

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

ESTUDIO PARA LA CONFIGURACION DE UN SISTEMA DE TRANSMISION
RURAL, PARA SERVICIO TELEFONICO, EN LA PROVINCIA DE
COTOPAXI.

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO EN LA
ESPECIALIDAD DE ELECTRONICA Y CONTROL

JORGE PATRICIO CACERES LANDETA

QUITO, DICIEMBRE DE 1.989

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

Dejo constancia de mi profundo agradecimiento a todas aquellas personas, que de una u otra manera han colaborado en la culminación del presente trabajo. Agradezco al Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones, IETEL, y especialmente a la Subgerencia General de Telecomunicaciones Rurales.

Mi reconocimiento especial al Ing. Nelson Peñafiel, Subgerente General de Telecomunicaciones Rurales, y al Ing. Antonio Calderón, por su acertada colaboración y dirección del presente trabajo.

DEDICATORIA

A Sonia, mi esposa.

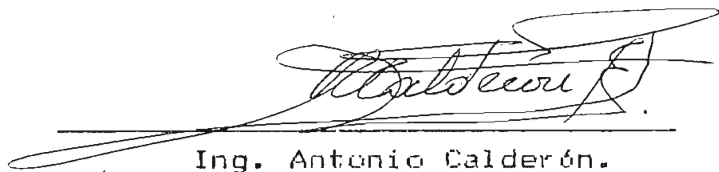
A Jessica, mi hija.

A Jorge y América, mis padres.

A Diego, mi hermano.

A Hernán, Hilda y Olimpia, mis tíos.

Certifico que la presente tesis ha
sido elaborada en su totalidad por el
Señor Jorge Patricio Cáceres Landeta.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Antonio Calderón', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Ing. Antonio Calderón.

DIRECTOR DE TESIS.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION	1
------------------------	---

CAPITULO I

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES EXISTENTE EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI	3
1.1. DEFINICION DEL AREA RURAL A ESTUDIARSE	3
1.2. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA ACTUAL DE TELECOMUNICACIONES	5
1.2.1. SISTEMA DE CONMUTACION	6
1.2.2. SISTEMA DE TRANSMISION	7
1.3. CONFIGURACION DEL SISTEMA ACTUAL DE COMUNICACIONES.	9

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI	13
2.1. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS DE LA ZONA	14
2.1.1. EXTENSION Y LIMITES	14
2.1.2. CLIMA Y PRODUCCION	14
2.1.3. DIVISION POLITICA	16
2.2. DEMOGRAFIA, VIAS DE COMUNICACION, EDUCACION	18
2.2.1. DEMOGRAFIA	18
2.2.2. VIAS DE COMUNICACION	22
2.2.3. EDUCACION	26
2.3. CARACTERISTICAS DE LAS AREAS A ENLAZAR TELEFONICAMENTE	28
2.3.1. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS Y POBLACIONALES	31
2.3.2. INFRESTRUCTURA DE SERVICIOS BASICOS EXISTENTES	34
2.3.3. DATOS ECONOMICOS, AGRICOLAS Y COMERCIALES	37
2.3.4. DATOS TECNICOS DE LOCALES DEL IETEL	40

C A P I T U L O I I I

DEMANDA Y TRAFICO TELEFONICO	44
3.1. DEMANDA TELEFONICA DE LA ZONA	44
3.1.1. DEMANDA A NIVEL PROVINCIAL	47
3.1.2. DEMANDA A NIVEL CANTONAL	49
3.1.3. DEMANDA A NIVEL PARROQUIAL	52
3.2. TRAFICO TELEFONICO	56
3.2.1. DETERMINACION DEL FACTOR DE CORRECCION DEL TRAFICO DE SALIDA	57
3.2.2. CALCULO DEL TRAFICO TELEFONICO SALIENTE Y ENTRANTE	61
3.2.3. CALCULO DEL NUMERO DE CIRCUITOS	64

C A P I T U L O I V

PLANIFICACION DEL SISTEMA	67
4.1. SISTEMAS DE CONMUTACION: POSIBLES ALTERNATIVAS	68
4.1.1. EXTENSION DE LA PLANTA EXTERNA	68
4.1.2. UNIDADES REMOTAS DE CONCENTRACION	69
4.1.3. CENTRALES RURALES INDEPENDIENTES	70
4.2. SELECCION DEL SISTEMA DE CONMUTACION	71
4.3. SISTEMAS DE TRANSMISION: POSIBLES ALTERNATIVAS	74
4.3.1. SISTEMAS DE ONDA PORTADORA	75
4.3.2. SISTEMAS RADIOELECTRICOS MONOCANALES	78
4.3.3. SISTEMAS RADIOELECTRICOS MULTICANAL DE BAJA CAPACIDAD	83
4.4. SELECCION DEL SISTEMA DE TRANSMISION A UTILIZARSE	87
4.4.1. SELECCION DE FRECUENCIAS	90
4.4.2. ESTACIONES REPETIDORAS	92
4.5. DETERMINACION DE AZIMUTS Y DISTANCIAS	95
4.6. CALCULOS DE PROPAGACION	99
4.6.1. PERFIL DEL TRAYECTO: GENERALIDADES	101
4.6.2. ZONA DE FRESNEL: GENERALIDADES	102
4.6.3. ECUACION DEL RAYO ENTRE ANTENAS	103
4.6.4. PUNTOS DE REFLEXION	107
4.6.5. ALTURA DE ANTENAS	109
4.6.6. DISTRIBUCION DE LA ATENUACION EN LOS ENLACES RADIOELECTRICOS.	110

4.6.6.1.	ATENUACION EN ESPACIO LIBRE (A_0)	111
4.6.6.2.	ATENUACION EN ALIMENTADORES (A_1)	112
4.6.6.3.	ATENUACION EN EQUIPO INTERNO (A_c)	113
4.6.6.4.	GANANCIA DE ANTENAS (G)	114
4.6.7.	NIVEL DE POTENCIA RECIBIDA (P_{RX})	115
4.6.8.	NIVEL DE LA POTENCIA UMBRAL DEL RECEPTOR (P_{th})	116
4.6.9.	MARGEN DE DESVANECIMIENTO (F_p)	117
4.6.10.	ATENUACION POR TRAYECTOS MULTIPLES	118
4.6.10.1.	DESVANECIMIENTO PLANO (P_{plano})	120
4.6.10.2.	DESVANECIMIENTO SELECTIVO (P_{sel})	122
4.6.11.	ATENUACION DEBIDA A HIDROMETEOROS (A_r)	124
4.6.11.1.	ATENUACION DEBIDA A LOS GASES DE LA ATMOSFERA	127
4.6.11.2.	PROBABILIDAD DE REBASAR EL UMBRAL DEBIDO A EFECTOS ATMOSFERICOS	129
4.7.	DIAGRAMAS DE TRANSMISION DEL SISTEMA	132

C A P I T U L O V

PRESUPUESTO DEL PROYECTO	137
5.1. COSTOS DE INFRAESTRUCTURA	137
5.2. COSTOS POR EQUIPO DE TRANSMISION	139
5.3. COSTO DE EQUIPOS DE CONMUTACION	141

C A P I T U L O V I

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	142
--	-----

A N E X O S

ANEXO Nº 1 FORMULARIOS DE CENSO TELEFONICO PARA ABONADOS RURALES	148
ANEXO Nº 2 INVENTARIO DE LA RED DE CARRETERAS DE COTOPAXI	153
ANEXO Nº 3 TABLA DE ERLANG PARA LA DETERMINACION DEL NUMERO DE CIRCUITOS DE ENTRADA Y DE SALIDA	159
ANEXO Nº 4 AZIMUTS GEOGRAFICOS DE LAS ESTACIONES	161
ANEXO Nº 5 PERFILES TOPOGRAFICOS DE LAS ESTACIONES	166
ANEXO Nº 6 CUADROS DE CALCULOS DE PROPAGACION	205
ANEXO Nº 7 PARAMETROS PARA LA DETERMINACION DEL DESVANECIMIENTO POR CAMINOS MULTIPLES	211
ANEXO Nº 8 PARAMETROS PARA LA DETERMINACION DEL DESVANECIMIENTO POR HIDROMETEOROS	213
ANEXO Nº 9 RESUMEN DE COSTOS DEL PROYECTO	216
ANEXO Nº 10 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS DE TRANSMISION	224

A P E N D I C E S

APENDICE " A " DETERMINACION DEL FACTOR "K"	235
APENDICE " B " DETERMINACION DEL FACTOR DE CORRECCION DE LA ALTURA " h_e "	238
APENDICE " C " DETERMINACION DEL RADIO DE LA ZONA DE FRESNEL	240
APENDICE " D " PUNTOS DE REFLEXION	243
B I B L I O G R A F I A	247

I N D I C E D E T A B L A S

TABLA 1.	SISTEMA DE CONMUTACION ACTUAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI.	7
TABLA 2.	SISTEMA DE TRANSMISION ACTUAL EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI	8
TABLA 3.	DENSIDAD ZONAL POR CANTONES	19
TABLA 4.	CENSO POBLACIONAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI SEGUN CANTONES	20
TABLA 5.	INVENTARIO DE LA RED FUNDAMENTAL DE CARRETERAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI	25
TABLA 6.	SITUACION EDUCACIONAL EN COTOPAXI	27
TABLA 7.	DATOS GEOGRAFICOS	32
TABLA 8.	DATOS POBLACIONALES Y HABITACIONALES	33
TABLA 9.	INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	36
TABLA 10.	DATOS ECONOMICOS, AGRICOLAS, GANADEROS Y COMERCIALES	38
TABLA 11.	DATOS TECNICOS DE LOS LOCALES DEL IETEL	41
TABLA 12.	DEMANDA TELEFONICA PARA LA PROVINCIA DE COTOPAXI	48
TABLA 13.	POBLACION CONCENTRADA, LINEAS PRINCIPALES Y DENSIDAD TELEFONICA A NIVEL CANTONAL (AÑO 1.990)	49
TABLA 14.	POBLACION CONCENTRADA, LINEAS PRINCIPALES Y DENSIDAD TELEFONICA A NIVEL CANTONAL (AÑO 2.010)	51
TABLA 15.	POBLACION CONCENTRADA, LINEAS PRINCIPALES Y DENSIDAD TELEFONICA A NIVEL PARROQUIAL	54
TABLA 16.	FACTORES DE CORRECCION DEL TRAFICO DE SALIDA, SEGUN CATEGORIAS DE ACTIVIDAD ECONOMICA	60
TABLA 17.	RESULTADOS DEL TRAFICO SALIENTE Y ENTRANTE	63
TABLA 18.	NUMERO DE CIRCUITOS REQUERIDOS	65
TABLA 19.	CAPACIDADES DE CENTRALES Y REQUERIMIENTO DE CIRCUITOS	74

TABLA 20.	AZIMUTS Y DISTANCIAS DE LOCALIDADES Y REPETIDORAS	98
TABLA 21.	DATOS DEL RADIODENLACE ALAQUEZ - GUANGO	105
TABLA 22.	RELACION C/Nr , EN dB, PARA DISTINTOS TIPOS DE MODULACION	117
TABLA 23.	CALCULOS DE PROPAGACION DEL ENLACE ALAQUEZ - GUANGO	131
	FORMULARIO DE CENSO TELEFONICO PARA ABONADOS RURALES	149
	INVENTARIO DE LA RED DE CAMINOS VECINALES Y DE VERANO AÑO 1.987	154
	TABLA DE ERLANG PARA LA DETERMINACION DEL NUMERO DE CIRCUITOS DE ENTRADA Y SALIDA	160
TABLA 6.1.	CALCULO DE ATENUACIONES Y GANANCIA DE ANTENAS	206
TABLA 6.2.	CALCULO DE POTENCIA RECIBIDA, NIVEL DE UMBRAL Y MARGEN DE DESVANECIMIENTO	207
TABLA 6.3.	CALCULO DE LA PROBABILIDAD DE DESVANECIMIENTO POR CAMINOS MULTIPLES	208
TABLA 6.4.	CALCULO DE LA ATENUACION POR FACTORES ATMOSFERICOS	209
TABLA 6.5.	CALCULO DE LA PROBABILIDAD DE DESVANECIMIENTO POR FACTORES ATMOSFERICOS	210
TABLA 9.1.	COSTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO	218
TABLA 9.2.	COSTO DE LOS EQUIPOS DE TRANSMISION	220
TABLA 9.3.	COSTO DE LOS EQUIPOS DE CONMUTACION	222

I N D I C E D E F I G U R A S

FIGURA 1.	SISTEMA DE TRANSMISION VIA RADIO DE ALTA Y MEDIANA CAPACIDAD	9
FIGURA 2.	SISTEMA DE TRANSMISION VIA RADIO DE BAJA CAPACIDAD	10
FIGURA 3.	SISTEMA DE TRANSMISION VIA CABLE	11
FIGURA 4	MAPA DE LA PROVINCIA	30
FIGURA 5.	ESQUEMA DEL METODO UTILIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA DEMANDA TELEFONICA .	45
FIGURA 6.	CANAL DE ASIGNACION EXCLUSIVA	80
FIGURA 7.	CANAL COMPARTIDO O DE ACCESO MULTIPLE .	82
FIGURA 8.	SISTEMA DE RADIO MULTICANAL DE BAJA CAPACIDAD	84
FIGURA 9.	DETERMINACION DE AZIMUTS Y DISTANCIA ENTRE DOS PUNTOS.	96
FIGURA 10.	TRAYECTORIA DEL RAYO ENTRE DOS ESTACIONES	104
FIGURA 11.	DISTRIBUCION DE LA ATENUACION EN UN ENLACE RADIOELECTRICO	110
FIGURA 12.	DIAGRAMA DE TRANSMISION CON CENTRO DE CONECCION EN GUANGO.	133
FIGURA 13.	DIAGRAMA DE TRANSMISION CON CENTRO DE CONECCION EN QUEVEDO	134
FIGURA 4.1.	AZIMUTS DE LAS LOCALIDADES CON CENTRO DE CONECCION EN GUANGO.	162
FIGURA 4.2.	AZIMUTS DE LAS LOCALIDADES CON CENTRO DE CONECCION EN LOMA SHIHUATA	163
FIGURA 4.3.	AZIMUTS DE LAS LOCALIDADES CON CENTRO DE CONECCION EN QUEVEDO Y CERRO CEBADA PATA.	164
FIGURA 4.4.	AZIMUTS DE LAS LOCALIDADES CON CENTRO DE CONECCION EN LOMA TULALLA	165
FIGURA 5.1.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE ALAQUEZ - GUANGO.	167
FIGURA 5.2.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE ANGAMARCA - CERRO CEBADA PATA.	168

FIGURA 5.3.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE ANTONIO HOLGUIN - GUANGO.	169
FIGURA 5.4.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE CANCHAGUA - GUANGO.	170
FIGURA 5.5.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE CHANTILIN - GUANGO.	171
FIGURA 5.6.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE CHUGCHILAN - LOMA SHIHUATA.	172
FIGURA 5.7.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE CUSUBAMBA - GUANGO.	173
FIGURA 5.8.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE EL CORAZON - CERRO CEBADA PATA.	174
FIGURA 5.9.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE EL TINGO - LOMA TULALLA.	175
FIGURA 5.10.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE GUANGAJE - LOMA SHIHUATA.	176
FIGURA 5.11.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE GUASAGUANDA - LOMA TULALLA.	177
FIGURA 5.12.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE GUAYTACAMA - GUANGO.	178
FIGURA 5.13.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE ISINLIVI - LOMA SHIHUATA.	179
FIGURA 5.14.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE JOSE GUANGO BAJO - GUANGO.	180
FIGURA 5.15.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE LA MANA - LOMA TULALLA.	181
FIGURA 5.16.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE LA VICTORIA - GUANGO.	182
FIGURA 5.17.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE LAS PAMPAS - LOMA SHIHUATA.	183
FIGURA 5.18.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE MORASPUNGO - CERRO CEBADA PATA.	184
FIGURA 5.19.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE MULALILLO - GUANGO.	185
FIGURA 5.20.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE MULALO - GUANGO.	186
FIGURA 5.21.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE ONCE DE NOVIEMBRE - GUANGO.	187
FIGURA 5.22.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE PANZALEO - GUANGO.	188

FIGURA 5.23.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE/ PASTOCALLE - GUANGO.	189
FIGURA 5.24.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE PILALO - LOMA TULALLA.	190
FIGURA 5.25.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE PINLLOPATA - CERRO CEBADA PATA.	191
FIGURA 5.26.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE POALO - GUANGO.	192
FIGURA 5.27.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE FUJILI - GUANGO.	193
FIGURA 5.28.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE SALCEDO - GUANGO.	194
FIGURA 5.29.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE SAQUISILI - GUANGO.	195
FIGURA 5.30.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE SIGCHOS - LOMA SHIHUATA.	196
FIGURA 5.31.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE TANICUCHI - GUANGO.	197
FIGURA 5.32.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE TOCAZO - GUANGO.	198
FIGURA 5.33.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE CERRO LIMON - LOMA TULALLA.	199
FIGURA 5.34.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE CERRO TIGLAN - LOMA SHIHUATA.	200
FIGURA 5.35.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE CERRO CEBADA PATA - QUEVEDO.	201
FIGURA 5.36.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE LOMA EL EDEN - CERRO CEBADA PATA.	202
FIGURA 5.37.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE LOMA SHIHUATA - GUANGO.	203
FIGURA 5.38.	PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE LOMA TULALLA - QUEVEDO.	204

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

El presente trabajo tiene como objetivo principal el realizar los estudios, que permitan elaborar un proyecto factible de ejecutarse, para proporcionar el servicio telefónico a las poblaciones rurales de la provincia de Cotopaxi.

Existen poblaciones en la provincia del Cotopaxi que en la actualidad no cuentan con el servicio telefónico, o si lo tienen es deficiente. El objetivo de esta tesis, es el de realizar un proyecto completo que demuestre la viabilidad técnica y económica para dotar del servicio telefónico a estas poblaciones, ya que un medio de comunicación seguro y confiable, posibilitará que éstos se desarrollen y progresen de conformidad a sus necesidades.

En el presente estudio, se presenta la planificación de un sistema de comunicación rural para la Provincia de Cotopaxi. Las localidades en estudio están ubicadas tanto en la Región Interandina como en la Costa Ecuatoriana.

Este trabajo contempla el diseño de nuevos sistemas y la modificación o ampliación del sistema existente, por otro más confiable y de mayor capacidad, que cubra con los requerimientos hasta el año 2.010.

Los medios de transmisión que se utilizarán son sistemas

de radio de mediana y baja capacidad en aquellas localidades que así lo requieran; y en otras se utilizará cable, como medio de transmisión.

Este sistema formará parte de la estructura de la red de telecomunicaciones rurales para la Provincia de Cotopaxi.

C A P I T U L O I

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES EXISTENTE EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI

En un programa de telecomunicaciones, sea éste urbano o rural, es importante la etapa de planificación, la cual deberá tener como base un estudio socio - económico de las áreas a servirse, considerando cada una de ellas como parte integrante del Proyecto Nacional de Telecomunicaciones.

En este capítulo se presenta a manera de introducción una definición del concepto de área rural y las características del sistema existente de telecomunicaciones, a fin de tomar estos elementos como punto de partida para la planificación de la red telefónica para las zonas rurales de la Provincia de Cotopaxi.

1.1. DEFINICION DEL AREA RURAL A ESTUDIARSE

Existen varios conceptos sobre área rural, dependiendo del campo de aplicación, así se puede llamar zona rural a todos los lugares que no estén ubicados dentro de las grandes ciudades, o los que no son cabeceras de provincia. También se podría establecer el concepto de área rural, considerando

el grado de desarrollo económico, en comparación con los niveles de rendimiento que crecen a tasas elevadas.

No se debe considerar zona rural únicamente al agro, sino que se considera área rural, a aquellas poblaciones en las cuales no se ha logrado una adecuada solución a los problemas de requerimientos humanos.

Dentro del concepto de "Telecomunicaciones Rurales", se puede considerar a una zona como rural cuando a más del factor de concentración poblacional, presenta una o varias de las siguientes características:

- a) Escasez o ausencia de servicios públicos, como por ejemplo, un abastecimiento de energía eléctrica confiable, agua, carreteras de acceso y transporte regular.
- b) Condiciones de vida sencillas (la preocupación de los habitantes es la satisfacción de sus necesidades básicas); puede ser escaso la disponibilidad de personal técnico calificado.
- c) Condiciones topográficas que obstaculizan la construcción de líneas y sistemas de transmisión comúnmente utilizadas.
- d) Condiciones climáticas rigurosas que imponen ciertas exigencias críticas para asegurar el

adecuado funcionamiento de los equipos.

- e) Areas que requieren de un servicio de telecomunicaciones debido a motivación social que sin poder ser rentables, son necesarias para el bienestar económico y social de la zona.
- f) Una distribución escasa y dispersa de la población, con viviendas relativamente malas y/o provisionales.
- g) Escasez o ausencia de servicios sanitarios y de educación, entorpecidos al momento por falta de servicios de telecomunicaciones.
- h) Una actividad económica limitada a las actividades básicas, como la agricultura, ganadería, pesca o industrias domésticas.

1.2. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA ACTUAL DE TELECOMUNICACIONES

Las características del sistema actual de telecomunicaciones, han sido determinadas mediante visitas realizadas a las diferentes localidades de la provincia.

En el Anexo 1, se presenta los formularios denominados "Censo Telefónico para Abonados Rurales", los cuales fueron utilizados en el trabajo de campo. Estos formularios tienen como finalidad el de recolectar los datos sobre las

diferentes características que presentan cada una de las poblaciones contempladas en este proyecto, como son datos geográficos, aspectos de infraestructura, económicos, etc.

De las visitas realizadas, en forma general se puede indicar que en cuanto a la ubicación geográfica de las poblaciones, estas están ubicadas en la Región Interandina y en la Costa Ecuatoriana; la infraestructura de servicios básicos es deficiente y la gran parte de la población está dedicada a la actividad agrícola y ganadera.

En lo referente al sistema de telecomunicaciones, se puede indicar que el mismo es deficiente, ya que solo las cabeceras cantonales cuentan con una central de conmutación y el resto de localidades se encuentra atendido mediante un sistema multiacceso, también deficiente.

1.2.1. SISTEMA DE CONMUTACION

Las características del sistema actual de conmutación, que tiene la provincia de Cotopaxi se presenta en la Tabla 1.

TABLA 1. SISTEMA DE CONMUTACION ACTUAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI.

LOCALIDAD	TIPO DE CENTRAL	CAFACIDAD INSTALADA	CAFACIDAD TOTAL	CIRCUITOS ENTRANTES	CIRCUITOS SALIENTES
Latacunga	ARF 102	3.000	-----	45	60
Salcedo	CPR 100	600	4.000	18	18
Saquisilí	CPR 100	300	4.000	8	8
Pujilí	CPR 100	400	4.000	8	8
Quevedo	-----	10.000	20.000	50	70

En la Tabla 1. se han introducido los datos referentes a la ciudad de Quevedo (Provincia de Los Ríos), debido a que existen varias localidades de la Provincia de Cotopaxi, que tienen su centro de conexión con esta población.

Como se puede apreciar, el sistema de conmutación se halla presente tan solo en tres cabeceras cantonales y con un número insuficiente de líneas de abonado, lo cual incide en la calidad de servicio que prestan, haciendo que el mismo sea deficiente.

1.2.2. SISTEMA DE TRANSMISION

En la Tabla 2. se presentan los datos referentes al sistema de transmisión existente.

TABLA 2. SISTEMA DE TRANSMISION ACTUAL EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI

ITEM	ENLACE	MEDIO DE TRANSMISION	CONFIGURACION	CANALES INSTALADOS	CANALES OCUPADOS	CAPACIDAD TOTAL	BANDA UTILIZADA
I	SISTEMA DE ALTA CAPACIDAD						
1.1.	Guango - Atacazo	radio	(1 + 1)	960	960	960	SHF
1.2.	Guango - La Mira	radio	(1 + 1)	960	240	960	SHF
1.3.	Guango - Ambato	radio	(1 + 1)	300	180	960	SHF
1.3.	Guango - Latacunga	radio	(1 + 1)	300	120	960	SHF
1.4.	Quevedo - Cochabamba	radio	(1 + 1)	180	137	300	SHF
II	SISTEMA DE MEDIANA CAPACIDAD						
2.1.	Guango - Salcedo	radio	(1 + 1)	60	36	60	UHF
2.2.	Guango - Saquisilí	radio	(1 + 1)	24	16	24	UHF
2.3.	Guango - Pujilí	radio	(1 + 1)	24	16	24	UHF
III	SISTEMA DE BAJA CAPACIDAD						
3.1.	Angamarca - Quevedo	radio	monocanal	1	1	1	UHF
3.2.	El Corazón - Quevedo	radio	monocanal	1	1	1	UHF
3.3.	La Maná - Quevedo	radio	monocanal	1	1	1	UHF
3.4.	Morasungo - Quevedo	radio	monocanal	1	1	1	VHF
3.5.	Pucayacu - Quevedo	radio	monocanal	1	1	1	VHF
3.6.	Sigchos - Guango	radio	monocanal	1	1	1	VHF
3.7.	Langualó - Guango	radio	multiacceso	1	1	1	VHF
3.8.	J. Holguín - Guango	radio	multiacceso	1	1	1	VHF
3.9.	Cusubamba - Guango	radio	multiacceso	1	1	1	VHF
3.10.	Toacazo - Guango	radio	multiacceso	2	2	2	VHF
3.11.	Mulalillo - Guango	radio	multiacceso	1	1	1	VHF
3.12.	San Ramón - Guango	radio	multiacceso	1	1	1	VHF
3.13.	Pastocalle - Guango	radio	multiacceso	1	1	1	VHF
3.14.	Pataín - Guango	radio	multiacceso	1	1	1	VHF
3.15.	Mulaló - Guango	radio	multiacceso	1	1	1	VHF
3.16.	Tanicuchí - Guango	radio	multiacceso	1	1	1	VHF
3.17.	La Victoria - Pujilí	línea física	1 par	1	1	1	f. vocal
3.18.	11 de Noviembre - Latacunga	línea física	1 par	1	1	1	f. vocal
3.19.	J. Guango Bajo - Latacunga	línea física	1 par	1	1	1	f. vocal
3.20.	Alaquéz - Latacunga	línea física	1 par	1	1	1	f. vocal
3.21.	Mulliquindil - Salcedo	línea física	1 par	1	1	1	f. vocal
3.22.	Postaló - Saquisilí	línea física	1 par	1	1	1	f. vocal
3.23.	Sigchos - Isinlivi	línea física	1 par	1	1	1	f. vocal
3.24.	B. Quevedo - Latacunga	línea física	3 pares	3	3	3	f. vocal
3.25.	Canchagua - Saquisilí	línea física	4 pares	4	4	4	f. vocal
3.26.	Panzaleo - Salcedo	cable	10 pares	10	10	10	f. vocal
3.27.	Chantilín - Saquisilí	cable	10 pares	10	10	10	f. vocal
3.28.	Guaytacama - Saquisilí	cable	50 pares	50	15	50	f. vocal

1.3. CONFIGURACION DEL SISTEMA ACTUAL DE COMUNICACIONES.

A fin de tener una idea global del sistema existente, a continuación se presentan los diagramas de configuración del sistema de transmisión que actualmente presta servicio telefónico a las poblaciones rurales de la Provincia de Cotopaxi:

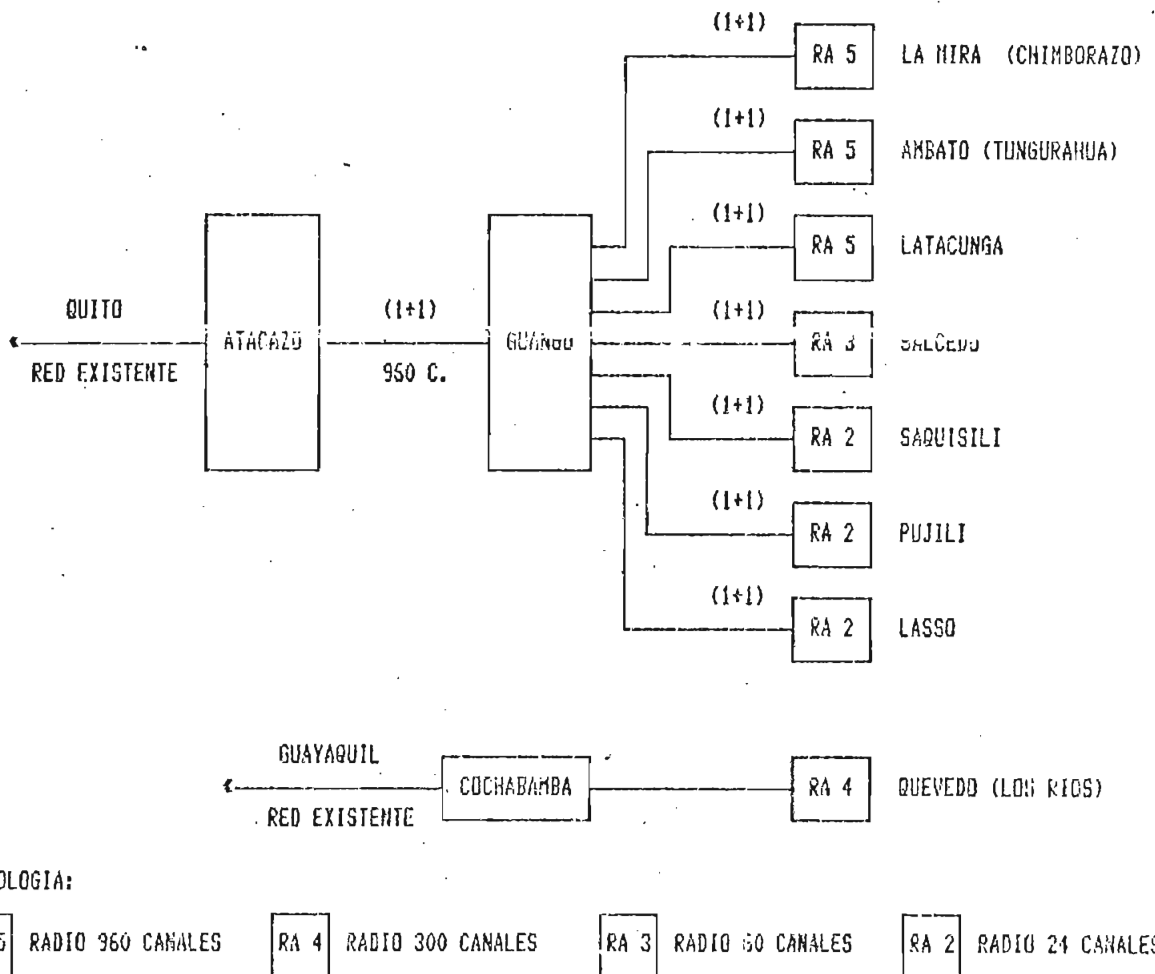
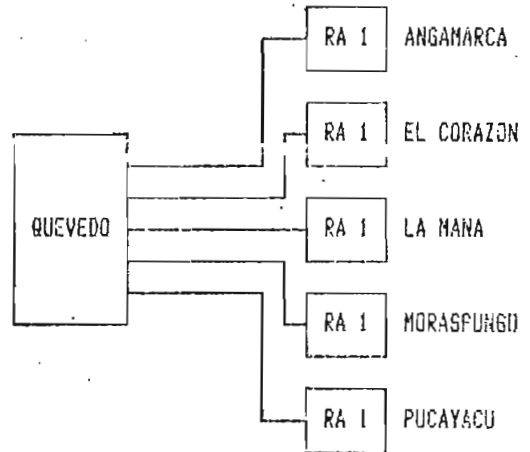
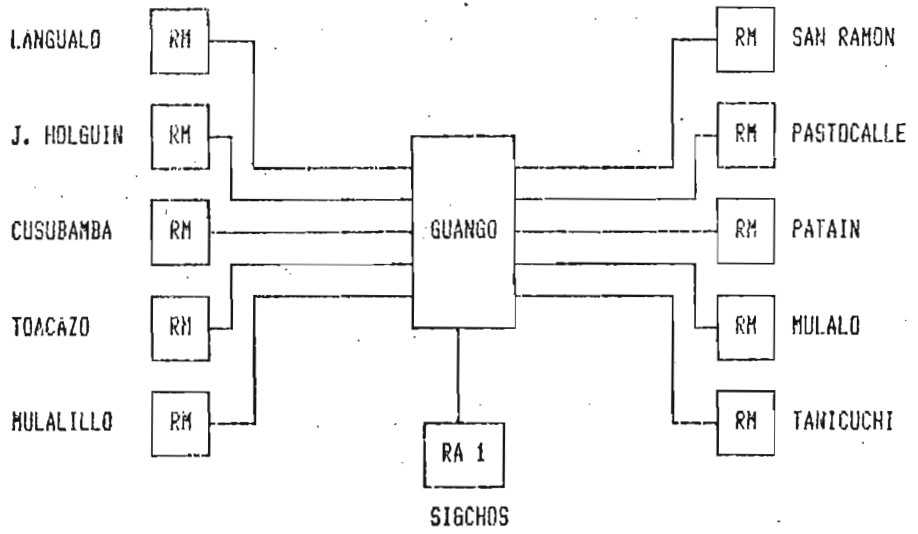


FIGURA 1. SISTEMA DE TRANSMISION VIA RADIO DE ALTA Y MEDIANA CAPACIDAD



SINBOLOGIA:

RA 1	RADIO MONOCANAL
RH	RADIO MULTIACCESO

FIGURA 2. SISTEMA DE TRANSMISION VIA RADIO DE BAJA CAPACIDAD

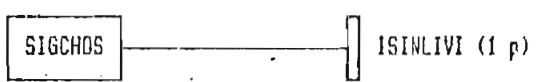
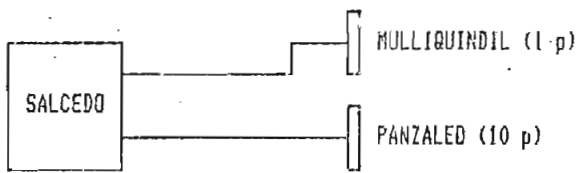
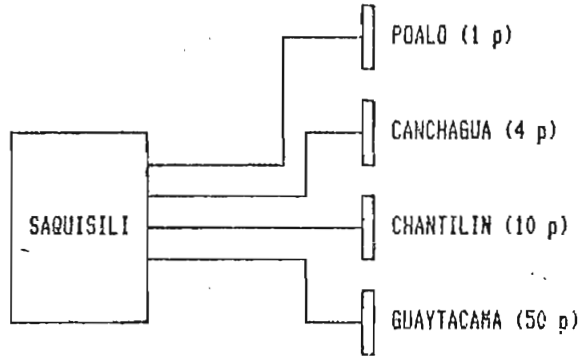
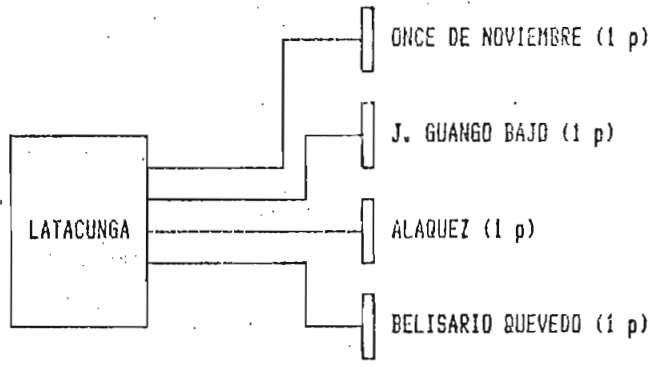


FIGURA 3. SISTEMA DE TRANSMISION VIA CABLE

Como se puede apreciar de las Figuras 1. a 3., el sistema de telecomunicaciones, para telefonía, se caracteriza por ser un sistema con equipos de tecnología analógica y de muy baja capacidad, los cuales resultan insuficientes para satisfacer la demanda actual y menos aún la esperada para el año 2.010.

La mayor parte de las poblaciones se hallan servidas por medio de un multiacceso, ubicado en la estación repetidora del IETEL en el Guango, el cual resulta insuficiente para poder instalar centrales de pequeña capacidad (mínimo de 100 abonados); otras poblaciones se hallan conectadas a las centrales ubicadas en las cabeceras cantonales por medio de cables, cuya capacidad también resulta insuficiente para satisfacer la demanda esperada en el año 2.010.

C A P I T U L O I I

ASPECTOS GENERALES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

Al estudiar los aspectos generales de la provincia de Cotopaxi, es necesario reconocer que en nuestro país, el proceso de desarrollo económico y social se ha caracterizado por el inicio tardío de su industrialización, originando concentraciones geográficas de desarrollo deficiente, las cuales impiden la posibilidad de un desarrollo armónico de las localidades con un alto índice de población dispersa.

Siendo la provincia de Cotopaxi una región eminentemente agrícola y ganadera, también ha sufrido los efectos de un desarrollo deficiente, lo que no ha permitido que el agro se tecnifique y se siga manteniendo los métodos tradicionales de cultivos y cuidados de los animales, lo cual provoca un retardo en el desarrollo industrial de los productos de consumo a nivel nacional.

Todos estos aspectos no han permitido que el habitante de la zona rural de Cotopaxi, mejore su condición económica y se mantenga en un nivel precario de sus ingresos, impidiendo su integración al mercado de consumo de la población nacional.

Por otra parte, la falta de comunicaciones, no permite la integración de los habitantes a los beneficios de la tecnología actual; repercutiendo este hecho en el aspecto educacional y en el de salud.

Estas premisas anotadas, son las causas principales para la migración campesina hacia las ciudades, creando un desabastecimiento de productos agrícolas y aumentando la problemática social en las grandes ciudades.

Siendo las comunicaciones un factor que contribuye al desarrollo de la comunidad, con una planificación adecuada de la misma se podrá colaborar para frenar la migración campesina y para aumentar de hecho la producción nacional, con lo cual se genera un proceso de desarrollo adecuado.

2.1. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS DE LA ZONA

La provincia de Cotopaxi se encuentra en la zona central del Callejón Interandino, entre los 00° 25' y 01° 07' de Latitud Sur y entre los 78° 15' y 79° 15' de Longitud Occidental de Greenwich.

2.1.1. EXTENSION Y LIMITES

La Provincia tiene una extensión aproximada de 6.248 Km² y limita al Norte con la provincia de Pichincha, al Sur con las provincias de Bolívar y

Tungurahua, al Este con la provincia de Napo y al Oeste con la provincia de los Ríos.

2.1.2. CLIMA Y PRODUCCION

El clima de la provincia de Cotopaxi, es variado, ya que de acuerdo a la división orográfica, la parte central de la provincia se encuentra ubicada dentro de la Hoya del Río Cutuchi y la parte noroccidental se encuentra en la Hoya del Río Toachi.

Conforme a la división de los pisos climatéricos, en la provincia de Cotopaxi se tiene los siguientes tipos de clima y producción:

a) PISO TEMPLADO SUBTROPICAL: Comprendido entre los 1.500 y 2.500 m. s.n.m., con temperaturas que fluctúan entre los 15°C y 20°C, con escasa pluviosidad.

Los cultivos preferentes de esta zona son la caña de azúcar, cítricos, papaya, plátano, yuca, camote y en menor escala papa y algunas variedades de maíz.

b) PISO TEMPLADO SUBANDINO: Comprendido entre los 2.500 y 3.500 m. s.n.m., con temperaturas que fluctúan entre los 10°C y 15°C y con una

pluviosidad mucho mayor que en el piso anterior.

En esta zona climática se encuentran la mayoría de las localidades de la provincia.

Los cultivos preferentes de esta zona que representan el máximo renglón de la economía regional son: trigo, cebada, lenteja, alverja, haba, cebolla, papas, frutales de clima templado y especialmente pastos que han permitido el desarrollo de una excelente ganadería vacuna y caballar.

- c) PISO FRIO ANDINO: Comprendido entre los 3.500 y los 4.650 m. s.n.m.; sus temperaturas medias están por debajo de los 10°C, y sus lluvias son abundantes con una corta estación seca.

En este piso climático se encuentran grandes extensiones de pajonales que sirven de alimento de ovejas, cabras y cabezas de ganado vacuno en estado salvaje.

2.1.3. DIVISION POLITICA

La provincia de Cotopaxi se encuentra constituida por 6 cantones y 38 parroquias, de estas últimas 10 son urbanas y 28 rurales; los cantones son:

Latacunga, Salcedo, Pujilí, Pangua, Saquisilí y La Maná.

La distribución de las parroquias es la siguiente:

CANTON LATACUNGA

Parroquias Urbanas (5): Matriz, San Buenaventura, Juan Montálvo, Eloy Alfaro e Ignacio Flores.

Parroquias Rurales (10): Alaquez, Mulaló, Guaytacama, Tánicuchí, San Juan de Pastocalle, Toacazo, Sigchos, Once de Noviembre, Las Pampas, Poaló.

CANTON SALCEDO

Parroquias Urbanas (1): San Miguel de Salcedo.

Parroquias Rurales (4): Panzaleo, Cusubamba, Mulalillo, A. J. Holguín.

CANTON PUJILI

Parroquias Urbanas (1): Matriz.

Parroquias Rurales (7): Isinliví, Guangaje, Chugchilán, Angamarca, La Victoria, Pilaló, El Tingo.

CANTON PANGUA

Parroquias Urbanas (1): El Corazón.

Parroquias Rurales (3): Ramón Campaña, Moraspungo, Pinllopata.

CANTON SAQUISILI

Parroquias Urbanas (1): Matriz.

Parroquias Rurales (2): Canchagua, Chantilín.

CANTON LA MANA

Parroquias Urbanas (1): Matriz.

Parroquias Rurales (2): Pucayacu, Guasaganda.

2.2. DEMOGRAFIA, VIAS DE COMUNICACION, EDUCACION

La información que se presenta en este punto se ha tomado de las publicaciones del Instituto Nacional de Estadística y Censo, correspondientes al IV Censo de Población y III de Vivienda de 1.982. Esta información permite obtener las características de la población de Cotopaxi, en lo relacionado a la densidad zonal, grupos de edad, actividades económicas, etc..

2.2.1. DEMOGRAFIA

En el año 1.982 la población de Cotopaxi era de 277.678 habitantes, los cuales representan el 3,22 % del total nacional.

En lo referente a la densidad demográfica, se tiene aproximadamente 44 habitantes por kilómetro cuadrado; sin embargo de acuerdo a la utilización zonal, la provincia se caracteriza por tener una

distribución desigual de su densidad, conforme se indica en la Tabla 3:

TABLA 3. DENSIDAD ZONAL POR CANTONES

CANTON	SUPERFICIE (Km ²)	POBLACION	DENSIDAD POR Km ²
Latacunga	2.633	125.381	48
Pangua	723	18.581	26
Fujilí	2.175	76.868	35
Salcedo	533	42.004	79
Saquisilí	184	14.844	81
TOTAL	6.248	277.678	44

En lo que tiene que ver con la distribución de la población, esta tiende a concentrarse especialmente en las zonas rurales, la misma que representa el 77,66 % del total provincial, existiendo apenas un 22,34 % de la población en el área urbana, como se indica en la Tabla 4 que se presenta a continuación:

TABLA 4. CENSO POBLACIONAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI SEGUN CANTONES

#	PARROQUIA	AREA URBANA	AREA RURAL	TOTAL
CANTON LATACUNGA				
1	Alaquéz	334	4.751	5.085
2	Guaytacama	951	4.739	5.690
3	José Guango Bajo	161	1.875	2.036
4	Las Pampas	248	2.714	2.962
5	Latacunga	28.764	26.970	55.734
6	Mulaló	382	6.711	7.093
7	Once de Noviembre	533	1.652	2.185
8	Pastocalle	820	6.894	7.714
9	Foaló	338	4.443	4.781
10	Pucayacu	299	3.162	3.461
11	Sigchos	749	6.678	7.427
12	Tanicuchi	736	7.942	8.678
13	Toacazo	1.096	7.169	8.265
	TOTAL CANTON	35.798	89.583	125.381
CANTON PANGUA				
1	El Corazón	1.255	4.541	5.796
2	Moraspungo	668	9.551	10.219
3	Pinllopata	145	543	688
4	Ramón Campaña	76	1.802	1.878
	TOTAL CANTON	2.144	16.437	18.581
CANTON PUJILI				
1	Angamarca	697	4.348	5.045
2	Chugchilán	165	4.635	4.800
3	El Tingo	595	2.713	3.308
4	Guangaje	295	6.632	6.927
5	Guasaganda	241	2.413	2.654
6	Isinlivi	185	2.806	2.991
7	La Maná	4.007	9.796	13.803
8	La Victoria	406	2.139	2.545
9	Pilaló	405	1.617	2.022
10	Pujilí	3.820	20.259	24.079
11	Zumbahua	283	8.411	8.694
	TOTAL CANTON	11.099	65.769	76.868

TABLA 4. CENSO POBLACIONAL DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI SEGUN CANTONES

#	PARROQUIA	AREA URBANA	AREA RURAL	TOTAL
CANTON SALCEDO				
1	Antonio J. Holguin	336	2.104	2.440
2	Cusubamba	798	5.133	5.931
3	Mulalillo	639	4.033	4.672
4	Panzaleo	338	2.075	2.413
5	San Miguel de Salcedo	5.894	14.186	20.080
TOTAL CANTON		9.230	32.774	42.004
CANTON SAQUISILI				
1	Canchagua	539	1.336	1.875
2	Chantilín	300	374	674
3	Saquisilí	2.912	9.383	12.295
TOTAL CANTON		3.751	11.093	14.844
TOTAL PROVINCIA		62.022	215.656	277.678

Debe destacarse que el 43,91 % de la población de Cotopaxi, se halla concentrada en el Cantón Latacunga, y el 56,09 % restante se encuentra distribuido en los demás cantones.

En relación a los grupos de edad, la población de la provincia, es relativamente joven, representando el 61,18 % del total provincial los grupos comprendidos entre los 0 y 24 años.

La población económicamente activa representa apenas el 28,66 % del total de la provincia, de los cuales el 54,62 % se encuentra dedicado a la agricultura, silvicultura, caza y pesca; el 9,86 %

se dedica a las industrias manufactureras, el 7,64 % a la construcción y apenas el 4,34 % al comercio; el porcentaje restante de la población económicamente activa se dedica a la explotación de minas, canteras y transportación.

Los factores poblacionales indicados, nos sirven a fin de establecer las características que debe presentar el sistema de telecomunicaciones, en lo referente al tipo de servicios adicionales que debe prestar (número de circuitos de telex, número de cabinas para atención al público, líneas comerciales, residenciales, etc.), según la distribución zonal de la población, las actividades a las cuales se dedican sus pobladores, los grupos de edad que utilizan el servicio, etc., a fin de que en lo posible, el sistema sea rentable.

En el Capítulo III, se analiza la incidencia de la población en la determinación del número requerido de líneas telefónicas para cada población.

2.2.2. VIAS DE COMUNICACION

El conocimiento de las vías de comunicación constituye un factor que debe ser tomado en consideración al momento de planificar la red de telecomunicaciones, ya que dependiendo de la

infraestructura vial existente, se podrá determinar la ubicación de una determinada estación repetidora, si es del caso, o la confiabilidad que debe darse a cierto ramal del sistema.

La ubicación geográfica de la provincia, en el centro del Callejón Interandino, le convierte en un lugar de flujo vehicular entre las provincias del Norte y del Sur del país.

Como arteria principal de vía de comunicación, se encuentra la carretera Panamericana, que atraviesa la provincia de Cotopaxi de Norte a Sur, con una longitud aproximada de 62 Km.. Además de ésta vía, la provincia se comunica, vialmente con la ciudad de Quevedo (provincia de Los Ríos), mediante la carretera Latacunga - Pujilí - Zumbahua - La Maná, con una longitud aproximada de 155 Km., siendo el 50 % de esta vía afirmada; el otro medio de comunicación con la ciudad de Quevedo es mediante la vía Latacunga - Pujilí - Apagua - El Corazón - Moraspungo, con una longitud de 167 Km., pero a pesar de ser una vía de segundo orden, no recibe el mantenimiento adecuado, por lo cual las localidades que se encuentran servidas por esta vía, muchas veces quedan aisladas ya que las constantes lluvias imperantes en el sector hacen inutilizable la vía.

Al momento se encuentra en la etapa de construcción la carretera Salcedo - Pte. Mulatos (61 Km.), que servirá para la comunicación vial entre la provincia de Cotopaxi y la del Napo.

A lo interno de la provincia se dispone de una buena red de carreteras y caminos vecinales (afirmados la mayoría), que unen a casi todas las poblaciones con la capital provincial o con las cabeceras cantonales y parroquiales; prácticamente no hay población que no esté conectada por algún camino carrozable que permita conducir pasajeros y mercaderías a los centros de consumo y comercialización.

A causa de la relativa escasa pluviosidad, el estado de los caminos se mantiene bueno en casi todas las épocas del año, excepto en las localidades ubicadas en la zona occidental de la provincia (cantones Pangua y La Maná).

A continuación, en la Tabla 5, se presenta un inventario de la red fundamental de caminos existentes en la provincia de Cotopaxi:

TABLA 5. INVENTARIO DE LA RED FUNDAMENTAL DE CARRETERAS EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI

#	CARRETERA (TRAMO)	ANCHO (m.)	TIPO DE CALZADA			TOTAL (Km.)
			ASFALT. (Km.)	AFIRM. (Km.)	TIERRA (Km.)	
35	Lim. Prov. Pichincha - Latacunga	15,0	12,1			38,7
		11,0	4,7			
		7,9	21,9			
35	Latacunga - Salcedo	7,3	3,7			14,0
		6,7	10,3			
35	Salcedo - Cuchibaaba (Lim. Prov. Tungurahua)	7,6	9,7			9,7
40	Latacunga - Pujilí	6,8	11,4			11,4
40	Pujilí - Zumbahua	6,7	53,2			53,2
40	Zumbahua - La Maná	5,5		79,2		79,2
40	La Maná - Lim. Prov. Los Ríos	8,0	11,6			11,6
38	Lim. Prov. Los Ríos - Moraspungo	7,2		6,0		6,0
38	Moraspungo - El Corazón	5,0		20,4		20,4
		10,0	5,0			5,0
	Paso lateral por Latacunga					
	La Calera - Saquisilí	7,2	6,0			6,0
	Salcedo - Pte. Mulatos (vía Tena)	6,0		61,0		61,0
	Saquisilí - Tanicuchí - Lasso	7,2		13,0		13,0
	El Corazón - Apagua	5,0		82,4		82,4
TOTAL DE KILOMETROS			149,6	262,0		411,6
PORCENTAJES			36,3%	63,7%		100,0%

En este inventario se consideran las vías lastradas, aquellas que sin ser asfaltadas, permiten el movimiento vehicular durante todo el año; en cambio, las calzadas de tierra, son vías elementales formadas comunmente por nivelación de calzadas, caminos de acémilas, lechos de ríos secos que presentan ciertas condiciones para el tránsito vehicular en ausencia de lluvias.

El inventario pormenorizado de la red de caminos vecinales y de verano de la provincia de Cotopaxi, se presenta en el Anexo 2.

La provincia además se encuentra servida por una vía férrea, que la atraviesa de Norte a Sur, la misma que mantiene un flujo regular de trenes, principalmente para la movilización de carga.

2.2.3. EDUCACION

Comparativamente con el resto del país, la provincia de Cotopaxi, es una de las que más problemas educacionales presenta, ya que según el censo de 1.982, de un total de 73.345 habitantes (población de 6 años y más), el 13,71 % no asiste a ningún centro de educación, el 5,2 % concurre a un centro de alfabetización, el 60,65 % asiste a centros de educación primaria, el 17,82 % a secundaria y apenas el 2,62 % concurre a centros de educación superior. De esta población el 78,15 % corresponde a población rural, y el 21,85 % a urbana.

De acuerdo a datos proporcionados por el Ministerio de Educación y Cultura, durante el período 1.987 - 1.988, se obtuvieron los siguientes datos educacionales:

TABLA 6. SITUACION EDUCACIONAL EN COTOPAXI

NIVEL	# LOCALES	POBLACION URBANA	POBLACION RURAL
Pre - primario	52	1.311	823
Primario	590	15.476	42.016
Secundario	62	12.286	1.771
T O T A L	704	29.073	44.610

En esta tabla se puede apreciar que el 60,54 % de los educandos se encuentran en el sector rural, sin embargo existe un alto índice de deserción escolar; de 100 alumnos matriculados en primer grado, a los seis años de estudio han llegado a concluir aproximadamente 60 alumnos. Entre los factores que inciden en la deserción escolar, podemos anotar los siguientes:

- a) La situación socio - económica familiar, ya que muchos niños trabajan en faenas agrícolas o de otro tipo.
- b) La falta de incentivos; todavía no ha existido una plena comprensión de la importancia de la educación.
- c) Los movimientos migratorios.

En la provincia de Cotopaxi, el nivel superior está representado por el Instituto de Educación

Superior # 7 Belisario Quevedo, en Pujilí, con una población de aproximadamente 1.115 alumnos.

2.3. CARACTERISTICAS DE LAS AREAS A ENLAZAR TELEFONICAMENTE

Para la identificación y selección de las áreas a enlazarse, se propone un análisis de las variables más importantes como son: población, demanda y tráfico telefónico, todas ellas proyectadas al año 2.010.

Estas variables analizadas en forma particular y posteriormente agregadas a los servicios básicos, como vías de comunicación, educación, etc., nos indicarán con bastante exactitud los sectores que podrían ser sujetos de comunicación telefónica.

En el presente trabajo, se realiza la planificación de un sistema de transmisión para servicio telefónico, que cubra las necesidades de este servicio en las cabeceras cantonales y parroquiales, hasta el año 2.010.

En este estudio se omite a la ciudad de Latacunga, por no cumplir con las características de área rural, enunciadas en el numeral 1.1. del presente trabajo.

A fin de visualizar la ubicación, dentro de la provincia, de cada una de las cabeceras cantonales y parroquiales, a continuación se presenta un mapa de la provincia de Cotopaxi:

- LIMITE PROVINCIAL
- - - LIMITE CANTONAL
- CABECERA PARROQUIAL
- ⊕ CABECERA CANTONAL
- ⊗ CABECERA PROVINCIAL
- △ ESTACION REPETIDORA

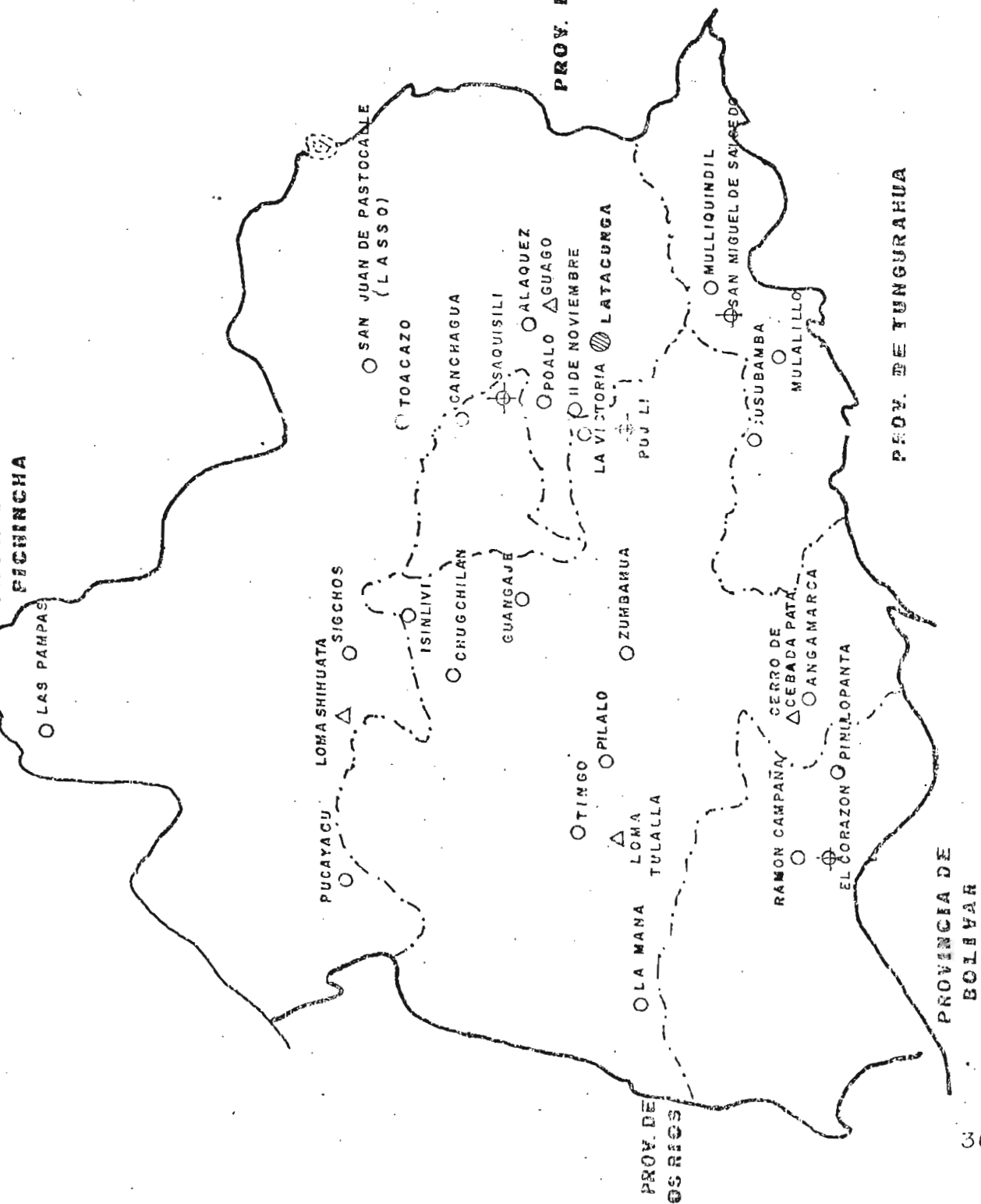


FIGURA 4 MAPA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

En los items subsiguientes se presentan las características geográficas, poblacionales, de infraestructura de servicios básicos, económicas, agrícolas, comerciales y datos técnicos de los locales del IETEL existentes; estas características permiten determinar la clase de equipos que pueden ser utilizados, dependiendo de la localidad a la cual ha de servirse.

Estos datos han sido obtenidos en base a los formularios del "Censo Telefónico para Abonados Rurales", constantes en el Anexo 1; los cuales han sido utilizados en las visitas de campo realizadas.

Los datos serán utilizados posteriormente a fin de establecer también el tipo del equipo de telecomunicaciones requerido, a fin de satisfacer el tráfico telefónico de la zona que se esté tratando.

2.3.1. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y POBLACIONALES

En las Tablas 7 y 8, que se presentan a continuación, constan los datos referentes al tipo de localidad, coordenadas geográficas, población y número aproximado de viviendas en el centro

poblado, de las localidades motivo del presente estudio.

TABLA 7. DATOS GEOGRAFICOS

LOCALIDAD	TIPO	CANTON	LONGITUD	LATITUD	ALTURA (m.) s.n.n.
Alaquez	2	Latacunga	78° 35' 38" 0	00° 51' 41" S	2.950
Angamarca	2	Pujili	78° 55' 42" 0	01° 06' 51" S	3.000
A. Holguín	2	Salcedo	78° 35' 03" 0	01° 05' 46" S	2.700
Canchagua	2	Saquisilí	78° 41' 12" 0	00° 48' 39" S	3.100
Chantilín	2	Saquisilí	78° 39' 23" 0	00° 50' 16" S	2.940
Chugchilán	2	Pujili	78° 55' 12" 0	00° 47' 48" S	3.100
Cusubamba	2	Salcedo	78° 41' 58" 0	01° 03' 58" S	3.100
El Corazón	3	Pangua	79° 04' 53" 0	01° 07' 56" S	1.500
El Tingo	2	Pujili	79° 03' 14" 0	00° 54' 53" S	1.560
Guangaje	2	Pujili	78° 50' 42" 0	00° 51' 37" S	3.650
Guásaganda	2	La Maná	79° 09' 30" 0	00° 48' 28" S	590
Guaytacama	2	Latacunga	78° 38' 24" 0	00° 49' 15" S	2.960
Isinliví	2	Pujili	78° 51' 59" 0	00° 45' 36" S	2.950
J. G. Bajo	2	Latacunga	78° 35' 28" 0	00° 48' 49" S	3.000
La Maná	3	La Maná	79° 13' 30" 0	00° 56' 12" S	218
La Victoria	2	Pujili	78° 41' 43" 0	00° 54' 54" S	3.000
Las Pampas	2	Latacunga	78° 57' 40" 0	00° 27' 19" S	1.560
Morasungo	2	Pangua	79° 13' 14" 0	01° 10' 14" S	360
Mulalillo	2	Salcedo	78° 37' 32" 0	01° 05' 26" S	2.900
Mulaló	2	Latacunga	78° 34' 20" 0	00° 46' 37" S	3.100
Once de Nov.	2	Latacunga	78° 40' 16" 0	00° 54' 30" S	3.040
Panzaleo	2	Salcedo	78° 35' 50" 0	01° 03' 45" S	2.780
Pastocalle	2	Latacunga	78° 37' 59" 0	00° 43' 20" S	3.120
Pilaló	2	Pujili	78° 59' 33" 0	00° 56' 37" S	2.480
Pinllopata	2	Pangua	79° 01' 30" 0	01° 08' 25" S	2.320
Foaló	2	Latacunga	78° 40' 21" 0	00° 52' 48" S	2.950
Pucayacu	2	La Maná	79° 07' 04" 0	00° 42' 50" S	680
Pujili	3	Pujili	78° 41' 47" 0	00° 57' 12" S	3.000
R. Campaña	2	Pangua	79° 03' 51" 0	01° 08' 40" S	1.520
Saquisilí	3	Saquisilí	78° 40' 00" 0	00° 49' 51" S	2.950
Sigchos	2	Latacunga	78° 53' 18" 0	00° 42' 02" S	2.900
Salcedo	3	Salcedo	78° 35' 12" 0	01° 02' 21" S	2.750
Tanicuchi	2	Latacunga	78° 38' 08" 0	00° 46' 37" S	3.050
Toacazo	2	Latacunga	78° 41' 04" 0	00° 45' 17" S	3.100
Zumbahua	2	Pujili	78° 53' 46" 0	00° 57' 29" S	3.600

TABLA 8. DATOS POBLACIONALES Y HABITACIONALES

LOCALIDAD	POBLACION			Nº VIVIENDAS		
	CONCEN	DISPERSA	FUENTE	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
Alaquez	300	600	4	50	200	0
Angamarca	500	1.500	3	50	300	0
A. Holguín	200	800	3	10	100	50
Canchagua	200	800	3	10	150	0
Chantilín	200	300	4	50	100	0
Chugchilán	150	1.000	4	5	20	100
Cusubamba	400	2.000	3	5	250	50
El Corazón	1.000	2.000	3	200	600	0
El Tingo	400	2.500	3	100	200	50
Guangaje	100	200	4	5	20	50
Guasaganda	200	800	4	30	100	50
Guaytacama	600	1.200	3	300	200	0
Isinlivi	150	600	3	10	70	10
J. G. Bejo	100	500	4	20	50	0
La Maná	3.000	6.000	4	800	2.000	0
La Victoria	300	2.000	3	150	200	0
Las Paapas	300	1.000	3	20	150	50
Morasungo	700	2.000	3	100	400	100
Mulivillo	500	800	4	200	100	50
Mulaló	300	1.500	3	20	150	50
Once de Nov.	600	1.500	4	100	400	0
Panzaleo	200	1.000	3	50	100	0
Pastocalle	800	3.000	4	500	200	0
Pilaló	400	1.000	3	100	200	50
Pinllopata	200	500	4	0	150	0
Poaló	300	1.000	4	50	200	0
Pucayacu	200	1.000	3	50	100	0
Pujilí	4.000	5.000	3	1.000	2.500	0
R. Campaña	100	1.000	3	0	100	0
Saquisilí	4.000	5.000	3	1.500	2.000	0
Sigchos	800	2.000	3	400	350	0
Salcedo	8.000	25.000	3	6.000	1.500	0
Tanicuchi	700	3.000	3	50	400	200
Toacazo	1.000	3.000	3	200	700	50
Zumbahua	300	500	4	20	50	200

En los formularios utilizados en el censo telefónico, se han adoptado los siguientes códigos:

TIPO DE LOCALIDAD: 1 caserío
2 parroquia
3 cabecera cantonal

FUENTE DE INFORMACION: 1 censo
2 proyección
3 información local
4 estimación

TIPO DE VIVIENDA: tipo 1 vivienda de cemento,
ladrillo, bloque (con
losa)
tipo 2 vivienda de madera,
adobe (con tejas o
eternit).
tipo 3 vivienda de adobe (con
paja, tipo choza).

De los valores indicados en las Tablas 7 y 8 podemos indicar que en la gran mayoría de cabeceras parroquiales, son pocas las viviendas del tipo 3; en cambio, la mayor parte de ellas corresponden a construcciones habitacionales sólidas, como son las de tipo 1 y 2, lo que indica una población con mayores posibilidades económicas, en comparación con aquellas en las cuales se tiene algunas viviendas del tipo 3, como son el caso de Zumbahua y Chugchilán.

2.3.2. INFRESTRUCTURA DE SERVICIOS BASICOS EXISTENTES

A continuación, en la Tabla 9 constan los datos correspondientes a la existencia de los servicios básicos, como son: sistema de agua, energía eléctrica, salud, educación, vías de acceso, etc.

Para este caso los códigos utilizados son:

SISTEMA DE AGUA: 0 no tiene
1 entubada
2 potable

ENERGIA ELECTRICA: 0 no tiene
1 red local (motor)
2 red nacional

CENTROS DE SALUD (Nº DE LOCALES):

CENTROS DE EDUCACION: Primarios (Nº de locales)
Secundarios (Nº de locales)

TIPO DE VIA DE ACCESO: 1 de verano
2 lastrada
3 empedrada
4 pavimentada

DISTANCIA A LA LOCALIDAD MAS CERCANA (O DE MAYOR
JERARQUIA):(En Km. por carretera).

Nº DE INSTITUCIONES OFICIALES EXISTENTES

TADLA 9. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

LOCALIDAD	SISTEMA DE AGUA	ENERGIA ELECTRICA	Nº CENTROS SALUD	Nº LOCALES		TIPO DE ACCESO	DISTANCIA LOCALIDAD CERCANA	INSTIT. OFICIALES EXISTENT.
				PRIMA.	SECUND.			
Alaquez	2	2	1	1	1	3	7,0	0
Angamarca	1	1	1	1	1	3	40,0	0
A. Holguín	2	2	1	2	0	3	5,0	1
Canchagua	2	2	1	1	0	2	2,0	1
Chantilín	2	2	0	0	0	2	1,0	2
Chugchilán	1	1	1	1	1	1	22,0	0
Cusubamba	2	2	1	1	1	1	20,0	2
El Corazón	1	2	1	2	1	2	60,0	8
El Tingo	1	1	1	1	1	2	34,0	2
Guangaje	1	0	1	1	0	2	39,1	0
Guasaganda	1	1	1	1	0	1	16,0	1
Guaytacama	2	2	1	2	1	2	4,0	2
Isinlivi	1	2	1	1	1	1	13,0	0
J. G. Bajo	2	2	1	1	0	2	15,0	0
La Maná	1	2	3	6	3	4	42,0	5
La Victoria	2	2	1	1	1	4	12,0	3
Las Paapas	1	2	1	1	0	2	30,0	0
Morasungo	1	2	1	1	1	2	40,0	0
Mulalillo	1	2	2	1	1	1	10,0	2
Mulaló	2	2	1	2	1	3	18,0	2
Once de Nov.	1	2	1	1	0	1	7,0	3
Panzaleo	1	2	1	1	0	2	6,0	2
Pastorcalle	1	2	1	1	1	3	7,0	0
Pilaló	1	1	1	1	0	2	47,0	0
Pinllapatá	1	2	1	1	0	1	20,0	0
Poaló	1	2	1	1	1	1	12,0	2
Pucayacu	1	2	1	1	1	1	40,0	0
Pujili	2	2	7	10	4	4	9,0	12
R. Campaña	1	2	1	1	0	1	6,0	0
Saquisilí	2	2	1	4	1	4	13,0	2
Sigchos	2	2	2	2	1	2	43,0	3
Salcedo	2	2	4	4	5	4	12,0	8
Tanicuchi	1	2	1	5	1	2	20,0	3
Toacazo	1	2	1	3	1	3	10,0	4
Zuabahua	1	1	1	1	1	2	51,0	0

En este caso, todas las cabeceras parroquiales cuentan con servicio de agua, pero apenas el 38 % de las mismas cuenta con agua potable; el 62 % restante tiene agua entubada.

En lo referente al servicio de energía eléctrica, el 81 % de las poblaciones cuentan con fluido eléctrico dotado por la red nacional; solo en el caso de Guangaje, no se cuenta con ningún tipo de energía, por lo cual se debe planificar en esta localidad, un sistema de energía no convencional a fin de alimentar los equipos de telecomunicaciones.

En lo relacionado con educación y salud, todas las poblaciones tienen por lo menos un centro de salud, una escuela y aproximadamente el 68 % de ellas tienen un colegio.

En cuanto a las vías de acceso, al 13 % de poblaciones se llega mediante carreteras pavimentadas, al 22 % mediante vías empedradas, al 35 % por caminos lastrados, y al 30 % por carreteras de verano.

2.3.3. DATOS ECONOMICOS, AGRICOLAS Y COMERCIALES

A continuación se presenta, en la Tabla 10, los datos referentes a las actividades económicas, agrícolas y comerciales de las localidades, motivo de nuestro estudio.

TABLA 10. DATOS ECONÓMICOS, AGRÍCOLAS, GANADEROS Y COMERCIALES

LOCALIDAD	ACTIVIDADES ECONÓMICAS			Nº LOCALES COMERCIALES				Nº LINEAS DE COMERCIO	Nº LINEAS DE RESIDENCIA
	1era.	2da.	3era.	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4		
Alaquez	7	3	0	0	50	0	0	0	20
Angamarca	5	6	0	0	20	0	1	0	10
A. Holguín	5	4	7	0	10	0	0	0	30
Canchagua	5	4	6	0	5	0	0	0	10
Chantilín	7	6	3	0	5	0	0	0	30
Chugchilán	5	6	7	0	8	0	0	0	6
Cusubamba	5	6	7	0	12	1	3	2	30
El Corazón	5	2	0	3	25	1	0	20	100
El Tingo	5	6	7	0	10	0	0	0	20
Guangaje	5	6	7	0	3	0	0	0	5
Guasaganda	5	6	0	0	10	0	0	0	10
Guaytacama	3	7	6	0	10	0	0	0	100
Isinlivi	5	6	7	0	3	0	0	0	5
J. G. Bajo	4	5	6	1	2	0	1	0	50
La Naná	5	7	0	20	50	3	2	100	500
La Victoria	3	5	6	0	10	0	0	0	100
Las Paapas	5	6	0	1	20	0	0	0	20
Merasungo	5	6	0	0	10	0	0	0	10
Mulalillo	5	4	2	0	10	0	3	0	150
Mulalé	4	5	7	0	4	0	0	0	50
Once de Nov.	5	6	7	0	50	0	0	0	100
Panzaleo	5	6	4	0	6	0	0	0	30
Pastocalle	5	4	7	0	15	0	0	0	100
Pilaló	6	5	0	0	8	0	0	0	10
Pinllopata	6	5	0	0	6	0	0	0	10
Poaló	5	7	6	0	5	0	0	0	100
Pucayacu	5	6	0	1	5	0	0	0	5
Pujili	5	3	4	100	200	5	2	100	1.000
R. Campaña	5	6	0	0	5	0	0	0	5
Saquisilí	7	3	6	50	100	1	2	100	1.000
Sigchos	5	7	0	4	50	0	0	0	50
Salcedo	2	7	6	100	500	2	4	200	2.000
Tanicuchi	4	5	2	0	15	0	0	0	200
Toacazo	5	4	7	0	30	0	6	0	300
Zuabahua	5	6	7	0	6	0	0	0	5

Los códigos utilizados en esta tabla son:

ACTIVIDADES ECONOMICAS: 0 no definido
1 agrícola de exportación.
2 industrial
3 artesanías
4 ganadera/lechera
5 agrícola de consumo
6 pecuaria
7 otras

LOCALES COMERCIALES: tipo 1 almacenes
tipo 2 tiendas
tipo 3 bancos
tipo 4 cooperativas

De los valores mostrados en la Tabla 10, el 70 % de las poblaciones de Cotopaxi se dedican al cultivo agrícola de consumo como principal actividad; como actividad secundaria, el 43 % a lo pecuario y como actividad terciaria el 32 % no está definido.

En lo concerniente a la actividad comercial, prácticamente no existen almacenes, agencias bancarias ni cooperativas, la actividad comercial está centrada en el expendio de productos mediante tiendas.

En lo referente al número de líneas comerciales que podría requerir la localidad, estas son casi nulas a nivel de cabecera parroquial, existiendo gran demanda en las cabeceras cantonales; el poco número de líneas residenciales que se obtienen, se

debió posiblemente a que en la fecha en la cual se realizó el censo, el IETEL había declarado que existirá un aumento de las tarifas e instalaciones telefónicas, sin definir aún su monto, a lo cual los pobladores preferían esperar una definición al respecto antes de solicitar su línea telefónica.

2.3.4. DATOS TECNICOS DE LOCALES DEL IETEL

En la Tabla 11, se presenta los resultados referentes a la infraestructura existente en los locales del IETEL; estos datos a más de indicar el tipo de equipo existente, permite preveer que obras o equipos adicionales se requieren a fin de satisfacer las necesidades telefónicas en el año 2.010, de las diferentes cabeceras cantonales y parroquiales de la provincia de Cotopaxi.

TABLA 11 DATOS TECNICOS DE LOS LOCALES DEL IETEL

LOCALIDAD	LOCAL IETEL	TIPO	TIPO ENERGIA IETEL	VOLTAJE	SISTEMA DE TIERRA	TORRE		CONMUTACION		TRANSMISION	
						TIPO	ALTURA m.	TIPO	LINEAS	TIPO	CANALES
Alaquez	0	--	---	---	0	0	---	1	1	0	0
Angamarca	2	2	1	1	1	2	5	0	0	1	1
A. Holguín	2	2	1	1	1	2	15	0	0	3	1
Canchagua	2	3	1	1	0	0	---	1	1	0	0
Chantilín	2	3	1	1	0	0	---	1	10	0	0
Chugchilán	0	--	---	---	0	0	---	0	0	0	0
Cusubaaba	2	3	3	---	1	2	6	0	0	3	1
El Corazón	2	2	1	1	1	2	12	0	0	1	1
El Tingo	0	--	---	---	0	0	---	0	0	0	0
Guangaje	0	--	---	---	0	0	---	0	0	0	0
Guasaganda	0	--	---	---	0	0	---	0	0	0	0
Guaytacama	2	2	1	1	0	0	---	1	15	0	0
Isinlivi	2	2	1	1	1	2	8	3	1	1	0
J. G. Bajo	2	3	1	1	0	0	---	1	4	0	0
La Maná	1	3	1	1	2	2	12	0	0	1	1
La Victoria	2	3	1	1	0	0	---	1	1	0	0
Las Pampas	0	--	---	---	0	0	---	0	0	0	0
Morasungo	2	1	1	1	1	2	12	0	0	1	1
Mulalillo	2	2	1	1	1	2	10	0	0	3	1
Mulaló	2	3	1	1	1	2	15	1	5	3	1
Once de Nov.	2	3	1	1	0	0	---	1	1	0	0
Panzaleo	0	--	---	---	0	0	---	1	10	0	0
Pastocalle	2	2	1	1	1	2	6	0	0	3	1
Pilaló	0	--	---	---	0	0	---	0	0	0	0
Pinllopata	0	--	---	---	0	0	---	0	0	0	0
Poaló	2	2	1	1	0	0	---	1	1	0	0
Pucayacu	2	2	1	1	0	0	---	0	0	0	0
Pujili	1	3	5	2	2	2	8	1	400	2	16
R. Campaña	0	--	---	---	0	0	---	0	0	0	0
Saquisilí	1	3	5	2	2	2	10	1	300	2	16
Sigchos	2	2	1	1	1	2	18	2	82	1	1
Salcedo	1	3	5	2	2	2	7	1	800	2	24
Tanicuchi	2	3	1	1	1	2	10	1	2	3	1
Toacazo	2	2	1	1	1	2	12	0	0	3	2
Zunbahuá	0	--	---	---	0	0	---	0	0	0	0

Para este caso se ha utilizado la siguiente
codificación:

LOCAL DEL IETEL: 0 no tiene
1 propio
2 arrendado

TIPO DE CONSTRUCCION: 1 prefabricado
2 ladrillo o bloque
3 hormigón

SISTEMA DE ENERGIA: 1 comercial
2 solo grupo electrógeno
3 energía solar
4 baterías
5 comercial y grupo
electrógeno.

VOLTAJES: 1 solo 110 Vac.
2 110 / 220 Vac.

SISTEMA DE TIERRA: 0 no tiene
1 sistema deficiente
2 sistema bueno

TORRE O MASTIL: 0 no tiene
1 torre
2 mástil

SISTEMA DE CONMUTACION: 0 no tiene
1 automático
2 semi automático
3 manual

Nº DE LINEAS: 0 no tiene
n Nº de líneas utilizadas

SISTEMA DE TRANSMISION: 0 no tiene
1 radio monocanal
2 radio multicanal
3 radio multiacceso
4 línea física abierta
5 cable
6 otros

CANALES: 0 no tiene
n Nº de canales operando

De los datos indicados en la Tabla 11, en el 56 % de las localidades, el IETEL tiene locales arrendados; estos locales son construcciones sólidas de ladrillo, y adecuadas para la instalación de equipos monocanales y terminales de multiacceso.

En lo referente al sistema de tierra, las localidades tienen una varilla de cooperweld, adecuada para pequeños sistemas de telecomunicaciones; en el caso de que se prevea la instalación de una central telefónica, el sistema de tierra deberá cambiarse por una malla de tierra.

CAPITULO III

DEMANDA Y TRAFICO TELEFONICO

A fin de determinar los requerimientos mínimos, en lo que tiene que ver con la cantidad de línea telefónicas que requieren cada una de las poblaciones, es necesario estimar la demanda telefónica y el tráfico telefónico de cada una de las localidades de la zona, todo ello proyectado al año 2.010.

3.1. DEMANDA TELEFONICA DE LA ZONA

Los valores de demanda telefónica correspondientes a las cabeceras cantonales y parroquiales de la provincia de Cotopaxi son los que constan en el documento del IETEL, SDP-87-04/1 "Determinación de la Demanda Telefónica en el Ecuador", de Enero de 1.987.

A continuación, en la Figura 5, se presenta un esquema del método utilizado para la determinación de la demanda telefónica, hasta el nivel parroquial:

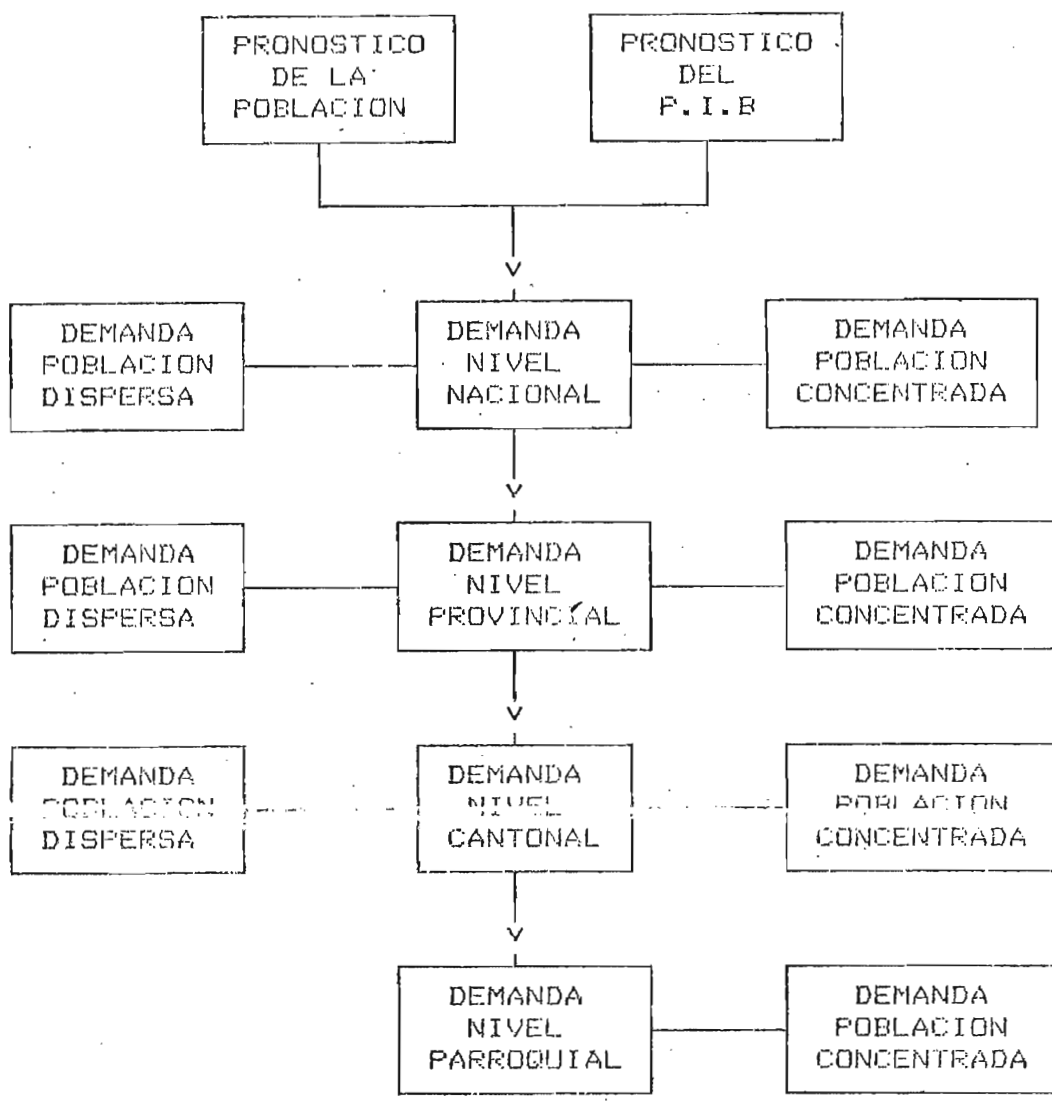


FIGURA 5: ESQUEMA DEL METODO UTILIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA DEMANDA TELEFONICA

El Grupo Autónomo Especializado 5 (GAS 5), en su publicación "Estudios Económicos en el Plano Nacional, sobre Telecomunicaciones (1.977-1.980)", indica la existencia de una correlación

entre la demanda telefónica y el producto interno bruto per cápita.

Esta correlación se presenta mediante una relación logarítmica lineal de dos variables:

$$\log D = A + B \log P \quad (3.1.)$$

donde: D = densidad telefónica.

P = producto interno bruto per cápita.

las constantes A y B se determinan por el método de los mínimos cuadrados, utilizando los datos históricos, tanto de la densidad telefónica, como los del producto interno bruto per cápita, obteniéndose de esta manera la demanda telefónica a nivel nacional, proyectada hasta el año 2.010.

Una vez que se ha determinado la demanda telefónica a nivel nacional, se procede al cálculo de la demanda por niveles socio - políticos; es decir, se determina la demanda para cada una de las provincias del país, luego para cada cantón de la provincia, llegando finalmente a determinar la demanda para cada parroquia del cantón al cual pertenece.

El proceso utilizado para la determinación de la demanda telefónica a todos los niveles, toma en consideración los datos históricos del producto

interno bruto per cápita (P.I.B.), de la cantidad de líneas instaladas, del Plan de Desarrollo de las Telecomunicaciones propuesto por el IETEL hasta el año de 1.990, etc. para luego proceder a realizar la proyección al año 2.010; es decir, los valores de demanda telefónica que se obtengan, son factibles de satisfacerse.

3.1.1. DEMANDA A NIVEL PROVINCIAL

Debido a que nuestro interés es el de planificar un sistema de telecomunicaciones para dotar de servicio telefónico a las cabeceras cantonales y parroquiales de la provincia de Cotopaxi, los datos que tomaremos como punto de partida son los correspondientes a la población, líneas principales y densidad telefónica, calculados para la población concentrada de la provincia de Cotopaxi.

Cabe aclarar que la demanda telefónica (número de líneas principales requeridas), está relacionada con la densidad telefónica (número de líneas por cada 100 habitantes), por medio de la siguiente ecuación:

$$D = (L_p / P) * 100 \quad (3.2.)$$

donde D = densidad telefónica
L_p = líneas principales (demanda telefónica)
P = número de habitantes

A continuación, en la Tabla 12, se presenta los datos anuales de población concentrada, líneas principales y densidad telefónica de la provincia de Cotopaxi:

TABLA 12. DEMANDA TELEFONICA PARA LA PROVINCIA DE COTOPAXI

AÑO	POBLACION (P)	LINEAS PRINCIPALES (L _p)	DENSIDAD (D)
1.985	71.285	2.566	3,60
1.986	73.126		
1.987	74.994		
1.988	76.800		
1.989	78.628		
1.990	80.444	5.140	6,39
1.991	82.347	5.435	6,60
1.992	84.240	5.745	6,82
1.993	86.116	6.071	7,05
1.994	87.962	6.412	7,29
1.995	89.795	6.762	7,53
2.000	99.450	8.831	8,88
2.005	108.731	11.373	10,46
2.010	116.930	14.417	12,33

Como se indica en la Tabla 12, en el año 2.010, la demanda telefónica será de 14.417 líneas, lo cual representa 12,33 líneas telefónicas por cada 100 habitantes de la provincia de Cotopaxi; al realizar el cálculo de la densidad telefónica para cada cantón, deberá tomarse en cuenta que en el año 2.010 a nivel provincial se debe obtener aproximadamente una densidad telefónica de 12,33.

3.1.2. DEMANDA A NIVEL CANTONAL

Tomando los datos sobre el número de líneas principales; población concentrada y densidad telefónica que tendría cada uno de los cantones y cabeceras cantonales, en el año 1.990, según el documento del IETEL, SDP-87-04/1 "Determinación de la Demanda Telefónica en el Ecuador", se tienen los valores indicados en la Tabla 13:

TABLA 13. POBLACION CONCENTRADA, LINEAS PRINCIPALES Y DENSIDAD TELEFONICA A NIVEL CANTONAL

PROVINCIA DE COTOPAXI

AÑO 1.990

CANTON	CANTON			CABECERA CANTONAL		
	POBLACION	LINEAS PRINCIPALES	DENSIDAD	POBLACION	LINEAS PRINCIPALES	DENSIDAD
Latacunga	47.871	3.800	7,94	39.598	3.725	9,41
Pangua	2.590	149	5,75	1.503	149	9,93
Pujilí	13.851	522	3,77	5.155	298	5,73
Salcedo	11.864	447	3,77	8.042	447	5,59
Saquisilí	4.487	224	4,99	3.497	224	6,40
TOTAL	80.663	5.142	6,37			

Comparando los resultados totales indicados en la Tabla 13, con los valores correspondientes al año 1.990 de la Tabla 12, vemos que existe una diferencia de 2 líneas principales, lo cual representa apenas una diferencia de 0,02 líneas

por cada 100 habitantes; de esta manera podemos confirmar que los resultados obtenidos para cada cantón, en el año 1.990, son correctos.

Para el año 2.010, se determina la demanda telefónica a nivel cantonal en base al valor de la densidad telefónica que tenga cada cabecera cantonal en el año 1.990 (según los valores indicados en la Tabla 13); bajo esta consideración, los tipos de cantones y las ecuaciones que se emplean son:

a) Tipo 1: corresponde a los cantones cuya cabecera cantonal en 1.990, tienen una densidad telefónica entre 0 y 2; la ecuación para el año 2.010 está dada por:

$$\log L_P = - 1,5180 + 1,1025 \log P \quad (3.3.)$$

b) Tipo 2: corresponde a los cantones cuya cabecera cantonal en 1.990, tienen una densidad telefónica entre 2 y 5; la ecuación para el año 2.010 está dada por:

$$\log L_P = - 1,0988 + 1,0304 \log P \quad (3.4.)$$

c) Tipo 3: corresponde a los cantones cuya cabecera cantonal en 1.990, tienen una densidad telefónica mayor que 5; la ecuación para el año 2.010 está dada por:

$$\log L_p = -1,2510 + 1,0707 \log P \quad (3.5.)$$

d) Tipo 4: corresponde a los cantones cuya cabecera cantonal es capital de provincia; la ecuación para el año 2.010 está dada por:

$$\log L_p = -1,3001 + 1,0858 \log P \quad (3.6.)$$

Donde las variables de las ecuaciones (3.3.) a (3.6.) se definen de la siguiente manera:

L_p = líneas principales
 P = población

Los resultados obtenidos al aplicar las ecuaciones descritas anteriormente se muestran en la Tabla 14:

TABLA 14. POBLACION CONCENTRADA, LINEAS PRINCIPALES Y DENSIDAD TELEFONICA A NIVEL CANTONAL

PROVINCIA DE COTOPAXI

AÑO 2.010

CANTON	POBLACION (P)	TIPO DE CANTON	LINEAS PRINCIPALES (LP)	DENSIDAD TELEFONICA (D)
Latacunga	72.405	4	9.527	13,16
Pangua	3.234	3	323	9,99
Pujilí	18.649	3	2.108	11,30
Salcedo	17.044	3	1.914	11,23
Saquisilí	5.599	3	581	10,38
TOTAL	116.931		14.453	12,36

Comparando los resultados totales indicados en la Tabla 14, con los valores correspondientes al año 2.010 de la Tabla 12, vemos que existe una diferencia de 36 líneas principales, lo cual representa una diferencia de 0,03 líneas por cada 100 habitantes de la provincia; esta diferencia se encuentra aún dentro de un margen aceptable de error, de igual forma confirmamos que los resultados obtenidos para cada cantón, en el año 2.010, son correctos.

3.1.3. DEMANDA A NIVEL PARROQUIAL

Siguiendo un procedimiento similar al utilizado en el numeral 3.1.2., se determinan los valores de líneas principales y densidad telefónica, escogiendo la alternativa más apropiada, según la siguiente clasificación de cabeceras cantonales y parroquiales:

a) Tipo 1: corresponde a las parroquias que en 1.990, tienen una densidad telefónica entre 0 y 2; la ecuación para el año 2.010 está dada por:

$$\log L_p = - 1,1313 + \log P \quad (3.7.)$$

b) Tipo 2: corresponde a las parroquias que en 1.990, tienen una densidad telefónica entre 2 y 5; la ecuación para el año 2.010 está dada por:

$$\log L_p = - 0,7079 + 0,9303 \log P \quad (3.8.)$$

c) Tipo 3: corresponde a las parroquias que en 1.990, tienen una densidad telefónica mayor que 5; la ecuación para el año 2.010 está dada por:

$$\log L_P = - 0,8679 + 1,0019 \log P \quad (3.9.)$$

d) Tipo 4: corresponde a la cabecera cantonal que es capital de provincia; la ecuación para el año 2.010 está dada por:

$$\log L_P = - 1,0805 + 1,0501 \log P \quad (3.10.)$$

Las variables de las ecuaciones (3.7.) a (3.10.) se definen de la siguiente manera:

L_P = líneas principales
 P = población

Los resultados obtenidos al aplicar las ecuaciones descritas anteriormente se muestra en la Tabla 15:

TABLA 15. POBLACION CONCENTRADA, LINEAS PRINCIPALES Y DENSIDAD TELEFONICA
A NIVEL PARROQUIAL

PROVINCIA DE COTOPAXI

AÑOS 1.990 Y 2.010

LOCALIDAD	TIPO	AÑO 1.990			AÑO 2.010			
		POBLACION	LINEAS PRINCIPALES	DENSIDAD	POBLACION	LINEAS PRINCIPALES	DENSIDAD	LINEAS DE CENTRAL
CANTON LATACUNGA								
Latacunga	4	39.598	3.725	9,41	63.184	8.804	13,93	9.684
Alaquez	1	393	4	1,02	438	31	7,08	34
Guaytacama	1	1.119	34	3,04	1.247	89	7,14	98
José Guango Bajo	1	189	2	1,06	211	15	7,11	17
Las Paapas	1	292	3	1,03	325	23	7,08	25
Mulaló	1	449	4	0,89	501	36	7,19	40
Once de Noviembre	1	627	13	2,07	699	50	7,15	55
Poaló	1	398	4	1,01	443	32	7,22	35
Pucayacu	1	352	4	1,14	392	28	7,14	31
S. J. Pastocalle	3	964	75	7,78	1.075	143	13,30	157
Sigchos	1	881	18	2,04	982	70	7,13	77
Tenicuchi	1	866	17	1,96	965	68	7,05	75
Urcabazo	1	1.289	39	3,03	1.437	102	7,10	112
TOTAL CANTON		47.872	3.947	8,24	72.406	9.527	13,16	10.480
CANTON PANGUA								
El Corazón	3	1.503	149	9,91	1.796	226	12,58	249
Moraspungo	1	817	16	1,96	1.080	73	6,76	80
Pinlopatá	1	177	2	1,13	234	16	6,84	18
Razón Caapaña	1	93	1	1,08	123	8	6,50	9
TOTAL CANTON		2.590	168	6,49	3.233	323	9,99	355
CANTON PUJILI Y LA MANA								
Pujili	3	5.155	298	5,78	7.866	1.102	14,01	1.212
Angamarca	1	833	17	2,04	1.033	77	7,45	85
Chugchillán	1	197	2	1,02	244	18	7,38	20
Guangaje	1	352	4	1,14	437	32	7,32	35
Guasaganda	1	288	3	1,04	357	26	7,28	29

TABLA 15. POBLACION CONCENTRADA, LINEAS PRINCIPALES Y DENSIDAD TELEFONICA
A NIVEL PARRROQUIAL

PROVINCIA DE COTOPAXI

AÑOS 1.990 Y 2.010

LOCALIDAD	TIPO	AÑO 1.990			AÑO 2.010			
		POBLACION	LINEAS PRINCIPALES	DENSIDAD	POBLACION	LINEAS PRINCIPALES	DENSIDAD	LINEAS DE CENTRAL
Isinlivi	1	221	2	0,90	274	20	7,30	22
La Maná	2	4.787	224	4,68	5.936	645	10,87	710
La Victoria	1	485	5	1,03	601	45	7,49	50
Pilaló	1	484	5	1,03	600	45	7,50	50
El Tingo	1	711	14	1,97	881	66	7,49	73
Zumbahua	1	338	3	0,89	419	31	7,40	34
TOTAL CANTON		13.851	577	4,17	18.648	2.107	11,30	2.318
CANTON SALCEDO								
S. M. de Salcedo	3	8.042	447	5,56	13.405	1.677	12,44	1.845
Antonio J. Holguín	1	363	4	1,10	359	23	6,42	25
Cusubasha	1	862	17	1,97	851	57	6,70	63
Mulalillo	1	690	14	2,03	682	45	6,60	50
Panzaleo	1	365	4	1,10	351	24	6,55	25
TOTAL CANTON		11.645	526	4,52	17.044	1.913	11,22	2.104
CANTON SAQUISILI								
Saquisili	3	3.947	224	5,68	4.337	503	11,60	553
Canchagua	1	636	13	2,04	811	51	6,29	56
Chantilín	1	354	4	1,13	451	28	6,21	31
TOTAL CANTON		4.937	241	4,88	5.599	582	10,39	640
TOTAL PROVINCIA		80.895	5.459	6,75	116.930	14.452	12,36	15.897

Por otra parte, en la Tabla 15, de demanda telefónica a nivel parroquial, no se ha presentado en forma separada las parroquias pertenecientes al cantón La Maná, debido a que éste es de reciente creación; sin embargo los valores obtenidos para

las parroquias que pertenecen a este cantón, no sufren ninguna alteración por este hecho, ya que han sido consideradas dentro de otros cantones.

Comparando los valores obtenidos en la Tabla 15, a nivel cantonal y provincial, con los respectivos resultados indicados en la Tabla 14, observamos que se tienen los mismos valores de densidad telefónica, de esta manera comprobamos que la densidad telefónica para cada parroquia está correcta.

En la Tabla 15, los valores correspondientes a líneas de central son 10 % más que las líneas principales; estas líneas son utilizadas para uso interno (de la propia central), para servicios de emergencia, líneas de reserva, etc..

3.2. TRAFICO TELEFONICO

El cálculo del tráfico telefónico permite determinar, con la utilización de las tablas de Erlang, del Anexo 3, el número de canales (de entrada y de salida), que requiere una localidad para satisfacer en forma adecuada un valor de demanda telefónica existente.

Las relaciones que se presentan, son ecuaciones empíricas, desarrolladas por la Subgerencia

General de Telecomunicaciones Rurales del IETEL,
para el cálculo de tráfico telefónico.

Las ecuaciones son:

$$T_s = (0,8 * (1,31 - 0,099 \ln LP) * ((\ln LP / \ln 10) + 1) * (LP / 100)) * F \quad (3.11.)$$

$$T_e = (0,47 + 0,0713 \ln LP) * T_s \quad (3.12.)$$

donde T_s = tráfico saliente en erlangs
 T_e = tráfico entrante en erlangs
LP = líneas principales
F = factor de corrección del tráfico

3.2.1. DETERMINACION DEL FACTOR DE CORRECCION DEL TRAFICO DE SALIDA

El factor de corrección (F), del tráfico de salida se determina en base a las principales actividades económicas de la localidad; estas actividades económicas son las obtenidas en base a las visitas realizadas y constan en el numeral 2.3.3. (Tabla 10).

Suponemos inicialmente que este factor tiene un valor máximo de 1,3; es decir, que el tráfico de salida va a tener un incremento del 30 %, afin de evaluar la cantidad mínima de canales que cada población va a requerir.

Por otra parte, a fin de tener un criterio objetivo y general del valor del factor "F", para las localidades contempladas en este proyecto, y

tomando en cuenta que en el censo telefónico se han establecido tres categorías de actividad económica, podemos indicar que una localidad tendrá un incremento del 30 % en su tráfico de salida, si tiene: como actividad primaria la agrícola de exportación, como secundaria la industrial, y como actividad terciaria la artesanía.

En base a los criterios indicados, en la Tabla 16 se presenta, los factores obtenidos para cada una de las categorías de actividad económica (F_1 , F_2 y F_3) y el factor "F".

A modo de ejemplo, a continuación se procederá al cálculo de los factores de corrección del tráfico telefónico para la localidad de Alaquez:

a) Se asignan a las diferentes actividades económicas (indicadas en el numeral 2.3.3.), los siguientes valores:

- 0 = no definido
- 14 = agrícola de exportación
- 12 = industrial
- 10 = artesanías
- 8 = ganadera/lechera
- 6 = agrícola de consumo
- 4 = pecuaria
- 2 = otras

b) Se establecen las siguientes condiciones:

- El factor F_1 tendrá un valor máximo del 15%.
- El factor F_2 tendrá un valor máximo del 10%.

- El factor F_3 tendrá un valor máximo del 5%.

c) Para la localidad de Alaquez se tiene como actividad económica primaria otras actividades, a parte de las establecidas; como actividad secundaria la artesanía y como terciaria no está definida.

d) Los valores de los factores están dados por:

$$F_1 = (2 * 0,15)/14 = 0,021$$

$$F_2 = (10 * 0,1)/12 = 0,083$$

$$F_3 = (0 * 0,05)/10 = 0,000$$

$$F = 1,105$$

TABLA 16 FACTORES DE CORRECCION DEL TRAFICO DE SALIDA, SEGUN CATEGORIAS DE ACTIVIDAD ECONOMICA

LOCALIDAD	F ₁	F ₂	F ₃	F
Alaquez	0,021	0,083	0,000	1,105
Angamarca	0,064	0,033	0,000	1,098
A. Holguín	0,064	0,067	0,010	1,141
Canchagua	0,064	0,067	0,020	1,151
Chantilín	0,021	0,033	0,050	1,105
Chugchilán	0,064	0,033	0,010	1,108
Cusubamba	0,064	0,033	0,010	1,108
El Corazón	0,064	0,100	0,000	1,164
El Tingo	0,064	0,033	0,010	1,108
Guangaje	0,064	0,033	0,010	1,108
Guasaganda	0,064	0,033	0,000	1,098
Guaytacama	0,107	0,017	0,020	1,144
Isinlivi	0,064	0,033	0,010	1,108
J. G. Bajo	0,086	0,050	0,020	1,156
La Maná	0,064	0,017	0,000	1,081
La Victoria	0,107	0,050	0,020	1,177
Las Pampas	0,064	0,033	0,000	1,098
Morasungo	0,064	0,033	0,000	1,098
Mulalillo	0,064	0,067	0,060	1,191
Mulaló	0,086	0,050	0,010	1,146
Once de Nov.	0,064	0,033	0,010	1,108
Panzaleo	0,064	0,033	0,040	1,138
Pastorale	0,064	0,067	0,010	1,141
Pilaló	0,043	0,050	0,000	1,093
Pinllopata	0,043	0,050	0,000	1,093
Poaló	0,064	0,017	0,020	1,101
Pucayacu	0,064	0,033	0,000	1,098
Pujilí	0,064	0,083	0,040	1,188
R. Campaña	0,064	0,033	0,000	1,098
Saquisilí	0,021	0,083	0,020	1,125
Sigchos	0,064	0,017	0,000	1,081
Salcedo	0,129	0,017	0,020	1,165
Tanicuchi	0,086	0,050	0,060	1,196
Toacazo	0,064	0,067	0,010	1,141
Zumbahua	0,064	0,033	0,010	1,108

Los factores indicados se relacionan entre si, mediante la siguiente ecuación:

$$F = 1 + F_1 + F_2 + F_3 \quad (3.13.)$$

donde: F_1 = factor debido a la actividad primaria.
 F_2 = factor debido a la actividad
secundaria.
 F_3 = factor debido a la actividad
terciaria.
 F = factor de corrección total.

Como se puede observar, en esta Tabla, las localidades que son cabeceras cantonales, tienen un factor de corrección mayor, que el de las cabeceras parroquiales que conforman el cantón; de hecho, una localidad que es cabecera cantonal, va a tener un mayor tráfico que el de una cabecera parroquial, debido a que las actividades económicas que realiza, están más relacionadas con los aspectos industriales, que con los agrícolas y ganaderos.

3.2.2. CALCULO DEL TRAFICO TELEFONICO SALIENTE Y ENTRANTE

Utilizando los datos de líneas de central, indicados en la Tabla 15, y tomando en consideración que el mínimo número de líneas que se puede instalar en una central de pequeña capacidad es de 100 líneas de abonado, debido a factores económicos, determinamos el número de líneas de central que deben instalarse en cada localidad, a fin de cumplir con el objetivo propuesto.

Bajo estas consideraciones, calculamos el tráfico saliente y entrante (en erlangs), en base a:

- a) Las líneas por instalarse (Tabla 15).
- b) Los valores del factor de corrección "F", indicados en la Tabla 16.
- c) Las ecuaciones (3.11.) y (3.12.)

Los resultados obtenidos al aplicar estos literales, se muestran en la Tabla 17:

TABLA 17 RESULTADOS DEL TRAFICO SALIENTE Y ENTRANTE

LOCALIDAD	LINEAS DE CENTRAL CALCULADAS	LINEAS DE CENTRAL A INSTALAR	FACTOR F	TRAFICO SALIENTE	TRAFICO ENTRANTE
Alaquez	34	50	1,105	1,101	0,824
Angamarca	85	100	1,098	2,250	1,796
A. Holguín	25	50	1,141	1,137	0,851
Canchagua	56	50	1,151	1,147	0,859
Chantilín	31	50	1,105	1,101	0,824
Chugchilán	20	50	1,108	1,103	0,826
Cusubamba	53	100	1,108	2,270	1,813
El Corazón	249	250	1,164	6,040	5,217
El Tingo	73	100	1,108	2,270	1,813
Guangaje	35	50	1,108	1,103	0,826
Guasaganda	29	50	1,098	1,093	0,819
Guaytacama	98	100	1,144	2,345	1,872
Isinlivi	22	50	1,108	1,103	0,826
J. G. Bajo	17	50	1,156	1,151	0,862
La Maná	710	750	1,081	16,452	15,498
La Victoria	50	50	1,177	1,173	0,878
Las Pampas	25	50	1,098	1,093	0,819
Moraspungo	80	100	1,098	2,250	1,796
Mulalillo	50	50	1,191	1,186	0,888
Mulaló	40	50	1,146	1,141	0,855
Que de Nov.	56	50	1,103	1,103	0,822
Panzaleo	26	50	1,138	1,133	0,849
Pastocalle	157	150	1,141	3,539	2,928
Pilaló	50	50	1,093	1,089	0,815
Pinllopata	18	50	1,093	1,089	0,815
Poaló	35	50	1,101	1,097	0,821
Pucayacu	31	50	1,098	1,093	0,819
Pujilí	1.212	1.250	1,188	29,390	28,756
R. Campaña	9	50	1,098	1,093	0,819
Saquisilí	553	550	1,125	12,686	11,670
Sigchos	77	100	1,081	2,216	1,769
Salcedo	1.845	1.900	1,165	42,635	42,988
Tanicuchi	75	100	1,196	2,451	1,957
Toacazo	112	120	1,141	2,820	2,288
Zumbahua	34	50	1,108	1,103	0,826

3.2.3. CALCULO DEL NUMERO DE CIRCUITOS

En base a los resultados de tráfico telefónico saliente y entrante, obtenidos en el numeral anterior, determinamos ahora el número de circuitos que se requieren; para este fin, utilizamos tablas normalizadas existentes, llamadas "TABLAS DE ERLANG", las cuales permiten obtener el número de circuitos, en base a los datos de tráfico telefónico y de la probabilidad de pérdida que se desea.

Para el presente estudio, en el Anexo 3 se muestra la tabla utilizada, consideramos una probabilidad de pérdida $B \leq 1 \%$; es decir que de cada 100 llamadas que ingresen a la central, una de ellas no será procesada, debido a la falta de canales de salida.

A continuación, en la Tabla 18, se muestra los resultados obtenidos:

TABLA 18 NÚMERO DE CIRCUITOS REQUERIDOS

LOCALIDAD	Nº DE CIRCUITOS SALIENTES	Nº DE CIRCUITOS ENTRANTES	CIRCUITOS DE TELEX	CIRCUITOS PARA CABINA	TOTAL DE CIRCUITOS
Alaquez	5	4	0	1	10
Angamarca	7	6	1	2	16
A. Holguín	5	4	1	2	12
Canchagua	5	4	0	1	10
Chantilín	5	4	1	1	11
Chugchilán	5	4	0	1	10
Cusubamba	7	6	1	2	16
El Corazón	13	12	2	4	31
El Tingo	7	6	1	2	16
Guangaje	5	4	0	1	10
Guasaganda	5	4	1	1	11
Guaytacama	7	6	1	3	17
Isinlivi	5	4	1	1	11
J. G. Bajo	5	4	1	2	12
La Maná	26	24	2	4	56
La Victoria	5	4	1	2	12
Las Pampas	5	4	1	2	12
Morasungo	7	6	1	2	16
Mulalillo	5	4	1	2	12
Mutala	5	4	1	2	12
Once de Nov.	5	4	0	2	11
Panzaleo	5	4	1	2	12
Pastocalle	9	8	1	2	20
Pilaló	5	4	1	2	12
Pinllopata	5	4	1	2	12
Poaló	5	4	1	2	12
Pucayacu	5	4	1	2	12
Pujilí	41	40	2	4	87
R. Campaña	5	4	1	2	12
Saquisilí	21	20	2	4	47
Sigchos	7	6	1	3	17
Salcedo	55	56	2	4	117
Tanicuchí	7	6	1	2	16
Toacazo	8	7	1	2	18
Zumbahua	5	4	0	1	10

En la tabla 18, los circuitos para telex y fonía, se han obtenido en base a las visitas realizadas a las localidades, tomando como criterio que estos servicios serán utilizados por usuarios que no han

tenido la posibilidad de contar con una línea telefónica, por encontrarse fuera de la zona poblada, por falta de medios económicos, o por aquellas personas que se encuentran temporalmente en la zona.

C A P I T U L O . I V

PLANIFICACION DEL SISTEMA

Para una adecuada planificación del sistema de telecomunicaciones, para dotar de servicio telefónico a las cabeceras cantonales y parroquiales de la provincia de Cotopaxi, en forma previa se han realizado los siguientes pasos:

- a) Visitas a las localidades, a fin de determinar las características socio-económicas de cada una de ellas, infraestructura existente que puede ser utilizada, servicios que requieren, etc..
- b) Proyección de la población, por localidad, hasta el año 2.010, a fin de establecer las necesidades de líneas telefónicas.
- c) Cálculo de la demanda telefónica, en base a la proyección de la población, a fin de estimar los requerimientos mínimos de la cantidad de líneas telefónicas que se requieren en cada localidad.
- d) Cálculo del tráfico telefónico que genera cada una de las poblaciones, a fin de determinar la capacidad, en cuanto a canales, que debe tener el sistema de transmisión.

En los capítulos anteriores se han establecido los aspectos relacionados con la demanda y el tráfico

telefónico, por lo que en el presente capítulo se realizan los estudios correspondientes a las redes de conmutación y transmisión.

4.1. SISTEMAS DE CONMUTACION: POSIBLES ALTERNATIVAS

La elección del sistema de conmutación es la principal decisión en la planificación de la red. Una red conmutada pública proporciona un interface de abonado, para permitir que el usuario pueda conectarse y comunicarse con otros abonados.

Los sistemas de conmutación que se pueden utilizar para las localidades rurales son:

- a) Extensión de la planta externa.
- b) Unidades remotas de concentración.
- c) Centrales rurales independientes.

4.1.1. EXTENSION DE LA PLANTA EXTERNA

Esta clase de sistema consiste en el tendido de un ramal desde la central local (o desde un ramal troncal de la central local) hacia los diferentes abonados que requieran del servicio.

La dotación de servicio telefónico, por medio de este sistema está limitado a distancias cortas, debido a la atenuación que presenta el medio de

transmisión, que por lo general es cable, o a la topografía del terreno y principalmente por estar destinado a una concentración de abonados bastante baja.

Por otra parte, este sistema no presenta la flexibilidad para futuras ampliaciones, en el sentido de utilizar la infraestructura existente para la interconexión a otros abonados.

4.1.2. UNIDADES REMOTAS DE CONCENTRACION

Las unidades distantes de concentración son sistemas que permiten conectar abonados a las centrales mediante un menor número de pares de hilos que el número de abonados. Pueden ser sistemas analógicos o digitales, y se emplean normalmente cuando la congestión de equipos de línea presenta un problema y cuando se trata de distancias limitadas.

La utilización de unidades remotas de concentración de abonados requiere de una ruta de transmisión a la central matriz; en caso de falla de esta ruta, sólo podrán efectuarse un número limitado de conexiones locales, perdiéndose las funciones provistas por la matriz como son las de tasación, facturación, etc..

Una de las desventajas que presenta esta clase de sistema, es que inhibe el crecimiento futuro de la red, ya que no puede emplearse como nodos de crecimiento; además, las llamadas se efectúan a través de la central matriz, lo que aumenta significativamente el número de circuitos en la misma y en los enlaces de transmisión.

4.1.3. CENTRALES RURALES INDEPENDIENTES

Las centrales rurales independientes, sean analógicas o digitales, son equipos que concentran el tráfico generado por cada uno de los abonados, en un único medio de transmisión, sea este cable o radioeléctrico.

Además de las condiciones normales, características de las centrales telefónicas de zona urbana, las centrales rurales han de satisfacer ciertos requisitos especiales, como por ejemplo:

- a) Explotación económica, incluso con una población de abonados reducida.
- b) Equipo de dimensiones suficientemente pequeñas para poder ser instalado en los locales disponibles o en unidades móviles.
- c) Explotación permanente no atendida; autocontrol, telecontrol, teleseñalización de.

averías, transferencia eléctrica de información de tasación.

- d) Fiabilidad particularmente elevada.
- e) Menor sensibilidad a las influencias climáticas.
- f) Instalación rápida y sencilla.
- g) Diseño modular (los módulos enchufables facilitan el mantenimiento centralizado).
- h) Posibilidad de utilizar líneas de peores características eléctricas.
- i) Bajo consumo de energía.

En lo que tiene que ver con la capacidad de la central, hay que tener presente que el costo por línea tiende a aumentar a medida que disminuye el tamaño del conmutador.

4.2. SELECCION DEL SISTEMA DE CONMUTACION

De los medios de conmutación indicados, en el numeral 4.1., y a fin de satisfacer la demanda calculada para cada localidad, se determina que el sistema de conmutación adecuado es la utilización de pequeñas centrales rurales independientes.

El utilizar un sistema de conmutación basado en la extensión de la planta externa, en este caso, no resulta adecuado debido a los siguientes factores:

- a) La distancia entre las localidades y la central que se designe como central local del sector es relativamente grande.
- b) La topografía del terreno impide la construcción de postería, para el tendido de los conductores.
- c) La concentración de la población es alta.

Las unidades remotas de concentración tampoco proporcionan una solución satisfactoria, ya que impiden la ampliación de la red a futuro, por su imposibilidad de ser empleadas como nodos de conmutación.

Con el empleo de componentes electrónicos con integración en muy gran escala (VLSI), y pastillas con gran capacidad de memoria, han hecho que las centrales digitales puedan competir económicamente con las tradicionales centrales analógicas, proveyendo al mismo tiempo las siguientes ventajas:

- a) Los nuevos sistemas de centrales proporcionan un nivel de fiabilidad mucho mayor que el de los anteriores sistemas electromecánicos;
- b) Procedimientos más sencillos de localización de averías y restablecimiento del servicio que se traducirán en costos de mantenimiento menores;
- c) El reducido tamaño de los equipos de las nuevas

generaciones permiten considerables ahorros de espacio. Además, su modularidad y simple construcción basada en las placas de circuito impreso permite una rápida instalación en el sitio.

d) Fácilitad en cuanto a ampliaciones.

En base a estos criterios, se ha optado por la utilización de centrales de tecnología digital, en aquellas localidades en las cuales no se cuenta con un sistema de conmutación.

Para las localidades de Pujilí, Saquisilí y Salcedo, se ha considerado la utilización de líneas de ampliación, debido a que en ellas se cuenta con centrales de tecnología analógica con una capacidad final de 2.000 líneas, y las mismas no se encuentran saturadas.

En base al cálculo realizado sobre la demanda telefónica, y considerando que la capacidad mínima de las centrales digitales es de 100 abonados, se han establecido las siguientes capacidades de central:

TABLA 19 CAPACIDADES DE CENTRALES Y REQUERIMIENTO DE CIRCUITOS

LOCALIDAD	LÍNEAS DE CENTRAL A INSTALAR	# DE CIRCUITOS SALIENTES	# DE CIRCUITOS ENTRANTES	CIRCUITOS DE TELEX	CIRCUITOS PARA CABINA	TOTAL DE CIRCUITOS
Alaquez	100	7	6	0	1	14
Angamarca	100	7	6	1	2	17
A. Holguín	100	7	6	1	2	17
Canchagua	100	7	6	0	1	14
Chantilín	100	7	6	1	1	16
Chugchilán	100	7	6	0	1	14
Cusubamba	100	7	6	1	2	17
El Corazón	250	13	12	2	4	33
El Tingo	100	7	6	1	2	17
Guangaje	100	7	6	0	1	14
Guasaganda	100	7	6	1	1	16
Guaytacama	100	7	6	1	3	18
Isinlivi	100	7	6	1	1	16
J. G. Bajo	100	7	6	1	2	17
La Maná	750	26	24	2	4	58
La Victoria	100	7	6	1	2	17
Las Pampas	100	7	6	1	2	17
Morasungo	100	7	6	1	2	17
Mulalillo	100	7	6	1	2	17
Mulaló	100	7	6	1	2	17
Que de Hoy	100	7	6	0	2	15
Panzaleo	100	7	6	1	2	17
Pastocalle	150	7	8	1	2	19
Pilaló	100	7	6	1	2	17
Pinllopata	100	7	6	1	2	17
Poaló	100	7	6	1	2	17
Pucayacu	100	7	6	1	2	17
Pujilí	1.250	41	40	2	4	89
R. Caapaña	100	7	6	1	2	17
Saquisilí	550	21	20	2	4	49
Sigchos	100	7	6	1	3	18
S. M. Salcedo	1.900	55	56	2	4	119
Tanicuchi	100	7	6	1	2	17
Toacazo	120	8	7	1	2	19
Zumbánua	100	7	6	0	1	14

4.3. SISTEMAS DE TRANSMISION: POSIBLES ALTERNATIVAS

En cuanto a los sistemas de transmisión que se utilizan para la interconexión de las centrales

rurales podemos indicar los siguientes:

- a) Sistemas de onda portadora.
- b) Sistemas radioeléctricos monocanales.
- c) Sistemas radioeléctricos multicanal de baja capacidad.

4.3.1. SISTEMAS DE ONDA PORTADORA

Los sistemas de ondas portadoras son aquellos que agrupan varios canales telefónicos, en una sola portadora, utilizando para ello técnicas de modulación, que pueden ser analógicas o digitales.

Los equipos de portadoras se emplean 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; la ventaja de la aplicación de sistemas de portadoras, en lugar de la transmisión en frecuencias vocales, es que la atenuación en los circuitos telefónicos no depende de su longitud.

Todos los sistemas de transmisión por portadoras tienen una característica común: los circuitos telefónicos deben tener una banda de transmisión de por lo menos 300 Hz. a 3.400 Hz.. Además, deben permitir la transmisión de señales de conmutación,

ya sea dentro de la banda telefónica (señalización dentro de banda) o fuera de ella (señalización fuera de banda, o por canal común).

Los sistemas de onda portadora se pueden utilizar para transportar circuitos troncales (de centrales rurales) o líneas telefónicas. Para el segundo caso, las señales de conmutación que se envían desde la central o desde el aparato de abonado, constituidas básicamente de señales de corriente continua transmitidas por los hilos que transportan también las señales vocales, deben ser separadas y transformadas en señales apropiadas al medio de transmisión.

Cuando se utilicen circuitos obtenidos mediante sistemas de portadoras, es importante, no olvidar los dispositivos necesarios para la separación de las señales de conmutación en corriente continua de las señales vocales. Estos dispositivos deben efectuar un cierto tratamiento lógico de las señales de conmutación de modo que estas puedan transmitirse por el medio de transmisión correspondiente, y puedan extraerse las señales en el otro extremo y volver a transformarlas en el mismo tipo de señales recibidas, de tal manera, que la central telefónica no diferencie con cualquier otra línea.

En el otro extremo del circuito, estos dispositivos tienen que recombinar las señales vocales y la señalización. Dichos dispositivos son diferentes en los extremos de llegada y de salida de un circuito y se reconocen por diversos nombres: equipos de terminación, convertidores de señalización, o repetidores de señalización. Pueden comprender también convertidores para el paso de dos a cuatro hilos, pues los circuitos de portadoras son a cuatro hilos.

El equipo de portadoras puede subdividirse en equipo múltiplex y equipo de línea, si bien en la práctica no es posible hacer esta distinción en sistemas de poca capacidad para redes rurales.

El equipo múltiplex combina los canales telefónicos en una señal de banda ancha, en la cual cada canal ocupa cierta parte de la banda de frecuencias. En el lado receptor, los canales se separan de nuevo y se restituyen a la banda de frecuencias vocales. Desde luego, en el sentido opuesto de transmisión se procede del mismo modo.

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 determinadas condiciones

(relativas al ruido, la distorsión, la diafonía, etc.). Los dos sentidos de transmisión deben estar eléctricamente separados, bien por el hecho de que las señales en cada sentido se transmiten por pares diferentes (sistemas a cuatro hilos) o, de transmitirse por el mismo par de hilos, porque se utilizan bandas de frecuencias diferentes (sistemas a dos hilos o sistemas de tipo $N + N$).

4.3.2. SISTEMAS RADIOELECTRICOS MONOCANALES

Los equipos monocanales, en las redes de telecomunicaciones rurales, se emplean normalmente para la función de distribución de líneas de abonado y también para realizar funciones de transferencia de líneas de abonado y enlace entre centrales.

En el primer caso, pueden identificarse dos modos de funcionamiento:

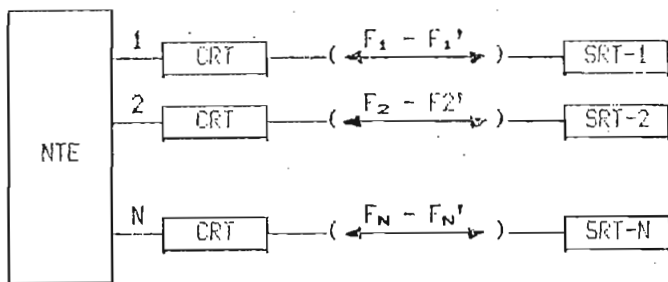
- a) Modo de asignación exclusiva (de canales): cada canal radioeléctrico de un haz distribuido a una zona geográfica dada, se asigna exclusivamente a un abonado. Estos sistemas se denominan de punto a punto.
- b) Modo de compartición (de canales): un número determinado de canales radioeléctricos atribuidos a la zona se asigna a un número

mayor de abonados; los canales se asignan a los abonados según el principio de asignación en función de la demanda. Cada abonado puede tener acceso indistintamente a cualquiera de los canales. Estos sistemas se denominan de acceso múltiple.

Cuando se utilizan para la función de transferencia de líneas de abonado, el soporte monocanal es esencialmente una prolongación del segmento de distribución, pues el punto de convergencia no realiza función alguna de conmutación y es solo un punto en el que convergen varios canales que deben conectarse desde allí a la central telefónica propiamente dicha.

Puede ser conveniente la utilización de este tipo de sistema en aquellos casos en que la densidad de abonados es muy baja y no se presentan problemas en lo que concierne a la disponibilidad de los canales radioeléctricos.

En tales casos estos sistemas son ventajosos desde el punto de vista económico. En la Figura 6 se muestra la estructura simplificada de este tipo de sistema:



NTE: CENTRAL TERMINAL MAS CERCANA
 CRT: TERMINAL RADIOELECTRICO CENTRALIZADO
 SRT: TERMINAL RADIOELECTRICO DE ABONADO

FIGURA 6: CANAL DE ASIGNACION EXCLUSIVA

A continuación se indican algunas características básicas que distinguen a este tipo de modo de asignación:

- a) El enlace es a cuatro hilos. Por tanto, es necesarios incluir terminaciones híbridas para el paso de cuatro a dos hilos en los interfaces en ambos extremos, es decir, en el lado de abonado y en el lado de central.
- b) El soporte radioeléctrico como tal, no es transparente a todos los tipos de señalización presentes normalmente en un bucle de abonado, pues éstos aprovechan el funcionamiento en corriente continua de este último. Por tanto es necesario que dichos interfaces incluyan circuitos capaces de reconocer tales señalizaciones y de convertirlas a una forma utilizable para la transmisión por el canal de RF y viceversa.

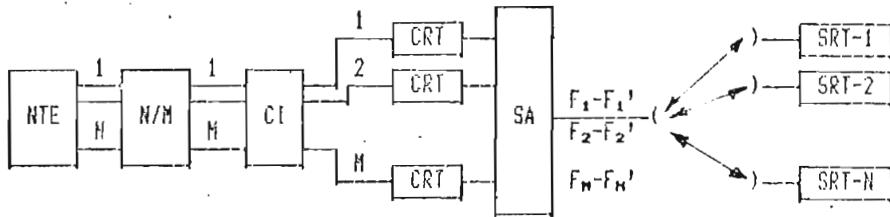
La señalización asociada a los bucles de abonado consta fundamentalmente de lo siguiente:

- señal de llamada (transmitida desde la central al aparato de abonado);
- señales de abonado cuelga y descuelga;
- señales de disco, enviadas por el aparato de abonado;
- señales especiales de tasación/facturación para servicios tales como teléfonos de previo pago, indicación de tasas, etc. y las correspondientes señales de acuse de recibo hacia la central.

La utilización de sistemas monocanales en el modo de acceso múltiple es conveniente cuando el número de usuarios en una zona dada es relativamente elevado o cuando solo se dispone de un número limitado de canales. En la mayor parte de los casos se obtienen ventajas apreciables desde el punto de vista del costo y una mayor fiabilidad global.

En los sistemas con acceso múltiple se asigna un grupo de canales radioeléctricos a una determinada zona de servicio; todos los abonados de esa zona constituyen un grupo radioeléctrico con acceso múltiple, y cada uno de ellos puede utilizar, a petición, cualquier canal libre del grupo.

La Figura 7, muestra una estructura típica de un sistema de distribución con acceso múltiple:



NTE: CENTRAL TERMINAL MAS CERCANA
 CRT: TERMINAL RADIOELECTRICO CENTRALIZADO
 SRT: TERMINAL RADIOELECTRICO DE ABONADO
 CI: INTERFACE ENTRE CANALES
 SA: SISTEMA DE ANTENA

FIGURA 7: CANAL COMPARTIDO O DE ACCESO MULTIPLE

La utilización de sistemas radioeléctricos con acceso múltiple es conveniente cuando la densidad de abonados no es demasiado baja y los mismos están distribuidos mas o menos uniformemente en la zona de servicio; es decir, la zona a servirse cumple con las siguientes características:

- a) El número de abonados en la zona debe ser superior a 5 o 6.
- b) El número medio de abonados dispersos en una zona de servicio debería ser de 40 a 50. En ciertos casos este número debería ser mayor y habría que resolver las necesidades correspondientes. Sin embargo, el sistema debería optimizarse, desde el punto de vista

del costo, para una capacidad media.

- c) Si los abonados en la zona están concentrados en grupos (por ejemplo, en un pueblo o en sus proximidades), es probable que la mejor forma de atenderlos sea por otros medios. En este caso, estos abonados deben descontarse del número total de abonados a los cuales estará destinado el sistema multiacceso.
- d) El número de canales asignados a un determinado grupo con multiacceso, depende por una parte del número total de canales asignados a la zona para todos los fines, en base a la política nacional de atribución de las frecuencias radieléctricas y, por otra, del tráfico telefónico originado por los abonados de la zona y de la pérdida de tráfico admitida.

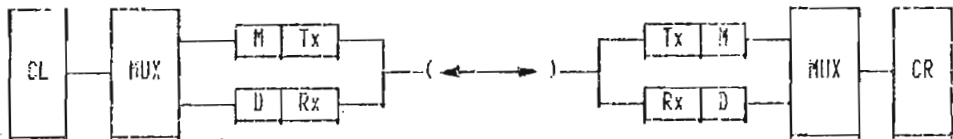
4.3.3. SISTEMAS RADIOELECTRICOS MULTICANAL DE BAJA CAPACIDAD

En las zonas rurales la capacidad de tráfico requerida es relativamente baja, por tratarse de zonas poco pobladas; se consideran capacidades entre 12 y 60 canales como alternativas óptimas para cubrir esta demanda de tráfico telefónico, aunque en ciertos casos se requieren capacidades de solo 5 canales y otras de hasta 120 canales; estas últimas pueden ser utilizadas en enlaces para el establecimiento de circuitos, donde pueden

converger los canales de varios enlaces.

La capacidad final del sistema de radio, deberá determinarse a base de las necesidades previstas a mediano plazo. Sin embargo, considerando que el precio de los equipos de radio no depende tanto de la capacidad, puede ser conveniente comenzar con capacidades más elevadas que las que se consideren necesarias. Esto, si bien inicialmente pudiera resultar antieconómico, ofrece la ventaja de que no exige modificaciones sustanciales a los pocos años.

En la Figura 8 se muestra la composición básica de estos sistemas:



CL: CENTRAL DE TRANSITO
CR: CENTRAL RURAL
MUX: EQUIPO MULTIPLEX
M: MODULADOR
D: DEMODULADOR
Tx: TRANSMISOR RADIOELECTRICO
Rx: RECEPTOR RADIOELECTRICO

FIGURA 8: SISTEMA DE RADIO MULTICANAL DE BAJA
CAPACIDAD

Los procesos que se siguen para la transmisión de la señal son los siguientes:

a) Elaboración de la banda base para su adecuación

al radio transmisor, para lo cual se emplea el equipo múltiplex.

- b) Modulación, en frecuencia, de la portadora de radio por la señal de banda base.
- c) Amplificación de la señal de RF y envío al sistema irradiante.

En la recepción se tiene el proceso inverso:

- a) Envío de la señal RF procedente del sistema irradiante, al receptor de radio.
- b) Conversión de la señal RF a una frecuencia intermedia.
- c) Demodulación, extrayendo la señal de banda base modulante.

Este tipo de sistemas requiere la utilización de equipo auxiliar, compuesto de:

- a) Equipo de conmutación de protección

Los enlaces rurales son normalmente instalaciones protegidas, sistemas 1+1, a fin de asegurar la máxima disponibilidad de la totalidad del sistema. Este método exige dos transceptores, uno de ellos de reserva, efectúndose el paso de uno a otro mediante un equipo de conmutación.

El equipo de conmutación, que deberá funcionar

al producirse una avería en uno cualquiera de los transceptores, deberá tener tiempos de conmutación muy cortos, para minimizar el tiempo de interrupción del enlace. Ha de presentar un alto grado de fiabilidad, y tener por tanto un circuito muy sencillo, a fin de que no contribuya a reducir la fiabilidad del sistema.

b) Canal de servicio

El radioenlace debe tener un canal de servicio para la transmisión de comunicaciones de servicio y de señales de telesupervisión. Este canal normalmente se sitúa en la banda de frecuencia vocales, de 300 Hz. a 4.000 Hz.

El canal analógico en esta banda, permite también la transmisión de un tren de bits.

c) Equipo de supervisión

La utilización de un transceptor de reserva contribuye sólo en una pequeña medida a mejorar la disponibilidad del enlace si no se dispone de un sistema adecuado de supervisión que proporcione información continuamente al centro de mantenimiento sobre el funcionamiento de las estaciones. Además, dada la dificultad que pueden presentar las estaciones intermedias, generalmente no atendidas, deberá disponerse de

un sistema de teleseñalización que permita identificar las unidades defectuosas desde el centro de supervisión, y cambiarlas o repararlas lo más pronto posible. Para la transmisión de esta información de señalización suele utilizarse la parte superior de la banda del canal de servicio.

4.4. SELECCION DEL SISTEMA DE TRANSMISION A UTILIZARSE

De acuerdo a las características indicadas de los sistemas de transmisión posibles, los sistemas de onda portadora y monocanal, no son adecuados para la interconexión de las centrales de cada localidad debido a que no satisfacen los requerimientos en cuanto al número de canales que se deben disponer y además por el costo que representaría al tratar de ampliar este tipo de sistema.

En lo referente a la tecnología que se debe utilizar para el enlace de las centrales locales, se tiene la opción de utilizar sistemas analógicos o digitales, sin embargo, el hecho de utilizar circuitos de enlace analógico para interconectar centrales digitales, repercute en el hecho de requerir conversores de digital a analógico, los cuales en la mayoría de casos resultan ser más costosos que la opción de utilizar sistemas de

radio digitales, ya que las centrales digitales entregan corrientes de 2 Mbps. (equivalentes a 30 canales telefónicos) directamente al medio de transmisión.

Al comparar los sistemas digitales vía radio, con los analógicos, se puede notar una ventaja particular en el uso de los primeros. Esta ventaja se origina por la necesidad de explotar gamas de frecuencias siempre más altas. Este requerimiento, debido al continuo aumento del tráfico de telecomunicaciones favorece a los sistemas digitales cuando se alcanzan las frecuencias superiores a los 10 GHz..

La banda indicada es caracterizada por una atenuación muy alta en presencia de lluvia, niebla, granizo, de manera que obliga a instalar repetidores puestos a breves distancias entre sí, para evitar interrupciones en los circuitos.

En el caso de los sistemas analógicos, un gran número de repetidores causaría una reducción de calidad (debida a distorsión, ruido, etc.) absolutamente insoportable. Al contrario, en el caso de los sistemas digitales, su característica básica es la independencia casi total de la calidad de la transmisión por el número de repeticiones regenerativas.

Otras ventajas de los sistemas digitales son:

- a) Menor costo de los múltiplex MIC con arreglo a los analógicos. Esta ventaja se acentúa en el caso del sistema de radio interconectado con un equipo digital de conmutación, ya que esta operación no necesitará de equipos múltiplex de demodulación y modulación a nivel de canal.
- b) Posibilidad de proteger adecuadamente las informaciones que se transmiten y que son interceptables vía radio. Esta protección se logra mediante una técnica de cifrado digital que no afecta a la calidad de la transmisión.

Una desventaja de los sistemas digitales, consiste en el requerimiento de una gama de frecuencias más alta a la de los sistemas analógicos para un mismo número de canales; este requerimiento obedece a que, por el tipo de modulación (modulación por pulsos codificados), se necesite una banda de frecuencias más alta que para los sistemas analógicos (modulación en amplitud o en frecuencia); sin embargo, dicho inconveniente se reduce considerablemente cuando la gama aprovechada no es utilizada por la técnica analógica.

En base a las ventajas presentadas que ofrecen los

sistemas digitales y, tomando en consideración los requerimientos de las poblaciones a ser servidas, en cuanto a la cantidad de canales que requieren (Tabla 19), se han escogido equipos con técnica digital para ser utilizados en aquellas poblaciones que no tienen ningún sistema de transmisión, o que el existente resulte insuficiente.

Para las centrales analógicas, se ha previsto la utilización de conversores analógicos / digitales, esencialmente debido a que las localidades con esta clase de sistemas de conmutación no se encuentran saturadas.

Los equipos de transmisión digital, existentes en el mercado, para este tipo de aplicaciones, tienen capacidades a partir de los 30 canales telefónicos (2 Mbs.), hasta 480 canales telefónicos (34 Mbs.).

4.4.1. SELECCION DE FRECUENCIAS

La selección de las gamas de frecuencia para radioenlaces digitales se relaciona con varios factores:

- a) Número de los canales de voz para transmitir.
- b) Grado de utilización actual de la banda de

radio por elegir.

- c) Resultados de los estudios de propagación del enlace, ya que los problemas inherentes al diseño de los radioenlaces determinarán las características del mismo.
- d) Equipos de radioenlaces analógicos existentes, incluyendo aquellos que deben ser reemplazados.

En el estudio de propagación se deben considerar los criterios que el CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico) ha recomendado se tomen en consideración para escoger la banda de frecuencias que ha ser utilizada en radioenlaces digitales, dependiendo de la distancia a enlazar:

- a) Para conecciones de media y larga distancia (25 a 60 Km.), conviene utilizar gamas inferiores a los 11 GHz., sobre todo con el fin de utilizar eventuales estructuras analógicas existentes.
- b) Para conecciones de corta y media distancia (10 a 25 Km.), conviene utilizar la gama de los 13 GHz., que tiene las siguientes ventajas:
 - Es libre de transmisiones analógicas anteriores.
 - Permite realizar tramos de hasta 25 Km., con el fin de mantener dentro de límites aceptables el tiempo de indisponibilidad debido a factores atmosféricos.

c) Para conexiones locales (menos de 10 Km.), se utiliza normalmente radioenlaces en la banda de 15 GHz., con la finalidad de transmitir circuitos troncales hasta 10 Km. de distancia; no rebasando este límite, se puede garantizar una indisponibilidad media (debido a lluvia y neblina) inferior a los 10 minutos por año.

En base a estas recomendaciones, las frecuencias de operación de los equipos se han escogido de la siguiente manera:

- a) Para los enlaces con distancias menores a 10 Km., la frecuencia de operación estará dentro de la banda de 14,50 GHz. a 15,35 GHz..
- b) Para enlaces entre 10 Km. y 20 Km., la banda de operación es la de 12,75 GHz. a 13,25 GHz..
- c) Para enlaces mayores a 20 Km., se escoge la banda de 10,40 GHz. a 10,70 GHz..

En el presente proyecto no ha sido necesario considerar frecuencias más bajas, por las características de los tramos de los enlaces (tramos no obstruidos y de visibilidad directa).

4.4.2. ESTACIONES REPETIDORAS

A fin de establecer los sitios adecuados para las estaciones repetidoras, deben tomarse en

consideración los siguientes factores:

- a) Estudios de propagación radioeléctrica (los estudios teóricos incluyen perfiles, distancias, alturas y considerarán además la infraestructura existente), que definirá la ubicación de la estación, la altura y tipo de las estructuras de soporte de las antenas. Es conveniente que el estudio teórico considere varias alternativas, para escoger en el sitio, la ubicación más conveniente.
- b) Proximidad de carreteras existentes, teniendo especialmente en cuenta si son transitables todo el año.
- c) Costo de construcción de nuevos caminos de acceso, que dependerá de la longitud de los mismos, la escabrosidad del terreno, las condiciones del subsuelo y la necesidad de suprimir vegetación.
- d) Riesgos de inundaciones, incendios forestales, aludes, corrimientos de tierra, etc..
- e) Facilidad de protección contra actos de vandalismo.
- f) Existencia de servicio de electricidad, en las cercanías, y costo que entraña su prolongación hasta el lugar de construcción.
- g) Problemas de adquisición de terreno, como los que se plantean en aquellas zonas donde no está claramente definida la propiedad de la tierra.

h) Características mecánica y eléctricas del suelo, ya que un valor muy alto en la resistividad, dificultará la instalación de sistemas de protección contra rayos o la puesta a tierra del equipo; y valores bajos de resistencia mecánica dificultarán la construcción de las obras civiles y torre requeridos.

Actualmente el IETEL cuenta con una estación repetidora en el sitio denominado El Guango, la misma que provee de los circuitos necesarios de interconexión entre Latacunga y Quito, además es un punto de convergencia de los circuitos telefónicos de la mayor parte de las poblaciones localizadas en la parte central de la provincia de Cotopaxi; sin embargo, de dicha estación no se cubre a todas las localidades rurales de la provincia, por lo que se ha visto la necesidad de implementar la instalación de tres nuevas estaciones repetidoras (Cerro Cebada Pata, Loma Shihuata y Loma Tulalla), que permitirán dotar de servicio telefónico a todas las cabeceras cantonales y parroquiales de la provincia de Cotopaxi.

La ubicación de estas estaciones repetidoras, se ha determinado en base a las consideraciones indicadas anteriormente; en todas ellas se cumplen

los requisitos adecuados de propagación radioeléctrica, están provistas de caminos de acceso con disponibilidad durante todo el año y principalmente se encuentran ubicadas en lugares en los cuales se tiene energía eléctrica cercana (aproximadamente a 2 Km.).

4.5. DETERMINACION DE AZIMUTS Y DISTANCIAS

Previo al cálculo de los parámetros de propagación de los diferentes sistemas, es importante determinar los azimuts y las distancias que tienen los enlaces, a fin de ubicar en forma adecuada los sistemas irradiantes en las estructuras de soporte, especialmente en las estaciones repetidoras.

La determinación de estos parámetros geográficos se lo ha realizado en base al método de cálculo desarrollado por el Dr. H. Goto, del Instituto Geográfico del Japón; el procedimiento es el siguiente:

a) Hallamos la relación entre los radios polares y ecuatoriales de la tierra.

$$e^2 = \frac{A^2 - B^2}{A^2}$$

donde: A = radio ecuatorial de la tierra.
B = radio polar de la tierra.

para $A = 6^{\circ}378.140$ m. y $B = 6^{\circ}356.911,94613$ m.

$$\text{----> } e^2 = 0,00672267002$$

b) Calculamos los azimuts de los puntos "1" y "2", mediante las siguientes ecuaciones:

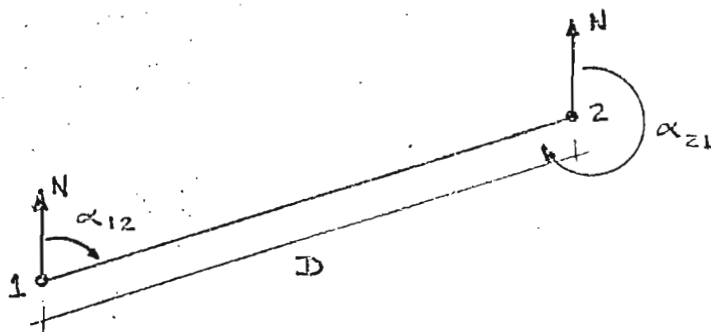


FIGURA 9: DETERMINACION DE AZIMUTS Y DISTANCIA ENTRE DOS PUNTOS.

$$B_m = \frac{B_1 + B_2}{2} \quad (4.1.)$$

$$B_d = \frac{B_1 - B_2}{2} \quad (4.2.)$$

$$L_d = \frac{L_1 - L_2}{2} \quad (4.3.)$$

donde: B_1 = latitud del punto 1.
 L_1 = longitud del punto 1.
 B_2 = latitud del punto 2.
 L_2 = longitud del punto 2.

$$C = \frac{1 - e^2}{1 - e^2 * \text{sen}^2 B_m} \quad (4.4.)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{\cos(C * B_d)}{\text{sen } B_m * \tan L_d} \quad (4.5.)$$

$$\beta = \tan^{-1} \frac{\text{sen}(C * B_d)}{\cos B_m * \tan L_d} \quad (4.6.)$$

$$- \text{ Si } L_d > 0 \quad \alpha_{12} = \alpha - \beta \quad (4.7a.)$$

$$\alpha_{21} = 360^\circ - (\alpha + \beta) \quad (4.7b.)$$

$$- \text{ Si } L_d < 0 \quad \alpha_{12} = 360^\circ + (\alpha - \beta) \quad (4.8a.)$$

$$\alpha_{21} = |\alpha + \beta| \quad (4.8b.)$$

c) Calculamos ahora la distancia D, en metros, entre los puntos "1" y "2", utilizando las siguientes relaciones:

$$R_n = \frac{A}{[1 - e^2 * \text{sen}^2 B_m]^{1/2}} \quad (4.9.)$$

$$D = \frac{\pi}{90} * R_n * \left[\text{tang}^{-1} \left| \frac{\text{sen } \alpha * \tan (C * B_d)}{\text{sen } \beta} \right| \right] \quad (4.10.)$$

$$- \text{ Si } L_d = 0, B_d > 0 \quad \text{--->} \quad L_d = d \quad (4.11a.)$$

$$R_d < 0 \quad \text{--->} \quad L_d = -d \quad (4.11b.)$$

$$- \text{ Si } B_d = 0, L_d > 0 \quad \text{--->} \quad B_d = d \quad (4.12a.)$$

$$L_d \leq 0 \quad \text{--->} \quad B_d = -d \quad (4.12b.)$$

$$d = 10^{-9}$$

Utilizando las ecuaciones indicadas anteriormente, a continuación, en la Tabla 20, se presentan los resultados obtenidos del azimut y de la distancia, de las localidades contempladas en el presente trabajo:

TABLA 20 AZIMUTS Y DISTANCIAS DE LOCALIDADES Y REPETIDORAS

LOCALIDAD	DIRECCION	α_{12}	α_{21}	D (m.)
Alaquez	Guango	106° 25' 0"	286° 25' 6"	11.411
Angamarca	C. Cebada Pata	279° 53' 13"	99° 53' 12"	1.789
A. Holguín	Guango	27° 16' 20"	207° 16' 27"	25.572
Canchagua	Guango	112° 30' 26"	292° 30' 36"	23.027
Chantilín	Guango	108° 3' 14"	288° 3' 22"	18.830
Chugchilán	Loma Shihuata	358° 51' 20"	178° 51' 28"	9.309
Cusubaaba	Guango	49° 27' 19"	229° 27' 32"	29.864
El Corazón	C. Cebada Pata	81° 25' 16"	261° 25' 26"	15.446
El Tingo	Loma Tulalla	172° 35' 57"	352° 35' 57"	3.841
Guangaje	Loma Shihuata	332° 25' 27"	152° 25' 23"	18.435
Guasaganda	Loma Tulalla	142° 12' 51"	322° 12' 57"	19.782
Guaytacama	Guango	115° 37' 0"	295° 37' 7"	17.831
Isinlivi	Loma Shihuata	309° 28' 35"	129° 28' 33"	7.972
J. G. Bajo	Guango	128° 39' 21"	308° 39' 26"	13.621
La Maná	Loma Tulalla	94° 2' 40"	274° 2' 50"	19.590
La Victoria	Guango	83° 3' 58"	263° 4' 9"	22.395
Las Pampas	Loma Shihuata	171° 13' 26"	351° 13' 27"	28.779
Norasungo	C. Cebada Pata	77° 59' 27"	257° 59' 46"	31.451
Mulalillo	Guango	33° 11' 44"	213° 11' 52"	26.428
Mulaló	Guango	145° 48' 38"	325° 48' 42"	15.187
Once de Noviembre	Guango	84° 15' 14"	264° 15' 24"	19.640
Panzaleo	Guango	30° 45' 35"	210° 45' 41"	22.126
Pastocillo	Guango	110° 21' 0"	290° 21' 15"	24.050
Filaló	Loma Tulalla	264° 27' 53"	84° 27' 49"	6.368
Finlllopata	C. Cebada Pata	70° 27' 5"	250° 27' 11"	9.547
Poaló	Guango	93° 23' 24"	273° 23' 34"	19.730
Fucayacu	Cerro Liñón	263° 42' 5"	83° 42' 5"	1.120
Pujili	Guango	72° 44' 50"	252° 45' 2"	23.408
R. Campaña	Loma El Edén	89° 59' 57"	269° 59' 57"	1.020
Salcedo	Guango	31° 40' 47"	211° 40' 52"	19.310
Saquisilí	Guango	109° 7' 16"	289° 7' 25"	20.159
Sigchos	Loma Shihuata	250° 24' 24"	70° 24' 23"	3.939
Tanicuchi	Guango	128° 52' 21"	308° 52' 28"	20.017
Teacazo	Guango	125° 32' 20"	305° 32' 30"	25.839
Zumbahua	Cerro Tiglán	128° 38' 42"	308° 38' 43"	1.623
Cerro Cebada Pata	Quevedo	270° 2' 39"	98° 2' 4"	58.859
Cerro Liñón	Loma Tulalla	161° 23' 18"	341° 23' 22"	27.322
Cerro Tiglán	Loma Shihuata	351° 41' 36"	171° 41' 34"	28.465
Loma El Edén	C. Cebada Pata	91° 39' 18"	271° 39' 27"	14.878
Loma Shihuata	Guango	112° 32' 23"	292° 32' 45"	51.356
Loma Tulalla	Quevedo	258° 13' 44"	78° 13' 18"	47.564

En el Anexo 4 se muestra graficamente la ubicación de cada localidad, con respecto a su centro de

conexión.

4.6. CALCULOS DE PROPAGACION

La estimación de la calidad de transmisión de radionlaces con línea de vista, consiste en el cálculo de la probabilidad de exceder un determinado valor de ruido o una tasa de bitios errados, según sean sistemas análogos o digitales, respectivamente. El primer caso significa verificar que se mantendrá una relación señal a ruido (S/N) por encima de límites prefijados. En el caso digital, se verifica que la cantidad de bitios errados con respecto al total de bitios transmitidos (BER), no exceda ciertos valores. Ambos parámetros se obtienen a nivel de canal telefónico, tratando de cumplir con los objetivos de calidad propuestos en las recomendaciones del CCIR y del CCITT.

Para los cálculos del desempeño de los sistemas FDM/FM se usan algoritmos confiables cuyos resultados se verifican en el campo. Se pueden observar distintas modalidades del cálculo según las regiones de donde provienen los equipos, por lo que los resultados obtenidos por ejemplo en el Japón diferirán de los Norteamericanos y europeos, e incluso, cada fabricante de equipos tiene sus peculiaridades. Luego de algunas décadas de

extensa explotación de sistemas de radio de microondas para transmisión análoga, puede decirse que no hay un algoritmo universal para la predicción del desempeño de los sistemas FDM/TM, pero los existentes mantienen cierta coherencia.

La explotación extendida de los sistemas digitales es reciente. Por esto, con mayor razón, las formas propuestas para los estudios y estimaciones del desempeño de este tipo de sistemas, distan mucho de estar normalizadas, por lo cual a continuación se propone un método de cálculo recomendado por varios fabricantes de esta clase de equipos.

El estudio de las características de transmisión, se basará en un estudio técnico-teórico de propagación, ya que las pruebas de campo no se han realizado por la indisponibilidad de los equipos adecuados para realizar las medidas necesarias y además por el costo que ello representa.

Los cálculos que se presentan, han sido realizados en base a las recomendaciones emitidas por el CCIR (Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones), durante la XV Asamblea Plenaria.

Por otra parte, debido a que el proceso de cálculo es común para todos los enlaces, se ha creído

conveniente realizarlo en forma pormenorizada para un solo enlace, escogiéndose el de Alaquez-Guango; posteriormente en el Anexo 6 se presentan los resultados obtenidos para todos los enlaces restantes.

4.6.1. PERFIL DEL TRAYECTO: GENERALIDADES

Es fundamental en un radioenlace el trazado de los perfiles del terreno; esto es, graficar la topografía de la ruta, para establecer si existe línea de vista directa o si hay alguna obstrucción que pueda interferir con el haz de las ondas emitidas por un transmisor; para este fin se han utilizado cartas topográficas a escala 1:50.000 editadas por el Instituto Geográfico Militar, de las zonas de interés.

En el cálculo de propagación de un radioenlace, es conveniente determinar el cambio de la curvatura de la tierra a lo largo del trayecto, ya que el frente de onda (haz) es curvado hacia abajo y sigue la curvatura de la tierra.

La relación entre el verdadero valor y el radio aparente, se llama factor de radio de curvatura y se lo expresa como "K"; en el Apéndice A se indica la obtención del valor de $K = 4/3$, el cual ha sido utilizado en el trazado del perfil topográfico y

en los cálculos de propagación.

Debido a que por facilidad de dibujo se considera que la trayectoria del rayo, entre dos antenas, es una línea recta, debemos tomar en cuenta el factor de corrección de la altura en la elaboración de los perfiles (Apéndice B), mediante las siguientes ecuaciones:

$$H = h_x + h_c \quad (4.13.)$$

$$h_c = \frac{d_1 * d_2}{17} \quad (4.14.)$$

donde: H = altura corregida (m.).
 h_x = altura obtenida de las cartas topográficas (m.).
 h_c = factor de corrección de la altura (m.).
 d_1 = distancia del punto al terminal A en (Km.).
 d_2 = distancia del punto al terminal B en (Km.).

4.6.2. ZONA DE FRESNEL: GENERALIDADES

Existe una infinidad de caminos que tomarán las ondas desde el transmisor, y por lo tanto, una infinidad de distancias que recorrerán las ondas hacia su destino. La mayor parte de las ondas transmitidas y recibidas, recorren por lo que se denomina la primera zona de Fresnel.

En los enlaces de microondas, para una adecuada

propagación del frente de onda, debe existir línea de vista entre las estaciones y se debe asegurar que la primera zona de Fresnel esté libre de obstáculos.

En el Apéndice C, se explica la formación de las zonas de Fresnel y también de la obtención de la ecuación del radio de la primera zona de Fresnel, dada por:

$$r_{F1} = 547 * \left[\frac{d_1 * d_2}{d * f} \right]^{1/2} \quad (4.15.)$$

donde: r_{F1} = radio de la primera zona de Fresnel en (m.)

d_1 = distancia del punto al terminal A en (Km.).

d_2 = distancia del punto al terminal B en (Km.).

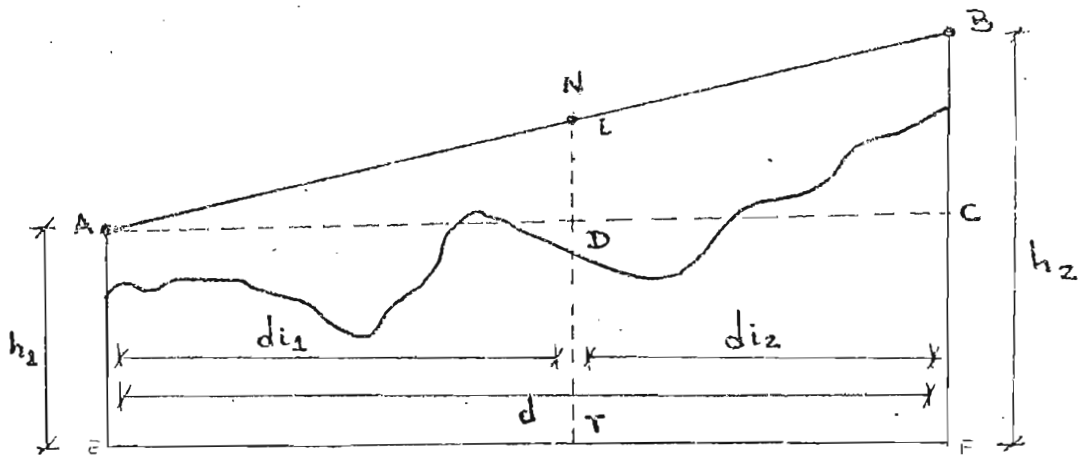
d = distancia del enlace (Km.).

f = frecuencia de operación (MHz.).

4.6.3. ECUACION DEL RAYO ENTRE ANTENAS

A fin de poder graficar la trayectoria del rayo entre las estaciones, se hace necesario establecer una ecuación que lo represente, en función de las alturas del terreno y de la distancia.

Consideremos la Figura 10:



- h_1 = altura S.N.M. del terminal A (m.).
- h_2 = altura S.N.M. del terminal B (m.).
- d = distancia del enlace (Km.).
- d_{11} = distancia del punto i al terminal A (Km.).
- d_{12} = distancia del punto i al terminal B (Km.).
- h_i = altura S.N.M. del punto i (m.).

FIGURA 10: TRAYECTORIA DEL RAYO ENTRE DOS ESTACIONES

En la figura 10, tomando los triángulos ACB y ADN:

$$\frac{BC}{EF} = \frac{ND}{AD}$$

pero $BC = FB - FC = h_2 - h_1$

$ND = NT - DT = h_i - h_1$

$EF = d$

$AD = d_{11}$

$$\frac{h_2 - h_1}{d} = \frac{h_i - h_1}{d_{11}}$$

$$h_i = \frac{d_{11}}{d} * (h_2 - h_1) + h_1 \quad (4.16.)$$

A continuación en la Tabla 21, se presenta los resultados obtenidos del factor de corrección de la altura, h_c , de la altura corregida H , de la trayectoria del rayo y del radio de la primera zona de Fresnel, r_{F1} , para el enlace Alaquéz-

Guango; el perfil que se obtiene con estos datos se presenta a continuación de la Tabla 21.

TABLA 21: DATOS DEL RADIODENLACE ALAQUEZ GUANGO

PUNTO A: Nombre: Alaquéz
 Longitud: 78° 35' 38" O
 Latitud: 00° 51' 41" S
 Altura: 2.950 m. S.N.M.
 Torre: 10 m.

PUNTO B: Nombre: Guango
 Longitud: 78° 29' 44" O
 Latitud: 00° 53' 26" S
 Altura: 4.030 m. S.N.M.
 Torre: 10 m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 11.411 m.

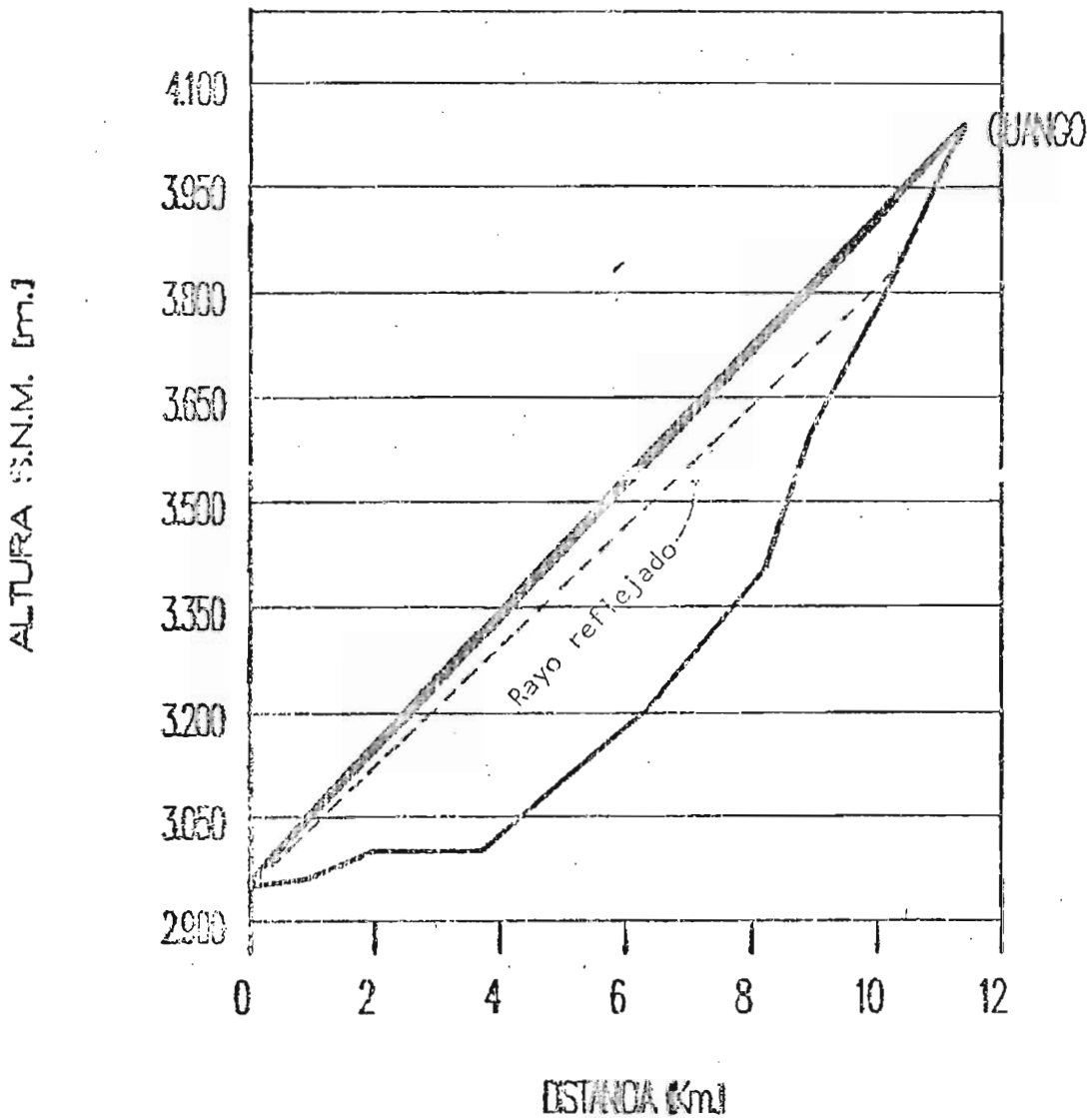
FRECUENCIA: 13.000 MHz.

DISTANCIA D_1 (m.)	ALTURA h_x (m.)	DISTANCIA D_2 (m.)	FACTOR DE CORRECCION ALTURA h_c (m.)	ALTURA CORREGIDA H (m.)	ALTURA DEL RAYO h (m.)	RADIO DE PRIMERA ZONA DE FRESNEL r_{1z} (m.)
0	2.950	11.411	0,00	2.950	2.950	0,0000
900	2.950	10.511	0,56	2.951	3.045	4,3661
2.000	3.000	9.411	1,11	3.001	3.149	6,1615
2.100	3.000	9.311	1,15	3.001	3.159	6,2800
2.400	3.000	9.011	1,27	3.001	3.187	6,6046
2.500	3.000	8.911	1,31	3.001	3.197	6,7033
2.650	3.000	8.761	1,37	3.001	3.211	6,8431
3.300	3.000	8.111	1,57	3.002	3.272	7,3476
3.500	3.000	7.911	1,62	3.002	3.291	7,4731
3.700	3.000	7.711	1,68	3.002	3.310	7,5860
6.300	3.200	5.111	1,85	3.202	3.556	8,0589
8.200	3.400	3.211	1,55	3.402	3.736	7,2875
8.950	3.600	2.461	1,30	3.601	3.807	6,6653
10.150	3.800	1.261	0,75	3.801	3.921	5,0809
11.200	4.000	211	0,14	4.000	4.020	2,1833
11.411	4.030	0	0,06	4.030	4.040	0,0000

RADIOENLACE ALAQUEZ - GUANGO

A: ALAQUEZ

B: GUANGO



PERFIL TOPOGRAFICO DEL ENLACE ALAQUEZ - GUANGO

4.6.4. PUNTOS DE REFLEXION

Los diagramas de los perfiles trazados (Anexo 5), nos permiten determinar no solo la existencia de obstáculos en la primera zona de Fresnel, que impedirían una adecuada propagación de las ondas, sino que también pueden ser utilizados para la determinación de posibles puntos de reflexión que producirían una atenuación adicional del rayo directo en uno u otra estación del enlace.

Para antenas elevadas de transmisión y recepción, y, con línea de vista entre ellas, la onda directa y la onda reflejada se combinan para dar una señal resultante.

La onda reflejada varía en magnitud y fase, dependiendo de las características del terreno, la polarización de la onda incidente, etc.

Para hallar los puntos de reflexión en la tierra plana, utilizamos las siguientes ecuaciones:

$$h_{12} = \frac{h_1 + h_2}{2} \quad (4.17.)$$

$$q = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2} \quad (4.18.)$$

$$h_m = \frac{d^2}{68} \quad (4.19.)$$

$$Q = \frac{h_{12}}{h_m} \quad (4.20.)$$

donde: h_1, h_2 = altura de las estaciones S.N.M.
en (m.)
 d = distancia del enlace (Km.).

Una vez calculados los valores de h_{12} , q , h_m y Q , procedemos a determinar el punto de reflexión con ayuda de las curvas indicadas en el Apéndice D, para lo cual se obtiene inicialmente el parámetro A_1 , y se procede a calcular la distancia del punto de reflexión, mediante la ecuación:

$$d_1 = \frac{d}{2} * A_1 \quad \text{[Km.]} \quad (4.21.)$$

Para el enlace Alaquez - Guango, el cual estamos tomando como ejemplo para explicar los cálculos, se han obtenido los siguientes valores:

$$\begin{aligned} h_1 &= 4.030 \text{ m.} \\ h_2 &= 2.950 \text{ m.} \\ d &= 11,411 \text{ Km.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_{12} &= 3.490 \text{ m.} \\ q &= 0,15 \\ h_m &= 1,91 \text{ m.} \\ Q &= 1.827,23 \end{aligned}$$

utilizando las curvas del Apéndice D, obtenemos

$A_1 = 1,14$, con lo cual $d_1 = 6,504$ Km., desde el punto de altura h_1 .

Con este valor de distancia, procedemos a ubicar el punto de reflexión sobre el perfil del enlace;

al trazar el rayo reflejado en este punto, observamos que no existe posibilidad de que el mismo llegue a las estaciones terminales, ya que está obstaculizado por la topografía del terreno.

En el caso de que exista el rayo reflejado, se deberá utilizar un sistema de diversidad de espacio, a fin de atenuar el efecto del mismo sobre la onda directa; otra posibilidad que existe, es la de utilizar antenas de gran directividad.

En el Apéndice D, se establecen los fundamentos para la aplicación de las ecuaciones (4.17.) a (4.21.).

4.6.5. ALTURA DE ANTENAS

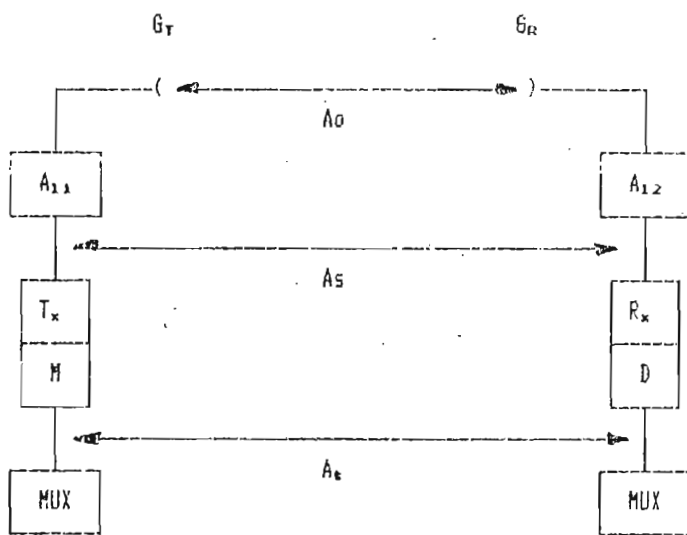
La altura de las antenas en la torre se ha escogido de tal manera de minimizar las atenuaciones producidas por los rayos reflejados y, además considerando la ubicación que tendrán las mismas en la estructura de la torre, es decir, tomando en cuenta su diámetro y la ubicación de las demás antenas sobre el soporte de la torre, especialmente en la estaciones repetidoras.

Se ha realizado esta consideración, debido a que de los perfiles obtenidos, se desprende que en

ninguno de los enlaces existe obstrucción, del rayo directo, dentro de la primera zona de Fresnel.

4.6.6. DISTRIBUCION DE LA ATENUACION EN LOS ENLACES RADIELECTRICOS

Según el CCIR, en su recomendación 341-1, define las pérdidas totales de transmisión entre los terminales de un enlace, de acuerdo a la Figura 11:



- | | |
|------------------------|---|
| MUX = Equipo multiplex | A_0 = Atenuación en espacio libre |
| M = Modulador | A_s = Atenuación del sistema |
| D = Demodulador | A_t = Atenuación total del sistema |
| T_x = Transmisor | A_{11}, A_{12} = Atenuación por los alimentadores |
| R_x = Receptor | G_T, G_R = Ganancia de antenas |

FIGURA 11 : DISTRIBUCION DE LA ATENUACION EN UN ENLACE RADIELECTRICO

La atenuación total de un enlace radioeléctrico está dada por:

$$A_t = A_0 + A_1 + A_c - (G_T + G_R) \quad \text{[dB]} \quad (4.22.)$$

A_0 = pérdida en el espacio libre sin desvanecimientos

A_1 = pérdida en alimentadores de antena

A_c = pérdida en equipo interno (filtros, etc.)

G_T = ganancia de la antena transmisora

G_R = ganancia de la antena receptora

A continuación describiremos cada uno de los sumandos de la ecuación (4.22.).

4.6.6.1. ATENUACION EN ESPACIO LIBRE (A_0)

Aunque la atmósfera y el terreno sobre el que viajan las ondas de radio tienen efectos distintos en las pérdidas de un sistema de radioenlace, existe, para una frecuencia y una distancia dada, un valor característico de pérdidas. Estas pérdidas se incrementan con el aumento de la distancia y de la frecuencia, siendo conocidas como pérdidas de espacio libre.

Las pérdidas de espacio libre están definidas como las pérdidas que podría obtenerse cuando se utilizan como radiadores dos antenas isotrópicas en un medio en el cual no existe influencia de obstrucciones, ni de fenómenos de refracción, difracción y absorción.

Las pérdidas de espacio libre se deben principalmente al esparcimiento de la energía en el frente de onda, siendo solamente una pequeña cantidad de la energía, que es radiada desde la antena transmisora, la que llega al punto de recepción, el resto es esparcida en otras direcciones fuera del área de captura de la antena receptora.

La fórmula, expresada en dB, para calcular las pérdidas de espacio libre y que está referida a un radiador isotrópico, está dada por:

$$A_0 = 92,4 + 20 * \log d + 20 * \log f \quad (4.23.)$$

donde d = distancia del enlace (Km.).
f = frecuencia de operación (GHz).

Para el enlace Alaquez - Guango se obtiene el siguiente valor:

$$\begin{aligned} d &= 11,411 \text{ Km.} \\ f &= 13 \text{ GHz.} \end{aligned} \quad \text{-----> } A_0 = 135,83 \text{ dB.}$$

4.6.6.2. ATENUACION EN ALIMENTADORES (A_1)

Normalmente se utilizan, en frecuencias superiores a los 2 GHz. guías de onda, como medio de transmisión de la señal generada en los equipos hasta el sistema irradiante; sin

embargo, existen equipos diseñados de tal manera que pueden ser montados en la parte posterior de las antenas (Anexo 10), con lo cual la pérdida debido a los alimentadores es cero.

Para todos los enlaces, contemplados en este trabajo, se han escogido este tipo de equipos, ya que presentan características ventajosas, para ser utilizados en las telecomunicaciones rurales.

4.6.6.3. ATENUACION EN EQUIPO INTERNO (Ac)

Una variedad de técnicas son utilizadas para combinar un transmisor y un receptor, o varios transmisores y receptores, con el fin de permitir la operación del sistema a través de una sola antena. Estas técnicas hacen uso de híbridos, filtros, fasores, aisladores, circuladores, diplexores y otros dispositivos que tienen una cantidad de atenuación inherente. Estos valores de atenuación son considerados en el cálculo de las pérdidas del enlace y dada la amplia variedad de dispositivos y posibles combinaciones, es necesario disponer de los valores especificados por el fabricante del equipo que será utilizado en determinado enlace.

Para los equipos indicados en el Anexo 10, el fabricante ha especificado que para un equipo, en la versión 1+1, la atenuación debido a diplexores y circuladores se encuentra entre 1 dB. y 1,2 dB. por equipo, para el rango de operación de frecuencia especificado.

Con lo cual, para nuestros cálculos, establecemos que la pérdida debido a este factor, en un enlace será de 2,4 dB; es decir $A_c = 2,4$ dB.

4.6.6.4. GANANCIA DE ANTENAS (G)

Para establecer la ganancia de las antenas que se requieren para cada enlace, en primera aproximación, utilizamos la ecuación correspondiente al nivel de potencia recibido nominal, el cual está dado por la expresión:

$$P_{RX} = P_{TX} - (A_0 + A_1 + A_c) + G \quad (4.24.)$$

$$\Rightarrow G = P_{RX} - P_{TX} + (A_0 + A_1 + A_c) \quad (4.25.)$$

donde: P_{RX} = nivel nominal de potencia recibida
 P_{TX} = nivel de potencia transmitida en (dBm.)
 G = ganancia de antenas (dB.)

Para el enlace que ha sido tomado como ejemplo, se utilizan los datos de P_{RX} y P_{TX} dados por el

fabricante, con lo cual para el trayecto
Alaquez - Guango, tenemos:

$$P_{Rx} = - 50 \text{ dBm.}$$

$$P_{Tx} = 22 \text{ dBm.}$$

$$A_0 = 135,83 \text{ dB.}$$

$$A_1 = 0 \text{ dB.}$$

$$A_c = 2,40 \text{ dB.}$$

$$G = 66,23 \text{ dB.}$$

en base al valor de G obtenido, utilizaremos una antena con ganancia de 32 dB. en Guango y una de 34 dB. en Alaquez; se escoge esta disposición de antenas, considerando que la estación de Guango deberá albergar algunos sistemas irradiantes, de las otras localidades, y por tanto se debe tomar en cuenta la disponibilidad de espacio en la torre. Por tanto, para el enlace Alaquez - Guango, se obtiene $G = 66 \text{ dB.}$

4.6.7. NIVEL DE POTENCIA RECIBIDA (P_{Rx})

A fin de evaluar el nivel de potencia recibida, utilizamos la expresión (4.24.), con lo cual para el enlace Alaquez - Guango se tiene:

$$P_{Tx} = 22 \text{ dBm.}$$

$$A_0 = 135,83 \text{ dB.}$$

$$A_1 = 0 \text{ dB.}$$

$$A_c = 2,4 \text{ dB.}$$

$$G = 66,00 \text{ dB.}$$

$$P_{Rx} = - 50,23 \text{ dBm.}$$

En el Anexo 6, se presentan los valores obtenidos para los enlaces restantes.

4.6.8. NIVEL DE LA POTENCIA UMBRAL DEL RECEPTOR (P_{th})

Dependiendo de la tecnología que se emplea en su construcción, el receptor tendrá la capacidad de recibir señales más débiles. El nivel que determina la sensibilidad se denomina umbral del receptor y es un valor generalmente especificado por el fabricante del equipo.

El CCIR, en su recomendación 556, indica que el porcentaje de error en bits BER, no deben exceder de los valores provisionales indicados en el Anexo I, del informe 378-3 del CCIR, que tiene en cuenta el desvanecimiento, la interferencia y toda otra fuente de degradación de la calidad de funcionamiento, siendo estos valores los siguientes:

$BER = 10^{-6}$ para más del 1% de cualquier mes.

$BER = 10^{-9}$ para más del 0,05% de cualquier mes.

Fuente que la relación señal portadora a ruido requerido (C/N_r), depende del tipo de modulación empleada, a continuación en la Tabla 22, se muestran los valores de C/N_r , para diferentes tipo

de modulación:

TABLA 22 RELACION C/Nr , EN dB, PARA DISTINTOS TIPOS DE MODULACION

MODULACION	2 PSK	4 PSK	8 PSK	16 QAM	64 QAM
C/Nr para BER = 10^{-9}	6,8	9,9	15,3	16,5	22,4
C/Nr para BER = 10^{-6}	10,5	13,6	18,9	20,2	26,1

El nivel de potencia umbral del receptor, P_{th} , está dado por:

$$P_{th} = - 114 + C/Nr + NF + 10 \log AB \quad (4.25.)$$

donde: P_{th} = nivel de potencia umbral (dBm.)
C/Nr = relación portadora a ruido normalizado.
NF = figura de ruido del receptor (dB.)
AB = ancho de banda del receptor (MHz.)

Para los equipos que se utilizarán en el enlace Alaquez - Guango se tiene:

a) Para BER = 10^{-9}

C/Nr ₉	=	9,90 dB.
NF	=	11,00 dB.
AB	=	5 MHz.
----> P _{th9}	=	- 86,11 dBm.

b) Para BER = 10^{-6}

C/Nr ₆	=	13,60 dB.
NF	=	11,00 dB.
AB	=	5 MHz.
----> P _{th6}	=	- 82,41 dBm.

4.6.9. MARGEN DE DESVANECIMIENTO (Fp)

El margen de desvanecimiento F_p , en dB., respecto

del valor de umbral del receptor, es la diferencia entre el valor recibido, P_{Rx} , y el nivel de umbral, P_{th} ; es decir:

$$F_p = P_{Rx} - P_{th} \quad (4.26.)$$

Para el enlace Alaquex - Guango, el margen de desvanecimiento es:

a) para $BER = 10^{-9}$ $F_p = 35,88$ dB.

b) para $BER = 10^{-6}$ $F_p = 32,18$ dB.

4.6.10. ATENUACION POR TRAYECTOS MULTIPLES

En condiciones normales, solo debería existir un trayecto de propagación entre las dos antenas, de un enlace radioeléctrico con visibilidad directa. En la práctica durante parte del tiempo, puede existir más de un trayecto de propagación y la interferencia entre las señales recibidas por estos trayectos, puede dar lugar a desvanecimientos considerables.

Cuando para un sistema de repetidores radioeléctricos con visibilidad directa, rigen condiciones atmosféricas estratificadas, las diversas configuraciones de altura entre las antenas de transmisión y de recepción, así como las capas de propagación por conducto, pueden producir diferentes efectos de desvanecimiento. Se

dará una condición particularmente severa si, debido a que existe una gran diferencia entre las alturas de las antenas de transmisión y recepción, la capa de propagación guiada intersecta al trayecto de transmisión con un ángulo pequeño; en tal caso, la energía de la onda radioeléctrica puede quedar atrapada y alejarse de la antena receptora, la cual se hallará entonces en una región de sombra. Esa situación puede durar horas y se sabe que es muy marcada sobre el mar y las zonas costeras.

Con lo cual se puede indicar que el factor preponderante en la degradación de la calidad de los radioenlaces se debe a la no homogeneidad de la atmósfera. Las condiciones meteorológicas en el espacio entre antenas puede algunas veces provocar efectos detrimentes en el nivel de la señal recibida. Un haz que normalmente se hubiera perdido en la tropósfera, puede ser refractado hacia la antena de recepción en donde se suma a la señal deseada.

En la transmisión de señales digitales, este hecho afecta de dos maneras:

- a) en algunas ocasiones, todos los componentes del espectro de la señal deseada serán igualmente atenuados, haciendo que todo el espectro se

desvanecida. Este es el desvanecimiento no selectivo o desvanecimiento plano.

- b) en otros casos, solo parte de los componentes espectrales se atenúan más que otros, haciendo que el espectro se distorsione; este es el llamado desvanecimiento selectivo de frecuencia.

4.6.10.1. DESVANECIMIENTO PLANO (P_{plano})

De acuerdo al informe 338-4 del CCIR, la probabilidad de que el nivel recibido se desvanezca por debajo del nivel calculado, para el espacio libre es:

$$P_{plano} = r * 10^{-F/10} \quad (4.27.)$$

donde: r = factor de ocurrencia del desvanecimiento.
 F = margen de desvanecimiento.

Si se utiliza como margen de desvanecimiento el calculado mediante la ecuación (4.26.), entonces la ecuación (4.27.) da la probabilidad de desvanecimiento por debajo del umbral.

El factor de ocurrencia del desvanecimiento, r , se relaciona con parámetros propios del enlace, como son el clima y la rugosidad del trayecto, y está dado por:

$$r = K * Q * f^B * d^C \quad (4.28.)$$

donde: K = factor que depende de las condiciones climáticas.
 Q = factor que depende de las condiciones del terreno.
 f = frecuencia de operación (GHz).
 d = distancia del trayecto (Km.).

Se han establecido valores para los parámetros de la ecuación (4.28.), ($p_m * K * Q$), B y C, para estimar el tiempo acumulativo de desvanecimiento profundo durante el mes más desfavorable de un año medio; los valores son los indicados en el Anexo 7.

Para el enlace Alaquez - Guango, tomado como ejemplo tenemos:

$$Q * Q = 2.5 * 10^{-5} / S^{1.9}$$

donde S = rugosidad del perfil topográfico.

f = 13 00 GHz.
 d = 11,411 Km.
 S = 335,24 m.
 B = 1
 C = 3

utilizando la ecuación (4.28.), obtenemos:

$$\text{----> } r = 2,11 * 10^{-4}$$

A fin de calcular la probabilidad de que el nivel recibido se desvanezca por debajo del umbral, debido al un desvanecimiento plano, utilizamos la ecuación (4.27.):

- a) para BER = 10^{-9} Pplano = $5,45 * 10^{-6}$ %
- b) para BER = 10^{-6} Pplano = $1,28 * 10^{-9}$ %

De acuerdo a las recomendaciones del CCIR, la indisponibilidad por desvanecimiento plano, debe ser menor o igual a:

a) para $BER = 10^{-9}$ $P_{plano} = 6,05 * 10^{-9} \%$

b) para $BER = 10^{-6}$ $P_{plano} = 4,48 * 10^{-2} \%$

En el Anexo 6, presentan los resultados obtenidos del margen de desvanecimiento y la indisponibilidad de los enlaces restantes.

4.6.10.2. DESVANECIMIENTO SELECTIVO (P_{selec})

Existen en la actualidad pocos trabajos de observación que relacionen los trayectorias con los parámetros del equipo y este tipo de desvanecimiento. Las expresiones que se muestran a continuación, provienen de experimentos en campo y en laboratorio de la compañía LM ERICSSON, fabricante de esta clase de equipos, cuyo uso ha demostrado ser suficientemente confiable.

La probabilidad de ocurrencia de desvanecimiento, debida a un desvanecimiento selectivo, esta dada por:

$$P_{selec} = 9,245 * 10^{-9} * \sigma * sf * (r_p)^2 / r_o \quad (4.29.)$$

donde: σ = factor de actividad del desvanecimiento.
 sf = factor de firma del equipo (signature).
 τ_B = eco típico del salto.
 τ_o = tiempo de retardo del eco (6,3 ns).

El factor σ , se encuentra relacionado con el factor de ocurrencia del desvanecimiento, dado por la ecuación (4.28.), mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma = \begin{cases} 1,44 * r & \text{para } r \leq 0,01 \\ 0,2438 r + 0,012 & \text{para } 0,01 < r < 0,1 \\ 0,182 * r^{0,7} & \text{para } 0,1 \leq r \leq 2 \\ 0,0875 * r + 0,125 & \text{para } 2 < r < 10 \\ 1 & \text{para } r \geq 10 \end{cases} \quad (4.30.)$$

El factor τ_B se determina, mediante la ecuación (4.31.):

$$\tau_B = 0,7 * (d/50)^{1,5} \quad (4.31.)$$

El factor de firma sf , se deriva de la curva de firma del equipo, dada por el fabricante, usando la expresión:

$$sf = \int e^{-\sigma c / 3,6} dW$$

donde: W = ancho de banda de firma.

B_c = valor crítico de la ordenada de la curva de firma, en dB, para $BER = 10^{-9}$ o $BER = 10^{-6}$.

El parámetro sf , debe calcularse tanto para desvanecimientos de fase mínima como no mínima y se usa el valor medio aritmético.

Generalmente las curvas de la signatura de los equipos son simétricas, por lo cual los cálculos se simplifican usando los valores promedio de W y B_c y utilizando la ecuación (4.32.):

$$sf = W * e^{-B_c/9.8} \quad (4.32.)$$

Se ha determinado que $P_{\text{no}}1$ es mucho menor que P_{plano} , para sistemas de hasta de 8 Mb/s, ya que P_{plano} es levemente dependiente de la velocidad (solo depende de la potencia de umbral), por lo cual en el presente trabajo este factor no ha sido tomado en consideración.

4.6.11. ATENUACION DEBIDA A HIDROMETEOROS (Ar)

La propagación de las microondas a través de la atmósfera va acompañada de una atenuación debida a la absorción y a la dispersión causada por los hidrometeoros (lluvia, granizo, nieve y neblina).

Dicha atenuación suele ser despreciable en frecuencias inferiores a 5 GHz., pero puede alcanzar valores considerables en frecuencias superiores. Por consiguiente, al proyectar los sistemas de radioenlace destinados a funcionar en dichas bandas, la atenuación causada por los hidrometeoros es una consideración que reviste mayor importancia al aumentar la frecuencia, ya que este es el factor que puede originar la atenuación más elevada.

A fin de determinar la atenuación por lluvia que se produciría en un enlace, el CCIR, en los informes 338-4, 563-2 y 721-1, ha recomendado el proceso de cálculo a seguirse, para lo cual se establece una relación logarítmica entre el coeficiente de atenuación τ_R (dB/Km) y la intensidad de lluvia R (mm/h), para una frecuencia determinada:

$$\tau_R = k * R^\alpha \quad (4.33.)$$

Para el supuesto de que las gotas sean esféricas, se han calculado los valores de k y α , correspondientes a varias frecuencias entre 1 y 1.000 GHz., y para las polarizaciones horizontal y vertical de las antenas; los valores obtenidos, se muestran en el Anexo 8.

Bajo estas consideraciones, se establece el siguiente método para la determinación de la atenuación por lluvia:

- a) Obtener la intensidad de lluvia excedida durante el 0,01% del tiempo, a partir del mapa indicado en el Anexo 8.
- b) Conociendo la frecuencia y la polarización, se puede obtener la atenuación específica τ_R (dB/Km), utilizando la ecuación (4.33.).
- c) La longitud efectiva del trayecto d_{eff} del enlace se obtiene multiplicando la longitud real del trayecto d por un factor de reducción μ , dado por:

$$\mu = \frac{90}{90 + 4 * d} \quad (4.34.)$$

- d) La atenuación excedida durante el 0,01% del tiempo viene dada por:

$$A_r = \tau_R * d_{eff}$$

$$A_r = \tau_R * d * \mu \quad (4.35.)$$

Para el enlace Alaquez - Guango se tiene:

$$k_v = 0,0168$$

$$\alpha_v = 1,2 \quad \text{----> para } f = 12 \text{ GHz.}$$

$$R = 95 \text{ mm/h (para la zona N)}$$

$$\tau_r = 3,9681 \text{ dB/Km.}$$

$$d_{eff} = 7,5712 \text{ Km.}$$

$$A_r = 30,04 \text{ dB.}$$

4.6.11.1. ATENUACION DEBIDA A LOS GASES DE LA ATMOSFERA

La atenuación molecular experimentada durante la propágación de las ondas radioelétricas a través de la atmósfera, para las longitudes de onda centimétricas o milimétricas, se debe principalmente al vapor de agua y al oxígeno de la atmósfera.

La absorción gaseosa total en la atmósfera, A_g (dB/Km.), en un trayecto de longitud d (Km.), según el informe 719-1 del CCIR, esta dada por:

$$A_g = \int_0^d \tau_a(r) dr$$

$$\tau_a(r) = \tau_o(r) + \tau_w(r) \quad (4.36.)$$

donde τ_a es la atenuación específica (en dB/Km.) y τ_o , τ_w son las contribuciones del oxígeno y del vapor de agua, respectivamente.

El cálculo de la absorción específica producida por componentes de oxígeno o vapor de agua de la atmósfera gaseosa es complejo y requiere una evaluación por computador para valores tales como la temperatura, la presión y la concentración del vapor de agua. Sin embargo, pueden utilizarse técnicas de aproximación para aplicaciones prácticas.

En el mismo informe del CCIR, indicado

anteriormente, se establecieron las ecuaciones que permiten la determinación de la atenuación debida a este factor y son:

$$\tau_o = \left[\frac{4,13}{(f - 63)^2 + 1,1} + \frac{0,19}{(f - 118,7)^2 + 2} \right] f^2 * 10^{-3} \quad (4.37.)$$

para $f < 57$ GHz.

$$\tau_o = \left[0,057 + \frac{2,4}{(f - 22,3)^2 + 6,6} + \frac{7,33}{(f - 183,5)^2 + 5} + \frac{4,4}{(f - 323,8)^2 + 10} \right] f^2 * 10^{-4} + \epsilon \quad (4.38.)$$

para $f < 350$ GHz.

En las ecuaciones (4.37.) y (4.38) f es la frecuencia expresada en GHz. y ϵ es la densidad del vapor de agua expresada en g/m^3 .

Se ha elegido el valor $\epsilon = 7,5$ g/m^3 , que representa el 1% de las moléculas de vapor de agua mezcladas con el 90% de moléculas de aire seco; este valor corresponde, por ejemplo, al nivel del suelo, a una humedad del 50% con una temperatura de $16,5^\circ$ o del 75% de humedad para una temperatura de 10° .

Para trayectos sobre la tierra, la atenuación del trayecto, debido a los gases de la atmósfera, puede escribirse como:

$$A_g = \tau_o * d \quad (4.39.)$$

donde d es la distancia en Km. del trayecto.

Para el enlace Alaquex - Guango, se tiene:

$$f = 13 \text{ GHz.}$$

$$\tau_o = 7,38 * 10^{-3}$$

$$\tau_w = 11,77 * 10^{-3}$$

$$\tau_a = 19,15 * 10^{-3}$$

$$A_g = 0,218 \text{ dB.}$$

4.6.11.2. PROBABILIDAD DE REBASAR EL UMBRAL DEBIDO A EFECTOS ATMOSFERICOS

A fin de determinar la probabilidad de rebasar el umbral debido a los efectos de la atmósfera, utilizamos las siguientes relaciones:

$$A_a = A_r + A_g \quad (4.40.)$$

donde A_a = atenuación debida a efectos atmosféricos.
 A_r = atenuación debida a lluvia.
 A_g = atenuación debida a gases atmosféricos.

La atenuación debido a efectos de la atmósfera, A_p , para un porcentaje de tiempo diferente a 0,01%, esta dada por:

$$A_p = 0,12 * A_a * P_a^{-(0,548 + 0,043 * \log P_a)} \quad (4.41.)$$

Si en la ecuación (4.41.), se toma el valor de A_p , para el margen de desvanecimiento de BER = 10^{-3} y BER = 10^{-6} , P_a , representa el porcentaje de tiempo en el cual el sistema cae

por debajo del umbral, es decir el porcentaje de la indisponibilidad del sistema debido a los efectos atmosféricos.

Para el enlace Alaquez - Guango, se tiene:

$$A_a = 3,26 \text{ dB.}$$

$$\text{a) para BER} = 10^{-9} \quad P_a(\%) = 6,24 * 10^{-9}$$

$$\text{b) para BER} = 10^{-6} \quad P_a(\%) = 8,43 * 10^{-9}$$

Según las recomendaciones del CCIR, la indisponibilidad debido a factores atmosféricos, debe ser menor o igual a $3,36 * 10^{-2}\%$ para enlaces menores a 280 Km.

A continuación se presentan el resumen, de los valores obtenidos en los diferentes cálculos de propagación, para el enlace Alaquez - Guango; los valores para los demás enlaces, se encuentran en el Anexo 6.

TABLA 23 CALCULOS DE PROPAGACION DEL ENLACE ALAQUEZ - GUANGO

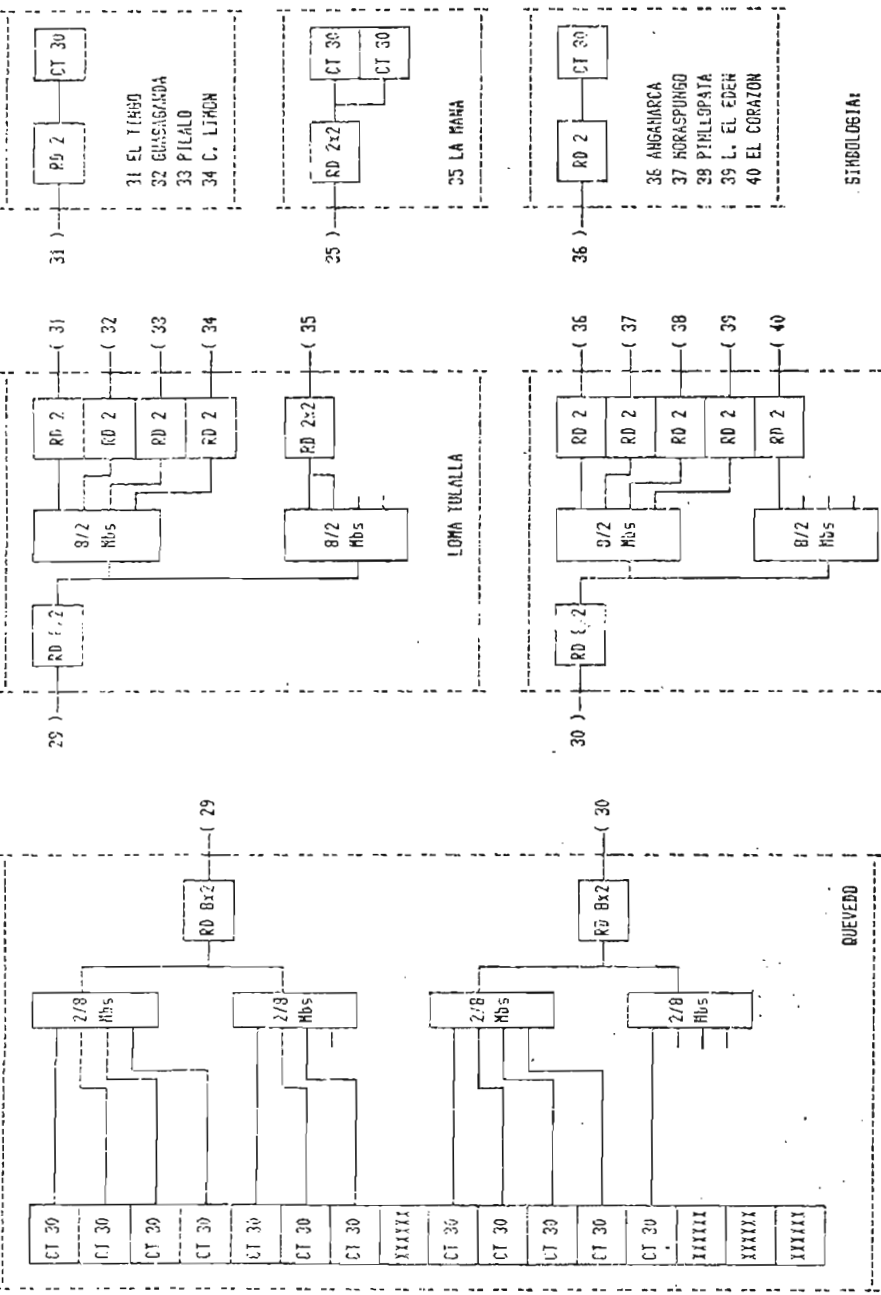
Nº	PARAMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	ESTACION A	ESTACION B
1	Noambre			Alaquez	Guango
2	Longitud			78° 35' 33" O	78° 29' 44" O
3	Latitud			00° 51' 41" S	00° 53' 26" S
4	Altura S.N.M.	Hs	m.	2.950	4.030
5	Altura Antena	Ha	m.	10	10
6	Aziout			106° 25' 00"	285° 25' 06"
7	Distancia del enlace	D	Km.	11,411	
8	Frecuencia de operación	f	GHz.	13,000	
9	Nivel de potencia transmitida	P_{Tx}	dBm.	22,00	
10	Ancho de banda del receptor	AB	MHz.	5,00	
11	Figura de ruido del receptor	NF	dB.	11,00	
12	Atenuación en espacio libre	A_0	dB.	135,83	
13	Atenuación en alimentadores	A_1	dB.	0,00	0,00
14	Atenuación en diplexores	A_c	dB.	1,20	1,20
15	Atenuación adicional	A_d	dB.	0,00	0,00
16	Atenuación neta	A_n	dB.	138,23	
17	Ganancia de antenas	G_{Tx}, G_{Rx}	dB.	32,00	34,00
18	Nivel de potencia recibida	P_{Rx}	dBm.	-50,23	
19	Relación señal portadora/ruido requerido	C/Nr	dB.	BER = 10^{-9}	9,90
				BER = 10^{-6}	13,60
20	Nivel de potencia umbral	P_{th}	dBm.	BER = 10^{-9}	-86,11
				BER = 10^{-6}	-82,41
21	Margen de desvanecimiento	F_p	dB.	BER = 10^{-9}	35,88
				BER = 10^{-6}	32,18

TABLA 23 CALCULOS DE PROPAGACION DEL ENLACE ALAGUEZ - GUANGO

Nº	PARAMETRO	SIMBOLO	UNIDAD	ESTACION A	ESTACION B
22	Rugosidad Factor de ocurrencia del desvanecimiento	S r	m.	335,25 2,11E-04	
23	Probabilidad de desvanecimiento plano	P_{plano}	%	BER = 10^{-3}	5,45E-06
				BER = 10^{-6}	1,28E-05
24	Atenuación específica	τ_r	dB/Km.	3,9681	1,2000
	Constantes k y α			0,0168	
	Intensidad de lluvia	R	mm/h	95,0000	
	Distancia equivalente	D_e	Km.	7,5712	
	Atenuación por lluvia	A_r	dB.	30,04	
25	Atenuación específica 1	τ_o	dB/Km.	7,38E-03	
	Atenuación específica 2	τ_w	dB/Km.	1,16E-02	
	Atenuación específica total	τ_a	dB/Km.	1,92E-02	
	Atenuación por gases atmosféricos	A_g	dB.	0,2189	
26	Atenuación debida a efectos atmosféricos	A_a	dB.	30,26	
27	Probabilidad de desvanecimiento por efectos atmosféricos	P_a	%	BER = 10^{-3}	6,24E-03
				BER = 10^{-6}	9,43E-03

4.7. DIAGRAMAS DE TRANSMISION DEL SISTEMA

A continuación se presentan los diagramas de transmisión del sistema diseñado:



SIMBOLOGIA:

- RD 8x2 RADIO DIGITAL DE 8x2 Mbs.
- RD 8 RADIO DIGITAL DE 8 Mbs.
- RD 2 RADIO DIGITAL DE 2 Mbs.
- CT 30 EQUIPO TERRITAL DIGITAL

140/34 Mbs MULTIPLEX DE 140 Mbs. A 34 Mbs.

34/8 Mbs MULTIPLEX DE 34 Mbs. A 8 Mbs.

8/2 Mbs MULTIPLEX DE 8 Mbs. A 2 Mbs.

FIGURA 13. DIAGRAMA DE TRANSMISION CON CENTRO I

En las figuras 12 y 13, el equipo CT 30, multiplexa 30 canales vocales, a una trama de 2 Mbs., que luego se interconecta al radio digital (RD 2) para su transmisión.

En las estaciones repetidoras (Loma Shihuata, Loma Tulalla, Cerro Cebada Pata o Guango), la señal de 2 Mbs., pasa a un equipo múltiplex (8/2 Mbs.) que transforma 4 tramas de 2 Mbs. a una de 8 Mbs.; si es del caso, se transmitirá esta trama de 8 Mbs., como en el caso de la repetidora en Shihuata, o se interconectará a otro múltiplex (34/8 Mbs.), como en Guango, el mismo que multiplexa 4 tramas de 8 Mbs. en una de 34 Mbs.

En el caso de la estación de Quevedo, de la Figura 12, no se requiere el paso a 34 Mbs., sino por el contrario las señales de 8 Mbs. recibidas, deben ser bajadas a nivel de canal (frecuencia vocal), a fin de que sean tratadas por la central local.

Como se puede observar, la utilización de equipos de tecnología digital en la transmisión de señales telefónicas o de otro tipo (video, datos, TV, etc), da una gran flexibilidad a los sistemas de transmisión, como por ejemplo para la inserción de canales.

El diseño realizado permite la incorporación de sistemas telefónicos para otras localidades, y aún más, posibilita la interconexión, sin mayor incremento de costos, de sistemas de televisión o datos, los mismos que de ser adecuadamente explotados significarían una fuente adicional de ingresos, a parte de la telefonía.

C A P I T U L O V

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Un proyecto de telecomunicaciones para el área rural, no estaría completo si se dejase de lado el factor económico; es decir, a más de la parte técnica es necesario considerar la factibilidad de realizar el proyecto al menor costo posible.

El presupuesto del presente proyecto ha sido dividido en tres grandes rubros:

- a) Costos por infraestructura.
- b) Costos de los equipos de transmisión.
- c) Costo del equipo de conmutación.

Este presupuesto se lo ha realizado en base a los costos proporcionados por el IETEL y por los fabricantes de los equipos durante el año de 1.989.

El resumen de los costos de los rubros mencionados, se encuentra en el Anexo 9 del presente trabajo.

5.1. COSTOS DE INFRAESTRUCTURA

En este rubro se han considerado los costos por construcción de casetas repetidoras, sistemas de

energía y torres.

En lo referente al costo que demanda la construcción del local, en el que se instalará la central telefónica, no han sido tomado en consideración, ya que en las distintas localidades visitadas, existen locales adecuados para la instalación del equipo de conmutación, y que pertenecen generalmente a la Junta Parroquial, con lo cual, por este rubro, se reduciría notablemente el monto de la inversión.

Para las estaciones repetidoras se ha considerado una caseta de 100 m² de construcción, de una planta, con sala de equipos de transmisión, cuarto de baterías y caseta para motogenerador; el costo estimado de esta obra es de S/. 8'000.000,00.

En cuanto a los sistemas de energía, se utilizarán motogeneradores de capacidad apropiada, los cuales deberán ser aptos para trabajar sobre los 3.000 m. S.N.M., con factor de potencia entre 0,9 a 1, 110/220 Vac., 60 Hz. y 1.800 R.P.M.. Cada central contará con un banco de baterías de 48 Vdc. y 660 A.h.

Para el caso de las estaciones repetidoras, se ha previsto el uso de energía solar, como fuente primaria de energía, y además un banco de baterías

de 330 A.h..

Las localidades en las cuales no se ha contemplado la instalación de motogenerador, tendrán como fuente primaria de energía el sistema nacional interconectado, además del banco de baterías correspondiente.

La altura de las torres es la determinada en los cálculos de propagación.

El monto total de la inversión que debe realizarse, por concepto de infraestructura es de S/. 136'900.000,00 sucres y de U.S.\$ 308.000,00 dólares.

5.2. COSTOS POR EQUIPO DE TRANSMISION

Los precios de los equipos de transmisión, se han obtenido en base a consultas realizadas con las compañías proveedoras de este tipo de equipos, como son TOSHIBA, ERICSSON, GTE, SIEMENS; por esta razón los montos indicados son solo referenciales, y no se los puede tomar como costos definitivos.

Los valores indicados, en el Anexo 9, de los transmultiplexores, corresponden a las tarjetas de los mismos y por lo tanto al valor total del equipo, se ha aumentado el costo del bastidor

correspondiente.

En lo referente a los equipos de radio, en el precio indicado se encuentra incluido el valor de las antenas, con las ganancias que se han calculado previamente.

Para las poblaciones que tienen un repetidor, fuera de la central, se ha previsto realizar la acometida con cable coaxial, adecuado para estos fines, el costo de este cable es de U.S.\$ 760,00 por kilómetro, según datos proporcionados por los proveedores.

Se debe indicar que el equipo terminal PCM, el cual traslada una trama de 2 Mbs. en 30 canales de frecuencia vocal, debe ser adquirido cuando se desea interconectar una central analógica con un sistema de transmisión digital; en el caso de que se prevea la instalación de una central digital, este equipo no se requiere adquirirlo en forma separada, ya que la propia central transforma los canales de frecuencia vocal, en tramas de 2 Mbs., y su precio está incluido en el costo por línea de central.

La inversión por concepto de equipos de transmisión, asciende a la suma de U.S.\$ 1'364.320,00.

5.3. COSTO DE EQUIPOS DE CONMUTACION

Como se explicó anteriormente, el costo por línea de una central, de cualquier tecnología, disminuye conforme aumenta el número de líneas, por esta razón a pesar de adquirir el mismo tipo de central, el costo varía dependiendo del número de líneas, con las cuales se equipe la central.

En el caso de líneas de ampliación de central, las mismas presentan un costo reducido, debido a la existencia de órganos de central ya adquiridos previamente, para las líneas existentes.

En el rubro de conmutación, debe realizarse una inversión de U.S.\$ 2'720.000,00 dólares, a fin de satisfacer con el objetivo del presente proyecto.

En base al cálculo de inversión realizado, se ha establecido que el presente proyecto tiene un costo mínimo de S/. 136'800.000,00 y U.S.\$ 4'392.320,00.

C A P I T U L O V I

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

La planificación del sistema de telecomunicaciones, para dotar de servicio telefónico a las cabeceras cantonales y parroquiales de la provincia de Cotopaxi, se basa en el cumplimiento de los objetivos trazados, los cuales podemos resumir en los siguientes puntos:

a) Zona rural a la cual ha de darse servicio:

Definida por las siguientes características:

- ciudades y pueblos a los que ha de darse servicio;
- cantidad de usuarios prevista;
- características climáticas y topográficas;
- tipo de actividades básicas, por ejemplo, agricultura, ganadería, artesanía, etc.;
- medios de comunicación existentes;
- recursos económicos.

b) Tipo 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, es útil examinar sus características, especialmente su nivel socioeconómico;

su formación académica; las actividades a que se dedican; sus hábitos en lo que respecta al uso de los servicios de telecomunicaciones y a la duración de las llamadas; la distancia media que recorren para hacer una llamada desde una oficina telefónica pública; el objeto de las llamadas; horas de las llamadas; distribución del destino de las llamadas; etc..

c) Calidad del servicio:

Como objetivo general, la calidad debe ser comparable a la ofrecida en las grandes ciudades, quizás con un menor grado de disponibilidad.

Como se desprende claramente, no es tarea fácil mejorar o ampliar el servicio de telecomunicaciones en una región rural con población dispersa para que sea comparable (al menos en lo que respecta a su calidad, sino a su disponibilidad) al de las zonas de densidad telefónica urbana. A menudo, la decisión de emprender tal tarea es consecuencia de una más amplia decisión política destinada a promover un extenso desarrollo de la región, ya sea para hacer frente a necesidades sociales (escuelas, hospitales, actividades culturales, puestos de trabajo, etc.) ya para mejorar la rentabilidad de la explotación de los recursos naturales, bien sean agrícolas o minerales, o de sus posibilidades turísticas. Las inversiones efectuadas en estos ámbitos estarían sujetas a condiciones desventajosas desde el punto de vista económico si se descuidara el desarrollo de los medios adecuados de telecomunicación.

Así, la base de tal decisión es a menudo buena fuente de información sobre la infraestructura en que se instalará y explotará la nueva planta de telecomunicaciones; talvéz se disponga de nuevas carreteras para transportar el equipo, se planifiquen nuevas líneas de transporte de energía eléctrica, etc..

Tomando en consideración estos objetivos y el tipo de equipos disponibles en el mercado, el sistema de telecomunicaciones se diseñó utilizando la tecnología digital, para la transmisión y la conmutación de señales telefónicas en aquellas localidades en las cuales no existen centrales telefónicas; para el caso de Fujilí, Salcedo y Saquisilí, se utilizó tecnología analógica en la parte de conmutación, debido a que su infraestructura actual, permite ampliaciones de la red existente.

Debido a que el aspecto económico influye notablemente en la decisión del diseño del sistema a utilizarse, se determinó la conveniencia de utilizar centrales digitales con un mínimo de 100 líneas cada una; aunque, aparentemente, el sistema se encuentra sobre dimensionado en relación con las previsiones de capacidad telefónica para el año 2.010, se debe notar que el servicio de comunicaciones, en general se constituye en un servicio de alta demanda, y por consiguiente esta capacidad instalada resulta fácilmente comercializable.

El sistema de transmisión ha sido diseñado con el fin de satisfacer la demanda que se genere al utilizar las centrales digitales con su capacidad inicial totalmente instalada; sin embargo, el sistema presenta la característica de flexibilidad para el aumento de otro tipo de sistemas, que se requiera utilizar para una demanda futura, con una mínima inversión adicional.

Por otra parte, las estaciones repetidoras seleccionadas, presentan la facilidad de poder integrar otras localidades, no contempladas en la presente tesis, debido a su condiciones favorables en cuanto a propagación e infraestructura prevista para las mismas.

En lo referente a la parte económica, se puede observar que el monto de inversión que se debe realizar en cuanto a equipos, es comparable al de la infraestructura, ya que se incorporan nuevas localidades con una tecnología moderna; sin embargo, las posteriores inversiones para futuras ampliaciones serán mínimas, comparadas con el gasto inicial.

Del análisis económico, también se puede observar que el sistema es operable, pero no rentable a corto plazo, por lo cual la telefonía rural, representa un servicio social en la actualidad.

De hecho, a fin de que el presente proyecto pueda ser realizable, se requiere complementarlo con la realización

de pruebas en el campo, las mismas que permitirán establecer en forma precisa, la ubicación de los sistemas irradiantes, especialmente en las localidades y de otras localidades que pueden ser factibles de incorporarse al sistema.

Otro aspecto, que debe tenerse en cuenta, es la interconexión del sistema diseñado a la red nacional de telecomunicaciones, para cuyo caso se requieren realizar estudios similares en las provincias restantes y diseñar el sistema troncal, al cual se conectarán.

A N E X O S

A N E X O N O 1

FORMULARIOS DE CENSO TELEFONICO PARA ABONADOS RURALES

I) DATOS GEOGRAFICOS Y PUBLACIONALES

1.- LOCALIDAD:

2.- PARROQUIA:

3.- CANTON:

4.- PROVINCIA:

5.- TIPO:

- 1 caserío
- 2 parroquia
- 3 cabecera cantonal

6.- CODRDENADAS GEOGRAFICAS:

LONGITUD:

LATITUD:

7.- ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR:

8.- POBLACION:

CONCENTRADA:

DISPERSA:

FUENTE:

- 1 censo
- 2 proyección
- 3 información local
- 4 estimación

9.- NUMERO APROXIMADO DE VIVIENDAS EN EL CENTRO POBLADO

- cemento, ladrillo, bloque (con losa).

- madera, adobe (con tejas o eternit).

- adobe (con paja, tipo cheza).

II) INFRAESTRUCTURA EXISTENTE		
1.- SISTEMA DE AGUA:		<input type="checkbox"/>
0 no tiene		
1 entubada		
2 potable		
2.- ENERGIA ELECTRICA:		<input type="checkbox"/>
0 no tiene		
1 red local (motor)		
2 red nacional		
3.- CENTROS DE SALUD (Nº DE LOCALES):		<input type="checkbox"/>
4.- CENTROS DE EDUCACION:		
Primarios (Nº de locales):		<input type="checkbox"/>
Secundarios (Nº de locales):		<input type="checkbox"/>
5.- VIAS DE ACCESO (TIPO):		<input type="checkbox"/>
1 de verano		
1 lastrada		
1 empedrada		
1 pavimentada		
6.- DISTANCIA A LA LOCALIDAD MAS CERCANA (O DE MAYOR JERARQUIA) EN Km. POR CARPETERA		<input type="checkbox"/>
7.- Nº DE INSTITUCIONES OFICIALES EXISTENTES		<input type="checkbox"/>
III) DATOS ECONOMICOS, AGRICOLAS, GANEDEROS Y COMERCIALES		
1.- PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONOMICAS:	1era.	<input type="checkbox"/>
	2da.	<input type="checkbox"/>
	3era.	<input type="checkbox"/>
0 no definido	4 ganadera/lechera	
1 agrícola de exportación	5 agrícola de consumo	
2 industrial	6 pecuaria	
3 artesanías	7 otras	

III) DATOS ECONOMICOS, AGRICOLAS, GANADEROS Y COMERCIALES

2.- LOCALES COMERCIALES:

- Nº DE ALMACENES:
- Nº DE TIENDAS
- Nº DE BANCOS
- Nº DE COOPERATIVAS DE VIVIENDA

IV) DATOS TECNICOS

1.- LOCAL DEL ITEL:

- 0 no tiene
- 1 propio
- 2 arrendado

2.- TIPO DE CONSTRUCCION:

- 1 prefabricado
- 2 ladrillo o bloque
- 3 hormigón

3.- SISTEMA DE ENERGIA EXISTENTE:

- 1 comercial
- 2 solo grupo electrógeno
- 3 energía solar
- 4 baterías
- 5 comercial y grupo electrógeno

3.1. VOLTAJES:

- 1 solo 110 Vac.
- 2 110/220 Vac.

4.- SISTEMA DE TIERRA:

- 0 no tiene
- 1 sistema deficiente
- 3 sistema bueno

5.- TORRE O MASTIL (TIPO):

- 0 no tiene
- 1 torre
- 2 mastil

5.1. ALTURA:

(IV) DATOS TECNICOS 6.- SISTEMA DE CONMUTACION: 0 no tiene 1 automatico 2 semi-automatico 3 manual		<input type="checkbox"/>
6.1. LINEAS: 0 no tiene n N° de lineas utilizadas		<input type="checkbox"/>
7.- SISTEMA DE TRANSMISION: 0 no tiene 1 radio monocanal 2 radio multicanal 3 radio multiacceso 4 linea fisica abierta 5 cable 6 otros		<input type="checkbox"/>
7.1. CANALES: 0 no tiene n N° de canales utilizados		<input type="checkbox"/>
(V) CENSI TELEFONICO: 1.- N° DE INTERESADOS EN LINEAS COMERCIALES: <input type="checkbox"/>		
2.- N° DE INTERESADOS EN LINEAS RESIDENCIALES: <input type="checkbox"/>		
(VI) OBSERVACIONES: <hr/> <hr/> <hr/>		
(VII) FECHA DE REALIZACION:		

INVENTARIO DE LA RED DE CARRETERAS DE COTOPAXI

A N E X O N O 2

INVENTARIO DE LA RED DE CARRIROS VEICIALES Y DE VERANO AÑO 1.987
 PROVINCIA DE COTACACHI

#	CARRERA (TRAMO)	ANCHO (m.)	TIPO DE CALZADA			TOTAL (Km.)
			ASFALT.	AFRM.	TIERRA	
1	Alaquez - Chirán	6,0		7,0		7,0
2	Alaquez - Coltao	6,0		1,0		1,0
3	Alaquez - Hda. Bellavista	6,0		2,0		2,0
4	Alaquez - Los Chillos	6,0		8,0		8,0
5	Alaquez - Verdcocha	6,0		7,0		7,0
6	Anchillivi - Recreo	6,0		4,0		4,0
7	Bellavista Truncal y Rabales	6,0	47,5			47,5
8	Bellavista - El Tejar	3,0			4,0	4,0
9	Bellavista - Langaza	6,0	2,0			2,0
10	B. Quevedo - Comuna Colaguango	6,0	5,0			5,0
11	B. Quevedo - Comuna Potrerillos	3,0	5,0			5,0
12	B. Quevedo - Comuna Sta. Rosa	6,0	4,0			4,0
13	B. Quevedo - Guantín - Río Illuchi	4,0	18,0			18,0
14	B. Quevedo - Panamericana Norte	6,0	10,0			10,0
15	Canchagua - Buena Esperanza	6,0				6,0
16	Canchagua - Chilla - San Antonio	5,0	6,0			6,0
17	Canchagua - Río Fuacuchi	5,0	3,0			3,0
18	Catazaca - San Luis	3,0	10,0			10,0
19	Charhuanga - Chivilin - Chilche	3,0				3,0
20	Chantlín - Chantlín Grande	6,0	1,0			1,0
21	Chasqui - Canal de riago	4,0	10,0			10,0
22	Chasqui - Fiestecille - Tacazo	5,0	9,0			9,0
23	Chinchil - José Guango Alto	6,0	3,0			3,0
24	Chipe - Las Colinas - El Llón - Estero Hondo	6,0	30,0			30,0
25	Chugchillán - Sigchos	7,2	24,0			24,0
26	Cochaló - Isinivi	4,5	5,0			5,0
27	Cusubaba - Lactahurco	5,0	7,0			7,0
28	Cusubaba - Murallio	5,0	16,0			16,0
29	Cusubaba - Panzaleo	4,2	15,5			15,5
30	Cusubaba - Yanahurco	5,0	20,0			20,0
31	El Corazón - Facundo Vela	3,5	5,0			5,0
32	El Corazón - Ramón Campa	5,0	3,0			3,0
33	Epalmé (Latacunga - Quevedo) - Zumbagua - Chugchillán	4,9	10,2			10,2
34	Estero Hondo - Piedra de la Cruz	4,8	12,9			12,9
35	Gaintza - La Hoya	3,0	6,0			6,0
36	Góteras - Fesillo	6,0	5,0			5,0
37	Guapara - Hda. La Mariela	3,0	20,0			20,0

#	CARRETERA (T R A M O)	ANCHO (m.)	TIPO DE CALZADA		TOTAL (Km.)
			ASFALT.	AFIRM. TIERRA	
38	Guayacán - Pucayacu	4,0		40,0	40,0
39	Guayapungo - Buagaje	6,5		18,0	18,0
40	Guaytacaca - Cuticuno	5,0		5,0	5,0
41	Guaytacaca - Hda. Mintanga - Saguistilli	6,0		5,0	5,0
42	Guaytacaca - Tancuchi	6,0		7,0	7,0
43	Higucho - Chanchalillo - Hda. Chanchalillo	6,0	9,0	9,0	9,0
44	Inzilivi - Anejo Guanjualó	3,0		5,0	5,0
45	Inzilivi - Barrio Guanjualag	3,0	20,2	20,2	20,2
46	Inzilivi - El Salado y Tungiche	3,0		15,0	15,0
47	Inzilivi - La Provincia - Hierba Buena - Patateo	3,0		11,0	11,0
48	Inzilivi - Toacazo	4,0	28,0	28,0	28,0
49	Joshigua - Joshigua Alto	3,0	10,0	7,0	10,0
50	Latuncana - El Pongo	6,0		7,0	7,0
51	José Guango Eajo - Lin. Parog. Nulaló	3,0	4,0	4,0	4,0
52	José Holguín - Lapalá	6,0	1,5	1,5	1,5
53	José Holguín - Nulalillo	6,0	5,0	5,0	5,0
54	José Holguín - Panamericana	4,2	2,0	2,0	2,0
55	José Holguín - San Diego	6,0	6,0	6,0	6,0
56	José Holguín - Verano	6,0	2,0	2,0	2,0
57	Km. 66 (Llatacunga-Nuevo) - Minas de Unacota	7,2	8,4	8,4	8,4
58	La Avilina - Fucar	5,0	9,0	9,0	9,0
59	La Ciénega - Chicalpababa	6,0	7,0	7,0	7,0
60	La Ciénega - Río Blanco - Fuente Progreso	6,0	6,0	6,0	6,0
61	La Hana - Chipeaburgo	6,0	10,0	10,0	10,0
62	La Hana - Hanguila	3,0	50,0	50,0	50,0
63	La Hana - Río Lulo	7,2	18,4	18,4	18,4
64	La Victoria - El Calvario	3,0	2,0	2,0	2,0
65	La Victoria - Guayllabamba	3,0	1,0	1,0	1,0
66	La Victoria - Hda. Las Hojas	3,0	3,0	3,0	3,0
67	La Victoria - Plaza Tenques	3,0	2,0	2,0	2,0
68	La Victoria - San Felipe - Empalme	4,0	5,0	5,0	5,0
69	Languald - Pucunero	6,0	2,0	2,0	2,0
70	Las Juntas - Catazaco	3,0	7,0	7,0	7,0
71	Las Juntas - La Providencia Alta	3,0	15,0	15,0	15,0
72	Las Juntas - Xabón Campaña	6,5	14,9	14,9	14,9
73	Lasso - Canal de Riego - Cotopaxi	3,0	55,0	55,0	55,0
74	Lasso - Fucar	6,0	7,0	7,0	7,0
75	Lasso - San Pedro	6,0	8,0	8,0	8,0

CARRERA (TRAMO)	ANCHO (m.)	TIPO DE CALZADA			TOTAL (Km.)
		ASFALT.	AFIRM.	TIERRA	
76 Lasso - San Ramón	6,0		3,0		3,0
77 Latacunga - Barrancas	6,0		8,0		8,0
78 Latacunga - Chantlin - Saquisilí	4,5		11,0		11,0
79 Latacunga - Comuna - Once de Noviembre	3,5		3,0		3,0
80 Latacunga - Hda. Cuchitínque	4,0		18,0		18,0
81 Latacunga - Illichí	4,0		12,0		12,0
82 Latacunga - José Suango Bajo - Chasqui	3,0		6,0		6,0
83 Latacunga - Huailó	7,6		6,0		6,0
84 Latacunga - Once de Noviembre	6,5		8,8		14,8
85 Latacunga - Palopos	4,0		2,0		2,0
86 Latacunga - Planta Eléctrica	4,0		6,0		6,0
87 Latacunga - Poaló	4,0		18,0		18,0
88 Lindero - Pujilí - Once de Noviembre	7,2	10,0	5,5		10,0
89 Minas de Arcilla - Plaza Tanques	3,0		5,5		5,5
90 Horaspungo - Calope	5,0		3,0		3,0
91 Horaspungo - Palo Seco	3,0		25,0		25,0
92 Huailó - Chasqui	7,0		10,0		10,0
93 Huailó - Chinchilí	6,0		8,0		8,0
94 Huailó - Hda. Cuchitínque	4,0	7,0	3,0		3,0
95 Huailó - José Suango Alto	6,0		4,0		4,0
96 Huailó - La Fiebre	6,0		5,0		5,0
97 Huailó - Langaló	6,0		6,0		6,0
98 Huailó - Lasso	6,0		6,0		6,0
99 Huailó - Macale Grande y H. Chico	6,0		3,0		3,0
100 Huailó - San Elías	6,0		4,0		4,0
101 Huailó - San Ramón	6,0		3,0		3,0
102 Huailó - Tixatlin	6,0		7,0		7,0
103 Huailó - Troquecho	6,0		3,0		3,0
104 Mutilquindi (Cajano del Centro Parroquial)	6,0		3,0		3,0
105 Mutilquindi - San Isidro - Tusapo	6,0		5,0		5,0
106 Panamericana Norte - Piedra Colorada	6,0		2,5		2,5
107 Panamericana Sur - S. Guevedo	7,5		1,9		1,9
108 Panamericana Sur - Piedra Colorada	3,0	4,0			4,0
109 Panamericana - Alaquez	6,0		1,4		1,4
110 Panamericana - Chantlin	6,0		4,0		4,0
111 Panamericana - Huailillo	6,0		5,0		5,0
112 Panamericana - Huailó	5,4		2,0		2,0
113 Panamericana - Once de Noviembre	7,2	1,5			1,5

#	CARRERA (T E A H O)	ANCHO (m.)	TIPO DE CALZADA			TOTAL (m.)
			ASFLT.	ARTSM.	TIERRA	
114	Panamericana - Yumbo	4,0		7,0		7,0
115	Pastocalle - Chaupi	7,2		8,0		8,0
116	Pastocalle - San Juan - Lta. Prov. Pichincha	5,0		8,0		8,0
117	Pataño - Tiguale - Via Pisayambo	6,0		15,0		15,0
118	Piedra Colorada - Fuente Progreso	7,2	8,0			8,0
119	Pillig - Laguna	6,0		6,0		6,0
120	Planta Eléctrica - Anado	4,0		8,0		8,0
121	Realó - San Felipe	3,0		10,0		10,0
122	Realó - Saquisilí - Zumbalica - La Rioja	3,0		3,0		3,0
123	Pucará - Chisalt	6,0		24,0		24,0
124	Pucará - Pachosales	6,0		4,0		4,0
125	Pucayacu - Huchipaba	6,5		13,8		13,8
126	Pueblo - San Pedro	7,2		6,0		6,0
127	Fuente Progreso - Lta. Parroq. Tanticuchi	6,0		7,0		7,0
128	Fuente Progreso - Sta. Ana	6,0		5,0		5,0
129	Fujilli - Sachi Bajo	3,5		0,0		0,0
130	Fujilli - Espalme (Cusubaba - Salcedo)	4,3		11,0		11,0
131	Fujilli - Oca de Noviembre	3,0		2,5		2,5
132	Raón Casaca - Angamarca	3,0		8,0		8,0
133	Raón Casaca - El Vergel	3,0		2,0		2,0
134	Raón Casaca - Falda	3,0		4,0		4,0
135	Raón Casaca - San Miguel	3,0		3,0		3,0
136	Raón Casaca - Yanayacu Alto	3,0		4,0		4,0
137	Raón Casaca - Yanayacu Bajo	3,0		3,0		3,0
138	Raón Fátima - Cooperativa Zentirrua	3,0		7,0		7,0
139	Ranilla Cristo Rey - Quisacumbé	3,0		4,5		4,5
140	Saltilín - San Luis - Pucará - San Diego - Insizque	6,0		10,0		10,0
141	Salcedo - Cusubaba	4,2		18,0		18,0
142	Salcedo - Antonio Holguín	4,2		8,0		8,0
143	Salcedo - Molliguindí - Rivaipaba - San Marcos	4,2		24,0		24,0
144	Salcedo - Salache	4,0		16,0		16,0
145	San Antonio - Fruta de Pan	3,0		13,0		13,0
146	San Felipe - Saquisilí	4,0		11,0		11,0
147	San Isidro - San Juan - Churolova - Guanaitín	6,0		10,0		10,0
148	San José - Orfices	3,0		5,0		5,0
149	San Pedro - Espalme (Latacunga - Quevedo)	3,5		2,5		2,5
150	San Pedro - Goteras	6,0		3,0		3,0
151	San Pedro - Plaza Tanques	3,0		3,0		3,0

#	C A R R E T E R A (T E A M O)	ANCHO (m.)	TIPO DE CALZADA			TOTAL
			ASFLT.	AFIRM.	TIERRA	
152	San Raabó - Iilito	6,0		10,0		10,0
153	Saguisill - Canchagua	4,0		5,0		5,0
154	Saguisill - Chilla Grande	5,0		20,0		20,0
155	Saguisill - Chilla - Palera	5,0		22,0		22,0
156	Saguisill - Curcuno - Toacazo	6,0		15,0		15,0
157	Saguisill - El Tejar	5,0		7,0		7,0
158	Saguisill - La Victoria - Pujilli	5,6			13,3	13,3
159	Saguisill - Hiltan	4,0			15,0	15,0
163	Saguisill - Minicocapababa	6,5		26,0		26,0
164	Saguisill - Kollapabba - Libertad	5,0		10,0		10,0
165	Saguisill - Once de Noviembre	3,0			0,5	0,5
166	Saguisill - Poaló	6,0		10,0		10,0
167	Saguisill - Poaló	5,0		6,0		6,0
168	Saguisill - Salamaq Chico	5,0		25,0		25,0
169	Sigchos - Cochalo	5,0		5,8		5,8
170	Sigchos - Iida, San José - Canjaló - Guasubindi	6,0		15,0		15,0
171	Sigchos - Quilolita - Pacayacu	6,0		20,0		20,0
172	Sigchos - Sivicuchi	3,0			4,0	4,0
173	Sigchos - Toachi - Isinivi	6,0		8,0		8,0
174	Sigchos - Urusti - Toacazo	5,0		29,7		29,7
175	Sigchos - Yaló - Las Manzanas	8,0		20,0		20,0
176	Sillagua - Luz de América	5,0			8,0	8,0
177	Sta. Ana - Tinzajera - Cerro Azul	7,2	5,0			5,0
178	Tanicuchi - Centro San José	6,0		3,0		3,0
179	Tanicuchi - Pastocalle	5,6		7,2		7,2
180	Tigua - Cooperativa Chama	3,0			10,0	10,0
181	Toacazo - Espalme (Tanicuchi - Pastocalle)	5,7		5,3		5,3
182	Toacazo - La Hoya	4,0		15,0		15,0
183	Toacazo - Yaló	4,0		10,0		10,0
184	Toquillal - La Libertad - Estero Hondo -	6,0		28,0		28,0
185	Torobuco - Guicuno - San José - Chilcapabba	6,0		6,0		6,0
186	Torobuco - Sacatipabba	6,0		10,0		10,0
187	Via de preetración a Pimllopata	6,0		90,0		90,0
188	Zuebagua - Coana Chama	6,0		3,0		3,0
189	Zuebagua - Coana Machalz	6,0		4,0		4,0
190	Zuebagua - Coana Ponce	6,0		4,0		4,0
TOTAL DE KILOMETROS			24,5	1051,0	834,0	1902,5
PORCENTAJES			1,3	55,0	43,7	100,0

TABLA DE ERLANG PARA LA DETERMINACION DEL NUMERO
DE CIRCUITOS DE ENTRADA Y DE SALIDA

A N E X O
Nº 3

AZIMUTS GEOGRAFICOS DE LAS ESTACIONES

A N E X O N O 4

- 1 ALARUEZ
- 2 ANTONIO HOLGUIN
- 3 CANCHASUA
- 4 CHANTILLO
- 5 CUSUBANDA
- 6 GUAYTACAMA
- 7 JOSE GUARRO BAJO
- 8 LA VICTORIA
- 9 NURALILLO
- 10 NURALLO
- 11 ONCE DE NOVIEMBRE
- 12 PANZALED
- 13 PASTOCALLE
- 14 POALO
- 15 PUJILI
- 16 SALCEDO
- 17 SAQUESILI
- 18 TAMICUCHI
- 19 TOCAZO
- 20 LOHA SHIRIATA

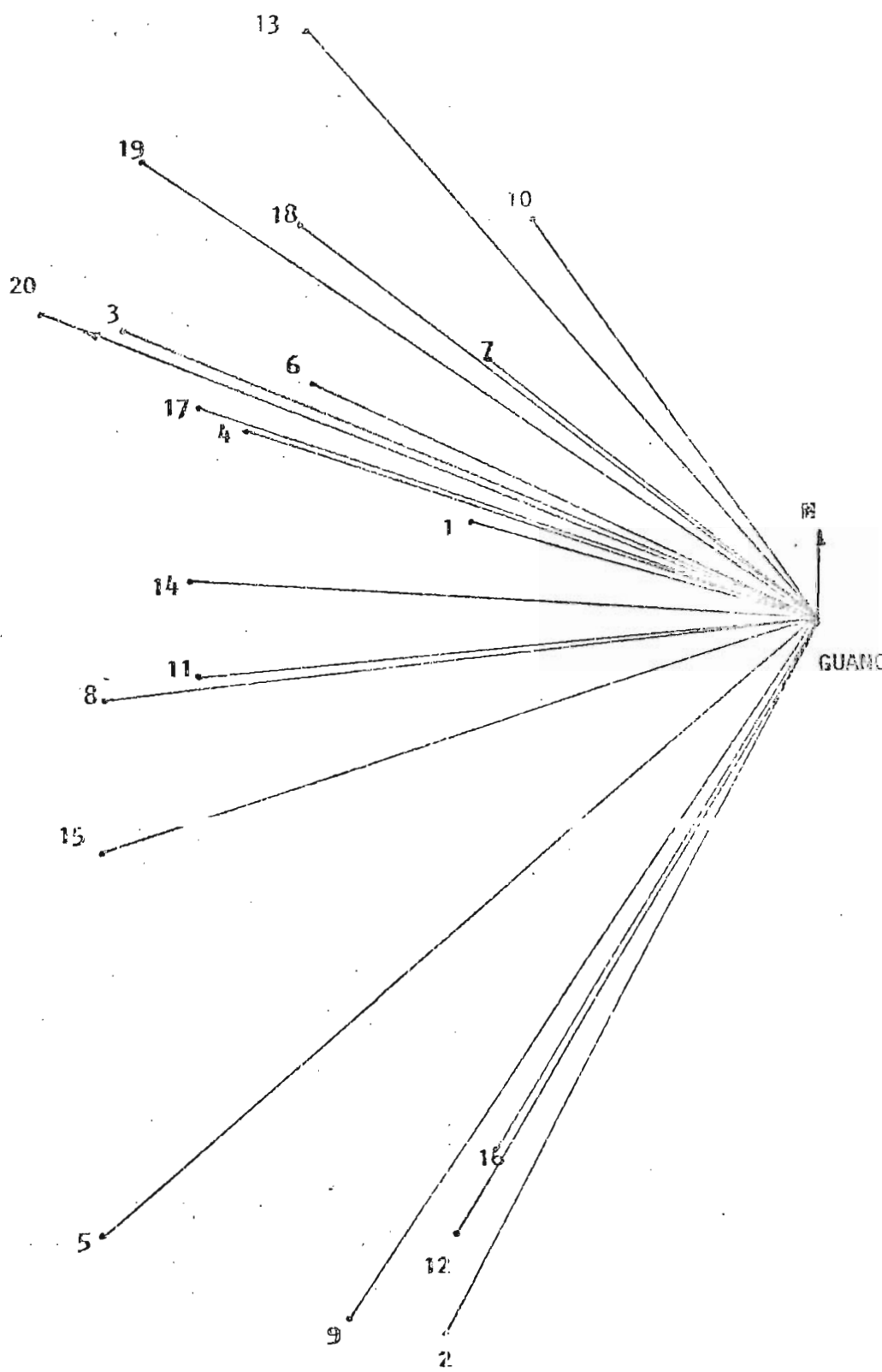


FIGURA 4.1. AZIMUTS DE LAS LOCALIDADES CON CENTRO DE CONEXIÓN EN GUANAJAY

- 1 CHICHULAN
- 2 GUARAJE
- 3 ISTILVI
- 4 LAS PAMPAS
- 5 SIGCHOS
- 6 ZUCBANUA
- 7 CERRO TIGLAN
- 8 GUANGO

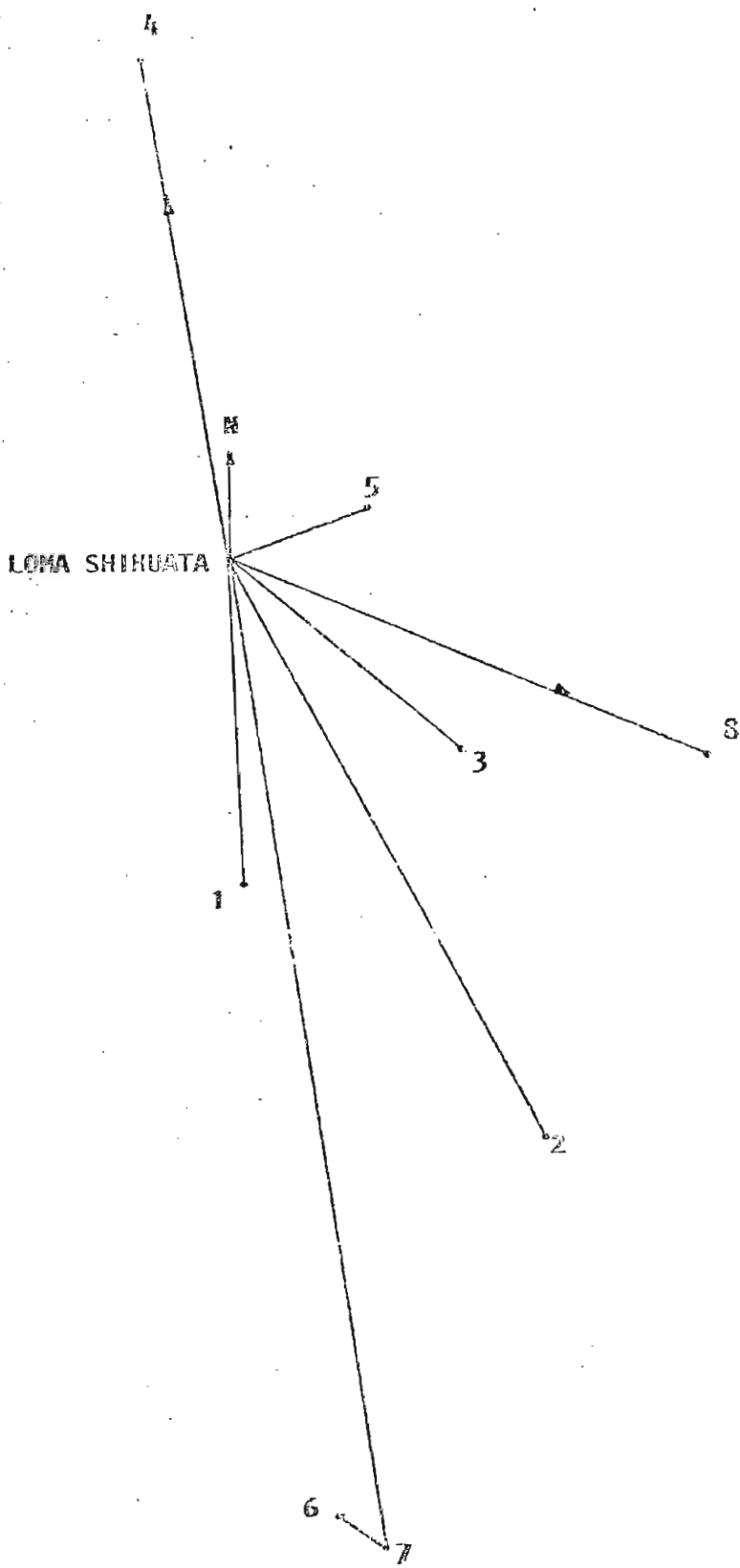


FIGURA 4.2. AZIMUTS DE LAS LOCALIDADES CON CENTRO DE CORRECCION EN LOMA SHIHUATA

- 1 CERRO CEBADA PATA
- 2 LOMA YULALLA
- 3 ANCAMARCA
- 4 EL CORAZON
- 5 MORASPUNGO
- 6 PINLLDPATA
- 7 RANCHO CAMPASA
- 8 LOMA EL EDEN
- 9 QUEVEDO

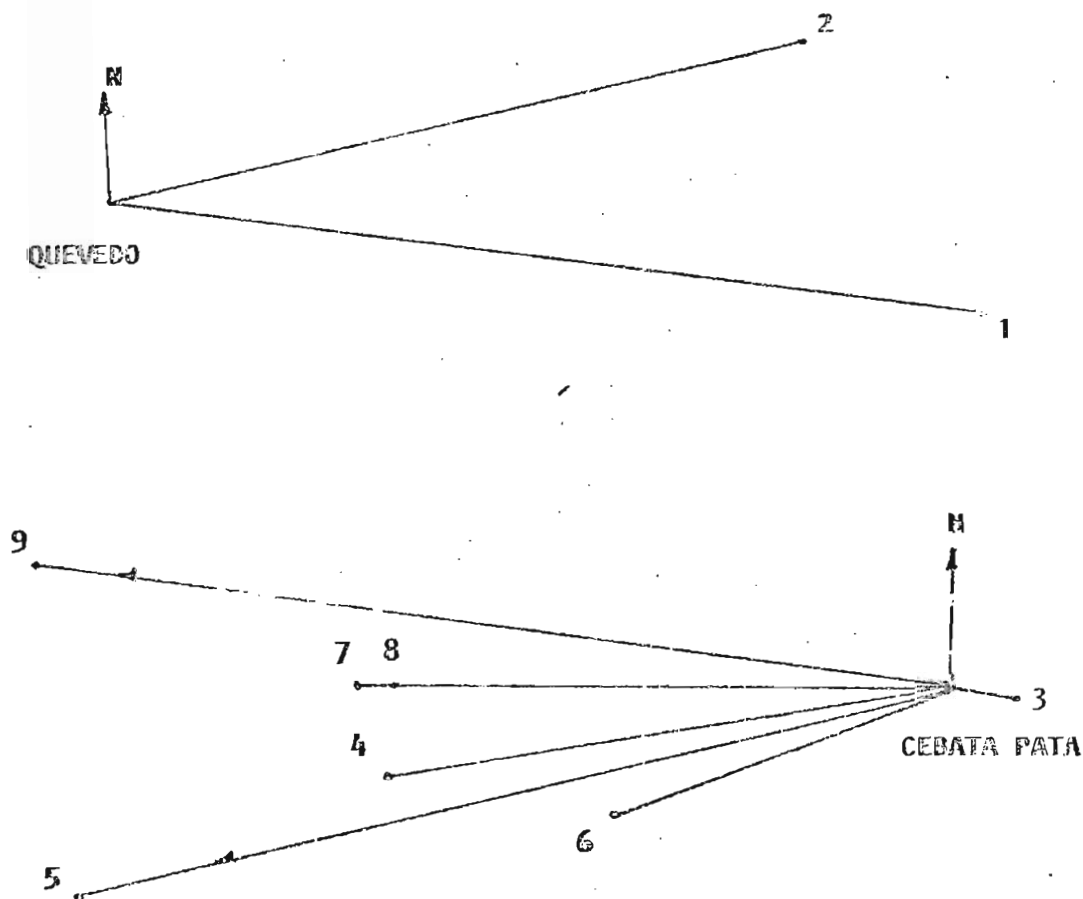


FIGURA 4.3. AZIMUTOS DE LAS LOCALIDADES (CON CENTRO DE CONCORDIA EN QUEVEDO Y CERRO CEBADA PATA)

- 1 EL TINGO
- 2 GUASAGUANDA
- 3 LA HANA
- 4 PILALO
- 5 PUCAYACO
- 6 CERRO LINGN
- 7 QUEVEDO

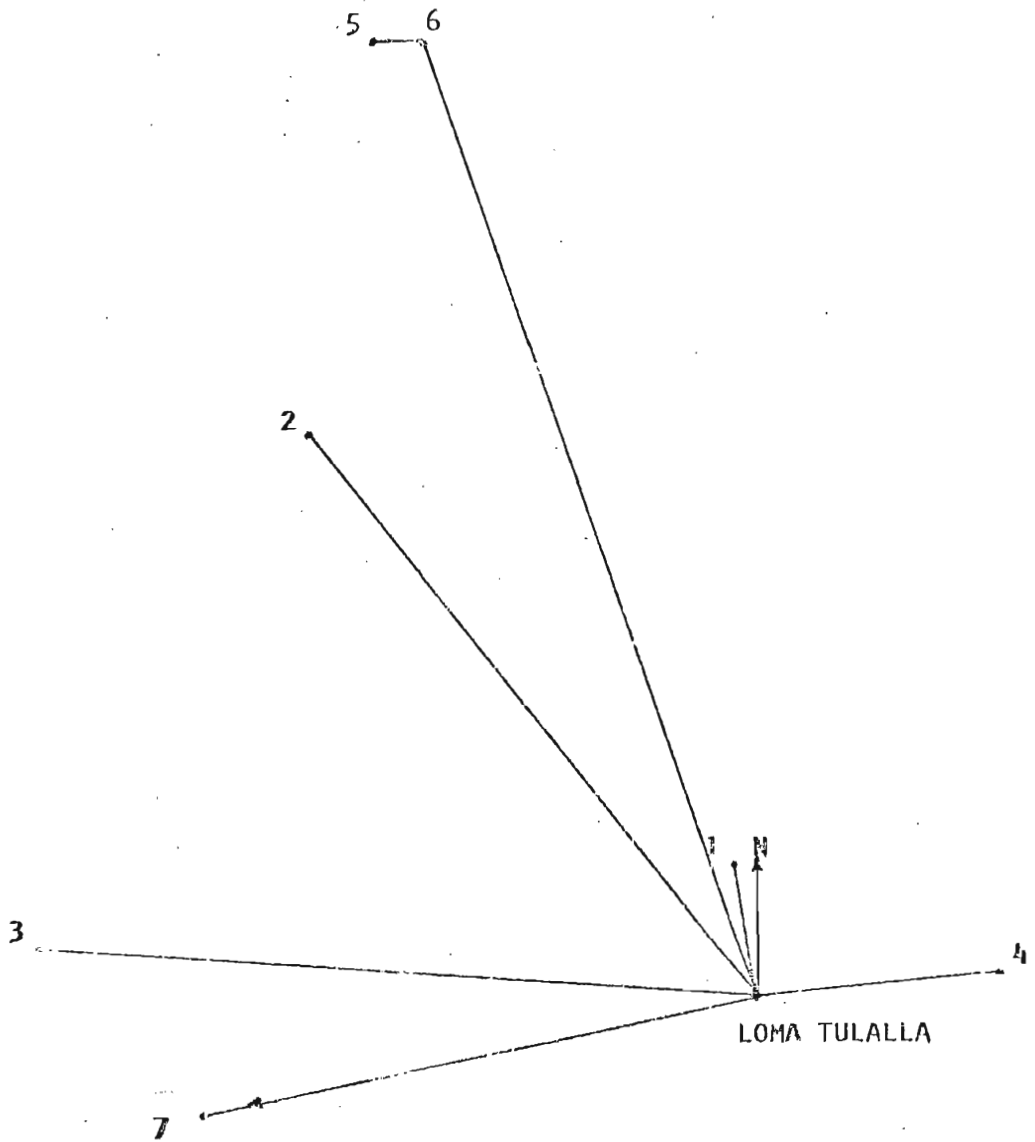


FIGURA 4.4. AZINUTS DE LAS LOCALIDADES CON CENTRO DE CONECCION EN LOMA TULALLA

A N E X O N O 5

PERFILES TOPOGRAFICOS DE LAS ESTACIONES

RADIOENLACE ALAQUEZ - GUANGO

A: ALAQUEZ B: GUANGO

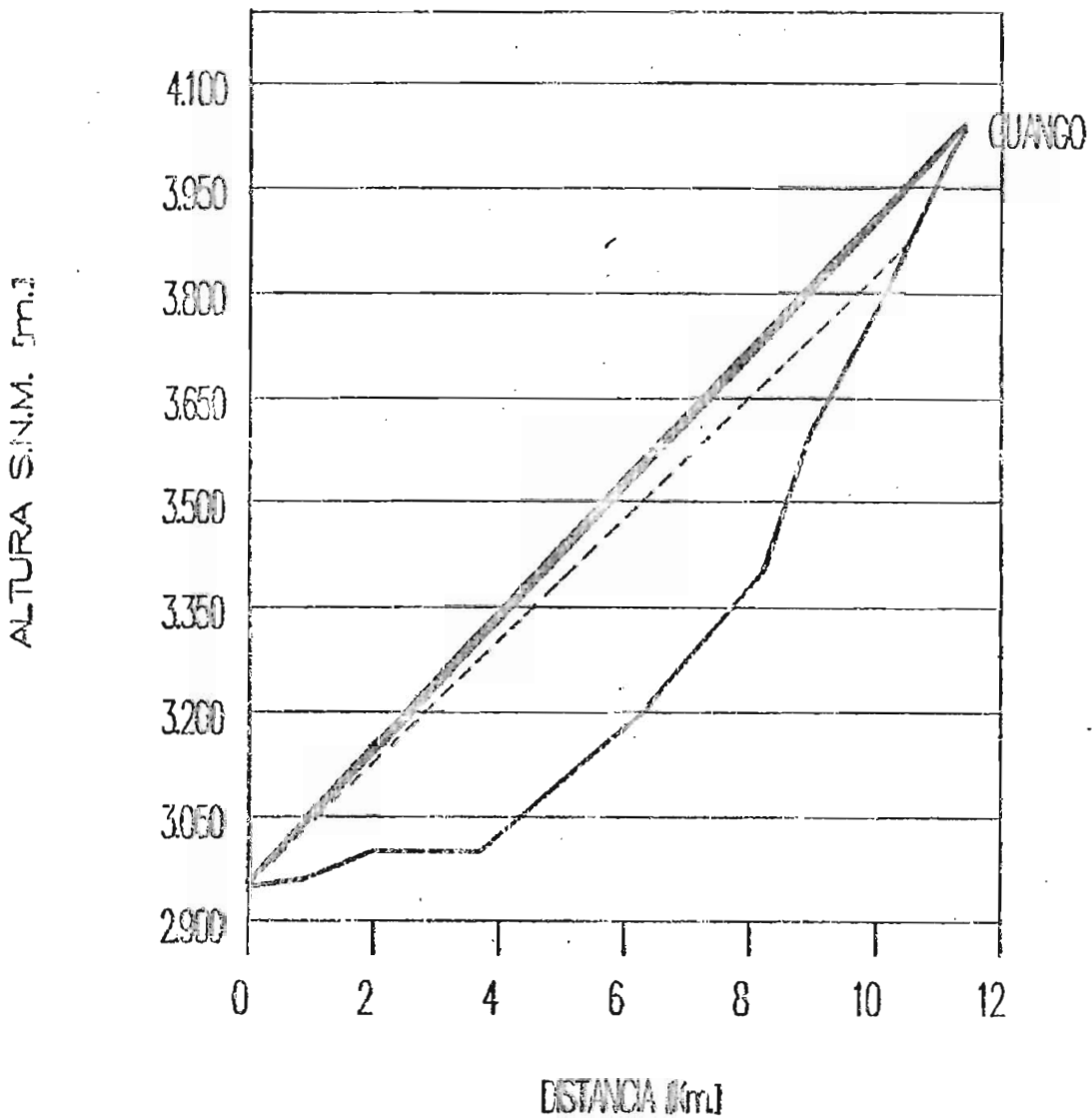


FIGURA 5.1. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE ALAQUEZ - GUANGO.

RADIOENLACE C. CEBADA PATA - ANGAMARCA

A: C. CEBADA PATA B: ANGAMARCA

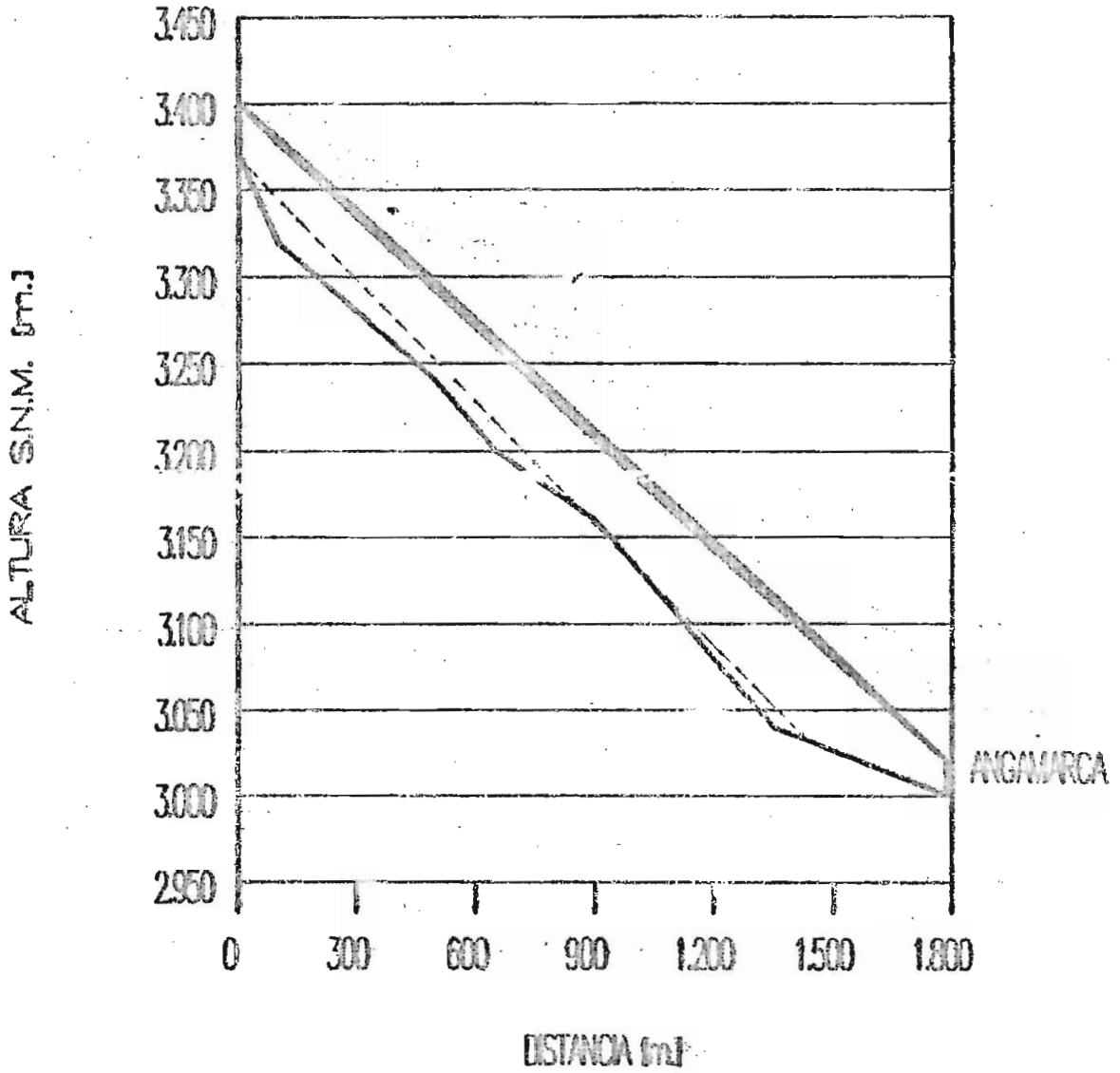


FIGURA 5.2. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE ANGAMARCA - CERRO CEBADA PATA.

RADIOENLACE A. HOLGUIN - GUANGO

A: A. HOLGUIN

B: GUANGO

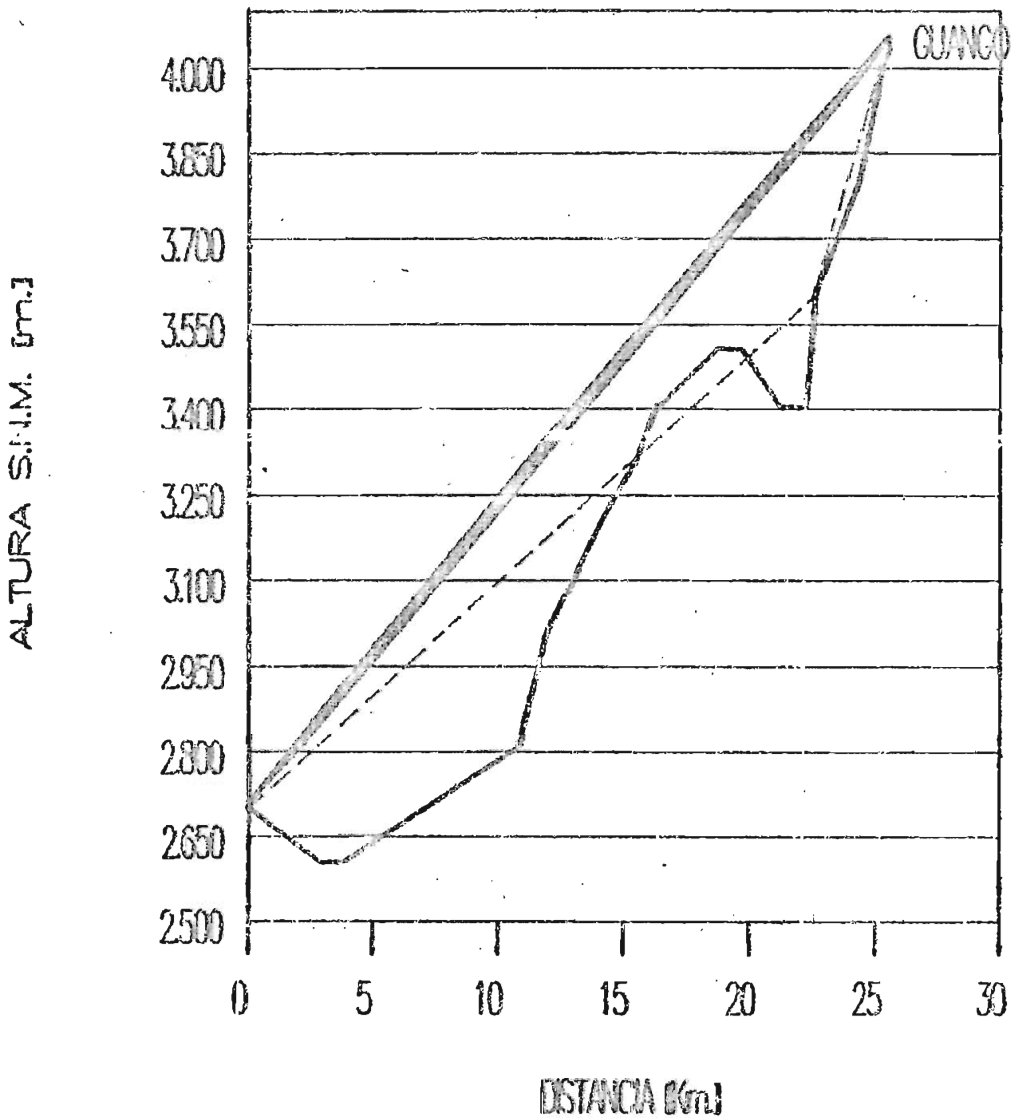


FIGURA 5.3. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE ANTONIO HOLGUIN - GUANGO.

RADIOENLACE CANCHAGUA - GUANGO

A. CANCHAGUA

B. GUANGO

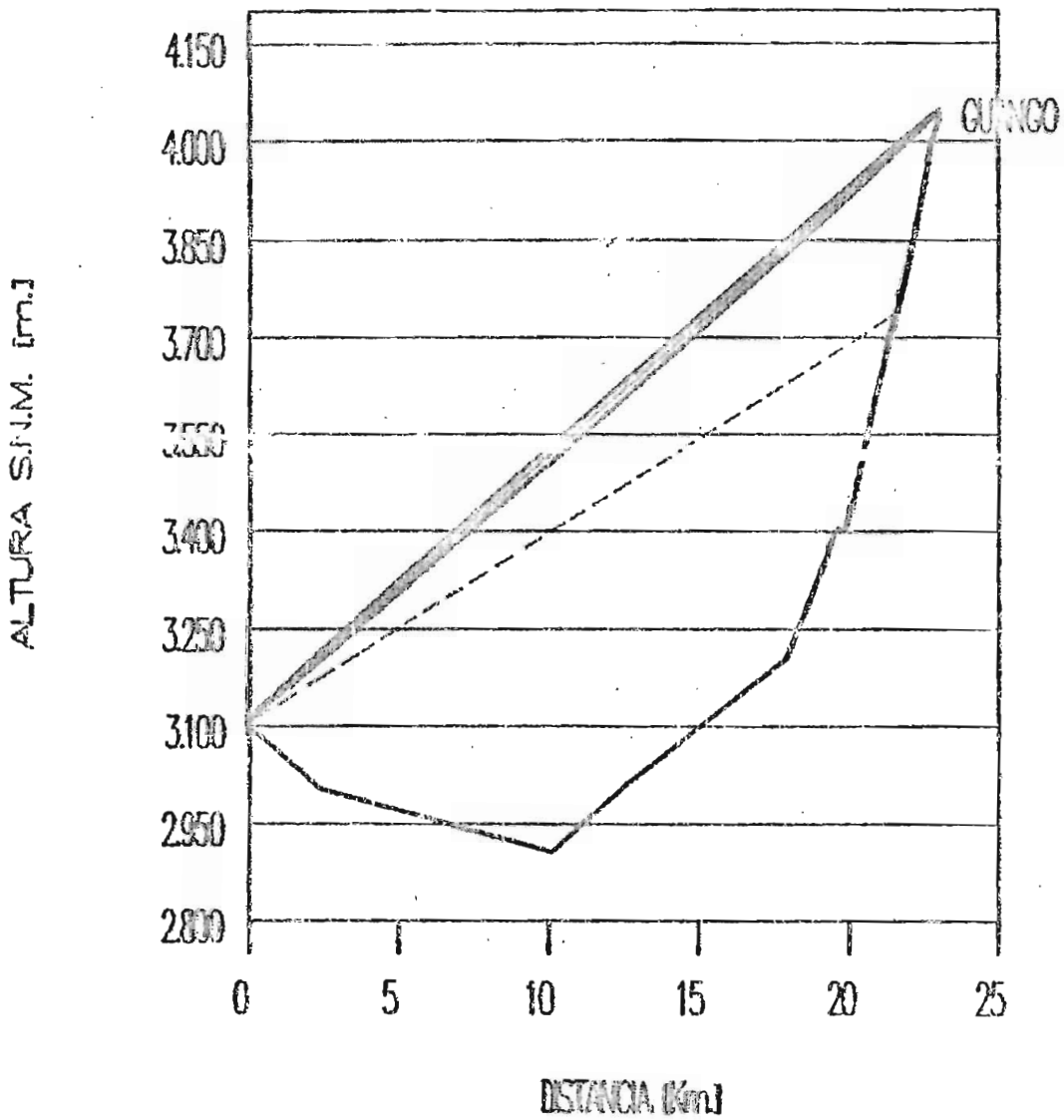


FIGURA 5.4. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE CANCHAGUA - GUANGO.

RADIDENLACE CHANTILIN - GUANGO

A: CHANTILIN

B: GUANGO

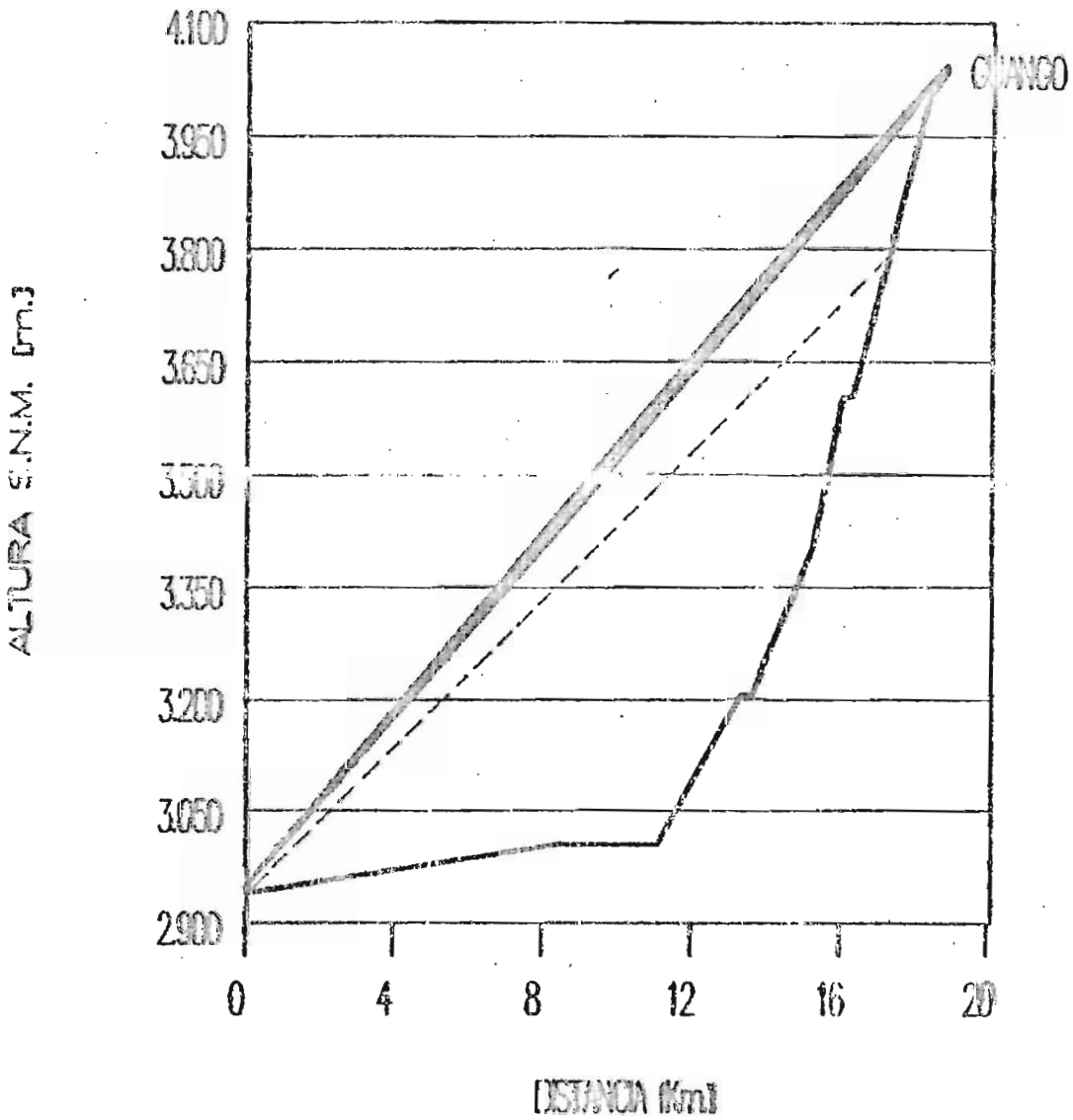


FIGURA 5.5. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIDENLACE CHANTILIN - GUANGO.

RADIOGENLACE LOMA SHIHUATA - CHUGCHILAN

○ LOMA SHIHUATA □ CHUGCHILAN

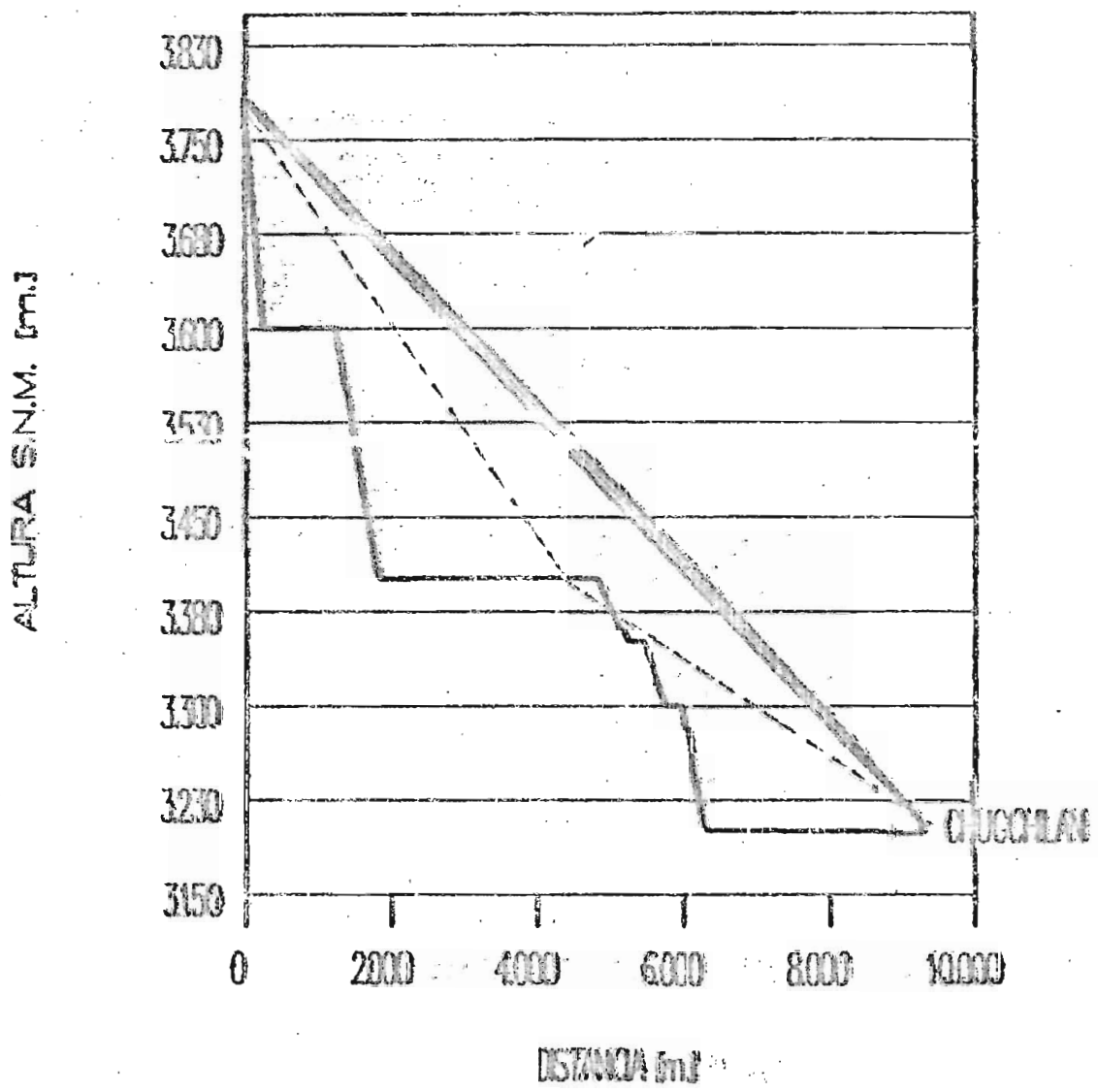


FIGURA 5.6. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOGENLACE CHUGCHILAN - LOMA SHIHUATA.

RADIOENLACE CUSUBAMBA - GUANGO

A: CUSUBAMBA

B: GUANGO

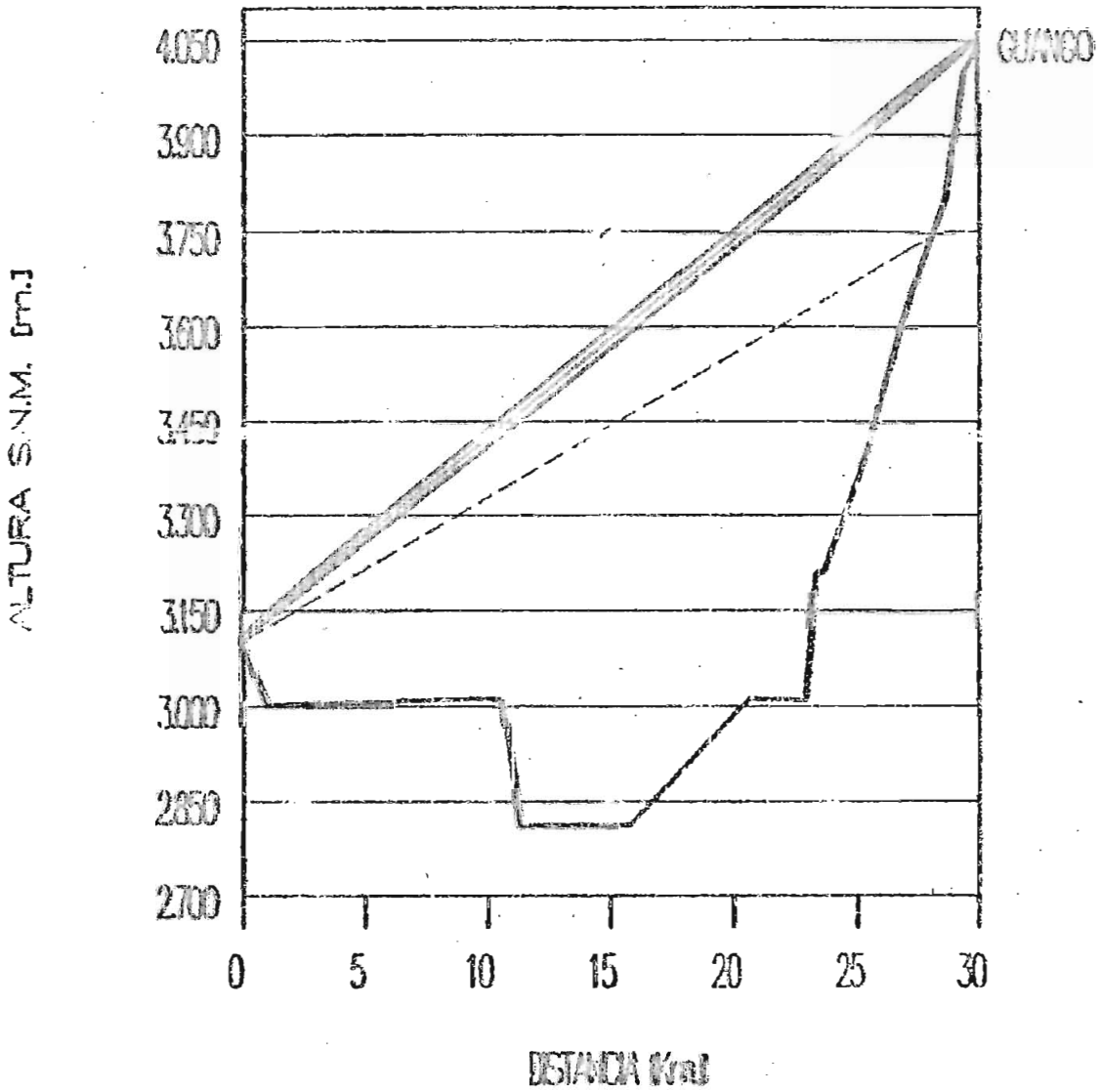


FIGURA 5.7. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE CUSUBAMBA - GUANGO.

RADIOENLACE EL CORAZON - C. CEBADA PATA.

A: EL CORAZON B: C. CEBADA PATA

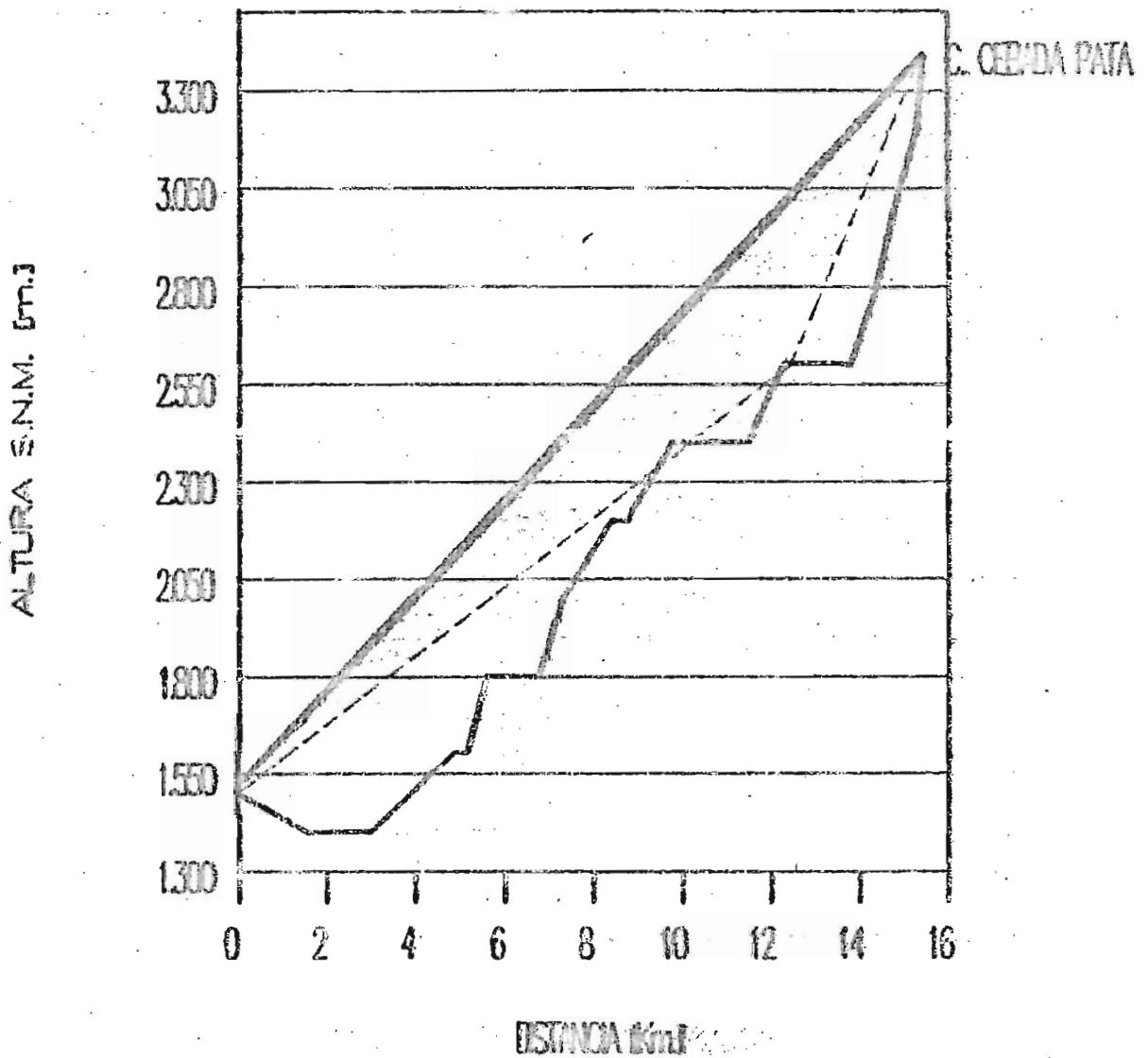


FIGURA 5.8. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE EL CORAZON - CERRO CEBADA PATA.

RADIOENLACE EL TINGO - LOMA TULALLA

EL TINGO LOMA TULALLA

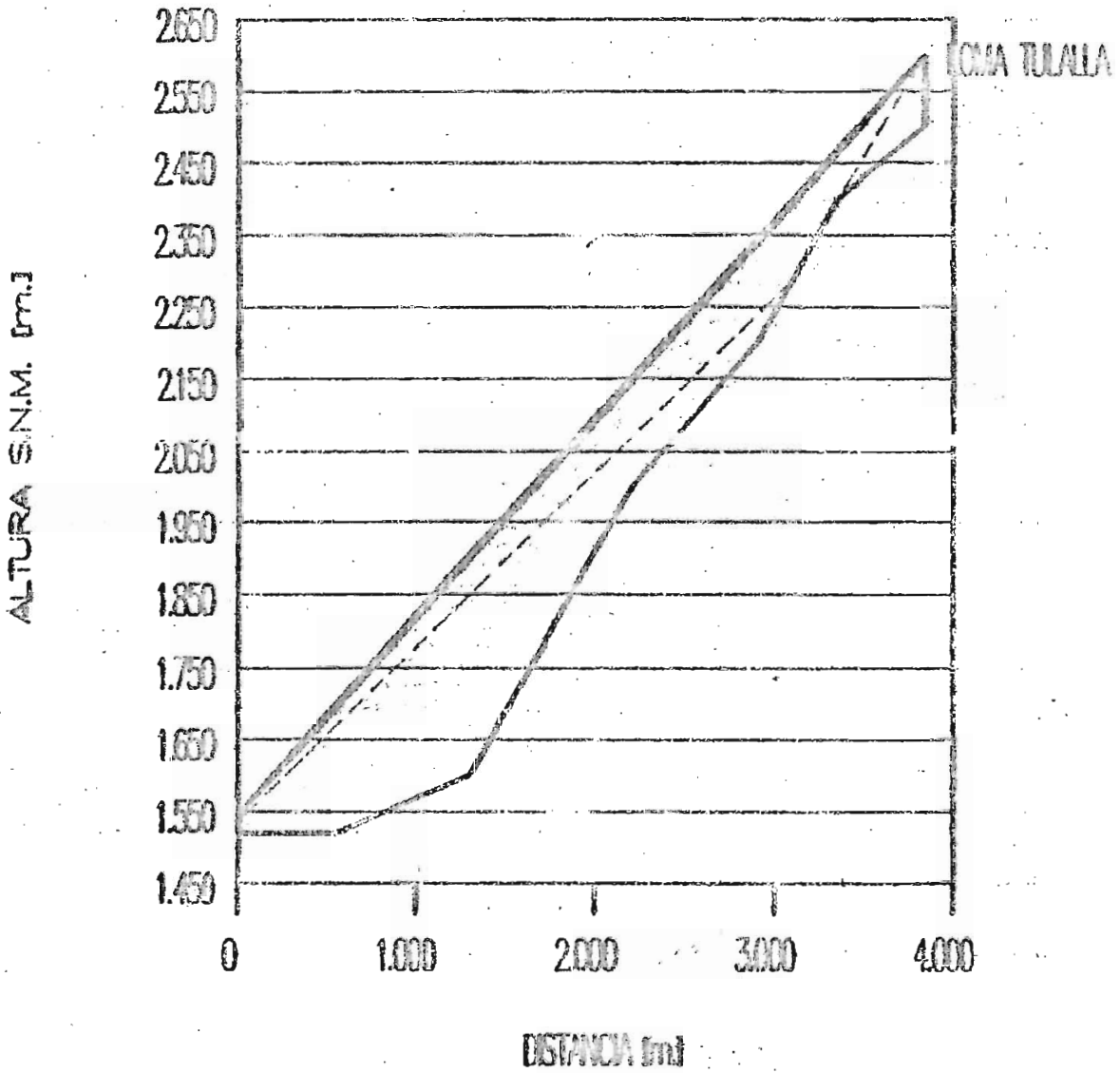


FIGURA 5.9. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE EL TINGO - LOMA TULALLA.

RADIOENLACE LOMA SHIHUATA - GUANGAJE

A: LOMA SHIHUATA B: GUANGAJE

ALTURA S.N.M. (m.)

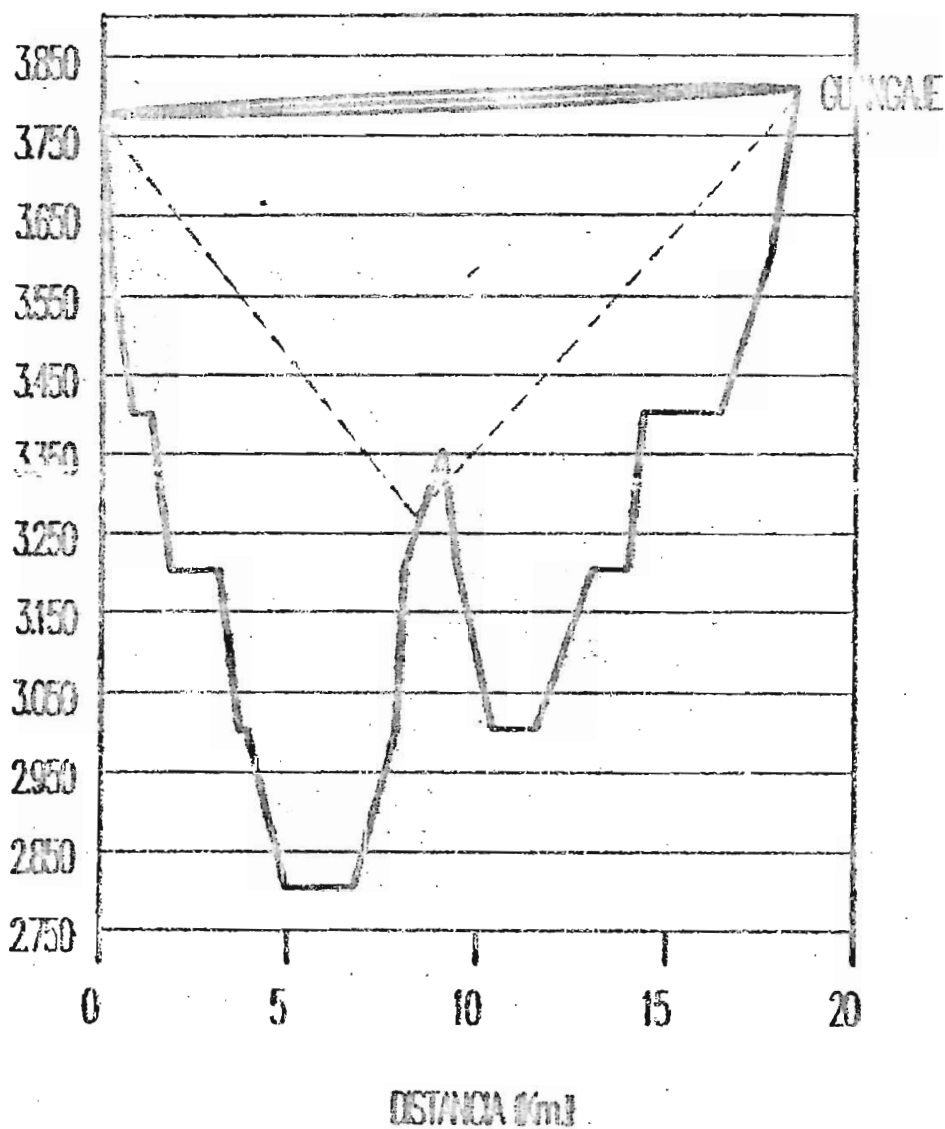


FIGURA 5.10. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE GUANGAJE - LOMA SHIHUATA.

RADIOENLACE GUASAGUANDA - LOMA TULALLA

A: GUASAGUANDA B: LOMA TULALLA

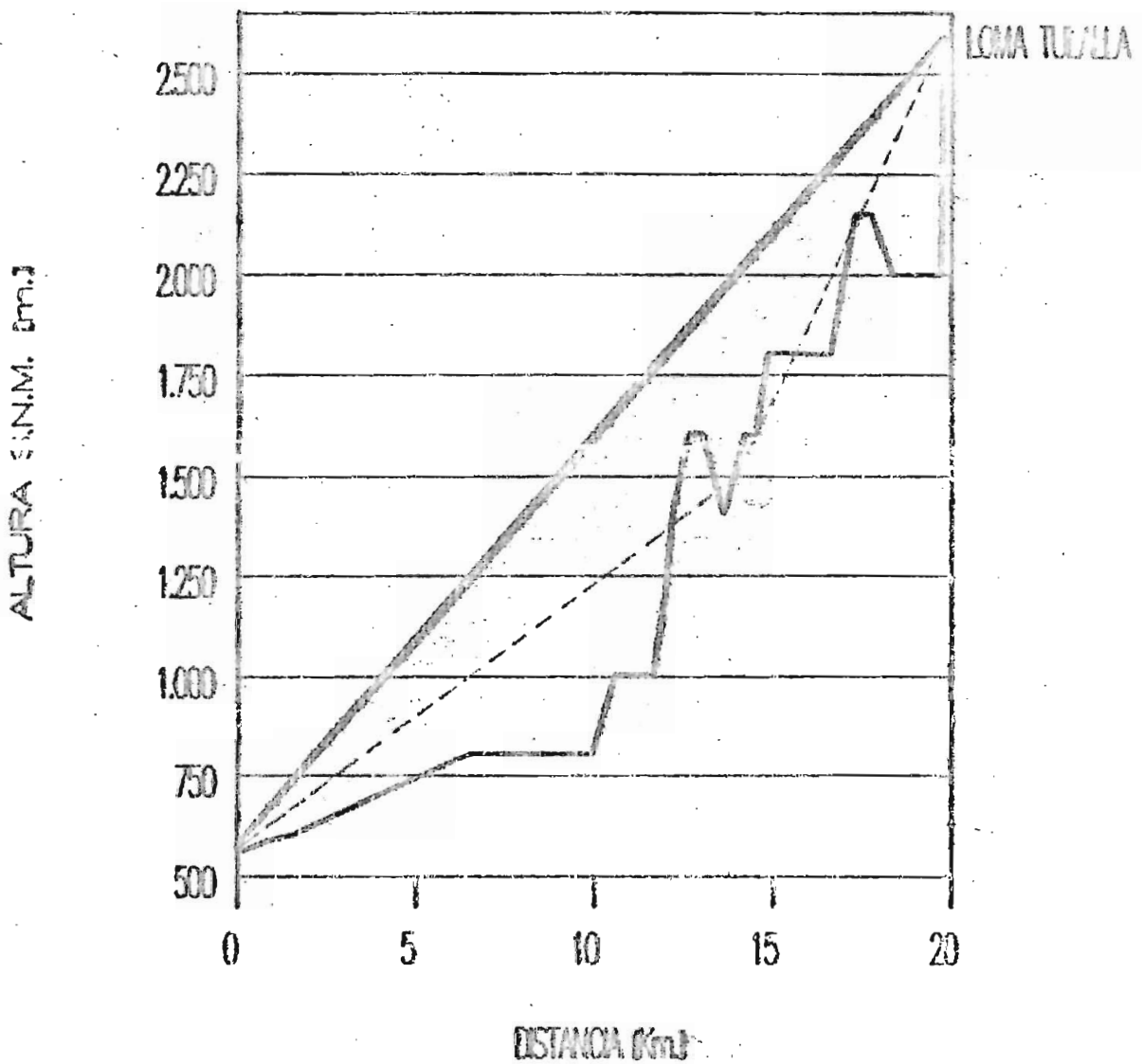


FIGURA 5.11. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE GUASAGUANDA -LOMA TULALLA.

RADIOENLACE GUAYTACAMA - GUANGO

A: GUAYTACAMA

B: GUANGO

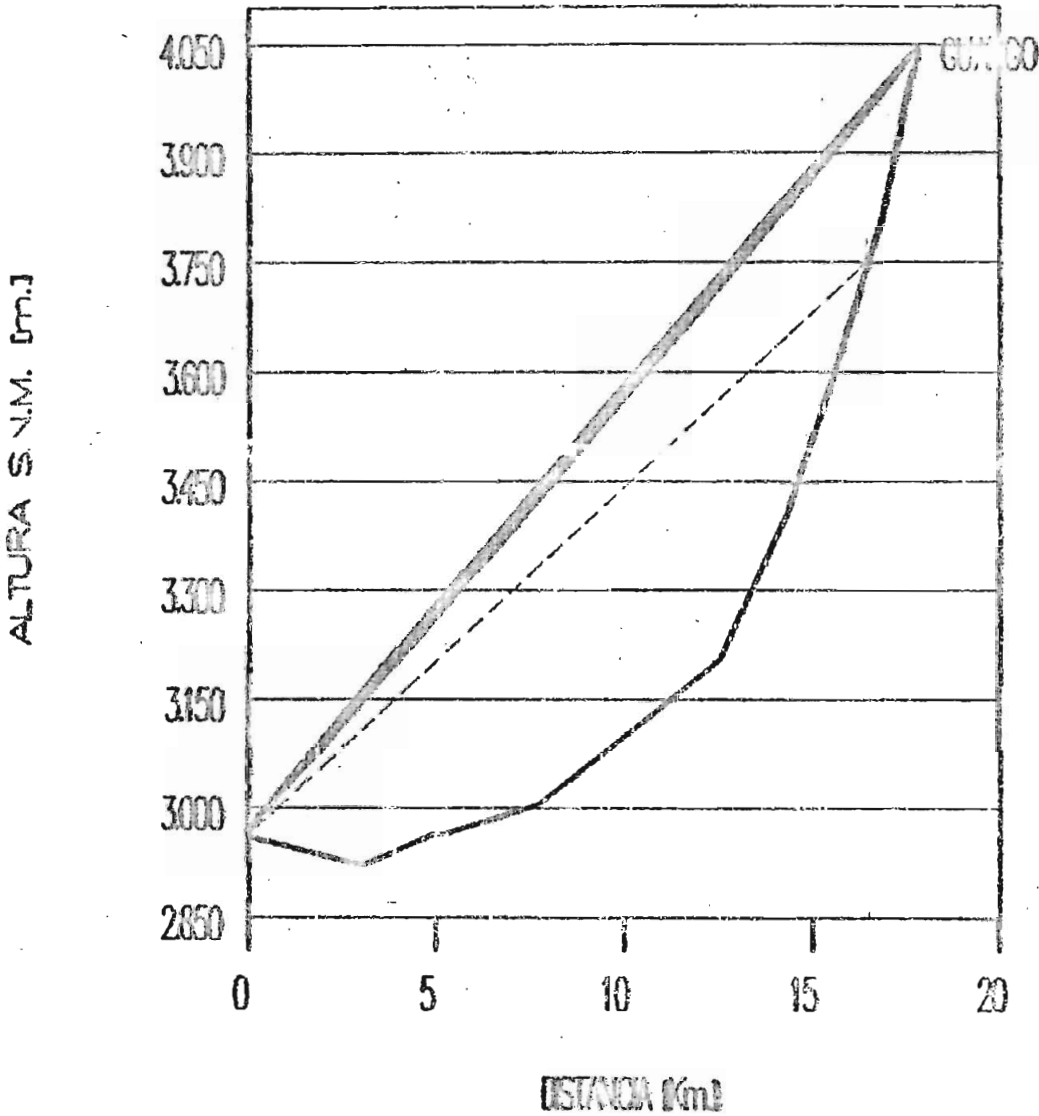


FIGURA 5.12. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE GUAYTACAMA - GUANGO.

RADIOENLACE-LOMA SHIHUATA - ISINLIVI

A: LOMA SHIHUATA B: ISINLIVI

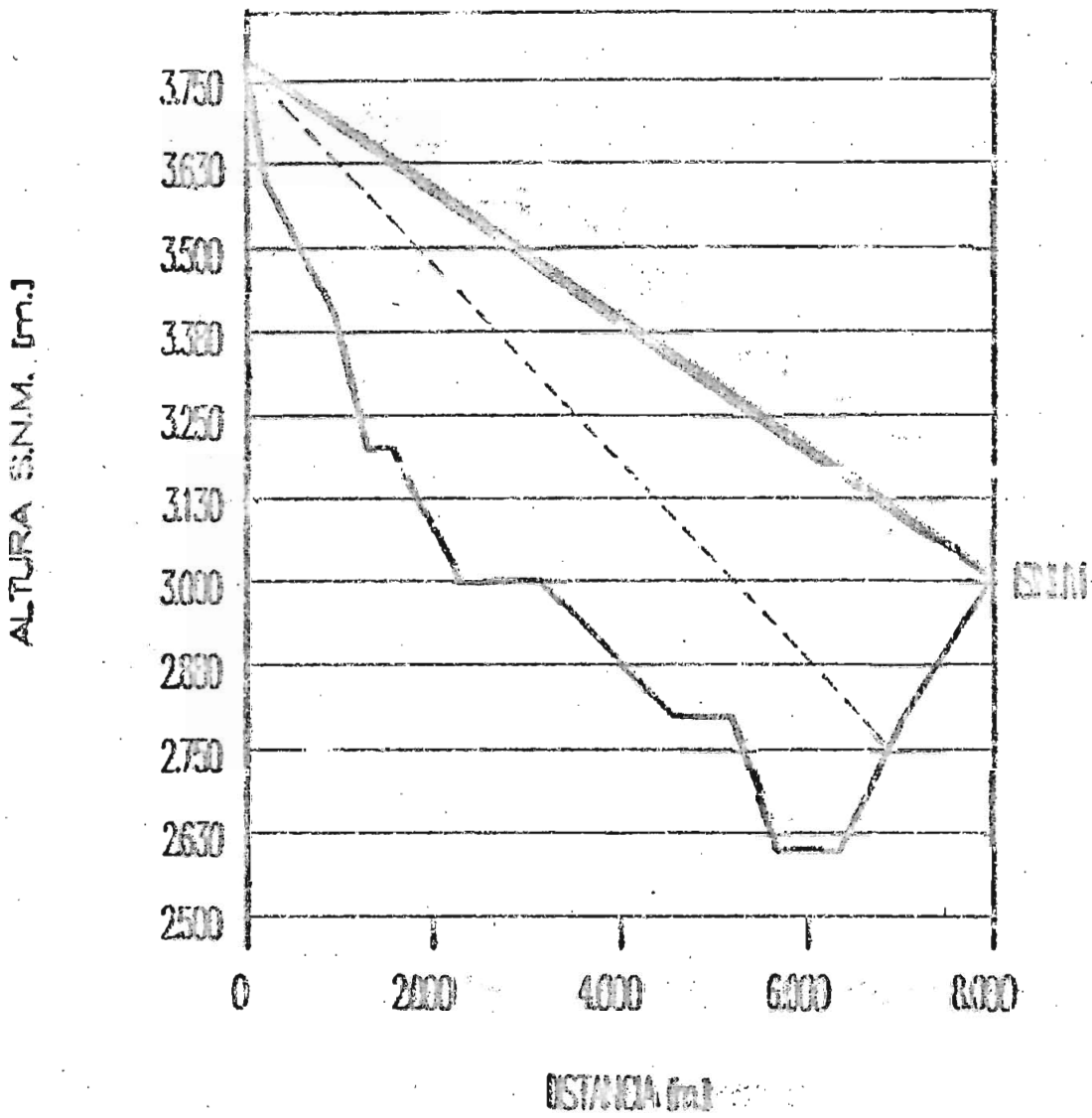


FIGURA 5.13. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE ISINLIVI - LOMA SHIHUATA.

RADIOENLACE J. GUANGO BAJO - GUANGO

A: J. GUANGO BAJO

B: GUANGO

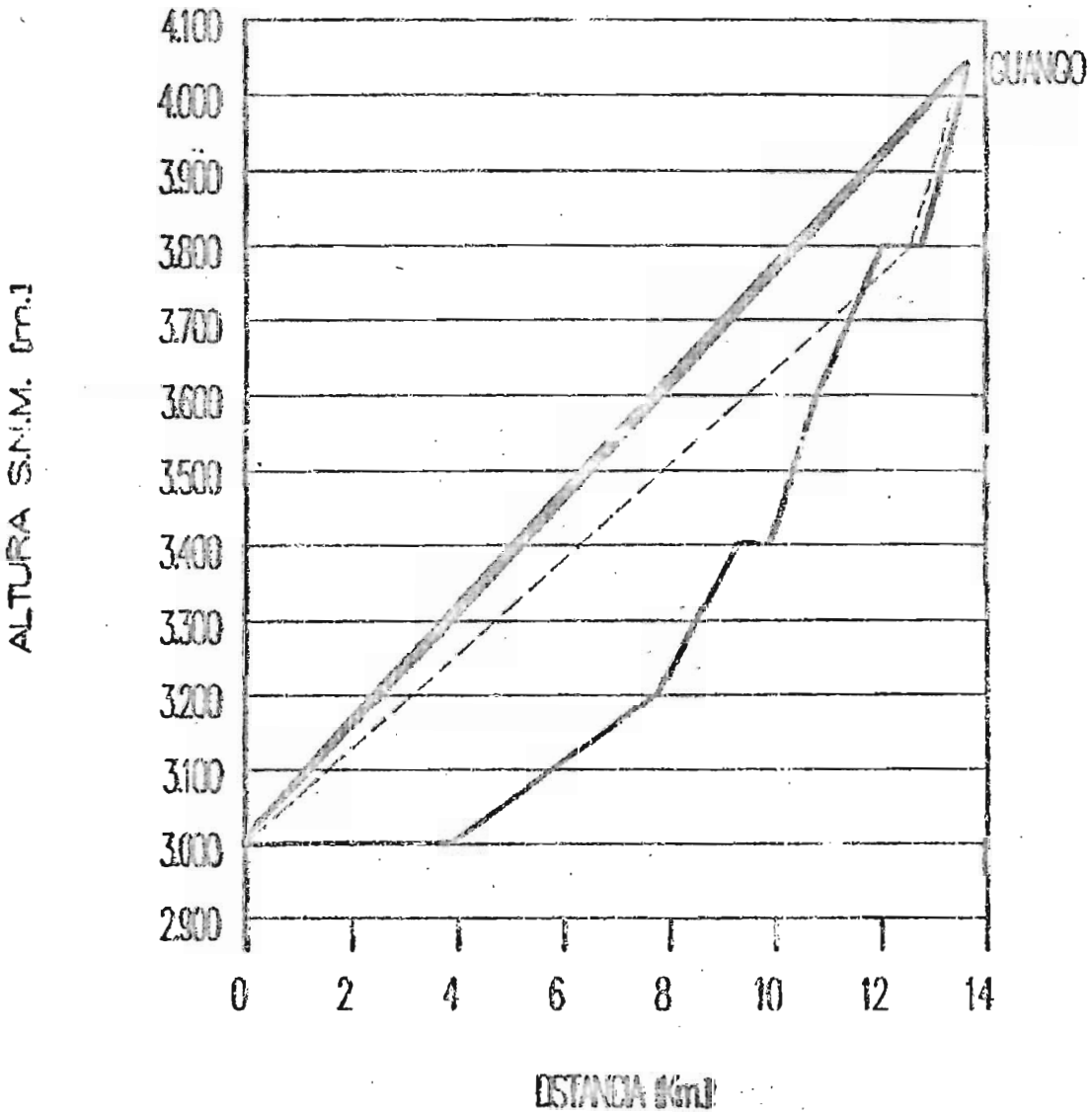


FIGURA 5.14. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE JOSE GUANGO BAJO - GUANGO.

RADIDENLACE LA MANA - LOMA TULALLA

A: LA MANA B: LOMA TULALLA

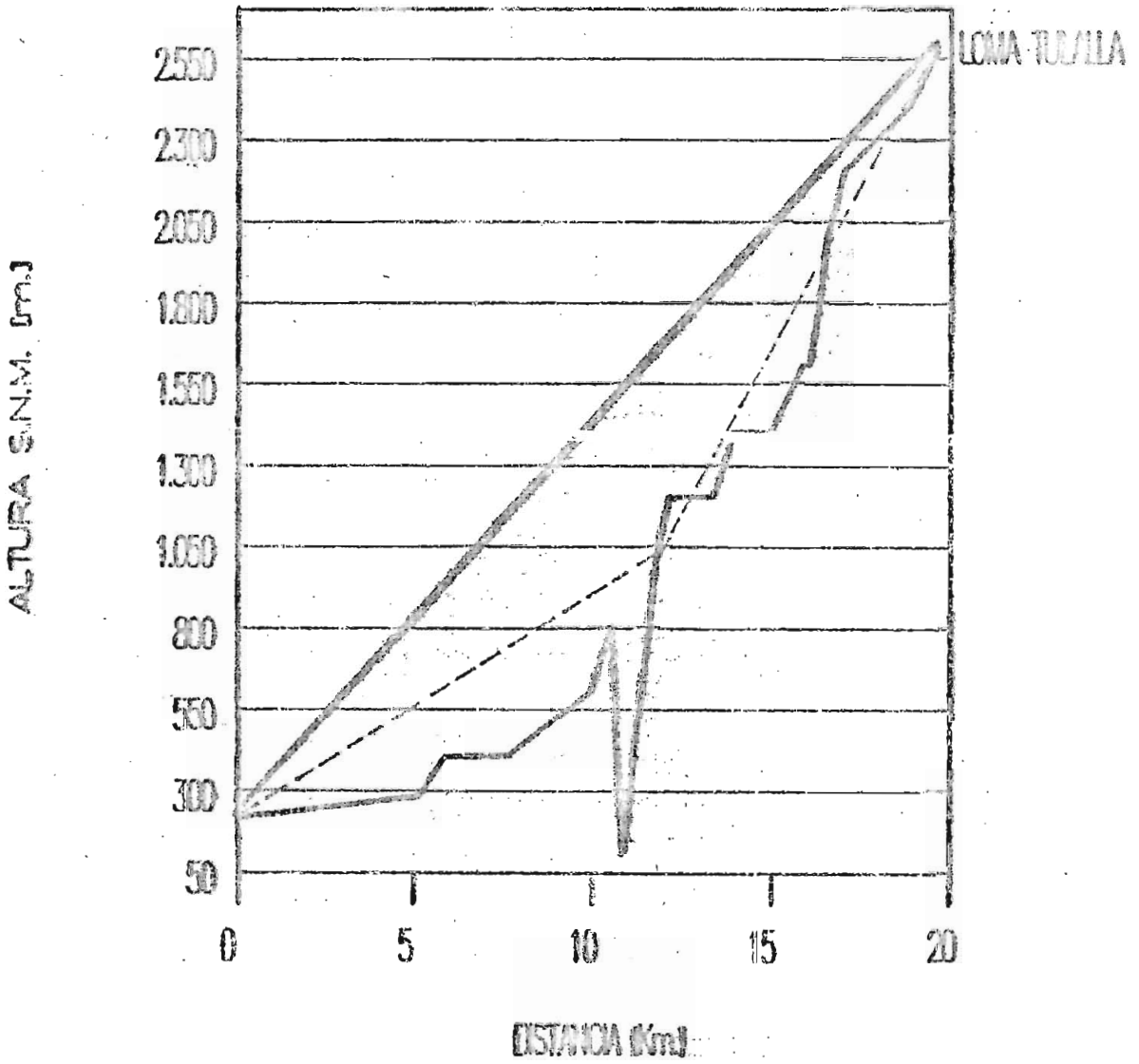


FIGURA 5.15. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIDENLACE LA MANA - LOMA TULALLA.

RADIOENLACE LA VICTORIA - GUANGO

A: LA VICTORIA B: GUANGO

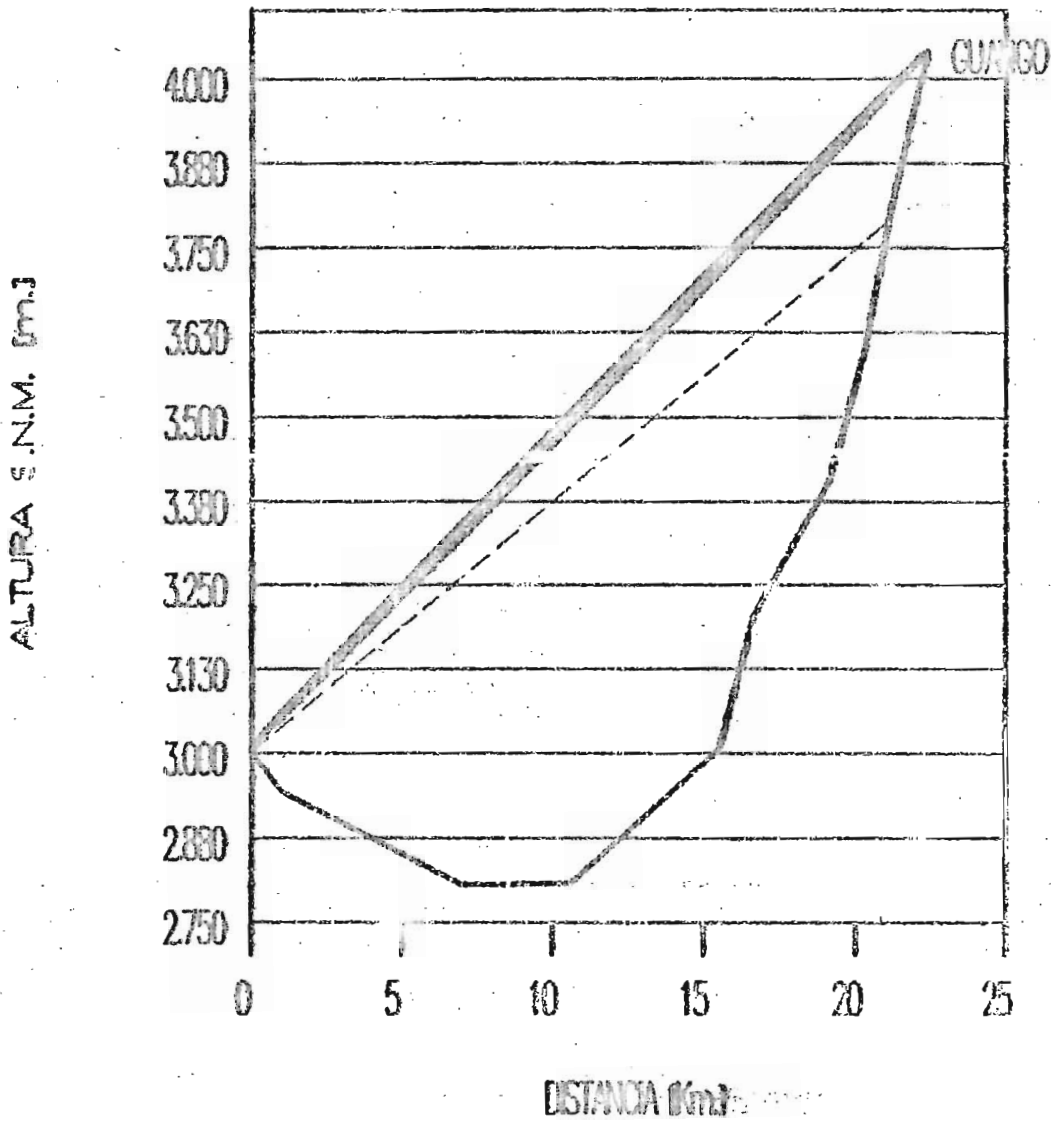


FIGURA 5.16. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE LA VICTORIA -GUANGO.

RADIOENLACE LOS PAMPAS - LOMA SHIHUATA

A: LOS PAMPAS

B: LOMA SHIHUATA

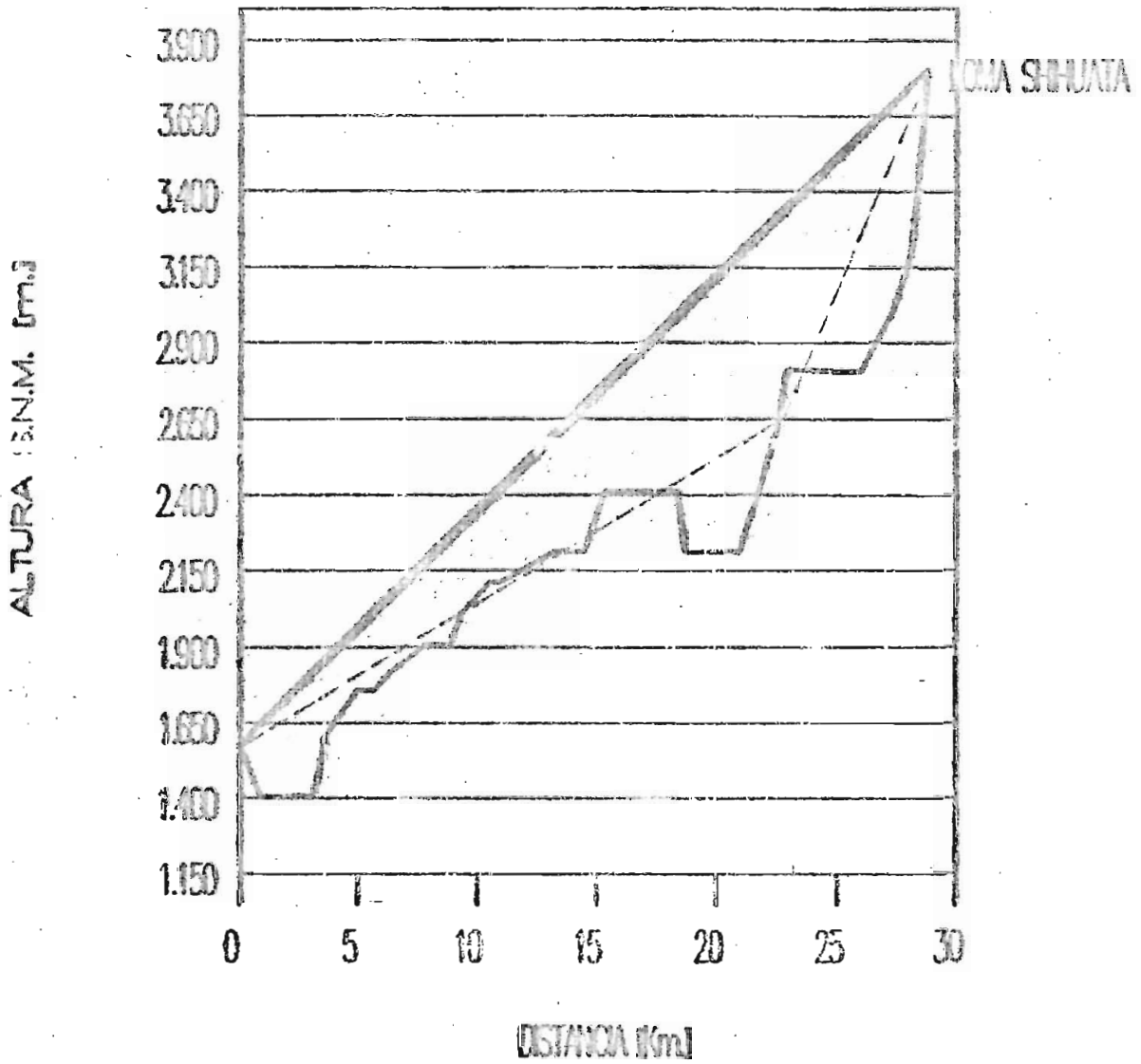


FIGURA 5.17. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE LAS PAMPAS - LOMA SHIHUATA.

RADIOENLACE MORASPUNDO - C. CEBADA PATA

A: MORASPUNDO B: C. CEBADA PATA

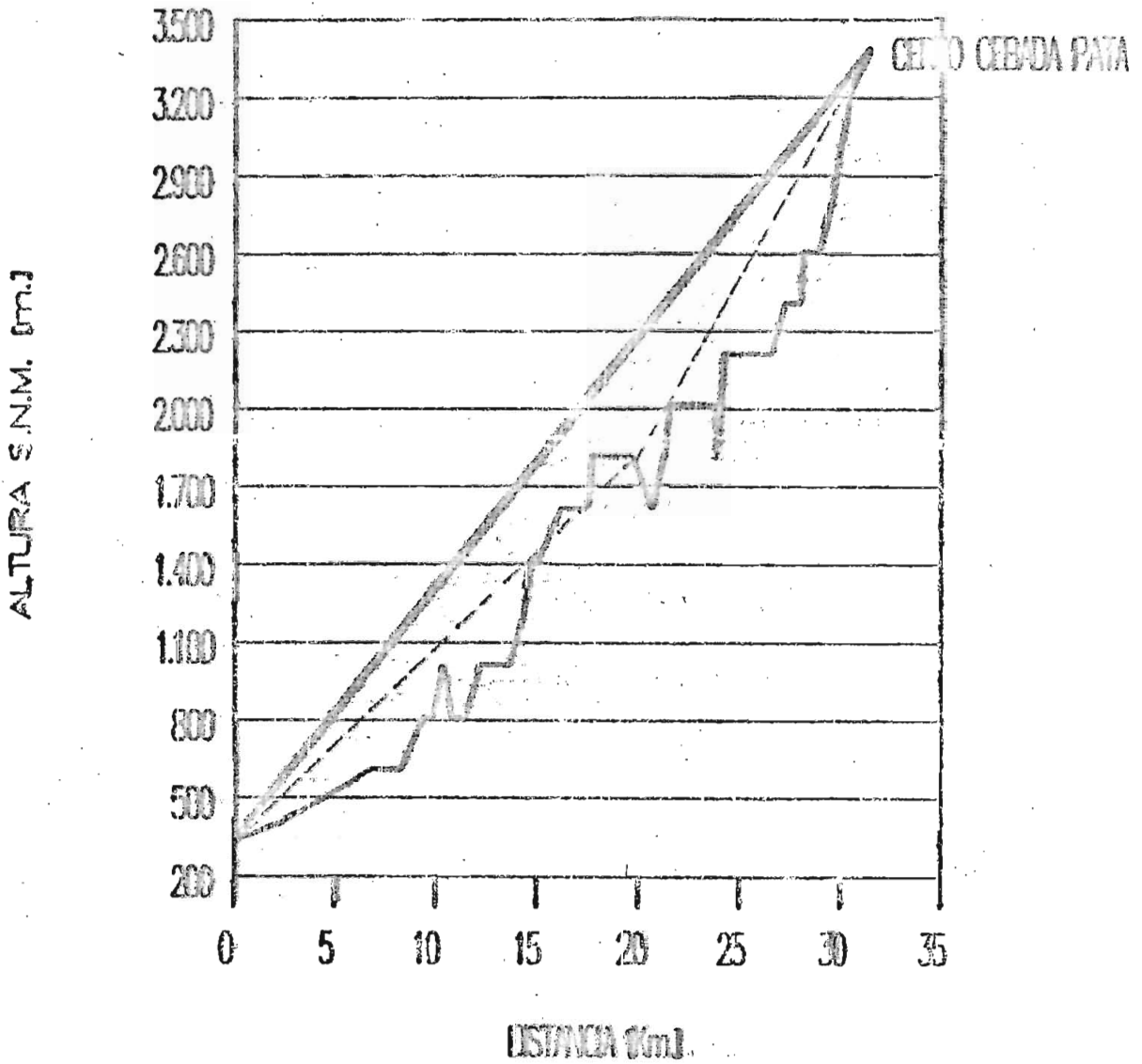


FIGURA 5.18. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE MORASPUNDO - CERRO CEBADA PATA.

RADIDENLACE MULALILLO - GUANGO

A MULALILLO

B GUANGO

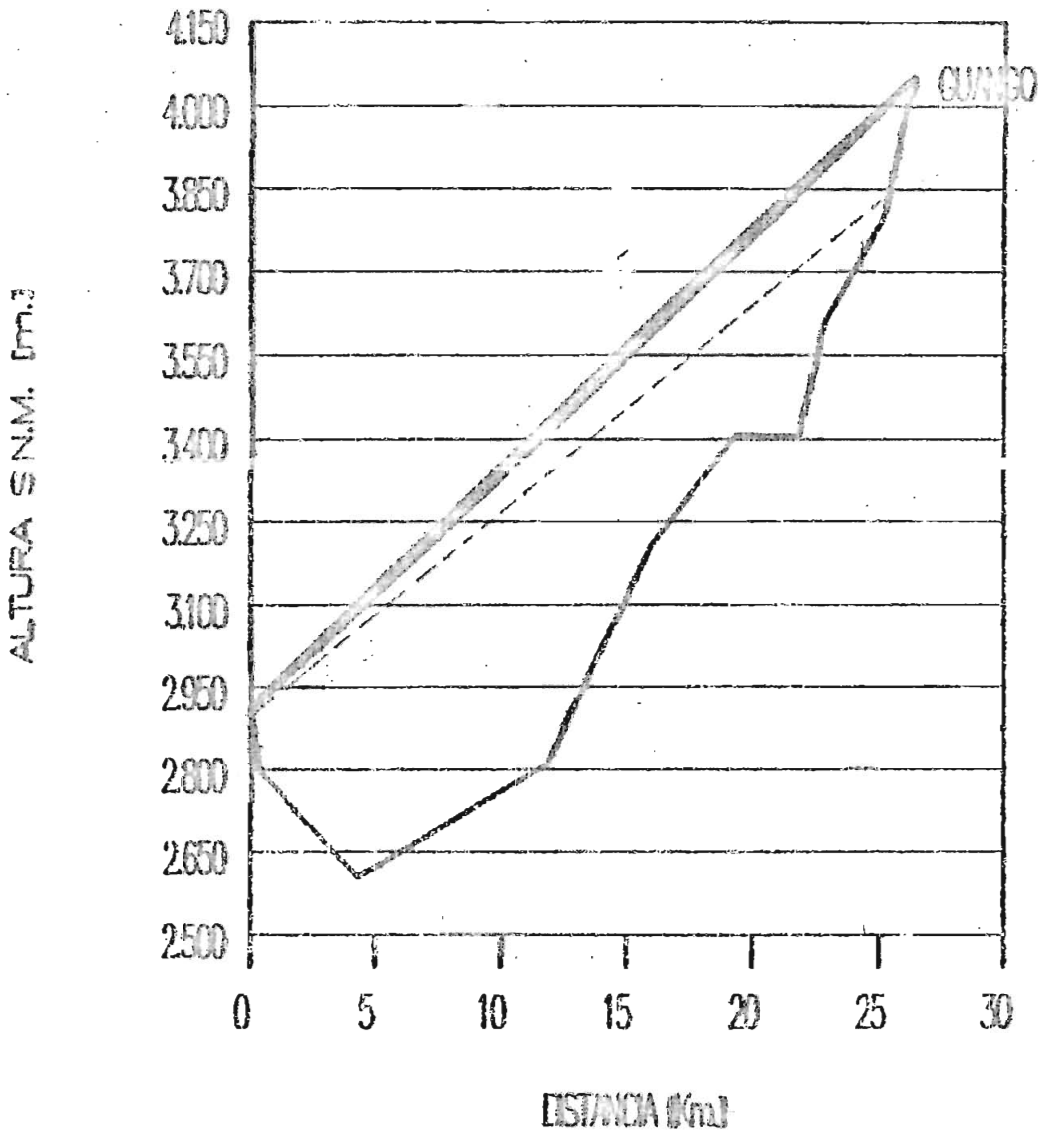


FIGURA 5.19. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIDENLACE MULALILLO - GUANGO.

RADIOENLACE (MULALO - GUANGO)

C: MULALO D: GUANGO

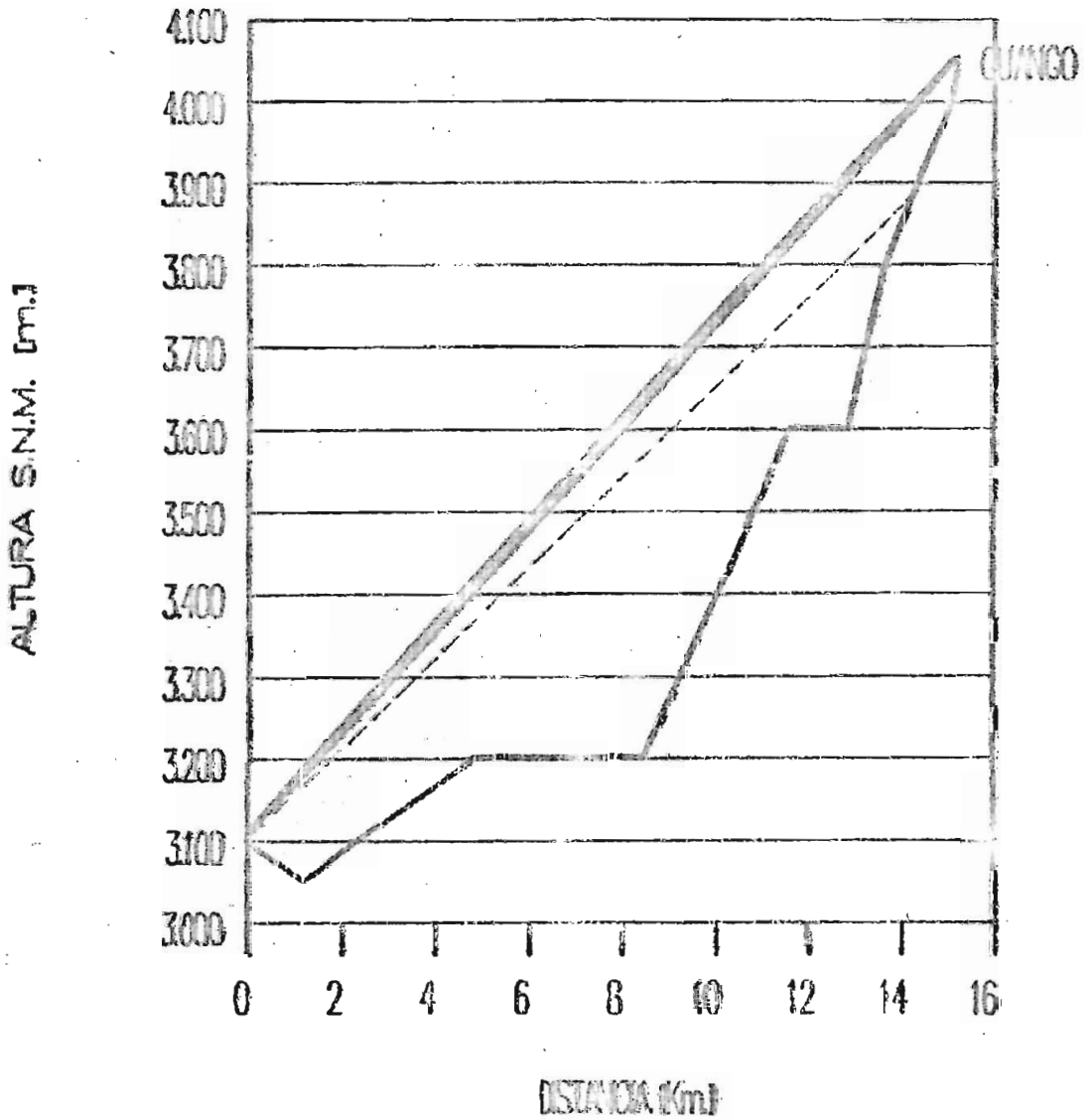


FIGURA 5.20. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE MULALO - GUANGO.

RADIENLAGE 11 DE NOVIEMBRE - GUANGO

A: 11 DE NOVIEMBRE B: GUANGO

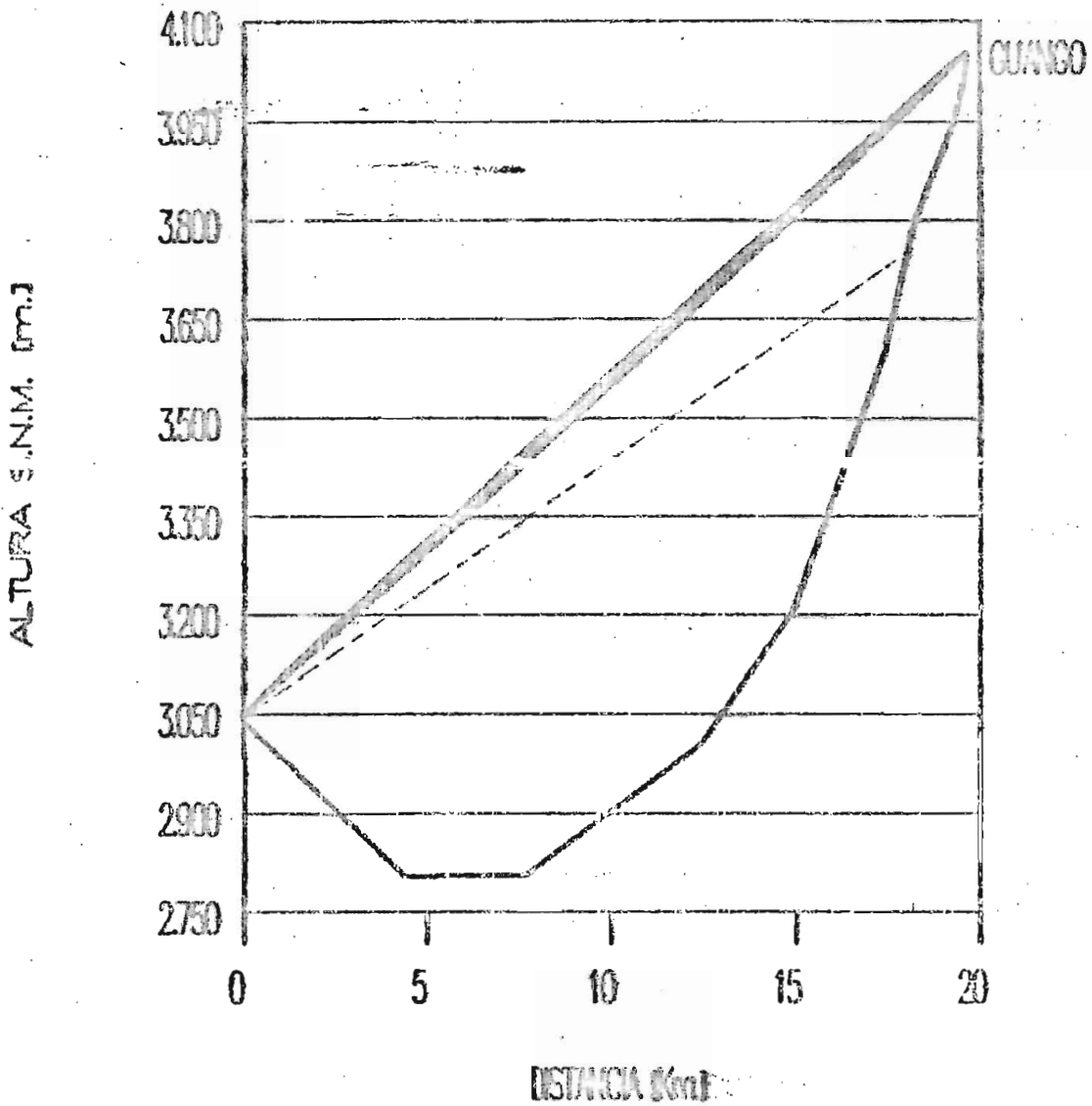


FIGURA 5.21. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIENLAGE ONCE DE NOVIEMBRE - GUANGO.

RADIOENLACE PANZALED - GUANGO

A: PANZALED B: GUANGO

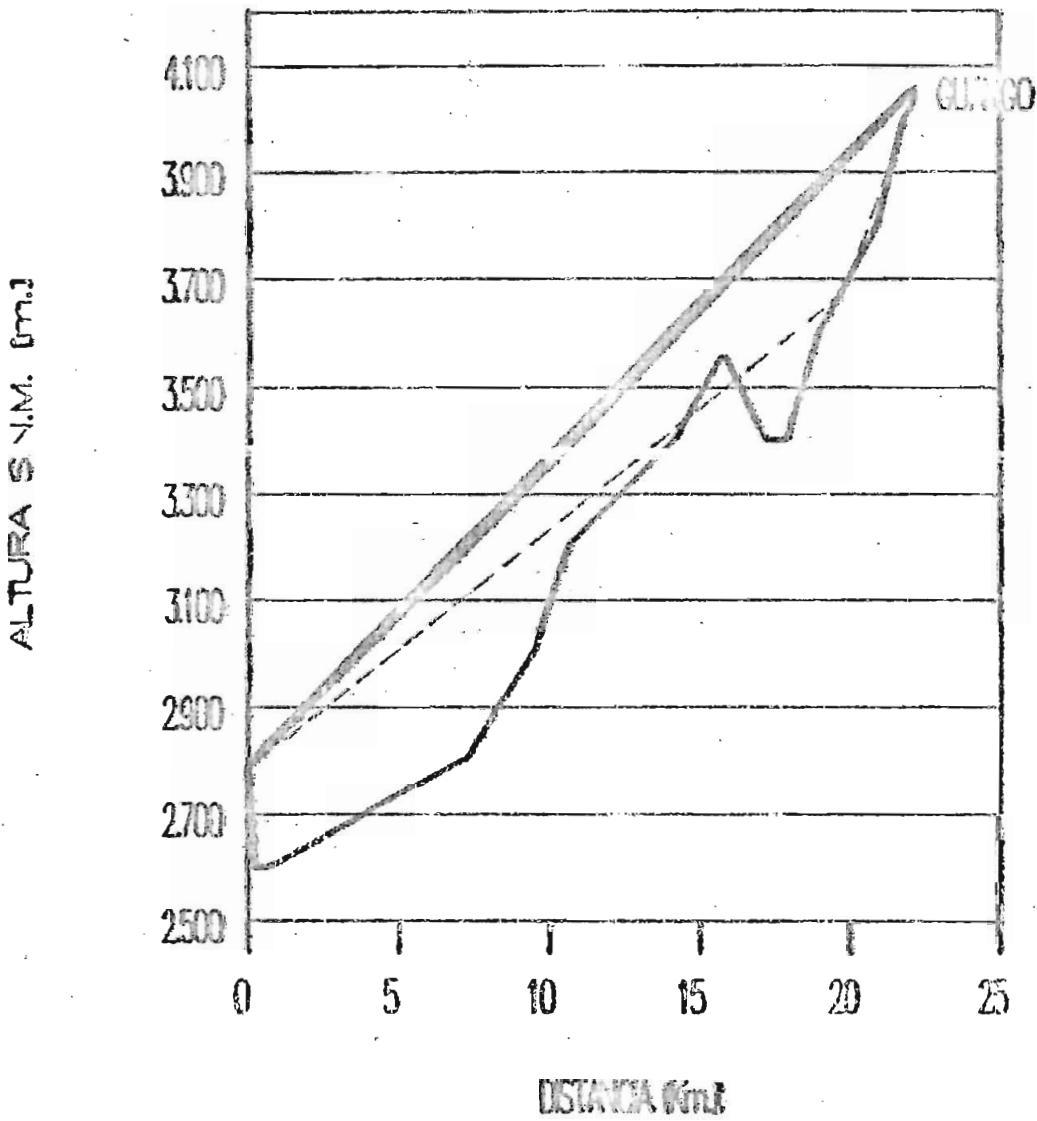


FIGURA 5.22. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE PANZALED - GUANGO.

RADIOENLACE S. J. PASTOCALLE - GUANGO

A S. J. PASTOCALLE B: GUANGO

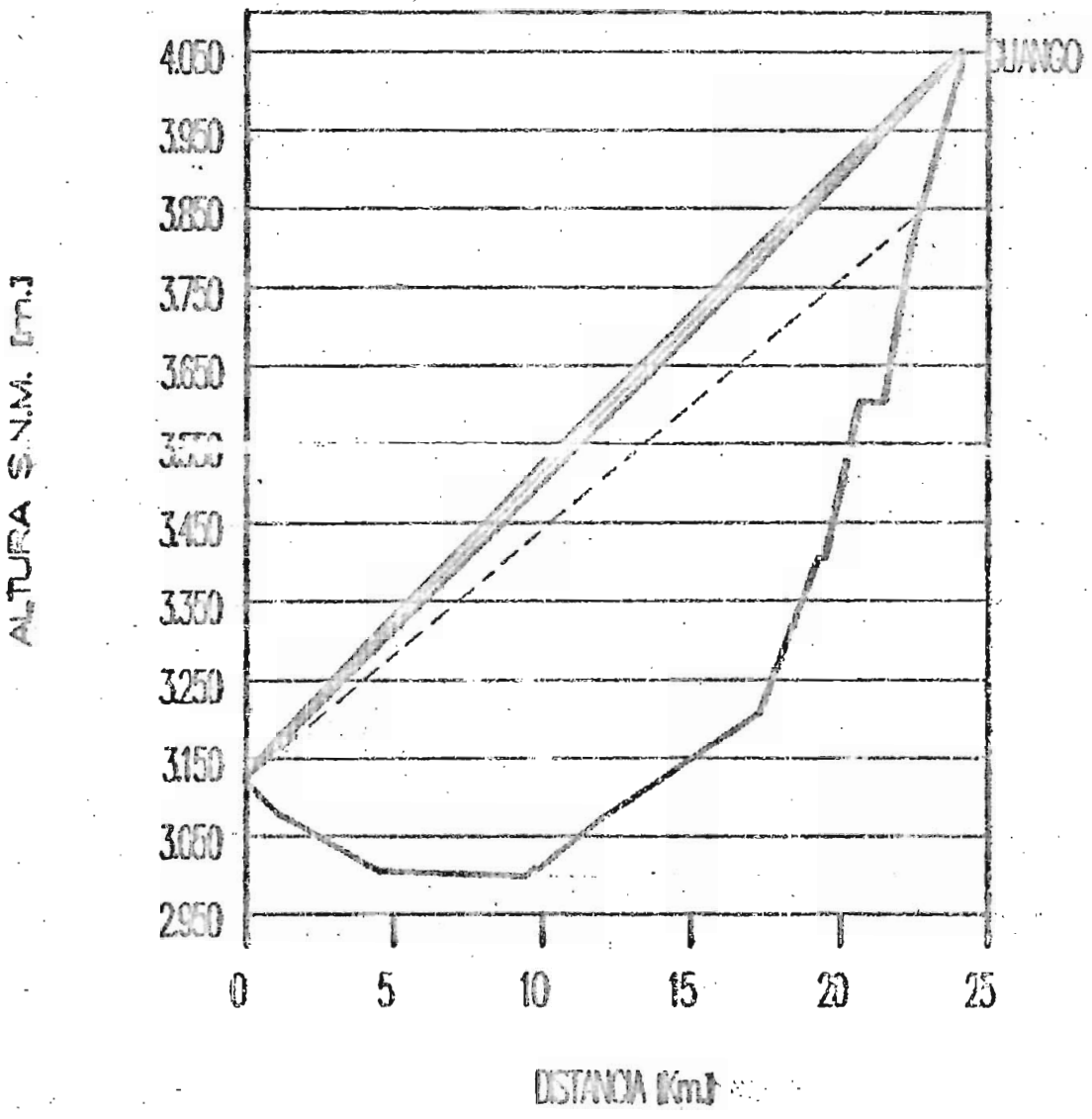


FIGURA 5.23. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE PASTOCALLE - GUANGO.

RADIOENLACE LOMA TULALLA - PILALO

⊕ LOMA TULALLA ⊕ PILALO

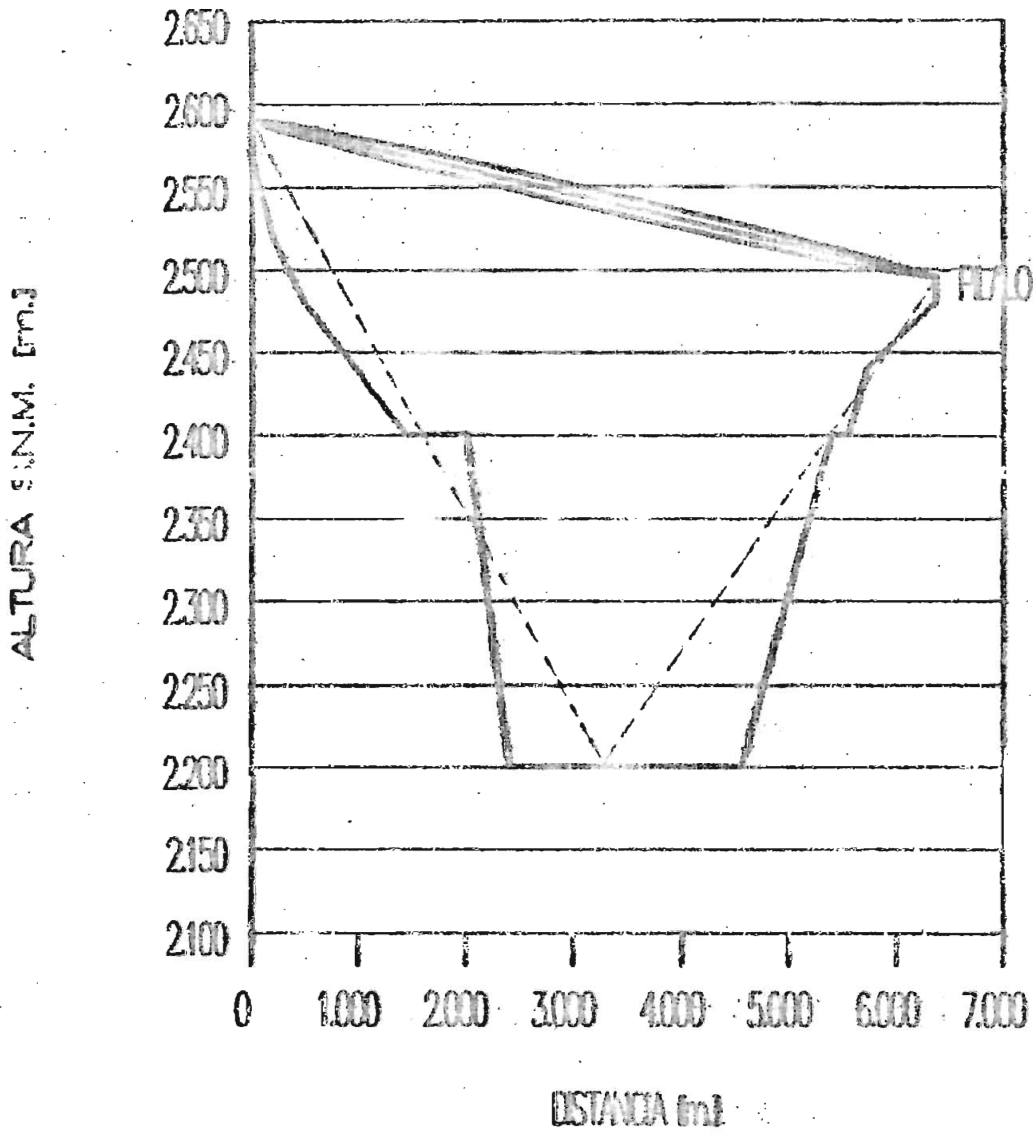


FIGURA 5.24. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE PILALO - LOMA TULALLA.

RADIDENLACE PINLLOPATA - C. CEBADA PATA

A: PINLLOPATA B: C. CEBADA PATA

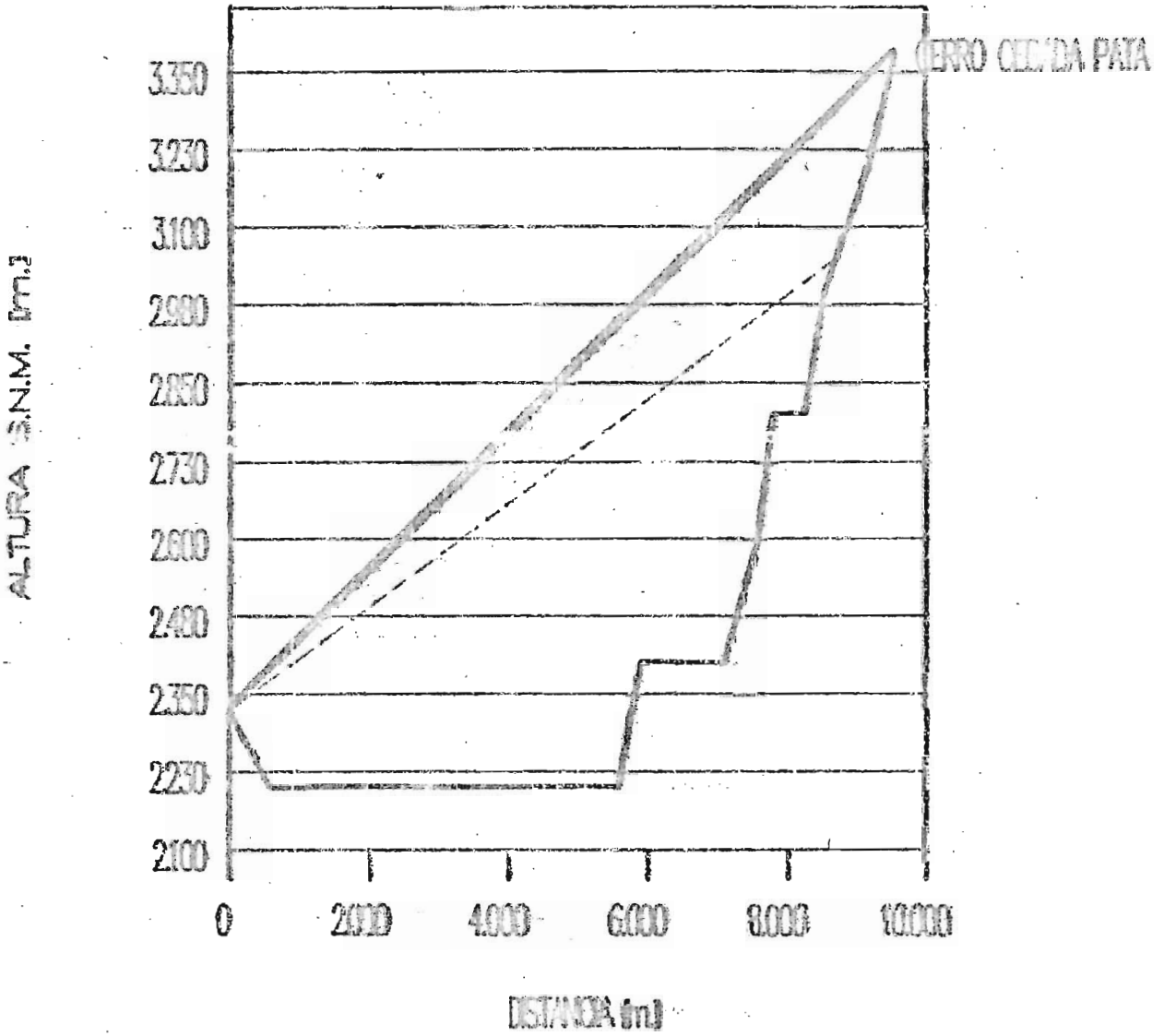


FIGURA 5.25. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIDENLACE PINLLOPATA - CERRO CEBADA PATA.

RADIOENLACE POALO - GUANGO

A: POALO B: GUANGO

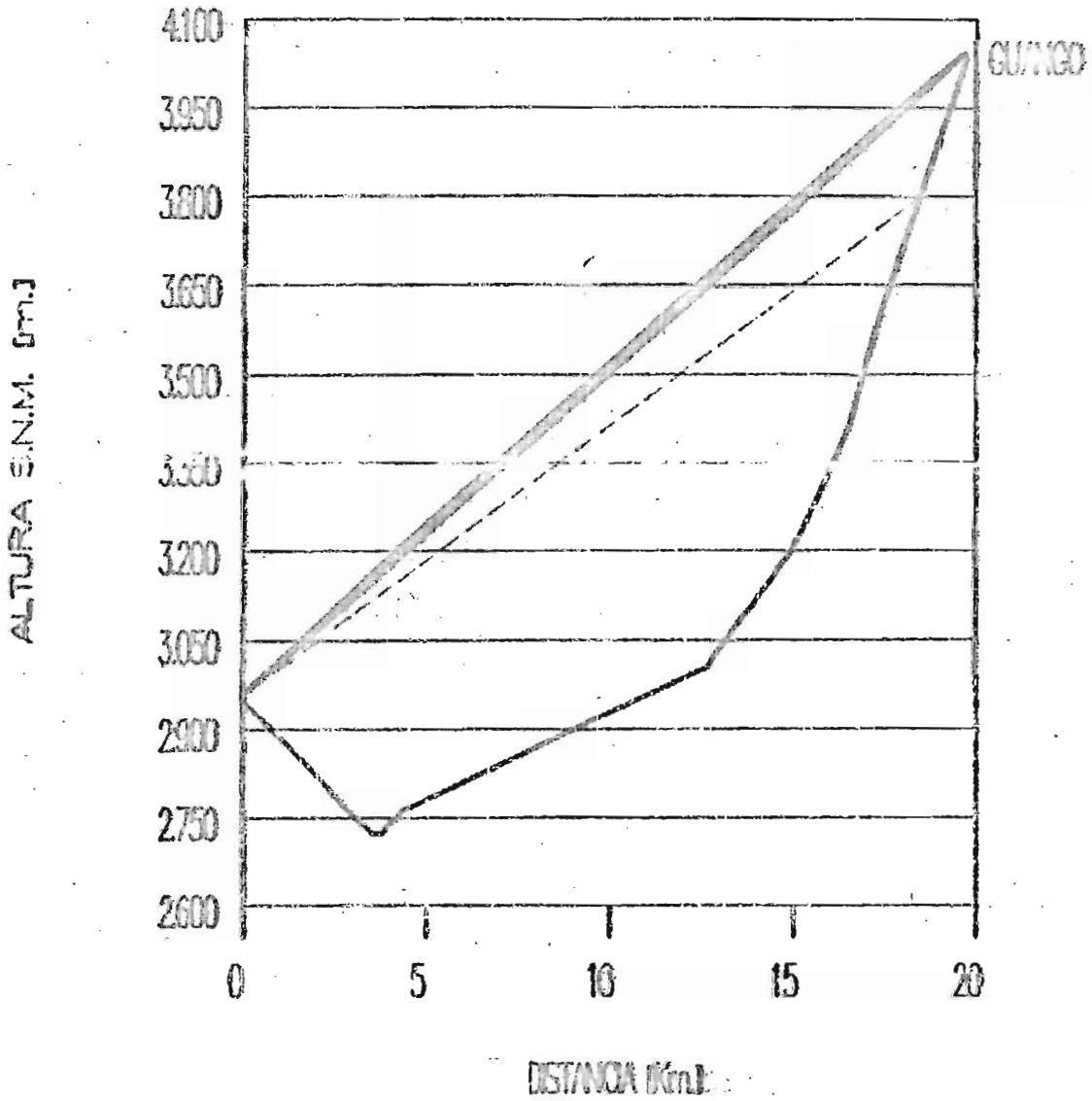


FIGURA 5.26. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE POALO - GUANGO.

RADIOENLACE FUJILI - GUANGO

A: FUJILI B: GUANGO

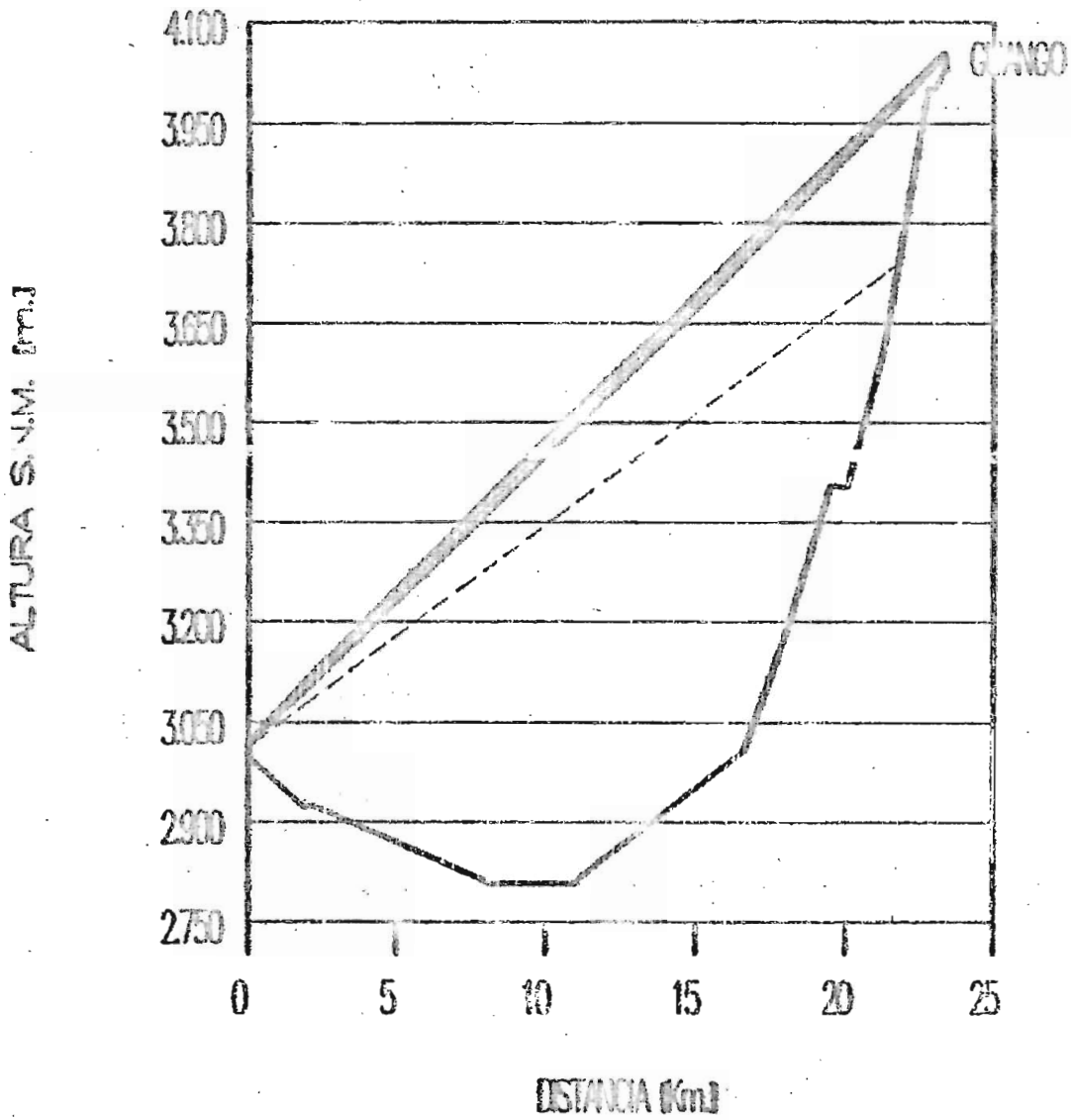


FIGURA 5.27. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE FUJILI - GUANGO.

RADIOENLACE SALCEDO - GUANGO

A: SALCEDO B: GUANGO

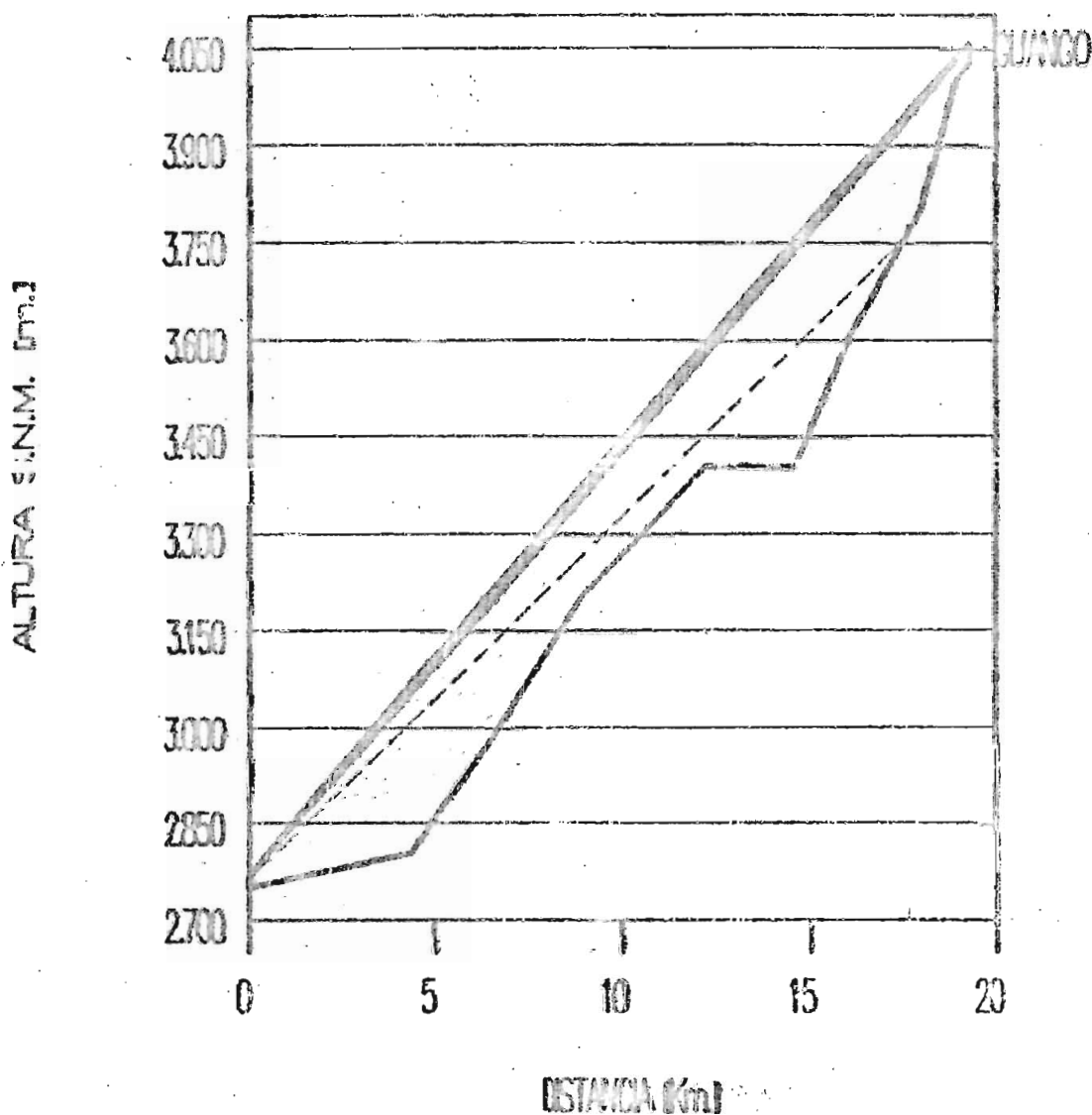


FIGURA 5.28. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE SALCEDO - GUANGO.

RADIOENLACE SAQUISILI - GUANGO

Ⓐ SAQUISILI

Ⓑ GUANGO

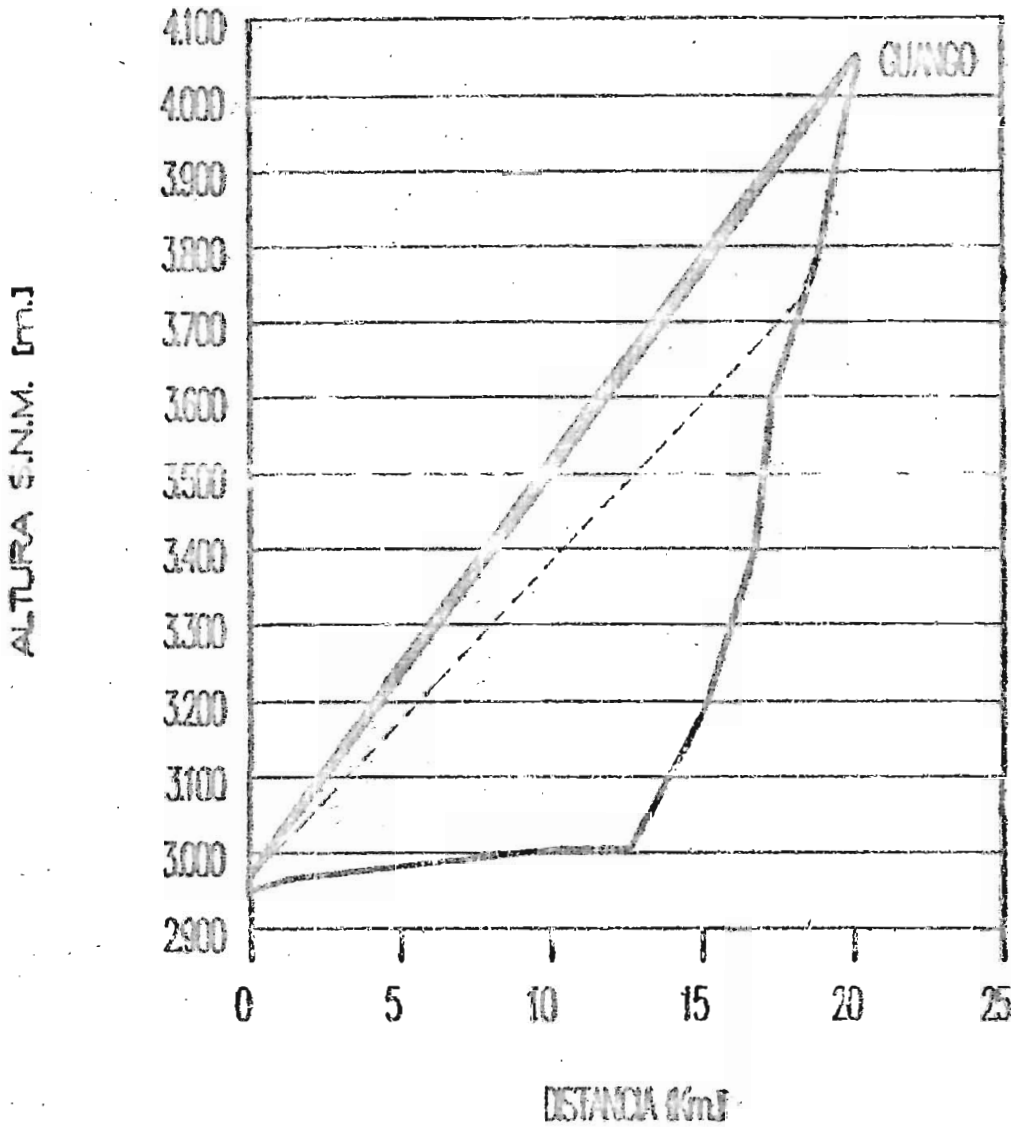


FIGURA 5.29. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE SAQUISILI - GUANGO.

RADIOENLACE LOJA SHIHUATA - SIGCHOS

(a) LOJA SHIHUATA (b) SIGCHOS

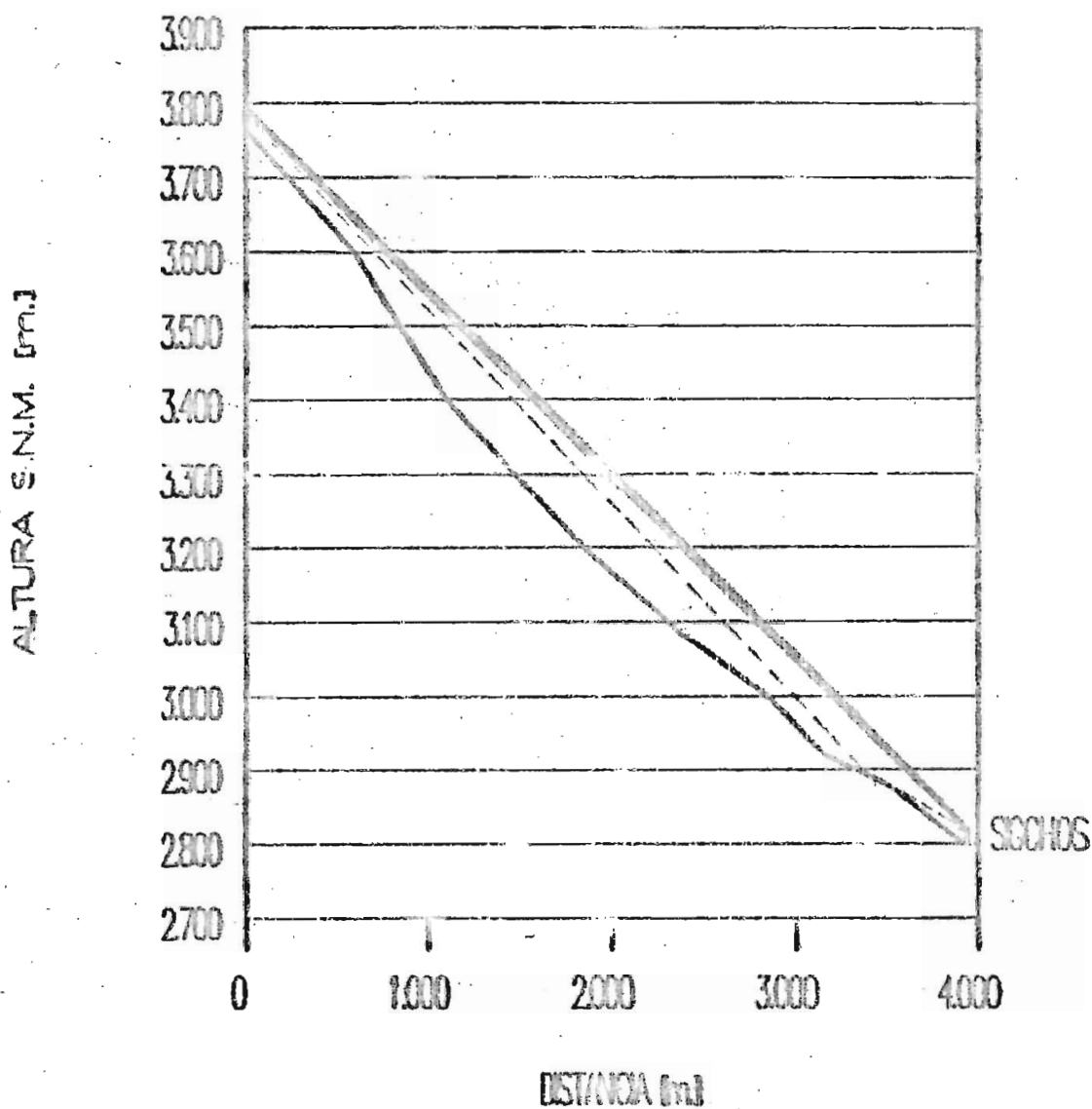


FIGURA 5.30. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE SIGCHOS - LOJA SHIHUATA.

RADIGENLACE TANICUCHI - GUANGO

A: TANICUCHI B: GUANGO

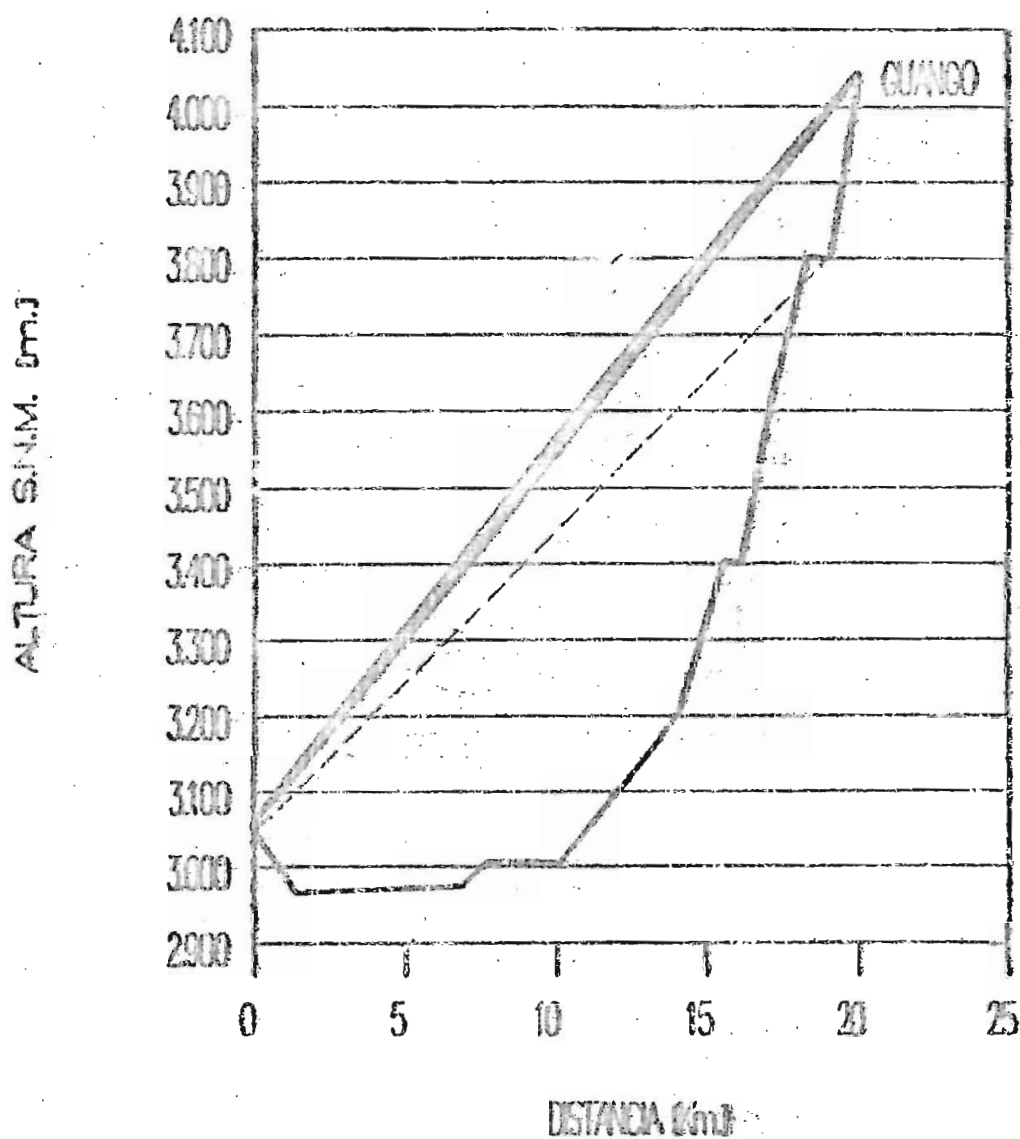


FIGURA 5.31. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIGENLACE TANICUCHI - GUANGO.

RADIOENLACE TOGACAZO - GUANGO

A: TOGACAZO B: GUANGO

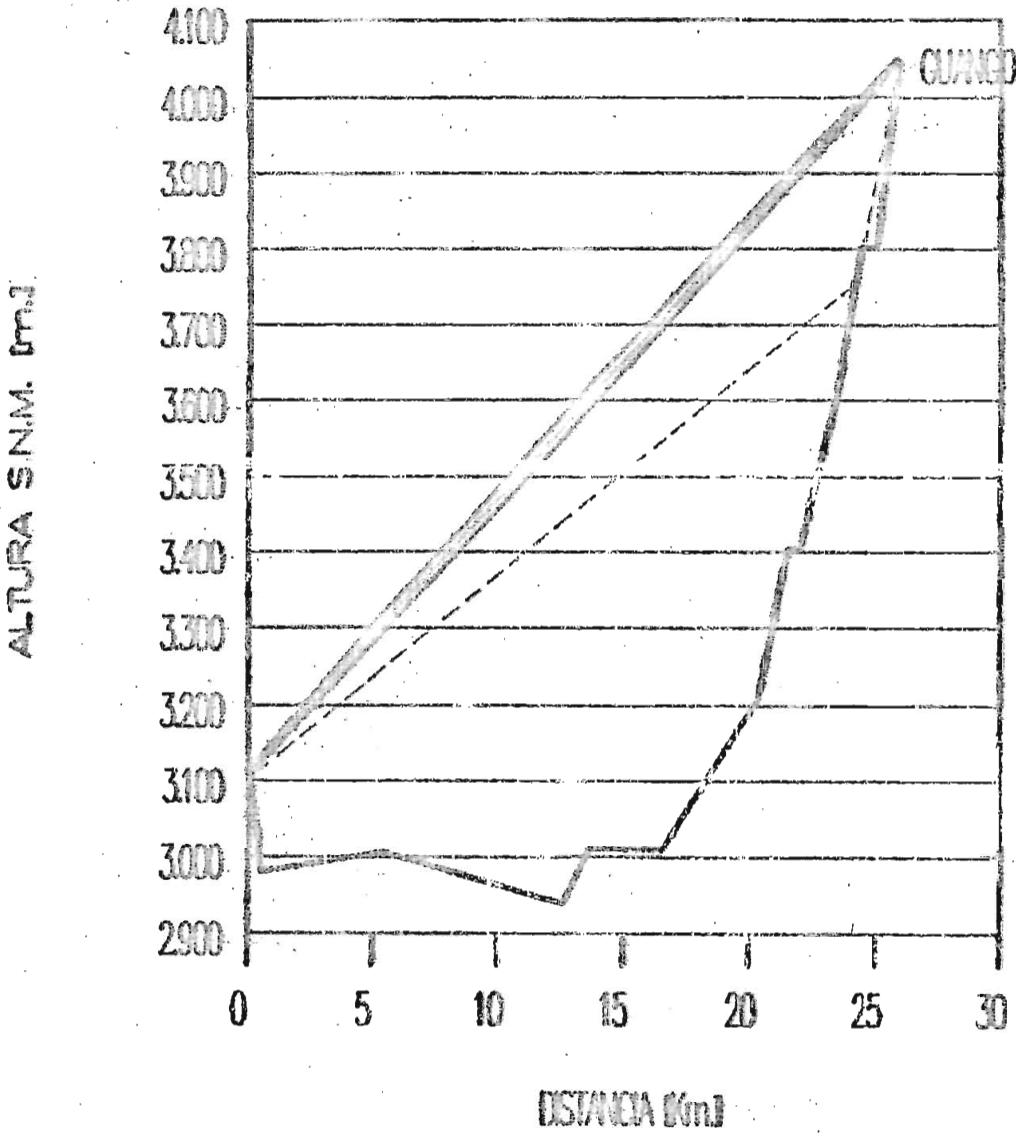


FIGURA 5.32. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE TOGACAZO - GUANGO.

RADIOENLACE CERRO LIMON - LOMA TULALLA

A: CERRO LIMON B: LOMA TULALLA

ALTURA S.N.M. (m.)

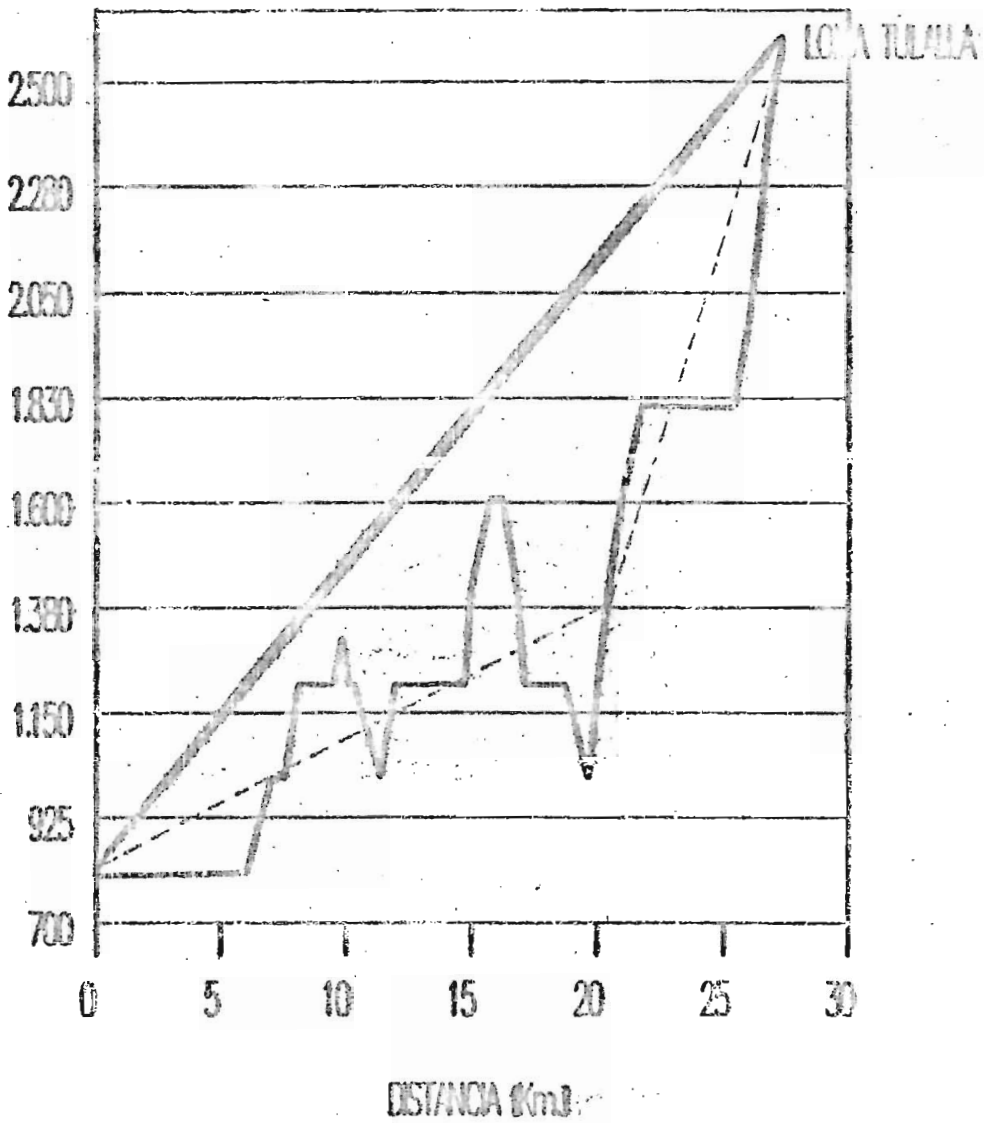


FIGURA 5.33. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE CERRO LIMON - LOMA TULALLA.

RADIOENLACE LOMA SHIHUATA - C. TIGLAN

A LOMA SHIHUATA B C. TIGLAN

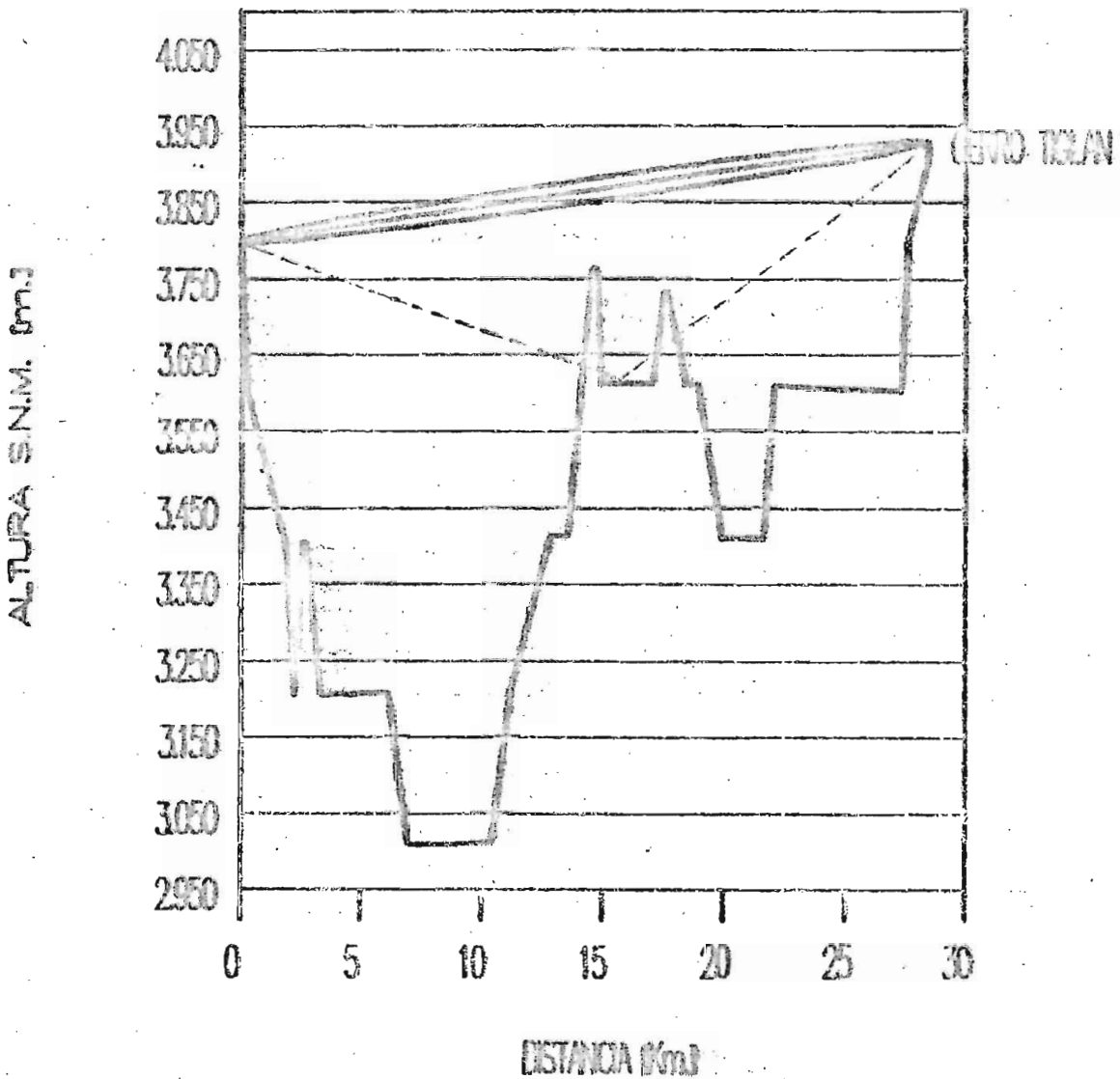


FIGURA 5.34. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE CERRO TIGLAN - LOMA SHIHUATA.

RADIOENLACE QUEVEDO - C. CEBADA PATA

A: QUEVEDO

B: C. CEBADA PATA

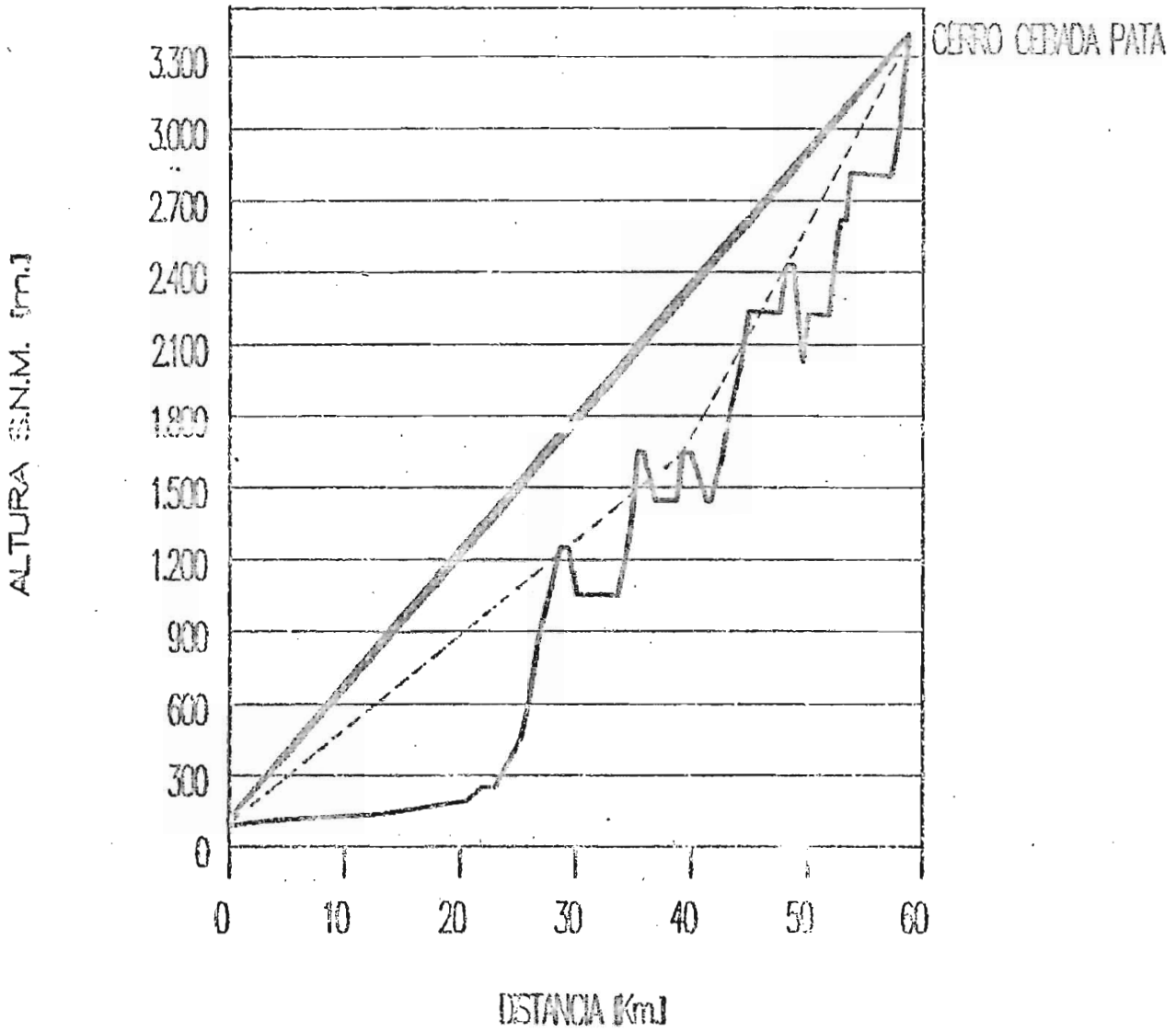


FIGURA 5.35. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE CERRO CEBADA PATA - QUEVEDO.

RADIDENLACE L. EL EDEN - C. CEBADA PATA

↳ LOMA EL EDEN ↳ C. CEBADA PATA

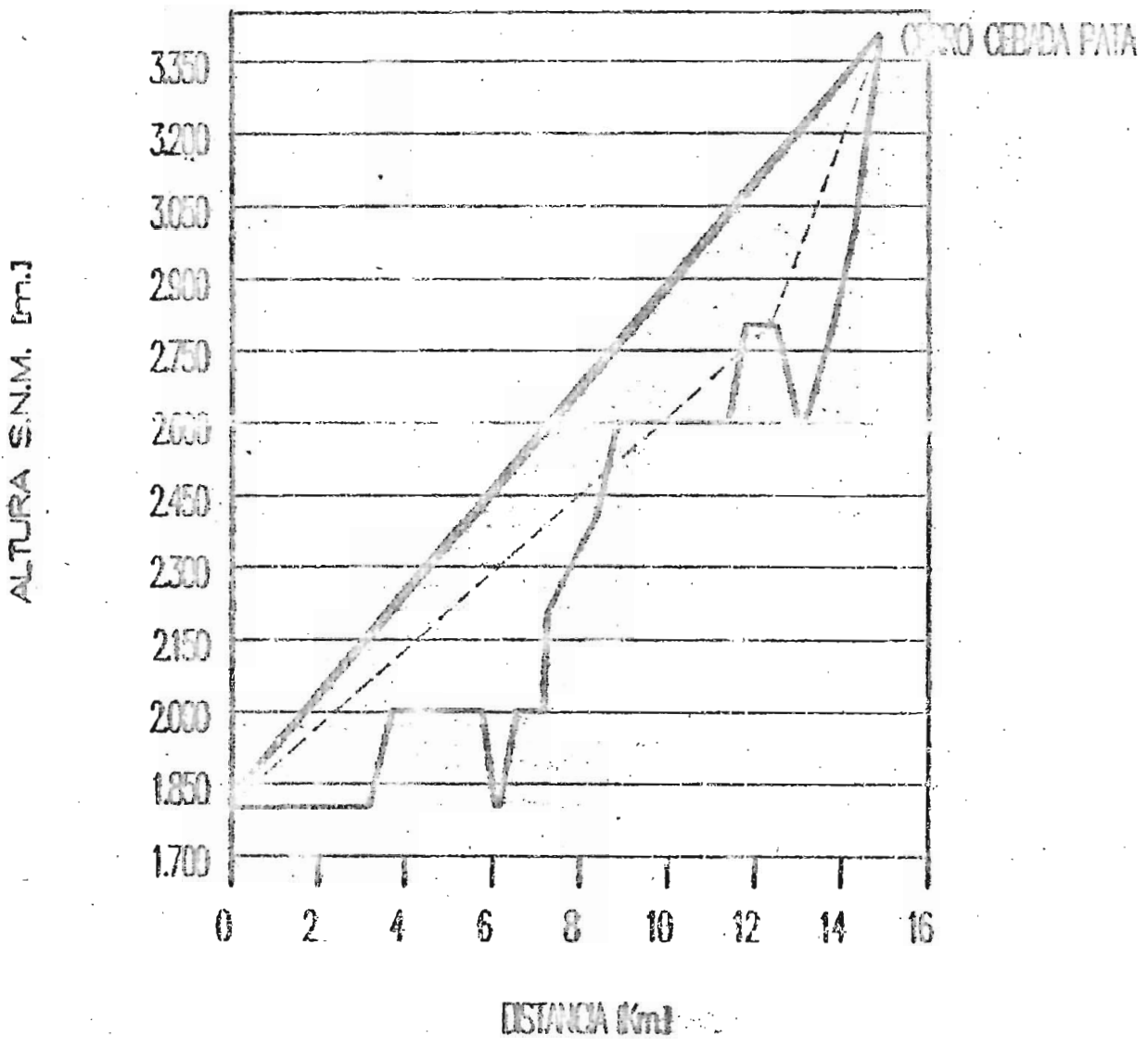


FIGURA 5.36. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIDENLACE LOMA EL EDEN - CERRO CEBADA PATA.

RADIOENLACE LOMA SHIHUATA - GUANGO

A: LOMA SHIHUATA B: GUANGO

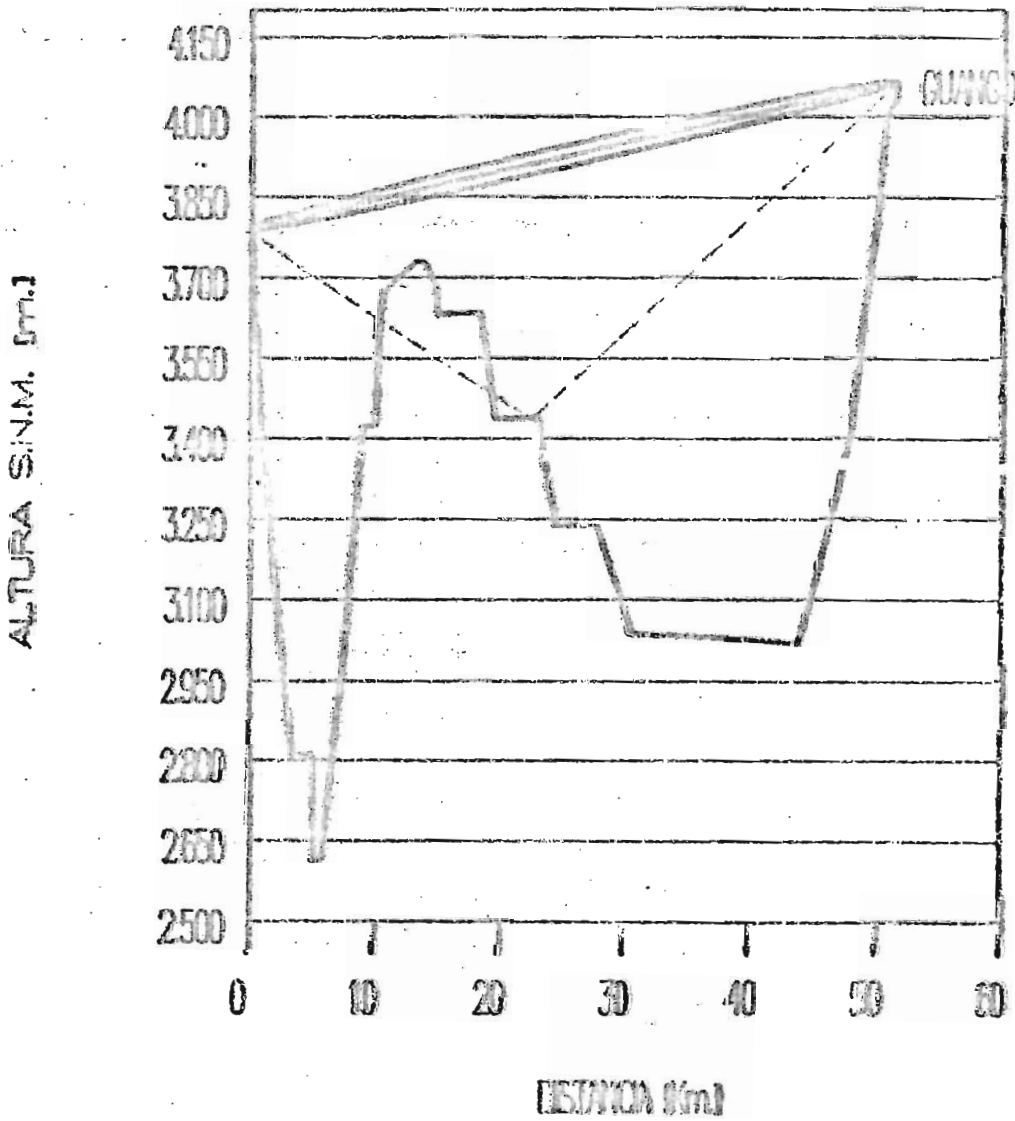


FIGURA 5.37. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE LOMA SHIHUATA - GUANGO.

RADIOENLACE QUEVEDO - LOMA TULALLA

A: QUEVEDO B: LOMA TULALLA

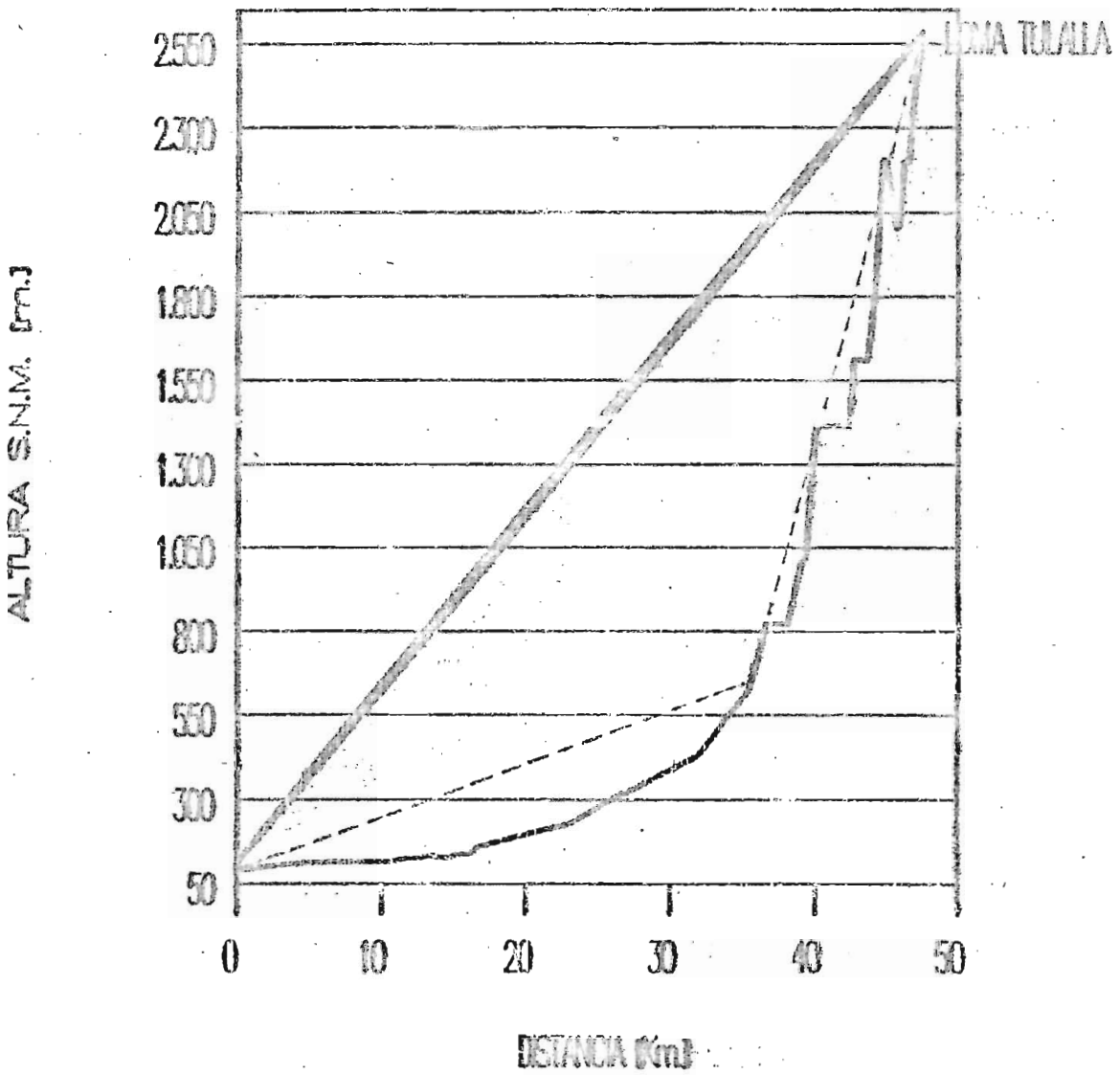


FIGURA 5.38. PERFIL TOPOGRAFICO DEL RADIOENLACE LOMA TULALLA - QUEVEDO.

A N E X O N º 6

CUADROS DE CALCULOS DE PROPAGACION

TABLA 6.1. CÁLCULO DE ATENUACIONES Y GANANCIA DE ANTENAS

ESTACION A	ESTACION B	DISTANCIA ENLACE d (km.)	FRECUENCIA f (GHz.)	F _{rx} (dBm.)	A _o (dB)	A _c (dB)	GANANCIA DE ANTENAS	
							G _{rx} (dB.)	G _{tx} (dB.)
Alaquez	Guango	11.411	13,00	22,00	135,83	2,40	34,00	32,00
Angamarca	C. Cebada Pata	1.789	15,00	15,00	120,97	2,40	34,00	29,00
A. Holguín	Guango	25.572	10,00	14,00	140,56	2,40	44,90	34,00
Canchayua	Guango	23.027	10,00	14,00	139,64	2,40	44,90	34,00
Chantilin	Guango	18.830	13,00	22,00	140,18	2,40	38,90	32,00
Chugchilán	Loma Shihuata	9.309	15,00	15,00	135,30	2,40	38,90	34,00
Cusubamba	Guango	29.864	10,00	14,00	141,90	2,40	44,90	34,00
El Corazón	C. Cebada Pata	15.446	13,00	22,00	138,46	2,40	38,90	32,00
El Tingo	Loma Tulalla	3.841	15,00	15,00	127,61	2,40	34,00	32,00
Guangaje	Loma Shihuata	18.435	13,00	22,00	139,99	2,40	38,90	32,00
Guasaganda	Loma Tulalla	19.782	13,00	22,00	140,60	2,40	38,90	32,00
Guaytacana	Guango	17.831	13,00	22,00	139,70	2,40	38,90	32,00
Isinlivi	Loma Shihuata	7.972	15,00	15,00	133,95	2,40	38,90	32,00
J. G. Bajo	Guango	13.621	13,00	22,00	137,36	2,40	34,00	34,00
La Maná	Loma Tulalla	19.590	13,00	22,00	140,52	2,40	38,90	32,00
La Victoria	Guango	22.395	10,00	14,00	139,40	2,40	44,90	32,00
Las Pampas	Loma Shihuata	28.779	10,00	14,00	141,58	2,40	44,90	34,00
Horaspunge	C. Cebada Pata	31.451	10,00	14,00	142,35	2,40	44,90	34,00
Mulalillo	Guango	26.428	10,00	14,00	140,84	2,40	44,90	34,00
Mulaló	Guango	15.187	13,00	22,00	138,31	2,40	34,00	34,00
Unce de Nevredre	Guango	19.640	13,00	22,00	140,54	2,40	38,90	32,00
Panzaleo	Guango	22.126	10,00	14,00	139,30	2,40	44,90	32,00
Pastocalle	Guango	24.098	10,00	14,00	140,04	2,40	44,90	34,00
Pilaló	Loma Tulalla	6.368	15,00	15,00	132,60	2,40	38,90	32,00
Pinllapatá	C. Cebada Pata	9.547	15,00	15,00	135,52	2,40	38,90	34,00
Pealó	Guango	19.730	13,00	22,00	140,56	2,40	38,90	32,00
Pujili	Guango	23.408	10,00	14,00	139,79	2,40	44,90	34,00
Salcedo	Guango	19.310	13,00	22,00	140,39	2,40	38,90	32,00
Saquisilí	Guango	20.159	10,00	14,00	138,49	2,40	44,90	32,00
Sigchos	Loma Shihuata	3.939	15,00	15,00	127,83	2,40	34,00	32,00
Tanicuchi	Guango	20.017	10,00	14,00	138,43	2,40	44,90	32,00
Toacazo	Guango	25.839	10,00	14,00	140,65	2,40	44,90	34,00
Cerro Linón	Loma Tulalla	27.322	10,00	14,00	141,13	2,40	44,90	34,00
Cerro Tiglán	Loma Shihuata	28.465	10,00	14,00	141,42	2,40	34,00	44,90
C. Cebada Pata	Quevedo	58.859	10,00	14,00	147,80	2,40	44,90	44,90
Loma El Edén	C. Cebada Pata	14.878	13,00	22,00	133,13	2,40	34,00	34,00
Loma Shihuata	Guango	51.356	10,00	14,00	145,61	2,40	44,90	44,90
Loma Tulalla	Quevedo	47.564	10,00	14,00	145,95	2,40	44,90	44,90

TABLA 6.2. CALCULO DE POTENCIA RECIBIDA, NIVEL DE UMBRAL Y MARGEN DE DESVANECIMIENTO

ESTACION A	ESTACION B	P _{rx} (dBm)	POTENCIA UMBRAL		Fp (dB.)	
			P _{tho} (dBm.)	P _{lms} (dBm.)	B E R	
					10 ⁻³	10 ⁻⁶
Alaquez	Guango	-50,23	-86,11	-82,41	35,83	32,18
Angamarca	C. Cebada Pata	-46,37	-86,11	-82,41	39,74	36,04
Á. Holguín	Guango	-50,06	-86,11	-82,41	36,05	32,35
Cancheagua	Guango	-49,14	-86,11	-82,41	36,97	33,27
Chantilín	Guango	-49,68	-86,11	-82,41	35,43	32,73
Chugchilán	Loma Shihuata	-49,80	-86,11	-82,41	36,51	32,61
Cusubamba	Guango	-51,40	-86,11	-82,41	34,71	31,61
El Corazón	C. Cebada Pata	-47,96	-86,11	-82,41	38,15	34,45
El Tingo	Loma Tulalla	-49,01	-86,11	-82,41	37,10	33,40
Guangaje	Loma Shitahua	-49,49	-86,11	-82,41	36,62	32,92
Guaseganda	Loma Tulalla	-50,10	-86,11	-82,41	36,01	32,31
Guaytacama	Guango	-49,20	-86,11	-82,41	36,91	33,21
Isintivi	Loma Shihuata	-50,45	-86,11	-82,41	35,66	31,96
J. G. Bajo	Guango	-49,76	-86,11	-82,41	36,35	32,65
La Maná	Loma Tulalla	-50,02	-86,11	-82,41	36,09	32,39
La Victoria	Guango	-50,90	-86,11	-82,41	35,21	31,51
Las Pampas	Loma Shihuata	-51,08	-86,11	-82,41	35,03	31,33
Horasungo	C. Cebada Pata	-51,05	-86,11	-82,41	34,26	30,56
Mulalillo	Guango	-50,34	-86,11	-82,41	35,77	32,07
Mulaló	Guango	-50,71	-86,11	-82,41	35,40	31,70
Once de Noviembre	Guango	-50,04	-86,11	-82,41	36,37	32,37
Pansaleo	Guango	-50,60	-86,11	-82,41	35,31	31,61
Pastocalle	Guango	-49,54	-86,11	-82,41	36,57	32,87
Pilaló	Loma Tulalla	-48,50	-86,11	-82,41	37,61	33,91
Pinllopata	C. Cebada Pata	-50,02	-86,11	-82,41	36,09	32,39
Poaló	Guango	-50,08	-86,11	-82,41	36,03	32,33
Pujili	Guango	-49,29	-86,11	-82,41	36,32	32,12
Salcedo	Guango	-49,89	-86,11	-82,41	36,22	32,52
Saquisilí	Guango	-49,99	-86,11	-82,41	36,12	32,42
Sigchos	Loma Shihuata	-49,23	-86,11	-82,41	36,08	32,18
Tanicuchi	Guango	-49,93	-86,11	-82,41	36,18	32,48
Toacazo	Guango	-50,15	-86,11	-82,41	35,96	32,26
Cerro Linón	Loma Tulalla	-50,63	-86,11	-82,41	35,48	31,78
Cerro Tigrán	Loma Shihuata	-50,99	-86,11	-82,41	35,12	31,42
C. Cebada Pata	Quevedo	-46,40	-86,11	-82,41	39,71	36,01
Loma El Edén	C. Cebada Pata	-50,53	-86,11	-82,41	35,58	31,88
Loma Shihuata	Guango	-45,21	-86,11	-82,41	40,90	37,20
Loma Tulalla	Quevedo	-44,55	-86,11	-82,41	41,56	37,86

TABLA 6.3. CALCULO DE LA PROBABILIDAD DE DESVANECIMIENTO POR CANINOS MULTIPLES

ESTACION A	ESTACION B	DESVANECIMIENTO POR CANINOS MULTIPLES			
		S (n.)	r	BER	BER
				10 ⁻³	10 ⁻⁶
Alaquez	Guango	335,24	2,11E-04	5,45E-06	1,28E-05
Angamarca	C. Cebada Pata	91,64	5,07E-06	5,39E-08	1,26E-07
A. Holguín	Guango	413,00	1,40E-03	3,46E-05	8,12E-05
Canchagua	Guango	355,93	1,23E-03	2,46E-05	5,81E-05
Chantilín	Guango	324,24	9,92E-04	2,26E-05	5,29E-05
Chugchilán	Loma Shihuata	128,04	4,63E-04	1,00E-05	2,54E-05
Cusubamba	Guango	321,09	3,06E-03	1,04E-04	2,45E-04
El Corazón	C. Cebada Pata	535,02	2,85E-04	4,37E-06	1,02E-05
El Tingo	Loma Tulalla	314,10	1,01E-05	1,97E-07	4,63E-07
Guangaje	Loma Shihuata	212,20	1,62E-03	3,52E-05	8,25E-05
Guasaganda	Loma Tulalla	501,70	6,52E-04	1,64E-05	3,84E-05
Guayfacaca	Guango	380,26	6,85E-04	1,40E-05	3,27E-05
Isinlivi	Loma Shihuata	272,23	1,09E-04	2,96E-06	6,95E-06
J. G. Bajo	Guango	355,77	3,32E-04	7,72E-06	1,81E-05
La Maná	Loma Tulalla	603,38	4,99E-04	1,23E-05	2,97E-05
La Victoria	Guango	415,35	9,31E-04	2,01E-05	6,53E-05
Las Pampas	Loma Shihuata	484,73	1,62E-03	5,08E-05	1,19E-04
Morasungo	C. Cebada Pata	697,00	1,31E-03	4,93E-05	1,16E-04
Mulalillo	Guango	427,41	1,47E-03	3,90E-05	9,15E-05
Mulaló	Guango	276,93	6,39E-04	1,84E-05	4,32E-05
Once de Noviembre	Guango	420,22	8,04E-04	1,93E-05	4,62E-05
Panzaleo	Guango	421,96	8,79E-04	2,59E-05	6,07E-05
Pastorcalle	Guango	328,09	1,58E-03	3,47E-05	8,13E-05
Pilaló	Loma Tulalla	113,98	1,72E-04	2,99E-06	7,01E-06
Pinllopata	C. Cebada Pata	311,41	1,57E-04	3,87E-06	9,07E-06
Poaló	Guango	455,46	7,34E-04	1,83E-05	4,23E-05
Pujilí	Guango	434,16	1,03E-03	2,08E-05	4,89E-05
Salcedo	Guango	333,40	1,03E-03	2,47E-05	5,78E-05
Saquisilí	Guango	348,22	8,54E-04	2,09E-05	4,89E-05
Sigchos	Loma Shihuata	251,60	1,46E-05	2,99E-07	7,01E-07
Tanicuchi	Guango	343,99	8,43E-04	2,05E-05	4,79E-05
Toucazo	Guango	354,66	1,76E-03	4,44E-05	1,04E-04
Cerro Lisón	Loma Tulalla	352,95	2,09E-03	5,91E-05	1,38E-04
Cerro Tiplán	Loma Shihuata	229,44	4,13E-03	1,27E-04	2,97E-04
C. Cebada Pata	Quevedo	955,31	5,72E-03	6,11E-05	1,43E-04
Loma El Edén	C. Cebada Pata	433,52	3,35E-04	9,28E-06	2,17E-05
Loma Shihuata	Guango	334,07	1,49E-02	1,21E-04	2,83E-04
Loma Tulalla	Quevedo	752,41	4,05E-03	2,82E-05	6,61E-05

TABLA 6.4. CALCULO DE LA ATENUACION POR FACTORES ATMOSFERICOS

ESTACION A	ESTACION B	ATENUACION POR LLUVIA			ATENUACION POR GASES ATMOSFERICOS (Ag)			
		τ_r (dB/Km)	De (Km.)	Ar (dB.)	τ_o (dB/Km)	τ_u (dB/Km)	τ_a (dB/Km)	Ag (dB.)
Alaquez	Guango	3,9581	7,5712	30,04	7,38E-03	1,18E-02	1,92E-02	0,22
Anganarca	C. Cebada Pata	5,7006	1,6572	9,45	7,75E-03	1,81E-02	2,59E-02	0,05
A. Holguín	Guango	2,8039	11,9689	33,56	7,01E-03	6,19E-03	1,32E-02	0,34
Canchagua	Guango	2,8039	11,3802	31,91	7,01E-03	6,19E-03	1,32E-02	0,30
Chantilín	Guango	3,9581	10,2510	40,69	7,38E-03	1,18E-02	1,92E-02	0,36
Chugchilán	Loma Shihuata	5,7006	6,5847	37,54	7,75E-03	1,81E-02	2,59E-02	0,24
Cusubamba	Guango	2,8039	12,8321	35,98	7,01E-03	6,19E-03	1,32E-02	0,33
El Corazón	C. Cebada Pata	2,8039	9,1587	25,69	7,38E-03	1,18E-02	1,92E-02	0,30
El Tingo	Loma Tulalla	5,7006	3,2809	18,70	7,75E-03	1,81E-02	2,59E-02	0,10
Guengaje	Loma Shitahua	3,9581	10,1328	40,21	7,38E-03	1,18E-02	1,92E-02	0,35
Guasaganda	Loma Tulalla	3,9581	10,5263	41,77	7,38E-03	1,18E-02	1,92E-02	0,38
Guaytacama	Guango	3,9581	9,9476	39,47	7,38E-03	1,18E-02	1,92E-02	0,34
Isinivi	Loma Shihuata	5,7006	5,8864	33,56	7,75E-03	1,81E-02	2,59E-02	0,21
J. G. Bajo	Guango	3,9581	8,4846	33,67	7,38E-03	1,18E-02	1,92E-02	0,26
La Nandá	Loma Tulalla	3,9581	10,4722	41,55	7,38E-03	1,18E-02	1,92E-02	0,33
La Victoria	Guango	2,8039	11,2237	31,47	7,01E-03	6,19E-03	1,32E-02	0,20
Las Pampas	Loma Shihuata	2,8039	12,6275	35,41	7,01E-03	6,19E-03	1,32E-02	0,38
Morasungo	C. Cebada Pata	2,8039	13,1165	36,78	7,01E-03	6,19E-03	1,32E-02	0,41
Mulalillo	Guango	2,8039	12,1532	34,02	7,01E-03	6,19E-03	1,32E-02	0,35
Mulaló	Guango	3,9581	9,0670	33,56	7,38E-03	1,18E-02	1,92E-02	0,22
Once de Noviembre	Guango	3,9581	10,4865	41,61	7,38E-03	1,18E-02	1,92E-02	0,38
Panzaleo	Guango	2,8039	11,1557	31,28	7,01E-03	6,19E-03	1,32E-02	0,29
Pastocalle	Guango	2,8039	11,6358	32,63	7,01E-03	6,19E-03	1,32E-02	0,32
Pilaló	Loma Tulalla	5,7006	4,9633	28,29	7,75E-03	1,81E-02	2,59E-02	0,16
Pinllopata	C. Cebada Pata	2,8039	6,7029	18,79	7,75E-03	1,81E-02	2,59E-02	0,25
Posaló	Guango	3,9581	10,5121	41,71	7,38E-03	1,18E-02	1,92E-02	0,38
Pujilí	Guango	2,8039	11,4725	32,17	7,01E-03	6,19E-03	1,32E-02	0,31
Salcedo	Guango	3,9581	10,3917	41,23	7,38E-03	1,18E-02	1,92E-02	0,37
Saquisilí	Guango	2,8039	10,6326	29,81	7,01E-03	6,19E-03	1,32E-02	0,27
Sigchos	Loma Shihuata	5,7006	3,3522	19,11	7,75E-03	1,81E-02	2,59E-02	0,10
Tanicuchi	Guango	2,8039	10,5930	29,70	7,01E-03	6,19E-03	1,32E-02	0,26
Toacezo	Guango	2,8039	12,0271	33,72	7,01E-03	6,19E-03	1,32E-02	0,34
Cerro Limón	Loma Tulalla	2,8039	12,3388	34,60	7,00E-03	6,18E-03	1,31E-02	0,36
Cerro Tigrán	Loma Shihuata	2,8039	12,5667	35,24	7,00E-03	6,18E-03	1,31E-02	0,37
C. Cebada Pata	Quevedo	2,8039	16,2776	45,64	7,00E-03	6,18E-03	1,31E-02	0,77
Loma El Edén	C. Cebada Pata	3,9581	8,9559	35,54	7,38E-03	1,18E-02	1,91E-02	0,28
Loma Shihuata	Guango	2,8039	15,6454	43,87	7,00E-03	6,18E-03	1,31E-02	0,67
Loma Tulalla	Quevedo	2,8039	15,2745	42,83	7,00E-03	6,18E-03	1,31E-02	0,62

TABLA 6.5. CALCULO DE LA PROBABILIDAD DE DESVANECIMIENTO POR FACTORES ATMOSFERICOS

ESTACION A	ESTACION B	Pa (dB.)	
		BER	BER
		10^{-3}	10^{-6}
Alaquez	Guango	6,24E-03	8,43E-03
Angamarca	C. Cebada Pata	5,71E-05	9,54E-05
A. Holguin	Guango	8,42E-03	1,13E-02
Canchaque	Guango	6,84E-03	9,13E-03
Chantilín	Guango	1,36E-02	1,79E-02
Chugchillo	Loma Shihuata	1,11E-02	1,46E-02
Cusubamba	Guango	1,13E-02	1,51E-02
El Corazón	C. Cebada Pata	3,35E-03	4,53E-03
El Tingo	Loma Tulalla	1,32E-03	1,66E-03
Guangaje	Loma Shihuata	1,30E-02	1,71E-02
Guaseganda	Loma Tulalla	1,50E-02	1,90E-02
Guaytacana	Guango	1,22E-02	1,60E-02
Isinlivi	Loma Shihuata	8,59E-03	1,15E-02
J. G. Bajo	Guango	8,26E-03	1,10E-02
La Maná	Loma Tulalla	1,47E-02	1,94E-02
La Victoria	Guango	7,53E-03	1,02E-02
Las Pampas	Loma Shihuata	1,05E-02	1,41E-02
Maraspungo	C. Cebada Pata	1,24E-02	1,66E-02
Mulavillo	Guango	5,90E-03	7,80E-03
Mulaló	Guango	1,06E-02	1,42E-02
Once de Noviembre	Guango	1,46E-02	1,95E-02
Panzaleo	Guango	7,34E-03	9,92E-03
Pastocalle	Guango	7,49E-03	1,00E-02
Pilaló	Loma Tulalla	4,58E-03	6,16E-03
Pinllopata	C. Cebada Pata	1,50E-03	2,13E-03
Postaló	Guango	1,50E-02	1,97E-02
Pujilí	Guango	7,07E-03	9,44E-03
Salcedo	Guango	1,43E-02	1,89E-02
Saquisilí	Guango	6,02E-03	8,13E-03
Sigchos	Loma Shihuata	1,44E-03	2,03E-03
Tanicuchi	Guango	5,93E-03	8,00E-03
Toacazo	Guango	8,60E-03	1,15E-02
Cerro Linón	Loma Tulalla	9,56E-03	1,28E-02
Cerro Tiquán	Loma Shihuata	1,03E-02	1,38E-02
C. Cebada Pata	Quevedo	1,50E-02	1,92E-02
Loma El Edén	C. Cebada Pata	1,01E-02	1,35E-02
Loma Shihuata	Guango	1,25E-02	1,59E-02
Loma Tulalla	Quevedo	1,12E-02	1,45E-02

A N E X O N O 7

PARAMETROS PARA LA DETERMINACION DEL DESVANECIMIENTO
POR CAMINOS MULTIPLES

TABLE 1 - Empirical values of parameters for equation (3)

Proposed for	Japan (°)	N.W. Europe	United Kingdom	United States	USSR	Northern Europe (°)
Reference	[Morita, 1970]		[Doble, 1979]	[Barnett, 1972; Vignats, 1975]	[Madenenko, 1980]	[Laine, 1979; Blomquist <i>et al.</i> , 1980; Dunselson, 1983; Tancm, 1985]
B	1.2	1.0	0.8	1.0	1.5	1.0
C	3.5	3.5	3.5	3.0	2.0	3.0
K-Q for maritime temperate, Mediterranean, coastal or high-humidity-and-temperature climatic regions				$\frac{4.1 \times 10^{-5}}{S_1^{1.3}}$	2×10^{-5}	
K-Q for maritime sub-tropical climatic regions				$\frac{3.1 \times 10^{-5}}{S_1^{1.3}}$		
K-Q for continental temperate climates or mid-latitude inland climatic regions with average rolling terrain	10^{-9}	1.4×10^{-8}	$\frac{8.1 \times 10^{-7}}{S_2^{1.4}} - 10$ $\frac{4.0 \times 10^{-6}}{S_2^1}$	$\frac{2.1 \times 10^{-5}}{S_1^{1.3}}$	4.1×10^{-6}	$\frac{2.3 \times 10^{-5}}{S_1^{1.3}}$
K-Q for temperate climates, coastal regions with fairly flat terrain	$\frac{9.9 \times 10^{-9}}{\sqrt{h_1 + h_2}}$				2.3×10^{-5} to 4.9×10^{-6}	$\frac{6.5 \times 10^{-5}}{S_1^{1.3}}$
K-Q for high dry mountainous climatic regions	3.9×10^{-10}			$\frac{10^{-5}}{S_1^{1.3}}$		10^{-5}
K-Q for temperate climates, inland regions with fairly flat terrain					7.6×10^{-6} to 2×10^{-6}	$\frac{3.3 \times 10^{-5}}{S_1^{1.3}}$
Accuracy of equation (2) with coefficients indicated		$\bar{\epsilon} = -2.9$ dB $\sigma = 6.6$ dB 47 links in UK/France, 7.5-95 km, 2-37 GHz	$\bar{\epsilon} = 1.3$ dB $\sigma = 5.0$ dB 28 links, 7.5-55 km, 2-37 GHz		$\bar{\epsilon} = -0.04$ dB $\sigma = 2.0$ dB 26 links, 36-75 km, 3.7-8 GHz	

1) The Japanese data apply for the worst season.

2) The coefficients are based on data from Finland and Sweden for non-mountainous regions, and data from Norway for mountainous regions.

Note. - h_1 and h_2 are antenna heights in metres.

S_1 is the terrain roughness measured in metres by the standard deviation of terrain elevations at 1 km intervals

S_2 is defined as the r.m.s. value of the slopes (measured between points separated by 1 km along the path, but excluding the first and the last complete km interval)

($t < S_2 < 80$).

It is possible that some of these parameters may be distorted by the inclusion of data from paths which experience surface reflection problems and/or diffraction fading.

$\bar{\epsilon}$ is the mean value of the errors (predicted minus measured fade depths) (dB).

σ is the standard deviation of the errors (dB).

The height of the radio sites has to be excluded.

A N E X O N^o 8

PARAMETROS PARA LA DETERMINACION DEL DESVANECIMIENTO
POR HIDROMETEOROS

TABLE I - Rain climatic zones
 Rainfall intensity exceeded (mm/h) (Reference to Figs. 12 to 14)

Percentage of time (%)	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P
1.0	< 0.5	1	2	3	1	2	3	2	8	2	2	4	5	12
0.3	1	2	3	5	3	4	7	4	13	6	7	11	15	34
0.1	2	3	5	8	6	8	12	10	20	12	15	22	35	65
0.03	5	6	9	13	12	15	20	18	28	23	33	40	65	105
0.01	8	12	15	19	22	28	30	32	35	42	60	63	95	145
0.003	14	21	26	29	41	54	45	55	45	70	105	95	140	200
0.001	22	32	42	42	70	78	65	83	55	100	150	120	180	250

Rep. 721-2

TABLE I - Regression coefficients for estimating specific attenuations in equation (1) *

Frequency (GHz)	k_H	k_v	σ_H	σ_v
1	0.0000387	0.0000352	0.912	0.880
2	0.000154	0.000138	0.563	0.923
4	0.000650	0.000591	1.121	1.074
6	0.00175	0.00155	1.308	1.263
7	0.00301	0.00265	1.332	1.312
8	0.00454	0.00395	1.327	1.310
10	0.0101	0.00887	1.276	1.264
12	0.0188	0.0168	1.217	1.200
15	0.0367	0.0335	1.154	1.128
20	0.0751	0.0691	1.099	1.065
25	0.124	0.113	1.061	1.030
30	0.187	0.167	1.021	1.000
35	0.253	0.233	0.979	0.963
40	0.350	0.310	0.939	0.929
45	0.442	0.393	0.903	0.897
50	0.516	0.479	0.873	0.868
60	0.707	0.642	0.826	0.824
70	0.851	0.784	0.793	0.790
80	0.975	0.936	0.765	0.760
90	1.06	0.999	0.753	0.756
100	1.12	1.05	0.743	0.744
120	1.13	1.13	0.731	0.732
150	1.31	1.27	0.710	0.711
200	1.45	1.42	0.689	0.690
300	1.56	1.35	0.688	0.688
400	1.52	1.31	0.683	0.684

raindrop size distribution [Laws and Parsons, 1943].

terminal velocity of raindrops [Lima and Kinzel, 1949].

index of refraction of water at 20°C [Ray, 1972].

values of k_H , k_v , σ_H and σ_v for spherical drops [Pedi, 1979; Maggiori, 1981] based on regression for the range 1 to 70 mm/h

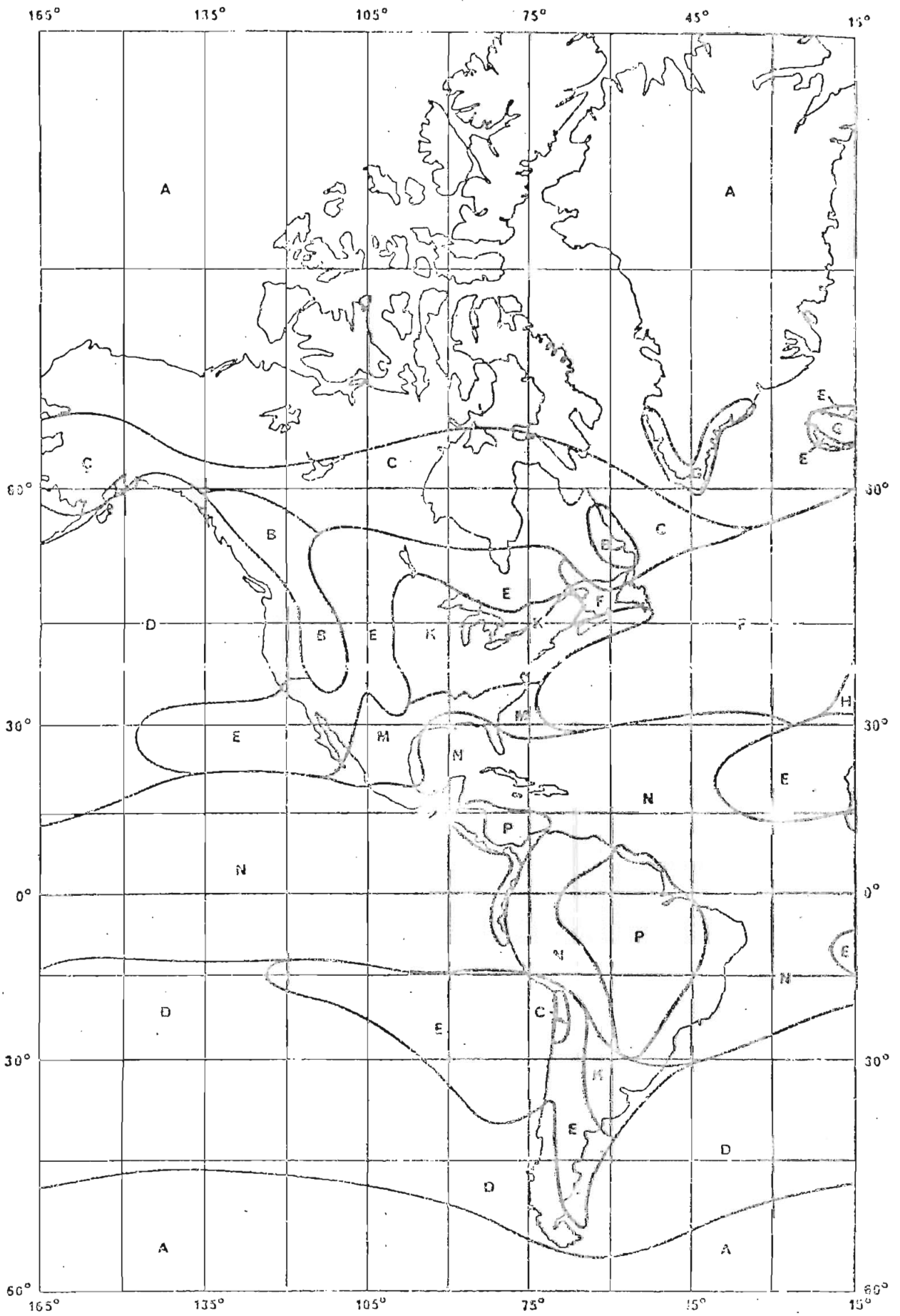


FIGURE 12

A N E X O N O 9

RESUMEN DE COSTOS DEL PROYECTO

CODIGOS DE LAS LOCALIDADES DEL PROYECTO

0	GUANGO	22	GUANGAJE
1	LOMA SHIHUATA	23	ISINLIVI
2	ALAUQUEZ	24	LAS PAMPAS
3	ANTONIO HOLGUIN	25	SIGCHOS
4	CANCHAGUA	26	CERRO TIGLAN
5	CHANTILIN	27	ZUMBABUA
6	CUSUBAMBA	28	QUEVEDO
7	GUAYTACAMA	29	LOMA TULALLA
8	JOSE GUANGO BAJO	30	CERRO CEBADA PATA
9	LA VICTORIA	31	CL TINGO
10	MULALILLO	32	GUASAGANDA
11	MULALO	33	PILALO
12	ONCE DE NOVIEMBRE	34	CERRO LIMON
13	PANZALED	35	LA MANA
14	PASTOCALLE	36	ANGAMARCA
15	POALO	37	MORASPUNGO
16	FUJILI	38	PINLLOPATA
17	SAQUISILI	39	LOMA EL EDEN
18	SALCEDO	40	EL CORAZON
19	TANICUCHI	41	RAMON CAMPARA
20	TOCAZO	42	FUCAYACU
21	CHUGCHILAN		

TABLA 9.1. COSTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (SUDES)	COSTO UNITARIO (US \$)	E S T A C I O N									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Caseta repetidora	8'000.000		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Motogenerador de 10 Kw.		-10.000	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Banco de baterias de 660 A.h.		5.000	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Banco de baterias de 390 A.h.		3.000	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema de energia solar		15.000	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Torre de 40 m.	10'000.000		1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Torre de 30 m.	7'000.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torre de 20 m.	5'000.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mastil de 12 m.	100.000		0	0	1	1	1	1	1	1	1	1

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (SUDES)	COSTO UNITARIO (US \$)	E S T A C I O N									
			9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Caseta repetidora	8'000.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Motogenerador de 10 Kw.		10.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Banco de baterias de 660 A.h.		5.000	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Banco de baterias de 390 A.h.		3.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistema de energia solar		15.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torre de 40 m.	10'000.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torre de 30 m.	7'000.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torre de 20 m.	5'000.000		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Mastil de 12 m.	100.000		1	1	1	1	1	1	1	0	0	0

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (SUDES)	COSTO UNITARIO (US \$)	E S T A C I O N									
			18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Caseta repetidora	8'000.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Motogenerador de 10 Kw.		10.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Banco de baterias de 660 A.h.		5.000	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Banco de baterias de 390 A.h.		3.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sistema de energia solar		15.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Torre de 40 m.	10'000.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Torre de 30 m.	7'000.000		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Torre de 20 m.	5'000.000		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mastil de 12 m.	100.000		0	1	1	1	1	1	0	1	1	1

TABLA 9.1. COSTO DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (SUQUES)	COSTO UNITARIO (US \$)	ESTACION								
			27	28	29	30	31	32	33	34	35
Caseta repetidora	8'000.000		0	0	1	1	0	0	0	1	0
Motogenerador de 10 Kw.		10.000	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Banco de baterias de 660 A.h.		5.000	1	0	0	0	1	1	1	0	1
Banco de baterias de 390 A.h.		3.000	0	0	1	1	0	0	0	1	0
Sistema de energia solar		15.000	0	0	1	1	0	0	0	1	0
Torre de 40 m.	10'000.000		0	1	0	1	0	0	0	0	0
Torre de 30 m.	7'000.000		0	0	1	0	0	0	0	1	0
Torre de 20 m.	5'000.000		0	0	0	0	0	1	0	0	0
Mastil de 12 m.	100.000		0	0	0	0	1	0	1	0	1

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (SUQUES)	COSTO UNITARIO (US \$)	ESTACION						
			36	37	38	39	40	41	42
Caseta repetidora	8'000.000		0	0	0	1	0	0	0
Motogenerador de 10 Kw.		10.000	0	0	0	0	0	0	0
Banco de baterias de 660 A.h.		5.000	1	1	1	0	1	1	1
Banco de baterias de 390 A.h.		3.000	0	0	0	1	0	0	0
Sistema de energia solar		15.000	0	0	0	1	0	0	0
Torre de 40 m.	10'000.000		0	0	0	0	0	0	0
Torre de 30 m.	7'000.000		0	0	0	0	0	0	0
Torre de 20 m.	5'000.000		0	0	0	1	0	0	0
Mastil de 12 m.	100.000		1	1	1	0	1	0	0

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (SUQUES)	COSTO UNITARIO (US \$)	CANTIDAD TOTAL	COSTO TOTAL (SUQUES)	COSTO TOTAL (US \$)
Caseta repetidora	8'000.000		6	48'000.000	0
Motogenerador de 10 Kw.		10.000	4	0	40.000
Banco de baterias de 660 A.h.		5.000	32	0	160.000
Banco de baterias de 390 A.h.		3.000	6	0	18.000
Sistema de energia solar		15.000	6	0	90.000
Torre de 40 m.	10'000.000		4	40'000.000	0
Torre de 30 m.	7'000.000		3	21'000.000	0
Torre de 20 m.	5'000.000		5	25'000.000	0
Mastil de 12 m.	100.000		28	2'800.000	0
MUNTO TOTAL DE INVERSION				136'800.000	308.000

TABLA 9.2 . COSTO DE LOS EQUIPOS DE TRANSMISION

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (US \$)	E S T A C I O N										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Radio digital de 2 Mbps.	15.000	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Radio digital de 2x2 Mbps.	15.000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radio digital de 8 Mbps.	18.000	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radio digital de 8x2 Mbps.	19.000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmultiplexor de 8/2 Mbps.	2.000	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmultiplexor de 34/8 Mbps.	2.000	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmultiplexor de 140/34 Mbps.	2.000	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terminal PCM	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cable coaxial	720	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (US \$)	E S T A C I O N										
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Radio digital de 2 Mbps.	15.000	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
Radio digital de 2x2 Mbps.	16.000	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Radio digital de 8 Mbps.	18.000	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Radio digital de 8x2 Mbps.	19.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmultiplexor de 8/2 Mbps.	2.000	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	0
Transmultiplexor de 34/8 Mbps.	2.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmultiplexor de 140/34 Mbps.	2.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terminal PCM	500	0	0	0	0	0	120	60	120	6	0	0
Cable coaxial	720	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (US \$)	E S T A C I O N										
		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Radio digital de 2 Mbps.	15.000	1	1	1	1	1	0	0	4	5	1	1
Radio digital de 2x2 Mbps.	16.000	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Radio digital de 8 Mbps.	18.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radio digital de 8x2 Mbps.	19.000	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0
Transmultiplexor de 8/2 Mbps.	2.000	0	0	0	0	0	0	12	6	5	0	0
Transmultiplexor de 34/8 Mbps.	2.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmultiplexor de 140/34 Mbps.	2.000	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Terminal PCM	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cable coaxial	720	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0

TABLA 9.2 COSTO DE LOS EQUIPOS DE TRANSMISION

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (US \$)	E S T A C I O N									
		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Radio digital de 2 Mbps.	15.000	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
Radio digital de 2x2 Mbps.	16.000	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Radio digital de 8 Mbps.	18.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radio digital de 8x2 Mbps.	19.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmultiplexor de 8/2 Mbps.	2.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmultiplexor de 34/8 Mbps.	2.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Transmultiplexor de 140/34 Mbps.	2.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terminal PCM	500	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Cable coaxial	720	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (US \$)	CANTIDAD TOTAL	COSTO TOTAL (US \$)
Radio digital de 2 Mbps.	15.000	57	855.000
Radio digital de 2x2 Mbps.	16.000	4	64.000
Radio digital de 8 Mbps.	18.000	4	72.000
Radio digital de 8x2 Mbps.	19.000	5	95.000
Transmultiplexor de 8/2 Mbps.	2.000	49	98.000
Transmultiplexor de 34/8 Mbps.	2.000	9	18.000
Transmultiplexor de 140/34 Mbps.	2.000	4	8.000
Terminal PCM	500	300	150.000
Cable coaxial	720	6	4.320
MONTO TOTAL DE INVERSION			1'364.320

TABLA 9.2 COSTO DE LOS EQUIPOS DE CONMUTACION

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (US \$)	ESTACION							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Central digital (con menos de 300 líneas)	550	0	0	100	100	100	100	100	100
Central digital (con más de 300 líneas)	360	0	0	0	0	0	0	0	0
Central analógica (líneas de ampliación)	260	0	0	0	0	0	0	0	0

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (US \$)	ESTACION							
		8	9	10	11	12	13	14	15
Central digital (con menos de 300 líneas)	550	100	100	100	100	100	100	150	100
Central digital (con más de 300 líneas)	360	0	0	0	0	0	0	0	0
Central analógica (líneas de ampliación)	260	0	0	0	0	0	0	0	0

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (US \$)	ESTACION							
		16	17	18	19	20	21	22	23
Central digital (con menos de 300 líneas)	550	0	0	0	100	120	100	150	100
Central digital (con más de 300 líneas)	360	0	0	0	0	0	0	0	0
Central analógica (líneas de ampliación)	260	850	250	1.300	0	0	0	0	0

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (US \$)	ESTACION							
		24	25	26	27	28	29	30	31
Central digital (con menos de 300 líneas)	550	0	0	0	100	0	0	0	100
Central digital (con más de 300 líneas)	360	0	0	0	0	0	0	0	0
Central analógica (líneas de ampliación)	260	850	250	0	0	0	0	0	0

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (US \$)	ESTACION							
		32	33	34	35	36	37	38	39
Central digital (con menos de 300 líneas)	550	100	100	0	0	100	100	100	0
Central digital (con más de 300 líneas)	360	0	0	0	750	0	0	0	0
Central analógica (líneas de ampliación)	260	0	0	0	0	0	0	0	0

TABLA 9.3 COSTO DE LOS EQUIPOS DE CONMUTACION

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (US \$)	ESTACION			CANTIDAD TOTAL	COSTO TOTAL (US \$)
		40	41	42		
Central digital (con menos de 300 líneas)	550	250	100	100	3.320	1'026.000
Central digital (con más de 300 líneas)	350	0	0	0	750	270.000
Central analógica (líneas de ampliación)	260	0	0	0	2.400	624.000
MONTO TOTAL DE INVERSION						2'720.000

A N E X O N^o 10

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS EQUIPOS DE TRANSMISION

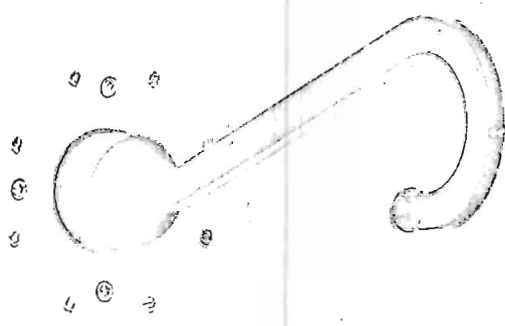
MINI LINK 10/13

	MINI-LINK 10	MINI-LINK 13
FV/RF		
de frecuencia	10,4 – 10,7 GHz	12,75 – 13,25 GHz
lidad de frecuencia	±1 MHz	±1 MHz
cia de antena		
Antena de placa plana	23 dB	28 dB
Antena parabólica	32 dB	34 dB
ura del haz (3 dB)		
Antena de placa plana	11°	7°
Antena parabólica	4°	3°
cia de salida de RF	+14 dBm	+122 dBm
r de ruido	10 dB	11 dB
dinámica	50 dB	50 dB
ura de banda del receptor (3 dB)	5 MHz	5 MHz
al del receptor	-86 dBm	-85 dBm
cción de frecuencia		
cción del tono de prueba de FDM	200 kHz rms	200 kHz rms
HD3-3, AMI)	4 MHz p-p	4 MHz p-p
5 MHz p-p	5 MHz p-p	
ia banda base		
idad		
FDM	120 canales telefónicos	120 canales telefónicos
MIC	30(32) can. tel., 2,048 Mbit/s	30(32) can. tel., 2,048 Mbit/s
Video	10 Hz – 3 MHz	10 Hz – 3 MHz
ancia entrada/salida		
Nominal	75 ohms asimétrica	75 ohms asimétrica
Atenuación de eco	20 dB	20 dB
de entrada		
FDM	-15 dB	-15 dB
MIC (HD3-3)	±2,37 V	±2,37 V
Video	0,7 V p-p	0,7 V p-p
de salida		
FDM	-15 dB	-15 dB
MIC	±2,37 V	±2,37 V
Video	1,4 V p-p	1,4 V p-p
istro de fuerza		
ón de suministro	d.c.: 24/48 V, a.c.: 17/34 V rms	d.c.: 24/48 V, a.c.: 17/34 V rms
mo de energía	25 W (max. 40 W)	50 W (max. 60 W)
esiento funcional		
Ruido básico (térmico + intermodulación)	300 pWOp	300 pWOp
en el canal peor con carga normal, 120 canales		
Proporción de errores de bit: 10 ⁻³ al nivel de		
entrada de RF	-80 dBm	-79 dBm
Nivel de entrada de RF mínimo para imagen		
utilizable	-85 dBm	-84 dBm
isiones y peso		
n de antena de placa plana	30 x 30 x 17 cm, 7 Kg	53 x 68 x 10 cm, 10 Kg
n de antena parabólica	67 x 68 x 52 cm, 19 Kg	67 x 68 x 52 cm, 20 Kg
iciones ambientales		
eratura ambiente	-30° a +55° C	-30° a +55° C
dad relativa	<100 %	<100 %

ERICSSON 

Telefonaktiebolaget LM Ericsson
 División de Sistemas de Defensa y Espaciales
 Box 1001, S-431 26 Mölndal, SUECIA
 Tel. 031 671000 Telex 20905 ericson s

Radiofonía por microondas en 18 GHz para 2 y 8 Mod



MINI-LINK 13/8 es un radiocanal digital por microondas en 13 GHz para transmisión de 30/120 canales MCI, adecuado tanto para aplicaciones rurales como urbanas. Alizando una alta frecuencia en microonda, el haz de láser puede concentrarse extremadamente tanto en alcance como en ángulo, permitiendo así un uso eficaz del espectro disponible en áreas congestionadas.

La instalación, externa o interna, es fácil debido a pequeño y pequeñas dimensiones.

La velocidad de transmisión, 2 o 3 Mbit/s, es fácilmente accionable mediante puentes, también después de la instalación.

MINI-LINK 13/3 puede ser operado en modo de diversidad (1+1) así como también en configuraciones de sal múltiple.

Diseño mecánico

MINI-LINK 13/8 consta de dos piezas principales, la electrónica y la antena.

La electrónica consiste en unidades enchufables, o sea tableros de circuitos impresos (TCI) y un montaje en microonda de líneas planas alojado en un almacén.

Para instalación externa, el almacén es montado en un gabinete a prueba de intemperie. La antena estándar para una de 60 cm ϕ es montada directamente en el gabinete.

Para instalación interior, el almacén es montado en un estante o en un estante estándar y conectado con la antena exterior vía un guíaondas flexible.

Diseño eléctrico

La frecuencia de transmisión es generada por un oscilador de onda modulada digitalmente.

El receptor es del tipo superheterodino doble con frecuencias FI 227 y 35 MHz.

Un bucle CAF elimina la necesidad de sintonización manual del campo del receptor. El bucle GAC asegura un nivel constante de la señal recibida al discriminador y también usado para alineación.

La unidad de microondas es un embalaje enchufable, compacto y fiable diseñado en técnica de línea plana.



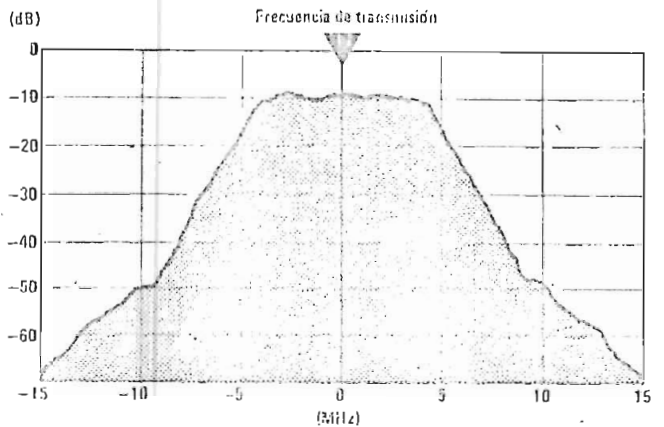
Almacén montado en la parte posterior de la antena

Alarma

Señales de alarma son presentadas con diodos electroluminiscentes (DEL) en la frente de los tableros de circuitos impresos (TCI). Señales principales de alarma también son alimentados a un conector multipolo para monitoreo externo y control de operación de diversidad.

Datos típicos

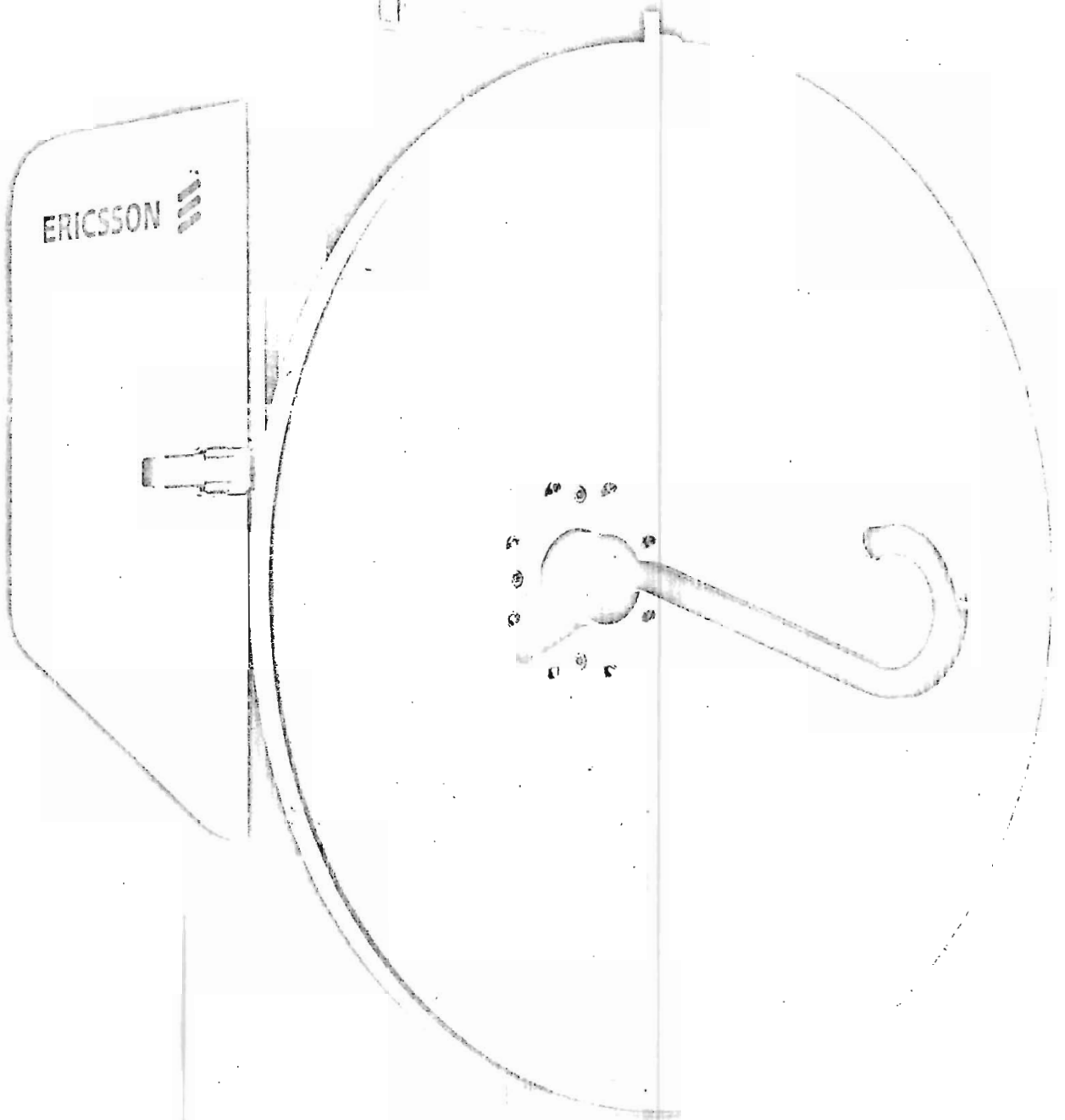
Frecuencia	12,75 – 13,25 GHz (CCIR Rec. 497)
Estabilidad de frecuencia	< ± 1 MHz
Modulación	FSK nivel 4
Potencia de salida de RF	≥ 22 dBm
Factor de ruido	12 dB
Umbral de receptor	-79 dBm para una proporción de errores de bitios de 10^{-3}
Ganancia de antena	Min 34 dBi
Velocidad de transmisión	2,048/8,448 Mbit/s(tiras)
Interfaz digital	Conforme a CCITT G703
Código de canal	Escamoteo y conversión Gray de nivel 2 a 4
Señal de Inhibición de Alarma	Inserción en el lado de transmisión, detección e inserción en el lado de recepción
Alarmas	Alimentación c.c. primaria/secundaria, señal de entrada MCI, potencia de RF, CAG y BER
Suministro de c.c.	24/48 V
Consumo de fuerza	35 W, máx. 55 W
Dimensiones	622 x 623 x 666 mm
Peso	27 kg (versión de exterior)
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente	-30° C a +55° C
Humedad relativa	Hasta 100 %
Alcance de transmisión	20 – 25 km (Antena de 60 cm ϕ , disponibilidad de 99,99 % para topografía y clima europeos corrientes)



Espectro de transmisión (8,448 Mbit/s)

RICISSON

Radioverkeer per microgolven en 1500 MHz 2018 2018



MINI-LINK 15 es un radiomódulo digital por microondas 15 GHz, para transmisión de 30/120 canales MIC. Las frecuencias de transmisión y recepción así como la velocidad de transmisión se seleccionan fácilmente in situ. Los canales se seleccionan usando conmutadores y la anchura de transmisión mediante puentes.

La estabilización por cristal y un esquema de modulación eficaz, aseguran un buen aprovechamiento del espectro.

MINI-LINK 15 se puede operar en modo de reserva o condiciones de funcionamiento inintermito, diversidad (F-1) y en configuraciones de varios saltos.

Acabado mecánico

MINI-LINK 15 consiste en dos partes principales: electrónica y antena.

La electrónica consiste en unidades enchufables, esto incluye placas de circuitos impresos y un conjunto de microchips de línea plana, alojadas en un almacén.

Para instalación en el exterior el almacén está montado en una caja a prueba de intemperie. La antena parabólica estándar de 60 cm se monta directamente en la caja.

Para instalación en el interior el almacén se monta en la pared o en un bastidor standard y se conecta con la antena exterior mediante un guíaondas flexible.

Acabado electrónico

La frecuencia de transmisión es generada por un oscilador con transistor, que opera en 7,5 GHz, seguido de un modulador de frecuencia. Un amplificador de potencia, que opera a 7,5 GHz permite la modulación de amplitud de un canal de servicio digital.

El receptor es un superheterodino doble. Tanto el receptor como el transmisor como los osciladores locales están estabilizados por cristal. La frecuencia de recepción es controlada por cristal. Cualquier canal de recepción o transmisión dentro de una sub-banda de una anchura de 30 MHz puede seleccionarse in situ. La separación de canales es 3,5 MHz.

Prueba de bucle de RF

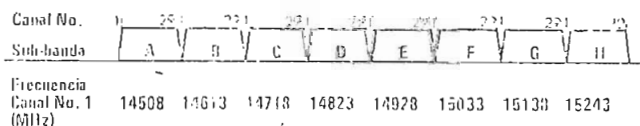
La prueba de bucle de RF incorporada simplifica la identificación de un terminal defectuoso. Las alarmas de funcionamiento se indican con diodos emisores de luz en los frentes de las placas de circuitos impresos y las señales de alarma principales son alimentadas a un relé multipolar para monitoreo externo y control de diversidad. La reparación in situ se realiza substituyendo las unidades enchufables.



Se ven montados en la parte posterior de la antena

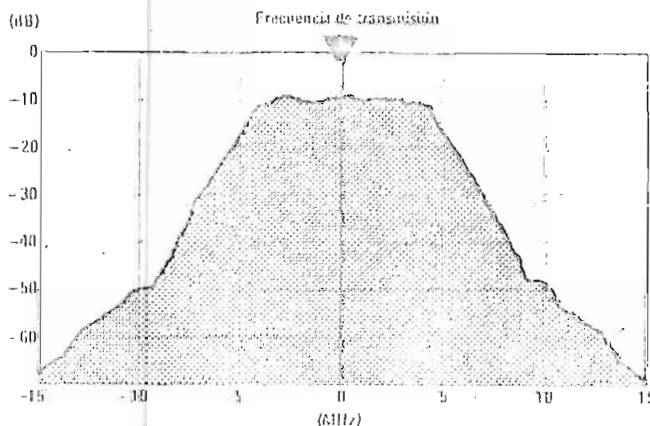
Datos típicos

Frecuencia	14,50 - 15,35 GHz
Estabilidad de frecuencia	< ±25 ppm
Modulación	FSK nivel 4
Potencia de salida de RF	> 15 dBm
Factor de ruido	11 dB
Umbral del receptor	-80 dBm para una proporción de errores de bit (BER) de 10 ⁻⁴
Ganancia de antena	37 dBi
Velocidad de transmisión	2,048/8,443 Mbit/s
Interfaz digital	Conforme a CCITT G703
Código de canal	Aleatorización y conversión Gray de nivel 2 a 4
SNA	Inserción en el lado de transmisión, detección e inserción en el lado de recepción
Alarmas	Alimentación c.c. primaria/secundaria, señal de entrada de MIC, potencia de RF, CAG, BER y bucle RF
Suministro de c.c.	20 - 60 V
Consumo de fuerza	20 W
Dimensiones	622 x 623 x 666 mm
Peso	25 kg (versión de exterior)
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente	-30° C a +55° C
Humedad relativa	Hasta 100 %
Alcance de transmisión	10 - 20 km
	(Antena de 60 cm, disponibilidad de 99,99 % para topografía y clima europeos corrientes).



Cada sub-banda contiene 29 canales con una separación de 3,5 MHz

Plan de frecuencia



Espectro de transmisión (S,448 Mbit/s)

TYPE CT30U

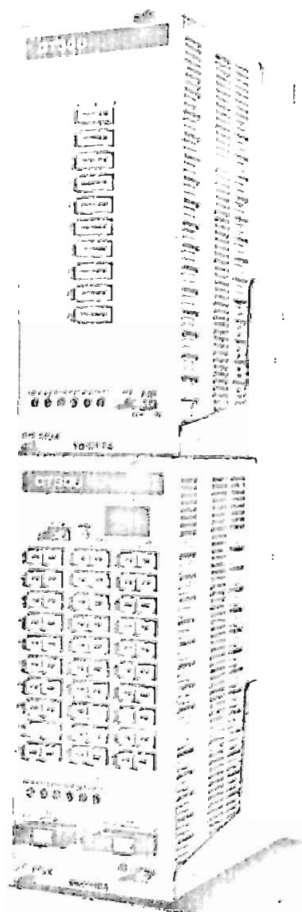
Terminal Equipment Type CT30U is designed for telephone voice transmission/reception using the pulse-code modulation system. Accommodating up to 30 channels per system, this equipment transmits pulse-code modulated voice signals or reproduces original voice signals from those pulse-code signals at a sample rate of 2.048 Mb/sec. The companding system uses a 13-segment piece-wise-linear approximation. Each channel is an 8-bit channel, achieving a superior signal-to-noise ratio. Integrated circuits are employed in almost every part of the unit, thereby achieving a compact equipment size, lower power consumption, and higher reliability.

The equipment can also be employed in various data communications applications as well as in telephone communications.

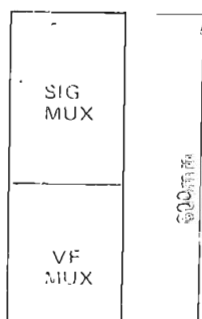
The CT30U consists of two subracks, the Voice Frequency Multiplex (VF MUX), and the Signalling Multiplex (SIG MUX).

System Characteristics

Channel capacity:	30 channels
Carrier frequency:	2.048 MHz
Sampling frequency:	8 kHz
Carrier frequency band:	300 Hz to 3400 Hz
Carrier input/output impedance:	600 ohms balanced
Carrier signal input/output levels:	4WS -16dBm (-10 to -8), 4WR +7dBm (+5 to -1)
Load level:	+3 dBm0
Companding law:	13-segment piece-wise-linear approximation to a logarithmic law A=87.6 (CCITT recommendation G711)
Encoding system:	By means of PER-CH, IC Codec
Number of bits per time slot:	8 bits
Signalling Code:	HDB3
Time alignment:	256 bits constitute a single frame; 16 frames constitute a single multi-frame.
Synchronization:	Slave synchronization
Monitoring system:	Synchronization monitoring
Environmental Conditions:	0-40°C



Panel Arrangement

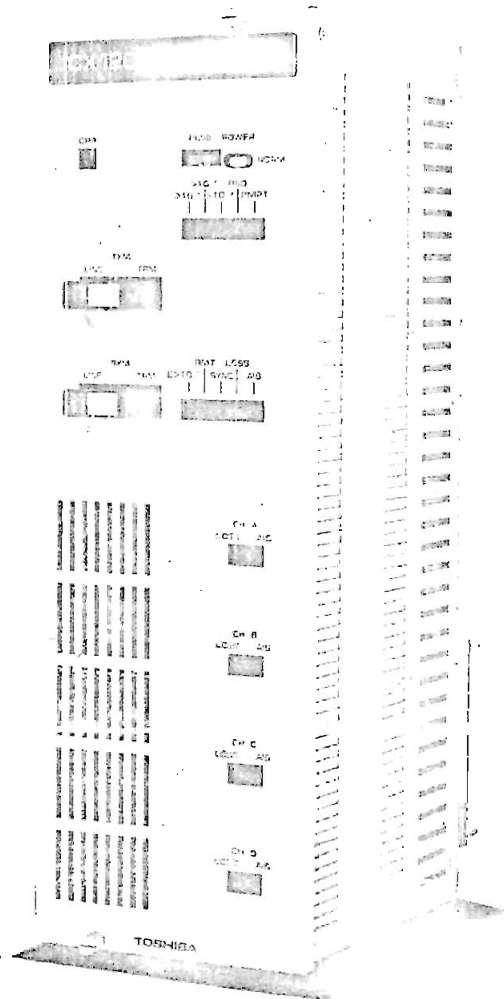


TYPE CX120

PCM MULTIPLEXING EQUIPMENT type CX120 is designed to multiplex/demultiplex four tributary signal trains at 2048 kbit/s into/from 8448 kbit/s. Principles of operation, performance and interface characteristics conform to the latest CCITT recommendations.

Characteristics

- Multiplexing method: Cyclic bit interleaving with positive justification
- Performance: CCITT Rec. G. 703 and G. 742
- Tributary bit rate: 2048 kbit/s \pm 50 ppm
- Number of input tributaries: 4
- 2048 Mbit/s interface:
 - Code: HDB3
 - Nominal pulse amplitude: 2.37V/75 ohms unbalanced
 - Zero signal amplitude: $0 \pm 0.237V$ (75 ohms)
- 8448 Mbit/s interface:
 - Code: HDB3
 - Nominal pulse amplitude: 2.37V/75 ohms unbalanced
 - Zero signal amplitude: $0 \pm 0.237V$
- Alarm indication:
 - Detection of AIS,
 - Loss of incoming signal,
 - Lack of synchronization
 - Degradation of BER
- Environmental conditions: 0-40°C
- Dimensions: 130mmW x 225mmD x 400mmH
- Weight: 10kgs
- Power supply: DC -24V/-48V \pm 10%
- Power consumption: Approx. 20 Watt/system

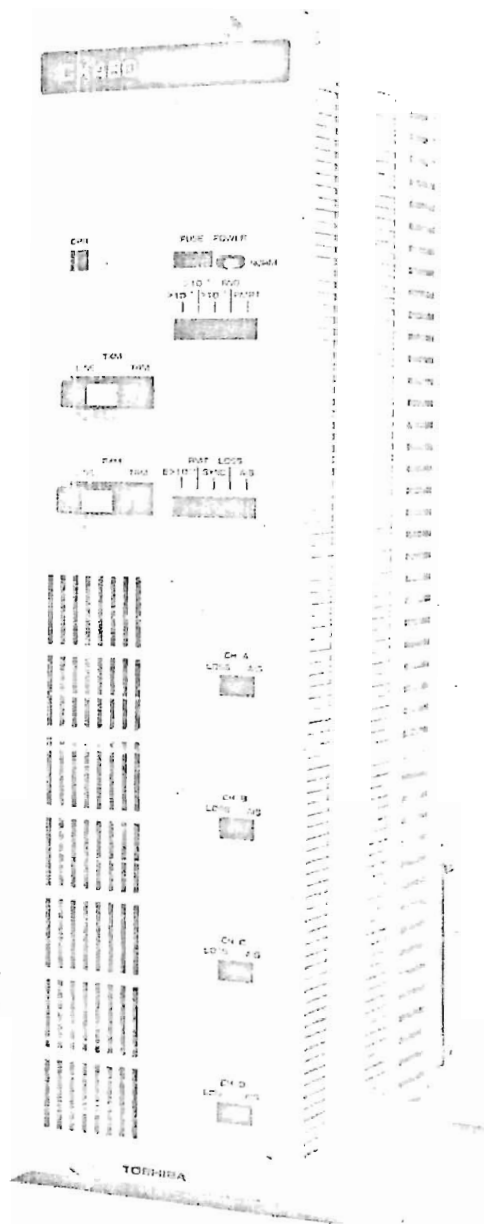


CX480

MULTIPLEXING EQUIPMENT type CX480 is designed to multiplex/demultiplex four tributary streams at 8448 kbit/s into/from 34368 kbit/s. Principles of operation, performance and interface characteristics conform to the latest CCITT recommendations.

Characteristics

Multiplexing method:	Cyclic bit interleaving with positive justification
Performance:	CCITT Rec. G. 703 and G. 742
Tributary bit rate:	8448 kbit/s \pm 30 ppm
Number of input tributaries:	4
1.544 Mbit/s interface:	HDB 3
Terminal pulse amplitude	2.37V/75 ohms unbalanced
Line signal amplitude	$0 \pm 0.237V$ (75 ohms)
2.048 Mbit/s interface:	HDB 3
Terminal pulse amplitude	2.37V/75 ohms unbalanced
Line signal amplitude	$0 \pm 0.237V$
Failure indication:	<ul style="list-style-type: none"> • Detection of AIS, • Loss of incoming signal, • Lack of synchronization, • Degradation of BER
Environmental conditions:	0-40°C
Dimensions:	130mmW x 225mmD x 500mmH
Weight:	10 kgs
Power supply:	DC -24V/-48V \pm 10%
Power consumption:	Approx. 30 watt/system



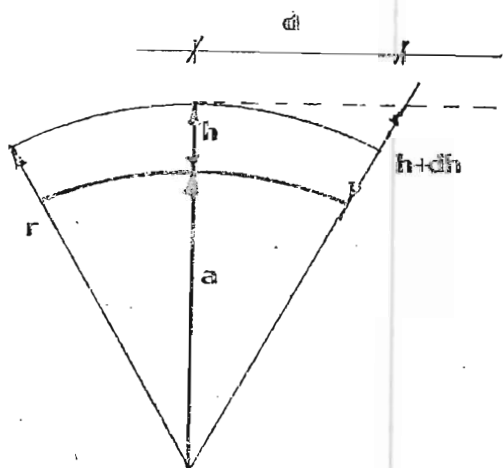
A P E N D I C E S

A P E N D I C E " A "

DETERMINACION DEL FACTOR "K"

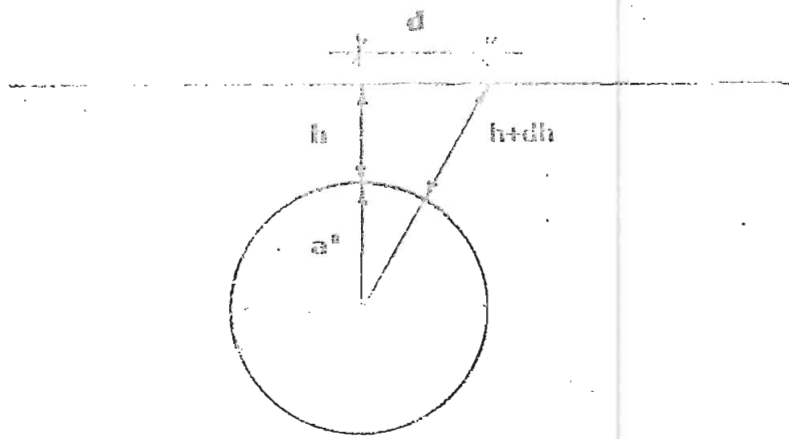
En los trabajos prácticos de estudios de propagación resulta molesta la consideración de dos diferentes curvaturas, la de la tierra y la de la trayectoria del frente de onda. Por esta razón, se modifica el verdadero valor del radio de la tierra, con un factor "k", en base al gradiente del índice de refracción con la altura, para poder, de esta manera, considerar la trayectoria del frente de onda como una línea recta.

Considerando las Figuras A.1. y A.2.:



r = radio del camino del rayo
 a = radio verdadero de la tierra

FIGURA A.1.



a' = radio modificado de la tierra

FIGURA A.2.

El camino curvado del rayo de la Figura A.1., ha sido reemplazado por un arreglo equivalente, donde el camino es una línea recta sobre la tierra, con un radio ficticio (o modificado) a' , como se indica en la Figura A.2..

De la Figura A.2. obtenemos la siguiente relación:

$$(a' + h)^2 + d^2 = (a' + h + \delta h)^2 \quad (\text{A.1.})$$

considerando que δh es pequeño en comparación con d ó a' , se obtiene la siguiente expresión:

$$\delta h = \frac{d^2}{2(a' + h)} \approx \frac{d^2}{2a'} \quad (\text{A.2.})$$

en forma similar, de la Figura A.1., tenemos:

$$\delta h = \frac{d^2}{2a} - \frac{d^2}{2r} \quad (\text{A.3.})$$

para que el arreglo sea equivalente, las expresiones

(A.2.) y (A.3.) deben ser iguales; es decir:

$$\frac{d^2}{2a'} = \frac{d^2}{2a} - \frac{d^2}{2r}$$

$$\frac{1}{a'} = \frac{1}{a} - \frac{1}{r} \quad (A.4.)$$

pero $r = - \frac{1}{dn/dh}$ y $a' = k a$

donde dn/dh es el gradiente del valor de refracción con la altura; entonces la expresión (A.4.), se convierte en:

$$k * a = \frac{a * r}{(r - a)} = a \left[\frac{1}{1 - \frac{a}{r}} \right]$$

$$k = \frac{1}{1 - \frac{a}{r}} = \frac{1}{1 + a \frac{dn}{dh}} \quad (A.5.)$$

para la " atmósfera standard " se ha establecido que:

$$\frac{dn}{dh} = - 39 * 10^{-6} [K_m - 1] = - \frac{1}{4 a}$$

$$\Rightarrow k = \frac{1}{1 - \frac{a}{4 a}} = \frac{4}{3} \quad (A.6.)$$

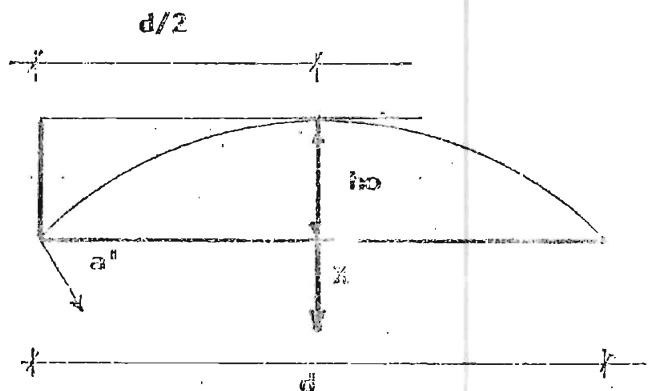
A P E N D I C E " B "

DETERMINACION DEL FACTOR DE CORRECCION DE LA ALTURA " h_e "

Como primer paso en el cálculo de la propagación en un radioenlace, es conveniente determinar el aparente cambio de la curvatura de la tierra, en el caso en que queremos considerar la trayectoria del rayo, entre dos antenas, como una línea recta. Según como se indicó en el Apéndice A; esto se puede realizar en base a la modificación del radio verdadero de la tierra con el factor " k ".

A continuación deduciremos la fórmula para calcular el factor de corrección de la altura " h_e "; inicialmente determinaremos este factor para el punto medio del enlace, y lo denominaremos " h_0 ".

Consideremos la Figura B.1.:



h_0 = elevación de la tierra en la mitad del enlace
 d = distancia del enlace

FIGURA B.1.

$$a'^2 = x^2 + (d/2)^2 \quad (B.1.)$$

pero $x = a' - h_o$; reemplazando en la ecuación (B.1.):

$$a'^2 = (a' - h_o)^2 + (d/2)^2$$

$$a'^2 = a'^2 - 2a'h_o + h_o^2 + (d/2)^2$$

si $(h_o) \rightarrow 0$, entonces: $2a'h_o = (d/2)^2$; por otra parte como $a' = ka$, donde a es el radio verdadero de la tierra, tenemos que:

$$h_o = \frac{(d/2)^2}{2ka} \quad (B.2.)$$

Por un análisis similar, para un punto cualquiera "x" del enlace, obtenemos:

$$h_c = \frac{d_1 * d_2}{2ka} \quad (B.3.)$$

Donde: d_1 = distancia del punto "x" al punto A [Km.]
 d_2 = distancia del punto "x" al punto B [Km.]
 a = radio verdadero de la tierra [Km.]
 h_c = factor de corrección de la altura [m.]

Para el caso en que $k = 4/3$ y $a = 6.370$ Km., se tiene:

$$\Rightarrow h_c = \frac{d_1 * d_2}{17} \quad (B.4.)$$

A P E N D I C E " C "

DETERMINACION DEL RADIO DE LA ZONA DE FRESNEL.

El concepto de la zona de Fresnel, es utilizado en el diseño de un radioenlace, a fin de determinar las posibles obstrucciones que puedan existir en la propagación de las ondas.

La Figura C.1., representa una antena transmisora A, que emite energía, la cual viaja expandiéndose en frentes de onda:

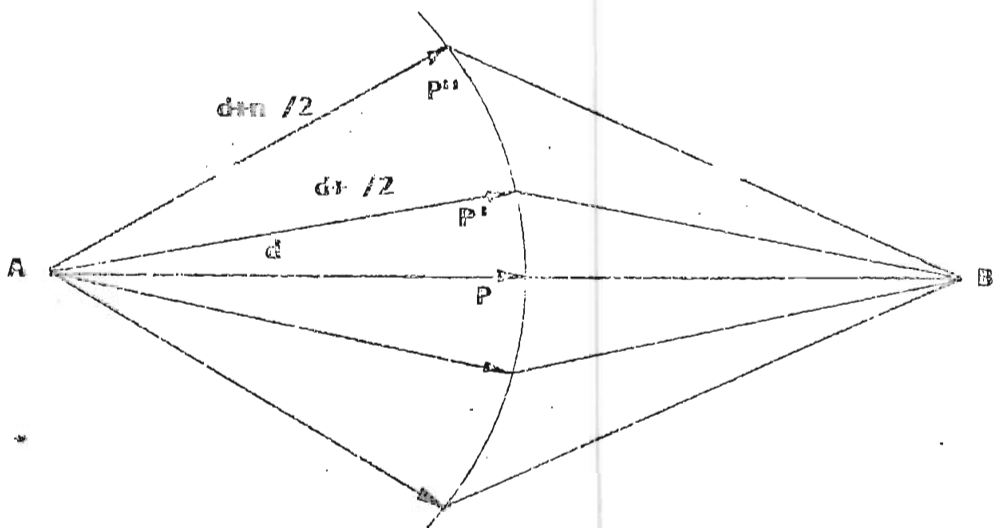


FIGURA C.1.

En base al principio de Huygens, se puede considerar la existencia de una irradiación secundaria desde cada punto de este frente, o sea que cada elemento de un frente de onda, es una nueva fuente de onda, tal como P', P'', etc.

Si se divide el frente de onda en pequeñas zonas,

manteniendo la distancia perpendicular (d) entre el frente y el punto P. Las demás distancias serán $(d + m r/2)$, donde $m = 1, 2, \dots$, ($r =$ longitud de onda); la señal en el punto P, será la suma de las señales desde las diferentes zonas, con su respectivo atraso consecutivo de fase de 180° , pero con diferente intensidad debida a la distancia correspondiente.

En general la primera zona de Fresnel, es la que contribuye con la mayor parte de la energía en el punto P, mientras que las contribuciones de las zonas siguientes tienden a cancelarse por la diferencia de fase mencionada.

Una consideración de solamente la línea de vista respecto de la obstrucción y la intensidad en el punto B, daría un resultado erróneo. Entonces, es necesario conocer la extensión, especialmente de la primera zona de Fresnel.

Considerando la Figura D.2.:

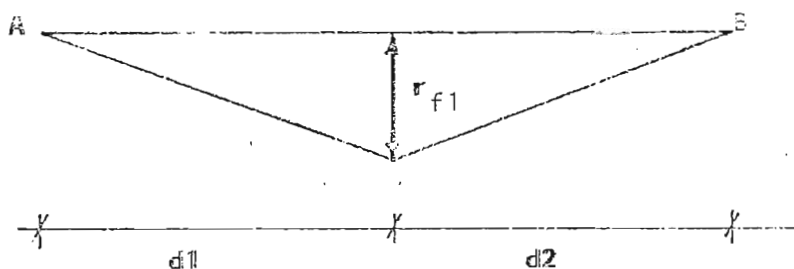


FIGURA D.2.

Cuando el rayo es reflejado en el borde de la primera zona de Fresnel, el recorrido es $d_1 + d_2 + r/2$; es decir:

$$d_1 + d_2 + r/2 = [(r_{F1})^2 + (d_1)^2]^{1/2} + [(r_{F1})^2 + (d_2)^2]^{1/2}$$

$$= d_1 \left[\frac{(r_{F1})^2}{(d_1)^2} + 1 \right]^{1/2} + d_2 \left[\frac{(r_{F1})^2}{(d_2)^2} + 1 \right]^{1/2}$$

ya que $\frac{(r_{F1})^2}{(d_1)^2}$ y $\frac{(r_{F1})^2}{(d_2)^2} \ll 1$

los radicales pueden ser expresados en una serie de la forma:

$$(1 + x)^{1/2} \approx 1 + \frac{x}{2} \quad \text{si } x \ll 1$$

por tanto :

$$d_1 + d_2 + r/2 = d_1 + \frac{(r_{F1})^2}{2 d_1} + d_2 + \frac{(r_{F1})^2}{2 d_2}$$

$$r/2 = (r_{F1})^2 \left[\frac{1}{2 d_1} + \frac{1}{2 d_2} \right]$$

$$r_{F1} = \left[\frac{d_1 * d_2}{d} * r \right]^{1/2}$$

como $r = \frac{300}{f} \left[\frac{\text{m/seg}}{\text{MHz}} \right]$ (longitud de onda)

$$\implies r_{F1} = 547 \left[\frac{d_1 * d_2}{d * f} \right]^{1/2} \quad (D.2.)$$

donde: r_{F1} = radio de la primera zona de Fresnel [m.]
 d_1 = distancia del punto hasta el terminal A en [Km.]
 d_2 = distancia del punto hasta el terminal B en [Km.]
 d = distancia del enlace [Km.]
 f = frecuencia de trabajo [MHz.]

A P E N D I C E " D "

PUNTOS DE REFLEXION

A fin de evitar un fuerte desvanecimiento o distorsión de la señal, el camino de radio, debe ser seleccionado, de tal forma que la principal onda reflejada sea obstruida, tanto como sea posible; es decir, que se debe confirmar las condiciones geográficas en donde se encuentra el punto de reflexión y determinar si se puede o no obstruir la reflexión de la onda.

A fin de determinar el punto de reflexión, consideramos la Figura D.1.:

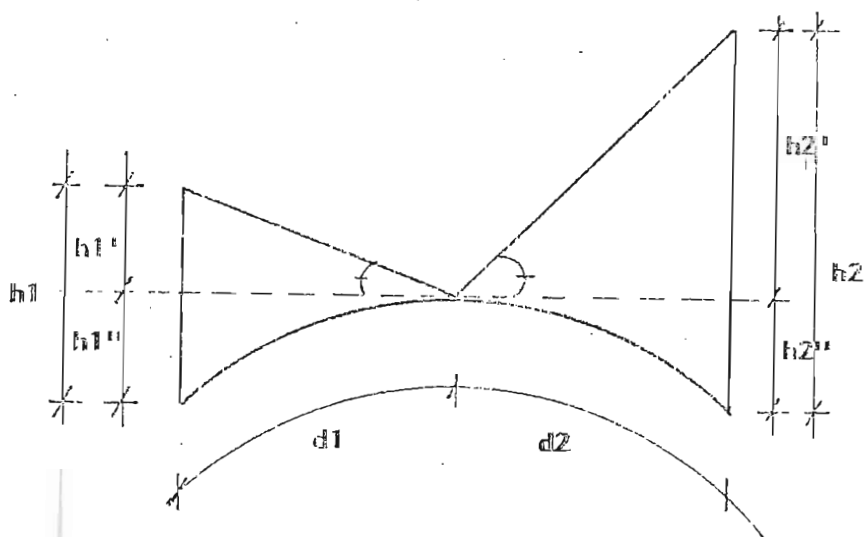


FIGURA D.1. PUNTO DE REFLEXION DE LA ONDA

Se establecen las siguientes ecuaciones:

$$\frac{h_1'}{d_1} = \frac{h_2'}{d_2}$$

$$d = d_1 + d_2$$

$$h_1' = h_1 - h_1'' = h_1 - \frac{d_1^2}{2Ka}$$

$$h_2' = h_2 - h_2'' = h_2 - \frac{d_2^2}{2Ka}$$

donde a = radio verdadero de la tierra.

K = factor de corrección del radio de la tierra.

Las distancias d_1 y d_2 del punto de reflexión a los extremos del enlace, pueden obtenerse a partir del siguiente sistema de ecuaciones:

$$\left[\begin{array}{l} \frac{h_1 - d_1^2/2Ka}{d_1} = \frac{h_2 - d_2^2/2Ka}{d_2} \\ d = d_1 + d_2 \end{array} \right.$$

Al resolver sistema, se tiene la siguiente ecuación cúbica:

$$\frac{1}{Ka} d_1^3 - \frac{3d}{2Ka} d_1^2 - \left[h_1 + h_2 - \frac{d^2}{2Ka} \right] d_1 + h_1 d = 0$$

En la publicación de SIEMENS "Planing and Engineering of Radio Relay Links", se ha realizado la representación gráfica de la ecuación cúbica en d_1 ; para determinar el punto de reflexión en base a estas curvas, se procede de la siguiente manera:

a) A partir de h_1 y h_2 , alturas de las estaciones sobre el nivel del mar, se obtiene la altura media del enlace:

$$h_{12} = \frac{h_1 + h_2}{2} \quad (D.1.)$$

y el cociente: $q = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2}$ (D.2.)

b) El valor de la flecha en el punto medio del vano será:

$$h_m = \frac{d^2}{51.2 K} \quad (D.3.)$$

siendo la longitud del vano en kilómetros y K el factor de corrección del radio real de la tierra.

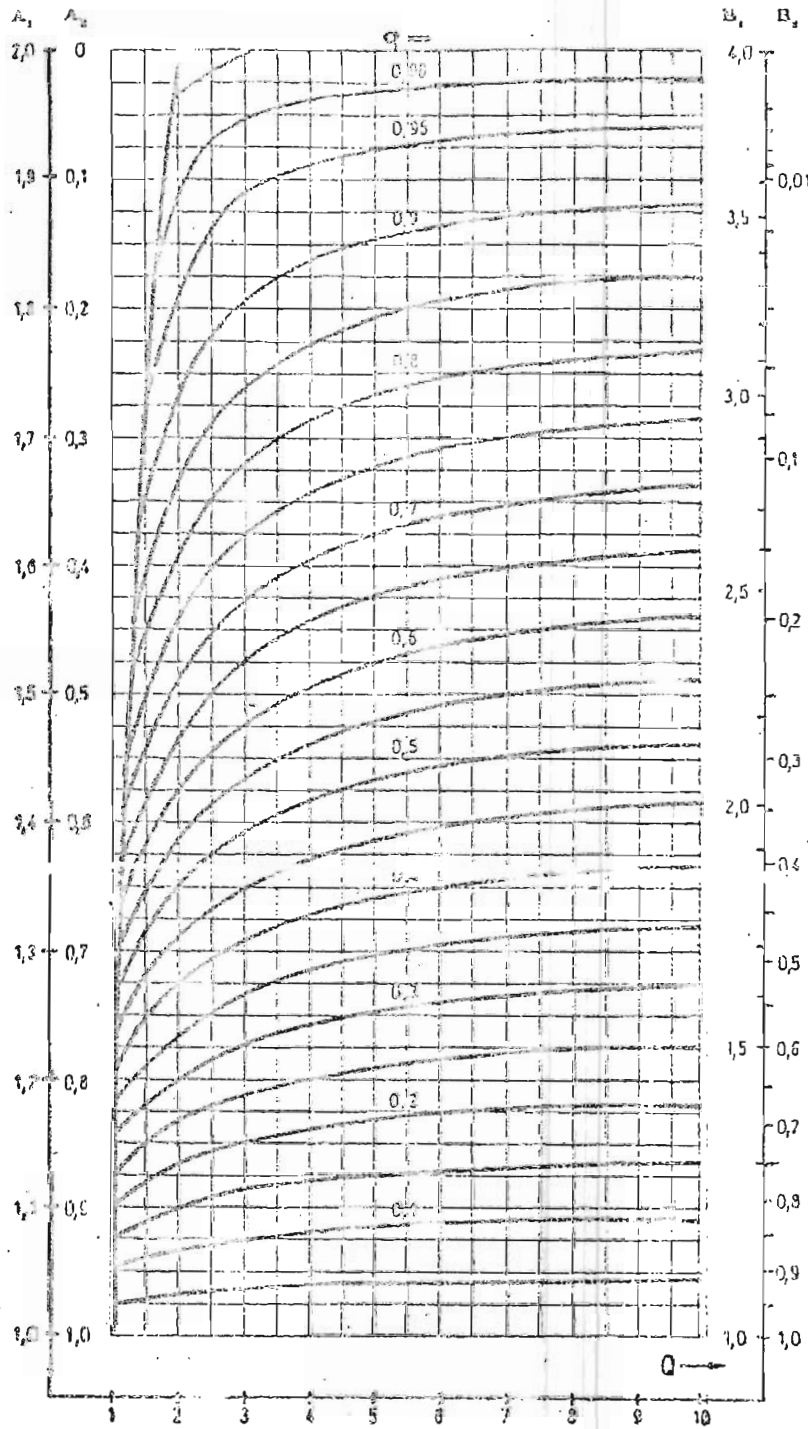
Al cociente entre h_{12} y h_m , lo representamos por Q.

c) En las curvas que se indican al final de este Apéndice, se obtienen los valores del parámetro A_1 , en función de q y Q.

d) El punto de reflexión sobre la superficie, distará de los extremos del vano:

$$d_1 = A_1 * (d/2) \quad [\text{Km.}] \quad (D.4.)$$

Las curvas indicadas, permiten también determinar la separación vertical entre las antenas de cada una de las estaciones terminales, cuando se utilizan sistemas de diversidad de espacio.

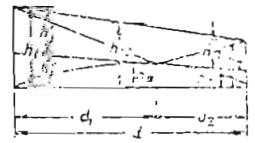


$$Q = \frac{h_{12}}{h_m}$$

$$q = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2}$$

$$h_{12} = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

$$\frac{h_m}{m} = \left(\frac{c \cdot d}{\text{km}} \right)^2 \approx 2.51$$



$$d_1 = \frac{d}{2} \lambda$$

$$h'_1 = h_1 - h''_1$$

$$d_2 = \frac{d}{2} \lambda$$

$$h''_2 = h_m \cdot B_2$$

$$h'_2 = h_2 - h''_2$$

Determinación de las alturas h'_1 y h'_2 respecto al plano de reflexión.

BIBLIOGRAFIA

1.- ARES A ROBERTO.

Sistemas de Radionlaces Digitales; Equipos, Mediciones y Cálculos; SIEMENS TELECOMUNICAZIONES S.P.A.; Septiembre 1.989.

2.- BRODHAGE HELMUT E HORNUTH WELHELM.

Planejamento e Cálculo de Radionlaces; SIEMENS; Mayo 1.981.

3.- CCIR.

Propagación en Medios no Ionizados, Volumen V; CCIR; 1.982.

4.- CCIR.

Servicio Fijo: Sistemas de Relevadores Radioeléctricos, Volumen IX; CCIR; 1.982.

5.- CCITT.

Telecomunicaciones Rurales; CCITT; 1.987.

6.- CCITT.

Telecomunicaciones Rurales, Suplemento Nº 1; CCITT; 1.984.

7.- CCITT.

Case Study on a Rural Network; CCITT; 1.982.

- 8.- CENTRO DE TELECOMUNICACION NACIONAL ESPANOL.
Cálculo de Radiceñlaces de Microondas; CTNE; Febrero
1.980.
- 9.- ERICSSON.
Mini Link, Design; ERICSSON; 1.987.
- 10.- HORE KANTI.
Apuntes de Propagación de Ondas de Radio; EPN; Noviembre
1.980.
- 11.- RAMOS J.
Introducción y Planificación del Espectro
Radioelétrico, Bandas de VHF - UHF y Microondas para
los Servicios Fijo y Móvil Terrestre; IETEL; Septiembre
1.987.
- 12.- SIEMENS.
Teoría de Trafego Telefónico, Tabelas e Graficos; NOBEL;
Abril 1.985.
- 13.- SIEMENS.
Outage Time Calculation in Digital MW Radio Systems;
SIEMENS; Enero 1.988.
- 14.- SIEMENS.
Performance Objectives in Digital MW Radio Systems;
SIEMENS; Enero 1.988.

15.- SIEMENS.

Rain Attenuation/Unavailability Calculation in Digital
MF Radio Systems; SIEMENS; Enero 1.988.

16.- SIEMENS.

Low Density Radio, CTR 200/18; SIEMENS; Enero 1.988.

17.- TAKAHASHI TOMIO.

Diseño de Circuitos de Comunicaciones; IETEL; Agosto
1.981.

18.- VALLESE FURIO.

Transmisión Digital; IETEL; Noviembre 1.983.