

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

PLANIFICACION Y DISEÑO DE UN PROYECTO DE TELEFONIA  
RURAL EN EL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO

T E S I S

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA

P O R

MARCO ANTONIO TUCUX SAJQUIM  
AL CONFERIRSE EL TITULO DE  
INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, MAYO DE 1,995

5  
Biblioteca Central

24  
T. (3/10/05)  
20.1

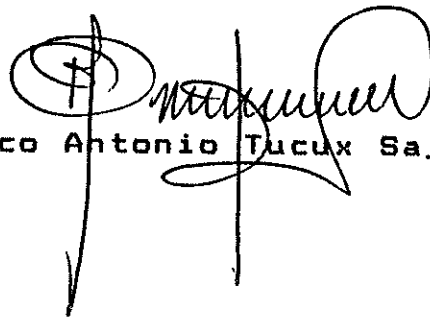
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi tarabajo de tesis titulado:

PLANIFICACION Y DISEÑO DE UN PROYECTO DE TELEFONIA  
RURAL EN EL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO,

Tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de INGENIERIA MECANICA ELECTRICA.

Atentamente.



Marco Antonio Tucux Sajquim.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podezueck
VOCAL 1	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL 2	Ing. Jack D. Ibarra S.
VOCAL 3	Ing. Juan A. Echeverria M.
VOCAL 4	Br. Fredy Rodríguez Quezada.
VOCAL 5	Br. Mario N. Morales Solís.
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González L.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Jorge Mario Morales González
TERNA	Ing. Otto Girón Estrada
TERNA	Ing. José Luis Herrera G.
TERNA	Ing. Roberto Urdiales Contreras.
Secretario	Ing. Edgar José Bravatti Castro.

Guatemala, 23 de marzo de 1995

Ing.  
Pedro Quiroa Méndez  
Coordinador de E.P.S.  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ciudad

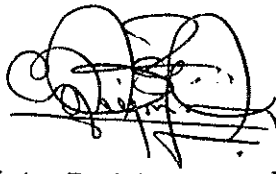
Sr. Coordinador

Atentamente informo a usted que he revisado completamente el Trabajo de Tesis titulado: "Planificación y Diseño de un Proyecto de Telefonía Rural en el Departamento de Quetzaltenango", elaborado por el Sr. Marco Antonio Tucux Sajquim.

Considero que con dicho trabajo se han alcanzado los objetivos establecidos.

El autor y mi persona, en calidad de asesor, nos hacemos responsables del contenido y conclusiones del presente trabajo.

Atentamente



Héctor Rodolfo Reyes Gómez  
Ingeniero Electricista  
Colegiado No. 3066



FACULTAD DE INGENIERIA  
Unidad de Prácticas de Ingeniería  
Ejercicio Profesional Supervisado  
E.P.S.

Ciudad Universitaria, Zona 12  
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.C.037.95

Guatemala, 3 de abril de 1,995

Señor  
Ing. Edgar Montúfar Urizar  
Director de la Escuela  
de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Presente

Señor Director:

Atentamente, informo a usted que después de las revisiones correspondientes al Proyecto del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), titulado **PLANIFICACION Y DISEÑO DE UN PROYECTO DE TELEFONIA RURAL EN EL DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO**, elaborado por el estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Eléctrica **MARCO ANTONIO TUCUX SAJQUIM**; se considera que ha cumplido con los objetivos establecidos inicialmente. Por tanto, ruego a usted el trámite respectivo, ya que a la fecha el Ingeniero **Héctor Rodolfo Reyes Gómez**, quien actuó como Asesor; dió la **APROBACION** al mencionado -- trabajo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. PEDRO QUIROGA MENDEZ  
COORDINADOR DE E.P.S.

PQM/lgg.  
c.c.: Archivo



**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Area, al trabajo de E.P.S. del estudiante: Marco Antonio Tucux Sajquim, titulada: Planificación y diseño de un proyecto de telefonía rural en el departamento de Quetzaltenango, procede a la autorización del mismo.

  
Ing. Edgar F. Montúfar Urizar  
Director

Guatemala, 9 de mayo de 1,995.






**FACULTAD DE INGENIERIA**

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

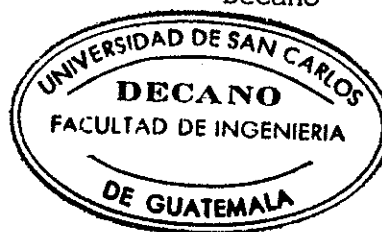
Ciudad Universitaria, zona 12  
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de E.P.S.: Planificación y diseño de un proyecto de telefonía rural en el departamento de Quetzaltenango, del estudiante Marco Antonio Tucux Sajquim, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

  
Ing. Julio Ismael González Podszueck  
Decano

Guatemala, 11 de mayo de 1,995.



## DEDICATORIA

A:

- DIOS:** Todo poderoso, por ser fuente de iluminación, con infinita gratitud y amor.
- MIS PADRES:** Flavio Tucux Leiva.  
Juventina S. de Tucux.  
Por su apoyo incondicional y su gran amor.
- MI ESPOSA:** Sonia Pérez de Tucux.  
Por su apoyo constante y la confianza brindada
- MIS HERMANOS:** Carlos, Silvia, Angelica y Vivian por su ejemplo y su espíritu de superación.



## AGRADECIMIENTO

A:

Ing. Rodolfo Reyes por el apoyo y asesoramiento en el desarrollo del presente trabajo.

Ing. Raul Solares Por la ayuda proporcionada en el análisis Social-Económico del presente trabajo.

# I N D I C E.

	PAG.
INTRODUCCION.....	1
Capítulo 1. CONCEPTOS BASICOS.....	3
I. Demanda.....	3
II. Tráfico.....	3
III. Conmutación.....	4
IV. Transmisión.....	5
V. Planta externa.....	8
Capítulo 2. SELECCION DE LAS POBLACIONES A SERVIR.....	10
I. Antecedentes.....	10
II. Descripción del trabajo.....	10
III. Cabeceras municipales que van a servir.....	11
IV. Selección de las poblaciones a servir.....	14
Capítulo 3. ENRUTAMIENTO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED	23
I. Dimensionamiento de la red.....	23
II. Selección del medio de interconexión	27
Capítulo 4. DISEÑO DE LOS MEDIOS DE TRANSMISION.....	36
I. Diseño de radio enlace digital.....	36
II. Diseño de cable PCM.....	47
III. Diseño de cable multipar.....	53

Capítulo 5.	CUANTIFICACION DEL EQUIPO Y ESTIMACION DE COSTOS.....	55
	I. Planta externa.....	55
	II. Equipo de energía, aire acondicionado.....	55
	III. Obra civil.....	57
	IV. Estimación de costos.....	64
Capítulo 6.	ESTUDIO ECONOMICO, FINANCIERO Y SOCIAL DEL PROYECTO .....	68
	I. Evaluación financiera.....	68
	II. Evaluación económica y social.....	87
	CONCLUSIONES.....	92
	RECOMENDACIONES.....	93
	GLOSARIO.....	94
	BIBLIOGRAFIA.....	97

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

El presente trabajo es una contribución al desarrollo de las telecomunicaciones del país, especialmente para el área rural que por muchos años ha permanecido desatendida.

El proyecto brinda nuevas oportunidades de desarrollo social y económico para aquellas poblaciones del área rural, que han carecido de medios de comunicación y que en muchos casos se encuentran en total aislamiento o abandono.

Con el proyecto se pretende satisfacer la demanda telefónica de las cabeceras municipales y brindar el servicio telefónico básico a las poblaciones rurales de mayor importancia socio-económica del departamento de Quetzaltenango.

Con la realización del proyecto se beneficiarán 12 cabeceras municipales y 27 poblaciones del área rural, que incluye aldeas, caseríos, fincas, zonas de desarrollo, comunidades agrarias y lugares turísticos.

El presente trabajo está estructurado de la siguiente forma:

EL CAPITULO 1 contiene conceptos generales y básicos de demanda telefónica, tráfico telefónico, conmutación, transmisión y planta externa.

En EL CAPITULO 2, se desarrollan los antecedentes y objetivos del proyecto, se realiza un estudio socio-económico de selección de las poblaciones a servir y un estudio de la demanda telefónica para las cabeceras municipales.

En EL CAPITULO 3, se realiza el enrutamiento de las poblaciones que se van a servir, el dimensionamiento del equipo de conmutación para aquellas poblaciones donde fue requerido, y la selección del medio de transmisión.

EL CAPITULO 4 contiene algunos ejemplos de diseño de los medios de transmisión que se utilizaron en el proyecto para la interconexión de las poblaciones al sistema de telecomunicaciones del país.

En EL CAPITULO 5, se realiza la cuantificación del equipo y la estimación del costo del proyecto en general e individual para cada población.

EL CAPITULO 6 contiene el estudio financiero, social y económico del proyecto.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

# C A P I T U L O 1

## CONCEPTOS BASICOS

### I. DEMANDA

Para que la prestación del servicio telefónico sea satisfactorio, debe estar planificada y orientado hacia el futuro.

La estimación de la demanda se considera una actividad importante y debe organizarse adecuadamente. Las decisiones deben tomarse basadas en un buen estudio de demanda, realizado con base en informaciones, análisis y evaluaciones de su comportamiento en el pasado y en el presente.

Existen diversos métodos para determinar la demanda, entre los cuales se puede mencionar:

- Encuesta directa.
- Inferencia estadística.
- Medio visual.

Cualquier método que se adopte para determinar la demanda del servicio telefónico, se debe basar en un trabajo minucioso, en la búsqueda de información referente a factores sociales, económicos y demográficos que permitan determinar la magnitud del mercado.

### II. TRAFICO.

El propósito básico de la teoría de tráfico es encontrar las condiciones bajo las cuales se presta un servicio adecuado a los abonados, haciendo un uso económico de las facilidades con las que se proporciona el servicio.

El éxito de una empresa telefónica depende del manejo de las llamadas de los abonados: un abonado debe poder hacer una llamada cuando lo desee a un costo que no sea elevado. La empresa tiene que prever este nivel de servicio realizando una inversión razonable en todos sus equipos, los cuales dependen del número de abonados y del volumen del tráfico telefónico.

El tráfico telefónico consiste en el conjunto de llamadas ofrecidas a un grupo de circuitos o líneas, tomando en cuenta la duración y el número de las mismas.

El flujo de tráfico se define como el producto del número de llamadas durante un período de tiempo y su duración media (tiempo de ocupación).

La unidad de medida del tráfico es el "ERLANG" y representa un circuito ocupado durante una hora.

Los factores mencionados anteriormente son considerados básicos para determinar el comportamiento del tráfico telefónico.

Para el estudio de la teoría de tráfico, se deben analizar los siguientes factores:

- Naturaleza del tráfico telefónico.
- Hora de ocupación.
- Grado de servicio.
- Densidad de tráfico.

El comportamiento del tráfico es irregular, pero sirve como base para el cálculo del número de circuitos o troncales requeridos en una central telefónica.

### III. CONMUTACION:

Los sistemas de conmutación, han tenido un cambio fundamental en su estructura, debido al rápido desarrollo de la tecnología digital, a la adaptación de los sistemas hacia nuevos y mejores servicios, al establecimiento de protocolos de señalización y a la implementación de un hardware y software altamente sofisticado, de gran confiabilidad y de mantenimiento fácil y eficaz.

El sistema de conmutación es la parte que se encarga de enrutar en forma adecuada las llamadas telefónicas de acuerdo con los requerimientos de los abonados.

Un sistema de conmutación digital se estructura básicamente en tres subsistemas:

- a) Subsistema de la red de conexión digital.
- b) Subsistema del procesador central.
- c) Subsistema de entrada-salida.

- a) El subsistema de la red de conexión digital tiene como función realizar las conexiones entre abonados, entre troncales y entre abonados y troncales, por medio de la conmutación temporal.
- b) El subsistema del procesador central realiza el control de la red de conexión y contiene los programas necesarios para dar inicio y fin a las conexiones, además de registrar todos los datos y de enviarlos al subsistema de entrada y salida.
- c) El subsistema de entrada y salida es el interfase para la comunicación hombre-máquina y a través de éste se pueden insertar programas y datos al procesador o recibir información del procesador como: datos de tasación de las comunicaciones, la cantidad de tráfico, el estado de ocupación de la red, fallas de la central de operación y de líneas. Además, este subsistema puede controlar equipos periféricos como: unidades de cinta magnética, terminales de video, teleimpresores, impresoras, etc.

A continuación, se describirán los diferentes equipos de conmutación:

- Central de conmutación: tiene la capacidad de manejo del tráfico interno, tráfico de tránsito y tarificación.
- Unidad Remota: es parte de la central matriz, para dar el servicio en las áreas periféricas del área de la central a la cual están conectadas; tiene la capacidad de tráfico interno, pero la tarificación se realiza en la central matriz.
- Concentrador: son utilizados para concentrar las líneas de abonado. La tarificación se efectúa desde la central matriz.

#### IV. TRANSMISION.

Es la parte de las telecomunicaciones que se encarga de buscar el medio ideal para interconectar las centrales de conmutación, y para darle servicio a los abonados conectados.

Los medios de interconexión utilizados son:

- Radio enlace analógico o digital.
- Enlace por cable PCM, multiplexar y fibra óptica.
- Enlace satelitales.



Los sistemas de transmisión pueden modularse en las siguientes formas:

- Analógica: utiliza la técnica de modulación en frecuencia (FDM), la cual permite agrupar canales telefónicos y ordenarlos en una banda de frecuencias, donde el ancho de banda de un canal base está en el intervalo de 300 a 3400 Hz.

Un sistema FDM. está compuesto por:

Grupos	12 canales.
Super grupo	60 canales. (5 grupos)
Grupo maestro	300 canales. (5 super grupos)
Super grupo maestro	900 canales. (15 super grupos)

- Digital: utiliza la técnica de modulación en el tiempo (TDM), la cual permite agrupar canales en un tren de impulsos, cuya velocidad depende de la cantidad de canales. El canal base es de 64 Kb/s.

La jerarquía de un sistema digital europeo es:

Primer orden	30 canales.	2 Mb/s.
Segundo orden	120 canales.	8 Mb/s.
Tercer orden	480 canales.	34 Mb/s.
Cuarto orden	1920 canales.	140 Mb/s.

La jerarquía de un sistema digital americano es:

1.5 Mb/s.	24 canales.
6 Mb/s.	96 canales.
44 Mb/s.	672 canales.

En Guatemala, se utiliza la jerarquía digital europea.

#### SISTEMAS DE RADIOENLACES:

Los sistemas de radio enlaces pueden ser: punto a punto, punto a multipunto:

- Punto a punto: es un radio enlace directo entre dos puntos. Puede utilizarse para enlazar centrales, unidades remotas, concentradores o para dar directamente el servicio al abonado.
- Punto a multipunto: es un radio enlace que va desde un punto o estación base a muchos puntos, los cuales pueden acceder la estación base en una forma preestablecida.

Un sistema punto a multipunto consta básicamente de un concentrador, estaciones base, estaciones repetidoras y estaciones terminales.

Elementos que se deben considerar en un enlace de radio:

- Ubicación de las estaciones (Altura, coordenadas).
- Capacidad (Número de canales).
- Longitud del enlace.
- Banda de frecuencias que se van a utilizar.
- Existencia de línea de vista.
- Altura de antenas.
- Factor de claridad.
- Tipo de torre que se va a utilizar.
- Requerimientos de energía y obra civil.

Un sistema de radio consta de:

- Antena.
- Alimentador.
- Transmisor/receptor.
- Fuente de alimentación.
- Torre o Mástil para la base de la antena.

El equipo se puede instalar a la intemperie o ubicado en una caseta. Esto depende de la capacidad, necesidades del sitio y el fabricante.

**SISTEMAS DE ENLACE POR CABLE:**

**CABLE PCM.**

Consiste en un equipo de línea desarrollado para transmitir señales digitales a 2 Mb/s sobre pares simétricos de cobre. Consta de dos terminales de línea, uno en cada extremo, un par de cable simétrico para cada dirección de transmisión y los regeneradores a lo largo del cable.

Para su instalación se debe establecer lo siguiente:

- Tipo de cable que se va a utilizar.
- Espaciamiento de regeneración y localización de los regeneradores.
- Número de regeneradores.
- Unidades remotas de alimentación de energía.
- Líneas de reserva y sistema de localización de fallas.

La longitud de la sección de regeneración está restringida por: efecto de paradiafonía, telediafonía y el rango operacional automático de ganancia del regenerador.

El sistema de enlace por cable PCM consta básicamente de:

- Terminal de línea: se utiliza para conectar un medio de transmisión con una central y para energizar los regeneradores.
- Regenerador: se utiliza para compensar el efecto de atenuación y la distorsión en las líneas digitales. Regenera la señal y no el ruido.

#### CABLE MULTIPAR.

Se le conoce así por tener múltiples conductores de cobre aislados mutuamente entre sí. El diámetro del cable depende de las distancias que se desean cubrir. Para cubrir mayores distancias, los cables pueden ser pupinizados introduciendo bobinas que reducen la atenuación y mejoran la impedancia respecto de las frecuencias vocales.

#### V. PLANTA EXTERNA.

Es la parte de las telecomunicaciones que se encarga de conectar a los abonados con la centrales de conmutación, unidades remotas, concentradores, mediante redes de cables multipares.

Una red de abonado debe cumplir ciertas condiciones generales, las cuales deben garantizar su correcta utilización y funcionamiento:

- Suficiente: que cubra todas las necesidades de desarrollo para el período que se ha proyectado.

- Elástica: para seguir el desarrollo telefónico en periodos sucesivos.
- Flexible: para que se adapte al servicio actual.
- Económica: para compensar el capital invertido.
- Calidad de transmisión: la red de abonados debe cumplir el Plan de transmisión, para que cualquier comunicación tenga las características de calidad exigidas de acuerdo con los estándares internacionales.

## CAPITULO 2.

### SELECCION DE LAS POBLACIONES QUE SE VAN A SERVIR

#### I. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.

La Empresa Guatemalteca de Telecomunicaciones "Guatel", dentro del Plan Maestro del Desarrollo de las Telecomunicaciones, contempla la ejecución del Proyecto Telefonía Rural IV fase.

EL Proyecto Telefonía Rural IV FASE, como complemento del IV Proyecto de Telecomunicaciones, pretende satisfacer la demanda telefónica que existe actualmente en las cabeceras municipales y brindar el servicio telefónico básico a las poblaciones rurales de mayor importancia socioeconómica.

El proyecto para su realización se dividió de la siguiente manera:

- Etapa I: Zona Occidental, que comprende los departamentos de Huehuetenango, Quiché, San Marcos, Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá y Retalhuleu.
- Etapa II: Zona Nor-Oriental, que comprende los departamentos de Petén, Alta Verapaz, Izabal, Zacapa, El Progreso, Jalapa, Chiquimula, Baja Verapaz.
- Etapa III: Zona Centro-Sur, que comprende los departamentos de Chimaltenango, Sacatepequez, Suchitepequez, Escuintla, Santa Rosa, Jutiapa y Guatemala.

#### II. DESCRIPCION DEL TRABAJO.

El presente trabajo fue desarrollado para el departamento de Quetzaltenango, que pertenece a la Etapa I del proyecto: Zona Occidental.

Los principales objetivos del proyecto son: satisfacer la demanda del servicio de telecomunicaciones en las cabeceras municipales y brindar el servicio telefónico domiciliario o comunitario a las principales poblaciones rurales.

Dentro de las poblaciones rurales que se pretenden cubrir, están contempladas: aldeas, caseríos, fincas, zonas de desarrollo, cooperativas, lugares turísticos.

Para las cabeceras municipales, se realizó el estudio de demanda telefónica, la cual se proyectó al año 2000, con el fin de cubrir, con el equipamiento instalado, la demanda telefónica a ese plazo.

Para las poblaciones rurales se realizó la selección de las poblaciones que se van a servir. Debido a limitaciones económicas del proyecto, no fue posible servir a todas las poblaciones rurales, por lo que se tomó en cuenta una serie de parámetros para su selección, tales como: infraestructura existente, servicios de energía eléctrica, centros de salud, actividad económica, el número de maestros, poblaciones que en el último censo registraron más de 1000 habitantes, vivienda y potencial turístico.

### III. CABECERAS MUNICIPALES QUE SE VAN A SERVIR.

El departamento de Quetzaltenango está integrado por veinticuatro (24) municipios, de los cuales doce (12) están contemplados en el IV Proyecto de Telecomunicaciones Departamentales y los doce (12) restantes en el Proyecto Telefonía Rural IV Fase tal como se muestra en el Cuadro No. 2.1

CUADRO No. 2.1 CABECERAS MUNICIPALES CUBIERTAS.

No	IV PROYECTO DEPARTAMENTAL	No	PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE
1	COATEPEQUE	1	SIBILIA
2	SALCAJA	2	GENOVA
3	S. JUAN OSTUNCALCO	3	CONCEPCION CHIQUIRICHAPA
4	ALMOLONGA	4	FLORES COSTA CUCA
5	LA ESPERANZA	5	SAN FRANCISCO LA UNION
6	COLOMBA	6	CABRICAN
7	ZUNIL	7	PALESTINA DE LOS ALTOS
8	SAN MATEO	8	SAN MARTIN SACATEPEQUEZ
9	CANTEL	9	HUITAN
10	SAN CARLOS SIJA	10	CAJOLA
11	OLINTEPEQUE	11	EL PALMAR
12	QUETZALTENANGO	12	SAN MIGUEL SIGUILA

Del cuadro anterior y para los efectos del presente trabajo, sólo se hará referencia a los municipios que fueron contemplados en el Proyecto Telefonía Rural IV Fase (columna derecha).

### 1. ESTUDIO DE DEMANDA TELEFONICA.

Se realizó un estudio de demanda en todas la cabeceras municipales y en las poblaciones rurales de mayor importancia.

El método utilizado para estimar la demanda telefónica fue el método visual, el cual está basado en asignar, según el tipo de vivienda o comercio, un factor de interés telefónico. Para esto, fue necesario recorrer todas las calles y avenidas de cada una de las poblaciones asignando el factor de interés telefónico de la siguiente manera:

TIPO DE VIVIENDA	FACTOR DE INTERES TELEFONICO
MUY BUENA	1
BUENA	0.75
REGULAR	0.50

TIPO DE COMERCIO	FACTOR DE INTERES TELEFONICO
CENTRO COMERCIAL	No. DE LOCALES * 1
EDIFICIO	No. DE OFICINAS * 1
UN LOCAL	1

La demanda final de cada población es la suma de los intereses telefónicos asignados en el recorrido efectuado para cada población. Además se compararon con los datos de demanda proporcionados por las autoridades.

Con el fin de dimensionar adecuadamente la red, la demanda se proyectó al año 2000, tomando como base los índices de crecimiento de cada población para la zona occidental. En los Cuadros 2.2 y 2.3, se presentan los resultados obtenidos.

**CUADRO No 2.2 DEMANDA TELEFONICA.  
IV PROYECTO DEPARTAMENTAL.**

No	MUNICIPIOS	DEMANDA ACTUAL	DEMANDA AL 2000
1	COATEPEQUE	4850	6000
2	SALCAJA	1180	2000
3	SAN JUAN OSTUNCALCO	1096	1500
4	ALMOLONGA	780	800
5	LA ESPERANZA	500	800
6	COLOMBA	335	500
7	ZUNIL	280	500
8	SAN MATEO	250	400
9	CANTEL	245	400
10	SAN CARLOS SIJA	235	400
11	OLINTEPEQUE	205	300

**CUADRO No 2.3 DEMANDA TELEFONICA.  
PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE.**

No	MUNICIPIOS	DEMANDA ACTUAL	DEMANDA AL 2000
1	SIBILIA	241	400
2	CONCEPCION CHIQUIRICHAPA	222	350
3	GENOVA	125	250
4	FLORES COSTA CUCA	121	250
5	SAN FRANCISCO LA UNION	120	250
6	CABRICAN	105	250
7	PALESTINA DE LOS ALTOS	101	250
8	SAN MARTIN SACATEPEQUEZ	100	250
9	HUITAN	86	125
10	CAJOLA	60	125
11	EL PALMAR	48	125
12	SAN MIGUEL SIGUILA	45	125
13	LAS PALMAS	122	250
13	SANTA MARIA DE JESUS	60	125



#### IV. SELECCION DE LAS POBLACIONES RURALES A SERVIR.

Esta etapa del trabajo se consideró como base para la realización del estudio. En ella, se trató de determinar la importancia de cada población de acuerdo con su desarrollo socio-económico, ubicación geográfica, cantidad de habitantes, vías de acceso, actividad productiva y actividad comercial.

##### 1. RECOPIACION DE INFORMACION.

Para la realización del estudio, se partió de una base de datos con información de 163 poblaciones de los 24 municipios del departamento de Quetzaltenango, proporcionada por el Grupo de Planeamiento de la Empresa Guatemalteca de Telecomunicaciones GUATEL, que contiene lo siguiente:

- Energía eléctrica.
- Puesto de salud.
- Número de maestros en la escuela primaria.
- Cooperativa.
- Potencial turístico.
- Solicitud de servicio telefónico.
- Población mayor de 1000 habitantes en el censo 1981.
- Puesto fronterizo.
- Camino de acceso.
- Urbanización.

Fue necesario corroborar los datos contenidos en dicha base, para lo cual se programaron visitas a cada población. Dichas visitas se aprovecharon para verificar los datos con que se contaba y para obtener mayor información de las autoridades y comités locales.

Se consideró necesario realizar una preselección de las poblaciones de acuerdo con los siguientes criterios:

- Se consideraron de **primera categoría**: aquellas poblaciones que cuentan con: servicio de energía eléctrica, puesto de salud, un número de maestros en la escuela primaria mayor de 4, algún tipo de cooperativa ya sea agrícola o de consumo, centros turísticos o potencial turístico, y además con una población mayor de 1000 habitantes en el censo de 1981.
- Se consideraron de **segunda categoría**: aquellas poblaciones que cuentan con servicio de energía eléctrica, puesto de salud, población mayor de 1000 habitantes en el censo de 1981, un número de maestros en la escuela primaria mayor de 4, y al menos dos de las siguientes condiciones: camino de acceso, cooperativa y potencial turístico.

-- Finalmente se consideraron de **tercera categoría**: aquellas poblaciones que cumplieron con las dos primeras condiciones de la primera categoría y con una población mayor de 1000 habitantes en el censo de 1981.

En el Cuadro No. 2.4, se enumeran las poblaciones preseleccionadas.

Para la selección de las poblaciones solo se consideraron las de primera categoría.

Además fue necesario realizar un estudio de campo en cada población para corroborar los datos de las poblaciones preseleccionadas con que se contaba. Las visitas se aprovecharon también para obtener datos técnicos de interés en la etapa de integración de las poblaciones al sistema de telecomunicaciones.

Con dichas visitas, se realizó lo siguiente:

- a.- Actualización de la base de datos existente.
- b.- Estudio de demanda telefónica de cada municipio del departamento de Quetzaltenango.
- c.- Verificar la existencia de camino de acceso.
- d.- Poblaciones con solicitud del servicio telefónico.
- e.- Importancia productiva y comercial.
- f.- Ubicación geográfica.
- g.- Facilidades de comunicación y de interconexión.
- h.- El grado de aislamiento de cada población.
- i.- El grado de desarrollo de cada población y proyectos que se van a desarrollar.

La información solicitada a las autoridades permitió conocer más a fondo cada población y tener más elementos de juicio para seleccionar las poblaciones que se incluirán en el proyecto.

## 2. SELECCION DE LAS POBLACIONES.

En esta etapa de selección de las poblaciones que se va a servir en el Proyecto Telefonía Rural IV Fase, después de efectuado el estudio de preselección y el estudio de campo, se procedió a analizar toda la información recolectada.

POBLACIONES PRESELECCIONADAS  
CUADRO No. 2.4

No	MUNICIPIO	POBLACION	CATEGORIA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Almolonga	Los Baños	primera	s	n	4	n	n	n	n	n	s	n
2	Cabricán	Los Corrales	primera	s	n	9	n	n	n	s	n	s	n
		Las Ciénagas	primera	n	s	6	n	n	n	s	n	s	n
		Chorjale	segunda	n	n	4	n	n	n	n	n	s	n
3	Cajolá	Cajolá Chiquito	primera	n	n	0	n	n	n	s	n	s	n
		Xecol	segunda	n	n	0	n	n	n	s	n	n	n
4	Cantel	La Estancia	primera	s	n	14	n	n	n	n	n	s	n
		Xecam	primera	s	s	6	s	n	n	s	n	s	n
5	Coatepeque	Las Palmas	primera	s	s	5	n	n	n	s	n	s	s
		Los Encuentros	segunda	n	n	4	n	n	n	n	n	s	n
6	Colomba	C. Mercedes	primera	s	s	7	n	n	n	s	n	s	s
		Pensamiento	segunda	n	n	11	n	n	n	n	n	s	n
7	Concepción Ch.	Los Duraznales	primera	s	n	4	n	n	n	s	n	s	n
		Tuipox	segunda	s	n	0	n	n	n	n	n	s	n
8	El Palmar	S. Calahuache	primera	s	s	8	n	n	n	s	n	s	n
		Nimina	segunda	s	s	6	n	n	n	n	n	s	n
		L. Marías	segunda	n	n	4	n	n	n	n	n	s	n
9	Flores C. Cuca	Villa hermosa	primera	n	n	4	n	n	n	s	n	s	n
		Sequivilla	segunda	n	n	4	n	n	n	n	n	s	n
10	Génova	San Miguelito	primera	n	n	6	n	n	n	n	n	s	n
		Bolívar	primera	n	n	4	n	n	n	n	n	s	n
11	Huitán	Huitancito	primera	n	n	4	n	n	n	s	n	s	n
12	La Esperanza	Santa Rita	primera	s	n	0	n	n	n	n	n	s	n
13	Olintepeque	Justo Rufino B.	primera	s	n	16	n	n	n	s	n	s	n
		Chuisuc	segunda	s	n	7	n	n	n	n	n	n	n

**POBLACIONES PRESELECCIONADAS**  
**CUADRO No. 2.5**

No	MUNICIPIO	POBLACION	CATEGORIA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
14	San Juan Ost.	Victoria	primera	s	s	6	s	n	n	s	n	s	n
15	Palestina de A.	Edén	primera	n	s	0	n	n	n	s	n	s	n
16	Quetzaltenango	S.J. Chiquilaja	primera	s	s	16	n	n	n	s	n	s	s
		Xecaracoj	primera	s	n	6	n	n	n	s	n	s	n
		LLano del Pinal	primera	s	n	7	n	n	n	s	n	s	n
17	Salcajá	Santa Rita	primera	s	n	8	n	n	n	n	n	s	n
18	San Carlos S.	S.J. Chicalquix	primera	s	n	4	n	n	s	s	n	s	n
		Chuatuaj	segunda	s	n	6	n	n	n	s	n	s	n
		Calel	primera	n	n	7	n	n	n	s	n	s	n
19	S. Francisco	Xeaj	primera	n	n	8	s	n	n	s	n	s	n
	La Unión	Paxan	segunda	n	n	4	n	n	n	n	n	n	n
20	San Martín	S. Martín Ch.	primera	s	n	0	n	n	n	n	n	s	n
	Sacatépequez	El Rincon	segunda	n	n	4	n	n	n	n	n	s	n
21	S. Miguel	La Emboscada	primera	n	n	13	n	n	n	s	n	n	n
	Siguilá												
22	Sibilia	Chuicabal	primera	n	s	5	n	n	n	n	n	s	n
23	Zunil	S. María Jesus	primera	s	s	4	s	n	n	n	n	s	n
		Estancia Cruz.	segunda	n	s	0	n	n	n	n	n	s	n

- A: Energía eléctrica
- B: Puesto de salud
- C: Cantidad de maestros
- D: Cooperativa
- E: Potencial turístico
- F: Solicitud telefónica
- G: Cantidad de población
- H: Puesto fronterizo
- I: Camino de acceso.
- J: Urbanización.

La selección de las poblaciones rurales se basó en el grado de desarrollo social y económico alcanzado, la infraestructura existente y su ubicación geográfica con respecto a las poblaciones vecinas.

Se pudo comprobar que parte del desarrollo alcanzado en algunas poblaciones, se debe al tipo de comercio y especialmente a su agricultura. Muchas de éstas cuentan con variedad de productos agrícolas, algunos de exportación. La importancia comercial de estas poblaciones se comprueba en los días de mercado cuando la plaza de las poblaciones pequeñas o el edificio de mercado en las poblaciones más desarrolladas se llena con gran cantidad de productos.

En otros casos, se dio mucha importancia el grado de aislamiento en que se encuentran algunas poblaciones, por diferentes factores tales como: no existen vías de acceso para sacar sus productos agrícolas, no tiene energía eléctrica por estar muy distantes de las cabeceras municipales, no cuentan con líneas de transporte.

Este grado de aislamiento fue tomado en cuenta para poder comunicar a estas poblaciones con el resto del país y así contribuir al desarrollo de las mismas.

### **3. LISTADO DE LAS POBLACIONES SELECCIONADAS.**

Las poblaciones seleccionadas están ordenadas de acuerdo con el grado de desarrollo alcanzado y al grado de aislamiento en que se encuentran.

#### **3.1. LAS PALMAS.**

Población de primera categoría del municipio de Coatepeque, ubicado a 16 km, carretera asfaltada. Cuenta con la siguiente infraestructura: puesto de salud, instituto básico, colegio privado, mercado. La población está urbanizada, cuenta con teléfonos comunitarios y con una demanda domiciliar de 200 líneas. Sus fuentes principales de comercio son el algodón, el hule y las frutas. Cuenta con gasolinera, restaurantes y un hotel. Su población actual es de 4500 habitantes.

#### **3.2. SANTA MARIA DE JESUS**

Población de primera categoría del municipio de Zunil, ubicado a 10 km, carretera asfaltada. Cuenta con la siguiente infraestructura; puesto de salud, Correos, planta de generación del INDE, instituto básico. Además, los miércoles y sábado son días de mercado. La población se encuentra urbanizada, cuenta con teléfono comunitario y una demanda domiciliar de 100 líneas. Cuenta con gasolinera y comedores. Su población actual es de 3500 habitantes.

### 3.3. COMUNIDAD AGRICOLA PENSAMIENTO Y PALMIRA.

Principales poblaciones del municipio de Colomba, consideradas de primera y segunda categoría, ubicadas a 16 km, con carretera empedrada. Cuenta con la siguiente infraestructura: puesto de salud, correos, instituto básico. Sus fuentes principales de comercio son el café y el banano en gran escala. Su población actual es de 7200 habitantes.

### 3.4. EL EDEN.

Población de primera categoría del municipio de Palestina de los Altos, ubicado a 8 km. con carretera de terracería. Cuenta con la siguiente infraestructura: puesto de salud, correos y cooperativa. Día de mercado martes. Cuenta con una población actual de 3500 habitantes, mediana importancia comercial. Muchas personas del lugar han emigrado a los Estados Unidos.

### 3.5. COMUNIDAD MERCEDES

Comunidad agrícola de gran importancia para el municipio de Colomba, ubicada a 5 km, con carretera asfaltada. Cuenta con la siguiente infraestructura: puesto de salud, cooperativa, instituto básico. Sus fuentes principales de comercio son el banano, el café y el plátano a gran escala. Su población actual es de 8000 habitantes.

### 3.6. SAN JOSE CHICALQUIX.

Población de primera categoría del municipio de San Carlos Sija, ubicada a 6 km. con carretera de terracería. Cuenta con la siguiente infraestructura: cooperativa, instituto básico y diversificado. Sus fuentes principales de comercio son el maíz, el trigo y las hortalizas en mediana escala. Su población actual es de 3500 habitantes.

### 3.7. SAN MIGUEL CALAHUACHE.

Población de primera categoría del municipio de El Palmar, ubicada a 6 km, con carretera de terracería y asfalto. Cuenta con la siguiente infraestructura: puesto de salud, drenajes, mercado y escuela normal nocturna. Sus fuentes principales de comercio son el banano, el café, el plátano y los cítricos. Su población actual es de 2800 habitantes.

### 3.8. CALLEL.

Población de primera categoría del municipio de San Carlos Sija, ubicada a 12 km de la Carretera Interamericana vía Huehuetenango, carretera de terracería. Cuenta con la siguiente infraestructura: puesto de salud, correos, cooperativa, instituto básico, academia de mecanografía. Su población actual es de 5000 habitantes; es el centro de varias poblaciones, no cuenta con energía eléctrica y está muy aislada de su cabecera municipal. Sus fuentes principales de comercio son las hortalizas en mediana escala.

### **3.9. LOS BANOS**

Población de primera categoría del municipio de Almolonga, ubicada a una distancia de 2 km. con carretera asfaltada. Cuenta con una cooperativa. Sus fuentes principales de comercio son las hortalizas de exportación. En turismo, posee baños termales y piscinas. Su población actual es de 2000 habitantes.

### **3.10. CAJOLA CHIQUITO.**

Población de primera categoría del municipio de Cajolá, ubicado a 2 km. con carretera de terracería. Cuenta con la siguiente infraestructura: puesto de salud, cooperativa agrícola y de consumo. Sus fuentes principales de comercio son las hortalizas a mediana escala. Su población actual es de 3000 habitantes.

### **3.11. SAN MIGUELITO.**

Población de primera categoría del municipio de Génova, ubicado a 26 km, con carretera de terracería. Cuenta con la siguiente infraestructura: cooperativa, instituto básico, mercado de 30 locales. Cuenta con una fábrica de aceite. Sus fuentes principales de comercio son el ajonjolí y el arroz. Su población actual es de 5000 habitantes. Cuenta además con una gasolinera, venta de productos agrícolas y servicios de un médico.

### **3.12. XECARACOJ**

Población de primera categoría del municipio de Quetzaltenango, ubicado a 6 km, con carretera de terracería. Está bien urbanizada y cuenta con viviendas bien construidas. Su población es de 7000 habitantes. Es el centro de varias poblaciones. Sus fuentes principales de comercio son el trigo y el maíz.

### **3.13. LA VICTORIA.**

Población de primera categoría del municipio de San Juan Ostuncalco, ubicado a 6.5 km, con carretera de terracería. Cuenta con la siguiente infraestructura: puesto de salud, cooperativa, organismo de promoción agrícola. Sus fuentes principales de comercio son el maíz, las verduras, las legumbres y la producción avícola. Su población actual es de 10000 habitantes.

### **3.14. CHUICABAL.**

Población de primera categoría del municipio de Sibilia, ubicado a 8 km, con carretera de terracería. Cuenta con la siguiente infraestructura: puesto de salud y correos. Su población actual es de 5000 habitantes con todos sus sectores. Es el centro de varias poblaciones. Muchas personas han emigrado a los Estados Unidos.

### **3.15. LOS CORRALES.**

Población de primera categoría del municipio de Cabricán, ubicado a 1 km, con carretera de terracería. La población está bien urbanizada. Sus fuentes principales de comercio son el maíz y el trigo. Su población actual es de 3000 habitantes.

### **3.16. XECAM.**

Población de primera categoría del municipio de Cantel, ubicado a 4 km. con carretera de terracería. Cuenta con la siguiente infraestructura: puesto de salud y cooperativa. Sus fuentes principales de comercio son los productos agrícolas, una fábrica de plástico y tejidos. Su población actual es de 3000 habitantes.

### **3.17. VILLA HERMOSA.**

Población de primera categoría del municipio de Flores Costa Cuca, ubicada a 3 km, con carretera de terracería y empedrada, está bien urbanizada. Su fuente principal de comercio lo constituyen el café, la caña, el hule y los cítricos. Su población actual es 2800 habitantes y es el centro de varias poblaciones.

### **3.18. LAS CIENAGAS.**

Población de primera categoría del municipio de Cabricán, ubicado a 4 km, con carretera de terracería. Cuenta con la siguiente infraestructura: puesto de salud, no tiene energía eléctrica. Sus fuentes principales de comercio son 20 fábricas de cal. Es el centro de varias poblaciones. Está en proyecto el instituto básico. Su población actual es de 2300 habitantes.

### **3.19. JUSTO RUFINO BARRIOS.**

Población de primera categoría del municipio de Olintepeque, ubicado a 3 km, con carretera de terracería. Cuenta con un dispensario comunal. Sus fuentes principales de comercio son el maíz, el trigo y la col de bruselas en mediana escala. Su población actual es de 1200 habitantes.

### **3.20. XEAJ.**

Población de primera categoría del municipio de San Francisco la Unión, ubicado a 2 km, con carretera de terracería. Cuenta con una cooperativa agrícola. Su fuente principal de comercio es la papa. Su población actual es de 1995 habitantes.

### **3.21. LA ESTANCIA DE LA CRUZ.**

Población de segunda categoría del municipio de Zunil, ubicada a 5 km, con carretera asfaltada. Cuenta con puesto de salud. Algunas vías están adoquinadas. El día de mercado es el domingo. Su población actual es de 1000 habitantes y cuenta con un centro turístico.



### **3.22. LOS DURAZNALES.**

Población de primera categoría del municipio de Concepción Chiquirichapa, ubicada a 6 km, con carretera asfaltada. Su población actual es de 2000 habitantes. Es un cruce importante entre San Marcos y Quetzaltenango. Sus fuentes principales de comercio son la papa y el brócoli.

### **3.23. HUITANCITO.**

Población de primera categoría municipio de Huitán, ubicado a 2 km, con carretera de terracería. Día de mercado el jueves. Sus fuentes principales de comercio son la papa, las verduras y la fruta en mediana escala. Su población actual es de 1740 habitantes.

### **3.24. BOLIVAR.**

Población de primera categoría del municipio de Génova, ubicado a 9 km. con carretera de terracería. Sus fuentes principales de comercio son el Hule en gran escala y las frutas. Su población actual es de 5000 habitantes. Es el centro de varias poblaciones y no tiene energía eléctrica.

### **3.25. LOS ENCUENTROS.**

Población de segunda categoría del municipio de Coatepeque, ubicada a 33 km, con carretera de terracería. Cuenta con un centro contra el Cólera. Sus fuentes principales de comercio son el plátano, el algodón y las frutas. Su población actual de 1500 habitantes. Está totalmente aislada y no tiene energía eléctrica.

### **3.26. SAN MARTIN CHIQUITO.**

Población de primera categoría del municipio de San Martín Sacatepequez, ubicado a 4 km, con carretera asfaltada. Es un cruce importante entre Quetzaltenango y Coatepeque vía Colomba. Sus fuentes principales de comercio son el brócoli, el repollo y la papa a gran escala.

### **3.27. LA EMBOSCADA.**

Población de primera categoría del municipio de San Miguel Sigüilá, ubicado a 2.5 km, con carretera de terracería, cuenta con una oficina de DIGEBOS y un Centro Industrial Regional Rural. Su población actual es de 2000 habitantes. Sus fuentes principales de comercio son las hortalizas y las frutas en menor escala.

### C A P I T U L O 3.

#### ENRUTAMIENTO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

Para poder definir el enrutamiento y dimensionamiento de la red, fue necesario determinar la cantidad de líneas telefónicas que se van a instalar en cada población, con base en el estudio de demanda efectuado anteriormente. Una vez definida la cantidad de líneas, se dimensionó el equipo de conmutación, transmisión y planta externa que se utilizará en cada población.

Para definir el enrutamiento adecuado para integrar las poblaciones a la red de telecomunicaciones, fue necesario verificar el estado actual de la red, incluyendo todos los proyectos previos al de telefonía rural, especialmente el IV Proyecto de Telecomunicaciones Departamentales.

El IV Proyecto de Telecomunicaciones Departamentales pretende cubrir el 50% de las cabeceras municipales del departamento de Quetzaltenango y preparará la red para absorber las ampliaciones de la Telefonía Rural IV Fase. Esto significa que las centrales departamentales instaladas tendrán la capacidad de tránsito suficiente para el tráfico entrante y saliente, que se van a generar para las doce (12) cabeceras municipales restantes y las poblaciones rurales contempladas en el proyecto de Telefonía Rural IV Fase.

#### I. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED.

Para las cabeceras municipales se efectuó la etapa de dimensionamiento, con base en el estudio de demanda realizado anteriormente.

El tipo de equipo de conmutación que se va a instalar depende del equipo existente en el mercado y de la cantidad de líneas requeridas:

LINEAS	EQUIPO DE CONMUTACION
125	CONCENTRADOR DIGITAL
250	CONCENTRADOR DIGITAL
300	UNIDAD REMOTA
350	UNIDAD REMOTA
400	UNIDAD REMOTA
500 o más	CENTRAL DIGITAL

Para capacidades menores a 125 líneas, se puede considerar la reubicación de concentradores digitales existentes de baja capacidad, 50 a 100 líneas; para capacidades menores a 60 líneas, se puede dar el servicio telefónico por medio de sistemas PCM por cable, distribución por cable multiplex o por medio de sistemas de radio de baja capacidad.

A manera de ejemplo, se muestra, a continuación, la forma cómo se dimensionó y seleccionó el equipo de conmutación que se va a instalar en Génova.

Demanda telefónica al año 1,993: 125 líneas

Demanda proyectada al año 2,000:  $125 * 1.25 = 156$  líneas  
(El crecimiento proyectado de 25% en la demanda telefónica se consideró con base en el crecimiento esperado de la población).

Este valor se consideró como el número de líneas mínimo que se va a instalar.

Capacidad mínima que se instalará : 156 líneas

Como capacidad máxima que se va a instalar se consideró el 100% de la capacidad requerida.

Capacidad máxima que se instalará : 250 líneas

La capacidad definitiva que se instalará en la población se determinó con base en los valores: mínimo a máximo, de líneas requeridas, tomando en consideración el potencial de crecimiento económico esperado y la modularidad de los sistemas de conmutación.

En el caso de Génova, 156 líneas se consideró una cantidad adecuada. Sin embargo, por la modularidad de los equipos, fue necesario planificar la instalación de un concentrador digital de 250 líneas.

Capacidad para instalar: 250 líneas.

Tipo de equipo: concentrador digital.

En el Cuadro No. 3.1, se detalla el equipo de conmutación que se utilizará en cada cabecera municipal.

CUADRO No 3.1

EQUIPO DE CONMUTACION A INSTALAR EN LAS CABECERAS MUNICIPALES.

CABECERA MUNICIPAL	EQUIPO DE CONMUTACION	LINEAS
CABRICAN	CONCENTRADOR DIGITAL	250
CAJOLA	CONCENTRADOR DIGITAL	125
CONCEPCION CHIQUIRICHAPA	UNIDAD REMOTA	350
EL PALMAR	CONCENTRADOR DIGITAL	125
FLORES COSTA CUCA	CONCENTRADOR DIGITAL	250
GENOVA	CONCENTRADOR DIGITAL	250
HUITAN	UNIDAD REMOTA REUBICADA DE OSTUNCALCO	150
PALESTINA DE LOS ALTOS	UNIDAD REMOTA REUBICADA DE CANTEL	200
SAN FRANCISCO LA UNION	CONCENTRADOR DIGITAL	250
SAN MARTIN SACATEPEQUEZ	UNIDAD REMOTA REUBICADA DE SALCAJA	200
SAN MIGUEL SIGUILA	UNIDAD REMOTA REUBICADA DE OLINTEPEQUE	100
SIBILIA	UNIDAD REMOTA	400

Para las poblaciones rurales, sólo se consideró necesario instalar equipo de conmutación en dos poblaciones:

POBLACION RURAL	EQUIPO DE CONMUTACION	LINEAS
LAS PALMAS	CONCENTRADOR DIGITAL	250
SANTA MARIA DE JESUS	CONCENTRADOR DIGITAL	125

A algunas cabeceras municipales como: Huitán, Palestina de los Altos, San Martín Sacatepéquez y San Miguel Sígüilá, el equipo de conmutación que se va a instalar se trasladará de otras cabeceras municipales, que requieren sistemas de mayor capacidad.

En el Cuadro No. 3.2, se muestra la capacidad de líneas que se van a instalar en la poblaciones rurales.

CUADRO No. 3.2  
CAPACIDAD DE LINEAS A INSTALAR EN POBLACIONES RURALES.

POBLACION	MUNICIPIO	LINEAS
PENSAMIENTO Y PALMIRA	COLOMBA	5
EL EDEN	PALESTINA DE LOS ALTOS	5
LAS MERCEDES	COLOMBA	5
SAN JOSE CHICALQUIX	SAN CARLOS SIJA	5
S.MIGUELITO CALAHUACHE	EL PALMAR	2
CALEL	SAN CARLOS SIJA	2
CAJOLA CHIQUITO	CAJOLA	2
SAN MIGUELITO	GENOVA	5
XECARACOJ	QUETZALTENANGO	4
VICTORIA	SAN JUAN OSTUNCALCO	5
CHUICABAL	SIBILIA	2
XECAM	CANTEL	3
VILLA HERMOSA	FLORES COSTA CUCA	5
LAS CIENAGAS	CABRICAN	2
JUSTO RUFINO BARRIOS	OLINTEPEQUE	5
XEAJ	SAN FRANCISCO LA UNION	2
ESTANCIA DE LA CRUZ	ZUNIL	5
HUITANCITO	HUITAN	2
BOLIVAR	GENOVA	5
LOS ENCUENTROS	COATEPEQUE	5
SAN MARTIN CHIQUITO	S.MARTIN SACATEPEQUEZ	2
LA EMBOSCADA	SAN MIGUEL SIGUILA	2
LLANO DEL PINAL	QUETZALTENANGO	3
LA ESTANCIA	CANTEL	2
LOS CORRALES	CABRICAN	2
LOS DURAZNALES	CONCEPCION CHIQUICH.	2
VARSOVIA	SAN JUAN OSTUNCALCO	5

## II. SELECCION DEL MEDIO DE INTERCONEXION.

Después de dimensionar las cabeceras municipales y las poblaciones rurales, se pretende definir el medio para interconectar cada población al sistema de telecomunicaciones del país, así como la capacidad de los medios de transmisión que se utilizarán.

Los medios de transmisión que existen para interconectar las poblaciones son:

- A. Enlace por cable multipar.
- B. Enlace por cable PCM.
- C. Enlace por fibra optica.
- D. Enlace por radio.
- E. Enlace vía satélite.

Para definir el medio de transmisión que se va a utilizar en cada población, se consideraron los factores siguientes:

- La ubicación de cada población en los mapas escala 1:50000
- La ubicación de las repetidoras existentes. Para el departamento de Quetzaltenango: El Paraíso, Siete Orejas, Raxquin, Cerro Chile y Peña Blanca.
- El área de cobertura de las repetidoras existentes para determinar las poblaciones que están dentro de dicha zona.
- La distancia entre las poblaciones y su posible punto de conexión a la red.
- La necesidad y factibilidad de habilitar nuevas repetidoras.
- Los perfiles topográficos necesarios entre las repetidoras y las poblaciones.

Al existir línea de vista entre la repetidora y la población, se consideró la posibilidad de utilizar radio como medio de transmisión.

Al no existir línea de vista, dependiendo de la distancia, se consideró la posibilidad de utilizar enlace por cable multipar o PCM, o bien buscar un punto cercano a la población y efectuar el enlace vía radio a este nuevo punto, y luego conectar la población vía cable, con el fin de reducir costos y facilitar la instalación y el mantenimiento del sistema.

Para el departamento de Quetzaltenango, sólo fue necesario utilizar como medios de transmisión: radio enlace y enlaces por cable (PCM y Multipar).

#### A. RADIO ENLACE.

Para el establecimiento de radio enlaces, se consideraron los puntos básicos siguientes:

- Puntos de repetición existentes: Siete Orejas, Paraíso, Raxquín, Cerro Chile y Peña Blanca.
- Longitud del enlace.
- Existencia de línea de vista entre la población y la repetidora.
- Factores que ocasionan pérdidas en el trayecto.
- Vías de acceso para la instalación del equipo terminal.

Se consideró la posibilidad de establecer radio enlaces de dos tipos: punto a punto y punto a multipunto (multiacceso) con tecnología digital y analógica.

Los radios digitales que se van a utilizar son de capacidades de 2Mb/s y 8Mb/s.

El análisis de los enlaces se realizó por medio de programas de computadora considerando: el factor de claridad en el punto crítico, las pérdidas por obstrucción, las pérdidas en el espacio libre, los problemas por reflexión de la señal y las pérdidas totales del enlace.

Posteriormente se verificó el camino de acceso, el punto exacto para la instalación del equipo y su facilidad para el mantenimiento.

Se consideró la utilización de sistemas punto a punto cuando la capacidad del medio de transmisión requerida era mayor de 30 canales.

Todas aquellas poblaciones donde se requerían sistemas de baja capacidad fueron consideradas utilizando sistemas de multiacceso para incorporarlas a la red.

Los datos finales para las poblaciones que serán conectadas por radio a las diferentes repetidoras son las siguientes:

REPETIDORA	SISTEMAS PUNTO A PUNTO	SISTEMA DE MULTIACCESO	CAPACIDAD SISTEMA DE MULTIACCESO
EL PARAISO	GENOVA	S. MIGUELITO	192 ABONADOS
	LAS PALMAS	BOLIVAR	
		PENSAMIENTO	
		LOS ENCUENTROS	
CERRO CHILE	SIBILIA	EL EDEN	48 ABONADOS
	CABRICAN	CHUICABAL	
	HUITAN		
	PALESTINA DE LOS ALTOS		
PENA BLANCA		CALEL	104 ABONADOS

El sistema de multiacceso digital que se va a instalar cubrirá la zona occidental en poblaciones rurales que tendrán como máximo 5 abonados. Este sistema está compuesto de: una estación base (central), estaciones repetidoras y estaciones terminales de abonado.

La central de multiacceso para toda la zona de occidente estará instalada en la ciudad de Quetzaltenango, con capacidad para 512 abonados.

Las estaciones repetidoras se encontrarán ubicadas en: EL Paraíso, con enrutamiento a la central de multiacceso a través de la repetidora Siete Orejas; Cerro Chile, con enrutamiento a la central de multiacceso a través de la repetidora Raxquín.

La capacidad de las estaciones repetidoras de multiacceso considera la existencia de estaciones terminales de abonado en poblaciones de otros departamentos que pertenecen a la Zona Occidental.

En el siguiente cuadro, se enumeran las poblaciones que serán conectadas por radio:



CUADRO No 3.3.

POBLACIONES A SERVIR POR RADIO.

POBLACION	MEDIO DE TRANSMISION	ENLACE
GENOVA	RADIO DIGITAL 2Mb/s	EL PARAISO
SIBILIA	RADIO DIGITAL 8Mb/s	CERRO CHILE
CABRICAN	RADIO DIGITAL 2Mb/s	CERRO CHILE
HUITAN	RADIO DIGITAL 2Mb/s	CERRO CHILE
PALESTINA DE LOS ALTOS	RADIO DIGITAL 2Mb/s	CERRO CHILE
LAS PALMAS	RADIO DIGITAL 2Mb/s	EL PARAISO
EL EDEN	RADIO MULTIACCESO D.	CERRO CHILE
CHUICABAL	RADIO MULTIACCESO D.	CERRO CHILE
SAN MIGUELITO	RADIO MULTIACCESO D.	EL PARAISO
BOLIVAR	RADIO MULTIACCESO D.	EL PARAISO
PENSAMIENTO/PALMIRA	RADIO MULTIACCESO D.	EL PARAISO
LOS ENCUENTROS	RADIO MULTIACCESO D.	EL PARAISO
CALEL	RADIO MULTIACCESO D.	PENA BLANCA

B. ENLACES POR CABLE.

Para utilizar este medio de transmisión, se consideraron los factores siguientes:

- Tipo de cable que se utilizará: multimar o PCM.
- Distancia entre la población y el centro de conmutación más cercano.
- Existencia de una vía adecuada para el montaje y mantenimiento.
- Espaciamiento de regeneración y localización de los regeneradores.
- Número de regeneradores.

Se consideró la instalación de sistemas PCM por cable en aquellas poblaciones donde la cantidad de líneas que se van a instalar era mayor o igual a 30, y donde no fue factible la instalación por radio.

Para este tipo de enlaces, se definió el número de regeneradores y la distancia entre ellos. Estos factores dependen de la longitud del enlace, la atenuación del cable, la temperatura, la paradiafonía y el número de sistemas de 2 Mb/s que se transmitirán.

En el Cuadro No. 3.4, se enumeran la poblaciones que serán conectadas por cable:

**CUADRO No. 3.4 LISTADO DE LAS CABECERAS MUNICIPALES  
CONECTADAS POR CABLE.**

POBLACION	MEDIO DE TRANSMISION	ENLACE
FLORES COSTA CUCA	CABLE MULTIPAR 50"/0.9 2Mb/s, AEREO EXISTENTE	COATEPEQUE
SAN FRANCISCO LA UNION	CABLE PCM 30"/0.9 2Mb/s ENTERRADO EXISTENTE	QUETZALTENANGO
CONCEPCION CHIQUIRICHAPA	CABLE MULTIPAR 40" 3X2Mb/s ENTERRADO EXISTENTE	SAN JUAN OSTUNCALCO
SAN MARTIN SACATEPEQUEZ	CABLE MULTIPAR 10"/ 2Mb/s ENTERRADO EXISTENTE	CONCEPCION CHIQUIRICHAPA
CAJOLA	CABLE MULTIPAR 30"/ 2Mb/s ENTERRADO EXISTENTE	SAN MIGUEL SIGUILA
SANTA MARIA DE JESUS	CABLE PCM 10"/0.9 2Mb/s AEREO	ZUNIL
EL PALMAR	CABLE PCM 10"/0.9 2Mb/s	SAN FELIPE
SAN MIGUEL SIGUILA	CABLE MULTIPAR 60"/ 2X2Mb/s ENTERRADO EXISTENTE	SAN JUAN OSTUNCALCO












Para las poblaciones rurales que se conectarán por cable, se utilizará cable multipar. Para este tipo de enlace, se definió el diámetro de los conductores, que depende de la atenuación normal, la resistencia de bucle y la distancia del enlace. Se utilizarán calibres 0.4, 0.6, y 0.9 para enlaces de 4 km, 6 km y 10 km respectivamente.

Además, se definió la forma de instalación del cable: aéreo o directamente enterrado, que depende de las condiciones del terreno y de las vías de acceso.

CUADRO No. 3.5 POBLACIONES RURALES CONECTADAS POR CABLE.

POBLACION	MEDIO DE TRANSMISION	ENLACE
LAS MERCEDES	CABLE MULTIPAR 10"/0.6 AEREO	COLOMBA
S, JOSE CHICALQUIX	CABLE MULTIPAR 10"/0.6 AEREO	S. CARLOS SIJA
S.M.CALAHUACHE	CABLE MULTIPAR 10"/0.6	EL PALMAR
CAJOLA CHIQUITO	CABLE MULTIPAR 10"/0.4 ENTERRADO	CAJOLA
XECARACUJ/LLANO P.	CABLE MULTIPAR 20"/0.9 ENTERRADO	QUETZALTENANGO
VICTORIA/VARSOVIA	CABLE MULTIPAR 20"/0.9 ENTERRADO	S. OSTUNCALCO
LA ESTANCIA/XECAM	CABLE MULTIPAR 10"/0.6 ENTERRADO	CANTEL
VILLA HERMOSA	CABLE MULTIPAR 10"/0.6 AEREO	FLORES COSTA C.
LAS CIENAGAS	CABLE MULTIPAR 10"/0.6 ENTERRADO	CABRICAN
JUSTO R.BARRIOS	CABLE MULTIPAR 10"/0.4 ENTERRADO	OLINTEPEQUE
XEAJ	CABLE MULTIPAR 10"/0.4 ENTERRADO	S. FRANCISCO LA U
ESTANCIA DE LA C.	CABLE MULTIPAR 10"/0.6 AEREO	ZUNIL
HUITANCITO	CABLE MULTIPAR 10"/0.4 ENTERRADO	HUITAN
S.MARTIN CHIQUITO	CABLE MULTIPAR 10"/0.6 ENTERRADO	S. MARTIN S.
A EMBOSCADA	CABLE MULTIPAR 10"/0.4 AEREO	S. M. SIGUILA
LOS CORRALES	CABLE MULTIPAR 10"/0.4 ENTERRADO	CABRICAN

El resultado final se muestra en las Figuras 3.2 y 3.3 Se agrega la Figura 3.1 para mostrar la simbología utilizada.

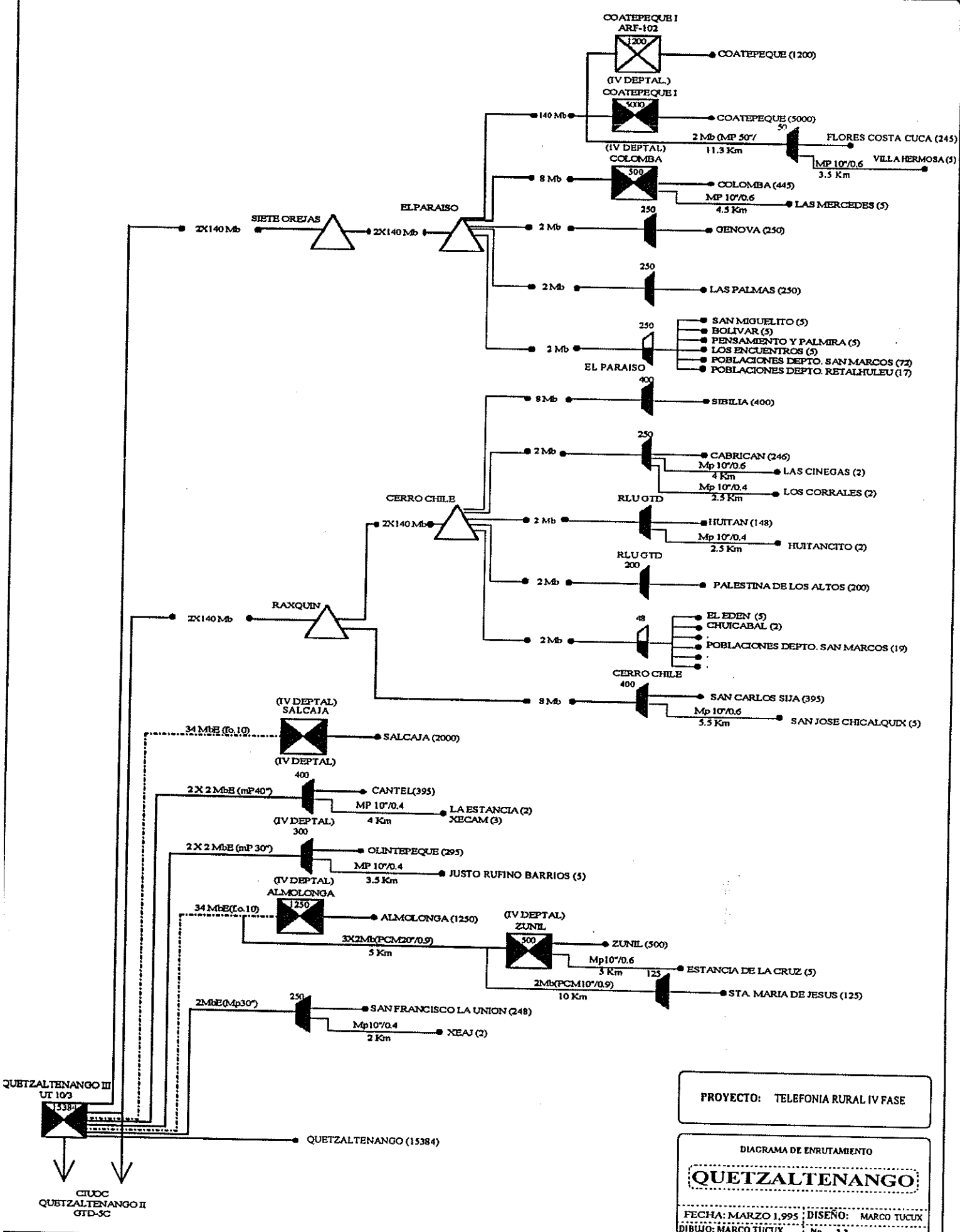
	CENTRAL ANALOGICA
	CENTRAL DIGITAL
	CONCENTRADOR ANALOGICO
	CONCENTRADOR DIGITAL O UNIDAD REMOTA
	CONCENTRADOR PARA MULTIACCESO ANALOGICO
	CONCENTRADOR PARA MULTIACCESO DIGITAL
	ESTACION CENTRAL MULTIACCESO DIGITAL
	REPETIDOR ACTIVO
	REPETIDOR PASIVO
	EQUIPO TERMINAL DE LINEA PCM
	SERVICIO VIA SATELITE

A	CAPACIDAD DE LINEAS DE LA CENTRAL O CONCENTRADOR
B	TIPO DE CENTRAL O CONCENTRADOR
(#)	CANTIDAD DE ABONADOS
o # Mb o	VELOCIDAD DE TRANSMISION (Mb/s) (ENLACE POR RADIO DIGITAL)
o # CH o	CAPACIDAD DEL ENLACE (CANALES) (ENLACE POR RADIO ANALOGICO)
MP	CABLE MULTIPAR
PCN	CABLE PCM
—	ENLACE POR CABLE
- - - - -	ENLACE POR FIBRA OPTICA (f.o.)
—	EQUIPO EXISTENTE
#'	NUMERO DE PARES DEL CABLE
O.#	CALIBRE DE LOS ALAMBRES DEL CABLE
# Km	DISTANCIA DEL CABLE EN KILOMETROS
E	CABLE, RADIO O EQUIPO EXISTENTE
T	EQUIPO TRASLADADO
(IV DEPTAL)	EQUIPO IV PROYECTO DEPARTAMENTAL

PROYECTO: TELEFONIA RURAL IV FASE

DIAGRAMA DE ENRUTAMIENTO  
**SIMBOLOGIA**

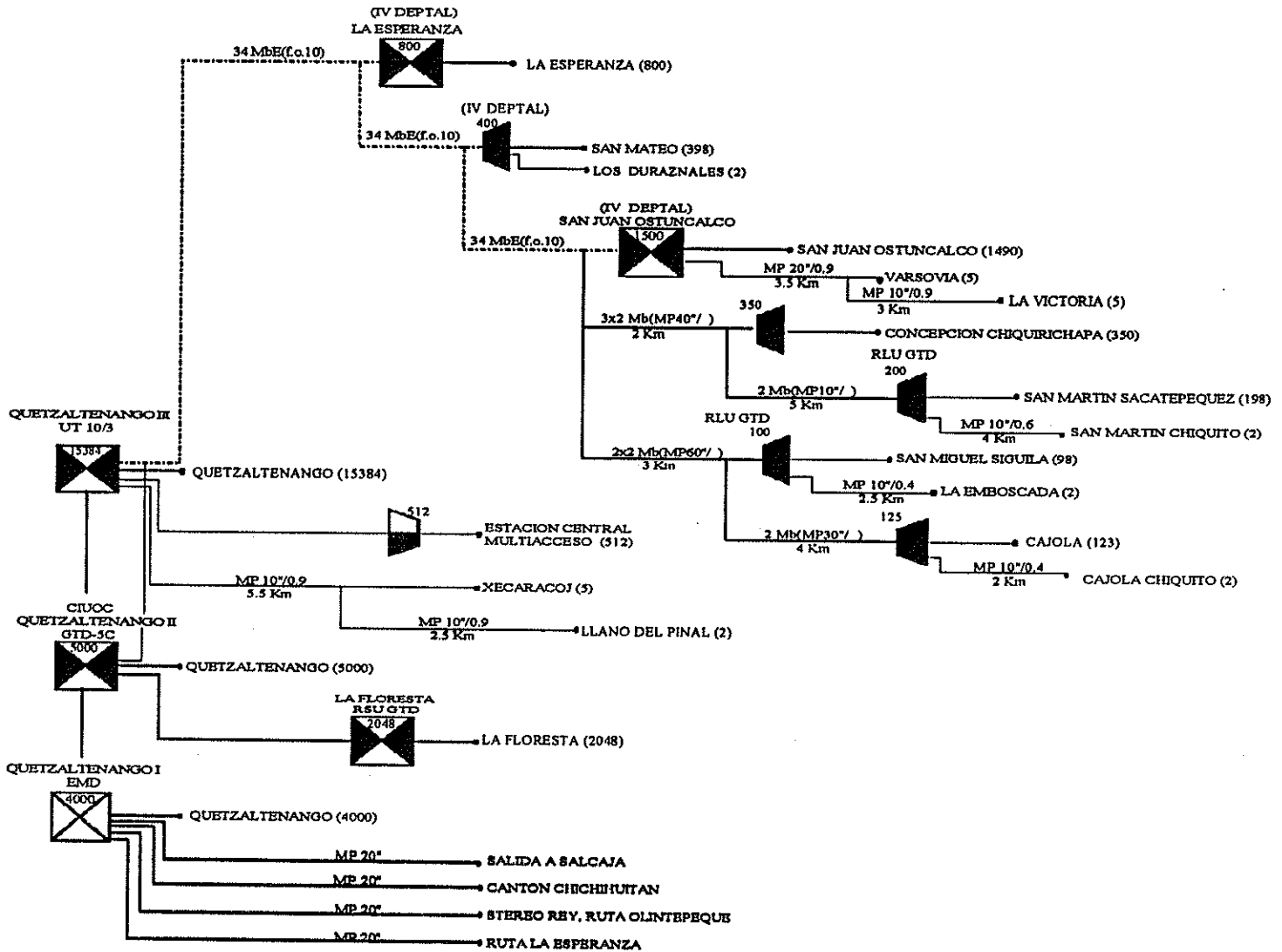
FECHA: MARZO 1, 995    DISEÑO: MARCO TUCUX  
DIBUJO: MARCO TUCUX    No. 3.1



PROYECTO: TELEFONIA RURAL IV FASE

DIAGRAMA DE ENRUTAMIENTO  
**QUETZALTENANGO**

FECHA: MARZO 1, 1995    DISEÑO: MARCO TUCUX  
 DIBUJO: MARCO TUCUX    No. 3.2



NOTA:  
 EL PALMAR Y SAN MIGUELITO CALAHUACHE CONECTADOS A RETALHULEU.  
 CAHEL CONECTADO AL MULTIACCESO DE PEÑA BLANCA.

PROYECTO: TELEFONIA RURAL IV FASE

DIAGRAMA DE ENRUTAMIENTO  
**QUETZALTENANGO**  
 FECHA: MARZO 1,995 DISEÑO: MARCO TUCUX  
 DIBUJO: MARCO TUCUX No. 3.5

## C A P I T U L O 4.

### DISEÑO DE LOS MEDIOS DE TRANSMISION.

Después de definir el enrutamiento y dimensionamiento de la red, fue necesario diseñar los medios de interconexión.

En este capítulo, se ejemplificarán los medios de transmisión utilizados para la interconexión de las poblaciones que se van a servir. Las poblaciones seleccionadas para efectuar el diseño fueron:

- Las Palmas con equipo de conmutación con capacidad para 250 abonados; pertenece al municipio de Coatepeque y será interconectada por medio de un radio enlace digital desde la repetidora El Paraíso.
- Santa María de Jesús con equipo de conmutación con capacidad para 125 abonados; pertenece al municipio de Zunil y será interconectada a través de un enlace PCM con la central de Zunil.
- La Estancia de la Cruz del municipio de Zunil. Hacia esta población se tenderá un cable multipar desde la central de Zunil, para dar servicio a 5 abonados.

#### I. DISEÑO DE RADIO ENLACE DIGITAL EL PARAISO-LAS PALMAS.

Para el diseño del radio enlace, fue necesario considerar los siguientes datos iniciales:

- Capacidad del radio enlace: 2 Mb/s.
- Frecuencia que se va a utilizar: 2000 MHz
- Distancia en línea recta entre los puntos a conectar: 24.8 km
- Velocidad de la luz:  $3 \times 10^8$  m/s.
- Radio de la tierra: 6,370 km
- Coeficiente efectivo de la tierra (k): 4/3.
- Altura de la antena en El Paraíso: 30 m
- Potencia de transmisión ( $P_t$ ): 30 dBm.
- Ganancia de antena (G): 25.8 dBi.

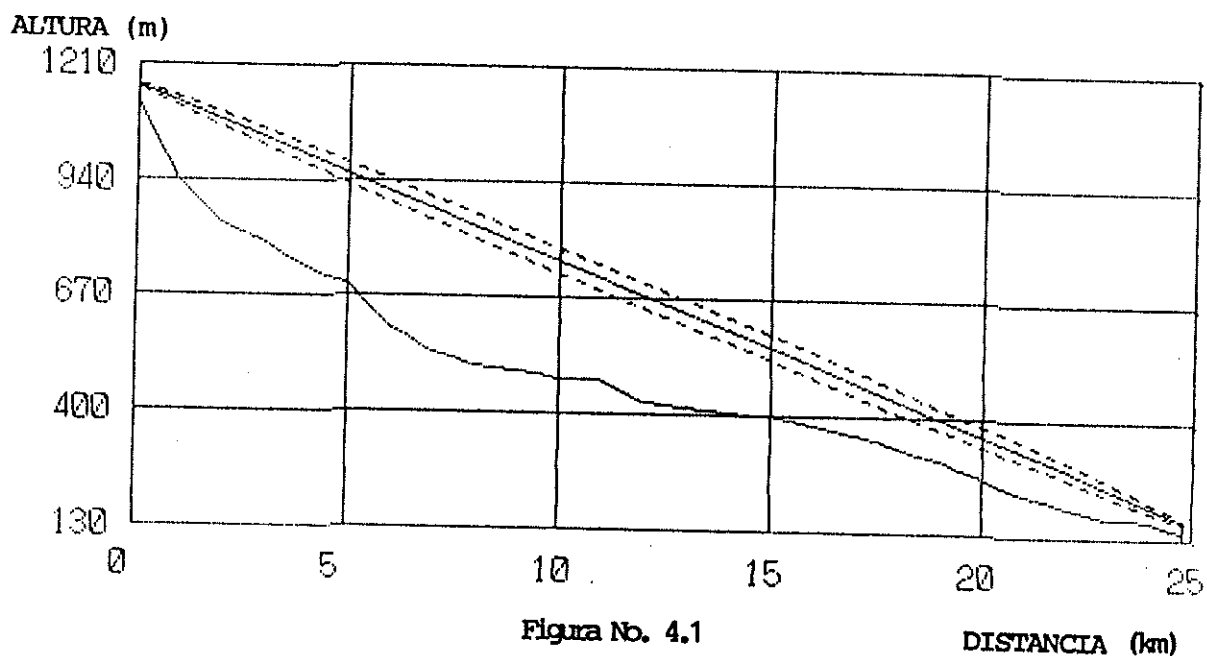
-- Pérdidas en circuito derivador ( $P_{od}$ ): 2.8 dB.

-- Pérdida total en cada uno de los alimentadores (P): 1.5 dB.

Para el cálculo se determinó:

1. Punto crítico.
2. Onda reflejada.
3. Potencia de recepción ( $P_r$ ).
4. Margen de desvanecimiento.
5. Tiempo de interrupción del servicio (PN)%.
6. Margen de interrupción del servicio (DB).

### 1. PUNTO CRITICO



Analizando el perfil de la figura No. 4.1, se observa un punto crítico a 24.5 km de la repetidora El Paraíso y a 300 m, de Las Palmas.

El punto crítico lo podemos definir como el punto más cercano a la línea directa de la onda, que puede causar pérdidas al radio enlace.

Para efectos del diseño basados en la figura No.2, se debe determinar el factor de claridad, el cual es la relación entre la altura ( $h_a$ ) y el radio de la primera Zona de Fresnel ( $h_o$ ).



sustituyendo valores en la ecuación No. 2.

$$h_o = \sqrt{\frac{150 \times 24.5 \times 0.3}{24.8}} = 6.67 \text{ m}$$

De la figura No. 4.2 se puede observar las alturas y las distancias para determinar la altura de despegue.

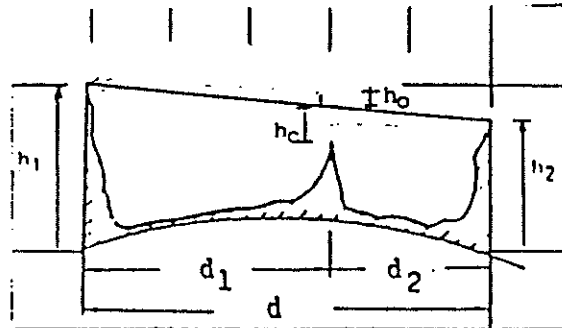


Figura No. 4.2

La altura de despegue (\$h\_c\$) se define en la siguiente ecuación:

(ecua.3)

$$h_c = h_1 - \frac{d_1}{d} (h_1 - h_2) - \frac{d_1 d_2}{2ka} - h_s \quad m$$

donde:

\$a\$ = Radio de la tierra = 6,370 km

\$h\_1\$ = Altura repetidora El Paraíso + altura de la antena = 1,160 m

\$h\_2\$ = Altura de las Palmas = 150 m

\$h\_s\$ = Altura del punto crítico = 157.5 m

\$k\$ = Coeficiente efectivo de la tierra = 4/3.

asumiendo inicialmente una altura de antena en Las Palmas \$h = 0\$ sustituyendo valores en la ecuación No. 3.

$$h_c = 1,160 - (24.5/24.8) \times (1,160 - 150) - (24.5 \times 0.3) / (2(4/3) \times 6,370) - 157.5$$

para la altura de antena en Las Palmas:

$h = 0 \text{ m}$  se tiene  $h_c = 4.7173 \text{ m}$

$h = 10 \text{ m}$  se tiene  $h_c = 14.5963 \text{ m}$

$h = 20 \text{ m}$  se tiene  $h_c = 24.475 \text{ m}$

El factor de claridad ( $f_c$ ) está definido por:

(ecua.4)

$$f_c = \frac{h_c}{h_o}$$

sustituyendo valores en la ecuación No. 4 se tiene:

El factor de claridad para  $h=0$  es  $f_c = 4.7173/6.67 = 0.70724$

El factor de claridad para  $h=10$  es  $f_c = 14.596/6.67 = 2.1883$

El factor de claridad para  $h=20$  es  $f_c = 24.475/6.67 = 3.669$

Donde para efecto del diseño, el factor de claridad que cumple con los requisitos del enlace, es el mayor a 1.

El valor positivo significa que el punto crítico no representa obstáculo en la trayectoria del enlace y la altura de la antena en Las Palmas puede ser elegida a partir de 10 m. Tomando en cuenta que la altura de los árboles en dicha región es aproximadamente 15 m, la altura de la antena será definida en 20 m. debido a las condiciones del terreno y los árboles.

## 2. ONDA REFLEJADA.

Si en el enlace existiera onda reflejada, esto interferiría en el haz directo y causaría desvanecimiento de la señal.

Para saber si existe onda reflejada, se deben encontrar los factores  $b$ ,  $c$ , y  $m$ . Estos relacionan las alturas y distancias del enlace.

El factor  $c$  viene dado por la ecuación No.5.

(ecua. 5)

$$c = \frac{h_1 - h_2}{h_1 + h_2}$$

Sustituyendo en la ecuación No. 5.

$$c = (1160 - 170)/(1160 + 170) = 0.7444$$

El factor  $m$  viene dado por le ecuación No. 6.

(ecua. 6)

$$m = \frac{d^2}{4ka(h_1 + h_2)}$$

Sustituyendo valores en la ecuación No. 6.

$$m = 1.36 \times 10^{-5}$$

Con los valores encontrados anteriormente  $c$ ,  $y$   $m$ , se busca en la figura No. 4.3 el parámetro  $b$ , el cual equivale aproximadamente a: 0.74 .

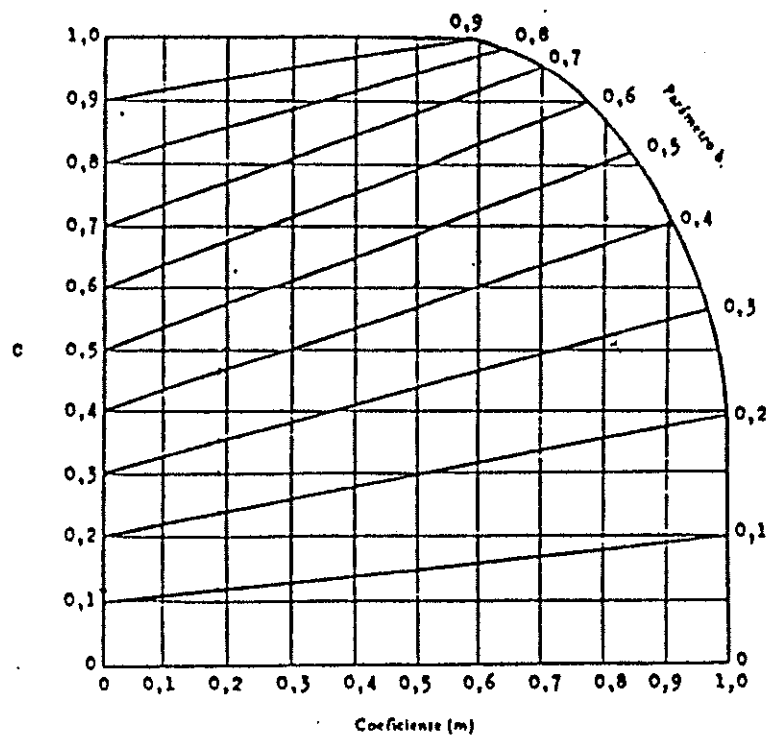


Figura No. 4.3

El punto de reflexión se encuentra en:

(ecua. 7)

$$d_x = \frac{d}{2}(1+b) \text{ km}$$

Sustituyendo valores en la ecuación No. 7.

$$dx = 24.8/2(1+0.74) = 21.57 \text{ km}$$

En el perfil, se trazó la onda reflejada y se puede observar que la onda reflejada tendría que atravesar obstáculos para poder interferir en la señal directa; por esta razón, se determinó que no existe onda reflejada.

### 3. POTENCIA DE RECEPCION.

La potencia de recepción es el valor de potencia que se recibirá en Las Palmas. La ecuación está definida de la siguiente forma:

(ecua. 8)

$$P_r = P_t + G_1 + G_2 - P_a - P_b - P_{cd} - L_o$$

donde:

$P_t$  = potencia de transmisión = 30 dBm.

$G_1 = G_2$  = ganancia de antena = 25.8 dBi.

$P_{cd}$  = pérdidas en el circuito derivador = 2.8 dB.

$P_a = P_b$  = pérdidas en los alimentadores =  $0.05 \text{ dB/m} \cdot (30) = 1.5 \text{ dB}$ .

$L_o$  = Pérdidas en el espacio libre

Para determinar la potencia de recepción es necesario definir las pérdidas en el espacio libre, la cual está determinada por la siguiente ecuación:

(ecua. 9)

$$L_o = (32.4 + 20 \log f + 20 \log d)$$

donde:

f = frecuencia de trabajo en Mhz = 2,000 Mhz.

d = distancia del enlace en km = 24.8 km.

Sustituyendo valores en la ecuación No. 9, se tiene:

$$L_o = (32.4 + 20 \log 2,000 + 20 \log 24.8) \text{ dB.}$$

$$L_o = 126.31 \text{ dB.}$$

sustituyendo en la ecuación No. 8, se obtiene el valor de potencia de recepción:

$$P_r = -50.51 \text{ dBm.}$$

#### 4. MARGEN DE DESVANECIMIENTO. (MD).

Según las características de los equipos que existen en el mercado, para la tasa de error (BER) se tiene:

BER =  $10^{-3}$  El nivel de  $P_{r(BER)}$  es = -95 dBm.

BER =  $10^{-6}$  El nivel de  $P_{r(BER)}$  es = -87 dBm.

donde:

$P_{r(BER)}$  = Potencia umbral.

El margen de desvanecimiento está dado por la siguiente ecuación:

(ecua. 10)

$$MD = P_x - P_{x(BER)}$$

por lo tanto, el margen de desvanecimiento es:

para BER =  $10^{-3}$

$$MD = -50.51 - (-95) = 44.49 \text{ dBm.}$$

Para BER =  $10^{-6}$

$$MD = -50.51 - (-87) = 36.49 \text{ dBm.}$$

Estos valores indican el nivel de potencia que debe disminuir para llegar a nivel umbral. Esto significa el margen que se tiene antes de que la señal se pierda.

#### 5. TIEMPO DE INTERRUPCION DEL SERVICIO PN (%).

El tiempo de interrupción del servicio es la probabilidad de superar cierto valor de potencia del margen de desvanecimiento y está dado por la siguiente ecuación:

(ecua. 11)

$$PN = PR(\%) 10^{-\frac{MD}{10}}$$

donde:

PR(%) = probabilidad de desvanecimiento de Rayleigh  
(desvanecimiento producido por trayectorias múltiples).  
se define en la siguiente ecuación:

(ecua. 12)

$$PR = P_o \times 100\%$$

donde:

$P_o$  = al factor de ocurrencia equivalente de Rayleigh y está dado por la siguiente ecuación:

(ecua. 13)

$$P_o = K Q F^B d^C$$

donde

f = frecuencia de trabajo en gigahertz

d = distancia del enlace en km

K, Q, B, y C, son factores que dependen del clima y la topografía del terreno.

De acuerdo con el método de Barnett y Vigants, para clima tropical, el valor de KQ está dado por la ecuación:

(ecua. 14)

$$KQ = \frac{1}{1 \times 10^5 S^{1.3}}$$

donde

s = 30 se asume este valor por encontrarse en Zona Tropical.

b = 1.

c = 3.

Sustituyendo datos en la ecuación No. 14. se obtiene:

$$KQ = \frac{1}{1 \times 10^5 \times (30)^{1.3}} = 1.20 \times 10^{-7}$$

Sustituyendo el valor obtenido en  $P_o$ , se obtiene:

$$P_o = (1.20 \times 10^{-7}) \times 2 \times (24.8)^3 = 3.66 \times 10^{-3}$$

Sustituyendo el valor en PR (%), se obtiene:

$$PR (\%) = 3.66 \times 10^{-3} \times 100\% = 3.66\%$$

para BER =  $(10^{-3})$

$$PN (\%) = 0.366 \times 10^{-44.49/10} = 1.3016 \times 10^{-5}$$

para BER =  $(10^{-6})$

$$PN (\%) = 0.366 \times 10^{-36.49/10} = 8.2126 \times 10^{-5}$$

## 6. MARGEN PARA LA INTERRUPCION DEL SERVICIO.

Este margen de interrupción del servicio mide la calidad del enlace y está dado por la siguiente ecuación:

(ecua. 15)

$$DB = 10 \log \left[ \frac{\text{VALOR OBJETIVO CCIR}}{PN(\%)} \right]$$

El valor objetivo CCIR está dado por:

$$\text{VALOR OBJETIVO CCIR} = \frac{d}{280} \times 0.006$$

Sustituyendo los datos, se obtiene:

VALOR OBJETIVO CCIR = 0.00053

para BER ( $10^{-3}$ )

$$DB = 10 \text{ LOG } [0.00053 / 1.3016 \times 10^{-5}] = 16.09 \text{ dB.}$$

para BER ( $10^{-6}$ )

$$DB = 10 \text{ LOG } [0.00053 / 8.2126 \times 10^{-6}] = 8.098 \text{ dB.}$$

En cuanto a la calidad de transmisión para sistemas de radio enlace digital, se han definido los objetivos "ALTO-BER ( $10^{-3}$ ) y BAJO-BER ( $10^{-6}$ ). Según las recomendaciones del CCIR cuando se diseña un circuito para que satisfaga el objetivo "ALTO\_BER" el objetivo de "BAJO-BER" es satisfecho automáticamente.

En el enlace, en ambos casos, el margen de interrupción del servicio es mayor de 5 dB, por lo tanto, este enlace cumple con los objetivos de calidad recomendados por el CCIR.



## II. DISEÑO DE CABLE PCM.

Para el diseño del enlace por cable PCM, fue necesario determinar:

- La distancia entre Zunil-Santa María de Jesús: 10.8 km.
- La instalación del cable debe ser de forma aérea porque el terreno es muy rocoso y quebrado; la carretera es asfaltada en todo el trayecto del enlace.
- El número de sistemas que se va a transmitir es: 1 flujo de 2 Mb/s.

En el diseño, se debe encontrar el número de regeneradores y la distancia entre los regeneradores: esto depende de la atenuación, la telediafonía y la paradiafonía del cable, así como el número de sistemas que se van a instalar y de las características propias del cable.

CARACTERISTICAS DEL CABLE	
DIAMETRO	0.9 mm
CABLE	AEREO
LONGITUD DEL ENLACE	10.8 km
AISLAMIENTO	PEF
PERDIDAS (Lo)	15.2 dB/km
RESISTENCIA BUCLE	27 $\Omega$ /km

PARAMETROS DEL CABLE	
$\alpha$	0.2 %/°C
$\Delta t$	45 °C.
S	30 CANALES
$\sigma$	3 %.

### 1. DISTANCIA MAXIMA DE LA SECCION NORMAL REGENERADORA.

La distancia máxima de la sección normal viene definida por la siguiente ecuación:

(ecua.1)

$$L_0 \cdot d_{\max} \leq \frac{42}{(1+\alpha \cdot \Delta t)(1+2.33 \cdot \sigma)} \leq 36 \text{ dB.}$$

donde:

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura de la pérdida del cable.  
 $\Delta t$  = Rango del cambio de temperatura del cable.  
 $\sigma$  = Desviación estándar de pérdidas entre pares.  
 $L_0$  = Pérdida del cable por km.

despejando  $d_{\max}$  de la ecuación anterior:

$$d_{\max} \leq 36/15.2 = 2.37 \text{ km.}$$

### 2. DISTANCIA DE LA SECCION VECINA A LA CENTRAL.

La distancia de la sección vecina a la central se define de la siguiente ecuación:

(ecua 2.)

$$L_0 \cdot d'_{\max} \leq \frac{42}{(1+\alpha \cdot \Delta t)(1+2.22\sigma)} - 10 \text{ dB} \leq 26 \text{ dB.}$$

despejando  $d'_{\max}$  de la ecuación anterior se tiene:

$$d'_{\max} \leq 26/15.2 = 1.71 \text{ km.}$$

### 3. DISTANCIA MAXIMA POR PARADIAFONIA ( $d_{\text{NEXT}}$ )

El cálculo de la distancia máxima por el efecto de paradiafonia se encuentra definido por la siguiente ecuación:

(ecua 3.)

$$L_0 \cdot d_{\text{next}} \leq \frac{1}{1.17} (M_N - 10 \text{ LOG } 30 - 37.7)$$

donde:

$M_N = 90$  dB. Valor promedio de atenuación de paradiafonía  
 $s =$  Número máximo de canales PCM = 30 canales.

despejando  $d_{next}$  se tiene:

$$d_{next} = 32.0758 / 15.2 = 2.11 \text{ km.}$$

Al comparar los datos obtenidos de  $d_{max}$  y  $d_{next}$ , se puede observar que:

$$d_{max} (2.37 \text{ km}) > d_{next} (2.11 \text{ km})$$

se debe tomar la menor distancia que en este caso es  $d = 2.11$  km

#### 4. CALCULO DE LA LIMITACION DEBIDA A LA TELEDIAFONIA ( $d_{fext}$ ).

Suponiendo  $d_{fext} = 2.11$  km

Se debe cumplir con la siguiente condición:

(Ecu. 4)

$$M_f - 10 \text{ LOG } s^{\pm} - 10 \text{ LOG } d_{fext} - 0.097 L_o \cdot d_{fext} \geq 37.8 \text{ dB.}$$

donde:

$M_f = 60$  valor promedio de atenuación de Telediafonía  
 $s^{\pm} =$  Número máximo de canales PCM =  $s-1 = 29$ .

Sustituyendo los datos en la ecuación anterior, se obtiene:

$$60 - 10 \text{ LOG } 29 - 10 \text{ LOG } 2.11 - 0.097(15.2)(2.11) \geq 37.8 \text{ dB.}$$

$$39.022 \geq 37.8$$

La condición de la ecuación anterior se cumple cuando se supone que la distancia es = 2.11 km

finalmente la distancia entre regeneradores es:

Sección normal = 2.11 km.

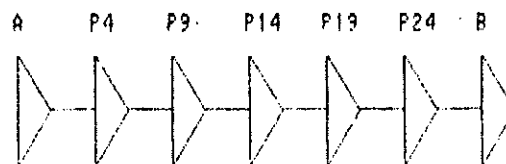
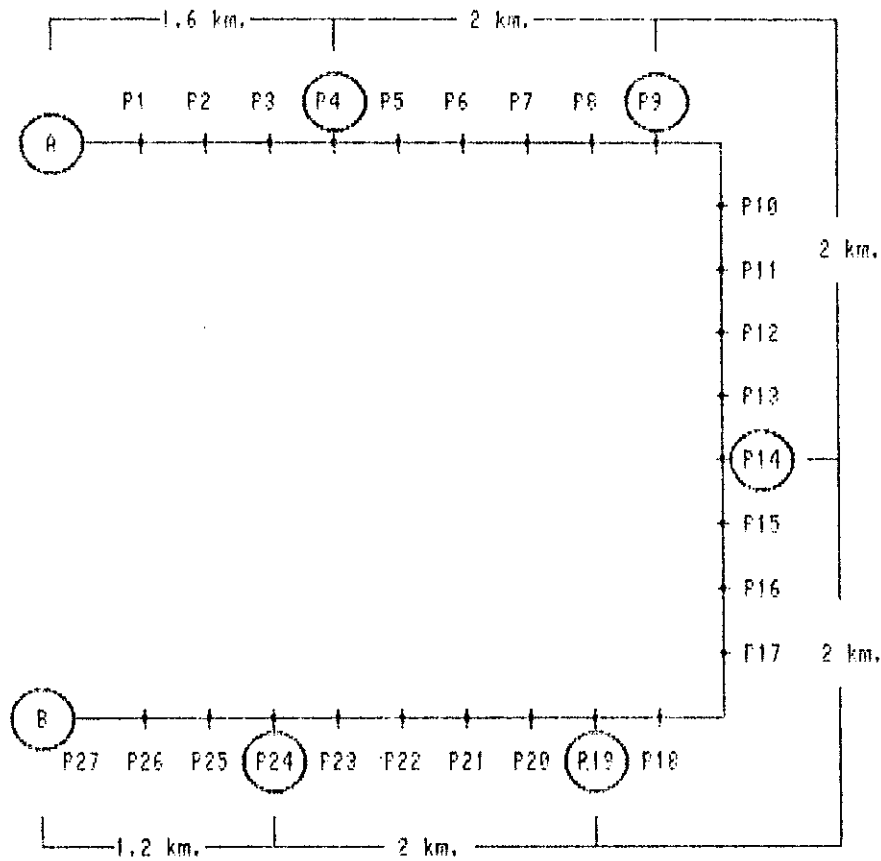
Sección vecina a la central = 1.71 km

### 5. CALCULO DEL NUMERO DE REGENERADORES.

Para el cálculo del número de regeneradores es necesario determinar:

$p_i$  = puntos de conexión del cable =  $10.8/0.4 = 27$  puntos de conexión

### DIAGRAMA DE LA RUTA DEL CABLE:



donde:

A = Punto inicial del enlace Zunil.

B = Punto final del enlace Santa María de Jesús.

N = 5 regeneradores

Se marcan las distancias reales donde se conectarán los regeneradores.

## 6. CALCULO DEL ALIMENTADOR DE ENERGIA.

Para determinar la forma de alimentación de energía, se utiliza la siguiente formula:

(ecua. 5)

$$R_{dc} \cdot L \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t) I + nV \leq E_{max}$$

donde:

E = Voltaje de la fuente = 200 V.

I = Corriente del Alimentador = 50 mA max.

n = Número de Regeneradores + Alimentadores = 6

V = Voltaje en el Regenerador = 7 V.

R<sub>dc</sub> = Resistencia total en D.C del conductor = 27 Ω/km.

L = distancia del enlace = 10.8 km.

α = coeficiente de temperatura de la resistencia de DC del cable (0.004/°C.

α · Δt = 0.18 para cable aéreo.

Se evaluará la condición de la anterior ecuación:

$$27 \times 10.8 \times (1 + 0.18) \times 0.05 + 6 \times 7 \leq 200.$$
$$59.20 \leq 200.$$

Si cumple la condición y sólo es necesaria la alimentación en un extremo; en nuestro caso en el punto A.

## 7. INSTALACION DEL CABLE.

La forma de instalación del cable fue verificada en el campo. Se determinó que la instalación debe hacerse en forma aérea. La cantidad de postes necesarios para la instalación es:

(ecua. 11)

$$N_p = \text{distancia del enlace en m}/50.$$

donde:

$N_p$  = número de postes.

- la distancia del enlace = 10.8 km = 10,800 m

Sustituyendo los valores en la ecuación anterior, se obtiene:

$$N_p = 10,800/50 = 216 \text{ postes}$$

Adicional a la cantidad de postes calculados, en el trazado de la ruta del cable, se pudo establecer que se necesitan 6 postes más debido al cambio de vía.

$N_p \text{ totales} = 221 \text{ postes.}$

### III. DISEÑO POR CABLE MULTIPAR

Para el diseño del enlace entre las poblaciones de Zunil y la Estancia de la Cruz con capacidad requerida de 5 líneas, en el diseño se debe determinar lo siguiente:

- Diámetro de los conductores.
- Capacidad del cable.
- Instalación del cable.

#### 1. DIAMETRO DEL CONDUCTOR:

- La pérdida en la línea de abonado = 7 dB. max
- La resistencia de bucle debe ser  $\leq 1,500$  ohmios
- Las características de los conductores se presentan en la siguiente tabla:

DIAMETRO DEL CONDUCTOR (mm)	RESISTENCIA OHMICA MAXIMA ( /bucle.km)	ATENUACION NORMAL (dB/km)
0.404 (26 AWG)	278	1.63
0.643 (22 AWG)	110	1.03
0.912 (19 AWG)	55	0.72

De acuerdo con las características, la distancia máxima de una línea de abonado es:

(ecua. 1)

$$d = \frac{\text{pérdida permitida}}{\text{atenuación normal}}$$

Sustituyendo valores, se obtiene:

$$d(26 \text{ AWG}) = (7 \text{ dB}) / (1.63 \text{ dB/km}) = 4.29 \text{ km.}$$

$$d(22 \text{ AWG}) = (7 \text{ dB}) / (1.03 \text{ dB/km}) = 6.796 \text{ km.}$$

$$d(19 \text{ AWG}) = (7 \text{ dB}) / (0.72 \text{ dB/km}) = 9.72 \text{ km.}$$

Debido a que la longitud del enlace es de 5km, se determinó utilizar cable calibre 22 AWG.

Para determinar la resistencia del bucle ( $R_o$ ) del enlace, se define de la siguiente forma:

$$R_o = R_{max} \times \text{distancia total del enlace}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación se obtiene:

$$R_o = (110 \text{ ohmios/bucle.km}) \times 5 \text{ (km.)} = 550 \text{ ohmios/km.}$$

$$R_o = 550 \text{ ohmios/bucle donde este valor es menor a 1,500.}$$

## 2. CAPACIDAD DEL CABLE.

La capacidad del cable que se va a utilizar es de 10 pares, dado que es el mínimo valor que se encuentra en el mercado. De ellos se utilizarán 5 pares y quedarán 5 de reserva.

## 3. INSTALACION DEL CABLE:

La ruta que se va a utilizar es la misma que la del enlace entre Zunil y Santa María de Jesús, por lo que no es necesario el cálculo de los postes que se utilizarán, ya que fueron contemplados en el enlace anterior.

Solo se necesitarán postes de abonado para llegar al centro de la población, con una distancia de 300 m.

$$N_p = \text{distancia}/50$$

donde:  
distancia esta en m.

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$N_p = 300/50 = 6 \text{ postes.}$$



## C A P I T U L O 5.

### CUANTIFICACION DEL EQUIPO Y ESTIMACION DE COSTOS.

El objetivo de este capítulo es determinar los requerimientos de equipo y el monto de la inversión, para integrar cada población al sistema de telecomunicaciones del país, tomando como base para su realización la información obtenida en los capítulos anteriores.

La cuantificación del equipo requerido para cada población, se realizó dividiéndolo de la siguiente manera:

- Equipo de conmutación.
- Equipo de transmisión.
- Planta externa.
- Equipo de energía y aire acondicionado.
- Obra civil.

El equipo de conmutación y de transmisión requerido se determinó con anterioridad.

En aquellas poblaciones donde se cuenta con infraestructura de proyectos anteriores, sólo se considerará el equipo necesario para la ampliación del servicio.

#### I. PLANTA EXTERNA.

Para determinar el costo la red de planta externa se consideró:

- El costo que representa la instalación de la línea hasta el abonado, incluyendo los postes y todos los accesorios para su completa instalación.

#### II. EQUIPO DE ENERGIA Y AIRE ACONDICIONADO.

Este equipo se utilizará en: estaciones repetidoras, estaciones terminales donde se encontrarán instalados los equipos de conmutación (centrales, unidades remotas, concentradores digitales) y equipos de transmisión con sistemas punto a punto y multiacceso.

La determinación del equipo depende de: la carga que se va a instalar y las condiciones del lugar.

Para el proyecto de telefonía rural, se normalizó la cantidad de equipo que se va a instalar en las estaciones repetidoras, las estaciones terminales, centrales, unidades remotas y concentradores, y quedó de la siguiente forma:

-- Estación Repetidora:

Energía comercial con acometida 110-220 V.  
1 Motor generador 10 kW, 1 fase, f. de p = 0.85 con tanque de combustible.  
3 Rectificadores de 24V, 50A, ó 48V, 25A, 1 fase.  
Banco de baterías. (75 Ah por batería).  
Regulador.  
Sistema de tierra con pararrayos.  
Aire acondicionado tipo ventana 24,000 BTU.

Si no existe energía comercial, se consideró:  
un sistema de energía solar.  
un colector solar 38W, 3.2A, 15.9 V.  
un banco de baterías. (75 Ah por batería).

-- Estación Terminal (central).

Se consideró un consumo promedio de 3W por abonado, para dimensionar la capacidad de:

1 Motor Generador.  
3 Rectificadores con protección de fases.  
Banco de baterías. (75 Ah por batería).  
1 Regulador de voltaje.  
Sistema de tierra con pararrayos.  
Aire acondicionado tipo ventana 24,000 BTU.  
Energía comercial 110-220 V. que depende de la carga puede ser trifásico o monofásico.

-- Estación Terminal (unidad remota o concentrador digital).

Energía Comercial 120 V, 1 fase 5 kVA.  
1 Rectificador 24V, 50A, ó 48V, 25A.  
1 Regulador de voltaje 1/2 kW.  
Sistema de tierra con pararrayos.  
1 Banco de baterías. (75 Ah por batería).  
Aire acondicionado tipo de ventana de 12,000 BTU.

-- Estación Terminal (Multiacceso).

Energía comercial 120V, 1 fase, . 1 kVA.  
1 Rectificador de 48V, 25A.  
1 Regulador de voltaje 1/2 kW.  
Sistema de tierra con pararrayos.  
1 Banco de baterías.

Si no existe energía comercial, se consideró:  
 un colector solar 38W, 3.2A, 15.9A.  
 un banco de baterías de 2 unidades.  
 un regulador de voltaje de 1/2 kW.  
 un sistema de tierra.

### III. OBRA CIVIL.

Los requerimientos de obra civil se determinaron de acuerdo con las necesidades de cada lugar en:

La obra civil consiste en:

- Caminos de acceso donde sea necesario para la instalación y el mantenimiento del equipo.
- Adquisición de terrenos para la construcción de casetas.
- Construcción de casetas para estaciones terminales o repetidoras.
- Cimientos de las torres.
- Torres o mástiles.

UBICACION	AREA DEL TERRENO	AREA CONSTRUCCION
ESTACION REPETIDORA	700 m <sup>2</sup>	60 m <sup>2</sup>
ESTACION TERMINAL CENTRAL, U. REMOTA CONCENTRADOR D.	100 m <sup>2</sup>	20 m <sup>2</sup>
ESTACION TERMINAL MULTIACCESO	20 m <sup>2</sup>	09 m <sup>2</sup>

El resumen del equipamiento requerido se muestra en los siguientes cuadros:

- Cuadro 5.1 Equipamiento requerido por población conmutación y planta externa.
- Cuadro 5.2 Equipamiento requerido por población transmisión por enlace de radio.
- Cuadro 5.3 Equipamiento requerido por población transmisión por sistema PCM.

- Cuadro 5.4 Equipamiento requerido por población energía y aire acondicionado.
- Cuadro 5.5 Equipamiento requerido por población obra civil.

PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE  
EQUIPAMIENTO REQUERIDO POR POBLACION  
CONMUTACION, PLANTA EXTERNA

DEPARTAMENTO: Quetzaltenango

SITIO O POBLACION	CONMUTACION						PLANTA EXTERN LINEAS ABONA- DO
	CENTRAL 500 L	UNIDAD REMOTA			CONCENT DIGITA		
		300 L	350 L	400 L	125 L	250 L	
Cabricán						1	250
Cajolá					1		125
Concepción Chiquirichap			1				350
El Palmar					1		125
Flores Costa Cuca						1	250
Génova						1	250
Huitan							150
Palestina de los Altos							200
San Francisco La Unión						1	250
San Martín Sacatepéquez							200
San Miguel Sigüila							100
Sibilia				1			400
Las Palmas						1	250
Santa María de Jesús					1		125
Pensamiento / Palmira							5
El Eden							5
Las Mercedes							5
San José Chicalquix							5
San Miguelito Calahuache							2
Cajolá Chiquito							2
San Miguelito							5
Xecaracoj / Llano del Pina							7
La Victoria							5
Varsovia							5
Chucabal							2
La Estancia / Xecam							5
Villa Hermosa							5
Las Ciénagas							2
Justo Rufino Barrios							5
Xeaj							2
Estancia de la Cruz							5
Huitancito							2
Bolívar							5
Los Encuentros							5
San Martín Chiquito							2
La Emboscada							2
Los Corrales							2
Duraznales							
Quetzaltenango							
El Paraíso							
<b>TOTALES</b>			1	1	3	5	3115

PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE  
EQUIPAMIENTO REQUERIDO POR POBLACION  
TRANSMISION

DEPARTAMENTO: Quetzaltenango

SITIO O POBLACION	MULTIACCESO																
	RADIO Tx/Rx (Mb)				MULTIPLEX (ORDEN)				ESTACION CENTRAL	ESTACION REPETIDORA (Ab.)				ESTACION DE ABONADO (Ab)			
	0.7	2	8	34	1er	2o	3er	2o-3er	512 L	24	48	104	192	4	8	16	24
Cabricán		2															
Cajolá																	
Concepción Chiquirichapa																	
El Palmar																	
Flores Costa Cuca																	
Génova		2															
Hultán		2															
Palestina de los Altos		2															
San Francisco La Unión																	
San Martín Sacatepéquez																	
San Miguel Sigulla																	
Sibilia			2			2											
Las Palmas		2															
Santa María de Jesús																	
Pensamiento / Palmira																	1
El Eden																	1
Las Mercedes																	
San José Chicalquix																	
San Miguelito Calahuache																	
Cajola Chiquito																	
San Miguelito																	1
Xecaracol / Llano del Pinal																	
La Victoria																	
Varsovia																	
Chulcabal																	1
La Estancia / Xecam																	
Villa Hermosa																	
Las Ciénagas																	
Justo Rufino Barrios																	
Xeaj																	
Estancia de la Cruz																	
Huitancito																	
Bolívar																	1
Los Encuentros																	1
San Martín Chiquito																	
La Emboscada																	
Los Corrales																	
Duraznales																	
Quetzaltenango									1								
El Paraíso													1				
<b>TOTALES</b>		10	2			2			1				1	1	5		

PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE  
EQUIPAMIENTO REQUERIDO POR POBLACION  
TRANSMISION

DEPARTAMENTO: Quetzaltenango

SITIO O POBLACION	SISTEMAS PCM POR CABLE / DISTRIBUCION POR CABLE						
	TERMINAL DE LINEA	REGENER	CABLE		POSTES	POZOS	
			TIPO, CAP / CAL	LONGITUD (Km)		TIPO IV	TIPO VII
Cabricán							
Cajolá	2	3					
Concepción Chiquirichapa	4						
El Palmar	2	3	PCM 10"/0.9	7.5		3	4
Flores Costa Cuca	2	5					
Génova							
Huitán							
Palestina de los Altos							
San Francisco La Unión							
San Martín Sacatepéquez	2	1					
San Miguel Sigüla	2	1					
Sibilia							
Las Palmas							
Santa María de Jesús	2	6	PCM 10"/0.9	15		6	10
Pensamiento / Palmira							
El Eden							
Las Mercedes			MP10"/0.6	4.5			
San José Chicalquix			MP10"/0.6	5.5	110		
San Miguelito Calahuache			MP10"/0.6	4.5	90		
Cajola Chiquito			MP10"/0.4	2	40		
San Miguelito							
Xecaracaj / Llano del Pinal			MP10"/0.9	8			5
La Victoria			MP10"/0.9	3			1
Varsovia			MP20"/0.9	3.5			2
Chuicabal							
La Estancia / Xecam			MP10"/0.6	4	80		
Villa Hermosa			MP10"/0.6	3.5	70		
Las Ciénagas			MP10"/0.6	4	80		
Justo Rufino Barrios			MP10"/0.6	3.5			2
Xeaj			MP10"/0.4	2	40		
Estancia de la Cruz			MP10"/0.6	5			3
Huitancito			MP10"/0.4	2	40		
Bolívar							
Los Encuentros							
San Martín Chiquito			MP10"/0.6	4			2
La Emboscada			MP10"/0.6	2.5			1
Los Corrales			MP10"/0.4	2.5	50		
Duraznales							
Quetzaltenango							
El Paraíso							
<b>TOTALES</b>	<b>16</b>	<b>19</b>		<b>86.5</b>	<b>600</b>	<b>9</b>	<b>30</b>

PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE  
EQUIPAMIENTO REQUERIDO POR POBLACION  
ENERGIA, AIRE ACONDICIONADO

DEPARTAMENTO: Quetzaltenango

SITIO O POBLACION	ENERGIA Y AIRE ACONDICIONADO							
	RECTIF	BANCO BATERIAS	MOTOR- GENER.	EXT LINEA (Km)	SISTEMA TIERRA	PANEL SOLAR	REGULA	AIRE ACONDIC.
Cabricán	1	1			1		1	1
Cajolá	1	1			1		1	1
Concepción Chiquirichapa	1	1			1		1	1
El Palmar	1	1			1		1	1
Flores Costa Cuca	1	1			1		1	1
Génova	1	1			1		1	1
Huitan	1	1			1		1	1
Palestina de los Altos	1	1			1		1	1
San Francisco La Unión	1	1			1		1	1
San Martín Sacatepéquez	1	1			1		1	1
San Miguel Sigüifa	1	1			1		1	1
Sibilia	1	1			1		1	1
Las Palmas	1	1			1		1	1
Santa María de Jesús	1	1			1		1	1
Pensamiento / Palmira	1	1			1		1	
El Eden	1	1			1		1	
Las Mercedes								
San José Chicalquix								
San Miguelito Calahuache								
Cajola Chiquito								
San Miguelito	1	1			1		1	
Xecaracoj / Llano del Pinal								
La Victoria								
Varsovia								
Chuicabal	1	1			1		1	
La Estancia / Xecam								
Villa Hermosa								
Las Ciénagas								
Justo Rufino Barrios								
Xeaj								
Estancia de la Cruz								
Huitancito								
Bolívar		1			1	1	1	
Los Encuentros		1			1	1	1	
San Martín Chiquito								
La Emboscada								
Los Corrales								
Duraznales								
Quetzaltenango								
El Paraíso								
<b>TOTALES</b>	<b>18</b>	<b>20</b>			<b>20</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	<b>14</b>



PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE  
EQUIPAMIENTO REQUERIDO POR POBLACION  
OBRA CIVIL

No. 5.5

DEPARTAMENTO: Quetzaltenango

SITIO O POBLACION	OBRA CIVIL															
	CASETA (m <sup>2</sup> )			TERRENO (m <sup>2</sup> )			CAMINO (Km)	TORRE AUTOSOP. (m)				TORRE ARRIOST (m)			MASTIL 18 m	
	9	20	60	20	100	700		18	24	30	40	18	24	30		
Cabricán		1			1					1						
Cajolá		1			1											
Concepción Chiquirichapa		1			1											
El Palmar		1			1											
Flores Costa Cuca		1			1											
Génova		1			1					1						
Huitan		1			1						1					
Palestina de los Altos		1			1						1					
San Francisco La Unión		1			1											
San Martín Sacatepequez		1			1											
San Miguel Sigüilla		1			1											
Sibilia		1			1						1					
Las Palmas		1			1					1						
Santa María de Jesús		1			1											
Pensamiento / Palmira	1				1										1	
El Eden	1				1											1
Las Mercedes																
San José Chicalquix																
San Miguelito Calahuache																
Cajola Chiquito																
San Miguelito	1				1											1
Xecaracoj / Llano del Pinal																
La Victoria																
Varsovia																
Chulcabal	1				1											1
La Estancia / Xecam																
Villa Hermosa																
Las Ciénagas																
Justo Rufino Barrios																
Xeal																
Estancia de la Cruz																
Huitancito																
Bolívar	1				1											1
Los Encuentros	1				1											1
San Martín Chiquito																
La Emboscada																
Los Corrales																
Duraznales																
Quetzaltenango																
El Paraíso																
<b>TOTALES</b>	<b>6</b>	<b>14</b>			<b>6</b>	<b>14</b>				<b>2</b>	<b>4</b>				<b>1</b>	<b>5</b>

#### IV. ESTIMACION DE COSTOS.

Como parte final del proyecto, es muy importante estimar costos para la realización del proyecto, dado que se deberá contar con los recursos financieros necesarios para ejecutarlo.

La determinación de los costos se efectuó para cada población en forma individual.

Los costos utilizados se normalizaron de acuerdo con los precios existentes en el mercado.

El resumen de costos se muestra en los siguientes cuadros.

- Cuadro 5.6 Estimación de costos de equipamiento.
- Cuadro 5.7 Estimación de costos de montaje.
- Cuadro 5.8 Resumen de costos.

PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE  
ESTIMACION DE COSTOS DE EQUIPAMIENTO (US \$)

DEPARTAMENTO: Quetzaltenango						
SITIO O POBLACION	CONMUTACION	TRANSMISION	PLANTA EXTERNA	ENERGIA/AIRE ACONDICIONADO	OBRA CIVIL	TOTAL
CABRICAN	54,180.00	73,620.00	125,000.00	14,686.00	10,500.00	277,986.00
CAJOLA	34,000.00	9,174.00	62,500.00	14,686.00		120,360.00
CONCEPCION CHIQUIRICHAPA	87,500.00	10,384.00	175,000.00	14,686.00		287,570.00
EL PALMAR	Q.34,000.00	Q.27,228.00	Q.62,500.00	Q.14,686.00		138,414.00
FLORES COSTA CUCA	54,180.00	15,147.00	125,000.00	14,686.00		209,013.00
GENOVA	54,180.00	73,040.00	125,000.00	14,686.00	3,300.00	270,206.00
HUITAN		73,620.00	75,000.00	14,686.00	10,500.00	173,806.00
PALESTINA DE LOS ALTOS		73,620.00	100,000.00	14,686.00	10,500.00	198,806.00
SAN FRANCISCO LA UNION	54,180.00		125,000.00	14,686.00		193,866.00
SAN MARTIN SACATEPEQUEZ		13,156.00	100,000.00	14,686.00		127,842.00
SAN MIGUEL SIGUILA		7,183.00	50,000.00	14,686.00		71,869.00
SIBILIA	100,000.00	97,694.00	200,000.00	14,686.00	10,500.00	422,880.00
LAS PALMAS	54,180.00	73,040.00	125,000.00	14,686.00	3,300.00	270,206.00
SANTA MARIA DE JESUS	34,000.00	49,423.00	62,500.00	14,686.00		160,609.00
PENSAMIENTO/PALMIRA		20,189.00	2,500.00	3,230.00	3,000.00	28,919.00
EL EDEN		19,859.00	2,500.00	3,230.00	1,000.00	26,589.00
LAS MERCEDES		5,436.00	2,500.00			7,936.00
SAN JOSE CHICALQUIX		52,184.00	2,500.00			54,684.00
SAN MIGUELITO CALAHUACHE		Q.41,886.00	Q.1,000.00			42,886.00
CAJOLA CHIQUITO		18,092.00	1,000.00			19,092.00
SAN MIGUELITO		19,859.00	2,500.00	3,230.00	1,000.00	26,589.00
XECARACUJ/LLANO DEL PINAL		14,824.00	3,500.00			18,324.00
LA VICTORIA		5,489.00	2,500.00			7,989.00
VARSOVIA		10,250.50	2,500.00			12,750.50
CHUICABAL		17,884.00	1,000.00	3,230.00	1,000.00	23,114.00
LA ESTANCIA/XECAM		37,952.00	2,500.00			40,452.00
VILLA HERMOSA		33,208.00	2,500.00			35,708.00
LAS CIENAGAS		37,952.00	1,000.00			38,952.00
JUSTO RUFINO BARRIOS		4,612.00	2,500.00			7,112.00
XEAJ		18,092.00	1,000.00			19,092.00
ESTANCIA DE LA CRUZ		6,600.00	2,500.00			9,100.00
HUITANCITO		18,092.00	1,000.00			19,092.00
BOLIVAR		19,859.00	2,500.00	1,020.00	1,000.00	24,379.00
LOS ENCUENTROS		19,859.00	2,500.00	1,020.00	1,000.00	24,379.00
SAN MARTIN CHIQUITO		5,248.00	1,000.00			6,248.00
LA EMBOSCADA		3,260.00	1,000.00			4,260.00
LOS CORRALES		23,720.00	1,000.00			24,720.00
LOS DURAZNALES						
QUETZALTENANGO		259,937.00				259,937.00
EL PARAISO		98,786.00				98,786.00
<b>TOTALES</b>	<b>560,400.00</b>	<b>1,409,458.50</b>	<b>1,557,500.00</b>	<b>220,564.00</b>	<b>56,600.00</b>	<b>3,804,522.50</b>

PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE  
ESTIMACION DE COSTOS DE MONTAJE (US \$)

DEPARTAMENTO: Quetzaltenango						
SITIO O POBLACION	CONMUTACION	TRANSMISION	PLANTA EXTERNA	ENERGIA/AIRE ACONDICIONADO	OBRA CIVIL	TOTAL
CABRICAN	16,000.00	16,000.00		600.00	23,425.00	56,025.00
CAJOLA	16,000.00	564.00		600.00	20,800.00	37,964.00
CONCEPCION CHIQUIRICHAPA	8,750.00	580.00		600.00	20,800.00	30,730.00
EL PALMAR	Q.16,000.00	Q.20,879.00		Q.600.00	Q.15,509.00	52,988.00
FLORES COSTA CUCA	16,000.00	975.00		600.00	20,800.00	38,375.00
GENOVA	16,000.00	16,000.00		600.00	21,625.00	54,225.00
HUITAN		16,000.00		600.00	23,425.00	40,025.00
PALESTINA DE LOS ALTOS		16,000.00		600.00	23,425.00	40,025.00
SAN FRANCISCO LA UNION	16,000.00			600.00	20,800.00	37,400.00
SAN MARTIN SACATEPEQUEZ		838.00		600.00	20,800.00	22,238.00
SAN MIGUEL SIGUILA		427.00		600.00	20,800.00	21,827.00
SIBILIA	10,000.00	17,140.00		600.00	23,425.00	51,165.00
LAS PALMAS	16,000.00	16,000.00		600.00	21,625.00	54,225.00
SANTA MARIA DE JESUS	16,000.00	43,488.00		600.00	20,800.00	80,888.00
PENSAMIENTO/PALMIRA		1,779.00		400.00	7,910.00	10,089.00
EL EDEN		1,779.00		400.00	7,410.00	9,589.00
LAS MERCEDES		1,759.50				1,759.50
SAN JOSE CHICALQUIX		8,530.50				8,530.50
SAN MIGUELITO CALAHUACHE		Q.6,980.00				Q.6,980.00
CAJOLA CHIQUITO		2,990.00				2,990.00
SAN MIGUELITO		1,779.00		400.00	7,410.00	9,589.00
XECARACOJ/LLANO DEL PINAL		20,764.00				20,764.00
LA VICTORIA		7,720.00				7,720.00
VARSOVIA		9,070.00				9,070.00
CHUICABAL		1,779.00		400.00	7,410.00	9,589.00
LA ESTANCIA/XECAM		6,204.00				6,204.00
VILLA HERMOSA		5,428.50				5,428.50
LAS CIENAGAS		6,204.00				6,204.00
JUSTO RUFINO BARRIOS		8,762.00				8,762.00
XEAJ		2,990.00				2,990.00
ESTANCIA DE LA CRUZ		12,528.00				12,528.00
HUITANCITO		2,990.00				2,990.00
BOLIVAR		1,779.00		400.00	7,410.00	9,589.00
LOS ENCUENTROS		1,779.00		400.00	7,410.00	9,589.00
SAN MARTIN CHIQUITO		10,012.00				10,012.00
LA EMBOSCADA		6,226.00				6,226.00
LOS CORRALES		3,737.50				3,737.50
LOS DURAZNALES						
QUETZALTENANGO		16,000.00				16,000.00
EL PARAISO		4,525.00				4,525.00
<b>TOTALES</b>	<b>146,750.00</b>	<b>318,986.00</b>		<b>10,800.00</b>	<b>343,019.00</b>	<b>819,555.00</b>

PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE  
RESUMEN DE COSTOS (US \$)

No. 5.8

DEPARTAMENTO: Quetzaltenango

No.	EQUIPO/OBRA	COSTO EQUIPAMIENTO	COSTO MONTAJE	COSTO TOTAL
1	CONMUTACION	560,400.00	146,750.00	707,150.00
2	TRANSMISION	1,409,458.50	318,986.00	1,728,444.50
3	PLANTA EXTERNA	1,557,500.00		1,557,500.00
4	ENERGIA Y AIRE ACONDICIONADO	220,564.00	10,800.00	231,364.00
5	OBRA CIVIL	56,600.00	343,019.00	399,619.00
6	HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS			13,872.23
7	REPUESTOS			416,166.98
8	MANUALES Y DOCUMENTACION			2,312.04
9	CAPACITACION			6,011.30
10	DESADUANAJE Y TRANSPORTE			231,203.88
11	IMPREVISTOS			462,407.75
TOTAL		3,804,522.50	819,555.00	5,756,051.67

## C A P I T U L O 6.

### ESTUDIO ECONOMICO, FINANCIERO Y SOCIAL DEL PROYECTO.

El objetivo principal de este capítulo es la evaluación económica, financiera y social del proyecto. Para el cálculo se tomaron como base los resultados obtenidos en los capítulos anteriores.

El desarrollo del presente capítulo se dividió de la siguiente forma:

- I. Evaluación financiera.
- II. Evaluación económica y social.

#### I. EVALUACION FINANCIERA.

Para la ejecución del presente proyecto, es necesario contar con los recursos financieros que permitan no sólo adquirir los equipos y los terrenos, sino también realizar el montaje, instalación y la operación propia de los equipos para brindar el servicio.

Asumiendo que la Empresa de Telecomunicaciones "GUATEL", no invertirá fondos propios en la realización del proyecto, se analizarán tres escenarios de financiamiento:

- Bancos de Desarrollo Regional.
- Crédito de Proveedores.
- Bancos Comerciales Internacionales.

Para poder realizar el estudio y evaluación de las fuentes de financiamiento, es necesario realizar un flujo de fondos para cada caso y evaluar la mejor alternativa financiera, tomando en cuenta:

- Los costos totales para la realización del proyecto.
- El Programa de Ejecución.
- La cantidad de líneas que se van a instalar:

Servicio domiciliario	=	3,023 líneas.
Servicio comunitario	=	92 líneas.

## 1. PROGRAMA DE INVERSION:

El programa de inversión tiene como objetivo principal calendarizar los desembolsos monetarios de cada etapa de ejecución para la realización del proyecto.

La forma de pago para el equipamiento será la siguiente:

- 25 % contra la presentación de los siguientes documentos: póliza de embarque, factura comercial, lista de embalaje y copia de la póliza de seguro.
- 25 % a la recepción en bodega de los bienes, equipos y materiales a entera satisfacción de la Empresa de Telecomunicaciones.
- 25 % a la recepción de los equipos instalados.
- 25 % a la recepción definitiva de los bienes y equipos instalados a entera satisfacción de la Empresa de Telecomunicaciones.

De acuerdo con el programa de inversión, se desembolsará el 50 % del costo de equipo en el segundo semestre del año 1995, 25 % del costo de equipo en el primer semestre del año 1997 y finalmente 25% del costo de equipo en el segundo semestre del año 1997.

Para los gastos de inversión, se estima que los desembolsos para herramientas, accesorios, repuestos, mantenimiento, desaduanaje y transporte, se efectuarán en el segundo semestre del año de 1995.

El pago para el montaje está considerado, según el programa de ejecución, a partir del mes de mayo de 1996 y finalizará en el mes de junio de 1997. Los desembolsos monetarios durante esta etapa serán:

- Primer semestre del 1996: 14%.
- Segundo semestre del 1997: 43%.
- Primer semestre del 1997: 43%.

El pago de la capacitación se efectuará en el primer semestre de 1997. En esta fecha, está programado efectuar la recepción preliminar del proyecto. Finalmente, se consideran los gastos imprevistos estimados en el 10% del total de la inversión en equipamiento y montaje. Dichos gastos fueron calculados en forma proporcional a los desembolsos que deben realizarse según el programa de inversión.

A continuación, se presenta el programa de ejecución y el programa de inversión del proyecto.

PROGRAMA DE INVERSION (U.S.\$)

	1995		1996		1997		TOTAL
	1er. SEM.	2do. SEM.	1er. SEM.	2do. SEM.	1er. SEM.	2do. SEM.	
<i>EQUIPAMIENTO</i>							
CONMUTACION		280,200.00			140,100.00	140,100.00	560,400.00
TRANSMISION		704,729.25			352,364.63	352,364.63	1,409,458.50
PLANTA EXTERNA		778,750.00			389,375.00	389,375.00	1,557,500.00
ENERGIA/A.A.		110,282.00			55,141.00	55,141.00	220,564.00
OBRA CIVIL		28,300.00			14,150.00	14,150.00	56,600.00
TOTAL 1		1,902,261.25	0.00		951,130.63	951,130.63	3,804,522.50
<i>MONTAJE</i>							
CONMUTACION			20,545.00	63,102.50	63,102.50		146,750.00
TRANSMISION			44,658.04	137,163.98	137,163.98		318,986.00
PLANTA EXTERNA			0.00	0.00	0.00		0.00
ENERGIA/A.A.			1,512.00	4,644.00	4,644.00		10,800.00
OBRA CIVIL			48,022.66	147,498.17	147,498.17		343,019.00
TOTAL 2	0.00		114,737.70	352,408.65	352,408.65		819,555.00
TOTAL 1 + 2	0.00	1,902,261.25	114,737.70	352,408.65	1,303,539.28	951,130.63	4,624,077.50
<i>OTROS</i>							
HERRAM., REP. Y MAN.		432,351.25					432,351.25
DESAD. Y TRANSP.		231,203.88					231,203.88
CAPACITACION					6,011.30		6,011.30
IMPREVISTOS	0.00	190,226.13	11,473.77	35,240.87	130,353.93	95,113.06	462,407.75
TOTAL 3	0.00	853,781.25	11,473.77	35,240.87	136,365.23	95,113.06	1,131,974.17
GRAN TOTAL	0.00	2,756,042.50	126,211.47	387,649.52	1,439,904.50	1,046,243.69	5,756,051.67



**PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE**  
Cronograma de Ejecución

Nombre	1993			1994			1995			1996			1997		
	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M
Planificación															
Diseño															
Especificaciones Técnicas															
Bases Legales de Licitación															
Licitación Pública															
Evaluación de Ofertas															
Adjudicación															
Contratación															
Fabricación de Equipos															
Instalación															
Pruebas															

## II. FLUJO DE FONDOS:

Es la herramienta financiera por medio del cual se pronostican los acontecimientos y las acciones que en forma de programas se tendrán que llevar a cabo. Tiene como resultado un plan de trabajo para el periodo de vida del proyecto. El flujo de fondos es la parte fundamental del pronóstico, el cual se convierte en la base del pensamiento coordinado sobre el futuro del proyecto y reduce las decisiones de emergencia.

El flujo de fondos está basado en los ingresos y egresos que se espera tener del proyecto, una vez que éste haya sido ejecutado.

### INGRESOS:

Representan todas las entradas de dinero a la empresa debido a la ejecución del proyecto por la prestación del servicio telefónico. Se divide en: ingresos corrientes e ingresos de capital.

#### Ingresos corrientes:

Son aquellos ingresos que en forma regular u ocasional serán percibidos por la Empresa, debido al proyecto:

#### Instalación:

Este ingreso está representado por la venta de líneas para abonados domiciliarios, suponiendo que la línea telefónica tiene un costo de Q1500.00. Se considera la venta de 3,023 líneas durante el primer semestre de 1997.

#### Telefonía nacional:

Estos ingresos se han dividido en: local, discado nacional automático y larga distancia nacional. Fue necesario considerar el ingreso promedio mensual por abonado comunitario y domiciliar del departamento de Quetzaltenango. Para efectos del cálculo, se tomaron los ingresos del año 1994 de abonados particulares y abonados comunitarios. Se espera que los ingresos de telefonía nacional se incrementen en un 20% para el año 1998 y en los años sucesivos a 1999; se espera un incremento del 5%, debido al incremento de líneas telefónicas.

### Telefonía Internacional:

Los ingresos se han dividido en: discado internacional automático, larga distancia internacional (semiautomático) y collect. Al igual que la telefonía nacional, se consideró el ingreso promedio mensual por abonado comunitario y domiciliario.

Para este caso, los ingresos se dolarizan y se convierten a quetzales aplicando un factor de conversión que varía dependiendo del tipo de cambio proyectado del quetzal respecto al dolar.

Se espera que los ingresos en la telefonía internacional decrezcan un 5% para el año 1998, debido a una reducción de tarifas a nivel internacional, pero a partir del año 1999 en adelante se espera un incremento del 5%.

### Ingresos de Capital:

Aquí son considerados los ingresos que se obtendrán para la realización del proyecto, tales como préstamos y donaciones.

#### Préstamos directos:

En el programa de inversión, se determinan los desembolsos necesarios para poder realizar el proyecto en un determinado tiempo. Con estos datos, se puede estimar la cantidad de dinero que será necesario prestar a las posibles fuentes de financiamiento.

#### Donaciones:

Se considera la posible participación de las poblaciones, que absorbe parte de los costos de ejecución del proyecto, tales como: obra civil, planta externa y las posibles donaciones que vienen a disminuir la inversión total.

### EGRESOS:

Se refiere a todas las salidas de dinero que se produzcan como consecuencia del proyecto. Los egresos se pueden dividir en: gastos corrientes, gastos de capital y participaciones.

#### Gastos corrientes:

Son los gastos necesarios para el funcionamiento del proyecto, dentro de los cuales se pueden mencionar:

#### Gastos de personal.

Son los salarios ordinarios y extraordinarios que se tiene contemplado pagar durante toda la vida útil del proyecto. Fue considerado un gasto promedio por línea en servicio de Q 1000.00, el cual se ve afectado anualmente por la inflación.

#### Servicios adquiridos

Son los gastos por mantenimiento, asistencia técnica, arrendamientos y otros servicios. Se considero un gasto promedio por línea de Q.180.00, el cual se ve incrementado por la inflación anual acumulada esperada en el periodo de estudio.

#### Depreciación:

La depreciación no se toma como una salida de dinero, sin embargo, se considera para fines de escudo fiscal. La depreciación de los bienes se consideró por un período de veinte años, ya que se estima que este período corresponde a la vida útil de la mayoría de equipo a utilizarse en el proyecto.

#### **GASTOS DE CAPITAL:**

Está compuesta por: Inversión con fondos externos, Inversión con fondos propios, amortización a capital y gastos financieros.

#### **Inversión con fondos externos:**

Se considera el monto de la inversión que es cubierto con fondos externos (préstamos). Debido a esto, las cantidades aquí consideradas son exactamente las mismas que aparecen en Ingresos de capital, ya que el dinero que la Empresa reciba por préstamos, los trasladará a los diferentes proveedores, por lo que se registra como un ingreso y un egreso de dinero efectivo en el mismo momento.

#### **Inversión con fondos propios:**

Es este caso, no son tomados en cuenta ya que se asumió que la Empresa no invertirá fondos propios para la realización del proyecto.

#### **Amortización del Capital:**

Representa el pago que hay que hacer por el préstamo que se adquiriera para poner en marcha el proyecto.

### **Gastos Financieros:**

Representa el pago de los intereses que se van a pagar por la deuda adquirida.

### **PARTICIPACIONES:**

Es la cantidad de dinero de las utilidades netas de la Empresa que destina al Gobierno (45%), al personal de la Empresa (5%) y para la reserva de cesantías, pensiones y jubilaciones equivalente a (5%).

### **OPCIONES DE FINANCIAMIENTO.**

1. Banco de Desarrollo: este tipo de financiamiento podría obtenerse bajo condiciones blandas, ya que el objetivo principal de estas instituciones es fortalecer la infraestructura económica y favorecer el desarrollo de las naciones necesitadas; se consideró un préstamo a 30 años plazo, con 10 años de gracia y una tasa de interés de 3.5% anual, capitalizable semestralmente.
2. Banco Comercial Internacional: este tipo de financiamiento fue considerado a 15 años plazo, con 3 años de gracia y tasa de interés de 11.5% anual, con capitalización semestral.
3. Crédito de proveedores: este tipo de financiamiento fue considerado a 10 años plazo, con 2 años de gracia y una tasa de interés del 15% anual y capitalización semestral. Fue considerado, ya que los fabricantes o proveedores de equipo financian en abonos a largo plazo, o son financiados por compañías internacionales que son subsidiarias de estos fabricantes.

Al Analizar los datos obtenidos de cada flujo de efectivo para cada una de las opciones de financiamiento, se concluye que el desarrollo del proyecto es conveniente si el valor actual neto (VAN) es positivo. Esto asegura la rentabilidad del proyecto.

Analizando el VAN en cada una de las opciones, el único valor positivo es el del Banco Regional de Desarrollo, por las ventajas que ofrece este tipo de instituciones.

En las demás fuentes de financiamiento, los VAN son negativos. Respecto a lo anterior, la experiencia ha demostrado que este tipo de proyectos no generan los fondos necesarios para hacerlos rentables.

Finalmente, se puede concluir de la evaluación financiera que el proyecto no representa desde ningún punto de vista rentabilidad para la Empresa. La recuperación de la inversión sólo es positiva en el largo plazo para una de las fuentes de financiamiento.

A continuación, se presentan los cuadros de financiamiento y el flujo de fondos para cada una de las opciones.

FLUJO DE FONDOS

FINANCIAMIENTO:	BANCO REGIONAL DE DESARROLLO											
	1,995	1,996	1,997	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	
<b>INGRESOS</b>												
INGRESOS CORRIENTES	0	0	4,534,500	11,003,275	11,903,654	12,889,290	13,886,578	14,969,894	16,147,247	17,427,425	18,820,076	
INSTALACION	0	0	4,534,500	0	0	0	0	0	0	0	0	
TELEFONIA NACIONAL	0	0	0	5,595,335	5,875,102	6,168,857	6,477,300	6,801,164	7,141,223	7,488,284	7,873,198	
Local	0	0	0	475,594	499,373	524,342	550,559	578,087	606,991	637,341	669,208	
Automático	0	0	0	5,087,742	5,342,129	5,609,236	5,889,698	6,184,182	6,493,392	6,818,061	7,158,964	
Semiautomático	0	0	0	31,999	33,599	35,279	37,043	38,895	40,840	42,882	45,026	
TELEFONIA INTERNACIONAL	0	0	0	5,407,940	6,028,552	6,720,434	7,409,278	8,168,729	9,006,024	9,929,141	10,946,878	
Automático	0	0	0	5,291,417	5,898,658	6,575,631	7,249,634	7,992,721	8,811,975	9,715,202	10,711,011	
Semiautomático	0	0	0	46,839	52,214	58,207	64,173	70,751	78,003	85,998	94,813	
Collect	0	0	0	69,684	77,680	86,596	95,472	105,258	116,046	127,941	141,055	
INGRESOS DE CAPITAL	16,079,579	3,121,500	16,033,916	0	0	0	0	0	0	0	0	
Préstamos que se van a obtener	16,079,579	3,121,500	16,033,916	0	0	0	0	0	0	0	0	
Donaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	16,079,579	3,121,500	20,568,416	11,003,275	11,903,654	12,889,290	13,886,578	14,969,894	16,147,247	17,427,425	18,820,076	
<b>EGRESOS</b>												
GASTOS CORRIENTES	0	0	0	7,949,588	8,661,688	9,293,095	9,971,239	10,646,139	11,379,304	12,175,852	12,953,157	
Gastos de personal	0	0	0	4,221,448	4,770,236	5,247,260	5,771,986	6,291,465	6,857,696	7,474,889	8,072,880	
Servicios adquiridos	0	0	0	914,407	1,018,524	1,110,052	1,209,378	1,308,003	1,415,299	1,532,037	1,645,600	
Suministros consumidos	0	0	0	959,792	1,018,988	1,081,843	1,135,935	1,192,731	1,252,368	1,314,986	1,380,736	
Depreciación	0	0	0	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	
GASTOS DE CAPITAL	16,079,579	3,720,882	16,934,528	1,379,429	1,464,506	1,554,842	1,632,584	1,714,213	1,799,924	1,889,920	1,984,416	
Inversión fondos externos	16,079,579	3,720,882	16,033,916	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inversión fondos propios	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Amortización a capital	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastos financieros	0	599,382	900,612	1,379,429	1,464,506	1,554,842	1,632,584	1,714,213	1,799,924	1,889,920	1,984,416	
<b>PARTICIPACIONES</b>												
Gobierno	0	0	2,180,333	1,004,555	1,066,476	1,224,812	1,369,653	1,565,725	1,780,811	2,016,992	2,329,502	
Empleados	0	0	1,635,250	753,416	799,857	918,609	1,027,240	1,174,294	1,335,609	1,512,744	1,747,127	
Cesantías, pensiones y jubilaciones	0	0	181,694	83,713	88,873	102,068	114,138	130,477	148,401	168,083	194,125	
<b>TOTAL</b>	16,079,579	3,720,882	19,114,860	10,333,572	11,192,670	12,072,749	12,973,476	13,926,077	14,960,039	16,082,764	17,267,075	
<b>SALDO</b>	0	(599,382)	1,453,555	669,703	710,984	816,541	913,102	1,043,817	1,187,208	1,344,661	1,553,001	
(+) Depreciación	0	0	0	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	
<b>FLUJO NETO</b>	0	(599,382)	1,453,555	2,523,643	2,564,924	2,670,482	2,767,042	2,897,757	3,041,148	3,198,601	3,406,942	

VALOR ACTUAL NETO (V.A.N.) = 30,064,187

FLUJO DE FONDOS

FINANCIAMIENTO:		2,006	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015
<b>BANCO REGIONAL DE DESARROLLO</b>											
<b>INGRESOS</b>											
INSTALACION		20,335,791	21,986,200	23,784,075	25,743,446	27,879,729	30,209,859	32,752,451	35,527,962	38,558,882	41,869,937
TELEFONIA NACIONAL		8,266,858	8,680,201	9,114,211	9,569,921	10,048,417	10,550,838	11,078,380	11,632,299	12,213,914	12,824,610
Local		702,668	737,802	774,692	813,426	854,098	896,803	941,643	988,725	1,038,161	1,090,069
Automático		7,516,912	7,892,758	8,287,396	8,701,766	9,136,854	9,593,697	10,073,382	10,577,051	11,105,903	11,661,198
Semiautomático		47,277	49,641	52,123	54,729	57,466	60,339	63,356	66,524	69,850	73,343
TELEFONIA INTERNACIONAL		12,068,933	13,305,989	14,669,864	16,173,525	17,831,311	19,659,021	21,674,070	23,895,662	26,344,968	29,045,327
Automático		11,808,889	13,019,300	14,353,779	15,825,041	17,447,108	19,235,436	21,207,068	23,380,793	25,777,324	28,419,500
Semiautomático		104,531	115,245	127,058	140,081	154,440	170,270	187,722	206,964	228,178	251,566
Collect		155,513	171,453	189,027	208,403	229,764	253,315	279,280	307,906	339,466	374,261
INGRESOS DE CAPITAL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Préstamos que se van a obtener		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Donaciones		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		<b>20,335,791</b>	<b>21,986,200</b>	<b>23,784,075</b>	<b>25,743,446</b>	<b>27,879,729</b>	<b>30,209,859</b>	<b>32,752,451</b>	<b>35,527,962</b>	<b>38,558,882</b>	<b>41,869,937</b>
<b>EGRESOS</b>											
GASTOS CORRIENTES		13,790,495	14,692,563	15,664,425	16,591,547	17,581,825	18,639,593	19,769,484	20,976,450	22,097,480	23,284,659
Gastos de personal		8,718,711	9,416,207	10,169,504	10,881,369	11,643,065	12,458,080	13,330,145	14,263,256	15,119,051	16,026,194
Servicios adquiridos		1,768,072	1,900,154	2,042,606	2,177,944	2,322,612	2,477,255	2,642,565	2,819,279	2,982,514	3,155,452
Suministros consumidos		1,449,773	1,522,261	1,598,374	1,678,293	1,762,208	1,850,318	1,942,834	2,039,976	2,141,974	2,249,073
Depreciación		1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940
GASTOS DE CAPITAL		5,034,216	5,176,535	5,320,502	5,465,923	5,612,586	5,760,250	5,908,649	6,057,487	6,206,437	6,355,139
Inversión fondos externos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión fondos propios		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortización a capital		2,976,624	3,125,455	3,281,728	3,445,815	3,618,105	3,799,011	3,988,961	4,188,409	4,397,830	4,617,721
Gastos financieros		2,057,591	2,051,080	2,038,774	2,020,109	1,994,481	1,961,239	1,919,688	1,869,078	1,808,607	1,737,418
PARTICIPACIONES		2,692,623	3,145,534	3,648,526	4,279,074	4,982,054	5,765,416	6,637,967	7,609,460	8,791,677	10,108,716
Gobierno		2,019,467	2,359,151	2,736,394	3,209,306	3,736,540	4,324,062	4,978,476	5,707,095	6,593,758	7,581,537
Empleados		224,385	262,128	304,044	356,590	415,171	480,451	553,164	634,122	732,640	842,393
Cesantías, pensiones y jubilaciones		448,770	524,256	608,088	713,179	830,342	960,903	1,106,328	1,268,243	1,465,280	1,684,786
<b>TOTAL</b>		<b>21,517,333</b>	<b>23,014,632</b>	<b>24,633,452</b>	<b>26,336,545</b>	<b>28,176,465</b>	<b>30,165,259</b>	<b>32,316,100</b>	<b>34,643,397</b>	<b>37,095,594</b>	<b>39,748,514</b>
<b>SALDO</b>		<b>(1,181,542)</b>	<b>(1,028,433)</b>	<b>(849,378)</b>	<b>(593,098)</b>	<b>(296,736)</b>	<b>44,600</b>	<b>436,351</b>	<b>884,564</b>	<b>1,463,288</b>	<b>2,121,423</b>
(+) Depreciación		1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940
<b>FLUJO NETO</b>		<b>672,398</b>	<b>825,508</b>	<b>1,004,563</b>	<b>1,260,842</b>	<b>1,557,204</b>	<b>1,898,540</b>	<b>2,290,291</b>	<b>2,738,505</b>	<b>3,317,229</b>	<b>3,975,363</b>



COMPORTAMIENTO DE LA DEUDA

PRESTAMO: BANCO DE DESARROLLO REGIONAL (total)

Tasa de interés: 3.50%

	PRINCIPAL	INTERESES	TOTAL	SALDO
1995	0	0	0	2,819,148
1996	0	98,670	98,670	3,989,856
1997	0	139,645	139,645	5,756,052
1998	0	201,462	201,462	5,756,052
1999	0	201,462	201,462	5,756,052
2000	0	201,462	201,462	5,756,052
2001	0	201,462	201,462	5,756,052
2002	0	201,462	201,462	5,756,052
2003	0	201,462	201,462	5,756,052
2004	0	201,462	201,462	5,756,052
2005	0	201,462	201,462	5,684,101
2006	287,803	198,944	486,746	5,396,298
2007	287,803	188,870	476,673	5,108,496
2008	287,803	178,797	466,600	4,820,693
2009	287,803	168,724	456,527	4,532,891
2010	287,803	158,651	446,454	4,245,088
2011	287,803	148,578	436,381	3,957,286
2012	287,803	138,505	426,308	3,669,483
2013	287,803	128,432	416,234	3,381,680
2014	287,803	118,359	406,161	3,093,878
2015	287,803	108,286	396,088	2,806,075
2016	287,803	98,213	386,015	2,518,273
2017	287,803	88,140	375,942	2,230,470
2018	287,803	78,066	365,869	1,942,667
2019	287,803	67,993	355,796	1,654,865
2020	287,803	57,920	345,723	1,367,062
2021	287,803	47,847	335,650	1,079,260
2022	287,803	37,774	325,577	791,457
2023	287,803	27,701	315,504	503,655
2024	287,803	17,628	305,430	215,852
2025	287,803	7,555	295,357	0

FLUJO DE FONDOS

FINANCIAMIENTO:	BANCO COMERCIAL INTERNACIONAL											
	1,995	1,996	1,997	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	
<b>INGRESOS</b>												
INGRESOS CORRIENTES												
INSTALACION	0	0	4,534,500	10,933,591	11,825,974	12,802,695	13,791,106	14,864,636	16,031,200	17,299,484	18,679,021	
TELEFONIA NACIONAL	0	0	4,534,500	0	0	0	0	0	0	0	0	
Local	0	0	0	5,595,335	5,875,102	6,168,857	6,477,300	6,801,164	7,141,223	7,498,284	7,873,198	
Automático	0	0	0	475,594	499,373	524,342	550,559	578,087	606,991	637,341	669,208	
Semiautomático	0	0	0	5,087,742	5,342,129	5,609,236	5,889,698	6,184,182	6,493,392	6,818,061	7,158,964	
TELEFONIA INTERNACIONAL	0	0	0	31,999	33,599	35,279	37,043	38,995	40,840	42,882	45,026	
Automático	0	0	0	5,338,256	5,950,872	6,633,838	7,313,806	8,063,472	8,889,977	9,801,200	10,805,823	
Semiautomático	0	0	0	5,291,417	5,898,658	6,575,631	7,249,634	7,992,721	8,811,975	9,715,202	10,711,011	
Collect	0	0	0	46,839	52,214	58,207	64,173	70,751	78,003	85,998	94,813	
INGRESOS DE CAPITAL												
Préstamos que se van a obtener	16,079,579	3,121,500	16,033,916	0	0	0	0	0	0	0	0	
Donaciones	16,079,579	3,121,500	16,033,916	69,684	77,680	86,596	95,472	105,258	116,046	127,941	141,055	
<b>TOTAL</b>	16,079,579	3,121,500	20,568,416	10,933,591	11,825,974	12,802,695	13,791,106	14,864,636	16,031,200	17,299,484	18,679,021	
<b>EGRESOS</b>												
GASTOS CORRIENTES												
Gastos de personal	0	0	0	7,949,588	8,661,688	9,293,095	9,971,239	10,646,139	11,379,304	12,175,852	12,953,157	
Servicios adquiridos	0	0	0	4,221,448	4,770,236	5,247,260	5,771,986	6,291,465	6,857,696	7,474,889	8,072,880	
Suministros consumidos	0	0	0	914,407	1,018,524	1,110,052	1,209,378	1,308,003	1,415,299	1,532,037	1,645,600	
Depreciación	0	0	0	959,792	1,018,988	1,081,843	1,135,935	1,192,731	1,252,368	1,314,986	1,380,736	
GASTOS DE CAPITAL												
Inversión fondos externos	0	0	0	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	
Inversión fondos propios	0	0	0	4,532,410	8,198,621	8,278,608	8,245,521	8,188,429	8,105,015	7,992,787	7,849,074	
Amortización a capital	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gastos financieros	0	0	0	0	3,486,920	3,702,005	3,887,105	4,081,460	4,285,533	4,499,810	4,724,800	
PARTICIPACIONES												
Gobierno	0	0	0	4,532,410	4,711,701	4,576,603	4,358,416	4,106,969	3,819,481	3,492,977	3,124,274	
Empleados	0	0	0	0	0	0	0	66,917	499,449	978,393	1,560,954	
Cesantías, pensiones y jubilaciones	0	0	0	0	0	0	0	50,188	374,587	733,794	1,170,716	
TOTAL	16,079,579	5,090,898	19,938,277	12,481,998	16,860,309	17,571,703	18,216,760	18,901,485	19,983,767	21,147,032	22,363,185	
<b>SALDO</b>												
(+) Depreciación	0	(1,969,398)	630,138	(1,548,407)	(5,034,336)	(4,769,008)	(4,425,654)	(4,036,849)	(3,952,567)	(3,847,548)	(3,684,164)	
FLUJO NETO	0	0	0	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	
<b>VALOR ACTUAL NETO (V.A.N.) =</b>												
	(5,419,100)		630,138	305,534	(3,180,396)	(2,915,068)	(2,571,714)	(2,182,909)	(2,098,627)	(1,993,608)	(1,830,224)	

FLUJO DE FONDOS

FINANCIAMIENTO: BANCO COMERCIAL INTERNACIONAL

	2,006	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015
<b>INGRESOS</b>										
INGRESOS CORRIENTES	20,180,278	21,814,746	23,595,047	25,535,044	27,649,965	29,956,544	32,473,171	35,220,056	38,219,416	41,495,676
INSTALACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TELEFONIA NACIONAL	8,266,858	8,680,201	9,114,211	9,569,921	10,048,417	10,550,838	11,078,380	11,632,299	12,213,914	12,824,610
Local	702,668	737,802	774,692	813,426	854,098	896,803	941,643	988,725	1,038,161	1,090,069
Automático	7,516,912	7,892,758	8,287,396	8,701,766	9,136,854	9,593,697	10,073,382	10,577,051	11,105,903	11,661,198
Semiautomático	47,277	49,641	52,123	54,729	57,466	60,339	63,356	66,524	69,850	73,343
TELEFONIA INTERNACIONAL	11,913,420	13,134,546	14,480,837	15,965,122	17,601,547	19,405,706	21,394,791	23,587,757	26,005,502	28,671,066
Automático	11,808,889	13,019,300	14,353,779	15,825,041	17,447,108	19,235,436	21,207,068	23,380,793	25,777,324	28,419,500
Semiautomático	104,531	115,245	127,058	140,081	154,440	170,270	187,722	206,964	228,178	251,566
Collect	155,513	171,453	189,027	208,403	229,764	253,315	279,280	307,906	339,466	374,261
INGRESOS DE CAPITAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Préstamos que se van a obtener	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Donaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>20,180,278</b>	<b>21,814,746</b>	<b>23,595,047</b>	<b>25,535,044</b>	<b>27,649,965</b>	<b>29,956,544</b>	<b>32,473,171</b>	<b>35,220,056</b>	<b>38,219,416</b>	<b>41,495,676</b>

EGRESOS

GASTOS CORRIENTES	13,790,495	14,692,563	15,664,425	16,591,547	17,581,825	18,639,593	19,769,484	20,976,450	22,097,480	23,284,659
Gastos de personal	8,718,711	9,416,207	10,169,504	10,881,369	11,643,065	12,458,080	13,330,145	14,263,256	15,119,051	16,026,194
Servicios adquiridos	1,768,072	1,900,154	2,042,606	2,177,944	2,322,612	2,477,255	2,642,565	2,819,279	2,982,514	3,155,452
Suministros consumidos	1,449,773	1,522,261	1,598,374	1,678,293	1,762,208	1,850,318	1,942,834	2,039,976	2,141,974	2,249,073
Depreciación	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940
GASTOS DE CAPITAL	7,671,009	7,455,513	7,199,291	6,898,808	6,550,278	0	0	0	0	0
Inversión fondos externos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión fondos propios	4,961,040	5,209,092	5,469,547	5,743,024	6,030,175	0	0	0	0	0
Amortización a capital	2,709,968	2,246,421	1,729,744	1,155,784	520,103	0	0	0	0	0
Gastos financieros	2,207,889	2,925,458	3,720,527	4,672,628	5,728,822	6,790,171	7,622,212	8,546,163	9,673,162	10,926,610
PARTICIPACIONES	1,655,917	2,194,093	2,790,395	3,504,471	4,296,617	5,092,628	5,716,659	6,409,623	7,254,871	8,194,958
Gobierno	183,991	243,788	310,044	389,386	477,402	565,848	635,184	712,180	806,097	910,551
Empleados	367,981	487,576	620,088	778,771	954,804	1,131,695	1,270,369	1,424,361	1,612,194	1,821,102
Cesantías, pensiones y jubilaciones	23,669,392	25,073,534	26,584,243	28,162,983	29,860,925	31,770,642	33,911,696	36,448,775	39,284,407	42,419,500
<b>TOTAL</b>	<b>(3,489,114)</b>	<b>(3,258,787)</b>	<b>(2,989,196)</b>	<b>(2,627,939)</b>	<b>(2,210,961)</b>	<b>4,526,780</b>	<b>5,081,475</b>	<b>5,697,442</b>	<b>6,448,775</b>	<b>7,284,407</b>
SALDO	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940
(+) Depreciación	(1,635,174)	(1,404,847)	(1,135,255)	(773,999)	(357,020)	6,380,721	6,935,415	7,551,383	8,302,715	9,138,347
<b>FLUJO NETO</b>										

COMPORTAMIENTO DE LA DEUDA

PRESTAMO: BANCO COMERCIAL INTERNACIONAL (total)

Tasa de interés: 11.50%

	PRINCIPAL	INTERESES	TOTAL	SALDO
1995	0	0	0	2,819,148
1996	0	324,202	324,202	3,989,856
1997	0	458,833	458,833	5,756,052
1998	0	661,946	661,946	5,636,134
1999	479,671	648,155	1,127,826	5,156,463
2000	479,671	592,993	1,072,664	4,676,792
2001	479,671	537,831	1,017,502	4,197,121
2002	479,671	482,669	962,340	3,717,450
2003	479,671	427,507	907,178	3,237,779
2004	479,671	372,345	852,016	2,758,108
2005	479,671	317,182	796,853	2,278,437
2006	479,671	262,020	741,691	1,798,766
2007	479,671	206,858	686,529	1,319,095
2008	479,671	151,696	631,367	839,424
2009	479,671	96,534	576,205	359,753
2010	479,671	41,372	521,043	0

FLUJO DE FONDOS

FINANCIAMIENTO:	CREDITO PROVEEDORES										2,005	
	1,995	1,996	1,997	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004		
<b>INGRESOS</b>												
INGRESOS CORRIENTES												
INSTALACION	0	0	4,534,500	10,933,591	11,825,974	12,802,695	13,791,106	14,864,636	16,031,200	17,299,484	18,679,021	0
TELEFONIA NACIONAL	0	0	4,534,500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Local	0	0	0	5,595,335	5,875,102	6,168,857	6,477,300	6,801,164	7,141,223	7,498,284	7,873,198	0
Automático	0	0	0	475,594	499,373	524,342	550,559	578,087	606,991	637,341	669,208	0
Semiautomático	0	0	0	5,087,742	5,342,129	5,609,236	5,889,698	6,184,182	6,493,392	6,818,061	7,158,964	0
TELEFONIA INTERNACIONAL	0	0	0	31,999	33,599	35,279	37,043	38,895	40,840	42,882	45,026	0
Automático	0	0	0	5,338,256	5,950,872	6,633,838	7,313,806	8,063,472	8,889,977	9,801,200	10,805,823	0
Semiautomático	0	0	0	5,291,417	5,898,658	6,575,631	7,249,634	7,992,721	8,811,975	9,715,202	10,711,011	0
Collect	0	0	0	46,839	52,214	58,207	64,173	70,751	78,003	85,998	94,813	0
INGRESOS DE CAPITAL												
Préstamos que se van a obtener	16,079,579	3,121,500	16,033,916	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Donaciones	16,079,579	3,121,500	16,033,916	69,684	77,680	86,596	95,472	105,258	116,046	127,941	141,055	0
<b>TOTAL</b>	16,079,579	3,121,500	20,568,416	10,933,591	11,825,974	12,802,695	13,791,106	14,864,636	16,031,200	17,299,484	18,679,021	0
<b>EGRESOS</b>												
GASTOS CORRIENTES												
Gastos de personal	0	0	0	7,949,588	8,661,688	9,293,095	9,971,239	10,646,139	11,379,304	12,175,852	12,953,157	0
Servicios adquiridos	0	0	0	4,221,448	4,770,236	5,247,260	5,771,986	6,291,465	6,857,696	7,474,889	8,072,880	0
Suministros consumidos	0	0	0	914,407	1,018,524	1,110,052	1,209,378	1,308,003	1,415,299	1,532,037	1,645,600	0
Depreciación	0	0	0	959,792	1,018,988	1,081,843	1,135,935	1,192,731	1,252,368	1,314,986	1,380,736	0
GASTOS DE CAPITAL												
Inversión fondos externos	16,079,579	5,690,280	19,893,682	10,653,627	10,526,140	10,342,475	9,985,001	9,565,922	9,079,973	8,521,515	7,884,510	0
Inversión fondos propios	16,079,579	3,121,500	16,033,916	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortización a capital	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos financieros	0	2,568,780	3,859,766	4,926,533	5,230,380	5,553,007	5,830,657	6,122,190	6,428,300	6,749,715	7,087,200	0
PARTICIPACIONES												
Gobierno	0	0	0	5,727,094	5,295,760	4,789,468	4,154,343	3,443,732	2,651,674	1,771,800	797,310	0
Empleados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cesantías, pensiones y jubilaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	16,079,579	5,690,280	20,298,522	18,603,214	19,187,829	19,635,571	19,956,239	20,676,920	21,659,411	22,708,466	23,794,800	0
<b>SALDO</b>												
(+) Depreciación	0	(2,568,780)	269,893	(7,669,623)	(7,361,855)	(6,832,876)	(6,165,133)	(5,812,284)	(5,628,210)	(5,408,982)	(5,115,779)	0
<b>FLUJO NETO</b>	0	0	0	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	0
<b>VALOR ACTUAL NETO (V.A.N.) =</b>												
		(10,668,304)		(5,815,683)	(5,507,915)	(4,978,936)	(4,311,193)	(3,958,344)	(3,774,270)	(3,555,042)	(3,261,838)	0

FLUJO DE FONDOS

FINANCIAMIENTO:	CREDITO PROVEEDORES										
	2,006	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	
<b>INGRESOS</b>											
INGRESOS CORRIENTES	20,180,278	21,814,746	23,595,047	25,535,044	27,649,965	29,956,544	32,473,171	35,220,056	38,219,416	41,495,676	
INSTALACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TELEFONIA NACIONAL	8,266,858	8,680,201	9,114,211	9,569,921	10,048,417	10,550,838	11,078,380	11,632,299	12,213,914	12,824,610	
Local	702,668	737,802	774,692	813,426	854,098	896,803	941,643	988,725	1,038,161	1,090,069	
Automático	7,516,912	7,892,758	8,287,396	8,701,766	9,136,854	9,593,697	10,073,382	10,577,051	11,105,903	11,661,198	
Semiautomático	47,277	49,641	52,123	54,729	57,466	60,339	63,356	66,524	69,850	73,343	
TELEFONIA INTERNACIONAL	11,913,420	13,134,546	14,480,837	15,965,122	17,601,547	19,405,706	21,394,791	23,587,757	26,005,502	28,671,066	
Automático	11,808,889	13,019,300	14,353,779	15,825,041	17,447,108	19,235,436	21,207,068	23,380,793	25,777,324	28,419,500	
Semiautomático	104,531	115,245	127,058	140,081	154,440	170,270	187,722	206,964	228,178	251,566	
Collect	155,513	171,453	189,027	208,403	229,764	253,315	279,280	307,906	339,466	374,261	
INGRESOS DE CAPITAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Préstamos que se van a obtener											
Donaciones											
<b>TOTAL</b>	<b>20,180,278</b>	<b>21,814,746</b>	<b>23,595,047</b>	<b>25,535,044</b>	<b>27,649,965</b>	<b>29,956,544</b>	<b>32,473,171</b>	<b>35,220,056</b>	<b>38,219,416</b>	<b>41,495,676</b>	
<b>EGRESOS</b>											
GASTOS CORRIENTES	13,790,495	14,692,563	15,664,425	16,591,547	17,581,825	18,639,593	19,769,484	20,976,450	22,097,480	23,284,659	
Gastos de personal	8,718,711	9,416,207	10,169,504	10,881,369	11,643,065	12,458,080	13,330,145	14,263,256	15,119,051	16,026,194	
Servicios adquiridos	1,768,072	1,900,154	2,042,606	2,177,944	2,322,612	2,477,255	2,642,565	2,819,279	2,982,514	3,155,452	
Suministros consumidos	1,449,773	1,522,261	1,598,374	1,678,293	1,762,208	1,850,318	1,942,834	2,039,976	2,141,974	2,249,073	
Depreciación	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	
GASTOS DE CAPITAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Inversión fondos externos											
Inversión fondos propios											
Amortización a capital											
Gastos financieros	3,833,870	4,273,310	4,758,373	5,366,098	6,040,884	6,790,171	7,622,212	8,546,163	9,673,162	10,926,610	
Gobierno	2,875,402	3,204,983	3,568,780	4,024,574	4,530,663	5,092,628	5,716,659	6,409,623	7,254,871	8,194,958	
Empleados	319,489	356,109	396,531	447,175	503,407	565,848	635,184	712,180	806,097	910,551	
Cesantías, pensiones y jubilaciones	638,978	712,218	793,062	894,350	1,006,814	1,131,695	1,270,369	1,424,361	1,612,194	1,821,102	
<b>TOTAL</b>	<b>17,624,365</b>	<b>18,965,873</b>	<b>20,422,798</b>	<b>21,957,645</b>	<b>23,622,709</b>	<b>25,429,764</b>	<b>27,391,696</b>	<b>29,522,614</b>	<b>31,770,642</b>	<b>34,211,269</b>	
<b>SALDO</b>	<b>2,555,913</b>	<b>2,848,874</b>	<b>3,172,249</b>	<b>3,577,399</b>	<b>4,027,256</b>	<b>4,526,780</b>	<b>5,081,475</b>	<b>5,697,442</b>	<b>6,448,775</b>	<b>7,284,407</b>	
(+) Depreciación	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	1,853,940	
<b>FLUJO NETO</b>	<b>4,409,853</b>	<b>4,702,814</b>	<b>5,026,189</b>	<b>5,431,339</b>	<b>5,881,196</b>	<b>6,380,721</b>	<b>6,935,415</b>	<b>7,551,383</b>	<b>8,302,715</b>	<b>9,138,347</b>	

COMPORTAMIENTO DE LA DEUDA

PRESTAMO: CREDITO DE PROVEEDORES (total)

Tasa de interés: 15.00%

	PRINCIPAL	INTERESES	TOTAL	SALDO
1995	0	0	0	2,819,148
1996	0	422,872	422,872	3,989,856
1997	0	598,478	598,478	5,576,175
1998	719,506	836,426	1,555,933	4,856,669
1999	719,506	728,500	1,448,007	4,137,162
2000	719,506	620,574	1,340,081	3,417,656
2001	719,506	512,648	1,232,155	2,698,149
2002	719,506	404,722	1,124,229	1,978,643
2003	719,506	296,796	1,016,303	1,259,136
2004	719,506	188,870	908,377	539,630
2005	719,506	80,944	800,451	0

## II. ANALISIS ECONOMICO Y SOCIAL.

El análisis económico-social es la evaluación de la contribución del proyecto al desarrollo del departamento de Quetzaltenango y del país en general.

### ESCENARIO ACTUAL:

La cabecera del departamento de Quetzaltenango se caracteriza por ser la segunda ciudad más importante después de la ciudad capital; esta designación da la impresión de que dicha ciudad goza de los mismos o similares beneficios que la ciudad capital. Sin embargo la realidad es otra.

Las condiciones geográficas y el clima en el departamento son muy diversos desde zonas completamente cálidas hasta zonas totalmente frías.

Las condiciones geográficas y el clima cálido y templado han contribuido a un desarrollo notable de las regiones sur y centro del departamento las cuales comprenden: Coatepeque, Colomba, Flores Costa Cuca, Génova, San Martín Sacatepéquez, San Juan Ostuncalco y la cabecera de Quetzaltenango. Dichas regiones cuentan con servicios básicos y vías de comunicación diversas, lo cual ha permitido que esta parte de la región, tenga un marcado desarrollo en relación a la región norte del departamento.

En la región norte, las condiciones geográficas son diferentes, ya que es un territorio montañoso. La falta de vías de comunicación han contribuido al atraso, y han provocado aislamiento y subdesarrollo en el aspecto social y económico de la región. Los municipios comprendidos en esta región son: Cabricán, Huitán, Cajóla, San Miguel Siguilá, Palestina de los Altos, Sibilía, San Francisco la Unión y San Carlos Sija.

En el área rural, las condiciones de vida se pueden generalizar. Se puede decir que no se han dado las condiciones sociales y económicas para que los habitantes del área rural puedan vivir mejor. A raíz de esto, existe demasiada pobreza, ya que el ingreso familiar ni siquiera alcanza para satisfacer sus necesidades básicas de alimentación.

Las autoridades del departamento y del país no han promovido la cobertura de las necesidades básicas y la igualdad de oportunidades, la administración gubernamental toma las decisiones desde las esferas altas con poca o ninguna participación comunitaria, y como consecuencia los resultados son negativos para las áreas rurales necesitadas.



Además, la asignación de los recursos financieros han estado desligados completamente de las necesidades reales y los deseos de las poblaciones, ya que el manejo de éstos se encuentran centralizados por parte del Estado.

Finalmente, por la falta de servicios públicos tales como: telecomunicaciones, energía eléctrica y la falta de medios de comunicación, da como resultado un completo aislamiento de las áreas rurales y subdesarrollo económico de las mismas.

#### **ESCENARIO ESPERADO CON LA EJECUCION Y DESARROLLO DEL PROYECTO.**

Existe la necesidad de encontrar una solución para promover el desarrollo social y económico del departamento de Quetzaltenango.

La ejecución del presente proyecto pretende contribuir al desarrollo brindando el servicio telefónico básico a las áreas rurales. Aunque desde el punto de vista financiero, este tipo de proyecto no sea atractivo para la Empresa, es necesario cumplir con la función social encomendada a ella brindando nuevas oportunidades para mejorar las condiciones de vida de las poblaciones que componen esta región.

#### **BENEFICIOS:**

El bien común es el mayor objetivo del desarrollo, el proyecto cumple con este requisito de la siguiente forma:

#### **BENEFICIO FAMILIAR**

Ayudará a elevar el nivel de vida familiar, ya que será posible vender los productos a precios justos conociendo la situación del mercado, mejorará la producción agrícola teniendo acceso a programas de aprovechamiento de tierras, mejorar y diversificar los productos, que evitará la emigración en busca de mejores empleos y se podrá obtener ayuda en situaciones de emergencia.

#### **BENEFICIO PARA LA POBLACION:**

Con el beneficio familiar, se incrementará la participación de las familias dentro de las poblaciones, que dará como resultado que se integren comités pro-mejoramiento, cooperativas de consumo, crédito y ahorro, que contribuirán a mejorar la infraestructura existente.

## BENEFICIO PARA LA REGION:

El proyecto contribuirá al desarrollo de la región: la actividad turística se incrementará al mejorar la infraestructura de hoteles, restaurantes y lugares de descanso, y generará como consecuencia nuevas fuentes de trabajo.

Finalmente, el país será el más beneficiado con el desarrollo económico y social de estas áreas rurales.

## DENSIDAD TELEFONICA Y EL PIB.

En la figura 6.1, se muestra la relación existente entre la densidad telefónica y el producto interno bruto.

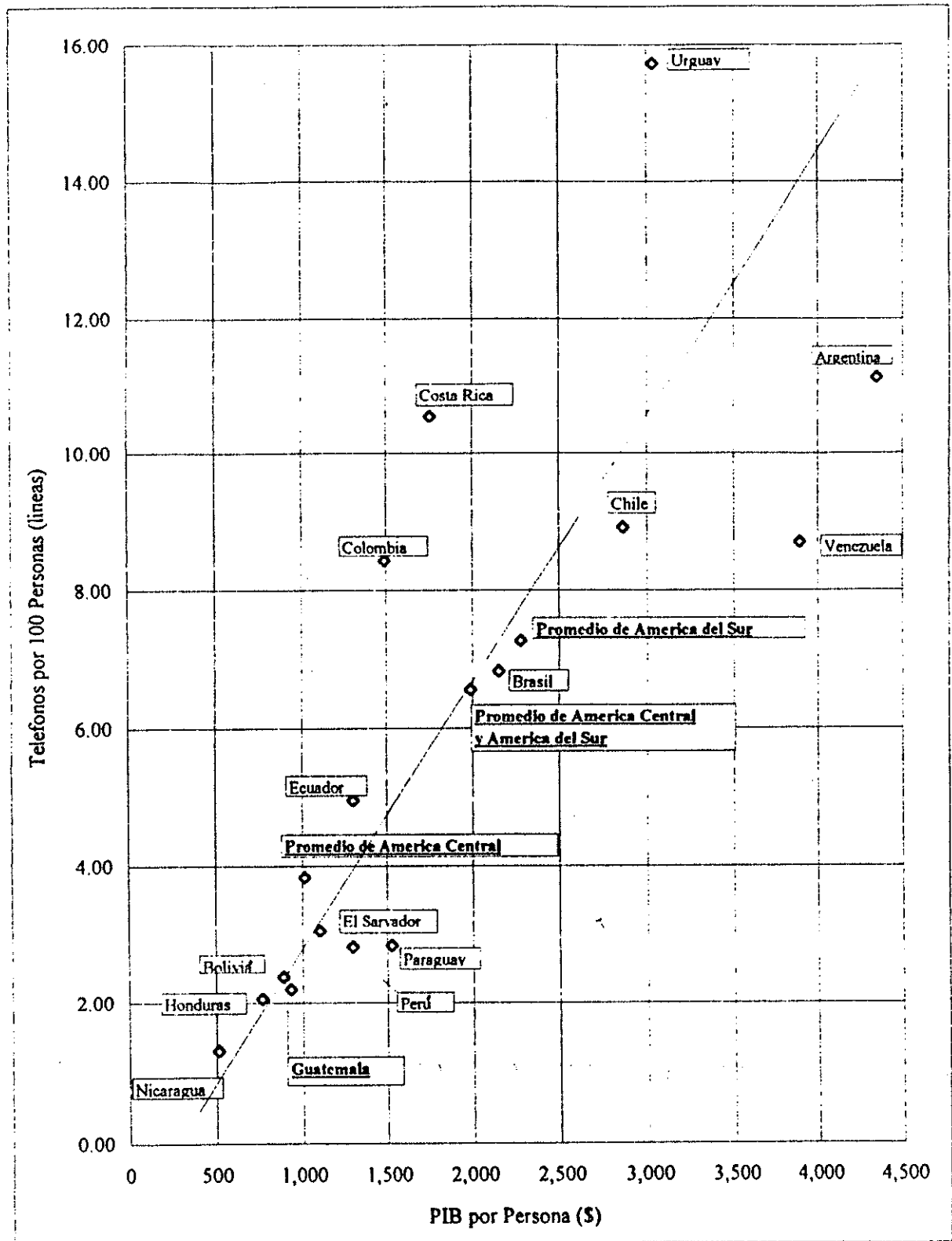
Es interesante observar la alta correlación que existe entre dichos parámetros y los beneficios que se pueden alcanzar al aumentar la densidad telefónica en nuestro país.

CUADRO COMPARATIVO DEL PIB EN FUNCION DE LA DENSIDAD TELEFONICA

PAIS	Telefonos por 100 personas (lineas)	PIB (100 Millones \$)	Habitantes (10 mil)	PIB por Persona (\$)	Cantidad de Telefono (mil)
1 . Barbados	30.81	18.0	30.0	6,750	80.1
2 . Bahamas	30.58	27.0	26.0	10,381	79.5
3 . Antigua y Barbuda	27.69	4.0	10.0	4,870	19.4
4 . S. Christopher and Nevis	26.83	1.8	4.2	3,990	11.0
5 . Granada	20.56	2.0	10.0	2,335	18.5
6 . Dominica	19.57	2.0	10.0	2,015	13.7
7 . Uruguay	15.72	95.0	314.0	3,037	492.1
8 . Trinidad y Tobago	14.29	53.0	130.0	4,188	180.1
9 . S. Lucía	13.97	3.0	20.0	2,115	20.3
10 . Belice	12.42	4.0	23.0	2,171	24.8
11 . Argentina	11.12	1439.0	3,310.0	4,347	3,682.1
12 . Costa Rica	10.54	56.0	319.0	1,757	326.8
13 . Suriname	9.89	40.0	40.0	4,360	43.5
14 . Panamá	9.67	57.0	253.0	2,257	242.7
15 . Chile	8.92	389.0	3,181.0	2,862	1,213.2
16 . Venezuela	8.71	786.0	2,068.0	3,892	1,804.3
17 . Colombia	8.44	498.0	3,430.0	1,490	2,821.7
18 . México	7.54	1964.0	8,954.0	2,317	6,753.7
19 . Brasil	6.83	3315.0	15,820.0	2,151	10,670.1
20 . Jamaica	6.81	36.0	251.0	1,457	168.1
21 . R. Dominicana	6.35	52.0	752.0	694	474.4
22 . Ecuador	4.95	143.0	1,106.0	1,298	531.3
23 . Guyana	3.50	5.0	81.0	576	28.4
24 . Cuba	3.18	170.0	1,085.0	1,580	344.2
25 . El Salvador	3.05	59.0	557.0	1,102	164.9
26 . Paraguay	2.83	69.0	493.0	1,528	128.1
27 . Perú	2.81	291.0	2,292.0	1,295	613.7
28 . Bolivia	2.38	67.0	752.0	886	186.0
29 . Guatemala	2.20	90.0	978.0	928	214.4
30 . Honduras	2.06	42.0	546.0	763	104.8
31 . Nicaragua	1.31	20.0	396.0	512	54.3
32 . Haití	0.67	15.0	675.0	218	45.0

Nota: Datos actualizados a 1992

DENSIDAD TELEFONICA DE PAISES PRINCIPALES DE AMERICA CENTRAL Y AMERICA DEL SUR



## C O N C L U S I O N E S

1. La satisfacción de la demanda telefónica en las cabeceras municipales y en algunas poblaciones rurales brindará mejores oportunidades de desarrollo social y económico al departamento, y contribuirá al progreso del país.
2. Con la introducción del servicio telefónico básico a comunidades de mayor importancia en el área rural, se contribuirá a su desarrollo, y se promoverá la descentralización de los servicios básicos y les brindará mayores oportunidades.
3. Se incrementará la actividad económica y se ampliará el mercado de las zonas rurales, y se crearán más fuentes de trabajo para evitar que las personas del área rural emigren a la capital en busca de mejores condiciones de vida.
4. Los sistemas que se van a instalar tendrán suficiente capacidad para absorber la demanda del servicio hasta el año 2000, y podrán facilitar las ampliaciones futuras en el área urbana y rural.
5. Para la optimización del costo del proyecto, la integración de cada población al sistema de telecomunicaciones se efectuó individualmente, seleccionando el medio más económico, que cumpliera con las condiciones necesarias del proyecto.
6. Debido al costo elevado del proyecto y la recuperación lenta de la inversión, el proyecto no es rentable financieramente, pero se determinó que en los aspectos económico y social los beneficios para las poblaciones seleccionadas son incalculables, y contribuirá así al desarrollo del departamento y del país.
7. Algunas poblaciones importantes del área rural no fueron incluidas en el proyecto, debido a limitaciones en la capacidad de inversión de la Empresa. Sin embargo, éstas podrán incorporarse a la red de telecomunicaciones del país en el futuro, aprovechando la infraestructura de red que se desarrolle.
8. A fin de reducir el costo del proyecto, las poblaciones seleccionadas podrían colaborar con ciertas obras de infraestructura.

## **R E C O M E N D A C I O N E S**

1. La ejecución del proyecto de Telefonía Rural IV Fase se debe considerar prioritario para el desarrollo del país.
2. La Empresa de Telecomunicaciones debe buscar fuentes de financiamientos blandos apropiados con entidades internacionales que apoyen este tipo de proyectos.
3. Es conveniente solicitar a las poblaciones involucradas su participación en forma organizada en la ejecución del proyecto, con el fin de reducir el costo del mismo.
4. Se deben utilizar en forma óptima y adecuada las capacidades de los equipos y medios de transmisión diseñados, para que no sean subutilizados.
5. La Universidad de San Carlos, a través de la Facultad de Ingeniería debe constituirse en el ente que vele por los proyectos de desarrollo del país, y debiera seguir apoyando a los futuros profesionales que participen en su formulación.

# G L O S A R I O.

## ANCHO DE BANDA

Intervalo de frecuencias que ocupa un canal de radio frecuencias.

## ANTENA

Elemento o conjunto de elementos que se utilizan en la transmisión o recepción de ondas electromagnéticas.

## BER

Bit Error Rate. Número de bits erróneos dividido por el número total de bits sobre un período de tiempo.

## BANDA BASE

La gama de frecuencias que puede transmitirse en un sistema de radio, fibra óptica, cable submarino, etc.

## CABLE

Conjunto de conductores aislados entre sí y forrados con un revestimiento aislante común a todos.

## DECIBEL (dB)

Unidad de medición que expresa la relación logarítmica entre dos valores de potencia. Puede indicar pérdida o ganancia. Matemáticamente se define como  $dB = 10 \log P_1 / P_2$ . El Decibel se emplea a menudo para expresar relación de tensión o corriente.

## DESVANECIMIENTO

Variaciones de intensidad que se producen en la propagación de las señales de radio, de acuerdo con las condiciones atmosféricas.

## DISTORSION:

Deformación de la onda de una señal en el curso de su transmisión.

## **ENLACE RADIO ELECTRICO DIGITAL**

Combinación de dos canales de transmisión, que permite la transmisión bidireccional entre dos puntos.

## **GANANCIA DE ANTENAS**

Rendimiento de transmisión de una antena direccional en un sentido determinado, respecto a un patrón que consiste generalmente en una antena isotrópica. Se expresa como la relación entre una potencia en la antena patrón y la potencia aplicada a la antena direccional que produce igual intensidad de campo en una dirección determinada.

## **INTERFERENCIA**

Es una señal de un sistema de transmisión de potencia extraña, natural o creada por el hombre que interfiere con la recepción de señales deseadas.

## **MARGEN DE DESVANECIMIENTO**

Cantidad en la cual el nivel de recepción puede ser reducido sin causar que la salida del sistema baje del nivel umbral establecido.

## **MEDIO DE TRANSMISION**

El medio que se emplea para enviar la información a distancia.

## **MODULACION**

Proceso que permite la variación de una onda en amplitud, frecuencia o fase en función del valor instantáneo de otra onda. La primera se denomina Portadora y la segunda onda Moduladora.

## **NIVEL**

Relación de potencia entre dos circuitos distintos. Indica ganancia o pérdida de potencia entre un punto determinado y un punto de referencia arbitrario.

## **NIVEL DE POTENCIA**

Medida de potencia que fluye por cualquier punto de un sistema de transmisión, en relación con una medida arbitraria de potencia elegida como referencia. Puede expresarse en vatios, dBm, etc.



## **ONDA DIRECTA**

Onda de radio que llega a la antena receptora por el trayecto visual.

## **ONDA REFLEJADA**

Onda de radio que llega a la antena de recepción por un trayecto indirecto.

## **PARADIAFONIA (DIAFONIA CERCANA)**

Es la diafonía entre dos líneas bifilares paralelas, que se propaga en la línea interferida en dirección contraria a la que tiene la señal interferente en la otra línea.

## **PCM**

Sistema de modulación en la cual la señal modulada es muestreada, cuantificada y codificada.

## **PERFIL ( GRAFICO DE PERFIL)**

Representación del trayecto de un sistema de radiocomunicaciones en papel gráfico especial con indicación de elevaciones de terrenos, obstáculos y alturas de antenas. Estos perfiles se basan en mapas topográficos.

## **PROPAGACION**

Movimiento progresivo de las ondas electromagnéticas en un medio de transmisión.

## **ZONAS DE FRESNEL**

Regiones de forma elipsoidal que rodean el eje del haz de una antena direccional.

## B I B L I O G R A F I A .

1. ARELLANO, Gustavo. Ingeniería de transmisión. Agencia de Cooperación Internacional de Japón. México: s.p.i.1990.
2. LUELMO, Rodolfo. Ingeniería de transmisión digital sobre nociones de conmutación digital. Agencia de Cooperación Internacional de Japón. México: s.p.i. 1990.
3. MARQUEZ, Roberto. Diseño de enlace PCM. Agencia de Cooperación Internacional de Japón. México: s.p.i. 1990.
4. ALCATEL. Transmisión (Propagación y cálculos). Customer Training. España: s.p.i. 1992.
5. ADVANCED DESIGN AND PLANNING OF DIGITAL TRANSMISSION NETWORKS. Marconi Italiana. Italia: s.p.i. 1983.
6. CCIR. Recomendaciones e Informes. Servicio fijo. Sistemas de Relevadores Radio Eléctricos. Vol IX parte 1. Ginebra: s.p.i. 1986.
7. ENGINEERING CONSIDERATIONS FOR MICROWAVE COMMUNICATIONS SYSTEMS. GTE. Lenkurt. s.l.i. s.p.i. s.f.
8. MANUAL PRUEBA DEL SISTEMA DE TRANSMISION DIGITAL. s.l.i. s.p.i. 1990.
9. SEMINARIO HISPANOAMERICANO DE INGENIERIA DE TRAFICO. AHCIET. España: s.p.i. 1986.
10. TRANSMISION DIGITAL POR MICROONDAS. Japan International Cooperation Agency and Nippon Telegraph and Telephone cooperation. s.l.i. s.p.i. s.f.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central