

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO Y DESARROLLO DE LA TELEFONIA  
RURAL EN EL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

POR

VICTOR MANUEL FUENTES LOPEZ

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE  
INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 1,995

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

U8  
T(3580)  
C01

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

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:

PROYECTO Y DESARROLLO DE LA TELEFONIA  
RURAL EN EL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

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



Victor Manuel Fuentes López

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK
VOCAL PRIMERO	ING. MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA
VOCAL SEGUNDO	ING. JACK D. IBARRA S.
VOCAL TERCERO	ING. JUAN A. ECHEVERRIA M.
VOCAL CUARTO	BR. FREDY RODRIGUEZ QUEZADA
VOCAL QUINTO	BR. MARIO N. MORALES SOLIS
SECRETARIO	ING. FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. JORGE MARIO MORALES
EXAMINADOR	ING. EDGAR F. MONTUFAR URIZAR
EXAMINADOR	ING. JULIO GONZALEZ SAENZ
EXAMINADOR	ING. JOSE LUIS HERRERA
SECRETARIO	ING. EDGAR JOSE BRAVATTI CASTRO

Guatemala, 19 de junio de 1995


Ing.  
Pedro Quiroa  
Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ciudad Universitaria

Ing. Quiroa

Atentamente me dirijo a usted para informarle que he revisado el Trabajo de Tesis titulado **"Proyecto y Desarrollo de la Telefonía Rural en el Departamento de San Marcos"** asignado al estudiante Victor Manuel Fuentes López, trabajo que llena los objetivos propuestos en el Anteproyecto de Tesis.

Por lo tanto, comparto con el autor de este trabajo la responsabilidad que me compete sobre el mismo.

Atentamente,

  
Ing. Walther Guillén Krische  
Colegiado 3395



25 JUL 1995

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

Ciudad Universitaria, Zona 12  
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.C.088.95

Guatemala, 24 de julio de 1,995

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

Señor Director:

Atentamente por este medio, estoy trasladando para su trámite el Informe Final, equivalente al trabajo de Tesis del Proyecto del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) titulado **PROYECTO Y DESARROLLO DE LA TELEFONIA RURAL EN EL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, el que fuera desarrollado por el estudiante universitario **VICTOR MANUEL FUENTES LOPEZ**.

Después de las revisiones pertinentes, y habiendo conocido la APROBACION por parte del Asesor del Trabajo, Ing. Walther Guillén Krische, Colegiado No. 3,395; ésta Coordinación DA SU APROBACION al referido Informe Final, ya que se cumplieron los objetivos propuestos en el Anteproyecto y con el Programa **TELEFONIA RURAL IV FASE DE GUATEL**.

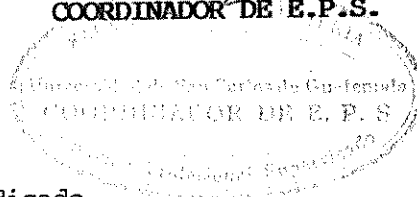
El Proyecto fue desarrollado dentro del Convenio con la División de Planificación y Diseño de GUATEL.

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 indicado.



FACULTAD DE INGENIERIA

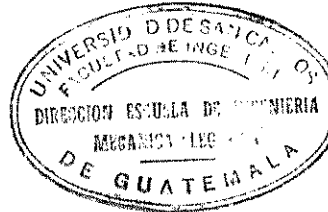
Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería  
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,  
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica  
y Regional de Post-grado de Ingeniería  
Sanitaria.

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 del estudiante Víctor Manuel Fuentes López,  
titulada: Proyecto y desarrollo de la telefonía rural en el departamento  
de San Marcos, procede a la autorización del mismo.

  
Ing. Edgar F. Montúfar Unizar  
Director

Guatemala, 8 de agosto 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: Proyecto y desarrollo de la telefonía rural en el departamento de San Marcos, del estudiante Víctor Manuel Fuentes López, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck

Decano

Guatemala, 11 de agosto de 1,995.



ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

Victor Manuel Fuentes Castañon  
Blanca Flora López de Fuentes

A MI ABUELITA

Martina Godínez Vda. de López

A MI ESPOSA

Gabriela I. Fuentes de Fuentes.

A MIS HIJOS

Andrea Carolina y Manuel Antonio

A MIS HERMANOS

Mario Roberto, Thelma Lucrecia  
Juan Carlos y Jorge Antonio.

A MIS CUÑADAS

Miriam Lili y Nastyasha Isabel

A MIS SOBRINOS

Maria Isabel, Jorge Mario y Ana  
Lucía.

A MIS FAMILIARES



TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA

A SAN PEDRO SACATEPEQUEZ

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE INGENIERIA

A MIS AMIGOS EN GENERAL.

## AGRADECIMIENTOS

- A cada uno de los miembros de mi familia por el incalculable apoyo brindado en todo momento.
  
- Al Ing. Walther Guillén Krische por su asesoría y colaboración para el desarrollo de la presente tesis.
  
- Al Ing. Rodolfo Reyes Gómez por su constante ayuda y apoyo incondicional.
  
- Al Personal de la División de Planeamiento y Diseño de GUATEL por su valiosa colaboración en la realización de las pruebas de campo y análisis de resultados.

## INDICE

	Página
LISTA DE CUADROS Y GRAFICAS	I
GLOSARIO	II
INTRODUCCION	III
I. ASPECTOS GENERALES DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.	1
I.1 Cultural	1
I.2 Social	1
I.3 Económico	2
I.4 Geografía y orografía	3
I.5 División política	3
I.6 Topografía y clima	7
I.7 Red actual de las telecomunicaciones en San Marcos	8
I.8 Planificación de fases anteriores	13
II. PLANIFICACION DEL PROYECTO	20
II.1 Estudio de demanda	20
II.1.1 Método de encuesta directa	21
II.1.2 Método visual	21
II.2 Revisión de instalaciones existentes	23
II.3 Selección de poblaciones	24
III. DISEÑO DEL PROYECTO	26
III.1 Dimensionamiento	26
III.2 Selección de tecnología	26
III.2.1 Diseño de enlaces	31
III.3 Enrutamiento	35
III.4 Equipamiento	38
III.4.1 Conmutación	38
III.4.2 Transmisión	39
III.4.3 Planta externa	40
III.4.4 Energía y aire acondicionado	40
III.4.5 Obra civil	41
IV. COSTO DEL PROYECTO	47
IV.1 Planificación y diseño	47
IV.2 Equipo	47
IV.3 Montaje	48
IV.4 Costo total	48
V. EVALUACION ECONOMICO-FINANCIERO	52
V.1 Evaluación financiera	52
V.1.1 Inversión con recursos propios	52
V.1.2 Inversión con recursos externos	53
V.2 Evaluación económica social	60
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFIA	64
ANEXO A	65
ANEXO B	73

I. LISTA DE CUADROS

	PAGINA
1. Municipios del departamento de San Marcos con sus respectivas altitudes y distancias a la cabecera departamental.....	6
2. Comunidades incluidas en la fase de telefonía rural por cable.....	8
3. Municipios incluidos en la II fase de telefonía rural.....	9
4. Comunidades incluidas en la III fase de telefonía rural.....	11
5. Total de líneas instaladas en San Marcos.....	12
6. Nomenclatura de los diagramas de enrutamiento..	15
7. Diagrama de enrutamiento San Marcos.....	16
8. Diagrama de enrutamiento San Marcos.....	17
9. Diagrama de enrutamiento San Marcos.....	18
10. Poblaciones rurales seleccionadas .....	25
11. Demanda total estimada por municipios en el año de 1,993.....	27
12. Capacidad telefónica requerida por poblaciones en el año de 1,993.....	28
13. Capacidad total que se va a instalar con servicio domiciliario .....	29
14. Capacidad total que se va a instalar en las comunidades rurales.....	31
15. Diagrama de enrutamiento propuesto.....	36
16. Diagrama de enrutamiento propuesto.....	37
17. Equipamiento requerido por población. Conmutación y planta externa.....	42
18. Equipamiento requerido por población. Transmisión.....	43
19. Equipamiento requerido por población. Transmisión.....	44
20. Equipamiento requerido por población. Energía y aire acondicionado.....	45

21.	Equipamiento requerido por población. Obra civil.....	46
22.	Estimación de costos de equipamiento.....	48
23.	Estimación de costos de equipamiento.....	49
24.	Estimación de costos de montaje.....	50
25.	Resumen de costos.....	51
26.	Financiamiento de un Banco Regional.....	54
27.	Amortización del préstamo. Banco Regional.....	55
28.	Financiamiento de un Banco comercial Interna- cional.....	56
29.	Amortización del préstamo. Banco Comercial....	57
30.	Financiamiento con Crédito de Proveedores.....	58
31.	Amortización del préstamo. Crédito de proveedo- res.....	59

#### ANEXO A

1.	Infraestructura social de San Marcos.....	66
4.	Poblaciones de San Marcos.....	69

#### LISTA DE GRAFICAS

1.	División política del departamento.....	5
2.	Planificación de la red para el IV proyecto de telefonía departamental.....	19
3.	Perfil del enlace entre Tecún Umán y Tajumulco..	31

#### ANEXO B

1.	Elementos principales de un sistema de radioen- lace.....	75
2.	Perfil para el cálculo de la altura de antena...	76
3.	Gráfica para el cálculo del parámetro b.....	76
4.	Sistema de modulación por cursos codificados....	78
5.	Selección de pares de baja capacidad.....	79
6.	Selección de pares para alta capacidad.....	79

## II. GLOSARIO

El siguiente glosario proporciona información de referencia rápida, sobre la terminología de comunicaciones utilizada con más frecuencia en el presente trabajo.

<b>ANCHO DE BANDA</b>	Medida de capacidad de transmisión de una línea, generalmente expresada en ciclos por segundo o Hertz.
<b>BANDA ANCHA</b>	Servicios de las compañías de teléfonos para transmitir datos a velocidades considerablemente más rápidas que aquellas del nivel de voz.
<b>BIT</b>	Una contracción de dos términos en inglés Binario y Dígito. Un bit tiene dos valores cero (0) o uno (1), los cuales determinan los estados de la señal. Estos son denominados como falso o cierto, apagado o encendido, activo o inactivo etc.
<b>CANAL DE COMUNICACION</b>	Es una línea telefónica o de otro tipo provista por los servicios de comunicación, ya sean públicos o privados.
<b>CANAL DE NIVEL DE VOZ</b>	Se denomina así a una gama de frecuencias apropiadas para la transmisión de la voz humana y datos analógicos o digitales, generalmente con un rango de frecuencia entre los 300 y los 3000 hertz.
<b>CCITT</b>	Comité Internacional de Consulta para Telégrafos y Teléfonos, parte de la Unión Internacional de Telecomunicaciones ITU, el cual es una organización de las Naciones Unidas. CCITT da las recomendaciones o acuerdos internacionales para sistemas de comunicaciones a nivel internacional, incluyendo datos.
<b>CENTRAL</b>	El computador central y los periféricos asociados a un sistema de comunicaciones. Generalmente incluye un procesador, periféricos de soporte, archivos de acceso directo y un multiplexor de comunicaciones con adaptadores.

**CIRCUITO**

Tiene dos significados, uno (circuito de transmisión) que indica la comunicación por medio de líneas entre dos o más puntos; y el segundo (circuito electrónico), que se refiere a un grupo de componentes eléctricos o electrónicos conectados entre sí, para formar una función específica.

**CONCENTRADOR**

Dispositivo que conecta varios enlaces de comunicaciones con un grupo menor de circuitos, para obtener transmisiones relativamente económicas. Ahorra líneas, modems, puertas. También facilita la labor del procesador central y provee cierto respaldo ante problemas.

**CONMUTACION**

La conmutación directa y temporal de dos o más canales, entre dos o más puntos, con la finalidad de proveer al usuario el uso exclusivo de un canal abierto, con el cual hace intercambio de información.

**ENLACE**

Es un circuito físico entre dos o más puntos que les permite comunicarse entre sí (aunque se utilicen diferentes recorridos físicos).

**INTERCONEXION**

Se aplica al límite entre dos unidades, a través del cual todas las señales que pasan son cuidadosamente definidas. Incluye señal, impedancia, tiempos, secuencia de operaciones y significado de las señales.

**MICROONDA**

Onda electromagnética con una frecuencia superior a los 900 MHZ. Las señales son transmitidas por antenas especiales que deben estar a la vista.

**MODULACION**

Es el proceso de modificación de algunas características de la onda portadora de acuerdo con valores puntuales de la información que va a ser transmitida.

**MULTIPLEXOR**

Dispositivo que permite la concentración de líneas que operan a distinta velocidad

y con diferente protocolo, para economizar componentes de comunicaciones.

**MULTIPUNTO**

Forma de conectar varios lugares para transmitir información entre ellos.

**NODO**

Es la descripción topográfica de una red; un nodo es un punto de unión de enlaces o de conmutación de la ruta que siguen los mensajes de datos, desde el punto de vista de flujo de los datos.

**PROTOCOLO**

Conjunto de reglas para gobernar las comunicaciones entre dos entidades.

**PUNTO A PUNTO**

Forma de configurar dos dispositivos para efectos de la comunicación entre ellas. Se emplea un enlace directo sin ramificaciones a terceros.

**RED**

Disposición de equipos de computación de comunicaciones y líneas de transmisión que permite el enfoque del conjunto como un sistema de procesamiento de datos con características definidas.

**SEÑAL ANALOGICA**

Es una señal física que varía en forma continua

**SEÑAL DIGITAL**

Señal discontinua, cuyos estados están separados por intervalos variables.



### III. INTRODUCCION

Los adelantos de la tecnología permiten que las comunicaciones se realicen a través de grandes distancias cada vez con mayor facilidad. El teléfono se ha transformado en una necesidad y este rápido cambio ha forzado a muchos de los medios corrientes de comunicación hasta sus límites tecnológicos. La era de la comunicación electrónica se inicio en 1834 con el invento del telégrafo y su código asociado que debemos a Samuel Morse. El código Morse utilizaba un número variable de elementos (Puntos y Barras), con el objeto de definir cada carácter.

Paralelamente al uso del telégrafo, se realizó el desarrollo del teléfono. El primer teléfono de uso comercial se instalo en 1877. Este sistema tenía un tablero manual. Permitía la comunicación por medio de la voz y el telégrafo a través de la misma línea valiéndose de comunicación alternada. Años mas tarde, se pudo transmitir voz con alta fidelidad implementándose rápidamente en todo el mundo la red de telecomunicaciones analógica que es adecuada para la transmisión de información vocal.

Actualmente las computadoras son utilizadas en todos los campos de las actividades sociales y económicas, por lo que la demanda de transmisión de datos se ha incrementado notablemente y ha provocado en las redes de telecomunicaciones, la rápida evolución a la red digital.

Este trabajo de tesis tiene la finalidad de planificar y diseñar la IV fase de telefonía rural para el Departamento de San Marcos, la cual contempla seleccionar a las poblaciones que por su importancia socio-económica o aislamiento en que se encuentran, se incluyan dentro del proyecto, así como la forma en que se integrarán al sistema de telecomunicaciones.

Inicialmente se muestra la metodología empleada para estimar y preseleccionar de acuerdo con ciertos criterios e indicadores estadísticos las poblaciones rurales que, por su importancia, deberán ser incluidas, ya que la cobertura y satisfacción de los servicios en algunas comunidades se ha hecho a través de teléfonos comunitarios.

En seguida se presenta un análisis de demanda, técnico y Económico de las posibilidades de integración de cada población al sistema listando el equipo requerido por población y su estudio económico financiero.

La realización de este estudio permitió convivir durante algún tiempo con las comunidades de las zonas menos favorecidas del país, aplicar conocimientos del área de comunicaciones y participar en la solución de un problema de urgencia nacional.

## CAPITULO I

### ASPECTOS GENERALES DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

#### I.1 ASPECTO CULTURAL

San Marcos es un departamento que conserva parte de su reseña a través de sus tradiciones ancestrales, sitios de interés tanto de la época precolombina, como de los primeros poblados coloniales.

La historia descriptiva de lo que hoy constituye el departamento de San Marcos está contenida en los pocos documentos y joyas arqueológicas, que aún se conservan en algunos municipios.

En el aspecto arqueológico, en la parte norte de San Marcos, los municipios como Tajumulco, Tejutla, Ixchiguán y San Pedro Sacatepéquez, destacan con sus características, ya que cuentan con una gran cantidad de lugares con gran valor histórico, entre los que se pueden mencionar las ruinas de iglesias, templos coloniales, edificios públicos, que aún guardan su estilo tradicional y vestigios de comunidades enteras, que posteriormente fueron trasladadas por situaciones políticas o por catástrofes naturales.

#### I.2 ASPECTO SOCIAL

En el departamento de San Marcos, así como en los demás del altiplano en donde los niveles de pobreza son críticos, los índices demográficos reflejan condiciones más adversas tales como mayor fecundidad con un índice de 50 por mil habitantes, mayor mortalidad con un índice de 70 por mil habitantes, relativamente menos esperanza de vida que alcanza un promedio de 56 años y una agudización general de las malas condiciones socio-económicas que requieren una prioritaria atención de parte del estado y organismos de desarrollo. El 68% de su población es indígena de origen Mam y el 32% de origen ladino. El núcleo familiar en el área urbana está compuesto por 6 elementos en promedio integrado por los Padres y 4 hijos, y es el Padre quien satisface las necesidades de la familia ayudando la esposa y los hijos al sostenimiento del hogar, para obtener así mas recursos económicos para poder satisfacer las necesidades de estudio, vestuario, alimentación, salud, vivienda etc.; su ingreso promedio familiar es de Q 6,000.00 anual. En el área rural, el núcleo familiar lo integran 9 elementos en promedio integrado por los Padres y 7 hijos, por lo cual tienen mayores problemas económicos por el bajo salario que devenga el padre; su ingreso promedio familiar de Q 3,000.00 anual, y por eso están obligados a emigrar en épocas de siembra o cosecha de maíz, café, algodón etc. a fincas de la parte sur de la República y al Estado de Chiapas, México, llevándose consigo, si no a la familia entera, a los hijos que ellos crean puedan ayudarlos a las tareas agrícolas; este es un factor en el ausentismo y deserción escolar de un porcentaje de 40% en el área rural y una agudización general de las malas condiciones socioeconómicas en que se desenvuelven sus

habitantes. La asistencia técnica que prestan las diversas instituciones tendentes a elevar la calidad de las fuerzas productivas que tienen un nivel de cobertura que no corresponde a los requerimientos de la población económicamente activa y no activa. Para ello, se necesita elevar el nivel de calidad y cobertura de los servicios de la actual infraestructura, ya que la que cuenta el Departamento es diversificada pero insuficiente, y en varios casos obsoleta para cubrir las distintas necesidades de la población.

Entre los servicios que se prestan están los de salud, comunicaciones, educación, agricultura, financieros etc., sin embargo, se hace necesaria la implementación y mejoramiento de los anteriores servicios y la inclusión de programas de asistencia técnica, mejoras en las vías de acceso y de comunicación a distancia, centros de capacitación, laboratorios médicos, estaciones de investigación agropecuaria, programas de aprovechamiento de los recursos naturales y energéticos etc.

### **I.2.1 INFRAESTRUCTURA SOCIAL ACTUAL DEL DEPTO DE SAN MARCOS**

La infraestructura física instalada con que cuenta el sector público en el departamento de San Marcos comprende diversos edificios, construcciones e instalaciones (se agregan algunas del sector privado) con las que se presta servicios administrativos, culturales, educativos, comerciales y deportivos, los cuales están contenidos en el cuadros Nos. 1, 2, y 3 del anexo A.

Lógicamente la población necesita de una mejor infraestructura social que la actual, y que permita encauzar sus necesidades y ser más acorde a los requerimientos del desarrollo departamental dentro del contexto nacional.

### **I.3 ASPECTO ECONOMICO**

El Departamento basa su economía en los aspectos agrícola y comercial con un 55% y 20% de ocupación respectivamente. La mayoría de sus habitantes se dedican a la agricultura. Dentro de este marco por sus características de climas, se producen cultivos de exportación como café, algodón, cardamomo. papa, durazno, nuez de macadámia etc., los cuales son productos que por su importancia generan divisas al país. Así también se cultiva maíz, frijol, trigo, hortalizas, frutas, hule etc.

El intercambio comercial es una de las actividades principales a nivel de municipios. San Marcos como departamento limítrofe con México tiene un nexo comercial importante, ya que en él están situadas las aduanas de Tecún Umán y El Carmen, que son paso obligatorio para personas y productos que vienen y van a Norteamérica, y es una fuente importante de generación de divisas, para lo cual es necesario contar con sistemas de comunicaciones telefónicas para hacer la gestión comercial y administrativa más rápida y eficiente.

Otros renglones que toman importancia en la economía es la industria artesanal e industrial con un 15% y 8% respectivamente.

El turismo es una de las actividades que ha sido fomentada y explotada en menor escala con un 2% de ocupación, y es debido a diversas causas, entre ellas: falta de medios de comunicación y transporte adecuados, inestabilidad política, falta de atención institucional y de recursos económicos para habilitar centros turísticos, lugares arqueológicos y de recreación, ya que el Departamento cuenta con potencial y recursos naturales para el desarrollo de la región.

El departamento cuenta con medios de comunicación y transporte que son bastante ineficientes, ya que dificultan las actividades productivas y de locomoción de los habitantes en su desplazamiento a la comercialización de sus productos a los diferentes municipios y fuera del departamento, y se acentúa más en las zonas rurales al producirse las cosechas de productos agrícolas, pues son los intermediarios quienes acuden hasta las propias unidades productoras o mercados regionales para sus operaciones, y transportan el producto a zonas vecinas y fuera del departamento. El servicio extraurbano es insuficiente por el gran número de personas que constantemente viajan por diversas causas. Esta carencia se intenta paliar con el uso de vehículos inadecuados para el transporte de personas, hecho observable sobre todo en el área rural.

#### **I.4 GEOGRAFIA Y OROGRAFIA**

El Departamento de San Marcos está localizado en la región occidental de Guatemala. Limita al norte con Huehuetenango, al este con Quetzaltenango, al sur con El Océano Pacífico y Retalhuleu y al oeste con la República de México.

Se ubica en 14° 57' 40" de latitud norte y 91° 47' 44" de longitud oeste y cuenta con una extensión superficial de 3,791 Kilómetros cuadrados o sea el 3.5% del territorio nacional.

#### **I.5 DIVISION POLITICA**

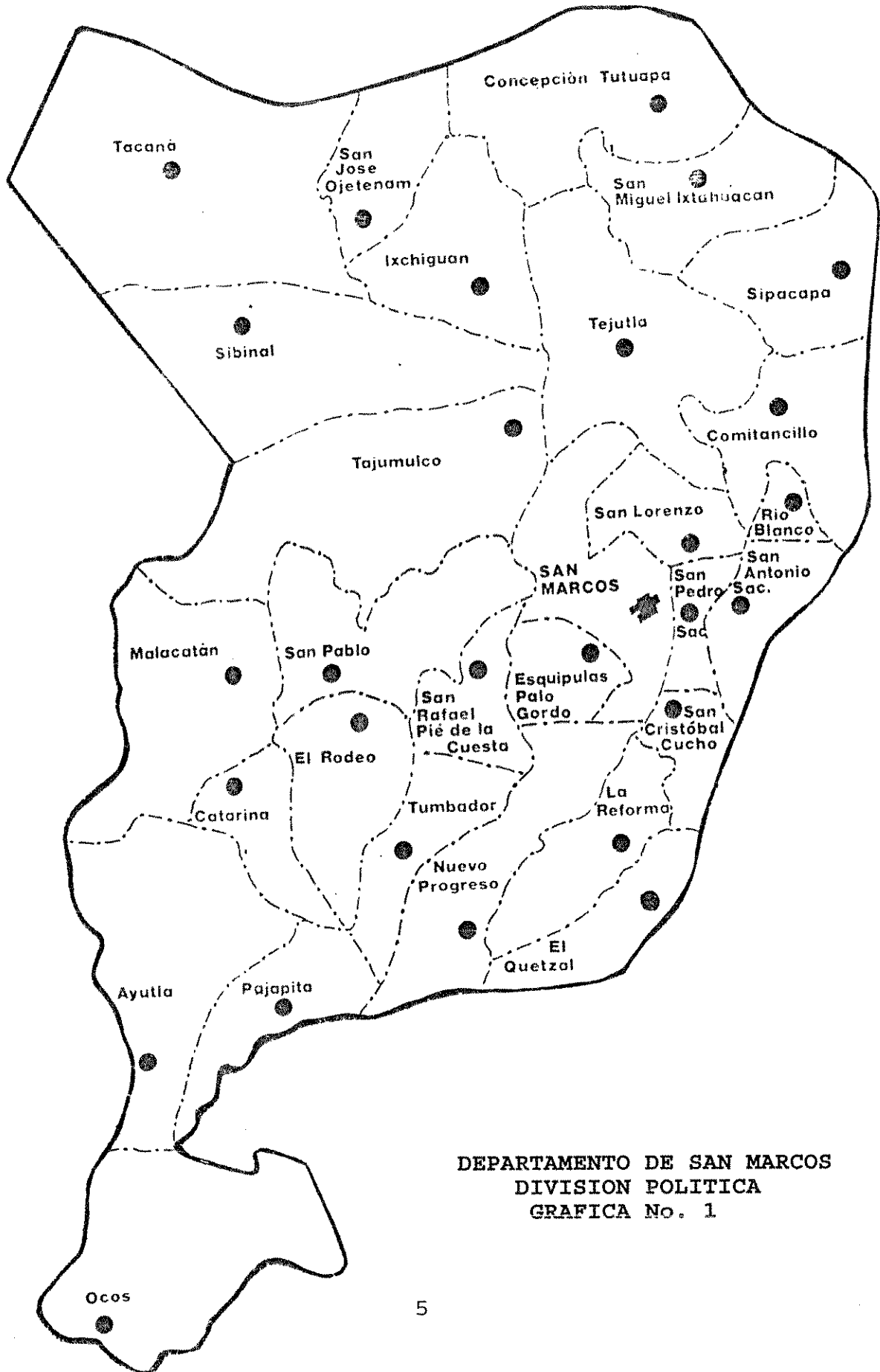
San Marcos, a través de toda el área superficial, está dividido en municipios los cuales tienen diseminadas aldeas, caseríos, cantones y parcelamientos, y se destacan algunos por su infraestructura, ubicación geográfica, caminos de acceso, potencial turístico, importancia comercial, punto de convergencia y fronterizos, así como también existen comunidades que se encuentran muy aisladas, con vías de comunicación muy deficientes.

La forma del departamento es irregular según la Gráfica No. 1 y cuentan en su división política administrativa con 29 municipios, que son contenidos en el cuadro No. 1 con sus respectivas altitudes y distancias a la cabecera municipal.

La población total es solamente inferior en su número a la población del departamento de Guatemala. Cuenta actualmente con 630,000 Habitantes de los cuales el 20% reside en áreas urbanas y el 80% reside en el área rural; la densidad poblacional es de 167 habitantes por kilómetro cuadrado.

Entre las comunidades que destacan en los parámetros anteriores, se mencionan las siguientes contenidas en el anexo A cuadros Nos. 4, 5, 6 y 7.

A pesar de su productividad y contribución a la economía del país, el altiplano de San Marcos hasta la fecha ha sido uno de los lugares que ha estado en completo abandono en cuanto a infraestructura se refiere, por lo que el proyecto de telefonía rural IV fase que se plantea vendrá a resolver en parte la problemática y a desarrollar un papel muy importante, ya que con ello se tendrá más acceso a otros mercados nacionales e internacionales, agilidad en los negocios, facilidad de comunicación social y la comunicación de las comunidades hacia el mundo exterior. En este sentido, la prestación del servicio telefónico con criterios exclusivamente económicos haría que un cierto número de personas se vieran privadas del mismo, ya que las inversiones que se realizan demoran un cierto período de años en ser compensadas por los ingresos producidos. Para paliar el déficit que supone esta instalación, será necesario acudir a convenios con los organismos competentes, de manera que éstos hagan frente a los elevados costes junto a la compañía prestataria del servicio, ya que al desarrollar las telecomunicaciones en una región es otorgarle un crédito a su desarrollo social.



DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS  
 DIVISION POLITICA  
 GRAFICA No. 1

## MUNICIPIOS DEL DEPTO DE SAN MARCOS

MUNICIPIO	DISTANCIA A CABECERA (kms)	ALTITUD (msnm)
AYUTLA	93	28
CATARINA	64	233
COMITANCILLO	32	2350
CONCEPCION TUTUAPA	52	2900
EL QUETZAL	110	910
EL TUMBADOR	45	900
ESQUIPULAS PALO GORDO	9	2475
IXCHIGUAN	44	3200
LA REFORMA	91	1139
MALACATAN	50	380
NUEVO PROGRESO	72	660
OCOS	104	5
PAJAPITA	69	102
RIO BLANCO	34	2500
SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ	9	2400
SAN CRISTOBAL CUCHO	35	2360
SAN JOSE EL RODEO	35	710
SAN JOSE OJETENAN	57	3040
SAN LORENZO	20	2700
SAN MARCOS	-	2358
SAN MIGUEL IXTAHUACAN	63	2080
SAN PABLO	43	620
SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	2	2313
SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA	27	1000
SIBINAL	65	2500
SIPACAPA	85	2400
TACANA	71	2430
TAJUMULCO	37	2050
TEJUTLA	31	2480

CUADRO No. 1 MUNICIPIOS, ALTITUDES Y DISTANCIAS A LA CABECERA DEPARTAMENTAL.

## I.6 TOPOGRAFIA Y CLIMA

En la región, están representadas las divisiones fisiográficas de la altiplanicie central, las montañas volcánicas, el declive del Océano Pacífico y el litoral del Pacífico.

La parte norte esta localizada en un terreno montañoso en el que la Sierra Madre cruza el territorio desde el vértice de niquihuil; algunas cabeceras municipales están ubicadas en valles con alturas de hasta 3000 MSNM. Por el contrario en el sur, la topografía es plana con altitudes al nivel del mar.

Otros accidentes topográficos de importancia son las montañas Buena Vista, Carrizal, Totanam, Los Madrones, así como los dos volcanes más altos de Centroamérica: Tajumulco y Tacaná con elevaciones de 4220 MSNM y 4093 MSNM respectivamente, los cuales son objeto de explotación turística y del andinismo.

La cabecera departamental se encuentra a una elevación de 2358 MSNM. El Sistema Hidrográfico pertenece a las vertientes del pacífico y del golfo de México, que comprende parcial o totalmente las cuencas Coatán, Suchiate, Naranja y Grijalva.

Existen tres zonas topográficas con diversidad de climas, y es así como en las altas cumbres de la zona norte la temperatura es fría, y llega a alcanzar temperaturas muy bajas en los meses de noviembre a marzo. La zona de la bocacosta está comprendida en las faldas de la cordillera hasta unos 1000 MSNM, y comprende climas templados y calurosos. La región de la costa posee temperatura cálida tropical. La precipitación pluvial varia en promedio de los 1000 a 4000 milímetros anuales.

El departamento está unido a los vecinos por medio de rutas nacionales entre las que figuran la carretera internacional del Pacífico y enlazada con todos los municipios por medio de carreteras asfaltadas y de terracería. La cabecera departamental dista 250 kms. de la ciudad Capital por la ruta Interamericana.

La mayoría de los municipios de la zona cálida se encuentran unidos por 300 Kms. de vía asfaltada en buen estado y 350 kms. de terracería; situación que ha dinamizado aún más las relaciones socioeconómicas entre la zona sur o tropical y la zona norte o del altiplano. Hacia los municipios del Altiplano se comunica por medio de 1250 kms. de carreteras de terracería, las que en tiempo de invierno permanecen en muy malas condiciones; situación que pone a los sistemas de comunicación en un plano de primera necesidad, ya que a través de ellos se pueden satisfacer las necesidades sociales e individuales de los habitantes de esta zona, y con ello guardar coherencia con los planes de desarrollo e integración del país.



## I.7 RED ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES DE SAN MARCOS

La planificación en telecomunicaciones es un tema complejo y deben contemplarse muchas funciones y procesos relativos a aspectos específicos antes de que pueda recomendarse un plan conveniente para una red. Cada plan debe desarrollarse para satisfacer las necesidades actuales y futuras previstas de una red. Debe realizarse para conseguir aquello que deseamos garantizar que suceda, y evitar aquello que deseamos impedir que se produzca. En otros términos, un plan de red es que aquel que nos permite controlar el futuro y no que el futuro nos controle a nosotros.

Aunque los datos para la planificación de red se encuentran disponibles en muchas fuentes, es importante reconocer el interés de utilizar la infraestructura existente como primer paso del proceso de planificación. Por lo tanto, es importante que la primera piedra para la adquisición de datos consista en el desarrollo de un inventario de la red que existe actualmente. Para ello, se describen las fases que se han implementado en el departamento de San Marcos.

### I.7.1. TELEFONIA RURAL POR CABLE

Esta fase se planificó en el año de 1976 y se implementó en 1980, y fue financiada con fondos propios. El medio utilizado para instalar los servicios telefónicos fue el cable multipar. Se incluyeron un total de 10 poblaciones del departamento entre municipios y aldeas, y fueron los centros de conmutación San Marcos y Malacatan según el cuadro No. 2.

TELEFONIA RURAL POR CABLE		
No.	POBLACION	No. DE PARES
1.	ALDEA SISILTEPEQUE - MALACATAN	10
2.	CATARINA	40
3.	CARRETERA SAN MARCOS	10
4.	CRUCE CARRETERA - MALACATAN	10
5.	EL CARMEN FRONTERA - MALACATAN	20
6.	ESQUIPULAS PALO GORDO	30
7.	PUENTE BARRANCA HONDA - MALACATAN	10
8.	SAN PABLO	30
9.	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	550
10.	SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ	30

CUADRO No. 2 POBLACIONES INCLUIDAS EN LA FASE DE TELEFONIA RURAL POR CABLE.

### I.7.2. TELEFONIA RURAL I FASE

Fue creada como un adelanto de la primera etapa del plan maestro de telecomunicaciones, con el objeto de que a un corto plazo se pudiese dar servicio telefónico por radio a poblaciones rurales, con un servicio mínimo pero que llenara las condiciones similares a las que tiene cualquier abonado de la capital. En esta fase, no se utilizó cable como otro posible medio de transmisión, ya que en el proyecto anterior se cubrieron las posibles poblaciones por cable. Dicho proyecto se retrasó y por eso se ejecutó casi al final de la II fase de telefonía rural. Del departamento de San Marcos ninguna población fue incluida.

### I.7.3. TELEFONIA RURAL II FASE

Se dedicó a satisfacer no sólo el servicio telefónico por medio de abonados comunitarios, sino también la demanda de sectores públicos (Municipalidades, Centros de Salud, Policía, Bomberos, etc.) comerciales y residenciales; de tal manera que el proyecto fuera rentable en un alto porcentaje, ya que sería financiado con fondos propios. En este proyecto, se dio servicio a 7 poblaciones de San Marcos y se utilizaron centrales de baja capacidad, concentradores de abonado, sistemas de radio de 1, 6 y 24 canales para ser atendidos mediante abonados comunitarios.

Dicho proyecto se ejecutó del año 1984 a 1988, y tuvo un costo aproximado de 11 millones de dólares. A continuación, se enumeran las poblaciones incluidas en este proyecto cuadro No. 3

TELEFONIA RURAL II FASE			
No.	POBLACION	MEDIO	No. ABONADOS
1.	EL QUETZAL	ENLACE RADIO	50
2.	EL TUMBADOR	ENLACE RADIO	100
3.	IXCHIGUAN	ENLACE RADIO	1
4.	LA REFORMA	ENLACE RADIO	50
5.	MALACATAN	ENLACE RADIO/CPR	310
6.	PAJAPITA	ENLACE RADIO	6
7.	TECUN UMAN	ENLACE RADIO/CPR	200

CUADRO No. 3 POBLACIONES INCLUIDAS EN LA II FASE DE TELEFONIA RURAL.

#### I.7.4. TELEFONIA RURAL III FASE

Este proyecto fue encaminado a proporcionar servicio telefónico a poblaciones del área rural y departamental. Actualmente se encuentra en su fase de ejecución con un 80% de avance físico (equipos y obra), y se prevé finalizarlo para 1996.

Se dotará de servicio a las poblaciones que carecen del mismo o se incrementará el número de líneas en poblaciones que ya cuentan con un servicio básico de telecomunicaciones, además, se introducirán las facilidades que proporcionan las centrales interurbana e internacional.

El servicio telefónico se implementa mediante sistemas de radio punto a punto y multiacceso (analógico), concentradores analógicos y digitales, centrales de baja capacidad, cable multipar y PCM. Las capacidades de los radios oscilan entre 1 y 24 canales y los equipos de conmutación entre 50 y 250 abonados. El costo del proyecto es de \$ 22.5 millones, los cuales son financiados mediante el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y fondos propios de GUATEL.

Las poblaciones incluidas se enumeran en el cuadro No. 4. En el cuadro No. 5, se resumen las poblaciones y el total de líneas instaladas, las cuales debido al crecimiento demográfico y comercial son insuficientes para satisfacer la necesidad de comunicaciones.

Los servicios que se han implementado a través de las líneas telefónicas son:

- Línea exclusiva (Residencial)
- Línea comercial
- Líneas de teléfonos públicos o monederos
- Líneas de teléfonos comunitarios
- Líneas compartidas entre 2 o mas abonados

Cada línea tiene derecho a los servicios de impulsos locales, nacionales e internacionales.

Frecuentemente no se dispone de estudios de tráfico o no se contemplan en el proceso de planificación, y de esta forma los planes de red se desarrollan utilizando suposiciones teóricas que frecuentemente resultan inadecuadas, y en consecuencia provocan importantes y costosos errores en el desarrollo de la red.

Aunque la cantidad y calidad de los datos es importante en la planificación global, los datos históricos seleccionados en cantidades limitadas resultan extremadamente valiosos. Para el caso de abonados residenciales y comerciales, se trabajo con un valor de 0.09 erlang/ abonado y para el caso de abonados comunitarios y teléfonos monederos, se trabajo con 0.2 erlang/abonado y fueron estos datos valores promedios que se recopilaron de la red.

TELEFONIA RURAL III FASE			
No.	POBLACION	MEDIO	CANALES
1.	BUENA VISTA	MULTIACCESO	1
2.	COMITANCILLO*	MULTIACCESO	1
3.	CONCEPCION TUTUAPA*	MULTIACCESO	1
4.	EL AMPARO*	MULTIACCESO	1
5.	EL NARANJO	MULTIACCESO	1
6.	EL SITIO	MULTIACCESO	1
7.	LA BLANCA	MULTIACCESO	1
8.	LIMONES*	MULTIACCESO	1
9.	NUEVO PROGRESO	MULTIACCESO	1
10.	OCOS	ENLACE RADIO	6
11.	QUIPAMBE*	MULTIACCESO	1
12.	RIO BLANCO*	MULTIACCESO	1
13.	SAN JOSE BELICE*	MULTIACCESO	1
14.	SIBINAL*	ENLACE RADIO	1
15.	SAN CRISTOBAL CUCHO	MULTIACCESO	1
16.	SAN JOSE IXTAL	MULTIACCESO	1
17.	SAN JOSE OJETENAN*	MULTIACCESO	1
18.	SAN RAFAEL P. DE LA CUESTA*	ENLACE RADIO/MUX	24
19.	TACANA*	ENLACE RADIO/MUX	24
20.	TEJUTLA	ENLACE RADIO/MUX	24
21.	TILAPA	ENLACE RADIO	6
22.	ZANJON SAN LORENZO	ENLACE RADIO	1
23.	CERRO CHILE	MUX	60
24.	PALIN*	MULTIACCESO	1
	* = Pendiente de instalar		

CUADRO No. 4 POBLACIONES INCLUIDAS EN LA III FASE DE TELEFONIA RURAL.

## LINEAS TELEFONICAS INSTALADAS

MUNICIPIO/ALDEA	AGENCIA	NUMERO DE LINEAS	TELEFONOS MONEDEROS	TELEFONOS COMUNITARIOS
AYUTLA	SI	182	2	3
CATARINA	NO	27	-	4
EL QUETZAL	NO	20	-	1
EL TUMBADOR	SI	60	-	1
ESQUIPULAS PALO GORDO	NO	4	-	3
IXCHIGUAN	NO	1	-	1
LA REFORMA	NO	29	-	1
MALACATAN	SI	450	1	2
EL CARMEN	NO	2	-	1
NUEVO PROGRESO	NO	2	-	2
OCOS	NO	2	-	2
PARCELAMIENTO LA BLANCA	NO	1	-	1
TILAPA	NO	1	-	1
PAJAPITA	NO	6	-	3
SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ	NO	4	-	1
SANTA RITA	NO	1	-	1
SAN MARCOS	SI	450	11	8
SAN FRANCISCO SOCHE	NO	1	-	1
SAN PABLO	NO	35	-	3
SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	NO	430	6	10
SAN ANDRES CHAPIL	NO	1	-	1
SAN ISIDRO CHAMAC	NO	4	-	2
SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA	NO	2	-	1
TEJUTLA	SI	2	-	1

TOTAL		1717	20	55
-------	--	------	----	----

CUADRO No. 5 TOTAL DE LINEAS TELEFONICAS INSTALADAS EN MUNICIPIOS Y ALDEAS.

## I.8 PLANIFICACION




Las telecomunicaciones de un país son reconocidas como elementos fundamentales en el proceso de su desarrollo y progreso, al mejorar la eficiencia y productividad de los distintos sectores económicos y sociales, lo cual se traduce en el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. Los procesos de planificación tienen en general por objeto describir la evolución desde un estado actual hasta un estado futuro deseado. Para planificar redes de telecomunicaciones, se necesita una descripción o cuantificación tanto de las condiciones de la red y de las demandas de servicios existentes en la actualidad, así como de las características de la red y de las demandas de servicio que existirán en el futuro. El elemento esencial de los datos de planificación es el número actual de abonados. Este elemento aparentemente tan simple debe ser considerado cuidadosamente desde el punto de vista de su clasificación, atendiendo el tipo de tráfico generado, de su relación con la estructura de la red y la demanda real del servicio. San Marcos, por su posición geográfica y división política, presenta en general algunas de las siguientes características:

- Poblaciones muy dispersas.
- Poblaciones que por las condiciones topográficas y climáticas del lugar tienen obras de infraestructura precarias.
- Poblaciones alejadas que no disponen de vías de comunicación adecuadas.
- Poblaciones predominantemente indígenas.
- Poblaciones histórica y socialmente marginadas.
- Escasez de fuentes primarias de energía y generación.
- Condiciones topográficas que obstaculizan la construcción de líneas y sistemas de transmisión clásicos.
- Necesidad de comunicación hacia municipios, departamentos del país y al extranjero, que es el propósito de las comunicaciones por motivos familiares, económicos y de transacciones comerciales.

En la actualidad, las zonas rurales que reciben servicio padecen de muy baja calidad de comunicación principalmente por las siguientes razones:

- Las redes rurales fueron implementadas con equipo de tecnología que ha caído en desuso por su mala calidad de propagación, alto nivel de interferencia electromagnética y vulnerabilidad al vandalismo.
- Elevado número de fallas por errores en los equipos.
- Condiciones deficientes para un mantenimiento eficaz y los exiguos recursos económicos locales se traducen en prolongadas demoras para la corrección de las fallas.
- Redes subdimensionadas para la demanda existente.

En los cuadros 6, 7, 8 y 9, se presenta la planificación que GUATEL ha realizado para San Marcos, incluyendo hasta la III fase con algunas instalaciones pendientes y en la gráfica No. 2 se ilustra la red planificada para el IV proyecto departamental, el cual dará soporte a la red planificada para la IV fase de telefonía rural.

	CENTRAL INTERURBANA	XXXX	CAPACIDAD DE LINEAS DE LA CENTRAL
	CENTRAL ANALOGICA	ZZZZ	NUMERACION DE LA CENTRAL, OPR O CONCENTRADOR
	CENTRAL DIGITAL	TTT	CAPACIDAD DE CENTRAL CPR
		A, B	CAPACIDAD DE LINEAS DEL CONCENTRADOR
		V	CAPACIDAD DE LINEAS DEL CONCENTRADOR
		---	RED EXISTENTE
		---	PROYECTO A LARGO PLAZO
		---	PROYECTO A CORTO PLAZO

CONCENTRADOR ANALOGICO



CONCENTRADOR DIGITAL



CONCENTRADOR PARA MULTIACCESO



REPETIDOR



EQUIPO TERMINAL DE PCM DE ABONADO



CENTRAL CPR

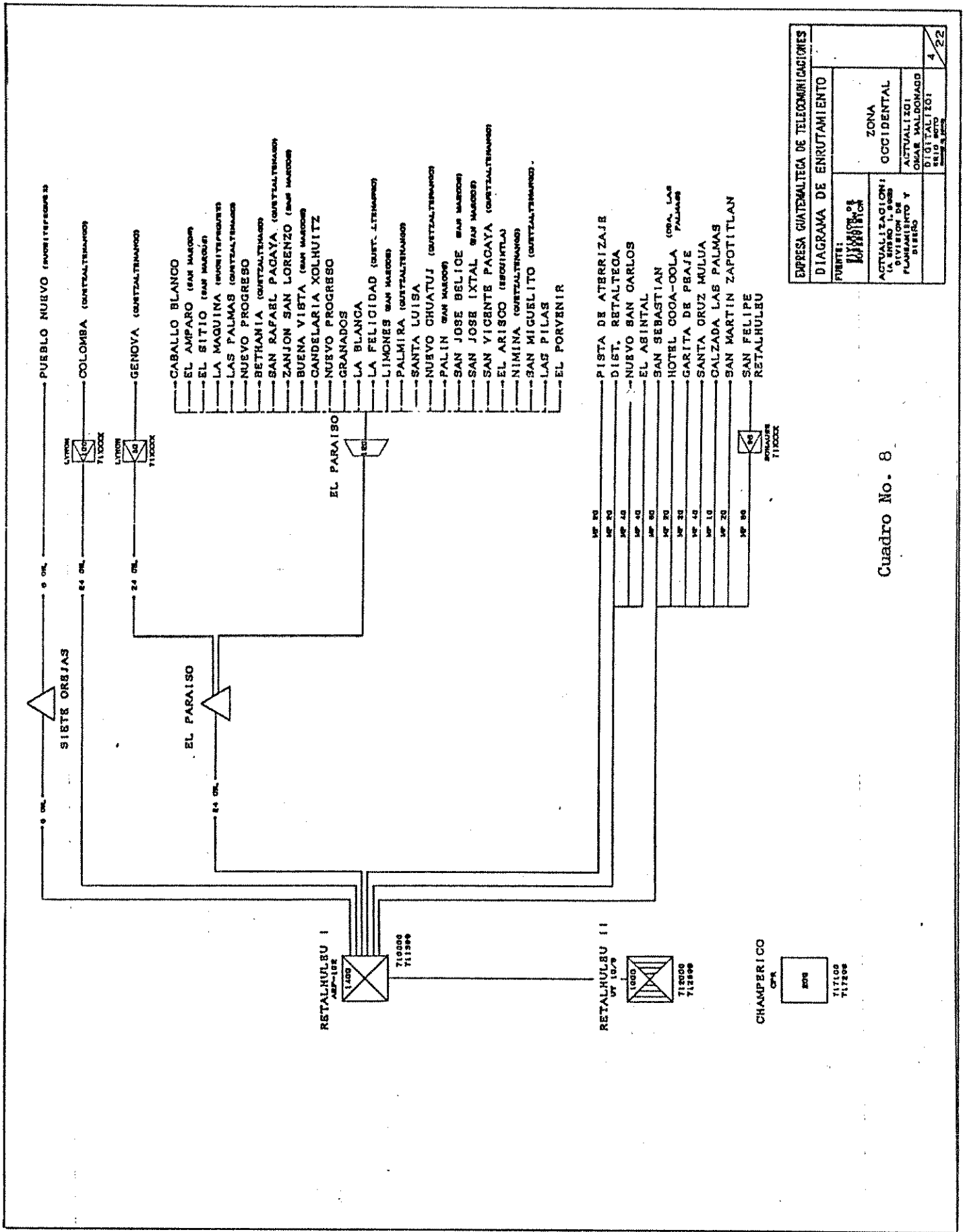


Cuadro No. 6

EMPRESA GUATEMALTECA DE TELECOMUNICACIONES	
DIAGRAMA DE ENRUTAMIENTO	
FUENTE: DIVISION DE SUPERVISION	NOMENCLATURA
ACTUALIZACION: (A BRIBO 1. 998) DIVISION DE PLANEAMIENTO Y DISEÑO	ACTUALIZO: OMAR MALDONADO
	DIGITALIZO: EDUARDO PAVILA
	0 / 22

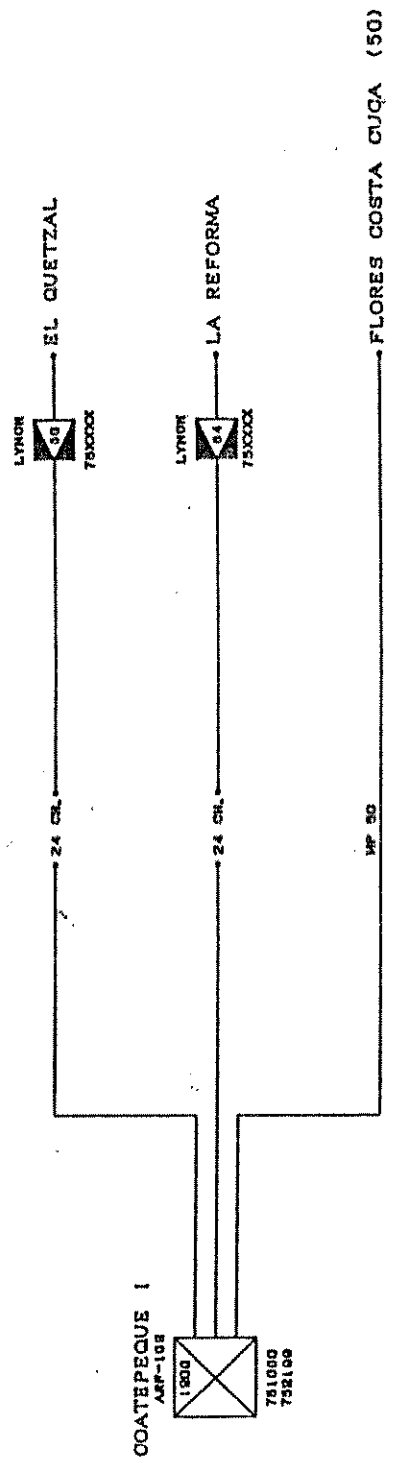






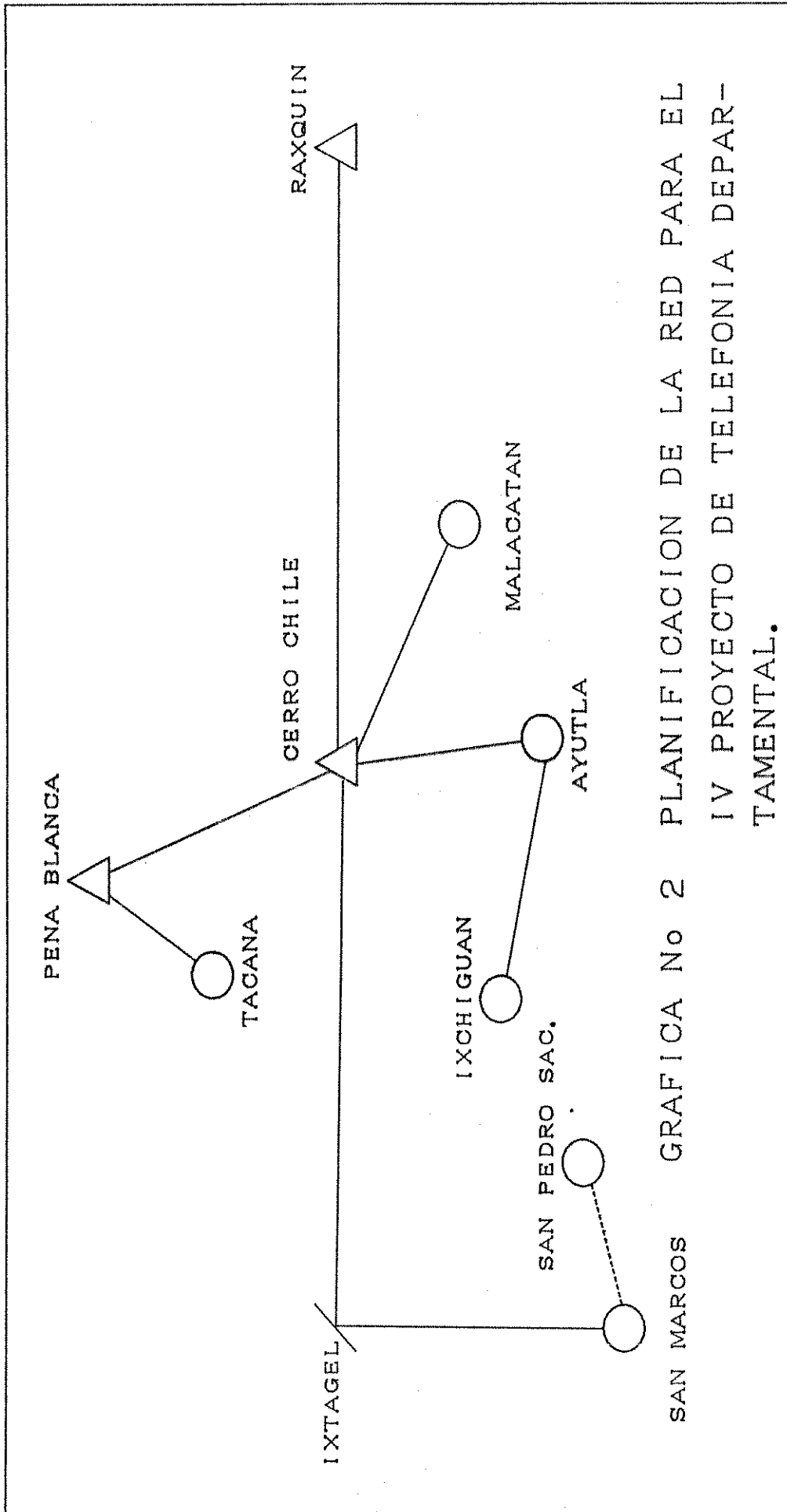
EMPRESA GUATEMALTECA DE TELECOMUNICACIONES	
DIAGRAMA DE ENRUTAMIENTO	
FUENTE: <b>INVENTARIO</b>	ZONA OCCIDENTAL
ACTUALIZACION: LA ESPERA 1-8-68	ACTUALIZADO OMAR MALDONADO
ELABORADO POR: PLANEAMIENTO Y DISEÑO	DIGITALIZADO SERIO MOTO
	HOJA 3 DE 22

Cuadro No. 8



Cuadro No. 9

EMPRESA GUATEMALTECA DE TELECOMUNICACIONES	
DIAGRAMA DE ENRUTAMIENTO	
FUENTE: DIVISION DE REGULACION Y SUPERVISION	ZONA OCCIDENTAL
ACTUALIZACION: (A BRUNO I. 998) DIVISION DE PLANEAMIENTO Y DISEÑO	ACTUALIZO: OMAR MALDONADO
	DIGITALIZO: ERIO SOTO ENCARGADO DE AREA
	38 / 22



SAN MARCOS      GRAFICA No 2      PLANIFICACION DE LA RED PARA EL  
 IV PROYECTO DE TELEFONIA DEPARTAMENTAL.

## CAPITULO II

### PLANIFICACION DEL PROYECTO

#### Importancia

Una red de telecomunicaciones puede definirse como un sistema de nodos de conmutación y trayectos de transmisión (los trayectos de transmisión incluyen a los enlaces entre nodos, así como a las líneas de abonados). La planificación de la red es el proceso consistente en optimizar la red de telecomunicaciones para el presente y el futuro. La optimización de la red varía según los objetivos de cada administración, pero debe cuantificarse desde un principio. El proceso de planificación de la red es continuo. Los planes de la red deben ser examinados y revisados constantemente a fin de tener en cuenta los cambios de circunstancias tales como avances en la tecnología o reestructuración de los objetivos de la administración. La planificación no es una actividad que se haga de una vez para siempre. La planificación de la red también es un proceso iterativo. Esto indica otras condiciones que debe cumplir la planificación de la red: La flexibilidad y adaptabilidad para ajustarse a futuras exigencias.

#### II.1 ESTUDIO DE DEMANDA.

En situaciones en que la demanda de servicios de telecomunicaciones es elevada y los recursos limitados, las restricciones financieras pueden ser el factor económico predominante que influya sobre la planificación de la red de telecomunicaciones. El objetivo de la planificación de la red es el de distribuir los recursos disponibles de la mejor manera posible para lograr una buena calidad de servicio y cubrir la demanda de abonados.

Las redes rurales poseen características únicas debido al tipo de territorio que sirven, normalmente una población muy dispersa alrededor de una población de tamaño pequeño o medio.

Para poder establecer la demanda, se realizó un trabajo consistente en la búsqueda de información de los factores sociales, económicos y demográficos.

Las decisiones fundamentales deben, pues, fundarse en previsiones de demanda inmediata, de mediano y largo plazo establecidas a base de análisis y evaluaciones, ya que un plan de inversiones destinadas a las instalaciones telefónicas tiene por objeto la realización económica de las mismas. Es obvio que el riesgo de no obtener el rendimiento máximo de los capitales invertidos es muy grande, si se descuidan las previsiones de, demanda, ya que sin una previsión completa de las necesidades de los usuarios toda la planificación eficaz es imposible.

El Proyecto de Telefonía Rural IV fase tiene contemplado prestar servicio, tanto a las Comunidades Rurales, como a las cabeceras municipales. El estudio de demanda determina qué

comunidades deben incluirse en el proyecto, así como la cantidad de líneas telefónicas que van a ser instaladas, razón por la cual se utilizaron los métodos de encuesta directa y método visual para determinar las demandas de los municipios y comunidades.

### **II.1.1 Método de Encuesta Directa**

Se debe adquirir información de tipo social, cultural y económico. La información general que se tenga deberá ser analizada y comprobar si es correcta, para lo cual se debe entrevistar a las autoridades locales, entidades de desarrollo y realizar un estudio detallado de la zona considerada.

### **II.1.2. Método visual**

El método trata de determinar la demanda de un sector poblacional, por medio de una inspección visual que el personal encargado del sector haga del mismo, recorriendo las calles y avenidas del lugar anotando el interés telefónico de cada casa o edificio. Sin embargo, el establecimiento de los valores de demanda no pueden quedarse sujetos al criterio individual que cada persona tenga, por tal motivo previo a la inspección de campo, deberá adquirirse información que sirva de base para formular hipótesis con el fin de determinar los factores que deberán tomarse en cuenta, y el peso relativo que tienen los diversos factores entre sí.

Del listado de poblaciones con la información social, económica y demográfica proporcionada por el grupo de Planeamiento y Diseño de GUATEL, se analizó y determinó que factores se aplicarían para las poblaciones, y de esta forma efectuar la primera preselección de comunidades.

### **II.1.3. Factores tomados en cuenta para las cabeceras municipales**

Para determinar la demanda y el interés telefónico de las cabeceras municipales, se aplicó el método de entrevista directa con las autoridades municipales, supervisores de educación, gobernador, etc, y se aplicó también el método visual, contando para ello con un listado de los factores que inciden en la asignación de un interés telefónico de una vivienda, comercio, industria, etc., ya que para estimación de demanda, hace que el interés telefónico sea mayor.

- i) **Vivienda:** Garage, antena de TV, pintura exterior, jardín, cable, etc.
- ii) **Comercio:** Local propio, Local construido especialmente para el fin, empleados, aparatos eléctricos, presentación, etc.
- iii) **Industria:** Tamaño, tipo, número de empleados, maquinaria, etc.

#### II.1.4. Factores tomados en cuenta para las comunidades rurales

Se efectuó un listado de criterios de preselección de poblaciones, y a cada uno de ellos se le dio prioridad con base en la importancia y servicios que tienen en las comunidades, y así efectuar la asignación final de poblaciones para el proyecto. Se realizó entrevista directa con las autoridades municipales, alcaldes auxiliares, maestros y habitantes para corroborar datos y una inspección visual de la comunidad para establecer la infraestructura existente. Se clasificaron las poblaciones por categorías las cuales tenían que cumplir con los criterios establecidos, los cuales permiten determinar el grado de interés telefónico de cada comunidad.

##### 1. Primera categoría

La población cumple con cualquiera de los 8 criterios siguientes:

- 1.1 Satisface las siguientes condiciones
  - Tiene camino de acceso
  - Está urbanizada
  - Tiene red de distribución de energía eléctrica
  - Tiene una escuela primaria con al menos 4 profesores.
- 1.2 Es un sitio de gran interés turístico
- 1.3 Tiene o es una finca o cooperativa agrícola tecnificada de alta producción.
- 1.4 Ha solicitado servicio a GUATEL y cumple con 3 de las condiciones del criterio 1.1
- 1.5 Es un punto fronterizo y tiene oficinas de aduana y migración.
- 1.6 Está ubicada en un punto de convergencia de varias comunidades; está aislada, tiene cierta importancia comercial y potencial de crecimiento económico.
- 1.7 Está ubicada en un punto de cruce de varias carreteras importantes.
- 1.8 Puede tener fácil acceso a la red.

##### 2. Segunda Categoría

La población cumple con cualquiera de los cuatro criterios siguientes:

- 2.1 Cumple con 3 de las condiciones del criterio 1.1
- 2.2 Está aislada y bien organizada

2.3 Tiene cierta importancia comercial.

2.4 Es el punto de convergencia de algunas comunidades de cierta importancia comercial.

Adicionalmente en todas las poblaciones en las cuales se estimó brindar servicio domiciliario, como en todos los municipios, se clasificó la información y se estimó la demanda telefónica existente recorriendo las calles y avenidas para asignar el interés telefónico preestablecido a cada vivienda, comercio o industria. Finalmente, se sumaron todos los intereses telefónicos de la población para determinar su demanda total. Se hizo necesario evaluar factores que puedan incidir en el crecimiento económico de la población en los próximos años.

## II.2. REVISION DE INSTALACIONES EXISTENTES

El sistema de telecomunicaciones del departamento de San Marcos cuenta actualmente entre su equipamiento con sistemas analógicos y digitales, los cuales se han implementado a través de los proyectos que GUATEL ha desarrollado en la zona, y el que en algunos casos ya ha llegado o esta por llegar a cubrir su capacidad total y vida útil.

CATARINA	Sistema de cable multipar de 40 pares de Malacatán
EL QUETZAL	Sistema de radioenlace hacia Coatepeque. Cuenta con un concentrador analógico modelo Lynch de 24 canales.
EL TUMBADOR	Sistema de radioenlace hacia Tecún Umán. Cuenta con un concentrador analógico modelo Lynch de 24 canales.
ESQUIPULAS P.G.	Sistema de cable multipar de 30 hacia San Marcos.
LA REFORMA	Sistema de radioenlace hacia Coatepeque. Cuenta con un concentrador analógico modelo Lynch de 24 canales.
NUEVO PROGRESO	Sistema de radioenlace por multiacceso a El Paraíso.
OCOS	Sistema de radioenlace analógico hacia Tecún Umán 6 canales.
PAJAPITA	Sistema de radioenlace analógico hacia Tecún Umán 6 canales.
RIO BLANCO	Sistema de radioenlace por multiacceso a Cerro Chile.



<b>SAN ANTONIO SAC</b>	Sistema por cable multipar de 30 hacia San Marcos.
<b>SAN CRISTOBAL CUCHO</b>	Sistema de radio por multiacceso a Cerro Chile.
<b>SAN LORENZO</b>	Sistema de radioenlace por multiacceso a Cerro Chile.
<b>SAN PABLO</b>	Sistema de cable multipar de 30 hacia Malacatán.
<b>SAN RAFAEL P.C.</b>	Sistema de radioenlace monocanal hacia Malacatán.
<b>TEJUTLA</b>	Sistema de radioenlace hacia Cerro Chile y CPR 24 canales.

### II.3 SELECCION DE POBLACIONES

Para la selección de las poblaciones que va a servir este proyecto, GUATEL proporcionó un listado de posibles poblaciones que va incluir, ordenada por municipios. Con el listado de poblaciones preseleccionadas, se procedió a visitar las cabeceras municipales y comunidades rurales. Para ello, se realizaron entrevistas con las autoridades departamentales y municipales para verificar dicho listado y permitir recabar mas información de los formularios A y B que con anterioridad habían sido enviados a las Municipalidades, los cuales requerían información general del municipio y aldeas más importantes, y así tener mejores elementos de juicio. Dichas visitas se realizaron para corroborar y recopilar información de dichas comunidades. En cada población, se determinó:

- Número de habitantes
- Número de viviendas
- Servicios básicos: Agua potable, energía eléctrica, drenajes
- Población escolar
- Empleados públicos
- Actividad económica
  - Comercial
  - Industrial
  - Agrícola
  - Artesanal
- Infraestructura desarrollada en la comunidad
  - Campos deportivos
  - Iglesias
  - Escuelas
  - Urbanización

POBLACIONES RURALES SELECCIONADAS DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

No.	POBLACION	MUNICIPIO	CATEGORIA	CARACTERISTICAS
1	EL CARMEN	MALACATAN	ALDEA	PUNTO FRONTERIZO Y DE IMPORTANCIA COMERCIAL. RECOMENDABLE SERVICIO DOMICILIAR
2	LA BLANCA	OCOS	PARCELAMIENTO	PARCELAMIENTO DE ALTA PRODUCCION. RECOMENDABLE SERVICIO DOMICILIAR
3	CALAPTE	IXCHIGUAN	ALDEA	IMPORTANCIA COMERCIAL. VARIAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS. SERVICIO DOMICILIAR
4	TUJMUJ	COMITANCILLO	ALDEA	AISLADO Y PUNTO DE CONVERGENCIA DE VARIAS COMUNIDADES. IMPORTANCIA COMERCIAL
5	TUTUAPA	CONCEPCION TUTUAPA	ALDEA	IMPORTANCIA COMERCIAL
6	SAN ANDRES CHAPIL	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	ALDEA	PRODUCCION AGRICOLA
7	SANTA IRENE	SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ	ALDEA	CRUCE DE CARRETERAS IMPORTANTES
8	EL TRIUNFO	SAN MIGUEL IXTAHUACAN	ALDEA	IMPORTANCIA COMERCIAL. AISLADA
9	EL PORVENIR	SAN PABLO	PARCELAMIENTO	PARCELAMIENTO DE ALTA PRODUCCION DE CAFE
10	CHACTELA	TACANA	CASERIO	PUNTO DE REUNION DE VARIAS COMUNIDADES AISLADAS.
11	CHANCHICUPE	TAJUMULCO	ALDEA	ALTA PRODUCCION DE CAFE. VARIAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS.
12	CHIM	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	ALDEA	PUNTO TURISTICO Y CRUCE DE CARRETERAS.
13	SAN JOSE IXTAL	LA REFORMA	ALDEA	PUNTO DE CONVERGENCIA DE VARIAS ALDEAS. PRODUCCION DE HULE.
14	EL AMPARO	EL TUMBADOR	ALDEA	IMPORTANCIA COMERCIAL Y DE TRANSITO. PRODUCCION DE HULE.
15	ZANJON SAN LORENZO	AYUTLA	ALDEA	PUNTO DE IMPORTANCIA COMERCIAL. RECOMENDABLE SERVICIO DOMICILIAR.
16	EL SITIO	CATARINA	ALDEA	IMPORTANCIA COMERCIAL. RECOMENDABLE SERVICIO DOMICILIAR.
17	TANIL	ESQUIPULAS PALO GORDO	ALDEA	CENTRO DE VARIAS COMUNIDADES.
18	SANTA ROSA	SAN LORENZO	ALDEA	IMPORTANCIA AGRICOLA Y COMERCIAL.
19	FERIA	SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA	ALDEA	PUNTO DE CONVERGENCIA Y TRANSITO A ZONA COSTERA.
20	LOS CEREZOS	TEJUTLA	ALDEA	IMPORTANCIA COMERCIAL.
21	RANCHO BOJON	EL QUETZAL	ALDEA	COMUNIDAD AISLADA.
22	BARRANCA GRANDE	SAN CRISTOBAL CUCHO	ALDEA	COMUNIDAD AISLADA. ALTA PRODUCCION DE HORTALIZAS.
23	LIMONES	OCOS	ALDEA	COMUNIDAD DE ALTA PRODUCCION AGRICOLA. RECOMENDABLE SERVICIO DOMICILIAR.
24	VENECIA	TEJUTLA	ALDEA	IMPORTANCIA COMERCIAL.
25	CHOCABU	SIBINAL	ALDEA	AISLADA Y DE IMPORTANCIA COMERCIAL.
26	SAN JERONIMO	EL TUMBADOR	ALDEA	IMPORTANCIA AGRICOLA HULE Y CAFE. RECOMENDABLE SERVICIO DOMICILIAR.
27	LA LIMA	MALACATAN	ALDEA	ZONA DE ALTA PRODUCCION DE CAFE.
28	CHICAJALAJ	COMITANCILLO	ALDEA	COMUNIDAD AISLADA E IMPORTANTE COMERCIALMENTE.
29	SAN JUAN MELENDEZ	CATARINA	ALDEA	ALTA PRODUCCION DE CAFE Y HULE.
30	SAN JOSE CHIBUJ	EL QUETZAL	ALDEA	CONVERGENCIA DE VARIAS ALDEAS. CENTRO DE ACOPIO PRODUCTOS AGRICOLAS.
31	SANTA CLARA	LA REFORMA	ALDEA	PUNTO DE CONVERGENCIA DE VARIAS ALDEAS. IMPORTANCIA COMERCIAL.
32	EL RINCON	SAN MARCOS	ALDEA	IMPORTANCIA AGRICOLA Y FACIL ACCESO A LA RED.
33	CHOANLA	SAN JOSE CUJETENAN	ALDEA	CENTRO DE IMPORTANCIA DE VARIAS COMUNIDADES.
34	SAN PEDRO PETZ	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	ALDEA	AISLADA Y FACIL ACCESO A LA RED.
35	CHIQUIRINES	OCOS	PARCELAMIENTO	PARCELAMIENTO DE ALTA PRODUCCION DE CAFE, PLATANO, MANIJO, MAIZ.
36	SAN SEBASTIAN	SAN MARCOS	ALDEA	IMPORTANCIA COMERCIAL. FACIL ACCESO A LA RED. VARIAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS.
37	CHAMAC	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	ALDEA	VARIAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS Y DEL ESTADO. PRODUCCION AGRICOLA DE HORTALIZAS.
38	CAXAQUE	SAN MARCOS	ALDEA	ESCUELA DE FORMACION AGRICOLA SPA.
39	LA ESTANCIA	SIPACAPA	ALDEA	PUNTO DE CONVERGENCIA DE VARIAS COMUNIDADES. IMPORTANCIA COMERCIAL.

CUADRO No. 10 POBLACIONES SELECCIONADAS DEL DEPARTAMENTO.

- Servicios con que cuenta la comunidad
  - Médicos
  - Asistencia social
- Potencial turístico
- Solicitud de servicio telefónico
- Caminos de acceso

Con los criterios anteriores, se seleccionaron las poblaciones indicadas en el cuadro No. 10

## CAPITULO III DISEÑO DEL PROYECTO

### III.1 DIMENSIONAMIENTO

En situaciones en que la demanda de servicios de telecomunicaciones es elevada y los recursos limitados, las restricciones financieras pueden ser el factor económico predominante que influya sobre la planificación de la red de telecomunicaciones. En estas circunstancias, se debe cubrir la demanda de abonados con una buena calidad de servicio, fijándose a la vez prioridades para cada una de las poblaciones que se van a servir.

Para el dimensionamiento de la red del departamento de San Marcos, se utilizaron datos e información del estudio de demanda catastral realizado como trabajo de campo en el año de 1993, así como información que las autoridades municipales, supervisores, maestros y pobladores proporcionaban acerca del desarrollo económico, social y de infraestructura del lugar. El crecimiento poblacional se tomó como base principal para el dimensionamiento, e influyeron también factores como número de familias, interés telefónico por familia, posibles usuarios residenciales, comerciales y observaciones visuales que el encuestador estimó como factores que incidirán en el desarrollo del lugar a corto y largo plazo. La demanda se proyectó para el año 2000. Los cuadros Nos. 11 y 12 contienen las demandas de el año 1993. Los cuadros Nos. 13 y 14 las demandas ya proyectadas para el año 2000.

El equipo de conmutación se dimensiona con base en el número de abonados y a la intensidad de tráfico sobre un circuito. Cuando se dimensiona una ruta, lo que se requiere es determinar el número de circuitos que se va a utilizar y para ello se dispone de fórmulas y tablas de Erlang que se basan en la carga de tráfico.

Probablemente la fórmula que más se utiliza en la actualidad es la fórmula de llamadas perdidas de Erlang. Pérdidas significa la probabilidad de bloqueo en el conmutador debido a congestión o al estado de todas las troncales ocupadas. Esto se expresa como grado de servicio  $E$  ó probabilidad de encontrar "x" canales ocupados.

Para el caso de abonados residenciales, se estimó el valor de 0.09 Erlang/abonado y para las áreas rurales o abonados comunitarios, el valor de 0.20 Erlang/abonado. Para ambos casos, se operó con una probabilidad de bloqueo del 1%.

### III.2 SELECCION DE LA TECNOLOGIA

El medio de transmisión es la facilidad física utilizada para interconectar abonados. Un plan de transmisión suministra los canales para el transporte de la señal vocal y de datos. También especifica la calidad de transmisión para varios enlaces en la red, que tienen en cuenta los tipos de degradación que puedan

presentarse. Por ejemplo, debe establecerse, para varios segmentos de red, la cantidad tolerable de atenuación, la distorsión de la frecuencia y de fase, el ruido (eco, diafonía). Generalmente la red de larga distancia se diseña con normas de funcionamiento más exigente que la red local.

Demanda total estimada para el Departamento de San Marcos para el año 1993.  
Telefonía Rural IV Fase

No.	MUNICIPIO	DEMANDA TOTAL
1	CATARINA	82
2	COMITANCILLO	30
3	CONCEPCION TUTUAPA	50
4	EL QUETZAL	50
5	EL TUMBADOR	200
6	ESQUIPULAS PALO GORDO	39
7	LA REFORMA	30
8	NUEVO PROGRESO	20
9	OCOS	55
10	PAJAPITA	95
11	RIO BLANCO	30
12	SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ	34
13	SAN CRISTOBAL CUCHO	15
14	SAN JOSE EL RODEO	84
15	SAN JOSE OJETENAN	25
16	SAN LORENZO	25
17	SAN MIGUEL IXTAHUACAN	100
18	SAN PABLO	174
19	SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA	100
20	SIBINAL	25
21	SIPACAPA	25
22	TAJUMULCO	50
23	TEJUTLA	164

CUADRO No. 11 DEMANDA TOTAL ESTIMADA.

CAPACIDAD TELEFONICA REQUERIDA POR POBLACIONES DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS EN EL AÑO DE 1993  
AREA RURAL

No.	POBLACION	MUNICIPIO	CATEGORIA	CAPACIDAD REQUERIDA
1	EL CARMEN	MALACATAN	ALDEA	200
2	LA BLANCA	OCOS	PARCELAMIENTO	50
3	CALAPTE	IXCHIGUAN	ALDEA	20
4	TUIMUJ	COMITANCILLO	ALDEA	3
5	TUTUAPA	CONCEPCION TUTUAPA	ALDEA	5
6	SAN ANDRES CHAPIL	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	ALDEA	5
7	SANTA IRENE	SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ	ALDEA	2
8	EL TRIUNFO	SAN MIGUEL IXTAHUACAN	ALDEA	5
9	EL PORVENIR	SAN PABLO	PARCELAMIENTO	40
10	CHACTELA	TACANA	CASERIO	2
11	CHANCHICUPE	TAJUMULCO	ALDEA	5
12	CHIM	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	ALDEA	5
13	SAN JOSE IXTAL	LA REFORMA	ALDEA	5
14	EL AMPARO	EL TUMBADOR	ALDEA	5
15	ZANJON SAN LORENZO	AYUTLA	ALDEA	15
16	EL SITIO	CATARINA	ALDEA	15
17	TANIL	ESQUIPULAS PALO GORDO	ALDEA	2
18	SANTA ROSA	SAN LORENZO	ALDEA	2
19	FERIA	SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA	ALDEA	2
20	LOS CEREZOS	TEJUTLA	ALDEA	5
21	RANCHO BOJON	EL QUETZAL	ALDEA	5
22	BARRANCA GRANDE	SAN CRISTOBAL CUCHO	ALDEA	5
23	LIMONES	OCOS	ALDEA	20
24	VENECIA	TEJUTLA	ALDEA	5
25	CHOCABJ	SIBINAL	ALDEA	2
26	SAN JERONIMO	EL TUMBADOR	ALDEA	10
27	LA LIMA	MALACATAN	ALDEA	5
28	CHICAJALAJ	COMITANCILLO	ALDEA	5
29	SAN JUAN MELENDREZ	CATARINA	ALDEA	5
30	SAN JOSE CHIBUJ	EL QUETZAL	ALDEA	5
31	SANTA CLARA	LA REFORMA	ALDEA	5
32	EL RINCON	SAN MARCOS	ALDEA	2
33	CHOANLA	SAN JOSE OJETENAN	ALDEA	5
34	SAN PEDRO PETZ	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	ALDEA	5
35	CHIQUIRINES	OCOS	PARCELAMIENTO	5
36	SAN SEBASTIAN	SAN MARCOS	ALDEA	5
37	CHAMAC	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	ALDEA	3
38	CAXAQUE	SAN MARCOS	ALDEA	5
39	LA ESTANCIA	SIPACAPA	ALDEA	5

CUADRO No. 12 DEMANDA DE LAS POBLACIONES RURALES

Capacidad total que se va a instalar con servicio domiciliario para el departamento de San Marcos

Telefonia Rural IV Fase

No.	MUNICIPIO	CAPACIDAD A INSTALAR
1	CATARINA	125
2	COMITANCILLO	125
3	CONCEPCION TUTUAPA	250
4	EL QUETZAL	125
5	EL TUMBADOR	300
6	ESQUIPULAS PALO GORDO	125
7	LA REFORMA	125
8	NUEVO PROGRESO	125
9	OCOS	125
10	PAJAPITA	250
11	RIO BLANCO	125
12	SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ	125
13	SAN CRISTOBAL CUCHO	125
14	SAN JOSE EL RODEO	250
15	SAN JOSE OJETENAN	125
16	SAN LORENZO	125
17	SAN MIGUEL IXTAHUACAN	250
18	SAN PABLO	500
19	SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA	280
20	SIBINAL	125
21	SIPACAPA	125
22	TAJUMULCO	125
23	TEJUTLA	250
<b>TOTAL</b>		<b>4185</b>

CUADRO No. 13 CAPACIDAD A INSTALAR EN LOS MUNICIPIOS

CAPACIDAD TELEFONICA QUE SE VA A INSTALAR POR POBLACIONES RURALES DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

No.	POBLACION	MUNICIPIO	CATEGORIA	CAPACIDAD A INSTALAR
1	EL CARMEN	MALACATAN	ALDEA	230
2	LA BLANCA	OCOS	PARCELAMIENTO	125
3	CALAPTE	IXCHIGUAN	ALDEA	20
4	TUIMUJ	COMITANCILLO	ALDEA	3
5	TUTUAPA	CONCEPCION TUTUAPA	ALDEA	5
6	SAN ANDRES CHAPIL	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	ALDEA	5
7	SANTA IRENE	SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ	ALDEA	3
8	EL TRIUNFO	SAN MIGUEL IXTAHUACAN	ALDEA	5
9	EL PORVENIR	SAN PABLO	PARCELAMIENTO	110
10	CHACTELA	TACANA	CASERIO	5
11	CHANCHICUPE	TAJUMULCO	ALDEA	5
12	CHIM	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	ALDEA	3
13	SAN JOSE IXTAL	LA REFORMA	ALDEA	5
14	EL AMPARO	EL TUMBADOR	ALDEA	5
15	ZANJON SAN LORENZO	AYUTLA	ALDEA	16
16	EL SITIO	CATARINA	ALDEA	15
17	TANIL	ESQUIPULAS PALO GORDO	ALDEA	5
18	SANTA ROSA	SAN LORENZO	ALDEA	3
19	FERIA	SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA	ALDEA	2
20	LOS CEREZOS	TEJUTLA	ALDEA	5
21	RANCHO BOJON	EL QUETZAL	ALDEA	5
22	BARRANCA GRANDE	SAN CRISTOBAL CUCHO	ALDEA	5
23	LIMONES	OCOS	ALDEA	16
24	VENECIA	TEJUTLA	ALDEA	5
25	CHOCABJ	SIBINAL	ALDEA	3
26	SAN JERONIMO	EL TUMBADOR	ALDEA	5
27	LA LIMA	MALACATAN	ALDEA	5
28	CHICAJALAJ	COMITANCILLO	ALDEA	5
29	SAN JUAN MELENDEZ	CATARINA	ALDEA	5
30	SAN JOSE CHIBUJ	EL QUETZAL	ALDEA	5
31	SANTA CLARA	LA REFORMA	ALDEA	5
32	EL RINCON	SAN MARCOS	ALDEA	5
33	CHOANLA	SAN JOSE OJETENAN	ALDEA	5
34	SAN PEDRO PETZ	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	ALDEA	5
35	CHIQUIRINES	OCOS	PARCELAMIENTO	5
36	SAN SEBASTIAN	SAN MARCOS	ALDEA	5
37	CHAMAC	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	ALDEA	5
38	CAXAQUE	SAN MARCOS	ALDEA	3
39	LA ESTANCIA	SIPACAPA	ALDEA	2

CUADRO No. 14 CAPACIDAD QUE SE VA A INSTALAR EN AREAS RURALES

### III.2.1. DISEÑO DE UN SISTEMA POR RADIO ENLACE

El radio enlace se diseñará entre Tecún Umán y Tajumulco. La banda de frecuencias es de 2 Gigahertz. La distancia entre los dos puntos es de 51.3 Kms.

#### - UBICACION DE LAS ESTACIONES

##### - TECUN UMAN = ESTACION 1

Latitud = N 14 deg 40 min 35 seg  
Longitud = W 92 deg 8 min 20 seg

##### - TAJUMULCO = ESTACION 2

Latitud = N 15 deg 5 min 17 seg  
Longitud = W 91 deg 55 min 34 seg

El azimut entre las estaciones 1 y 2 es:

26 deg 39 min 36 seg

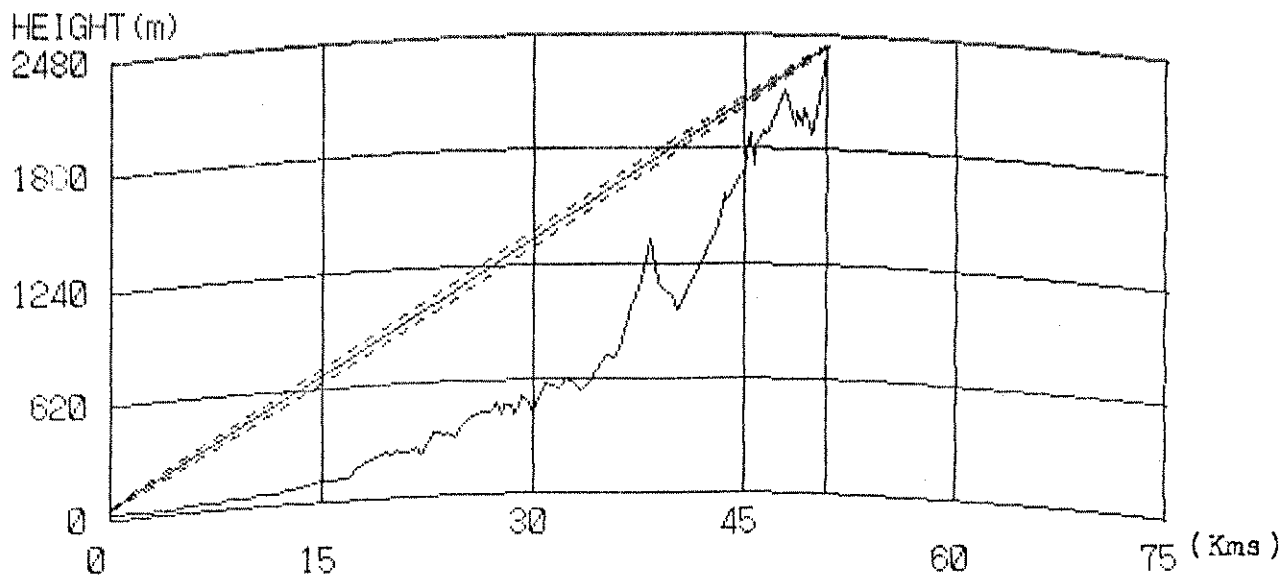
El azimut entre las estaciones 2 y 1 es:

206 deg 42 min 53 seg

Tecún Umán está localizado a una altura de 28 msnm  
Tajumulco está localizado a una altura de 2400 msnm

**EL PUNTO CRITICO:** según el perfil de la gráfica No. 3 se localiza a 0.5 kms de la estación Tecún Umán.

#### PERFIL DEL ENLACE ENTRE TECUN UMAN Y TAJUMULCO



GRAFICA No. 3 Perfil del enlace entre Tecún Umán y Tajumulco.



**EL MARGEN DE DESPEJE:** el valor de la 1a. zona de Fresnel se calcula según la longitud de onda.

$$\lambda = c / f$$

donde  $c$  = Velocidad de la luz =  $3E11$  Hz

$f$  = Frecuencia del enlace =  $2E9$  Hz

sustituyendo valores se tiene que la longitud de onda es

$$\lambda = 150 \text{ mm}$$

La 1a. zona de Fresnel se calcula a través de la fórmula

$$h_o = (d_1 * d_2 / d)^{0.5}$$

De los datos anteriores

$$\lambda = 150 \text{ mm}$$

$$d_1 = \text{distancia del punto crítico} = 0.5 \text{ km}$$

$$d_2 = \text{distancia total} - \text{distancia al punto crítico}$$

$$= 51.3 - 0.5 = 50.8 \text{ km}$$

$$d = 51.3 \text{ kms}$$

sustituyendo valores

$$h_o = 8.61 \text{ m}$$

Se calcula la altura de despeje  $h_c$  dada la ecuación:

$$h_c = h_1 - (d_1/d)(h_1 - h_2) - (d_1 * d_2) / (2 * k * a) - h_s$$

donde:

$$h_1 = \text{altura de la estación 2} + \text{antena} = 2420 \text{ mts}$$

$$h_2 = \text{altura de la Estación 1} + \text{antena} = 48 \text{ mts}$$

$$h_s = \text{altura del punto crítico} = 35 \text{ mts}$$

sustituyendo valores:

$$h_c = 2153.67 \text{ mts}$$

El margen de despeje se calcula a través de la fórmula:

$$m_d = h_c / h_o = 2153.67 / 8.61 = 250.13$$

no representando el punto crítico obstáculo alguno.

**ONDA REFLEJADA:** causa desvanecimiento de la señal. Para este cálculo se utiliza el perfil y mapa calculándose los valores de  $c$ ,  $m$  y  $b$ .

$$\text{calculando } c = (h_1 - h_2) / (h_1 + h_2) = (2420 - 48) / (2420 + 48)$$

$$c = 0.96$$

El factor  $m$  está dado por:

$$m = (d^2) / (4 * k * a) (h_1 + h_2)$$

sustituyendo valores

$$m = 0.03138$$

teniendo estos valores se calcula el valor de  $b$  a través de la gráfica No. 2 del anexo b. El valor de  $b$  es 0.9

El punto de reflexión se encuentra a una distancia  $dx$  de la estación 1.

$$dx = (d/2) (1+b)$$

sustituyendo valores:

$$dx = 48.73 \text{ kms.}$$

**POTENCIA DE RECEPCION:** es la que llega al receptor de la estación opuesta, y es igual a ganancias menos pérdidas.

$$Pr = Pt + G1 + G2 - Pa - Pb - Pcd - Lo$$

donde:

Pt = Potencia de transmisión = 30 dbm

G1 = G2 = Ganancia de antena = 25.8 dbi

Pcd = Pérdidas en el circuito derivador = 2.8 db

Pa = Pb = Pérdidas en los alimentadores = 1.65 db

Lo = pérdidas de propagación =  $(32.4 + 20 \log f + 20 \log d)$

f = frecuencia de trabajo = 2000 Mhz

d = distancia del enlace en kms = 51.3

Pr = Potencia umbral

Calculando las pérdidas de propagación, se tiene:

$$Lo = 32.4 + 20 \log (2000) + 20 \log (51.3)$$

$$Lo = 132.62$$

sustituyendo valores:

$$Pr = - 57.12 \text{ dbm}$$

El margen de desvanecimiento para:

$$BER = 1E-3 = -57.12 \text{ dbm} - (-95) = 37.88$$

$$BER = 1E-6 = -57.12 \text{ dbm} - (-87) = 29.88$$

Estos son los valores que en el rango de potencia deben disminuir para llegar al umbral. Por ser un enlace de baja capacidad, toda la energía se encuentra presente en la portadora.

### III.2.2. DISEÑO DE UN SISTEMA PCM

El enlace se realizará utilizando sistema de Modulación por pulsos codificados entre las ciudades de San Marcos (Cabecera) y el municipio de Esquipulas, Palo Gordo. La distancia entre los dos puntos es de 10 kms.

- Calculando la atenuación máxima aR2

$$aR2 = aPar - aSN - q(s,n)$$

El valor de q(s,n) está dado por la expresión:

$$q(s,n) = 5 \log \left[ \frac{(e^{0.0535^2} * n^3)}{(e^{0.0535^2} + (n-1))} \right] + 15.36 \text{ sgr}(\log \left[ \frac{(e^{0.0535^2} + (n-1))}{n} \right])$$

valuando para n = 3 y para s = 6 (desviación de la atenuación de paradiafonia)

$$q(6,3) = 17.05$$

$$\text{valuando para } aR2 = 86 - 25 - 17.05 = 43.95 \text{ db.}$$

- Atenuación del cable a temperatura ambiente

Se tiene la expresión para el cálculo de la atenuación

$$= \alpha + [1 + 0.0025 * (t1 - t2)]$$

donde:

$$\alpha = 10.5 \text{ db/km}$$

$$t1 = 30 \text{ grados}$$

$$t2 = 10 \text{ grados}$$

valuando:

$$= 11.55 \text{ db/km}$$

la atenuación puede aumentar en un 10%, por lo que

$$= 1 \cdot 1.10$$

La distancia máxima entre los regeneradores:

$$D_{\max} = aR^2 / 1$$

$$D_{\max} = 3.80 \text{ kms}$$

La distancia regeneradora en los extremos:

$$D_{\text{in}} = D_{\max} \cdot 0.5$$

$$D_{\text{in}} = 1.90 \text{ kms.}$$

El número de regeneradores y distancia entre ellos está dado por la expresión:

$$r_{\max} = [(V_{\text{tal}} + V_c(D_{\max} - D_{\text{in}})) / (V_{\text{rr}} + V_c \cdot D_{\max})]$$

siendo  $V_{\text{tal}} = 100 \text{ VD} = \text{Tensión de alimentación}$

$$V_{\text{rr}} = 10.5 \text{ v}$$

$$V_c = 1.2/d^2 \text{ con } d = \text{diámetro del conductor}$$

El valor de  $r_{\max} = 5.8774$   $r_{\max} = 6$

la longitud máxima es:

$$L_{\max 1} = (r_{\max} - 1) \cdot D_{\max} + 2D_{\text{in}}$$

$$= 19.44 \text{ kms.}$$

rebasa la distancia del enlace, la telealimentación debe hacerse en un solo lado.

El número de regeneradores está dado por:

$$r = (L - 2 \cdot D_{\text{in}}) / D_{\max} + 1$$

sustituyendo valores

$$r = 2.63 = 3 \text{ regeneradores}$$

La distancia entre regeneradores:

$$D = (L - 2 \cdot D_{\text{in}}) / (r - 1)$$

La distancia entre regeneradores es de 3.10 Kms.

### III.2.3 DISEÑO DE UN SISTEMA DE CABLE MULTIPAR

La comunicación se realizará entre Esquipulas Palo Gordo y Tanil. La distancia entre ellos es de 3 kms y el total de líneas a instalar es de 5.

**CABLE:** tiene que ser un cable que contenga 10 pares, de los cuales sólo se utilizarán 5.

**INSTALACION:** se realizará en forma subterránea con un pozo para empalme de los cables situado a 1.5 kms. de Esquipulas Palo Gordo.

El cable va situado al lado derecho del camino de acceso. Por situaciones de ampliación del camino que se tiene contemplado, podría variar el lugar donde se colocaría el cable.

#### CALIBRE DEL CABLE

El calibre de conductores por cable se decide por medio del límite de resistencia ohmica de bucle y de la pérdida de transmisión por lo general el calibre de conductores que se utilizarán como cable local varían de 0.4 al 0.90 awg.

Con las características del cable 0.6 mms, la atenuación normal tiene un valor de 1.03 db/km.

La resistencia de bucle ( /bucle \* km ) es de 110.

### **III.3 ENRUTAMIENTO**

Existen métodos para el enrutamiento de llamadas, desde el origen al destino, pasando por uno o varios nodos de conmutación intermedios, teniendo muchas y posibles configuraciones por las que puede pasar una llamada. El problema es decidir la forma en que debe progresar la llamada a través de las diferentes posibilidades en la red.

#### **III.3.1 ENRUTAMIENTO DE EXTREMO A EXTREMO**

La central de origen determina la ruta desde la fuente hasta el destino. No se permite enrutamiento alterno en puntos de conmutación intermedios; sin embargo, se puede arreglar el grupo inicial de circuitos de salida, para que se presenten una o mas rutas alternas.

El uso de este tipo de enrutamiento está casi exclusivamente limitado a áreas locales; esto se debe a sus limitaciones inherentes a lo que se refiere al enrutamiento alterno, así como al hecho de que los cambios en la configuración de red o adiciones de nuevas centrales implican alteraciones en toda la red.

#### **III.3.2 ENRUTAMIENTO POR SECCIONES**

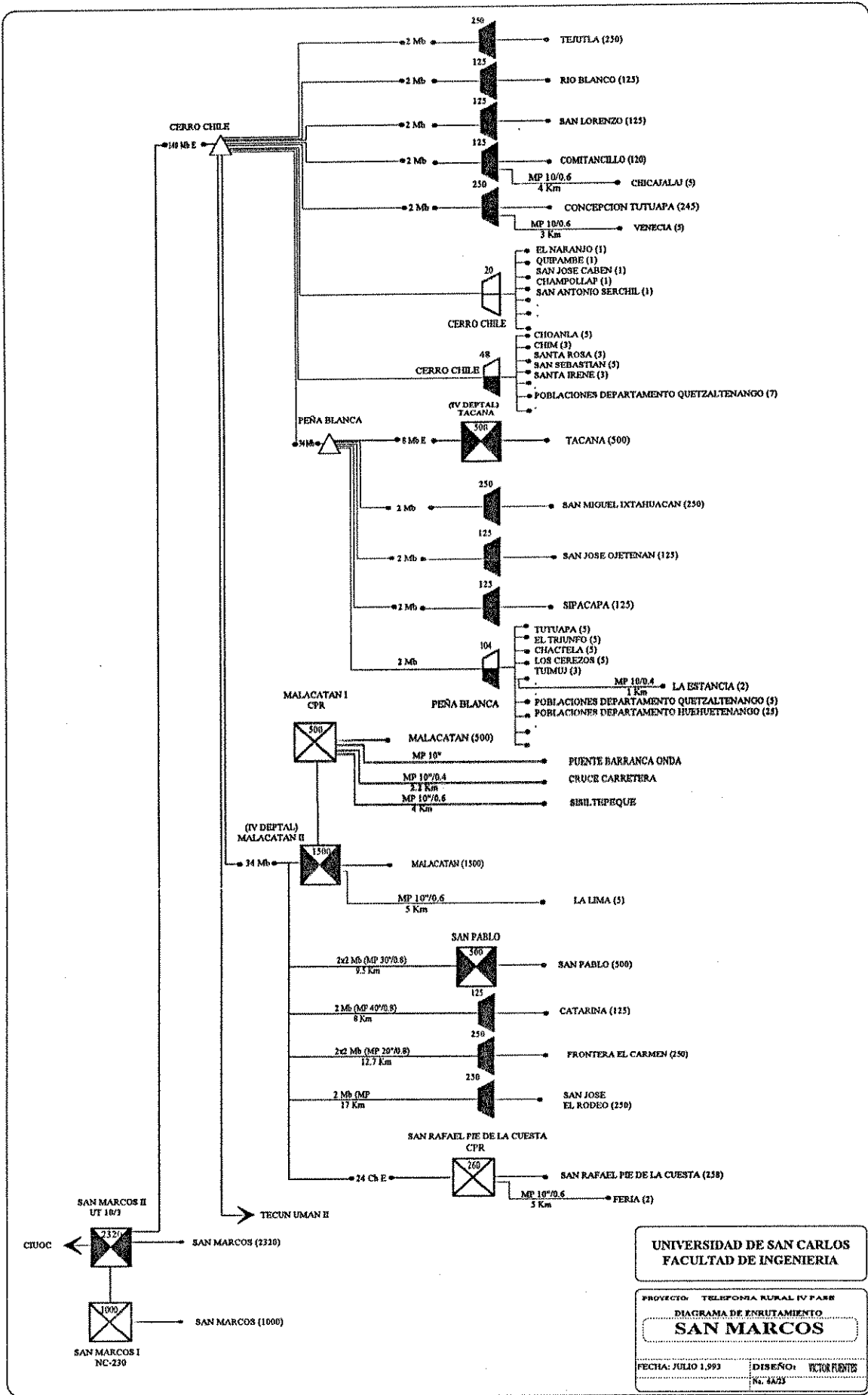
Permite cambios en el enrutamiento a medida que la llamada progresa hacia su destino. Este sistema es particularmente adecuado para redes con enrutamiento alterno y que manifiesten cambios en los patrones de enrutamiento; según las variaciones de tráfico, al realizar modificaciones, los cambios requeridos son mínimos.

Una desventaja es la posibilidad de un enrutamiento cerrado en el que puede enrutarse la llamada, de tal manera que tarde o temprano se ve enrutada de regreso a su central de origen o a otras por la que ha sido enrutada anteriormente, con el fin de alcanzar su destino. Sin embargo, mediante el sistema jerárquico de enrutamiento, se asegura que no se presenten tales retornos o enrutamiento cerrados.

#### **III.3.3 ENRUTAMIENTO CONTROLADO POR COMPUTADORA**

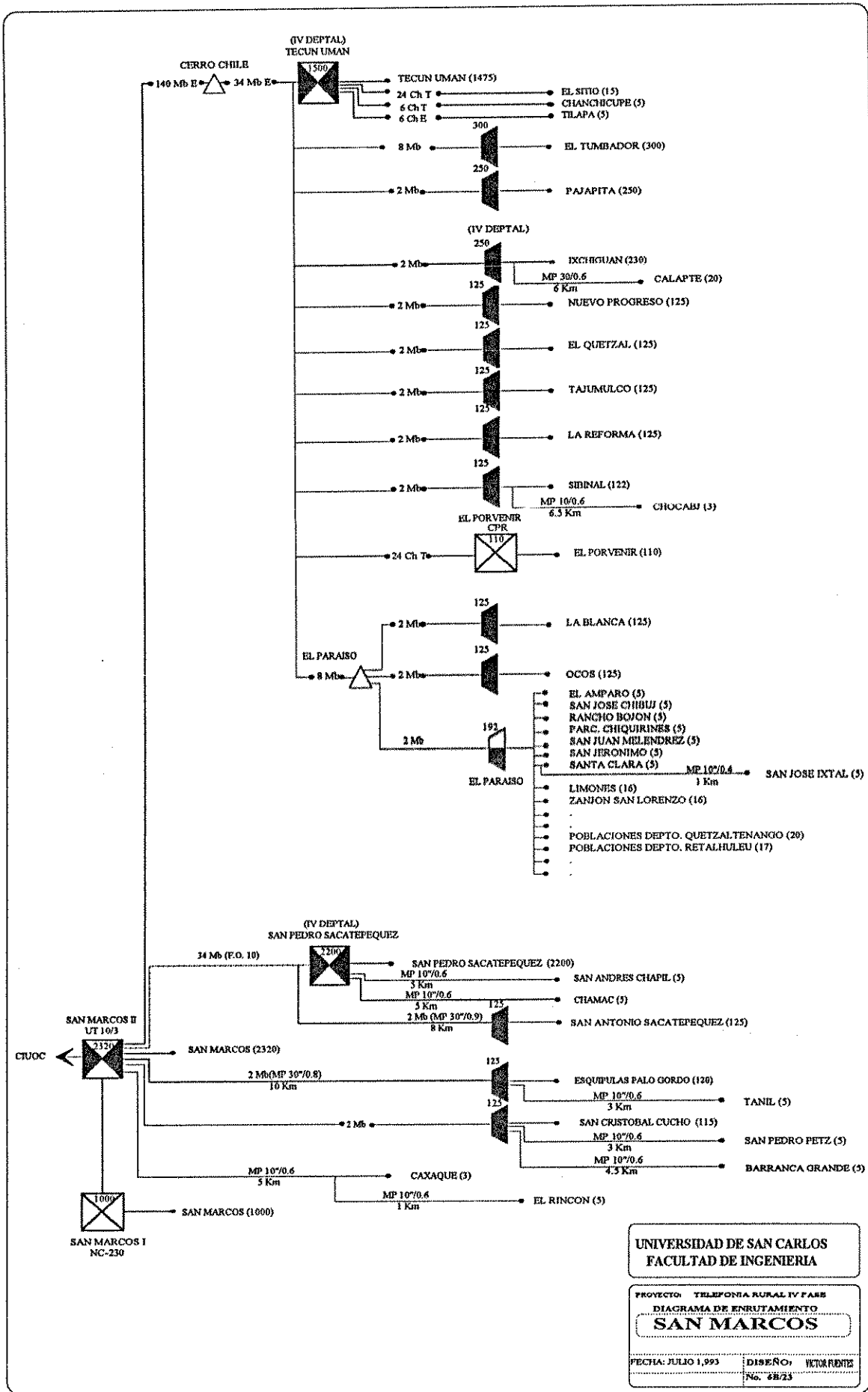
Se usa a menudo una trayectoria separada para llevar la información necesaria de señalización. En este caso, la computadora de la central de origen local o de larga distancia puede enrutar la llamada en forma óptima a través de la red usando una trayectoria separada de señalización.

El enrutamiento final del diseño de la red se visualiza mediante los cuadros No. 15 y 16



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: TELEFONIA RURAL IV FASE  
DIAGRAMA DE ENRUTAMIENTO  
**SAN MARCOS**  
FECHA: JULIO 1, 1993 DISEÑO: VICTOR FUENTES  
No. 4423



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: TELEFONIA RURAL IV FASE  
DIAGRAMA DE ENRUTAMIENTO  
**SAN MARCOS**

FECHA: JULIO 1, 1993      DISEÑO: VICTOR RENTE  
No. 68/23

### III.4 EQUIPAMIENTO

Con la infraestructura desarrollada en los proyectos previos a la ejecución del presente proyecto, la región de occidente contará con un Centro Interurbano ubicado en Quetzaltenango, el cual funcionará como centro de tránsito para todo el tráfico que se curse dentro de la zona de influencia, y a la vez que cursara el tráfico de desborde de las rutas directas establecidas entre las centrales departamentales y el centro interurbano del área metropolitana. La interconexión entre las centrales departamentales y el centro interurbano se realizará por medio de conexiones de redes en estrella.

#### III.4.1 CONMUTACION

Dentro de los planes fundamentales que es preciso elaborar cuando se planifica una red rural, la conmutación juega un papel muy importante, ya que se debe definir la estructura de conmutación óptima para la red en cuestión. Los sistemas de conmutación que se van a implantar deberían ser preferentemente digitales, pero por razones de índole económico y de reutilización de equipo analógico, que según donde estén ubicados, su capacidad está ya al máximo.

Se pretende dar en este apartado algunos criterios de conmutación, mencionando algunas arquitecturas aplicables en particular al ámbito rural, y que parece imponerse a la mayoría de los actuales sistemas de conmutación. La arquitectura se basa en una estructura descentralizada en la que se distinguen los elementos de conmutación, que para los propósitos del presente documento, toman los nombres de Central, Unidad Remota y Concentrador.

##### III.4.1.1 CENTRAL

Se concibe como un elemento de conmutación aplicable como central de tránsito puro y desde donde éste sea posible controlarlo y operar otros elementos de conmutación geográficamente alejados de él. En cuanto a capacidad que se va a prever, depende de las necesidades concretas de la zona que se servirá. En cualquier caso, es altamente deseable que una única configuración física y funcional permita la ampliación hasta el máximo número de líneas del sistema, sin requerir interrupciones del servicio ni desmontaje en las ampliaciones.

##### III.4.1.2. UNIDAD REMOTA

Elemento de conmutación o subsistema del sistema de conmutación, cuya misión primordial consistirá en prever el servicio telefónico a zonas geográficamente alejadas de la central principal y de baja densidad de abonados.

##### III.4.1.3 CONCENTRADOR

El sistema está formado por un terminal central ubicado en la

central local y un terminal remoto colocado en el punto de convergencia, los cuales se interconectan a través de líneas de transmisión. El terminal central deberá contar con una unidad inteligente para el control, operación y mantenimiento de todo el sistema (control central) de una red de conmutación que realiza la concentración de las M líneas de abonado sobre una cantidad menor de canales de conversación y una interfaz hacia la línea de transmisión. Mediante este sistema, se permite el servicio telefónico automático urbano, interurbano y además llamadas interurbanas e internacionales manuales por operadora, así como el servicio de mantenimiento por líneas de abonado y teléfonos públicos.

#### **III.4.2. SISTEMAS DE TRANSMISION**

La finalidad esencial de los sistemas de transmisión es proporcionar circuitos de comunicación en forma económica y eficiente. Desde este punto de vista, lo esencial es la utilización múltiple de los medios de transmisión como los pares de cables, los canales radioelectricos etc.

##### **III.4.2.1. SISTEMAS MULTIPLEX**

Todos los procedimientos ideados hasta el presente para la utilización múltiple, pueden resumirse en la expresión técnica Multiplex.

- MDF: transmitir varios canales independientes, escalonados con arreglo a sus frecuencias.
- MTD: transmitir varios canales independientes desplazados en el tiempo.

##### **III.4.2.2. MONOCANALES**

Un sistema monocanal es aquel que permite la transmisión/recepción de un solo canal de voz. Estos sistemas son utilizados en modo punto a punto para prestar el servicio de comunicaciones rurales a localidades aisladas de difícil acceso y baja población urbana. A través de ellos, se presta el servicio telefónico comunitario y telefónico público e integrar de esta manera las comunidades a las redes nacionales.

##### **III.4.2.3. SISTEMAS DE MULTIACCESO ANALOGICO Y DIGITAL**

Los equipos son de estado sólido, y de moderna tecnología de modo que garantizan la estabilidad en el tiempo de sus características y presenta un reducido consumo de energía. La construcción es de tipo modular con unidades enchufables provistas

de conectores que facilitan su reemplazo. Actualmente, se utilizan estos sistemas para la interconexión de abonados ubicados en las zonas rurales con las zonas urbanas para servicio de telefonía.



Para aplicaciones de Multiacceso digital, se usan métodos de modulación tanto análogos como digitales; se prefieren los segundos debido a la mayor utilización que se obtiene con la aplicación de los mismos en el espectro radioelectrico. Los métodos de modulación que se pueden utilizar son PSK, QPSK, PDM, ADM, QAM. La elección de un método de modulación está en gran parte determinado por los criterios de calidad de la comunicación.

#### III.4.2.4 SISTEMAS DE TRANSMISION POR MEDIOS FISICOS

##### III.4.2.4.1. CABLE MULTIPAR

Los hay en numero variables de pares, que depende de las necesidades que se prevea cubrir con el cable. Son de cobre comercialmente puro de sección circular uniforme. Se identifican en función del calibre, y la medida del diámetro expresada en milímetros. La razón de utilizar distintos calibres radica fundamentalmente en la mayor o menor distancia entre los puntos que se van enlazar.

##### III.4.3. PLANTA EXTERNA

Los equipos están formados por subsistemas que realizan las funciones de conexión de la parte de conmutación para con el abonado, y se requieren para ello de cables, postes, pozos, regeneradores etc., tomando en cuenta que la confiabilidad del sistema es un factor muy importante.

##### III.4.4. ENERGIA Y AIRE ACONDICIONADO

Los sistemas de alimentación de energía eléctrica para los equipos de telefonía constituyen una de las partes mas importantes en el caso de las áreas rurales, dadas las dificultades que normalmente se encuentran. Al ocurrir una falla en la red comercial, el banco de baterías alimenta las cargas en forma automática. Eventualmente la fuente de corriente continua podrá alimentarse desde un grupo electrógeno con las mismas características de la red comercial. Al retornar la normalidad de la red de energía comercial, los consumos son conectados automáticamente a dicha red.

Los rectificadores están diseñados para alimentar a los equipos telefónicos con corriente continua estabilizada, independientemente de las fluctuaciones de corriente alterna y de la corriente de salida considerando la corriente de consumo en conjunto con la de la batería. La unidad de control de rectificadores posee un sistema electrónico que coloca a los rectificadores en condición de carga de batería después de un cable de energía. Los bancos de baterías tienen características típicas libres de mantenimiento destinadas al funcionamiento de centrales rurales y radio estaciones. Tienen un voltaje nominal de 48 VDC, y debe tener el mínimo de celdas de acuerdo con capacidad. Trabaja en régimen de flote permanente y debe tener una esperanza de vida de 12 años. Las protecciones y puestas a tierra son

importantes para que el efecto causado por los rayos sea minimizado o eliminado para proteger las estaciones terminales o repetidoras.

#### III.4.5. OBRA CIVIL

Para establecer las necesidades de espacio y ubicación de las casetas, es muy importante visitar el lugar en donde se harán las instalaciones por cuanto es necesario definir los posibles caminos o accesos para el transporte de los elementos de trabajo y materiales para la construcción, y además determinar los recorridos posibles para la línea de transmisión eléctrica y es el que llevará la línea telefónica al sitio que se determine.

En general, las obras civiles comprenden las etapas que se indican:

- Inspección previa del terreno
- Programa de trabajos y recursos.
- Ubicación de la obra.
- Acopio de materiales
- Despacho de materiales y elementos al terreno.
- Construcciones civiles en el terreno
- Construcción de la torre o instalación del mástil
- Construcción o armado de la caseta
- Malla de tierra
- Ubicación de postes.

El área que se va a construir debe dimensionarse con base en las necesidades del equipo que se instalará.

En las visitas a las comunidades las autoridades y comités ofrecieron donar terrenos para las casetas y torres, así como mano de obra para la construcción de casetas, caminos de acceso y materiales de construcción para los cuales GUATEL deberá realizar los trámites respectivos y los diseños de construcción para que se cumplan los controles de calidad.

En los cuadros Nos. 17, 18, 19, 20 y 21, se enumera el equipamiento requerido por cada población para la implementación del proyecto.

GUATEL							No. 1
PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE EQUIPAMIENTO REQUERIDO POR POBLACION CONMUTACION, PLANTA EXTERNA							
DEPARTAMENTO:		San Marcos					
SITIO O POBLACION	CONMUTACION						PLANTA EXTERNA
	CENTRAL 500 L	UNIDAD REMOTA			CONCENT DIGITAL		LINEAS ABONADO
		300 L	350 L	400 L	125 L	250 L	
Catarina					1		125
Comitancillo					1		125
Concepcion Tutuapa						1	250
El Quetzal					1		125
El Tumbador		1					300
Esquipulas Palo Gordo					1		125
La Reforma					1		125
Nuevo Progreso					1		125
Ocos					1		125
Pajapita						1	250
Rio Blanco					1		125
San Antonio Sacatepequez					1		125
San Cristobal Cucho					1		125
San Jose El Rodeo						1	250
San Jose Ojetenan					1		125
San Lorenzo					1		125
San Miguel Ixtahuacan						1	250
San Pablo	1						500
San Rafael Pie de la Cuesta							260
Sibinal					1		125
Sipacapa					1		125
Tajumulco					1		125
Tejutla						1	250
El Carmen						1	250
La Blanca					1		125
Calapte							20
Tulumuj							3
Tutuapa							5
San Andres Chapil							5
Santa Irene							3
Triunfo							5
El Porvenir							110
Chactela							5
Chanchicupe							5
Chim							3
San Jose Ixtal							5
El Amparo							5
Zarjon San Lorenzo							16
El Sitio							15
Tanil							5
Santa Rosa							3
Feria							2
Los Cerezos							5
Pancho Bojon							5
Barranca Grande							5
Limonos							16
Venecia							5
Chocabj							3
San Jeronimo							5
La Lima							5
Chicajalaj							5
San Juan Melendrez							5
San Jose Chibuj							5
Santa Clara							5
El Rincon							5
Choania							5
San Pedro Petz							5
Chiquirines							5
San Sebastian							5
Caxaque							3
La Estancia							2
Pena Blanca							
Cerro Chile							
El Paraiso							
TOTALES							
	1	1			16	6	4874

Cuadró No. 17

PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE  
EQUIPAMIENTO REQUERIDO POR POBLACION  
TRANSMISION

DEPARTAMENTO: San Marcos

SITIO O POBLACION	MULTIACCESO																	
	RADIO Tx/Rx (Mb)				MULTIPLEX (ORDEN)				ESTACION	ESTACION				ESTACION DE				
	0.7	2	8	34	1er	2o	3er	2o-3er	CENTRAL	REPETIDORA (Ab.)				ABONADO (Ab)				
								512 L	24	48	104	192	4	8	16	24		
Catarina																		
Comitancillo		2																
Concepcion Tutuapa		2																
El Quetzal		2																
El Tumbador			2			2												
Esquipulas Palo Gordo																		
La Reforma		2																
Nuevo Progreso		2																
Ocos		2																
Pajapita		2																
Rio Blanco		2																
San Antonio Salatepequez																		
San Cristobal Cucho		2																
San Jose El Rodeo																		
San Jose Ojetenan		2																
San Lorenzo		2																
San Miguel Ixtahuacan		2																
San Pablo																		
San Rafael Pie de la Cuesta																		
Sibinal		2																
Sipacapa		2																
Tajumulco		2																
Teutla		2																
El Carmen																		
La Blanca		2																
Calapte																		
Tumuj																1		
Tutuaba																1		
San Andres Chapil																		
Santa irene														1				
Triunfo																1		
El Porvenir																		
Chactela																1		
Chanchicube																		
Chim													1					
San Jose Ixtal																		
El Amparo																1		
Zanjon San Lorenzo																	1	
El Sitio																		
Tani																		
Santa Rosa														1				
Feria																		
Los Cerezos																	1	
Rancho Bojon																	1	
Barranca Grande																		
Limonas																		
Venecia																	1	
Chocaj																		
San Jeronimo																	1	
La Lima																		
Chicajalaj																		
San Juan Melendrez																	1	
San Jose Chibuj																	1	
Santa Clara																	1	
El Pincon																		
Choania																	1	
San Pedro Patz																	1	
Chiquirines																	1	
San Sebastian																	1	
Caxaque																	1	
La Estancia																		
Penas Blancas				2														
Cerro Chile																	1	
El Paraiso			2				2										1	
TOTALES		34	4	2			4							1		3	13	3

CUADRO No. 18

GUATEL							No. 2b
PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE EQUIPAMIENTO REQUERIDO POR POBLACION TRANSMISION							
DEPARTAMENTO:		San Marcos					
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
Catarina	2	3					
Comitanclillo							
Concepcion Tutuapa							
El Quetzal							
El Tumbador							
Esquipulas Palo Gordo	2	4				4	
La Reforma							
Nuevo Progreso							
Ocos							
Pajapita							
Rio Blanco							
San Antonio Sacatepeque	2	3				3	
San Cristobal Cucho							
San Jose El Rodeo	2	7					
San Jose Ojetenan							
San Lorenzo							
San Miguel Ixtahuacan							
San Pablo	4	8					
San Rafael Pie de la Cues							
Sibinal	2		PCM 10"/0.9	2	40		
Sipacapa							
Tajumulco							
Tejutla							
El Carmen	4	12				6	
La Blanca							
Calapte			MP 30"/0.6	6			3
Tulumuj							
Tutuapa							
San Andres Chapil			MP 10"/0.6	5	80		
Santa Irene							
Triunfo							
El Porvenir							
Chactela			MP 10"/0.4	2			
Chanchicupe							
Chim							
San Jose Ixtal			MP 10"/0.4	1	20		
El Amparo							
Zanjon San Lorenzo							
El Sitio							
Tanil			MP 10"/0.6	3			1
Santa Rosa							
Feria			MP 10"/0.6	5			3
Los Cerezos							
Rancho Bojon							
Barranca Grande			MP 10"/0.6	4.5	40		
Limones							
Venecia			MP 10"/0.6	3			1
Chocabj			MP 10"/0.6	6.5			4
San Jeronimo							
La Lima			MP 10"/0.6	2.5			2
Chicajalaj			MP 10"/0.6	4			2
San Juan Melendrez							
San Jose Chibuj							
Santa Clara							
El Rincon			MP 10"/0.6	1	20		
Choanla			MP 10"/0.4	2			
San Pedro Petz			MP 10"/0.6	3			1
Chiquirines							
San Sebastian							
Caxaque			MP 10"/0.6	5			
La Estancia			MP 10"/0.4	1	20		
Pena Blanca							
Cerro Chile							
El Paraiso							
TOTALES	18	37		56.5	220	13	17

GUATEL							No. 3	
PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE EQUIPAMIENTO REQUERIDO POR POBLACION ENERGIA, AIRE ACONDICIONADO								
DEPARTAMENTO: San Marcos								
SITIO O POBLACION	ENERGIA Y AIRE ACONDICIONADO							
	RECTIF	BANCO BATERI	MOTOR- GENER.	EXT LIN (Km)	SISTEM TIERRA	PANEL SOLAR	REGULA	AIRE ACONDI
Catarina	1	1			1		1	1
Comitancillo	1	1			1		1	1
Concepcion Tutuapa	1	1			1		1	1
El Quetzal	1	1			1		1	1
El Tumbador	1	1			1		1	1
Esquipulas Palo Gordo	1	1			1		1	1
La Reforma	1	1			1		1	1
Nuevo Progreso	1	1			1		1	1
Ocos	1	1			1		1	1
Pajapita	1	1					1	1
Rio Blanco	1	1			1		1	1
San Antonio Sacatepeque	1	1			1		1	1
San Cristobal Cucho	1	1			1		1	1
San Jose El Rodeo	1	1			1		1	1
San Jose Ojetenan	1	1			1		1	1
San Lorenzo	1	1			1		1	1
San Miguel Ixtahuacan	1	1			1		1	1
San Pablo	3	1	1		1		1	1
San Rafael Pie de la Cues								
Sibinal	1	1		2	1		1	1
Sipacapa	1	1			1		1	1
Tajumulco	1	1			1		1	1
Tejutla	1	1					1	1
El Carmen	1	1			1		1	1
La Blanca	1	1			1		1	1
Calapte								
Tulimuj	1	1			1		1	
Tutuapa		1			1	1	1	
San Andres Chapil								
Santa Irene	1	1			1		1	
Triunfo	1	1			1		1	
El Porvenir								
Chactela		1			1	1	1	
Chanchicupe								
Chim	1	1			1		1	
San Jose Ixtal								
El Amparo	1	1			1		1	
Zanjon San Lorenzo	1	1			1		1	
El Sitio								
Tanil								
Santa Rosa	1	1			1		1	
Ferla								
Los Cerezos		1			1	1	1	
Rancho Bojon	1	1			1		1	
Barranca Grande								
Limonos	1	1			1		1	
Venecia								
Chocabj								
San Jeronimo	1	1			1		1	
La Lima								
Chicajalaj								
San Juan Melendrez		1			1	1	1	
San Jose Chibuj	1	1			1		1	
Santa Clara	1	1			1		1	
El Rincon								
Choanla		1			1	1	1	
San Pedro Petz								
Chiquirines		1			1	1	1	
San Sebastian	1	1			1		1	
Caxaque								
La Estancia								
Pena Blanca								
Cerro Chile								
El Paraiso								
TOTALES	39	43	1	2	41	6	43	24



## CAPITULO IV

### COSTO DEL PROYECTO

#### IV.1. PLANIFICACION Y DISEÑO

Dentro de los progresos actuales de la tecnología y el rápido aumento de las necesidades de los abonados en materias de servicios, las administraciones no pueden elegir un tipo de equipamiento al que han de aspirar como objetivo permanente y definitivo, sino por el contrario han de tener en cuenta la totalidad de las circunstancias locales (actuales y previstas), incluidas las características de las redes existentes, y estructurar los planes en una serie de etapas.

Una red de telecomunicaciones representa una inversión muy significativa. Por esta razón, la planificación financiera juega un papel muy importante en el desarrollo de las telecomunicaciones; la planificación y diseño del proyecto tienen un costo económico, el cual incluye gastos de personal profesional, técnico-administrativos, depreciación de vehículos etc., los cuales se establecen con base en sueldos y en aquellos casos de costos menores, cuya cuantificación resulta difícil si se incurre en gastos varios o sobre una base razonable.

#### IV.2. COSTOS DE EQUIPO

El proceso de planificación de la red en el que la demanda es un elemento clave, se traduce en planes detallados para el crecimiento y desarrollo técnico de la red. Estos planes determinan la utilización óptima del equipo existente. La reutilización del equipo existente se traslada a emplazamientos alternativos o el desmantelamiento para obtener repuestos, deben considerarse como parte del proceso de implementación de nuevos servicios. En la estimación de costos, se consideraron aspectos tales como el requerimiento de equipo en el que se ha estimado un costo por población y desglosado en apartados hasta establecer un total. Los servicios de implementación del proyecto, tales como construcción de casetas y caminos de acceso, cimentaciones de torres. El tipo de costos utilizado es el FOB o sea los costos del equipo puesto en puerto de embarque. Como los costos son FOB, se toma en cuenta el desaduanaje y transporte de los equipos. Se establecieron los costos en dólares, ya que se tiene menor variación respecto al tiempo. Los costos en dólares también se aplican a los servicios. Los costos de los equipos se establecieron de las cotizaciones de fabricantes de equipos. El costo para el equipamiento del proyecto asciende a la cantidad de \$6,275,736.00. El cuadro No. 23 contiene las cantidades referentes al equipamiento.



### IV.3. COSTOS DE MONTAJE

Estos costos se agregan al del equipo por la instalación de éste y están calculados en dólares.

Como la demanda de servicios continúa creciendo, las instalaciones de telecomunicaciones deben aumentarse para cubrir esa demanda. El montaje del equipo puede realizarse de 2 maneras.

Pequeñas ampliaciones hechas frecuentemente o mayores ampliaciones hechas cada cierto tiempo. La primera opción reduce la necesidad inmediata de capital, pero puede incrementar los costos totales por trabajo de ampliación a largo plazo. La segunda opción exige una mayor inversión inicial y consiguientemente mayores desembolsos por intereses. El costo por montaje asciende a \$1,347,669.00.

El cuadro No. 24 contiene los costos de montaje del equipo por población y el montaje total.

### IV.4. COSTO TOTAL

La IV fase de Telefonía para el departamento de San Marcos tiene un costo total de \$ 9,489,614.54 en los que están contemplados costos de equipamiento, montaje, capacitación, desaduanaje, repuestos, herramientas y accesorios, manuales e imprevistos.

El cuadro No. 25 contiene los datos referentes al costo total.

GUATEL						No. 2
PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE						
ESTIMACION DE COSTOS DE EQUIPAMIENTO						
DEPARTAMENTO:		SAN MARCOS				
SITIO O POBLACION	CONMUTACION	TRANSMISION	PLANTA EXTERNA	ENERGIA/AIRE ACONDICIONADO	OBRA CIVIL	TOTAL
CATARINA	34,000.00	11,185.00	82,500.00	14,888.00		122,351.00
COMITANCILLO	34,000.00	73,475.00	82,500.00	14,888.00	3,300.00	187,981.00
CONCEPCION TUTUAPA	54,180.00	73,185.00	125,000.00	14,888.00	3,000.00	270,051.00
ESQUIPULAS PALO GORDO	34,000.00	13,638.00	82,500.00	14,888.00		124,822.00
EL QUETZAL	34,000.00	72,805.00	82,500.00	14,888.00		183,791.00
EL RODEO	54,180.00	19,129.00	125,000.00	14,888.00		212,995.00
EL TUMBADOR	75,000.00	98,824.00	150,000.00	14,888.00		336,510.00
LA REFORMA	34,000.00	72,895.00	82,500.00	14,888.00		184,081.00
NUEVO PROGRESO	34,000.00	72,805.00	82,500.00	14,888.00	3,000.00	186,791.00
OCCOS	34,000.00	72,895.00	82,500.00	14,888.00	3,300.00	187,381.00
PAJAPITA	54,180.00	72,837.00	125,000.00	14,568.00		266,583.00
RIO BLANCO	34,000.00	73,040.00	82,500.00	14,888.00	3,000.00	187,228.00
SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ	34,000.00	11,525.00	82,500.00	14,888.00		122,711.00
SAN CRISTOBAL CUCHO	34,000.00	72,805.00	82,500.00	14,888.00	3,000.00	186,791.00
SAN JOSE CUETENAN	34,000.00	73,185.00	82,500.00	14,888.00	3,000.00	187,371.00
SAN LORENZO	34,000.00	73,475.00	82,500.00	14,888.00	3,300.00	187,981.00
SAN MIGUEL IXTAHUACAN	54,180.00	73,475.00	125,000.00	14,888.00	3,000.00	270,341.00
SAN PABLO	112,500.00	19,352.00	250,000.00	49,515.00		431,367.00
SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA			130,000.00			130,000.00
SIBINAL	34,000.00	98,321.00	82,500.00	22,688.00	3,000.00	220,507.00
SIPACAPA	34,000.00	73,040.00	82,500.00	14,888.00	3,000.00	187,228.00
TAJUMULCO	34,000.00	72,895.00	82,500.00	14,888.00	3,000.00	187,081.00
TEJUTLA	54,180.00	73,330.00	125,000.00	14,568.00		267,076.00
PENA BLANCA		118,410.00				118,410.00
CERRO CHILE		53,604.00				53,604.00
EL PARAISO		85,012.00				85,012.00
FRONTERA EL CARMEN	54180	24556	125000	14688		216422
LA BLANCA	34000	73185	62500	14688	3000	187371
CALAPTE		14658	10000			24658
TUIMUJ		19529	1500	3230	1000	25259
LA ESTANCIA		9046	1000			10046
TUTUAPA		19529	2500	1020	1000	24049
SAN ANDRES CHAPIL		39480	2500			41980
SANTA IRENE		17719	1500	3230	1000	23449
EL TRIUNFO		16859	2500	3230	1000	26589
EL PORVENIR			50000		2000	57000
CHACTELA		21325	2500	1020	1000	25845
CHANCHICUPE			2500		1000	3500
CHIM		17719	1500	3230	1000	23449
SAN JOSE IXTAL		9046	2500			11546
EL AMPARO		19694	2500	3230	1000	26454
ZANJON SAN LORENZO		23809	8000	3230	1000	36039
EL SITIO			7600		2200	9700
TANIL		3898	2500			6398
SANTA ROSA		18049	1500	3230	2200	24976
FERIA		6800	1000			7800
LOS CEREZOS		19859	2500	1020	1000	24379
RANCHO BOJON		19529	2500	3230	1000	26259
BARRANCA GRANDE		42698	2500			45198
LIMONES		23809	6000	3230	1000	36039
VENEZIA		3896	2500			6396
CHOCABJ		8588	1500			10088
SAN JERONIMO		20024	2500	3230	2200	27954
LA LIMA		3340	2500			5840
CHICAJALAJ		5248	2500			7748
SAN JUAN MELENDREZ		20189	2500	1020	3000	26709
SAN JOSE CHIBUJ		19529	2500	3230	1000	26259
SANTA CLARA		21834	2500	3230	1000	28564
EL RINCON		9488	2500			11988
CHOANLA		21226	2500	1020	1000	25746
SAN PEDRO PETZ		3896	2500			6396
PARCELAMIENTO CHIQUIRINES		19859	2500	1020	1000	24379
SAN SEBASTIAN		20024	2500	3230	2200	27954
CAXAQUE		6040	1500			7540
TOTAL	1,056,580.00	2,269,293.00	2,437,000.00	443,183.00	69,700.00	6,275,736.00

Cuadro No. 23

GUATEL						No. 3
PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE						
ESTIMACION DE COSTOS DE MONTAJE						
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS						
SITIO O POBLACION	CONMUTACION	TRANSMISION	PLANTA EXTERNA	ENERGIA/AIRE ACCNDICIONADO	OBRA CIVIL	TOTAL
CATARINA	16,000.00	701.00		600.00	16,000.00	33,301.00
COMITANCILLO	16,000.00	16,000.00		600.00	16,825.00	49,425.00
CONCEPCION TUTUAPA	16,000.00	16,000.00		600.00	16,750.00	49,350.00
ESQUIPULAS PALO GORDO	16,000.00	3,102.00		600.00	16,000.00	35,702.00
EL QUETZAL	16,000.00	16,000.00		600.00		32,600.00
EL RODEO	16,000.00	1,249.00		600.00	16,000.00	33,849.00
EL TUMBADOR	7,500.00	17,140.00		600.00		25,240.00
LA REFORMA	16,000.00	16,000.00		600.00		32,600.00
NUEVO PROGRESO	16,000.00	16,000.00		600.00	16,750.00	49,350.00
OCOS	16,000.00	16,000.00		600.00	16,825.00	49,425.00
PAJAPITA	16,000.00	16,000.00		600.00		32,600.00
RIO BLANCO	16,000.00	16,000.00		600.00	16,750.00	49,350.00
SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ	16,000.00	2,399.00		600.00	16,000.00	34,999.00
SAN CRISTOBAL CUCHO	16,000.00	16,000.00		600.00	16,750.00	49,350.00
SAN JOSE OJETENAN	16,000.00	16,000.00		600.00	16,750.00	49,350.00
SAN LORENZO	16,000.00	16,000.00		600.00	16,825.00	49,425.00
SAN MIGUEL IXTAHUACAN	16,000.00	16,000.00		600.00	16,750.00	49,350.00
SAN PABLO	17,000.00	1,678.00		1,000.00	16,000.00	35,678.00
SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA						
SIBINAL	16,000.00	19,846.00		600.00	16,750.00	52,996.00
SIPACAPA	16,000.00	16,000.00		600.00	16,750.00	49,350.00
TAJUMULCO	16,000.00	16,000.00		600.00	16,750.00	49,350.00
TEJUTLA	16,000.00	16,000.00		600.00		32,600.00
PENA BLANCA		17,470.00				17,470.00
CERRO CHILE		5,095.00				5,095.00
EL PARAISO		3,140.00				3,140.00
FRONTERA EL CARMEN	16,000.00	5,820.00		600.00	16,000.00	38,220.00
LA BLANCA	16,000.00	16,000.00		600.00	16,750.00	49,350.00
CALAPTE		14,988.00				14,988.00
TUMUJ		1,779.00		400.00	5,722.00	7,901.00
LA ESTANCIA		1,495.00				1,495.00
TUTUAPA		1,779.00		400.00	5,722.00	7,901.00
SAN ANDRES CHAPIL		6,595.00				6,595.00
SANTA IRENE		1,779.00		400.00	5,722.00	7,901.00
EL TRIUNFO		1,778.00		400.00	5,722.00	7,901.00
EL PORVENIR					16,500.00	16,500.00
CHACTELA		2,449.00		400.00	13,822.00	16,671.00
CHANCHICUPE					5,722.00	5,722.00
CHIM		1,779.00		400.00	5,722.00	7,901.00
SAN JOSE IXTAL		1,495.00				1,495.00
EL AMPARO		1,779.00		400.00	5,722.00	7,901.00
ZANJON SAN LORENZO		1,779.00		400.00	5,722.00	7,901.00
EL SITIO					6,022.00	6,022.00
ITANIL		7,456.00				7,456.00
SANTA ROSA		1,779.00		400.00	6,022.00	8,201.00
FERIA		12,528.00				12,528.00
LOS CEREZOS		1,779.00		400.00	5,722.00	7,901.00
RANCHO BOJON		1,779.00		400.00	5,722.00	7,901.00
BARRANCA GRANDE		16,290.00				16,290.00
JIMONES		1,779.00		400.00	5,722.00	7,901.00
VENECIA		7,456.00				7,456.00
CHOCABJ		16,294.00				16,294.00
SAN JERONIMO		1,779.00		400.00	6,022.00	8,201.00
LA LIMA		6,302.00				6,302.00
CHICAJALAJ		9,992.00				9,992.00
SAN JUAN MELENDREZ		1,779.00		400.00	6,222.00	8,401.00
SAN JOSE CHIBUJ		1,779.00		400.00	5,722.00	7,901.00
SANTA CLARA		1,779.00		400.00	5,722.00	7,901.00
EL RINCON		1,551.00				1,551.00
CHOANLA		2,449.00		400.00	13,822.00	16,671.00
SAN PEDRO PETZ		7,456.00				7,456.00
PARCELAMIENTO CHIQUIRINES		1,779.00		400.00	5,722.00	7,901.00
SAN SEBASTIAN		1,779.00		400.00	6,022.00	8,201.00
CAXAQUE		1,955.00				1,955.00
TOTAL	376,500.00	480,232.00		22,400.00	468,537.00	1,347,669.00

GUATEL			No. 4	
PROYECTO TELEFONIA RURAL IV FASE RESUMEN DE COSTOS				
DEPARTAMENTO:		SAN MARCOS		
No.	EQUIPO/OBRA	COSTO EQUIPAMIENTO	COSTO MONTAJE	COSTO TOTAL
1	CONMUTACION	1,056,580.00	376,500.00	1,433,080.00
2	TRANSMISION	2,269,293.00	480,232.00	2,749,525.00
3	PLANTA EXTERNA	2,437,000.00		2,437,000.00
4	ENERGIA Y AIRE ACONDICIONADO	443,163.00	22,400.00	465,563.00
5	OBRA CIVIL	69,700.00	468,537.00	538,237.00
6	HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS			22,870.00
7	REPUESTOS			686,106.00
8	MANUALES Y DOCUMENTACION			3,812.00
9	CAPACITACION			9,910.00
10	DESADUANAJE Y TRANSPORTE			381,170.00
11	IMPREVISTOS			762,340.00
	TOTAL			9,489,613.00

Cuadro No. 25 PROYECTO TELEFONIA IV FASE PARA EL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

## CAPITULO V

### EVALUACION ECONOMICO-FINANCIERO

La evaluación de un proyecto se puede hacer con el propósito de conocer cuál es el impacto que tiene su ejecución sobre el patrimonio de la empresa y complementariamente, sobre el bienestar de la comunidad como un todo. Se trata de obtener las condiciones financieras más favorables al adquirir equipo. En muchos casos, habrá limitaciones financieras de algún tipo que afecten a la estrategia de adquisición. Cuando los fondos son limitados, es fundamental establecer prioridades y atribuir los recursos limitados de la forma más eficaz.

Hay que tener en cuenta que el crecimiento de la red debe estar en concordancia con los planes de desarrollo a largo plazo, al tiempo que se superan las dificultades específicas a corto plazo.

Desde este punto de vista, las evaluaciones se clasifican en financieras y económicas respectivamente. La diferencia de ambos estudios se centra básicamente, en los items que se consideran y en la valoración que de ellos se hace. Dicho en otras palabras, la evaluación financiera limita el ámbito del análisis a la empresa o, en general, al ente económico que desarrollaría el proyecto; la evaluación económica (o social) amplía el ámbito a todo el país, o a la economía del país en su conjunto.

#### V.1 EVALUACION FINANCIERA:

La evaluación financiera pretende determinar la conveniencia para la empresa de realizar determinada iniciativa de inversión con respecto a la alternativa de no hacerla (base de comparación). Consecuentemente con lo anterior, los flujos de caja pertinentes a la evaluación financiera deben considerar todos los efectos que se producirán para GUATEL en el caso de realizar el proyecto, de tal manera que la cuantificación de los flujos utiliza precios de mercado.

Existen dos enfoques para la evaluación financiera de proyectos: 1) Considerando que la inversión se hace con recursos propios. 2) Considerando financiamiento externo para la inversión inicial.

##### V.1.1 INVERSION CON RECURSOS PROPIOS

Esta evaluación tiene como objetivo determinar la rentabilidad que genera un proyecto por sí mismo, que lo aisla de los efectos que tienen sobre los resultados los aspectos financieros cuando la

empresa solicita créditos. Debido a la magnitud del proyecto y a la falta de recursos financieros, GUATEL no puede realizar este proyecto en forma individual.

#### V.1.2 INVERSION CON RECURSOS EXTERNOS

La diferencia de este enfoque respecto al anterior lo constituye la incorporación en los flujos relevantes de caja, de los préstamos como ingresos y los pagos de servicios financieros (amortización más intereses), al contemplar como costo operacional los intereses de los préstamos.

Los préstamos pueden ser por medio de Bancos de Desarrollo Regional, Bancos Comerciales, Crédito de proveedores, Emisión de Bonos en el Mercado de Valores, donaciones de países a regiones rurales etc. Los préstamos pueden ser a corto, mediano y largo plazo, teniendo para ello el compromiso de realizar los pagos de intereses periódicos y el reembolso del principal, conforme a un plan convenido.

En los Cuadros 26, 27, 28, 29, 30 y 31 se presentan 3 escenarios en donde están los flujos de inversiones, los cuales se dan al inicio de la vida económica de un proyecto, por lo que para determinar el potencial de contribución del proyecto, se requiere estimar las inversiones, gastos, costos, ingresos y el tiempo en que se producen estas transacciones, asumiendo en varios casos supuestos (tasas de cambio futuras, etc.), que si bien en algún caso no son correctas las distorsiones que causan en el rendimiento económico del proyecto, si pueden ser reconsideradas.

De las 3 fuentes de financiamiento presentadas, se tiene que la de un Banco de Desarrollo Regional es la que da mejores condiciones ya que el tiempo de financiamiento es a largo plazo (30 años) con un período de gracia de 11 años, a una tasa de interés de 3.5%; el flujo de inversiones presenta un valor actual neto positivo. Las inversiones con VAN positivo incrementan el valor de la empresa, puesto que tienen un rendimiento mayor que el mínimo aceptable.

Los préstamos de los Bancos Comerciales y los créditos de Proveedores tienen plazos más cortos ( 15 y 10 años ), tasas de interés más altas ( 9 y 12%); los flujos de inversiones para los dos casos tienen un valor actual neto negativo.

La tasa de retorno se aplica al saldo, de tal manera que el monto total del crédito y los intereses quedan cancelados exactamente con el último pago. La tasa de retorno se expresa como porcentaje del período. En el caso de un Banco de Desarrollo Regional, se tiene un interés de 3.5% anual y a un plazo de 30 años, que se calcula sobre un saldo no recuperado, el cual varía con el tiempo, y es está la opción mas viable para la realización del proyecto.

FINANCIAMIENTO: BANCO REGIONAL DE DESARROLLO

	1,985	1,986	1,987	1,988	1,989	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008	2,008	2,010
<b>INGRESOS</b>																
INGRESOS CORRIENTES																
INSTALACION																
TELEFONIA NACIONAL	0	0	11,263,676	23,319,076	25,027,988	26,906,504	28,976,150	31,281,548	33,790,896	36,484,860	39,458,671	42,747,286	46,390,448	50,241,868	54,491,134	59,185,644
Local			3,616,400	0												
Automatico	0	0	6,106,280	18,148,041	19,055,443	20,008,215	21,008,626	22,059,057	23,162,010	24,320,111	25,536,116	26,812,922	28,153,568	29,561,247	31,039,308	32,591,274
Semiautomatico			77,190	231,569	243,148	255,305	268,070	281,474	295,548	310,325	325,841	342,133	359,240	377,202	396,062	415,865
TELEFONIA INTERNACIONAL			5,972,157	17,916,472	18,812,285	19,752,910	20,740,558	21,777,563	22,866,463	24,009,786	25,210,275	26,470,789	27,794,328	29,184,045	30,643,247	32,175,409
Automatico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semiautomatico			5,972,157	17,916,472	18,812,285	19,752,910	20,740,558	21,777,563	22,866,463	24,009,786	25,210,275	26,470,789	27,794,328	29,184,045	30,643,247	32,175,409
Collect			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
INGRESOS DE CAPITAL																
Prestamos a obtener	37,010,384	14,001,192	37,270,606	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Donaciones	37,010,384	14,001,192	37,270,606	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>37,010,384</b>	<b>14,001,192</b>	<b>48,534,284</b>	<b>23,319,076</b>	<b>25,027,988</b>	<b>26,906,504</b>	<b>28,976,150</b>	<b>31,281,548</b>	<b>33,790,896</b>	<b>36,484,860</b>	<b>39,458,671</b>	<b>42,747,286</b>	<b>46,390,448</b>	<b>50,241,868</b>	<b>54,491,134</b>	<b>59,185,644</b>
<b>EGRESOS</b>																
GASTOS CORRIENTES																
Gastos de personal	0	1,850,519	11,602,319	14,639,901	15,864,156	16,986,799	18,221,705	19,477,963	20,850,720	22,309,889	23,768,148	25,347,072	27,056,674	28,850,189	30,807,281	32,482,348
Servicios adquiridos	0	0	5,753,440	6,328,784	7,151,526	7,866,679	8,653,346	9,432,148	10,281,041	11,209,334	12,102,841	13,071,069	14,118,754	15,246,094	16,313,321	17,455,253
Suministros consumidos			1,035,619	1,139,181	1,287,275	1,416,002	1,557,602	1,697,787	1,850,587	2,017,140	2,178,511	2,352,782	2,541,016	2,744,287	2,938,988	3,141,946
Depreciacion			2,262,881	2,534,203	2,787,623	3,086,385	3,373,024	3,710,326	4,081,359	4,448,681	4,849,062	5,285,476	5,761,171	6,222,065	6,719,630	7,237,416
GASTOS DE CAPITAL																
Inversion Fondos externos	37,010,384	15,503,914	39,869,294	4,005,240	4,405,764	4,846,341	5,330,975	5,864,072	6,450,480	7,031,023	7,663,815	8,347,793	9,087,733	9,887,733	10,749,642	11,681,681
Inversion Fondos propios	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Amortizacion a capital	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos financieros	0	1,502,622	2,598,688	4,005,240	4,405,764	4,846,341	5,330,975	5,864,072	6,450,480	7,031,023	7,663,815	8,347,793	9,087,733	9,887,733	10,749,642	11,681,681
<b>PARTICIPACIONES</b>																
Gobierno	0	0	0	2,103,271	2,141,130	2,283,014	2,440,561	2,603,767	2,820,359	3,214,777	3,612,019	4,117,984	4,858,857	5,698,878	6,745,128	7,947,247
Empleados	0	0	0	233,697	237,903	253,688	271,173	295,974	324,464	357,197	401,335	457,564	539,874	633,209	749,459	883,027
Cesantias, Pensiones y Jubilaciones	0	0	0	467,393	475,807	507,336	542,347	591,846	648,969	714,395	802,671	915,108	1,078,138	1,266,417	1,498,917	1,786,055
<b>TOTAL</b>	<b>37,010,384</b>	<b>17,354,333</b>	<b>51,471,613</b>	<b>21,449,502</b>	<b>23,124,761</b>	<b>24,877,158</b>	<b>26,806,762</b>	<b>28,893,755</b>	<b>31,195,012</b>	<b>33,627,286</b>	<b>36,247,968</b>	<b>39,020,510</b>	<b>41,979,148</b>	<b>45,224,497</b>	<b>49,066,842</b>	<b>53,507,359</b>
<b>SALDO</b>	<b>0</b>	<b>(3,353,147)</b>	<b>(2,937,329)</b>	<b>1,869,574</b>	<b>1,908,227</b>	<b>2,029,346</b>	<b>2,169,388</b>	<b>2,367,793</b>	<b>2,586,875</b>	<b>2,857,579</b>	<b>3,210,663</b>	<b>(6,273,224)</b>	<b>(8,688,890)</b>	<b>(8,982,628)</b>	<b>(9,176,493)</b>	<b>(9,321,715)</b>
(+) Depreciacion	0	1,850,519	2,550,579	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733
<b>FLUJO NETO</b>	<b>0</b>	<b>(1,502,622)</b>	<b>(396,750)</b>	<b>6,507,307</b>	<b>6,540,960</b>	<b>6,687,079</b>	<b>6,607,121</b>	<b>7,005,526</b>	<b>7,233,608</b>	<b>7,489,312</b>	<b>7,848,416</b>	<b>(9,635,491)</b>	<b>(4,050,958)</b>	<b>(4,344,895)</b>	<b>(4,538,760)</b>	<b>(4,683,962)</b>
<b>VALOR ACTUAL NETO (V.A.N.) =</b>	<b>18,664,809</b>															

PRESTAMO: BANCO DE DESARROLLO REGIONAL (total)  
Tasa de interes: 3.50%

	PRINCIPAL	INTERESES	TOTAL	SALDO
1995	0	0	0	4,545,613
1996	0	159,096	159,096	6,895,918
1997	0	241,357	241,357	9,489,615
1998	0	332,137	332,137	9,489,615
1999	0	332,137	332,137	9,489,615
2000	0	332,137	332,137	9,489,615
2001	0	332,137	332,137	9,489,615
2002	0	332,137	332,137	9,489,615
2003	0	332,137	332,137	9,489,615
2004	0	332,137	332,137	9,489,615
2005	0	332,137	332,137	9,370,994
2006	474,481	327,985	802,466	8,896,514
2007	474,481	311,378	785,859	8,422,033
2008	474,481	294,771	769,252	7,947,552
2009	474,481	278,164	752,645	7,473,071
2010	474,481	261,558	736,038	6,998,591
2011	474,481	244,951	719,431	6,524,110
2012	474,481	228,344	702,825	6,049,629
2013	474,481	211,737	686,218	5,575,149
2014	474,481	195,130	669,611	5,100,668
2015	474,481	178,523	653,004	4,626,187
2016	474,481	161,917	636,397	4,151,706
2017	474,481	145,310	619,790	3,677,226
2018	474,481	128,703	603,184	3,202,745
2019	474,481	112,096	586,577	2,728,264
2020	474,481	95,489	569,970	2,253,783
2021	474,481	78,882	553,363	1,779,303
2022	474,481	62,276	536,756	1,304,822
2023	474,481	45,669	520,149	830,341
2024	474,481	29,062	503,543	355,861
2025	474,481	12,455	486,936	0

Cuadro No. 27



FINANCIAMIENTO: BANCO COMERCIAL INTERNACIONAL

	1,995	1,996	1,997	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008	2,009	2,010
<b>INGRESOS</b>																
<b>INGRESOS CORRIENTES</b>																
INSTALACION	0	0	11,263,878	23,319,076	25,027,988	26,906,504	28,976,150	31,261,548	33,790,886	36,484,860	39,458,671	42,747,286	46,390,448	50,241,868	54,491,134	59,185,644
TELEFONIA NACIONAL	0	0	3,818,400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Local	0	0	6,108,280	18,148,041	19,055,443	20,008,215	21,008,628	22,059,057	23,162,010	24,320,111	25,538,116	26,812,922	28,153,568	29,561,247	31,039,309	32,581,274
Automatico	0	0	77,190	231,569	243,148	255,305	268,070	281,474	295,548	310,325	325,841	342,133	359,240	377,202	396,062	415,865
Semiautomatico	0	0	5,972,157	17,916,472	18,812,295	19,752,910	20,740,556	21,777,593	22,866,463	24,009,786	25,210,275	26,470,789	27,794,328	29,184,045	30,643,247	32,175,408
TELEFONIA INTERNACIONAL	0	0	56,933	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Automatico	0	0	1,538,988	5,171,034	5,972,545	6,886,289	7,987,524	9,302,490	10,928,876	12,164,749	13,922,555	15,934,364	18,236,880	20,880,622	23,451,825	26,594,370
Semiautomatico	0	0	2,940,270	2,459,108	3,280,512	3,788,991	4,376,285	5,054,609	5,765,933	6,520,000	7,377,658	8,324,781	9,374,951	10,528,880	11,791,619	13,164,070
Collect	0	0	607,121	2,711,928	3,132,275	3,817,777	4,178,533	4,829,205	5,574,267	6,379,749	7,301,622	8,356,707	9,564,251	10,845,880	12,299,206	13,947,299
INGRESOS DE CAPITAL	0	0	137,221	461,063	532,528	615,070	710,406	820,518	947,688	1,084,641	1,241,372	1,420,750	1,626,049	1,843,939	2,091,027	2,371,225
Prestamos a obtener	0	0	37,270,806	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Donaciones	0	0	37,270,806	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	37,010,384	48,534,284	14,001,192	23,319,076	25,027,988	26,906,504	28,976,150	31,261,548	33,790,886	36,484,860	39,458,671	42,747,286	46,390,448	50,241,868	54,491,134	59,185,644
<b>EGRESOS</b>																
<b>GASTOS CORRIENTES</b>																
Gastos de personal	0	1,850,519	11,902,919	14,639,801	15,864,156	16,986,739	18,221,705	19,477,963	20,850,720	22,309,899	23,768,148	25,347,072	27,056,874	28,850,189	30,607,281	32,492,248
Servicios adquiridos	0	0	5,753,440	6,328,784	7,151,526	7,826,679	8,653,248	9,432,148	10,261,041	11,206,334	12,102,841	13,071,069	14,116,754	15,246,094	16,313,321	17,455,253
Suministros consumidos	0	0	1,035,619	1,139,181	1,267,275	1,418,002	1,557,602	1,697,767	1,850,587	2,017,140	2,178,511	2,352,792	2,541,016	2,744,297	2,936,398	3,141,946
Depreciacion	0	0	2,262,681	2,534,203	2,787,623	3,066,385	3,373,024	3,710,328	4,091,359	4,448,681	4,848,062	5,285,478	5,761,171	6,222,065	6,719,830	7,257,416
GASTOS DE CAPITAL	0	0	1,850,519	2,550,579	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733
Inversion Fondos externos	0	0	17,865,078	43,952,946	21,563,000	22,702,799	23,830,727	24,957,213	26,070,688	26,910,402	27,690,093	28,392,153	28,996,294	29,208,753	29,298,629	29,153,309
Inversion Fondos propios	(0)	(0)	37,270,806	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amortizacion a capital	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastos financieros	0	3,863,884	6,682,340	10,299,189	11,093,085	11,163,892	11,137,830	10,995,136	10,712,404	10,169,872	9,442,915	8,502,729	7,316,822	5,794,923	3,982,692	1,843,418
PARTICIPACIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gobierno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Empleados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cesantias, Pensiones y Jubilaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	37,010,384	19,715,595	55,555,265	24,939,060	37,447,157	39,696,597	42,052,432	44,908,257	46,258,066	51,623,350	55,206,806	59,077,716	63,283,139	67,416,866	71,817,606	76,555,584
SALDO	0	(5,714,403)	(7,020,981)	(1,620,014)	(12,419,169)	(12,733,093)	(13,076,282)	(13,846,709)	(14,467,179)	(15,138,491)	(15,748,135)	(16,330,430)	(16,872,891)	(17,175,127)	(17,326,472)	(17,369,940)
(*) Depreciacion	0	1,850,519	2,550,579	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733
FLUJO NETO	0	(3,863,884)	(4,470,402)	3,017,718	(7,781,436)	(8,145,360)	(8,438,549)	(9,008,977)	(9,629,447)	(10,500,758)	(11,110,402)	(11,692,697)	(12,234,958)	(12,537,366)	(12,688,740)	(12,732,207)
VALOR ACTUAL NETO (V.A.N.) =																

(40,129,548)

PRESTAMO: BANCO COMERCIAL INTERNACIONAL (total)

Tasa de interes: 9.00%

	PRINCIPAL	INTERESES	TOTAL	SALDO
1995	0	0	0	4,545,613
1996	0	409,105	409,105	6,895,918
1997	0	620,633	620,633	9,489,615
1998	0	854,065	854,065	9,291,914
1999	790,801	836,272	1,627,073	8,501,113
2000	790,801	765,100	1,555,901	7,710,312
2001	790,801	693,928	1,484,729	6,919,511
2002	790,801	622,756	1,413,557	6,128,709
2003	790,801	551,584	1,342,385	5,337,908
2004	790,801	480,412	1,271,213	4,547,107
2005	790,801	409,240	1,200,041	3,756,306
2006	790,801	338,068	1,128,869	2,965,505
2007	790,801	266,895	1,057,697	2,174,703
2008	790,801	195,723	986,525	1,383,902
2009	790,801	124,551	915,352	593,101
2010	790,801	53,379	844,180	0

Cuadro No. 29

FINANCIAMIENTO: CREDITO PROVEEDORES

	1,995	1,996	1,997	1,998	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008	2,008	2,010
<b>INGRESOS</b>																
INGRESOS CORRIENTES	0	0	11,263,678	23,319,076	25,027,988	26,906,504	28,976,150	31,261,548	33,790,886	36,484,860	39,458,671	42,747,288	46,390,448	50,241,868	54,491,134	59,185,644
INSTALACION	0	0	3,918,400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TELEFONIA NACIONAL	0	0	6,106,280	18,148,041	19,055,443	20,008,215	21,008,628	22,059,057	23,162,010	24,320,111	25,536,118	26,812,922	28,153,586	29,561,247	31,039,308	32,591,274
Local	0	0	77,190	231,569	243,148	255,305	269,070	281,474	295,548	310,325	325,841	342,133	359,240	377,202	396,062	415,865
Automatico	0	0	5,972,157	17,916,472	18,812,295	19,752,910	20,740,556	21,771,583	22,866,463	24,008,788	25,210,275	26,470,789	27,794,328	29,184,045	30,643,247	32,175,409
Semiautomatico	0	0	56,933	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TELEFONIA INTERNACIONAL	0	0	1,536,998	5,171,034	5,972,545	6,898,289	7,967,524	9,202,480	10,628,878	12,164,749	13,922,555	15,934,364	18,236,880	20,880,622	23,451,825	26,594,370
Automatico	0	0	731,877	2,459,108	2,840,270	3,290,512	3,768,991	4,376,285	5,054,809	5,785,000	6,620,833	7,577,858	8,672,629	9,834,781	11,152,819	12,647,070
Semiautomatico	0	0	807,121	2,711,928	3,132,275	3,617,777	4,178,533	4,826,205	5,574,267	6,379,749	7,301,622	8,356,707	9,564,251	10,845,860	12,299,206	13,947,299
Collect	0	0	137,221	461,063	532,528	615,070	710,406	820,518	947,689	1,084,841	1,241,372	1,420,750	1,626,049	1,843,939	2,091,527	2,371,225
INGRESOS DE CAPITAL	37,010,384	14,001,192	37,270,606	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prestamos a obtener	37,010,384	14,001,192	37,270,606	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Donaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>37,010,384</b>	<b>14,001,192</b>	<b>48,534,284</b>	<b>23,319,076</b>	<b>25,027,988</b>	<b>26,906,504</b>	<b>28,976,150</b>	<b>31,261,548</b>	<b>33,790,886</b>	<b>36,484,860</b>	<b>39,458,671</b>	<b>42,747,288</b>	<b>46,390,448</b>	<b>50,241,868</b>	<b>54,491,134</b>	<b>59,185,644</b>
<b>EGRESOS</b>																
GASTOS CORRIENTES	0	1,850,519	11,602,319	14,639,901	15,864,158	16,968,799	18,221,705	19,477,993	20,850,720	22,309,889	23,766,148	25,347,072	27,056,674	28,850,189	30,607,281	32,492,348
Gastos de personal	0	0	5,753,440	6,328,784	7,151,528	7,866,679	8,653,346	9,432,148	10,281,041	11,206,334	12,102,841	13,071,069	14,116,754	15,246,094	16,313,321	17,455,253
Servicios adquiridos	0	0	1,033,619	1,139,181	1,287,275	1,416,002	1,557,679	1,697,787	1,850,687	2,017,140	2,178,511	2,352,782	2,541,016	2,744,297	2,938,388	3,141,946
Suministros consumidos	0	0	2,062,681	2,534,203	2,787,623	3,068,385	3,373,024	3,710,326	4,081,359	4,486,681	4,949,062	5,285,478	5,761,171	6,222,065	6,719,930	7,247,416
Depreciacion	0	1,850,519	2,559,578	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733
GASTOS DE CAPITAL	37,010,384	19,153,038	46,180,393	27,607,549	28,480,119	29,251,128	29,891,538	30,367,517	30,639,778	30,384,062	29,834,136	0	0	0	0	0
Inversion Fondos externos	(0)	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversion Fondos propios	0	0	0	14,304,430	15,734,873	17,308,360	19,039,196	20,943,115	23,037,427	25,110,795	27,370,767	0	0	0	0	0
Amortizacion a capital	0	1,850,519	13,303,120	13,303,120	12,745,247	11,942,768	10,852,342	9,424,402	7,802,351	5,273,267	2,463,369	0	0	0	0	0
Gastos financieros	0	5,151,846	8,908,786	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARTICIPACIONES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gobierno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Empleados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cesantias, Pensiones y Jubilaciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>37,010,384</b>	<b>21,003,557</b>	<b>57,792,712</b>	<b>42,247,450</b>	<b>44,344,276</b>	<b>46,237,927</b>	<b>48,113,243</b>	<b>51,261,002</b>	<b>54,693,187</b>	<b>58,034,973</b>	<b>61,538,577</b>	<b>65,787,200</b>	<b>68,656,998</b>	<b>71,339,168</b>	<b>74,837,593</b>	<b>78,508,326</b>
<b>SALDO</b>	0	(7,002,365)	(9,248,427)	(18,928,374)	(19,316,288)	(19,331,422)	(19,369,454)	(19,369,454)	(20,902,301)	(21,560,114)	(22,079,905)	(22,660,096)	(23,310,510)	(24,033,672)	(24,837,541)	(25,719,318)
(*) Depreciacion	0	1,850,519	2,559,578	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733	4,637,733
<b>FLUJO NETO</b>	0	(5,151,846)	(6,687,848)	(14,290,642)	(14,678,555)	(14,693,680)	(14,731,721)	(14,731,721)	(16,264,568)	(16,912,381)	(17,442,173)	(17,971,819)	(18,501,783)	(19,031,940)	(19,562,808)	(20,104,581)
<b>VALOR ACTUAL NETO (V.A.N.) =</b>																
																(42,627,002)

PRESTAMO: CREDITO DE PROVEEDORES (total)

Tasa de interes: 12.00%

	PRINCIPAL	INTERESES	TOTAL	SALDO
1995	0	0	0	4,545,613
1996	0	545,474	545,474	6,895,918
1997	0	827,510	827,510	9,193,064
1998	1,186,202	1,103,168	2,289,370	8,006,862
1999	1,186,202	960,823	2,147,025	6,820,660
2000	1,186,202	818,479	2,004,681	5,634,459
2001	1,186,202	676,135	1,862,337	4,448,257
2002	1,186,202	533,791	1,719,993	3,262,055
2003	1,186,202	391,447	1,577,648	2,075,853
2004	1,186,202	249,102	1,435,304	889,651
2005	1,186,202	106,758	1,292,960	0

Cuadro No. 31

## **V.2 EVALUACION ECONOMICA SOCIAL**

Esta evaluación consiste en determinar el efecto que el proyecto tendría sobre el bienestar de la sociedad. Esta evaluación define la situación del país -en general- y de las comunidades -en particular- con la ejecución del proyecto en comparación con la situación del mismo si no se realiza.

Los criterios que se van a utilizar en esta evaluación para tomar una decisión sobre la ejecución del proyecto, son los precios sociales en lugar de los precios de mercado para la determinación de ingresos y costos. Además, se debe incluir el efecto de los aspectos externos o efectos indirectos del proyecto.

Debido a que en Guatemala no existen precios sociales, el análisis se basa principalmente en el impacto económico y beneficios generales que tendría para la sociedad. La ejecución del proyecto para el Departamento de San Marcos con una economía de bajos ingresos económicos, medios de comunicación deficientes y una densidad telefónica baja de 2.75 teléfonos por 1000 habitantes el potencial de contribución de las telecomunicaciones para el desarrollo será mayor, ya que éstas tendrán un efecto multiplicador muy fuerte sobre el crecimiento económico en las etapas del desarrollo de la región, ya que el solo hecho de la instalación de una primera línea telefónica en una aldea aislada, hace que esta innovación pronto se vuelve parte de la vida de la aldea y trae consigo efectos que inciden en forma social, cultural y económica.

### **V.2.1 IMPACTOS ECONOMICOS Y BENEFICIOS GENERALES**

El uso de las telecomunicaciones es penetrante, los servicios de telégrafo y teléfono se utilizan en grado variado por una enorme gama de negocios, salud, agricultura, turismo, transporte, entidades gubernamentales y administrativas. Los ejemplos de actividades que se benefician de las inversiones en comunicaciones son:

#### **V.2.1.1 AGRICULTURA**

Los agricultores no solamente tienen que hacer producir los campos, sino también tienen que vender sus productos en forma efectiva y deben comprar insumos. Por otro lado, los servicios de telecomunicaciones sirven de ayuda a los agricultores como medio de arreglar las entregas de productos a tiempo, la efectiva recolección del producto y acceso a cotizar mejores precios en el mercado local y nacional.

#### **V.2.1.2 SALUD**

Beneficios para las comunidades en los cuales se necesitan servicios médicos profesionales, medicinas, consultas, etc. y en casos de emergencia, los cuales pueden tomarse como recursos claves escasos.

#### **V.2.1.3 INDUSTRIA**

El desarrollo industrial requiere de la coordinación de una serie de operaciones como: adquisición de suministros, mano de obra, control de existencia, procesamiento de materiales, entrega de los bienes a los compradores, facturación y mantenimiento de registros. Los servicios de comunicaciones son vitales para la administración y control efectivo de varias de estas operaciones. La compra de materiales requiere de conocimiento de las condiciones de suministro, precios en los mercados locales y distantes.

#### **V.2.1.4 COMERCIO**

La necesidad de comunicación es esencial en la actividad de la compra efectiva, ventas para el mercado local, nacional e internacional.

#### **V.2.1.5 TIEMPO ADMINISTRATIVO**

Los servicios de telecomunicaciones mejorados y ampliados pueden superar la eficiencia administrativa, ya que tendrán menores gastos generales como mensajeros, vehículos etc.

#### **V.2.1.6 COMUNICACION SOCIAL**

La necesidad de comunicación de personas que viven en el área rural con familiares residentes en los departamentos, capital y en el extranjero, hacen que la función en el proceso de comunicación sea altamente importante.

Las comunicaciones resultan ser un instrumento críticamente importante en el desarrollo de las exportaciones desde zonas rurales y en el desarrollo total de estas zonas.

## CONCLUSIONES

1. La infraestructura de comunicaciones con que cuenta el departamento de San Marcos en algunos lugares, ha rebasado su capacidad; esto constituye un factor para que el servicio sea deficiente y limitado, razón por la cual se hace imperativo desarrollar una ampliación de la red en dicha región.
2. En el presente trabajo, se proponen sistemas que satisfacen la demanda telefónica de los municipios y de las principales comunidades rurales del departamento a un plazo de 10 años, por lo que la necesidad de desarrollar el proyecto debe ser dentro de un período no mayor a dos años.
3. El desarrollo de una nueva infraestructura de telecomunicaciones en el departamento de San Marcos contribuirá en el desarrollo de la región, puesto que actualmente dicho departamento cuenta con vías de comunicación muy limitadas.
4. En este trabajo, se concluye que es importante aprovechar para la implementación del proyecto, los financiamientos blandos otorgados por instituciones de desarrollo regional con períodos de gracia de 10 años, y con amortización de capital de 20 años e intereses bajos, ya que debe considerarse una recuperación de inversión a un ritmo lento, especialmente al inicio de operación de la red.
5. La implementación del proyecto vendrá a beneficiar a un 73% de los 630,000 habitantes del departamento, así como a agilizar las transacciones comerciales de las comunidades hacia el exterior del departamento y del país.

## RECOMENDACIONES

1. Buscar medios alternativos para el financiamiento del proyecto, de manera que resulte atractivo y se alcancen mejores condiciones en su implementación.
2. Realizar estudios de infraestructura, de tal forma que las comunidades puedan participar en la ejecución de los mismos, previendo los mecanismos de control de calidad requeridos por el proyecto, y de esta manera minimizar costos de implementación, ya que las autoridades y comités de las comunidades han ofrecido donar terreno y mano de obra para la construcción de las casetas y caminos de acceso.
3. Debido a la digitalización de la red de abonado permite una máxima explotación de las líneas de abonado es recomendable efectuar estudios de demanda sobre otros servicios que en la red se pueden implementar, que son diferentes a la telefonía básica, y que pueden tener aceptación en dicha región.
4. Realizar un nuevo estudio de demanda a un plazo no mayor de 5 años, a efecto de planificar el desarrollo de la red de abonado en el futuro, y así poder dar una mayor cobertura a un mayor número de abonados.
5. Desarrollar un plan agresivo de comercialización y promoción de servicios ofrecidos con la nueva red, para lograr el máximo beneficio de la inversión que se va realizar.



## BIBLIOGRAFIA

1. GONZALEZ, Néstor. Comunicaciones y redes de procesamiento de datos. Mexico D.F.: s.p.i. 1,988. 396 pp.
2. KUSTRA, Rubén. et.al. Principios de transmisión de señales digitales. Buenos Aires, Argentina: Editorial Hispanoamericana. 1,984. 477 pp.
3. PALACIOS GOMEZ, Rolando. Consideraciones técnicas y económicas de la red de abonado para la introducción de servicios de banda ancha en la red de telecomunicaciones de Guatemala. (tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala) Guatemala, 1,990, 122 pp.
4. PEÑA CORREA, Jorge. Manual de telecomunicaciones rurales. España: Editorial Ahciet. s.f. 427 pp.
5. SCHWARTZ, Mischa. Transmisión de información, modulación y ruido. Capoulican Muñoz Gamboa. México D.F. s.p.i. 1,983. 685 pp.
6. SOTO, Antonio. Comunicaciones eléctricas. Volumen 61. Madrid, España: s.p.i. 1,987. 140 pp.
7. TAUB, Herbert. et.al. Principles of communications systems. Segunda edición. Singapur: s.p.i. 1,986. 759 pp.
8. Aspectos económicos y técnicos de la transición de redes de telecomunicaciones analógicas a redes digitales. Comité consultivo internacional telegráfico y telefónico. UIT. Ginebra: s.p.i. 1,984. 168 pp.

**ANEXO A**

**CUADRO No. 1    INFRAESTRUCTURA SOCIAL ACTUAL DEL DEPTO DE SAN  
MARCOS**

**Sector Administrativo:**

- Edificio Administración de Rentas cabecera y Tecún Umán.
- Edificio Aduanas El Carmen Malacatan y ciudad Tecún Umán.
- Edificio de Tribunales, cabecera.
- Juzgado de Paz, San Pedro Sacatepequez.
- Edificio Palacio Maya
- Edificios municipales en cada municipio.
- Cooperativas de Ahorro y Crédito.

**Sector Agricultura:**

- Sistemas de miniriego y canales en el altiplano y zona costera.
- Estación Experimental Ovina Serchil.
- Viveros de DIGEBOS y municipalidades.
- Cooperativas agrícolas.
- Laboratorios de epidemiología animal

**Sector Comunicaciones:**

- Edificios de GUATEL cabecera, Malacatán, Tecún Umán, Tumbador y agencias en varios municipios.
- Edificios de Correos y Telégrafos
- Instalaciones de transmisiones radiales nacionales y privadas.
- 300 kms. carreteras asfaltadas (Aproximado)
- 1500 kms. carreteras terracería (Aproximado)
- Delegación de Caminos y Obras Públicas.
- Líneas de transporte hacia la Capital y a los municipios.
- Terminales de buses.

**Sector Educación:**

- 30 Escuelas de Pre-primaria oficiales
- 20 Escuelas y Colegios de pre-primaria particulares en el Depto.
- 75 Escuelas Primarias Urbanas
- 750 Escuelas Primarias rurales
- 130 Escuelas primarias privadas (incluidas las de fincas).
- 12 Institutos Básicos oficiales
- 15 Institutos Básicos privados.
- 25 Colegios Básicos privados.
- 30 Institutos por Cooperativa.
- 10 Institutos Diversificados oficiales.
- 12 Institutos Diversificados privados.
- Escuela de Formación Agrícola Caxaque.
- 10 Escuelas nocturnas oficiales de adultos.

...Cont. CUADRO No. 1

- 10 Escuelas Nocturnas privadas de adultos.
- 8 Escuelas Municipales.
- Escuela de Formación Artesanal. Desarrollo comunidad.
- Escuelas y Centros de Computación.
- Centro Universitario San Marcos

- **Sector Salud:**

- Hospitales Nacionales San Marcos y Malacatán.
- 90 Puestos de Salud.
- 20 Centros de Salud.
- 3 Hospitales IGSS. San Marcos, Malacatán y Tumbador.
- Centros de Bienestar social.
- Hospital La Familia El Progreso.
- Hospitales y Clínicas Privadas.

**Servicios varios:**

- Centros comerciales y mercados de los Municipios.
- Salones de usos múltiples.
- Estadios de Fútbol cercados San Marcos, San Pedro Sac. Malacatan, Tecún Umán.
- Complejo Deportivo Tipo B San Marcos.
- Balnearios y centros de diversión.
- Edificios de Bomberos Voluntarios.
- Centros de acopio y almacenamiento en varios municipios.

**RECURSOS INSTITUCIONALES:**

**Sector Público:**

- Dirección General de Servicios Agrícolas
- Dirección General de servicios Pecuarios
- Dirección General de Bosques
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola
- Cuarentena Vegetal
- Instituto Nacional de Transformación Agrícola
- Gremial Nacional de Trigueros
- Crédito Hipotecario Nacional
- Banco Nacional de Desarrollo Agrícola
- Instituto de Fomento Municipal.
- Administración de Rentas Internas.
- Tribunales de Justicia.
- Gobernación Departamental
- Municipalidades
- Ministerio Publico
- Procuraduría de los Derechos Humanos
- Inspección General de Trabajo
- Dirección General de Migración
- Dirección General de Límites y Aguas
- Dirección General de Correos y Telégrafos

...Cont. CUADRO No. 1

- Empresa Guatemalteca de Telecomunicaciones
- Radio Nacional
- Ferrocarriles de Guatemala
- Dirección General de Caminos
- Hospital Nacional
- Centros y Puestos de salud
- Instituto Guatemalteco de seguridad Social
- Instituto Nacional de Cooperativas
- Registro de Ciudadanos
- Instituto Nacional de Estadística
- Instituto Nacional de Electrificación
- Centro de Bienestar Social
- Compañía de Bomberos Voluntarios
- Compañía de Bomberos Municipales
- Delegación Deportiva Departamental
- Instituto Técnico de Capacitación y Productividad
- Universidad de San Carlos de Guatemala
- Ministerio de Educación

**Sector Privado:**

- Alianza para el Desarrollo Juvenil Comunitario
- Cooperativas Agrícolas
- Moscamed
- Comisión Roya del Cafeto
- Bancos Privados
- Circuito Cerrado de Televisión por Cable
- Hospitales Privados
- Dispensarios Parroquiales
- Universidad Mariano Gálvez
- Christian Children's Fund. Inc.
- Colegios Particulares

POBLACIONES DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

No.	MUNICIPIO	POBLACION	CATEGORIA
1	AYUTLA	EL TRIUNFO	ALDEA
2	AYUTLA	LA MONTAÑITA	CASERIO
3	AYUTLA	LA VERDE	CASERIO
4	AYUTLA	LAS DELICIAS	CASERIO
5	AYUTLA	LOS ANGELES	ALDEA
6	CATARINA	ZANJON SAN LORENZO	ALDEA
7	CATARINA	EL BEJUCAL	ALDEA
8	CATARINA	EL SITIO	ALDEA
9	CATARINA	EL TECOMATILLO	CASERIO
10	CATARINA	LAS PILAS	CASERIO
11	CATARINA	PIEDRA PARTIDA	CASERIO
12	CATARINA	SAN GREGORIO	ALDEA
13	CATARINA	SAN JOSE LAS FLORES	CASERIO
14	CATARINA	SAN JUAN MELENDREZ	ALDEA
15	CATARINA	SISILTEPEQUE	ALDEA
16	COMITANCILLO	AGUA TIBIA	CASERIO
17	COMITANCILLO	CHICAJALAJ	ALDEA
18	COMITANCILLO	CHIXAL	ALDEA
19	COMITANCILLO	EL PORVENIR	CASERIO
20	COMITANCILLO	PIEDRA DE FUEGO	CASERIO
21	COMITANCILLO	SANTA TERESA	ALDEA
22	COMITANCILLO	TALTIMICHE	ALDEA
23	COMITANCILLO	TUICHILUPE	ALDEA
24	COMITANCILLO	TUILILEN	ALDEA
25	COMITANCILLO	TUIMUJ	ALDEA
26	CONCEPCION TUTUAPA	BELAJUYAPE	ALDEA
27	CONCEPCION TUTUAPA	LACANDON	CASERIO
28	CONCEPCION TUTUAPA	NIMCHIM	ALDEA
29	CONCEPCION TUTUAPA	SAOCHINLAJ	ALDEA
30	CONCEPCION TUTUAPA	TAMOJ	ALDEA
31	CONCEPCION TUTUAPA	TICTUCABE	ALDEA
32	CONCEPCION TUTUAPA	TUICHUNA	ALDEA
33	CONCEPCION TUTUAPA	TUIMUCA	ALDEA
34	CONCEPCION TUTUAPA	TUISMO	ALDEA
35	CONCEPCION TUTUAPA	TUTUAPA	ALDEA
36	CONCEPCION TUTUAPA	YANOJ	ALDEA
37	EL QUETZAL	NUEVA ZELANDIA	ALDEA
38	EL QUETZAL	ONA	FINCA
39	EL QUETZAL	RANCHO BOJON	ALDEA
40	EL QUETZAL	SAN FRANCISCO	ALDEA
41	EL QUETZAL	SAN JOSE CHIBUJ	ALDEA
42	EL QUETZAL	SINTANA	ALDEA
43	EL RODEO	LA INDUSTRIA	ALDEA
44	EL RODEO	SAN FRANCISCO	ALDEA
45	EL TUMBADOR	EL AMPARO	ALDEA
46	EL TUMBADOR	EL QUAPINOL	ALDEA
47	EL TUMBADOR	EL RETIRO	ALDEA
48	EL TUMBADOR	LA DEMOCRACIA	ALDEA
49	EL TUMBADOR	LAS DELICIAS	CASERIO
50	EL TUMBADOR	SAN JERONIMO	ALDEA
51	EL TUMBADOR	SAN JORGE	CASERIO
52	EL TUMBADOR	VILLA VERDE	CASERIO
53	ESQUIPULAS PALO GORDO	LA FRATERNIDAD	ALDEA
54	ESQUIPULAS PALO GORDO	OJO DE AGUA	ALDEA
55	ESQUIPULAS PALO GORDO	TANIL	ALDEA
56	ESQUIPULAS PALO GORDO	VILLA HERMOSA	ALDEA
57	IXCHIQUAN	CALAPTE	ALDEA

CUADRO No. 2 POBLACIONES DE SAN MARCOS

POBLACIONES DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

No.	MUNICIPIO	POBLACION	CATEGORIA
59	IXCHIGUAN	CHOAPEQUEZ	ALDEA
60	IXCHIGUAN	EL PLAN	CASERIO
61	IXCHIGUAN	SAN ANTONIO	ALDEA
62	LA REFORMA	NATIVIDAD DE MARIA	PARCELAMIENTO
63	LA REFORMA	SAN ISIDRO	CANTON
64	LA REFORMA	SANTA CLARA	ALDEA
65	LA REFORMA	SINTANA	ALDEA
66	MALACATAN	20 DE AGOSTO	ALDEA
67	MALACATAN	EL CARMEN	ALDEA
68	MALACATAN	EL CHAQUITE	CASERIO
69	MALACATAN	EL NARANJO	CASERIO
70	MALACATAN	LA BATALLA No. 2	ALDEA
71	MALACATAN	LA CURVA PETACALAPA	CASERIO
72	MALACATAN	LA DEMOCRACIA	ALDEA
73	MALACATAN	LA LIMA	ALDEA
74	MALACATAN	LA MONTA?ITA	ALDEA
75	MALACATAN	LA UNION	CASERIO
76	MALACATAN	LAS MARGARITAS	ALDEA
77	MALACATAN	NICA	ALDEA
78	MALACATAN	NUEVA COLONIA	CASERIO
79	MALACATAN	ORIZABA	ALDEA
80	MALACATAN	SAN ANTONIO EL SOCORRO	ALDEA
81	MALACATAN	SAN ISIDRO	ALDEA
82	MALACATAN	SAN JOSE PETACALAPA	CASERIO
83	MALACATAN	SANTA ANA	CASERIO
84	MALACATAN	SANTO DOMINGO	CASERIO
85	NUEVO PROGRESO	BUENA VISTA	ALDEA
86	NUEVO PROGRESO	IXCAHUM	CASERIO
87	NUEVO PROGRESO	LAGUNA SECA	ALDEA
88	NUEVO PROGRESO	LOS CERRITOS	CASERIO
89	NUEVO PROGRESO	PALIN	ALDEA
90	NUEVO PROGRESO	PUEBLO VIEJO	ALDEA
91	NUEVO PROGRESO	SAN JOSE IXTAL	ALDEA
92	NUEVO PROGRESO	SAN RAFAEL	CASERIO
93	OCOS	PARCELAMIENTO CHQUIRINES	CASERIO
94	OCOS	EL PLATANAR	CASERIO
95	OCOS	PARCELAMIENTO LA BLANCA	PARCELAMIENTO
96	OCOS	LIMONES	ALDEA
97	OCOS	LOS LAURELES	CASERIO
98	OCOS	PUEBLO NUEVO	CASERIO
99	OCOS	SALINAS	CASERIO
100	OCOS	TILAPA	CASERIO
101	PAJAPITA	NAHUATAN	ALDEA
102	PAJAPITA	PAJAPA	ALDEA
103	PAJAPITA	SAN ANTONIO LAS FLORES	ALDEA
104	PAJAPITA	SAN JOSE BELICE	ALDEA
105	RIO BLANCO	LAS MANZANAS	ALDEA
106	RIO BLANCO	PUEBLO VIEJO	ALDEA
107	SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ	SAN RAFAEL SACATEPEQUEZ	ALDEA
108	SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ	SANTA IRENE	ALDEA
109	SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ	SANTA RITA	ALDEA
110	SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ	SANTO DOMINGO	ALDEA
111	SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ	SIQUIVAL	ALDEA
112	SAN CRISTOBAL CUCHO	BARRANCA GRANDE	ALDEA
113	SAN CRISTOBAL CUCHO	EL CENTRO	CASERIO
114	SAN CRISTOBAL CUCHO	GUATIVIL	CASERIO
115	SAN CRISTOBAL CUCHO	LAS MAJADAS	ALDEA
116	SAN CRISTOBAL CUCHO	SAN RAFAEL GUATIVIL	ALDEA

CONT. CUADRO 2 POBLACIONES DE SAN MARCOS

POBLACIONES DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

No.	MUNICIPIO	POBLACION	CATEGORIA
117	SAN JOSE OJETENAN	CHOANLA	ALDEA
118	SAN JOSE OJETENAN	PABOLAJ	ALDEA
119	SAN JOSE OJETENAN	SANTA MARIA	ALDEA
120	SAN LORENZO	CORINTO	ALDEA
121	SAN LORENZO	RIO HONDO	CASERIO
122	SAN LORENZO	SANTA CLARA	ALDEA
123	SAN LORENZO	SANTA ROSA	ALDEA
124	SAN LORENZO	TALQUICHO	ALDEA
125	SAN MARCOS	BARRANCA DE GALVEZ	ALDEA
126	SAN MARCOS	BUENA VISTA ITZAPA	ALDEA
127	SAN MARCOS	CAXAQUE	ALDEA
128	SAN MARCOS	EL BOJONAL	ALDEA
129	SAN MARCOS	EL RINCON	ALDEA
130	SAN MARCOS	EL RODEO	ALDEA
131	SAN MARCOS	IXQUIHUILA	CASERIO
132	SAN MARCOS	LA FEDERACION	ALDEA
133	SAN MARCOS	LA MONTANA	CASERIO
134	SAN MARCOS	SAN FRANCISCO	CASERIO
135	SAN MARCOS	SAN JOSE LAS ISLAS	ALDEA
136	SAN MARCOS	SAN RAFAEL SOCHE	ALDEA
137	SAN MARCOS	SAN SEBASTIAN	ALDEA
138	SAN MARCOS	SERCHIL	ALDEA
139	SAN MIGUEL IXTAHUACAN	BELLA VISTA	ALDEA
140	SAN MIGUEL IXTAHUACAN	CHICAS ZAPOTE	ALDEA
141	SAN MIGUEL IXTAHUACAN	CHILIVE	ALDEA
142	SAN MIGUEL IXTAHUACAN	MAQUIBIL	ALDEA
143	SAN MIGUEL IXTAHUACAN	SICABE	ALDEA
144	SAN MIGUEL IXTAHUACAN	SUBCHAL	ALDEA
145	SAN MIGUEL IXTAHUACAN	EL TRIUNFO	ALDEA
146	SAN PABLO	AGRARIA SAN JOSE	COMUNIDAD AGRARIA
147	SAN PABLO	COLIMA	CASERIO
148	SAN PABLO	COLIMA DOS	PARCELAMIENTO
149	SAN PABLO	EL PORVENIR	PARCELAMIENTO
150	SAN PABLO	LA CUMBRE	CASERIO
151	SAN PABLO	QUETZAL I	CASERIO
152	SAN PABLO	SANTO DOMINGO	CASERIO
153	SAN PABLO	TOCACHE	ALDEA
154	SAN PABLO	ZELANDIA	ALDEA
155	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	CHAMAC	ALDEA
156	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	CHAMPOLLAP	ALDEA
157	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	CHIM	ALDEA
158	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	CORRAL GRANDE	ALDEA
159	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	EL CEDRO	ALDEA
160	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	LA GRANDEZA	ALDEA
161	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	LA LIBERTAD	CASERIO
162	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	LLANO GRANDE	ALDEA
163	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	OJO DE AGUA	CASERIO
164	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	PIEDRA GRANDE	ALDEA
165	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	PROVINCIA CHIQUITA	ALDEA
166	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	SACUCHUM	ALDEA
167	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	SACUCHUM DOLORES	ALDEA
168	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	SAN ANDRRES CHAPIL	ALDEA
169	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	SAN JOSE CABEN	ALDEA
170	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	SAN JOSE EL CEDRO	ALDEA
171	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	SAN PEDRO PETZ	ALDEA
172	SAN PEDRO SACATEPEQUEZ	SANTA TERESA	ALDEA
173	SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA	CHAYEN	ALDEA
174	SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA	EL NARANJO	ALDEA

CONT. CUADRO No. 2 POBLACIONES DE SAN MARCOS



POBLACIONES DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

No.	MUNICIPIO	POBLACION	CATEGORIA
174	SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA	FEMA	ALDEA
175	SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA	PATI	ALDEA
176	SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA	SAN JOSE MARISCAL	ALDEA
177	SIBINAL	CHECAMBA	ALDEA
178	SIBINAL	CHOCABJ	CASERIO
179	SIBINAL	SAN ANDRES CHOJ	ALDEA
180	SIBINAL	VEGA DEL VOLCAN	ALDEA
181	SIPACAPA	ESCUPIJA	ALDEA
182	SIPACAPA	LA ESTANCIA	ALDEA
183	TACANA	CHACTELA	CASERIO
184	TACANA	CHANJULE	ALDEA
185	TACANA	CHEQUIM	ALDEA
186	TACANA	CHINIXAO	CASERIO
187	TACANA	CUNLAJ	ALDEA
188	TACANA	LA ESPERANZA TUICOCHE	CASERIO
189	TACANA	SANAJABA	ALDEA
190	TACANA	SUJCHAY	ALDEA
191	TACANA	TOACA	ALDEA
192	TACANA	TOAJLAJ	CASERIO
193	TACANA	TOJHOJ CHIQUITO	ALDEA
194	TAJUMULCO	BULLAJ	CASERIO
195	TAJUMULCO	CHANCHICUPE	ALDEA
196	TAJUMULCO	PUEBLO NUEVO	ALDEA
197	TAJUMULCO	SAN JOSE LA PAZ	ALDEA
198	TAJUMULCO	TONINCHUM	ALDEA
199	TAJUMULCO	TOTANA	ALDEA
200	TAJUMULCO	TUINIMA	ALDEA
201	TEJUTLA	AQUA TIRIA	ALDEA
202	TEJUTLA	BUENA VISTA	CASERIO
203	TEJUTLA	CANCELA	CASERIO
204	TEJUTLA	OUYA	CASERIO
205	TEJUTLA	EL PARAISO	ALDEA
206	TEJUTLA	ESQUIPULAS	ALDEA
207	TEJUTLA	INDEPENDENCIA	ALDEA
208	TEJUTLA	IXMULCA	ALDEA
209	TEJUTLA	LA DEMOCRACIA	CASERIO
210	TEJUTLA	LA REFORMA	CASERIO
211	TEJUTLA	LA UNION	CASERIO
212	TEJUTLA	LOS CEREZOS	ALDEA
213	TEJUTLA	NUOVA FRATERNIDAD	ALDEA
214	TEJUTLA	QUIPAMBE	ALDEA
215	TEJUTLA	VENECIA	ALDEA

CONT. CUADRO No. 2 POBLACIONES DE SAN MARCOS

ANEXO B

## CLASIFICACION DE LOS MEDIOS DE INTERCONEXION

### A) ENLACE ESPACIO AEREO

#### 1) SISTEMA DE RADIO DIGITAL DE MICROONDAS.

En un sistema de radio por microondas, se utiliza el espacio aéreo como medio físico para transmisión. La información se transmite en forma digital a través de ondas de radio de muy corta longitud. Pueden direccionarse múltiples canales a una estación dentro de un enlace dado o establecerse enlaces punto a punto.

La transmisión es en línea recta y por lo tanto se ve afectada por accidentes geográficos, edificios, bosques, mal tiempo etc., y una de las ventajas importantes es la capacidad de poder transportar una gran cantidad de canales de voz a grandes distancias, a través de repetidoras, a la vez que permite la transmisión de datos en su forma natural. Actualmente los computadores son utilizados en todos los campos de las actividades sociales y económicos, por lo que la demanda de transmisión de datos se ha incrementado notablemente, y provocando en las redes de telecomunicaciones, la rápida evolución a la red digital y se ha realizado en forma económica y con una superior calidad de transmisión.

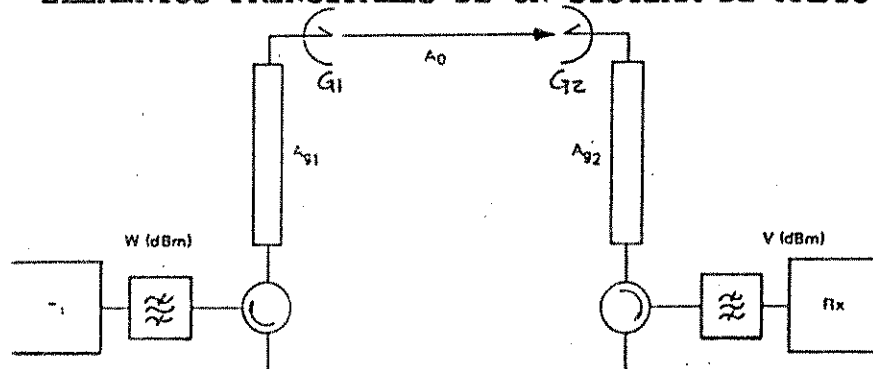
El sistema de radio enlace tiene varias ventajas en cuanto a costo, rapidez de implementación, alta confiabilidad y calidad de enlace. Conociendo las diversas técnicas de modulación digital existentes en la actualidad, y después de haber tomado la decisión de realizar un radio enlace, se procede a elegir el método de modulación apropiado, el cual depende de la velocidad de transmisión. Obviamente, la velocidad de transmisión requerida estará determinada por el estudio de demanda correspondiente. Para bajas velocidades 2 Mbits/s y 8 Mbits/s es común utilizar el tipo de modulación 2 PSK o 4 PSK, modulando directamente en RF, para velocidades medias de 34 Mbits/s o 70 Mbits/s se utiliza 4 PSK u 8 PSK, para velocidades mayores de 140 Mbits/s se utiliza el tipo de modulación 16 QAM. La gráfica No. 1 muestra los elementos principales de un sistema de radiofrecuencia.

El diseño de un radioenlace digital de microondas requiere de un estudio detallado de las perturbaciones atmosféricas.

Se dividirá el análisis de la siguiente forma:

- Selección del sitio en donde se instalará la estación repetidora o estación terminal de equipos radioeléctricos.
- verificación del enlace
- evaluación de la calidad de enlace.

## ELEMENTOS PRINCIPALES DE UN SISTEMA DE RADIO



### GRAFICA No. 1 SISTEMA DE RADIOFRECUENCIA

#### SELECCION DEL SITIO

En esta fase, se debe elegir el sitio óptimo donde se instalará la estación repetidora o estación terminal de equipos radioeléctricos.

#### - TRAYECTO DE PROPAGACION

El trayecto de propagación debe tener cierta apertura sobre las cumbres de las montañas, por lo tanto 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.

#### - CALCULO DE LA ALTURA DE ANTENA

(Una altura de antena está definida)

ha1: altura de antena 1

$\lambda$ : Longitud de Onda

$h_o = \sqrt{\lambda d_1 d_2 / d}$  :Radio 1era Zona de Fresnel en punto cumbre.

Para  $K = 4/3$

$$h_a = \frac{d}{d_2} (h_o + h_s) - \frac{d_1}{d_2} (h_g + h_a_2) + \frac{1}{2Ka} (d \cdot d_1) - h_{g1} \quad (1)$$

Para  $K = 2/3$

$$h_a(2/3) = h_a(4/3) - \frac{d \cdot h_o}{3 \cdot d} + \frac{d \cdot d_1}{2ka} \quad (2)$$

comparando (1) y (2) se elige el valor mas alto como altura de antena. Ver gráfica No. 2

#### CALCULO DEL MARGEN DE APERTURA DEL TRAYECTO SOBRE LAS CUMBRES.

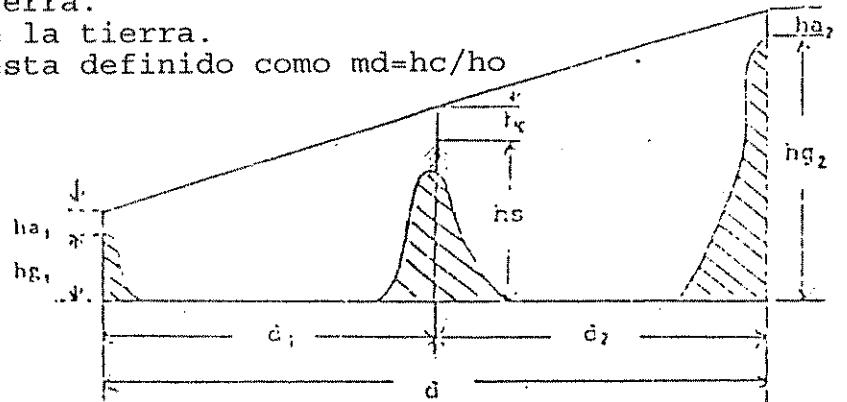
Para el caso en el cual la altura de las dos estaciones esta definida, el margen de apertura del trayecto sobre las cumbres se calcula por medio de la ecuación:

$$h_c = h_1 - \left(\frac{d_1}{d}\right) (h_1 - h_2) - \frac{(d_1 \cdot d_2)}{2ka} - h_s$$

donde

$h_1, h_2$  = alturas mas la alturas de las antenas.

$a$  = radio de la tierra.  
 $ka$  = coeficiente de la tierra.  
 El margen de despeje esta definido como  $md=hc/ho$



**GRAFICA No. 2 PERFIL PARA EL CALCULO DE LA ALTURA DE ANTENA**

**CALCULO DEL PUNTO DE REFLEXION**

Para encontrar el punto aproximado de reflexión, se utiliza un perfil y el mapa. La distancia hasta el punto de reflexión se calcula como sigue:

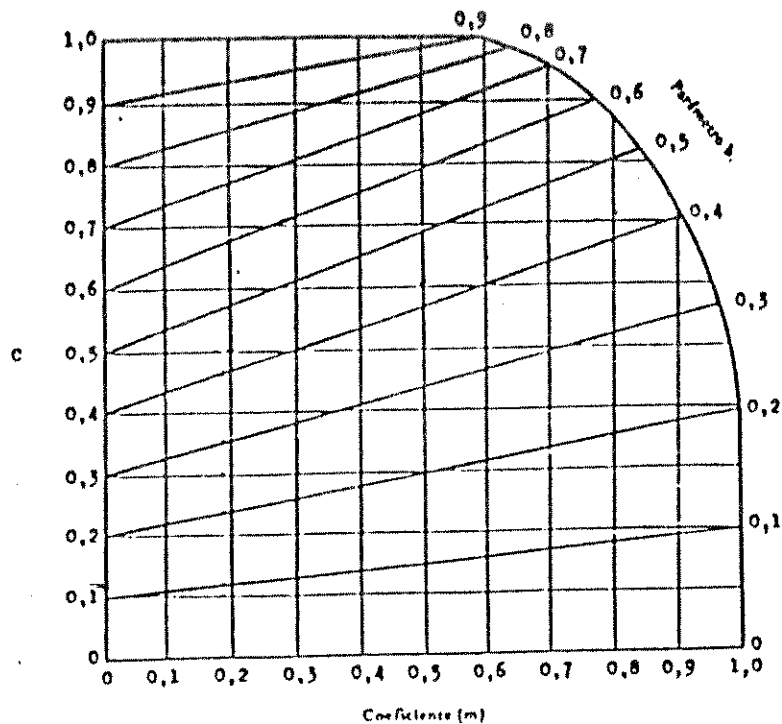
$$C = (h_1 - h_2) / (h_1 + h_2)$$

El factor  $m$  se calcula por medio de la formula

$$m = (d_1 d_2) / (4ka(h_1 + h_2))$$

El parámetro  $b$  se encuentra en función de los valores  $c$  y  $m$ , los cuales se obtienen de la gráfica No. 3

**CALCULO DEL PARAMETRO B**



**GRAFICA No. 3 CALCULO DEL PARAMETRO b EN FUNCION DE c Y m**

El punto de reflexión se encuentra por medio de la formula:  
 $d = (1+b)d/2$ .

Al decidir la clase de antena que se va a emplear, primero se elige provisionalmente una antena cuya ganancia sea adecuada a la ganancia requerida del tramo, de propagación contemplado.

#### VERIFICACION DE ENLACE

Determinación de la potencia de recepción Prx.

$$Pr = Pt - Af1 - Ag1 + G1 - Lo - Ag2 - Af2$$

Pr(db) = Potencia de recepción en dbm.

Pt = Potencia de transmisión en dbm.

Af1, Af2= Atenuación del filtro y circulator en db.

Ag1, Ag2= Atenuación de la guía de onda.

G1, G2 = Ganancia de la antena

Lo = Pérdida por espacio libre. En donde el calculo de este parámetro, se realiza así:

$$Lo = 20 \log (d) + 20 \log (f) + 92.44. \text{ Donde}$$

d = distancia del enlace

f = Frecuencia

Si el valor de Pr en el receptor es suficiente para producir una tasa de error inferior a  $10E(-9)$ , podríamos decir que el enlace es correcto. Sin embargo, esto no es cierto, debido a que su medio de transmisión (la atmósfera) no es estable como en el caso de las fibras ópticas.

#### EVALUACION DE LA CALIDAD DE ENLACE

La evaluación de la calidad del enlace se lleva a cabo calculando la tasa de errores y la proporción de interrupción instantánea. La calidad del enlace se puede medir no con base en la relación señal a ruido, sino de acuerdo con la tasa de error BER (Bit error rate). Para obtener un BER =  $10E(-7)$  son valores comunes de sensibilidad S = -67.5 dbm y de S = -70 dbm para un BER =  $10 E(-3)$ .

Las perturbaciones que pueden afectar la señal digital son:

- Ruido térmico
- Diafonías
- Interferencias
- Jitter
- Desvanecimientos.

#### SISTEMA PUNTO - PUNTO

Es un radio enlace directo entre dos puntos. La capacidad de transmisión será según la necesidad en el punto receptor. Puede utilizarse para enlazar centrales, unidades remotas, concentradores o directamente para dar servicio al abonado. Las capacidades pueden

variar de 1, 6, 24, 60, 300 hasta 960 canales analógicos y en la jerarquía digital 30, 120, 480 y 1920 canales a 64 Kb/s.

### SISTEMA PUNTO - MULTIPUNTO

Sistema en el que desde un punto o estación base se irradia a muchos puntos, los cuales pueden acceder la estación base en una forma preestablecida. Estos sistemas varían de acuerdo con el fabricante y tecnología (digital o analógica). Pero básicamente constan de un concentrador, estación base, estaciones repetidoras y estaciones terminales. El acceso puede ser por demanda en frecuencia FDM o en tiempo TDM.

Un sistema de radio en general consta de:

- Antena
- Alimentador
- Transmisor/Receptor
- Fuente de alimentación
- Torre o mástil para soportar la antena.

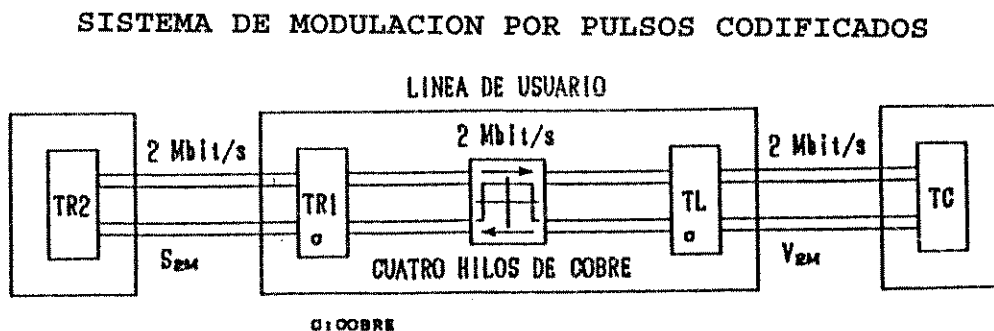
El equipo de radio puede estar a la intemperie o ubicado en una caseta.

### B) ENLACE FISICO TERRESTRE

#### 1) MODULACION POR PULSOS CODIFICADOS

Técnica utilizada para representar señales analógicas (voz) en forma de valores discretos, y así poder transmitir sobre un medio digital.

La señal analógica está dividida entre una cierta cantidad de niveles de voltaje. Si dividimos la voz humana entre 128 niveles, se necesitan 7 bits para representar cada nivel. La señal original puede ser reproducida si muestreamos al doble de la velocidad que la más alta frecuencia de la señal analógica. En Guatemala, se utiliza el sistema de 30 canales y consiste en un equipo de línea desarrollado para transmitir señales digitales a 2 Mb/s sobre pares simétricos. Consta de 2 terminales de línea, un par de cable simétrico para cada dirección de transmisión y los regeneradores a lo largo del cable. Según la gráfica No. 4



GRAFICA No. 4 SISTEMA PCM

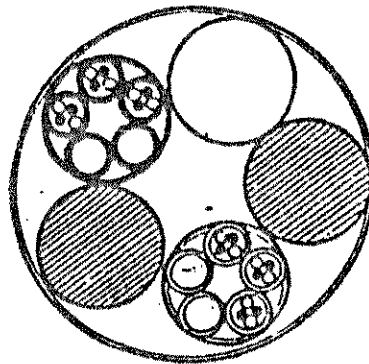
**- SELECCION DE PARES**

Debe de ser de tal forma que los efectos de diafonía sean mínimos, para mejorar la calidad de transmisión en el trayecto de la línea. Esto requiere de una adecuada disposición de los pares para cada sentido de transmisión dentro de los diferentes grupos que conforman los cables.

Para efectuar una correcta selección de los pares, se deben tomar en cuenta los siguientes criterios:

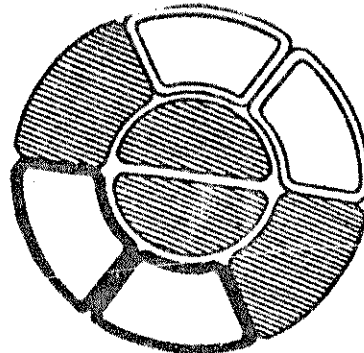
- En cables de baja capacidad, los pares deben estar dispuestos en grupos distintos de lo menos un grupo de separación entre los dos sentidos de transmisión, según la gráfica No. 5

**ILUSTRACION PARA LA SELECCION DE PARES EN PCM**



**GRAFICA No. 5 SELECCION DE PARES DE BAJA CAPACIDAD.**

- En cables de alta capacidad, los pares deben de estar dispuestos en dos grupos; hay grupos intermedios no interrumpidos para la separación de los dos sentidos de transmisión, según la gráfica No. 6



**GRAFICA No. 6 SELECCION DE PARES PARA ALTA CAPACIDAD.**

Hilos de separación, no ocupados con señales digitales.  
Cuadretes ocupados con dos señales digitales.  
señales digitales salientes.  
Señales digitales entrantes.



### **REQUERIMIENTOS PARA ENLACES POR CABLE.**

En el sitio de instalación, se debe establecer lo siguiente:

- Tipo de cable que se utilizará.
- Espaciamiento de regeneración y localización de los regeneradores.
- Número de regeneradores.
- Unidades de alimentación de energía que se necesitan.

### **FACTORES PRINCIPALES QUE AFECTAN EL DISEÑO**

- Número final de sistemas que se van a instalar.
- Atenuación del cable a frecuencia de transmisión.
- Diafonía entre los pares del cable.
- Fuentes de interferencia cerca de las oficinas de conmutación.
- Rangos de temperatura sobre el cual deben funcionar los sistemas.

## **2) SISTEMA DE CABLE MULTIPAR**

Se le denomina así por tener múltiples conductores de cobre aislados mutuamente entre sí. Dichos conductores pueden ser de distintos diámetros que dependen de la longitud que tenga el enlace.

Se utiliza tanto en sistemas analógicos como digitales y la longitud máxima para enlaces es de hasta 10 kms. ya que a distancias mayores provoca mucha atenuación y tendría que usarse un cable de mayor diámetro, por lo que su uso es para enlaces de baja capacidad.

Se encuentra otra aplicación en transmisión PCM en la que se pueden cubrir mayores distancias (de 10 a 25 kms) con mejor calidad y mayor capacidad de transmisión, ya que se puede utilizar regeneración. Cuando el cable multipar se ha utilizado con anterioridad, se puede utilizar para PCM, pero previamente se deben hacer mediciones para determinar si el cable se adecua para dicha transmisión, ya que hay que escoger los pares que se encuentren en mejores condiciones.

### **-REQUERIMIENTOS PARA ENLACES POR CABLE**

- Determinar ubicación del sitio.
- Longitud del enlace hasta de 10 kms (Para cable de cobre).
- Determinar estado de la ruta en donde se instalará el cable.
- Determinar forma de instalación: aéreo o subterránea.
- Determinar capacidad y tipo de cable
  - Calibre
  - Número de pares
- Determinar necesidades de energía y obra civil.

El calibre de conductores de cable se decide por medio del límite de resistencia ohmica de bucle y de las pérdidas de transmisión. Por lo general, el calibre de los conductores que se utilizan como cable local, varía de 0.4 mm (26 AWG) al 0.9 (19 AWG).