

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE
CUMBAYA

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL
TITULO DE INGENIERO EN ELECTRONICA
Y TELECOMUNICACIONES DE LA
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

MARIO FERNANDO EGAS MONCAYO

QUITO, JULIO DE 1987

DEDICATORIA

A CARLOS Y MARCIA, MIS PADRES

A MARISOL, MI ESPOSA

A MARIA SOLEDAD, MI HIJA

CERTIFICO QUE EL PRESENTE TRABAJO
DE TESIS, FUE REALIZADO EN SU
TOTALIDAD POR EL SEÑOR
MARIO FERNANDO EGAS MONCAYO

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Luis A. Silva E.', is written over a horizontal line. The signature is fluid and cursive, with a long horizontal stroke extending to the right.

ING. LUIS A. SILVA E.

DIRECTOR DE TESIS

INDICE

PAGINA

CAPITULO 1

INTRODUCCION	1
--------------------	---

CAPITULO 2

GEOGRAFIA DEL SECTOR - DEMANDA DE SERVICIOS

2.1	Generalidades	3
2.2	Situación actual	5
2.3	Metas y objetivos	9
2.4	Planos de localización	10
2.5	Métodos para la determinación de la demanda de servicios	12
2.6	Demanda de los servicios para el futuro aeropuerto	14
2.7	Demanda de los servicios de telefonía, télex, datos y otros servicios	15
2.8	Interconexión del sistema a la red urbana de Quito y al sistema nacional	17

CAPITULO 3

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA - ESPECIFICACIONES TECNICAS

3.1	Telefonía, télex, datos	20
3.1.1	Telefonía	20
3.1.1.1	Centrales telefónicas	20
3.1.1.2	Aparatos telefónicos	24
3.1.2	Télex, datos	25
3.1.2.1	Telegrafía y télex	25
3.1.2.2	Transmisión de datos	28
3.2	Planta externa	32
3.2.1	Generalidades	32
3.2.2	Líneas de abonado	32
3.2.3	Canalización telefónica	34
3.3	Transmisión	48
3.3.1	Aspectos de transmisión de una red digital	48
3.3.2	Consideraciones generales	48
3.3.3	Plan de transmisión	49
3.3.3.1	Objetivos de un plan de transmisión	50
3.3.4	Características de cables y sistemas de transmisión	51
3.3.4.1	Líneas aéreas de hilo desnudo	51
3.3.4.2	Sistema por cable	52
3.3.4.3	Sistema de transmisión radioeléctrica	56
3.3.5	Multiplexación	63

3.3.5.1	Multiplexación por división de frecuencia	63
3.3.5.2	Multiplexación por división en el tiempo	64
3.3.6	Factores de degradación de la calidad de transmisión	67
3.3.6.1	Atenuación	67
3.3.6.2	Distorsión de atenuación y por retardo de grupo	71
3.3.6.3	Estabilidad	71
3.3.6.4	Diafonía	71
3.3.6.5	Tasa de errores y distorsión de cuantificación	72
3.3.6.6	Eco y tiempo de propagación	72
3.3.6.7	Ruido	72
3.3.7	Transmisión por fibra óptica	73
3.4	Facilidades para otros servicios	76
3.4.1	Servicios telefónicos automáticos	76
3.4.1.1	Servicios básicos	76
3.4.1.2	Servicios suplementarios	77
3.4.2	Servicios de comunicaciones comerciales	81
3.4.2.1	Búsqueda de línea PBX o búsqueda de grupo de central PBX	81
3.4.2.2	Servicio nocturno	81
3.4.2.3	Selección directa de extensiones	81
3.4.2.4	Servicios suplementarios	82
3.4.3	Servicios de operadora	84
3.4.4	Servicio telefónico de previo pago	85
3.4.5	Otros servicios	85
3.4.5.1	Servicio de datos	85
3.4.5.2	Télex	86
3.4.5.3	Facsimil	86
3.4.5.4	Videoteléfono, videotex, correo electrónico	87
3.4.5.5	Radiocomunicaciones móviles	87
3.4.6	Red digital integrada	87
3.4.7	Red digital de servicios integrados	88
3.5	Sistemas de energía	91
3.5.1	Fuentes primarias de energía	91
3.5.1.1	Pilas	91
3.5.1.2	Grupo electrógeno de motor diesel	92
3.5.1.3	Generadores termoeléctricos	92
3.5.1.4	Generadores eólicos	93
3.5.1.5	Células fotovoltaicas	93
3.5.1.6	Turbogeneradores de vapor en ciclo cerrado	93
3.5.1.7	El motor Stirling	93
3.5.1.8	Acumuladores	93
3.5.2	Sistemas de alimentación en energía	94
3.5.3	Selección del sistema de fuentes de alimentación de energía	94
3.5.3.1	Estaciones de abonado	95
3.5.3.2	Concentradores de línea	95
3.5.3.3	Centrales telefónicas	96
3.5.3.4	Estaciones repetidoras telefónicas	96
3.5.3.5	Radioenlaces y estaciones terrenas	97

3.6	Planos de configuración del sistema	98
3.6.1	Previsión del tráfico	98
3.6.1.1	Determinación de la matriz de tráfico	99
3.6.1.2	Previsión a largo plazo	102
3.6.2	Ubicación de la central Tandem	103
3.6.3	Red de enlaces	104
3.6.4	Previsión de tráfico en la central de tránsito.....	104
3.6.5	Cálculo de los circuitos	106
3.6.5.1	Matriz de circuitos	106
3.6.6	Tipos y capacidades de la centrales digitales ...	107
3.6.7	Estudio del Aeropuerto.....	108
3.6.8	Determinación del número de pares entre centrales	109
3.7	Planilla de equipos y partes	111
3.7.1	Conmutación	111
3.7.2	Transmisión	112
3.7.2.1	Radioenlace	112
3.7.2.2	Cablería	112
3.7.2.3	Posteria	112
3.7.3	Materiales de instalación	113
3.7.3.1	Tableros	113
3.7.3.2	Empalmes	113
3.7.3.3	Varios	113

CAPITULO 4

OPERACION DEL SISTEMA - CRONOGRAMA DE EJECUCION

4.1	Señalización para los diferentes servicios	114
4.1.1	Funciones de la señalización	114
4.1.1.1	Señalización entre el abonado y la central local	114
4.1.1.2	Señalización entre centrales	114
4.1.2	Métodos de señalización	115
4.1.2.1	Señalización en continua	115
4.1.2.2	Señalización en alterna	116
4.1.2.3	Señalización en una red digital	118
4.1.2.4	Señalización por canal común	118
4.1.3	Señalización actual	119
4.2	Enrutamiento	119
4.2.1	Enrutamiento físico	119
4.2.2	Enrutamiento del tráfico	120
4.2.2.1	Tráfico internacional	120
4.2.2.2	Tráfico de larga distancia nacional	120
4.2.2.3	Tráfico de tránsito	120
4.2.2.4	Tráfico local	121
4.2.3	Diagrama de encaminamiento	121
4.3	Operación de los servicios: telefonía, télex, datos, otros	121
4.4	Etapas de ejecución del proyecto	122
4.5	Cronogramas de las actividades de cada etapa	123

4.5.1	Facilidades para el personal	123
4.5.2	Disponibilidad del edificio	125
4.5.3	Locales para almacenamiento de material	125
4.5.4	Metodo de instalacion y coordinacion de la ejecucion	126
4.5.5	Pruebas de instalacion	127
4.5.6	Pruebas de aceptacion	127

CAPITULO 5

ESTUDIO ECONOMICO DEL PROYECTO - FACTIBILIDAD

5.1	Costo de equipos y partes	129
5.1.1	Costo del equipo de conmutacion	129
5.1.2	Costo del equipo de transmision	130
5.1.3	Costo de los cables	131
5.2	Costo de instalacion y puesta a punto del servicio	133
5.3	Costo de obras complementarias	134
5.4	Costos de operacion y mantenimiento	136
5.5	Amortizacion del capital de inversiones	138
5.6	Recuperacion economica por servicios	141
5.7	Factibilidad del proyecto	143

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	Conclusiones	145
6.2	Recomendaciones	145

ANEXO 1:	Plano de localizacion del aeropuerto y de la zona en general	147
----------	---	-----

ANEXO 2:	Tabulacion de la Distribucion de Erlang B	148
----------	---	-----

CITAS BIBLIOGRAFICAS	152
----------------------------	-----

BIBLIOGRAFIA	153
--------------------	-----

INDICE DE TABLAS

TABLA	PAGINA
2.1	Determinación de Líneas Telefónicas para el Nuevo Aeropuerto 14 b
2.2 a	Resumen del Número de Líneas Iniciales para el Nuevo Aeropuerto 15 b
2.2 b	Resumen del Número de Líneas Finales para el Nuevo Aeropuerto 15 b
2.3	Población Parroquial según Censo a 1982 15 c
2.4	Población Parroquial a 1987 16 b
2.5	Población Parroquial de la Zona a 1997 y Estimación del Número de abonados 17 b
2.6	Número de Líneas Telefónicas a 1987 y 1997 17 c
2.7 a	Resumen del Número de Líneas Iniciales para toda la Zona 17 d
2.7 b	Resumen del Número de Líneas Finales para toda la Zona 17 d
2.8	Resumen de Requerimientos por Parroquia - Inicial y Final 17 e
3.1	Alfabeto Telegráfico Internacional No. 2 25 b
3.2	Alfabeto Internacional No. 5 28 b
3.3	Información General útil para la elección del cable 53 b
3.4	Tipos de Sistemas de Transmisión 54 b
3.5	Nomenclaturas de las Frecuencias Radioeléctricas 56 b
3.6	Bandas de Frecuencias entre 30 y 1000 MHz atribuidas para enlaces terrenales 61 b
3.7	Tráfico Total Requerido 1987 99
3.8	Matriz para la obtención de la Matriz Final ... 101
3.9	Matriz para la obtención de la Matriz Final ... 101
3.10	Matriz de Tráfico 1987..... 102
3.11	Tráfico Total Requerido 1997 102
3.12	Matriz de Tráfico 1997 102
3.13	Matriz sin Tráfico Interno 1987 104
3.14	Matriz de Tráfico según Enrutamiento Planteado 1987 105
3.15	Matriz sin Tráfico Interno 1997 105
3.16	Matriz de Tráfico según Enrutamiento Planteado 1997 105
3.17	Matriz de Circuitos 1987 107
3.18	Matriz de Circuitos 1997 107
3.19	Capacidades de Centrales 107
4.1	División de las Señales 114 b
5.1	Costo Total Inicial de las Centrales 129
5.2	Costo Total a Mitad de Periodo de las

	Centrales	130
5.3	Costo Total Final de las Centrales	130
5.4	Costo Total de los Conversores Analogo- Digitales	131
5.5	Costo Total de los Cables	131
5.6	Costo Total de los Cables requeridos para el Proyecto	132
5.7	Información Relativa a Redes Locales	134
5.8	Costos Aproximados de Redes Locales	135
5.9	Costos de Operación y Mantenimiento de Cables de Transmisión	137
5.10	Costos de Operación y Mantenimiento de Equipos de Conmutación	137
5.11	Tabla de Inversión	138
5.12	Tabla de Amortización Año 1987	139
5.13	Tabla de Amortización Año 1992	139
5.14	Tabla de Amortización Año 1997	139
5.15 a	Tabla de Amortización Total	140
5.15 b	Gastos Anuales del Proyecto	140
5.16	Tiempo Anual Ocupado de las Centrales 1987.....	141
5.17	Tiempo Anual Ocupado de las Centrales 1997	142
5.18	Ingresos Medios por Año	143
5.19	Ingresos y Egresos por Año	144

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
3.1	Excavación de Zanjas	36 b
3.2	Ductos de Hormigón	37 b
3.3	Forma del Pozo	43 b
3.4	Sistema de 30 Canales Telefónicos Normalizado por el CCITT	67 b
3.5	Circuitos entre Centrales	109 b
4.1	Diagrama de Encaminamiento	121 b
4.2	Calendario de Actividades	123 b
4.3	Actividades del Proyecto	128

CAPITULO 1

1. INTRODUCCION

La realización del presente trabajo se encuentra en el marco de la Planificación de Sistemas de Telecomunicación y está aplicado a la zona conocida como valle de Cumbayá, a la cual se incorporan algunas parroquias y fundamentalmente la construcción del nuevo Aereopuerto Internacional de Quito.

Enfoca dos puntos de vista, uno de información técnica y otro de diseño; para ello se ha tratado de explicar el funcionamiento de los diferentes elementos que constituyen un Sistema de Telecomunicaciones, así como las diferentes opciones que se tiene disponibles, analizando sobre todo las de tecnología más avanzada.

Se ha complementado esta información con el desarrollo de un sistema que comprende: una zona extraurbana, como es la del valle de Cumbayá, ubicado al oriente de la ciudad de Quito, y el emplazamiento del nuevo aereopuerto internacional al servicio de esta ciudad y del país.

Como base de estudio se ha tomado el año de 1987, año de conclusión de este proyecto, y se ha previsto un periodo de crecimiento de 10 años, según lo recomendado por el CCITT, para lo concerniente a las telecomunicaciones extraurbanas. Los datos iniciales fueron obtenidos de las estadísticas del INEC, y de otras instituciones que tienen que ver con el desarrollo de la zona.

Cabe destacar, en este punto, que todo el trabajo está delineado por las recomendaciones del CCITT y, cualquier información proporcionada, se encuentra justificada e indicada su referencia.

Básicamente este trabajo se divide en seis capítulos que contienen lo siguiente:

El capítulo dos, es un estudio de la situación actual de la zona en cuanto a infraestructura de telecomunicaciones así como de la posible demanda requerida en el año de referencia y en el del fin de periodo, además del cálculo de los requerimientos de las telecomunicaciones públicas del nuevo aereopuerto hecho en base al nivel operativo del mismo.

En el capítulo tercero, se proporciona toda la información técnica de los elementos utilizados en la planificación y de aquellos que por una u otra razón no se aplican en este proyecto, pero que tienen su importancia, así como los cálculos de todos los enlaces en base a un sistema innovador, presentado en un estudio por el CCITT, de establecer la matriz de tráfico en zonas poco pobladas.

El capítulo cuatro establece ciertas características necesarias

para la realización del proyecto, como son la señalización, el encaminamiento, la numeración, etc., y el planteamiento de un cronograma de ejecución.

El capítulo cinco presenta un estudio económico del proyecto, tomando en cuenta los costos de equipos del año base y empleando una tasa de cambio dólar-sucres de 185,00. El capítulo concluye con el respectivo estudio de factibilidad.

Por último, el capítulo sexto presenta las conclusiones del estudio y sugiere ciertas recomendaciones.

Se estima que el trabajo así desarrollado contiene elementos referenciales importantes que pueden tomarse en cuenta en el diseño seccional o integral de las telecomunicaciones de la zona en referencia para los diferentes plazos de la implantación.

Se considera que el contenido del documento de tesis es un pequeño aporte para los profesionales y estudiantes de telecomunicaciones que, tarde o temprano deberán enfrentar trabajos similares en los diferentes sectores de nuestro territorio nacional ecuatoriano.

CAPITULO 2

2. GEOGRAFIA DEL SECTOR - DEMANDA DE SERVICIOS

2.1. GENERALIDADES

El propósito del presente trabajo es dotar a los valles de Cumbayá y Puenbo de servicios de telecomunicaciones, teniendo como antecedente el hecho de que en un mediano plazo, el aeropuerto internacional de la ciudad de Quito, junto con todos los servicios que éste conlleva, se encontrará dentro del área que se va a considerar.

La infraestructura actual no permitiría ni siquiera pensar que estaría en capacidad de proveer de las facilidades de los servicios y por tanto, es necesario plantear una solución al problema de implantar una infraestructura que se pueda desarrollar en forma racional.

El aeropuerto, por tratarse de un servicio a nivel internacional, deberá poseer todos los adelantos de la tecnología actual en cuanto se refiere al sistema de telecomunicaciones, esto es, capacidad de hacer llamadas telefónicas internacionales, nacionales, télex, transmisión de datos, videotex, telefacsimil, etc. para estar a la altura de cualquier aeropuerto que lleve el calificativo de internacional.

Tomando en cuenta que en un futuro, no muy lejano, se creará la "Ciudad Aeropuerto" que será una ciudad satélite de Quito, se deberá ver la factibilidad de poder pasar tráfico a los diferentes servicios que se crearán en los alrededores como son hoteles, restaurantes, rentadoras de automóviles, bancos, casas de cambio, etc.; y como es lógico, poder enviar su propio tráfico de las compañías de aviación nacionales e internacionales y el de los pasajeros.

La forma de enlace con la ciudad de Quito será estudiada de tal manera que se encuentre la óptima, sea ésta por enlace directo desde Quito con una sola repetidora ubicada en algún punto o utilizando una red que a través de Cumbayá y otras ciudades realice el enlace hasta el futuro aeropuerto.

Se trata de proporcionar al Aeropuerto un sistema integral, moderno, confiable y eficiente de comunicaciones que haga viable la introducción de la sistematización de la información, así como también de los servicios tradicionales.

En el equipamiento de la central telefónica para el aeropuerto, se plantea la necesidad de instalar una que tenga la facilidad de dotar de comunicación telefónica, telegráfica y transmisión de datos, en resumen, que provea de las facilidades para voz más datos, tanto en el interior del área del aeropuerto, así como de tráfico saliente y entrante nacional e internacional.

En cuanto al sistema de radiación para el enlace entre Quito y la

zona, como una alternativa podría pensarse en la implementación en la banda de UHF (450 MHz) o VHF (150 Mhz), y en el futuro en el uso de microonda.

Para una implementación completa del sistema, es decir, la conexión con otras ciudades del valle, es necesario el uso de otras frecuencias en el caso de enlaces por radio si el espacio que se encuentra en el medio de los dos puntos no va a ser habitado debido a su condición geográfica, o el uso de cables multipar que sería la opción más viable, considerando el desarrollo continuo de la zona y la necesidad de expansión constante de los servicios.

De esta forma, el aeropuerto tendría su conexión directa con la ciudad de Quito vía el enlace de radio y toda la zona accedería al aeropuerto vía una central tándem, ubicada en un punto estratégico de la zona.

El proyecto en sí, tiene la finalidad de contribuir como documento de trabajo para poder implantar la infraestructura de las telecomunicaciones de la zona, por lo cual se convertirla en un instrumento de arranque de proyectos definitivos de ejecución, contratación del equipamiento, etc.

Cabe destacar que una infraestructura de la trascendencia, tamaño y con importantes reflejos espaciales como es un aeropuerto internacional, crea una notable variación en el contexto regional preexistente. Los diferentes organismos gubernamentales que de alguna forma estarán involucrados o afectados por la construcción del nuevo aeropuerto, deben por lo tanto verificar sus políticas regionales y crear los instrumentos legales necesarios para que se asegure que el desarrollo de la región sea de conformidad con las directivas políticas trazadas y coherentes con los requerimientos a largo plazo de la infraestructura misma.

La Municipalidad de Quito ha elaborado un Plan Metropolitano que establece las líneas de desarrollo de la zona alrededor de la ciudad capital. Dicha zona comprende el área del sitio del nuevo aeropuerto en Puembo y la infraestructura prevista para los diferentes servicios para el mismo han sido ya considerados en el Plan mencionado. Cabe anotar que, con respecto a Telecomunicaciones no se tiene aún definido ningún lineamiento por parte del IETEL.

La zonización en el área próxima al sitio mismo es por lo tanto en línea de principio compatible con la presencia del nuevo aeropuerto. En efecto, el área alrededor del aeropuerto es en su mayor parte destinada a uso agrícola, con zonas menores destinadas a uso industrial y a equipamiento del distrito.

Las áreas de desarrollo urbano de Puembo, Tababela y Yaruquí, aunque a una cierta distancia del sitio se basarán principalmente en los niveles de ruido creado por el aeropuerto y en las máximas alturas de edificación compatibles con los procedimientos

aeronauticos.

De todos modos se puede decir desde ya que el aeropuerto está correctamente considerado en el Plan Metropolitano de Quito y por lo tanto, las variaciones al mismo serán únicamente de tipo local.

2.2. SITUACION ACTUAL

En el valle de Cumbaya y Puenbo se encuentran actualmente ocho ciudades de importancia, dotadas de servicio telefónico, a saber:

- Cumbaya
- Tumbaco
- Puenbo
- Pifo
- Yaruquí
- Tababela
- Checa
- Quinche

De estas ciudades, todas tienen centrales de conmutación, de las cuales sólo las de Pifo y Puenbo son de tipo semi-automático, el resto son de tipo automático (31-10-85). (1)

La ciudad de Cumbaya cuenta con la central de mayor capacidad, siendo ésta de 3000 líneas todas ellas instaladas y en funcionamiento. Su número telefónico es el 355-134.

A continuación viene la ciudad de Tumbaco con una capacidad de central de 1000 líneas, de las cuales 400 están instaladas. Su número telefónico es el 355-800.

Puenbo cuenta con una central de tipo semiautomático de 250 líneas, al igual que Pifo, pero con una capacidad instalada de 150 líneas a diferencia de aquella de la ciudad de Pifo que tiene 236 líneas instaladas. Sus números son 550-100 y 550-708, respectivamente.

Yaruquí posee una central de conmutación de tipo automático de 50 líneas con una capacidad instalada de 3 líneas. Su número es el 571-288.

Tababela y Checa tienen centrales de conmutación de una línea, con capacidad instalada de una línea. Sus números telefónicos son el 550-100 y 571-144, respectivamente.

El Quinche, por su parte, tiene los dos tipos de Central de conmutación, automática y semiautomática. La automática cuenta con una línea de capacidad y una línea instalada, mientras que la central semiautomática tiene una capacidad de 40 líneas, de las cuales 40 están instaladas. Su número es 571-144.

En cuanto se refiere a télex, telegrafía y datos, ninguna de las ciudades tiene capacidad de enviar este tipo de mensajes, sino que envían los telegramas por medio del teléfono, conocidos con el nombre de telefonogramas.

No hay enlaces directos entre las ciudades del Valle, de modo que un abonado de Tumbaco por ejemplo, para comunicarse con un abonado de Cumbayá, debe pasar por la conmutación de Quito, lo cual es un desperdicio de las vías de transmisión desde el Valle a Quito.

En lo que se refiere a otros aspectos, como son edificios, recursos humanos, horario de servicio e ingresos económicos, tenemos los siguientes: (1)

Cumbayá cuenta con un edificio propio en buen estado, que tiene una persona encargada de realizar el servicio, el horario de atención es de 8:00 a 11:00 y de 14:00 a 21:00; tiene un ingreso mensual de S/. 35.000,00 y anual de S/. 420.000,00.

La central de Tumbaco tiene un edificio en arriendo, en estado bueno; posee dos empleados con nombramiento y requiere de un auxiliar de servicios. El horario de atención es de 7:30 a 14:00 y de 14:00 a 21:00 horas. Su ingreso mensual es de S/. 45.000,00, siendo de S/. 540.000,00 el ingreso anual.

Las centrales de Puenbo y Pifo cuentan con edificios propios, estando el de Pifo en buen estado y el de Puenbo en mal estado; dos personas con nombramiento cada una trabajan en ellas y requieren de un auxiliar de servicios. Sus horarios de atención son similares, de 7:00 a 14:00 y de 14:00 a 21:00 horas. El ingreso mensual de Puenbo es de S/. 15.000,00 con el respectivo anual de S/. 180.000,00, mientras que el de Pifo es de S/. 12.000,00 mensuales con S/. 144.000,00 anuales.

La atención de Yaruquí es en la Casa del Pueblo, que se encuentra en mal estado; tiene una persona con nombramiento y su horario de atención es de 8:00 a 12:00, de 14:00 a 17:00 y de 19:00 a 21:00. Cuenta con un ingreso mensual de S/. 22.000,00 que corresponde a un ingreso anual de S/. 164.000,00.

El servicio en Tababela es también en la Casa de Pueblo, se encuentra en mal estado y tiene una persona encargada de dar el servicio. Su horario es similar al de Yaruquí y tiene un ingreso mensual de S/. 2.500,00 dando el equivalente anual de S/. 30.000,00.

La central de Checa es en la Casa de Pueblo, esta en mal estado, tiene una persona encargada y su horario es de 7:00 a 21:00 horas ininterrumpidamente. El ingreso mensual es de S/. 3.000,00 con uno anual de S/. 36.000,00.

Por último la central de El Quinche está en la Casa de Pueblo, en buen estado; tiene dos personas con nombramiento y requiere de un

auxiliar de servicios; el horario de trabajo es de 7:00 a 14:00 y de 14:00 a 21:00 horas. Tiene un ingreso mensual de S/. 30.000,00 que da un ingreso anual de S/. 360.000,00.

Con respecto a la calidad del servicio actual, se hizo una encuesta a los moradores de las distintas ciudades contempladas en el proyecto, obteniéndose los siguientes resultados:

- CUMBAYA

Se tiene un resumen de las respuestas en tres tipos de abonados: residencial, comercial e industrial, en Cumbaya.

El servicio telefónico en lo que se refiere a interconexión con las localidades cercanas es malo, el acceso a la ciudad de Quito es malo, a diferencia de la larga distancia nacional que es buena. En cuanto a la larga distancia internacional, es muy difícil obtener la conexión.

El tiempo de espera del tono de marcación oscila entre 1 y 5 segundos, generalmente se oyen otras voces en la línea una vez lograda la comunicación; debido a la existencia de alta diafonía hay cortes repentinos en la conexión, a veces se oye un zumbido debido a interferencias y en ciertas ocasiones es necesario gritar para ser escuchado o debe hacerlo la otra parte; es decir, se tiene alta atenuación. Influye muy poco el hecho de que se produzcan lluvias en la zona.

-- TUMBACO

El servicio tiene las siguientes características:

La interconexión con las ciudades del Valle es mala, el acceso a Quito es malo, mientras que la conexión de larga distancia nacional es buena, siendo bastante difícil el poder comunicarse con el exterior.

El tiempo de demora del tono de marcación es variable, en los fines de semana es casi inmediato, de 1 a 3 segundos, mientras que durante horas de oficina el tono puede tardarse en el orden de los minutos, alcanzando hasta los 5 minutos en ciertos casos. Ocasionalmente se oyen voces en la línea, y los cortes repentinos son muy frecuentes. Hay mucha interferencia en la comunicación, mientras que la claridad es buena, únicamente bajo ciertas circunstancias se debe alzar la voz. Cuando llueve, si hay degeneración del servicio.

-- PUEMBO

Referente al servicio telefónico del sector, se puede concluir que la interconexión dentro de la ciudad es buena, a diferencia del acceso a Quito, la larga distancia nacional y la internacional. El tono de marcación es inmediato, de 1 a 2 segundos, rara vez se oyen voces en la línea, mientras que los

cortes repentinos de la comunicación, las interferencias, la poca claridad y la degeneración con la lluvia son muy frecuentes.

-- PIFO

Haciendo un análisis de las distintas respuestas a la encuesta, se puede concluir que la interconexión telefónica entre los abonados de la misma central es buena, mientras que el acceso a Quito y las largas distancias nacional e internacional son regulares. El tono de marcación demora entre 5 y 10 minutos, es bastante claro, no se oyen voces en la línea ni se producen cortes repentinos, sin embargo, de que hay mucho ruido en la comunicación no hay necesidad de alzar la voz para poder entenderse. Tampoco hay degeneración si llueve.

En cuanto a las demás ciudades contempladas en el proyecto, no se pudo establecer las condiciones de servicio telefónico particular ya que no cuentan con ello. En las ciudades de El Quinche y Checa recién están recibiendo las solicitudes para dar el servicio particular. Sin embargo, realizando la encuesta sobre el servicio de IETEL netamente, hubo varias opiniones, siendo las predominantes las siguientes:

Las comunicaciones del IETEL de Yaruquí y Tababela con la ciudad de Quito son buenas al igual que la larga distancia nacional. Los tonos de marcación son casi inmediatos, alrededor de 2 segundos, son bastante claros, no se oyen voces en las líneas, no se producen cortes repentinos, no existen interferencias, sin embargo en muchas ocasiones se debe gritar para ser escuchado, además de que se degenera el servicio si se producen lluvias.

A diferencia de esto, los moradores de las ciudades de Checa y El Quinche opinan que el acceso a Quito es malo, muy difícilmente se logra conectar con otras ciudades distantes del país (LDN), el tono de marcación es inmediato, pero se oyen otras voces en la línea, se producen cortes repentinos, interferencias y en muchas ocasiones es necesario subir bastante el tono de la voz para poder ser entendido. No se produce degeneración en el servicio cuando llueve.

En conclusión, se puede decir que el servicio que presta el IETEL a la zona es deficiente, poder comunicarse con Quito es algo bastante difícil y únicamente el servicio a nivel interno es bueno. Las características de la conexión son malas e incluso se pudo constatar el hecho de que un abonado había querido comunicarse con la ciudad de Quito durante dos días teniendo que recurrir a la central del IETEL para poder lograr su propósito. Sin embargo, parece que el servicio de larga distancia nacional es mejor que el prestado a la ciudad de Quito y el de los propios alrededores.

Cabe señalar que hasta el momento ni el IETEL ni la Dirección de Aviación Civil tienen hecho estudio alguno de telecomunicaciones para servicios públicos hacia el futuro aeropuerto, el IETEL no

ha tomado en cuenta ello en la implementación de las líneas hacia la zona, por lo tanto, será éste el primer estudio que cuente con la presencia de este importante centro de actividades.

2.3. METAS Y OBJETIVOS

Para lograr dar el servicio integral, moderno, confiable y eficiente de telecomunicaciones al Aeropuerto Internacional de Quito y su área de influencia, se considera que el proyecto de infraestructura de telecomunicaciones cumpla con las siguientes metas y objetivos:

METAS

1. GRADO DE SERVICIO: menor o igual al 1 por ciento.
2. DENSIDAD TELEFONICA: mayor o igual a 12 al final del periodo de estudio.
3. MANEJO DE TARIFAS: mantener los índices tarifarios contemplados en el IETEL para la Zona Primaria, esto es Grado de Tasa No.2, que contempla un impulso de 30 centavos cada 10 segundos.
4. NUMERACION: Estar contemplados dentro del plan nacional de numeración.
5. FACILIDADES: Dar facilidades para encaminamiento y enrutamiento de tráfico de tal forma que el grado de servicio se mantenga dentro de los límites durante el desarrollo del sistema.

OBJETIVOS

- a) Tener la capacidad de conexión de la central de conmutación del aeropuerto con la red telefónica nacional y acceso al servicio internacional.
- b) Permitir el servicio moderno de Telefonía, Télex, Datos, Videotex, Facsímil, etc., es decir un servicio complementario de voz más datos.
- c) Dar servicio de telecomunicaciones a todos los organismos de desarrollo colateral con el aeropuerto como son hoteles, restaurantes, rentadoras de automóviles, casas de cambio, bancos y más infraestructura turística y comercial de la zona.
- d) Dar servicio de telecomunicación no sólo al Sector Aeropuerto, sino a localidades vecinas como son las poblaciones de El Quinche, Checa, Yaruqui, Tababela, Pifo, Puenbo y de ser posible y económicamente rentable, a Tumbaco e incluso Cumbaya.
- e) Permitir el desarrollo armónico de las telecomunicaciones de acuerdo al avance urbanístico de la zona.

- f) Alcanzar un alto grado de sistematización de las actividades y automatización de la información en las diferentes áreas del aeropuerto a fin de que éstas ofrezcan un servicio ágil y oportuno a sus pasajeros, clientes y demás interesados.
- g) Satisfacer necesidades locales de información entre compañías de aviación, hoteles, etc. mediante la utilización de la central o centrales de conmutación que se implantarían en la zona.
- h) Propender a un desarrollo armónico de las telecomunicaciones del sector, que contribuya en el desarrollo total del mismo.

2.4. PLANOS DE LOCALIZACION

En base a algunos estudios, la Dirección de Aviación Civil decidió construir el nuevo Aeropuerto Internacional de Quito en la zona Pifo-Puebo, lo que ha creado condiciones para especulación del costo de la tierra y la paulatina transformación de su destino agrícola en el de simple reserva especulativa para expansión urbana, alentada a su vez por su inclusión en el área metropolitana, de acuerdo al Plan Quito.

Se efectuó un estudio adicional por parte de la DAC en coordinación con el Municipio de Quito y el Consejo Provincial de Pichincha, para establecer una estrategia en incentivos a fin de que el área entre Pifo y Ascáubi, de influencia del canal de riego del Pisque, permanezca el mayor tiempo posible bajo producción agropecuaria, evitando el fraccionamiento irracional y especulativo de la tierra y conduciendo las tendencias de la urbanización en primer lugar a zonas que consoliden la ocupación en la urbanización al nuevo aeropuerto.

Cabe destacar que ni el INECEL ni el INERHI tienen proyecto alguno a mediano ni largo plazo para el sector en mención, no hay ríos significativos para pensar siquiera en una Central Hidroeléctrica. Por su parte, DITURIS hasta el momento no tiene planificado nada con respecto a la explotación de los sectores vecinos al aeropuerto.

El emplazamiento del nuevo Aeropuerto de Quito está ubicado en la Provincia de Pichincha, Cantón Quito, Parroquia Tababela y está delimitado al Este por la Quebrada Santa Rita, al Norte por la Quebrada del río Uravia, al Oeste por la Quebrada del río Guayllabamba y del río Guambi, y al Sur por una línea que conecta las Quebradas Santa Rosa del río Guambi en sentido Este-Oeste aproximadamente a la altura del mojón trigonométrico de Yaruquí.

El sitio se encuentra a una distancia aproximada de 18 km del centro de la ciudad de Quito. Actualmente está conectado a la misma por la carretera que saliendo de Quito en El Batán conecta Tumbaco, Pifo y Yaruquí. Otra conexión vial posible es aquella que saliendo de Yaruquí pasa por El Quinche, Guayllabamba y

Calderón. Estas dos carreteras tienen buenas características de trazado plano altimétrico aunque dado el tráfico relativamente alto que las recorre no aconsejamos tiempos de recorrido proporcionales a la distancia; en efecto, estos tiempos hoy se pueden estimar en más de 45 minutos.

En el futuro, se podrá acceder al aeropuerto mediante una autopista que conectará al nuevo aeropuerto con el sistema de autopista de acceso y perimetrales proyectadas para la ciudad de Quito. Esta autopista se conectará a la vía perimetral de Quito y tendrá una longitud de 18 km aproximadamente.

La autopista del aeropuerto está diseñada partiendo del mojón trigonométrico de Yaruquí, debiéndose por tanto proveer un nuevo trazado de los primeros dos kilómetros para que sea compatible con el nuevo plan maestro del Aeropuerto.

En general, la zona en la cual se encuentra el sitio de Puembo, es zona de agricultura intensiva y por lo tanto bastante densamente poblada. Los centros poblados más cercanos son las ciudades de Puembo y Yaruquí que están afuera de la zona aeroportuaria propiamente dicha, pero serán sin duda los más afectados por las operaciones en el nuevo aeropuerto.

Por lo tanto, el sitio aeroportuario de Puembo está localizado en un altiplano completamente rodeado por ríos profundamente surcados que marcan sus linderos naturales y limitan su extensión sin posibilidad de ampliación para el futuro.

Su extensión total es de 1100 hectáreas aproximadamente, que es suficiente para la construcción del nuevo aeropuerto, aunque su forma irregular limita su aprovechamiento.

Las zonas de influencia del aeropuerto serán esencialmente las de Pifo, Puembo, Yaruquí, Tababela y Checa, ya que son éstas las que están más próximas al mismo. También lo serán las ciudades de Cumbayá, Tumbaco y El Quinche, debido a que se encuentran en las vías de acceso al mencionado aeropuerto.

Sin embargo, de todas éstas serán Tababela, Puembo y Yaruquí las más influenciadas ya que deberán sujetarse a las normas internacionales de seguridad, como son la prohibición de construir edificaciones muy altas, por ejemplo. No obstante, como se mencionó anteriormente, todas estas precauciones están ya consideradas en el Plan Quito.

El área de consideración para el presente proyecto será toda la que se encuentra en las proximidades del aeropuerto y que está formada por los valles de Cumbayá y de Puembo. Serán consideradas las ciudades de Cumbayá, Tumbaco, Puembo, Pifo, Tababela, Yaruquí, Checa y El Quinche.

La ubicación exacta del aeropuerto y de la zona aeroportuaria en general se puede ver en el mapa presentado como anexo 1.

2.5. METODOS PARA LA DETERMINACION DE LA DEMANDA DE SERVICIOS

Los aumentos y disminuciones del número de abonados pueden describirse como un proceso estocástico que depende a su vez de ciertos factores como son la utilización del terreno, densidad de los hogares, peticiones de conexión, etc., viendo por lo mismo que es raro que dos regiones geográficas evolucionen exactamente según el mismo proceso y por las mismas causas.

La demanda de aparatos telefónicos no puede aumentar indefinidamente por lo cual la densidad telefónica sólo puede tender a un nivel inferior al de saturación.

A su vez, este nivel de saturación experimenta fluctuaciones y depende entre otros, de factores económicos como por ejemplo el producto nacional bruto, el ingreso per-cápita, etc.

Las fluctuaciones de este nivel de saturación no son necesariamente continuas y, en ciertas condiciones, como sería la consecuencia de una demanda suplementaria de un segundo aparato telefónico en el domicilio, por ampliación del predio, pueden registrarse aumentos bruscos.

Como los métodos matemáticos de tratar los procesos estocásticos no están todavía lo suficientemente desarrollados en nuestro medio para los servicios de telecomunicaciones, la única manera de establecer previsiones es utilizar métodos deterministas, pero estos métodos sólo permiten tener en cuenta los factores determinantes más importantes, por lo cual, para poder confirmar estas previsiones es necesario emplear, de ser posible, varios métodos de previsión, y hacer una comparación crítica de los resultados.

Entre los métodos de posible aplicación, se examinarán los siguientes: (2)

1. EXTRAPOLACION

Es un procedimiento de carácter general que puede ser útil no sólo para redes locales, sino también para niveles superiores de la jerarquía de la red.

Puede emplearse si:

La zona examinada cuenta con el número de abonados suficientemente grande.

En el pasado, el desarrollo fue relativamente regular.

Puede prescindirse de las pequeñas fluctuaciones localizadas en el tiempo o en el espacio.

La principal ventaja de este método reside en su simplicidad.

2. PROCEDIMIENTO DE LA CURVA DE TENDENCIA

Este método se basa en la tendencia de la evolución de la situación económica general. Presenta la ventaja de no depender exclusivamente del crecimiento anterior de la densidad telefónica, pero tiene sin embargo las siguientes desventajas:

- Sólo puede utilizarse en zonas relativamente extensas.
- Carece de precisión.
- No refleja las tendencias de desarrollo particulares.

3. METODO NORMATIVO

Se emplea para obtener los valores especiales de densidad de abonados para redes locales a partir de los valores medios nacionales. La principal desventaja de este método reside en la posibilidad de que se sume al error de la previsión nacional y la desviación del valor correspondiente a la localidad examinada con respecto al valor normativo medio.

4. METODO CAUSAL

Este procedimiento tiene en cuenta la mayoría de los factores que pueden influir en la futura densidad de abonados al servicio telefónico. Es pues, el método más preciso, pero entraña una labor considerable. Puede aplicarse en la práctica con el auxilio de un computador. Permite obtener buenos resultados tanto en zonas pequeñas como en países de gran extensión.

La elección de los métodos que se emplearán en cada caso dependerá generalmente de las estadísticas disponibles y de la naturaleza del objetivo establecido en el proyecto. No obstante, conviene emplear para cada tarea por lo menos dos métodos simultáneamente, si la diferencia entre uno y otro no excediera el 20%, los resultados pueden aceptarse, caso contrario convendrá verificar los cálculos por otros métodos.

5. METODO DE COMPARACION

Para verificar los valores de densidades telefónicas futuras obtenidas matemáticamente o si no se dispone de los datos estadísticos necesarios para la aplicación matemática, pueden hacerse comparaciones con la evolución de la densidad telefónica en otros países u otras áreas. Se supone en este caso que la evolución de la densidad telefónica sigue los mismos principios y que su aumento se desplaza únicamente en el tiempo, siendo las tasas de crecimiento del mismo orden en la mayor parte de los casos.

Este método da resultados útiles para los países, de estructura económica similar, caso contrario podría ponerse en duda la eficacia de este método. Conviene tomar en cuenta además, la evaluación del nivel de vida y los cambios económicos y demográficos previsibles.

2.6. DEMANDA DE LOS SERVICIOS PARA EL FUTURO AEROPUERTO

De acuerdo al proyecto del "Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito", presentado por la Dirección Nacional de Aviación Civil en diciembre de 1982, en el que se ha realizado el estudio completo de la cantidad y el tipo de pasajeros, los tiempos necesarios para llevar a cabo los procesos de salida y llegada, el grado de "confort" que se quiere brindar a los pasajeros y visitantes en los distintos ambientes, los servicios de apoyo y las actividades comerciales, se obtiene el dimensionamiento de las unidades de tráfico, de unidades administrativas, de dirección, etc. y con ello se puede calcular la demanda de servicios de comunicaciones del aeropuerto.

Dadas las superficies de los diferentes servicios y los valores del número de terminales telefónicas, de acuerdo a las distintas actividades, esto es, el número de terminales por metro cuadrado, se tendrá el número de líneas totales que requiere el aeropuerto, tanto directas como extensiones.

Tomaremos las siguientes estimaciones:

- zonas comerciales, de representación, controles de migración y militares; un terminal por cada 25 metros cuadrados de superficie;
- zonas de servicios, bodegas, depósitos; un terminal por cada 100 metros cuadrados;
- zonas de paso, de espera, de llegada, de entrega de equipaje; un terminal por cada 1000 metros cuadrados (salvo casos específicos);
- oficinas, un terminal directo y una extensión en cada una.

Con estos valores, se tiene la tabla No.2.1 (3).

Del total de líneas internas para el aeropuerto, 442 líneas son extensiones y 188 son directas. Lo que da inicialmente en conjunto, aproximadamente un terminal telefónico por cada 100 metros cuadrados de construcción, si tomamos en cuenta los 57500 metros cuadrados de área total del aeropuerto.

Para la realización de la obra, se construirá una red flexible que, empleando armarios de distribución, ofrezca la posibilidad de dirigir los pares del cable principal sobre cualquier par de los cables secundarios.

Tal solución permitirá aumentos sucesivos de la instalación, sin que sea necesario definir en fase de diseño la precisa ubicación de los aparatos derivados.

Para el cálculo de la demanda inicial de líneas télex, transmisión de datos y otros servicios, tomaremos el número de oficinas que requieran de ellos de acuerdo a la tabla No.2.1.

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
 TESIS ESCRITA DE GRADO
 DETERMINACION DE LINEAS TELEFONICAS INICIALES PARA EL NUEVO AEROPUERTO
 TABLA 2.1

ITEM	LOCALIDAD	SUPERFICIE	DENSIDAD	DIRECTAS	EXT.	TOTAL
01	HALL DE SALIDA	4987	1/1000	5		5
02	ESPERA SALIDA NACIONAL	3075	1/1000	3		3
03	CONTROLES MIGRACION MILITARES	165	1/25	3	4	7
04	ESPERA SALIDA INTERNACIONAL	5695	1/1000	6		6
05	LLEGADA NACIONAL	990	1/1000	1		1
06	LLEGADA INTERNACIONAL	750	1/1000	1		1
07	ENTREGA EQUIPAJES, ADUANA	2300	1/1000	1	1	2
08	HALL DE LLEGADA	4575	1/1000	5		5
09	DISTRIBUCION DE EQUIPAJES	5350	1/1000	3	3	6
10	ZONAS COMERCIALES	6761	1/25	27	243	270
11	ZONAS DE REPRESENTACION	600	1/25	3	21	24
12	40 OFICINAS PARA LA DAC	1400	*	40	40	80
13	30 OFICINAS ENTIDADES CONTROL	800	*	30	30	60
14	40 OFICINAS COMP. AVIACION	1400	*	40	40	80
15	OTRAS OFICINAS (15)	400	*	15	15	30
16	SERVICIOS PARA EL PERSONAL	2000	1/1000	2	18	20
17	BODEGAS, DEPOSITOS	3000	1/1000	3	27	30
18	RESTO DE ESPACIO	13274	-	-	-	-
	TOTAL	57522		188	442	630

Así, se requerirá un terminal télex por cada oficina de Compañía de Aviación, esto es 40; un 30% del total de las líneas telefónicas para las otras oficinas entre ellas las de la DAC, esto es 25 y otras 5 para otros usuarios, dándonos un total de 70 líneas para télex.

En el caso de servicio de transmisión de datos, usaremos otras 70 líneas y por último, para otros servicios como el facsímil por ejemplo, aproximadamente un 50% de los servicios anteriores, esto es 30 líneas.

De este análisis propio del aeropuerto, obtenemos la tabla No.2.2.a.

Para el cálculo del número de líneas requeridas por el aeropuerto dentro de 10 años, tomamos un valor estimativo de crecimiento de la demanda el de un 3 por ciento anual. Este aumento no es significativo debido a que el diseño del aeropuerto está ya dimensionado en un tráfico de pasajeros futuro y por ende su infraestructura, en la cual se basa este análisis, ya contempla una futura utilización. Por ello se supone que las áreas tomadas en cuenta en la previsión, así como las oficinas, no tendrán un aumento gradual.

Con este dato obtenemos el número de enlaces directos y el de extensiones. (tabla No.2.2.b)

2.7. DEMANDA DE LOS SERVICIOS DE TELEFONIA, TELEX, DATOS Y OTROS SERVICIOS. TRANSMISION Y PLANTA EXTERNA

Debido al cambio total que se produciría en la zona del valle del Cumbayá y Puenbo por la presencia del nuevo aeropuerto, sería muy impreciso el basarse en datos de desarrollo anteriores para obtener con éstos la demanda telefónica para los próximos diez años.

Por lo expuesto, es necesario utilizar un método comparativo para obtener la demanda, en este caso lo haremos con la ciudad de Quito ya que con el desarrollo del proyecto el sector aeropuerto se convertirá necesariamente en una ciudad satélite de Quito.

Actualmente, la densidad promedio telefónica en la ciudad de Quito es de 10 y para fines del año 1987 será de 12, con la implantación de las nuevas centrales telefónicas digitales que generarán 40000 líneas de abonados.

Según datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (4), la población en noviembre de 1982 de las parroquias implicadas en el proyecto son las que se encuentran en la tabla No.2.3.

Para tener una visión de la población actual, haremos una

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
 TESIS ESCRITA DE GRADO
 TABLA 2.2 a

RESUMEN DEL NUMERO DE LINEAS INICIALES PARA EL NUEVO AEROPUERTO

ITEM	SERVICIO	DIRECTA	EXTENSION	TOTAL
01	TELEFONICO	188	442	630
02	TELEX	70		70
03	TRANSMISION DE DATOS	70		70
04	OTROS SERVICIOS	30		30
	TOTAL	358	442	800

RESUMEN DEL NUMERO DE LINEAS FINALES PARA EL AEROPUERTO
 TABLA 2.2 b

01	TELEFONICO	253	594	847
02	TELEX	94		94
03	TRANSMISION DE DATOS	94		94
04	OTROS SERVICIOS	47		47
05	TOTAL	488	594	1082

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
 TESIS ESCRITA DE GRADO
 TABLA 2.3

POBLACION PARROQUIAL SEGUN CENSO A 1982

ITEM	PARROQUIA	CAB. PARROQ.	RESTO PARROQ.	TOTAL
01	CUMBAYA	2951	4260	7211
02	CHECA	690	2236	2926
03	EL QUINCHE	2163	3583	5746
04	PIFO	2154	2720	4874
05	PUEMBO	1285	2976	4261
06	TABABELA	362	1178	1540
07	TUMBACO	4784	12578	17362
08	YARUQUI	1051	4573	5624
	TOTAL	15440	34104	49544

estimación en base a los índices de crecimiento parroquial obtenidos de la misma fuente anterior.

La población inicial, el índice de crecimiento y la población a 1987 se encuentran en la tabla No.2.4.

La columna de población a 1987 ha sido calculada en base a la fórmula:

$$P_o = P_i (1+r)^n$$

en donde:

Pi es la población inicial a noviembre 1982

r es el índice de crecimiento

n es el número de años, en nuestro caso n=5

Po es la población a 1987

En base a la localización de las distintas parroquias, ubicaremos dos zonas en las cuales tendremos distinta densidad telefónica, y son: zona periférica con una densidad inicial de 10 y el resto de la zona con una densidad inicial de 6 .

Las parroquias de la zona periférica serían:

PUEMBO	5410 habitantes
TABABELA	1717 "
YARUQUI	6552 "
TOTAL	13679 habitantes

Y el resto de la zona estaría formado por:

CUMBAYA	9600 habitantes
CHECA	3185 "
EL QUINCHE	6639 "
PIFO	5580 "
TUMBACO	20700 "
TOTAL	45704 habitantes

Haciendo la estimación del número de habitantes para 10 años más tarde, en base a las siguientes tasas de crecimiento:

ZONA PERIFERICA

r = 7 por ciento para los primeros 5 años

r = 10 por ciento para los siguientes 5 años

ZONA RESTANTE

r = 5 por ciento para los primeros 5 años

r = 7 por ciento para los siguientes 5 años

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
TESIS ESCRITA DE GRADO
TABLA 2.4

POBLACION PARROQUIAL A 1987

ITEM	PARROQUIA	POB. 1982	INDICE CREC.	POB. 1987
01	CUMBAYA	7211	5,89	9600
02	CHECA	2926	1,71	3185
03	EL QUINCHE	5746	2,93	6639
04	PIPO	4874	2,74	5580
05	PUEMBO	4261	4,89	5410
06	TABABELA	1540	2,19	1717
07	TUMBACO	17362	3,58	20700
08	YARUQUI	5624	3,10	6552
	TOTAL	49544		59383

La ciudad de Cumbaya tomara los indices de crecimiento de la zona periférica por su proximidad a la ciudad de Quito y por su indice hasta el momento que es de 5,89. Tomando los valores de densidad telefónica a 1987 del 10 por ciento para la zona periférica y del 6 por ciento para el resto de la zona y, para el año de 1997, una densidad telefónica equivalente del 12 por ciento en ambas zonas, se obtienen la tabla No.2.5 y; detalladas las ciudades, la tabla 2.6.

La demanda final será la existente en Quito ya que para entonces se podría llegar al equilibrio con la ciudad satélite.

Se estima que para el año inicial habrá 4494 abonados exclusivamente para servicio telefónico.

Para el servicio Télex, por demorar más aún su utilización, se tomará un valor de la mitad del actualmente existente en Quito, esto es de 0,15 por ciento, lo que equivale a 15 abonados télex por cada 10000 habitantes.

Tomando los 23279 habitantes de la zona periférica se obtiene un total de líneas télex de 35. Para el resto de la zona se obtiene 54 líneas télex. (tabla 2.7.a.)

Para el servicio de transmisión de datos y otros servicios, tomaremos el 100% y el 50% respectivamente del servicio télex.

Proyectando a 10 años, se tiene un total de 14065 abonados del servicio telefónico. Para el servicio Télex, utilizaremos la densidad de la ciudad de Quito, que para entonces podría ser del 0,3 por ciento que equivale a 3 líneas por cada 1000 habitantes, resultando el valor de 158 líneas para la zona periférica y 194 para el resto de la zona. (tabla 2.7.b.)

Para los otros servicios, haremos el mismo análisis que para el año 1987.

En las tablas No.2.7 a y b, se presenta el resumen por zonas a 1987 y 1997 y en la tabla No.2.8 el resumen por ciudad.

Con los datos de la zona periférica a 1997 se dimensionarán todos los circuitos y las centrales de tipo local y tandem y, con los datos a 1987, se implementará el sistema.

2.8. INTERCONEXION DEL SISTEMA A LA RED URBANA DE QUITO Y AL SISTEMA NACIONAL

La interconexión del sistema a la red urbana de Quito y al sistema nacional tendrá dos vías, una principal que soportara todo el tráfico que se genere desde y hacia el aeropuerto, y una vía alterna que será la utilizada por la zona en mención.

El enlace desde el aeropuerto hasta la ciudad de Quito deberá

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
 TESIS ESCRITA DE GRADO
 TABLA 2.5

POBLACION PARROQUIAL DE LA ZONA A 1997 Y ESTIMACION DE NUMERO DE ABONADOS

	ZONA PERIFERICA	ZONA RESTANTE	TOTAL
NUMERO HABITANTES 1987	23279	36104	59383
NUMERO HABITANTES 1992	32650	46079	78729
NUMERO HABITANTES 1997	52583	64628	117211
DENSIDAD INICIAL (1987)	10 ‰	6 ‰	
NUMERO DE LINEAS (1987)	2328	2166	4494
DENSIDAD FINAL (1997)	12 ‰	12 ‰	
NUMERO DE LINEAS (1997)	6310	7755	14065

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
 TESIS ESCRITA DE GRADO
 TABLA 2.6

NUMERO DE LINEAS TELEFONICAS A 1987 Y 1997

ITEM	PARROQUIA	ZONA	POB. A 1987	DENS.	NUM. LINEAS	POB. A 1997	DENS.	NUM. LINEAS
01	CUMBAYA	R	9600	10%	960	21685	12%	2602
02	CHECA	R	3185	6%	191	5701	12%	684
03	EL QUINCHE	R	6639	6%	398	11884	12%	1426
04	PIFO	R	5580	6%	335	9989	12%	1199
05	PUEMBO	P	5410	10%	541	12220	12%	1466
06	TABABELA	P	1717	10%	172	3878	12%	465
07	TUMBACO	R	20700	6%	1242	37054	12%	4447
08	YARUQUI	P	6552	10%	655	14800	12%	1776
	TOTAL		15440		4494	117211		14065

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
 TESIS ESCRITA DE GRADO

TABLA 2.7 a
 RESUMEN DEL NUMERO DE LINEAS INICIALES PARA TODA LA ZONA (1987)

ITEM	SERVICIO	ZONA PERIPBR.	RESTO DE ZONA	TOTAL
01	TELEFONICO	2328	2166	4494
02	TELEX	35	54	89
03	TRANSMISION DE DATOS	35	54	89
04	OTROS SERVICIOS	18	27	45
	TOTAL	2416	2301	4717

TABLA 2.7 b
 RESUMEN DEL NUMERO DE LINEAS FINALES PARA TODA LA ZONA (1997)

01	TELEFONICO	6310	7755	14065
02	TELEX	158	194	352
03	TRANSMISION DE DATOS	158	194	352
04	OTROS SERVICIOS	79	97	176
05	TOTAL	6705	8240	14945

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
 TESIS ESCRITA DE GRADO
 TABLA 2.8

RESUMEN DE REQUERIMIENTOS POR PARROQUIA INICIAL Y FINAL

ITEM	PARROQUIA	TELEX		TRANSMISION DATOS		OTROS SERVICIOS		TOTAL	
		1987	1997	1987	1997	1987	1997	1987	1997
01	CUMBAYA	14	65	14	65	7	32	35	162
02	CHECA	5	17	5	17	3	9	13	43
03	EL QUINCHE	10	36	10	36	5	18	25	90
04	PIFO	8	30	8	30	4	15	20	75
05	PUENBO	8	37	8	37	4	19	20	93
06	TABABELA	3	12	3	12	2	6	8	30
07	TUMBACO	31	111	31	111	15	55	77	277
08	YARUQUI	10	44	10	44	5	22	25	110
	TOTAL	89	352	89	352	45	176	223	880

tener por lo menos una estación repetidora, ya que no existe línea de vista entre el futuro emplazamiento del aeropuerto y alguna de las centrales ubicadas en la ciudad de Quito.

Haciendo un análisis minucioso de las probabilidades y, tratando de encontrar otro punto geográfico más cercano que Cruz Loma, en donde actualmente tiene el IETEL las repetidoras, se encontró uno, situado al Nor-oriente de la ciudad de Quito, próximo al Comité del Pueblo, a una altura de 2971 metros sobre el nivel del mar, en donde existe una torre de observación de aproximadamente 30 metros de altura. El sitio está ubicado, según el plano del anexo 1, en el punto de referencia 814870.

Cabe señalar que a este sitio se tiene acceso en vehículo y que cuenta con servicio de energía eléctrica.

El punto es óptimo ya que tiene una perfecta línea de vista hacia todo el valle, según lo comprobado visualmente y por intermedio del referido mapa topográfico emitido por el Instituto Geográfico Militar.

Esta vía principal será un enlace de radio desde el sitio mismo del aeropuerto denominado "Yaruquí" a 2440 m sobre el nivel del mar hasta la ciudad de Quito, utilizando una sola repetidora ubicada en el referido sitio "Collaloma" a 2971 m de altura, en donde la señal recibida pasará del receptor a un multiplexor para desde allí dirigirse vía cable multiplexor a la central La Luz.

La vía alterna podría ser, por conveniencia económica, no otra vía de radio, que no prestaría otro servicio que estar en stand-by para el caso de alguna avería en la principal, sino que sería la utilización de una vía multiplexor o de fibra óptica que pase por la central de tránsito y por las ciudades que se encuentran en la vía desde el aeropuerto hasta Quito, como Cumbayá, Tumbaco y Puenbo.

Esto permitiría tener un ahorro considerable, tomando en cuenta que estas poblaciones forman parte del plan de telecomunicaciones del presente proyecto, y no estaría la vía en desuso mientras el radioenlace esté funcionando.

Tomaremos como número de vías alternas aproximadamente el 25% de la vía principal, siendo éstas las que lleguen al aeropuerto, que son en número menor a las que salen de la ciudad de Quito, ya que en las poblaciones de "paso" habrá vías de bajada hacia sus respectivas centrales o concentradores de línea, lo que se conoce con el nombre de "dropping".

Para explicar mejor este punto, supongamos que la vía principal deba contener 100 líneas, según el párrafo anterior la vía alterna deberá contener el 25% de este valor, 25 para este ejemplo; y, que las ciudades de paso sean Cumbayá, Tumbaco y Puenbo, que cada una de ellas requiera de 10 líneas troncales, entonces el dimensionamiento de la vía quedaría de la siguiente

forma:

TRAMO NUMERO DE LINEAS

Quito-Cumbaya	55
Cumbaya-Tumbaco	45
Tumbaco-Puembo	35
Puembo-Aeropuerto	25

Como mencionamos anteriormente, otra alternativa en este soporte seria, cuando se construya la autopista directa al aereopuerto, el uso de la comunicaciones ópticas que reducirían enormemente los tamaños y pesos de los cables multipares y aún el costo.

Con ello nos queda la interconexión Quito-Aeropuerto dotada de una via principal y una via alterna de soporte de una capacidad aproximada de la cuarta parte de la principal; así, en el caso de un daño en la via de radio, se puede utilizar la via multipar mientras se arregla la via principal, optimizando así el sistema en cuanto a servicio y costo.

Realizada la interconexión al sistema urbano de Quito, quedará interconectada al sistema nacional y con ello, a través de la Central Internacional de Quito, con el exterior.

CAPITULO 3

3. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA. ESPECIFICACIONES TECNICAS

3.1. TELEFONIA, TELEX, DATOS

3.1.1. TELEFONIA

Se presentara a continuación los diferentes equipos que se pueden implementar para lograr los mejores resultados en cuanto a telefonía, como son las centrales telefónicas y los aparatos telefónicos.

3.1.1.1. CENTRALES TELEFONICAS

Actualmente, y debido al avance de la tecnología en la materia de telecomunicaciones, se opta preferentemente por centrales telefónicas de conmutación automática, aun en el caso de zonas periféricas o ciudades satélites.

Las ventajas más importantes de la explotación automática son:

- Servicio disponible durante las 24 horas del día;
- Rapidez en el establecimiento de las comunicaciones;
- Secreto de las comunicaciones;
- Igualdad de servicio para todos los abonados;
- Costos muy reducidos en concepto de personal;
- Conexión inmediata a la red automática nacional.

Sin embargo de esto, la conmutación manual tiene también sus ventajas, y son:

- Bajo costo inicial;
- Instalación rápida y fácil;
- Facilidad de mantenimiento;
- Posibilidad de utilizar líneas muy largas con un aislamiento mediocre.

No obstante, las centrales manuales, tienen un elevado costo en concepto de personal de explotación y las hace antieconómicas a largo plazo, además del problema de reparación, el de las sustituciones en caso de enfermedad, y el de la supervisión. Las centrales automáticas, por su parte, no precisan ser atendidas, sólo se requiere de un técnico reparador en un punto central, encargado de una amplia zona.

Además, por encontrarse las centrales fuera de la zona urbana, han de satisfacer ciertos requisitos como son:

- a) Explotación económica.
- b) Equipo de dimensiones suficientemente pequeñas para poder ser instalado en los locales disponibles.
- c) Explotación permanente no atendida, autocontrol, telecontrol,

teleseñalización de averías.

- d) Fiabilidad particularmente elevada.
- e) Menor sensibilidad a las influencias climáticas, por ejemplo, el polvo.
- f) Instalación rápida y sencilla
- g) Diseño modular.
- h) Posibilidad de utilizar líneas de peores características eléctricas.

La capacidad de la central, expresada por el número de unidades de línea de abonado, se prevee de acuerdo con el número estimado de abonados una vez transcurridos los dos siguientes periodos:

- a) Desde la etapa de planificación hasta el comienzo de la explotación.
- b) Desde el comienzo de la explotación hasta la etapa de ampliación de la central con la que comience el siguiente periodo de planificación.

La capacidad del equipo de conmutación y la cantidad de líneas vienen determinadas por el número medio de llamadas por línea de abonado y la duración media de las mismas, en la hora cargada, dependiendo de la categoría, esto es, si es abonado privado, comercial o estatal.

Para conocer el tiempo medio de ocupación del equipo, se debe saber el tipo de tráfico, local, a corta distancia o a larga distancia, el comportamiento del abonado (no marca, marca equivocado, marca muy despacio, el número al cual marca está ocupado, etc.) y la calidad de servicio (conexiones erróneas, averías en la línea, todos los enlaces ocupados, etc.) y varía entre 60 y 120 segundos. Un valor promedio normal es de unos 90 segundos que es el valor medio para el tráfico entrante y saliente.

La intensidad de tráfico total, esto es el saliente más el entrante, referida a cada abonado varía normalmente entre 0,01 y 0,1 erlangs por abonado, según su categoría, para tener una idea más clara, un valor de 0,05 erlangs por abonado supone unas 15 llamadas salientes y entrantes por día y por abonado. Los valores típicos para todos los abonados atendidos por una central varían entre 4 y 8 erlangs por 100 abonados.

Las funciones básicas que tiene una central digital local o tandem de acuerdo a las recomendaciones Q.511 a Q.517, son:

INTERFACES (Rec. Q.512)

Las funciones de interfaz deben ser las necesarias para el interfuncionamiento con sistemas de transmisión tanto digitales como analógicos, estando estas funciones relacionadas por una parte con los circuitos intercentrales y por otra con las líneas de abonado.

2. CONEXIONES, SEÑALIZACION, CONTROL, TRATAMIENTO DE LAS LLAMADAS Y FUNCIONES AUXILIARES (Rec. Q.513)

Esta recomendación trata las siguientes funciones:

a) TEMPORIZACION Y SINCRONIZACION

La función de temporización comprende la generación y distribución de señales de temporización, incluida la de las señales salientes. Además permite el funcionamiento sincrónico de las partes de la central que forman el trayecto conmutado de una conexión.

Por su parte, la función de sincronización dependerá de los planes de sincronización internacionales y nacionales y de las disposiciones de temporización de las centrales.

Generalmente, las centrales derivarán la información de sincronización de uno o más trenes de bits entrantes o de una red de sincronización especializada, y la utilizarán para ajustar las señales de temporización generadas y distribuidas en su interior.

b) CONEXION A TRAVES DE UNA CENTRAL

Esta función incluye el bloque o bloques de conmutación y las características relacionadas con la conexión a través de la central.

La conmutación puede comprender una o más etapas de conmutación temporal y/o espacial, que proporcionan un trayecto de transmisión a través de la central.

c) SEÑALIZACION

Incluye la recepción de la información relacionada con la llamada y de otra naturaleza, su interacción con la función de control de la llamada y la transferencia de información a la red o redes. La señalización puede ser por canal común y/o por canal asociado.

d) CONTROL Y TRATAMIENTO DE LA LLAMADA

El control y tratamiento de la llamada incluyen la iniciación, la supervisión y la terminación de la mayoría de las acciones de la central.

Estas funciones inician instrucciones, pasan información a las otras funciones de la central y reciben información de ellas. Las funciones de control pueden estar contenidas en un solo bloque o distribuidas en la central.

e) FUNCIONES AUXILIARES

- Locuciones grabadas

- Generación de tonos
- Facilitar las comunicaciones en conferencias

3. OBJETIVOS DE DISEÑO PARA EL COMPORTAMIENTO Y LA DISPONIBILIDAD (Rec. Q.514)

Se definen objetivos de comportamiento y disponibilidad de la central con el fin de ofrecer orientación para el diseño de sistemas y la comparación de las cualidades de los distintos sistemas.

4. MEDIDAS EN CENTRALES (Rec. Q.515)

Se describen las medidas que pueden utilizarse para planificación, explotación, mantenimiento y gestión de centrales y de sus redes asociadas. Los datos obtenidos por las medidas están constituidos principalmente por cuentas de sucesos y por los niveles de intensidad de tráfico observados en diversos componentes de la central que intervienen en el tratamiento del tráfico.

5. FUNCIONES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO (Rec. Q.516)

Se definen las funciones que una central debe poder realizar para que sea posible su operación y mantenimiento en su aplicación prevista.

6. CARACTERISTICAS DE TRANSMISION (Rec. Q.517)

Define las conexiones que pudiera establecer una central local o combinada (tandem), los niveles de comportamiento en transmisión necesarios para satisfacer los objetivos globales de las conexiones completas de usuario a usuario en que pudiera intervenir la central.

Para el dimensionamiento del equipo es necesario establecer un valor admisible de pérdida B (grado de servicio). Pueden servir de orientación los valores del cuadro 3.1:

VALOR PERDIDA B APROX.

Conexión dentro de central	0,010 - 0,02
Conexión saliente entre centrales *	0,005
Conexión entrante entre centrales *	0,005
Haces de circuitos de enlace	0,005 - 0,05

* Sin haces de circuito de enlace

El grado de servicio global para una conexión a larga distancia podría asumir un valor de B entre 0,06 y 0,07 sin que el abonado tenga dificultades, especialmente por ser mucho más probable que no se establezca la conexión por otras razones (abonado ocupado o no contesta). Sin embargo, generalmente se prevén valores

inferiores por razones de seguridad.

3.1.1.2. APARATOS TELEFONICOS

APARATOS TELEFONICOS PRIVADOS

Siendo el aparato telefónico el núcleo de un plan de transmisión, ya que transforma la energía acústica en energía eléctrica (emisión) y viceversa (recepción), es necesario tener en cuenta sus características electroacústicas para la inteligibilidad de la palabra en las comunicaciones

Tomando un aparato telefónico que tenga buena calidad de transmisión, se puede reducir el diámetro de los conductores de la línea de abonado.

Sin embargo, en la línea de abonado, hilos de pequeño diámetro generan una alta resistencia de bucle (sobre los 1600 ohmios), por lo cual se debería utilizar hilos de mayor diámetro; no obstante esta solución resulta antieconómica. El utilizar diferentes diámetros, por su parte, crearía muchas dificultades en los cálculos además de presentar problemas de almacenamiento e instalación.

Actualmente se están utilizando cables con conductores de 0,4 mm de diámetro, esto conlleva a la introducción de circuitos transistorizados en los aparatos telefónicos.

El empleo de dispositivos electrónicos ha permitido también lograr un acoplamiento diferencial de los circuitos de emisión y recepción, y la reducción del efecto local (acoplamiento "activo"), la preacentuación en frecuencias altas para contrarrestar la distorsión de atenuación y una impedancia prácticamente resistiva pura de 600 ohmios entre 300 y 3400 Hz.

Para conocer la calidad de funcionamiento de un sistema de transmisión telefónica, se lo compara con un sistema de referencia denominado NOSFER, se expresa en dB y es positivo o negativo según el sistema sea mejor o peor que el citado.

Para la transmisión telefónica, el CCITT recomienda, desde el año de 1938 que se transmita en la banda de 300 a 3400 Hz, cuyo grado de inteligibilidad es del 90 por ciento.

El CCITT recomienda (5), que el 97 por ciento de las comunicaciones internacionales reúnan las siguientes condiciones:

- El equivalente de referencia nominal del sistema emisor entre el abonado y el primer circuito internacional no debe ser superior a 20,8 dB, y
- El equivalente de referencia nominal del sistema receptor entre

esos dos mismos puntos no debe ser superior a 12,2 dB

En la practica, se adoptan como gama satisfactoria de equivalentes de referencia globales las de 0 a +30 dB.

APARATOS TELEFONICOS PUBLICOS

La principal característica de estos aparatos telefónicos públicos es que son de previo pago, y, cuanto mayor es el número de abonados, tanto más necesarios son, y más aún si se trata de servicios generales, como es el del presente proyecto donde se encuentra el futuro Aereopuerto Internacional de Quito.

Estos aparatos cumplen dos funciones importantes: una de servicio en las zonas de intensa actividad, donde cubren las necesidades de una población de movilidad creciente; y otra de emergencia en las zonas subequipadas donde no se han satisfecho las demandas de aparatos telefónicos o donde la densidad de abonados es baja.

3.1.2. TELEX, DATOS

3.1.2.1. TELEGRAFIA Y TELEX

Definiendo la telegrafia, seria la transmisión de información escrita en origen y que debe conservarse en forma escrita sobre papel en el extremo receptor. Ahora bien, en la actualidad existen medios de reproducir exactamente documentos que contengan ya sea fotos, firmas, etc. y este procedimiento se denomina "Telecopia" y "Facsimil". La telegrafia en si consiste simplemente en el accinamiento por telemando de una máquina de escribir reproduciéndose únicamente el contenido del texto escrito.

Por su parte, el telex permite a los usuarios privados el acceso a este "telemecanografiado". Actualmente la telegrafia moderna utiliza canales de telegrafia armónica y canales superfantasma, aparatos de transmisión duplex, concentradores, multiplexores, etc.

La telegrafia consiste en enviar una secuencia de signos tipográficos universalmente utilizados, que representan el texto original, a una estación receptora siendo esta transmisión realizada mediante impulsos generados según el código telegráfico.

El aparato telegráfico que imprime automáticamente los signos tipográficos, en la recepción, se denomina telemimpresor; éstos funcionan con el código aritmico de cinco unidades del Alfabeto Telegráfico Internacional No. 2, recomendado por el CCITT (tabla 3.1) universalmente usado hoy en día, utilizando las 32 combinaciones ofrecidas por el código de cinco unidades.

TABLA 3.1

CUADRO 16-1 (III)
Alfabeto Telegráfico Internacional N.º 2
(Cuadro 1/F.1 del Tomo II.3 del Libro Naranja del CCITT)

Número de la combinación	Posición letras	Posición cifras	Número de los elementos ¹						Parada
			Arranque	1	2	3	4	5	
1	A	—	A	Z	Z	A	A	A	Z
2	B	?	A	Z	A	A	Z	Z	Z
3	C	:	A	A	Z	Z	Z	A	Z
4	D	Véase la Nota 2	A	Z	A	A	Z	A	Z
5	E	3	A	Z	A	A	A	A	Z
6	F		A	Z	A	Z	Z	A	Z
7	G	Véase la Nota 3	A	A	Z	A	Z	Z	Z
8	H		A	A	A	Z	A	Z	Z
9	I	8	A	A	Z	Z	A	A	Z
10	J	Señal acús.	A	Z	Z	A	Z	A	Z
11	K	(	A	Z	Z	Z	Z	A	Z
12	L	)	A	A	Z	A	A	Z	Z
13	M	.	A	A	A	Z	Z	Z	Z
14	N	,	A	A	A	Z	Z	A	Z
15	O	9	A	A	A	A	Z	Z	Z
16	P	0	A	A	Z	Z	A	Z	Z
17	Q	1	A	Z	Z	Z	A	Z	Z
18	R	4	A	A	Z	A	Z	A	Z
19	S	'	A	Z	A	Z	A	A	Z
20	T	5	A	A	A	A	A	Z	Z
21	U	7	A	Z	Z	Z	A	A	Z
22	V	=	A	A	Z	Z	Z	Z	Z
23	W	2	A	Z	Z	A	A	Z	Z
24	X	/	A	Z	A	Z	Z	Z	Z
25	Y	6	A	Z	A	Z	A	Z	Z
26	Z	+	A	Z	A	A	A	Z	Z
27	Retroceso del carro ⁴		A	A	A	A	Z	A	Z
28	Cambio de renglón ⁴		A	A	Z	A	A	A	Z
29	Inversión letras ^{5,6}		A	Z	Z	Z	Z	Z	Z
30	Inversión cifras ⁶		A	Z	Z	A	Z	Z	Z
31	Espacio		A	A	A	Z	A	A	Z
32	No utilizado normalmente		A	A	A	A	A	A	Z

Notas:

¹ Para los elementos N.º 1 a 5 en explotación con cinta perforada:

A no hay perforación;
Z perforación.

A y Z tienen el significado que se les atribuye en el *Repertorio de definiciones de los términos esenciales de telecomunicaciones* (31.38).

² a) Para provocar el funcionamiento del transmisor automático del distintivo de la estación corresponsal en los servicios internacionales télex y génex.

b) A disposición del servicio interior de las Administraciones*.

³ A la disposición de cada Administración* para su servicio interior.

⁴ Para los teleimpresores en página.

⁵ Sirve también para *tachar* en caso de transmisión automática.

⁶ Las combinaciones N.º 29 (inversión letras) y 30 (inversión cifras) no deberán dar lugar a un espacio, salvo cuando se indique su recepción por la impresión de un símbolo (véase C9).

* Administraciones o empresas privadas de explotación reconocidas

En su gran mayoría, los canales telegráficos para larga distancia se establecen para la transmisión de señales a la velocidad normalizada de 50 baudios ($\pm 0,75\%$ según lo recomendado por el CCITT). El impulso de arranque lo da el teleimpresor y a cada una de las cinco unidades de la combinación una duración de 20 ms, el impulso de parada nunca dura menos de 30 ms por motivo de la estabilidad de la conexión.

ENLACE METALICO

Hasta el momento, la mayor parte de los aparatos telegráficos continúan diseñándose para corriente continua por la sencillez, tomando distancias relativamente cortas. Existen dos tipos de modulación de corriente continua: de una sola polaridad y de doble polaridad.

El uso de líneas metálicas viene limitado por su propia resistencia óhmica, además de que la intensidad de la corriente recibida por un relé o electroimán debe ser lo suficientemente alta y, por razones de seguridad, la tensión de las fuentes de emisión no puede ser demasiado grande.

CANALES SUPERFANTASMA

Un canal de este tipo permite en algunos casos la extensión del enlace y consecuentemente una economización de cable. Sin embargo, para constituir este canal se debe satisfacer las siguientes condiciones:

El enlace debe ser puramente metálico, sin bobinas de carga que puedan ser saturadas por la corriente telegráfica.

En telefonía no deben usarse conductores en corriente continua.

Debido a estas condiciones, este tipo de canal se utiliza principalmente en cables de la red para larga distancia y para evitar la asimetría con respecto a tierra, la fuente utilizada debe estar aislada de tierra y no tener los conductores del cuadrore conectados a tierra; el canal de retorno usa un segundo cuadrore. El alcance de este tipo de canal es superior a los 100 km pero su capacidad es pequeña.

CANALES DE TELEGRAFIA ARMONICA

El medio más económico de aumentar tanto el enlace como el número de canales transmitidos es utilizar la modulación de amplitud o de frecuencia, usando la banda de 300 a 3400 Hz de un canal telefónico. Actualmente la modulación de frecuencia es más utilizada que la de amplitud y utiliza dos señales de diferentes frecuencias, F_a y F_z .

Para una velocidad de 50 baudios existe la recomendación del CCITT, "Normalización de los sistemas de telegrafía armónica con modulación de frecuencia para una velocidad de modulación de 50 baudios", que dice:

- a) Las frecuencias medias (semisuma de las frecuencia F_a y F_z) son las de la serie ± 2 Hz formada por los múltiplos impares de 60 Hz, siendo la frecuencia mas baja 420 Hz.
- b) La diferencia entre las dos frecuencias características F_a y F_z es de 60 Hz (± 3 Hz), si bien puede utilizarse la diferencia de 70 Hz, siendo la frecuencia F_a mayor que F_z .

Pueden así transmitirse por el canal telefónico un total de 24 canales telegráficos:

$$F_{\min} = 420 - 40 = 380 \text{ Hz} > 300 \text{ Hz} \quad (3.1)$$

$$F_{\max} = 420 + 23 \times 120 + 40 = 3220 \text{ Hz} < 3400 \text{ Hz} \quad (3.2)$$

Para hacer la transmisión, se puede utilizar un oscilador transistorizado en donde la corriente continua telegráfica controla la excursión de la frecuencia de oscilación; en el extremo receptor, dos resonadores y dos rectificadores controlan el relé de recepción.

TRANSMISION DUPLEX DE TELEGRAFIA ARMONICA DE BAJO NIVEL

Existe además la posibilidad de transmitir en forma duplex, que consisten en la transmisión simultánea bidireccional de señales telegráficas entre dos instalaciones, siendo los dos sentidos de transmisión independientes entre sí.

El equipo se compone de dos partes: una instalada en la central y la otra donde el abonado, actuando como un modem simplificado. Para transmitir con velocidades menores a 200 baudios se utiliza modulación en frecuencias vocales, de esta manera cada uno de los canales asegura un sentido de transmisión ocupando sólo una parte de la banda de 300 a 3400 Hz, evitando así la interferencia causada por la modulación de corriente continua en las conexiones telefónicas y en transmisión de datos.

CONCENTRADORES TELEGRAFICOS

También es posible la utilización de concentradores telegraficos debido a que este equipo es económicamente ventajoso para abonados que se encuentran alejados de la central principal ya que se requiere de menos conductores. Se compone de dos partes, una cercana a la central principal y otra al grupo de abonados, teniendo cada parte un dispositivo de identificación de abonados, un multiselector y unidades de control. La transmisión se realiza por canales telegráficos especializados.

MULTIPLEXORES DIGITALES

Para economizar aun más los soportes de transmisión se ha desarrollado métodos de multiplexaje por distribución en el tiempo y actualmente el sistema está siendo normalizado por la recomendación del CCITT, "Sistema multiplex por distribución en el tiempo, dependiente del código y de la velocidad, para telegrafía asincrónica y transmisión de datos con entrelazado de bits".

Como se indica, el sistema se basa en el entrelazado de bits a la velocidad binaria global de 2400 bit/s y emplea soportes telefónicos analógicos. Trabajando a 50 baudios, el número de canales es 46 pero el sistema permite el empleo de otras velocidades de modulación. Como se conoce, el número posible de canales es una función decreciente de la velocidad de modulación.

En la parte de transmisión, se tiene en cuenta las señales presentes en los distintos canales telegráficos y se las transmite en forma de secuencias binarias; en la recepción las secuencias transmitidas a línea y regeneradas permiten extraer el estado de los diferentes canales telegráficos.

3.1.2.2. TRANSMISION DE DATOS

La transmisión de datos es un proceso por el cual se envían datos los mismos que son recibidos generalmente por un computador; la ventaja de este sobre la telegrafía es la velocidad de transmisión.

COMPOSICION Y ESTRUCTURA DE LOS ENLACES

Para que pueda transmitirse la información de datos, se requiere de una conversión de paralelo a serie y viceversa, que es ejecutada por la unidad de control, además ésta detecta errores y los corrige cuando es necesario ya que los requisitos de calidad de funcionamiento son más estrictos que la transmisión telegráfica, por ejemplo. La forma común de corregir los errores, si el código no lo hace directamente, es retransmitir el mensaje erróneo.

Para adaptar la información que está normalmente en binario al canal de transmisión, se utiliza la modulación de amplitud, de frecuencia o de fase y se lo realiza por medio de un MODEM (modulador-demodulador).

Para normalizar la transmisión, el CCITT recomienda el uso del alfabeto internacional No. 5 (tabla 3.2), que consiste en 7 unidades para el dato más un bit de paridad.

Para escoger el tipo de estructura del soporte de transmisión se

TABLA 3.2

				b ₇	0	0	0	0	1	1	1	1
				b ₆	0	0	1	1	0	0	1	1
				b ₅	0	1	0	1	0	1	0	1
					0	1	2	3	4	5	6	7
b ₄	b ₃	b ₂	b ₁									
0	0	0	0	0	NUL	TC ₇ (DLE)	SP	0	@	P	`	p
0	0	0	1	1	TC ₁ (SOH)	DC ₁	!	1	A	Q	a	q
0	0	1	0	2	TC ₂ (STX)	DC ₂	"	2	B	R	b	r
0	0	1	1	3	TC ₃ (ETX)	DC ₃	#	3	C	S	c	s
0	1	0	0	4	TC ₄ (EOT)	DC ₄	␣	4	D	T	d	t
0	1	0	1	5	TC ₅ (ENQ)	TC ₈ (NAK)	%	5	E	U	e	u
0	1	1	0	6	TC ₆ (ACK)	TC ₉ (SYN)	&	6	F	V	f	v
0	1	1	1	7	BEL	TC ₁₀ (ETB)	'	7	G	W	g	w
1	0	0	0	8	FE ₀ (BS)	CAN	(	8	H	X	h	x
1	0	0	1	9	FE ₁ (HT)	EM	)	9	I	Y	i	y
1	0	1	0	10	FE ₂ (LF)	SUB	*	:	J	Z	j	z
1	0	1	1	11	FE ₃ (VT)	ESC	+	;	K	[	k	{
1	1	0	0	12	FE ₄ (FF)	IS ₄ (FS)	,	<	L	\	l	|
1	1	0	1	13	FE ₅ (CR)	IS ₃ (GS)	-	=	M	]	m	}
1	1	1	0	14	SO	IS ₂ (RS)	.	>	N	^	n	-
1	1	1	1	15	SI	IS ₁ (US)	/	?	O	_	o	DEL

CCITT-11540

CUADRO 16-2 (III)
Alfabeto Internacional N.º 5
(Cuadro 2/V.3 del Tomo VIII.I del Libro Naranja del CCITT)

debe tomar en cuenta los siguientes criterios:

- Calidad de funcionamiento, es decir condiciones de velocidad, tasa de errores máxima, etc.
- Fiabilidad, es decir condiciones de continuidad de la transmisión.
- Criterios económicos para llegar a la mejor solución con el menor costo

Existen dos tipos de enlaces, los conmutados y los especializados. Los primeros consisten en marcar el número del abonado con el cual se quiere conectar y establecer la comunicación; por su parte los especializados son enlaces establecidos entre dos puntos y arrendados al usuario.

Los enlaces telefónicos permiten velocidades superiores a los de la red télex (50 a 200 baudios) entre las cuales están las de 50, 200, 600/1200 (a dos hilos), 1200 baudios (a cuatro hilos), 2400, 4800 y 9600 bit/s (calidad especial a cuatro hilos que se encuentra en la Recomendación del CCITT "Características de los Circuitos Internacionales arrendados de calidad especial").

Para la utilización de una red local (LAN) donde se puede conectar varios terminales inteligentes o no con un computador central (server), se puede utilizar velocidades de transmisión muy superiores de los circuitos digitales de alta velocidad que llegan hasta las decenas de megabits por segundo.

Los enlaces especializados tienen las ventajas de una red cerrada, es decir flexibilidad de utilización, fiabilidad y conexión inmediata con el correspondiente; al utilizar todos los enlaces posibles, telegráficos, telefónicos de hasta 9600 bit/s y circuitos de alta velocidad, es posible la más alta gama de aplicaciones.

MODEMS

Como se indicó anteriormente, se requiere de la utilización de modems para lograr la comunicación de datos, y para ello el CCITT los ha normalizado por diversas recomendaciones.

RECOMENDACION V21

Modem de 200 baudios utilizado en el modo duplex en la red telefónica con conmutación o circuitos arrendados. La modulación es por desplazamiento de frecuencia y el funcionamiento es sincrónico o asíncrono (canal No.1: 1080 \pm 100 Hz; canal No.2: 1750 \pm 100 Hz).

RECOMENDACION V23

Modem de 600/1200 baudios, utilizado en la red telefónica con

conmutación o en circuitos arrendados. Se utiliza a 600 baudios cuando las características de transmisión impiden la transmisión a 1200 baudios. La modulación es por desplazamiento de frecuencia y el funcionamiento es sincrónico o asíncrono. Como protección contra errores se dispone de un canal de retorno de 75 baudios.

RECOMENDACION V26 Y V26bis

Modem de 2400 bit/s en circuitos arrendados o en la red telefónica con conmutación (en este caso la velocidad puede reducirse a 1200 bit/s). El funcionamiento es sincrónico en el modo duplex a cuatro hilos y con modulación de fase. Debe incluirse un canal de retorno de 75 baudios o menos en cada sentido de transmisión.

RECOMENDACION V27

Modem de 4880 bit/s utilizado en circuitos a cuatro hilos de calidad especial en el modo duplex o semiduplex. El funcionamiento es sincrónico con modulación de fase, con inclusión de un igualador ajustable.

RECOMENDACION V29

Modem de 9600 bit/s utilizado en circuitos a cuatro hilos de calidad especial en el modo semiduplex. El funcionamiento es sincrónico con modulación de fase.

ADAPTACION DE LOS ENLACES

Para adaptar los enlaces a la transmisión de datos se debe tener en cuenta dos problemas: la calidad y el volumen de transmisión. El ruido impulsivo, por su parte, se debe principalmente a la diafonía producida por el tránsito a través de centrales o a la telegrafía de corriente continua, por lo tanto, es necesario que las líneas telegráficas de DC y de transmisión de datos se encuentren lo más separadas que sea posible.

Para aumentar el número de canales de transmisión con un mismo soporte de comunicaciones, se puede recurrir a equipos auxiliares similares a los utilizados en telegrafía, como son los concentradores y multiplexores digitales.

Es posible además, aumentar considerablemente la velocidad de transmisión utilizando alguno de los dos siguientes métodos:

- Transmisión de datos a 48 (o 72) kbit/s mediante circuitos del grupo primario de 60 a 108 kHz en donde el enlace entre la central y el abonado se hace en banda de base (alcance máximo de 30 km a cuatro hilos).
- Circuitos digitales a 2,048 Mbit/s. La transmisión puede hacerse por dos pares simétricos de la red telefónica con el uso de

3.2. PLANTA EXTERNA

3.2.1. GENERALIDADES

Se puede definir a la Planta Externa, como todos los elementos e instalaciones que se encuentran presentes entre las centrales telefónicas y de estas al equipo de abonado.

En los inicios de la telefonía, las líneas que unían la central con los aparatos telefónicos estaban constituidas por conductores sencillos sin aislamiento, pero éstas se fueron sustituyendo cada vez más por cables multifilares y en los momentos actuales, por el uso de la fibra óptica.

3.2.2. LINEAS DE ABONADO

En el presente proyecto, las líneas constituyen uno de los rubros más altos debido a que se trata de una zona extensa de baja densidad relativa.

Las líneas de abonado en zonas rurales son más largas que en zonas urbanas. Para poder conocer la máxima longitud permisible se recurre a los requisitos en materia de señalización o de transmisión.

El alcance de la señalización por la línea de abonado viene determinado por la máxima resistencia en bucle y la mínima resistencia de aislamiento admisible en esas líneas. Normalmente el valor de la resistencia en bucle está comprendida entre 1 y 2 kohmios, incluido el aparato de abonado y una resistencia de aislamiento de unos 20 kohmios. Con una corriente de alimentación máxima de 50 mA o 100 mA, la central deberá equiparse con puentes de transmisión de 2 x 40 o 2 x 200 (2 x 150) ohmios, a 48 voltios.

Para aumentar el alcance funcional o el alcance de transmisión en líneas de abonado largas (> 2 kohmios), se puede utilizar uno de los siguientes medios:

- Utilizar un repetidor de largo alcance, con relés de línea muy sensibles.
- Utilizar relevadores de tensión para corriente de alimentación.
- Utilizar amplificadores.

Como se indicó anteriormente las líneas de abonado representan un alto porcentaje de los costos globales de inversión, y, para minimizarlos se ha tratado de crear métodos que permitan reducir los costos, especialmente en aquellos casos en que las líneas de abonado son muy largas. Una de las formas de conseguirlo, es la concentración de líneas por métodos basados en la conmutación.

Por lo tanto, para reducir el número de líneas de abonado, existen tres posibilidades:

a) LINEAS COMPARTIDAS POR DOS ABONADOS.

Como se indica, es aquel en que dos abonados comparten una línea, en cada caso habrá que instalar una unidad de conmutación en la central y en el extremo de la línea; su desventaja es que cuando uno de los abonados está usando su teléfono, el otro no puede efectuar si recibir llamadas.

b) LINEAS COMPARTIDAS POR MAS DE DOS ABONADOS.

Es el caso en que de 3 a 10 abonados comparten una línea, requiriendo equipo suplementario en la central para la llamada selectiva. Existen líneas compartidas en que se asegura el secreto de las comunicaciones y el registro individual de las tasas y otros sin estas facilidades pero a menor costo.

c) CONCENTRADOR DE LINEAS.

Es el caso en que un grupo de abonados recibe servicio de la central por un número relativamente pequeño de líneas siendo típica una relación de 5 a 1.

No obstante que es fácil calcular la reducción del costo de las líneas que se puede obtener realizando estas modificaciones, se debe tomar en cuenta lo siguiente antes de hacerlas: comparar los costos en la que se tengan en cuenta todos los factores económicos, incluidos el costo del equipo de conmutación y el hecho de que el mantenimiento periódico es relativamente costoso. Las cantidades percibidas de cada abonado en concepto de tasas pueden ser menores cuando las tarifas sean reducidas por tratarse de abonados conectados a líneas compartidas o concentradores de línea.

Estas soluciones a su vez, pueden dar lugar a congestiones, especialmente en el caso de las líneas compartidas entre numerosos usuarios y, para evitarlas, su uso debe limitarse a los abonados que llamen con poca frecuencia, sin embargo en el caso del presente proyecto, el sector denominado en el capítulo 2 como "resto de la zona" tendrá relativamente poco tráfico, no así la zona que rodea al futuro aeropuerto y al aeropuerto en si, que tendrá un alto índice de tráfico, tanto entrante como saliente, por lo cual estas minimizaciones de costo podrían ser utilizadas únicamente en las ciudades más alejadas del aeropuerto.

Como conclusión, es necesario realizar una minuciosa investigación para determinar cuales serían los abonados que utilizarían líneas compartidas o concentradores de líneas y para ello se debería tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- El secreto de las comunicaciones.
- La posibilidad de que los abonados que compartan una línea, o que

constituyen un grupo puedan comunicarse entre si.

- El registro individual de las tasas.
- La utilización, en casos de emergencia, de una línea que están utilizando los otros abonados.
- Los equipos de conmutación situados en lugares aislados deben ser alimentados a través de la propia línea y no por dispositivos separados.
- Para evitar accidentes provocados por rayos y otras sobretensiones, no debe utilizarse tierra.

Como vemos, si se cumplen todos estos requisitos, los equipos resultarían muy caros; en cambio, si no se lo hace, el empleo de líneas compartidas y concentradores de líneas compartidas y concentradores de líneas se traduciría en una reducción de la calidad del servicio telefónico.

3.2.3. CANALIZACION TELEFONICA.

Como consecuencia del gran desarrollo de las telecomunicaciones, se ha hecho imprescindible el empleo de instalaciones subterráneas. Las mayores ventajas de las redes subterráneas son los gastos reducidos de conservación y la protección de los cables, comparados con las averías que se producen en los cables aéreos, debido por ejemplo a los temporales, las caídas de los árboles, la circulación de vehículos, cruces y contactos con líneas de conducción de energía eléctrica, etc.

En los inicios del enterrado de cables, se lo hacía poniendo directamente el cable en una zanja provista para ese propósito; si bien este método era económico, en el momento de ampliar, separar o renovar los cables se encontraba grandes dificultades ya que debían levantar el pavimento de las calles y abrir nuevas zanjas provocando muchas dificultades al tránsito vehicular.

Para evitar estas molestias, en la actualidad se construyen las canalizaciones telefónicas mediante ductos subterráneos dispuestos de modo que se pueda tender cables por ellos, retirarlos, empalmarlos, tomar derivaciones y hacer cuantas operaciones sean necesarias.

Las canalizaciones se construyen con bloques de hormigón y tubos de PVC (policloruro de vinilo) de material plástico, suficientemente rígido, resistente al choque y de sencillo manejo por su poco peso.

La canalización telefónica, por su parte, se compone de tres elementos:

- Canales principales

- Canales secundarios
- Camaras de revision

Las canalizaciones principales son las que alojan el cable de la red primaria y secundaria, mientras que las canalizaciones secundarias alojan cable netamente de red secundaria.

Las cámaras de revisión son los únicos puntos accesibles de la canalización, y una vez terminada la construcción, es donde se debe hacer todas las operaciones de tendido, empalme, reparación, sustitución de cable, tomada de derivación, pupinización, etc.

LOCALIZACION

Para ubicar los canales, se debe tomar en cuenta algunas restricciones, por ejemplo una canalización telefónica nunca se realizará sobre los mismos ejes de tuberías de acueductos, alcantarillado, canalizaciones de energía y cables directamente enterrados. Además, no podrá compartirse con y sobre la vecindad de árboles y nacimientos de agua.

Esta canalización deberá estar ubicada en lugares donde se garantice la circulación de vehículos tanto durante la construcción como en su utilización cuando se instale el cable.

En forma general, la canalización telefónica se ubicará a un metro de la cinta gotera y en el caso de que la acera tenga menos de un metro de ancho, la canalización se construirá en la calzada.

Si es más ventajoso ubicar las canalizaciones de teléfonos en zonas verdes, se tendrá en cuenta obstáculos tales como árboles, postes, etc. para que en la ubicación de cámaras y pozos de mano, no impidan el normal acceso de personal y equipo para el montaje y mantenimiento de las redes telefónicas.

En el caso de puentes en construcción, cruces de pasos a desnivel, ríos, etc, los ductos telefónicos se ubicarán siguiendo uno de los costados más exteriores del puente. Estos ductos serán empotrados en el hormigón del puente y si se necesita construir canalización telefónica en puentes ya construidos, se deberán instalar tuberías en las paredes laterales del mismo.

EXCAVACIONES

Para la excavación de zanjas en la construcción de canalización telefónica, se debe seguir ciertas normas que establecen el procedimiento, las condiciones técnicas y de seguridad.

Por seguridad, todas las obras deberán ceñirse a aquellas normalizaciones existentes para la protección del público, los automotores, el personal de las obras, los equipos y los implementos utilizados en la ejecución de los trabajos.

Para la ejecución de los trabajos relacionados con excavaciones y adecuación de zanjas, se utiliza todo tipo de equipos manuales o mecánicos; la utilización de estos elementos será fijada tomando en cuenta la óptima conservación y el cuidadoso tratamiento de las redes de servicios públicos existentes en el sitio de las obras o en lugares aledaños.

Antes de iniciar la excavación se deberán localizar las obras siguiendo los detalles indicados en los planos, verificándose la nivelación y contranivelación para obtener los costes de construcción.

En general, las zanjas tendrán una sección rectangular, por lo cual las paredes deberán cortarse y mantenerse prácticamente verticales cuando no sean excavaciones profundas; el fondo debe terminarse de una forma uniforme y pareja para que al colocarse el ducto se apoye en toda su longitud y no trabaje a flexión.

En las excavaciones superiores a 2,0 m o para condiciones especiales de excavación, se puede realizar la excavación con taludes proporcionando una forma trapezoidal; en este caso, se procura que las paredes sean estables con pendiente inferior a 0,25 : 1 (0,25 horizontal por 1,0 vertical). Para este tipo de zanjas, los anchos normalizados se refieren al ancho en el fondo de la zanja.

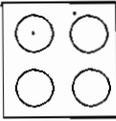
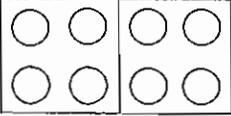
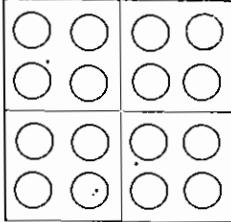
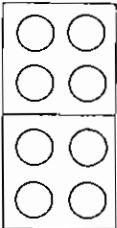
De acuerdo con el tipo, número y disposición del banco de ductos, se han normalizado las dimensiones de las zanjas, según lo indicado en la figura 3.1, tanto para el caso de canalizaciones telefónicas ubicadas en vía pública, como para las ubicadas en aceras y zonas verdes.

Cuando, por cualquier circunstancia, las excavaciones presenten alguna de las siguientes características, se colocará entibado con maderas de alta calidad y lo suficientemente resistentes para el trabajo:

- a) la profundidad de la zanja sea mayor o igual a 2,0 m;
- b) haya posibilidad de que se presenten derrumbamientos o deslizamientos;
- c) cuando se deba prevenir los daños que puedan ocasionarse en obras o propiedades vecinas a las zonas de excavación.

De acuerdo con las condiciones del suelo, se deberá construir una base de concreto o lechos de cascajo lavado para drenajes ya que la zanja deberá permanecer completamente seca; en caso de que exista la posibilidad de que el agua corra por la zanja, ésta deberá ensancharse para conducir el agua por un costado, empleando tuberías, canoas o filtros, también se podrá emplear equipo de bombas.

Cuando se realicen excavaciones en roca, los niveles de la zanja se elevarán hasta una cota de por lo menos 10 cm. por debajo de

NUMERO DE VIAS	ACERA		CALZADA	
	ANCHO DEL FONDO 'b' EN metros	PROFUNDIDAD DE LA ZANJA 'h' EN m.	b (m.)	h (m.)
	0.40	0.70	0.40	1.00
	0.50	0.85	0.50	1.10
	0.90	0.85	0.50	1.10
 VALE PARA 12 VIAS	0.90	1.15	0.90	1.35
	0.50	1.15	0.50	1.35

NOTA:

Las alturas 'h' para calzadas, se deberán tomar a los costados de la misma y no en su eje.

Las uniones de los ductos deberán llevar mortero en todo su perímetro, cuidando de que éste no ingrese al interior de las vías.

En un tramo de canalización, deberá observarse una sola pendiente longitudinal, ninguna transversal y una sola alineación.

En la canalización de VIII vías generalmente se colo-

carán los ductos uno al lado del otro. Uno sobre otro se colocó cuando se especifico.

REDC - 02 - 01

INSTITUTO ECUATORIANO DE TELECOMUNICACIONES
PLANTA EXTERNA

-- CUADRO DE MEDIDAS PARA EXCAVACION DE ZANJAS

Proyecto:
Dibujo: M. Villacís
Revisó:

Escala: Esquema
DIPE - 0 - 03 - 15

los indicados en los cortes, con el objeto de rellenar la diferencia de volumen resultante con un material de relleno seleccionado, con la finalidad que garantice el apoyo uniforme y adecuado de los ductos.

Si no existe buen suelo natural, se deberá construir una estructura de apoyo diseñada para transmitir el peso de la tubería y de su carga al estrato resistente.

DUCTOS Y TUBERIAS

Se presentará a continuación las especificaciones técnicas que deben cumplir los ductos y tuberías para ser utilizados en la construcción de canalización telefónica.

DUCTO DE HORMIGON

El ducto, es un bloque multitubular de una sola pieza, fabricado en hormigón vibrado, que contiene 2 y/o 4 alveolos y tiene 1,0 m de longitud; estos tipos de ductos presentan las caras o superficies mostradas en la figura 3.2 y que se determina a continuación:

- dos caras de apoyo
- dos caras laterales
- una cara anterior (lado macho)
- una cara posterior (lado hembra)

Los materiales utilizados en la construcción de los ductos son los siguientes:

1. Cemento

El cemento debe ser Portland tipo 1 de endurecimiento normal.

2. Arena

La arena debe estar libre de impurezas orgánicas, constituida por granos de distintos tamaños, desde los más finos hasta los que pasen por una criba de mallas cuadradas de 8 mm.

3. Agua

El agua debe ser perfectamente potable, clara y libre de sustancias orgánicas, aceites o sales.

4. Proporción de la mezcla

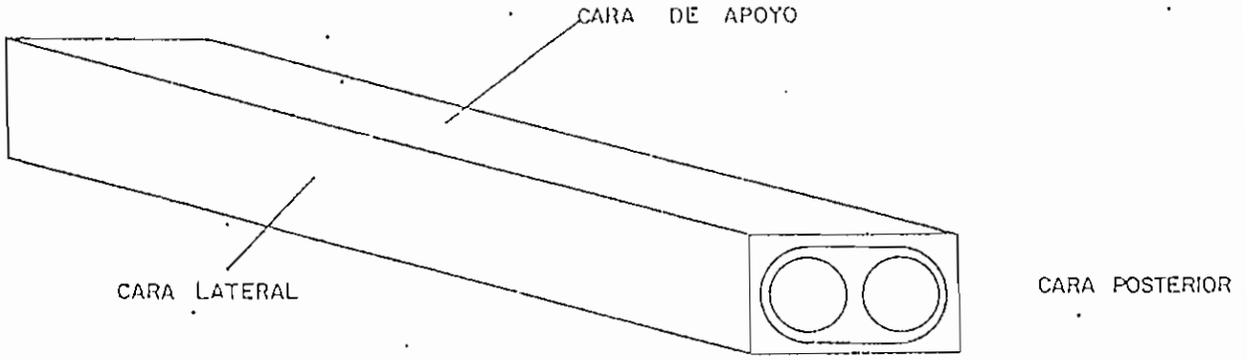
Normalmente se emplea la mezcla 1:4, es decir, una parte de cemento y cuatro partes de arena.

5. Cantidades apropiadas de hormigón

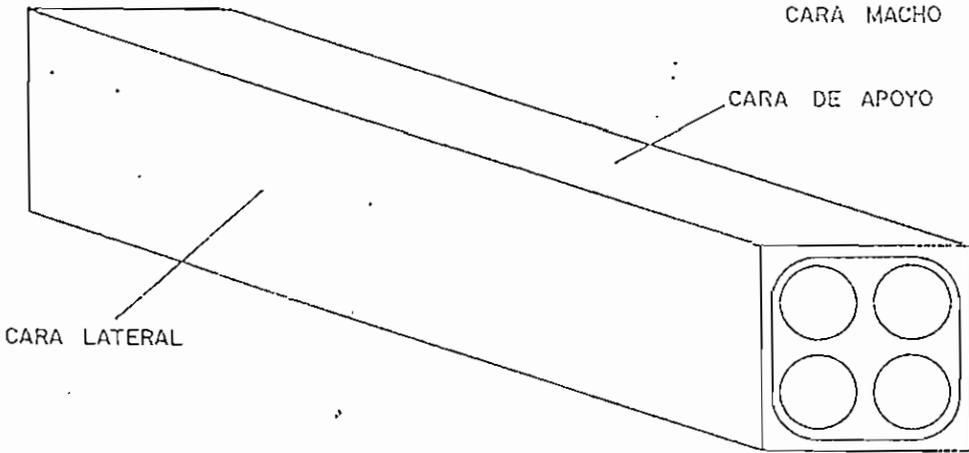
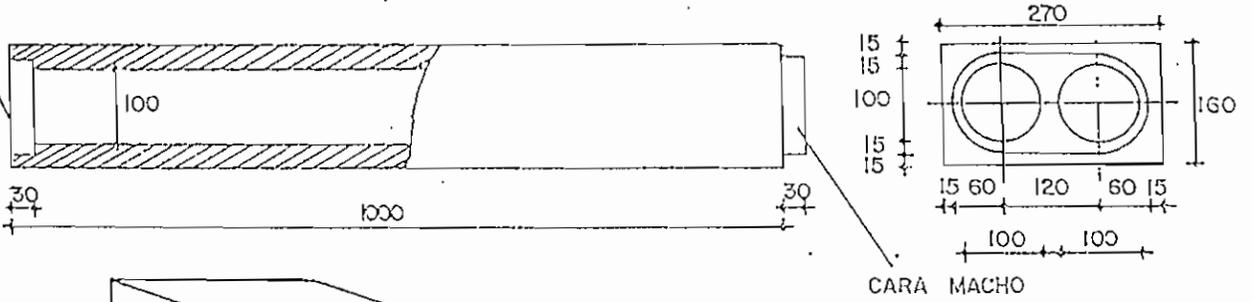
FIGURA 3.2

37 b

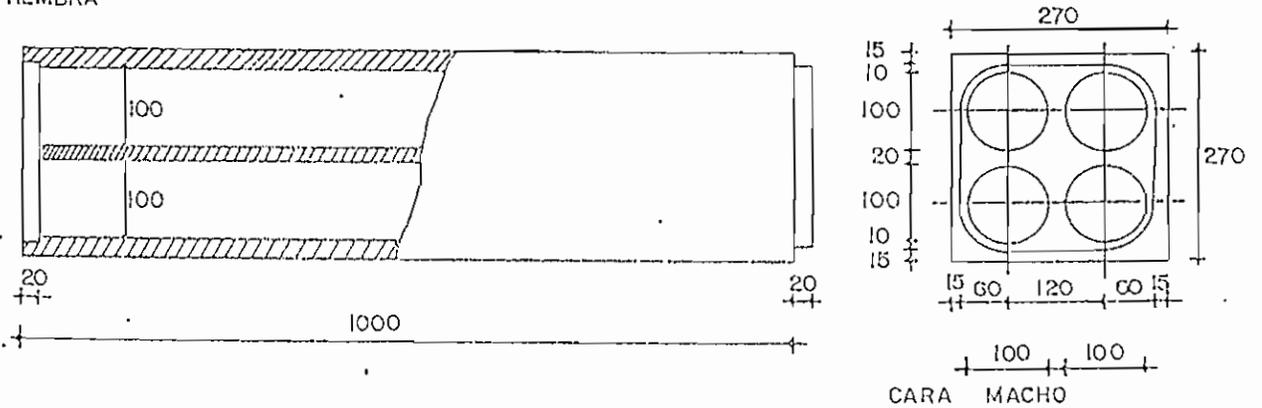
①



CARA HEMBRA



CARA HEMBRA



① RED C - 03 - 01

INSTITUTO ECUATORIANO DE TELECOMUNICACIONES
PLANTA EXTERNA

① DUCTOS DE HORMIGON

Proyecto:
Dibujo: E. Villacis
Reviso:

Escala: Esquina
DTE-0 - 03 - 05

Ductos de dos vías: 24,8 litros de hormigón endurecido

Ductos de cuatro vías: 36,6 litros de hormigón endurecido

Los ductos recién fabricados deben dejarse durante 10 o 12 horas mínimo en el sitio de construcción, trasladándose luego a un lugar bajo techo para el fraguado, donde permanecerá no menos de 7 días.

Los ductos deben estar almacenados un mínimo de 4 semanas antes de su colocación en la zanja, para así obtener la óptima resistencia mecánica. Además, este período es necesario para la formación de un recubrimiento de carbonato de calcio (CaCO_3) que evita o reduce al mínimo el riesgo de corrosión que puedan tener los cables con cubierta de plomo.

Los ductos deben presentar sus superficies perfectamente planas, de textura suave y aristas correctamente definidas; las pestañas de sus extremos (lado macho y lado hembra) deben traslapar totalmente y presentar un acabado de óptima calidad.

Las resistencias mínimas a la rotura a los 28 días de los ductos, serán:

- promedio del lote bajo prueba: 175 kg/cm²
- mínimo individual: 140 kg/cm²

Las pruebas se harán en un laboratorio o banco de prueba instalado en la fábrica. Se harán pruebas de filtración, de carga de rotura y de rozamiento.

DUCTOS DE PVC

El ducto de PVC es un protector de la clase monotubular, compuesto por un material termoplástico; para la construcción de canalizaciones telefónicas se utilizarán tubos de PVC rígido y reforzado, diseñado para instalaciones directas bajo tierra sin revestimiento de concreto. La longitud de la tubería de PVC será de 3 m, el diámetro interior de 10 a 11 cm. y el espesor de 2,5 o 4,0 mm.

DUCTOS DE ACERO GALVANIZADO

Los ductos de acero galvanizado de la clase monotubular y los accesorios utilizados para la construcción de canalizaciones telefónicas, serán de 10 cm de diámetro interior y 3 m de longitud.

El empleo de la tubería de acero galvanizado en la construcción de infraestructura de la red telefónica, se ceñirá a los siguientes eventos:

1. Cuando se requiere una gran resistencia mecánica, por ejemplo en los cruces de puentes, pontones, coberturas, etc.
2. En zonas de tráfico vehicular pesado.

3. En zonas de alta densidad de tránsito automotor, por ejemplo cruces de carreteras.
4. Cuando es necesario un apantallamiento electromagnético para proteger los cables contra la inducción de baja frecuencia proveniente de fuentes tales como líneas aéreas de distribución de energía y similares.

COLOCACION DE DUCTOS DE HORMIGON

Se presentaran a continuación normas que establecen los pasos a seguirse para la colocación de los ductos de hormigón. Cada trayecto de canalización entre pozos deben tener un desnivel mínimo de 0,2% con relación a la razante, siempre que la pendiente de la vía pública lo permita, procurando que el desnivel de la canalización quede en sentido contrario a la central en el primer trayecto y la pendiente alternada en los siguientes trayectos.

Los ductos se colocarán sobre la capa de relleno inicial, cumpliendo las siguientes especificaciones:

1. Nivelación

Con el objeto de obtener una pendiente uniforme a lo largo del tramo entre cámaras y cajas, una vez realizado el relleno inicial, se colocarán los ductos evitando desplazamientos verticales que produzcan escalones y quiebres en las conexiones, y controlando que no se produzcan pendientes irregulares a medida que se vayan colocando los ductos.

2. Alineamiento

Los ductos se alinearan de tal forma que sus aristas conserven una línea recta a lo largo del tramo de construcción; la alineación se verificará chequeando que el eje de la canalización coincida exactamente con la línea entre ejes o centro de cámaras. Además, se observará a través de todos los alveolos, para cada tramo comprendido entre cámaras consecutivas, el paso de la luz que deberá verse como un foco luminoso perfectamente circular.

3. Instalación

Para lograr las configuraciones normalizadas, la disposición vertical y horizontal, deberá ejecutarse de tal forma que sus uniones queden traslapadas 50 cm para evitar los planos de falla.

Las uniones se construirán con un mortero de pega de mezcla 1:3, humedeciendo previamente las caras posterior y anterior del ducto; la pega y "anillada" tendrá como mínimo 5 cm de ancho por 2 cm de espesor y sólo se ejecutará cubriendo las uniones sobre la cara de apoyo superior y las caras laterales.

La instalación en los últimos ductos se realizará de tal forma

que los tubos queden lo suficientemente bien asentados y alineados ya que no se permitirán escalas en la canalización. Además, se recortarán las colillas en las entradas de las cámaras y se revocarán sus extremos en forma abocinada (boquillas) para evitar bordes cortantes en el plano de transición tubería-cámara, con un mortero de mezcla 1:3.

4. Máxima longitud de los tramos

Los tramos entre cámaras consecutivas no podrán exceder los 80 m, sean éstos construidos en calzada, acero o espacios verdes.

COLOCACION DE TUBERIAS PVC Y ACERO GALVANIZADO

Para que un ducto funcione en condiciones normales y se garantice el paso del cable telefónico, la máxima altura permitida en ningún momento excederá de cuatro grados sexagesimales y, tampoco serán permitidas las deflexiones del tubo que reduzcan el diámetro nominal de la sección del tubo en más del 5%. La tubería de PVC rígida se colocará sobre una capa de arena de 5 cm de espesor.

Esta actividad deberá cumplir, además, con las siguientes especificaciones:

1. Nivelación

La tubería se colocará controlando la correcta nivelación de cada tubo para proporcionar un apoyo completo a su tercio inferior en toda la longitud del tramo en construcción, evitando deflexiones verticales que den origen a pendientes irregulares y a reducciones de la sección circular del ducto.

2. Alineamiento

Para mantener la separación de los tubos y evitarles curvaturas innecesarias, se colocan en cada extremo de ellos separadores de madera de sección transversal de 1,5 y 3,0 cm, colocados cada 3 m de tal modo que las vías queden separadas 1,5 cm; tanto en el plano horizontal como vertical, los espacios entre los separadores deben ser rellenados con arena.

Instalación

La instalación de la tubería será utilizando las disposiciones rectangulares normalizadas pero, sólo en casos de inconvenientes imprevistos, condiciones desfavorables del terreno, existencia de otras obras de la infraestructura de servicios públicos, etc., el banco de ductos se construirá con una disposición triangular o tipo colmena.

Para la correcta unión de los tubos se usará el ensamble espiga-campana, con el propósito de establecer que el extremo

(espiga) de uno de ellos se ajuste perfectamente en la campana del otro. Luego, se limpiarán el extremo y la campana con limpiador-removedor PVC para aplicar la soldadura PVC con una brocha de cerda natural de tamaño igual a la mitad del diámetro de la tubería.

No se debe ensamblar la tubería si la espiga, la campana o ambas están impregnadas de agua, ni se permitirá que esta última entre en contacto con la soldadura líquida. Los extremos de la tubería en los pozos de revisión se cortarán de tal manera que permitan la colocación de la boquilla terminal.

En los casos en que la canalización telefónica no tenga continuidad debido a la presencia de puentes, pasos a desnivel, etc., se utilizarán ductos de PVC rígido.

La máxima longitud permitida de los tramos entre cámaras consecutivas, sea en calzada, acera o zonas verdes, no deberá ser superior a los 150 m.

En el caso de tubería de acero galvanizado no se requiere poner sobre el fondo de la zanja el relleno de arena y se lo utiliza para cruces de vías donde no sea posible el uso de otro tipo de material por la limitación de la profundidad, y para cruces de acero con entrada a parqueaderos, zonas industriales, etc. donde la circulación permanente es de tráfico pesado y en las cuales no es posible construir canalización a mayor profundidad.

Para desarrollar esta actividad se deberá cumplir además con las siguientes especificaciones:

1. Nivelación

Se deberá comprobar la correcta nivelación de cada tubo para proporcionarle un apoyo completo a su tercio inferior en toda la longitud del tramo en construcción.

2. Alineamiento

El bloque de tubos deberá tener un alineamiento perfectamente recto y como para evitar desviaciones laterales, a cada lado del bloque se colocarán estacas de madera provisionales, respetando una separación máxima de seis metros entre guías consecutivas.

3. Instalación

Se hará, ensamblando los extremos mediante unión roscada de acero galvanizado y para facilitar el ajuste perfecto, tanto la unión como los extremos de los tubos se embadurnarán con un líquido bituminoso no corrosivo.

4. Máxima longitud de los tramos

Debido al uso restringido para cruces especiales, la longitud de

los tramos entre dos cámaras consecutivas la definen las condiciones del terreno.

RELLENO Y COMPACTACION

En esta norma se vera como debe ser rellenada y compactada cada una de las zanjas abiertas para la colocación tanto de ductos de hormigón como de tubos PVC o de acero galvanizado.

Se debe mantener el menor tiempo posible a las tuberías destapadas, ya que la exposición a la intemperie puede causar calentamientos o enfriamientos bruscos que por efectos de expansión o contracción pueden deshacer las juntas.

Si la tubería está expuesta al peligro de subpresión, se debe tomar en cuenta medidas especiales como puede ser el relleno por etapas, el relleno de la zanja con la tubería llena de agua, etc.

No son aptas para rellenos, la materia orgánica, arcillas expansivas, material granular mayor a 3 pulgadas y todo tipo de material extraño como escombros, basuras, etc.

Los materiales apropiados para el relleno y compactación de zanjas deberán ajustarse a las siguientes especificaciones:

1. Material seleccionado previamente de la excavación

Se podrá utilizar parte del material obtenido de la excavación, desechando las mezclas del suelo como escombros, materia orgánica, arcillas expansivas, etc.

2. Arenillas

3. Material granular

Cuidando que el tamaño máximo de las partículas sea de 3 pulgadas.

Una vez escogido el material apto para el relleno, se debe colocar dentro de la zanja, evitando la contaminación con materiales extraños e inadecuados tales como escombros, basura, materia orgánica, etc.

Para realizar la compactación, se deberá tomar en cuenta las siguientes indicaciones:

Se deberá colocar el material en capas horizontales, con un espesor no mayor a 20 cm antes de compactar, controlando la humedad y empleando pisones metálicos.

Cada pasada del equipo de compactación deberá cumplir la mitad de la pasada anterior, siendo el número de pasadas el necesario para obtener la compactación ideal dependiente de las características

del equipo, del material y del ancho de la zanja.

El proceso de compactación deberá alcanzar una densidad mínima del 80% de la densidad existente antes de la excavación y, la humedad del material se deberá controlar de tal forma que permanezca en el rango requerido para que el grado de compactación alcance la densidad especificada.

Para el relleno y compactación se deberá utilizar el equipo que cumpla especificaciones determinadas de acuerdo con las dimensiones de la zanja, el espesor y el volumen total del relleno, las características del material usado para el relleno y los resultados de los ensayos de compactación.

Los pisonos metálicos empleados tendrán un peso propio mínimo de 20 kg y un área mínima de contacto igual a 0,03 metros cuadrados.

Para obtener el valor de la humedad del suelo en la obra se utiliza el ensayo con el SPEEDY o con un equipo equivalente, con este valor se obtendrá la máxima densidad posible. La prueba es rápida y proporciona un valor instantáneo del contenido de agua del material que se compacta en determinado momento.

También se realizarán ensayos de densidad en el campo, buscando una relación de correspondencia para obtener la gráfica experimental de humedad vs densidad con el fin de establecer el mejor rango dentro del cual se puede contar con el valor de la humedad óptima necesaria para obtener la densidad esperada.

Se puede además realizar en la obra el ensayo de resistencia a la compresión confinada utilizando un penetrómetro de bolsillo siendo éste recomendado tanto para suelos granulares como para suelos cohesivos y arenillas de baja plasticidad.

CAMARAS O POZOS DE REVISION

Nos referiremos ahora a la construcción de cámaras o pozos de revisión. La forma de los pozos se indica en la figura 3.3

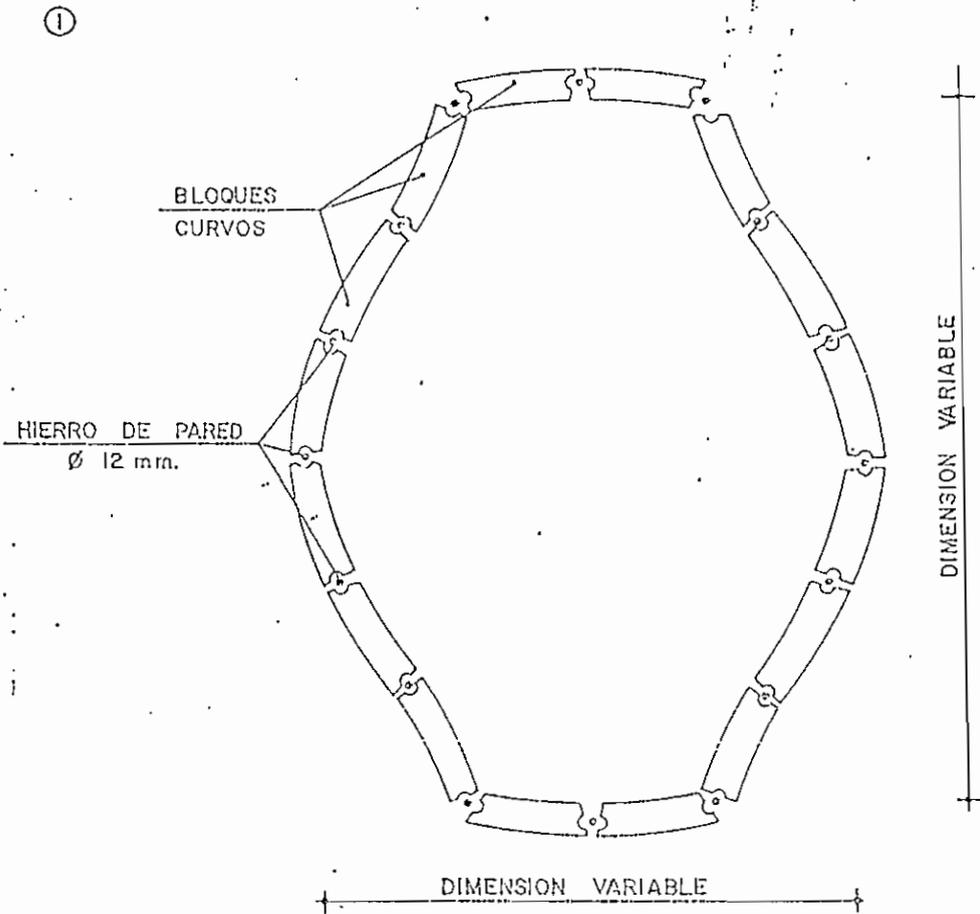
Se debe fundir dos lozas para la construcción de un pozo, la loza de base y la de cubierta.

1. Loza de base

Para fundir esta loza, es necesario que esté terminada la zanja de la canalización; tendrá un espesor de 10 cm utilizando concreto de 180 kg/cm² y será nivelada adecuadamente dándole una ligera pendiente hacia el centro, aproximadamente del 3% en donde se realizara un sumidero de 40 cm de profundidad.

La base debe contener las anclas o argollas de tracción, las mismas que deben ir colocadas a 10 cm de la pared vertical, al frente de la salida de ductos y en la mitad del número de vías.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
 TESIS ESCRITA DE GRADO
 FIGURA 3.3



NOTA: LAS DIMENSIONES DEL POZO SON INTERIORES
 LOS BLOQUES CURVOS SE COLOCARAN EN OBRA COMO SE INDICA

① RED C - 08 - 01	
INSTITUTO ECUATORIANO DE TELECOMUNICACIONES	
PLANTA EXTERNA	
① FORMA DEL POZO	
Proyecto:	Escala: Isométrica
Dibujo: M. Villacís	D.T.P.E. - 0.5 - 05
Revisó:	

2. Loza de cubierta

La loza de cubierta se construirá con un espesor de 20 cm para aquellas ubicadas en la acera y de 30 cm las ubicadas en la calzada; en ambos casos se utilizará hormigón de 210 kg/cm².

Estará construida con la misma pendiente del terreno tomando en cuenta la profundidad nominal libre de la cámara en su centro, de tal manera que queden perfectamente nivelados, estables y enrasados con la vía existente.

El encofrado debe diseñarse y construirse de tal manera que produzcan unidades de concreto idénticas en forma, líneas y dimensiones a las unidades mostradas en los planos; será sólido, adecuadamente amarrado y asegurado por medio de riostras firmes de tal forma que mantengan su posición, forma y resistan todas las presiones a las cuales pueden ser sometidas; además deben estar lo suficientemente ajustadas para impedir la filtración de la lechada a través de las ranuras. El encofrado para esta loza sólo podrá retirarse después de 12 días de fundida la loza.

Las paredes de las cámaras deberán estar constituidas por los siguientes materiales:

1. Bloques

Los bloques son macizos y curvos, con una estructura característica.

La dosificación será similar a la de los ductos de hormigón indicada anteriormente.

2. Refuerzos

Las paredes serán reforzadas con varillas de hierro de 12 mm de diámetro, colocadas verticalmente en las uniones de los bloques; este hierro de pared deberá prolongarse y colocarse en la loza de cubierta.

3. Mortero

Los bloques curvos deberán ser unidos con mortero preparado con una mezcla de 1:3.

4. Revocado

Cuando esté construido el pozo, se deberá revocar las uniones horizontales y verticales de los bloques con una mezcla 1:3.

5. Boquilla y dintel

Los ductos telefónicos deben terminar en la pared del pozo con

una boquilla que permita dar la curva suficiente al cable a instalarse. La parte superior de la boquilla será construida con un dintel de hormigón armado igual al de la loza de cubierta.

Los pozos de revisión son de diferentes tamaños de acuerdo a la utilidad que se le va a dar, en general, se tiene 5 tipos de pozos de acuerdo al número de bloques que ocupan en las paredes, de la siguiente forma:

TIPO NUMERO DE BLOQUES

A	100
B	80
C	48
D	32
E	24

Cuando se construyan cámaras o pozos sobre el eje de una canalización existente, se deberá amarrar y proteger la tubería interceptada con encofrado de madera. Una vez concluida la cámara, se cortarán los ductos enrasando con las paredes de la cámara. Los cables se asegurarán a las paredes de la cámara de acuerdo con las especificaciones técnicas.

ENTRADA DE CABLES

Se refiere a la construcción de túneles y galerías en las salidas de las centrales telefónicas; en general, las entradas de los cables de cada una de las centrales es diferente dependiendo de la longitud del terreno, su pendiente y el tipo de terreno.

El túnel tendrá dos paredes laterales, la loza de piso y de cubierta; comenzará siempre en la galería de cables debajo del repartidor y terminará en el pozo de la central.

Las paredes laterales serán de concreto de 210 kg/cm² y estarán reforzados con varillas; generalmente las paredes serán de 20 cm de espesor.

La loza del piso será de concreto de 210 kg/cm², su espesor será de 20 cm y tendrá una pendiente mínima del 1% hacia el pozo de la central; la loza de cubierta también será de concreto de 210 kg/cm² reforzado y su espesor será de 20 a 30 cm.

TAPAS

Esta norma se refiere a la fabricación y colocación de las tapas y marcos en los pozos de revisión; en general se utilizan dos tipos de tapas que son: las circulares de hierro y las rectangulares de hormigón.

Aros y tapas circulares

Los aros y tapas deberán ser fabricados en hierro fundido con las siguientes especificaciones técnicas:

a) Composición química:

Carbono	$2,9 \pm 0,05$
Silicio	$1,8 \pm 0,10$
Manganeso	$1,0 \pm 0,10$
Azufre	0,06 máximo
Fósforo	$0,08 \pm 0,02$
Cromo	$0,3 \pm 0,05$

b) Resistencia de materiales:

RT	$= 35 \text{ kg/mm}^2 \pm 1,0$
RF	$= 62 \text{ kg/mm}^2 \pm 1,0$
RC	$= 123 \text{ kg/mm}^2 \pm 1,0$
Módulo de elasticidad	$= 14,06 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de rigidez	$= 63,28 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$
BHN	$= 230 \pm 10 \text{ kg/mm}^2$

c) Metalografía:

Matriz perlítica
 Grafito laminar
 Tipo "A"
 Tamaño = 4

d) Peso:

Peso de tapa y cerco = $100 \text{ kg} \pm 2 \text{ kg}$
 Densidad calculada = $7,31 \text{ kg/dm}^3$

2. Marco y tapa rectangular

Los materiales usados en este tipo de tapas son: el marco, disco de identificación y el hormigón reforzado.

a) Marco y Disco de identificación

Están fabricados en hierro fundido de las mismas especificaciones técnicas de las tapas de hierro.

b) Hormigón reforzado

El hormigón será de 210 kg/cm^2 y será reforzado con una malla de varilla de diámetro $1/4$ de pulgada. El acabado de la tapa será bien liso,debera impedir la entrada de agua y será previsto de una argolla para poder ser alzada.

La instalación del aro de la tapa circular o el marco de la tapa rectangular se lo realizará al fundir la loza de cubierta; los hierros de ésta terminarán exactamente debajo de estos herrajes

para que la tapa quede bien soportada.

EMPOTRAMIENTO DEL ARMARIO DE DISTRIBUCION

Se dara a continuacion los pasos a seguir para la construccion de la base de hormigon para la instalacion del armario de distribucion y los materiales a utilizarse.

Esta constituido por hormigon de 210 kg/cm² en donde se empotrarán 4 pernos de 5/8 de pulgada, galvanizados en caliente con su tuerca respectiva y dos arandelas adicionales.

Las dimensiones de la base dependen del armario a instalarse, existiendo una gran cantidad de armarios de acuerdo a su capacidad y el material con que serán fabricados, de tal forma que para construir una base de hormigon, es necesario conocer exactamente las dimensiones del armario que va a ser instalado.

Actualmente existen armarios plásticos con bases también plástica, por lo cual será suficiente en estos casos realizar el orificio para la instalacion de la base y el armario conjuntamente.

La base del armario se ubicara junto a un pozo de revision de acuerdo a lo indicado en los planos; el orificio de la base del armario debera tener conexion directa con el pozo de revision por lo que será instalado justo sobre la pared del pozo, generalmente junto a una pared para no interferir con el paso de peatones en la acera.

3.3. TRANSMISION

3.3.1. ASPECTOS DE TRANSMISION DE UNA RED DIGITAL

No hay duda que una red en la cual todas las centrales y todas las interconexiones son digitales, da por resultado la situación más favorable respecto a todas las características importantes de calidad de transmisión, a saber:

- Se obtiene una calidad de transmisión buena, sea cual sea el encaminamiento.
- La baja atenuación en la red de enlaces hace que se pueda tener más atenuación en la planta de abonados, permitiendo ahorros en cobre al usarse cables de menor diámetro. También se puede conseguir una atenuación total que se halla más cerca del valor que los abonados consideran óptimo.
- Las características de ruido mejoran debido al número reducido de fuentes de ruido en la conexión.
- Se obtienen mejores características de eco y de distorsión por tendencia al canto, debido a que hay menos partes analógicas, que con el tiempo causan variaciones de atenuación.

Ahora bien, esta condición ideal no se obtendrá hasta que no se haya logrado una completa penetración de la conmutación y transmisión digitales, la introducción de la transmisión digital es siempre ventajosa en aquellas partes de la red en que se usa operación a cuatro hilos.

Una introducción paralela de la conmutación y transmisión digitales es el proceso más favorable, ya que las características de transmisión así obtenidas son siempre superiores a las que se obtienen aplicándose conmutación analógica. De esta forma también puede ser minimizada la cantidad de equipo que se usa sólo durante cierto período antes de una digitalización completa, por ejemplo, el equipo de conversión analógica/digital y equipo especial de señalización.

Muchos son los casos en los que la introducción paralela no es factible y existirán situaciones en las que la conmutación digital se introduzca antes que la transmisión digital (y viceversa). El objetivo será entonces que no se produzca un empeoramiento importante de las características de transmisión, en comparación con las situación existente hoy en la red, en que se usa una central analógica en la misma aplicación. En todas las aplicaciones que implican centrales digitales se puede alcanzar este objetivo.

3.3.2. CONSIDERACIONES GENERALES

Es muy importante prestar atención a la evolución técnica de los

sistemas de telecomunicaciones para hacer posible el empleo de nuevas técnicas acreditadas a medida que éstas se generalizan, con el fin de proporcionar servicios telefónicos de alta calidad y satisfacer las nuevas demandas de servicios de telecomunicaciones.

Cabe anotar que se han producido avances recientes en la tecnología digital a consecuencia del progreso de las tecnologías de transistores y de circuitos integrados.

Los sistemas de transmisión digital que aparecen en la década de los años sesenta, se introdujeron principalmente debido a su economía en distancias cortas. Actualmente, se han desarrollado sistemas de transmisión digital de gran capacidad por cables coaxiales o radioenlaces de microondas, que resultan económicos en distancias más largas. La aparición de los sistemas de transmisión por cables de fibra óptica está permitiendo la construcción de redes de transmisión económicas que comprenden desde líneas de abonado hasta circuitos para larga distancia.

Con relación a los desarrollos futuros de estas tecnologías y la demanda creciente de nuevos servicios distintos del telefónico, podría afirmarse que las redes de telecomunicaciones modificarán gradualmente sus estructuras, pasando de redes analógicas a redes digitales; por tanto se deberá tener presente el avance de la tecnología digital para reflejarlo en la planificación de redes.

El avance de las tecnologías de integración de circuitos y de integración en gran escala reducirá el costo del equipo terminal digital y de los repetidores digitales. El costo de los medios de transmisión también se reduce con la introducción de cables de fibra óptica, que son de la máxima eficacia en la transmisión digital. En los años ochenta, los sistemas de transmisión digital resultan económicos para todos los circuitos de gran longitud.

3.3.3. PLAN DE TRANSMISION

El objetivo del plan de transmisión es el establecimiento de canales destinados a cursar señales vocales, de datos o de otro tipo, de una manera que resulte satisfactoria para el abonado y técnicamente eficiente.

Los canales de transmisión y las señales vocales, de datos o de otro tipo que éstos cursen, pueden ser digitales o analógicos.

La señal denominada analógica mantiene generalmente una relación lineal con la fuente que representa y puede variar de modo continuo en el tiempo, pudiendo así adoptar cualquier valor entre el mínimo y el máximo determinado por la fuente de señales; las señales vocales no codificadas constituyen un ejemplo típico.

Por el contrario, una señal se denomina digital si sólo adopta

valores discretos, no siendo menester que sea producida por un sistema de respuesta lineal y en general entraña la codificación de la información en forma binaria, es decir mediante estados unos o ceros.

Para transmitir una señal analógica se debe emplear un canal de respuesta lineal para evitar la distorsión por no linealidad, no así los canales destinados a señales digitales, que sólo deben producir una señal de salida discreta reconocible para cada señal discreta de entrada, sin embargo, las señales analógicas pueden transmitirse por canales digitales si se codifican previamente, requiriendo para ello un interfaz de conversión, y las señales digitales pueden transmitirse por canales analógicas, por ejemplo en comunicación de datos.

Si se puede obtener una buena calidad de transmisión en una gama de frecuencias considerablemente mayor que la de las señales que cursa el enlace, el procedimiento de multiplexación permite combinar varias señales en una señal compuesta que se transmite por el mismo trayecto físico, lo que produce un aumento en la capacidad de los canales del enlace.

Dependiendo de las clases de señales, pueden requerir de diferentes anchuras de banda, por ejemplo las señales vocales requieren de una banda de 3 kHz mientras que las señales de televisión en color requieren de un ancho de banda de 5,5 MHz. Por su parte, las diversas señales de control y de supervisión se transmiten a diferentes frecuencias dentro o fuera de la banda vocal. Por lo tanto, el sistema o sistemas de transmisión utilizados en una red compleja que ofrece una multiplicidad de servicios tienen que realizar varias funciones distintas.

Los sistemas de transmisión en uso abarcan desde los soportes básicos para frecuencias vocales sin amplificación hasta los sistemas radioeléctricos por satélite y las fibras ópticas.

3.3.3.1. OBJETIVOS DE UN PLAN DE TRANSMISION

Lo que realiza un plan de transmisión es definir los objetivos de la calidad de transmisión que deben satisfacerse y la forma en que se ha de alcanzarlos para todos los tipos de señales.

Las normas de transmisión deben estar referidas tanto a la comunicación representativa del caso más desfavorable posible (y a su frecuencia de aparición) como a la comunicación de calidad media.

Los objetivos generales que deberá tener un plan de transmisión son los siguientes:

- asegurar una señal de elevada calidad en lo que respecta al ruido, el nivel y otras características;
- proporcionar el mejor servicio posible en la situación económica

existente;

- ofrecer una flexibilidad de transmisión para el mayor número posible de servicios.

Para lograr que el plan sea práctico y eficaz se deberá procurar lo siguiente:

- modernizar la red de la manera más rápida y eficiente posible;
- minimizar los costos de los nuevos equipos y de los que sean necesarios, temporalmente, para asegurar el interfuncionamiento;
- minimizar las interrupciones del servicio por razones técnicas;
- minimizar las ampliaciones o las reducciones de plantilla de personal empleado;
- tener en cuenta la capacidad de fabricación y la posibilidad de obtención de los nuevos equipos.

Para que un plan tenga buenos resultados debe contener la siguiente información:

- un plan completo de encaminamiento, que muestre la distribución de la degradación de las señales entre todos los nodos, indicándose claramente los casos más desfavorables posibles;
- métodos para la introducción de nuevos sistemas de transmisión;
- ventajas y efectos del plan, indicándose su coordinación con otros planes y el modo en que puede proporcionar una transmisión de buena calidad para los nuevos servicios que eventualmente se introduzcan;
- costos del plan.

3.3.4. CARACTERISTICAS DE CABLES Y SISTEMAS DE TRANSMISION

Veremos ahora las características de los cables y sistemas de transmisión que son aplicables para redes de telecomunicación preferentemente aquellas usadas en zonas rurales.

Para resolver el problema de la elección del sistema de transmisión se debe tomar en cuenta el clima, la densidad de población, su distribución geográfica y el nivel de desarrollo industrial. Se puede considerar los siguientes tipos de sistema de transmisión:

- a) Líneas aéreas de hilo desnudo
- b) Sistema por cable (de pares simétricos y coaxiales)
- c) Sistemas radioeléctricos

3.3.4.1. LINEAS AEREAS DE HILO DESNUDO

Dependerá principalmente de las condiciones climáticas su utilización y su importancia radica en que pueden encaminar a través de largas distancias, haces de circuitos que, aunque son relativamente pequeños, están en constante expansión.

Si bien es cierto que han perdido su importancia en la actualidad y su utilización ha disminuido, también es cierto que ofrecen una buena solución en las zonas donde la población se encuentra dispersa o en zonas en desarrollo o de desarrollo próximo siempre y cuando tengan condiciones climáticas apropiadas.

3.3.4.2. SISTEMA POR CABLE

Para las redes en zonas poco pobladas se puede utilizar cables para tendido subterráneo o aéreo.

Los conductores de cable son por lo general hilos de cobre recoado cuyo diámetro fluctúa mucho dependiendo de la situación de la red. Se puede utilizar dos tipos de hilamiento: el de plástico y el de papel y aire.

PROTECCION DE LOS CABLES

AISLANTES DE PLASTICO

Utilizan polietileno (PE) sólido o expandido o copolímero de polipropileno (PPC) sólido; el cloruro de polivinilo (PVC) normalmente usado para la distribución en el interior de edificios y para conexiones interiores de las centrales principalmente porque los riesgos de incendio son menores.

AISLAMIENTO DE PAPEL

Utilizan cinta de papel enrollada alrededor de cada conductor, con o sin espaciadores de bramante; al emplear aislamiento de papel se puede evitar la falta de estanqueidad mediante una cubierta metálica antihumectante.

CABLES ENTERRADOS, AISLAMIENTO DE PLASTICO

En la construcción de cables de conductores con aislamiento de plástico, para obtener una mayor resistencia a la difusión de la humedad, en el caso de avería de la protección exterior, deberán rellenarse los intersticios del núcleo del cable con un compuesto gelatinoso mineral que no afecte al aislamiento ni al medio de protección.

Según los diferentes diseños de cable, sobre el núcleo ira una pantalla de aluminio o cobre; cuando sea necesario, irán una o varias cubiertas de PE y una armadura de hilo o cinta de acero debidamente protegida contra la corrosión. Para la protección contra los ataques de insectos y roedores, la armadura es el medio que parece ser más seguro aunque también se consideran convenientes ciertos medios de protección especiales como la aplicación de una cinta metálica delgada de cobre, latón o bronce. El armado o el apantallamiento del cable se diseñan de modo que ofrezcan también una buena protección contra el rayo u

otros daños de origen eléctrico.

CABLES ENTERRADOS, AISLAMIENTO DE PAPEL

Alrededor del núcleo del cable se coloca de forma apretada una cubierta metálica que puede ser de aleación de plomo, de acero corrugado soldado o de aluminio, liso u ondulado. Esta protección metálica deberá estar a su vez protegida contra la corrosión por cubiertas exteriores de plástico. De acuerdo a la forma en que se vaya a tender los cables, la cubierta metálica de protección puede al mismo tiempo protegerse tanto eléctrica como físicamente mediante una armadura constituida por cinta o alambre de acero.

CABLES AEREOS

En los cables aéreos suelen utilizarse conductores con aislamiento de plástico generalmente sólido. Según los diferentes diseños de cable, alrededor del núcleo se aplica una pantalla de aluminio o cobre y si es necesario una o más cubiertas de PE. La cubierta exterior puede llevar incorporado un cable de suspensión de gran resistencia mecánica unida a la cubierta por una vaina de plástico. Para la cubierta exterior se puede utilizar también PVC.

Puede considerarse la posibilidad de proporcionar una protección adicional contra daños mecánicos o eléctricos mediante una armadura o protección metálica especial. Los cables autosoportados expuestos a fuertes vientos pueden presentar dificultades, pues las vibraciones pueden dañarlos.

CABLES DE ACOMETIDA

En las redes en zonas poco pobladas, debe prestarse gran atención a los cables de acometida, pues pueden tener una gran utilización. Por lo general, el cable de acometida debe ser autosoportado.

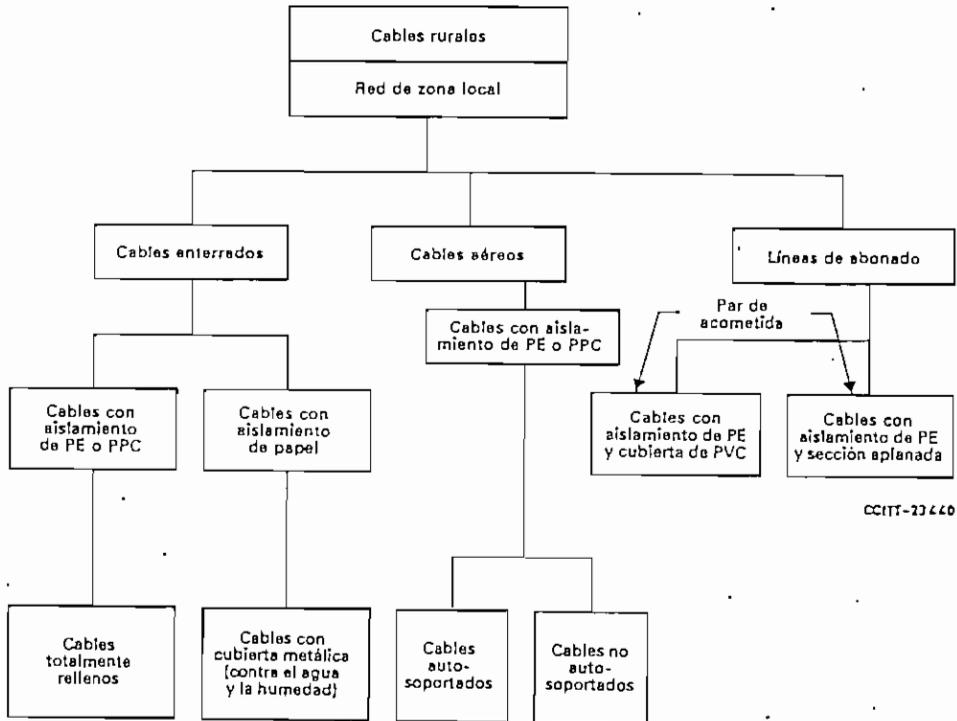
El aislamiento consiste en un compuesto de PE, sobre el que puede ir o no una cubierta de PVC. La forma puede ser aplanada o redonda, según el diseño del cable. En la tabla 3.3 se dan informaciones generales útiles para la elección del cable.

EQUIPOS DE PORTADORAS

Para obtener una utilización múltiple del soporte de transmisión, se emplea equipos de portadoras que consisten bien en una línea aérea de hilo desnudo, una ruta de cable o un trayecto radioeléctrico.

Existen algunas ventajas de su utilización, una es la de obtener economías considerables y otra es que la atenuación en los circuitos telefónicos no depende de su longitud.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
 TESIS ESCRITA DE GRADO
 TABLA 3.3



CCITT-23440

PE Polietileno
 PPC Copolímero de polipropileno
 PVC Cloruro de polivinilo

El equipo de portadoras puede subdividirse en equipo multiplex y equipo de línea, si bien en la práctica no es posible hacer esta distinción en sistemas de poca capacidad.

El equipo multiplex lo que hace es combinar los canales telefónicos en una señal de banda ancha en la cual cada canal ocupa cierta parte de la banda de frecuencias, una vez recibida por receptor los canales se separan de nuevo y se restituyen a la banda de frecuencias vocales; este procedimiento se utiliza en ambos sentidos.

El equipo de línea por su parte, conformada por los amplificadores de emisión y recepción, los repetidores y algunos equipos auxiliares, permiten establecer un trayecto de transmisión con el ancho de banda necesario y cumplir condiciones relativas al ruido, la distorsión, la diafonía, etc. Los dos sentidos de transmisión deberán estar separados eléctricamente ya sea por pares diferentes (sistemas a cuatro hilos) o utilizando bandas de frecuencias diferentes (sistemas a dos hilos).

PRINCIPIOS DE TRANSMISION

Los principales tipos de sistemas de transmisión se indican en la tabla 3.4

SISTEMAS A DOS HILOS

El medio más común y antiguo utilizado para transmisión, consiste en dos hilos que forman un circuito eléctrico y, para evitar que las señales emitidas causen perturbaciones a las señales que se están recibiendo en el aparato telefónico, éstos incluyen bobinas separadoras que permiten el retorno al abonado que habla señales vocales de intensidad similar a la que él oíría normalmente, conociéndose este fenómeno por efecto local.

Cuando, debido a tener cierta longitud en una ruta, la atenuación resulta inaceptable, se debe recurrir a la amplificación de señales. Existen dos métodos para ello, utilizando un amplificador ordinario, en donde es necesario separar cada sentido de transmisión, y por lo tanto transformar el circuito a dos hilos en uno a cuatro hilos antes de la amplificación y volver dos hilos después de ésta usando para ello "bobinas híbridas" que separan las señales de emisión de las de recepción.

Otra forma de amplificar las señales es utilizando repetidores de impedancia negativa que proporcionan una amplificación limitada de bajo costo sin necesidad de insertar bobinas híbridas, estos repetidores deben ser estudiados en detalle y se necesitará también una impedancia básica del cable para evitar problemas de inestabilidad.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
 TESIS ESCRITA DE GRADO
 TABLA 3.4

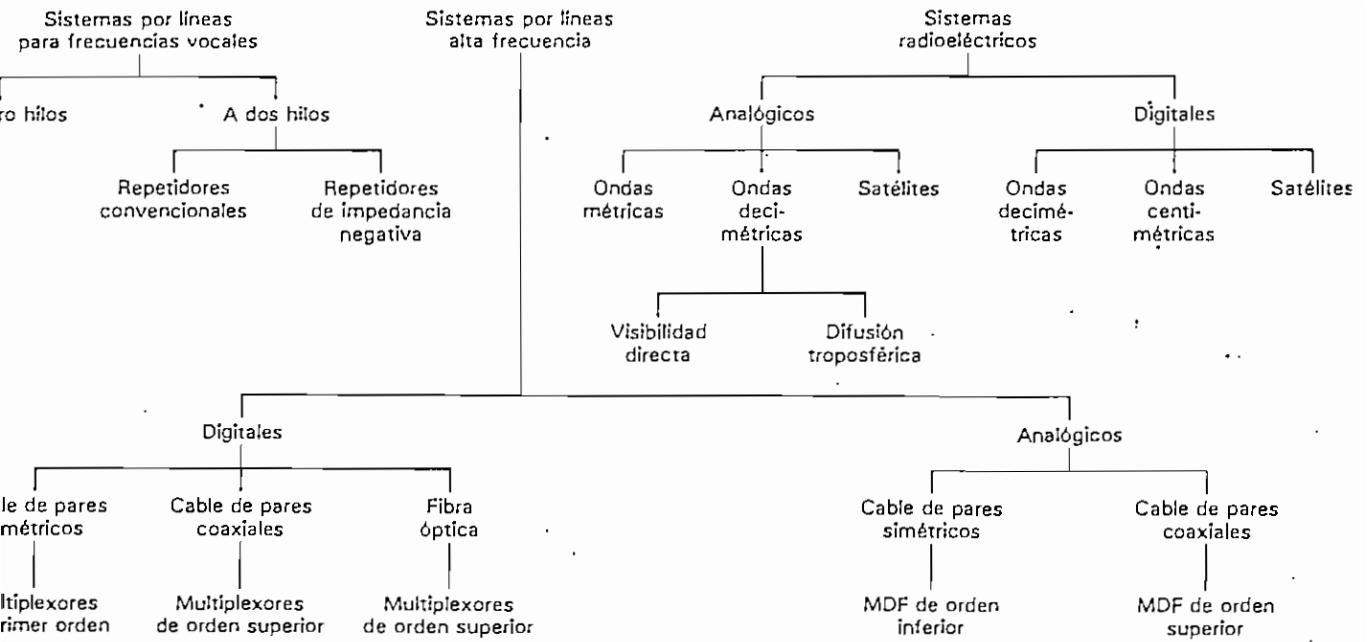


FIGURA 5-1 (V)
 Tipos de sistemas de transmisión

En resumen, los circuitos a dos hilos sólo resultan prácticos en circuitos cortos entre centrales.

CIRCUITOS A CUATRO HILOS

Todo proceso de multiplexación por división en frecuencia o de transmisión digital exige, por naturaleza, la transmisión a cuatro hilos.

En este tipo de circuito se utiliza un par de conductores para cada sentido de transmisión, de un extremo al otro, aumentando de esta manera el costo de hilos por circuito.

En circuitos a cuatro hilos, la calidad de transmisión mejora ostensiblemente y se puede utilizar amplificadores de menor costo, no se requiere de bobinas híbridas, sino únicamente cuando se precisa la interconexión con centrales a dos hilos; se prefiere este tipo de transmisión a cuatro hilos para redes de larga distancia tendiéndose, así mismo, a la conmutación a cuatro hilos en los centros primarios y de orden más elevado.

En el caso de circuitos para frecuencias vocales no se justifica la transmisión a cuatro hilos, sin embargo, debido a que los sistemas de multiplexación por división en frecuencia o en el tiempo cuentan con circuitos constituidos por "pares de emisión" y "pares de recepción" separados, la transmisión a cuatro hilos es relativamente económica para tales métodos.

SOPORTES DE TRANSMISION PARA FRECUENCIAS VOCALES

Se define, generalmente, a la banda de frecuencias vocales la comprendida entre 300 y 3400 Hz, pudiendo emplearse para la transmisión de información sin multiplexación líneas aéreas de hilo desnudo o cables multipares como soporte.

El método más sencillo de transmisión telefónica es el empleo de postes y líneas aéreas de hilo desnudo; usando este método en situaciones de naturaleza simple en que sólo se requiere de un número reducido de circuitos.

En el caso de líneas aéreas se utilizan varios tipos de conductores metálicos desnudos que difieren en resistencia mecánica, conductividad y resistencia a la corrosión; en aquellas zonas de poca densidad de población, se pueden producir atenuaciones muy grandes debido a las distancias demasiado largas y se emplea la pupinización para reducir la atenuación mediante el aplanamiento de la respuesta en frecuencia en la banda de frecuencias vocales mientras sea posible.

En lo referente a cables multipares, éstos están constituidos por muchos pares de conductores metálicos aislados, debidamente trenzados para evitar una capacidad excesiva, y por lo tanto, el acoplamiento diafónico.

3.3.4.3. SISTEMAS DE TRANSMISION RADIOELECTRICA

FRECUENCIAS RADIOELECTRICAS

Las características particulares de las distintas frecuencias radioeléctricas se deben en gran medida al modo en que se propagan; prescindiendo del uso de satélites, existen cuatro modos básicos de propagación:

- a) propagación en el espacio libre, en el que la señal pasa directamente del transmisor al receptor;
- b) propagación por reflexión ionosférica, en la que la señal se refleja en las capas ionizadas que constituyen la ionósfera, y se encuentran a cierta altura sobre la superficie terrestre;
- c) propagación por reflexión en la superficie terrestre;
- d) propagación por transmisión por toda la superficie, en la cual las corrientes que circulan en ésta permiten el paso de una señal a lo largo de la superficie terrestre.

En la tabla 3.5, se incluyen las nomenclaturas de las frecuencias radioeléctricas.

La mayoría de las telecomunicaciones transmitidas por vía radioeléctrica, emplean las bandas de frecuencia HF o superiores debido a ciertos factores como son:

- a) Congestión de frecuencias

El uso de la transmisión radioeléctrica para las telecomunicaciones va en aumento, pero muchas frecuencias están ya atribuidas a la televisión y a la radiodifusión sonora. Para el efecto, la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) organiza Conferencias Administrativas Mundiales de Radiocomunicaciones (CAMR) donde se atribuyen bloques del espectro de frecuencias a usuarios actuales y a posibles usuarios.

- b) Interferencia

En las bandas de frecuencias inferiores las estaciones de radiodifusión potentes tienden más a interferir con otras estaciones que transmiten en frecuencias próximas y están situadas en la zona de recepción que a menudo es muy extensa; los modos de transmisión no direccionales agudizan el problema.

- c) Anchura de banda

Cuanto más elevada es la frecuencia, mayor es la anchura de banda disponible, por lo que es también mayor el número de canales que pueden multiplexarse.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
 TESIS ESCRITA DE GRADO
 TABLA 3.5

CUADRO 5-1 (V)

Nomenclatura de las frecuencias radioeléctricas

Designación	Abreviatura	Frecuencia	Longitud de onda
Ondas miriámétricas	VLF	3 a 30 kHz	100 a 10 km
Ondas kilométricas	LF	30 a 300 kHz	10 a 1 km
Ondas hectométricas	MF	300 a 3000 kHz	1000 a 100 m
Ondas decamétricas	HF	3 a 30 MHz	100 a 10 m
Ondas métricas	VHF	30 a 300 MHz	10 a 1 m
Ondas decimétricas	UHF	300 a 3000 MHz	100 a 10 cm
Ondas centimétricas	SHF	3 a 30 GHz	10 a 1 cm
Ondas milimétricas	EHF	30 a 300 GHz	1 a 0,1 cm

Observación -- El término «microondas» se aplica generalmente a las ondas radioeléctricas de una frecuencia superior a 1 GHz.

CARACTERISTICAS DE LAS DIFERENTES FRECUENCIAS RADIOELECTRICAS

1. Señales de ondas miriamétricas (VLF)

Poseen longitudes de ondas muy largas, comparables a la altura en que está situada la capa ionosférica más baja (aproximadamente 50 km.); la Tierra junto con la ionósfera actúan a modo de una guía de onda y se hace posible de esta manera la transmisión a todo el mundo de señales telegráficas, de ayuda para la navegación y frecuencias patrón.

2. Señales de ondas kilométricas (LF)

Se propagan fundamentalmente a lo largo de la superficie terrestre, sirven para distancias de transmisión de hasta unos 1500 km; se utilizan para radiodifusión sonora en "onda larga".

3. Señales de ondas hectométricas (MF)

Su propagación es debida principalmente a la reflexión en la ionósfera, lo que proporciona una cobertura proporcional, en particular si la ionósfera es muy reflectica (durante la noche) y se utilizan para radiodifusión sonora en "onda media".

4. Señales de ondas decamétricas (HF)

Su principal modo de propagación es por medio de la reflexión ionosférica pero, debido a las variaciones ionosféricas, la señal recibida total está formada por diferentes componentes, que han recorrido trayectos de diferente longitud, en ciertas ocasiones esta interferencia causa los desvanecimientos, es decir, una reducción de intensidad de la señal que puede llegar a 30 dB.

La forma de contrarrestar este fenómeno es seleccionando en todo momento la mejor de dos o más señales, método conocido como "recepción en diversidad"; las señales pueden recibirse en dos antenas separadas o mediante un proceso conocido como "diversidad de frecuencia" pudiendo transmitirse y recibirse a frecuencias diferentes. El procedimiento resulta eficaz porque es muy improbable que los desvanecimientos se produzcan simultáneamente en las dos o más señales.

5. Señales de ondas métricas (VHF) y frecuencias superiores

Se propagan en el espacio libre, ya que la ionósfera refleja muy poco por encima de 30 MHz. Las frecuencias inferiores a 1 GHz, VHF y UHF se utilizan para las comunicaciones móviles de corta distancia, para televisión y para radiodifusión sonora de alta calidad.

Debido a cambios atmosféricos de temperatura, humedad y presión y, en el caso de frecuencias superiores a 10 GHz, a la lluvia, se producen dificultades en los enlaces de microonda.

En lo que a comunicaciones por satélite se refiere, las ondas deben poder atravesar la atmósfera terrestre; por debajo de 30 MHz las ondas se reflejan en la ionósfera y las frecuencias próximas a 26 GHz son absorbidas por el vapor de agua de la tropósfera; la CAMR ha atribuido las bandas de frecuencias teniendo en cuenta la necesidad de antenas de elevada ganancia, en la gama más práctica de 3,7 a 6,425 GHz. Para el efecto, se utilizan bandas de frecuencias separadas para los enlaces Tierra-espacio y espacio-Tierra. Se emplean frecuencias superiores a 26 GHz, evitando así distintas bandas de absorción, causadas por el vapor de agua y el oxígeno.

SISTEMAS DE TRANSMISION TRANSHORIZONTE

Estos sistemas utilizan la dispersión troposférica que refracta las ondas radioeléctricas más allá del horizonte visible; funcionan con un solo salto. Cuando un haz de onda se envía a un punto situado ligeramente por encima del horizonte, éste puede seguir su curso y alcanzar una región de la tropósfera sobre un punto de la superficie terrestre situado considerablemente más allá del horizonte y es por ello que una antena que apunta a la tropósfera recibe esta señal reflejada y el método permite a menudo cubrir distancias de alrededor de 400 km.

Se puede emplear la modulación por división en frecuencia o en el tiempo. El número de canales que se puede obtener es inferior a 30, pero se puede lograr más, dependiendo de la frecuencia de transmisión, la distancia y la calidad necesaria.

SISTEMAS DE RADIOENLACES

Estos sistemas se basan en la emisión directa de ondas radioeléctricas a sucesivas antenas a fin de obtener una ruta constituida por varios tramos de visibilidad directa, se emplean enlaces de ondas métricas para los servicios móviles y es por ello que se utilizan frecuencias de microondas, ya sea con modulación por división de frecuencia o de tiempo, sin embargo, ésta presenta ventajas para combatir el ruido derivado de los desvanecimientos.

Como es natural, las transmisiones de visibilidad directa dependen de:

- a) la altura de las torres de transmisión y recepción;
- b) la topografía del terreno.

En los sistemas que constan de varios canales radioléctricos, se destina casi siempre un canal de reserva, exclusivamente para de esta manera tener una elevada disponibilidad. Los canales deberían usar frecuencias determinadas de acuerdo con los planes aprobados por el CCIR y en consecuencia, la capacidad diferirá en los distintos canales, generalmente se pueden establecer hasta

2700 canales de conversacion.

SISTEMAS NACIONALES POR SATELITE

Las comunicaciones internacionales por satélites geoestacionarios son ya comunes y su gestión está a cargo de organizaciones internacionales.

Su estructura general es similar a la de una ruta de microondas terrenal de dos tramos aunque los tramos en estos sistemas son de 36000 km de longitud, por ello se requiere de equipos de transmisión, amplificación y recepción de alta calidad.

Se debe limitar en lo posible el trayecto de una comunicación a un solo satélite, a fin de evitar un tiempo de propagación excesivo. Cabe anotar, que debido a que todas las estaciones terrestres tienen "línea de vista" con el satélite, pueden comunicarse entre si y, usando el método de acceso múltiple, una portadora puede emplearse para la transmisión a varias estaciones terrenas.

No cabe duda que los sistemas nacionales por satélite presentan gran interés tanto para los países de gran extensión como para aquellos con topografía accidentada.

Las ventajas principales son:

- a) rentabilidad, ya que permiten aplazar o evitar la instalación de sistemas terrenales como los radioeléctricos de microondas;
- b) costo de los enlaces independiente de la distancia cubierta sobre la superficie terrestre;
- c) se evita la necesidad de rutas separadas entre los distintos núcleos de abonados;
- d) rápida instalación de los enlaces de comunicación, en comparación con la de las rutas terrenales, en especial para lugares distantes;
- e) posibilidad de instalar un sistema terrenal ulteriormente, al aumentar el tráfico, lo que proporciona la opción de trasladar la estación terrena a otro punto;
- f) posibilidad de añadir fácilmente nuevas estaciones terrenas al sistema de satélite, según sea menester;
- g) flexibilidad para el tratamiento del tráfico utilizando los métodos de un solo canal por portadora y de asignación en función de la demanda;
- h) facilidad para el establecimiento de enlaces de televisión, radiodifusión sonora, télex, datos con las consiguientes ventajas

para el desarrollo cultural, turístico, industrial, etc. de regiones distantes;

- i) control perfeccionado, que permite también el encaminamiento alternativo y facilidades de registro del tráfico.

Para el establecimiento de estos sistemas se dispone de algunas opciones, teniendo cada una de ellas sus ventajas y desventajas, como son:

- a) arriendo de transpondedores a organizaciones internacionales;
- b) adquisición de satélites nacionales;
- c) arriendo de transpondedores de satélites nacionales de países vecinos;
- d) cooperación con uno o más países vecinos.

Concluyendo, se puede indicar que los satélites ofrecen un instrumento muy útil para el establecimiento de sistemas de comunicaciones.

SISTEMAS DE TRANSMISION RADIOELECTRICA

Se puede hacer la siguiente clasificación de los equipos radioeléctricos donde se refleja la estructura jerárquica de las telecomunicaciones de tipo rural.

- a) Sistemas radioeléctricos de distribución de líneas de abonado
 - un solo canal telefónico punto a punto, ondas métricas o decimétricas
 - sistemas de acceso múltiple
 - sistemas por satélite
 - sistemas de ondas decamétricas
- b) Sistemas radioeléctricos de transferencia de líneas de abonado
 - un solo canal telefónico, ondas métricas y decimétricas
 - multiplex de pequeña capacidad, ondas métricas, decimétricas y centimétricas
 - multiplex de gran capacidad, ondas centimétricas
 - sistemas por satélite
 - sistemas de ondas decamétricas
 - sistemas de dispersión troposférica
- c) Sistemas radioeléctricos para enlace entre centrales
 - multiplex de pequeña capacidad, ondas métricas y decimétricas
 - multiplex de gran capacidad, ondas centimétricas
 - sistemas por satélite
 - sistemas de ondas decamétricas
 - sistemas de dispersión troposférica

1. SISTEMAS RADIOELECTRICOS MONOCANALES

Son utilizados principalmente para la función de distribución de líneas de abonado, sobretodo, las ondas métricas y decimétricas, además de realizar funciones de transferencia de líneas de abonado y enlace entre centrales.

Para la distribución de líneas de abonado se pueden identificar dos modos de funcionamiento:

- a) modo de asignación exclusiva de canales, en donde cada canal radioeléctrico de un haz atribuido a una zona geográfica dada se asigna exclusivamente a un abonado;
- b) modo de compartición de canales, en donde un número determinado de canales radioeléctricos atribuidos a la zona, se asigna a un número mayor de abonados; los canales se asignan a los abonados según el principio de asignación en función de la demanda; cada abonado puede tener acceso indistintamente a cualquiera de los canales. Estos sistemas se denominan de ACCESO MULTIPLE.

En ambos casos, las bandas de frecuencias que pueden utilizarse para la transmisión monocanal están comprendidas en la gama de 30 a 1000 MHz.

Para el efecto, la UIT sólo ha asignado parte del espectro en esta gama para enlaces fijos punto a punto. La tabla 3.6 muestra las únicas bandas de frecuencias entre 30 y 1000 MHz que han sido atribuidas para enlaces terrenales punto a punto en las tres Regiones definidas por la UIT.

Para nuestro caso en particular, se tomará en cuenta las bandas de la región 2.

Las bandas de frecuencias más utilizadas son las de 146 a 174 MHz (ondas métricas) y de 406,1 a 430 y 440 a 470 MHz (ondas decimétricas).

La separación entre ondas adyacentes es de 50,25 o 20 kHz, siendo la óptima el adoptar una de 25 kHz, por calidad telefónica y fiabilidad en la señalización y por utilización eficaz del espectro de frecuencias.

2. SISTEMAS RADIOELECTRICOS DE REDUCIDA CAPACIDAD

La capacidad final del sistema radio se determinará a base de las necesidades previstas a largo plazo, no obstante, estas previsiones suelen ser bastante difíciles y en muchos casos es conveniente comenzar con capacidades más elevadas que las que se consideren necesarias; si bien resulta antieconómico, ofrece la ventaja de que no exige modificaciones sustanciales a los pocos años.

Las gamas normales de frecuencias utilizadas para enlaces de telecomunicaciones rurales están comprendidas en la banda 9 (ondas decimétricas), principalmente de 360 a 470 y de 790 a 960,

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
 TESIS ESCRITA DE GRADO
 TABLA 3.6

CUADRO 7-1 (III)

Región 1	Región 2	Región 3	Notas
68 - 78,4 MHz ^{a1}	68 - 73 MHz	68 - 74,6 MHz	^{a1} Hay restricciones a la explotación de esta banda
75,2 - 87,5 MHz ^{a1}	75,4 - 88 MHz	74,4 - 88 MHz ^{a1}	
146 - 149,9 MHz	138 - 144 MHz	87 - 100 MHz	^{b1} Debe evitarse causar perturbaciones a actividades radioastronómicas
150,05 - 174 MHz ^{a, b1}	148 - 149,9 MHz	138 - 144 MHz	
235 - 328,6 MHz	150,05 - 174 MHz ^{a, c1}	148 - 149,9 MHz	^{c1} Debe evitarse causar perturbaciones a las comunicaciones por satélite; 156,8 MHz está reservada para comunicaciones destinadas a la protección de la vida humana en el mar, en las tres Regiones
334,4 - 399,9 MHz	174 - 220 MHz	150,5 - 170 MHz ^{c1}	
406,1 - 410 MHz ^{a, b1}	225 - 328,6 MHz	170 - 174 MHz	^{d1} Reservada en Australia para aeronaves
410 - 430 MHz	335,4 - 399,9 MHz	174 - 216 MHz ^{d1}	
440 - 470 MHz	406,1 - 410 MHz ^{a, b1}	225 - 235 MHz	^{e1} Uso limitado debido a la dispersión troposférica
790 - 960 MHz ^{e1}	410 - 420 MHz	235 - 328,6 MHz	
	450 - 470 MHz	335,5 - 399,9 MHz	^{f1} Limitaciones en Australia, India y Pakistán
	890 - 942 MHz	406,1 - 410 MHz ^{a, b1}	
		410 - 420 MHz	
		450 - 470 MHz	
		790 - 960 MHz ^{f1}	

sin embargo, no se excluye la banda 8 (ondas métricas) ni tampoco las bandas por encima de 3 GHz para capacidades elevadas.

El sistema en general puede dividirse en los siguientes bloques principales:

- equipo radioeléctrico
- equipo múltiplex
- antenas
- fuentes de alimentación de energía
- equipo auxiliar

3. SISTEMAS RADIOELECTRICOS DE GRAN CAPACIDAD

Los sistemas radioeléctricos de gran capacidad en ondas centimétricas ponen a disposición el utilizar el total o sólo parte de su capacidad.

Desde el punto de vista de telefonía rural, la utilización de sistemas radioeléctricos de gran capacidad puede clasificarse en:

- a) utilización parcial para telefonía rural de un soporte radioeléctrico en ondas centimétricas destinado al servicio primario en la red nacional
- b) utilización total y con carácter primario de un soporte radioeléctrico en ondas centimétricas para telefonía rural

El tipo de utilización parcial se lo puede utilizar cuando se tenga una ruta de relevadores radioeléctricos que atraviese algunas poblaciones rurales.

La utilización en su totalidad de un sistema radioeléctrico de ondas centimétricas se justifica en los siguientes casos:

- Enlaces en zonas rurales en las que se prevé una rápida expansión telefónica durante la vida útil del equipo.
- Existencia de varias líneas de abonado por portadoras con prolongaciones excepcionalmente largas a través de un trayecto común.
- Desarrollo simultáneo del servicio telefónico, del de televisión y de otros servicios de telecomunicaciones que requieran transmisiones en banda ancha.

Tomando en cuenta que es difícil resumir las especificaciones de los sistemas radioeléctricos de media y gran capacidad para larga distancia, a continuación se indicarán las características principales:

CAPACIDAD

Media:	60-120-300	Canales FDM (transmisión analógica)
	120-240-480	Canales PCM (transmisión digital)

Grande: 600-900-1200 Canales o TV (transmisión analógica)

FRECUENCIA

Se han recomendado disposiciones de canales en las bandas de 2, 4, 6, 7 y 11 GHz; la transmisión digital es viable, sobretodo en las bandas de 2 y 7 GHz. En la Recomendación 497-1 del CCIR Vol. IX, UIT, se ha establecido una recomendación sobre una disposición adecuada de 480 canales PCM a 34 Mbit/s en la banda de 13 GHz.

MODULACION

Se utiliza modulación de frecuencia para los sistemas analógicos y modulación por desplazamiento de fase para los sistemas digitales.

DISPONIBILIDAD

Siendo un parámetro importante, exige:

- Alto grado de fiabilidad del equipo (tiempo medio entre fallos)
- Alto grado de mantenibilidad (tiempo medio de reparación)
- Equipo de reserva con conmutación de protección

CALIDAD DE TRANSMISION

Tratan características como son las especificaciones del interfaz, normalización, disposición de canales, circuito ficticio de referencia, objetivos de ruido, procedimientos de prueba, transmisión por canales de servicio, características de modulación.

Los sistemas de media y gran capacidad son más perfeccionados que los de pequeña capacidad pues deben proporcionar un mejor grado de servicio.

Está constituido por:

- a) equipo múltiplex,
- b) transceptores terminales,
- c) transceptores repetidores,
- d) equipo de servicio,
- e) equipo de conmutación de protección,
- f) antenas, y
- g) infraestructura.

3.3.5. MULTIPLEXACION

3.3.5.1. MULTIPLEXACION POR DIVISION EN FRECUENCIA (FDM)

Se utilizan señales individuales que modulan diferentes

frecuencias portadoras de canal, constituyéndose de este modo un grupo denominado primario de canales (multiplexados) que pueden transmitirse por un par de conductores, requiriéndose pares separados para transmisión y recepción a fin de evitar complejos sistemas de filtrado; se denomina sistema de portadoras (multicanales).

Por un proceso de modulación subsiguiente, varios grupos primarios pueden reunirse para constituir un grupo de mayor capacidad denominado secundario y a su vez varios de éstos pueden reunirse para constituir grupos de mayor capacidad, y así sucesivamente, limitado básicamente por el ancho de banda del medio de transmisión.

Empleando este tipo de modulación se puede alojar generalmente doce circuitos en dos pares ordinarios y en conductores con mejores características se pueden alojar más circuitos; con medios tales como cables coaxiales y sistemas radioeléctricos el ancho de banda es mayor.

3.3.5.2. MULTIPLEXACION POR DIVISION EN EL TIEMPO (TDM)

Las características principales de los sistemas de transmisión digital son: que requieren una conversión de las señales vocales analógicas a digitales y viceversa, utilizan multiplexaje por división en el tiempo y que emplean repetidores regenerativos.

Es un método que utiliza un procedimiento de muestreo, explorando varios canales y determinando el nivel de cada uno, éste se transmite al extremo distante en el cual existe un mecanismo de exploración sincronizado en el nivel que corresponde a cada canal. Existen varios métodos para determinar el nivel de cada canal, como son: modulación de impulsos en amplitud, modulación de impulsos en duración (o ancho) y modulación por impulsos codificados (PCM), siendo ésta la técnica TDM más corrientemente utilizada y para la que se cuenta con más equipos.

Existen dos métodos para la codificación digital de las señales vocales, la modulación por impulsos codificados (PCM) y la modulación delta (DM). La modulación PCM se basa en el muestreo de la señal analógica, en la cuantificación de cada muestra y por último, en la conversión por codificación, representando cada una de las muestras por una serie de impulsos binarios, en una señal digital, se requiere que la frecuencia de muestreo sea, como mínimo, el doble de la frecuencia máxima que utiliza la señal que ha de codificarse.

Por su parte, la modulación delta difiere de la modulación PCM en que la DM transmite la información mediante un solo dígito binario de código (señal), que indica la variación de amplitud positiva y negativa de una muestra con respecto a la muestra precedente; además la frecuencia de muestreo es mayor que en la modulación PCM.

MODULACION POR IMPULSOS CODIFICADOS (PCM)

Recomendaciones de la serie G.700 "Aspectos generales de los sistemas de transmisión digital: equipos terminales".

En este tipo de modulación, cada canal telefónico es muestreado 8000 veces por segundo según lo normalizado por el CCITT; la información así obtenida se codifica mediante impulsos binarios siendo la ventaja de este método que sólo hace falta detectar la presencia o la ausencia de un impulso y el dispositivo de regeneración no tiene más que limitarse a sustituir un impulso distorsionado por un nuevo impulso y un espacio vacío afectado por cierto nivel de ruido por un espacio vacío exento de todo ruido, obteniéndose así prácticamente la señal digital original, siendo ésta la razón por la cual es posible establecer conexiones en las que intervengan varios enlaces y quedan eliminados muchos de los problemas de la transmisión analógica.

La velocidad binaria PCM de 64 kbit/s por canal telefónico está normalizada por las Recomendaciones del CCITT sobre Aspectos de los sistemas de transmisión numérica; equipos terminales.

Una vez codificadas las señales por distribución en el tiempo, los canales de conversación individuales son multiplexados, recomendándose dos tipos de multiplexores primarios PCM: uno de 30 canales telefónicos con ley de codificación A y una velocidad binaria de 2048 kbit/s, y otro que utiliza la ley de codificación u para 24 canales con una velocidad binaria de 1544 kbit/s, estos se encuentran en la Recomendación del CCITT, Características de los equipos multiplex PCM primarios que funcionan a 2048 kbit/s. Rec.G.732 y 1544 kbit/s. Rec.G.733. Cabe mencionar que, basándose en estas dos normas se han elaborado algunos sistemas de multiplexaje de orden superior.

La señal digital puede transmitirse por cable o por sistemas radioeléctricos utilizando regeneración, en ciertos puntos, de los impulsos emitidos por el regenerador precedente; el mecanismo de regeneración realiza los siguientes pasos:

- igualación y amplificación
- reajuste de la temporización
- regeneración

Sin embargo de ello, existen siempre errores y fluctuaciones de fase; los valores típicos de la tasa de errores van de 10^{-8} a 10^{-10} por km.

Para sistemas radioeléctricos, los sistemas para transmisión a 2 o 1,5 Mbit/s son los adecuados en enlaces punto a punto y puede utilizar una estación repetidora que apenas está constituida por dos estaciones terminales adosadas.

Para su funcionamiento se requiere:

- transceptor
- antena
- fuente primaria de energía
- infraestructura

El transceptor consta de un transmisor de modulación directa, modulado en fase o en frecuencia por la señal de banda de base, un receptor convencional y una fuente de alimentación. La antena es muy sencilla, pudiendo ser tipo Yagi para ondas decimétricas y pequeñas paraboloides, de 1 a 2 metros de diámetro para frecuencias por encima de 10 GHz.

La fuente primaria de energía debe tener una potencia de por lo menos 10 w, y debido a su elevada fiabilidad no requiere equipo radioeléctrico duplicado ni con protección.

Existe también la posibilidad de trabajar con equipos mixtos de cable y radioeléctricos para salvar obstáculos o distancias en las que no se disponga de cable o su instalación sea costosa y difícil.

En resumen, la técnica TDM sólo puede aplicarse en la red de distribución empleando aparatos telefónicos digitales, que transmiten y reciben señales PCM a 64 kbit/s, las ventajas en el modo TDM con líneas metálicas en comparación con las conexiones de frecuencia vocales, son las siguientes:

- a) mayor calidad de transmisión, debido al enlace a cuatro hilos que llega hasta el abonado;
- b) menor costo del cable: éste puede ser de menor diámetro para toda clase de configuraciones topológicas, así como de reducida longitud total para las configuraciones de bucle y de línea;
- c) más fácil integración de los servicios telefónicos y de transmisión de datos.

Se debe aplicar la técnica temporal en la red de transferencia cuando existe una distancia apreciable (aprox. 10 km) entre la central local y el punto de convergencia; en este caso los canales telefónicos pueden multiplexarse y transmitirse por un mismo soporte.

Los parámetros principales del enlace son:

- longitud
- número de canales requerido
- desarrollo previsto
- condiciones topográficas

Para distancias superiores a 25 km y una capacidad final de 1000 canales o más (previstos para los próximos 10 o 20 años) se deben adoptar otros sistemas de transmisión, en particular soportes convenientes para los sistemas PCM de segundo y tercer orden (120 o 480 canales) los cables coaxiales de diámetro muy pequeño

(microaxial 0,7/2,9 mm) o los radioenlaces digitales con modulación PDM (bandas de 2 a 13 GHz); en la actualidad existe otra alternativa, que es el uso de fibra óptica.

Se designa con el nombre de factor de degradación, lo que resulta de la conversión del nivel de una señal analógica que no presenta discontinuidades, como es la señal vocal, en otra señal constituida por escalones discretos siendo evidente que cuanto mayor sea el número de etapas de conversión y cuanto menor el número de códigos disponibles para definir el nivel de una señal, tanto mayor será la distorsión de cuantificación.

Es común disponer de 7 u 8 dígitos binarios por canal con lo que se obtienen ± 64 o ± 128 códigos. Los dos sistemas normalizados del CCITT utilizan 24 o 32 intervalos de tiempo por trama, obteniéndose 24 o 30 canales. Figura 3.4.

El número de canales PCM depende del medio de transmisión y se deberá contar con regeneradores cada cierta distancia. El ancho de banda necesario es del orden de 1 MHz; con las fibras ópticas, y debido a su gran ancho de banda, se obtienen mejores resultados.

3.3.6. FACTORES DE DEGRADACION DE LA CALIDAD DE TRANSMISION

Para asegurar una alta calidad de transmisión, se han estudiado diversos problemas y se han identificado medios para minimizar sus consecuencias. El CCITT y el CCIR han elaborado una serie de normas respecto a las pruebas para determinar la medida en que los abonados están satisfechos con la calidad de servicio.

3.3.6.1. ATENUACION

CONSIDERACIONES GENERALES

Existen tres factores fundamentales que contribuyen a la atenuación del volumen recibido:

- a) La sonoridad de los sonidos vocales; en presencia de un efecto local muy pronunciado, el usuario oirá su propia voz con volumen superior al normal y tenderá a hablar más bajo;
- b) El rendimiento de los aparatos telefónicos;
- c) La atenuación experimentada en la conexión debido tanto a la conmutación como a la transmisión;

El factor más importante de insatisfacción de los abonados es la atenuación global entre ellos, con las comunicaciones ya establecidas; cuando sea excesiva, la voz será recibida débil e inaudible y cuando sea demasiado baja, se recibirá la voz con demasiado volumen y probablemente distorsionada.

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
 TESIS ESCRITA DE GRADO
 FIGURA 3.4

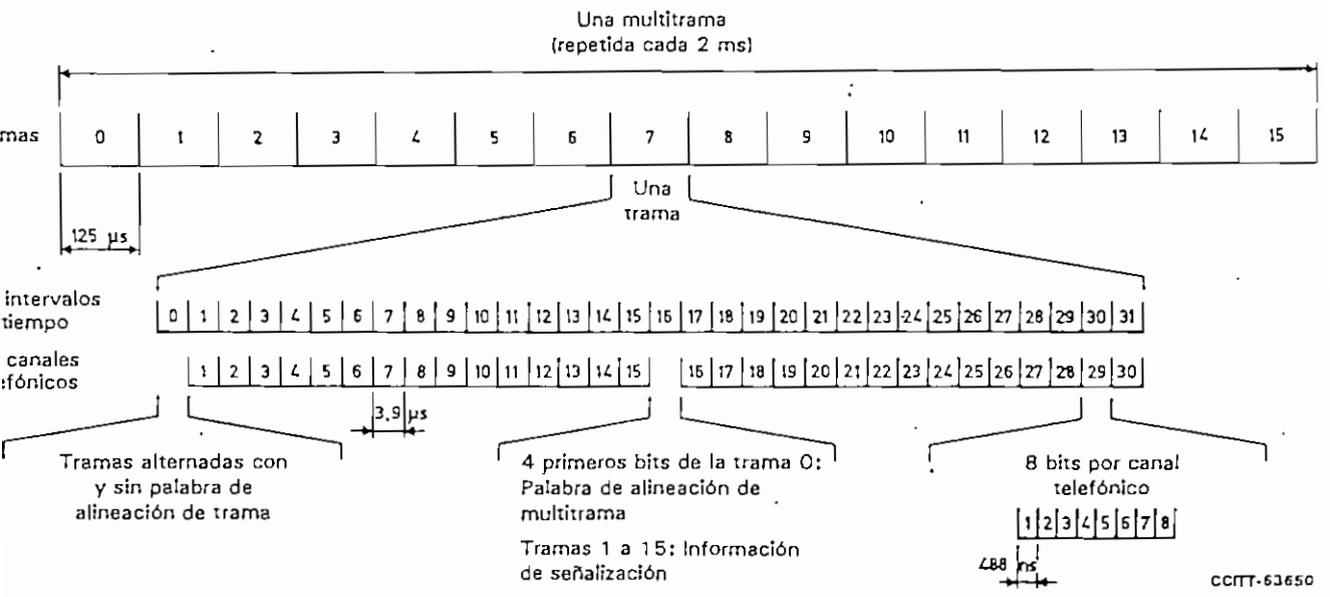


FIGURA 5-3 (V)

Ejemplo de un sistema MJC: Sistema de 30 canales telefónicos normalizado por el CCITT con una velocidad binaria total de 2048 kbit/s

Cada vez que nos aproximemos mas al establecimiento de una red digital integrada, mejorará la calidad de transmisión, especialmente en lo referente al ruido y a la atenuación.

NIVELES RELATIVOS DE POTENCIA

Por el hecho de existir una amplia variación de los niveles de potencia que se registran en las telecomunicaciones, es más práctico utilizar una unidad comparativa logarítmica y por ello, está muy difundido el empleo de una norma que se basa en la unidad denominada decibelio (dB) equivalente a un décimo de un belio, y que se define de la siguiente forma:

- ganancia de potencia = $10 \log (P2/P1)$ decibelios, si la potencia de salida P2 es mayor que la potencia de entrada P1; o
- pérdida de potencia = $10 \log (P1/P2)$ decibelios, si P2 es menor que P1.

La facilidad que se obtiene es que utilizando esta unidad logarítmica, las ganancias o pérdidas de potencia pueden sumarse o restarse para obtener la pérdida o ganancia total.

Debido a que se trata de una medida comparativa de la potencia, es imprescindible indicar en todos los casos el nivel de potencia utilizado como referencia. Si se elige un punto de referencia CERO, la potencia de una señal en cualquier punto, con relación al punto de referencia cero se mide en "dBr".

Con el propósito de medir niveles "absolutos" de potencia, la potencia de una señal con relación a 1 mw se expresa en dBm. Por ejemplo, 1 w = 1000 mw, y por consiguiente +30 dBm.

Un nivel "absoluto" de una señal, "relativo" al punto de referencia se expresa en dBmO. Por consiguiente:

$$\text{dBmO} = \text{dBm} - \text{dBr}$$

Por ejemplo, una señal de 1 w en un punto cuyo nivel relativo es +20 dBr, tendrá un nivel de señal relativo al punto de referencia 10 dBmO.

Estas son las unidades básicas de los niveles relativos de potencia aunque existan otras para tareas determinadas como por ejemplo el dBmOp es una unidad utilizada para medir niveles relativos de ruido.

EQUIVALENTES DE REFERENCIA

Para medir la atenuación existen métodos que implican el empleo de "circuitos de referencia" de alta calidad con los cuales se comparan los circuitos reales; la atenuación que ha de

introducirse en el equipo de referencia para obtener en este equipo una sonoridad igual a la alcanzada en el circuito real, se considera como la atenuación del circuito real.

El equipo de referencia del CCITT, mencionado anteriormente, usado para este tipo de pruebas se conoce por NOSFER (nouveau système fondamental des équivalents de référence) y, cuando con este equipo se mide la atenuación de abonado a abonado, se obtiene un parámetro conocido por equivalente de referencia global (ERG) expresando la atenuación global en decibelios.

El CCITT recomienda actualmente que el ERG máximo sea inferior a 33 dB, sin embargo, éste debe considerarse un límite superior absoluto ya que para los abonados, una atenuación de este valor será considerable. El ERG del 97% de las comunicaciones debe estar situado entre 13 y 23 dB y el objetivo, a largo plazo es reducir estos márgenes de tal forma que el 100% de las comunicaciones tengan un ERG de 13 a 18 dB. (Recomendación G.121 Equivalentes de referencia corregidos (ERC) de sistemas nacionales).

La "Secuencia de referencia digital" proporciona el equivalente digital a un nivel de referencia analógico de 0 dBr. En los enlaces de transmisión analógica puede controlarse la atenuación en el extremo de recepción de cada enlace, mientras que con los sistemas de transmisión digital, conectados a conmutadores digitales, no puede controlarse la atenuación en el extremo de recepción, si se debe mantener la transparencia digital.

Se debe tener cuidado al especificar los niveles de transmisión en la parte analógica de una red mixta analógico/digital, con el fin de obtener la atenuación apropiada de extremo a extremo.

La secuencia de referencia digital es una medida práctica al relacionar las señales de la parte digital de una red con los niveles de referencia de la parte analógica de dicha red.

Los extremos virtuales, es decir los puntos del interfaz con la red nacional donde comienza la red internacional, definen unas atenuaciones de 21 dB para el equivalente de referencia en emisión (ERE) y de 12 dB para el equivalente de referencia en recepción (ERR), permitiendo de esta forma el establecimiento eficaz de la transmisión internacional.

Es necesario establecer una planificación particularmente estricta para ajustarse a los valores a largo plazo recomendados por el CCITT. Para evitar la inestabilidad se necesita un ERE mínimo de 6 dB y si hay un número considerable de etapas de conmutación a dos hilos en un trayecto de comunicación, puede provocar que la comunicación un equivalente superior a los 18 dB.

Para el caso de los circuitos a cuatro hilos, normalmente no es necesario el prever una atenuación, lo que resalta la necesidad de extender la red a cuatro hilos hasta el nivel de central

local.

CALIDAD GLOBAL DE TRANSMISION DESDE EL PUNTO DE VISTA ESTADISTICO

Es una función estadística de la distribución del equivalente de referencia en las redes componentes: abonado + local + interurbana + local + abonado.

Antes de proceder a controlar la dispersión de los equivalentes de referencia en los circuitos locales y en los interurbanos, se debe considerar lo siguiente:

- a) No se consigue ninguna ventaja al introducir atenuaciones artificiales en las líneas para reducir la dispersión en las atenuaciones que pueden encontrarse, salvo el caso en que un número importante de líneas de abonado presenten valores próximos al equivalente de referencia que se les haya asignado.
- b) Es posible que se registren pequeñas diferencias en la calidad de transmisión de las comunicaciones entre una llamada y la siguiente, siendo uno de los factores que ejercen gran influencia sobre la calidad relativa de estas comunicaciones para el abonado que efectúa la llamada será la posición de los abonados llamados en sus respectivas redes locales.
- c) En aquellos casos en que redes interurbanas y redes locales con una dispersión controlada se asocian a redes de abonados que presenten grandes dispersiones del equivalente de referencia se deberá dejar bien aclarado si se produce una reducción significativa cualquiera en la dispersión estadística de los equivalentes de referencia globales.

IMPORTANCIA RELATIVA DE LA ATENUACION DE LAS LINEAS DE ABONADO

Es imprescindible considerar el desarrollo a largo plazo de la red, asegurándose en todo momento de que el cumplimiento de normas tales como la recomendación a largo plazo del CCITT de un ERG de 13 a 18 dB no se ponga en peligro por errores de juicio al establecer las instalaciones iniciales, o que el cumplimiento de dichas normas no traiga consigo una explotación antieconómica de las instalaciones existentes. No obstante, ésta es a menudo difícil de conseguir en una zona rural, donde las distancias son grandes, los circuitos son a dos hilos.

METODO ITERATIVO PARA LA ASIGNACION DE ATENUACIONES EN LAS REDES LOCALES E INTERURBANAS

Un método que se utiliza con frecuencia consisten en asignar un valor único de atenuación máxima para cada categoría de circuitos interurbanos y locales que forman parte de la red; para esta asignación se tienen en cuenta: la estructura general de la red,

en lo que se refiere a los tipos, longitudes y cantidades de circuitos de cada categoría; las modificaciones que se prevé introducir en la misma en el futuro y el costo total de la red, cuidando que los valores de la atenuación se ajusten a lo recomendado por el CCITT.

3.3.6.2. DISTORSION DE ATENUACION Y POR RETARDO DE GRUPO

La banda de frecuencias vocales es la comprendida entre 300 y 3400 Hz, idealmente, las señales comprendidas en toda la banda deberían tener un volumen uniforme pero en la práctica, esto no sucede, pues la atenuación y otros problemas originados por retardo de grupo en la propagación por sistemas FDM originan efectos no lineales. Para ello es necesario especificar un punto "medio" (800 Hz) y conseguir que en ninguna parte de la banda la atenuación relativa a ese punto exceda de un valor preestablecido, esto no sólo es importante para la reproducción de la voz sino también para la transmisión de datos y de señales multifrecuencia.

El problema sólo puede evitarse mediante una planificación inicial que asegure una alta calidad, lo que se consigue cumpliendo los siguientes requisitos:

- procedimientos apropiados de diseño que sean debidamente observados en la práctica;
- compatibilidad entre equipos;
- buenas especificaciones de diseño; y
- número mínimo de conversiones entre sistemas analógicos y digitales.

3.3.6.3. ESTABILIDAD

En los bucles a cuatro hilos se producen oscilaciones parásitas cuando los procesos de equilibrado y amplificación de una línea dan como resultado una atenuación de 0 dB o negativa y para evitar que esta inestabilidad se produzca, se debe prever una atenuación mínima por línea.

Previendo una atenuación mínima más elevada se puede evitar fenómenos de inestabilidad sobretodo en los casos de bobinas híbridas donde la atenuación es crítica.

En el caso de radioenlaces en ondas decamétricas, las variaciones de ruido causadas por condiciones ionosféricas, requieren un atenuador especial en cada extremo del circuito a cuatro hilos.

3.3.6.4. DIAFONIA

Se define la diafonía como la interferencia procedente de otros canales, como consecuencia de sistemas de transmisión mal

diseñados, como la no linealidad en los amplificadores, o trayectos de transmisión mal instalados, generalmente en cables multipares, lo que origina acoplamientos debidos a la capacidad, a la inductancia o a las corrientes de fuga. La relación entre la señal y la diafonía, llamada "relación diafónica", debe ser alta, normalmente un valor de 65 dB es aceptable para evitar este fenómeno tan molesto; el ruido de línea, el ruido ambiente y la atenuación pueden encubrir la diafonía, a medida que aumenta la calidad de transmisión, la percepción de la diafonía puede hacerse más frecuente.

3.3.6.5. TASA DE ERRORES Y DISTORSION DE CUANTIFICACION

En los sistemas de transmisión digital, el número de errores en los bits deber ser el mínimo; estos errores son causados por el ruido en el medio de transmisión y por los deslizamientos de trama debido a una sincronización deficiente.

La distorsión de cuantificación puede reducirse aumentando las posibilidades de codificación o disminuyendo el número de conversiones entre equipos analógicos y digitales; otra forma de reducir el ruido es utilizando técnicas de compansión (comprensión - expansión), consistentes en amplificar las señales de bajo nivel, antes de la codificación, para hacerlas menos sensibles a las diferencias entre los escalones de cuantificación.

3.3.6.6. ECO Y TIEMPO DE PROPAGACION

El eco se produce debido a un equilibrio imperfecto de la impedancia de línea entre un circuito a dos hilos y otro a cuatro hilos; una parte de la señal recibida en la bobina híbrida del extremo distante, regresa debido a la existencia de fugas entre las bobinas separadoras; el efecto aumenta con la reducción del equivalente de referencia (ER) del trayecto del eco, con el aumento del desequilibrio y con el retardo entre la emisión de la voz y la recepción del eco.

Cuando el tiempo de propagación de ida y vuelta en los circuitos es inferior a unos 50 ms se puede obtener protección contra el eco aumentando la atenuación, no obstante, en rutas muy largas, es necesario insertar supresores o compensadores de eco. Otro método de protección contra el eco consiste en asegurar una gran velocidad de propagación; para reducir el tiempo de propagación se utilizan sistemas de portadoras y se evita un número excesivo de interfaces de modulación/demodulación así como del uso de cables muy cargados.

3.3.6.7. RUIDO

Se puede definir el ruido como una interferencia aleatoria

general a diferencia del eco y la diafonía que son formas particulares de interferencia; el ruido blanco se caracteriza por una distribución aproximadamente uniforme de la energía en todo el espectro de frecuencia a diferencia del ruido impulsivo que se produce por impulsos de amplitud bastante elevada normalmente causado por operaciones de conmutación.

Es imposible eliminar el ruido por completo, dependiendo el resultado final de las sumas que se inviertan en evitar las fuentes de ruido y de las técnicas de comprensión/expansión que aumenta la relación señal/ruido para las señales débiles, que son las más vulnerables.

3.3.7. TRANSMISION POR FIBRA OPTICA

Está constituida por tres partes fundamentales:

- medio de transmisión en sí mismo
- fuentes ópticas (en la zona visible o el infrarrojo próximo) modulados por la señal que lleva la información
- receptor óptico, que extrae de la portadora óptica modulada una señal en banda base prácticamente igual a la señal presente a la entrada

El medio de transmisión actualmente utilizado es la fibra de vidrio y se han obtenido valores de atenuación sumamente bajos debido al mejoramiento de las técnicas de fabricación de éstas y utilizando longitudes de onda en las regiones de alrededor de 1,3 y 1,5 μm . Además se ha progresado hacia la realización de fibras multimodo con anchura de banda estratificada, permitiendo de este modo la realización de sistemas de transmisión de gran capacidad.

Se requiere de fuentes ópticas para la conversión de señales eléctricas en señales ópticas, es decir para realizar la función de un traductor electro-óptico en el extremo de emisión de una fibra.

Las características que deben tener estas fuentes son: tamaño pequeño, poco consumo de energía, debe modular a la velocidad binaria del sistema, tener una pequeña anchura de raya espectral, ser estables en función del tiempo y la temperatura y tener la mayor salida óptica posible.

Las fuentes ópticas que satisfacen estas exigencias y son más corrientemente empleadas en los sistemas de fibra óptica, son los láseres de semiconductor y los díodos electroluminiscentes (led).

Por el contrario, el detector óptico tiene por función convertir las señales ópticas en señales eléctricas en los terminales del trayecto de transmisión o en repetidores intermedios; para maximizar la distancia entre el emisor y el receptor, éste deberá tener una alta eficiencia, una rápida respuesta y un bajo nivel de ruido a fin de alcanzar la relación señal/ruido o la

característica de error deseada con el mínimo de potencia óptica recibida.

Además, el receptor debe ser capaz de funcionar a la temperatura ambiente, alimentado desde una fuente conveniente, y ser de pequeño tamaño, ligero, fiable y económico.

Los fotodiodos de semiconductor satisfacen todas estas exigencias de los sistemas de telecomunicación y han sido utilizados en todos los experimentos e instalaciones importantes hasta el momento. Los tipos de fotodiodos más utilizados son el fotodiodo PIN (FDP) y el fotodiodo de avalancha (FDA).

En la actualidad, se considera que los recientes trabajos de desarrollo en el campo de las fibras ópticas, los cables de fibra óptica y la tecnología de los dispositivos ópticos han progresado hasta tal punto que la aplicación de sistemas de transmisión por fibra óptica en la red local parece una alternativa viable a los sistemas convencionales en la red de abonados. La característica de transmisión de banda ancha de las fibras ópticas ofrece nuevas posibilidades para la transmisión de señales y el suministro de servicios.

En consecuencia, mediante el empleo de fibras ópticas en las redes locales es posible realizar una red integrada capaz de suministrar servicios de banda estrecha y de banda ancha, aparte de las ventajas que ofrece en cuanto a la calidad y la cantidad de la información; la instalación de una red local de fibras ópticas tiene una enorme repercusión en la propia tecnología de las fibras.

El sistema de transmisión específico que se seleccione dependerá de los servicios que deban proporcionarse, por ejemplo, videotelefonía, televisión en color, videoconferencia y servicios integrados de banda estrecha.

La concepción de una red local integrada de telecomunicaciones de banda ancha debe satisfacer las siguientes condiciones fundamentales:

- una fibra para cada abonado
- posibilidad de utilizar varias longitudes de onda (multiplexación por división en longitud de onda)
- una configuración modular para la instalación del sistema, según las exigencias de los abonados
- plena compatibilidad con las actuales redes de servicios especializados (telefonía, datos)
- compatibilidad con el actual equipo de abonado
- alimentación individual del equipo de abonado
- servicio mínimo en el caso de interrupción de la alimentación en energía eléctrica (por ejemplo el servicio telefónico)

Para satisfacer las mencionadas condiciones pueden utilizarse los siguientes métodos de transmisión por fibra óptica:

a) Sistema analógico:

- multiplexación por división en longitud de onda (con separación de los sentidos de transmisión por medio de acopladores ópticos)
- multiplexación por división en el espacio

b) Sistema digital:

- multiplexación por división en longitud de onda (con separación de los sentidos de transmisión por medio de acopladores ópticos)
- multiplexación por división en el tiempo
- multiplexación por división en el espacio

Para la determinación del sistema de transmisión más adecuado para una determinada configuración de red hay que proceder a un análisis de las ventajas en relación con los costos; una vez elegido el sistema de transmisión, se seleccionan las fibras ópticas y los tipos de cables que convengan.

Atendiendo, en particular a las aplicaciones en la red de enlace, todas las características mencionadas hacen que los sistemas de transmisión por fibra óptica sean especialmente adecuadas; por ejemplo, las bajas pérdidas permiten el enlace de las centrales sin repetidores intermedios y el pequeño diámetro de los cables ópticos permite una utilización más eficaz de las canalizaciones, lo que se traduce en considerables economías de costo.

En conclusión, desde su aparición como un conveniente medio de transmisión, se han citado y destacado muchas veces las ventajas de la fibra óptica, como son: baja pérdida de transmisión, gran anchura de banda, insensibilidad a la interferencia electromagnética y pequeño radio de curvatura; por otra parte, la idoneidad de la fibra óptica para diferentes sectores de la red de telecomunicación, desde un bucle local hasta enlaces intercentrales, confirma la validez de la adopción de este nuevo soporte como medio de transmisión.

3.4. FACILIDADES PARA OTROS SERVICIOS.

3.4.1. SERVICIOS TELEFONICOS AUTOMATICOS. .

3.4.1.1. SERVICIOS BASICOS.

Dentro de los servicios basicos que normalmente se ofrecen a los abonados se encuentran los siguientes:

- a) Comunicaciones telefónicas automáticas locales, nacionales e internacionales y la tarificación automática de esas comunicaciones,
- b) el acceso a la operadora para:
 - establecer comunicaciones con puntos con los cuales no existe servicio automático,
 - ayuda para el establecimiento de comunicaciones con puntos con los que existe servicio automático,o
 - para pedir información.
- c) el acceso a los anuncios grabados a fines de información,
- d) el acceso a los servicios comunes, los cuales proporcionan los medios de efectuar llamadas de urgencia a la policia, bomberos, ambulancias, etc.
- e) servicio de previo pago.

IDENTIFICACION DE LLAMADAS MALICIOSAS.

Se presta ayuda para la identificación del origen de las llamadas maliciosas a discreción de la administración y recibida una petición del abonado.

INTERCEPCION DE LLAMADAS.

Las llamadas que no consiguen llegar al número deseado debido a una de las siguientes razones, se pueden interceptar y desviar a una operadora, a un contestador automático o a un tono que proporcione al abonado que llama la información adecuada:

- cambio del número del abonado e indicación del nuevo número;
- renumeración de un grupo de números o cambio de código de numeración;
- información equivocada en la guía telefónica;

- marcación de un código no atribuido;
- marcación de un número o números previstos en el plan de numeración pero todavía no atribuidos o retirados del servicio;
- ruta averiada;
- ruta congestionada;
- línea del abonado temporalmente fuera de servicio;
- suspensión del servicio por falta de pago.

SERVICIO DE ABONADO AUSENTE.

Es un tipo especial de intercepción de la llamada, que a petición del abonado las llamadas hechas a su número durante un periodo especificado son interceptadas en la central y transferidas a una operadora, a un contestador automático o a un tono especial de información. El desvío de la llamada puede realizarse por medio de clavijas en el repartidor principal o por control a distancia, por ejemplo, cambiando la dirección del número de abonado.

BLOQUEO DE LA LLAMADA.

Se puede bloquear las llamadas de llegada y/o de salida en el caso de avería del equipo o si el servicio del abonado se suspende por falta de pago. También se puede realizar el bloqueo de llamadas a petición del abonado.

OBSERVACION DE LA LINEA.

Si un abonado se queja de conexiones erróneas o de tarificación equivocada, su línea será objeto de observación que permita registrar el tiempo, los números marcados, y las unidades de tarificación aplicadas.

3.4.1.2. SERVICIOS SUPLEMENTARIOS.

Adicionalmente del servicio telefónico básico, se ofrecen a menudo, a los abonados, servicios suplementarios que facilitan o restringen la realización o la recepción de llamadas o constituyen servicios especiales no relacionados directamente con el establecimiento de comunicaciones.

Los últimos descubrimientos de la técnica de conmutación, tales como el control común y en particular las técnicas de control por programa almacenado, facilitan considerablemente la introducción de servicios suplementarios.

Describiremos ahora algunos servicios obtenidos del Suplemento

No.1, " Lista de posibles servicios telefónicos suplementarios ofrecidos a los abonados " que se ofrecen a determinados abonados y mediante la aplicación de una tarifa especial.

MARCACION ABREVIADA.

El abonado puede marcar un código corto que se convierte en la central de origen en una forma que permite establecer la conexión con el número local, nacional o internacional deseado. Se puede dar a un abonado o grupo de abonados un repertorio de números de código.

DESVIO DE LLAMADAS.

Pueden ser de tres tipos:

- Desvío automático de llamadas a otro número durante un cierto periodo, pudiéndose efectuar a petición de la operadora o del propio abonado que solicita este servicio marcando un código especial. Pueden existir restricciones debidas a las condiciones de transmisión, por ejemplo, sólo, se permite un desvío y no una "cadena de desvíos" a otros abonados.
- Desvío de llamadas en caso de línea ocupada, la llamada al número de abonado se desvía automáticamente a uno o varios números alternativos predeterminados cuando el número está ocupado.
- Desvío de llamadas en caso de "tono de llamada sin contestación", transcurrido cierto tiempo, las llamadas al número de abonado se desvían automáticamente a otro número o a uno entre varios números cuando se produce la condición de "tono de llamada sin contestación".

SERVICIO DE AVISO (o DESPERTADOR).

Una operadora o un dispositivo automático llama a un número telefónico determinado a la hora especificada con antelación por el abonado y formula un anuncio apropiado a petición del abonado. El abonado puede programar por sí mismo este servicio marcando un número especial.

INDICACION DE LLAMADA EN ESPERA.

Un abonado que está hablando recibe una indicación de llamada en espera, es decir, recibe una indicación de que un tercero trata de comunicarse con él; en tal caso, puede hacer caso omiso de la indicación y continuar con la comunicación existente o abandonar ésta y responder a la nueva llamada.

LLAMADAS COMPLETADAS SOBRE UN NUMERO OCUPADO.

Las llamadas que encuentran un número ocupado pueden "completarse" cuando tanto el número solicitado como el solicitante están libres, el solicitante no tendrá que efectuar una segunda llamada ni esperar en la línea, sino, solamente marcar un código adicional, para hacer este procedimiento menos complicado, para determinados abonados consiste en permitir a éstos que esperen hasta que quede libre la línea ocupada, se conoce el proceso como "espera activa durante ocupado" o "retención durante ocupado", puede combinarse con el de indicación de llamada en espera y entrar en servicio cuando el abonado que espera marca un código adicional.

SERVICIO "NO MOLESTAR"

Las llamadas al número de abonado se transfieren automáticamente a un contestador automático instalado en la central pública, cuando el abonado ha solicitado este servicio marcando un código especial.

SERVICIO DE LINEA DIRECTA

Es la conexión entre dos estaciones, establecida para transmisiones telefónicas, telegráficas, de datos o de facsímil por conducto de la red telefónica pública con conmutación, que permite la interconexión con una demora mínima al detectarse la condición de llamada proveniente del terminal de origen. Una variante de este servicio puede consistir en preveer que si el abonado no marca en absoluto dentro de un tiempo limitado, la conexión directa se efectúa automáticamente.

RESTRICCIÓN DEL SERVICIO ELEGIDO POR EL ABONADO EN EL SENTIDO DE SALIDA

Un abonado puede tener interés en impedir la totalidad o ciertos tipos de llamadas de salida y/o de operaciones de control de servicio desde su línea telefónica, de esta manera se pueden bloquear por ejemplo las llamadas internacionales para evitar la tarificación innecesaria de llamadas efectuadas por niños traviesos, etc.

ACCESO PROHIBIDO

La indicación de llamada en espera o la conexión de línea en unión, son causa de que se inyecten señales en una conexión existente, en estas y en otras circunstancias, por ejemplo, si la línea se utiliza también para la comunicación de datos, puede resultar oportuno bloquear el acceso desde la red a una línea de abonado.

SERVICIO DE COMUNICACIONES PLURIPARTITAS

Las centrales telefónicas modernas pueden ofrecer diferentes tipos de servicios de comunicaciones pluripartitas; sin embargo, estas comunicaciones están limitadas por consideraciones de transmisión.

Los principales tipos son los siguientes:

- Comunicación pluripartita controlada por operadora: es la comunicación establecida por una operadora a petición de un cliente.
- Comunicación pluripartita preprogramada y controlada por el abonado: es la comunicación establecida por medio de un dispositivo automático que se programa con antelación y que el abonado solicitante puede poner en marcha en cualquier momento.
- Comunicación pluripartita ocasional controlada por el abonado: es la comunicación pluripartita establecida por medio de un dispositivo automático que el solicitante programa para cada ocasión.
- Comunicación con incorporación de participantes: es la comunicación pluripartita que establece el abonado solicitante haciendo varias llamadas a cada uno de los diversos abonados, que se conectan sucesivamente a un trayecto común de conversación y pueden agregarse otros participantes en cualquier momento, a discreción del solicitante; un participante llamado no puede añadir otro participante.
- Comunicación "cita": cada uno de cierto número de abonados puede, previo acuerdo, hacer una llamada telefónica en el momento convenido a un mismo punto de la red telefónica, es decir que todos ellos llaman al mismo número telefónico y establecen así una comunicación pluripartita.

INDICADOR DE IMPORTE DE LLAMADA EN LOS LOCALES DEL ABONADO

En aquellos lugares en los que se aplican sistemas de tarificación basados en el cómputo de impulsos periódicos, pueden instalarse indicadores privados en los locales del abonado, estos contadores privados registran los impulsos de tarificación de cada llamada.

INDICACION INMEDIATA DEL IMPORTE DE LA COMUNICACION

Este servicio implica que dentro de cierto tiempo, a partir de la terminación de la llamada se comunica el importe de la misma. Pueden haber algunos procedimientos, uno de ellos puede consistir en llamar a un servicio especial cuya operadora dispone de los medios técnicos para interrogar a la central o al centro de tarificación y dar oralmente la información al abonado, otra podría consistir en dar al abonado la posibilidad de interrogar a un codificador de señales vocales o a una operadora marcando para el efecto un código especial.

3.4.2. SERVICIOS DE COMUNICACIONES COMERCIALES

Se conoce como comunicaciones comerciales a todos aquellos servicios prestados por:

- las centralitas privadas manuales y automáticas conectadas a la red pública (PBX y EPABX, respectivamente)
- otros sistemas de conmutación de abonado, como los sistemas de llave, etc.
- la facilidad Centrex en la cual, en lugar de dar a cada usuario comercial su propia central PABX, las comunicaciones de servicio se centralizan en la central local con control por programa almacenado, con la cual están interconectadas las posiciones de operadora mediante enlaces de datos para el intercambio de señales.

Estos servicios se crean a fin de satisfacer las demandas de la comunidad comercial de un servicio telefónico mejor y más amplio. Los últimos adelantos en materia de centrales EPABX tienden a integrar todos los servicios de telecomunicaciones, incluidos los servicios digitales, en un sistema de abonado.

Entre los aspectos especiales de las comunicaciones comerciales que influyen en los sistemas públicos de conmutación, se encuentran: la búsqueda de líneas PBX, el servicio nocturno y la selección directa de extensiones de centralitas.

3.4.2.1. BUSQUEDA DE LINEA PBX O BUSQUEDA DE GRUPO DE CENTRAL PBX

Las líneas desde las centrales PBX suelen tratarse de forma especial en la central pública por razones de carga de tráfico, señalización, etc. La mayoría de las centrales PBX están conectadas a través de más de una línea, permitiendo un tráfico separado de entrada y de salida o mixto. Generalmente las centrales PBX figuran en la guía telefónica con un solo número, si la primera línea atribuida a este número está ocupada, la central puede desviar automáticamente la llamada a otra línea libre, si queda, del mismo abonado.

3.4.2.2. SERVICIO NOCTURNO

En las centrales PBX es común establecer un servicio nocturno operado por una o varias extensiones; la búsqueda automática de grupo mencionada más arriba sólo se efectúa cuando se marca el número que aparece en la guía, de esta forma, fuera de las horas de trabajo, las extensiones en servicio nocturno sólo pueden ser obtenidas si el abonado que llama conoce el número adecuado.

3.4.2.3. SELECCION DIRECTA DE EXTENSIONES

Si una central PBX permite la selección directa de extensiones, el abonado a una central pública puede decidir según el número que marque si desea entrar en comunicación con la operadora de la central PBX o directamente con alguna de las extensiones de la central.

3.4.2.4. SERVICIOS SUPLEMENTARIOS

Además de los servicios suplementarios ofrecidos por la red pública como la marcación abreviada, desvío de llamadas, indicación de llamada en espera, línea directa, etc. en las comunicaciones comerciales son necesarios otros servicios tales como retención para consultas, transferencia de una comunicación establecida, servicios de comunicaciones pluripartitas y de búsqueda.

SERVICIOS CENTREX

El servicio centrex comprende diversas posibilidades, se incluyen a continuación algunas de las ofrecidas por los fabricantes a las extensiones y operadoras centrex.

1. SERVICIOS DE LAS ESTACIONES CENTREX

Algunos servicios de las extensiones centrex son idénticos a los de las líneas de abonado a la red pública; entre ellos cabe destacar los siguientes:

- selección directa de extensiones
- marcación abreviada
- servicio tripartito
- llamada completada sobre un número ocupado
- indicación de llamada en espera
- desvío de llamadas
- línea directa

Entre los muchos servicios que se prestan a las extensiones centrex y que no están disponibles para las líneas de abonado, están los siguientes:

a) SELECCION DIRECTA DE SALIDA

Consiste en la posibilidad de marcar desde una extensión centrex un número telefónico de la red pública directamente y también a través de líneas de conexión, sin pasar por la operadora.

b) SELECCION DE EXTENSION A EXTENSION

Es la posibilidad de una extensión centrex de seleccionar otras extensiones centrex del mismo grupo marcando menos números que los del plan normal de numeración.

c) RETENCION PARA CONSULTAR

Posibilidad de una extensión céntrix de retener una conexión existente para seleccionar otra extensión céntrix para consulta y reiniciar luego la conexión original después de liberar la llamada de consulta.

d) TRANSFERENCIA DE LLAMADAS.

Consiste en la posibilidad que tiene una extensión céntrix de transferir toda llamada existente a otra extensión céntrix enviando para ello una señal especial que permite obtener el tono de marcar, luego de lo cual marca el número de la extensión a la que desea transferir la llamada; la extensión que transfiere se desconecta al colgar el aparato telefónico.

e) COMUNICACION TRIPARTITA

Una determinada extensión céntrix puede agregar una tercera extensión a una comunicación ya establecida para obtener de esta manera una comunicación entre tres abonados.

f) COMUNICACION MULTIPARTITA

Es la posibilidad que tiene una extensión céntrix de llamar a otras extensiones céntrix y a un tercero fuera de la central y retenerles para conexión de la comunicación; para lograr esto se marca un código especial. El circuito de comunicación puede acomodar a un número limitado de participantes, uno de los cuales puede estar situado fuera de la central pero dentro de la red local.

g) BUSQUEDA DE EXTENSIONES

Es la posibilidad que tienen de establecer comunicaciones de entrada con un grupo de extensiones que tienen un solo número en la gula telefónica; cuando se marca este número, la llamada se conecta a la primera línea libre del grupo.

h) LINEA PRIORITARIA

Otorga preferencia para la obtención de servicio en todas las condiciones; las llamadas procedentes de líneas prioritarias son aceptadas por el sistema incluso si el procedimiento de control de sobrecarga está en funcionamiento.

i) RECEPCION DE LLAMADAS

Permite a una extensión céntrix responder a otra extensión marcando un código especial.

j) RESTRICCIONES DE MULTIPLES NIVELES

Se podría tener, en caso de requerirlo, algunas clases de restricciones:

- imposibilidad de hacer llamadas;
- acceso limitado a servicios especiales y de urgencia;
- acceso limitado al mismo grupo centrex;
- acceso limitado a las líneas centrex de la central local;
- acceso limitado a la red local;
- acceso limitado a la red nacional;
- ausencia de restricciones.

SERVICIOS DE OPERADORA CENTREX

Algunos de los servicios especiales requieren específicamente la asistencia de una operadora centrex para controlar y procesar numerosas actividades; entre ellas cabe citar:

- asistencia de operadora para llamadas de salida;
- espera activa durante ocupado o retención durante ocupado;
- contestación de llamadas de llegada;
- establecimiento de comunicación multipartita;
- servicio de radiobúsqueda;
- servicio nocturno.

3.4.3. SERVICIOS DE OPERADORA

Si bien es cierto que la selección automática se desarrolla con rapidez, incluso para las llamadas internacionales, y, que se dispone además de servicios automáticos de anuncios, respuesta y llamada, se debe considerar que los servicios manuales seguirán siendo necesarios para la comunicación con la operadora, asistencia de la operadora y conexión con un abonado que no se puede obtener por selección directa. Existen varios servicios de las llamadas especiales que se obtienen a través de la operadora, como son:

- a) servicio de reclamaciones; para recibir quejas y consultas sobre el servicio de reparaciones
- b) información sobre guías telefónicas; los abonados pueden obtener información sobre números telefónicos de abonados y eventualmente sus nombres y direcciones
- c) petición de comunicaciones interurbanas; petición de llamadas que no se pueden establecer por selección automática
- d) información sobre importe de las llamadas; para responder a las preguntas relacionadas con las tarifas vigentes de las llamadas establecidas por medio de la operadora
- e) asistencia de operadora; es un servicio general de información que explica los servicios y facilidades de telecomunicaciones existentes en el país, como son prefijo internacional de llamada, distintivos interurbanos, números de llamada a diversos servicios especiales de telecomunicaciones, precios de las llamadas, etc.
- f) servicio de telegramas; conocido como fonograma o telefonograma,

permite a los abonados dictar telegramas a la oficina transmisora, probablemente con varias posiciones de operadora para distintos idiomas

- g) servicios de intercepción de llamada
- h) servicio de abonado ausente
- i) petición de comunicaciones; con estaciones telefónicas móviles en la medida en que no sean accesibles por el servicio automático.

Existen en la actualidad otros muchos servicios efectuados no por operadora sino por anuncios grabados a los que se tiene acceso marcando números especiales cortos como son: hora exacta, previsiones meteorológicas, noticias, programas teatrales y otros, farmacias de turno, etc.

3.4.4. SERVICIO TELEFONICO DE PREVIO PAGO

El servicio telefónico de previo pago da la facilidad de hacer llamadas telefónicas desde aparatos públicos o arrendados, diseñados para que funciones previa la inserción de una o varias monedas o fichas, permitiendo establecer tanto comunicaciones locales como de larga distancia.

Existen diferentes diseños y distribuciones de funciones entre el teléfono de previo pago y la central, por ejemplo, las llamadas a servicios de la comunidad, como llamadas de emergencia, pueden realizarse sin insertar monedas ni fichas; actualmente se está estudiando la utilización de tarjetas de crédito para las llamadas telefónicas y algunos sistemas las admiten.

3.4.5. OTROS SERVICIOS

La red telefónica se puede utilizar además para otros tipos de servicios tales como transmisión de datos, facsimil, télex, radiocomunicaciones móviles, radiobusqueda, videotex, etc. requiriendo el uso de modems para la transmisión de servicios digitales y pudiéndose integrar directamente en una red telefónica digital, en cuyo caso se establece una red digital de servicios integrados.

3.4.5.1. SERVICIOS DE DATOS

En las redes telefónicas analógicas, con conmutación se proporcionan servicios de datos para la transmisión de información codificada, generalmente a velocidades de hasta 4800 bit/s empleando modems de banda vocal para modular y demodular la señal digital para que la transmisión esté en forma analógica; para la red, la llamada es como cualquier otra y se establece por los procedimientos normales de selección o manipulación; para conseguir velocidades superiores, hasta de 9600 bit/s se debe transmitir, por circuitos telefónicos arrendados de alta calidad y/o a cuatro hilos empleando modems más sofisticados.

Al momento, se prestan servicios de datos, por la red telefónica, con conmutación de circuitos y en algunos países se han establecido redes de datos con conmutación de paquetes a los que se puede tener acceso por la red telefónica empleando modems de banda vocal. En una red telefónica digital se pueden integrar servicios de datos con conmutación de circuitos o de paquetes que operen a velocidades de hasta 64 kbit/s.

3.4.5.2. TELEX

El télex es un servicio público con conmutación que permite la transmisión de material escrito e impreso; está, como se mencionó en el numeral 3.1.2.1, actualmente normalizada la utilización de aparatos arritmicos que trabajan a 50 baudios así como del Alfabeto Internacional No. 2 de cinco unidades, explotándose como servicio independiente de la telefonía pero normalmente utiliza técnicas similares y comparte sus instalaciones.

El servicio de mensajes de tipo télex se puede integrar con los servicios de datos asincronos de baja velocidad, por ejemplo, verificación y cargo de cuentas de tarjetas de crédito y, se está estudiando a escala internacional un servicio combinado de télex y datos a 200 o 300 bit/s empleando el alfabeto internacional No. 5 de siete unidades, además de un servicio mejorado de télex que satisfaga las necesidades de los mercados de proceso de textos y que lleva el nombre de Teletex; este servicio puede favorecer la aplicación de velocidades binarias más elevadas tales como la de 2400 bit/s. Estos nuevos servicios podrán integrarse en la red telefónica digital.

3.4.5.3. FACSIMIL

El facsimil es un servicio que permite la reproducción a distancia de material gráfico fijo y constituye una forma especial de la transmisión de datos. En la actualidad, en las redes telefónicas analógicas se transmite de la misma forma que los datos, es decir como una señal de audiofrecuencia procesada como si fuera una señal vocal.

No obstante, con circuitos de banda telefónica, la recepción de una página de formato A4 demora 6 minutos cuando se emplea un aparato del grupo 1 (recomendación T.2 del CCITT) y tres minutos cuando se utiliza uno del grupo 2 (recomendación T.3 del CCITT).

Se pueden conseguir tiempos de transmisión más cortos empleando técnicas de compresión de la anchura de banda, que aprovechan la redundancia de la imagen. La transmisión digital de facsimil cuando se utiliza un aparato del grupo 3 demora, en una página de formato A4, aproximadamente un minuto. Los servicios de facsimil requieren soportes con una velocidad de transmisión de hasta 10 kbit/s o más, en consecuencia, pueden integrarse con los

servicios de datos o con el servicio telefónico.

3.4.5.4. VIDEOTELEFONO, VIDEOTEX, CORREO ELECTRONICO

El CCITT estudia la posible normalización de otros servicios con conmutación tales como el videoteléfono, videotex y el correo electrónico.

El servicio de videoteléfono no está todavía normalizado por el CCITT, pero una Recomendación de éste establece que la frecuencia de exploración, el número de líneas, etc. deberían estar de acuerdo con las normas locales. Puede resultar difícil integrar los servicios de video con los servicios antes mencionados debido a su muy alta velocidad binaria.

El videotex es un sistema de recuperación de información en el cual se accede a una base de datos por la red telefónica o por una red de datos y la información aparece en un receptor comercial de televisión o en una pantalla especial. Actualmente, debido a la utilización de redes analógicas, se utiliza modems para la prestación de este servicio.

El término "correo electrónico" engloba una serie de posibles servicios tales como la transmisión facsímil de cartas, la interconexión de procesadores de palabras y los sistemas "buzón de correos" empleando la conmutación de paquetes. Es probable que se desarrollen diversos tipos de correo electrónico digital, pero no se puede prever su estructura exacta y la situación se complica por la existencia de problemas jurídicos y reglamentarios ligados al monopolio postal.

3.4.5.5. RADIOCOMUNICACIONES MOVILES

El servicio de radiocomunicaciones móviles permite a sus abonados tener acceso bidireccional a la red telefónica pública y a otros abonados al servicio telefónico móvil.

El sistema de radiobúsqueda da al usuario la posibilidad de recibir personalmente de cualquier teléfono de una red pública una comunicación por radio, con o sin mensaje hablado siempre que se encuentre en una zona preestablecida.

Estos servicios mencionados necesitan que la red telefónica interfuncione con un sistema de radiocomunicaciones.

3.4.6. RED DIGITAL INTEGRADA (RDI)

Cuando se incorporan servicios digitales a una red analógica existente, se requiere de equipos de interfuncionamiento entre sistemas analógicos y digitales pero, mediante la integración de los sistemas de transmisión digital así como los sistemas de

conmutación digital, puede realizarse la red sin tales equipos de interfuncionamiento y se mejoran considerablemente la calidad de transmisión y la gestión económica de la red.

Puede concebirse varias RDI para diferentes servicios como por ejemplo: telefónico, de datos, facsimil, etc. El CCITT define a la RDI como una "red en la que se utilizan conexiones establecidas por conmutación digital para la transmisión de señales digitales".

Las principales características de las RDI son:

- Economía: cuando se integran sistemas de conmutación digital con sistemas de transmisión digital en un nivel digital multiplexado no son necesarios los equipos de interfuncionamiento entre sistemas analógicos y digitales, por ejemplo: convertidor análogo digital (A/D), codec, transmultiplexor, etc., ni los equipos multiplex, con lo que la red total es más económica.
- Calidad de transmisión: cuando se integran los sistemas de conmutación digital con los sistemas de transmisión digital, las señales de información pueden permanecer en forma digital a lo largo de toda la conexión establecida. Pueden mejorarse todas las características que intervienen en el plan de transmisión, tales como el ruido, la pérdida de transmisión y la distorsión de atenuación, que determinan la calidad de transmisión. La tasa de errores en los bits y la tasa de deslizamientos deben mantenerse dentro de límites adecuados.

Como resultado de las excelentes ventajas de la RDI y de las tendencias técnicas actuales, la futura red de comunicación debería evolucionar gradualmente hacia la RDI, no obstante, la RDI no puede constituirse rápidamente debido a la inercia de la red analógica existente. El periodo de transición de la red analógica a la red digital puede ser muy largo, necesitando quizá varios decenios.

3.4.7. RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS (RDSI)

La RDSI puede definirse como una RDI en la que se utilizan los mismos conmutadores digitales y trayectos digitales para el establecimiento de conexiones para los diversos servicios, por ejemplo telefonía, datos, etc.

Se espera que una RDSI proporcione de forma económica diferentes servicios mediante la utilización común de la mayor parte de la red y se considera que constituye el objetivo final de la evolución de la red digital.

Los requisitos técnicos para los distintos servicios no se han establecido claramente todavía; la realización de una RDSI requiere mayor investigación y desarrollo de las técnicas de telecomunicaciones.

En un futuro próximo, pueden constituirse redes digitales de servicios integrados de forma parcial, por ejemplo, una red digital para datos, télex, facsímil, etc. y a partir de ellas en un futuro lejano puede surgir una RDSI completa.

Sin embargo de todos estos avances de la tecnología, existen argumentos a favor y en contra de la integración de servicios, algunos de los motivos de la integración se enumeran a continuación:

- La red puede resultar económicamente más rentable si la comparten diferentes servicios.
- Permite una mayor flexibilidad en la planificación e introducción de nuevos servicios anticipados, en especial los que tienen una tasa de crecimiento incierta.
- El usuario puede utilizar un terminal común, que puede ampliarse por módulos cuando se soliciten nuevos servicios, además, el usuario necesita únicamente una conexión a la red.
- Procedimientos similares de explotación, de donde resulta una mayor facilidad de operación para el usuario.
- Tecnología uniforme que simplifica y reduce los gastos de explotación y mantenimiento.

Sin embargo, también existen algunos inconvenientes como son:

- Puede obligar a que el equipo sea muy elaborado puesto que tiene que proporcionar todos los servicios.
- Interferencia entre servicios debido a niveles de tráfico inesperados, en particular en servicios de banda ancha. Los fallos que, apareciendo en una parte de la RDSI, pueden afectar a todos los servicios.
- El costo de convertir en redundantes las redes especializadas existentes.
- Al integrar servicios de diferentes organizaciones en una sola red, pueden aparecer problemas técnicos, legales y de organización.

No se puede hacer una evaluación exacta de los motivos a favor y en contra; el resultado de una evaluación tal diferiría ciertamente dependiendo de dónde, cuándo, cómo y con qué amplitud se realizará la integración.

Con el fin de planificar la futura RDSI, se deberá estudiar en primer lugar los servicios que se van a tener en cuenta y sus requisitos técnicos; la planificación subsiguiente para la RDSI deberá basarse en tales requisitos.

Desde el punto de vista de las tecnologías digitales, los sistemas de transmisión digital pueden compartirse de forma económica por diferentes servicios, no obstante, el sistema de conmutación digital puede complicarse mucho si se desea conmutar distintos servicios con diferentes velocidades binarias en un mismo conmutador digital. Las nuevas tecnologías, por ejemplo

los cables de fibra óptica, pueden incorporarse en redes locales para transmitir señales digitales por las líneas de abonado.

Un cierto número de servicios son potenciales candidatos para la integración, a continuación se los enumera:

- Telefonía
- Datos
- Télex
- Facsímil
- Videoteléfono
- Imágenes fijas sucesivas
- Acceso a servicios de computadores
- Televisión por cable
- Correo electrónico

Todo servicio diferente del telefónico tiene características de tráfico como: duración de la comunicación, hora cargada, flujo de tráfico total, tasa de llamadas terminales, etc. diferentes a los de la comunicación telefónica; por ejemplo, la duración de las comunicaciones y las tasas de llamada tendrán un margen más amplio que en la telefonía. Los repartos geográficos del tráfico, los valores del tráfico en la hora cargada y las variaciones de flujo de tráfico durante el día, diferirán de las correspondientes al tráfico telefónico.

Si bien, en un futuro próximo, no se realizará la red digital de servicios totalmente integrados, son concebibles algunas redes de servicios parcialmente integrados como etapas intermedias. La RDSI completa puede establecerse progresivamente siguiendo métodos de integración: integración de equipos (o compartición) e integración de servicios.

3.5. SISTEMAS DE ENERGIA

Los sistemas de energía constituyen una gran proporción de los gastos de primera instalación y, además, de los de explotación de un sistema de telecomunicaciones, por lo cual, el tipo y consumo de energía debe ser tomado en cuenta en la elección final del equipo a utilizarse.

En los inicios de la planificación resulta indispensable conocer los detalles de la potencia necesaria y del consumo de energía de todo equipo que se vaya a proponer, así como las características de la energía necesaria, es decir, si se trata de corriente alterna o continua, cual debe ser la tensión y la tolerancia admitida, cual la estructura general de consumo diario de corriente, etc.

Se puede optimizar la fiabilidad, en sistemas de energía, si en una estación se utiliza una sola fuente central de alimentación en lugar de una diversidad de fuentes de distintas tensiones, cada una de las cuales podría interrumpir al sistema en el caso de avería; la fiabilidad aumenta más aún si la fuente central de alimentación tiene una tensión continua normalizada, de la que se pueden derivar otras tensiones en caso necesario, utilizando inversores (convertidores de corriente continua en alterna) para equipos que trabajan en alterna.

Es preferible, en caso de ser posible, hacer la conexión a la red pública de distribución de energía y pedir la construcción de una línea de transporte de energía a partir de la parte más cercana de la red pública.

3.5.1. FUENTES PRIMARIAS DE ENERGIA

En el manual del CCITT "Fuentes primarias de energía" se encuentra la descripción de las fuentes de energía que pueden ser las adecuadas para el presente proyecto, en especial, se analizará las fuentes primarias de energía como son:

- pilas
- grupos electrógenos de motor diesel (generadores diesel)
- generadores termoeléctricos
- generadores eólicos
- pilas fotovoltaicas (solares)
- turbogeneradores de vapor en circuito cerrado
- aplicación del motor Stirling
- acumuladores

pues presentan un elemento innato de cualquier sistema de energía.

3.5.1.1. PILAS

Las pilas son fuentes de energía eléctrica provenientes de la transformación de energía química, básicamente se utilizan tres tipos de pilas:

- a) pilas Leclanché,
- b) pilas de despolarización por aire con electrolito salino, y
- c) pilas de despolarización por aire con electrolito alcalino.

Estos tres tipos de pilas constituyen fuentes de alimentación estáticas, fiables y potentes; requieren de muy poco mantenimiento antes de su sustitución al final de su vida útil.

Son utilizadas para la alimentación de instalaciones de abonado que requieren de una batería local y cargas muy reducidas a tensiones relativamente bajas como son los concentradores de líneas, los sistemas de portadoras para abonados, los repetidores de enlaces en cable coaxial y las estaciones radioeléctricas.

3.5.1.2. GRUPO ELECTROGENO DE MOTOR DIESEL

El grupo electrógeno de motor diesel constituye la fuente de alimentación más satisfactoria para todas las cargas, salvo las muy pequeñas. Como la fiabilidad tiene una importancia esencial, la seguridad de arranque y de funcionamiento del motor Diesel, junto con su alto rendimiento y su regulación de la velocidad, justifican su elección.

Los edificios en los cuales se instale los motores diesel deben reunir ciertas condiciones:

- a) El grupo generador exige cimientos sólidos.
- b) La estructura del edificio deberá prever un orificio adecuado para el tubo de escape.
- c) Deberán preverse orificios de ventilación dotados de persianas y de filtros.
- d) En el sistema de refrigeración de los motores y de la sala de motores se deberá tener en cuenta también las necesidades ambientales del equipo de telecomunicaciones.

3.5.1.3. GENERADORES TERMOELECTRICOS

Estos generadores se basan en el efecto Seebeck, según el cual se genera una fuerza electromotriz entre los extremos libres de dos conductores de material diferente cuando se calienta el punto de contacto entre ellos.

Actualmente se utilizan materiales semiconductores y los conductores diferentes son semiconductores de los tipos P y N.

La unidad elemental se conoce con el nombre de par termoeléctrico o termopar y, conectando eléctricamente en serie varias de estas unidades, se obtiene una pila termoeléctrica o termopila que

constituye el núcleo del generador termoelectrico.

3.5.1.4. GENERADORES EOLICOS

Aparentemente, la energía eólica es la más conveniente en cuanto a costo, sin embargo esto no es tan cierto ya que la utilización de estos generadores representan algunos problemas que debe tomarse en cuenta.

3.5.1.5. CELULAS FOTOVOLTAICAS

Se las conoce también con el nombre de células solares, fotodiodos o transductores fotoeléctricos, siendo su función la de transformar la energía radiante incidente en una tensión en la unión entre los materiales semiconductores tipo P y N que forman dicha célula.

Pueden, al igual que cualquier pila, conectarse en forma serial o paralela conformando una batería solar para entregar energía a un equipo de telecomunicaciones y para cargar una batería de acumuladores.

Es necesario asociar a las células solares una batería de acumuladores para los casos en que la energía solar, debido a cualquier situación, sea deficiente.

3.5.1.6. TURBOGENERADORES DE VAPOR EN CICLO CERRADO

3.5.1.7. EL MOTOR STIRLING

3.5.1.8. ACUMULADORES

Su principal objetivo es el de servir de reserva de energía; se pueden recargar y a seguran la continuidad de la alimentación cuando la producción de la fuente primaria normal:

- a) es intermitente, como en el caso de los generadores eólicos y de las células solares;
- b) no puede ajustarse por limitaciones de diseño, a las variaciones de la carga o a las crestas de consumo;
- c) se interrumpe, por avería u operaciones de mantenimiento en la fuente.

Los acumuladores más utilizados en telecomunicaciones son los de plomo-ácido o de níquel-cadmio con electrolito alcalino.

1. ACUMULADORES DE PLOMO-ACIDO

Utilizan como electrolito una solución de ácido sulfúrico en agua; el electrodo positivo puede estar formado por una placa planté, una placa tubular o una placa empastada, y el electrodo

negativo puede estar constituido de placas empastadas o de placas huecas.

2. ACUMULADORES DE NIQUEL-CADMIO

El electrolito de los acumuladores de níquel-cadmio es una solución de hidróxido de potasio en suspensión y está contenido en pequeñas células. Las placas, por lo general, están dotadas de alveolos para contener la materia activa o, estar constituidas de un metal sintetizado, impregnado de la materia activa, que normalmente es hidróxido de níquel en la placa positiva y un compuesto de cadmio en la placa negativa.

3.5.2. SISTEMAS DE ALIMENTACION EN ENERGIA

Se pueden utilizar sistemas convencionales de alimentación en las centrales telefónicas, en los radioenlaces o en las estaciones terrenas para sistemas de telecomunicaciones por satélite, si se dispone de una red de alimentación en corriente alterna de fiabilidad razonable; en la actualidad, se utiliza una batería conectada en paralelo con la salida de uno o varios rectificadores, de tal forma que se ajusta la tensión por elemento al valor más satisfactorio para mantener a plena carga el elemento en cuestión y, para que la batería permanezca a plena carga, la corriente normal total del rectificador o rectificadores incorporados debe ser al menos igual y preferentemente superior a la corriente de cresta absorbida por la central.

En los casos en que se produzca un corte en la energía de la red pública, la batería entregará la carga necesaria a través de un regulador de tensión o insertando baterías de regulación para mantener la tensión dentro de límites aceptables hasta que entre a funcionar y pueda ser utilizado el generador de reserva.

En zonas rurales, la probabilidad de desarrollo del sistema telefónico depende de los planes de desarrollo futuro de la localidad y es conveniente escoger un sistema de alimentación que pueda ampliarse a bajo costo para contrarrestar el futuro crecimiento.

Los generadores Diesel no son muy adecuados para cargas demasiado pequeñas, salvo el caso que se utilicen para recargar una batería de acumuladores que a su vez alimente el equipo de telecomunicaciones.

En zonas aisladas o de difícil acceso para el mantenimiento, puede ser preferible considerar la utilización de una de las fuentes primarias descritas anteriormente.

3.5.3. SELECCION DEL SISTEMA DE FUENTES DE ALIMENTACION EN ENERGIA

En un sistema de telecomunicaciones rurales, resulta difícil proporcionar energía según el método racionalmente ideal, en el que, si bien existe para mayor seguridad un generador de reserva, la energía, que normalmente procede de la red de distribución en corriente alterna, alimenta un equipo de conversión adecuado para el suministro centralizado en corriente continua al equipo de conmutación de la central telefónica y, a través de la red local de distribución, a los equipos de estaciones de abonado y a los concentradores de líneas intermedios.

No obstante, las dificultades topográficas y climáticas con que tropieza el tendido de líneas metálicas, llevan a una necesidad creciente de disociar las fuentes de energía, lo que puede requerir una fuente independiente de alimentación en cada estación de abonado, en el concentrador de líneas, cualquiera que sea su tipo y en la central telefónica.

Se verá ahora los sistemas de alimentación que resultan viables en cada parte de la red.

3.5.3.1. ESTACIONES DE ABONADO

Los abonados de las distintas zonas disponen generalmente de energía local para otras finalidades; si el equipo de telecomunicaciones se alimenta de energía local, es conveniente que esta energía sea independiente. Las pilas constituyen la fuente de energía más idónea, y la capacidad escogida debe adaptarse a la tasa prevista de llamadas y a la carga presentada por el equipo, ya que funcionan satisfactoriamente entre -20 y +40 grados centígrados, sin ser afectadas por las condiciones climáticas, salvo la sequedad de la atmósfera que, tratándose de pilas húmedas, exige un rellenado a intervalos determinados.

3.5.3.2. CONCENTRADORES DE LINEA

Se tomará también en cuenta en este punto, los sistemas de portadoras para abonado. También en este caso las pilas constituyen la fuente de energía más adecuada debiendo estar su capacidad basada en la carga, la tasa de llamadas y la periodicidad de las revisiones de mantenimiento.

Si existe un concentrador conectado por una línea a la central o a otro elemento de la red que tenga su propia fuente de alimentación, se debe considerar la posibilidad de instalar en el concentrador una batería de acumuladores que se pueda recargar a través de dicha línea durante los periodos en que no se lo utiliza.

Cuando la carga presentada por el equipo es aproximadamente constante y no es posible la alimentación desde otro punto, se puede pensar en la posibilidad de usar en lugar de pilas, una batería de acumuladores con células fotovoltaicas, un generador

termoeléctrico, un generador termomecánico o un turbogenerador de vapor con ciclo cerrado.

3.5.3.3. CENTRALES TELEFONICAS

Se debe procurar alimentar a un sistema centralizado en corriente continua, empleando la misma tensión que las demás centrales telefónicas de la red nacional o zonal.

Cuando no se dispone de una red de distribución en corriente alterna, se debe instalar generadores Diesel, siendo la capacidad de la instalación energética, de los generadores, de los rectificadores y de los acumuladores, dependientes de las características de carga del equipo de conmutación, del número de abonados y de la densidad de llamadas.

Es imprescindible, tomar en consideración la demanda estable de energía cuando no se efectúan llamadas, es decir la carga permanente, en la cantidad total de energía consumida por una central telefónica y por ende en su costo. Además, conocida la estructura del tráfico y la carga de cresta, es decir, la demanda de energía cuando el tráfico telefónico es máximo, el consumo general de energía será mínimo si es nula la carga permanente, y como en las redes rurales de telecomunicaciones, el tráfico es normalmente reducido, resulta correcto suponer que si aumenta la carga permanente, el consumo total de energía se eleva en la misma proporción.

Cabe anotar, que las consideraciones precedentes se aplican exclusivamente a la energía consumida por el equipo de conmutación y, que el calor disipado por el aumento de la carga permanente puede aumentar el consumo de energía por parte de los equipos necesarios para mantener unas condiciones ambientales satisfactorias en la central telefónica.

En el caso de tener únicamente generadores y que la carga permanente sea muy reducida, puede convenir alimentar la carga con baterías si el tráfico telefónico es bajo y, poner en marcha el generador cuando exista mucha congestión o para el recargo de baterías. Esta carga dependerá también de la impuesta por los acondicionadores ambientales necesarios.

3.5.3.4. ESTACIONES REPETIDORAS TELEFONICAS

Examinaremos ahora los equipos activos instalados en líneas de transmisión, éstos pueden existir en los sistemas de portadoras para abonados, enlaces submarinos, enlaces por líneas metálicas entre centrales y radioenlaces o estaciones terrenas.

Normalmente, el consumo de estos equipos es relativamente reducido y se debe recurrir a la telealimentación por circuito metálico desde la central o estación radioeléctrica al

dispositivo activo intermedio. Si por el contrario, hace falta una fuente local de alimentación y no se puede contar con la red pública, se debe dar preferencia a un sistema de producción continua de energía utilizando generadores Diesel, rectificadores y baterías de acumuladores para obtener la corriente continua requerida.

Cuando el consumo sea muy bajo, se puede utilizar pilas y, si es constante cabe pensar en la posibilidad de utilizar un generador termoeléctrico, termomecánico o turbogenerador de vapor con ciclo cerrado paralelamente con una batería de acumuladores de suficiente capacidad para prestar servicio en caso de avería del generador.

Cuando las condiciones climatológicas locales permitan la utilización de células solares o de generadores eólicos, sería ésta la solución más conveniente, sin dejar de pensar en el costo de instalar una fuente de alimentación de reserva fiable capaz de proceder independientemente en caso necesario a la recarga de la batería de acumuladores y a la alimentación de la carga.

3.5.3.5. RADIOENLACES Y ESTACIONES TERRENAS

Se tomará en cuenta ahora las estaciones transmisoras y receptoras de abonado, los radioenlaces y las estaciones terrenas de sistemas de telecomunicaciones por satélite.

La alimentación de los radioenlaces de consumo reducido y constante, montados sobre torres en lugares aislados, puede constituirse a base de pilas o también de generadores termoeléctricos, termomecánicos o de turbogeneradores de vapor con ciclo cerrado, sin olvidar una batería de acumuladores de capacidad suficiente para mantener el sistema en funcionamiento en caso de avería.

El emplazamiento de ciertos radioenlaces puede ofrecer buenas posibilidades a los generadores eólicos o a las células solares en conjunto, en ambos casos, con una batería de acumuladores, salvo que se trate de cargas de muy poco consumo, debe pensarse en instalar una segunda fuente de energía capaz de recargar automáticamente la batería de acumuladores si ésta se descarga por avería de la fuente principal. Cuando se tiene radioenlaces y estaciones terrenas de mayor capacidad y especialmente cuando se necesitan acondicionadores ambientales, es preciso instalar algún tipo de generador.

3.6. PLANOS DE LA CONFIGURACION DEL SISTEMA

Dadas la distribución y magnitudes normales de tráfico, las redes de zonas rurales son del tipo en estrella y en general, el establecimiento de rutas de gran utilización no está justificado. Por esta razón, el modelo para la representación de la red funcional es muy sencillo considerando que todo el tráfico, con la excepción del tráfico local, se encamina hacia la central de tránsito de la zona rural de que se trate.

Normalmente la tasa de llamadas en las zonas rurales es menor que en las urbanas; sin embargo, la proporción de tráfico interurbano es mayor en las zonas rurales que en las urbanas. Son corrientes valores del 80% y 20% del tráfico total para el tráfico interurbano y local respectivamente, ya que la mayoría del tráfico interurbano se dirige hacia la gran ciudad que es el centro de negocios y comercial más importante de la zona primaria.

Para poder realizar los planos de la configuración del sistema se debe comenzar, en base a la demanda de abonados en toda la zona y en base a la demanda de los servicios por parte del nuevo aeropuerto, obtenidos en el capítulo 2, por obtener el tráfico que deberán cursar todas las centrales ubicadas con toda seguridad en cada una de las parroquias, en el nuevo aeropuerto y una en una posición estratégica de tipo Tandem en algún punto de la zona.

Cabe anotar, que todos los enlaces entre las diferentes parroquias utilizarán cable multipar debido a que en medio del camino pueden crearse pequeñas poblaciones que necesariamente requerirán del servicio telefónico. Con ello, esto se logra fácilmente, ya que sólo hace falta colocar en medio de la línea un armario de distribución o algún otro tipo de repartidor, para poder desde allí extraer las líneas necesarias.

Por otro lado, el utilizar enlace de radio entre dos puntos cualesquiera de la zona, como podría ser perfectamente un enlace de VHF en la frecuencia de 150 MHz con una capacidad de 60 canales, por ejemplo, no permitiría alcanzar el objetivo mencionado anteriormente con facilidad.

El tipo de cable a utilizar es el cable autoportado entre las poblaciones hasta la central tandem, ya que el costo de hacerlo enterrado sería sumamente elevado.

En lo referente a tráfico interno, sólo señalaremos que los circuitos saldrán de la central o concentrador a un armario de distribución, de allí a uno de dispersión y por último llegará a los diferentes abonados.

3.6.1. PREVISION DEL TRAFICO.

Como se menciona en el capítulo 2, no se puede partir de los datos actuales de tráfico en la zona, ya que con el advenimiento del aeropuerto, ésta sufrirá un cambio radical en todo aspecto.

Por lo indicado, debemos suponer un tráfico medio total por abonado (en erlangs) para cada una de las parroquias tanto en el año de partida, que es el de 1987, como en el futuro, que es el de 1997.

Como el método adoptado, señalado en el capítulo 2, es el de comparación, tomaremos el de una zona rural cuyo tráfico medio total por abonado toma el valor de 0,08 erlangs.

Debido a que la zona es bastante regular en cuanto a niveles socioeconómicos, tipo de utilización de la tierra, etc. vamos a tomar como punto de partida, los 0,08 erlangs en las diferentes parroquias del presente proyecto.

Así pues, utilizando la demanda de abonados para todos los servicios, esto es telefónico, télex, datos y otros, obtenida anteriormente, vamos a encontrar el tráfico total requerido por cada una de las parroquias, multiplicando el número de abonados por el tráfico medio por abonado, obteniendo la tabla No.3.7. (se utilizarán las abreviaciones indicadas en adelante)

CIUDAD	ABREV.	ABONADOS	TRAF.MED.	TRAF.TOTAL
CUMBAYA	CY	960	0,08	76,80
CHECA	CH	191	0,08	15,28
EL QUINCHE	EQ	398	0,08	31,84
PIFO	PF	335	0,08	26,80
PUEMBO	PB	541	0,08	43,28
TABABELA	TB	172	0,08	13,76
TUMBACO	TC	1242	0,08	99,36
YARUQUI	YQ	655	0,08	52,40
	TOTAL	4494	0,08	359,52

3.6.1.1. DETERMINACION DE LA MATRIZ DE TRAFICO.

Cuando se dispone del tráfico por central, un método que se utiliza a menudo para predecir la evolución se basa en la aplicación del algoritmo de KRUIHOF. Este método, que es puramente matemático, tiene la ventaja de que utiliza un algoritmo que converge rápidamente, pero presenta varios problemas que hacen inexacto utilizarlo en casos como el presente proyecto:

- Tiende a "aplastar" las pequeñas corrientes de tráfico; en el caso de las matrices que muestran una gran disparidad de tráfico, sólo es posible alcanzar el equilibrio cuando las corrientes de tráfico pequeñas tienden a cero.
- Es válido solamente cuando la matriz de tráfico de origen se conoce perfectamente.

Por las razones antes mencionadas, se propone un método empírico que, pese a no ser riguroso, arroja resultados relativamente fidedignos y es muy fácil de aplicar. (6)

Se emplea la siguiente matriz:

	1	2	3	j	Total
1	t11	t12	t13	t1j	T1
2	t21	t22	t23	t2j	T2
3	t31	t32	t33	t3j	T3
i	tii	ti2	ti3	tij	Ti

En la cual :

tij representa el tráfico del Nodo i al Nodo j;
 Ti representa el tráfico de origen en el nodo i;
 tii representa el tráfico interno en el nodo i.

El método se aplica en tres pasos sucesivos:

- evaluación del tráfico interno;
- evaluación de las diferentes corrientes de tráfico en función del valor del tráfico de origen menos el tráfico interno;
- establecimiento de la simetría de la matriz.

a) Para evaluar el tráfico interno se emplea la siguiente fórmula:

$$t_{ii} = T_i \sqrt{T_i / \sum T_i} \quad (3.3)$$

La validez de esta fórmula puede demostrarse así: un método sencillo consiste en dividir todas las corrientes de tráfico básicas tij por el tráfico de origen. En estas condiciones, el tráfico interno tendría el valor:

$$t_{ii} = T_i^2 / \sum T_i \quad (3.4)$$

El tráfico así obtenido es demasiado pequeño, a juzgar por la experiencia actual, y la aplicación de una fórmula en raíz cuadrada se ajusta más a la realidad.

b) Las diferentes corrientes de tráfico se dividen, por el valor del tráfico de origen menos el tráfico interno, mediante la siguiente fórmula:

$$t_{ij} = (A_i - A_j) / ((\sum A_i) - A_i) \quad (3.5)$$

En donde A_i representa el tráfico de origen T_i menos el tráfico interno t_{ii} .

Esta fórmula tiene el inconveniente de dar corrientes de tráfico no simétricas.

- c) El tercer paso consiste, por consiguiente, en hacer simétrica la matriz obtenida.

Se considera que cada corriente de tráfico es igual a la media aritmética de los valores t_{ij} y t_{ji} , y se vuelve a evaluar el tráfico interno de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$t_{ii} = T_i - \sum_{j \neq i} t_{ij} \quad (3.6)$$

De acuerdo a lo señalado, se obtiene la siguiente matriz de tráfico, para el presente proyecto: (tabla 3.8)

TABLA 3.8

	CY	CH	EQ	PF	PB	TB	TC	YQ	Ti	Ai
CY	35,50	2,90	5,34	4,66	6,75	2,65	11,26	7,74	76,80	41,30
CH	2,48	3,15	1,34	1,17	1,70	0,66	2,83	1,95	15,28	12,13
EQ	4,82	1,41	9,48	2,27	3,30	1,29	5,50	3,78	31,84	22,36
PF	4,13	1,21	2,24	7,32	2,83	1,11	4,72	3,24	26,80	19,48
PB	6,28	1,84	3,40	2,96	15,02	1,68	7,17	4,93	43,28	28,26
TB	2,25	0,66	1,22	1,06	1,54	2,69	2,57	1,77	13,76	11,07
TC	11,65	3,42	6,31	5,50	7,98	3,12	52,23	9,14	99,36	47,13
YQ	7,36	2,16	3,99	3,47	5,04	1,97	8,40	20,00	52,40	32,40
TOTAL									359,52	214,13

Ahora se hará una matriz simétrica a partir de la matriz obtenida con el método indicado. (tabla 3.9)

TABLA 3.9

	CY	CH	EQ	PF	PB	TB	TC	YQ	Ti	Ai	Nuevo tii
CY	35,50	2,69	5,08	4,40	6,52	2,45	11,46	7,55	75,64	40,14	36,66
CH	2,69	3,15	1,38	1,19	1,77	0,66	3,13	2,05	16,02	12,87	2,41
EQ	5,08	1,38	9,48	2,26	3,35	1,25	5,90	3,88	32,58	23,10	8,74
PF	4,40	1,19	2,26	7,32	2,90	1,08	5,11	3,36	27,61	20,29	6,51
PB	6,52	1,77	3,35	2,90	15,02	1,61	7,57	4,98	43,71	28,70	14,58
TB	2,45	0,66	1,25	1,08	1,61	2,69	2,85	1,87	14,47	11,78	1,98
TC	11,46	3,13	5,90	5,11	7,57	2,85	52,23	8,77	97,02	44,78	54,58
YQ	7,55	2,05	3,88	3,36	4,98	1,87	8,77	20,00	52,47	32,47	19,93
TOTAL									359,52		

Recalculando los t_{ii} para mantener constante el tráfico de origen, obtenemos la matriz de tráfico definitiva para el año 1987. (Tabla 3.10)

TABLA 3.10

	CY	CH	EQ	PF	PB	TB	TC	YQ	Ti
CY	36,66	2,69	5,08	4,40	6,52	2,45	11,46	7,55	76,80
CH	2,69	2,41	1,38	1,19	1,77	0,66	3,13	2,05	15,28
EQ	5,08	1,38	8,74	2,26	3,35	1,25	5,90	3,88	31,84
PF	4,40	1,19	2,26	6,51	2,90	1,08	5,11	3,36	26,80
PB	6,52	1,77	3,35	2,90	14,58	1,61	7,57	4,98	43,28
TB	2,45	0,66	1,25	1,08	1,61	1,98	2,85	1,87	13,76
TC	11,46	3,13	5,90	5,11	7,57	2,85	54,58	8,77	99,36
YQ	7,55	2,05	3,88	3,36	4,98	1,87	8,77	19,93	52,40
TOTAL									359,52

Como se observa, el Ti es similar al obtenido en la tabla 3.8.

3.6.1.2. PREVISION A LARGO PLAZO (AÑO 1997)

Tomando en cuenta que ya se tiene la demanda de abonados para el año 1997, obtenida en la tabla 2.6 del capítulo 2, podemos partir de estos datos y hacer nuevamente los cálculos, para de esta forma encontrar la matriz de tráfico final con la cual se dimensionarán las capacidades finales de los equipos.

Los tráficos medio por abonado tendrán ahora una pequeña diferencia entre los abonados de la zona periférica y los del resto de la zona, debido principalmente a la fuerte influencia que producirá la presencia del aeropuerto en las inmediaciones.

Supondremos, que para entonces el tráfico medio por abonado será de 0,12 erlangs en la zona periférica y de 0,1 en el resto de la zona. Con estos valores, podemos ahora determinar los valores medio de tráfico por parroquia, que se presentan en la tabla 3.11.

	ABONADOS	TRAF.MED.	TRAF.TOTAL
CY	2602	0,10	260,20
CH	684	0,10	68,40
EQ	1426	0,10	142,60
PF	1199	0,10	119,90
PB	1466	0,12	175,92
TB	465	0,12	55,80
TC	4447	0,10	444,70
YQ	1776	0,12	213,12
TOTAL	14065		1.480,64

Con estos valores de tráfico total obtenidos, determinaremos la matriz de tráfico final, del mismo modo como lo hicimos con los datos iniciales.

TABLA 3.12

	CY	CH	EQ	PF	PB	TB	TC	YQ	Ti
CY	111,11	10,44	19,64	17,00	23,27	8,70	43,05	26,99	260,20
CH	10,44	11,62	6,55	5,67	7,77	2,90	14,43	9,02	68,40
EQ	19,64	6,55	41,58	10,67	14,62	5,46	27,11	16,96	142,60
PF	17,00	5,67	10,67	31,03	12,65	4,72	23,47	14,68	119,90
PB	23,27	7,77	14,62	12,65	58,94	6,47	32,10	20,10	175,92
TB	8,70	2,90	5,46	4,72	6,47	8,00	12,03	7,51	55,80
TC	43,05	14,43	27,11	23,47	32,10	12,03	255,29	37,22	444,70
YQ	26,99	9,02	16,96	14,68	20,10	7,51	37,22	80,63	213,12
TOTAL									1.480,64

3.6.2. UBICACION DE LA CENTRAL TANDEM.

Es lógico suponer que la central de tránsito, estará ubicada en una de las centrales locales, para aprovechar su infraestructura, como es: el edificio, los empleados, las fuentes de energía, etc. y es por esta razón que la central toma el nombre de Central Tandem.

Existen cuatro factores que predominan en la ubicación de la central, el primero es que se encuentre lo más próximo a la ciudad de Quito, el segundo que esté ubicado también lo más próximo al Aeropuerto, el tercero es que se encuentre lo más centrado posible con respecto a toda la zona y el cuarto, que corresponda a una central con el mayor tráfico posible para de esta manera tener un ahorro en lo referente a enlaces troncales.

El primer factor es debido a que desde la Central Tandem se cursará un enlace hasta la Central Mariscal, ubicada en la ciudad de Quito, por donde se dirigirá todo el tráfico de la región.

El segundo factor, se debe a que se tiene que llevar un enlace desde la central tandem hacia el nuevo aeropuerto para cursar el tráfico de desborde del aeropuerto y, el tráfico generado en toda la zona hacia el aeropuerto. En primera instancia, se limitará a este tráfico, no obstante, en el futuro, si la demanda lo exige, se podrá cursar el tráfico de toda la zona hasta Quito, por medio del enlace radioeléctrico que une Quito con el futuro aeropuerto.

El tercer factor es debido a que todas las ciudades deberán enlazarse con la central tandem, para de esta forma cursar su tráfico hacia la ciudad de Quito y red nacional.

El último factor, es debido a que se puede tener un ahorro considerable, de enlaces troncales, si la central de mayor tráfico tiene allí mismo la central de tránsito.

Debido al cuarto factor, las ciudades de Tumbaco, Cumbaya y Yaruquí, son las más indicadas para ser la central de tránsito; dos de ellas, están próximas a Quito y la otra, Yaruquí, está

próxima al aeropuerto y está bastante centrada.

Si bien es cierto, que el número de líneas de la zona es muy superior al del aeropuerto, esto no puede ser un factor determinante, ya que el tráfico generado por el aeropuerto será muy superior al de toda la zona, por lo menos en el plazo fijado de 10 años, pudiendo sobrepasarlo en un plazo mayor.

De este análisis, y tomando en cuenta que la zona no puede seguir creciendo hacia el oeste, debido a que en esa dirección se encuentra la ciudad de Quito, pero si en las otras direcciones, lo más aconsejable es ubicar la central de tránsito en la ciudad de Yaruquí.

3.6.3. RED DE ENLACES.

Debido a que el tráfico cursado es relativamente pequeño, no justifica el realizar enlaces de alta capacidad entre dos ciudades cualquiera de la zona. Por ello, todas las centrales locales se enlazarán directamente a la central tandem ubicada en la ciudad de Yaruquí y de allí cursarán su tráfico directamente a la ciudad de Quito.

Como ya se dijo, habrá además un enlace desde la central ubicada en el aeropuerto hasta la central tandem, que tendrá una capacidad del 25% de la capacidad total del aeropuerto.

3.6.4. PREVISION DEL TRAFICO EN LA CENTRAL DE TRANSITO.

Teniendo en cuenta las disposiciones indicadas más arriba para el encaminamiento, la matriz de tráfico a 1987 limitada a la región puede tener la siguiente forma en lo que a tráfico hacia y desde la zona se refiere.

Como es lógico pensar, en este dimensionamiento no se tomara en cuenta el tráfico interno, ya que no implica el uso de las troncales intercentrales. La matriz de tráfico a 1987, sin el tráfico interno sería la siguiente:(tabla 3.13)

TABLA 3.13

	CY	CH	EQ	PF	PB	TB	TC	YQ	TOTAL
CY		2,69	5,08	4,40	6,52	2,45	11,46	7,55	40,14
CH	2,69		1,38	1,19	1,77	0,66	3,13	2,05	12,87
EQ	5,08	1,38		2,26	3,35	1,25	5,90	3,88	23,10
PF	4,40	1,19	2,26		2,90	1,08	5,11	3,36	20,29
PB	6,52	1,77	3,35	2,90		1,61	7,57	4,98	28,70
TB	2,45	0,66	1,25	1,08	1,61		2,85	1,87	11,78
TC	11,46	3,13	5,90	5,11	7,57	2,85		8,77	44,78
YQ	7,55	2,05	3,88	3,36	4,98	1,87	8,77		32,47
TOTAL	40,14	12,87	23,10	20,29	28,70	11,78	44,78	32,47	214,13

y, la matriz de trafico, de acuerdo al enrutamiento planteado, sería la que se indica en la tabla 3.14.

TABLA 3.14

	CY	CH	EQ	PF	PB	TB	TC	YQ
CY								40,14
CH								12,87
EQ								23,10
PF								20,29
PB								28,70
TB								11,78
TC								44,78
YQ	40,14	12,87	23,10	20,29	28,70	11,78	44,78	

Con esta matriz de tráfico intercentrales, se implementaran los circuitos de enlace entre las centrales locales y la central de tránsito.

La matriz de tráfico intercentrales para el año de 1997, sería la siguiente:(tabla 3.15)

TABLA 3.15

	CY	CH	EQ	PF	PB	TB	TC	YQ	TOTAL
CY		10,44	19,64	17,00	23,27	8,70	43,05	26,99	149,09
CH	10,44		6,55	5,67	7,77	2,90	14,43	9,02	56,78
EQ	19,64	6,55		10,67	14,62	5,46	27,11	16,96	101,02
PF	17,00	5,67	10,67		12,65	4,72	23,47	14,68	88,87
PB	23,27	7,77	14,62	12,65		6,47	32,10	20,10	116,98
TB	8,70	2,90	5,46	4,72	6,47		12,03	7,51	47,80
TC	43,05	14,43	27,11	23,47	32,10	12,03		37,22	189,41
YQ	26,99	9,02	16,96	14,68	20,10	7,51	37,22		132,49
TOTAL	149,09	56,78	101,02	88,87	116,98	47,80	189,41	132,49	882,45

y, la matriz de trafico hacia la central tandem sera la indicada en la tabla 3.16

TABLA 3.16

	CY	CH	EQ	PF	PB	TB	TC	YQ
CY								149,09
CH								56,78
EQ								101,02
PF								88,87
PB								116,98
TB								47,80
TC								189,41
YQ	149,09	56,78	101,02	88,87	116,98	47,80	189,41	749,96

Con esta matriz de tráfico intercentrales, se dimensionaran los circuitos de enlace entre las centrales locales y la central de tránsito.

La explicación de esta matriz como resultado es muy sencilla puesto que todo tráfico tiene que pasar por la central de Yaruquí. Por ejemplo, el tráfico que va desde la central de Yaruquí hacia la central de Cumbayá, será la suma del que va desde Checa hasta Cumbayá, ya que tiene que usar la vía Yaruquí - Cumbayá; más el que va desde El Quinche hasta Cumbayá, por lo antes explicado y los que van desde Pifo hacia Cumbayá; Puembo - Cumbayá; Tababela - Cumbayá; Tumbaco - Cumbayá y el propio desde Yaruquí hacia Cumbayá.

Similar explicación se puede aplicar en el caso del tráfico que entra a la central de Yaruquí.

Con las matrices obtenidas de enlaces entre las centrales, dimensionamos e implementamos los circuitos.

3.6.5. CALCULO DE LOS CIRCUITOS.

Para el cálculo de los circuitos se emplean las fórmulas de Erlang. Si se supone que la red es enteramente digital, no es necesario calcular los circuitos con gran precisión puesto que se emplean módulos de 30 canales.

Como meta de diseño determinamos que la probabilidad de pérdida sea del 1 %, razón por la cual utilizaremos las curvas de erlang con una probabilidad de pérdida de dicho valor.

Como el tráfico obtenido es muy bajo para el año inicial, aún no se justifica el uso de sistemas digitales, no obstante los enlaces se podrán acomodar a la transmisión digital en el año de 1997.

3.6.5.1. MATRIZ DE CIRCUITOS.

La matriz de circuitos para el año 1987, que incluye únicamente enlaces analógicos, obtenida a partir de la tabla 3.14 y de las referidas tablas ERLANG B, que se incluyen como ANEXO 2, sería la

siguiente: (tabla 3.17)

TABLA 3.17

	CY	CH	EQ	PF	PB	TB	TC	YQ
CY								53
CH								21
EQ								34
PF								30
PB								40
TB								20
TC								58
YQ	53	21	34	30	40	20	58	256

La matriz de circuitos para el fin del periodo de estudio, esto es al cabo de 10 años, que tendría solamente enlaces digitales, en donde cada enlace abarca 30 líneas telefónicas, sería el siguiente (Tabla 3.18):

TABLA 3.18

	CY	CH	EQ	PF	PB	TB	TC	YQ
CY								6
CH								3
EQ								4
PF								4
PB								5
TB								3
TC								7
YQ	6	3	4	4	5	3	7	32

Tomando en cuenta, que los enlaces tendrán una mayor cantidad de líneas, debido a que inicialmente serán únicamente enlaces analógicos, se puede ver claramente que se tendrá un ahorro considerable en cuanto a líneas y cabe anotar que las mismas que fueron empleadas para la transmisión analógica se podrían ajustar perfectamente a la transmisión digital.

3.6.6. TIPOS Y CAPACIDADES DE LAS CENTRALES DIGITALES.

De acuerdo a la tabla 2.6, en donde se indica el número de abonados para el año inicial y el final, se puede obtener la capacidad final (datos 1997) para el alambrado de las centrales y el equipamiento inicial (datos 1987). (tabla 3.19).

CIUDAD	ABONADOS	CAPACIDAD
CY	2602	3072
CH	684	1024
EQ	1426	1536

PF	1199	1536
PB	1466	1536
TB	465	512
TC	4447	5120
YQ	1776	2048

Se ha utilizado módulos de 512 abonados, ajustandolos de la mejor manera posible al número de abonados.

3.6.7. ESTUDIO DEL AEREOPUERTO.

Como determinamos en el numeral 2.6, el futuro aeropuerto requerirá de 800 líneas para el año inicial y 1082 líneas para 10 años más tarde.

De las 800 líneas iniciales, 358 son de tipo directas y las restantes 442 son extensiones. Las 442 extensiones, si tomamos un tráfico medio de 0,15 erlangs por línea, obtenemos un tráfico total de 66,3 erlangs. Si nos mantenemos con la meta de tener un 1 por ciento de tráfico perdido, estos 66,3 erlangs requieren un total de 81 circuitos directos.(ANEXO 2) En consecuencia, el número de circuitos directos totales es de 439.

Para dimensionar el haz de radioenlace, necesitamos el tráfico en erlangs total; si suponemos que el tráfico medio total por línea es de 0,20 erlangs, obtenemos el total de tráfico multiplicando este valor por las 439 líneas. Esto nos da un tráfico total de 87,8 erlangs, que basándonos en el anexo 2, empleando la columna con el 1 por ciento de desbordamiento, nos arroja un resultado de 104 enlaces entre la central de aeropuerto y la central La Luz ubicada en la ciudad de Quito.

Para el año de 1997, el resultado del estudio del numeral 2.6, indica que se necesitará 1082 líneas de las cuales 488 son directas y 594 son extensiones. Haciendo un análisis similar al anterior, pero suponiendo un tráfico medio por extensión de 0,2 erlangs y un tráfico medio de 0,25 erlangs por línea final, obtenemos el siguiente resumen: las 594 extensiones requieren de 140 líneas directas, en total se tienen 628 líneas directas; éstas a su vez requieren de 180 enlaces directos con la central La Luz.

Utilizando en el enlace radioeléctrico multiplexación FDM, necesitaríamos en el año inicial 2 supergrupos básicos, esto es 120 canales, con lo cual tendríamos un excedente de casi el 15 por ciento, con lo cual tendríamos un buen rango de seguridad. En el caso de utilizar tecnología TDM, requeriríamos de 4 enlaces PCM, ya que, como mencionamos anteriormente, cada enlace abarca 30 canales.

Para el año 1997, necesitaríamos 3 supergrupos básicos de 60 canales cada uno, en el caso de usar multiplexación FDM, o 6 enlaces PCM, en tecnología TDM.

Por lo indicado en el numeral 2.8, el enlace desde la central tandem, ubicada en Yaruqui, hasta el aeropuerto tendrá un total del 25 por ciento de la capacidad del enlace Quito-aeropuerto, esto es 26 enlaces troncales en el año 1987 y 45 en el año 1997.

La central utilizada en el aeropuerto será una EPABX, para el fácil manejo de comunicaciones internas y externas.

En cuanto al sistema de energía utilizado, se prevee que el nuevo aeropuerto deberá tener un sistema de ininterrupción de corriente eléctrica por normas internacionales de seguridad, por lo tanto, la central EPABX, no requerirá de un grupo electrógeno de emergencia, no así la repetidora ubicada en el punto denominado Collaloma, en donde si bien es cierto que existe energía eléctrica, no tiene seguridad de ininterrupción con lo cual se necesitará de un grupo electrógeno de 5 kVA.

Para conectar el enlace desde el punto de repetición hacia la central La Luz, ubicada a 2,5 km aproximadamente, se empleará simplemente cable multipar, con lo cual, en el sitio de repetición se requerirá de un sistema multiplexor y demultiplexor para pasar la señal a banda base y enrutarla a través del cable.

3.6.8. DETERMINACION DEL NUMERO DE PARES ENTRE CENTRALES.

Como es lógico pensar, no se usarán diversas vías para conectar la central tandem con el resto de centrales, sino que se utilizarán las carreteras existentes como directrices de los enlaces. Por ejemplo el trayecto desde la central tandem ubicada en la parroquia de Yaruqui hasta la central de El Quinche usará el mismo trayecto que desde la central tandem hasta la parroquia de Checa.

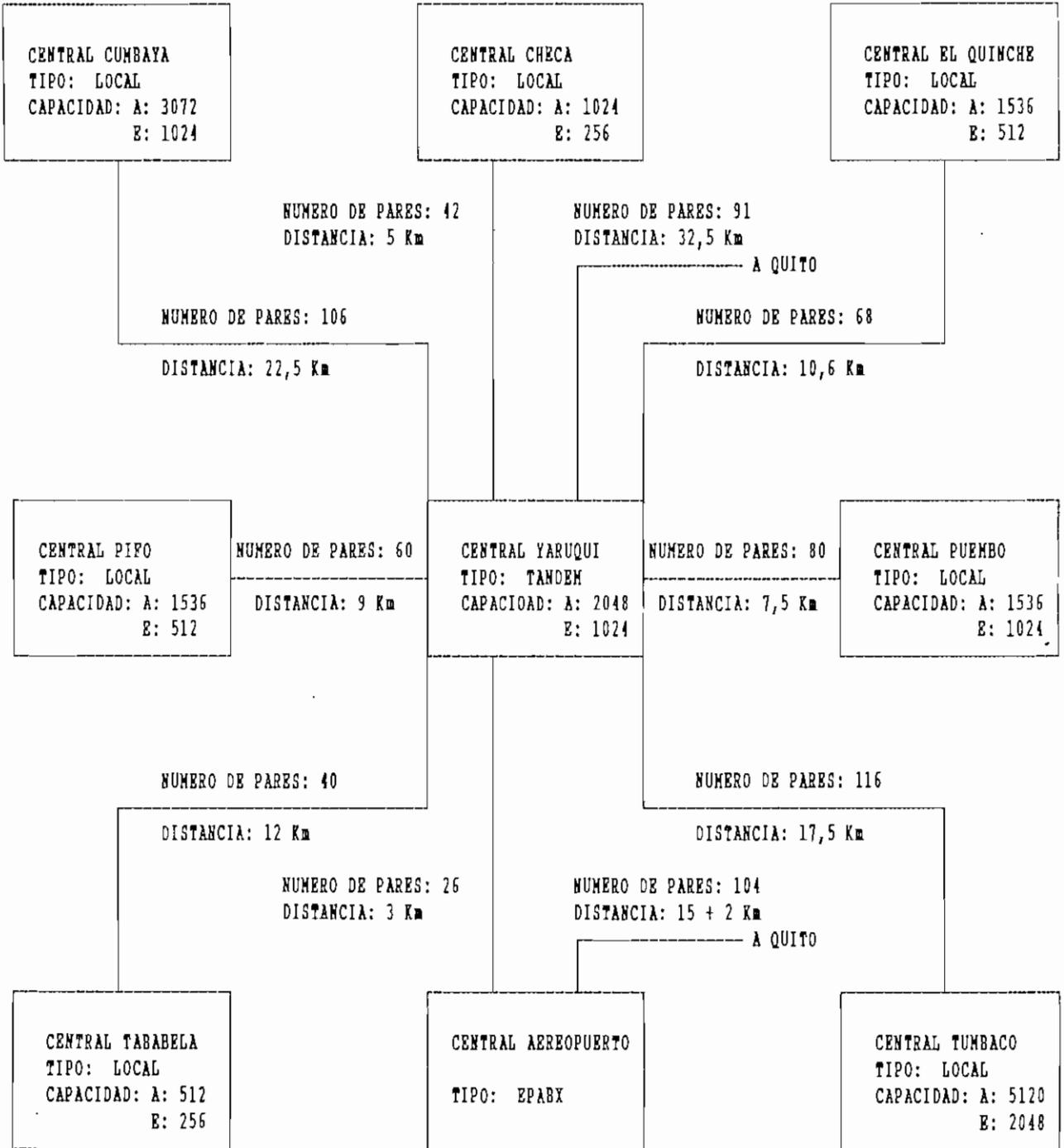
De la matriz de circuitos, de la tabla 3.17, obtenemos el número de líneas troncales que llegan y salen de la central tandem, esto es 256, es decir, en total se tiene 512 circuitos. Si consideramos un tráfico medio por línea troncal de 0,1 erlangs, tenemos un total de 51,2 erlangs que, con una probabilidad de pérdida del 1 por ciento requiere de 65 circuitos. (anexo 2). Estos 65 circuitos sumados a los 26 del aeropuerto nos da un resultado de 91 circuitos troncales que deberán llegar a la ciudad de Quito, a la central Mariscal desde la central tandem ubicada en Yaruqui.

En la figura 3.5 se visualiza los circuitos entre la central tandem y las demás ciudades y localizaciones.

Por lo mencionado, obtenemos el cuadro de circuitos totales 3.20

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
 TESIS ESCRITA DE GRADO
 FIGURA 3.5

CIRCUITOS ENTRE CENTRALES (A=ALAMBRADA; E=EQUIPADA)



	CY	CH	EQ	PF	PB	TB	TC	YQ	ABREOP.	QUITO
CY							53			91
CH			34					21+34		
EQ		34								
PF								30		
PB						20	111	171		
TB					20					
TC	53				11					
YQ		21+34		30	171				26	
ABREOP.								26		* 104
QUITO	91								* 104	

* Enlace de radio

Con el mencionado cuadro de circuitos, dimensionamos los cables de acuerdo al número de pares disponible en el mercado en la siguiente forma:

ENLACE	NUMERO DE PARES
El Quinche - Checa	70
Checa - Yaruquí	100 + 20
Pifo - Yaruquí	70
Aereopuerto - Yaruquí	50
Yaruquí - Puenbo	300 + 150
Tababela - Puenbo	50
Puenbo - Tumbaco	200 + 150
Tumbaco - Cumbaya	200
Cumbaya - Mariscal	100
Collaloma - La Luz	150

CABLES.

El cable multipar utilizado será uno de pares simétricos de 0,4 mm para la transmisión por la red de enlace. Inicialmente, estos pares se emplearán para la transmisión en frecuencias vocales, pero deberán satisfacer las condiciones impuestas por los futuros sistemas digitales y para ello se los apareará.

3.7. PLANILLA DE EQUIPOS Y PARTES.

3.7.1. CONMUTACION.

Datos obtenidos de la tabla 3.19; la capacidad equipada es en el año inicial.

1. CENTRAL CUMBAYA
TIPO: LOCAL
CAPACIDAD ALAMBRADA: 3072
CAPACIDAD EQUIPADA: 1024
TRONCALES INTERCENTRALES: 106
2. CENTRAL CHECA
TIPO: LOCAL
CAPACIDAD ALAMBRADA: 1024
CAPACIDAD EQUIPADA: 256
TRONCALES INTERCENTRALES: 42
3. CENTRAL EL QUINCHE
TIPO: LOCAL
CAPACIDAD ALAMBRADA: 1536
CAPACIDAD EQUIPADA: 512
TRONCALES INTERCENTRALES: 68
4. CENTRAL PIFO
TIPO: LOCAL
CAPACIDAD ALAMBRADA: 1536
CAPACIDAD EQUIPADA: 512
TRONCALES INTERCENTRALES: 60
5. CENTRAL PUEMBO
TIPO: LOCAL
CAPACIDAD ALAMBRADA: 1536
CAPACIDAD EQUIPADA: 1024
TRONCALES INTERCENTRALES: 80
6. CENTRAL TABABELA
TIPO: LOCAL
CAPACIDAD ALAMBRADA: 512
CAPACIDAD EQUIPADA: 256
TRONCALES INTERCENTRALES: 40
7. CENTRAL TUMBACO
TIPO: LOCAL
CAPACIDAD ALAMBRADA: 5120
CAPACIDAD EQUIPADA: 2048
TRONCALES INTERCENTRALES: 116
8. CENTRAL YARUQUI
TIPO: TANDEM (LOCAL + TRANSITO)
CAPACIDAD ALAMBRADA: 2048
CAPACIDAD EQUIPADA: 1024
CAPACIDAD TRANSITO EN LA ZONA: 512 LINEAS

TRONCALES INTERCENTRALES: 91

3.7.2. TRANSMISION

3.7.2.1. RADIOENLACE

2 Transreceptores de 50 w de potencia, para trabajar en la banda de frecuencia VHF (150 Mhz), incluidas las antenas, acopladores, etc.

2 Multiplexores FDM, con capacidad de 3 supergrupos básicos (180 canales), con un ancho de banda de 720 kHz (180 x 4 kHz). Capacidad inicial 120 canales.

Alternativamente, 2 Multiplexores TDM, con una capacidad de 6 enlaces PCM para 180 canales, más elementos de conversión analógico/digital.

18 Conversores Analogo/digitales de las capacidades obtenidas de la tabla 3.17:

ENLACE	CIRCUITOS	CONVERSORES
QUITO-YARUQUI	91	2
CUMBAYA-YARUQUI	106	2
TUMBACO-YARUQUI	116	2
PUEMBO-YARUQUI	80	2
TABABELA-YARUQUI	40	2
PIFO-YARUQUI	60	2
CHECA-YARUQUI	42	2
EL QUINCHE-YARUQUI	68	2
	TOTAL	18

3.7.2.2. CABLERIA

NUMERO PARES	LONGITUD REAL (m)	LONGITUD REQUERIDA(*) (m)
300	7500	8250
200	15000	16500
150	20500	22550
100	15000	16500
70	14600	16060
50	7500	8250
20	5000	5500

(*) Longitud considerando un 10 por ciento de pérdidas, debido a vanos entre postes, a empalmes, etc.

3.7.2.3. POSTERIA

1415 POSTES Normalizados para instalaciones telefónicas.

150 RIOSTAS Aproximadamente un 10 por ciento del número de

postes.

3.7.3. MATERIALES DE INSTALACION

3.7.3.1. TABLEROS

1. Armarios de distribución
2. Cajas de distribución final
3. Cajas de dispersión

3.7.3.2. EMPALMES

	ENTRANTES	SALIENTES
CUMBAYA	200	100
CHECA	100 + 20	70
PUEMBO	150 + 300	150 + 200 + 50
TUMBACO	200 + 150	200

Definimos entrantes a aquellos que salen desde Yaruquí hacia la ciudad en mención, y salientes a aquellos que se dirigen en dirección opuesta de Yaruquí.

3.7.3.3. VARIOS

Se ha diseñado el radioenlace Aeropuerto - Collaloma en VHF (banda de 150 MHz) con una sola vía de transmisión para el periodo de desarrollo del sistema, debido a que se prevee una vía alterna de transmisión por cable pasando por la central tandem.

Sin embargo, si durante los primeros 5 años de desarrollo, la estructura y crecimiento de la demanda de interconexión Aeropuerto - Quito, Red nacional e internacional requiere mejores facilidades de transmisión, durante dicho periodo se puede estructurar un enlace radioeléctrico por sistema 1 + 1, en la misma banda VHF de 150 MHz. En este caso, habrá que tomar en cuenta el incremento de costos de la nueva vía de radio más el equipo de cambio automático de vías.

CAPITULO 4

4. OPERACION DEL SISTEMA - CRONOGRAMA DE EJECUCION

4.1. SENALIZACION PARA LOS DIFERENTES SERVICIOS

4.1.1. FUNCIONES DE LA SENALIZACION

Las funciones primordiales de la señalización consisten en originar las siguientes acciones de los sistemas de conmutación:

- a) Alertar al abonado (o servicio) llamado, y
- b) Conectar correctamente al abonado que llama con el abonado llamado.

Todas las complejas características de los modernos sistemas de señalización tienen por objeto satisfacer de un modo más perfeccionado las siguientes necesidades básicas:

- Conectar al abonado con su central local
- Dirigir la llamada a través de los sucesivos centros de conmutación
- Conectar al abonado con el abonado o servicio llamado
- Informar al abonado del progreso de la llamada
- Realizar el cómputo de la llamada, con fines de tasación automática
- Minimizar los retardos para todas las funciones
- Proporcionar información para la gestión de la red
- Desconectar a los abonados de sus centrales locales al terminar la comunicación
- Liberar los enlaces y centrales intermedios al concluir la comunicación

4.1.1.1. SENALIZACION ENTRE EL ABONADO Y LA CENTRAL LOCAL

Son señales enviadas en ambos sentidos debido a que las señales hacia atrás son necesarias para proporcionar por lo menos la información que determinará las operaciones del abonado.

Pueden dividirse en señales de supervisión y de selección y, típicamente realizan las tareas básicas indicadas en la tabla 4.1.

Existen varias otras señales útiles en función de los servicios ofrecidos. Con la señalización en corriente continua, como actualmente se utiliza de forma general, son limitados los servicios disponibles. Pero, si se utiliza señalización multifrecuencia, en alterna, con un aparato de teclado, el abonado marca la información a una velocidad mucho más rápida y la variedad de servicios es mucho más amplia.

4.1.1.2. SENALIZACION ENTRE CENTRALES

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
 TESIS ESCRITA DE GRADO
 TABLA 4.1

DIVISION DE LAS SEÑALES

SEÑALES	ABONADO	CENTRAL
DE SUPERVISION (REFLEJAN EL ESTADO DE LA LLAMADA)	LINEA DISPONIBLE	NINGUNA ACCION O INFORMACION DE LINEA LIBRE
	ABONADO QUE LLAMA DESCUELGA	PETICION DE CONEXION
	LINEA OCUPADA	NINGUNA ACCION O INFORMACION DE LINEA LIBRE
	ABONADO QUE LLAMA O LLAMADO CUELGA	PETICION DE DESCONEXION DE LA LINEA
	ALERTA AL ABONADO LLAMADO	ENVIO DE UNA SENAL AL ABONA- DO LLAMADO
	ABONADO LLAMADO DESCUELGA	COMENZAR A TARIPAR AL ABONA- DO QUE LLAMA
DE SELECCION (REFLEJAN EL ENCAMINAMIENTO DE LA LLAMADA)	ABONADO QUE LLAMA MARCA EL NUMERO MEDIANTE DISCO O TE- CLADO	RECIBE Y ALMACENA INFORMA- CION DE DIRECCION

El abonado ha descolgado y ha señalado el destino solicitado. La central asume entonces su papel que es el conectarlo a la central del abonado llamado, ya sea directamente o a través de otras centrales, enviando señales a esas centrales y recibiendo señales de las mismas.

Se ilustrará ahora el procedimiento mediante el cual se consigue la señalización; como en el numeral anterior, las funciones pueden dividirse de forma general en dos clases, de supervisión y de selección.

SUPERVISION:

- Recepción y envío de la información sobre el estado de la línea del abonado llamado;
- Recepción de la señal de invitación a marcar;
- Recepción y envío de la señal que indica la clase de abonado;
- Recepción de información sobre el abonado que llama para la tasación de la llamada;
- Recepción de la señal de "abonado llamado contesta";
- Recepción de la señal de "abonado llamado o que llama" cuelga;
- Señales de impulso de cómputo para la tasación de la llamada;
- Recepción de la señal que indica la necesidad de un supresor de eco.

SELECCION:

- Información enviada entre registradores;
- Señales de invitación a transmitir;
- Final del número (utilizada especialmente con esquemas de numeración no uniforme);
- Señales de acuse de recibo.

4.1.2. METODOS DE SENALIZACION

Indicaremos en principio, los distintos métodos de señalización en uso o disponibles, junto con las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos. Los aspectos generales de este tema están normalizados en las recomendaciones Q.1 a Q.118 bis del CCITT.

4.1.2.1. SENALIZACION EN CONTINUA

La señalización en continua envía información mediante la presencia o ausencia de una corriente continua, con variaciones en la duración de los impulsos. Este método es de empleo universal para la señalización entre un abonado y su central.

La señalización en continua también puede utilizarse en circuitos entre centrales y en líneas interurbanas de longitud limitada. El problema principal que presenta la señalización en continua se relaciona con la distancia a la que puede transmitirse sin experimentar pérdidas importantes, con la consiguiente

degradación.

Debido a su sencillez y a su economía en circuitos metálicos para frecuencias vocales, la señalización en continua se utiliza donde existe gran número de circuitos cortos, como en las zonas locales. Sin embargo, a medida que se difunden los sistemas de transmisión multiplex, analógicos o digitales, la señalización en continua entre centrales se sustituye cada vez más por otros métodos a fin de mejorar la utilización del control común y disminuir el periodo de espera después de marcar.

4.1.2.2. SENALIZACION EN ALTERNA

La señalización en alterna permite evitar dos de las principales limitaciones de la señalización en continua: las relativas a la longitud del circuito y a la velocidad.

La señalización en alterna puede clasificarse de acuerdo con cinco características:

- a) Señalización en baja frecuencia o a frecuencias vocales (FV)
- b) Número de frecuencias de señalización (1FV, 2FV, MFC)
- c) Modos de señalización, en la banda o fuera de ella
- d) Señalización con o sin acuse de recibo de señales
- e) Señalización enlace por enlace o señalización de extremo a extremo

SENALIZACION EN BAJA FRECUENCIA O A FRECUENCIAS VOCALES.

Para la señalización en alterna y baja frecuencia se emplea una frecuencia inferior a 300 Hz, situada por lo tanto debajo de las frecuencias vocales. La frecuencia típica es 50 Hz. No puede utilizarse con circuitos FDM por portadoras dada su muy elevada atenuación para frecuencias bajas de señalización.

El sistema de señalización en alterna y de baja frecuencia se considera anticuado y en la actualidad es equivalente a frecuencias vocales, es decir, que utiliza señales alternas de frecuencias comprendidas en la banda vocal.

NUMERO DE FRECUENCIAS DE SENALIZACION

La señalización 1FV utiliza una sola frecuencia vocal característicamente entre 2000 y 3000 Hz, lo que evita la parte de la banda con mayor energía vocal. Debido a que esta señalización se basa en las duraciones de los impulsos para los distintos mensajes, constituye uno de los métodos más lentos de señalización entre centrales.

Para la señalización 2FV se utilizan dos frecuencias entre 300 y 3400 Hz seleccionadas también entre las frecuencias más elevadas

de la banda vocal, este método proporciona una mayor velocidad y más oportunidades para la codificación.

La codificación multifrecuencia (MFC) utiliza n frecuencias (con $n \geq 2$ y $n \leq 6$ para un mismo sentido de transmisión), lo que proporciona un elevado número de códigos posibles (utilizando en general 2 de las n frecuencias), que no se basan en la duración de señal.

SEÑALIZACION DENTRO O FUERA DE BANDA

A la señalización dentro de banda se la considera equivalente a la señalización en alterna, que emplea frecuencias vocales (de 300 a 3400 Hz).

Para la señalización fuera de banda se utiliza un canal de señalización separado, fuera de la banda de 300 a 3400 Hz, ésta se emplea únicamente para señalización de línea.

Según la recomendación Q.21 del CCITT, el canal de señalización separado opera a:

- la frecuencia de 3825 Hz
- la frecuencia de 0 Hz (o 4000 Hz), es decir, de la portadora virtual del canal telefónico de un sistema FDM por portadoras.

La señalización de línea a 3825 Hz utilizada en un modo de cambio de estado, es la norma para el sistema de señalización R2 del CCITT (Recomendación Q.414).

SEÑALIZACION CON O SIN ACUSE DE RECIBO

El modo más sencillo y más económico de señalización es el que no prevee un acuse de recibo por la recepción de señales. Para mayor fiabilidad de los sistemas, y en particular para la señalización entre registradores, se prevee el acuse de recibo, por ejemplo, en la señalización entre registradores (hacia adelante) del sistema de señalización No. 4 del CCITT (Recomendación Q.120 a Q.180).

Para un acuse de recibo sistemático de todas las señales, se emplea el modo de señalización de secuencia obligada, que es un método por el cual la central A no deja de enviar señales a la central B hasta que haya recibido información de la recepción de la señal por esta última; la señal de confirmación sólo se interrumpe cuando se interrumpe la señalización desde la central A. El proceso continúa a través de todo el intercambio de información y se denomina "de secuencia totalmente obligada".

En un sistema de señalización sin secuencia obligada, en cambio, las señales se envían con independencia de las señales recibidas.

Los sistemas de señalización No. 5 y R2 son ejemplos de sistemas de señalización del CCITT que utilizan la técnica de secuencia totalment obligada para alguna de sus funciones.

SEÑALIZACION ENLACE POR ENLACE O DE EXTREMO A EXTREMO

En la señalización entre registradores, hay dos métodos posibles para intercambiar las señales de dirección para las llamadas que pasan por uno o mas centros de transito:

- La señalización enlace por enlace
- La señalización extremo a extremo

En la señalización enlace por enlace, toda la información se transfiere entre cada par de centrales sucesivamente, por el contrario, en la señalización de extremo a extremo, la información de dirección se envia sin petición desde el registrador del centro terminal primario. Esto, aumenta la velocidad y permite economizar registradores, sin embargo, existe una red perfectamente homogénea y el uso coherente del mismo sistema de señalización en todas las rutas de la red.

4.1.2.3. SEÑALIZACION EN UNA RED DIGITAL

La transmisión PCM es un sistema múltiplex por división en el tiempo que codifica la palabra y la señalización es en "bits" binarios que se transmiten en "intervalos de tiempo".

En los sistemas PCM, la señalización está siempre separada de la información vocal. Los métodos en uso son dos, el primero emplea la señalización fuera de banda en cada canal (en particular con PCM de 24 canales), mientras que el segundo reserva uno de los canales para la señalización (por ejemplo, el intervalo de tiempo 16 en los sistemas PCM de 30 canales). Es posible usar este canal para la señalización correspondiente a varios sistemas PCM.

4.1.2.4. SEÑALIZACION POR CANAL COMUN (SPC) (SISTEMA DE SEÑALIZACION No. 6 Y No. 7 DEL CCITT)

En la señalización por canal común, todas las señales que deben transmitirse por una ruta determinada se cursan por un solo canal, siendo éste el motivo por el cual sólo es económico en las rutas de gran capacidad.

Se necesita equipo adicional para coordinar las etiquetas de señalización con el canal de conversación correspondiente, pero la señalización por canal común suprime, en cambio, la necesidad de otros elementos del equipo, tales como los grupos de relés de señalización que van provistos en equipos analógicos circuito por circuito.

La necesidad de equipo especial, así como las escasas ventajas que se obtienen, limitan el interés de la utilización de esta técnica en una central que no sea SPC. En un medio SPC, por el contrario, esta alternativa presenta gran interés, ya que permite aprovechar plenamente los equipos de control por programa almacenado.

Las ventajas que pueden ofrecer la señalización por canal común, desde el punto de vista de la red, son por tanto los siguientes:

- a) Mayor eficiencia en la utilización de los canales, con la consiguiente reducción de los costos que puede ser importante
- b) Economía en equipos de señalización
- c) Una variedad mucho mayor de señales y por tanto de servicios
- d) Una señalización más rápida, simultánea en ambos sentidos
- e) La ausencia de problemas de interferencia con la conversación
- f) Dado que los mensajes llevan etiquetas y no están necesariamente relacionados con un circuito o llamada determinados, pueden emplearse como medios de gestión de la red
- g) La señalización no está obligada a seguir el mismo trayecto físico que la conversación
- h) Mayor disponibilidad de la red, con detección de errores y retransmisión/reencaminamiento.

Los inconvenientes son los siguientes:

- a) Complejidad
- b) Exigencias de seguridad: deben proveerse por lo menos dos canales
- c) Costo, si se trata de una ruta de poca capacidad

4.1.3. SENALIZACION ACTUAL

El IETEL utiliza actualmente el sistema de señalización R2 que es de tecnología analógica como mencionamos anteriormente. En el futuro, con el advenimiento de la tecnología digital, se optará por el sistema de señalización No. 7 del CCITT.

4.2. ENRUTAMIENTO

4.2.1. ENRUTAMIENTO FISICO

Dadas la distribución y magnitud normales de tráfico, las zonas rurales son del tipo en estrella y, en general, el establecimiento de rutas de gran utilización no está justificado.

El enrutamiento está basado en una red en estrella y no es probable que cambie mucho físicamente después del período en estudio, salvo por razones de seguridad o por nuevos emplazamiento, reagrupaciones o supresiones de centrales.

Sin embargo, en la zona donde existe esta configuración en estrella es probable que nuevas rutas superpuestas de microondas

puedan proporcionar la seguridad requerida ya que una extensa red de microondas en la zona rural podría ser también útil para la zona urbana.

4.2.2. ENRUTAMIENTO DEL TRAFICO

4.2.2.1. TRAFICO INTERNACIONAL

Se seguirá el trayecto actual del tráfico internacional, es decir, se cursará el tráfico local a través de su central local, de allí se dirigirá a la central Tandem ubicada en la ciudad de Yaruquí, para de aquí dirigirse hasta la central de tránsito ubicada en Quito centro, vía la troncal de Central Mariscal, de donde podrá enrumbarse al exterior por intermedio de la estación terrena ubicada en el Valle de Los Chillos u otras facilidades terrestres.

La ruta entre el centro primario y el internacional debe dimensionarse con un grado de servicio superior al de otros enrutamientos. Si se proyectasen rutas directas con el centro internacional, éstos deberán ofrecer un grado de servicio igualmente alto.

Para enrutar el tráfico de aeropuerto, se parte de la central EPABX ubicada en el aeropuerto, dirigiéndose al punto de repetición ubicado en la localidad denominada "Collaloma" para luego descender a la central La Luz vía cable multipar y pasar a la central de tránsito de Quito Centro vía la red troncal de la Central Mariscal.

4.2.2.2. TRAFICO DE LARGA DISTANCIA NACIONAL

El tráfico de larga distancia nacional se cursará en forma similar al internacional con la diferencia de que no irá a la estación terrena sino que se quedará en el centro de tránsito nacional.

En otras palabras, seguirá por la central local, pasará a la central de tránsito ubicada en Yaruquí y se dirigirá a la central de tránsito nacional de Quito en donde se enrumbará a su destino final.

4.2.2.3. TRAFICO DE TRANSITO

El único tráfico de tránsito que se tendrá en la zona será el que fluya a través de la central Tandem ubicada en la región. Se prevé de 100 enlaces directos desde la ciudad de Quito hasta la central de tránsito, de los cuales, aproximadamente el 30% sirve para tráfico de desborde del aeropuerto.

4.2.2.4. TRAFICO LOCAL

El enrutamiento a los diferentes abonados pasara a traves de armarios de distribución, luego a cajas de dispersión y por ultimo a los abonados utilizando red primaria, secundaria y de abonado respectivamente.

4.2.3. DIAGRAMA DE ENCAMINAMIENTO

FIGURA 4.1

4.3. OPERACION DE LOS SERVICIOS: TELEFONIA, TELEX, DATOS, OTROS

En cuanto a la operación en si de los diferentes servicios, cabe señalar que la red física para telefonía sirve también para el servicio de télex, transmisión de datos y facsimil y, para un plazo mayor, se podrá acomodar el servicio de videoteléfono y videotex a esta red ya que éstos requieren de un ancho de banda superior por canal a los servicios mencionados anteriormente.

Un aspecto que está ligado íntimamente con la operación es el de la numeración, ya que en base a ésta se enrumba la llamada por las diferentes centrales llegando así al abonado destinatario.

Para el plan de numeración, nos hemos acogido a lo que el IETEL tiene previsto, esto es al rango de numeración para las diversas ciudades de la zona que contempla el presente proyecto. En el siguiente cuadro se observa lo previsto por el IETEL para 5 años.

CENTRAL	RANGO DE NUMERACION	N.LINEAS
Cumbayá	355000 - 356999	2000
Checa	309000 - 309999 (*)	1000
El Quinche	357000 - 357999	1000
Pifo	380000 - 380999	1000
Puembo	390000 - 390999	1000
Tababela	(**)	
Tumbaco	780000 - 781999	2000
Yaruquí	307000 - 307999	1000

(*) No está previsto pero se podría utilizar esta numeración

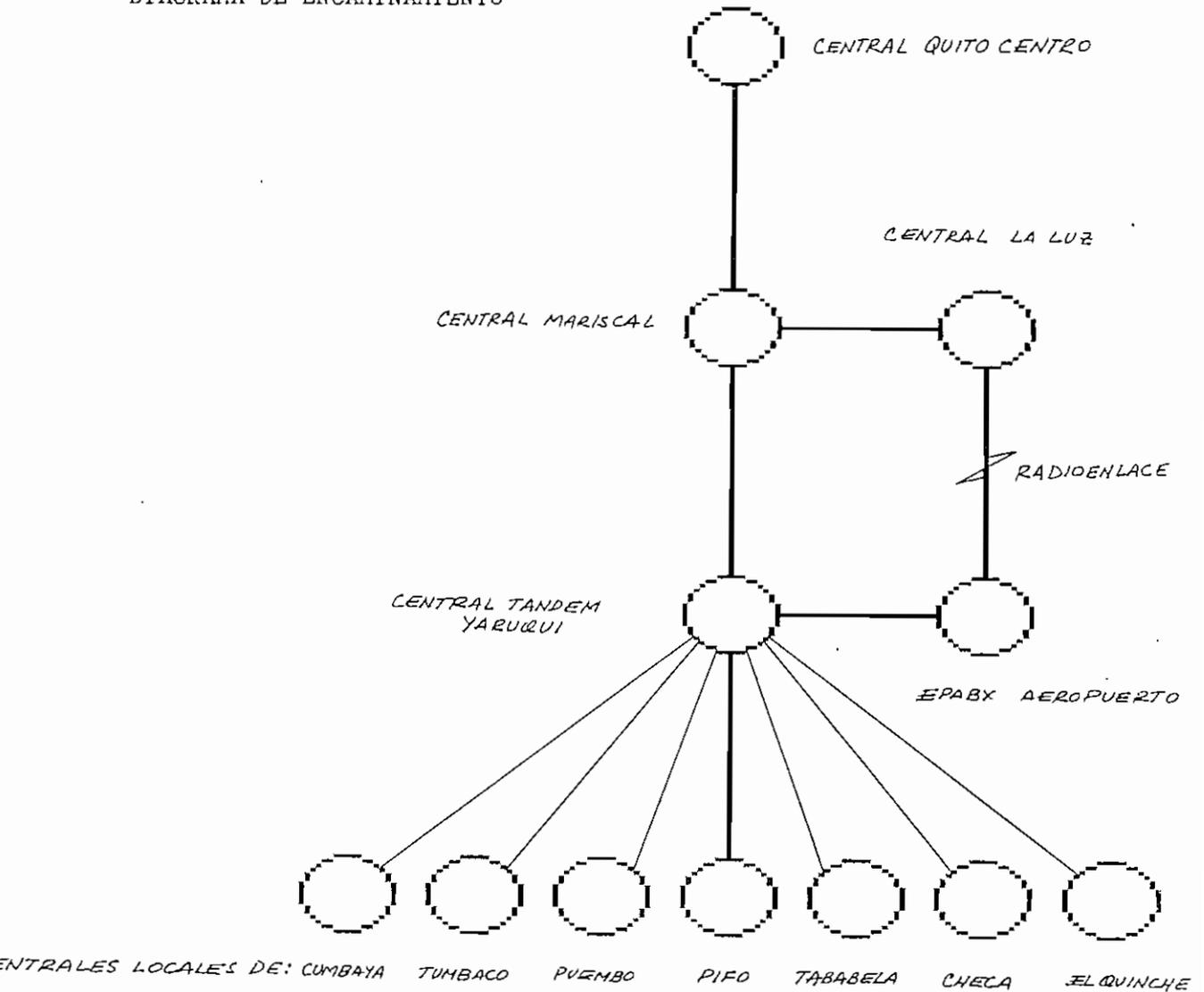
(**) Dependería de la central local de Puembo

Luego del plazo previsto de 5 años para el plan de numeración, es posible el desarrollo mediante la apertura de un nuevo dígito (7 dígitos).

Esto en lo referente a la numeración telefónica. Para la transmisión de télex, se utilizaría esta misma red y se emplearía el plan de numeración Quito, debido a la baja densidad de terminales. Para la operación de este servicio, se requiere un Multiplexor Telegráfico para que varios canales telegráficos de

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES DEL VALLE DE CUMBAYA
TESIS ESCRITA DE GRADO
FIGURA 4.1

DIAGRAMA DE ENCAMINAMIENTO



baja velocidad formen el ancho de banda de base de un canal telefónico.

Para la transmisión de datos, se requiere de un modem como se indicó en el numeral 3.1 si se tiene una red analógica y, no se requiere de equipo adicional si se cuenta con una red completamente digital. El plan de numeración y conmutación es exactamente igual al del caso telefónico, en el caso de líneas conmutadas y es independiente del de conmutación, en el caso de línea dedicada, aunque cada una de ellas tiene su número particular, dependiendo del registro de la red de planta externa.

El caso del Facsimil, es similar al de la transmisión de datos y utiliza la misma numeración anteriormente citada.

Para los servicios futuros, habrá que implantar un plan de numeración que permita acceder a estos servicios modernos, entre ellos el de videoteléfono. Debido a que es una imagen móvil, se requeriría, con las técnicas actuales, de un ancho de banda aproximado de 6 MHz, que es sustancialmente mayor al usado para los servicios anotados anteriormente, que apenas necesitan de un ancho de banda de 4 kHz. Sin embargo, la tecnología digital está empeñada en reducir el ancho de banda mediante la compresión de códigos.

4.4. ETAPAS DE EJECUCION DEL PROYECTO

Antes de elaborar un plan de ejecución del proyecto, es necesario definir todos los sectores cubiertos por la instalación de los equipos de conmutación, a saber: el emplazamiento físico, la interconexión, las pruebas y la puesta en servicio de los equipos.

A los efectos del plan de instalación, en la definición de equipo de conmutación se incluye, aparte de la central de conmutación propiamente dicha, equipos asociados tales como los destinados al mantenimiento y la facturación y el equipo de suministro de potencia (rectificadores, baterías y generadores de emergencia). No se incluye el cableado de la central ni los medios de transmisión (medios metálicos y equipos de corrientes portadoras) pero es necesaria una estrecha coordinación con los responsables de la instalación de estos medios, a fin de asegurar el cumplimiento de los límites de tiempo estipulados.

El aspecto más importante de la planificación de la instalación es el establecimiento de un calendario que abarque todo el proyecto. Este calendario debe mostrar, por orden cronológico, todas las operaciones y las relaciones entre éstas y ha de figurar en el pliego de condiciones.

Dada la interdependencia de otras operaciones con las actividades de instalación y prueba, es menester indicarlas a fin de que el IETEL y el proveedor puedan establecer un calendario general del

proyecto. La conclusión de las principales etapas deben señalarse especialmente, de manera que pueda compararse constantemente la marcha de las actividades de instalación y prueba con el calendario previsto.

Para el presente proyecto, y luego de calificadas las propuestas de los proveedores, que tomaría un tiempo aproximado de seis meses, tiempo en el cual está previsto la formulación de la bases para la contratación de bienes y servicios de los diferentes items del proyecto, la licitación, etc., se tendría el siguiente calendario (figura 4.2):

Las etapas más importantes son las relacionadas con:

- las facilidades para el personal,
- la disponibilidad del edificio (sitio de instalación),
- los locales para el almacenamiento de material,
- la instalación y prueba del equipo de alimentación de energía,
- la ejecución y prueba de las instalaciones exteriores,
- la instalación del equipo de conmutación,
- las pruebas del equipo de conmutación,
- la instalación y prueba del equipo de transmisión,
- pruebas de facilidades y circuitos,
- otras instalaciones,
- entrada en servicio (incluida la aceptación),
- explotación y mantenimiento.

4.5. CRONOGRAMAS DE LAS ACTIVIDADES DE CADA ETAPA

La mayoría de las etapas indicadas en el numeral anterior influyen directamente en la fecha de terminación de la instalación del equipo de conmutación. Es importante coordinar en el calendario del proyecto la realización de las instalaciones exteriores, de modo que, cuando comiencen a conectarse los equipos de conmutación y transmisión, se pueda probar su interfuncionamiento.

4.5.1. FACILIDADES PARA EL PERSONAL

Al planificar los trabajos de instalación, debe considerarse la fuente de la cual se extraerá el personal que efectuará la instalación. El IETEL puede adoptar varias soluciones; las dos siguientes representan los dos casos extremos:

- a) Que la instalación sea efectuada exclusivamente por personal del proveedor
- b) Que la instalación sea efectuada exclusivamente por personal del IETEL.

En el primer caso, la instalación correrá totalmente por cuenta del proveedor, y la función principal del IETEL será la de supervisar y observar los resultados de las pruebas. El

proveedor proporciona toda la fuerza de trabajo, así como todos los instrumentos especiales y aparatos de prueba requeridos. La adopción de esta solución dependerá del nivel técnico del personal del IETEL y del tiempo disponible para capacitar a ese personal dentro del plazo del proyecto global.

En todo caso, es necesario conformar un grupo de Administración del Proyecto, el mismo que se encarga de la estructura final y de la ejecución total del mismo.

Si es necesario aplicar una nueva tecnología, habrá que recurrir a una capacitación extensa, tanto de orden teórico en el aula, como de orden práctico, en condiciones de explotación, para impartir al personal del IETEL los conocimientos técnicos deseados.

En estas condiciones, la instalación la efectúa el personal del IETEL, lo que le proporciona la oportunidad de aprender todas las facetas del nuevo equipo según un procedimiento que se desarrolla paso a paso y que termina por la experiencia práctica. La pericia así adquirida es de importancia capital, especialmente si hay que instalar cierto número de equipos de conmutación similares. El costo de la capacitación se distribuirá entonces entre un mayor número de unidades.

Además, se podrían adoptar distintas soluciones intermedias entre las dos que representan los casos extremos, por ejemplo, el IETEL podría proporcionar personal para realizar las funciones de emplazamiento físico y cableado y dejar que sea el personal del proveedor quien efectúe las pruebas y la supervisión. En este proyecto, que comprende ocho unidades de conmutación, estas últimas funciones podrían ser gradualmente asumidas por el personal del IETEL.

La instalación requiere dos tipos de supervisión: técnica y administrativa. Deberá determinarse con antelación la amplitud de la supervisión requerida, la que dependerá de la complejidad de la instalación y del nivel de capacitación del personal, de esta forma, los instaladores con niveles más bajos de capacitación o menor experiencia, requerirán un mayor grado de supervisión técnica.

El supervisor técnico, que corresponde al grupo de Administración del Proyecto, debe conocer los dispositivos, el funcionamiento y el mantenimiento del sistema, y estar familiarizado con las técnicas fundamentales de instalación y su aplicación al sistema concreto que ha de instalarse; él será el primer apoyo técnico que tendrá el instalador y podrá también actuar como coordinador de las pruebas y consultor, especialmente en el caso de proyectos complejos en los que la función de las pruebas esté distribuida entre varios grupos de personas.

El supervisor administrativo es generalmente responsable de la gestión del proyecto y ejerce un control global sobre el proceso

de la instalación, aunque no tenga el mismo nivel técnico del supervisor técnico.

4.5.2. DISPONIBILIDAD DEL EDIFICIO

El edificio que albergará el equipo de conmutación debe estar terminado y listo para ser ocupado antes de la fecha de comienzo de la instalación. Es importante fijar un calendario detallado para la construcción del edificio, que comprenda:

1. Un plazo para la entrega del plano del edificio al proveedor, a fin de que este pueda preparar la disposición del equipo y especificar las necesidades en elementos tales como conductos de cable, pisos falsos, etc.
2. El plazo para la presentación del plano de las plantas al IETEL y para la aprobación de éste.
3. La fecha en que los locales se pondrán a disposición del proveedor para la iniciación de los trabajos preliminares de la instalación. Esto significa que la sala de equipos debe estar limpia, que los sistemas de climatización deben estar en condiciones de funcionar, que debe disponerse de alimentación en corriente alterna y que deben estar instalados ya los medios provisionales de comunicación.

Si el edificio no está listo para ser ocupado en la fecha prevista por el calendario, habrá que establecer un plan para subsanar el retardo en la labor de instalación o bien reajustar el resto del calendario en función de este retardo.

En este proyecto, de las ocho ciudades involucradas, Cumbaya, Puenbo y Pifo cuentan con un edificio propio en las cuales se podría hacer las adecuaciones para la instalación de los nuevos equipos; Tumbaco, por su parte, tiene un edificio en arriendo.

En las restantes ciudades, el Quinche, Checa, Yaruguí y Tababela el IETEL funciona en las respectivas "casas del pueblo", en ellas se debería hacer las instalaciones adecuadas para que se pueda implantar los equipos modernos y dejarlos allí permanentemente o en su defecto, comprar terrenos, como lo está previendo el IETEL para la construcción de locales apropiados.

4.5.3. LOCALES PARA ALMACENAMIENTO DE MATERIAL

La gestión del material es una función importante en el proceso de instalación y exige una planificación cuidadosa para asegurar una recepción ininterrumpida y oportuna del material requerido. Dada la gran cantidad de material que implica la instalación de equipos de conmutación, la gestión del material es una tarea compleja.

actualizarse en el programa de instalación puede justificar el empleo de un programa de computador para facilitar el proceso. Los programas de computador basados en el método PROJECT EVALUATION & REVIEW TECHNIQUE (conocido por método PERT) u otros similares son muy utilizados para estos fines.

4.5.5. PRUEBAS DE INSTALACION

Las pruebas de instalación se efectúan a fin de cerciorarse que la central funciona correctamente, antes de las pruebas de aceptación. Los tipos de pruebas de instalación variarán según el tipo de equipo y la tecnología empleada. No obstante, pueden incluir los siguiente:

- Pruebas de continuidad para cerciorarse de la integridad del cableado de la instalación.
- Pruebas de verificación de la alimentación de energía, destinados a comprobar si todas las fuentes de alimentación CA y CC están instaladas y conectadas correctamente. Antes de alimentar el equipo, se comprueba si la tensión y la polaridad son correctas en cada uno de los circuitos, unidades o bastidores, según sea menester.
- Pruebas del sistema, destinadas a verificar si todas la combinaciones de unidades y subsistemas funcionaran correctamente.
- Pruebas de tráfico en las que se simulan las condiciones de explotación, utilizando una carga de tráfico representativa, lo que permite observar el funcionamiento del sistema sin afectar al tráfico que es fuente de ingresos (tráfico originado en los abonados).
- Pruebas de interfuncionamiento para cerciorarse de la compatibilidad entre la central instalada y otras centrales.

4.5.6. PRUEBAS DE ACEPTACION

Las pruebas de aceptación están destinadas a verificar que la central satisface los criterios de diseño indicados en las especificaciones técnicas de funcionamiento. Estas pruebas se cuentan entre las de mayor importancia ya que permiten cerciorarse que el equipo cumple todas las condiciones contractuales de diseño.

El conjunto de pruebas debe conformar el Protocolo de Pruebas y debe ser suministrado por el proveedor y ajustado por la Administración.

Las pruebas se pueden dividir en dos clases: las pruebas preliminares de aceptación, que el proveedor realiza después de las pruebas de instalación, y las pruebas finales de aceptación, que generalmente se efectúan cierto tiempo después de la puesta en servicio.

CAPITULO 5

5. ESTUDIO ECONOMICO DEL PROYECTO - FACTIBILIDAD

Se presenta en este capitulo el estudio economico del proyecto. Cabe señalar que no se hará un estudio detallado, ya que no es ese el objetivo del presente trabajo, sino más bien lo que se hará es dar una idea general del presupuesto que se requerirá para su implantación.

5.1. COSTO DE EQUIPOS Y PARTES

Se hará el cálculo del costo del equipo de conmutación, del equipo de transmisión y de la cablería en general, en base a datos obtenidos del mercado local y del IETEL.

5.1.1. COSTO DEL EQUIPO DE CONMUTACION

Se ha logrado establecer que el costo de una central digital, guarda una relación aproximadamente lineal con el número de abonados que maneja. El costo por línea de abonado para centrales de capacidad menor a 3000 líneas es de US\$ 450,00, pero, debido a que van a ser alambradas para una capacidad mayor, su costo se incrementa en un 20 por ciento. Para el caso de centrales tándem, cada enlace de tránsito tiene un costo aproximado de US\$ 750,00.

Con este dato, obtenemos la tabla 5.1 que indica el precio total inicial de las centrales, alambradas para una capacidad mayor pero equipadas para los valores indicados de acuerdo a la tabla 2.6.

TABLA 5.1

CENTRAL	CAPACIDAD INICIAL	COSTO (US\$)
CUMBAYA	1024	552.960,00
CHECA	256	138.240,00
EL QUINCHE	512	276.480,00
PIFO	512	276.480,00
PUEMBO	1024	552.960,00
TABABELA	256	138.240,00
TUMBACO	2048	1.105.920,00
YARUQUI	1024	552.960,00
TOTAL		3.594.240,00

El número de enlaces de tránsito es de 512, lo que nos da un total de US\$ 384.000,00, que sumado a los US\$ 3.594.240,00, nos da un total de US\$ 3.978.240,00, que transformado a sucres, a la tasa de \$ 185,00 sucres por dólar, nos arroja un resultado de \$ 735.974.400,00.

Para el año 1992, mitad del periodo de estudio, se necesitara de las siguientes capacidades con los siguientes incrementos de costos (tabla 5.2):

TABLA 5.2

CENTRAL	CAPACIDAD	COSTO (US\$)
CUMBAYA	1536	230.400,00
CHECA	512	115.200,00
EL QUINCHE	1024	230.400,00
PIFO	1024	230.400,00
PUEMBO	1024	0,00
TABABELA	512	115.200,00
TUMBACO	2560	230.400,00
YARUQUI	1024	0,00
TOTAL		1.152.000,00

Estos US\$ 1.152.000,00 equivalen a \$ 213.120.000,00 sucres.

Para el año de 1997, se requerira de las siguientes capacidades obtenidas de la tabla 3.17 con los respectivos aumentos de lineas y de costos (tabla 5.3):

TABLA 5.3

CENTRAL	CAPACIDAD FINAL	COSTO (US\$)
CUMBAYA	3072	691.200,00
CHECA	1024	230.400,00
EL QUINCHE	1536	230.400,00
PIFO	1536	230.400,00
PUEMBO	1536	230.400,00
TABABELA	512	0,00
TUMBACO	5120	1.152.000,00
YARUQUI	2048	460.800,00
TOTAL		3.225.600,00

Estos US\$ 3.225.000,00 equivalen a \$ 596.625.000,00 sucres.

En lo referente al numero de enlaces de transito, no es necesario hacer un ajuste, debido a que para entonces se utilizará la transmisión digital con lo que se abarcará 30 canales por cada 4 hilos.

5.1.2. COSTO DEL EQUIPO DE TRANSMISION.

El equipo requerido, anotado en el numeral 3.7, esto es un transceptor de 50 w de potencia, para que trabaje en el rango de VHF, incluido la antena tiene un costo de US\$ 40.000,00, como se requiere de dos de ellos, se necesita US\$80.000,00 que al tipo de cambio mencionado anteriormente, nos da un total de \$ 14.800.000,00 de sucres.

Adicionalmente se necesitara de dos multiplexores alambrados para 240 canales pero inicialmente equipados para 180 canales, es decir se requiere de un ancho de banda base para los 240 canales finales. Con tecnologia FDM, este tiene un costo de US\$ 50.000,00, y, con tecnologia TDM es algo menor. Para el cálculo, tomaremos los US\$ 100.000,00, que, multiplicados por la tasa de \$185,00, nos da como resultado, \$ 18.500.000,00 sucres.

Además debido a que la transmisión es analógica, se requiere del uso de conversores análogos/digitales, de las capacidades indicadas en la tabla 5.4, de acuerdo a los datos obtenidos de la matriz de circuitos, tabla 3.17. El costo por circuito es de US\$ 80,00.

ENLACE	No. CIRCUITOS	COSTO (US\$)
QUITO-YARUQUI	91	7.280,00
CUMBAYA-YARUQUI	106	8.480,00
TUMBACO-YARUQUI	116	9.280,00
TABABELA-YARUQUI	40	3.200,00
PUEMBO-YARUQUI	80	6.400,00
PIFO-YARUQUI	60	4.800,00
CHECA-YARUQUI	42	3.360,00
EL QUINCHE-YARUQUI	68	5.440,00
AEROPUERTO-YARUQUI	26	2.080,00
TOTAL		50.320,00

Al tipo de tasa que estamos considerando, esta cantidad equivale a \$ 9.309.200,00 sucres.

Si sumamos estos tres resultados, obtenemos una cifra inicial de \$ 42.609.200,00 sucres para equipos de transmisión.

Para el fin del estudio del proyecto, se deberá incrementar el número de canales que maneja el multiplexor, el costo de este aumento, debido a que solo equivale a una introducción de tarjetas, tiene un valor aproximadamente igual al 10 por ciento del costo inicial, esto es \$ 1.850.000,00 sucres.

5.1.3. COSTO DE LOS CABLES

El costo de los cables esta presentado en la tabla 5.5. Este cable es tipo ELLC autosuspendido.

TABLA 5.5

No. pares	Diametro (mm)	Costo/km (en miles de sucres)
300	0,4	1.450,00
200		925,00
150		727,40
100		515,50
70		342,90
50		254,50
30		184,40
20		148,00
10		109,40

El cable tipo ELLY que necesitamos para el enlace desde Collaloma hasta la central La Luz tiene el siguiente costo:

No. pares	Diametro (mm)	Costo/km (en miles de sucres)
150	0,4	628,20

Como obtuvimos del numeral 3.7.2.2, se requiere de las siguientes cantidades de cable tipo ELLC:

8250 m de 300 pares
 16500 m de 200 pares
 22550 m de 150 pares
 16500 m de 100 pares
 16000 m de 70 pares
 8250 m de 50 pares
 5500 m de 20 pares

Para el enlace enterrado, desde Collaloma hasta la Central La Luz, se tiene la siguiente cantidad de cable ELLY:

3000 m de 150 pares

Para el estudio tomaremos en cuenta el cable de 0,4 mm de diámetro para el inicio del proyecto, posteriormente, cuando se implemente la transmisión digital, se aparearán los cables, obteniendo así una mayor sección de conducción.

De lo mencionado, se obtiene la tabla 5.6.

TABLA 5.6

Pares	Longitud (m)	Costo (miles sucres)	Costo Total (miles sucres)
300	8.250,00	1.450,00	11.962,50
200	16.500,00	925,00	15.262,50
150	22.550,00	727,40	16.402,87

100	16.500,00	515,50	8.505,75
70	16.000,00	342,90	5.486,40
50	8.250,00	254,50	2.099,63
20	5.500,00	148,00	814,00
	SUBTOTAL		60.533,65
150	3000	628,2	1.884,60
	TOTAL		62.418,25

El costo total en cablería resulta ser de 62,4 millones de sucres.

Debemos tomar en cuenta en este punto, el costo de los postes y de la canalización, ya que actualmente no existe enlaces entre las ciudades de la zona.

Se calculó, ubicando un poste cada 40 metros, que se requiere de 1415 postes y aproximadamente de 150 riostas para realizar el enlace. En base a información obtenida en el IETEL, el costo de 1350 postes es de \$ 8.930.000,00 sucres, con lo que los 1415 tendrán un costo total de \$ 9.359.962,96 sucres; las 150 riostas serán incluidas en los costos de instalación.

Según datos conseguidos también en el IETEL, el metro de canalización tiene un costo de \$ 1.800,00 sucres, incluyendo costos de cables, pozos, excavación, ductos, empalmes, etc. con lo cual, los 3 km de cable enterrado tendrán un costo de \$ 5.400.000,00 sucres. Además, se debe tomar en cuenta que cada 60 u 80 metros de canalización se construye un pozo de revisión.

El costo total en postes, canalización y cablería será entonces de \$ 77.178.212,96 sucres.

Para el año de 1997, no se debe realizar ningún incremento de cables ni postes, la razón de ello es que los equipos entonces utilizarán técnicas PCM, con lo que se consigue pasar 30 canales por cada 4 hilos.

El costo total de equipos y partes en el año inicial será entonces de: \$ 855.76 millones de sucres, mientras que los costos de ampliación de equipos alcanzarán la suma de \$ 811,60 millones de sucres.

5.2. COSTO DE INSTALACION Y PUESTA A PUNTO DEL SERVICIO.

Hasta hace pocos años, cuando no se tenía gente nacional capacitada para la instalación de los equipos en general, se necesitaba traer a técnicos extranjeros para que la realicen, en esa época, se calculaba el costo de la instalación y puesta a

punto del servicio en un 30% del costo total del equipo; ahora, gracias a la capacitación de técnicos nacionales, este rubro ha bajado notablemente, y actualmente se lo calcula entre un 23 y 27% del costo total. Para el presente caso, tomaremos el valor del 25% de los costos.

ITEM	COSTO (en millones)	25% (en millones)
EQUIPO DE CONMUTACION	\$ 735,97	\$ 183,99
EQUIPO DE TRANSMISION	\$ 42,61	\$ 10,65
CABLES Y POSTES	\$ 77,18	\$ 19,30
TOTAL	\$ 855,76	\$ 213,94

El costo total de instalación y puesta a punto del servicio en el año inicial será de : \$ 213,94 millones de sucres. El costo de instalación de tarjetas de ampliación tanto en las centrales como en el equipo multiplex es despreciable, por lo que en los años 1992 y 1997 no se requerirá de un presupuesto para instalación.

5.3. COSTO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS.

Dentro de este numeral se consideran todas las obras que requiere la red local, como son: Armarios de distribución, cajas de dispersión, empalmes, canalización telefónica, pozos de revisión, tubería de canalización, materiales de construcción en general y mano de obra de todos estos servicios.

Se hará ahora un estimativo de lo que podría costar la red local en cada ciudad, para ello supondremos que en el 40 por ciento de las calles se instalará tubería, de canalización telefónica, que en un 6 por ciento de ellas se coloca un armario de distribución, que por cada armario de distribución se instalan 30 cajas de distribución final y, que por cada caja de distribución final se ubican 6 cajas de dispersión.

En redes rurales, según información obtenida en el IETEL, el costo por metro vía de canalización es de \$ 1.800,00 sucres, incluidos los cables, los pozos, que se ubican cada 60 u 80 metros, asfalto, cemento desalojos, excavación, etc.

El costo de los armarios de distribución es de 16.000,00 sucres, el de las cajas de distribución final \$ 1.400,00 sucres y el de las cajas de dispersión de \$ 200,00 sucres cada una; esta información proviene del mercado local.

Con estos valores, obtenemos los siguientes costos de acuerdo al número de calles aproximado de cada ciudad y suponiendo una longitud media de 100 metros por calle, tabla 5.7

CENTRAL	No. DE CALLES	CANALIZACION
---------	---------------	--------------

CUMBAYA	78	3.120,00
CHECA	41	1.640,00
EL QUINCHE	68	2.720,00
PIFO	38	1.520,00
PUEMBO	40	1.600,00
TABABELA	13	520,00
TUMBACO	86	3.440,00
YARUQUI	98	3.920,00
TOTAL		18.480,00

CENTRAL	ARMARIOS	CAJAS DISTRIBUCION	DISPERSION (m)
CUMBAYA	5	150	900
CHECA	3	90	540
EL QUINCHE	4	120	720
PIFO	3	90	540
PUEMBO	3	90	540
TABABELA	1	30	180
TUMBACO	5	150	900
YARUQUI	6	180	1.080
TOTAL	30	900	5.400

Con lo que obtenemos los siguientes costos en la tabla 5.8

TABLA 5.8

CENTRAL	CANALIZACION	ARMARIOS	DISTRIB.	DISPERSION (m)	TOTAL
CY	5.616.000	80.000	210.000	180.000	6.086.000,00
CH	2.952.000	48.000	126.000	108.000	3.234.000,00
EQ	4.896.000	64.000	168.000	144.000	5.272.000,00
PF	2.736.000	48.000	126.000	108.000	3.018.000,00
PB	2.880.000	48.000	126.000	108.000	3.162.000,00
TB	936.000	16.000	42.000	36.000	1.030.000,00
TC	6.192.000	80.000	210.000	180.000	6.662.000,00
YQ	7.056.000	96.000	252.000	216.000	7.620.000,00
TOTAL	33.264.000	480.000	1.260.000	1.080.000	36.084.000,00

Que arroja un total de \$ 36.084.000,00 sucres; de aqui tomaremos un 50 por ciento adicional para todo lo referente a conexiones, empalmes, mano de obra y otros gastos. Este rubro será entonces de \$ 18.042.000,00 sucres. En consecuencia, el total de las ciudades es de \$ 54.126.000,00 sucres

El cálculo anterior fue realizado unicamente en base a la superficie urbana, para el cálculo de la zona perimetral de cada ciudad, tomando en cuenta ahora la tabla 2.3, en la cual se

especifica la población en la cabecera parroquial y en los alrededores, vemos que aproximadamente, la población en el resto de la parroquia es aproximadamente igual al doble de la ubicada en la cabecera parroquial, por lo cual estimaremos los costos de red local en esta área como el doble de la obtenida sumando las calles; esto nos arroja un resultado de \$ 108.252.000,00 sucres.

En resumen, el costo estimativo de las obras complementarias será de \$ 162,38 millones de sucres.

5.4. COSTOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO (Anuales).

Para el cálculo de estos costos, nos basaremos en un manual del CCITT (7), en donde, en base a unidades monetarias se establece el costo de la explotación y mantenimiento. Cabe señalar que estos costos son anuales.

CABLES DE TRANSMISION.

- a) Cable: aéreo sobre postes
0,45 x km (5.1)
- b) Cable: enterrado
0,16 x km (5.2)

EQUIPO DE TRANSMISION.

- a) Sistemas analógicos
0,044 + 0,086 x canal (5.3)
- b) Sistema digital
0,044 + 0,055 x canal (5.4)
- c) Enlace de relevadores radioeléctricos
0,52 + 0,436 x enlace (5.5)
- d) Convertidor A/D
1,694

EQUIPO DE CONMUTACION.

- a) Centrales analógicas
0,0115 x línea (5.6)
- b) Centrales digitales
0,0076 x línea (5.7)

Para obtener la equivalencia de estas unidades monetarias, simplemente las relacionamos con valores conocidos. Por ejemplo, en el mismo manual se cita que el costo de una Central local digital pequeña, de hasta 2000 abonados tiene un costo de 25,55 + 0,145 x línea, entonces, una central de 1024 abonados costaría 174,03 unidades monetarias, si a este valor lo comparamos con el de US\$ 460.800,00 o el de \$ 85.248.000,00 sucres, obtenida multiplicando cada línea de abonado por US\$ 450,00 obtenemos la equivalencia de \$ 489.846,58 sucres por unidad monetaria, o si la

comparamos con una central de 512 abonados, tenemos la relación de \$ 427.136,99 sucres por unidad. Esta diferencia se debe al valor fijo en la fórmula de 25,55.

Sin cometer mucho error, se puede igualar la unidad monetaria del manual a \$ 450.000,00 sucres, con lo que se obtiene los costos de explotación y mantenimiento.

CABLES DE TRANSMISION

Para el estudio de cables se obtiene la tabla 5.9.

TABLA 5.9

NUMERO DE PARES	TIPO	LONGITUD (km)	COSTO (UM)	COSTO (miles sucres)
300	ELLC	8,25	3,71	1.669,50
200	ELLC	16,50	7,43	3.343,50
150	ELLC	22,55	10,15	4.567,50
100	ELLC	16,50	7,43	3.343,50
70	ELLC	16,00	7,20	3.240,00
50	ELLC	8,25	3,71	1.669,50
20	ELLC	5,50	2,48	1.116,00
TOTAL				18.949,50

EQUIPOS DE TRANSMISION.

Para los 180 canales de transmisión, se requiere de un costo de 0,044 + 0,055 x canal, esto es 9,94 unidades monetarias que equivalen a \$ 4.474.800,00 sucres.

En lo referente a los conversores análogo/digitales se necesita de un monto anual de 1,694 unidades monetarias, lo que equivale a \$ 762.300,00.

EQUIPO DE CONMUTACION.

Para el equipo de conmutación se obtiene la tabla 5.10

TABLA 5.10

CENTRAL	CAPACIDAD	COSTO (UM)	COSTO (MILES SUCRES)
CUMBAYA	1024	7,78	3.502,08
CHECA	256	1,95	875,52
EL QUINCH	512	3,89	1.751,04
PIFO	512	3,89	1.751,04
PUEMBO	1024	7,78	3.502,08
TABABELA	256	1,95	875,52
TUMBACO	2048	15,56	7.004,16
YARUQUI	1024	7,78	3.502,08
TOTAL			22.763,52

El costo total de operación y mantenimiento vendría dado por la suma de estos tres costos y es igual a \$ 46.950.120,00 sucres.

5.5. AMORTIZACION DEL CAPITAL DE INVERSIONES.

Haremos ahora una tabla de amortización, tomando en cuenta todos los rubros que se necesita para poner en marcha el proyecto, así como los gastos de ampliación. Supondremos una tasa de interés del 9,5 por ciento anual que se ajusta a la realidad actual.

RESUMEN DE COSTOS (En millones de sucres)

AÑO 1987

EQUIPO Y PARTES INSTALACION Y PUESTA A PUNTO OBRAS COMPLEMENTARIAS TOTAL AÑO 1992		855,76	213,94
EQUIPO Y PARTES OPERACION Y MANTENIMIENTO TOTAL AÑO 1997		213,12	46,95
EQUIPO Y PARTES OPERACION Y MANTENIMIENTO TOTAL ANOS RESTANTES ENTRE 1987 Y 1997		598,48	46,95
OPERACION Y MANTENIMIENTO TOTAL	46,95 x 8	375,60	

TABLA DE AMORTIZACION

Las inversiones serán ejecutadas según la tabla 5.11

TABLA 5.11 (En millones de sucres)

	EQUIPO	INSTAL.	OBRAS COMP.	OPERACION	TOTAL (EXC. OPERACION)
AÑO 0	855,76	213,94	162,38		1232,08
AÑO 1				46,95	0
AÑO 2				46,95	0
AÑO 3				46,95	0
AÑO 4				46,95	0
AÑO 5	213,12			46,95	213,12
AÑO 6				46,95	0
AÑO 7				46,95	0
AÑO 8				46,95	0
AÑO 9				46,95	0
AÑO 10	598,48			46,95	598,48

Con estos valores obtenemos la tabla de amortización de las tres inversiones en tres periodos de tiempo diferentes y con periodos de gracia de 2 años. (tablas 5.12; 5.13; 5.14)

COSTOS INICIALES 1987.

TABLA 5.12 (En millones de sucres)

AÑO	CAPITAL VIGENTE	INTERES	CUOTA CAPITAL	CUOTA ANUAL
AÑO 0	1.232,08			
AÑO 1	1.232,08	117,05	0,00	117,05
AÑO 2	1.232,08	117,05	0,00	117,05
AÑO 3	1.078,07	117,05	154,01	271,06
AÑO 4	924,06	102,42	154,01	256,43
AÑO 5	770,05	87,79	154,01	241,80
AÑO 6	616,04	73,15	154,01	227,16
AÑO 7	462,03	58,52	154,01	212,53
AÑO 8	308,02	43,89	154,01	197,90
AÑO 9	154,01	29,26	154,01	183,27
AÑO 10	0,00	14,63	154,01	168,64
TOTAL		760,81	1.232,08	1.992,89

COSTOS DE MITAD DE PERIODO.

TABLA 5.13 (En millones de sucres)

AÑO	CAPITAL VIGENTE	INTERES	CUOTA CAPITAL	CUOTA ANUAL
AÑO 5	213,12			
AÑO 6	213,12	20,25	0,00	20,25
AÑO 7	213,12	20,25	0,00	20,25
AÑO 8	186,48	20,25	26,64	46,89
AÑO 9	159,84	17,72	26,64	44,36
AÑO 10	133,20	15,18	26,64	41,82
AÑO 11	106,56	12,65	26,64	39,29
AÑO 12	79,92	10,12	26,64	36,76
AÑO 13	53,28	7,59	26,64	34,23
AÑO 14	26,64	5,06	26,64	31,70
AÑO 15	0,00	2,53	26,64	29,17

COSTOS FINALES.

TABLA 5.14 (En millones de sucres)

AÑO	CAPITAL VIGENTE	INTERES	CUOTA CAPITAL	CUOTA ANUAL
AÑO 10	598,48			
AÑO 11	598,48	56,86	0,00	56,86
AÑO 12	598,48	56,86	0,00	56,86
AÑO 13	523,67	56,86	74,81	131,67
AÑO 14	448,86	49,75	74,81	124,56
AÑO 15	374,05	42,64	74,81	117,45

ANO 16	299,24	35,53	74,81	110,34
ANO 17	224,43	28,43	74,81	103,24
ANO 18	149,62	21,32	74,81	96,13
ANO 19	74,81	14,21	74,81	89,02
ANO 20	0,00	7,11	74,81	81,92

TABLA DE AMORTIZACION TOTAL

Uniando las tres tablas, de los distintos periodos, se obtiene una tabla general. (tabla 5.15 a)

TABLA 5.15 a (En millones de sucres)

ANO	CAPITAL VIGENTE	INTERES	CUOTA CAPITAL	CUOTA ANUAL
ANO 0	1.232,08			
ANO 1	1.232,08	117,05	0,00	117,05
ANO 2	1.232,08	117,05	0,00	117,05
ANO 3	1.078,07	117,05	154,01	271,06
ANO 4	924,06	102,42	154,01	256,43
ANO 5	983,17	87,79	154,01	241,80
ANO 6	829,16	93,40	154,01	247,41
ANO 7	675,15	78,77	154,01	232,78
ANO 8	494,50	64,14	180,65	244,79
ANO 9	313,85	46,98	180,65	227,63
ANO 10	731,68	29,82	180,65	210,47
ANO 11	705,04	69,51	26,64	96,15
ANO 12	678,40	66,98	26,64	93,62
ANO 13	576,95	64,45	101,45	165,90
ANO 14	475,50	54,81	101,45	156,26
ANO 15	374,05	45,17	101,45	146,62
ANO 16	299,24	35,53	74,81	110,34
ANO 17	224,43	28,43	74,81	103,24
ANO 18	149,62	21,32	74,81	96,13
ANO 19	74,81	14,21	74,81	89,02
ANO 20	0,00	7,11	74,81	81,92
		1.261,97	2.043,68	3.305,65

A estos valores finales habra que añadir los costos de operación y mantenimiento anuales que ascienden a la suma de \$ 47,86 millones de sucres, con lo cual nos queda la tabla 5.15 b.

TABLA 5.15 b (En millones de sucres)

ANO	CUOTA ANUAL
ANO 1	164,00
ANO 2	164,00
ANO 3	318,01
ANO 4	303,38

AÑO 5	288,75
AÑO 6	294,36
AÑO 7	279,73
AÑO 8	291,74
AÑO 9	274,58
AÑO 10	257,42
AÑO 11	143,10
AÑO 12	140,57
AÑO 13	212,85
AÑO 14	203,21
AÑO 15	193,57
AÑO 16	157,29
AÑO 17	150,19
AÑO 18	143,08
AÑO 19	135,97
AÑO 20	128,87

TOTAL 4.244,65

5.6. RECUPERACION ECONOMICA POR SERVICIOS.

Para hacer el estudio de la recuperacion economica de la inversion, tomaremos el dato proporcionado por el IETEL, que en la Zona Primaria, que prácticamente abarca toda la provincia de Pichincha, se tiene un impulso por cada 10 segundos y que cada impulso tiene un valor de pago de 30 centavos de sucre, esto correspondiente al Grado de Tasa 2.

Ademas, consideraremos el trafico total de la zona para tener un estimativo de la ocupación del servicio, ya que el tráfico es una relación de tiempo ocupado y tiempo observado.

Para explicar mejor este punto, haremos el primer cálculo con la ciudad de Cumbayá: el número de abonados para 1987 es de 960, el tráfico estimado es de 0,08 erlangs, esto nos da un tráfico total de 76,8 erlangs, como se puede ver en la tabla 3.7. El valor 0,08 implica un uso de 8 unidades de tiempo en 100 unidades de tiempo; si tomamos como base un día, que tiene 1440 minutos, el 8 por ciento equivale a 115,2 minutos ocupados en el día por circuito, como son 960 circuitos, esto da como resultado los 110.592 minutos diarios.

Así se realiza el cálculo con el resto de poblaciones, obteniendo la tabla 5.16.

AÑO INICIAL (1987)

TABLA 5.16

CENTRAL	ABONADOS	TIEMPO OCUPADO EN MINUTOS POR:	
		DIA	AÑO

CUMBAYA	960	110.592,00	40.366.080,00
CHECA	191	22.003,20	8.031.168,00
EL QUINCHE	398	45.849,60	16.735.104,00
PIFO	335	38.592,00	14.086.080,00
PUEMBO	541	62.323,20	22.747.968,00
TABABELA	172	19.814,40	7.232.256,00
TUMBACO	1.242	143.078,40	52.223.616,00
YARUQUI	655	75.456,00	27.541.440,00

TOTAL TIEMPO OCUPADO POR AÑO: 188.963.712,00

Como se aprecia, se ocupará en el primer año 188,96 millones de minutos. Si tomamos en cuenta que se tiene un impulso por cada 10 segundos, se tendrá 1133,76 millones de impulsos por año. Ahora bien, cada impulso significa un ingreso para el IETEL de 30 centavos de sucre, lo que equivale teóricamente a \$ 340,13 millones de sucres en el primer año. No obstante, en la práctica hay que tomar únicamente el 70 por ciento de la recuperación debido al factor de compresión en zona extraurbanas, lo que equivale a \$ 238,09 millones de sucres.

AÑO FINAL (1997).

Para el año de 1997, se obtiene la tabla 5.17

TABLA 5.17

CENTRAL	ABONADOS	TIEMPO OCUPADO EN MINUTOS POR:	
		DIA	AÑO
CUMBAYA	2.602	374.688,00	136.761.120,00
CHECA	684	98.496,00	35.951.040,00
EL QUINCHE	1.426	205.344,00	74.950.560,00
PIFO	1.199	172.656,00	63.019.440,00
PUEMBO	1.466	253.324,80	92.463.552,00
TABABELA	465	80.352,00	29.328.480,00
TUMBACO	4.447	640.368,00	233.734.320,00
YARUQUI	1.776	306.892,80	112.015.872,00

TOTAL TIEMPO OCUPADO POR AÑO: 778.224.384,00

Lo que económicamente equivale a \$ 1.400,80 millones de sucres en forma teórica y a \$ 980,56 millones de sucres en forma práctica, por las razones expuestas.

Para conocer aproximadamente los ingresos que se percibirán en los distintos años, ajustaremos estos valores obtenidos a una curva exponencial de la forma $y = a \cdot e^{bx}$.

Esta curva equivale a una de la forma $\ln y = \ln a + bx$, el valor en el año 1 será:

$$\ln 238,09 = 5,47 = \ln a + b \quad (5.9)$$

$$\ln 980,56 = 6,89 = \ln a + 10 b \quad (5.10)$$

de donde obtenemos los valores de a y b

$$a = 203,44$$

$$b = 0,16$$

con los cuales se aproxima, sin cometer mucho error, los ingresos en los años intermedios, obteniendo la tabla 5.18.

TABLA 5.18 (En millones de sucres)

AÑO	INGRESOS
AÑO 0	
AÑO 1	238,09
AÑO 2	278,64
AÑO 3	326,10
AÑO 4	381,64
AÑO 5	446,64
AÑO 6	522,71
AÑO 7	611,73
AÑO 8	715,92
AÑO 9	837,86
AÑO 10	980,56

5.7. FACTIBILIDAD DEL PROYECTO.

Como se ha explicado ampliamente en el capítulo 2, el proyecto es totalmente factible, ya que la ubicación del nuevo aeropuerto está debidamente contemplada en el Plan Quito y además porque la zona requiere de un mejor servicio en cuanto a telecomunicaciones.

Adicionalmente como se aprecia de los numerales 5.5 y 5.6, económicamente el proyecto es factible, supone ingresos altos por año y, cabe destacar que no se ha hecho el estudio en base a los ingresos obtenidos por el aeropuerto, que serán sustancialmente mayores, sino, solamente a aquellos provenientes de la zona.

Por esta razón y por la necesidad de contar con un buen servicio de telecomunicaciones, el proyecto es totalmente viable.

A partir de la tabla de amortización, se ve claramente, que los ingresos obtenidos por concepto de utilización son mayores a los que se debe cancelar anualmente.

En la tabla 5.19, se verá la utilidad anual, descontando los rubros de préstamos.

TABLA 5.19 (En millones de sucres)

AÑO	INGRESOS	EGRESOS	SALDO
AÑO 0			
AÑO 1	238,09	164,00	74,09
AÑO 2	278,64	164,00	114,64
AÑO 3	326,10	318,01	8,09
AÑO 4	381,64	303,38	78,26
AÑO 5	446,64	288,75	157,89
AÑO 6	522,71	294,36	228,35
AÑO 7	611,73	279,73	332,00
AÑO 8	715,92	291,74	424,18
AÑO 9	837,86	274,58	563,28
AÑO 10	980,56	257,42	723,14

Debido a que los ingresos en los años posteriores seguiran aproximadamente la tendencia actual, un poco menor debido al uso de los equipos y su natural desgaste, no existirá problema en el pago de la deuda en los años 11 al 20.

Para la ejecución del proyecto se pueden tener varias alternativas consistentes básicamente en la asignación de recursos, tanto económicos como humanos a la Administración Pública de Telecomunicaciones (IETEL); o bien por medio de proveedores de segmentos del proyecto utilizando el sistema "llave en mano".

Una tercera alternativa sería de implementar el proyecto y explotar el servicio por medio del sistema de concesión del Estado a personas naturales o jurídicas de capital mixto o similar.

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Este proyecto esta realizado tomando en cuenta que dentro de la próxima década será construido el Nuevo Aereopuerto Internacional de Quito en la zona especificada, lo cual significa el correspondiente desarrollo urbanístico que generará la ubicación del mismo.

- 6.1.1. Para el cálculo de la demanda se ha tomado en cuenta determinados indices que corresponden a una zona de tráfico telefónico colindante a un centro urbanístico, como es la Capital de la República.
- 6.1.2. Debido a la configuración topográfica y habitacional de la zona, ha sido necesario incluir en el diseño una Central Tandem que recoge y distribuye el tráfico dentro de la zona y de ésta hacia el centro urbano.
- 6.1.3. Para el caso específico de la intercomunicación entre el aereopuerto y la zona urbana de Quito, ha sido necesario diseñar una vía de transmisión de radioenlace en forma exclusiva para este servicio. Sin embargo, existe también la posibilidad de una vía alterna por un sistema de cable multipar que une la zona en proyección con la zona urbana.
- 6.1.4. Se ha escogido el punto Collaloma para el enlace de radio en lugar de Cruzloma, donde actualmente el IETEL tiene su infraestructura de repetición, como son antenas, casetas, etc., para tener un criterio de independencia para el enlace Quito-Aereopuerto y evitarse problemas de futura congestión de servicios.
- 6.1.5. Para el examen de costos de los insumos correspondientes a equipos y materiales que se involucran en el diseño, se ha tomado en cuenta ciertos costos de diferentes ofertas ultimamente realizadas al IETEL y se ha comparado además con otros indices de costos de los países de la subregión andina en base a la información obtenida en ASETA.
- 6.1.6. Para el plan de numeración y el estudio de recuperación económica del proyecto, ha sido necesario incluir los procedimientos, normas e indices establecidos por el IETEL. Se supone que el sistema una vez implantado constituirá un segmento de la red nacional.

6.2. RECOMENDACIONES

El presente proyecto ha sido realizado en base a la implantación

de metas y objetivos previamente establecidos para el desarrollo de las telecomunicaciones de la zona tomando en cuenta las recomendaciones internacionales del CCITT. Por tanto, este documento constituye un elemento de referencia para la o las instituciones que en el futuro inmediato y mediano estarían involucradas en el desarrollo de las telecomunicaciones del valle de Cumbayá.

- 6.2.1. Puesto que en la consecución de la estructura del documento ha sido necesario realizar diferentes tipos de consulta a nivel local, nacional e internacional en libros, folletos, etc., que generalmente no existen en el medio, es recomendable que la Escuela Politécnica Nacional se interese por adquirir tales documentos, especialmente los publicados por la UIT para el uso del estudiantado y de los profesionales.
- 6.2.2. Los índices de desarrollo de telecomunicaciones de la zona han sido adoptados por comparación con índices de desarrollo de zonas similares, sin embargo, para la implantación de los diferentes rubros del sistema se recomienda un estudio pormenorizado de dichos índices de desarrollo.
- 6.2.3. En vista de que la implantación del proyecto resulta factible en los aspectos técnico y económico, sería conveniente fomentar, lo antes posible un fondo de recursos, tanto económico como humano, por parte de las instituciones competentes para la ejecución del mismo.
- 6.2.4. El cálculo de la recuperación de capital se ha hecho para la zona, sin tomar en cuenta los servicios de telecomunicaciones del aeropuerto. Se recomienda que el estudio de los costos y de la recuperación de capital sean realizados por la Dirección General de Aviación Civil, por intermedio de su unidad de telecomunicaciones.
- 6.2.5. Finalmente, la obtención de insumos físicos, tales como equipos, materiales, etc., se deben obtener siempre por el procedimiento de concurso de ofertas o licitaciones públicas, solicitando crédito de proveedores para un margen aproximado de diez años con dos de gracia.

ANEXO 10

TABULACION DE LA DISTRIBUCION DE ERLANG-B

CAPACIDAD DE TRAFICO DE n ORGANOS PARA DISTINTAS PROBABILIDADES DE PERDIDA

n	P=0,001	P=0,002	P=0,01	P=0,02	P=0,05
	Erlangs	Erlangs	Erlangs	Erlangs	Erlangs
1	0,00	0,00	0,01	0,02	0,05
2	0,05	0,07	0,15	0,22	0,33
3	0,19	0,25	0,45	0,60	0,90
4	0,44	0,54	0,87	1,09	1,52
5	0,76	0,90	1,36	1,65	2,22
6					
7	1,15	1,33	1,91	2,28	2,96
8	1,58	1,80	2,50	2,94	3,74
9	2,05	2,31	3,13	3,63	4,54
10	2,56	2,85	3,78	4,34	5,37
	3,08	3,43	4,45	5,08	6,22
11					
12	3,65	4,02	5,16	5,84	7,08
13	4,23	4,64	5,89	6,61	7,95
14	4,83	5,27	6,61	7,40	8,83
15	5,45	5,92	7,35	8,20	9,73
	6,08	6,58	8,11	9,01	10,6
16					
17	6,72	7,26	8,89	9,83	11,5
18	7,36	7,95	9,65	10,7	12,5
19	8,05	8,64	10,4	11,5	13,4
20	8,72	9,35	11,2	12,3	14,3
	9,41	10,1	12,0	13,2	15,2
21					
22	10,1	10,8	12,8	14,0	16,2
23	10,8	11,5	13,7	14,9	17,1
24	11,5	12,3	14,5	15,8	18,1
25	12,2	13,0	15,3	16,6	19,0
	13,0	13,8	16,1	17,5	20,0
26					
27	13,7	14,5	17,0	18,4	20,9
28	14,4	15,3	17,8	19,3	21,9
29	15,2	16,1	18,6	20,2	22,9
30	15,9	16,8	19,5	21,0	23,8
	16,7	17,5	20,3	21,9	24,8
31					
32	17,4	18,4	21,2	22,8	25,8
33	18,2	19,2	22,0	23,7	26,7
34	19,0	20,0	22,9	24,6	27,7
35	19,7	20,8	23,6	25,5	28,7
	20,5	21,5	24,5	26,4	29,7

DEPARTAMENTO DE PERSONAL Y A.S. SUBDIRECCION DE FORMACION TECNICA		Tráfico				
n	P-0.001	P-0.002	P-0.01	P-0.02	P-0.05	
	Erlangs	Erlangs	Erlangs	Erlangs	Erlangs	
36	21.3	22.4	25.5	27.3	30.7	
37	22.1	23.2	26.4	28.3	31.6	
38	22.9	24.0	27.3	29.2	32.6	
39	23.7	24.8	28.1	30.1	33.6	
40	24.4	25.6	29.0	31.0	34.6	
41	25.2	26.4	29.9	31.9	35.6	
42	26.0	27.2	30.8	32.8	36.6	
43	26.8	28.1	31.7	33.8	37.6	
44	27.6	28.9	32.5	34.7	38.6	
45	28.4	29.7	33.4	35.6	39.6	
46	29.3	30.5	34.3	36.5	40.5	
47	30.1	31.4	35.2	37.5	41.5	
48	30.9	32.2	36.1	38.4	42.5	
49	31.7	33.0	37.0	39.3	43.5	
50	32.5	33.9	37.9	40.3	44.5	
51	33.3	34.7	38.8	41.2	45.5	
52	34.2	35.6	39.7	42.1	46.5	
53	35.0	36.4	40.6	43.1	47.5	
54	35.8	37.2	41.5	44.0	48.5	
55	36.6	38.1	42.4	44.9	49.5	
56	37.5	38.9	43.3	45.9	50.5	
57	38.3	39.8	44.2	46.8	51.5	
58	39.1	40.6	45.1	47.8	52.6	
59	40.0	41.5	46.0	48.7	53.6	
60	40.8	42.4	46.9	49.6	54.6	
61	41.6	43.2	47.9	50.6	55.6	
62	42.5	44.1	48.8	51.5	56.6	
63	43.3	44.9	49.7	52.5	57.6	
64	44.2	45.8	50.6	53.4	58.6	
65	45.0	56.7	51.5	54.4	59.6	
66	45.8	47.5	52.4	53.3	60.6	
67	46.7	48.4	53.4	56.3	61.6	
68	47.5	49.2	54.3	57.2	62.6	
69	48.4	50.1	55.2	58.2	63.7	
70	49.2	51.0	56.1	59.1	64.7	
71	50.1	51.8	57.0	60.1	65.7	
72	50.9	52.7	58.0	61.0	66.7	
73	51.8	53.6	58.9	62.0	67.7	
74	52.7	54.5	59.8	62.9	68.7	
75	53.5	55.3	60.7	63.9	69.7	
76	54.4	56.2	61.7	64.9	70.8	
77	55.2	57.1	62.6	65.8	71.8	
78	56.1	58.0	63.5	65.8	72.8	
79	57.0	58.8	64.4	67.7	73.8	
80	57.8	59.7	65.4	68.7	74.8	

DEPARTAMENTO DE PERSONAL Y A.S. SUBDIRECCION DE FORMACION TECNICA		Tráfico			
n	P-0.001	P-0.002	P-0.01	P-0.02	P-0.05
	Erlangs	Erlangs	Erlangs	Erlangs	Erlangs
81	58.7	60.6	66.3	69.6	75.8
82	59.5	61.5	67.2	70.6	76.9
83	60.4	62.4	68.2	71.6	77.9
84	61.3	63.2	69.1	72.5	78.9
85	62.1	64.1	70.0	73.5	79.9
86	63.0	65.0	70.9	74.5	80.9
87	63.9	65.9	71.9	75.4	82.0
88	64.7	66.8	72.8	76.4	83.0
89	65.6	67.7	73.7	77.3	84.0
90	66.5	68.6	74.8	74.7	85.0
91	67.4	69.4	75.6	79.3	86.0
92	68.2	70.3	76.6	80.2	87.1
93	69.1	71.2	77.5	81.2	88.1
94	70.0	72.1	78.4	82.2	89.1
95	70.9	73.0	79.4	83.1	90.1
96	71.7	73.9	80.3	84.1	91.1
97	72.6	74.8	81.2	85.1	92.2
98	73.5	75.7	82.2	86.0	93.2
99	74.4	76.6	83.1	87.0	94.2
100	75.2	77.5	84.1	88.0	95.2
101	76.1	78.4	85.0	88.9	96.3
102	77.0	79.3	85.9	89.9	97.3
103	77.9	80.2	86.9	90.9	98.3
104	78.8	81.1	87.8	91.9	99.3
105	79.7	82.0	88.8	92.8	100.4
106	80.5	82.9	89.7	93.8	101.4
107	81.4	83.8	90.7	94.8	102.4
108	82.3	84.7	91.6	95.7	103.4
109	83.2	85.6	92.5	96.7	104.5
110	84.1	86.5	93.5	97.7	105.5
111	85.0	87.4	94.0	98.7	106.5
112	85.9	88.3	95.4	99.6	107.5
113	86.7	89.2	96.3	100.6	108.6
114	87.6	90.1	97.3	101.6	109.6
115	88.5	91.0	98.2	102.5	110.6
116	89.4	91.9	99.2	103.5	111.7
117	90.3	92.8	100.1	104.5	112.7
118	91.2	93.7	101.1	105.5	113.7
119	92.1	94.6	102.0	106.4	114.7
120	93.0	95.5	103.0	107.4	115.8
130	101.9	104.6	112.5	117.2	126.1
140	110.9	113.7	122.0	127.0	136.4
150	119.9	122.9	131.6	136.8	146.7
160	129.0	132.1	141.2	146.6	157.0
170	138.1	141.3	150.8	156.5	167.4
180	147.3	150.6	160.4	166.4	177.8
190	156.4	159.8	170.1	176.3	188.1
200	165.6	169.2	179.7	186.2	198.5

CITAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) Informe No. 015-85, Situación administrativa y visión de los servicios de telecomunicaciones en las gerencias provinciales de IETEL, Departamento de Organización y Métodos, 1985.
- (2) Anexo A del documento "Planificación de los sistemas de telecomunicaciones".
- (3) Informe final de diseño conceptual, Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito, Ingeniería Básica, Subvención Ministerio de Relaciones Exteriores Italiano, 1982.
- (4) IV Censo de Población 1982, Resultados definitivos Pichincha, Tomo I, 1982.
- (5) Recomendación del CCITT, Equivalentes de referencia de sistemas nacionales, Libro Naranja, Tomo III-1, Rec. G121, UIT, 1977.
- (6) Estudio de una red rural, Gas 9, CCITT, Ginebra, 1982.
- (7) Estudio de una red rural, Gas 9, CCITT, Ginebra, 1982.

BIBLIOGRAFIA

- FOSWECO s.p.a., ItalAirport. "Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito - Ingeniería Básica - Informe Final del Diseño Conceptual". Dirección General de Aviación Civil. Quito: 1982.
- IETEL. "Informe No. 015-85, Situación Administrativa y visión de los servicios de telecomunicaciones en las gerencias provinciales de IETEL". Departamento de Organización y Métodos. Quito: 1985.
- IETEL. "Resumen General del Proyecto Telecomunicaciones Rurales". Quito: 1983.
- Ilustre Municipalidad de Quito. "Plan Quito". Dirección de Planificación. Quito: 1980.
- "Planificación de los sistemas de telecomunicaciones". Quito: 1981.
- INEC. "IV Censo de Población 1982 - Resultados definitivos Pichincha". Quito: 1982.
- IETEL REGION 1. "Normas Técnicas para la construcción de canalización telefónica - Documento: DT-PE-02-85". Dirección Técnica - Planta Externa. Quito: 1985.
- CCITT. "Telecomunicaciones Rurales". UIT. Ginebra: 1979.
- CCITT. "Telecomunicaciones Rurales - Suplemento No. 1". UIT. Ginebra: 1983.
- CCITT. "Planificación General de la Red". UIT. Ginebra: 1983.
- CCITT. "Aspectos Económicos y Técnicos de la Elección de Sistemas de Conmutación Telefónica". UIT. Ginebra: 1981.
- CCITT. "Aspectos Económicos y Técnicos de la Transición de Redes de Telecomunicación Analógicas a Redes Digitales". UIT. Ginebra: 1984.
- CCITT. "Estudio de una Red Rural". UIT. Ginebra: 1982.
- CCITT. "Estudio del Caso de una Red Urbana". UIT. Ginebra: 1984.
- CCITT. "Fibras Ópticas para Telecomunicación". UIT. Ginebra: 1984.
- L.M. ERICSSON. "Seminario sobre Redes Telefónicas Parte 1". Departamento de Redes e Instalaciones. Quito: 1980.