

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

**“PLANIFICACION DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES  
RURALES DE LA PROVINCIA DE LOJA”**

TESIS DE GRADO

PREVIA OBTENCION DEL TITULO DE:  
**INGENIERO EN ELECTRICIDAD**  
ESPECIALIZACION: **ELECTRONICA**

PRESENTADA POR :

**FULVIO RENE CARRASCO CUEVA**

GUAYAQUIL - ECUADOR

1.998

1988

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

AL ING. JAIME SANTORO, DIRECTOR  
DE LA PRESENTE TESIS.

AL ING. WALTER MACLIFF C. JEFE  
DE DIVISION DE TELECOMUNICACIONES  
RURALES DEL IETEL R-2.

A MIS AMIGOS GIOVANNI BRITO Y  
JOSE LUIS PLAZA, QUE DE UNA U  
OTRA FORMA ME AYUDARON A CONCLUIR  
ESTE TRABAJO.-

D E D I C A T O R I A

- A MI PADRE : LUIS BOLIVAR
- A MI MADRE : NELVA VICENTA

POR HABERME BRINDADO EL EJEM-  
PLO DEL ESFUERZO, DE LA ABNE-  
GACION Y DEL TRABAJO. -

-----  
ING. JAIME SANTORO D.

DIRECTOR DE TESIS

-----  
ING. CARLOS VILLAFUERTE

SUBDECANO DE LA FACULTAD  
INGENIERIA ELECTRICA

-----  
ING. PEDRO CARLO P.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

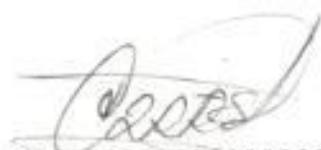
-----  
ING. JUAN CARLOS AVILES

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## DECLARACION EXPRESA

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

(REGLAMAMENTO DE EXAMENES Y TITULOS PROFESIONALES DE LA ESPOL)



-----  
FULVIO RENE CARRASCO CUEVA

## R E S U M E N

La integración de las poblaciones lojanas a la red de Telecomunicaciones nacional e internacional, se realizará mediante el estudio, diseño y planificación de una red rural para satisfacer la demanda telefónica prevista.

Indicadores socio-económicos y el estado actual de las comunicaciones en la provincia de Loja, son premisas que determinan, el urgente desarrollo de un eficiente servicio de telecomunicaciones, sea este a través del cálculo del tráfico telefónico y el número de circuitos de cada población.

El diseño de la red se basa en enlaces de radio si las condiciones topográficas lo permiten y enlaces físicos como líneas bifilares o cables multipares en los sitios donde sea conveniente su utilización.

La red de telecomunicaciones diseñada cumple con el desarrollo de una serie de planes fundamentales de planificación, así como el estudio y análisis de una red integrada a la telefonía nacional e internacional, contribuyendo de esta manera al desarrollo de las poblaciones de la provincia de Loja.-

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

Una zona rural caracterizada por escasés o ausencia de servicios públicos, condiciones de vida sencillas, condiciones topográficas y climáticas desfavorables, etc., debe ser considerada dentro del desarrollo de las telecomunicaciones, ya que sus pobladores necesitan de las mismas oportunidades que los habitantes de las grandes urbes; mejorando de esta manera las condiciones de vida - sean estas económicas, sociales y/o intelectuales; y por ende el desarrollo del país.

El alcance o meta de este trabajo es desarrollar un sistema de telecomunicaciones, para incorporar a las poblaciones rurales de la provincia de Loja a los centros de conmutación superior, con la rapidez y seguridad de conexión comparables a los centros urbanos; y así satisfacer la demanda telefónica existente.

La planificación de la red implica un proceso de estudio de las características de una zona rural y de los medios

de comunicación existente; la creación de planes para sa tisfacer la demanda de servicio telefónico existente y - proyectada, la puesta en marcha de estos planes y la ve rificación de sus resultados.

En diseño en sí, trata de que la calidad del servicio te lefónico sea comparable a la ofrecida a las grandes ciu dades, quizás con un menor grado de disponibilidad.

Incurсионando en los avances de la tecnología en cuanto a sistemas de transmisión se refieren, utilizaremos en el diseño enlaces de radio para conectar poblaciones con una estación repetidora, si la topografía del terreno lo permite; o por medio de enlaces físicos sean estas líneas bifilares o cables multipares, para ser luego enrutados a centros superiores de conmutación. Este diseño se com plementa con la planificación de la red, es decir con el dimensionamiento de los centros de conmutación y los planes técnicos fundamentales a desarrollarse.

De tal manera que la extensa área rural, de la provincia de Loja, se incorporará al desarrollo del país y por en de a la infraestructura existente de IETEL.



## INDICE GENERAL

	<u>Pags.</u>
RESUMEN .....	22
INDICE GENERAL .....	VII
INDICE DE FIGURAS .....	X
INDICE DE TABLAS .....	XX
INTRODUCCION	
<b>CAPITULO I</b>	
INDICADORES SOCIALES Y ECONOMICOS DE LA PROVINCIA DE LOJA .....	26
1.1. SITUACION GEOGRAFICA DE LA PROVINCIA DE LOJA .....	26
1.2. POBLACION Y DIVISION POLITICA DE LA PROVIN- CIA DE LOJA .....	26
1.3. POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA .....	34
1.4. LA VIVIENDA .....	40
1.5. SERVICIOS GENERALES .....	43

1.6. NECESIDAD DEL SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES .....	45
---	----

## CAPITULO II

DESCRIPCION DE LAS COMUNICACIONES ACTUALES DE LA PROVINCIA DE LOJA .....	48
2.1. GENERALIDADES .....	48
2.2. CENTRALES DE CONMUTACION Y SUS CARACTERISTICAS .....	51
2.3. ESTACIONES REPETIDORAS EXISTENTES .....	57
2.4. ENLACES DE RADIO .....	62
2.5. ENLACES FISICOS .....	67
2.6. OTROS SERVICIOS .....	69

## CAPITULO III

ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DEL SERVICIO TELEFONICO DE LAS POBLACIONES DE LA PROVINCIA DE LOJA ----	74
3.1. SELECCION DE LAS POBLACIONES QUE REQUIEREN SERVICIO .....	74
3.2. PROYECCION DE LAS POBLACIONES .....	76
3.3. ESTUDIO Y CALCULO DE LA DEMANDA TELEFONICA -	83

	<u>Pags.</u>
3.4. ESTUDIO Y CALCULO DEL TRAFICO TELEFONICO ---	113
3.5. CALCULO DEL NUMERO DE CIRCUITOS -----	123
 <b>CAPITULO IV</b>	
DISEÑO Y PLANIFICACION DE LAS REDES DE TELECOMU- NICACIONES RURALES DE LA PROVINCIA DE LOJA -----	127
4.1. CONDICIONES GENERALES -----	127
4.2. DISEÑO DE LA RED RURAL -----	134
4.3. ANALISIS DE PROPAGACION DE CADA TRAYECTO ---	172
4.4. DESCRIPCION DE EQUIPOS DE RADIOS A UTILIZAR- SE -----	319
4.5. DESCRIPCION Y ANALISIS DE LOS ENLACES DE RA- DIO PRIMARIOS -----	360
4.6. DESCRIPCION Y ANALISIS DE LOS ENLACES DE RA DIO SECUNDARIOS -----	371
4.7. DESCRIPCION Y ANALISIS DE LOS ENLACES FISI- COS -----	377
4.8. CONSIDERACIONES DE LA PLANIFICACION -----	420
4.9. ESQUEMAS DE INTERCONEXION -----	440
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	 455
APENDICES -----	460
BIBLIOGRAFIA -----	486

## INDICE DE FIGURAS

<u>Nº</u>		<u>Pags.</u>
<b>CAPITULO II</b>		
2.1.	ZONAS TELEFONICAS DEL ECUADOR .....	50
2.2.	SISTEMA ACTUAL DE MICROONDAS DEL IETEL R-2 -	61
2.3.	SISTEMA ACTUAL DE INTERCONEXION POR ENLACE DE RADIO .....	66
2.4.	SISTEMA ACTUAL DE INTERCONEXION DE ENLACE FISICO .....	71
<b>CAPITULO III</b>		
3.1.	PROYECCION DE LA DEMANDA CONCENTRADA PARA LA CABECERA CANTONAL: LOJA .....	95
3.2.	PROYECCION DE LA DEMANDA CONCENTRADA PARA LA CABECERA CANTONAL: CARIAMANGA .....	96
3.3.	PROYECCION DE LA DEMANDA CONCENTRADA PARA LA CABECERA CANTONAL: CATAMAYO .....	97
3.4.	PROYECCION DE LA DEMANDA CONCENTRADA PARA LA CABECERA CANTONAL: CELICA .....	98
3.5.	PROYECCION DE LA DEMANDA CONCENTRADA PARA LA CABECERA CANTONAL: AMALUZA .....	99

<u>Nº</u>		<u>Pags.</u>
3.6.	PROYECCION DE LA DEMANDA CONCENTRADA PARA LA CABECERA CANTONAL: GONZANAMA -----	100
3.7.	PROYECCION DE LA DEMANDA CONCENTRADA PARA LA CABECERA CANTONAL: MACARA -----	101
3.8.	PROYECCION DE LA DEMANDA CONCENTRADA PARA LA CABECERA CANTONAL: CATACOCCHA -----	102
3.9.	PROYECCION DE LA DEMANDA CONCENTRADA PARA LA CABECERA CANTONAL: ALAMOR -----	103
3.10.	PROYECCION DE LA DEMANDA CONCENTRADA PARA LA CABECERA CANTONAL: SARAGURO -----	104
3.11.	PROYECCION DE LA DEMANDA CONCENTRADA PARA LA CABECERA CANTONAL: SOZORANGA -----	105
3.12.	PROYECCION DE LA DEMANDA CONCENTRADA PARA LA CABECERA CANTONAL: ZAPOTILLO -----	106
 <b>CAPITULO IV</b>		
4.1.	ESTRUCTURA GENERAL DE UNA RED RURAL NACIONAL E INTERNACIONAL -----	135
4.2.	USO DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE TRANSMISION EN FUNCION DEL NUMERO DE CANALES Y LA DISTANCIA -----	139
4.3.	COSTOS RELATIVOS POR ABONADO EN FUNCION DE LA DISTANCIA -----	142

<u>Nº</u>	<u>Pags.</u>	
4.4.	ESTRUCTURA BASICA DE UN SISTEMA DE RADIO RURAL DE ACCESO MULTIPLE -----	144
4.5.	FOTOGRAFIA DEL CERRO COLAMBO (VISTA DESDE GONZANAMA) -----	151
4.6.	FOTOGRAFIA DE LA PLANICIE EN LA CIMA DEL CERRO COLAMBO -----	153
4.7.	FOTOGRAFIA DEL CERRO GUACHAURCO DESDE EL CERRO COLAMBO -----	155
4.8.	UBICACION GEOGRAFICA DEL CERRO GUACHAURCO --	157
4.9.	UBICACION GEOGRAFICA DEL CERRO PUCARA -----	158
4.10.	UBICACION GEOGRAFICA DEL CERRO PUGLLA -----	159
4.11.	UBICACION GEOGRAFICA DEL CERRO REPLEN -----	160
4.12.	UBICACION GEOGRAFICA DEL CERRO HUACHICHAMBO	161
4.13.	UBICACION GEOGRAFICA DEL CERRO COLAMBO -----	162
4.14.	RED DE RADIO (PROVINCIA DE LOJA) -----	472
4.15.	RED DE LINEA FISICA (PROVINCIA DE LOJA) ----	473
4.16a.	ESQUEMA DE RADIO DE LA REPETIDORA LA CHONTA-	474
4.16b.	ESQUEMA DE RADIO DE LA REPETIDORA GUACHAURCO	475
4.16c.	ESQUEMA DE RADIO DE LA ESTAC. TERMINAL LOJA-	476
4.17.	ENLACES DE RADIO ENTRE POBLACIONES LOJANAS -	477
4.18.	ESQUEMA DE RADIO DE LA REPETIDORA PUGLLA ---	478
4.19.	ESQUEMA DE RADIO DE LA REPETIDORA HUACHI - CHAMBO -----	479
4.20.	ESQUEMA DE RADIO DE LA REPETIDORA REPPEN ---	480

<u>Nº</u>	<u>Pags.</u>
4.21a. ESQUEMA DE RADIO DE LA REPETIDORA PUCARA ---	481
4.21b. ESQUEMA DE RADIO DE LA REPETIDORA COLAMBO --	482
4.21c. ESQUEMA DE RADIO DE LA ESTAC. TERMINAL LOJA-	483
4.22. ACIMUT Y DISTANCIA -----	174
4.23. CURBATURA RELATIVA ENTRE EL HAZ Y LA TIERRA	177
4.24. PERFIL TOPOGRAFICO PUCARA - GUACHAURCO -----	205
4.25. PERFIL TOPOGRAFICO PUCARA - SABANILLA -----	207
4.26. PERFIL TOPOGRAFICO PALETILLA - PUCARA -----	209
4.27. PERFIL TOPOGRAFICO REPLEN - GUACHAURCO -----	211
4.28. PERFIL TOPOGRAFICO BUENAVISTA - REPLEN -----	213
4.29. PERFIL TOPOGRAFICO GUAYQUICHUMA - REPLEN ---	215
4.30. PERFIL TOPOGRAFICO EL ROSARIO - REPLEN -----	217
4.31. PERFIL TOPOGRAFICO CHAGUARPAMBA - REPLEN ---	219
4.32. PERFIL TOPOGRAFICO HUACHICHAMBO - LOJA -----	221
4.33. PERFIL TOPOGRAFICO LOMA SAN FRANCISCO HUA- CHICHAMBO -----	223
4.34. PERFIL TOPOGRAFICO HUACHICHAMBO - SAN PEDRO DE LA BENDITA -----	225
4.35. PERFIL TOPOGRAFICO TAMBO - HUACHICHAMBO ----	227
4.36. PERFIL TOPOGRAFICO HUACHICHAMBO - NAMBACOLA	229
4.37. PERFIL TOPOGRAFICO HUACHICHAMBO - PURUNUMA -	231
4.38. PERFIL TOPOGRAFICO SANTA ISABEL - MANU -----	233
4.39. PERFIL TOPOGRAFICO POZUL - CRUZPAMBA -----	235

<u>Nº</u>	<u>Pags.</u>
4.40. PERFIL TOPOGRAFICO GUACHAURCO - HUACHICHAMBO	237
4.41. PERFIL TOPOGRAFICO LAURO GUERRERO - GUACHAURCO -----	239
4.42. PERFIL TOPOGRAFICO GUACHAURCO - CARIAMANGA -	241
4.43. PERFIL TOPOGRAFICO GUACHAURCO - ZAPOTILLO --	243
4.44. PERFIL TOPOGRAFICO GUACHAURCO - NUEVA FATIMA	245
4.45. PERFIL TOPOGRAFICO CATACOCHA - GUACHAURCO --	247
4.46. PERFIL TOPOGRAFICO EL LIMO - GUACHAURCO ----	249
4.47. PERFIL TOPOGRAFICO GUACHAURCO - SOZORANGA --	251
4.48. PERFIL TOPOGRAFICO GUACHAURCO - VICENTINO --	253
4.49. PERFIL TOPOGRAFICO CERRO GUALANGA - GUACHAURCO -----	255
4.50. PERFIL TOPOGRAFICO CIANO - GUACHAURCO -----	257
4.51. PERFIL TOPOGRAFICO ORIANGA - GUACHAURCO ----	259
4.52. PERFIL TOPOGRAFICO GUACHAURCO - LA TINGUE --	261
4.53. PERFIL TOPOGRAFICO ALAMOR - GUACHAURCO -----	263
4.54. PERFIL TOPOGRAFICO HUACHICHAMBO - PUGLLA ---	265
4.55. PERFIL TOPOGRAFICO SELVA ALEGRE - PUGLLA ---	267
4.56. PERFIL TOPOGRAFICO PUGLLA - SAN PABLO DE TENTA -----	269
4.57. PERFIL TOPOGRAFICO PUGLLA - SARAGURO -----	271
4.58. PERFIL TOPOGRAFICO PUGLLA - SAN ANTONIO DE CUMBE -----	273



<u>Nº</u>		<u>Pags.</u>
4.59.	PERFIL TOPOGRAFICO PUGLLA - PAQUISHAPA -----	275
4.60.	PERFIL TOPOGRAFICO COLAMBO - HUACHICHAMBO --	277
4.61.	PERFIL TOPOGRAFICO COLAMBO - AMALUZA -----	279
4.62.	PERFIL TOPOGRAFICO TAQUIL - COLAMBO -----	281
4.63.	PERFIL TOPOGRAFICO COLAMBO - GONZANAMA -----	283
4.64.	PERFIL TOPOGRAFICO MALACATOS - COLAMBO -----	285
4.65.	PERFIL TOPOGRAFICO COLAMBO - CATAMAYO -----	287
4.66.	PERFIL TOPOGRAFICO CHANGAIMINA - COLAMBO ---	289
4.67.	PERFIL TOPOGRAFICO COLAMBO LAS ARADAS -----	291
4.68.	PERFIL TOPOGRAFICO COLAMBO - CELICA -----	293
4.69.	PERFIL TOPOGRAFICO SANTA TERESITA - COLAM- BO -----	295
4.70.	PERFIL TOPOGRAFICO EL LUCERO - COLAMBO -----	297
4.71.	PERFIL TOPOGRAFICO COLAMBO - VILCABAMBA ----	299
4.72.	PERFIL TOPOGRAFICO BELLAVISTA - COLAMBO ----	301
4.73.	PERFIL TOPOGRAFICO CANGONAMA - COLAMBO -----	303
4.74.	PERFIL TOPOGRAFICO EL CISNE - COLAMBO -----	305
4.75.	PERFIL TOPOGRAFICO UTUANA - COLAMBO -----	307
4.76.	PERFIL TOPOGRAFICO COLAMBO - JIMBURA -----	309
4.77.	PERFIL TOPOGRAFICO CERRO GUALANGA - LARAMA -	311
4.78.	PERFIL TOPOGRAFICO MACARA - LA VICTORIA ----	313

<u>Nº</u>	<u>Pags.</u>
4.79. PERFIL TOPOGRAFICO MACARA - CERRO GUALANGA -	315
4.80. PERFIL TOPOGRAFICO POZUL - PUCARA -----	317
4.81. ELIPSOIDE DE LAS ZONAS DE FRESNEL -----	179
4.82. PARAMETROS QUE DETERMINAN LA GEOMETRIA DE UN ENLACE DE RADIO -----	183
4.83. REFLEXION EN TERRENO IRREGULAR -----	186
4.84. REFLEXION EN EL AGUA -----	186
4.85. BLOQUEO DEL EFECTO DE REFLEXION -----	186
4.86. INTERFERENCIA Y PUNTO DE REFLEXION -----	188
4.87. PROFUNDIDAD DE DESVANECIMIENTO DEBIDO A LA REFLEXION Vs. COEFICIENTE DE REFLEXION -----	190
4.88. PARAMETROS DEL SISTEMA DE ATENUACION DE UN RADIO ENLACE -----	192
4.89. DIFRACCION POR CURVATURA DE LA TIERRA -----	200
4.90. OBSTRUCCION POR "FILO DE CUCHILLO" -----	200
4.91. CANAL DE ASIGNACION EXCLUSIVO ( PUNTO A PUN TO -----	320
4.92. CANAL COMPARTIDO (ACCESO MULTIPLE ) -----	320
4.93. CANALIZACION DE FRECUENCIAS -----	327
4.94. CANALIZACION PARA LAS BANDAS DE 335,4 - 367,5 Mhz -----	330
4.95. CANALIZACION PARA LAS BANDAS DE 790 - 960 Mhz -----	331

<u>Nº</u>	<u>Pags.</u>
4.96. CANALIZACION PARA LAS BANDAS DE 2100 - 2300 Mhz .....	317
4.97. CANALIZACION PARA LAS BANDAS DE 6430 - 7210 Mhz.....	333
4.98. FORMAS GRAFICAS DE LAS ANTENAS HELICOIDALES YAGI Y/O LOG - PERIODICA .....	350
4.99. ANTENAS BASADAS EN UN REFLECTOR .....	352
4.100. ATENUACION DE CABLES COAXIALES .....	355
4.101. TIPOS DE GUIA DE ONDA .....	357
4.102. ATENUACION DE GUIAS DE ONDA .....	358
4.103. ACIMUT DE ENLACE PUCARA - GUACHAURCO .....	363
4.104. ACIMUT DE ENLACE REPLEN - GUACHAURCO .....	364
4.105. ACIMUT DE ENLACE REPLEN - MACHALA .....	365
4.106. ACIMUT DE ENLACE PUGLLA - HUACHICHAMBO .....	366
4.107. ACIMUT DE ENLACE CUACHAURCO - HUACHICHAMBO -	367
4.108. ACIMUT DE ENLACE COLAMBO - HUACHICHAMBO .....	368
4.109. ACIMUT DE ENLACE HUACHICHAMBO - LOJA .....	369
4.110. SISTEMA LOCAL DE ABONADO .....	378
4 111. SISTEMA DE LINEA FISICA EL TABLON - ONA .....	398
4.112. SISTEMA DE LINEA FISICA EL JIMBILLA - SABA- NILLA .....	399
4.113. SISTEMA DE ONDA PORTADORA EL GUASIMO - SOZO- RANGA .....	400

<u>Nº</u>	<u>Pags.</u>
4.114. SISTEMA DE ONDA PORTADORA TACAMOROS - SOZO- RANGA -----	401
4.115. SISTEMA DE ONDA PORTADORA QUILANGA - GONZA- NAMA -----	402
4.116. SISTEMA DE ONDA PORTADORA PINDAL - POZUL --	403
4.117. SISTEMA DE ONDA PORTADORA YANGANA - VILCA - BAMBA-----	404
4.118. SISTEMA DE ONDA PORTADORA SAN LUCAS SARAGU- RO -----	405
4.119 SISTEMA DE ONDA PORTADORA SANTA RUFINA BUE- NAVISTA -----	406
4.120. SISTEMA DE ONDA PORTADORA SABIANGO - SOZO- RANGA -----	407
4.121. SISTEMA DE ONDA PORTADORA CAZADEROS - PALE- TILLAS -----	408
4.122. SISTEMA DE ONDA PORTADORA SACAPALCA - GON- ZANAMA -----	410
4.123. SISTEMA DE ONDA PORTADORA 12 DE DICIEMBRE - PINDAL -----	409
4.124. SISTEMA DE ONDA PORTADORA GUALEL - EL CISNE	411
4.125. SISTEMA DE CABLE MULTIPAR OLMEDO - CHAGUAR- PAMBA -----	415
4.126. SISTEMA DE CABLE MULTIPAR COLAISACA- UTUANA	416

<u>Nº</u>	<u>Pags.</u>
4.127. SISTEMA DE CABLE MULTIPAR CHAQUINAL - ALA- MOR -----	417
4.128. SISTEMA DE CABLE MULTIPAR MERCADILLO - ALA- MOR -----	418
4.129. SISTEMA DE CABLE MULTIPAR EL PARAISO DEL CELEN - SELVA ALEGRE -----	419
4.130. PLAN DE ENRUTAMIENTO (TRAFICO INTERURBANO)	422
4.131. PLAN DE ENRUTAMIENTO DE LAS CENTRALES RURA- LES R2 HASTA R1 -----	424
4.132a. ESQUEMA DE CONMUTACION DE LAS POBLACIONES DE LA PROVINCIA DE LOJA -----	484
4.132b. ESQUEMA DE CONMUTACION DE LAS POBLACIONES DE LA PROVINCIA DE LOJA -----	485
4.133. DISTRIBUIDOR DE LA ATENUACION -----	438

## CAPITULO I

### INDICADORES SOCIALES Y ECONOMICOS DE LA PROVINCIA DE LOJA

#### 1.1. SITUACION GEOGRAFICA DE LA PROVINCIA DE LOJA

La provincia de Loja cuya superficie es de 10.793 Km<sup>2</sup>., que corresponde a un 3.96 % del área de la soberanía nacional terrestre.

Topográficamente, la provincia de Loja está caracterizada por ser muy irregular, en cuyo seno reposan las hoyas de Jubones, Puyango, Catamayo y Macará, resáltan igualmente las estribaciones de Yakumbi, Condorcillo, Tigre, Sabanilla y Colima.

El cerro más alto es el cerro Urco de 3.793 metros de altitud.

El sistema hidrográfico de Loja está compuesto, principalmente por los rios Puyango, Catamayo, Macará, Calvas, Píndo, Alamor, Zamora, Malacatos, etc., y también por las lagunas de Amaluza y del Compadre.

La provincia de Loja goza de un clima muy variado que permite a su vez una diversidad de cultivos y producciones agrícolas, siendo la temperatura media de 20°C.

## 1.2. POBLACION Y DIVISION POLITICA DE LA PROVINCIA DE LOJA

Con una población de 360.767 habitantes correspondientes al 4.5 % de los habitantes del territorio nacional, distribuidos en 12 cantones los mismos que se subdividen en 12 cabeceras cantonales y 69 parroquias.

La provincia de Loja cuya capital es la ciudad del mismo nombre limita:

- Al norte: con la provincia de El Oro y El Azuay;
- Al sur : con la República del Perú;
- Al este : con la provincia de Zamora - Chinchipe; y
- Al Oeste: con la provincia de El Oro y el Perú.

En la tabla I, están listados los cantones con sus respectivas cabeceras cantonales y parroquias rurales, así mismo se incluye el número de habitantes de los mismos, obtenidos de los censos de 1.974 y 1.982, para de esta manera determinar la tasa de crecimiento de estas poblaciones.

La extrapolación geométrica que se ha utilizado para la es

timación; corresponde a la hipótesis de que la población aumenta constantemente en una cifra proporcional a su importancia numérica cambiante.

La fórmula N<sup>o</sup> 1.1., empleada en los cálculos de la tasa de crecimiento es igual a:

$$P_F = P_A(1 + \gamma)^t \quad (1.1)$$

Donde:

$P_A$  = población actual

$t$  = el período en años

$\gamma$  = tasa anual de crecimiento

$P_F$  = población futura

Por lo tanto:

$$\gamma = \{P_F / P_A\}^{1/t} - 1 \quad (1.2)$$

La proyección de población efectuada por el INEC avizoraron una recuperación de la tasa de crecimiento que llegará entre 1.983 y 1.986 al 1.4 %. De todas formas el gran número de personas que anualmente abandonan la provincia, debe constituirse en el principal factor que contrarreste el cre



cimiento poblacional de la misma.

Si bien los 2/3 de la población son rurales, el crecimiento que registra la población urbana desde 1.950, ha sido en promedio 2 y hasta 3 veces superior a la rural. No obstante, cuando se observa la evolución de la población por cantones constatamos la existencia de cantones con altos, medianos y bajos ritmos de crecimiento. En la primera categoría encontramos a Catamayo y Loja; en la segunda a Espindola, luego a Celica, Sozoranga, Saraguro y Zapotillo y finalmente a Macará, Calvas, Puyango; Celica, Daltas y Gonzanamá de crecimiento negativo.

En cifras absolutas el cantón Loja reúne el 34 % de la población total provincial y los cantones Paltas y Calvas a pesar de acusar agresivas pérdidas en sus poblaciones, abarcan respectivamente con el 12.3 % y el 8,4 % de los habitantes de la provincia.

De confirmarse la tasa de crecimiento de 5.1 % proyectada por el CEPAR para el período 1.982 - 2.000. A esta última fecha la ciudad de Loja alcanzará los 174.000 habitantes. Un desarrollo de tal naturaleza implicará serios ajustes y costos sociales y económicos para el estado.

En la siguiente página podremos apreciar la Tabla I.

TABLA I

## TASA DE CRECIMIENTO DE LAS POBLACIONES DE LA PROVINCIA DE LOJA

POBLACION	CANTON LOJA		T de C. (%)
	1974	1982	
Loja	61283	87281	4.519
Chuquiribamba	4912	4444	-1.243
El Cisne	2305	1989	-1.826
Gualiel	2136	2219	0.477
Jimbilla	1745	1554	-1.438
Taquil	3576	6521	7.798
San Lucas	4224	4045	-0.539
Santiago	2740	2401	-1.637
Malacatos	6585	2897	-9.754
Vilcabamba	4563	5143	1.506
Yangana	2670	2323	-1.725

Población	CANTON CALVAS		T de C. (%)
	1974	1982	
Cariamanga	23825	21940	-1.025
Colaisaca	4836	2600	-7.471
Utua	2868	3704	3.249
El Lucero		1969	

continua.....

Viene...Tabla I.

CANTON CELICA			
Población	1974	1982	T de C
Celica	7124	6686	-0.790
Cruzpamba	1886	1308	-4.471
Chaquinal	1612	1554	-0.456
12 de Diciembre	1727	1683	-0.322
Pindal	4334	4017	-0.944
Sabanilla	1971	1814	-1.032
Pozul	4251	4124	-0.378

CANTON ESPINDOLA			
Población	1974	1982	T de C
Amaluza	8186	9588	1.995
Bellavista	2899	2987	0.374
Jimbura	2931	3301	1.497
Santa Teresita	2504	2300	-1.056

CANTON GONZANAMA			
Población	1974	1982	T de C
Gonzanama	4113	3533	-1.882
Changaimina	5385	4454	-2.344

continua.....

Viene...Tabla I...

Nambacola	6023	5514	-1.097
Purunuma	2054	1810	-1.568
Quilanga	4397	4019	-1.117
Sacapalca	4309	3600	-2.222
S. Antonio de las A.	2750	2499	-1.189

## CANTON MACARA

Población	1974	1982	T de C
Macará	11884	13779	1.866
Larama	1926	1119	-6.562
La Victoria	2181	1939	-1.459
Sabiango	2259	916	-10.669

## CANTON SOZORANGA

Población	1974	1982	T de C
Sozoranga	5005	4440	-1.486
Nueva Fatima		1030	
Tacamoros	4027	3875	-0.479

## CANTON PALTAS

Población	1974	1982	T de C
Catacocha	20243	17832	-1.572
Buenavista	1813	1596	-1.574
Cangonama	2029	1720	-2.044
Chaguarpamba	7620	6091	-2.760
El Rosario	1498	1048	-4.367
Guachanama	4102	3292	-2.712
El Tingue	1946	1585	-2.532
Lauro Guerrero	1987	2176	1.142
Olmedo	5344	5241	-0.307
Orianga	1914	2274	2.157
Santa Rufina	1806	1528	-2.067

## CANTON CATAMAYO

Población	1974	1982	T de C
Catamayo	7991	12891	6.159
El Tambo	3945	4500	1.658
Guayquichuma	759	704	-0.935
S. Pedro de la Bend.	2546	2287	-1.332

---

CANTON ZAPOTILLO			
Población	1974	1982	T de C
Zapotillo	4865	5509	1.566
Cazaderos		2076	
Paletillas		2559	

---

CANTON SARAGURO			
Población	1974	1982	T de C
Saraguro		6399	
El Paraiso de Belén		2034	
El Tablón		810	
Llushapa		1794	
Manu		4013	
S. Antonio de Cumbe		1492	
S. Pablo de Tenta		3366	
S. Sebastián de Yuluc		1149	
Selva Alegre		1735	
Urdaneta		2870	

---

Población	CANTON PUYANGO		T de C
	1974	1982	
Alamor	-	8256	-
Ciano	-	1815	-
Limo	-	2680	-
Mercadillo	-	2037	-
Vicentino	-	1729	-

### 1.3. POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA

En virtud de los trabajos cumplidos por el centro de estudios de población y paternidad responsable CEPAR en la provincia de Loja y aprovechando la valiosa información estadística preparada por el INEC y otros organismos oficiales, se ha extraído de los mismos, valiosos elementos de juicio para apreciar los recursos con que cuenta la provincia de Loja.

Considerando el tipo de actividad que desarrollan la población mayor de 12 años de edad se ha clasificado en población activa y población inactiva.

Entre 1.974 y 1.982, la población de 12 años y más de edad paso de 210.754 a 228.988 personas, es decir que en ese lapso hubo un

incremento de 180.234 individuos.

La proporción de población económicamente activa PEA experimento entre 1.974 y 1.982 una ligera baja de 44.9 a 43.2 por ciento, que repercutió en áreas urbanas y rurales. La subdivisión de PEA en activa e inactiva registro una disminución de porcentaje de ocupados del 43.7 en 1.974 a 42.2 por ciento en 1.982.

En la tabla N° II , en la primera columna se especifica el porcentaje de PEA de los diferentes cantones de la población de Loja registrados en el año 1.982.

El sector económico más predominante de la provincia de Loja (a pesar de registrar un neto descenso) continua siendo en el año 1.982, la agricultura en cuyo seno se encuentran 6 personas - de cada diez activas y que en áreas rurales llega a ocupar a 8 de cada diez personas.

Le sigue la rama de actividad económica "servicios" además se advierte un declinamiento más o menos importante del extracto más representativo compuesto por trabajadores o "cuenta propia" y de los trabajadores familiares".



TABLA II

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA Y VIVIENDA			
	CANTON	LOJA	
Población	%PEA	VIVIENDA	OCUP/VIVIE.
Loja	23.92	14.062	4.88
Chuquiribamba	3.28	125	4.064
El Cisne	16.33	249	4.26
Gualel	5.18	80	4.02
Jimilla	4.24	53	4.05
Taquil	3.46	172	4.31
San Lucas	5.53	151	4.13
Santiago	6.91	123	4.19
Malacatos	4.72	109	4.24
Vilcabamba	6.99	297	4.50
Vangana	7.87	139	3.98
	CANTON	CALVAS	
Cariamanga	12.76	1716	5.19
Colaisaca	1.88	49	4.51
El Lucero	4.15	115	5.26
Utua	1.01	18	4.11

CANTON CELICA			
POBLACION	%PEA	VIVIENDA	OCUP/VIVIE
Celica	5.65	588	5.10
Cruzpamba	2.44	33	3.24
Chaquinal	4.69	27	5.85
12 de Diciembre	4.99	58	5.43
Pindal	7.39	229	5.10
Pozul	6.32	212	5.01
Sabanilla	7.99	108	5.14

CANTON ESPINDOLA			
Analuza	4.58	285	4.85
Bellavista	2.14	51	4.82
Jimbura	4.43	71	4.49
Santa Teresita	2.00	31	5.12

CANTON GONZANAMA			
Gonzanama	11.43	319	4.96
Changaimina	3.90	138	5.36
Nambacola	3.06	138	4.07
Purunuma	6.74	95	4.76
Quilanga	6.74	217	4.28
Sacapaica	2.21	72	4.56
S. Antonio de las A.	3.32	55	5.00

---

 CANTON MACARA
 

---

Macará	21.71	1880	5.28
Larama	1.78	16	5.31
La Victoria	3.86	66	4.87
Sabiango	14.73	117	4.00

---

 CANTON SOZORANGA
 

---

Sozoranga	5.22	182	4.71
Nueva Fatima	3.68	24	5.87
Tacamoros	2.45	65	5.55

---

 CANTON PALTAS
 

---

Catacocha	6.15	1113	4.56
Buenavista	8.70	110	4.63
Cangonama	3.43	57	3.36
Chaguarpamba	4.13	207	4.44
El Rosario	3.24	18	3.83
Guachanama	2.88	71	4.21
El Tingue	2.58	39	3.66
Lauro	0.83	103	16.23
Olmedo	3.89	175	4.45

---

---

	CANTON	CATAMAYO	
Catamayo	20.14	1983	4.89
El Tambo	3.71	123	4.80
Guayquichuma	5.53	29	4.65
S. Pedro de la B.	11.80	230	4.70

---

	CANTON	ZAPOTILLO	
Zapotillo	7.44	256	4.51
Cazaderos	2.64	48	4.83
Paletillas	2.22	45	3.91

---

	CANTON	SARAGURO	
Saraguro	7.78	444	4.62
El Paraiso de Celen	2.31	37	4.21
El Tablón	4.93	18	5.27
Lluzhapá	4.01	50	4.16
Manu	2.25	88	4.19
S. Antonio de Cumbe	4.15	40	4.85
S. Pablo de Tenta	3.29	89	4.56
S. Sebastián de Yujuc	2.08	17	3.76
Selva Alegre	6.74	80	4.53
Urdaneta	3.27	69	4.65

---

	CANTON	PUYANGO	
Alamor	8.61	594	4.81
Ciano	2.69	48	4.39
El Limo	3.88	75	4.80
Mercadillo	5.20	99	5.16
Vicentino	5.43	83	4.80

#### 1.4. LA VIVIENDA

Entre 1.974 y 1.982, el incremento de vivienda en la provincia de Loja es de 13.094, de las cuales el 78 % se construyeron en el área urbana.

En cifras absolutas se nota un incremento del número de viviendas ocupadas, pero relacionando el número con el total de viviendas se aprecia un fenómeno contrario, es decir que en el período 1.974 - 1.982, el porcentaje de viviendas ocupadas pasó de 85.6 % a 81.4 %.

Como resultado de los notables movimientos migratorios campo-ciudad, el número de viviendas desocupadas (un 95 % rurales), pasó de 11.364 a 17.007 cifras que transformada en porcen-

taje , nos dá un aumento de 14.2 a 18.3 %.

Finalmente, se advierte exiguas variaciones en el número de ocupantes por vivienda, que en promedio se viene manteniendo en zonas urbanas y rurales en alrededor de cinco personas por casa, constituyendo en una de las cifras más altas del país. Demostrando la existencia de elevados índices de natalidad en la provincia. Ver tabla II.-

Además, según los datos del INEC se puede apreciar el acelerado crecimiento que han experimentado las "casas" o "villas", cuyos porcentajes aumentaron en áreas urbanas y rurales. De igual forma, pero en menor dimensión crecieron "ranchos", "cobachas", "apartamentos". Si además a estos cambios añadimos las pérdidas observables en los porcentajes de "mediaguas" y de "chozas", se podría afirmar que el habitante lojano (inclusive rural) va sustituyendo poco a poco el tipo de vivienda tradicional por un tipo más contemporáneo. Ver tabla III, en la siguiente página.-

TABLA III

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

TIPO DE VIVIENDA	AÑO 1.974			AÑO 1.982		
	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL
Casa o villa	28.0	33.8	26.4	51.8	45.6	54.8
Departamento	2.5	11.4	0.1	5.4	14.4	1.0
C. Inquilinato	8.8	33.3	2.2	9.8	26.7	1.5
Mediagua	52.1	20.8	60.6	26.9	18.3	35.7
Rancho o covacha	1.6	0.1	2.0	2.9	1.6	3.6
Choza	6.8	0.0	8.5	2.5	0.4	3.5
Otro	0.1	0.0	0.1	0.3	0.4	0.2

### 1.5. SERVICIOS GENERALES

El porcentaje de cobertura de agua potable subió de 31.8 a 51.5 %, en el período intercensal de los años 1.974 - 1.982, no obstante y a pesar de que el 95 % de viviendas urbanas tiene agua, el problema de la destinción y - la carencia de este recurso está presente en el sector rural, donde reside el 66 % de la población total provincial.

Las condiciones para la zona rural son aún más adversas, en lo que se refiere a servicio eléctrico; ya que los habitantes urbanos están dotados de este servicio en un 92 %, en el área rural existe solamente dos viviendas de cada diez que poseen este servicio.

Por otra parte la provincia de Loja no tiene la suficiente infraestructura básica en saneamiento ambiental, para mantener a sus habitantes en un estado higiénico - sanitario satisfactorio y contrarrestar la mortalidad.

A nivel rural, las condiciones de salubridad son más dramáticas. Se desprende entonces que el estado debería considerar a la provincia de Loja como una zona que merece urgente atención dentro del proceso de desarrollo regio



nal del país.

En lo que se refiere a tipo de combustible utilizado, el uso de la "leña y el carbón" y del "kérex" o "gasolina", que en el año 1.974, eran consumidos por el 83.3 % y el 12.5 % de la población de Loja, ahora han sido parcialmente sustituidos por el gas, cuyo incremento fue de 1.4 a 21.0 % hasta el año 1.982.

En las zonas urbanas un 54 % de las viviendas se sirven de gas mientras que en las zonas rurales un 90 % de sus moradores se sirven de "leña o carbón".

Por otra parte, se conoce que en el año 1.982, la provincia de Loja, disponía de los siguientes establecimientos de atención médica:

- Hospitales	13
- Centros de salud	3
- Subcentros de Salud Rurales	41
- Subcentros de salud urbanos	5
- Dispensarios	20
- Puestos de salud	34

Finalmente, es importante señalar que la población de Loja,

ha ido perdiendo cada vez más a sus habitantes, convirtiéndose así en una de las regiones de más alto éxodo del país. Prácticamente en un lapso de 20 años, el número de personas que abandonaron Loja ha sido multiplicado por cuatro. En efecto, entre los años 1.974 y 1.982, perdió más de 100.000 habitantes que, relacionados con la población total representan el 28 %.

#### 1.6. NECESIDAD DEL SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES

En general un sistema de Telecomunicaciones puede decirse - que es un conjunto de dispositivos y medios que se utilizan para la transmisión de información, es decir para comunicación entre personas, entre máquinas o entre personas y máquinas físicamente distantes.

Dada la importancia del nivel socio-económico y el deficiente servicio telefónico intra-provincial y nacional, que actualmente tiene la provincia de Loja, se ha podido determinar que es imperioso y fundamental realizar una proyección de la red telefónica que satisfaga las necesidades de las poblaciones.

Sin embargo, se pueden distinguir niveles básicos que regulan la necesidad de ampliar, mejorar y en unos casos insta

las el servicio de telecomunicaciones.

Estos niveles son:

#### SERVICIOS ESENCIALES :

Son los requeridos para satisfacer las necesidades más elementales de la provincia y de cada una de las poblaciones. Así en el aspecto social (acceso a medicina de urgencia, abastecimientos, policía y bomberos, etc.), en el aspecto administrativo (contacto entre autoridades de gobierno a diferentes niveles, coordinación de seguridad interior, etc.). Económicamente estos servicios no son rentables para la institución o empresa que los proporciona, por lo que es una obligación, de carácter ineludible que tiene que afrontar el estado.

#### SERVICIOS PRODUCTIVOS:

Son convenientes desde el punto de vista que contribuyen en forma sustancial hacia el desarrollo socio-económico de la población. Generalmente son rentables para la empresa que los proporcione.

#### SERVICIOS DE CONSUMO:

Son deseados por una parte del mercado, el cual es capaz de pagar por su uso precios financieramente rentables para la empresa que proporciona el servicio.

## C A P I T U L O    I I

### DESCRIPCION DE LAS COMUNICACIONES ACTUALES DE LA PROVINCIA DE LOJA

#### 2.1. GENERALIDADES

El Ecuador se divide actualmente en dos regiones (zonas terciarias) 1 y 2, las mismas que se constituyen en zonas secundarias que cubren generalmente las poblaciones de provincia.

Si bien es cierto, las telecomunicaciones en el Ecuador se encuentran en un período de transición del sistema electromecánico al sistema digital pasando por el sistema semiautomático en las zonas rurales.

La red telefónica nacional se encuentra constituida de la siguiente manera:

- un centro internacional constituido por una central telefónica de tránsito de la firma L.M., Ericsson ,

tipo ARM 202 localizada en Quito.

- Tres centros de tránsito nacionales localizados en las ciudades de Quito, Guayaquil, y Cuenca, constituidos por centrales de tránsito de la firma L.M Ericsson tipo 201. Existiendo además en los centros de tránsito de Quito y Guayaquil, selectores de grupo del tipo ARF, para transmitir parte del tráfico de larga distancia, actuando como soporte a las centrales ARM 201.

Según la división de zonas telefónicas del Ecuador - (Ver figura N° 2.1.), la provincia de Loja, está ubicada en la zona sur, en donde el servicio telefónico ofrecido es deficiente, anotándose como las principales deficiencias las siguientes:

- Casi la mayoría de los circuitos monofilares, se encuentran en un estado deplorable, ya que su vida útil paso hace mucho tiempo añadiéndose a esto; uniones, aisladores rotos, posteria en pésimo estado y en muchos casos la línea se sujeta a árboles. Todo esto trae consigo problemas de ruido, aislamiento, etc., trayendo consigo interrupciones frecuentes del servicio.
- Los circuitos monofilares, apropiados para circui-

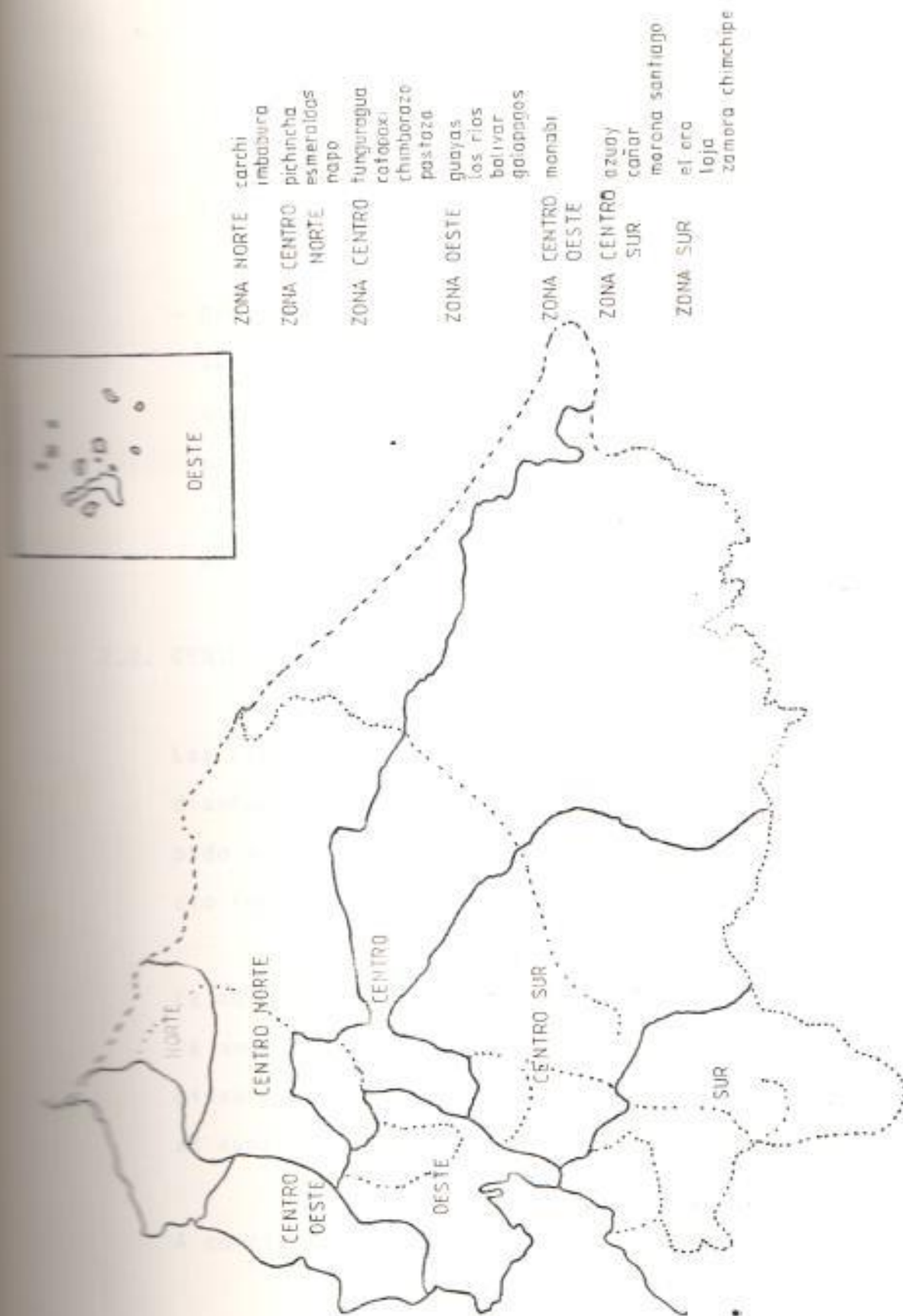


Fig N° 2.1  
Zonas telefónicas del Ecuador

tos telegráficos, ya no son apropiados para circuitos telefónicos, debido al ruido eléctrico producido por la inducción de las líneas de distribución de energía eléctrica a las poblaciones rurales.

- Debido a que las nuevas carreteras siguen otras rutas, en relación a los antiguos caminos de verano, que es por donde se encuentran las líneas unifilares existentes, el mantenimiento que se hace a estas lineas es casi nulo debido a que los caminos antiguos están prácticamente destruidos.

## 2.2. CENTRALES DE CONMUTACION Y SUS CARACTERISTICAS

Las centrales telefónicas o de conmutación son equipos diseñados para llenar las modernas exigencias de un rápido y eficaz funcionamiento, juntamente con un servicio seguro y un mínimo de mantenimiento.

La automatización de redes rurales exige generalmente la necesidad de centrales telefónicas de pequeña capacidad y que puedan ampliarse de un modo muy sencillo - al aumento en un futuro del número de abonados.

A continuación de una manera muy general se describen



las características de las centrales de conmutación existentes en la provincia de Loja.

Las centrales ARF 102, de la firma L.M. ERICSSON, son centrales públicas empleadas para manejar tráfico urbano, en las cuales la conmutación se realiza a dos hilos. Esta formada por selectores de coordenadas de 2.000 líneas y además está controlada por lógica cableada en donde la organización de los registros es de dos tipos: registro L y sistema ANA 11.

El sistema ARF 102, permite una resistencia de bucle de 1.800 ohmios incluyendo el aparato telefónico, el voltaje nominal de trabajo es de -48 voltios DC. Estas centrales usan señalización multifrecuencial (MFC).

Las centrales ARD 860, son semiautomáticas y son del tipo PAX con selectores de código. Los PAX se construyen en unidades, cada una para 50 líneas de extensión, las mismas que pueden ser usadas como centrales de 50 líneas; o pueden combinarse o añadirse más unidades, para formar centrales mayores de hasta un máximo de 5 unidades, lo que supone una capacidad final de 250 líneas de extensión.

Cada unidad de 50 líneas permite 5 llamadas simultá-

neas dentro de su propia unidad o dirigidas a cualquiera de las demás unidades. Totalmente equipada la central permite tener hasta 25 conversaciones simultáneas.

La eficiencia y la confiabilidad son las que han hecho famoso al "selector Crossbar" (selector de código), incorporados en las centrales AKD 860, los mismos que tienen la propiedad de poseer una mayor capacidad y tener menor dimensiones.

A continuación detallamos los datos técnicos de las centrales AKD 860.

- voltaje de trabajo 48 voltios
- resistencia de línea incluyendo la resistencia del aparato telefónico 1000 ohmios.
- voltaje de las señales de llamada 40 voltios.
- señalización multifrecuencial (MFC).

De acuerdo a los datos adquiridos de IETEL, las centrales existentes en las diferentes poblaciones de la provincia de Loja se detallan a continuación:

El cantón Loja posee una central tipo ARF, con una capacidad de 4.000 líneas repartidas de la siguiente forma:

- 31 líneas de central
- 44 líneas de servicio
- 38 monederos por conectarse
- 17 monederos conectados
- 486 líneas sin servicio
- 3384 números conectados

El cantón CALVAS, posee una central del tipo AKD, localizada en Cariamanga, con una capacidad de 250 líneas repartidas de la siguiente forma:

- 1 línea de central
- 2 líneas de servicio
- 0 monederos por conectarse
- 0 monederos conectados
- 4 líneas sin conexión
- 243 números conectados

El cantón Catamayo posee una central del tipo AKD, localizado en la toma con una capacidad de 200 líneas - repartidas de la siguiente forma:

- 1 línea de central
- 8 líneas de servicio

- 0 monederos por conectarse
- 0 monederos conectados
- 3 líneas sin servicio
- 188 números conectados

El cantón MACARA, posee una central del tipo AKD, localizada en Macará con una capacidad de 200 líneas repartidas de la siguiente forma:

- 4 líneas de central
- 3 líneas de servicio
- 0 monederos por conectarse
- 0 monederos conectados
- 4 líneas sin servicio
- 189 números conectados

El cantón PALTAS, posee una central del tipo AKD, localizada en Catacocha, con una capacidad de 100 líneas repartidas de la siguiente forma:

- 0 líneas de central
- 5 líneas de servicio
- 0 monederos por conectarse
- 0 monederos conectados

- 1 línea sin servicio
- 94 números conectados

El cantón CELICA, posee una central del tipo AKD localizada en Céllica, con una capacidad de 100 líneas repartidas de la siguiente forma:

- 0 líneas de central
- 5 líneas de servicio
- 0 monederos por conectarse
- 0 monederos conectados
- 0 líneas sin conexión
- 42 líneas conectadas

El cantón PUYANGO, posee una central del tipo AKD localizada en Alamor, con una capacidad de 50 líneas repartidas de la siguiente forma:

- 0 líneas de central
- 5 líneas de servicio
- 0 monederos por conectarse
- 0 monederos conectados
- 0 líneas sin conexión
- 45 números conectados.

## 2.3. ESTACIONES REPETIDORAS EXISTENTES

La región 2 que comprende 10 provincias de nuestro país, está dividida en zonas para el área de las telecomunicaciones, tal como se indicó en la figura N° 2.1.

En la figura N° 2.2., se puede observar cómo Loja se encuentra entrelazada a través de las estaciones repetidoras existentes como las demás poblaciones de nuestro país. Por ejemplo un enlace de radio entre Loja y Guayaquil, se lo realiza a través de las estaciones repetidoras ubicadas en : Cerro del Carmen, Balao Chico, Reppen, Huachichambo, Guachaurco y Loja.

Según la división de zonas de la región 2 de la provincia de Loja se encuentra en la zona sur. En la cual se encuentran instaladas las siguientes estaciones repetidoras:

### GUACHAURCO:

Esta estación repetidora es del tipo derivativa, la misma que conecta a 7 localidades, a su vez esta se conecta con otras estaciones repetidoras como REPPEN, ubicada a 57.8 Km., PUCARA ubicada a 12.3 Km. y HUA-

CHICHAMBO, ubicada a 69.62 Km.

Las localidades son:

Zaruma: ubicada a 47.83 Km.

Gonzanamá: localizada a 54.25 Km.

Gozoranga: localizada a 33.40 Km.

Alamor: localizada a 16.62 Km.

Marcabeli: localizada a 20.27 Km.

La altura de la torre de la estación repetidora de -  
Guachaurco es de 18 metros.

HUACHICHAMBO:

Esta estación repetidora es del tipo derivativa. En la actualidad enlaza solamente a la ciudad de Loja, a su vez esta se conecta con la repetidora localizada en Guachaurco ubicada a 69.62 Km., y está proyectado enlaces con la repetidora localizada en Puglla a 43.10 Km., y el Cerro del Consuelo a 20.89 Km.,

La altura de la torre de la estación repetidora de -  
Guachichambo es de 30 metros.

## PUCARA:

Esta estación repetidora es del tipo derivativa, la misma que conecta tres localidades; a su vez esta se conecta con la repetidora localizada en Guachaurco - ubicada a 12.3 Km.

Las localidades son:

San Juan de Pozul:	localizada a 13.24 Km.
Sabanilla	: localizada a 23.82 Km.
Zapotillo	: localizada a 56.61 Km.

La altura de la torre de la estación repetidora de Pucara es de 6 metros.

## PUGLLA:

En la actualidad se encuentra en construcción, la cual servirá como centro de enlace para las poblaciones de Nobón y el cantón Saraguro y proporcionará un enlace directo entre las capitales provinciales de Azuay y Loja.

A continuación en la tabla IV, se indica la ubicación



Tabla IV

Ubicación geográfica de las estaciones repetidoras existentes en la provincia de Loja.

Estación Repetidora	Latitud	Longitud	altura
Guachaurco	04°02'05"	79°52'08"	3086 m.
Buachichambo	04°01'42"	79°14'31"	2848 m.
Pucara	04°05'36"	79°56'06"	2450 m.
Puglla	03°38'12"	79°15'25"	3332 m.

## SIMBOLOGIA

- equipo de microondas
- cable coaxial
- estación terminal
- estación repetidora con derivación
- estación repetidora



Fig N° 2.2

Sistema actual de microondas de IETEL R2.

geográfica de las estaciones repetidoras existentes - en la provincia de Loja.

#### 2.4. ENLACES DE RADIO

Los enlaces de radio es una técnica de transmisión - utilizada al criterio que justifique su empleo.

El sistema de radioenlace se utiliza cuando la si tuación topográfica y la ubicación de las poblaciones lo permitan.

Los radioenlaces existentes han sido diseñados aprovechando la infraestructura de un centro de mayor im portancia, o de una repetidora existente que tiene línea de vista con diferentes poblaciones.

Con esta breve explicación, procederemos entonces a indicar la localización de los enlaces de radio exis tentes en la provincia de Loja, la misma que se en cuentra constituida por radioenlaces HF y VHF-UHF, en donde se indica también la capacidad del radio, capa cidad máxima de Multiplex, canales instalados y cana les trabajando.

En el cantón Loja, se encuentran localizados los -  
equipos, en la ciudad del mismo nombre, con las ca  
racterísticas siguientes:

- 960 capacidad de radio
- 120 capacidad máxima de multiplex
- 120 canales instalados
- 80 canales trabajando

En el cantón CALVAS, los equipos de radioenlace, se  
localizan en la ciudad de Cariamanga, los mismos que  
poseen las características siguientes:

- 24 capacidad del radio
- 12 capacidad máxima de multiplex
- 4 canales instalados
- 4 canales trabajando

En el cantón MACARA, los equipos de radioenlace se  
encuentran en la ciudad del mismo nombre. Los cua  
les poseen las siguientes características:

- 24 capacidad de radio
- 12 capacidad máxima de multiplex

- 4 canales instalados
- 4 canales trabajando

En el cantón CATAMAYO, los equipos de radioenlace, se localizan en la ciudad de La Toma, los cuales tienen las siguientes características:

- 24 capacidad de radio
- 12 capacidad máxima de multiplex
- 8 canales instalados
- 0 canales trabajando

En el cantón PALTAS, los equipos de radioenlace, se localizan en la ciudad de Catacocha, los cuales tienen las siguientes características:

- 12 capacidad de radio
- 24 capacidad máxima de multiplex
- 4 canales instalados
- 0 canales trabajando

En la ciudad de CELICA, los equipos de radio se localizan en la ciudad de Celica, los mismos que poseen

las siguientes características:

- 12 capacidad de radio
- 24 capacidad máxima de multiplex
- 4 canales instalados
- 0 canales trabajando

A más de las características expuestas, indicamos a continuación los terminales multiplex de los canales instalados que cuentan con 4 de los mismos:

- canal 1: manual con telegrafía superpuesta
- canal 2: semiautomático saliente a Loja
- canal 3: semiautomático entrante a Loja
- canal 4: línea de pedido de abonado a Loja.

En la figura N° 2.3., se indica gráficamente los radioenlaces existentes en la provincia de Loja.

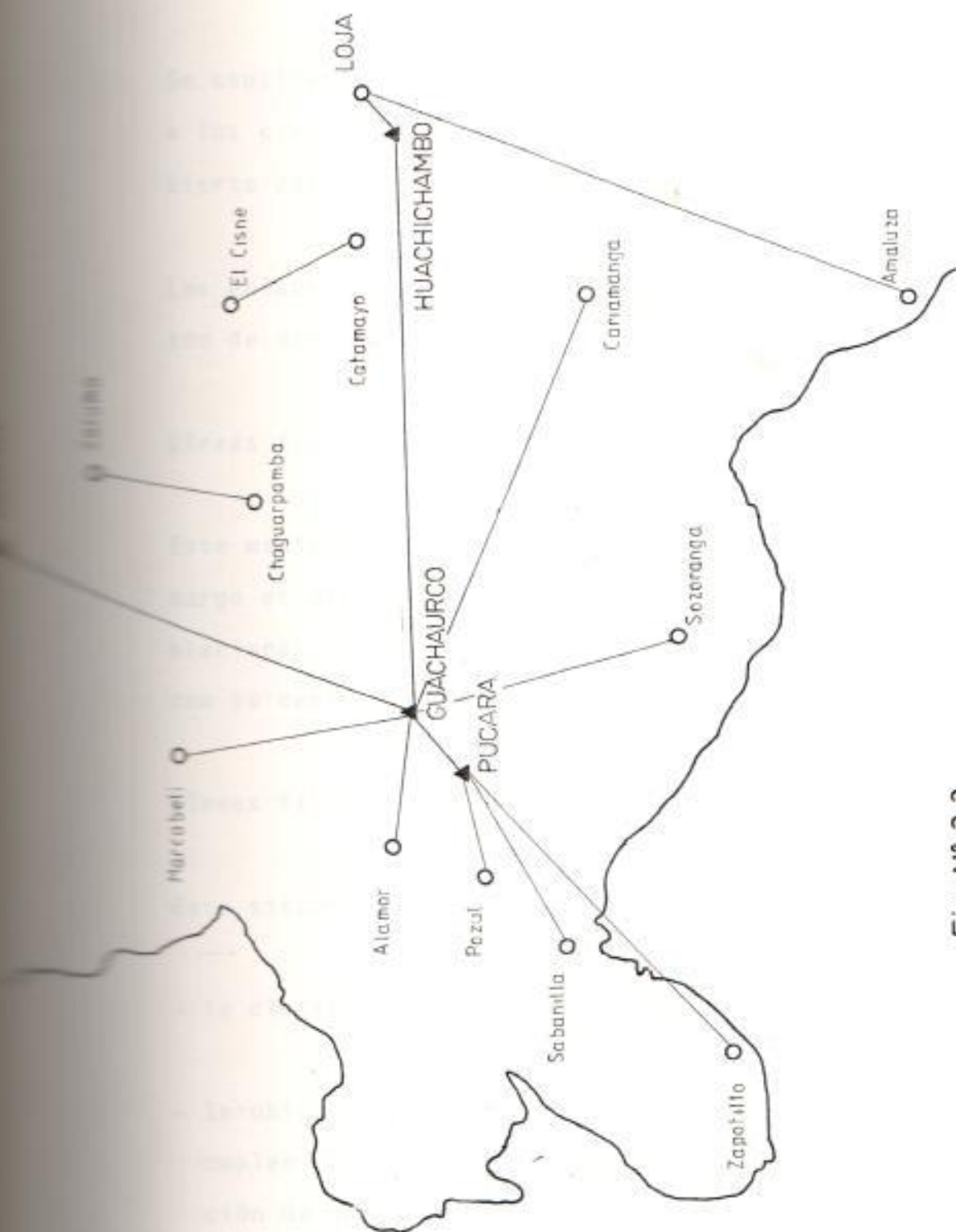


Fig N° 2.3  
Sistema actual de interconexión por enlace de radio

## 2.5. ENLACES FISICOS

Se considera dentro de esta técnica de transmisión - a los circuitos con alambre desnudo y con alambre cubierto con material aislante , (cables multipares).

Los enlaces físicos construídos con alambre desnudo son de dos clases:

Líneas físicas para frecuencias vocales:

Este medio de transmisión es el más antiguo y sin embargo es necesario su uso para enlazar aquellas poblaciones de menor importancia (no mayores de 30 Km) con su centro de conexión superior.

Líneas físicas para corrientes portadoras:

Este sistema se basa en los siguientes criterios:

- la distancia a cubrir es mayor a 20 Km.
- la ubicación de las poblaciones que facilita el empleo del sistema de ondas portadoras con extracción de canales individuales.

Cable multipar pupinizado:



Se usa para localidades cuya demanda telefónica es mayor a 100 y menor a 200 abonados y con una distancia no mayor a 10 Km., a su centro de mayor importancia .

Con esta breve explicación de líneas físicas, indico a continuación por cantones, las poblaciones que poseen este servicio.

El cantón LOJA, las poblaciones que tienen éste són: Malacatos, Vilcabamba, San Lucas, Santiago y su centro de conexión es la central Loja.

En el cantón CATAMAYO, las poblaciones que tienen este servicio son: San Pedro de la Bendita y El Tambo, cuyo centro de conexión es la central de La Toma.

En el cantón GONZANAMA, las poblaciones que poseen este servicio son: Gonzanama y Changaimina, cuyo centro de conexión es la central Cariamanga.

En el cantón Saraguro, la población que tiene este -servicio es: Saraguro cuyo centro de conexión es Loja.

En el cantón Zapotillo, la población que tiene este -servicio es Zapotillo, cuyo centro de conexión es la central de Celica.

En el cantón CELICA, las poblaciones que poseen este servicio son: Pindal y San Juan de Pozul, cuyo centro de conexión es la central Celica.

En el Cantón PUYANGO, las poblaciones que tienen este servicio es Alamor cuyo centro de conexión es Loja.

Estas redes que han permitido interconectar a una parte de cabeceras parroquiales y caserios con las cabeceras cantonales, son casi en su totalidad monofilares y se encuentran en malas condiciones, por tener en su mayoría muchos años de vida. (Ver figura II<sup>o</sup>2.4).

## 2.5. OTROS SERVICIOS

### a. Servicios con aparatos de magneto:

Son utilizados en los casos en que la topografía existente esté llena de obstáculos, cultivos, etc. , los mismos que no permiten la mantención de la línea que es necesario en el servicio automático . Se ha estado utilizando aparatos de magneto (con -batería local) y la línea conmutada a un puesto o mesa de operación manual en el centro primario a la cual pueden estar conectadas otras líneas de

magneto y la central automática del centro.

La línea que conecta la cabina con el puesto de operación, puede ser unifilar con retorno a tierra en comparación con el circuito bifilar del mismo alambre.

La atenuación del circuito unifilar es menor; pero es muy susceptible para interferencias externas sobre todo de líneas de alta tensión.

En casi todas las parroquias de la provincia de Loja, poseen este servicio, llegando a un número de 106 parroquias de las 123 existentes, según datos e información de IETEL.

b. Servicio de telegrafía rural:

Este servicio se divide en dos tipos de servicios:

- Servicio de telegrafía general:

El mismo que se caracteriza por ser abierto al público, asegura la recepción, transmisión y entrega del mensaje telegráfico al destinatario.

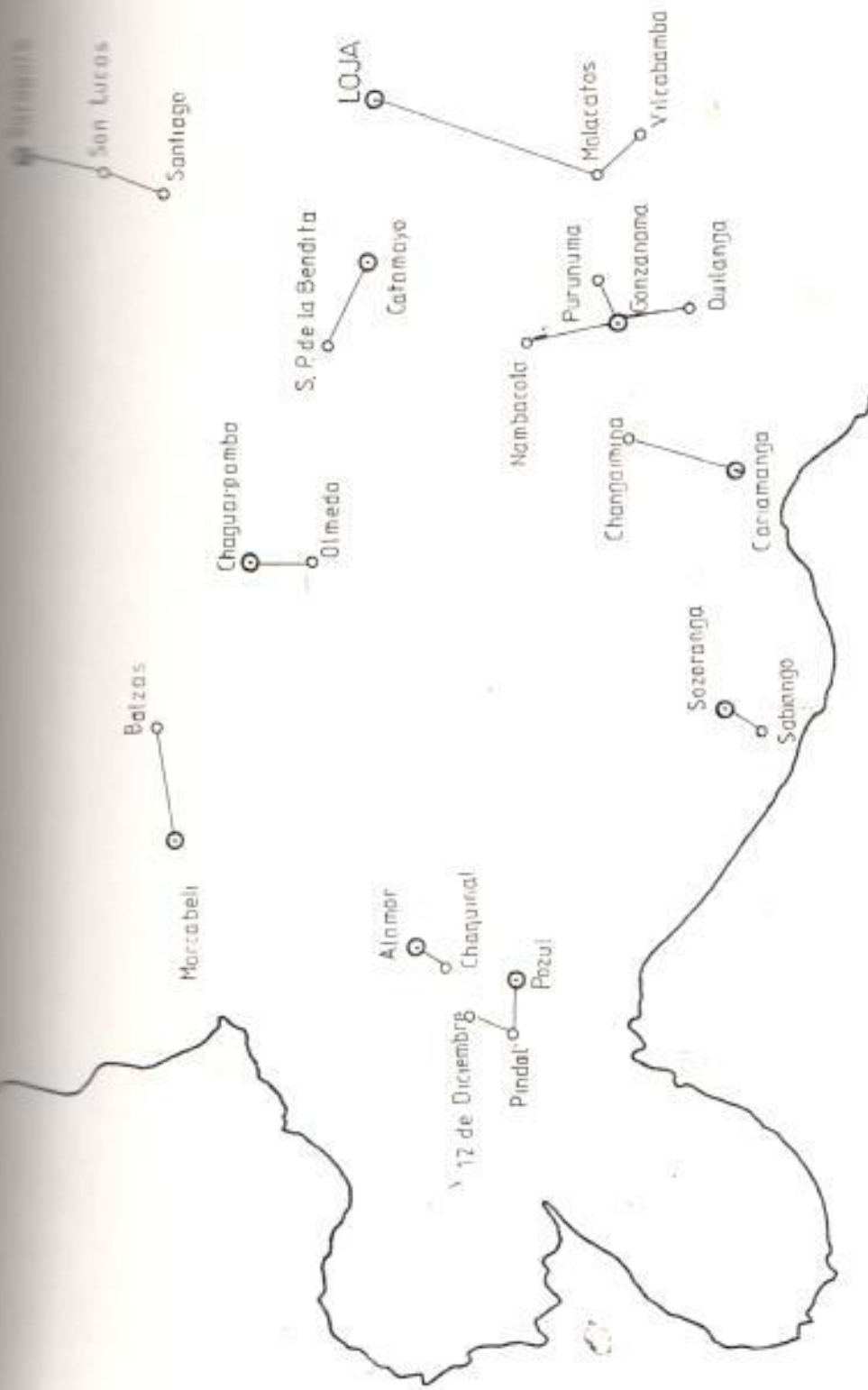


Fig N° 2.4  
Sistema actual de interconexión de enlace físico

- Servicio Teléx:

Es una comunicación directa y temporal entre abonados, por medio de centros de conmutación, aparatos arítmicos y la red telegráfica pública.

- Servicio Gentex:

Se denomina Gentex cuando los servicios de telex se conectan con sistemas de otros países por circuitos internacionales.

El servicio automático de telex ha crecido tanto - que han formado redes nacionales e internacionales, similares a las de telefonía, siendo mucho más costoso las centrales y equipos de abonados de telex, y su operación mucho más complicada que la de telefonía.

La red de Gentex es en un principio una red de abonados conectados a centrales automáticas; por tanto el tráfico que puede cruzarse a través de una comunicación gentes es relativamente bajo.

En la tabla V, indicamos el número de posiciones de telex y gentex, de las diferentes poblaciones - que tienen este servicio.

Tabla V

Posiciones Telex y Gentex de la provincia de Loja

POBLACION	P O S I C I O N E S	
	T E L E X	G E N T E X
Loja	16	10
Cariamanga	0	1
Macara	0	1
Catamayo	0	1
Paltas	0	1
Celica	0	1

## CAPITULO III

### ESTUDIO DE LAS NECESIDADES DEL SERVICIO TELEFONICO DE LAS POBLACIONES DE LA PROVINCIA DE LOJA

#### 3.1. SELECCION DE LAS POBLACIONES QUE REQUIEREN SERVICIO

A fin de satisfacer los requisitos actuales y futuros de las redes telefónicas rurales en forma óptima, para su planificación optamos por nuevas técnicas en el mayor grado posible, ya que las buenas telecomunicaciones en las zonas rurales son una premisa importante para la expansión del comercio y de la industria fuera de los grandes centros de población.

Desde el punto de vista de economía nacional, una extensión de la red telefónica en las zonas rurales es una inversión rentable. Contra estas razones acostumbran a ponerse otros argumentos de economía de empresa más a corto plazo, tales como que los costos de inversiones por abonado son altos y que los ingresos son bajos. Estos argumentos son ciertos en muchos casos -

pero no son válidos para la rentabilidad total durante un largo período de tiempo.

El término telecomunicaciones rurales se refiere a que existe una interacción entre varios factores, que dificulten el establecimiento de servicios de telecomunicaciones, ya que una zona rural consta generalmente de poblados y pequeñas ciudades dispersas, que representan las siguientes características:

- condiciones topográficas y climáticas que obstaculizan las telecomunicaciones.
- distribución escasa y dispersa de la población.
- escasos o ausencia de servicios sanitarios.
- escasos de servicios públicos y de educación, entorpecidos por la falta de electricidad fiable, agua potable, carreteras de acceso, etc.
- condición de vida sencilla.
- actividad económica limitada a las actividades básicas, como la agricultura, la pesca o la industria doméstica.



Pueden considerarse que las necesidades de telecomunicaciones tiene una motivación social y que éstas solo son económicas en el sentido más amplio . La finalidad de las telecomunicaciones rurales es el establecimiento de las telecomunicaciones en zonas rurales mediante el servicio de una tecnología apropiada.

En esta tesis, la zona rural a la que ha de darse servicio serán, las cabeceras cantonales y parroquiales - de la provincia de Loja , a excepción de las poblaciones que ya poseen este tipo de servicio.

## 2.2. PROYECCION DE LAS POBLACIONES

Para fines de esta tesis, el período de planificación al cual se realizará el estudio es de 16 años, es decir desde 1.987 a 2.010. Teniendo presente que la provincia de Loja según datos expuestos en el Capítulo I, posee un desarrollo lento, tanto económico como social, en relación con otras provincias. Tal es el caso que en el período de 1.974 a 1.982, la provincia de Loja perdió más de 100.000 habitantes, que relacionados con la población actual representan el 28 %.

La elaboración de la proyección de población provincial y cantonal de áreas urbanas y rurales fue elaborado -

por el INEC, aplicando el método de componentes, el mismo que consiste en estimar y proyectar separadamente las tres variables que intervienen en el cambio demográfico, es decir:

- natalidad
- fecundidad
- migración internacional

La proyección obtenida están ajustados a totales nacionales de cada grupo de edad en cada área de las poblaciones.

El pronóstico realizado por IETEL sobre la proyección de la población ecuatoriana concentrada y dispersa a nivel parroquial, para el período 1.985-2.010, se basa en los resultados del censo de 1.982 y en la proyección a nivel cantonal realizado por el INEC, mediante la elaboración de estructuras que se mantendrán para el período de proyección, y considerando la población concentrada y dispersa por separado.

En la tabla VI, se presentan los resultados de la proyección de las poblaciones tanto de cabeceras can

tonales como parroquiales rurales de la provincia de -  
Loja.

Tabla VI

## PROYECCION DE LA POBLACION DE LA PROVINCIA DE LOJA

Cantón Loja				
LOCALIDAD	1988	1990	2000	2010
Loja	99072	107338	152399	191516
Chuquiribamba	554	558	545	494
El Cisne	1164	1178	1145	1038
Gualtel	335	356	347	315
Jimbilla	233	235	229	208
Daquil	817	824	804	729
San Lucas	715	721	703	638
Santiago	582	587	572	519
Malacatos	502	506	493	447
Wilcabamba	1472	1491	1455	1319
CANTON CALVAS				
Carimanga	12655	13435	17399	20461
Colaisaca	230	227	201	168

Lucero	628	620	548	459
Utuaña	76	75	66	55

---

	CANTON	CATAMAYO		
Catamayo	13747	14903	21585	28190
El Tambo	671	686	739	762
Guayquichuma	193	156	168	174
S.P. de la Bendita	1247	1276	1374	1416

---

	CANTON	ESPINDOLA		
Analuza	1782	1861	2330	2707
Bellavista	274	278	286	277
Jimbura	377	384	395	382
S. Teresita	177	180	185	179

---

	CANTON	GONZANAMA		
Gonzanama	1870	1903	2004	1945
Changaimina	781	774	695	571
Nambacola	581	576	517	425
Purunuma	968	965	417	342
Quilanga	971	763	864	710
Sacapaica	340	337	303	249
S.A. Aradas	284	282	253	208

---

	CANTON MACARA			
Macará	13981	14658	18571	20149
Larama	79	75	53	33
La Victoria	298	254	202	124
Guasimo	435	414	295	180

	CANTON PALTAS			
Catacocha	6318	6672	7654	8046
Buenavista	538	511	443	343
Cangonama	195	192	167	131
Chaguarpamba	917	904	784	617
El Rosario	70	69	60	47
Guachanama	304	299	264	204
El Tingue	145	143	438	98
Lauro Guerrero	512	505	424	344
Olmedo	800	789	684	538
Orianga	512	525	455	358
S. Rufina	339	335	290	228

	CANTON PUYANGO			
Alamor	3895	4189	5939	7900
Ciano	215	213	193	160
Vicentino	407	402	358	302

El Lino	368	363	823	273
Mercadillo	524	517	461	389

---

CANTON SARAGURO

---

Saraguro	2519	2602	2997	3226
El P. de Belén	171	173	176	166
El Tablón	104	106	107	101
Llushapa	288	237	234	221
Manú	405	410	415	392
S.A. Cumbe	213	216	218	206
S.P. Tenta	449	455	460	434
S.S. Yuluc	70	71	72	68
Selva Alegre	399	404	409	386
Urdaneta	364	369	374	353

---

CANTON SOZORANGA

---

Sozoranga	886	862	761	661
Nueva Fatima	152	153	157	158
Tacamoros	389	342	401	405

---

CANTON ZAPOTILLO

---

Zapotillo ...	1620	1457	2582	3460
Cazaderos	252	241	226	193

Paletillas	189	183	171	147
------------	-----	-----	-----	-----

---

CANTON CELICA

---

Celica	4298	4382	4884	5192
Cruzamba	109	107	97	84
Chaquinal	163	160	146	126
Saca de Dobre.	339	334	303	262
Pinchal	1205	1188	1079	932
Pozal	1084	1069	970	839
Sabanilla	571	562	511	441

---

### 3.3. ESTUDIO Y CALCULO DE LA DEMANDA TELEFONICA

El objetivo de este trabajo es el de orientar la planificación y desarrollo del servicio telefónico de la provincia de Loja ya que para la realización del mismo fue necesario desarrollar previamente algunas actividades tales como:

- recopilación de información, análisis de datos históricos socio-económicos y del servicio telefónico en el Ecuador.
- proyección de la población ecuatoriana a nivel nacional, provincial, cantonal y parroquial, 1.985 - 2.010
- proyección de otros parámetros como el PIB, consumo de energía eléctrica, etc.

El estudio de planificación de la red constituye un proceso continuo e iterativo, del conocimiento del entorno en que este funciona, cuyos elementos son las observaciones de la red, la creación de planes para satisfacer la demanda de servicios y nuevas técnicas para resolver estos planes y su correspondiente verificación de los resultados tales como:



### Demanda telefónica:

Que es el número total de conexiones telefónicas que se tiene en los sectores urbanos y rurales, ya sean del tipo residencial, comercial o de servicios públicos y administrativos.

### Densidad telefónica:

Que es el número de líneas de abonados en servicio por cada 100 habitantes.

El IETEL, a través del Departamento de Planificación, realizó estudios y cálculos sobre la demanda telefónica a nivel cantonal y parroquial, los mismos que constan en el documento SDP-87-04/1, "Demanda Telefónica" de Diciembre de 1.986. y sus respectivos anexos.

El estudio y cálculo de la demanda telefónica realizado en el documento antes mencionado es hasta el año 2.010, considerando que:

- Los valores de la densidad telefónica en el período 1.985 - 1.990, en conformidad al plan de desarrollo de 1.985 - 1.988, tendrán como meta del año 1.990.

- la densidad telefónica determinada año por año para el período 1.990 - 2.010, se aproxima a la densidad mediante la ecuación del tipo:

$$\text{Log } D_n = \text{Log } D_1 + (N - 1990) \text{Log } (1 + A) \quad (3.1)$$

Expresada en otra forma:

$$D_n = D_1 (1 + A)^{N-1990} \quad (3.2)$$

Donde:

- $D_n$  : densidad telefónica del año N  
 $D_1$  : densidad telefónica del año 1.990  
 $D_2$  : densidad telefónica del año 2.010  
 $N$  : año  
 $X$  :  $\text{Log } D_2 - \text{Log } D_1$   
 $Z$  : año 2.010  
 $A$  :  $10^{X/(Z-1990)} - 1$

Los cálculos se reducen a determinar la densidad telefónica del año 2.010, aproximándolos mediante la relación logarítmica lineal de dos variables, ex

presada a continuación:

$$\text{Log } D = A + B \text{ Log } P \quad (3.3)$$

Donde:

D : densidad telefónica o LP (líneas principales)

P : población

A y B: constantes que pueden determinarse para el Ecuador por el método de mínimos cuadrados utilizando datos históricos tanto de la densidad telefónica, como del producto interno bruto Per cápita a precios constantes.

Veamos luego como se determina la demanda telefónica a nivel nacional, provincial, cantonal y parroquial.

#### 1. Demanda a nivel nacional:

Se basa en la relación que existe entre:

- la densidad telefónica y el producto interno bruto per capita.
- el pronóstico de demanda telefónica y el servicio

eléctrico.

Estas premisas dan resultados favorables y confiables para períodos mayores a los diez años, ya que amplias investigaciones en otros países han demostrado la existencia de una clara correlación. Por ejemplo para el período comprendido entre 1.965 a 1.984, el servicio telefónico se desarrolló paralelamente al sérvicio eléctrico.

En el documento mencionado se muestra graficamente la proyección de la densidad telefónica, así como también la proyección de la población y líneas principales nacionales, hasta el año 2.010, en la que se visualiza, que la densidad telefónica para el año 1.990 es de 5.01, y para el año 2.010, es de 13.0; líneas de abonado en servicio por cada 100 habitantes.

## 2. Demanda a nivel provincial:

Analizando los datos históricos de población a nivel provincial y de líneas principales, se ha podido determinar en general que una provincia con mayor número de habitantes que otra, tiene mayor nú

mero de líneas principales.

Es necesario para los cálculos de densidad telefónica para el año 2.010, realizar por separado el análisis tanto de la población concentrada como dispersa, mediante las siguientes ecuaciones:

- Para la población concentrada:

$$\text{Log LP} = 1.5858 + 1.1227 \text{ Log P} \quad (3.4)$$

- Para la población dispersa:

$$\text{Log LP} = -1.8015 \text{ Log P} \quad (3.5)$$

El resultado de los cálculos para la provincia de Loja se muestran en el documento SDP-87-04/1 el que indica:

Población concentrada:	316383
líneas principales:	44104
densidad telefónica:	12,94

Estos valores encontrados fueron ajustados mediante

un factor multiplicativo igual a 1.1284, de tal manera que la densidad telefónica total sea igual a 13, a nivel nacional, quedando así graficados en la figura antes mencionada:

líneas principales:        44721  
 densidad telefónica:        13.93

### 3. Densidad a nivel cantonal:

Al igual que la demanda nacional y provincial, se basará en las mismas premisas anteriores, con la salvedad de que solamente se considerará la población concentrada de cada cantón; es decir las cabeceras cantonales.

Dependiendo del valor de la densidad telefónica para el año 1.990, se dividirán estas poblaciones en 4 tipos de categoría proyectadas para el año 2.010; esto servirá para relacionar la alternativa más apropiada para cada uno de los cantones, así:

Categoría 1:

Corresponde a los cantones cuyas cabeceras cantona

les en 1.990, tienen una densidad telefónica  $0 < D < 2$ , proyectadas mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Log LP} = -1.5180 + 1.1025 \text{ Log P} \quad (3.6)$$

Categoría 2:

Corresponde a los cantones cuyas cabeceras cantonales en 1.990, tienen una densidad telefónica  $2 < D < 5$ , proyectadas mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Log P} = -1.0988 + 1.0304 \text{ Log P} \quad (3.7)$$

Categoría 3:

Corresponde a los cantones cuyas cabeceras cantonales en 1.990, tienen una densidad telefónica  $D > 5$ , proyectadas mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Log LP} = -1.2510 + 1.0707 \text{ Log P} \quad (3.8)$$

Categoría 4:

Corresponde a los cantones cuyas cabeceras cantona-

les son capitales provinciales (Loja en nuestro caso), proyectadas mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Log LP} = -1.3001 + 1.0858 \text{ Log P} \quad (3.9)$$

Los valores obtenidos a través de estas ecuaciones fueron ajustados de tal forma que el valor total a nivel cantonal coincida con los valores determinados a nivel provincial.

En la tabla VII, se presentan la proyección de los resultados parciales, tanto de líneas principales como de densidad telefónica proyectados para el año 2.010, además se indica el tipo de cantón.

Podemos observar además los resultados ajustados de la tabla anterior, mediante un factor multiplicativo determinado por la siguiente relación: Tabla VIII.-

$$f = \frac{\text{valor total a nivel cantonal}}{\text{valor a nivel provincial}}$$

$$f = \frac{4.4221}{4.0977}$$



Tabla VII

Resultados parciales a nivel cantonal de la demanda telefónica  
de la provincia de Loja

Cantón	Población	Tipo	Líneas princip.	Densidad telefónica
Loja	197764	4	28213	14.27
Cálfas	21163	3	2401	11.35
Catamboyo	30541	3	3556	11.64
Cálfica	7876	3	833	10.50
Capindola	3545	1	249	7.02
Cacatenana	4449	3	452	10.16
Macoma	20485	3	2319	11.32
Palcazu	10959	3	1187	10.83
Palumburo	9023	1	697	7.71
Sanaguro	5552	2	575	10.36
Sanorongo	1225	3	114	9.31
Sanatillo	3800	3	382	10.05
TOTAL :	376382		40977	12.95

f. = 1.08

Tabla VIII

Resultados ajustados a nivel cantonal de la demanda telefónica de la provincia de Loja

Cantón	Población	Tipo	Líneas princ.	Densidad telefónica
Loja	197764	4	30447	15.40
Salinas	21163	3	2591	12.24
Cutacayo	30541	3	3838	12.57
Celica	7876	3	899	11.41
Esmeralda	3545	1	269	7.59
Sancañana	4449	3	488	10.97
Recard	20485	3	2503	12.22
Salinas	10959	3	1281	11.69
Royango	9023	1	751	8.32
Saraguro	5552	2	621	11.19
Sacranaga	1225	3	123	10.04
Castillo	3800	3	412	10.84
TOTAL:	376382		44221	13.98

En las figuras 3.1. , hasta 3.10. , se muestra gráficamente los resultados ajustados para cada cabecera cantonal de la provincia de Loja.

#### 4. Demanda a nivel parroquial:

De idéntica forma se ha calculado la demanda telefónica a nivel provincial y cantonal, se considerará solamente los datos de la población concentrada para lo cual se tendrá 4 tipos de categorías para el año 2.010, dependiendo así mismo de la densidad telefónica en el año 1.990, las mismas que servirán para relacionar la alternativa más apropiada para cada una de las parroquias de la provincia de Loja.

##### Categoría 1:

Para las parroquias que en 1.990 tengan una densidad telefónica  $0 < D < 2$ . Determinada mediante la ecuación:

$$\text{Log } 1P = -1.1313 + \text{Log } P \quad (3.10)$$

##### Categoría 2:

Para las parroquias que en 1.990, tengan una densi

## LOJA

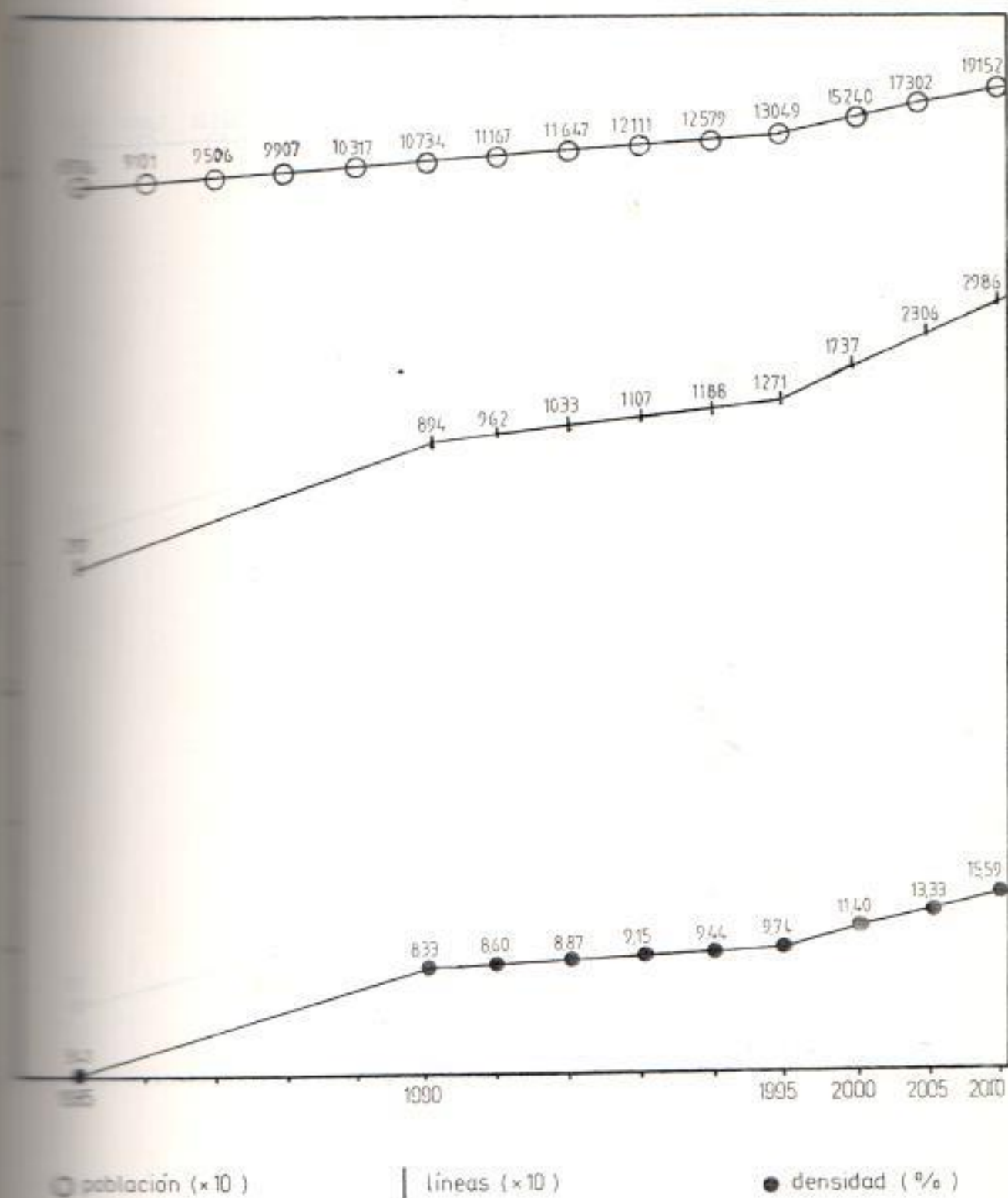


Fig N° 3.1

Proyección de la demanda concentrada  
de la cabecera cantonal Loja

## CARIAMANGA

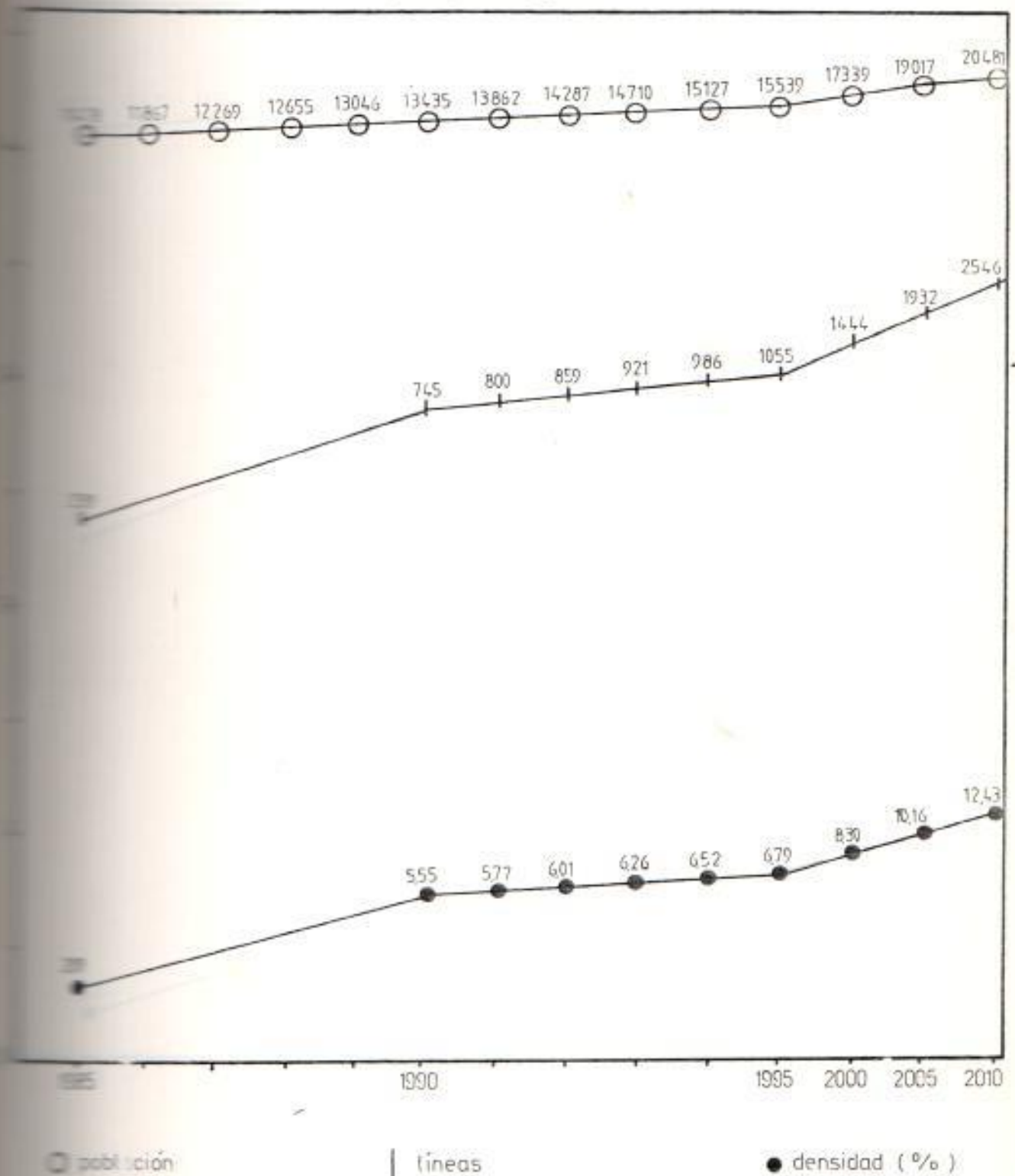


Fig N° 3.2

Proyección de la demanda concentrada  
de la cabecera cantonal Cariamanga

## CATAMAYO

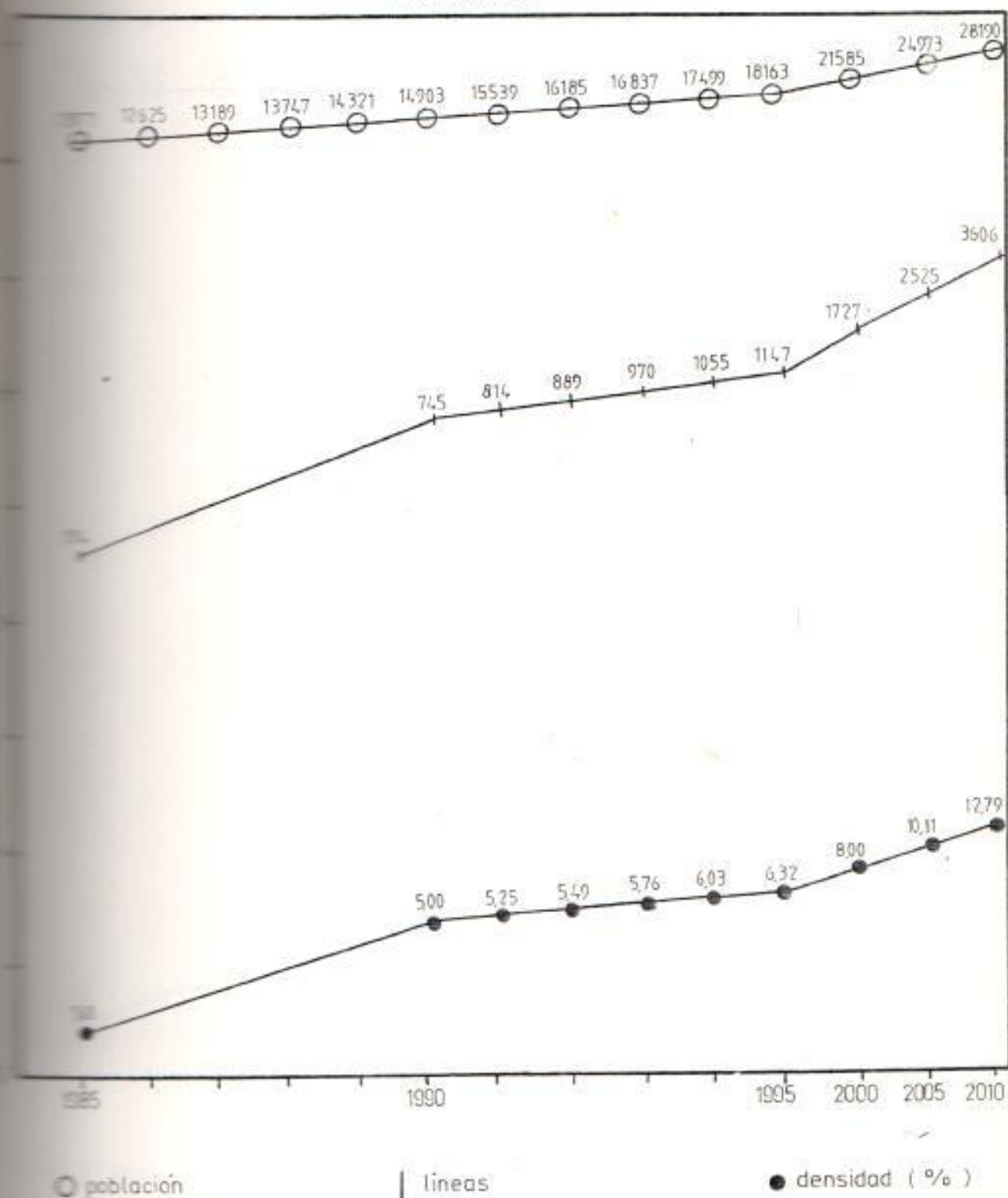


Fig N° 3.3

Proyección de la demanda concentrada  
de la cabecera cantonal Catamayo

## CELICA

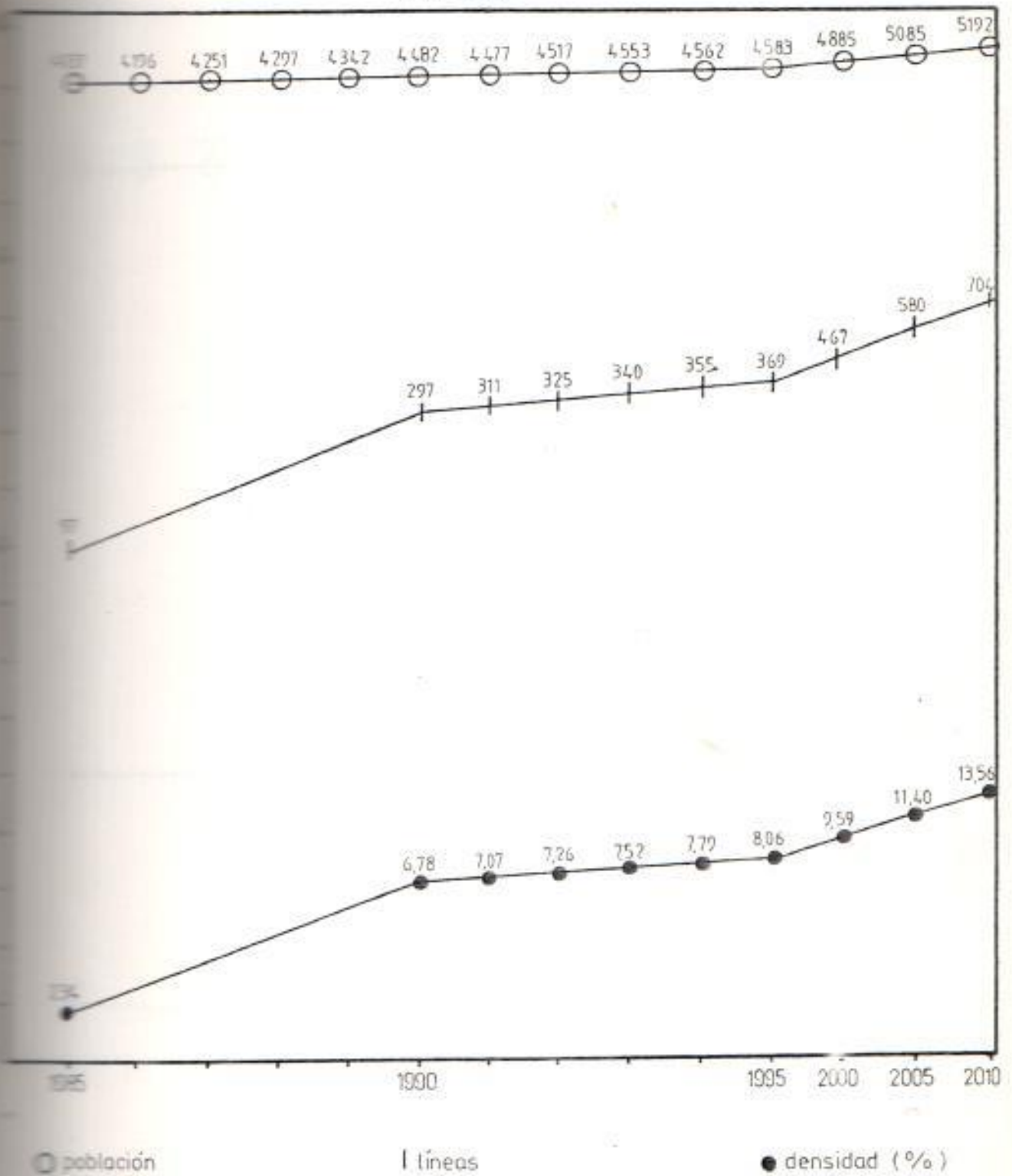


Fig N° 3.4  
Proyección de la demanda concentrada  
de la cabecera cantonal Celica

## AMALUZA

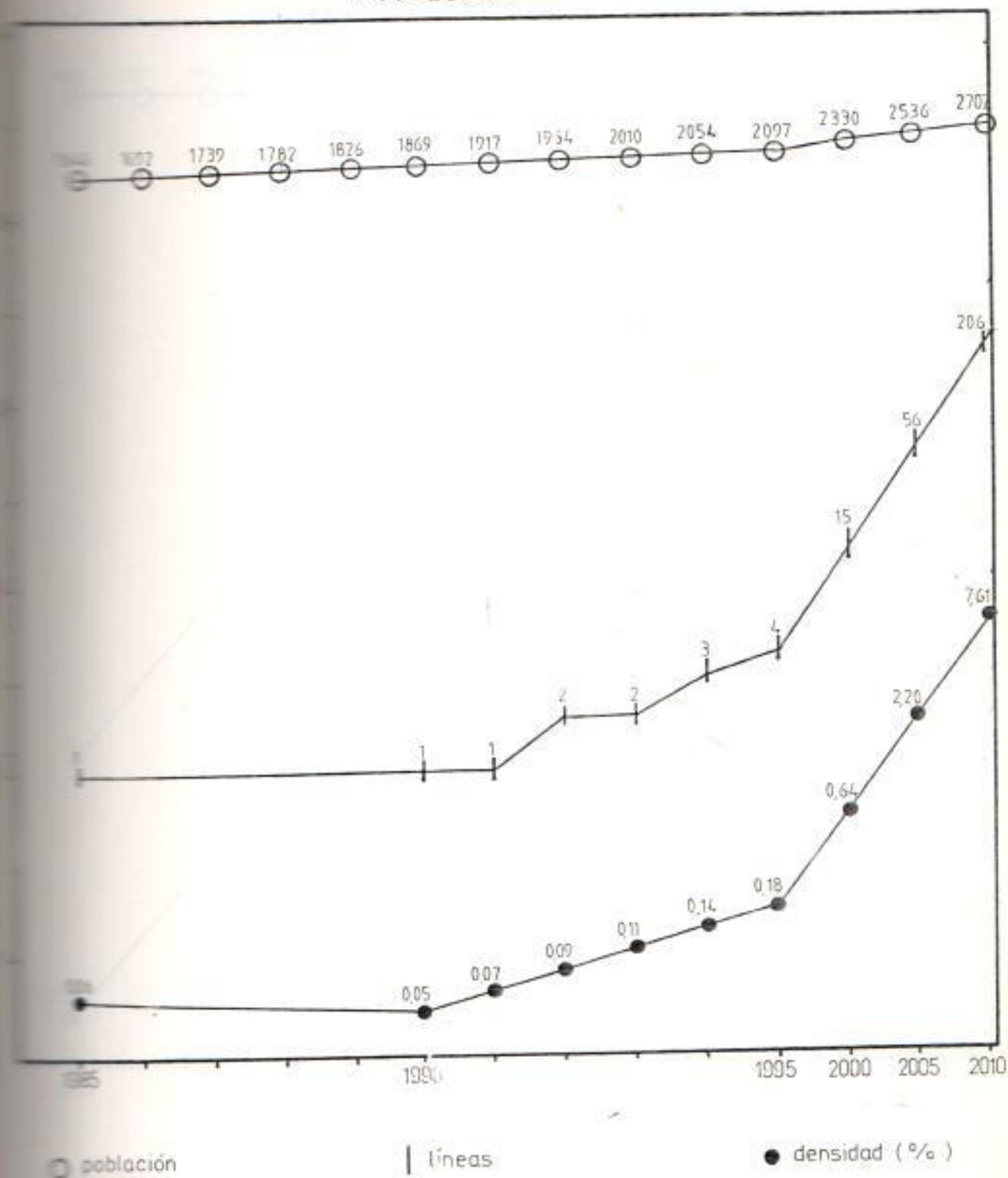


Fig N° 3.5

Proyección de la demanda concentrada  
de la cabecera cantonal Amaluza



## GONZANAMA

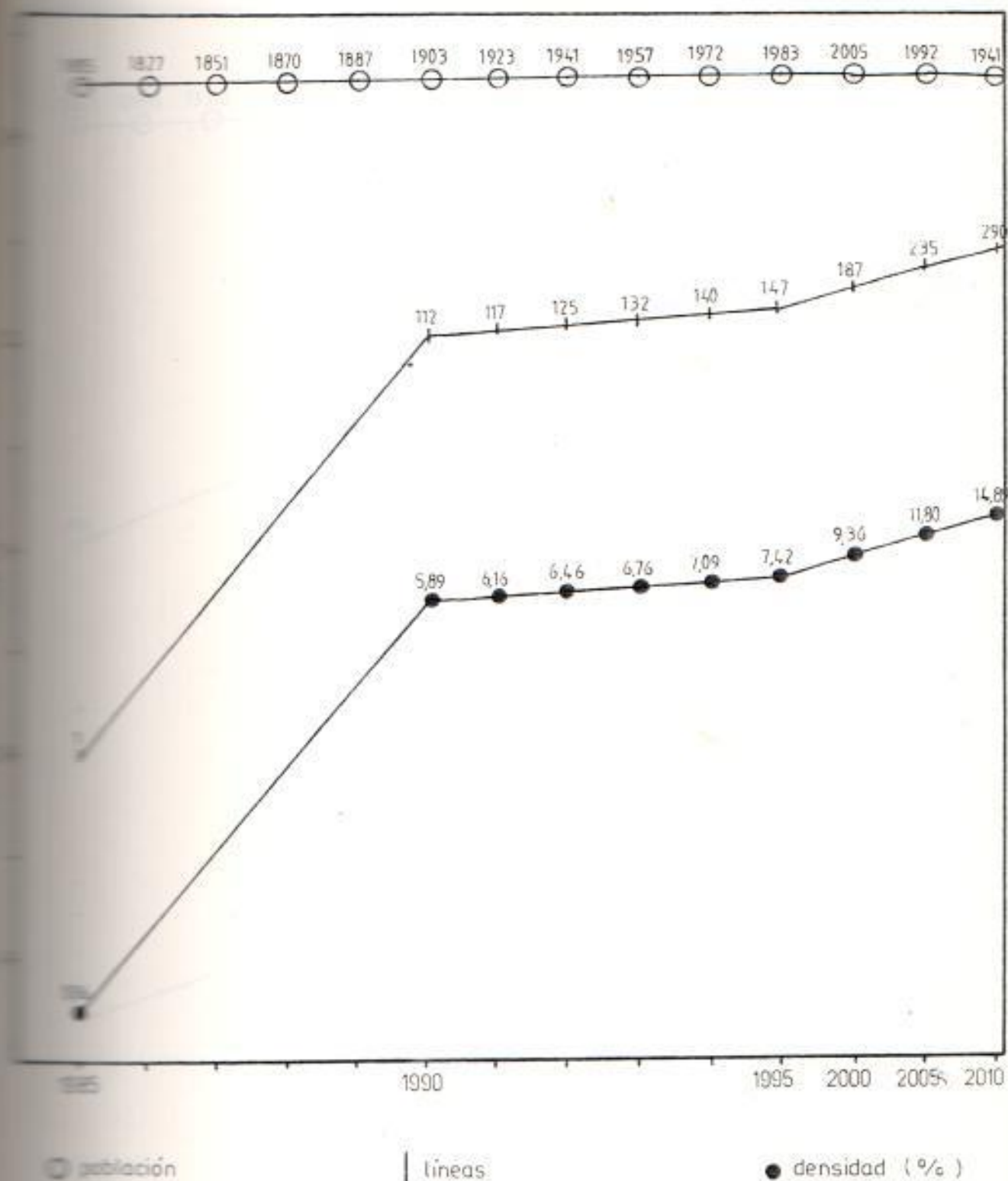


Fig N° 3.6  
 Proyección de la demanda concentrada  
 de la cabecera cantonal Gonzanama

## MACARA

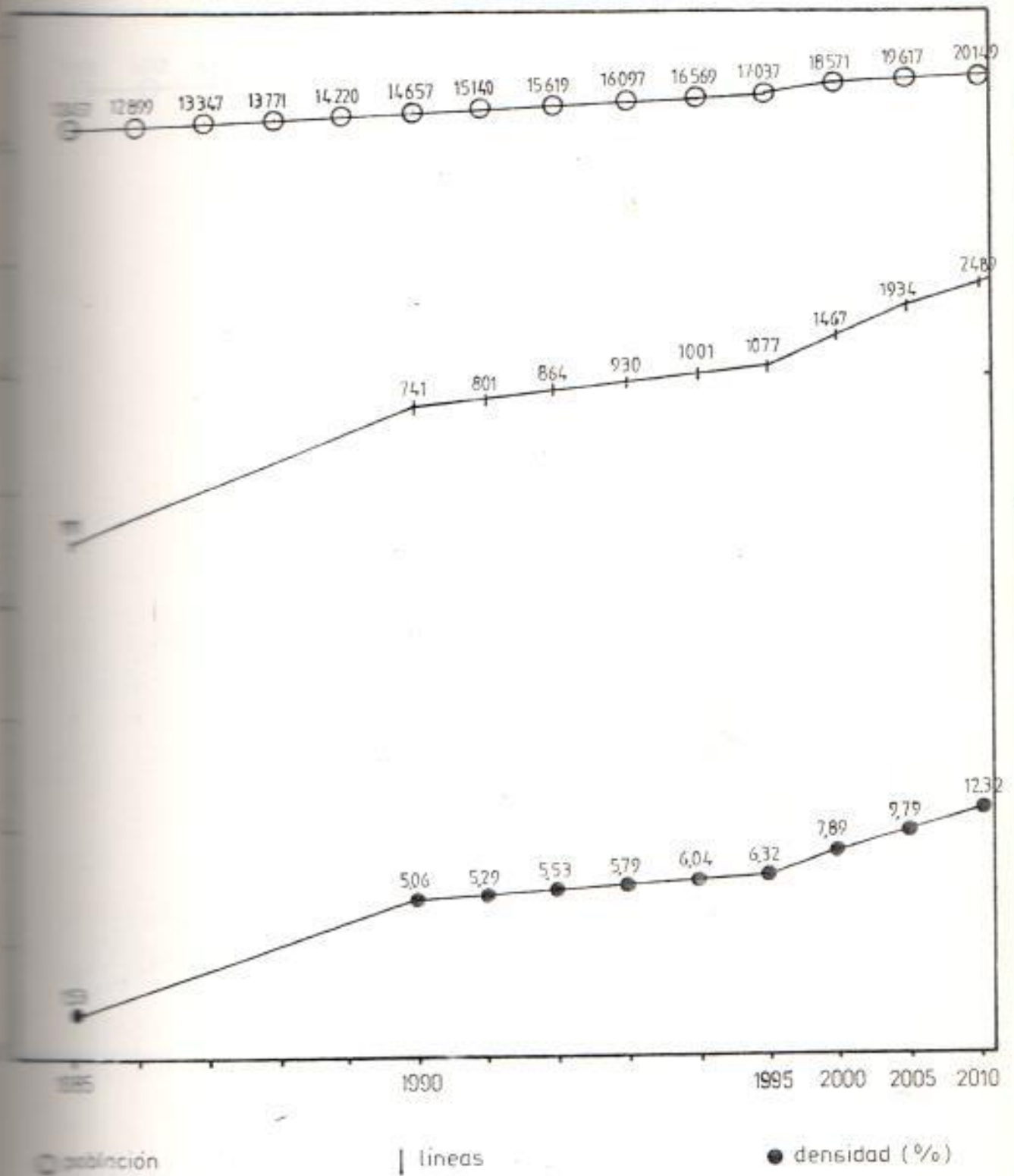


Fig N° 3.7  
 Proyección de la demanda concentrada  
 de la cabecera cantonal Macará

## CATACOCHA

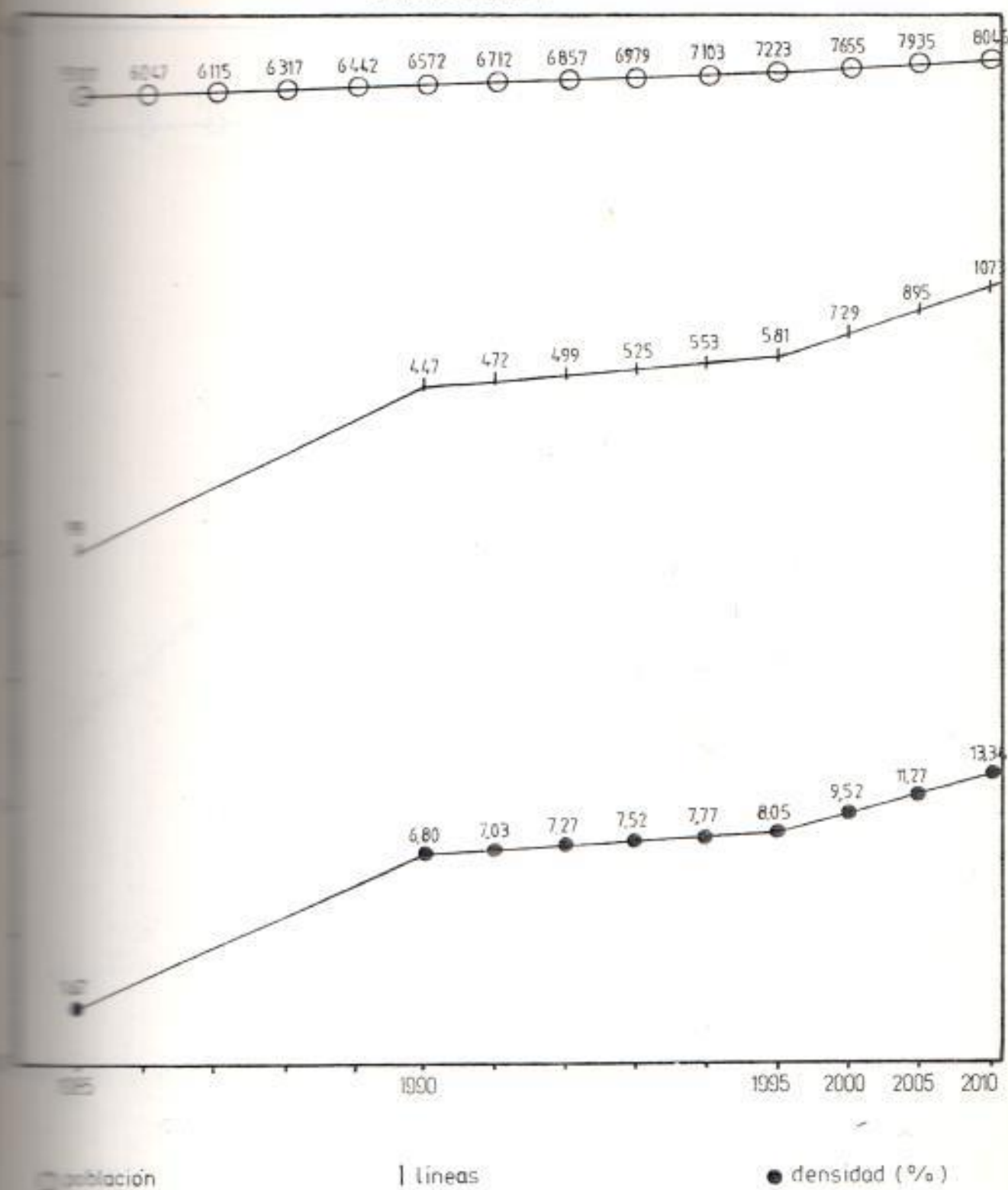


Fig N° 3.8

Proyección de la demanda concentrada  
de la cabecera cantonal Catacocha

## ALAMOR

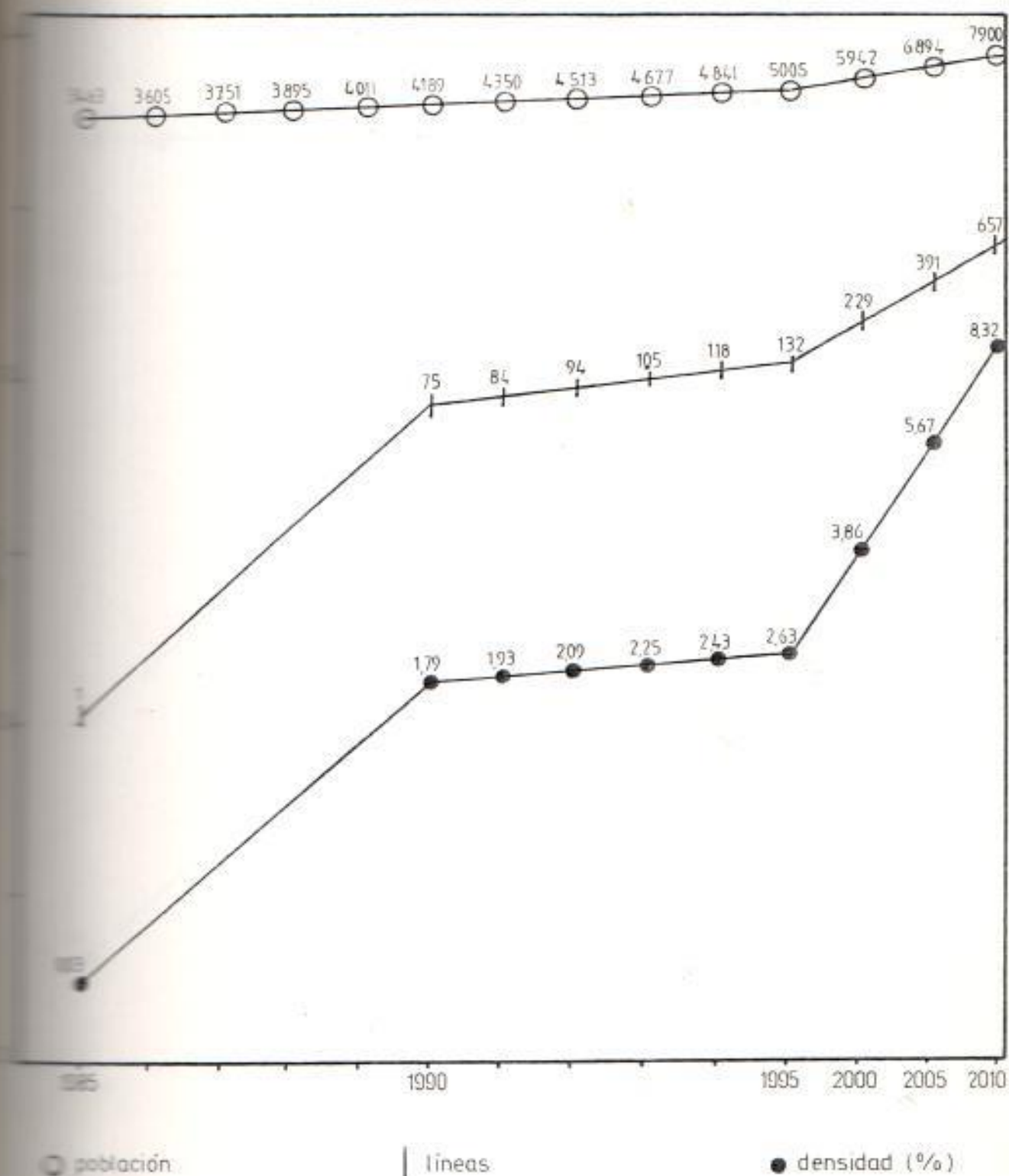


Fig N° 3.9

Proyección de la demanda concentrada  
de la cabecera cantonal Alamor

## SARAGURO

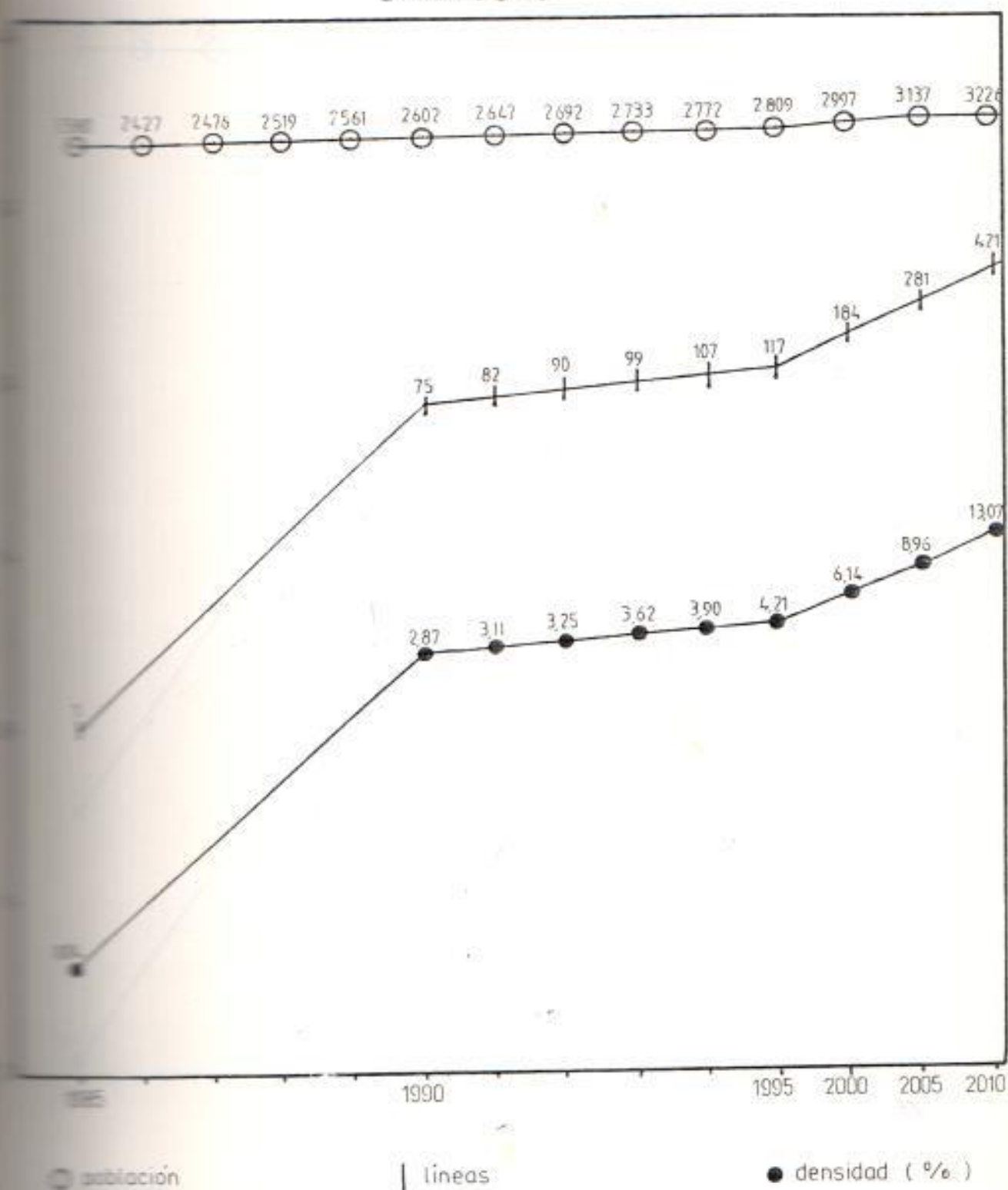


Fig N° 3.10

Proyección de la demanda concentrada  
de la cabecera cantonal Saraguro

## SOZORANGA

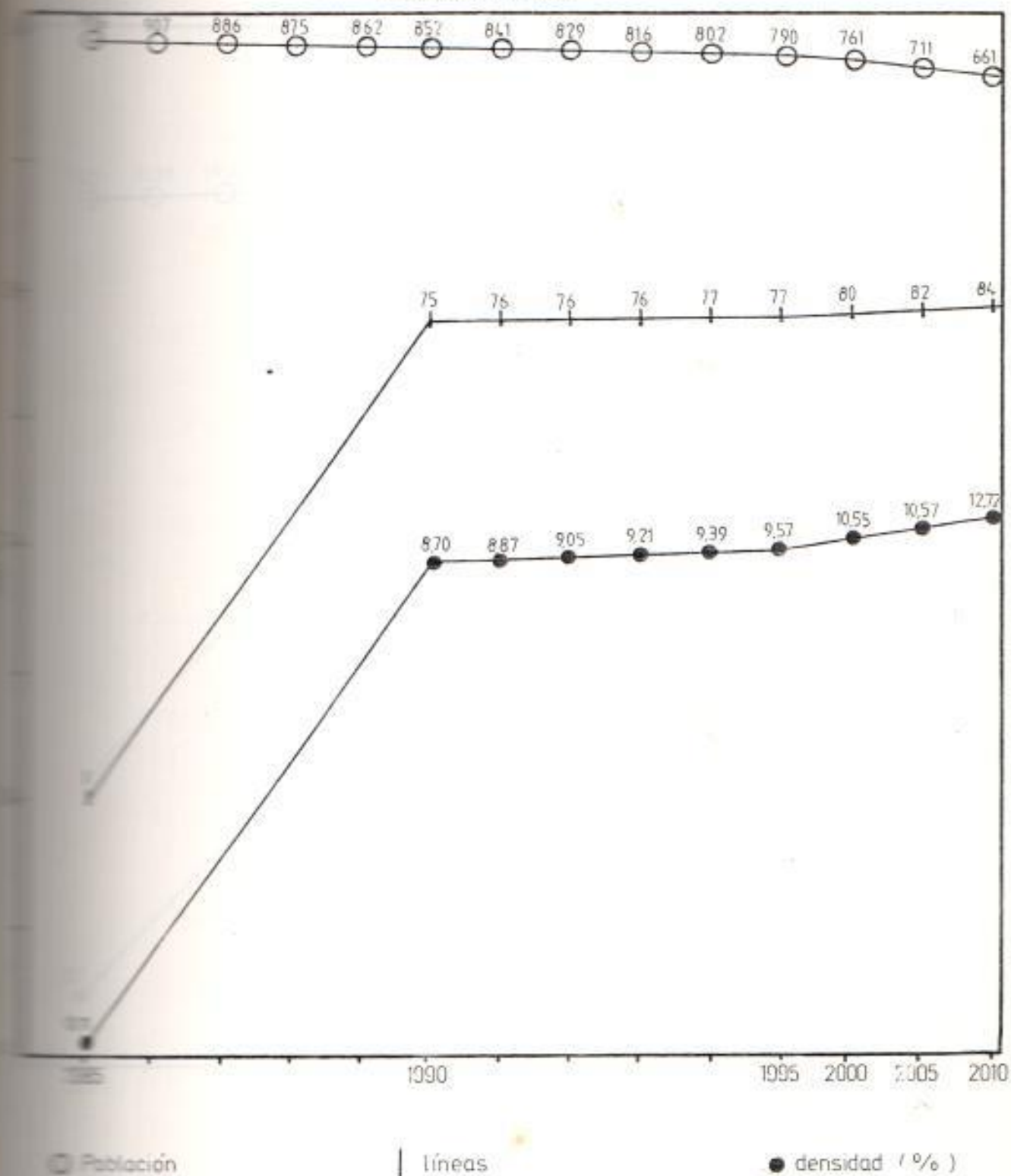


Fig N° 3.11

Proyección de la demanda concentrada  
de la cabecera cantonal Sozoranga

## ZAPOTILLO

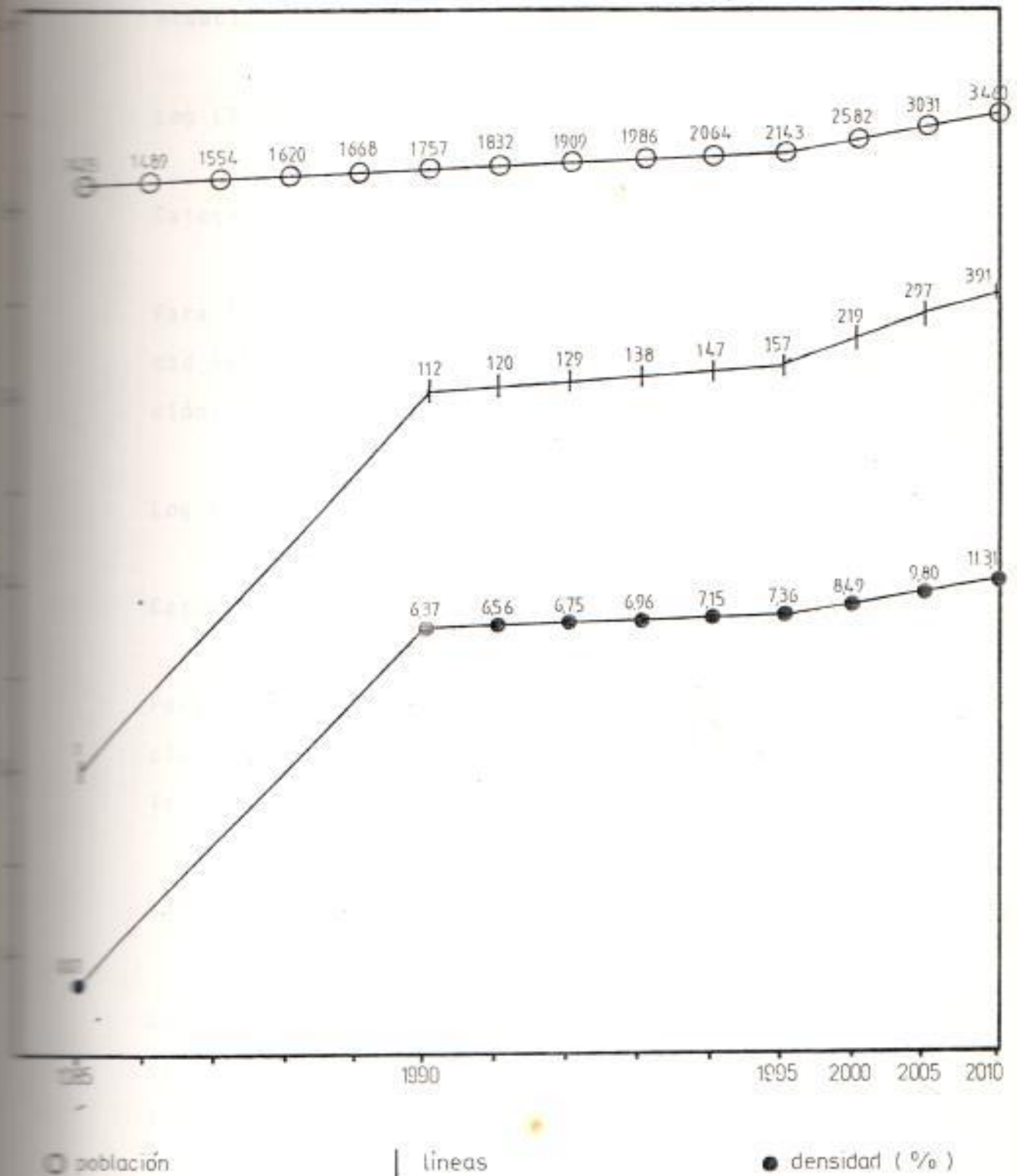


Fig. 3.12

Proyección de la demanda concentrada  
de la cabecera cantonal Zapotillo

dad telefónica  $2 < D < 5$ . Determinada mediante la ecuación:

$$\text{Log LP} = -0.7079 + 0.9303 \text{ Log P} \quad (3.11)$$

Categoría 3:

Para las parroquias que en 1.990, tengan una densidad telefónica  $D > 5$ . Determinada mediante la ecuación:

$$\text{Log LP} = -0.8679 + 1.0019 \text{ Log P} \quad (3.12)$$

Categoría 4:

Para cabeceras cantonales que son capitales provinciales (Loja en nuestro caso), determinada mediante la ecuación:

$$\text{Log LP} = -1.0805 + 1.0501 \text{ Log P} \quad (3.13)$$

Los valores parciales que a continuación mostramos serán ya ajustados por el factor multiplicativo, de tal forma, que el valor total de cada cantón coincida con el valor determinado en el estudio de la



demanda telefónica a nivel parroquial. Indicaremos además en la tabla IX, el tipo de población, densidad telefónica para el año 1.990, 2.000, 2.010, y el número de líneas principales proyectadas para el año 2.010.

Tabla IX

Resultados ajustados a nivel parroquial de la demanda telefónica de la Provincia de Loja

POBLACION	TIPO	DEMANDA TELEFONICA				L. PRINC. 2010
		1985	1990	2000	2010	
Loja	4	3.41	8.33	11.40	15.59	29862
Chaquiribamba	1		0.18	1.17	7.64	38
El Cisne	1	0.09	0.09	0.80	7.57	79
Galteí	1	0.29	0.28	1.45	7.45	23
Jimbilla	1	0.43	0.43	1.77	7.37	15
Tupul	1	0.12	0.12	0.96	7.56	55
San Lucas	1	0.28	0.28	1.44	7.52	48
Santiago	1	0.17	0.17	1.13	7.47	39
Milacatos	3	0.20	22.14	17.55	13.91	62
Milicabamba	3	0.07	5.03	8.39	14.00	185
Tangana	1		0.16	1.11	7.55	41

... tabla IX....

CANTON CALVAS						
Carhuasanga	3	2.08	5.55	8.30	12.43	2546
Callasaca	1	0.43	0.44	1.69	6.44	11
El Lucero	1	0.16	0.16	1.04	6.67	31
Itana	1	1.30	1.34	2.96	7.25	4

CANTON CATAMAYO						
Catamayo	2	1.61	5.00	8.00	12.79	3606
El Rancho	1	0.15	0.15	1.20	9.81	75
Mayrafcuna	1	0.68	0.64	2.53	9.99	17
S.P. de la Bendita	1	0.08	0.08	0.88	9.89	140

CANTON CELICA						
Celica	3	2.34	6.78	9.59	13.56	704
Chuzumba	1		0.93	2.56	7.02	6
Chusfina	1	0.60	0.62	2.10	7.04	9
El de Diciembre	1	0.29	0.30	1.46	7.14	19
El...	1	0.16	0.08	0.78	7.29	68
El...	1	0.09	0.19	1.17	7.28	61
Sanilla	1	0.17	0.36	1.62	7.36	32

CANTON ESPINDOLA						
Belizua	1	0.06	0.05	0.64	7.41	206
Bellevista	1	0.37	0.36	1.63	7.44	21
Centuro	1	0.27	0.26	1.40	7.56	29
Santa Teresita	1	0.58	0.56	2.04	7.48	13

CANTON GONZANAMA						
Guacana	3	0.06	5.89	9.36	14.69	290
Guayafina	1	0.13	0.13	1.02	7.98	46
Indacoila	1	0.17	0.17	1.17	7.91	34
Manasa	1	0.06	0.22	1.31	7.30	27
Sanluis	1	0.10	0.10	0.91	7.33	56
Sanpedro	1		0.30	1.53	7.24	20
S.A. de las Aradas	1	0.35	0.35	1.67	7.22	16

CANTON MACARA						
Macará	3	1.53	5.06	7.89	13.81	2482
Sanse	1	1.18	1.33	2.70	6.13	2
San Victoria	1	0.31	0.35	1.51	7.29	8
Sanluis	1	0.21	0.24	1.25	7.21	12

## CANTON PALTAS

Sancocha	3	1.68	6.80	9.52	13.34	1073
Buenavista	1	0.19	0.20	1.19	1.22	25
Cajonata	1	0.50	0.52	1.96	2.38	10
El Guaypanba	1	0.11	0.11	0.89	7.22	45
El Rosario	1		1.45	2.99	6.16	3
Sachanana	1	0.32	0.33	1.54	7.11	15
El Tingue	1	0.67	0.70	2.20	6.94	7
Cerro Guerrero	1	0.89	0.20	1.18	7.03	24
El Codo	1	0.12	0.13	0.95	7.19	39
Oranga	1	0.18	0.19	1.16	7.03	25
Santa Rufina	1		0.30	1.47	7.21	16

## CANTON PUYANGO

Quator	1	0.03	1.79	3.86	8.32	658
Ciaco	1	0.45	0.47	1.99	8.45	14
Vicentino	1	0.24	0.25	1.43	8.20	25
El Liso	1	0.27	0.28	1.51	8.26	23
Mercadillo	1	0.29	0.19	1.27	8.40	33

sigue.....



## III. ESTUDIO Y CALCULO DEL TRAFICO TELEFONICO

En la planificación de un sistema de telecomunicaciones el estudio del tráfico telefónico tiene mucha importancia, ya que facilita a las administraciones encargadas de explotar el servicio, determinar y proveer la cantidad necesaria de circuitos de interconexión, que permitan en lo posible a los abonados comunicarse entre sí, cuando estos lo requieran, sin que deban realizar varios intentos de conexión por ocupación o saturación de esos circuitos.

Antes de realizar el estudio del tráfico telefónico aplicado a la provincia de Loja, es necesario conocer algunas definiciones y factores que intervienen en la teoría de tráfico:

Tráfico telefónico:

Se define como la consecuencia de un gran número de tentativas de llamadas. Sin embargo cada tentativa de llamada no quiere decir que se ha logrado establecer una conversación telefónica, lo cual se debe a diferentes causas. Por ejemplo:

- el abonado solicitante cuelga el teléfono antes que

se haya efectuado la comunicación.

- a veces no contesta el número del abonado solicitado o el mismo está ocupado.
- antes de establecer la conversación ha transcurrido un cierto tiempo en: el zumbido de marcar, el procedimiento de marcar mismo.
- puede ser que después de finalizar la conversación, uno de los abonados cuelga inmediatamente su teléfono.

Por lo tanto es más conveniente utilizar el concepto de "ocupación" en vez del de "llamada", debiendo recordar que las ocupaciones efectuadas de órganos de conexión y circuitos, son en cantidad y duración menores que las ocupaciones totales.

Volumen de tráfico:

Es la suma de las duraciones de ocupación expresado en horas o también el producto del número de ocupaciones por el tiempo promedio de las mismas.

#### Intensidad de tráfico:

Es el flujo de ocupaciones simultáneas de un grupo de órganos durante un período de tiempo dado.

#### Hora cargada o pico:

Es el período de 60 minutos consecutivos de mayor volumen de tráfico.

#### Tráfico cursado y ofrecido:

El tráfico cursado es igual al ofrecido, cuando todas las llamadas se cursan inmediatamente son que alguna de ellas se pierdan o sufran demora, debido a sobrecarga del equipo.

#### Unidad de tráfico telefónico:

Es el ERLANG que significa la cantidad de horas de ocupación por hora en un grupo de órganos. Y es equivalente al porcentaje de ocupación por órgano en un grupo.

Todos los cálculos y estudios de tráfico telefónico, así como el dimensionamiento de los equipos se hacen



para satisfacer el tráfico máximo que alcanza en la hora cargada o pico.

La intensidad del tráfico total (saliente y entrante) referida a cada abonado oscila normalmente entre 0.01 y 0.10 Erlang por abonado, según su categoría, (abonado privado, abonado comercial, organismo estatal, teléfono de previo pago), según la densidad de abonados y de la población, etc. .

Por ejemplo, un valor de 0.05 Erlang por abonado implica unas 15 llamadas salientes y entrantes por día. Los valores típicos para todos los abonados atendidos por una central varían entre 4 y 8 Erlang por 100 abonados aproximadamente en las zonas rurales.

El IETEL, a través de su documento TR-20 y TR-80, emitido en Agosto de 1.980, y por medios de datos estadísticos y usando los siguientes criterios:

- Como objetivo de diseño de la red se estima que para el sistema rural el tráfico interurbano total sería de 0.05 Erlang por abonado.
- El tráfico telefónico de larga distancia disminuye a medida que la central local tiene mayor N° de líneas.

La ecuación que relaciona el tráfico telefónico con la demanda existente está dada por:

$$d = F + \frac{M - F}{1 + ay^b} \quad (3.14)$$

Donde:

$d$  : tráfico interurbano en Erlang por cada 100 abonados.

$y$  : número de abonados

$M$  : valor máximo del tráfico interurbano para 100 abonados = 5.313.

$F$  : valor mínimo de tráfico interurbano para 100 abonados = 0.20.

$a$  : 0.000200956

$b$  : 1.235322103

$a$  y  $b$  son constantes que resultan de aplicar un proceso de regresión en que  $r^2 = 0,97$  (correlación).

En la tabla X, se indican los resultados del cálculo de tráfico telefónico en la segunda columna, de cada una de las poblaciones de la provincia de Loja.

TABLA X

PROYECCION DEL TRAFICO TELEFONICO Y NUMERO DE CIRCUITOS  
PARA EL AÑO 2.010

## CANTON LOJA

POBLACION	TRAFICO TELEF.	NUMERO DE CIRC.
Loja	81.91	97
Chuquiribamba	1.98	6
El Cisne	4.03	9
Gualel	1.21	5
Jimquilla	0.79	4
Taquil	2.84	7
San Lucas	2.49	7
Santiago	2.04	6
Malacatos	3.19	8
Wilcabamba	8.76	16
Yangana	2.14	7

## CANTON CALVAS

Cariamanga	35.80	48
Colaisaca	0.58	3
El Lucero	1.63	5
Utua	0.21	2

---

 CANTON CATAMAYO
 

---

Catamayo	38.05	51
El Tambo	383	9
Guayquichuma	0.90	4
S.P. de la Bendita	6.85	14

---



---

 CANTON CELICA
 

---

Celica	23.07	33
Cruzpamba	0.32	3
Chaquina1	0.48	3
12 de Diciembre	1.00	4
Pindal	3.49	8
Pozul	3.14	8
Sabanilla	1.68	5

---



---

 CANTON ESPINDOLA
 

---

Amaluza	9.61	17
Bellavista	1.11	5
Zimbura	1.52	5
Santa Teresita	0.69	4

---



---

 CANTON GONZANAMA
 

---

Gonzanama	12.72	21
-----------	-------	----

Cangahua	2.39	7
Castroville	1.78	6
Chimbo	1.42	5
Chimbo	2.89	7
Chimbo	1.05	5
C.M. de las Aradas	0.85	4

---

CANTON MACARA

---

Macará	35.63	48
Macará	0.11	2
La Victoria	0.42	3
Sabangano	0.63	4

---

CANTON PALTAS

---

Catacocha	28.10	40
Buenavista	1.31	5
Cangonama	0.5	3
Chaguarpamba	2.34	7
El Rosario	0.16	3
Guachanama	0.79	4
El Tingue	0.37	3
Lauro Guerrero	1.26	5
Olmedo	2.04	6
Orianga	1.31	5
Santa Rufina	0.85	4

---

---

 CANTON PUYANGO
 

---

Alamor	22.23	32
Ciano	0.74	4
Wicentino	1.31	5
El Lino	1.21	5
Mercadillo	1.73	5

---

 CANTON SARAGURO
 

---

Saraguro	16.81	27
C.P. de Celén	0.74	4
El Tablón	0.42	3
Luzhapa	1.00	4
Manu	1.78	6
S.A. de Cumbe	0.95	4
S.P. de Tenta	1.93	6
S.S. de Yuluc	0.32	3
Selva Alegre	1.73	5
Ordaneta	1.57	5

---

 CANTON SOZORANGA
 

---

Sozoranga	4.21	9
W. Fatima	0.58	3
Tacamoros	1.47	5

---

---

 CANTON ZAPOTILLO
 

---

Zapotillo	15.93	25
Cazaderos	0.63	4
Metillas	0.48	3

---

y se escribe así:

$$E_N(d) = \frac{\frac{d^N}{N!}}{1 + d + \frac{d^2}{2} + \dots + \frac{d^N}{N!}} \quad (3.15)$$

Donde:

$N$  : número de circuitos

$d$  : tráfico ofrecido

$E_N(d)$ : probabilidad pérdida con  $N$  y  $d$ .

Para cálculos sobre todo usando computador, se desarrolla a partir de la fórmula original, el método re cur sivo que es:

$$E_N(d) = \frac{d E_{N-1}(d)}{N + d E_{N-1}(d)} \quad (3.16)$$

Para  $E_0(d) = 1$

Obteniéndose al final el valor  $N$  deseado.



Los valores del número de circuitos se encuentran tabulados en las tablas de Erlang, para una probabilidad de pérdida determinada. Para una probabilidad de pérdida de 0.01 se muestra en la tabla XI.

En la tabla X se indican los resultados del cálculo para cada población de los diferentes cantones de la provincia de Loja. (Tercera columna).

## C A P I T U L O   I V

### DISEÑO Y PLANIFICACION DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIONES RURALES DE LA PROVINCIA DE LOJA

#### 4.1. CONDICIONES GENERALES

En lo que se refiere a telecomunicaciones, las zonas rurales y pequeñas poblaciones de muchos países incluyendo el nuestro están atrazadas. Las administraciones telefónicas de todo el mundo se han dedicado en primer lugar a extender las redes de larga distancia, sus centrales de tránsito, sus centrales urbanas y sus redes locales. Este desarrollo es natural puesto que es difícil justificar económicamente en las zonas poco pobladas inversiones similares a las de las grandes redes urbanas dependiendo aquello de los ingresos para la administración.

Puede aducirse que si se pueden ofrecer buenas telecomunicaciones a las zonas rurales, se crea una de -

las premisas más importantes para la expansión y fortalecimiento de la vida económica y un desarrollo consecuente, considerando que durante los últimos años el desarrollo de las redes rurales ha pasado al primer plano; las causas podrían ser las siguientes:

- Hoy se reconoce mejor la importancia de las telecomunicaciones para el desarrollo de la infraestructura de un país.
- Los habitantes de las zonas rurales reclaman los mismos beneficios y oportunidades que los habitantes de ciudades.
- Se desea crear las premisas para estimular una emigración de las grandes urbes o por lo menos frenar la inmigración a las mismas.
- Con nuevas técnicas son actualmente posibles soluciones técnico - económicas que no lo eran antes.

Por lo tanto los objetivos primarios para el desarrollo de la red de telecomunicación rural en un país - como el nuestro en vías de desarrollo no son alcanzar una densidad telefónica homogénea en todo el país, si

no ante todo conectar las poblaciones rurales a la red nacional, dejando para una etapa posterior la cuestión de igualar la densidad telefónica.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, existe la necesidad de elaborar un trabajo de telecomunicaciones para las poblaciones de la provincia de Loja, llenando el vacío, que hasta ahora ha constituido una limitación para el desarrollo integral de la misma.

Debido a que las telecomunicaciones rurales constituyen un tema relativamente nuevo con respecto al cual no existe una terminología específica. Esto es específicamente cierto por lo que se refiere a las publicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Tradicionalmente, el término RURAL se aplica al campo y a todo lo relacionado con él. Para nuestros fines el término telecomunicaciones rurales se refiere a situaciones en que existe una interacción entre varios factores que dificultan el establecimiento de servicios de telecomunicaciones. Tales situaciones no se limitan a zonas o regiones con población dispersa. Por consiguiente la concentración de la población no es el único factor determinante para definir las zonas rurales.

En continuación se incluyen definiciones adoptadas:

#### ZONA RURAL:

Una zona rural consta generalmente de poblados, pueblos y pequeñas ciudades dispersas, que presentan una o varias de las siguientes características:

- a. escasos o ausencia de servicios públicos
- b. condiciones de vida sencillas
- c. condiciones topográficas
- d. condiciones climáticas rigurosas
- e. puede considerarse que la necesidad de telecomunicaciones tiene una motivación social y que estos sólo son económicos en el sentido más amplio.
- f. una distribución escasa y dispersas de la población con viviendas relativamente malas y/o provisionales.
- g. escasos de servicios sanitarios y de educación, en torpecidos actualmente por la falta de telecomunicaciones.
- h. una actividad económica limitada a la agricultura, la pesca, etc.

#### - TELECOMUNICACIONES RURALES:

Es el establecimiento de comunicaciones en zonas rura

les mediante servicios con una calidad y tecnología apropiada.

En relación con lo que sigue, debe entenderse, de modo general que todos los términos y definiciones tienen como único fin facilitar un procedimiento ordenado para identificar todas las opciones o alternativas técnicas que el actual estado de la tecnología de las telecomunicaciones ofrece al diseñador o planificador de una red rural.

Conceptualmente una red rural indica una estructura asociada a una zona determinada con inclusión de la interconexión con la red telefónica nacional, y de la disposición topológica de los enlaces que interconectan a los distintos abonados con el punto, o los puntos en que la red rural se conecta con la red nacional telefónica.

A menudo la decisión de emprender tal diseño es consecuencia de una más amplia decisión política destinada a promover un extenso desarrollo o estancamiento de la región.

Según los planes técnicos a desarrollarse, en el futuro en la red ecuatoriana estará formada por dos cen

trales internacionales ubicadas en Quito y Guayaquil, a las cuales tendrán acceso los centros secundarios ubicados en Quito, y Guayaquil, además existirán centros primarios en: Quito, Guayaquil, Ambato, Manta, Loja, Cuenca y Machala; diversidad de factores harán que no en todos los lazos de la red rural pueda seguir los lineamientos de los planes fundamentales.

Antes de decidir que tipo de red vamos a implementar sea esta digital o analógica, analizaremos las ventajas y desventajas de estas dos tecnologías de comunicación, es decir analizaremos primordialmente las ventajas de la red digital sobre la red analógica:

- mejor calidad de transmisión
- velocidad de transmisión elevadas con menor errores
- mayor reducción del costo
- mayor fiabilidad
- mínimo mantenimiento

Todo cabe indicar que una red digital tiene amplia ventaja sobre la red analógica, pero debemos tener presente que las redes existentes representan una inversión cuantiosa en equipo y organización. Hablamos por cierto de la red analógica, la cual no podrá

reemplazarse fácilmente; por lo que los sistemas digitales deben introducirse gradualmente y de una manera progresiva.

Esta transmisión de la tecnología analógica a la digital es muy compleja, la misma que requiere de un estudio constante de planificación y conocimientos acerca de la necesidad de compatibilizar el soporte físico y el soporte lógico(empleados). Estas y muchas más razones hacen imposible la planificación de una red digital para la provincia de Loja, la misma que requiere de este servicio en forma urgente y no futurista para de esta manera integrarse al desarrollo del país.

Debido a que la tecnología analógica ha sido seleccionada para este proyecto, es primordial también saber que tipo de enlace físico o enlace de radio se les va a proporcionar, a las diferentes poblaciones las cuales serán analizadas posteriormente, según algunos factores o necesidades tales como la demanda telefónica, tráfico, etc., expuestos y analizados en el Capítulo anterior.



## 4.2. DISEÑO DE LA RED RURAL

De una manera general puede decirse que "todas las instalaciones de transmisión y conmutación que han de utilizarse para suministrar servicio a una zona de tipo rural constituye una red rural". No obstante se observará que en ciertos casos, ello puede implicar la instalación de centrales del nivel de un centro primario. En tal caso la red rural comprendería el centro primario y todos los circuitos asociados al mismo. También se puede decir que es una extensión de la red nacional.

### FUNCIONES ASOCIADAS A UNA RED RURAL

En la estructura representada se puede identificar varias funciones, a las cuales se puede asociarse una clase determinada de sistema de transmisión. (Ver figura N° 4.1),

Punto de distribución:

Convergen todos los enlaces correspondientes a los abonados de la misma zona.

Distribución de líneas de abonado:

red local      red nacional      red internacional

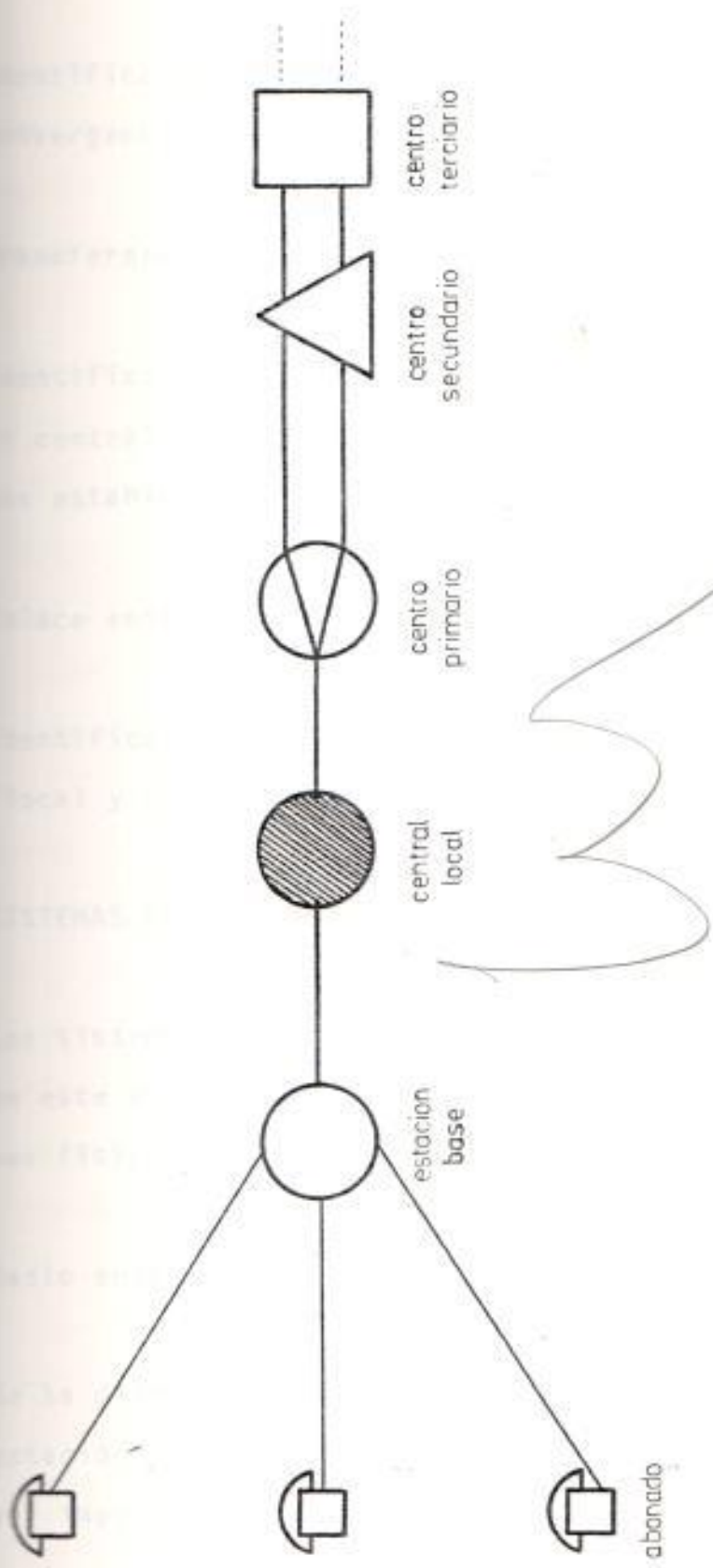


Fig N° 4.1  
Estructura general de una red rural, nacional, e internacional

Identifica los enlaces entre el abonado y el punto de convergencia

Transferencia de línea de abonado:

Identifica el enlace entre un punto de convergencia y la central local, según el número de canales telefónicos establecidos por la demanda telefónica.

Enlace entre centrales:

Identifica los circuitos entre centrales telefónicas (local y centro primario).

#### SISTEMAS DE TRANSMISION A USARSE

Los sistemas de transmisión que serán implementados - en este diseño son: radio enlace, cable multipar y línea física.

Radio enlace:

Se ha diseñado aprovechando la infraestructura de una estación repetidora ya existente o de un centro de mayor importancia, que tienen línea de vista con dife

rentes poblaciones, es decir características favorables para la propagación de las ondas electromagnéticas. Sistema de transmisión que será utilizado preferentemente para distancias largas.

**Cables multipares:**

Estos pueden ser pupinizados y autosoportados. De acuerdo a las normas de pupinización serán implementados para aquellas poblaciones en donde la demanda telefónica no sea mayor de 100 abonados; y, la distancia menor a 10 Km.

**Enlace físico:**

Estos pueden ser de dos clases:

- línea física para frecuencias vocales se usa para enlazar aquellas poblaciones de menor importancia con su centro de conexión superior.

- línea física para corrientes portadoras: se utiliza cuando la distancia a cubrir es mayor a 20 Km., de longitud.

Antes de seleccionar el tipo de sistema de transmi-

ción a implementarse; será necesario tener en cuenta los siguientes antecedentes básicos para un diseño de red rural:

En nuestro país, la utilización de cables multipares y líneas bifilares, ha sido la primera alternativa para intercomunicar a un grupo de abonados, debido al elevado costo inicial de los equipos de radio enlace.

Los sistemas de cable, ofrecen una buena solución para zonas con gran densidad de abonados y en tanto en cuanto las distancias de la central a los abonados se limitan a unos pocos kilómetros, de no ser así el incremento será sustancial en el costo por cada abonado, debido a la utilización de amplificadores e igualadores para mantener la calidad de la transmisión.

Anteriormente se dijo que los sistemas de transmisión de radio ofrecen una solución alternativa, especialmente a distancias grandes de la central de conmutación y para zonas de baja densidad de abonados dispersos.

En la figura N° 4.2., se muestran los diferentes sis

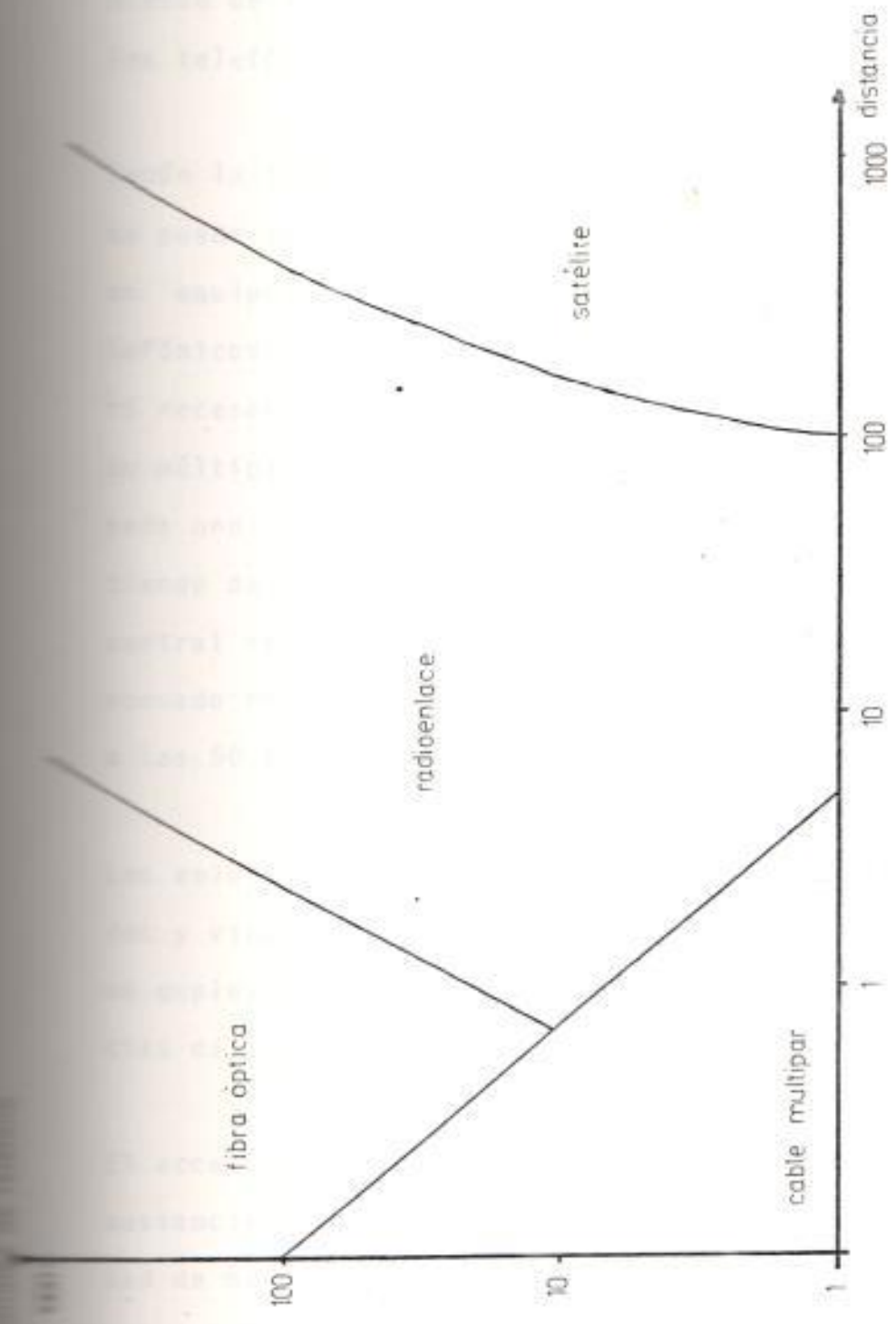


Fig N° 4.2 Sistemas de transmisión en función del número de canales y la distancia

canales de transmisión que pueden ser utilizados, dependiendo de la distancia del enlace y el número de canales telefónicos requeridos.

Según la figura antes mencionada (Ver figura N<sup>o</sup> 4.2), se puede apreciar lo antieconómico que sería utilizar un equipo de radio enlace para uno o dos canales telefónicos (abonados dispersos). Razón por la cual se hace necesario la utilización del sistema de radio acceso múltiple en el cual cada abonado puede acceder a cada uno de los canales telefónicos disponibles, permitiendo de esta manera enlazar radioelectricamente una central telefónica a una localidad con un teléfono de abonado rural, ubicado dentro de un radio aproximado a los 50 kilómetros, de dicha central.

Los enlaces entre la central y cada uno de los abonados y viceversa, se realiza en dos frecuencias (sistema duplex). El sistema opera en el rango de frecuencias de VHF ó UHF y es modulado en frecuencia (FM).

El acceso al azar de los canales implica una mejora sustancial de confiabilidad, al eliminar la posibilidad de mal servicio de la central por falla de un canal, el que a su vez eliminará las posibilidades de

acceso a otros en condición de operación, si la busque  
da de canal fuera secuencial como sucede en otros sistemas.

Todo cabe indicar que este sistema prevee un servicio de telecomunicaciones económico a los abonados dispersos en un área extensa. Tal como lo indica la figura -  
Nº 4.3.

Haciendo mención a lo expuesto se indica a continuación la estructura de un sistema de radio rural a acceso múltiple.

En conclusión para el diseño de la red rural de la provincia de Loja, se puede considerar que para distancias menores a los 10 Km., aproximadamente, es conveniente - colocar cables multipares especialmente en zonas donde la densidad de la población es elevada. Para poblaciones aisladas y que poseen distancias relativamente grandes a su centro de conmutación, se preferirá colocar un par de líneas físicas con un diámetro de alambre grande, colocándose en la población una cabina telefónica pública de donde se dará servicio a toda la población.

En el caso de abonados remotos o aislados (caserios), si



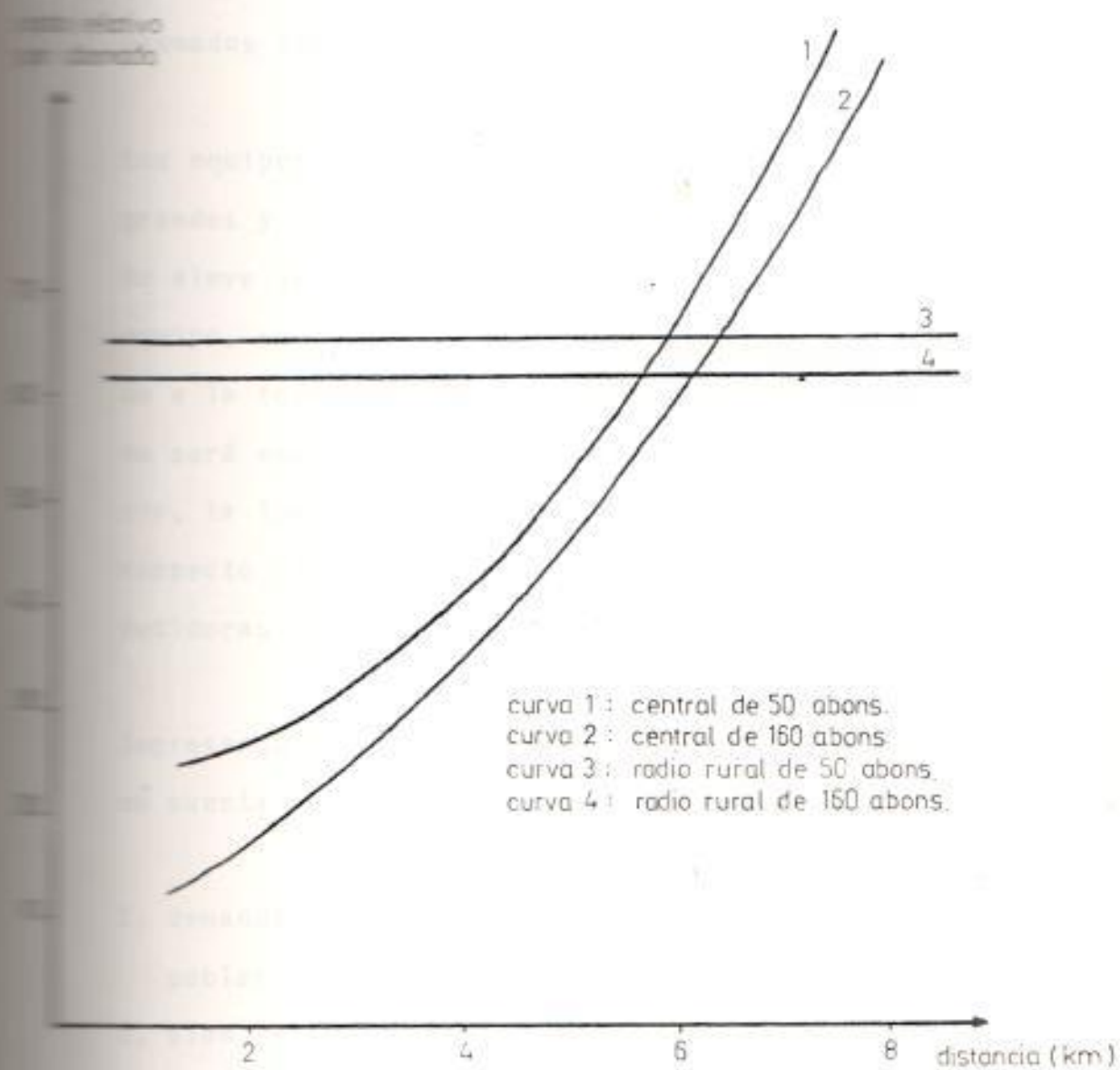


Fig N° 4.3

Costos relativos por abonado  
 en función de la distancia

ese fuese el caso, convendría colocar sistemas de ra  
dio tipo multiacceso, siempre y cuando el número de  
abonados necesarios justifiquen su utilización. Fig.4.4.

Los equipos de radio serán utilizados en distancias  
grandes y teniendo en consideración que mientras más  
se eleve la frecuencia (mayor número de canales) del  
equipo, su costo subirá considerablemente. Pero debi  
do a la topografía que presenta la provincia de Loja  
no será necesario analizar distancias cortas; es de  
cir, la localización geográfica de las poblaciones -  
respecto a la ubicación en que se encuentran las re  
petidoras como más adelante se comprobará.

Ingresando al diseño propiamente dicho, se tomarán -  
en cuenta los siguientes puntos:

1. demanda y número de circuitos necesarios en cada población.
2. plan de enrutamiento.
3. los puntos de distribución de la red(estaciones re  
petidoras).
4. Selección de frecuencias a utilizarse, dependiendo del número de circuitos que necesitan las poblacion  
es.
5. Análisis de propagación.

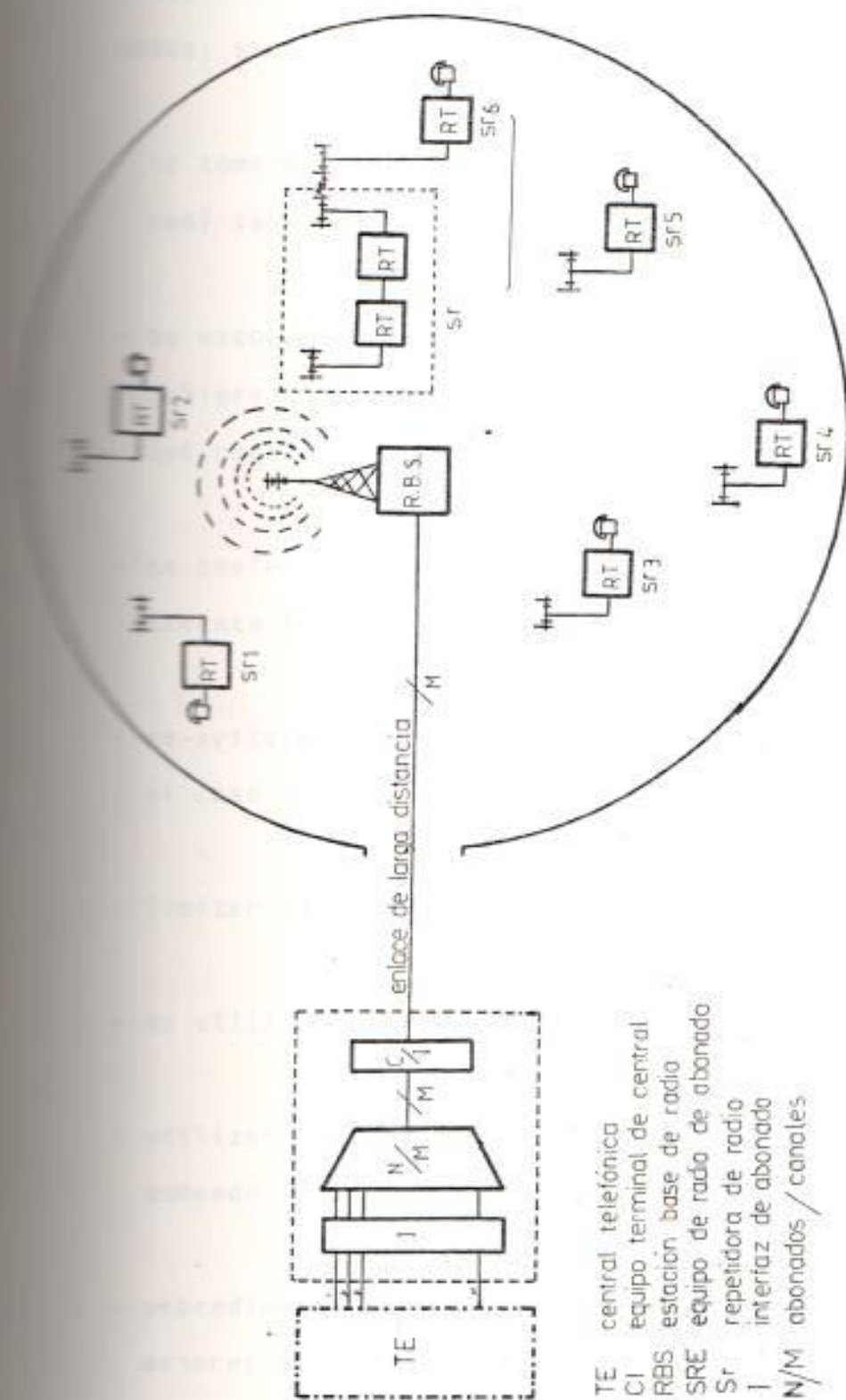


Fig N° 4.4  
 Estructura básica de un sistema de radio rural  
 de acceso multiple

Tomando muy en cuenta los puntos anteriormente mencionados, se ha decidido que:

- se tomará como modelo de red tipo "árbol" en la cual sus nodos son las estaciones repetidoras.
- se escogerá entre las diferentes alternativas (si lo hubiera) la más económica y/u óptima para enlazar los pueblos.
- se preferirá encaminar el tráfico telefónico directamente hacia el centro primario, Loja.
- se evitarán los enlaces excesivamente largos salvo el caso que sea la única opción a realizarse.
- limitar el uso de monocanales.
- no utilizar centrales manuales.
- utilizar centrales semiautomática para cubrir una demanda de 100 abonados.
- sobredimensionar el cable multipar para distancias menores de 6 Km., para ir dejando líneas telefónicas por los lugares por donde se pase con el cable; sin

- viendo de esta manera un área rural más extensa.
- evitar teléfonos compartidos (privacidad).
- utilizar UHF y VHF para enlaces de pequeña capacidad de radio.
- utilizar microondas para los canales de gran capacidad tales como los enlaces entre estaciones repetidoras.
- no utilizar HF por no poseer poblaciones totalmente aisladas.
- hacer uso en lo posible de las repetidoras ya existentes.
- crear estaciones repetidoras.

#### ESTACIONES REPETIDORAS

Uno de los primeros pasos o aspectos determinantes para el diseño y planificación de la red rural de telecomunicaciones, ha sido seleccionar la ubicación de los puntos de distribución o estación repetidora, la cual será sometida a análisis de aspectos fundamenta-

tes, tales como:

- ubicación óptima de la estación repetidora.
- acceso al sitio donde irá colocada la estación repetidora.
- requerimiento de área para la torre, caseta, etc.
- línea de vista con diferentes poblaciones.
- línea de vista entre las estaciones repetidoras a ser conectadas.
- otros factores como energía eléctrica, condiciones climáticas, etc.

Todos o parte de estos aspectos fundamentales para la creación de estaciones repetidoras debieron ser analizados para la realización de las estaciones repetidoras existentes de Guachaurco, Huachichambo, Puglla, Pucará, y Replén; las mismas que permiten el acceso de varias poblaciones tal como se lo indicó en el Capítulo II en donde se describe la situación actual de las telecomunicaciones de la provincia de Loja.

Debido a que en el diseño de la red rural de la provincia de Loja, hará uso de las estaciones repetidoras ya existentes, será necesario analizar la accesibilidad que tendrán otras poblaciones, a más de las exis-

entes. Así:

#### REPETIDORA GUACHAURCO

La cobertura de acceso que permite esta estación repetidora será ampliada, ya que según los mapas topográficos otorgados por el Instituto Geográfico Militar - (IGM), permite comprobar que existe línea de vista con otras localidades. De tal manera que esta estación cubrirá el acceso de las siguientes poblaciones:

Catacocha, La Tingue, Lauro Guerrero, Orianga, Carimanga, Alamor, El Ciano, Vicentino, El Limo, Sozoranga, Nueva Fátima, y Zapotillo.

Así como también el acceso de la ciudad de Macará y Larama a través de la estación repetidora pasiva ubicada en el cerro Gualanga.

#### REPETIDORA PUCARA

A más de las poblaciones que tienen acceso en la actualidad a esta repetidora, se ha comprobado que existen otras poblaciones que tienen línea de vista con esta estación. Razón por la cual se indica a continuación las localidades que serán enlazadas:

Pozúl, Sabanilla, y Paletillas. Así como Cruzpamba, a través de Pozul.

#### REPETIDORA PUGLLA

Al igual que las anteriores permitirá el acceso de otras poblaciones. De tal manera que esta repetidora cubrirá localidades tales como:

Saraguro, Ilushapa, San Antonio de Cumbe, San Pablo de Tenta y Selva Alegre.

#### REPETIDORA REPLEN

Esta estación repetidora en la actualidad sirve para cursar el tráfico que viene y va de las poblaciones de la provincia de Loja en lo que a nuestro estudio de si tuación actual se refiere. Pero debido a la topografía de la provincia de Loja, nos permitirá ingresar a la misma, poblaciones como: Buenavista, Chaguarpamba y El Ro sario; y Guayquichuma.

#### REPETIDORA HUACHICHAMBO

A más de los servicios que presta esta estación repetidora - en la actualidad, nos permitirá al igual que las otras estaciones la accesibilidad de poblaciones como: Nambaco-



ta, Purunuma, Loja, El Tambo, y San Pedro de la Bendita.

En vista de que no es posible cubrir en casi su totalidad las poblaciones de la provincia de Loja con las repetidoras antes mencionadas, será entonces necesario la creación de una nueva repetidora, la misma que deberá cumplir los aspectos fundamentales antes mencionados. Razón por la cual serán analizados a continuación muy detenidamente.

#### REPETIDORA COLAMBO

- Ubicación geográfica de la estación repetidora:

La estación repetidora o punto de convergencia que se propone su creación está ubicada según los mapas topográficos otorgados por el IGM, a 102,3 Km., al sur oeste de la capital de provincia (Loja), más concretamente en las cercanías de la ciudad de Gonzanama; en el Cerro llamado Colambo, razón por la cual se la "bautizó" con el nombre de repetidora Colambo. La ubicación geográfica de esta nueva estación repetidora es la siguiente. (Ver figura N° 4.5).

Longitud: 79°23'32"

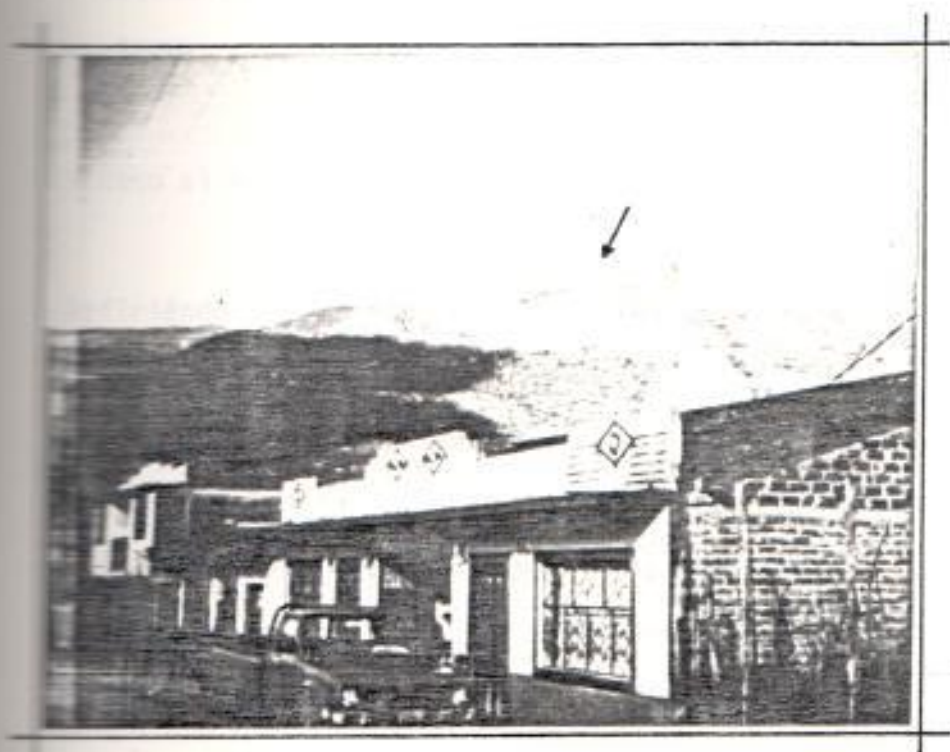


Fig N° 4.5

Fotografía del cerro Colambo

[ vista desde Gonzanama ]

latitud : 4°14'00"

altura : 3.095 m.

- Acceso al sitio:

Refiriéndonos al acceso al sitio indicamos que la cima - del cerro Colombo, lugar donde irá colocada la esta ción en mención, se halla a 11.2 Km., de la ciudad - de Gonzanama, de los cuales 7.3 Km., de carretero es tán lastrados, debido a que esta constituye una vía de acceso a la población de Purunuma; los 3.9 Km. res tantes del carretero son de reciente creación, razón - por la cual aún no se encuentran lastrados o afirmados pero brinda la facilidad de subir en un vehículo sin tracción en las cuatro ruedas hasta el sitio mismo. Ca be indicar que la cima del cerro se halla aproximada mente a 30 minutos de la ciudad de Gonzanama.

- Requerimientos de área para la construcción de la to rre, caseta, etc. Según la figura N° 4.6., se puede - apreciar que existe el área suficiente para la cons trucción de la torre, caseta, etc., y aún más existe el espacio para la construcción de un centro recreacio nal y/o observatorio, ya que el sitio mismo brinda las fa cilidades de apreciar gran cantidad de poblaciones loja nas.



Fig N° 4.6

Fotografía de la planicie en la  
cima del cerro Colambo

- Línea de vista con diferentes poblaciones: Como se indicó anteriormente el sitio mismo brinda la facilidad de observar a simple vista un gran número de poblaciones de la provincia de Loja. En cambio otras debido a su distancia a la que se encuentren no se las puede apreciar. Razón por la cual se recurre a las cartas topográficas editadas por el IGM, para su comprobación. De tal manera que la repetidora en mención permitirá cubrir en casi su totalidad las poblaciones de la parte sur de esta provincia. Estas son: Amaluza, Bellavista, Santa Teresita, Gonzanama, Changaimina, San Antonio de las Aradas, El Cisne, Malacatos, Vilcabamba, El Lucero, Utuana, Catamayo, Céliza, Taquil, Jimbura y Cangunama.
- Línea de vista hacia otras estaciones repetidoras: A más de poseer línea de vista con las poblaciones antes mencionadas, nos brinda la posibilidad de conectarnos con la repetidora Guachaurco y Huachichambo, así como permitirá el acceso del tráfico cursado de la provincia de Zaruma Chinchipe a través de la ya en construcción repetidora Toledo. Ver figura N° 4.7.-
- Otros factores: Dentro de este aspecto cabe mencionar la posibilidad de llevar la energía eléctrica hasta el sitio mismo donde iba colocada la estación repetidora, ya que como

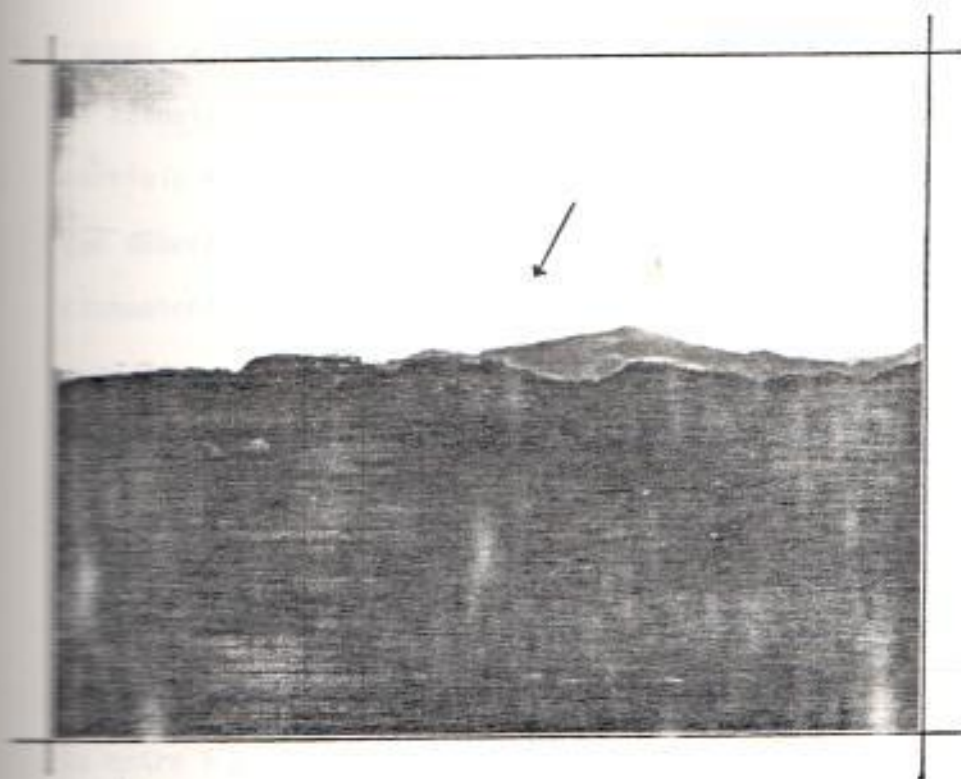


Fig N° 4.7

Fotografía del cerro Guachaurco desde  
el cerro Colambo

anteriormente se lo indicó la carretera que nos lleva a Pu  
runuma pasa a tan sólo 3.9 Km., de la misma y es por donde en  
la actualidad se lleva el tendido eléctrico nacional, que dá  
servicio a diferentes poblaciones aledañas. Motivo suficiente -  
que deberá ser aprovechado al máximo tanto por seguridad de fun-  
cionamiento como por economía.

Por otra parte las condiciones climáticas son un tanto ventajo-  
sas, durante casi todo el año, a excepción de los meses de Ju  
lio y Agosto en donde la corriente de aire sobrepasan veloci-  
dades de los 100 Km./hora, añadiéndose a esto períodos lluvio-  
sos en los meses de enero a mayo, en donde la temperatura osci-  
la entre 6 y 10 grados centígrados.

Por lo tanto, todo indica que la creación de la nueva estación re-  
petidora Colambo, estará localizada en un lugar privilegiado,  
ya que como se indicó anteriormente cubrirá las necesidades de  
las telecomunicaciones a 14 poblaciones conectadas mediante  
radioenlace.

En las figuras N<sup>os</sup>. 4.8., 4.9., 4.10., 4.11., 4.12., y 4.13., se  
indican la información topográfica del cerro Guachaurco, Ce  
rro Pucara, Cerro Puglla, Cerro Replen, Cerro Huachichambo y  
Cerro Colambo; lugar donde irán colocadas las estaciones repe-  
tidoras correspondientes.

En la tabla XII, se indica la localización geográfica (longitud, latitud y altura), que poseen las poblaciones de la provincia de Loja, y que serán integradas a la red rural.

TABLA XII

LOCALIZACION GEOGRAFICA Y ALTURA QUE POSEEN LAS POBLACIONES DE  
LA PROVINCIA DE LOJA

CANTON LOJA			
POBLACION	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
Loja	3°59'38"	79°11'57"	2020
Chuquiribamba	3°50'42"	79°20'40"	2700
El Cisne	3°51'18"	79°25'35"	2300
Gualtel	3°45'54"	79°22'21"	2520
Jimbilla	3°51'25"	79°10'15"	1920
Tequil	3°53'11"	79°17'14"	2220
San Lucas	3°43'52"	79°15'41"	2440
Santiago	3°47'23"	79°16'44"	2440
Malacatos	4°12'55"	79°15'21"	1480
Vilcabamba	4°15'27"	79°13'13"	1560
Yangana	4°21'39"	79°10'23"	1840
CANTON CALVAS			
Cariamanga	4°19'25"	79°33'17"	1920
Colaisaca	4°18'49"	79°41'25"	2560
El Lucero	4°23'51"	79°28'01"	1240
Utuana	4°21'30"	79°42'25"	2500



	CANTON	CATAMAYO	
Catamayo	3°58'55"	79°21'23"	1240
El Tambo	4°03'59"	79°17'51"	1800
Guayquichuma	3°49'4"	79°34'20"	840
S.P.de la Bendita	3°56'18"	79°26'11"	1800

	CANTON	CELICA	
Celica	4°06'04"	79°56'57"	2040
Cruzpamba	4°09'09"	80°00'9"	1200
Chaquina1	4°02'34"	80°02'10"	840
12 de diciembre	4°04'13"	80°04'58"	760
Piñal	4°06'42"	80°06'14"	820
Pozul	4°06'52"	80°02'51"	1720
Sabanilla	4°11'50"	80°07'25"	720

	CANTON	ESPINDOLA	
Amaluza	4°34'55"	79°25'27"	1660
Bellavista	4°33'44"	79°26'54"	2200
Jimbura	4°37'49"	79°27'50"	2160
S.Teresita	4°32'23"	79°23'11"	1940

	CANTON	GONZANAMA	
Gonzanama	4°13'37"	79°25'50"	2040
Changaimina	4°12'59"	79°35'29"	2000

sigue...

wienen....

---

Bambacola	4°08'27"	79°25'49"	1840
Purunuma	4°12'18"	79°22'19"	2400
Quilanga	4°17'35"	79°23'53"	1900
Sacapaalca	4°09'03"	79°30'57"	1520
S.A. de las Aradas	4°21'29"	79°22'56"	1920

---

Macará

CANTON MACARA

---

Macará	4°22'30"	79°56'23"	440
Larama	4°15'37"	79°54'16"	900
La Victoria	4°25'47"	79°47'17"	1460
Sabiango	4°21'45"	79°48'41"	1920

---

Paltas

CANTON PALTAS

---

Catacocha	4°02'48"	79°38'58"	1880
Buenavista	3°53'21"	79°42'50"	2080
Cangonama	3°41'59"	79°41'59"	2000
Chaguarpamba	3°38'06"	79°38'29"	1320
El Rosario	3°46'38"	79°36'25"	960
Guachanama	4°02'07"	79°52'09"	3086
El Tingue	3°54'36"	79°34'47"	1852
Lauro Guerrero	3°57'47"	79°45'27"	2200
Olmedo	3°55'53"	79°38'39"	1400
Orianga	3°53'36"	79°52'05"	1200
Santa Rufina	3°50'52"	79°45'34"	1010

---

---

 CANTON PUYANGO
 

---

Alamor	4°00'52"	80°01'02"	1320
Ciano	3°55'45"	79°58'14"	1520
Vicentino	3°57'31"	79°56'33"	960
El Limo	3°59'02"	80°07'28"	1160
Mercadillo	4°01'09"	79°58'36"	1160

---

 CANTON SARAGURO
 

---

Saraguro	3°37'01"	79°14'02"	2520
E.P. del Celén	3°35'47"	79°20'16"	2720
El Tablón	3°28'29"	79°10'21"	2360
Lluzhada	3°29'24"	79°20'05"	2360
Manu	3°28'26"	79°24'14"	2200
S.A. de Cumbe	3°33'39"	79°13'19"	2520
S.P. de Tenta	3°32'46"	79°20'36"	2640
S.S. de Yuluc	3°22'02"	79°26'08"	1520
Selva Alegre	3°32'47"	79°20'39"	2580
Urdaneta	3°36'01"	79°12'31"	2480

---

 CANTON SOZORANGA
 

---

Sozoranga	4°19'39"	79°47'22"	1520
Nueva Fatima	4°15'58"	79°49'09"	1600
Tacamoros	4°25'16"	79°19'57"	2040

---

	CANTON ZAPITILLO		
Zapotillo	4°22'50"	80°13'40"	160
Cazaderos	4°05'07"	80°28'40"	280
Raletillas	4°09'09"	80°16'13"	520

TABLA XIII

LOCALIZACION GEOGRAFICA Y ALTURA DE LAS ESTACIONES REPETIDORAS  
DE LA PROVINCIA DE LOJA

REPETIDORA	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
Guachaurco	4°02'05"	79°52'08"	3086
Pucara	4°05'36"	79°56'06"	2460
Puglla	3°38'12"	79°15'25"	3332
Replen	3°32'57"	79°41'20"	2490
Huachichambo	4°01'42"	79°14'34"	2846
Colambo	4°14'00"	79°23'32"	3095

En la tabla XIII, al igual que en la tabla anterior se indica la localización y altura de las estaciones repetidoras que

servirán para integrar las poblaciones lojanas a red rural di  
señada.

Cumpliendo con el propósito de realizar un mejor análisis y dejar claramente establecido todos los objetivos que de  
be cumplir el diseño de red rural en estudio, procede  
mos a jerarquizar la red de acuerdo a sus capacidades y a la ubicación que ocupan las diversas estaciones -  
terminales con el fin de agruparlas a través de las esta  
ciones repetidoras con derivación que tienen la caracte-  
rística de nodos para darle una estructura de árbol y  
llevarlas todas hasta la estación terminal de Loja. Es  
decir Loja recogerá toda la información proveniente de  
toda la provincia y sacará al resto del país a tra  
vés de la red troncal de microondas actualmente en fun  
cionamiento (Huachichambo - Guachaurco - Replen - Machala - Ba  
lao - El Carmen).

En sentido contrario igualmente, toda la información llegará a  
la estación Terminal Loja, y esta a su vez la canalizará al res  
to de poblaciones de la provincia.

Estructurando de este modo el sistema, lo dividimos en una  
red primaria y en otra secundaria, siendo la estación -  
Huachichambo que por ser repetidora con derivación hacia

Loja, la que recoja la parte norte, central y sur de la provincia. Por tanto, la red primaria estará conformada por los trayectos Loja - Huachichambo - Guachaurco - Pucara para la parte este, Loja - Huachichambo - Colambo para la parte sur de la red y Loja - Huachichambo - Puglla para la parte norte.

En lo referente a la red secundaria, todos los enlaces serán analógicos por la facilidad que prestan las estaciones repetidoras Guachaurco, Pucara, Puglla y Huachichambo, que son analógicas.

El motivo por el que se estructura de esta manera la red, es decir con enlaces analógicos, es en primer lugar por aprovechar las innovaciones que ha realizado el IETEL y en segundo lugar para continuarla hacia el sector sur de la provincia a través de la repetidora Colambo.

El diseño completo del sistema de telecomunicaciones rurales para la provincia de Loja se encuentra detallado de la siguiente manera:

- En la figura N° 4.14., se muestran los enlaces de radio que existirán en la provincia de Loja.

- En la figura N° 4.15., se muestran los enlaces físicos de

existieran en la provincia de Loja.

- Las figuras N°: 4.16a, 4.16b y 4.16c, corresponden a los esquemas de radio de las repetidoras La Chonta, Guachaurco y Loja (G) respectivamente.
- La figura N° 4.17, corresponde al esquema de radio entre poblaciones lojanas.
- La figura N° 4.18, corresponde al esquema de radio de la repetidora Puglla.
- La figura N° 4.19, corresponde al esquema de radio de la repetidora Huachichambo.
- La figura N° 4.20, corresponde al esquema de radio de la repetidora Reppen.
- Las figuras N°: 4.21a, 4.21b y 4.21c, corresponden a los esquemas de radio de las repetidoras Pucara, Colambo y Loja respectivamente.
- En la seccion 4.4., se detalla el análisis de los enlaces de radio.
- En la seccion 4.6., se detalla el análisis de los enlaces físico; y,

- En la sección 4.9., se indica el esquema de conmutación de la provincia de Loja.



## ANÁLISIS DE PROPAGACION DE CADA TRAYECTO

Una vez elegida la ubicación de terminales y repetidoras, se realizarán los estudios de propagación para cada trayecto de enlace.

En líneas anteriores decíamos que el objeto del cálculo de las condiciones de visibilidad es el de comprobar la viabilidad de un determinado trayecto radioeléctrico. Se expondrá, por otra parte, aquellos parámetros más relevantes a tener en cuenta en dicho cálculo. Los cuales serán analizados para efecto de hacerla operativa.

El procedimiento de cálculo para cada trayecto, que detallamos a continuación, consiste en :

- determinar las distancias y los acimut geográficos para cada trayecto.
- graficar los perfiles de los trayectos.
- determinar el radio del primer elipsoide de Fresnel en aquel punto de la recta que une las antenas de las estaciones A-B y que se encuentran en

el mismo plano normal a esta recta que la cúspide de obstáculo.

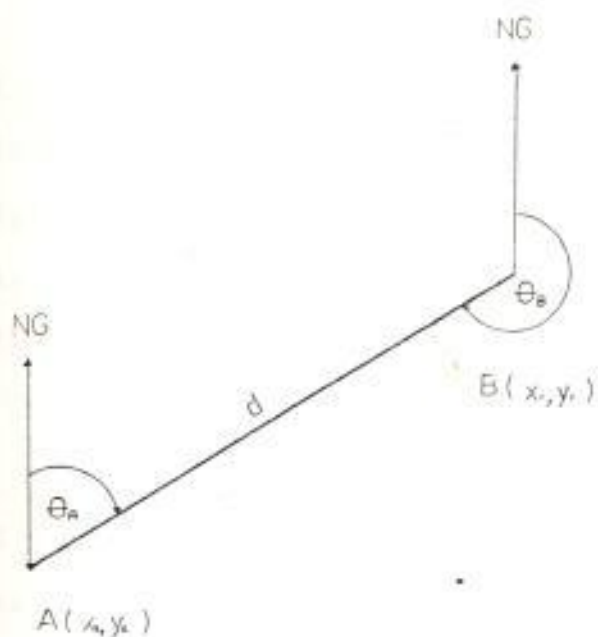
- determinar el despejamiento o claridad, que es la distancia de la cúspide del obstáculo a la recta que une las antenas de las estaciones A-B.
- encontrar las alturas óptimas a las que deberán ir ubicadas las antenas A-B teniendo en cuenta que el despejamiento sobre el obstáculo en estudio sea tal que para  $K = 4/3$ , quede libre.

Ya analizados los requerimientos de propagación, procederemos a continuación a definirlos. Así tenemos:

a. Distancia y Acimut geográfico de un trayecto:

Se utiliza para el alineamiento de antenas. El cálculo de distancia y acimut geográfico de las estaciones correspondientes a cada trayecto se lo hace mediante el uso de las coordenadas geográficas expuesta en el literal 4.1. (figura N° 4.22).

Donde la distancia  $d$  y el ángulo  $\theta_A$  se calcula mediante las ecuaciones (4.1) y (4.2), correspondientemente.

Figura N<sup>o</sup> 4.22.

Acimut y Distancia

$$d = 111,12 \arccos(\text{Sen } Y_1 \cdot \text{Sen } Y_2 + \text{Cos } Y_1 \cdot \text{Cos } Y_2 \cdot \text{Cos}(X_2 - X_1)) \quad (4.1)$$

$$\theta_A = \arccos\left(\frac{\text{Sen } Y_2 - \text{Sen } Y_1 \cdot \text{Cos } d/111,12}{\text{Sen } d/111,12 \cdot \text{Cos } Y_2}\right) \quad (4.2)$$

Donde:

- $d$  : distancia en Km.  
 $X1$  : longitud para A en grados  
 $X2$  : longitud para B en grados  
 $Y1$  : latitud para A en grados  
 $Y2$  : latitud para B en grados

Así,  $X1$  y  $X2$ , tendrán valores negativos si están situados al oeste de Greenwich, y  $Y1$  y  $Y2$ , tendrán valores negativos si están situados al sur del Ecuador. Así:

$$\text{Si } \text{Sen}(X2 - X1) \geq 0 \text{ entonces } \theta_A = \theta'_A$$

$$\text{Si } \text{Sen}(X2 - X1) < 0 \text{ entonces } \theta_A = 360^\circ - \theta'_A$$

#### a. Perfil del trayecto:

Como perfil de un trayecto se entiende la sección vertical de la superficie de la tierra a lo largo del trayecto cruzado por un haz de radio de un lugar a otro.

Debido a refracciones en la atmósfera, las ondas de radio viajando paralelamente a la tierra no si

guen una línea recta. En su lugar, el haz de radio es curvado, hacia abajo levemente, lo cual - permite longitudes de trayecto algo más largo.

Matemáticamente este efecto de inclinación se describe por un factor de corrección K, llamado factor de radio de la tierra efectivo, el cual se define como la relación del valor del radio aparente de la tierra y el valor verdadero. Ver figura N<sup>o</sup> 4.23.-

$$r' = K \cdot r \quad (4.3)$$

Donde:

- $r'$  : radio de la tierra corregido
- $r$  : radio de la tierra verdadero = 6370 Km.
- $K$  : factor de radio efectivo de la tierra.

El valor de K para nuestro país es igual a 4/3 , por corresponder a la llamada atmósfera estandard.

Al ser corregida la curvatura de la tierra por el factor K, y con la ayuda de las cartas topográficas proporcionadas por el Instituto Geográfico Militar

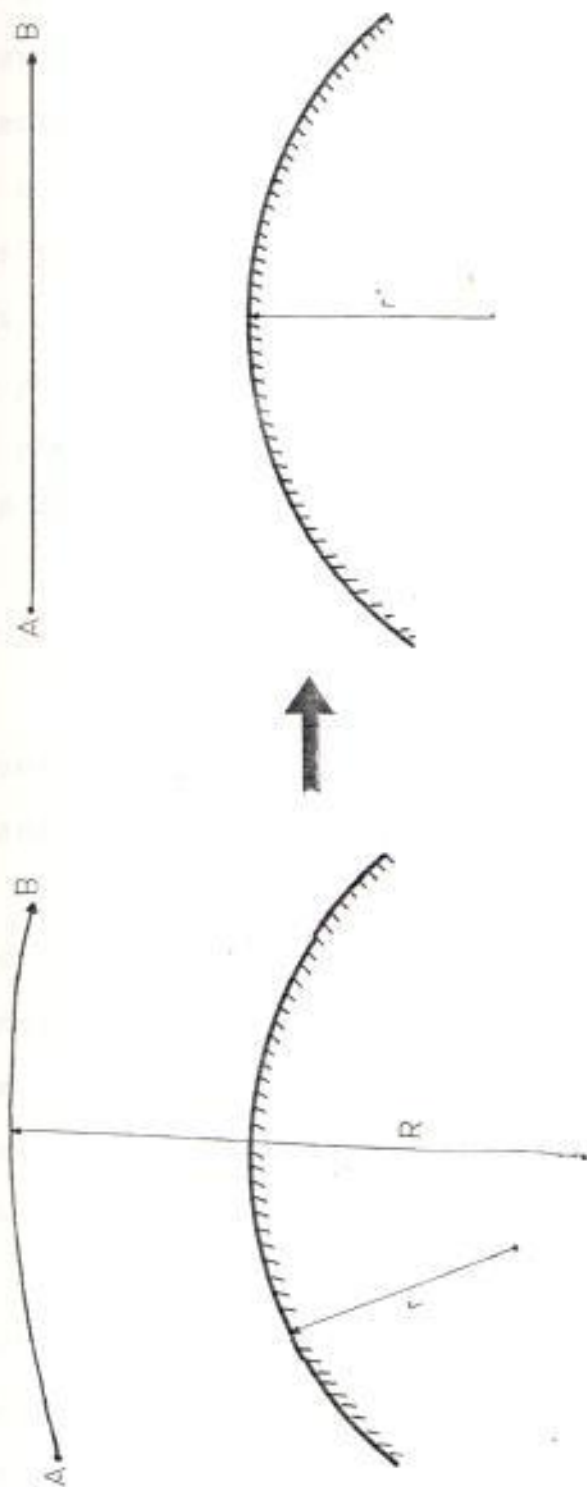


Fig N° 4.23  
Curvatura relativa entre el haz y la tierra

(IGM) en escala de 1:50.000 procederemos a graficar los perfiles de los trayectos a estudiarse tomando en cuenta todas las elevaciones y obstáculos naturales o artificiales en un papel de perfil 4/3, los cuales pueden afectar las alturas de las antenas, además se deberá mostrar, áreas planas, lagos, ríos, etc., ya que estas pueden causar reflexiones o indicar otras dificultades de propagación. Ver figuras N° 4.24 al 4.80.

#### c. Zonas de Fresnel:

Las zonas de Fresnel son elipsoides de revolución, generados por la elipse alrededor de su eje mayor.

Un sistema de radio enlace normalmente se basa en la línea de vista entre dos estaciones, además requiere claridad completa de la primera zona de Fresnel, o por lo menos su parte principal. Ver figura N° 4.81.-

Para obtener la primera zona de Fresnel se tiene que determinar el radio de la misma a diferentes valores de  $d_1$  y  $d_2$  del trayecto. Este radio el cual constituye el eje menor del elipsoide se cal

cula mediante la siguiente ecuación matemática:

$$R_m = 17.3 \left( \frac{f \cdot d_1 \cdot d_2}{f \cdot d} \right)^{0.5} \quad (m) \quad (4.4)$$

Donde:

$R$  : radio de la zona de Fresnel a cierto punto  
en metros m.

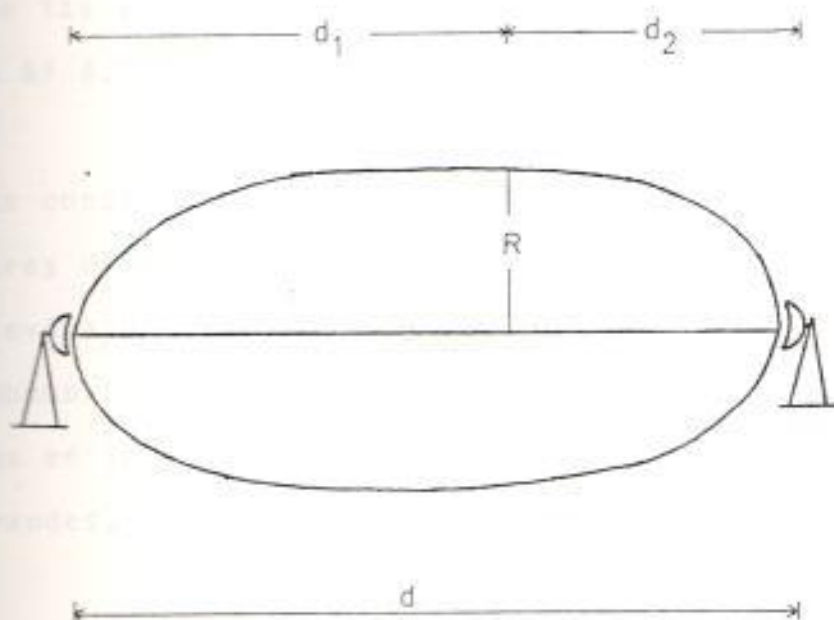


Figura N° 4.81.

Elipsoide de las zonas de Fresnel



- $d$  : distancia del trayecto en Km.  
 $d_1$  : distancia de un lugar al punto A en Km.  
 $d_2$  : distancia de un lugar al punto B en Km.  
 $f$  : frecuencia de radio en GHz.  
 $n$  : número de la zona de Fresnel

#### a. Claridad del trayecto ( $\Delta R_1$ ):

La claridad de un trayecto se define como la distancia del obstáculo más alto al haz de radio que une las antenas de las estaciones A-B .(Ver figura N° 4.74).

Las consideraciones de claridad gobiernan las alturas de las antenas, ya que una claridad pequeña lleva a utilizar antenas mucho más altas. Además debemos considerar el peligro mayor por reflexiones en la tierra si se usan claridades demasiado grandes.

La cantidad de claridad puede ser reducida dependiendo esto del trayecto y de las condiciones de propagación esperadas, así como también de la cantidad adicional de pérdidas, pudiendo ser compensa

das por el uso de antenas más adecuadas o de la potencia de salida mayor.

En la tabla XIV se indican las reglas de claridad que pueden ser usadas para frecuencias bajo los 2 GHz.

Tabla XIV

Reglas de claridad de un trayecto para frecuencias bajo los 2GHz

Frecuencia (MHz)	Terreno llano	Terreno montañoso
400	0.4 R	0.2 R
900	0.6 R	0.4 R
1500	0.8 R	0.6 R

e. Altura de antenas:

El cálculo de altura de antenas implica encontrar el radio de la primera zona de Fresnel en los puntos críticos del trayecto para asegurar que la señal no se vaya a obstruir:

La condición para el cálculo es entonces que la altura de la antena en una de las estaciones sea estimada o conocida de tal manera que si la altura resultante en la otra estación es demasiado - desfavorable, una nueva altura de antena tiene - que ser escogida. (Ver figura N° 4.82).

Luego de haber previsto o estimado la altura de antena de la estación A, la altura de la antena de la estación B será determinada mediante la ecuación (4.5):

$$h_{GB} = \frac{d(\Delta R_1 + h_{oast} + \frac{d_1 \cdot d_2}{K \cdot 12,74}) \cdot d_2 (h_A + h_{GA})}{d_1} - h_B \quad (4.5)$$

Donde:

- $h_{GB}$  : altura de antena a ser calculada en B en m
- $h_{GA}$  : altura de antena en A en m
- $h_A$  : altura sobre el nivel del mar para la estación A en m.
- $h_B$  : altura sobre el nivel del mar para la estación B en m.
- $h_{OBST}$  : altura sobre el nivel del mar para el obstáculo en m.

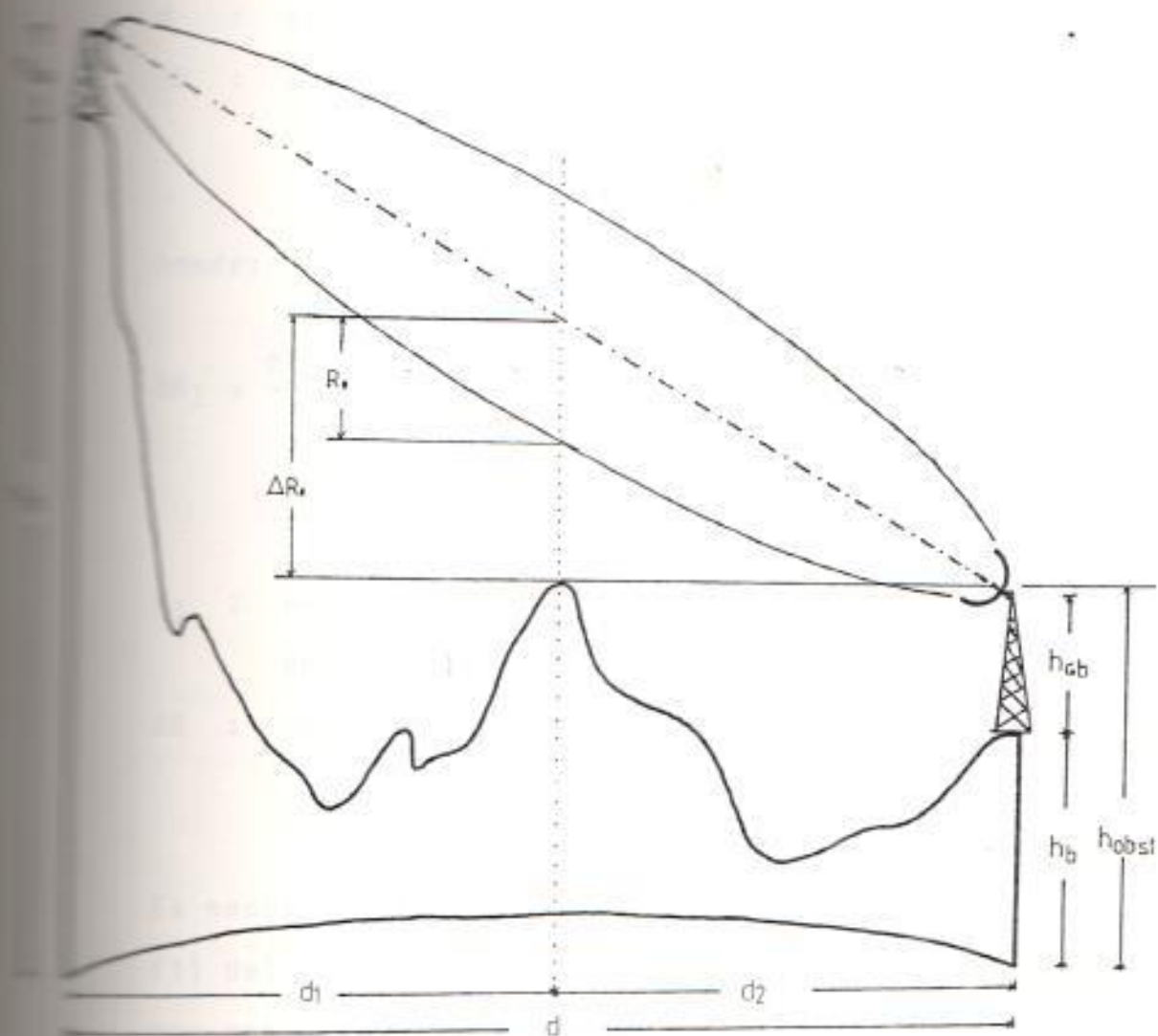


Fig N° 4.82

Parametros que determinan la geometria  
de un enlace de radio

- $d_1$  : distancia desde A al obstáculo en Km.  
 $d_2$  : distancia desde B al obstáculo en Km.  
 $d$  : distancia de radio de la tierra efectivo =  $4/3$   
 $\Delta R$  : claridad requerida sobre el obstáculo en m.

Donde:

$$\Delta R_1 = \frac{R_1 \cdot \Delta R}{100} \quad (4.6)$$

- $R_1$  : es el radio de la primera zona de Fresnel -  
 en el obstáculo en m.  
 $\Delta R$  : claridad requerida sobre el obstáculo en %.

Es necesario tener en consideración que si el perfil del trayecto está basado sólo en la información que nos presenta las cartas topográficas, será necesario tomar en cuenta que otros obstáculos como árboles, casas u objetos construídos por el hombre, ya que podrían afectar la altura de las antenas.

#### 4. Punto de Reflexión:

Es un punto localizado sobre la superficie terrestre de un trayecto de propagación, el cual deberá determinarse para evitar desvanecimientos de la señal.

Para frecuencias correspondientes a VHF y superiores, la componente de onda reflejada empieza a tener relevancia, pero a pesar de ser un nuevo camino alternativo para la transmisión de A-B estas componentes se consideran indeseables por razones que veremos más adelante.

Obedeciendo a las leyes de la óptica geométrica - tenemos que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión, dependiendo de cual sea el lugar del punto de reflexión estimado, la altura del mismo ( $h_r$ ), y las características del terreno ya que la cantidad de energía reflejada será diferente, tal cual se lo indica en las figuras N<sup>o</sup> 4.83, 4.84, y 4.85., lo cual implicará calcular nuevamente las alturas de antenas, para obtener un desplazamiento de la zona de reflexión, a cierta área donde los efectos negativos de la onda reflejada principal sean atenuados al mínimo, pero siempre teniendo en cuenta la condición de trayecto libre.

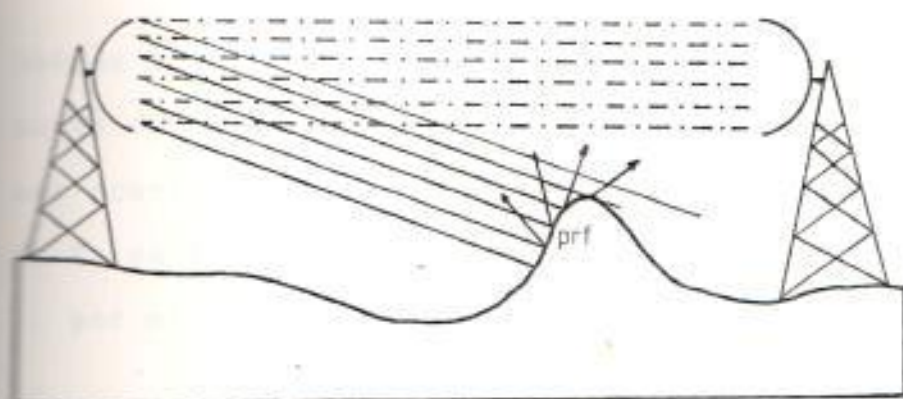


Fig N° 4.83 Reflección en terreno irregular

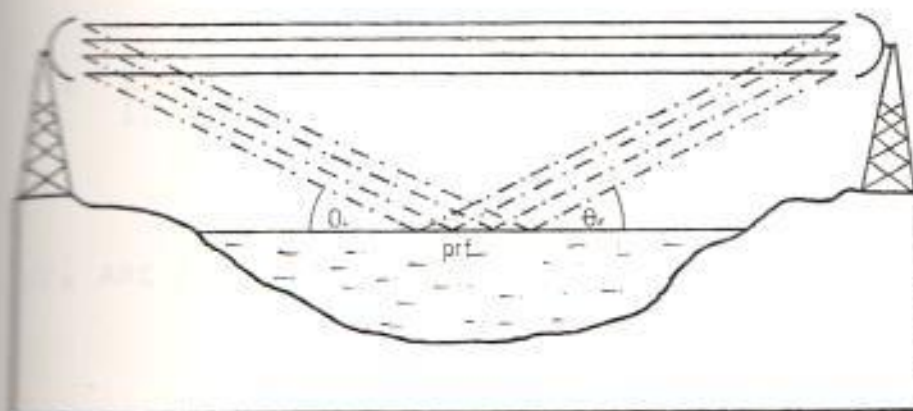


Fig N° 4.84 Reflección en el agua

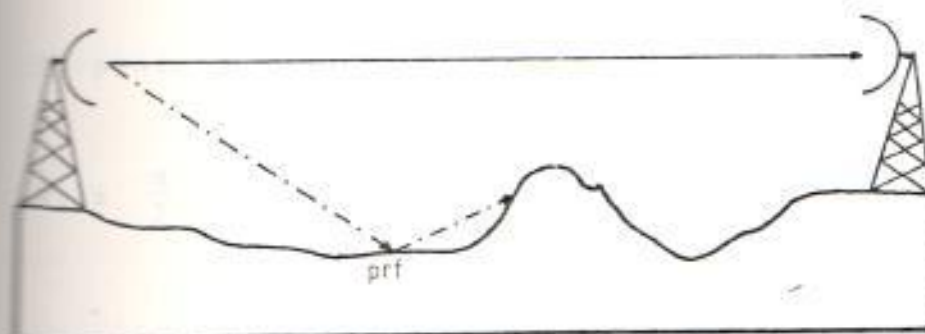


Fig N° 4.85 Bloqueo del efecto de reflexión

Uno de los métodos que se usan en el cálculo del punto de reflexión es mediante el desarrollo de una ecuación cúbica, válida para cualquier valor de  $K$ , en la cual se evalúan los parámetros  $r$ ,  $t$ , por medio de las siguientes frecuencias:

$$r = 6.37 \frac{K}{4} d(h_B - h_A) \quad (4.7)$$

$$t = \frac{d^2}{12} + 8.5 \frac{K}{4} (h_A + h_B) \quad (4.8)$$

$$\theta = \text{ARC Cos} \frac{r}{t\sqrt{t}} \quad (4.9)$$

$$\theta_3 = 2\sqrt{t} \cos\left(\frac{\theta}{3} + 240^\circ\right) \quad (4.10)$$

El punto de reflexión PRF estará localizado en:

$$d_1 = \frac{d}{2} + d_3 \quad (4.11)$$

$$d_2 = d - d_1 \quad (4.12)$$

En la figura N° 4.86., se indica la ubicación del



punto de reflexión, así como la interferencia que puede producir esta zona reflectiva. En la recepción de la señal que viene de la otra estación.

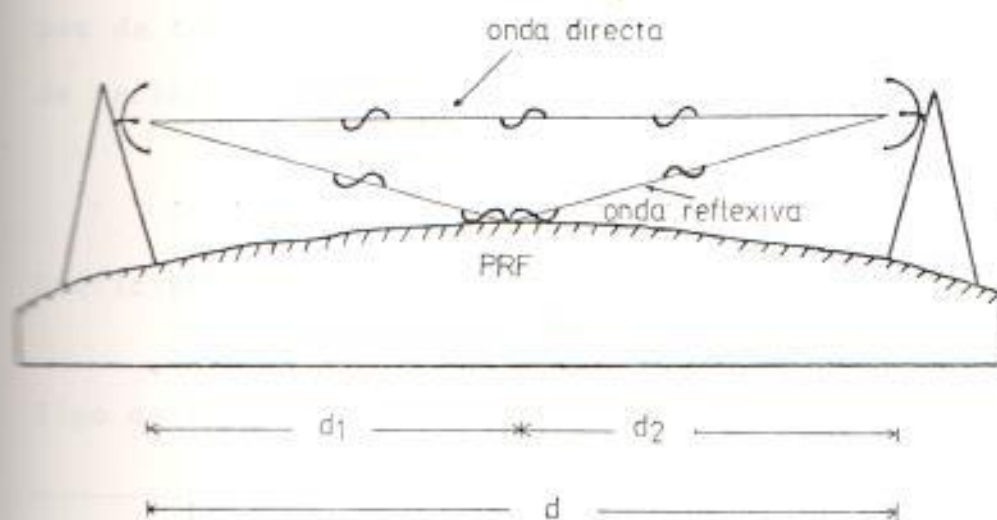


Figura N°4.86

#### Interferencia y punto de reflexión

La capacidad de la superficie para reflejar la señal de radio es descrito por el coeficiente de reflexión, el cual varía desde 0 (no reflexión) hasta -1 (100 % de reflexión). El signo menos es debido al desplazamiento de fase en  $180^\circ$  de la señal de reflexión tal cual se lo indica en la figura N° 4.86.

La correlación entre el coeficiente de reflexión  $\rho$  y el desvanecimiento que causa esta reflexión puede ser obtenida de la figura N° 4.87.

En la tabla XV, se indican los diferentes tipos de terreno y su correspondiente coeficiente de reflexión.

Tabla XV

Coeficientes de reflexión para diferentes tipos de terreno

Tipo de terreno	Coeficiente de reflexión
agua	-1
llanura sin vegetación	-0.95
campos cultivados	-0.9
áspero cubierto de ramas	-(0.3-0.7)
áspero cubierto de árboles, ciudades, etc.	-(0.05-0.2)

Estos valores pueden también hasta cierto punto ser dependientes de la frecuencia, es decir, el mismo tipo de terreno puede tener diferentes coeficientes

de reflexión a diferentes frecuencias. Hablando generalmente, mientras más baja es la frecuencia, más grande es la reflexión.

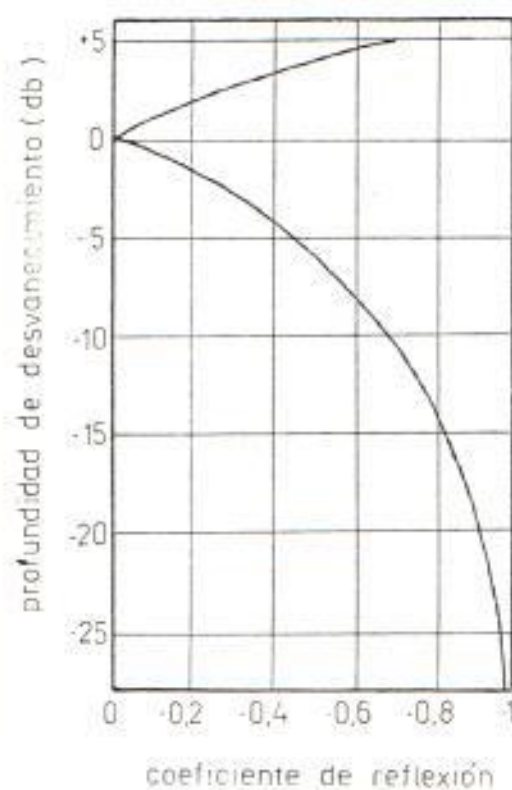


Figura N<sup>o</sup> 4.87.

Profundidad de desvanecimiento debido a la reflexión  
Vs. coeficiente de reflexión.

### 5. Cálculo de la potencia recibida:

Trazados los perfiles topográficos de aquellos proyectos susceptibles de configurar el sistema radioeléctrico y realizados los oportunos cálculos de las condiciones de visibilidad, se nos presenta a continuación el problema de determinar el nivel de campo recibido o potencia de señal recibida.

El nivel de potencia recibida deberá optimizarse teniendo en cuenta fundamentalmente los siguientes parámetros:

- potencia transmitida del equipo utilizado
- diámetro, tipo y ganancia de las antenas utilizadas.
- longitud del trayecto radioeléctrico.
- frecuencia de propagación del trayecto radioeléctrico.
- atenuación por filtros, y circuladores.
- difracciones
- ruido.

Veamos a continuación el procedimiento operativo de cálculo teniendo la cuenta cada uno de los paráme-

tros anteriormente aludidos: tales como:

- atenuación del tramo ( $A_T$ )
- ganancia total del trayecto ( $G_A$  y  $G_B$ )
- pérdidas totales del trayecto ( $L_T$ )
- pérdidas en espacio libre ( $A_0$ )
- pérdidas en la guía de onda o cable coaxial, etc.  
( $A_{w1,2}$ )
- ruido, etc.

Los parámetros antes mencionados se los indica a continuación en forma gráfica. Ver figura N° 4.88.

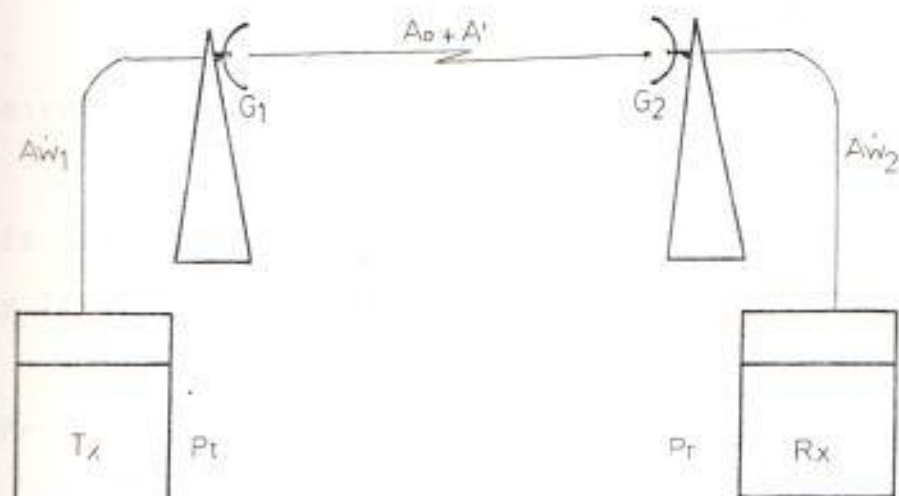


Figura N° 4.88.  
Parámetros del sistema de atenuación de un radioenlace

Como ya se había mencionado anteriormente, la onda de radio que se propaga desde la antena transmisora hasta la antena receptora, disminuye en intensidad. Parte de esta disminución se debe a los efectos de la tierra y atmósfera sobre la onda, pero de cualquier manera, aún en el vacío las pérdidas existen. El sólo hecho de que el frente de onda se amplie a medida que aumenta la distancia al punto de radiación, nos indica que al distribuirse la energía la densidad de potencia será menor.

Por consideraciones prácticas se obtiene por separado todas las pérdidas que afectan a la señal propagándose. Para luego aplicando superposición resolver el problema global así:

- Nivel de recepción o potencia recibida ( $P_r$ ):

Es la diferencia entre la potencia transmitida  $P_t$  y la atenuación total del trayecto  $A_{TT}$ .

$$P_r = P_t - A_{TT} \quad (4.13)$$

Donde:

$P_r$  : potencia de recepción

$P_T$  : potencia de transmitida

$A_{TT}$ : atenuación total del trayecto

- Atenuación total del trayecto ( $A_{TT}$ ):

Se define como la diferencia entre la ganancia total del trayecto y las pérdidas que tienen lugar en el mismo.

$$A_{TT} = G_T - L \quad (4.14)$$

Donde:

$A_{TT}$  : atenuación total del trayecto

$G_T$  : ganancia total del trayecto

$L$  : pérdidas totales del trayecto

- Ganancia total del trayecto ( $G_T$ ):

Nos referimos a la ganancia de las antenas emisor ra y receptor a: son las únicas ganancias en el vano.

$$G_T = G_1 + G_2 \quad (4.15)$$

Donde:

$G_T$  : ganancia total del trayecto

$G_1$  : ganancia de la antena de transmisión

$G_2$  : ganancia de la antena de recepción.

- Pérdidas totales del trayecto (L):

Se define como la suma de las pérdidas parciales que tienen lugar en el mismo a saber:

$$L = A_0 + A_W + A' \quad (4.16)$$

Donde:

L : pérdidas totales del trayecto

$A_0$  : pérdidas en el espacio libre

$A_W$  : pérdidas en los alimentadores

$A'$  : otras atenuaciones.

- Pérdidas en el espacio libre ( $A_0$ ):

Dependen de la longitud del trayecto y de la frecuencia de propagación. Se define por la expresión:



$$A_0 = 20 \text{ Log } \frac{4\pi d}{\lambda} \quad (4.17)$$

o

$$A_0 = 92.44 + 20 \text{ Log } d + 20 \text{ Log } f \quad (4.18)$$

Donde:

$A_0$  : atenuación o pérdidas en espacio libre expresado en dB.

$d$  : distancia del trayecto en Km.

$f$  : frecuencia en GHz.

- Pérdidas de los circuladores y alimentadores ( $A_w$ ):

El circulador (guía de onda o cable coaxial) presenta a la señal una atenuación por unidad de longitud.

Dicha pérdida queda definida por la expresión:

$$A_w = d_A \cdot A_c \quad (4.19)$$

Donde:

$A_w$  : pérdidas en los alimentadores

$d_A$  : longitud total del circulador.

$A_c$  : atenuación del circulador por unidad de longitud.

La señal desde que parte del transmisor y llega a su correspondiente circulador (análogo en recepción). Recorre una serie de filtros de radio frecuencia y circuladores que introducen una atenuación: ésta depende del equipo utilizado.

- Otras atenuaciones ( $A'$ ):

Bajo esta denominación nos referimos a las atenuaciones introducidas por reflexión, difracción, tolerancias, ruido, etc.

- Pérdidas por difracción:

El fenómeno de la difracción se produce, como ya ha quedado de manifiesto cuando es interceptado por un obstáculo el elipsoide de Fresnel y, en consecuencia, el margen sobre obstáculos.

Ahora bien, en múltiples ocasiones se utilizan -

sistemas radioeléctricos de baja capacidad que operan en frecuencias inferiores a las microondas VHF, los mismos que tienen la característica particular de poderse realizar entre puntos parciales o totalmente obstruidos. Así pues a la atenuación fundamental por espacio libre habrá que adicionar la correspondiente atenuación por sombra o difracción.

Como señala el CCIR, la profundidad del desvanecimiento dependerá del tipo de terreno y de la vegetación. Para un determinado despejamiento del trayecto del rayo, la pérdida por difracción variará desde un valor mínimo en el caso de un obstáculo único en arista aguda hasta un valor máximo en el caso de una tierra esférica lisa.

Es claro que los obstáculos reales tienen formas mucho más complejas y por lo tanto los valores obtenidos con estos modelos, hay que utilizarlos con mucha prudencia. A continuación indicamos algunos de los modelos más representativos aun cuando no corresponde al análisis realizado, resultan claramente explicativos y prácticos, tales como la difracción por curvatura de la tierra y la di

fracción causada por una obstrucción llamada "f<sub>i</sub>lo de cuchillo". Ver figuras N<sup>o</sup> 4.89, y 4.90., respectivamente.

#### a. Relación señal a ruido (SNR):

El parámetro utilizado para definir la calidad de una señal recibida en transmisión FDM se denomina relación señal - ruido, y representa la proporción entre la cantidad de potencia contenida en la información deseada y aquella que transporta al ruido.

El ruido del cual hablamos es inevitable, ya que es un ruido eléctrico producido por el movimiento térmico de los electrones en los medios de conducción, llamado ruido térmico. El mismo que resulta ser muy significativo cuando las señales recibidas son muy débiles y por ello del mismo orden de magnitud que el siempre presente ruido térmico. Resulta entonces importante hablar de la relación de la potencia de la señal a la potencia de ruido, o más bien conocida como relación señal a ruido.

$$SNR = 10 \log \frac{P}{P_n} \quad (4.20)$$



Fig N° 4.89

Distorsión por curvatura de la tierra

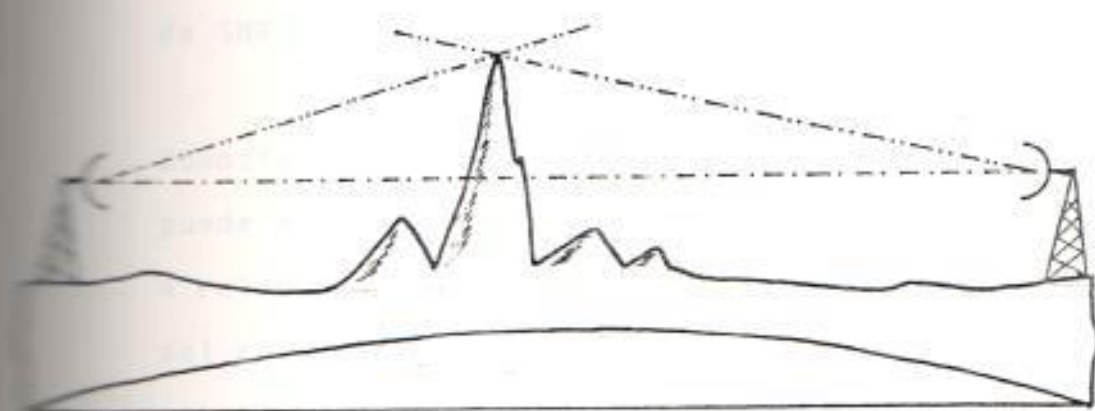


Fig N° 4.90

Distorsión por "filo de cuchillo"

Donde:

SNR : relación señal - ruido

P : potencia de la señal

Pn : potencia de ruido

Esto significa que a valores bajos de atenuación de propagación, es decir, niveles de entrada del receptor altas. La SNR de un trayecto de radio nunca puede ser mayor que la contribución de ruido propio del equipo. Es por eso que es conveniente decir entonces, que el funcionamiento de un sistema de radio enlace es predecido por el cálculo del SNR. Ya que para un alto valor de SNR tendrá un mejor funcionamiento.

Conociendo la atenuación del trayecto de radio, se puede en forma simple calcular la relación señal a ruido (el cual es lo mismo que el ruido térmico del receptor). Para un tipo particular de equipo, caracterizado por su valor de sistema (S).

El valor del sistema de un equipo de radioenlace, es un parámetro importante en la planificación, el cual determina el comportamiento del ruido como -

objetivo de diseño para cualquier red o sistema de comunicación.

La relación señal - ruido térmico, es calculada por la siguiente relación:

$$SNR = S - A_T \quad (4.21)$$

Donde:

S : valor del sistema

$A_T$  : atenuación total

SNR : relación señal - ruido

El valor del sistema S es el parámetro que caracteriza a los equipos de radio enlace y se lo calcula por:

$$S = 10 \text{ Log } \frac{P}{NKT B} \left( - \frac{f_n}{f_m} \right)^2 + P + 2.5 \quad (4.22)$$

o por:

$$S = P_t - F + 141.5 + 20 \text{ log } \frac{f_n}{f_m} + D \quad (4.23)$$

Donde:

- S : valor del sistema
- Pt : potencia de salida del transmisor en dBm
- N : factor del ruido del receptor, generalmente expresada en la forma  $F = 10 \text{ Log } N$ .
- F : figura de ruido en dB
- B : ancho de banda del canal telefónico en KHz.
- D : factor de corrección (depende de P). Está expresado en dB.
- P : factor de pre-acentuación o pre-énfasis en dB.
- T : temperatura en °K
- K : constante de Boltzman, es igual a  $1.38 \text{ E-}23$  Joule/°K.
- $f_n$  : valor RMS de la desviación de frecuencia producida por el nivel de la señal de referencia 0 dBm.
- $f_m$  : frecuencia de modulación, es decir, el posicionamiento de la frecuencia en la banda base para el canal telefónico involucrado.

La relación SNR difiere de la potencia de ruido, - por el signo algebraico ( $\text{SNR} = -N$ ) de donde se ob-



tiene:

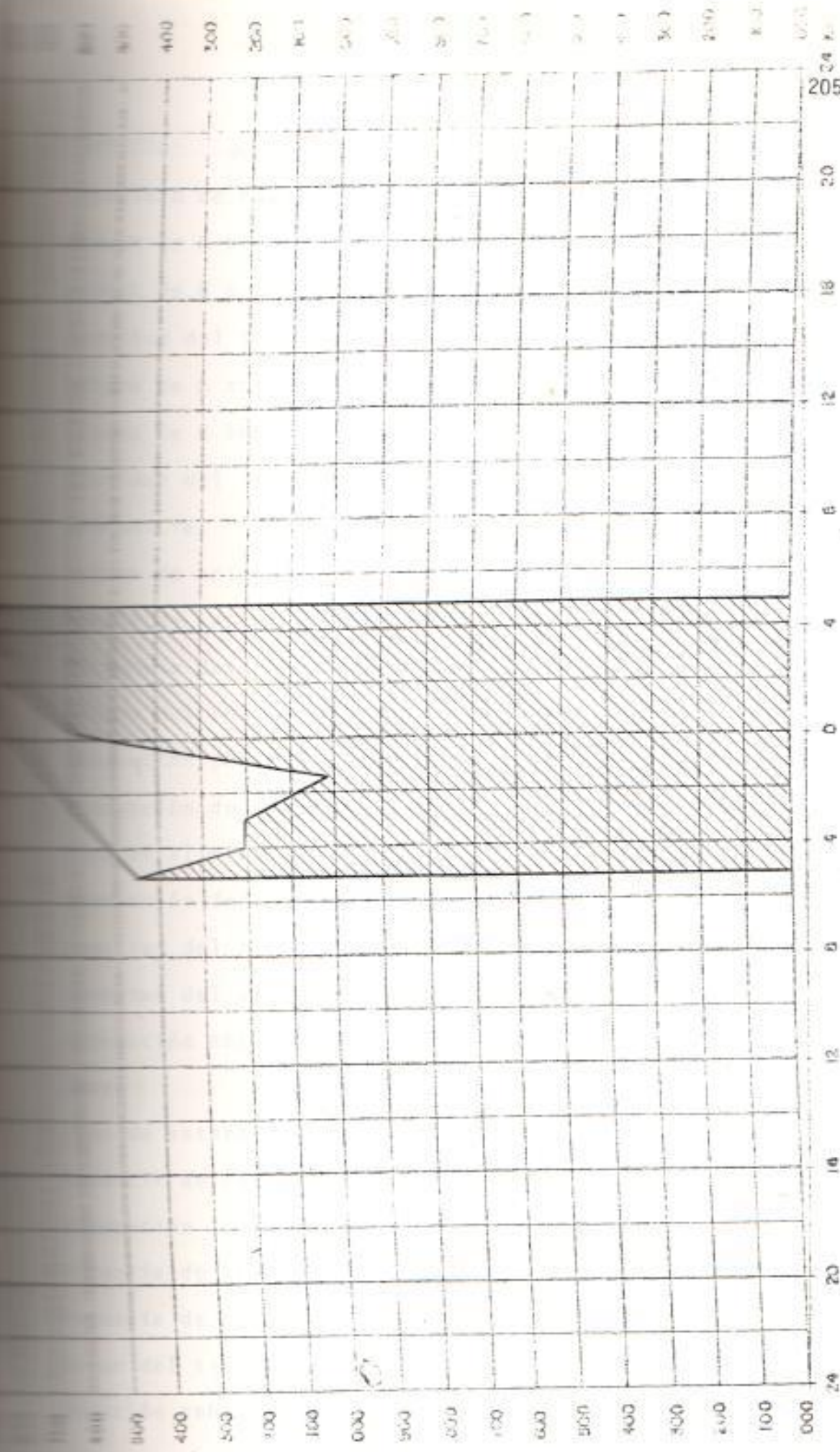
$$N_{(PW)} = \text{ANTILOG}(90 + \text{SNR})_{\text{db}} / 10 \quad (4.24)$$

Donde:

N : potencia de ruido en PW

SNR: relación señal - ruido

Los cálculos de cada uno de los trayectos proyectados por línea de vista entre las poblaciones lojanas y la estación repetidora correspondiente o entre repetidoras está tabulados a continuación.

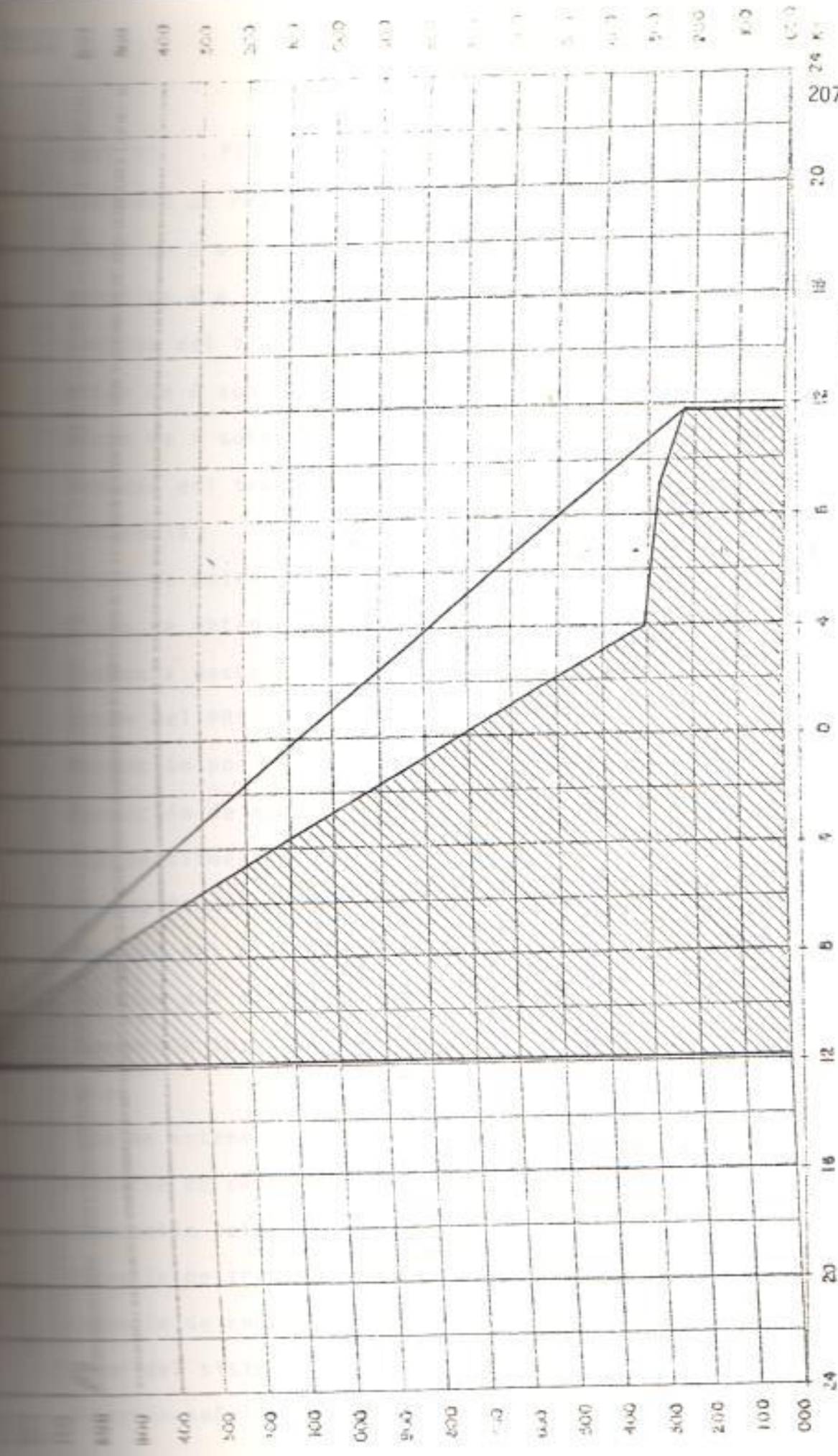


SITIO A: PUCARA      SITIO B: GUACHAURCO

DISTANCIA: 9.79 Km      ALTURA: 2450 m      ALTURA: 3086 m

Fig N° 4.24 Perfil topográfico Pucara - Guachaurco

TRAYECTO: PUCARA (A) - GUACHAURCO (B)			
Capacidad de radio T	Canales	:	120
Acimut de A a B		:	48°33'36"
Acimut de B a A		:	228°33'36"
Longitud del trayecto	(Km)	:	9.79
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	24.50
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	3086
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	2203
Altura de antena en A	(m)	:	10
Altura de antena en B	(m)	:	10
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	1.95
Altura del PRF	(m)	:	2250
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	119.11
Tipo de alimentador		:	EW20
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	1.6
Longitud del alimentador en A	(m)	:	20
Longitud del alimentador en B	(m)	:	20
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	0.64
Tipo de antena		:	parabólica
Ganancia de cada antena	(dB)	:	28.20
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	63.35
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	23.35
Valor del sistema	(dB)	:	157.7
Relación señal ruido	(dB)	:	94.35
Capacidad de radio R	(canales)	:	120



SITIO A: PUCARA  
 SITIO B: SABANILLA

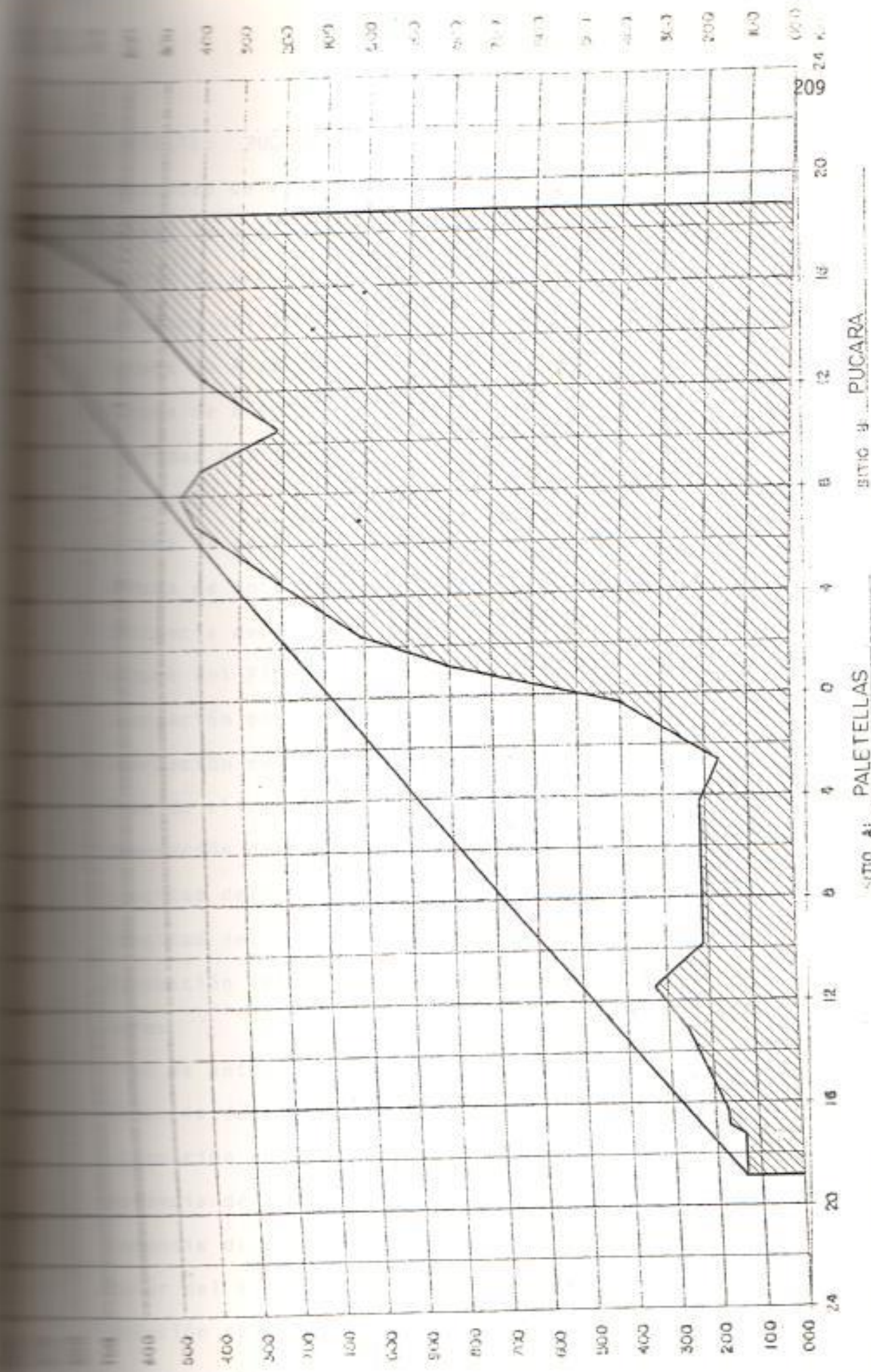
ALITURA: 2480 m  
 ALITURA: 720 m

DISTANCIA: 23.79 Km

Fig N° 4.25 Perfil topográfico Pucara - Sabanilla

TRAYECTO: PUCARA (A)- SABANILLA (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	61°14'24"
Acimut de B a A		:	241°15'36"
Longitud del trayecto	(Km)	:	23.89
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	2450
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	720
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	23.7
Altura del PRF	(m)	:	715
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	110.89
Tipo de alimentador		:	c. coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta		:	
dores	(dB)	:	1.35
Tipo de antena		:	yagi
Directividad de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	84.24
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	44.24
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	87.26
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



DISTANCIA: 37.79 Km      SITIO A: PALETELLAS      SITIO B: PUCARA      ALTURA: 2480 m

Fig N° 4.26 Perfil topográfico Palatillas - Pucara

TRAYECTO: PUCARA (A) - PALETILLAS (B)

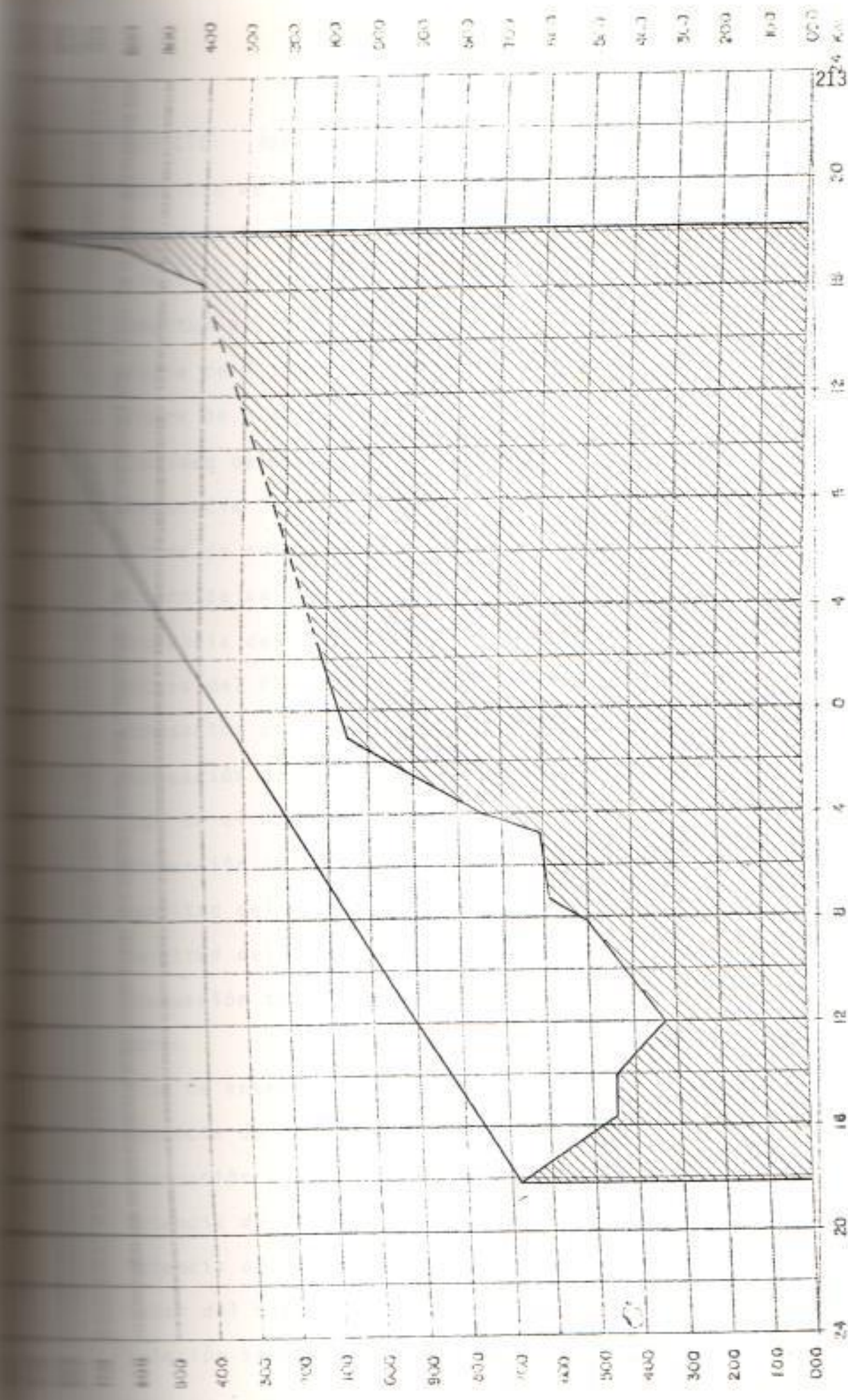
Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	80°01'12"
Acimut de B a A		:	260°02'24"
Longitud del trayecto	(Km)	:	13.80
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	2450
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	520
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	37.68
Altura del PRF	(m)	:	520
Atenuación por reflexión	(dB)	:	1.92
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	106.13
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.35
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	79.48
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	39.48
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	92.02
Capacidad de radio R	(canales)	:	12





TRAYECTO: GUACHAURCO (A) - REPLEN (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	120
Acimut de A a B		:	20°25'48"
Acimut de B a A		:	200°25'12"
Longitud del trayecto	(Km)	:	57.30
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3086
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	2490
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	2203
Altura de antena en A	(m)	:	10
Altura de antena en B	(m)	:	10
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	28.07
Altura del PRF	(m)	:	1850
Atenuación por reflexión	(dB)	:	
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	134.46
Tipo de alimentador		:	EW20
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	1.6
Longitud del alimentador en A	(m)	:	20
Longitud del alimentador en B	(m)	:	20
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	0.64
Tipo de antena		:	parabólica
Ganancia de cada antena	(dB)	:	30.72
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	73.66
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	33.66
Valor del sistema	(dB)	:	157.7
Relación señal ruido	(dB)	:	84.04
Capacidad de radio R	(canales)	:	120



SITIO A: BUENAVISTA      SITIO B: REPLEN

ALTIMETRIA: 2400 m

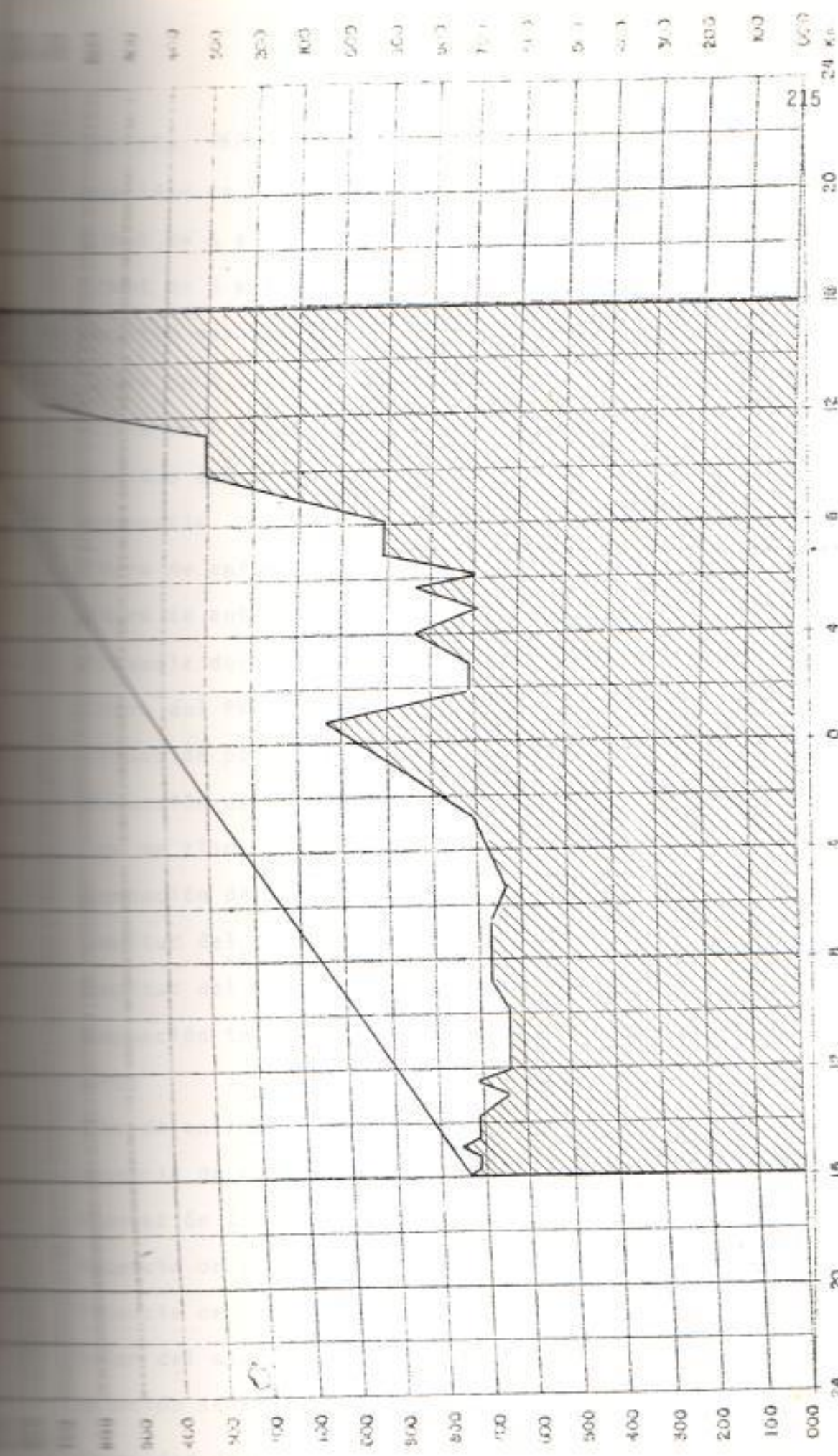
ALTIMETRIA: 1980 m

DISTANCIA: 37.30 Km

Fig N° 4.28 Perfil topográfico Buenavista - Replen

TRAYECTO: REPLEN (A) - BUENAVISTA (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	4°13'12"
Acimut de B a A		:	184°13'48"
Longitud del trayecto -	(Km)	:	77.70
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	:	2490
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	:	1080
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	35.2
Altura del PRF	(m)	:	1400
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	114.85
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.35
Tipo de antena		:	yagi
Gainancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	87.93
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	47.93
Valor del sistema	(dB)	:	171.9
Relación señal ruido	(dB)	:	83.57
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



SITIO A: GUAYQUICHUMA  
 SITIO B: REPLEN

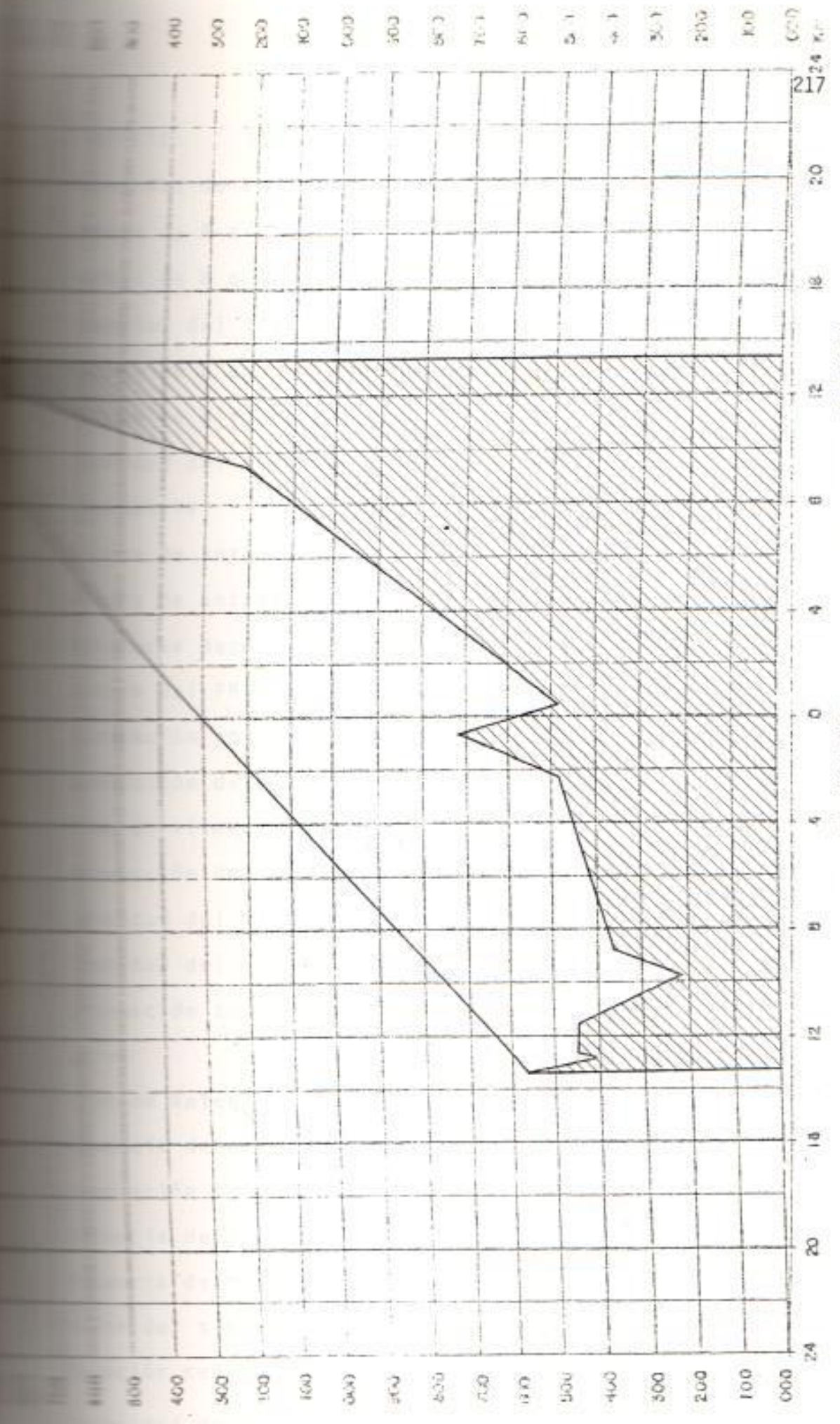
ALTIURA: 820 m  
 ALTIURA: 2490 m

DISTANCIA: 32.25 Km

Fig Nº 4.29 Perfil topográfico Guayquichuma - Replen

TRAYECTO: REPLEN (A) - GUAQUICHUMA (B)

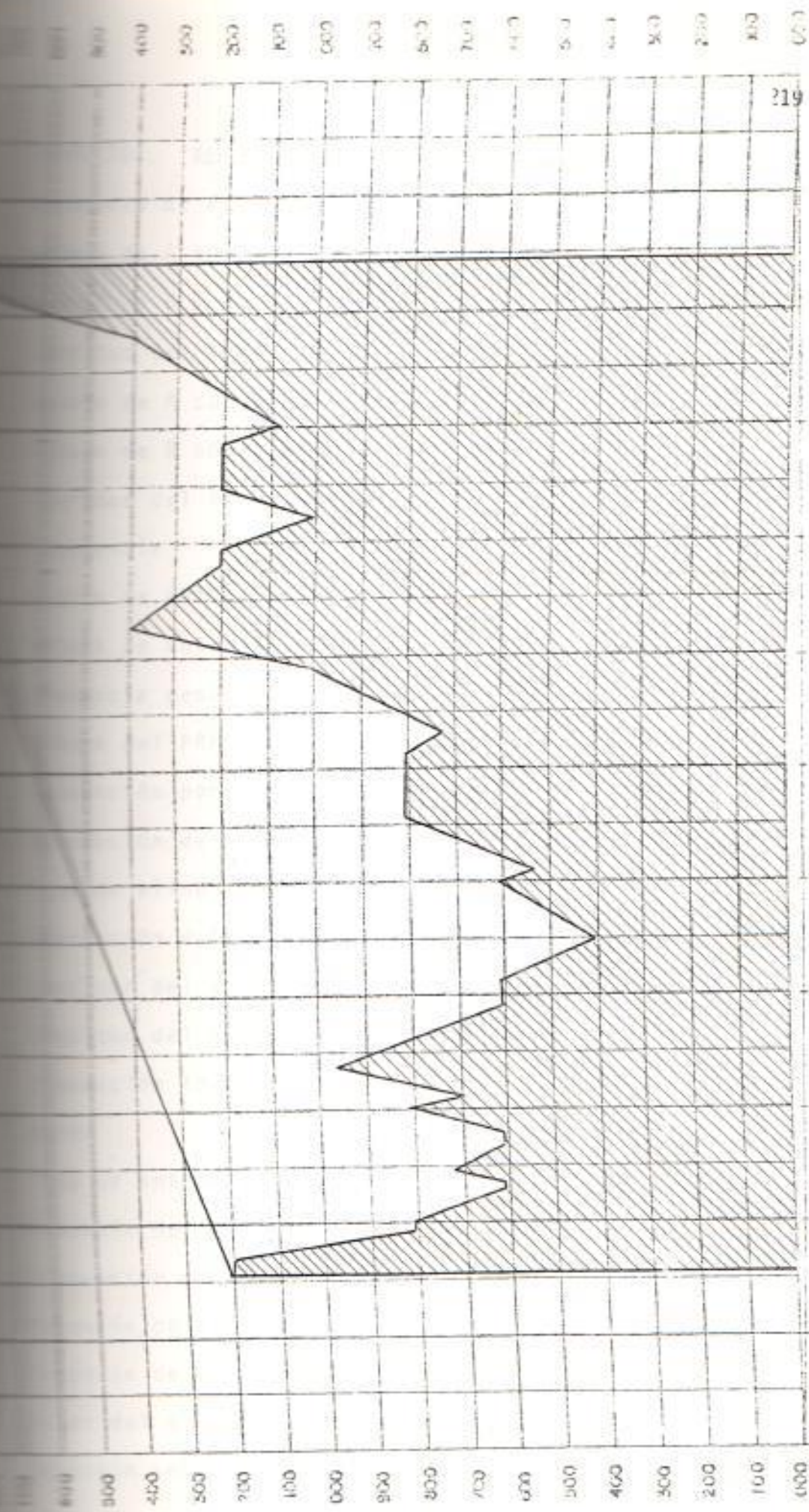
Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	336°25'48"
Acimut de B a A		:	156°25'12"
Longitud del trayecto	(Km)	:	32.41
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	2490
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	840
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	8
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	31.57
Altura del PRF	(m)	:	1800
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	113.54
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	18
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.48
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	87.03'
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	47.03
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	84.47
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



DISTANCIA : 26.86 Km. SITIO A: EL ROSARIO ALTURA: 960 m SITIO B: REPLEN ALTURA: 2490 m

Fig N° 4.30 Perfil topográfico El Rosario - Replen

TRAYECTO: REPLEN (A) - EL ROSARIO (B)			
Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	340°09'00"
Acimut de B a A		:	160°09'00"
Longitud del trayecto	(Km)	:	26.81
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	2490
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	960
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	3.54
Altura del PRF	(m)	:	700
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	111.89
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta			
dores	(dB)	:	1.35
Tipo de antena		:	yagi
Gainancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	85.24
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	45.24
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	86.26
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



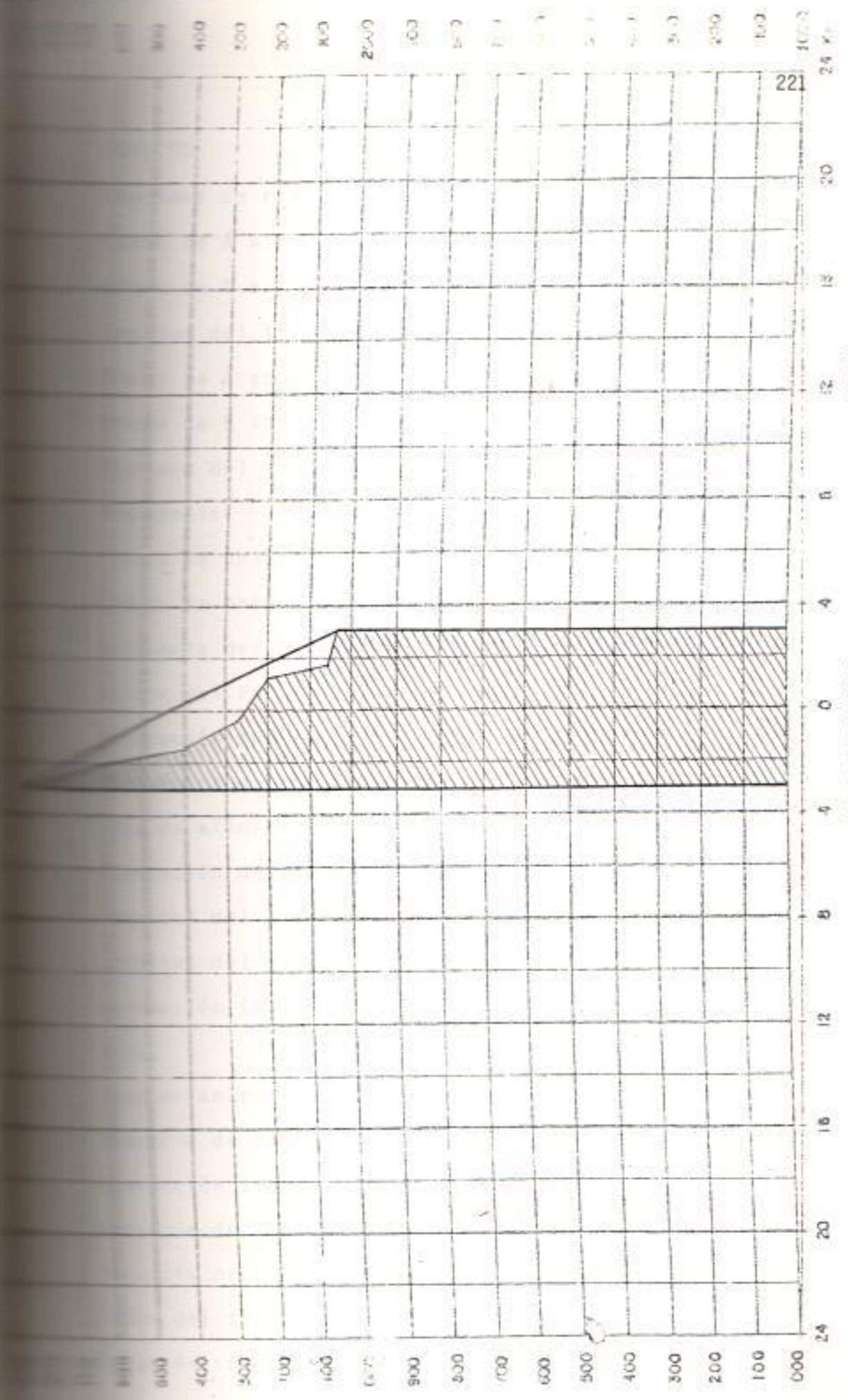
SITIO A: CHAGUARPAMBA      SITIO B: REPLEN  
 ALTURA: 1400 m      ALTURA: 2280 m  
 DISTANCIA: 35.67 Km

Fig N° 4.31 Perfil topográfico Chaguarpamba - Replen



TRAYECTO: REPLEN (A) - CHAGUARPAMBA (B)

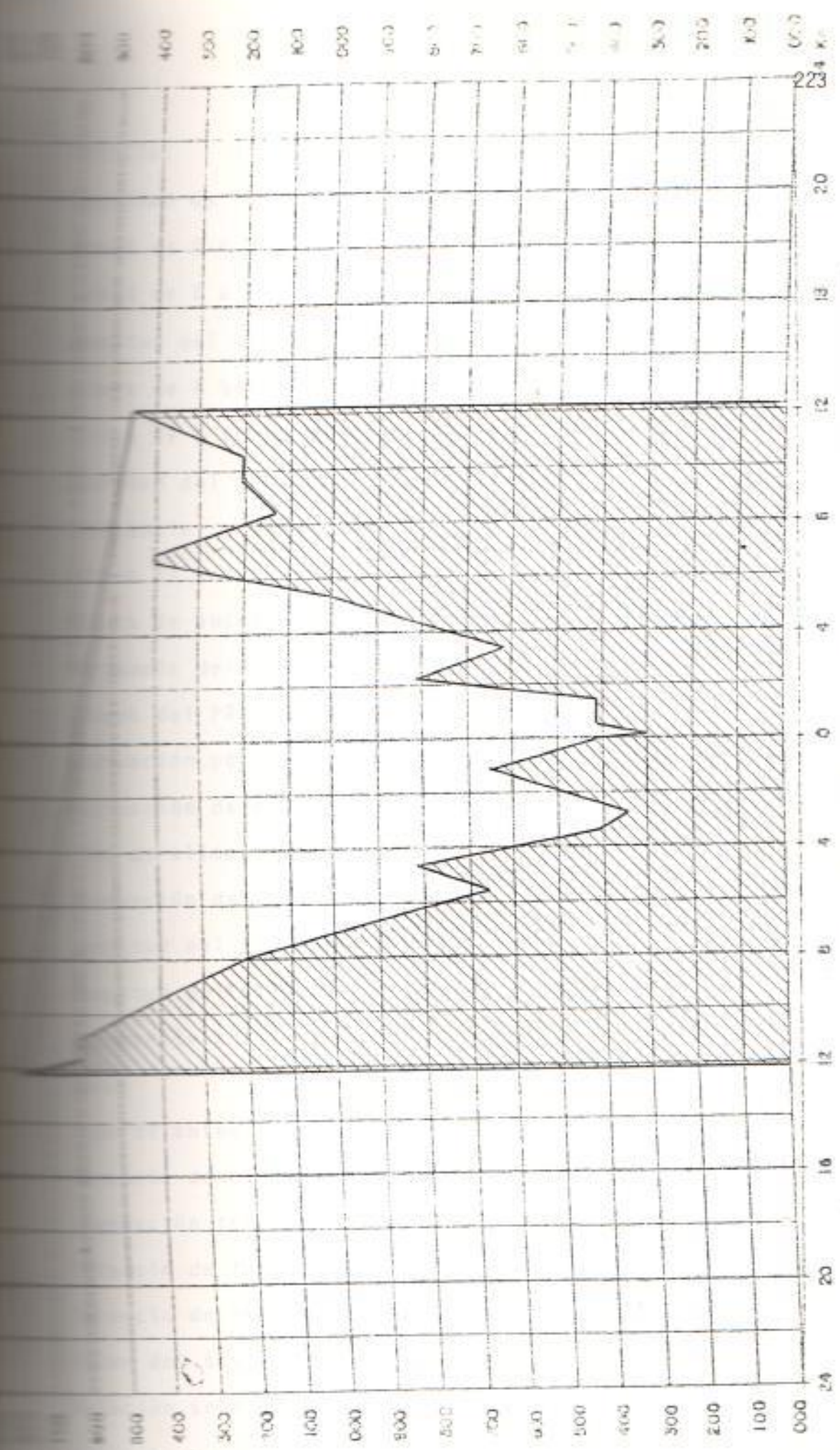
Capacidad de radio T	Canales	:	24
Acimut de A a B		:	351°30'00"
Acimut de B a A		:	171°30'00"
Longitud del trayecto	(Km)	:	35.69
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	:	2490
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	:	1320
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	26.91
Altura del PRF	(m)	:	700
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	122,68
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.26
Tipo de antena		:	yagi
Gainancia de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	91.02
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Potencia de recepción	(dBm)	:	54.92
Valor del sistema	(dB)	:	165
Relación señal ruido	(dB)	:	73.08
Capacidad de radio R	(canales)	:	24



SITIO A: HUACHICHAMBO      SITIO B: LOJA  
 ALTURA: 2848 m      ALTURA: 2020 m  
 DISTANCIA: 6.09 Km

Fig N° 4.32 Perfil topográfico Huachichambo - Loja

TRAYECTO: HUACHICHAMBO (A) - LOJA (B)			
Capacidad de radio T	Canales	:	960
Acimut de A a B		:	51°16'48"
Acimut de B a A		:	231°16'12"
Longitud del trayecto	-(Km)	:	6.09
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	2846
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	2020
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	6.770
Altura de antena en A	(m)	:	10
Altura de antena en B	(m)	:	6
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	6.06
Altura del PRF	(m)	:	2250
Atenuación por reflexión	(dB)	:	1.92
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	124.78
Tipo de alimentador		:	WR137
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	6.10
Longitud del alimentador en A	(m)	:	20
Longitud del alimentador en B	(m)	:	16
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	2.44
Tipo de antena		:	parabólica
Gainancia de cada antena	(dB)	:	46.47
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	80.71
Potencia de transmisión	(dBm)	:	27
Potencia de recepción	(dBm)	:	53.71
Valor del sistema	(dB)	:	139.1
Relación señal ruido	(dB)	:	58.39
Capacidad de radio R	(canales)	:	960



SITIO A: LOMA SAN FRANCISCO  
 ALTURA: 3165 m

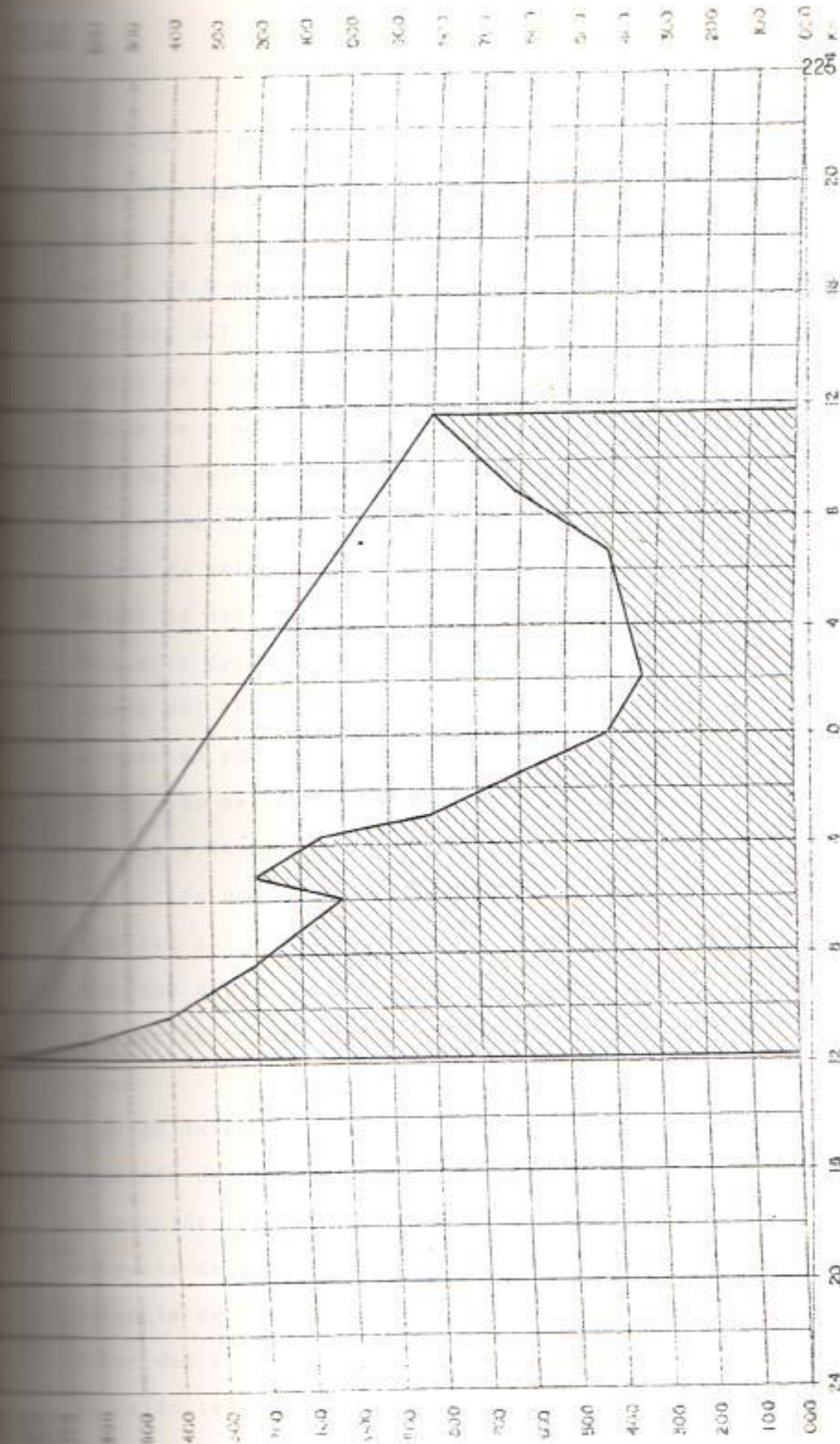
SITIO B: HUACHICHAMBO  
 ALTURA: 2848 m

DISTANCIA: 24.55 Km

Fig N° 4.33 Perfil topográfico Loma San Francisco - Huachichambo

TRAYECTO: LOMA SAN FRANCISCO (A) - HUACHICHAMBO (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	328°35'24"
Acimut de B a A		:	148°36'00"
Longitud del trayecto	(Km)	:	24.69
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3165
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	2846
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	18.03
Altura del PRF	(m)	:	2300
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	111.18
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt.	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.35
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	84.53
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	44.53
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	86.97
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



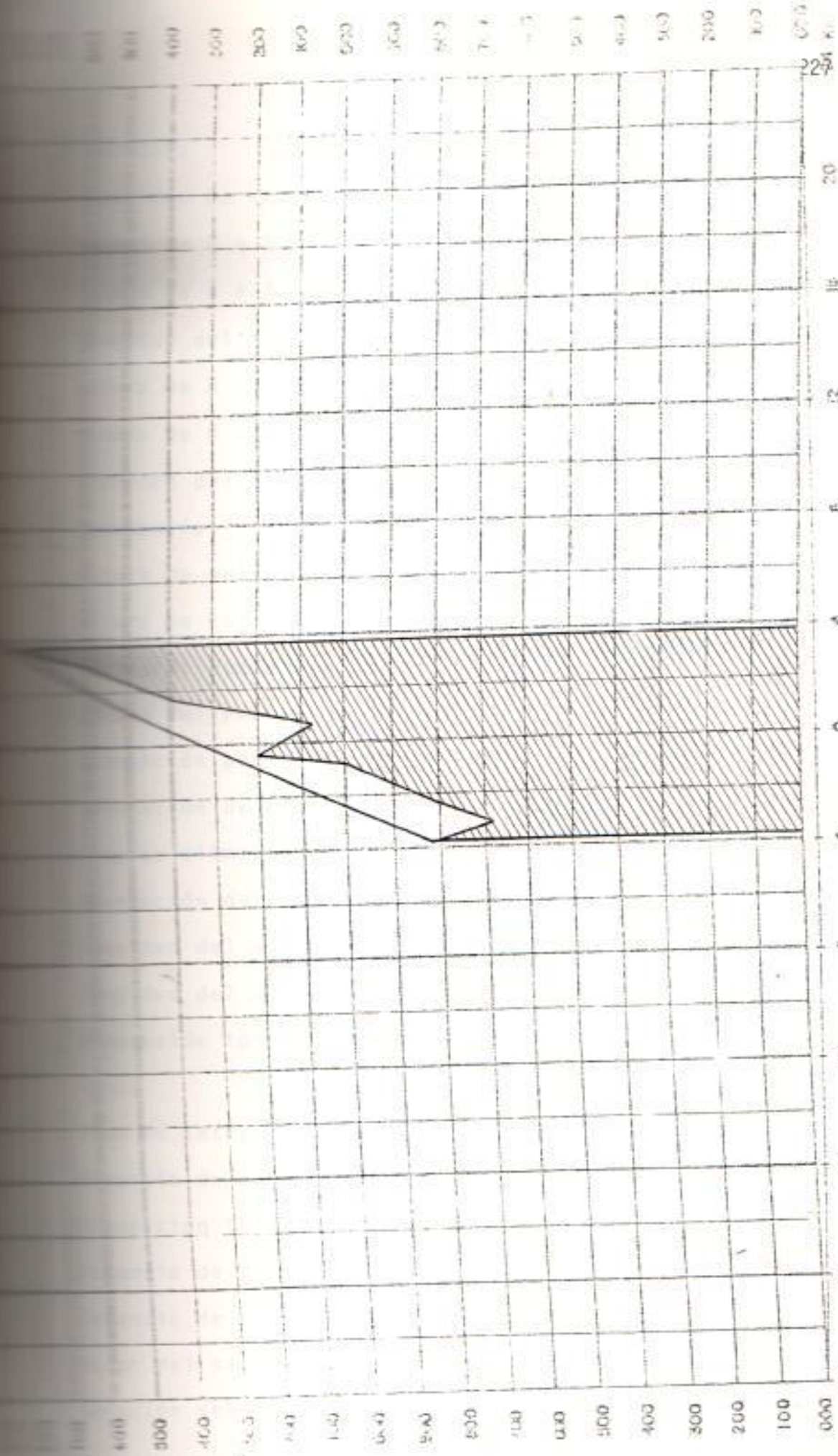
SITIO A: HUACHICHAMBO  
 SITIO B: S. PEDRO DE LA BENDITA

DISTANCIA: 9.79 Km  
 ALTURA: 2848 m  
 ALTURA: 1800 m

Fig N° 4.34 Perfil topográfico Huachichambo - S. Pedro de la Bendita

TRAYECTO: HUACHICHAMBO (A) - SAN PEDRO DE LA BENDITA (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	24
Acimut de A a B		:	294°44'24"
Acimut de B a A		:	114°45'00"
Longitud del trayecto	(Km)	:	23.78
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	2846
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	1800
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	20.38
Altura del PRF	(m)	:	1600
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	119.14
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta			
dores	(dB)	:	1.26
Tipo de antena		:	yagi
Gainancia de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	88.40
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Potencia de recepción	(dBm)	:	51.40
Valor del sistema	(dB)	:	165
Relación señal ruido	(dB)	:	76.60
Capacidad de radio R	(canales)	:	24



SITIO A: TAMBO

ALTURA: 1800 m

SITIO B: HUACHICHAMBO

ALTURA: 2848 m

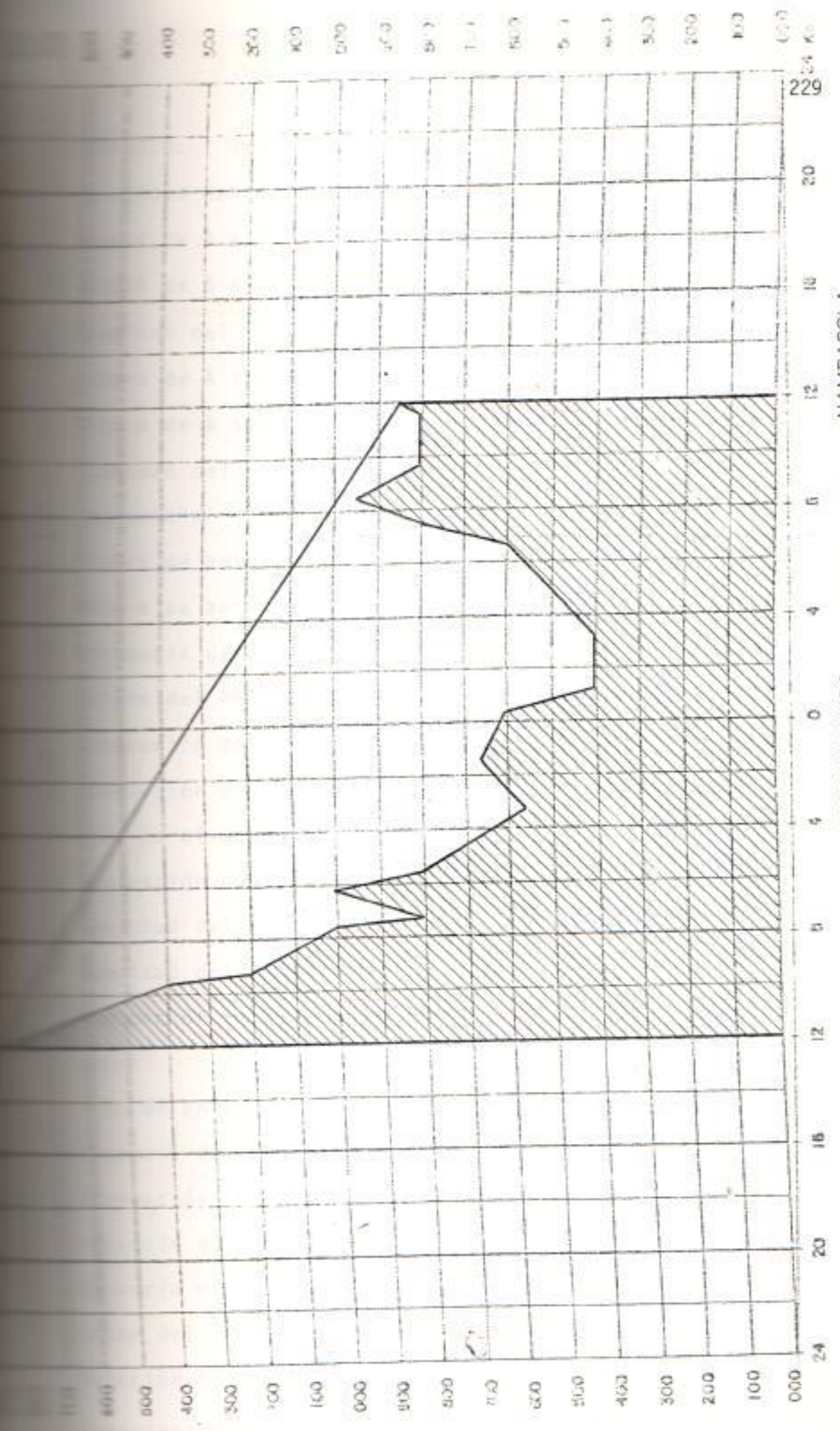
DISTANCIA: 7.55 Km

Fin N° 4.35 Perfil topográfico Tambo - Huachichambo



TRAYECTO: HUACHICHAMBO (A) - EL TAMBO (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	24
Acimut de A a B		:	55°70'00"
Acimut de B a A		:	235°42'00"
Longitud del trayecto	(Km)	:	7.47
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	:	2846
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	:	1800
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	12.49
Altura del PRF	(m)	:	2100
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	109.08
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta			
dores	(dB)	:	1.26
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	78.34
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Potencia de recepción	(dBm)	:	41.38
Valor del sistema	(dB)	:	165
Relación señal ruido	(dB)	:	86.66
Capacidad de radio R	(canales)	:	24

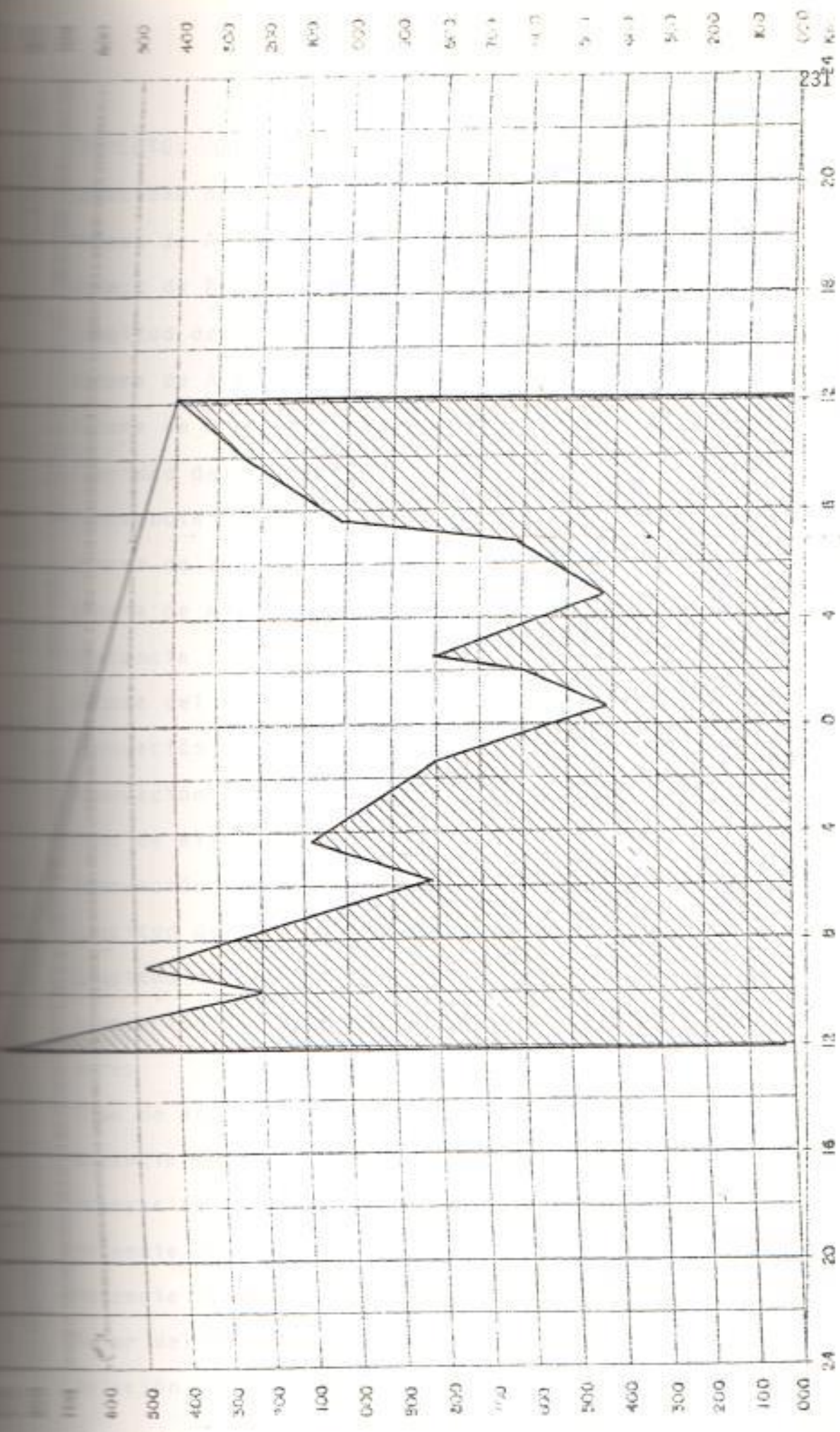


DISTANCIA: 24.15 Km      ALTURA: 1840 m

Fig N° 4.36 Perfil topográfico Huachichambo - Nambacola

TRAYECTO: HUACHICAMBO (A) - NAMBACOLA (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acercamiento de A a B		:	59°14'24"
Acercamiento de B a A		:	239°15'36"
Longitud del trayecto	(Km)	:	24.33
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	2846
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	1840
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	10
Altura de antena en B	(m)	:	15
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	23.01
Altura del PRF	(m)	:	1800
Atenuación por reflexión	(dB)	:	
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	111.05
Tipo de alimentador		:	c. coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	20
Longitud del alimentador en B	(m)	:	25
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	2.02
Tipo de antena		:	yagi
Gainancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	35.07
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	35.07
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	86.43
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



SITIO A: HUACHICHAMBO  
 SITIO B: PURUNUMA

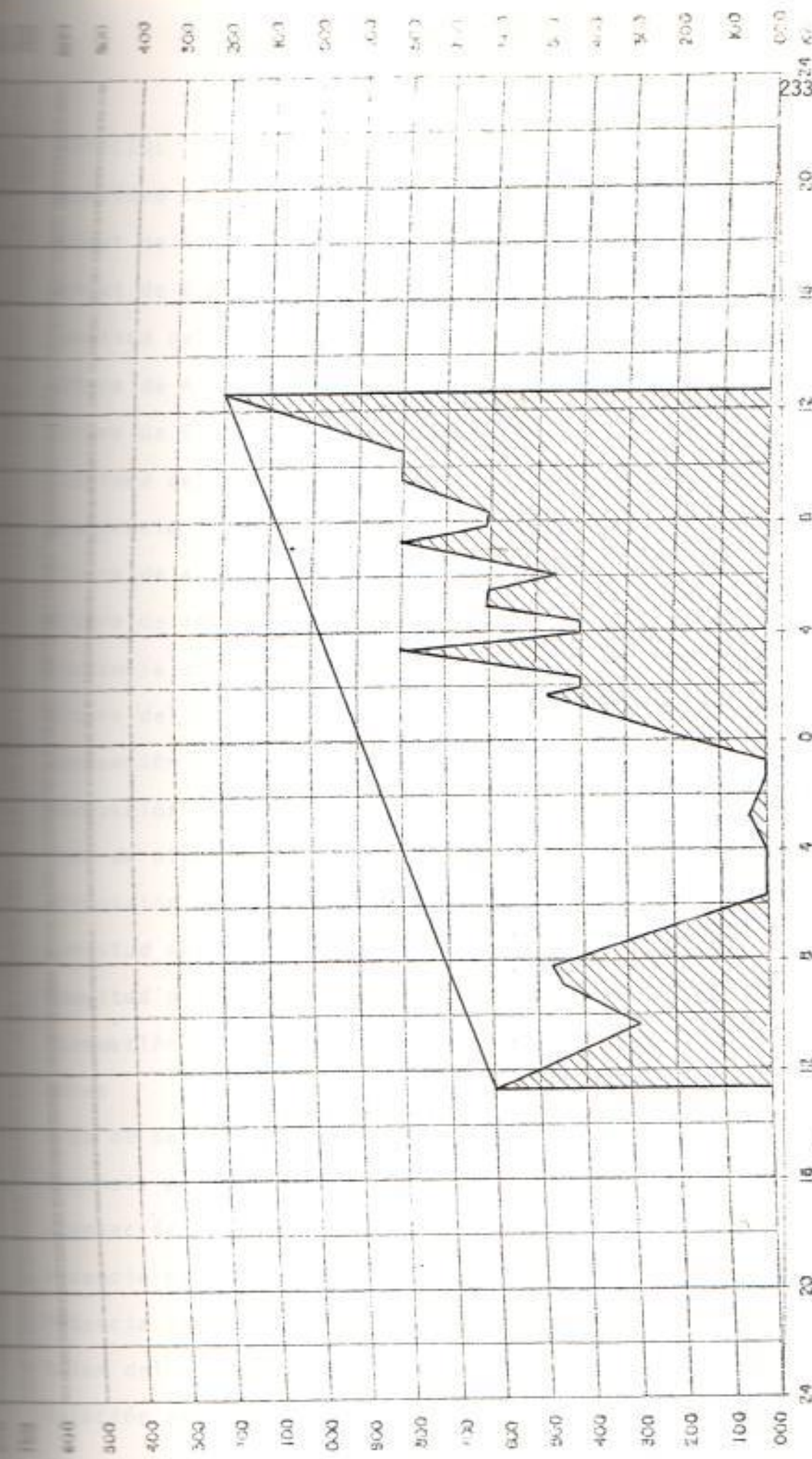
ALTIURA: 2848 m  
 ALTIURA: 2400 m

DISTANCIA: 24.33 Km

Cin N° 6.37 Perfil topográfico Huachichambo - Purunuma

TRAYECTO: HUACHICHAMBO (A) - PURUNUMA(B)

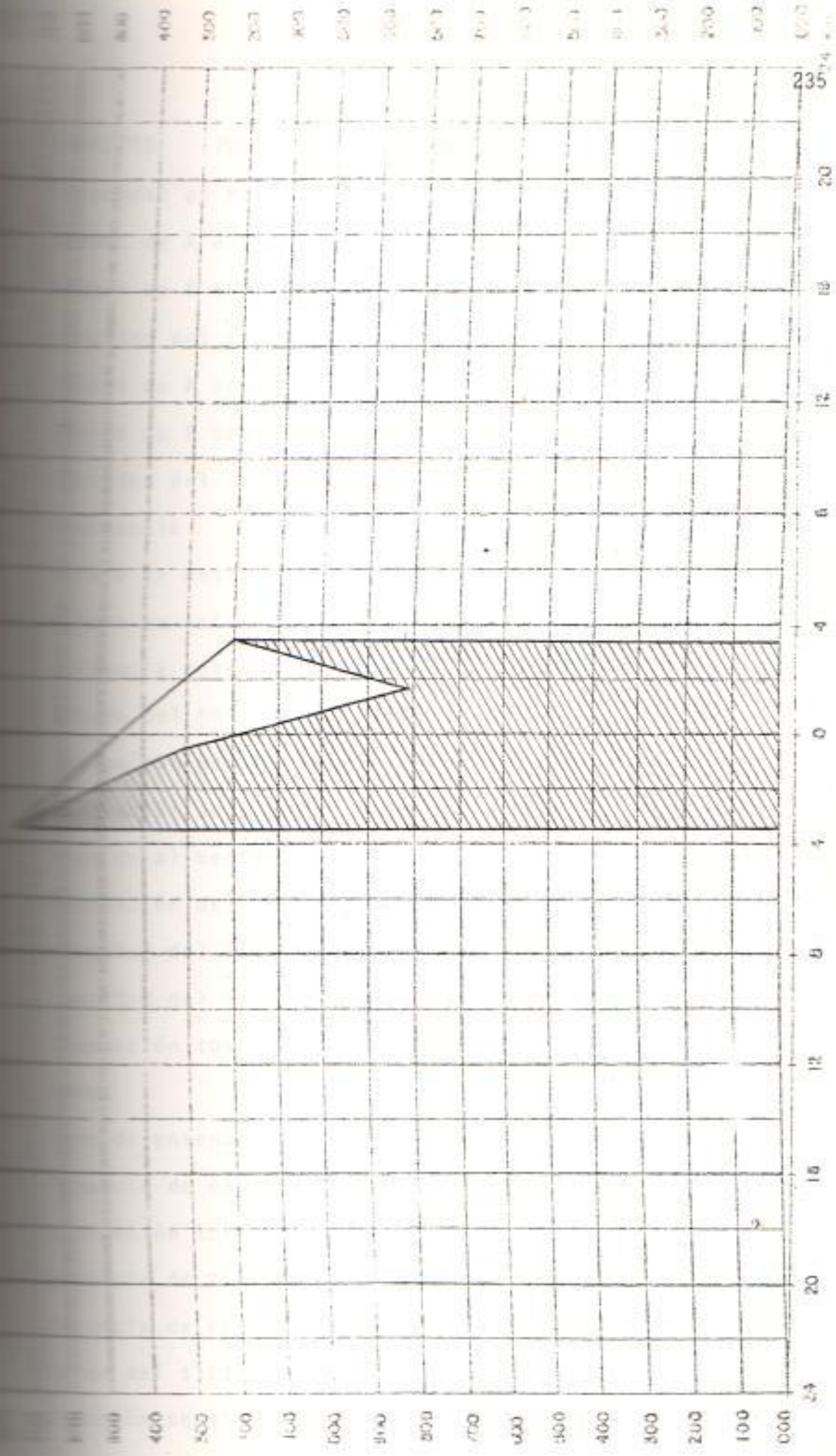
Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	36°27'00"
Acimut de B a A		:	216°27'36"
Longitud del trayecto	(Km.)	:	24.29
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	2846
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	2400
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	17.74
Altura del PRF	(m)	:	2150
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	111.03
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.35
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	84.38
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	44.38
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	87.12
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



DISTANCIA : 25.35 Km      SITIO A: STA ISABEL      ALTURA : 1600 m      SITIO B: MANU      ALTURA : 2200 m  
 Fig N° 4.38 Perfil topográfico Sta Isabel - Manu

TRAYECTO: SANTA ISABEL (A) - MANU (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	300°30'00"
Acimut de B a A		:	120°34'48"
Longitud del trayecto	(Km)	:	36.46
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3095
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	3440
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	18.01
Altura del PRF	(m)	:	1200
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	114.56
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.35
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB )	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	87.91
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	47.91
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	83.59
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



SITIO A: POZUL      SITIO B: CRUZPAMBA

ALTIURA: 1720 m

ALTIURA: 1200 m

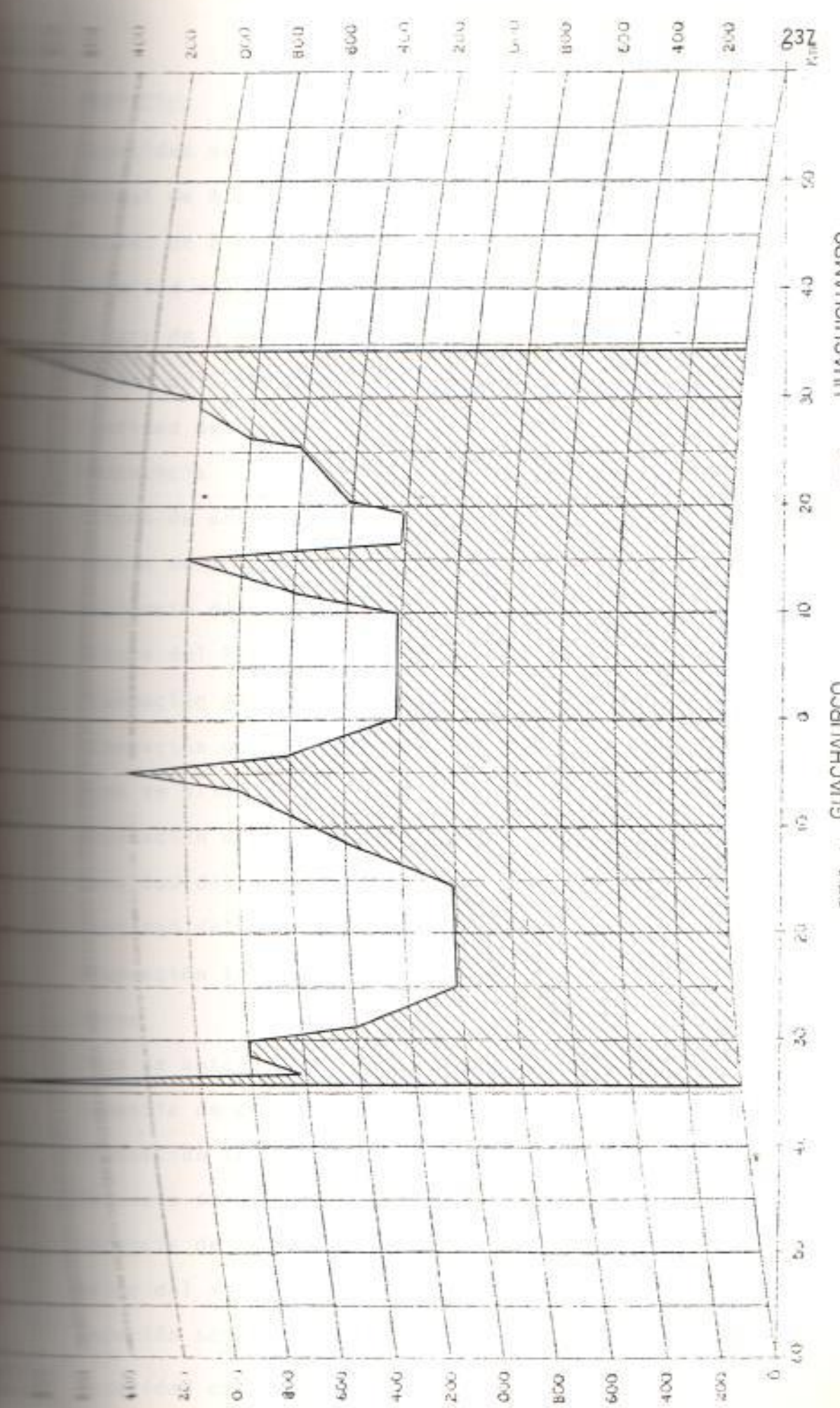
DISTANCIA: 6.63 Km

Fig N° 4.39 Perfil topográfico Pozul - Cruzpamba



TRAYECTO: POZUL (A) - CRUZPAMBA (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	310°06'36"
Acimut de B a A		:	130°06'36"
Longitud del trayecto	(Km)	:	6.57
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	:	1720
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	:	1200
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	5.20
Altura del PRF	(m)	:	860
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	99.63
Tipo de alimentador		:	coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta			
dores	(dB)	:	1.35
Tipo de antena		:	yagi
Gainancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	72.98
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	32.98
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	98.52
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



SITIO B: HUACHICHAMBO

ALTURA: 2848 m

SITIO A: GUACHAURCO

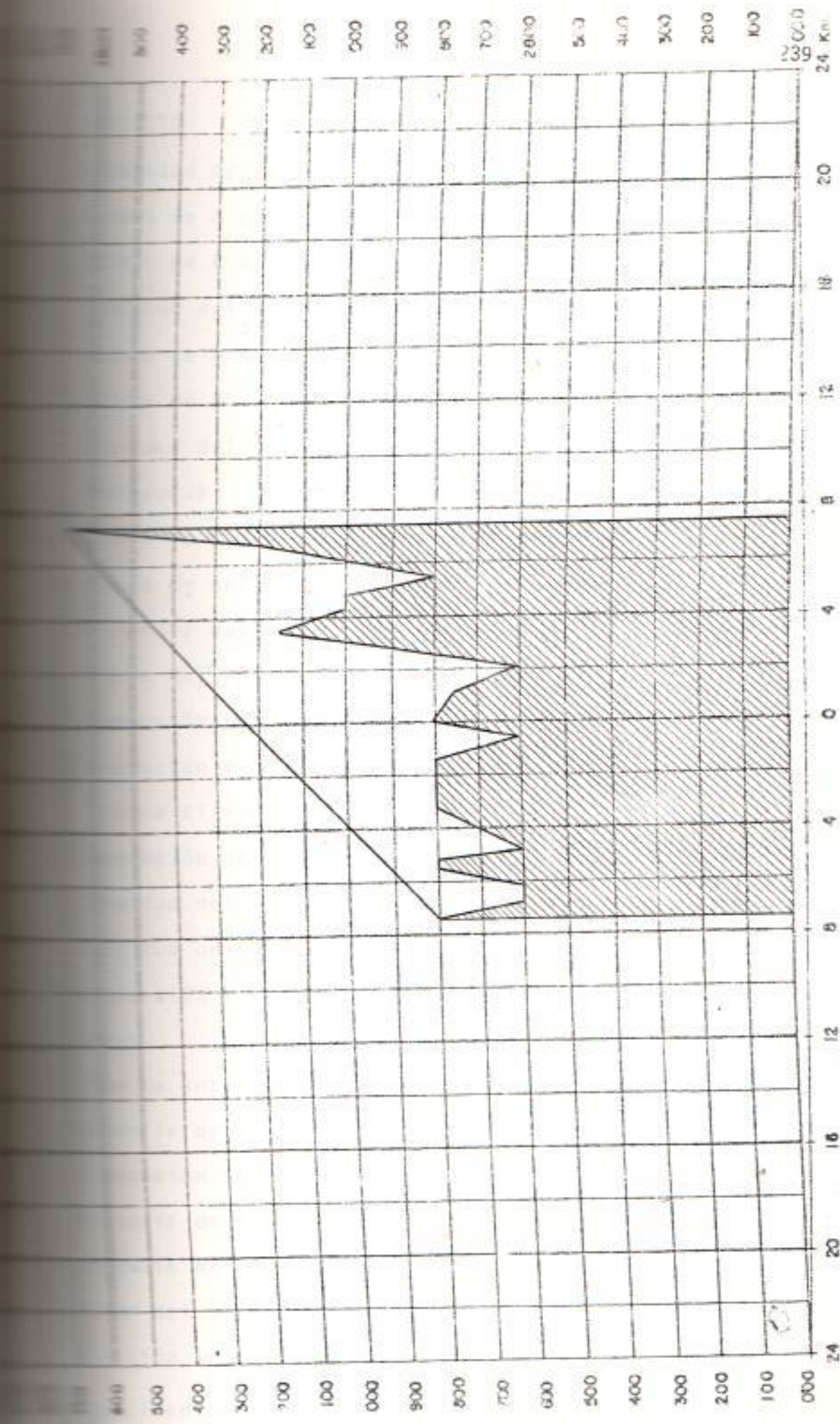
ALTURA: 3086 m

DISTANCIA: 69.62 Km

Fig N° 4.40 Perfil topográfico Guachaurco - Huachichambo

TRAYECTO: GUACHAURCO (A) - HUACHICHAMBO (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	960
Acimut de A a B		:	89°24'00"
Acimut de B a A		:	269°26'24"
Longitud del trayecto	(Km)	:	69.62
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3086
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	2846
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	6.770
Altura de antena en A	(m)	:	10
Altura de antena en B	(m)	:	10
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	41.21
Altura del PRF	(m)	:	2400
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	145.90
Tipo de alimentador		:	WR137
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	6.10
Longitud del alimentador en A	(m)	:	20
Longitud del alimentador en B	(m)	:	20
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	2.44
Tipo de antena		:	parabólica
Ganancia de cada antena	(dB)	:	46.47
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	54.8
Potencia de transmisión	(dBm)	:	27
Potencia de recepción	(dBm)	:	27.8
Valor del sistema	(dB)	:	139.1
Relación señal ruido	(dB)	:	84.3
Capacidad de radio R	(canales)	:	960



SITIO A: LAURO GUERRERO  
 SITIO B: GUACHAURCO

ALTURA: 2200 m  
 ALTURA: 3086 m

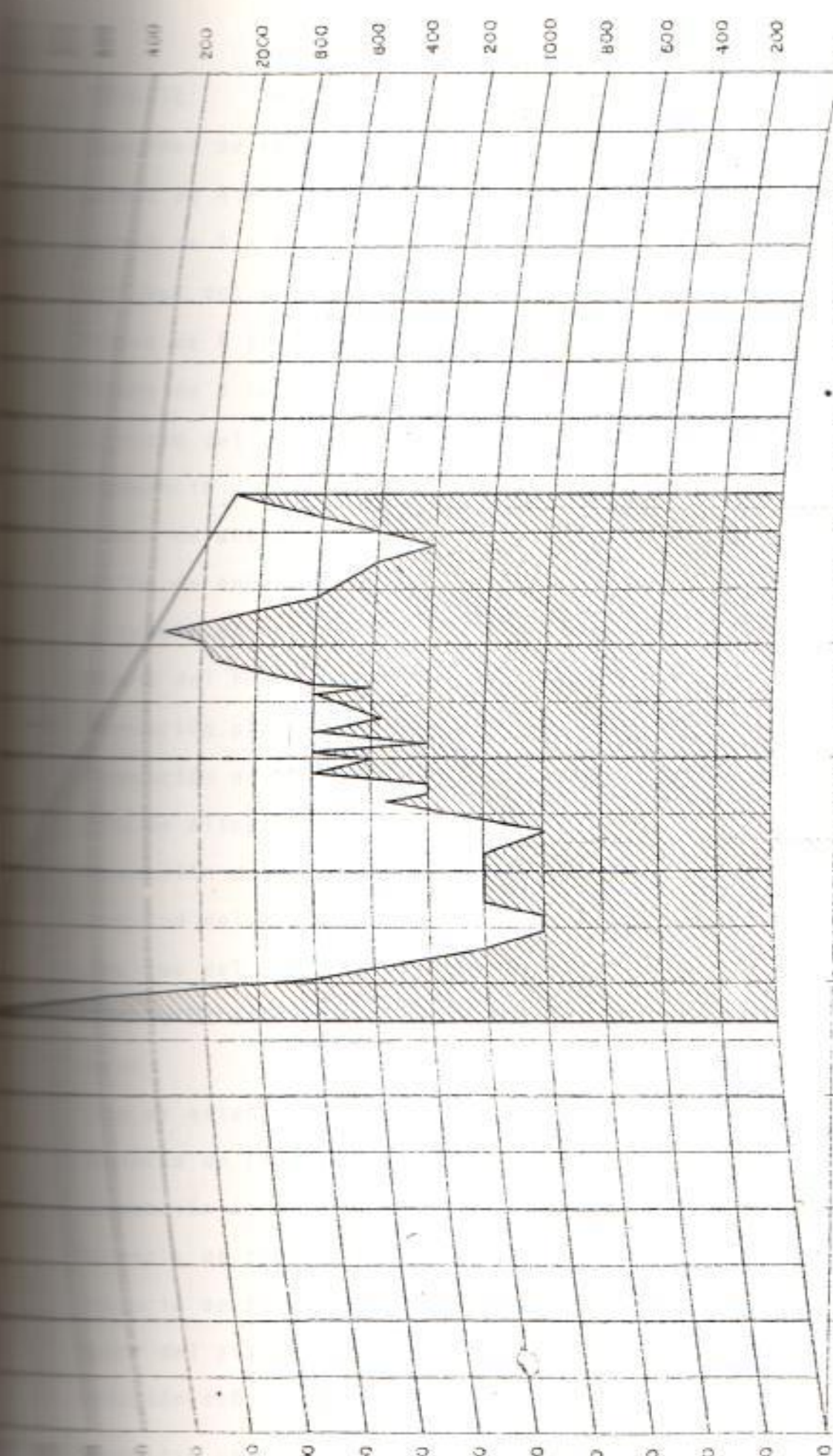
DISTANCIA: 14.69 Km

Perfil topográfico Lauro Guerrero - Guachaurco

Fig. N° 41

## TRAYECTO: GUACHAURCO (A) - LAURO GUERRERO (B)

Capacidad de radio	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	57°21'26"
Acimut de B a A		:	237°21'00"
Longitud del trayecto	(Km)	:	14.69
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3086
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	2200
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	12.86
Altura del PRF	(m)	:	2060
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	106.67
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.35
Tipo de antena		:	yagi
Gainancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	80.02
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	40.02
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	91.48
Capacidad de radio	(canales)	:	



SITIO B. CARIAMANGA  
 ALTURA: 1920 m

SITIO A. GUACHAURCO  
 ALTURA: 3086 m

DISTANCIA: 47.32 Km

Fig N° 4.42 Perfil topográfico Guachaurco - Cariamanga

TRAYECTO: GUACHAURCO (A) - CARIAMANGA (B)

Capacidad de radio	Canales	:	60
Acimut de A a B		:	312°28'12"
Acimut de B a A		:	132°27'00"
Longitud del trayecto	(Km)	:	47.32
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3086
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	1920
Claridad del trayecto.	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	31.63
Altura del PRF	(m)	:	1600
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	125.11
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta		:	
dores	(dB)	:	1.26
Tipo de antena		:	yagi
Gainancia de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	94.59
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Potencia de recepción	(dBm)	:	57.59
Valor del sistema	(dB)	:	160
Relación señal ruido	(dB)	:	65.41
Capacidad de radio	(canales)	:	

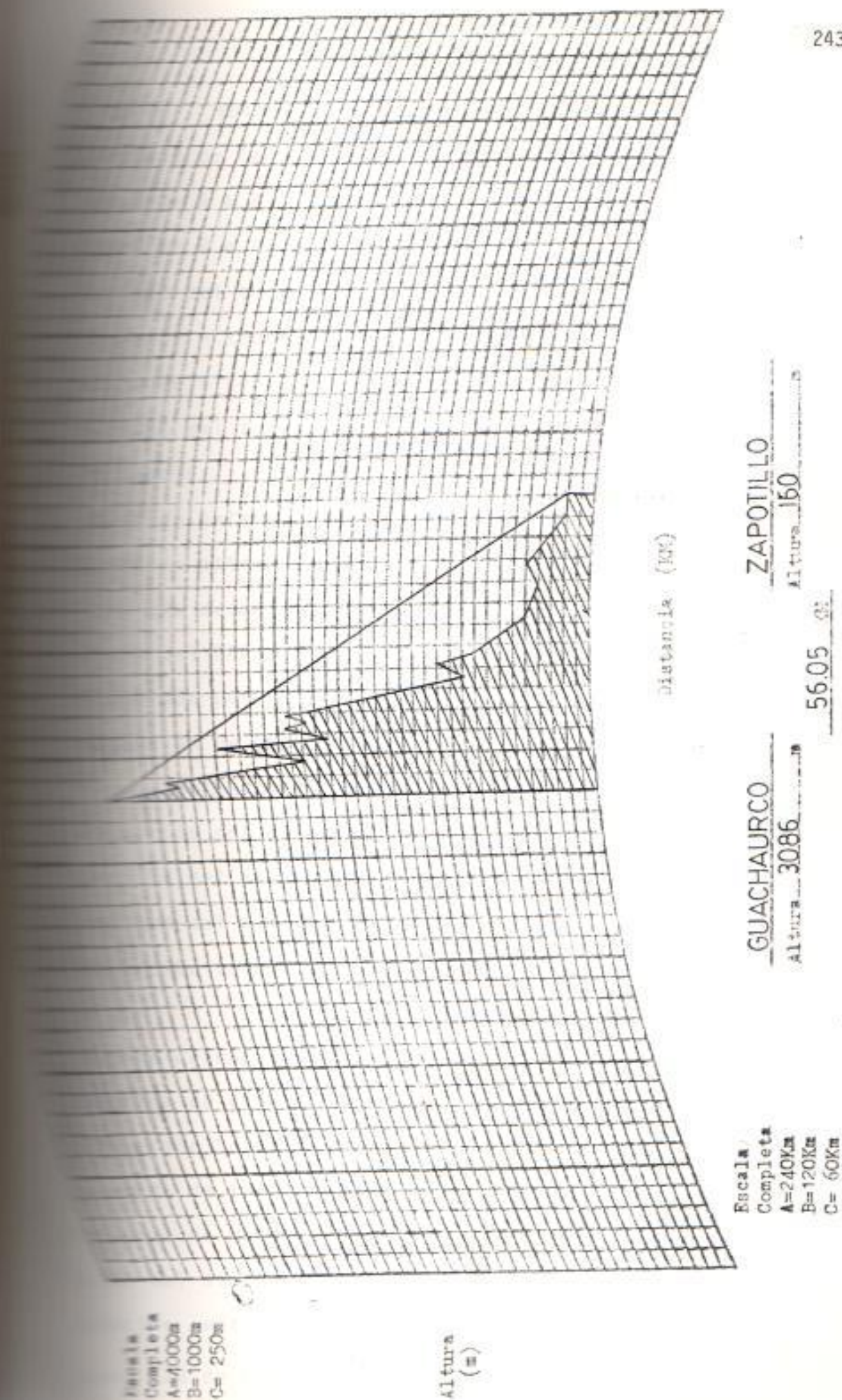
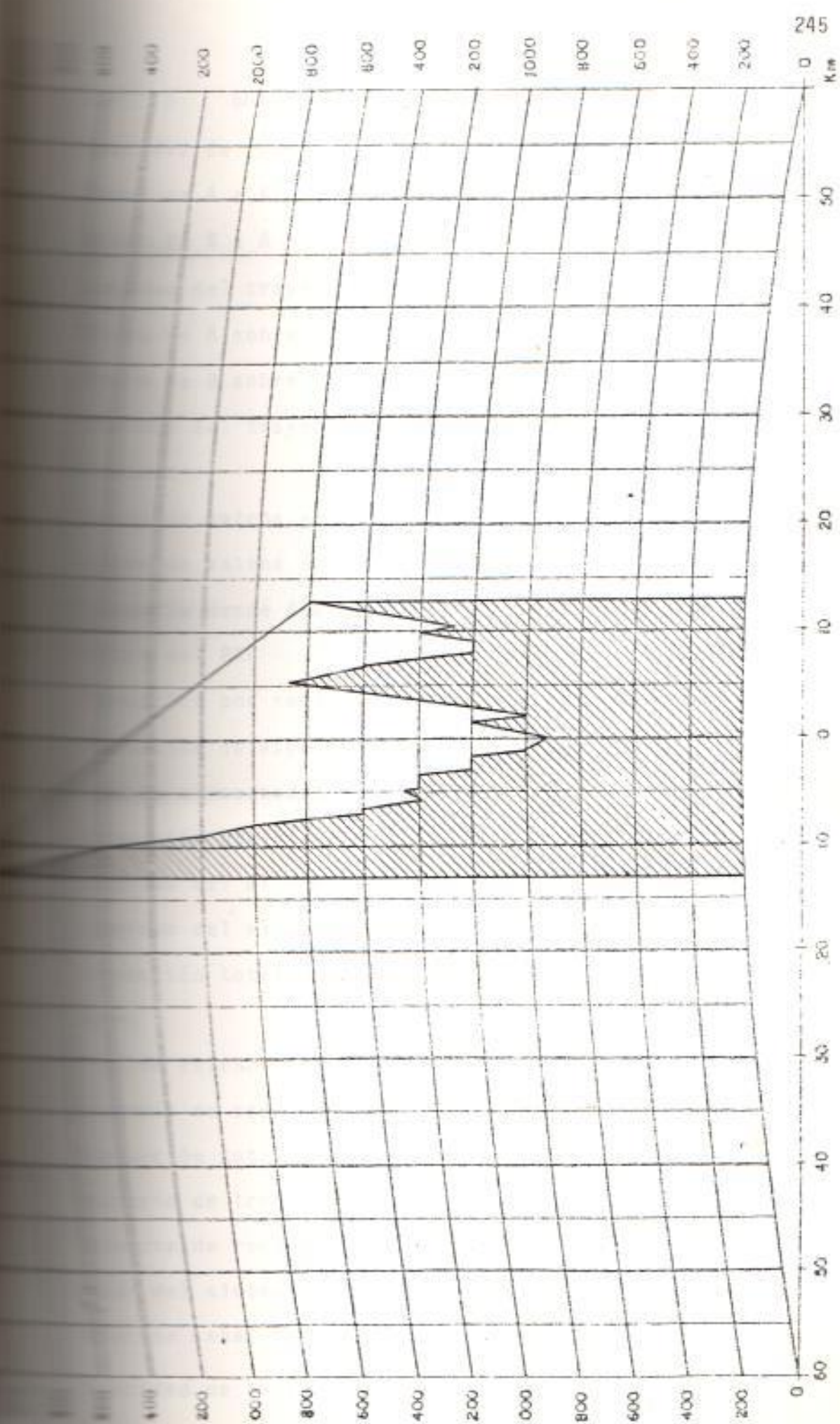


Fig N° 4.43 Perfil topográfico Guachaurco - Zapotillo



TRAYECTO: GUACHAURCO (A) - ZAPOTILLO (B)

Capacidad de radio	Canales	:	60
Ángulo de A a B		:	46°09'36"
Ángulo de B a A		:	226°11'24"
Longitud del trayecto	(Km)	:	55,23
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	:	3086
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	:	160
Curvatura del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.5
Altura de antena en A	(m)	:	10
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	22,03
Altura del PRF	(m)	:	2000
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	126,46
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	20
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.47
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB )	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	95.93
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Potencia de recepción	(dBm)	:	58,93
Pérdida del sistema	(dB)	:	160
Relación señal ruido	(dB)	:	64.07
Capacidad de radio	(canales)	:	60



SITIO B. NUEVA FATIMA

ALTURA: 1600 m

SITIO A. GUACHAURCO

ALTURA: 3086 m

DISTANCIA: 26.19 Km

Fig N° 4.44 Perfil topográfico Guachaurco - Nueva Fatima

TRAYECTO: GUACHAURCO (A) - NUEVA FATIMA (B)		
Capacidad de radio	Canales	: 12
Acimut de A a B		: 347°49'48"
Acimut de B a A		: 167°49'12"
Longitud del trayecto	(Km)	: 26.18
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	: 3086
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	: 1600
Claridad del trayecto	(%)	: 100
Frecuencia	(MHz)	: 350.5
Altura de antena en A	(m)	: 10
Altura de antena en B	(m)	: 5
Distancia desde A al PRF	(Km)	: 23,30
Altura del PRF	(m)	: 1400
Atenuación por reflexión	(dB)	: -
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 111,69
Tipo de alimentador		: c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	: 4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	: 20
Longitud del alimentador en B	(m)	: 15
Atenuación total en los alimenta		1.57
dores	(dB)	:
Tipo de antena		: yagi
Gainancia de cada antena	(dB )	: 14
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 85.26
Potencia de transmisión	(dBm)	: 40
Potencia de recepción	(dBm)	: 45,26
Reñor del sistema	(dB)	: 171.5
Relación señal ruido	(dB)	: 86,24
Capacidad de radio	(canales)	: 12

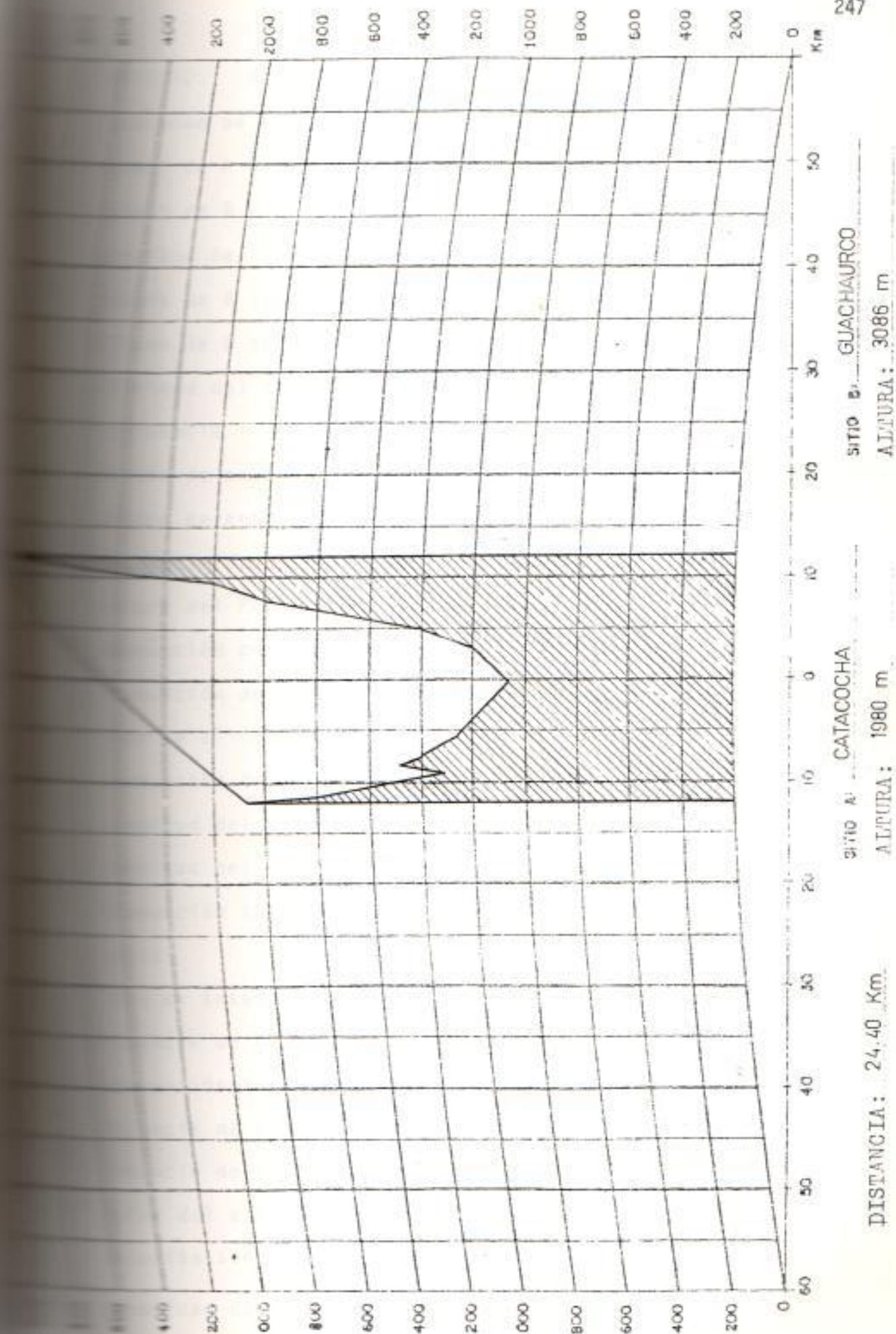
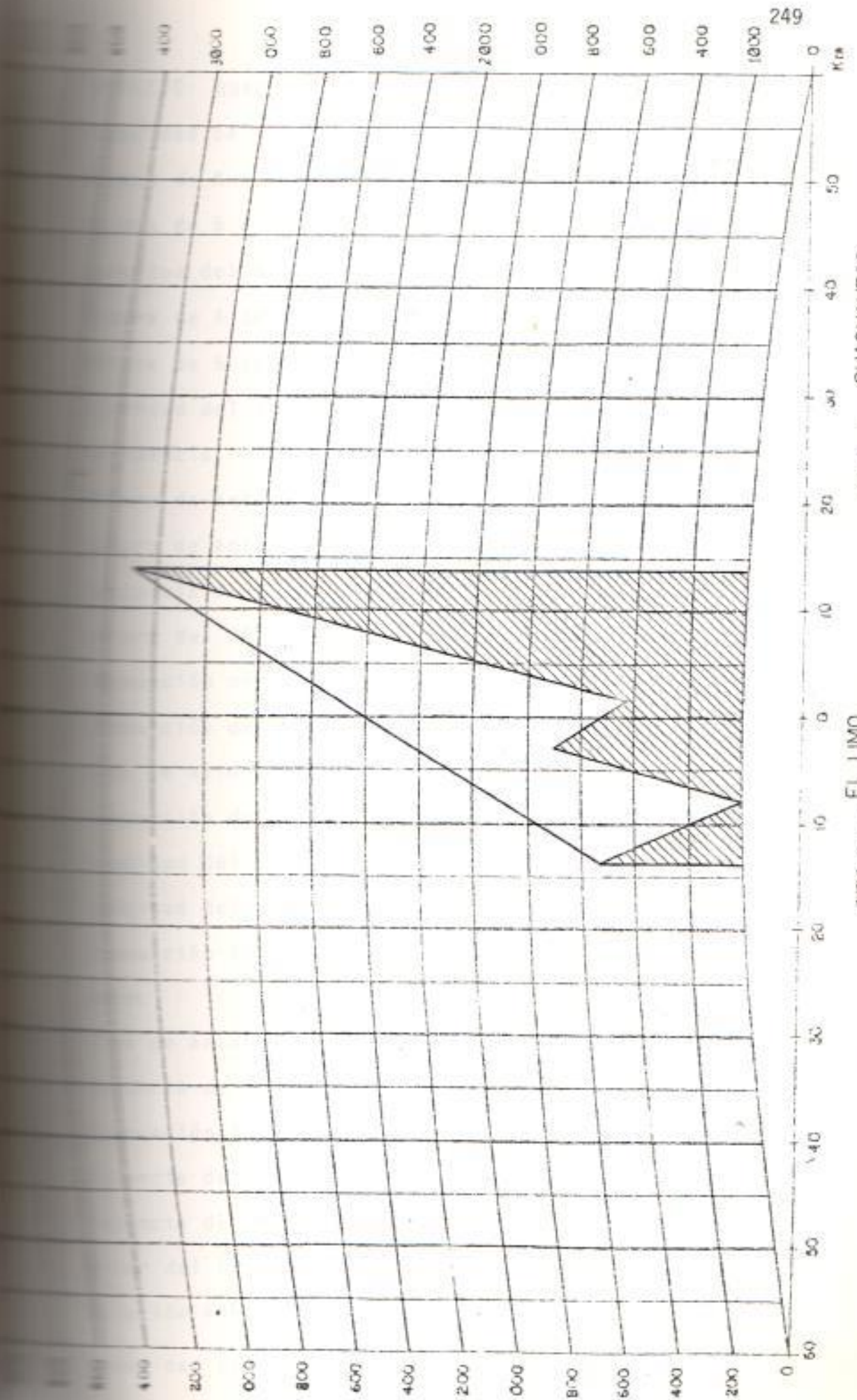


Fig N° 4.45 Perfil topográfico Caticocha - Guachaurco

TRAYECTO: GUACHAURCO (A) - CATACOCCHA(B)			
Cantidad de radio	Canales	:	60
Acimut de A a B		:	273°06'36"
Acimut de B a A		:	93°05'28"
Longitud del trayecto	(Km)	:	24.40
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3086
Altura de B sobre el nivel el mar(m)		:	1880
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.6
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	17.87
Altura del PRF	(m)	:	1400
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	119.36
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta		:	
dores	(dB)	:	1.26
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	88.62
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Potencia de recepción	(dBm)	:	51.62
Valor del sistema	(dB)	:	160
Relación señal ruido	(dB)	:	71.38
Cantidad de radio	(canales)	:	



SITIO # GUACHAURCO  
 ALTURA: 3086 m

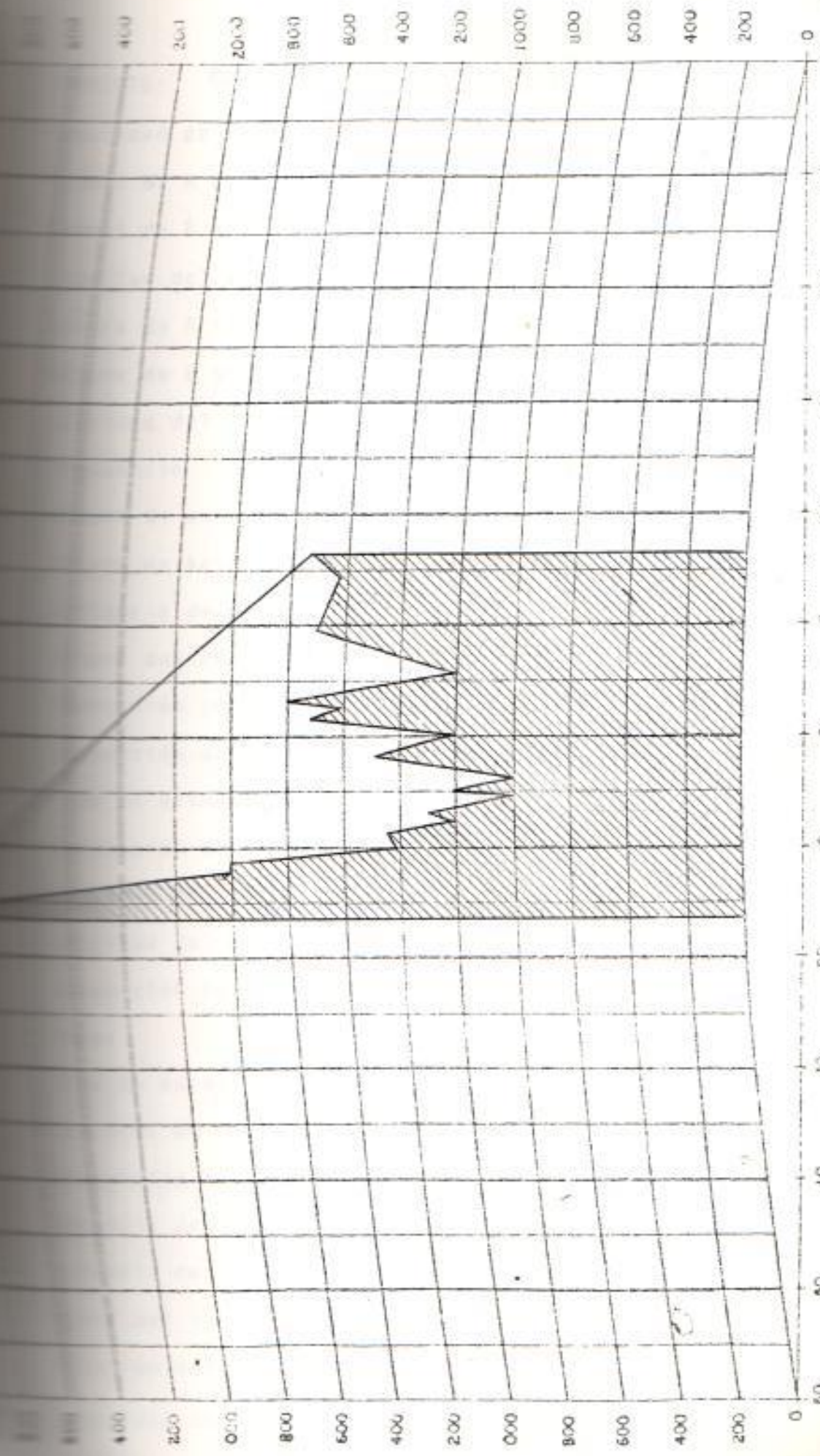
SITIO # EL LIMO  
 ALTURA: 1160 m

DISTANCIA: 28.93 Km

Fig N° 4.46 Perfil topográfico El Limo - Guachaurco

## TRAYECTO: GUACHAURCO (A) - EL LIMO (B)

Capacidad de radio	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	281°12'00"
Acimut de B a A		:	101°12'36"
Longitud del trayecto	(Km)	:	28.93
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3086
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	1160
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	8
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	36.55
Altura del PRF	(m)	:	980
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	112.54
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	18
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.48
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	86.03
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	46.03
Ganancia del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	85.47
Capacidad de radio	(canales)	:	



SITIO B. SOZORANGA  
 ALTURA: 1520 m

SITIO A. GUACHAURO  
 ALTURA: 3086 m

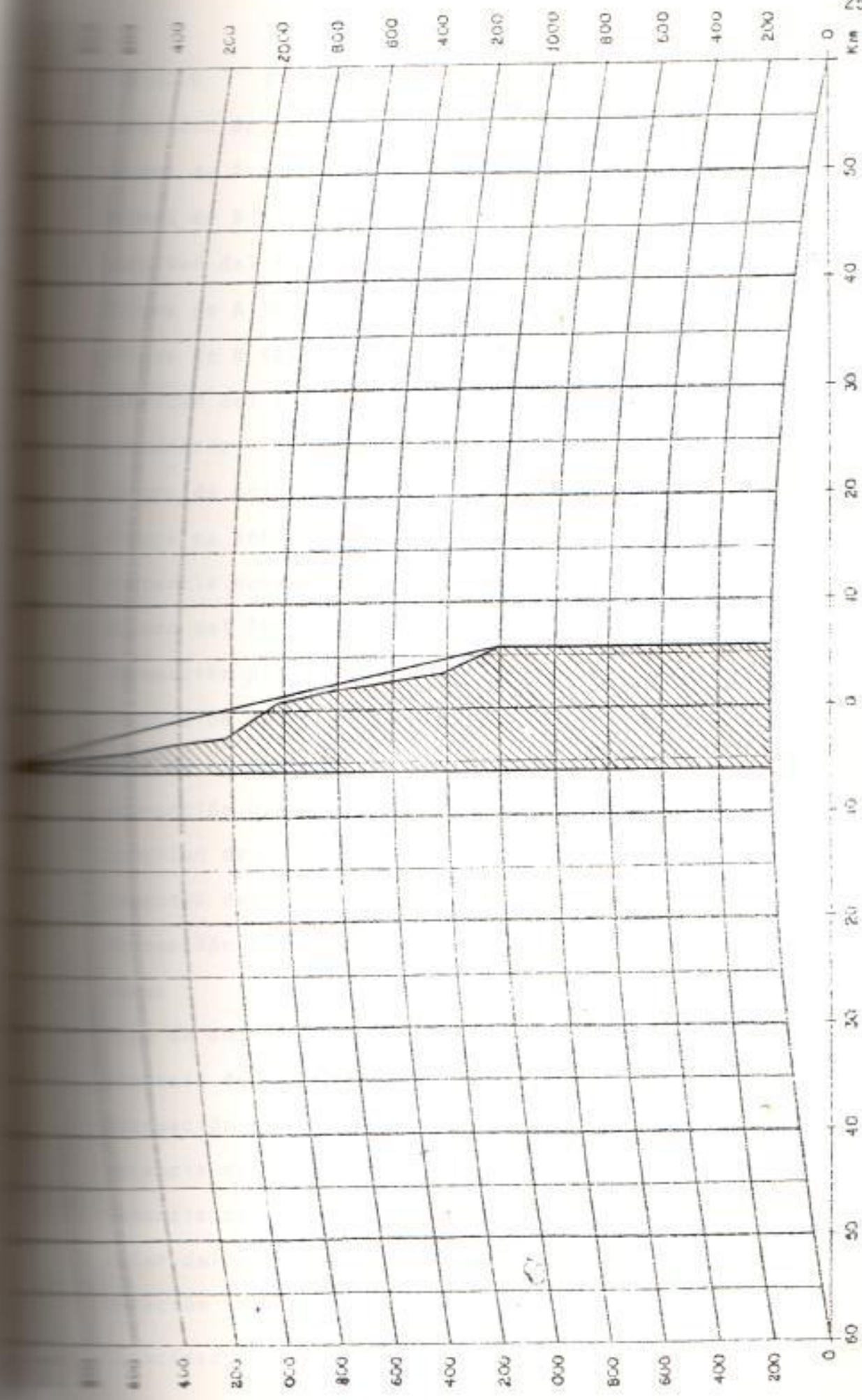
DISTANCIA: 33.56 Km

Fig N° 4.47 Perfil topográfico Guachaurco - Sozoranga



TRAYECTO: GUACHAURCO (A) - SOZORANGA (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	24
Acimut de A a B		:	344°45'36"
Acimut de B a A		:	164°45'36"
Longitud del trayecto	(Km)	:	33.56
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	1520
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	100
Claridad del trayecto	(%)	:	909.6
Frecuencia	(MHz)	:	8
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	30.05
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	1400
Altura del PRF	(m)	:	-
Atenuación por reflexión	(dB)	:	122.13
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	c.coaxial
Tipo de alimentador		:	4.2
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	18
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	1.32
Atenuación total en los alimenta		:	
dores	(dB)	:	1.32
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	91.45
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Potencia de recepción	(dBm)	:	54.45
Valor del sistema	(dB)	:	165
Relación señal ruido	(dB)	:	93.55
Capacidad de radio R	(canales)	:	24



SITIO B: VICENTINO

ALTURA: 960 m

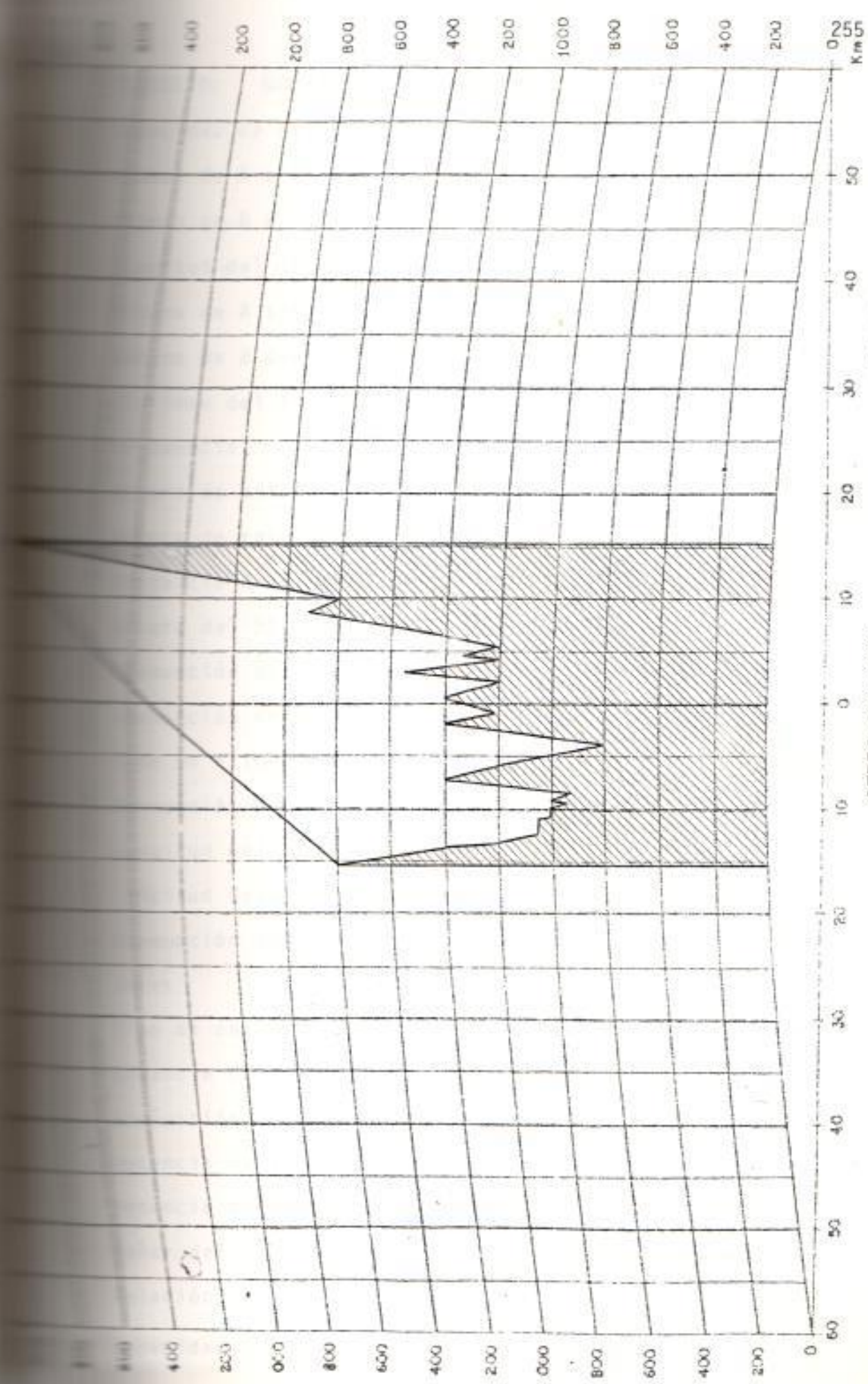
SITIO A: GUACHAURCO

ALTURA: 3086 m

DISTANCIA: 17.3 Km

Fig. Nº 17.8. Perfil topográfico Guachaurco - Vicentino

TRAYECTO: GUACHAURCO (A) - VICENTINA (B)			
Cantidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	315°49'48"
Acimut de B a A		:	135°50'24"
Longitud del trayecto	(Km)	:	17.73
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3086
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	960
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	8
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	6.07
Altura del PRF	(m)	:	1900
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	104.71
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	18
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta		:	
dores	(dB)	:	1.48
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	75.20
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	35.20
Ganar del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	93.30
Cantidad de radio R	(canales)	:	12



SITIO #1 GUACHAURCO

ALTURA: 3086 m

SITIO #2 CERRO GUALANGA

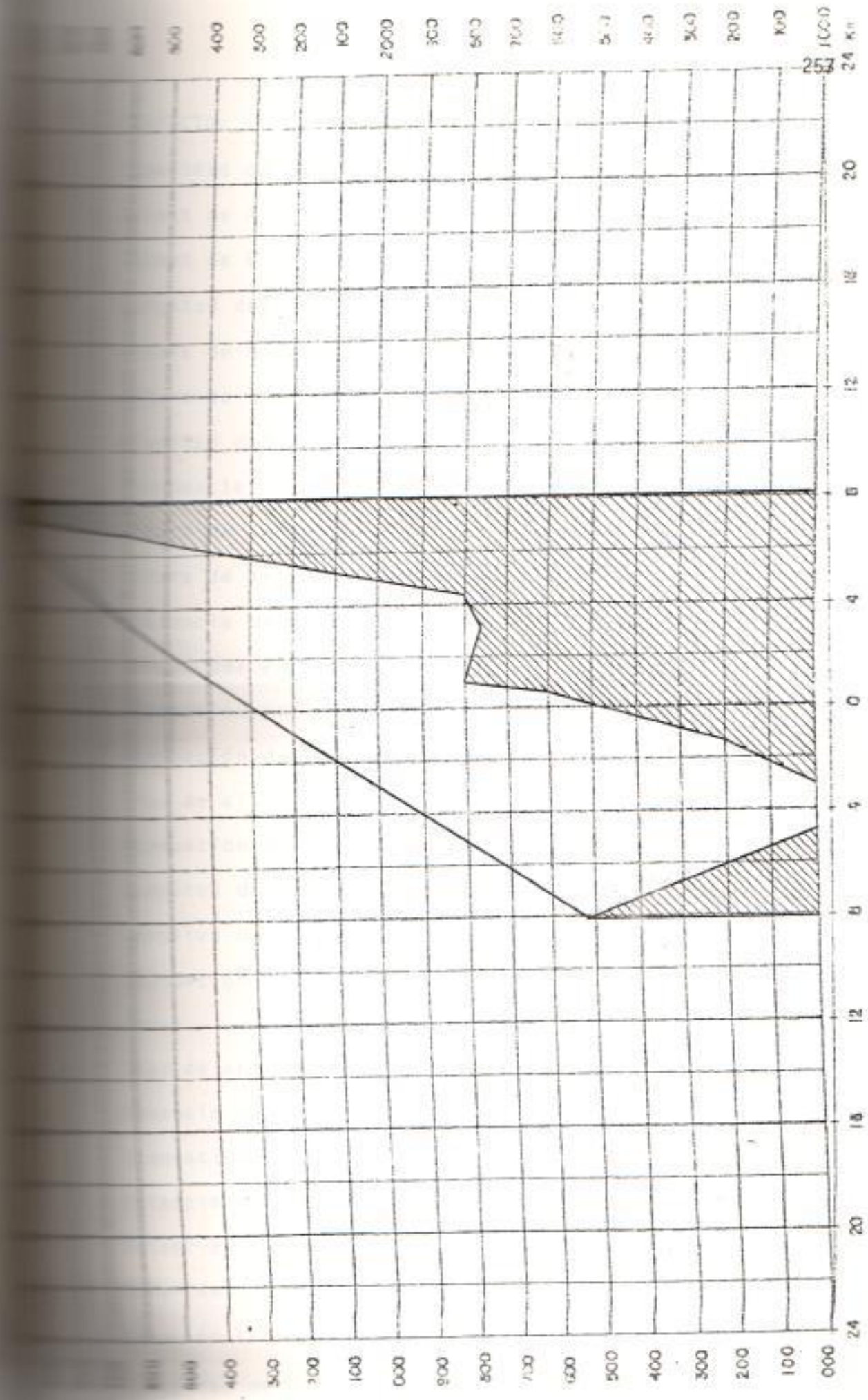
ALTURA: 1500 m

DISTANCIA: 31.29 Km

Fin N° 4.49 Perfil topográfico Cerro Gualanga - Guachaurco

TRAYECTO: GUACYAURCO (A) - GUALANGA (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	60
Acimut de A a B		:	352°04'12"
Acimut de B a A		:	172°04'12"
Longitud del trayecto	(Km)	:	31.29
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	:	3086
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	:	1600
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.6
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	25.68
Altura del PRF	(m)	:	1200
Atenuación por reflexión	(dB)	:	1.92
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	121.62
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta		:	1.26
dores	(dB)	:	
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	90.78
Referencia de transmisión	(dBm)	:	37
Referencia de recepción	(dBm)	:	53.78
Valor del sistema	(dB)	:	160
Relación señal ruido	(dB)	:	69.22
Capacidad de radio R	(canales)	:	60



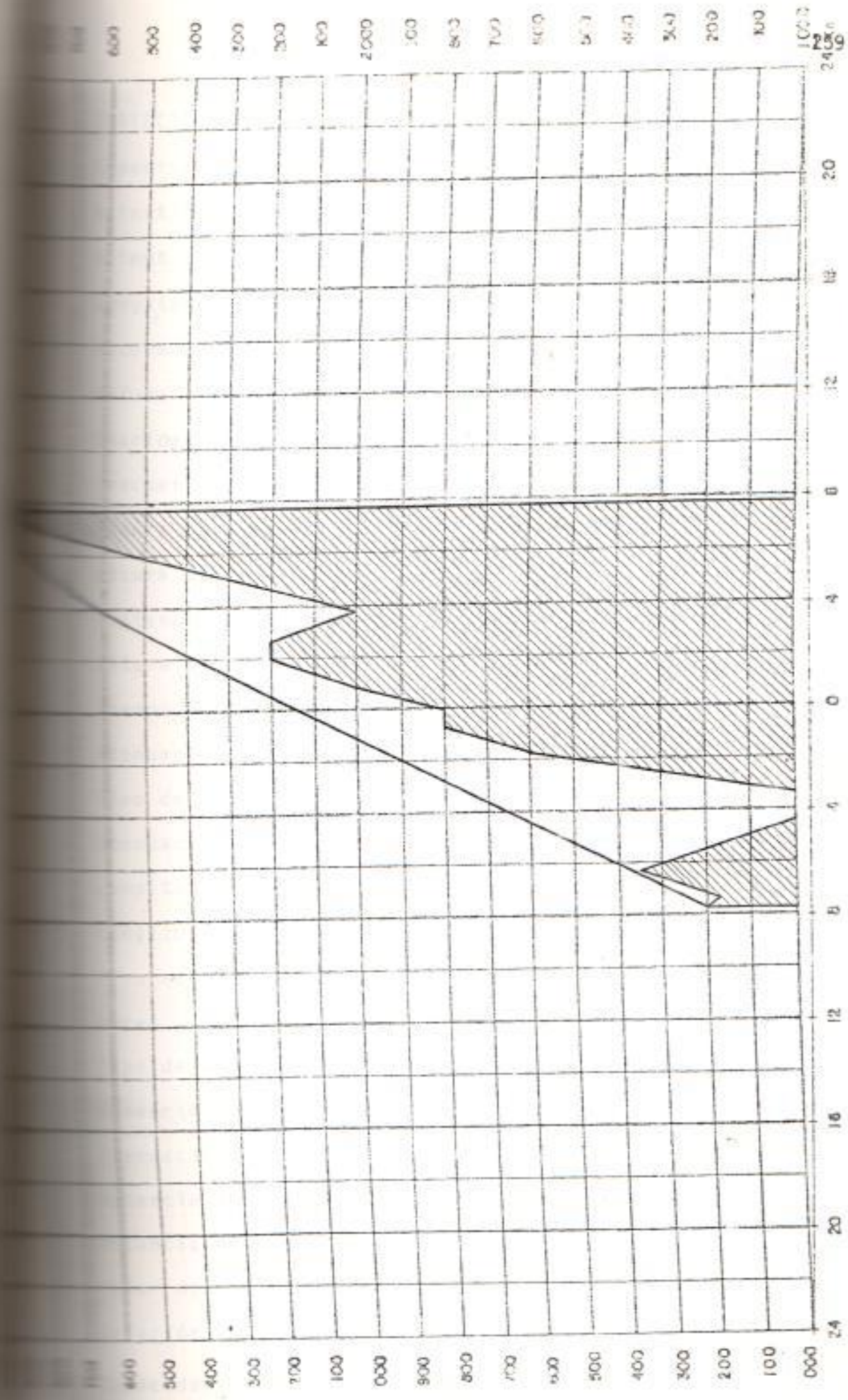
SITIO A: CIANO  
 ALTURA: 1520 m

SITIO B: GUACHAURCO  
 ALTURA: 3086 m

DISTANCIA: 16.24 Km

Fin N° 4.50 Perfil topográfico Ciano - Guachaurco

TRAYECTO: GUACHAURCO (A) - EL CIANO (B)			
Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	315°57'00"
Acimut de B a A		:	135°57'36"
Longitud del trayecto	(Km)	:	16.24
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3086
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	1520
Curvatura del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	8
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	13.75
Altura del PRF	(m)	:	1200
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	107.54
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	18
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.48
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	-81.00
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	41.00
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	90.5
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



SITIO A: ORIANGA      SITIO B: GUACHAURCO

DISTANCIA: 15.64 Km      ALTURA: 1200 m

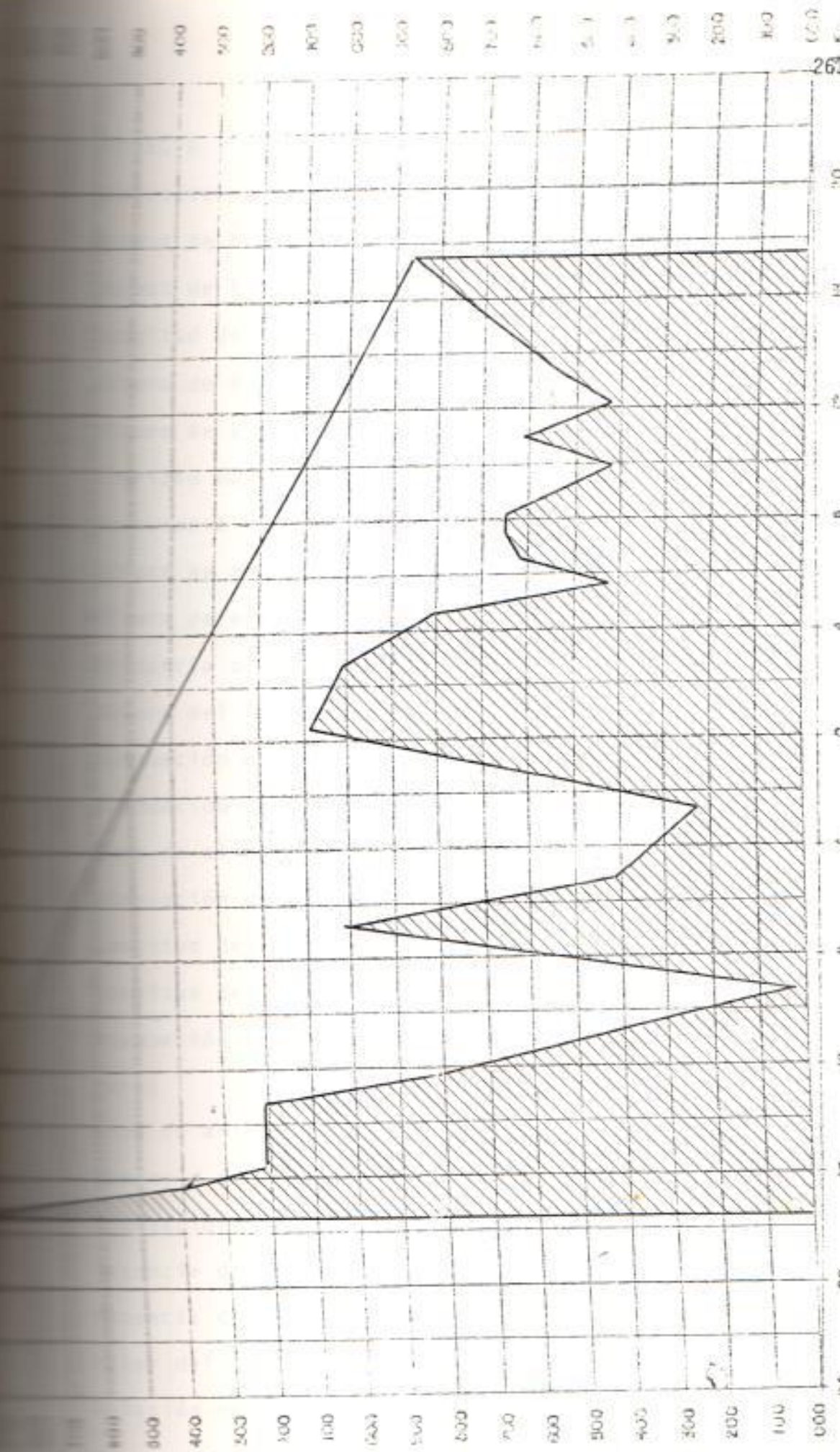
ALTURA: 3086 m

Fig N° 4.51 Perfil topográfico Orianga - Guachaurco



## TRAYECTO: GUACHAURCO (A) - ORIANGA (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	00°19'12"
Acimut de B a A		:	180°20'24"
Longitud del trayecto	(Km)	:	15.64
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3086
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	1200
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	8
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	13.1
Altura del PRF	(m)	:	1200
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	107.21
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	18
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.48
Tipo de antena		:	yagi
Gainancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	80.69
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	40.69
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	90.81
Capacidad de radio R	(canales)	:	12

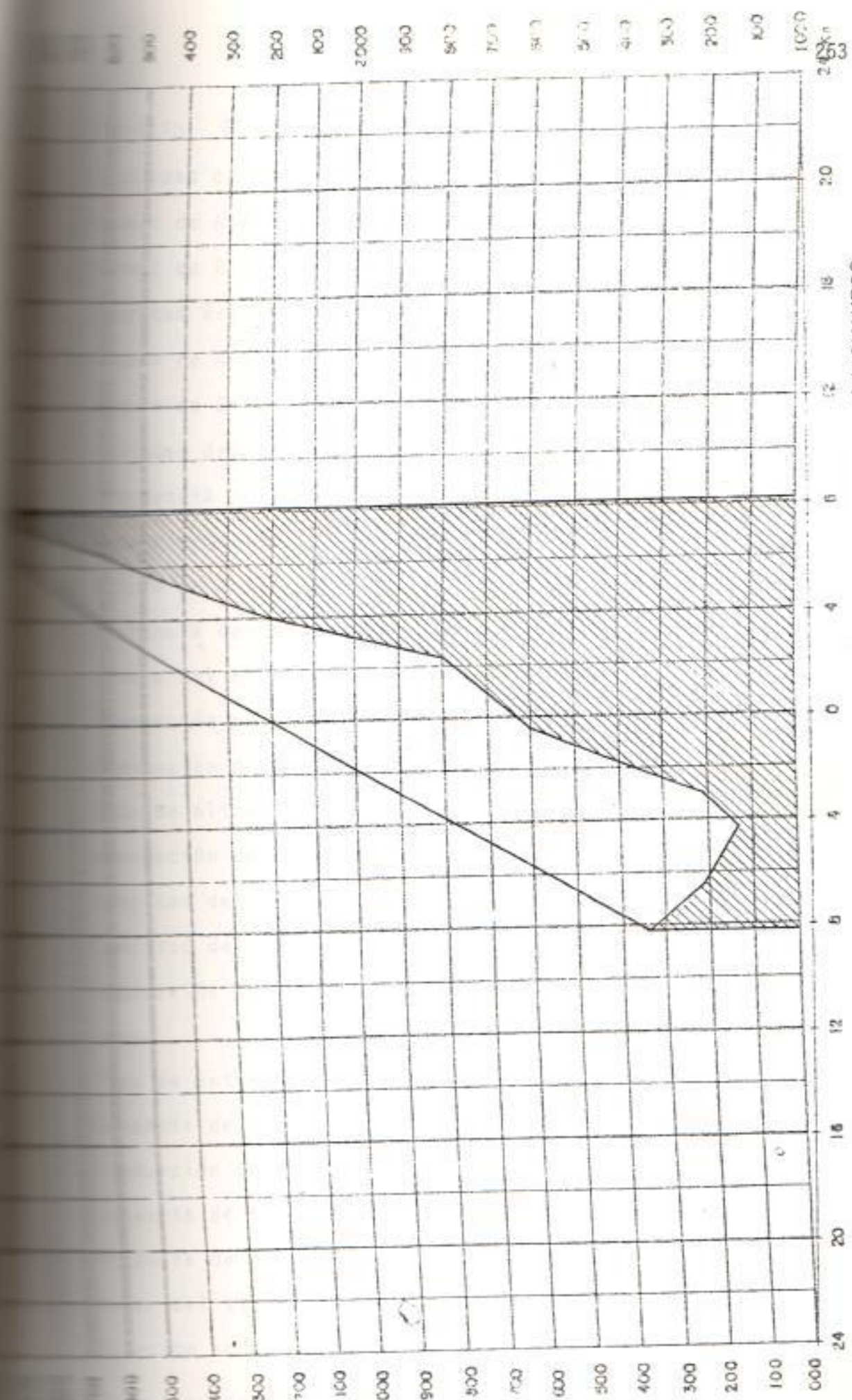


DISTANCIA: 35.27 Km  
 SITIO A: GUACHAURCO  
 ALTURA: 3086 m  
 SITIO B: LA TINGUE  
 ALTURA: 1852 m

Fig N° 452 Perfil topográfico Guachaurco - La Tingue

TRAYECTO: Guachaurco (A) - La Tingue (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	66°53'24"
Acimut de B a A		:	296°52'12"
Longitud del trayecto	(Km)	:	35.12
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3086
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	1852
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	29.40
Altura del PRF	(m)	:	1560
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	114.24
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.35
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	87.59
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	47.59
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	83.91
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



SITIO A: ALAMOR      SITIO B: GUACHAURCO

ALTURA: 1320 m      ALTURA: 3086 m

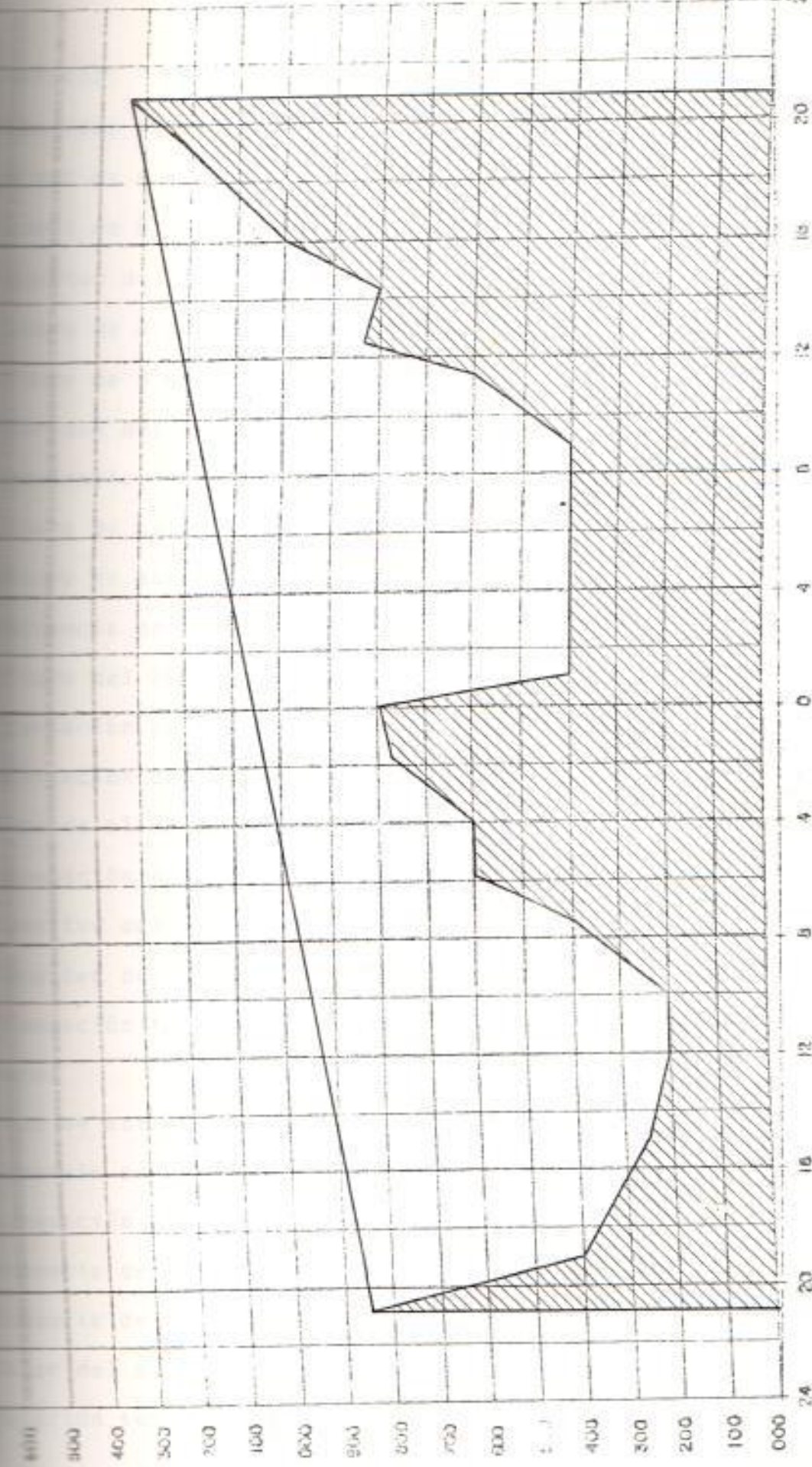
DISTANCIA: 16.62 Km

Fig N° 4.53 Perfil topográfico Alamor - Guachaurco

## TRAYECTO: GUACHAURCO (A) - ALAMOR (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	60
Acimut de A a B		:	277°45'00"
Acimut de B a A		:	97°45'36"
Longitud del trayecto	(Km)	:	16.62
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3086
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	1320
Curvatura del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.5
Altura de antena en A	(m)	:	8
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	15.23
Altura del PRF	(m)	:	1150
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	116.03
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	18
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.32
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	85.35
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Potencia de recepción	(dBm)	:	48.35
Valor del sistema	(dB)	:	160
Relación señal ruido	(dB)	:	74.65
Capacidad de radio R	(canales)	:	60

1000  
900  
800  
700  
600  
500  
400  
300  
200  
100  
000



265

SITIO A: HUACHICHAMBO

SITIO B: PUGLLA

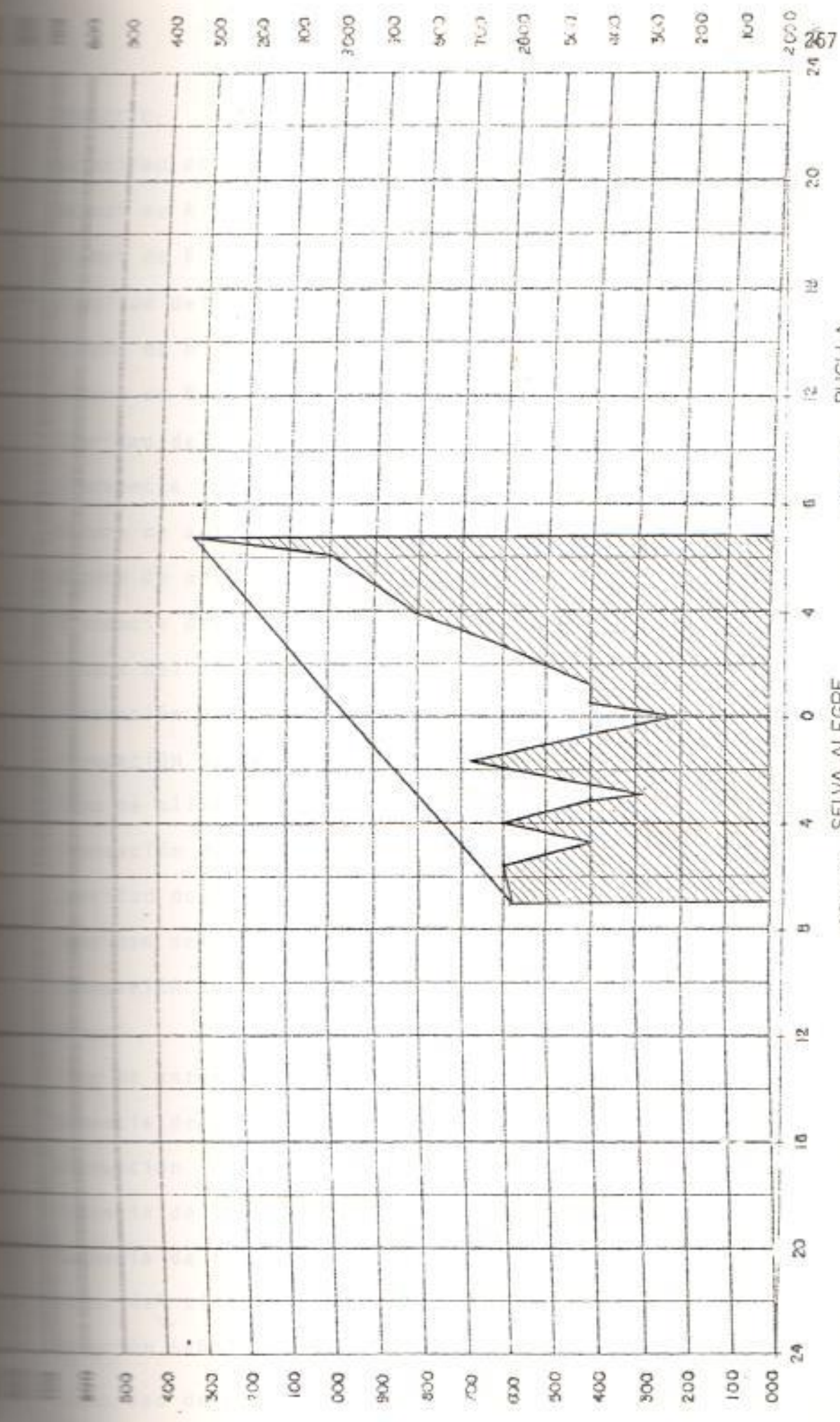
DISTANCIA: 43.35 Km

ALTURA: 28.48 m

ALTURA: 3332 m

Fig N° 454 Perfil topográfico Huachichambo - Puglla

TRAYECTO:		PUGLLA (A) - HUACHICHAMBO (B)	
Capacidad de radio	T	Canales	: 120
Acimut de A a B			: 357°48'00"
Acimut de B a A			: 177°48'00"
Longitud del trayecto		(Km)	: 43.55
Altura de A sobre el nivel del mar(m)			: 3332
Altura de B sobre el nivel del mar(m)			: 2846
Claridad del trayecto		(%)	: 100
Frecuencia		(MHz)	: 2203
Altura de antena en A		(m)	: 10
Altura de antena en B		(m)	: 10
Distancia desde A al PRF		(Km)	: 10.53
Altura del PRF		(m)	: 2650
Atenuación por reflexión		(dB)	: -
Atenuación de espacio libre		(dB)	: 132.04
Tipo de alimentador			: EW20
Atenuación del alimentador/100mt		(dB)	: 1.60
Longitud del alimentador en A		(m)	: 20
Longitud del alimentador en B		(m)	: 20
Atenuación total en los alimenta dores		(dB)	: 0.64
Tipo de antena			: parabólica
Ganancia de cada antena		(dB)	: 30.72
Atenuación total del trayecto		(dB)	: 71.24
Potencia de transmisión		(dBm)	: 40
Potencia de recepción		(dBm)	: 31,24
Valor del sistema		(dR)	: 157,7
Relación señal ruido		(dB)	: 86.46
Capacidad de radio	R	(canales)	: 120



DISTANCIA: 13.01 Km

SITIO A: SELVA ALEGRE

ALTURA: 2580 m

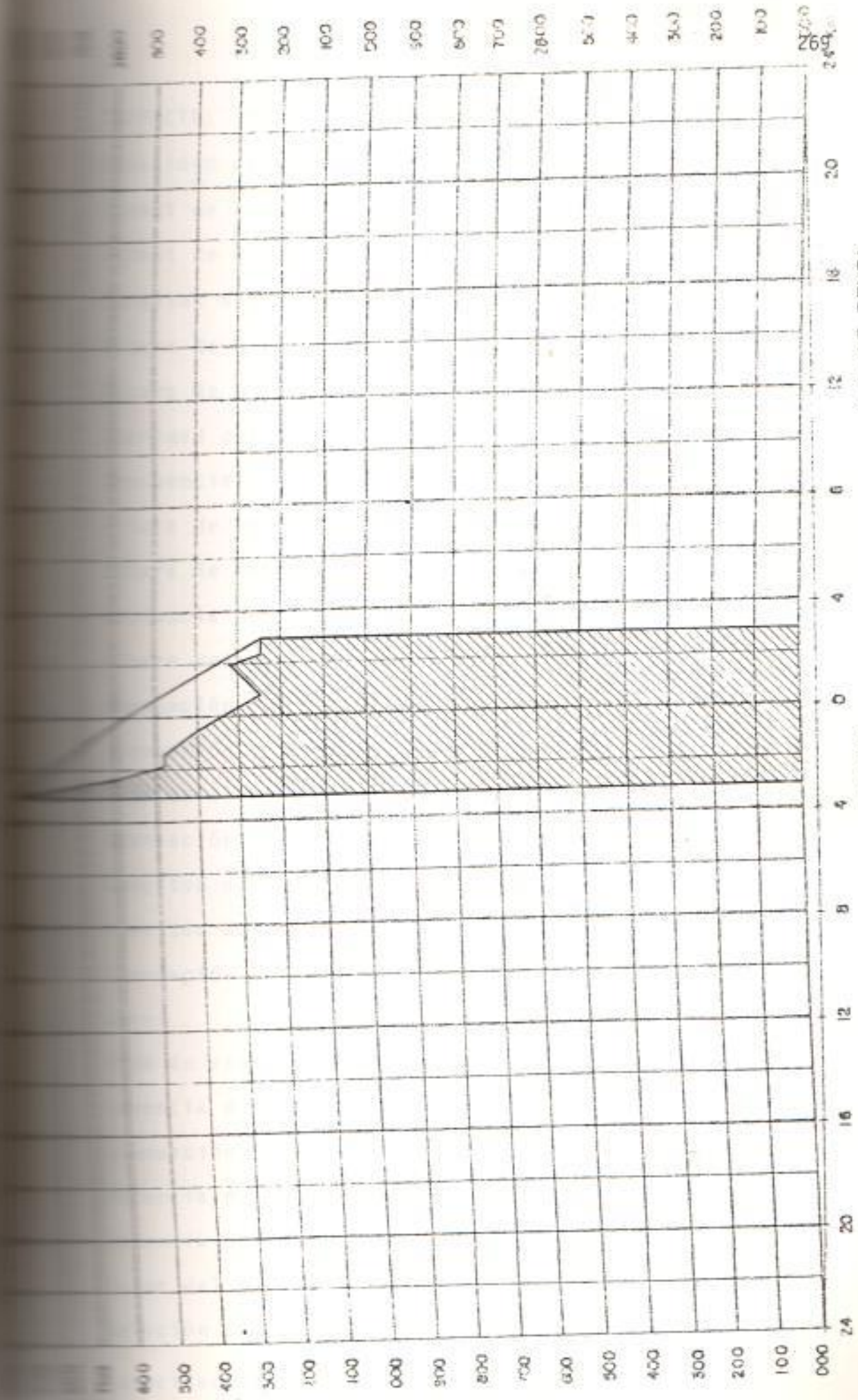
SITIO B: PUGLLA

ALTURA: 3332 m

Fig No 4.55. Perfil topográfico Selva Alegre - Puggla



TRAYECTO: PUGLLA (A) - SELVA ALEGRE (B)			
Capacidad de radio T	Canales	:	24
Acimut de A a B		:	315°51'00"
Acimut de B a A		:	135°51'36"
Longitud del trayecto	(Km)	:	13.91
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3332
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	2580
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.5
Altura de antena en A	(m)	:	8
Altura de antena en B	(m)	:	8
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	13.2
Altura del PRF	(m)	:	2588
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	14.48
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	18
Longitud del alimentador en B	(m)	:	18
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.51
Tipo de antena		:	yagi
Gainancia de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	83.30
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Potencia de recepción	(dBm)	:	46.99
Valor de $\gamma$ sistema	(dB)	:	165
Relación señal ruido	(dB)	:	81.01
Capacidad de radio R	(canales)	:	24



SITIO A: PUGLLA

ALTURA: 3332 m

SITIO B: S. P. DE TENTA

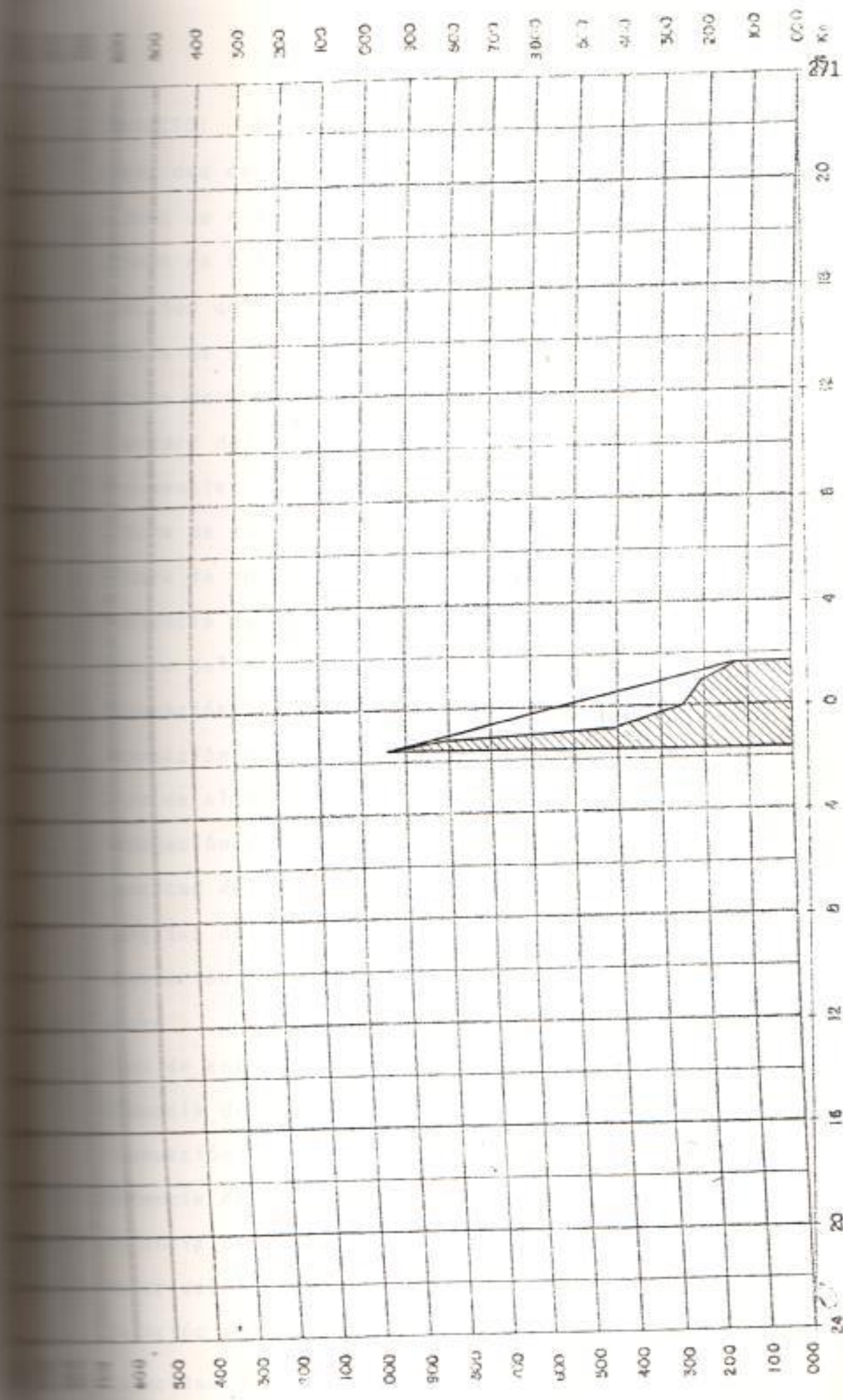
ALTURA: 2640 m

DISTANCIA: 13.87 Km

Cia. Nº 755 Perfil topográfico Puzilla - S. Pablo de Tenta

TRAYECTO: PUGLLA (A) - S.P. TENTA (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	316°12'36"
Acimut de B a A		:	136°13'12"
Longitud del trayecto	(Km)	:	13.87
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3332
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	2640
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	10
Altura de antena en B	(m)	:	10
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	6.40
Altura del PRF	(m)	:	2700
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	106.17
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	20
Longitud del alimentador en B	(m)	:	20
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.80
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	79.97
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	39.97
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	91.53
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



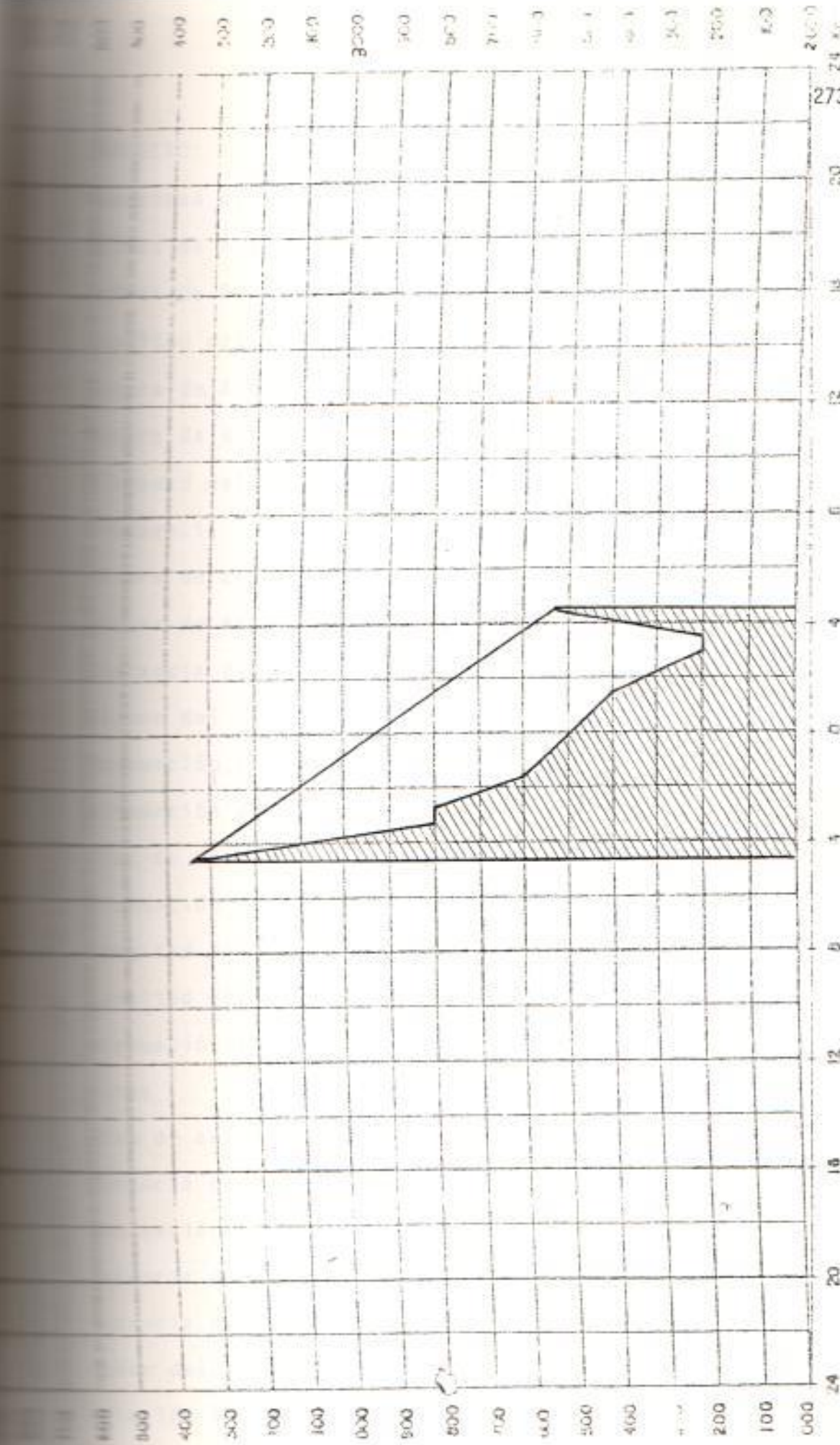
SITO A: PUGLLA  
 SITO B: SARAGURO

ALTURA: 3332 m  
 ALTURA: 2580 m

DISTANCIA: 3.36 Km

Fig. N° 1.57 Perfil topográfico Puglla - Saraguro

TRAYECTO: PUGLLA (A) - SARAGURO (B)			
Capacidad de radio t	Canales	:	60
Acimut de A a B		:	49°35'24"
Acimut de B a A		:	229°35'29"
Longitud del trayecto	(Km)	:	3.36
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3332
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	2520
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.5
Altura de antena en A	(m)	:	15
Altura de antena en B	(m)	:	10
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	3,21
Altura del PRF	(m)	:	2520
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	102.14
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	25
Longitud del alimentador en B	(m)	:	20
Atenuación total en los alimenta		:	1.89
dores	(dB)	:	
Tipo de antena		:	yagi
Atenuación de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	72.03
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Potencia de recepción	(dBm)	:	35.03
Ganancia del sistema	(dB)	:	160
Relación señal ruido	(dB)	:	87.97
Capacidad de radio r	(canales)	:	60



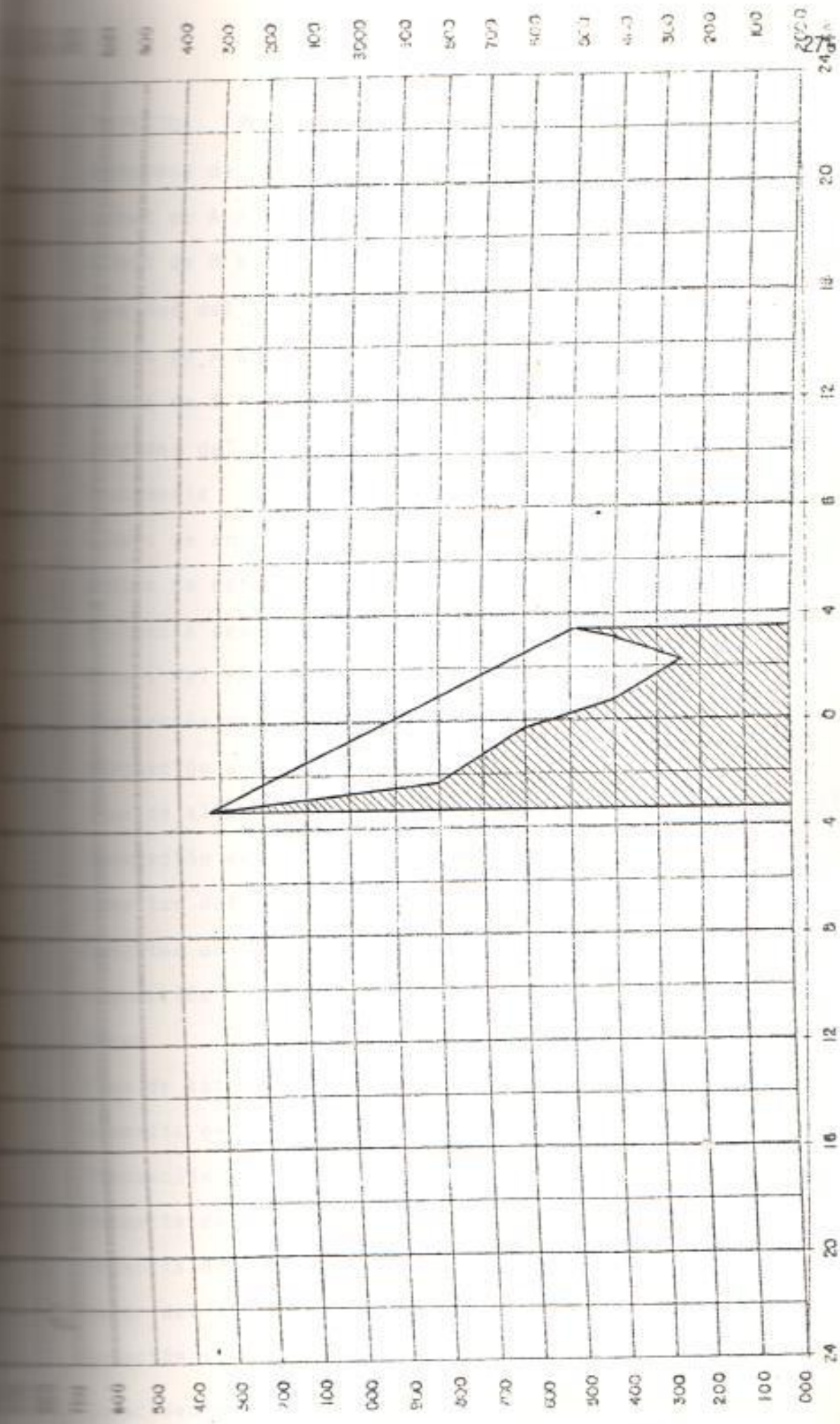
SITIO A: PUGLLA  
 ALTURA: 3332 m

SITIO B: S. A. DE CUMBE  
 ALTURA: 2520 m

DISTANCIA: 9.24 Km

Fig N° 4.58 Perfil topográfico Puglla - S. A. de Cumbe

TRAYECTO: PUGLLA (A) - S.A. CUMBE (B)			
Cantidad de radio	T	Canales	: 12
Acimut de A a B			: 24°52'48"
Acimut de B a A			: 204°52'48"
Longitud del trayecto		(Km)	: 9.24
Altura de A sobre el nivel del mar		(m)	: 3332
Altura de B sobre el nivel del mar		(m)	: 2520
Claridad del trayecto		(%)	: 100
Frecuencia		(MHz)	: 350.5
Altura de antena en A		(m)	: 5
Altura de antena en B		(m)	: 5
Distancia desde A al PRF		(Km)	: 7.93
Altura del PRF		(m)	: 2400
Atenuación por reflexión		(dB)	: ~
Atenuación de espacio libre		(dB)	: 102.64
Tipo de alimentador			: c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt		(dB)	: 4.5
Longitud del alimentador en A		(m)	: 15
Longitud del alimentador en B		(m)	: 15
Atenuación total en los alimenta dores		(dB)	: 1.35
Tipo de antena			: yagi
Ganancia de cada antena		(dB)	: 14
Atenuación total del trayecto		(dB)	: 75.99
Potencia de transmisión		(dBm)	: 40
Potencia de recepción		(dBm)	: 35.99
Ganar del sistema		(dB)	: 171.5
Relación señal ruido		(dB)	: 95.51
Cantidad de radio	R	(canales)	: 12



SITIO A: PUGLLA  
 ALTURA: 3332 m

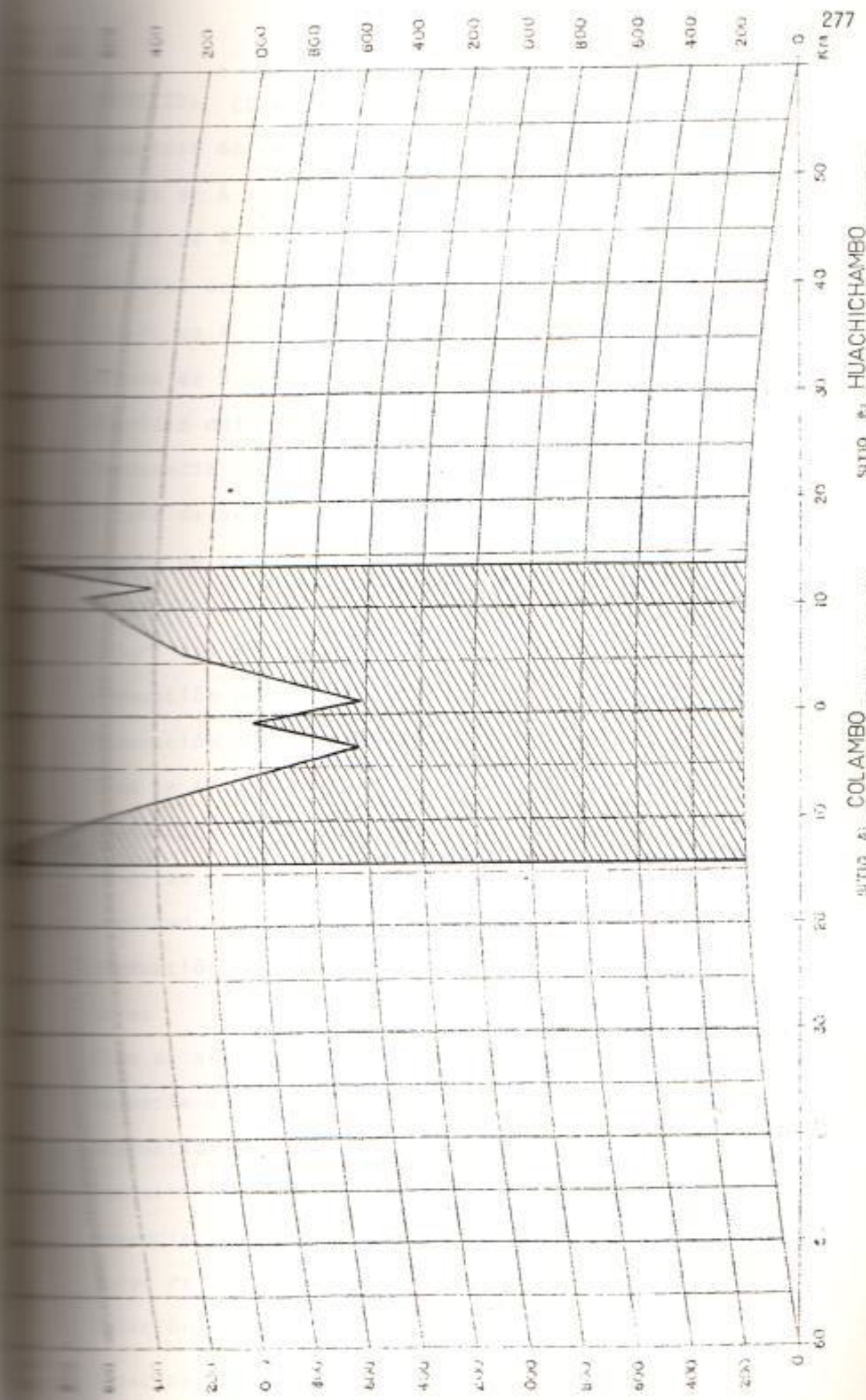
SITIO B: PAQUISHAPA  
 ALTURA: 2480 m

DISTANCIA: 18.37 Km

Fig N° 4.59 Perfil topográfico PUGLLA - Paquishapa



TRAYECTO: PUGLLA (A) - ILUSHAPA (B)			
Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	331°57'00"
Acimut de B a A		:	151°57'00"
Longitud del trayecto	(Km)	:	18.38
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3332
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	2360
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	5.80
Altura del PRF	(m)	:	2300
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	108.62
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.35
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB )	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	81.97
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	41.97
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	89.53
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



DISTANCIA: 28.15 Km

SITIO A: COLAMBO

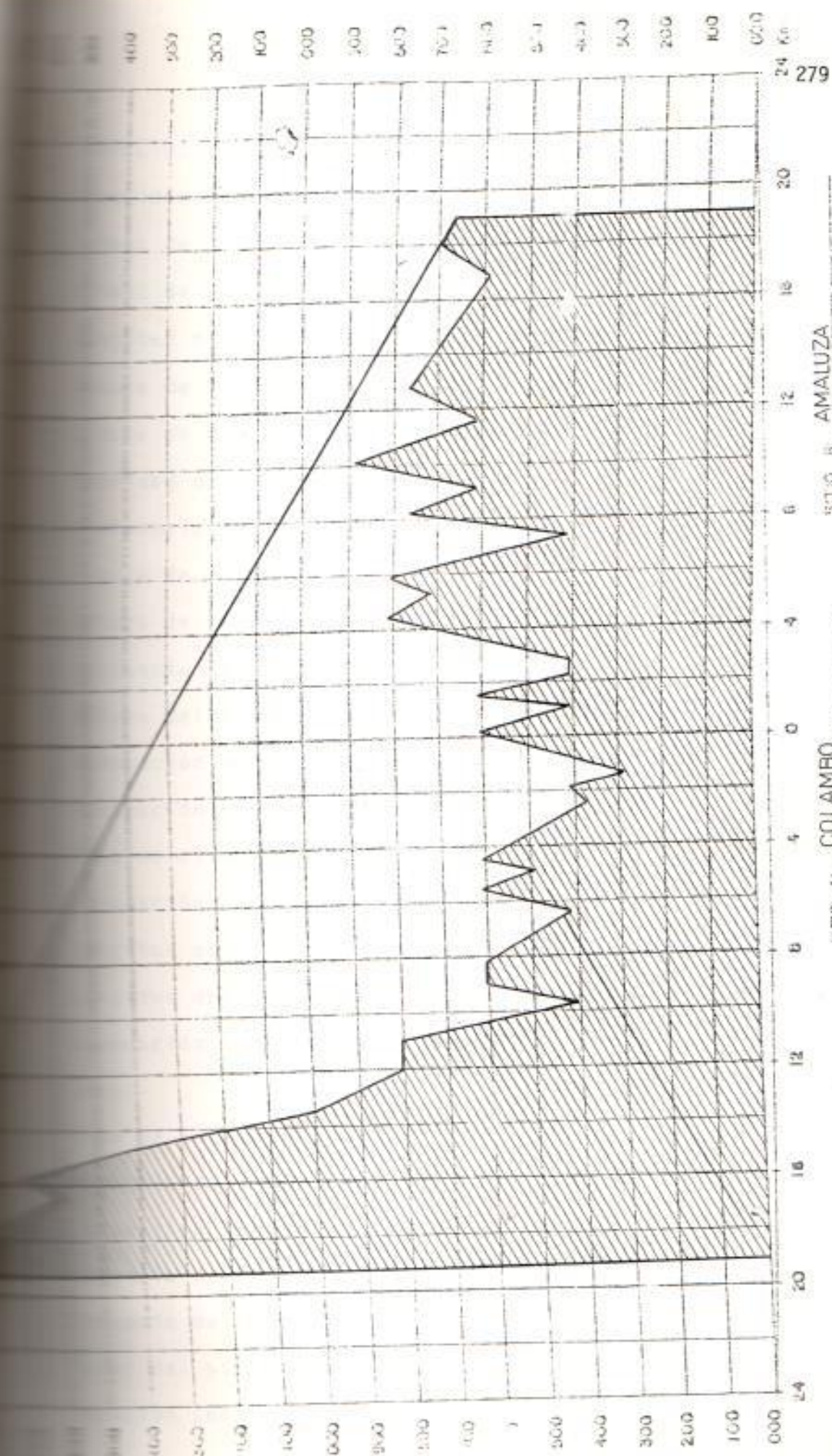
ALTURA: 3095 m

SITIO B: HUACHICHAMBO

ALTURA: 2848 m

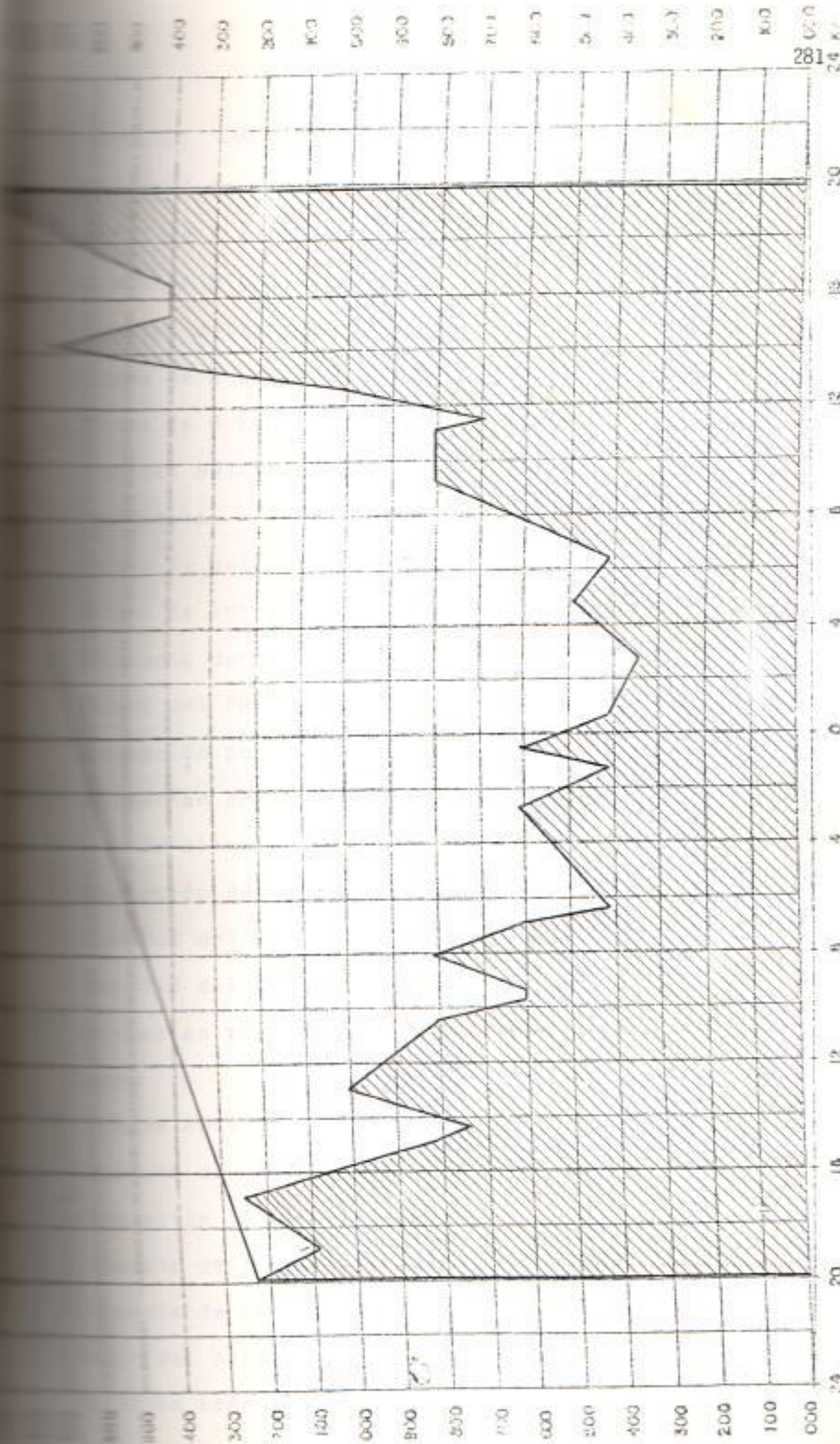
Fig N° 4.60 Perfil topográfico Colambo - Huachichambo

TRAYECTO: COLAMBO (A) - HUACHICHAMBO (B)			
Capacidad de radio T	Canales	:	960
Acimut de A a B		:	36°21'36"
Acimut de B a A		:	216°21'00"
Longitud del trayecto	(Km)	:	28.15
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3095
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	2846
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	6.770
Altura de antena en A	(m)	:	10
Altura de antena en B	(m)	:	10
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	15.19
Altura del PRF	(m)	:	1430
Atenuación por reflexión	(dB)	:	1.92
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	138.04
Tipo de alimentador		:	WRI37
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	6.10
Longitud del alimentador en A	(m)	:	20
Longitud del alimentador en B	(m)	:	20
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	2.44
Tipo de antena		:	Parabólica
Ganancia de cada antena	(dB)	:	43.97
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	47.66
Potencia de transmisión	(dBm)	:	27
Potencia de recepción	(dBm)	:	20.66
Valor de $\gamma$ sistema	(dB)	:	139.1
Relación señal ruido	(dB)	:	91.44
Capacidad de radio R	(canales)	:	960



DISTANCIA: 38.72 Km  
 SITIO A: COLAMBO ALTURA: 3095 m  
 SITIO B: AMALUZA ALTURA: 1670 m  
 Fig N° 4.61 Perfil topográfico Colombo - Amaluza

TRAYECTO: COLAMBO (A) - AMALUSA (B)			
Capacidad de radio T	Canales	:	24
Acimut de A a B		:	5°15'00"
Acimut de B a A		:	185°15'36"
Longitud del trayecto	(Km)	:	38.72
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3095
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	1660
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.5
Altura de antena en A	(m)	:	8
Altura de antena en B	(m)	:	10
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	13.6
Altura del PRF	(m)	:	22.15
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	123.37
Tipo de alimentador		:	C.Coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	18
Longitud del alimentador en B	(m)	:	20
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.59
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	92,96
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Potencia de recepción	(dBm)	:	55,96
Valor del sistema	(dB)	:	165
Relación señal ruido	(dB)	:	67,03
Capacidad de radio R	(canales)	:	24

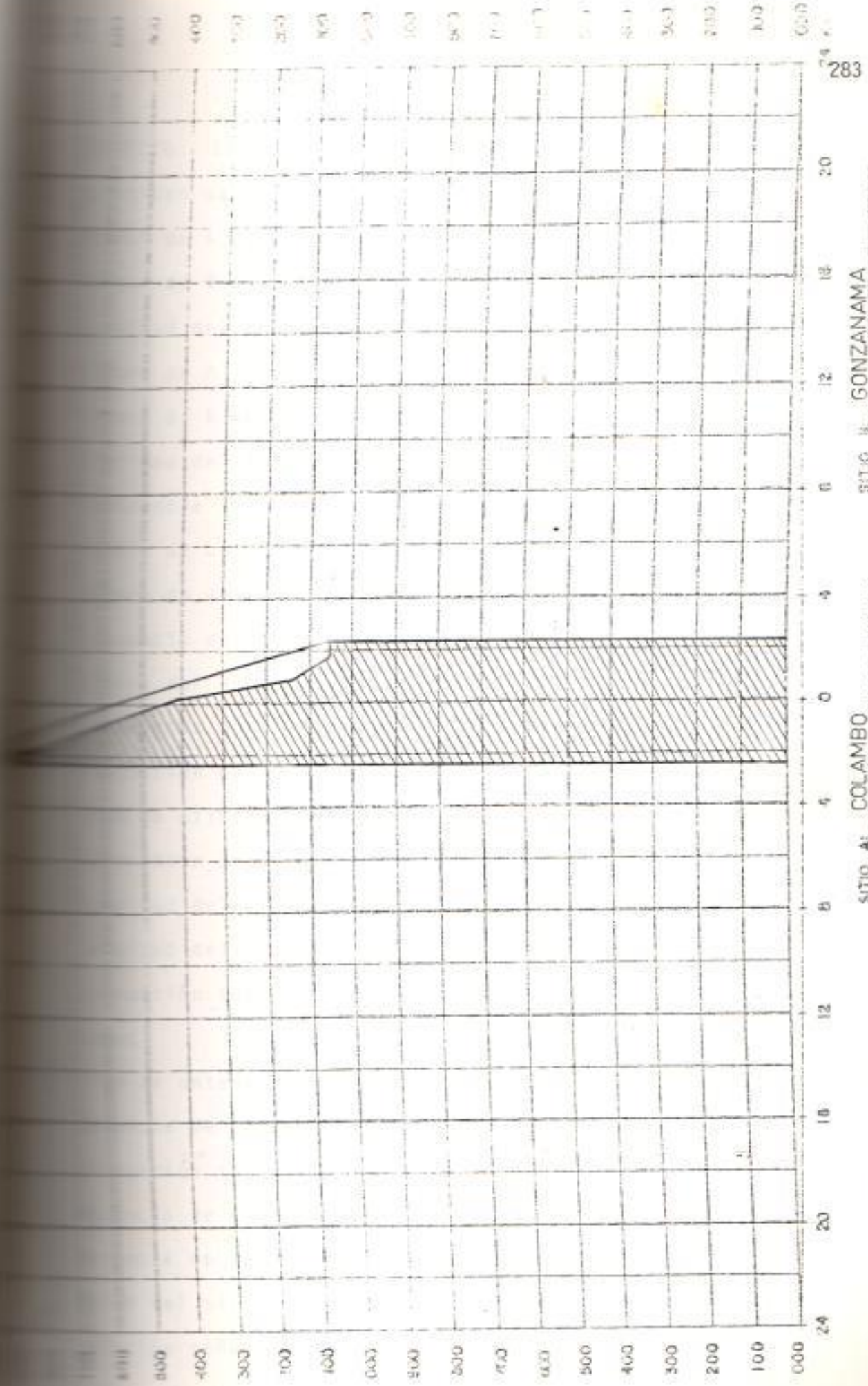


DISTANCIA: 39.90 Km      SITO A: TAQUILL      SITO B: COLAMBO      ALTURA: 3095 m

Fig N° 4.62. Perfil topográfico Taquill - Colambo

## TRAYECTO: COLAMBO (A) - TAQUIL (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	16°54'36"
Acimut de B a A		:	196°54'00"
Longitud del trayecto	(Km)	:	40.10
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3095
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	2220
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	27.15
Altura del PRF	(m)	:	1450
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	115.39
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.35
Tipo de antena		:	yagi
Gainancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	88.74
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	48.74
Ganador del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	76.26
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



SITIO A: COLAMBO

ALTIURA: 3095 m

SITIO B: GONZANAMA

ALTIURA: 2040 m

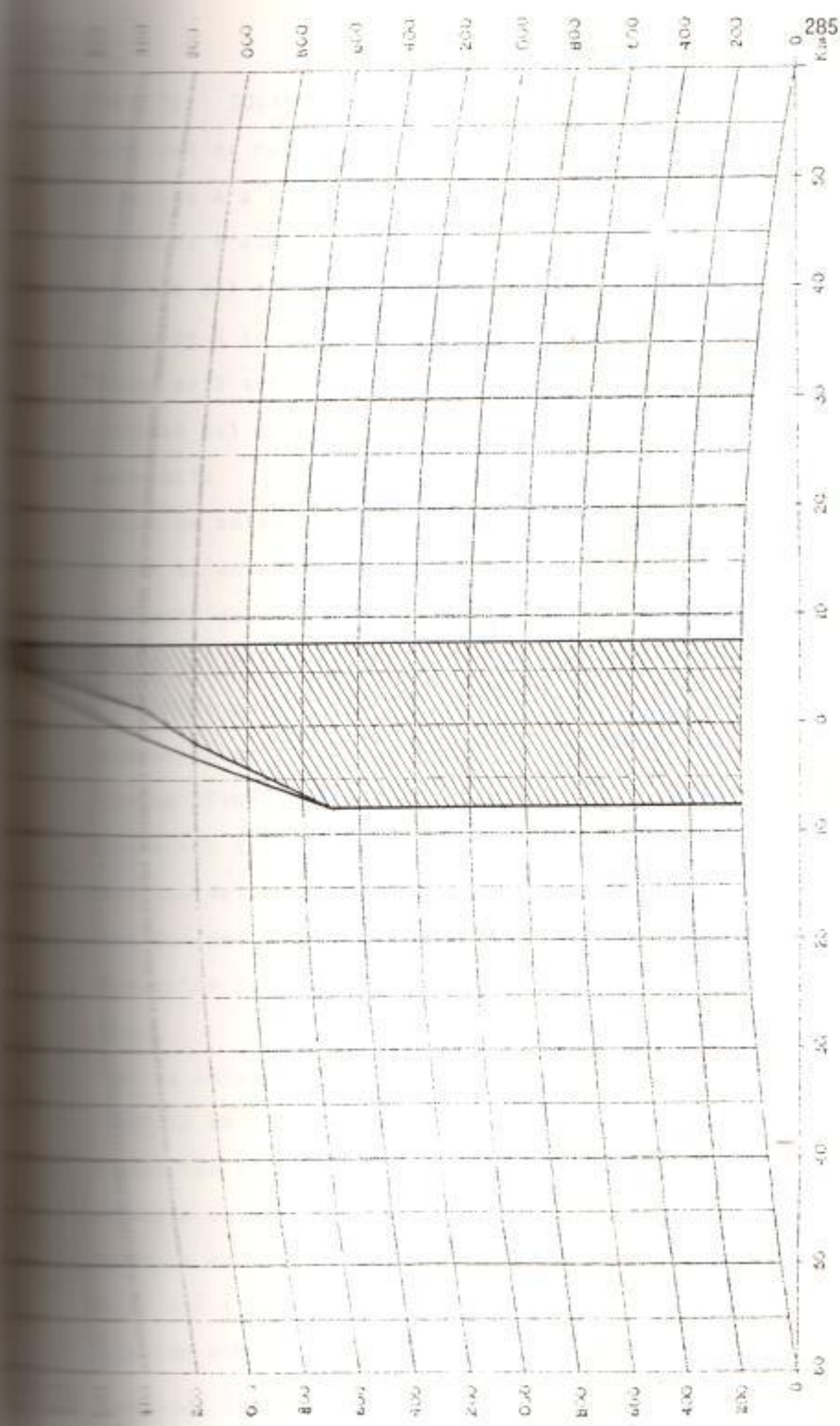
DISTANCIA: 4.31 Km

Fig N° 4.63 Perfil topográfico Colombo - Gonzanama



TRAYECTO: COLAMBO (A) - GONZANAMA (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	24
Acercamiento de A a B		:	279°25'42"
Acercamiento de B a A		:	99°25'48"
Longitud del trayecto	(Km)	:	4.31
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3095
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	2040
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.5
Altura de antena en A	(m)	:	8
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	4.28
Altura del PRF	(m)	:	2.040
Atenuación por reflexión	(dB)	:	1,92
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	104,30
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	18
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta			
dores	(dB)	:	1.32
Tipo de antena		:	yagi
Atenuación de cada antena	(dB )	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	73.62
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Potencia de recepción	(dBm)	:	36.12
Valor del sistema	(dB)	:	165
Relación señal ruido	(dB)	:	91.38
Capacidad de radio R	(canales)	:	24



SITIO A: MALACATOS  
 ALTURA: 1480 m

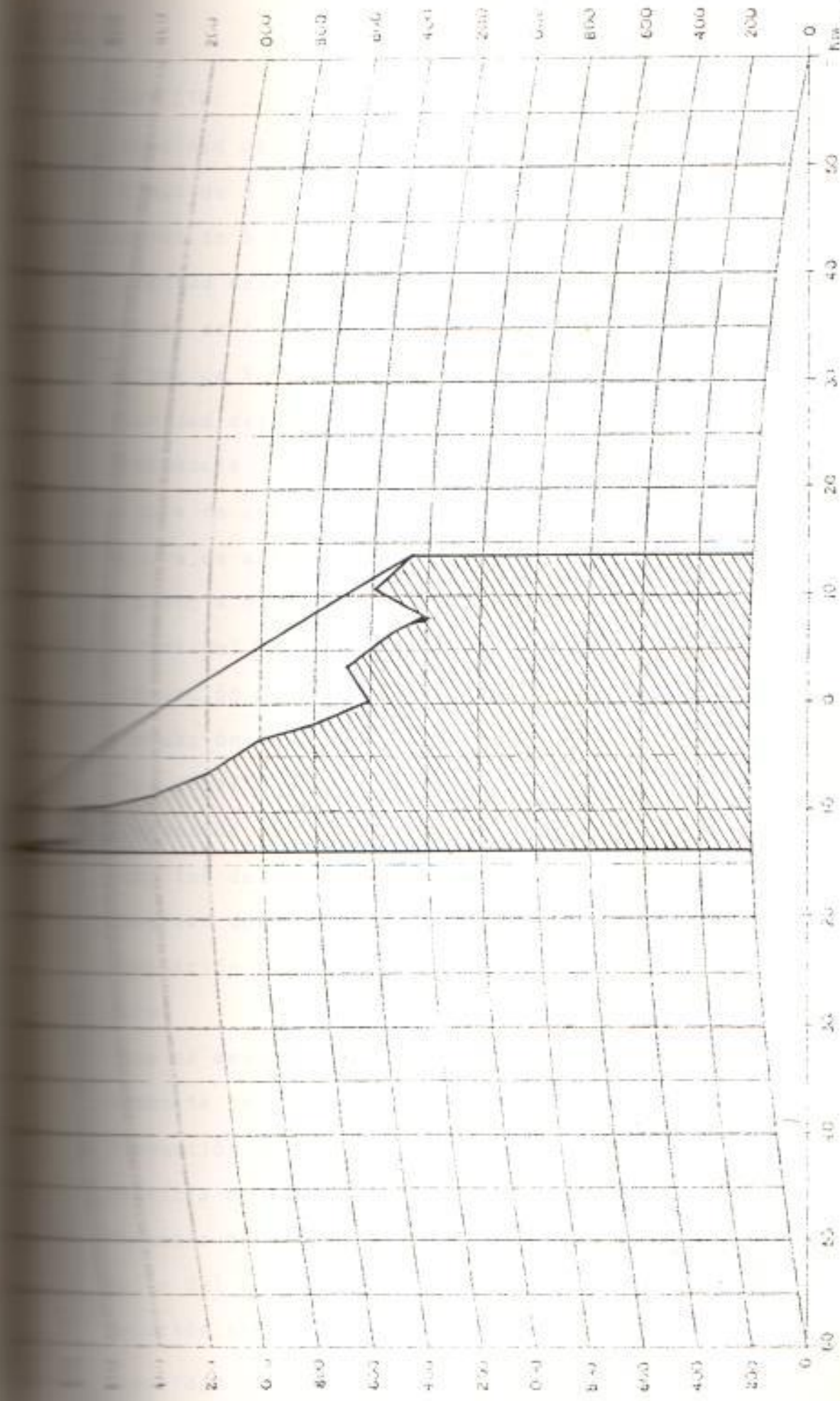
SITIO B: COLAMBO  
 ALTURA: 3095 m

DISTANCIA: 15.27 Km

Fig N° 4.64 Perfil topográfico Malacatos - Colombo

TRAYECTO: COLAMBO (A) - MALACATOS (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	24
Ángulo de A a B		:	82°29'24"
Ángulo de B a A		:	262°28'48"
Longitud del trayecto	(Km)	:	15.27
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3095
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	1480
Curvatura del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.5
Altura de antena en A	(m)	:	10
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	15.27
Altura del PRF	(m)	:	1485
Atenuación por reflexión	(dB)	:	1.92-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	115.29
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	20
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta		:	
dores	(dB)	:	1.47
Tipo de antena		:	yagi
Atenuación de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	84.76
Nivel de transmisión	(dBm)	:	37
Nivel de recepción	(dBm)	:	47.76
Valor del sistema	(dB)	:	165
Relación señal ruido	(dB)	:	80.24
Capacidad de radio R	(canales)	:	24



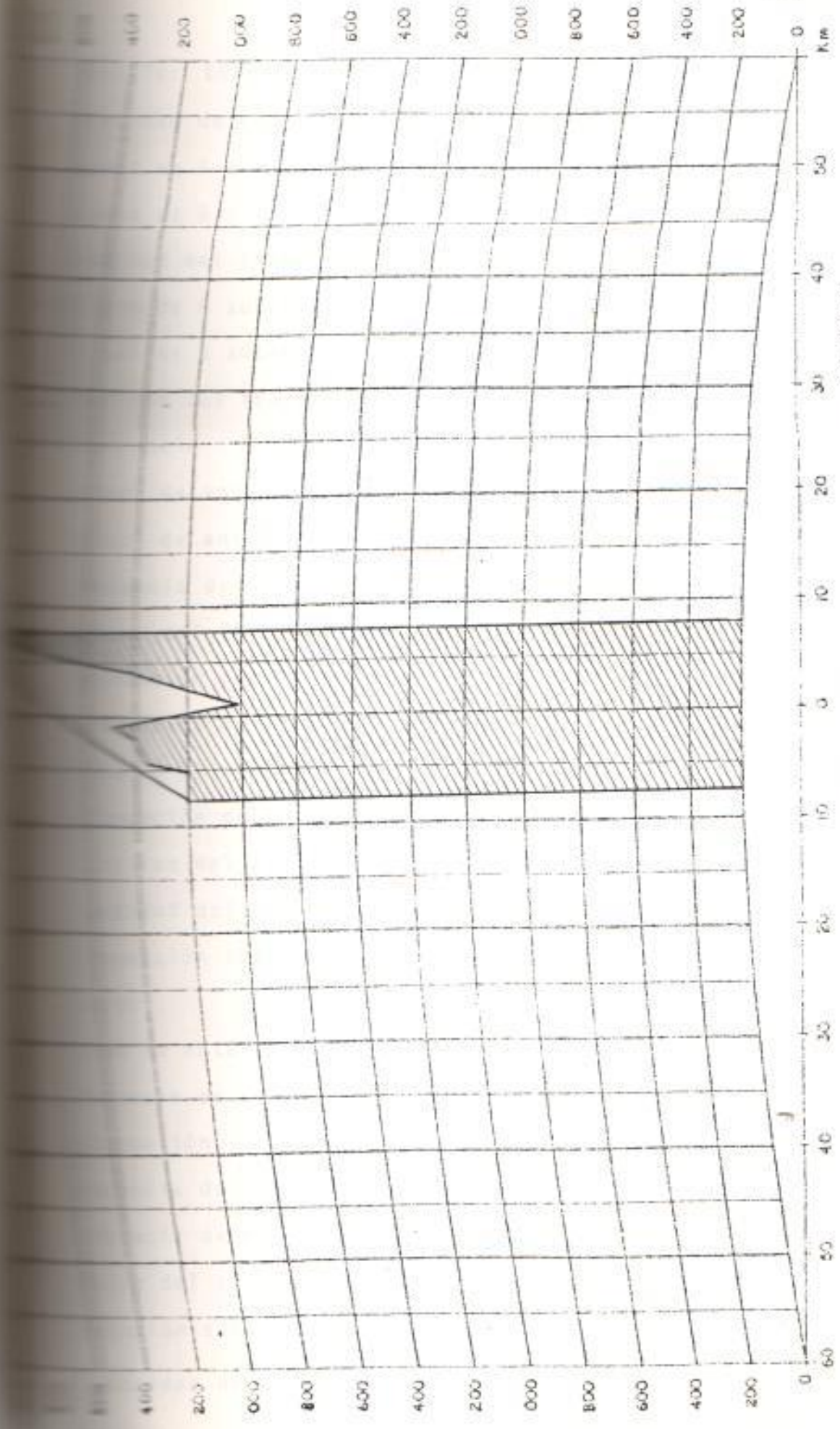
SITIO A: COLAMBO  
 ALTURA: 3095 m

SITIO B: CATAMAYO  
 ALTURA: 1240 m

DISTANCIA: 28.07 Km

Fig N° 4.65 Perfil topográfico Colombo - Catamayo

TRAYECTO: COLAMBO (A) - CATAMAYO (B)			
Capacidad de radio T	Canales	:	60
Acimut de A a B		:	8°09'00"
Acimut de B a A		:	188°08'24"
Longitud del trayecto	(Km)	:	28.08
Altura de A sobre el nivel del mar (m)		:	3095
Altura de B sobre el nivel del mar (m)		:	1240
Curvatura del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	28.0
Altura del PRF	(m)	:	1240
Atenuación por reflexión	(dB)	:	1.92
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	120.58
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta		:	
dores	(dB)	:	1.26
Tipo de antena		:	yagi
Atenuación de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	98.84
Nivel de transmisión	(dBm)	:	37
Nivel de recepción	(dBm)	:	52.84
Pérdida del sistema	(dB)	:	160
Relación señal ruido	(dB)	:	70.16
Capacidad de radio R	(canales)	:	60

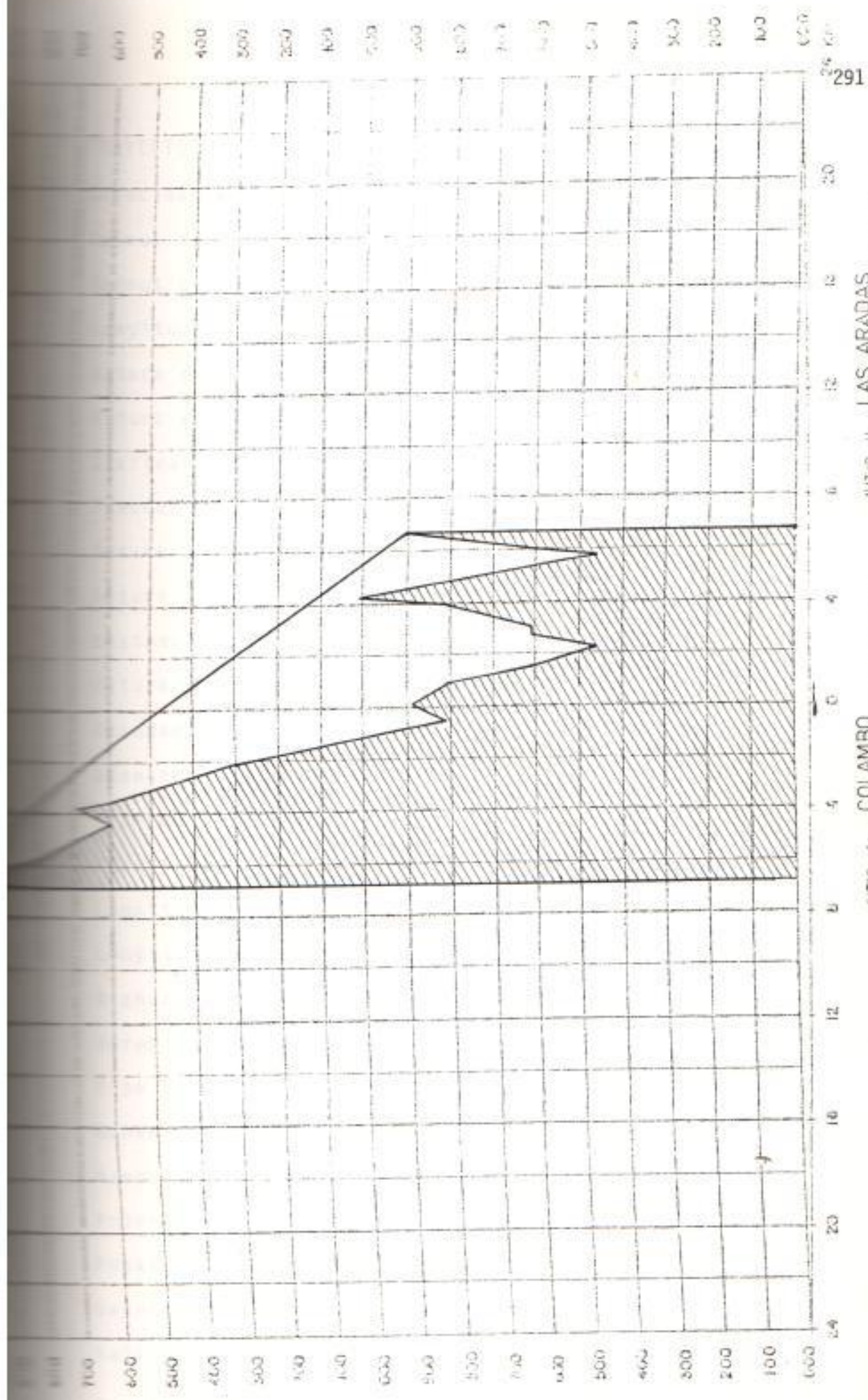


SITIO A: CHANGAIMINA      SITIO B: COLAMBO  
 ALTURA: 2000 m              ALTURA: 3095 m  
 DISTANCIA: 14.70 Km.

Fig N° 4.66 Perfil topográfico Changaimina - Colombo

## TRAYECTO: COLAMBO (A) - CHAGAIMINA (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	262°45'00"
Acimut de B a A		:	97°15'36"
Longitud del trayecto	(Km)	:	19,83
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3095
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	2000
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	8
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	10.93
Altura del PRF	(m)	:	1400
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	106.75
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	18
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.48
Tipo de antena		:	yagi
Atenuación de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	80.29
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	40.23
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	91.27
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



SITIO A: COLAMBO ALTIMURA: 3005 m SITIO B: LAS ARADAS ALTIMURA: 1920 m  
 DISTANCIA: 13.79 Km

Fig N° 4.67 Perfil topográfico Colambo - Las Aradas

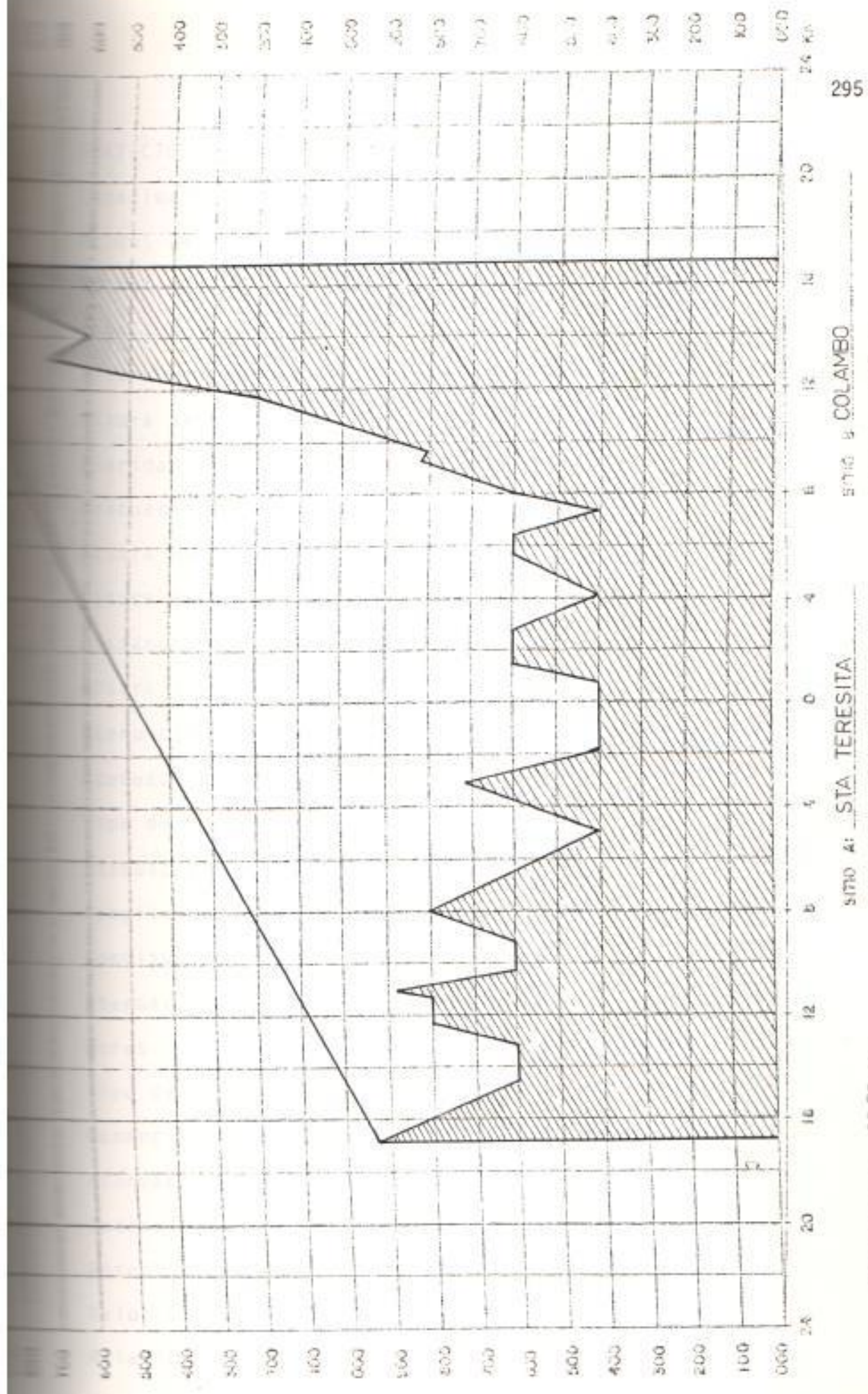


TRAYECTO: COLAMBO (A) - SAN ANTONIO DE LAS ARADAS (B)			
Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	355°24'00"
Acimut de B a A		:	175°24'00"
Longitud del trayecto	(Km)	:	13.84
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3095
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	1920
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	10
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	13.05
Altura del PRF	(m)	:	1550
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	106.15
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	20
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.575
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	79.72
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	39.72
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	91.98
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



TRAYECTO: COLAMBO (A) - CELICA (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	60
Acimut de A a B		:	
Acimut de B a A		:	
Longitud del trayecto	(Km)	:	63.7
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3095
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	2040
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.5
Altura de antena en A	(m)	:	12
Altura de antena en B	(m)	:	10
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	41.89
Altura del PRF	(m)	:	1020
Atenuación por reflexión	(dB)	:	1.92
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	127.61
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	22
Longitud del alimentador en B	(m)	:	20
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.76
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	27.07
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Potencia de recepción	(dBm)	:	60.37
Valor del sistema	(dB)	:	160
Relación señal ruido	(dB)	:	62.63
Capacidad de radio R	(canales)	:	60

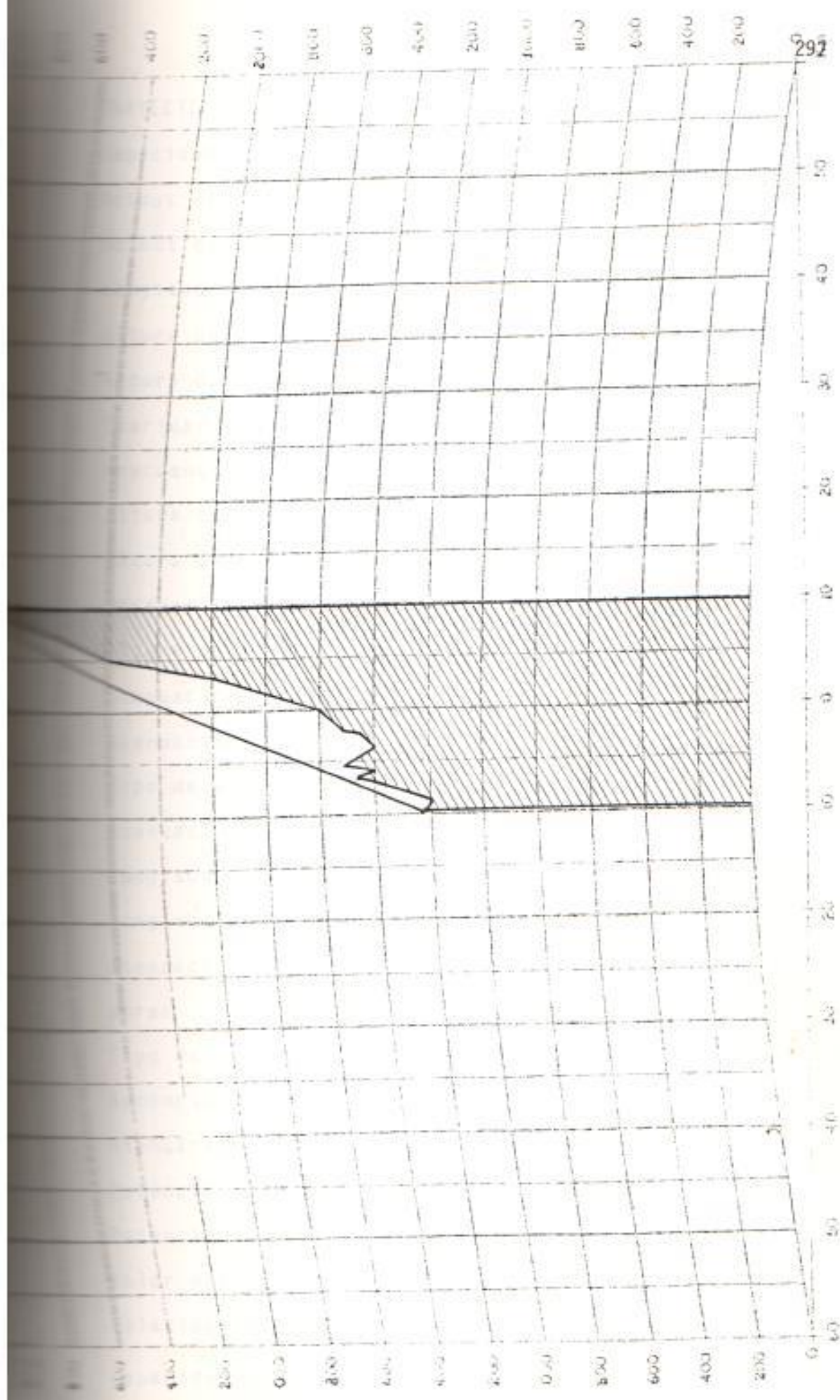


DISTANCIA: 33.75 Km      SITIO A: STA. TERESITA      ALTURA: 1940 m      SITIO B: COLAMBO      ALTURA: 3095 m

Fig N° 4.69 Perfil topográfico Sta Teresita - Colambo

TRAYECTO: COLAMBO (A) - SANTA TERESITA (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	358°54'36"
Acimut de B a A		:	178°06'00"
Longitud del trayecto	(Km)	:	33.89
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3095
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	1940
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	8
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	28.17
Altura del PRF	(m)	:	1660
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	113.93
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	18
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores.	(dB)	:	1.32
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB )	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	87.25
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	47.25
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	84.25
Capacidad de radio P	(canales)	:	12

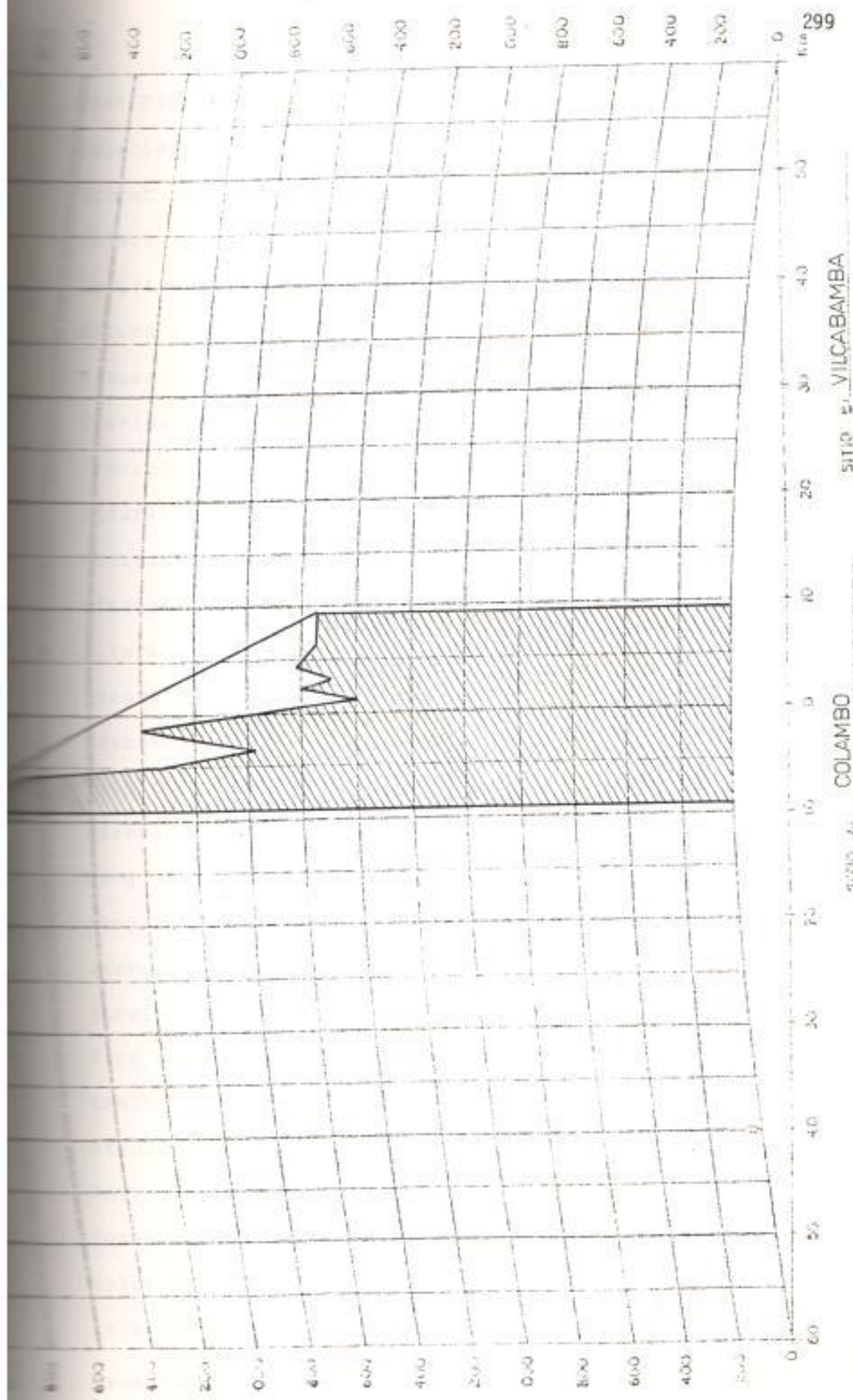


DISTANCIA: 19.96 Km      SITIO A: EL LUCERO      SITIO B: COLAMBO  
 ALTURA: 1240 m      ALTURA: 3095 m

Fig N° 4.70 Perfil topográfico El Lucero - Colambo

TRAYECTO: COLAMBO (A) - EL LUCERO (B)

Capacidad de radio	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	24°33'00"
Acimut de B a A		:	204°33'36"
Longitud del trayecto	(Km)	:	19.96
Altura de A sobre el nivel del mar	(m)	:	3095
Altura de B sobre el nivel del mar	(m)	:	1240
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	10
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	19.8
Altura del PRF	(m)	:	1230
Atenuación por reflexión	(dB)	:	192
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	109.33
Tipo de alimentador		:	coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	20
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.57
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	82.90
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	42.90
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	88.60
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



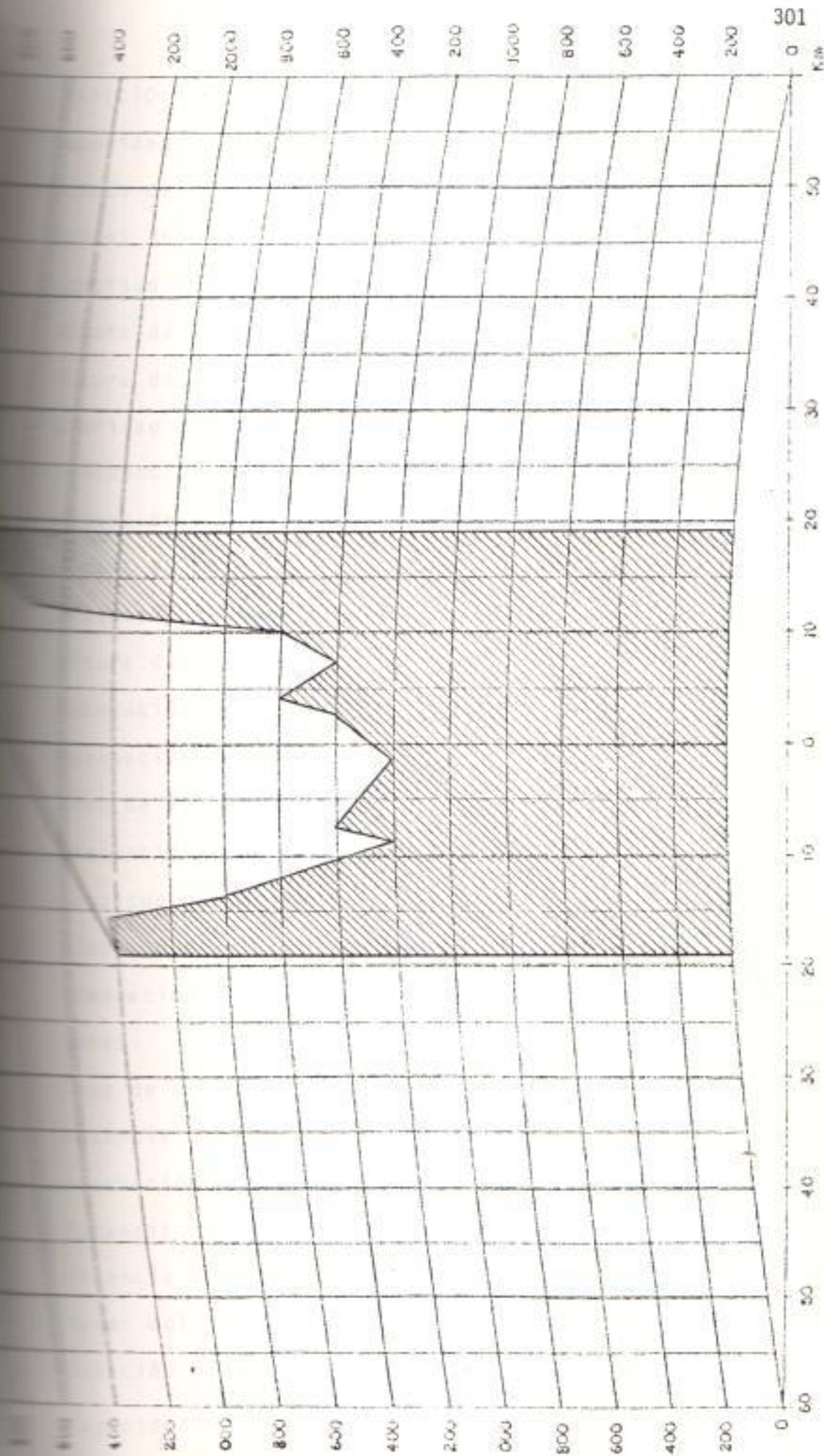
DISTANCIA: 19.02 Km      ALTURA: 3095 m      ALTURA: 1560 m

Fig N° 4.71 Perfil topográfico Colambo - Vilcabamba



TRAYECTO: COLAMBO (A) - VILCABAMBA (B)

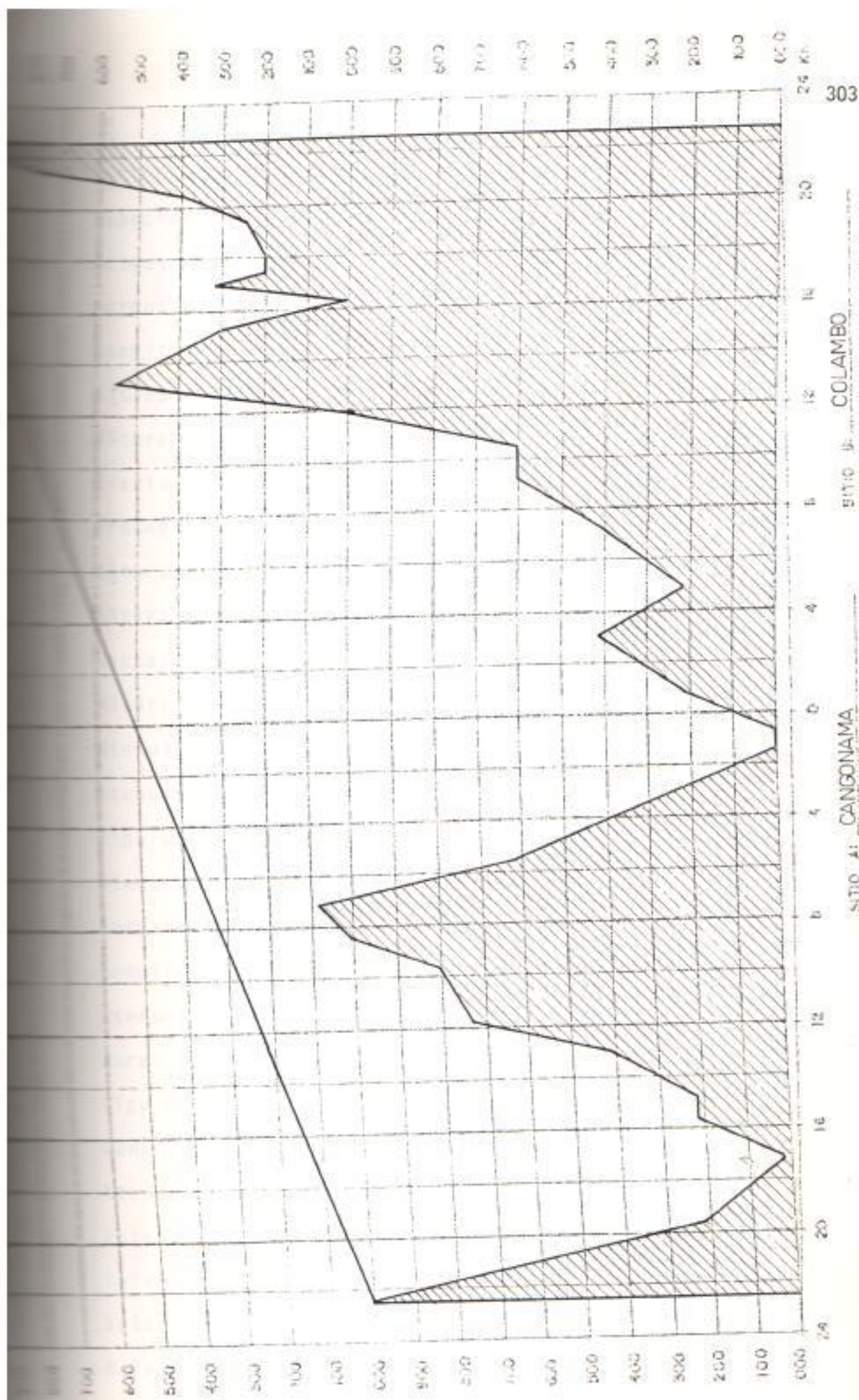
Capacidad de radio T	Canales	:	24
Acimut de A a B		:	277°58'48"
Acimut de B a A		:	97°57'36"
Longitud del trayecto	(Km)	:	19.28
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3095
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	1560
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.5
Altura de antena en A	(m)	:	10
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	18.73
Altura del PRF	(m)	:	1520
Atenuación por reflexión	(dB)	:	1.92
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	117.30
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	42
Longitud del alimentador en A	(m)	:	20
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.47
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	26.77
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Potencia de recepción	(dBm)	:	49.77
Valor del sistema	(dB)	:	165
Relación señal ruido	(dB)	:	78.23
Capacidad de radio f	(canales)	:	24



DISTANCIA: 36.90 Km  
 SITIO A: BELLAVISTA ALTURA: 2200 m  
 SITIO B: COLAMBO ALTURA: 3095 m

Fig N° 4 72 Perfil topográfico Bellavista - Colombo

TRAYECTO: COLAMBO (A) - BELLAVISTA (B)		
Capacidad de radio	Canales	: 12
Acimut de A a B		: 9°42'36"
Acimut de B a A		: 189°43'12"
Longitud del trayecto	(Km)	: 36.90
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		: 3095
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		: 2200
Claridad del trayecto	(%)	: 100
Frecuencia	(MHz)	: 350.5
Altura de antena en A	(m)	: 5
Altura de antena en B	(m)	: 5
Distancia desde A al PRF	(Km)	: 21.53
Altura del PRF	(m)	: 21.53
Atenuación por reflexión	(dB)	: -
Atenuación de espacio libre	(dB)	: 119.67
Tipo de alimentador		: C.Coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	: 4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	: 15
Longitud del alimentador en B	(m)	: 15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	: 1.35
Tipo de antena		: Yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	: 14
Atenuación total del trayecto	(dB)	: 88.02
Potencia de transmisión	(dBm)	: 40
Potencia de recepción	(dBm)	: 48.02
Valor del sistema	(dB)	: 171.5
Relación señal ruido	(dB)	: 83.48
Capacidad de radio	(canales)	: 12



DISTANCIA: 45.02 Km  
 SITIO A: CANGONAMA ALTURA: 2000 m  
 SITIO B: COLAMBO ALTURA: 3095 m  
 Fig N° 473 Perfil topográfico Cangonama - Colambo

TRAYECTO: COLAMBO (A) - CANGONAMA (B)			
Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	317°30'36"
Acimut de B a A		:	137°31'48"
Longitud del trayecto	(Km)	:	3095
Altura de A sobre el nivel del mar (m)		:	2000
Altura de B sobre el nivel del mar (m)		:	100
Claridad del trayecto	(%)	:	350.5
Frecuencia	(MHz)	:	12
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	35.03
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	1180
Altura del PRF	(m)	:	-
Atenuación por reflexión	(dB)	:	117.37
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	c.coaxial
Tipo de alimentador		:	
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	22
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.66
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	91.03
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	51.03
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	80.47
Capacidad de radio R	(canales)	:	12

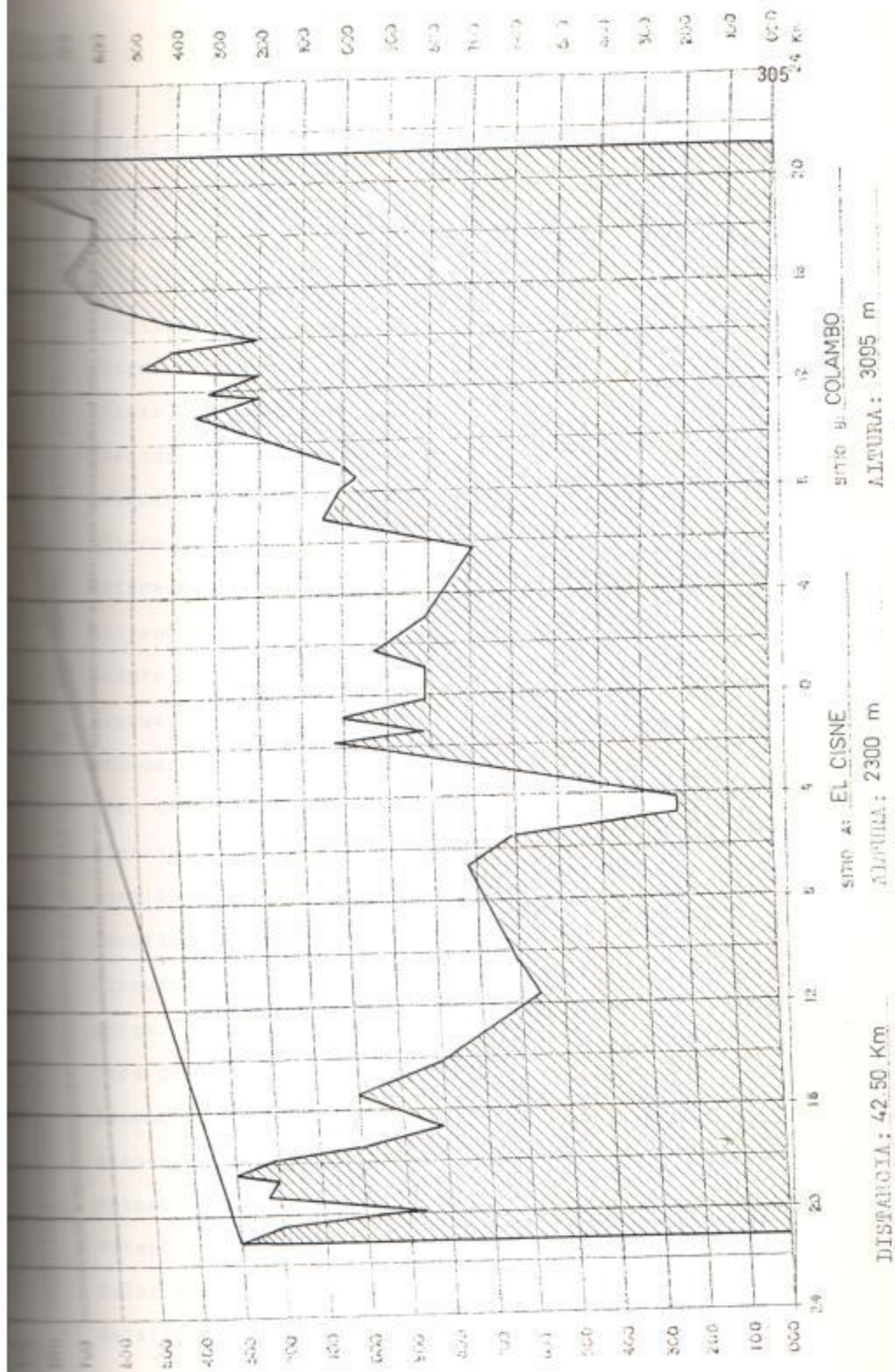


Fig N° 4.74 Perfil topográfico El Cisne - Colambo

TRAYECTO: COLAMBO (A) - EL CISNE (B)

Capacidad de radio	1	Canales	:	12
Acimut de A a B			:	359°49'12"
Acimut de B a A			:	474°49'12"
Longitud del trayecto		(Km)	:	42.01
Altura de A sobre el nivel del mar(m)			:	3095
Altura de B sobre el nivel del mar(m)			:	2300
Claridad del trayecto		(%)	:	100
Frecuencia		(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A		(m)	:	5
Altura de antena en B		(m)	:	10
Distancia desde A al PRF		(Km)	:	26.88
Altura del PRF		(m)	:	1320
Atenuación por reflexión		(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre		(dB)	:	115.79
Tipo de alimentador			:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt		(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A		(m)	:	15
Longitud del alimentador en B		(m)	:	20
Atenuación total en los alimenta dores		(dB)	:	1.57
Tipo de antena			:	yagi
Ganancia de cada antena		(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto		(dB)	:	89.36
Potencia de transmisión		(dBm)	:	40
Potencia de recepción		(dBm)	:	49.36
Valor del sistema		(dB)	:	171.5
Relación señal ruido		(dB)	:	82.14
Capacidad de radio	7	(canales)	:	12





TRAYECTO: COLAMBO (A) - UTUANA (B)

Capacidad de radio $T$	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	68°24'00"
Acimut de B a A		:	248°25'12"
Longitud del trayecto	(Km)	- :	37.57
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	3095
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	2500
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	12
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	22.48
Altura del PRF	(m)	:	1300
Atenuación por reflexión	(dB)	- :	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	114.82
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	22
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.66
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	85.48
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	48.48
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	83.02
Capacidad de radio $R$	(canales)	:	12

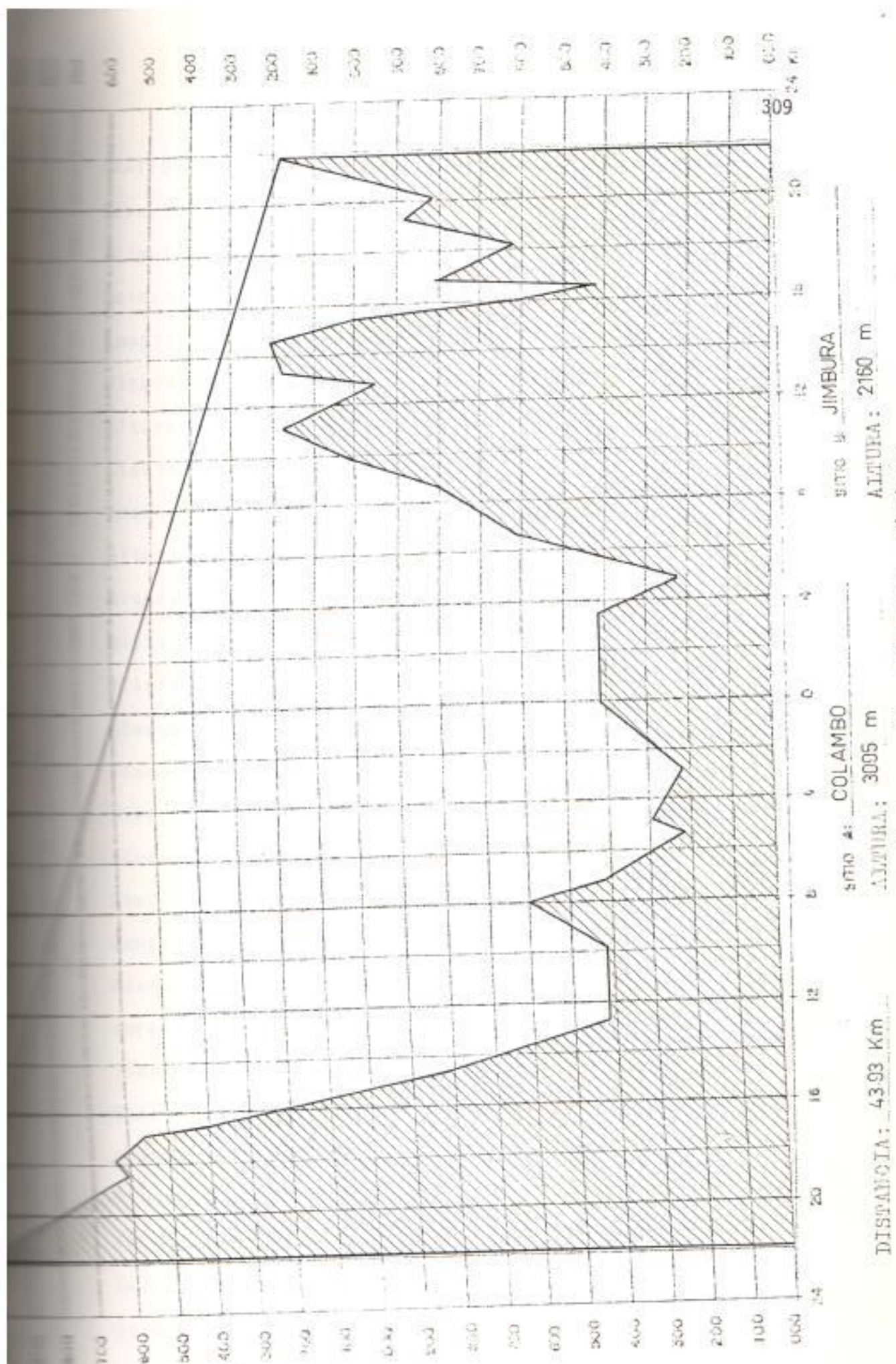
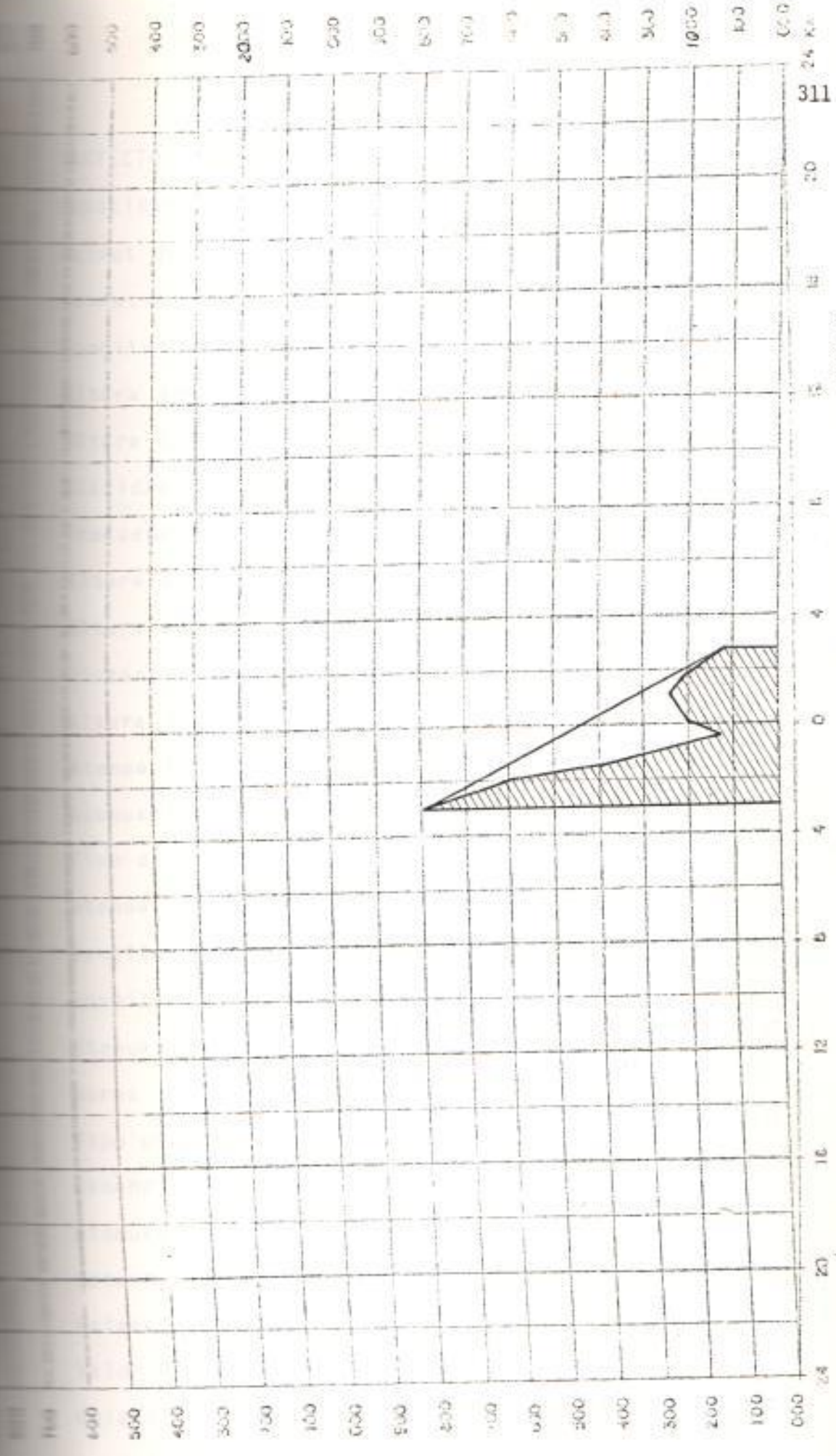


Fig N° 4.76 Perfil topográfico Colambo - Jimbura

TRAYECTO: COLAMBO (A) - JIMBURA (B)

Capacidad de radio	1	Canales	:	12
Acimut de A a B			:	10°16'12"
Acimut de B a A			:	190°16'12"
Longitud del trayecto		(Km)	:	49.61
Altura de A sobre el nivel del mar		(m)	:	3095
Altura de B sobre el nivel del mar		(m)	:	2160
Claridad del trayecto		(%)	:	100
Frecuencia		(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A		(m)	:	12
Altura de antena en B		(m)	:	5
Distancia desde A al PRF		(Km)	:	34.56
Altura del PRF		(m)	:	1800
Atenuación por reflexión		(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre		(dB)	:	116.31
Tipo de alimentador			:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt		(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A		(m)	:	22
Longitud del alimentador en B		(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores		(dB)	:	1.66
Tipo de antena			:	yagi
Ganancia de cada antena		(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto		(dB)	:	39.97
Potencia de transmisión		(dBm)	:	40
Potencia de recepción		(dBm)	:	49.97
Valor del sistema		(dB)	:	171.5
Relación señal ruido		(dB)	:	81.53
Capacidad de radio R		(canales)	:	12



SITIO A: CERRO GUALANGA      SITIO B: LARAMA

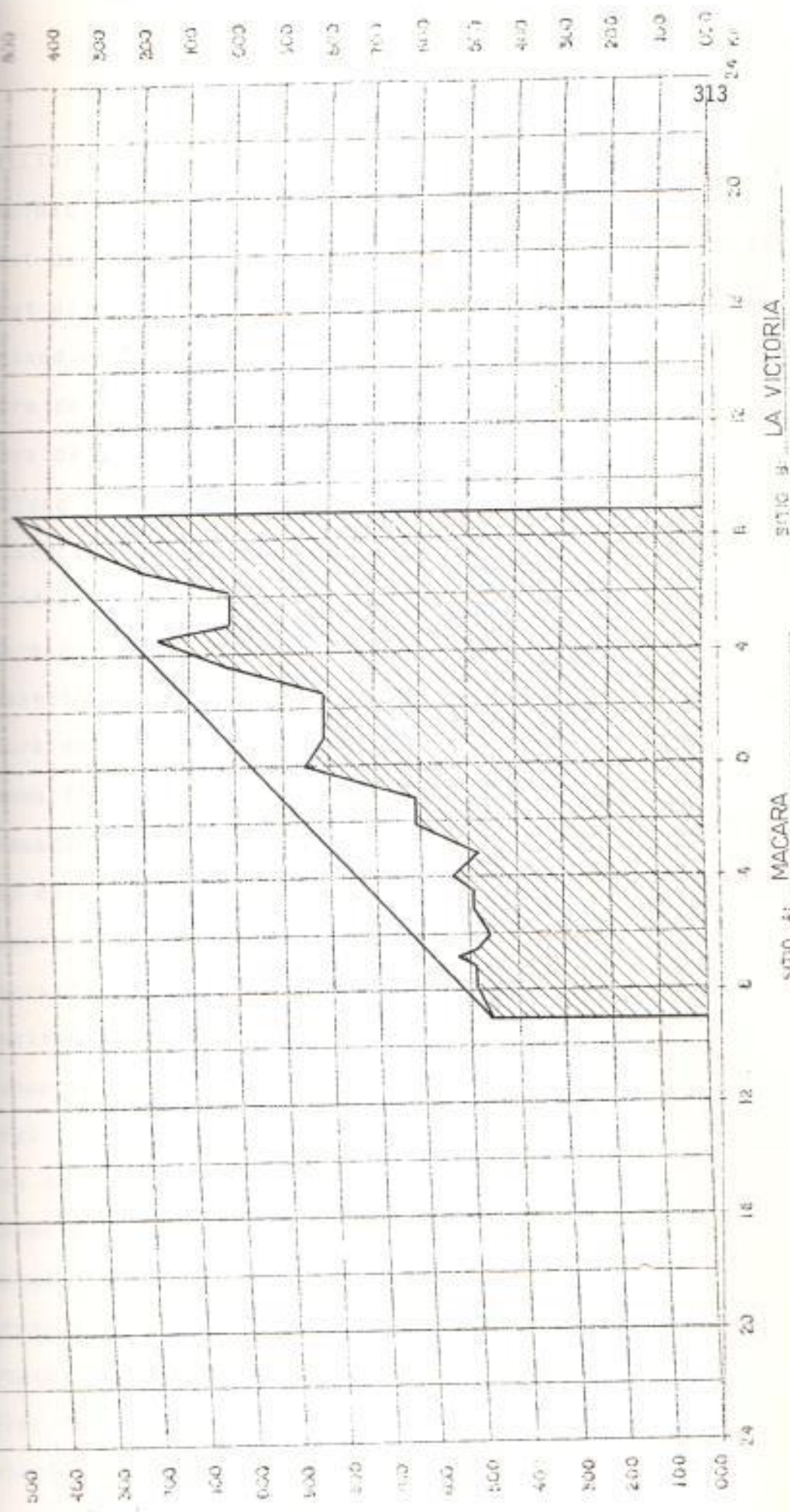
ALTURA: 1600 m      ALTURA: 900 m

DISTANCIA: 5.87 Km

Fig N° 4.77 Perfil topográfico Cerro Gualanga - Larama

TRAYECTO: GUALANGA (A) - LARAMA (B)

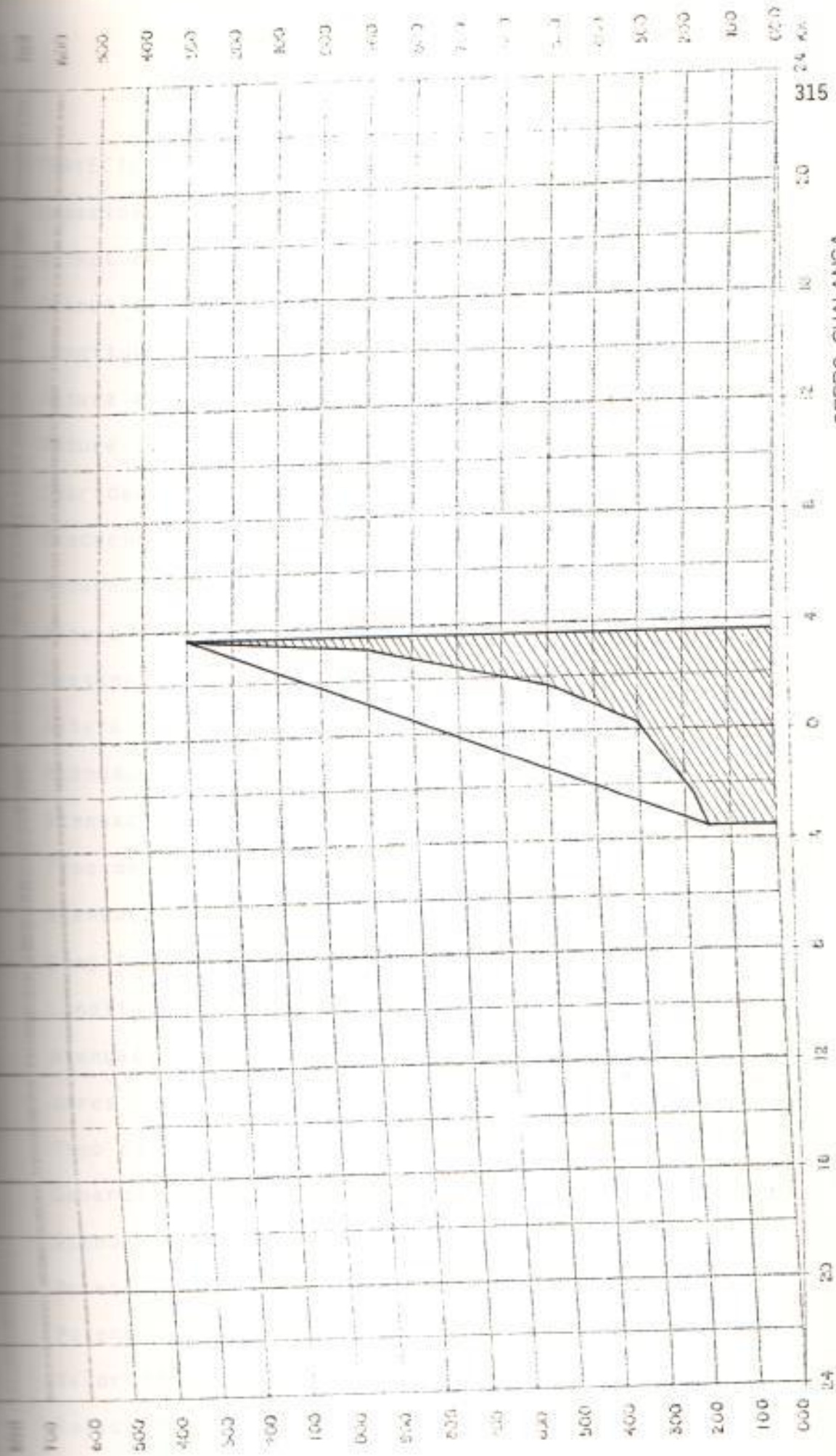
Capacidad de radio T	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	306°12'36"
Acimut de B a A		:	126°13'12"
Longitud del trayecto	(Km)	:	10,24
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	1600
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	900
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	8
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	5.66
Altura del PRF	(m)	:	900
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	103.53
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	18
Atenuación total en los alimenta		:	1.48
dores	(dB)	:	
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	77.06
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	37.06
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	94.44
Capacidad de radio R	(canales)	:	12



DISTANCIA: 17.75 Km      SITIO A: MACARA      ALTURA: 440 m      SITIO B: LA VICTORIA      ALTURA: 1460 m

Fig N° 4.78 Perfil topográfico Macara - La Victoria

TRAYECTO:		MACARA (A) - LA VICTORIA (B)	
Capacidad de radio	Canales	:	12
Acimut de A a B		:	289°46'48"
Acimut de B a A		:	109°46'12"
Longitud del trayecto	(Km)	:	17.89
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	440
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	1460
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	350.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	17.01
Altura del PRF	(m)	:	442
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	108.28
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.5
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.35
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	14
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	81.63
Potencia de transmisión	(dBm)	:	40
Potencia de recepción	(dBm)	:	41.63
Valor del sistema	(dB)	:	171.5
Relación señal ruido	(dB)	:	89.87
Capacidad de radio	R (canales)	:	12



SITIO B: CERRO GUALANGA

ALTURA: 1600 m

SITIO A: MACARA

ALTURA: 440 m

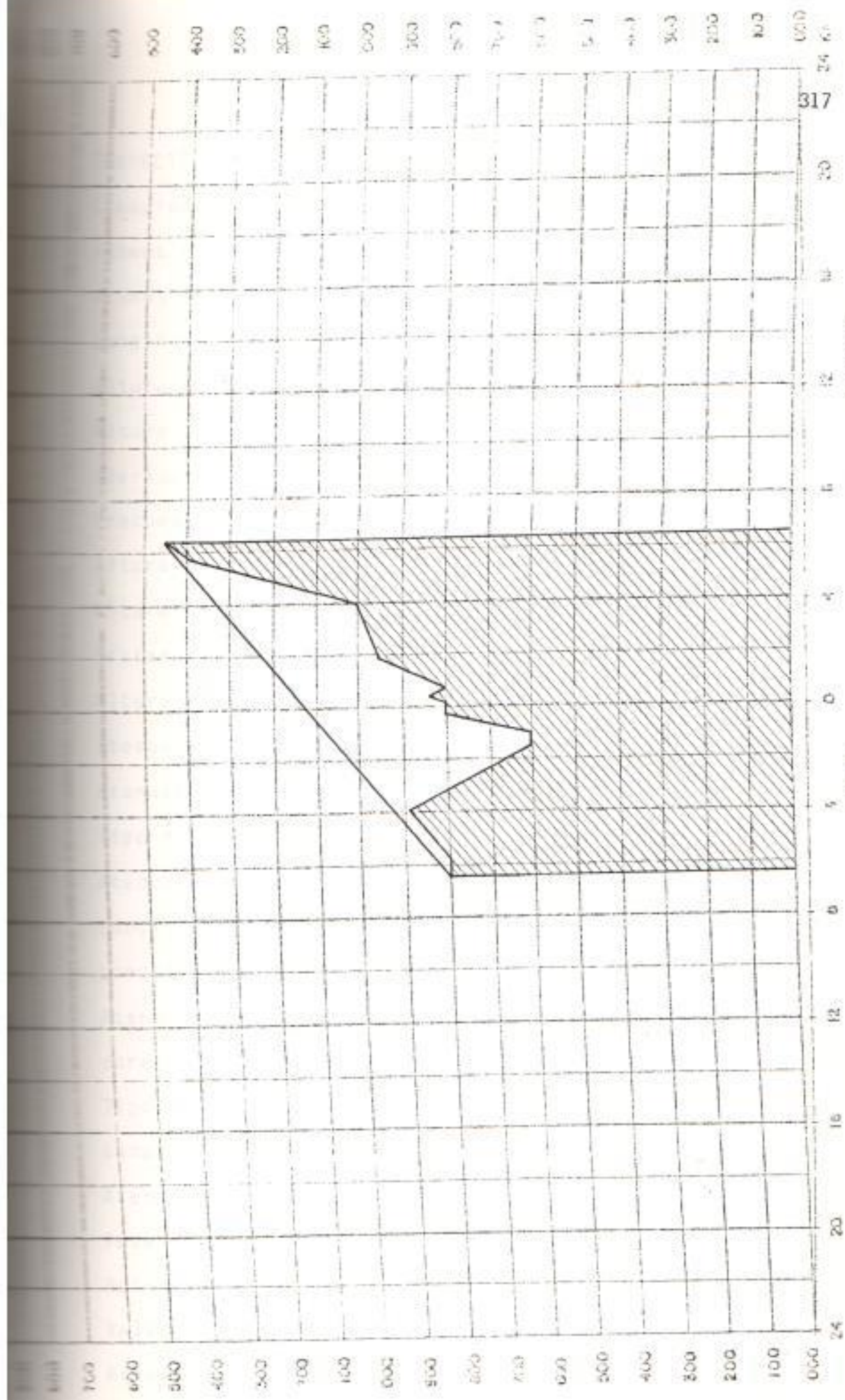
DISTANCIA: 13.07 Km

Fig N° 4.79 Perfil topográfico Macará - Cerro Gualanga



TRAYECTO: GUALANGA (A) - MACARA (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	60
Acimut de A a B		:	61°24'36"
Acimut de B a A		:	241°25'12"
Longitud del trayecto	(Km)	:	13.87
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	1600
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	440
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.6
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	6.9
Altura del PRF	(m)	:	1160
Atenuación por reflexión	(dB)	:	-
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	114.46
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta dores	(dB)	:	1.26
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	- 87.72
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Potencia de recepción	(dBm)	:	50.72
Valor del sistema	(dB)	:	160
Relación señal ruido	(dB)	:	72.28
Capacidad de radio R	(canales)	:	60



DISTANCIA: 12.7 Km  
 SITO A: POZUL  
 ALTURA: 1800 m  
 SITO B: PUCARA  
 ALTURA: 2460 m

Fig N° 4.80 Perfil topográfico Pozul - Pucara

TRAYECTO: PUCARA (A) - POZUL (B)

Capacidad de radio T	Canales	:	24
Acimut de A a B		:	79°24'36"
Acimut de B a A		:	259°25'12"
Longitud del trayecto	(Km)	:	12.71
Altura de A sobre el nivel del mar(m)		:	2450
Altura de B sobre el nivel del mar(m)		:	1720
Claridad del trayecto	(%)	:	100
Frecuencia	(MHz)	:	909.5
Altura de antena en A	(m)	:	5
Altura de antena en B	(m)	:	5
Distancia desde A al PRF	(Km)	:	12.61
Altura del PRF	(m)	:	1600
Atenuación por reflexión	(dB)	:	- -
Atenuación de espacio libre	(dB)	:	113.69
Tipo de alimentador		:	c.coaxial
Atenuación del alimentador/100mt	(dB)	:	4.2
Longitud del alimentador en A	(m)	:	15
Longitud del alimentador en B	(m)	:	15
Atenuación total en los alimenta			1.26
dores	(dB)	:	
Tipo de antena		:	yagi
Ganancia de cada antena	(dB)	:	16
Atenuación total del trayecto	(dB)	:	82.95
Potencia de transmisión	(dBm)	:	37
Potencia de recepción	(dBm)	:	45.95
Valor del sistema	(dB)	:	165
Relación señal ruido	(dB)	:	82.05
Capacidad de radio R	(canales)	:	24

## DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE RADIO A UTILIZARSE

Con el propósito de poner orientarse para la elaboración del plan de frecuencia, así como para poder efectuar una selección del equipo de radio. La siguiente clasificación de los equipos refleja la estructura jerárquica de las telecomunicaciones rurales:

- Sistema radioeléctrico de distribución de líneas de abonado.
- Sistema radioeléctrico de transferencia de líneas de abonado.
- Sistema radioeléctrico para enlace entre centrales.

Normalmente para la función de distribución de líneas de abonado se utilizan monocanales, en los que se puede identificar los modos de funcionamiento:

- a. Modo de asignación exclusiva de canales (punto a punto). Donde cada canal radioeléctrico de un haz atribuido a una zona geográfica dada se asigna exclusivamente a un abonado, ver figura N° 4.91.

Concluye

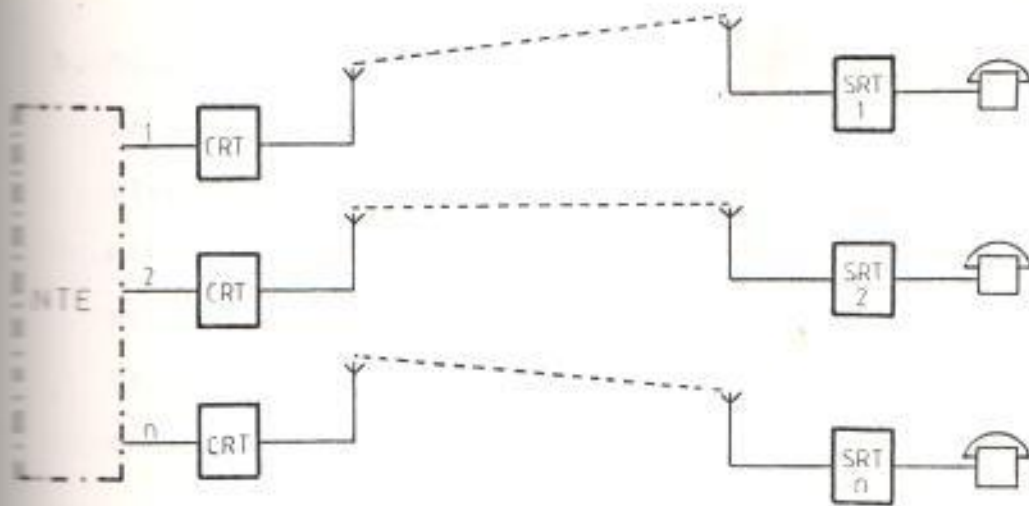


Fig N° 4.91

Canal de asignación exclusivo ( punto a punto )

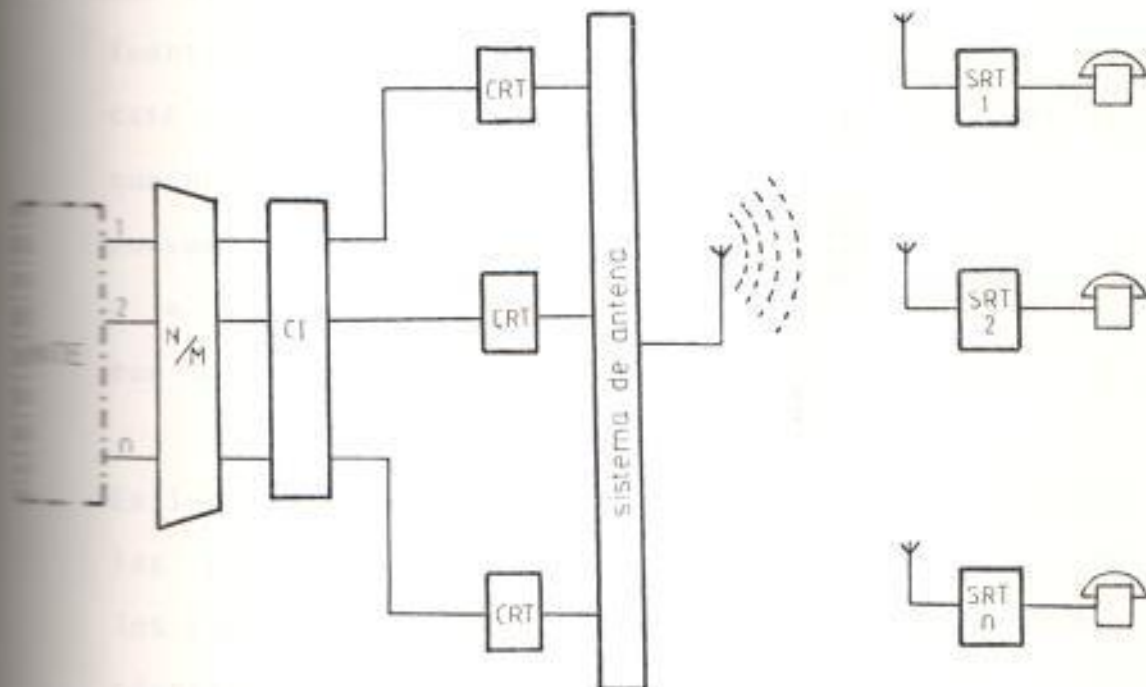


Fig N° 4.92

Canal compartido ( acceso múltiple )

b. Modo de compartición de canales (acceso múltiple).

En donde un número determinado de canales radio-electrico atribuidos a una zona, se asigna a un número mayor de abonados, según el principio de repartición o asignación en función de la demanda. Cada abonado puede tener acceso indistintamente a cualquiera de los canales. Ver figura N<sup>o</sup> 4.92.

Las especificaciones que deben cumplir los diferentes equipos de radio en una instalación están mutuamente relacionados y deberán ser lo suficientemente flexibles, para que pueda obtenerse la calidad requerida con un máximo de economía, la disponibilidad local de fuentes primarias de energía, particularmente en el caso de repetidoras aisladas, es muy limitado, por lo que de ser posible deben utilizarse equipos de bajo consumo de energía. Sin embargo, esto podría conducir a la utilización de grandes antenas y pesadas torres con importantes cimentaciones para soportarlas.

En los enlaces de radio deben tomarse en consideración las diferentes causas que pueden tener el ruido de los cuales solo algunos dependen de la calidad de funcionamiento del equipo (incluido la fuente de alimentación que generalmente influye mucho en factores ta

les como el ruido de fondo), mientras que otros dependen del diseño del enlace (atenuación del trayecto y ruido térmico), o de los principios de coordinación - en lo que respecta al empleo de los canales radioelétricos disponibles (ruido de interferencia).

Deberán entonces tenerse en cuenta las siguientes causas principales de interferencia:

- a. Interacción entre dos canales utilizados bien en la misma zona o en zonas diferentes.
- b. Interacción no lineal entre portadoras de radiofrecuencias (productos de intermodulación).
- c. Ruido artificial.

Por las razones expuestas anteriormente cabe indicar algunos tipos de interferencias, ya que los mismas pueden tener consecuencias tales como la degradación, de la calidad de transmisión de un enlace existente o una simulación de un estado incorrecto de canal, cuando ha de establecerse o liberarse una conexión. Estas interferencias son:

- interferencia de cocanal, debida a la reutilización

de frecuencias en zonas diferentes.

- interferencia cocanal debida a productos de intermodulación.
- interferencia entre canales adyacentes debida a los mecanismos de bloqueo del receptor o al ruido debido a las bandas laterales de los transmisores.
- interferencia por ruido artificial. En aplicaciones rurales, esta clase de interferencia no es importante. Cabe esperar que sean aún menos frecuentes las interferencias de este tipo debidas exclusivamente al ruido impulsivo.

Es por lo tanto muy necesario e indispensable la correcta elección de las bandas de frecuencia, es decir la separación entre los canales de emisión y recepción, ya que estas pueden ser diferentes en los diversos países y depender de las normas locales y la disponibilidad de bandas de frecuencia, tal cual veremos a continuación.

Bandas de frecuencias:

Antes de cualquier decisión con respecto a la banda



de frecuencia a usarse y a partir de ésta, muchos - otros sobre equipos (equipos de radio antenas, alimentadores, etc.), deberá tomarse en consideración - lo que IETEL plantea en cuanto a bandas de frecuencia, y capacidad del sistema, de acuerdo con los es - tudios de tráfico realizados por ellos y proyectando ciertas cantidades al futuro.

Las gamas normales de frecuencias utilizadas para en - laces de telecomunicaciones rurales, están comprendidas en particular, de 360 a 470 y de 790 a 960 MHz , para pequeñas capacidades. No obstante no se exclu - ye los casos en que se requiera capacidades elevadas utilizándose bandas por encima de 2 GHz (60 o 120 ca - nales).

El requisito más importante a este respecto es adop - tar una política definida de coordinación de frecuen - cias, a fin de evitar que acciones locales no coordi - nadas reduzcan considerablemente la eficiencia glo - bal de utilización del espectro en zonas de gran ex - tensión. Es por esto que la CCIR expresa las si - guintes recomendaciones concernientes a los requeri - mientos de canales de radio frecuencias aplicadas pa - ra las bandas de frecuencia localizadas por la Unión

Internacional de Telecomunicaciones (ITU). Ver tabla. XVI

TABLA XVI

RECOMENDACIONES DEL CCIR PARA BANDAS DE FRECUENCIA Y  
SU CAPACIDAD DE CANALES

Rango de Frec. (GHz)	Capacidad de canales	Recomendaciones CCIR
1.7 - 2.7	60/120/300 FDM	283
1.7 - 2.3	600-1800 FDM/Televisión	382
3.8 - 4.2	600-1800 FDM/Televisión	382
5.9 - 6.4	600-1800 FDM/Televisión	383
6.4 - 7.1	960/2700 FDM/televisión	384
7.1 - 7.8	60/120/300/960 FDM	385
8.2 - 8.5	300/960 FDM/televisión	386
10.7-11.7	600/2700 FDM/televisión	387
12.75-13.25	34 Mb <sub>IT</sub> /s = 960 FDM/televisión	487

Hay diversas bandas de frecuencia las cuales no han sido cubiertas por las recomendaciones del CCIR, ya que las mismas estarán sujetas a regulaciones locales las cuales dirigirán su utilización (IETEL).

Esto es específicamente en las bandas de 400, 900, y 1.500 MHz. Tal como se indicó al inicio de este tema.

El formato de canalización utilizado en las distintas bandas de frecuencia está expresado en forma gráfica (ver figura N° 4.93), donde se indica además que:

- fo : frecuencia central de la banda de frecuencia
- fn : frecuencia central de uno de los canales radio eléctricos en la mitad inferior de esta banda de transmisión o recepción.
- f'n : frecuencia central de uno de los canales radio eléctricos de la mitad superior de esta banda (Rx o Tx).
- n : número de canal de radio en la mitad inferior de la banda de frecuencia.
- n' : número de canal de radio en la mitad superior de la banda de frecuencia.

En la página siguiente podremos apreciar la figura N° 4.93., la cual nos muestra la canalización de frecuencias.

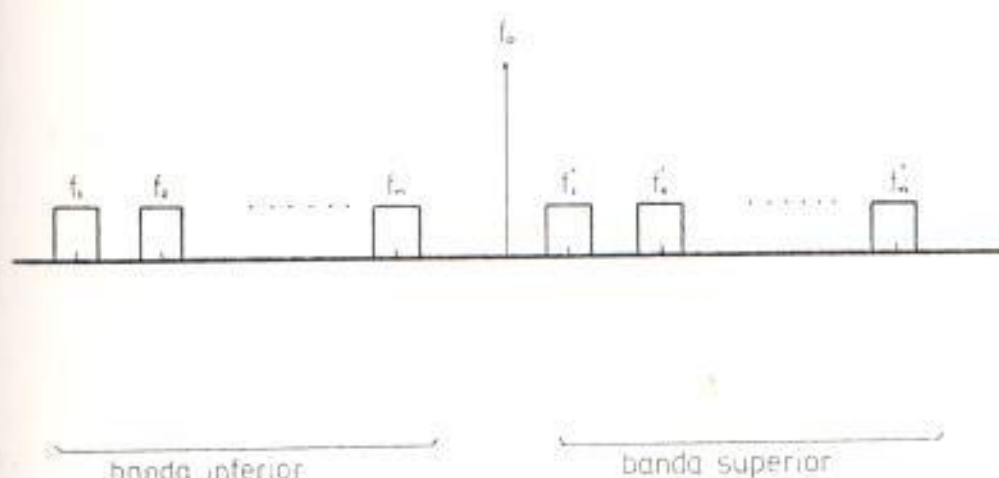


Figura N° 4.93.- Canalización de frecuencias

De acuerdo con el Plan Nacional de Frecuencias del IETEL, y basándonos en los equipos de radio existentes, así como de la capacidad del número de circuitos o canales telefónicos considerados en el diseño de la red tenemos:

- a. Para 12 canales se usará la banda de los 400 MHz, como esta banda aún no ha sido canalizada por el CCIR, se sugiere la siguiente canalización.

$$f_0 = 3505 \text{ MHz}$$

$$f_n = f_0 - 15 + 2n \quad (4.25)$$

$$f'n = f_0 + 1 + 2n \quad (4.26)$$

$$n = 1, 2, \dots, 6$$

- b. Para 24 y 60 canales telefónicos, operando en la banda de frecuencia de 790 - 960 MHz, el IETEL sugiere la siguiente canalización:

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

$$f_n = f_0 - 52 + 3.5 n \quad (4.27)$$

$$f'_n = f_0 + 5 + 3.5 n \quad (4.28)$$

$$n = 1, 2, \dots, 12$$

- c. Para 120 y 300 canales telefónicos, la banda de 2100 - 2300 MHz, para la canalización de esta banda el CCIR en la Rec. 283, recomienda:

$$f_0 = 2203 \text{ MHz}$$

$$f_n = f_0 - 108.5 + 14 n \quad (4.29)$$

$$f'_n = f_0 + 10.5 + 14 n \quad (4.30)$$

$$n = 1, 2, \dots, 6$$

d. Para 960 canales telefónicos, la banda de 6430-7110 MHz, para esta banda de frecuencia el CCIR en la Reg. 385 recomienda:

$$f_0 = 6770 \text{ MHz}$$

$$f_n = f_0 - 154 - 7n \quad (4.31)$$

$$f'_n = f_0 + 7 + 7n \quad (4.32)$$

$$n = 1, 2, \dots, 20$$

En las figuras 4.94 al 4.97, se muestran los posicionamientos de las frecuencias, para las diferentes bandas de frecuencia consideradas en el diseño de la red, teniendo presente las siguientes recomendaciones de restricciones tales como:

- rango de frecuencia
- espaciamiento de frecuencia del transmisor-receptor.
- ancho de banda de recepción
- ancho de banda de transmisión
- espaciamiento de frecuencia entre canales adyacentes.

Elaborado ya el plan de frecuencias procederemos entondo

$$f_n = f_c - 15,5 + n \quad n = 1, 2, \dots, 12$$

$$f'_n = f_c + 15,5 - n$$

$$f_c = 350,5 \text{ Mhz}$$

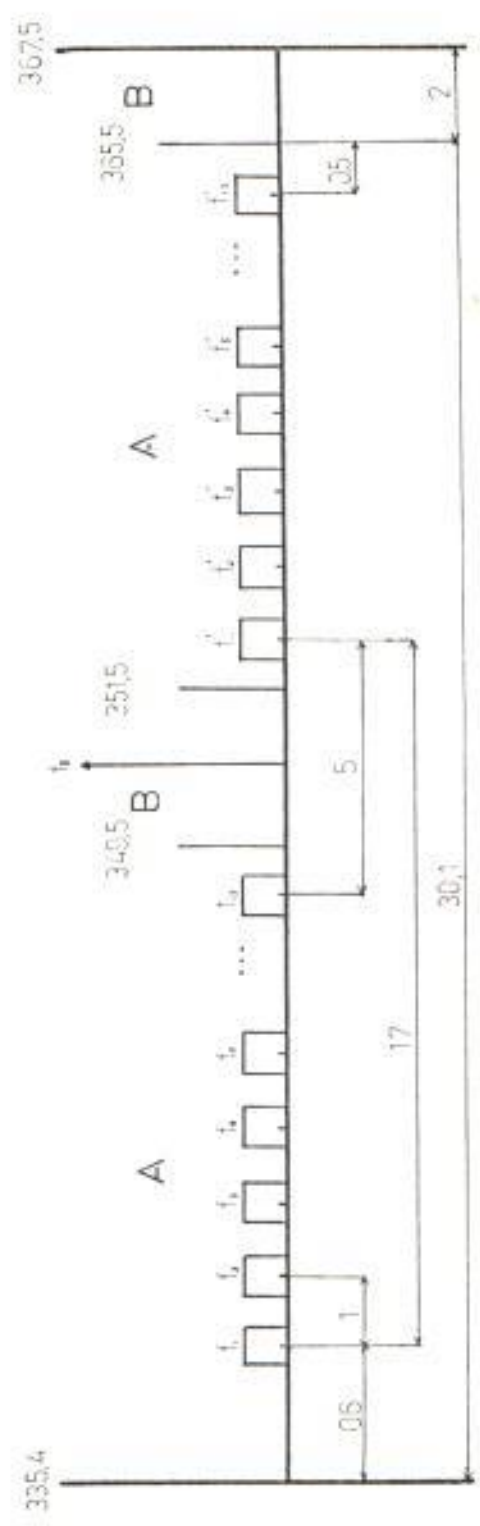


Fig N° 4.94  
Canalización para las bandas de 335.4 - 367.5 Mhz

CAPACIDAD: Para 12 radiocanales analógicos bidireccionales para 60 canales telefónicos

$$f_n = f_k - 52 + 3.5n \quad n = 1, 2, 3, \dots, 12$$

$$f_n = f_k + 5 + 3.5n$$

$$f_k = 900.5 \text{ Mhz}$$

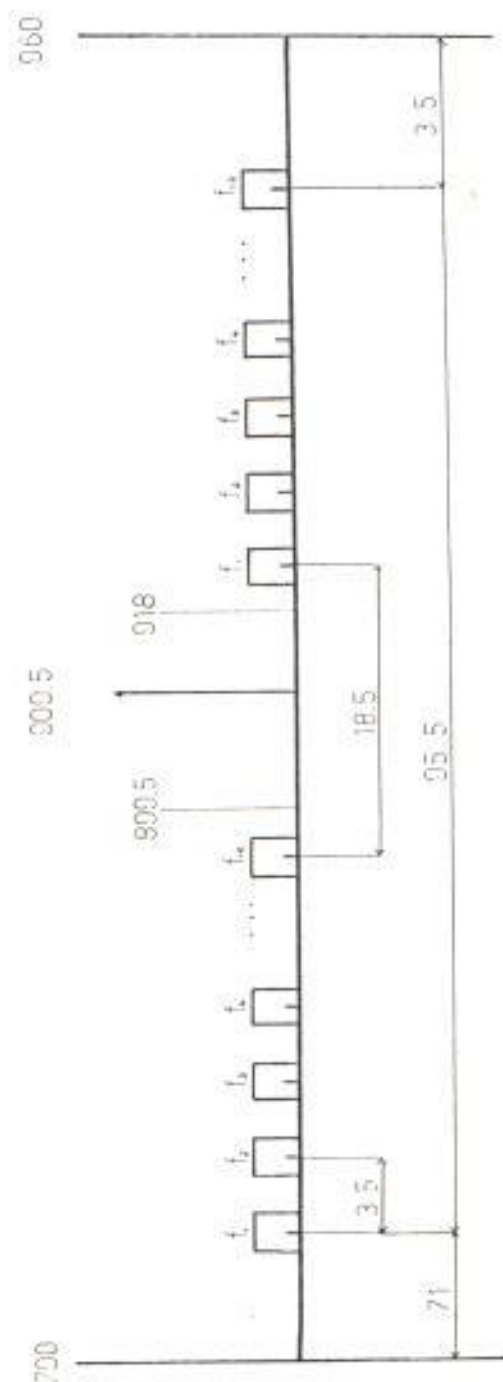


Fig N° 4.95

Canalización para las bandas de 790 - 960 Mhz



Canalización paralela para 120, 300 canales telefónicos

$$f_n = 2094,5 - 14n \quad n = 1, 2, \dots, 6$$

$$f_n = 2213,5 - 14n$$

$$f_6 = 2203 \text{ Mhz}$$

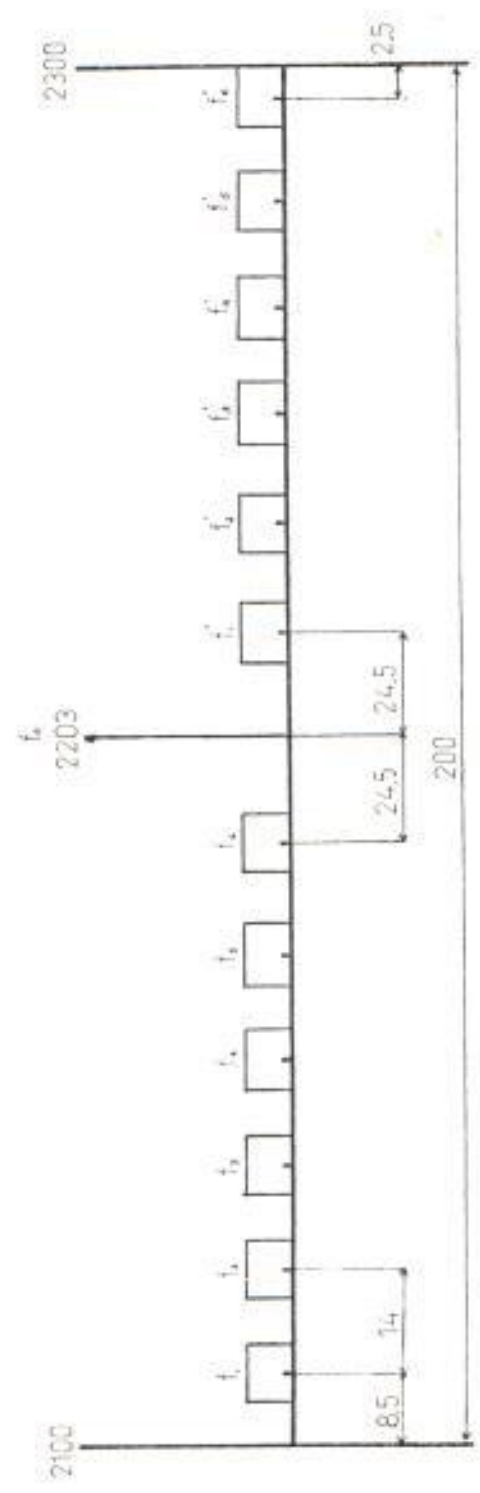


Fig N° 4.96  
Canalización para las bandas de 2100 - 2300 Mhz

Fig. 4.97. Canalización para las bandas de 6.430 - 7.110 Mhz

$$f_n = f_c - 350 + 40n \quad n = 1, 2, 3, \dots, 6$$

$$f'_n = f_c - 10 + 40n$$

$$f_c = 5770 \text{ Mhz}$$

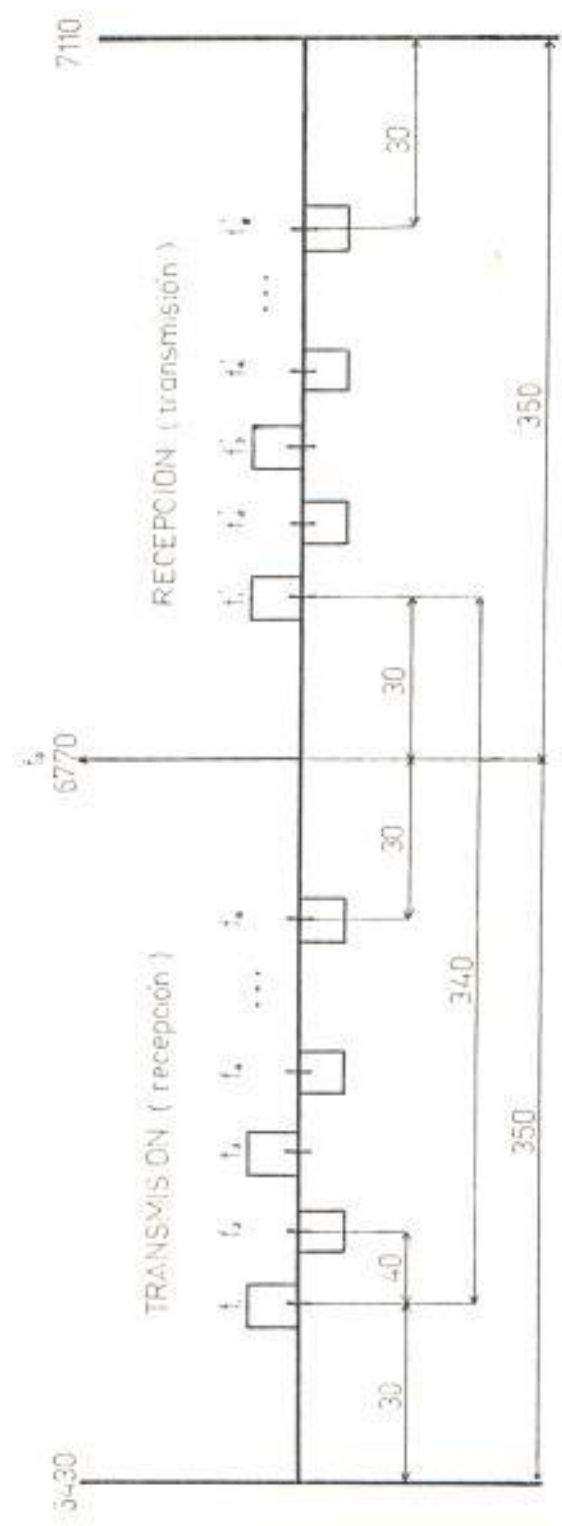


Fig N° 4.97  
Canalización para las bandas de 6.430 - 7.110 Mhz

ces a efectuar una selección de equipos de radio que se ajusten a nuestras restricciones.

Equipos de radio:

Para el presente estudio se utilizarán los equipos de radio de la compañía ERICSSON, los cuales se indican a continuación:

1. Para 12 canales: se basará en el equipo de radio en lace ZR1410, el cual tiene las siguientes especificaciones técnicas:

Características generales:

- rango de frecuencia : 270 a 470 MHz
- valor del sistema con una potencia de salida de +40 dBm. 171.5 dB
- impedancia de entrada y salida : 75 OHMS

Características de la banda base:

- Banda de modulación : 6 a 60 KHz
- nivel de entrada: 45 dB<sub>R</sub>
- nivel de salida: -15 dB<sub>R</sub>

## Transmisor:

- potencia de salida a la antena: + 40 dBm
- estabilidad de frecuencia:  $\pm 5 \times 10^{-6}$
- desviación de RF: 35 KHz RMS

## Receptor:

- factor de ruido en la entrada de la antena: 6 dB
- frecuencia central IF : 35 MHz
- ancho de banda IF :  $\pm 300$  KHz
- umbral del receptor (CNR= 10 dB): -100 dBm

2. Para 24 canales se basará en el equipo de radio enlace ZRL910 UHF, el cual tiene las siguientes especificaciones técnicas:

## Características generales:

- rango de frecuencia: 790-960 MHz
- valor del sistema con una potencia de salida de 37 dBm: 160 dB
- impedancia de entrada y salida: 75 OHMS

## Características de la banda base:

- banda de modulación : 12 a 108 KHz
- nivel de entrada: -45 dB<sub>R</sub>
- nivel de salida: -15 dB<sub>R</sub>

## Transmisor:

- potencia de salida RF nominal  
medido en el conector de la antena: 37 dBm
- estabilidad de frecuencia:  $\pm 5 \times 10^{-6}$
- desviación de RF : 35 KHz RMS

## Receptor:

- factor de ruido en la entrada  
de la antena: 7 dBm
- umbral del receptor (CNR=10 dB): -94 dBm
- frecuencia central JF: 35 MHz
- ancho de banda IF (3 dB): 0.6 MHz
- nivel de entrada nominal en el  
conector de la antena: -45 dBm

3. Para 60 canales.- El equipo de radio enlace en UHFZRL 910. Es el mismo equipo que para 24 canales, el cual tiene las siguientes especificaciones técnicas:

Características generales:

- rango de frecuencia: 790 a 960 MHz
- valor del sistema con una potencia de salida de 37 dBm: 160 dB
- impedancia de entrada y salida: 75 Ohms

Características de la banda base:

- banda de modulación: 60-300 KHz
- nivel de entrada : -45 dB<sub>R</sub>
- nivel de salida: -15 dB<sub>R</sub>

Transmisor:

- potencia de salida RF nominal medido en el conector de la antena: 37 dBm
- estabilidad de frecuencia:  $\pm 5 \times 10^{-6}$
- desviación de RF : 50 KHz<sub>RMS</sub>

## Receptor:

- factor de ruido en la entrada de la antena: 7 dB
- umbral del receptor (CNR = 10 dB): -94 dBm
- frecuencia central IF : 35 MHz
- ancho de banda IF (3 dB): 1.1 MHz
- nivel de entrada nominal en el conector de la antena: -45 dBm

4. Para 120 canales.- Se basará en el equipo de radio enlace NL126, el cual tiene las siguientes especificaciones técnicas:

## Características generales:

- rango de frecuencia: 2.1 a 2.3 GHz
- valor del sistema con una potencia de salida de 30 dBm y 200 KHz de desviación : 157 dBm
- impedancia de entrada/salida: /5 Ohms
- frecuencia piloto: 607 KHz
- número de canales: 6

~~Características~~ Características de banda base:

- banda de modulación: 60 a 552 KHz
- nivel de entrada: -45 dB<sub>R</sub>
- nivel de salida: -75 dB<sub>R</sub>

#### Transmisor:

- potencia de salida: 30 dBm
- estabilidad de frecuencia:  $\pm 2 \times 10^{-5}$
- desviación de frecuencia: 200 KHz RMS

#### Receptor:

- factor de ruido en la entrada  
de la antena: 7 dB
- umbral del receptor (CNR= 10 dB): -86 dBm
- ancho de banda IF (3 dB): 12 MHz
- nivel de entrada nominal en el  
conector de la antena: -40 dBm

Cada gabinete puede alojar grupos de transmisores/receptores y un equipo de banda base para un terminal 1-1 o estación repetidora de radio. El NL126 cumple con las recomendaciones del CCIR.



5. Para 300 canales: Se basará en el equipo NL127, el cual tiene las siguientes especificaciones técnicas:

Características generales:

- rango de frecuencia: 2.1 a 2.3 GHz
- valor del sistema con una potencia de salida de 30 dBm y 200 KHz de desviación : 157 dB
- impedancia de entrada/salida: 75 OHMS
- frecuencia piloto: 14-9 KHz
- número de canales: 6

Características de banda base:

- banda de modulación: 60 a 1364 KHz
- nivel de entrada: -45 dBm
- nivel de salida: -15 dBm

Transmisor:

- potencia de salida: 30 dBm
- estabilidad de frecuencia :  $\pm 2 \times 10^{-5}$
- desviación de RF : 200 KHz RMS

## Receptor:

- factor de ruido en la entrada de la antena: 7 dB
- umbral del receptor (CNR= 10 dB): -84.5 dBm
- ancho de banda IF (3dB): 18 MHz
- nivel de entrada de RF nominal en el conector de la antena: -40 dBm

Cada gabinete puede alojar grupos transmisores/receptores y un equipo de banda base para un terminal 1-1, o estación repetidora de radio. En NL127 cumple con las recomendaciones del CCIR.

- E. Para 960 canales: Se basará en el equipo de radio - enlace NL152, el cual tiene las siguientes especificaciones técnicas:

## Características generales:

- rango de frecuencia: 6.43 a 7.11 GHz
- valor del sistema con una potencia de salida de 27 dBm: 139.1 dB
- impedancia de entrada/salida : 75 OHMS

- frecuencia piloto: 4.715 a 8.5 MHz
- número de canales: 16

#### Características de banda base:

- banda de modulación: 60 a 4287 KHz
- nivel de entrada: -45 dB<sub>R</sub>
- nivel de salida: -20 dB<sub>R</sub>

#### Transmisor:

- potencia de salida: 27 dBm
- estabilidad de frecuencia:  $\pm 1 \times 10^{-5}$
- desviación de RF : 200 KHz RMS

#### Receptor:

- factor de ruido en la entrada de la antena: 7 dB
- umbral del receptor(C/N=10 dB): -81.5 dBm
- ancho de banda IF(3dB): 35 MHz
- nivel de entrada nominal en el conector de la antena: -35 dBm

Cada gabinete puede alojar grupos transmisores/receptores y un equipo de banda base para un terminal 1.1. Este equipo cumple con las recomendaciones de la CCIR.

Cuando los datos climáticos (especialmente los relacionados con la temperatura ambiental) descubren una situación en la que las temperaturas registradas están comprendidas entre  $-5^{\circ}\text{C}$  y  $+50^{\circ}\text{C}$ . La temperatura de la cámara de protección de los equipos de radio puede ser relativamente simple pues sólo tiene por función proteger el equipo contra los agentes atmosféricos. Como la confiabilidad del equipo es excelente, y la localización de la falla y el reemplazo de las unidades malas, puede llevarse a cabo rápido y fácilmente, debido al diseño y concepción del sistema. Es por esto necesario tener una fuente de alimentación de energía que amerite la inversión de los mismos y continuidad de funcionamiento y operación del sistema, tal como lo veremos a continuación:

#### Fuentes de energía:

En ausencia de la energía de alimentación comercial, una fuente de alimentación primaria puede ser escogida teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- capacidad requerida
- tipo de potencia requerida (AC y/o DC)
- tipo de combustible
- sitio de acceso con el combustible
- mantenimiento de la fuente primaria
- datos meteorológicos (para generadores solares y/o de viento, etc.).
- costo total del suministro.

El costo de suministro de energía difícilmente puede ser reducido a menos que el lugar esté localida cerca de un suministro de energía comercial. Usando - equipo de radio de bajo consumo de energía puede ser posible usar un suministro de energía alterno como por ejemplo energía del viento o energía solar.

Se han encontrado soluciones basadas en equipos cada vez más ligeros (tales como los turbogeneradores de vapor en ciclo cerrado, los generadores termoelétricos), hasta llegar a las que emplean otras fuentes - de energía (sistemas solares y eólicos).

Para estaciones de repetidoras de radio, incluso las de alta capacidad, es posible realizar equipos de su ministros que utilizan como fuente primaria, un con

junto de turbogeneradores de valor en ciclo cerrado (TVCC), o un sistema fotovoltaico. Además se debe incluir una batería de acumuladores de capacidad suficiente para mantener el sistema en funcionamiento. En caso de avería, hasta su reparación.

Siempre que sea posible se preferiría la conexión a la red pública de energía, de no ser así, se debe dar preferencia a un sistema de producción continua de energía utilizando generadores diesel, rectificadores y baterías de acumuladores para producir la corriente continua. Si el consumo es muy bajo se puede recurrir a pilas, y si es constante, cabe considerar la posibilidad de un generador termoeléctrico o termomecánico, o un turbo generador con ciclo cerrado junto con una batería de acumuladores, etc.

En la tabla X/11, se indican diversas alternativas de fuentes de suministro de energía para aplicaciones en telecomunicaciones rurales en lugares apartados.

Antenas y alimentadores:

De ordinario en un circuito eléctrico, las dimensio

FUENTES DE SUMINISTRO DE ENERGIA PARA APLICACIONES EN TELECOMUNICACIONES RURALES EN LUGARES APARTADOS

POTENCIA (Wattios)	E M P L A Z A M I E N T O		COSTO DE ADQUISIC.	MANTENI- MIENTO.	ESPECIALIDAD PARA EL MAN- TENIMIENTO.	FIABILIDAD
	NUBES	SOL				
Baja 10-3000 w.	GTE		Moderado	Poco	Radiotécnico	Muy Buena
	Luz solar		alto	poco	radiotécnico	Muy Buena
Media 300-3000 w	TVCC		moderado	poco	radiotécnico	Buena
	TVCC		moderado	poco	radiotécnico-	Muy buena
	Luz solar		muy alto	poco	radiotécnico	Muy buena
	Grupo Diesel	Grupo Diesel	moderado	poco	radiotécnico	Buena
Alta 3000-1200w.	Grupo Diesel	grupo diesel	bajo	mucho	especialista en grupo diesel	buena pero de depende del trabajo
	grupo diesel	grupo diesel	bajo	mucho	especialista en grupo diesel.	buena pero de depende del trabajo.
		viento	bajo	moderado	radiotécnico	bueno

mes de los inductores, capacitores, cables, conectores, etc., son pequeñas en comparación a la longitud de la onda de la señal manejada. Cuando así sucede, casi la totalidad de la energía permanece en el circuito para realizar algún trabajo útil, o ser disipada en forma de calor. Pero cuando el tamaño de los cables y componentes se vuelve apreciable comparado con la longitud de onda, algo de energía escapa del circuito en formas de ondas electromagnéticas. Cuando el circuito está intencionalmente diseñado para dejar escapar la mayor parte de energía tenemos una antena.

Usualmente una antena es un pedazo de conductor o una combinación de ellos. El conductor es un alambre o también una varilla o tubo delgado: siempre y cuando se mantenga la condición de que la sección del conductor sea pequeña comparada con su longitud.

La intensidad del campo electromagnético irradiado por una sección del conductor que lleva una corriente de radio frecuencia depende de la cantidad de corriente que fluye. Por ello, para obtener la mayor transferencia de energía en el medio, se usan antenas resonantes. Nótese que una antena es un circui-



to eléctrico con valores de resistencia, inductancia y capacitancia distribuidas, al cual se suele llamar circuito lineal.

Todas las antenas incluso las más simples concentran la energía en determinadas direcciones, propiedad que se denomina directividad (o direccionalidad). La antena como elemento pasivo, no puede entregar energía, pero es capaz de concentrarla y difundirla al espacio. El escoger una antena con las características adecuadas de directividad y ganancia es una tarea crucial - en el diseño de radio enlaces.

Las antenas para el uso de radio enlaces pueden ser divididas en dos grupos:

#### 1. Antenas Helical y las antenas de dipolo básico:

Dentro de este grupo las más usadas son las antenas YAGI UDA y la Logarítmica periódica.

La ganancia de antenas y la relación de voltaje - de onda estacionaria (VSWR) típicos para estas antenas se indican en la tabla XVIII.

Tabla XVIII

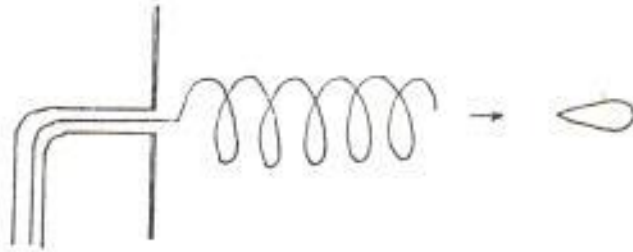
Especificaciones de las antenas helical y de dipolo basico

Tipo de antena	Frecuencia MHz	Ganancia dBi	VSWR
Helical	200	6.5	1.6
	400	12.5	
	900	17	
Yagi	200	12	1.5
	400	14	
	900	16	
	1500	17.5	
Log-Periódica	340-400	12.5	1.2
	400-470	12.5	

La ganancia expresada en dBi se debe a que se la refiere a las antenas isotrópica ya que esta radia por igual en todas las direcciones del espacio.

En la figura N° 4.98, se indica en forma gráfica, las antenas helical, yagi y log-periódicas, que es igual en forma a la antena Yagi diferenciándose en su construcción de manera que sus propiedades eléc

tricas se repitan periódicamente con el logaritmo de la longitud de onda.



Antena Helicoidal



Antena Yagi y/o Log. Periódica

Figura N° 4.98., Formas gráficas de las antenas helicoidal yagi y/o log-periódica.

## 2. Antenas basadas en un reflector:

Para transformar las ondas no directivas o debilmente directivas de una fuente (radiador primario) en agudamente directivas. Es habitual llamar a estas antenas parabólicas puesto que como curva primaria se utiliza la parábola para generar dichas antenas.

La propiedad que se aprovecha de la parábola es que todas las ondas que inciden desde el foco sobre el espejo parabólico, se refleja en un haz. Además se puede decir que las antenas con reflector parabólico transforman las ondas esféricas en planas. Con esto se consigue la máxima directividad posible, ya que la onda radiada queda limitada a la superficie de la antena reflectora.

La antena parabólica es la más comunmente utilizada en los sistemas de radio enlace. Pudiendo ser utilizadas en todas las bandas de frecuencia. La ganancia de la antena parabólica es calculada de acuerdo a la ecuación 4.33:

$$G_A = 17.82 + 20 \text{ Log } D_A + 20 \text{ Log } f \quad (4.33)$$

Donde:

- $G_A$  : ganancia de antena en dBi  
 $D_A$  : diámetro de la antena en M.  
 $f$  : frecuencia en GHz.

En la figura N° 4.99, se indican las diferentes clases de antenas basadas en un reflector, tales como las antenas parabólica, cassegrain, corneta - reflector y shell (concha), así como sus principios básicos de funcionalidad.

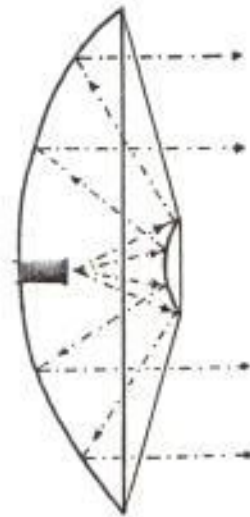
A continuación se indican los tipos de antenas que serán utilizadas en el diseño de la red de radio, enlace, según el número de canales y la banda de frecuencia: además se indica la ganancia de cada una de ellas. Ver tabla XIX.

Para conexión entre las antenas y el equipo de radio se requiere de una línea de transmisión o alimentadores tales como los cables coaxiales y guías de onda.

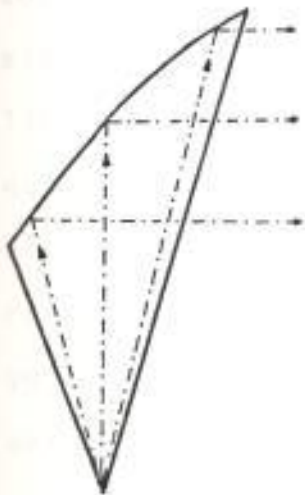
Cuando el radio enlace a efectuarse tiene como frecuencia de operación un valor mayor que 3GHz, se recomienda usar guías de onda en lugar de línea de



parabólica.



cassegrain



corneta



snell ( concha )

Fig N° 4.99

Antenas basadas en un reflector

Tabla XIX

## Tipos de antenas seleccionadas para la red de radio enlace

Nº de canales	Banda de Frec.(MHz)	Tipo	Ganancia dBi
12	335.4 - 367.5	Yagi	14
24 y 60	790 - 960	Yagi	16
120 y 300	2100 - 2300	parabólica	
960	6430 - 7110	parabólica	

transmisión, en razón de que las pérdidas en la guía de onda son para las siguientes frecuencias, considerablemente menores que los de un cable coaxial. La guía de onda consiste en un "tubo" metálico que ofrece a la onda electromagnética un camino de propagación determinado por su trayectoria, al tiempo que blindada dicha porción del espacio para que no exista influencia de campos externos en su interior y existe las fugas de energía hacia el exterior.

A diferencia de la línea de transmisión la guía de onda se comporta como un filtro pasa alto, lo cual ocurre porque para lograr su objetivo, en primer término se requiere que la onda "entre" en la

guía; para ello la longitud de onda deberá ser lo suficientemente pequeña, es decir que servirá para valores de frecuencia superiores a un límite determinado.

La limitación para el uso de los cables coaxiales es la atenuación y el VSWR, mientras que las guías de onda depende de sus dimensiones.

Los cables coaxiales tienen dimensiones desde 6.4 mm. (1/4") hasta 41 mm (1 5/8") de diámetro. El dieléctrico puede ser aire o espumoso.

En la figura N° 4.100., se indican los valores típicos de atenuación para los cables coaxiales.

Los cables con dieléctrico de aire normalmente tienen una baja atenuación y un mejor VSWR comparado con el tipo de dieléctrico espumoso. Sin embargo, deberá ser presurizado para evitar la condensación dentro del cable. Así mismo el cable con dieléctrico espumoso, no puede ser usado para capacidades de canales elevados mayores a los 300 canales FDM o 480 canales PCM debido a su alto VSWR.



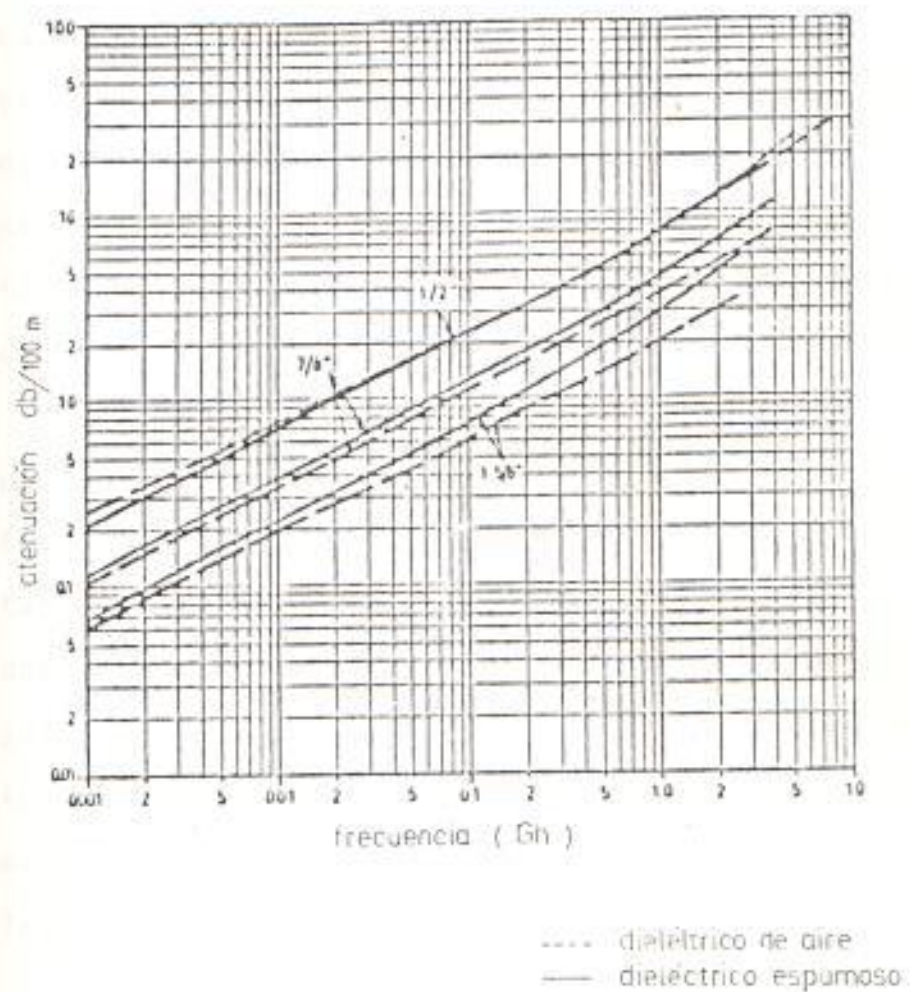


Fig N° 4.100

Atenuación de cables coaxiales

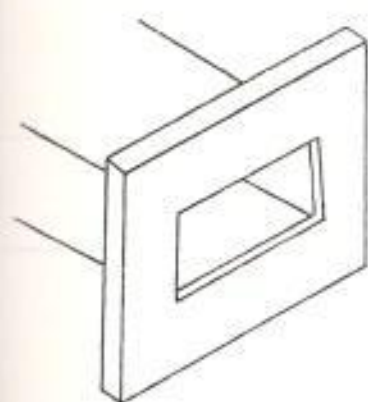
Las guías de onda más utilizadas son las: rectángulares, circulares y elípticas.

La guía de onda más comunmente usada es la elíptica flexible, aunque posee una atenuación por metro de alrededor de dos veces comparada con la guía de onda circular. La razón para su uso es la manera fácil de su instalación y la moderada planificación del esfuerzo necesario.

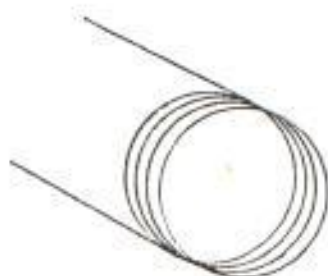
Las guías de onda rectángulares y circulares son fabricadas en secciones rectas con longitudes estandard (normalmente entre 1.5 y 3 m.), requiriéndose de varias uniones para longitudes mayores. Las guías de onda rectángulares es usada principalmente para instalaciones internas, en sistemas con ramificación, la atenuación es alta con respecto a la guía de onda elíptica.

En la figura N° 4.101, se indican los dos tipos de guía de onda, rectangular y circular.

En la figura N° 4.102., se muestran la atenuación de algunos tipos de guía de onda actualmente utili



Rectangular

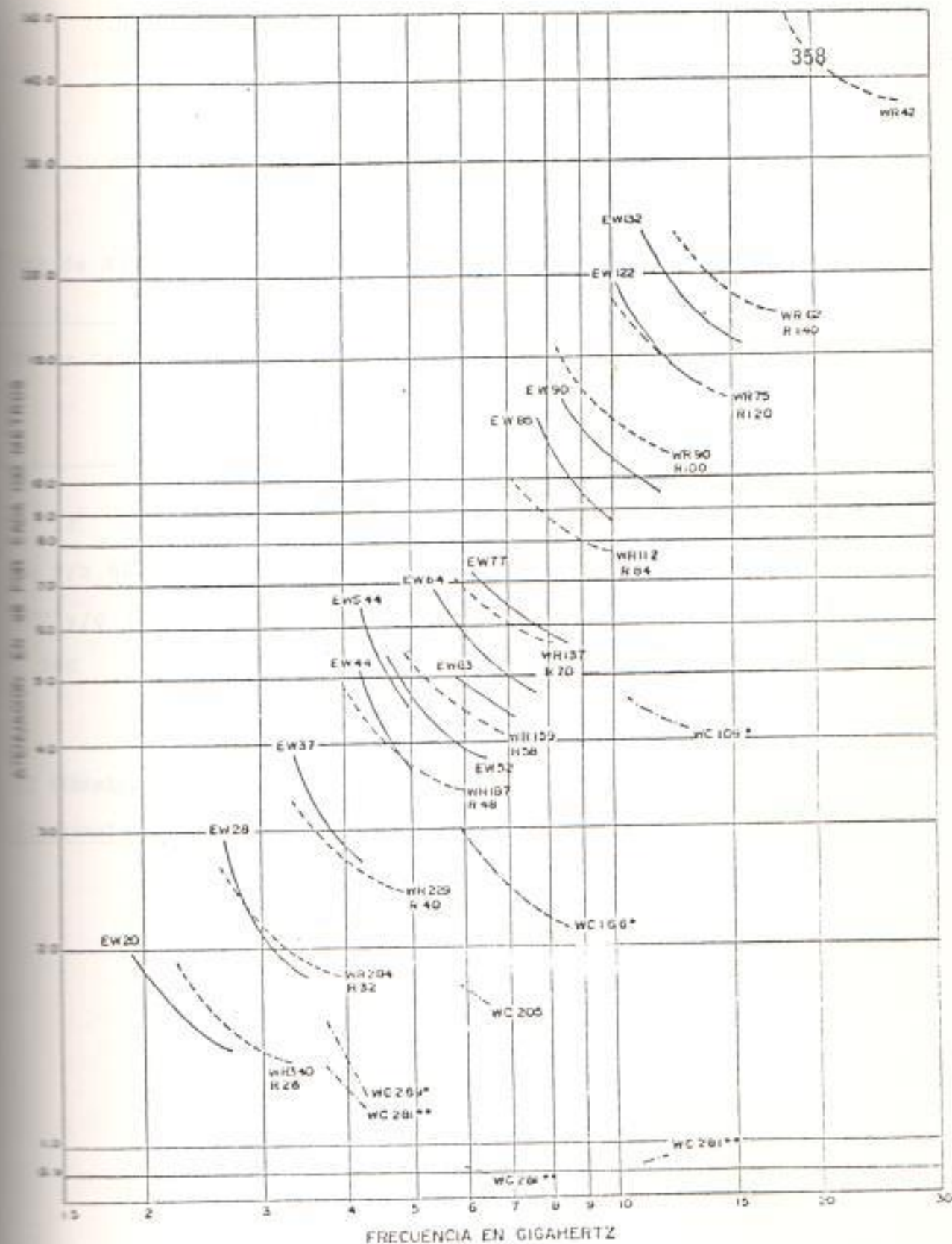


Circular

Figura N° 4.101.- Tipos de guía de onda

zadas.

A continuación se indican -os tipos de alimentadores que serán utilizadas en el diseño de la red de radio-enlace, según los parámetros anotados para las antenas. Ver la tabla XX , en la página siguiente.



CURVAS DE ATENUACION BASICAS EN:  
 VSWR 1.0  
 TEMPERATURA AMBIENTE 20°C (75°F)  
 COBRE DE ALTA CONDUCTIVIDAD

LAS CURVAS MOSTRADAS SE  
 GARANTIZAN DENTRO DE ± 0%

- \* SINTE 0.3 DB PARA LAS TRANSICIONES INFERIOR Y SUPERIOR
- \*\* NO INCLUYE PERDIDAS DE TRANSICIONES O EN LA RED

Fig N° 4.102 Atenuación de guías de onda

Tabla XX

Tabla de alimentadores seleccionados para la red de radio-enlace

# de canales	Banda de frecuencia MHz	Tipo	Serie y/o dielec.	Atenuación dB/100 m.
12	335.4 - 367.4	C.Coaxial	Espum.	4.5
24 y/o 60	790 - 960	C.Coaxial	Espum.	4.2
120 y/o 300	2100 - 2300	G.O elip.	EW20	1.6
360	6430 - 7110	G.O rect.	WR137	6.1

El diámetro de C.C. para 12 canales es 1/2".

El diámetro de C.C. para 24 y/o 60 canales es 7/8".

## 1.5. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS ENLACES DE RADIO PRIMARIOS

Una vez definida la ruta de conmutación a utilizarse es necesario analizar, calcular y verificar la posibilidad de que exista un enlace de radio confiable.

El análisis, se basará en el fundamento teórico dado al inicio de este capítulo, así como la utilización de las especificaciones y fundamentos teóricos de los equipos de radio, las bandas de frecuencia, antenas, alimentadores, etc.

Actualmente en las repetidoras que cubren la provincia de Loja; se encuentra instaladas torres con alturas que satisfacen nuestras necesidades, es decir:

- Guachaurco: 20 m.
- Pucará: 20 m.
- Puglla: 20 m.
- Replen: 25 m.
- Huachichambo: 30 m.
- Colambo: por ser una repetidora creada para este diseño y cumpliendo con las especificaciones y fundamentos teóricos, se recomienda la construcción de una to

re autosoportada y arriostrada de 30 m.

De los esquemas de radio de nuestro diseño (figuras N<sup>o</sup> 4.16., 4.17., 4.18., 4.19., 4.20., y 4.21.) podemos determinar:

a. Los enlaces con una capacidad de 120 canales:

- Replen - Guachaurco
- Pucará - Guachaurco
- Puglla - Guachichambo
- Replen - Machala

Para todos los enlaces mencionados existe una completa información topográfica y gracias a ello se pudo determinar las condiciones y análisis necesarios para establecer estos enlaces, tal como se lo hizo en la sección 4.4.

Respecto al enlace Replen - Machala, fue necesario - realizarlo debido a que la topografía que presenta - la provincia, nos impedía hacer un radio enlace con las repetidoras aledañas, razón por la cual en nuestro diseño tres poblaciones lojanas conmutarán en Machala.

En las figuras N° 4.103., 4.104., 4.105 y 4.106., se grafican los acimut calculados en la sección - 4.4., para los trayectos de radio primarios.

- b. Los enlaces con una capacidad de 300 canales Guachaurco - Huachichambo y Colambo - Huachichambo, cada uno equipado con dos radios de la capacidad mencionada, se debe al hecho de que con estos - equipos se suplía el número de canales requeridos pero debido al costo que involucran los mismos - (transmisores, receptores, antenas, etc.), en una cantidad considerablemente mayor a si se equipara tan sólo con un radio de mayor capacidad.

Es por esto que los cálculos realizados en la sección 4.3., se los hace tomando un radio de 960 canales. Lo que significa que nos quedará una gran reserva de canales y con la consecuente economía de transmisores, receptores, antenas, etc.

El trayecto Colambo- Huachichambo, es de gran capacidad debido a que a la repetidora Colambo accesan algunas poblaciones del Oriente a través de la repetidora Toledo que está en proyecto.

En las figuras N° 4.107., y 4.108., se grafican -



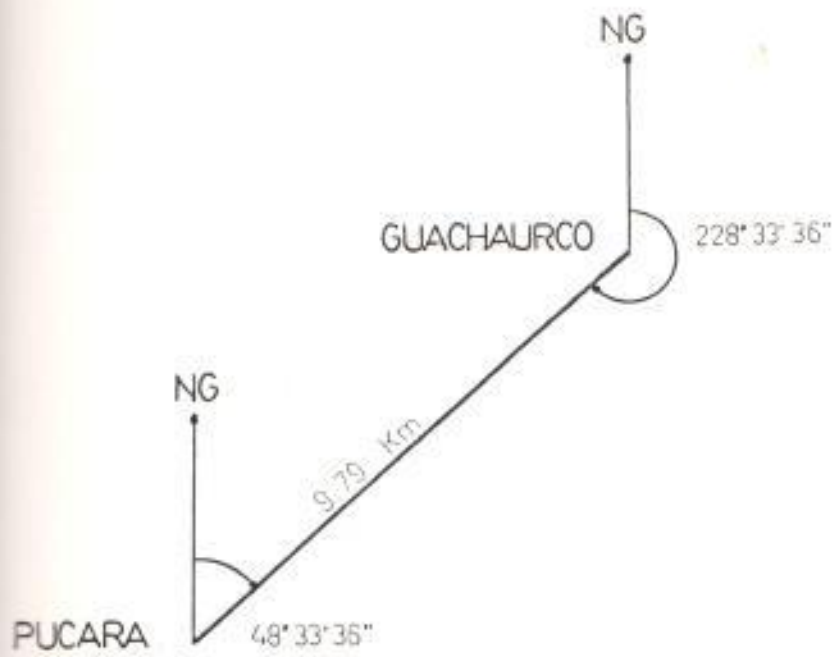


Fig N° 4.103

Acimut del enlace Pucara - Guachaurco

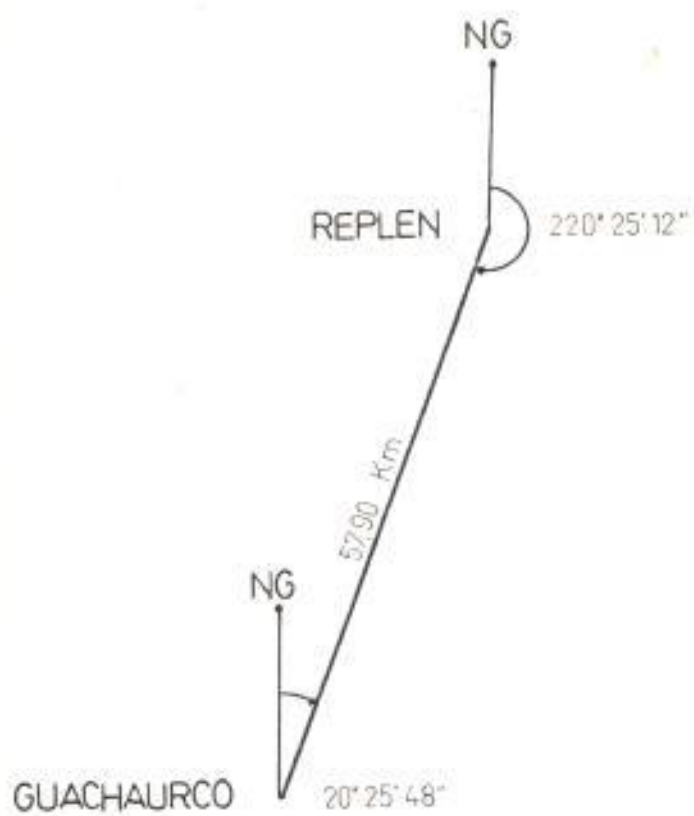


Fig N° 4.104

Acimut del enlace Replen - Guachaurco

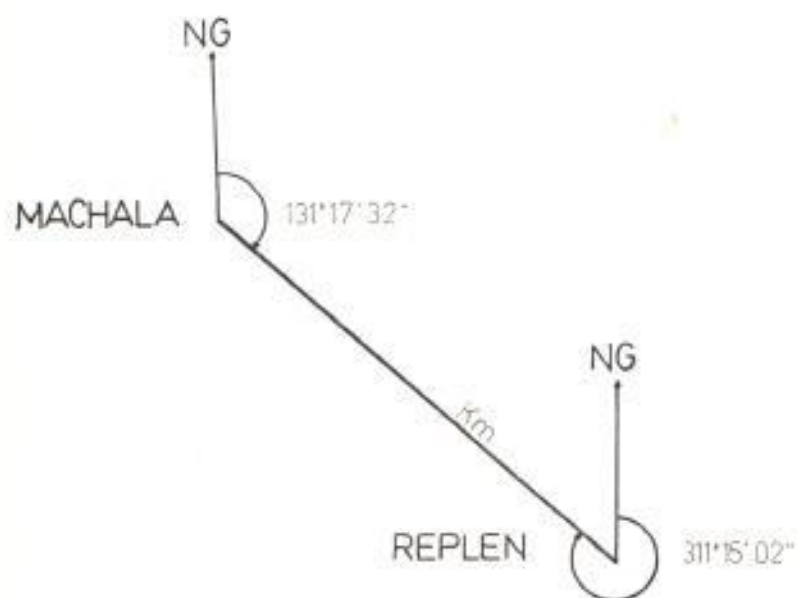


Fig N° 4.105

Acimut del enlace Replen - Machala

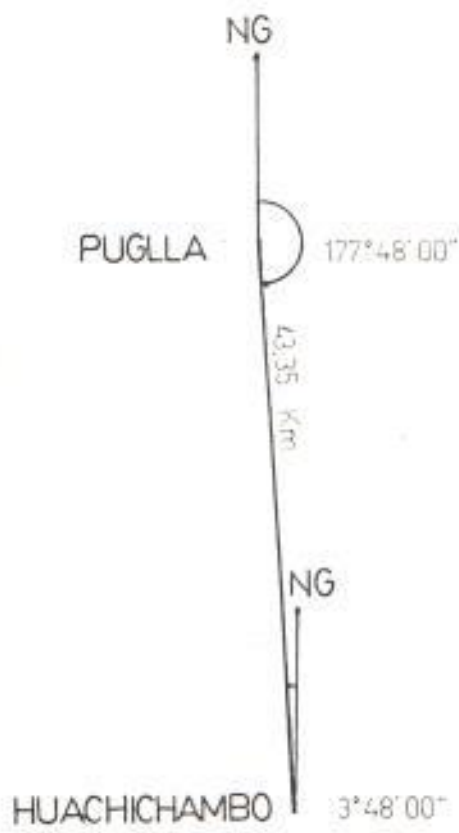


Fig N° 4.106

Acimut del enlace Puglla - Huachichambo

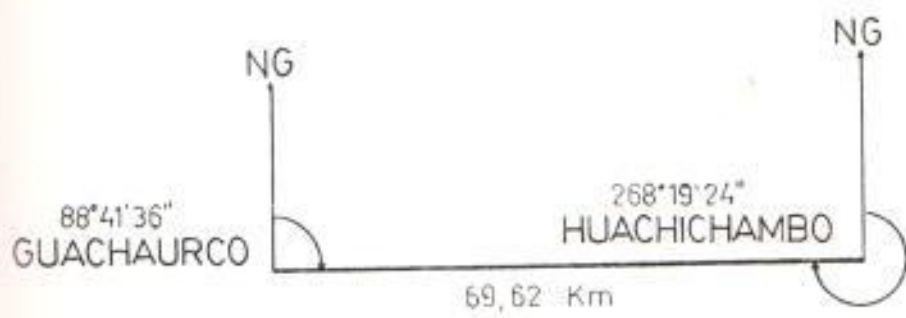


Fig N° 4.107

Acimut de enlace Guachaurco - Huachichambo

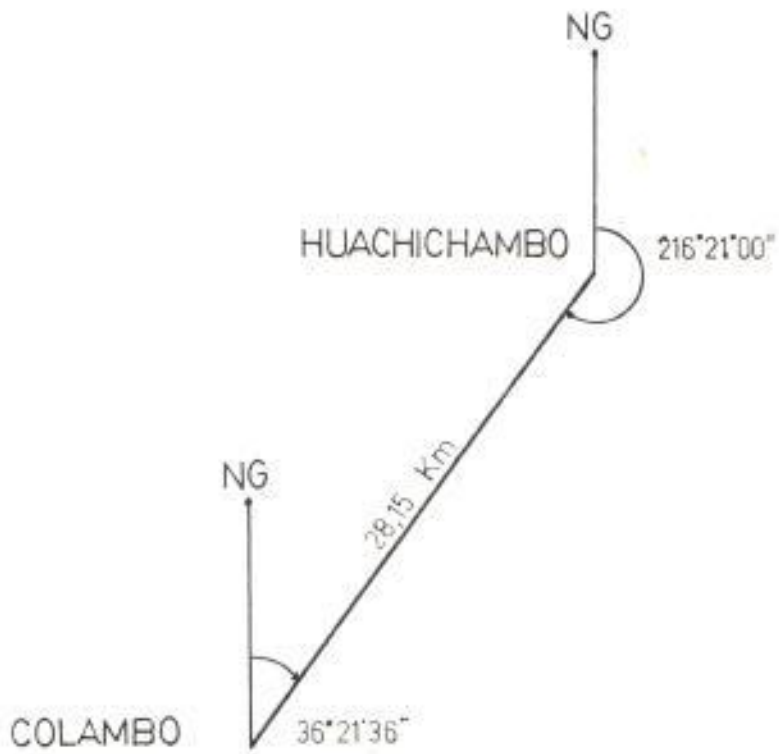


Fig N° 4.108

Acimut de enlace Colambo - Huachichambo

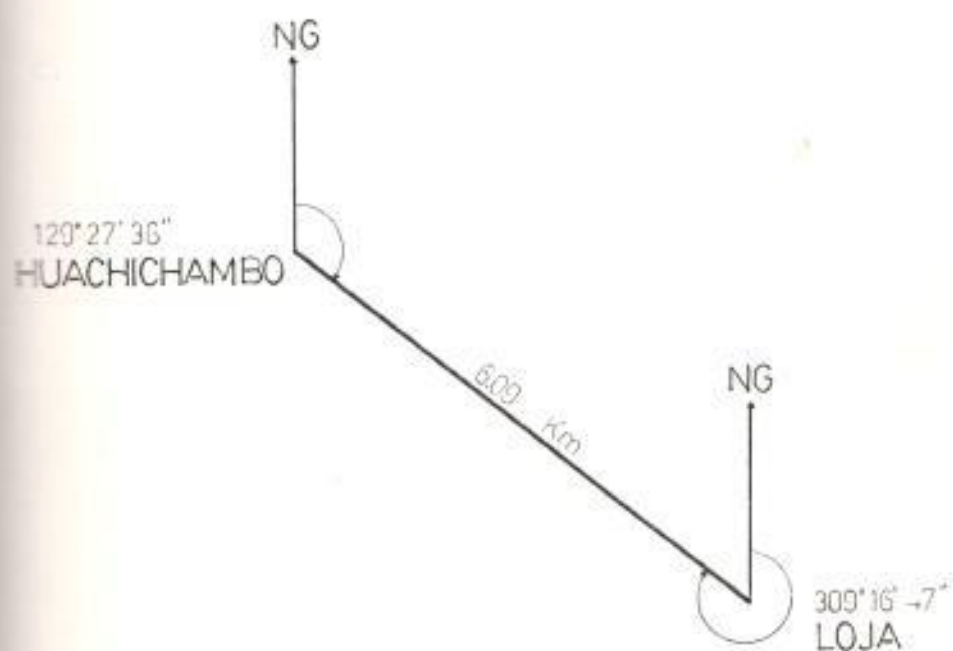


Fig N° 4.109

Acimut de enlace Huachichambo - Loja

los acimut calculados en la sección 4.4., para los trayectos de radio primarios.

- c. El enlace con una capacidad de 960 canales, el trayecto Huachichambo - Loja, goza de una información topográfica completa y gracias a ello se pudo realizar los estudios correspondientes en la sección 4.4.

En la figura N° 4.109, se grafica el acimut calculado en la sección 4.4., para trayecto de radio - primario Huachichambo - Loja.



## 4.5. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS ENLACES DE RADIO SECUNDARIOS

Se denomina enlace de radio secundario a aquel trayecto que enlaza una estación repetidora y una población, mediante radio.

Los enlaces de radio secundarios que describimos a continuación serán descritos y analizados por estación repetidora, así:

### 1. Repetidora Guachaurco:

Posee 7 radios de 12 canales para: La Tingue, Lauro Guerrero, Orianga, El Ciano, Vicentino, El Limo y Nueva Fátima; un radio de 24 canales para Sozoranga y 4 radios de 60 canales para: Catacocha, Cariamanga, Alamor y Zapotillo. Recoge además 60 canales generados por el tráfico que accesa de la repetidora Gualanga enrutados desde Macará (Ver figura N<sup>o</sup> 4.16).

Según los cálculos realizados en la sección 4.3., se constata que los trayectos en mención no presentan dificultades de propagación, es decir no existe onda refleja, pérdidas por obstrucciones, etc. Causa

para ello es que la primera zona de Fresnel está totalmente libre de obstáculos a lo largo del trayecto, lo cual significa que la claridad presentada por los mismos es la propicia para realizar un radioenlace confiable.

## 2. Repetidora Pucará:

Posee dos radios de 12 canales para : Sabanilla y Paletilla: así como también un radio de 24 canales para Pozul. (Ver figura N° 4.17a).

La claridad presentada por estos trayectos son aptas para realizar el enlace de radio salvo el trayecto Paletillas - Pucará que existe pérdidas por refracción de la onda ya que el punto donde se producirá esta refracción es muy cercano a la población Paletillas.

## 3. Repetidora Puglla:

Accesan a esta repetidora 3 radios de 12 canales: Llushapa, San Antonio de Cumbe, San Pablo de Tenta; un radio de 24 canales de Selva Alegre, así como - también un radio de 60 canales perteneciente a Sara

guro. Poblaciones norteñas de la provincia de Loja. (Ver figura N° 4.18.).

Al igual que los trayectos que accesan las repetidoras anterior, no presentan dificultades para realizar los enlaces de radio.

#### 4. Repetidora Replen:

Esta repetidora a más de permitir el enrutamiento de las telecomunicaciones del resto del país; posee 3 radios de 12 canales: Buenavista, El Rosario, Guayquichuma, así también posee un radio de 24 canales para dar servicio a Chaguarpamba y mediante un cable multiplexar a la población de Olmedo. (Ver figura N° 4.19.).

En ninguno de estos trayectos existe dificultades de propagación, es decir al igual que los anteriores trayectos que accesan a las otras repetidoras, las condiciones para este tipo de enlace son propicias.

#### 5. Repetidora Colambo:

Esta repetidora se caracteriza por el elevado número

ro de canales que se llegan. Así tenemos: (Ver figura N° 4.21b): 10 radios de 12 canales para: Bellavista, Santa Teresita, Changaimina, San Antonio de las Aradas, El Cisne, El Lucero, Utuana, Taquil, Jimbura, y Cangonama.

4 radios de 24 canales para: Amaluza, Gonzanama, Malacatos y Vilcabamba.

2 radios de 60 canales para: Catamayo y Célica.

Cabe mencionar que todos estos enlaces de radio secundarios han sido estudiados y comprobados mediante pruebas de propagación realizadas por el IETEL y todo indica que los análisis y cálculos realizados en esta tesis están en completa concordancia. Razón para que se de aquello es que los trayectos no presentan obstáculos durante su recorrido.

#### 6. Repetidora Huachichambo:

A pesar de recibir el tráfico enrutado de las otras estaciones repetidoras para luego encaminarlo hacia el centro primario Loja; servirá para dar servicio a dos poblaciones que accederán a la misma mediante

un radio de 12 canales cada una, estas son Nambacola y Purunuma: al igual que las poblaciones: El - Tambo y San Pedro de la Bendita que accesan con un radio de 24 canales cada una. Se incluye también dentro de esta clasificación el acceso de Chuquiribamba que lo hará a través del enlace Loma San - Francisco - Huachichambo con un radio de 12 canales (Ver figura N° 4.20).

De idéntica manera que los enlaces que a las otras repetidoras llegan, estos tampoco presentan condiciones desfavorables de propagación.

Debido a que todos los enlaces secundarios, mediante radio no presentan obstrucciones considerables a lo largo de su trayecto; la altura de las antenas en las poblaciones oscila entre 4 y 6 metros, instaladas sobre los edificios en donde funcionarán las oficinas del IETEL.

Tal como se pudo constatar en los esquemas de radio de las diferentes estaciones repetidoras, que el 85 % del total de las poblaciones de la provincia de - Loja, están integradas a la red rural mediante este tipo de enlace. En conclusión todo indica que las

condiciones para hacer efectivo este trabajo no presenta dificultades, salvo las de orden administrativo.

#### 4.7. DESCRIPCION Y ANALISIS DE LOS ENLACES FISICOS

Los sistemas de portadora en líneas aéreas de hilo desnudo han perdido en cierta medida su importancia, después de la introducción de los sistemas por cable y los sistemas radioeléctricos; sin embargo cobra cierto interés cuando se trata de suministrar el servicio telefónico a zonas en las cuales no es posible establecer un sistema de radio enlace por microondas por las razones expuestas en el literal 4.2. de esta tesis, o en el caso de instalaciones provisionales cuando la planificación definitiva está en estudio.

En si el objetivo que persigue este trabajo es que los abonados se puedan comunicar "vía cable" entre sí con suficiente claridad y facilidad; es decir que la comprensión del habla deberá ser aceptable, dependiendo por supuesto del rendimiento de transmisión del circuito entre dos abonados. Ver figura N° 4.110.

En la figura antes mencionada se pueden apreciar tres partes, los cuales deberán ser considerados como un conjunto total, tales como: la fuente de alimentación, la línea de abonado y el aparato telefónico. La línea de abonado la cual está constituida -

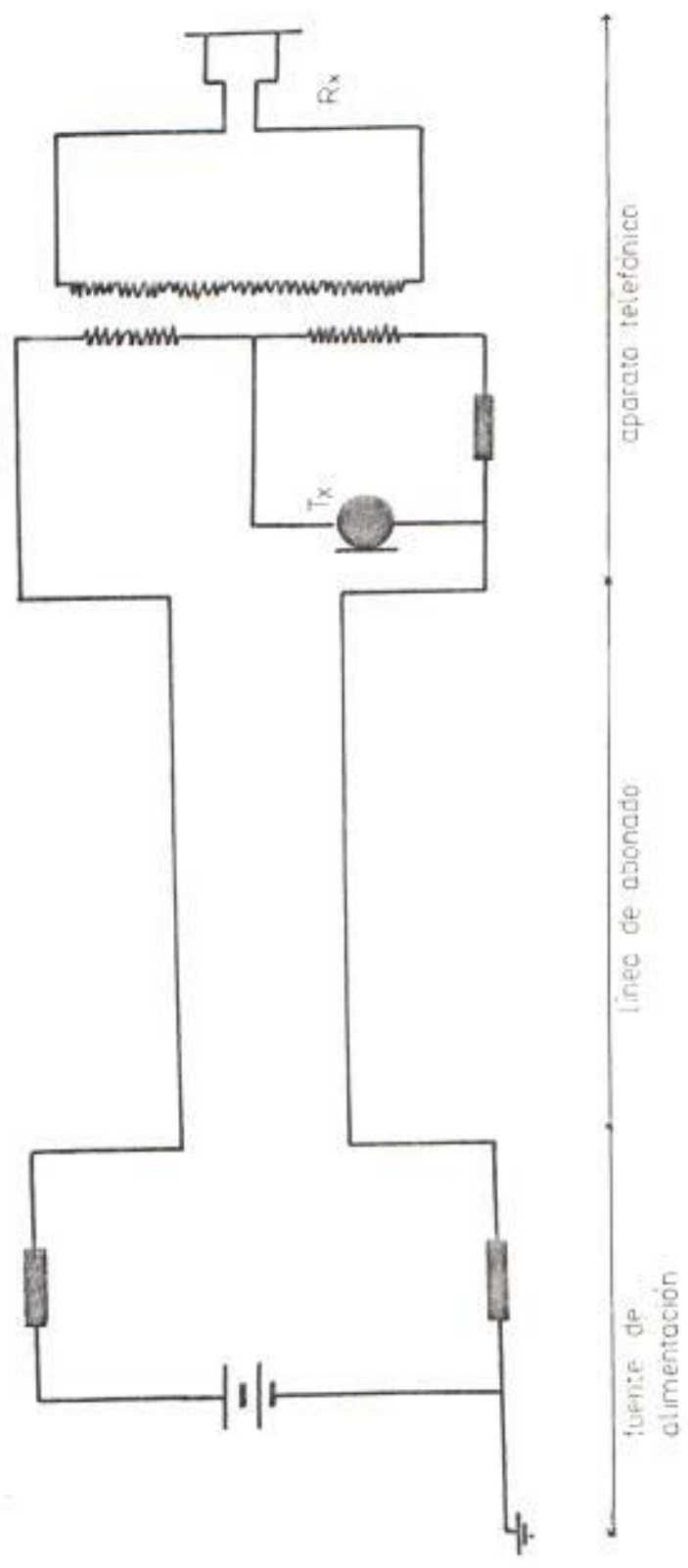


Fig N° 4.110  
Sistema local de abonado



por hilos paralelos, suspendidas a cierta altura del suelo, sujetos a aisladores montados en crucetas, deberá cumplir con requerimientos impuestos por la transmisión del habla y conmutación. Los mismos que pueden ser probablemente satisfechos con hilos delgados. No obstante para asegurar la robustez mecánica de la red, deberán recomendarse ciertos diámetros de conductor, previo al análisis de factores como transmisión, señalización y propiedades mecánicas.

a. Rendimiento de transmisión:

Se lo evalúa desde dos puntos: el cuantitativo y el cualitativo.

Si la calidad es aceptable, la cantidad, o sea lo alta que resulta la voz, puede decirse que representa el rendimiento de transmisión de una manera bastante razonable.

Hay muchos factores que deterioran la calidad del habla, tales como la diafonía, ruido, eco, distorsión, choque acústico, respuesta de frecuencia, etc., Pero si estos factores deteriorantes son controlados, la calidad del habla puede considerarse

se satisfactoria y el rendimiento de transmisión puede estar representado por lo alta que resulta la voz.

Al hablar de volumen de habla, estamos hablando de las ondas de presión de aire causadas por la voz, las mismas que se convierten en impulsos eléctricos en el micrófono del aparato telefónico. Estos impulsos son transmitidos por el circuito telefónico al auricular del aparato en el otro extremo del circuito, donde los impulsos eléctricos vuelven a ser convertidos en ondas de presión de aire. El circuito telefónico puede constar de hilos y cables, circuitos de radio, canales multiplex, equipo conmutador, amplificadores, etc., es decir representan una cierta resistencia a la propagación de impulsos.

El equivalente de referencia global de una medida de la calidad de un sistema de transmisión telefónica en el cual se compara su calidad de funcionamiento con un sistema de referencia denominado Nosfer es expresado en dB y es negativo o positivo según que el sistema sea mejor o peor que el Nosfer.

La atenuación de una línea telefónica depende de la resistencia, las pérdidas disipadas, la inductancia y capacitancia de las líneas. Puede deducirse que el coeficiente de atenuación (Y) puede ser expresado por :

$$Y = \frac{g \cdot \omega^2 L c}{2} + \frac{1}{2} (r^2 + \omega^2 L^2) (g^2 + \omega^2 c^2) \quad (4.34)$$

Donde:

- Y : coeficiente de atenuación en nepers/Km.  
(1dB = 2.303 nepers).
- r : resistencia en ohmios/bucle-Km.
- g : pérdidas disipadas en MHO/Km.
- L : autoinductancia en henrios/Km.
- c : capacitancia en faradios/Km.
- w :  $2 \cdot 3.14 \cdot f$  (f = frecuencia en Hz).

La siguiente expresión puede servir para cálculos a groso modo de la atenuación de hilo desnudo:

$$Y = \frac{r}{2} \left( \frac{C}{L} \right)^{0.5} \quad (4.35)$$

La resistencia  $r$  en los hilos de cobre y bronce es practicamente independiente de la frecuencia, pero en los hilos de hierro ésta aumenta con la frecuencia, pudiendo ser determinada mediante la ecuación siguiente:

$$Y = \left( \frac{WC}{2} \right)^{0.5} \quad (4.36)$$

O sea que los tonos altos están atenuados que los tonos bajos y por consiguiente la comprensibilidad del habla será inferior.

Esta clase de atenuación tiene gran importancia y debetá ser evitada para cables largos mediante un equipo auxiliar, el cual consiste en insertar bobinas de inducción a lo largo de las líneas, a intervalos cortos apropiados denominados pasos de pupinización, para obtener una determinada banda de frecuencia, que la inductancia de la línea pueda considerarse como una inductancia distribuída homogénea.

Las líneas cargadas (pupinizadas), funcionan como filtros pasa bajo con una frecuencia de corte en

la gama de frecuencias vocales del orden de 4.5 o 6 KHz., según el valor de carga y el paso (distancia) de pupinización.

Cuando se instalan varios pares de conductores en los postes de una línea aérea de hilo desnudo, deben tomarse precauciones especiales para reducir al mínimo la diafonía debido a acoplamientos inductivos y capacitivos que existen entre dichos conductores; la diafonía aumenta con la frecuencia.

La diafonía en las líneas aéreas de hilo desnudo se puede minimizar reduciendo el acoplamiento entre los hilos y efectuando transposiciones regulares de la línea a cortos intervalos, de modo que se anulen los acoplamientos de dos secciones de línea consecutiva.

La transposición de los alambres se efectúa intercambiando las posiciones relativas de los alambres a intervalos cortos de longitud. Produciéndose un cambio de fase de la inducción en  $180^\circ$  en el punto de transposición y produce que la inducción en alguno de los intervalos esté en oposición de fase a aquel en las otras.

b. Requerimientos de señalización:

Entendiéndose por requerimientos de señalización a las señales eléctricas de los cables desnudos tales como:

- impulsos de marcación
- impulsos de computo
- corriente de llamada
- tonos de marcar
- tonos de ocupado, etc.

Estas señales pueden ser de corriente continua o de corriente alterna.

Al diseñarse rutas largas es preciso asegurarse - que las señales no se degraden. Sin embargo, con la disminución del calibre del cable, aumenta la resistencia del bucle de unos 800 a 3,000 ohmios. En tales condiciones puede producirse una degradación inadmisibile de la calidad en la transmisión cuando la resistencia de bucle sobrepasa los 1500 ohmios, razón por la cual hay que vigilar en especial la atenuación de las señales, considerándose

generalmente que para poder proporcionar un servicio aceptable, la atenuación de inserción del bucle, debe estar comprendida entre 0 y 10 dB ( con una media de 6 dB a 1 KHz).

En la actualidad es posible mejorar la calidad de transmisión en los bucles largos, combinando los bucles cargados (pupinizados), la señalización C. C., y las prolongaciones de supervisión con características de ganancia de transmisión de repetidores con impedancias negativas. Sin embargo, se debe tener presente los demás parámetros de transmisión no han de rebasar los límites previstos sobre todo los relativos a la diafonía, el ruido, la distorsión, el tiempo de propagación y la pérdida de retorno.

Para lograr una calidad satisfactoria en las líneas de abonado largos, suele utilizarse los siguientes medios.

- batería de línea de refuerzo.
- utilización simultánea de amplificadores de frecuencia vocal a dos hilos (convertidores de impedancia negativa) con la batería de línea de refuerzo.

- suministro de la corriente de llamada a una tensión suficientemente alta y con buena protección del personal. Por ejemplo utilización del retorno por tierra para la corriente de llamada, a fin de reducir la resistencia del circuito por el que circula esta corriente.

Veamos además otros factores que influyen en la señalización de las señales:

- a. En frecuencias vocales se requiere baja atenuación en el orden de 0.5 dB/Km., ó menos, si se usa señalización DC implica una baja resistencia DC.
- b. En frecuencias portadoras la característica es la atenuación de la frecuencia más alta a transmitirse y bajo las peores condiciones de tiempo.

La máxima atenuación permitida en esta frecuencia dependerá de los requerimientos para la relación señal/ruído.

- c. Propiedades mecánicas: mediante el uso de acero en el conductor se logra tener un alambre -



con una alta resistencia mecánica y por ende la separación entre los postes que irá colocado el alambre podrá ser mayor, disminuyendo así los costos. Debe señalarse también que si bien las características de transmisión del acero son malas. Es un material que difícilmente será robado.

La alta confiabilidad resultante del uso de cables alumoweld y copperweld son a menudo sometidos a severos esfuerzos mecánicos, precipitaciones lluviosas, cambios severos de temperaturas, etc. El alto esfuerzo, las pequeñas deformaciones del alambre entre los postes debido a su propio peso, el coeficiente de expansión, se deben combinar para dar un buen servicio, mantenimiento y utilización de este tipo de conductores aún cuando el espaciamiento entre los conductores es reducido a 15 ó 20 cm.

Cabe indicar luego de una manera general los tipos de alambre a usarse en líneas aéreas para los sistemas o redes de telecomunicaciones rurales.

- alambre de cobre endurecido.

- alambre bimetálico.

Alambre de cobre endurecido:

Se usa en líneas troncales de frecuencia vocal y/o portadora; cuando su diámetro es de 2.5 a 4 mm.; los alambres con diámetro menor a 2.8 mm. se consideran poco fuertes para usos troncales debido a su susceptibilidad a la ruptura; mientras que los alambres con diámetro de 2.8; 2.9; 3.0 mm. (57 Kg/Km. de peso), tienen usos múltiples (frecuencia vocal, programación y portadora). Estos alambres tienen baja atenuación de frecuencia vocal y portadora, baja resistencia DC y resistencia mecánica adecuada para las líneas usadas con los esquemas normalizados de transposición; esto es luces de 40 a 80 m.

Alambre bimetálico:

Como su nombre lo indica están compuestos de dos metales:

- Copperweld (cobre con alma de acero).
- Alumoweld (aluminio con alma de acero).

Indicamos a continuación las ventajas, que presentan este tipo de alambre bimetálico sobre los alambres de cobre endurecido:

- a. Para iguales diámetros la resistencia del alambre es superior.
- b. La mayor resistencia del núcleo no influye sobre las características de transmisión de la frecuencia portadora.
- c. No pierde su resistencia a altas temperaturas (incendios).

Así mismo, indicamos a continuación las desventajas que presentan los alambres bimetálicos sobre los alambres de cobre endurecido:

- a. Para iguales diámetros la resistencia DC, las pérdidas en frecuencia vocal, características de pérdidas de atenuación son mayores.
- b. Poseen mayor tendencia a la variación de la resistencia a lo largo de la longitud del alambre.

c. Manipulación debe realizarse con mayor cuidado.

Expuestas ya diversas características sobre los tipos de conductores, conviene indicar entonces algunos materiales que se utilizan como aislamiento de los mismos.

Aislamiento de los conductores:

Los conductores de cable son generalmente de cobre recocido. Como conductores de cable de acometida puede utilizarse hilos de acero revestido de bronce o cobre.

El diámetro de los conductores fluctúa mucho y depende de la situación de la red.

Puede utilizarse dos tipos de aislamiento:

- a. aislamiento de plástico
- b. aislamiento de papel.

La protección en los cables aéreos suelen utilizar se conductores con aislamiento de plástico generalmente sólido. Según los diferentes diseños -

de cable, alrededor del núcleo se aplica una pantalla de aluminio o cobre y si es necesario - una o más cubiertas de PE (polietileno sólido).

La cubierta exterior de polietileno podría también utilizarse PVC, más resistente a la intemperie. Puede considerarse la posibilidad de proporcionar una protección adicional contra daños mecánicos o eléctricos o contra los ataques de insectos o roedores mediante una armadura o protección metálica especial. Los cables autosoportados expuestos a fuertes vientos puede presentar dificultades, pues las vibraciones pueden dañarlos.

#### SELECCION DEL TIPO DE CONDUCTOR

##### - Líneas abiertas:

La resistencia y la atenuación son los factores pesantes asociados con la selección del conductor.

En la práctica común se pretende estandarizar el uso de frecuencia de (0 - 160 KHz), para -

equipos de onda portadora de diferente número de canales. Ver tabla XXI .

Tabla XXI

FRECUENCIA PARA EL USO DE CANALES EN PORTADORA

<u>FRECUENCIA (KHz)</u>	<u>U S O</u>
2	voz
10	portadora de un canal
40	portadora de 3 canales
80	portadora de 8 canales
160	portadora de 12 canales.

Así mismo indicamos a continuación como estos factores eléctricos (resistencia y atenuación) influyen en la selección del conductor para las frecuencias, antes mencionadas.

RESISTENCIA DEL CONDUCTOR

La tabla XXII , muestra la resistencia de las líneas físicas del tipo alumoweld, copperweld y co

bre. En donde se puede apreciar que a frecuencias altas, el alambre copperweld tiene resistencia más baja que el alambre de cobre del mismo tamaño, esto se debe al efecto de piel en los conductores bimetálicos.

Tabla XXII

Resistencia para líneas físicas (ohmios/bucle-Km)					
Diámetro del conductor (mm)	Frecuencia en KHz				
	2	10	40	80	150
A l u m o w e l d					
3.25	21.8	25.0	26.9	28.0	30.7
2.59	31.1	35.3	37.7	39.6	43.5
2.31	36.7	41.9	45.5	47.8	52.4
2.03	48.7	58.8	59.3	61.7	66.4
C o p p e r w e l d (40% conductividad)					
3.25	10.4	11.0	12.1	14.9	20.2
2.64	15.6	16.5	17.5	19.4	24.6
2.03	26.1	27.5	28.6	20.0	34.1
C o b r e					
3.25	4.44	6.28	11.6	15.8	21.4
2.64	6.65	8.14	14.6	19.9	30.4

## Atenuación de un conductor:

La tabla muestra la atenuación para líneas físicas del tipo alumoweld, copperweld y cobre en el rango de frecuencia de 0 - 160 KHz con espaciamiento de 20 cm., en la cual se aprecia una vez más que solamente a frecuencias bajas (voz) los conductores de cobre tienen atenuación más baja que los alambres copperweld del mismo diámetro.

Tabla XXIII

Atenuación de líneas físicas (dB/bucle -Km)

(separación 20 cm).

Diámetro del conductor (mm)	Frecuencia en KHz				
	2	10	40	80	150
A l u m o w e l d					
3.25	0.153	0.190	0.213	0.237	0.275
2.59	0.188	0.248	0.282	0.312	0.359
2.31	0.212	0.293	0.329	0.355	0.398
2.03	0.264	0.362	0.412	0.438	0.483
C o p p e r w e l d (40% conductividad)					
3.25	0.076	0.086	0.106	0.136	0.192
2.64	0.104	0.122	0.141	0.166	0.219
2.03	0.152	0.193	0.212	0.232	0.277

continúa.....



viene.....

C o b r e					
3.25	0.036	0.055	0.108	0.155	0.219
2.64	0.050	0.066	0.126	0.180	0.252

Al usar la atenuación como una guía en la selección del conductor debe recordarse que en una línea real la atenuación final es la resultante de muchos factores. El clima seco o húmedo, patrones de transposición y número de aisladores, influyen en los valores de atenuación de la línea.

Es también necesario considerar el calibre del alambre a ser utilizado para obtener características de transmisión necesarias consistentes con el mínimo uso de cobre.

La resistencia mecánica del alambre copperweld es tal que la elección del calibre usualmente será determinado en base a consideraciones de transmisión. En realidad la resistencia de transmisión es tal que permite saltos de hasta 100 metros aún para los tamaños más pequeños que satisfacen los requerimientos de transmisión.

Desde el punto de vista del patrón de transposición de portadora que se requiere en conexión con los sistemas de corriente portadora de los tipos más modernos, 100 metros es el intervalo de transposición permisible máximo y por lo tanto determinaría la longitud de salto máximo que debe ser utilizado.

Tradicionalmente, el alambre copperweld 40 % de conductividad y 3.251 mm., ha sido elegido como el conductor estandard para las líneas de larga distancia en muchos sistemas de comunicación.

En la tabla XXIV , se indican las poblaciones escogidas para línea abierta y onda portadora y a continuación los gráficos de enlaces físicos - (Ver figuras 4.111 a 4.124.).

b. Cable multipar:

En las rutas proyectadas con cable multipar, se construirá con cables aéreos autosoportados colocados en posteria de madera.

Los cables aéreos autosoportados poseen las si

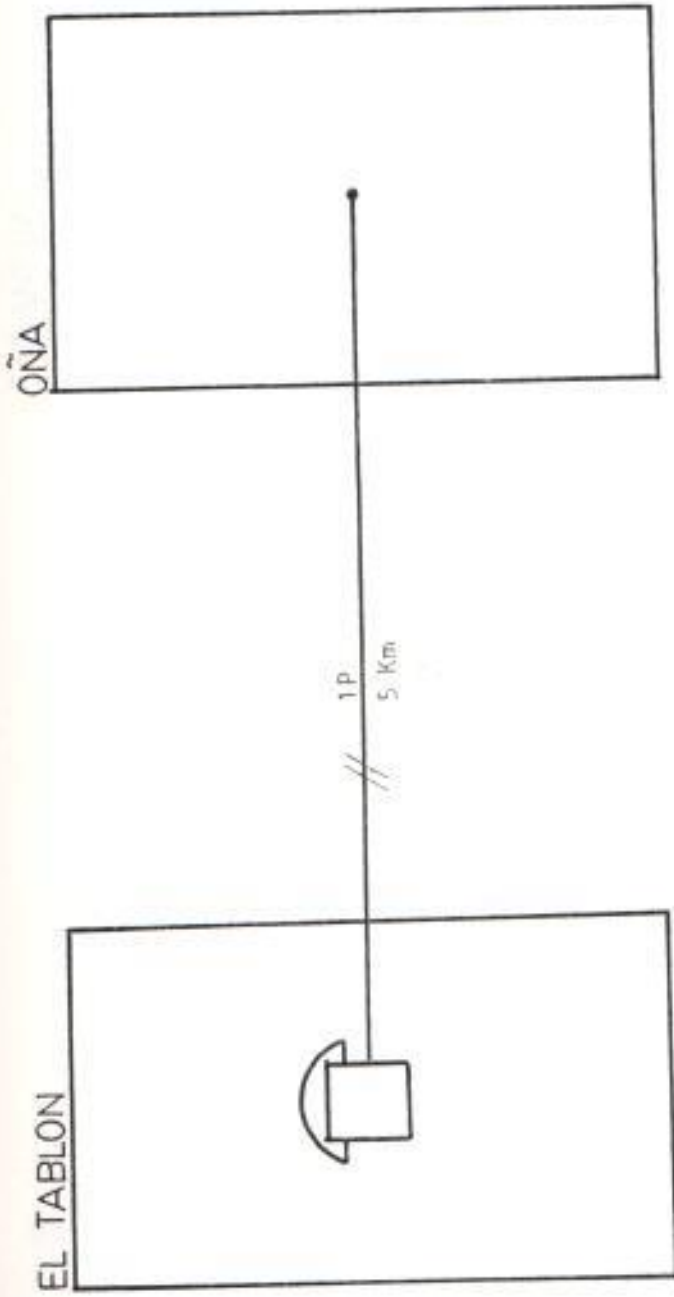


Fig N° 4.111)  
Sistema de línea física El Tablón - Oña

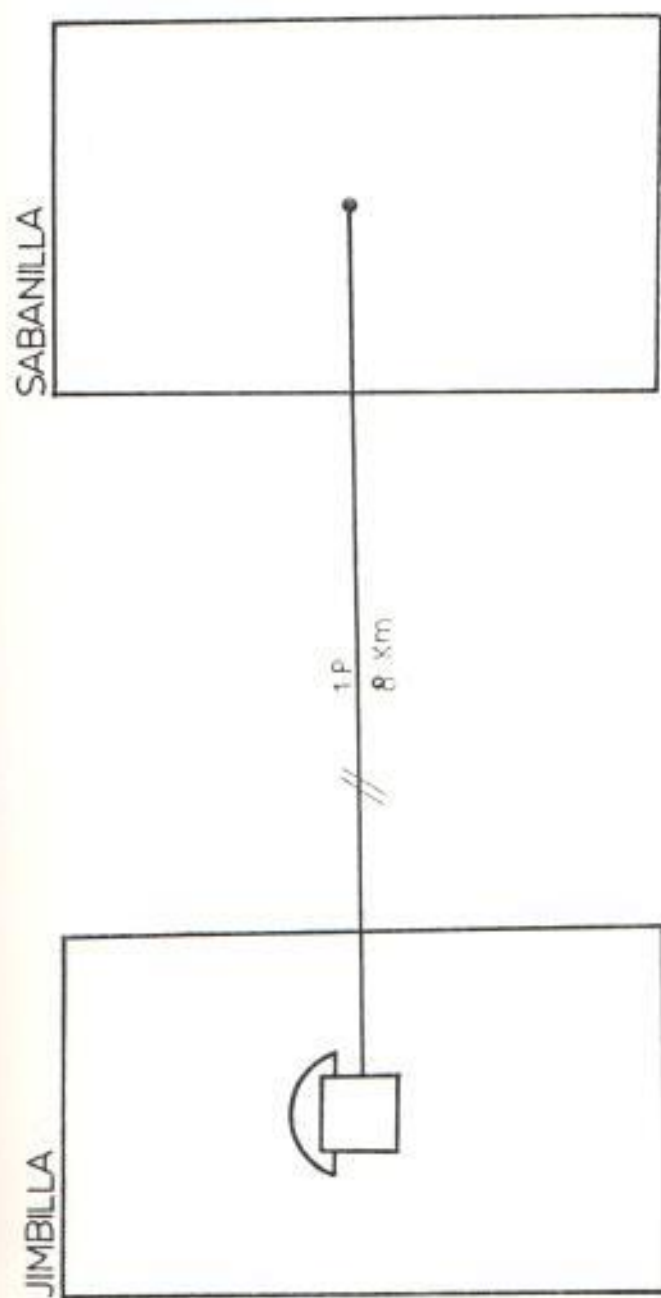


Fig N° 4.112  
Sistema de línea física Jimbilla - Sabanilla

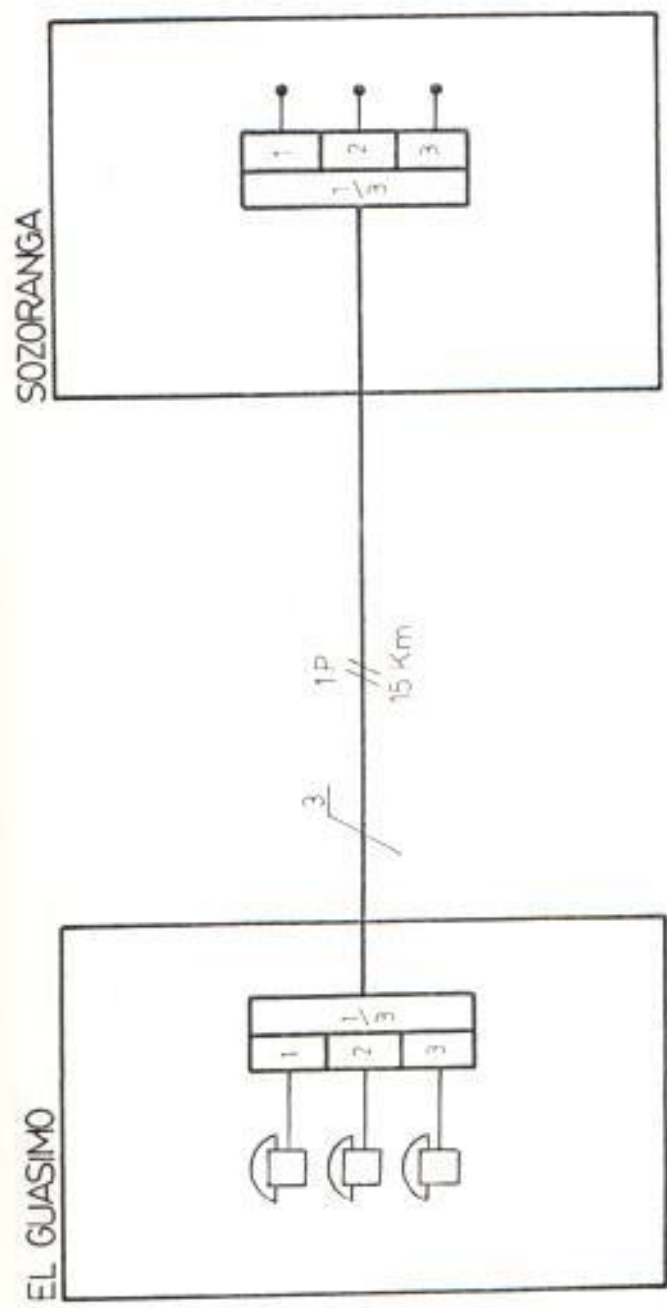


Fig N° 4.113  
Sistema de onda portadora El Guasimo - Sozoranga

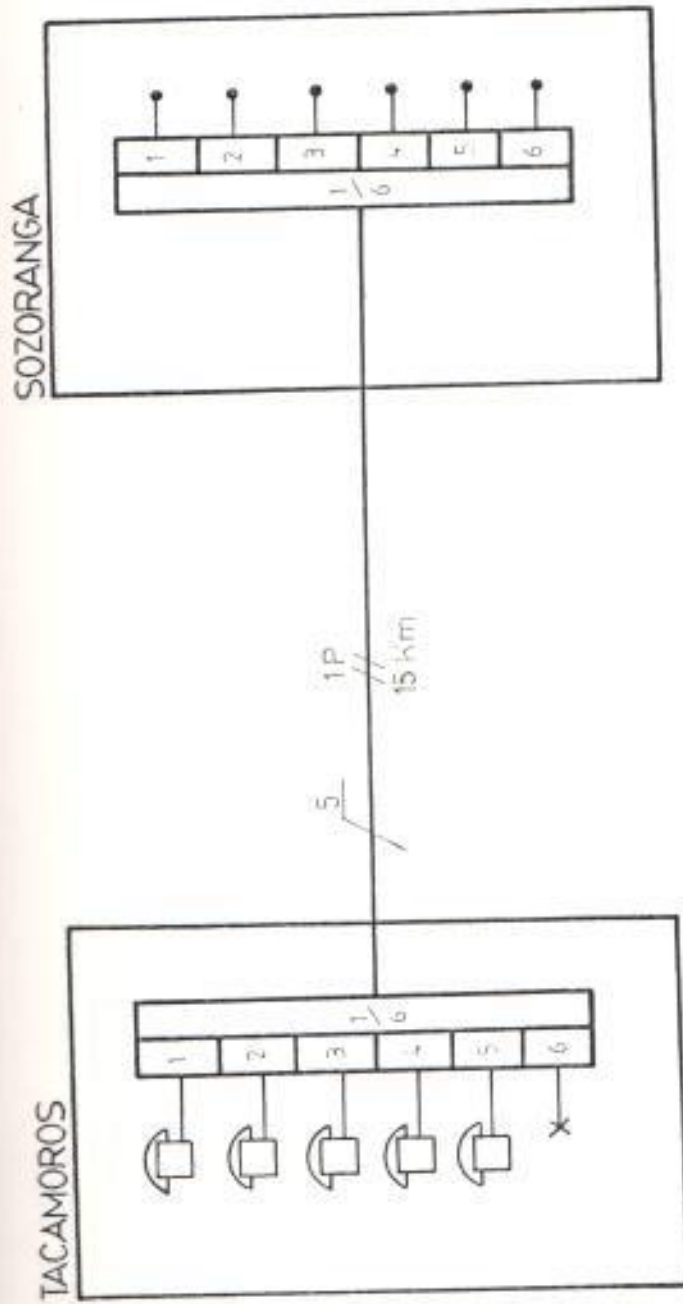


Fig N° 4.114  
 Sistema de onda portadora Tacamoros - Sozoranga

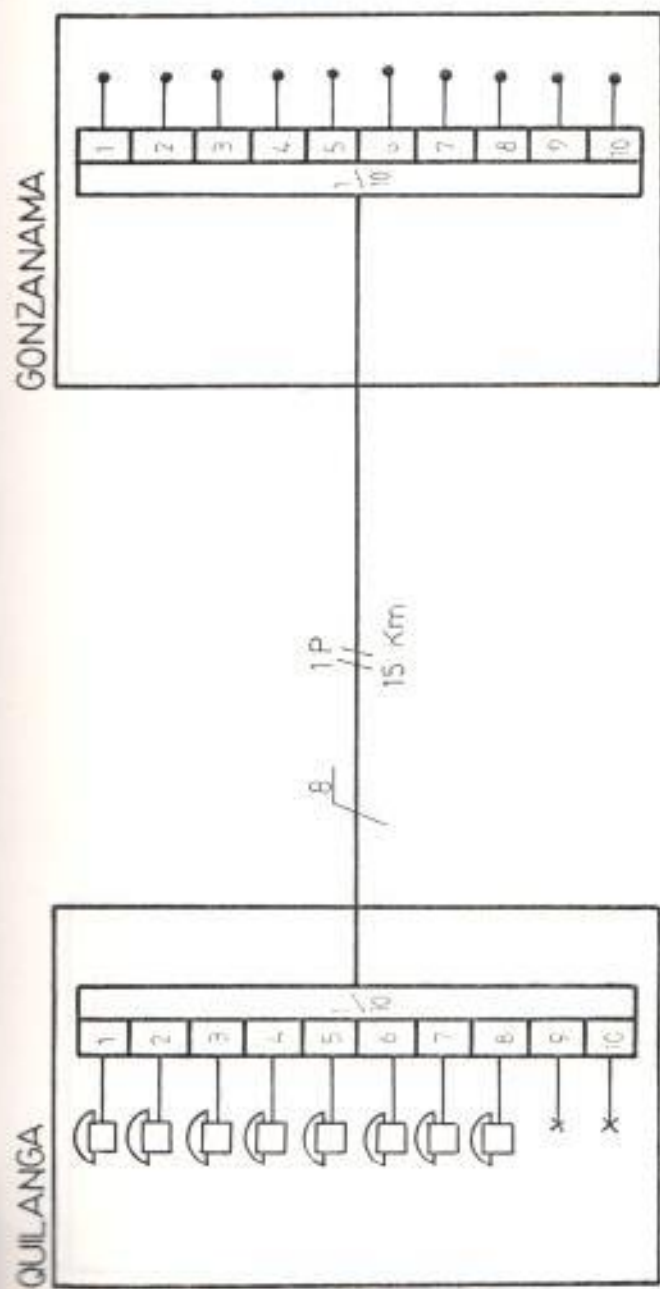


Fig N° 4.115

Sistema de onda portadora Quilanga - Gonzanama

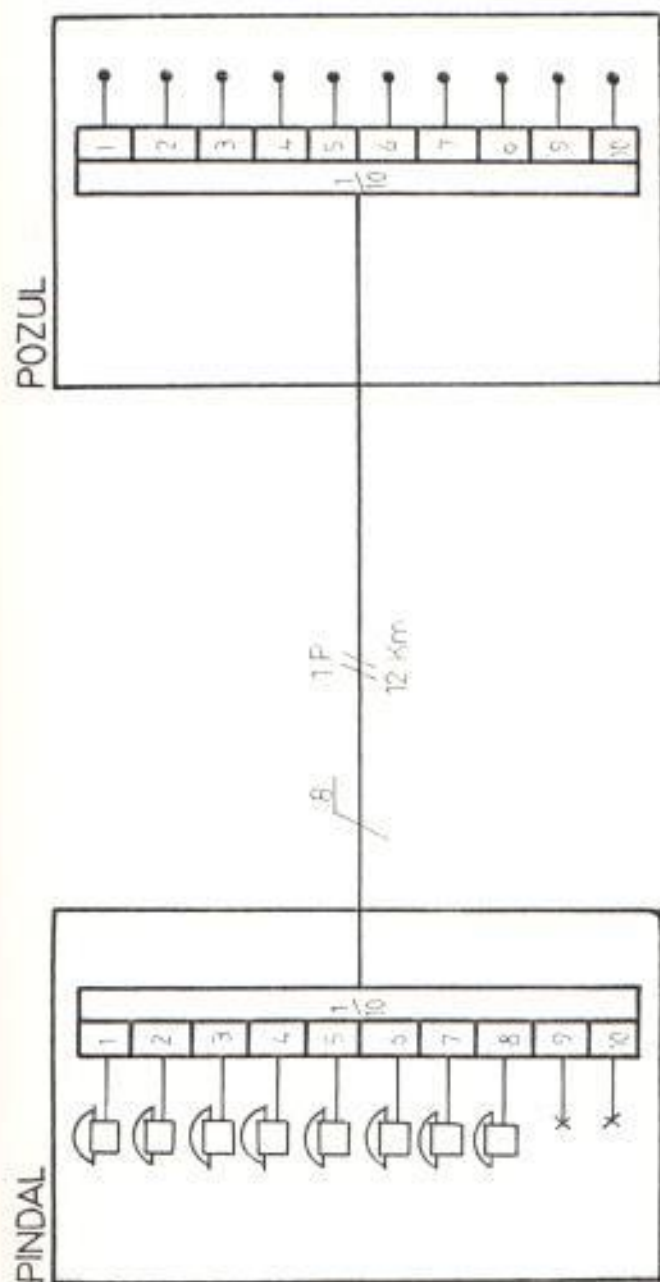


Fig N° 4.116  
Sistema de onda portadora Pindal - Pozul



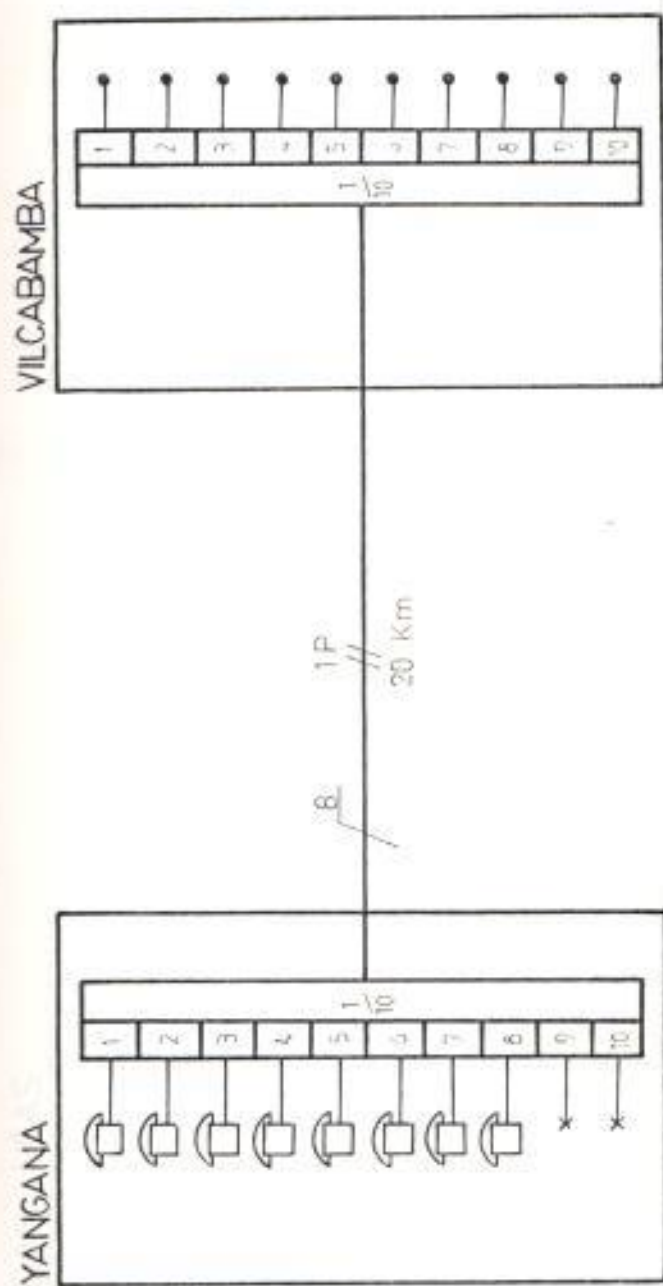


Fig N° 4.117  
Sistema de onda portadora Yangana - Vilcabamba

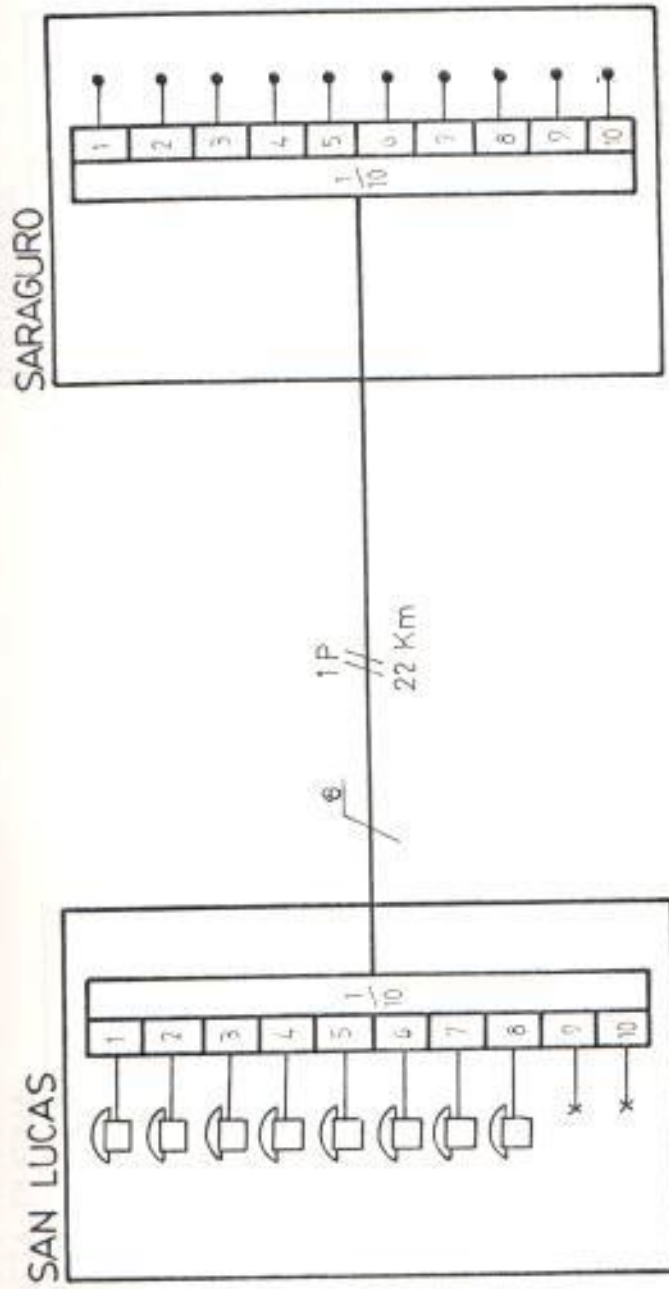


Fig N° 4.118  
Sistema de onda portadora San Lucas - Saraguro

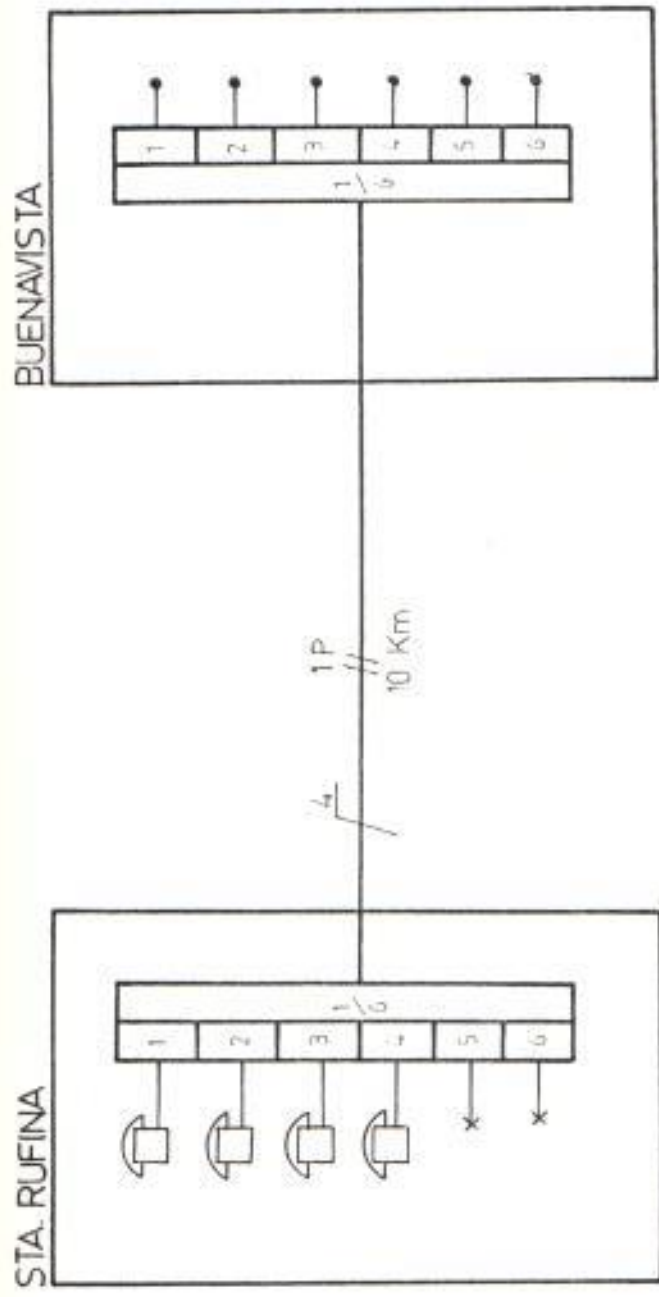


Fig N° 4.119  
Sistema de onda portadora Sta. Rufina - Buenavista

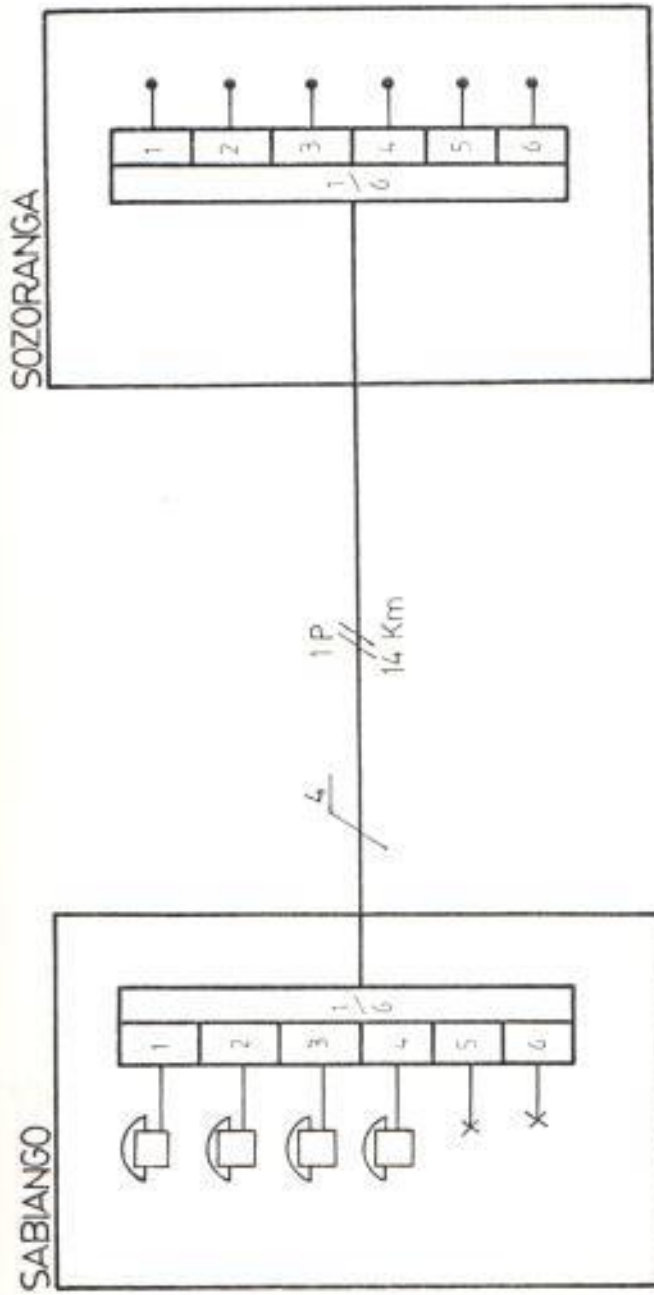


Fig N° 4.120  
Sistema de onda portadora Sabiango - Sozoranga

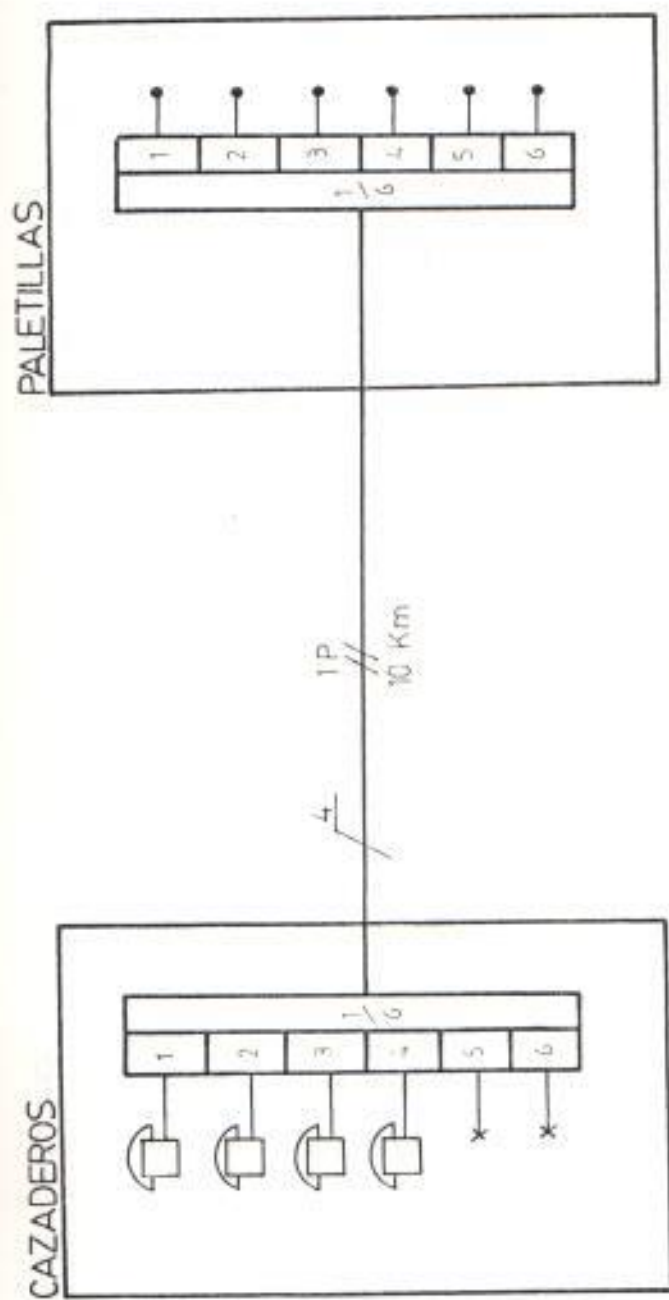


Fig N° 4.121  
Sistema de onda portadora Cazaderos - Paletillas

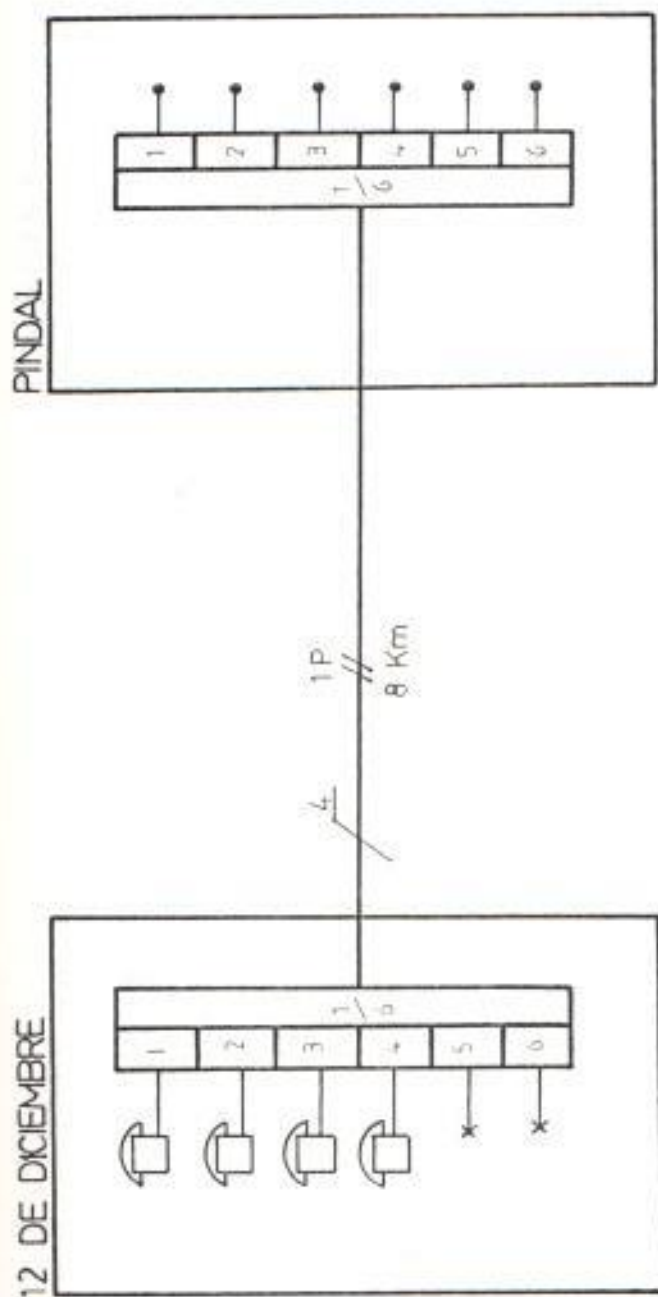


Fig N° 4.122  
Sistema de onda portadora 12 de Diciembre - Pindal

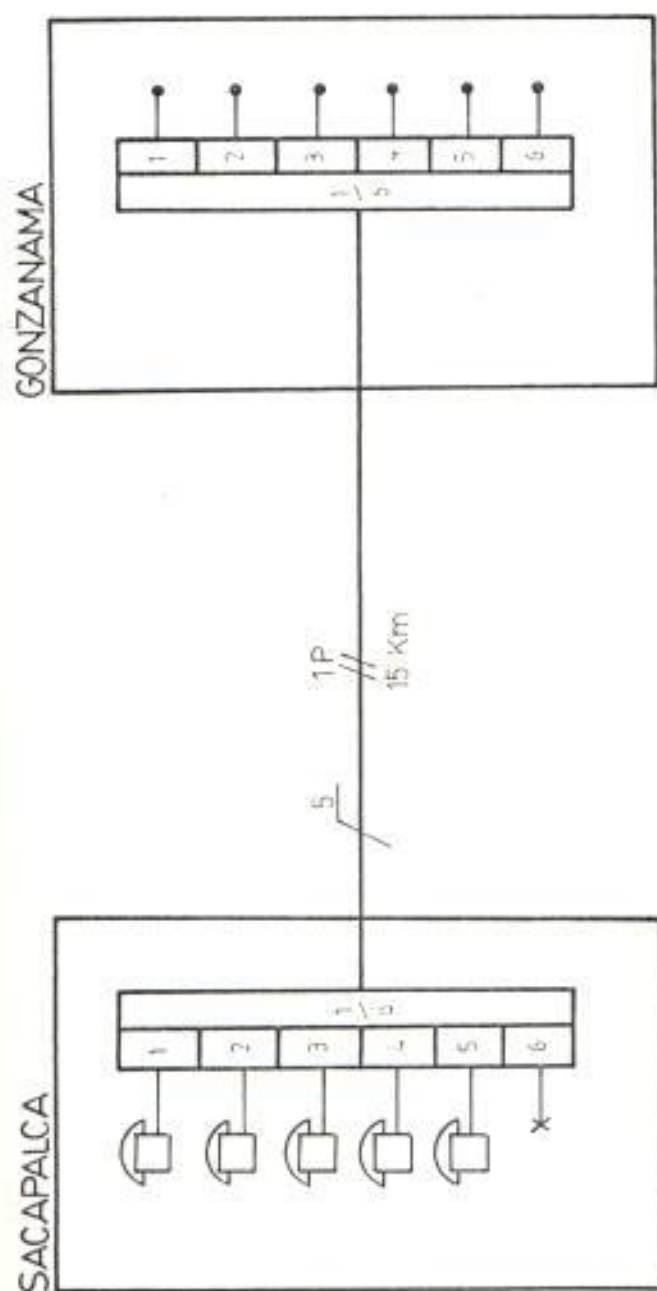


Fig N° 4.123  
Sistema de onda portadora Sacapalca - Gonzanama

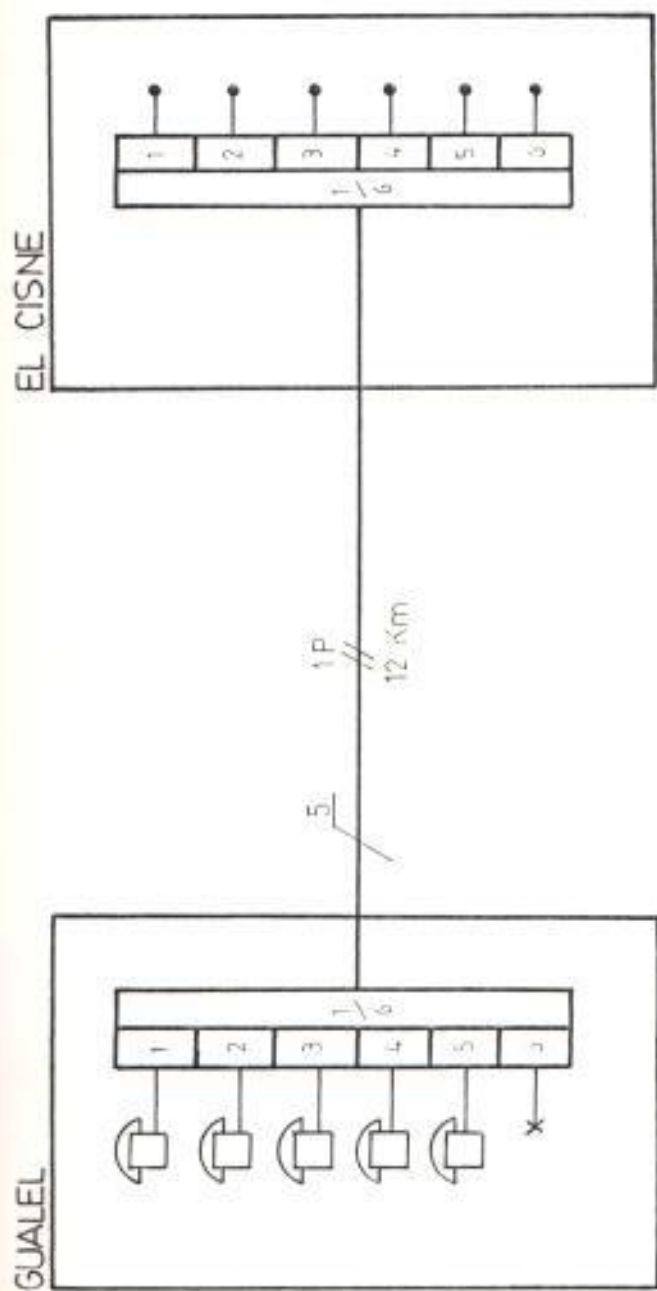


Fig N° 4.124  
Sistema de onda portadora Gualal - El Cisne



güentes características en forma general:

Tipo 1:

- a. Conductor : cobre recocido-diámetro \_ 0.5 mm.
- b. aislante: polietileno sólido o copolímero - de polipropileno.
- c. configuración: pares o cuadretes
- d. capacidad máxima:100 pares
- e. disposición de los pares y cuadretes: concéntrica o en subunidades.
- f. envoltura del núcleo: cinta de materia sintética
- g. apantallamiento:cinta de aluminio
- h. cubierta de PE con cable de suspensión de acero trenzado galvanizado de gran resistencia mecánica.

Tipo 2:

Como el tipo 1 hasta (g), más:

- h. cubierta de PE
- i. armadura a base de cinta delgada de acero dulce aplicada helicoidalmente o de cinta de acero dulce ondulada, aplicada longitudinalmente y

- protegida contra corrosión.
- j. Armadura de hilos de acero galvanizado
  - k. Apantallamiento de cinta de cobre.
  - l. Cubierta de PE ó PVC con hilo de suspensión de acero galvanizado y gran resistencia a la tracción.

Los valores de resistencia y atenuación que poseen los alambres de cobre con 40 nF/Km, usados en los cables multipares son: (Ver tabla XXIV ).

Tabla XXIV

Resistencia y atenuaciones para cables multipares

<u>Diám. del cable (mm)</u>	<u>Resistencia de bucle OHM/Km.</u>	<u>Atenuación a 800 Hz dB/Km.</u>
0.32	428	1.81
0.40	280	1.45
0.50	178	1.15
0.60	124	0.96
0.70	91	0.82
0.80	70	0.71
0.90	55.5	0.63

En la tabla , se indican las poblaciones que serán conectadas a la red rural de la provincia - de Loja, mediante cable multipar.

Así mismo se indica los gráficos correspondientes a estos valores por cable multipar. (Ver figuras N° 4.125 a la 4.129.).

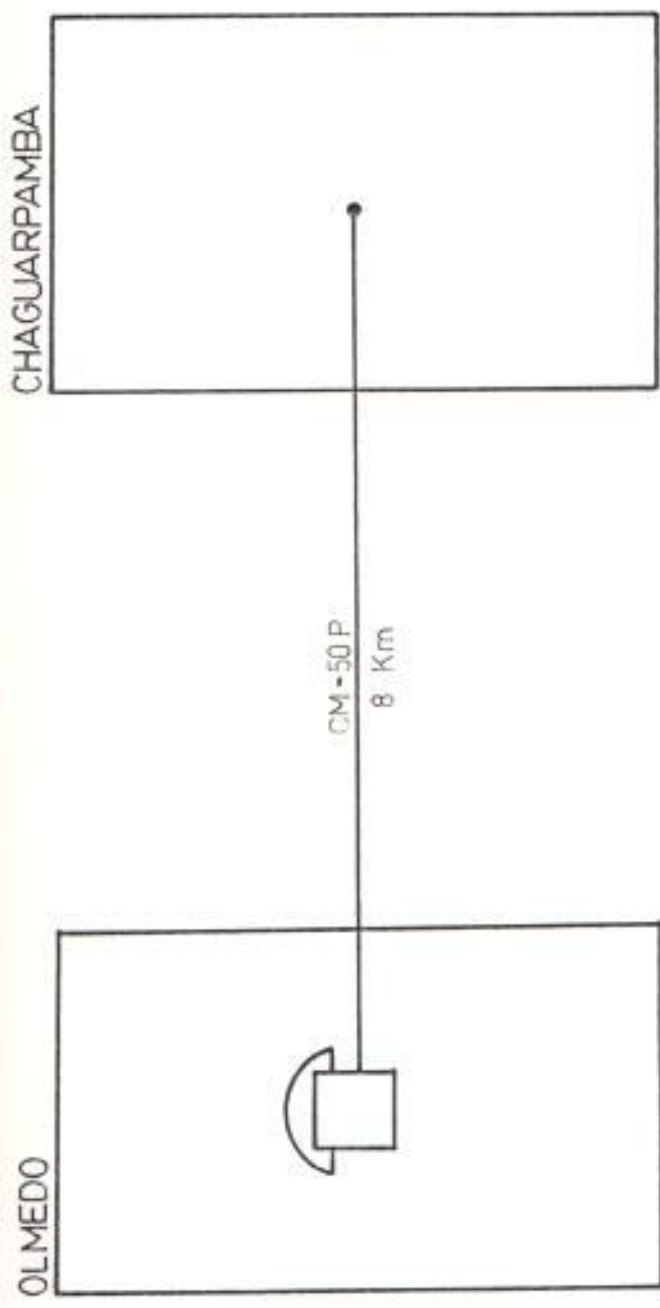


Fig N° 4.125  
Sistema de cable multipar Olmedo - Chaguarpamba

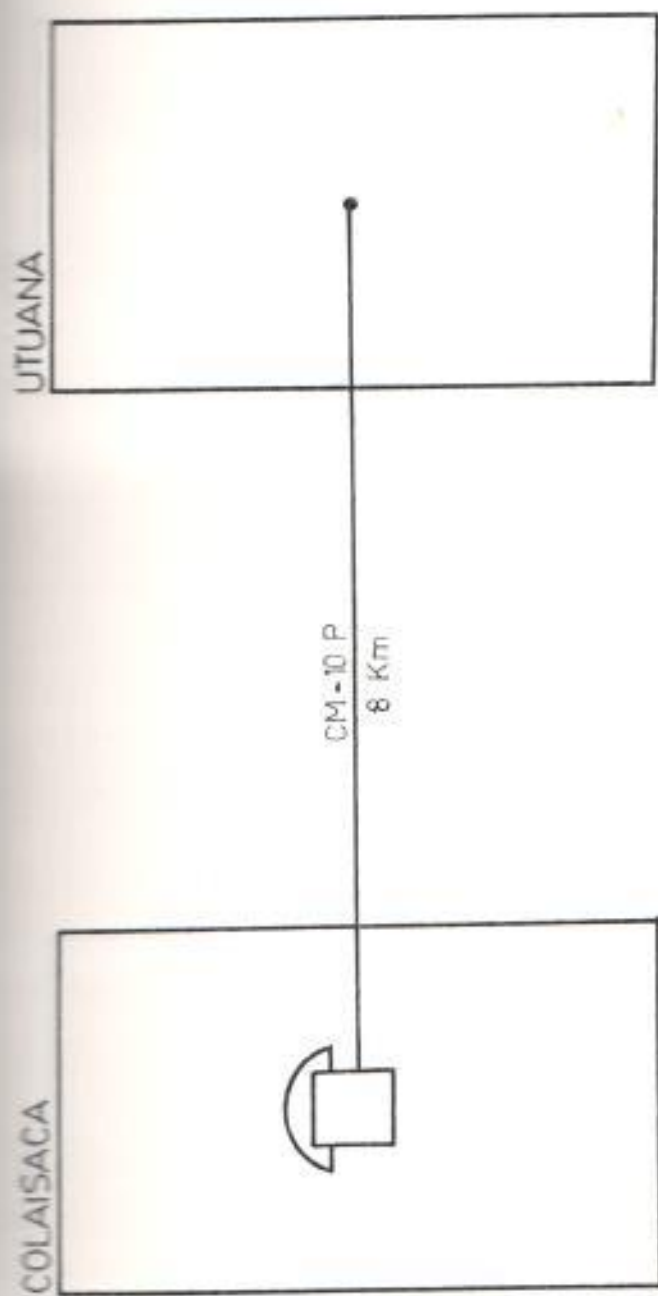


Fig N° 4.126  
Sistema de cable multipar Colaisaca - Utuana

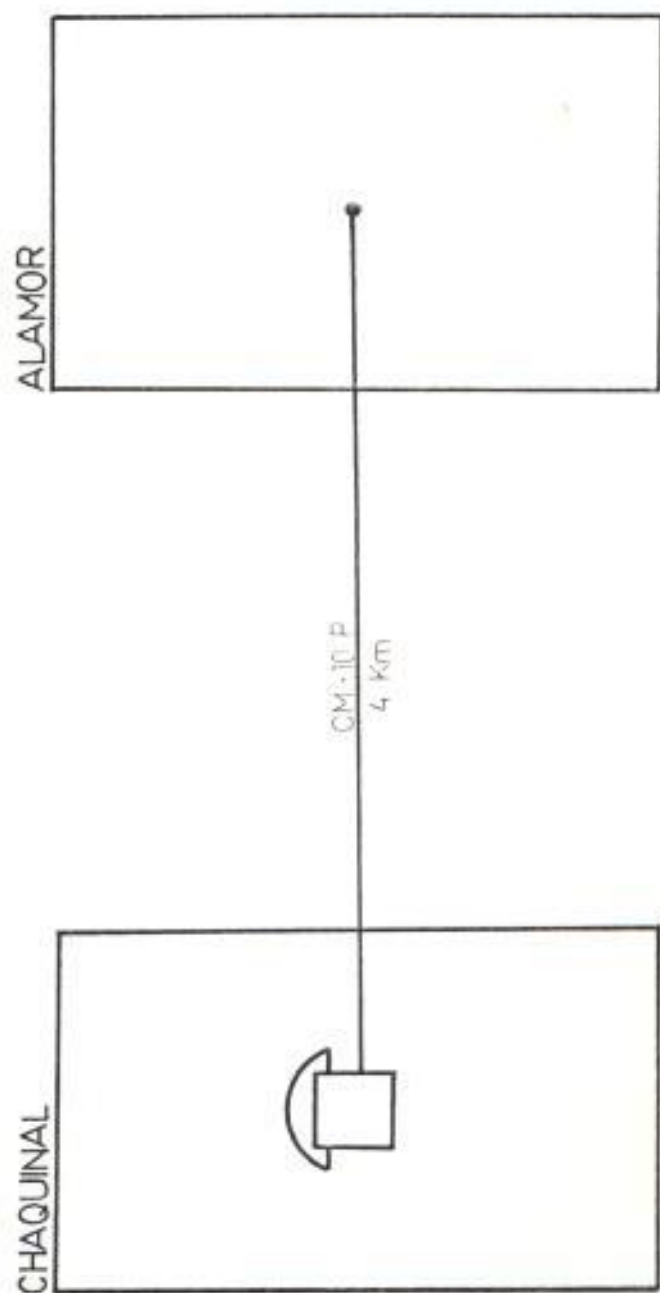


Fig N° 4.127  
Sistema de cable multipar Chaquinal - Almor

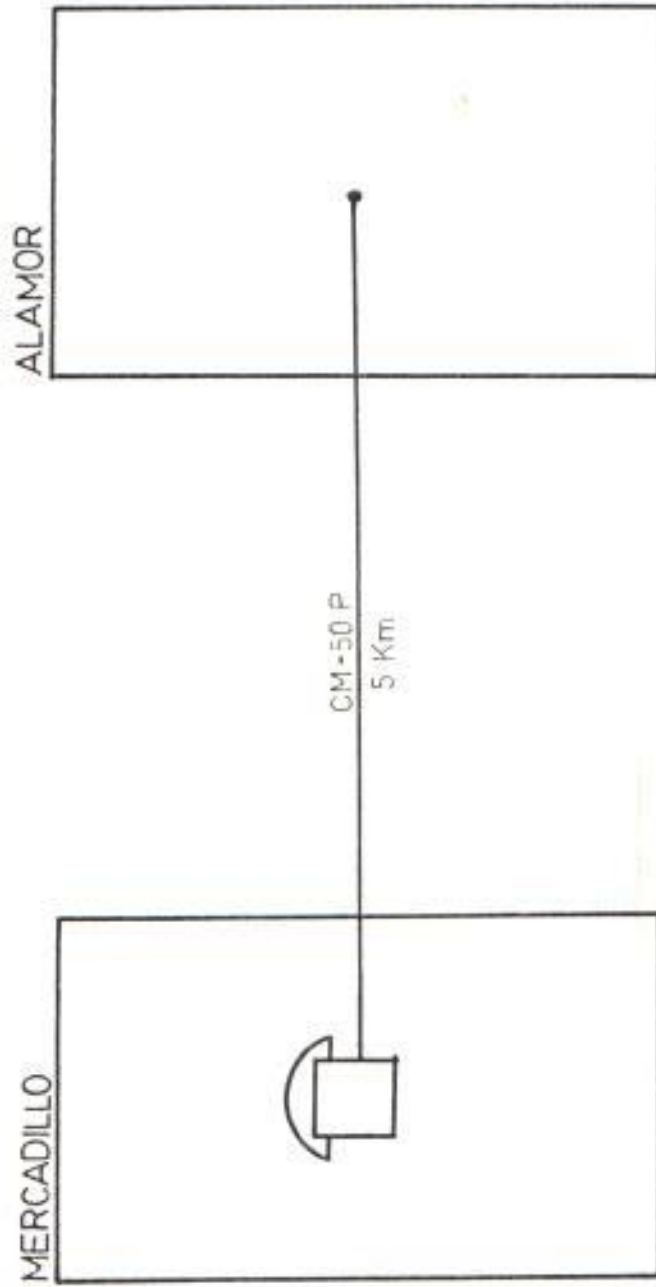


Fig N° 4.128  
Sistema de cable multipar Mercadillo - Alamor

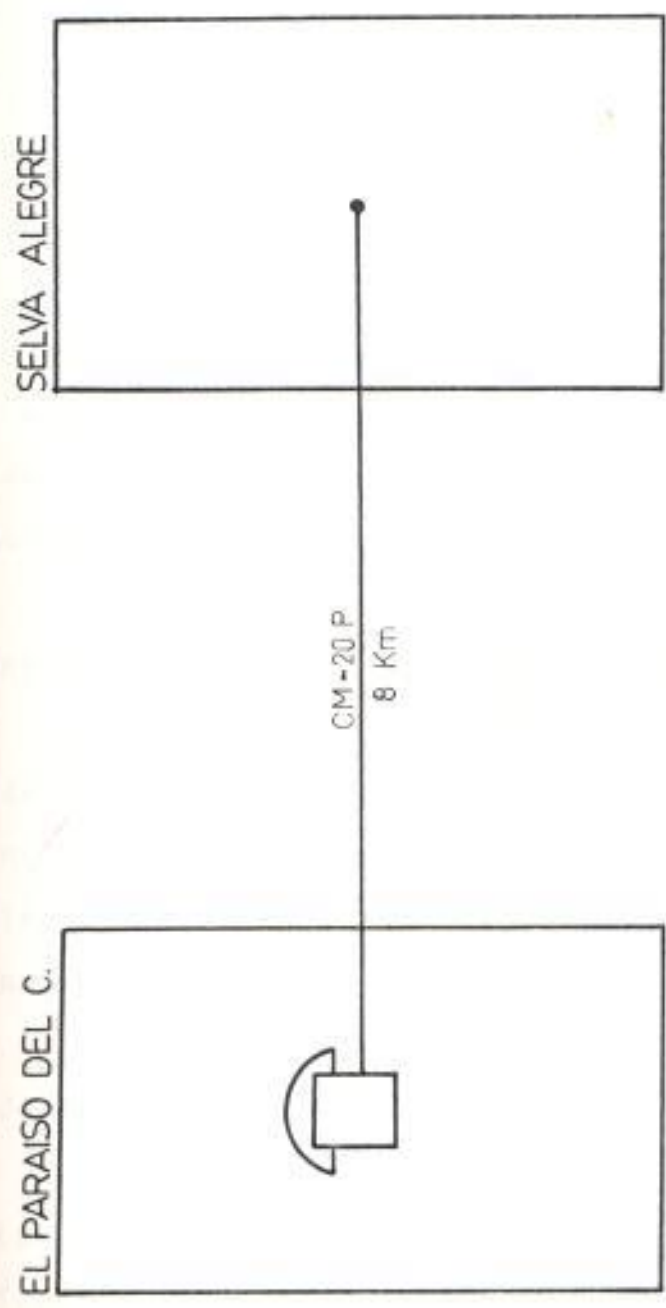


Fig N° 4.129  
Sistema de cable multipar El Paraiso del Celen -  
Selva Alegre



#### 4.8. CONSIDERACIONES DE PLANIFICACION

No podrán proveerse usualmente soluciones, para las zonas rurales, que se aparten mucho de las adoptadas a escala nacional; de ahí que en el plan nacional deben tenerse en cuenta desde el principio las necesidades de las zonas rurales.

Los planes fundamentales descritos en esta sección , son aquellos a los que deberá ajustarse la red ecuatoriana en el futuro, cuando se produzca una ampliación considerable de la red nacional.

Muchos factores hacen que no en todos los casos la red rural pueda seguir los lineamientos de los planes fundamentales, esta situación debe ser atendida como transitoria y el oferente debe cuidar, de que el equipamiento que ofrece pueda adaptarse facilmente a la situación final de la red.

##### a. Jerarquía de la red:

La estructura jerárquica de la red nacional estará formada por dos centrales internacionales en Quito y Guayaquil, a las cuales tendrán acceso los centros secundarios ubicados en Quito y Guayaquil. -

Existirán centros primarios en : Quito, Guayaquil, Ambato, Manta, Loja, Cuenca y Machala.

b. Enrutamiento:

Los principios de enrutamiento no difieren de las zonas metropolitanas a las zonas rurales, y sólo afectan a los circuitos entre centrales. De ahí que en las áreas multicentrales, no se utilizarán centrales tandem (o centrales de paso) y todo el enrutamiento entre centrales se lo hará a través de circuitos directos.

En el plan de enrutamiento para el tráfico interurbano será como se observa la figura N° 4.130.

Inicialmente no se abrirán rutas de alto uso entre los centros primarios. Estas rutas se abrirán paulativamente conforme las relaciones de tráfico establecidas por la demanda telefónica lo justifiquen.

Se puede advertir que ciertas centrales locales estarán interconectadas directamente a los centros secundarios de Quito y Guayaquil.

El principio de que las centrales analógicas se co

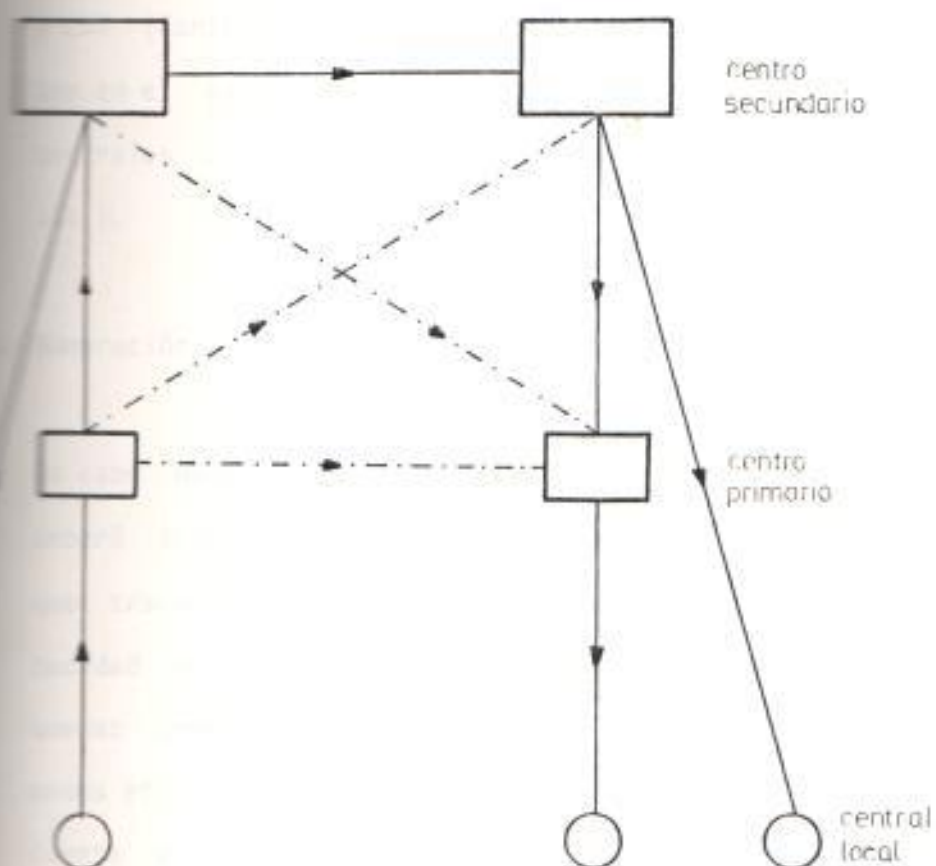


Fig N° 4.30

Plan de enrutamiento ( tráfico interurbano )

necten entre sí por rutas de preferencia analógica. No se mantiene, y esto se hace con el fin de descongestionar el sistema ARM (Central de Tránsito analógico) y LDT (Central de larga distancia tipo ARF), que existen en el país encaminando el tráfico originado en las centrales rurales de la región 2. (Ver figura N° 4. 131.).

#### c. Numeración:

No cabe duda de que la numeración de una zona rural deberá integrarse en el plan nacional global. Aunque trataremos de evitar el desaprovechamiento de la capacidad de numeración, la existencia ineludible de pequeñas centrales en las zonas rurales implica un empleo menos eficaz de los números y ello deberá tenerse en cuenta en el plan de numeración nacional.

El plan de numeración está relacionado con el de tasación. Con un menor número de centrales locales, pero de mayor capacidad, puede aplicarse tarifas interurbanas a menos comunicaciones, se necesitan menos equipos para determinar las tasas y los números disponibles - pueden atribuirse más eficazmente.

#### - Plan Nacional de numeración:

El plan actual de numeración de la red telefónica -

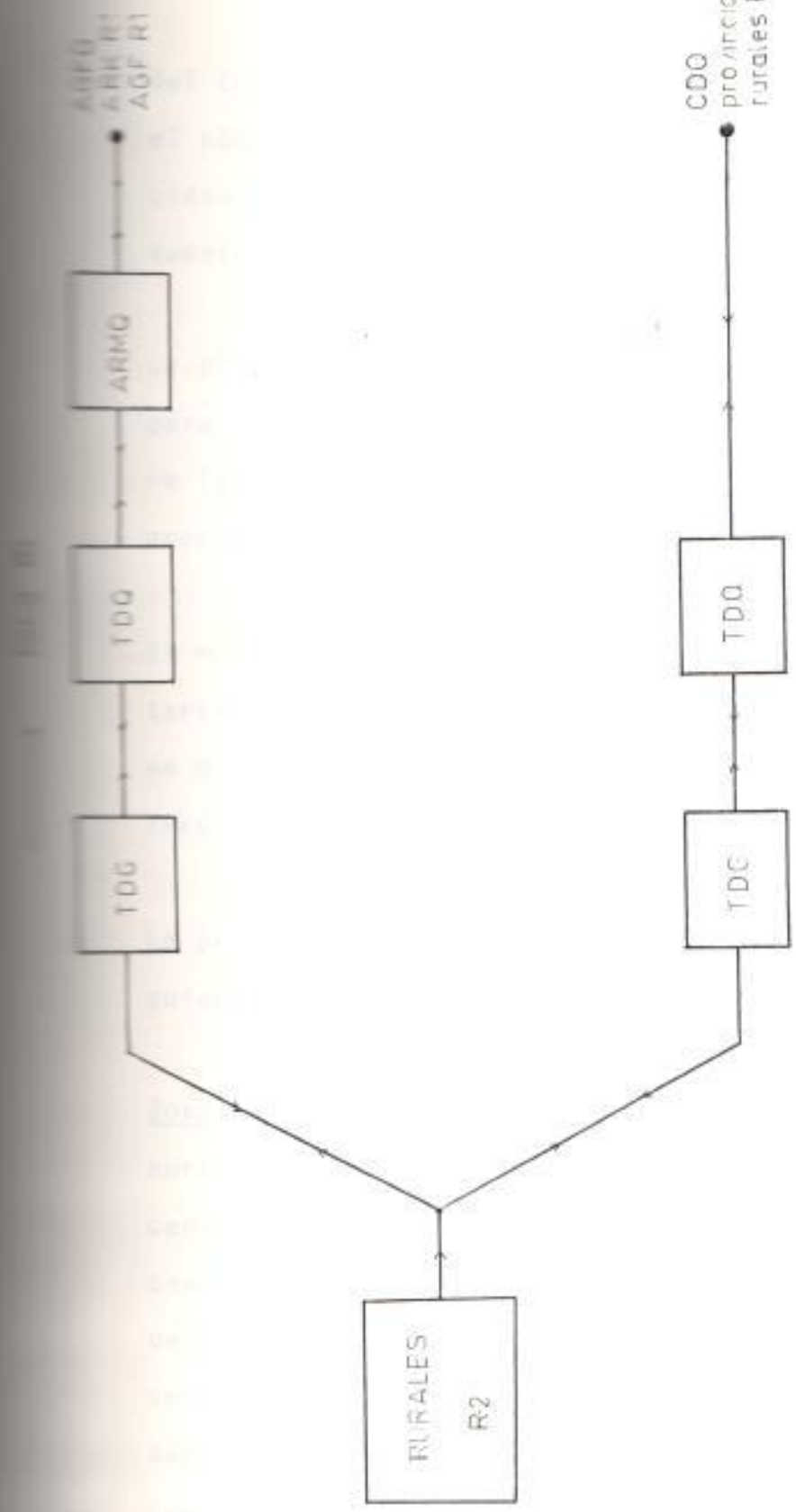


Fig N° 4.131  
 Plan de enrutamiento de las centrales rurales  
 R2 hacia R1

del Ecuador es de tipo cerrado en 6 cifras para el número local y en 7 cifras para el número nacional. Existen en la actualidad dos zonas de numeración:

La primera cifra del número nacional es el dos(2) para los abonados de la región 1 y el cuatro(4) para los abonados de la región 2 ; el prefijo de acceso al servicio interurbano es el cero (0).

El nuevo plan de numeración, al que deberán sujetarse las ofertas, contempla la división del país en 8 zonas de numeración de tipo cerrado en 7 cifras para número nacional.

La primera cifra del número nacional será la siguiente para cada zona de numeración:

<u>Zona</u>	<u>Indicativo interurbano</u>
norte	1
centro norte	2
centro	3
oeste	4
centro oeste	5
sur oeste	6
centro sur	7
sur	8

- Planes de numeración:

Numeración para CPA: Tendrá la misma configuración que el número local, las dos primeras cifras identifican la central de destino y las cuatro restantes, el abonado deseado, incluida la extensión de centrales CPA.

Numeración internacional: El número internacional estará compuesto por el prefijo internacional de salida "00" (cero, cero), el distintivo internacional del país de destino y el número nacional del abonado deseado.

Las centrales en el Ecuador estarán preparadas para almacenar hasta 16 dígitos del número internacional.

Numeración de servicios especiales: La numeración de servicios especiales es de la forma lXX. Existen en la actualidad los siguientes. (Ver tabla XXVII .

Tabla XXVII

PLAN DE NUMERACION DE LOS SERVICIOS ESPECIALES	
NUMERO	SERVICIO
101	policía
102	bomberos
103	policía de tránsito
104	información local
105	pedido comunicaciones nacionales
106	telefonogramas
107	reserva
108	reserva
109	reloj parlante
110 al 113	reserva
114	información internacional
115	reserva
116	pedido comunicaciones internacionales
117 al 123	reserva
124	información región 1 (sólo para región 2)
125 al 130	reserva
131	cruz roja
132	reparaciones
133 al 143	reserva
144	información región 2 (sólo para región 1)
145 al 199	reserva

## Notas:

1. Configuración del número telefónico



XXXXXXX : número nacional  
X : código de área  
YYY : código central  
ZZZ : código de abonado  
YYYZZZ : número de abonado

2. Prefijo interurbano : 0
  3. Prefijo internacional: 00
  4. La numeración utilizando botones de función debe ajustarse al Plan de Codificación de la CEPT.
-

#### 4. Tarifación:

Este problema, más que técnico - económico, es un problema de definición de los objetivos sociales y políticos de la administración en relación con las zonas rurales. Según una opinión, los abonados deben pagar lo mismo por un servicio equivalente, independientemente de la localidad; según otra, la tasa correspondiente a cada servicio debiera cubrir - los gastos de la administración por el servicio considerado, más una rentabilidad razonable del capital invertido; naturalmente, existen formas ilimitadas de compromiso, entre esas dos opiniones.

A continuación se indican los aspectos generales de la política tarifaria del Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones (IETEL).

Los centros primarios y secundarios establecidos en la estructura jerárquica de la red ecuatoriana son generalmente también puntos de tasación para el tráfico interurbano.

Las centrales terminales actúan como puntos de tasación para las comunicaciones que no llegan a las centrales de tránsito.

El valor que paga un abonado por concepto del servicio telefónico dependerá en el caso más general, de los siguientes factores:

- a. La clase de abonado
- b. La duración de las conferencias
- c. El número de comunicaciones
- d. Distancia entre el abonado de origen y el de des  
tino.
- e. Día de la semana
- f. Hora del día
- g. Día del año.
- h. Tipo de día (laborable o festivo).

Tarifación de tráfico local:

Es el generado por comunicaciones cuyo establecimiento no requiere la intervención de un centro primario o de mayor jerarquía ni la ayuda de una operadora. El proceso de tarifación en este caso, es efectuado por la central terminal del abonado de origen.

Tarifación de tráfico interurbano:

(Tráfico entre dos localidades).-La tarifación de es

te tipo de tráfico se la realiza generalmente en la central de tránsito primaria o secundaria utilizando un proceso de registro automático de los datos de cada comunicación, esto es, los números nacionales de los abonados de origen y destino, la hora de inicio y término de la comunicación y la fecha.

#### Tarifación de tráfico internacional:

La tarificación se realizará en forma detallada en las centrales internacionales.

#### Tarifación de teléfonos públicos:

Se efectúa por el sistema de multimedición, para lo cual se envía impulsos de tarificación desde la central a la que están conectados los teléfonos públicos.

#### Grado de tasa:

En términos generales el grado de tasa de una comunicación está determinado por la distancia entre el abonado de origen y el de destino; para que esta filosofía tenga aplicación práctica, se han estable

cido zonas de tasación en las cuales los abonados tienen una misma tasa (tabla XXVIII).

Tabla XXVIII

Grados de Tasa			
Grado de tasa.	Distancia Km.	Nº impulsos min, horario tarifa normal.	Nº impulsos por min, horario - tarifa reducida.
0	Serv. Esp. (1)	0	0
1	zona local	1/3	1/6
2	zona primaria	6	4
3	hasta 120	10	6
4	121 - 200	15	7.5
5	201 - 300	20	20
6	más de 300	30	15

(1) únicamente los servicios especiales sin tarifa.

e. Señalización:

Por encima del nivel jerárquico del centro primario es difícil que puedan modificarse los principios básicos adoptados para la señalización en la parte interurbana de la red nacional. A condición de que la

central local de una zona rural se conecte a la superior en jerarquía mediante circuitos de enlaces físicos, puede resolverse la cuestión de la señalización como en las redes urbanas. Si se emplean otras técnicas de transmisión en tales circuitos, se escogerá naturalmente una técnica de señalización apropiada, como en otras partes de la red.

En la etapa de digitalización de la red telefónica se produce la necesaria coexistencia de centrales digitales y analógicas enlazadas entre sí por sistemas de transmisión que también pueden ser analógicos o digitales.

Para cada una de las combinaciones se ha escogido un tipo de señalización de acuerdo con el detalle: (Ver tabla siguiente).

En el sistema internacional se utilizará la señalización CCITT N° 5, hasta cuando sea posible utilizar el sistema de señalización de canal común CCITT N°7.

Todas las centrales digitales deberán ser capaces de funcionar con los sistemas de señalización indi

Tabla XXIX

Tipos de señalización		entre centrales		
Central de	Transmisión	Central de destino		
		Digital	Analg-LME	Analg-Rural
Digital	Digital	SSCC	MFC-LME	MFC-R2
Digital	Analógico	MFC-R2	MFC-LME	MFC-R2
Anal-LME	Anal ó dio.	MFC-LME	MFC-LME	MFC-LME
Anal-rural	Anal.ó dio.	MFC-R2	MFC-LME	MFC-R2

cados en los términos que se especifican en el plan de señalización nacional dependiendo de la central con la cual se conectan.

Los sistemas de señalización MFC-R2 recomendados - por el CCITT y el MFC-LME adoptado por la compañía ERICSSON son muy similares entre sí y cuentan con señales de línea y con señales entre registrador ; las señales entre registrador son del tipo multifrecuencial de secuencia obligada mientras que las señales de línea son de corriente continua o de fuera de banda.

Señalización por canal común (SSCC):

Para el tráfico entre centrales digitales, que están enlazadas por sistemas de transmisión digital , se utiliza el sistema de señalización por canal común, el mismo que seguirá en lo que sea aplicable a la red nacional, las recomendaciones del CCITT que se indican con detalle en el libro rojo del CCITT , para sistemas de señalización N°7.

f. Transmisión:

Como hemos dicho desde el principio, que se trata -



de conseguir que la calidad en las zonas rurales sea comparable a la de las zonas urbanas, es evidente que hay que utilizar las mismas normas nacionales de calidad de transmisión (sistema de referencia, conexión telefónica, límite representativa, etc.). Así como los mismos objetivos definidos con ayuda de dichas normas.

El factor más importante del plan de transmisión es equivalente de referencia y según las recomendaciones del CCITT (G-121), se exige que para el 97 % de las comunicaciones internacionales efectivamente establecidas el ER (Equivalente de referencia), anteriormente recomendado no exceda de 21 dB en transmisión, ni de 12 dB en recepción.

Según el numeral 3.2., de la recomendación (G.111), la gama preferida de ER global anteriormente recomendado para conexiones telefónicas es de 4 a 16 dB, siendo 9 dB el valor preferido de la gama.

En la actualidad no es posible utilizar esos valores debido a las necesidades de control de eco y de estabilidad de los circuitos. No obstante para obtener tales valores en el futuro, el CCITT recomienda

valores de ER a largo y corto plazo los que se resumen a continuación:

Los objetivos a largo plazo son:

10 dB	$\leq$	ERT	$\leq$	13 dB	(ER en Tx)
2.5dB	$\leq$	ERR	$\leq$	4.5dB	(ER en Rx)
13 dB	$\leq$	ERG	$\leq$	18 dB	(ER global)

Los objetivos a corto plazo son:

10 dB	$\leq$	ERT	$\leq$	16 dB	(ER en Tx)
2.5dB	$\leq$	ERR	$\leq$	6.5dB	(ER en Rx)
13 dB	$\leq$	ERG	$\leq$	23 dB	(ER global)

El valor de transmisión de la atenuación de transmisión es pequeño, entonces lo que limita la disminución de la atenuación es el eco. El valor adecuado de la atenuación de transmisión depende de la longitud de la red, considerando la extensión territorial del Ecuador es adecuado aplicar 6 dB para la atenuación de transmisión. Entonces la distribución de la atenuación resulta ser como sigue. (Ver figura N° 4.132).

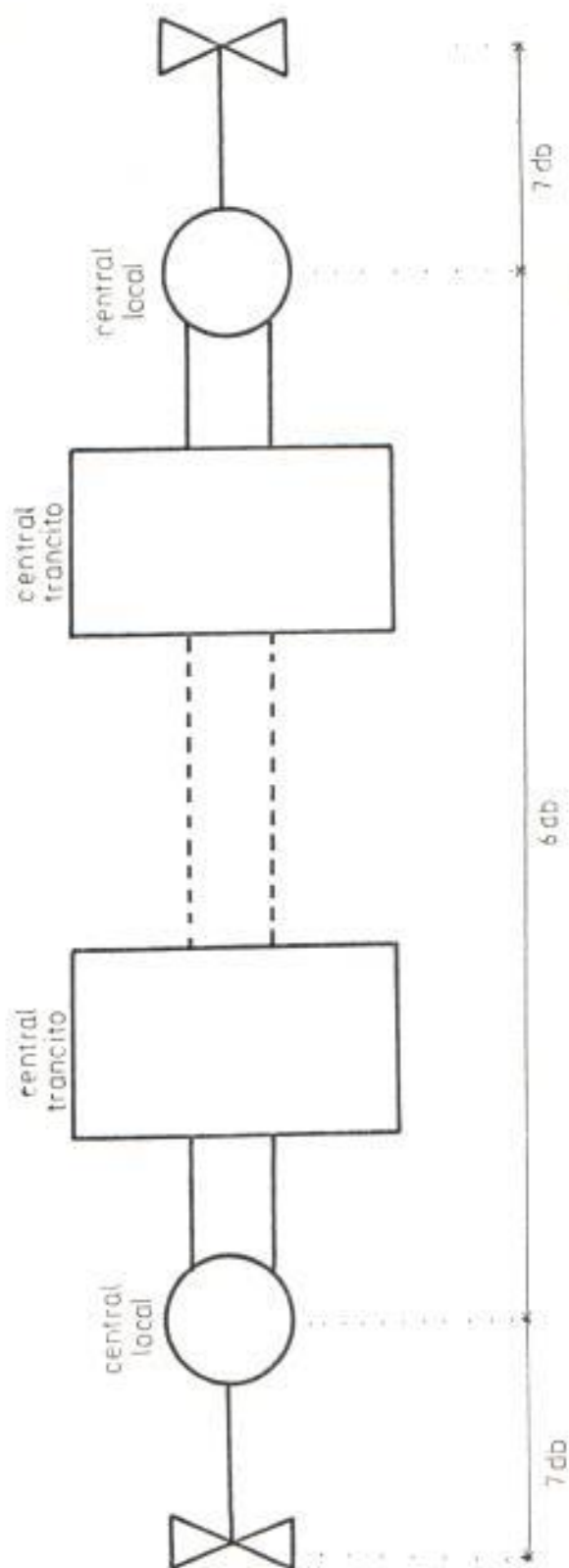


Fig N° 4.13  
Distribución de la atenuación

Para la red se han establecido puntos de referencia y niveles regulares de acuerdo con lo siguiente:

- pérdida en un trayecto PCM entre una central local y el centro primario: 0 dB.
- pérdida entre centro primario y secundario (incluyendo la pérdida de conmutación a 4 hilos): 0 dB.
- transmisión de 2 a 4 hilos: 3.5 dB en cada dirección.
- pérdida de conmutación de 2 hilos: 1 dB.

#### 4.9. ESQUEMAS DE INTERCONEXION

En esta sección solo se tratan temas propios de las tele comunicaciones rurales, tales como:

##### a. Elección entre servicio manual o automático:

Muchas administraciones han optado preferentemente - por la conmutación automática, no sólo para las grandes ciudades si no también, en los últimos años, para las zonas rurales.

Las ventajas más importantes de la explotación automática son:

- servicio disponible durante las 24 horas del día.
- rapidez en el desplazamiento de las comunicaciones
- secreto de las comunicaciones.
- igualdad de servicios para todos los abonados
- costos muy reducidos en concepto de personal
- conexión inmediata a la red automática nacional.

Las ventajas más importantes de la conmutación manual son:

- bajo costo inicial

- instalación rápida y fácil
- facilidad de mantenimiento
- posibilidad de utilizar líneas muy largas con un aislamiento mediocre.

A pesar de la reducida inversión inicial que requieren las centrales manuales, su elevado costo en concepto de personal de explotación las hace anti-económicas a largo plazo.

El tráfico a larga distancia es particularmente importante en las zonas rurales aisladas con pequeñas redes locales. Son especialmente destacadas las ventajas de la explotación automática sobre los sistemas totalmente manuales cuando hay un gran número de centrales para larga distancia conectadas en serie.

Debido a todos estos factores, las zonas rurales disponen hoy día en la mayoría de los casos, de centrales automáticas para tráfico local y a larga distancia desde el comienzo del servicio. Un servicio telefónico de buena calidad desempeña un papel fundamental en el desarrollo de las zonas rurales.

Se recomienda en general, la introducción del servicio automático, excepto en aquellas comunidades en que existan factores que favorezcan especialmente la conmutación semiautomática.

#### b. REQUISITOS ESPECIALES DE LAS CENTRALES AUTOMATICAS EN ZONAS RURALES

Además de las condiciones normales, características de las modernas centrales telefónicas de zonas urbanas, las centrales rurales han de satisfacer cierto número de requisitos especiales, por ejemplo:

- explotación económica, incluso con una población de abonados reducida.
- equipo con dimensiones pequeñas
- explotación permanente no atendida; autocontrol, telecontrol, teleseñalización de averías, transferencia eléctrica de información de tasación.
- fiabilidad
- menor sensibilidad a las influencias climáticas - (polvo).
- diseño modular
- posibilidad de utilizar líneas de peores características eléctricas.

- bajo consumo de energía.

#### c. CAPACIDAD DE LA CENTRAL

La capacidad de una central, expresada por el número de unidades de línea de abonado, se prevee de acuerdo con el número estimado de abonados una vez transcurrido los períodos siguientes:

- desde la etapa de planificación hasta el comienzo de la explotación (por ejemplo 1 año).
- desde el comienzo de la explotación hasta la ampliación eventual de la central (por ejemplo 10 a 15 años).

#### d. CARACTERISTICAS DEL TRAFICO

La capacidad del equipo de conmutación y la cantidad de líneas vienen determinadas por el número medio de llamadas por línea de abonado y la duración media de las mismas, en la hora cargada.

El paso de la explotación manual a explotación totalmente automática para un aumento considerable de llamadas.



La población de las zonas rurales depende de comunidades vecinas más grandes para satisfacer sus necesidades cotidianas, es decir que en aquellas el porcentaje que representa el tráfico a larga distancia con relación al tráfico total, es mayor que en las zonas urbanas. En muchos casos, el número de llamadas a larga distancia puede incluso superar al de llamadas locales, tal como sucede en la actualidad en la ciudad de Cariamanga. Se aconseja medir el flujo del tráfico de una central a intervalos regulares para determinar las variaciones de intensidad de tráfico y la distribución de las llamadas y tenerlas en cuenta al planificar las etapas de ampliación.

#### e. AMPLIACION

La ampliación de una central deberán poder efectuarse sin afectar al equipo existente, es decir sin modificar el cableado, ni los equipos ya existentes, y sin interrumpir el servicio a los abonados.

Particularmente, en el caso de las centrales rurales, las mejores soluciones son las que permi-

ten que las ampliaciones sigan el ritmo de crecimiento del sistema, es decir, que no requieren la instalación por adelantado de los medios necesarios para una ampliación posterior.

Los sistemas modulares totalmente enchufables facilitan los trabajos de ampliación y reducen los costos de instalación, pues disminuyen el tiempo necesario para efectuarla.

#### f. LINEAS A CONECTAR.- DIVERSOS TIPOS

La máxima longitud admisible de las líneas de abonado viene determinada por los requisitos en materia de señalización o de transmisión. Actualmente son típicas una resistencia de bucle comprendida entre 1.000 y 2.000 ohmios, incluido el aparato telefónico, y una resistencia de aislamiento de unos 20 Kohmios.

La central deberá equiparse con puentes de transmisión de  $2 \times 400$  ó  $2 \times 200$  (o  $2 \times 150$ ) ohmios, a 48 voltios.

Algunos equipos permiten aumentar el alcance de

transmisión en líneas de abonado particularmente largas ( 2000 ohmios) mediante:

- repetidores de largo alcance, con relés de línea muy sensibles.
- relevador de tensión para corriente de alimentación.
- amplificador

Según las circunstancias económicas de cada caso, estos equipos se conectan a las líneas de abonado bien individualmente para cada abonado, en los locales de éste o en la central, bien por conmutación a partir de un grupo de órganos común.

Pueden facilitar a los abonados unidades telefónicas de presentación inmediata del importe de la tasa de las llamadas que están controladas por impulsos enviados desde la central a través de las líneas de abonado en sincronismo con los impulsos de cómputo. Los sistemas usuales funcionan a 16 KHz ó 50 Hz.. Se adopta también esta solución en

el caso de los teléfonos públicos.

En las zonas rurales también deberán poder conectarse a las centrales, centralitas privadas automáticas (PABX). Además deben poder conectarse teléfonos de previo pago a los sistemas de conmutación de las zonas rurales que permitan efectuar llamadas nacionales a larga distancia.

#### g. METODOS DE CONTROL Y CONEXIONES ENTRE CENTRALES

Existen diferentes tipos de centrales que utilizan diversos métodos de control directo y para cursar el tráfico entre centrales. Existe una estrecha interacción entre las conexiones de control y las conexiones entre centrales.

##### - Conmutación analógica:

Permiten el acceso a varias rutas, y en grado limitado el encaminamiento alternativo automático y la determinación automática de zona.

Las llamadas dentro de la central se cursan directamente, y no a través de la central principal, no se ven pues, afectadas cuando no funcio-

na el enlace con la central principal.

En el caso de las centrales rurales de pequeña capacidad una gran parte del tráfico entre centrales se encamina hacia la central principal.

Es conveniente poder modificar y comprobar los datos referentes a las centrales y abonados en un punto central del sistema sin tener que interrumpir su funcionamiento, mediante la autosupervisión del control (por ejemplo, detección de los tiempos de funcionamiento excesivos, la degradación de la calidad del servicio por debajo de un valor umbral establecido, los potenciales admisibles, etc.) y el análisis y registro de averías.

- Conmutación analógica con control por programa almacenado: (CPA)

Se utiliza el procesador de gran capacidad de la central principal y se dan cuando todas las centrales de una zona, incluida la central principal, han de ser reequipadas o sustituidas por un sistema uniforme.

En el caso de conmutarse localmente el tráfico dentro de la central, se necesitará una conexión de corta duración a la central principal, para cada llamada, a fin de obtener desde allí las funciones de control.

- Conmutación digital con CPA:

Existen dos tipos de conmutadores:

- . La unidad distante de conmutación digital tele controlada; y,
- . la central digital autónoma.

La combinación de la concentración del tráfico y la multiplexación por división en el tiempo se traduce en una considerable reducción del número de pares de hilos entre los abonados y la central principal.

Las pequeñas centrales locales autónomas presentan ventajas respecto a las unidades distantes - de conmutación desde el punto de vista de la seguridad y facilitan la transición a una futura -

red digital integrada (RDI).

#### h. TRAFICO A LARGA DISTANCIA

La necesidad de ofrecer a los abonados atendidos - por centrales rurales el mismo servicio telefónico de que gozan los habitantes de las grandes ciudades significa que deben automatizarse también las centrales para larga distancia de las zonas rurales.

Las centrales rurales deben integrarse en el plan de numeración de la red automática nacional. Este factor determina el número de cifras que han de almacenarse en la central rural (por ejemplo 3,4), que han de analizarse para el encaminamiento alternativo automático y la determinación de zona.

Durante la fase de introducción del servicio automático a larga distancia existe un período de transición durante el cual una parte del tráfico interurbano debe ser conmutado por una operadora.

#### i. COMPONENTES DE CONMUTACION

Es importante que las centrales rurales dispongan de componentes de conmutación particularmente fia

bles, sean contactos electrónicos (estado sólido) o electromecánicos, ya que las centrales rurales no están atendidas y la intervención de un técnico reparador representa una labor engorrosa y costosa.

### J. FACILIDADES OFRECIDAS POR EL SISTEMA

Por principio, los abonados de zonas rurales de bieran tener las mismas facilidades que los abo nados de las grandes ciudades, pero las nece sidades de los abonados rurales no son las mismas - que las de los otros. Es a veces más económico introducir determinadas facilidades sólo cuando existe una demanda de las mismas, instalando pa ra ello equipo adicional.

Algunos ejemplos de facilidades del sistema que puede revestir utilidad para los abonados son las siguientes:

- uniformidad de los números para llamadas de ur gencia.
  
- prioridad en caso de catástrofe.



- marcación por teclado.
- establecimiento de comunicaciones sin marca ción (línea directa).
- Transmisión de datos hasta 2.400 bit/S.
- Identificación del origen de llamadas maliciosas.
- Liberación del equipo de central en caso de tomas innecesarias (bloqueo de líneas).
- supervisión permanente de la calidad del servicio, etc.

#### k. SISTEMAS DE TASACION DE LAS COMUNICACIONES

Pueden dividirse en tres grupos:

- sistema de tarifa uniforme:

Utilizado en algunos países en donde el tráfico local no necesita equipo para el registro de las llamadas.

- Computo por impulsos de tiempo:

Todos los impulsos de tasación del tráfico local y a larga distancia se van sumando en contadores para ello a cada abonado un contador independiente. Para establecer las facturas del servicio telefónico se fotografían los contadores y esta información se evalúa en un punto central. En las centrales electrónicas, puede sustituirse los contadores por una memoria electrónica.

En el caso del servicio, automático interurbano, los impulsos de tasación se transmiten, durante la conversación, de la central automática para larga distancia de origen al contador del abonado que llama dependiendo la frecuencia con que suceden estos impulsos de la distancia que media entre las centrales de origen y de destino. (estos impulsos no son oídos por el abonado).

- Contabilización por tickets de las llamadas:

Esto implica el registro de la hora, duración, origen y destino de cada una de las llamadas.

Si es preciso, las centrales rurales deberán por

tanto hallarse en condiciones de identificar y almacenar el número del teléfono del abonado que llama y transmitirlo al equipo de contabilización de la central automática para larga distancia - cuando esta lo pida.

Este tipo de registro se debe regir a las tarifas impuestas por el país.

A toda la información antes mencionada, se la complementa con el gráfico de esquema de conmutación en donde se aprecia el tipo de central número de circuitos y lugar donde conmuta. (ver figura N° 4.134.).-

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debido al estudio pormenorizado de las necesidades básicas que aquejan a las poblaciones de la provincia de Loja y a la necesidad constante de parar la emigración de sus habitantes hacia las grandes ciudades. Se planteó objetivos que fueron llevados a su realización para en conjunto con el estudio teórico obtener resultados favorables, de los cuales podemos extraer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. A través de los diversos sistemas de transmisión este diseño integra a la red nacional de telecomunicaciones a 12 cabeceras cantonales y 62 parroquias rurales de las cuales 52 son mediante enlace de radio y las restantes mediante enlace físico.
2. El organismo pertinente IETEL viene realizando algunos proyectos de ampliación y creación del servicio telefónico en algunas cabeceras cantonales, principalmente.
3. La finalidad de las telecomunicaciones rurales es el

establecimiento de comunicaciones en zonas rurales mediante servicios de una calidad apropiada a pesar de que una instalación rural o las mejoras que en ella se realicen, pueden no ser rentables, pero son necesarias para el bienestar económico y social global de la zona rural de que se trate, precisándose para ello una política nacional, para la debida financiación de los proyectos de telecomunicaciones.

4. Ya que algunas poblaciones no pudieron ser enlazadas a las estaciones repetidoras existentes, fue necesario ubicar un nuevo sitio para colocar la estación repetidora correspondiente llamada Colambo, la cual servirá para enlazar a 14 poblaciones mediante radio - así como para conectar la estación repetidora Toledo, la misma que da servicio a muchas poblaciones de la provincia de Zamora Chinchipe.
5. La repetidora Colambo presenta línea de vista con las estaciones repetidoras de Guachaurco, Huachichambo y Toledo, es decir que en momento dado servirá para descongestionar el tráfico que cursará por la estación - repetidora Huachichambo a través de la repetidora Guachaurco hacia el resto del país.
6. Se recomienda la urgente construcción de la estación

repetidora Colambo ya que en la actualidad posee carretera de acceso al sitio mismo, y a tan sólo 1.45 Km., pasa el tendido eléctrico que da servicio a la población de Purúnuma.

7. Todos los enlaces de radio tienen línea de vista perfecta y la distancia no es mayor a 60 Km., en ninguno de los enlaces por lo que la señal recibida estará siempre dentro de un nivel aceptable.
8. Todas las localidades enlazadas mediante radio poseen centrales de conmutación automáticas o semiautomáticas, según sea el número de abonados prevista para el año 2.010; sin embargo algunas poblaciones rurales debido a su baja demanda telefónica, pudieron haber sido servidos con un monocanal inicialmente pero no así hasta el año propuesto.
9. Se recomienda revisar periódicamente las predicciones y compararla con la realidad obtenida y de esta manera determinar las causas de las irregularidades que se pudieran presentar y corregirlas a su debido tiempo, ya que:

La densidad telefónica a nivel nacional prevista para el año 1.990, será 5.01 y en el año 2.010 de 13.

La densidad telefónica prevista para la provincia de Loja en 1.990, será 12'94 y en el año 2.010, de 131

- III. Se recomienda el uso de alambre Copperweld de 2, de diámetro para sistema de onda portadora que cubrirán una longitud total de 118 Km., el uso de cable multipar autosoportado con alambre de cobre recocido con un diámetro de hasta 0.9 mm., lo cual cubrirá una longitud total de 46 Km., y mediante línea abierta se cubrirá una distancia de 38 Km.
- II. Se recomienda colocar equipos de multiacceso en las estaciones repetidoras para servir a gran cantidad de caserios mediante la colocación de una cabina telefónica pública al servicio de la comunidad, sin esperar utilidades económicas por los mismos (beneficio social).
12. El índice de crecimiento negativo, de la provincia de Loja, nos lleva a planificar la red para el año 2.010. En este lapso se deberá crear 19 centrales telefónicas automáticas y 36 centrales telefónicas semiautomáticas.
13. La red diseñada puede implementarse con equipos disponibles en el mercado que mantengan los estándares y jerarquías recomendadas por la UIT y la presente tesis :

14. Las adquisiciones que el IETEL, realice en el futuro - deberá estar sujeto a una serie de avances de la tecnología como es la digitalización, la misma que podrá iniciarse con los radios de gran capacidad.



## BIBLIOGRAFIA

1. CEPAR, Boletín Socio-Demográfico de la provincia de Loja, San Pablo, Quito, 1.986, 57 p.
2. INEC, III Censo de Población 1.974, Resultados de definitivos, Loja, 1.974.
3. INEC IV, Censo de Población 1.982, Resultados definitivos, Loja, 1.982.
4. INEC, III Censo de Vivienda, 1.982, Resultado definitivos, Loja, 1.982.
5. IETEL, Demanda Telefónica, Documento SDP-87-04-1 , Quito, 1.986.
6. IETEL, Proyección de la población ecuatoriana concentrada y dispersa a nivel parroquial, 1985-2010. Documento SDP-86-27-1, Quito, 1.986.
7. IETEL, Resultados del estudio de demanda a nivel can

- tonal y parroquial, (Anexo 1), Documento SDP, 87-06-1, Quito, 1.987.
8. IETEL, Resultados gráficos del estudio de demanda a nivel de cabeceras cantonales (Anexo 2), documento - SDP-87-08-1, Quito, 1.987.
  9. IETEL, Estudio de la demanda telefónica para las poblaciones rurales del Ecuador, Documento TR-20, Quito, 1.980, 24 p.
  10. CCITT, Telecomunicaciones rurales, Ginebra, 1985, 565 p.
  11. KARL, H., The planning and Engineering of Radio - Relay Networks, LM Ericsson Publication, 1984, 256 p.
  12. IETEL, Plan Nacional de Radiofrecuencias, Dirección - Nacional de Frecuencias, Norma Técnica 87-01-A2.,1987.
  13. IETEL, Plan de Numeración, Doc. - SDP-84-08-02, Quito, 1.984.
  14. IETEL, Plan de Tarifación, Doc., SDP-596, Quito, 1985
  15. IETEL, Plan de Señalización, Doc.,SDP-577,Quito, 1985.

16. IETEL, Plan de Transmisión, Doc-SDP-042., Quito, 1.985.
17. KARL, H., Performance and it's Calculations, LM Ericsson Publication, 1981, 183 p.
18. KARL, H. Frecuency planning of radio-relay net worksn, LM Ericsson publication, 1987, 143 p.
19. VIT, Manual de Ingeniería de las Telecomunicaciones - Rurales, Ginebra, 1.974.
20. LM ERICSSON, Determinación del diámetro de los conductores en redes locales de cables telefónicos, 1973.
21. CARLSON, A, Sistemas de Comunicaciones, Mc Graw Hill, México, 1.980.
22. PETRIE, J, Designing Modern Communication Lines, Telephone Engineer Mancegement, 24 p.
23. SIEMENS, Planeamiento y cálculo de radioenlaces, Brasil, 1981.
24. MARCOMBO, Aplicaciones de la Electrónica, España - 1.984.

25. SILVA, M., Tráfico Telefónico, Conceptos y Aplicaciones, Tercera edición, 1.980.