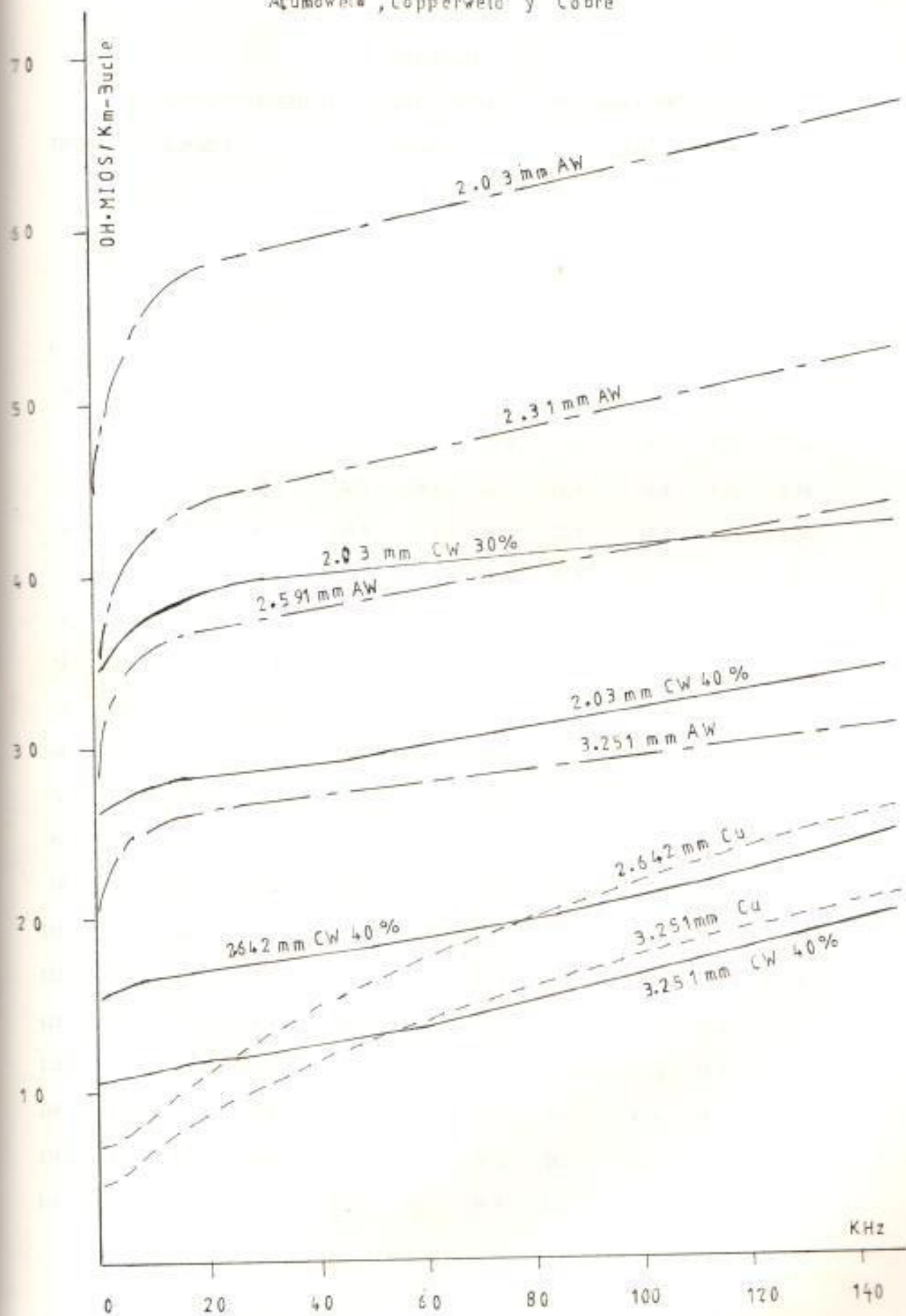


TABLA XXXIII

RESISTENCIA PROMEDIO DEL ALUMOWELD, COPPERWELD Y COBRE PARA DISEÑO DE LINEAS

FRECUE CIA	ALUMOWELD			COPPERWELD			COBRE		
				HS			EHS		
				40% COND			30% COND		
	3.251	2.59 1	2.31	2.03	3.251	2.642	2.03	2.03	3.251 2.642
KHz	OHMS/BUCLE-KILOMETRO								
0	-----	-----	35.4	-----	10.1	15.3	25.8	33.9	4.24 6.40
1	21.1	30.1	35.5	47.5	10.3	15.4	25.8	34.1	4.27 6.46
5	23.9	33.9	40.1	52.3	10.8	16.2	26.9	36.0	4.92 6.90
10	25.0	35.3	41.9	54.8	11.0	16.5	27.5	37.2	6.20 8.00
20	26.0	36.6	43.7	57.2	11.3	16.8	28.0	38.3	6.45 10.6
30	26.5	37.2	44.7	58.4	11.7	17.1	28.3	39.0	10.1 12.8
40	26.9	37.7	45.4	59.3	12.1	17.5	28.6	39.5	11.50 14.5
50	27.2	38.2	46.0	59.9	12.7	17.8	28.9	39.8	12.7 16.0
60	27.5	38.7	46.5	60.5	13.2	18.3	29.2	40.2	13.8 17.3
70	27.7	39.1	47.2	61.1	14.0	18.9	29.6	40.5	14.8 18.5
80	28.0	39.6	47.8	61.7	14.9	19.4	30.0	40.8	15.7 19.7
90	28.3	40.1	48.4	62.3	15.5	20.0	30.4	40.9	16.6 20.8
100	28.6	40.7	49.0	63.0	16.5	20.7	30.9	41.1	17.5 19.7
110	29.0	41.3	49.7	63.8	17.3	21.4	31.5	41.3	18.3 22.8
120	29.4	41.8	50.4	64.5	18.0	22.2	32.0	41.4	19.0 23.7
130	29.8	42.4	51.1	65.2	18.8	23.0	32.6	4.16 19.8	24.6
140	30.3	42.9	51.8	65.9	19.4	23.7	33.1	4.19 20.4	25.5
150	30.7	43.5	52.4	66.5	20.2	24.6	34.1	4.21 21.1	26.2
160	31.1	44.1	53.1	67.1	20.8	25.4	34.6	42.4 21.8	27.2

también otras señales como los impulsos de marcar y los impulsos de computo de alcance, de precios y de sincronismos en la llamada. Estas señales pueden ser de corriente alterna o de corriente continua. Si la red está bien dimensionada para la transmisión del habla estas señales serán satisfactorias. En lo que respecta a señales de corriente continua la máxima resistencia de la línea consistente en la función adecuada del equipo de central puede ser el factor limitante.

En frecuencias altas el alambre Copperweld tiene resistencia más baja que el alambre de cobre del mismo tamaño; así por ejemplo en el tamaño de 3.251 mm las curvas de resistencia se cruzan a 53 Khz, de tal forma que a frecuencias más altas el alambre bimetalico exhibe menor resistencia que todos los conductores de cobre, debido al efecto piel de los conductores bimetalicos.

ATENUACION

Las tablas XXXIV, XXXV y XXXVI muestran la atenuación de los alambres Alumoweld, Copperweld y Cobre endurecido en el rango de frecuencia de 0-

TABLA XXXIV

ATENUACION PROMEDIO DEL ALUMOWELD PARA DISEÑO DE LINEAS

FRECUENCIA	CLIMA SECO								CLIMA HUMEDO							
	ESPACIAMIENTO - CENTIMETROS								ESPACIAMIENTO - CENTIMETROS							
	20				30				20				30			
	DIAMETRO DEL ALAMBRE - MILIMETROS								DIAMETRO DEL ALAMBRE - MILIMETROS							
Khz	3.25	2.59	2.31	2.03	3.25	2.59	2.31	2.03	3.25	2.59	2.31	2.03	3.25	2.59	2.31	2.03
DECIBELIOS/BUCLE - KILOMETRO																
1	.124	.156	.174	.208	.118	.149	.167	.199	.127	.168	.178	.211	.124	.153	.178	.203
3	.162	.203	.240	.292	.154	.196	.231	.285	.167	.208	.245	.297	.159	.201	.235	.289
5	.173	.222	.268	.324	.165	.213	.250	.311	.179	.227	.265	.327	.168	.217	.254	.317
10	.184	.244	.287	.357	.176	.231	.273	.341	.190	.248	.293	.362	.181	.237	.288	.349
20	.193	.260	.306	.388	.185	.247	.291	.365	.199	.263	.313	.387	.191	.254	.308	.374
30	.198	.267	.313	.392	.190	.255	.300	.377	.206	.273	.322	.403	.198	.262	.309	.388
40	.201	.273	.319	.401	.193	.261	.306	.386	.213	.282	.329	.412	.205	.271	.316	.399
50	.206	.278	.324	.408	.197	.265	.311	.393	.219	.290	.336	.419	.211	.278	.323	.406
60	.209	.283	.327	.413	.199	.270	.314	.398	.226	.297	.342	.426	.218	.286	.330	.413
70	.213	.287	.331	.418	.203	.275	.318	.402	.231	.304	.349	.432	.223	.293	.337	.419
80	.216	.293	.334	.421	.206	.280	.321	.406	.237	.312	.355	.438	.229	.301	.343	.426
90	.219	.297	.337	.425	.209	.284	.324	.409	.244	.319	.362	.444	.235	.308	.349	.431
100	.222	.300	.342	.429	.212	.288	.327	.413	.249	.327	.368	.449	.241	.316	.356	.437
110	.226	.305	.345	.432	.215	.292	.331	.417	.255	.334	.374	.455	.247	.322	.362	.442
120	.228	.309	.349	.436	.217	.296	.335	.421	.260	.340	.382	.462	.252	.329	.369	.449
130	.231	.312	.352	.440	.221	.299	.338	.424	.265	.346	.387	.469	.257	.335	.375	.455
140	.234	.316	.355	.444	.224	.303	.341	.428	.270	.352	.393	.476	.263	.342	.388	.463
150	.237	.319	.359	.447	.227	.306	.344	.432	.275	.358	.398	.483	.268	.347	.388	.469
160	.240	.324	.362	.452	.230	.311	.347	.434	.281	.364	.404	.489	.273	.353	.391	.476

TABLA XXIV

ATENUACION PROMEDIO DE COPPERWELD PARA DISEÑO DE LINEAS

FRE	CLIMA SECO												CLIMA HUMEDO						
CUENCIA	ESPACIAMIENTO - CENTIMETRO																		
	20				30				20				30				20	30	20
	DIAMETRO DEL ALAMBRE - MILIMETROS																		
	3.25	2.64	2.03	3.25	2.64	2.03	3.25	2.64	2.03	3.25	2.64	2.03		2.03		2.03			
khz	DECIBELIO/BUCLE - KILOMETRO																		
1	.071	.097	.140	.066	.089	.132	.074	.100	.144	.069	.094	.136	.167	.159	.171	.163			
5	.081	.114	.160	.075	.106	.160	.085	.119	.165	.078	.111	.173	.231	.216	.236	.221			
10	.083	.116	.166	.076	.110	.174	.086	.122	.193	.083	.116	.181	.250	.235	.257	.242			
20	.086	.122	.192	.078	.113	.179	.094	.130	.201	.088	.122	.189	.257	.242	.266	.252			
30	.089	.124	.195	.082	.116	.181	.099	.135	.207	.093	.127	.195	.260	.245	.272	.258			
40	.093	.127	.197	.086	.118	.184	.106	.141	.212	.100	.133	.199	.262	.247	.277	.263			
50	.097	.130	.199	.090	.121	.186	.112	.147	.217	.106	.139	.204	.263	.248	.281	.267			
60	.102	.134	.203	.094	.125	.188	.119	.153	.222	.113	.145	.219	.266	.250	.285	.272			
70	.107	.139	.205	.100	.129	.191	.127	.159	.227	.121	.150	.215	.268	.252	.290	.276			
80	.114	.143	.208	.106	.133	.194	.136	.166	.232	.129	.157	.220	.270	.254	.294	.280			
90	.120	.147	.212	.111	.137	.198	.144	.172	.238	.137	.164	.224	.272	.257	.298	.283			
100	.127	.153	.216	.117	.142	.201	.153	.180	.244	.145	.171	.232	.274	.258	.303	.290			
110	.134	.158	.219	.124	.147	.204	.161	.187	.250	.153	.178	.238	.276	.260	.306	.294			
120	.139	.164	.223	.129	.152	.208	.169	.194	.255	.161	.186	.244	.278	.262	.310	.298			
130	.145	.170	.227	.135	.158	.213	.176	.203	.262	.168	.193	.250	.280	.264	.314	.301			
140	.151	.176	.232	.140	.163	.216	.184	.211	.268	.176	.199	.255	.282	.267	.319	.306			
150	.157	.182	.239	.145	.170	.222	.192	.219	.277	.183	.209	.265	.284	.269	.322	.310			
160	.162	.188	.244	.150	.176	.227	.199	.227	.283	.191	.217	.271	.286	.270	.326	.314			

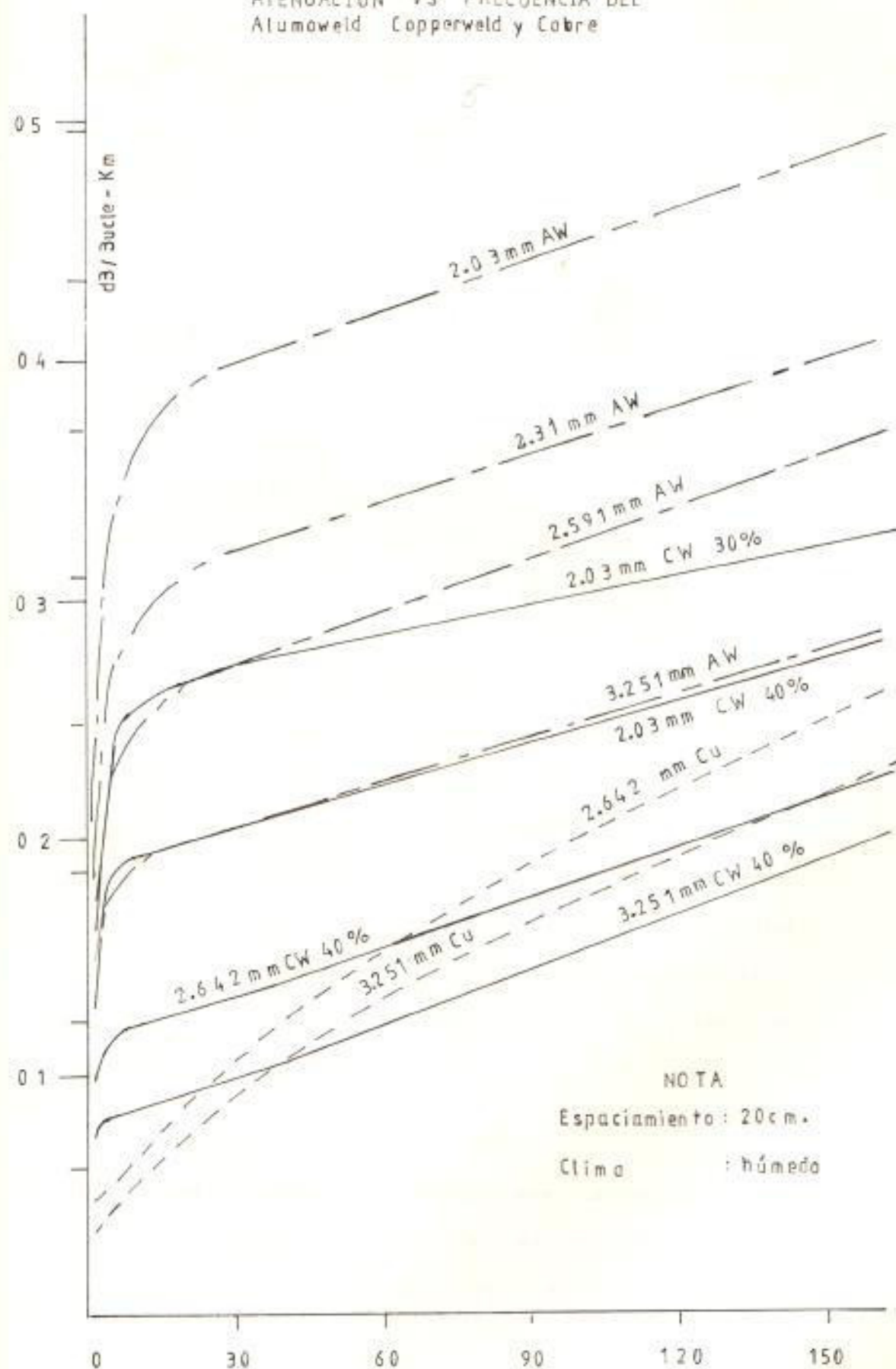
TABLA XXXVI

ATENUACION PROMEDIO DEL COBRE PARA DISEÑO DE LINEAS

FRE- CUENCIA	CLIMA SECO				CLIMA HUMEDO			
	ESPACIAMIENTO - CENTIMETROS							
	20		30		20		30	
DIAMETRO DEL ALAMBRE - MILIMETROS								
	3.251	2.642	3.251	2.642	3.251	2.642	3.251	2.642
kHz	DECIBELIOS/BUCLE - KILOMETRO							
1	.031	.045	.029	.042	.034	.048	.032	.045
5	.037	.050	.034	.046	.042	.055	.040	.052
10	.047	.058	.043	.054	.055	.066	.052	.063
15	.057	.068	.052	.063	.066	.078	.063	.075
20	.065	.078	.060	.072	.076	.089	.072	.085
30	.078	.094	.072	.087	.093	.109	.088	.104
40	.088	.106	.082	.099	.108	.126	.103	.121
50	.098	.117	.091	.109	.121	.141	.115	.135
60	.107	.128	.099	.119	.133	.155	.127	.148
70	.115	.137	.107	.128	.144	.168	.138	.160
80	.122	.147	.114	.136	.155	.188	.148	.172
90	.130	.155	.121	.144	.165	.191	.158	.183
100	.137	.163	.127	.152	.176	.203	.168	.194
110	.144	.170	.133	.158	.185	.213	.177	.204
120	.150	.178	.139	.165	.194	.233	.186	.214
130	.155	.185	.145	.172	.203	.233	.194	.224
140	.161	.191	.150	.178	.211	.242	.203	.234
150	.167	.197	.155	.184	.219	.252	.211	.242
160	.172	.203	.160	.190	.228	.260	.219	.251

180 KHz. Todos los valores están basados en una temperatura de 20°C y se muestran variaciones para clima seco y húmedo así como para espaciamientos de 20 y 30 cm. Los datos de Alumoweld y Copperweld son valores medidos de 1 línea promedio dado por la Compañía Copperweld Steel y son recomendados para emplearlos en el diseño de líneas telefónicas. En la figura 4.75 se muestra la atenuación en función de la frecuencia del Alumoweld, Copperweld y Cobre. Una vez más solamente a frecuencias bajas los conductores de Cobre tienen atenuación más baja que los alambres Copperweld del mismo tamaño. Por ejemplo el punto de cruce para el diámetro de alambre de 3.251 mm es de 36 KHz y sobre este punto el conductor de cobre tiene una atenuación substancialmente más alta que el Copperweld. Este punto es importante al elegir repetidoras ya que la necesidad de repetidoras es determinada por la atenuación máxima, así una línea diseñada para manejar portadoras a 150 KHz tendrá reserva de repetidoras grandes para cualquier frecuencia más baja. Ya que esta atenuación de alta frecuencia del Copperweld es menor que la del cobre se necesitará un número menor de repetidoras. Para la selección del conductor usando la atenuación como una guía hay que considerarse que en una línea real la

FIGURA 4.75
 ATENUACION VS FRECUENCIA DEL
 Alumoweld Copperweld y Cobre



atenuación final es la resultante de diversos factores: con el clima seco o húmedo, lluvias o nieves sobre el alambre, los patrones de transposición y los números de aisladores etc.

PATRONES DE TRANSPOSICION: asociados a línea de conmutación su necesidad surge de la inducción eléctrica y magnética entre los alambres paralelos por los cuales una señal de un circuito está inducida en otro circuito. Como los sistemas crecen y los circuitos llegan a más altas frecuencias y longitudes, la diafonía es un serio problema. Los alambres de transposición por ejemplo cambiando su posición relativa logran minimizar la diafonía, desde el punto de vista del patrón de transposición de portadora que se requiere en conexión con los sistemas de corriente de portadora de los tipos más modernos, siendo 100 metros el intervalo de transposición permisible máximo y por la tanto determinaría la longitud de salto máxima que debe ser utilizada.

REPETIDORES TRANSITORIZADOS.- son accesorios de simple montaje polar que hace de los conductores con altas pérdidas fácilmente utilizables, este

dispositivo deberá ser considerado con la reducción de su costo de operación ya que ello requiere potencia de entrada substancialmente menor.

POSTES.- la elección del tipo de poste está relacionado con las características de la zona donde serán instalados ya que el clima, la flora y la fauna etc son factores que ejercen gran influencia en su vida útil. En general existen 3 clases de postes: madera, hierro y cemento. La elección de alguno de ellos depende básicamente de las posibilidades de obtener alguno de ellos a precios convenientes cuyo comportamiento en la zona donde serán instalados sea aceptable. El empleo de postes de madera es recomendable siempre que los mismos al igual que las crucetas estén tratados. Este tratamiento consiste básicamente en la deshumificación de la madera y en la aplicación de productos preservadores. En general se utilizan la creosota, el sulfato, el sulfato de cobre y los compuestos fenólicos o arsenicales que a la vez que garantizan una vida útil aceptable, los protegen contra los elementos atmosféricos y los animales e insectos. Por otra parte el empleo de postes de madera representa la generación de las

actividades manufactureras del país donde la riqueza forestal es importante. En cuanto al empleo de postes metálicos está acondicionado a las características climáticas de la zona donde serán implantados y a la posibilidad de importación de los países. En cuanto al empleo de postes de cemento armado su uso será recomendado cuando exista una industria local de cemento que los provea a costos razonable, deberá tenerse presente que la manipulación de postes de cemento, así como la estibación y transporte deben ser efectuados con mayor cuidado que los otorgados a los otros tipos de postes, lo que representa mayores costos de instalación.

AISLADORES.— los aisladores utilizados en telecomunicaciones son exclusivamente de porcelana y de vidrio. Tanto uno como otro material deben satisfacer dos requisitos esenciales; elevado aislamiento eléctrico de masa y superficial, aún en condiciones adversas y suficiente resistencia mecánica a los esfuerzos transmitidos por los conductores y a los probables agentes externos (viento de alta velocidad, variaciones de temperatura, etc.).

SISTEMAS DE DISTRIBUCION DE LINEAS DE ABONADOS.

Comprende diversos subsistemas, equipos y componentes conocidos por concentradores de líneas de abonados, sistemas de conmutación de bucles para sistemas de portadoras, extensores de alcance de bucles etc, conectados todos al lado del abonado (bucle) de una central local y cuyo objetivo principal consiste en lograr una reducción del costo de la planta de abonado (bucle) con una degradación mínima o nula del rendimiento. La introducción de los sistemas electrónicos de Distribución de líneas de abonados (SED) en la red de abonados responde al deseo de aprovechar mejor y durante más tiempo la vida útil de la planta de cables de distribución de abonados. Con ello se persiguen fines económicos como lo demuestra la utilización de amplificadores especiales para compensar pérdidas de transmisión en bucles largos; los SED de frecuencia vocal se han utilizado principalmente en las redes rurales.

La finalidad de los sistemas portadoras y de concentradores consiste en reducir el número de pares en cable mediante la utilización en común del mismo par hasta un punto de distribución por

dos o más abonados. El tipo de sistema de portadoras más sencillo es el sistema de portadoras analógicas de un sólo canal (1 + 1) utilizado a menudo para aliviar pasajeramente la planta de líneas de abonados saturadas; en las zonas en las que el tráfico de abonados es relativamente poco intenso resulta más económico emplear sistemas de portadoras analógicas multicanales. Una modalidad del sistema de ganancia de pares es el procedimiento de línea compartida, en el que dos o más abonados comparten la misma línea. Los sistemas SED que emplean técnicas digitales permiten conectar los teléfonos, modems o terminales digitales básicos a una central local y son un medio cada vez más económico de conseguir una ganancia de pares en cables. Estos sistemas pueden emplearse para dar servicio a pequeños grupos de abonados concentrados si se utilizan repetidoras para alcanzar ubicaciones distantes de la central directora habrá que proveer un suministro de energía adecuada.

SISTEMAS DE MULTIPLEXACION ANALOGICOS CON CANALES INDIVIDUALES.

El empleo de estos sistemas suele tener por objeto proporcionar alivio pasajero en una red de abonados saturada. Estos sistemas emplean la multiplexación por división de frecuencia más modulación de amplitud para agregar un canal telefónico básico a un par en cable sin desplazar el circuito físico. En un común sistema, se utiliza una frecuencia portadora para conducir el canal derivado de la central al terminal remoto, y otra frecuencia diferente para conducir del TR a la central, utilizando como medio de transmisión pares en cables no cargados que pueden ser alimentados desde la central utilizando el par en cable para cargar una batería en el TR. En particular es utilizado para satisfacer las necesidades concretas que surgen en zonas saturadas o subdesarrolladas; en la mayoría de estos casos la solución aportada es sólo de carácter provisional, ya que el sistema 1+1 suele ser reutilizado una vez que las adiciones permanentes a las líneas de las zonas saturadas han aliviado la congestión de esa zona. Una vez liberados los sistemas 1+1 pueden utilizarse en caso necesario en otros lugares.

CONCENTRADORES DE LINEAS DE ABONADOS.

Lo mismo que los sistemas multiplex analógicos de canales individuales los concentradores de líneas de abonados pueden utilizarse para aliviar pasajeramente una planta de distribución de líneas de abonados saturada. Así pueden hacerse importantes cambios en la planta, por ejemplo añadiendo nuevos cables entre central y los puntos de distribución o aumentando el número de conductos ya que los concentradores comparten los pares entre la central y el terminal remoto, y entre los componentes electrónicos de las líneas es el más fácil de instalar ya que en la mayoría de los casos no requieren tratamientos de cable ni repetidores; el mismo cable que se utilizaría sin equipamiento de concentrador puede utilizarse con equipamiento de concentrador. Cuando sólo se requiere un servicio telefónico básico, los concentradores de líneas de abonados son muchas veces económico, se recomienda su empleo para dar servicio a abonados distantes del centro principal de conmutación. En ubicaciones suficientemente distantes de dicho centro su empleo resulta más económico que la instalación de pares individuales en cable para conectar a todos los abonados a la central.

EQUIPOS DE PORTADORA; se la utilizan para obtener una utilización múltiple del soporte de transmisión que consiste bien en una línea aérea de hilo desnudo, una ruta de cable o un trayecto radioeléctrico. Pueden obtenerse economías considerables mediante la debida aplicación de esta técnica, es decir el sistema óptimo para el número de circuitos telefónicos y la distancia en cuestión. Este sistema aventaja al de transmisión en frecuencias vocales en que la atenuación en los circuitos telefónicos no depende su longitud. En los sistemas de transmisión por portadora los circuitos telefónicos tienen una banda de transmisión de por lo menos 300 Hz a 3400 Hz y deben tener señales de conmutación dentro de la banda telefónica o fuera de ella llamada también por canal común. Las señales de conmutación que se envían actualmente desde las centrales o aparatos de abonados se transmiten en forma de señales de corriente continua por los hilos que transportan las señales vocales, aquí es importante considerar los dispositivos necesarios para la separación de las señales de conmutación en corriente continua de las señales vocales.

Estos dispositivos son a veces muy complejos pues

deben efectuar un tratamiento lógico de las señales de conmutación, además son diferentes en los extremos de llegada y de salida de un circuito y se conocen por diferentes nombres como equipos de terminación, convertidores o repetidores de señalización, pueden comprender convertidores para el paso de 2 a 4 hilos pues los circuitos de portadoras son en general a 4 hilos. El equipo de portadora puede dividirse en equipo multiplex y equipo de línea. El equipo multiplex combina los canales telefónicos en una señal de banda ancha en la cual cada canal ocupa cierta parte de la banda de frecuencia, en el receptor los canales se separan nuevamente y se restituyen a la banda de frecuencias vocales. El equipo de línea, es decir los amplificadores de emisión y recepción, los repetidores y algunos equipos auxiliares permiten establecer un trayecto de transmisión con la anchura de banda necesaria y cumplir ciertas condiciones relativas al ruido, distorsión, y diafonía. Los dos sentidos de transmisión deben estar eléctricamente separados ya que las señales en cada sentido se transmiten por pares diferentes (sistema a 4 hilos) o transmitirse por el mismo par de hilos porque se utilizan bandas de frecuencias diferentes (sistemas a 2 hilos o sistemas de tipo $N + N$).

A continuación describimos las poblaciones que tienen enlace físico. Cabe indicar que debido a que geográficamente se encuentran dispersas las poblaciones de la provincia de Manabí y debido a la Orografía muy irregular del terreno la conexión mediante línea física resulta costosa para ciertas poblaciones. Para los enlaces de líneas físicas con ondas portadora, se utilizarán alambres de tipo Copperweld con los alambres separados 30 centímetro el uno del otro y la distancia de separación entre los postes será de 100 metros.

a) BACHILLERO	-	TOSAGUA
Distancia del enlace		4.15 km.
Demanda Telefónica		36
Centro de conexión		Manta
Circuitos requeridos		6
Tipo de línea Físicas		Cable multipar
Número de Pares		40
Tipo de Alambre		Cable sin pupinizar de cobre
Diámetro del alambre		0.6 mm
Resistencia total del trayecto		514.6 ohm
Atenuación total del trayecto		

calculada a 800 hz		3.984 dB
--------------------	--	----------

b) ESTANCILLA	-	TOSAGUA
---------------	---	---------

Distancia del enlace	5.25 km
Centro de conexión	Manta
Demanda Telefónica	57
Circuitos Requeridos	8
Tipo de líneas Físicas	Cable multipar
Número de Pares	60
Tipo de alambre	alambre sin pupinizar de cobre
Diámetro del Alambre	0.6 mm
Resistencia total del trayecto	119.04 ohm
Atenuación total del trayecto	
calculada a 800 hz	5.04 dB

c) GUIROGA	-	CALCETA
------------	---	---------

Distancia del Enlace	9.5 km
Centro de conexión	Manta
Circuitos requeridos	6
Tipo de Línea Física	Línea Abierta
Número de Pares	1
Tipo de Alambre	Copperweld
Diámetro del Alambre	2.642 mm
Resistencia total del trayecto	

calculada a 150 khz 233.7 ohm

Atenuación total del trayecto

calculada a 150 khz 2.08 dB

NOTA: Se utilizará un equipo de frecuencia portadora punto a punto.

d) AYACUCHO - SANTA ANA

Distancia del enlace 12.9 km

Centro de conexión Manta

Circuitos Requeridos 9

Tipo de Línea Física Línea abierta

Número de Pares 1

Tipo de alambre Copperweld

Diámetro del alambre 2.642

Resistencia Total del trayecto

calculada a 150 khz 317.34 ohm

Atenuación total del trayecto

calculada a 150 khz 2.825 dB

NOTA: se utilizará un equipo de frecuencia portadora punto a punto

e) SAN PLACIDO - ALHAJUELA

Distancia del enlace 4.1 km.

Centro de conexión Manta

Demanda telefónica	85
Circuitos requeridos	10
Tipo de línea física	Cable multipar
Numero de pares	90
Tipo de alambre	cable de cobre sin pupinizar
Diámetro del alambre	0.4 mm
Resistencia total del trayecto	508.4 ohm
Atenuación total del trayecto calculada a 800 hz.	3.936 dB

f) JULCUY	-	ANEGADO
Distancia del trayecto	13.25 km	
centro de conexión	Manta	
Circuitos Requeridos	4	
Tipo de línea física	Línea Abierta	
Número de Pares	1	
Tipo de alambre	Copperweld	
Diámetro del alambre	2.642 mm	
Resistencia Total del trayecto calculada a 150 khz	325.95 ohm	
Atenuación total del trayecto calculada a 150 khz	2.90 dB	

NOTA: se requiere un equipo de frecuencia portadora punto a punto

g) AMERICA

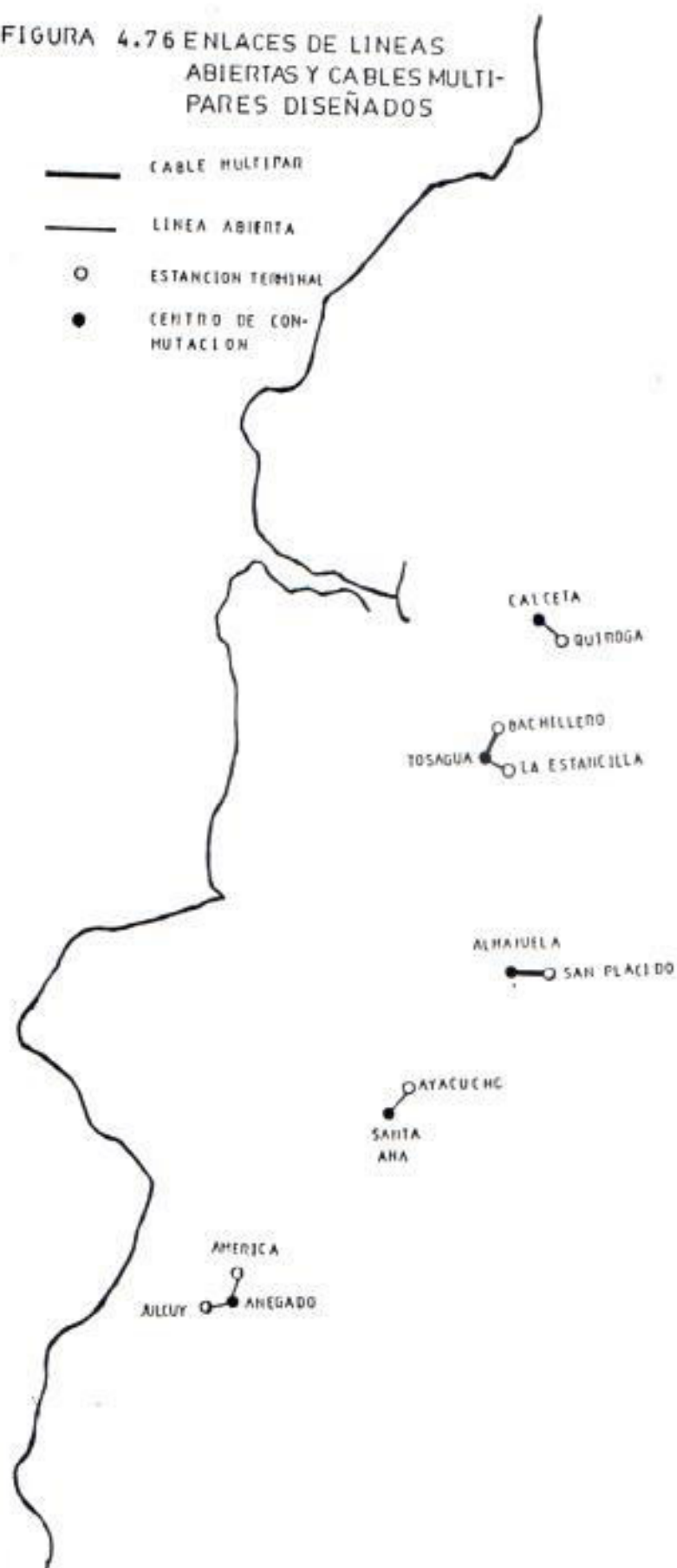
EL ANEGADO

Distancia del enlace	7.3 km
Centro de conexión	Manta
Circuitos Requeridos	7
Tipo de línea física	Línea Abierta
Número de Pares	1
Tipo de Alambre	Copperweld
Diámetro del alambre	2.642 mm
Resistencia total del trayecto calculada a 150 khz	179.58 ohm
Atenuación total del trayecto calculada a 150 khz	1.598 dB

SELECCION OPTIMA DEL TIPO DE ENLACE PARA COMUNICACIONES A DISTANCIAS PEQUEÑAS.

Cuando se establecen planes de transmisión se puede elegir entre cierto número de soluciones técnicamente factibles; cada sistema tiene sus características propias incluso dentro de un mismo sistema existen variantes cada una de las cuales responden a las necesidades técnicas. Las condiciones del terreno, la distancia que hay que cubrir y las necesidades de circuitos o de canales inciden en el tipo de sistema apropiado así como

FIGURA 4.76 ENLACES DE LINEAS
ABIERTAS Y CABLES MULTI-
PARES DISEÑADOS



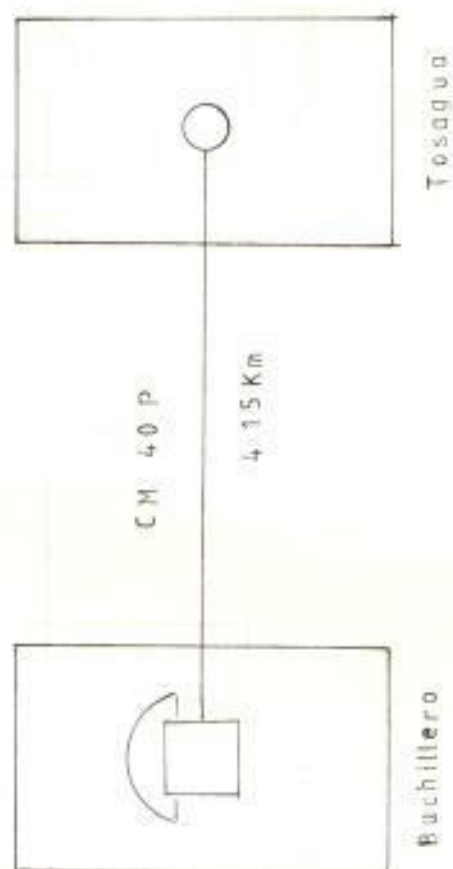


FIGURA 4.77 ENLACE POR CABLE MULTIPAR BACHILLERO-TOSAGUA

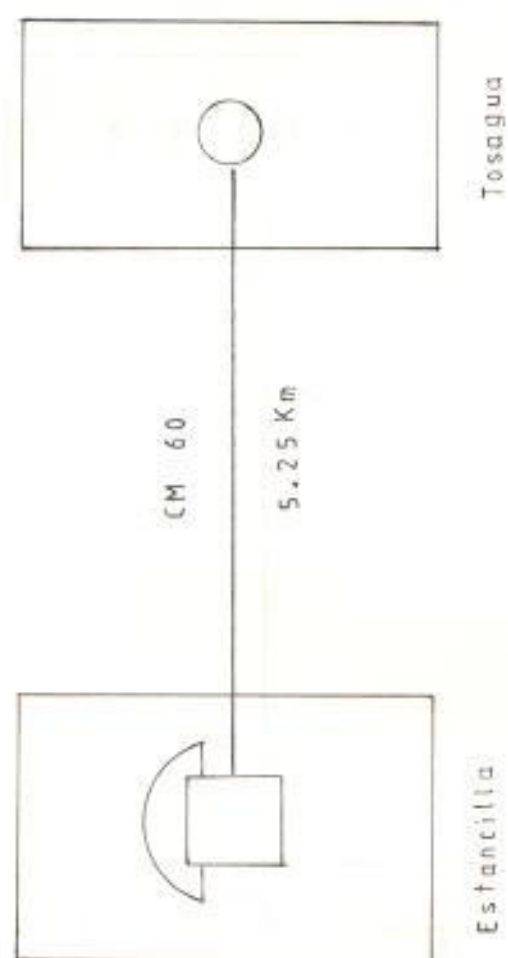


FIGURA 4.78 ENLACE POR CABLE MULTIPAR LA ESTANCILLA-TOSAGUA

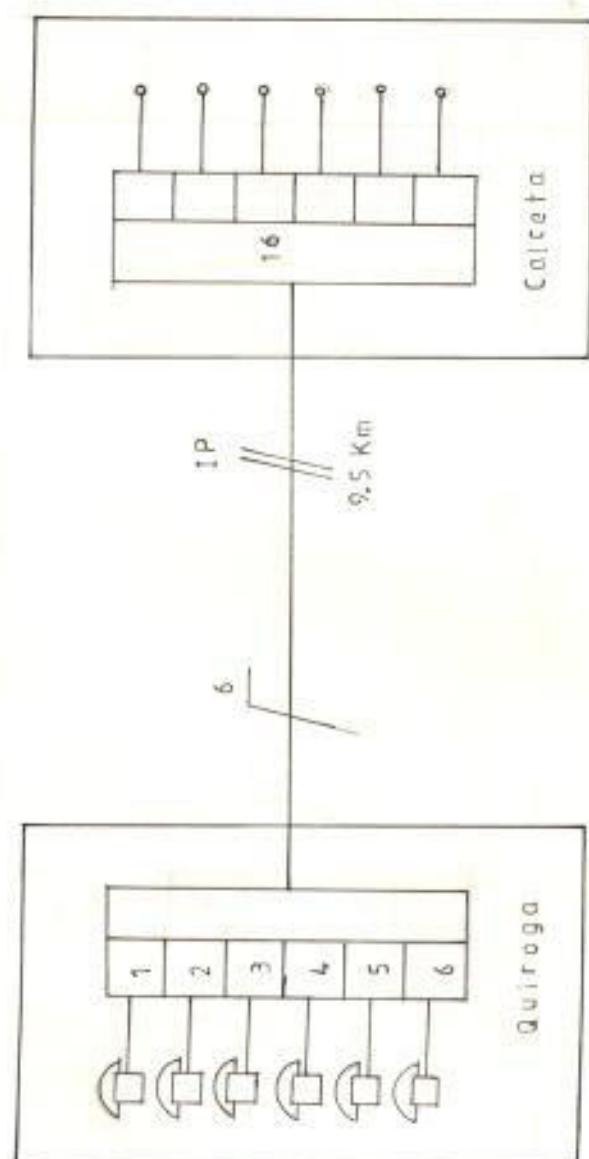


FIGURA 4.79.- SISTEMA DE ONDA PORTADORA QUIROGA - CALCETA

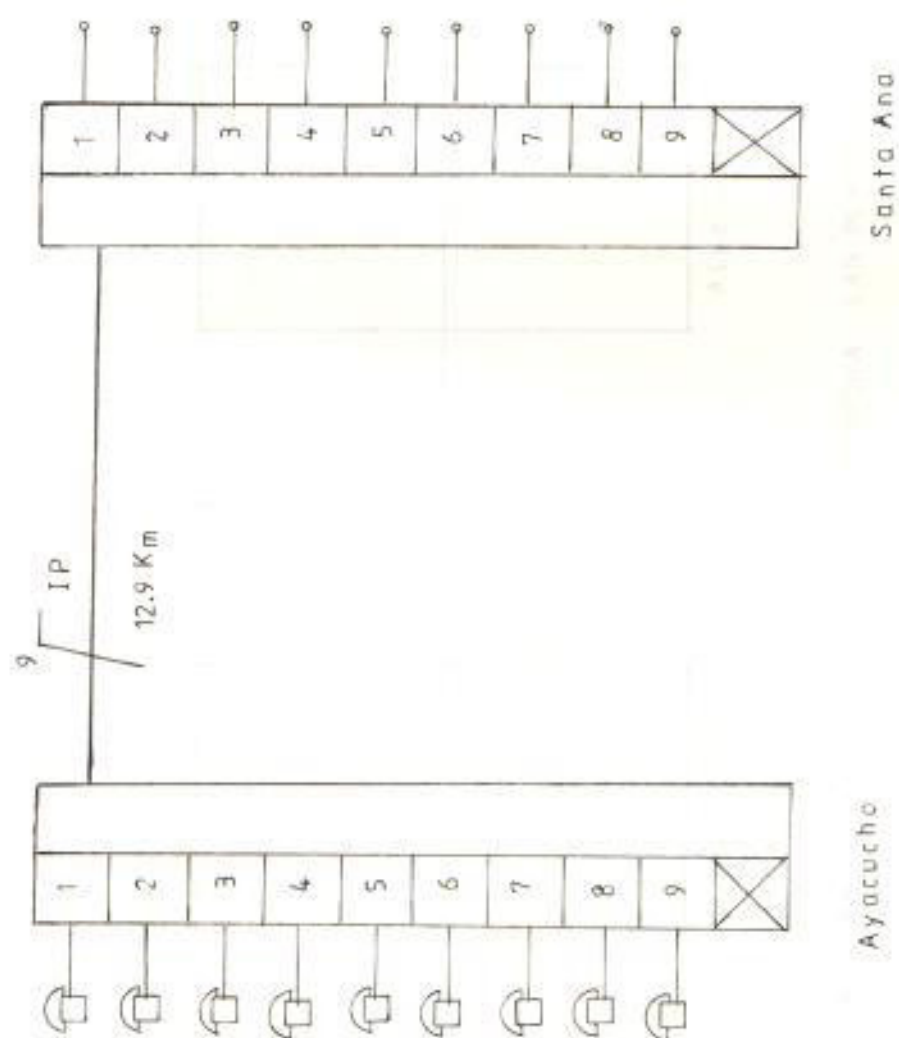


FIGURA 4.80 SISTEMA DE ONDA PORTADORA: AYACUCHO-SANTA ANA

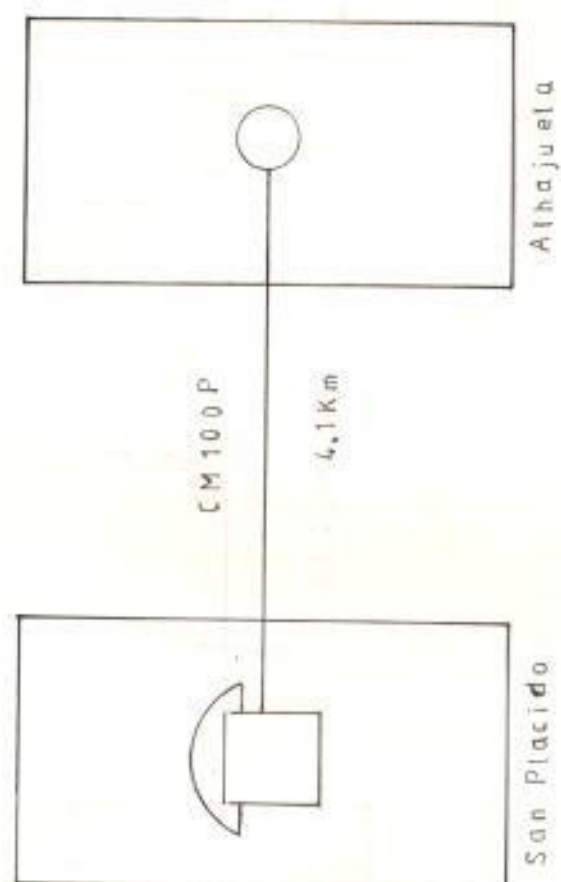


FIGURA 4.81: SISTEMA DE ONDA PORTADORA SAN PLACIDO - ALHAJUELA

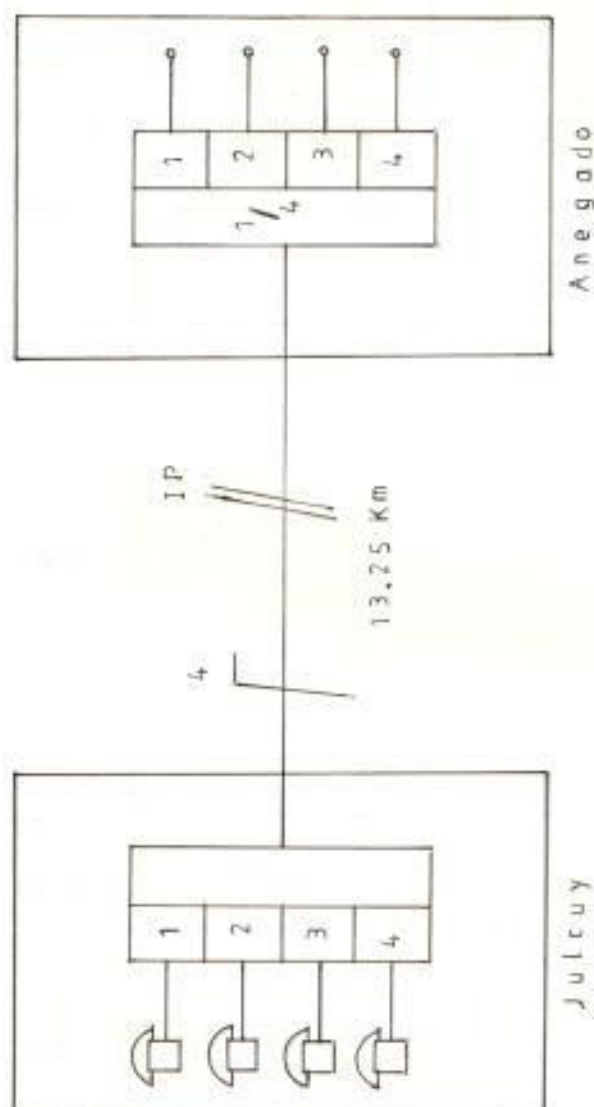


FIGURA 4.8.2: SISTEMA DE ONDA PORTADORA JULCUIY - ANEGADO

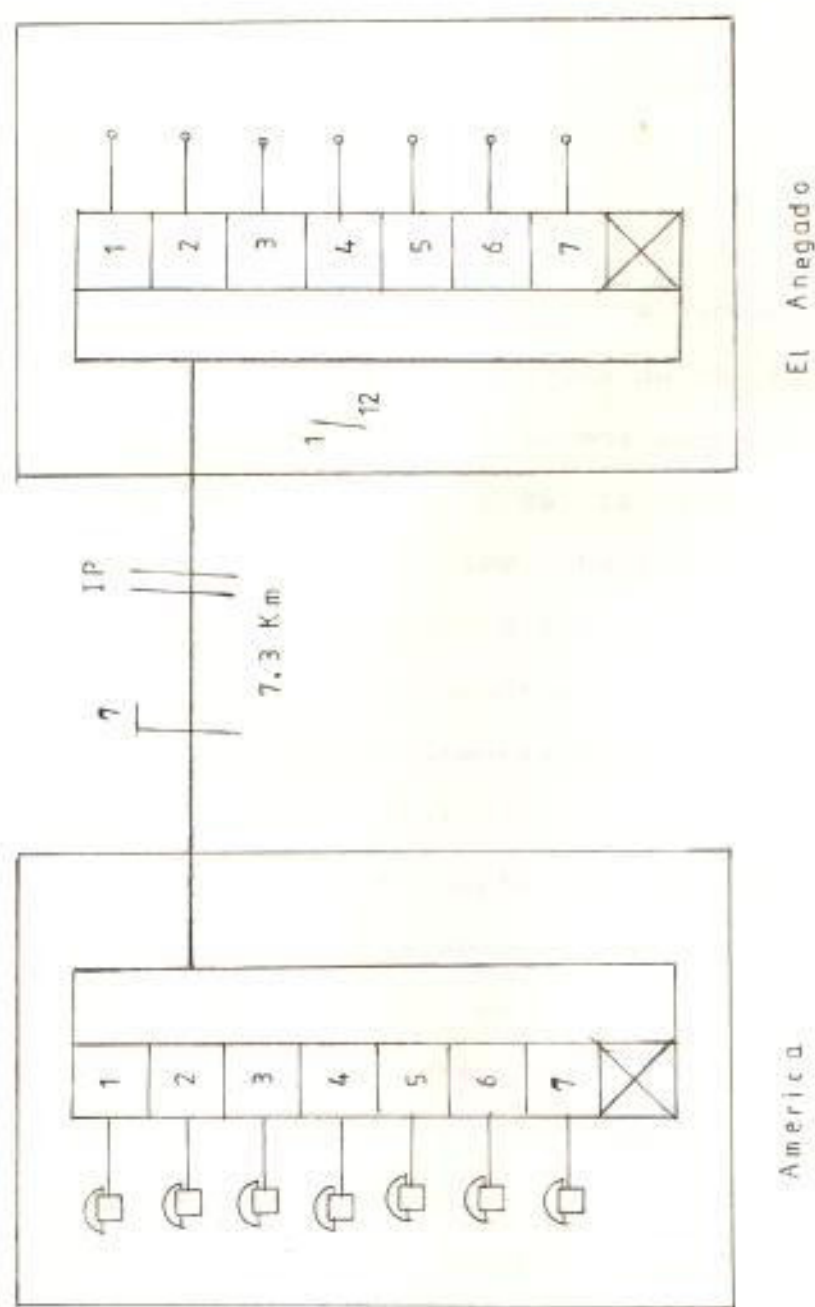


FIGURA 4.83 SISTEMAS DE ONDA PORTADORA AMERICA - EL ANEGADO

comparar los costos para llegar a la solución más económica. El costo inicial del enlace por radio siempre es superior al enlace mediante línea física; sin embargo hay que considerar el elevado costo de mantenimiento de una línea física con respecto al enlace por radio.

Se emplea cable multipares para zonas rurales hasta una distancia aproximada de 6 kilómetros sobre todo cuando existen muchos abonados rurales dispersos en el trayecto de la línea, en una capacidad máxima de 100 abonados. Es común utilizar cables de 0.8 y 0.6 mm de diámetro para satisfacer los requerimientos de transmisión que son atenuación y resistencia máxima de bucle de abonados que está limitada a 1800 ohms y 6 dB medidos a 1 kHz. El empleo de sistemas de onda portadora de alambre desnudo tipo rural (con extracción de canales en 1 sólo par de línea abierta. Las líneas aéreas de frecuencias vocales de alambre desnudo se usa normalmente para distancias de alrededor de 15 a 20 km constituyendo una alternativa para establecer enlaces interurbanos de corta distancia en particular cuando las características topográficas hacen difícil a un costo razonable; el empleo de

otros medios en particular radioeléctricos. En la figura 4.84 se hace una comparación entre los costos de los diferentes medios de transmisión para una capacidad de 100 canales. A partir de los 8 km el sistema analógico resulta más caro que el sistema digital PCM de 120 canales sobre poste existente y a partir de los 5 km es más cara que el sistema de 120 canales PCM sobre cable existente. A partir de los 13 km un sistema minienlace digital de 120 canales resulta más barato que cualquiera de los sistemas anteriores.

En la figura 4.85 se muestra una comparación en base a 30 canales. El sistema de 30 canales PCM sobre cable existente es más barato que el sistema de 30 pares de cable enterrado pero es más caro a partir de los 12 km. A continuación indicamos los pueblos entre los cuales se puede poner enlace de radio y enlaces físicos.

ANEGADO - COROZO.

Distancia del enlace : 2.46 km

Capacidad de tráfico : 20 circuitos

Anegado puede conectarse mediante un sistema

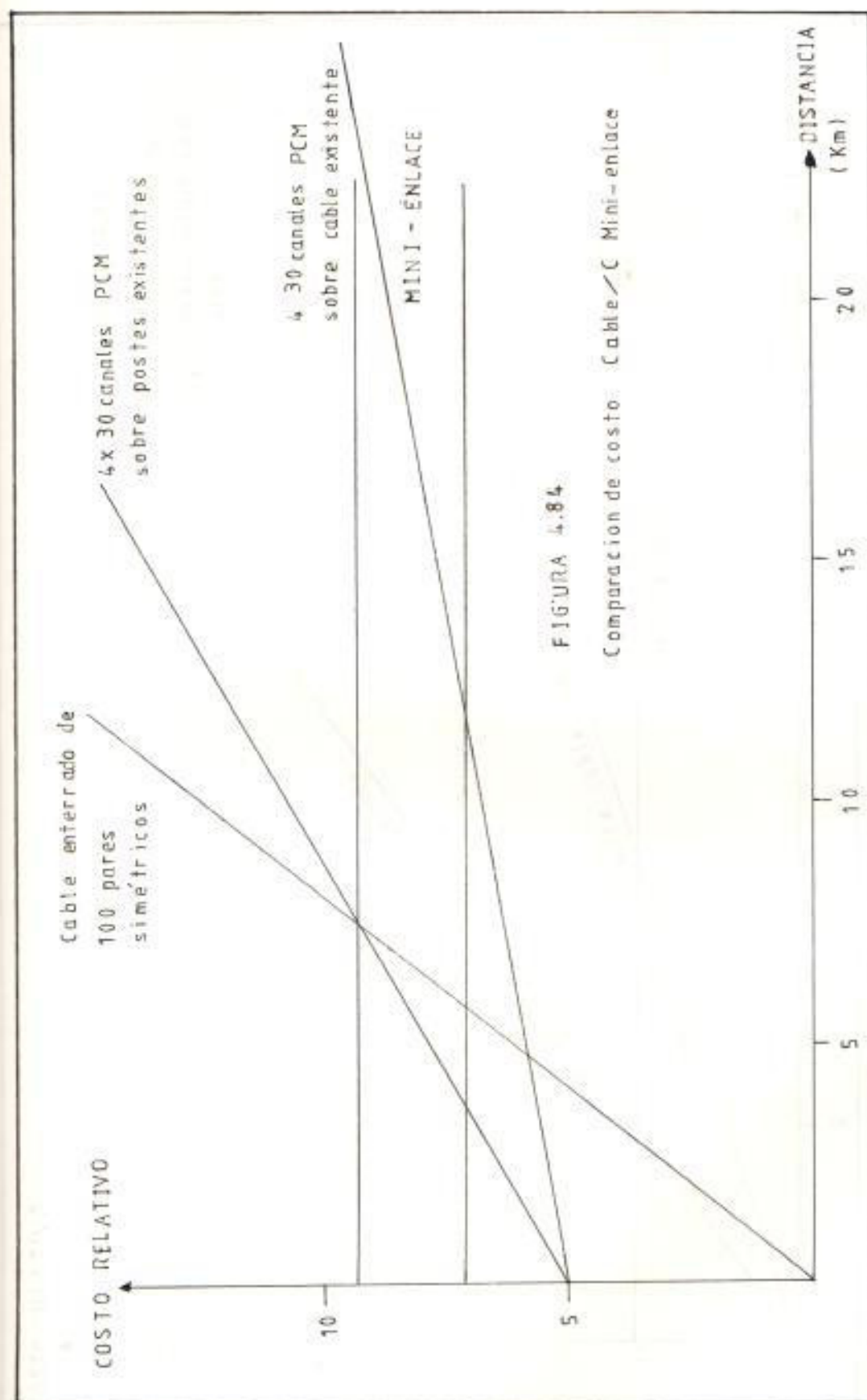
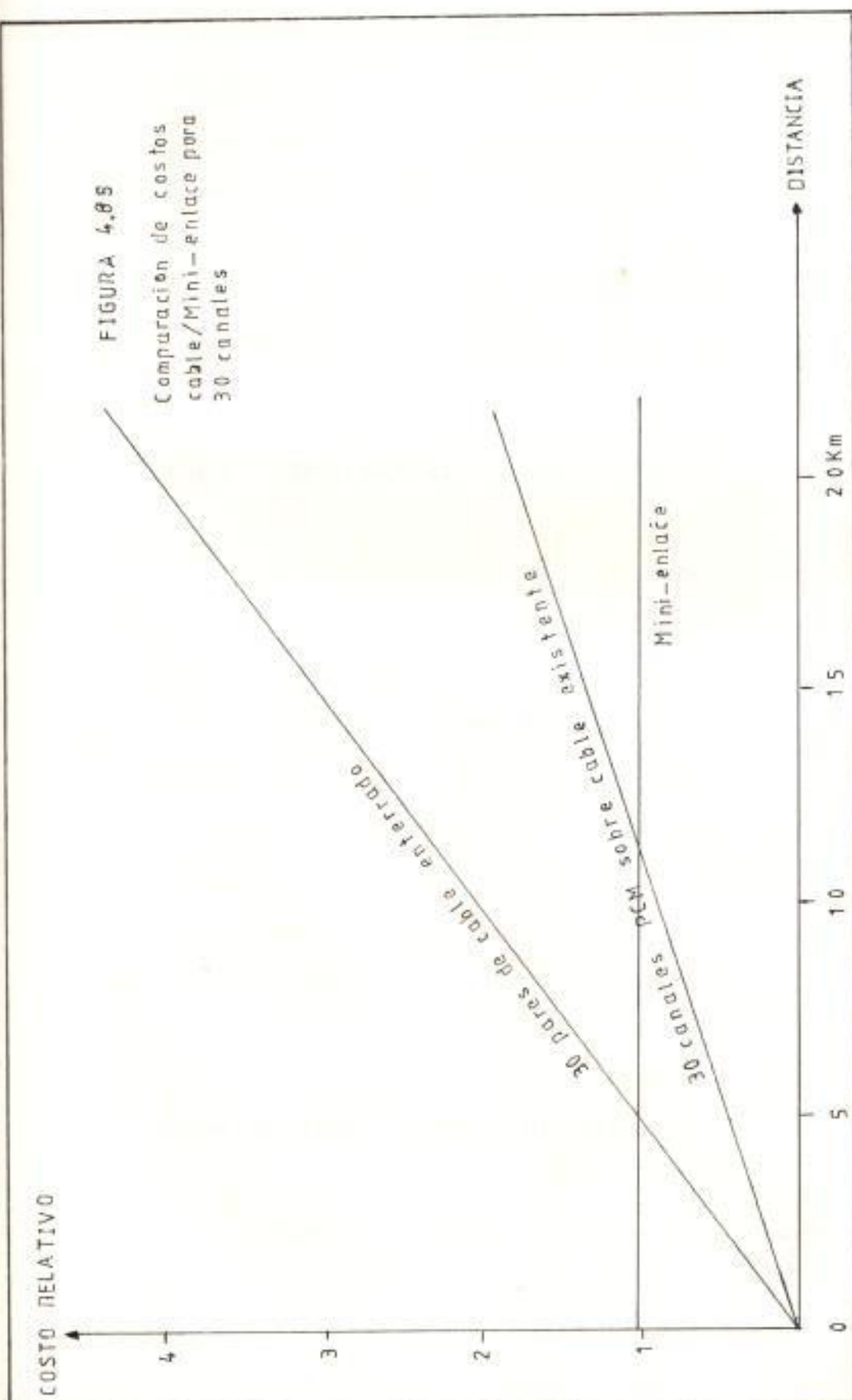


FIGURA 4.85
Comparación de costos
cable/Mini-enlace para
30 canales



multiplex analógico de 24 canales FDM con CERRO - COROZO, pero también puede conectarse mediante sistema de onda portadora. Sin embargo el terreno es montañoso y difícil de accederlo lo que hacía que el mantenimiento al enlace resulte demasiado costoso y con constante interrupciones ; el enlace vía radio es el más adecuado para este caso.

PAJAN - CERRO COROZO

Paján puede conectarse mediante un sistema multiplex analógico de 60 canales FDM, con Cerro Corozo pero también puede conectarse mediante un cable multipar de 500 pares a Cascol mediante un enlace de 18 km. Debido al terreno montañoso irregular el mantenimiento del enlace resultaría costoso y estaría sometido a interrupciones constantes. El enlace vía radio es el más adecuado en este caso.

ABDON CALDERON - CERRO RIO CHICO

Abdón Calderón puede conectarse mediante un sistema multiplex analógico de 24 canales FDM con Cerro Río Chico , pero también puede conectarse

mediante un cable multipar de 200 pares con Alhajuela en un enlace de 8 km. Debido al terreno montañoso e irregular el enlace estaría sometido a continuas interrupciones resultando el mantenimiento demasiado costoso; por lo cual el enlace vía radio es el más adecuado en este caso.

10 DE AGOSTO - CERRO DE JAMA 1

10 de Agosto puede conectarse mediante un sistema multiplex analógico de 10 canales FDM con Cerro de Jama 1, también puede conectarse mediante un cable multipar de 100 pares mediante un enlace de 12.5 km. Debido al terreno montañoso e irregular el enlace estará sometido a constantes interrupciones resultando el mantenimiento demasiado costoso por lo cual el enlace vía radio es el más adecuado en este caso.

4.6. ESCOGIMIENTO DE LOS EQUIPOS A UTILIZARSE . CONFIGURACION GENERAL.

La red de telecomunicaciones de la Provincia deberá presentar las siguientes características.

- la tecnología de los equipos debe presentar el acoplamiento con las redes existentes sea eficiente y debe ser lo más económico de manera que la expansión sea de forma flexible económica y técnicamente bien realizable.
- la red telefónica deberá permitir un eficiente mantenimiento aumentando la eficiencia del sistema.
- El Sistema Telefónico deberá cumplir con los requerimientos de servicio y las nuevas facilidades de los modernos sistemas telefónicos que ya exigen los usuarios y tendrá la posibilidad de ampliar nuevos servicios en el futuro
- El aparato telefónico deberá tener una buena calidad de transmisión de manera que se reduzca el diámetro del conductor reduciendo la resistencia de la línea de abonado; reduciendo así su costo en especial para líneas de abonados muy largas.

CENTRALES TELEFONICAS

En Centrales Telefónicas se ha preferido las de conmutación automática no sólo para las grandes ciudades sino para las zonas rurales. las ventajas más importantes de la conmutación automática son:

- Servicio disponible durante las 24 horas del día.
- igualdad de servicio para todos los abonados
- Costos reducidos por concepto de personal
- Facilidad de instalación y mantenimiento
- Conexión inmediata a la red automática y manual

Además de las características de las modernas centrales telefónicas de las zonas urbanas las centrales rurales han de satisfacer ciertos números de requisitos especiales.

- a) explotación Económica
- b) Equipos de dimensiones pequeñas dando facilidad de instalación y mantenimiento debido a su diseño modular
- c) Alta fiabilidad de mantenimiento

- d) bajo consumo de Energía
- e) Explotación permanente no atendida, autocontrol telecontrol, transferencia eléctrica de información.

ENLACES FISICOS

En la construcción de líneas interviene ciertos componentes destacándose entre ellos por su importancia los conductores, postes y aisladores.

CONDUCTORES: generalmente las consideraciones de transmisión no son necesarias considerariías en las líneas de servicio; el factor decisivo en la selección del conductor será la resistencia óhmica. Los valores dados en la tabla XXXVII pueden servir de guía para escoger el diámetro mínimo del conductor sin correrse el riesgo de rupturas.

Por clima severo se entiende clima costoso o un clima en el cual se corre el riesgo de cargas por nieve o de presión ejercidos por vientos. Para la selección de cables estos deberán reunir los

TABLA XXXVII

DIAMETRO MINIMO DE LOS CONDUCTORES

CONDUCTOR	CLIMA TEMPLADO	CLIMA SEVERO
Hilo desnudo	2 mm	2 mm
Cobre Estirado		
Hilo desnudo - bronce	1 mm	1.25 mm
Hilo desnudo-acero galvanizado	2 mm	-
Hilo de bajada tipo BrELKS	2 x Ø.8 mm	2 x 1.0 mm

requerimientos de transmisión y señalización para una gran parte de los abonados debido a la alteración del nivel de transmisión total y el incremento de los costos de empalme que sean necesario para conductores de un diámetro mayor a 0.3 mm. El IETEL ha establecido las siguientes especificaciones técnicas y constructivas:

- a) Postes: serán de madera tectona Brandis (TEKA) impregnado con preservantes que aseguren su duración ; su largo será de 8 metros . El diámetro a un metro de la base será de 0.18 mtr y en la superficie de 0.135 bmt . La reparación entre postes será aproximadamente de 62.5 mt los postes deberán estar enterrados a 1.4 metros.

- b) Cruceas: serán de madera tratada con un largo de 1.2 mt y su diámetro de 12 mm.
- c) Retenedores: están compuestos por: una varilla de hierro forjado galvanizado en caliente; de 1.6 mtr de largo con un diámetro de 5/8 pulgadas. Se sujetarán a un Cono de hormigón para anclarse en un extremo y en el otro a un cable de retenida por 7 alambres de acero retorcido entre sí
- d) Aisladores: se utilizarán de vidrio con rosca interior.

EQUIPOS DE RADIO.

Deberá tener las siguientes características :

- a) Operación constante y mantenimiento no permanente
- b) bajo consumo de Potencia
- c) Dimensiones pequeñas; para una fácil instalación y acceso a los puntos de prueba

Cada radiocanal deberá estar compuesto por los

siguientes equipos o sistemas:

- Radiocanal o equipo de radio propiamente dicho.
- Sistemas de protección automático de radiocanales (para sistemas 1+1 Únicamente)
- Sistemas de Supervisión
- Sistemas de circuitos telefónicos de servicio.
- Dispositivo de acoplamiento de antena
- Antenas y líneas de transmisión
- Sistemas Múltiplex por división de frecuencia

A continuación indicamos los equipos de radio utilizados

EQUIPOS DE RADIOENLACE DE 12/24 CANALES FDM - ARE.

Banda de Radio Frecuencia	335 - 470 Mhz
	790 - 960 Mhz
	1350 - 1535 Mhz

TRANSMISOR

Potencia Rf de salida	37 dBm (400 -900) Mhz
	30 dBm (1.5 Ghz) Ghz

Estabilidad de Frecuencia	$\pm 2 \times 10$
Desviación de Frecuencia	± 35 KHz RMS

RECEPTOR

Nivel de entrada Nominal al conector de la antena	-53 dBm	
Capacidad de canales	12	24
Nivel de entrada Rf umbral	-103 dBm	-100 dBm
Selectividad del Receptor	900 khz	

EQUIPO DE RADIO DE 60 - 120 CANALES FDM ARE

Banda de Radio Frecuencia	335 - 470 Mhz
	790 - 960 Mhz
	1350 - 1535 Mhz

TRANSMISOR

Potencia Rf de Salida	37 dBm (400-900) Mhz
	30 dBm (1.5 Ghz)
Estabilidad de Frecuencia	$\pm 2 \times 10$
Desviación de frecuencia de bandabase	± 100 khz RMS

RECEPTOR

Nivel de entrada nominal al conector de la antena	RF - 45 dBm
---	-------------

Capacidad de canales	60	120
Nivel de entrada RF umbral	-95 dBm	-94 dBm
Selectividad del Receptor	3 Mhz	5 Mhz

EQUIPO DE 300 CANALES FDM NL127

Banda de frecuencia	1.7 - 1.9 GHz
	1.9 - 2.1 GHz
	2.1 - 2.3 GHz
Número de canales Rf	6

Valor del Sistema en Potencia de salida en 30 dBm y 200 KHz de

desviación 152.3 dBm

Características de la Banda base

banda de Modulación	60 a 1364 KHz
Nivel de Entrada	- 42 dBr
Nivel de salida	- 18 dBr
Impedancia Entrada/salida	75 ohm

TRANSMISOR

Potencia de salida	30 dBm
Estabilidad de Frecuencia	+/- 2 x 10
desviación RF	200 KHz

RECEPTOR

Figura de Ruido	7 dB
Frecuencia central IF	70 Mhz
Ancho de Banda IF (3 dB)	18 Mhz
Umbral del receptor	- 84.5 Mhz
Nivel de Entrada Nominal al conector de la antena	- 40 dBm

EQUIPO DE RADIO DE 960 CANALES FDM NL152

Banda de Frecuencia	6.43 - 7.11 Ghz
No de Canales Rf	16
Capacidad del Sistema	960 FDM
Valor del Sistema en Potencia de Salida 30 dBm y 200 Khz de desviacion	139.1 dB
Característica de la Banda Base	
Banda de Modulación	60 - 4287 khz
Nivel de entrada	- 45 dBm
Nivel de Salida	- 20 dBm
Impedancia de Entrada y salida	75 ohm

TRANSMISOR

Potencia de Salida	27 dBm
Estabilidad de frecuencia	+/- 1 x 10
Desviación RF	200 khz RMS

RECEPTOR

Figura de Ruido	7 dB
Frecuencia Central IF	70 Mhz
Ancho de Banda IF (3 dB)	35 Mhz
Umbral del receptor (C/N= 10 dB)	-81.5 dBm
Nivel de Entrada Nominal RF	- 35 dBm

LINEAS DE TRANSMISION

- CABLE COAXIAL DE DIELECTRICO DE AIRE TIPO HJ7
MARCA ANDREWS.

Frecuencia Central :	383 Mhz
Atenuación :	-1.4 dB/100 mt
Canales Telefónicos:	12

- CABLE COAXIAL DE DIELECTRICO DE AIRE TIPO HJ7
MARCA ANDREWS

Frecuencia Central :	909.5 Mhz
Atenuación :	2 dB/100 mt
Canales Telefónicos :	24

- GUIA DE ONDA ELIPTICA EW 63 MARCA ANDREWS

Frecuencia Central :	6.670 Mhz
Atenuación :	4.75 dB/100 mt
Canales Telefónicos :	960 canales

- GUIA DE ONDA ELIPTICA EW 20, MARCA ANDREWS

Frecuencia central :	2.203 Ghz
Atenuación :	1.6 dB/100 mt
Canales telefónicos:	120 canales

ANTENAS

A continuación indicamos el tipo de antena usadas en nuestro diseño.

FRECUENCIA	TIPO	DIAMETRO	GANANCIA	VSWR
Ghz	gridpak	mt	dB	
0.365-0.403		3	19.4	1.3
0.820-0.960		3	25.8	1.35
	parabolica sim-			
	ple polarizada			
2.203	HP8F-19C	2.4	31.9	1.15
	HP10F-19C	3.0	33.8	1.15

Continúa.....

6.770	HP6 -65E	1.8	39.10	1.06
	HP8 -65E	2.4	41.60	1.04
	HP10-65E	3.0	43.54	1.04
	HP12-65E	3.7	45.36	1.04

C A P I T U L O V

PLANES TECNICOS FUNDAMENTALES A DESARROLLARSE PARA LA RED DE TELECOMUNICACIONES DE LA PROVINCIA DE MANABI.

Los planes fundamentales descritos en este capitulo son aquellos a los que se debe ajustarse la red ecuatoriana en el futuro. Muchos factores harán que no en todos los casos se puedan aplicar estos planes técnicos a la red Rural. En cuanto a la estructura de la red nacional esta está formada por dos centrales internacionales de Quito y de Guayaquil.

5.1 PLAN DE ENRUTAMIENTO DE TRAFICO.

No se utilizarán las centrales Tandem (o también llamadas centrales de paso) para las áreas multacentrales y todo el enrutamiento del tráfico se hará a travez de circuitos directos.

El plan general de enrutamiento para el tráfico interurbano será como se muestra en la figura 5.1; de esta figura se puede concluir que ciertas centrales locales estarán interconectadas directamente con las centrales Secundarias de Quito y Guayaquil.

Las centrales analógicas no se conectarán entre sí por rutas de preferencia analógica; lo cual se muestra en las figuras 5.2 y 5.3, de manera de poder descongestionar el sistema ARM (Central de Tránsito analógica) y LDT (Central de larga distancia tipo ARF) que existen en el país, enrutando el tráfico originado en las centrales rurales de la región 2.

5.2. PLAN DE SENALIZACION

El propósito de este plan es definir los métodos y señales que han de enviarse entre centrales para el establecimiento de las comunicaciones, envío de información sobre tarificación de las llamadas y otros fines administrativos.

En la etapa de digitalización de la red telefónica

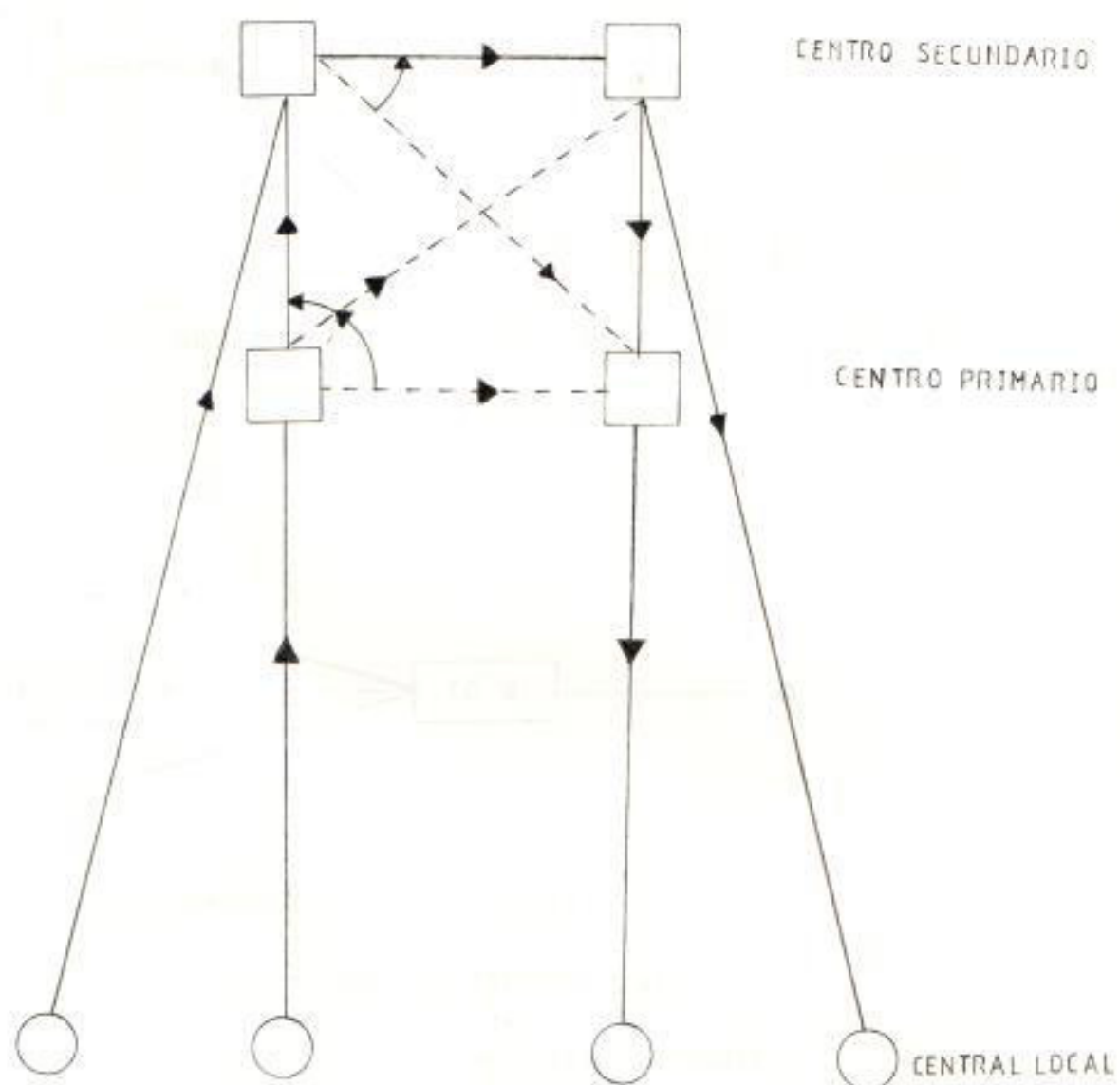


FIGURA 5.1 PLAN DE ENRUTAMIENTO INTERURBANO

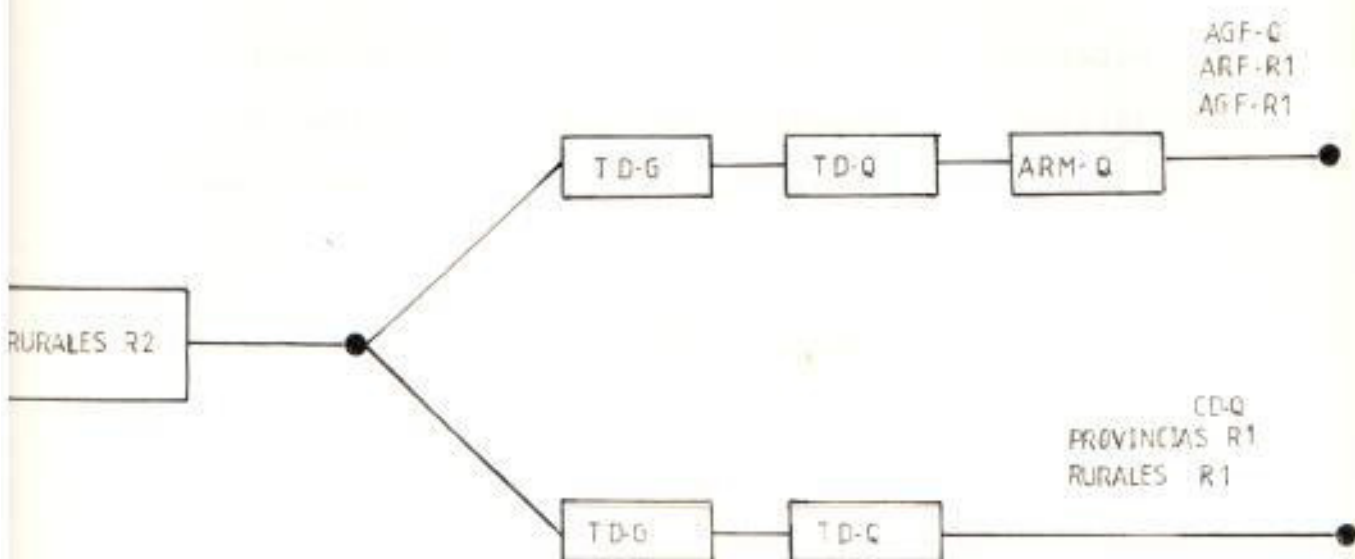


FIGURA 5.2 PLAN DE ENRUTAMIENTO DE LAS CENTRALES RURALES R 2 HACIA R1

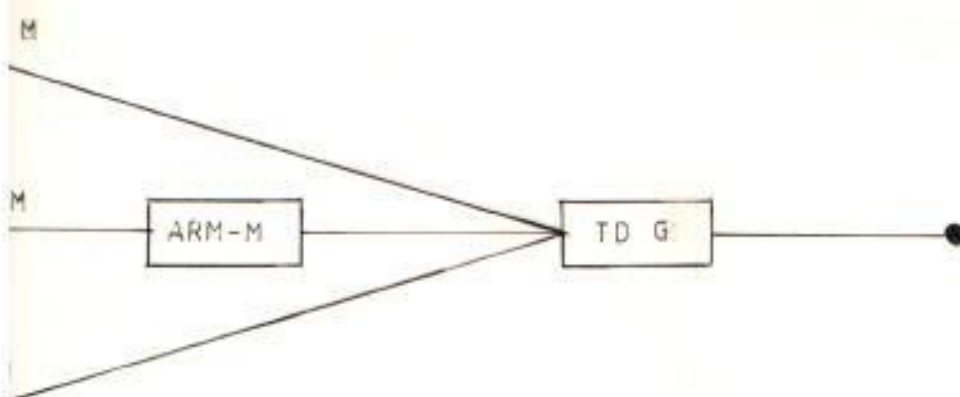


FIGURA 5.3 PLAN DE ENRUTAMIENTO DE MANTA HACIA RURALES R-2

TD	CENTRAL DE TRANSITO DIGITAL
CD	CENTRAL DIGITAL
ARM	CENTRAL DE TRANSITO ANALOGICA
AGF - ARF	TIPO DE CENTRALES LOCALES
Q	QUITO
G	GUAYAQUIL
R	REGION

se produce la coexistencia de centrales digitales y analógicas enlazadas por sistemas de transmisión que pueden ser analógicos o digitales.

Para cada una de las combinaciones se ha escogido el tipo de señalización de acuerdo a la tabla XXXVIII.

TABLA XXXVIII
SISTEMAS DE SEÑALIZACION EN LA RED TELEFONICA DEL ECUADOR.

CENTRAL DE ORIGEN	TRANSMISION	CENTRAL DE DESTINO		
		DIGITAL	ANALOGICO LME	ANALOGICO RURAL
Digital	Digital	SSCC	MFC-LME	MFC-R2
Digital	Analógico	MFC-R2	MFC-LME	MFC-R2
Anal.LME	Anal. Dig	MFC-LME	MFC-LME	MFC-LME
Anal.Rural	Anal. Dig	MFC- R2	MFC-LME	MFC-R2

En el sistema Internacional se utilizará la señalización CCITT número 5 hasta cuando sea posible utilizar el sistema de señalización de canal común CCITT número 7.

Los sistemas de señalización MFC-R2 recomendado

por el CCITT y el MFC-LME adoptado por la compañía ERICSSON son muy similares entre sí y cuentan con señales de línea y con señales entre registrador.

Las señales entre registradores son de tipo multifrecuencial secuencia obligada mientras que las señales de línea es de corriente continua o de fuera banda.

SEÑALIZACION ENTRE ENTRE REGISTRADORES.

Tenemos los siguientes tipos de señalizaciones:

Señalización entre registradores MFC-R2; las señales entre registradores son del tipo multifrecuencial y utilizan un código de 2 entre 8 en la banda de transmisión en ambos sentidos (hacia adelante y hacia atrás). El código de señalización está indicado en la recomendación G441 y se muestra en la tabla XXXIX.

Señalización entre registrador MFC-LME; el sistema MFC-LME es similar al MFC-R2 con la diferencia de que para las señales hacia atrás usa tan sólo 4 frecuencias eliminando de la tabla XXXIX las frecuencias 540 y 660.

SEÑALIZACION DE LINEA.

El sistema de señalización de línea se compone de 2 clases de señales: señales de corriente continua que se usa en las redes locales sobre los enlaces de cable y el sistema de señalización discontinua que se lo utiliza en las redes interurbanas sobre los enlaces por radio y en general sobre los enlaces con portadoras.

Las señales de corriente continua que describiremos se basa en la presencia de señalización entre registradores del tipo MFC-R2 y comprende 3 grupos básicos de señales, señales hacia atrás con computo y señales hacia adelante como de reposo, libre, toma y fin; el uso del grupo de señales hacia atras se define para cada enlace en función de que sea necesario llevar las señales en computo. Tanto en la central de salida como en la central de llegada se dispone de 3 estados de señalización de acuerdo con los siguientes significados:

- central de salida

alta resistencia --- reposo

baja resistencia --- toma

bucle abierto --- fin

- central de llegada (enlace sin computo)
- polaridad de bucle normal -- disponible
- polaridad invertida -- indisponible
- Ausencia de tensión -- bloqueo

- central de llegada (enlace con computo)
- polaridad de bucle normal -- disponible
- polaridad invertida -- indisponible
- ausencia de tensión -- bloqueo

En el sistema de señalización de corriente alterna se usa señales de impulsos simples con duración de 150 a 600 milisegundos; sin embargo la señal de bloqueo es continua mientras que la señal de desconexión hacia adelante tiene 600 milisegundos de duración. En la tabla XL se muestra el código de señales usadas con troncales de larga distancia a ser usados.

Opcionalmente se tiene un sistema de señalización de líneas discontinuas para líneas de enlace con facilidades para transmisión de computo. Este sistema de señales es sólo fuera de banda y tiene las siguientes características básicas:

- frecuencia de señalización 3825

TABLA XXXIX

COMBINACIONES MULTIFRECUENCIALES DEL CODIGO MFC-R2

COMBINACIONES			FRECUENCIA (HZ)						
S E N A L #	VALOR	HACIA ADELANTE	1380	1500	1620	1740	1860	1980	
	NUMERICO	HACIA ATRAS	1140	1020	900	780	660	540	
	X + Y	INDICE (X)	f0	f1	f2	f3	f4	f5	
		PESO (Y)	0	1	2	4	7	11	
1	0+1		X	Y					
2	0+2		X		Y				
3	1+2			X	Y				
4	0+4		X			Y			
5	1+4			X		Y			
6	2+4				X	Y			
7	0+7		X			Y			
8	1+7			X			Y		
9	2+7				X		Y		
10	4+7					X	Y		
11	0+11		X					Y	
12	1+11			X				Y	
13	2+11				X			Y	
14	4+11					X		Y	
15	7+11						X	Y	

- Nivel del origen o transmisión - 10 dBm

En la tabla XLI mostramos este sistema:

TABLA XL

SEÑALIZACION DE CORRIENTE CONTINUA

SEÑAL	DURACION
Ocupación	150 msg
Señal de operador al	150 msg
Contestación	150 msg
Desconexión hacia atrás	600 msg
Desconexión hacia adelante	600 msg
Marcación libre	600 msg
Bloqueo	continua

TABLA XLI

SEÑALIZACION DE LINEAS DISCONTINUAS

SEÑAL	DURACION
Ocupación	150 msg
Contestación	150 msg
Medición	150 msg
Reposición	600 msg
Desconexión forzada	600 msg
Desconexión hacia adelante	600 msg
Bloqueo	Continua

5.3. PLAN DE NUMERACION.

El presente plan de numeración contempla la división del país en 8 zonas de numeración de tipo cerrado de 7 cifras para número nacional, la primera cifra será:

ZONA	INDICATIVO INTERURBANO
Norte	1
Centro Norte	2
Centro	3
Oeste	4
Centro Oeste	5
Sur Oeste	6
Centro Sur	7
Sur	8

El prefijo de acceso al servicio interurbano seguido siendo cero (0) . Las centrales de cada zona estarán preparadas para que un cambio de 6 o más cifras del número local pueda efectuarse sin que dicho cambio implique paralización del servicio ni costos adicionales por variación en el Hardware y Software de las centrales.

NUMERACION PARA CPA.

La numeración para centrales por Programa Almacenado (CPA) tendrá la misma configuración que el número local, las dos primeras cifras identifican la central de destino y las cuatro restantes, el abonado deseado, incluida la extensión de centrales CPA.

NUMERACION INTERNACIONAL.

El número Internacional estará compuesto por el prefijo internacional de salida "00" (CERO,CERO), el distintivo Internacional del país de destino y el número nacional del abonado deseado.

NUMERACION DE SERVICIOS ESPECIALES.

- 101 Policía
- 102 Bomberos
- 103 Policía de Tránsito
- 104 Información Local
- 105 Larga Distancia Nacional
- 106 Hospital General
- 107 Reloj Parlante

- 114 Información Internacional
- 116 Pedido de Comunicaciones Internacionales.
- 117 Pedido Internacional (manual)
- 123 Telefonogramas
- 124 Reparaciones
- 125 Información R-2 (sólo para R-2)

5.4 . PLAN DE TRANSMISION.

Antes de presentar el plan de transmisión en si configuraremos un sistema local, sistema nacional y cadena internacional.

En la figura 5.4 se muestra en el Item a) el caso en que la central local conmute a 2 hilos y la transmisión entre la central local y el centro primario se lo hace a 2 hilos lo cual se tendrá cuando la central local esté ubicada en el mismo edificio que ocupe el centro primario. La situación en que la central local conmuta a dos hilos y la transmisión entre la central local y el centro primario es a 4 hilos, se lo muestran en la figura 5.4 item b).

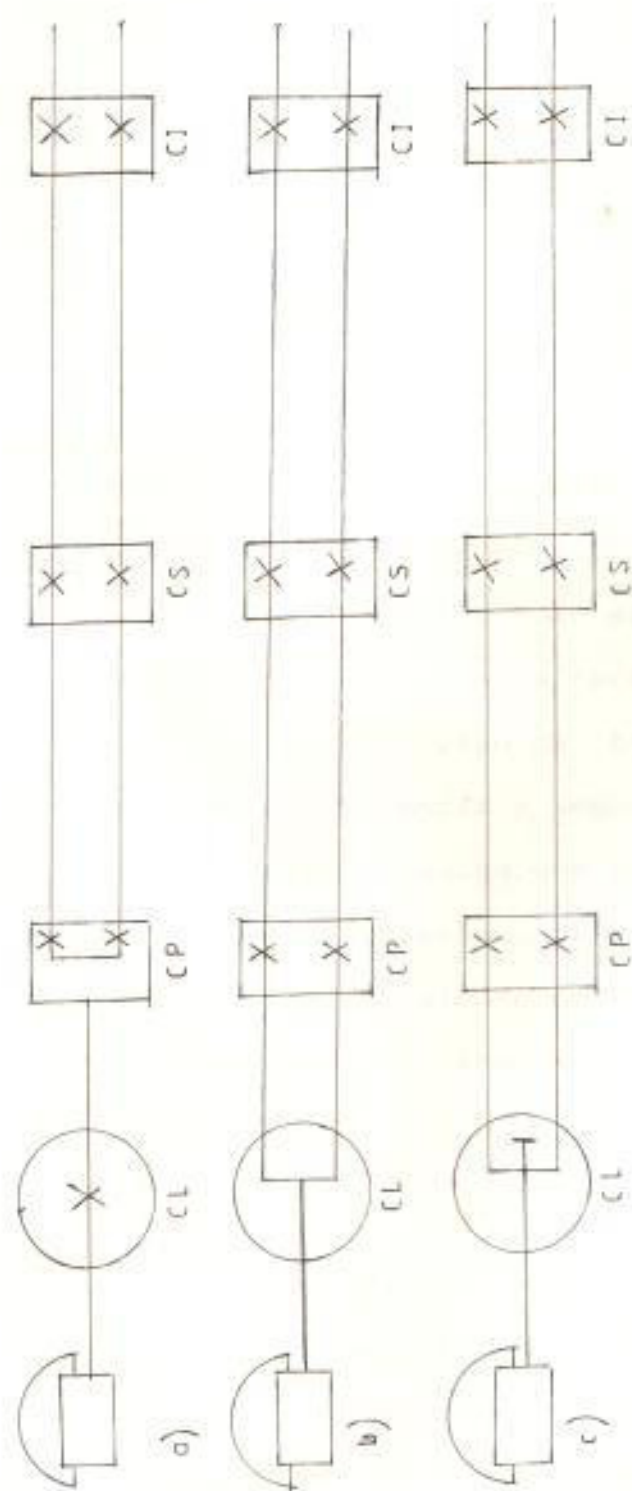


FIGURA 5.4 SISTEMA DE CONMUTACION Y TRANSMISION DE LA CENTRAL LOCAL Y EL CENTRO PRIMARIO

La situación en que la central local conmuta a 4 hilos se lo muestra en la figura 5.4 ítem c) .

El circuito a cuatro hilos del sistema nacional estará definido por sus extremos virtuales en la central internacional CI, los cuales determinan la separación entre el sistema nacional y la cadena internacional. Los valores del nivel relativo del circuito internacional entre los extremos virtuales serán aquellos establecidos por el CCITT en su recomendación G111; esto es -3.5 dBr para la transmisión y -4 dBr para la recepción. El factor más importante del plan de transmisión es el equivalente de referencia y según la recomendación del CCITT G-121 se exige que para el 97% de las comunicaciones internacionales efectivamente establecidas el equivalente de referencia (ER) no exceda de 21 dB en transmisión y 12 dB en recepción.

Según el numeral 3.2 de la recomendación (G-111) los valores preferidos del ER global anteriormente recomendado para conecciones telefónicas es de 4 a 16 dB, siendo 9 dB el valor preferido. Actualmente es imposible usar estos

valores debido a las necesidades de control de eco y de la estabilidad de los circuitos. No obstante para obtener tales valores en el futuro, el CCITT recomienda valores de RE a largo y corto plazo, los cuales se indican a continuación.

Los objetivos a largo plazo son los siguientes:

10	dB	< ERT	< 13	dB	(ER de transmisión)
2.5	dB	< ERR	< 4.5	dB	(ER de recepción)
13	dB	< ERG	< 18	dB	(ER global)

Estas recomendaciones establecen que estos objetivos a largo plazo no podrán alcanzarse inmediatamente; por lo cual adoptaremos para la red Ecuatoriana en forma transitoria los objetivos a corto plazo.

10	dB	< ERT	< 16	dB
2.5	dB	< ERR	< 6.5	dB
13	dB	< ERG	< 23	dB

Los objetivos se refieren a los valores medios y aseguran que la transmisión sea satisfactoria para

la mayoría de los usuarios.

Una central de igual o mayor jerarquía se conmutarán a 4 hilos. Similarmente los circuitos entre centrales locales que se conmuten a 4 hilos y centro primario serán circuitos a 4 hilos.

El valor de la atenuación de transmisión es pequeño por lo tanto lo que limita la disminución de la atenuación es el eco. El valor de la atenuación de transmisión necesaria depende de la longitud de la red, considerando la expansión territorial del Ecuador es adecuado considerar el valor de 6 dB para la atenuación de la transmisión. La distribución final de la atenuación en la red se la muestra en la figura 5.5.

Se han establecido puntos de referencia y niveles regulares para la red los cuales son :

- Pérdidas en un trayecto PCM entre una central local y el centro primario: 0 dB
- Pérdida entre centro Primario y Centro

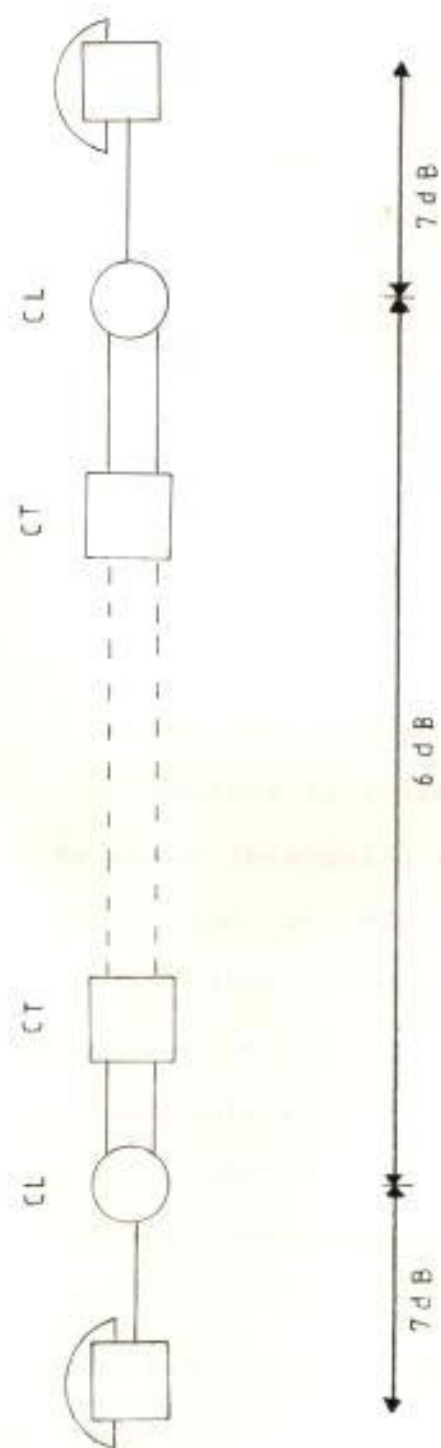


FIGURA 5.5 DISTRIBUCION FINAL DE LA ATENUACION

Secundario (incluyendo la pérdida de conmutación a 4 hilos : 0 dB .

- Transición de 2 a 4 hilos: 3.5 dB en cada dirección .

- Pérdida de conmutación de 2 hilos : 1 dB

5.5. PLAN DE TARIFACION.

Tarifación del tráfico Local; el tráfico local es el generado por comunicaciones cuyo establecimiento no requiere la intervención de un centro primario de mayor jerarquía, ni la ayuda de operadora. La tarifación es efectuada por la central terminal del abonado de origen; como método de tasación se utilizará el de multimedición (MM) mediante el cual en un contador individual para cada abonado se acumulan los impulsos periódicos provenientes de un generador de la central terminal. La frecuencia a la que se generan los impulsos está determinado por el grado de tasa que se asignen a las comunicaciones.

TARIFACION DEL TRAFICO INTERURBANO E INTERNACIONAL.

Tráfico interurbano es aquel que requiere acceder a un centro primario o terciario, y tráfico internacional es aquel que requiere acceder al centro terciario. La tarificación de estos dos tipos de tráfico se la realizará utilizando un proceso de registro automático de los datos de cada comunicación esto es los números nacionales de los abonados de origen y de destino, la hora de inicio y término de la comunicación y la fecha.

GRADO DE TASA.

El grado de tasa de una comunicación está determinado por la distancia entre el abonado de origen y el de destino. En la práctica se ha establecido zonas de tasación que son perímetros en los cuales los abonados comprendidos tienen una misma tasa.

ZONA LOCAL DE TASACION.

Es aquella cubierta por una central terminal o por

un sistema de centrales terminales y Tandem, se excluyen las unidades remotas que están ubicadas fuera del perímetro urbano de la central matriz y que para fines de tasación se consideran como centrales independientes. Las zonas locales de tasación tienen un grado de tasa 1.

ZONA PRIMARIA DE TASACION.

Una zona primaria de tasación es una parte del área atendida por una central de tránsito, la definición de las zonas se la realizará considerando el tamaño de la zona de tasación y el desarrollo de los sistemas previstos al futuro. En el Ecuador una provincia corresponderá a una zona primaria de tasación; en cada zona primaria de tasación se establece un centro de zona que constituye la central más importante del centro primario. Las zonas primarias de tasación tienen un grado de tasa de 1. Para Manabí el centro de la zona primaria será Manta. Para comunicaciones que se llevan entre abonados ubicados en zonas primarias diferentes, el grado de tasa se fija de acuerdo a la distancia entre los centros de zonas en que están ubicados los abonados de origen y destino, estableciéndose la distancia entre las

zonas involucradas ; el grado de tasa está definido en la TABLA XLII .

6. PLAN DE CONMUTACION.

Muchas administraciones han optado preferentemente por la conmutación automática no sólo para las grandes ciudades sino también en los últimos años para las zonas rurales. Las ventajas más importantes de la conmutación automática son:

- servicio disponible durante las 24 horas del día.
- rapidez y secreto de las comunicaciones.
- costos reducidos en concepto de personal
- conexión inmediata a la red automática nacional.

Las ventajas más importantes de la conmutación manual son :

- bajo costo inicial
- instalación y mantenimiento fácil y rápido.
- posibilidad de usar líneas muy largas con un

aislamiento mediocre.

TABLA XLII
GRADO DE TASACION

GRADOS DE TASA	DISTANCIA Km	# de impulsos por minuto horario tarifa normal	# de impulsos por minuto horario tarifa reducida.
0	servicios especiales	0	0
1	zona local	1/3	1/6
2	zona primaria	6	4
3	hasta 120 km	10	6
4	121 - 200	15	75
5	202 - 300	20	10
6	mas de 300 km	30	15

El tráfico de larga distancia es particularmente importante en las zonas rurales aisladas con pequeñas redes locales. Son especialmente destacados las ventajas de la explotación automática sobre los sistemas totalmente manuales cuando hay un gran número de centros para larga distancia conectados en serie. Debido a estos factores las zonas rurales dispondrán hoy en día en la mayoría de los casos de centrales automáticas para tráfico local y a larga distancia

desde el comienzo del servicio. Para poblaciones entre 10 y 20 abonados se colocarán centrales semiautomáticas que requieran de un operador para llamadas de larga distancia con una capacidad máxima de 50 abonados. Para poblaciones mayores a los 50 abonados se utilizarán centrales automáticas.

La estructura de la red telefónica Rural de la Provincia de Manabí está basada en la instalación de una central primaria en Manta a la cual conmutarán las centrales locales rurales, las cuales están enlazadas con la Central primaria de Manta mediante un sistema de transmisión analógico como se observa en la figura 5.6 . Se muestra también el número de líneas de abonados y el número de circuitos de enlace con la central primaria de Manta de acuerdo al tráfico esperado; las poblaciones que son servidas y la planta externa de una central de otra localidad.

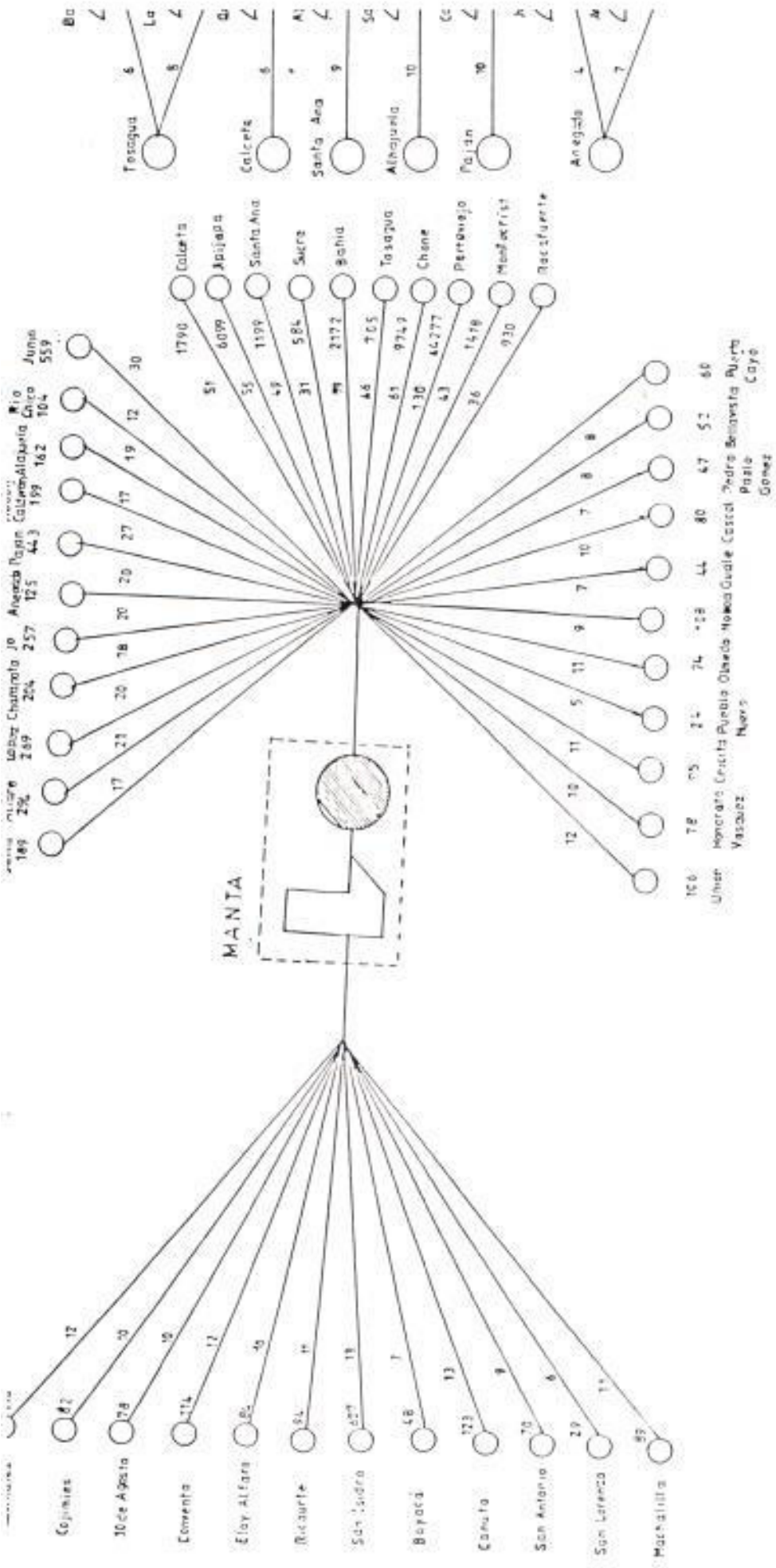


FIGURA 5.6 RED DE CONMUTACION TELEFONICA DE LA PROVINCIA DE MANABI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de haber realizado el estudio y diseño pertinente para servir a la Provincia de Manabí de un sistema Telefónico con eficiencia y calidad, en especial a las zonas rurales procederemos a indicar las siguientes conclusiones y recomendaciones.

A través de los sistemas de Radioenlace, onda Portadora, líneas físicas a frecuencia vocal y cables multipares éste diseño integra a la red Nacional de Telecomunicaciones a la población rural dela provincia de Manabí.

El diseño y la Planificación de la red abarca 14 cabeceras cantonales y 42 parroquias rurales; de las cuales más del 61 % de la Población Económicamente Activa se dedica a la agricultura, pesca y a la ganadería.

Se recomienda que el IETEL (Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones realice encuestas telefónicas a todas

las centros consumidores de la zona; para así poder determinar la demanda insatisfecha, y con datos confiables predecir la demanda telefónica futura;

El dimensionamiento correcto de los sistemas en cuanto a número de canales necesarios fue considerado de enorme importancia, ya que sólo así pudimos comprobar la real necesidad de canales de larga distancia por no haber sobredimensionado los equipos, optimizando el costo por concepto de equipos de comunicaciones.

Por tener Manabí un terreno montañoso se tuvo que dotar en la mayoría de los casos de comunicaciones mediante sistema de enlaces vía radio; teniendo todos los enlaces de radio línea de vista siendo la distancia del enlace no mayor a 50 kilómetros en ninguno de los enlaces.

Como la configuración general de la red telefónica es tipo árbol, y como el objetivo era conectar la mayor cantidad de poblaciones, hubo que conectarlas a través de seis estaciones repetidoras a banda base o sea con posibilidad de derivación. Siendo en la actualidad Manta el principal centro de Conmutación y por estar cerca a la estación Repetidora Cerro Las Hojas se desarrollará en Manta la

Central primaria de la red telefónica de manera que sea Manta quien controle el tráfico telefónico entrante y saliente de la provincia de Manabí.

Se ubicaron 3 sitios para colocar tres estaciones Repetidoras con derivación en Banda Base, las cuales servirán para conectar las poblaciones rurales que no tienen acceso a la red telefónica Nacional.

Estos sitios son Cerro de Jama 1; Cerro Río Chico y Cerro Cahuya. La estación repetidora Cerro de Jama 1 fue ubicada en la parte Norte de Manabí, modificando el sitio proyectado por IETEL ya que éste no tenía línea de vista con 10 de Agosto, Convento y Flavio Alfaro. Mediante los perfiles de los trayectos utilizando las cartas topográficas del IBM se pudo verificar que hubiera línea de Vista de Cerro de Jama 1 con los pueblos de la parte norte de la Provincia de Manabí. Esta estación repetidora tiene un enlace troncal de 300 canales con la estación repetidora Loma de Viento.

La estación repetidora Cerro Río Chico fue creada para poder conectar mediante sistema de radio a las poblaciones de Río Chico, Abdón Calderón, y San Plácido.

La estación Cerro Rio Chico se conecta mediante un enlace de Radio de 60 canales con la estación repetidora Cerro Las Hojas. La estación Repetidora Cerro Cabuya sirve para conectar mediante sistema de Radio a las poblaciones de Puerto Lopez, Machalilla y San Lorenzo. La estación repetidora Cerro Cabuya se conecta mediante un enlace de radio de 60 canales con la estación Cerro Corozo.

Se recomienda el uso de alambre COPPERWELD de 2.03 cm de diámetro para los sistemas de Onda Portadora los cuales cubrirán una longitud de transmisión total de 47.05 km; los sistemas de Transmisión mediante el uso de cables Multipares autosoportados con alambres de Cobre reducido en diámetro de hasta 8.9 mm, cubrirán una longitud de 42.05 Km.

Se recomienda instalar en las Estaciones Repetidoras de Cerro de Jama I, Loma de Viento, Cerro Las Hojas y Cerro Corozo, equipos de multiconcesos; para servir a la gran cantidad de haciendas y camaroneras que existen en la provincia de Manabí. Además colocar en los caseríos una cabina telefónica.

Se recomienda que el IETEL realice una buena planificación

Financiera; de manera de explotar eficientemente el Sistema telefónico. Los objetivos más importantes de esta planificación financiera deberán ser:

- a. Un presupuesto de explotación anual
- b. Una Previsión del Capital necesario para financiar las debidas ampliaciones y mejoras del Sistema Telefónico.
- c. Una previsión de la explotación a mediano plazo (de 3 a 5 años)

A P E N D I C E A

DEDUCCION DE LA FORMULA PARA HALLAR EL RADIO DE LA PRIMERA ZONA DE FRESEL.

Una antena transmisora irradia energía, la cual se desplaza en un frente de onda de radiación secundaria (principio de Huygens - fresnel), hasta llegar a la antena receptora. El camino más corto entre las antenas es d , y el ángulo de la señal es 180° .

Supongamos un punto Px' que define un trayecto indirecto cuyo recorrido adicional es de media longitud de onda ($\lambda/2$); si éste punto se desplazara, al hacerlo va definiendo los trayectos posibles de longitud igual a: $d + \lambda/2$. Esto se denomina "Primera zona de Fresnel", y podemos decir que el límite de esta zona es el lugar geométrico de los puntos desde los cuales la onda puede reflejarse, de modo que recorra media longitud de onda más, para llegar desde la antena transmisora hasta la receptora, en tal forma que:

$$TPx' + Px' = TR + \lambda/2 \quad (A.1)$$

donde :

T = antena Transmisora

R = antena receptora

Px' = punto en el límite de la primera zona

La ecuación A.1 es la que limita la primera zona de Fresnel. Los límites de las sucesivas zonas de Fresnel, se representan con puntos que aumentan en múltiplos de media longitud de onda de recorrido. Así un rayo reflejado desde cualquier punto en la superficie que define la quinta zona de Fresnel, habrá recorrido una distancia mayor en cinco medias longitudes de onda que la distancia que separa directamente las antenas.

Una superficie reflectora ubicada en el límite de la primera zona de Fresnel, puede duplicar la magnitud de la señal recibida, mientras que otra superficie reflectora situada apenas a pocos decímetros fuera del recorrido directo puede reducir la señal casi a cero. Para comprender mejor éste fenómeno, debemos recordar que la onda al ser reflejada, ha experimentado una inversión completa de fase de 180° .

Además la onda Reflejada desde el primer límite, ha recorrido media longitud de onda más que la onda directa, ésto resulta en otro desplazamiento de fase de 180° , o sea un total de 360° , resultando que las ondas directa y reflejada se suman directamente. Desde el límite de la segunda zona de Fresnel, en cambio la onda reflejada al llegar a la antena receptora, habrá recorrido una longitud de onda completa más que la onda directa, llegando retrasada 360° . Este retardo, sumando a la inversión de 180° en la superficie reflectora, puede provocar una cancelación completa de la señal. Estos fenómenos han dado origen a lo que se llama "efecto de propagación múltiple".

Si tenemos una elevación de terreno y si la altura libre sobre dicha elevación, es igual al radio de la quinta zona de Fresnel, la llegada de la onda reflejada será retardada tres longitudes de onda detrás del rayo directo lo que sumándolas en fase determinan un nivel de señal recibida anormalmente alto. Si la elevación del terreno fuese tal que provocase una clase de obstrucción o de rasante al rayo directo, el nivel de señal recibida disminuiría por lo menos 6 dB en comparación con los valores que corresponderían a propagación por espacio libre. La ecuación A1 podemos expresarla mediante la siguiente relación:



$$\sqrt{bx^2 + d1^2} + \sqrt{bx^2 + d2^2} = d1 + d2 + \frac{\lambda}{2}$$

donde:

$d1$ = distancia en Km. de antena transmisora al punto $P'x$

$d2$ = distancia en Km. de antena receptora al punto $P'x$

$d3$ = radio en m. de la primera zona de Fresnel en $P'x$

Factorizando el primer miembro de la ecuación:

$$d \sqrt{\left(\frac{bx}{d1}\right)^2 + 1} + d \sqrt{\left(\frac{bx}{d2}\right)^2 + 1}$$

como: $\left(\frac{bx}{d1}\right)$ y $\frac{bx}{d2} \ll 1$

Los radicales pueden ser expandidos en serie de la forma:

$$\sqrt{1 + x} \approx 1 + \frac{1}{2} x \quad \text{si } x \ll 1$$

resultando:

$$d1 \left(1 + \frac{1}{2} \left(\frac{bx}{d1}\right)^2\right) + d2 \left(1 + \frac{1}{2} \left(\frac{bx}{d2}\right)^2\right) = d1 + d2 + \frac{\lambda}{2}$$

$$b_x^2 \left(\frac{1}{2d_1} + \frac{1}{2d_2} \right) = \left(\frac{\lambda}{2} \right)$$

de donde:

$$b_x = \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2 \cdot \lambda}{d_1 + d_2}} \quad (A.2)$$

y en función de frecuencia tenemos:

$$b_x = 17.3 \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2}{d \cdot f}} \quad (A.3)$$

es el radio de la primera zona de Fresnel en el punto x.

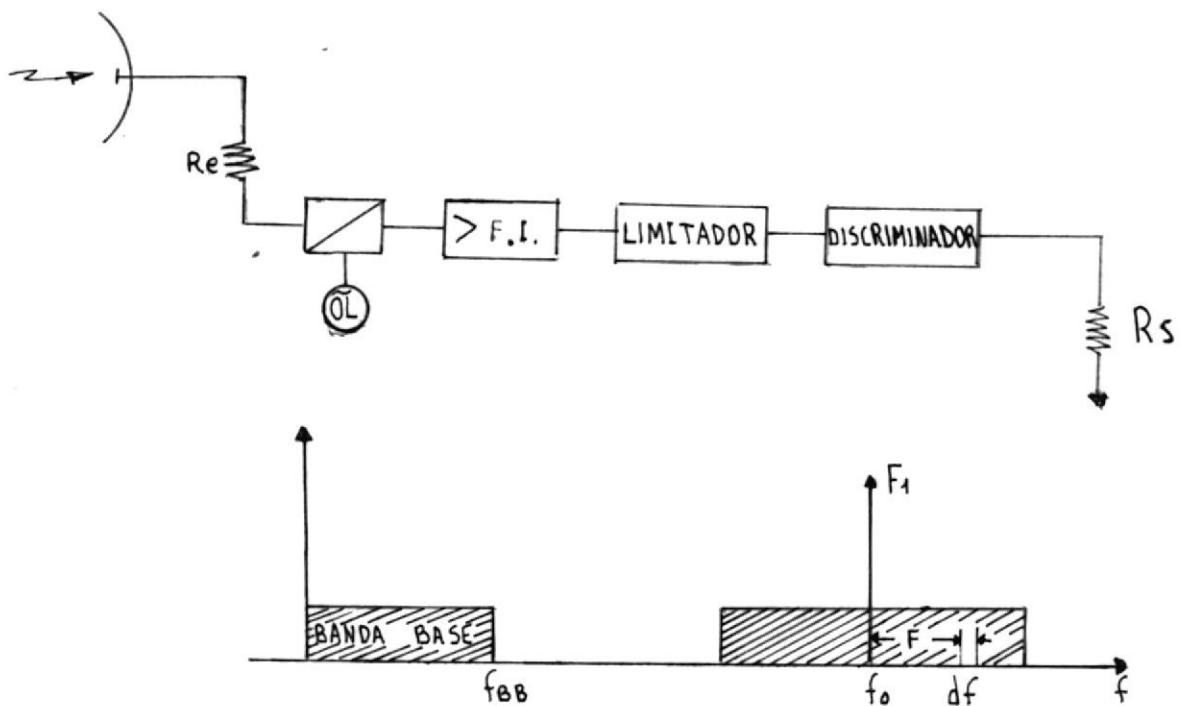
Las zonas de Fresnel de orden superior están dadas por:

$$b_x(n) = \sqrt{\frac{n \cdot d_1 \cdot d_2 \cdot \lambda}{d_1 + d_2}}$$

$$b_x(n) = \sqrt{n} \cdot b_x \quad (A.4)$$

A P E N D I C E B

CALCULO DEL RUIDO TERMICO DE RECEPCION PARA UN VANO EN EL
CANAL MAS ELEVADO DE LA BANDA BASE.



Sea R_e la resistencia equivalente de radiación de la antena, que a su vez es la resistencia de entrada del receptor. Debido al efecto Johnson, en bornes de dicha resistencia aparece una tensión errática de origen

térmico y que según el criterio de Nyquist tiene por valor

$$e_n = \sqrt{4 \cdot K \cdot T \cdot R_e \cdot df} \quad (\text{voltios eficaces}) \quad (B.1)$$

K = constante de Boltzman = 1.38×10^{-23} julios/°K

T = temperatura absoluta

df = ancho de banda en hz

R_e = resistencia de ohmios

Los valores de esta tensión son totalmente aleatorios, siguiendo una distribución normal o de Gauss. Las fuentes correspondientes no tienen polaridad, por lo que se definen en términos de valores cuadráticos medios, siendo totalmente incorrecto sumar valores eficaces de ruido.

Supuesto un espectro elemental de frecuencia df , la potencia máxima de ruido térmico desarrollada en bornas de R_e , será:

$$P_N = \frac{4 \cdot K \cdot T \cdot R_e \cdot df}{4 \cdot R_e} = K \cdot T \cdot df \quad (B.2)$$

Este valor es la potencia de ruido mínima teórica, a la entrada del receptor. EL FACTOR RUIDO de una red, es el valor por el que hay que multiplicar el ruido mínimo teórico a la entrada, para obtener la potencia la potencia de ruido a la salida. Si es n el factor de ruido, la potencia de ruido térmico a la salida del receptor valdrá:

$$P_N = K.T.n. df \quad (B.3)$$

Este es el valor de la potencia de ruido térmico que tendríamos a la entrada del receptor, si consideramos éste perfecto, es decir sin contribución de ruido. Podemos hacer equivalente toda esta potencia de ruido térmico a la entrada, a la que desarrollaría una señal de amplitud E y de frecuencia $f_0 + F$, en bornes de R_e .

$$K.T.n. df = \frac{\mathcal{E}^2}{2 R_e} ;$$

$$\mathcal{E}^2 = 2.R_e.K.T.n.df$$



BIBLIOTECA

(B.4)

Esta componente de ruido $y_n = E \sin 2 (f_0 + F)t$ se

encuentra con la señal portadora de frecuencia f_0 y amplitud a . El efecto de esta interferencia, según hemos visto en el apartado "Perturbación producida por una señal parásita de frecuencia pura", se manifiesta en una modulación de amplitud y una modulación de fase, de la señal principal.

La primera es eliminada por la acción del circuito limitador, y es la segunda la que aparece en forma de ruido a la salida del receptor. la desviación máxima de fase de la modulación parásita vale:

$$\Delta \varphi = \frac{\varepsilon}{a} \quad (B.5)$$

la desviación máxima de frecuencia equivalente será:

$$f = \Delta \varphi \cdot F = \frac{\varepsilon}{a} \cdot F \quad (B.6)$$

A la salida del discriminador tendremos una tensión parásita de ruido, de valor:

$$\Delta u_N = K \cdot f \cdot \frac{\varepsilon}{a} \quad (B.7)$$

Siendo K_1 la constante de proporcionalidad del discriminador, al que suponemos un funcionamiento lineal.

La potencia de ruido a la salida del receptor vale :

$$P_N = \frac{\Delta U_N}{2R_s} = \frac{K_1^2 F \frac{\epsilon^2}{a^2}}{R_s a^2} \frac{K_1 R_e}{2R_s} F^2 K T n df$$

Si la portadora tiene una amplitud a , la potencia desarrollada en bornes de R_e , será:

$$P_R = \frac{a^2}{2 R_e}$$

Por lo tanto

$$P_N = K_1^2 \cdot \frac{K T n df}{2R_s P_R}$$

Esta Potencia es doblada, debido a la acción de la banda simétrica respecto a f_0 , dada por $f_0 - F$, por lo tanto, la Potencia de ruido total viene dada por :

$$P_N = K_1^2 \frac{K T n F df}{R_s P_R}$$

Nos interesa medir el ruido en el canal telefónico situado en lugar más elevado de la banda base, dada por la variación, según una ley triangular de la tensión de ruido a la salida del discriminador. Por consiguiente nos situaremos en el caso de ser $F = f$ la frecuencia más elevada en la señal múltiplex o banda base. Si es b ancho de banda de un canal telefónico, la potencia de ruido térmico en este canal a la salida del receptor valdrá:

$$P = \int_c^b K_1^2 \frac{K T n f_{bb}^2}{R_s P_R} df$$

Suponiendo que f es constante a lo largo de la integración realizada dentro del espectro de frecuencia correspondiente al canal más elevado de la banda base, tenemos que:

$$P_N = K_1^2 \frac{K T n}{R_s P_R} f_{bb}^2 b$$

Observamos que la potencia de ruido térmico a la salida del receptor es inversamente proporcional a la potencia de la señal recibida a la entrada del receptor. Por lo tanto, en ciertas condiciones tenemos una propagación distinta al espacio libre, la atenuación correspondiente o "fading" afecta al nivel de la potencia de señal

recibida, disminuyéndolo (o aumentándolo) y por consiguiente aumentando (o disminuyendo) la potencia de ruido térmico en el canal más elevado de la banda base, a la salida del receptor.

De aquí la relación señal/ruido en espacio libre a la salida del receptor será :

$$\frac{P_s}{P_n} = \frac{P_s}{K_1^2 K T_n B} \quad \frac{R_s P_n}{f_{be}^2}$$

A P E N D I C E C

CONSIDERACIONES ECONOMICAS

Nuestro objetivo principal es asegurar que el sistema telefónico cumpla con los requerimientos de funcionamiento y disponibilidad, de manera de poder optimizar los costos; considerando que se considerará tan sólo la inversión inicial trataremos de presentar un análisis de costo de la forma más objetiva y práctica.

Es necesario incluir los costos de operación y mantenimiento del sistema telefónico; los cuales dependen principalmente de las condiciones locales. A continuación se muestra el porcentaje de los costos para una estación repetidora típica.

- Edificio y Torre	45 %
- Equipo de Radio	25 %

- Fuente de Alimentación 15 %

- Carretera y Vías de Acceso 15 %

A continuación haremos un estudio económico en una forma más objetiva y detallada:

a.- El edificio es el parámetro de costo que depende del tamaño de la planta, el espacio requerido depende de lo siguiente:

- Espacio necesario para torre autosoportada

- Espacio necesario para el equipo de telecomunicaciones con suficiente margen para ampliaciones imprevistas

- Espacio para el sistema de alimentación de energía.

- Espacio para almacenamiento de combustible con capacidad suficiente para cubrir cualquier periodo en que el suministro sea imposible debido a los conductores locales

- Unidades de trabajo para el personal de operación y

mantenimiento

- Dispositivos de seguridad

Si el diseño se efectúa a base de módulos es posible obtener un alto grado de flexibilidad en cuanto al tamaño de los locales.

Se puede obtener un grado de optimización elevada mediante una estación integrada, instalando la totalidad del sistema modular en la cima de la torre, o también solamente la cámara de protección con el equipo de radio puede montarse en la torre; mientras que la fuente primaria de energía y las baterías estén en tierra. La ventaja principal con este sistema es que se reducen las pérdidas del alimentador y que el área requerida es menor y el edificio será necesario tan sólo para proteger la fuente de energía.

b.- En lo referente al equipo de Radioenlace no existe mucho ahorro de costo a menos que se tenga una capacidad menor, una confiabilidad más baja o un funcionamiento reducido que pueda ser aceptado. Sin embargo considerando la configuración del sistema

puede ser posible ahorro del costo.

En cuanto al sistema de protección este puede ser obviado si la confiabilidad del equipo es excelente y si la localización de la falla y el mantenimiento de las unidades dañadas puede llevarse a cabo rápidamente y fácilmente debido al diseño y concepción del sistema adecuado, fácil acceso a la estación y personal de mantenimiento capacitado.

La eliminación del equipo de protección permitirá una reducción del costo permitiendo la inversión del equipo de protección en un tiempo posterior en base a las utilidades por el servicio prestado a los abonados.

c.- El costo de suministro de potencia puede ser fácilmente reducido a menos que el lugar esté localizado cerca de un suministro de energía comercial, utilizando equipos de bajo consumo de energía puede ser posible utilizar un suministro de energía alterna como por ejemplo energía solar.

d.- En cuanto a la carretera de acceso, si es necesario

grandes cantidades de combustible necesitan ser llevadas al lugar el cual es el caso si se usan generadores a diesel o termoeléctricos.

Las vías de acceso a las estaciones de telecomunicaciones tiene que cumplir con dos requisitos:

- a) atender las necesidades en la fase de construcción del edificio e instalación del equipo
- b) atender posteriormente las actividades normales de explotación

e.- las estructuras de soporte pueden ser:

- a) Postes simples de acero o de madera para sostener los sistemas
- b) estructuras en forma de pórtico cuando se tenga que soportar antenas a poca altura se podrá emplear madera o acero
- c) Torres autosoportadas apoyadas en 3 o 4 patas

d) mástiles ariostados (consolidados de riostas)
consistentes en columnas delgadas mantenidas en
posición vertical mediante riostas de cables
trenzados

e) torres con receptáculo para el equipo

La opción entre torres y mástiles dependen de factores
técnicos y económicos. El sistema completo puede ser
dividido en:

- Equipo de Radioenlace
- Equipo de Conmutación
- Enlaces Físicos

Analizando los costos para la Provincia de Manabí de cada
uno de sus componentes tenemos lo siguiente:

1.- COSTOS DE LOS EQUIPOS DE CONMUTACION

Existen 2 tipos de centrales usadas

a) Centrales Semiautomáticas

b) Centrales Automáticas

Las centrales semiautomáticas se utilizan cuando la demanda telefónica no es demasiada alta.

Las centrales automáticas son las más utilizados y se pueden dividir en 2 grupos:

- 1.- hasta 300 abonados tomando como referencia la central CPR-30 de la Compañía EQUITEL de Brasil; el costo de esta central es de \$ 51.129,00 lo cual significa que el costo por línea será \$ 170,43 .

Sumando las capacidades de estas centrales se necesitarán 4048 líneas telefónicas. esto significa que el costo total será de \$ 689.900,64

- 2.- Desde 300 hasta 4000 abonados considerando el el costo de la central CPR-100 equipada con 600 abonados su costo es de \$ 91.955,00 lo cual nos dá un costo por línea de \$ 153,26 . En éste rango existen 27.373 abonados, sin tomar en consideración a la central de Jipijapa, Chone, Manta y Portoviejo. El costo aproximada en las

centrales automáticas será: \$ 4'195.186,00 .

2.- COSTOS DE LOS EQUIPOS DE RADIOENLACE

Los equipos de radioenlace estarán formados por:

- Equipo múltiplex
- Equipo de radio propiamente dicho
- Alimentadores, antenas etc.

Los valores principales que elevarán considerablemente los costos serán:

a) EQUIPO MULTIPLEX

Tomando como referencia un equipo múltiplex de 120 canales tenemos:

- Múltiplex de 120 canales	\$ 55.636,00
- Material de instalación del múltiplex	\$ 1.908,00
- Repuesto del múltiplex	\$ 4.450,00
- Accesorios y herramientas	\$ 1.440,00
TOTAL	\$ 63.434,00
Valor por cada canal del Múltiplex	\$ 528,62

Para la Provincia de Manabí se necesitarán un total de 1165 canales de radio por lo tanto el valor total de canales de los múltiplex será de \$ 615.842,00

b) EQUIPO DE RADIO

Para la provincia de Manabí se necesitarán:

- 25 enlaces de radio de 12 canales
- 8 enlaces de radio de 24 canales
- 12 enlaces de radio de 60 canales
- 1 enlace de radio de 120 canales
- 2 enlaces de radio de 300 canales
- 3 enlaces de radio de 960 canales

Sumando un total de 51 enlaces de radio; considerando los costos de los diferentes equipos de radio estos no varían obtensiblemente unos a otros. Tomando como referencia el costo del conjunto del equipo de radio de 120 canales.

- 2 equipos de radio Hot Standby 1+1	\$ 28.246,00
- 2 juegos de material de instalación	
de radio	\$ 668,00
TOTAL	\$ 28.914,00
=====	

Por lo tanto para los 41 enlaces de radio necesarios para nuestra red será de \$ 1,185,474,00

3.- COSTOS DE LOS ENLACES FISISCOS.

Se utilizarán 47.05 Km en líneas Abiertas y 41.95 Km en cables multipares. Considerando una distancia entre poste de 63 metros y una altura de los postes de madera de 10 metros y basados en las licitaciones del IETEL de Agosto de 1987 tenemos:

a) LINEAS ABIERTAS

- Distancia 47.05 km
- Costo de línea 47.05 km x \$ 0.985 c/mt ----- = \$ 46.344,25
- Costo de los Postes 747 postes x \$ 57.50 c/poste - = \$ 42.952,50
- Apertura de hoyos, parada, apisionada y numeración de los postes

Pasen.....

Vienen...

747 postes x \$ 21,00 c/poste = \$ 15.687,00

- Montaje de crucetas con sus
aisladores, vastagos,
transposiciones, tirantes etc.

747 postes x \$ 2.82 c/poste = \$ 2.106,54

- Montaje y templada de las líneas

9410 mt x \$ 0,112 c/mt -- = \$ 1.060,50

- Colocación de retenidas

88 unid x \$ 17,63 c/unid = \$ 1.551,44

TOTAL

\$ 109.702,23

=====

b) CABLES MULTIPARES

- distancia = 42.05 km

- Costo de los Cables Multipares

42.05 Km x \$ 0.875 c/mt ---- = \$ 36.790,00

- Costo de los Postes

667 postes x \$ 57,50 c/poste = \$ 38.352,00

- Desbroce y Limpieza

42.05 Km x \$ 39.40 c/km = \$ 1.639,95

- Apertura de hoyos y parada de
postes

667 postes x \$ 25,29 c/u -- = \$ 16.868,40

- Colocación de Herrajes a
postes de madera

Pasan.....

Vienen...

667 postes x \$ 4,62 c/u = \$ 3.081,54

- tendido de cable autosoportado

42,05 km x \$ 0,38 c/mt -- = \$ 15.980,00

- Colocación de retenidas

79 unid x \$ 13,88 c/unid = \$ 1.096,52

TOTAL : \$ 113.808,41

=====

BIBLIOGRAFIA

1. INEC, III. Censo de Población 1.974, Resultados definitivos, Manabí, 1.974. Tomo I .
2. INEC, IV. Censo de Población, 1982, Resultados definitivos, Manabí, 1.982. Tomo I .
3. INEC, III. Censo de Vivienda, 1.982. Resultados definitivos Manabí, 1.982. Tomo I .
4. ESPOL, Módulo de Planificación de redes de Comunicación.
5. UIT, Economic y technical aspects of the choice of transmission systems.
6. IETEL, Proyección de la Población ecuatoriana concentrada y dispersa a nivel parroquial 1.985 - 2.010, DOC - SDP - 87 - 21 - 1, Quito 1.986.
7. IETEL, Resultados del estudio de demanda a nivel cantonal y parroquial (Anexo 1), DOC SDP - 87 - 06 - 1 .
8. IETEL, Estudio de la demanda Telefónica para las poblaciones rurales del Ecuador, DOC TR-20, Quito, 1.980, 24 p.
9. ARRL, The ARRL Antenna Book (America Radio Relay IEGNE. 1.976)
10. IETEL. Plan Nacional de Radiofrecuencias; Dirección

- Nacional de Frecuencias; Norma Técnica 87-01-A2, 1987
11. IETEL. Plan de Enrutamiento transitorio; DOC SDP-85-19-01, Quito .
 12. IETEL. Plan de Numeración DOC SDP-84-08-02. Quito, 1.984.
 13. IETEL. Plan de Tarifación, DOC SDP-596, Quito, 1.985 .
 14. IETEL. Plan de Transmisión, DOC SDP-042, Quito, 1.985 .
 15. IETEL. Plan de Señalización, DOC SDP-577, Quito, 1.985 .
 16. SOTO. M., Tráfico Telefónico. Conceptos y Aplicaciones, tercera edición, 1.980 .
 17. KARL, H., the planning and engineering of radio-relay Networks, LM Ericsson Publications, 1984, 256 p.
 18. KARL, H., Performance and it's calculations, LM Ericsson Publication, 1.981, 183 p.
 19. LM Ericsson. Determinación del diámetro de los conductores en redes locales de Cables Telefónicos, 1.973 .
 20. COPPERWELD STEEL. INTERNACIONAL COMPANY, choosing telecommunications conductors for overhead line, New York, 34p .
 21. ANTENA SYSTEMS; Catalog 31 (INTERNACIONAL EDITION; USA: Andrew Corporation, 1.981)
 22. EQUITEL, Sistemas Telefónicos Siemens ESL Crosspoint Rural - CPR, Brasil, 25p .

