

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

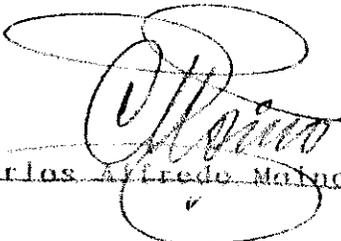
Guatemala, 15 junio de 1995

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

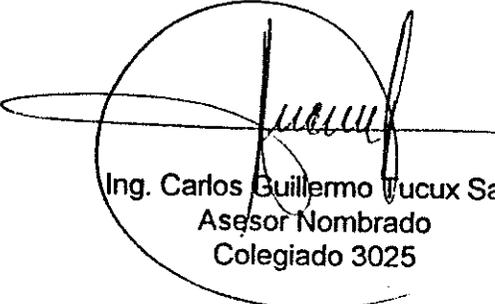
Guatemala
15 de junio de 1995

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.

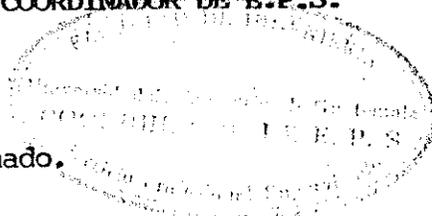
Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

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.



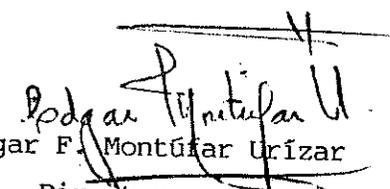


FACULTAD DE INGENIERIA

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.

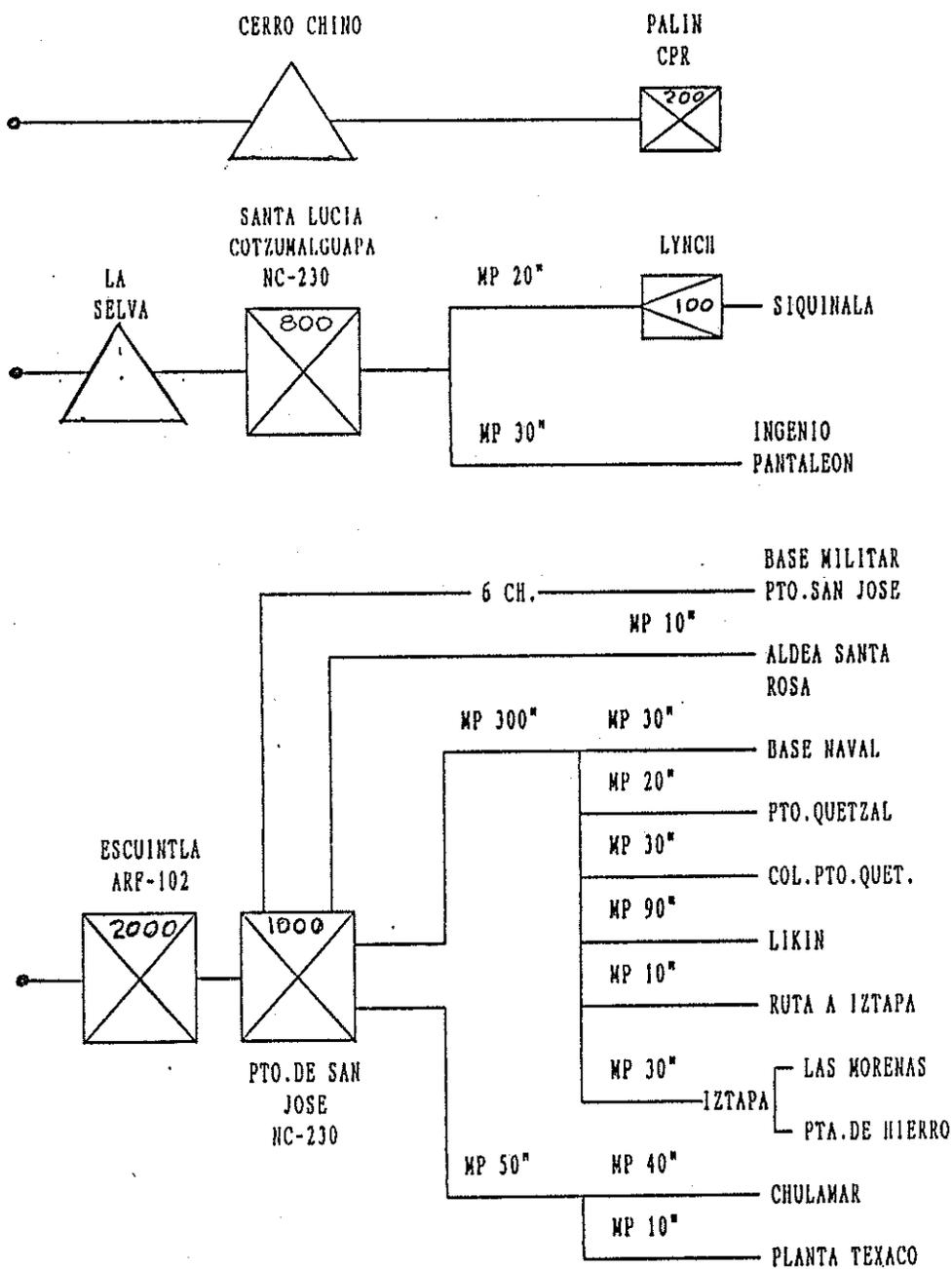
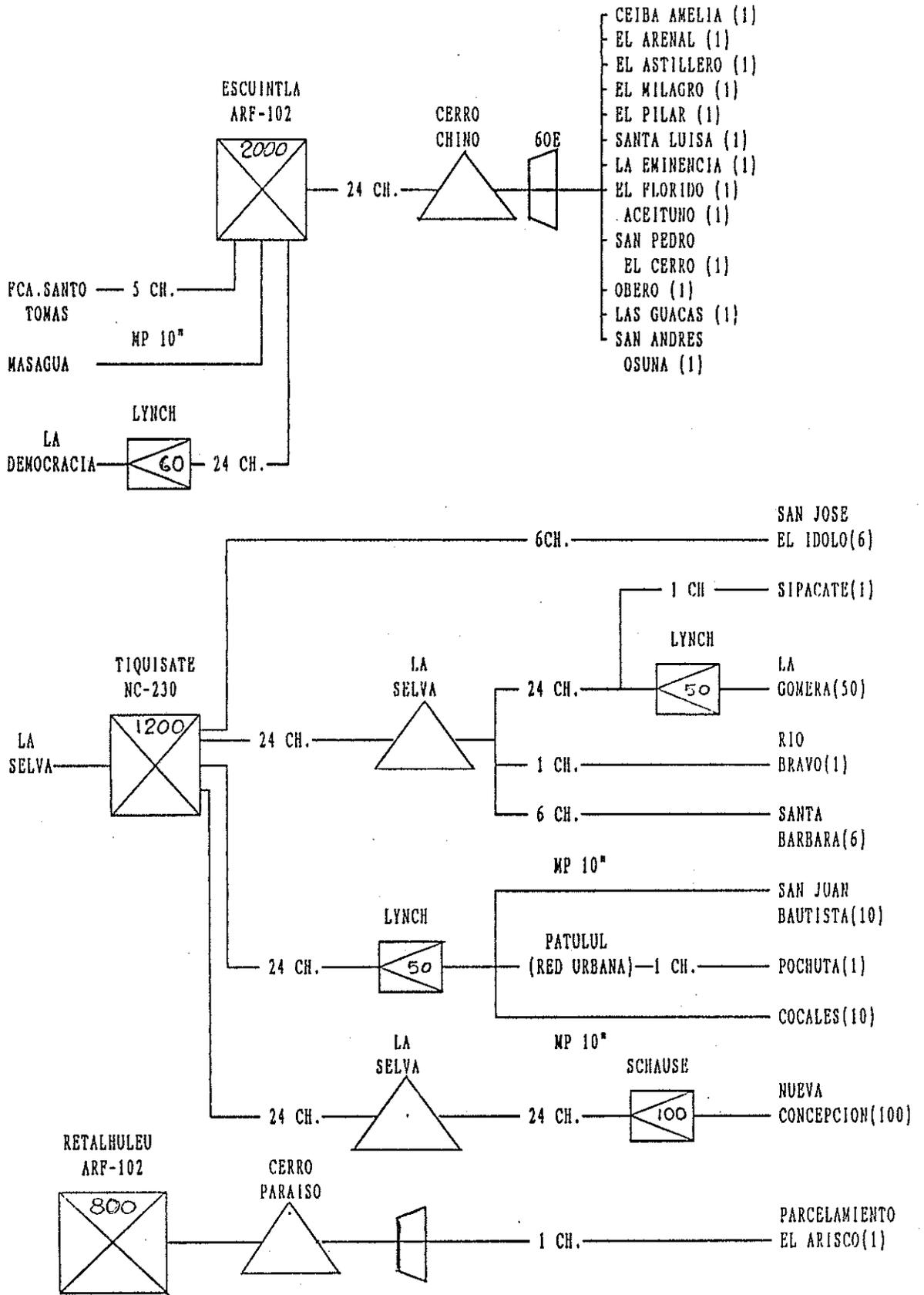


Fig. No. 1.8b.



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	Tecojate
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 proyeccion 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	Cnertal 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.

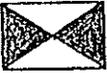
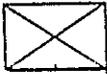
En el primer caso, no hubo otra opción, debido a que las distancias eran muy largas, y no se pudo utilizar técnicamente otro medio de enlace; debido a su costo se procedió a conectarlos por radio multiacceso. Esto dio como resultado que fuera más económico.

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

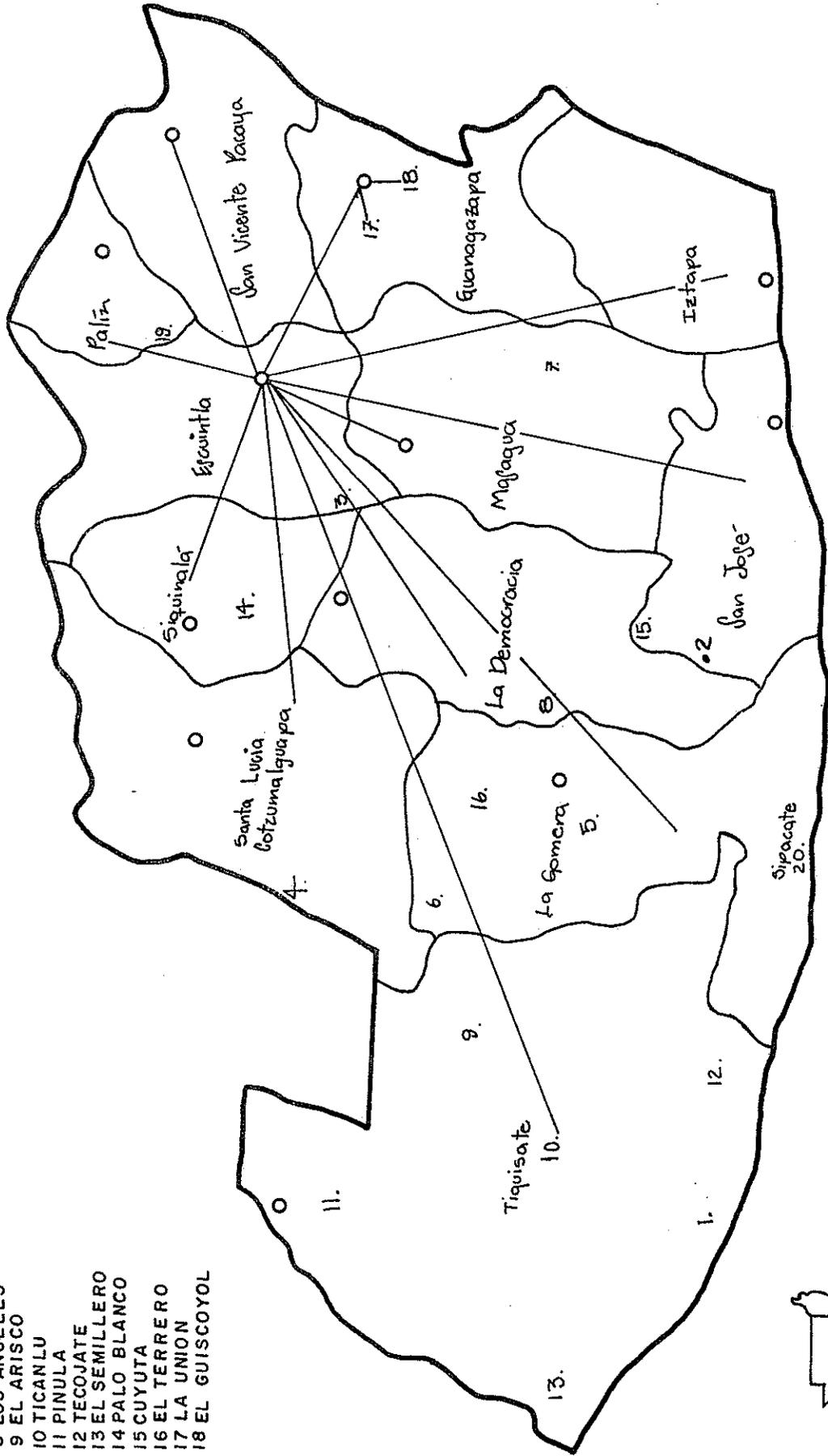
(IV Deptal.)	EQUIPO IV PROYECTO DEPARTAMENTAL
T	EQUIPO TRASLADADO
E	EQUIPO EXISTENTE
_____	ENLACE POR CABLE Y RADIO
.....	ENLACE POR FIBRA OPTICA
A	CAPACIDAD DE LINEAS DE LA CENTRAL Y CONCENTRADOR
(#)	CANTIDAD DE ABONADOS
B	TIPO DE CENTRAL Y CONCENTRADOR
#"	NUMERO DE PARES DEL CABLE
# Km	DISTANCIA EN 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.

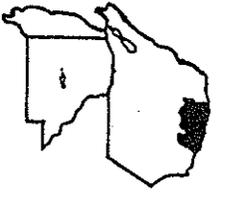
Fig 3.1

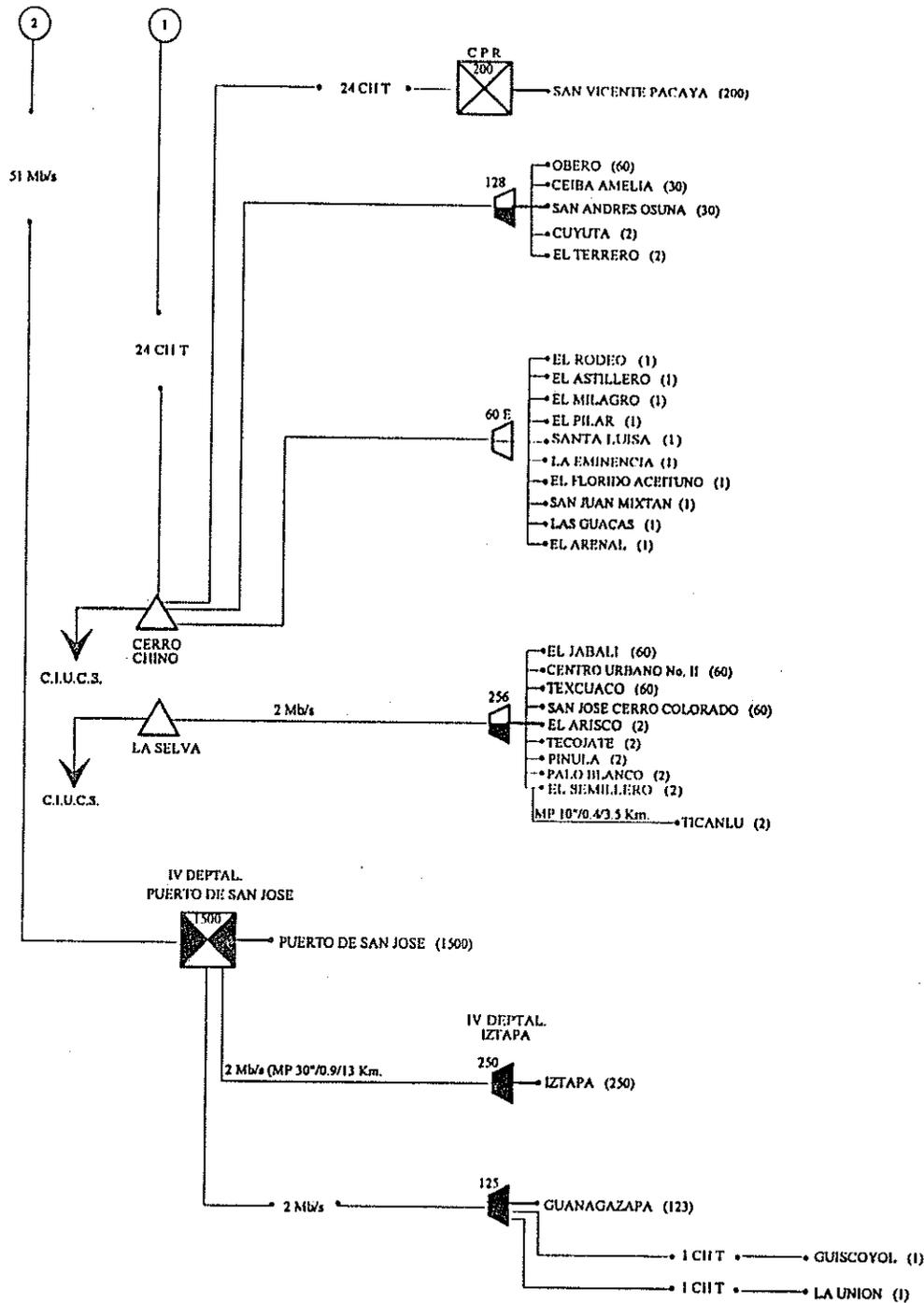
— 19 EL RODEO
 — 20 SIPACATE.

- 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.

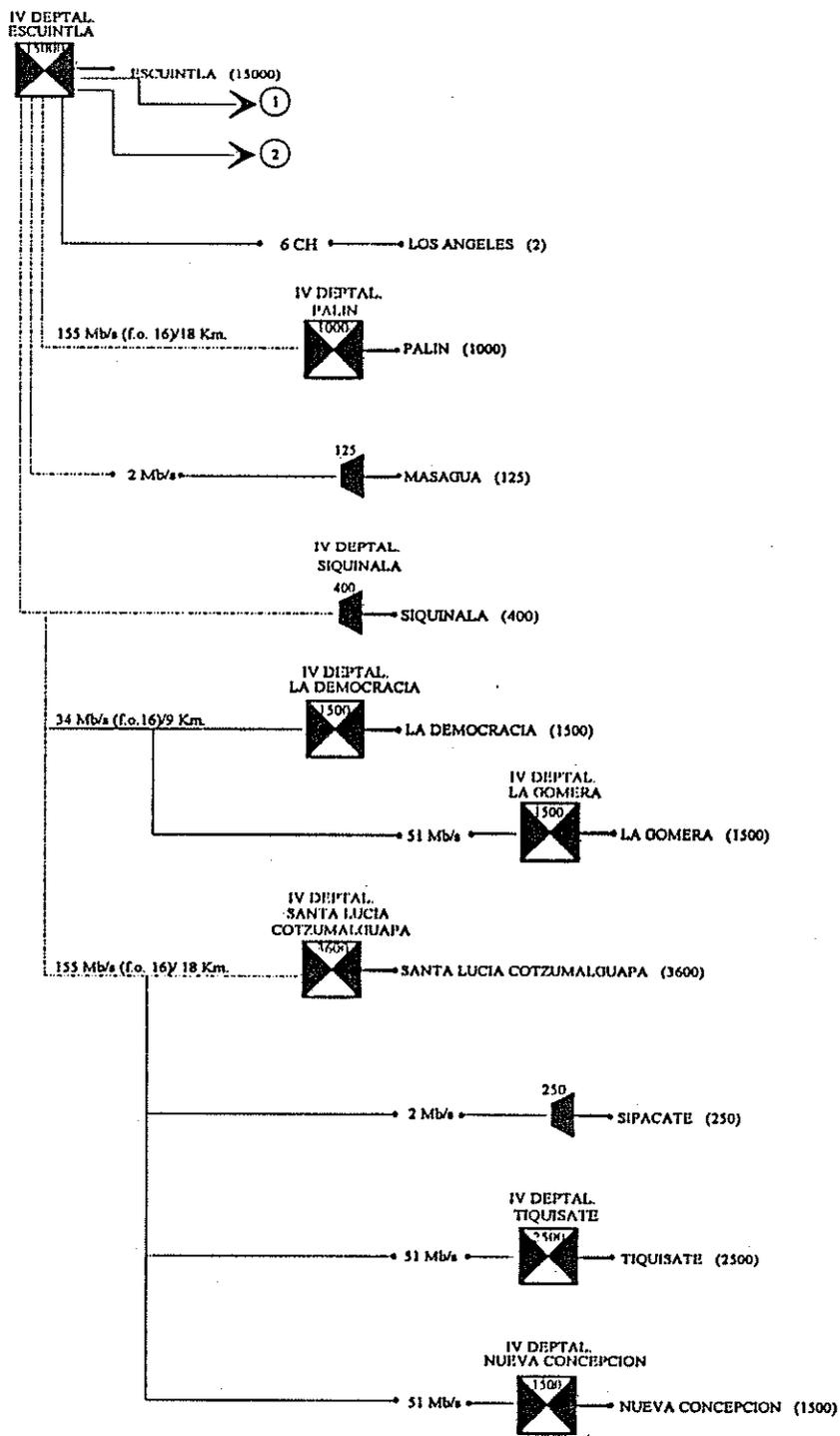




OBSERVACIONES:

PUERTO DE SAN JOSE, VAMOS A UN CERRITO EN GUANAGAZAPA EN EL CERRITO VA A ESTAR LA ANTENA, LA TORRE, EL CONCENTRADOR DE 125. LLEGAMOS A GUANAGAZAPA CON MP 150* RECORRIENDO UNA DISTANCIA DE 750 MTS. TAMBIEN SALIMOS DEL CERRITO CON ENLACES DE RADIO PARA GUISCOYOL LA UNION.

DIVISION DE PLANEAMIENTO Y DISEÑO	
PROYECTO: TELEFONIA RURAL IV FASE	
DIAGRAMA DE ENRUTAMIENTO	
ESCUINTLA	
DISEÑO: GRUPO DE PLANEAMIENTO	
FECHA: 1995	DISEÑO: CARLOS MODO
DIBUJO:	



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)				ESTACIO	ESTACION				ESTACION DE		
	0.7	2	8	34	1er	2o	3er	2o- 3er	CENTRA 512 L	REPETIDORA (Ab.)				ABONADO (Ab)		
									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																
OBERO																1
EL RODEO																
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:

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

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:

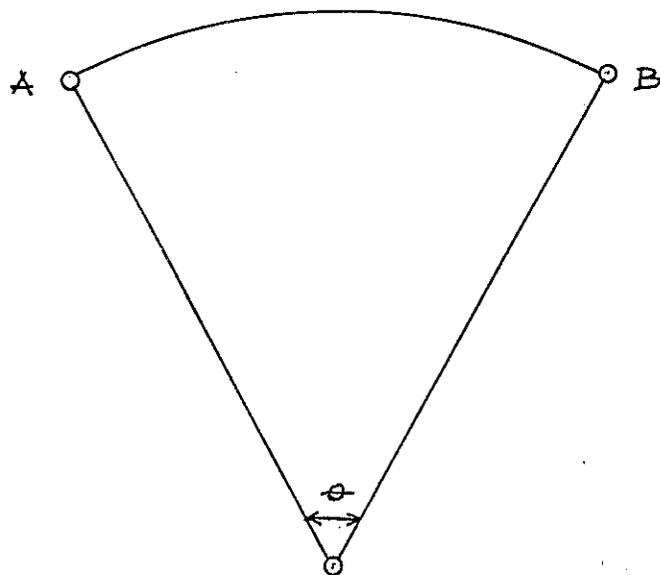
$$AB = \frac{2\pi a}{360}(\theta) \quad (\text{Ec-3})$$

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:

$$d1 = (d/2)(1+b) \quad (\text{Ec-5})$$

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:

$$c = \frac{(h1-h2)}{(h1+h2)} \quad (\text{Ec-6})$$

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:

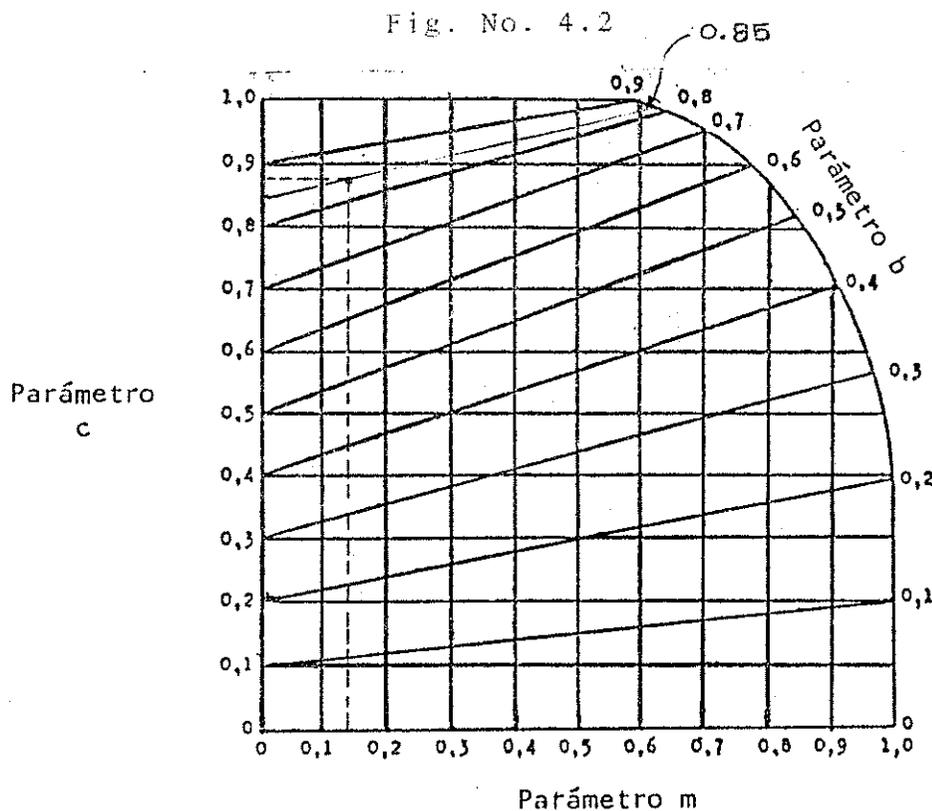
$$m = 0.152$$

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:

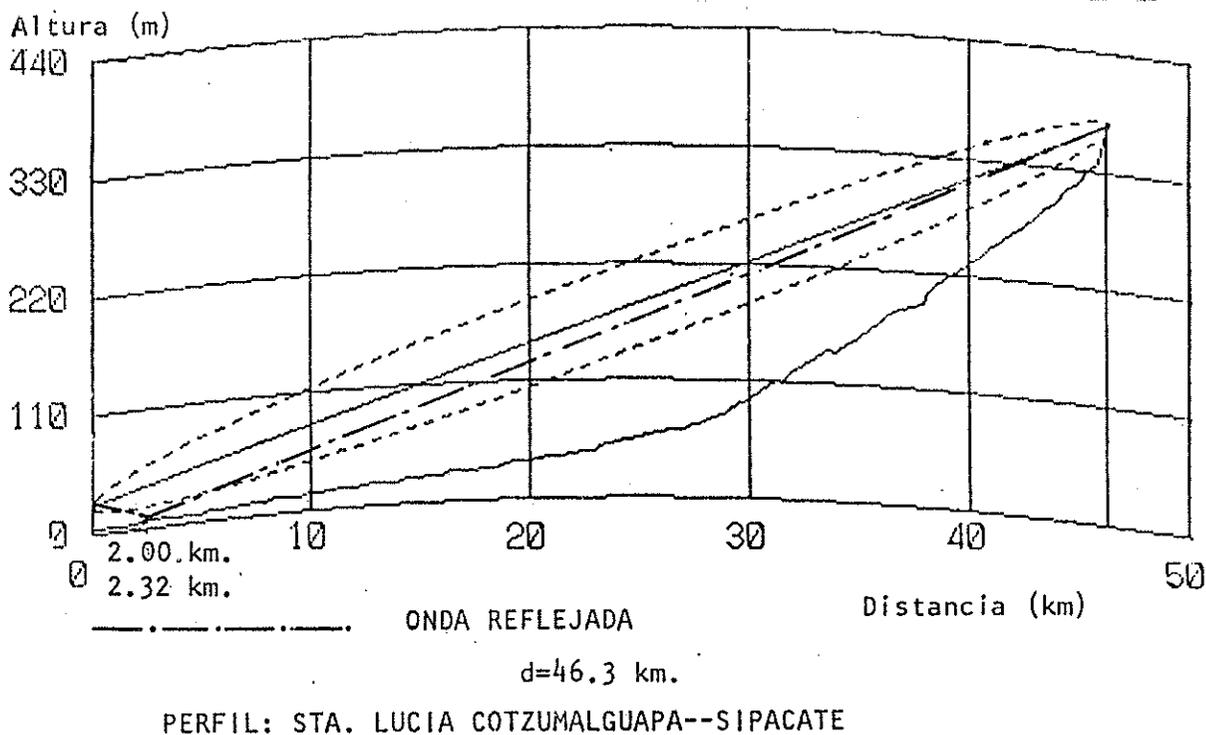
$$M.D. = hc/ho \quad (Ec-8)$$

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	2,911,936	2,764,979	2,638,814	2,511,936	2,393,847	
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	2,974,572	3,118,611	3,267,814	3,421,670	3,576,100	
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	18,155,518	19,350,679	20,603,170	21,924,298	23,330,484	
TOTAL											
SALDO											
	476,277	809,751	1,184,854	1,605,998	2,078,042	2,549,054	3,030,106	3,516,125	4,007,197	4,503,279	
(+) 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	3,422,325	3,903,377	4,389,396	4,880,468	5,376,550	

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	5,121,030	5,004,105	4,862,685	4,694,612	4,497,575	4,269,098	4,006,530	3,707,032
Inversión Fondos externos	8,819,768	4,408,626	3,222,335	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	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										

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.

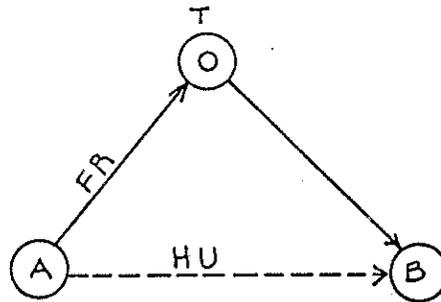
1.1 ENCAMINAMIENTO.

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.

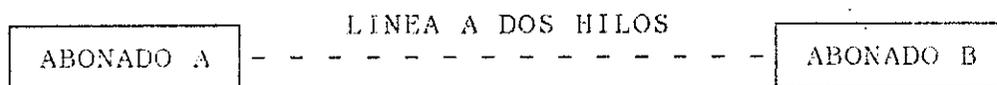
Fig. No.1.1.



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.

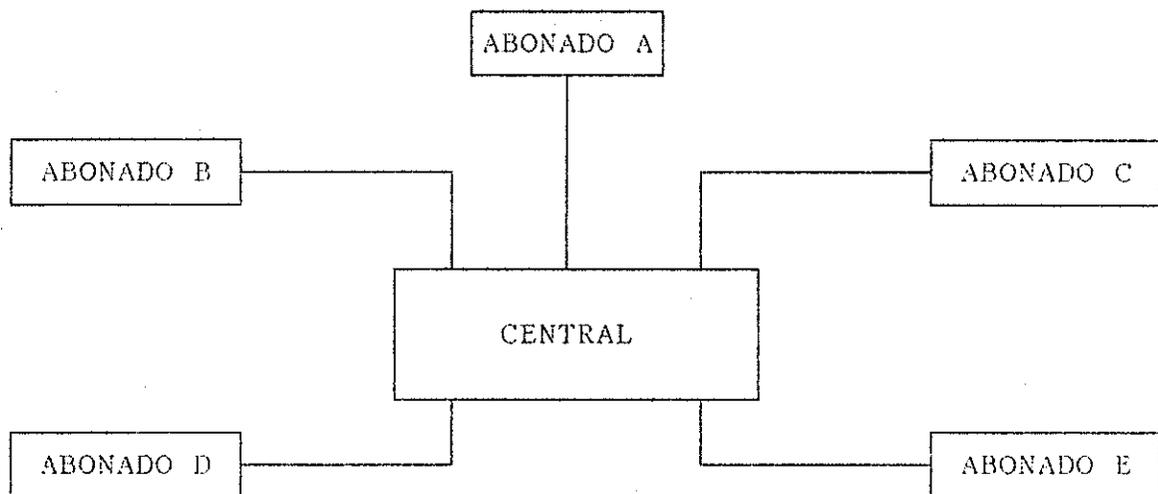


Este sistema de comunicación muestra una conexión permanente entre A y B, y representa los primitivos procedimientos de un enlace.

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.

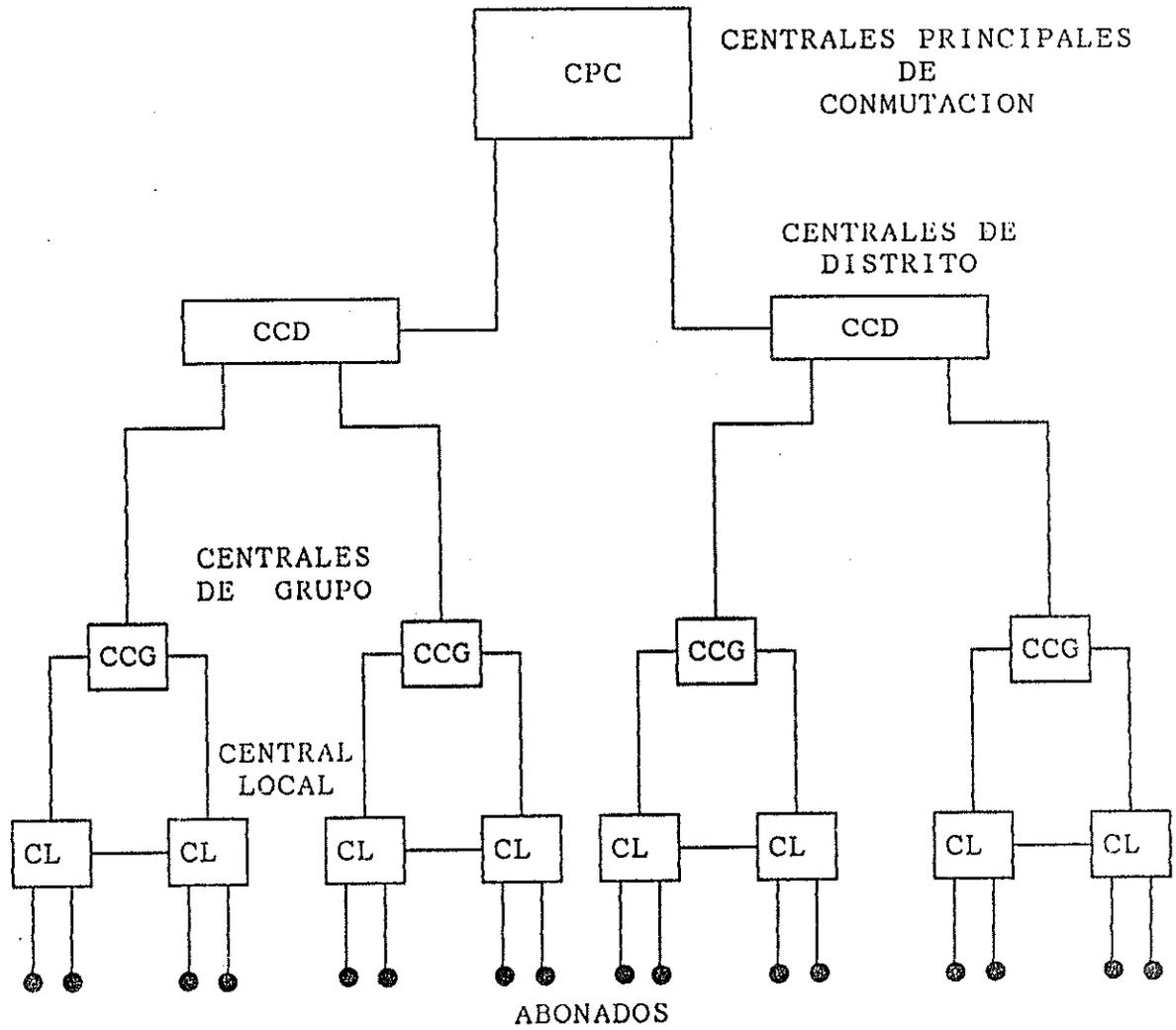
En la red nacional de telefonía, hay varios grados de central, según la importancia. Cuanto mas importante sea el grupo de central, menos centrales de éste tipo habrá. También son varios los grados de líneas de interconexión, por ejemplo: líneas de abonados, enlaces interurbanos, y también en este caso,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

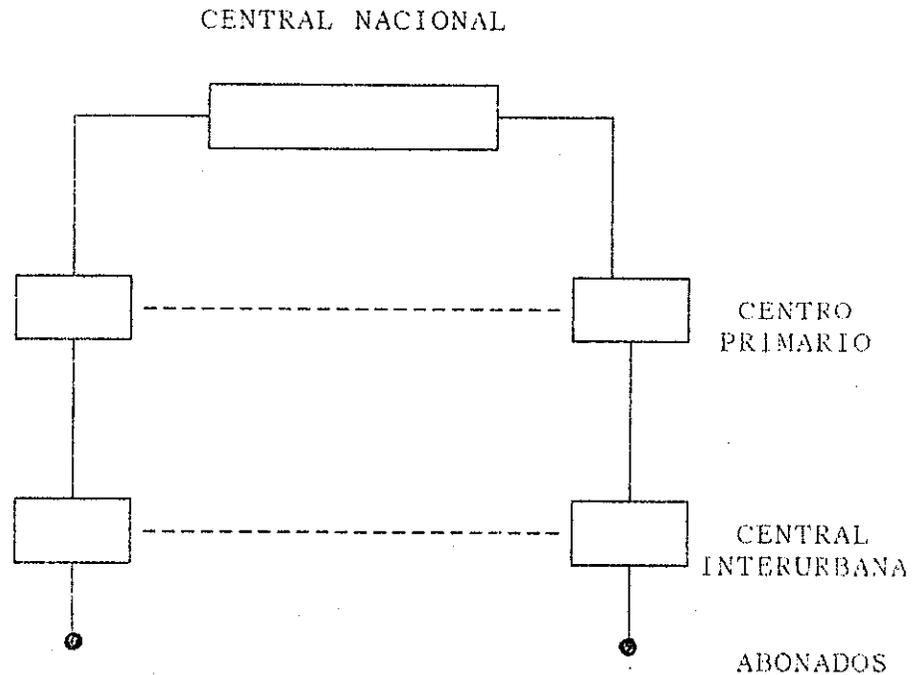
En la Fig. No.1.4, se presenta el esquema de una red de conmutación.

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 siguiente 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:

$$h1 = (d/d2)(ho+hs) - (d1/d2)(hg2+h2) + (d*d1)/2ka - hg1 \quad (Ec-1)$$

Para K=2/3

$$h1 = h(4/3) - (d*ho)/(3*d) + (d*d1)/(2Ka) \quad (Ec-2)$$

Donde:

h1 es la altura de la antena 1.

ho = $\sqrt{(\mu*d1*d2)/d}$ 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.

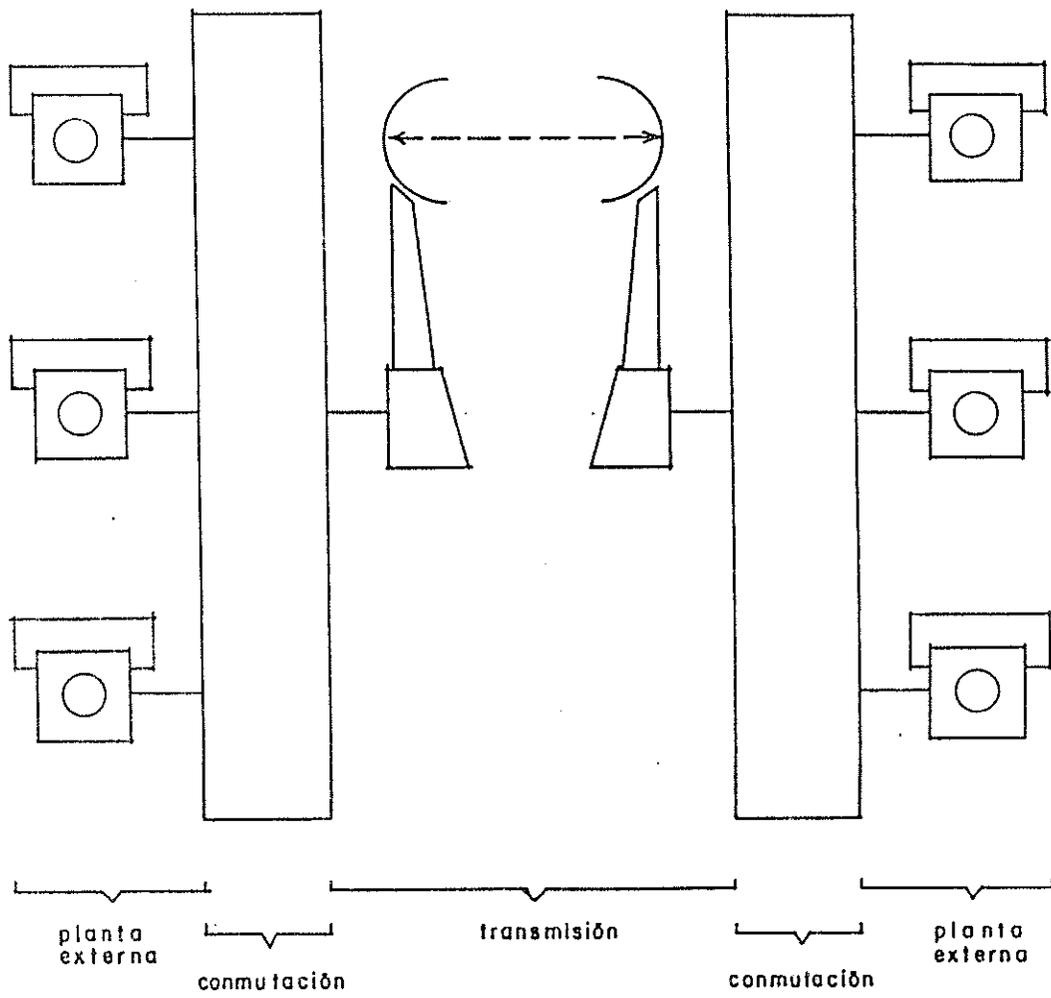
equipo radioeléctrico para su protección contra descargas electroatmosféricas.

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.

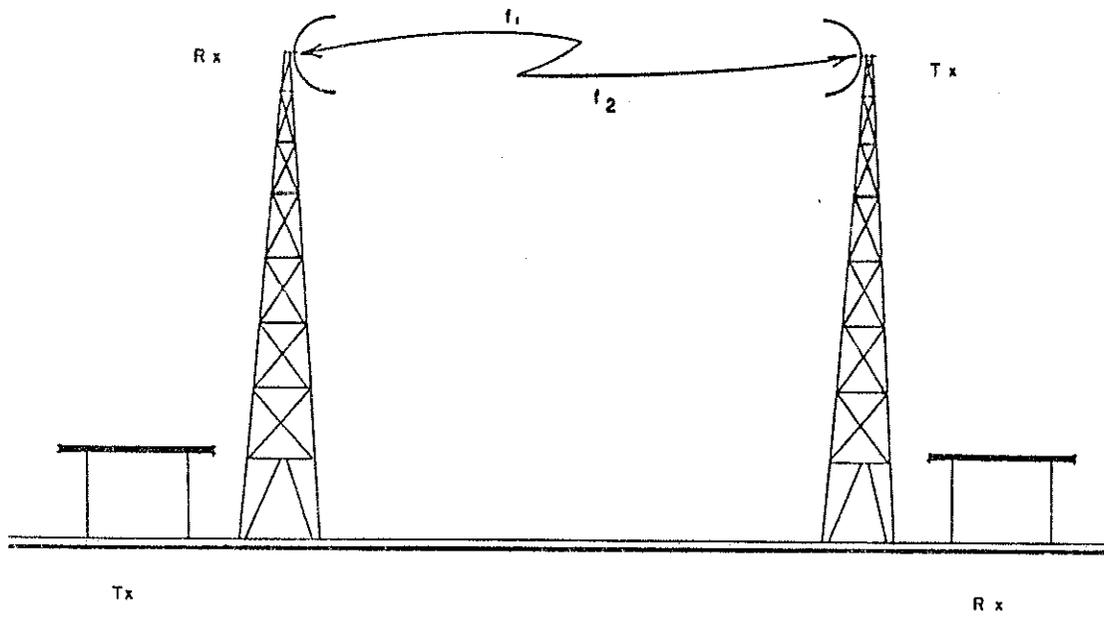
TRANSMISION DIGITAL: es el método para poder transmitir cualquier información (voz, música, TV, datos) por medio de pulsos muestreados en el tiempo.

Fig.No.1.6.



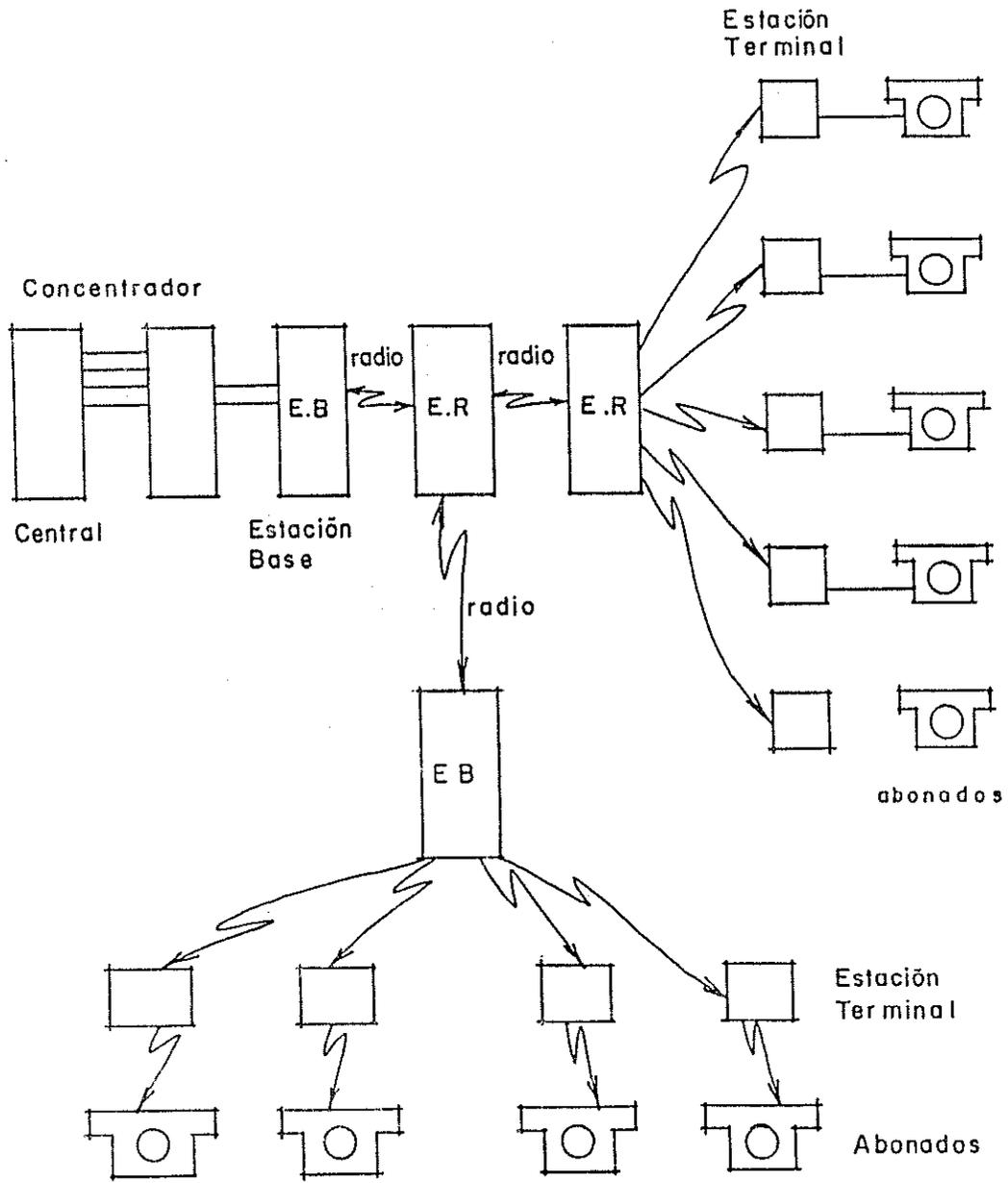
Ramas de las Telecomunicaciones

Fig.No.1.7.



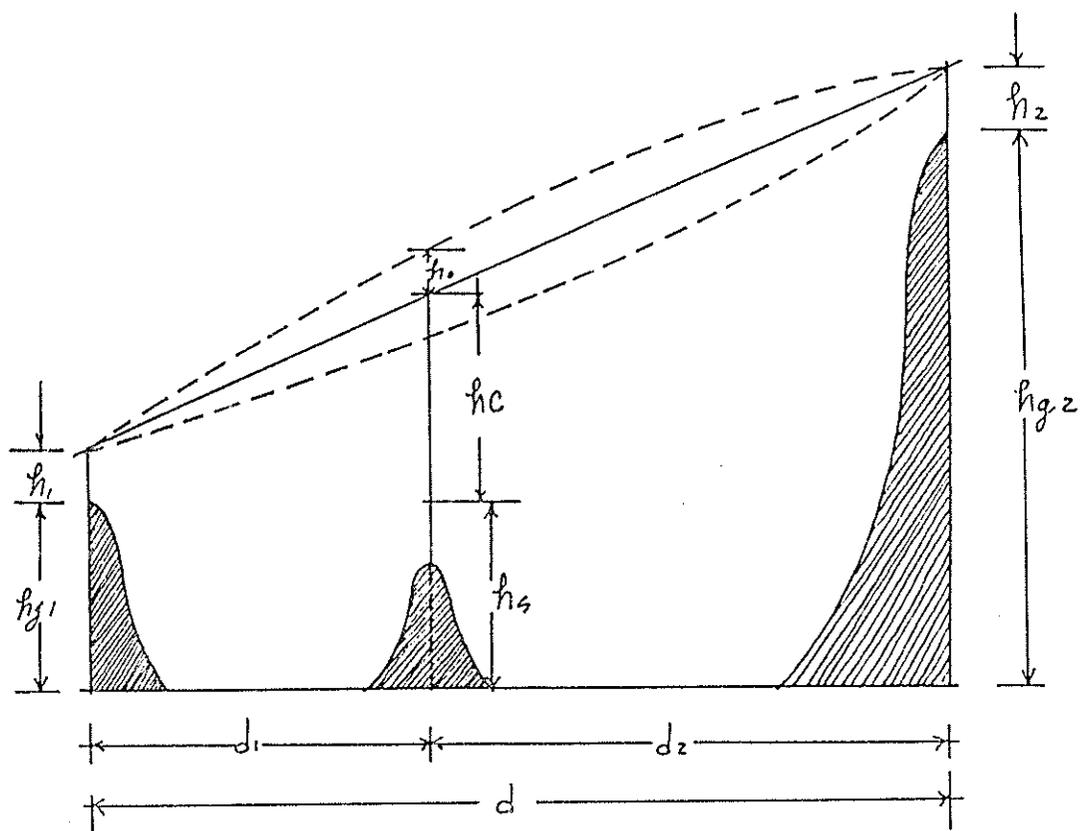
Sistema Punto A Punto

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.