

**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA**

**ESTUDIO DEL SISTEMA MULTIACCESO  
DIGITAL PARA EL SECTOR  
NOROCCIDENTAL DEL CANTON QUITO**

**Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero  
en Electrónica y Telecomunicaciones**

**Hugo Bladimir Lara Lovato**

**Quito, Marzo de 1999**

Certifico que el presente trabajo de tesis ha sido realizado totalmente por el señor Hugo Bladimir Lara Lovato.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Pablo Hidalgo', is written over a horizontal dashed line.

Ing. Pablo Hidalgo  
Director de Tesis

## DEDICATORIA

A mis padres y a mis hermanos.

## **AGRADECIMIENTO**

A los profesores de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, y en especial al Ing. Pablo Hidalgo por su constante y acertado trabajo en beneficio de la Institución.

# INTRODUCCION

El desarrollo de la telefonía rural ha presentado diversas soluciones pero ninguna ha resuelto realmente el problema. La necesidad de telecomunicaciones en los sectores rurales se justifica en la integración de zonas remotas a un sistema de comunicaciones globalizado reduciendo la necesidad de viajar, y como soporte para el desarrollo del comercio y turismo.

El principal problema que enfrenta la telefonía rural es que no representa un interés comercial debido a sus altos costos que significan su implementación y a los pocos beneficios económicos que revierten su pequeña cantidad de abonados, la baja demanda telefónica, baja utilización, dispersión de los abonados, y la dificultad de acceder a estas zonas mediante la red telefónica.

El desarrollo de la tecnología ha dado solución a algunas de estas dificultades mediante el desarrollo de sistemas punto multipunto con técnicas de acceso digital (Sistema Multiacceso Digital), y utilizando esta tecnología el presente estudio pretende satisfacer las necesidades telefónicas de las poblaciones rurales del sector noroccidental del cantón Quito.

En el primer capítulo se comienza realizando una recopilación de datos de la zona en estudio y una breve revisión de la evolución de los sistemas de comunicaciones y su tendencia hacia sistemas de telecomunicaciones inalámbricos. Se destaca las ventajas que presentan los sistemas de transmisión inalámbrico sobre las redes de cobre utilizadas en telefonía, así como también los beneficios que se obtiene al utilizar sistemas digitales sobre sistemas de transmisión inalámbricos unido a técnicas de acceso digital (TDMA), lo que en conjunto se conoce como Sistema Multiacceso Digital. Además se realiza una descripción general de los diferentes elementos del sistema y de sus diferentes configuraciones.

En el segundo capítulo se hace una revisión de las características técnicas y funcionamiento de los diferentes elementos del sistema SMD 30/1.5 de ALCATEL que se ha empleado para la realización del estudio.

En el tercer capítulo se expone los resultados del estudio junto con una base teórica que justifica la utilización de las diferentes fórmulas y procedimientos. El estudio parte de una determinación de la demanda telefónica hasta el año 2007, tiempo que se ha previsto para la aplicación del estudio, se realiza un estudio de tráfico del sistema, se establece un plan de frecuencias en base a las características del sistema.

El cálculo de la altura de las torres de las antenas para los casos críticos, en base a los perfiles topográficos obtenidos de cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar, y los cálculos radioeléctricos de los enlaces del sistema cuyos resultados se encuentran en los anexos, se presentan en este capítulo.

En el capítulo cuarto y quinto se hace un dimensionamiento del sistema de acuerdo a la configuración que se ha previsto en el estudio y a las características del sistema SMD 30/1.5, lo que permite estimar el costo total del sistema para finalmente exponer conclusiones y recomendaciones que se han obtenido del presente estudio.

# INDICE

## CONTENIDO

### INTRODUCCION

### CAPITULO 1: ESTUDIO GEOGRAFICO DEL NOROCCIDENTE DE QUITO Y FUNDAMENTOS DEL SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL

1.1	Generalidades.....	1
1.1.1	Ubicación.....	1
1.1.2	Parroquias rurales del cantón Quito.....	2
1.1.3	Población.....	3
1.2	Infraestructura de Telecomunicaciones.....	5
1.2.1	Servicio eléctrico y telefónico.....	5
1.2.2	Infraestructura telefónica del cantón Quito.....	5
1.2.3	Sistema de transmisión digital.....	7
1.3	Evolución de los sistemas de radio.....	10
1.3.1	Sistemas de radio versus redes de cobre en el bucle de abonado .....	11
1.3.2	Sistema de transmisión digital versus sistemas de radio analógico .....	12
1.3.3	Comparación de diferentes tecnologías de radio.....	13
1.4	Sistema Multiacceso Digital.....	14
1.4.1	Generalidades.....	14
1.4.2	Características.....	15
1.4.3	Descripción.....	15
1.4.4	Configuración.....	17
1.4.5	Planificación.....	21
1.4.6	Ventajas técnicas y económicas del sistema.....	22

## **CAPITULO 2: SISTEMA SMD 30/1.5**

2.1	Generalidades.....	24
2.2	Características.....	24
2.3	Descripción del sistema.....	25
2.3.1	Unidad Concentradora e Interfaz (UCI).....	25
2.3.2	Unidad Radio Base (URB).....	29
2.3.3	Unidad de Abonados (UAB).....	32
2.3.4	Unidad Repetidora (URA).....	35
2.4	Funcionamiento del sistema.....	36
2.4.1	Ráfaga y multitrama TDMA.....	39
2.4.2	Trama y multitrama TDM.....	40
2.4.3	Señalización.....	41
2.4.4	Proceso de canal vocal.....	45
2.5	Prestaciones telefónicas.....	46
2.6	Prestaciones de transmisión de datos.....	47
2.7	Operación y mantenimiento.....	48
2.8	Características técnicas del sistema SMD 30/1.5.....	49

## **CAPITULO 3: ESTUDIO DEL SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL PARA EL SECTOR NOROCCIDENTAL DEL CANTON QUITO**

3.1	Introducción.....	50
3.2	Descripción de los sistemas diseñados.....	51

3.3	Estudio de demanda.....	56
3.3.1	Proyección de población y vivienda.....	58
3.3.2	Estimación de la demanda del sistema multiacceso digital.....	59
3.4	Estudio de tráfico.....	62
3.4.1	Hora pico.....	62
3.4.2	Grado de servicio.....	63
3.4.3	Accesibilidad.....	63
3.4.4	Distribución de Poisson.....	63
3.4.5	Ley exponencial negativa.....	64
3.4.6	Fórmula de Erlang B .....	64
3.4.7	Estudio de tráfico del sistema multiacceso digital.....	65
3.5	Perfiles topográficos y zonas de Fresnel.....	66
3.5.1	Sistemas de microonda digital.....	66
3.5.2	Consideración de refracción por radio equivalente de la tierra.....	68
3.5.3	Abultamiento de la tierra.....	68
3.5.4	Zona de Fresnel.....	69
3.5.5	Torres y mástiles.....	72
3.5.6	Cálculo de altura de las antenas.....	74
3.5.7	Determinación de perfiles y zonas de Fresnel.....	75
3.5.8	Ubicación de los elementos del sistema.....	76
3.6	Balance de pérdidas y confiabilidad del enlace.....	76
3.6.1	Pérdidas en el espacio libre.....	76
3.6.2	Pérdidas por reflexión.....	77
3.6.3	Pérdidas por obstrucción.....	78
3.6.4	Pérdidas debidas a las características de los equipos.....	79
3.6.5	Antenas.....	80
3.6.6	Balance del enlace.....	83
3.6.7	Confiabilidad del enlace.....	84
3.6.8	Cálculos radioeléctricos.....	85
3.7	Plan de frecuencias.....	86
3.7.1	Plan de frecuencias del sistema multiacceso digital.....	87

## **CAPITULO 4 : ESTUDIO ECONOMICO**

4.1	Introducción.....	90
4.2	Desglose y precios unitarios.....	90
4.3	Dimensionamiento del sistema.....	91
4.4	Costo total del sistema.....	93
4.5	Recuperación de la inversión.....	94
4.6	Análisis técnico y económico de los sistemas diseñados.....	100

## **CAPITULO 5: COMENTARIOS Y CONCLUSIONES**

5.1	Conclusiones.....	103
5.2	Recomendaciones.....	104

## **ANEXOS**

ANEXO 1: CARACTERISTICAS TECNICAS DEL SISTEMA SMD 30/1.5

ANEXO 2: CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS.

ANEXO 3: PERFILES TOPOGRAFICOS Y ZONAS DE FRESNEL.

ANEXO 4: CALCULOS RADIOELECTRICOS.

ANEXO 5: CALCULOS DEL ESTUDIO ECONOMICO.

## **BIBLIOGRAFIA**

# ESTUDIO GEOGRAFICO DEL NOROCCIDENTE DE QUITO Y FUNDAMENTOS DEL SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL

## 1.1.- GENERALIDADES

El cantón Quito tiene una superficie de 11275 Km<sup>2</sup> y constituye uno de los cantones más extensos de la provincia de Pichincha; está situado en las faldas del volcán Pichincha, a una altitud de 2830 m sobre el nivel del mar.

### 1.1.1.- UBICACION

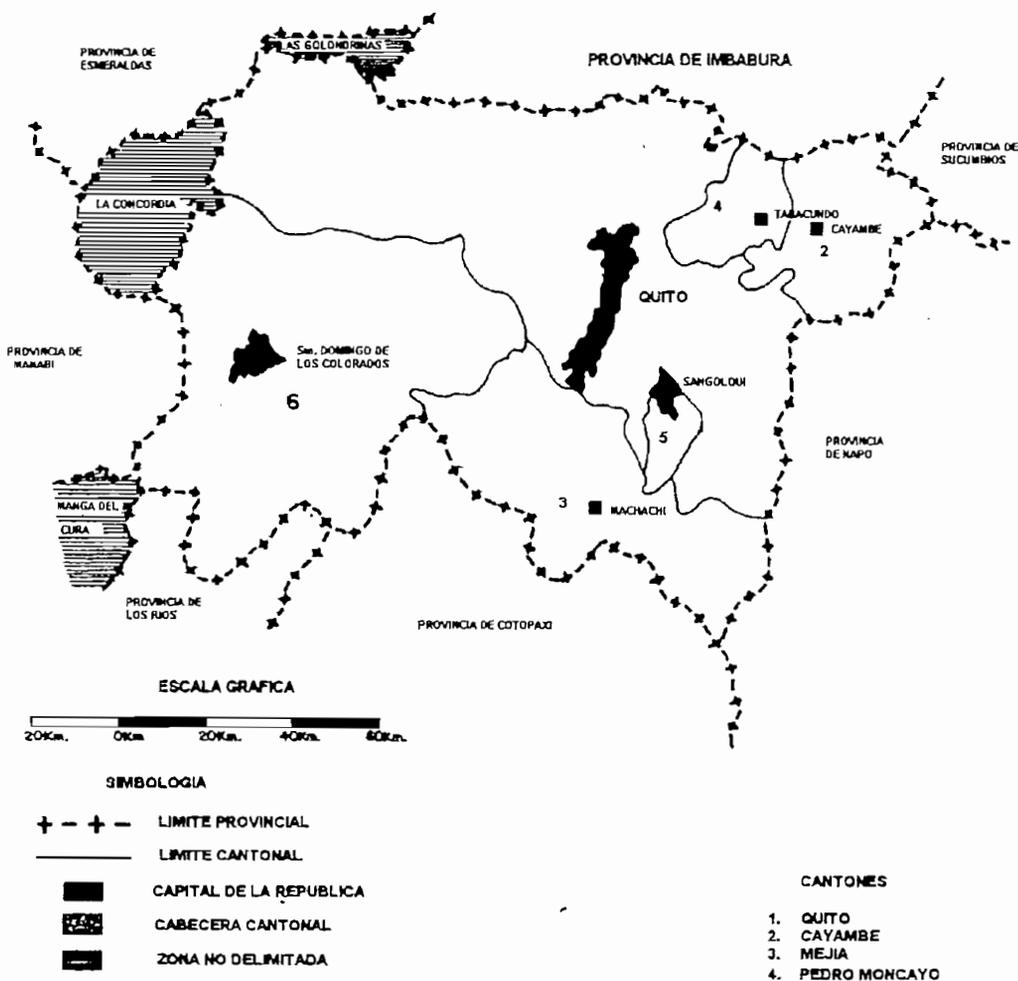


Figura 1.1 Mapa de la Provincia de Pichincha que permite observar la ubicación del cantón Quito.



Las parroquias ubicadas al oriente y cercanas a Quito como por ejemplo Calderón, Cumbayá, Conocoto y Tumbaco han presentado un desarrollo urbanístico que ha hecho perder su categoría agrícola.

Parroquias como Puembo, Yaruquí, Tababela, El Quinche, Checa, Guayllabamba han desarrollado la agroindustria y la floricultura. En Pifo el tipo de suelo ha favorecido la presencia de ladrilleras.

Las parroquias ubicadas en el Valle de los Chillos mantienen su categoría agrícola aunque se nota un desarrollo de urbanizaciones en la zona, como en el caso de Alangasí, La Merced, Guangopolo, Amaguaña. Un bajo desarrollo se observa en parroquias que se hallan ubicadas cerca de Quito como Zámbriza, Nayón, Llano Chico, debido a que su posición geográfica ha limitado sus posibilidades de crecimiento. En las parroquias Pomasqui y San Antonio se observa lo contrario, su cercanía con Quito y la pobreza de sus suelos han permitido la consolidación de un proceso urbanístico.

El caso de las parroquias ubicadas al occidente de Quito en zonas tropicales como son Pacto, Gualea, Nanegal, Nanegalito, Los Bancos, son tierras fértiles en donde se observa un desarrollo agrícola; estas parroquias junto con Calacalí, Lloa, Nono mantienen su característica rural y se hallan ubicadas en las estribaciones de la cordillera Occidental.

### 1.1.3.- POBLACION

El cantón Quito es el de mayor población en relación a los seis cantones que se hallan conformando la provincia de Pichincha. <<De acuerdo con el censo de 1990 Quito posee una población de 1'409,845 de habitantes de los cuales 1'100,897 están en el área urbana, 11,728 en la periferia y 297,270 en zonas rurales>><sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Para la realización del estudio de demanda se ha realizado una estimación de la población hasta el año 2007 en base al índice de crecimiento poblacional para las regiones rurales.

La población de las parroquias rurales se detallan a continuación:

PARROQUIA	POBLACION TOTAL	CABECERA PARROQUIAL	RESTO DE LA PARROQUIA
ALANGASI	11,064	1,613	9,451
AMAGUAÑA	16,779	3,187	13,592
ATAHUALPA	2,067	981	1,086
CALACALI	3,505	2,256	1,249
CALDERON	36,297	34,514	1,783
CONOCOTO	29,164	19,450	9,714
CUMBAYA	12,378	11,055	1,323
CHAVEZPAMBA	929	271	658
CHECA	3,836	1,364	2,472
EL QUINCHE	6,705	2,596	4,110
GUALEA	2,085	215	1,870
GUANGOPOLO	1,670	693	977
GUAYLLABAMBA	7,103	4,046	3,057
LA MERCED	3,733	1,389	2,344
LLANO CHICO	4,384	1,677	2,707
LLOA	1,357	568	789
MINDO	1,708	936	772
NANEGAL	2,948	666	2,282
NANEGALITO	2,358	710	1,648
NAYON	5,767	2,828	2,939
NONO	1,455	530	925
PACTO	4,403	681	3,722
PEDRO VICENTE MALDONADO	7,681	1,780	5,901
PERUCHO	669	227	392
PIFO	6,431	3,428	3,003
PINTAG	11,484	2,883	8,601
POMASQUI	13,735	9,450	4,285
PUELLARÓ	5,485	1,063	4,422
PUEMBO	6,148	2,026	4,122
SAN ANTONIO	12,479	10,112	2,367
SAN JOSE DE MINAS	7,594	2,389	5,205
TABABELA	1,804	527	1,277

**Tabla 1.1 Datos de población de las parroquias del cantón Quito de acuerdo al INEC<sup>2</sup> 1990.**

<sup>2</sup> INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censo.

PARROQUIA	POBLACION TOTAL	CABECERA PARROQUIAL	RESTO DE LA PARROQUIA
TUMBACO	23,229	7,802	15,427
YARUQUI	7,543	1,734	5,809
ZAMBIZA	2,297	1,569	728
PUERTO QUITO	13,775	1,701	12,074

Tabla 1.1 Datos de población de las parroquias del cantón Quito de acuerdo al INEC 1990 (continuación).

## 1.2.- INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES

### 1.2.1.- SERVICIO ELECTRICO Y TELEFONICO

En lo que respecta a servicios en el área rural de la provincia de Pichincha, se tiene que en un 72.8% de las viviendas particulares cuentan con servicio eléctrico y en el área urbana el 96.5% de viviendas cuentan con este servicio de acuerdo a datos del INEC.

Para el servicio telefónico se tiene una cobertura que llega en el sector urbano al 36.50% con respecto al número de viviendas ocupadas, y en el sector rural la cobertura llega al 8.96%, obteniendo como resultado una cobertura total del 29.76% de las viviendas habitadas en el sector rural y urbano ; estos datos pueden ser resumidos en la tabla 1.2.

AREA	TOTAL VIVIENDAS	SERVICIO ELECTRICO		SERVICIO TELEFONICO	
		SI TIENE	NO TIENE	SI TIENE	NO TIENE
URBANA	300,904	290,227	10,677	109,801	191,103
URBANA %	100%	96.45%	3.55%	36.5%	63.5%
RURAL	97,424	70,958	26,466	8,731	88,693
RURAL %	100%	72.83%	27.17%	8.96%	91.04%
TOTAL	398,328	361,185	37,143	118,532	279,796
TOTAL %	100%	90.68%	9.32%	29.76%	70.24%

Tabla 1.2 Viviendas particulares ocupadas por servicio eléctrico y telefónico, según área y de acuerdo al censo de 1990 para la provincia de Pichincha.

### 1.2.2.- INFRAESTRUCTURA TELEFONICA DEL CANTON QUITO

Según datos actualizados de los sistemas de telecomunicaciones a diciembre de 1996 se disponen de las centrales telefónicas en el cantón Quito anotadas en la tabla 1.3.

CENTRAL	SERIE NUMERICA	CAPAC. INST. <sup>3</sup>	TIPO DE CENTRAL	CENTRO DE CONEXIÓN	TELEFONOS PRINCIPALES			
					ABO. <sup>4</sup>	SERV. <sup>5</sup>	MONE. <sup>6</sup>	TOTAL
CALDERON	820,000 825,119	5,120	ERICSSON AXE CONC. <sup>7</sup>	CARAPUNGO	696	14	7	717
CARAPUNGO	420,000 425,119	5,120	ERICSSON AXE CONC.	QUITO (QTD1 <sup>8</sup> )	3,977	14		3,991
CARCELEN 1	470,000 479,237	9,238	NEC NEAX-61M	QUITO (QTD1/2 <sup>9</sup> )	8,563	14	48	8,625
CARCELEN 1 (Com. Del Pueblo)	480,000 480,511	512	ENC NEAX-61M	QUITO (QTD1/2)				0
CARCELEN 2 (Conc. Cotacollao)	481,000 485,999	5,000	E108 ALCATEL CONC.	COTOCOLLAO	2,829	23	7	2,859
COTOCOLLAO 1	530,000 539,999	10,000	ERICSSON ARF-102	QUITO (QTD1)	5,638	112	12	5,762
COTOCOLLAO 2	590,000 599,999	10,000	E108 ALCATEL	QUITO (QTD1/2)	8,123	23	33	8,179
COTOCOLLAO 2	290,000 299,000	10,000	E108 ALCATEL	QUITO (QTD1/2)				0
EL CONDADO	490,000 494,999	5,000	E108 ALCATEL	QUITO (QTD1/2)	3,139	5	6	3,150
EL JARDIN (Conc. Iñaquito 4)	980,000 980,317	318	E108 ALCATEL	IÑAQUITO 4	310			310
EL PINTADO 1	620,000 629,625	9,626	NEC NEAX-61M	QUITO (QTD1/2)	9,220	16	91	9,327
EL PINTADO 2 (Conc. Guajaló)	630,000 639,999	10,000	E108 ALCATEL	GUAJALO	6,070	23	79	6,172
EMETEL PRES. EJECUTIVA	200,000 299,999	1,000	ERICSSON PABX	QUITO (QTD2 <sup>10</sup> )				
GUAJALO	670,000 685,535	15,536	E108 ALCATEL	QUITO (QTD1/2)	9,017		32	9,049
GUAMANI	690,000 694,999	5,000	NEC NEAX-61E	QUITO (QTD2)	1,966	6	10	1,982
IÑAQUITO 1	240,000 249,999	10,000	ERICSSON AGF	QUITO (QTD1)	6,179	69	6	6,272
IÑAQUITO 2	450,000 459,999	10,000	ERICSSON ARF-102	QUITO (QTD1)	8,564	36	9	8,609
IÑAQUITO 3	430,000 449,999	20,000	NEC NEAX-61M	QUITO (QTD1/2)	18,839	170	103	19,112
IÑAQUITO 4	250,000 259,999	10,000	E108 ALCATEL	QUITO (QTD1/2)	18,761	23	83	18,867
IÑAQUITO 4	460,000 469,999	10,000	E108 ALCATEL	QUITO (QTD1/2)				
LA LUZ 1	400,000 409,999	10,000	NEC NEAX-61M	QUITO (QTD1/2)	9,144	71	39	9,254
LA LUZ 2 (conc. Cotacollao)	410,000 414,999	5,000	E108 ALCATEL	COTOCOLLAO	2,365	23	4	2,392

Tabla 1.3 Centrales telefónicas del cantón Quito .

<sup>3</sup> CAPAC. INST.: Capacidad Instalada.

<sup>4</sup> ABO.: Teléfono de Abonado.

<sup>5</sup> SERV.: Teléfono de Servicio utilizados para uso interno de la central.

<sup>6</sup> MONE.: Teléfono Monedero.

<sup>7</sup> CONC.: Concentrador.

<sup>8</sup> QTD1: Quito Tránsito Digital 1.

<sup>9</sup> QTD1/2: Quito Tránsito Digital 1 y 2.

<sup>10</sup> QTD2: Quito Tránsito Digital 2.

CENTRAL	SERIE NUMERICA	CAPAC. INST.	TIPO DE CENTRAL	CENTRO DE CONEXIÓN	TELEFONOS PRINCIPALES			
					ABO.	SERV.	MONE.	TOTAL
LLANO CHICO (conc. Carapungo)	830,000 830,511	512	ERICSSON AXE CONC.	CARAPUN GO	132	4		136
MARISCAL SUCRE 1	230,000 230,999	1,000	ERICSSON AGF	QUITO (QTD1)	4,271	64	6	4,341
MARISCAL SUCRE 1	234,000 238,999	5,000	ERICSSON AGF	QUITO (QTD1)				
MARISCAL SUCRE 2	520,000 529,999	10,000	ERICSSON ARF-102	QUITO (QTD1)	9,690	150	10	9,850
MARISCAL SUCRE 3	540,000 549,999	10,000	ERICSSON ARF-102	QUITO (QTD1)	9,762	143	2	9,937
MARISCAL SUCRE 4	550,000 554,999	5,000	ERICSSON ARF-102	QUITO (QTD1)	4,730	40		4,770
MARISCAL SUCRE 5	500,000 509,999	10,000	NEC NEAX-61M	QUITO (QTD1/2)	18,349	281	190	18,820
MARISCAL SUCRE 5	560,000 569,999	10,000	NEC NEAX-61M	QUITO (QTD1/2)				0
MARISCAL SUCRE 6	220,000 229,999	10,000	NEC NEAX-61E	QUITO (QTD2)	9,779	23	88	9,890
MONJAS	600,000 605,511	5,512	NEC NEAX-61M	QUITO (QTD1)	5,238	4	38	5,280
QUITO CENTRO 1	210,000 219,999	10,000	ERICSSON AGF	QUITO (QTD1)	7,351	175	47	7,573
QUITO CENTRO 2	510,000 519,999	10,000	ERICSSON ARF-102	QUITO (QTD1)	9,033	188	15	9,236
QUITO CENTRO 3	570,000 573,999	4,000	ERICSSON ARF-102	QUITO (QTD1)	3,573	191	2	3,766
QUITO CENTRO 4	580,000 584,999	5,000	NEC NEAX-61M	QUITO (QTD1/2)	4,462	157	46	4,665
VILLA FLORA 2	610,000 614,999	5,000	ERICSSON ARF-102	QUITO (QTD1)	3,961	53	10	4,024
VILLA FLORA 3	650,000 669,999	20,000	E108 ALCATEL	QUITO (QTD1/2)	11,627	23	57	11,707
SAN RAFAEL 2	860,000 866,399	6,400	ERICSSON AXE - 10	QUITO (QTD2)	1,015	21	1	1,037

Infraestructura empleada para el diseño del sistema.

Tabla 1.3 Centrales telefónicas del cantón Quito (continuación).

### 1.2.3.- SISTEMAS DE TRANSMISION DIGITAL

En la exposición de los sistemas de transmisión digital se ha tomado en cuenta estaciones ubicadas en la provincia de Imbabura y de Pichincha , infraestructura que podría servir para realizar el diseño del sistema multiacceso digital para el sector noroccidental del cantón Quito. Esta información se observa en la tabla 1.4 y ha sido obtenida de datos actualizados de los sistemas de telecomunicaciones a diciembre de 1996; un gráfico del Sistema Nacional de Transmisión Digital se muestra en la figura 1.3.

PROVINCIA	ESTACION	LOCALIDAD	MARCA	TIPO	<sup>11</sup> CONF.	<sup>12</sup> CAPAC.
IMBABURA	CERRO BLANCO	AZAYA	SIEMENS	CTR216/4	2+1	140Mb/s
IMBABURA	CRUZ LOMA	CERRO BLANCO	SIEMENS	CTR190/8	2+1	34Mb/s
IMBABURA	CERRO BLANCO	IBARRA	SIEMENS	CTR 190/7	1+1	34Mb/s
IMBABURA	CERRO BLANCO	ILUMAN	ALCATEL	R2L	1+1	2Mb/s
IMBABURA	CABRAS	CARPUELA	ALCATEL	R2L	1+1	2Mb/s
IMBABURA	CERRO BLANCO	OTAVALO	SIEMENS	CTR 190/7	1+1	34Mb/s
IMBABURA	CABRAS	PABLO ARENAS	ALCATEL	R2L	1+1	2Mb/s
IMBABURA	CABRAS	PIMAMPIRO	ALCATEL	R2L	1+1	2Mb/s
IMBABURA	CERRO BLANCO	S. P. LAGO	SIEMENS	CTR 190/8	1+1	8Mb/s
IMBABURA	MIRA	TUMBABIRO	SIEMENS	CTR210/1.5	1+1	2Mb/s
IMBABURA	MIRA	URCUQUI	SIEMENS	CTR210/1.5	1+1	2Mb/s
PICHINCHA	MACHACHI	AMAGUAÑA	SIEMENS	CTR 190/7	1+1	34Mb/s
PICHINCHA	QTO. CENTRO	ATACAZO	SIEMENS	CTR216/4	4+1	140Mb/s
PICHINCHA	CERRO BLANCO	ATAHUALPA	SIEMENS	CTR 210/1.5	1+1	2Mb/s
PICHINCHA	EL CARMEN	BIJAGUAL	SIEMENS	CTR216/4	2+1	140Mb/s
PICHINCHA	ATACAZO	BOMBOLI	SIEMENS	CTR 216/4	2+1	140Mb/s
PICHINCHA	CRUZ LOMA	CALDERON	SIEMENS	CTR 190/7	1+1	34 Mb/s
PICHINCHA	CRUZ LOMA	CANANVALLE	SIEMENS	CTR 190/7	1+1	34 Mb/s
PICHINCHA	CANANVALLE	CAYAMBE	SIEMENS	CTR 190/7	1+1	34 Mb/s
PICHINCHA	CRUZ LOMA	CONOCOTO	NEC	DMR 700	1+1	34 Mb/s
PICHINCHA	QTO. CENTRO	CRUZ LOMA	SIEMENS	CTR216/4	3+1	140 Mb/s
PICHINCHA	CRUZ LOMA	CUMBAYA	SIEMENS	CTR 190/8	1+1	34 Mb/s
PICHINCHA	ATACAZO	LA CONCORDIA	SIEMENS	CTR 190/7	1+1	8 Mb/s
PICHINCHA	ATACAZO	LA CONCORDIA	NEC	DMR 770	1+1	68 Mb/s
PICHINCHA	ATACAZO	MACHACHI	SIEMENS	CTR 190/7	1+1	34 Mb/s
PICHINCHA	CRUZ LOMA	PIFO	SIEMENS	CTR 190/7	1+1	8 Mb/s
PICHINCHA	CRUZ LOMA	PUEMBO	SIEMENS	CTR 190/7	1+1	8 Mb/s
PICHINCHA	BIJAGUAL	QUEVEDO	SIEMENS	CTR216/4	2+1	140 Mb/s
PICHINCHA	CERRO BLANCO	S. J. MINAS	SIEMENS	CTR 210/1.5	1+1	2 Mb/s
PICHINCHA	CRUZ LOMA	SAN RAFAEL	SIEMENS	CTR 190/7	2+1	34 Mb/s
PICHINCHA	CRUZ LOMA	SANGOLQUI	NEC	DMR 700	1+1	34 Mb/s
PICHINCHA	BOMBOLI	STO. DOMINGO	SIEMENS	CTR190/8	2+1	34 Mb/s

 Infraestructura empleada para el diseño del sistema.

**Tabla 1.4 Estaciones del sistema de transmisión digital de las provincias de Pichincha e Imbabura.**

<sup>11</sup> CONF.: Configuración.

<sup>12</sup> CAPAC.: Capacidad.

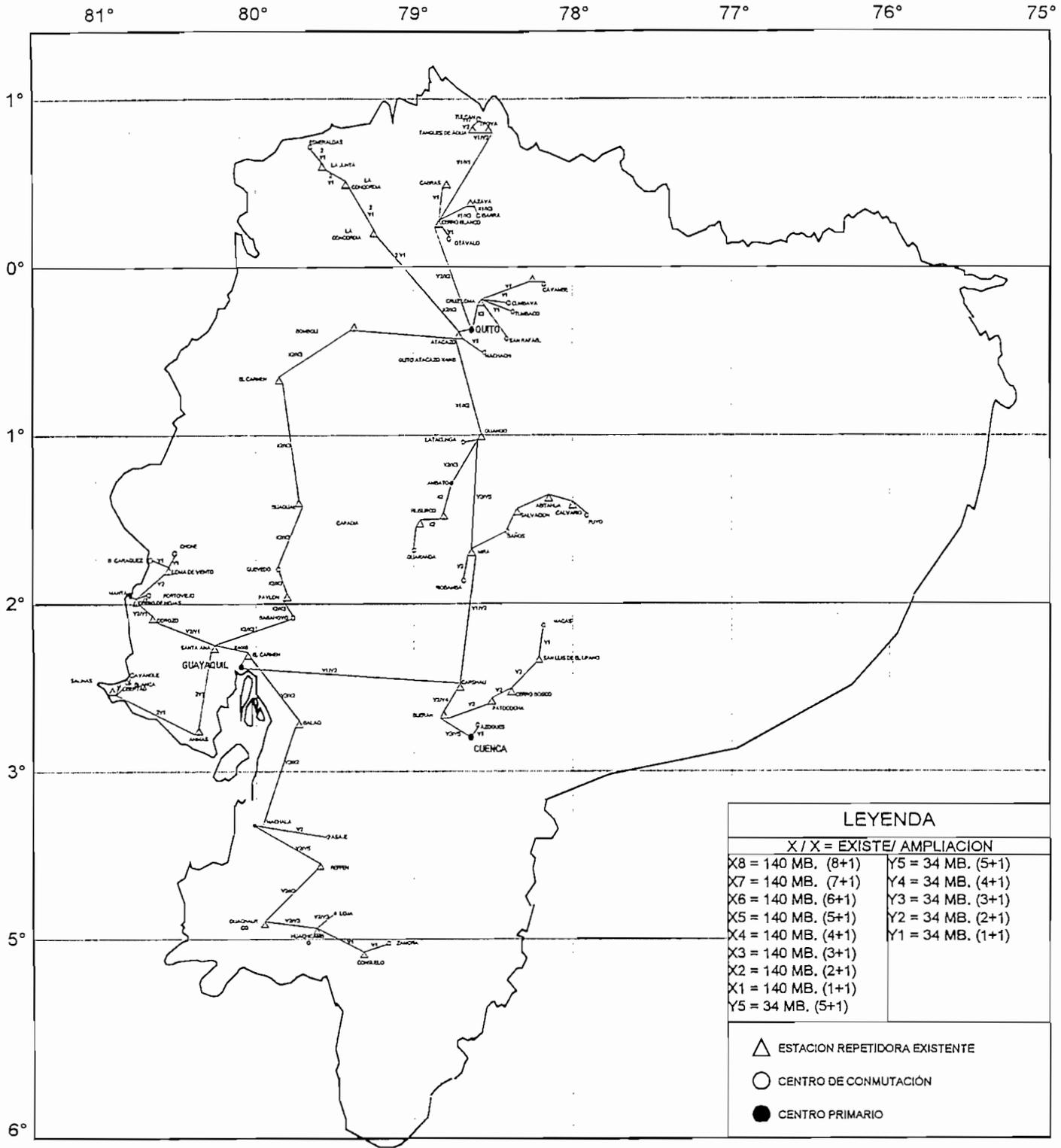


Figura 1.3. Sistema Nacional de Transmisión Digital.

### 1.3.- EVOLUCION DE LOS SISTEMAS DE RADIO

Con el apareamiento de las ondas de radio aparecieron los primeros sistemas de comunicación que operaban utilizando un "transmisor" que se encargaba de radiar energía en alta frecuencia por medio de una antena y a través del espacio. Estas ondas eran capturadas en una antena distante y esta energía era alimentada a un "receptor" el cual estaba provisto de cierta inteligencia.

Los primeros sistemas utilizaron el método punto a punto en el cual solo una persona transmitía su mensaje y no recibía respuesta del otro extremo; luego apareció un nuevo método de comunicación denominado *Half Duplex* el cual permitía la comunicación en ambos sentidos pero no de manera simultánea, este método de comunicación utilizaba una sola frecuencia y era conocido como método *Push – Talk* debido a que se requería presionar un botón para ser escuchado en el extremo receptor. Finalmente apareció el método *Full Duplex* que es similar a la conversación que se establece en una línea telefónica, con la diferencia de que se requiere dos frecuencias separadas, lo que repercutió en el precio de estos sistemas y una mayor utilización del espectro de frecuencias. Estos sistemas utilizaban rangos de frecuencia VHF<sup>13</sup> y UHF<sup>14</sup>.

Años más tarde aparecieron los sistemas punto – multipunto que utilizaban técnicas de acceso múltiple que en general permiten la utilización común de un grupo de frecuencias o intervalos de tiempo, por un número determinado de abonados. Los sistemas de acceso múltiple pueden clasificarse en acceso múltiple por división de frecuencia FDMA<sup>15</sup> y sistema de acceso múltiple por división del tiempo TDMA<sup>16</sup>.

Cuando los canales se derivan mediante la compartición del tiempo de una portadora radioeléctrica, a esta técnica de acceso se conoce como TDMA. Los sistemas TDMA proveyeron mejoras sobre los sistema FDMA permitiendo obtener una alta calidad de voz, brindando servicios de comunicación de datos, y permitiendo una mayor transparencia a la conexión con redes nacionales e internacionales debido a su característica digital.

---

<sup>13</sup> VHF : Very High Frequency, rango de frecuencia comprendido entre 30 a 300 MHz.

<sup>14</sup> UHF : Ultra High Frequency, rango de frecuencia comprendido entre 300 a 3000 MHz.

<sup>15</sup> FDMA : Frequency Division Multiple Access.

<sup>16</sup> TDMA : Time Division Multiple Access.

Los sistemas TDMA es posible obtenerlos en bajas capacidades ( 10 – 15 canales) para aproximadamente 100 abonados y grandes ( 30 – 60 canales) que pueden prestar servicio a aproximadamente 1000 abonados.

### 1.3.1.- SISTEMAS DE RADIO VERSUS REDES DE COBRE EN EL BUCLE DE ABONADO

Los cambios que han sufrido las redes de telecomunicaciones en los últimos tiempos como es el desarrollo de la transmisión y conmutación digital y la evolución de los sistemas de radio, ha hecho posible resolver el último eslabón entre el abonado y la central telefónica mediante accesos inalámbricos conocido como Radio en el Bucle de Abonado RLL<sup>17</sup>.

Las principales ventajas que presenta este tipo de acceso con respecto a las redes de cobre son:

**COSTO.-** La instalación es económica comparada con el gasto en obras civiles y mano de obra en que se incurre en la instalación de una red de cableado, además en estas últimas el mantenimiento y reparación es costoso. El acceso inalámbrico permite reducir la inversión inicial y además éste puede adaptarse con precisión a las demandas y permitir al operador ampliar la red de acuerdo a las necesidades de servicio de la zona.

Los costos de mantenimiento de los sistemas inalámbricos son relativamente menores si se considera que no existen daños por cables rotos como es el caso de las redes de cobre.

**TIEMPO.-** El tiempo de instalación de un sistema de radio es de unos pocos meses y es mucho menor comparado con el de una red de cableado. Lo que permite revertir más pronto la inversión inicial.

**FIABILIDAD.-** Los sistemas de radio se hallan provistos de redundancia lo que los hace más fiables, y en situaciones catastróficas (terremotos) o en caso de daños el tiempo de restablecimiento del servicio es menor comparado con las redes de cobre.

---

<sup>17</sup> RLL : Radio Local Loop

**FLEXIBILIDAD.-** Los sistemas inalámbricos se adaptan a todo tipo de entornos desde zonas urbanas densas hasta zonas rurales remotas.

El equipo inalámbrico puede ampliarse o trasladarse a otras zonas en caso de que el tráfico o la densidad de población cambien.

### **1.3.2.- SISTEMAS DE RADIO DIGITAL VERSUS SISTEMAS DE RADIO ANALOGICO**

Los sistemas de radio digital presentan mayores ventajas que los analógicos; así por ejemplo, los sistemas de radio digital son mucho mas baratos que los analógicos debido al desarrollo de los circuitos integrados de alta escala de integración, lo que ha permitido la reducción en el tamaño de los equipos y la disminución en su costo.

Además permiten un uso más eficiente del espectro radioeléctrico a través del uso de TDMA (dos a tres veces más que los sistemas analógicos) y mediante la utilización de CDMA<sup>18</sup> es aún más eficiente.

Los sistemas de radio digital no solamente permiten transmitir voz sino también datos, aun ISDN<sup>19</sup> es posible, y además ofrecen seguridad contra espionaje y uso no autorizado de la línea.

### **VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DIGITALES**

- El precio está disminuyendo con el aumento del volumen de producción de este tipo de sistemas.
- Volumen más compacto con la utilización de la tecnología VLSI<sup>20</sup>.
- Uso más eficiente del espectro radioeléctrico.
- Servicio de transmisión de datos sin la utilización de módem.

### **VENTAJAS DE LOS SISTEMAS ANALOGICOS**

- Al momento más barata.
- El radio máximo de alcance es mayor.

---

<sup>18</sup> CDMA : Code Division Multiple Access.

<sup>19</sup> ISDN : Integrated Services Digital Network

<sup>20</sup> VLSI : Very Large Scale Integration.

### 1.3.3.- COMPARACION DE DIFERENTES TECNOLOGIAS DE RADIO

La comparación de las tecnologías de radio utilizadas en telefonía rural se ha realizado en función de sus costos tomando como escenario el año 2000, para lo cual se tiene en cuenta densidades uniformes de suscriptores o abonados por Km<sup>2</sup> y el factor de grupo que no es más que el número de suscriptores por punto.

El estudio se ha realizado entre las diferentes tecnologías de radio que se aplican a telefonía rural, para lo cual se han tomado en cuenta a los sistemas de radio basados en multiacceso digital punto - multipunto PMP<sup>21</sup>, sistemas móviles celulares (GSM<sup>22</sup>) con ajuste de suscriptores (GSM-F<sup>23</sup>), y el sistema multisatelital de baja órbita (LEO<sup>24</sup>) entre los que se tiene a GLOBALSTAR y uno de sus principales contendores el sistema Iridium. Para el estudio se tuvo en cuenta una distribución uniforme de abonados desde 1 abonado por cada 10.000 Km<sup>2</sup> a 20 abonados por Km<sup>2</sup> y factores de grupo de 1, 8, 16, 50 y 100 abonados por punto.

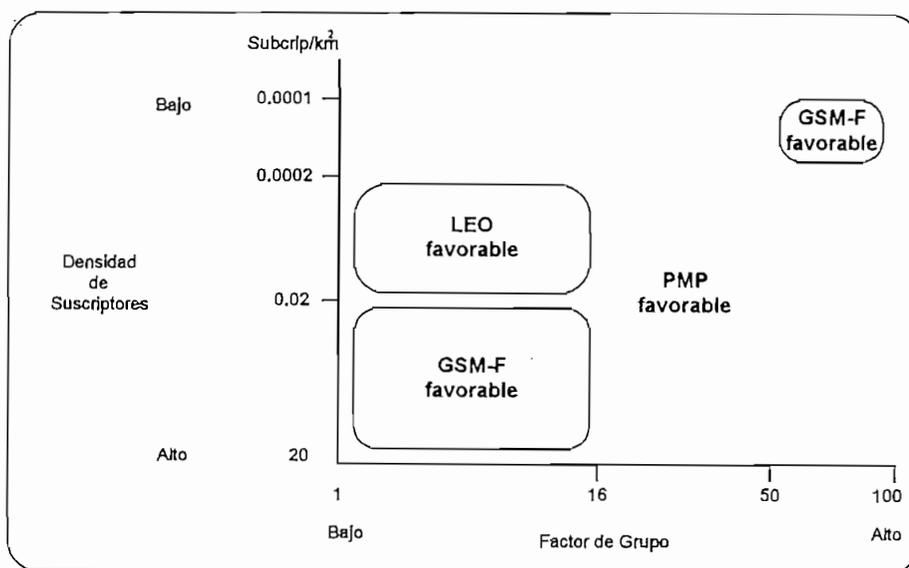


Figura 1.4. Areas de preferencia de los diferentes sistemas de comunicación utilizados en las áreas rurales.

<sup>21</sup> PMP : Point-to-multipoint.

<sup>22</sup> GSM : Global System for Mobile Communications.

<sup>23</sup> GSM-F : Global System for Movile Communications Fixed.

<sup>24</sup> LEO : Low Earth Orbits.

<<Los resultados del estudio mostraron que los sistemas PMP presentan una ventaja económica cuando han sido implementados en zonas con densidades de 0.0001 a 0.0002 suscriptores/Km<sup>2</sup> con un factor de grupo menor que 50 y para densidades de 0.0002 a 20 suscriptores/Km<sup>2</sup> con un factor de grupo mayor a 16.

Luego se tiene los sistemas móviles celulares con ajuste de suscriptores (GSM-F), este tipo de sistemas presentan ventajas económicas en su implementación en zonas con densidades mayores a 0.02 suscriptores/Km<sup>2</sup> y factores de grupo menores a 16 y además, existe un pequeño grupo de abonados con densidades inferiores a 0.0002 y con un alto factor de grupo alto (entre 50 y 100) en la que esta tecnología aún es favorable. Los sistemas PMP y GSM-F se hallan presentes en la actualidad pero se espera que para el año 2.000 los sistemas multisatélite de baja órbita terrestre (LEO) se ubicarán entre PMP y GSM-F y presentará una ventaja económica para densidades menores a 0.02 suscriptores/ Km<sup>2</sup> y factores de grupo menores que 16.

La tendencia a futuro de los sistemas GSM-F y LEO es la de un incremento en el servicio en sectores rurales con bajo factor de grupo, mientras que los sistemas PMP continuarán ofreciendo una ventaja en sectores rurales con moderado y alto factor de grupo (mayor a 16). En la figura 1.4 se puede observar en resumen la comparación de estos tres sistemas.>><sup>25</sup>

## 1.4.- SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL

### 1.4.1.- GENERALIDADES

En general los sistemas de acceso múltiple se caracterizan por compartir un cierto número de canales o intervalos de tiempo entre un cierto número de abonados. Estos pueden clasificarse en dos grupos, sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia FDMA y sistemas de acceso múltiple por división de tiempo TDMA.

Mediante los sistemas TDMA se ha logrado utilizar de una manera más óptima el espectro de frecuencias, ya que de una sola portadora se derivan un cierto número de canales que se hallan compartiendo en el tiempo a la misma, empleando por tanto una sola portadora en cada sentido de la transmisión. En el caso de una repetidora ésta utiliza un nuevo par de frecuencias.

---

<sup>25</sup> Información obtenida de la revista IEEE Communications Magazine, octubre 1994.

El sistema TDMA es un sistema de radio punto - multipunto en el cual los receptores de abonado funcionan de manera continua y los transmisores funcionan a modo de ráfagas, este tipo de sistemas es utilizado para prestar servicio de telefonía hacia abonados distribuidos en áreas con alta, mediana o baja densidad de abonados en sectores urbanos, suburbanos o rurales.

#### **1.4.2.- CARACTERISTICAS**

Los sistemas radioeléctricos de acceso múltiple por división del tiempo (TDMA) se han convertido en una solución flexible y económica para dotar de servicios de telecomunicaciones a poblaciones distantes y con un reducido número de suscriptores o abonados, por cuanto posee todas las características básicas de las telecomunicaciones rurales entre las que se puede mencionar las siguientes:

- Los ubicación de los abonados con respecto a la central de conmutación con la que se piensa dar servicio no representa ningún obstáculo al momento del diseño del sistema.
- Este tipo de sistemas permiten dar servicio en cualquier entorno geográfico: zonas montañosas, zonas desérticas, etc.
- Posee una gran flexibilidad en su configuración y puede integrarse a cualquier tipo de red analógica o digital.
- El consumo de las estaciones es mínimo y permiten la utilización de fuentes de energía primaria: células solares, generadores eólicos, etc.
- Se basan en una supervisión automática (autodiagnóstico) y también presentan la posibilidad de mantenimiento de una manera remota.

#### **1.4.3.- DESCRIPCION**

Los sistemas TDMA realizan una concentración de tráfico lo que implica que entre un número determinado de abonados se comparte una cantidad mucho menor de canales.

Al realizar una concentración de tráfico no todos los abonados pueden hablar al mismo tiempo, esto se realiza a partir de un radiocanal del cual se han obtenido varios

canales multiplexados en el tiempo; en la unidad central y en todas las unidades de abonado se disponen de estos canales. El acceso a los canales se realiza por el método << primero en llegar- primero en ser atendido>>.

En los sistemas TDMA es posible distinguir los siguientes elementos:

a) Unidad Central

b) Unidad Repetidora

c) Unidad de Abonado

#### **a) UNIDAD CENTRAL**

Generalmente esta unidad se localiza cerca de la central telefónica. Sus funciones principales son realizar la conversión de señalización, la multiplexación, el interfaz para la conexión con las líneas de abonado de la central telefónica, la supervisión automática y el mantenimiento. Estas unidades se hallan provistas de un *transceiver* (transmisor -receptor) que permite la conexión de abonados ubicados dentro del alcance de la unidad central y también permite la conexión con unidades repetidoras, pudiendo ampliar el alcance del equipo a zonas distantes del alcance inicial de la unidad.

#### **b) UNIDAD REPETIDORA**

La unidad repetidora permite ampliar la zona de servicio del sistema realizando una conversión de frecuencias de acuerdo al plan de frecuencias del sistema, pudiendo utilizarse el número de repetidoras que se especifique en las características del sistema que se está implementando o hasta que se llegue a la máxima capacidad del sistema.

La unidad repetidora puede tener abonados que estén dentro de su alcance y servir de enlace con otra unidad repetidora o puede ser una unidad repetidora sin abonados.

#### **c) UNIDAD DE ABONADOS**

La unidad de abonado es la interfaz con los aparatos del usuario, proporciona sincronización, alineación de trama, señalización.

La unidad utiliza un par de frecuencias diferente al de la unidad repetidora o de la unidad central, una para transmisión continua desde la unidad central con la unidad de abonado y otra en forma de ráfagas desde la unidad de abonado a la unidad central .

La transmisión a manera de ráfagas se realiza por un solo canal o intervalo de tiempo asignado a la unidad de abonado por la unidad central; el sistema utiliza dos canales para la transmisión de señales de mando, control, sincronización, alarma e información sobre el estado de la unidad, un canal para cada sentido de la transmisión.

Una unidad de abonado (figura 1.5) consta de dos *transceivers* que pueden compartir el sistema de antena. La utilización de dos *transceivers* aumenta la capacidad del sistema y mejora la disponibilidad del sistema, ya que en caso de daño de uno de los transmisores se tendrá una degradación del servicio hasta que sea reparado el transmisor sin requerir que el sistema sea puesto fuera de servicio.

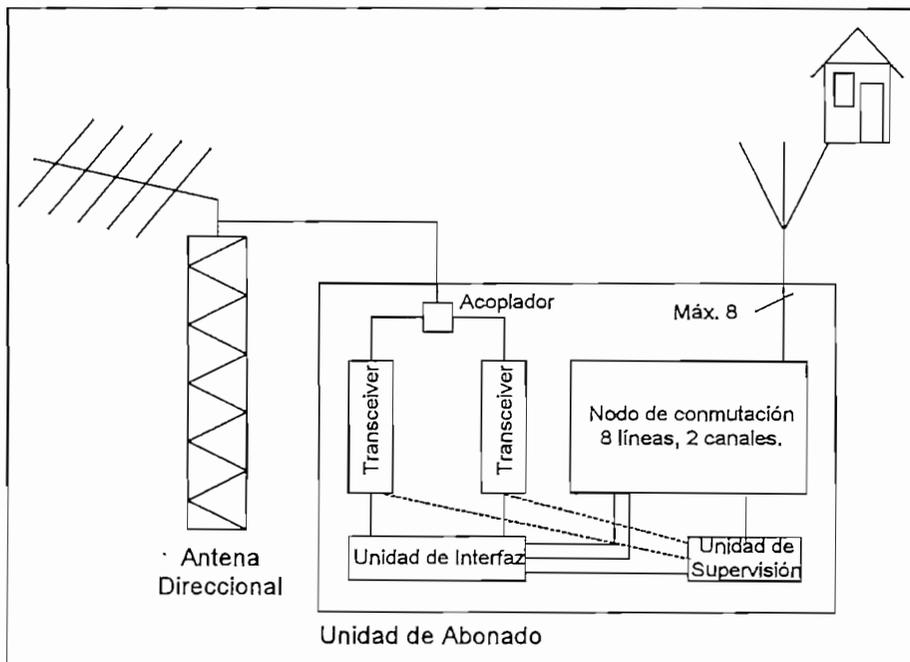
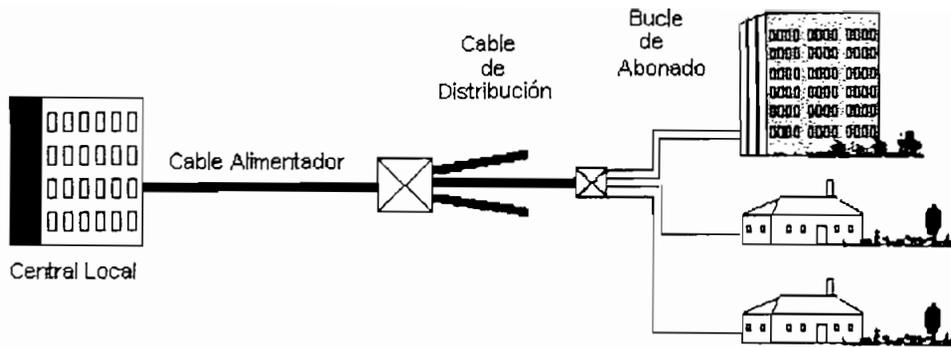


Figura 1.5 Unidad de abonado.

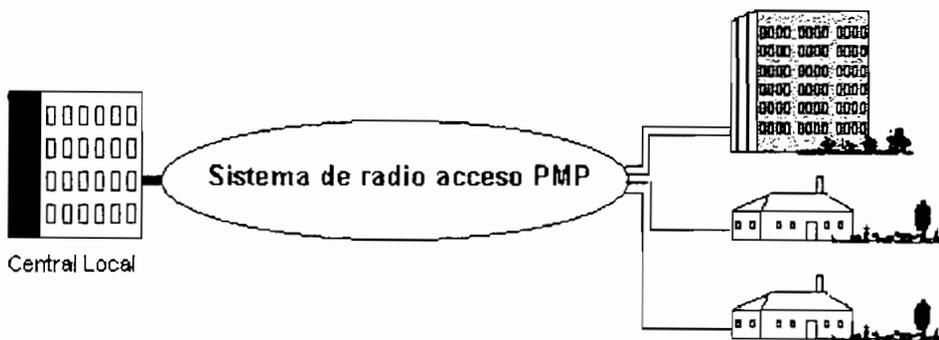
#### 1.4.4.- CONFIGURACION

En general este tipo de sistemas actúan sobre la distribución típica del cableado tanto del alimentador como del cable de distribución a través de un medio inalámbrico. En la figura 1.6 se muestra un despliegue típico del cableado de una red telefónica.



**Figura 1.6 Despliegue típico del cableado.**

La configuración específica depende de la aplicación a la que se requiera adaptar el sistema, se puede sustituir el cable alimentador y el cableado de distribución a través de un sistema de radio acceso PMP y llegar hasta el abonado por un medio cableado que sería en la parte de bucle de abonado como se muestra en la figura 1.7.



**Figura 1.7 Reemplazo del cable de alimentación y distribución con la alternativa PMP.**

También es posible llegar hasta el abonado a través de un medio totalmente inalámbrico, una configuración de un sistema totalmente inalámbrico mediante los equipos A-9800 de ALCATEL se muestra en la figura 1.8.

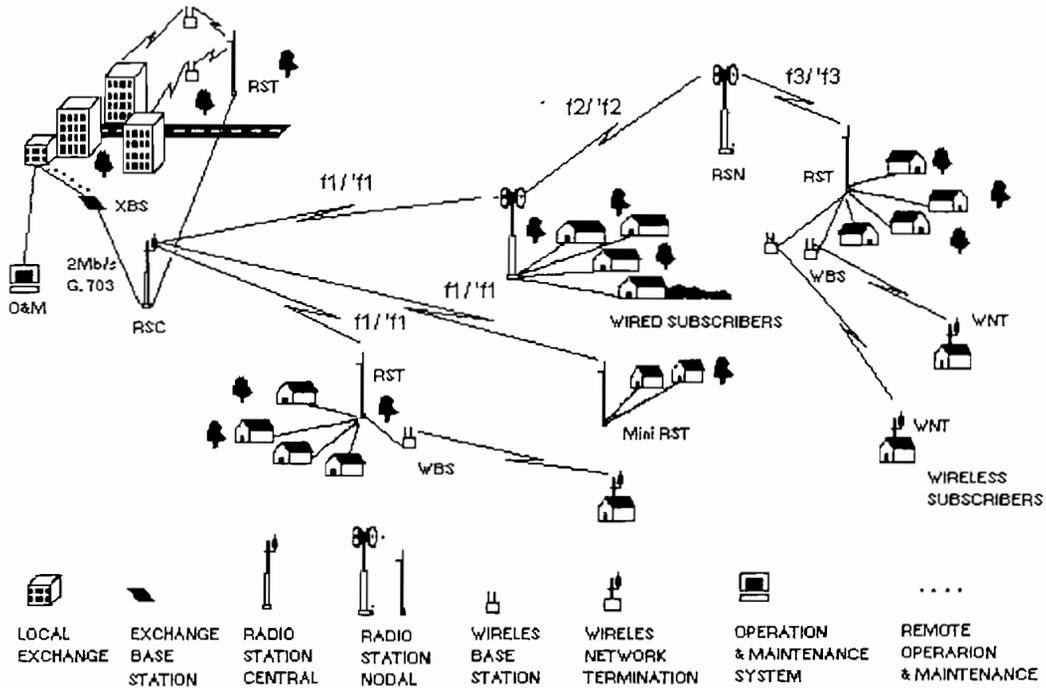


Figura 1.8 Aplicaciones del sistema A-9800 de ALCATEL

La configuración del sistema depende de la zona a la que se quiera adaptar el sistema, así se pueden presentar dos tipos de configuraciones una básica (sin repetidores) y una con repetidores.

### CONFIGURACION BASICA

Una configuración básica se utiliza cuando es posible adaptar la cobertura del sistema al entorno geográfico sin el empleo de repetidores. Este tipo de configuración se muestra en la figura. 1.9.

Este tipo de configuración requiere de una unidad central y al menos una unidad de abonado comunicada a la unidad central por medio de un radioenlace. Cada unidad de abonado se encuentra prestando servicio a una zona por medio de las líneas de abonado; su ubicación se escoge de tal manera que permita la conexión óptima con los aparatos telefónicos. La unidad central por lo general se sitúa cerca de la central telefónica con la que se prestará el servicio telefónico o en cierto sitio que facilite la interconexión con las diferentes unidades de abonado.

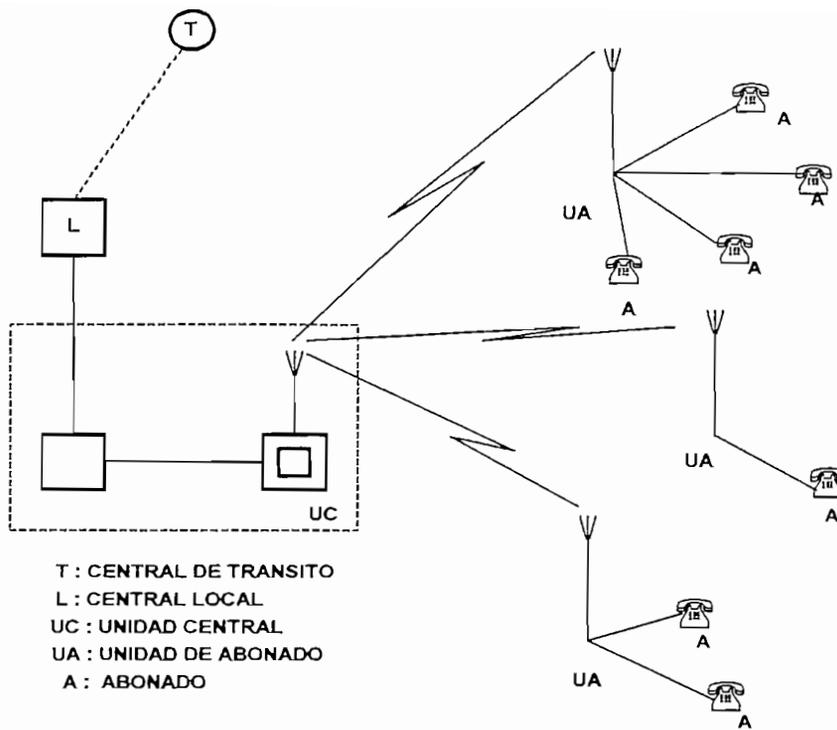


Figura 1.9 Configuración básica del sistema multiacceso digital.

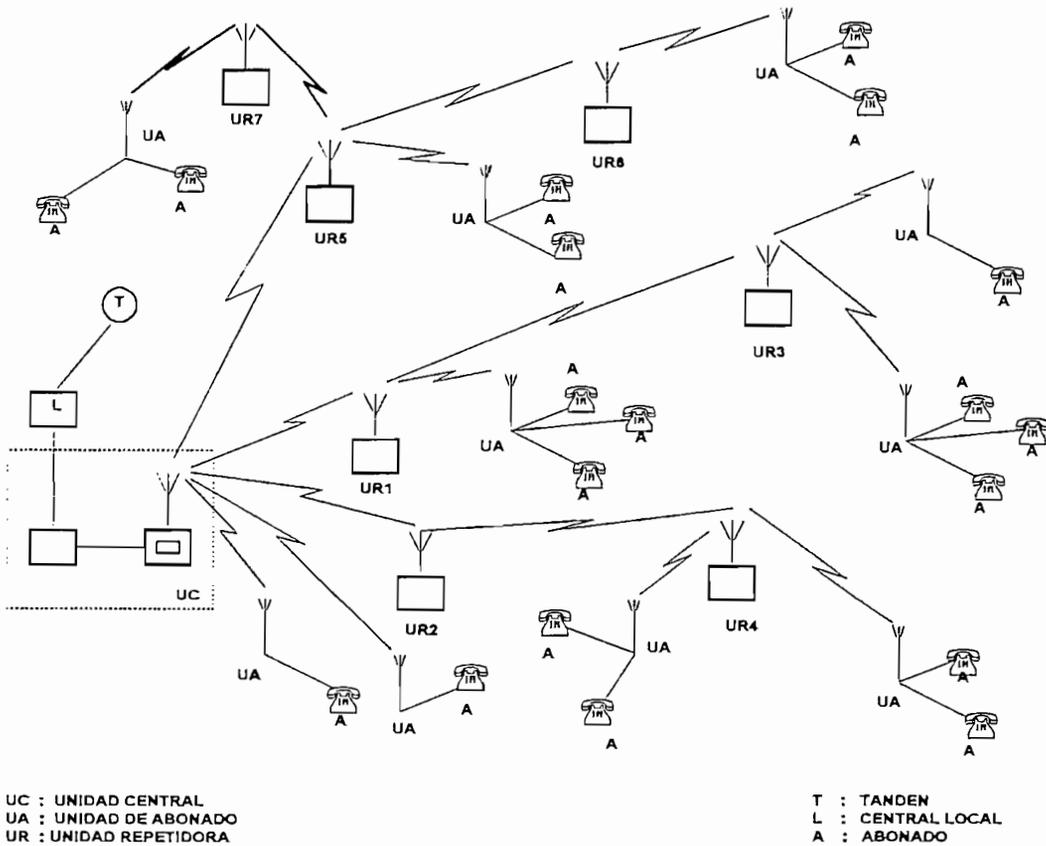


Figura 1.10 Configuración con repetidores del sistema multiacceso digital.

## CONFIGURACION CON REPETIDORES

El sistema hace uso de repetidores para ampliar su zona de cobertura y prestar servicio a zonas que se encuentran muy distantes y no pueden ser atendidas por el sistema en su configuración básica. Una configuración con repetidores del sistema multiacceso digital se muestra en la figura 1.10.

En este tipo de configuración el sistema consiste de una unidad central que se halla prestando servicio a un grupo de abonados dentro del alcance del sistema y una serie de unidades repetidoras que tienen las siguientes funciones:

UR1 : permite abastecer de servicio telefónico a abonados dentro del alcance del repetidor y sirve como enlace hacia el repetidor UR3.

UR2 : tiene la función específica de repetidor hacia UR4.

UR3 , UR4, UR6 y UR7 : enlazan a diferentes unidades de abonado.

UR5: repetidor nodal que da servicio a abonados dentro de su alcance y se enlaza con UR6 y UR7.

### 1.4.5.- PLANIFICACION

La primera consideración que se debe tomar en cuenta en la planificación del sistema, es la ubicación de la antena de la unidad central, el sitio debe ser un lugar alto de tal manera que permita un enlace radioeléctrico con todas o la mayoría de las unidades de abonado o repetidoras del sistema.

Se tiene cierta facilidad en la ubicación de la antena si existe alguna infraestructura, como son líneas cableadas o un sistema de transmisión de radio que permita intercomunicar al transmisor receptor de la unidad central con el bastidor de control común que estaría ubicada cerca de la central de conmutación con la que se quiera dotar del servicio.

Para la ubicación de la unidad de abonado o repetidoras se debe tener en cuenta un sitio que cumpla con las características radioeléctricas del enlace, para lo cual estas unidades cuentan con un sistema de alimentación ( baterías, paneles solares, etc) que

pueden facilitar la ubicación del elemento del sistema en lugares en donde no se disponga de la red de energía eléctrica.

#### **1.4.6.- VENTAJAS ECONOMICAS Y TECNICAS DEL SISTEMA**

Los sistemas multiacceso digital presentan ventajas técnicas y económicas sobre otros sistemas, que los hacen apropiados para dar servicio telefónico en zonas rurales con poblaciones diseminadas en áreas que no es posible accesar con la red telefónica cableada.

Entre las principales ventajas se pueden indicar las siguientes.

**ALTA CALIDAD DE TRANSMISION.-** Esto es uno de los beneficios por la utilización de una técnica digital con lo que se consigue una no degradación de la señal pese a las continuas regeneraciones de la señal a la que puede ser sometida por el uso de repetidores en el sistema.

**OPTIMIZACION DEL PLAN DE FRECUENCIAS.-** Es consecuencia directa de la transmisión digital junto con la adopción de la técnica de acceso múltiple por división del tiempo (TDMA) que permite utilizar de una manera óptima la banda de frecuencias a la que funciona el sistema.

Se utiliza un par de frecuencias para la conexión de  $N$  comunicaciones (igual al número de circuitos multiplexados en una trama).

En la unidades repetidoras se vuelve a usar un nuevo par de frecuencias, un radiocanal en cada sentido de transmisión.

**REDUCIDO CONSUMO DE ENERGIA.-** Debido a que la técnica TDMA realiza transmisiones a manera de ráfagas y a la utilización de circuitos VLSI de bajo consumo de energía, ha sido posible reducir el consumo de energía de la unidad de abonado, lo que ha permitido el uso de paneles solares o cualquier otra fuente de energía alternativa para su alimentación.

**MODULARIDAD DEL SISTEMA.-** Esta característica ha permitido adaptar el sistema a cualquier entorno geográfico y además facilita la reconfiguración del sistema para adaptarse a nuevos requerimientos futuros.

## SISTEMA SMD 30/1.5

### 2.1.- GENERALIDADES

El SMD<sup>1</sup> 30/ 1.5 es un sistema de comunicaciones de radio con tecnología digital, utiliza técnicas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA y PCM<sup>2</sup>) del tipo punto multipunto en la banda de frecuencias de 1.5 GHz.

El sistema permite dar servicio de telefonía y/o datos a poblaciones ubicadas en áreas rurales o suburbanas a partir de una central telefónica, pudiendo dar servicio en su dimensionamiento básico hasta 256 abonados.

La información es codificada en PCM a 64 Kbit/s en 30 canales de información y se utilizan 2 canales adicionales para la señalización, supervisión y control del sistema.

### 2.2.- CARACTERISTICAS

- Su modularidad y flexibilidad permite conectarse a cualquier tipo de central telefónica, sus elementos pueden adaptarse a cualquier región a la que se desee proveer de servicio telefónico a través de equipos repetidores.
- Diseñado con tecnología digital y el empleo de circuitos de alta escala de integración (VLSI).
- Cumple con las normas de CCITT<sup>3</sup> y CCIR<sup>4</sup>.
- De sencilla instalación y con facilidades de operación y mantenimiento.
- Utiliza un solo par de frecuencias en el rango de 1427 - 1535 MHz, para cada una de las estrellas de la red, lo que facilita la planificación de frecuencias.

---

<sup>1</sup> SMD 30/1.5: Sistema Multiacceso Digital de 30 canales 1.5 GHz.

<sup>2</sup> PCM: Pulse Code Modulation.

<sup>3</sup> CCITT: Comité Consultivo Internacional de Telefonía y Telegrafía actualmente UIT-T.

<sup>4</sup> CCIR: Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones actualmente UIT-R.

## 2.3.- DESCRIPCION DEL SISTEMA

El sistema se halla conformado por las siguientes unidades:

- Unidad Concentradora e Interfaz ( UCI).
- Unidad Radio Base ( URB-1.5).
- Unidad de Abonados ( UAB - 64/ 1.5; UAB - 64/1.5/L; UAB - 16/1.5; UAB - 16/1.5/L).
- Unidad Repetidora (URA -64/1.5/L o URA-64/1.5).

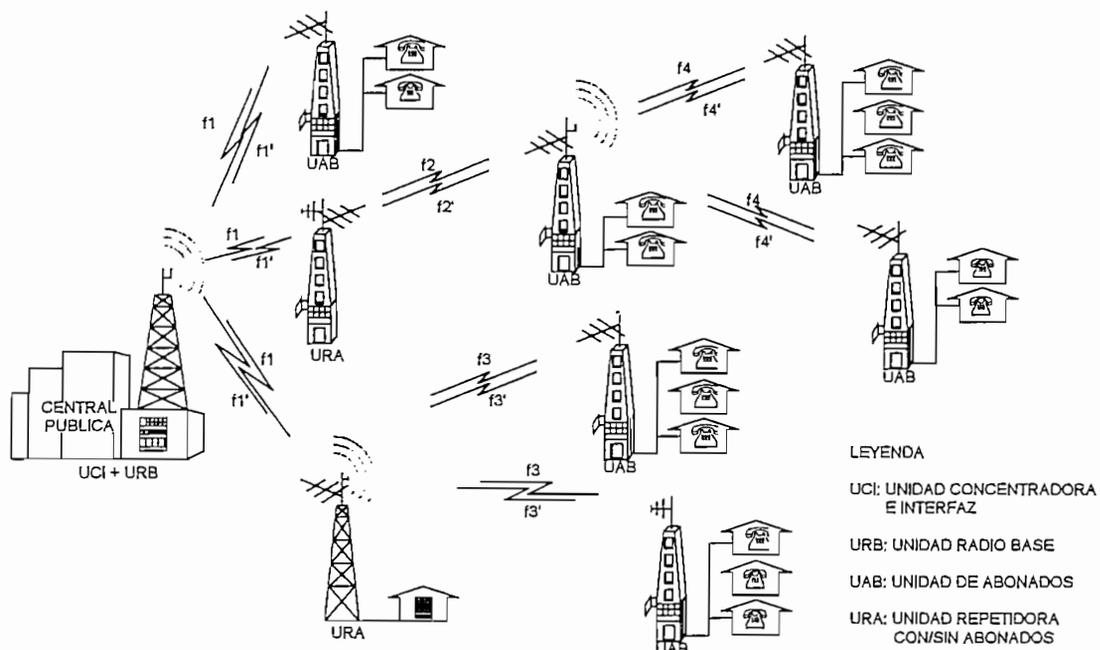


Figura. 2.1 Diferentes elementos del sistema SMD 30/1.5 en una configuración típica.

### 2.3.1.- UNIDAD CONCENTRADORA E INTERFAZ (UCI)

Equipo que permite la conexión con la central telefónica ya sea, mediante un enlace a 2 Mbit/s con la central, o a través del par de líneas telefónicas del abonado. Realiza el interfaz con la central de conmutación encargándose del control, supervisión y mantenimiento del sistema, asignación de canales, conversión de señalización, multiplexación y demultiplexación. Se utiliza una unidad por cada sistema.

Sus funciones principales son:

- Interfaz con la central pública mediante pares de hilos o también mediante enlaces directos a 2 Mbit/s.
- Realiza el enlace con la URB.
- Se encarga de la concentración y expansión entre abonados y canales
- Realiza el control y gobierno del sistema.

La UCI tiene dos versiones, una que permite la conexión con la central a través de líneas de abonado por medio de las unidades de interfaz de línea ILC<sup>5</sup> y/o ILD<sup>6</sup>; ó mediante un enlace a 2 Mbit/s directo con la central, para lo cual utiliza una única interfaz multifrecuencial IMF.

En la figura 2.2.a y 2.2.b se observa los diferentes módulos que conforman la UCI en los dos tipos de interfaz que permite la interconexión con la central.

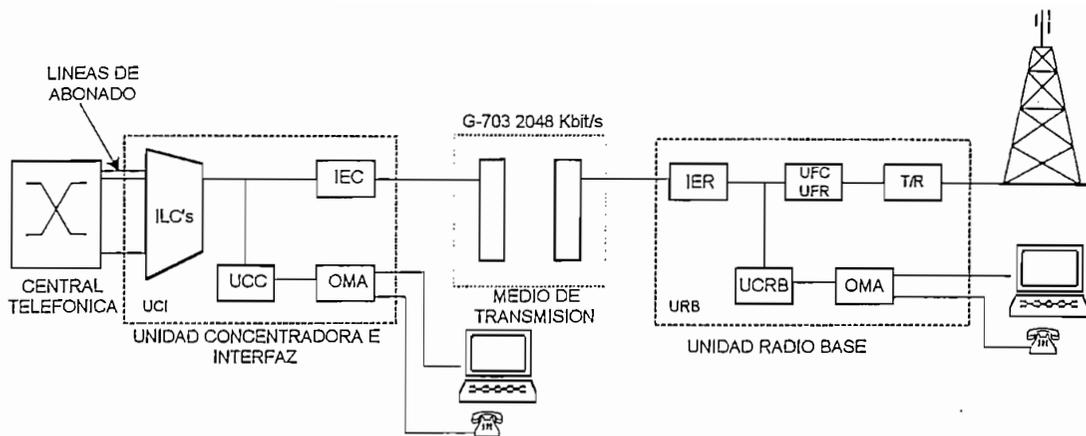
Para realizar las funciones descritas, la UCI consta de los siguientes módulos funcionales:

<b>ILC</b>	: Interfaz de Línea con la Central.
<b>IMF</b>	: Interfaz Multifrecuencial.
<b>UCC</b>	: Unidad de Control Central.
<b>IEC</b>	: Interfaz Enlace lado Central.
<b>OMA</b>	: Módulo de Operación y mantenimiento.
<b>ILD</b>	: Interfaz de Línea de Datos.
<b>ILT-R20</b>	: Interfaz de Línea Télex R20.
<b>ILBB</b>	: Interfaz de Línea Banda Base.
<b>ALIM</b>	: Alimentación.

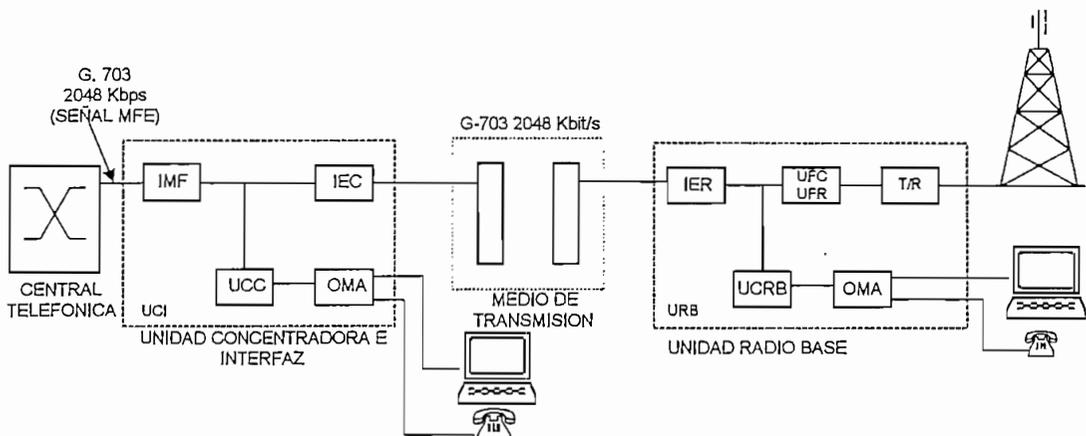
---

<sup>5</sup> ILC: Interfaz de Línea Central.

<sup>6</sup> ILD: Interfaz de Línea para Datos.



a) Conexión con la la central telefónica vía interfaz de línea a central.



b) Conexión con la central telefónica vía interfaz multifrecuencial (enlace a 2048 Kbit/s).

**Figura 2.2 Módulos que conforman el sistema SMD 30/1.5 y su interfaz con la central.**

## DESCRIPCION DE LOS MODULOS DE LA UNIDAD CONCENTRADORA E INTERFAZ

**ILC.-** Contiene los circuitos de interconexión de la UCI a la central telefónica en grupos de ocho abonados mediante pares de hilos. Se encarga de la concentración y expansión de los abonados al bus interno de 2 Mbit/s mediante una matriz de conmutación temporal. Permite marcación decádica y multifrecuencial.

**IMF.-** Este módulo se implementa cuando es posible obtener un enlace digital de 2 Mbit/s directamente de la central y de acuerdo a la recomendación G-703 del CCITT, lo que facilita la interconexión del equipo y hace posible corresponder los 30 canales de 64Kbps con los 30 canales de radio.

**UCC.-** Esta unidad realiza el control del equipo, se basa en un microprocesador de 16 bits, contiene una memoria de programa y una memoria de datos semipermanentes.

**IEC.-** Permite la comunicación entre la UCI y la URB. La UCI se enlaza a través de un interfaz PCM a 2048 Kbit/s con la unidad de interfaz Enlace lado Remoto (IER) de la URB. Este módulo realiza la adaptación del enlace a las características físicas del interfaz de línea siguiendo la recomendación G-703 del CCITT.

**OMA.-** En esta unidad se realiza la operación y mantenimiento del sistema a través de una consola de operación; se halla conformada por los equipos de prueba, circuitos asociados a la llamada de servicio del operador, alarmas, llave de operador.

Además posee un interfaz V-24 para la conexión de un módem externo con velocidades de 110, 300, 1200 y 2400 baudios.

**ILD.-** Realiza las funciones de control y gestión de todo el grupo ILD, el mismo que se halla conformado por cuatro circuitos de interfaz de líneas de abonado G-703 utilizados para la transmisión de datos. Se encarga de adecuar todos los datos contenidos en el PCM a los datos de salida a 64 Kbit/s y viceversa.

**ILT-R20.-** A través de éste, se habilita el sistema el servicio de Télex a los abonados del sistema. Este servicio es posible implementarlo siempre y cuando la UCI disponga del interfaz multifrecuencial (IMF).

El interfaz tiene las características de los nuevos sistemas digitales como modularidad, fiabilidad, etc.

**ILBB.-** Se encarga de la concentración y expansión de canales de baja velocidad al bus interno de 2 Mbit/s.

**ALIM.-** El equipo requiere para su alimentación de -48 Vcc, para lo cual se ha provisto de una batería central, y en todos los subbastidores ILC de 128 abonados se incluye convertidores cc/cc. En los subbastidores de control central (UCC/OMA/IEC) se ha duplicado el equipo de alimentación por razones de grado de servicio.

### 2.3.2.- UNIDAD RADIO BASE (URB)

Esta unidad se interconecta con la unidad de interfaz (UCI) mediante un enlace punto a punto estándar de acuerdo a la recomendación G-703 ; además permite realizar un enlace radioeléctrico con las unidades de abonado (UABs) y con las unidades repetidoras (URAs). Utiliza multiplex por división de tiempo (TDM) en el enlace de radio desde la URB hacia las UABs/URAs, y para el enlace desde las UABs/URAs hacia la URB se emplea el método de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA). Los radioenlaces se realizan en la banda de 1427 Mhz a 1535 Mhz.

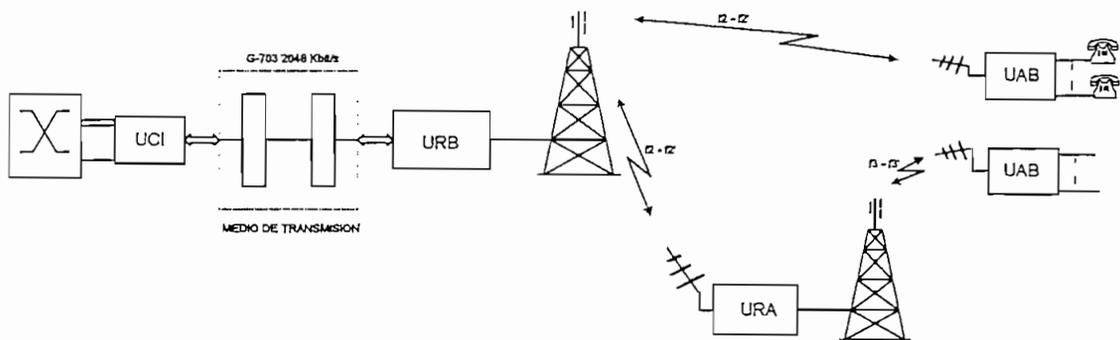


Figura 2.3. Ubicación de la URB dentro del sistema SMD 30/1.5.

Su función principal es la formación y el tratamiento de las tramas y ráfagas TDM y TDMA respectivamente; permite el enlace con la UCI , realiza el control y supervisión del sistema y presenta facilidades para su operación y mantenimiento.

La URB se halla provista de los siguientes módulos.

- UCRB : Unidad de Control Radio Base
- ÓMA : Módulo de Operación y Mantenimiento.
- IER : Interfaz Enlace lado Remoto
- UFR/ UFC : Unidades Formateadoras Continua y de Ráfagas.
- T/R : Módulo Transmisor/Receptor
- ALIM : Alimentación

## DESCRIPCION DE LOS MODULOS DE LA UNIDAD RADIOBASE

**UCRB.-** Es la unidad que controla el sistema, realiza las funciones de una CPU y está constituida por un microprocesador de 16 bits, un banco de memorias formado por memorias de tipo: EPROM memoria del sistema, SRAM memoria de datos y EEPROM memoria de datos semipermanentes.

Además posee un interfaz el cual le permite comunicarse con los módulos UFC/UFR y OMA.

**OMA.-** Es el módulo de operación y mantenimiento. Entre sus funciones principales están:

- Supervisión del *software* del sistema.
- Servir de interfaz con los canales señalización 0 y 16. Mediante la UCRB se introduce señales de sincronismo y supervisión al sistema, los mismos que son transmitidos por los canales TDM 0 y 16, de igual manera recibe la información de las ráfagas 0 y 16 entregada por UFR<sup>7</sup>.

En el módulo se hallan incluidos los circuitos de llamada de servicio del operador, circuitos de pruebas y medidas, alarmas, llave del operador.

**IER.-** Realiza el interfaz entre la URB y la UCI a través de un enlace PCM de acuerdo a la recomendación G-703. Permite la comunicación con la UCI mediante el empleo de señalización por canal común utilizando el protocolo HDLC<sup>8</sup> en el canal 16, y además envía a la UFC<sup>9</sup> el flujo PCM y la señal de reloj recuperada de la línea .

**UFC/UFR.-** La UFC permite el interfaz entre el bus interno y el módulo transmisor-receptor, se encarga de formar la trama TDM para ser transmitidas por el módulo T/R; mientras que las ráfagas recibidas por módulo T/R son desformateadas por la UFR e insertadas en una trama PCM.

---

<sup>7</sup> UFR: Unidad Formateadora de Ráfagas.

<sup>8</sup> HDLC: Control de Alto Nivel del Enlace de Datos, CANED.

<sup>9</sup> UFC: Unidad Formateadora en forma Continua.

**MODULO T/R.-** Este módulo entrega a la UFR la señal TDMA en forma de ráfagas NRZ<sup>10</sup> así como también las señales de reloj y de sincronismo. Este a su vez recibe de la UFC la señal TDM en modo continuo, las señales de reloj y sincronismo codificadas en NRZ. El funcionamiento más detallado de esta unidad se describe a continuación.

El transmisor recibe la señal TDM codificada en NRZ, la misma que es pseudoaleatorizada con el objetivo de aumentar las transiciones de la señal y facilitar la recuperación de la señal de reloj en recepción. A continuación se realiza la codificación diferencial y filtrado de la señal a través de un filtro digital, y por último se realiza la modulación QPSK con una señal de 1.5 Ghz del oscilador local obtenida de un cristal. La señal en RF<sup>11</sup> es amplificada linealmente para evitar emisiones fuera de banda y la distorsión del espectro.

En recepción la señal recibida es ingresada a un amplificador de bajo ruido y a un mezclador. La frecuencia intermedia obtenida es filtrada y amplificada nuevamente regulando su amplitud por medio de un circuito con control de ganancia automática, a su salida se encuentra un demodulador diferencial del que se extrae la señal de reloj que permite recuperar la señal digital. La información es obtenida a través de un pseudodesaleatorizador que restituye la secuencia original.

Para el transmisor y el receptor se dispone de un duplexer de tres puertos (Tx, Rx y antena).

Tiene indicadores de alarmas debidas al transmisor, Receptor , BER<sup>12</sup> y alimentación.

**ALIM.-** La alimentación del sistema se realiza a -48 Vcc, la unidad se halla provista de un sistema de baterías central, que consta de un cargador de baterías 220 Vca/ 48 Vcc/ 4 A ó 110 Vca / 48 Vcc/ 4 A y de un convertidor -38Vcc - 58 Vcc/ +5Vcc, -5Vcc, +12Vcc.

---

<sup>10</sup> NRZ: Código de línea sin retorno a cero.

<sup>11</sup> RF: Radio Frecuencia.

<sup>12</sup> BER: Bit Error Rate.

### 2.3.3.- UNIDAD DE ABONADOS ( UAB)

Es el equipo terminal del sistema en donde se realiza la concentración de los abonados ( en un número máximo de 64), los mismos que se hallan compartiendo los 30 canales del sistema. Realiza las funciones locales de establecimiento y supervisión de las comunicaciones mediante el diálogo y supervisión de la UCI.

Esta unidad es posible obtenerla de acuerdo a su capacidad para un número de 16 o 64 abonados (UAB-64, UAB-16), o también de acuerdo a la potencia de salida del transmisor. Estas unidades pueden tener una potencia de 18 dBm (UAB-16 , UAB-64) o una potencia mayor típica de 27 dBm (UAB-16/L, UAB-64/L) con capacidad para 16 o 64 abonados.

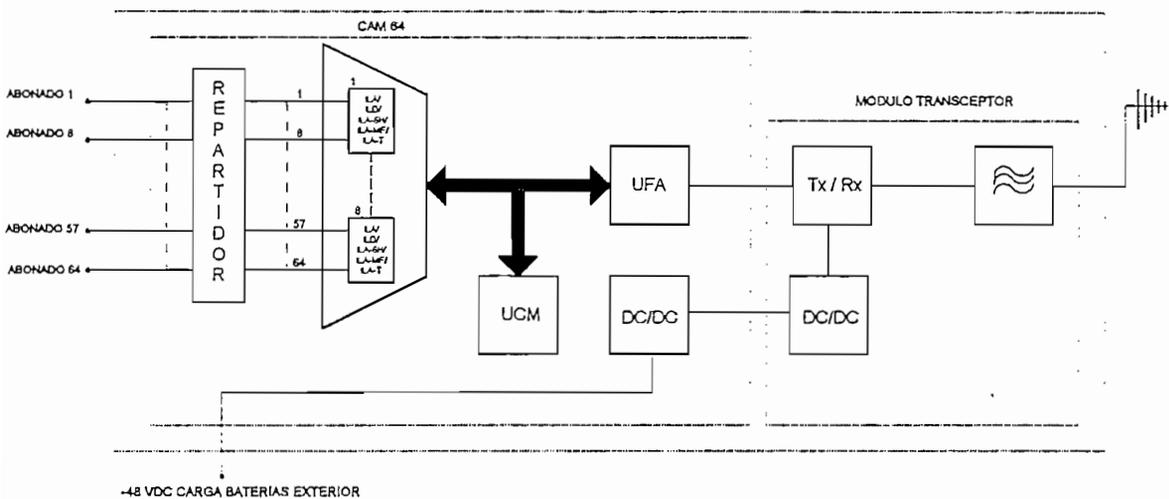


Figura 2.4. Diagrama de bloques de la UAB – 64/1.5.

Su principal función es la servir de interfaz entre la línea y el abonado, realiza la concentración y expansión entre sus abonados y canales, además se encarga de formar las ráfagas TDMA a ser transmitidas y el tratamiento de las tramas TDM recibidas continuamente, logrando la comunicación entre sus abonados.

Permite el diálogo con la UCI, lo que le faculta realizar el control de sus abonados ejecutando funciones telefónicas propias (análisis de cifras, envío de cómputo al abonado, interconexión de llamadas locales, etc), así como también funciones de operación y mantenimiento locales o de sistema.

La unidad consta de los siguientes módulos:

ILA	: Interfaz línea abonado.
ILA-6H	: Interfaz línea abonado de 6 hilos.
ILA-MF	: Interfaz línea abonado multifrecuencial.
ILA-T	: Interfaz línea abonado télex.
ILD	: Interfaz línea de datos.
SMUX2BB	: Submultiplexor bicanal bifase diferencial.
UCM	: Unidad de control y mantenimiento.
UFA	: Unidad formateadora de abonado.
T/R	: Módulo Transmisor/Receptor.
ALIM.	: Alimentación.

## DESCRIPCION DE LOS MODULOS DE LA UNIDAD DE ABONADOS

**ILA.-** Este módulo realiza la concentración y expansión entre abonados y canales del bus a 2 Mbit/s a través de una matriz de conmutación temporal, y permite a la UAB gestionar las comunicaciones de sus abonados. Cada ILA contiene los circuitos para 8 abonados . En la UAB-16 es posible instalar 2 ILAs y en la UAB-64 es posible instalar hasta 8 ILAs.

**ILA-6H.-** El grupo ILA-6H está conformado por dos abonados y proporciona conexión con la central con circuitos a 6 hilos ( 4H + E y M). La ILA-6H permite realizar la interfaz entre los circuitos a 6 hilos y los 30 canales PCM, además extrae la señalización procedente del abonado del sistema e introduce la señalización proveniente de la central de conmutación, se comunica con el procesador central a través del protocolo HDLC, y realiza las funciones básicas BORSHT en los circuitos de abonado telefónico.

B: Alimentación.

O: Protección contra sobretensiones.

R: Llamada.

S: Supervisión

H: Híbrido. Paso de 2 a 4 hilos.

T: Prueba.

**ILA-MF.-** Es el interfaz entre las líneas analógicas de los abonados y los canales digitales PCM de la UAB. Este interfaz se la utiliza cuando en la UCI se ha implementado el grupo IMF (conexión con la central conmutación a nivel de 2 Mbps) y permite el reconocimiento de la marcación decádica y multifrecuencia en los teléfonos de los abonados.

La ILA-MF extrae la señalización procedente del abonado del sistema tanto para abonados con marcación multifrecuencial como decádica e introduce la señalización procedente de la central de conmutación, realiza la interfaz entre sus 8 abonados del grupo ILA-MF y los 30 canales del PCM, y en los circuitos de abonado realiza las funciones básicas BORSHT.

**ILA-T.-** Este interfaz ofrece servicio telefónico y de télex conjuntamente. El grupo ILA-T está conformado por 6 abonados a 2 hilos para servicio telefónico, provistos con servicio de detección multifrecuencial, y 2 abonados télex. La ILA-T en su conjunto realiza las similares funciones a las indicadas en la ILA -MF.

**ILD .-** Permite la conexión de abonados de datos de acuerdo a la recomendación G-703 al sistema SMD. Realiza la concentración y expansión de los abonados a los canales del bus interno de 2 Mbit/s, incluyéndolos dentro de la matriz de conmutación temporal del sistema.

**SMUX2BB.-** Consiste de un submultiplexor de dos canales codireccionales de datos en banda base, que brinda acceso a datos de mediana y baja velocidad y los multiplexa a 64 Kbit/s.

**UCM.-** Esta unidad agrupa a los módulos UCC y OMA de la Unidad Concentradora e Interfaz (UCI) y con similares funciones.

**UFA.-** Unidad que facilita el interfaz entre el bus interno del equipo y el módulo transmisor receptor; realiza funciones complementarias a los módulos UFC y UFR de la Unidad de Radio Base (URB) como son:

- Generación del reloj de 2.048 MHz a partir del reloj TDM de 2.432 MHz.
- Sincronización de la unidad con respecto a la unidad central.

- En caso de ausencia del reloj TDM, la unidad funciona en modo local y genera una señal de reloj por medio de un oscilador local.
- Recepción de las tramas TDM de la unidad central y extracción de su contenido, así como también se encarga de la elaboración de las ráfagas TDMA, para su envío vía radio a la unidad central.

**MODULO T/R.-** Este módulo entrega a la UFA la señal TDM recibida en forma continua y codificada en NRZ, así como también la señal de reloj. Este a su vez recibe de la UFA la señal TDMA (ráfagas de pulsos), las señales de reloj y sincronismo para ser transmitidas. Tiene indicadores de alarmas debidas al transmisor, receptor, BER y alimentación.

**ALIM.-** Para el caso de la UAB 64 se ha considerado en el módulo T/R una alimentación separada de los otros circuitos; para el caso de la UAB 16, además de este sistema, se ha incluido un carga baterías dentro del subbastidor. Para su alimentación utiliza  $-48$  Vcc, que pueden ser obtenidos de la red eléctrica a través de un conversor ca/cc o por medio de fuentes de energía alternativa como por ejemplo paneles solares, etc.

#### **2.3.4.- UNIDAD REPETIDORA (URA)**

Esta unidad permite aumentar la cobertura radioeléctrica del sistema, realizando la función de una repetidora regenerativa así como también una conversión de frecuencias.

En su comunicación con la unidad de radio base (URB) se comporta como una unidad de abonados (UAB); es decir, para la transmisión utiliza TDMA y para la recepción TDM; para la comunicación con las unidades de abonados u otras repetidoras (UABs/URAs) se comporta como si fuera una unidad de radio base (URB) utilizando para transmisión TDM y para recepción TDMA.

Esta unidad permite brindar servicio telefónico a abonados y realizar la función de repetidora, siendo posible disponerla para un número máximo de 64 abonados propios y para potencias de 18 dBm (URA-64/1.5L) y 27 dBm (URA-64/1.5).

en los buses internos de la UABs/URAs deben ser multiplexadas, para formar el bus interno de recepción de la UCI.

La comunicación entre la URB y las UABs/URAs se realiza en forma continua, cada UAB o URA toma la parte de información del canal asociado al abonado en conexión, manteniendo el sincronismo con la señal transmitida por la URB.

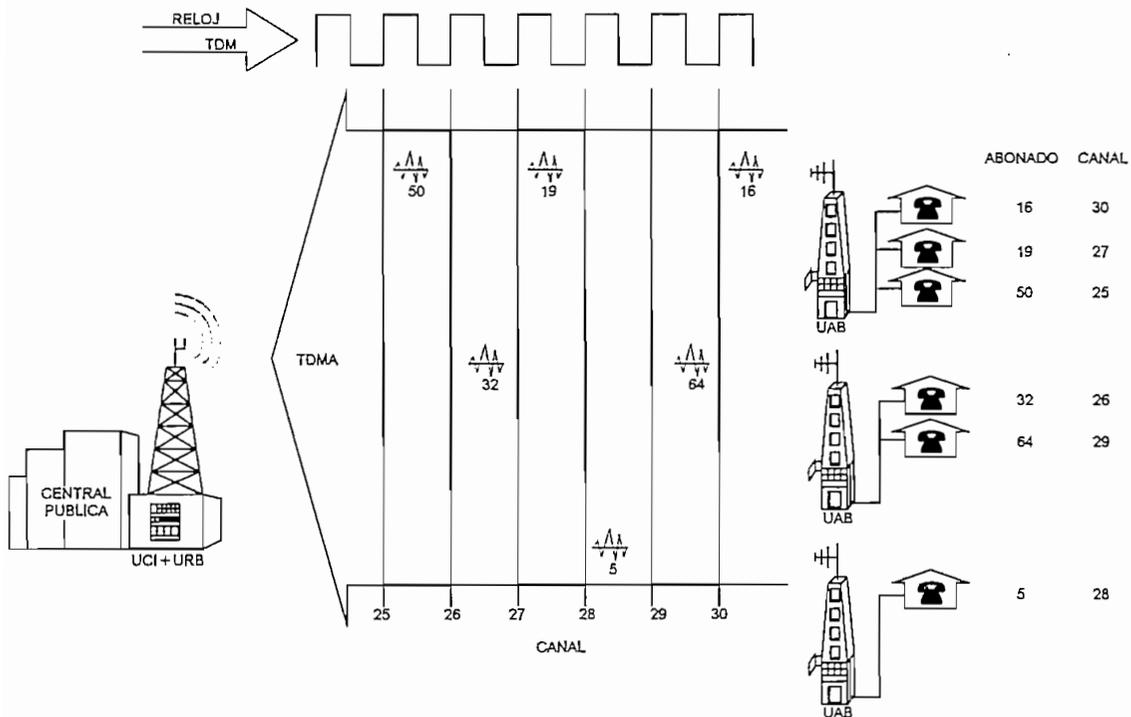


Figura 2.5. Principio de funcionamiento del sistema SMD 30/1.5.

La UAB o URA transmite cada determinado tiempo (multitrama) una ráfaga por cada canal activo asignado a la unidad como se muestra en la figura 2.5. El sistema utiliza para la transmisión de la información y la comunicación en ambos sentidos entre la URB y las UABs/URAs un par de frecuencias.

La transmisión punto-multipunto (comunicación en sentido URB a UABs/URAs) se realiza a través de TDM (multiplex por división del tiempo). La trama TDM tiene una duración de 125  $\mu$ s y es de igual duración a la trama contenida en el bus de interno de todos los equipos; la trama contiene la información de todos los 32 canales del bus y ha sido necesario añadir ciertos bytes para compensar los bytes agregados en

la ráfaga en sentido contrario, lo que ha implicado un aumento en la velocidad de transmisión. Estos bytes agregados, a la vez nos permiten indicar a la UAB el sincronismo de trama y multitrama. La transmisión TDM se realiza a una velocidad mayor a los 2 Mbit/s ( 2.432 Mbit/s), de una forma continua y es recibida en todas las UABs/URAs para sincronizar la emisión de las ráfagas sin introducir un retardo adicional en la comunicación entre la URB y la UAB o URA.

La transmisión multipunto-punto utiliza el método TDMA ( Acceso múltiple por división de tiempo), que no es mas que la extensión de la multiplexación por división del tiempo para el caso de un sistema multipunto con un solo par de frecuencias.

En este caso todas las UABs comparten una misma frecuencia para su comunicación con la URB, por lo que no debe haber en el sistema dos UABs y/o URAs transmitiendo en el mismo intervalo de tiempo. La UAB ó URA transmite una ráfaga por cada canal que haya sido asignado por la UCI dentro de cierto intervalo de tiempo llamado multitrama. Una multitrama consta de 32 ráfagas y cada ráfaga está asociada a un canal del bus interno .

Una ráfaga contiene información igual al número de bytes de voz y/o datos que se hayan generado en un intervalo de tiempo igual a una multitrama.

La transmisión TDMA establece un tiempo de guarda entre ráfagas que permiten al receptor (URB) procesar la información enviada por ésta, para luego empezar a procesar la siguiente, evitando de esta manera que se produzcan errores de alineación de trama.

Ha sido necesario añadir a cada ráfaga bytes que no son de información, pero que sirven para crear un espacio de tiempo entre el final de una ráfaga y el comienzo de una nueva (tiempo de guarda). Estos bytes se los ha aprovechado para la recuperación de la temporización del demodulador de la URB y para la palabra de referencia o sincronismo.

Esta técnica TDMA introduce un retardo, debido a que transmite en una ráfaga la información empaquetada de datos o muestras de voz que corresponden al intervalo de tiempo entre dos ráfagas sucesivas asociadas al mismo canal, por lo que un dato o muestra de voz deberá esperar desde que el dato o muestra de voz se produce

hasta que sea transmitida por la UAB o URA, un tiempo de retardo máximo correspondiente a una multitrama.

#### 2.4.1.- RAFAGA Y MULTITRAMA TDMA

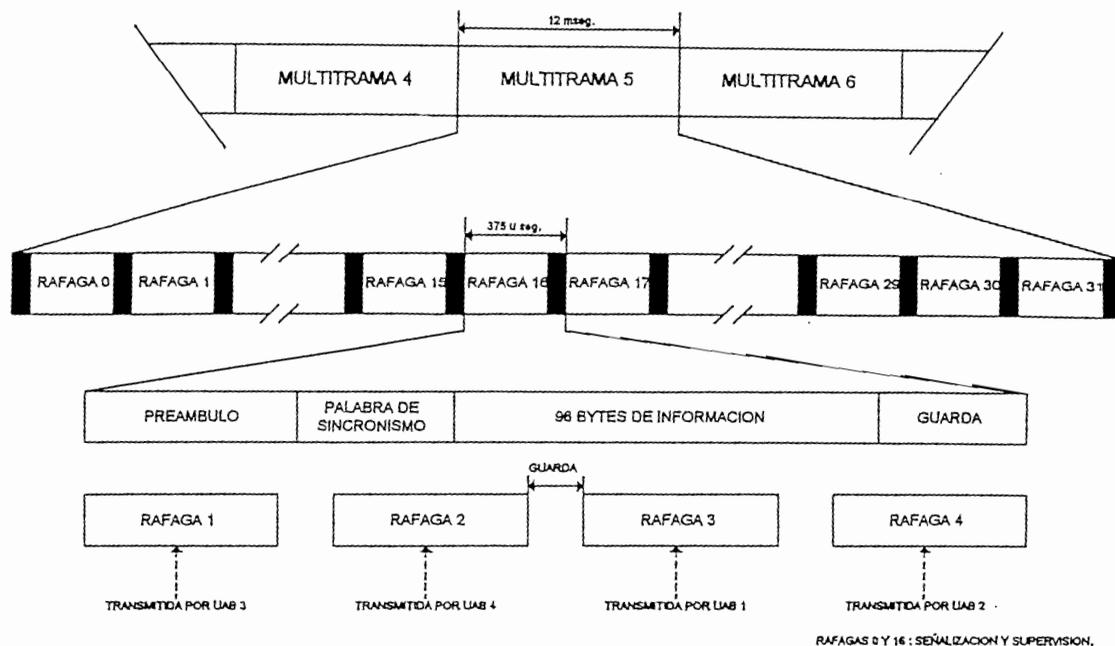


Figura 2.6. Estructura de trama y ráfaga TDMA.

#### ESTRUCTURA DE UNA RAFAGA TDMA

Una ráfaga tiene una duración de 375 μs como se observa en la figura 2.6 y se halla constituida de los siguientes elementos:

**PREAMBULO:** Estos bytes permiten que el demodulador de la URB restituya temporización y el reloj de la ráfaga.

**PALABRA DE SINCRONISMO:** Son ciertos bytes que van incluidos en la ráfaga tal manera que sean detectados por el receptor de la URB sin posibilidad de error, permitan a la URB comenzar a decodificar la información contenida en la ráfaga.

**INFORMACION :** Se halla conformada por 96 bytes que para el caso de las ráfagas 0 y 16 contienen información de señalización y para las demás ráfagas información del abonado.

**CANALES DE INFORMACION:** Corresponden a los 30 bytes restantes, uno para cada canal de información de usuario que tiene capacidad el sistema.

### ESTRUCTURA DE UNA MULTITRAMA TDM

La multitrama TDM como se observa en la figura 2.7 está formada por un total de 96 tramas TDM con una duración de 12 mseg. Una multitrama TDM tiene igual duración que una multitrama TDMA.

### 2.4.3.- SEÑALIZACION

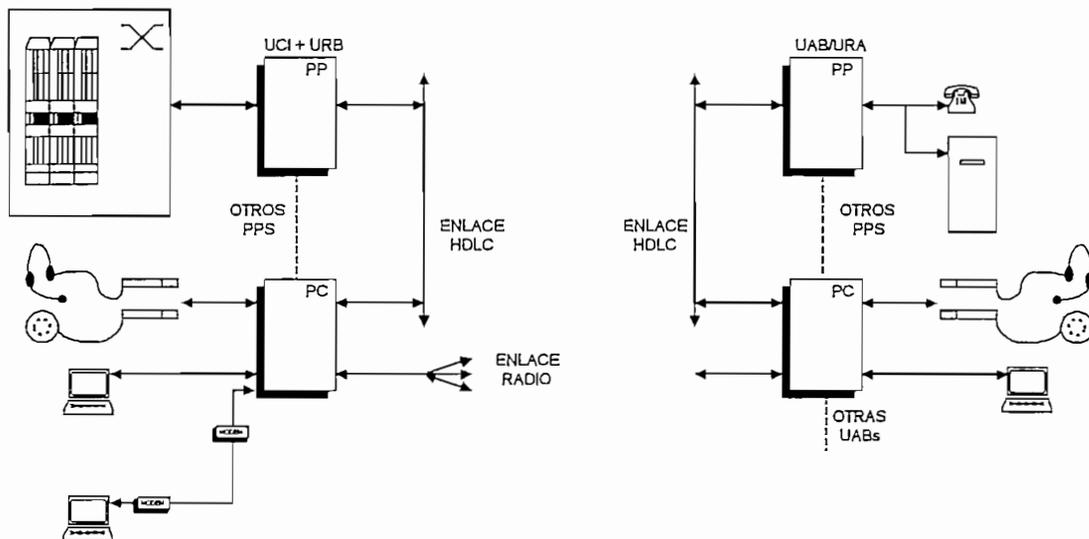


Figura 2.8 Procesadores y sus interfaces.

La señalización entre el teléfono del abonado y la central telefónica es procesada dentro de los procesadores periféricos (PPs) y los procesadores centrales (PCs) de cada una de las unidades del sistema UCI, UAB y URA. El procesador añade su propia señalización a la señalización telefónica luego la transmite, ya sea mediante enlaces locales a los otros procesadores (PPs y PCs) del mismo equipo, o a través de enlaces de radio TDM o TDMA hacia los procesadores centrales de las otras unidades del sistema como se observa en la figura 2.8.

### COMUNICACION ENTRE PROCESADOR CENTRAL Y PROCESADORES PERIFERICOS

La comunicación entre procesadores se realiza mediante tramas HDLC, en las que se pueden distinguir los campos que se observa en la figura 2.9.

BANDERA	DIRECCION	CONTROL	INFORMACION	SEGURIDAD	BANDERA
---------	-----------	---------	-------------	-----------	---------

**Figura 2.9. Estructura de trama HDLC.**

**BANDERA o FLAG:** Está conformada por la secuencia de bits 01111110.

**DIRECCION:** Bits asignados para identificar a cada uno de los procesadores.

**CONTROL:** Bits asignados para distinguir diferentes tipos de tramas y permiten el control del envío de secuencias de las mismas.

**INFORMACION:** Conjunto de Bits o Bytes que contienen la información a ser transmitida.

**SEGURIDAD:** El campo de seguridad contiene un código CRC<sup>13</sup> de 16 bits.

Además, en todos los campos se inserta un cero después de 5 unos consecutivos excepto en el campo de bandera o *flag*.

Los mensajes se enumeran en módulo de dos y no puede haber más de un mensaje en espera de reconocimiento.

La comunicación local entre los procesadores se realiza a través de un *driver*, que comprende tanto *hardware* como *software*, este *driver* existe uno en cada equipo y permite realizar las siguientes funciones:

- Recibir los mensajes alto nivel y formar el campo información de la trama HDLC
- Conformar los diferentes campos de la trama HDLC y enviarla.
- Recibir las tramas HDLC comprobando los campos de dirección y seguridad, retirar los ceros insertados, validar de esta manera la información y entregar los mensajes de alto nivel a sus destinatarios.

<sup>13</sup> CRC: Código de Redundancia Cíclica.

- Ejecutar el protocolo emitiendo mensajes de control, error, repetición, etc.

### COMUNICACION VIA RADIO ENTRE PROCESADORES CENTRALES

La señalización entre la UCI y las UABs/URAs se realiza vía radio entre los procesadores centrales de cada uno de los equipos. La señalización de la UCI hacia las URBS/URAs se realiza a través de los canales TDM 0 y 16, y en sentido contrario se realiza en forma TDMA en las ráfagas 0 y 16. El canal 0 ha sido asignado para las UABs y/o URAs impares y el canal 16 para las UABs y/o URAs pares.

Este tipo de señalización tiene las siguientes características:

- Todos los mensajes son numerados.
- Los mensajes se repiten en caso de error.
- Se realiza el control de errores mediante CRC igual al de las tramas HDLC.
- La señalización es totalmente transparente a la señales del siguiente nivel.

Permite el control del camino radioeléctrico con todas las UABs o URAs aunque no se produzcan llamadas telefónicas.

**CARACTERISTICAS DE LAS SEÑALES EN SENTIDO TDM.-** La señalización que es enviada desde la URB hacia las UABs o URAs se produce cada 12 mseg a través de los canales 0 y 16, en cada uno de los cuales se transmite 96 bytes que se dividen en paquetes en los que se incluye la siguiente información:

**DIRECCION:** Contiene el número de UAB o URA al cual va dirigido el paquete, la numeración cero se utiliza cuando la información es transmitida a todas las UABs/URAs del sistema.

**NUMERACION:** Indica el orden de los paquetes mediante una numeración módulo 16 y que facilita la gestión de repetición de mensajes erróneos.

**CODIGO:** Da a conocer el tipo de mensaje.

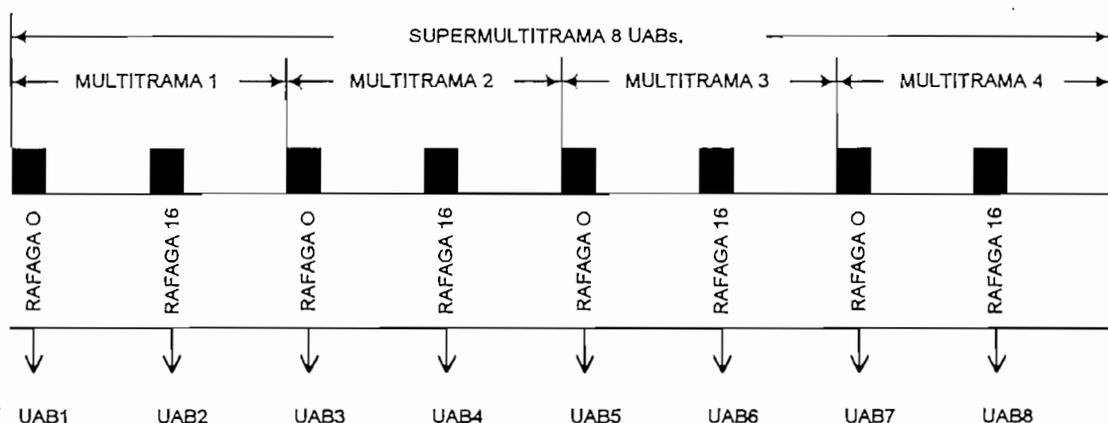
- Listo para recibir.
- Orden de silencio.
- Medida de retardo.
- Otros.

### INFORMACION DE NIVEL SUPERIOR

**CONTROL DE ERRORES:** Para el control de errores se utiliza un código CRC.

**CARACTERISTICAS DE LAS SEÑALES EN SENTIDO TDMA.-** La estructura de la información es similar a la del sentido TDMA con la diferencia de que aquí se introduce la definición de supermultitrama.

Una supermultitrama es una estructura lógica de multitramas igual al número de UABs y URAs que disponga todo el sistema dividido por dos. Si el número de UABs y URAs es impar se incrementa uno y luego se divide por dos.



**Figura. 2.10. Supermultitrama y ráfagas de señalización.**

Cada UAB ó URA solo transmite una vez en la ráfaga 0 ó 16 según sea par o impar en cada supermultitrama como se muestra en la figura 2.10.

En cada supermultitrama se establece comunicación con todas las UABs o URAs lo que permite realizar un control del camino radioeléctrico, aún sin que se haya establecido ninguna llamada telefónica con la UAB o URA del sistema.

#### 2.4.4.- PROCESO DE CANAL VOCAL

En la figura 2.11 se muestra un diagrama de bloques del recorrido de la señal fónica en el sistema.

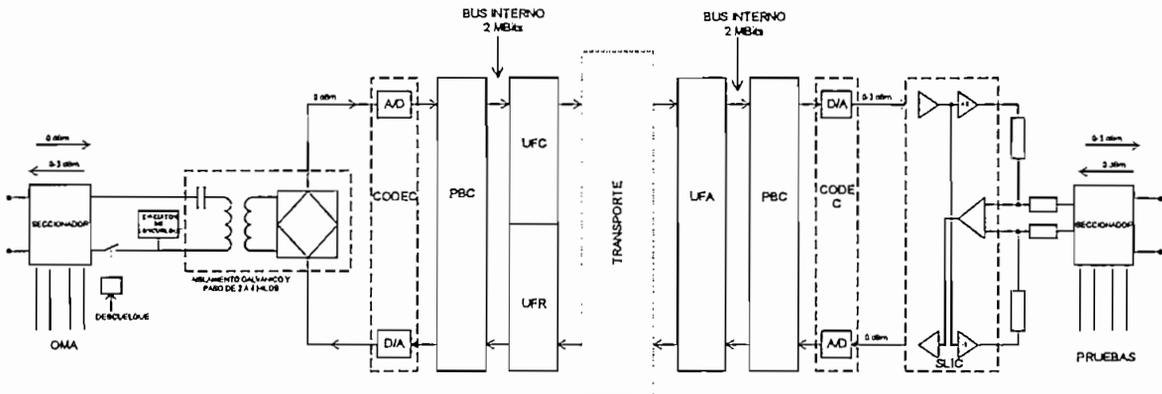


Figura. 2.11 Diagrama de bloques del proceso del canal vocal.

Comenzando en los circuitos de la UCI y recorriendo de izquierda a derecha se observa una derivación de la línea de abonado hacia el módulo de operación y mantenimiento OMA, a través de un seccionador que actúa bajo comando, y que permite la realización de pruebas y medidas sobre los dos hilos del lado de la central y del equipo; a continuación se encuentran los circuitos de descuelgue, aislamiento galvánico y de paso de 2 a 4 hilos.

Siguiendo el recorrido se observa el codec que realiza la conversión de analógico/digital y digital/analógico. Este codec dispone de ajuste de ganancia en ambos sentidos y de filtros programables para lograr el equilibrio en el híbrido.

Todas estas partes forman el interfaz de abonado y en un grupo de 8 abonados son controlados por el microprocesador local o de grupo. El PBC (*Peripheral Board Controller*) realiza la gestión y conexión de estos ocho circuitos al bus interno de 2 Mbit/s del equipo mediante una matriz de conexión temporal controlada por el microprocesador de grupo.

La información es formateada para entregar el bus a 2,432 Mbit/s y la señal es ingresada al módulo R/T para ser transmitida; este proceso es realizado por la UFC. La UFR transforma la señal de 2.432 Mbit/s de las ráfagas recibidas a 2 Mbit/s del bus interno.

A continuación se tiene el bloque de transporte que comprende la comunicación entre la URB y las UABs/URAs a través de enlaces de radio digital a 2,432 Mbit/s que al ser esta señal transparente a la señal vocal que nos ocupa, no se representa diagramas de bloques del mismo.

En las UABs o URAs la señal ingresa a la UFA que realiza las funciones similares a la UFC y UFR descritas anteriormente. En esta unidad se transforma la información TDM recibida a 2.432 Mbit/s a una velocidad de 2 Mbit/s del bus interno, y además a partir de la información recibida del bus interno forma las ráfagas correspondientes al canal de conversación ocupado por la UAB/URA, para luego ser transmitidas vía radio hacia la URB.

La PBC es una placa que realiza la gestión de los circuitos realizando la conexión temporal al bus interno de 2 Mbit/s. A continuación de la PBC se encuentra el codec que realiza la conversión de analógico/ digital y digital/analógico (ambos circuitos realizan funciones idénticas a los circuitos descritos en la UCI).

Ya en este punto la señal se encuentra de manera analógica y el paso de 4 hilos a 2 hilos, detección de bucle/marcación y alimentación de abonado son realizadas en un circuito (SLIC) que es el encargado de las funciones inherentes al circuito de línea.

Por último se encuentra los circuitos de seccionamiento que son activados bajo comando para la realización de pruebas y medidas manuales o automáticas del par de hilos del abonado.

## **2.5.- PRESTACIONES TELEFONICAS**

Entre las principales prestaciones del sistema que lo han hecho especialmente aplicable para telefonía rural, se tiene:

- Reconocimiento de marcación decádica y/o multifrecuencial lo que permite la conexión de terminales de abonado con cualquier tipo de marcación.

- Instalación de teléfonos monederos, ya que el sistema presenta la facilidad de teletarifación permitiendo la transmisión de señales de cómputo procedentes de la central hacia el abonado.
- Reconocimiento de una llamada local; es decir, para llamadas entre abonados pertenecientes a la misma UAB o URA una vez establecida la conexión no se utilizan canales de radio y desde el punto de la central es tratada como una llamada normal, adicionalmente da la opción de no tarificación para este tipo de llamada.

Además presenta facilidades como: llamadas de servicio, control de llamada maliciosas, limitación de la duración de las llamadas a una hora, abonados privilegiados con canal dedicado.

## 2.6.- PRESTACIONES DE TRANSMISION DE DATOS

Es posible habilitar el servicio de transmisión de datos sustituyendo uno o más tarjetas ILAs y ILCs por tarjetas ILDs. Cada tarjeta ILD permite la conexión de 4 abonados al servicio de transmisión de datos pero para efectos de numeración y de capacidad del sistema se cuenta como ocho, esto es como si fuese una tarjeta ILA o ILC; de los ocho abonados los cuatro primeros el sistema los reconoce como canales de datos disponibles y los 4 restantes como abonados telefónicos inhabilitados.

El sistema no hace distinción si se trata de un abonado de datos o telefónico por lo que permitiría instalar hasta 32 ILDs lo que significaría 128 enlaces de datos; el sistema solo da servicio de transmisión de datos a un número máximo de 30 abonados ya que un canal permite dar servicio a solo un abonado de datos enlazado permanentemente. Este tipo de servicio es opcional del sistema SMD en su configuración básica.

Para el caso de sistemas mixtos es decir con abonados de datos y telefónicos el número máximo de abonados telefónicos se determina a partir del número de tarjetas ILDs instaladas en la UCI y viene dado por ecuación 2.1.

$$\#AT = 256 - 8 * \#ILD \quad (2.1)$$

Donde:

# AT = Número máximo de abonados telefónicos.

# ILD = Número de tarjetas ILDs instaladas en la UCI.

El enlace para transmisión de datos se realiza como si se tratara de una llamada telefónica normal, y una vez establecido el enlace éste puede deshacerse por fallas en el sistema o por pérdida del enlace de radio.

## **2.7.- OPERACION Y MANTENIMIENTO**

El funcionamiento del sistema es no asistido y el equipo ofrece facilidades para su operación y mantenimiento.

En la UCI es posible conectar hasta dos teletipos; en las UAB ó URA se permite la conexión de un terminal. Lo recomendado es conectar por lo menos un teletipo o terminal en la UCI para la lectura de alarmas, realizar pruebas y observar el tráfico.

Además el equipo genera pruebas automáticas del sistema manteniendo el control del camino radioeléctrico entre la URB y UABs o URAs, el control del bus de comunicación entre el microprocesador principal y los procesadores regionales en cada una de las unidades del sistema ( UCI, URA, UAB) y supervisa el desarrollo de la llamada telefónica tratando de detectar el funcionamiento erróneo de cualquiera de los circuitos.

Los datos de las acciones automáticas del sistema son almacenados y pueden ser leídos mediante comandos; cuando se detecta un error en el sistema se encienden las alarmas y en caso de que el error sea grave se encienden las alarmas correspondientes en los teletipos. En caso de que se detecte errores en las unidades remotas éstos son transmitidos a la UCI vía radio siempre que no se haya perdido el enlace.

Las acciones de control y mantenimiento son realizadas por el operador bajo un lenguaje hombre- máquina de fácil comprensión, interactivo y no exige una especialización excesiva.

El sistema también permite ingresar a los comandos mediante una clave de acceso y limita el uso de los comandos de acuerdo al grado de preparación del operador.

## **2.8- CARACTERISTICAS TECNICAS DEL SISTEMA SMD-30/1.5**

Las características técnicas se exponen en el Anexo 1 y han sido obtenidas del manual del Sistema SMD 30/1.5.

# ESTUDIO DEL SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL PARA EL SECTOR NOROCCIDENTAL DEL CANTON QUITO

## 3.1.- INTRODUCCION

Para el estudio del Sistema Multiacceso Digital se ha tomado en cuenta las poblaciones de las parroquias rurales del cantón Quito ubicadas al noroccidente del cantón y que corresponden a las siguientes.

Armenia

El Porvenir

Gualea

Gualea Cruz

Ingapi

La Perla

Las Tolas

Marianitas

Nanegalito

Nanegal

Pacto

Palmito Pamba

Santa Elena

Tulipe

Urcutambo

Estas poblaciones se hallan dispersas en la zona, lo que hace difícil el acceso mediante una red telefónica cableada, además poseen población concentrada con un número no muy alto de habitantes. Estas características las hacen idóneas para que se realice el estudio del Sistema Multiacceso Digital para dotar de servicio telefónico en estas poblaciones.

### 3.2.DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS DISEÑADOS

El sistema SMD 30/1.5 tiene capacidad para 256 líneas de abonado, por lo que el primer paso en el diseño del sistema ha sido determinar de cual central pueden ser obtenidas estas líneas telefónicas. Del análisis de la infraestructura telefónica del cantón Quito y sus alrededores se han diseñado dos sistemas que nos permiten dar servicio a la zona.

Luego de un análisis técnico – económico, que se realiza en el siguiente capítulo, se determinará cuál de los dos sistemas permite brindar una mejor solución.

#### SISTEMA 1

Una primera opción sería obtener las líneas telefónicas a partir de una central telefónica que posea líneas de abonado disponibles (ver figura 3.1).

Estas centrales telefónicas podrían ser Quito Centro 1 o la central de San Rafael, las mismas que no se encuentran funcionando en toda su capacidad y además tienen un enlace de radio digital con Cruz Loma que facilita la interconexión del sistema en la zona en estudio.

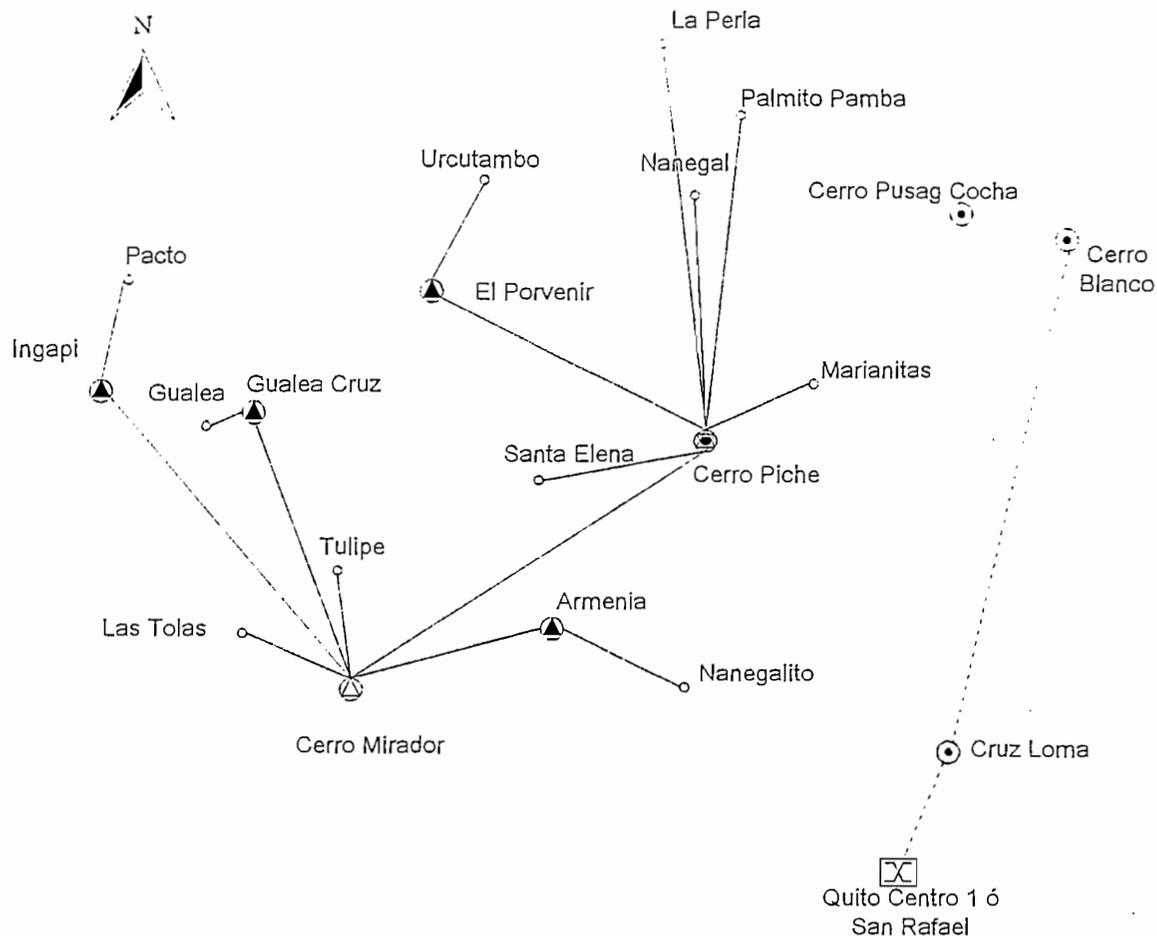
Ya sea que se obtenga las líneas de la central Quito Centro o de la central de San Rafael, el sistema multiacceso Digital para el sector noroccidental del cantón Quito hará uso de los siguientes elementos:

- Una Unidad de Concentración e Interfaz (UCI).
- Una Unidad Radio Base (URB).
- Una Unidad Repetidora sin Abonados.
- Cuatro Unidades repetidoras con Abonados.
- Once Unidades de Abonados (UAB).

La unidad de concentración e interfaz se instalará junto a la central telefónica (Quito Centro 1 ó San Rafael) de la cual tomará las 256 líneas telefónicas requeridas por sistema y entregará una señal G. 703 estandar, la misma que será ingresada al sistema de transmisión digital Nacional permitiendo trasladar la señal hasta Cerro Blanco a través de los enlaces:

Quito Centro ó San Rafael - Cruz Loma.

Cruz Loma - Cerro Blanco.



- |  |                    |  |  |
|--|--------------------|--|--|
|  | Central Telefónica |  | UAB  |
|  | UCI                |  | Estación de Radio Digital  |
|  | URB                |  | Unidad Radio Base y Estación de Radio ubicadas en el mismo lugar |
|  | URA con abonados   |  | Enlace de radio digital existente                                |
|  | URA sin abonados   |  | Enlace de radio digital nuevo                                    |
|  |                    |  | Enlace del Sistema Multiacceso Digital                           |

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

ESTUDIO DE SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL PARA EL SECTOR NOROCCIDENTAL DEL CANTON QUITO

FECHA : OCTUBRE DE 1998

ELABORADO POR : HLL

FIGURA 3.1

Figura 3.1 Diseño del Sistema Multiacceso Digital para el sector noroccidental del cantón Quito, Sistema 1.

A partir de este punto y por medio de la utilización de equipos de radio digital se piensa implementar los siguientes enlaces:

Cerro Blanco – Cerro Pusag Cocha

Cerro Pusag Cocha – Cerro Piche

Estos enlaces permitirán llegar con la señal al Cerro Piche donde se ubicará la Unidad Radio Base (URB) la que se enlazará con las estaciones terminales ( UABs), ubicadas en las poblaciones de Nanegal, La Perla, Palmito Pamba, Marianitas, con la estación repetidora con abonados ubicada en El Porvenir, y a través de ésta con la estación terminal de Urcutambo. Además mediante el uso de un acoplador direccional, la URB se enlazará con la estación repetidora Cerro Mirador y la estación terminal de Santa Elena.

Desde la estación repetidora ubicada en el Cerro Mirador el sistema se enlazará con las estaciones repetidoras con abonados Gualea Cruz , Armenia, Ingapi y con las estaciones terminales, Tulipe, Las Tolas.

Desde el repetidor de Gualea Cruz, mediante una antena directiva se enlazará la estación terminal Gualea.

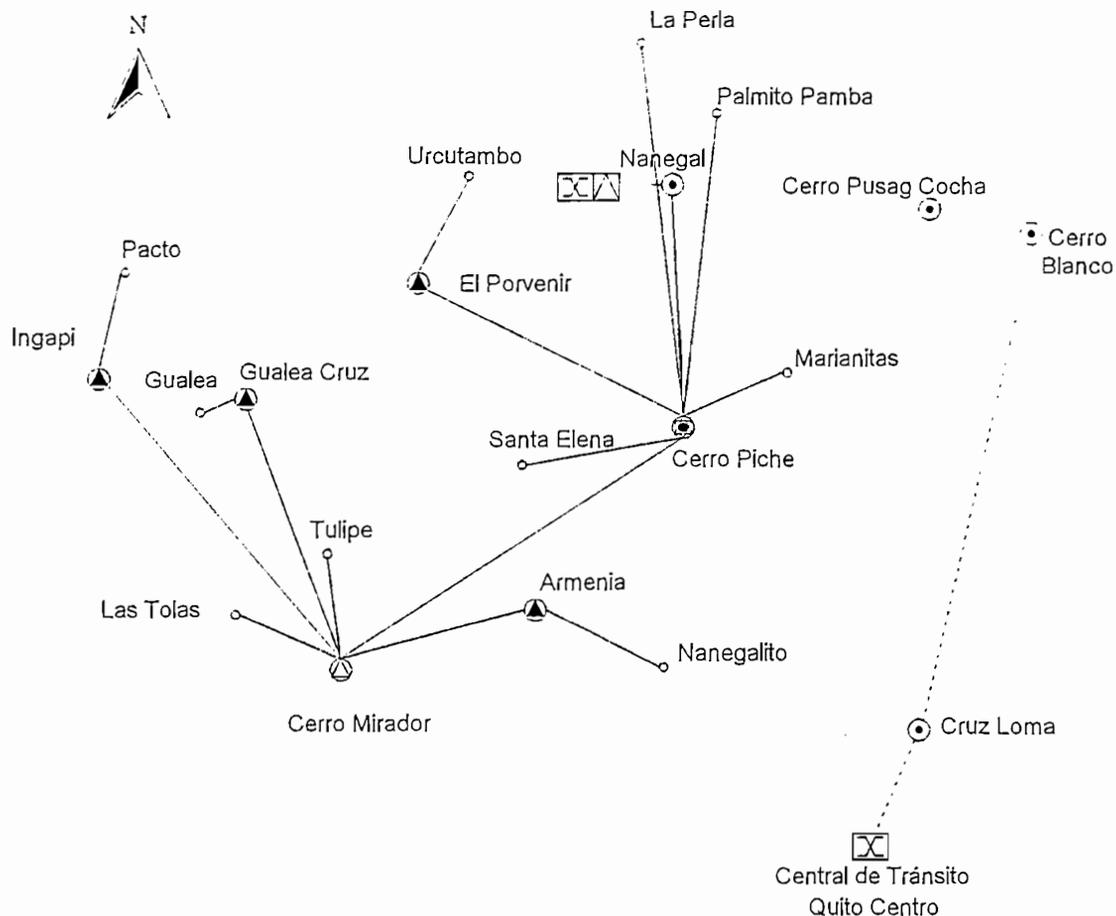
Desde el repetidor de Armenia, mediante una antena directiva se enlazará la estación terminal Nanegalito.

Desde el repetidor de Ingapi, mediante una antena directiva se enlazará la estación terminal Pacto.

## **SISTEMA 2**

Una segunda opción es la posibilidad de obtener las 256 líneas de abonado a través de la instalación de la central telefónica de baja capacidad en la población de Nanegal, que es una de las poblaciones que presenta mayor desarrollo en la zona. Esta central permitirá dar servicio a la población de Nanegal y además permitirá tomar las líneas de abonado necesarias para el Sistema Multiacceso de la zona.

Mediante la utilización de una central telefónica para el servicio en la zona, el sistema quedaría conformado tal como se muestra en la figura 3.2



- |  |                    |  |  |
|--|--------------------|--|--|
|  | Central Telefónica |  | UAB  |
|  | UCI                |  | Estación de Radio Digital  |
|  | URB                |  | Unidad Radio Base y Estación de Radio ubicadas en el mismo lugar |
|  | URA con abonados   |  | Enlace de radio digital existente                                |
|  | URA sin abonados   |  | Enlace de radio digital nuevo                                    |
|  |                    |  | Enlace del Sistema Multiacceso Digital                           |

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

ESTUDIO DE SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL PARA EL SECTOR NOROCCIDENTAL DEL CANTON QUITO

FECHA : OCTUBRE DE 1998

ELABORADO POR : HLL

FIGURA 3.2

Figura 3.2. Estudio del Sistema Multiacceso Digital para el sector noroccidental del cantón Quito. Sistema 2.

La central de Nanegal se enlazará con la central de tránsito Quito Centro mediante enlaces E1, para lo cual será necesario implementar un sistema de transmisión de radio digital hasta Cerro Blanco, punto que permitirá ingresar al sistema de transmisión digital Nacional y realizará la conexión con la central de tránsito Quito Centro. Este sistema transmisión de radio digital comprende los siguientes enlaces:

Cerro Blanco – Cerro Pusag Cocha.

Cerro Pusag Cocha – Cerro Piche.

Cerro Piche – Nanegal.

Para llegar con servicio telefónico hacia las otras poblaciones del noroccidente de Quito se ha diseñado un sistema de telecomunicaciones basado en el sistema multiacceso digital SMD 30/1.5 definido de la forma siguiente:

- Una Unidad de Concentración e Interfaz (UCI)
- Una Unidad Radio Base (URB)
- Una Unidad Repetidora sin Abonados
- Cuatro Unidades repetidoras con Abonados
- Diez Unidades de Abonados (UAB).

La Unidad Concentradora e Interfaz se instalará junto a la central ubicada en Nanegal. La Unidad Concentradora e Interfaz tomará las 256 líneas de abonado de la central y entregará una señal G. 703 estandar, la misma que será ingresada al enlace Cerro Piche – Nanegal, el cual ha sido implementado para la conexión de la central de Nanegal. Mediante este enlace la UCI se enlazará con la URB que se ubicará en el Cerro Piche.

A partir de la estación radio base ubicada en el Cerro Piche el sistema 2 es similar al descrito en el sistema 1.

Cualquiera de los sistemas de las opciones 1 y 2 se hallan conformados por los enlaces siguientes:

1. Enlace Cerro Blanco - Pusag Cocha
2. Enlace Pusag Cocha - Cerro Piche
3. Enlace Cerro Piche - Nanegal
4. Enlace Cerro Piche - Marianitas

5. Enlace Cerro Piche - Palmito Pamba
6. Enlace Cerro Piche - La Perla
7. Enlace Cerro Piche - El Porvenir
8. Enlace Cerro Piche - Cerro Mirador
9. Enlace Cerro Piche - Santa Elena
10. Enlace Cerro Mirador - Tulipe
11. Enlace Cerro Mirador - Las Tolas
12. Enlace Cerro Mirador - Armenia
13. Enlace Cerro Mirador - Gualea Cruz
14. Enlace Cerro Mirador - Ingapi
15. Enlace El Porvenir - Urcutambo
16. Enlace Gualea Cruz - Gualea
17. Enlace Ingapi - Pacto
18. Enlace Armenia - Nanegalito

### **3.3.-ESTUDIO DE DEMANDA**

En la realización del estudio del Sistema Multiacceso Digital, es necesario determinar las necesidades de servicio telefónico de la zona en estudio y establecer una previsión futura que se ajuste al desarrollo y progreso de estas poblaciones.

El establecimiento de la demanda considera aspectos socioeconómicos, grado de desarrollo, así como actividades de la zona. En la mayoría de sectores rurales del Ecuador no se han realizado estudios y no se disponen de estos datos, sin embargo se puede decir que el grado de desarrollo económico de estas zonas es muy bajo ya que existe la tendencia a emigrar hacia ciudades más grandes; es así que no se tiene un crecimiento significativo de población en estas zonas y en algunos casos se observa un decrecimiento. Por otro lado no se puede dejar de lado la necesidad de integrar estas zonas mediante medios de comunicación que permitan relacionarse con otros centros de desarrollo, incentivando y creando nuevas actividades que faciliten el avance y progreso de estas poblaciones autosustentado en su riqueza agrícola y turística.

La planificación de un sistema de comunicaciones se la puede realizar a corto, mediano y largo plazo. Una planificación a corto plazo generalmente tiene en cuenta un tiempo de 1 a 3 años y está orientado a satisfacer necesidades del momento y no se proyecta con una previsión futura. Una planificación a mediano y largo plazo identifica en primer momento las necesidades actuales y además considera una provisión futura que deberá

### 3.3.1.-PROYECCION DE POBLACION Y VIVIENDA

Para realizar una proyección de población y vivienda se ha considerado un << crecimiento geométrico de la población >><sup>1</sup> en base a su índice de crecimiento poblacional anual. La fórmula para el cálculo que se emplea es la siguiente:

$$PF = PA(1 + ICP)^n \quad (3.1)$$

En donde:

*PF*: Población futura.

*PA*: Población actual

*ICP*: Índice de crecimiento poblacional anual.

*n*: Tiempo tomado en función de años.

Para el caso de las poblaciones en estudio, el índice de crecimiento poblacional anual es del 1.8 % para las zonas rurales de la provincia de Pichincha de acuerdo a datos del INEC. El sistema se ha planificado para un período de 10 años, por lo cual se debe realizar una proyección de la población y vivienda hasta el año 2007. Los resultados del cálculo se muestran en la tabla 3.2.

POBLACION	HABITANTES 1990	HABITANTES 2007
ARMENIA	525	711
EL PORVENIR	162	219
GUALEA	245	331
GUALEA CRUZ	235	318
INGAPI	274	371
LA PERLA	239	323
LAS TOLAS	177	239
MARIANITAS	322	436
NANEGALITO	556	753
NANEGAL	650	880
PACTO	314	425
PALMITO PAMBA	173	234
SANTA ELENA	220	298
TULIPE	164	222
URCUTAMBO	151	204

**Tabla 3.2. Proyección de población hasta el año 2007 de la zona en estudio.**

<sup>1</sup> Fórmula empleada para proyección de la población en el estudio de demanda telefónica de la Región 1 para el período 1994 – 2010, realizado por la Gerencia Nacional de Planificación, EMETEL R-1.

Para estimar el número de viviendas se ha obtenido el número de habitantes por vivienda de los datos con respecto a 1990 , a partir de este dato y de la proyección de población se obtiene el número de viviendas en el año 2007 como se muestra en la tabla 3.3.

POBLACION	NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA AÑO 1990	HABITANTES AÑO 2007	VIVIENDAS AÑO 2007
ARMENIA	3.18	711	224
EL PORVENIR	5.40	219	41
GUALEA	4.45	331	74
GUALEA CRUZ	6.18	318	51
INGAPI	5.26	371	71
LA PERLA	4.68	323	69
LAS TOLAS	3.76	239	64
MARIANITAS	5.55	436	79
NANEGALITO	3.91	753	193
NANEGAL	4.08	880	216
PACTO	3.87	425	110
PALMITO PAMBA	4.12	234	57
SANTA ELENA	5.00	298	60
TULIPE	4.82	222	46
URCUTAMBO	4.87	204	42

Tabla3.3 Estimación del número de viviendas hasta el año 2007.

### 3.3.2.- ESTIMACION DE LA DEMANDA DEL SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL

Es importante establecer correctamente la demanda telefónica de manera que satisfaga las necesidades actuales y además, sea posible prever requerimientos futuros, con lo cual se podrá diseñar un sistema de comunicaciones que se adapte a una demanda que esté dentro del tiempo para el cual el sistema ha sido diseñado.

La variación del número de abonados responde a comportamientos aleatorios y probabilísticos, los cuales a su vez dependen de otros factores. Existen muchos métodos para el cálculo de la demanda que varían en complejidad, dificultad, y que la mayoría de ellos consideran datos que para las poblaciones rurales de este estudio no se disponen.

El presente estudio para el cálculo de la demanda empleará una fórmula que ha sido utilizada por EMETEL-R1 , actualmente ANDINATEL, para el cálculo de líneas principales y es la siguiente<sup>2</sup>:

$$LP = \frac{FPEAC * P}{F2} + (F1 * V * FV) \quad (3.2)$$

Donde:

F1 : Factor que depende de la región del país, para la sierra es 0.15 y para la costa es 0.18; este factor indica el porcentaje de viviendas que dispondrían de una línea telefónica.

F2 : Factor que tiene en cuenta el número de personas de cada 100 habitantes que tienen acceso a un establecimiento con línea telefónica, para las regiones rurales se ha establecido  $F2 = 40$ .

FV : Parámetro que se relaciona con el tipo de vivienda de la zona.  
FV =1 si más del 65% de viviendas son de cemento.  
FV = 0.7 si más del 65% de las viviendas son de madera, adobe o ranchos.

FPEAC: Este factor toma en cuenta la población económicamente activa y es diferente para cada zona, puesto que cada una tiene actividades económicas que las caracterizan.

Este factor es dado por el INEC de acuerdo a datos tomados en el último censo de población y vivienda de 1990 y solo se han obtenido para población concentrada sin contar con datos para población dispersa.

P : Población concentrada.

V: Vivienda.

---

<sup>2</sup> Información obtenida de la tesis de la Ing. María Nelly Lema, Escuela Politécnica Nacional 1996.

### 3.4.- ESTUDIO DE TRAFICO

El dimensionamiento correcto del número de canales o de circuitos del sistema da como resultado, un medio de comunicación al que será posible acceder de una manera rápida sin que se requiera esperar mucho tiempo, y además se logrará utilizar de una manera óptima los recursos disponibles.

El tráfico telefónico que se cursa por una central o equipo de comunicación está dado por el número de llamadas originadas en una hora por el tiempo medio de duración de una llamada; la unidad de tráfico telefónico es el Erlang. Un Erlang de tráfico telefónico significa que una línea está permanentemente ocupada durante un tiempo medio de una hora.

El tráfico telefónico de una central telefónica o un equipo de comunicación obedece a muchos factores, así por ejemplo en la época navideña existe un aumento de tráfico telefónico, existen también factores menos predecibles como el caso de una situación de emergencia.

En la determinación del número de canales o vías de comunicación no se toma en cuenta estos casos que significarían tener un alto número de canales desocupados la mayor parte del tiempo, con el solo objetivo de cubrir el tráfico generado por una de estas causas, por esta razón se hace necesario introducir nuevos conceptos que se describen a continuación.

#### 3.4.1.- HORA PICO

El número de canales o troncales ocupados en un sistema de telecomunicaciones fluctúa de un momento a otro en un día, semana, mes, o año y como se dijo anteriormente, el tráfico telefónico obedece a muchos factores, sin embargo existe una hora en el día, semana, mes o año en que se presenta el mayor número de llamadas y por consiguiente una alta demanda de canales. A este período de sesenta minutos durante el día donde se tiene una alta intensidad de tráfico sobre un grupo de canales o promediados durante varios días de la semana se conoce como la hora pico.

La determinación del tráfico cursado en la hora pico permite dimensionar el número de canales que debe manejar el sistema, de tal manera que el período de mayor ocupación pueda manejar sin problemas el tráfico generado con un grado de servicio determinado.

### 3.4.2. GRADO DE SERVICIO

El grado de servicio indica la probabilidad de pérdida de una llamada telefónica; en otras palabras, es la probabilidad de que una llamada no sea atendida o sea rechazada por el sistema en la hora de mayor utilización, el grado de servicio varía del 1 en 100 al 1 en 1000.

### 3.4.3. ACCESIBILIDAD

La accesibilidad se aplica a una central telefónica o equipo de comunicación e indica la capacidad de algún canal de entrada para acceder a un grupo de troncales de una ruta dada, la accesibilidad generalmente se nota con la letra  $k$ .

Se entiende por accesibilidad total cuando una entrada cualquiera tiene acceso a todos los canales de una ruta deseada sin importar el estado del sistema.

Está claro que tener una accesibilidad total implica tener un mayor número de canales, lo que se traduce en una inversión mucho mayor en conmutadores. La tarea de la ingeniería de tráfico es diseñar el sistema que permita optimizar el número de conmutadores y se obtenga como resultado una total optimización del uso del sistema.

### 3.4.4. DISTRIBUCION DE POISSON

La distribución de Poisson obedece a un número infinito de fuentes de tráfico y está dada por la fórmula:

$$P(x, nt) = \frac{e^{-nt} (nt)^x}{x!} \quad (3.3)$$

Para entender la fórmula de Poisson se va a suponer que las llamadas se originan en forma aleatoria con una tasa de  $n$  llamadas por hora, y si se considera un tiempo  $t$  arbitrario se podría encontrar mediante la ecuación 3.3 la probabilidad de que se originen  $x$  llamadas en un espacio de tiempo  $t$ .

$$P(x, nh) = \frac{e^{-nh} (nh)^x}{x!} \quad (3.4)$$

De manera similar se entiende la ecuación (3.4) que permite encontrar la probabilidad de que se tenga  $x$  llamadas en progreso, donde las llamadas se producen de manera

aleatoria con una tasa de  $n$  llamadas por hora con una duración promedio de  $h$  horas por llamada.

### 3.4.5. LEY EXPONENCIAL NEGATIVA

La ley exponencial negativa nace a partir de la ecuación de probabilidad de Poisson (ecuación 3.4), en la que si se hace  $x = 0$  se obtendrá:

$$P(0, nt) = \frac{e^{-nt}(nt)^0}{0!}$$

De donde se obtiene que:

$$P(0, nt) = e^{-nt} \quad (3.5)$$

Con lo que se puede obtener la probabilidad de que no se genere ninguna llamada ( $x = 0$ ) durante un intervalo de tiempo  $t$ . Este intervalo representa el tiempo entre dos llamadas consecutivas, es decir  $t$  es el tiempo de duración de una llamada.

### 3.4.6. FORMULA DE PERDIDA ERLANG B

Es una de las más importantes fórmulas en la que se parte del supuesto que:

- El número de fuentes de tráfico es infinito.
- La ley de aparición de llamadas es de Poisson.
- La duración de las llamadas obedece a la Ley exponencial negativa.
- Número limitado de canales de servicio.

A partir de estos supuestos se obtiene que:

$$B = \frac{\frac{A^N}{N!}}{\sum_{i=0}^N \frac{A^i}{i!}} \quad (3.6)$$

Donde :

A: Es el tráfico ofrecido.

N: Es el número de canales.

En esta ecuación  $B$  representa el grado de servicio o la probabilidad de congestión, entendiéndose por congestión a la cantidad de llamadas que son rechazadas al primer intento. Así por ejemplo para el caso de una probabilidad de pérdida del 5% ( $B = 0.05$ ) con 256 llamadas generadas en la hora de mayor utilización, la congestión puede expresarse como llamadas de congestión, y representa la proporción de llamadas rechazadas con respecto al número total de llamadas generadas cursadas o no por el sistema, es decir que en este caso se tendrían  $13. (256 \cdot 0.05)$  llamadas rechazadas por el sistema. La congestión se puede expresar también en función del tiempo a través de la suma de intervalos, expresada como fracción respecto a una hora en la que todos los canales están ocupados, en este caso significa que en  $180 (0.05 \cdot 3600 \text{seg})$  segundos el sistema no tiene canales libres. El tiempo de congestión expresa el tiempo durante el cual el tráfico está parado o retardado.

Para el caso en que se considere un sistema con fuentes de tráfico aleatorias (Poisson) las llamadas y el tiempo de congestión son iguales.

### 3.4.7. ESTUDIO DE TRAFICO MULTIACCESO.DIGITAL

ESTACION	CIRCUITOS DEL SISTEMA
ARMENIA	40
EL PORVENIR	8
GUALEA	16
GUALEA CRUZ	8
INGAPI	16
LA PERLA	16
LAS TOLAS	8
MARIANITAS	16
NANEGAL	40
NANEGALITO	32
PACTO	24
PALMITO PAMBA	8
SANTA ELENA	8
TULIPE	8
URCUTAMBO	8
TOTAL	256
TRAFICO TOTAL DEL SISTEMA ( $256 \cdot 0.07$ )	17,92
NUMERO DE CANALES OCUPADOS EN LA HORA DE MAYOR TRÁFICO: ( FORMULA ERLANG B, PROB. DE PERDIDA 1% )	28

Tabla 3.6. Estudio de tráfico para el Sistema 1.

Para el estudio de tráfico del sistema se ha considerado una probabilidad de pérdida del 1%, parámetro que satisface las necesidades de los sectores rurales; además se estima que el tráfico medio para teléfonos comerciales y residencial en estos sectores es de 0,07 Erlang. Con estos parámetros y teniendo en cuenta el número de circuitos de cada una de las estaciones se ha calculado el tráfico total del sistema en la hora de mayor utilización; con este dato y con una probabilidad de pérdida del 1% se calcula el número de canales ocupados.

ESTACION	CIRCUITOS DEL SISTEMA
ARMENIA	40
EL PORVENIR	8
GUALEA	16
GUALEA CRUZ	16
INGAPI	16
LA PERLA	16
LAS TOLAS	16
MARIANITAS	16
NANEGALITO	40
PACTO	24
PALMITO PAMBA	16
SANTA ELENA	16
TULIPE	8
URCUTAMBO	8
TOTAL	256
TRAFICO TOTAL DEL SISTEMA (256*0.07)	17,92
NUMERO DE CANALES OCUPADOS EN LA HORA DE MAYOR TRÁFICO: ( FORMULA ERLANG B, PROB. DE PERDIDA 1% )	28

**Tabla 3.7. Estudio de tráfico para el Sistema 2.**

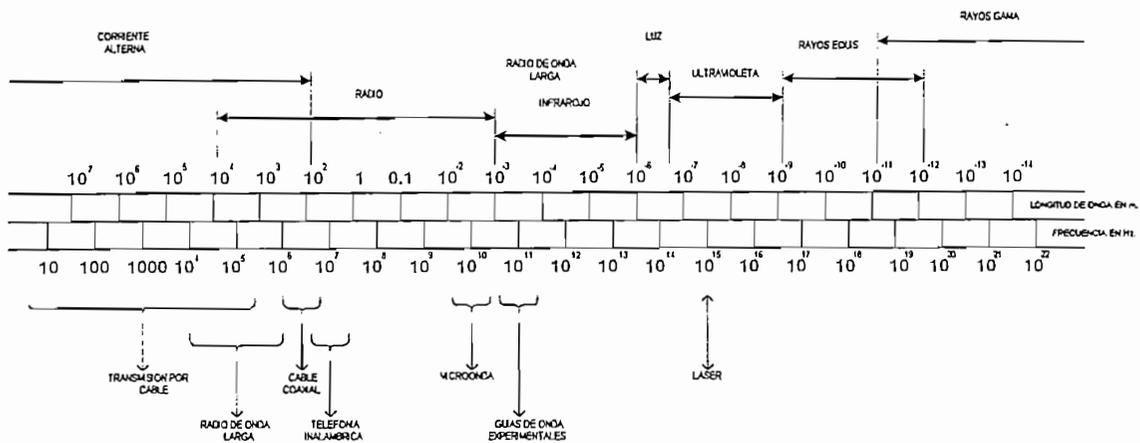
### 3.5.-PERFILES TOPOGRAFICOS Y ZONAS DE FRESNEL

#### 3.5.1 SISTEMAS DE MICROONDA DIGITAL

Como se observa en la figura 3.3 han sido asignados diferentes rangos de frecuencia para tipos específicos de servicios. Para los sistemas de telecomunicaciones inicialmente se utilizaron rangos de frecuencia en VHF y UHF, pero en la actualidad es posible extenderse hasta rangos de frecuencia mucho más altos.

Del hecho de utilizar un rango más alto de frecuencia para las telecomunicaciones se obtiene como beneficio la utilización de antenas mucho más pequeñas, debido a que se tiene una longitud de onda más pequeña. Sin embargo el hecho de realizar *transmisiones*

a frecuencias más altas hace a los sistemas mucho más sensibles a las variaciones climáticas especialmente a la lluvia. Para el rango de frecuencias comprendido entre los 300 MHz a 30.000 MHz los sistemas de enlace de radio se los considera dentro de la categoría de microondas.



**Figura 3.3. Usos del espectro de frecuencia.**

Cuando la microonda se combina con una técnica de transmisión digital como es el caso del PCM se tiene un sistema de microonda digital cuya estructura de trama ha sido expuesta en el capítulo anterior.

Un sistema de microonda digital basado en PCM tiene la posibilidad de transmitir 30 canales de voz o datos a 64 Kbps más dos canales de señalización y sincronismo que dan un total de 32 canales con 2.048 Kbps que es el sistema PCM que se utiliza en el país.

Los sistemas de microonda han permitido llegar a sitios que con los otros medios de transmisión como, el cableado y la fibra óptica hubiera sido más complejo, muy costoso y emplearía mucho más tiempo lograrlo.

Los sistemas basados en microondas tienen características que hacen que al momento del diseñar un sistema de telecomunicaciones se tengan en cuenta los siguientes aspectos:

- La microonda es energía que fluye en una trayectoria "recta" y llega hasta el receptor, lo que implica que entre el transmisor y el receptor no debe existir ninguna obstrucción o bloqueo que impida el avance de la señal, esto se conoce como línea de vista. Con el fin de obtener una línea de vista entre el transmisor y el receptor se construyen torres logrando cubrir enlaces hasta distancias de aproximadamente 50 Km.
- Otro elemento que es importante, como se verá más adelante, es la antena. La utilización de la antena permite direccionar esta energía con lo que se logra enfocar claramente la señal de microonda sobre el receptor; la forma de la antena en el receptor permite captar las ondas que llegan al receptor las cuales tienden a dispersarse en la transmisión.
- La intensidad de la señal se ve afectada por factores del medio ambiente lo que hace que la señal se atenúe; otros factores que afectan la señal de microonda son la refracción, reflexión, absorción y difracción.

### 3.5.2. CONSIDERACION DE REFRACCION POR RADIO EQUIVALENTE DE LA TIERRA

En la trayectoria de la señal de microonda al desplazarse por la atmósfera, se observa una ligera desviación del rayo, tomando la forma de la superficie de la Tierra; esto se debe a la refracción que ocurre en la zona más baja de la atmósfera, lo que hace necesario considerar la curvatura de la Tierra e introducir un factor K que en condiciones atmosféricas normales es igual a 4/3 lo que da un radio equivalente de la Tierra ( $r_E = 4/3 * 6370$ ) igual a 8500 Km. Sin embargo es necesario mencionar que la refracción terrestre varía de una estación a otra, e incluso puede variar en un mismo día ya que depende de las condiciones particulares del clima.

### 3.5.3. ABULTAMIENTO DE LA TIERRA

Al realizar el estudio de un enlace es necesario tomar en consideración la refracción debida a la curvatura de la Tierra, que tiene incidencia directa en el momento de obtener el perfil topográfico, la línea de vista y la zona de Fresnel. El abultamiento de la Tierra se obtiene de la siguiente ecuación:

$$h = \frac{d_1 * d_2}{2 * K * a} * 1000 \quad (3.7)$$

Donde :

$h$  : Abultamiento de la Tierra expresado en m.

$d_1$  : Distancia del punto P con respecto al Tx expresado en Km.

$d_2$  : Distancia del punto P con respecto al Rx expresado en Km.

$K$  : Factor equivalente del radio de la Tierra.

$a$  : Radio de la Tierra = 6.370 Km.

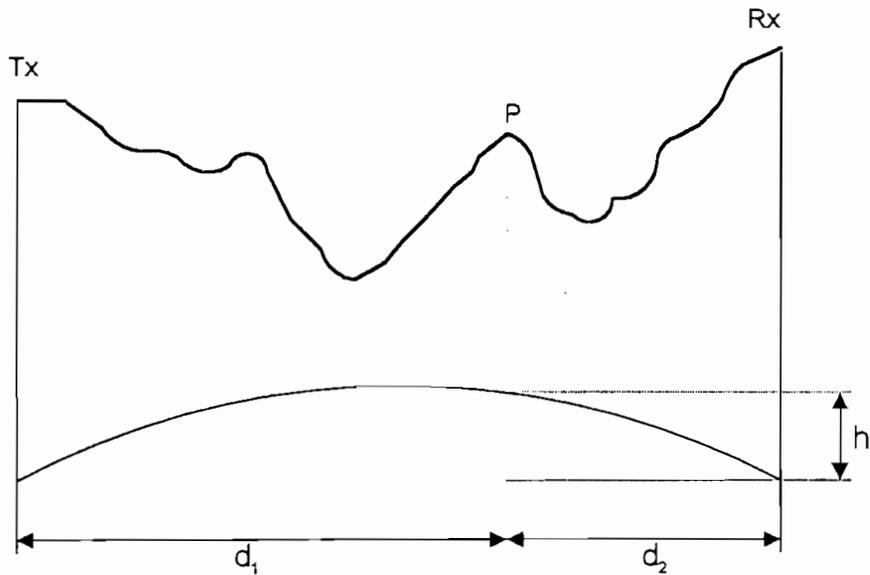


Figura 3.4 Representación del abultamiento de la Tierra.

#### 3.5.4. ZONA DE FRESNEL

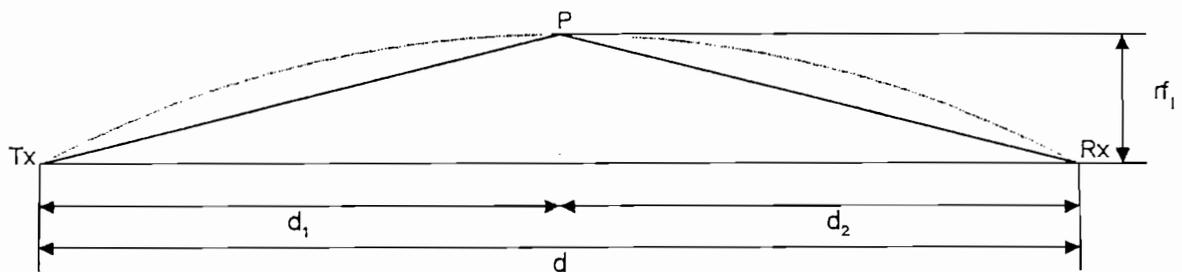


Figura 3.5. Zona de Fresnel de orden  $i$ .

Cuando se realiza un enlace se verifica que exista línea de vista entre los dos extremos del enlace, pero además se debe tener en cuenta el medio que lo rodea es decir que exista una zona libre de obstrucción que se conoce como zona de Fresnel.

Esta zona tiene en consideración todos los puntos por los cuales la onda puede ser desviada de su trayectoria cierta fracción o múltiplos de longitud de onda con respecto a la trayectoria directa entre los dos puntos del enlace como se muestra en la figura 3.5. A partir de la figura se obtiene siguiente expresión:

$$\overline{TxP} + \overline{PRx} - \overline{TxRx} = n * \frac{\lambda}{2} \quad (3.8)$$

Donde :

$\overline{TxP}$ : Distancia entre el transmisor Tx y el punto P.

$\overline{PRx}$ : Distancia entre el punto P y el receptor Rx.

$\overline{TxRx}$ : Distancia entre el transmisor Tx y el receptor Rx.

$n$  : Orden de la zona de Fresnel.

Se puede obtener el radio de Fresnel en el punto medio P entre el transmisor Tx y el receptor Rx a partir de la figura 3.6.

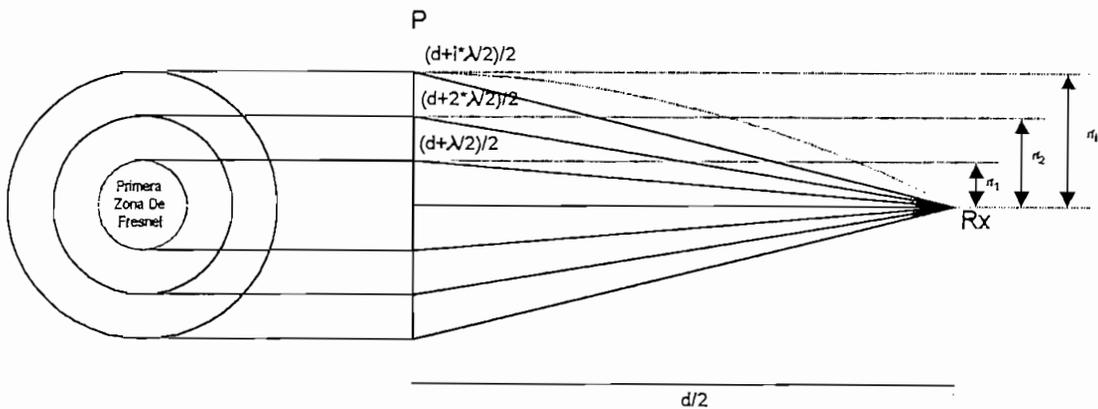


Figura 3.6 Zonas de Fresnel.

Para	$n = 1$	$rf_1^2 = 1/4[(d + \lambda/2)^2 - d^2]$	(Primera zona de Fresnel)
	$n = 2$	$rf_2^2 = 1/4[(d + 2*(\lambda/2))^2 - d^2]$	(Segunda zona de Fresnel)
	$n = 3$	$rf_3^2 = 1/4[(d + 3*\lambda/2)^2 - d^2]$	(Tercera zona de Fresnel)
	$n = i$	$rf_i^2 = 1/4[(d + i*\lambda/2)^2 - d^2]$	(Zona de Fresnel de Orden i)

Como se puede observar, la zona de Fresnel está en función de la distancia  $d$  existente entre el Tx y Rx, de la longitud de onda  $\lambda$  y de  $n$ , donde  $n$  nos indica el orden de la zona Fresnel. Cuando  $n$  es igual a uno se obtiene la primera zona de Fresnel, para  $n = 2$  se obtiene la segunda zona de Fresnel, etc, en general  $i$  nos indica el orden de la zona de Fresnel.

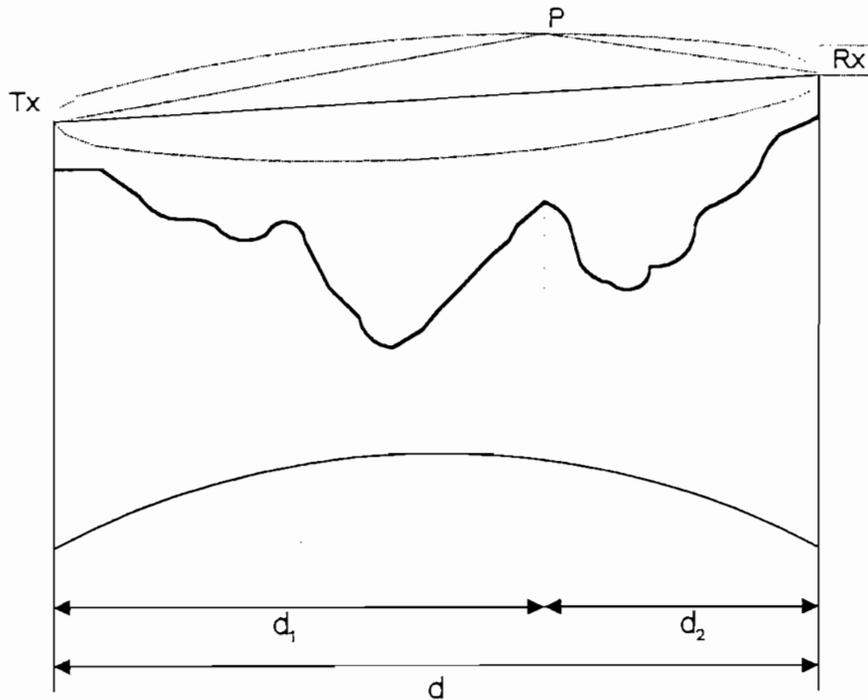


Figura 3.7. Primera Zona de Fresnel.

En el estudio de enlaces será necesario garantizar una zona libre de obstáculos de al menos de primer orden. Para el cálculo de la primera zona de Fresnel en cualquier punto entre el transmisor y el receptor se empleará la siguiente ecuación:

$$rf_1 = \sqrt{\frac{\lambda d_1 d_2}{d}} \quad (3.9)$$

Donde :

$d_1$  : Distancia al punto P desde el receptor ver figura 3.7.

$d_2$  : Distancia al punto P desde el transmisor ver figura 3.7.

$d$  : Distancia entre el transmisor y el receptor.

$\lambda$  : Longitud de onda.

### 3.5.5. TORRES Y MASTILES

En ciertos lugares en la realización del enlace es necesario construir torres y mástiles para lograr obtener una trayectoria libre de obstrucciones entre el transmisor y el receptor del sistema, en enlaces en los que el despejamiento es crítico para establecer la altura mínima requerida de la torre o mástil se ha empleado la siguiente fórmula:

$$h_B = \frac{(h_4 + h_3 + r_f - h_A - h_1)}{d_1} * d + h_A + h_1 - h_2 \quad (3.10)$$

Donde:

$h_A$  : Altura del mástil o torre en el sitio A.

$h_B$  : Altura del mástil o torre en el sitio B.

$h_1$  : Altura del sitio A con respecto al nivel del mar.

$h_2$  : Altura del sitio B con respecto al nivel del mar.

$h_4$  : Abultamiento de la Tierra.

$h_3$  : Altura del obstáculo con respecto al nivel del mar.

$r_f$  : Radio de Fresnel en el sitio del obstáculo.

$d_1$  : Distancia del obstáculo con respecto al punto A.

$d_2$  : Distancia del obstáculo con respecto al punto B.

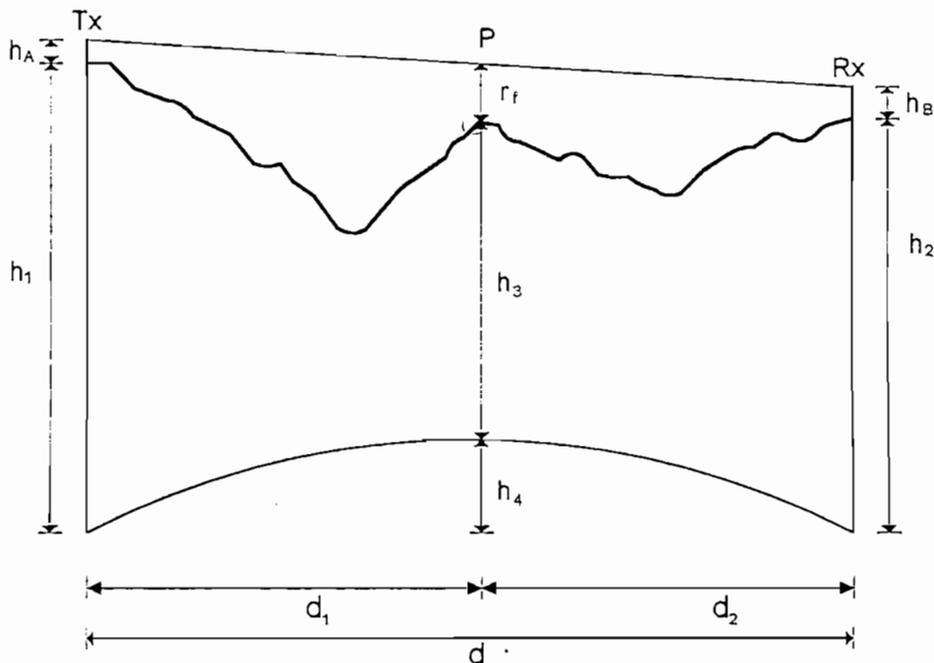


Figura 3.8 Cálculo de la altura de las antenas.

antena en el lado del transmisor  $h_A$  y además se ha obtenido  $h_4, r_f$  a partir de las ecuaciones 3.7 y 3.9 respectivamente.

Para la obtención de esta ecuación se ha considerado un punto P en el trayecto del enlace en donde podría existir una obstrucción de la zona de Fresnel, lo cual se consideraría un caso crítico y en donde la altura de la antenna será importante para obtener una zona de Fresnel libre de obstrucciones como es posible observar en la figura 3.8. La ecuación 3.10 se obtiene a partir de la ecuación de la recta que se muestra en la figura 3.9.

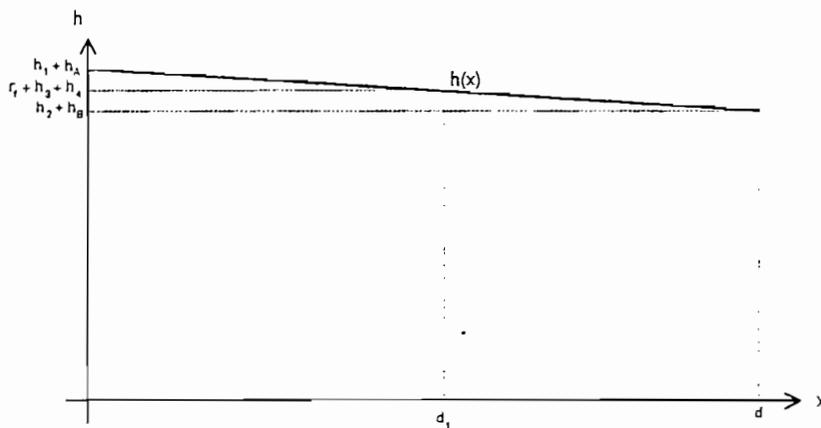


Figura 3.9 Cálculo de la altura de la antena a partir de la ecuación del recta  $h(x)$ .

De donde se obtiene que:

$$h(x) = -\frac{(h_A + h_1) - (h_4 + h_3 + r_f)}{d_1} * x + h_A + h_1$$

Cuando  $x = d$

$$h(d) = h_2 + h_B = \frac{(h_4 + h_3 + r_f - h_A - h_1)}{d_1} * d + h_A + h_1$$

Despejando  $h_B$  se obtiene la fórmula para el cálculo de la altura mínima de la torre en el sitio B dada la altura de la torre en el sitio A.

$$h_B = \frac{(h_4 + h_3 + r_f - h_A - h_1)}{d_1} * d + h_A + h_1 - h_2$$

También es posible obtener la ecuación de la línea de vista representada por la recta de la figura 3.9 en función de  $h_1, h_2, h_A, h_B$  y  $d$ , como se muestra a continuación.

$$h(x) = \frac{h_2 + h_B - h_1 - h_A}{d}(x) + h_1 + h_A \quad (3.11)$$

Donde  $x$  representa la distancia respecto al transmisor de un punto  $P$  cualquiera del trayecto del enlace.

### 3.5.6 CALCULO DE ALTURA DE LAS ANTENAS

Para el estudio del sistema multiacceso digital del sector noroccidental del cantón Quito se ha realizado el cálculo de las antenas en los enlaces que presentan por su topografía un despejamiento crítico en la altura de las antenas. Para el cálculo de la altura de las antenas se utiliza la ecuación 3.10 y se consideran los siguientes enlaces:

Enlace Cerro Piche – Palmito Pamba

Enlace Cerro Piche – El Porvenir

Enlace Cerro Piche – Santa Elena

Enlace Armenia – Nanegalito

Enlace Ingapi – Pacto

ESTACION A	$h_1$ (m)	$h_A$ (m)	$D_1$ (m)	$h_3$ (m)	$d$ (m)	$h_4$ (m)	$r_f$ (m)	$h_2+h_B$ (m)	Estación B	$h_2$ (m)	$h_B$ (m)
Cerro Piche	1800	60	6800	1400	7500	0.33	12.26	1366.53	Palmito Pamba	1360	6.53
Cerro Piche	1800	60	6800	1480	7500	0.28	11.25	1453.60	El Porvenir	1400	53.60
Cerro Piche	1800	60	2150	1760	5500	0.42	16.16	1646.60	Santa Elena	1600	46.60
Armenia	1760	60	500	1760	1750	0.04	8.44	1639.68	Nanegalito	1600	39.68
Ingapi	1520	0	1000	1400	3650	0.16	12.03	1126.49	Pacto	1120	6.49

**Tabla 3.8. Cálculo de la altura de la antenas para enlaces con despejamiento crítico.**

Para los demás enlaces se tiene un despejamiento que no es crítico y permite escoger la altura de las antenas, lo que si se ha tomado en cuenta para todos los enlaces son las obstrucciones debido a la vegetación de la zona, por lo que la altura de las torres en algunos casos es superior a la altura mínima requerida (ejemplo estación Ingapi).

Las alturas de las torres para cada una de las estaciones se observa en la tabla 3.9.

POBLACION	ALTURA DE LA ANTENA (mts.)
ARMENIA	60
CERRO BLANCO	10
CERRO MIRADOR	60
CERRO PICHE	60
EL PORVENIR	60
GALEA	10
GALEA CRUZ	10
INGAPI	10
LA PERLA	10
LAS TOLAS	10
MARIANITAS	10
NANEGALITO	50
NANEGAL	10
PACTO	10
PALMITO PAMBA	10
PUSAG COCHA	10
SANTA ELENA	60
TULIPE	10
URCUTAMBO	10

**Tabla 3.9. Altura de las antenas del sistema multiacceso Digital.**

### 3.5.7. PERFILES TOPOGRAFICOS Y ZONAS DE FRESNEL

Los perfiles topográficos y la ubicación geográfica de los diferentes elementos del sistema han sido obtenidos de cartas topográficas de la zona realizados por el Instituto Geográfico Militar.

Estos datos han sido ingresados en una hoja de cálculo realizada en el programa QPRO para la determinación del perfil . En la obtención de los perfiles se ha tomado en cuenta un factor de corrección de altura  $h$  correspondiente al abultamiento del radio de la Tierra con  $k = 4/3$  y que ha sido calculado utilizando la fórmula dada por la ecuación 3.7.

Se ha establecido la línea de vista mediante la ecuación 3.11. El radio de la primera zona de Fresnel se ha calculado mediante la ecuación 3.9. A partir de estas dos últimas expresiones se ha determinado la altura superior y la altura inferior de Fresnel.

En todos los enlaces se ha logrado un despejamiento del 100% de la primera zona de Fresnel, lo que permite garantizar que esta zona se halle libre de obstrucciones y al momento del balance de pérdidas no se considere pérdidas por obstrucción.

Los datos de perfiles topográficos de cada uno de los enlaces se muestra en el Anexo 3.

### 3.5.8. UBICACION DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA

ESTACION	COTA (m)	LATITUD	LONGITUD
ARMENIA	1.760	N 0° 4' 24"	O 78° 41' 22"
CERRO BLANCO	3.550	N 0° 12' 45"	O 78° 5' 9"
CERRO MIRADOR	2.000	N 0° 3' 25"	O 78° 44' 1"
CERRO PICHE	1.800	N 0° 6' 39"	O 78° 40' 9"
EL PORVENIR	1.400	N 0° 8' 59"	O 78° 43' 34"
GUALEA	1.320	N 0° 6' 53"	O 78° 44' 50"
GUALEA CRUZ	1.360	N 0° 7' 1"	O 78° 44' 11"
INGAPI	1.520	N 0° 7' 49"	O 78° 47' 42"
LA PERLA	1.320	N 0° 11' 56"	O 78° 41' 00"
LAS TOLAS	1.800	N 0° 4' 58"	O 78° 46' 21"
MARIANITAS	1.200	N 0° 7' 55"	O 78° 39' 17"
NANEGAL	1.120	N 0° 8' 24"	O 78° 40' 26"
NANEGALITO	1.600	N 0° 3' 53"	O 78° 40' 49"
PACTO	1.120	N 0° 8' 41"	O 78° 45' 55"
PALMITOPAMBA	1.360	N 0° 10' 25"	O 78° 40' 3"
PUSAGCOCHA	3.613	N 0° 14' 30"	O 78° 26' 38"
SANTA ELENA	1.600	N 0° 5' 42"	O 78° 42' 55"
TULIPE	1.520	N 0° 5' 17"	O 78° 44' 2"
URCUTAMBO	1.360	N 0° 11' 7"	O 78° 43' 13"

Tabla 3.10. Ubicación de los elementos del sistema.

## 3.6 BALANCE DE PERDIDAS Y CONFIABILIDAD DEL ENLACE

### 3.6.1. PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE

Las pérdidas debido a la propagación en el espacio libre pueden ser calculadas con bastante exactitud mediante la ecuación:

$$\alpha_{\text{Eo}} = -(32.44 + 20\log(f) + 20\log(d)) \quad (3.12)$$

Donde:

$d$ : Distancia entre el transmisor y el receptor expresada en Km.

$f$ : Frecuencia del transmisor expresada en MHz.

En mediciones prácticas durante períodos sin desvanecimientos, en enlaces con una zona libre de obstáculos de la primera zona de Fresnel, se observa una desviación de +/- 3 dB con respecto al calculado, lo cual se debe a múltiples caminos de propagación (ondas reflejadas), generalmente ocurre sobre terrenos irregulares o áreas de bosques y en condiciones atmosféricas normales.

### 3.6.2. PERDIDAS POR REFLEXION

Para considerar las pérdidas por reflexión es muy importante que se conozca el coeficiente de reflexión del terreno que permitirá considerar todas las posibles reflexiones de la señal. Así por ejemplo para el caso de una reflexión perfecta en condiciones atmosféricas normales el coeficiente de reflexión  $R$  es igual a -1, el signo negativo indica un cambio de fase de 180 grados en el punto de reflexión, y el voltaje de la señal recibida para una reflexión perfecta se incrementa o disminuye en un factor  $F$  dado por la siguiente expresión:

$$F = \left| 2 * \sin\left(\frac{\pi * \Delta}{\lambda}\right) \right| \quad (3.13)$$

Donde:

$\Delta$ : Es la diferencia del camino seguido entre la onda incidente y la onda reflejada medida en longitudes de onda.

$\lambda$ : Longitud de onda.

Así por ejemplo cuando  $\Delta$  es  $< \lambda/6$  se tiene:

$$F < 1.$$

Para  $\Delta$  entre  $(n*\lambda/2 - \lambda/3)$  y  $(n*\lambda/2 + \lambda/3)$  se tiene:

$$1 < |F| < 2, \text{ si } n=1,3,5,..$$

$$0 < |F| < 1, \text{ si } n=2,4,6,..$$

Para el caso particular de  $\Delta = n^* \lambda / 2$  se tiene:

$$F = 2, \quad \text{sí } n = 1, 3, 5 \dots$$

$$F = 0, \quad \text{sí } n = 2, 4, 6 \dots$$

Donde  $n$  representa el orden de la zona de Fresnel.

Cuando el punto de reflexión no es perfecto se tiene un coeficiente de reflexión  $R$  menor a 1, para este caso los valores extremos ( $F=2$  y  $F=0$ ) no sufren mayores variaciones. Así por ejemplo para un factor de reflexión  $R$  igual a  $-0.3$ , los valores extremos de la proporción en la que se incrementa o atenúa la señal tienden a 1,3 y 0,7; lo que trae consigo una ganancia  $\sim 2.2$  dB o una pérdida  $\sim 3.0$  dB respectivamente.

De lo anteriormente expuesto se puede observar para el caso extremo que se tenga una reflexión perfecta y se esté considerando una zona de Fresnel de primer orden, la máxima ganancia o atenuación de la señal estará en el orden de 3.0 dB. Para el caso de nuestro estudio se considerará en el balance de pérdidas de la señal una pérdida por reflexión de 3 dB para todos los enlaces, que representaría la máxima atenuación de la señal debido a pérdidas por reflexión.

### 3.6.3. PERDIDAS POR OBSTRUCCION

Cuando se logra obtener la primera zona de Fresnel libre de obstáculo se dice que se tiene un despejamiento del 100% y que no se producen pérdidas debido a obstrucción.

En el caso de que las alturas de las antenas de acuerdo al cálculo sean muy grandes y técnicamente sea imposible implementarlas, no se garantiza un despejamiento del 100% de la zona Fresnel y se introducirá nuevas pérdidas al enlace debidas a obstrucción. En la figura 3.10 se muestran dos casos en los que se tiene obstruida la primera zona de Fresnel.

En un enlace con obstrucción se puede determinar la posibilidad de implementación del enlace a través del cálculo del despejamiento, que consiste en la diferencia entre la altura de la línea de vista obtenida mediante la ecuación 3.11 en el punto  $P$  y la máxima altura de la montaña o cumbre que se encuentra obstruyendo el radio de la primera zona de Fresnel; este resultado será promediado con respecto al radio de Fresnel en el punto  $P$  (ver figura 310.a), pudiendo ser expresado en porcentaje si es multiplicado por 100.

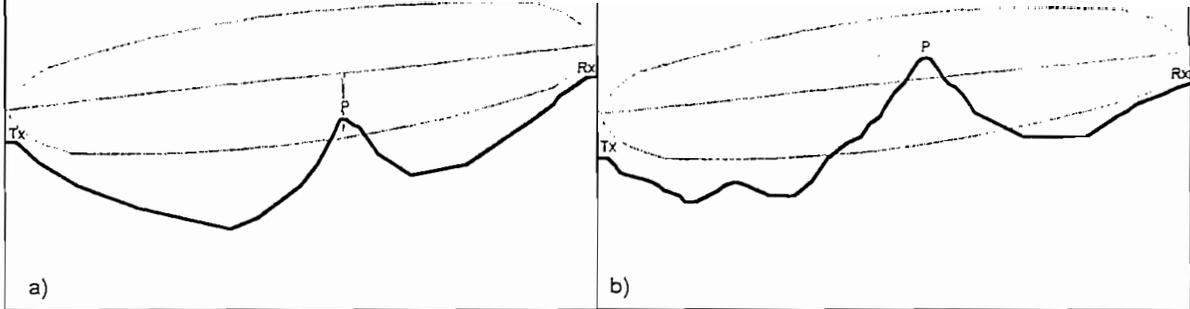


Figura 3.10 a) Obstrucción parcial del radio de Fresnel.  
b) Obstrucción total del radio de Fresnel.

Una vez obtenido el despejamiento  $D$  existe los siguientes criterios de despeje en los cuales no se considera pérdidas por obstrucción.

Para frecuencias UHF menores a 1000MHz.

- $D = 0.1 r_f$

Para frecuencias entre 1500 y 2000 Mhz

- $D = 0.6 r_f$  con  $K = 4/3$
- $D = 0.3 r_f$  con  $K = 0.66$

Para frecuencias superiores a 2000 MHz

- $D = 0,6 r_f$  con  $K = 0.66$
- $D = 1.0 r_f$  con  $K = 1.33$

Para el caso de la figura 3.10.b no es posible garantizar un despejamiento del 60% del radio de Fresnel por lo que no sería recomendable implementar el enlace.

### 3.6.4. PERDIDAS DEBIDAS A LAS CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS

Existen pérdidas debidas a los características de los equipos tanto para la transmisión como para la recepción que deben ser consideradas al momento de realizar el balance del enlace.

Del manual de sistema SMD 30/1.5 se ha obtenido la siguiente información:

- Pérdidas de inserción en la dirección de transmisión ( Tx- Antena).
 

1 + 0	1,3 dB
1 + 1 ISO/1	2.2 dB
- Pérdidas de inserción en la dirección de recepción (antena – Rx)
 

2 dB
------

### 3.6.5. ANTENAS

Un elemento importante de un sistema de telecomunicaciones es la antena, la misma que para el caso de nuestro estudio deberá tener características que se adapten a cada uno de los enlaces, y además se deberá observar que el rango de su aplicación esté dentro del rango de frecuencia que hace uso el sistema SMD 30/1.5.

Las antenas utilizadas en el estudio son las siguientes:

Antena OMNI 1.5 GHz 7dBi

Antena OMNI 1.5 GHz 10dBi

Antena OMNI 1.5 GHz 13dBi

Antena SECTORAL 180° 13dBi

Antena SECTORAL 90° 13 dBi, 120° 12.5 dBi, 180° 10 dBi

Antena DIRECCIONAL 1.5 GHz 11dBi

Antena DIRECCIONAL 1.5 GHz 17dBi

Antena GRID 0.9m 1.5 GHz 21dBi

Antena GRID 1.2m 1.5 GHz 23,5 dBi

Antena GRID 1.8m 1.5 GHz 27dBi

Antena GRID 3.0m 1.5 GHz 30dBi

Las características de las antenas que se han utilizado para el estudio se exponen en el Anexo 2, en el que se presentan todas las características de cada una de las antenas anotadas.

La selección de las antenas se ha realizado teniendo en cuenta la ubicación geográfica de las estaciones del enlace de manera que se asegure obtener un nivel de recepción de la señal que se encuentre dentro de los parámetros del equipo.

Así por ejemplo para el caso de la estación radio base ubicada en el Cerro Piche tanto del Sistema 1 o del Sistema 2, se utiliza dos antenas mediante un acoplador direccional para el enlace de la URB con las diferentes estaciones. La selección de las antenas para este caso se ha realizado teniendo en cuenta la distribución geográfica de las estaciones con las que debe enlazarse esta unidad, y también se ha considerado la ganancia de la antena que deberá permitir obtener un nivel de la señal que esté dentro de las características de los equipos.

En un principio se va a suponer la utilización de una sola antena para cubrir a todas las estaciones con las que podría enlazarse la unidad radio base.

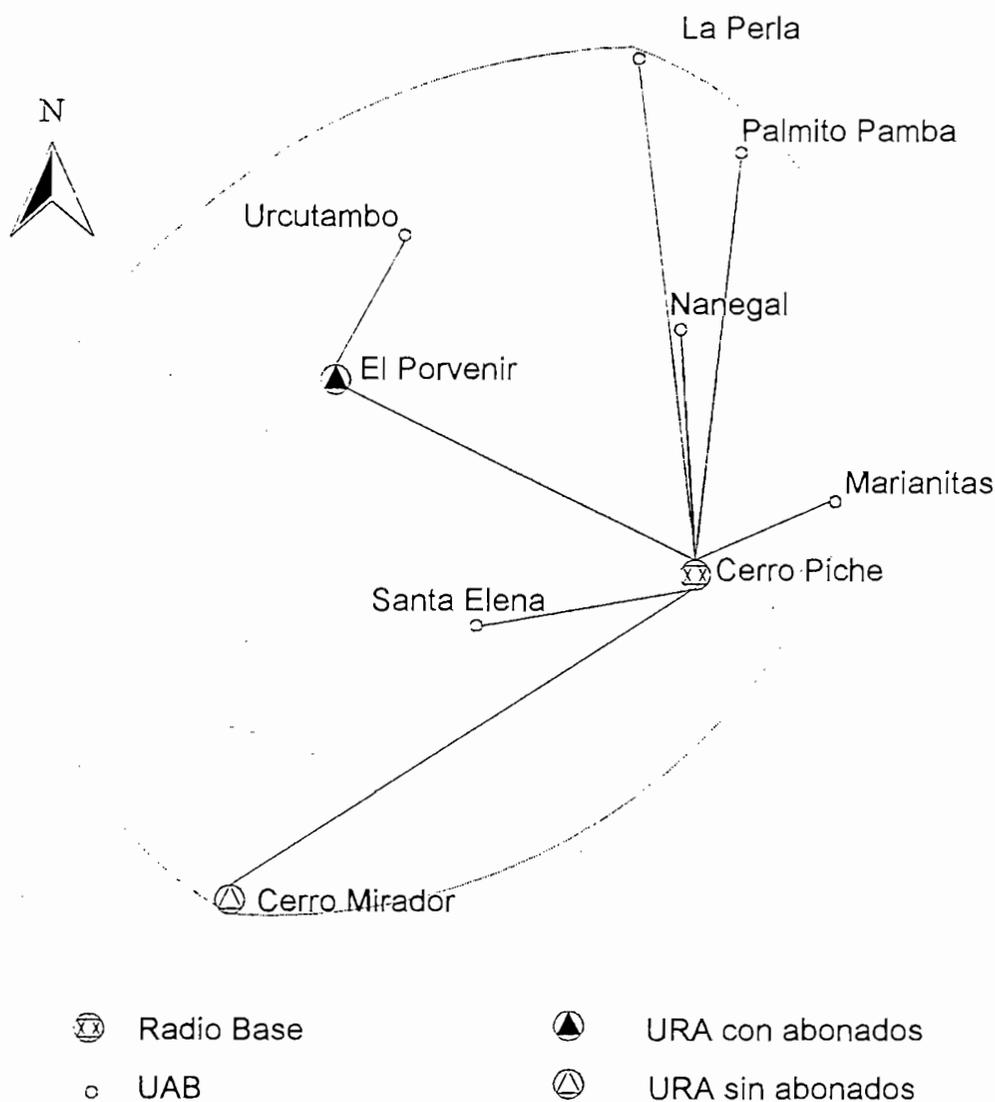
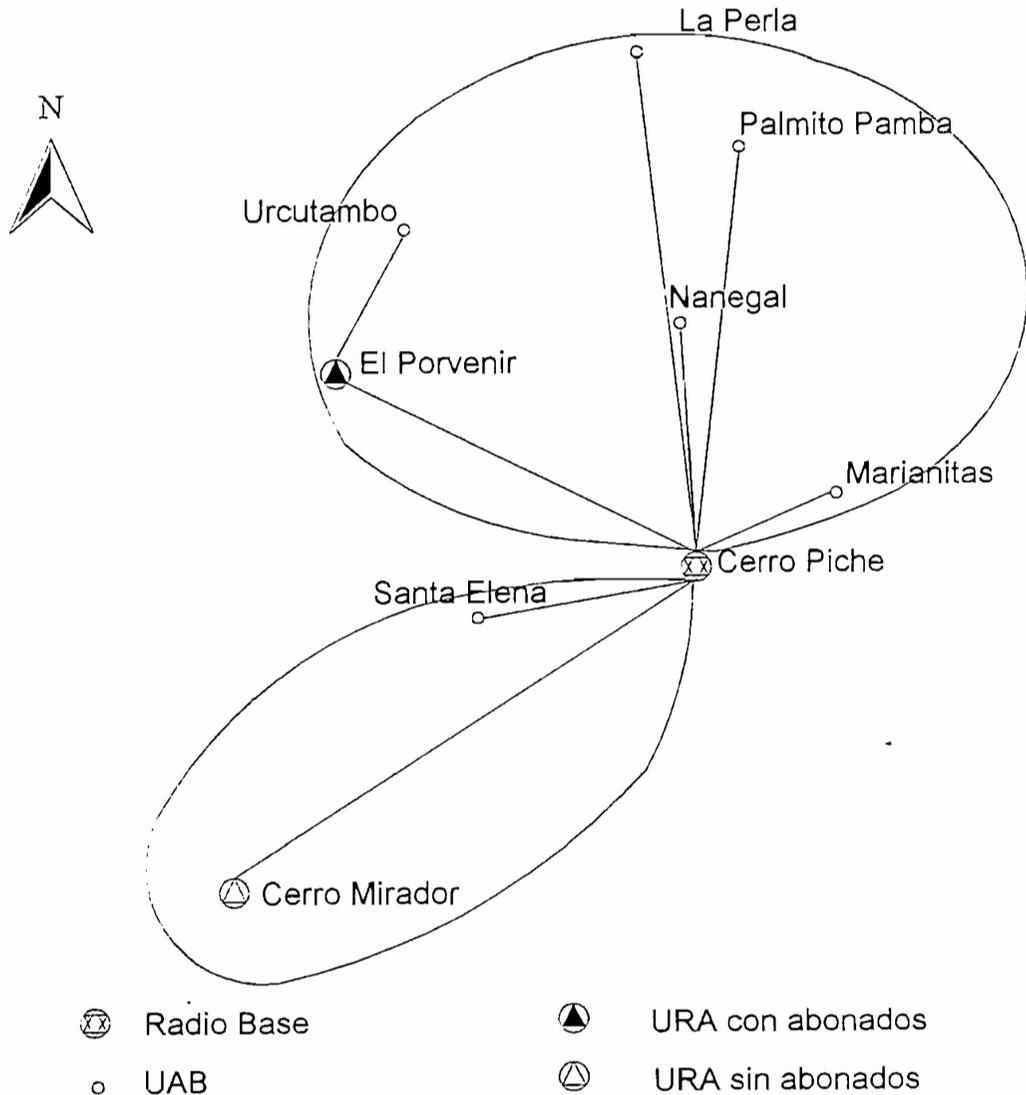


Figura 3.11. Gráfico del diagrama de radiación que se requeriría para cubrir todas estaciones con una sola antena.

Se debería escoger una antena que posea un diagrama de radiación que más se parezca al gráfico de la figura 3.11. De acuerdo a las características de las antenas que dispone para el diseño del sistema, la antena que podría cumplir esta característica sería la antena omnidireccional disponible en ganancias de 7, 10 y 13 dBi. Como se verá más adelante, en los cálculos radioeléctricos de cada uno de los enlaces con esta estación, se requiere en algunos enlaces una ganancia mayor a 13 dBi (Cerro Piche – Cerro Mirador), por lo que se hace necesario utilizar una antena de mayor ganancia, que podrían ser las antenas directiva o Grid.



**Figura 3.12. Diagramas de radiación que se requerirían para cubrir todas estaciones con dos antenas.**

Estas antenas tienen diagramas de radiación que no permiten cubrir a todas las estaciones simultáneamente, siendo indispensable la utilización de dos antenas que posean diagramas de radiación como se muestra en la figura 3.12.

Las antenas que permiten cubrir los enlaces de la URB con los diferentes estaciones y además permiten asegurar un nivel de la señal dentro de las características dadas por los equipos (como se verá más adelante en los cálculos radioeléctricos de cada uno de los enlaces), son las antenas Sectorial y Direccional.

### 3.6.6 BALANCE DEL ENLACE

La realización del balance de pérdidas del enlace se ha realizado en función de las características de cada enlace, garantizando un nivel de recepción acorde a las características de los equipos. Así se tendrá que:

Para un BER =  $1E-6$  se tiene un umbral de recepción de la señal de - 88 dBm.

Para un BER =  $1E-3$  se tiene un umbral de recepción de la señal de - 93 dBm.

El balance del enlace se calcula a través de la ecuación 3.14 y se puede resumir en la figura 3.13.

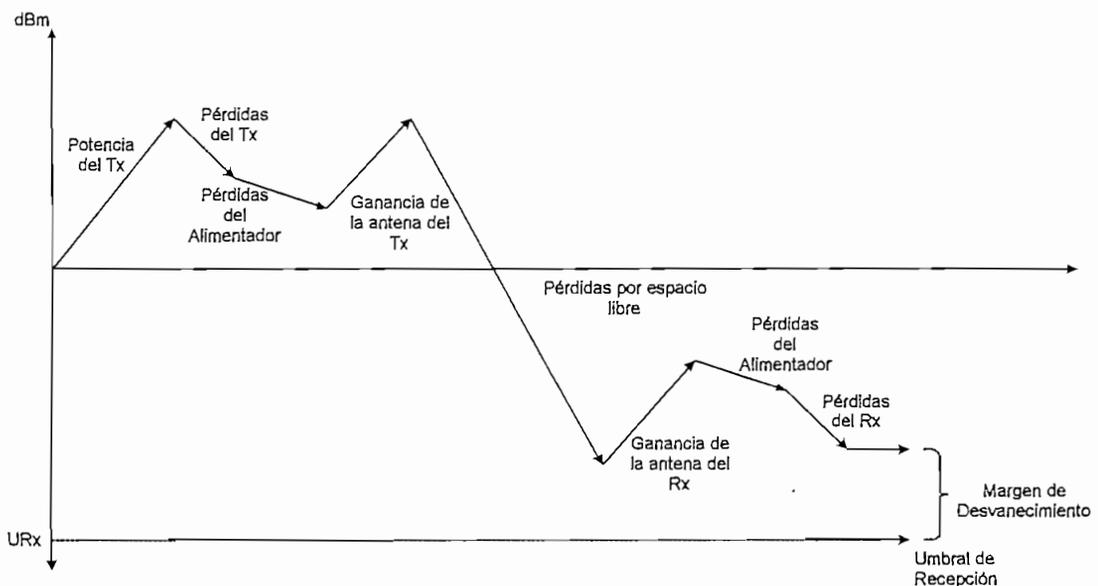


Figura 3.13. Balance de pérdidas.

$$P_{rx} = P_{tx} - A_{fc1} - A_{g1} + G1 - A_{1-2} + G2 - A_{g2} - A_{fc2} \quad (3.14)$$

Donde:

$P_{rx}$  : Potencia nominal de recepción.

$A_{fc1,2}$  : Atenuación de filtros y circuladores del equipo en Tx y Rx.

$A_{g1,2}$  : Atenuación de guía de ondas o alimentadores en Tx y Rx.

$A_{1-2}$  : Atenuación por espacio libre.

$G1, G2$  : Ganancia de antenas

El margen de desvanecimiento es la diferencia entre la potencia nominal de recepción con la potencia umbral del receptor, y nos indica la máxima atenuación que la señal puede experimentar debido a variaciones de las condiciones atmosféricas garantizando la disponibilidad del enlace. Este margen para fines de diseño del enlace está en el orden de los 25 a 30 dB.

### 3.6.7 CONFIABILIDAD DEL ENLACE

Las variaciones de las condiciones climáticas en las cuales se ha implementado el enlace, hace que el mismo no pueda estar disponible la totalidad del tiempo. La confiabilidad del enlace indica el porcentaje de tiempo que se garantiza que el enlace va a estar disponible en la condiciones climáticas del peor mes.

Para el cálculo de la confiabilidad de cada uno de los enlaces se ha procedido a calcular la probabilidad de desvanecimiento del enlace utilizando la siguiente fórmula:

$$U = \frac{K * Q * 1,93 * 10^{-6} * F * d^3}{10^{\frac{MD}{10}}} \quad (3.15)$$

$U$  : Probabilidad que el sistema quede sin servicio en el peor mes.

$K$  : Factor de clima dado por la tabla 3.11.

$Q$  : Ondulación del terreno dado por la tabla 3.11.

$F$  : frecuencia de operación dada por los equipos del sistema.

$MD$  : Margen de Desvanecimiento obtenido del balance pérdidas del enlace.

$d$  : Distancia del enlace.

CLIMA	K	Q
Marítimo temperado alta humedad	4.1 E-03	5 – 10 mts.
Clima marítimo subtropical	3.1 E-03	5 – 10 mts.
Clima continental templado	2.1 E-0.3	10 – 25 mts.
Terreno montañoso alto seco	1.0 E-03	25 – 42 mts.

Tabla 3.11. Ondulación del terreno Q y constante de clima K. Algoritmo Barnett & Vigants.

La probabilidad de desvanecimiento  $U$  representa la proporción de tiempo en el peor mes que el enlace no se encuentra disponible. La probabilidad de desvanecimiento se la puede expresar porcentaje y está dada por la siguiente ecuación:

$$U\% = 100 * U \quad (3.16)$$

La confiabilidad de enlace se obtiene en función de la probabilidad de desvanecimiento y está dado por la ecuación:

$$CE = 1 - U \quad (3.17)$$

Expresado en porcentaje se tiene:

$$CE\% = 100 * (1 - U) \quad (3.18)$$

### 3.6.8 CALCULOS RADIOELECTRICOS

Los cálculos radioeléctricos se han determinado a partir de los datos calculados en los perfiles topográficos y zonas de Fresnel de la sección anterior y se ha desarrollado una hoja de cálculo en EXCEL 97 para realizar el balance de pérdidas y el cálculo de la confiabilidad del enlace.

Para las pérdidas en el espacio libre el cálculo se ha realizado mediante la fórmula 3.12.

Para los enlaces del sistema SMD 30/1.5 se ha logrado obtener un despejamiento del 100% del radio de la primera zona de Fresnel en todos los enlaces.

El cómputo de las pérdidas de los alimentadores se ha obtenido a partir del tipo de cable utilizado y la distancia entre la antena y el equipo. Los cables coaxiales utilizados son no

presurizables de  $\frac{1}{2}$  " (atenuación 9,2 dB/100 m),  $\frac{7}{8}$  " (atenuación 5,5 dB/100 m) y se ha escogido de acuerdo a las características de cada enlace.

El tipo de antena y la ganancia se ha determinado buscando las características que permitan adaptarse a la distribución geográfica de los diferentes elementos del sistema, para obtener enlaces con un nivel de recepción que haga del sistema SMD 30/1.5 un sistema de comunicación confiable.

Se ha considerado en pérdidas adicionales las ocurridas por reflexión que están en el orden de 3 dB, y también aquí se ha ingresado las pérdidas para el caso de los enlaces que se han tomado de la salida no acoplada del acoplador direccional de 10 dB.

Finalmente se ha tomado en cuenta un margen de seguridad de 1.5 dB para todos los enlaces.

Con todos estos parámetros se ha realizado un balance del enlace para conseguir un margen de desvanecimiento que para el umbral de recepción la proporción de bits erróneos no deberá ser superior a  $10E-3$  por más del 0.05% de cualquier mes y además la proporción de bits erróneos no deberá exceder a  $10E-6$  por más de 1,5% de cualquier mes, parámetros que están dentro de los establecidos por la UIT-R para redes rurales<sup>3</sup>.

Los resultados de los cálculos radioeléctricos de todos los enlaces se muestran en el Anexo 4

### 3.7. PLAN DE FRECUENCIAS

El equipo SMD 30 / 1.5 tiene un rango de frecuencias de 1427 MHz a 1535 MHz y de acuerdo a sus especificaciones la distribución de canales tiene un paso de canalización de 2.5 MHz y la separación entre el frecuencia de transmisión y la frecuencia de recepción es de 40 Mhz.

El plan de frecuencias se muestra en la tabla 3.12, el mismo que deberá ser aprobado por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL).

---

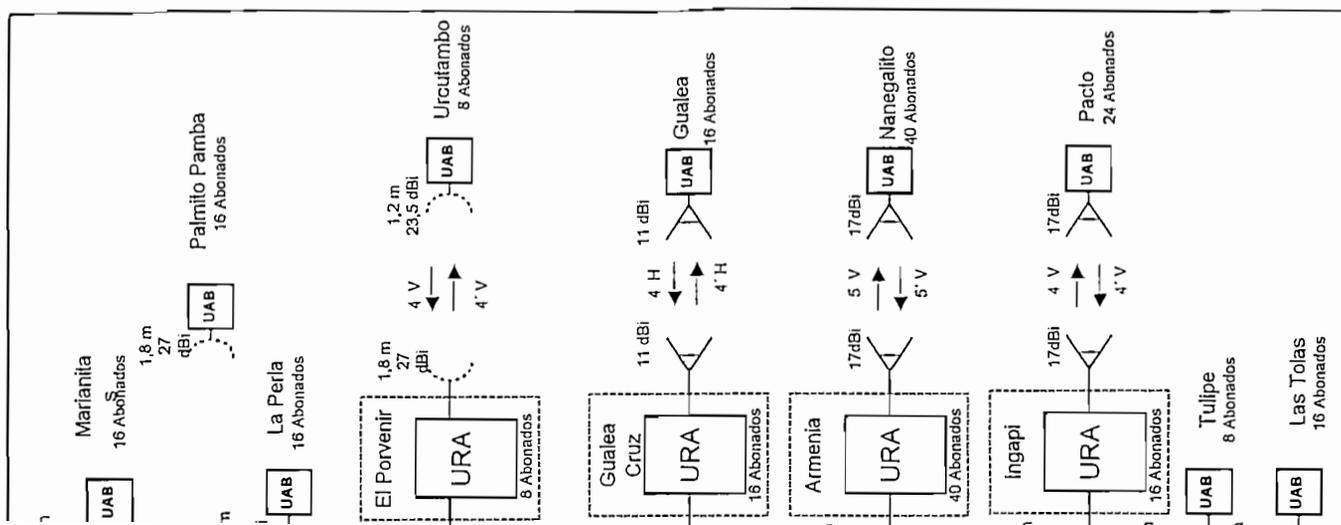
<sup>3</sup> Valores recomendados por la UIT-R 1990 Vol. 1X, Informe 380.3, Anexo II para redes Rurales.

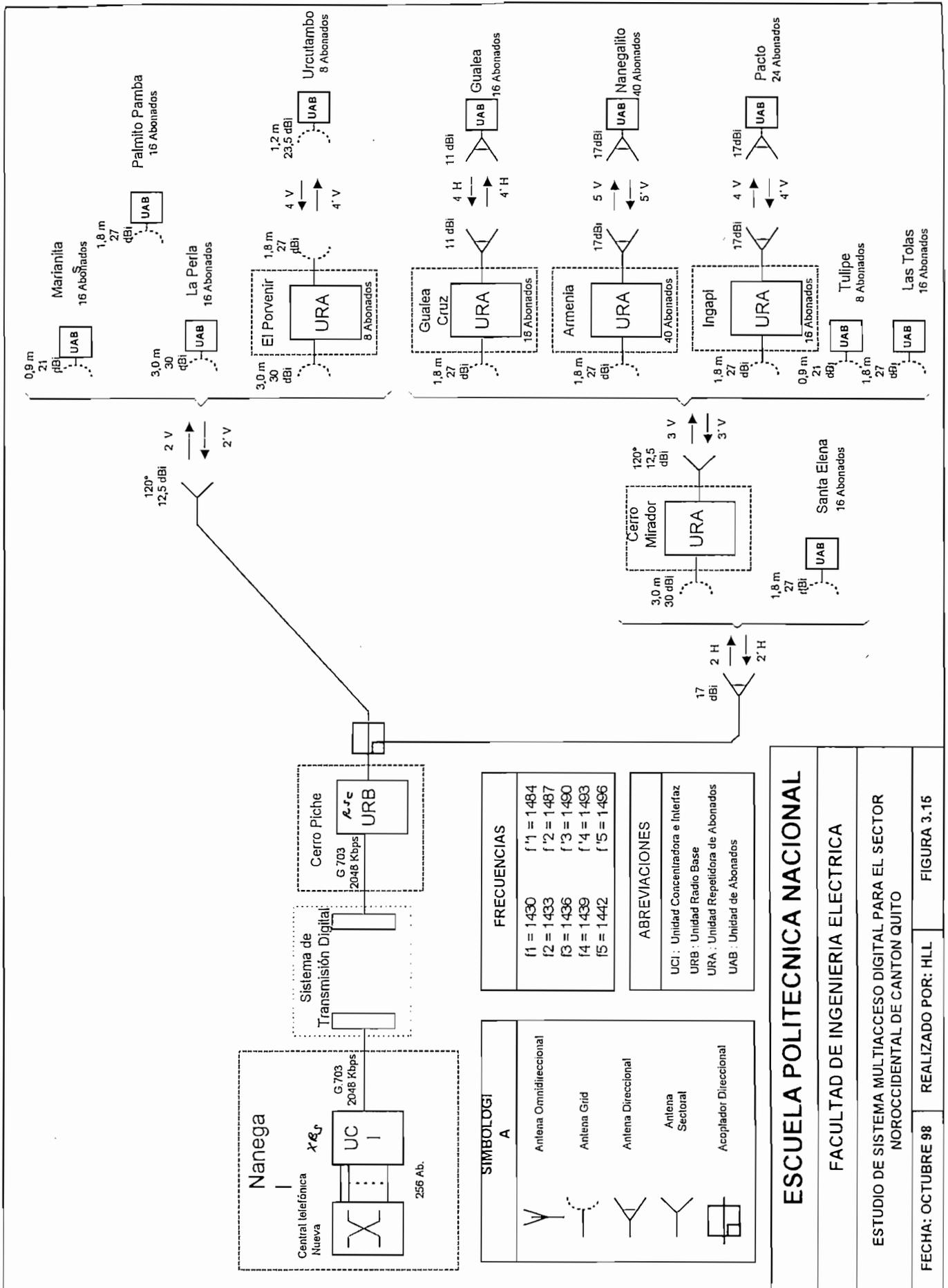
CANAL	TRANSMISION (MHz)	RECEPCION (MHz)
1	f1 = 1429.5	f1' = 1469.5
2	f2 = 1432.0	f2' = 1472.0
3	f3 = 1434.5	f3' = 1474.5
4	f4 = 1437.0	f4' = 1477.0
5	f5 = 1439.5	f5' = 1479.5
6	f6 = 1442.0	f6' = 1482.0
7	f7 = 1444.5	f7' = 1484.5
8	f8 = 1447.0	f8' = 1487.0
9	f9 = 1449.5	F9' = 1489.5
10	f10 = 1452.0	f10' = 1492.0
11	f11 = 1454.5	f11' = 1494.5
12	f12 = 1457.0	f12' = 1497.0
13	f13 = 1459.5	f13' = 1499.5
14	f14 = 1462.0	f14' = 1502.0
15	f15 = 1464.5	f15' = 1504.5

Tabla 3.12. Frecuencias empleadas para el estudio del Sistema Multiacceso Digital.

### 3.7.1 PLAN DE FRECUENCIAS DEL SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL PARA EL SECTOR NOROCCIDENTAL DEL CANTON QUITO

El plan de frecuencias del Sistema Multiacceso Digital para el sector noroccidental del cantón Quito se ha realizado a partir de las frecuencias de la tabla 3.12. Un aspecto importante del sistema es que permite la reutilización de las frecuencias dentro del mismo sistema. En las figuras 3.14 y 3.15 se observa el tipo de polarización, la frecuencia de transmisión y recepción, la antena utilizada de cada uno de los enlaces, así como también el número de abonados de cada estación.





**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA**

**ESTUDIO DE SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL PARA EL SECTOR NOROCCIDENTAL DE CANTON QUITO**

FECHA: OCTUBRE 98

REALIZADO POR: HLL

FIGURA 3.15

Figura 3.15. Plan de Frecuencias del Sistema Multiacceso Digital para el sector noroccidental del cantón Quito. Sistema 2.

# 4

## ESTUDIO ECONOMICO

### 4.1 INTRODUCCION

Una vez desarrollado el diseño del sistema, es necesario realizar el análisis económico y técnico de los Sistemas 1 y 2 propuestos en el capítulo anterior, con lo que se determinará cuál de los dos sistemas es el óptimo para dotar de servicio telefónico a la zona en estudio.

### 4.2 DESGLOSE Y PRECIOS UNITARIOS

A continuación se exponen los precios de cada uno de los elementos del sistema SMD 30/1.5 y de equipos de radio digital de la empresa ALCATEL S.A. Estos precios han sido obtenidos de un concurso de ofertas llamada por EMETEL R1 (actualmente ANDINATEL) en el año de 1996.

Los precios de cada uno de las unidades del sistema mostrados en la tabla 4.1 no consideran elementos adicionales (torres, antenas, cables alimentadores, etc) que dependen de las características de los enlaces.

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO USD
1	ESTACION CENTRAL (UCI)	42,778
2	RADIO BASE (URB)	19,252
3	RADIO REPETIDOR (URA)	32,082
4	RADIO TERMINAL (UAB)	23,700

**Tabla 4.1. Precios de las unidades del sistema SMD 30/1.5.**

El detalle de los precios unitarios de cada una de las partes del sistema y de elementos adicionales que se han empleado para el diseño del sistema para el sector noroccidental del cantón Quito se muestra en el Anexo 5.

### 4.3 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

Para el dimensionamiento se ha realizado la cuantificación de los diferentes ítems descritos en los precios unitarios para cada una de las estaciones.

El dimensionamiento del sistema se ha realizado exclusivamente para la implementación del servicio de telefonía. Aunque el sistema permite implementar el servicio de transmisión de datos, no es aconsejable éste debido a que por cada tarjeta de transmisión de datos (ILD) se pierden 4 abonados telefónicos.

Esto es debido a que cada tarjeta de transmisión de datos tiene capacidad para 4 canales de datos a 64 Kbps, pero el sistema no discrimina entre una tarjeta para transmisión de datos y de servicio telefónico, por lo que la considera como si fuese de servicio telefónico asumiendo que son 8 abonados telefónicos. Además al ser canales de datos éstos se encuentran permanentemente conectados al sistema, ocupando un canal de los 30 que dispone el sistema, lo que ocasiona un aumento de tráfico y puede producir un congestionamiento del sistema en la hora de mayor tráfico.

El dimensionamiento se ha realizado en base a los siguientes parámetros:

- Estudio de Demanda Telefónica del Sistema Multiacceso Digital.
- Estudio de Tráfico Telefónico del Sistema Multiacceso Digital.
- Perfiles Topográficos y Zonas de Fresnel.
- Estudio de Enlaces.
- Características Técnicas de los Equipos SMD 30/1.5.
- Infraestructura Telefónica existente en la zona.

El costo de cada una de las estaciones del sistema se muestra en la tabla 4.2.

ESTACION	DESCRIPCION	COSTO USD		
		SISTEMA SMD 30/1.5	SISTEMA DE TRANSMISION	TOTAL
ARMENIA	URA (40 Abonados)	28,776	42,663	71,439
CERRO BLANCO	RADIO DIGITAL		41,494	41,494
CERRO PICHE	URB Y RADIO DIGITAL	19,252	84,433	103,685
CERRO MIRADOR	URA (Sin Abonados)	23,266	46,520	69,786
CERRO PUSAGCOCHA	RADIO DIGITAL		36,759	36,759
EL PORVENIR	URA (8 Abonados)	24,368	47,296	71,664
GUALEA	UAB (16 Abonados)	17,088	1,887	18,975
GUALEA CRUZ	URA (8 Abonados)	24,368	3,790	28,158
INGAPI	URA (16 Abonados)	25,470	3,818	29,288
LA PERLA	UAB (16 Abonados)	17,088	5,514	22,602
LAS TOLAS	UAB (8 Abonados)	15,986	2,964	18,950
MARIANITAS	UAB (16 Abonados)	17,088	2,281	19,369
NANEGAL	UAB (40 Abonados)	20,394	5,504	25,898
NANEGALITO	UAB (32 Abonados)	19,292	33,661	52,953
PACTO	UAB (24 Abonados)	18,190	1,618	19,808
PALMITO PAMBA	UAB (8 Abonados)	15,986	2,964	18,950
SANTA ELENA	UAB (8 Abonados)	15,986	40,709	56,695
TULIPE	UAB (8 Abonados)	15,986	2,281	18,267
URCUTAMBO	UAB (8 Abonados)	15,986	2,480	18,466
CENTRAL TELEFONICA QUITO CENTRO 1 SAN RAFAEL	UCI	43,778		43,778

Tabla 4.2. Costo de cada una de las estaciones del Sistema 1.

ESTACION	DESCRIPCION	COSTO USD		
		SISTEMA SMD 30/1.5	SISTEMA DE TRANSMISION	TOTAL
ARMENIA	URA (40 Abonados)	28,776	42,663	71,439
CERRO BLANCO	RADIO DIGITAL		43,469	43,469
CERRO PICHE	URB Y RADIO DIGITAL	19,252	86,359	105,611
CERRO MIRADOR	Sin Abonados	23,266	46,520	69,786
CERRO PUSAGCOCHA	RADIO DIGITAL		36,759	36,759
EL PORVENIR	URA (8 Abonados)	24,368	47,296	71,664
GUALEA	UAB (16 Abonados)	17,088	1,887	18,975
GUALEA CRUZ	URA (16 Abonados)	25,470	3,790	29,260
INGAPI	URA (16 Abonados)	25,470	3,818	29,288
LA PERLA	UAB (16 Abonados)	17,088	5,514	22,602
LAS TOLAS	UAB (16 Abonados)	17,088	2,964	20,052
MARIANITAS	UAB (16 Abonados)	17,088	2,281	19,369
NANEGAL	UCI	43,778	37,000	80,778
NANEGALITO	UAB (40 Abonados)	20,394	33,661	54,045
PACTO	UAB (24 Abonados)	18,190	1,618	19,808
PALMITO PAMBA	UAB (16 Abonados)	17,088	2,964	20,052
SANTA ELENA	UAB (16 Abonados)	17,088	40,709	57,797
TULIPE	UAB (8 Abonados)	15,986	2,281	18,267
URCUTAMBO	UAB (8 Abonados)	15,986	2,480	18,466

Tabla 4.3. Costo de cada una de las estaciones del Sistema 2.

El detalle del dimensionamiento y del costo de cada una de las estaciones del sistema se muestra en el Anexo 5

#### 4.4.-COSTO TOTAL DEL SISTEMA

A partir del costo total del sistema se puede realizar un análisis económico - técnico de los sistemas diseñados y que han sido planteados como solución para brindar servicio telefónico en las poblaciones rurales del noroccidente del cantón Quito.

Para el efecto se ha dividido el costo total del sistema en tres rubros o áreas de inversión que son las siguientes:

- Elementos del Sistema Multiacceso Digital.
- Sistema de Transmisión Digital.
- Líneas de Abonados o líneas Telefónicas.

La estimación del costo total de los sistemas se ha realizado en base al dimensionamiento de los sistemas y de los costos unitarios de los diferentes items. Un detalle de los costos del sistema se expone en el anexo 5. El costo total de sistemas es el siguiente:

- Costo total del Sistema 1                      \$ 786,974.00
- Costo total del Sistema 2                      \$ 957,487.00

Un resumen de las áreas de inversión de estos dos sistemas presentados como opción para atender las necesidades telefónicas del sector noroccidental del cantón Quito se muestra en la figura 4.1 y 4.2

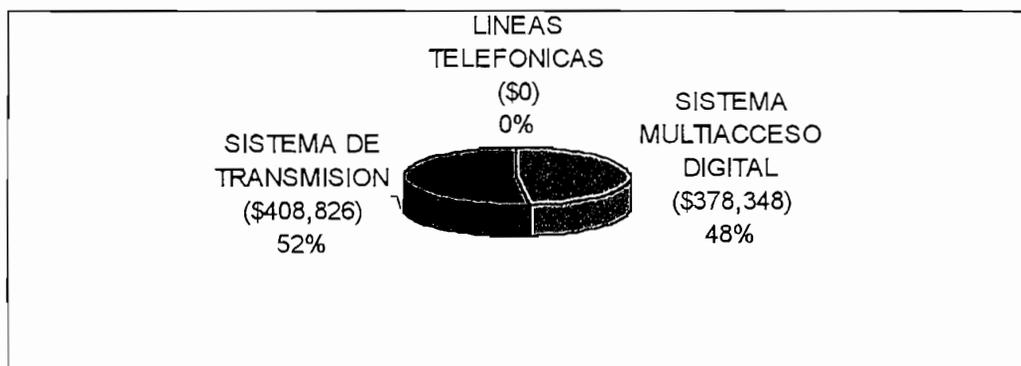


Figura 4.1. Areas de inversión del Sistema 1.

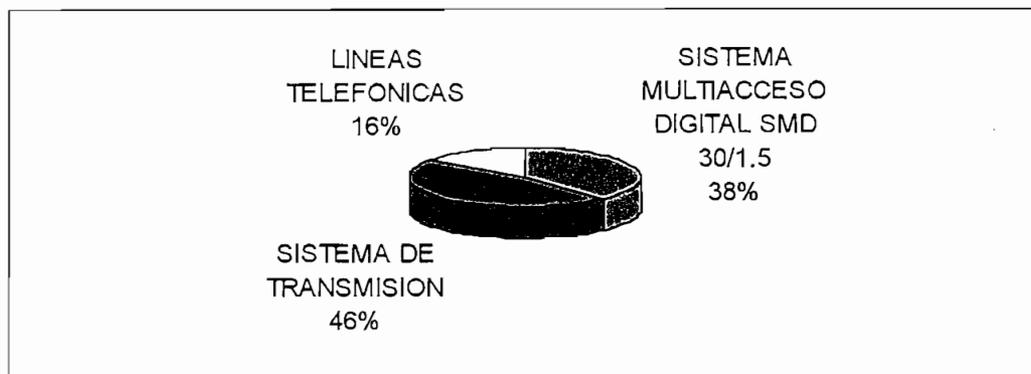


Figura 4.2. Areas de inversión del Sistema 2.

Al costo total de los sistema hay que añadir un 8 % por concepto de instalación de los equipos<sup>1</sup>.

#### 4.5.-RECUPERACION DE LA INVERSION

Desde el punto de vista de recuperación de la inversión, la telefonía rural no representa un beneficio económico y por el contrario este servicio recibe un subsidio de las empresas Andinatel, Pacifictel y Etapa, sin embargo es un proyecto que tiene importancia por su sentido social.

A pesar de ser una inversión de tipo social y aunque sea el gobierno el que invierta, éste no esperará lucrar, pero si salir a mano en sus beneficios respecto a su inversión dentro de un tiempo estimado, de otra manera se estará subsidiando a este servicio en una cantidad que a la larga producirá un déficit en la proforma presupuestaria del gobierno o de la empresa que esté a cargo de la administración de este servicio.

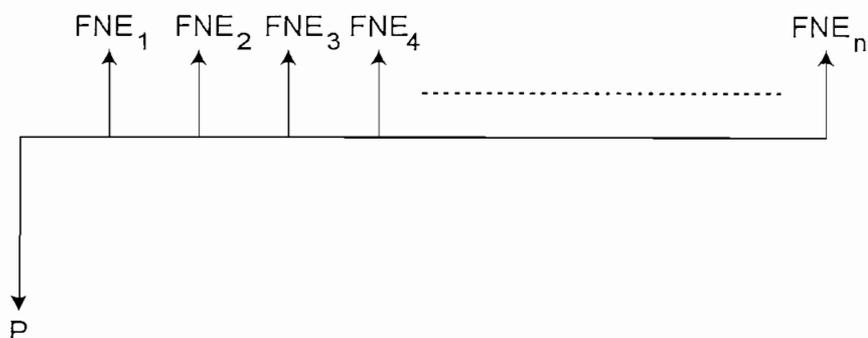


Figura 4.3. Modelo del Valor Presente Neto.

<sup>1</sup> Porcentaje estimado para la instalación de sistemas de radio, información obtenida del seminario de Radio Enlaces, EPN, febrero de 1999.

Para realizar el estudio económico del Sistema se ha utilizado el concepto de valor presente, que no es más que traer cantidades que serán desembolsadas en el futuro a un valor equivalente presente, e implica utilizar una tasa de interés que para el caso de un proyecto de beneficio social deberá ser igual al menos a la tasa de inflación. El cálculo del valor presente neto VPN utiliza el modelo de la figura 4.3 y emplea la siguiente fórmula el cálculo:

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n} \quad (4.1)$$

Donde:

$FNE_N$  : Flujo neto de efectivo, que corresponde a la ganancia neta libre de impuestos del año o mes enésimo.

$P$  : Inversión inicial.

$i$  : Tasa de referencia.

Por tratarse de zonas rurales<sup>2</sup> los usuarios del sistema se ubican en la categoría A de las tarifas de uso Telefónico establecidas por el CONATEL<sup>3</sup>, este hecho hace que reciban un subsidio del 50% en el consumo telefónico y por derecho de inscripción deban cancelar S/. 800.000 por cada línea telefónica.

Para el cálculo de la cantidad de dinero que se espera recaudar del sistema mensualmente se ha supuesto un consumo promedio mensual de S/. 32.500 por abonado, que comprende S/.10,000 por concepto de tarifa básica más 900 minutos en llamadas locales o su equivalente en llamadas regionales, nacionales o celulares. En la tabla 4.4 se muestra el dinero que se espera recaudar por derecho de inscripción y por uso del sistema.

SISTEMA 1	256 Abonados	Derechos de Inscripción	S/. 204'800,000
		Consumo telefónico	S/. 8'320,000
SISTEMA 2	297 Abonados	Derechos de Inscripción	S/. 237'600,000
		Consumo telefónico	S/. 9'652.500

**Tabla 4.4 Cálculo de recaudación por concepto de derechos de inscripción y consumo telefónico para los sistemas 1 y 2.**

<sup>2</sup> Se consideran zonas rurales a abonados conectados a centrales o unidades remotas con menos de 1000 abonados que se hallen en centros urbanos de menos de 17000 habitantes.

<sup>3</sup> CONATEL : Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

Al momento del inicio de la operación del sistema se ha realizado la inversión inicial dada por la tabla 4.5.

SISTEMA 1	Costo del Sistema	- \$ 786,974.00
	Instalación del sistema 8%	- \$ 62,958.00
	Derechos de inscripción	+ \$ 28,055.00
		+ S/ 204'800.00
	Inversión inicial	- \$ 821,877.00
SISTEMA 2	Costo del Sistema	- \$ 957,487.00
	Instalación del sistema 8%	- \$ 76,599.00
	Derechos de inscripción	+ \$ 32,548.00
		+ S/ 237'600.00
	Inversión inicial	- \$ 1,001,538.00

■ Para el cálculo se ha considerado una cotización de S/. 7,300 por dólar al 31 de enero de 1999.

**Tabla 4.5. Inversión inicial del Sistema.**

Como se ve en las figuras 4.1 y 4.2 la mayor parte de la inversión es por concepto de la infraestructura del Sistema de Transmisión Digital, debido a que se está equipando con radios digitales con capacidad en banda base de hasta 8 Mbps, (se está proyectando una ampliación del sistema) y de la que solo se utilizará 2 Mbps. Parte de la capacidad restante se podría arrendar a empresas de telefonía celular, las que podrían estar interesadas en ampliar su zona de servicio a este sector y podría representar un ingreso mensual<sup>4</sup> de S/.142'000.000 por concepto de arriendo de un circuito permanente Nacional de 2 Mbps para una distancia de aproximadamente 70 Km entre el Cerro Piche y Quito y a través del sistema de Nacional de transmisión.

Otro flujo de dinero mensual es por concepto de gastos en la operación del sistema en el que se contempla el personal y elementos que se requieren para el funcionamiento y mantenimiento del sistema. El personal que se requiere para la operación y funcionamiento del sistema se muestra en la tabla 4.6.

De todo lo antes anotado se tiene un flujo neto mensual de acuerdo a la tabla 4.7 para cada uno de los sistemas.

<sup>4</sup> Tarifa dada por el CONATEL para circuitos permanentes Nacionales de 2 Mbits y para distancias entre 50 y 200 Km.

SISTEMA 1	PERSONAL	CANTIDAD	SUELDO (Suces)	TOTAL (Suces)
	Guardias	24	1'500.000	36'000.000
	Ingenieros	1	4'000.000	4'000.000
	Tecnólogos	2	2'500.000	5'000.000
	Chofer	1	2'000.000	2'000.000
	Operación del Sistema			15'000.000
	Total (Suces)			62'000.000
	SISTEMA 2	PERSONAL	CANTIDAD	SUELDO (Suces)
Guardias		24	1'500.000	36'000.000
Ingenieros		1	4'000.000	4'000.000
Secretaria u operadora		1	2'000.000	2'000.000
Tecnólogos		2	2'500.000	5'000.000
Chofer		1	2'000.000	2'000.000
Operación del sistema				15'000.000
Total (Suces)				64'000.000

**Tabla 4.6 Recursos humanos y económicos del Sistema .**

SISTEMA 1	Uso del sistema	+ S/. 8'320,000
	Arriendo de parte de la capacidad del sistema de transmisión.	+ S/. 142'000.000
	Operación del sistema	- S/. 62'000.000
	Flujo neto mensual	+ S/. 88'320.000
SISTEMA 2	Uso del sistema	+ S/. 9'652,500
	Arriendo de parte de la capacidad del sistema de transmisión.	+ S/. 142'000.000
	Gastos de operación del sistema	- S/. 64'000.000
	Flujo neto mensual	+ S/. 87'652.500

**Tabla 4.7 Recursos humanos y económicos del Sistema .**

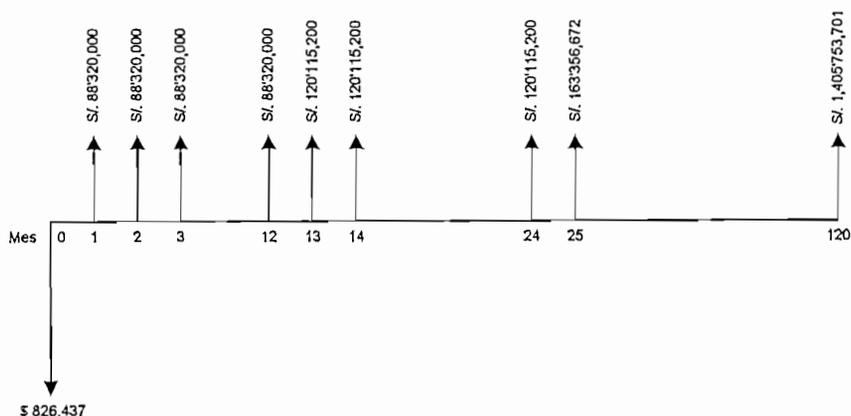
Estos flujos de dinero no son cantidades fijas de año a año, por lo que se han reajustado cada 12 meses considerando una tasa igual a la inflación. Para el presente año se ha proyectado un tasa de inflación anual del 36% de acuerdo a fuentes del gobierno, al no poder predecir la tasa de inflación de los siguientes años, el estudio se ha realizado considerando una tasa de inflación anual del 36% y una tasa promedio mensual del 3% para el período de 10 años para el que se previsto el desarrollo del presente estudio.

Para poder determinar el tiempo en que se recuperará la inversión, todas las cantidades en suces una vez determinado su valor presente se han trasladado a su equivalente en dólares, considerando una cotización de S/. 7,300.

Con los datos de las tablas anteriores se tiene un flujo neto de dinero en los 10 años de acuerdo a la figura 4.4.

En la tabla 4.8 y 4.9 se muestra un resumen del estudio económico en base al valor presente recaudado en cada uno de los años.

a) Sistema 1.



b) Sistema 2.

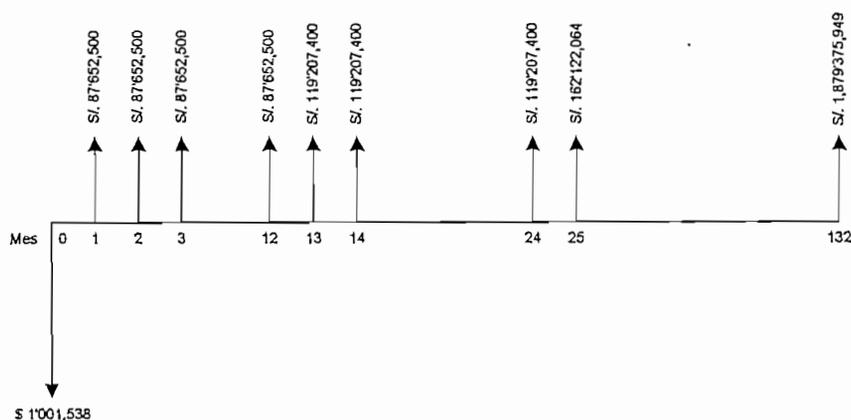


Figura 4.4. Flujo de dinero de los sistemas 1 y 2 de acuerdo al modelo de VPN.

AÑO	FLUJO PARA CADA MES Sucres	INVERSION USD	VALOR PRESENTE		VPN USD
			ANUAL Sucres	ANUAL USD	
0		826,437.00			-826,437.00
1	88,320,000		879,137,613	120,429.81	-706,007.19
2	120,115,200		838,588,887	114,875.19	-591,132.00
3	163,356,672		799,910,275	109,576.75	-481,555.25
4	222,165,074		763,019,725	104,523.25	-377,032.00
5	302,144,501		727,818,979	99,701.23	-277,330.77
6	410,916,521		694,253,214	95,103.18	-182,227.59
7	558,846,468		662,231,983	90,716.71	-91,510.88
8	760,031,197		631,687,615	86,532.55	-4,978.33
9	1,033,642,428		602,552,074	82,541.38	77,563.05
10	1,405,753,701		574,760,317	78,734.29	156,297.34

Tabla 4.8. Recaudación de la inversión en función del valor presente neto para el Sistema 1.

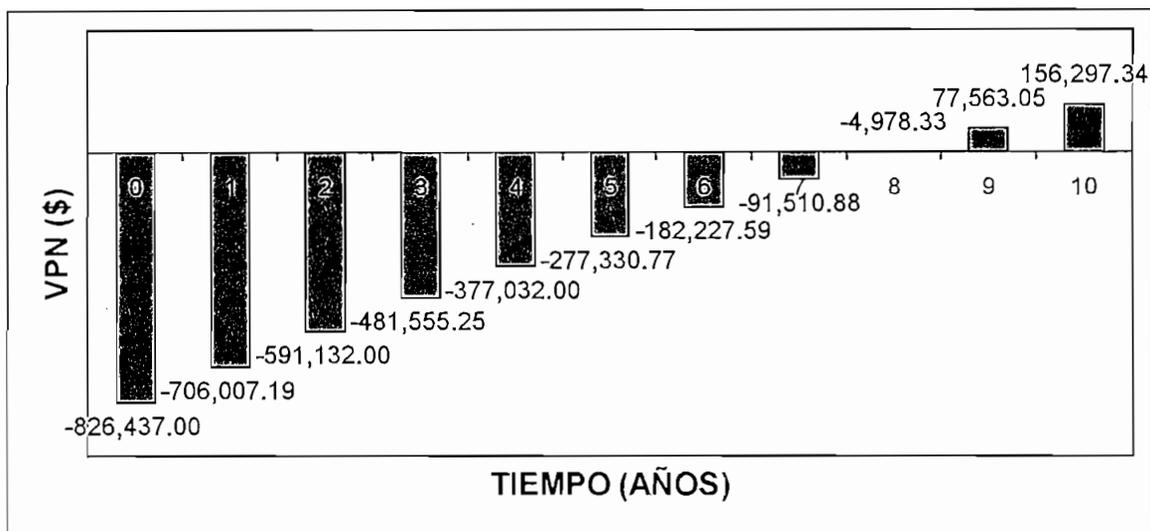


Figura 4.5. Recuperación de la inversión en función del tiempo y en base al valor presente para el Sistema 1.

AÑO	FLUJO PARA CADA MES Sucres	INVERSION USD	VALOR PRESENTE		VPN USD
			ANUAL Sucres	ANUAL USD	
0		1,001,538.00			-1,001,538.00
1	87,652,500		872,493,299	119,519.63	-882,018.37
2	119,207,400		832,251,027	114,006.99	-768,011.38
3	162,122,064		793,864,780	108,748.60	-659,262.78
4	220,486,007		757,249,075	103,732.75	-555,530.03
5	299,860,970		722,322,225	98,948.25	-456,581.78
6	407,810,919		689,006,266	94,384.42	-362,197.36
7	554,622,849		657,227,030	90,031.10	-272,166.26
8	754,287,075		626,913,488	85,878.56	-186,287.70
9	1,025,830,422		597,998,042	81,917.54	-104,370.16
10	1,395,129,374		570,416,452	78,139.24	-26,230.92
11	1,897,375,949		544,108,931	74,535.47	48,304.55

Tabla 4.9. Recaudación de la inversión en función del valor presente neto para el Sistema 2.

El valor presente neto de las tablas 4.8 y 4.9 se ha representado en las figuras 4.5 y 4.6 para los sistemas 1 y 2 respectivamente. Se puede observar que en el caso del sistema 1 la inversión inicial es menor y hasta el octavo año se logra recuperar toda la inversión y se obtiene una ganancia neta de \$ 156,297 hasta el décimo año de operación del sistema. Para el caso del sistema 2 la inversión inicial es \$175,101 dólares superior a la realizada en el sistema 1 y permite recuperar la inversión en su totalidad después de 11 años de operación del sistema con una ganancia neta de \$ 48,304.

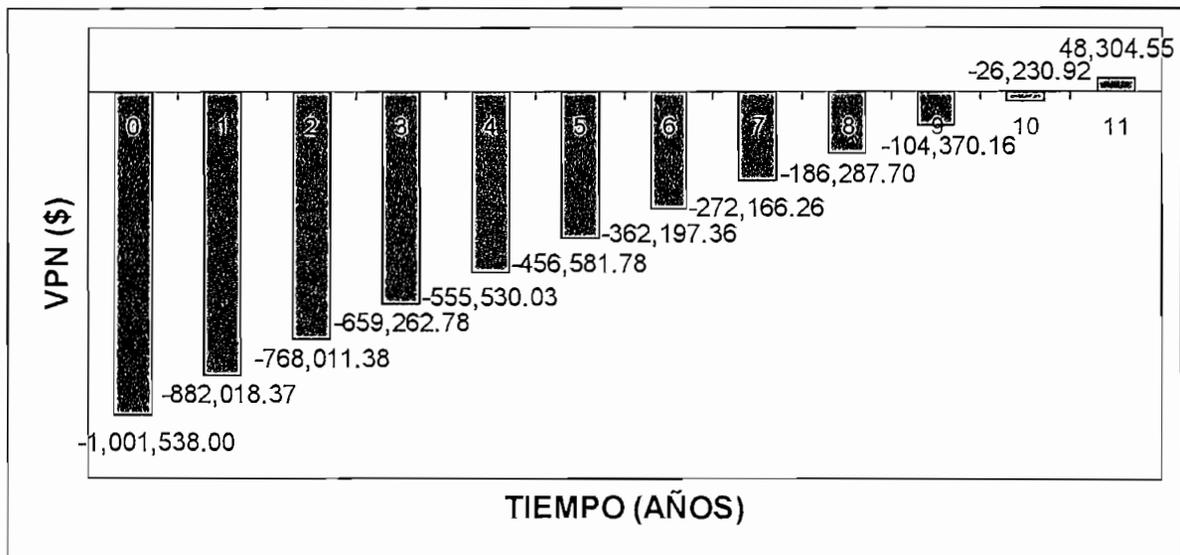


Figura 4.6. Recuperación de la inversión en función del tiempo y en base al valor presente para el Sistema 2.

El cálculo mensual del VPN se muestra en el Anexo 5.

#### 4.6.- ANALISIS TECNICO Y ECONOMICO DE LOS SISTEMAS DISEÑADOS

Del costo total de los sistemas 1 y 2, que se observa en las figuras 4.1 y 4.2, la inversión por concepto de los equipos del Sistema Multiacceso y del Sistema de Transmisión Digital para los dos sistemas presenta una pequeña diferencia, esto es debido a que en el sistema 2 no requiere una unidad de abonados en la población de Nanegal debido a que se ha proyectado instalar una central telefónica. Una diferencia significativa se encuentra en la obtención de las líneas telefónicas para los sistemas.

En el caso del sistema 1 las líneas se obtienen de una central que tiene disponibles líneas telefónicas, por lo que no se realiza ninguna inversión por concepto de líneas telefónicas al momento de implementar el sistema, lo que representa una ventaja económica al momento de realizar la inversión; sin embargo técnicamente no es muy conveniente ya que se está destinando cierta capacidad de una central telefónica para atender a otra zona, y que con seguridad en un futuro se requerirá para atender la demanda dentro de la zona para la que ha sido planificada.

Por el mismo aspecto no se podrá garantizar que en un futuro se pueda abastecer los requerimientos de demanda telefónica de la zona en estudio mediante la implantación de otro sistema, porque no se podrá saber si la central telefónica tendrá disponible líneas telefónicas después de 10 años.

Otro aspecto que deberá tenerse en cuenta es la tarificación. Debido a que estas líneas telefónicas pertenecen a una central ubicada fuera de la zona a la que está atendiendo, no se podrá establecer una tarifa local por las llamadas que se establecen entre abonados del sistema multiacceso digital en el caso que se requiera.

Además el sistema 1 no abastece la totalidad de la demanda calculada debido a limitaciones en la capacidad y a las características del sistema, disminuyendo el tiempo para el cual ha sido planificado.

Una ventaja de este sistema es la inversión inicial, la misma que es menor a la del sistema 2 y permite una recuperación mucho más rápida de la inversión.

Para la opción del sistema 2, las líneas telefónicas se obtienen a partir de una central telefónica, la misma que se ha propuesto instalar en la población de mayor desarrollo dentro de la zona para la que va a prestar servicio. Atiende de mejor manera la demanda calculada con 297 líneas de telefónicas distribuidas en la zona y además permite suplir la demanda telefónica que se presente en un futuro de la población en la que ha sido instalada y de las poblaciones aledañas ya sea mediante la ampliación del sistema o a través de nuevas tecnologías, atendándose la demanda telefónica de acuerdo a los requerimientos de la zona.

Otro aspecto importante es que se podrá establecer una tarifa de llamada local para el caso de llamadas entre abonados de la zona en caso de ser necesario.

La desventaja de esta solución radica en un aumento en la inversión inicial de \$153,935 con respecto al sistema 1, debido al costo de la instalación de la central de baja capacidad (500 líneas telefónicas) de la cual solo se hará uso un 60% durante un período aproximado de 10 años y el resto de la capacidad de la central no revertirá ningún beneficio económico.

La solución final que se plantea, resulta de la combinación de las ventajas de los dos sistemas estudiados, se propone la instalación del sistema 1 debido a que se requiere una menor inversión inicial y nos permite recuperar la inversión después de finalizado el octavo año.

Transcurrido este período se implantaría el sistema 2, para lo que se requiere realizar una reconfiguración de las capacidades de las estaciones con abonados y una inversión adicional de \$ 171,000 por concepto de la instalación de la central telefónica en la población de Nanegal y del sistema de transmisión que permita integrarse a la Red Nacional de Telefonía.

Logrando de esta manera distribuir la inversión del sistema, cumplir con la demanda calculada dentro del período para el cual se planificó el sistema y se proyecta atender una demanda posterior, a través de la ampliación del sistema.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1- CONCLUSIONES

- El sistema SMD permite brindar servicios telefónicos en zonas donde se tiene una distribución de abonados muy dispersa y sin una alta concentración, además facilita el acceso a la zona vía radio de una manera muy rápida y menos costosa que otros medios de transmisión; como por ejemplo el cobre o fibra óptica los que implicarían una alta inversión y requeriría mucho tiempo para prestar servicios a estas zonas.
- El sistema multiacceso digital es un sistema con concentración que nos permite tomar líneas de abonado o canales troncales y trasladarlos mediante radio a pequeñas poblaciones, y de allí distribuirlos mediante cobre hacia los abonados.
- El sistema multiacceso digital combinado con tecnologías de radio en el bucle de abonado nos permiten llegar hasta el abonado o subscriptor de manera totalmente inalámbrica como es el caso del sistema A9800 de ALCATEL.
- El sistema multiacceso digital permite dar servicio de transmisión de datos, aunque no es muy aconsejable su implementación ya que congestiona y disminuye la capacidad del sistema.
- La necesidad de comunicaciones a nivel mundial es cada día mas grande, por lo que se hace necesario integrar a todas las zonas de nuestro país mediante un sistema de telecomunicaciones que permita una comunicación eficiente y se adapte fácilmente a los cambios y a las nuevas tecnologías. El sistema SMD se adapta fácilmente a la geografía de la zona, permite la reutilización de frecuencias constituyendo un sistema más eficiente, ya que su configuración puede cambiar adaptándose fácilmente a requerimientos, puede combinarse con otras tecnologías y en conjunto constituir una buena solución, todo esto hace que el sistema SMD sea un sistema confiable y acorde a la tecnología y que mejor se adapte a las regiones rurales.

- La implementación del Sistema SMD 30/1.5 demanda muchos costos especialmente en la parte del sistema de Transmisión; la implementación del sistema en la zona noroccidental del cantón Quito no permite recuperar la inversión en un período corto por lo que económicamente no es muy conveniente. Sin embargo desde el punto de vista de integración de las zonas rurales a sectores de mayor desarrollo a través de un sistema de telecomunicaciones lo hace muy prioritario, este hecho permitirá también el desarrollo de nuevas actividades lo que traerá progreso a la zona.
- Se puede recuperar la inversión del sistema SMD 30/1.5 aprovechando la infraestructura del sistema de transmisión digital instalado en la zona, a través de la participación alguna de las empresas de telefonía celular que posiblemente deseen ampliar su zona de servicio al sector noroccidental del cantón Quito. Este hecho permitirá además acceder a la población dispersa de la zona de baja concentración de habitantes (haciendas, fincas, etc) a un sistema de telecomunicaciones que a través del sistema SMD 30/1.5 no es muy óptimo.
- La necesidad de instalación de una central telefónica en la zona se prevé para después de 10 años , lo que permitirá atender las necesidades de una demanda futura de telefónica fija del sector rural por medio de la ampliación del sistema SMD 30/1.5, ó a través de otro sistema de telecomunicaciones con una tecnología acorde a los avances del nuevo siglo.
- La implementación de proyectos de telefonía rural no son rentables, sin embargo no dejan de ser importantes debido a su característica social y de progreso que representa en poblaciones apartadas de los centros de desarrollo económico.

## 5.2.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda el desarrollo de proyectos de sistema multiacceso digital conjuntamente con los de telefonía celular, de esta forma se logra recuperar la inversión en el sistema de transmisión y a la vez financia de alguna manera los costos de proyectos de telefonía rural.

- Del análisis económico y técnico de los dos sistemas se recomienda la implementación del sistema multiacceso digital para el sector noroccidental del cantón Quito en dos etapas que comprenden:
  - Primera etapa.

La implementación del Sistema 1 debido a que se requiere realizar una menor inversión inicial y la hace más viable su implementación inmediata, además nos permitirá suplir las necesidades de servicio telefónico de la zona en estudio por un período aproximado de 10 años.
  - Segunda etapa.

La parte complementaria del sistema 1 sería la instalación de una central telefónica que de servicio a la zona y del sistema de transmisión que se requiera para la intercomunicación de la central telefónica, que deberá realizarse después de 8 años, una vez que se ha recuperado la inversión inicial.
- Un estudio telefónico del sector noroccidental de cantón Quito para una proyección de 10 años, que parta de la ampliación del sistema multiacceso digital o a través de tecnologías apropiadas que permitan atender las necesidades de servicio telefónico de las poblaciones de esta zona.
- La instalación de la central telefónica deberá realizarse en la población que mayor desarrollo haya alcanzado al momento de efectuarse la segunda etapa del sistema.
- La ampliación del sistema multiacceso para el sector noroccidental se puede realizar de una manera rápida, no requiere de mayores cambios en el sistema, y no se recurre a una gran inversión debido a que las características del sistema SMD 30/1.5 lo permite, además se ha tomado en cuenta en el diseño un futuro crecimiento del sistema y se recomienda su ampliación como solución para atender las necesidades telefónicas futuras del sector noroccidental del cantón Quito.

De esta manera, se reparte la inversión del sistema permitiendo realizar una menor inversión inicial y recuperar de una forma más rápida del capital invertido, además se proyecta atender una demanda futura mediante la implantación de una segunda etapa, que partirá de la instalación de una central en la zona y la ampliación del sistema

sistema multiacceso ó a través de nuevas tecnologías que permitan atender los nuevos requerimientos de servicio telefónico en la zona.

# ANEXO 1

## CARACTERISTICAS TECNICAS DEL SISTEMA SMD 30/1.5

- 1.1.- CARACTERISTICAS DEL SISTEMA.
- 1.2.- CARACTERISTICAS DE LA RADIO.
- 1.3.- CARACTERISTICAS DE LOS INTERFACES.
- 1.4.- CONSUMOS.
- 1.5.- CARACTERISTICAS MECANICAS.
- 1.6.- CARACTERISTICAS CLIMATICAS.

### 3 CARACTERISTICAS TECNICAS DEL SISTEMA SMD-30/1,5

#### 3.1 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA

- Banda de frecuencias 1427 ÷ 1535 MHz
- Capacidad del sistema 30 canales telefónicos (2,048 Mbit/s)
- Máximo número de abonados telefónicos 512
- Máximo número de UABs 64
- Máximo número de abonados telefónicos por unidad remota (UAB/URA) 64
- Máximo número de URAs en serie 8
- Técnica de acceso
  - Desde URB a estación remota (UAB/URA) **TDM**
  - Desde estación remota (UAB/URA) A URB **TDMA**
- Capacidad de tráfico (LCC) 24,8 E (p < 0,05)
- Modularidad
 

	UAB/URA	UCI
- Telefónica 2H	8 abonados	8 abonados
- 4H+E y M	2 abs. 4H+2 abs. 2H	4 abonados
- Datos 64 Kb/s	4 abonados	4 abonados
- Télex	2 abs. télex + 6 abs. 2H	8 abonados

953.920.494 T

- 2 Mbit/s
- Datos B.B. 4 abonados 1 por sistema
- Alcance típico de un vano 20 ÷ 35 Km
- Tipo de instalación
  - UCI Interior (1 bastidor 19": hasta 256 abonados; 2 bastidores 19": hasta 512 abonados)
  - URB Interior
  - UAB Interior/Intemperie
  - URA Interior/Intemperie
- Alimentación
  - Directamente -48 Vcc
  - Con convertidor 220 Vca/-48 Vcc

## 3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA RADIO

### 3.2.1 Generales

- Banda de frecuencias 1427 ÷ 1535 MHz
- Canalización CCIR Inf. 379-5  
CCIR Inf. 380-2
- Velocidad de transmisión (GBR) 2,432 Mbit/s
- Conformación del espectro
  - TDM Filtrado de Nyquist con "roll-off" de 0,5 y amplificación lineal (ver Fig. 3.1)

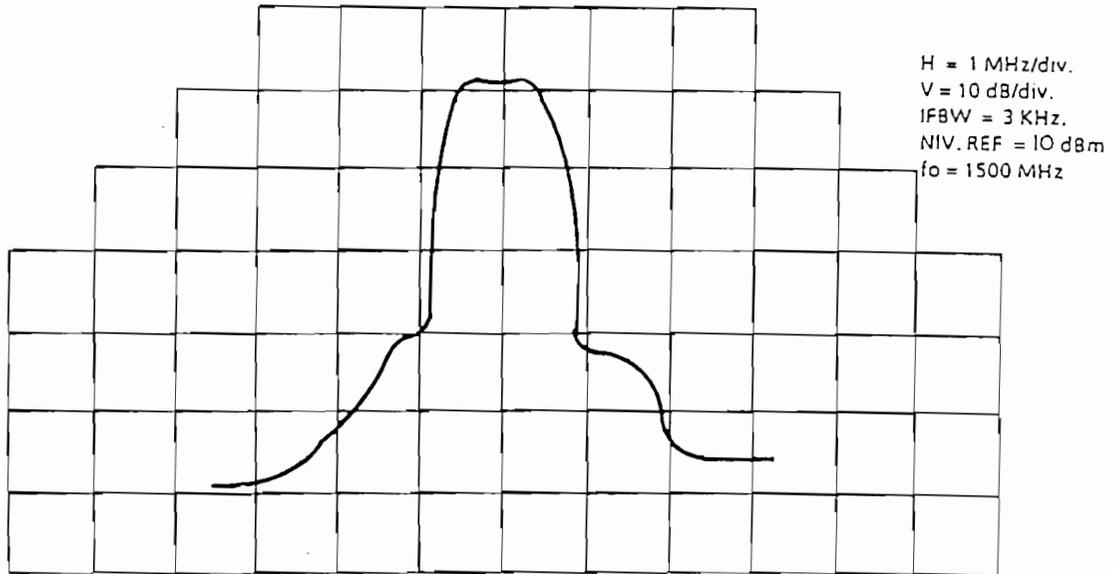


Fig. 3.1.- TDM. ESPECTRO DE SALIDA RF

- TDMA

Filtrado de Nyquist con "roll-off" de 0,5 y amplificación lineal y sincronización de ráfagas según CCIR inf. 380 (Ver fig. 3.2)

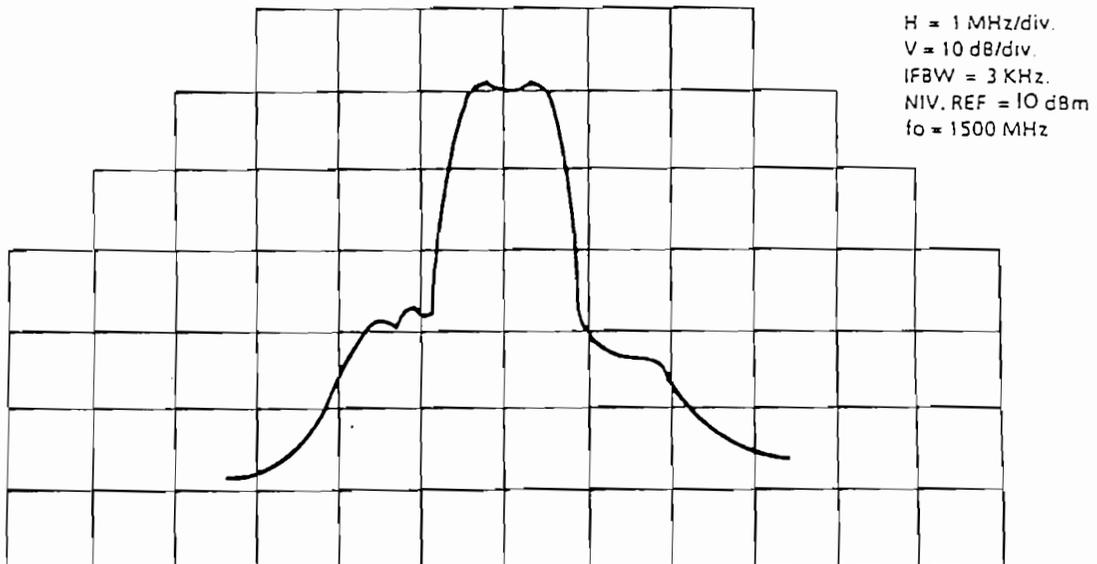


Fig. 3.2.- TDMA. ESPECTRO DE SALIDA RF

953.920.494 T

- **BER del Sistema:**
  - Enlace TDM (Ver fig. 3.3)
  - Enlace TDMA (Ver fig. 3.4)
- Tipos de operación de unidad central
  - 1 + 0
  - 1 + 1

### 3.2.2 Distribución de canales

- Paso de canalización > 2,5 MHz
- Separación Tx-Rx > 40 MHz
- Operación de canal paralelo en URB Ver fig. 3.5

### 3.2.3 Características del transmisor

- Potencia de salida (en el conector de salida Tx)
  - Versión de baja potencia > +18 dBm  $\pm$  1 dB
  - Versión estándar > +26,5 dBm (Típico 27 dBm)  $\pm$  1 dB
- Impedancia de salida RF 50 ohmios
- VSWR en la salida RF < 1,32
- O.L. Sintetizado, con paso de frecuencia de 250 KHz
- Estabilidad de frecuencia del O.L.  $\pm$  20 ppm
- Tipo de modulación QPSK (Directa en RF con codificación diferencial).

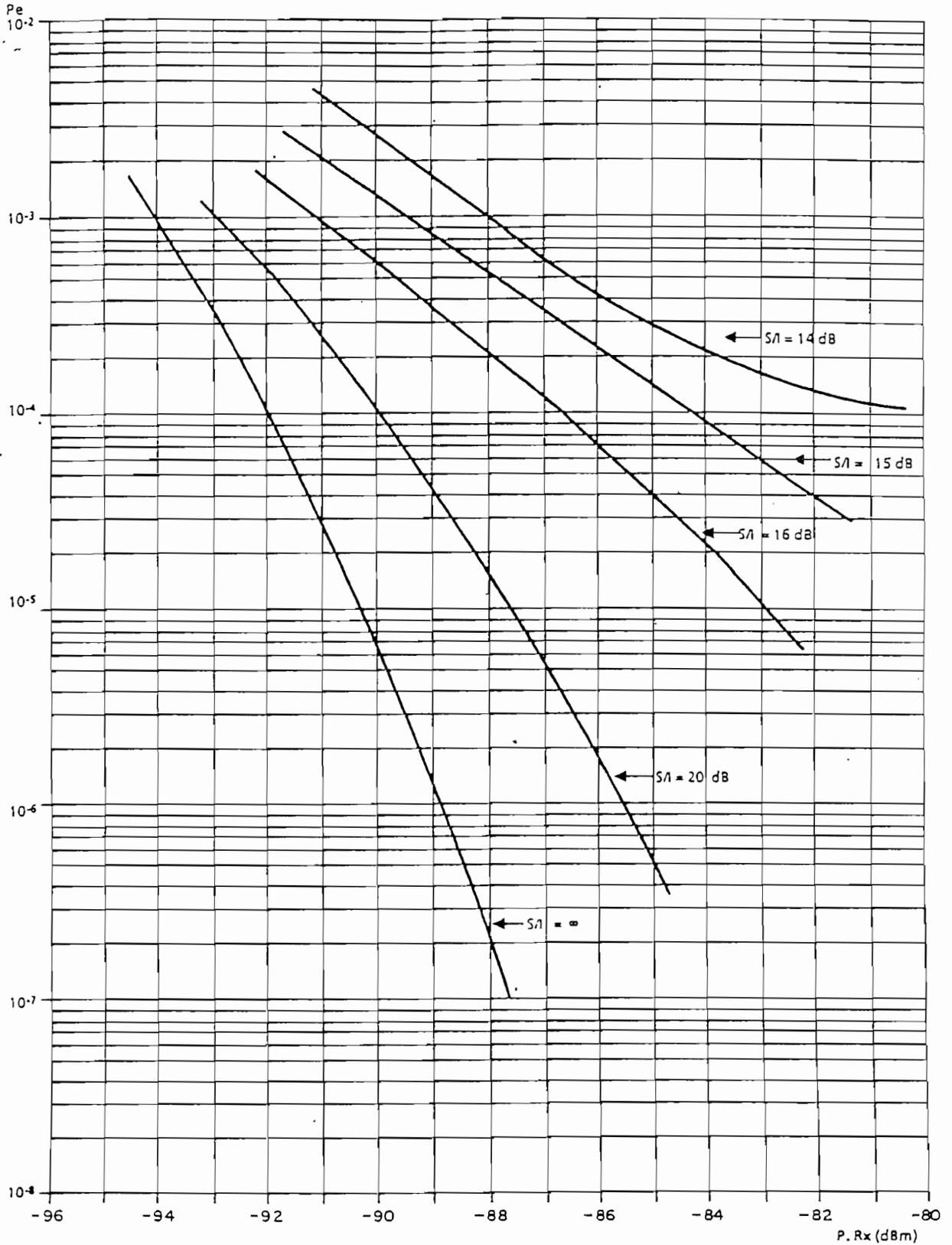


Fig. 3.3.- TDM. CARATTERISTICA BER/PRx

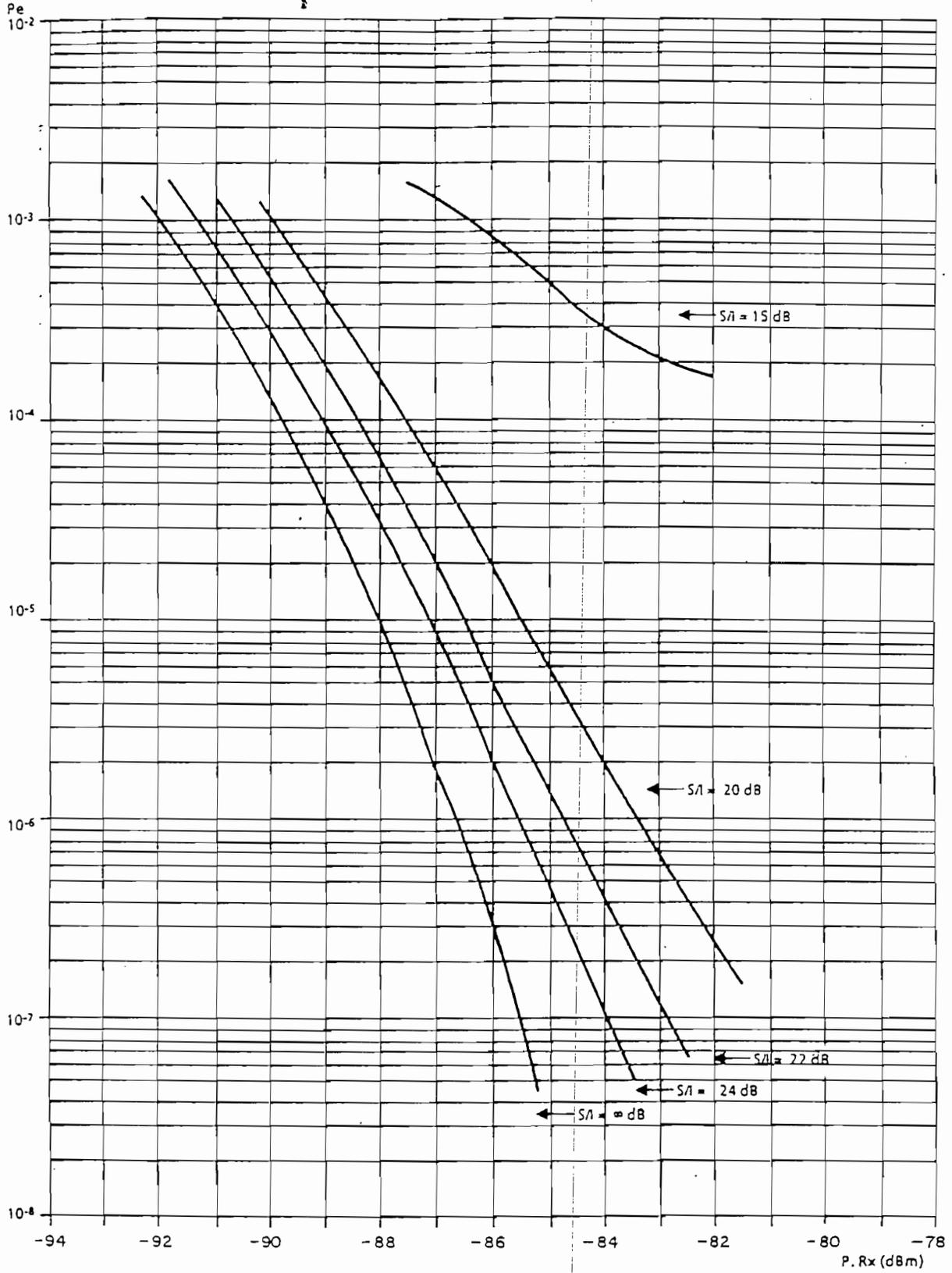


Fig. 3.4.- TDMA. CARATTERISTICA BER/PRx

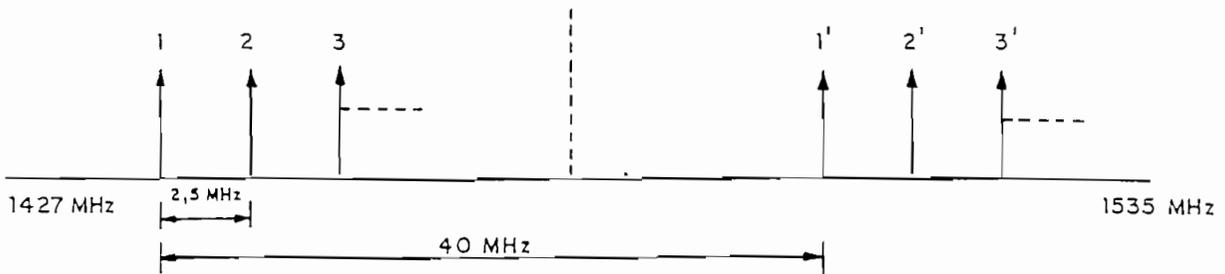


Fig. 3.5.- CANALIZACION SMD-30/1,5

- Radiación de espúreos y armónicos en antena <math>< -60 \text{ dBmO}</math>
- Protección de salida Contra **VSWR** infinita
- Entrada **BB**
  - Código **NRZ**
  - UCI/URB: Modo contínuo
  - UAB/URA: Modo ráfaga
  - Velocidad 2,432 Mbit/s
  - Nivel 0 V-0 lógico
  - 5 V-1 lógico

### 3.2.4 Características del Receptor

- Cifra de ruido (medida a la entrada del receptor) 4,5 dB
- Impedancia de entrada **RF** 50 ohm
- **VSWR** a la entrada **RF** <math>< 1,32</math>
- Umbral de receptor ( $P_e = 10^{-3}$ ) en ausencia de señales interferentes

953.920.494 T

- TDM -94 dBm (en UAB)
- TDMA -92 dBm (en URB)
  
- Frecuencia intermedia 35 MHz
  
- Pérdidas de retorno en conector de F.I. > 26 dB (+5 MHz)
  
- Ancho de banda de F.I.
  - 3 dB 1,5 MHz
  - 40 dB 3,5 MHz (Ver fig. 3.6)

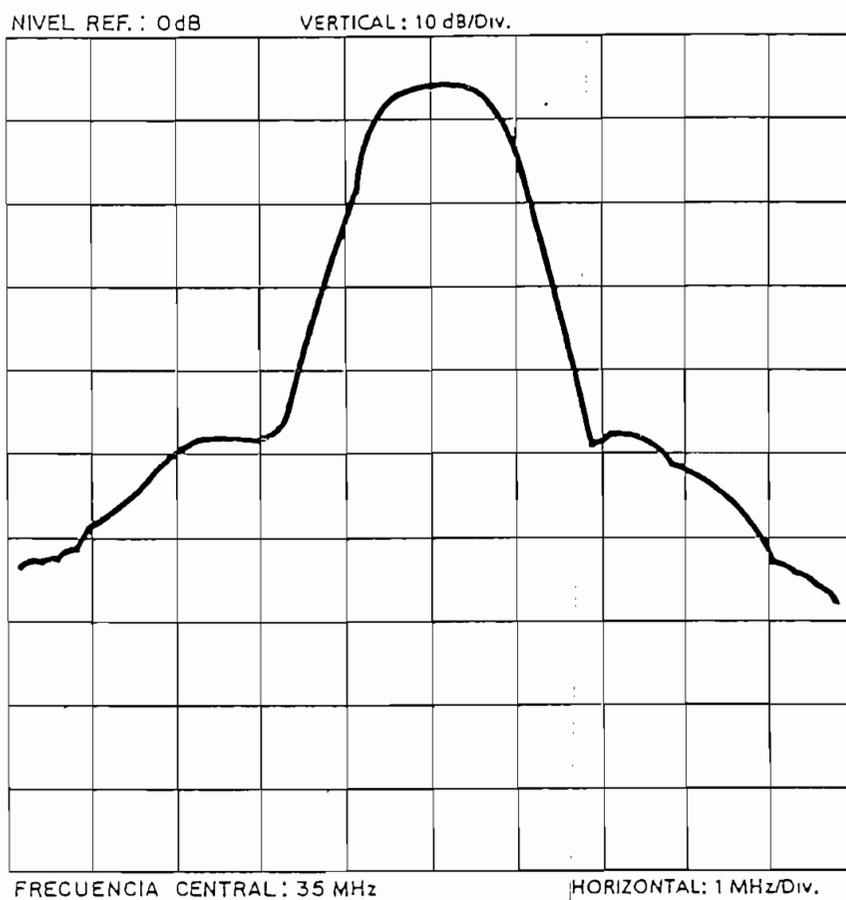


Fig. 3.6.- RESPUESTA FILTRO F.I.

- Estabilidad de frecuencia del O.L.  $\pm 20$  ppm
- Campo máximo en recepción
  - 45 dBm en URB
  - 40 dBm en UAB
- Tipo de demodulación
  - TDM Coherente
  - TDMA Diferencial
- Salida BB
  - Código **NRZ**  
UCI/URB: Modo ráfaga  
UAB/URA: Modo continuo
  - Velocidad 2,432 Mbit/s
  - Nivel 0 V-0 lógico  
5 V-1 lógico

### 3.2.5 Características de la derivación

- Respuesta de la sección de transmisión Ver fig. 3.7
- Pérdidas de inserción de la dirección de transmisión (Tx-Antena)
  - 1 + 0 1,3 dB
  - 1 + 1 ISO/1 2,2 dB
- Respuesta de la sección de recepción Ver fig. 3.8
- Pérdidas de inserción en la dirección de recepción (antena-Rx) 2 dB
- ROE en las puertas del duplexor < 1,2

- Conector de antena N hembra
- Conectores Tx/Rx SMA hembra

### 3.2.6 Alimentación

- Tensiones primarias
  - Nominal -48 Vcc
  - Tolerancia -20,5 a -72 Vcc
- Consumo máximo en funcionamiento continuo
  - < 28 W (Tx 27 dBm)
  - < 22,5 W (Tx 18 dBm)

## 3.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS INTERFACES

Todas las características medibles de los Interfaces se dan en condiciones de vano artificial y tasa de error residual, es decir, durante el tiempo de medida.

### 3.3.1 Características generales telefónicas

- Aparato MFC (multifrecuencia)
  - Con ILC Transparente banda fónica
  - Con IMF Detección multifrecuencia en ILA
- Teletarifación De Central Pública (CP) a abonado (ABN)
- Llamadas de servicio General o selectiva  
**CP → SMD**

SMD → CP

SMD → SMD

- Servicio contestador automático
- Reposición diferida
- Falsa llamada
- El enlace se mantiene hasta el final del quantum inicial de tarificación
- Llamada maliciosa Para ILC
- Limitación duración de llamadas opcional Para ILC
- Abonados privilegiados
  - Hasta 30 canales para ILC
  - Los canales de salida pueden asignarse permanentemente a un abonado en el caso de IMF
- Tipo de conexión
  - Llamada originada < 400 ms
  - Llamada terminada < 1 s
- Re llamada Opcional
- Llamada local Programable
  - Con ILC Con o sin tarificación
  - Con IMF Sólo sin tarificación
- Asignación de canal Bajo demanda

- Toma de canal
  - Llamada originada
  - Llamada terminada (desde CP)
- Transporte

Descuelgue del abonado  
Corriente de llamada (con ILC)  
Señal de toma (con IMF)

Por un canal de tráfico durante la ocupación

### 3.3.2 Interfaz Central Pública con ILC

- Conexión a 4 hilos
- Conexión a 3 hilos
- Conexión a 3 hilos
- Conexión a 3 hilos
- Conexión a 2 hilos
- Resistencia admitida en la conexión CP-UCI (hilos a y b)
  - $V_{BAT} = 48 \text{ V } (-10\% \div +15\%)$
  - $V_{BAT} = 60 \text{ V } (-10\% \div +15\%)$
- Descolgado y marcación

a, b, retención y cómputo negativo

a, b, retención por inversión de polaridad, cómputo negativo

a, b, retención y cómputo positivo por hilo físico.

a, b, retención y cómputo por impulsos de 12/16 KHz

a, b, retención por inversión de polaridad, cómputo por impulsos de 12/16 KHz.

$120 \text{ ohm} < R < 750 \text{ ohm}$

$360 \text{ ohm} < R < 990 \text{ ohm}$

Por generador de corriente, y relé de contacto de mercurio

- Impedancia a reposo > 30 Kohm a 25 Hz
- Impedancia banda fónica 600 ohm
- Corriente continua absorbida a reposo 0 mA
- Marcación de disco
  - Velocidad 10 ± 1 IPS
  - Relación apertura 67 ± 3%
  - Pausa interdígito > 500 ms
- Marcación Multifrecuencia Transparente banda fónica
- Corriente de llamada
  - Frecuencia 20 ÷ 50 Hz
  - Tensión 50 ÷ 100 Vef.
  - Cadencia 1,5/3 seg., 1/4 seg. ó 0,4 / 0,2/0,4/2 seg.
- Cómputo
  - Negativo por hilo c
  - Positivo por hilo t
  - Impulsos de 12/16 KHz sobre hilos a y b
- Retención
  - Por hilo físico
  - Por inversión de polaridad
- Tiempo de pausa para fin de quantum > 150 ms

### 3.3.3 Interfaz par abonado

- Tipo de conexión 2 Hilos (a,b)

- Máxima resistencia de bucle 1400 ohmios, garantiza corriente de 20 mA
- Mínima corriente de línea 20 mA para bucle de 1400 ohmios
- Máxima corriente de línea 40 mA
- Tensión de alimentación de línea 48 V
- Marcación decádica:
  - Velocidad impulsos de marcación 8 ÷ 22 imp./seg.
  - Relación apertura/cierre 50/50 - 70/30
  - Pausa mínima interdígitos 150 ms
- Marcación multifrecuencia:
  - Código 2 (1/4)
  - Frecuencias Q.23
  - Nivel detección (por tono) -25 dBm
  - Nivel no detección -40 dBm
  - Diferencia máxima de niveles para detección 5 dB
  - Duración para detección 40 ms
  - Duración para no detección 20 ms
  - Duración pausa mínima 40 ms
  - Velocidad máxima de señalización 10 cifras/sg
  - Con ILC Transparente  
Opcionalmente realiza análisis de tonos en ILA-MF para llamada local
  - Con IMF Análisis de tonos en ILA-MF
- Mínima apertura de bucle para reconocimiento de cuelgue 250 ms

- Envío de tonos de central transparente
- Impedancia terminal nominal 600 ohmios
- Corriente de llamada:
  - Frecuencia 25 Hz  $\pm$  10%
  - Tensión  $\pm$  75 V  $\pm$  10%
  - Cadencia 1,5/3 seg. Otras cadencias, programables como opción.
- Tono de congestión:
  - Frecuencia 425 Hz  $\pm$  5%
  - Nivel -8 dBmO  $\pm$  1 dB
  - Cadencia 0,2/0,2/0,2/0,2/0,2/0,2/0,6 seg. Otras cadencias, programables como opción
  - Duración máxima 30 seg. en presencia de descolgado
- Estado de falta Desconexión de alimentación de bucle
- Contestador automático Coste de alimentación de bucle de 100 mseg. a la desconexión
- Tasación:
  - Frecuencia 12/16 KHz  $\pm$  1% seleccionable para todo el sistema
  - Nivel 2 Vef
  - Duración 50 mseg
  - Velocidad máxima de tasación 10 imp/seg.

953.920.494 T

Hilo M

- |                                    |                |
|------------------------------------|----------------|
| - Tensión externa aplicable máxima | Negativa -70 V |
| - Tensión contacto ON              | 0 ÷ -3 V       |
| - Máxima corriente contacto ON     | 120 mA         |

Hilo E

- |   |              |
|---|--------------|
| - Tensión externa aplicable   | +10 ÷ -100 V |
| - Max. resistencia serie con -3 V de tensión aplicada, para actuación | 1200 Ohm     |
| - Máxima corriente absorbida con 0 V de tensión aplicada              | 25 mA        |
- Interfaz digital datos:
 

- Tipo de interfaz	G-703 codireccional
- Velocidad	64 Kbit/s
- Portador	2 pares simétricos

**3.3.7 Interfaz digital datos**

- Tipo de interfaz G-703, codireccional
- Velocidad 64 Kbit/s
- Portador 2 pares simétricos (4 hilos)
- Codificación
  - El período de 64 Kbit/s se divide en 4 intervalos
  - 1 binario 1 1 0 0
  - 0 binario 1 0 1 0
  - La señal a 3 niveles se obtiene alternando la polaridad de bloques consecutivos
  - El bloque correspondiente al octavo bit de cada paquete tiene violada la inversión de polaridad.

- Entrada
  - Pérdida de retorno  $\geq 20$  dB (4 ÷ 256 KHz)
  - Equilibrio de los pases  $\geq 40$  dB (4 ÷ 256 KHz)
- Asignación de canal permanente
- Toma de canal automática con la habilitación
- Transporte por un canal de tráfico

### 3.3.8 Interfaz Télex R20

Configuración disponible en la UCI y la UAB siempre y cuando no exista IMF.

- Señalización **CCITT U.1**
- Interfaz de línea **2 hilos Full-Dúplex por separación de frecuencias**
- Asignación de frecuencias
  - Central a Abonado **FA = 1180 Hz**  
**Fz = 980 Hz**
  - Abonado a Central **FA = 1850 Hz**  
**Fz = 1650 Hz**
- Precisión en frecuencia de salida  **$\pm 3$  Hz**
- Tolerancia en frecuencias de recepción  **$\pm 6$  Hz**
- Nivel de recepción mínimo **-43 dBm**
- Nivel de no detección máximo **-48 dBm**

- Niveles de transmisión
  - 3 dB  $\pm$  1
  - 6 dB  $\pm$  1
  - 9 dB  $\pm$  1
  - 13 dB  $\pm$  1
- Impedancia nominal de línea 600  $\Omega$
- Pérdidas de retorno Mejor de 14 dB (300 < f < 3400 Hz)

### 3.3.9 Interfaz datos BB

- Modo de explotación Full-Dúplex con cancelación de eco
- Impedancia de línea 150  $\Omega$
- Código de línea bifase diferencial
- Nivel de transmisión 1 Vpp  $\pm$  10%
- Pérdidas de retorno
  - Mejor de 10 dB (300 Hz < f < 600 Hz)
  - Mejor de 14 dB (600 Hz < f < 64 Hz)
  - Mejor de 10 dB (64 KHz < f < 10 KHz)
- Soporte de transmisión pares metálicos no cargados
- Ancho de banda útil 0,2 f < f < 1,5 f
- Relación señal/ruido mejor de 17 dB (BER < 10<sup>-5</sup>)

- Asignación de canal permanente
- Toma de canal automática con la habilitación
- Transporte

Multiplexación según X.50 y transporte a un canal de 64 Kbit/s.

Lado central se entrega con interfaz G-703, 64 Kbit/s X.50, o en su caso en un canal de flujo de 2 Mbit/s.

### 3.3.10 Interfaz 2 Mbit/s hacia central de conmutación

- Interfaz físico **CCITT G-703** a 2,048 Kbit/s codireccional
- Interfaz lógico **CCITT G-732** o **CCITT G-704** opcional
- Señalización Telefónica E.G. 2.006
- Sincronización Reloj extraído de línea  
Reloj externo 2 MHz G-703
- Asignación de los canales (programable y permanente)
  - Telefónicos unidireccionales salida/entrada
  - Datos

**3.3.11 Interfaz 2 Mbit/s entre UCI y URB**

- Interfaz físico CCITT G-703 2,048 Mbit/s
- Interfaz lógico CCITT G-732 o CCITT G-704 (seleccionable por software)
- Nivel de enlace HDLC 2,8 (LAPB) (CCITT X.25)
- Señalización Canal común  
Mensajes internos propios de la aplicación
- Sincronización URB Reloj extraído de la línea

**3.3.12 Unidad de Terminación de Red Télex-V.21, UTR-Télex**

- Alimentación
  - Tensión primaria de red  $110 \pm 10\% < V_{on} < 242 \pm 10\%$   
Vca
  - Tensiones generadas internamente para alimentación de circuitos -48 Vcc, +5 Vcc
  - Consumos máximos 32 mA para +5 Vcc  
48 mA para -48 Vcc
- Características de los interfaces
  - a) Interfaz télex
    - Señales en línea télex +20 mA, +60 Vcc  
-20 mA, -60 Vcc
    - Impedancia de entrada 10 Kohm  
2,1 Kohm

Características técnicas 3.24

Abonado ILC (6H)	1,4 W
------------------	-------

- Versión con IMF (2 Mbit/s)
  - Consumo (Independiente de los canales en conversación) 30 W

### 3.4.2 Unidad Radio Base, URB

- Tensión primaria -48 Vcc (-15% ± +20%)
- Consumo URB 1 + 0 54 W
- Consumo URB 1 + 1 83 W

### 3.4.3 Unidad de Abonado, UAB

- Tensión primaria -48 Vcc (-15% ± +20%)
- Consumo sin tráfico
 

RT (+27 dBm)	28 W
RT (+18 dBm)	22,5 W
CAM	18 W
ILA	3,8 W
ILA-6H	2,75 W
ILD	2,5 W
ILA-T	3,8 W
SMUX2BB	2 W
ILBB	7,5 W
- Incremento por tráfico
 

Abonado ILA (2H)	1,65 W
Abonado ILA (6H)	1,4 W

Los abonados de datos y télex tienen consumos constantes

- Modo de funcionamiento	Asíncrono
- Velocidad binaria en línea	50 baudios
- Explotación	Full-Dúplex a 4H
- Polaridad	Doble

## b) Interfaz V.21

- Tipo de modulación	FSK bivalente
- Frecuencias utilizadas	1180 Hz/980 Hz (0/1) 1185 Hz/1650 Hz (0/1)
- Impedancia de terminación	600 ohmios
- Niveles de transmisión ofrecidos	-3 dBm, -6 dBm, -9 dBm, -13 dBm
- Niveles de línea en recepción	ON: -33 dBm OFF: -38 dBm
- Explotación	Full-Dúplex a 2H

### 3.4 CONSUMOS

#### 3.4.1 Unidad Concentradora e Interfaz, UCI

• Tensión primaria	-48 Vcc (-15% ± +20%)
• Versión con subbastidores ILC	
- Consumo sin tráfico	
Unidad Central	20 W
Convertidor ILC	6 W
ILC	2,75 W
ILC-6H	2,1 W
ILD	2,5 W
ILT-R20	2,75 W
- Incremento por tráfico	
Abonado ILC (2H)	0,15 W

### 3.4.4 Unidad Repetidora con Abonados, URA

- Tensión primaria - 48 Vcc (-15% ± +20%)
  
- Consumo sin tráfico
 

RT cont (+27 dBm)	28 W
RT cont (+18 dBm)	22,5 W
RT raf (+27 dBm)	28 W
CAM	18 W
ILA	2,8 W
ILA-6H	2,75 W
ILD	2,5 W
ILA-T	3,8 W
SMUX2BB	3 W
ILBB	7,5 W
  
- Incremento por tráfico
 

Abonado ILA (2H)	1,65 W
Abonado ILA (6H)	1,4 W

Los abonados de datos y télex tienen consumo constante

## 3.5 CARACTERISTICAS MECANICAS

### 3.5.1 Unidad Concentradora e Interfaz, UCI

- Versión con subbastidores ILC
  - UCI 256 abonados (fig. 3.9)
 

Tipo mecánica .	1 bastidor 19" interior
Altura	35 U
  - UCI 512 abonados (fig. 3.10)
 

Tipo mecánica .	2 bastidores 19" interiores
Altura	35 U

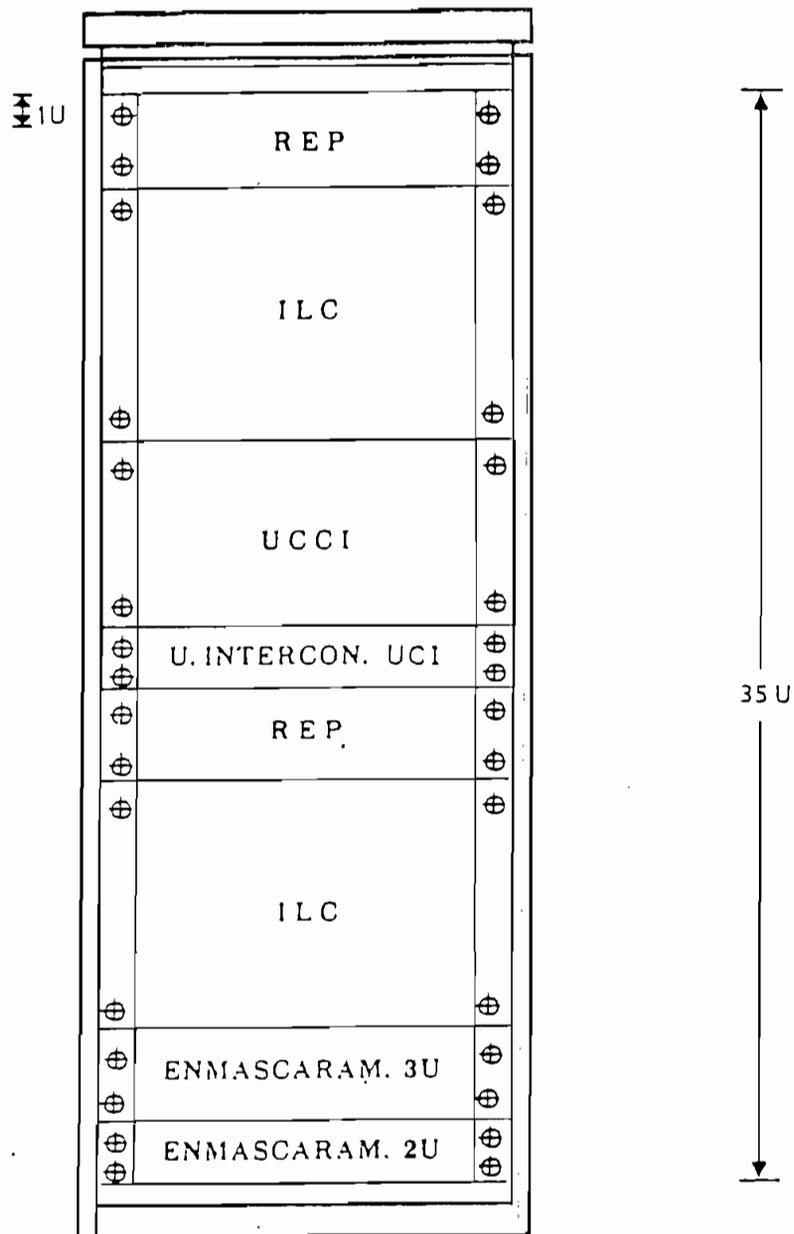


Fig. 3.9.- UNIDAD CONCENTRADORA E INTERFAZ PARA 256 ABONADOS

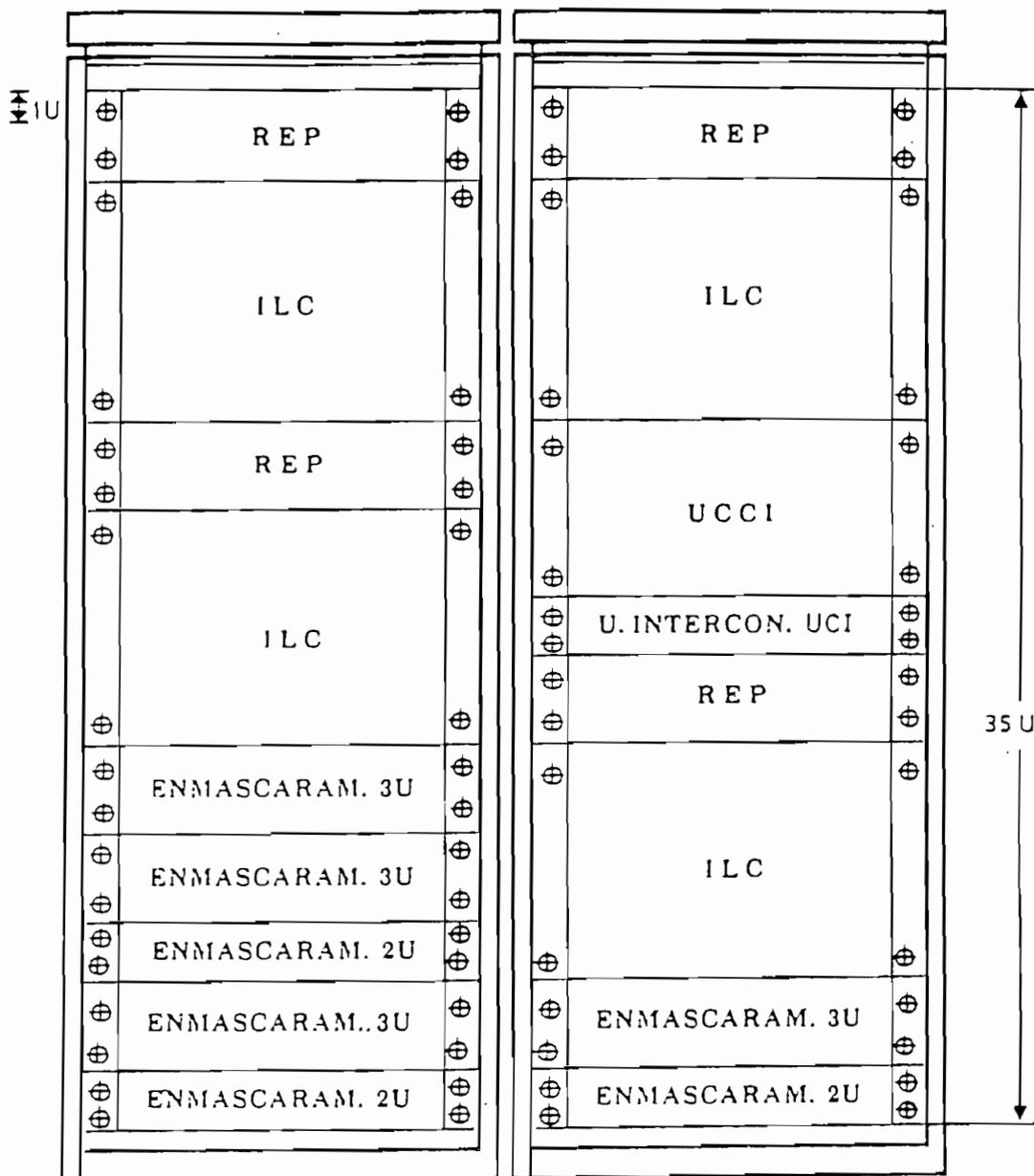


Fig. 3.10.- UNIDAD CONCENTRADORA E INTERFAZ PARA 512 ABONADOS

- Versión con Interfaz Multifrecuencia (fig. 3.11)  
En un mismo bastidor pueden montarse hasta 4 equipos UCI  
Tipo mecánica  
Altura

1 bastidor 19" interior  
35 U

### 3.5.2 Unidad Radio Base, URB

Referirse a las figuras 3.12 y 3.13

Tipo mecánica  
Altura

1 bastidor 19" interior  
35 U

### 3.5.3 Unidad de Abonado, UAB

- Tipo de mecánica  
Interior  
Intemperie
- Peso

Bastidor 19"  
fig. 3.14  
figs. 3.15 y 3.16  
66 Kgs. (incluye contenedor)

### 3.5.4 Unidad Repetidora de Abonados, URA

- Tipo de mecánica  
Interior  
Intemperie
- Peso

Bastidor 19"  
fig. 3.17  
fig. 3.18  
96 Kgs (incluye contenedor)

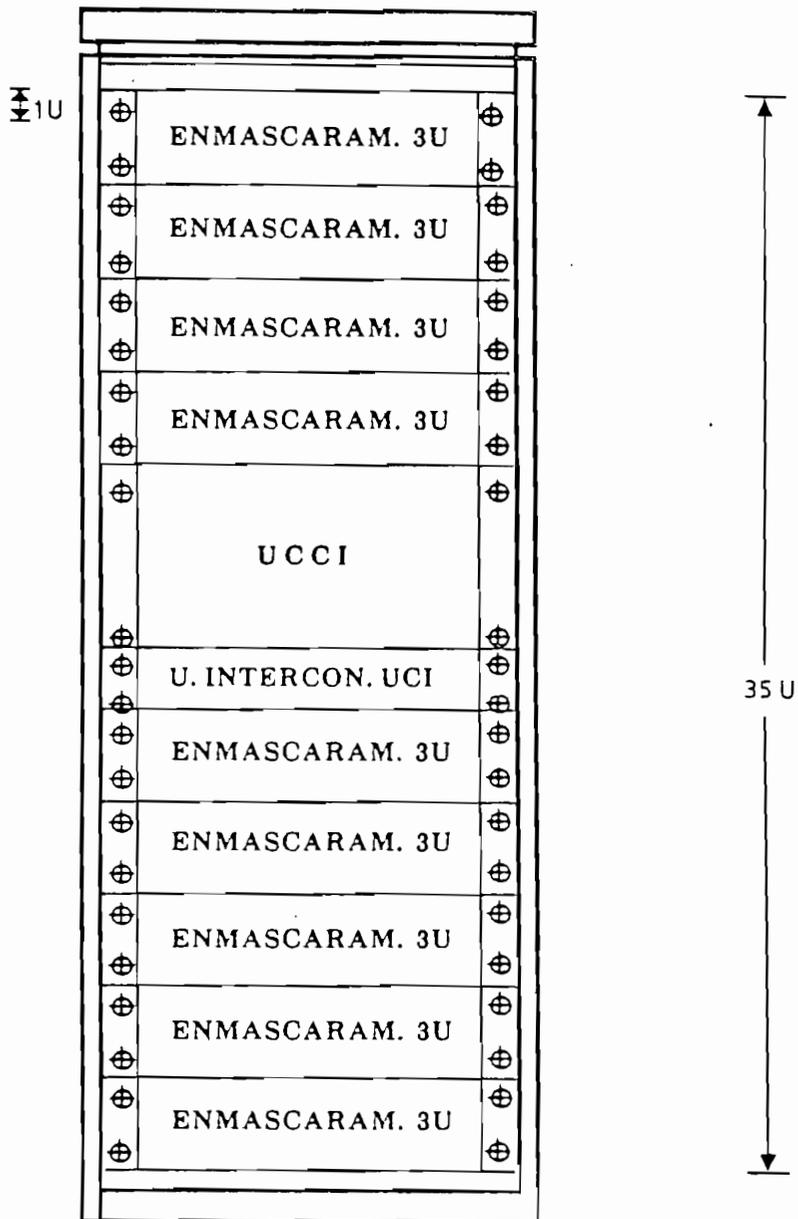


Fig. 3.11.- UNIDAD CONCENTRADORA E INTERFAZ CON IMF

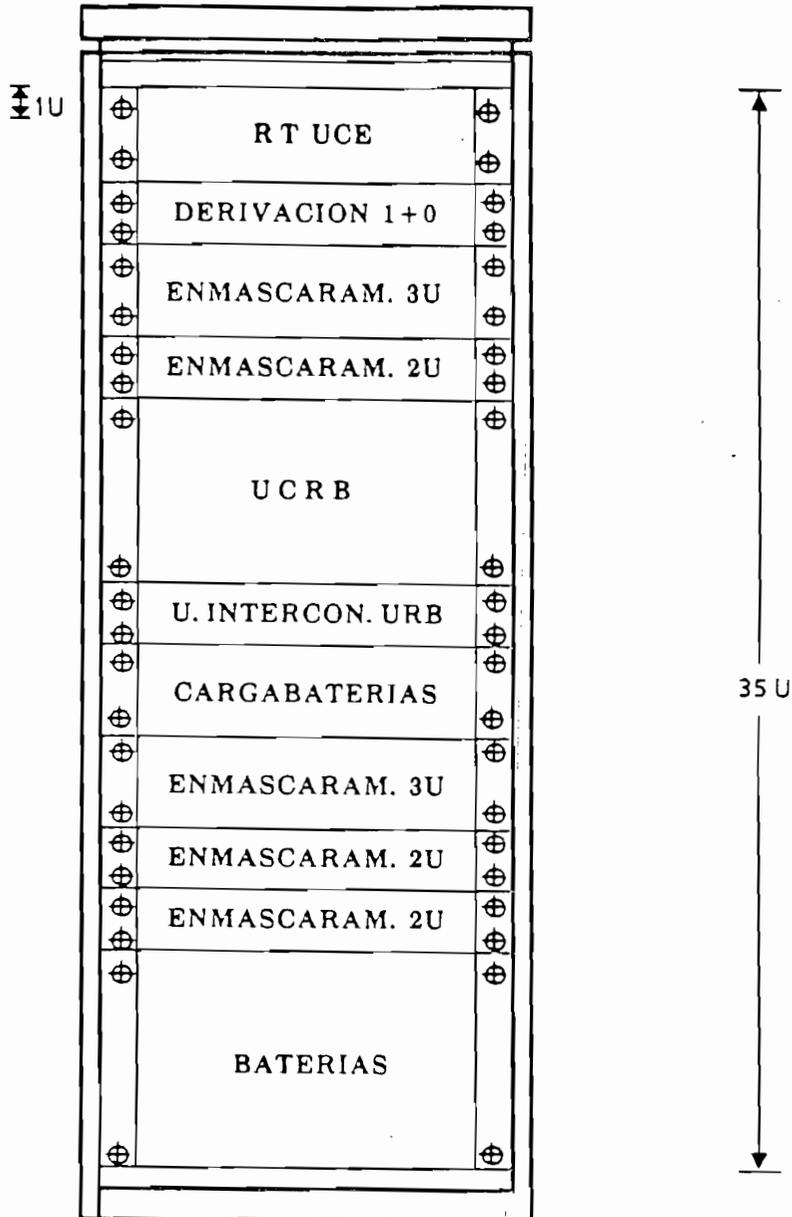


Fig. 3.12.- UNIDAD RADIO BASE, URB 1+0

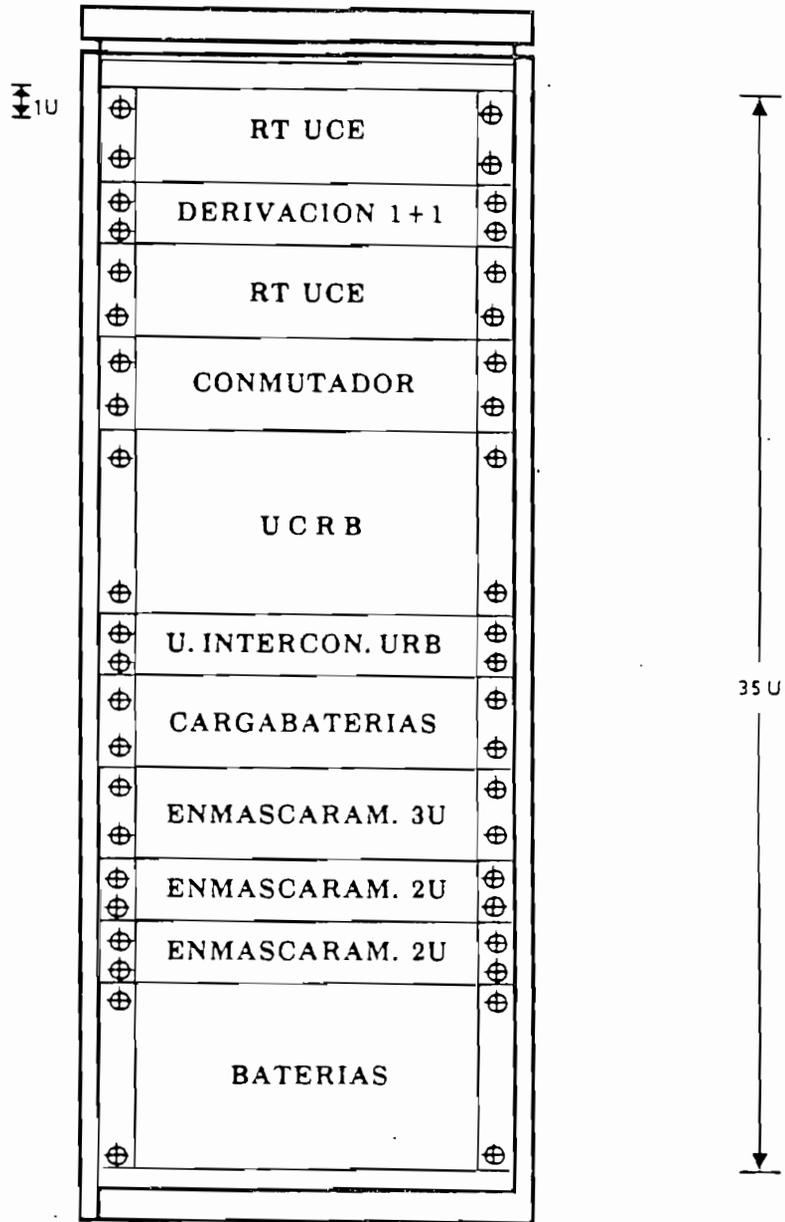


Fig. 3.13.- UNIDAD RADIO BASE, URB 1+1

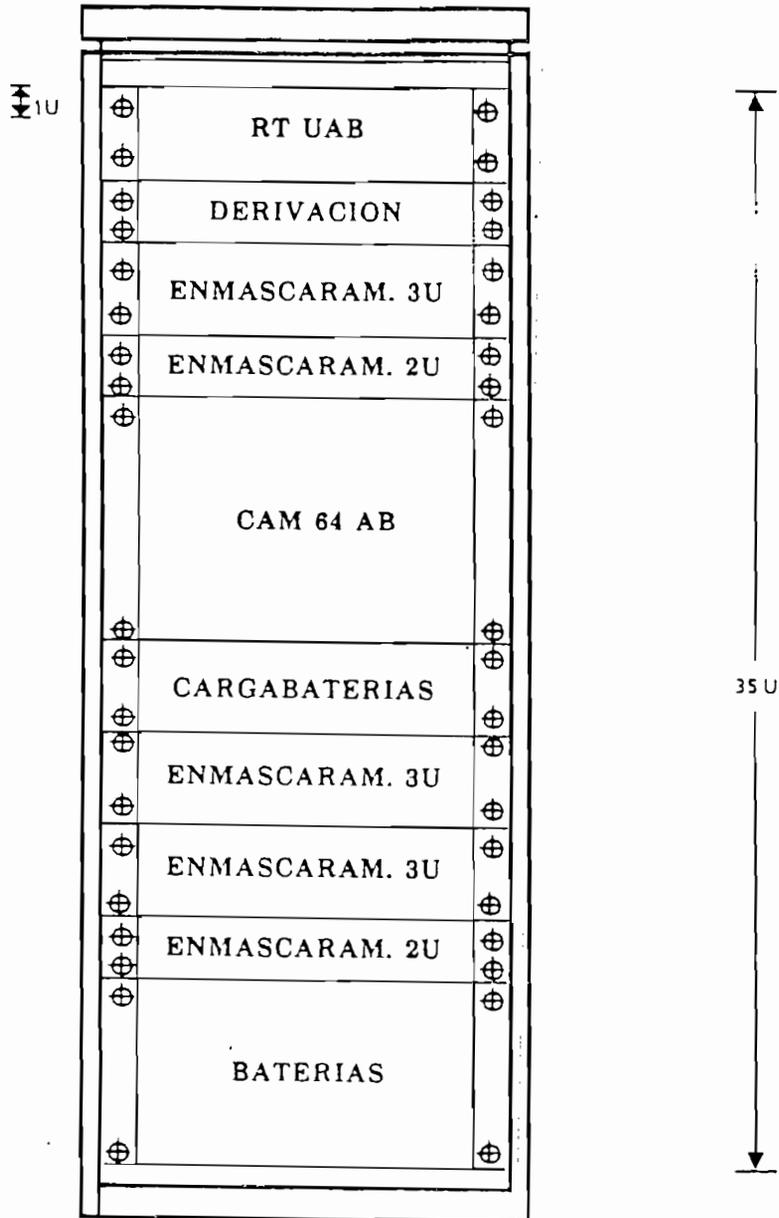


Fig. 3.14.- UNIDAD DE ABONADOS, INTERIOR. UAB/64-I

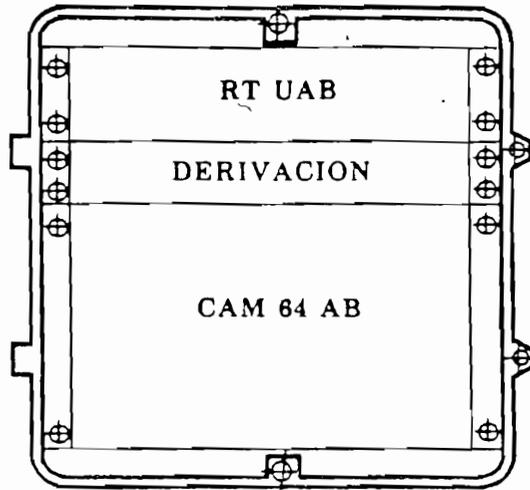


Fig. 3.15.- UNIDAD DE ABONADOS, UAB/64

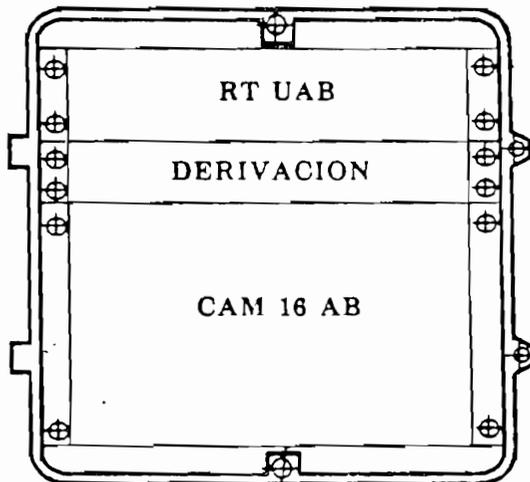


Fig. 3.16.- UNIDAD DE ABONADOS UAB/16

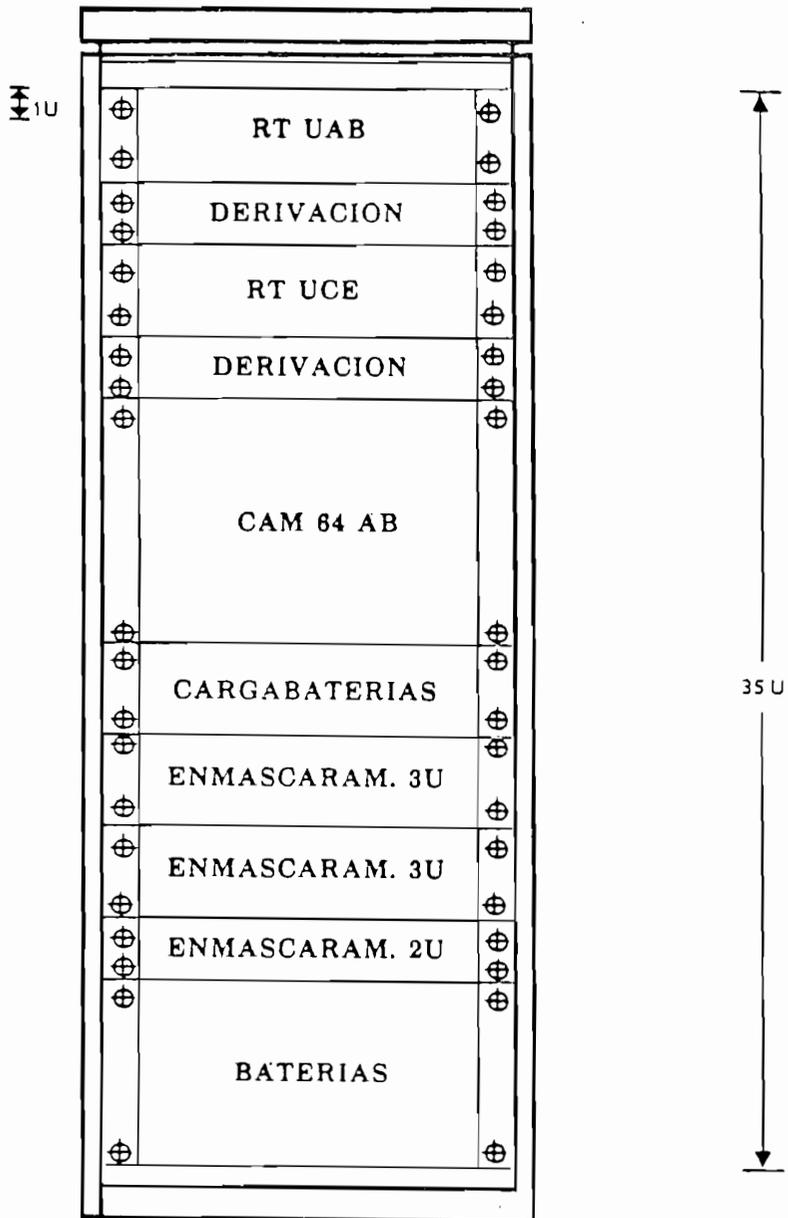


Fig. 3.17.- UNIDAD REPETIDORA CON ABONADOS, INTERIOR URA/64-I

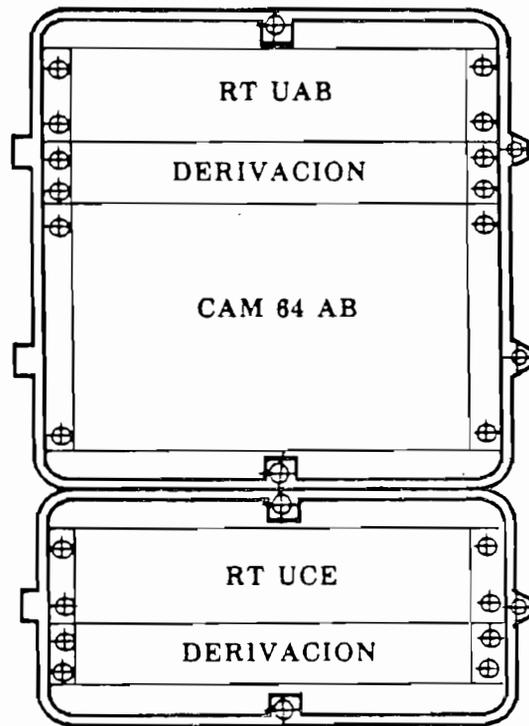


Fig. 3.18.- UNIDAD REPETIDORA CON ABONADOS, URA/64

### 3.6 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Referirse a las figuras 3.19, 3.20 y 3.21.

- Margen de temperaturas

- Cumpliendo especificaciones

UCI+URB

0°C ÷ +45°C

UAB/URA

-10°C ÷ +50°C

- De almacenamiento y transporte

UCI+URB

-25°C ÷ +65°C

UAB/URA

-40°C ÷ +70°C

- Humedad relativa

UCI+URB

95% a 30°C

UAB/URA

95% a 30°C

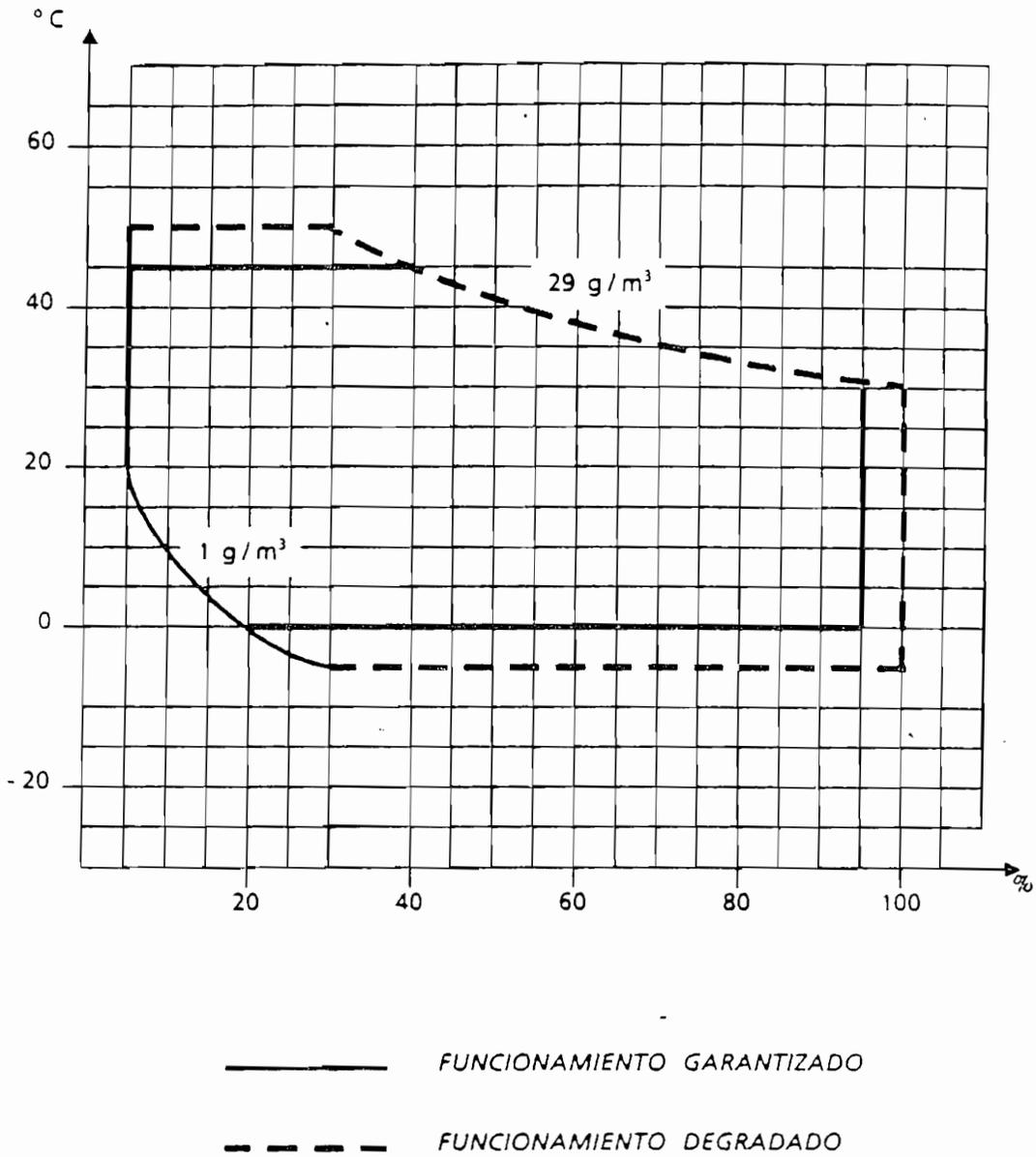


Fig. 3.19.- CLIMATOGRAMA APLICABLE A LOS EQUIPOS DE INTERIOR DEL SMD-30/1,5

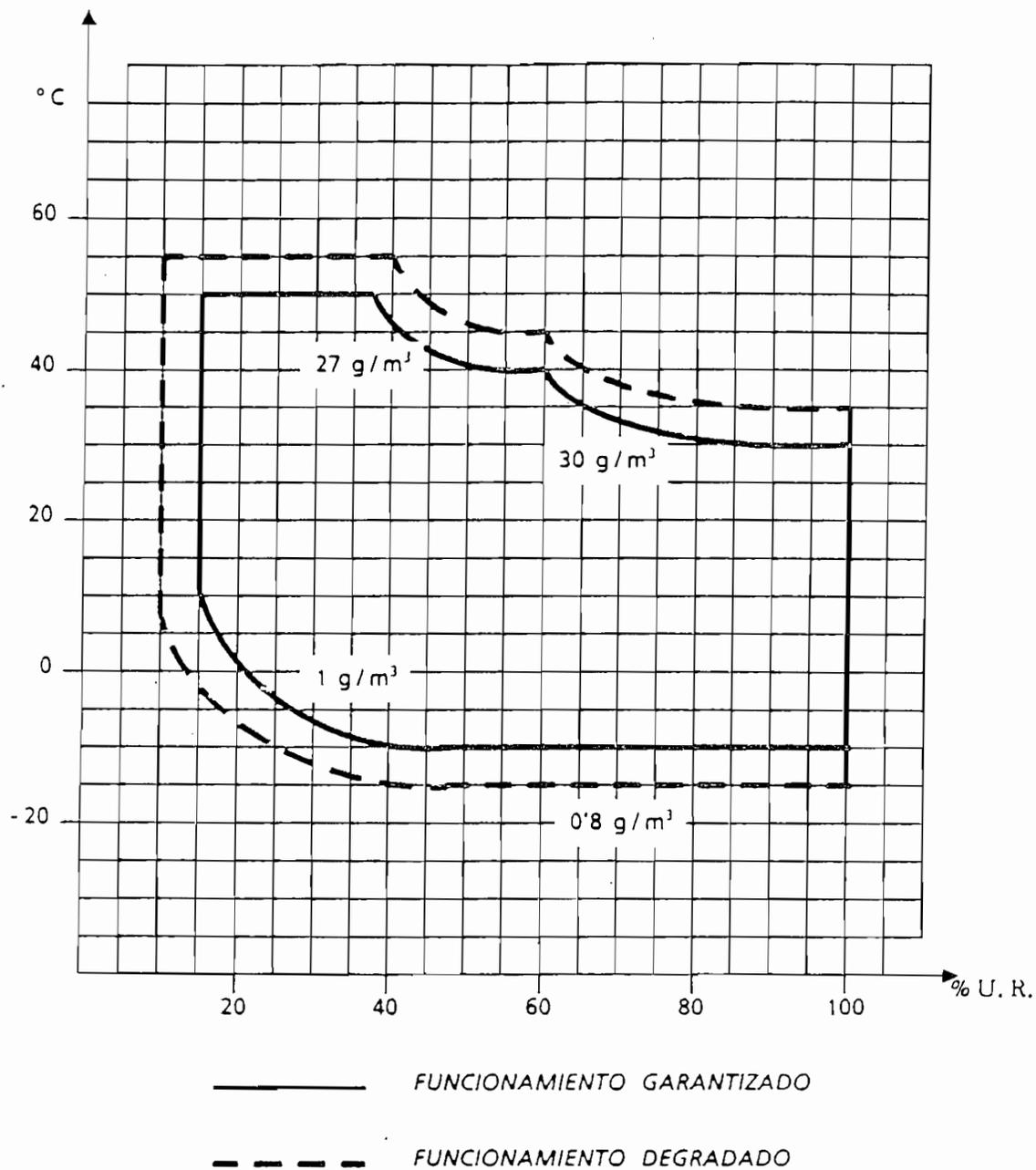


Fig. 3.20.- CLIMATOGRAMA APLICABLE A LOS EQUIPOS DE INTEMPERIE DEL SMD-30/1,5

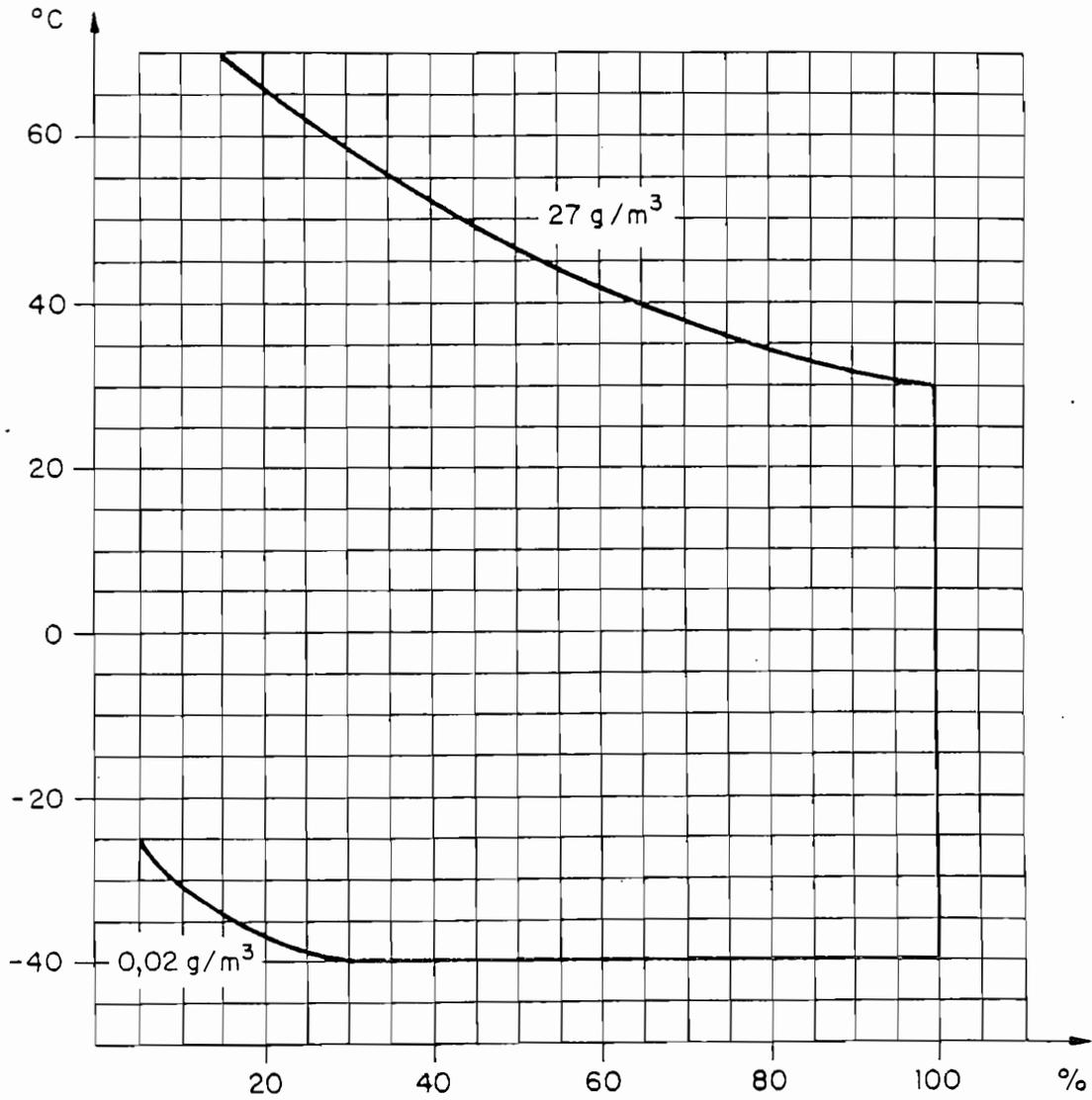


Fig. 3.21.- CLIMATOGRAMA PARA ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE PARA EL SMD-30/1,5

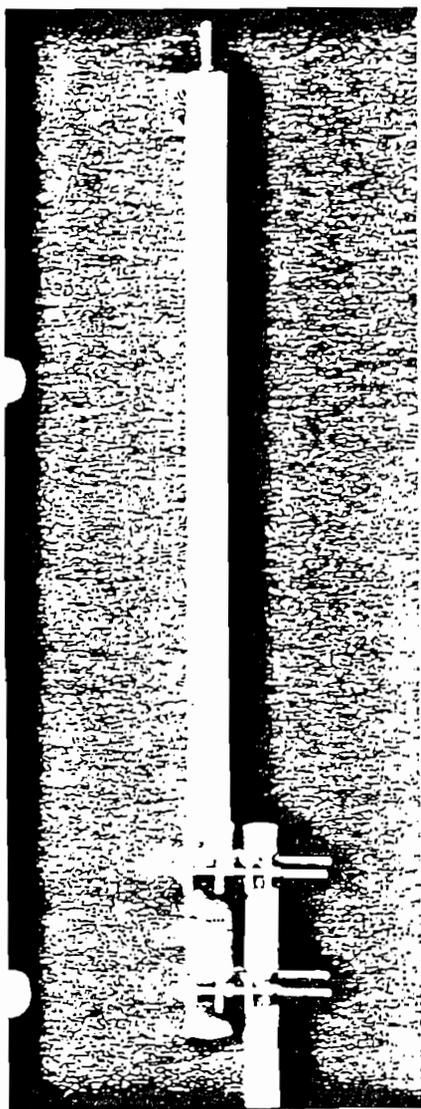
# ANEXO 2

## CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS ANTENAS

- 2.1.- ANTENA OMNIDIRECCIONAL.
- 2.2.- ANTENA SECTORAL.
- 2.3.- ANTENA DIRECCIONAL.
- 2.4.- ANTENA GRID.

# OMNIDIRECTIONAL ANTENNA

---



The is a low gain, broadband, vertically polarized omnidirectional antenna consisting of a centre fed collinear array of dipoles enclosed in a tubular radome. This antenna has a relatively large elevation beamwidth, making it an ideal choice for point-to-multipoint systems where the base station is located on top of a very high mountain (see Application Note No. 1). The antenna was designed for operation under severe weather conditions (icing, salt air, acid rain, etc.) and is at DC ground for lightning protection.

## ELECTRICAL SPECIFICATIONS

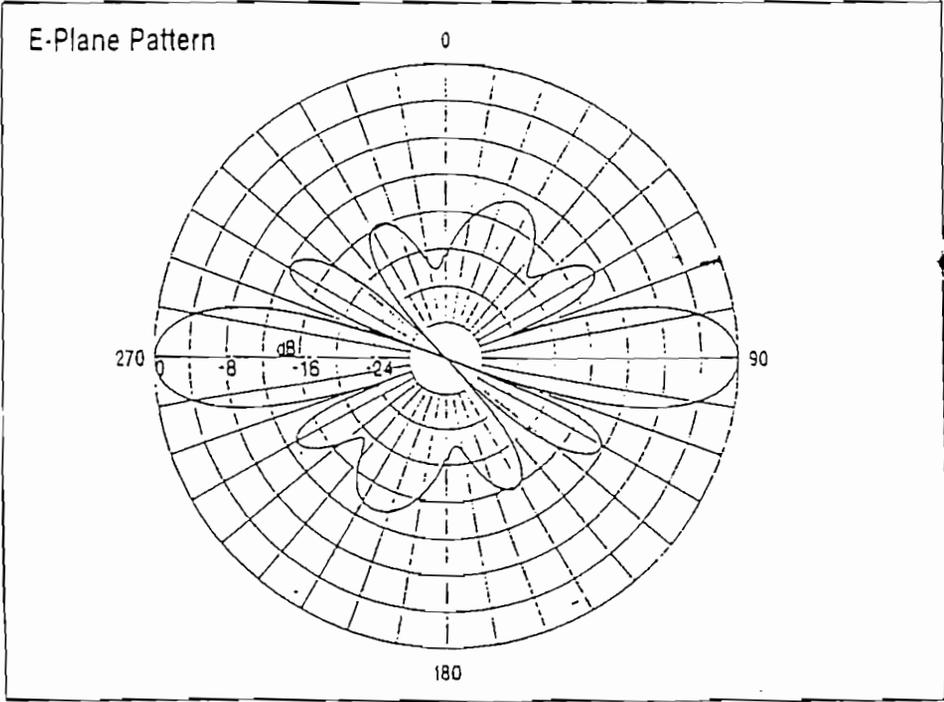
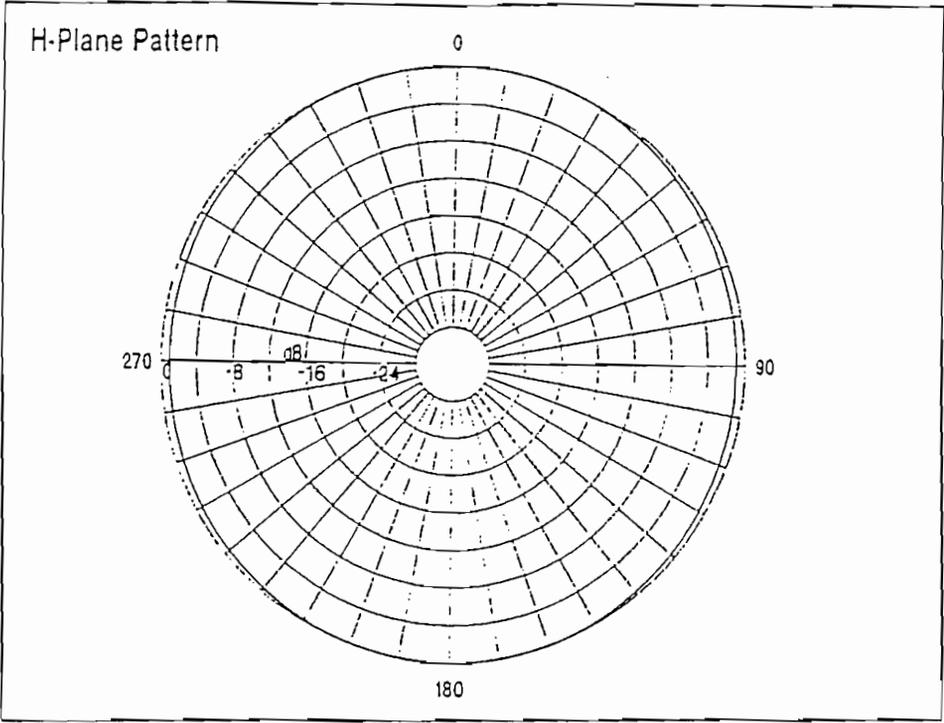
Frequency Range: 1425 - 1535 MHz  
Gain: 7 dBi  
VSWR: 1.5:1 maximum  
Polarization: Vertical  
Power Rating: 250 watts  
E-Plane Beamwidth (-3 dB): 16 degrees  
Cross-Polarization Discrimination: 20 dB minimum  
Impedance: 50 ohms nominal  
Termination: Type N female (7/16 jack optional)

## MECHANICAL SPECIFICATIONS

Overall Length: 44 in. (1118 mm)  
Radome Diameter: 2.25 in. (57.2 mm)  
Weight Including Clamps: 15 lb. (6.8 kg)  
Rated Wind Velocity: 125 mph (200 km/hr)  
Horizontal Thrust at Rated Wind: 27 lb. (12.3 kg)  
Mounting: Mounts to a 1.75 - 4.0 in. O.D. (44.5 - 102 mm) pipe using the two TMC-103 clamps supplied

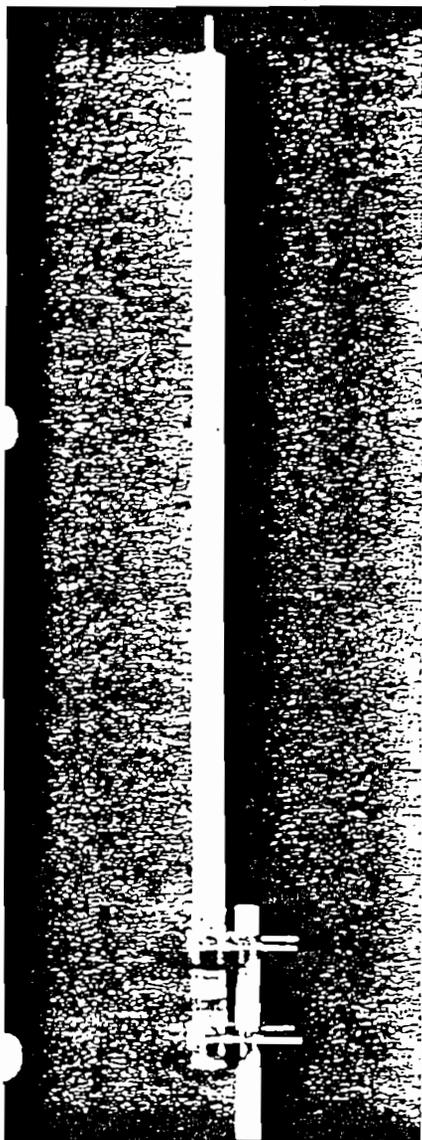
## MATERIALS

Radiating Elements: Copper  
Radome: Gray fiberglass  
Base: Irridited aluminum  
Clamps: Hot dip galvanized steel



## OMNIDIRECTIONAL ANTENNA

---



The antenna is a broadband, vertically polarized omnidirectional antenna consisting of a centre fed collinear array of dipoles enclosed in a tubular radome. The antenna was designed for operation under severe weather conditions (icing, salt air, acid rain, etc.) and is at DC ground for lightning protection.

### ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Frequency Range: 1425 - 1535 MHz  
Gain: 10 dBi  
VSWR: 1.5:1 maximum  
Polarization: Vertical  
Power Rating: 250 watts  
E-Plane Beamwidth (-3 dB): 8 degrees  
Electrical Downtilt: Factory adjusted to 0, 2 or 4 degrees  
Cross Polarization Discrimination: 20 dB minimum  
Impedance: 50 ohms nominal  
Termination: Type N female (7/16 jack optional)

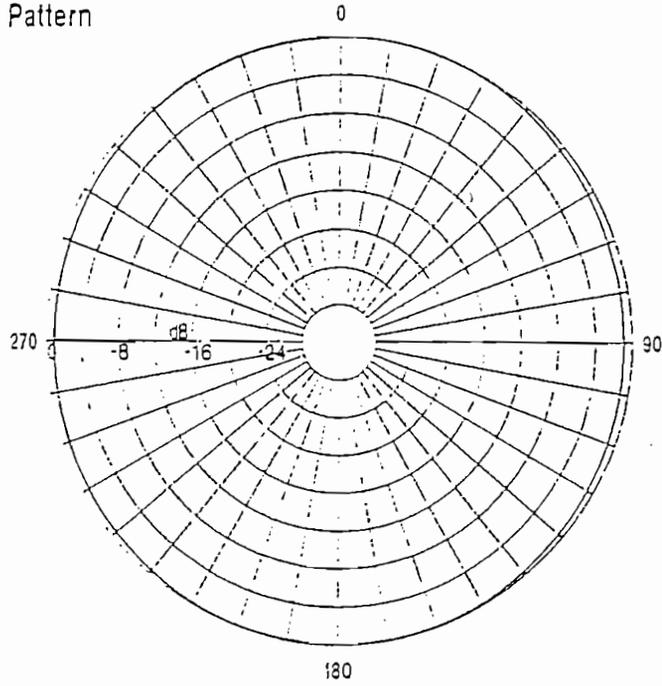
### MECHANICAL SPECIFICATIONS

Overall Length: 72 in. (1829 mm)  
Radome Diameter: 2.25 in. (57.2 mm)  
Weight Including Clamps: 18 lb. (8.2 kg)  
Rated Wind Velocity: 125 mph (200 km/hr)  
Horizontal Thrust at Rated Wind: 48 lb. (21.8 kg)  
Mounting: Mounts to a 1.75 - 4.0 in. O.D. (44.5 - 102 mm) pipe using the two TMC-103 clamps supplied

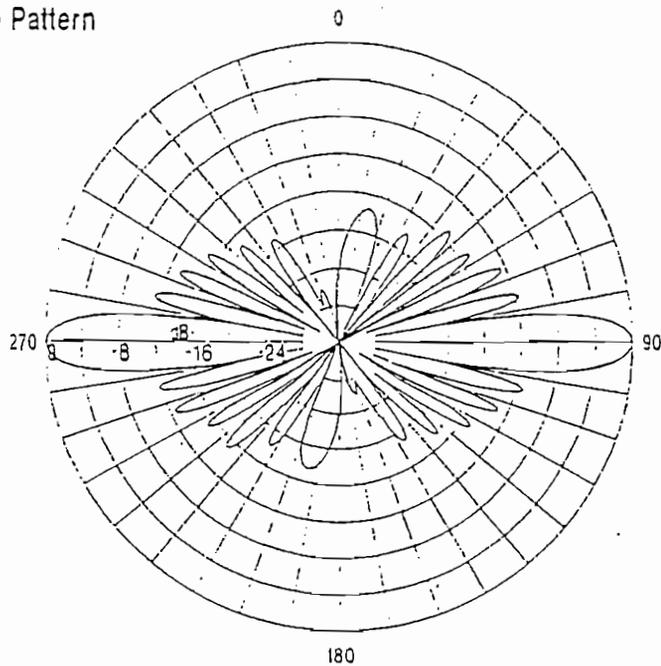
### MATERIALS

Radiating Elements: Copper  
Radome: Gray fiberglass  
Base: Irradiated aluminum  
Clamps: Hot dip galvanized steel

H-Plane Pattern



E-Plane Pattern



## OMNIDIRECTIONAL ANTENNA

---

The \_\_\_\_\_ is a high gain, broadband, vertically polarized omnidirectional antenna consisting of a centre fed collinear array of dipoles enclosed in a tubular radome. The 4 degree vertical beamwidth of this antenna must be kept in mind when using it in a point-to-multipoint application

The antenna was designed for operation under severe weather conditions (icing, salt air, acid rain, etc.) and is at DC ground for lightning protection.

### ELECTRICAL SPECIFICATIONS

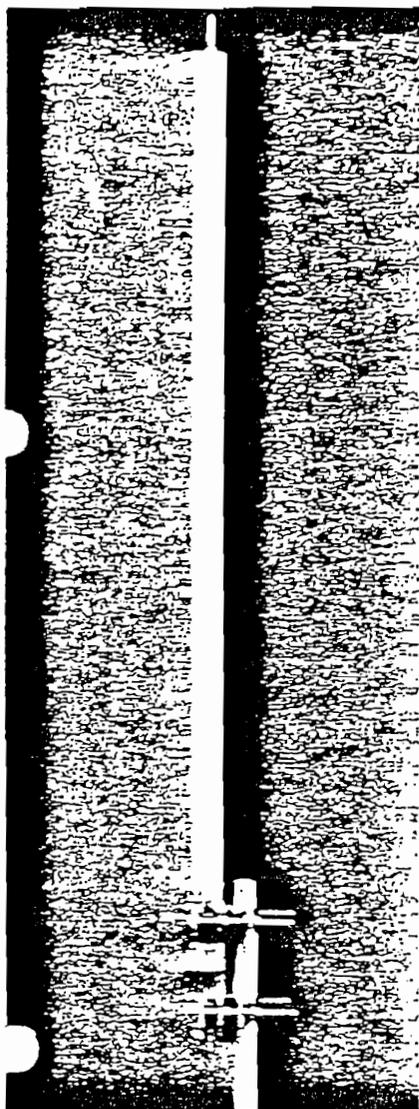
Frequency Range: 1425 - 1535 MHz  
Gain: 13 dBi  
VSWR: 1.5:1 maximum  
Polarization: Vertical  
Power Rating: 200 watts  
E-Plane Beamwidth (-3 dB): 4 degrees  
Electrical Downtilt: Factory adjusted to 0 or 2 degrees  
Cross-Polarization Discrimination: 20 dB minimum  
Impedance: 50 ohms nominal  
Termination: Type N female (7/16 jack optional)

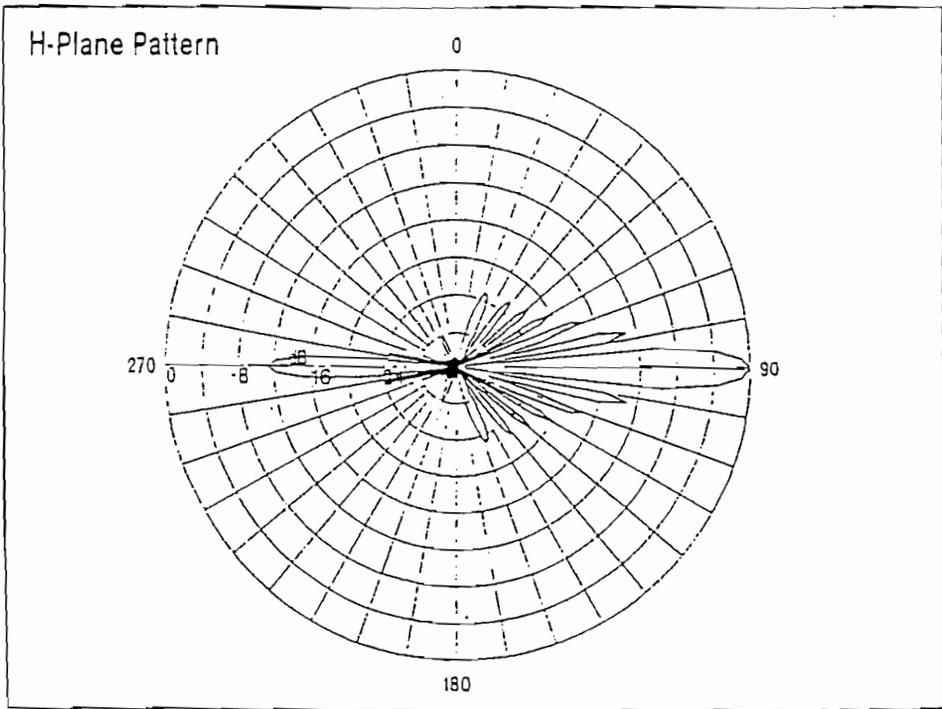
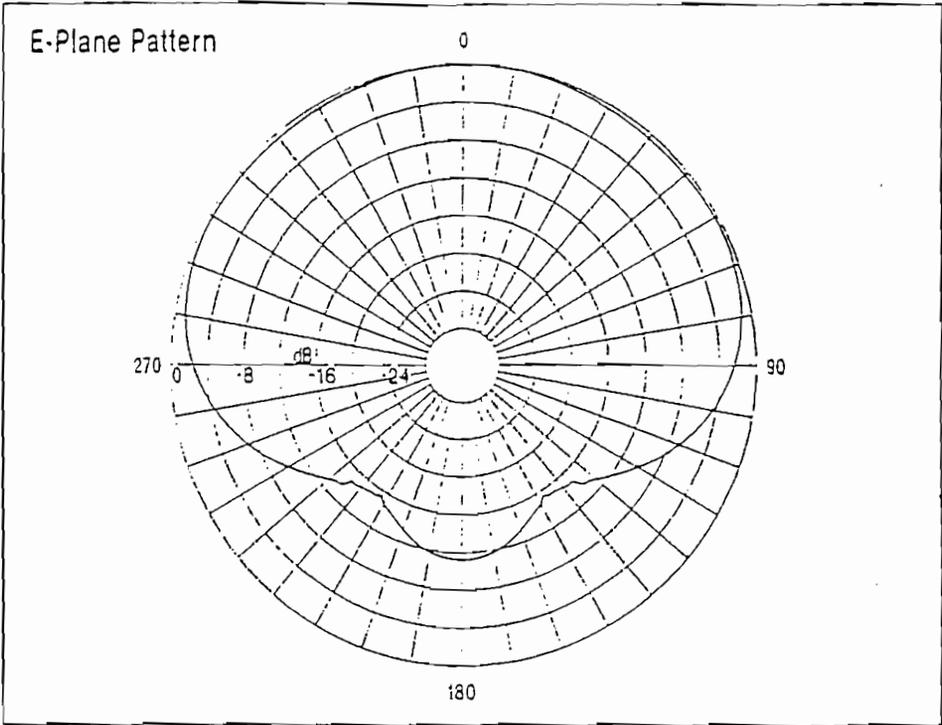
### MECHANICAL SPECIFICATIONS

Overall Length: 136 in. (3455 mm)  
Radome Diameter: 2.25 in. (57.2 mm)  
Weight Including Clamps: 28 lb. (12.7 kg)  
Rated Wind Velocity: 125 mph (200 km/hr)  
Horizontal Thrust at Rated Wind: 88 lb. (40 kg)  
Mounting: Mounts to a 1.75 - 4.0 in. O.D. (44.5 - 102 mm) pipe using the two TMC-103 clamps supplied

### MATERIALS

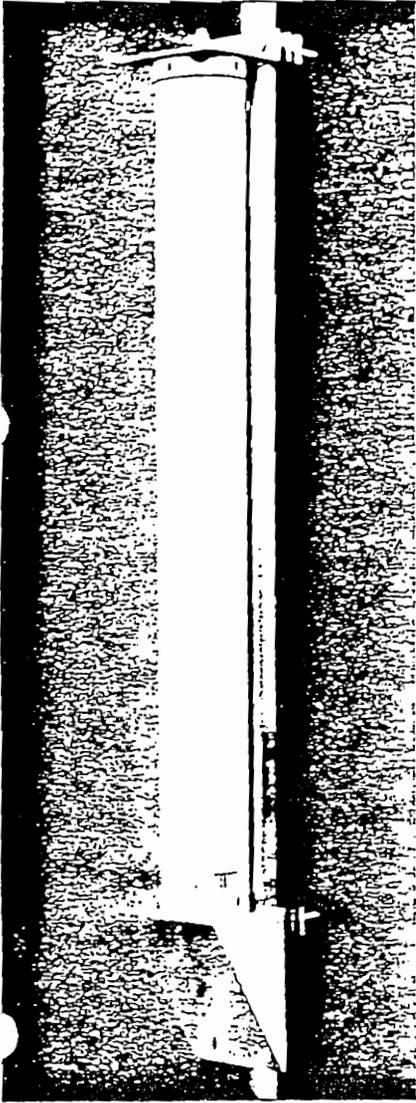
Radiating Elements: Copper  
Radome: Gray fiberglass  
Base: Irridited aluminum  
Clamps: Hot dip galvanized steel





## SECTORAL ANTENNA

---



The is a vertically polarized sectoral antenna consisting of a broadband dipole array enclosed in a tubular radome. The horizontal beamwidth (3 dB points) is factory adjusted to 90, 120 or 180 degrees and must be specified at time of ordering. The antenna was designed for operation under severe weather conditions (icing, salt air, acid rain, etc.) and is at DC ground for lightning protection.

### ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Frequency Range: 1425 - 1535 MHz

Gain: 13.0 dBi for 90 degree sector; 12.5 dBi for 120 degree sector;  
10.0 dBi for 180 degree sector

VSWR: 1.5:1 maximum

Front-to-Back Ratio: 25 dB for 90 degree sector; 20 dB for 120 degree sector;  
15 dB for 180 degree sector

Polarization: Vertical

Power Rating: 250 watts

H-Plane Beamwidth (-3 dB): Factory adjusted to 90, 120 or 180 degrees  
(contact Til-Tek for other beamwidths)

E-Plane Beamwidth (-3 dB): 16 degrees

Electrical Downtilt: Factory adjusted to 0, 2 or 4 degrees

Cross-Polarization Discrimination: 20 dB minimum

Impedance: 50 ohms nominal

Termination: Type N female (7/16 jack optional)

### MECHANICAL SPECIFICATIONS

Overall Length: 60 in. (1524 mm)

Radome Diameter: 6 in. (152 mm)

Weight Including Clamps: 27 lb. (12.3 kg)

Rated Wind Velocity: 125 mph (200 km/hr)

Horizontal Thrust at Rated Wind: 102 lb. (46.4 kg)

Mounting: Mounts to a 1.75 - 4.0 in. O.D. (44.5 - 102 mm) pipe using the two  
TMC-102 clamps supplied

### MATERIALS

Radiating Elements: Stainless steel

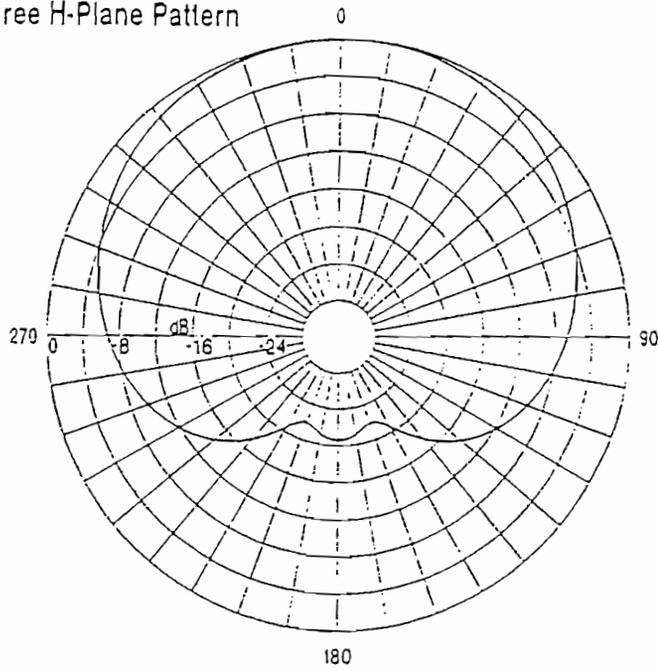
Reflectors: Stainless steel

Radome: White fiberglass

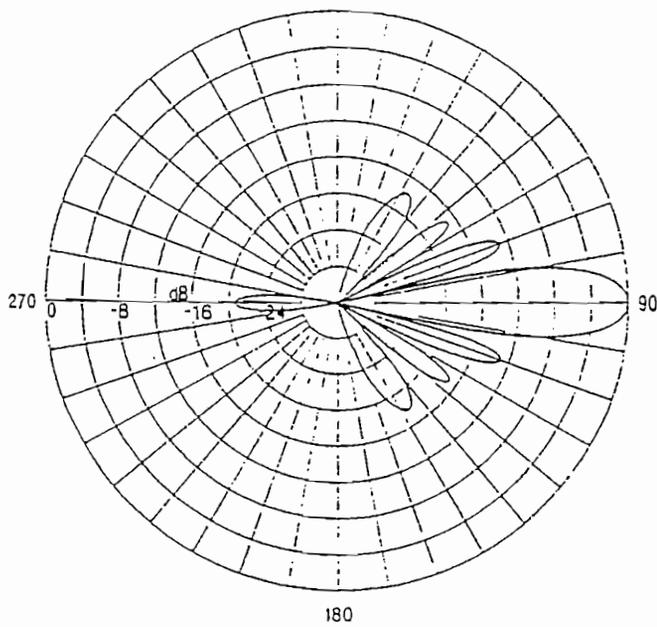
Base: Irridited aluminum

Clamps: Hot dip galvanized steel

120 Degree H-Plane Pattern



120 Degree E-Plane Pattern

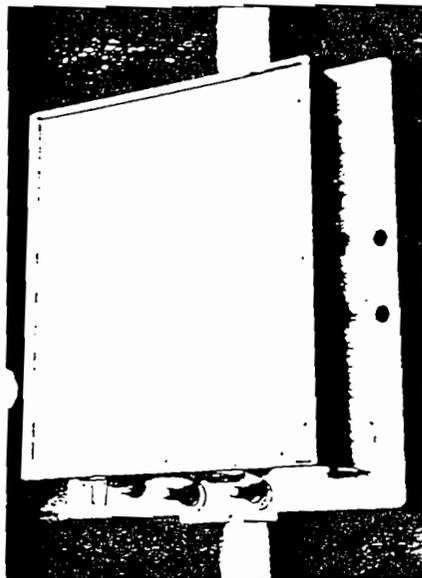


## DIRECTIONAL ANTENNA

---

TA-1403

The panel antenna consists of a broadband dipole element mounted in an aluminum cavity with a plastic front cover. The design of this antenna is such that the radiation pattern is nearly symmetrical (H and E-plane beamwidths are similar). Polarization is easily changed in the field by rotating the antenna through 90 degrees. The antenna was designed for operation under severe weather conditions (icing, salt air, acid rain, etc.) and is at DC ground for lightning protection.



### ELECTRICAL SPECIFICATIONS

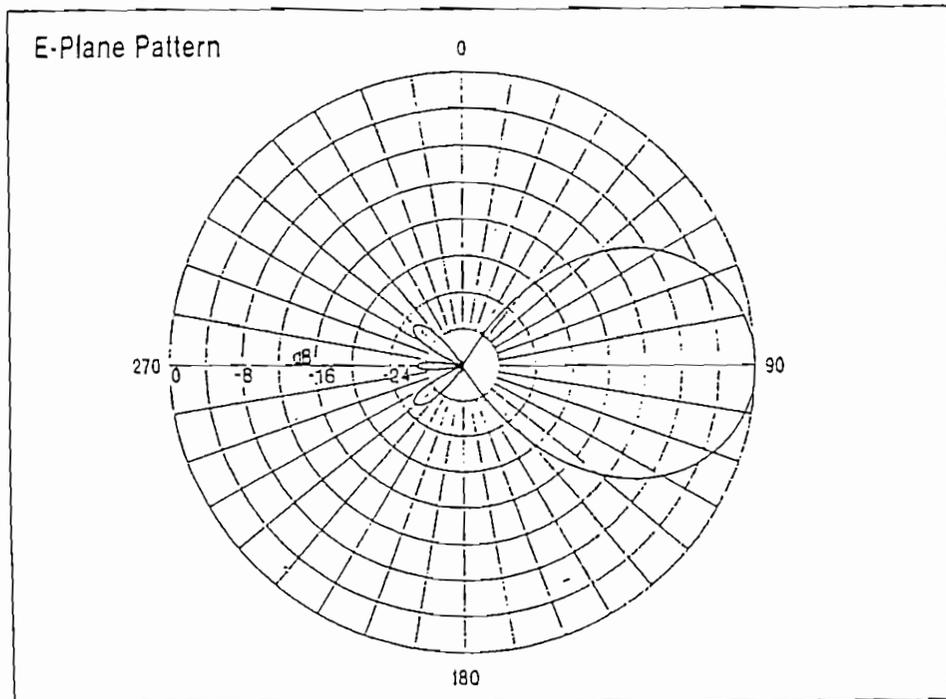
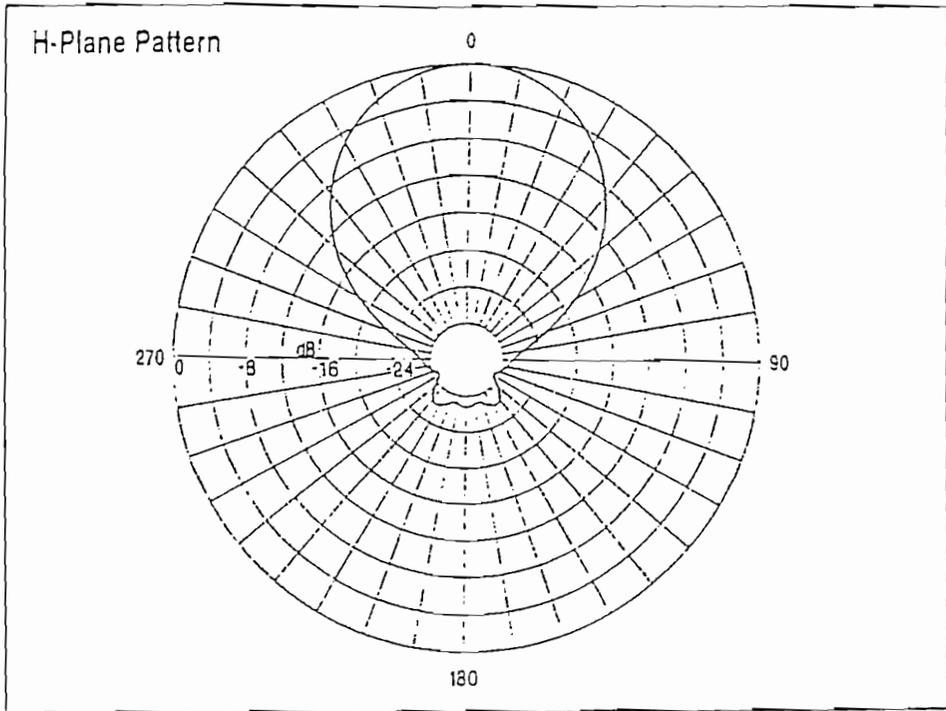
Frequency Range: 1425 - 1535 MHz  
Gain: 11 dBi  
VSWR: 1.5:1 maximum  
Front-to-Back Ratio: 25 dB typical  
Polarization: Vertical / Horizontal  
Power Rating: 100 watts  
H-Plane Beamwidth (-3 dB): 48 degrees  
E-Plane Beamwidth (-3 dB): 52 degrees  
Cross-Polarization Discrimination: 24 dB minimum  
Impedance: 50 ohms nominal  
Termination: Type N female (7/16 jack optional)

### MECHANICAL SPECIFICATIONS

Length: 14 in. (356 mm)  
Width: 12 in. (305 mm)  
Depth: 4 in. (102 mm)  
Weight including Clamps: 5 lb. (2.3 kg)  
Rated Wind Velocity: 125 mph (200 km/hr)  
Horizontal Thrust at Rated Wind: 73 lb. (33.2 kg)  
Mounting: Mounts to a 1.9 in. O.D. (48.3 mm) pipe using the two TMC-101 clamps supplied (TMC-105 clamps optional)

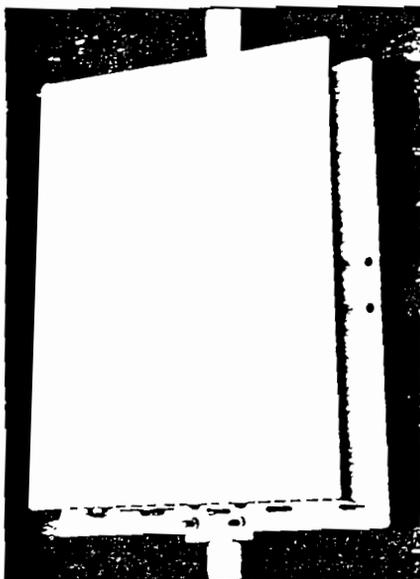
### MATERIALS

Radiating Elements: Irridited  
aluminum  
Reflector: Irridited aluminum  
Radome: White ASA, UV stabilized  
Clamps: Hot dip galvanized steel



## DIRECTIONAL ANTENNA

---



The TA-1405 panel antenna consists of a broadband dipole array mounted in an aluminum cavity with a plastic front cover. It was designed specifically for point-to-multipoint rural radio applications. As such, the beamwidths are relatively large in order to cover expected tilt and sway when pole mounted, and the polarization is easily changed by rotating the antenna through 90 degrees. The antenna was designed for operation under severe weather conditions (icing, salt air, acid rain, etc.) and is at DC ground for lightning protection.

### ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Frequency Range: 1425 - 1535 MHz

Gain: 17 dBi

VSWR: 1.5:1 maximum

Front-to-Back Ratio: 25 dB typical

Polarization: Vertical / Horizontal

Power Rating: 100 watts

H-Plane Beamwidth (-3 dB): 30 degrees

E-Plane Beamwidth (-3 dB): 18 degrees

Cross-Polarization Discrimination: 24 dB minimum

Impedance: 50 ohms nominal

Termination: Type N female (7/16 jack optional)

### MECHANICAL SPECIFICATIONS

Length: 24 in. (610 mm)

Width: 17 in. (432 mm)

Depth: 5.5 in. (140 mm)

Weight Including Clamps: 9 lb. (4.1 kg)

Rated Wind Velocity: 125 mph (200 km/hr)

Horizontal Thrust at Rated Wind: 159 lb. (72 kg)

Mounting: Mounts to a 1.9 in. O.D. (48.3 mm) pipe using the two TMC-101 clamps supplied (TMC-105 clamps optional)

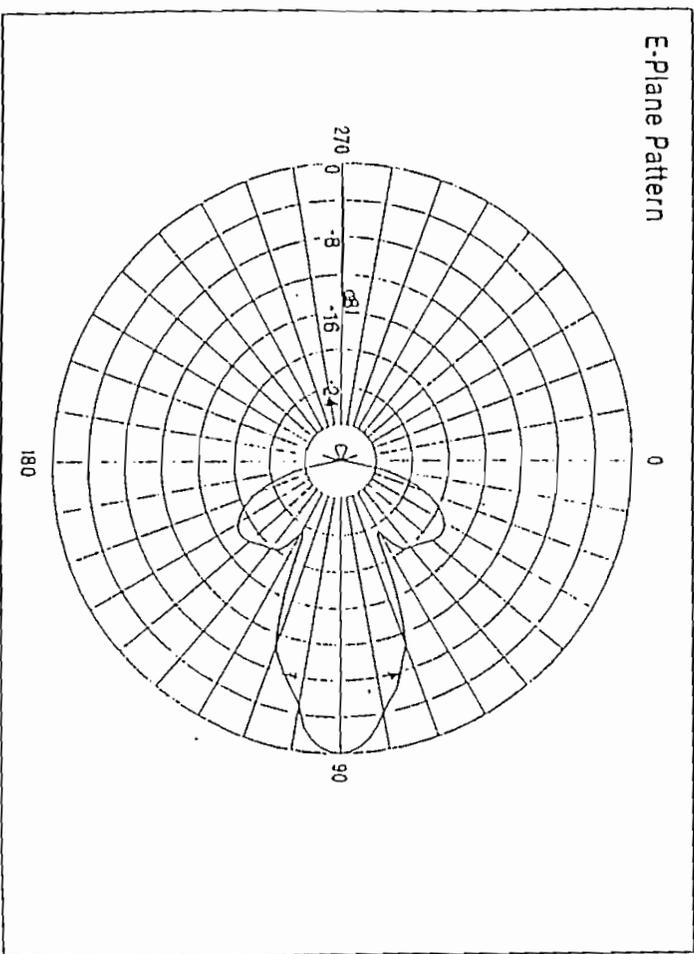
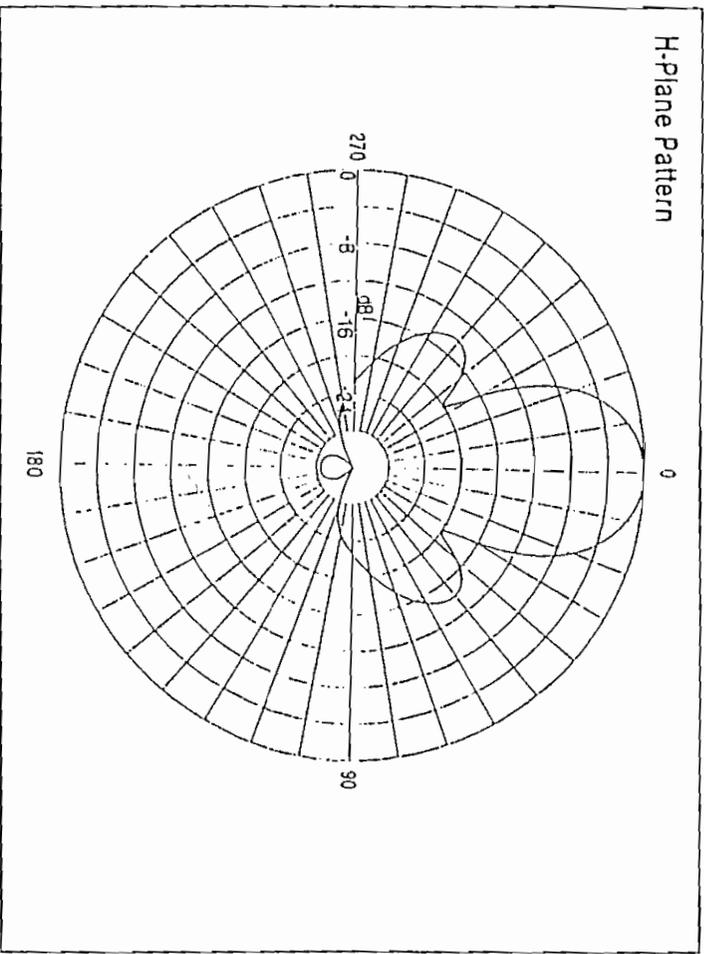
### MATERIALS

Radiating Elements: Irridited  
aluminum

Reflector: Irridited aluminum

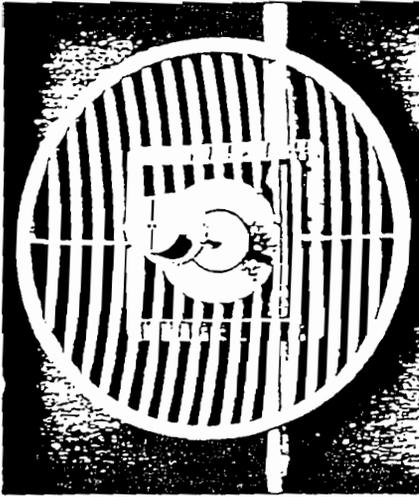
Radome: White ASA, UV stabilized

Clamps: Hot dip galvanized steel



## GRID PARABOLIC ANTENNA

---



The TMA-1426 is a three foot diameter grid parabolic antenna. The parabolic reflector is made of welded aluminum pipe and the feed is made of brass. For ease in installation, the mounting clamps bolt directly to a square frame welded to the back of the reflector. The dimensions of the square mounting frame were chosen to allow "nesting", reducing shipping costs. The antenna was designed for operation under severe weather conditions (icing, salt air, acid rain, etc.) and is both lightweight and very strong.

### ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Frequency Range: 1425 - 1535 MHz

Gain: 21 dBi mid-band

VSWR: 1.35:1 maximum

Front-to-Back Ratio: 30 dB minimum

Polarization: Vertical / Horizontal

Power Rating: 100 watts

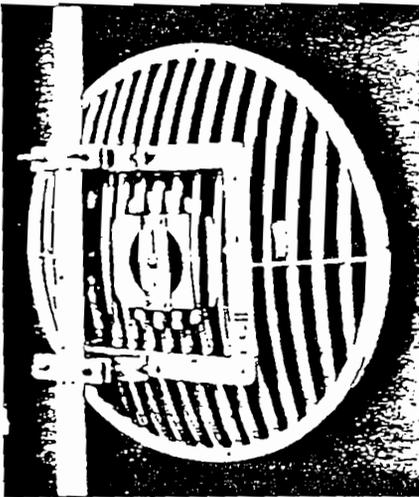
H-Plane Beamwidth (-3 dB): 14 degrees

E-Plane Beamwidth (-3 dB): 16 degrees

Cross-Polarization Discrimination: 25 dB minimum

Impedance: 50 ohms nominal

Termination: Type N female



### MECHANICAL SPECIFICATIONS

Diameter: 38.5 in. (978 mm)

Weight Including Clamps: 40 lb. (18.2 kg)

Rated Wind Velocity: 125 mph (200 km/hr)

Horizontal Thrust at Rated Wind: 245 lb. (111.4 kg)

Mounting: Mounts to a 1.9 - 4.0 in. O.D. (48 - 102 mm) pipe using the two TMC-104 clamps supplied

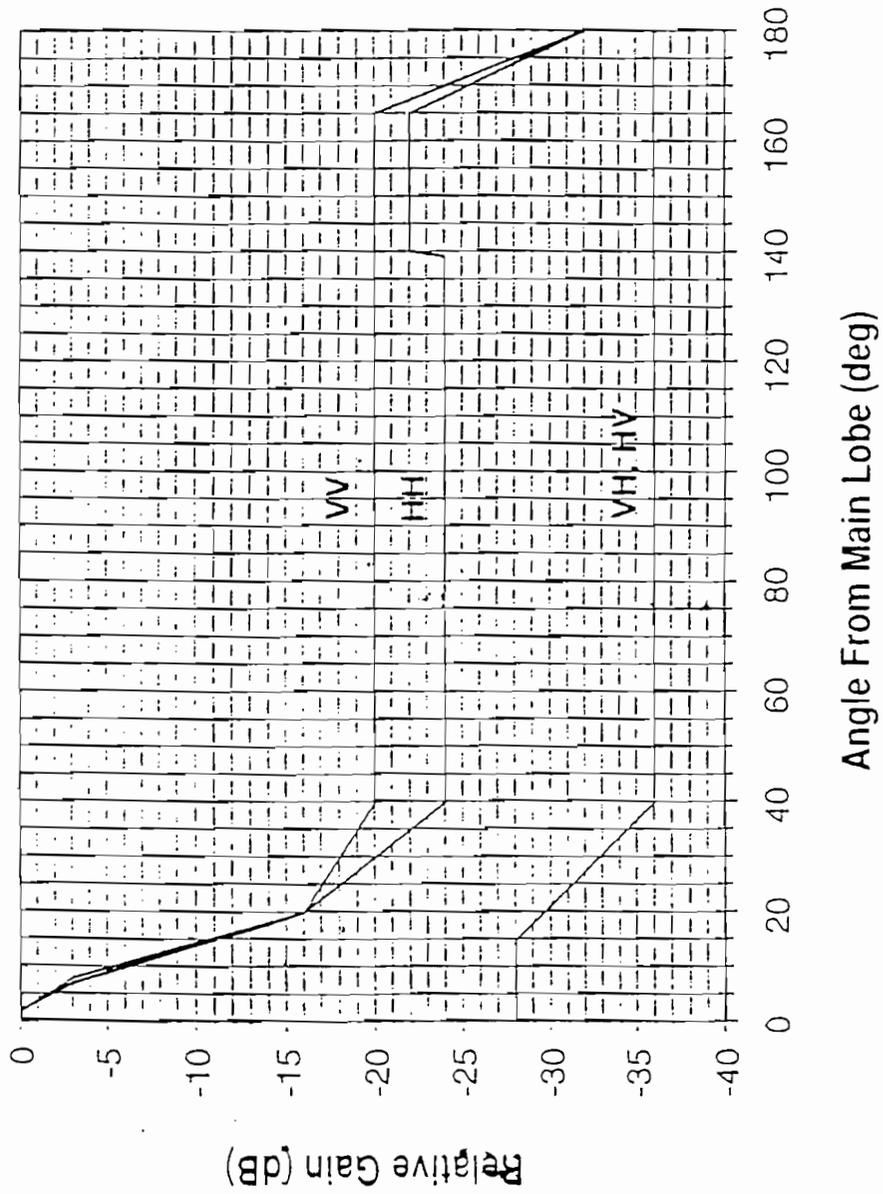
### MATERIALS

Radiating Element: Brass

Reflector: Aluminum

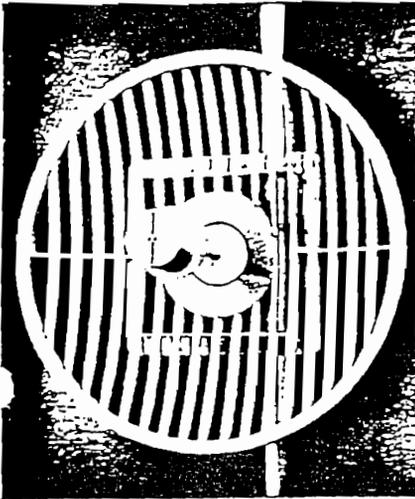
Clamps: Hot dip galvanized steel

Radial Pattern Envelopes: f=1.48 GHz



## GRID PARABOLIC ANTENNA

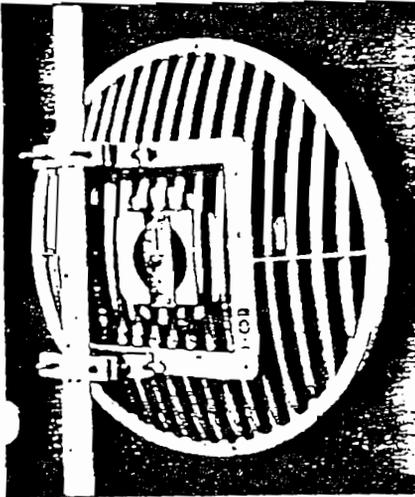
---



The TMC-104 is a four foot diameter grid parabolic antenna. The parabolic reflector is made of welded aluminum pipe and the feed is made of brass. For ease in installation, the mounting clamps bolt directly to a square frame welded to the back of the reflector. The dimensions of the square mounting frame were chosen to allow "nesting", reducing shipping costs. The antenna was designed for operation under severe weather conditions (icing, salt air, acid rain, etc.) and is both lightweight and very strong.

### ELECTRICAL SPECIFICATIONS

Frequency Range: 1425 - 1535 MHz  
Gain: 23.5 dBi mid-band  
VSWR: 1.3:1 maximum  
Front-to-Back Ratio: 30 dB minimum  
Polarization: Vertical / Horizontal  
Power Rating: 100 watts  
H-Plane Beamwidth (-3 dB): 11 degrees  
E-Plane Beamwidth (-3 dB): 12 degrees  
Cross-Polarization Discrimination: 30 dB minimum  
Impedance: 50 ohms  
Termination: Type N female



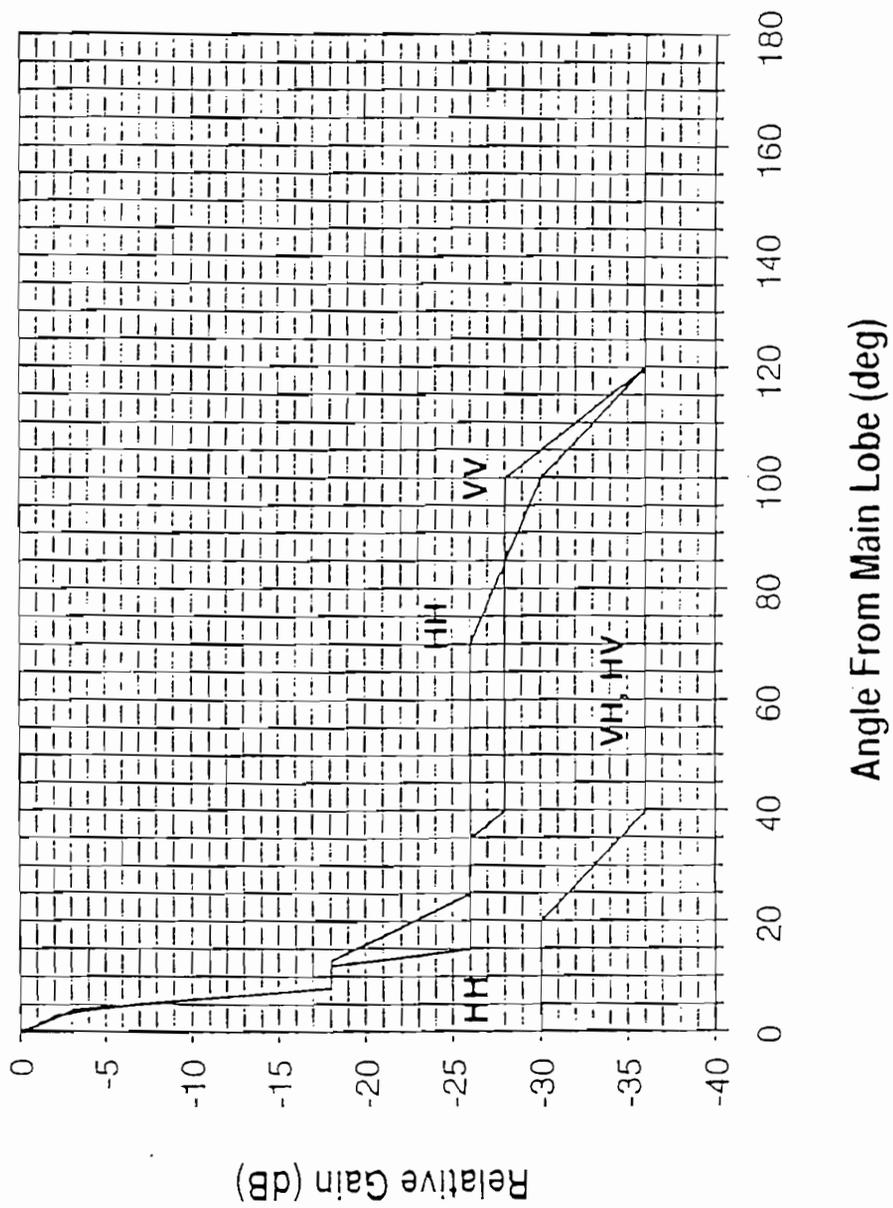
### MECHANICAL SPECIFICATIONS

Diameter: 50.5 in. (1283 mm)  
Weight Including Clamps: 50 lb. (22.7 kg)  
Rated Wind Velocity: 125 mph (200 km/hr)  
Horizontal Thrust at Rated Wind: 390 lb. (177.3 kg)  
Mounting: Mounts to a 1.9 - 4.0 in. O.D. (48 - 102 mm) pipe using the two TMC-104 clamps supplied

### MATERIALS

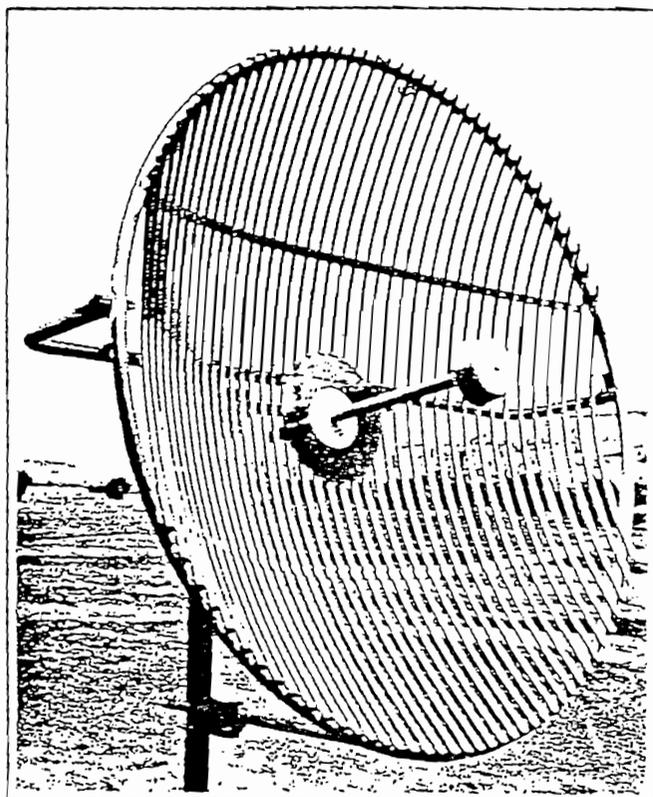
Radiating Element: Brass  
Reflector: Aluminum  
Clamps: Hot dip galvanized steel

Radiation Pattern Envelopes:  $f=1.48$  GHz



# PARABOLAS DE REJILLA

## GRID ANTENNAS



FRECUENCIA FREQUENCY (MHz)	DIAMETRO NOMINAL (metros) NOMINAL DIAMETER (meters)		
	1.5	2	3
890	AT40-710	AT40-720	AT40-730
960			
1425	AT50-710	AT50-720	AT50-730 ✓
1535			
1700	AT52-710	AT52-720	AT52-730
1900			
1900	AT54-710	AT54-720	AT54-730
2100			
2100	AT55-710	AT55-720	AT55-730
2300			
2300	AT56-710	AT56-720	AT56-730
2500			
2500	AT57-710	AT57-720	AT57-730
2700			

### Características generales

- Todos los tubos están soldados por arco lo que confiere una alta resistencia mecánica.
- Todos los materiales son de alta calidad, y no existen uniones susceptibles de corrosión.
- Peso y carga al viento muy reducidos respecto a reflectores sólidos de diámetro equivalente.
- Capaces de soportar vientos de hasta 200 Km/h y cargas de manguito de hielo radial de hasta 30 mm. de diámetro.
- El alimentador, totalmente radomizado, se extrae por la parte posterior del reflector lo que facilita la instalación y el mantenimiento.
- Ligera y de sencilla instalación.

### General Characteristics

- All the tubes are arc welded, which provides a high mechanical resistance.
- All the material are of high quality, and there are no joints susceptible to corrosion.
- Weight and wind load very reduced respect to solid reflectors of equivalent diameter.
- Capable of supporting winds up to 200 Km/h and ice radial loads up to 30 mm. of diameter.
- The feeder totally radomized is extracted from the back of the reflector making easy the installation and maintenance.
- Light weight and easy installation.

# DATOS ELECTRICOS

## ELECTRICAL DATA

890-960 MHz			
DIAMETRO (m) / DIAMETER (m)	1,5	2	3
N.º MODELO / MODEL NUMBER	AT 40-710	AT 40-720	AT 40-730
GANANCIA (mit. banda, dBi) / GAIN (mid. band, dBi)	20,2	22,7	26,2
R. O. E. / V. S. W. R.		1,3 : 1	
RELACION DELANTE ATRAS (dB) / FRONT TO BACK RATIO (dB)	25	27	28
ANCHO HAZ 3 dB (Grados) / 3 dB BEAM WIDTH (degrees)	15,8	11,8	7,8
DISCRIMINACION POLARIZACION CRUZADA (dB) CROSS POLARIZ. DISCR. (dB)		28	
POLARIZACION / POLARIZATION	VERT. U HORIZ. / VERT. OR HORIZ.		
CONECTOR / CONNECTOR	«N» HEMBRA / «N» FEMALE		

1425-1535 MHz			
DIAMETRO (m) / DIAMETER (m)	1,5	2	3
N.º MODELO / MODEL NUMBER	AT 50-710	AT 50-720	AT 50-730
GANANCIA (mit. banda, dBi) / GAIN (mid. band, dBi)	24,5	27,0	30,5
R. O. E. / V. S. W. R.		1,3 : 1	
RELACION DELANTE ATRAS (dB) / FRONT TO BACK RATIO (dB)	29	32	37
ANCHO HAZ 3 dB (Grados) / 3 dB BEAM WIDTH (degrees)	9,5	7,2	4,7
DISCRIMINACION POLARIZACION CRUZADA (dB) CROSS POLARIZ. DISCR. (dB)		30	
POLARIZACION / POLARIZATION	VERT. U HORIZ. / VERT. OR HORIZ.		
CONECTOR / CONNECTOR	«N» HEMBRA / «N» FEMALE		

1700-1900 MHz			
DIAMETRO (m) / DIAMETER (m)	1,5	2	3
N.º MODELO / MODEL NUMBER	AT 52-710	AT 52-720	AT 52-730
GANANCIA (mit. banda, dBi) / GAIN (mid. band, dBi)	26,1	28,6	32,1
R. O. E. / V. S. W. R.		1,3 : 1	
RELACION DELANTE ATRAS (dB) / FRONT TO BACK RATIO (dB)	32	36	40
ANCHO HAZ 3 dB (Grados) / 3 dB BEAM WIDTH (degrees)	7,7	5,8	3,9
DISCRIMINACION POLARIZACION CRUZADA (dB) CROSS POLARIZ. DISCR. (dB)		30	
POLARIZACION / POLARIZATION	VERT. U HORIZ. / VERT. OR HORIZ.		
CONECTOR / CONNECTOR	«N» HEMBRA / «N» FEMALE		

1900-2100 MHz			
DIAMETRO (m) / DIAMETER (m)	1,5	2	3
N.º MODELO / MODEL NUMBER	AT 54-710	AT 54-720	AT 54-730
GANANCIA (mit. banda, dBi) / GAIN (mid. band, dBi)	27,0	29,5	33,1
R. O. E. / V. S. W. R.		1,3 : 1	
RELACION DELANTE ATRAS (dB) / FRONT TO BACK RATIO (dB)	32	36	40
ANCHO HAZ 3 dB (Grados) / 3 dB BEAM WIDTH (degrees)	7,1	3	3,6
DISCRIMINACION POLARIZACION CRUZADA (dB) CROSS POLARIZ. DISCR. (dB)		30	
POLARIZACION / POLARIZATION	VERT. U HORIZ. / VERT. OR HORIZ.		
CONECTOR / CONNECTOR	«N» HEMBRA / «N» FEMALE		

## ENVOLVENTES

### ENVOLVENTES DE DIAGRAMA DE RADIACIÓN (EDR)

Las gráficas adjuntas son las envolventes de los diagramas de radiación de los tres diámetros de antena para cada uno de los siete tipos de antenas.

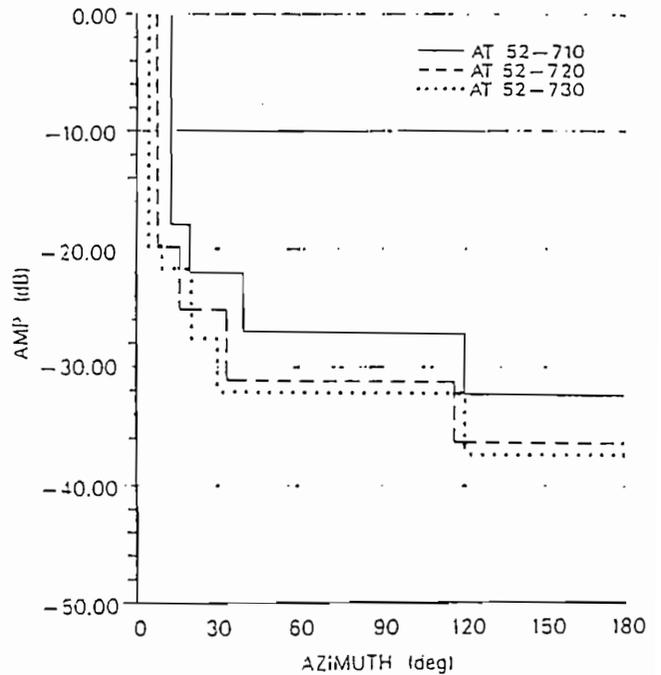
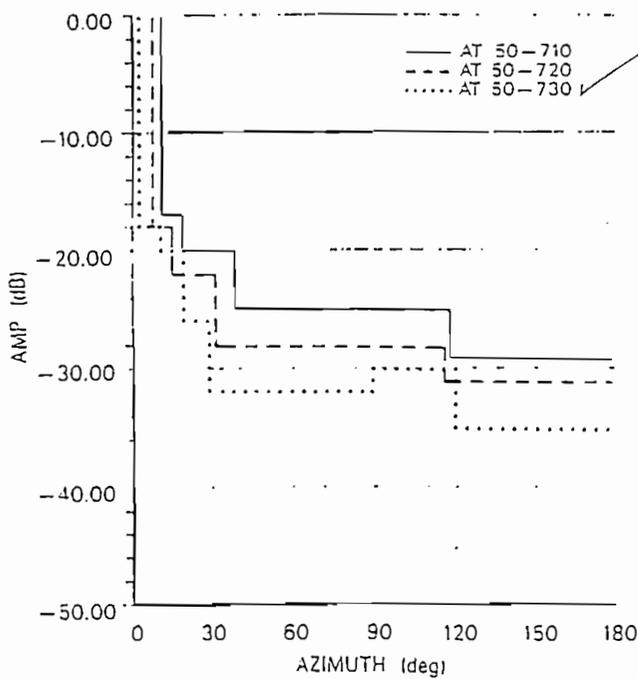
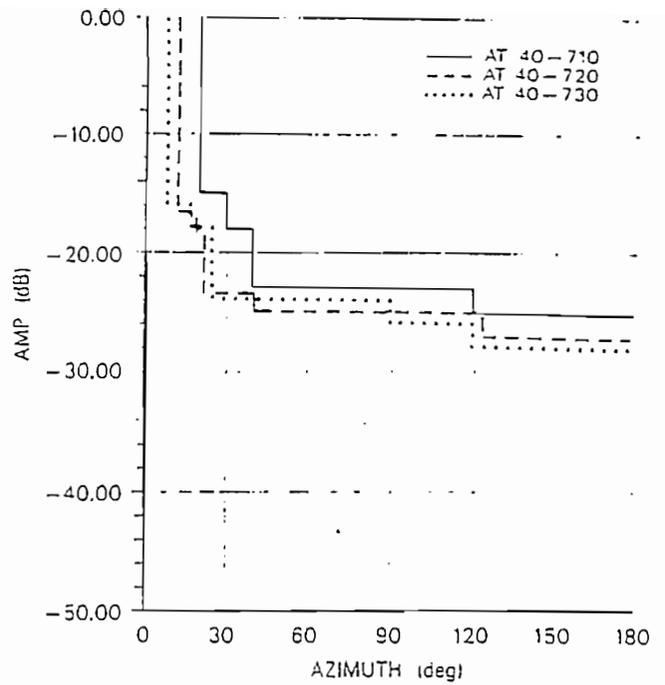
RYMSA garantiza que para cualquier unidad de serie el diagrama de radiación está por debajo de estos envolventes.

## ENVELOPES

### RADIATION PATTERN ENVELOPES (RPE)

The attached graphics are the radiation pattern envelopes from the seven types of antennas at three diameters.

RYMSA guarantees these pattern envelopes for any production unit.



# ANEXO 3

## PERFILES TOPOGRAFICOS Y ZONAS DE FRESNEL

- 3.1.- ENLACE CERRO BLANCO – PUSAG COCHA.
- 3.2.- ENLACE PUSAG COCHA – CERRO PICHE.
- 3.3.- ENLACE CERRO PICHE – NANEGAL.
- 3.4.- ENLACE CERRO PICHE – MARIANITAS.
- 3.5.- ENLACE CERRO PICHE – PALMITO PAMBA.
- 3.6.- ENLACE CERRO PICHE – LA PERLA.
- 3.7.- ENLACE CERRO PICHE – EL PORVENIR.
- 3.8.- ENLACE CERRO PICHE – CERRO MIRADOR.
- 3.9.- ENLACE CERRO PICHE – SANTA ELENA.
- 3.10.- ENLACE CERRO MIRADOR – TULIPE.
- 3.11.- ENLACE CERRO MIRADOR – LAS TOLAS.
- 3.12.- ENLACE CERRO MIRADOR – ARMENIA.
- 3.13.- ENLACE CERRO MIRADOR – GUALEA CRUZ.
- 3.14.- ENLACE CERRO MIRADOR – INGAPI.
- 3.15.- ENLACE EL PORVENIR – URCUTAMBO.
- 3.16.- ENLACE GUALEA CRUZ – GUALEA.
- 3.17.- ENLACE INGAPI – PACTO.
- 3.18.- ENLACE ARMENIA – NANEGALITO.

ENLACE No 1

DATOS DE RADIOENLACE CERRO BLANCO - PUSAG COCHA

PUNTO A:           Nombre: CERRO BLANCO  
 Longitud: O 78°05' 9"  
 Latitud: N 0°12'45"  
 Altura: 3,550 m.s.n.m.  
 Torre: 10 m.

PUNTO B:           Nombre: PUSAG COCHA  
 Longitud: O 78°26'38"  
 Latitud: N 0°14'30"  
 Altura: 3,613 m.s.n.m.  
 Torre: 10 m.

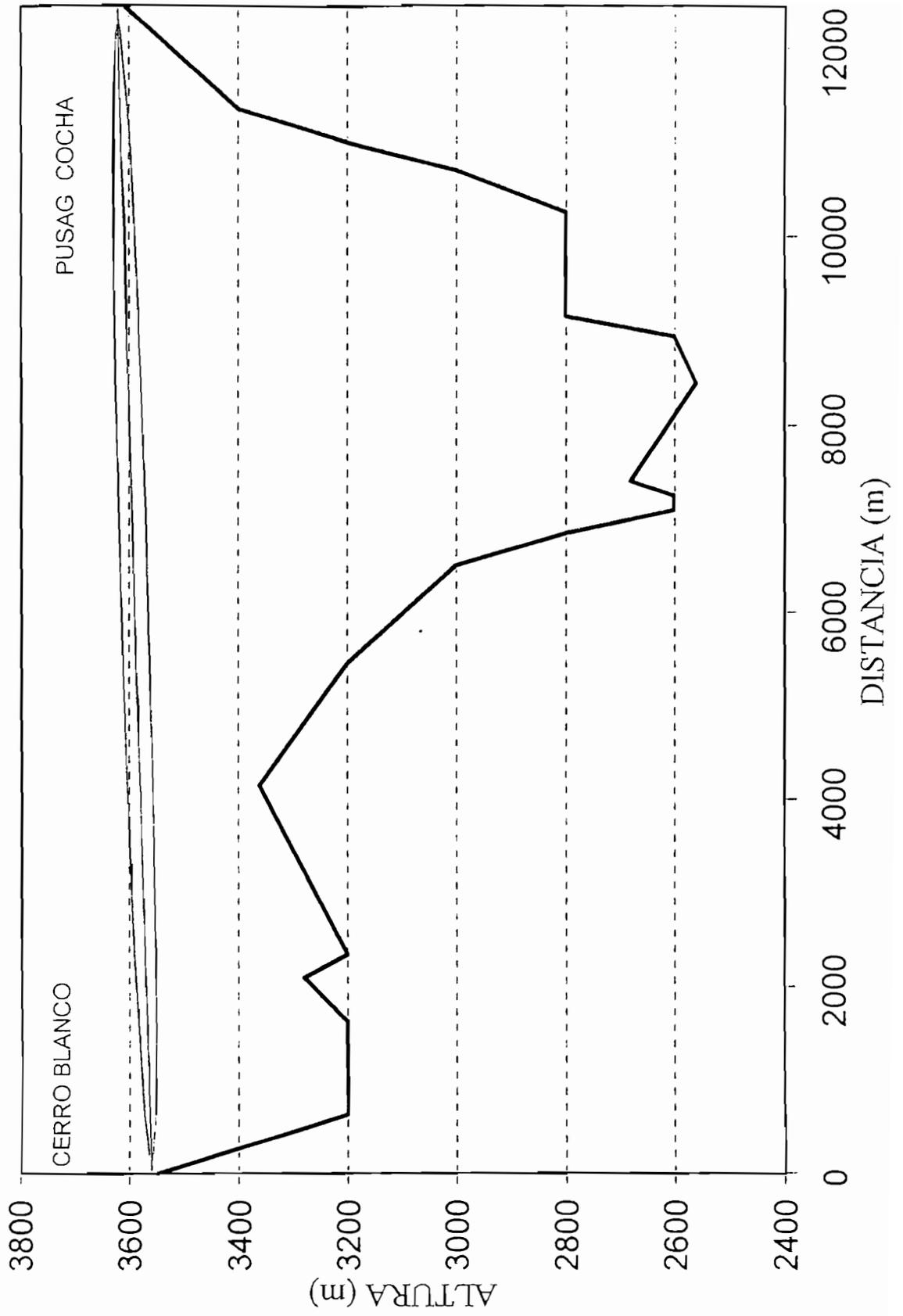
DISTANCIA DEL ENLACE: 12,450 m.

FRECUENCIA: 1,500 MHZ.

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABULT. TIERRA ALTURA h	ALTURA CORREG. H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO ZONA FRESNEL rf	ALTURA SUPER. FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. (m.)	DESPJ. (%)
0	3,550	12,450	0.00	3,550.00	3,560	0.00	3,560	3,560	10.00	100.00
650	3,200	11,800	0.45	3,200.45	3,563	11.09	3,574	3,552	351.75	100.00
1,625	3,200	10,825	1.03	3,201.03	3,568	16.79	3,585	3,551	350.40	100.00
2,100	3,280	10,350	1.28	3,281.28	3,571	18.66	3,589	3,552	270.69	100.00
2,350	3,200	10,100	1.40	3,201.40	3,572	19.50	3,591	3,552	350.99	100.00
4,150	3,360	8,300	2.03	3,362.03	3,581	23.49	3,604	3,558	195.48	100.00
5,450	3,200	7,000	2.24	3,202.24	3,588	24.72	3,612	3,563	360.61	100.00
6,500	3,000	5,950	2.28	3,002.28	3,593	24.89	3,618	3,568	565.72	100.00
6,850	2,800	5,600	2.26	2,802.26	3,595	24.79	3,619	3,570	767.62	100.00
7,100	2,600	5,350	2.23	2,602.23	3,596	24.67	3,621	3,571	969.02	100.00
7,250	2,600	5,200	2.22	2,602.22	3,597	24.58	3,621	3,572	969.89	100.00
7,400	2,680	5,050	2.20	2,682.20	3,597	24.47	3,622	3,573	890.78	100.00
8,450	2,560	4,000	1.99	2,561.99	3,603	23.27	3,626	3,579	1017.50	100.00
8,950	2,600	3,500	1.84	2,601.84	3,605	22.40	3,628	3,583	981.04	100.00
9,150	2,800	3,300	1.78	2,801.78	3,606	22.00	3,628	3,584	782.53	100.00
10,250	2,800	2,200	1.33	2,801.33	3,612	19.01	3,631	3,593	791.53	100.00
10,700	3,000	1,750	1.10	3,001.10	3,614	17.32	3,631	3,597	595.72	100.00
11,000	3,200	1,450	0.94	3,200.94	3,616	15.99	3,632	3,600	398.74	100.00
11,350	3,400	1,100	0.73	3,400.73	3,617	14.14	3,632	3,603	202.56	100.00
12,450	3,613	0	0.00	3,613.00	3,623	0.00	3,623	3,623	10.00	100.00

# ENLACE CERRO BLANCO - PUSAG COCHA

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



ENLACE No 2

DATOS DE RADIOENLACE PUSAG COCHA - CERRO PICHE

PUNTO A: Nombre: PUSAG COCHA  
 Longitud: O 78°26'38"  
 Latitud: N 0°14'30"  
 Altura: 3,613 m.s.n.m.  
 Torre: 10 m.

PUNTO B: Nombre: CERRO PICHE  
 Longitud: O 78°40'09"  
 Latitud: N 0°06'39"  
 Altura: 1,800 m.s.n.m.  
 Torre: 60 m.

DISTANCIA DEL ENLACE: 36,750 m.

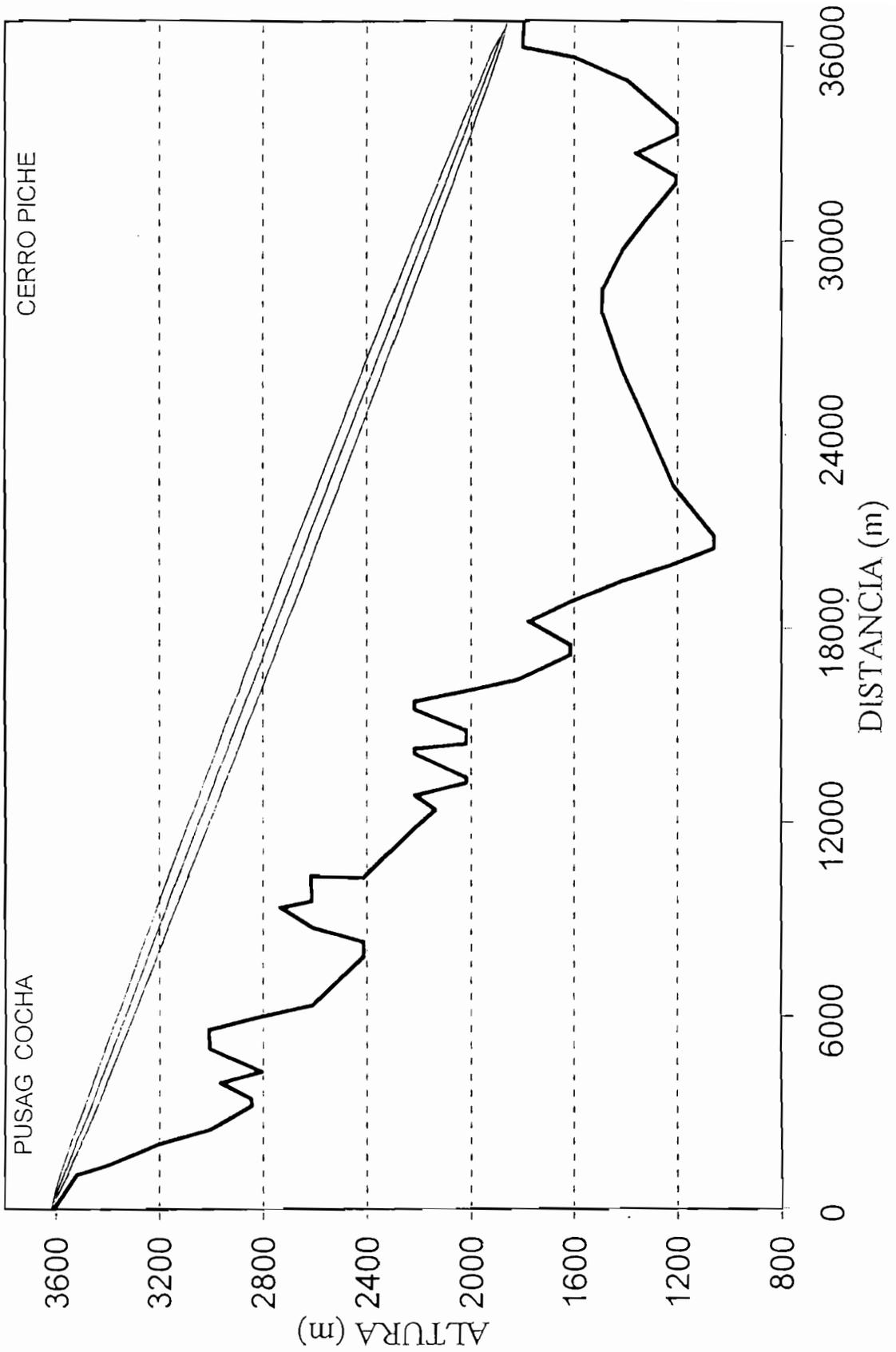
FRECUENCIA: 1,500 MHZ.

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABULTAM. TIERRA ALTURA h'	ALTURA CORREG. H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	ZONA FRESNEL rf (m)	ALTURA SUPER. FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. (m.)	DESPJ. (%)
0	3,613	36,750	0.00	3,613.00	3,623	0.00	3623.00	3623.00	10.00	100.00
1,100	3,520	35,650	2.31	3,522.31	3,570	14.59	3584.82	3555.64	33.33	100.00
1,400	3,400	35,350	2.91	3,402.91	3,556	16.39	3572.23	3539.45	136.54	100.00
2,050	3,200	34,700	4.18	3,204.18	3,525	19.65	3544.31	3505.01	300.82	100.00
2,500	3,000	34,250	5.04	3,005.04	3,503	21.56	3524.63	3481.51	476.47	100.00
3,250	2,840	33,500	6.40	2,846.40	3,467	24.31	3491.40	3442.78	596.37	100.00
3,450	2,840	33,300	6.76	2,846.76	3,457	24.97	3482.47	3432.52	585.76	100.00
3,950	2,960	32,800	7.62	2,967.62	3,434	26.52	3460.03	3406.99	439.37	100.00
4,300	2,800	32,450	8.21	2,808.21	3,417	27.52	3444.24	3389.20	580.99	100.00
5,000	3,000	31,750	9.34	3,009.34	3,383	29.35	3412.49	3353.78	344.44	100.00
5,600	3,000	31,150	10.26	3,010.26	3,354	30.77	3385.12	3323.58	313.32	100.00
6,000	2,800	30,750	10.85	2,810.85	3,335	31.65	3366.81	3303.52	492.66	100.00
6,350	2,600	30,400	11.36	2,611.36	3,318	32.37	3350.74	3286.00	674.65	100.00
7,850	2,400	28,900	13.35	2,413.35	3,246	35.09	3281.50	3211.32	797.98	100.00
8,050	2,400	28,700	13.59	2,413.59	3,237	35.41	3272.23	3201.41	787.82	100.00
8,300	2,400	28,450	13.89	2,413.89	3,225	35.80	3260.63	3189.03	775.13	100.00
8,750	2,600	28,000	14.41	2,614.41	3,203	36.47	3239.70	3166.77	552.36	100.00
9,350	2,720	27,400	15.07	2,735.07	3,174	37.29	3211.74	3137.16	402.09	100.00
9,550	2,600	27,200	15.28	2,615.28	3,165	37.55	3202.41	3127.31	512.03	100.00
10,350	2,600	26,400	16.07	2,616.07	3,126	38.51	3164.99	3087.97	471.90	100.00
10,300	2,400	26,450	16.03	2,416.03	3,129	38.45	3167.33	3090.43	674.40	100.00
11,850	2,200	24,900	17.36	2,217.36	3,055	40.02	3094.54	3014.50	797.15	100.00
12,400	2,120	24,350	17.76	2,137.76	3,028	40.48	3068.62	2987.65	849.89	100.00
12,850	2,200	23,900	18.07	2,218.07	3,007	40.83	3047.38	2965.72	747.66	100.00
13,250	2,000	23,500	18.32	2,018.32	2,987	41.11	3028.47	2946.25	927.93	100.00
13,400	2,000	23,350	18.41	2,018.41	2,980	41.21	3021.38	2938.95	920.55	100.00
14,150	2,200	22,600	18.81	2,218.81	2,944	41.66	2985.85	2902.52	683.71	100.00
14,300	2,200	22,450	18.88	2,218.88	2,937	41.74	2978.73	2895.25	676.36	100.00
14,450	2,000	22,300	18.96	2,018.96	2,930	41.82	2971.61	2887.97	869.02	100.00
14,850	2,000	21,900	19.13	2,019.13	2,911	42.01	2952.62	2868.59	849.46	100.00
15,500	2,200	21,250	19.38	2,219.38	2,879	42.28	2921.70	2837.14	617.76	100.00
15,750	2,200	21,000	19.46	2,219.46	2,867	42.37	2909.80	2825.06	605.60	100.00
16,100	2,000	20,650	19.56	2,019.56	2,851	42.48	2893.12	2808.16	788.60	100.00
16,450	1,800	20,300	19.64	1,819.64	2,834	42.57	2876.42	2791.27	971.63	100.00
17,200	1,600	19,550	19.78	1,619.78	2,798	42.72	2840.59	2755.15	1135.37	100.00
17,500	1,600	19,250	19.82	1,619.82	2,783	42.76	2826.24	2740.72	1120.90	100.00
18,250	1,760	18,500	19.86	1,779.86	2,747	42.81	2790.31	2704.69	924.83	100.00
18,850	1,600	17,900	19.85	1,619.85	2,719	42.80	2761.51	2675.92	1056.07	100.00

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABULTAM. TIERRA ALTURA h	ALTURA CORREG. H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	ZONA FRESNEL rf (m)	ALTURA SUPER. FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. (m.)	DESPJ. (%)
19,500	1,400	17,250	19.79	1,419.79	2,688	42.73	2730.26	2644.80	1225.01	100.00
20,000	1,200	16,750	19.71	1,219.71	2,664	42.64	2706.19	2620.90	1401.20	100.00
20,500	1,040	16,250	19.60	1,059.60	2,640	42.52	2682.08	2597.04	1537.44	100.00
20,850	1,040	15,900	19.50	1,059.50	2,623	42.42	2665.19	2580.35	1520.85	100.00
22,400	1,200	14,350	18.91	1,218.91	2,548	41.77	2590.18	2506.64	1287.73	100.00
24,600	1,320	12,150	17.58	1,337.58	2,443	40.28	2483.15	2402.59	1065.01	100.00
26,000	1,400	10,750	16.44	1,416.44	2,376	38.95	2414.66	2336.76	920.32	100.00
27,800	1,480	8,950	14.64	1,494.64	2,289	36.75	2326.11	2252.61	757.97	100.00
28,450	1,480	8,300	13.89	1,493.89	2,258	35.80	2293.97	2222.37	728.48	100.00
29,750	1,400	7,000	12.25	1,412.25	2,196	33.62	2229.43	2162.19	749.94	100.00
30,600	1,320	6,150	11.07	1,331.07	2,155	31.96	2186.99	2123.07	792.00	100.00
31,800	1,200	4,950	9.26	1,209.26	2,097	29.23	2126.70	2068.24	858.98	100.00
32,000	1,200	4,750	8.94	1,208.94	2,088	28.72	2116.59	2059.15	850.21	100.00
32,700	1,360	4,050	7.79	1,367.79	2,054	26.81	2081.10	2027.48	659.69	100.00
33,300	1,200	3,450	6.76	1,206.76	2,026	24.97	2050.48	2000.53	793.78	100.00
33,600	1,200	3,150	6.23	1,206.23	2,011	23.97	2035.08	1987.15	780.92	100.00
34,950	1,400	1,800	3.70	1,403.70	1,946	18.48	1964.83	1927.87	524.17	100.00
35,650	1,600	1,100	2.31	1,602.31	1,913	14.59	1927.36	1898.18	295.87	100.00
35,950	1,800	800	1.69	1,801.69	1,898	12.49	1910.87	1885.88	84.19	100.00
36,750	1,800	0	0.00	1,800.00	1,860	0.00	1860.00	1860.00	60.00	100.00

# ENLACE PUSAG COCHA - CERRO PICHE

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



ENLACE No 3

DATOS DE RADIOENLACE CERRO PICHE - NANEGAL

PUNTO A:           Nombre: CERRO PICHE  
 Longitud: O 78°40' 09"  
 Latitud:   N 0°06'39"  
 Altura:       1,800 m.s.n.m.  
 Torre:         60 m.

PUNTO B:           Nombre: NANEGAL  
 Longitud: O 78°40'26"  
 Latitud:   N 0°08'24"  
 Altura:       1,120 m.s.n.m.  
 Torre:         20 m.

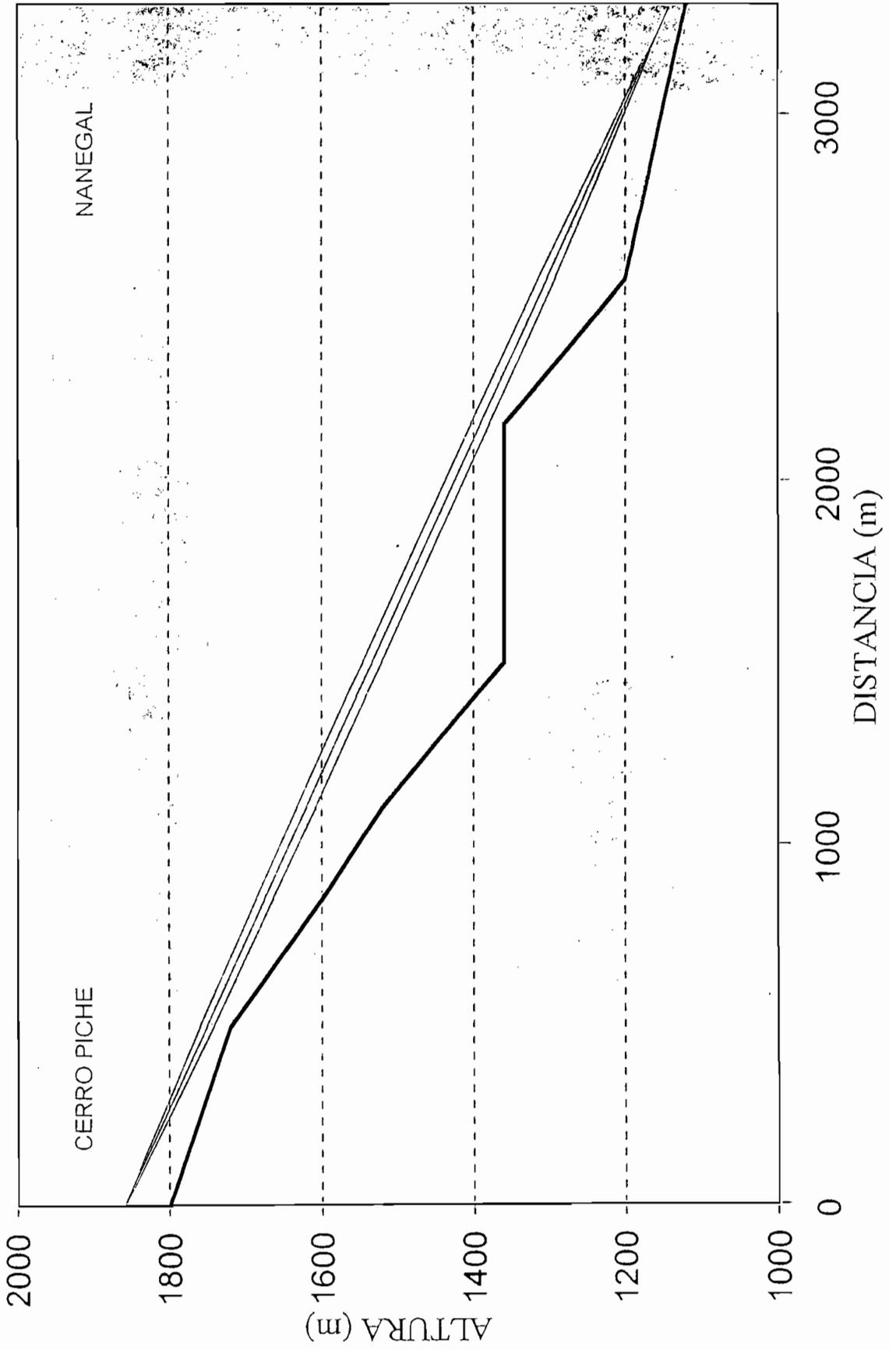
DISTANCIA DEL ENLACE:       3,300 m.

FRECUENCIA:                   1,500 MHZ.

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABULTAM. TIERRA ALTURA h	ALTURA CORREG. H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	ZONA FRESNEL rf (m)	ALTURA SUPER. FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. (m.)	DESPJ. (%)
0	1,800	3,300	0.00	1,800.00	1,860	0.00	1860.00	1860.00	60.00	100.00
500	1,720	2,800	0.08	1,720.08	1,751	9.20	1760.11	1741.71	21.63	100.00
850	1,600	2,450	0.12	1,600.12	1,675	11.22	1685.77	1663.33	63.20	100.00
1,100	1,520	2,200	0.14	1,520.14	1,620	12.09	1632.09	1607.91	87.76	100.00
1,400	1,400	1,900	0.16	1,400.16	1,555	12.68	1567.23	1541.87	141.71	100.00
1,500	1,360	1,800	0.16	1,360.16	1,533	12.78	1545.50	1519.95	159.79	100.00
2,150	1,360	1,150	0.15	1,360.15	1,391	12.23	1403.13	1378.68	18.54	100.00
2,550	1,200	750	0.11	1,200.11	1,304	10.75	1314.39	1292.88	92.77	100.00
3,300	1,120	0	0.00	1,120.00	1,140	0.00	1140.00	1140.00	20.00	100.00

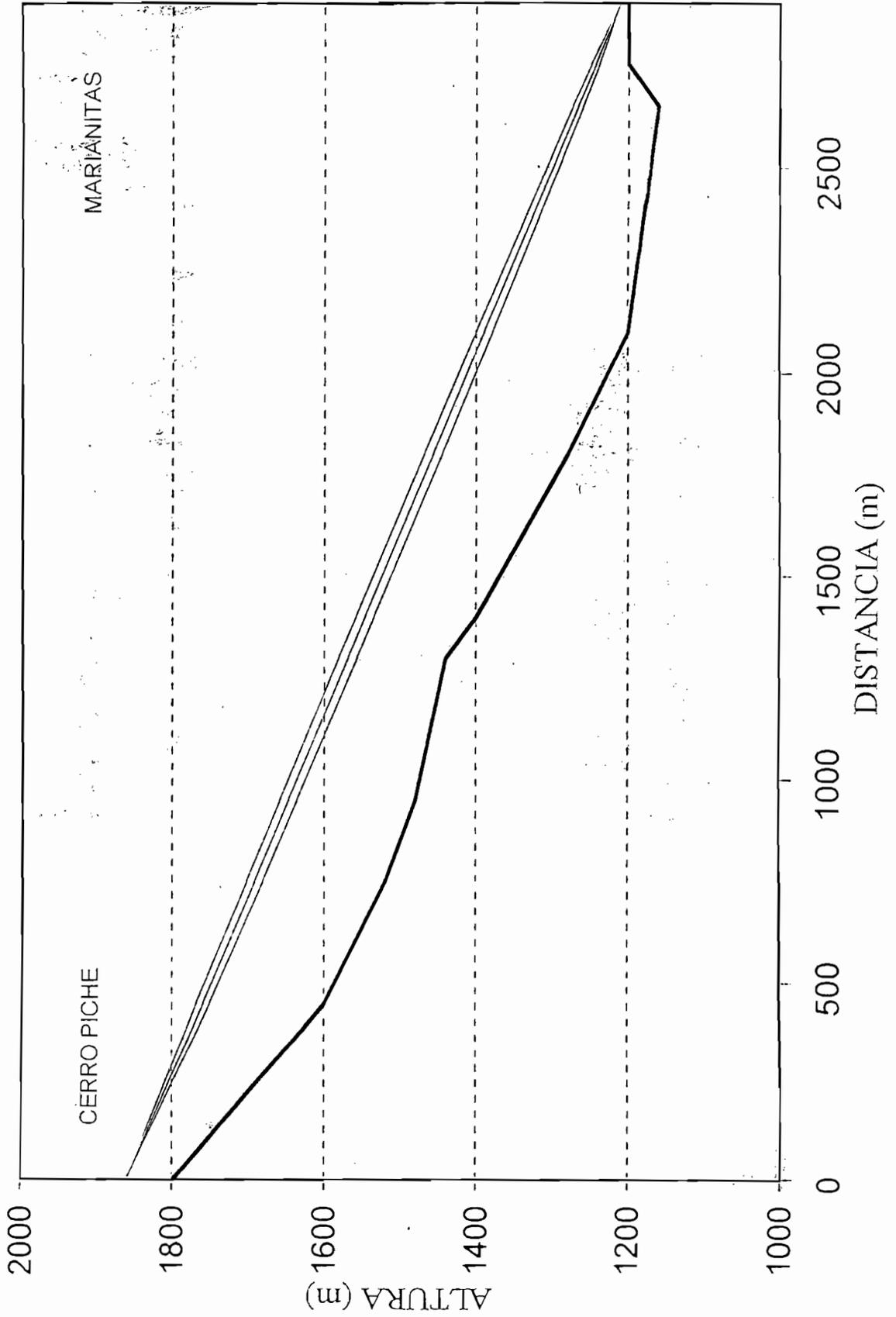
# ENLACE CERRO PICHE - NANEGAL

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



# ENLACE CERRO PICHE - MARIANITAS

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



# ENLACE CERRO PICHE - PALMITO PAMBA

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



## DATOS DE RADIOENLACE CERRO PICHE - LA PERLA

PUNTO A: Nombre: CERRO PICHE  
 Longitud: O 78°40' 9"  
 Latitud: N 0°06'39"  
 Altura: 1,800 m.s.n.m.  
 Torre: 60 m.

PUNTO B: Nombre: LA PERLA  
 Longitud: O 78°41'00"  
 Latitud: N 0°11'56"  
 Altura: 1,320 m.s.n.m.  
 Torre: 10 m.

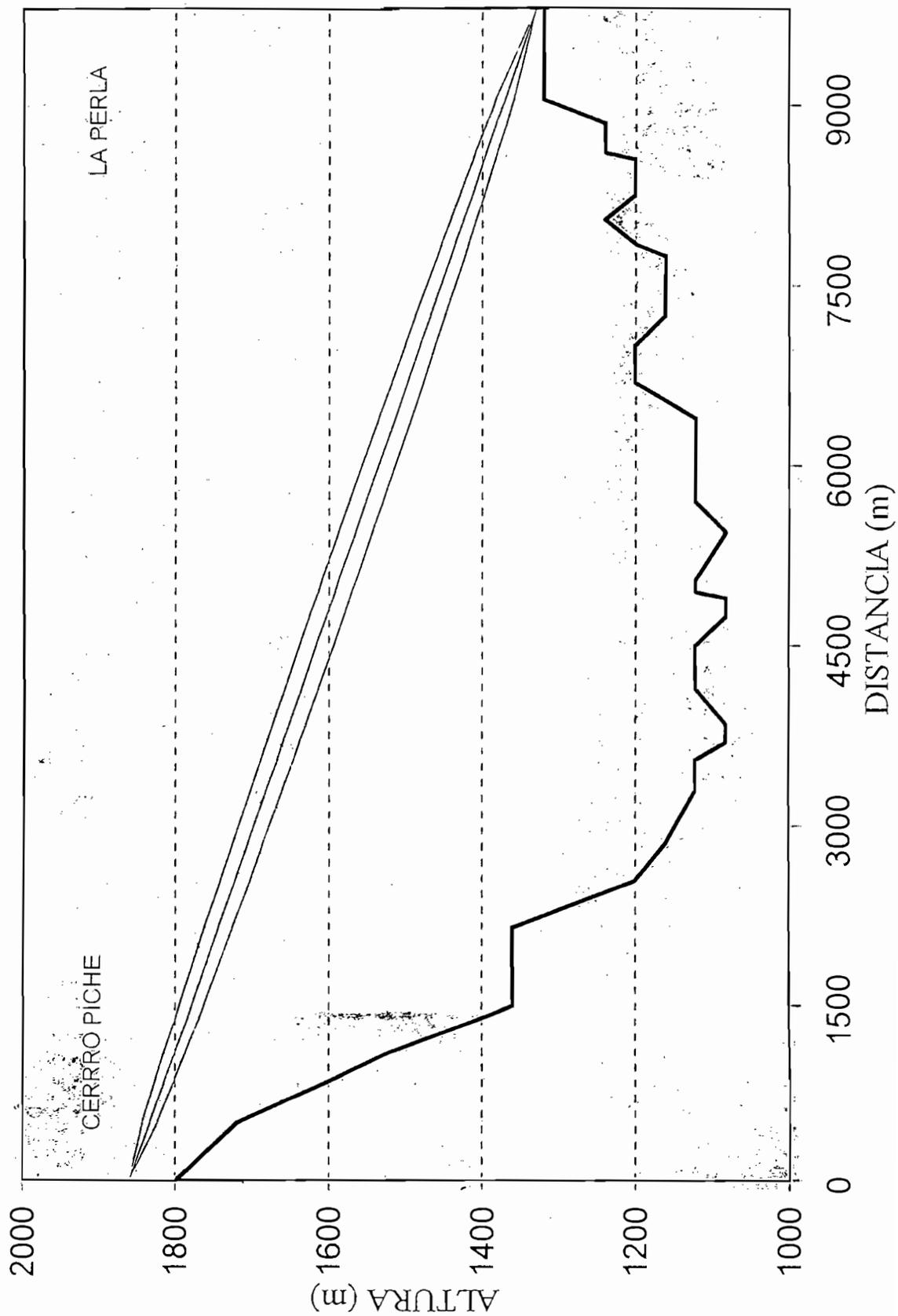
DISTANCIA DEL ENLACE: 9,800 m.

FRECUENCIA: 1,500 MHZ.

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABULTAM. TIERRA ALTURA h	ALTURA CORREG. H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	ZONA FRESNEL rf (m)	ALTURA SUPER. FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. (m.)	DESPJ. (%)
0	1,800	9,800	0.00	1,800.00	1,860	0.00	1860.00	1860.00	60.00	100.00
500	1,720	9,300	0.27	1,720.27	1,833	9.73	1842.69	1823.23	102.96	100.00
850	1,600	8,950	0.45	1,600.45	1,814	12.44	1826.47	1801.59	201.14	100.00
1,100	1,520	8,700	0.56	1,520.56	1,801	13.96	1814.47	1786.55	265.99	100.00
1,400	1,400	8,400	0.69	1,400.69	1,784	15.47	1799.76	1768.81	368.12	100.00
1,500	1,360	8,300	0.73	1,360.73	1,779	15.92	1794.80	1762.96	402.23	100.00
2,150	1,360	7,650	0.97	1,360.97	1,744	18.30	1762.02	1725.43	364.46	100.00
2,550	1,200	7,250	1.09	1,201.09	1,722	19.40	1741.49	1702.69	501.61	100.00
2,850	1,160	6,950	1.17	1,161.17	1,706	20.08	1725.95	1685.79	524.62	100.00
3,300	1,120	6,500	1.26	1,121.26	1,682	20.89	1702.43	1660.64	539.37	100.00
3,550	1,120	6,250	1.31	1,121.31	1,668	21.25	1689.26	1646.76	525.45	100.00
3,700	1,080	6,100	1.33	1,081.33	1,660	21.43	1681.33	1638.46	557.14	100.00
3,850	1,080	5,950	1.35	1,081.35	1,652	21.59	1673.38	1630.19	548.84	100.00
4,150	1,120	5,650	1.38	1,121.38	1,636	21.85	1657.41	1613.71	492.34	100.00
4,500	1,120	5,300	1.40	1,121.40	1,617	22.03	1638.67	1594.60	473.20	100.00
4,750	1,080	5,050	1.41	1,081.41	1,603	22.10	1625.21	1581.02	499.60	100.00
4,900	1,080	4,900	1.41	1,081.41	1,595	22.11	1617.11	1572.89	491.48	100.00
4,950	1,120	4,850	1.41	1,121.41	1,592	22.11	1614.40	1570.19	448.78	100.00
5,050	1,120	4,750	1.41	1,121.41	1,587	22.10	1608.98	1564.79	443.38	100.00
5,450	1,080	4,350	1.39	1,081.39	1,565	21.97	1587.22	1543.29	461.89	100.00
5,700	1,120	4,100	1.37	1,121.37	1,552	21.81	1573.54	1529.92	408.55	100.00
6,400	1,120	3,400	1.28	1,121.28	1,514	21.05	1534.92	1492.83	371.55	100.00
6,700	1,200	3,100	1.22	1,201.22	1,498	20.56	1518.21	1477.09	275.87	100.00
7,000	1,200	2,800	1.15	1,201.15	1,481	19.97	1501.40	1461.45	260.30	100.00
7,250	1,160	2,550	1.09	1,161.09	1,468	19.40	1487.31	1448.51	287.42	100.00
7,750	1,160	2,050	0.93	1,160.93	1,441	17.98	1458.85	1422.88	261.95	100.00
7,850	1,200	1,950	0.90	1,200.90	1,435	17.65	1453.11	1417.81	216.91	100.00
8,050	1,240	1,750	0.83	1,240.83	1,425	16.93	1441.58	1407.71	166.88	100.00
8,250	1,200	1,550	0.75	1,200.75	1,414	16.13	1429.96	1397.69	196.94	100.00
8,550	1,200	1,250	0.63	1,200.63	1,398	14.75	1412.35	1382.85	182.22	100.00
8,600	1,240	1,200	0.61	1,240.61	1,395	14.49	1409.39	1380.40	139.80	100.00
8,850	1,240	950	0.49	1,240.49	1,381	13.08	1394.46	1368.30	127.80	100.00
8,950	1,280	850	0.45	1,280.45	1,376	12.44	1388.41	1363.53	83.08	100.00
9,050	1,320	750	0.40	1,320.40	1,371	11.75	1382.32	1358.81	38.41	100.00
9,800	1,320	0	0.00	1,320.00	1,330	0.00	1330.00	1330.00	10.00	100.00

# ENLACE CERRO PICHE - LA PERLA

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



## DATOS DE RADIOENLACE CERRO PICHE- EL PORVENIR

PUNTO A:           Nombre: CERRO PICHE  
 Longitud: O 78°40'09"  
 Latitud: N 0°06'39"  
 Altura:           1,800 m.s.n.m.  
 Torre:            60 m.

PUNTO B:           Nombre: EL PORVENIR  
 Longitud: O 78°43'34"  
 Latitud: N 0°08'59"  
 Altura:           1,400 m.s.n.m.  
 Torre:            60 m.

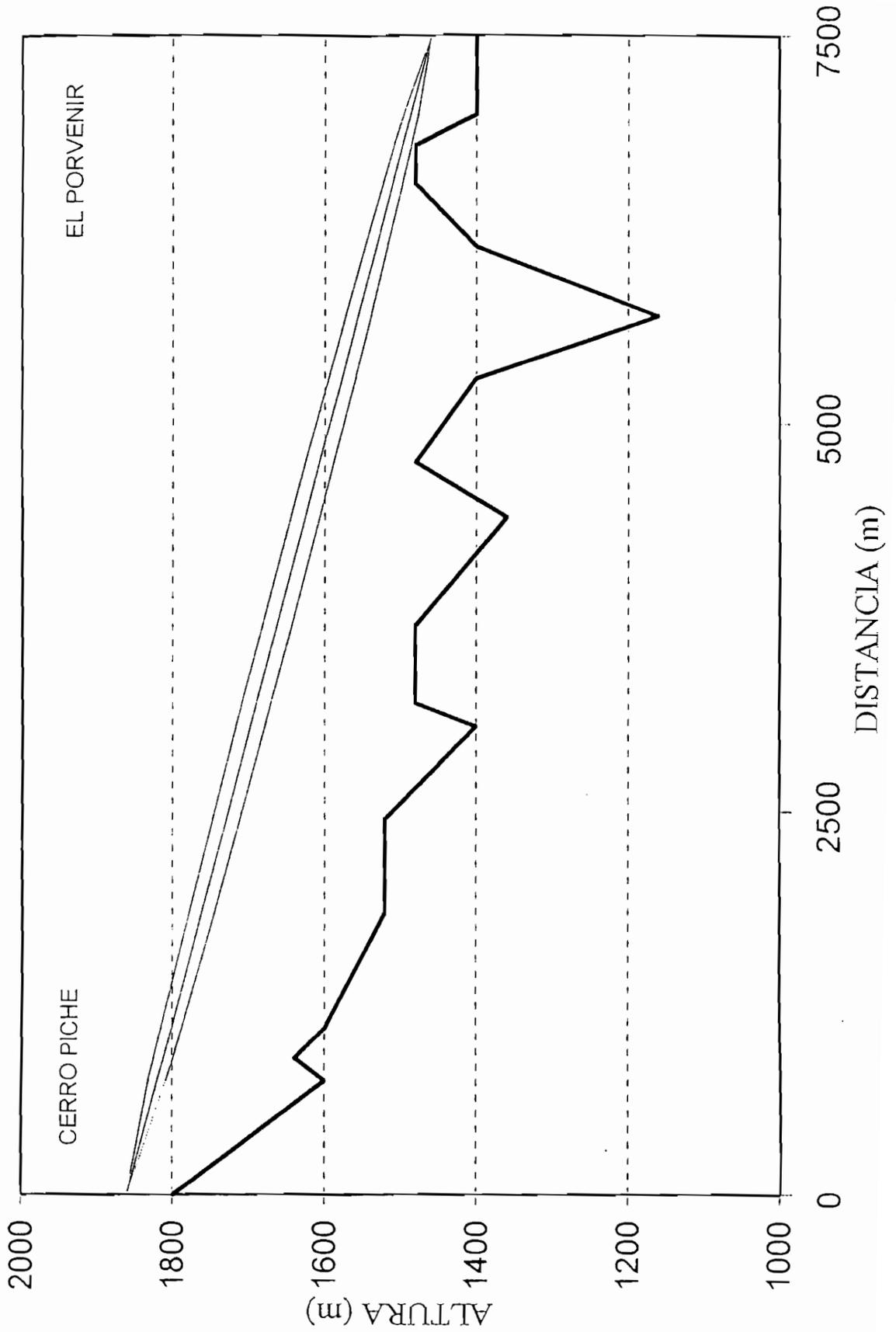
DISTANCIA DEL ENLACE:           7,500 m.

FRECUENCIA:                        1,500 MHZ.

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABULTAM. TIERRA ALTURA h	ALTURA CORREG. H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	ZONA FRESNEL rf	ALTURA SUPER FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. (m.)	DESPJ. (%)
0	1,800	7,500	0.00	1,800.00	1,860	0.00	1,860	1,860	60.00	100.00
750	1,600	6,750	0.30	1,600.30	1,820	11.60	1,832	1,808	208.10	100.00
900	1,640	6,600	0.35	1,640.35	1,812	12.57	1,825	1,799	159.08	100.00
1,100	1,600	6,400	0.41	1,600.41	1,801	13.68	1,815	1,788	187.24	100.00
1,850	1,520	5,650	0.61	1,520.61	1,761	16.67	1,778	1,745	224.05	100.00
2,450	1,520	5,050	0.73	1,520.73	1,729	18.14	1,747	1,711	190.47	100.00
3,050	1,400	4,450	0.80	1,400.80	1,697	19.00	1,716	1,678	277.54	100.00
3,200	1,480	4,300	0.81	1,480.81	1,689	19.13	1,708	1,670	189.39	100.00
3,700	1,480	3,800	0.83	1,480.83	1,663	19.34	1,682	1,643	162.50	100.00
4,400	1,360	3,100	0.80	1,360.80	1,625	19.05	1,644	1,606	245.48	100.00
4,750	1,480	2,750	0.77	1,480.77	1,607	18.64	1,625	1,588	107.26	100.00
5,300	1,400	2,200	0.69	1,400.69	1,577	17.61	1,595	1,560	159.04	100.00
5,700	1,160	1,800	0.60	1,160.60	1,556	16.52	1,573	1,539	378.88	100.00
6,150	1,400	1,350	0.49	1,400.49	1,532	14.86	1,547	1,517	116.65	100.00
6,550	1,480	950	0.37	1,480.37	1,511	12.86	1,524	1,498	17.44	100.00
6,800	1,480	700	0.28	1,480.28	1,497	11.25	1,509	1,486	5.80	100.00
7,000	1,400	500	0.21	1,400.21	1,487	9.65	1,496	1,477	76.81	100.00
7,500	1,400	0	0.00	1,400.00	1,460	0.00	1,460	1,460	60.00	100.00

# ENLACE CERRO PICHE- EL PORVENIR

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



DATOS DE RADIOENLACE CERRO PICHE - CERRO MIRADOR

PUNTO A: Nombre: CERRO PICHE  
 Longitud: O 78°40' 9"  
 Latitud: N 0°06'39"  
 Altura: 1,800 m.s.n.m.  
 Torre: 60 m.

PUNTO B: Nombre: CERRO MIRADOR  
 Longitud: O 78°44' 1"  
 Latitud: N 0°03'25"  
 Altura: 2,000 m.s.n.m.  
 Torre: 60 m.

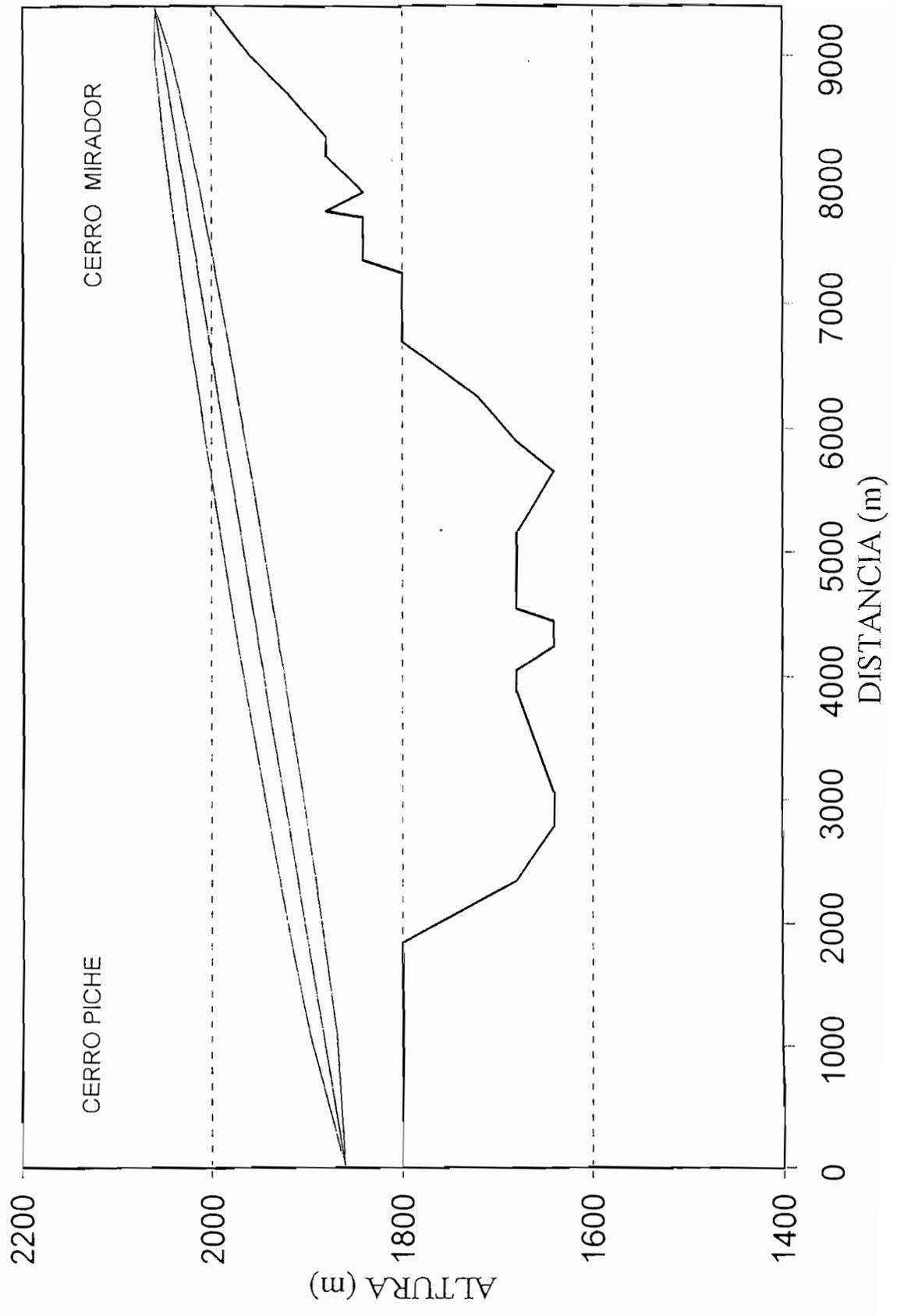
DISTANCIA DEL ENLACE: 9,400 m.

FRECUENCIA: 1,500 MHZ.

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABUTAM. TIERRA ALTURA h	ALTURA CORREG. H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	ZONA FRESNEL rf (m)	ALTURA SUPER. FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. (m.)	DESPJ. (%)
0	1,800	9,400	0.00	1,800.00	1,860	0.00	1860.00	1860.00	60.00	100.00
1,100	1,800	8,300	0.54	1,800.54	1,883	13.92	1897.32	1869.49	68.95	100.00
1,850	1,800	7,550	0.82	1,800.82	1,899	17.22	1916.58	1882.15	81.32	100.00
2,350	1,680	7,050	0.97	1,680.97	1,910	18.75	1928.75	1891.25	210.28	100.00
2,800	1,640	6,600	1.09	1,641.09	1,920	19.80	1939.38	1899.77	258.68	100.00
3,050	1,640	6,350	1.14	1,641.14	1,925	20.27	1945.17	1904.62	263.48	100.00
3,900	1,680	5,500	1.26	1,681.26	1,943	21.33	1964.31	1921.64	240.38	100.00
4,050	1,680	5,350	1.27	1,681.27	1,946	21.44	1967.61	1924.73	243.45	100.00
4,250	1,640	5,150	1.29	1,641.29	1,950	21.55	1971.98	1928.87	287.59	100.00
4,450	1,640	4,950	1.30	1,641.30	1,955	21.62	1976.30	1933.06	291.76	100.00
4,550	1,680	4,850	1.30	1,681.30	1,957	21.64	1978.45	1935.17	253.87	100.00
5,150	1,680	4,250	1.29	1,681.29	1,970	21.55	1991.13	1948.02	266.74	100.00
5,650	1,640	3,750	1.25	1,641.25	1,980	21.20	2001.42	1959.01	317.76	100.00
5,900	1,680	3,500	1.21	1,681.21	1,986	20.93	2006.47	1964.60	283.38	100.00
6,250	1,720	3,150	1.16	1,721.16	1,993	20.44	2013.42	1972.54	251.38	100.00
6,700	1,800	2,700	1.06	1,801.06	2,003	19.59	2022.15	1982.96	181.90	100.00
7,250	1,800	2,150	0.92	1,800.92	2,014	18.19	2032.44	1996.07	195.15	100.00
7,350	1,840	2,050	0.89	1,840.89	2,016	17.88	2034.26	1998.50	157.62	100.00
7,700	1,840	1,700	0.77	1,840.77	2,024	16.67	2040.50	2007.16	166.39	100.00
7,750	1,880	1,650	0.75	1,880.75	2,025	16.47	2041.37	2008.42	127.67	100.00
7,900	1,840	1,500	0.70	1,840.70	2,028	15.86	2043.94	2012.23	171.53	100.00
8,200	1,880	1,200	0.58	1,880.58	2,034	14.45	2048.92	2020.02	139.44	100.00
8,350	1,880	1,050	0.52	1,880.52	2,038	13.64	2051.30	2024.02	143.50	100.00
8,700	1,920	700	0.36	1,920.36	2,045	11.37	2056.47	2033.74	113.38	100.00
9,000	1,960	400	0.21	1,960.21	2,051	8.74	2060.23	2042.75	82.54	100.00
9,400	2,000	0	0.00	2,000.00	2,060	0.00	2060.00	2060.00	60.00	100.00

# ENLACE CERRO PICHE - CERRO MIRADOR

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



DATOS DE RADIOENLACE CERRO PICHE - SANTA ELENA

PUNTO A:           Nombre: CERRO PICHE  
 Longitud: O 78°40' 09"  
 Latitud: N 0° 06'39"  
 Altura:           1,800 m.s.n.m.  
 Torre:            60 m.

PUNTO B:           Nombre: SANTA ELENA  
 Longitud: O 78°42'55"  
 Latitud: N 0° 05'42"  
 Altura:           1,600 m.s.n.m.  
 Torre:            60 m.

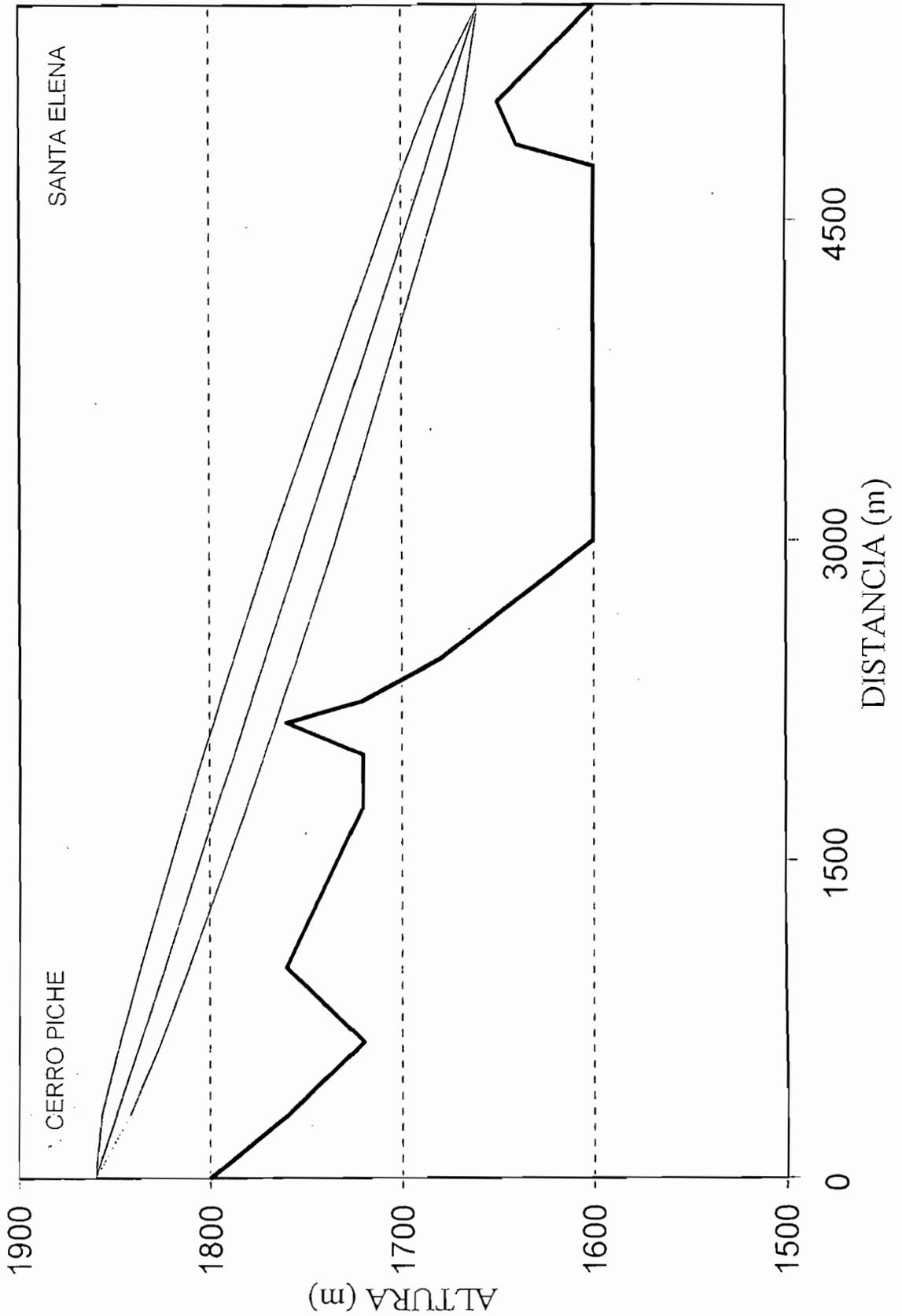
DISTANCIA DEL ENLACE:           5,500 m.

FRECUENCIA:                        1,500 MHZ.

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABULTAM. TIERRA ALTURA h	ALTURA CORREG. H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	ZONA FRESNEL rf	ALTURA SUPER FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. (m.)	DESPJ. (%)
0	1,800	5,500	0.00	1,800.00	1,860	0.00	1,860	1,860	60.00	100.00
300	1,760	5,200	0.09	1,760.09	1,849	7.52	1,857	1,842	81.48	100.00
650	1,720	4,850	0.19	1,720.19	1,836	10.69	1,847	1,826	105.49	100.00
1,000	1,760	4,500	0.26	1,760.26	1,824	12.78	1,836	1,811	50.60	100.00
1,750	1,720	3,750	0.39	1,720.39	1,796	15.43	1,812	1,781	60.55	100.00
2,000	1,720	3,500	0.41	1,720.41	1,787	15.93	1,803	1,771	50.93	100.00
2,150	1,760	3,350	0.42	1,760.42	1,782	16.16	1,798	1,766	5.23	100.00
2,250	1,720	3,250	0.43	1,720.43	1,778	16.29	1,794	1,762	41.47	100.00
2,450	1,680	3,050	0.44	1,680.44	1,771	16.46	1,787	1,754	74.01	100.00
3,000	1,600	2,500	0.44	1,600.44	1,751	16.49	1,767	1,734	133.98	100.00
4,750	1,600	750	0.21	1,600.21	1,687	11.37	1,699	1,676	75.70	100.00
4,850	1,640	650	0.19	1,640.19	1,684	10.69	1,694	1,673	32.76	100.00
5,050	1,650	450	0.13	1,650.13	1,676	9.08	1,685	1,667	17.15	100.00
5,500	1,600	0	0.00	1,600.00	1,660	0.00	1,660	1,660	60.00	100.00

# ENLACE CERRO PICHE - SANTA ELENA

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



## DATOS DE RADIOENLACE CERRO MIRADOR - TULIPE

PUNTO A:           Nombre: CERRO MIRADOR  
 Longitud: O 78° 44'01"  
 Latitud: N 0°03'25"  
 Altura: 2,000 m.s.n.m.  
 Torre: 60 m.

PUNTO B:           Nombre: TULIPE  
 Longitud: O 78°44'02"  
 Latitud: N 0°05'17"  
 Altura: 1,520 m.s.n.m.  
 Torre: 10 m.

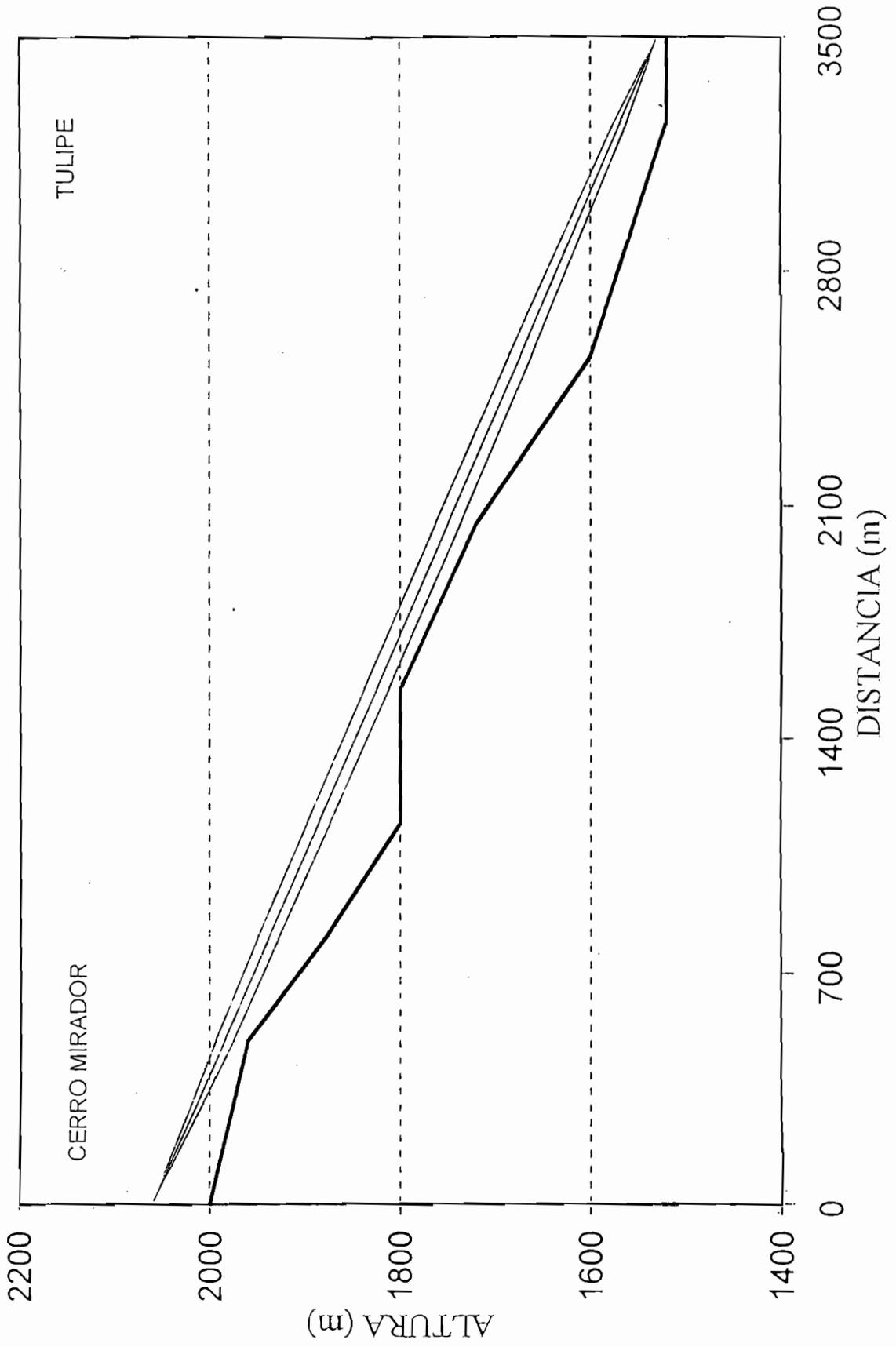
DISTANCIA DEL ENLACE: 3,500 m.

FRECUENCIA: 1,500 MHZ.

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABULT. TIERRA ALTURA h	ALTURA CORREG. H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO ZONA FRESNEL rf	ALTURA SUPER. FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. (m.)	DESPJ. (%)
0	2,000	3,500	0.00	2,000.00	2,060	0.00	2,060	2,060	60.00	100.00
500	1,960	3,000	0.09	1,960.09	1,984	9.25	1,994	1,975	14.95	100.00
800	1,880	2,700	0.13	1,880.13	1,939	11.10	1,950	1,928	47.63	100.00
1,150	1,800	2,350	0.16	1,800.16	1,886	12.41	1,898	1,873	73.29	100.00
1,550	1,800	1,950	0.18	1,800.18	1,825	13.12	1,838	1,812	11.98	100.00
2,050	1,720	1,450	0.17	1,720.17	1,750	13.02	1,763	1,737	16.38	100.00
2,550	1,600	950	0.14	1,600.14	1,674	11.75	1,686	1,662	61.96	100.00
3,250	1,520	250	0.05	1,520.05	1,568	6.80	1,575	1,561	41.00	100.00
3,500	1,520	0	0.00	1,520.00	1,530	0.00	1,530	1,530	10.00	100.00

# ENLACE CERRO MIRADOR - TULIPE

## SISTEMA MULTIAACCESO DIGITAL



ENLACE No 11

DATOS DE RADIOENLACE CERRO MIRADOR - LAS TOLAS

PUNTO A:           Nombre: CERRO MIRADOR  
 Longitud: O 78°44' 1"  
 Latitud: N 0°03'25"  
 Altura: 2,000 m.s.n.m.  
 Torre: 60 m.

PUNTO B:           Nombre: LAS TOLAS  
 Longitud: O 78°46'21"  
 Latitud: N 0°04'58"  
 Altura: 1,760 m.s.n.m.  
 Torre: 10 m.

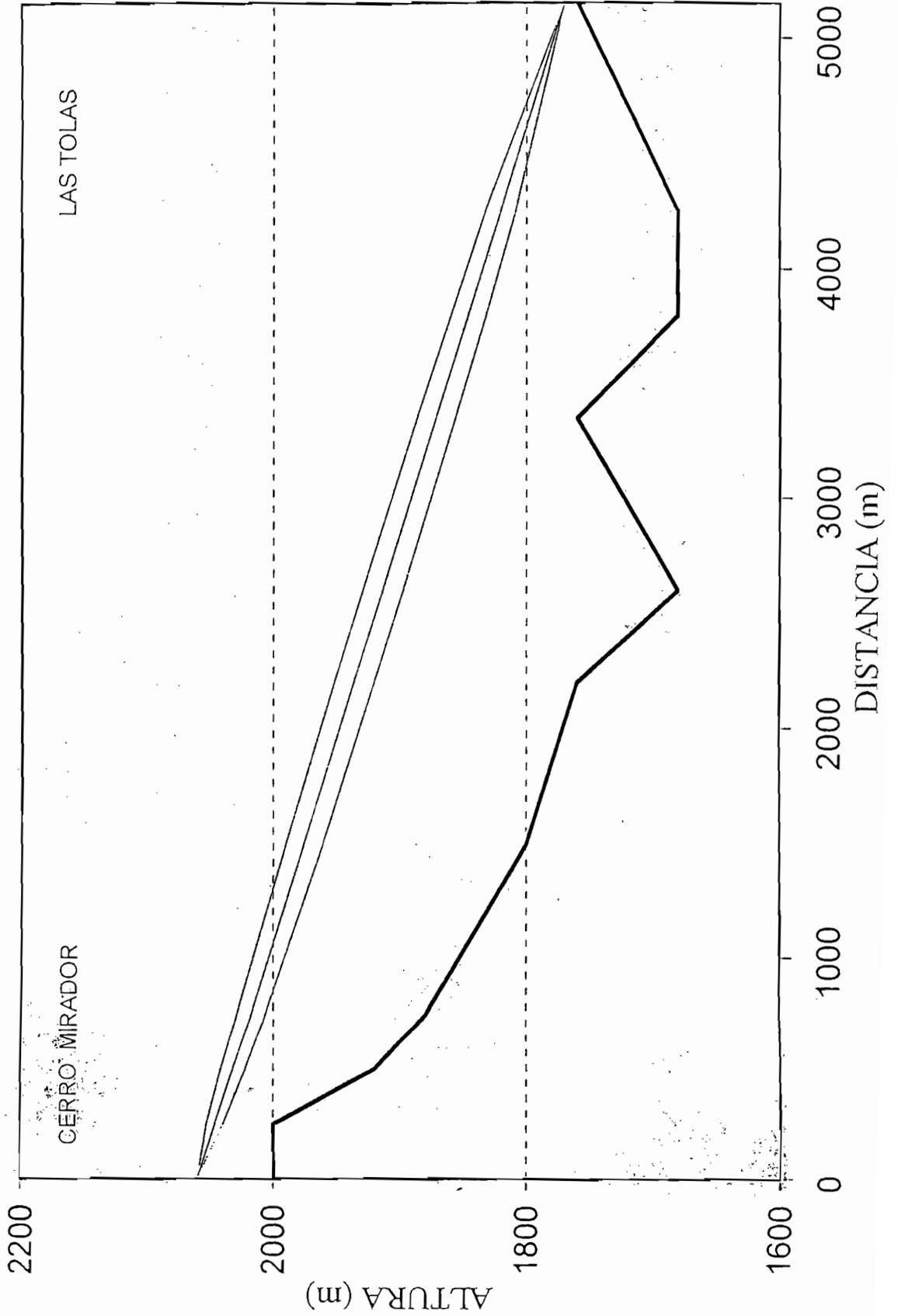
DISTANCIA DEL ENLACE: 5,150 m.

FRECUENCIA: 1,500 MHZ.

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABUTAM. TIERRA ALTURA h	ALTURA CORREG H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO PRIM. ZONA FRESNEL rf	ALTURA SUPER. FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. (m.)	DESPJ. (%)
0	2,000	5,150	0.00	2,000.00	2,060	0.00	2,060	2,060	60.00	100.00
250	2,000	4,900	0.07	2,000.07	2,046	6.89	2,053	2,039	38.96	100.00
500	1,920	4,650	0.14	1,920.14	2,032	9.49	2,041	2,022	102.22	100.00
750	1,880	4,400	0.19	1,880.19	2,018	11.31	2,029	2,006	126.27	100.00
1,500	1,800	3,650	0.32	1,800.32	1,976	14.56	1,990	1,961	160.65	100.00
2,200	1,760	2,950	0.38	1,760.38	1,936	15.85	1,952	1,920	159.88	100.00
2,600	1,680	2,550	0.39	1,680.39	1,914	16.02	1,930	1,898	217.18	100.00
3,350	1,760	1,800	0.35	1,760.35	1,871	15.28	1,887	1,856	95.72	100.00
3,800	1,680	1,350	0.30	1,680.30	1,846	14.10	1,860	1,832	151.62	100.00
4,250	1,680	900	0.23	1,680.23	1,821	12.17	1,833	1,809	128.28	100.00
5,150	1,760	0	0.00	1,760.00	1,770	0.00	1,770	1,770	10.00	100.00

# ENLACE CERRO MIRADOR - LAS TOLAS

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



## DATOS DE RADIOENLACE CERRO MIRADOR - ARMENIA

PUNTO A: Nombre: CERRO MIRADOR  
 Longitud: O 78°44' 1"  
 Latitud: N 0°03'25"  
 Altura: 2,000 m.s.n.m.  
 Torre: 60 m.

PUNTO B: Nombre: ARMENIA  
 Longitud: O 78°41'22"  
 Latitud: N 0°04'24"  
 Altura: 1,760 m.s.n.m.  
 Torre: 60 m.

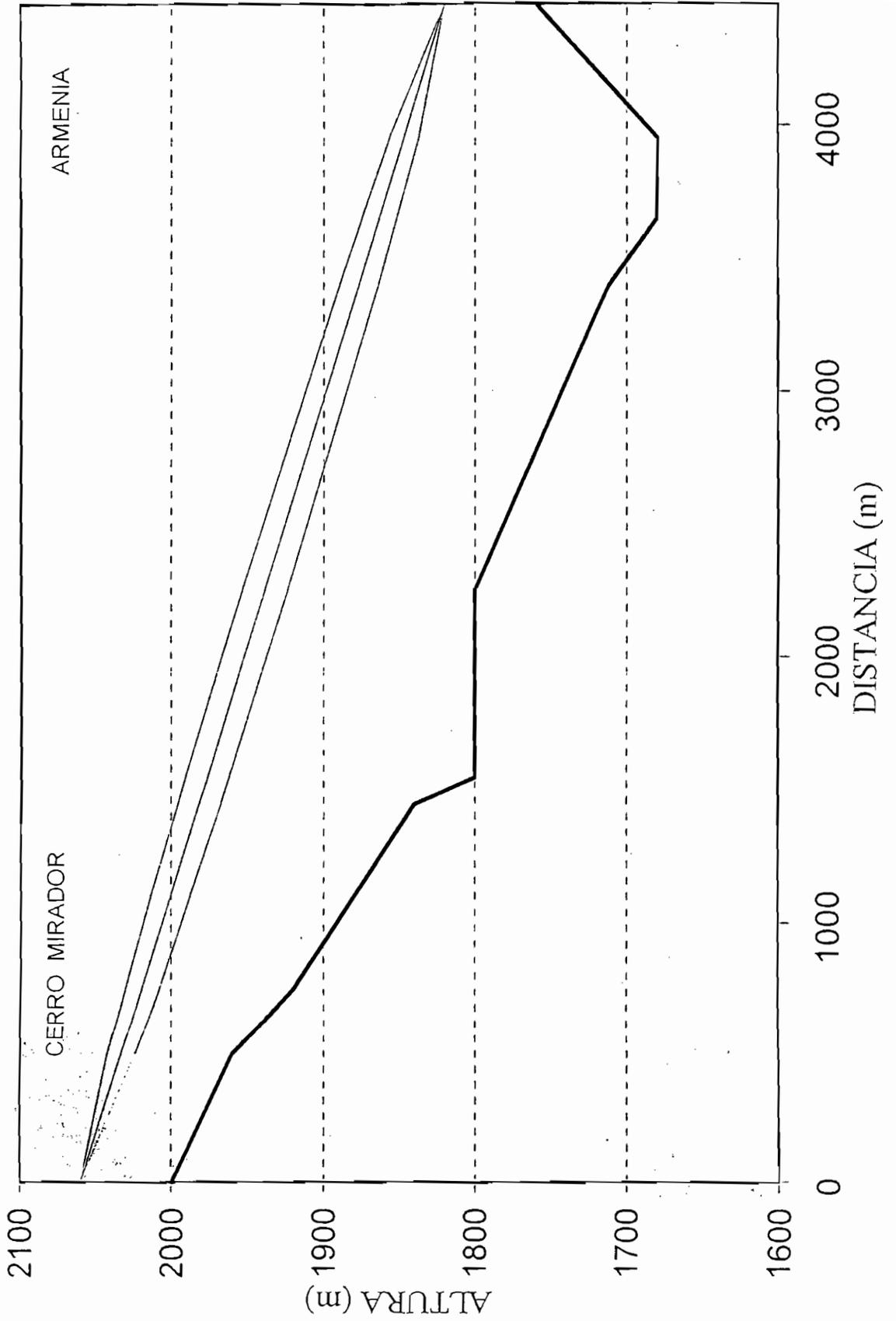
DISTANCIA DEL ENLACE: 4,450 m.

FRECUENCIA: 1,500 MHZ.

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABULTAM. TIERRA ALTURA h	ALTURA CORREG. H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	ZONA FRESNEL rf (m)	ALTURA SUPER. FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. (m.)	DESPJ. (%)
0	2,000	4,450	0.00	2,000.00	2,060	0.00	2060.00	2060.00	60.00	100.00
500	1,960	3,950	0.12	1,960.12	2,033	9.41	2042.44	2023.62	63.51	100.00
750	1,920	3,700	0.16	1,920.16	2,020	11.15	2030.70	2008.40	88.23	100.00
1,100	1,880	3,350	0.22	1,880.22	2,001	12.85	2013.53	1987.82	107.61	100.00
1,450	1,840	3,000	0.26	1,840.26	1,982	13.96	1995.76	1967.83	127.58	100.00
1,550	1,800	2,900	0.26	1,800.26	1,976	14.19	1990.60	1962.21	161.95	100.00
2,250	1,800	2,200	0.29	1,800.29	1,939	14.90	1953.55	1923.76	123.46	100.00
3,400	1,712	1,050	0.21	1,712.21	1,877	12.65	1889.28	1863.98	151.77	100.00
3,650	1,680	800	0.17	1,680.17	1,863	11.44	1874.59	1851.71	171.53	100.00
3,950	1,680	500	0.12	1,680.12	1,847	9.41	1856.38	1837.56	157.44	100.00
4,450	1,760	0	0.00	1,760.00	1,820	0.00	1820.00	1820.00	60.00	100.00

# ENLACE CERRO MIRADOR - ARMENIA

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



DATOS DE RADIOENLACE CERRO MIRADOR - GUALEA CRUZ

PUNTO A:           Nombre: CERRO MIRADOR  
 Longitud: O 78°44' 1"  
 Latitud: N 0° 3'25"  
 Altura:           2,000 m.s.n.m.  
 Torre:            60 m.

PUNTO B:           Nombre: GUALEA CRUZ  
 Longitud: O 78°44'11"  
 Latitud: N 0° 7' 1"  
 Altura:           1,520 m.s.n.m.  
 Torre:            10 m.

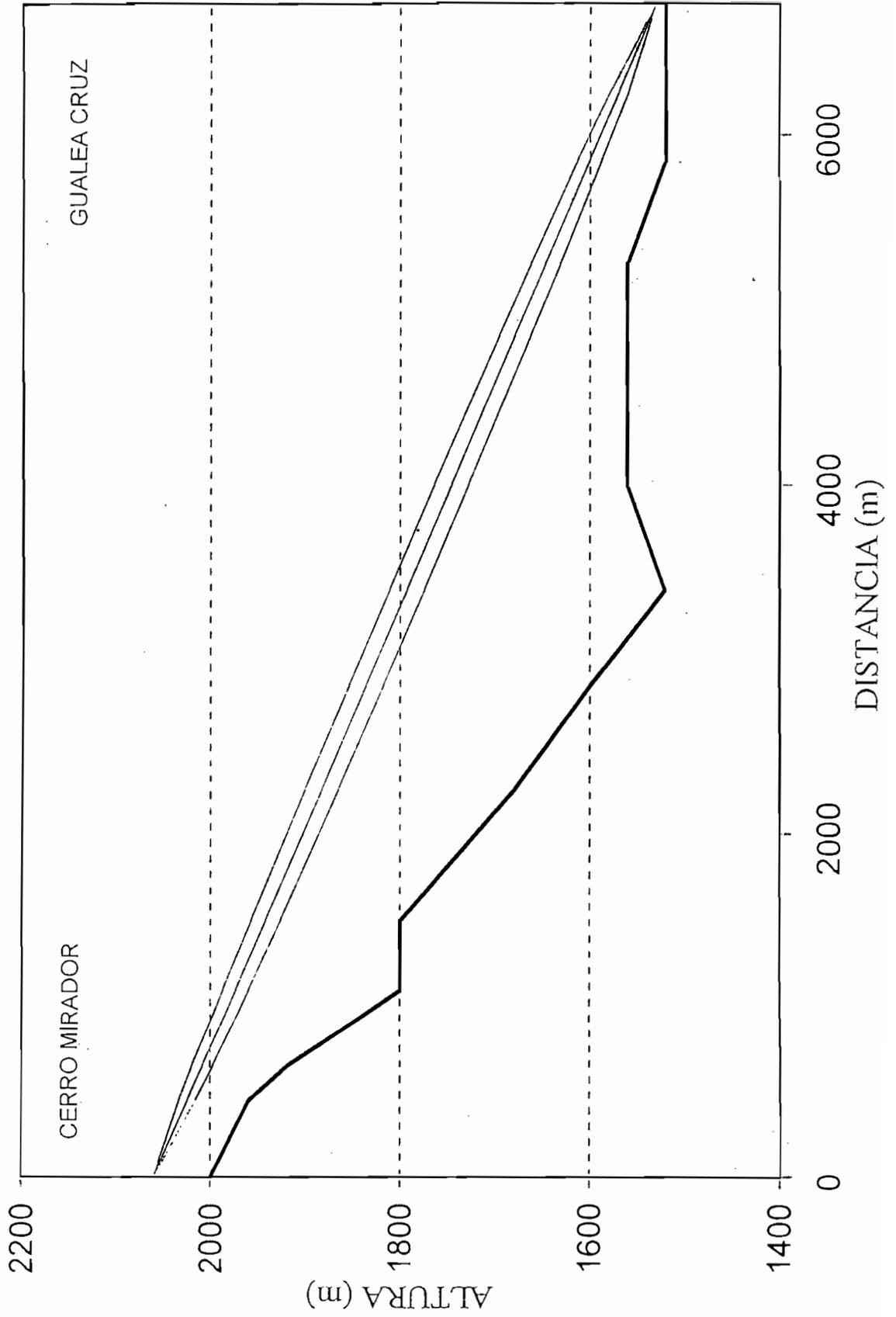
DISTANCIA DEL ENLACE:           6750 m.

FRECUENCIA:                        1500 MHZ.

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABULTAM. TIERRA ALTURA h	ALTURA CORREG. H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	ZONA FRESNEL rf	ALTURA SUPER FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. (m.)	DESPJ. (%)
0	2,000	6,750	0.00	2,000.00	2,060	0.00	2,060	2,060	60.00	100.00
450	1,960	6,300	0.17	1,960.17	2,025	9.15	2,034	2,016	55.35	100.00
650	1,920	6,100	0.23	1,920.23	2,009	10.82	2,020	1,998	77.91	100.00
1,100	1,800	5,650	0.37	1,800.37	1,974	13.55	1,987	1,960	159.71	100.00
1,500	1,800	5,250	0.46	1,800.46	1,942	15.26	1,957	1,927	126.50	100.00
2,250	1,680	4,500	0.60	1,680.60	1,883	17.30	1,901	1,866	185.44	100.00
2,850	1,600	3,900	0.65	1,600.65	1,836	18.12	1,854	1,818	217.44	100.00
3,400	1,520	3,350	0.67	1,520.67	1,793	18.35	1,811	1,775	254.02	100.00
4,000	1,560	2,750	0.65	1,560.65	1,746	18.03	1,764	1,728	167.25	100.00
4,850	1,560	1,900	0.54	1,560.54	1,679	16.50	1,696	1,663	102.14	100.00
5,260	1,560	1,490	0.46	1,560.46	1,647	15.22	1,662	1,632	71.31	100.00
5,850	1,520	900	0.31	1,520.31	1,601	12.47	1,613	1,588	67.88	100.00
6,250	1,520	500	0.18	1,520.18	1,569	9.61	1,579	1,560	39.47	100.00
6,750	1,520	0	0.00	1,520.00	1,530	0.00	1,530	1,530	10.00	100.00

# ENLACE CERRO MIRADOR - GUALEA CRUZ

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



ENLACE No 14

DATOS DE RADIOENLACE CERRO MIRADOR - INGAPI

PUNTO A:           Nombre: CERRO MIRADOR  
 Longitud: O 78°05'09"  
 Latitud: N 0°03'25"  
 Altura:           2,000 m.s.n.m.  
 Torre:            60 m.

PUNTO B:           Nombre: INGAPI  
 Longitud: O 78°47'42"  
 Latitud: N 0°07'49"  
 Altura:           1,520 m.s.n.m.  
 Torre:            10 m.

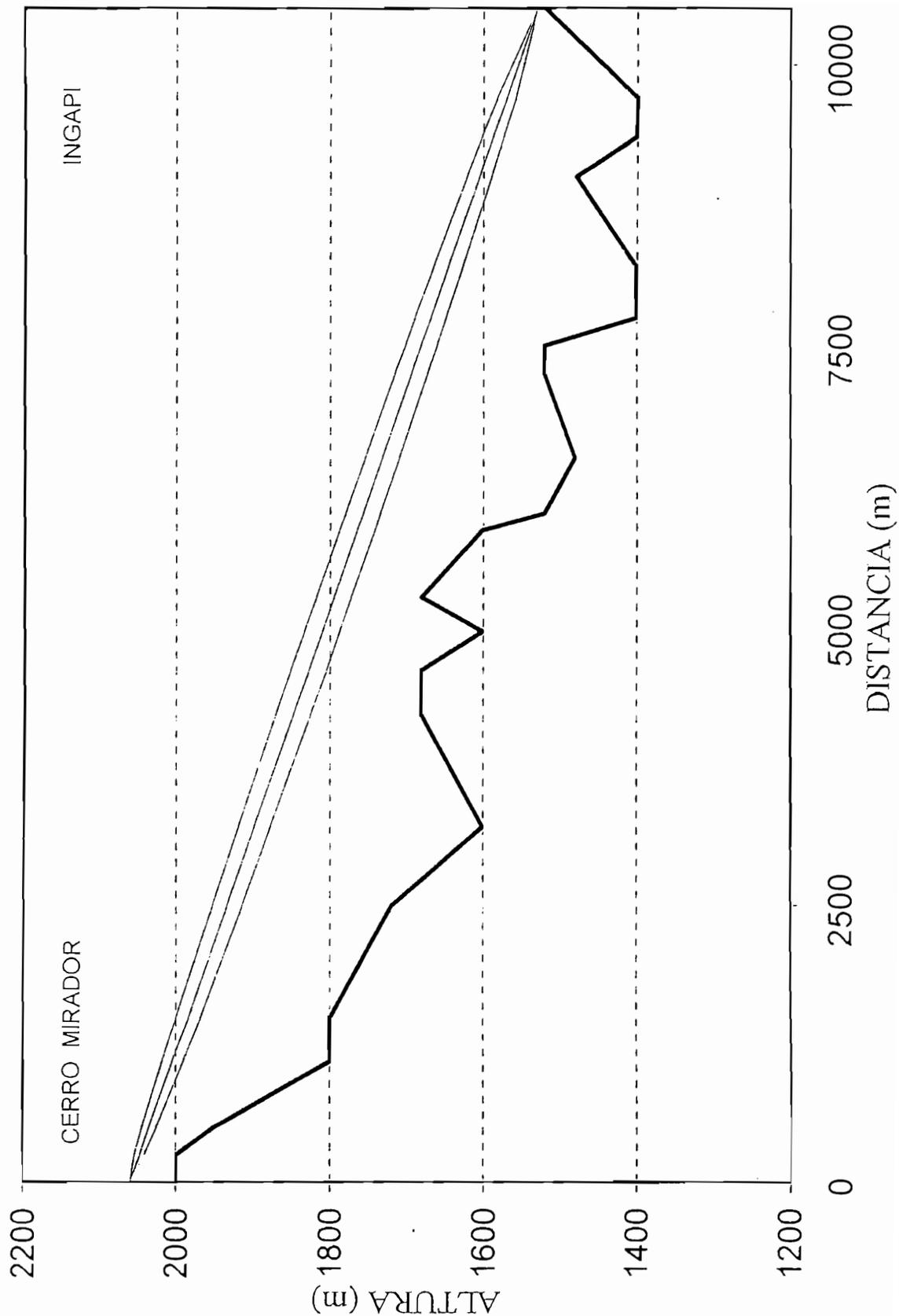
DISTANCIA DEL ENLACE:           10,500 m.

FRECUENCIA:                       1,500 MHZ.

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABULT. TIERRA ALTURA h	ALTURA CORREG. H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	RADIO ZONA FRESNEL rf	ALTURA SUPER. FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. (m.)	DESPJ. (%)
0	2,000	10,500	0.00	2,000.00	2,060	0.00	2,060	2,060	60.00	100.00
250	2,000	10,250	0.15	2,000.15	2,047	6.98	2,054	2,040	40.25	100.00
500	1,950	10,000	0.29	1,950.29	2,035	9.75	2,045	2,025	74.72	100.00
1,100	1,800	9,400	0.61	1,800.61	2,004	14.02	2,018	1,990	189.85	100.00
1,500	1,800	9,000	0.79	1,800.79	1,984	16.01	2,000	1,968	167.48	100.00
2,500	1,720	8,000	1.18	1,721.18	1,934	19.49	1,953	1,914	193.14	100.00
3,200	1,600	7,300	1.37	1,601.37	1,898	21.07	1,920	1,877	276.04	100.00
4,200	1,680	6,300	1.56	1,681.56	1,848	22.42	1,870	1,826	144.02	100.00
4,600	1,680	5,900	1.60	1,681.60	1,828	22.71	1,851	1,805	123.51	100.00
4,950	1,600	5,550	1.62	1,601.62	1,810	22.85	1,833	1,787	185.68	100.00
5,250	1,680	5,250	1.62	1,681.62	1,795	22.88	1,818	1,772	90.50	100.00
5,850	1,600	4,650	1.60	1,601.60	1,765	22.73	1,787	1,742	140.38	100.00
6,000	1,520	4,500	1.59	1,521.59	1,757	22.65	1,780	1,734	212.91	100.00
6,500	1,480	4,000	1.53	1,481.53	1,732	22.22	1,754	1,710	228.15	100.00
7,250	1,520	3,250	1.39	1,521.39	1,694	21.16	1,715	1,673	151.50	100.00
7,500	1,520	3,000	1.32	1,521.32	1,681	20.67	1,702	1,661	139.43	100.00
7,750	1,400	2,750	1.25	1,401.25	1,669	20.12	1,689	1,649	247.43	100.00
8,200	1,400	2,300	1.11	1,401.11	1,646	18.93	1,665	1,627	226.06	100.00
9,000	1,480	1,500	0.79	1,480.79	1,606	16.01	1,622	1,590	108.91	100.00
9,350	1,400	1,150	0.63	1,400.63	1,588	14.29	1,602	1,574	173.12	100.00
9,700	1,400	800	0.46	1,400.46	1,570	12.14	1,583	1,558	157.78	100.00
10,500	1,520	0	0.00	1,520.00	1,530	0.00	1,530	1,530	10.00	100.00

# ENLACE CERRO MIRADOR - INGAPI

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



## DATOS DE RADIOENLACE EL PORVENIR - URCUTAMBO

PUNTO A: Nombre: EL PORVENIR  
 Longitud: O 78°43'34"  
 Latitud: N 0° 8'59"  
 Altura: 1,800 m.s.n.m.  
 Torre: 25 m.

PUNTO B: Nombre: URCUTAMBO  
 Longitud: N 78°43'13"  
 Latitud: O 0°11' 7"  
 Altura: 1,360 m.s.n.m.  
 Torre: 10 m.

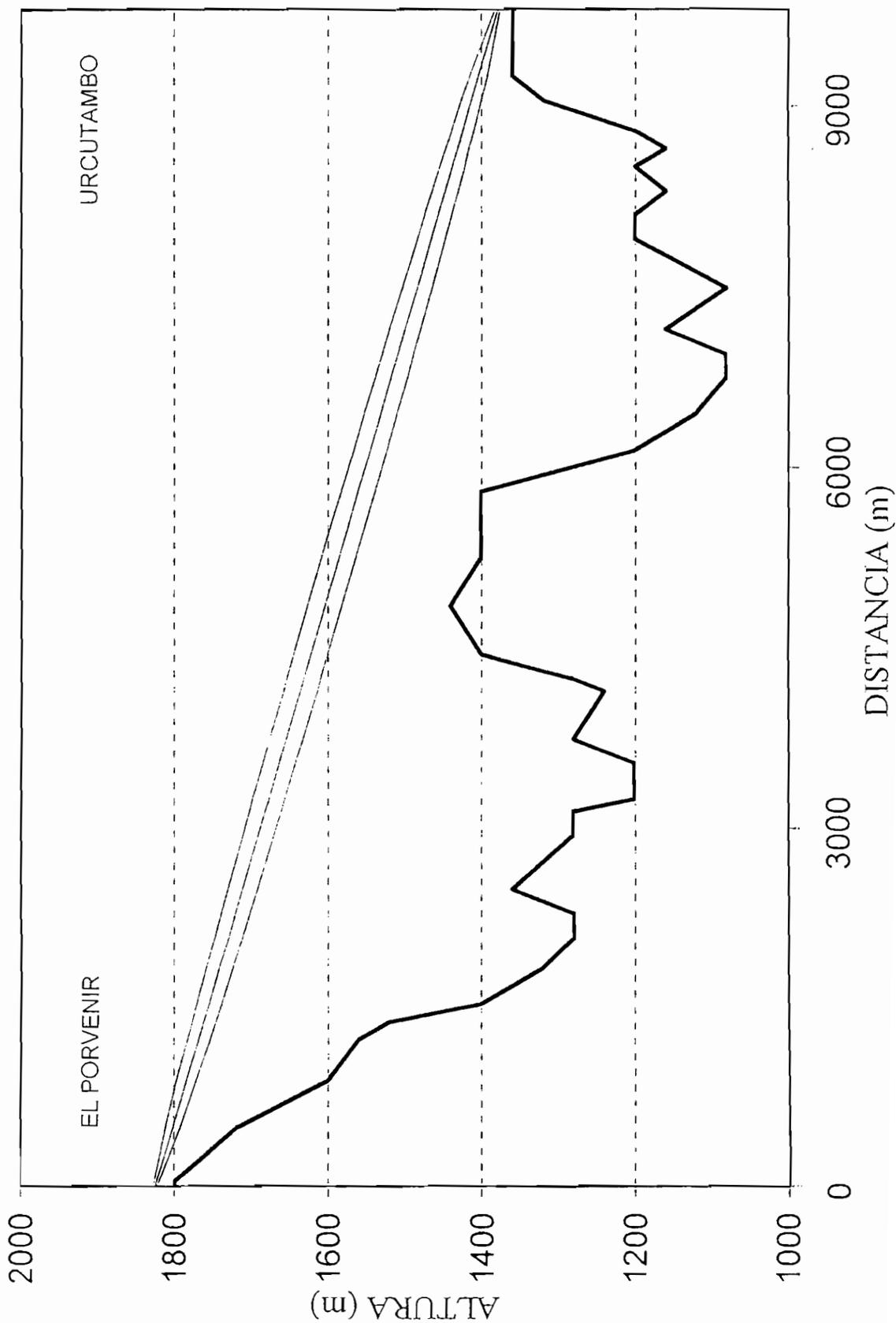
DISTANCIA DEL ENLACE: 10,000 m.

FRECUENCIA: 1,500 MHZ.

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABULTAM. TIERRA ALTURA h	ALTURA CORREG. H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	ZONA FRESNEL rf (m)	ALTURA SUPER. FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. ↖ (m.)	DESPJ. (%)
0	1,800	10,000	0.00	1,800.00	1,825	0.00	1825.00	1825.00	25.00	100.00
50	1,800	9,950	0.03	1,800.03	1,823	3.15	1825.88	1819.57	19.55	100.00
500	1,720	9,500	0.28	1,720.28	1,802	9.73	1811.98	1792.52	72.24	100.00
900	1,600	9,100	0.48	1,600.48	1,784	12.78	1796.83	1771.27	170.79	100.00
1,250	1,560	8,750	0.64	1,560.64	1,768	14.77	1782.90	1753.35	192.71	100.00
1,400	1,520	8,600	0.71	1,520.71	1,761	15.50	1776.80	1745.80	225.09	100.00
1,550	1,400	8,450	0.77	1,400.77	1,754	16.16	1770.64	1738.31	337.54	100.00
1,850	1,320	8,150	0.89	1,320.89	1,741	17.34	1758.17	1723.48	402.60	100.00
2,100	1,280	7,900	0.98	1,280.98	1,729	18.19	1747.64	1711.26	430.28	100.00
2,300	1,280	7,700	1.04	1,281.04	1,720	18.80	1739.15	1701.55	420.51	100.00
2,500	1,360	7,500	1.10	1,361.10	1,711	19.34	1730.59	1691.91	330.81	100.00
2,950	1,280	7,050	1.22	1,281.22	1,691	20.37	1711.14	1670.41	389.18	100.00
3,150	1,280	6,850	1.27	1,281.27	1,682	20.75	1702.42	1660.93	379.66	100.00
3,250	1,200	6,750	1.29	1,201.29	1,677	20.92	1698.04	1656.21	454.92	100.00
3,550	1,200	6,450	1.35	1,201.35	1,663	21.37	1684.85	1642.10	440.76	100.00
3,750	1,280	6,250	1.38	1,281.38	1,654	21.62	1676.00	1632.75	351.37	100.00
4,150	1,240	5,850	1.43	1,241.43	1,636	22.01	1658.18	1614.17	372.74	100.00
4,250	1,280	5,750	1.44	1,281.44	1,632	22.08	1653.70	1609.55	328.11	100.00
4,450	1,400	5,550	1.45	1,401.45	1,623	22.20	1644.72	1600.33	198.88	100.00
4,850	1,440	5,150	1.47	1,441.47	1,604	22.32	1626.65	1582.00	140.53	100.00
5,250	1,400	4,750	1.47	1,401.47	1,586	22.30	1608.43	1563.82	162.35	100.00
5,500	1,400	4,500	1.46	1,401.46	1,575	22.22	1596.97	1552.53	151.07	100.00
5,800	1,400	4,200	1.43	1,401.43	1,561	22.04	1583.14	1539.06	137.62	100.00
6,150	1,200	3,850	1.39	1,201.39	1,545	21.73	1566.91	1523.44	322.05	100.00
6,450	1,120	3,550	1.35	1,121.35	1,532	21.37	1552.90	1510.15	388.81	100.00
6,750	1,080	3,250	1.29	1,081.29	1,518	20.92	1538.79	1496.96	415.67	100.00
6,950	1,080	3,050	1.25	1,081.25	1,509	20.56	1529.34	1488.21	406.97	100.00
7,150	1,160	2,850	1.20	1,161.20	1,500	20.16	1519.84	1479.51	318.32	100.00
7,500	1,080	2,500	1.10	1,081.10	1,484	19.34	1503.09	1464.41	383.31	100.00
7,900	1,200	2,100	0.98	1,200.98	1,466	18.19	1483.74	1447.36	246.38	100.00
8,100	1,200	1,900	0.91	1,200.91	1,456	17.52	1473.97	1438.93	238.02	100.00
8,300	1,160	1,700	0.83	1,160.83	1,447	16.78	1464.13	1430.57	269.74	100.00
8,500	1,200	1,500	0.75	1,200.75	1,438	15.95	1454.20	1422.30	221.55	100.00
8,650	1,160	1,350	0.69	1,160.69	1,431	15.26	1446.69	1416.16	255.48	100.00
8,800	1,200	1,200	0.62	1,200.62	1,425	14.51	1439.11	1410.09	209.47	100.00
9,050	1,320	950	0.51	1,320.51	1,413	13.10	1426.32	1400.13	79.62	100.00
9,250	1,360	750	0.41	1,360.41	1,404	11.76	1415.89	1392.36	31.95	100.00
10,000	1,360	0	0.00	1,360.00	1,370	0.00	1370.00	1370.00	10.00	100.00

# ENLACE EL PORVENIR- URCUTAMBO

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



## DATOS DE RADIOENLACE GUALEA CRUZ - GUALEA

PUNTO A:           Nombre: GUALEA CRUZ  
 Longitud: O 78°44'11"  
 Latitud: N 0°07'01"  
 Altura:           1,520 m.s.n.m.  
 Torre:            10 m.

PUNTO B:           Nombre: GUALEA  
 Longitud: O 78°44'50"  
 Latitud: N 0°06'53"  
 Altura:           1,320 m.s.n.m.  
 Torre:            10 m.

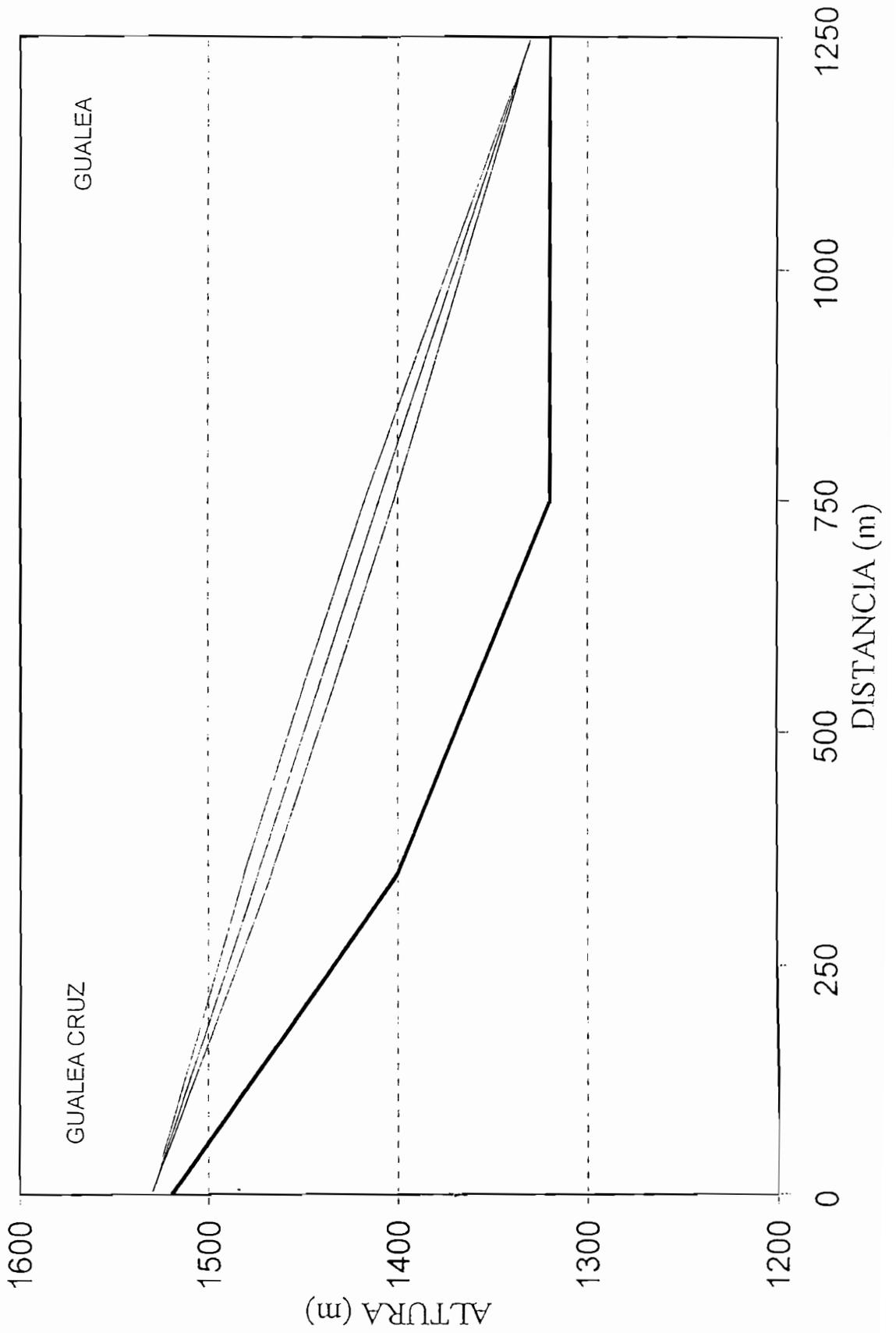
DISTANCIA DEL ENLACE:       1,250.00 m.

FRECUENCIA:                 1,500.00 MHZ.

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABULTAM. TIERRA ALTURA h	ALTURA CORREG. H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	ZONA FRESNEL rf	ALTURA SUPER FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. (m.)	DESPJ. (%)
0	1,520	1,250	0.00	1,520.00	1,530	0.00	1,530	1,530	10.00	100.00
350	1,400	900	0.02	1,400.02	1,474	7.09	1,481	1,467	66.89	100.00
550	1,360	700	0.02	1,360.02	1,442	7.84	1,450	1,434	74.14	100.00
750	1,320	500	0.02	1,320.02	1,410	7.74	1,418	1,402	82.24	100.00
1,250	1,320	0	0.00	1,320.00	1,330	0.00	1,330	1,330	10.00	100.00

# ENLACE GUALEA CRUZ - GUALEA

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



## DATOS DE RADIOENLACE INGAPI - PACTO

PUNTO A:           Nombre: INGAPI  
 Longitud: O 78°47'22"  
 Latitud: N 0°07'49"  
 Altura:            1,520 m.s.n.m.  
 Torre:             10 m.

PUNTO B:           Nombre: PACTO  
 Longitud: O 78°45'55"  
 Latitud: N 0°07'41"  
 Altura:            1,120 m.s.n.m.  
 Torre:             10 m.

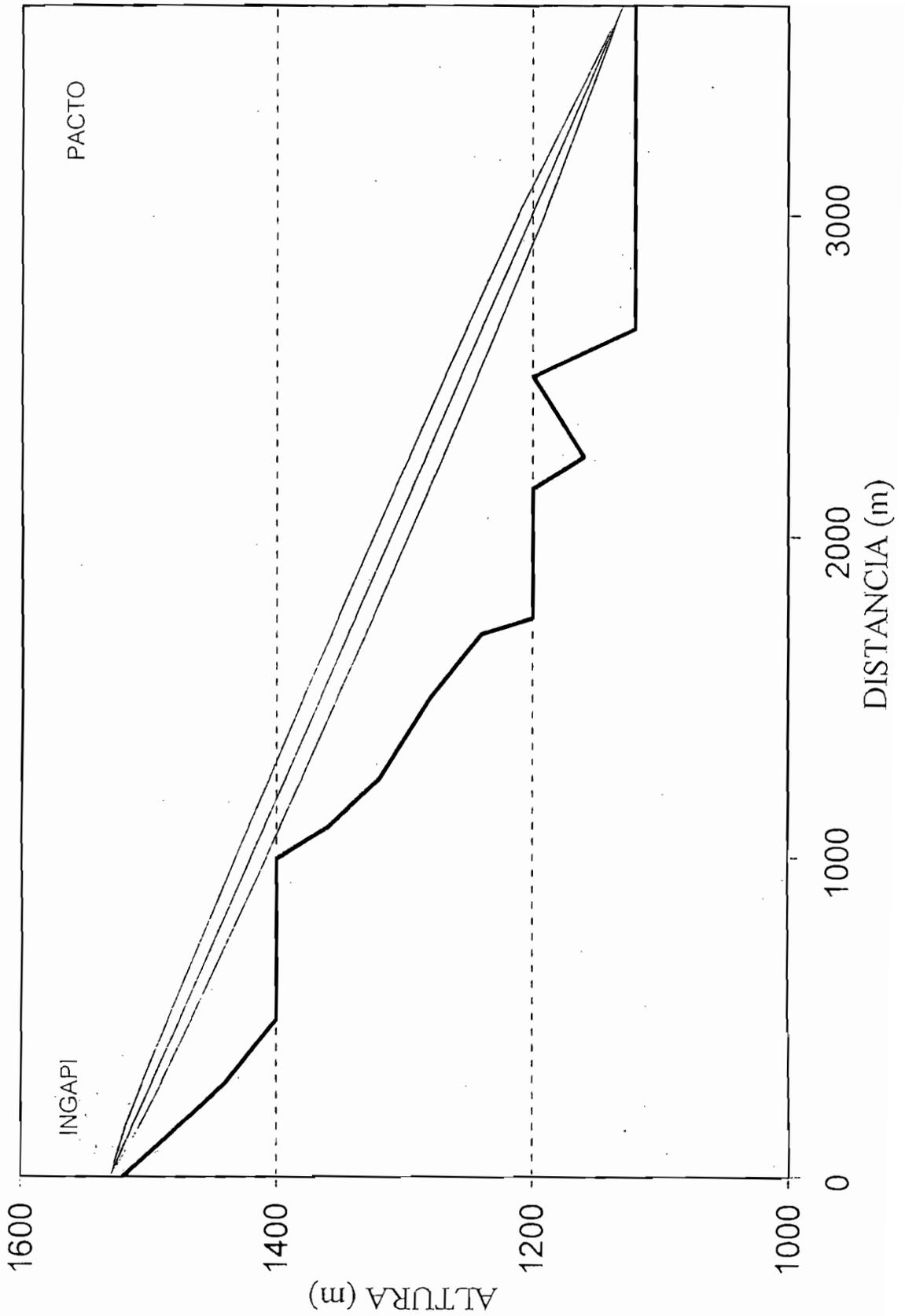
DISTANCIA DEL ENLACE:           3650 m.

FRECUENCIA:                        1500 MHZ.

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABULTAM. TIERRA ALTURA h	ALTURA CORREG. H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	ZONA FRESNEL rf	ALTURA SUPER FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. (m.)	DESPJ. (%)
0	1,520	3,650	0.00	1,520.00	1,530	0.00	1,530	1,530	10.00	100.00
150	1,480	3,500	0.03	1,480.03	1,514	5.36	1,519	1,508	28.17	100.00
300	1,440	3,350	0.06	1,440.06	1,497	7.41	1,505	1,490	49.65	100.00
500	1,400	3,150	0.09	1,400.09	1,475	9.28	1,484	1,466	65.84	100.00
1,000	1,400	2,650	0.16	1,400.16	1,420	12.03	1,432	1,408	8.22	100.00
1,100	1,360	2,550	0.17	1,360.17	1,409	12.38	1,422	1,397	36.91	100.00
1,250	1,320	2,400	0.18	1,320.18	1,393	12.80	1,406	1,380	60.03	100.00
1,500	1,280	2,150	0.19	1,280.19	1,366	13.28	1,379	1,352	72.15	100.00
1,700	1,240	1,950	0.20	1,240.20	1,344	13.46	1,357	1,330	90.04	100.00
1,750	1,200	1,900	0.20	1,200.20	1,338	13.48	1,352	1,325	124.54	100.00
2,150	1,200	1,500	0.19	1,200.19	1,294	13.28	1,308	1,281	80.92	100.00
2,250	1,160	1,400	0.19	1,160.19	1,283	13.12	1,297	1,270	110.12	100.00
2,500	1,200	1,150	0.17	1,200.17	1,256	12.53	1,269	1,243	43.32	100.00
2,650	1,120	1,000	0.16	1,120.16	1,240	12.03	1,252	1,228	107.40	100.00
3,000	1,120	650	0.11	1,120.11	1,201	10.32	1,212	1,191	70.80	100.00
3,650	1,120	0	0.00	1,120.00	1,130	0.00	1,130	1,130	10.00	100.00

# ENLACE INGAPI - PACTO

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



## DATOS DE RADIOENLACE ARMENIA - NANEGALITO

PUNTO A:           Nombre: ARMENIA  
 Longitud:   O 78°41'22"  
 Latitud:    N 0°04'24"  
 Altura:       1,760 m.s.n.m.  
 Torre:        60 m.

PUNTO B:           Nombre: NANEGALITO  
 Longitud:   O 78°40'49"  
 Latitud:    N 0°03'53"  
 Altura:       1,600 m.s.n.m.  
 Torre:        50 m.

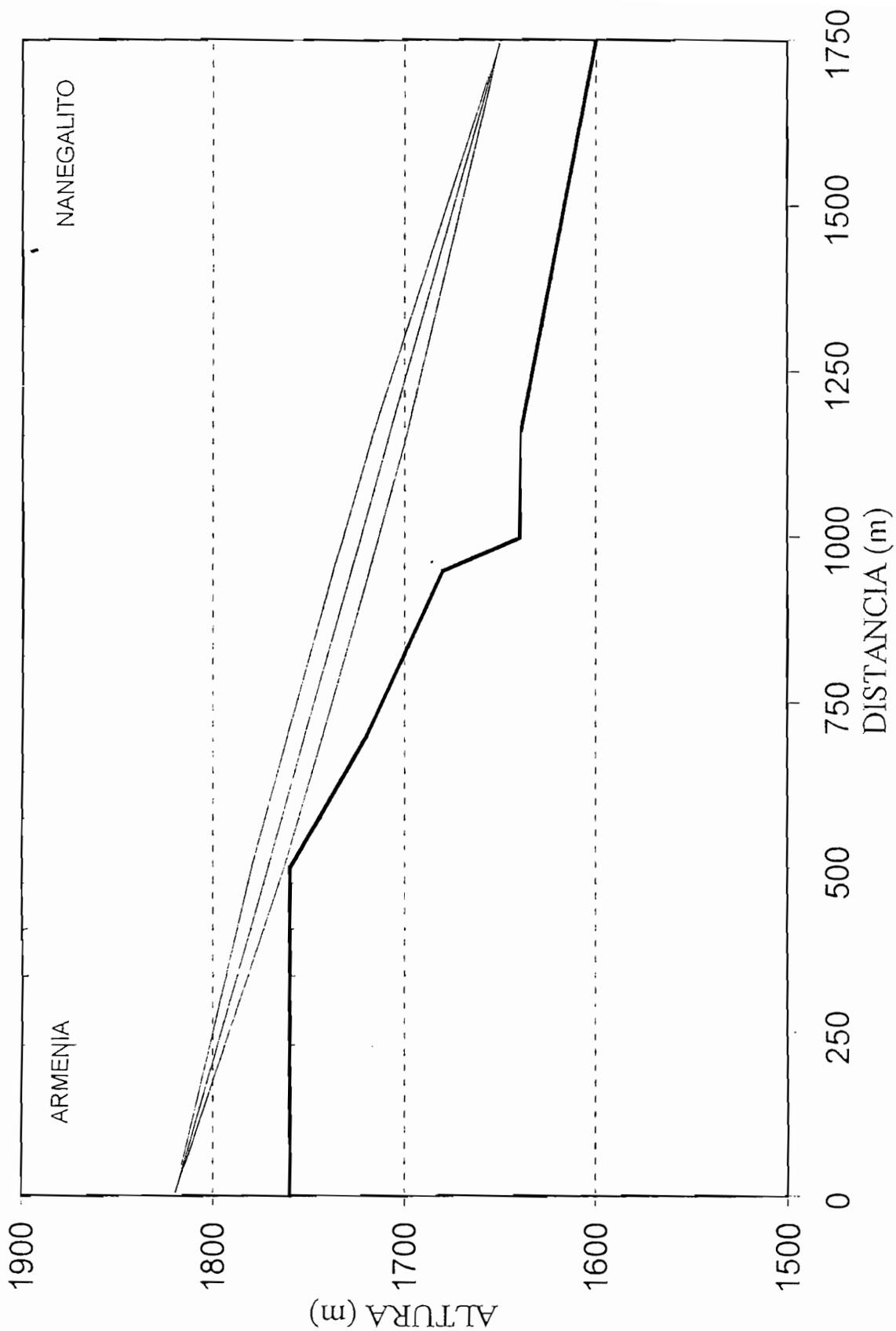
DISTANCIA DEL ENLACE:           1750 m.

FRECUENCIA:                       1500 MHZ.

DIST. D1 (m.)	ALTURA hx (m.)	DIST. D2 (m.)	ABULTAM. TIERRA ALTURA h	ALTURA CORREG. H (m.)	ALTURA DEL RAYO (m.)	ZONA FRESNEL rf	ALTURA SUPER FRESNEL (m.)	ALTURA INFERIOR FRESNEL (m.)	DESPJ. (m.)	DESPJ. (%)
0	1,760	1,750	0.00	1,760.00	1,820	0.00	1,820	1,820	60.00	100.00
500	1,760	1,250	0.04	1,760.04	1,771	8.44	1,780	1,763	2.95	100.00
700	1,720	1,050	0.04	1,720.04	1,752	9.15	1,761	1,743	22.80	100.00
950	1,680	800	0.04	1,680.04	1,728	9.31	1,737	1,718	38.36	100.00
1,000	1,640	750	0.04	1,640.04	1,723	9.25	1,732	1,714	73.57	100.00
1,150	1,640	600	0.04	1,640.04	1,708	8.87	1,717	1,699	59.38	100.00
1,750	1,600	0	0.00	1,600.00	1,650	0.00	1,650	1,650	50.00	100.00

# ENLACE ARMENIA - NANEGALITO

## SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL



# ANEXO 4

## CALCULOS RADIOELECTRICOS

- 4.1.- ENLACE CERRO BLANCO – PUSAG COCHA.
- 4.2.- ENLACE PUSAG COCHA – CERRO PICHE.
- 4.3.- ENLACE CERRO PICHE – NANEGAL.
- 4.4.- ENLACE CERRO PICHE – MARIANITAS.
- 4.5.- ENLACE CERRO PICHE – PALMITO PAMBA.
- 4.6.- ENLACE CERRO PICHE – LA PERLA.
- 4.7.- ENLACE CERRO PICHE – EL PORVENIR.
- 4.8.- ENLACE CERRO PICHE – CERRO MIRADOR.
- 4.9.- ENLACE CERRO PICHE – SANTA ELENA.
- 4.10.- ENLACE CERRO MIRADOR – TULIPE.
- 4.11.- ENLACE CERRO MIRADOR – LAS TOLAS.
- 4.12.- ENLACE CERRO MIRADOR – ARMENIA.
- 4.13.- ENLACE CERRO MIRADOR – GUALEA CRUZ.
- 4.14.- ENLACE CERRO MIRADOR – INGAPI.
- 4.15.- ENLACE EL PORVENIR – URCUTAMBO.
- 4.16.- ENLACE GUALEA CRUZ – GUALEA.
- 4.17.- ENLACE INGAPI – PACTO.
- 4.18.- ENLACE ARMENIA – NANEGALITO.

**CALCULOS RADIOELECTRICOS**

**ENLACE : CERRO BLANCO - PUSAG COCHA**

No. 1

DISTANCIA	(KM)	12.45
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO	(1E-3)	2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : CERRO BLANCO**

LATITUD	(° ' ")	N 0 12 45
LONGITUD	(° ' ")	O 78 05 09
COTA	(M)	3,550.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	9.20
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	15.00
TIPO DE ANTENA		GRID 0.9 m
GANANCIA	(DB)	21.00
ALTURA ANTENA	(M)	10.00

**ESTACION B: CERRO PUSAG COCHA**

LATITUD	(° ' ")	S 1 31 3
LONGITUD	(° ' ")	N 77 54 20
COTA	(M)	3,613.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	9.20
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	20.00
TIPO DE ANTENA		GRID 0.9 m
GANANCIA	(DB)	21.00
ALTURA ANTENA	(M)	10.00

<b>PERDIDAS POR OBSTRUCCION</b>		
---------------------------------	--	--

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

<b>PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE</b>		
-------------------------------------	--	--

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	117.87
------------------------	------	--------

<b>BALANCE DEL ENLACE</b>		
---------------------------	--	--

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	1.38
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	1.84
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	117.87
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	3.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	87.79
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-60.79
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	27.21
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	32.21

<b>CONFIABILIDAD</b>		
----------------------	--	--

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	5.57E-05
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	1.76E-05

**CALCULOS RADIOELECTRICOS**

**ENLACE : CERRO PUSAG COCHA - CERRO PICHE**

No. 2

DISTANCIA	(KM)	36.75
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO	(E-3)	2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : CERRO PUSAG COCHA**

LATITUD	( ° ' ")	N 0 14 30
LONGITUD	( ° ' ")	O 78 26 38
COTA	(M)	3,613.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	9.20
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	20.00
TIPO DE ANTENA		GRID 1.8 m
GANANCIA	(DB)	27.00
ALTURA ANTENA	(M)	10.00

**ESTACION B: CERRO PICHE**

LATITUD	( ° ' ")	N 0 06 39
LONGITUD	( ° ' ")	O 78 40 09
COTA	(M)	1,800.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	75.00
TIPO DE ANTENA		GRID 1.8 m
GANANCIA	(DB)	27.00
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

**PERDIDAS POR OBSTRUCCION**

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

**PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE**

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	127.27
------------------------	------	--------

**BALANCE DEL ENLACE**

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	1.84
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	4.13
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	127.27
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	3.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	87.93
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-60.93
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	27.07
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	32.07

**CONFIABILIDAD**

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	1.48E-03
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	4.69E-04

**CALCULOS RADIOELECTRICOS**

**ENLACE : CERRO PICHE - NANEGAL**

No. 3

DISTANCIA	(KM)	3.30
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO	(E-3)	2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : CERRO PICHE**

LATITUD	(° ' ")	N 0 06 39
LONGITUD	(° ' ")	O 78 40 09
COTA	(M)	1,800.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		SECTORAL 120°
GANANCIA	(DB)	12.50
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

**ESTACION B: NANEGAL**

LATITUD	(° ' ")	N 0 08 24
LONGITUD	(° ' ")	O 78 40 26
COTA	(M)	1,120.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	9.20
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	30.00
TIPO DE ANTENA		GRID 0.9 m
GANANCIA	(DB)	21.00
ALTURA ANTENA	(M)	20.00

A4-5

**PERDIDAS POR OBSTRUCCION**

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

**PERDIDAS POR OBSTRUCCION**

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

**PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE**

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	106.33
------------------------	------	--------

**BALANCE DEL ENLACE**

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	3.85
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	2.76
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	106.33
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	3.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	88.14
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-61.14
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	26.86
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	31.86

**CONFIABILIDAD**

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	1.13E-06
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	3.56E-07

CALCULOS RADIOELECTRICOS

ENLACE : CERRO PICHE - MARIANITAS

No. 4

DISTANCIA	(KM)	2.90
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO	(E-3)	2.10
COEFICIENTE K		1.33

ESTACION A : CERRO PICHE

LATITUD	(° ' ")	N 0 06 39
LONGITUD	(° ' ")	O 78 40 09
COTA	(M)	1,800.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		SECTORAL 120 °
GANANCIA	(DB)	12.50
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

ESTACION B: MARIANITAS

LATITUD	(° ' ")	N 0 07 55
LONGITUD	(° ' ")	O 78 39 17
COTA	(M)	1200.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	9.20
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	20.00
TIPO DE ANTENA		GRID 0.9 m
GANANCIA	(DB)	21.00
ALTURA ANTENA	(M)	10.00

<b>PERDIDAS POR OBSTRUCCION</b>		
---------------------------------	--	--

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

<b>PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE</b>		
-------------------------------------	--	--

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	105.21
------------------------	------	--------

<b>BALANCE DEL ENLACE</b>		
---------------------------	--	--

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	3.85
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	1.84
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	105.21
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	3.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	86.10
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-59.10
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	28.90
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	33.90

<b>CONFIABILIDAD</b>		
----------------------	--	--

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	4.78E-07
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	1.51E-07

**CALCULOS RADIOELECTRICOS**

**ENLACE : CERRO PICHE - PALMITO PAMBA**

No. 5

DISTANCIA	(KM)	7.50
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO	(E-3)	2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : CERRO PICHE**

LATITUD	(° ' ")	N 0 06 39
LONGITUD	(° ' ")	O 78 40 09
COTA	(M)	1,800.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		SECTORAL 120°
GANANCIA	(DB)	12.50
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

**ESTACION B: PALMITO PAMBA**

LATITUD	(° ' ")	N 0 10 25
LONGITUD	(° ' ")	O 78 40 03
COTA	(M)	1,360.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	9.20
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	20.00
TIPO DE ANTENA		GRID 1.8 m
GANANCIA	(DB)	27.00
ALTURA ANTENA	(M)	10.00

**PERDIDAS POR OBSTRUCCION**

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

**PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE**

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	113.46
------------------------	------	--------

**BALANCE DEL ENLACE**

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	3.85
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	1.84
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	113.46
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	3.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	88.35
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-61.35
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	26.65
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	31.65

**CONFIABILIDAD**

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	1.39E-05
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	4.39E-06

## CALCULOS RADIOELECTRICOS

### ENLACE : CERRO PICHE - LA PERLA

No. 6

DISTANCIA	(KM)	9.80
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO	(E-3)	2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : CERRO PICHE**

LATITUD	(° ' ")	N 0 06 39
LONGITUD	(° ' ")	O 78 40 09
COTA	(M)	1,800.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		SECTORAL 120°
GANANCIA	(DB)	12.50
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

**ESTACION B: LA PERLA**

LATITUD	(° ' ")	N 0 11 56
LONGITUD	(° ' ")	O 78 41 00
COTA	(M)	1,320.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	9.20
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	20.00
TIPO DE ANTENA		GRID 3.0 m
GANANCIA	(DB)	30.00
ALTURA ANTENA	(M)	10.00

**PERDIDAS POR OBSTRUCCION**

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

**PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE**

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	115.79
------------------------	------	--------

**BALANCE DEL ENLACE**

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	3.85
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	1.84
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	115.79
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	3.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	87.68
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-60.68
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	27.32
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	32.32

**CONFIABILIDAD**

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	2.65E-05
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	8.38E-06

**CALCULOS RADIOELECTRICOS**

**ENLACE : CERRO PICHE - EL PORVENIR**

No. 7

DISTANCIA	(KM)	7.50
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO	(E-3)	2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : CERRO PICHE**

LATITUD	(° ' ")	N 0 06 39
LONGITUD	(° ' ")	O 78 40 09
COTA	(M)	1,800.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		SECTORAL 120°
GANANCIA	(DB)	12.50
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

**ESTACION B: EL PORVENIR**

LATITUD	(° ' ")	N 0 08 59
LONGITUD	(° ' ")	O 78 43 34
COTA	(M)	1,400.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		GRID 3.0 m
GANANCIA	(DB)	30.00
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

<b>PERDIDAS POR OBSTRUCCION</b>		
---------------------------------	--	--

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

<b>PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE</b>		
-------------------------------------	--	--

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	113.46
------------------------	------	--------

<b>BALANCE DEL ENLACE</b>		
---------------------------	--	--

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	3.85
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	3.85
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	113.46
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	3.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	87.36
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-60.36
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	27.64
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	32.64

<b>CONFIABILIDAD</b>		
----------------------	--	--

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	1.10E-05
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	3.49E-06

**CALCULOS RADIOELECTRICOS**

**ENLACE : CERRO PICHE - CERRO MIRADOR**

No. 8

DISTANCIA	(KM)	9.40
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO	(E-3)	2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : CERRO PICHE**

LATITUD	( ° ' " )	N 0 06 39
LONGITUD	( ° ' " )	O 78 40 09
COTA	(M)	1,800.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		DIRECCIONAL
GANANCIA	(DB)	17.00
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

**ESTACION B: CERRO MIRADOR**

LATITUD	( ° ' " )	N 0 03 25
LONGITUD	( ° ' " )	O 78 44 01
COTA	(M)	2,000.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		GRID 3.0 m
GANANCIA	(DB)	30.00
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

**PERDIDAS POR OBSTRUCCION**

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

**PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE**

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	115.42
------------------------	------	--------

**BALANCE DEL ENLACE**

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	3.85
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	3.85
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	115.42
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	13.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	94.82
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-67.82
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	20.18
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	25.18

**CONFIABILIDAD**

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	1.21E-04
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	3.83E-05

**CALCULOS RADIOELECTRICOS**

**ENLACE : CERRO PICHE - SANTA ELENA**

No. 9

DISTANCIA	(KM)	5.50
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO	(E-3)	2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : CERRO PICHE**

LATITUD	(° ' ")	N 0 06 39
LONGITUD	(° ' ")	O 78 40 09
COTA	(M)	1,800.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		DIRECCIONAL
GANANCIA	(DB)	17.00
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

**ESTACION B: SANTA ELENA**

LATITUD	(° ' ")	N 0 05 42
LONGITUD	(° ' ")	O 78 42 55
COTA	(M)	1600.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		GRID 1.8 m
GANANCIA	(DB)	27.00
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

**PERDIDAS POR OBSTRUCCION**

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

**PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE**

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	110.77
------------------------	------	--------

**BALANCE DEL ENLACE**

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	3.85
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	3.85
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	110.77
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	13.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	93.17
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-66.17
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	21.83
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	26.83

**CONFIABILIDAD**

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	1.66E-05
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	5.25E-06

**CALCULOS RADIOELECTRICOS**

**ENLACE : CERRO MIRADOR - TULIPE**

No. 10

DISTANCIA	(KM)	3.50
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO	(E-3)	2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : CERRO MIRADOR**

LATITUD	( ° ' " )	N 0 03 25
LONGITUD	( ° ' " )	O 78 44 01
COTA	(M)	2,000.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		SECTORAL 120°
GANANCIA	(DB)	12.50
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

**ESTACION B: TULIPE**

LATITUD	( ° ' " )	N 0 05 17
LONGITUD	( ° ' " )	O 78 44 22
COTA	(M)	1,520.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	9.20
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	20.00
TIPO DE ANTENA		GRID 0.9 m
GANANCIA	(DB)	21.00
ALTURA ANTENA	(M)	10.00

**PERDIDAS POR OBSTRUCCION**

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

**PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE**

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	106.84
------------------------	------	--------

**BALANCE DEL ENLACE**

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	3.85
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	1.84
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	106.84
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	3.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	87.73
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-60.73
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	27.27
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	32.27

**CONFIABILIDAD**

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	1.22E-06
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	3.87E-07

**CALCULOS RADIOELECTRICOS**

**ENLACE : CERRO MIRADOR - LAS TOLAS**

No. 11

DISTANCIA	(KM)	5.15
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO		2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : CERRO MIRADOR**

LATITUD	( ° ' " )	N 0 03 25
LONGITUD	( ° ' " )	O 78 44 01
COTA	(M)	2,000.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		SECTORAL 120°
GANANCIA	(DB)	12.50
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

**ESTACION B: LAS TOLAS**

LATITUD	( ° ' " )	N 0 04 58
LONGITUD	( ° ' " )	O 78 46 21
COTA	(M)	1,760.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	9.20
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	20.00
TIPO DE ANTENA		GRID 1.8 m
GANANCIA	(DB)	27.00
ALTURA ANTENA	(M)	10.00

**PERDIDAS POR OBSTRUCCION**

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

**PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE**

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	110.20
------------------------	------	--------

**BALANCE DEL ENLACE**

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	3.85
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	1.84
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	110.20
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	3.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	85.09
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-58.09
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	29.91
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	34.91

**CONFIABILIDAD**

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	2.12E-06
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	6.70E-07

**CALCULOS RADIOELECTRICOS**

**ENLACE : CERRO MIRADOR - ARMENIA**

No. 12

DISTANCIA	(KM)	4.45
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO	(E-3)	2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : CERRO MIRADOR**

LATITUD	( ° ' " )	N 0 03 25
LONGITUD	( ° ' " )	O 78 44 01
COTA	(M)	2,000.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		SECTORAL 120°
GANANCIA	(DB)	12.50
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

**ESTACION B: ARMENIA**

LATITUD	( ° ' " )	N 0 04 24
LONGITUD	( ° ' " )	O 78 41 22
COTA	(M)	1,760.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		GRID 1.8 m
GANANCIA	(DB)	27.00
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

**PERDIDAS POR OBSTRUCCION**

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

**PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE**

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	108.93
------------------------	------	--------

**BALANCE DEL ENLACE**

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	3.85
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	3.85
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	108.93
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	3.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	85.83
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-58.83
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	29.17
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	34.17

**CONFIABILIDAD**

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	1.62E-06
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	5.13E-07

**CALCULOS RADIOELECTRICOS**

**ENLACE : CERRO MIRADOR - GUALEA CRUZ**

No. 13

DISTANCIA	(KM)	6.75
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO		2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : CERRO MIRADOR**

LATITUD	(° ' ")	N 0 03 25
LONGITUD	(° ' ")	O 78 44 01
COTA	(M)	2,000.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		SECTORAL 120°
GANANCIA	(DB)	12.50
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

**ESTACION B: GUALEA CRUZ**

LATITUD	(° ' ")	N 0 07 01
LONGITUD	(° ' ")	O 78 44 11
COTA	(M)	1,520.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	9.20
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	20.00
TIPO DE ANTENA		GRID 1.80 m
GANANCIA	(DB)	27.00
ALTURA ANTENA	(M)	10.00

**PERDIDAS POR OBSTRUCCION**

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

**PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE**

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	112.55
------------------------	------	--------

**BALANCE DEL ENLACE**

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	3.85
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	1.84
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	112.55
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	3.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	87.44
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-60.44
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	27.56
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	32.56

**CONFIABILIDAD**

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	8.19E-06
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	2.59E-06

**CALCULOS RADIOELECTRICOS**

**ENLACE : CERRO MIRADOR - INGAPI**

No. 14

DISTANCIA	(KM)	10.50
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO	(E-3)	2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : CERRO MIRADOR**

LATITUD	( ° ' " )	N 0 03 25
LONGITUD	( ° ' " )	O 78 44 01
COTA	(M)	2,000.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		SECTORAL 120°
GANANCIA	(DB)	12.50
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

**ESTACION B: INGAPI**

LATITUD	( ° ' " )	N 0 07 49
LONGITUD	( ° ' " )	O 78 47 22
COTA	(M)	1,520.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	20.00
TIPO DE ANTENA		GRID 3.0 m
GANANCIA	(DB)	30.00
ALTURA ANTENA	(M)	10.00

**PERDIDAS POR OBSTRUCCION**

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

**PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE**

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	116.39
------------------------	------	--------

**BALANCE DEL ENLACE**

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	3.85
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	1.10
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	116.39
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	3.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	87.54
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-60.54
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	27.46
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	32.46

**CONFIABILIDAD**

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	3.15E-05
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	9.98E-06

**CALCULOS RADIOELECTRICOS**

**ENLACE : EL PORVENIR - URCUTAMBO**

No. 15

DISTANCIA	(KM)	10.00
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO	(E-3)	2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : EL PORVENIR**

LATITUD	( ° ' " )	N 0 08 59
LONGITUD	( ° ' " )	O 78 43 34
COTA	(M)	1,800.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	9.20
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	35.00
TIPO DE ANTENA		GRID 1.8 m
GANANCIA	(DB)	27.00
ALTURA ANTENA	(M)	25.00

**ESTACION B: URCUTAMBO**

LATITUD	( ° ' " )	N 0 11 07
LONGITUD	( ° ' " )	O 78 43 13
COTA	(M)	1,360.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	9.20
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	20.00
TIPO DE ANTENA		GRID 1.2 m.
GANANCIA	(DB)	23.50
ALTURA ANTENA	(M)	10.00

**PERDIDAS POR OBSTRUCCION**

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

**PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE**

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	115.96
------------------------	------	--------

**BALANCE DEL ENLACE**

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	3.22
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	1.84
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	115.96
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	3.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	79.22
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-52.22
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	35.78
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	40.78

**CONFIABILIDAD**

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	4.02E-06
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	1.27E-06

CALCULOS RADIOELECTRICOS

ENLACE : **GALEA CRUZ - GALEA**

No. 16

DISTANCIA	(KM)	1.25
FRECUENCIA	(MHZ)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO	(E-3)	2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : GALEA CRUZ**

LATITUD	(° ' ")	N 0 07 01
LONGITUD	(° ' ")	O 78 44 11
COTA	(M)	1,520.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	20.00
TIPO DE ANTENA		DIRECCIONAL
GANANCIA	(DB)	11.00
ALTURA ANTENA	(M)	10.00

**ESTACION B: GALEA**

LATITUD	(° ' ")	N 0 06 53
LONGITUD	(° ' ")	O 78 44 50
COTA	(M)	1,320.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	5.50
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	20.00
TIPO DE ANTENA		DIRECCIONAL
GANANCIA	(DB)	11.00
ALTURA ANTENA	(M)	10.00

**PERDIDAS POR OBSTRUCCION**

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

**PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE**

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	97.90
------------------------	------	-------

**BALANCE DEL ENLACE**

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	1.10
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	1.10
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	97.90
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	3.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	86.80
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-59.80
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	28.20
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	33.20

**CONFIABILIDAD**

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	4.49E-08
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	1.42E-08

**CALCULOS RADIOELECTRICOS**

**ENLACE : *INGAPI - PACTO***

No. 17

DISTANCIA	(KM)	3.65
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO	(E-3)	2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : *INGAPI***

LATITUD	(° ' ")	<i>N 0 07 49</i>
LONGITUD	(° ' ")	<i>O 78 47 22</i>
COTA	(M)	1,520.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	9.20
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	20.00
TIPO DE ANTENA		<i>DIRECCIONAL</i>
GANANCIA	(DB)	17.00
ALTURA ANTENA	(M)	10.00

**ESTACION B: *PACTO***

LATITUD	(° ' ")	<i>N 0 08 41</i>
LONGITUD	(° ' ")	<i>O 78 45 55</i>
COTA	(M)	1,520.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	9.20
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	20.00
TIPO DE ANTENA		<i>DIRECCIONAL</i>
GANANCIA	(DB)	17.00
ALTURA ANTENA	(M)	10.00

**PERDIDAS POR OBSTRUCCION**

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00

**PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE**

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	107.21
------------------------	------	--------

**BALANCE DEL ENLACE**

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	1.84
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	1.84
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	107.21
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0.00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	3.00
TOLERANCIA	(DB)	1.50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	85.59
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-58.59
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	29.41
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	34.41

**CONFIABILIDAD**

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	8.46E-07
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	2.68E-07

**CALCULOS RADIOELECTRICOS**

**ENLACE : ARMENIA - NANEGALITO**

**No. 18**

DISTANCIA	(KM)	1.25
FRECUENCIA	(MHz)	1,500.00
VELOCIDAD DE TRANSMISION	(MBIT/S)	2.048
POTENCIA DE TRANSMISION	(DBM)	27.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-6)	(DBM)	88.00
UMBRAL DE RECEPCION (BER = 1E-3)	(DBM)	93.00
ATENUACION DE DERIVACION A+B	(DB)	4.20
RUGOSIDAD	(M)	25.00
COEFICIENTE CLIMATICO	(1E-3)	2.10
COEFICIENTE K		1.33

**ESTACION A : ARMENIA**

LATITUD	( ° ' " )	N 0 04 24
LONGITUD	( ° ' " )	O 78 41 22
COTA	(M)	1,760.00
ATENUACION ALIMENTADOR A	(DB/100M)	9.20
LONGITUD DE ALIMENTADOR A	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		DIRECCIONAL
GANANCIA	(DB)	17.00
ALTURA ANTENA	(M)	60.00

**ESTACION B: NANEGALITO**

LATITUD	( ° ' " )	N 0 03 53
LONGITUD	( ° ' " )	O 78 40 49
COTA	(M)	1,600.00
ATENUACION ALIMENTADOR B	(DB/100M)	9.20
LONGITUD DE ALIMENTADOR B	(M)	70.00
TIPO DE ANTENA		DIRECCIONAL
GANANCIA	(DB)	17.00
ALTURA ANTENA	(M)	50.00

**PERDIDAS POR OBSTRUCCION**

COTA OBSTRUCCION 1	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 1	(KM)	
DESPEJAMIENTO 1	(M)	
DESPEJAMIENTO 1	(%)	100,00%
COTA OBSTRUCCION 2	(M)	
DISTANCIA OBSTRUCCION 2	(KM)	
DESPEJAMIENTO 2	(M)	
DESPEJAMIENTO 2	(%)	100,00%
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0,00

**PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE**

PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	97,90
------------------------	------	-------

**BALANCE DEL ENLACE**

PERDIDAS ALIMENTADOR A	(DB)	6,44
PERDIDAS ALIMENTADOR B	(DB)	6,44
PERDIDAS ESPACIO LIBRE	(DB)	97,90
PERDIDAS POR OBSTRUCCION	(DB)	0,00
OTRAS ATENUACIONES	(DB)	3,00
TOLERANCIA	(DB)	1,50
ATENUACION DEL TRAMO	(DB)	85,48
NIVEL SIN DESVANECIMIENTO	(DBM)	-58,48
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-6)	(DB)	29,52
MARGEN REL. AL UMB. ( BER 1E-3)	(DB)	34,52

**CONFIABILIDAD**

TIEMPO % (BER =1E-6)	(%)	3.32E-08
TIEMPO % (BER =1E-3)	(%)	1.05E-08

# ANEXO 5

## CALCULOS DEL ESTUDIO ECONOMICO

- 5.1.- DESGLOSE Y PRECIOS UNITARIOS.
- 5.2.- DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA 1.
- 5.3.- COSTO TOTAL DEL SISTEMA 1.
- 5.4.- ESTUDIO ECONOMICO DEL SISTEMA 1
- 5.5.- DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA 2.
- 5.6.- COSTO TOTAL DEL SISTEMA 2.
- 5.7.- ESTUDIO ECONOMICO DEL SISTEMA 2.

**EQUIPO MULTIACCESO DIGITAL ( ESTACION CENTRAL)**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD
1.1	ESTACION CENTRAL			7,664
	Concentrador	1	7,012	7,012
	Unidad concentrador e interfaz	1	615	615
	Placas de enmascaramiento	1	37	37
1.2	INTERFAZ DE LINEA DE ABONADOS			959
	Interfaz de central	1	959	959
1.3	TERMINAL DE VIDEO E IMPRESORA			1,494
	Terminal de vídeo	1	676	676
	Impresora	1	818	818
1.4	MATERIAL DE INSTALACION ESTACION CENTRAL			1,695
	Material de instalación UCE	1	1,617	1,617
	Soporte de 200 mm	2	39	78
1.5	DOCUMENTACION			402
	Documentación SMD 30 – en español	1	402	402
1.6	BOLSA DE UTILES INST. Y MANT.			1,297
	Bolsa de útiles instalación y mantenimiento	1	1,297	1,297
1.7	MODEM V22bis			538
	Modem MGD – 2400 D	1	538	538

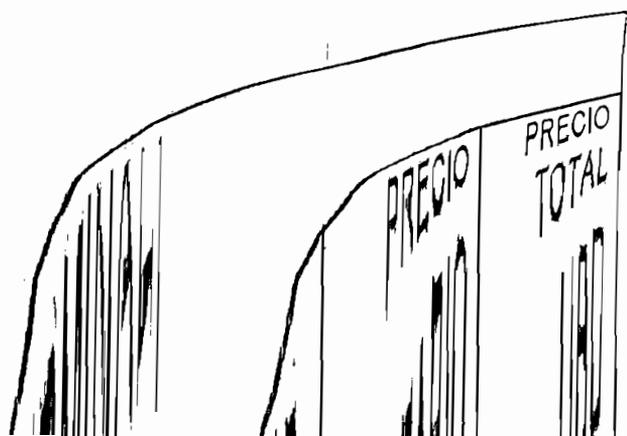
**EQUIPO MULTIACCESO DIGITAL (RADIO BASE)**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD
2.1	EQUIPO BASICO RADIO BASE			12,951
	Modulo transceptor 1 + 0	1	12,172	12,172
	Unidad de control radio base	1	615	615
	Placas de enmascaramiento	1	164	164
2.2	MATERIALES DE INSTALACION RADIO BASE			173
	Material de instalación URB	1	95	95
	Soporte de 200 mm	2	39	78
2.3	SISTEMA DE ENERGIA 110VDC/-48VDC/10+10 A			5,692
	Sistema alime. 110VAC/-48VDC/10+10 A.	1	4,993	4,993
	Bancada de batería 48V/54 AH	1	699	699
2.4	SISTEMA DE TIERRA Y PARARRAYOS			436
	Sistema de tierra y pararrayos	1	436	436

**EQUIPO MULTIACCESO DIGITAL (RADIO REPETIDOR)**

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD
3.1	EQUIPO BASICO RADIO REPETIDOR INTERPERIE			19,693
	URA Intemperie + 27 dBm	1	16,805	16,805
	Unidad de control y mantenimiento	1	886	886
	CAM 64 abonados	1	2,002	2,002
3.2	INTERFAZ LINEA DE ABONADOS			1,102
	Interfaz de abonados	1	1,102	1,102
3.3	MATERIALES DE INSTALACION REPETIDOR			250
	Material de instalación URA Intemperie	1	95	95
	Caja de derivación abonados	1	155	155
3.4	SISTEMA DE ENERGIA 110VAC/-48VDC/4 A/25AH			2,887
	Sistema alime. 110 VAC/-48VDC/4 A/25AH en doble contenedor	1	2,887	2,887
3.5	SISTEMA DE PARARRAYOS			436
	Sistema de tierra y pararrayos	1	436	436

Tabla A5.1 Desglose y precios unitarios de los elementos del Sistema.



ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD
7.9	ANTENA GRID 1.5 GHz 23.5dBi			1,113
	Antena GRID 1.2 m 1.5 GHz 23.5dBi	1	1,045	1,045
	Embalaje de exportación	1	68	68
7.10	ANTENA GRID 1.5 GHz 27dBi			1,597
	Antena GRID 1.8 m 1.5 GHz 27dBi	1	1,471	1,471
	Embalaje de exportación	1	126	126
7.11	ANTENA GRID 1.5 GHz 30dBi			4,147
	Antena GRID 3.0 m 1.5 GHz 30dBi	1	3,873	3,873
7.12	ACOPLADOR DIRECCIONAL			347
	Acoplador direccional	1	267	267
	Latiguillo R213u 0.5m	1	26	26
	Latiguillo R213u 1.5m	2	27	54
7.13	CABLE COAXIAL DE ½ CON ABRAZADERAS (1M)			9
	Cable coaxial de ½ con abrazaderas (1m)	1	9	9
7.14	CABLE COAXIAL DE 7/8 CON ABRAZADERAS (1M)			22
	Cable coaxial de 7/8 con abrazaderas (1m)	1	22	22
7.15	ACCESORIOS BAJADA CABLE ½			125
	Conector N para cable ½	2	33	66
	Conexión a tierra	1	59	59
7.16	ACCESORIOS BAJADA CABLE 7/8			157
	Conector N para cable 7/8	2	36	72
	Latiguillo cable R213U de 0.5 m	1	26	26
	Conexión a tierra	1	59	59

## TORRES

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO USD	PRECIO TOTAL USD
8.1	TORRE AUTOSOPORTADA DE 10 m.			1,061
	Torre autosoportada de 10 m.	1	1,061	1,061
8.2	TORRE AUTOSOPORTADA DE 15 m.			1,706
	Torre autosoportada de 15 m.	1	1,706	1,706
8.3	TORRE AUTOSOPORTADA DE 20 m.			4,194
	Torre autosoportada de 20 m.	1	4,194	4,194
8.4	TORRE AUTOSOPORTADA DE 30 m.			13,606
	Torre autosoportada de 30 m.	1	13,606	13,606
8.5	TORRE AUTOSOPORTADA DE 35 m.			15,799
	Torre autosoportada de 35 m.	1	15,799	15,799
8.6	TORRE AUTOSOPORTADA DE 40 m.			20,013
	Torre autosoportada de 40 m.	1	20,013	20,013
8.7	TORRE AUTOSOPORTADA DE 50 m.			32,654
	Torre autosoportada de 50 m.	1	32,654	32,654
8.8	TORRE AUTOSOPORTADA DE 60 m.			38,356
	Torre autosoportada de 60 m.	1	38,356	38,356

Tabla A5.1 Desglose y precios unitarios de los elementos del Sistema (continuación).

ITEM	DESCRIPCION	ARMENIA	CERRO BLANCO	CERRO PICHE	CERRO MIRADOR	CERRO PUSAG COCHA	EL PORVENIR	GUALEA	GUALEA CRUZ	INGAPI	LA PERLA	LAS TOLAS	MARIANITAS	NANGAL	NANGALITO	PACTO	PALMITO PAMBA	SANTA ELENA	TULIPE	URCUTAMBO	CENTRAL TELEFONICA	CANTIDAD	
<b>SISTEMA SMD 30/1.5</b>																							
1	ESTACION CENTRAL																						
1.1	ESTACION CENTRAL EQUIPO BASICO																					1	1
1.2	INTERFAZ DE LINEA DE ABONADOS																					32	32
1.3	TERMINAL DE VIDEO E IMPRESORA																					1	1
1.4	MATERIAL DE INSTALACION ESTACION CENTRAL																					1	1
1.5	DOCUMENTACION																					1	1
1.6	BOLSA DE UTILES INSTALACION / MANTENIMIENTO																					1	1
1.7	MODEM V.22bis																					1	1
2	RADIO BASE DE MULTIACCESO																						
2.1	EQUIPO BASICO DE RADIO BASE			1																			1
2.2	MATERIAL DE INSTALACION RADIO BASE			1																			1
2.3	SISTEMA DE ENERGIA 110 VAC/-48VDC/10A./10AH			1																			1
2.4	SISTEMA DE PARARRAYOS			1																			1
3	RADIO REPETIDOR DE MULTIACCESO																						
3.1	EQUIPO BASICO DE RADIO REPETIDOR INTERPERIE	1			1					1													5
3.2	INTERFAZ DE LINEA DE ABONADOS	5								1													9
3.3	MATERIALES DE INSTALACION REPETIDOR	1			1					1													5
3.4	SISTEMA DE ENERGIA 110 VAC/-48VDC/4A./25AH	1			1					1													5
3.5	SISTEMA DE PARARRAYOS	1			1					1													5
4	ESTACION TERMINAL DE ABONADOS																						
4.1	EQUIPO BASICO RADIO TERMINAL INTERPERIE							1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
4.2	INTERFAZ DE LINEA DE ABONADOS							2			2	1	2	5	4	3	1	1	1	1	1	1	23
4.3	MATERIALES DE INSTALACION REPETIDOR							1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
4.4	SISTEMA DE ENERGIA 110 VAC/-48VDC/4A./25AH							1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
4.5	SISTEMA DE PARARRAYOS							1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
COSTO DE LA ESTACION		\$ 28,776	\$ -	\$ 19,252	\$ 23,266	\$ -	\$ 24,368	\$ 17,088	\$ 24,368	\$ 25,470	\$ 17,088	\$ 15,986	\$ 17,088	\$ 20,394	\$ 19,292	\$ 18,190	\$ 15,986	\$ 15,986	\$ 15,986	\$ 15,986	\$ 43,778	\$ 378,348	

Tabla A5.2 Dimensionamiento del Sistema 1.

ITEM	DESCRIPCION	ARMENIA	CERRO BLANCO	CERRO PICHE	CERRO MIRADOR	CERRO PUGSAG COCHA	EL PORVENIR	GUALEA	GUALEA CRUZ	INGAPI	LA PERLA	LAS TOLAS	MARIANITAS	NANEGAL	NANEGALITO	PACTO	PALMITO PAMBA	SANTA ELENA	TULIPE	URCUTAMBO	CENTRAL TELEFONICA	CANTIDAD
SISTEMA DE TRANSMISION																						
5	RADIO DIGITAL																					
5.1	RADIO DIGITAL 4X2 MBITS (1+1) 1.5 GHZ.		1	1		1																3
5.2	MATERIAL DE INSTALACION RADIO 8MBITS		1	1		1																3
5.3	RADIO DIGITAL 34 MBITS (1+1) 8 GHZ.																					0
5.4	MATERIAL DE INSTALACION RADIO 34MBITS																					0
5.5	SISTEMA DE ENERGIA 110 VAC/48VDC/10+10A/80AH		1	1		1																3
5.6	SISTEMA DE TIERRA Y PARARRAYOS		1	1		1																3
6	MULTIPLEX																					
6.1	MULTIPLEX 2/8 MBITS (75 OHMIOS)			1																		1
6.2	BASTIDORES PARA MULTIPLEX Y CABLEADO			1																		1
6.3	MATERIAL DE INSTALACION MULTIPLEX 2/8			1																		1
6.4	MULTIPLEX 8/34 MBITS (75 OHMIOS)		1																			1
6.5	BASTIDORES PARA MULTIPLEX Y CABLEADO		1																			1
6.6	MATERIAL DE INSTALACION MULTIPLEX 8/34		1																			1
7	ANTENAS																					
7.1	ANTENA OMNI 1.5 GHZ 7 DBI POL. VER.																					0
7.2	ANTENA OMNI 1.5 GHZ 10 DBI POL. VER.																					0
7.3	ANTENA OMNI 1.5 GHZ 13 DBI POL. VER.																					0
7.4	ANTENA SECTORAL 90°, 180° 10 DBI POL. VER.																					0
7.5	ANTENA SECTORAL 90°, 180° 13 DBI POL. VER.			1		1																2
7.6	ANTENA DIRECCIONAL 1.5 GHZ 11DBI							1	1													2
7.7	ANTENA DIRECCIONAL 1.5 GHZ 17 DBI	1		1						1						1	1					5
7.8	ANTENA GRID 1.5 GHZ 0.9M 21DBI	1		1		1							1	1						1		5
7.9	ANTENA GRID 1.5 GHZ 1.2M 23.5 DBI																				1	1
7.10	ANTENA GRID 1.5 GHZ 1.8M 27 DBI	1		1		1				1											1	9
7.11	ANTENA GRID 1.5 GHZ 3.0M 30 DBI					1					1											3
7.12	ACOPLADOR DIRECCIONAL			1																		1
7.13	CABLE COAXIAL 1/2 CON ABRAZADERAS (1M)	70	20	70	35						20	20	20	30	70	20	20	70	20	20		545
7.14	CABLE COAXIAL 7/8 CON ABRAZADERAS (1M)	70		210	70		105	20	20													515
7.15	ACCESORIOS DE BAJADA DEL CABLE DE 1/2	1	1	1	2			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		17
7.16	ACCESORIOS DE BAJADA DEL CABLE DE 7/8	1		3	1		2	1	1	1												10

Tabla A5.2 Dimensionamiento del Sistema 1 (continuación).



ITEM	DESCRIPCION	PRECIO UNIT.	CANTID.	TOTAL
<b>EQUIPOS DEL SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL</b>				
1	<b>ESTACION CENTRAL</b>			
1.1	ESTACION CENTRAL EQUIPO BASICO	\$ 7,664	1	\$ 7,664
1.2	INTERFAZ DE LINEA DE ABONADOS	\$ 959	32	\$ 30,688
1.3	TERMINAL DE VIDEO E IMPRESORA	\$ 1,494	1	\$ 1,494
1.4	MATERIAL DE INSTALACION ESTACION CENTRAL	\$ 1,695	1	\$ 1,695
1.5	DOCUMENTACION	\$ 402	1	\$ 402
1.6	BOLSA DE UTILES INSTALACION / MANTENIMIENTO	\$ 1,297	1	\$ 1,297
1.7	MODEM V.22bis	\$ 538	1	\$ 538
			<b>TOTAL 1</b>	<b>\$43,778.00</b>
2	<b>RADIO BASE DE MULTIACCESO</b>			
2.1	EQUIPO BASICO DE RADIO BASE	\$ 12,951	1	\$ 12,951
2.2	MATERIAL DE INSTALACION RADIO BASE	\$ 173	1	\$ 173
2.3	SISTEMA DE ENERGIA 110 VAC/-48VDC/10A./10AH	\$ 5,692	1	\$ 5,692
2.4	SISTEMA DE PARARRAYOS	\$ 436	1	\$ 436
			<b>TOTAL 2</b>	<b>\$ 19,252</b>
3	<b>RADIO REPETIDOR DE MULTIACCESO</b>			
3.1	EQUIPO BASICO DE RADIO REPETIDOR INTERPERIE	\$ 19,693	5	\$ 98,465
3.2	INTERFAZ DE LINEA DE ABONADOS	\$ 1,102	9	\$ 9,918
3.3	MATERIALES DE INSTALACION REPETIDOR	\$ 250	5	\$ 1,250
3.4	SISTEMA DE ENERGIA 110 VAC/-48VDC/4A./25AH	\$ 2,887	5	\$ 14,435
3.5	SISTEMA DE PARARRAYOS	\$ 436	5	\$ 2,180
			<b>TOTAL 3</b>	<b>\$ 126,248</b>
4	<b>ESTACION TERMINAL DE ABONADOS</b>			
4.1	EQUIPO BASICO RADIO TERMINAL INTERPERIE	\$ 11,311	11	\$ 124,421
4.2	INTERFAZ DE LINEA DE ABONADOS	\$ 1,102	23	\$ 25,346
4.3	MATERIALES DE INSTALACION REPETIDOR	\$ 250	11	\$ 2,750
4.4	SISTEMA DE ENERGIA 110 VAC/-48VDC/4A./25AH	\$ 2,887	11	\$ 31,757
4.5	SISTEMA DE PARARRAYOS	\$ 436	11	\$ 4,796
			<b>TOTAL 4</b>	<b>\$ 189,070</b>
			<b>SUBTOTAL 1</b>	<b>\$ 378,348</b>
<b>SISTEMA DE TRANSMISION</b>				
5	<b>RADIO DIGITAL</b>			
5.1	RADIO DIGITAL 4X2 MBITS (1+1) 1.5 GHZ.	\$ 26,179	3	\$ 78,537
5.2	MATERIAL DE INSTALACION RADIO 8MBITS	\$ 127	3	\$ 381
5.3	RADIO DIGITAL 34 MBITS (1+1) 8 GHZ.	\$ 60,346	0	\$ -
5.4	MATERIAL DE INSTALACION RADIO 34MBITS	\$ 127	0	\$ -
5.5	SISTEMA DE ENERGIA 110 VAC/-48VDC/10+10A/80AH	\$ 5,878	3	\$ 17,634
5.6	SISTEMA DE TIERRA Y PARARRAYOS	\$ 436	3	\$ 1,308
			<b>TOTAL 5</b>	<b>97860</b>
6	<b>MULTIPLEX</b>			
6.1	MULTIPLEX 2/8 MBITS (75 OHMIOS)	\$ 893	1	\$ 893
6.2	BASTIDORES PARA MULTIPLEX Y CABLEADO	\$ 3,258	1	\$ 3,258
6.3	MATERIAL DE INSTALACION MULTIPLEX 2/8	\$ 444	1	\$ 444
6.4	MULTIPLEX 8/34 MBITS (75 OHMIOS)	\$ 3,417	1	\$ 3,417
6.5	BASTIDORES PARA MULTIPLEX Y CABLEADO	\$ 3,258	1	\$ 3,258
6.6	MATERIAL DE INSTALACION MULTIPLEX 8/34	\$ 979	1	\$ 979
			<b>TOTAL 6</b>	<b>\$ 12,249</b>

Tabla A5.3 Costo Total del Sistema 1.

7	ANTENAS			
7.1	ANTENA OMNI 1.5 GHZ 7 DBI POL. VER.	\$	828	0 \$ -
7.2	ANTENA OMNI 1.5 GHZ 10 DBI POL. VER.	\$	928	0 \$ -
7.3	ANTENA OMNI 1.5 GHZ 13 DBI POL. VER.	\$	1,304	0 \$ -
7.4	ANTENA SECTORAL 90°, 180° 10 DBI POL. VER.	\$	1,138	0 \$ -
7.5	ANTENA SECTORAL 90°, 180° 13 DBI POL. VER.	\$	1,558	2 \$ 3,116
7.6	ANTENA DIRECCIONAL 1.5 GHZ 11DBI	\$	223	2 \$ 446
7.7	ANTENA DIRECCIONAL 1.5 GHZ 17 DBI	\$	251	5 \$ 1,255
7.8	ANTENA GRID 1.5 GHZ 0.9M 21DBI	\$	914	5 \$ 4,570
7.9	ANTENA GRID 1.5 GHZ 1.2M 23.5 DBI	\$	1,113	1 \$ 1,113
7.10	ANTENA GRID 1.5 GHZ 1.8M 27 DBI	\$	1,597	9 \$ 14,373
7.11	ANTENA GRID 1.5 GHZ 3.0M 30 DBI	\$	4,147	3 \$ 12,441
7.12	ACOPLADOR DIRECCIONAL	\$	347	1 \$ 347
7.13	CABLE COAXIAL 1/2 CON ABRAZADERAS (1M)	\$	9	545 \$ 4,905
7.14	CABLE COAXIAL 7/8 CON ABRAZADERAS (1M)	\$	22	515 \$ 11,330
7.15	ACCESORIOS DE BAJADA DEL CABLE 1/2	\$	126	17 \$ 2,142
7.16	ACCESORIOS DE BAJADA DEL CABLE 7/8	\$	163	10 \$ 1,630
			TOTAL 7	\$ 57,668
8	TORRES			
8.1	TORRE AUTOSOPORTADA DE 10 MTS	\$	1,061	11 \$ 11,671
8.2	TORRE AUTOSOPORTADA DE 15 MTS	\$	1,706	0 \$ -
8.3	TORRE AUTOSOPORTADA DE 20 MTS	\$	4,194	1 \$ 4,194
8.4	TORRE AUTOSOPORTADA DE 30 MTS	\$	13,606	\$ -
8.5	TORRE AUTOSOPORTADA DE 35 MTS	\$	15,799	0 \$ -
8.6	TORRE AUTOSOPORTADA DE 40 MTS	\$	20,013	0 \$ -
8.7	TORRE AUTOSOPORTADA DE 50 MTS	\$	32,654	1 \$ 32,654
8.8	TORRE AUTOSOPORTADA DE 60 MTS	\$	38,356	5 \$ 191,780
			TOTAL 8	\$ 240,299
			SUBTOTAL 2	\$ 408,076
	SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL SMD 30/1.5	\$		378,348
	SISTEMA DE TRANSMISION	\$		408,076
	LINEAS TELEFONICAS	\$		-
	COSTO TOTAL DEL SISTEMA 1	\$		786,424

Tabla A5.3 Costo Total del Sistema 1 (continuación).

MES	FLUJO		VALOR PRESENTE		VPN
	Sucres	USD	Sucres	USD	USD
0		-826,437.00			-826,437.00
1	88,320,000		85,747,573	11,746.24	-814,690.76
2	88,320,000		83,250,071	11,404.12	-803,286.64
3	88,320,000		80,825,311	11,071.96	-792,214.68
4	88,320,000		78,471,176	10,749.48	-781,465.20
5	88,320,000		76,185,608	10,436.38	-771,028.82
6	88,320,000		73,966,610	10,132.41	-760,896.40
7	88,320,000		71,812,242	9,837.29	-751,059.11
8	88,320,000		69,720,624	9,550.77	-741,508.34
9	88,320,000		67,689,926	9,272.59	-732,235.75
10	88,320,000		65,718,375	9,002.52	-723,233.23
11	88,320,000		63,804,247	8,740.31	-714,492.92
12	88,320,000		61,945,871	8,485.74	-706,007.19
13	120,115,200		81,792,606	11,204.47	-694,802.72
14	120,115,200		79,410,297	10,878.12	-683,924.60
15	120,115,200		77,097,376	10,561.28	-673,363.31
16	120,115,200		74,851,822	10,253.67	-663,109.64
17	120,115,200		72,671,671	9,955.02	-653,154.62
18	120,115,200		70,555,021	9,665.07	-643,489.54
19	120,115,200		68,500,020	9,383.56	-634,105.98
20	120,115,200		66,504,874	9,110.26	-624,995.72
21	120,115,200		64,567,839	8,844.91	-616,150.81
22	120,115,200		62,687,222	8,587.29	-607,563.52
23	120,115,200		60,861,381	8,337.18	-599,226.35
24	120,115,200		59,088,719	8,094.35	-591,132.00
25	163,356,672		78,020,056	10,687.68	-580,444.32
26	163,356,672		75,747,627	10,376.39	-570,067.94
27	163,356,672		73,541,386	10,074.16	-559,993.77
28	163,356,672		71,399,404	9,780.74	-550,213.03
29	163,356,672		69,319,810	9,495.86	-540,717.17
30	163,356,672		67,300,786	9,219.29	-531,497.88
31	163,356,672		65,340,569	8,950.76	-522,547.12
32	163,356,672		63,437,446	8,690.06	-513,857.06
33	163,356,672		61,589,753	8,436.95	-505,420.11
34	163,356,672		59,795,877	8,191.22	-497,228.89
35	163,356,672		58,054,249	7,952.64	-489,276.25
36	163,356,672		56,363,349	7,721.01	-481,555.25
37	222,165,074		74,421,509	10,194.73	-471,360.52
38	222,165,074		72,253,892	9,897.79	-461,462.73
39	222,165,074		70,149,410	9,609.51	-451,853.22
40	222,165,074		68,106,223	9,329.62	-442,523.60
41	222,165,074		66,122,547	9,057.88	-433,465.72
42	222,165,074		64,196,647	8,794.06	-424,671.65
43	222,165,074		62,326,842	8,537.92	-416,133.73
44	222,165,074		60,511,497	8,289.25	-407,844.48
45	222,165,074		58,749,026	8,047.81	-399,796.67
46	222,165,074		57,037,890	7,813.41	-391,983.26
47	222,165,074		55,376,592	7,585.83	-384,397.43
48	222,165,074		53,763,682	7,364.89	-377,032.54
49	302,144,501		70,988,939	9,724.51	-367,308.03
50	302,144,501		68,921,300	9,441.27	-357,866.76

Tabla A5.4 Estudio económico del Sistema 1.

MES	FLUJO		VALOR PRESENTE		VPN
	Sucres	USD	Sucres	USD	USD
51	302,144,501		66,913,883	9,166.29	-348,700.47
52	302,144,501		64,964,935	8,899.31	-339,801.16
53	302,144,501		63,072,753	8,640.10	-331,161.06
54	302,144,501		61,235,682	8,388.45	-322,772.61
55	302,144,501		59,452,119	8,144.13	-314,628.49
56	302,144,501		57,720,503	7,906.92	-306,721.57
57	302,144,501		56,039,324	7,676.62	-299,044.95
58	302,144,501		54,407,110	7,453.03	-291,591.92
59	302,144,501		52,822,437	7,235.95	-284,355.97
60	302,144,501		51,283,920	7,025.19	-277,330.77
61	410,916,521		67,714,690	9,275.98	-268,054.79
62	410,916,521		65,742,418	9,005.81	-259,048.98
63	410,916,521		63,827,590	8,743.51	-250,305.47
64	410,916,521		61,968,534	8,488.84	-241,816.63
65	410,916,521		60,163,625	8,241.59	-233,575.04
66	410,916,521		58,411,287	8,001.55	-225,573.49
67	410,916,521		56,709,987	7,768.49	-217,805.00
68	410,916,521		55,058,240	7,542.22	-210,262.78
69	410,916,521		53,454,602	7,322.55	-202,940.23
70	410,916,521		51,897,672	7,109.27	-195,830.96
71	410,916,521		50,386,089	6,902.20	-188,928.76
72	410,916,521		48,918,533	6,701.17	-182,227.59
73	558,846,468		64,591,461	8,848.15	-173,379.44
74	558,846,468		62,710,156	8,590.43	-164,789.01
75	558,846,468		60,883,647	8,340.23	-156,448.78
76	558,846,468		59,110,337	8,097.31	-148,351.48
77	558,846,468		57,388,676	7,861.46	-140,490.01
78	558,846,468		55,717,162	7,632.49	-132,857.53
79	558,846,468		54,094,332	7,410.18	-125,447.34
80	558,846,468		52,518,769	7,194.35	-118,252.99
81	558,846,468		50,989,096	6,984.81	-111,268.18
82	558,846,468		49,503,976	6,781.37	-104,486.82
83	558,846,468		48,062,113	6,583.85	-97,902.97
84	558,846,468		46,662,246	6,392.09	-91,510.88
85	760,031,197		61,612,285	8,440.04	-83,070.84
86	760,031,197		59,817,753	8,194.21	-74,876.63
87	760,031,197		58,075,488	7,955.55	-66,921.08
88	760,031,197		56,383,969	7,723.83	-59,197.25
89	760,031,197		54,741,718	7,498.87	-51,698.38
90	760,031,197		53,147,299	7,280.45	-44,417.93
91	760,031,197		51,599,319	7,068.40	-37,349.53
92	760,031,197		50,096,426	6,862.52	-30,487.01
93	760,031,197		48,637,307	6,662.64	-23,824.36
94	760,031,197		47,220,687	6,468.59	-17,355.78
95	760,031,197		45,845,327	6,280.18	-11,075.59
96	760,031,197		44,510,026	6,097.26	<b>-4,978.33</b>
97	1,033,642,428		58,770,520	8,050.76	3,072.43
98	1,033,642,428		57,058,757	7,816.27	10,888.69
99	1,033,642,428		55,396,851	7,588.61	18,477.30
100	1,033,642,428		53,783,351	7,367.58	25,844.89
101	1,033,642,428		52,216,846	7,152.99	32,997.88

Tabla A5.4 Estudio económico del Sistema 1 (continuación).

MES	FLUJO		VALOR PRESENTE		VPN
	Sucres	USD	Sucres	USD	USD
102	1,033,642,428		50,695,967	6,944.65	39,942.53
103	1,033,642,428		49,219,385	6,742.38	46,684.91
104	1,033,642,428		47,785,811	6,546.00	53,230.91
105	1,033,642,428		46,393,991	6,355.34	59,586.26
106	1,033,642,428		45,042,710	6,170.23	65,756.49
107	1,033,642,428		43,730,786	5,990.52	71,747.01
108	1,033,642,428		42,457,074	5,816.04	77,563.05
109	1,405,753,701		56,059,826	7,679.43	85,242.47
110	1,405,753,701		54,427,015	7,455.76	92,698.23
111	1,405,753,701		52,841,762	7,238.60	99,936.83
112	1,405,753,701		51,302,682	7,027.76	106,964.59
113	1,405,753,701		49,808,429	6,823.07	113,787.66
114	1,405,753,701		48,357,698	6,624.34	120,412.01
115	1,405,753,701		46,949,221	6,431.40	126,843.41
116	1,405,753,701		45,581,768	6,244.08	133,087.48
117	1,405,753,701		44,254,144	6,062.21	139,149.70
118	1,405,753,701		42,965,188	5,885.64	145,035.34
119	1,405,753,701		41,713,775	5,714.22	150,749.55
120	1,405,753,701		40,498,811	5,547.78	156,297.34

Tabla A5.4 Estudio económico del Sistema 1 (continuación).

# RECUPERACION DE LA INVERSION SISTEMA 1

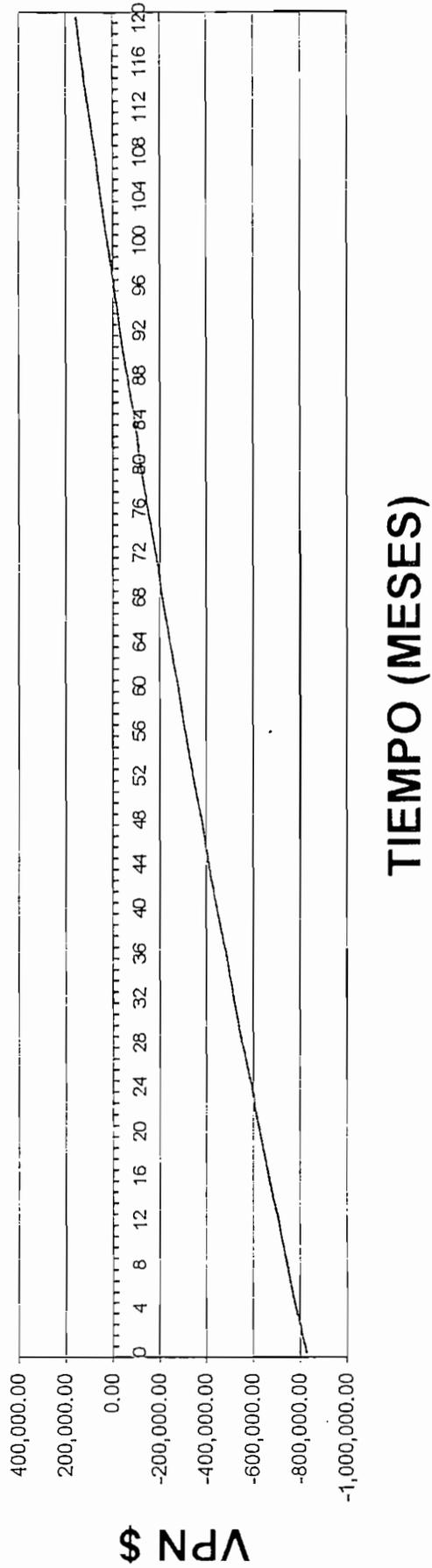


Figura A5.1 Recuperación de la inversión en función del tiempo y en base al valor presente para el Sistema1.

ITEM	DESCRIPCION	ARMENIA	CERRO BLANCO	CERRO PICHE	CERRO MIRADOR	CERRO PUGSAG COCH	EL PORVENIR	GALEA	GALEA CRUZ	INGAPI	LA PERLA	LAS TOLAS	MARIANITAS	NANEGAL	NANEGALITO	PACTO	PALMITO PAMBA	SANTA ELENA	TULIPE	URCUTAMBO	CANTIDAD	
SISTEMA SMD 30/1.5																						
1	ESTACION CENTRAL																					
1.1	ESTACION CENTRAL EQUIPO BASICO														1						1	
1.2	INTERFAZ DE LINEA DE ABONADOS														32						32	
1.3	TERMINAL DE VIDEO E IMPRESORA														1						1	
1.4	MATERIAL DE INSTALACION ESTACION CENTRAL														1						1	
1.5	DOCUMENTACION														1						1	
1.6	BOLSA DE UTILES INSTALACION / MANTENIMIENTO														1						1	
1.7	MODEM V.22bis														1						1	
2 RADIO BASE DE MULTIACCESO																						
2.1	EQUIPO BASICO DE RADIO BASE		1																		1	
2.2	MATERIAL DE INSTALACION RADIO BASE		1																		1	
2.3	SISTEMA DE ENERGIA 110 VAC/-48VDC/10A./10AH		1																		1	
2.4	SISTEMA DE PARARRAYOS		1																		1	
3 RADIO REPETIDOR DE MULTIACCESO																						
3.1	EQUIPO BASICO DE RADIO REPETIDOR INTERPERIE	1		1						1	1										5	
3.2	INTERFAZ DE LINEA DE ABONADOS	5								2	2										10	
3.3	MATERIALES DE INSTALACION REPETIDOR	1		1						1	1										5	
3.4	SISTEMA DE ENERGIA 110 VAC/-48VDC/4A./25AH	1		1						1	1										5	
3.5	SISTEMA DE PARARRAYOS	1		1						1	1										5	
4 ESTACION TERMINAL DE ABONADOS																						
4.1	EQUIPO BASICO RADIO TERMINAL INTERPERIE							1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
4.2	INTERFAZ DE LINEA DE ABONADOS							2			2	2	2	5	3	2	2	2	2	2	22	
4.3	MATERIALES DE INSTALACION REPETIDOR							1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
4.4	SISTEMA DE ENERGIA 110 VAC/-48VDC/4A./25AH							1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
4.5	SISTEMA DE PARARRAYOS							1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	
COSTO DE LA ESTACION																						
		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
		28,776	-	19,252	23,266	-	24,368	17,088	25,470	25,470	17,088	17,088	17,088	43,778	20,394	18,190	17,088	17,088	15,986	15,986	15,986	363,464

Tabla A5.5 Dimensionamiento del Sistema 2.

ITEM	DESCRIPCION	ARMENIA	CERRO BLANCO	CERRO PICHE	CERRO MIRADOR	CERRO PUSAG COCHA	EL PORVENIR	GUALEA	GUALEA CRUZ	INGAPI	LA PERLA	LAS TOLAS	MARIANITAS	NANEGAL	NANEGALITO	PACTO	PALMITO PAMBA	SANTA ELENA	TULIPE	URCUTAMBO	CANTIDAD
<b>SISTEMA DE TRANSMISION</b>																					
5	<b>RADIO DIGITAL</b>																				
5.1	RADIO DIGITAL 4X2 MBITS (1+1) 1.5 GHZ.		1	1	1	1								1							4
5.2	MATERIAL DE INSTALACION RADIO 8MBITS		1	1	1	1								1							4
5.3	RADIO DIGITAL 34 MBITS (1+1) 8 GHZ.																				0
5.4	MATERIAL DE INSTALACION RADIO 34MBITS																				0
5.5	SISTEMA DE ENERGIA 110 VAC/-48VDC/10+10A/80AH		1	1	1	1															3
5.6	SISTEMA DE TIERRA Y PARARRAYOS		1	1	1	1															3
6	<b>MULTIPLEX</b>																				
6.1	MULTIPLEX 2/8 MBITS (75 OHMIOS)			1										1							2
6.2	BASTIDORES PARA MULTIPLEX Y CABLEADO			1										1							2
6.3	MATERIAL DE INSTALACION MULTIPLEX 2/8			1										1							2
6.4	MULTIPLEX 8/34 MBITS (75 OHMIOS)				1																1
6.5	BASTIDORES PARA MULTIPLEX Y CABLEADO			1																	1
6.6	MATERIAL DE INSTALACION MULTIPLEX 8/34			1																	1
7	<b>ANTENAS</b>																				
7.1	ANTENA OMNI 1.5 GHZ 7 DBI POL. VER.																				0
7.2	ANTENA OMNI 1.5 GHZ 10 DBI POL. VER.																				0
7.3	ANTENA OMNI 1.5 GHZ 13 DBI POL. VER.																				0
7.4	ANTENA SECTORAL 90°, 180° 10 DBI POL. VER.																				0
7.5	ANTENA SECTORAL 90°, 180° 13 DBI POL. VER.			1	1																2
7.6	ANTENA DIRECCIONAL 1.5 GHZ 11DBI			1					1	1											3
7.7	ANTENA DIRECCIONAL 1.5 GHZ 17 DBI	1		1						1					1	1					5
7.8	ANTENA GRID 1.5 GHZ 0.9M 21DBI		2										1						1		5
7.9	ANTENA GRID 1.5 GHZ 1.2M 23.5 DBI														1					1	2
7.10	ANTENA GRID 1.5 GHZ 1.8M 27 DBI	1		1					1	1		1					1	1			9
7.11	ANTENA GRID 1.5 GHZ 3.0M 30 DBI				1						1										3
7.12	ACOPLADOR DIRECCIONAL			1																	1
7.13	CABLE COAXIAL 1/2 CON ABRAZADERAS (1M)	70	20		70	35			20	20	20	20	20	60	70	20	20	70	20	20	575
7.14	CABLE COAXIAL 7/8 CON ABRAZADERAS (1M)	70		280	70	105		20	20	20											585
7.15	ACCESORIOS DE BAJADA DEL CABLE DE 1/2	1	1		1	2			1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	18
7.16	ACCESORIOS DE BAJADA DEL CABLE DE 7/8	1		4	1	2	1	1	1	1											11

Tabla 5.5. Dimensionamiento del Sistema 2 (continuación).

ITEM	DESCRIPCION	ARMENIA	CERRO BLANCO	CERRO PICHE	CERRO MIRADOR	CERRO PUGSAG COCHA	EL PORVENIR	GUALEA	GUALEA CRUZ	INGAPI	LA PERLA	LAS TOLAS	MARIANITAS	NANEGAL	NANEGALITO	PACTO	PALMITO PAMBA	SANTA ELENA	TULIPE	URCUTAMBO	CANTIDAD		
8	TORRES		1					1	1	1	1	1				1	1		1	1	12	0	
8.1	TORRE AUTOSOPORTADA DE 10 MTS					1																	0
8.2	TORRE AUTOSOPORTADA DE 15 MTS																						0
8.3	TORRE AUTOSOPORTADA DE 20 MTS																						1
8.4	TORRE AUTOSOPORTADA DE 30 MTS						1																1
8.5	TORRE AUTOSOPORTADA DE 35 MTS																						0
8.6	TORRE AUTOSOPORTADA DE 40 MTS																						0
8.7	TORRE AUTOSOPORTADA DE 50 MTS																						1
8.8	TORRE AUTOSOPORTADA DE 60 MTS	1		1	1																	4	4
COSTO DEL SISTEMA DE TRANSMISION		\$ 42,663	\$ 43,469	\$ 86,359	\$ 46,520	\$ 36,759	\$ 21,986	\$ 1,887	\$ 3,790	\$ 3,818	\$ 5,514	\$ 2,964	\$ 2,281	\$ 37,000	\$ 33,651	\$ 1,618	\$ 2,964	\$ 40,709	\$ 2,281	\$ 2,480	\$ 418,713	\$ 782,177	
COSTO TOTAL DE LA ESTACION		\$ 71,439	\$ 43,469	\$ 105,611	\$ 69,786	\$ 36,759	\$ 46,354	\$ 18,975	\$ 29,260	\$ 29,288	\$ 22,602	\$ 20,052	\$ 19,369	\$ 80,778	\$ 54,045	\$ 19,808	\$ 20,052	\$ 57,797	\$ 18,267	\$ 18,466	\$ 418,713	\$ 782,177	

Tabla A5.5 Dimensionamiento del Sistema 2 (continuación).

ITEM	DESCRIPCION	PRECIO UNIT.	CANTID.	TOTAL
<b>EQUIPOS DEL SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL</b>				
1	ESTACION CENTRAL			
1.1	ESTACION CENTRAL EQUIPO BASICO	\$ 7,664	1	\$ 7,664
1.2	INTERFAZ DE LINEA DE ABONADOS	\$ 959	32	\$ 30,688
1.3	TERMINAL DE VIDEO E IMPRESORA	\$ 1,494	1	\$ 1,494
1.4	MATERIAL DE INSTALACION ESTACION CENTRAL	\$ 1,695	1	\$ 1,695
1.5	DOCUMENTACION	\$ 402	1	\$ 402
1.6	BOLSA DE UTILES INSTALACION / MANTENIMIENTO	\$ 1,297	1	\$ 1,297
1.7	MODEM V.22bis	\$ 538	1	\$ 538
			TOTAL 1	\$43,778.00
2	RADIO BASE DE MULTIACCESO			
2.1	EQUIPO BASICO DE RADIO BASE	\$ 12,951	1	\$ 12,951
2.2	MATERIAL DE INSTALACION RADIO BASE	\$ 173	1	\$ 173
2.3	SISTEMA DE ENERGIA 110 VAC/-48VDC/10A./10AH	\$ 5,692	1	\$ 5,692
2.4	SISTEMA DE PARARRAYOS	\$ 436	1	\$ 436
			TOTAL 2	\$ 19,252
3	RADIO REPETIDOR DE MULTIACCESO			
3.1	EQUIPO BASICO DE RADIO REPETIDOR INTERPERIE	\$ 19,693	5	\$ 98,465
3.2	INTERFAZ DE LINEA DE ABONADOS	\$ 1,102	10	\$ 11,020
3.3	MATERIALES DE INSTALACION REPETIDOR	\$ 250	5	\$ 1,250
3.4	SISTEMA DE ENERGIA 110 VAC/-48VDC/4A./25AH	\$ 2,887	5	\$ 14,435
3.5	SISTEMA DE PARARRAYOS	\$ 436	5	\$ 2,180
			TOTAL 3	\$ 127,350
4	ESTACION TERMINAL DE ABONADOS			
4.1	EQUIPO BASICO RADIO TERMINAL INTERPERIE	\$ 11,311	10	\$ 113,110
4.2	INTERFAZ DE LINEA DE ABONADOS	\$ 1,102	22	\$ 24,244
4.3	MATERIALES DE INSTALACION REPETIDOR	\$ 250	10	\$ 2,500
4.4	SISTEMA DE ENERGIA 110 VAC/-48VDC/4A./25AH	\$ 2,887	10	\$ 28,870
4.5	SISTEMA DE PARARRAYOS	\$ 436	10	\$ 4,360
			TOTAL 4	\$ 173,084
			SUBTOTAL 1	\$ 363,464
<b>SISTEMA DE TRANSMISION</b>				
5	RADIO DIGITAL			
5.1	RADIO DIGITAL 4X2 MBITS (1+1) 1.5 GHZ.	\$ 26,179	4	\$ 104,716
5.2	MATERIAL DE INSTALACION RADIO 8MBITS	\$ 127	4	\$ 508
5.3	RADIO DIGITAL 34 MBITS (1+1) 8 GHZ.	\$ 60,346	0	\$ -
5.4	MATERIAL DE INSTALACION RADIO 34MBITS	\$ 127	0	\$ -
5.5	SISTEMA DE ENERGIA 110 VAC/-48VDC/10+10A/80AH	\$ 5,878	3	\$ 17,634
5.6	SISTEMA DE TIERRA Y PARARRAYOS	\$ 436	3	\$ 1,308
			TOTAL 5	124166
6	MULTIPLEX			
6.1	MULTIPLEX 2/8 MBITS (75 OHMIOS)	\$ 893	2	\$ 1,786
6.2	BASTIDORES PARA MULTIPLEX Y CABLEADO	\$ 3,258	2	\$ 6,516
6.3	MATERIAL DE INSTALACION MULTIPLEX 2/8	\$ 444	2	\$ 888
6.4	MULTIPLEX 8/34 MBITS (75 OHMIOS)	\$ 3,417	1	\$ 3,417
6.5	BASTIDORES PARA MULTIPLEX Y CABLEADO	\$ 3,258	1	\$ 3,258
6.6	MATERIAL DE INSTALACION MULTIPLEX 8/34	\$ 979	1	\$ 979
			TOTAL 6	\$ 16,844

Tabla A5.6 Costo total del Sistema 2.

7	ANTENAS			
7.1	ANTENA OMNI 1.5 GHZ 7 DBI POL. VER.	\$ 828	0	\$ -
7.2	ANTENA OMNI 1.5 GHZ 10 DBI POL. VER.	\$ 928	0	\$ -
7.3	ANTENA OMNI 1.5 GHZ 13 DBI POL. VER.	\$ 1,304	0	\$ -
7.4	ANTENA SECTORAL 90°, 180° 10 DBI POL. VER.	\$ 1,138	0	\$ -
7.5	ANTENA SECTORAL 90°, 180° 13 DBI POL. VER.	\$ 1,558	2	\$ 3,116
7.6	ANTENA DIRECCIONAL 1.5 GHZ 11DBI	\$ 223	3	\$ 669
7.7	ANTENA DIRECCIONAL 1.5 GHZ 17 DBI	\$ 251	5	\$ 1,255
7.8	ANTENA GRID 1.5 GHZ 0.9M 21DBI	\$ 914	5	\$ 4,570
7.9	ANTENA GRID 1.5 GHZ 1.2M 23.5 DBI	\$ 1,113	2	\$ 2,226
7.10	ANTENA GRID 1.5 GHZ 1.8M 27 DBI	\$ 1,597	9	\$ 14,373
7.11	ANTENA GRID 1.5 GHZ 3.0M 30 DBI	\$ 4,147	3	\$ 12,441
7.12	ACOPLADOR DIRECCIONAL	\$ 347	1	\$ 347
7.13	CABLE COAXIAL 1/2 CON ABRAZADERAS (1M)	\$ 9	575	\$ 5,175
7.14	CABLE COAXIAL 7/8 CON ABRAZADERAS (1M)	\$ 22	585	\$ 12,870
7.15	ACCESORIOS DE BAJADA DEL CABLE 1/2	\$ 126	18	\$ 2,268
7.16	ACCESORIOS DE BAJADA DEL CABLE 7/8	\$ 163	11	\$ 1,793
			TOTAL 7	\$ 61,103
8	TORRES			
8.1	TORRE AUTOSOPORTADA DE 10 MTS	\$ 1,061	12	\$ 12,732
8.2	TORRE AUTOSOPORTADA DE 15 MTS	\$ 1,706	0	\$ -
8.3	TORRE AUTOSOPORTADA DE 20 MTS	\$ 4,194	1	\$ 4,194
8.4	TORRE AUTOSOPORTADA DE 30 MTS	\$ 13,606	1	\$ 13,606
8.5	TORRE AUTOSOPORTADA DE 35 MTS	\$ 15,799	0	\$ -
8.6	TORRE AUTOSOPORTADA DE 40 MTS	\$ 20,013	0	\$ -
8.7	TORRE AUTOSOPORTADA DE 50 MTS	\$ 32,654	1	\$ 32,654
8.8	TORRE AUTOSOPORTADA DE 60 MTS	\$ 38,356	4	\$ 153,424
			TOTAL 8	\$ 216,610
			SUBTOTAL 2	\$ 418,723
	SISTEMA MULTIACCESO DIGITAL SMD 30/1.5	\$		363,464
	SISTEMA DE TRANSMISION	\$		418,723
	LINEAS TELEFONICAS	\$		150,000
	<b>COSTO TOTAL DEL SISTEMA 2</b>	<b>\$</b>		<b>932,187</b>

Tabla A5.6 Costo total del Sistema 2 (continuación).

MES	FLUJO		VALOR PRESENTE		VPN
	Sucres	USD	Sucres	USD	USD
0		1,001,538.00			-1,001,538.00
1	87,652,500		85,099,515	11,657.47	-989,880.53
2	87,652,500		82,620,888	11,317.93	-978,562.60
3	87,652,500		80,214,454	10,988.28	-967,574.32
4	87,652,500		77,878,111	10,668.23	-956,906.09
5	87,652,500		75,609,816	10,357.51	-946,548.58
6	87,652,500		73,407,589	10,055.83	-936,492.74
7	87,652,500		71,269,504	9,762.95	-926,729.80
8	87,652,500		69,193,693	9,478.59	-917,251.21
9	87,652,500		67,178,343	9,202.51	-908,048.70
10	87,652,500		65,221,692	8,934.48	-899,114.22
11	87,652,500		63,322,031	8,674.25	-890,439.97
12	87,652,500		61,477,700	8,421.60	-882,018.37
13	119,207,400		81,174,439	11,119.79	-870,898.58
14	119,207,400		78,810,135	10,795.91	-860,102.67
15	119,207,400		76,514,694	10,481.46	-849,621.21
16	119,207,400		74,286,111	10,176.18	-839,445.03
17	119,207,400		72,122,437	9,879.79	-829,565.24
18	119,207,400		70,021,784	9,592.03	-819,973.21
19	119,207,400		67,982,315	9,312.65	-810,660.57
20	119,207,400		66,002,247	9,041.40	-801,619.16
21	119,207,400		64,079,852	8,778.06	-792,841.10
22	119,207,400		62,213,448	8,522.39	-784,318.71
23	119,207,400		60,401,406	8,274.17	-776,044.55
24	119,207,400		58,642,142	8,033.17	-768,011.38
25	162,122,064		77,430,401	10,606.90	-757,404.47
26	162,122,064		75,175,146	10,297.97	-747,106.51
27	162,122,064		72,985,579	9,998.02	-737,108.48
28	162,122,064		70,859,785	9,706.82	-727,401.66
29	162,122,064		68,795,908	9,424.10	-717,977.57
30	162,122,064		66,792,144	9,149.61	-708,827.96
31	162,122,064		64,846,742	8,883.12	-699,944.84
32	162,122,064		62,958,002	8,624.38	-691,320.46
33	162,122,064		61,124,273	8,373.19	-682,947.27
34	162,122,064		59,343,955	8,129.31	-674,817.96
35	162,122,064		57,615,490	7,892.53	-666,925.43
36	162,122,064		55,937,369	7,662.65	-659,262.78
37	220,486,007		73,859,050	10,117.68	-649,145.10
38	220,486,007		71,707,816	9,822.99	-639,322.11
39	220,486,007		69,619,239	9,536.88	-629,785.23
40	220,486,007		67,591,494	9,259.11	-620,526.12
41	220,486,007		65,622,809	8,989.43	-611,536.69
42	220,486,007		63,711,466	8,727.60	-602,809.09
43	220,486,007		61,855,792	8,473.40	-594,335.70
44	220,486,007		60,054,167	8,226.60	-586,109.10
45	220,486,007		58,305,016	7,986.99	-578,122.11
46	220,486,007		56,606,812	7,754.36	-570,367.75
47	220,486,007		54,958,070	7,528.50	-562,839.25
48	220,486,007		53,357,349	7,309.23	-555,530.03
49	299,860,970		70,452,422	9,651.02	-545,879.01
50	299,860,970		68,400,410	9,369.92	-536,509.09

Tabla A5.7 Estudio económico del Sistema 2.

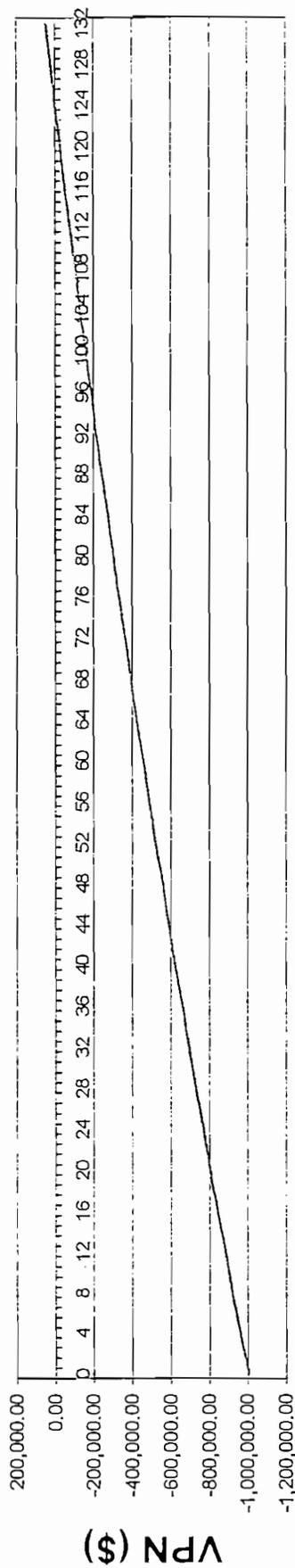
MES	FLUJO		VALOR PRESENTE		VPN
	Sucres	USD	Sucres	USD	USD
51	299,860,970		66,408,165	9,097.01	-527,412.08
52	299,860,970		64,473,947	8,832.05	-518,580.03
53	299,860,970		62,596,065	8,574.80	-510,005.23
54	299,860,970		60,772,878	8,325.05	-501,680.18
55	299,860,970		59,002,795	8,082.57	-493,597.60
56	299,860,970		57,284,267	7,847.16	-485,750.44
57	299,860,970		55,615,793	7,618.60	-478,131.84
58	299,860,970		53,995,915	7,396.70	-470,735.14
59	299,860,970		52,423,219	7,181.26	-463,553.88
60	299,860,970		50,896,329	6,972.10	<b>-456,581.78</b>
61	407,810,919		67,202,920	9,205.88	-447,375.90
62	407,810,919		65,245,553	8,937.75	-438,438.15
63	407,810,919		63,345,197	8,677.42	-429,760.73
64	407,810,919		61,500,192	8,424.68	-421,336.04
65	407,810,919		59,708,924	8,179.30	-413,156.74
66	407,810,919		57,969,829	7,941.07	-405,215.67
67	407,810,919		56,281,387	7,709.78	-397,505.89
68	407,810,919		54,642,124	7,485.22	-390,020.66
69	407,810,919		53,050,605	7,267.21	-382,753.46
70	407,810,919		51,505,442	7,055.54	-375,697.92
71	407,810,919		50,005,284	6,850.04	-368,847.88
72	407,810,919		48,548,819	6,650.52	<b>-362,197.36</b>
73	554,622,849		64,103,295	8,781.27	-353,416.08
74	554,622,849		62,236,209	8,525.51	-344,890.58
75	554,622,849		60,423,504	8,277.19	-336,613.38
76	554,622,849		58,663,596	8,036.11	-328,577.27
77	554,622,849		56,954,947	7,802.05	-320,775.23
78	554,622,849		55,296,065	7,574.80	-313,200.42
79	554,622,849		53,685,500	7,354.18	-305,846.24
80	554,622,849		52,121,845	7,139.98	-298,706.27
81	554,622,849		50,603,733	6,932.02	-291,774.25
82	554,622,849		49,129,838	6,730.11	-285,044.13
83	554,622,849		47,698,872	6,534.09	-278,510.04
84	554,622,849		46,309,584	6,343.78	<b>-272,166.26</b>
85	754,287,075		61,146,636	8,376.25	-263,790.01
86	754,287,075		59,365,666	8,132.28	-255,657.73
87	754,287,075		57,636,569	7,895.42	-247,762.31
88	754,287,075		55,957,834	7,665.46	-240,096.85
89	754,287,075		54,327,994	7,442.19	-232,654.66
90	754,287,075		52,745,625	7,225.43	-225,429.23
91	754,287,075		51,209,345	7,014.98	-218,414.25
92	754,287,075		49,717,810	6,810.66	-211,603.59
93	754,287,075		48,269,719	6,612.29	-204,991.30
94	754,287,075		46,863,805	6,419.70	-198,571.60
95	754,287,075		45,498,839	6,232.72	-192,338.89
96	754,287,075		44,173,631	6,051.18	<b>-186,287.70</b>
97	1,025,830,422		58,326,347	7,989.91	-178,297.79
98	1,025,830,422		56,627,521	7,757.19	-170,540.60
99	1,025,830,422		54,978,176	7,531.26	-163,009.34
100	1,025,830,422		53,376,870	7,311.90	-155,697.44
101	1,025,830,422		51,822,204	7,098.93	-148,598.51

Tabla A5.7 Estudio económico del Sistema 2 (continuación).

MES	FLUJO		VALOR PRESENTE		VPN
	Sucres	USD	Sucres	USD	USD
102	1,025,830,422		50,312,819	6,892.17	-141,706.34
103	1,025,830,422		48,847,397	6,691.42	-135,014.92
104	1,025,830,422		47,424,658	6,496.53	-128,518.39
105	1,025,830,422		46,043,357	6,307.31	-122,211.08
106	1,025,830,422		44,702,288	6,123.60	-116,087.48
107	1,025,830,422		43,400,280	5,945.24	-110,142.24
108	1,025,830,422		42,136,194	5,772.08	-104,370.16
109	1,395,129,374		55,636,140	7,621.39	-96,748.77
110	1,395,129,374		54,015,670	7,399.41	-89,349.36
111	1,395,129,374		52,442,398	7,183.89	-82,165.47
112	1,395,129,374		50,914,949	6,974.65	-75,190.82
113	1,395,129,374		49,431,990	6,771.51	-68,419.31
114	1,395,129,374		47,992,223	6,574.28	-61,845.04
115	1,395,129,374		46,594,391	6,382.79	-55,462.24
116	1,395,129,374		45,237,273	6,196.89	-49,265.36
117	1,395,129,374		43,919,683	6,016.39	-43,248.96
118	1,395,129,374		42,640,468	5,841.16	-37,407.80
119	1,395,129,374		41,398,513	5,671.03	-31,736.77
120	1,395,129,374		40,192,731	5,505.85	-26,230.92
121	1,897,375,949		53,070,014	7,269.86	-18,961.05
122	1,897,375,949		51,524,285	7,058.12	-11,902.93
123	1,897,375,949		50,023,578	6,852.54	-5,050.39
124	1,897,375,949		48,566,581	6,652.96	1,602.57
125	1,897,375,949		47,152,020	6,459.18	8,061.75
126	1,897,375,949		45,778,660	6,271.05	14,332.80
127	1,897,375,949		44,445,301	6,088.40	20,421.20
128	1,897,375,949		43,150,778	5,911.07	26,332.26
129	1,897,375,949		41,893,959	5,738.90	32,071.16
130	1,897,375,949		40,673,747	5,571.75	37,642.91
131	1,897,375,949		39,489,074	5,409.46	43,052.37
132	1,897,375,949		38,338,907	5,251.91	48,304.27

Tabla A5.7 Estudio económico del Sistema 2 (continuación).

## RECUPERACION DE LA INVERSION SISTEMA 2



**TIEMPO (MESES)**

Figura A5.2 Recuperación de la inversión en función del tiempo y en base al valor presente para el Sistema 2

## BIBLIOGRAFIA

- ◆ A fondo: Sistemas de comunicaciones; Don L. Cannon y Gerald Luecke; Ediciones Anaya Multimedia, S. A. 1988.
- ◆ Análisis de los Resultados Definitivos del V Censo de Población y Vivienda, Provincia de Pichincha; Quito Ecuador; Enero 1992.
- ◆ Anatomy of Telecommunications: Tom Smith; abc Teletraining, Inc.; 1998.
- ◆ Apuntes del Curso de Radioenlaces, Escuela Politécnica Nacional, Quito 1999.
- ◆ Computer Networks, Andrew S. Tanenbaum; Prentice Hall, 1996.
- ◆ Fundamentos de Ingeniería Económica, Gabriel Urbina, Mc Graw-Hill, México 1996.
- ◆ LAN TIMES, Guía de Redes de Area Extendida, Mc Graw-Hill, España 1997.
- ◆ IEEE Communications Magazine, Rural Communications Project for India; Octubre 1994.
- ◆ Manual de Sistema SMD 30 / 1.5 ALCATEL Vol 1/1 Julio 1992.
- ◆ Revista de telecomunicaciones AHCIET, Proyecto Multiacceso Rural Digital; España 1989 .
- ◆ Suplemento al manual: Telecomunicaciones Rurales Tomo I, II, III; CCITT; Ginebra 1990.
- ◆ Tesis de María Nelly Lema, Escuela Politécnica, Quito 1996.
- ◆ Training A-9800; Point to Multipoint System; Alcatel Telecom; May 1996.