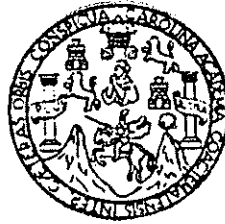


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

PLANIFICACION Y DISEÑO DE UN PROYECTO DE TELEFONIA RURAL
PARA EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA

POR

CARLOS ALFREDO MOINO GABRIEL

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, JUNIO DE 1995

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

04
T (3000)

ca 2

Guatemala, 15 junio de 1995

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

"PLANIFICACION Y DISEÑO DE UN PROYECTO DE TELEFONIA RURAL PARA EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA"

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.


Carlos Alfredo Malno Gabriel

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

| | |
|---------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Julio Ismael González Podszueck |
| VOCAL PRIMERO | Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra |
| VOCAL SEGUNDO | Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano |
| VOCAL TERCERO | Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez |
| VOCAL CUARTO | Br. Freddy Rodríguez Quezada |
| VOCAL QUINTO | Br. Mario Neftalí Morales Solís |
| SECRETARIO | Ing. Francisco Javier González López |

TIBUNAL QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|------------|--------------------------------------|
| DECANO | Ing. Julio Ismael González Podszueck |
| EXAMINADOR | Ing. Rony Castillo |
| EXAMINADOR | Ing. Gustavo Benigno Orozco |
| EXAMINADOR | Ing. Leopoldo Soto |
| SECRETARIO | Ing. Francisco Javier González López |

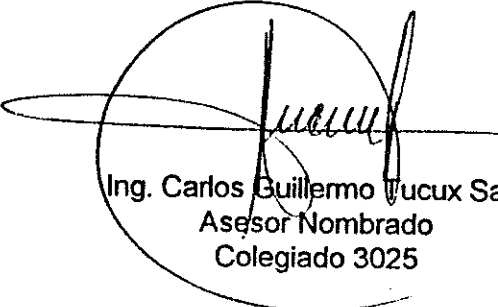
Guatemala
15 de junio de 1995

Ingeniero
Pedro Quiroa
Jefe de la Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad

Por medio de la presente, me permito informarle que he asesorado el trabajo de tesis titulado PLANIFICACION Y DISEÑO DE UN PROYECTO DE TELEFONIA RURAL PARA EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA, elaborado por el estudiante Carlos Alfredo Moino Gabriel, dicho trabajo cumple con los objetivos propuestos para el desarrollo, por lo que procedo a la aprobación del mismo.

En consecuencia, me hago responsable con el autor, por el contenido y conclusiones que éste contiene.

Atentamente,



Ing. Carlos Guillermo Tucux Sajquím
Asesor Nombrado
Colegiado 3025



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

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.C.074.95

Guatemala, 20 de junio de 1,995

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

Señor Director:

Adjunto a la presente, estoy trasladando el Informe Final, equivalente al trabajo de Tesis (según el Arto. 5o., Capítulo III, Reglamento del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) de la Facultad de Ingeniería), el cual fuera desarrollado por el estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Eléctrica **CARLOS ALFREDO MOINO GABRIEL**, y que se titula **PLANIFICACION Y DISEÑO DE UN PROYECTO DE TELEFONIA RURAL PARA EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA**; éste trabajo fue realizado dentro del concepto del Proyecto TELEFONIA RURAL IV FASE y en base al Acuerdo con la División de Planeamiento de **GUATEL**.

Después de las revisiones correspondientes y siendo que, se ha cumplido con los objetivos establecidos inicialmente; ésta Coordinación da su **VISTO BUENO** al Informe.

Por tanto, ruego a usted el trámite respectivo, ya que a la fecha el Ingeniero Electricista **Carlos Guillermo Tucux Sajquim, Colegiado No. 3025**, quien actuó como Asesor, dió su **APROBACION** al mismo.

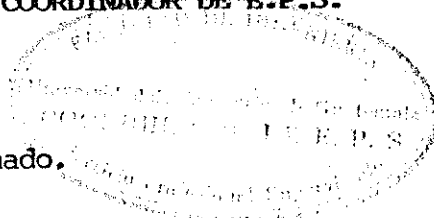
Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

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

PQM/lgg.
c.c.: Archivo
Anexo: El Informe Final mencionado.





FACULTAD DE INGENIERIA

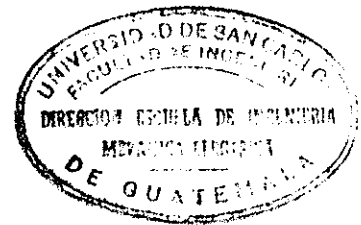
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

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 tesis (E.P.S) del estudiante Carlos Alfredo Moino Gabriel, titulada: Planificación y diseño de un proyecto de telefonía rural para el departamento de Escuintla, procede a la autorización del mismo.


Ing. Edgar F. Montúfar Urizar
Director

Guatemala, 24 de julio 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.

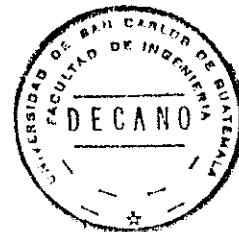
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

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 tesis (E.P.S.): Planificación y diseño de un proyecto de telefonía rural para el departamento de Escuintla, del estudiante Carlos Alfredo Moino Gabriel, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck
Decano

Guatemala, 28 de julio de 1,995.



ACTO QUE DEDICO

- Á Dios Por su infinita misericordia por realizar este trabajo de tesis.
- Á mi esposa Berta Julia Castillo de Moino.
- Á mis hijos Carlos José, Karen Viviana, Juan Pablo y Josueé Abraham.
- Á mis hermanos Ely, Ana, Gloria, Irma y Erika.
- Á mi tia Juanita Castillo
- Á mis cuñados
- Á mis amigos
- Á mis compañeros de trabajo
- Y a usted con cariño.

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

- Al Ing. Carlos Guillermo Tucux Sajquim
por su valiosa asesoría durante el
desarrollo de esta tesis.
- A la Universidad de San Carlos de Guatemala
- A la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
- A la Empresa Guatemalteca de Telecomunicaciones
G U A T E L
- Al Departamentō de Entrenamiento de GUATEL
- A Todas aquellas personas que de una u otra
forma contribuyeron al logro de este
trabajo.

INDICE GENERAL

Página

| | | |
|-------|---|----|
| | INTRODUCCION | |
| 1 | SITUACION ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN ESCUINTLA..... | 2 |
| 1.1 | Antecedentes..... | 2 |
| 1.2 | Situación actual..... | 2 |
| 1.3 | Análisis de las situación actual..... | 6 |
| 1.4 | Conclusiones de la situación actual..... | 7 |
| 2 | LEVANTAMIENTO Y PROYECCION DE DEMANDA TELEFONICA..... | 10 |
| 2.1 | Preselección de poblaciones..... | 10 |
| 2.1.1 | Estudio de campo preliminar de las poblaciones..... | 11 |
| 2.1.2 | Levantamiento de demanda para servicio telefónico..... | 11 |
| 2.2 | Proyección de la demanda de servicio telefónico..... | 13 |
| 2.3 | Cálculo de la demanda mínima y máxima..... | 14 |
| 2.4 | Proyección de demanda de otros servicios.. | 15 |
| 3 | DESCRIPCION Y CRITERIOS PARA CUANTIFICAR EL EQUIPO NECESARIO EN LA IMPLEMENTACION DE LA RED TELEFONICA..... | 16 |
| 3.1 | Descripción del equipo de conmutación que se va a instalar..... | 16 |
| 3.1.1 | Terminal de línea de abonado..... | 16 |
| 3.1.2 | Concentradores digitales y analógicos..... | 16 |
| 3.1.3 | Unidad remota..... | 16 |
| 3.1.4 | Central de conmutación..... | 16 |
| 3.2 | Criterios de dimensionamiento para nodos de conmutación..... | 16 |
| 3.3 | Criterios de dimensionamiento de enlaces de transmisión..... | 18 |
| 3.4 | Criterios de diseño de Planta Externa..... | 20 |
| 3.5 | Criterios de utilización del equipo de energía y aire acondicionado..... | 20 |
| 3.6 | Criterios de utilización de la obra civil. | 21 |
| 3.7 | Criterios para seleccionar el medio de interconexión..... | 21 |
| 3.8 | Medios de transmisión que se utilizarán para interconectar las poblaciones con la red nacional..... | 22 |
| 3.9 | Factibilidad de la utilización de cada medio de interconexión..... | 22 |
| 3.10 | Criterios de enrutamiento..... | 22 |
| 3.11 | Enrutamiento..... | 23 |

| | | |
|---------|--|----|
| 4 | DISEÑO DEL MEDIO DE INTERCONEXION..... | 34 |
| 4.1 | Diseño del enlace por cable multipar. entre el Semillero y la aldea Ticanlú..... | 34 |
| 4.2 | Diseño del radioenlace digital entre Sipacate y Santa Lucía Cotzumalguapa..... | 35 |
| 4.2.1 | Cálculo real de la distancia del enlace... | 36 |
| 4.2.2 | Cálculo del punto de reflexión..... | 37 |
| 4.2.2.1 | Onda reflejada..... | 37 |
| 4.2.2.2 | Análisis del punto crítico..... | 39 |
| 4.2.2.3 | Cálculo de la potencia de recepción..... | 40 |
| 4.3 | Determinación de la obra civil..... | 41 |
| 4.4 | Determinación de la alimentación de energía eléctrica y el aire acondicionado. | 41 |
| 5 | EVALUACION Y COSTOS DE LA RED..... | 42 |
| 5.1 | Costos por población..... | 42 |
| 5.2 | Costos del departamento de Escuintla..... | 42 |
| 5.3 | Estudio financiero del proyecto..... | 43 |
| 5.3.1 | Introducción..... | 43 |
| 5.3.2 | Aspectos financieros..... | 44 |
| 5.3.3 | Programa de inversión..... | 44 |
| 5.4 | Determinación de la mejor alternativa de financiamiento..... | 45 |
| 5.4.1 | Flujo de fondos..... | 45 |
| 5.4.2 | Valor actual neto..... | 45 |
| 5.5 | Impacto socio-económico..... | 46 |
| 6 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 63 |
| 6.1 | CONCLUSIONES | 63 |
| 6.2 | RECOMENDACIONES..... | 65 |

ANEXO 1. TEORIA FUNDAMENTAL

ANEXO 2. GLOSARIO

BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION.

A consecuencia del convenio suscrito entre la Empresa Guatemalteca de Telecomunicaciones GUATEL y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se realizó este trabajo de Ejercicio Profesional Supervisado EPS, en el área de las Telecomunicaciones, con especial atención a la telefonía rural, ya que es con este tipo de proyectos como se logra mayor proyección social y desarrollo del país. El presente trabajo tiene por objeto planificar y diseñar un proyecto de telefonía para diferentes poblados del área rural del departamento de Escuintla, ya que el objetivo de GUATEL es llevar los servicios básicos de Telecomunicaciones a estas áreas. Como colaboración de la Universidad de San Carlos, se me encomendó la tarea de realizar dicho proyecto. Entre los alcances que tendrá el el mencionado proyecto, están: favorecer el desarrollo socio-económico del área rural, que ha sido desatendida por mucho tiempo, permitir la comunicación directa entre los habitantes de dichas áreas, con los del perímetro urbano y hacia el exterior(extranjero), aumentar el ingreso de divisas para el país; al aumentar la generación y recepción de llamadas internacionales, se realiza una distribución equitativa de los beneficios del desarrollo, con el objeto de que esta área salga de la pobreza y condiciones de vida en que se encuentra, y a la vez promover la descentralización y llevarles los servicios de telecomunicaciones, directamente a la zona donde habitan.

CAPITULO I.

1. SITUACION ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN ESCUINTLA.

1.1 ANTECEDENTES.

Para desarrollar un proyecto de telecomunicaciones para el departamento de Escuintla, es necesario conocer la situación actual y demanda de servicios para esa región.

1.2 SITUACION ACTUAL.

Al evaluar la situación actual de la Red de Telecomunicaciones, se hace necesario una revisión de las poblaciones servidas, tipos de servicio y enrutamiento, con el propósito de tener los puntos de referencia que nos permitan plantear una red mejorada.

En este departamento, actualmente existen 19 teléfonos comunitarios, de los cuales 15 se interconectan a la red telefónica nacional, por medio de enlaces de radio, mediante la técnica de multiacceso, servidos de la estación repetidora Cerro Chino; dichos enlaces se enumeran en el cuadro No. 1.1.

Cuadro No. 1.1.

POBLACIONES DEL AREA RURAL CON SU CAPACIDAD EXISTENTE Y SU RESPECTIVA CENTRAL DE ORIGEN.

| Num. Ord. | POBLACION | CAPACIDAD EXISTENTE | ABONADOS DE: |
|-----------|---------------------|---------------------|--------------|
| 1 | Ceiba Amelia | 1 | Escuintla |
| 2 | El Milagro | 1 | |
| 3 | El Pilar | 1 | |
| 4 | La Eminencia | 1 | |
| 5 | El Florido Aceituno | 1 | |
| 6 | Obero | 1 | |
| 7 | Las Guacas | 1 | |
| 8 | San Andres Osuna | 1 | |
| 9 | El Astillero | 1 | |
| 10 | El Arenal | 1 | |
| 11 | Santa Luisa | 1 | |
| 12 | San Pedro el Cerro | 1 | |
| 13 | Aldea Santa Luisa | 1 | |
| 14 | San Juan Mixtán | 1 | |
| 15 | Sipacate | 1 | Masagua |

Por otro lado, hay otra población que no cumple con los planes de enrutamiento departamental centralizado en Escuintla y se muestra en el cuadro No. 1.2.

Cuadro No. 1.2.

POBLACIONES DE ENLACE CON RETALHULEU

| Num. Ord. | POBLACION | CAPACIDAD EXISTENTE | ABONADOS DE: |
|-----------|-----------|---------------------|--------------|
| 1 | El Arisco | 1 | Retalhuleu |

Las otras tres poblaciones, son servidas por cable, como se indica en el cuadro No. 1.3.

Cuadro No. 1.3.

POBLACIONES ENLAZADAS POR CABLE

| Num. Ord. | POBLACION | CAPACIDAD EXISTENTE | ABONADOS DE: |
|-----------|------------------|---------------------|--------------|
| 1 | Las morenas | 1 | Iztapa |
| 2 | Puerta de Hierro | 1 | Iztapa |
| 3 | Pinula | 1 | Tiquisate |

La Hidroeléctrica de Aguacapa, que está situada cerca del municipio de Guanagazapa, tiene instaladas 2 líneas, pero el municipio no cuenta con ningún servicio telefónico; en el cuadro No.1.4. se muestra dicha situación.

Cuadro No. 1.4.

POBLACIONES DE GUANAGAZAPA

| Num. Ord. | POBLACION | CAPACIDAD EXISTENTE | ABONADOS DE: |
|-----------|-----------|---------------------|--------------|
| 1 | Aguacapa | 2 | Escuintla |

Adicionalmente a los servicios de telefonía comunitaria, se tienen servicios de telefonía domiciliar, distribuidos como se detalla en el cuadro No. 1.5.

Cuadro No. 1.5.

POBLACIONES CON MAYOR CAPACIDAD ENLAZADAS POR CABLE

| Num. Ord. | POBLACION | CAPACIDAD EXISTENTE | ABONADOS DE: |
|-----------|---------------------|---------------------|----------------|
| 1 | Ingenio Pantaleón | 30 | St. Lucia. Cot |
| 2 | Aldea Santa Rosa | 10 | Pto. San José |
| 3 | Base Naval | 30 | Pto. San José |
| 4 | Puerto Quetzal | 20 | Pto. San José |
| 5 | Col. Puerto Quetzal | 30 | Pto. San José |
| 6 | Liquin | 90 | Pto. San José |
| 7 | Ruta a Iztapa | 10 | Pto. San José |
| 8 | Chulamar | 40 | Pto. San José |
| 9 | Planta Texaco | 10 | Pto. San José |

En el cuadro No. 1.6. se muestran las poblaciones que están enlazadas por radio analógico, con la técnica punto-punto.

Cuadro No. 1.6.

POBLACIONES ENLAZADAS POR RADIO

| Num. Ord. | POBLACION | CAPACIDAD EXISTENTE | ABONADOS DE: |
|-----------|------------------------|---------------------|---------------|
| 1 | Fca. Santo Tomás | 5 | Escuintla |
| 2 | Base Mil. Pto. S. José | 6 | Pto. San José |

A continuación, se enumera la capacidad que poseen actualmente los municipios del departamento de Escuintla y se enumera también el lugar o repetidora hacia dónde están interconectados estos municipios. (Ver cuadro No. 1.7.)

Cuadro No. 1.7.

MUNICIPIOS CON SU SITUACION ACTUAL

| Num. | POBLACION | CAPACIDAD EXISTENTE | ABONADOS DE: |
|------|------------------|---------------------|----------------|
| 1 | Escuintla | 2000 | Cerro Chino |
| 2 | Sta. Lucía Cotz. | 600 | Rep. La Selva |
| 3 | Tiquisate | 1200 | Rep. La Selva |
| 4 | San José | 1000 | Escuintla |
| 5 | La Democracia | 60 | Escuintla |
| 6 | La Gomera | 50 | Escuintla |
| 7 | Nueva Concepción | 100 | Escuintla |
| 8 | Palín | 200 | Rep. Cer. Chin |
| 9 | Siquinalá | 100 | St. Lucía. Cot |
| 10 | Iztapa | 30 | Pto. San José |
| 11 | Masagua | 10 | Escuintla |

El municipio de Tiquisate le presta servicio a poblaciones del departamento de Suchitepequez, las cuales se detallan a continuación:

Cuadro No. 1.8.

POBLACIONES DE SUCHITEPEQUEZ ENLAZADAS VIA ESCUINTLA.

| Num. Ord. | POBLACION | CAPACIDAD EXISTENTE | ENLACES DE: |
|-----------|-------------------|---------------------|---------------------|
| 1 | San José el Idolo | 6 | Tiquisate |
| 2 | Río Bravo | 1 | Tiquisate. La Selva |
| 3 | Santa Bárbara | 6 | Tiquisate. La Selva |
| 4 | San Juan Bautista | 10 | Tiquisate |
| 5 | Patulul | 1 | Tiquisate |
| 6 | Pochuta | 1 | Patulul. Tiquisate |
| 7 | Cocales | 10 | Tiquisate |

Además, en Escuintla se prestan otros servicios de telecomunicaciones, tales como:

- Transmisión de datos por medio de un concentrador del sistema Mayapac, el cual se encuentra instalado en la agencia de GUATEL, desde donde los abonados se interconectan a través de las redes de conmutación o de enlaces dedicados.
- Telex.

1.3 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL.

El mal estado de los servicios de telefonía en este departamento, tiene como consecuencia la limitación de la capacidad, incongruencia con el plan de centralización del sistema de telecomunicaciones, es decir, que actualmente lo que se está haciendo es enlazar las poblaciones del área rural, hacia cada cabecera municipal, y de cada cabecera a cada departamento, para realizar el enrutamiento adecuado. Dicho enrutamiento actualmente no está implementado de esa manera. La falta de centralización de la red hace que la información entrante y saliente tenga diferentes vías de accesibilidad, lo que redundará en la dificultad de controlar, supervisar y dar mantenimiento a los equipos radioeléctricos. Por otro lado, el municipio de Tiquisate tiene interconectadas poblaciones que pertenecen al departamento de Suchitepequez, que es situación no deseada. Igualmente sucede con el Parcelamiento Agrario El Arisco, que pertenece a Escuintla y es enlazado vía radio desde la Repetidora instalada en el Cerro Paraíso ubicada en Coatepeque, Quetzaltenango.

Las centrales instaladas actualmente se encuentran saturadas, que trae como consecuencia que muchas poblaciones no cuenten con el servicio telefónico básico, que retrasa el desarrollo socio-económico. Este fenómeno también ocurre en las cabeceras municipales, donde las centrales ya no tienen capacidad. Debido a que la cabecera municipal de Escuintla ha crecido enormemente, es necesario que sus habitantes establezcan comunicación telefónica, ya sea a nivel local, como a nivel nacional e internacional.

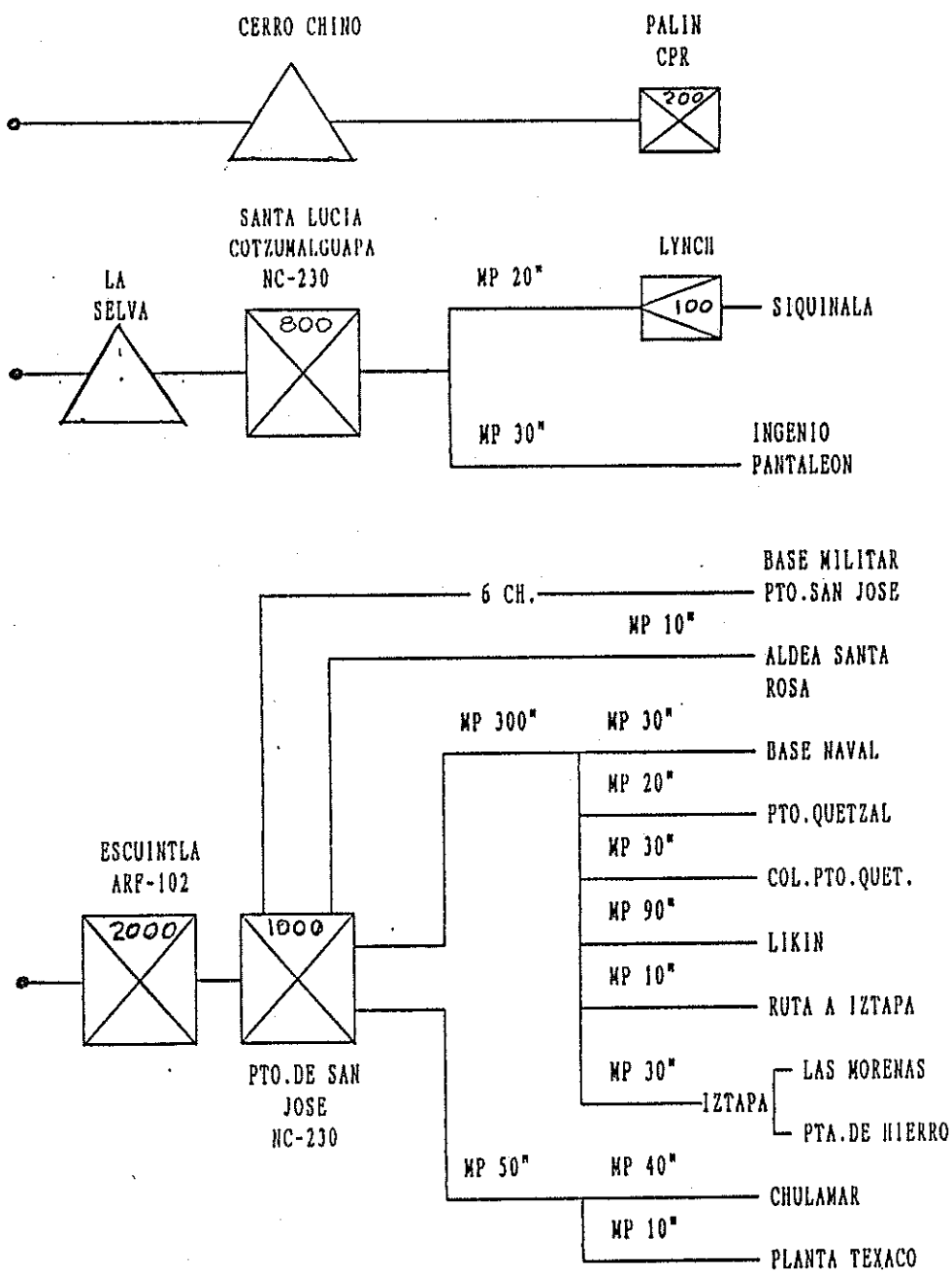
Para presentar la situación actual de la red de telecomunicaciones en Escuintla, es necesario ver las Figs. No.1.8a. y 1.8b, donde se indican los enrutamientos respectivos.

1.4 CONCLUSIONES DE LA SITUACION ACTUAL.

- 1) En el departamento de Escuintla, actualmente hay instalados 19 teléfonos comunitarios, que no son suficientes para la gran población rural en esa zona.
- 2) El parcelamiento agrario El Arisco es enlazado vía Retalhuleu.
- 3) El municipio de Guanagazapa no tiene servicio telefónico a pesar que la hidroeléctrica de Aguacapa, que está situada cerca de allí, y tiene dos teléfonos.
- 4) De acuerdo con el cuadro No.1.7, vemos que el equipo instalado en cada municipio, no es suficiente para cubrir la demanda telefónica actual, debido a que la población ha crecido considerablemente.
- 5) Escuintla le proporciona servicio telefónico a poblaciones del departamento de Suchitepequez, como se puede ver en el cuadro No.1.8.
- 6) Además de dar servicio telefónico domiciliar y comunitario. Escuintla presta otros servicios, tales como, transmisión de datos por el sistema Mayapac, así como también servicio de Télex.

Fig. No. 1.8a.

DIAGRAMAS DE ENRUTAMIENTO DE LA SITUACION ACTUAL EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.



CAPITULO II.

2. LEVANTAMIENTO Y PROYECCION DE DEMANDA TELEFONICA.

2.1 PRESELECCION DE POBLACIONES.

De acuerdo con estudios realizados por el grupo de Planeamiento de GUATEL, se estableció el criterio, de que una población debe contar con el servicio telefónico básico, si por lo menos cumple con más de dos de las siguientes condiciones:

- a) Población mayor de 1000 habitantes en el último censo realizado (1982).
- b) Servicio de energía eléctrica
- c) Puesto de salud
- d) Escuela primaria con más de 4 profesores
- e) Camino rural de acceso
- f) Sede de cooperativa agrícola
- g) Potencial turístico
- h) Solicitud de servicio telefónico

Se utilizó información de las bases de datos de diferentes instituciones como: la Empresa Eléctrica, INDE, Ministerio de Salud, Municipalidades de la región, Ministerio de Educación, Instituto Geográfico Nacional y el Instituto Nacional de Estadística, se comprobó el cumplimiento de dichas condiciones para las poblaciones del departamento de Escuintla que se enumeran en el cuadro No. 2.1.

Cuadro No. 2.1. POBLACIONES RURALES PRESELECCIONADAS

| No. | POBLACION | No. | POBLACION |
|-----|-------------------------|-----|---------------------|
| 1 | Sipacate | 20 | El Güiscoyol |
| 2 | El Arisco | 21 | El Baúl |
| 3 | Chipilapa | 22 | El Jabalí |
| 4 | Chapernas | 23 | San Juan la Noria |
| 5 | Santa Ana Mixtán | 24 | El Semillero |
| 6 | El Rosario | 25 | El Arenal |
| 7 | Los Angeles | 26 | Arizona |
| 8 | Centro Urbano No. I. | 27 | Las Morenas |
| 9 | San Andrés Osuna | 28 | El Terrero |
| 10 | Palo Blanco | 29 | El Zapote |
| 11 | Ticanlú | 30 | El Florido Aceituno |
| 12 | Cuyuta | 31 | Texcuaco |
| 13 | Obero | 32 | Mogollón |
| 14 | Pinula | 33 | Tecoate |
| 15 | La Unión | 34 | El Cajón |
| 16 | El Rodeo | 35 | Santa Isabel |
| 17 | Sn. José Cerro Colorado | 36 | Puerta de Hierro |
| 18 | Ceiba Amelia | 37 | Buena Vista |
| 19 | Miriam | 38 | Santa Luisa |

Posteriormente a las poblaciones preseleccionadas, así como a las cabeceras municipales, se les programó una visita, con el objeto de determinar la demanda telefónica real que podría tener cada una de ellas.

2.1.1 ESTUDIO DE CAMPO PRELIMINAR DE LAS POBLACIONES.

Para obtener una clasificación adecuada de las poblaciones y determinar sus demandas reales, se realizó el estudio de campo, mediante visitas a cada una de las poblaciones anteriormente preseleccionadas, y se realizaron las siguientes actividades para cada una de ellas:

- a) Inspección visual de la población: se contabilizó y clasificó cada una de las casas de cada población visitada, que contara con características que identificarán a sus habitantes como potenciales usuarios del servicio. los cuales, como indicativos, fueron: fachada de casa en buen estado, casa con garage, antena de televisión, servicio de cable, jardín exterior, local comercial, inmueble que albergue industria alguna, servicio de energía eléctrica, servicio de agua potable.
- b) Entrevistas con autoridades, comités de desarrollo comunitario y personas notables de cada lugar.
- c) Encuestas por población y por municipio.

2.1.2 LEVANTAMIENTO DE DEMANDA PARA SERVICIO TELEFONICO.

Con la interpretación y análisis de los datos obtenidos del estudio de campo preliminar de las poblaciones, se llegó a clasificar a las poblaciones anteriormente seleccionadas, en dos grupos: las que requieran instalación de servicio telefónico domiciliario y las que únicamente se les proveería de servicio comunitario.

Se les consideró como poblaciones a servir con abonados telefónicos de distribución domiciliario, a todas las cabeceras municipales hasta la fecha no servidas, y a las localidades rurales que contarán con al menos los siguientes aspectos:

- 1) Quince casas catalogadas como usuarios potenciales
- 2) Distribución de energía eléctrica.
- 3) Distribución de agua potable.

Con base en los tres aspectos anteriores y a los incisos a), b), y c) del numeral 2.1.1, se levantó la demanda telefónica por el método de "Demanda visual", a las poblaciones que van a servir con distribución domiciliario, como se indica en el cuadro No. 2.2.

Cuadro No. 2.2. MUNICIPIOS Y POBLACIONES DEL AREA RURAL CON DISTRIBUCION DOMICILIAR.

| No. | POBLACION | DEMANDA VISUAL ACTUAL |
|-----|-------------------------|-----------------------|
| 1 | Escuintla | 6,000 |
| 2 | Sta.Lucía Cotzumalguapa | 1,500 |
| 3 | Tiquisate | 1,000 |
| 4 | La Democracia | 800 |
| 5 | La Gomera | 800 |
| 6 | Pto.de San José | 650 |
| 7 | Nueva Concepción | 600 |
| 8 | Palín | 400 |
| 9 | Siquinalá | 150 |
| 10 | Iztapa | 150 |
| 11 | San Vicente Pacaya | 150 |
| 12 | Masagua | 100 |
| 13 | Guanagazapa | 100 |
| 14 | Sipacate | 150 |
| 15 | Obero | 40 |
| 16 | El Jabalí | 35 |
| 17 | Centro Urbano No.11. | 35 |
| 18 | Texcuaco | 35 |
| 19 | Sn.José Cerro Colorado | 20 |
| 20 | Ceiba Amelia | 20 |
| 21 | San Andrés Osuna | 20 |

A los trece municipios del departamento se les estimó demanda domiciliar, así como a ocho poblaciones rurales, mientras que a nueve poblaciones rurales se les consideró que la demanda de servicio telefónico será satisfecha mediante dos abonados, y a tres poblaciones más solamente se les consideró instalar un comunitario, como se muestra en el cuadro No. 2.3. Debido a que el crecimiento poblacional y comercial de estas poblaciones es muy lento, es suficiente de la manera como se proyectó, que fue para un período de 5 años y con esto se satisfacen las necesidades telefónicas.

Para distribuir la demanda de uno y dos teléfonos comunitarios, se tomó en cuenta el tamaño de la población, su extensión territorial y la inspección visual que se efectuó.

Cuadro No. 2.3. POBLACIONES CON DISTRIBUCION COMUNITARIA.

| No. | POBLACION | NUMERO DE COMUNITARIOS |
|-----|--------------|------------------------|
| 1 | Los Angeles | 2 |
| 2 | Cuyuta | 2 |
| 3 | El Arisco | 2 |
| 4 | Tecojate | 2 |
| 5 | El Semillero | 2 |
| 6 | Ticanlú | 2 |
| 7 | Pinula | 2 |
| 8 | Palo Blanco | 2 |
| 9 | El Terrero | 2 |
| 10 | El Rodeo | 1 |
| 11 | El Güiscoyoi | 1 |
| 12 | La Unión | 1 |

A las restantes dieciocho poblaciones rurales no se les estimó demanda de ningún servicio telefónico.

2.2 PROYECCION DE LA DEMANDA DE SERVICIO TELEFONICO.

Teniendo en cuenta la demanda presente y la vida útil de los equipos de telecomunicaciones, que en promedio es de 10 años, se hace necesario considerar el crecimiento de la demanda para un período similar, y así seleccionar las capacidades más convenientes de los equipos que se van a instalar.

Para la proyección de la demanda de servicio telefónico, en primer lugar, se tomarán en cuenta las poblaciones que contarán con servicio domiciliar, aplicándoles índices, que para este caso son de 125% como mínimo y 200% como máximo. El 25% adicional, se debe al crecimiento del número de habitantes esperado para el año 2.000 a partir de 1.994, que son datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística, y el 100% adicional toma en cuenta no sólo el crecimiento poblacional, sino también el desarrollo económico-social de la población. Se consideró que en el mejor de los casos, la demanda se doblará. Se estimó un valor apropiado para cada población; de acuerdo con las características observadas, se busca que esté entre estos dos porcentajes. En algunos casos, se excederá el rango, debido al crecimiento poblacional y al desarrollo económico que se prevé, que fue la conclusión a la que se llegó con base en la visita que se realizó en cada población. Esto se utilizará para estimar la capacidad que se va a instalar. Para ilustrar el cálculo de la demanda, se tomó como ejemplo la población de Sipacate, así:

2.3 CALCULO DE LA DEMANDA MINIMA Y MAXIMA.

Demanda actual

150.00
 $\times 125.00$
 187.50

cuadro (No.2.2)
 % mínimo de crecimiento poblacional
 demanda proyectada mínima al año 2.000.

Demanda actual

150.00
 $\times 200.00$
 300.00

cuadro (No.2.2)
 % máximo de crecimiento poblacional
 demanda proyectada máxima al año 2.000.

En el cuadro No.2.4. se enumeran las poblaciones con su proyección de demanda y su correspondiente capacidad que se va a instalar de acuerdo con lo explicado en el numeral 2.2.

Cuadro No. 2.4.

POBLACIONES Y SU PROYECCION DE DEMANDA
CON LA CAPACIDAD QUE SE VA A INSTALAR.

| No. ORD | POBLACION | D E M A N D A | | | CAPACI- DAD A INSTALAR |
|------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | | VISUAL ACTUAL CUA.2.2 | PROYEC- TADA MI NIMA | PROYEC- TADA MAXIMA | |
| 1 | Escuintla | 6,000 | 7,500 | 12,000 | 15,000 |
| 2 | Sta. Lucía Cotz. | 1,500 | 1,875 | 3,000 | 3,600 |
| 3 | Tiquisate | 1,000 | 1,250 | 2,000 | 2,500 |
| 4 | La Democracia | 800 | 1,000 | 1,600 | 1,500 |
| 5 | La Gomerca | 800 | 1,000 | 1,600 | 1,500 |
| 6 | Nueva Concepción | 600 | 750 | 1,200 | 1,500 |
| 7 | Puerto de San José | 600 | 750 | 1,200 | 1,500 |
| 8 | Palín | 400 | 500 | 800 | 1,000 |
| 9 | Siquinalá | 150 | 188 | 300 | 400 |
| 10 | Iztapa | 150 | 188 | 300 | 250 |
| 11 | Sipacate | 150 | 188 | 300 | 250 |
| 12 | San Vicente Pacaya | 150 | 188 | 300 | 200 |
| 13 | Masagua | 100 | 125 | 200 | 125 |
| 14 | Guanagazapa | 100 | 125 | 200 | 125 |
| 15 | El Jabalí | 35 | 44 | 70 | 60 |
| 16 | Obero | 35 | 44 | 70 | 60 |
| 17 | Texcuaco | 35 | 44 | 70 | 60 |
| 18 | Centro Urbano II. | 30 | 37 | 60 | 60 |
| 19 | San José Cerro Col | 20 | 25 | 40 | 60 |
| 20 | Ceiba Amelia | 20 | 25 | 40 | 32 |
| 21 | San Andrés Osuna | 20 | 25 | 40 | 32 |

2.4 PROYECCION DE DEMANDA DE OTROS SERVICIOS.

Por ser Escuintla, un departamento que hasta el momento no se le ha satisfecho la demanda de los servicios de telecomunicaciones, no se prevé una demanda de otro tipo de servicios. Para algunas poblaciones con un crecimiento económico alto y que han sido servidas con instalación telefónica básica desde ya hace algunos años, no se estimó demanda alguna, pero sí se prevé demanda de servicios no tradicionales, especialmente, transmisión de datos: aspecto que puede cubrirse con el diseño de una red de transmisión de alta capacidad que se adapte a dichas necesidades.

CAPITULO III.

3. DESCRIPCION Y CRITERIOS PARA CUANTIFICAR EL EQUIPO NECESARIO EN LA IMPLEMENTACION DE LA RED TELEFONICA.

3.1 DESCRIPCION DEL EQUIPO DE CONMUTACION QUE SE VA A INSTALAR.

3.1.1 TERMINAL DE LINEA DE ABONADO.

Es el equipo que se instala en la parte final de la línea, esto es, donde se encuentra el usuario del servicio, y sirve para enlazar al aparato telefónico con la Central Matriz.

3.1.2 CONCENTRADORES, DIGITALES Y ANALOGICOS.

Es el equipo que permite la interconexión de una determinada cantidad de abonados, con un reducido número de troncales, es decir, que concentran líneas de abonado. Son de baja capacidad y están limitados a 250 líneas de abonado.

3.1.3 UNIDAD REMOTA.

Es parte de una Central Matriz que se encuentra instalada lejos de ésta. Su capacidad oscila entre 250 a 500 abonados, y puede cursar tráfico interno.

3.1.4 CENTRAL DE CONMUTACION.

Esta tiene la capacidad de cursar tráfico interno, conecta abonados de la misma central, también cursa tráfico de tránsito, es decir, conecta abonados de diferentes centrales, así como también, efectúa tarificación. Estos equipos pueden ser analógicos o digitales: por ejemplo, la Central CPR, es una central analógica de baja capacidad y otras como la UT 20 digital de gran capacidad.

3.2 CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO PARA NODOS DE CONMUTACION.

La mayoría de las poblaciones del área rural no contará con equipo de conmutación, debido a que tiene una demanda muy baja. Solamente aquellas poblaciones en las cuales su demanda sea igual o mayor de 125 abonados, se les instalará dicho equipo.

Este se selecciona de acuerdo a con el rango de la proyección que aparece en el cuadro No. 2.4 y a los rangos que aparecen en el cuadro No. 3.1. Para la población de Sipacate, se calculó así:

Demanda a 1.994 = 150
 Proyectada al 2.000 = 188 mínima
 Proyectada al 2.000 = 300 máxima

Por las características de la población, se necesitaría un equipo de 244 líneas, pero debido a la modularidad y de acuerdo con el cuadro No. 3.1, se elige un concentrador de 250 abonados.

Cuadro No. 3.1. RANGOS DE EQUIPO QUE SE VA A UTILIZAR.

| CAPACIDAD ABONADOS | TIPO DE EQUIPO DE CONMUTACION |
|--------------------|-----------------------------------|
| de 30 a 60 | Terminal de línea PCM, de abonado |
| de 125 a 250 | Concentrador |
| de 250 a 500 | Unidad remota |
| >500 | Central |

Por lo anteriormente expuesto, se seleccionarán las poblaciones que se enumeran en el cuadro No.3.2, con su tipo de conmutación y sus líneas que se van a instalar.

Cuadro No.3.2. POBLACIONES Y SU EQUIPO DE CONMUTACION.

| No. | POBLACION | LINEAS | TIPO CENTRAL O CONCENTRA |
|-----|--------------------|--------|--------------------------|
| 1 | Guanagazapa | 125 | Concentrador digital |
| 2 | Masagua | 125 | Concentrador digital |
| 3 | Sipacate | 250 | Concentrador digital |
| 4 | San Vicente Pacaya | 250 | Central CPR.(*) |

(*) Equipo trasladado.

Las cabeceras municipales con su capacidad de líneas que se van a instalar y tipo de central o concentrador, se muestran en el cuadro No. 3.3, consideradas en el IV Proyecto Departamental.

Cuadro No. 3.3. CABECERAS MUNICIPALES Y SU EQUIPAMIENTO.

| No. | POBLACION | LINEAS | EQUIPO DE CONMUTACION |
|-----|------------------|--------|-----------------------|
| 1 | Escuintla | 15,000 | Central digital |
| 2 | Sta. Lucía Cotz. | 3,600 | Central digital |
| 3 | Tiquisate | 2,500 | Central digital |
| 4 | La Democracia | 1,500 | Central digital |
| 5 | La Gomera | 1,500 | Central digital |
| 6 | Nueva Concepción | 1,500 | Central digital |
| 7 | Pto. de San José | 1,500 | Central digital |
| 8 | Palín | 1,000 | Central digital |
| 9 | Siquinalá | 400 | Unidad remota |
| 10 | Iztapa | 250 | Concentrador digital |

En el cuadro No.3.4, se enumeran las poblaciones que no tendrán equipo de conmutación, con su capacidad de líneas que se instalarán y que serán enlazadas por radio multiacceso digital.

Cuadro No. 3.4. POBLACIONES QUE NO TENDRAN EQUIPO DE CONMUTACION.

| No. | POBLACION | No. LINEAS |
|-----|-------------------------|------------|
| 1 | El Jabalí | 60 |
| 2 | Obero | 60 |
| 3 | Texcuaco | 60 |
| 4 | Centro Urbano II | 60 |
| 5 | Sn. José Cerro Colorado | 60 |
| 6 | Ceiba Amelia | 32 |
| 7 | San Andrés Osuna | 32 |
| 8 | Los Angeles | 2 |
| 9 | El Arisco | 2 |
| 10 | Ticanlú | 2 (*) |
| 11 | Pinula | 2 |
| 12 | Tecojate | 2 |
| 13 | El Semillero | 2 |
| 14 | Palo Blanco | 2 |
| 15 | Cuyuta | 2 |
| 16 | El Terrero | 2 |
| 17 | La Unión | 1 |
| 18 | El Guisoyol | 1 |
| 19 | El Rodeo | 1 |

(*) Instalación por cable multipar.

3.3 CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO DE ENLACES DE TRASMISION.

Para el efecto, se toma como base las mediciones de

tráfico/abonado, cursado en un periodo de un año, que en promedio es de, 0.09 erlangs para el área rural, se determinó que los cálculos para dimensionar este equipo, deben realizarse con un margen de probabilidad de pérdida de llamadas, de 1%; y es éste un valor típico para dimensionar equipo, tanto en el área rural como en la urbana. Dicho porcentaje significa que por cada cien llamadas, se acepta una probabilidad de bloqueo de una llamada, para una calidad estándar de servicio, de manera que no produzca pérdidas severas, congestión y deficiencia en el flujo de llamadas. Para ejemplificar este procedimiento, se tomó la cabecera municipal de Guanagazapa, así:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Demanda proyectada mínima} & = & 125.00 \\
 & & \underline{\times 0.09} \text{ Erlangs} \\
 \text{Tráfico a cursar} & = & \underline{\underline{11.25}} \text{ Erlangs.}
 \end{array}$$

De acuerdo con el cuadro No.3.5 y con la probabilidad de pérdida de 1%, se necesita un total de 19 circuitos. Estos circuitos, normalmente no están ocupados simultáneamente, y se sabe que un sistema de 2 Mb/s tiene la capacidad de transmitir 30 canales, el cual debe ser suficiente para cursar el tráfico previsto.

En la misma forma, se calcula para Masagua, San Vicente Pacaya y Sipacate.

Para dimensionar los equipos de transmisión en el área rural, se tomó en cuenta lo siguiente:

- Distancias entre puntos que se van a enlazar.
- Ubicación de las poblaciones.
- Perfiles (en mapas de 1:50.000).
- Línea vista entre los puntos que se van a enlazar.

En el cuadro No. 3.6. se enumeran las poblaciones enlazadas por radio. En las poblaciones de origen, se instalará el equipo de gestión dimensionado.

Cuadro No. 3.6. POBLACIONES ENLAZADAS POR RADIO.

| POBLACION INICIO | POBLACION FINAL | CAP. MEDIO DE TRANS. |
|-----------------------|------------------|----------------------------|
| 1) S.Vicente Pacaya | Cerro Chino | 24 canales radio analógico |
| 2) Guanagazapa | Pto.de San José | 2 Mb.radio digital |
| 3) Masagua | Escuintla | 2 Mb.radio digital |
| 4) Los Angeles | Escuintla | 6 Canales radio analógico |
| 5) Sipacate | Sta.Lucía Cotz. | 2 Mb/s.radio digital |
| 6) El Jabalí | Rep. La Selva | Multiacceso digit. |
| 7) El Arisco | Rep. La Selva | Multiacceso digit. |
| 8) Obero | Rep.Cerro Chino | Multiacceso digit. |
| 9) Cent.Urbano II | Rep. La Selva | Multiacceso digit. |
| 10) Texcuaco | Rep. La Selva | Multiacceso digit. |
| 11) S.José Cer.Color | Rep. La Selva | Multiacceso digit. |
| 12) Ceiba Amelia | Rep. Cerro Chino | Multiacceso digit. |
| 13) San. Andrés Osuna | Rep. Cerro Chino | Multiacceso digit. |
| 14) Ticanlú | El Semillero | Cable multipar 10" |
| 15) Pinula | Rep. La Selva | Multiacceso digital |
| 16) Tecojate | Rep. La Selva | Multiacceso digital |
| 17) El Semillero | Rep. La Selva | Multiacceso digital |
| 18) Palo Blanco | Rep. La Selva | Multiacceso digital |
| 19) Cuyuta | Rep. Cerro Chino | Multiacceso digital |
| 20) El Terrero | Rep. La Selva | Multiacceso digital |
| 21) La Unión | Guanagazapa | 1 Canal radio analóg |
| 22) El Guiscoyal | Guanagazapa | 1 Canal radio analóg |
| 23) El Rodeo | Rep. Cerro Chino | 1 Multiacceso analóg |

3.4 CRITERIOS DE DISEÑO DE PLANTA EXTERNA.

Para el diseño de Planta Externa, se tomarán en cuenta los siguientes rubros:

- Líneas de abonado.
- Capacidad del cable multipar para conectar a los abonados.

Esto se hace con base en la cantidad de abonados por central, concentrador o multiacceso.

3.5 CRITERIOS DE UTILIZACION DEL EQUIPO DE ENERGIA Y AIRE ACONDICIONADO.

Con base en un listado donde aparece el equipo que se va a utilizar, proporcionado por el grupo de Planeamiento, se escogió, de acuerdo con la capacidad y tipo de central o concentrador, el tipo de energía que se va a utilizar y el aire acondicionado que se instalará.

Para una central CPR, central y concentrador digital,

se consideró lo siguiente:

- 1) Si existe energía eléctrica comercial:
 - Acometida de 110 voltios monofásico. 5 kVA.
 - Rectificadores de 24 y 48 voltios.
 - Regulador de voltaje.
 - Sistema de tierra.
- 2) Si no existe energía eléctrica:
 - Paneles solares.
 - Banco de baterías.
 - Regulador de voltaje.
 - Sistema de tierra.

Para los dos numerales anteriores, también se incluye:

- Aire acondicionado tipo ventana de 12,000 BTU.

Para terminales de multiacceso, el equipamiento necesario es el mismo que para los concentradores, y centrales, sin incluir el aire acondicionado.

3.6 CRITERIOS DE UTILIZACION DE LA OBRA CIVIL.

Para la instalación de todo el equipo que servirá para el enlace de las diferentes poblaciones, es necesaria la obra civil, que consiste en:

- Compra de terrenos para la construcción de casetas para resguardar a los concentradores y nuevas centrales que se van a instalar.
- Construcción de casetas.
- Bases para torres autosportadas.

Los terrenos deben tener un área de 20 m cuadrados para construir 9 m cuadrados de caseta; para equipo de baja capacidad y 100 m cuadrados de terreno para 20 m cuadrados de caseta, cuando se trate de equipo de gran capacidad.

En los cuadros numerados del 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 y 3.15 se describe el resumen del equipamiento del departamento, dividido en la siguiente forma:

- Conmutación y planta externa(3.11).
- Transmisión, energía y aire acondicionado(3.12) Y (3.13).
- Transmisión por cable multipar(3.14).
- Obra civil(3.15).

3.7 CRITERIOS PARA SELECCIONAR EL MEDIO DE INTERCONEXION.

Para elegir el medio de transmisión, se tomaron en cuenta, los siguientes criterios:

- distancia entre cada población a servir.
- lugar mas cercano para ser interconectado.
- costos de los diferentes tecnologías de enlaces.
- condiciones de clima.
- condiciones geográficas.
- condiciones topográficas.
- existencia de carretera.

Entre los medios que se van a seleccionar están:

- cable multipar.
- cable PCM.
- radio enlace y radio enlace satelital.

En el caso del departamento de Escuintla, debido a que las distancias entre poblaciones son muy largas y la facilidad que nos provee un servicio por multiacceso, el medio más adecuado es el enlace por radio; únicamente se proyectó un solo enlace por cable cable multipar entre el Semillero y Ticanlú con una distancia de 3.5 Km.

3.8 MEDIOS DE TRANSMISION QUE SE UTILIZARAN PARA INTERCONECTAR LAS POBLACIONES CON LA RED NACIONAL.

Para interconectar las poblaciones seleccionadas, se utilizará la infraestructura ya existente en cada municipio por lo que se necesita incrementar el equipo ya instalado. Además para la utilización del equipo de multiacceso, se proyectó un Centro Interurbano llamado Centro Sur, que deberá estar ubicado en el Nodo Nacional Centro Sur, en Escuintla.

3.9 FACTIBILIDAD DE LA UTILIZACION DE CADA MEDIO DE INTERCONEXION.

Los factores que influyen en la utilización de cada medio dependen de:

- a) Distancia
- b) Tipo de terreno
- c) Fácil mantenimiento
- d) Existencia de carretera
- e) Perfiles del terreno

3.10 CRITERIOS DE ENRUTAMIENTO.

Para obtener un adecuado enrutamiento y una configuración de las rutas elegidas, fueron necesarios dos aspectos fundamentales, que son:

- a) criterios técnicos
- b) análisis de costos

En el Cap. No.1, se enumeran los enrutamientos con que actualmente cuenta el departamento de Escuintla, lo que

sirvió para formar una base de datos, en forma general, de la interconexión telefónica actual. Estos se utilizarán para determinar la infraestructura instalada y poder utilizarla para la nueva implementación del equipo.

En el caso de Escuintla, se presentarán únicamente dos casos: enlaces de radio y enlaces por cable multipar.








En el primer caso, no hubo otra opción, debido a que las distancias eran muy largas, y no se pudo utilizar técnicamente otro medio de enlace; debido a su costo se procedió a conectarlos por radio multiacceso. Esto dio como resultado que fuera más económico.

Para el único enlace por cable, se decidió utilizar un cable multipar de 10", directamente enterrado, no solamente porque la distancia es corta, sino porque el terreno y la carretera se presta para este tipo de enlace. Además, se instalarán dos teléfonos comunitarios en el trayecto.

3.11 ENRUTAMIENTO.

Con las capacidades de transmisión, el equipo de conmutación y el medio de transmisión definidos, se procedió a elaborar el enrutamiento Fig. No.3.1a y 3.1b. En estos cuadros, se visualiza la forma en que quedó integrada la red de telecomunicaciones del departamento de Escuintla.

A continuación, se detalla la simbología y nomenclatura que sirvió para tal efecto:

| | |
|---|---|
|  | CENTRAL ANALOGICA |
|  | CENTRAL DIGITAL |
|  | CONCENTRADOR ANALOGICO |
|  | CONCENTRADOR DIGITAL |
|  | CONCENTRADOR PARA MULTIACCESO ANALOGICO |
|  | CONCENTRADOR PARA MULTIACCESO DIGITAL |
|  | ESTACION CENTRAL PARA MULTIACCESO DIGITAL |



REPETIDOR ACTIVO

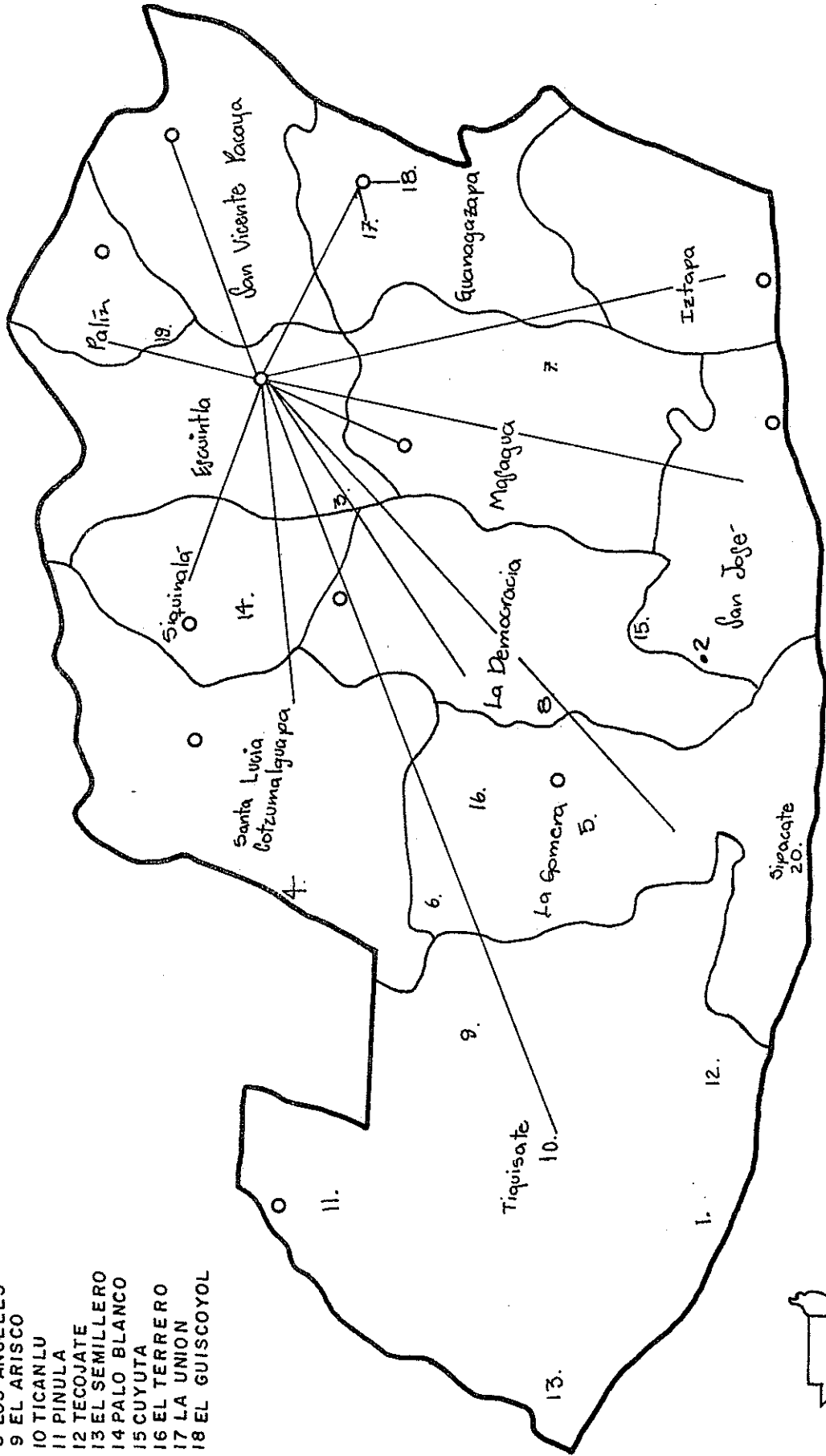
| | |
|--------------|--|
| (IV Deptal.) | EQUIPO IV PROYECTO DEPARTAMENTAL |
| T | EQUIPO TRASLADADO |
| E | EQUIPO EXISTENTE |
| _____ | ENLACE POR CABLE Y RADIO |
| | ENLACE POR FIBRA OPTICA |
| A | CAPACIDAD DE LINEAS DE LA CENTRAL Y CONCENTRADOR |
| (#) | CANTIDAD DE ABONADOS |
| B | TIPO DE CENTRAL Y CONCENTRADOR |
| #" | NUMERO DE PARES DEL CABLE |
| # Km | DISTANCIA EN KILOMETROS PARA EL CABLE |
| O. # | CALIBRE DE LOS CONDUCTORES DEL CABLE |
| MP | CABLE MULTIPAR |
| # CH | CAPACIDAD DEL ENLACE ANALOGICO (CANALES TRANSMISION) EN Mb/s. |
| #Mb/s | CAPACIDAD DEL ENLACE DIGITAL (VELOCIDAD DE TRANSMISION) |
| f.o. (=) | NUMERO DE HILOS DEL CABLE DE FIBRA OPTICA |

En la Fig. No.3.1 se localizan las poblaciones rurales del departamento de Escuintla contempladas en el Proyecto de Telefonía Rural IV fase.

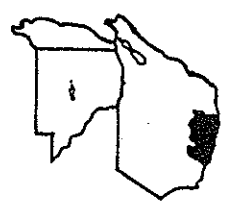
Fig 3.1

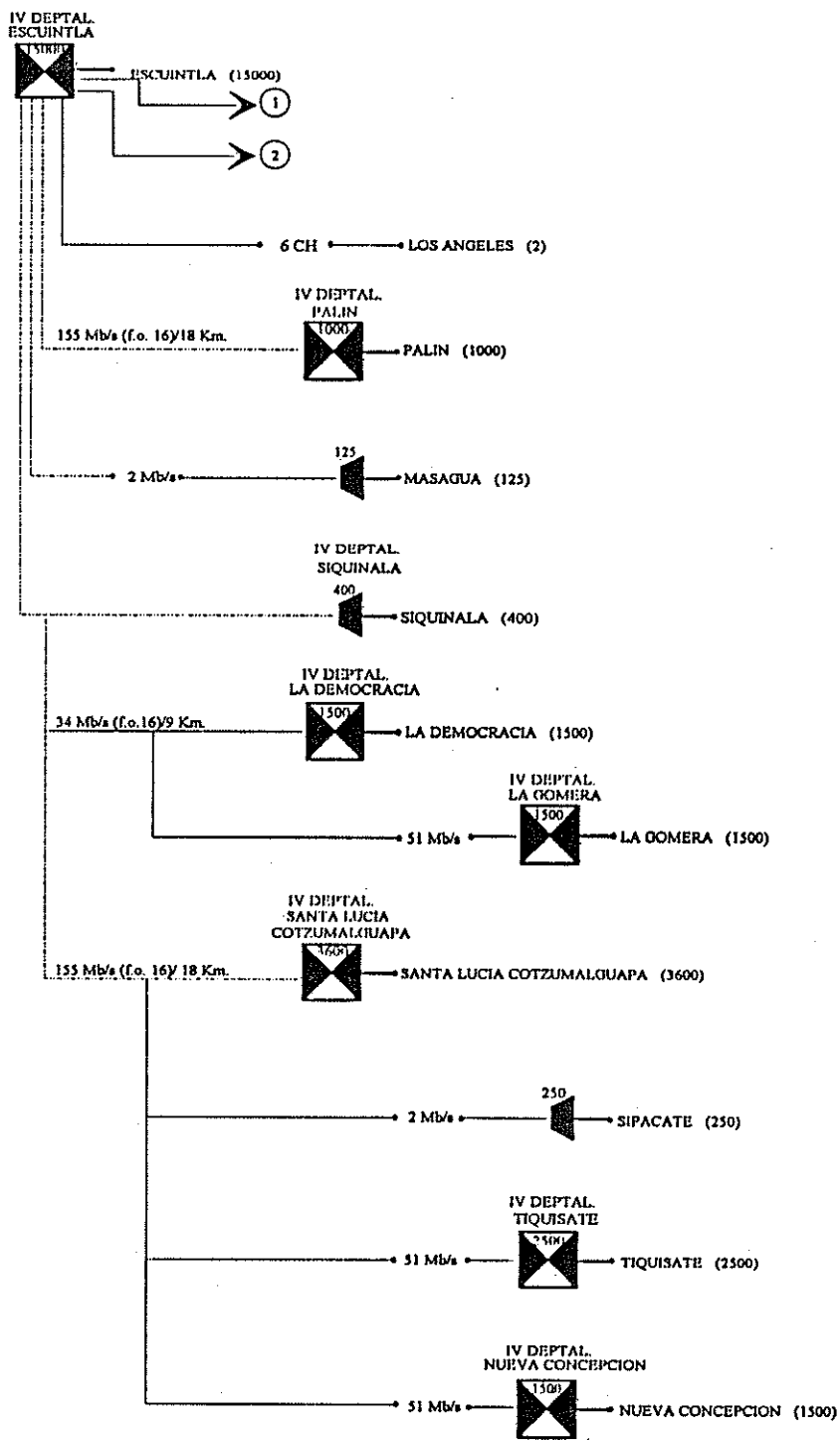
— 19 EL RODEO
 — 20 SIPACATE.

- 1 EL JABALI
- 2 OBERO
- 3 TEXCUACO
- 4 CENTRO URBANO II
- 5 Sr. JOSE CERRO COLORADO
- 6 CEIBA AMELIA
- 7 SAN ANDRES OSUNA
- 8 LOS ANGELES
- 9 EL ARISCO
- 10 TICANLU
- 11 PINULA
- 12 TECOJATE
- 13 EL SEMILLERO
- 14 PALO BLANCO
- 15 CUYUTA
- 16 EL TERRERO
- 17 LA UNION
- 18 EL GUISCOYOL



Localización Geografica de las poblaciones rurales de Escuintla contempladas en el Proyecto de telefonía rural IV fase.





DIVISION DE PLANEAMIENTO Y DISEÑO

PROYECTO: TELEFONIA RURAL IV FASE

DIAGRAMA DE ENRUTAMIENTO

ESCUINTLA

DISEÑO: GRUPO DE PLANEAMIENTO

FECHA: 1995

DISEÑO: CARLOS MOINO

DIBUJO

CUADRO No. 3.5.

A in Erl

B=1,0%

| k | | | | | | | | | | | | | | k=N | N | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|----|----|-----|-------|-----|
| 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 60 | 70 | 90 | | | 110 |
| | | | | | | | | | | | | | | | .0101 | 1 |
| | | | | | | | | | | | | | | | .153 | 2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | .455 | 3 |
| | | | | | | | | | | | | | | | .869 | 4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 1.36 | 5 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 1.91 | 6 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 2.50 | 7 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 3.13 | 8 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 3.78 | 9 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 4.46 | 10 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 5.16 | 11 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 5.88 | 12 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 6.61 | 13 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 7.35 | 14 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 8.11 | 15 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 8.88 | 16 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 9.65 | 17 |
| 10.4 | | | | | | | | | | | | | | | 10.4 | 18 |
| 11.1 | 11.2 | | | | | | | | | | | | | | 11.2 | 19 |
| 11.8 | 11.9 | 12.0 | | | | | | | | | | | | | 12.0 | 20 |
| 12.5 | 12.6 | 12.7 | 12.8 | | | | | | | | | | | | 12.8 | 21 |
| 13.2 | 13.3 | 13.4 | 13.5 | 13.7 | | | | | | | | | | | 13.7 | 22 |
| 13.9 | 14.0 | 14.1 | 14.3 | 14.4 | | | | | | | | | | | 14.5 | 23 |
| 14.6 | 14.7 | 14.9 | 15.0 | 15.1 | | | | | | | | | | | 15.3 | 24 |
| 15.3 | 15.4 | 15.6 | 15.7 | 15.8 | 16.1 | | | | | | | | | | 16.1 | 25 |
| 16.0 | 16.1 | 16.3 | 16.4 | 16.5 | 16.9 | | | | | | | | | | 17.0 | 26 |
| 16.7 | 16.9 | 17.0 | 17.1 | 17.3 | 17.6 | | | | | | | | | | 17.8 | 27 |
| 17.4 | 17.6 | 17.7 | 17.9 | 18.0 | 18.3 | | | | | | | | | | 18.6 | 28 |
| 18.1 | 18.3 | 18.5 | 18.6 | 18.7 | 19.1 | | | | | | | | | | 19.5 | 29 |
| 18.8 | 19.0 | 19.2 | 19.3 | 19.5 | 19.8 | 20.3 | | | | | | | | | 20.3 | 30 |
| 19.6 | 19.7 | 19.9 | 20.1 | 20.2 | 20.6 | 21.1 | | | | | | | | | 21.2 | 31 |
| 20.3 | 20.5 | 20.6 | 20.8 | 21.0 | 21.3 | 21.9 | | | | | | | | | 22.0 | 32 |
| 21.0 | 21.2 | 21.4 | 21.5 | 21.7 | 22.1 | 22.6 | | | | | | | | | 22.9 | 33 |
| 21.7 | 21.9 | 22.1 | 22.3 | 22.4 | 22.9 | 23.4 | | | | | | | | | 23.8 | 34 |
| 22.4 | 22.7 | 22.8 | 23.0 | 23.2 | 23.6 | 24.2 | 24.6 | | | | | | | | 24.6 | 35 |
| 23.2 | 23.4 | 23.6 | 23.8 | 23.9 | 24.4 | 25.0 | 25.4 | | | | | | | | 25.5 | 36 |
| 23.9 | 24.1 | 24.3 | 24.5 | 24.7 | 25.1 | 25.7 | 26.2 | | | | | | | | 26.4 | 37 |
| 24.6 | 24.9 | 25.1 | 25.3 | 25.4 | 25.9 | 26.5 | 27.0 | | | | | | | | 27.3 | 38 |
| 25.4 | 25.6 | 25.8 | 26.0 | 26.2 | 26.7 | 27.3 | 27.8 | | | | | | | | 28.1 | 39 |
| 26.1 | 26.3 | 26.6 | 26.8 | 27.0 | 27.4 | 28.1 | 28.6 | 29.0 | | | | | | | 29.0 | 40 |
| 26.8 | 27.1 | 27.3 | 27.5 | 27.7 | 28.2 | 28.9 | 29.4 | 29.8 | | | | | | | 29.9 | 41 |
| 27.6 | 27.8 | 28.1 | 28.3 | 28.5 | 29.0 | 29.7 | 30.2 | 30.6 | | | | | | | 30.8 | 42 |
| 28.3 | 28.6 | 28.8 | 29.0 | 29.2 | 29.8 | 30.4 | 31.0 | 31.4 | | | | | | | 31.7 | 43 |
| 29.0 | 29.3 | 29.6 | 29.8 | 30.0 | 30.5 | 31.2 | 31.8 | 32.2 | | | | | | | 32.5 | 44 |
| 29.8 | 30.0 | 30.3 | 30.5 | 30.8 | 31.3 | 32.0 | 32.6 | 33.0 | 33.4 | | | | | | 33.4 | 45 |
| 30.5 | 30.8 | 31.1 | 31.3 | 31.5 | 32.1 | 32.8 | 33.4 | 33.9 | 34.3 | | | | | | 34.3 | 46 |
| 31.2 | 31.5 | 31.8 | 32.1 | 32.3 | 32.9 | 33.6 | 34.2 | 34.7 | 35.1 | | | | | | 35.2 | 47 |
| 32.0 | 32.3 | 32.6 | 32.8 | 33.0 | 33.6 | 34.4 | 35.0 | 35.5 | 35.9 | | | | | | 36.1 | 48 |
| 32.7 | 33.0 | 33.3 | 33.6 | 33.8 | 34.4 | 35.2 | 35.8 | 36.3 | 36.7 | | | | | | 37.0 | 49 |
| 33.5 | 33.8 | 34.1 | 34.3 | 34.6 | 35.2 | 36.0 | 36.6 | 37.1 | 37.5 | 37.9 | | | | | 37.9 | 50 |
| 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 60 | 70 | 90 | 110 | k=N | N |

| GUATEL PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE EQUIPAMIENTO REQUERIDO POR POBLACION CONMUTACION, PLANTA EXTERNA | | | | | | | |
|---|-----------------|---------------|-------|-------|-----------------|-------|----------------|
| DEPARTAMENTO: ESCUINTLA | | | | | | | |
| SITIO O POBLACION | CONMUTACION | | | | | | PLANTA EXTERNA |
| | CENTRA 500 L | UNIDAD REMOTA | | | CONCENT DIGITAL | | LINEAS ABONADO |
| | | 300 L | 350 L | 400 L | 125 L | 250 L | |
| GUANAGAZAPA | | | | | 1 | | 125 |
| MASAGUA | | | | | 1 | | 125 |
| LOS ANGELES | | | | | | | 2 |
| SIPACATE | | | | | | 1 | 250 |
| EL JABALI | | | | | | | 60 |
| EL ARISCO | | | | | | | 2 |
| SAN JOSE CERRO COLO | | | | | | | 60 |
| TICANLU | | | | | | | 2 |
| PINULA | | | | | | | 2 |
| TEXCUACO | | | | | | | 60 |
| TECOJATE | | | | | | | 2 |
| EL SEMILLERO | | | | | | | 2 |
| PALO BLANCO | | | | | | | 2 |
| CENTRO URBANO II | | | | | | | 60 |
| CAYUTA | | | | | | | 2 |
| CEIBA AMELIA | | | | | | | 32 |
| LA UNION | | | | | | | 1 |
| EL GUISCOYOL | | | | | | | 1 |
| OBERO | | | | | | | 60 |
| EL RODEO | | | | | | | 1 |
| SAN ANDRES OSUNA | | | | | | | 32 |
| EL TERRERO | | | | | | | 2 |
| CERRO CHINO | | | | | | | |
| LA SELVA | | | | | | | |
| CALDERAS | | | | | | | |
| CERRO ALUX | | | | | | | |
| TOTALES | | | | | 2 | 1 | 885 |

| GUATEL PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE EQUIPAMIENTO POR POBLACION TRANSMISION | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|-----------|---|----|-------------------|----|-----|--------|--------------------------|---------------------------|----|-----|-----|--------------------------|---|----|----|
| DEPARTAMENTO: | | ESCUINTLA | | | | | | | | | | | | | | | |
| SITIO O POBLACION | MULTIACCESO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | RADIO Tx/Rx (Mb) | | | | MULTIPLEX (ORDEN) | | | | ESTACION CENTRA 512 L | ESTACION REPETIDORA (Ab.) | | | | ESTACION DE ABONADO (Ab) | | | |
| | 0.7 | 2 | 8 | 34 | 1er | 2o | 3er | 2o-3er | | 0 | 48 | 128 | 256 | 4 | 8 | 32 | 60 |
| GUANAGAZAPA | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| MASAGUA | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LOS ANGELES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SIPACATE | | 2 | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| EL JABALI | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| EL ARISCO | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| SAN JOSE CERRO COLO | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| TICANLU | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PINULA | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| TEXCUACO | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| TECOJATE | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| EL SEMILLERO | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| PALO BLANCO | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| CENTRO URBANO II | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| CUYUTA | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| CEIBA AMELIA | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| LA UNION | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EL GUISCOYOL | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| OBERO | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| EL RODEO | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| SAN ANDRES OSUNA | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| EL TERRERO | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| CERRO CHINO | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| LA SELVA | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| CALDERAS | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| CERRO ALUX | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| TOTALES | | 6 | | | | | | | | 2 | | 1 | 1 | 7 | | 2 | 5 |

| GUATEL PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE EQUIPAMIENTO REQUERIDO POR POBLACION ENERGIA Y AIRE ACONDICIONADO | | | | | | | | |
|--|------------------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------|-----------|----------------|
| SITIO O POBLACION | ENERGIA Y AIRE ACONDICIONADO | | | | | | | |
| | RECTIF | BANCO BATERIA | MOTOR- GENER. | EXT LINEA (Km) | SISTEMA TIERRA | PANEL SOLAR | REGULA | AIRE ACONDI |
| GUANAGAZAPA | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 |
| MASAGUA | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 |
| LOS ANGELES | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 |
| SIPACATE | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| EL JABALI | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | |
| EL ARISCO | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| SAN JOSE CERRO COLORADO | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | |
| TICANLU | | | | | | | | |
| PINULA | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| TEXCUACO | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| TECOJATE | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| EL SEMILLERO | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | |
| PALO BLANCO | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| CENTRO URBANO II | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | |
| CUYUTA | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| CEIBA AMELIA | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| LA UNION | | | | | | | | |
| EL GUISCOYOL | | 1 | | | 1 | 1 | 1 | |
| OBERO | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| EL RODEO | | | | | | | | |
| SAN ANDRES OSUNA | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| EL TERRERO | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| CERRO CHINO | | | | | | | | |
| LA SELVA | | | | | | | | |
| CALDERAS | | | | | | | | |
| CERRO ALUX | | | | | | | | |
| TOTALES | 13 | 19 | | | 19 | 6 | 19 | 3 |

| GUATEL PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE EQUIPAMIENTO REQUERIDO POR POBLACION TRANSMISION | | | | | | | |
|---|---|-----------|-----------------|---------------|-------|---------|----------|
| DEPARTAMENTO: | | ESCUINTLA | | | | | |
| SITIO O POBLACION | SISTEMAS PCM POR CABLE / DISTRIBUCION POR CABLE | | | | | | |
| | TERMIN DE LINE | REGENE | CABLE | | POSTE | POZOS | |
| | | | TIPO, CAP / CAL | LONGITUD (Km) | | TIPO IV | TIPO VII |
| GUANAGAZAPA | | | MP 150/0.6 | 0.75 | | | |
| MASAGUA | | | | | | | |
| LOS ANGELES | | | | | | | |
| SIPACATE | | | | | | | |
| EL JABALI | | | | | | | |
| EL ARISCO | | | | | | | |
| SAN JOSE CERRO COLO | | | | | | | |
| TICANLU | | | MP 10"/0.4 | 3.5 | | | 2 |
| PINULA | | | | | | | |
| TEXCUACO | | | | | | | |
| TECOJATE | | | | | | | |
| EL SEMILLERO | | | | | | | |
| PALO BLANCO | | | | | | | |
| CENTRO URBANO II | | | | | | | |
| CUYUTA | | | | | | | |
| CEIBA AMELIA | | | | | | | |
| LA UNION | | | | | | | |
| EL GUISCOYOL | | | | | | | |
| BERO | | | | | | | |
| EL RODEO | | | | | | | |
| SAN ANDRES OSUNA | | | | | | | |
| EL TERRERO | | | | | | | |
| CERRO CHINO | | | | | | | |
| LA SELVA | | | | | | | |
| CALDERAS | | | | | | | |
| CERRO ALUX | | | | | | | |
| TOTALES | | | | 4.25 | | | 2 |

| GUATEL PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE EQUIPAMIENTO POR POBLACION OBRA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|-----------|----|---------------------------|-----|-----|---------------|--------------------|----|----|----|-----------------|----|----|---------------|----|
| DEPARTAMENTO: | | ESCUINTLA | | | | | | | | | | | | | | |
| SITIO O POBLACION | OBRA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CASETA (m ²) | | | TERRENO (m ²) | | | CAMIN (Km) | TORRE AUTOSOP. (m) | | | | TORRE ARRIOST (| | | MASTI 18 m | |
| | 9 | 20 | 60 | 20 | 100 | 700 | | 18 | 24 | 30 | 40 | 18 | 24 | 30 | | |
| GUANAGAZAPA | | 1 | | | | 1 | | | | | 1 | | | | | |
| MASAGUA | | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | |
| LOS ANGELES | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| SIPACATE | | 1 | | | | 1 | | | | 1 | | | | | | |
| EL JABALI | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | |
| EL ARISCO | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| SAN JOSE CERRO COLO | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| TICANLU | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PINULA | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| TEXCUACO | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| TECOJATE | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| EL SEMILLERO | 1 | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | | |
| PALO BLANCO | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| CENTRO URBANO II | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| CUYUTA | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| CEIBA AMELIA | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| LA UNION | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| EL GUISCOYOL | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| OBERO | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| EL RODEO | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| SAN ANDRES OSUNA | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| EL TERRERO | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | 1 | |
| CERRO CHINO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LA SELVA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CALDERAS | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CERRO CHINO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOTALES | 18 | 3 | | 18 | 3 | | | | | 3 | | | | 1 | 2 | 15 |

CAPITULO IV.

4. DISEÑO DEL MEDIO DE INTERCONEXION.

4.1 DISEÑO DEL ENLACE POR CABLE MULTIPAR, ENTRE EL SEMILLERO Y LA ALDEA TICANLU.

En el Semillero estará instalado un equipo terminal de abonado por multiacceso digital, que permite enlazar por cable multipar la aldea Ticanlú. De acuerdo con el estudio de campo realizado en Ticanlú, se necesitan instalar dos líneas telefónicas para dar servicio a dos teléfonos comunitarios. Para elaborar este diseño, se seguirán los pasos siguientes:

a) Inspección y medición de la ruta del cable.

El camino de acceso está en buenas condiciones: no existen puentes ni pendientes, el recorrido se hizo de una población a otra y se midieron 3.5 km. Con estos datos, se concluye que el cable puede ir directamente enterrado.

b) Número de pozos.

La longitud de los carretes que entrega la fábrica, tiene tramos de 1.5 km: entonces para calcular el número de pozos, se hace de la siguiente manera:

$$\text{Número de pozos} = (3.5 \text{ km}) / (1.5 \text{ km}) = 2.33 \text{ pozos.}$$

Por lo que se necesitan 3 pozos, pero son suficientes 2, debido a que al finalizar el segundo pozo, llegamos directamente a los abonados comunitarios.

c) Diámetro de los hilos del multipar.

De acuerdo con el cuadro No.1.1, del Anexo No.1, se seleccionó el diámetro del multipar, que es de 0.4 mm, que produce pérdidas de 1.63 dB/km, que se determinó de acuerdo con la distancia entre los puntos a enlazar.

Para el cálculo de las pérdidas que producirá este enlace de 1.5 km, se procede así:

$$\text{Total de pérdidas} = (3.5 \text{ km})(1.63 \text{ dB/km}) = 5.00 \text{ dB.}$$

Las normas internacionales recomiendan tener un valor menor de 10 dB, para obtener una buena calidad de frecuencia vocal, en el enlace, por lo que en este caso se tiene un excelente resultado.

d) Capacidad del cable.

Se elegirá un cable de 10 pares debido a que es el de menor capacidad que existe en el mercado y si se presenta una

ampliación, que permitirá la instalación de nuevas líneas.

e) Tipo de instalación.

La instalación del cable se hará directamente enterrado por que las condiciones del terreno lo permiten.

4.2 DISEÑO DEL RADIOENLACE DIGITAL ENTRE SIPACATE Y SANTA LUCIA COTZUMALGUAPA.

Para realizar dicho diseño, se seguirán los pasos siguientes:

a) Asignación de frecuencias.

Se eligió para la frecuencia de trabajo de 2Exp9 hertz (2 gigahertz), para un radio transmisor de 2 Mb/s.

b) Medición de la distancia del enlace.

Por medio del mapa con escala de 1:50.000. se determinó la distancia en línea recta, entre los puntos considerados, que es de 46.3 km.

c) Cálculo de altura de antenas.

Este cálculo se hará fijando la altura de la torre 2 que será de 20 m situada en Sta. Lucía Cotzumalguapa.

De acuerdo con la ecuación No.1 del Anexo No.1. que se repite aquí para mayor claridad, tenemos:

$$h_1 = (d/d_2)(h_0 + h_s) - (d_1/d_2)(h_{g2} + h_2) + (d * d_1) / (2Ka) - h_{g1} \quad (Ec-1)$$

y la Fig. No.1.9 del Anexo No.1, procedemos como sigue:

Datos:

h_{g1} = altura de Sipacate = 5 m.

h_2 = altura de antena 2 en Sta. Lucía Cotz. = 20 m.

K = coeficiente efectivo del radio de la tierra = 4/3

a = radio de la tierra = 6378 km.

h_{g2} = altura de Sta. Lucía Cotz = 390 m

h_s = altura del punto crítico = 15 m

d_1 = distancia de Sipacate al punto crítico = 2 km.

d_2 = distancia de Sta. Lucía Cotz. al punto crítico = 44.3 km

$$h_0 = \sqrt{(\mu * d_1 * d_2) / d} \text{ metros} \quad (Ec-2)$$

h_0 = radio del primer elipsoide de la zona de Fresnel en el punto crítico.

$\mu = c/f$: donde c = velocidad de la luz = 300,000 km/seg.
 $f = 2 \text{ GHz}$ = frecuencia de trabajo

y sustituyendo valores en (Ec.2), tenemos:

$$h_0 = 13.29 \text{ m.}$$

El punto crítico, para la señal de radiofrecuencia entre Sipacate y Santa Lucía Cotzumiguapa, es el punto más elevado del terreno, entre las dos poblaciones a enlazar y debido a que este punto está más cerca a la zona de Fresnel, se le denomina; punto crítico, y está a 2 km de Sipacate, según el perfil, Fig. No. 4.3.

Sustituyendo valores en la (Ec-1), tenemos:

$$h_1 = 21.18 \text{ m.}$$

4.2.1 CALCULO REAL DE LA DISTANCIA DEL ENLACE.

Debido a que la distancia medida sobre el mapa, se trazó horizontalmente, sin tomar en cuenta la curvatura de la tierra, entonces, debemos calcular la distancia real de una estación a otra, que está dada por la ecuación:

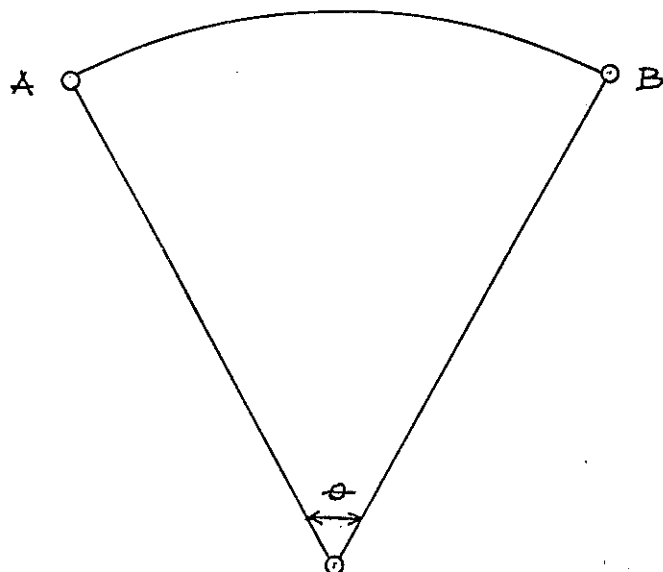
$$AB = \frac{2\pi a}{360}(\theta) \quad (\text{Ec-3})$$

Para encontrar θ , utilizaremos la siguiente ecuación:

$$\cos\theta = \cos[(\pi/2)-y_1]\cos[(\pi/2)-y_2] + \sin[(\pi/2)-y_1]\sin[(\pi/2)-y_2] \cos(a_1-a_2) \quad (\text{Ec-4})$$

y la Fig. No.4.1.

Fig. No.4.1.



A=Sipacate
B=Stá.Lucía Cotz.

Donde:

a1= longitud del punto A en grados= 91.15°
 a2= longitud del punto B en grados= 91.03°
 y1= latitud del punto A en grados = 13.93°
 y2= latitud del punto B en grados = 14.33°

Que son las coordenadas de los puntos A y B.

Sustituyendo valores en (Ec-4), tenemos:

$\theta = 0.4177^\circ$ y de acuerdo a la (Ec-3), la distancia real es:

AB= 46.44 km.

Distancia real = 46.44 km | (-)
 Distancia medida = $\frac{46.30 \text{ km}}{0.14 \text{ km}}$

Debido a que la diferencia entre la distancia real y la medida tomada horizontalmente es pequeña e igual a 0.14 km. no introduce error en los cálculos:

4.2.2 CALCULO DEL PUNTO DE REFLEXION.

4.2.2.1 ONDA REFLEJADA.

Quando no existe obstáculo en el trayecto de propagación. se debe calcular la onda reflejada y su punto de reflexión. para determinar, de acuerdo con la rugosidad del terreno. las pérdidas por dicho efecto. Utilizaremos la ecuación:

$$d_1 = (d/2)(1+b) \quad (\text{Ec-5})$$

Donde:

d1= distancia de Sipacate al punto de reflexión
 d = distancia total del enlace = 46.3 km
 b = parámetro que depende de c & m

Para calcular "c", lo hacemos con la ecuación:

$$c = \frac{(h_1 - h_2)}{(h_1 + h_2)} \quad (\text{Ec-6})$$

Donde h1 = 390 m.
 h2 = 25 m.

Sustituyendo valores en (Ec-6) tenemos que:

c= 0.88

y para calcular "m" con la ecuación:

$$m = \frac{d^2}{4ka(h_1+h_2)} \quad (\text{Ec-7})$$

Sustituyendo valores en (Ec-7) tenemos que:

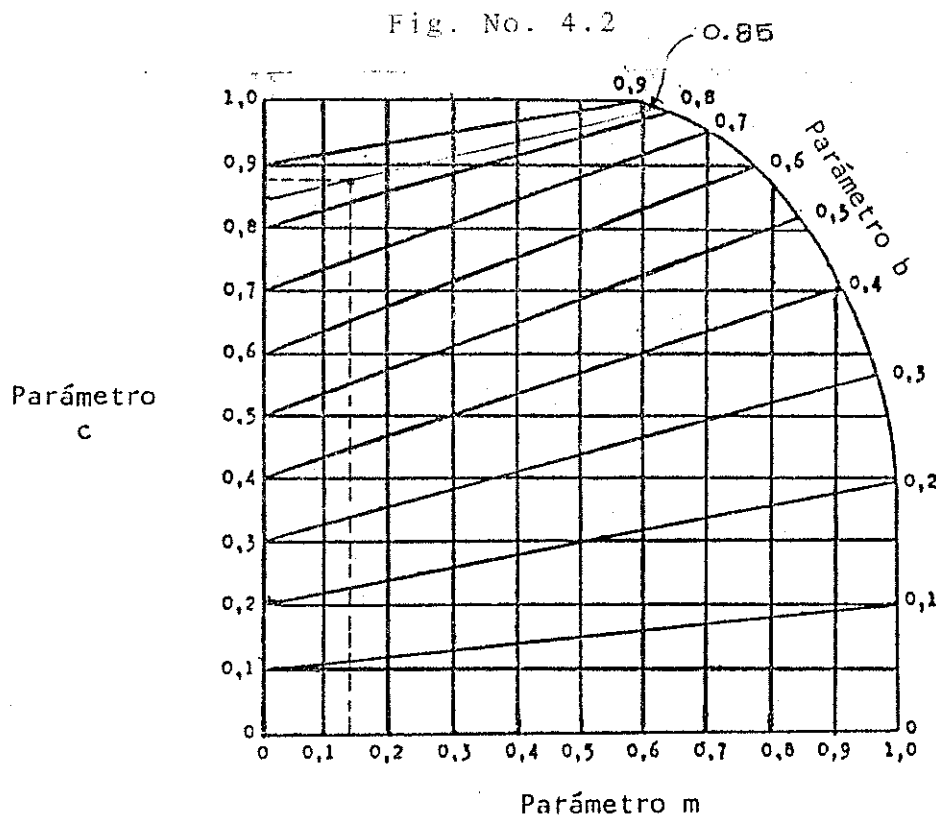
$$m = 0.152$$

Determinados los valores de $c = 0.88$ y $m = 0.152$, nos referimos a la Fig. No. 4.2, la cual, es una gráfica que relaciona los parámetros b , c y m . Buscamos en el eje horizontal, el valor de "m" y en el eje vertical el valor de "c", entonces trazamos una línea horizontal paralela a "m" y otra vertical paralela a "c" y en la intersección de estas líneas, encontramos el valor de $b = 0.85$, que es el parámetro buscado.

Sustituyendo $b = 0.85$ encontrado, y la distancia total del enlace $d = 46.3$ km en la (Ec-5), obtenemos:

$$d_1 = 2.32 \text{ km,}$$

que es la distancia de Sipacate al punto de reflexión.



4.2.2.2 ANALISIS DEL PUNTO CRITICO.

El punto crítico es la altura del obstáculo que está más cercana a la zona de Fresnel y puede crear problemas para la propagación, por lo que calcularemos la zona despejada así:

Del perfil del enlace entre Sipacate y Santa Lucía Cotzumalguapa (Fig. No. 4.3), se deduce que el punto crítico está localizado a 2 km de Sipacate, con una altura aproximada de 10 m, y al utilizar la ecuación para el margen de despeje tenemos:

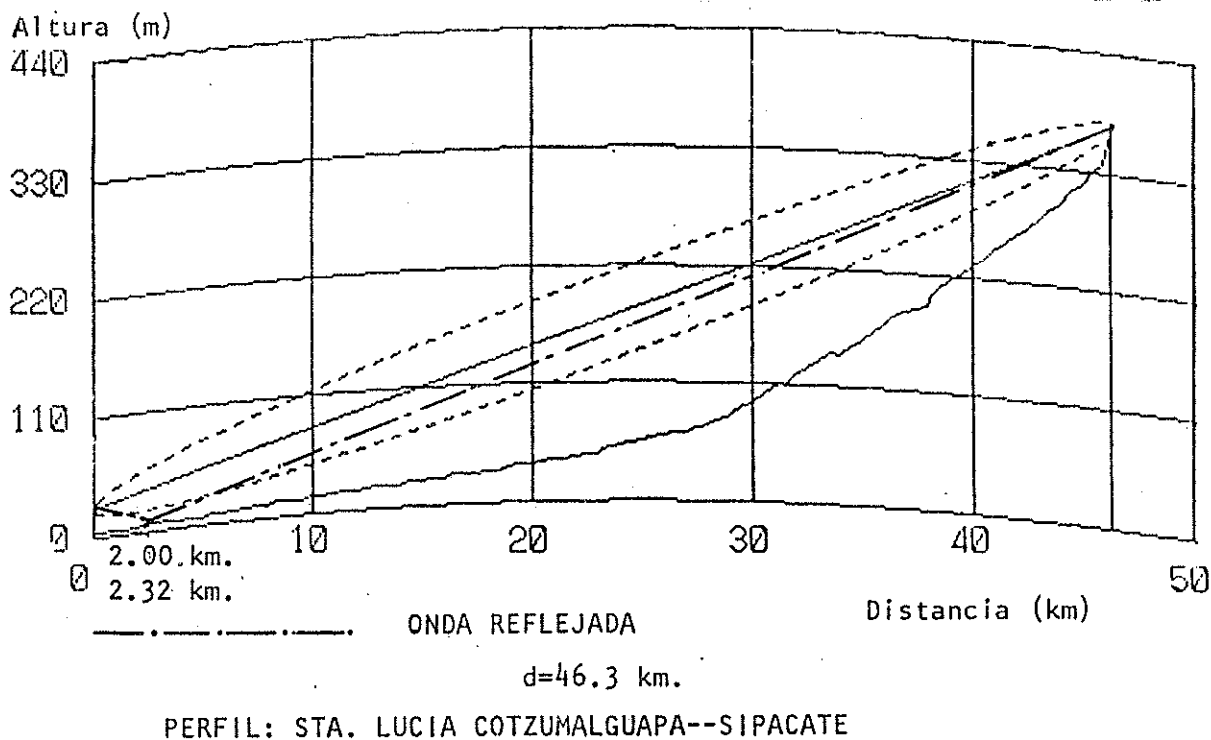
$$M.D. = hc/ho \quad (Ec-8)$$

Donde "ho" fue deducido en el numeral 4.2 inciso c) y

$$hc = h1 - \frac{d1(h1-h2)}{d2} - \frac{d1*d2}{2ka} - hs \quad (Ec-9)$$

h1 = altura de Sipacate + altura antena1 = 5 + 21.18 = 26.18 m.
 h2 = altura de Sta. Lucía C. + altura antena2 = 370 + 20 = 390
 hs, k y a, fueron definidos anteriormente.

Fig. No. 4.3



Sustituyendo valores en (Ec-9), tenemos que:

$$h_c = 26.37 \text{ m.}$$

Sustituyendo h_c y h_o en (Ec-8), tenemos que:

$$M.D. = 1.58$$

Para no interferir en la zona de Fresnel, este valor debe ser $M.D > 1$. Por lo que estamos dentro del rango, que indica que el punto crítico no representa ningún problema de obstáculo para la señal.

4.2.2.3 CALCULO DE LA POTENCIA DE RECEPCION.

Para determinar potencia de recepción, se utiliza la ecuación siguiente:

$$Prx = Ptx - (a_0 - G_t + a_1 + a_2) \quad (Ec-10)$$

Donde

Ptx = potencia de Tx = 40 dBm. - dato del fabricante de los equipos de transmisión.

$a_0 = 92.4 + 20 \log(d) \text{ km} + 20 \log(f) \text{ G.hz} = 131.7 \text{ dB}$ de pérdidas en el espacio libre.

d = distancia total del enlace = 46.3 km.

G_t = Ganancia de Antena1 + Ganancia de Antena2

$G_t = 33.3 + 33.3 = 66.6 \text{ dB}$; datos del fabricante

a_1 = pérdidas en los alimentadores 3.5 dB/100/m; pérdidas por cada 100 metros, considerando un recorrido interno de 10 metros tenemos:

$$(20 + 10) + (21.18 + 10) = 41.18 \text{ m.}$$

a_2 = atenuación de los derivadores + conectores = 1.5 por c/u.

$$1.5 + 1.5 = 3 \text{ dB.}$$

Que sustituyendo valores en la (Ec-10), tenemos que:

$$Prx = -30 \text{ dB}$$

Esta potencia de recepción es buena, para los propósitos del enlace y está dentro de las especificaciones del equipo que pueden proveer los oferentes.

Para la elaboración de este trabajo, se utilizó un programa que elabora el perfil y se determina la altura de torres, las pérdidas, el punto crítico y otros parámetros.

4.3 DETERMINACION DE LA OBRA CIVIL.

En Sipacate se construirán las bases para la torre; se adquirirá un terreno de 100 metros cuadrados de extensión para construir una caseta formal de terraza de 20 metros cuadrados, para alojar el concentrador, el equipo de conmutación, el equipo de transmisión y el aire acondicionado correspondiente.

4.4 DETERMINACION DE LA ALIMENTACION DE ENERGIA ELECTRICA Y EL AIRE ACONDICIONADO.

Para cuantificar este equipo, se tomó en cuenta el consumo de los equipos de transmisión y conmutación, la iluminación básica para mantenimiento y el aire acondicionado, así como también la existencia de energía comercial.

- 1 Acometida de 110/220 volts. monofásico, 5 KVA.
- 1 Rectificador de 48 volts. y 15 amperios.
- 1 Regulador de voltaje.
- 1 Sistema de tierras con pararrayos.
- 1 Banco de baterías de 84 Amp-hora.
- 1 Sistema de aire acondicionado de 12,000 BTU, tipo ventana.

Esto es lo necesario, para las poblaciones donde existe energía eléctrica y el equipo que se instale es un concentrador digital.

Para la cuantificación del equipo de Conmutación y Transmisión, se hizo un ejemplo en el Cap.III, numeral 3.2 y 3.3 respectivamente, para Planta Externa en el numeral 3.4, para Energía eléctrica y Aire Acondicionado, numeral 3.5 y Obra Civil, numeral 3.6.

El equipamiento completo para todas las poblaciones consideradas se presenta en los cuadros Nos. 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 y 3.15 del Cap.III.

CAPITULO V.

5. EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL.

5.1 COSTOS POR POBLACION.

Con los cuadros de los costos de montaje y equipamiento por población, se procedió a elaborar un resumen de los costos, como se detalla en el cuadro No.5.1.

Cuadro No. 5.1. RESUMEN DE LOS COSTOS POR POBLACION

| POBLACION | COSTO (\$) |
|-----------------------|------------|
| Guanagazapa | 249,205.50 |
| Masagua | 238,551.00 |
| Los Angeles | 11,440.00 |
| Sipacate | 321,231.00 |
| El Jabalí | 88,862.00 |
| El Arisco | 32,152.00 |
| San.José Cer.Colorado | 87,612.00 |
| Ticanlú | 14,374.00 |
| Pinula | 32,152.00 |
| Texcuaco | 89,912.00 |
| Tecoate | 32,152.00 |
| El Semillero | 33,652.00 |
| Palo Blanco | 32,151.00 |
| Centro Urbano II | 87,612.00 |
| Cuyuta | 32,152.00 |
| Ceiba Amelia | 60,970.00 |
| La Unión | 8,270.00 |
| El Güisoyol | 9,690.00 |
| Obero | 89,912.00 |
| San Andrés Osuna | 60,970.00 |
| El Terrero | 31,159.00 |

5.2 COSTOS DEL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA.

Analizando el cuadro No. 5.2, del resumen de los costos, se puede notar que el costo total para el departamento de Escuintla asciende a: \$ 2,454,695.81. Esta cantidad incluye los siguientes rubros y cuyos porcentajes, están en función de los gastos totales de Equipamiento y Montaje, calculados en base al cuadro No. 4.2.

| | | |
|---------------------------|------|---|
| Herramientas y accesorios | 0.30 | % |
| Repuestos | 9.00 | % |
| Manuales y documentación | 0.05 | % |
| Capacitación | 0.13 | % |
| Desaduanaje y transporte | 5.00 | % |
| Imprevistos | 1.00 | % |

Los cuadros Nos.5.3 y 5.4 muestran los costos de equipamiento y montaje, respectivamente, para el departamento de Escuintla.

Como un ejemplo, se presenta en el Cuadro No.5.5 la estimación de costos de montaje y equipamiento para Sipacate, que es de:

\$321,231.00

También se incluye el cuadro No.5.6, de la única población enlazada por cable multipar, que tiene un costo de

\$11,563.50.

Debido a que las demás poblaciones también fueron enlazadas por radio, se utilizó el mismo procedimiento para determinar sus costos de montaje y equipamiento, por lo que no se incluyen los cuadros.

5.3 ESTUDIO FINANCIERO DEL PROYECTO.

5.3.1 INTRODUCCION.

Los estudios económicos relativos a proyectos de capital se deben elaborar de tal manera que incluyan consideraciones acerca del rendimiento que producirá o que debe producir un proyecto dado. No obstante lo anterior, no todas las decisiones económicas se toman únicamente con base en una tasa de rendimiento. Dado que los patrones de inversiones de capital, de flujos de ingresos y de flujos de gastos, pueden ser diferentes en varios proyectos, no existe un método único para la elaboración de estudios económicos que sea ideal para todos los casos. Hay casos en que todos los métodos, se puedan aplicar en forma válida, siempre y cuando cada uno de ellos se interprete de manera apropiada.

Los métodos básicos para la elaboración de estudios financieros se enumeran a continuación:

- Tasa interna de rendimiento(T.I.R)
- Tasa explícita de rendimiento sobre reinversión (T.E.R)
- Valor anual (V.A)
- Valor actual neto (VAN)

Se debe hacer notar que los resultados que se obtienen utilizando los cuatro métodos anteriores para la elaboración de estudios económicos son los mismos cuando se interpretan correctamente y son aplicables a la situación planteada en este estudio. Para el presente análisis, se utilizará el Valor Actual Neto.

5.3.2 ASPECTOS FINANCIEROS.

Para llevar a cabo la ejecución del presente proyecto, es necesario obtener los recursos financieros, que permitan la compra de los equipos de telecomunicaciones, la compra de los terrenos para las casetas de protección de los mismos, así como su instalación y operación.

La Empresa Guatemalteca de Telecomunicaciones GUATEL actualmente no cuenta con recursos monetarios disponibles para la realización del proyecto. Para desarrollar parte de la infraestructura de obra civil necesaria, se podría realizar con el apoyo de las comunidades que contarán con el servicio telefónico.

Para captar los fondos necesarios, se estudiarán tres fuentes de financiamiento externo, con las cuales, GUATEL, podría contar en un momento determinado:

- a) Banco Regional de Desarrollo.
- b) Crédito de Proveedores.
- c) Banco Comercial Internacional.

El estudio y la evaluación de las fuentes de financiamiento del proyecto, requiere de un flujo de fondos. Para evaluar cada una de las alternativas mencionadas anteriormente y elegir la mejor en relación con el Valor Actual Neto(VAN), por lo que se toma en cuenta lo siguiente:

- a) Costos totales(cuadro No. 5.2.)
- b) Ingresos promedio por abonado: nacional e internacional
- c) Año en que entrará en funcionamiento el proyecto(1998)
- d) Plan de instalación

| | | |
|---|---|---------------|
| 1.- Líneas que se instalarán con servicio domiciliario..... | = | 1,040 |
| 2.- Líneas que se instalarán con servicio comunitario..... | = | 45 |
| | | Total = 1,085 |

5.3.3 PROGRAMA DE INVERSION.

Tiene por objeto distribuir en el tiempo los gastos de inversión de cada etapa de ejecución del proyecto.

Para el equipamiento, el pago se hará, así:

- a) El 25% a la presentación de la póliza de embarque, factura, lista de embalaje y póliza del seguro.
- b) El otro 25%, al recibir en bodega de GUATEL, los equipos, materiales y accesorios.
- c) El otro 25%, al estar los equipos instalados.
- d) El 25% restante, al recibir GUATEL, toda la instalación

del equipo, bienes y accesorios para que entren en funcionamiento.

Se cancelará el 50% del costo del equipo en el segundo semestre de 1997, 25% en el primer semestre de 1998 y el otro 25% en el primer semestre de 1999.

Se considera que el primer pago del montaje, según el programa de ejecución, se efectuará en el segundo semestre de 1997 y el pago final, en el primer semestre de 1998. En esta fecha, está programada la recepción de la primera parte del proyecto.

En el cuadro No.5.7 se presenta la distribución en el tiempo de la ejecución del proyecto y el cuadro No.4.8, contiene el programa de inversión.

5.4 DETERMINACION DE LA MEJOR OPCION DE FINANCIAMIENTO.

5.4.1 FLUJO DE FONDOS.

El flujo de fondos consiste en determinar la diferencia entre los costos y los beneficios de un proyecto, a efecto de evaluar la posibilidad de su realización. El flujo de fondos anual es el beneficio neto por cada año del proyecto, y proporciona una visión de conjunto de los costos, del flujo total de fondos y del beneficio neto y, además, proporciona la base para calcular el valor temporal del dinero e indica cualquier año de flujo de fondos negativo que pudiera afectar al proyecto. Esto se obtiene durante la vida estimada de dicho proyecto.

Se presentan los flujos de fondos en los cuadros Nos.5.9a, 5.9b, 5.10a, 5.10b, 5.11a, 5.11b, con el Valor Actual Neto (VAN). El comportamiento de la deuda adquirida en el tiempo se observa en los cuadros Nos.5.12, 5.13 y 5.14.

5.4.2 VALOR ACTUAL NETO(VAN).

El Valor Actual Neto evalúa los beneficios netos del proyecto, por medio de la comparación de los costos y de los beneficios y se utiliza para decidir, si un proyecto debiera financiarse. Un VAN positivo indica que el rendimiento proyectado de la inversión es viable y esto asegura su rentabilidad.

De las tres alternativas de financiamiento, se utilizará para su aplicación, la del BANCO REGIONAL DE DESARROLLO, debido a que es el mayor de los tres y positivo. Esto se logra, ya que estas instituciones favorecen la infraestructura económica y el desarrollo de los países

5.5 IMPACTO SOCIO-ECONOMICO.

La introducción de la telefonía rural en el país y en particular, en el departamento de Escuintla, ocupa una posición importante en el desarrollo socio-económico de esta región, por lo que a continuación, se describe el impacto que producen las telecomunicaciones en el área rural.

- a) Habrá medios de comunicación, los cuales son un impacto directo.
- b) Se superan problemas de distancia, lo que permite acortar distancias y ahorrar tiempo, en caso de emergencias y al comercio.
- c) Se aumenta la actividad económica de la población, lo que trae como consecuencia, que el mercado nacional se amplíe, progrese el desarrollo industrial, y esto se represente directamente en la población.
- d) Habrá un acercamiento entre el área rural y el área urbana y por lo tanto, una aceptable estabilidad social.
- e) Se podrá evitar la gran migración de personas, a las poblaciones urbanas.
- f) Se modernizará la agricultura, debido al intercambio de información científica en cuanto al cuidado de sus cultivos.
- g) Aumentará la comercialización de sus productos, no sólo hacia la ciudad capital sino también hacia el extranjero.
- h) Se estimulan las industrias agrícolas y habrá mejores condiciones de trabajo, por lo que aumentarán los ingresos del trabajador.
- i) El desarrollo de la industria artesanal, sufrirá un incremento considerable.
- j) Las transacciones comerciales, monetarias (préstamos bancarios), se podrán efectuar en menor tiempo.
- k) Los servicios administrativos y gubernamentales, van a prestar un mejor servicio, así como los centros de salud, por lo que mejorará la asistencia médica.
- l) Se promoverá el bienestar de la población en todos sus ordenes.
- m) Se promoverá el entusiasmo y participación activa en el desarrollo de la economía en general.
- n) La educación y otros servicios sociales se verán mejorados.
- o) Los recursos humanos se desarrollarán en forma considerable.

Además, de que financieramente el proyecto es rentable, también tiene un gran impacto socio-económico, por lo que se debe poner en marcha lo mas pronto posible. Por otro lado, contribuirá enormemente al desarrollo de las comunidades rurales, así como también a aumentar los beneficios económicos, agrícolas y sociales derivados de su ejecución. Estos son entes compensatorios del monto total de la inversión.

| GUATEL | | | | |
|----------------------------------|------------------------------|---------------------|------------------|----------------|
| PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE | | | | |
| RESUMEN DE COSTOS | | | | |
| DEPARTAMENTO | | ESCUINTLA | | |
| No. | EQUIPO/OBRA | COSTO EQUIPAMIEN | COSTO MONTAJE | COSTO TOTAL |
| 1 | CONMUTACION | 122,180.00 | 48,000.00 | 170,180.00 |
| 2 | TRANSMISION | 911,125.00 | 135,242.00 | 1,046,367.00 |
| 3 | PLANTA EXTERNA | 452,500.00 | | 452,500.00 |
| 4 | ENERGIA Y AIRE ACONDICIONADO | 85,678.00 | 8,200.00 | 93,878.00 |
| 5 | OBRA CIVIL | 31,100.00 | 177,935.00 | 209,035.00 |
| 6 | HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS | | | 5,924.31 |
| 7 | REPUESTOS | | | 177,729.35 |
| 8 | MANUALES Y DOCUMENTACION | | | 987.39 |
| 9 | CAPACITACION | | | 2,563.55 |
| 10 | DESADUANAJE Y TRANSPORTE | | | 98,598.00 |
| 11 | IMPREVISTOS | | | 197,196.00 |
| | TOTAL | 1,602,583.00 | 369,377.00 | 2,454,695.81 |

CANTIDADES EN U.S. \$.

CUADRO No. 5.3.

| GUATEL PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE ESTIMACION DE COSTOS DE EQUIPAMIENTO | | | | | | |
|--|------------|------------|----------------|-------------------------|------------|--------------|
| DEPARTAMENTO: ESCUINTLA | | | | | | |
| SITIO O POBLACION | CONMUTACIO | TRANSMISIO | PLANTA EXTERNA | ENERGIA/AIR ACONDICIONA | OBRA CIVIL | TOTAL |
| GUANAGAZAPA | 34,000.00 | 81,102.50 | 62,500.00 | 14,686.00 | 3,300.00 | 195,588.50 |
| MASAGUA | 34,000.00 | 73,040.00 | 62,500.00 | 14,686.00 | 3,300.00 | 187,526.00 |
| LOS ANGELES | | | 1,000.00 | 1,020.00 | 2,000.00 | 4,020.00 |
| SIPACATE | 54,180.00 | 73,040.00 | 125,000.00 | 14,686.00 | 3,300.00 | 270,206.00 |
| EL JABALI | | 44,643.00 | 32,000.00 | 1,020.00 | 2,000.00 | 79,663.00 |
| EL ARISCO | | 17,883.00 | 1,000.00 | 3,320.00 | 1,000.00 | 23,203.00 |
| SAN JOSE CERRO COLORADO | | 44,643.00 | 32,000.00 | 1,020.00 | 1,000.00 | 78,663.00 |
| TICANLU | | 2,109.50 | 1,000.00 | | | 3,109.50 |
| PINULA | | 17,883.00 | 1,000.00 | 3,320.00 | 1,000.00 | 23,203.00 |
| TEXCUACO | | 44,643.00 | 32,000.00 | 3,320.00 | 1,000.00 | 80,963.00 |
| TECOJATE | | 17,883.00 | 1,000.00 | 3,320.00 | 1,000.00 | 23,203.00 |
| EL SEMILLERO | | 17,883.00 | 1,000.00 | 3,320.00 | 2,200.00 | 24,403.00 |
| PALO BLANCO | | 17,883.00 | 1,000.00 | 3,320.00 | 1,000.00 | 23,203.00 |
| CENTRO URBANO II | | 44,643.00 | 32,000.00 | 1,020.00 | 1,000.00 | 78,663.00 |
| CUYUTA | | 17,883.00 | 1,000.00 | 3,320.00 | 1,000.00 | 23,203.00 |
| CEIBA AMELIA | | 31,701.00 | 16,000.00 | 3,320.00 | 1,000.00 | 52,021.00 |
| LA UNION | | | 500.00 | | 1,000.00 | 1,500.00 |
| EL GUISCOYOL | | | 500.00 | 1,020.00 | 1,000.00 | 2,520.00 |
| OBERO | | 44,643.00 | 32,000.00 | 3,320.00 | 1,000.00 | 80,963.00 |
| EL RODEO | | | 500.00 | | 1,000.00 | 1,500.00 |
| SAN ANDRES OSUNA | | 31,701.00 | 16,000.00 | 3,320.00 | 1,000.00 | 52,021.00 |
| EL TERRERO | | 17,883.00 | 1,000.00 | 3,320.00 | 1,000.00 | 23,203.00 |
| CERRO CHINO | | 85,090.00 | | | | 85,090.00 |
| LA SELVA | | 133,553.00 | | | | 133,553.00 |
| CALDERAS | | 25,696.00 | | | | 25,696.00 |
| CERRO ALUX | | 25,696.00 | | | | 25,696.00 |
| TOTALES | 122,180.00 | 911,125.00 | 452,500.00 | 85,678.00 | 31,100.00 | 1,602,583.00 |

CANTIDADES EN U.S. \$.

| GUATEL PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE ESTIMACION DE COSTOS DE MONTAJE | | | | | | |
|---|------------------|-------------------|----------------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| DEPARTAMENTO: ESCUINTLA | | | | | | |
| SITIO O POBLACION | CONMUTACIO | TRANSMISIO | PLANTA EXTERNA | ENERGIA/AIR ACONDICIONA | OBRA CIVIL | TOTAL |
| GUANAGAZAPA | 16,000.00 | 18,592.00 | | 600.00 | 18,425.00 | 53,617.00 |
| MASAGUA | 16,000.00 | 16,000.00 | | 600.00 | 18,425.00 | 51,025.00 |
| LOS ANGELES | | | | 400.00 | 7,020.00 | 7,420.00 |
| SIPACATE | 16,000.00 | 16,000.00 | | 600.00 | 18,425.00 | 51,025.00 |
| EL JABALI | | 1,779.00 | | 400.00 | 7,020.00 | 9,199.00 |
| EL ARISCO | | 1,779.00 | | 400.00 | 6,770.00 | 8,949.00 |
| SAN JOSE CERRO COLORADO | | 1,779.00 | | 400.00 | 6,770.00 | 8,949.00 |
| TICANLU | | 8,454.00 | | | | 8,454.00 |
| PINULA | | 1,779.00 | | 400.00 | 6,770.00 | 8,949.00 |
| TEXCUACO | | 1,779.00 | | 400.00 | 6,770.00 | 8,949.00 |
| TECOJATE | | 1,779.00 | | 400.00 | 6,770.00 | 8,949.00 |
| EL SEMILLERO | | 1,779.00 | | 400.00 | 7,070.00 | 9,249.00 |
| PALO BLANCO | | 1,779.00 | | 400.00 | 6,770.00 | 8,949.00 |
| CENTRO URBANO II | | 1,779.00 | | 400.00 | 6,770.00 | 8,949.00 |
| CUYUTA | | 1,779.00 | | 400.00 | 6,770.00 | 8,949.00 |
| CEIBA AMELIA | | 1,779.00 | | 400.00 | 6,770.00 | 8,949.00 |
| LA UNION | | | | | 6,770.00 | 6,770.00 |
| EL GUISCOYOL | | | | 400.00 | 6,770.00 | 7,170.00 |
| OBERO | | 1,779.00 | | 400.00 | 6,770.00 | 8,949.00 |
| EL RODEO | | | | | 6,770.00 | 6,770.00 |
| SAN ANDRES OSUNA | | 1,779.00 | | 400.00 | 6,770.00 | 8,949.00 |
| EL TERRERO | | 1,779.00 | | 400.00 | 6,770.00 | 8,949.00 |
| CERRO CHINO | | 14,785.00 | | | | 14,785.00 |
| LA SELVA | | 14,785.00 | | | | 14,785.00 |
| CALDERAS | | 10,860.00 | | | | 10,860.00 |
| CERRO ALUX | | 10,860.00 | | | | 10,860.00 |
| TOTALES | 48,000.00 | 135,242.00 | | 8,200.00 | 177,935.00 | 369,377.00 |

CANTIDADES EN U.S. \$.

| GUATEL PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE ESTIMACION DE COSTOS | | | | | | |
|--|------------------------------|----------|----------------------|-------------|---------------------|-------------------|
| SITIO O POBLACION: | | | SIPACATE | | | |
| DEPARTAMENTO: | | | ESCUINTLA | | | |
| No. | EQUIPO / OBRA | CANTIDAD | EQUIPAMIENTO (US \$) | | COSTO MONTAJE US \$ | COSTO TOTAL US \$ |
| | | | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL | | |
| 1 | CONMUTACION | | | | | |
| 1.3 | CONCENTRADOR(No.ABONADOS) | 250 | | 54,180.00 | 16,000.00 | 70,180.00 |
| | SUBTOTAL | | | 54,180.00 | 16,000.00 | 70,180.00 |
| 2 | TRANSMISION | | | | | |
| 2.1 | RADIO Tx/Rx. | | | | | |
| 3 | 2 Mb (1+1)(U) | 2 | 30,469.00 | 60,938.00 | 2,000.00 | 62,938.00 |
| 2.2 | ANTENA | 2 | 4,193.00 | 8,386.00 | 14,000.00 | 22,386.00 |
| 2.3 | ALIMENTADOR(m) | 60 | 29.00 | 1,740.00 | | 1,740.00 |
| 2.4 | CONECTORES(U) | 4 | 494.00 | 1,976.00 | | 1,976.00 |
| | SUBTOTAL | | | 73,040.00 | 16,000.00 | 89,040.00 |
| 3 | PLANTA EXTERNA | | | | | |
| 3.1 | LINEAS DE ABONADO(U) | 250 | 500.00 | 125,000.00 | | 125,000.00 |
| | SUBTOTAL | | | 125,000.00 | | 125,000.00 |
| 4. | ENERGIA Y AIRE ACONDICIONADO | | | | 600.00 | 600.00 |
| 4.1 | RECTIFICADORES | 1 | | 4,500.00 | | 4,500.00 |
| 4.2 | BANCO DE BATERIAS | 1 | | 6,136.00 | | 6,136.00 |
| 4.5 | SISTEMA DE TIERRA | 1 | | 120.00 | | 120.00 |
| 4.8 | REGULADOR (U) | 1 | | 300.00 | | 300.00 |
| 4.10 | AIRE ACONDICIONADO | 1 | | 3,630.00 | | 3,630.00 |
| | SUBTOTAL | | | 14,686.00 | 600.00 | 15,286.00 |
| 5. | OBRA CIVIL | | | | | |
| 5.1. | CASETA (m^2) | 20 | | | 12,000.00 | 12,000.00 |
| 5.2. | TERRENO (m^2) | 100 | | | 5,600.00 | 5,600.00 |
| 5.4. | TORRES | | | | | |
| 5.4.1 | AUTOSOPORTADA(m) | 24 | | 3,300.00 | 825.00 | 4,125.00 |
| | SUBTOTAL | | | 3,300.00 | 18,425.00 | 21,725.00 |
| | TOTAL | | | 270,206.00 | 51,025.00 | 321,231.00 |

CANTIDADES EN U.S. \$.

| GUATEL PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE ESTIMACION DE COSTOS | | | | | | |
|--|-------------------------|----------------------|----------------------|-----------|------------------|----------------|
| SITIO O POBLACION | | TICANLU ESCUINTLA | | | | |
| No. | EQUIPO/OBRA | CANTIDAD | EQUIPAMIENTO (US \$) | | COSTO MONTAJE | COSTO TOTAL |
| | | | COST.UNITA | COSTO TOT | | |
| 1. | CONMUTACION | | | | | |
| | SUBTOTAL | | | | | |
| 2.0 | TRANSMISION | | | | | |
| 2.8.4 | CABLE (MP 10"/.4)(Kms.) | 3.5 | 557.00 | 1,949.50 | 8,302.00 | 10,251.50 |
| 2.8.6 | POZOS (U) | | | | | |
| 2.8.6.2 | TIPO VII (U) | 2 | 80.00 | 160.00 | 152.00 | 312.00 |
| | SUBTOTAL | | | 2,109.50 | 8,454.00 | 10,563.50 |
| 3. | PLANTA EXTERNA | | | | | |
| 3.1 | LINEAS DE ABONADO | 2 | 500.00 | 1,000.00 | | 1,000.00 |
| | SUBTOTAL | | | 1,000.00 | | 1,000.00 |
| | TOTAL | | | 3,109.50 | 8,454.00 | 11,563.50 |

CANTIDADES EN U.S. \$.

PROGRAMA DE INVERSION (U.S.\$)

| | 1997 | | 1998 | | 1999 | | TOTAL |
|----------------------|--------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|--------------|
| | 1er. SEM. | 2do. SEM. | 1er. SEM. | 2do. SEM. | 1er. SEM. | 2do. SEM. | |
| EQUIPAMIENTO | | | | | | | |
| CONMUTACION | 61,090.00 | | 30,545.00 | | 30,545.00 | | 122,180.00 |
| TRANSMISION | 455,562.50 | | 227,781.25 | | 227,781.25 | | 911,125.00 |
| PLANTA EXTERNA | 226,250.00 | | 113,125.00 | | 113,125.00 | | 452,500.00 |
| ENERGIA/A.A. | 42,839.00 | | 21,419.50 | | 21,419.50 | | 85,678.00 |
| OBRA CIVIL | 15,550.00 | | 7,775.00 | | 7,775.00 | | 31,100.00 |
| TOTAL 1 | 801,291.50 | | 400,645.75 | | 400,645.75 | | 1,602,583.00 |
| MONTAJE | | | | | | | |
| CONMUTACION | 24,000.00 | | 24,000.00 | | | | 48,000.00 |
| TRANSMISION | 67,621.00 | | 67,621.00 | | | | 135,242.00 |
| PLANTA EXTERNA | 0.00 | | 0.00 | | | | 0.00 |
| ENERGIA/A.A. | 4,100.00 | | 4,100.00 | | | | 8,200.00 |
| OBRA CIVIL | 88,967.50 | | 88,967.50 | | | | 177,935.00 |
| TOTAL 2 | 184,688.50 | | 184,688.50 | | | | 369,377.00 |
| TOTAL 1 + 2 | 985,980.00 | | 585,334.25 | | 400,645.75 | | 1,971,960.00 |
| OTROS | | | | | | | |
| HERRAM., REP. Y MAN. | 184,378.26 | | | | | | 184,378.26 |
| DESAD. Y TRANSP. | 98,598.00 | | | | | | 98,598.00 |
| CAPACITACION | | | | | 2,563.55 | | 2,563.55 |
| IMPREVISTOS | 98,598.00 | | 58,533.43 | | 40,064.58 | | 197,196.00 |
| TOTAL 3 | 381,574.26 | | 58,533.43 | | 42,628.12 | | 482,735.81 |
| GRAN TOTAL | 1,367,554.26 | | 643,867.68 | | 443,273.87 | | 2,454,695.81 |

CUADRO No. 5. 9a.

FLUJO DE FONDOS

| FINANCIAMIENTO: | | BANCO REGIONAL DE DESARROLLO | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| | | 1,997 | 1,998 | 1,999 | 2,000 | 2,001 | 2,002 | 2,003 | 2,004 | 2,005 | 2,006 | 2,007 |
| INGRESOS | | | | | | | | | | | | |
| INGRESOS CORRIENTES | | | | | | | | | | | | |
| INSTALACION | | 0 | 1,560,000 | 6,455,599 | 7,046,631 | 7,641,362 | 8,290,676 | 8,999,847 | 9,774,678 | 10,621,546 | 11,547,467 | 12,560,155 |
| TELEFONIA NACIONAL | | 0 | 1,560,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Local | | 0 | 0 | 2,313,809 | 2,429,500 | 2,550,975 | 2,678,524 | 2,812,450 | 2,953,072 | 3,100,726 | 3,255,762 | 3,418,550 |
| Automático | | 0 | 0 | 102,020 | 107,121 | 112,477 | 118,101 | 124,006 | 130,206 | 136,716 | 143,552 | 150,730 |
| Semiautomático | | 0 | 0 | 2,187,088 | 2,296,443 | 2,411,265 | 2,531,828 | 2,658,419 | 2,791,340 | 2,930,907 | 3,077,453 | 3,231,325 |
| TELEFONIA INTERNACIONAL | | 0 | 0 | 24,701 | 25,936 | 27,233 | 28,595 | 30,025 | 31,526 | 33,102 | 34,757 | 36,495 |
| Automático | | 0 | 0 | 4,141,789 | 4,617,131 | 5,090,387 | 5,612,152 | 6,187,398 | 6,821,606 | 7,520,821 | 8,291,705 | 9,141,604 |
| Semiautomático | | 0 | 0 | 3,909,237 | 4,357,890 | 4,804,574 | 5,297,043 | 5,839,990 | 6,438,589 | 7,098,544 | 7,826,145 | 8,628,324 |
| | | 0 | 0 | 178,658 | 199,163 | 219,577 | 242,083 | 266,897 | 294,254 | 324,415 | 357,667 | 394,328 |
| INGRESOS DE CAPITAL | | 8,819,768 | 4,408,626 | 53,894 | 60,079 | 66,237 | 73,026 | 80,511 | 88,764 | 97,862 | 107,893 | 118,952 |
| Donaciones | | 8,819,768 | 4,408,626 | 3,222,335 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 8,819,768 | 4,408,626 | 3,222,335 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | | 8,819,768 | 5,968,626 | 9,677,934 | 7,046,631 | 7,641,362 | 8,290,676 | 8,999,847 | 9,774,678 | 10,621,546 | 11,547,467 | 12,560,155 |
| EGRESOS | | | | | | | | | | | | |
| GASTOS CORRIENTES | | | | | | | | | | | | |
| Gastos de personal | | 0 | 0 | 2,164,713 | 3,237,064 | 3,450,301 | 3,662,646 | 3,893,234 | 4,143,663 | 4,388,242 | 4,651,633 | 4,935,305 |
| Servicios adquiridos | | 0 | 0 | 1,483,521 | 1,631,873 | 1,795,060 | 1,956,615 | 2,132,711 | 2,324,655 | 2,510,627 | 2,711,477 | 2,928,395 |
| Suministros consumidos | | 0 | 0 | 326,264 | 355,099 | 386,308 | 417,314 | 451,035 | 487,709 | 523,414 | 561,909 | 603,413 |
| Depreciación | | 0 | 0 | 354,928 | 376,822 | 395,663 | 415,446 | 436,218 | 458,029 | 480,930 | 504,977 | 530,226 |
| GASTOS DE CAPITAL | | 8,819,768 | 4,813,510 | 3,790,490 | 663,070 | 696,223 | 731,034 | 767,586 | 805,965 | 846,264 | 888,577 | 933,006 |
| Inversión Fondos externos | | 8,819,768 | 4,408,626 | 3,222,335 | 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 | 404,883 | 568,155 | 663,070 | 696,223 | 731,034 | 767,586 | 805,965 | 846,264 | 888,577 | 933,006 |
| PARTICIPACIONES | | 0 | 693,070 | 2,233,639 | 1,887,899 | 2,096,903 | 2,338,197 | 2,603,417 | 2,895,030 | 3,232,224 | 3,604,354 | 4,015,107 |
| Gobierno | | 0 | 519,803 | 1,675,229 | 1,415,924 | 1,572,677 | 1,753,648 | 1,952,562 | 2,171,273 | 2,424,168 | 2,703,265 | 3,011,330 |
| Empleados | | 0 | 57,756 | 186,137 | 157,325 | 174,742 | 194,850 | 216,951 | 241,253 | 269,352 | 300,363 | 334,592 |
| Cesantías, Pensiones y Jubilaciones | | 0 | 115,512 | 372,273 | 314,650 | 349,484 | 389,700 | 433,903 | 482,505 | 538,704 | 600,726 | 669,184 |
| TOTAL | | 8,819,768 | 5,506,580 | 8,188,841 | 5,788,032 | 6,243,427 | 6,731,878 | 7,264,236 | 7,844,658 | 8,466,730 | 9,144,564 | 9,883,417 |
| SALDO | | 0 | 462,047 | 1,489,092 | 1,258,599 | 1,397,935 | 1,558,798 | 1,735,611 | 1,930,020 | 2,154,816 | 2,402,903 | 2,676,738 |
| (+/-) Depreciación | | 0 | 0 | 0 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 |
| FLUJO NETO | | 0 | 462,047 | 1,489,092 | 2,131,870 | 2,271,206 | 2,432,069 | 2,608,882 | 2,803,291 | 3,028,087 | 3,276,173 | 3,550,008 |
| VALOR ACTUAL NETO (V.A.N.) | | 44,167,273 | | | | | | | | | | |

CUADRO No. 5.9b.
FLUJO DE FONDOS

| FINANCIAMIENTO: | | BANCO REGIONAL DE DESARROLLO | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| INGRESOS | | 2,008 | 2,009 | 2,010 | 2,011 | 2,012 | 2,013 | 2,014 | 2,015 | 2,016 | 2,017 |
| INGRESOS CORRIENTES | | 13,668,097 | 14,880,629 | 16,208,023 | 17,661,582 | 19,253,743 | 20,998,192 | 22,909,995 | 25,005,732 | 27,303,654 | 29,823,856 |
| INSTALACION | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TELEFONIA NACIONAL | | 3,589,478 | 3,768,952 | 3,957,399 | 4,155,269 | 4,363,033 | 4,581,184 | 4,810,244 | 5,050,756 | 5,303,294 | 5,568,458 |
| Local | | 158,266 | 166,180 | 174,488 | 183,213 | 192,374 | 201,992 | 212,092 | 222,696 | 233,831 | 245,523 |
| Automático | | 3,392,892 | 3,562,536 | 3,740,663 | 3,927,656 | 4,124,081 | 4,330,285 | 4,546,799 | 4,774,139 | 5,012,846 | 5,263,489 |
| Semiautomático | | 38,320 | 40,236 | 42,248 | 44,360 | 46,578 | 48,907 | 51,352 | 53,920 | 56,616 | 59,447 |
| TELEFONIA INTERNACIONAL | | 10,078,619 | 11,111,677 | 12,250,624 | 13,506,313 | 14,890,710 | 16,417,008 | 18,099,751 | 19,954,976 | 22,000,361 | 24,255,398 |
| Automático | | 9,512,728 | 10,487,782 | 11,562,780 | 12,747,565 | 14,054,631 | 15,495,231 | 17,083,492 | 18,834,550 | 20,765,091 | 22,893,513 |
| Semiautomático | | 434,747 | 479,308 | 528,437 | 582,602 | 642,319 | 708,157 | 780,743 | 860,769 | 948,998 | 1,046,270 |
| INGRESOS DE CAPITAL | | 131,144 | 144,587 | 159,407 | 175,746 | 193,760 | 213,620 | 235,516 | 259,657 | 286,272 | 315,614 |
| INGRESOS DE CAPITAL | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Donaciones | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | | 13,668,097 | 14,880,629 | 16,208,023 | 17,661,582 | 19,253,743 | 20,998,192 | 22,909,995 | 25,005,732 | 27,303,654 | 29,823,856 |
| EGRESOS | | 5,240,838 | 5,532,622 | 5,844,220 | 6,176,589 | 6,532,378 | 6,911,936 | 7,264,979 | 7,638,814 | 8,034,670 | 8,453,847 |
| GASTOS CORRIENTES | | 3,162,667 | 3,384,053 | 3,620,937 | 3,874,403 | 4,145,611 | 4,435,804 | 4,701,952 | 4,984,069 | 5,283,113 | 5,600,100 |
| Gastos de personal | | 648,164 | 690,724 | 736,210 | 784,823 | 836,779 | 892,308 | 943,675 | 998,089 | 1,055,732 | 1,116,795 |
| Servicios adquiridos | | 556,737 | 584,574 | 613,803 | 644,493 | 676,717 | 710,553 | 746,081 | 783,385 | 822,554 | 863,682 |
| Suministros consumidos | | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 |
| Depreciación | | 2,366,919 | 2,433,833 | 2,501,521 | 2,569,894 | 2,638,849 | 2,708,276 | 2,778,048 | 2,848,027 | 2,918,058 | 2,987,973 |
| GASTOS DE CAPITAL | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inversión Fondos externos | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Inversión Fondos propios | | 1,399,509 | 1,469,484 | 1,542,958 | 1,620,106 | 1,701,112 | 1,786,167 | 1,875,475 | 1,969,249 | 2,067,712 | 2,171,097 |
| Amenización a capital | | 967,410 | 964,349 | 958,563 | 949,787 | 937,738 | 922,109 | 902,573 | 878,777 | 850,346 | 816,875 |
| Gastos financieros | | 4,475,909 | 5,030,195 | 5,643,144 | 6,320,884 | 7,070,177 | 7,898,488 | 8,845,466 | 9,892,884 | 11,051,183 | 12,331,880 |
| PARTICIPACIONES | | 3,356,932 | 3,772,646 | 4,232,358 | 4,740,663 | 5,302,632 | 5,923,866 | 6,634,100 | 7,419,663 | 8,288,387 | 9,248,910 |
| Gobierno | | 372,992 | 419,183 | 470,262 | 526,740 | 589,181 | 658,207 | 737,122 | 824,407 | 920,932 | 1,027,657 |
| Empleados | | 745,985 | 838,366 | 940,524 | 1,053,481 | 1,178,363 | 1,316,415 | 1,474,244 | 1,648,814 | 1,841,864 | 2,055,313 |
| Cesantías, Pensiones y Jubilaciones | | 12,083,666 | 12,996,650 | 13,988,886 | 15,067,766 | 16,241,403 | 17,518,701 | 18,888,493 | 20,379,725 | 22,003,911 | 23,773,700 |
| TOTAL | | 12,083,666 | 12,996,650 | 13,988,886 | 15,067,766 | 16,241,403 | 17,518,701 | 18,888,493 | 20,379,725 | 22,003,911 | 23,773,700 |
| SALDO | | 1,584,430 | 1,883,979 | 2,219,138 | 2,593,816 | 3,012,340 | 3,479,492 | 4,021,502 | 4,626,007 | 5,299,744 | 6,050,156 |
| (+) Depreciación | | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 |
| FLUJO NETO | | 2,457,701 | 2,757,249 | 3,092,408 | 3,467,087 | 3,885,610 | 4,352,762 | 4,894,773 | 5,499,277 | 6,173,014 | 6,923,427 |

CUADRO No. 5.10a.
FLUJO DE FONDOS

| FINANCIAMIENTO: | BANCO COMERCIAL INTERNACIONAL | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|--|
| | 1,997 | 1,998 | 1,999 | 2,000 | 2,001 | 2,002 | 2,003 | 2,004 | 2,005 | 2,006 | 2,007 | |
| INGRESOS | | | | | | | | | | | | |
| INGRESOS CORRIENTES | 0 | 1,560,000 | 6,401,705 | 6,986,553 | 7,575,125 | 8,217,650 | 8,919,336 | 9,685,915 | 10,523,684 | 11,439,574 | 12,441,203 | |
| INSTALACION | 0 | 1,560,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| TELEFONIA NACIONAL | 0 | 0 | 2,313,809 | 2,429,500 | 2,550,975 | 2,678,524 | 2,812,450 | 2,953,072 | 3,100,726 | 3,255,762 | 3,418,550 | |
| Local | 0 | 0 | 102,020 | 107,121 | 112,477 | 118,101 | 124,006 | 130,206 | 136,716 | 143,552 | 150,730 | |
| Automático | 0 | 0 | 2,187,088 | 2,296,443 | 2,411,265 | 2,531,828 | 2,558,419 | 2,791,340 | 2,930,907 | 3,077,453 | 3,231,325 | |
| Semiautomático | 0 | 0 | 24,701 | 25,936 | 27,233 | 28,595 | 30,025 | 31,526 | 33,102 | 34,757 | 36,495 | |
| TELEFONIA INTERNACIONAL | 0 | 0 | 4,087,896 | 4,557,053 | 5,024,151 | 5,539,126 | 6,106,886 | 6,732,842 | 7,422,959 | 8,183,812 | 9,022,653 | |
| Automático | 0 | 0 | 3,909,237 | 4,357,890 | 4,804,574 | 5,297,043 | 5,839,990 | 6,438,589 | 7,098,544 | 7,826,145 | 8,628,324 | |
| Semiautomático | 0 | 0 | 178,658 | 199,163 | 219,577 | 242,083 | 266,897 | 294,254 | 324,415 | 357,667 | 394,328 | |
| | 0 | 0 | 53,894 | 60,079 | 66,237 | 73,026 | 80,511 | 88,764 | 97,962 | 107,893 | 118,952 | |
| INGRESOS DE CAPITAL | 8,819,768 | 4,408,626 | 3,222,335 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Préstamos que se obtendrán | 8,819,768 | 4,408,626 | 3,222,335 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Donaciones | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| TOTAL | 8,819,768 | 5,968,626 | 9,624,040 | 6,986,553 | 7,575,125 | 8,217,650 | 8,919,336 | 9,685,915 | 10,523,684 | 11,439,574 | 12,441,203 | |
| EGRESOS | | | | | | | | | | | | |
| GASTOS CORRIENTES | 0 | 0 | 2,164,713 | 3,237,064 | 3,450,301 | 3,662,646 | 3,893,234 | 4,143,663 | 4,388,242 | 4,651,633 | 4,935,305 | |
| Gastos de personal | 0 | 0 | 1,483,521 | 1,631,873 | 1,795,060 | 1,956,615 | 2,132,711 | 2,324,655 | 2,510,627 | 2,711,477 | 2,928,395 | |
| Servicios adquiridos | 0 | 0 | 326,264 | 355,099 | 386,308 | 417,314 | 451,035 | 487,709 | 523,414 | 561,909 | 603,413 | |
| Suministros consumidos | 0 | 0 | 354,928 | 376,822 | 395,663 | 415,446 | 436,218 | 458,029 | 480,930 | 504,977 | 530,226 | |
| Depreciación | 0 | 0 | 0 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | |
| GASTOS DE CAPITAL | 8,819,768 | 5,738,957 | 5,089,130 | 2,178,658 | 3,897,607 | 3,892,323 | 3,876,767 | 3,849,924 | 3,810,706 | 3,757,940 | 3,690,371 | |
| Inversión Fondos externos | 8,819,768 | 4,408,626 | 3,222,335 | 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 | 1,657,674 | 1,740,558 | 1,827,586 | 1,918,965 | 2,014,914 | 2,115,659 | 2,221,442 | |
| Gastos financieros | 0 | 1,330,331 | 1,866,795 | 2,178,658 | 2,239,933 | 2,151,765 | 2,049,181 | 1,930,959 | 1,795,792 | 1,642,281 | 1,468,929 | |
| PARTICIPACIONES | 0 | 137,802 | 1,422,119 | 942,498 | 1,130,935 | 1,441,943 | 1,786,153 | 2,166,776 | 2,603,790 | 3,087,396 | 3,622,182 | |
| Gobierno | 0 | 103,351 | 1,066,589 | 706,874 | 848,201 | 1,081,457 | 1,339,615 | 1,625,082 | 1,952,843 | 2,315,547 | 2,716,636 | |
| Empleados | 0 | 11,483 | 118,510 | 78,542 | 94,245 | 120,162 | 148,846 | 180,565 | 216,983 | 257,283 | 301,848 | |
| Cesantías, Pensiones y Jubilaciones | 0 | 22,967 | 237,020 | 157,083 | 188,489 | 240,324 | 297,692 | 361,129 | 433,965 | 514,566 | 603,697 | |
| TOTAL | 8,819,768 | 5,876,759 | 8,675,961 | 6,358,220 | 8,478,943 | 8,996,912 | 9,556,154 | 10,160,363 | 10,802,738 | 11,496,969 | 12,247,857 | |
| SALDO | 0 | 91,868 | 948,079 | 628,332 | (903,718) | (779,263) | (636,818) | (474,448) | (279,053) | (57,395) | 193,345 | |
| (+) Depreciación | 0 | 0 | 0 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | |
| FLUJO NETO | 0 | 91,868 | 948,079 | 1,501,603 | (30,447) | 94,008 | 236,453 | 398,822 | 594,217 | 815,875 | 1,066,616 | |
| VALOR ACTUAL NETO (V.A.N.) | 11,109,318 | | | | | | | | | | | |

CUADRO No. 5.10b,

FLUJO DE FONDOS

FINANCIAMIENTO: BANCO COMERCIAL INTERNACIONAL

| | 2,008 | 2,009 | 2,010 | 2,011 | 2,012 | 2,013 | 2,014 | 2,015 | 2,016 | 2,017 |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| INGRESOS | | | | | | | | | | |
| INGRESOS CORRIENTES | 13,536,952 | 14,736,042 | 16,048,617 | 17,485,836 | 19,059,983 | 20,784,572 | 22,674,479 | 24,746,075 | 27,017,383 | 29,508,242 |
| INSTALACION | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TELEFONIA NACIONAL | 3,589,478 | 3,768,952 | 3,957,399 | 4,155,269 | 4,363,033 | 4,581,184 | 4,810,244 | 5,050,756 | 5,303,294 | 5,568,458 |
| Local | 158,266 | 166,180 | 174,488 | 183,213 | 192,374 | 201,992 | 212,092 | 222,696 | 233,831 | 245,523 |
| Automático | 3,392,892 | 3,562,536 | 3,740,663 | 3,927,696 | 4,124,081 | 4,330,285 | 4,546,799 | 4,774,139 | 5,012,846 | 5,263,489 |
| Semiautomático | 38,320 | 40,236 | 42,248 | 44,360 | 46,578 | 48,907 | 51,352 | 53,920 | 56,616 | 59,447 |
| TELEFONIA INTERNACIONAL | 9,947,474 | 10,967,091 | 12,091,217 | 13,330,567 | 14,696,950 | 16,203,388 | 17,864,235 | 19,695,319 | 21,714,089 | 23,939,783 |
| Automático | 9,512,728 | 10,487,782 | 11,562,780 | 12,747,965 | 14,054,631 | 15,495,231 | 17,083,492 | 18,834,550 | 20,765,091 | 22,893,513 |
| Semiautomático | 434,747 | 479,308 | 528,437 | 582,602 | 642,319 | 708,157 | 780,743 | 860,769 | 948,998 | 1,046,270 |
| | 131,144 | 144,587 | 159,407 | 175,746 | 193,760 | 213,620 | 235,516 | 259,657 | 286,272 | 315,614 |
| INGRESOS DE CAPITAL | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Donaciones | TOTAL | 13,536,952 | 14,736,042 | 16,048,617 | 17,485,836 | 19,059,983 | 20,784,572 | 22,674,479 | 24,746,075 | 27,017,383 | 29,508,242 |
| EGRESOS | | | | | | | | | | | |
| GASTOS CORRIENTES | | | | | | | | | | | |
| Gastos de personal | 5,240,838 | 5,532,622 | 5,844,220 | 6,176,989 | 6,532,378 | 6,911,936 | 7,264,979 | 7,638,814 | 8,034,670 | 8,453,847 | |
| Servicios adquiridos | 3,162,667 | 3,384,053 | 3,620,937 | 3,874,403 | 4,145,611 | 4,435,804 | 4,701,952 | 4,984,069 | 5,283,113 | 5,600,100 | |
| Suministros consumidos | 648,164 | 690,724 | 736,210 | 784,823 | 836,779 | 892,308 | 943,675 | 998,089 | 1,055,732 | 1,116,795 | |
| Depreciación | 556,737 | 584,574 | 613,803 | 644,493 | 676,717 | 710,553 | 746,081 | 783,385 | 822,554 | 863,682 | |
| | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | |
| GASTOS DE CAPITAL | 3,606,651 | 3,505,332 | 3,384,865 | 3,243,588 | 3,079,721 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Inversión Fondos externos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Inversión Fondos propios | 2,332,514 | 2,449,140 | 2,571,597 | 2,700,177 | 2,835,186 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Amortización a capital | 1,274,136 | 1,056,192 | 813,268 | 543,411 | 244,535 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Gastos financieros | 4,213,187 | 4,888,337 | 5,634,677 | 6,459,262 | 7,369,842 | 8,323,582 | 9,245,700 | 10,264,357 | 11,389,628 | 12,632,637 | |
| PARTICIPACIONES | 3,159,890 | 3,666,253 | 4,226,008 | 4,844,447 | 5,527,382 | 6,242,686 | 6,934,275 | 7,698,267 | 8,542,221 | 9,474,477 | |
| Gobierno | 351,099 | 407,361 | 469,556 | 538,272 | 614,154 | 693,632 | 770,475 | 855,363 | 949,136 | 1,052,720 | |
| Empleados | 702,198 | 814,723 | 939,113 | 1,076,544 | 1,228,307 | 1,387,264 | 1,540,950 | 1,710,726 | 1,898,271 | 2,105,439 | |
| Cesantías, Pensiones y Jubilaciones | 13,060,676 | 13,926,291 | 14,863,762 | 15,879,839 | 16,981,941 | 18,235,518 | 19,510,679 | 20,903,170 | 22,424,298 | 24,086,484 | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | |
| SALDO | | | | | | | | | | | |
| | 476,277 | 809,751 | 1,184,854 | 1,605,998 | 2,078,042 | 5,549,054 | 6,153,800 | 6,842,904 | 7,593,085 | 8,421,758 | |
| (+) Depreciación | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | |
| FLUJO NETO | 1,349,547 | 1,683,022 | 2,058,125 | 2,479,268 | 2,951,313 | 6,422,325 | 7,037,071 | 7,716,175 | 8,466,356 | 9,295,028 | |

CUADRO No. 5.11a.
FLUJO DE FONDOS

| FINANCIAMIENTO: | CREDITO PROVEEDORES | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | 1,997 | 1,998 | 1,999 | 2,000 | 2,001 | 2,002 | 2,003 | 2,004 | 2,005 | 2,006 | 2,007 |
| INGRESOS | | | | | | | | | | | |
| INGRESOS CORRIENTES | | | | | | | | | | | |
| INSTALACION | 0 | 1,560,000 | 6,401,705 | 6,986,553 | 7,575,125 | 8,217,650 | 8,919,336 | 9,685,915 | 10,523,684 | 11,439,574 | 12,441,203 |
| TELEFONIA NACIONAL | 0 | 1,560,000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Local | 0 | 0 | 2,313,809 | 2,429,500 | 2,550,975 | 2,678,524 | 2,812,450 | 2,953,072 | 3,100,726 | 3,255,762 | 3,418,550 |
| Automático | 0 | 0 | 102,020 | 107,121 | 112,477 | 118,101 | 124,006 | 130,206 | 136,716 | 143,552 | 150,730 |
| Semiautomático | 0 | 0 | 2,187,088 | 2,296,443 | 2,411,265 | 2,531,828 | 2,658,419 | 2,791,340 | 2,930,907 | 3,077,453 | 3,231,325 |
| TELEFONIA INTERNACIONAL | 0 | 0 | 24,701 | 25,936 | 27,233 | 28,595 | 30,025 | 31,526 | 33,102 | 34,757 | 36,495 |
| Automático | 0 | 0 | 4,087,896 | 4,557,053 | 5,024,151 | 5,539,126 | 6,106,886 | 6,732,842 | 7,422,959 | 8,183,812 | 8,922,653 |
| Semiautomático | 0 | 0 | 3,909,237 | 4,357,890 | 4,804,574 | 5,297,043 | 5,839,990 | 6,438,589 | 7,098,544 | 7,826,145 | 8,628,324 |
| | 0 | 0 | 178,658 | 199,163 | 219,577 | 242,083 | 266,897 | 294,254 | 324,415 | 357,667 | 394,328 |
| | 0 | 0 | 53,894 | 60,079 | 66,237 | 73,026 | 80,511 | 88,764 | 97,862 | 107,893 | 118,952 |
| INGRESOS DE CAPITAL | 8,819,768 | 4,408,626 | 3,222,335 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Donaciones | 8,819,768 | 4,408,626 | 3,222,335 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 8,819,768 | 5,968,626 | 9,624,040 | 6,986,553 | 7,575,125 | 8,217,650 | 8,919,336 | 9,685,915 | 10,523,684 | 11,439,574 | 12,441,203 |
| EGRESOS | | | | | | | | | | | |
| GASTOS CORRIENTES | | | | | | | | | | | |
| Gastos de personal | 0 | 0 | 2,164,713 | 3,237,064 | 3,450,301 | 3,662,646 | 3,893,234 | 4,143,663 | 4,388,242 | 4,651,633 | 4,935,305 |
| Servicios adquiridos | 0 | 0 | 1,483,521 | 1,631,873 | 1,795,060 | 1,956,615 | 2,132,711 | 2,324,655 | 2,510,627 | 2,711,477 | 2,928,395 |
| Suministros consumidos | 0 | 0 | 326,264 | 355,099 | 386,308 | 417,314 | 451,035 | 487,709 | 523,414 | 561,909 | 603,413 |
| Depreciación | 0 | 0 | 354,928 | 376,822 | 395,663 | 415,446 | 436,218 | 458,029 | 480,930 | 504,977 | 530,226 |
| GASTOS DE CAPITAL | 8,819,768 | 6,143,840 | 5,657,285 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 |
| Inversión Fondos externos | 8,819,768 | 4,408,626 | 3,222,335 | 5,121,030 | 5,004,105 | 4,862,685 | 4,694,612 | 4,497,575 | 4,269,098 | 4,006,530 | 3,707,032 |
| Amortización a capital | (0) | (0) | (0) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gastos financieros | 0 | 1,735,214 | 2,434,950 | 2,752,924 | 2,517,593 | 2,251,847 | 1,953,233 | 1,619,127 | 1,246,728 | 833,041 | 374,868 |
| PARTICIPACIONES | 0 | 0 | 1,081,226 | 597,939 | 964,339 | 1,381,894 | 1,843,722 | 2,353,875 | 2,933,229 | 3,572,940 | 4,278,618 |
| Gobierno | 0 | 0 | 810,919 | 448,454 | 723,254 | 1,036,420 | 1,362,791 | 1,765,406 | 2,199,922 | 2,679,705 | 3,208,963 |
| Empleados | 0 | 0 | 90,102 | 49,288 | 80,362 | 115,158 | 153,643 | 196,156 | 244,436 | 297,745 | 356,551 |
| Cesantías, Pensiones y Jubilaciones | 0 | 0 | 180,204 | 99,656 | 160,723 | 230,316 | 307,287 | 392,312 | 488,871 | 595,490 | 713,103 |
| TOTAL | 8,819,768 | 6,143,840 | 8,903,223 | 8,956,033 | 9,418,745 | 9,907,224 | 10,431,567 | 10,995,113 | 11,550,569 | 12,231,103 | 12,920,954 |
| SALDO | 0 | (175,214) | 720,817 | (1,969,480) | (1,843,619) | (1,689,575) | (1,512,231) | (1,309,198) | (1,066,885) | (791,529) | (479,752) |
| (+) Depreciación | 0 | 0 | 0 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 |
| FLUJO NETO | 0 | (175,214) | 720,817 | (1,096,210) | (970,349) | (816,304) | (638,961) | (435,928) | (193,614) | 81,741 | 393,519 |
| VALOR ACTUAL NETO (V.A.N.) | 5,498,404 | | | | | | | | | | |

CUADRO No. 5.11b.
FLUJO DE FONDOS

| FINANCIAMIENTO: | CREDITO PROVEEDORES | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|
| | 2,008 | 2,009 | 2,010 | 2,011 | 2,012 | 2,013 | 2,014 | 2,015 | 2,016 | 2,017 | |
| INGRESOS | | | | | | | | | | | |
| INGRESOS CORRIENTES | 13,536,952 | 14,736,042 | 16,048,617 | 17,485,836 | 19,059,983 | 20,784,572 | 22,674,479 | 24,746,075 | 27,017,383 | 29,508,242 | |
| INSTALACION | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| TELEFONIA NACIONAL | 3,589,478 | 3,768,952 | 3,957,399 | 4,155,269 | 4,363,033 | 4,581,184 | 4,810,244 | 5,050,756 | 5,303,294 | 5,568,458 | |
| Local | 158,286 | 166,180 | 174,488 | 183,213 | 192,374 | 201,992 | 212,092 | 222,696 | 233,831 | 245,523 | |
| Automático | 3,392,892 | 3,562,536 | 3,740,663 | 3,927,696 | 4,124,081 | 4,330,285 | 4,546,799 | 4,774,139 | 5,012,846 | 5,263,489 | |
| Semiautomático | 38,320 | 40,236 | 42,248 | 44,360 | 46,578 | 48,907 | 51,352 | 53,920 | 56,616 | 59,447 | |
| TELEFONIA INTERNACIONAL | 9,947,474 | 10,967,091 | 12,091,217 | 13,330,567 | 14,696,950 | 16,203,388 | 17,864,235 | 19,695,319 | 21,714,089 | 23,939,783 | |
| Automático | 9,512,728 | 10,487,782 | 11,562,780 | 12,747,965 | 14,054,631 | 15,455,231 | 17,083,492 | 18,834,550 | 20,765,091 | 22,893,513 | |
| Semiautomático | 434,747 | 479,308 | 528,437 | 582,602 | 642,319 | 708,157 | 780,743 | 860,769 | 948,998 | 1,046,270 | |
| INGRESOS DE CAPITAL | 131,144 | 144,587 | 159,407 | 175,746 | 193,760 | 213,620 | 235,516 | 259,657 | 286,272 | 315,614 | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Donaciones | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| TOTAL | 13,536,952 | 14,736,042 | 16,048,617 | 17,485,836 | 19,059,983 | 20,784,572 | 22,674,479 | 24,746,075 | 27,017,383 | 29,508,242 | |
| EGRESOS | | | | | | | | | | | |
| GASTOS CORRIENTES | 5,240,838 | 5,532,622 | 5,844,220 | 6,176,989 | 6,532,378 | 6,911,936 | 7,284,979 | 7,638,814 | 8,034,670 | 8,453,847 | |
| Gastos de personal | 3,162,667 | 3,384,053 | 3,620,937 | 3,874,403 | 4,145,611 | 4,435,804 | 4,701,952 | 4,984,069 | 5,283,113 | 5,600,100 | |
| Servicios adquiridos | 648,164 | 690,724 | 736,210 | 784,823 | 836,779 | 892,308 | 943,675 | 998,089 | 1,055,732 | 1,116,795 | |
| Suministros consumidos | 556,737 | 584,574 | 613,803 | 644,493 | 676,717 | 710,553 | 746,081 | 783,385 | 822,554 | 863,682 | |
| Depreciación | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | |
| GASTOS DE CAPITAL | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 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 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Gastos financieros | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| PARTICIPACIONES | | | | | | | | | | | |
| Gobierno | 4,977,668 | 5,522,052 | 6,122,638 | 6,785,309 | 7,516,563 | 8,323,582 | 9,245,700 | 10,264,357 | 11,389,628 | 12,632,637 | |
| Empleados | 3,733,251 | 4,141,539 | 4,591,978 | 5,088,981 | 5,637,422 | 6,242,686 | 6,934,275 | 7,698,267 | 8,542,221 | 9,474,477 | |
| Cesantías, Pensiones y Jubilaciones | 414,806 | 460,171 | 510,220 | 565,442 | 626,380 | 693,632 | 770,475 | 855,363 | 949,136 | 1,052,720 | |
| TOTAL | 10,218,507 | 11,054,674 | 11,966,858 | 12,962,297 | 14,048,941 | 15,235,518 | 16,510,679 | 17,903,170 | 19,424,298 | 21,086,484 | |
| SALDO | 3,318,446 | 3,681,368 | 4,081,758 | 4,523,539 | 5,011,042 | 5,549,054 | 6,163,800 | 6,842,904 | 7,593,085 | 8,421,758 | |
| (+) Depreciación | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | 873,271 | |
| FLUJO NETO | 4,191,716 | 4,554,639 | 4,955,029 | 5,396,810 | 5,884,313 | 6,422,325 | 7,037,071 | 7,716,175 | 8,466,356 | 9,295,028 | |

COMPORTAMIENTO DE LA DEUDA

PRESTAMO: BANCO DE DESARROLLO REGIONAL (total)

Tasa de interés: 3.50%

| | PRINCIPAL | INTERESES | TOTAL | SALDO |
|------|-----------|-----------|---------|-----------|
| 1997 | 0 | 0 | 0 | 1,689,488 |
| 1998 | 0 | 59,132 | 59,132 | 2,233,059 |
| 1999 | 0 | 78,157 | 78,157 | 2,454,696 |
| 2000 | 0 | 85,914 | 85,914 | 2,454,696 |
| 2001 | 0 | 85,914 | 85,914 | 2,454,696 |
| 2002 | 0 | 85,914 | 85,914 | 2,454,696 |
| 2003 | 0 | 85,914 | 85,914 | 2,454,696 |
| 2004 | 0 | 85,914 | 85,914 | 2,454,696 |
| 2005 | 0 | 85,914 | 85,914 | 2,454,696 |
| 2006 | 0 | 85,914 | 85,914 | 2,454,696 |
| 2007 | 0 | 85,914 | 85,914 | 2,424,012 |
| 2008 | 122,735 | 84,840 | 207,575 | 2,301,277 |
| 2009 | 122,735 | 80,545 | 203,279 | 2,178,543 |
| 2010 | 122,735 | 76,249 | 198,984 | 2,055,808 |
| 2011 | 122,735 | 71,953 | 194,688 | 1,933,073 |
| 2012 | 122,735 | 67,658 | 190,392 | 1,810,338 |
| 2013 | 122,735 | 63,362 | 186,097 | 1,687,603 |
| 2014 | 122,735 | 59,066 | 181,801 | 1,564,869 |
| 2015 | 122,735 | 54,770 | 177,505 | 1,442,134 |
| 2016 | 122,735 | 50,475 | 173,209 | 1,319,399 |
| 2017 | 122,735 | 46,179 | 168,914 | 1,196,664 |
| 2018 | 122,735 | 41,883 | 164,618 | 1,073,929 |
| 2019 | 122,735 | 37,588 | 160,322 | 951,195 |
| 2020 | 122,735 | 33,292 | 156,027 | 828,460 |
| 2021 | 122,735 | 28,996 | 151,731 | 705,725 |
| 2022 | 122,735 | 24,700 | 147,435 | 582,990 |
| 2023 | 122,735 | 20,405 | 143,139 | 460,255 |
| 2024 | 122,735 | 16,109 | 138,844 | 337,521 |
| 2025 | 122,735 | 11,813 | 134,548 | 214,786 |
| 2026 | 122,735 | 7,518 | 130,252 | 92,051 |
| 2027 | 122,735 | 3,222 | 125,957 | 0 |

CANTIDADES EN U.S. \$.

COMPORTAMIENTO DE LA DEUDA

PRESTAMO: BANCO COMERCIAL INTERNACIONAL (total)
 Tasa de interés: 11.50%

| | PRINCIPAL | INTERESES | TOTAL | SALDO |
|------|-----------|-----------|---------|-----------|
| 1997 | 0 | 0 | 0 | 1,689,488 |
| 1998 | 0 | 194,291 | 194,291 | 2,233,059 |
| 1999 | 0 | 256,802 | 256,802 | 2,454,696 |
| 2000 | 0 | 282,290 | 282,290 | 2,403,556 |
| 2001 | 204,558 | 276,409 | 480,967 | 2,198,998 |
| 2002 | 204,558 | 252,885 | 457,443 | 1,994,440 |
| 2003 | 204,558 | 229,361 | 433,919 | 1,789,882 |
| 2004 | 204,558 | 205,836 | 410,394 | 1,585,324 |
| 2005 | 204,558 | 182,312 | 386,870 | 1,380,766 |
| 2006 | 204,558 | 158,788 | 363,346 | 1,176,208 |
| 2007 | 204,558 | 135,264 | 339,822 | 971,650 |
| 2008 | 204,558 | 111,740 | 316,298 | 767,092 |
| 2009 | 204,558 | 88,216 | 292,774 | 562,534 |
| 2010 | 204,558 | 64,691 | 269,249 | 357,976 |
| 2011 | 204,558 | 41,167 | 245,725 | 153,418 |
| 2012 | 204,558 | 17,643 | 222,201 | 0 |

CANTIDADES EN U.S. \$.

CUADRO No. 5.14.

COMPORTAMIENTO DE LA DEUDA

PRESTAMO: CREDITO DE PROVEEDORES (total)
 Tasa de interés: 15.00%

| | PRINCIPAL | INTERESES | TOTAL | SALDO |
|------|-----------|-----------|---------|-----------|
| 1997 | 0 | 0 | 0 | 1,689,488 |
| 1998 | 0 | 253,423 | 253,423 | 2,233,059 |
| 1999 | 0 | 334,959 | 334,959 | 2,377,987 |
| 2000 | 306,837 | 356,698 | 663,535 | 2,071,150 |
| 2001 | 306,837 | 310,672 | 617,509 | 1,764,313 |
| 2002 | 306,837 | 264,647 | 571,484 | 1,457,476 |
| 2003 | 306,837 | 218,621 | 525,458 | 1,150,639 |
| 2004 | 306,837 | 172,596 | 479,433 | 843,802 |
| 2005 | 306,837 | 126,570 | 433,407 | 536,965 |
| 2006 | 306,837 | 80,545 | 387,382 | 230,128 |
| 2007 | 306,837 | 34,519 | 341,356 | 0 |

CANTIDADES EN U.S. \$.

CAPITULO V.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES

- 1) El 95% de las poblaciones serán interconectadas por radioenlace digital y por el sistema de multiacceso. solamente el 5% será por cable multipar.
- 2) Como consecuencia de utilizar radioenlace, no hay peligro de robo del cable, porque en éste tipo de enlace no se utiliza.
- 3) El mantenimiento de los equipos radioeléctricos a instalar, se hará en forma eficaz y con poca inversión, ya que no se necesita recorrer grandes distancias para ejecutarlo.
- 4) Este proyecto traerá a éste departamento, no solamente beneficio económico sino que también, un gran beneficio social, incentivándose el desarrollo de las poblaciones del área rural.
- 5) El servicio telefónico es una necesidad urgente, debido a que hay poblaciones que tienen carreteras en mal estado, transitables en tiempo seco, y como es una región donde llueve constantemente, los ríos fácilmente se desbordan, a menudo quedan incomunicadas y en caso de emergencia, no pueden solicitar ayuda inmediata.
- 6) Existen muchas poblaciones que no se pudieron incluir en el presente proyecto, pero que podrán ser incorporadas en el futuro a la red nacional con poca inversión, ya que habrá nueva infraestructura.
- 7) Toda la región sur del país, incluyendo Escuintla, tienen un gran potencial agrícola. Debido a que los productos que se cultivan allí, tales como: caña de azúcar, banano, plátano, soja, el algodón y otros, son cultivos que contribuyen a nuestra economía, que se exporta, y cuando posean teléfono, aumentará su comercialización.

- 8) Hay lugares que no tienen fácil acceso a un Centro de Salud, debido a largas distancias que se deben recorrer: los habitantes corren el riesgo de perder la vida cuando se enferman o sufren algún accidente, por lo que con el servicio telefónico, disminuirán sus dificultades, se cumplirá de esta manera una función social y humanitaria.
- 9) Para la realización del proyecto: se deberá invertir una fuerte cantidad de dinero, que para recuperarlo se necesita mucho tiempo, pero que el resultado a largo plazo, tendrá un gran beneficio social y económico para gran parte de los habitantes de dicho departamento.

6.2 RECOMENDACIONES.

- 1) Es necesario que la unidad de EPS de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, continúe promoviendo esta clase de prácticas, que no solamente benefician a los estudiantes para la realización de su tesis, sino también a los habitantes de las áreas que sean cubiertas por el programa.
- 2) Es conveniente que los estudiantes de Ingeniería tengan más contacto con los habitantes del área rural, para poder intervenir en forma directa en la solución de sus problemas sociales y económicos.
- 3) Guatel debe poner en marcha el proyecto Telefonía Rural IV fase, lo más pronto posible, para que sea una realidad para el departamento de Escuintla.
- 4) Que proyectos de este tipo, sean financiados a bajo interés y a largo plazo, por entidades reconocidas internacionalmente.
- 5) Es conveniente que las poblaciones que no pudieron incluirse dentro del presente proyecto, sean tomadas en cuenta de inmediato en el siguiente proyecto, para que puedan tener acceso a la comunicación telefónica con el resto del país, y salir así del atraso en que se encuentran.

ANEXO No.1
TEORIA FUNDAMENTAL

1. PLANIFICACION Y DISEÑO DE LA RED.

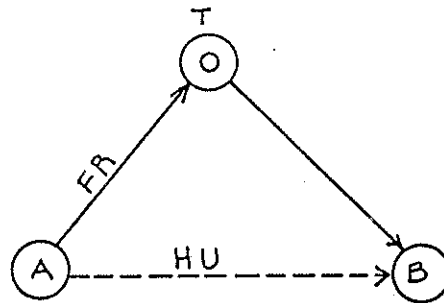
1.1 ENCAMINAMIENTO.

El encaminamiento es una regla que especifica qué senderos deben tomarse para enrutar el tráfico entre dos puntos, esto es, la vía lógica para cursar la información.

El encaminamiento alterno es un arreglo de troncales por medio de las cuales, un volumen de tráfico se cursa a un segundo encaminamiento para su destino, el cual es también un segundo encaminamiento de elección de volúmenes de tráfico.

Un ejemplo simple del encaminamiento alterno se muestra en la Fig. No.1.1. Las llamadas del abonado A al abonado B están conectadas sobre la ruta directa a B, y cuando todas las troncales en esa ruta están ocupadas, el sobreflujo de tráfico, se ofrece a una ruta alterna ATB vía la central de paso T. La ruta directa se llama, ruta HU y lleva la mayor cantidad del tráfico, y la ruta alterna, en este caso se llama la ruta final FR. La ruta HU se muestra generalmente en diagramas como una línea punteada en contraste con el FR, que se muestra como una línea continua.

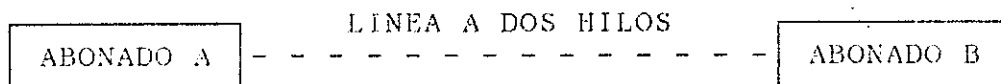
Fig. No.1.1.



1.2 TOPOLOGIA DE LA RED.

Una conexión telefónica en forma sencilla se puede representar como en la Fig. No.1.2.

Fig. No.1.2.

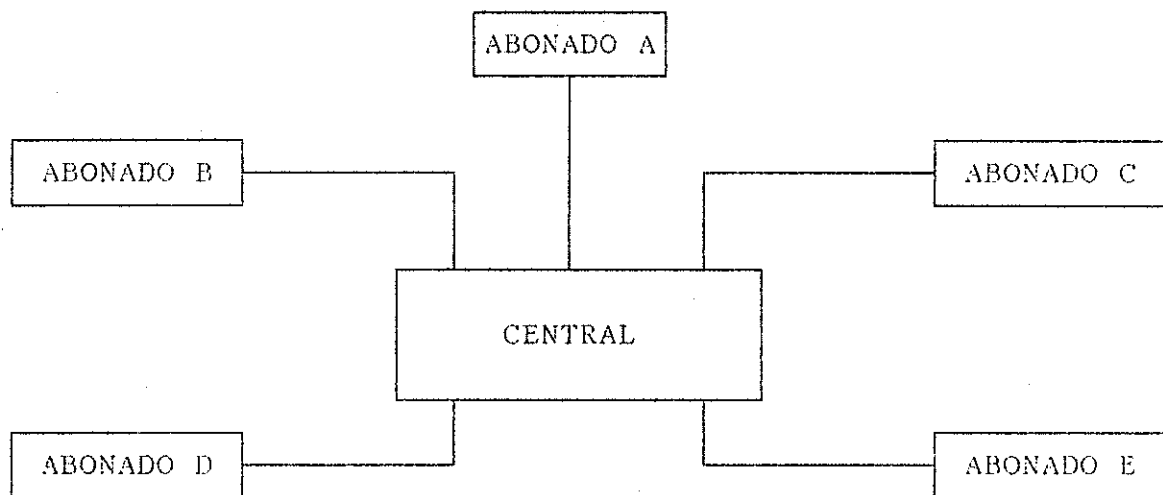


Este sistema de comunicación muestra una conexión permanente entre A y B, y representa los primitivos procedimientos de un enlace.

Al principio, los sistemas no permitían la comunicación de otros abonados. Se diseñó un nuevo sistema, en el cual se interconectan varios abonados. Hay un límite para el tamaño de un sistema interconectado, tanto en razón al número de abonados como por el área geográfica que podría cubrir.

Más adelante, se pensó en un punto central al cual se conectasen todos los abonados y donde pudieran conectarse dos abonados cualesquiera en un momento determinado. A este punto se le llama Central. Es así como surgen las centrales telefónicas como centros de conmutación. El diagrama de la Fig. No. 3, muestra una central telefónica.

Fig. No.1.3.



Ya establecido un sistema telefónico, muchos abonados podrán ser incluidos y se deberá crear una Red Nacional de telefonía, que estará compuesta de numerosas Centrales.

Cada Central tendrá límites geográficos claramente definidos y un número limitado de abonados conectados a ella.

No es posible conectar a todos los abonados en una Central, por lo que se deberán instalar varias centrales interconectadas entre sí y por medio de enlaces a dos hilos. Se interconectarán los abonados a cualquier central.

Si esta idea se extiende a varias centrales, el número de líneas necesarias será muy grande, por lo que se requiere de varias centrales en una área geográfica particular, y se elegirá una de ellas como Central de Conmutación para el grupo, llamada Central de Conmutación de Grupo.

Se pueden hacer conexiones dentro de un grupo de centrales locales mediante una red de enlaces troncales, donde todas las conexiones a los abonados fuera del grupo, se encaminan vía una Central de Conmutación de Grupo y las llamadas hacia afuera del grupo son concentradas por tanto, en dicha central.

De la misma forma, un cierto número de grupos pueden compartir un Centro de Conmutación para encaminar las llamadas de larga distancia. Los centros de conmutación para llamadas de larga distancia se denominan Centros de Conmutación Interurbanos.

De esta forma, se establece una gradación o jerarquía de centros de conmutación, el país puede quedar cubierto en su totalidad con un número mínimo de enlaces y de circuitos interurbanos, con las llamadas recogidas o concentradas en puntos estratégicos.

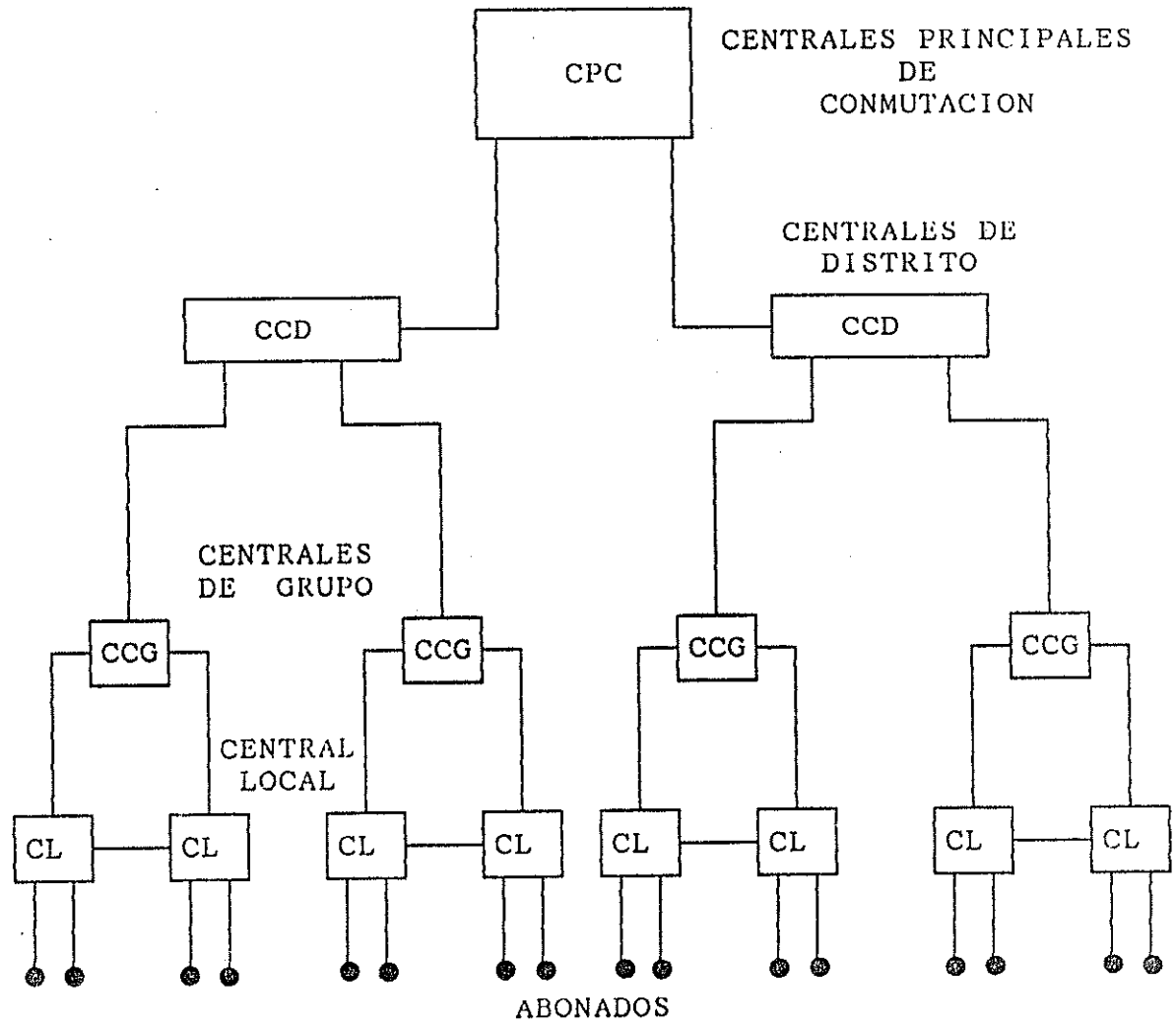
En la red nacional de telefonía, hay varios grados de central, según la importancia. Cuanto mas importante sea el grupo de central, menos centrales de éste tipo habrá. También son varios los grados de líneas de interconexión, por ejemplo: líneas de abonados, enlaces interurbanos, y también en este caso, su número es menor, cuanto mayor es la longitud, la importancia y el costo.

La red se divide en dos secciones:

- 1) Una parte cursa la llamadas en distancias relativamente cortas.
- 2) La otra sección llamada red de tránsito que se utiliza para llamadas de larga distancia que requieren mas de un Central intermedia de conmutación.

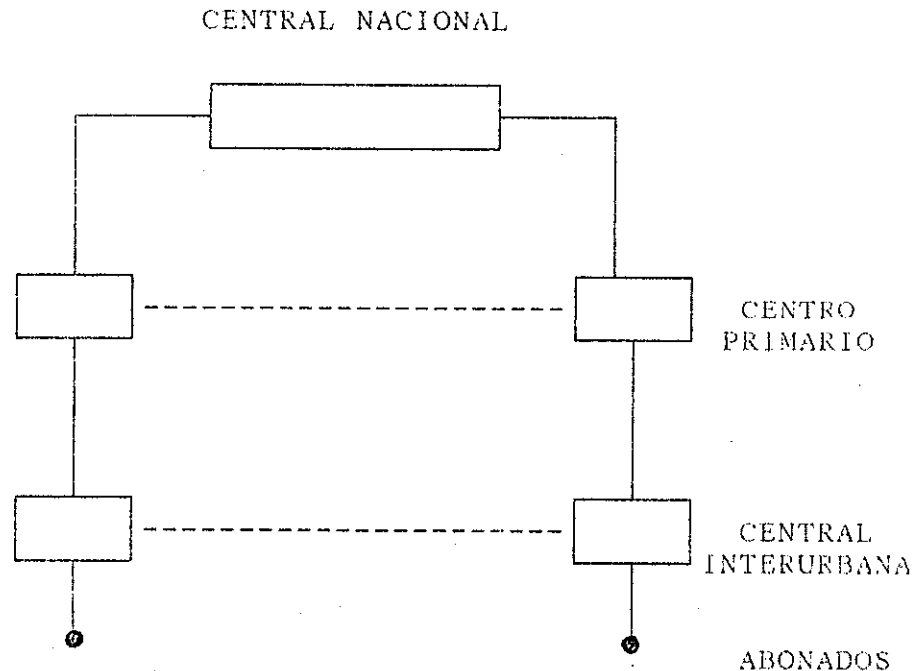
En la Fig. No.1.4, se presenta el esquema de una red de conmutación.

Fig. No.1.4.



Para nuestro caso, la red está conformada como se muestra en la Fig. No.1.5.

Fig. No.1.5.



La conformación de la topografía de Escuintla permitió hacer un estudio de perfiles entre cada par de puntos que se van a enlazar, debido a que las distancias son largas, y no pudiéndose utilizar otro tipo de enlace, se decidió utilizar radioenlaces con la tecnología punto-multipunto (Multiacceso), que es un sistema que permite enlazar a varias poblaciones desde un punto fijo situado en alguna repetidora. Para implementar la red, se utilizará parte de la infraestructura actual de GUATEL, que nos dará cierta facilidad de instalación del equipo nuevo.

Por otro lado, en otras poblaciones del proyecto, se utilizarán enlaces de radio punto-punto, y en una sola población, enlace por cable físico (multipar).

En función de lo anterior, se decidió utilizar la topología, como la presentada en la Fig. No.1.5, que es con la que cuenta actualmente GUATEL.

1.3 CONCEPTO DE DIMENSIONAMIENTO DE LA RED.

Para satisfacer el propósito del dimensionamiento, deben ser comprendidos los conceptos básicos. Estos incluyen por ejemplo, la planeación requerida, de corto y largo plazo, que considera cómo introducir los resultados del desarrollo tecnológico dentro de la planeación. El desarrollo tecnológico afecta económicamente el dimensionamiento de la red; si existen redes en servicio, debe examinarse la posibilidad de su utilización.

La planeación de la red debe controlarse constantemente. En algunos casos, no se puede esperar que la previsión hecha para un periodo de tiempo, ocurra exactamente, especialmente en la planeación a largo plazo. La planeación puede llegar a la divergencia entre la previsión y su real ocurrencia.

El dimensionamiento de una red puede resumirse como un proceso iterativo continuo de planeación, previsión y evaluación y debido a que la planeación requiere de una variedad de condiciones, no es un método universal que sea absoluto y lo comprenda todo. El plan debe ser suficientemente flexible, y poder absorber los errores de previsión. Para elaborar planes rápidamente, es importante basarse en la información y que exista cooperación de las diferentes divisiones de la organización de telecomunicaciones.

Para establecer una red óptima, debe ser considerado lo siguiente:

- política de administración de las telecomunicaciones,
- política nacional en cuanto a proyectos de telefonía,
- requerimiento de los clientes,
- redes telefónicas futuras.

1.4 ESTUDIO DE DEMANDA.

Demanda: es la cantidad de un bien, en este caso un servicio telefónico, que los sujetos económicos están dispuestos a adquirir en un momento y a un precio determinado.

1.4.1 IMPORTANCIA DE LA DEMANDA.

Para que una empresa de telecomunicaciones explote y gestione un servicio telefónico satisfactorio, las decisiones deben fundarse en previsiones de estudios de demanda que es la actividad más importante para realizar la planificación adecuadamente. Si no hay previsión, se corre el riesgo de no obtener el rendimiento máximo del capital invertido. El rendimiento de dicho capital, siempre ha tenido un saldo

negativo en el área rural; como parte de la función social. la empresa de telecomunicaciones GUATEL. ha afrontado esta problemática por el bien del país.

1.4.2 METODOS PARA DETERMINAR LA DEMANDA.

Para la determinación de la demanda del presente trabajo, se utilizó el método visual, que consiste en recorrer las poblaciones tomando en consideración los siguientes aspectos:

Para las comunidades rurales:

- a) Existencia y tamaño de centros de salud
- b) Existencia y tamaño de escuelas
- c) Existencia de servicios básicos (agua, electricidad, drenajes)
- a) Existencia de iglesias, salones comunales, sede de alcaldías auxiliares
- c) Existencia de áreas deportivas
- f) Existencia de una buena urbanización.

Para las cabeceras municipales:

- a) Para vivienda: pintura exterior, garage, antena de televisión, cable, jardín.
- b) Para comercio: local propio, local construido especialmente para vivienda, para venta de aparatos eléctricos.
- c) Industria: tamaño, tipo, número de empleados, maquinaria.

1.5 ESTIMACION DE TRAFICO TELEFONICO.

Tráfico telefónico: se define como el flujo de ocupaciones simultáneas en un grupo de órganos de telefonía durante un periodo de tiempo dado. Ciencia que estudia la ocupación por parte de los usuarios de un servicio telefónico, de modo que se satisfaga de acuerdo con estándares aceptables la necesidad de comunicación de los individuos a un costo razonable.

La intensidad instantánea de tráfico en un grupo de órganos de telefonía, es el número de ellos ocupados en un instante.

La unidad de tráfico es el Erlang que significa la cantidad de tiempo de ocupación por hora en un grupo de órganos. Si se refiere a un solo órgano, el tráfico máximo que se puede obtener es un erlang, en el caso de que el órgano se encuentre ocupado toda la hora. Esta unidad es muy

conveniente, pues equivale al porcentaje de ocupación por órgano en un grupo. Si por ejemplo en una hora un grupo de 10 órganos curse un tráfico de 6 erlangs, cada órgano presenta una ocupación promedio de un 60% durante la hora medida.

Debido a que el tráfico telefónico es producido por los abonados que originan las llamadas según sus necesidades y gustos, se producen grandes variaciones durante el transcurso de un día y en los diferentes días de la semana.

El período que se escoge por conveniencia de una hora se llama "hora pico" o también "hora cargada".

Es necesario tomar en cuenta que el tráfico ofrecido a un equipo telefónico no es fijo, sino que tiene una media y una varianza, y es a su vez un experimento aleatorio que sigue la ley de aparición de llamada y la ley exponencial para la duración de las mismas.

Los cálculos deben realizarse con el tráfico de hora pico y permitir una probabilidad de pérdida que oscile entre el 3% al 0.5%, según tipo de órgano. Se debe recurrir a un método de iteraciones para calcular el verdadero tráfico ofrecido al sistema y su pérdida. En sistemas con pérdidas inferiores a un 4%, el tráfico cursado y el ofrecido pueden considerarse iguales para toda la interpretación práctica: los cálculos deben ser hechos para valores superiores a pérdida.

1.6 RAMAS COMPONENTES DE LAS TELECOMUNICACIONES.

Las telecomunicaciones se componen de tres grandes ramas: (Fig. No.1.6)

1.6.1 PLANTA EXTERNA.

Trata de los problemas de las instalaciones exteriores, circuitos de enlaces entre las centrales, líneas de abonado y líneas de acometida. Un plan de desarrollo telefónico fija las estructuras de la red de abonados, establece los límites de las zonas centrales con mapas de densidad, determina la ubicación más económica de las centrales telefónicas, fija el trazado y los tipos de cables necesarios, elige los puntos de distribución y subdistribución, y finalmente tiene la responsabilidad de mantener en perfecto estado la red de abonados.

1.6.2 CONMUTACION.

Tiene la responsabilidad de resolver los problemas del establecimiento de la comunicación entre dos abonados cualesquiera. Determina los tipos de centrales locales.

interurbanas e internacionales, que puedan permitir el flujo de tráfico adecuado debido a su anrutamiento. Además, la conmutación determina los sistemas de numeración y tarifas de los servicios de telefonía, buscando la solución más económica para brindar un servicio satisfactorio.

Los equipos que constituyen un sistema de conmutación son:

- centrales de conmutación
- unidades remotas
- concentradores

1.6.3 TRANSMISION.

Estudia los métodos para que todas las comunicaciones estén siempre de acuerdo con las recomendaciones exigidas por el CCITT y el CCIR, para un buen servicio en un sistema de telecomunicaciones, busca soluciones para utilizar de la mejor manera posible, la comunicación entre abonados, bien sea, con el empleo de cables (aéreos o subterráneo), o por radio en las diferentes bandas de transmisión: HF, VHF, UHF y Microondas.

Las partes de que consta un sistema de transmisión son:

- Multiplexores
- Radio Tx
- Radio Rx
- Antenas

Además de estas ramas, se necesita de la energía del aire acondicionado y de la obra civil.

1.7 ENERGIA.

Para que los equipos de telecomunicaciones funcionen de una manera continua, se necesita la alimentación de energía. Esta energía la puede suministrar el INDE, la EEGSA, un motor generador, un banco de baterías en forma temporal y paneles solares. Cuando se utiliza la energía comercial se debe proveer al equipo un sistema rectificador que permita transformar la corriente alterna en directa y producir el voltaje que sea necesario para su funcionamiento. El sistema de aire acondicionado y la iluminación se deben energizar con corriente alterna. Las baterías y el generador tienen una función muy importante debido a que cuando el fluido eléctrico comercial se interrumpe estos equipos son los encargados de suministrarlo, cuando la energía comercial no sea capaz de llegar a las poblaciones muy alejadas, y se necesite de la energía solar.

1.7.1 ENERGIA SOLAR.

Esta energía se obtiene con paneles solares, o celdas solares que cuando los rayos del sol inciden sobre ellas, recolectan la luz solar y la almacenan en forma de energía eléctrica, para que pueda ser utilizada donde la energía comercial no llegue. Se debe hacer un estudio de la cantidad aprovechable de luz que se puede lograr durante un período de tiempo, de las condiciones climáticas y del medio ambiente en las poblaciones donde éstas se instalarán.

1.7.2 ENERGIA COMERCIAL.

Esta se obtiene del Instituto Nacional de Electrificación INDE o de la EEGSA. Como es bien sabido, las redes eléctricas de distribución producen voltajes alternos que proveen a las plantas telefónicas el suministro eléctrico, para su funcionamiento.

1.8 AIRE ACONDICIONADO.

Los equipos digitales están compuestos de elementos de estado sólido (circuitos integrados) que varían drásticamente con la temperatura; es por eso que donde está instalado un equipo de gran capacidad se necesita el aire acondicionado para mantener una temperatura que permita a los equipos funcionar de una manera adecuada. Además, permite darle comodidad al personal que labora allí.

1.9 OBRA CIVIL.

Lo constituyen las casetas para proteger el equipo radioeléctrico, el terreno, la construcción de pozos para los empalmes del cable, si es subterráneo y la instalación de los postes, si el tendido es aéreo, así como las zapatas para colocar las torres, los edificios para las repetidoras y sus respectivos caminos de acceso.

1.10 MEDIOS DE INTERCONEXION.

Existen diversos medios de transmisión para interconectar dos poblaciones entre sí, y en nuestro caso, se describen los siguientes:

1.10.1 ENLACE POR CABLE MULTIPAR.

Se le llama cable multipar por tener múltiples conductores de cobre aislados mutuamente entre sí: éstos pueden ser de distintos diámetros dependiendo de la longitud del enlace. Este cable se utiliza para enlaces de muy baja capacidad a distancias de hasta once km: a distancias mayores produce mucha atenuación. Puede ser instalado en postes.

subterráneo o directamente enterrado; esto depende del tipo de terreno, del costo y de la seguridad contra robo. Es fabricado por diferentes compañías y tiene nombres y códigos de colores que dependen de la casa que los fabrica; entre ellos están: el Furukawa, el Siemens, y otros; de 10, 20, 30, 40, 50, 70, 100, 150, 200 y 300 pares, para instalación subterránea.

El calibre del multipar que se va a colocar depende de la longitud del enlace. Para ello se presenta el cuadro No.1.1 de diámetros de conductores para cable multipar y su atenuación en dB/km.

CUADRO No.1.1.

| DIAMETRO (mm) | DISTANCIA (km) | ATENUACION (dB/km) |
|---------------|----------------|--------------------|
| 0.404 | 4.29 | 1.63 |
| 0.511 | 5.43 | 1.29 |
| 0.643 | 6.80 | 1.03 |
| 0.812 | 8.64 | 0.81 |
| 0.912 | 9.72 | 0.72 |

1.11 SISTEMAS DE RADIOENLACE DIGITAL.

Los sistemas de radio enlace digital pueden ser de dos clases:

- a) Sistema punto a punto (Fig. No.1.7)
- b) Sistema punto multipunto (Fig. No.1.8)

El primero es un sistema de un radioenlace directo. Los sistemas Punto-Multipunto varían de acuerdo con el fabricante y tecnología (digital o analógica), pero básicamente constan de un concentrador, estaciones base, estaciones terminales. El acceso puede ser en frecuencia o en el tiempo.

La transmisión por radio puede ser afectada por:

- Condiciones climáticas
- Condiciones del terreno
- Interferencia de otros enlaces
- Espurias.

Estos provocan desvanecimientos, atenuación y ruido.

1.11.1 SISTEMA DE RADIO.

Un sistema de radio en general consta de:

- Antena
- Alimentador
- Transmisor/Receptor
- Fuente de Alimentación
- Torre o mástil para soporte de antena

El equipo de radio puede estar ubicado en una caseta o, a la intemperie.

1.12 DISEÑO DE ENLACES POR RADIO.

Cuando se eligen equipos Transmisor-Receptor para el enlace, se deben realizar las siguientes tareas:

- Asignación de frecuencias
- Estudio de interferencias
- Determinación de la longitud del enlace
- Cálculo de atenuación por espacio libre
- Estimación de pérdidas por obstrucción de la señal
- Estimación de pérdidas por reflexión de la señal
- Ubicación de los equipos terminales
- Determinación de la obra civil
- Determinación de la forma de alimentación de energía para las repetidoras y las centrales.

El diseño de un radioenlace requiere de un estudio detallado de las perturbaciones atmosféricas, por lo que para su análisis, se divide de la siguiente manera:

- a) Selección del sitio donde se instalará la estación repetidora o estación terminal del equipo radioeléctrico.
- b) Cálculo de la altura de los mástiles o torres para sostener las antenas.
- c) Verificación del enlace
- d) Análisis de la calidad del enlace.

En el inciso "a", se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- diseño del trayecto de propagación.
- estudio relativo de la onda reflejada para el caso en que no exista ninguna cumbre,
- decisión de la clase de antena que se va a utilizar.

1.12.1 CALCULO DE LA ALTURA DE ANTENAS.

Cuando hemos decidido realizar un enlace de radio,

debemos elegir el método de modulación apropiado. Esta elección depende de la velocidad de transmisión.

Para una velocidad de 2 y 8 Mb/s, es común el uso de la modulación 2 ó 4 PSK, modulando directamente en radio frecuencia; para velocidades de 34 o 70 Mb/s se acude a 4 u 8 PSK, modulando en su frecuencia intermedia(FI) de 70 ó 140 Mb/s. A velocidades mayores (140 Mb/s), se acude a la modulación 16 QAM con etapa de radio frecuencia.

Conociendo la capacidad de transmisión con base en una estudio de demanda, se toma la decisión acerca de la velocidad y la modulación que se va a adoptar. Para ello, es necesario realizar un estudio de la conformación del terreno entre los puntos geográficos que se van a enlazar; a esto se le llama "perfil del terreno".

1.12.2 DISEÑO DEL TRAYECTO DE PROPAGACION.

El trayecto de propagación debe tener cierta abertura sobre las cumbres de las montañas. Al referirse a la Fig.No.1.9, "hc" es el espacio libre entre la cumbre y la dirección del haz de microondas, por lo que se debe cumplir con lo siguiente:

Para K=4/3 la apertura > 100 % 1era. zona de Fresnel
Para K=2/3 la apertura > 66.7 % 1era. zona de Fresnel

El término "K" es una constante que toma en cuenta la curvatura de la tierra.

1.12.3 CALCULO DE LA ALTURA DE UNA ANTENA, CONOCIENDO LA ALTURA DE LA OTRA.

La altura de una antena se calcula utilizando la siguiente fórmula, para K=4/3:

$$h_1 = (d/d_2)(h_0 + h_s) - (d_1/d_2)(h_{g2} + h_2) + (d * d_1) / 2ka - h_{g1} \quad (Ec-1)$$

Para K=2/3

$$h_1 = h(4/3) - (d * h_0) / (3 * d) + (d * d_1) / (2Ka) \quad (Ec-2)$$

Donde:

h1 es la altura de la antena 1.

h0 = $\sqrt{(\mu * d_1 * d_2) / d}$ es el radio de la 1era, zona de Fresnel en el punto cumbre.

μ es la longitud de onda.

Comparando (Ec-1) con (Ec-2), se elige el valor más alto como altura de la antena.

Entre los diferentes tipos de antenas están: yagi, omni direccional, la parabólica y la de rejilla.

1.12.4 VERIFICACION DEL ENLACE.

Supongamos que emitimos y recibimos la señal de radio frecuencia con antenas isotrópicas. Una antena de este tipo es una antena ideal, debido a que emite igual densidad de potencia en todas direcciones; tiene una diagrama de irradiación esférica.

Debido a la imposibilidad por parte de la antena receptora de captar toda la energía de emisión, se define una atenuación por espacio libre. Esta atenuación no considera obstáculos ni desvanecimiento.

1.12.5 ANALISIS DE LA CALIDAD DEL SISTEMA.

La calidad del enlace suele medirse, no con base en la relación señal a ruido C/N, sino con base en la tasa de error BER(bit error rate). En los enlaces digitales, el CCIR sugiere que un enlace de radio cumpla con las condiciones dadas en el siguiente cuadro:

CUADRO No.1.2

| LONG. DEL ENLACE | BER | DURACION |
|------------------|------------------------|--|
| L=2.500 km | >10 Exp-7 >10 Exp-3 | 1% del tiempo intervalos de 10 minutos 0.01% del tiempo en intervalos de 1 segundo |
| 280<L<2.500 km | >10 Exp-7 >10 Exp-3 | 1-L/2500 % del tiempo en intervalos de 10 minutos 0.01L/2,500 % del tiempo en intervalos de 1 segundo |
| L< 280 km | >10 Exp-7 >10 Exp-3 | 0.112% del tiempo en intervalos de 10 minutos 0.00112 % del tiempo en intervalos de 1 segundo |

Un salto de 7.6 Km es típico en ciudades; en tramos rurales se puede llegar a saltos de 60 Km.

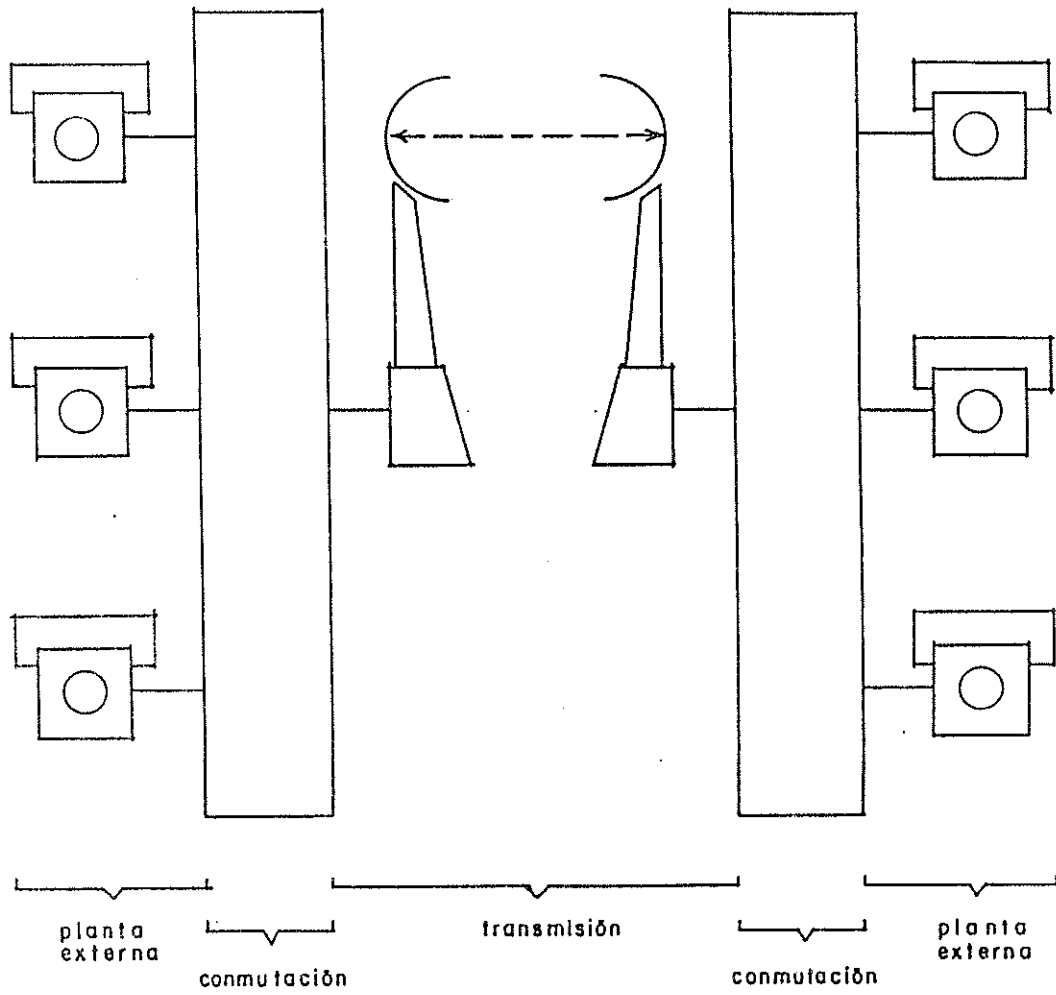
equipo radioeléctrico para su protección contra descargas electroatmosféricas.

TARIFA: valor monetario que se paga a una empresa telefónica por la utilización de un servicio.

TELEFONO COMUNITARIO: teléfono que es instalado en un determinado lugar, con el propósito de darle servicio a los miembros de la comunidad.

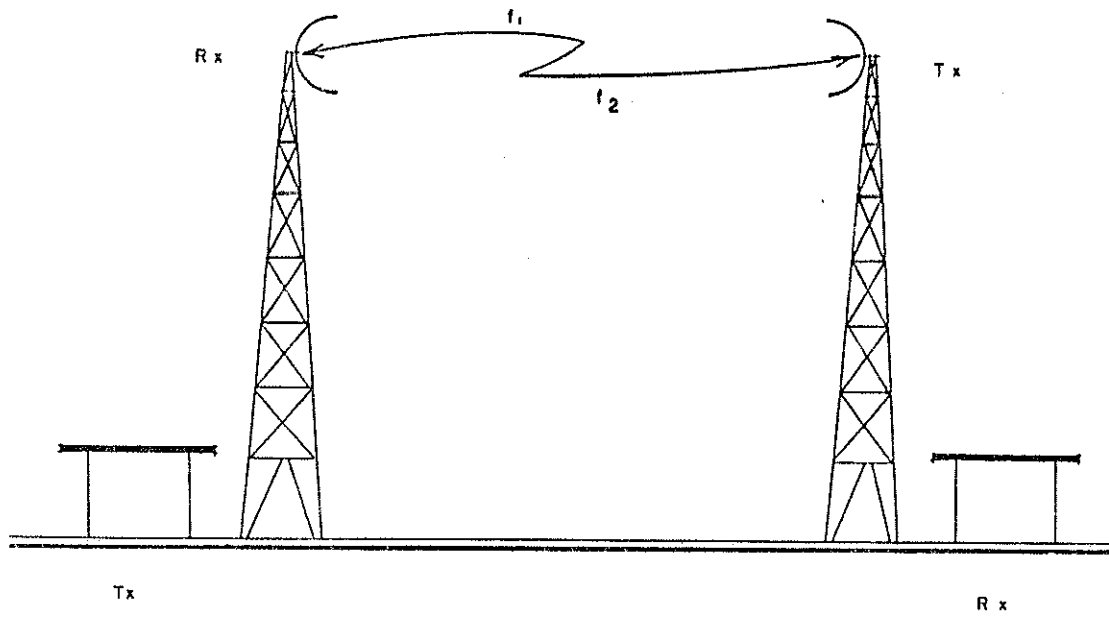
TRANSMISION DIGITAL: es el método para poder transmitir cualquier información (voz, música, TV, datos) por medio de pulsos muestreados en el tiempo.

Fig.No.1.6.



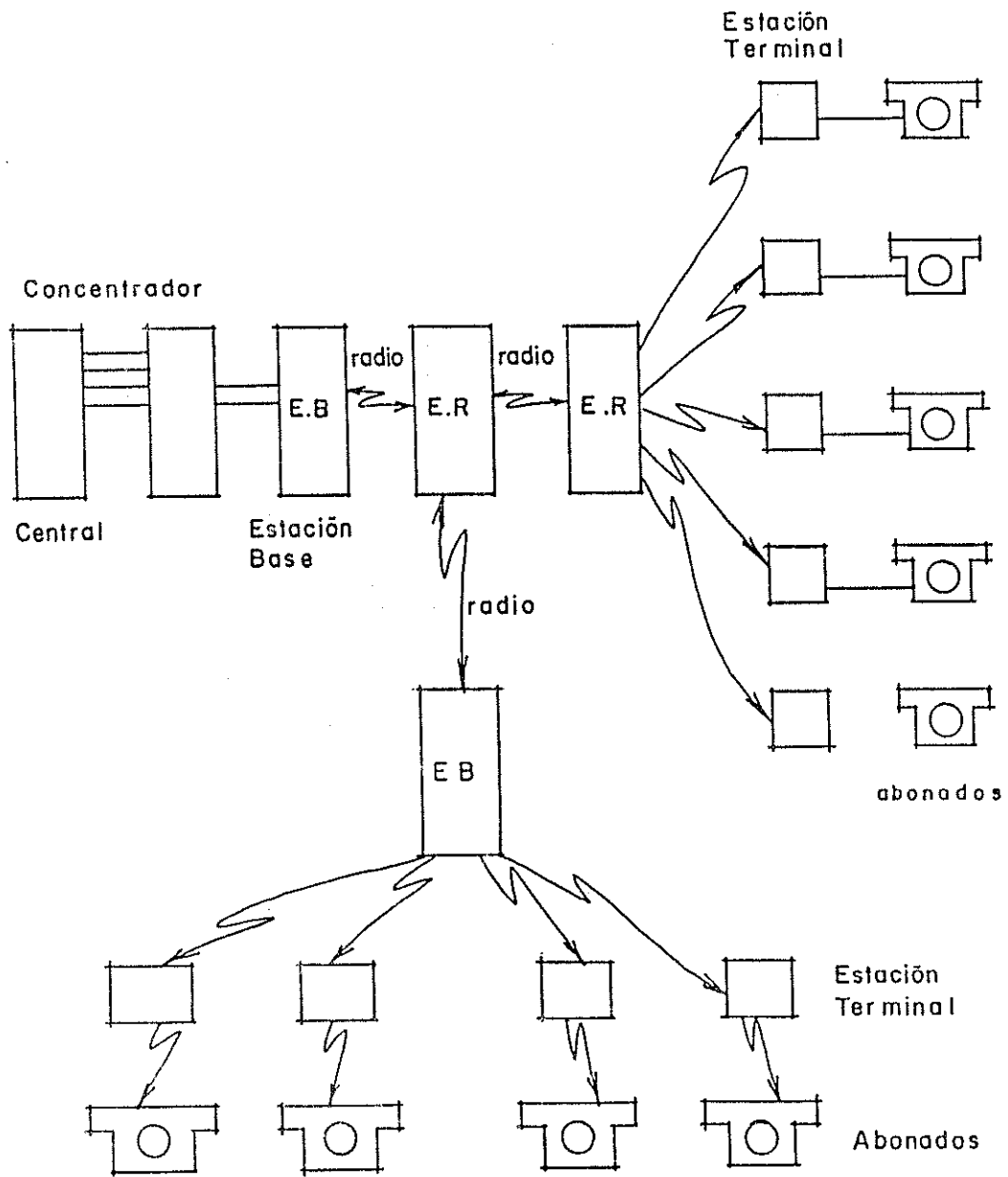
Ramas de las Telecomunicaciones

Fig.No.1.7.



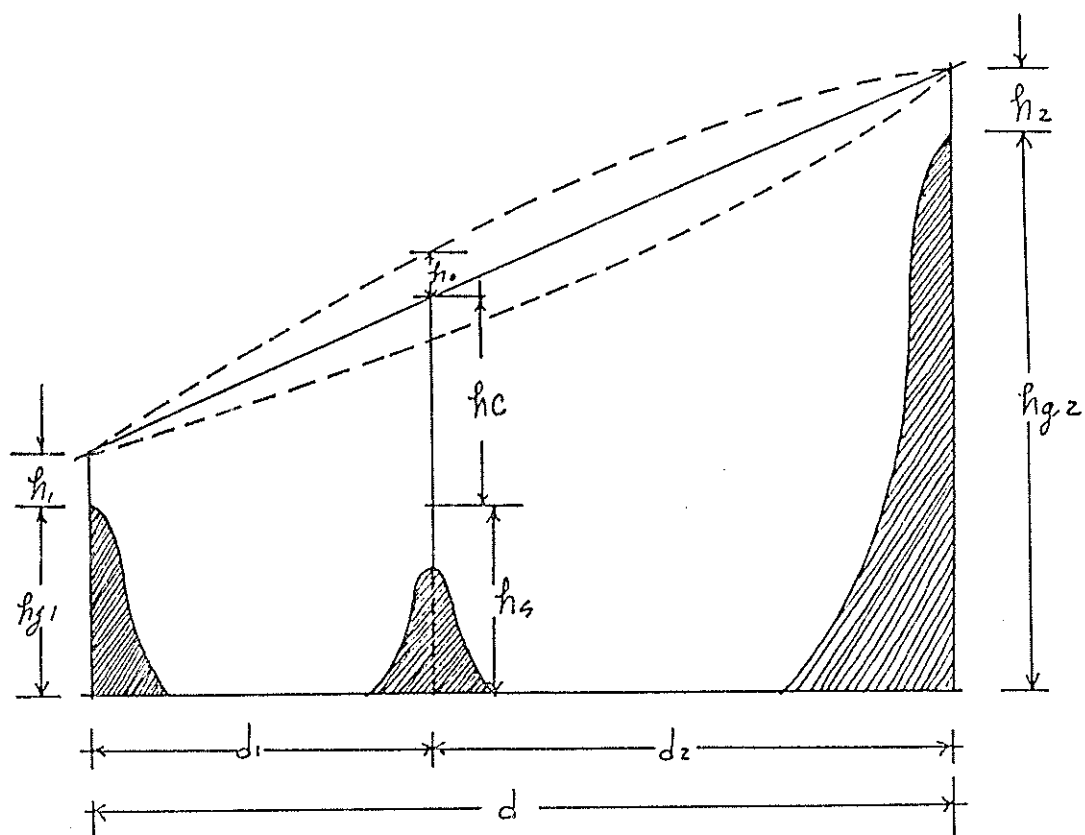
Sistema Punto A Punto

Fig.No.1.8.



Sistema Punto - Multipunto

Fig.No.1.9.



PERFIL PARA CALCULAR ALTURA DE ANTENA, PUNTO CRITICO Y DISTANCIA REAL..

ANEXO No. 2.

GLOSARIO

G L O S A R I O

ANTENA: dispositivo transductor de las ondas electromagnéticas que viajan por el espacio libre, hacia medios físicos y viceversa.

ALIMENTADOR: cable o guía de onda que transporta la onda electromagnética, desde el transductor, hasta la antena y viceversa.

ATENUACION: pérdida de potencia en el medio de propagación.

BANDA DE FRECUENCIAS: son las diferentes gamas de frecuencias del espectro radioeléctrico.

BER: Bit Error Rate. Tasa que indica la proporción de bits errados. Permite cuantificar la calidad en el tratamiento de una señal digitalizada.

CABLE COAXIAL: está compuesto de dos conductores separados por un pantalla y un dieléctrico, que comparten un mismo eje: se utiliza generalmente en transmisiones de radio frecuencia y en alimentadores.

CALIBRE DEL CONDUCTOR: determina el tamaño de la sección transversal (área) del conductor que se va a utilizar.

CANAL: espacio disponible en un sistema de telecomunicaciones, para transmitir información referente a un servicio específico.

CCIR: Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones. Se refiere a una serie de normas sobre sistemas de radiocomunicaciones, emanadas de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

CCITT: Comité Consultivo internacional Telegráfico. Serie de normas, sobre sistemas y servicios de telecomunicaciones emanadas de la UIT.

CENTRAL TELEFONICA: conjunto de equipo de gran capacidad, ubicado en un determinado lugar, con la finalidad de conmutar las señales que se traten, hacia los puntos donde se les quiera transmitir.

CONCENTRADOR: pequeña central que se utiliza para dar servicio a comunidades pequeñas. Son de baja capacidad.

CPR: Central analógica de baja capacidad.

DECIBEL: unidad logarítmica de medidas que expresan la relación entre dos potencias eléctricas:

$$Pa/Pb(dB)=10 \log(Pa/Pb).$$

DEMANDA TELEFONICA: cantidad de consumidores que están en la disponibilidad de adquirir un servicio telefónico.

DIMENSIONAMIENTO: proceso para determinar la cantidad de equipo necesario para implementar una red de telecomunicaciones.

DUCTO: tubo en el cual se alojan los diferentes cables que se van a utilizar en un enlace de cable multipar. PCM, fibra óptica y otros.

ENLACE: conexión entre dos puntos para establecer una comunicación. Esta puede ser por radio, por cable, por satélite o cualquier otro medio.

ENRUTAMIENTO: es un esquema simbólico que contiene la forma como quedan enlazadas telefónicamente, las poblaciones

rurales, y los municipios del departamento.

EQUIPO ANALOGICO: equipos que realizan el tratamiento de una señal, en el dominio del tiempo.

EQUIPO DIGITAL: equipos que realizan el tratamiento de una señal, en el dominio de la frecuencia.

ESPURIAS: cualquier señal que aparece fuera del ancho de banda, y que es generada por la misma fuente de la señal de interés.

GHZ: giga hertz. (10 Exp.09 Hz.). Múltiplo de frecuencia.

UHF: Ultra Alta Frecuencia. Se llama así al rango de radio frecuencias comprendido entre 400 Mhz. y 900 MHz.

INTERFERENCIAS: perturbaciones provocadas por señales no deseadas.

IV PROYECTO DEPARTAMENTAL: Proyecto de telefonía rural que estará instalado antes del Proyecto Telefonía Rural IV fase. Definido así por GUATEL.

LINEA VISTA: situación cuando en el trayecto de un radioenlace, no existe obstáculo que pueda perturbar el haz.

MICROONDA: banda del espectro donde se encuentran localizadas las frecuencias con longitud de onda del orden de las micras.

MODULACION: es el proceso que consiste trasladar espectralmente una señal llamada modulada, en razón de otra señal, con una frecuencia relativamente grande.

MULTIPLEX: método que permite obtener dos o más vías de comunicación por un mismo medio de transmisión.

PAR: Lo constituyen dos conductores, que van desde la central hasta el abonado.

PCM: Puls Cod Modulation. Modulación por impulsos codificados. Técnica de modulación que utiliza: el muestreo, cuantificación y codificación, para trasladar un señal analógica a digital.

PERFIL: representación del trayecto de un sistema de radiocomunicaciones, en papel gráfico especial con indicación de elevaciones de terreno, obstáculos, altura de antenas, etc. Generalmente se basa en estudios topográficos. Estos diagramas son de gran utilidad para el estudio y proyecto de sistemas de microondas.

RADIO Tx, Tr: radios instalados en el punto de transmisión y en el punto de recepción, para establecer la comunicación.

RADIOENLACE: conexión de un punto a otro por medio de radio.

RADIOENLACE SATELITAL: enlace de radio que utiliza un determinado satélite puesto en órbita, alrededor de la tierra.

RECTIFICADORES: es un grupo de diodos colocados en forma tal, que convierte corriente alterna en directa.

RED TELEFONICA: sistema de comunicación formado por una serie de interconexiones.

REFLEXION: cambio de dirección que sufren las ondas de cualquier densidad de energía irradiante, al incidir contra una superficie, durante su propagación.

REGULADOR: dispositivo capaz de mantener un voltaje sin fluctuaciones.

SISTEMA DE TIERRAS: conjunto de mallas conductoras, directamente enterradas en los lugares donde se encuentre

BIBLIOGRAFIA

1. Aguilar Marquez, Roberto. Microonda digital. México: Agencia de Cooperación Iberoamericana. 1987. s.p.i. 255 pp.
2. Belleza, Eduardo et.al. Diseño de planta externa. Argentina: Instituto de Cooperación de México: s.p.i. 1992. 350 pp.
3. Cardenal, Marcelo Spinola. Propagación y cálculos. Madrid España: s.p.i. 1994. 75 pp.
4. Central Training Institute. Network planning. 44 Irima-Cho, 1-Chome, Chofu-City. Tokyo Japan: s.p.i. s.f. 230 pp.
7. Curso. Tráfico telefónico. Impartido en el Departamento de Entrenamiento de Guatel. 1994.
8. Degem Systems. Teoría y práctica moderna de las comunicaciones digitales. Tel-Aviv Israel: Edit. Degem Systems Ltda. 1976. 179 pp.
9. Incatel. Propagación y antenas. Curso impartido en Entrenamiento de Guatel.
10. Kokan, Jiro. Planificación de redes de transmisión digital. México: Telecomunicaciones de México. s.p.i. 1992. 450 pp.
11. Kustra, Rubén O. et.al. Principios de transmisiones de señales digitales. Buenos Aires Argentina: Edit. Empresa Nacional de Telecomunicaciones. 1984. 477 pp.
12. Lopez Orozco, Romeo Neftali. Utilización de los transcodificadores para la duplicación de la capacidad de enlaces PCM. (tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala) Guatemala, 1990. 113 pp.
13. Opus 100. Fundamentos de propagación. Publicaciones Telecomex. México. s.p.i. 1947. 125 pp.
14. Solares Chiú, José Raúl. Análisis técnico, económico y financiero para la conexión del servicio telefónico en el área rural. (tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala) Guatemala, 1987. 107 pp.
15. Tarquin, Antohony J. et.al. Ingeniería económica. Colombia: Edit. McGraw Hill Book Co. Inc., USA. 1976. 406 pp.