

Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica



Plan de Desarrollo de las Telecomunicaciones en Areas Rurales y de Mediana Densidad

Primera Parte

TESIS

Para Optar el Título Profesional de
Ingeniero Electronico

Victor José Pereyra Caballero

Promoción 1972 - 1

L I M A - P E R U

1987

I N D I C E

Introducción

Antecedentes	1
Naturaleza del Problema de la Telecomunicaciones Rurales.	4
Necesidades de Comunicación de las Areas Rurales	6
Las Telecomunicaciones Rurales en el País	9
Contenido	11
I Objetivos	13
1.1 Objetivos Socio Económicos	14
1.2 Objetivos de Planeamiento	15
1.3 Objetivos Técnicos	18
1.4 Objetivos de Operación y Mantenimiento	20
II Lineamientos para la Elección de Zonas	22
Aspectos Socio Económicos	22
2.2 Infraestructura	25
2.3 Influencia de los Accidentes Geográficos	27
2.4 Red de Comunicaciones Existentes	29

III	Normas Técnicas para el Diseño de Enlaces Telefónicos Interurbanos.	32
3.1	Plan de Atenuación	35
3.1.1	Distribución de los Equivalentes de Referencia.	35
3.1.2	Circuitos locales a dos hilos	41
3.1.3	Circuitos locales a cuatro hilos	42
3.2	Niveles de Transmisión	43
3.3	Estabilidad y Eco	43
3.4	Dispositivos Especiales en Circuitos de Corriente Directa.	44
3.4.1	Uso de Bobinas de Carga	44
3.4.2	Repetidores de Impedancia Negativa	45
3.5	Red Local	46
3.5.1	Características de los Cables	46
IV	Sistemas de Transmisión Interurbana y Fundamentos de Diseño.	48
4.1	Diseño de Sistemas de Líneas Físicas Abiertas	48
4.2	Diseño de Sistemas Interurbanos de Cable en Frecuencia de Voz.	50

4.2.1	Circuitos Locales a dos Hilos	50
4.2.2	Circuitos Locales Utilizando Repetidores de Impedancia Negativa.	53
4.3	Sistemas de Corrientes Portadoras sobre Líneas Físicas Abiertas.	59
4.4	Sistemas de Corrientes Portadoras sobre Cables Telefónicos.	62
4.5	Diseño de Radioenlaces en las Bandas VHF y UHF	69
4.5.1	Atenuación del Espacio Libre	70
4.5.2	Atenuación por Obstáculos	70
4.5.3	Atenuación del Cable Alimentador y Filtro de R.F.	75
4.5.4	Comportamiento con Respecto al Ruido	81
4.5.5	Objetivos de Ruido del Sistema	90
4.5.6	Cálculos para Sistemas de Radioenlaces	93
V	Metodología para la Elaboración de Estudios Comparativos Técnico-Económicos.	102
5.1	Elección de las Soluciones Técnicas	103
5.2	Comparación Económica de las Soluciones	104
5.2.1	Tipo de Costos que Intervienen en un Estudio Comparativo.	106
5.2.2	Repago del Capital	107
5.2.2.1	Amortización	109

5.2.3	Retorno e Impuestos a los Ingresos	109
5.2.3.1	Consideraciones Relativas a la Tasa de Retorno.	110
5.2.3.2	Cálculo de la Tasa de Impuesto Combinada.	114
5.2.4	Valor del Dinero en el tiempo	118
5.2.4.1	Valor Presente (V.P.)	119
5.2.4.2	Valor Futuro- (V.F.)	121
5.2.4.3	Anualidades (An)	121
5.2.5	Cargas Anuales	125
5.2.5.1	Costos de Amortización	125
5.2.5.2	Impuestos a los Ingresos	129
5.2.5.3	Mantenimiento	130
5.2.6	Métodos de Estudios de Costos	132
5.2.6.1	Comparación de Costos Anuales	132
5.2.6.2	Valor Presente de Cargas Anuales	133
5.2.6.3	Valor Presente Neto (V.P.N.)	135
5.2.7	Formato para realizar estudios comparativos de Costos.	137
VI	Comparación de Sistemas de Transmisión y Conmutación para el Plan Rural.	143
6.1	Estudio Comparativo de Sistemas de Transmisión	144
6.1.1	Enlaces Monocanal	144
6.1.2	Enlaces de dos canales	148
6.1.3	Enlaces de seis canales	149
6.1.4	Enlaces de doce canales	153

6.2	Estudio Comparativo de Centrales Manuales y Automáticas con capacidades de 50 a 500 líneas.	157
6.2.1	Centrales Manuales	157
6.2.2	Centrales Automáticas	162
VII	Aspectos de Numeración, Encaminamiento, Jerarquía y Señalización del Plan Rural.	167
7.1	Numeración	167
7.1.1	Formato del Plan de Numeración	171
7.1.2	Llamadas de Operadoras Nacionales	179
7.1.2.1	Llamadas a Abonados	179
7.1.2.2	Llamadas de Prueba	179
7.1.2.3	Llamadas a Abonados de Centrales Manuales.	179
7.2	Encaminamiento - Jerarquía	180
7.3	Señalización	186
7.3.1	Señalización de Líneas de Abonados	187
7.3.1.1	Señalización de Líneas de Abonados en Centrales Manuales	187
7.3.1.2	Señalización de Líneas de Abonados en Centrales Automáticas	187
7.3.1.3	Señalización entre Centrales	189

Conclusiones	191
Recomendaciones	193
Bibliografía	195

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

ANTECEDENTES

El Perú, como país ha confrontado, y enfrenta un serio reto para su integración y desarrollo. Siendo un país con geografía muy variada, presenta muchas dificultades por la existencia de barreras naturales muy difíciles de vencer, propiciando un aislamiento importante entre sus poblaciones ubicadas en la costa, sierra y selva. La dificultad presente, ha propiciado un lento desarrollo relativo, el cual se traduce en una falta de infraestructura en todos los aspectos como son:

- Transporte
- Comunicación
- Educación
- Salud
- Vivienda
- Alimentación

En el campo de las telecomunicaciones también ha ocurrido algo similar, el servicio telefónico hasta hace unos pocos años estaba a cargo de tres empresas particulares, que eran

- La Compañía Peruana de Teléfonos, a cargo del servicio en la ciudad de Lima.
- La Compañía Nacional de Teléfonos, que tenía a su cargo el servicio en la costa Norte, Sierra Central y Costa Sur hasta Ica.
- La Sociedad Telefónica del Perú, con cargo del servicio en la Costa y Sierra Sur.

Estas tres compañías eran subsidiarias de otras empresas en el extranjero y la explotación que le daban al servicio tenía por objeto maximizar las ganancias. No existían muchas inversiones tendientes a satisfacer la demanda del servicio, y la explotación que hacían se limitaba a algunas centrales automáticas en las principales ciudades (en 1968 sólo se contaba con 10 ciudades con servicio automático), con más de 170 localidades con servicio manual de los cuales más del 50 % eran centrales de menos de 50 líneas. El total de líneas instaladas era de unas 170,000 líneas de las cuales 120,000 se encontraban ubicadas en Lima. En lo referente a la transmisión interurbana solo existía un ramal de microondas que unía a Piura hasta Arequipa, capacidad de 240 canales, que unía a unas 10 ciudades y el resto de la red estaba conformado por enlaces de líneas físicas abiertas con sistemas de onda portadora, en muchos casos una línea física era compartida en su uso por más de 3 ó 4 localidades.

Bajo esta perspectiva es claro que el desarrollo de las telecomunicaciones en las áreas rurales ha sido sumamente restringido, y solo se ha producido en la costa cuando una misma ruta de transmisión se podía usar para unir varios pueblos pequeños, o cuando la ruta del enlace interurbano entre localidades más grandes pasaba por las localidades rurales; es decir aquellos casos en los cuales era factible proveer una solución sencilla y poco costosa.

A partir de 1,969, el nuevo gobierno tomó como parte de sus objetivos la ampliación de la infraestructura básica, así como la creación de un sector de empresas públicas dedicadas a la explotación de los servicios básicos, como el de telecomunicaciones. De esta forma creó a ENTEL PERU que en 1,972 absorbió a la Compañía Nacional de Teléfonos (CNT) y en 1973 a la Sociedad Telefónica del Perú, otorgándole la explotación del servicio local y de larga distancia para todo el país, excepto Lima Metropolitana, y el servicio Internacional, en 1,975 ENTEL PERU asumió el Servicio Télex.

NATURALEZA DEL PROBLEMA DE LAS TELECOMUNICACIONES RURALES

Conforme a lo descrito en los antecedentes, el problema de las telecomunicaciones en países en vías de desarrollo como el nuestro, tiene el siguiente patrón: la mayor parte de los equipos está instalado en los centros urbanos mientras que la mayoría de la población vive en áreas rurales. Este patrón es el resultado de varios factores; sociales, económicos, políticos, geográficos, etc., los cuales se han combinado para crear un clima favorable para el desarrollo de las telecomunicaciones en los centros urbanos más importantes, y no en las áreas rurales. La política respecto a las telecomunicaciones, se deriva de considerar los servicios de telecomunicaciones en principio como una necesidad urbana para la industria y el gobierno. En general en el ámbito urbano el proceso de desarrollo se caracteriza por los indicadores económicos como inversión, rendimiento, desempleo, suministro y precios. En las áreas rurales donde los agricultores viven en una economía orientada a la supervivencia de la actividad agrícola por generaciones, el éxito de un proceso de desarrollo es dependiente de la difusión de las perspectivas de desarrollo. Existe un consenso acerca de que el proceso de desarrollo no puede caracterizarse únicamente en términos económicos, por ejemplo en términos de creación de riqueza. Como una cuestión de hecho, una mayor igualdad es una condición previa para permitir que la sociedad elimine la pobreza. En los países en desarrollo, el crecimiento económico es sólo un medio para cumplir con los obje-

tivos sociales como es de cerrar la brecha que separa a la elite de la gente común.

La demanda de telecomunicaciones en las áreas rurales es baja; tal demanda surge en economías sobre las cuales están generalmente bastante separadas y por ello es muy cara su satisfacción. Por ser el servicio caro, la demanda se inhibe y el servicio continúa siendo caro. A pesar que la demanda es baja, la necesidad es fuerte porque las diferentes oficinas e instituciones requeridas para el desarrollo rural necesitan de telecomunicaciones para llevar a cabo sus actividades diarias. Las comunicaciones son un pre-requisito para el desarrollo, cuando las comunicaciones llegan a una comunidad aislada, produce cambios, la comunicación es un gran multiplicador de ideas e información para el desarrollo nacional. La comunicación puede hacer mucho propiciando coherencia social, incentivando a la gente y a las regiones conjuntamente. En un país en desarrollo el problema fundamental es convencer a la gente de adoptar nuevas ideas, técnicas, relaciones sociales e inculcar actitudes y atributos convenientes.

NECESIDADES DE COMUNICACION DE LAS AREAS RURALES

Las necesidades de información de poblaciones urbanas y rurales son diferentes por las diferentes orientaciones y los niveles de conocimiento existentes.

Los requerimientos de comunicaciones para una comunidad pueden organizarse jerárquicamente como:

- 1) Internacional
- 2) Continental
- 3) Regional
- 4) Nacional
- 5) Departamental
- 6) Local
- 7) Interpersonal

El mayor desarrollo de la comunidad resulta en una más alta jerarquía de su necesidad de comunicaciones. Para áreas rurales, la cobertura de interacción se limita generalmente a los pueblos cercanos, la pequeña ciudad, y algunas veces la capital departamental. Entonces, los requerimientos de telecomunicaciones raramente van más allá del nivel local en la jerarquía. Algunas de las áreas en las cuales las telecomunicaciones pueden ser útiles en áreas rurales son:

- 1) Salud.- Los niveles de prestación de servicios médicos en áreas rurales en todos los países en desarrollo están lejos de ser adecuados. Existe una falta muy grande de médicos y su negativa para vivir en áreas rurales reduce aún más la disponibilidad de servicios médicos. La introducción de redes de comunicación rural proporcionará los servicios médicos a un número mayor de personas a través de personal para-médico. Los médicos en las áreas rurales podrán discutir los casos con médicos en hospitales urbanos y regionales y no se sentirán aislados. Como resultado una mayor cantidad de doctores podrán aceptar ir a las áreas rurales.

- 2) Acceso a Mercados.- En los pueblos rurales, los granjeros obtienen fertilizantes, semillas y otros requerimientos de tiendas o cooperativas ubicadas en ciudades pequeñas o pueblos grandes. Los servicios de telecomunicaciones ayudarán a obtener información confiable sobre precios, disponibilidad y otros asuntos.

- 3) Participación en el Proceso de Planeamiento y Desarrollo
Una técnica de comunicación adecuada puede posibilitar la participación de las áreas rurales en el planeamiento del proceso de desarrollo que afectará su vida, asegurando el éxito de dichos proyectos.

- 4) Educación.- Los proyectos educacionales generalmente hacen uso de un sistema de amplia difusión (Radiodifusión, difusión, Tv, etc.) un sistema de comunicaciones rural proporcionará información sobre el efecto de estos programas, aumentando su eficiencia.

- 5) Información de Emergencia.- La información de emergencia de avalanchas, fuego, epidemias, terremotos, puede enviarse en la red rural de forma de que se comunique al centro regional o sea difundido por radio para conocimiento y toma de precauciones.

LAS TELECOMUNICACIONES RURALES EN EL PERU

En los párrafos anteriores hemos resaltado la importancia de las telecomunicaciones rurales para el desarrollo e integración económica, social de las poblaciones rurales. La integración es un logro muy importante dentro de los planes del gobierno, debiéndose estructurar en todos los aspectos sociales, económicos y culturales que son determinantes en la estructura nacional. La integración se logra creando vías de comunicación y transporte entre pueblos y ciudades, y la infraestructura económica capaz de impulsar un desarrollo sostenido.

Actualmente el desarrollo obtenido en cuanto a vías de comunicación es muy restringido y existen muchos pueblos que no tienen una vía de comunicación, o simplemente no cuentan con ella; pudiéndose llegar a estos pueblos con mucha dificultad, en tiempos que a veces llegan a dos días. Es en estos casos que las telecomunicaciones adquieren mayor importancia, existiendo una gran cantidad de localidades ubicadas en la sierra y selva que están en estas condiciones.

ENTEL PERU, cumpliendo con sus objetivos de creación, tiene que llevar las comunicaciones a este tipo de localidades, esto significa un gran esfuerzo por el gran número de localidades

involucradas y la variedad de problemas técnicos que se presentan y requieren solución.

Por lo tanto el Plan Rural de Telecomunicaciones ha sido concebido teniendo en cuenta la urgente necesidad de un medio de comunicación a localidades apartadas e incomunicadas siguiendo los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo, en lo referente a Telecomunicaciones y los planes específicos del Sector.

La cobertura del Plan Rural, alcanza a las localidades que se encuentran en la Carta Nacional (IGM, escala 1:100,000), y se incluyen localidades desde 500 habitantes, en un número que se aproxima a las 700 localidades. Si se considera que actualmente Entel Perú sirve a unas 250 localidades, se puede entender la magnitud del proyecto y lo extensivo del trabajo de diseño.

CONTENIDO

En el presente trabajo se han cubierto los siguientes tópicos:

CAPITULO I, describe los objetivos del proyecto.

CAPITULO II, muestra los lineamientos que se han seguido para la elección y delimitación de zonas del Plan Rural.

CAPITULO III, contiene las Normas Técnicas que deben usarse para el diseño de los circuitos de enlace.

CAPITULO IV, está dedicado al estudio de los distintos diseños que corresponden a los diferentes sistemas de transmisión.

CAPITULO V, está dedicado a presentar la metodología y conceptos relativos a la elaboración de los Estudios Comparativos de Costos siguiendo criterios técnico-económicos.

CAPITULO VI, corresponde al Estudio Comparativo de los distintos sistemas de transmisión de acuerdo a su tipo, capacidad y distancia para determinar el rango de aplicación más conveniente de cada sistema, así como la comparación para aplicación de las centrales manuales y automáticas de pequeña capacidad.

CAPITULO VII, contiene el estudio de las cuestiones relativas al Encaminamiento y Jerarquía, Numeración y Señalización del Plan Rural.

Finalmente, se presentan las Conclusiones.

C A P Í T U L O I

OBJETIVOS

Los objetivos del Plan Rural de Telecomunicaciones están íntimamente ligados con su problemática, la que fue expuesta en la parte introductoria de este trabajo. La elección de los objetivos determina las características del Plan; y los objetivos pueden dividirse de acuerdo a los siguientes criterios, como sigue:

- **Objetivos Socioeconómicos**, definen los aspectos sociales y económicos de mayor importancia a tomarse en cuenta ya que los mismos van a tener efecto en la cobertura del plan.
- **Objetivos de Planeamiento**, que definen los aspectos relativos al planeamiento del Plan como demanda, período del plan, servicios a brindar.
- **Objetivos Técnicos**, definen los principios para la selección de los sistemas de conmutación, transmisión, así como las características técnicas de los mismos.
- **Objetivos de Operación y Mantenimiento**, que definen los aspectos relativos a la operación y mantenimiento de las instalaciones del Plan Rural.

1.1 OBJETIVOS SOCIO-ECONOMICOS

Entre los objetivos socio-económicos podemos mencionar los siguientes:

- a) Propiciar la integración socio-económica de localidades que actualmente se encuentran aisladas, o cuyo acceso es muy difícil, llevando comunicaciones rápidas y confiables hasta las mismas.
- b) Posibilitar que las poblaciones incluidas en el proyecto puedan enviar informaciones de urgencia para la obtención de servicios médicos, o de ayuda por desastres naturales.
- c) Reducir los desequilibrios socio-económicos entre las distintas regiones o zonas del país.
- d) Atender la demanda de servicios de los centros de producción y actividad económica como las agropecuarias (SAIS, CAPS, etc) minería y centros turísticos, así como los sectores de salud educación y seguridad rural.
- e) Extender los servicios de telecomunicaciones a las poblaciones de la sierra y selva en forma prioritaria, por no contar las localidades de estas regiones con instalaciones de telecomunicaciones.

- f) Proporcionar comunicación a las localidades rurales con los polos económicos de desarrollo y sus centros regionales, promoviendo la integración regional y el desarrollo económico. La disponibilidad de telecomunicaciones hasta los polos de desarrollo proporcionará un núcleo desde el cual el impacto cultural de la telefonía puede difundirse a su área de influencia.
- g) La implementación que se haga en las áreas rurales debe hacerse de tal modo que beneficie a toda la población de las localidades.
- h) Debido a que el Plan Nacional de Desarrollo en lo relativo a agricultura, vivienda, industria está orientado al crecimiento rural, el Plan Rural debe ser coherente con esta planificación apoyando a la misma.

1.2 OBJETIVOS DE PLANEAMIENTO

- a) Atender a las áreas rurales por intermedio de redes secundarias dedicadas a su servicio. Las redes secundarias deben servir a una zona o área geográfica claramente definida, en la cual el diseño final se ajuste a la geografía, haciendo máximo uso de sus características topográficas, optimizando las instalaciones a través del uso compartido de las mismas.

- b) La estructuración de las redes secundarias se hará partiendo desde los centros primarios y desde las facilidades de la Red troncal de microondas.
- c) Con el fin de proporcionar una solución a largo plazo, 20 años, los estudios de demanda y tráfico deben tomar en cuenta sus proyecciones en este plazo, a fin de evitar modificaciones en un periodo más corto que este, que ocasionaría modificaciones costosas; por lo tanto el dimensionamiento de las instalaciones debe hacerse considerando las ampliaciones y nuevas instalaciones en el plazo ya fijado.
- d) El Plan Rural de Telecomunicaciones comprende la implementación de los servicios de telefonía local y de larga distancia.
- e) Para organizar la investigación y el desarrollo y consecuentemente el diseño e implementación de la Red Rural es necesario asignar un presupuesto separado y si es posible una organización separada. Se debe crear una Oficina Nacional de Telecomunicaciones Rurales. Esta oficina debe ser parte de la Empresa Nacional de Telecomunicaciones.
- f) La implementación del Plan Rural de Telecomunicaciones debe ser un factor multiplicador en el tráfico nacional de larga distancia, y su volumen debe ser encaminado a través de la Red Troncal de Microondas, ayudando a hacer un mayor uso de su capacidad instalada.

- g) Se debe incluir en el Plan Rural de Telecomunicaciones aquellas localidades con más de 500 habitantes urbanos, y que se encuentren ubicadas en la Carta Nacional de escala 1:100,000 editada por el Instituto Geográfico Militar.

- h) Como resultado de los puntos anteriores al Plan Rural de Telecomunicaciones tiene por objeto dotar de servicio de telecomunicaciones a unas 600 localidades. Ampliando la cobertura de los servicios de telecomunicaciones en concordancia con los objetivos fijados en el Plan Nacional de Telecomunicaciones, consecuentemente enmarcados en la política establecida para el Sector en el Plan Nacional de Desarrollo.

- i) Integrar el Servicio Telegráfico a la red telefónica de larga distancia, consiguiendo que el servicio tenga una mayor eficiencia y se produzca una reducción significativa en el costo de mantenimiento de la red telegráfica

- j) La red debe estar diseñada de tal forma que cuando sea necesario se pueda implementar el servicio télex y de transmisión de datos a través de la misma.

1.3 OBJETIVOS TECNICOS

- a) En las actuales circunstancias, es necesario considerar las tecnologías antiguas y modernas de los distintos fabricantes en el mundo a fin de que se elija la tecnología más conveniente entre las distintas posibilidades existentes.
- Es necesario que la tecnología se ajuste a las condiciones presentes en el país, de tal modo de evitar inversiones que a la larga serán desfavorables.
- b) Es necesario considerar que una red telefónica es amplia en espacio, siendo utilizada tanto en las casas como en los trabajos. Está íntimamente ligada con los asentamientos humanos. Asociada con las propiedades de espacio, se encuentra la función esencial de una red que es la necesidad de interconectar. Cada teléfono debe conectarse a miles de otros teléfonos. Esto requiere de una red muy amplia la cual debe estar apropiadamente organizada para que tenga una calidad de transmisión adecuada a través de funciones de señalización y encaminamiento. La amplitud en espacio, complejidad, e interdependencia sugiere que la red debe concebirse como un todo, en lugar de una base de piezas pequeñas.
- c) Los equipos a instalar estarán en operación hasta después del año 2,000; por lo tanto las decisiones sobre implementación de equipos tendrán un efecto a largo plazo sobre el proyecto.

- d) En la elección de los equipos es necesario considerar que la misma está influenciada por las tecnologías elegidas en el pasado, debido a la naturaleza de interconexión de la red telefónica, cualquier equipo nuevo debe poder trabajar con equipo ya en operación. Si no, se requerirán interfaces costosas. Más aún, las nuevas tecnologías requieren de nuevas técnicas y de reentrenamiento. Una tecnología mixta necesita variedad de equipos de prueba y la retención de repuestos.
- e) Los equipos de transmisión a instalar deben ser en cada caso, los que ofrezcan las mayores ventajas para la implementación de un enlace determinado.
- f) La elección de los equipos de conmutación se hará en base a la conveniencia de la misma.
- g) Los equipos del Plan Rural deben estar encuadrados en lo que se refiere a características técnicas a lo establecido en los Planes Técnicos Fundamentales de Entel-Perú.
- h) La red telefónica rural debe ser fácilmente accesible a la mayoría de la población. Debe entenderse que al tener acceso garantizado a un servicio telefónico, no sería necesario poseer uno individualmente. La accesibilidad puede ser provista a una comunidad rural a un costo mínimo, a través de una línea telefónica.

1.4 OBJETIVOS DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

- a) Los equipos a instalar deben tener requerimientos mínimos en lo que concierne a su consumo de energía y a su mantenimiento. En general los programas de electrificación rural entrarán después del desarrollo de las telecomunicaciones. En la mayoría de áreas no existen fuentes de energía primaria. En lo referente a mantenimiento se produce algo similar. Las técnicas necesarias y los repuestos adecuados no existen en la vecindad. Los equipos que se instalen deben ser de bajo consumo, y pequeño porcentaje de fallas, y no se deben reparar en el lugar de funcionamiento.
- b) Los equipos deben ser confiables. En las comunicaciones rurales, hay que considerar que un servicio no confiable no alentará a las localidades a depender en sus actividades en el uso del teléfono. Por ello que el sistema debe ser bien mantenido y confiable.
- c) El sistema debe ser flexible. Es necesario que el sistema se pueda ajustar a los cambios que se puedan producir durante su período de operación, ya sea por la introducción de nuevas localidades en la red, o por la introducción de nuevos servicios y tecnologías con los que debe operar la red rural.

- d) Para facilitar los programas de mantenimiento, se deberán establecer centros de mantenimiento de acuerdo a las características de las zonas; tratando en lo posible de ubicarlos en los centros primarios respectivos.

C A P Í T U L O I I

LINEAMIENTOS PARA LA ELECCION DE ZONAS

En el presente capítulo nos ocuparemos de los aspectos relativos a la elección de las zonas y su delimitación para el Plan Rural, estos aspectos han sido considerados para determinar la configuración de las zonas y las respectivas redes secundarias. Dentro de los aspectos considerados estos pueden dividirse de acuerdo a su naturaleza en la siguiente forma:

- Aspectos Socio-Económicos
- Infraestructura
- Geográficos
- Red de Telecomunicaciones existente

2.1 ASPECTOS SOCIOECONOMICOS

Son aquellos relacionados con las políticas y prioridades asignadas a las distintas regiones del país, así como el status político de cada localidad y las relaciones de interdependencia económica. La influencia que ha tenido cada uno de estos factores en la elección de las zonas del Plan Rural es descrita a continuación.

a) Plan Nacional de Desarrollo

Se ha tratado de seguir las prioridades asignadas por el INP a las distintas regiones del país, incluyendo a las localidades y áreas en las que existen proyectos de desarrollo en el media no plazo. Una de las zonas que ha contado con mayor prioridad es la que corresponde al Departamento de Ancash; este Dpto., después de 1970 está considerado como prioritario para la implementación de proyectos que posibiliten su recuperación; es además muy necesario dotar a este Dpto. con un buen sistema de comunicaciones que pueda usarse en emergencias.

Asimismo, el INP en sus Políticas de Desarrollo del Plan Nacional de Desarrollo, establece los siguientes criterios para la orientación de los proyectos de inversión para las áreas rurales.

- Zonas de Frontera Económica, caracterizadas por la baja densidad poblacional, por el alto potencial de recursos naturales insuficientemente explotados y evaluados, por carecer de economías y por estar muy débilmente articuladas, tanto internamente como con el resto del país. Cumplirán con el rol de incorporar nuevos recursos a la economía del país especialmente los destinados a la alimentación, el de atraer población migrante de las áreas deprimidas y el de coadyudar con su desarrollo a la soberanía e integridad del país.

- Zonas Andinas Deprimidas, caracterizadas por poseer un importante volumen poblacional, fundamentalmente rural y con muy bajos niveles de vida, que gravita sobre una limitada superficie de suelos aptos para la agricultura y por carecer de economías externas de importancia. En estas zonas el desarrollo deberá pasar fundamentalmente por una primera etapa de movilización social, sustentándose ésta en el apoyo y reforzamiento de las actividades económicas básicas, agricultura, pequeña minería, ganadería, artesanía e industrias de apoyo a la agricultura, tales como fertilizantes, cemento y reparación de maquinaria agrícola.

- Zonas de Frontera Política, caracterizadas por estar en las proximidades de las fronteras, por carecer de una sólida base económica y adolecer de un grave déficit de infraestructura social, encontrándose además, en algunos casos, frente a otras zonas donde el país limítrofe realiza acciones sociales, económicas y culturales de importancia. El desarrollo de estas zonas dentro del conjunto del desarrollo nacional, les permitirá que coadyuden a la seguridad del país.

b) Dependencia Política

Debido a que las localidades incluidas en el Plan son en su mayoría áreas de producción agropecuaria, el interés de comunicación de las mismas está orientado como se explicó anteriormen

te, hacia las localidades vecinas y siguiendo la jerarquía hacia la capital política de la cual dependen en forma inmediata, es por ello que en lo posible el Plan Rural se ha orientado a integrar a departamentos, ajustando su cobertura a las áreas departamentales. Dentro de las zonas se prevee la integración desde la capital hacia las localidades que le siguen en dependencia y según este patrón hasta las localidades de menor importancia relativa.

c) Relaciones de Dependencia Económica

Este ha sido un criterio que en muchos casos, ha coincidido con la Dependencia Política de las Localidades, sin embargo en algunos casos las zonas se han delimitado incluyendo a localidades que por su actividad económica dependen de una capital política que no le corresponde. En el Plan Rural se ha incluido dentro de una zona a las localidades que muestran una relación económica fuerte, incluyendo a las localidades interdependientes y orientando las comunicaciones desde las localidades dependientes hacia el centro más importante.

2.2 INFRAESTRUCTURA

En la elaboración del Plan Rural ha sido necesario considerar la infraestructura existente en el país, las vías de transporte han tenido una influencia muy importante en el Plan Rural, y aunque no se trata de una infraestructura física, las Cartas Topográficas

cas del IGM han sido utilizadas de una manera muy extensa para su elaboración; sólo nos ocuparemos de estos dos aspectos ya que los demás han tenido poca influencia en la elaboración del Plan.

a) Influencia de las Vías de Transporte

Las vías de transporte son un medio de comunicación importante para la integración de las localidades y zonas a las que sirven, en el caso del Plan Rural su existencia ha condicionado la configuración de las zonas, debido a que en lo posible las repetidoras de los radioenlaces que se implementen, deben ser ubicadas lo más cerca posible de los puntos a los cuales se tiene acceso por carretera con el objeto de disminuir los costos de instalación en vías de acceso; por otra parte la inclusión de las localidades dentro de las zonas del Plan Rural en muchos casos ha estado sujeta a la existencia de vías de comunicación para poder en primera instancia ubicar las repetidoras necesarias y luego las respectivas terminales.

La existencia de las vías de comunicación condiciona las rutas dentro del Plan Rural, las repetidoras y el enlace entre las mismas están sujetos en cierta medida a la ruta que sigue la carretera por lo que es determinante también para los enlaces hasta las respectivas localidades.

En el caso de utilizarse enlaces por línea física abierta, su ruta tiene que seguir el trazo de la carretera para hacer posible el trabajo de mantenimiento necesario.

B/

b) Cartas Topográficas de Instituto Geográfico Militar

En la elaboración del Plan Rural ha sido de primera importancia la disponibilidad de las cartas topográficas del IGM que conforman la Carta Nacional de escala 1: 100,000. Estas cartas han servido como fuente de información primaria por la cantidad de datos contenidos en estas cartas; su importancia es tal que solamente se ha desarrollado el Plan Rural para el área cubierta por la Carta Nacional, que incluye la costa, sierra y parte de la ceja de selva; sin embargo la carta cubre las zonas más densamente pobladas comprendiendo a más del 85 % del total de la población urbana del país. La carta Nacional contiene información sobre el status político de cada localidad, vías de comunicación, accidentes geográficos, regiones naturales, etc.

2.3 INFLUENCIA DE LOS ACCIDENTES GEOGRAFICOS

Los accidentes geográficos son un factor importante que tiene que ser analizado para obtener las máximas ventajas que se presenten, de acuerdo a la geografía del país, y de otra parte considerar su efecto sobre los demás factores que se han tomado para la elección de zonas del Plan Rural.

Es un hecho probado que la ubicación de las repetidoras es de suma importancia en el diseño de una red de comunicaciones, es necesario siempre llevar a cabo un balance entre las ventajas que ofrece la ubicación de una repetidora, como son el acceso simultáneo a varias localidades, la seguridad de obtener una buena performance de transmisión con los costos que representa la implementación y las posibles dificultades que existirán para el trabajo de mantenimiento en dicha repetidora. Por ello, y teniendo en cuenta la geografía de nuestro país ha sido necesario estudiar las distintas posibilidades que existían para el establecimiento de las comunicaciones eligiendo repetidoras - cuya ubicación ofrecía las máximas ventajas.

NOMBRE EST. JAPONES

Por otra parte nuestro país presenta una geografía tan accidentada que localidades que dependen políticamente de un departamento, están aislados de la capital del mismo y de las otras provincias por cadenas de cerros muy altas que son prácticamente infranqueables y hacia los cuales no se cuenta con vías de transporte carretero, sin embargo estos pueblos están comunicados por una vía terrestre que pasa por otro departamento; en dichos casos se ha decidido incluir a las localidades aisladas en la zona de servicio del departamento al cual no pertenecen, pero sin embargo cuentan con una vía de comunicación hacia el mismo.

Las características geográficas del país, permiten que desde una sola ubicación se pueda llegar a un número considerable de

localidades en forma simultánea, lo que permite una considerable reducción en los costos de implementación, ésta es una ventaja inherente a la geografía del país. En otros casos sin embargo la geografía ha presentado dificultades difíciles de superar, en el Depto. de Ancash las cordilleras Blanca y Negra han determinado que se tengan que implementar dos rutas que se extienden hacia el norte y sur de Huaraz y que para servir a las localidades del oriente del Dpto. se tenga que rodear a las cordilleras. En los Dptos. de Ayacucho, Arequipa (Chuquibamba y Cotahuasi) las soluciones han tenido que ser muy elaboradas.

2.4 RED DE COMUNICACIONES EXISTENTE

La red actual ha tenido una importancia muy grande en la elaboración del Plan Rural, la organización y las instalaciones con que cuenta han sido determinantes para este plan.

a) Ubicación de los Centros Primarios

Los centros primarios han sido determinantes para el encañamiento de las redes secundarias que se desarrollaron. Los centros cumplen la función de interconectar a todos los pueblos de la zona respectiva a la Red Nacional, y cuentan con facilidades administrativas y de operación por lo que el mantenimiento de las redes del Plan Rural aprovecharían esta infraestructura.

b) Ubicación de las Repetidoras de la Red Troncal de Microondas.

La ubicación de las repetidoras ha sido de vital importancia, porque la existencia de éstas significa la posibilidad de interconexión a la Red Nacional. Muchas de las redes secundarias han sido desarrolladas a partir de la ubicación de las repetidoras de la Red Troncal de Microondas, con la utilización de una repetidora de la Red Troncal de Microondas se consigue un doble objetivo ya que se integran las localidades del Plan Rural y se ofrecen mayores fuentes de tráfico para la Red de Microondas, optimizando el uso de esta red.

c) Encaminamiento y Jerarquía

Este concepto se ha utilizado para posibilitar la implementación de enlaces directos a las localidades hasta el centro primario respectivo, o la interconexión de varias localidades pequeñas a un centro intermedio llamado Centro de Agrupamiento, con fines de que estos pueblos puedan ser incluidos en el Plan Rural y a la vez se consiga una cierta eficiencia en los circuitos que se implementen.

El Centro de Agrupamiento permite que el área de cobertura de una red secundaria pueda extenderse a localidades que de otra manera no se conectarían por su alto costo y escaso rendimiento en los enlaces que se implementen; natural-

mente en los casos implementados, los enlaces hasta los centros dependientes son directos o se trata de líneas físicas abiertas de corta longitud.

C A P I T U L O I I I

NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE ENLACES
TELEFONICOS INTERURBANOS

En el diseño de enlaces telefónicos interurbanos es necesario definir las características que los mismos deben cumplir, con el fin de asegurar de que las comunicaciones telefónicas que se cursen tengan una calidad de transmisión alta y constante, independientemente de la distancia y la cantidad de enlaces interconectados. Una calidad de transmisión alta significa que las personas que hablan deben hacerlo normalmente, sin hablar más fuerte ni escuchar más bajo que cuando se trata de una conversación normal de dos personas en el mismo lugar. Debido a esto la vía de transmisión no debe afectar mayormente la inteligibilidad, por lo que debe mantenerse la forma original de la corriente, asimismo las distorsiones lineales y no lineales, así como los ruidos no deben exceder valores determinados.

La distorsión lineal se origina por la dependencia de la frecuencia de componentes con curvas características lineales, y se elimina mediante amplificadores de compensación de distorsión.

La distorsión no lineal se origina por el uso de componentes con curva de respuesta no lineal. Dado que este tipo de distorsión no es compensable, los componentes de este tipo deben usarse solo en su rango lineal.

Por otra parte, lo que si es posible compensar es la pérdida de potencia-atenuación- que se produce durante la transmisión. La atenuación es determinante para la estabilidad y diafonía, por lo que su valor no debe ser inferior a un mínimo.

Este y otros aspectos relativos a la economía y a la calidad de transmisión tienen que ser considerados y conforman el Plan de Transmisión, este plan tiene como objetivo fundamental asegurar que los abonados puedan hablar entre sí con un estandar de claridad y facilidad a un costo razonable. El Plan de Transmisión determina en cuanto debe deteriorarse la transmisión en una conexión telefónica y en que forma debe distribuirse el deterioro de la señal entre las distintas partes de una red.

Existen dos puntos de vista extremos, que pueden definir un Plan de Transmisión:

- a) Diseñar la red de forma que ninguna conexión sea mejor que el máximo deterioro que puede ser tolerado por los abonados, maximizando la economía de la red.
- b) Diseñar la red de forma ideal, en cuanto concierne a claridad y facilidad de conversación, determinando el rango de performance que satisface a la gran mayoría de abonados, y la performance de cualquier conexión está cerca del centro del rango preferido.

Generalmente se tiene que adoptar un compromiso entre ambos extremos, dependiendo de la cantidad de dinero disponible y la difusión que se le quiere dar al servicio. En redes muy desarrolladas con muchos años es útil establecer el porcentaje de abonados satisfechos, y cuando este se convierta en un nivel muy bajo, establecer un estándar mínimo mayor llevando a cabo acciones para mejorar la performance de transmisión.

La técnica descrita anteriormente de establecer el % de abonados satisfechos es apropiada solo en países con redes muy maduras, puede ser impráctica en el caso de una red nueva y más aún inexistente. Una solución práctica es asumir una máxima pérdida permisible conocida para dar un buen servicio y distribuir esta pérdida entre las distintas secciones de una red de acuerdo a una práctica en uso que sea recomendable.

Teniendo en cuenta todo lo anterior es que ENTEL PERU ha elaborado un Plan de Transmisión, el cual está contenido en el documento " Planes Técnicos Fundamentales para el Desarrollo de la Red de Conmutación Telefónica Nacional". Este Plan contiene los siguientes aspectos:

- Plan de Atenuación
- Niveles de Transmisión
- Estabilidad y Eco
- Impedancia Nominal
- Dispositivos especiales en circuitos de corriente directa
- Características de la Red Local

En lo que se refiere a nuestro tema, Normas Técnicas para el diseño de enlaces telefónicos interurbanos, son de importancia los siguientes aspectos:

3.1 PLAN DE ATENUACION

3.1.1 Distribución de los Equivalentes de Referencia

La distribución de la atenuación en las redes telefónicas se encuentra en los planes de atenuación. En estos se agrupan con fines de cálculo todos los valores de atenuación y amplificación que se presentan en el establecimiento de una comunicación, incluso sus tolerancias. La distribución de la atenuación tiene que hacerse tomando como punto de partida la comunicación más larga posible. Esta se compone de la red internacional y las secciones de la red nacional (Tx y Rx). La red internacional es tetrafilar, mientras que las redes nacionales constan de líneas tetrafilares y bifilares, lo cual es determinante para la asignación del Plan de Atenuación.

El Plan de Atenuación está enmarcado dentro de las Recomendaciones del CCITT en lo referente a las comunicaciones internacionales (Rec. G.111) y los equivalentes de referencia máximos para transmisión y recepción desde el abonado a los extremos virtuales de la cadena internacional son:

Transmisión	21 dB (Máx.)
Recepción	12 dB (Máx.)

Es necesario además establecer niveles relativos, con los cuales se indica si el nivel de un punto determinado es mayor o menor que el punto de referencia. Para regular los niveles de los distintos tramos de transmisión, es decir para el ajuste y prueba del nivel previsto en el Plan de Atenuación, se emplea un nivel de medición constante. Según el CCITT los niveles se miden con una frecuencia de 800 Hz con una impedancia de 600Ω , en el caso de Entel Perú la frecuencia de medición es diferente.

Se ha elegido como frecuencia de referencia para la atenuación 1000 Hz. La distribución de pérdida es indiferente desde el punto de vista internacional siempre y cuando se respeten los máximos establecidos, sin embargo, en la parte nacional de la cadena de 4 hilos, la distribución de la pérdida puede hacerse de dos maneras, bajo el principio de pérdida concentrada, o de pérdida distribuida; en el plan propuesto se ha elegido la pérdida distribuida por las siguientes razones:

- a) Se puede explotar la mayor parte de las comunicaciones con un equivalente más bajo en vista de -

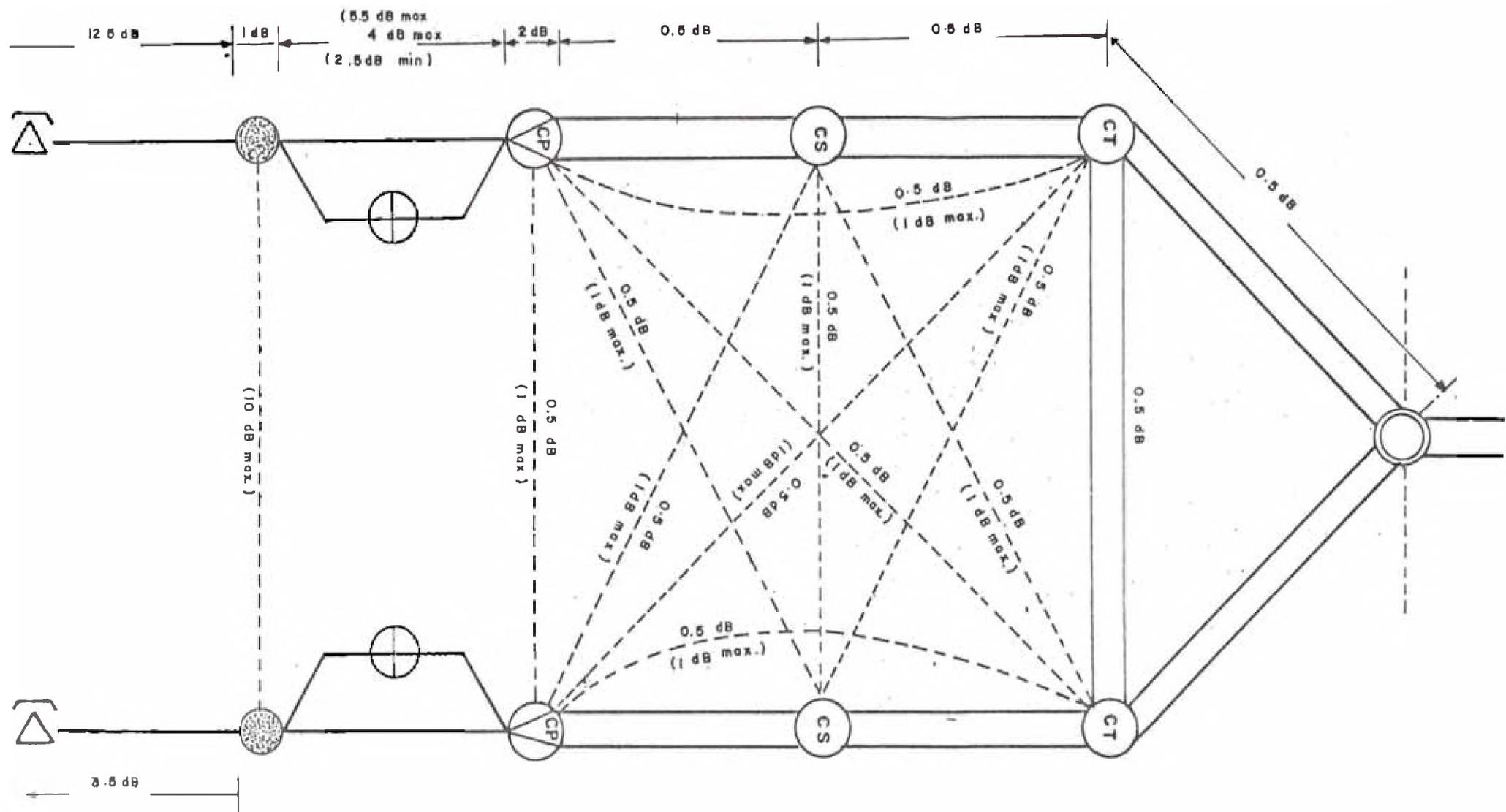
que requieren menos secciones de conmutación.

- b) La utilización de menos sistemas de transmisión con elevadas velocidades de propagación permitiría reducir aun más el equivalente, lo que sería difícil lograr en un sistema de pérdida concentrada.
- c) Aunque en un sistema de pérdida distribuida se requiere de atenuadores conmutables en los centros de 4 hilos que sirven a centros locales, este requerimiento es una facilidad standard en los sistemas de conmutación modernos.

En las figuras 3.1 y 3.2 se muestra el diagrama de distribución de las pérdidas en la Red Nacional en sus valores nominales y máximos incluyendo los valores de atenuación para las rutas directas y los enlaces entre centrales locales tanto para la Red actual con un solo centro terciario como en la red futura.

Se ha asignado 0 dB de pérdida al circuito troncal entre el centro terciario y el centro internacional, debido a que en un principio el único centro terciario será el Centro de Conmutación Nacional de Lima, que se encuentra en la misma sala de equipos que el Centro Internacional, no siendo necesario intro-

Fig. Nº 3.2 PLAN DE ATENUACION - RED FUTURA



* MEDIANTE EL USO DE ATENUADORES CONMUTABLES DE 1.5 dB

ducir atenuadores adicionales, o amplificadores para compensar el efecto de los atenuadores conmutables para las comunicaciones en tránsito. Los circuitos que en el futuro interconecten centros terciarios, se ajustarán a 0,5 dB al igual que el resto de circuitos de la Red Nacional.

Los límites máximos de los equivalentes de referencia para una comunicación entre dos abonados dentro del país se ha fijado como sigue:

- Atenuación de la cadena troncal de 4 hilos (Incluyendo la terminación 2w - 4 w)	6 dB
- Suma de atenuaciones de los circuitos locales en los extremos transmisor y receptor	8 dB
- Equivalente de referencia del Sistema transmisor de abonado (Incluyendo C.L.)		13.5 dB
- Equivalente de referencia del Sistema receptor de abonado (Incluyendo C.L.)		4.5 dB
Equivalente de Referencia Total		32.0 dB

En el futuro, la inclusión de otros centros terciarios incrementará el equivalente total en las comunicaciones nacionales de 32 a 32.5 dB.

En lo que se refiere a circuitos locales, que son el tipo de circuitos de cuyo diseño se ocupa el Plan Rural de Telecomunicaciones, es decir los circuitos entre el centro local y su centro primario, no forman parte de la cadena a cuatro hilos, sin embargo usar sistemas de corrientes portadoras multicanales que son inherentemente circuitos a 4 hilos, su uso así como los propios circuitos a dos hilos se discute a continuación.

3.1.2 Circuitos Locales a Dos Hilos

Los circuitos locales a dos hilos se usan en los enlaces entre la red de transmisión a cuatro hilos y las centrales locales, los puntos de unión son el puente de alimentación de los abonados y el punto inicio de la cadena a cuatro hilos. Los circuitos locales a 2 hilos por lo general no están amplificados y la atenuación que está asignada es la diferencia entre el equivalente de referencia del área local y el inicio de la cadena a cuatro hilos. Ver figura 3.3.

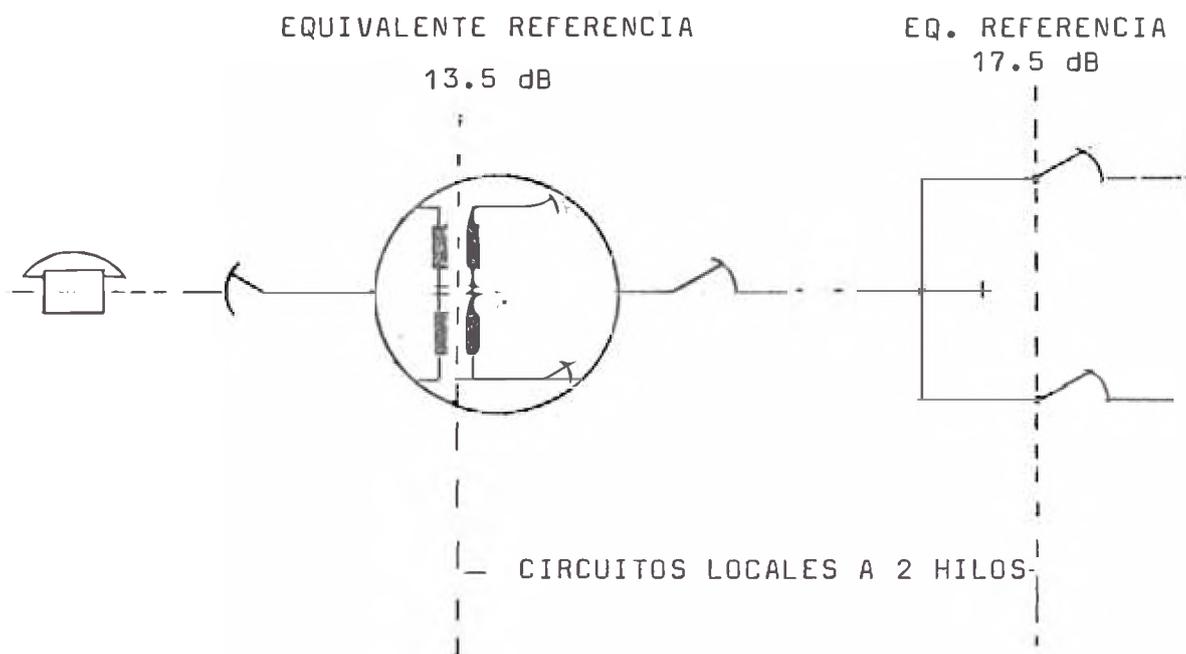


FIGURA 3.3 CIRCUITO LOCAL A 2 HILOS

3.1.3 Circuitos locales a cuatro hilos

En el caso que se usen sistemas multicanal de ondas portadoras, aunque dicho circuito puede tener una atenuación comprendida entre 2 dB y 4 dB, se ha considerado en este Plan de Transmisión que la atenuación entre los extremos de dos hilos de los equipos de terminación (2W/4W) tenga el valor nominal de 2.5 dB lo que permite conservar un margen de silbido de 5 dB (sin incluir la atenuación de equilibrado

en los extremos de dos hilos) a la vez que permite tener un equivalente de referencia bajo para estos circuitos.

Por lo que se refiere a los circuitos de enlace podía utilizarse sistemas de transmisión por ondas portadoras, siendo un caso bastante generalizado el empleo de sistemas de modulación por impulsos codificados (PCM). A este respecto se ha considerado una atenuación nominal de 2.5 dB entre los extremos de (2W/4W) los equipos de terminación, al igual que para los circuitos locales.

3.2 NIVELES DE TRANSMISION

El Plan de Transmisión define para la cadena a cuatro hilos los niveles de entrada de las señales vocales a los equipos múltiplex de los sistemas multicanales de onda portadora tanto sobre líneas físicas como radioenlaces, como es el caso de que los elementos de atenuación o ganancia son importantes para la explotación del servicio más no para su diseño, no nos ocuparemos en más detalle de este aspecto.

3.3 ESTABILIDAD Y ECO

En lo referente a estabilidad y eco nos ceñiremos a las Recomendaciones G 122A en lo referente a estabilidad y G.122B en lo referente al eco.

3.4 DISPOSITIVOS ESPECIALES EN CIRCUITOS DE CORRIENTE DIRECTA

3.4.1 Uso de Bobinas de Carga

Se utilizan en la red local, para los circuitos de enlace, circuitos locales, y líneas de abonado.

Se ha determinado como solución de compromiso, el empleo de bobinas de 66 milihenrios en previsión de utilizations diferentes a la telefonía, tales como transmisión de datos, así como futuro reemplazo por sistemas de modulación por impulsos codificados (PCM) sobre cables de pequeño calibre.

Las características para este tipo de carga serán las siguientes:

Inductancia	66 Milihenrios
Espaciamiento entre puntos de carga.	1450 Metros
Atenuación	1.35 dB/Km (26 AWG, 0.4 mm Ø)
	0.85 dB/Km (24 AWG, 0.5 mm Ø)
	0.55 dB/Km (22 AWG, 0.6 mm Ø)
	0.27 dB/Km (19 AWG, 0.91 mm Ø)
Frecuencia de cobre	4.5 KHz
Banda Efectiva	0.3600 Hertz

El empleo de bobinas de carga estará sujeto a las siguientes normas generales:

- a) Considerar media sección entre la central de conmutación y el primer punto de carga, medida desde el repartidor.
- b) La longitud de cada sección deberá estar comprendida dentro de $\pm 2\%$ del espaciamiento nominal.
- c) En el caso de líneas de abonado, se debe considerar un mínimo de media sección y un máximo de una y media sección entre la última bobina de carga y el abonado.
- d) En los circuitos locales y circuitos de enlace, se hará uso de líneas artificiales complementarias para efectos de corrección de longitud en un extremo, cuando no se pueda cumplir con el inciso a).
- e) No será necesario el empleo de transformadores de impedancia, en el centro primario, cuando se utilice cables cargados para circuitos locales, debiendo cumplirse para ello con la norma indicada en el inciso a) en dicho extremo.

3.4.2 Repetidores de Impedancia Negativa

Se prevee la utilización de estos elementos en -

líneas de abonado, así como en circuitos de enlace y circuitos locales, siempre y cuando se cumpla con las especificaciones relativas a la estabilidad y eco. La ganancia de estos elementos quedará limitada en principio a un máximo de 6 dB teniendo en cuenta los problemas de reflexión inherentes a estos sistemas.

Para concluir con este capítulo de normas hemos creído conveniente extraer lo relacionado a las características de los cables a ser utilizados en la Red Local y circuitos locales.

3.5 RED LOCAL

3.5.1 Características de Cables

Se empleará en principio, cables de alta capacitancia para las líneas de abonado, circuitos locales y de enlace (0.052 nf/Km), sin embargo, se prevee la utilización en algunos casos de cables de baja capacidad ($.04 \text{ nf/Km}$) teniendo en cuenta sus mejores características para algunas aplicaciones y los aspectos económicos de las mismas.

Para los diferentes calibres a ser utilizados en cables de alta capacitancia se tiene las siguientes características:

<u>Calibre</u>	<u>Carqa</u>	<u>Atenuación</u>	<u>Resistencia</u>
26	---	1.8 dB/Km	286 Ω /Km
26	p 66 mh	1.37 dB/Km	290 Ω /Km
24	---	1.5 dB/Km	180 Ω /Km
24	p 66 mh	0.87 dB/Km	184 Ω /Km
22	---	1.2 dB/Km	114 Ω /Km
22	p 66 mh	0.56 dB/Km	118 Ω /Km
19	---	0.8 dB/Km	59 Ω /Km
19	p 66 mh	0.28 dB/Km	59 Ω /Km

C A P Í T U L O I V

SISTEMAS DE TRANSMISION INTERURBANA Y FUNDAMENTOS DE DISEÑO

En este capítulo describiremos en forma breve la metodología de diseño de un enlace interurbano utilizando los diversos sistemas de transmisión disponibles, y en los cuales nos ceñiremos a lo especificado como norma en el Capítulo III.

Los sistemas estudiados son los siguientes:

- Sistemas de Líneas Físicas Abiertas
- Sistema de Cable en Frecuencia de Voz
- Sistemas de Ondas Portadoras en Líneas Físicas Abiertas
- Sistemas de Ondas Portadoras en Cable de Frecuencia de Voz.
- Sistemas de Modulación de Impulsos Codificados sobre Cable Telefónico.
- Sistemas de Radio

4.1 DISEÑO DE SISTEMAS DE LINEAS FISICAS ABIERTAS

Este es uno de los sistemas más simples y se utiliza en enlaces rurales de baja capacidad, solamente requiere de una postera con crucetas a lo largo de la ruta de transmisión y de la línea de transmisión, constituida por un par de hilos de cobre colocados en forma paralela en las crucetas sobre aisladores que son generalmente de cerámica. El sistema de Líneas Físicas Abiertas

no usa bobinas de carga.

El objetivo de transmisión que se tiene que cumplir en este caso es una máxima atenuación a 4 dB, por tratarse de un circuito local a 2 hilos. Se utiliza conductores de cobre sólidos calibres 10 y 8 AWG para los cuales se tiene los siguientes valores de atenuación.

Atenuación en Tiempo Seco de Líneas Físicas Abiertas:

Calibre 8 AWG, 30.48 cm. de espaciamento	.045 dB/Km
Calibre 10 AWG, 30.48 cm. de espaciamento	.094 dB/Km

Entonces tenemos que para una atenuación máxima de 4 dB, se puede cubrir las siguientes distancias:

Líneas Físicas Abiertas calibre 8 AWG	89 Km
Líneas Físicas Abiertas calibre 10 AWG	43 Km

En caso de ser necesario cubrir distancias mayores se deberá usar repetidores, los cuales proveen de ganancias de hasta 35 dB; el espaciamento entre repetidores es de 560 Km para líneas de calibre N°8 AWG, y de 241 Km. para líneas de calibre N° 10 AWG. Considerando el uso de un repetidor es posible alcanzar distancias de 866 Km. y 414 Km. con líneas de calibre N° 8 AWG y N° 10 AWG respectivamente.

La mayor distancia que es posible cubrir con sistemas de Líneas físicas Abiertas es de 1100 Km.

4.2 DISEÑO DE SISTEMAS INTERURBANOS DE CABLE EN FRECUENCIA DE VOZ

4.2.1 Circuitos locales a dos hilos

Los circuitos locales utilizando cables en frecuencias vocales se emplea en enlaces de mediana y baja capacidad.

La máxima pérdida permitida para estos circuitos es de 4 dB como circuitos locales a 2 hilos. Generalmente se emplea cable cargado del tipo especificado en el Capítulo III

En el Gráfico 4.1 se muestra el comportamiento de los cables de distinto calibre, cargados y no cargados.

Como puede apreciarse en este gráfico de acuerdo con la máxima atenuación permitida se tienen los siguientes límites de distancia para los cables de distinto calibre cargados y no cargados.

Cuadro N° 1

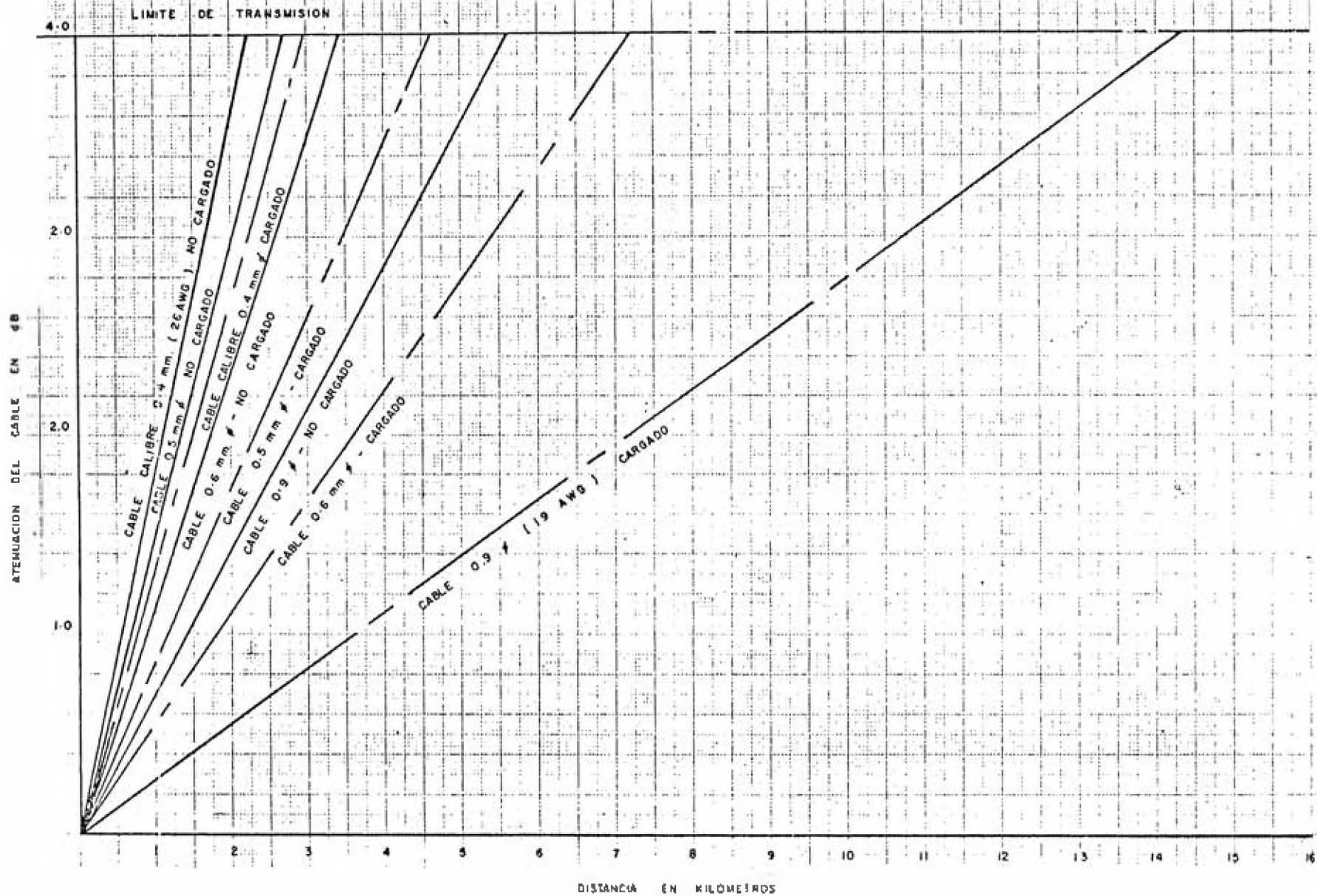
Máxima Distancia Permisible para circuitos Locales en Cables de Audio

Tipo de Cable	Longitud Máxima del Circuito
0.4 mm no cargado	2.2 Km
0.4 mm cargado	2.95 Km
0.5 mm no cargado	2.7 Km
0.5 mm cargado	4.6 Km
0.6 mm no cargado	3.4 Km
0.6 mm cargado	7.1 Km
0.9 mm no cargado	5 Km
0.9 mm cargado	14.3 Km

Fuente : Planes Técnicos Fundamentales-Entel

GRAFICO 4-1

ATENUACION VS DISTANCIA DE CABLES CON
FRECUENCIA DE VOZ



Del cuadro anterior podemos deducir que sólo es práctico el uso de cable de calibre 0.6 mm Ø cargado y de 0.90 mm Ø cargado para alcanzar distancias considerables, ya que para todos los demás casos la distancia que se puede alcanzar es menos de 5 Km, es decir circuitos que por su longitud deben quedar comprendidos de las áreas de las centrales locales. Por lo tanto para circuitos de hasta 7 Km, se debe utilizar cable calibre 0.6 cargado, y más allá de esta distancia cable calibre 09 mm cargado. Como se especificó en el Capítulo III, el cargado de los cables se hace cada 1450 m., empezando a media sección después del repartidor de los circuitos de enlace en el centro terminal, lo ideal será tener en todos los casos media sección después del último punto de carga (725 m) y en caso contrario se deben utilizar líneas artificiales para obtener este objetivo. El número de puntos de carga se determina a partir de la siguiente relación :

$$N = \frac{L - 1450}{1450}$$

Donde:

N = N°de puntos de carga

L = Longitud total del circuito

En caso de que N sea un número fraccionario se debe redondear al entero superior.

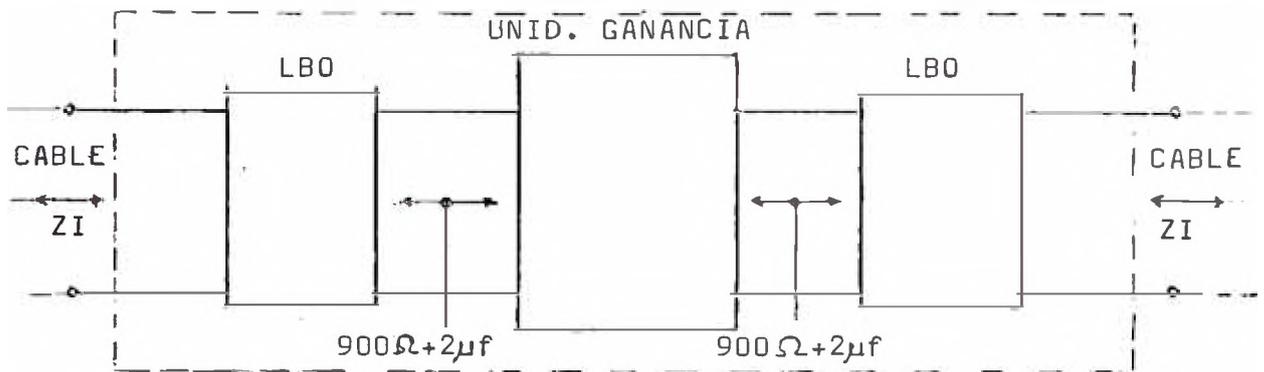
4.2.2 Circuitos Locales Utilizando Repetidores de Impedancia Negativa.

Los instrumentos telefónicos y las instalaciones en frecuencias vocales pueden ser conectados a circuitos de 2 ó 4 hilos. La ventaja económica de usar solamente la mitad de cobre indica el uso de circuitos de dos hilos en muchos circuitos locales y de enlace y en la mayoría de bucles, aunque algunas aplicaciones especiales requieren el uso de circuitos telefónicos a 4 hilos. El uso de circuitos de enlace a 4 hilos va adquiriendo mayor importancia con el tiempo, pero como ya se mencionó todavía muchos circuitos locales son a dos hilos por las ventajas económicas.

A fin de cumplir con los requerimientos de atenuación en los circuitos locales y extender el campo de aplicación de los circuitos a dos hilos a mayores distancias, se hace necesario aumentar la ganancia en la ruta de transmisión. Un cierto número de problemas específicos se presentan en los circuitos a dos hilos. La ganancia introducida debe ser independiente de la dirección de transmisión y debe poder seguir pasando los pulsos de corriente directa.

De las repetidoras a dos hilos usadas actualmente, el tipo E6 es el más común. La repetidora E6 es un dispositivo de impedancia negativa de 2 hilos, transistorizado -

para ganancia en frecuencias vocales; a continuación se muestra un esquema de este dispositivo.



REPETIDORA DE TIPO E6

En este diagrama las unidades LBO son unidades de acoplamiento de impedancias entre la línea telefónica y la unidad de ganancia, y pueden adaptarse a cables cargados calibre 0.5, 0.6 y 0.9 mm. La unidad de ganancia tiene una ganancia ajustable de 0 a 13 dB, opera con 48 V de tensión e introduce una resistencia nominal de $40\ \Omega$, las unidades LBO introducen resistencias del orden de $50\ \Omega$.

Como ya se mencionó, las repetidoras E6 se usan con ca-

bles cargados de calibres 0.5, 0.6 y 0.9 mm de diámetro y para el diseño se utilizan curvas de performance tales como las mostradas en los gráficos 4.2, 4.3 y 4.4; desafortunadamente estos gráficos corresponden a cables cargados con bobinas de 88 mh y espaciadas entre sí 1830 m. (cargado H88), sin embargo creemos que el comportamiento de las repetidoras E6 con cable cargado con bobinas de 66 mh y espaciadas 1450 m (cargado D66) será similar porque su atenuación y respuesta en frecuencia son del mismo orden, tal como se muestra en el cuadro 4.2

Cuadro 4.2

Atenuación de Cable Cargado H88 y D66

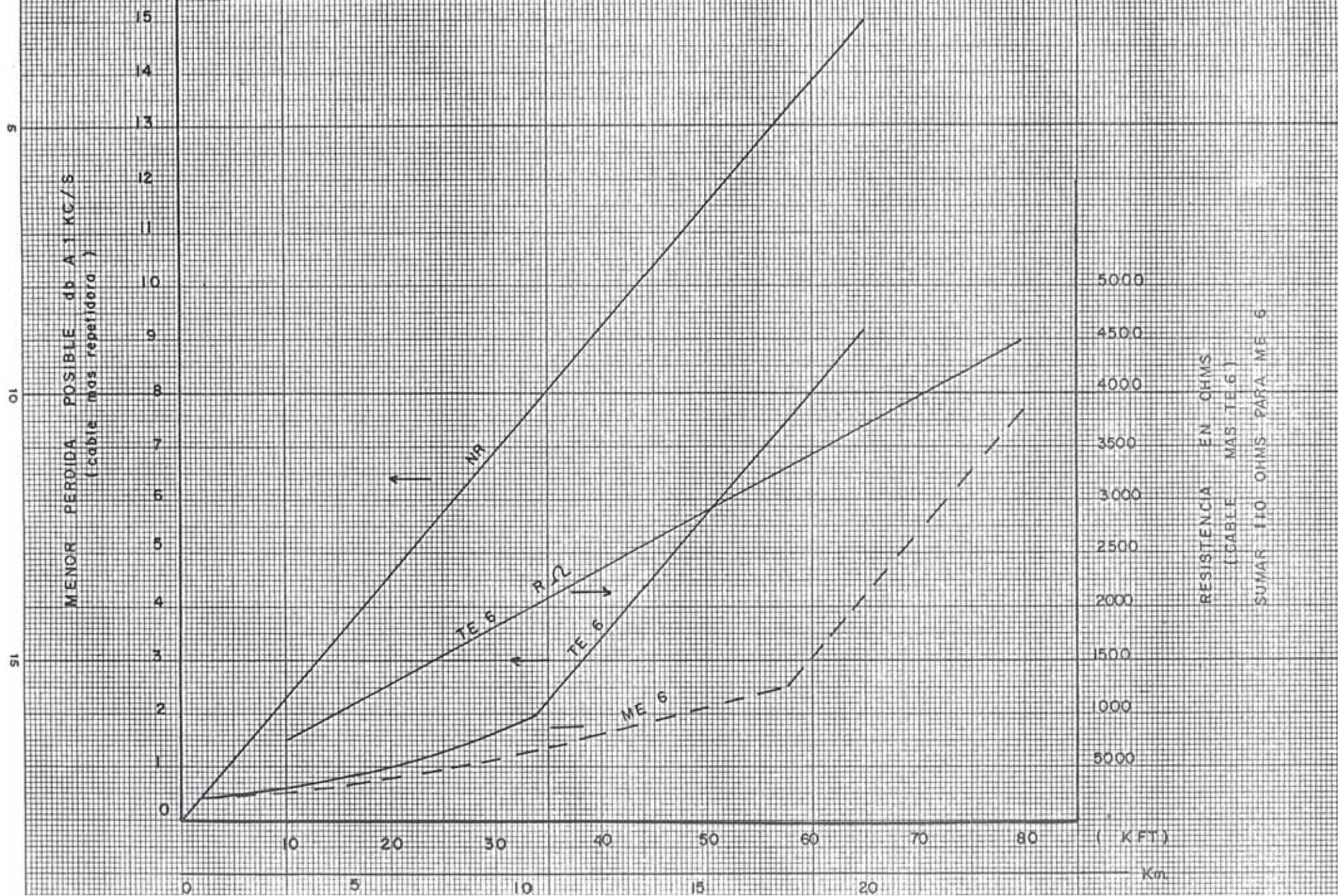
CALIBRE	Cargado H88	Cargado D66
0.5 mm - 24 AWG	0.75 dB/km.	0.87 dB/Km
0.6 mm - 22 AWG	0.49 dB/Km.	0.56 dB/km
0.9 mm - 19 AWG	0.26 dB/Km.	0.28 dB/Km.

Fuente : Planes Técnicos fundamentales

Las repetidoras de impedancia negativa pueden estar colocadas en los centros terminales o los centros primarios, para los circuitos locales, en cuyo caso el comportamiento de la repetidora es diferente a si la repetidora se encuentra colocada en el centro de la trayectoria como se puede apreciar en los gráficos correspondientes al comportamiento de las repetidoras.

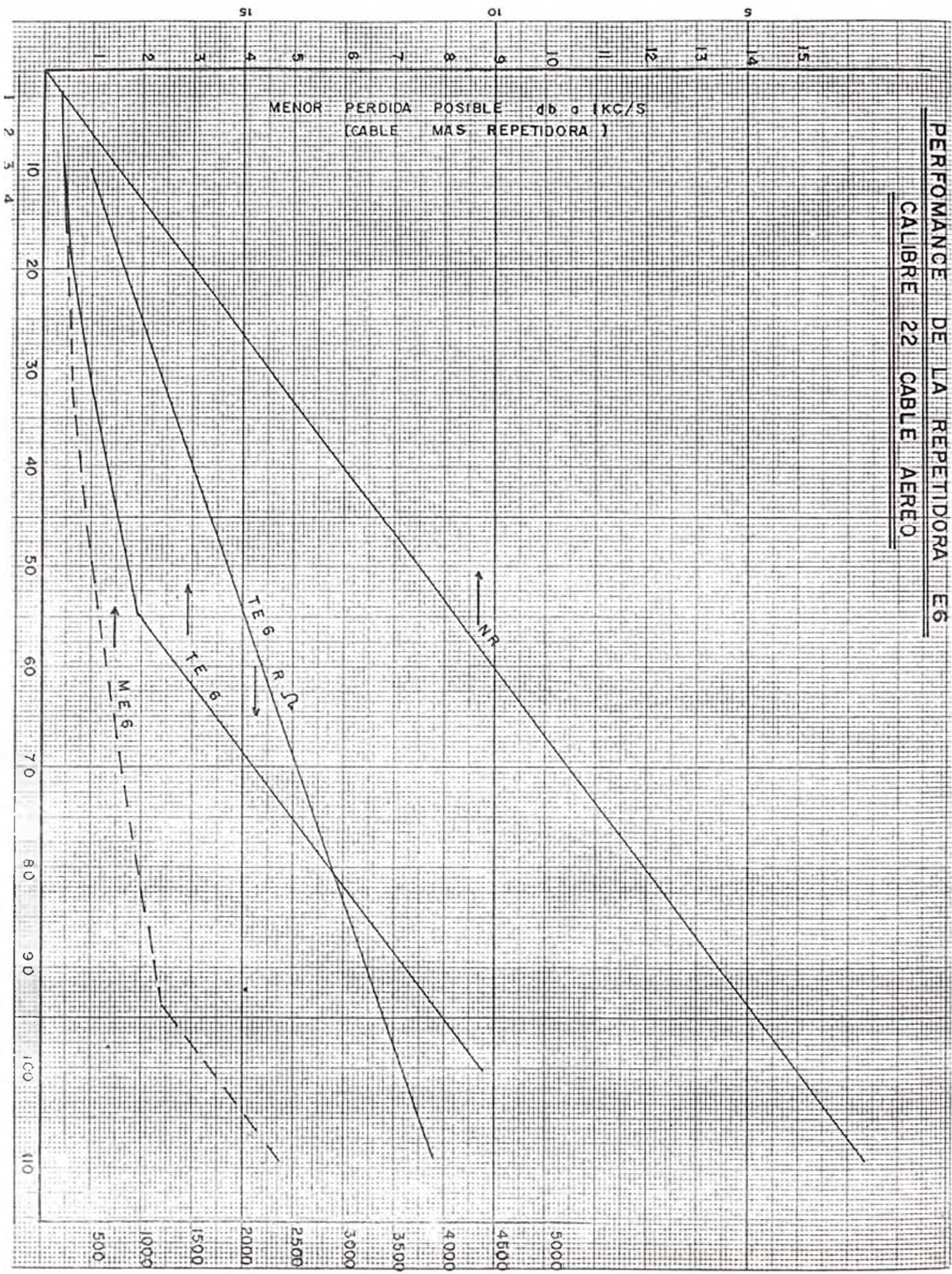
PERFORMANCE DE LA REPETIDORA E 6

CALIBRE 24 CABLE AEREO



PERFORMANCE DE LA REPETIDORA E6
CALIBRE 22 CABLE AEREO

MENOR PERDIDA POSIBLE db o (KC/S
 (CABLE MAS REPETIDORA)



PERFORMANCE DE LA REPETIDORA E 6

CALIBRE 19 CABLE AEREO

SI
01
5

MENOR PERDIDA
POSIBLE
(CABLE MAS
REPETIDORA)

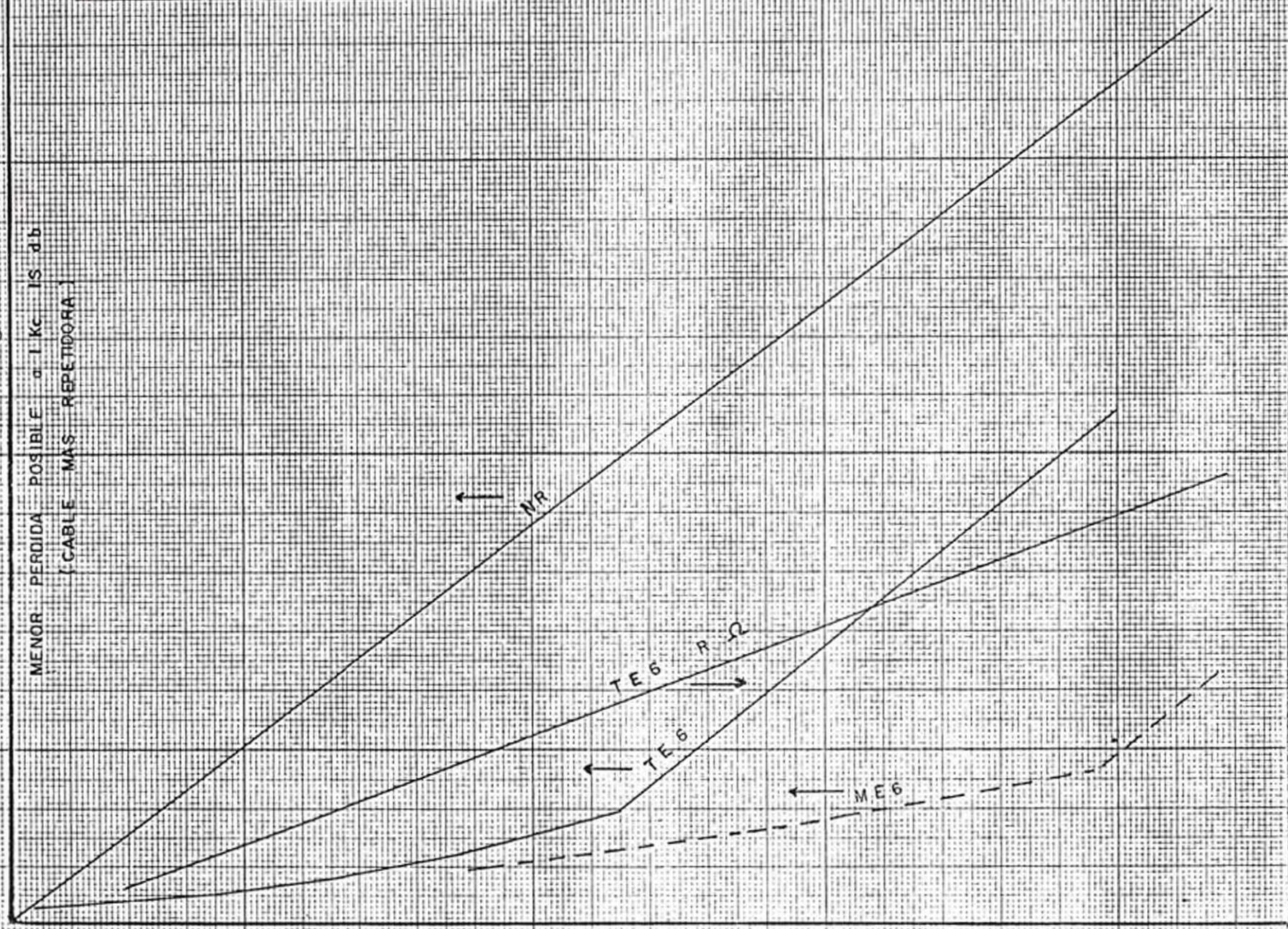
1 2 4

2° 4° 6° 8° 10° 12° 14° 16° 18° 20°

Km

RESISTENCIA EN OHMS (CABLE MAS TE 6)
SUMAR 30 OHMS PARA ME 6

NR
TE 6 R Ω
TE 6
ME 6



Asumiendo una máxima atenuación de 3.5 dB para el circuito a dos hilos debido a la mayor atenuación del cable cargado con bobinas de 66 mh, podemos determinar los siguientes límites para los circuitos en cable de frecuencia vocal cargado, utilizando repetidores de impedancia negativa, los que se muestran en el cuadro 4.3

Cuadro 4.3

Máxima Longitud de Circuitos Locales sobre Cable cargado D-66 para una máxima pérdida de 4 dB (a 1 KHz)

Cable de Calibre	Sin Repetidora (Km)	Con Repetidora (Km)	
		Rep. en Central Terminal	Con una Rep. en Punto Medio.
0.5mm -24 AWG	4.6	12.3	19
0.6mm -22 AWG	7.1	20	31
0.9mm -19 AWG	14.3	38	60

Fuente : Bell Canadá

Notas:

- 1) La desviación en los puntos de carga de las bobinas es menor del 3%.
- 2) El punto medio de la repetidora está en el terreno medio del cable.

4.3 SISTEMAS DE CORRIENTES PORTADORAS SOBRE LINEAS FISICAS ABIERTAS

Los sistemas de onda portadora por líneas abiertas presentan una buena solución en rutas donde se hace necesario incrementar la capacidad de tráfico y existen sistemas de líneas abiertas ins-

talados, su uso es favorecido por la gran longitud que puede alcanzarse entre dos terminales, y es especialmente conveniente para pueblos rodeados por valles y montañas de difícil acceso. Actualmente está normalizado por el CCITT el sistema de líneas de onda portadora de 12 canales en el rango de frecuencias de 36 a 143 KHz, el cual puede ser superpuesto a un sistema de onda portadora de 3 canales telefónicos en la banda de frecuencias de 4 a 31 KHz.

Estos dos sistemas de onda portadora, superpuestos forman con el circuito de la línea física un sistema de 16 canales telefónicos sobre un par de líneas abiertas.

La potencia máxima de salida de un transmisor de onda portadora es de 17 dB, y el nivel de recepción mínima depende del tipo de equipo que se esté utilizando, es decir de su sensibilidad. Es por ello que, de acuerdo con la calidad de la línea y la atenuación máxima para un tramo se determinará la mayor distancia a la que es posible llegar con un equipo de onda portadora. Los valores típicos de atenuación normal en condiciones de humedad para líneas físicas abiertas, se muestran en el cuadro 4.4.

Cuadro 4.4

Atenuación en Líneas Abiertas a Frecuencias Portadoras

FRECUENCIA	Cable N° 9 AWG		Cable N° 8 AWG	
	Tiempo Seco	Tiempo Húmedo	Tiempo Seco	Tiempo Húmedo
4 KHz	0.05 dB/km	0.05 dB/km.	.04 dB/km	.04 dB/km.
30 KHz	0.08 dB/km	0.12 dB/Km.	.078 dB/km	.105 dB/km.
60 KHz	0.12 dB/km	0.148 dB/km.	.108 dB/km	.16 dB/km.
90 KHz	0.15 dB/km	0.25 dB/km.	.144 dB/km	.24 dB/km.
120 KHz	0.18 dB/km	0.3 dB/km.	.17 dB/km	.26 dB/km.
150 KHz	0.2 dB/km	0.34 dB/km.	.19 dB/km	.30 dB/Km.

Fuente : Recomendaciones CCITT

Las recomendaciones del CCITT, Vol III, Rec. G.311, G.312 ; G.313 y G.361 fijan para los sistemas de onda portadora en líneas abiertas lo siguiente:

- El máximo valor del nivel nominal debe ser + 17 dBr en la entrada de las líneas abiertas.
- El nivel más bajo de una línea abierta no debe permitirse que sea menor de -17 dB en condiciones de tiempo normal

Esto nos da un margen de atenuación de 34 dB para un tramo de repetición en sistemas de onda portadora, lo que equivale a que para sistemas de 3 canales se puedan alcanzar distancias de más de 300 Km. y en sistemas de 12 canales la sección de repetición puede ser de 170 Km.

Cuando sea necesario cubrir distancias mayores con estos siste-

temas se pueden usar repetidores; los que pueden tener una ganancia máxima de alrededor de 43 dB en condiciones normales para la mayor frecuencia a ser transmitida, se entiende que en estos casos solamente existirá hielo sobre las líneas abiertas en casos excepcionales.

En países en los cuales el hielo es un problema muy serio, es posible usar repetidores de hasta 64 dB de ganancia para la mayor frecuencia a ser transmitida.

Los sistemas de onda portadora cuentan normalmente con sistemas automáticos de control de ganancias (AGC) que permiten una buena respuesta del sistema a las variaciones de la característica frecuencia-atenuación que ocurren en la línea por efecto de variaciones en las condiciones climáticas.

Para permitir el uso de más de un sistema de onda portadora sobre una misma ruta de transmisión, el CCITT contempla el uso de 4 planes para colocación en frecuencia de los canales modulados.

Normalmente se pueden usar hasta tres sistemas de onda portadora sobre una ruta de transmisión, esto es sobre tres pares de líneas abiertas. En estos casos se hace necesario, para evitar el acoplamiento de los sistemas seguir un cuidadoso plan de transposiciones.

4.4 SISTEMAS DE CORRIENTES PORTADORAS SOBRE CABLES TELEFONICOS

Existen varios tipos de sistemas de onda portadora sobre cable telefónico. Estos sistemas son generalmente de 12 ó 24 canales y operan sobre dos pares de cables no cargados, la longitud

máxima del sistema es de unos 300km.

Los sistemas análogos sobre cables constituyen en la actualidad una gran parte del total de instalaciones en corrientes portadoras. Las alternativas disponibles al presente son sistemas digitales sobre cables, sistemas analógicos en radio-microondas para uso a distancias cortas y largas

Este tipo de sistemas implica el uso de pares de alambres en un cable multipar para el medio de interconexión. Estos pares son relativamente baratos, y como resultado de esto y la relativamente corta distancia que con ellos se puede cubrir, es su sensibilidad a los costos de los terminales y repetidoras, que es mucho mayor de la sensibilidad de los sistemas para grandes distancias. Esta es una de las importantes razones por las cuales se ha dado poco énfasis para obtener incremento en el ancho de banda de estos sistemas. El énfasis más bien, ha sido en la aplicación de un nuevo arte tendiente a la reducción del costo de terminales y repetidoras. Las necesidades adicionales de circuitos son satisfechas con el uso de más pares en un cable ya instalado, o por la instalación de un nuevo cable multipar y equipando los pares como sea necesario.

Los sistemas de onda portadora por cable operan en el rango de 36 KHz a 268 KHz, los sistemas de 24 canales operan sobre la base de SSB (Single Side Band, con portadora suprimida) y asignan un ancho de 4KHz para cada canal telefónico. Los sistemas de 12 canales en cambio utilizan la modulación de amplitud de doble banda

lateral con espaciamento de 8 KHz entre las portadoras transmitidas. Estos sistemas utilizan un par telefónico para cada dirección de transmisión, y están establecidos dos rangos de frecuencias de línea, por ejemplo para el sistema 47 el rango del grupo de bajas frecuencias de línea es de 36 a 140 KHz y el rango del grupo de altas frecuencias de líneas es de 164 a 268 KHz.

En la transmisión para cada dirección se utilizan repetidores, los que en cada punto de repetición van cambiando el rango de frecuencias transmitido, así por ejemplo recibe el rango de 36 a 140 KHz transmitirá en el rango de 164 a 268 KHz.

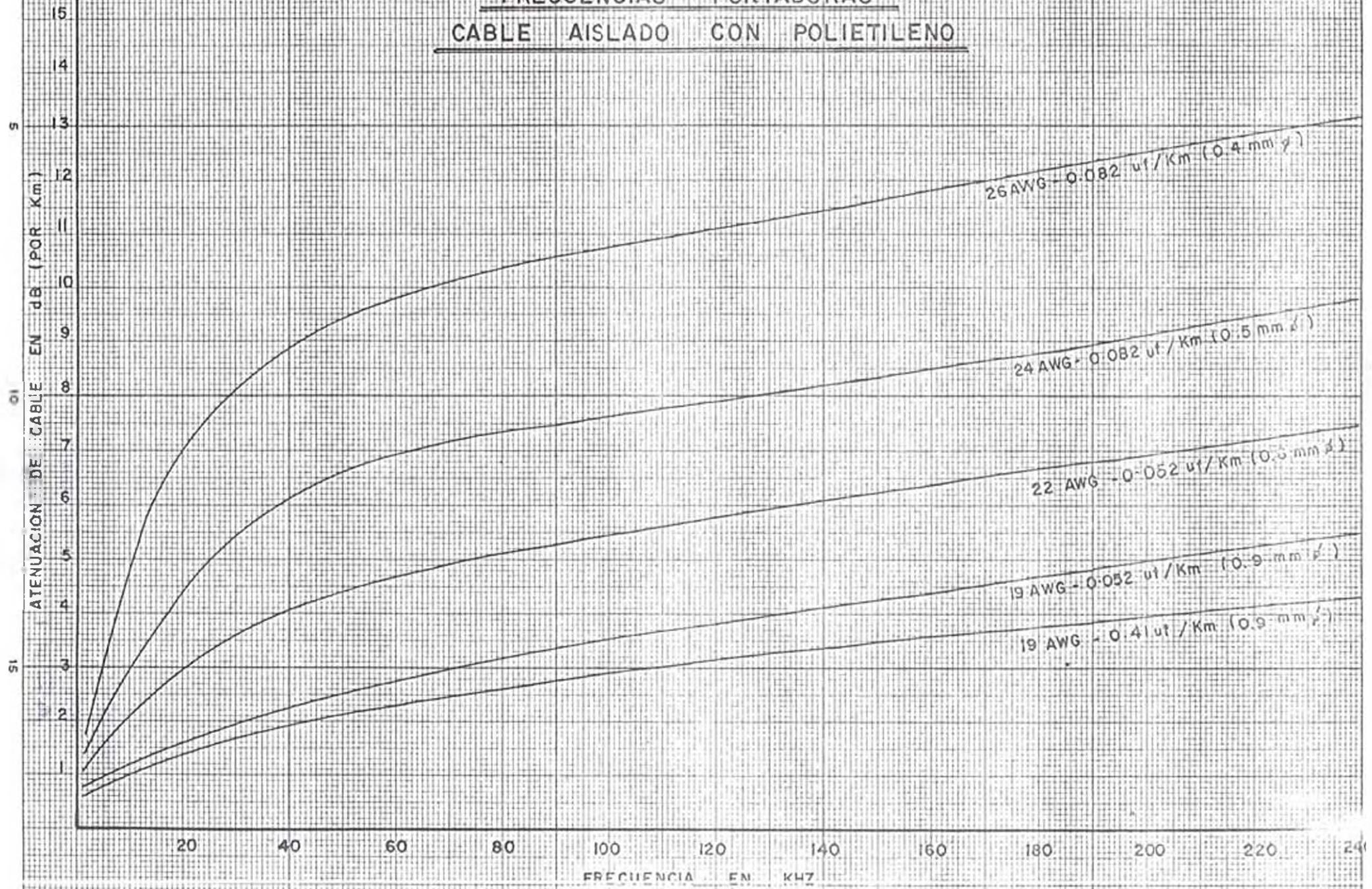
Para el diseño del sistema hay que considerar que la atenuación será de 25 dB para las secciones finales y 40 dB para las secciones normales y de acuerdo a la atenuación del cable a la frecuencia portadora del 2° canal del grupo alto se determinará el espaciamento entre las secciones finales y normales.

En el cuadro 4.5 se muestran las características de atenuación de los cables telefónicos aislados con polietileno (PIC) y papel, estas características están graficadas en los gráficos 4.6 y 4.7. Si por ejemplo se está usando un cable de 0.9 mm de diámetro de 52 nf/Km, las secciones del cable se basan en la pérdida del cable a 176 KHz (canal 2 del grupo alto).

Entonces tendremos

$$\text{Longitud de las Secciones Finales} = \frac{25 \text{ dB}}{4.69 \text{ dB/Km}} = 5.33 \text{ Km}$$

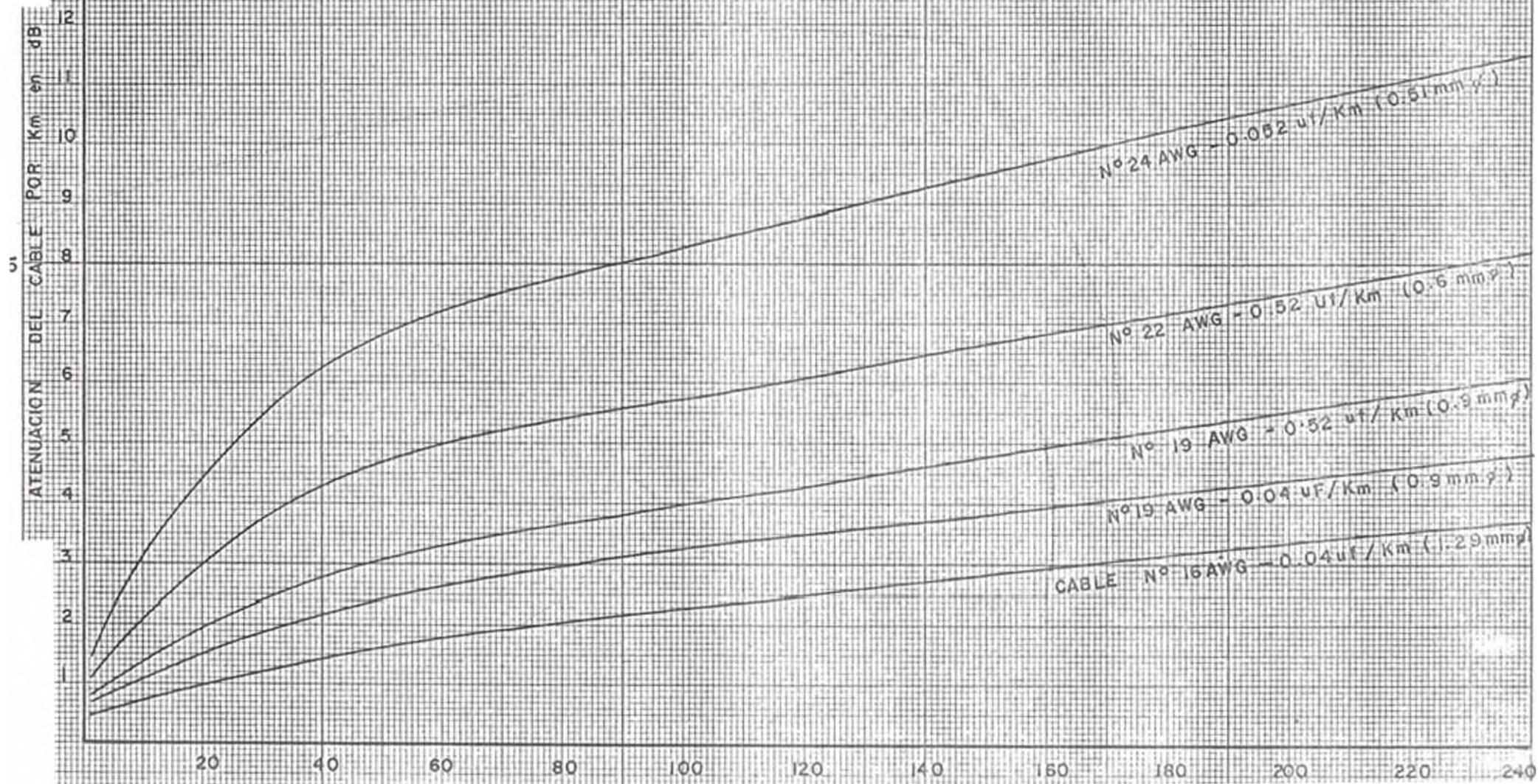
ATENUACION DE CABLE TELEFONICO A
FRECUENCIAS PORTADORAS
CABLE AISLADO CON POLIETILENO



ATENUACION DE CABLE TELEFONICO A

FRECUENCIAS PORTADORAS

CABLE AISLADO CON PAPEL

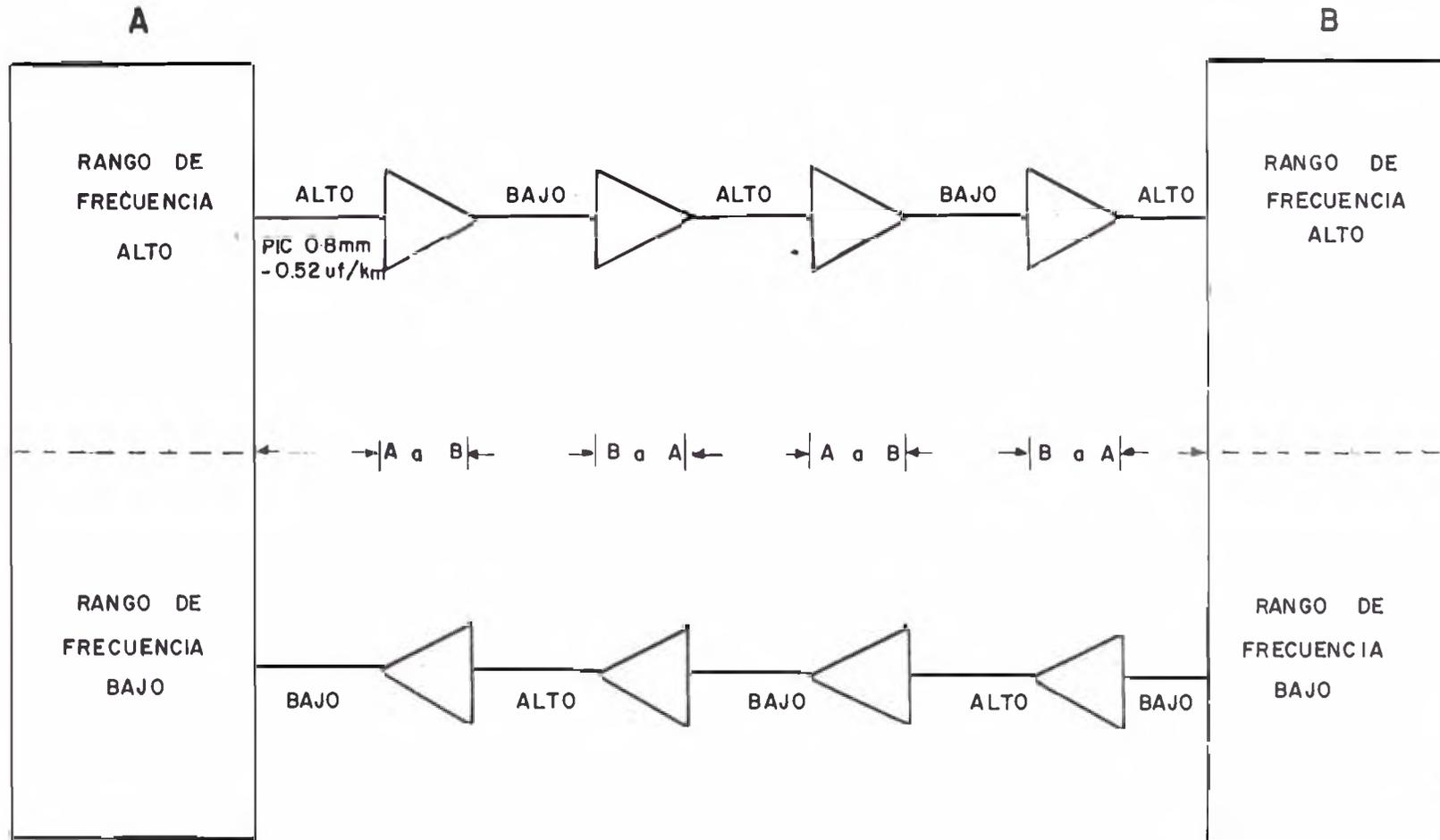


$$\text{Longitud de las Secciones Intermedias} = \frac{40 \text{ dB}}{4.69 \text{ dB/Km}} = 8.52 \text{ Km}$$

Existen sistemas que permiten una mayor atenuación por paso de repetición, del orden de 50 dB. Estos sistemas permiten un mayor espaciamiento entre repetidoras. A continuación se muestra un esquema de un sistema de onda portadora sobre cable telefónico. Ver el gráfico 4.5.

GRAFICO 4.5

SISTEMA DE ONDA PORTADORA SOBRE CABLE TELEFONICO



Cuadro N° 4.5

ATENUACION DE CABLE TELEFONICO A FRECUENCIAS PORTADORAS

Calibre de cable		Tipo de Aislante	Atenuación en dB /Km						
			1 KHz	48 KHz	96 KHz	136 KHz	168 KHz	208 KHz	256 KHz
0.9 mm	0.041	PIC	0.683	2.113	2.796	3.293	3.666	4.039	4.536
0.9 mm	0.052	PIC	0.776	2.609	3.417	4.101	4.598	5.033	5.716
0.6 mm	0.052	PIC	1.118	4.474	5.282	5.965	6.524	7.084	7.829
0.5 mm	0.052	PIC	1.429	6.711	7.581	8.078	8.575	9.321	10.19
0.4 mm	0.052	PIC	1.864	9.569	10.688	11.309	11.93	12.80	13.67
1.29 mm	0.040	PAPEL	0.466	1.616	2.237	2.734	3.044	3.48	3.915
0.9 mm	0.040	PAPEL	0.689	2.423	3.231	3.666	4.101	4.598	5.095
0.9 mm	0.052	PAPEL	0.783	3.045	3.977	4.598	5.157	5.717	6.400
0.6 mm	0.052	PAPEL	1.112	4.722	5.717	6.524	7.022	7.767	8.575
0.5 mm	0.052	PAPEL	1.442	6.835	8.203	9.321	10.066	10.936	11.931

Fuente : Electric Conductors Handbook

Northern Electric 1968

4.5 DISEÑO DE RADIOENLACES EN LAS BANDAS VHF y UHF

El diseño de enlaces de radio en las bandas de VHF (150 MHz) y UHF (400 MHz) es llevado a cabo normalmente siguiendo un proceso en el cual intervienen muchos factores; y el que da por lo tanto produce un diseño único, que corresponde a las características particulares del enlace.

Los radioenlaces de VHF y UHF se diseñan normalmente para un margen de desvanecimiento (Fade Margin) entre 35 y 40 dB.

El margen de desvanecimiento es la diferencia entre el nivel de recepción normal de la señal de R.F. y el nivel de R.F. mínimo con el cual es posible detectar señal.

El nivel de señal mínimo que puede detectarse (Practical Threshold) está determinado por el valor de ruido en el receptor más unos 10 dB para asegurar la existencia de señal y está dado por la siguiente relación:

$$T_{FM} = -114 + 10 \log_{10} B(\text{MHz}) + F + 10 \dots \text{ (dB)}$$

Donde:

T_{FM}	Nivel de umbral mejorado
B	Ancho de Banda en MHz
F	Figura de ruido del receptor

La suma de los tres primeros términos corresponden a la potencia de ruido térmico del receptor; y a este valor se ha agregado 10 dB para asegurar la existencia de señal.

El nivel nominal de la potencia de RF en la entrada del receptor está determinado por la siguiente relación:

$$C = P_o - \text{Pérdida Neta de Trayectoria} \dots \text{ dB}$$

Donde:

P_o Potencia de Transmisión de Salida

La pérdida neta de la trayectoria está determinada por la atenuación del espacio libre entre terminales, la pérdida por obstrucción en la trayectoria, en los alimentadores y filtros de R.F.

A estas pérdidas hay que disminuir la ganancia del sistema de antenas que se está utilizando.

$$\text{Pérdida Neta} = A \text{ dB} + A_{\text{obs}} + L_f + L_o - G \dots \text{ dB}$$

4.5.1 Atenuación del Espacio Libre

Está dado por la siguiente relación :

$$A_{\text{dB}} = \text{Atenuación Espacio Libre} = 92.4 + 20 \log_{10} F_{\text{ghz}} + 20 \log_{10} D_{\text{kms}}$$

En esta fórmula F es la frecuencia expresada en Gigahertz y D la distancia en Kms.

4.5.2 Atenuación por Obstáculos (A_{obs})

La atenuación por obstáculos es una pérdida adicional a

la del espacio libre y se produce cuando no se cumple con el criterio de claridad en la trayectoria entre las dos estaciones terminales.

En el siguiente esquema se muestra un perfil probable entre dos estaciones de un radioenlace, ver gráfico 4.8

Para determinar las posibles obstrucciones de la trayectoria del haz es necesario considerar la curvatura relativa de la tierra y la desviación del haz de radio. A pesar de que la superficie de la tierra es curva, el haz de radio tiende a viajar en línea recta. Sin embargo, el haz es normalmente desviado hacia abajo una pequeña cantidad por la refracción atmosférica. La desviación del haz varía con las condiciones atmosféricas. El grado y dirección de desviación puede ser definido convenientemente por un factor equivalente para el radio de la tierra K . Este factor, K , multiplicado por el radio verdadero de la tierra, R , es el radio de una tierra curva ficticia. La curva es equivalente a la curvatura relativa del haz de radio con respecto a la curvatura de la tierra, esto es igual a la curva de la tierra real menos la curvatura real del haz de energía radial.

En el caso del perfil que se muestra en el gráfico 4.8, este podría ser dibujado sobre papel de tierra curva con radio KR , o es posible calcular también el incremento -

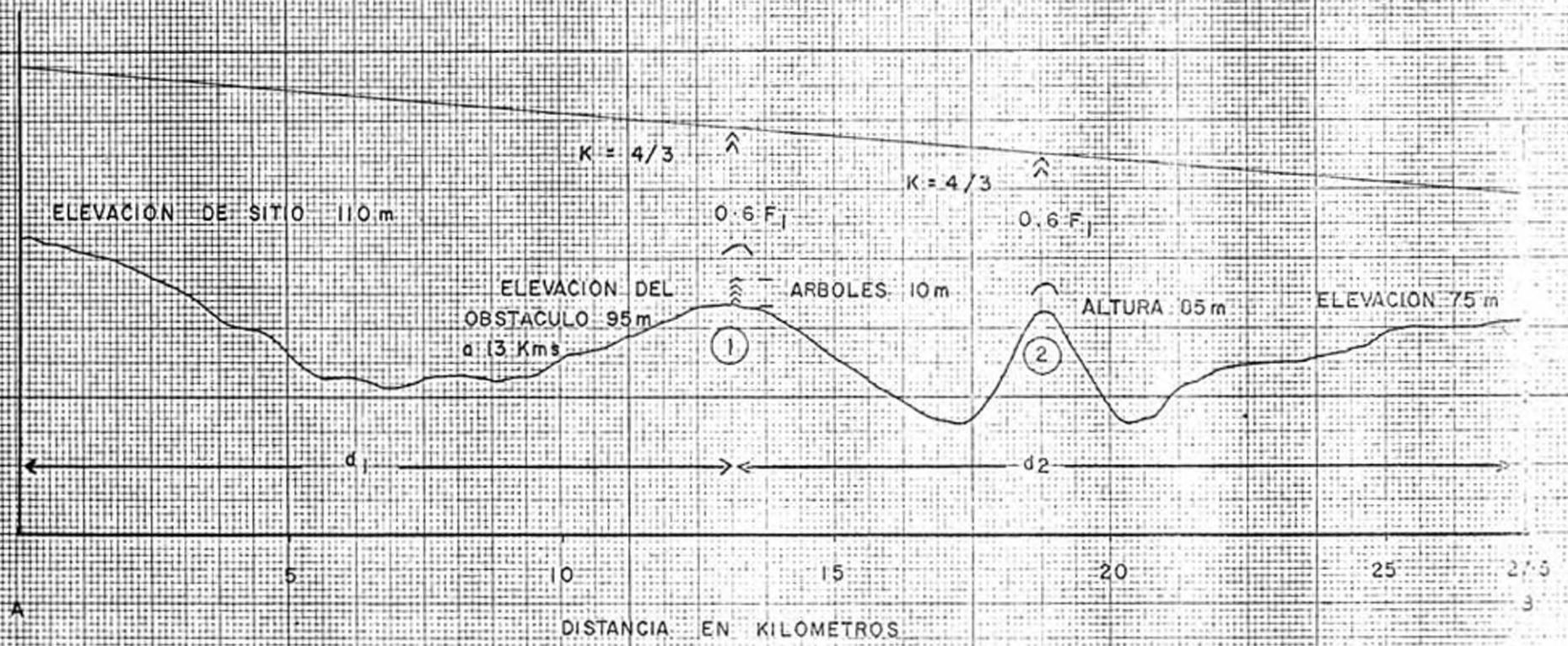
GRAFICO 4.8

EJEMPLO DE PERFIL ENTRE
DOS ESTACIONES DE UN RADIOENLACE

5

10

15



relativo en la altura de un obstáculo por la curvatura de la tierra de acuerdo con la siguiente relación:

$$h = \frac{d_1 d_2}{1275 K}$$

Donde:

d_1 y d_2 son las distancias desde el obstáculo hasta cada una de las terminales.

K factor de radio equivalente de la tierra.

Con esta última relación se puede determinar la altura relativa de los obstáculos, generalmente los sistemas de radio se diseñan para $K = 4/3$ y $K = 2/3$. Adicionalmente sobre esta altura de obstáculos el haz de radio debe tener un mínimo margen de claridad; que para $K = 4/3$ es 0.6 de el radio de la primera Zona de Fresnel y para $K = 2/3$ es 0.3 de el radio de la primera Zona de Fresnel. El radio de la primera Zona de Fresnel puede ser calculado a partir de la siguiente ecuación:

$$F1 = 17.3 \sqrt{\frac{d_1 \times d_2}{F_{ghz} \times D}}$$

D = Distancia Total, d_1 , d_2 igual que arriba

Entonces en el perfil del tramo entre estaciones se calcula para los posibles obstáculos, con $K = 4/3$ y $K = 2/3$ los requerimientos de claridad de trayectoria y se trabaja con el peor caso para determinar como es lógico la peor situación, y encontrar en consecuencia la altura de torres necesaria para sobrepasar los obstáculos y cumplir con los criterios de claridad de trayectoria. En el ejemplo de la Fig. 4.8 tenemos dos obstáculos de 95 y 85 m. respectivamente a 26 y 37.5 KMS de la primera repetidora, entonces tendremos que:

Punto 1

$$d_1 = 13 \text{ Kms} \quad \times \quad d_2 = 14.5 \text{ Kms} \quad F = 0.4 \text{ GHz} = 400 \text{ MHz}$$

$$K = 2/3 \quad \text{Curvatura} = 22.17 \text{ m} \quad 0.3 F_1 = 21.48 \text{ m}$$

$$\text{Total Altura Adicional 1} = 43.65 \text{ m.}$$

$$K = 4/3 \quad \text{Curvatura} = 11.08 \text{ m} \quad 0.6 F_1 = 42.96 \text{ m}$$

$$\text{Total Altura Adicional 1} = 54.09 \text{ m.}$$

Punto 2

$$d_1 = 19 \text{ Km} \quad d_2 = 8.5 \text{ Km} \quad F = 400 \text{ MHz}$$

$$K = 2/3 \quad \text{Curvatura} = 19 \text{ m} \quad 0.3 F_1 = 19.88 \text{ m}$$

$$\text{Total altura Adicional 2} = 38.88 \text{ m.}$$

$$K = 4/3 \quad \text{Curvatura } 9.5 \text{ m} \quad 0.6 F_1 = 39.76 \text{ m}$$

$$\text{Total Altura Adicional } 2 = 49.26 \text{ m.}$$

Consecuentemente utilizaremos $K = 4/3$ y $0.6 F_1$ lo cual nos da las siguientes alturas totales para los puntos 1 y 2 :

$$\text{Altura Total } 1 = 95 + 54 = 149 \text{ m}$$

$$\text{Altura Total } 2 = 85 + 49 = 134 \text{ m}$$

Graficando estos valores, y trazando por estos puntos límites el haz de radio podemos determinar las alturas de antenas 6.5 m en A y 45 m en B.

En caso de no poder satisfacer el criterio de claridad en la trayectoria, entonces se producirá una atenuación adicional por obstrucción, generalmente se permite la pérdida de obstrucción cuando existe un obstáculo muy agudo que permite difractar la señal introduciéndole una atenuación adicional; que puede ser determinada utilizando el nomograma del gráfico 4.9

4.5.3 Atenuación del Cable Alimentador y Filtro R.F.

La atenuación del cable alimentador depende de la longitud del cable alimentador y el tipo de cable usado, en el cuadro 4.6 se muestran los valores típicos de atenuación de cables coaxial.

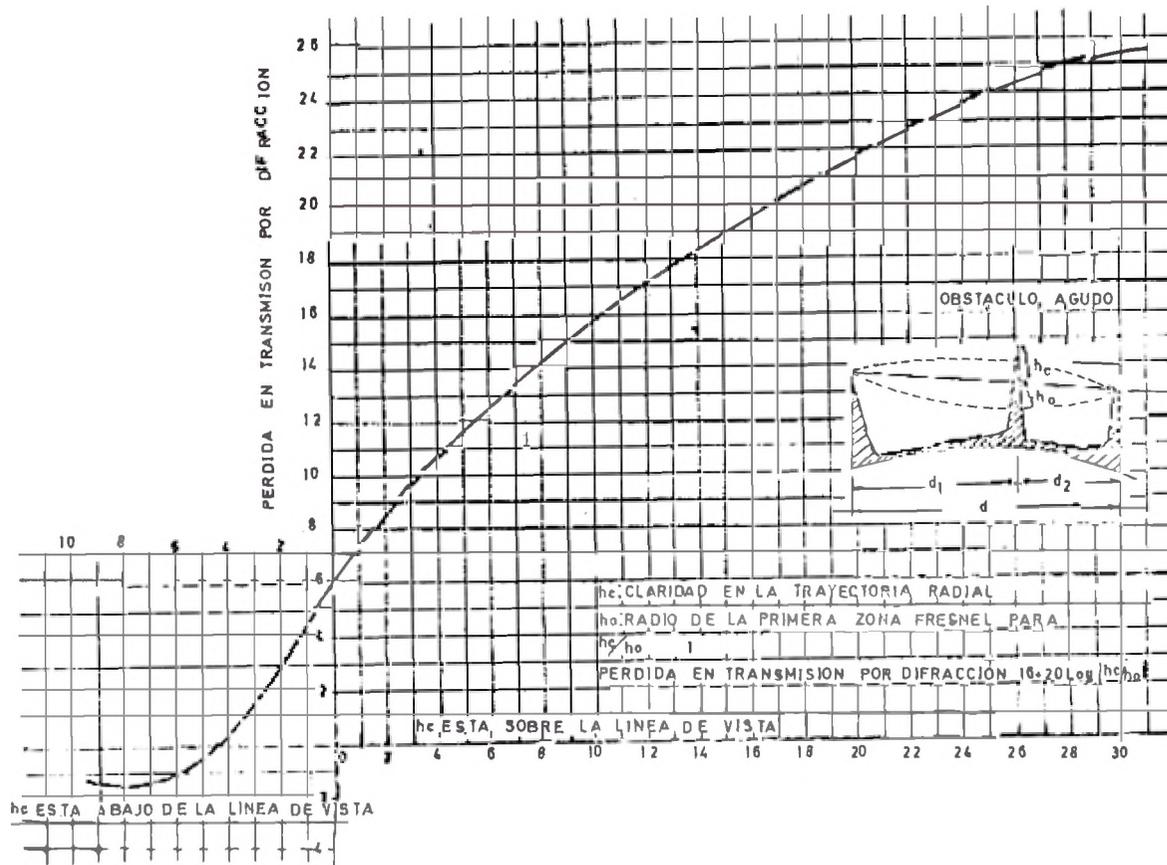


FIG 4.9 PERDIDA EN TRANSMISION POR DIFRACCION EN OBSTACULOS AGUDOS RELATIVOS AL ESPACIO LIBRE

<u>Tipo de Alimentador</u>	<u>Atenuacion</u>	f = 400 MHz
RG - 8/U Cable	0.15 dB/m	
RG - 17/U Cable	0.08 dB/m	
AF (ZE) 50.7 Cable	0.04 dB/m	

Cuadro N° 4.6

Valores Típicos de Atenuación de Cable Coaxial

Tipo de Cable	Atenuación del Cable dB/m				
	50 MHz	100 MHz	200 MHz	400 MHz	800 MHz
RG - 8U				0. 15	
RG - 17U				0. 08	
AF (2E) 50.7				0. 04	
F5J1	0. 043	0. 062	0.092	0. 14	0. 20
FHJ1	0. 04	0. 057	0.082	0. 12	0. 19
F5J4	0. 029	0. 042	0.060	0. 090	0. 14
FHJ2	0. 026	0. 038	0.053	0. 080	0. 11
FHJ4	0. 019	0. 026	0.039	0. 059	0. 089
FHJ5	0. 0095	0. 014	0.021	0. 031	0. 050
FHJ7	0. 0063	0.0094	0.014	0. 021	0. 035

Fuente : ANDREW ANTENNA SYSTEMS
GENERAL EDITION CATALOG 29

En la banda de 400 MHz en general, una antena es a menudo usada tanto para recepción y transmisión y requiere de un circuito común para este propósito. Es común conformar un duplexer uniendo los filtros de transmisión y recepción y formando un circuito de encaminamiento T. La pérdida del duplexor es aproximadamente ($2 \text{ dB} = L_d$) y viene principalmente de los filtros

Ganancia del Sistema de Antena

A fin de obtener las antenas más convenientes, es necesario elegir las mismas de acuerdo a las condiciones de la trayectoria de propagación. Generalmente, antenas de buena directividad a fin de evitar interferencias de ondas de radio no deseadas.

A continuación se muestran los tipos de antenas a usar y sus ganancias, además de su banda de frecuencias de operación en el cuadro 4.7

Cuadro N° 4.7

TIPOS DE ANTENA ; FRECUENCIAS Y GANANCIA

TIPO DE ANTENA	RANGO DE FRECUENCIA MHz	GANANCIA dB
Yagui - 2 Elem.	148 - 174	6
Yagui - 3 Elem.	148 - 174	6.5
Yagui - 3 Elem.	148 - 174	9.0
Yagui - 6 Elem.	148 - 174	9.5
Yagui - 6 Elem.	148 - 174	12.0
Yagui - 6 Elem.	148 - 174	14.5
Yagui - 6 Elem.	450 - 470	9.5
Yagui - 6 Elem.	450 - 470	12.0
Yagui - 6 Elem.	450 - 470	14.5
Yagui - 9 Elem.	148 - 174	11
Yagui - 9 Elem.	148 - 174	13.5
Yagui - 9 Elem.	148 - 174	16
Yagui -15 Elem.	450 - 470	13.5
Yagui -15 Elem.	450 - 470	16.0
Yagui -15 Elem.	450 - 470	18.5

Cuadro N° 4.7

TIPO DE ANTENA	RANGO DE FRECUENCIA MHz	GANANCIA dB
Reflector de Esquina	148 - 174	7
Reflector de Esquina	148 - 174	10
Reflector de Esquina	148 - 174	12.5
Reflector de Esquina	406 - 420	8
Reflector de Esquina	450 - 470	8
Reflector de Esquina	406 - 420	12
Reflector de Esquina	450 - 470	12
Parabólica de Malla	450 - 470	20
Parabólica de Malla	890 - 960	18
Parabólica de Malla	890 - 960	20
Parabólica de Malla	890 - 960	23

Fuente: ANDREW ANTENNA SYSTEMS
GENERAL EDITION CATALOG 29

4.5.4 Comportamiento con Respecto al Ruido

El comportamiento de ruido de un sistema de comunicaciones es uno de los parámetros más significativos, con fuertes efectos en muchas fases de la ingeniería del sistema.

Ruido Total El ruido total en cualquier canal derivado se compone por la contribuciones de ruido de varias clases incluyendo : térmico, intermodulación, distorsión por retardo, interferencia, y ruido del equipo multiplex.

Ruido Térmico.- El ruido térmico es causado por las variaciones aleatorias de la corriente en todas las partes de un equipo electrónico y es independiente de las señales modulantes. Parte de este ruido, llamado intrínseco o sin operación es generado en el transmisor y últimas etapas del receptor, es independiente del nivel de entrada.

La parte más importante del ruido térmico incluye el ruido generado por la antena, y por los circuitos de entrada del receptor, este ruido es amplificado en el receptor, conjuntamente con la señal de R.F.; es por ello que este ruido varía inversamente con el nivel de entrada de R.F. Para niveles de R.F. mayores del nivel de umbral mejorado, T_{FM} ya definido, el ruido térmico a la salida del

receptor disminuirá 1 dB por cada dB adicional en la entrada de R.F.

Ruido de Intermodulación.- Se produce cuando existe un proceso de modulación y cuando éste se está realizando. Se incrementa con el nivel de la señal modulante.

Ruido de Distorsión con Retardo.- Es una forma de ruido de intermodulación cuando señales retardadas por el eco se presentan en la parte de FM del sistema. Su magnitud es una compleja función de la magnitud relativa de la señal retardada.

Ruido Atmosférico y producido por el Hombre.- Su contribución es muy pequeña en frecuencias de microondas y su efecto puede ser desechado. Se presenta cuando hay muchos sistemas de microondas operando en la misma área.

Ruido del Sistema Multiplex.- Esta es también una fuente de ruido, pero su contribución no es afectada por el desvanecimiento, de tal modo que para cualquier configuración es relativamente fija. La cantidad de ruido aportada por el sistema Multiplex bajo condiciones de carga, es una

característica del equipo y puede ser determinada de las especificaciones del fabricante o en forma práctica conectando los terminales espalda con espalda.

A.- Unidades de Ruido

El parámetro de ruido más comúnmente especificado es la potencia de ruido en un canal de voz. Este es de finido y especificado en alguna de las siguientes unidades:

dB_{rnco} (dB sobre el ruido de referencia, medido con respecto al nivel de entrada de R.F. (C). El ruido de referencia es equivalen a un tono de 800 Hz a + 90 dBm)

dB_a (dB sobre ruido de referencia ajustado, medido con respecto al nivel F1A. Ruido de referencia ajustado es equivalente a un tono de 100 Hz a - 85 dBm)

pW_p (picowatts de ruido, medidos psofométricamente. 1.0 pwp es equivalente a un tono de 800 Hz a - 90 dBm)

dB_{mp} (potencia de ruido medida psofométricamente en dB, con respecto a un nivel de poten cia equivalente a un tono de 800 Hz a 0 dBm)

S/N (Relación señal/ruido en dB, ya sea medida o no a cierto nivel de referencia)

La relación entre estas unidades es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{dBmco} &= 10 \log_{10} p_w p_0 + 0.8 = \text{dBa0} + 6.8 \\ &= \text{dBm0p} + 90.8 = 88.3 - S/N \end{aligned}$$

B.- Determinación del Ruido de un Sistema

El ruido del "Extremo Frontal" del receptor es de particular significado en la ingeniería de un sistema por su efecto en el nivel de umbral y el margen de desvanecimiento, asimismo su efecto en el ruido total.

Afortunadamente, este tipo de ruido y sus efectos son fácilmente calculados a partir de ciertos parámetros del sistema, incluyendo la figura de ruido del receptor, ancho de banda en frecuencia/intermedia en los puntos de 3 dB (B), la desviación por canal Δf , la frecuencia central de un canal derivado en el tope de la banda base f_{ch} , el efecto de énfasis (si se usa) y la característica de medición deseada en el canal derivado.

C.- Ruido Térmico del Receptor

La potencia de ruido en el receptor está dada por:

$$N = -114 + 10 \log_{10} B \text{ (MHz)} + F \quad \text{dB} \dots$$

De acuerdo con esta potencia de ruido, el nivel de umbral práctico de detección es, como ya fue definido

$$T_{FM} = - 114 + 10 \log_{10} B \text{ (MHz)} + F + 10 \quad \text{dB}$$

Este es el punto donde la relación de la portadora RF al ruido (C/N) es igual a 10 dB. Es notable que el nivel de umbral FM sea independiente de la frecuencia de la banda base, desviación, énfasis, etc; pero el ruido en el nivel T_{FM} que es una función de estos parámetros, es indeterminado hasta que estos parámetros se definan.

Las elecciones de los otros parámetros, como es ahora por el uso internacional de los mismos, son tales que hacen que el ruido en un canal derivado, en el nivel T_{FM} , caiga aproximadamente a, o ligeramente mayor, que, el máximo nivel de ruido tolerable para un canal telefónico en el sistema público. Por los estándares actuales este máximo se considera como 55 dBrc0

El ruido derivado en un canal de voz que resulta del ruido de entrada equivalente del receptor puede ser calculado, para niveles de entrada encima del T_{FM} como :

$$\text{dBrc0} = - C - 48.1 + F - 20 \log_{10} \frac{\Delta f}{f_{ch}}$$

Donde :

C = Nivel de Entrada de R.F en dBm

F = Figura de Ruido en dB

Δf = Desviación pico por canal para una señal de nivel de tono de prueba.

f_{ch} = Frecuencia central ocupada por el canal en la banda base.

La desviación pico por canal está normalizada por el CCIR, en sistemas sin énfasis esta es la misma para todos los canales, en este caso la ecuación muestra que el ruido es mayor en el canal más alto. En sistemas con énfasis CCIR la desviación por canal se aplica solo al canal de la frecuencia de corte con la curva de énfasis y la desviación en canales en la parte inferior de la banda base es aproximadamente 4 dB menor en canales más altos la desviación será 4 dB mayor.

Aún con énfasis, el ruido es mayor en el canal superior, consecuentemente se usa este canal para cálculos. En el cuadro 4.8 están los valores de $20 \log_{10} \Delta f / f_{ch}$ para los canales superiores.

Cuadro N°4.8

Valores Standard de $20 \log_{10} \Delta f/fch$ para la frecuencia Superior.

Canales del Sistema	Frecuencia Superior	Desviación (KHz Kms)	Factor $20 \log_{10} \Delta f/fch$	
			Sin énfasis	Con énfasis
24	108 KHz	35	- 6.77 dB	- 3.07 dB
60	270 KHz	50	- 11.63 dB	- 7.93 dB
120	534 KHz	200	- 5.52 dB	- 1.82 dB
300	1248 KHz	200	- 12.9 dB	- 9.2 dB
600	2438 KHz	200	- 18.7 dB	- 15.0 dB
960	3886 KHz	200	- 22.8 dB	- 19.1 dB
1200	5340 KHz	140	- 28.5 dB	- 24.8 dB

D.- Nivel de Umbral Práctico

El nivel de recepción práctico no puede ser menor que el nivel de umbral mejorado TFM, pero puede ser mayor si se fija un objetivo para ruido del sistema determinado.

E.- Márgenes de Desvanecimiento

Como ya se mencionó al principio la mayoría de sistemas de radio se diseñan para márgenes de desvanecimiento entre 35 - 40 dB ó más. Los altos niveles de señal normales sirven parcialmente para dar protección al

sistema contra el desvanecimiento.. Aún si no existiese desvanecimiento estos serán aun necesarios, en la mayoría de casos, para cumplir los objetivos básicos de comportamiento de ruido.

El gráfico 4.10 muestra una curva característica de ruido térmico en el canal más alto, como una función del nivel de entrada R.F, la curva corresponde a una figura de ruido de 8 dB, también se muestra el nivel de umbral práctico T_{FM} .

F.- Ruido Intrínseco y de Intermodulación

En el nivel más bajo de señales RF, el ruido térmico es la única fuente de ruido importante pero en el nivel más alto de señal RF, el ruido intrínseco y de intermodulación son contribuyentes significativos, y dan el nivel menor de la curva de ruido total.

La cantidad de ruido intrínseco y de intermodulación es característica del equipo y puede determinarse de la especificación del fabricante, o de mediciones en los mismos equipos.

G.- Ruido Total por un Salto

Si el nivel de ruido de intermodulación más el intrínseco para el canal más alto es conocido, entonces puede ser graficado y el ruido térmico puede mostrarse

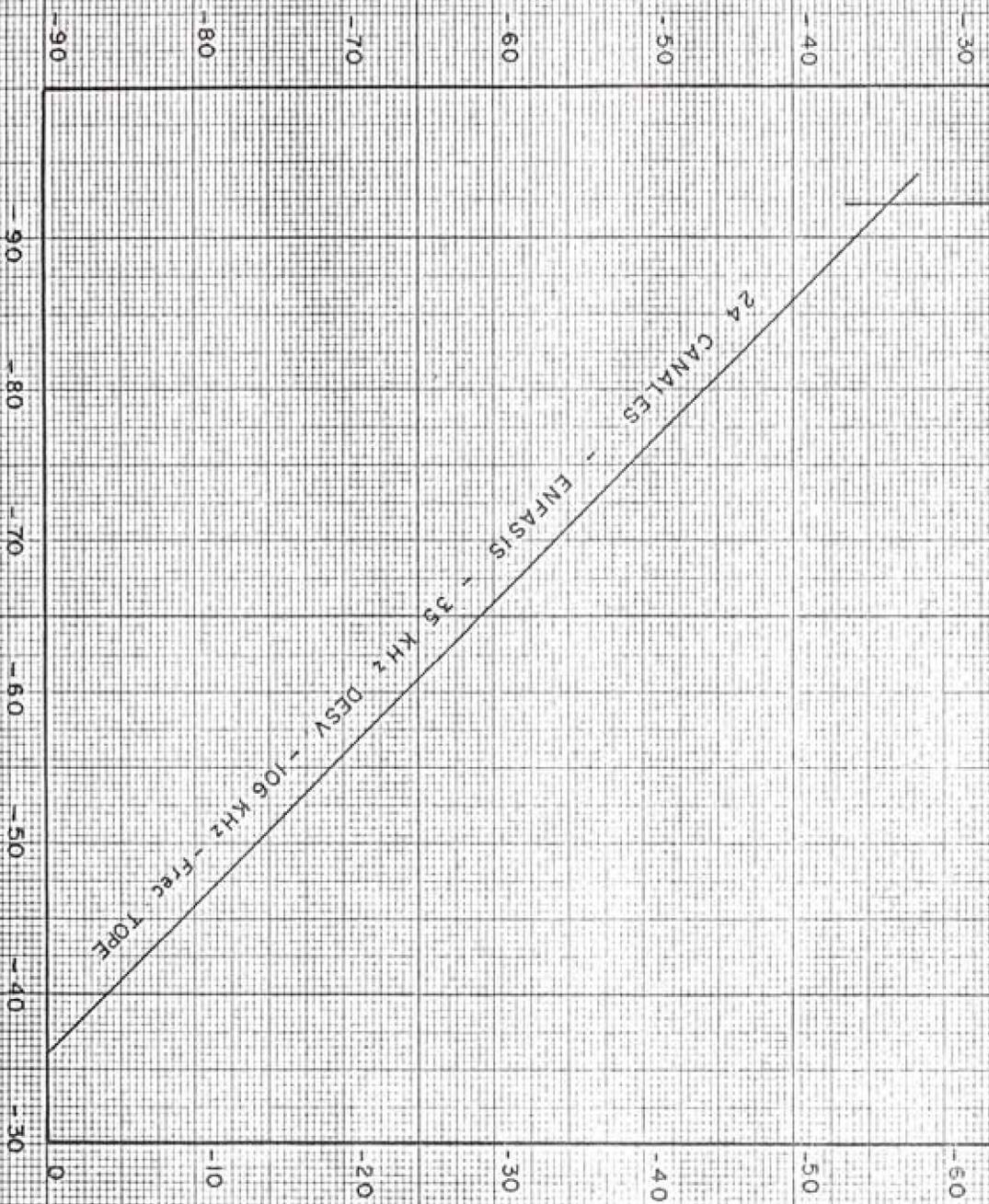
GANANCIA 4:10

RUIDO TERMICO DEL RECEPTOR $F = 2$

NIVEL DE UMBRAL FM
1.5 MHz IF

RUIDO POR CANAL DERIVADO dB m OP

RUIDO TERMICO POR CANAL



NIVEL DE RECEPCION DE SENAL RF

5

10

15

conjuntamente y sumarse en una base de potencia, a fin de construir una curva global mostrando el ruido como una función de la señal de RF para el equipo en particular y sus condiciones.

La figura 4.11 es un ejemplo de este tipo de curva.

4.5.5. Objetivo de Ruido del Sistema

Ya que el ruido total de un sistema de varios saltos es aproximadamente igual a la suma en potencia de las potencias de ruido de los saltos individuales, el objetivo de ruido, debe por supuesto, incluir un factor de distancia. Consecuentemente, la mayoría de los objetivos de ruido son establecidos proporcionalmente a la longitud del sistema. Esta es una suposición aceptable para sistemas largos, pero es difícil de aplicar a sistemas cortos, y particularmente a aquellos con saltos cortos.

Los siguientes son algunos objetivos de ruido, debe entenderse que son objetivos y no "Estandares" o requerimientos de especificación, como a menudo se interpretan.

A.- Circuitos Internacionales CCIR/CCITT

El CCIR y CCITT han establecido un circuito hipotético de referencia de 2500 Km de largo, y relacionan el objetivo de ruido a este circuito de referencia, o a sistemas cercanos a éste.

El Objetivo básico de diseño para un canal de voz del circuito hipotético de referencia es una potencia de 10,000 pWp0 valor medio, de los cuales 2500 pWp0 corresponden al equipo múltiplex y 7500 pWp0 a la línea de transmisión. Para sistemas entre 280 y 2500 Km., se considera un ruido de 3 pWp0 por kilómetro.

B.- Para sistemas Nacionales se establecen las siguientes

Fórmulas:

Sistemas de 50 a 840 Km; 3 pWp0 por kilómetro más
200pWp0.

Sistemas de 840 a 1670 Kms; 3pWp0 por kilómetro más
400pWp0.

Sistemas de 1670 Km a 2500 Kms, 3pWp0 por kilómetro más
600pWp0

El CCIR no define la performance de ruido para sistemas de menos de 50 Kms, ya que estos sistemas no son tratables por ninguna fórmula de pWp0 por kilómetro, deben ser tratados como casos especiales. Las fórmulas indi cadas arriba son del ruido de la línea de transmisión y no incluyen el ruido del multiples, el que debe adicionarse a fin de detener el ruido total.

Los objetivos CCIR/CCITT fueron originalmente desarrollados para circuitos sobre cables coaxiales. Actualmente se reconoce que estos no se ajustan adecuadamente a sistemas de radio porque el requerimiento de "cualquier hora" el que, si se interpreta correctamente, puede significar la "peor hora" de el "peor mes" del "peor año". Esto tiene dos desventajas significativas. Una es que no hay manera de determinar en avance cual es la relación del ruido en la "peor hora" y el ruido medio en condiciones normales. La otra, es que si eso fuese posible, puede ser en muchos casos grotesco económicamente el quizás doblar el costo del sistema, a fin de evitar un modesto aumento del ruido en un sistema durante pocas horas en un año.

El asunto ha estado bajo discusión por algún tiempo, pero aún no se han acordado cambios. Muchos de los países que siguen las normas CCIR han adoptado un tratamiento práctico e informal, que es asumir que el ruido medio en la peor hora será el correspondiente a todos los saltos en el sistema desvanecido 5 dB debajo de su nivel normal. Esto, por supuesto demanda que en algunos casos, los saltos sean diseñados para 5 dB más de señal, que podrían ser de otra manera necesitadas.

4.5.6 Cálculos para el Sistema de Radioenlace

A.- Hojas para Cálculo de Performance de Trayectoria

Estas hojas proporcionan un medio formal para determinar y registrar todos los parámetros que afectan la ecuación de transmisión general. Es una herramienta útil para trabajos preliminares, así como registro para futura referencia. Tal como se muestra en el cuadro 4.9

El encabezado indica que el presente es un sistema de N saltos, operando en la frecuencia de 450 MHz, con una capacidad de 24 canales usando un equipo denominado TR450-02

Los datos de los items 2, 3, y 4 se asumen fueron determinados en la búsqueda de la trayectoria, la cual produjo el perfil de la trayectoria y otras informaciones permitiendo al ingeniero determinar la altura de torres de acuerdo al criterio de claridad en la trayectoria, cuyos resultados se muestran en el item 5.

Los items 7 y 8 se calculan a partir de los items 2 y 3, lo mismo que el item 9 y el 10.

Los valores correspondientes a los items 11 al 16 se registran separadamente para cada terminal, y comprenden las pérdidas acumuladas fijas entre los extremos del

CALCULO DE PERFORMANCE DE LA TRAYECTORIA

PROYECTO: ICA - MARCONA **FRECUENCIA:** 450 MHz
SISTEMA: MIRAMAR - SAN JUAN MARCONA **EQUIPO:** TR 450 - 02
CARGA: _____ 24 CANALES

1 LUGAR			
2 LATITUD			
3 LONGITUD			
4 ELEVACION DEL TERRENO	Mt.		
5 ALTURA DE TORRE	Mt.		
6 TIPO DE TORRE			
7 AZIMUT (NORTE VERDADERO)			
8 LONGITUD DE LA TRAYECTORIA	Km		
9 ATENUACION DE TRAMO	dB	110.2	
10 PERDIDAS POR OBSTACULOS			
11 CABLE COAXIAL TIPO FHJ 5		30.5	30.5
12 DE ONDA RIGIDA - TIPO	Mt		
13 DE ONDA FLEXIBLE	Mt		
14 PERDIDA DE LA GUIA DE ONDA	dB	1.2	1.2
15 PERDIDAS DE CONECTORES FILTROS	dB	1.8	2.5
16 PERDIDAS DE MISCELANEA	dB	0.5	0.5
17 TOTAL DE PERDIDAS FINAS	dB		
18 TOTAL DE PERDIDAS		3.5	4.2
19 ALTURA DE ANTENA	Mt	117.9	
20 DIAMETRO DE LA ANTENA	Mt	-	-
21 ALTURA DEL REFLECTOR	Mt	-	-
22 TIPO DEL REFLECTOR TIPO *	Mt	-	-
23 SEPARACION ENTRE ANI - REFLEC.	Mt	-	-
24 GANANCIA DE LA ANTENA	dB	17	17
25 TOTAL DE GANANCIA	dB	34	
26 PERDIDA NETA DEL TRAYECTO	dB	(83.5)	83.9
27 POTENCIA DE TRANSMISION		30	
28 VALOR MEDIO POTEN. RECIB. (1 2dB) dBm		(-53.5)	-53.9
29 UMBRAL DE RUIDO DEL RECEPTOR dBm			
30 RELACION TEORICA RF C/N	dB		
31 UMBRAL PRACTICO (55 dBmco) dBm		-93.5	
32 MARGEN DE DESVANECIMIENTO	dB	(40)	39.6
33 CONFIABILIDAD --- DIVERSIDAD: **	%		
34 NUMERO DE PERFIL			

* P - PLANO, C - CURVO.

** F - DIVERSIDAD DE FRECUENCIA

S - DIVERSIDAD DE ESPACIO

0 - " " " Y FRECUENCIA

N - SIN DIVERSIDAD

NOTA :

INGENIERO : _____

FECHA : _____

equipo transmisor y el sistema de antena.

En la etapa de diseño hay que hacer estimados razonables para la longitud de cable y su tipo; es importante un buen estimado ya que un incremento de 3dB en las pérdidas fijas es equivalente a cortar la potencia de salida del transmisor a la mitad.

Los otros items de la hoja de performance pueden ser determinados siguiendo la secuencia cuyos pasos se describen:

- 1) El objetivo es tener un margen de desvanecimiento de 40 dB para el punto de 55 dBm. Entonces este último valor es colocado en la casilla 31, y tentativamente se coloca 40 dB en el item 32.
- 2) De las especificaciones del fabricante o de una curva como 5.2.B se determina un umbral práctico de -93.5 dBm. y se coloca este valor en el item 31.
- 3) Sumando algebraicamente el item 31 al 32 se determina un valor tentativo de -53.4 dBm como la señal de RF necesaria para tener 40 dB de margen de desvanecimiento; el que se coloca en el item 28.
- 4) De las especificaciones del fabricante se observa que el nivel de salida de RF es 30 dBm (1W) y se

coloca este valor en el ítem 27.

- 5) De los ítems 27 y 28 se determina una máxima pérdida neta de 83.5 dB y este valor se coloca en el ítem 26.
- 6) Sustrayendo el valor de 83.5 dB de la suma de las pérdidas en los ítems 9 y 10 se determina que la ganancia total de las antenas, menos las pérdidas fijas, debe ser al menos 26.7 dB, a fin de tener el valor deseado de pérdida neta del tramo.
- 7) A esta altura, si es que ya no se ha hecho, se puede hacer una elección tentativa de las antenas y su ganancia. Si no existen otras consideraciones la elección debe basarse en la mejor combinación de ganancia-eficiencia y economía. Asumimos en este caso que se escogen dos antenas Yagui de 17 dB de ganancia.
- 8) Habiendo escogido las antenas se debe hacer un estimado preciso de la cantidad de cable coaxial necesario, y de todos los demás ítems de pérdida fija. En este caso se ha escogido cable FHJ5 y se coloca la longitud estimada en el ítem 11, y la pérdida correspondiente de 0.039 dB/m en el ítem 14.

La pérdida de los filtros de RF de 1.8 y 2.5 dB se colocan en el ítem 15 y adicionalmente se introduce 0.5 dB de pérdidas misceláneas en el ítem 16.

- 9) Se suman todas las pérdidas fijas y se colocan en el ítem 17. Se suman estas a la de las atenuaciones en los ítems 9 y 10 y el resultado de 117.9 dB se coloca en el ítem 18.
- 10) Restando el valor tentativo del ítem 26 de la pérdida total de ítem 18 se obtiene 34.4 dB y se introduce este valor en el ítem 25.
- 11) Dividiendo 34.4 db entre 2 se obtiene 17.2 dB que debe ser la ganancia de cada antena. Como el valor próximo más cercano es 17 dB, se coloca este valor en el ítem 24; luego se recalculan convenientemente los ítems 26, 28 y 32 como se muestra en la figura 5.3.

Como el formato es de uso general figuran los ítems 19 al 23 que se usan para el diseño de sistemas de microondas, al igual que los ítems 12 y 13

B.- Cálculos para la Performance de Ruido

- 1) Ruido del Radio.- Para el cálculo del ruido total es necesario calcular el ruido de cada salto, y luego usar los resultados para calcular el ruido del sistema. El ruido puede ser calculado a partir de una curva como la mostrada en el gráfico 4.11, la que corresponde a un sistema como el usado en el

GRAFICO 4.11
CURVA DE RUIDO TERMICO DEL RECEPTOR

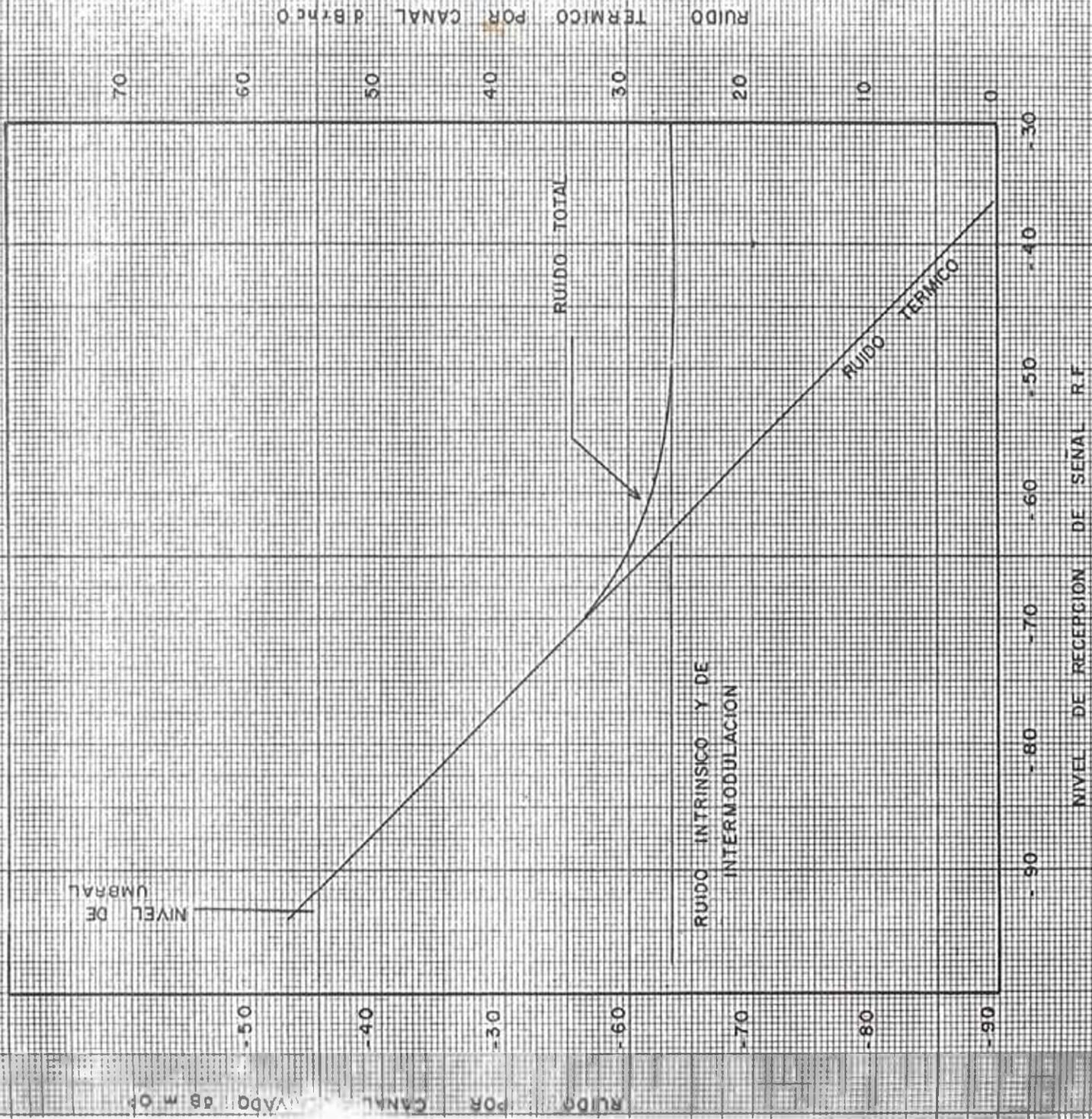


FIGURA DE RUIDO 8 dB
DESVIACION POR CANAL 35 KHz
CCIR ENFASIS

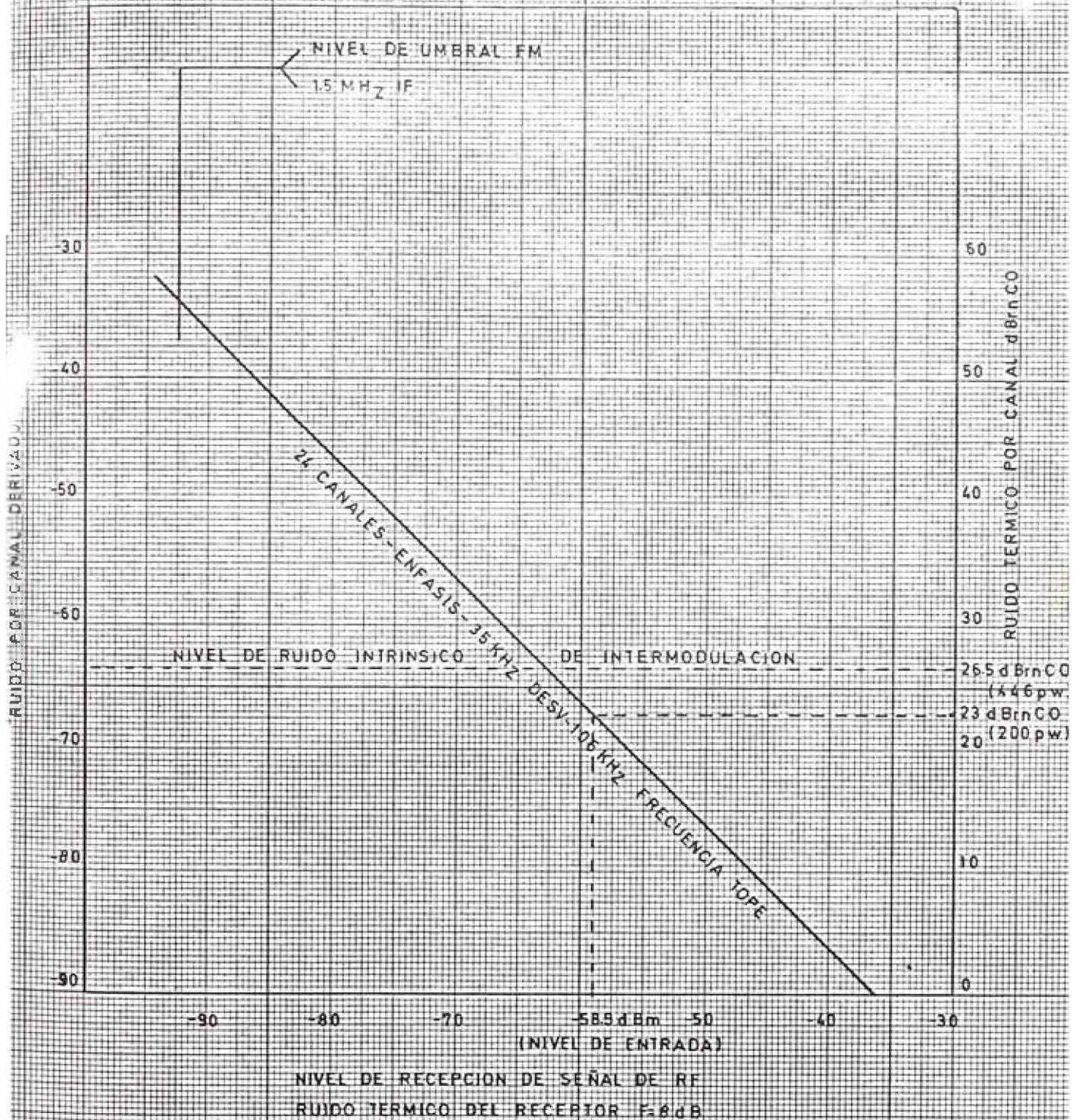
en el ejemplo. El ruido total puede leerse directamente en función del valor de la señal de entrada; en este caso será de + 26.5 dB_{rnc0} para un nivel de - 53.9 dBm, este ruido es equivalente a 440 pW de ruido.

El método del CCIR es calcular los ruidos térmicos e intrínseco y de intermodulación separadamente. El ruido térmico se calcula con la señal desvanecida en 5 dB, el valor correspondiente de pW se suma directamente con el ruido de intermodulación. Luego para un nivel de -58.9 dBm de señal de entrada tendremos de la figura 4.12 un valor del ruido térmico de 23 dB_{rnc0} ó 200 pW de ruido; el valor del ruido intrínseco y de intermodulación es de 26.5 dB_{rnc0} ó 446 pW, los que sumados al ruido térmico hacen un total de 646 pW, equivalentes a 28 dB_{rnc0}.

- 2) Ruido por distorsión por Eco.- Este ruido es generalmente importante en un sistema muy largo, por lo que no es considerado en este ejemplo; de cualquier modo su contribución sería menor de 1 dB_{rnc0} sobre el valor de ruido total.
- 3) Ruido del Multiplex.- El valor del ruido del equipo multiplex es generalmente dado por el fabricante, y debe añadirse al ruido total del sistema. Por ejemplo puede tener un valor de 23 dB_{rnc0} ó 200 pW por canal.

GRAFICO N° 412

CALCULO DEL RUIDO GENERADO POR SISTEMA DE RADIO METODO CCIR



4) Ruido Total del Sistema.-

Ruido del equipo 646 pW

(Desvanecido 5 dB)

El ruido permitido por el CCIR para circuitos de menos de 50 Km es de aproximadamente $3 \times 50 + 200 = 350 \text{ pW}$, no se incluye el ruido del equipo multiplex por lo que el resultado obtenido es aproximadamente 3 dB peor que el objetivo.

C A P I T U L O V

METODOLOGIA PARA LA ELABORACION DE
ESTUDIOS COMPARATIVOS TECNICO-ECONOMICOS

En la prestación de los servicios de telecomunicaciones, se encuentra una variedad de problemas relacionados con el tipo de servicio que se brinda como: Télex, telefonía, telegrafía, datos, etc.; pudiéndose presentar los requerimientos en la parte de conmutación o transmisión. Por otro lado se encuentra que los problemas pueden estar relacionados con la operación y continuidad del servicio o con los planes de expansión del servicio.

La toma de decisiones en la elección de las soluciones debe hacerse de tal modo que se garantice el cumplimiento de los objetivos técnicos, así como el costo de la implementación no sea elevado y los costos operativos y de mantenimiento se mantengan a un nivel razonable. Es por ello que es necesario establecer una metodología para los Estudios comparativos Técnicos-Económicos que como su denominación lo indica abarcará las siguientes etapas:

- Elección de las Soluciones Técnicas
- Comparación Económica de las Soluciones Técnicas

A continuación describiremos las etapas ya mencionadas.

5.1 ELECCION DE LAS SOLUCIONES TECNICAS

En la elección de las soluciones técnicas es necesario asegurar que se cumplan con los siguientes requisitos:

- a) Es necesario establecer un conjunto de requisitos técnicos mínimos, los cuales dependerán de la naturaleza del problema que se está tratando de solucionar. Es decir que hay que establecer unas Normas Técnicas que tienen que cumplirse; el documento fundamental que tiene que seguirse es el contenido de los Planes Técnicos Fundamentales de Entel-Perú. Por otro lado hay que cumplir las recomendaciones pertinentes del CCITT y el CCIR. Hay que tomar en consideración asimismo, cuando no existen documentos normativos al respecto, que se deben seguir las especificaciones establecidas en las bases técnicas que han servido en la fase de implementación de las instalaciones del servicio respectivo.
- b) Hay que asegurar que los equipos elegidos sean compatibles con los sistemas ya existentes, y considerar todos los componentes que sean necesarios para su interconexión con la red existente.
- c) En todas las soluciones elegidas se debe considerar el cumplimiento de un grupo de funciones fundamentales, debiendo todas ellas cumplirlas a cabalidad. Las soluciones comparadas deben cumplir las mismas funciones, y no algunas más que las demás.

- d) La solución adoptada debe cumplir con las necesidades de demanda del servicio no solamente en forma inicial, sino también con perspectivas a mediano y largo plazo. Por lo tanto la base de comparación debe tomarse sobre el mediano y el largo plazo.
- e) Hay que considerar el equipamiento inicial y además los posibles aumentos de equipo y modificaciones que hayan de hacerse en el periodo de estudio sobre la base del equipamiento inicial.
- f) Es necesario definir un plazo, o períodos en años sobre el cual puedan compararse los equipos, el cual tiene que estar relacionado con la duración de los equipos.
- g) Es necesario considerar las tecnologías existentes, y los avances que sobre las mismas se estén obteniendo; comparando las ya existentes con las de última generación cuando éstas estén suficientemente establecidas y exista el conocimiento adecuado para poder realizar la comparación.

5.2 COMPARACION ECONOMICA DE LAS SOLUCIONES

Quando se hayan establecidos todas las soluciones técnicas posibles, es necesario en primer lugar, establecer cuales son las que a priori presentan las mayores ventajas, es decir que mientras sea posible no se debe ampliar excesivamente el número de alternativas que se va a comparar, descartando aquellas que claramente se encuentran en desventaja.

El propósito de la comparación económica es hallar entre las distintas alternativas de acción que se presenten aquella que económicamente es la más atractiva. Existen dos indicadores básicos que se utilizarán para la comparación económica de las soluciones, y son las siguientes:

- Valor Presente Neto
- Valor Presente de las Largas Anuales

Adicionalmente hay un evaluador más, el cual no es tan importante como los ya mencionados, el cual es:

- Valor de los Costos Anuales

Estos indicadores consideran no solamente el valor de la inversión inicial, sino también la recuperación necesaria para cubrir los gastos de operación y mantenimiento, impuestos y otros, además se incluye el efecto de los gastos adicionales por las ampliaciones o modificaciones en el equipamiento inicial. En consecuencia la evaluación económica de los planes alternativos tiene por objeto llevar a una base de comparación común a los distintos gastos ya sean de capital o de operación, que corresponden a los planes, llevando a cabo una evaluación global sobre los mismos.

A continuación se presentan una serie de conceptos relativos a los estudios comparativos de costos, que son necesarios definir para poder llevar a un mismo plano de comparación a los distintos factores que intervienen.

5.2.1 Costos que Intervienen en Estudios Comparativos

Al formularse los diferentes planes alternativos, se debe considerar todos los componentes que afecten al costo del proyecto sin embargo, para el propósito de los estudios comparativos puede no ser necesario desarrollar todos los costos involucrados en cada uno de los planes. Generalmente solo los costos requeridos para hacer la comparación serán suficientes; de allí que cuando un componente es común a todos los planes, puede ser omitido.

Los costos a considerar en un estudio comparativo, y entre los cuales se puede distinguir son :

- Costos de Operación
- Costos de Capital

Los costos de operación son aquellos en los que se incurre debido a que la empresa tiene un sistema en operación, depende del plantel físico, de su ubicación, uso, mantenimiento. Son costos que no tienen relación directa a el costo de los equipos en sí. La característica principal de estos costos es que son continuos, o recurrentes. La gran parte de estos costos se debe a los salarios, entre estos costos se encuentran los de mantenimiento, personal de tráfico, administración.

El otro tipo de costos está asociado directamente con el

capital, estos costos se presentan debido a que los equipos deben adquirirse y ser propiedad de la empresa. Los costos de capital tienen dos aspectos, el primero de ellos es el Primer Costo, que es un costo no recurrente, determinado por el costo de construcción; el segundo aspecto son los Costos Anuales Recurrentes que devienen del hecho que se ha invertido dinero en las instalaciones, y se ha capitalizado, los Costos Anuales Recurrentes son: Repago del Capital, Retorno de Capital e Impuestos a los Ingresos.

5.2.2 Repago del Capital

Las propiedades físicas de una empresa eventualmente van hacia el fin de su vida útil. Aunque no se vuelvan inútiles, pueden retirarse por ser muy pequeños, por ser reemplazados por los nuevos desarrollos tecnológicos, por no cumplir ya con los requerimientos de los usuarios, o por alguna otra razón funcional. Generalmente el retiro es causado por una combinación de circunstancias.

Cual se la razón del retiro, el capital invertido se disipará al fin de la vida útil del bien al menos que se prevea un método para su repago. El repago se lleva a cabo apropiadamente durante la vida de servicio de la propiedad.

En la práctica el repago tiene lugar a través de la depreciación contable. El repago del capital no se hace a las entidades financiadoras, pero el dinero se reinvierte en nuevas instalaciones o bienes. De tal forma que la empresa está protegida por la transferencia de su capital de una planta vieja a una nueva instalación.

El repago del capital a través de la depreciación está limitado al precio en soles que históricamente se invirtió en las instalaciones, sin considerar los cambios que se producen en el valor adquisitivo de la moneda.

Para propósitos contables la depreciación de un bien se hace tomando valores promedios, ya que sería impráctico en la contabilidad calcular una tasa de depreciación separada para cada uno de los millares de componentes que hacen una planta telefónica. La depreciación contable sigue un plan de depreciación lineal, el cual se basa en un tiempo promedio estimado de vida y un salvamento promedio para toda la propiedad en la contabilidad. La fórmula de una tasa de depreciación lineal es:

$$\% \text{ Tasa de Depreciación} = \frac{100 \% - \% \text{ Salvamento Neto}}{\text{Vida de Servicio Promedio}}$$

Donde

$$\text{Salvamento Neto} = \text{Salvamento Bruto} - \text{Costo de Retiro}$$

En los estudios de Ingeniería Económica es necesario tratar del fenómeno del repago del capital al igual que en contabilidad, pero se hace en un sentido específico que contrasta con el de promedio. Los estudios de Ingeniería Económica toman en consideración los efectos del proyecto en el futuro.

5.2.2.1 Amortización

La amortización se define como el proceso de convertir el costo inicial de las instalaciones, conjuntamente con el salvamento futuro y el costo de retiro, en un costo anual.

$$\text{Costo de Amortización} = \text{Retorno en Capital} + \text{Repago del Capital}$$

El valor presente del costo de amortización es igual al costo de instalación menos el valor presente del salvamento neto.

5.2.3 Retorno e Impuestos a los Ingresos

Como ya fue mencionado en el acápite 2.1 los costos se clasifican en costos de operaciones y costos de capital, siendo los costos de capital el repago del capital e impuestos a los ingresos.

Los costos recurrentes de capital son el resultado de invertir un capital en instalaciones, y los mismos - continuarán mientras el capital permenezca invertido;

los costos de capital recurrentes son las cuotas periódicas que deben pagar los abonados de tal forma que la empresa pueda pagar a sus acreedores, y en el mismo tiempo pagar a estos acreedores por el uso de su dinero.

Las leyes que rigen a ENTEL PERU, y las demás leyes que rigen a las empresas públicas (establecen que los ingresos (utilidades) están sujetas al pago de impuestos. Debido a que las empresas obtienen ingresos o utilidades (después de pagar los costos operativos) sólo porque tienen capital invertido en propiedades, es que los impuestos a los ingresos deben considerarse como parte de los costos de capital.

5.2.3.1 Consideraciones Relativas a la Tasa de Retorno

Cualquier empresa en marcha, debe tener suficientes ingresos cada año para pagar sus costos de operación y los costos de recuperación del capital. Los ingresos deben exceder todos los demás costos por un margen suficiente para proporcionar ganancias que asegure a la empresa un retorno adecuado en su inversión.

La tasa de retorno es una función propia de cada empresa dependiendo de su situación financiera y de el mercado de capitales que exista en el ambiente en que se desenvuelve la empresa, generalmente hay que considerar la Tasa de retorno que resulta de considerar un periodo de

años considerable.

Como ya se mencionó anteriormente el retorno de la empresa debe cubrir los intereses de las deudas, este interés no es parte de las utilidades sujetas a impuestos, de allí que sólo los ingresos remanentes después de deducir los intereses de la deuda están sujetos a los impuestos a las utilidades.

La tasa de retorno global, es una tasa compuesta, de una tasa de retorno en las deudas y otra en el capital propio. Para obtener el ingreso neto sujeto a impuestos es por ello necesario, determinar en primer lugar la parte del retorno que tiene que asignarse al capital propio. El método más simple de determinar la parte del retorno que debe asignarse al capital propio es conformar una tabla como la que se muestra a continuación, en la cual las cantidades ya determinadas son: el capital total, razón de deuda, tasa de interés de la deuda y tasa de retorno global.

	Capital	Relaciones de capital	Tasa de Retorno	Retorno Cantidad	Retorno %
Deuda	12,800'	4/5	9.0	1152'	49
Cap. Propio	3,200'	1/5	37.5	1200'	51
	<hr/> 16,000'	<hr/> 1	<hr/> 14.7	<hr/> 2352	<hr/> 100

Simbólicamente la parte que corresponde al capital propio puede expresarse como sigue:

X = parte de retorno que corresponde al capital propio.

r = relación de deuda a capital;

i = tasa de retorno global

i_d = tasa de interés sobre préstamos

$$X = \frac{i(\text{capital}) - i_d r(\text{capital})}{i(\text{capital})}$$

$$X = \frac{i - i_d r}{i} = 1 - r \left[\frac{i_d}{i} \right]$$

Usando los valores ya dados

$$X = 1 - \frac{4}{5} \frac{9}{14.7} = 51\%$$

El retorno en el capital propio, es el remanente después de deducir los impuestos a las utilidades, después de deducir los impuestos a las utilidades de el ingreso neto, o los ingresos netos sujetos a impuestos iguales al retorno sobre el capital propio más los impuestos a las utilidades. También, los impuestos a las utilidades son iguales a una tasa de impuesto efectiva por las utilidades sujetas a impuestos.

Sea t = tasa de impuesto efectiva

entonces $\text{Impuesto} = t (\text{Impuesto} + \text{Retorno sobre capital propio})$

ó $\text{Impuesto} - t (\text{Impuesto}) = t (\text{Retorno sobre capital propio})$

Ya que en la situación que estamos estudiando la relación de deuda, tasa de retorno global, tasa de interés y la tasa de impuesto efectiva son conocidas, entonces es posible encontrar un factor único aplicable al retorno total para obtener los impuestos a las utilidades, esto puede obtenerse de la siguiente manera:

Retorno sobre Cap. Propio = X (Retorno Total)

Como $X = 1 - r (id/i)$

$$\text{Luego: Impuesto} = \frac{t}{1-t} \left[1 - r \left[\frac{id}{i} \right] \right] (\text{Retorno Total})$$

$$\text{Impuesto} = \frac{t}{i} \cdot \frac{(i - r \cdot id)}{(1-t)} (\text{Retorno Total})$$

$$\text{Impuesto} = \varnothing (\text{Retorno Total})$$

$$\text{Siendo } \varnothing = \frac{t (i - r \cdot id)}{i (1-t)} \quad \varnothing \text{ factor de impuestos}$$

5.2.3.2 Cálculo de la Tasa de Impuestos Combinada

La tasa de impuestos combinada o efectiva (t) es una función de los impuestos que debe pagar la empresa en el desarrollo de sus operaciones. Para su cálculo hay que considerar todas las leyes y los impuestos a los que está afectada la Empresa, los dispositivos legales que norman las operaciones de ENTEL son los siguientes:

- Decreto Ley N°17526. Ley Orgánica del Sector Transportes y Comunicaciones
- Decreto Ley N° 17881. Ley de Organización y Funciones de la Empresa Nacional de Telecom-

- Decreto Supremo N° 029-70-TC., Sobre Estatutos y Cuadros Orgánicos de Entel Perú.
- Decreto Ley N° 19372, Modificadorio del D.L. N° 17881
- Decreto Supremo N° 023-72-TC. Modificadorio del D.S. N° 029-70-TC
- Ley General de Telecomunicaciones D.L. N° 19020.
- Decreto Ley N° 22401. Participación Líquida y Patrimonial de las Comunidades Laborales.
- Decreto Ley N° 18350. Ley de Comunidades Laborales.

De acuerdo a estos dispositivos legales los impuestos que debe pagar la Empresa de su utilidad Neta de Operación o Utilidad Antes de Impuestos siguen la siguiente escala:

			Tasa	Monto Imp. ,	Acumulado
Hasta		1'	20%	200,	200,
de	1'	a 50'	30%	14'700,	14'900,
de	50'	a 500'	40%	180'000,	194,900,
	500'	a 1000'	50%	250'000,	444,900,
más de		1000'	55%		

Para ENTEL PERU, el valor del Impuesto a las Utilidades en promedio es $47.99 = 48 \%$

De acuerdo a la escala anterior, a ENTEL PERU le corresponde pagar un impuesto del 48 % sobre las utilidades. A parte de este impuesto también debe deducirse la participación líquida y patrimonial de la Comunidad de Telecomunicaciones, la que participa con el 27 % de las Utilidades Después de Impuestos; aunque esta participación no es un impuesto en sí, representa una carga para la Empresa, que de este modo ve reducida las utilidades netas .

Sea $U =$ Utilidad Antes de Impuestos

$t_i =$ Tasa de impuestos a las Utilidades

$UD =$ Utilidad Después de Impuestos

$$UD = (1 - t_i) U$$

Luego

Participación Comunidad = $t_c \times U.D.$

t_c = Tasa de participación de la comunidad.

UN = Utilidad Neta

$$UN = (1 - t_c) UD$$

$$\text{Luego: } UN = (1 - t_c) (1 - t_i) U$$

$$UN = t U \quad \phi$$

$$t = 1 - (1 - t_c) (1 - t_i)$$

Donde:

t = Tasa de impuestos combinada

Como :

$$t_i = 0.48, \quad t_c = 0.27$$

$$t = 0.62$$

Como ya está determinado $t = 0.62$, se puede calcular el factor de impuestos (ϕ), que está definido por la ecuación

$$\phi = \frac{t (i - r id)}{i (1 - t)}$$

$$t = 0.62$$

$$i = 0.160$$

$$id = 0.09$$

$$r = 0.80$$

Luego :

$$\varnothing = \frac{0.62 (0.160 - 0.8 \times 0.09)}{0.160 (1 - 0.62)}$$

$$\varnothing = 0.8973$$

5.2.4 Valor del Dinero en el Tiempo

Adicionalmente a los costos ya estudiados es necesario establecer el tratamiento que se debe dar a los demás costos recurrentes y no recurrentes que se presentaran en el período de estudio de los planes que están en comparación.

Un estudio comparativo de costos trata principalmente con un elemento dinero. Este dinero puede gastarse o recibirse en cantidades que varían en tiempos diferentes en el período de estudio. Una evaluación adecuada del dinero es el objetivo de los estudios comparativos. La premisa de partida es que todo el dinero tiene un potencial de ganancia. El costo de usar el dinero por ello debe medirse en términos de este poder

de ganancia, el cual es continuo en el tiempo de modo tal que el costo total por su uso se incrementa con el período de uso .

En los estudios comparativos los siguientes factores en relación al valor del dinero en el tiempo:

Valor Presente de una Cantidad Futura	(P/f) n
Valor Futuro de una Cantidad Presente	(f/p) n
Valor Futuro de una Anualidad	(f/a) n
Anualidad para una cantidad futura	(a/f) n
Valor Presente de una Anualidad	(P/a) n
Anualidad de una Cantidad Presente	(a/p) n

n = Número de períodos de tiempo en años

f = Valor futuro

P = Valor presente

a = Anualidad

Por conveniencia asumiremos que: (a) El período de tiempo es un año (b) Todos los movimientos de dinero se producen al fin de cada año.

5.2.4.1 Valor Presente (V.P)

Es una suma de dinero actual (tiempo 0).

En caso que una cantidad de dinero debe

gastarse en un número de años determinado de la fecha actual. El V.P. de este gasto es la cantidad de dinero que debe invertir ahora, a una tasa de interés compuesta dada a fin de que, cuando llegue el tiempo de invertir el dinero a ser gastado, la acumulación de la cantidad invertida, más las ganancias por interés, sean iguales a la suma requerida.

En estudios de costos, el VP de una cantidad de dinero a ser gastada al inicio del período de estudio es la cantidad misma. Si una suma de dinero debe gastarse después del inicio del proyecto, el VP de la misma se determina multiplicando la cantidad futura por el factor de conversión Valor Presente de una Cantidad Futura (P/f) n . Este factor está dado por la ecuación:

$$(P/f) n = \frac{1}{(1+i)^n}$$

Donde:

(P/f) n factor de Valor Presente de una cantidad futura al año

i tasa de retorno por periodo

5.2.4.2 Valor Futuro (V.F.)

Es una suma de dinero a alguna fecha futura. Si una suma de dinero se invierte ahora a una tasa dada de interés compuesto. El V.F. de esta cantidad es aquel que poseerá en el futuro después de adicionar los intereses compuestos que gane la cantidad original.

Para convertir una cantidad presente a un valor futuro, se utiliza el factor $(f/P)_n$ que está dado por la ecuación:

$$(f/P)_n = (1 + i)^n \quad y$$

$$(f/P)_n = \frac{1}{(P/f)_n}$$

donde:

$(f/P)_n$ factor de Valor Futuro de una cantidad presente.

5.2.4.3 Anualidades (An)

Una anualidad es una serie de cantidades

uniformes que se presentan al fin de cada año por un periodo de tiempo. A menos que se especifique lo contrario, la primera cantidad de una anualidad ocurre al final del primer año con cantidades subsiguientes al fin de los años siguientes a través del período comprendido. El costo o carga que corresponde a una cantidad única que se presenta en un tiempo determinado puede convertirse en anualidad. Las anualidades son denominadas también cargas anuales.

En los estudios de costos, es conveniente convertir ya sea el Valor Presente o Valor Futuro a una anualidad a fin de expresar tales cantidades como una serie de pagos iguales. De igual modo si los costos se presentan inicialmente en una base anual, lo que corresponde a una anualidad, puede ser conveniente convertirlos a un Valor Presente o Valor Futuro. Los factores utilizados para convertir a anualidades o de anualidades son los siguientes:

a) Valor Futuro de una Anualidad (f/a) n

El valor futuro de una anualidad o de una carga anual, es la suma, al fin del periodo de tiempo definido, de los valores futuros a aquella fecha de la serie de cantidades anuales que componen la anualidad. El valor futuro de una anualidad está dado por la siguiente ecuación:

$$(f/a) n = \frac{(1 + i)^n - 1}{i}$$

donde:

(f/a) n Factor de Valor futuro de una anualidad, de n años.

b) Valor Presente de una Anualidad (P/a)n

El valor presente de una anualidad de una carga anual para un periodo dado es la suma de los valores presentes de la serie de cantidades anuales que conforman la anualidad. Es también la cantidad actual que, a una tasa de retorno dada por periodo, producirá -

cantidades anuales especificadas para el periodo definido. El factor de Valor Presente de una Anualidad está dado por la siguiente fórmula:

$$(P/a)_n = \frac{(1 + i)^n - 1}{i (1 + i)^n}$$

donde:

(P/a)_n Factor de valor presente de una anualidad, por un periodo de n años.

c) Anualidad para una Cantidad Futura

(a/f)_n

La anualidad para una cantidad futura es la cantidad que si es colocada cada año a una tasa de retorno establecida por periodo, acumulará una suma específica a fin del periodo definido de tiempo. La anualidad para una cantidad futura está dada por:

$$(a/f)_n = \frac{i}{(1 + i)^n - 1}$$

(a/f)ⁿ Factor de anualidad para una cantidad futura, para un periodo de n años.

5.2.5 Cargas Anuales

En la elaboración de los estudios comparativos, como ya hemos explicado, se trata de considerar todos los costos que van a influir en la economía relativa de los planes, estos costos pueden expresarse como cargas anuales, es decir como cantidades de dinero anual que son requeridas por cada uno de los planes para cubrir las necesidades de capital y los costos operativos en que se incurrirá para su implementación; en consecuencia en la realización de los estudios económicos estas cargas deben ser considerados cuidadosamente ya que las mismas definen con exactitud las ventajas de cada plan.

Las cargas anuales que intervienen en un estudio comparativo son descritas a continuación:

5.2.5.1 Costos de Amortización

Los costos de amortización corresponden al pago de capital y al costo de su utiliza ción. En un determinado proyecto, al inicio es necesario financiar los gastos que

demanden su implementación, durante los años que dure el proyecto se requiere de ingresos para amortizar el capital invertido inicialmente con excepción del valor de recuperación o salvamento neto que se puede obtener al final del proyecto. Los costos de amortización incluyen:

1) Retorno en la Inversión

Este es un retorno compuesto anual de una tasa de retorno sobre la deuda de la empresa y otra sobre el capital propio de la empresa. Este retorno corresponde al costo que hay que pagar por la utilización del dinero. La deducción de la tasa de retorno requerida se encuentra en el acápite 2.3.1

2) Repago de la Inversión

Esta es una cantidad anual la cual conjuntamente con su interés compuesto se convertirá en la inversión menos el salvamento neto al final del periodo de estudio. Esta parte de la amortización se basa en la vida de los equipos y el salvamento neto.

Los ingresos del proyecto deben cubrir los requerimientos de amortización, por lo que su valor presente debe ser la diferencia de los valores presentes del costo de implementación y del salvamento.

$$\text{VP (Ingresos requeridos) = para amortización}$$

$$\text{VP (Costo inicial) - VP (Salvamento)}$$

$$\text{VP (Costos de Amortización) =}$$

$$\text{VP (Costo Inicial) - VP (Salvamento)}$$

$$\text{VP (Costos de Amortización) = } C_0 - S_n (P/f)^n$$

Donde: C_0 = Costo inicial

S_n = Salvamento Neto

$(P/f)^n$ = Factor de valor presente

Dado que las cantidades en valor presente pueden convertirse en una anualidad equivalente que produzca una cantidad anual uniforme que sea suficiente para obtener el retorno en el capital y repago del capital, tendremos:

$$A_{n_n} \text{ (Costos de Amortización)} = VP \text{ (Costos de Amortización)} \\ (a/p) n.$$

$$A_{n_n} \text{ (Costos de Amortización)} = Co (a/p) n - S(a/f) n$$

Esta expresión puede escribirse como:

$$A_{n_n} \text{ (Costos de Amortización)} = A_{n_n} \text{ (Costo Inicial)} - A_{n_n} \text{ (Salvamento)}$$

↓

Cantidad Anual para (menos)
recuperar la inversión
(incluyendo retorno)

↓

Anualidad
del Salva
mento Neto

Usando la relación entre los factores de anua
lidad para una cantidad presente y futura

$$(a/p) n - (a/f) n = i$$

$$A_{n_n} \text{ (Costos de Amort.)} = Co (a/f) n + i - Sn (a/f) n \\ = Co i + (Co - Sn) (A/f) n$$

→ Una cantidad anual que
puesta en una cuenta a
interés compuesto será
igual a la inversión
menos el salvamento al
fin del periodo.

↳ Retorno en la inversión

Esta última relación confirma que la amortización está compuesta del retorno en la inversión más el repago del capital.

5.2.5.2 Impuestos a los Ingresos

En el acápite 2.3.1 se demostró, que cuando un proyecto da una tasa de retorno determinada, los ingresos requeridos para cubrir los impuestos a los ingresos (o más exactamente a las utilidades) son proporcionales a este retorno, esto es:

$$\text{Impuestos a los Ingresos} = \varnothing \times \text{Retorno}$$

Luego :

$$\begin{aligned} \text{VP (Imp. Ingresos)} &= \text{VP} (\varnothing \times \text{Retorno}) \\ &= \varnothing \text{VP (Retorno)} \end{aligned}$$

El valor presente del retorno puede desarrollarse algebraicamente como sigue:

$$\begin{aligned} \text{VP (Costos Amort.)} &= \text{V.P (Retorno + Repago)} \\ &= \text{VP (Retorno)} + \text{VP (Repago)} \end{aligned}$$

de allí :

$$\text{VP (Retorno)} = \text{VP (Costos Amort.)} - \text{VP (Repago)}$$

$$VP (\text{Imp. Ingresos}) = \varnothing VP (\text{Costos Amort.}) - VP (\text{Repago})$$

De manera similar, la expresión para la carga anual de los impuestos

$$An (\text{Imp. Ingresos}) = \varnothing An (\text{Costos Amort.}) - An (\text{Repago})$$

5.2.5.3 Mantenimiento

Incluye el costo de las reparaciones ordinarias o el mantenimiento en buen estado que día a día se hace en las instalaciones. El costo de tales componentes como localización y corrección de fallas, inspecciones, pruebas de rutina, reordenamientos y cambios necesarios para el uso eficiente y económico de las instalaciones existentes, así como el reemplazo de las partes más pequeñas de planta son parte de los gastos de mantenimiento

Para el propósito de los estudios comparativos de costos se pueden usar promedios de los costos de mantenimiento sobre el costo inicial como costo de mantenimiento anual, en la tabla 5.1 se muestran los valores típicos sobre el primer costo para el mantenimiento de los dife

VIDA DE SERVICIO PROMEDIO, SALVAMENTO NETO Y MANTENIMIENTO ANUAL

PARA ENTEL-PERU

COMPONENTES DEL PLANTEL TELEFONICO	ENTEL-PERU		
	VIDA UTIL	SALVAMIENTO NETO	MANTE- NIMIENTO
Terreno			
Edificio	50	5	1
Eq. Conm. Crossbar	30	5	3
Eq. Manual Magnético	20	5	5
Eq. Conm. Bat. Central	20	5	3
Eq. Conm. Paso a Paso	30	5	4
Eq. Conm. Semi. Electr.	30	5	1
Postes : Tratados	20	3	3
No tratados	7	-16	3
Concreto	15	- 2	3
Acero			
Cable Aereo	25	- 2	2
Term. y Bob. Carga (Aéreo)	15	-13	3
Cable Subt. (A)	30	5	1
Cable Subt. (B)	30	2	3
Cable Subt. (C)	30	- 3	3.5
Term. y Bob. Carga (Ductos)	25	-11	
Ductos	50	- 5	1
Cable Enterrado	30	0	3
Term. y Bob. Carga (Enterr.)	20	0	
Cable Coaxial : Aereo	12	-19	3
C.C. en ductos	12	-19	3
C.C. Enterrado	12	0	3
Enlaces Interurbanos :			
Cable (Aéreo)	25	7	3
Cajas Ter. + Bob. (Aéreo)	20	- 5	3
Enlaces Int. Enterrados :			
Cable	30	0	3
Cajas Term. + Bob.	20	0	
Líneas Físicas Cobre	20	23	9
Líneas Físicas Acero			
Ex. Aerial Wire (Covered)	4	- 3	
Tunel telefónico	45	-25	3
Cámaras	30	-20	3
Cámaras de Mano	20	-15	3
Eq. Radio Multiplex	20	16	2
Equipo Onda Portadora	20	0	5
Equipo Radio Enlace	20	5	5
Equipo Télex	30	5	5
Teléfonos : Man. Magnético	10	20	6
B.C.	10	22	6
Automático	10	25	6
PABX (Centralita)	20		5
Vehículos	5	25	1
Concentrador de Líneas	15	- 5	3
Enl. Interurb, Subter. :			
Cable	30	1	3
Bobina	20	-12	

rentes equipos de telecomunicaciones.

5.2.6 Métodos de Estudios de Costos

5.2.6.1 Comparación de Costos Anuales

Es el tipo de estudio comparativo en el cual todos los costos anuales previsibles son uniformes, y en los cuales se asume que el servicio se brindará con equipos que al fin de su vida útil serán reemplazados por otros similares a fin de que en todas las alternativas se preste una cantidad igual de servicio, de tal forma que se puedan convertir todos los costos directamente a cantidades anuales.

Se asume que todas las instalaciones en los diferentes planes se llevan a cabo en el mismo año al inicio del periodo de estudio. En estos estudios, la economía de los planes puede obtenerse directamente por la comparación de las cargas anuales de cualquier año. El plan con la menor carga anual es el más económico y será el adoptado a menos que se tenga en cuenta otros factores.

5.2.6.2 Valor Presente de Cargas Anuales (VPCA)

Una comparación del Valor Presente de Cargas Anuales (VPCA) debe hacerse cuando los planes en estudio incluyen una serie de inversiones y gastos de reordenamiento en diferentes tiempos del periodo de estudio. Una comparación de las cargas anuales no sería adecuada en este caso por sus variaciones a través de los años.

En este método de estudio, las cargas anuales son calculadas para los diferentes años en el periodo de estudio y entonces se acumulan para un periodo de años en base a su valor presente VP. El periodo de acumulación debe estar claramente definido por las condiciones de estudio; por ejemplo, si se instalan equipos en todos los planes que van a ser instalados y retirados en un corto periodo, las cargas anuales deben acumularse para tal intervalo.

De esta forma, el periodo de acumulación elegido debe ser lo suficientemente largo para asegurar una comparación adecuada para los costos.

El estudio del valor presente de las cargas anuales tiene las siguientes consideraciones:

- a) La comparación de costos se realiza entre proyectos mutuamente exclusivos.
- b) El periodo de estudio es suficientemente grande para reconocer las diferencias significativas entre planes.
- c) Las instalaciones se usan hasta el fin del periodo de estudio con cuidadosas suposiciones sobre reemplazo de equipos para continuar brindando el servicio cuando estos tengan una vida útil menor del periodo de estudio, así como terminación común de equipos.
- d) La comparación de costos será una comparación de rentabilidad adecuada si los ingresos son idénticos para cada uno de los planes a través del periodo de estudio.
- e) Los costos de derivan de cinco flujos de efectivo:
 - (i) Capital
 - (ii) Salvamento Bruto $\text{Salvam. Neto} =$
 - (iii) Costo de retiro Salv. Bruto
 - (iv) Impuesto a los $- \text{Costo de Retiro}$
Ingresos.
 - (v) Gastos de mantenimiento

de acción es aquel que hace máximo el Valor Presente Neto.

El valor presente neto es el evaluador económico básico para todos los estudios de Ingeniería Económica y todos los demás evaluadores son casos particulares de la evaluación del Valor Presente Neto.

Aunque el Valor Presente Neto es el evaluador económico básico, los otros evaluadores se necesitan para obtener más información o simplificar procedimientos.

El valor presente neto de un proyecto se define como la suma de los valores presentes de todos los flujos de efectivo que se pueden obtener con el proyecto menos la suma de los valores presentes de todos los flujos de efectivo que se tienen que gastar atribuibles al proyecto:

$$\text{VPN} = \text{VP Efectivo Entrante} - \text{VP Efectivo a Gastar.}$$

Si se identifican los flujos de efectivo asociados con el proyecto tendremos:

$$VPN = VP \text{ Ingresos} - VP \text{ Gastos Mant.} - VP \text{ Impuestos.}$$

- VP Gastos capital + VP Salvam. Bruto
- VP Costo de Retiro

Como ya se definió anteriormente el VPCA corresponde a la situación en la cual se cubren exactamente todos los costos del proyecto; es por ello que si un determinado proyecto genera más ingresos de los necesarios para cubrir su VPCA, entonces las utilidades excedentes estarán sujetas a una tasa impositiva igual a la tasa combinada de Impuestos, y en este caso se tendrá :

$$VPN = (1 - t) (VP \text{ Ingresos} - VPCA)$$

Esta ecuación y la anterior son equivalentes y pueden usarse equivalentemente.

5.2.7 Formato para realizar estudios Comparativos de Costos

El formato para realizar estudios comparativos de costos se encuentra en la figura N° 5.1, puede utilizarse este formato para un único plan o para la comparación de varios planes, el formato incluye en la parte superior espacios para llenar los datos que identifican al estudio

comparativo, contiene 25 columnas que se utilizan para realizar el estudio comparativo, el procedimiento paso a paso para su realización es el siguiente:

- 1) Inicialmente hay que identificar el componente específico de que se trata, en la columna 1 se indica el año a partir se empieza a utilizar el componente y se realiza su instalación
- 2) Columnas 2, 3, 4 se utilizan para calcular el costo del componente, de acuerdo a su número de unidades y costo unitario.
- 3) Columnas 5 y 6 se usan para calcular el valor presente de la inversión en el componente al año 0.
- 4) Columna 7 se debe indicar el N° de años de utilización proyectado para el componente.
- 5) Columna 8 es esta columna se debe colocar el salvamento neto esperado para el componente después de su utilización en el plan en estudio.
- 6) Columna 9 se debe encontrar el valor de la anualidad para una cantidad presente para un número de años igual al de el número de años que se proyecta usar el componente (col. 7)

- 7) Columna 10 se debe colocar el valor de la anualidad de una cantidad futura según columna 7 multiplicado por el % de salvamento neto (col. 8)
- 8) Es la diferencia algebraica entre las columnas 9 y 10 a ser colocado en columna 11.
- 9) En la columna 12 se debe colocar el valor porcentual que sobre el costo inicial van a tener los impuestos a los ingresos, como ya fue establecido tendremos que, (expresado en porcentaje)

$$An (\text{Impuestos}) = \emptyset \quad An (\text{Cost. Amort.}) - An (\text{Repago})$$

Como:

$$An (\text{Cost. Amor.}) = \text{Valor calculado en \% en columna 11}$$

$$An (\text{Repago}) = \frac{100 - (\% \text{ de Salvamento Neto})}{N^\circ \text{ años utilización componente}}$$

% de Salvamento Neto : Columna 8

N° de años Utilización Componente : Columna 7

- 10) Columna 16 se debe colocar el costo de mantenimiento previsto como un % sobre el costo inicial.
- 11) La columna 17 se puede incluir cualquier gasto particular no previsto específicamente en este proceso.
- 12) Columna 18 debe incluir la suma de los porcentajes que sobre el primer costo corresponden a amortización, impuestos y mantenimiento.

- 13) Columna 19 se coloca el producto de las columnas 4 (Costo Inicial) y 18 (% total de amortización, impuestos y mantenimiento) que permitirá determinar el valor de la carga anual que corresponde al componente durante los años en que este sea utilizado.
- 14) Las columnas 20 y 21 pueden ser utilizadas en caso de que el costo de mantenimiento anual se exprese en forma más conveniente como un costo por unidad.
- 15) La columna 22 contiene la carga anual total por utilización del componente, es la suma de las columnas 19 y 21.
- 16) En la columna 23 se debe colocar los años, a partir del año de inicio del estudio, entre los cuales se va a utilizar el componente.
- 17) En la columna 24 se coloca el factor que permitirá calcular el valor presente de las cargas anuales que por la utilización del componente en cuestión tiene que pagarse, este factor será :

$$VPAN = (P/a)^n \times (P/f)^m$$

donde

VPAN Valor presente de una anualidad de N
años que se inicia en el año m

- (P/a) n Valor presente de una anualidad de n años
(número de años de uso del componente, columna 7)
- (P/f) m Valor presente de una cantidad futura, ubicada en el año m (año de inicio del servicio columna 1)

18) En la columna 25 se coloca el Valor Presente de las cargas Anuales Columna 22 y 24.

19) Finalmente para obtener el VPCA del plan se deben sumar los VPCA correspondientes a cada componente.

Para los estudios comparativos de costos

$$i = 15 \%$$

$$g = 0.8484$$

C A P I T U L O VI

COMPARACION DE SISTEMAS DE TRANSMISION
Y CONMUTACION PARA EL PLAN RURAL

En este capítulo nos ocuparemos del estudio comparativo de los sistemas de transmisión que puede usarse para la implementación de enlaces interurbanos, los sistemas considerados son aquellos que se han descrito en el capítulo IV, en el cual se trató lo referente a su diseño, la comparación de costos, se realiza de acuerdo a lo descrito en el capítulo V. La comparación se hace de acuerdo a la capacidad que debe tener el enlace que se debe implementar y a la distancia que cubre el mismo. Además de compararse los diferentes sistemas de transmisión también nos ocuparemos de la comparación de las centrales manuales y automáticas cuando éstas se usan para el servicio de localidades rurales, con capacidades de 50 hasta 500 líneas a fin de encontrar el rango de aplicación más adecuado de cada sistema.

La comparación de costos se ha hecho tratando de considerar todos los costos en los que se incurre para la prestación del servicio, usando como evaluador el Valor Presente de Cargas Anuales o Valor Actual de Cargas Anuales (VACA). Los costos considerados son los siguientes:

- Costos de Capital
- Impuestos a los Ingresos
- Costos de Operación y Mantenimiento

La duración promedio de los distintos componentes de cada plan ha sido tomado de la Tabla 5.1, conjuntamente con el valor de su salvamento neto y el costo de mantenimiento como porcentaje sobre el costo inicial.

6.1 ESTUDIO COMPARATIVO DE SISTEMAS DE TRANSMISION

6.1.1 Enlaces Monocanal

Los sistemas considerados para la implementación de enlaces monocanal son los siguientes:

1) Líneas Físicas Abiertas

Este sistema es el más simple, ya que solamente requiere de una postera con crucetas sobre los que se colocan los conductores de cobre los que van sobre aisladores a una distancia de 30 cm. Los postes utilizados son de madera tratada para evitar la corrosión. Estos sistemas son adecuados para climas que no sean muy salinos.

El costo del enlace es directamente proporcional a la distancia y la distancia que se puede cubrir es de 130 y 250 Km, respectivamente con conductores de cobre de calibre N° 9 y N° 10.

2) Radioenlace VHF Monocanal Directo

Está constituido por los transceptores que tienen que ser ubicados en cada una de las estaciones terminales

del enlace, las torres y las respectivas antenas. En este tipo de enlaces su composición es independiente de la distancia que cubre el enlace ya que la pérdida de potencia de la señal para la distancia puede ser compensada por una mayor ganancia de antena.

3) Radioenlace VHF Monocanal con 1 Repetidora

Se ha considerado también radioenlaces monocanal con una repetidora, su equipamiento es igual al del enlace anterior además de la repetidora que debe incluir el equipo de radio con su torre y antenas así como su equipo de energía y la caseta para albergar los equipos, además puede ser el caso de que se requieran vías de acceso, que van a tener un efecto muy importante en el costo del sistema.

En el Cuadro 6.1 se encuentra la comparación de costos de los enlaces monocanal, se ha tomado una distancia de 10 Km para el enlace de línea física. La comparación de los sistemas se muestra en el Gráfico 6.1 del cual puede deducirse lo siguiente: el enlace de líneas físicas abiertas es más económico en cualquier caso hasta 6.4 Km, a partir de esta distancia ofrece mayor economía el enlace VHF monocanal directo; cuando se trata de enlaces de mayor distancia (más de 6.4 Km) en caso de no ser posible un enlace

VICTOR PEREYRA/INGENIERO ALTIMIRANO
PREPARADO POR
MAY '79
FECHA

SA
Y.A.C.A.

UN CANAL TELEFONICO

ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS

COMPARACION SISTEMAS DE TRANSMISION
ESTUDIO Y DESCRIPCION:
20 AÑOS
PERIODO DE ESTUDIO (

15%
(INTERES) $\rho = .8484$

PLAN 1) LINEAS FISICAS ABIERTAS
2) ENLACE VHF MONOCANAL DIRECTO
3) ENLACE VHF MON. CON 1 REPETIDORA

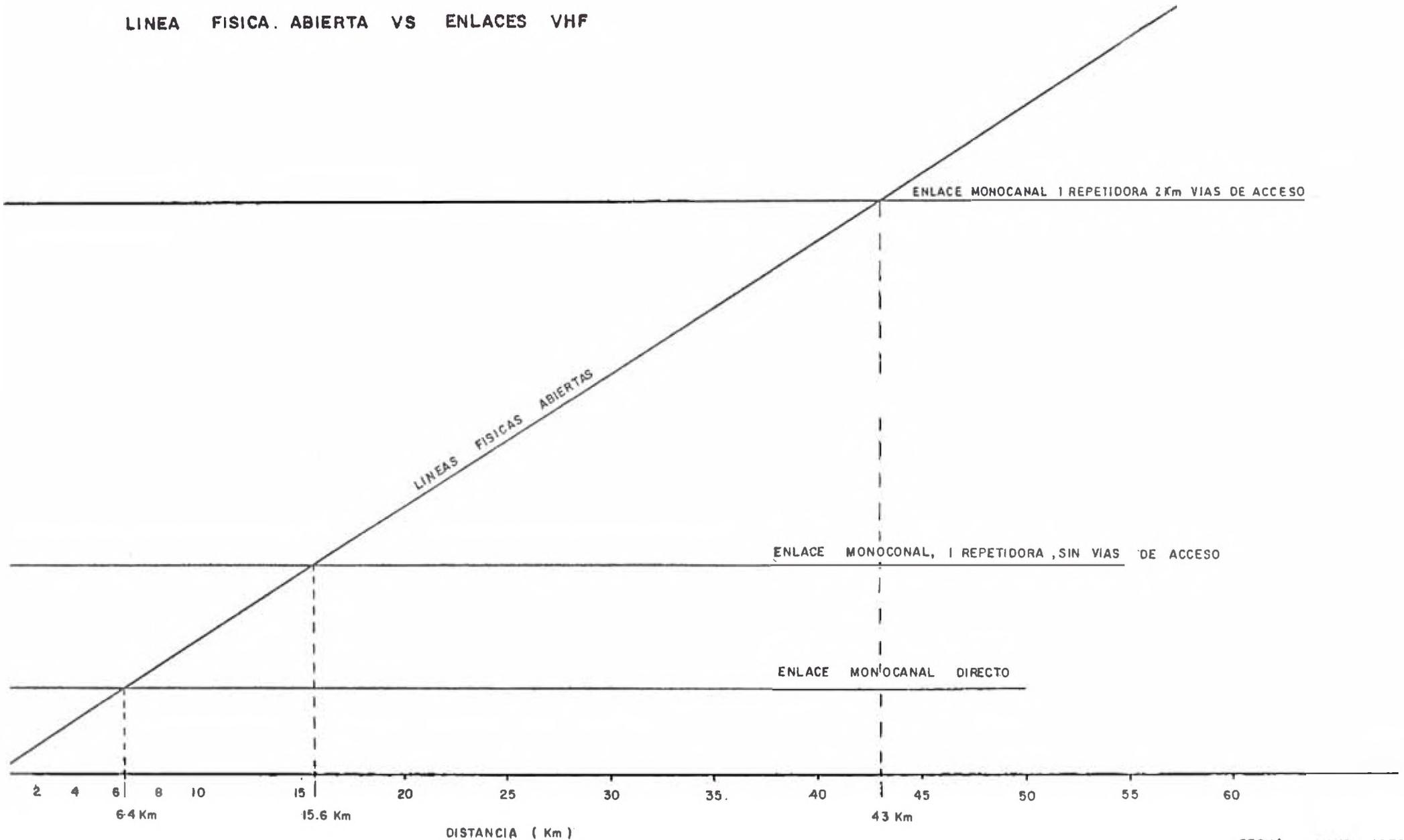
COMPONENTES DE LA PLANTA	INDICE DEL EQUIPO AÑO	CANTIDAD	COSTO INICIAL				AÑOS DE VIDA DE EQUIPO	% SALVAJE	CARGAS ANUALES														Y.A.C.A.				NOTAS		
			SI. PRECIO UNITARIO	SI. MONTO	VALOR ACTUAL				FACTORES DE PORCENTAJE							OTRO MANTENIMIENTO		Y.A.C.A.											
					FACTOR 1/1	SI. MONTO			AMORTIZACION			IMPUESTOS				MONTE INICIAL	% ANUAL	% TOTAL	SI. MONTO	SI. MONTO	% TOTAL	SI. MONTO							
			1	2	3	4			5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		23	24
1) LINEAS FISICAS ABIERTAS																													
Plastico	0	10	51.11	517.7	1	517.7	30	5	15.25	0.01	15.22	10.12							3	25.44	147.25	0	147.25	0-20	6.26	921.09			
Lineas Fisicas Abiertas	0	10	295.7	295.7	1	295.7	20	23	15.05	0.22	15.15	10.10							9	34.85	103.05	0	103.05	0-20	6.26	645.01			
TOTALES						813.4																	250.31			1566.70			
2) ENLACE VHF MONOCANAL DIRECTO																													
Equipo de radio	0	1	304	304	1	304	20	5	15.45	0.05	15.43	9.48							5	30.41	92.45	0	92.45	0-20	6.26	578.66			
Torre (2x20m)	0	1	192	192	1	192	25	0	15.47	0	15.47	9.75							3	25.20	54.15	0	54.15	0-20	6.26	358.92			
Antenas	0	1	46.4	46.4	1	46.4	25	5	15.47	0.02	15.45	9.68							3	24.33	13.14	0	13.14	0-20	6.26	81.29			
TOTALES						542.4																	139.74			999.85			
3) ENLACE VHF MONOCANAL - 1 REPETIDORA																													
Equipo de radio	0	1	459	459	1	459.0	20	5	15.98	0.05	15.95	9.48							5	30.41	139.58	0	139.58	0-20	6.26	875.70			
Torre (30x20m)	0	1	289	289	1	289.0	25	0	15.47	0	15.47	9.75							3	25.20	81.22	0	81.22	0-20	6.26	524.57			
Antenas	0	2	46.4	92.8	1	92.8	25	5	15.47	0.02	15.45	9.68							3	24.33	24.29	0	24.29	0-20	6.26	164.54			
Equipo de energia	0	1	278	278	1	278.0	15	0	17.10	0	17.10	3.85							5	27.15	86.05	0	86.05	0-20	6.26	533.64			
Cable	0	1	200	200	1	200.0	35	0	15.11	0	15.11	10.40							1.5	27.01	54.02	0	54.02	0-20	6.26	332.15			
TOTALES						1317.8																	367.16			2423.40			
3A) ENLACE VHF MONOCANAL - 1 REPETIDORA - 2 KM VIAL ACCESO																													
Equipos de radio	0	1	459	459	1	459.0	20	5	15.98	0.05	15.95	9.48							5	30.41	139.58	0	139.58	0-20	6.26	875.70			
Vial de acceso	0	2	1200	2400	1	2400	35	0	15.11	0	15.11	10.40							3	27.01	684.26	0	684.26	0-20	6.26	4753.15			
TOTALES						3717.8																				6706.55			

1) VALOR ACTUAL DE AMORTIZACION SEGUN TABLA DE SALVAMENTO
2) VALOR ACTUAL DE LOS EQUIPOS
3) VALOR ACTUAL DE LAS CARGAS ANUALES
4) VALOR ACTUAL DE LOS SERVICIOS DE CABLE, TRAZADO, Y OTROS CASOS

NOTAS

61
GRAFICO N°6.1

**ESTUDIO COMPATIVO DE SISTEMAS DE TRANSMISION
ENLACES MONOCANAL
LINEA FISICA ABIERTA VS ENLACES VHF**



directo en VHF el sistema de líneas físicas será más económico hasta 15.6 Km, esta distancia se incrementará en unos 14 Km por cada Km de vía de acceso que se tenga que construir hasta la repetidora.

6.1.2 Enlaces de Dos Canales

En este caso los sistemas considerados han sido los siguientes:

1) Líneas Físicas Abiertas

Las consideraciones para este sistema son las mismas, que para los enlaces monocanales, con la única diferencia de que se necesita un par de conductores de cobre adicional, que se coloca sobre las mismas crucetas usadas en el enlace monocal.

2) Enlace VHF de Visión Directa

Estos enlaces están constituidos de la misma forma que sus equivalentes monocanales, sin embargo para un enlace de dos canales se puede usar un equipo de 6 canales equipados con dos canales solamente, con los que podría ampliarse el número de canales cuando se requiera un doble enlace monocal.

3) Enlace VHF con Repetidora

Para este tipo de enlace solo se ha considerado los enlaces con equipos de 6 canales equipados inicialmente

con dos, ya que una doble repetidora monocanal es más cara, sus requerimientos de energía son mayores, con una mayor probabilidad de falla y dificultad de mantenimiento. Adicionalmente se ha considerado la posibilidad de vías de acceso para estudiar el efecto de las mismas en el costo del sistema.

Los resultados de la comparación económica que se encuentra en el Cuadro 6.2, en el que se ha considerado un enlace de 10 Km, muestran que el enlace por líneas físicas es más económico hasta unos 8 Km, en distancias mayores es más conveniente usar enlaces directos; si esto no es posible el sistema de líneas físicas es más económico que un enlace con una repetidora hasta 17 Kms., incrementándose esta distancia en unos 10 Kms por cada Km. de vías de acceso que deba construirse hasta la repetidora, tal como se muestra en el Gráfico N° 6.2.

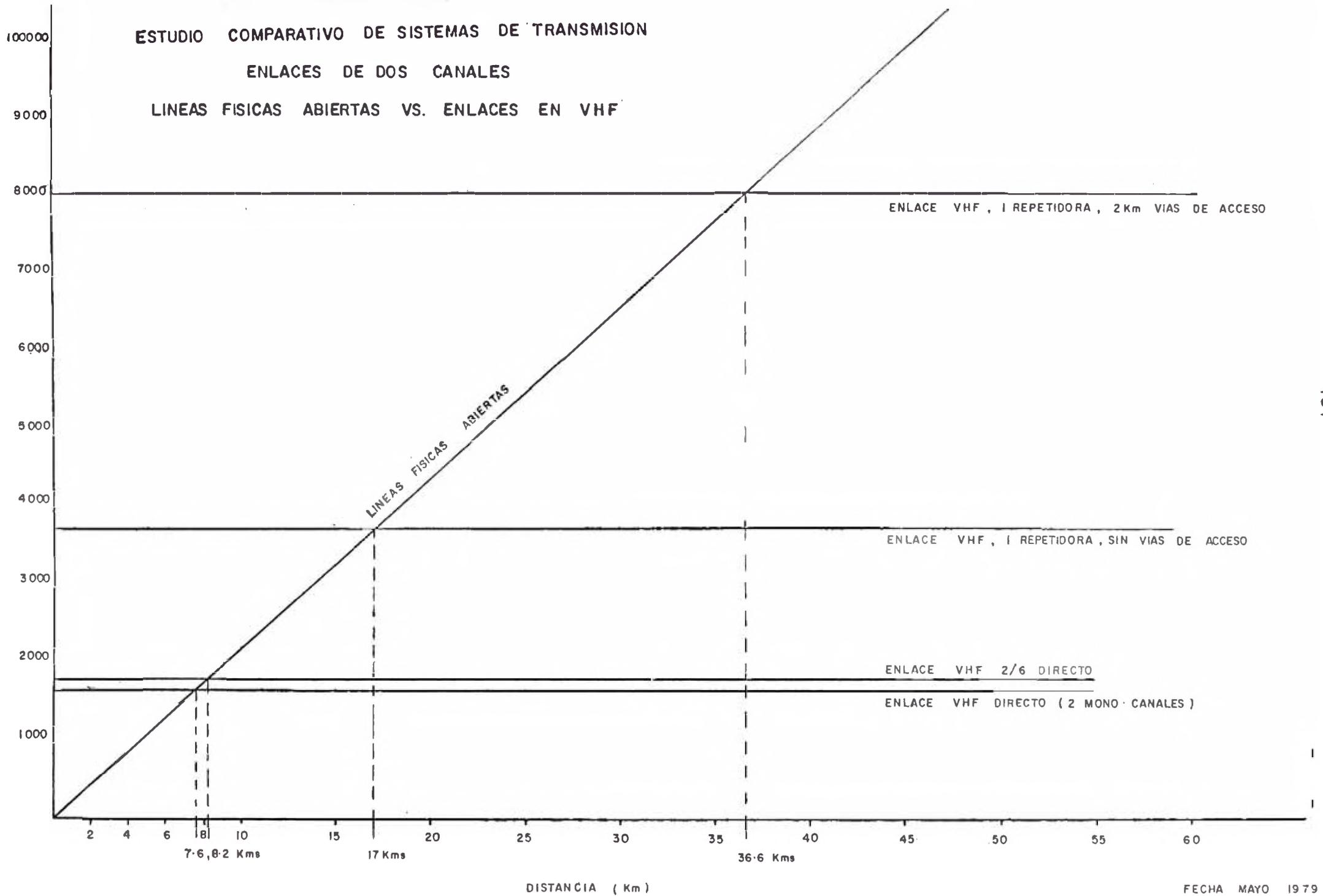
6.1.3 Enlaces de Seis Canales

1) Enlace por Cable Telefónico

Este sistema es bastante simple ya que requiere de una postera sobre la cual va colocada el cable telefónico, cuando se trata de enlaces por cable telefónico estos pueden ser implementados con cables de distintos calibres cargados con o sin repetidores de impedancia negativa, es por ello que para el estudio se ha considera-

GRAFICO N°6.2

**ESTUDIO COMPARATIVO DE SISTEMAS DE TRANSMISION
ENLACES DE DOS CANALES
LINEAS FISICAS ABIERTAS VS. ENLACES EN VHF**



do para cada rango de distancia el sistema más económico entre las distintas soluciones que son posibles de implementar, de acuerdo a esto las soluciones usadas son:

Hasta 4,7 Km	Cable calibre 0.5 mm (N° 24) cargado
Hasta 11,9 Km	Cable de 0.5 mm cargado con repetido de impedancia negativa (E6)
Hasta 31 Km	Cable calibre 0.6 mm, cargado y con repetidores de impedancia negativa (E6)
Hasta 60 Km	Cable calibre 0.9 m , cargado y con repetidores E6

2) Enlace de Onda Portadora sobre Líneas Físicas Abiertas

Este sistema está constituido por un sistema de líneas físicas abiertas, sobre las cuales se envía una señal portadora cuyos terminales se encuentran ubicados en los extremos del enlace.

3) Enlace VHF Directo

Las consideraciones para este sistema son las mismas que para los enlaces directos de 2 canales, con la diferencia de que en este caso se usarán sistemas de 6 canales o sistemas de 12 canales equipados únicamente con 6 canales.

4) Enlace VHF con una Repetidora

Las consideraciones para este sistema son las mismas que para los enlace de dos canales con una repetidora.

La comparación económica se encuentra en los Cuadros 6.3 y 6.4 y sus resultados están graficados en el gráfico 6.3, en el mismo se puede observar que el sistema de cable telefónico será más económico hasta 10 Kms., para distancias mayores es más económico un enlace directo, de no ser posible el mismo es más económico el enlace por cable telefónico hasta 15 Kms., para más de 15 Kms es más económico un enlace de radio con una repetidora sin vías de acceso, en caso de que se requieran vías de acceso son más económicos los sistemas de onda portadora sobre líneas físicas abiertas que por cada km de vías de acceso se extiende en 13 Kms.

6.1.4 Enlace de Doce Canales

Las consideraciones para los enlaces de doce canales telefónicos son las mismas que en las de seis canales; los resultados de la comparación económica están en los Cuadros 6.5 y 6.6 y se encuentran graficados en el Gráfico 6.4 ; de este último puede deducirse que hasta 10.6 Km, el enlace por cable telefónico es más económico, para distancias mayores el enlace directo de radio; si este no es posible el enlace por cable telefónico hasta 18 Kms será más ven-

VICTOR PEREYRA
PREPARADO POR
MAY '79
FECHA

C.A.
 V.A.C.A.

SEIS CANALES TELEFONICOS (2)

ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS

COMPARACION DE SISTEMAS DE TRANSMISION

(TITULO Y DESCRIPCION)

20 años

(PERIODO DE ESTUDIO)

15% $\phi = .8484$
(INTERES)

PLAN 6) ENLACE VHF DIRECTO

7.17A) ENLACE VHF CON REPETIDORA

COMPONENTES DE LA PLANTA	INICIO DEL SERVICIO AÑO	CANTI. CAL.	COSTO INICIAL				AÑOS DE VIDA DE SERVICIO	% SALVAMENTO	CARGAS ANUALES														NOTAS			
			PREC. UNITARIA	MONT. SI.	VALOR ACTUAL				FACTORES DE PORCENTAJE										OTRO MANTENIMIENTO		V.A.C.A.					
					FACTOR p/i	MONT. SI.			AMORTIZACION			INTERES				DEPRECIACION	RENTAS	% TOTAL	MONT. SI.	POR UNIDAD	MONT. SI.	TOTAL		PERIODO DE VIDA	FACTOR	MONT. SI.
									100	% SAL.	n	100	AMORT.	RENTAS	DEPRECIACION											
6) ENLACE VHF DIRECTO																										
Equipo de radio y multiplex	0	1	1295	1295.0	1	1295.0	20	5	15.93	0.05	15.93	9.48						5	30.41	393.81	0	393.81	0-20	6.26	2465.00	
Torres (2 x 20 m)	0	1	192	192.0	1	192.0	25	0	15.47	0	15.47	9.73						3	28.20	54.15	0	54.15	0-20	6.26	338.90	
Antenas	0	1	46.4	46.4	1	46.4	25	5	15.47	0.02	15.45	9.88						3	28.33	13.14	0	13.14	0-20	6.26	82.27	
TOTALES						1533.4																461.10			2096.19	
7) ENLACE VHF CON REPETIDORA																										
Equipo de radio y multiplex	0	1	1495	1495.0	1	1495.0	20	5	15.93	0.05	15.93	9.48						5	30.41	454.63	0	454.63	0-20	6.26	2845.69	
Torres (3 x 20 m)	0	3	94	288.0	1	288.0	25	0	15.47	0	15.47	9.73						3	28.20	81.22	0	81.22	0-20	6.26	508.33	
Antenas	0	2	46.4	92.8	1	92.8	25	5	15.47	0.02	15.45	9.88						3	28.33	26.29	0	26.29	0-20	6.26	164.54	
Equipo de energía	0	1	262	262.0	1	262.0	15	0	17.10	0	17.10	8.85						5	30.75	81.10	0	81.10	0-20	6.26	507.64	
Caseta	0	1	200	200.0	1	200.0	35	0	15.11	0	15.11	10.40						1.5	27.39	54.02	0	54.02	0-20	6.26	336.15	
TOTALES				2337.8		2337.8																697.26			4364.40	
7A) ENLACE VHF CON REPETIDORA Y VIAS DE ACCESO																										
(Items comunes plan 7)																										
Vias de acceso	0	2	1200	2400.0	1	2400.0	35	0	15.11	0	15.11	10.40						3	28.51	684.25	0	684.25	0-20	6.26	4283.15	
TOTALES				4737.8																		1381.54			8647.55	

n.º DEL COSTO DE AMORTIZACION a/p x 100 - a/f x SALVAMENTO COMO PORCENTAJE DEL COSTO INICIAL

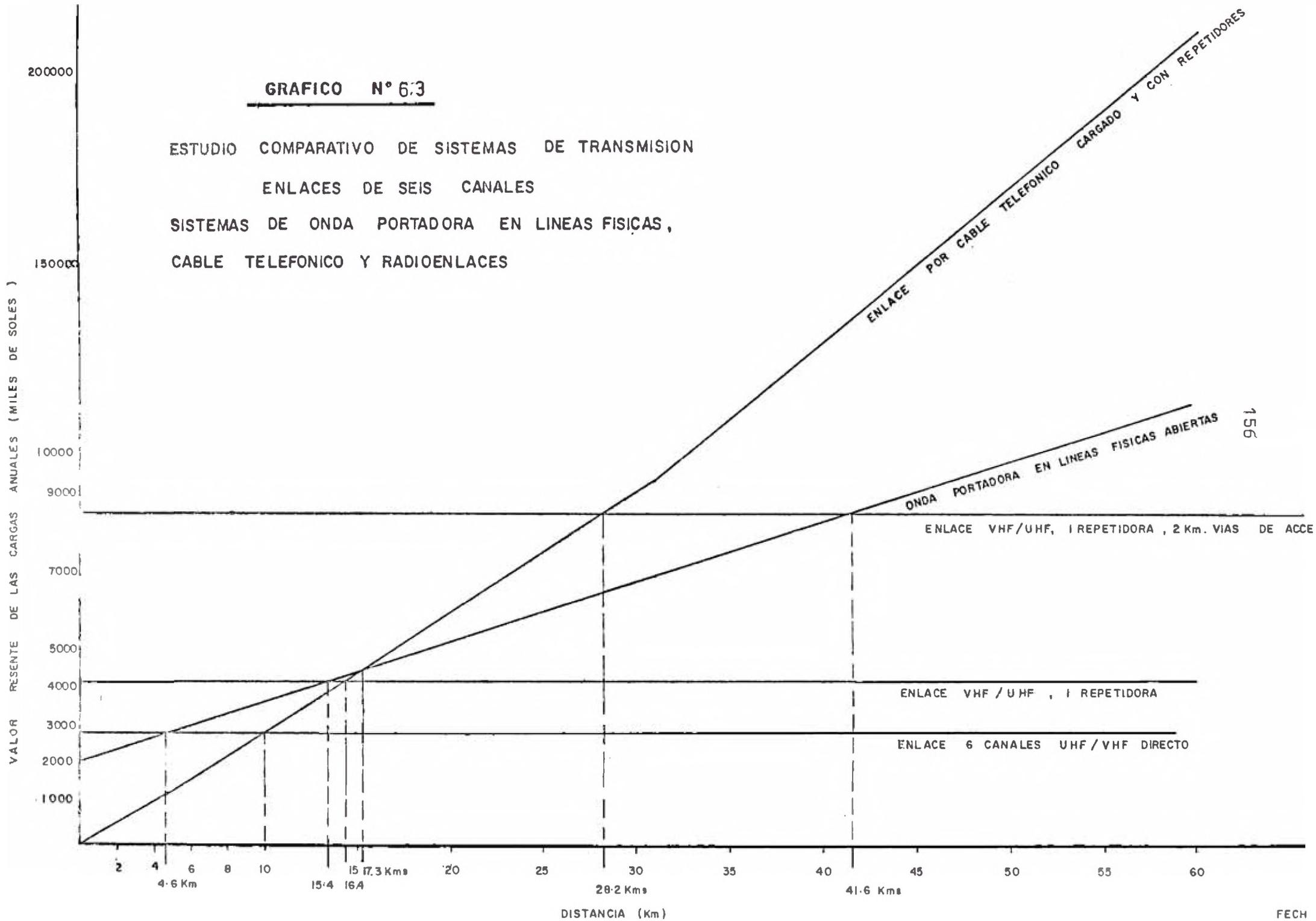
NOTAS...

V.A.C.A. VALOR ACTUAL DE LAS CARGAS ANUALES

OTROS GASTOS

GRAFICO N° 6.3

ESTUDIO COMPARATIVO DE SISTEMAS DE TRANSMISION
ENLACES DE SEIS CANALES
SISTEMAS DE ONDA PORTADORA EN LINEAS FISICAS,
CABLE TELEFONICO Y RADIOENLACES



tajoso, a partir de esta distancia el enlace de radio con una repetidora y sin vías de acceso, las cuales de ser necesario harían que sea más económico el enlace de onda portadora sobre línea física abierta el cual puede extenderse en 13.5 Km adicionales por cada Km. de vías de acceso que tenga que implementarse.

6.2 ESTUDIO COMPARATIVO DE CENTRALES MANUALES Y AUTOMÁTICAS CON CAPACIDADES DE 50 HASTA 500 LINEAS.

La comparación de las centrales manuales y automáticas de pequeña capacidad se hace tomando en cuenta que en las centrales manuales el principal costo está representada por los sueldos de las operadoras de los tableros locales de larga distancia y en las centrales automáticas por el costo del equipo de conmutación, a continuación se describen los factores que intervienen en el costo de prestación del servicio en el caso en que se usan centrales manuales y centrales automáticas.

6.2.1 Centrales Manuales

a) Costo de las Centrales Manuales

En el siguiente cuadro se muestran los costos de las centrales manuales de acuerdo a su capacidad, incluyendo los costos de los tableros locales e interurbanos instalados. (Cuadro 6.7)

GRAFICO N°6.4

ESTUDIO COMPARATIVO DE SISTEMAS DE TRANSMISION
 ENLACES DE 12 CANALES
 SISTEMAS DE ONDA PORTADORA EN LINEAS FISICAS ABIERTAS,
 CABLE TELEFONICO Y RADIOENLACES

VALOR PRESENTE DE LAS CARGAS ANUALES (MILES DE SOLES)

200000
 150000
 100000
 90000
 80000
 70000
 60000
 50000
 40000
 30000
 20000
 10000

2 4 6 8 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60

DISTANCIA (Km)

10.6 Km 18.1 Km 29.6 Km 45.6 Km

CABLE TELEFONICO CARGADO Y REPETIDORAS E6

ONDA PORTADORA EN LINEA FISICA ABIERTA

ENLACE VHF / UHF CON 1 REPETIDORA Y 2 Km DE ACCESO

ENLACE VHF / UHF CON 1 REPETIDORA

ENLACE VHF / UHF DIRECTO

Cuadro N° 6.7

Costo de Centrales Manuales Instaladas.

Capacidad en número de líneas.	Tableros Locales		Tableros Inter-Urbanos.		Costo en Miles de Soles
	Número	Capacidad	Número	Capacidad	
50	1	50	-	-	1010
100	1	100	1	20	2025
200	2	100	1	20	4050
300	3	300	1	20	6075
400	4	400	2	20	9000
500	5	500	2	20	11250

b) Costo de Operación de las Centrales Manuales

Para calcular el costo de operación de las centrales manuales se ha considerado el número de operadoras que se requiere para su operación, el número de turnos que tienen que cumplir las operadoras, beneficios sociales y el número de sueldos que se les tiene que abonar, así como el incremento de sueldos por el pacto colectivo del presente año. En la actualidad las operadoras tienen un sueldo promedio de unos 26,000 soles, que sumados al pacto colectivo se estima alcance los 35,000 soles. En el cuadro 6.8 se encuentra el resumen de los costos de operación de las centrales manuales.

Cuadro N°6.8

Costos de Operación de Centrales Manuales

Capacidad de Central	N° de Operadoras	N° Turnos	Beneficios Sociales y otros	Costo de Central por año
50	1	2	40 %	1'372,000
100	2	3 1/2	40 %	4'820,000
200	3	4	40 %	8'232,000
300	5	4	40 %	13'720,000
400	6	4	40 %	16'464,000
500	8	4	40 %	21'952,000

En el cuadro anterior se ha considerado 14 sueldos por año.

6.2.2 Centrales Automáticas

EL precio CIF de las centrales automáticas de pequeña capacidad se muestra en el cuadro N° 6.9

Cuadro N° 6.9

Costos de Centrales Automáticas (CIF)

Capacidad de Central	Costo por Línea Dólares	Costo de Central (Dól.)	Costo en Soles
50	1000	50,000	11'250,000
100	730	73,000	16'425,000
200	580	116,000	26'100,000 ¹
300	550	165,000	37'125,000
400	530	212,000	47'700,000
500	520	260,000	58'500,000

1 US DOLAR = 225 Soles

Además del precio CIF, hay que considerar el valor de los derechos de aduana, 35 % CIF, y los costos de instalación los cuales pueden sumar en conjunto con los derechos de aduana un 45 % del precio CIF. Los costos de instalación y derechos de aduana se encuentran en el Cuadro N° 6,10.

Los resultados de la comparación económica de estos sistemas se encuentran en el Cuadro N° 6.11 y graficados en el gráfico N° 6.5, del mismo puede deducirse que los costos de ambos sistemas son muy próximos entre 200 y 300 líneas,

VICTOR PERCYA
PREPARADO POR.
MAY 179
FECHA

C.A.
 Y.A.C.A.

$\phi = .8484$

ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS

CENTRALES MANUALES Y AUTOMATICAS POU-CAPACIDAD
(TITULO Y DESCRIPCION)

30 AÑOS

(PERIODO DE ESTUDIO)

15%

(INTERES)

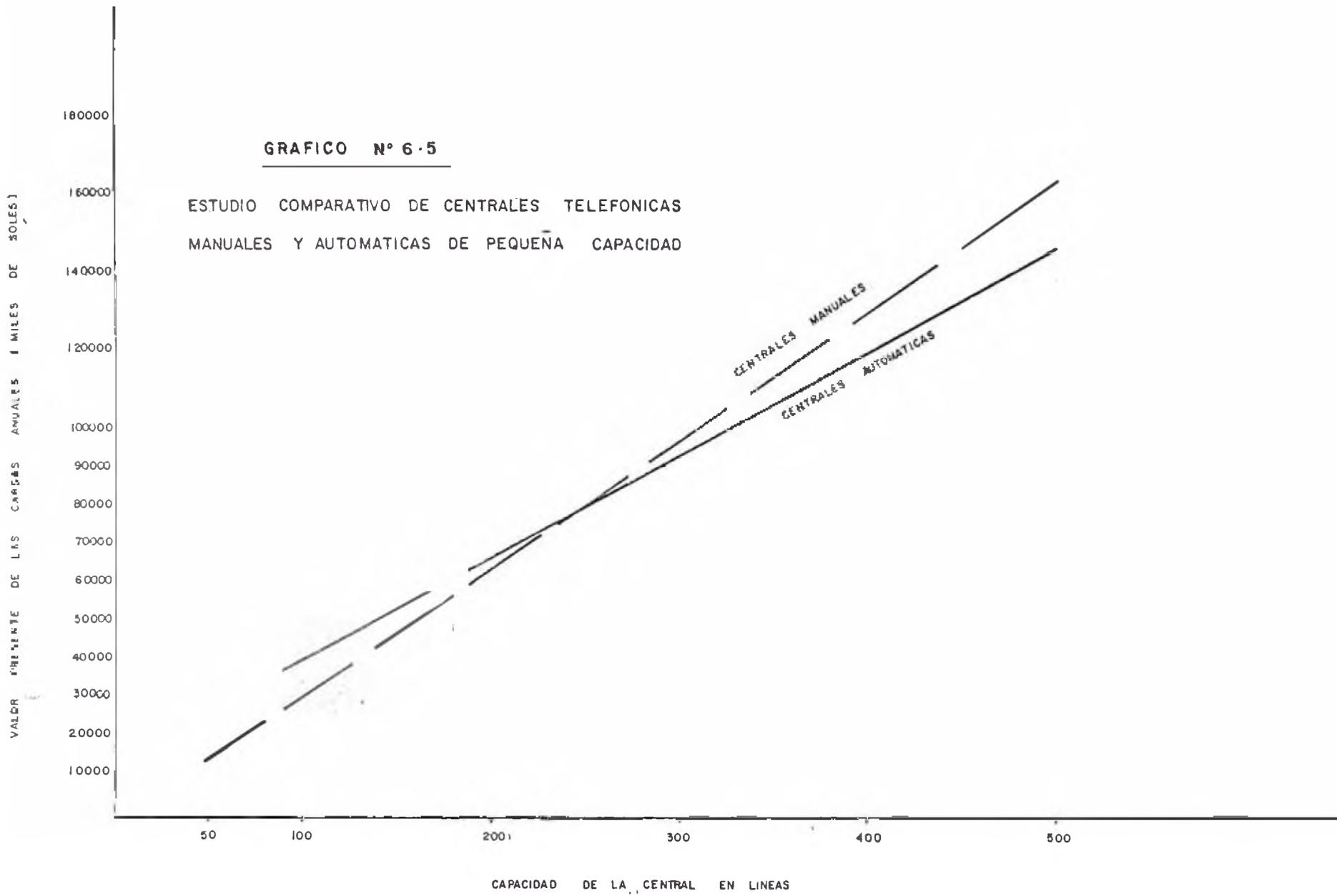
PLAN 1) CENTRALES MANUALES 50-500 LINEAS

2) CENTRALES AUTO 50-500 LINEAS

COMPONENTES DE LA PLANTA	INICIO DEL SERVICIO AÑO	CANTIDAD	COSTO INICIAL				AÑOS DE VIDA DE SERVICIO	% SALVAMENTO NETO	CARGAS ANUALES														** Y.A.C.A.			NOTAS	
			PRECIO UNITARIO	MONTOS	VALOR ACTUAL				FACTORES DE PORCENTAJE							OTRO MANTENIMIENTO		TOTAL	PERIODO DE AÑOS	FACTOR	MONTOS						
					FACTOR	MONTOS			AMORTIZACION			IMPUESTOS				MANTENIMIENTO	** VARIOS					%	MONTOS	POR UNIDAD	MONTOS		
									2/P X 100	3/I X % SALV.	4	IMP UTILIDAD	APITAL	PROF-DAD	OTROS												
1) CENTRALES MANUALES 50-500 LINEAS																											
a.- Central Manual 50 lineas	0	1	1010	1010	1	1010	30	5	15.23	0.01	15.22	10.22					5	30.44	307.4	1372	1679.4	0-30	6.57	11035.6			
b.- Central Manual 100 lineas			2025	2025	1	2025	30	5	15.23	0.01	15.22	10.22					5	30.44	616.4	4802	5418.4	0-30	6.57	35598.9			
c.- Central Manual 200 lineas	0	1	4050	4050	1	4050	30	5	15.23	0.01	15.22	10.22					5	30.44	1222.8	8232	9464.8	0-30	6.57	62183.7			
d.- Central Manual 300 lineas	0	1	6075	6075	1	6075	30	5	15.23	0.01	15.22	10.22					5	30.44	1849.2	13720	15569.2	0-30	6.57	102288.3			
e.- Central Manual 400 lineas	0	1	9000	9000	1	9000	30	5	15.23	0.01	15.22	10.22						30.44		1664	19203.6	0-30	6.57	126167.6			
f.- Central Manual 500 lineas	0	1	11250	11250	1	11250	30	5	15.23	0.01	15.22	10.22					5	30.44		21982	25376.8	0-30	6.57	166723.6			
2) CENTRALES AUTOMATICAS 50-500 LINEAS																											
a.- Central Automatica 50 lineas	0	1	16310	16310	1	16310	30	5	15.23	0.01	15.22	10.22					1	26.47	4317.2	0	4317.2	0-30	6.57	28364.0			
b.- Central Automatica de 100 lineas	0	1	23815	23815	1	23815	30	5	15.23	0.01	15.22	10.22					1	26.47	6303.8	0	6303.8	0-30	6.57	41416.0			
c.- Central Automatica de 200 lineas	0	1	37845	37845	1	37845	30	5	15.23	0.01	15.22	10.22					1	26.47	10017.6	0	10017.6	0-30	6.57	65615.6			
d.- Central Automatica de 300 lineas	0	1	53830	53830	1	53830	30	5	15.23	0.01	15.22	10.22					1	26.47	14248.8	0	14248.8	0-30	6.57	93614.6			
e.- Central Automatica 400 lineas	0	1	69165	69165	1	69165	30	5	15.23	0.01	15.22	10.22					1	26.47	18308.0	0	18308.0	0-30	6.57	120283.6			
f.- Central Automatica 500 lineas	0	1	84825	84825	1	84825	30	5	15.23	0.01	15.22	10.22					1	26.47	22453.2	0	22453.2	0-30	6.57	147517.5			

*. % DEL COSTO DE AMORTIZACION 2/P X 100 - 3/I X SALVAMENTO COMO PORCENTAJE DEL COSTO INICIAL.
 **. Y.A.C.A. VALOR ACTUAL DE LAS CARGAS ANUALES
 ***. VARIOS. INCLUYE SERVICIO DE CASA, TRAFICO, Y OTROS GASTOS DE OPERACION ETC.

NOTAS - COSTOS EN MILES DE SOLES



por lo que, y teniendo en cuenta que un sistema automático permitirá una serie de facilidades adicionales como son servicio de discado directo, disponibilidad inmediata y permanente así como una mayor rapidez de operación, debe usarse aún para capacidades mayores de 200 líneas.

Cuadro N° 6.10

Derechos de Aduana y Costos de Instalación de Centrales Automáticas.

Capacidad de Central	Precio CIF	Derechos de Aduana y Gastos de Instalación	Costos de Central Instalados
50	11'250	5'062.5	16'312.5
100	16'425	7'391	23'816
200	26'100	11'745	37'845
300	37'125	16'706	53'831
400	47'700	21'465	69'165
500	58'500	26'235	84'825

C A P I T U L O VII

ASPECTOS DE NUMERACION, ENCAMINAMIENTO- JERARQUIA Y

SEÑALIZACION DEL PLAN RURAL

En este capítulo nos ocuparemos de los aspectos de numera
ción, encaminamiento-jerarquía y señalización del Plan Rural, los cuales
tienen que ser estudiados y resueltos para poder incluir los efectos del
Plan Rural en la red existente y adecuar este plan a lo establecido en
los Planes Técnicos Fundamentales para el Desarrollo de la Red Nacional
de Conmutación Telefónica.

7.1 NUMERACION

El plan de Numeración tiene por objeto asignar a cada abonado en
la Red Nacional de Comunicaciones un número el cual sea único -
dentro de la misma, por lo tanto las localidades incluidas en el
Plan Rural tienen que seguir lo establecido en este plan para la
asignación de los números para sus abonados.

De acuerdo a lo establecido en el Plan de Numeración, este debe
evolucionar de un plan de numeración cerrado (con zonas) de numera
ción cerrada) a un plan de numeración abierto con una sola zona
de numeración. El país ha sido dividido en ocho zonas de numera-

ción cerrada, estando definidos los siguientes conceptos.

Número Nacional

Que debe ser único para cada abonado en el país, está compuesto de dos partes:

a) Número de Zona (N.Z.)

Es el distintivo de área o región en el que se encuentra la central local del abonado.

b) Número Local (N.L.)

Es el número que tiene el abonado dentro de su área y que es único dentro de ésta, dividido a su vez en dos partes:

- Código de Central (C.C.)

Es el distintivo que identifica a una central dentro de una área determinada.

- Código de Abonado (C.Ab.)

Es el distintivo que identifica a un abonado dentro de una central

El Plan Nacional prevee que el número nacional esté compuesto de 8 dígitos, habiéndose establecido también que el Plan de Numeración pasará por tres fases:

- a) En la primera fase, el número local NL estará conformado por seis dígitos y el número de zona (NZ) por 2 dígitos.
- b) En la segunda fase el NL estará conformado por 7 dígitos, para lo cual absorbería como primer dígito, el 2° dígito del número de zona, quedando este último reducido a 1 dígito.
- c) En la tercera fase, todo el país constituirá una zona de numeración abierta única de 8 dígitos.

Para el discado de llamadas de larga distancia (LD) se prevee la utilización del prefijo único de acceso interurbano que en todos los casos será de "0"

Llamadas Interurbanas

En las fases que el plan prevee áreas de numeración cerradas, se consideran dos tipos de llamadas de larga distancia:

- Llamadas a un abonado de otra zona

Se debe discar el prefijo de acceso interurbano "0" seguido del número nacional completo, tal como se muestra para la primera fase.

0 + AB CD XXXX

Código de Central

Código de Zona

-Llamadas a un abonado de la misma Zona

Se debe discar el prefijo de acceso interurbano "0" seguido tan solo del número local.

Llamadas Locales

Se deberá discar tan solo el número local (NL) sin anteponer ningún prefijo. Para el caso de pueblos pequeños se puede discar el mínimo número de dígitos necesario, siendo la única restricción, que el primer dígito del número local abreviado sea diferente al número local completo.

Ejemplo: Sea un pueblo en el que sea necesario un mínimo de tres dígitos:

Número Local Completo	35-8NXX
Número Local Abreviado	NXX

N cualquier dígito diferente de 3 de 0 y 1

El Número local (NL) prevee que el código de abonado (CAB) esté compuesto por 4 dígitos por cada código de central (CC) es decir, módulos de 10,000 abonados, sin embargo no se excluye la posibilidad de que varias centrales se encuentren agrupadas bajo un mismo código de central (CC) para un mejor aprovechamiento de la capacidad de códigos disponibles, analizando para ello, en forma adicional el primer dígito del código de abonado (CAB) para efectos de encaminamiento.

7.1.1 Formato del Plan de Numeración

Como ya hemos indicado el plan de numeración pasará por tres fases, en la primera de ellas el país dividido en 8 zonas y con un número local conformado por seis dígitos.

a) Primera Fase

Para cumplir con lo establecido de un número total de ocho zonas y número local de 6 dígitos, entonces es necesario que se cumplan las siguientes condiciones, las que están también condicionadas por la evolución del plan para la segunda fase:

0	NY	MA	XXXX
Prefijo	NZ	C.C	C.AB

N.L.

M = 2, 3, 5, 7, 9

N = 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Y = 4

A = Cualquier número de 1 al 0 excepto "4"

Luego:

Centrales por zona de provincias = 45

Centrales en provincias = 315

Llamada Interurbana dentro de la zona:

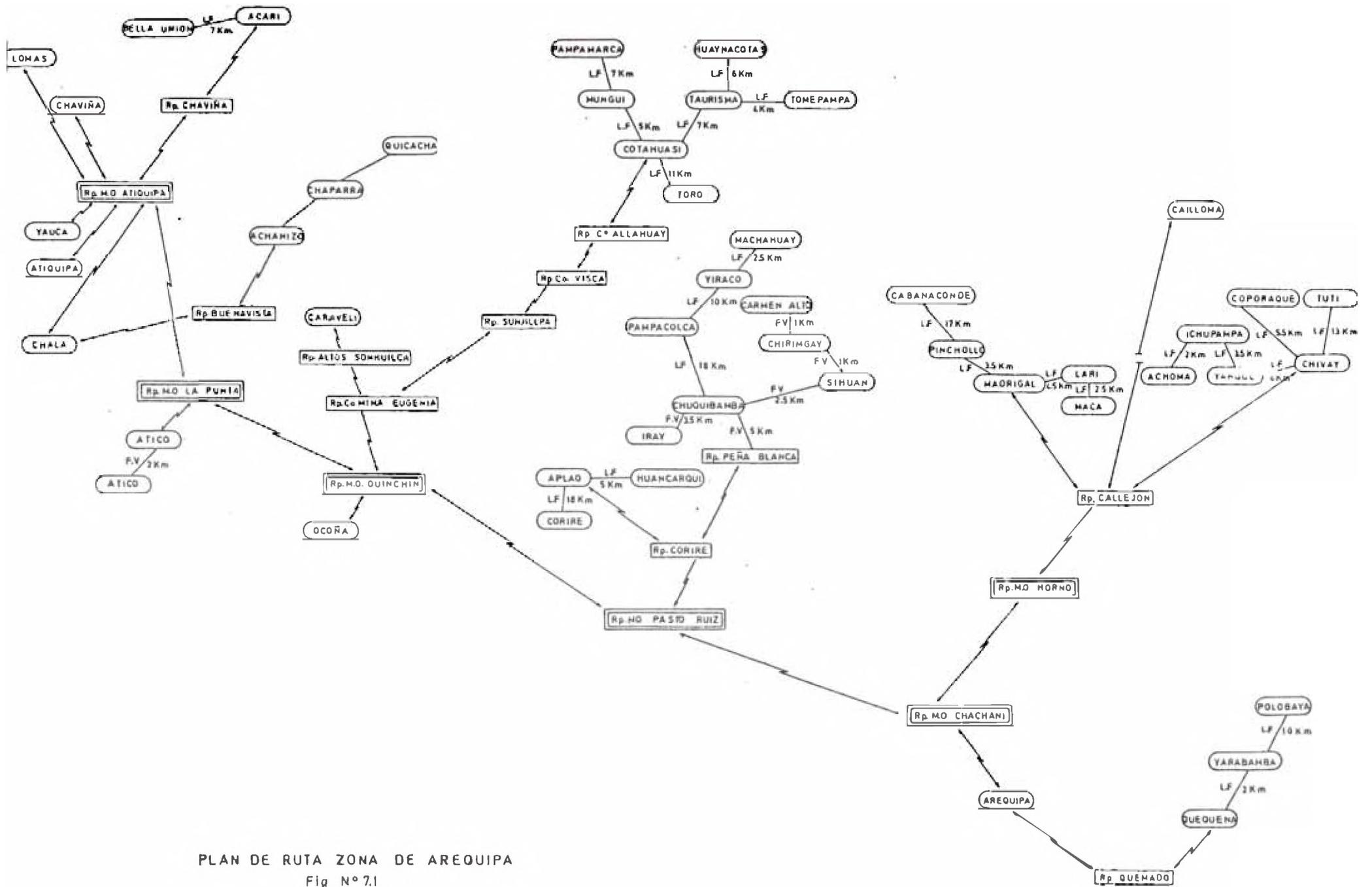
0	MA	XXXX
Prefijo		N.L.

Con estas premisas se puede establecer el Plan de Numeración para una zona del Plan Rural, por ejemplo la zona de Arequipa que cuenta con unas 50 localidades que están incluidas en la tabla N° 7.1 y cuyo plan de ruta está en el diagrama 7.1. De acuerdo al Plan de Numeración Arequipa es la zona N° 5, estando asignados los siguientes códigos de central CC, mostrados en la Tabla - N° 7.2

TABLA Nº 7.1

Localidades Plan Rural Arequipa y Capacidad de Centrales.

LOCALIDAD	CAPAC.	LOCALIDAD	CAPAC.	LOCALIDAD	CAPAC.
Chaviña	50	Turo	20	Madrigal	50
Acari	300	Aplao	400	Cabanaconde	100
Bella Unión	20	Corire	100	Pinchollo	20
Yauca	100	Huancarqui	20	Lari	20
Lomas	20	Chuquibamba	300	Maca	50
Atiquipa	20	Machaguay	20	Quequeña	20
Chala	200	Viraco	50	Polobaya	50
Achanizo	20	Pampacolca	200	Yarabamba	20
Chaparra	20	Carmen Alto	20	Cailloma	200
Quicacha	20	Chiringay	20		
Atico	300	Sihuan	20		
Caravelí	200	Iray	20		
Ocoña	300	Chivay	200		
Cotahuasi	200	Tuti	20		
Mungui	20	Ichipampa	20		
Pampamarca	50	Yanque	50		
Huaynacotas	100	Coporaque	20		
Tomepampa	20	Achoma	50		
Taurisma	20	La Joya	100		



PLAN DE RUTA ZONA DE AREQUIPA
Fig N° 7.1

TABLA Nº 7.2

Códigos de Central Asignados Zona de Arequipa (5)

LOCALIDAD	C.C	LOCALIDAD	C.C	LOCALIDAD	C.C
Arequipa	20-22	Moquegua	76	Juliaca	32
Chala	28	Omote	77	Puno	35
Atico	98	Tarata	73	Ayaviri	36
Caravelí	97	Cuajone	70	Ilave	37
Camaná	29	Toquepala	75	Santa Rosa	38
Aplao	20	Ilo	78	Cabanillas	39
Chuquibamba	79	Tacna	72	Azángaro	55
Cotahuasi	90			Huancané	56
Mollendo	93			Lampa	57
La Curva	95			Juli	58
Chivay	96				

De acuerdo a las Tablas 7.1 y 7.2 y el Gráfico Nº 7.1 se pueden asignar los códigos para las localidades del Plan Rural. Como cada código de central tiene 4 cifras, este código puede agrupar a varias centrales pequeñas tal como se muestra en el Gráfico 7.1A en el cual se han separado zonas en las cuales hay varias localidades agrupadas bajo un mismo código de central. En la Tabla 7.3, se muestran los códigos asignados de acuerdo al Plan de Numeración.

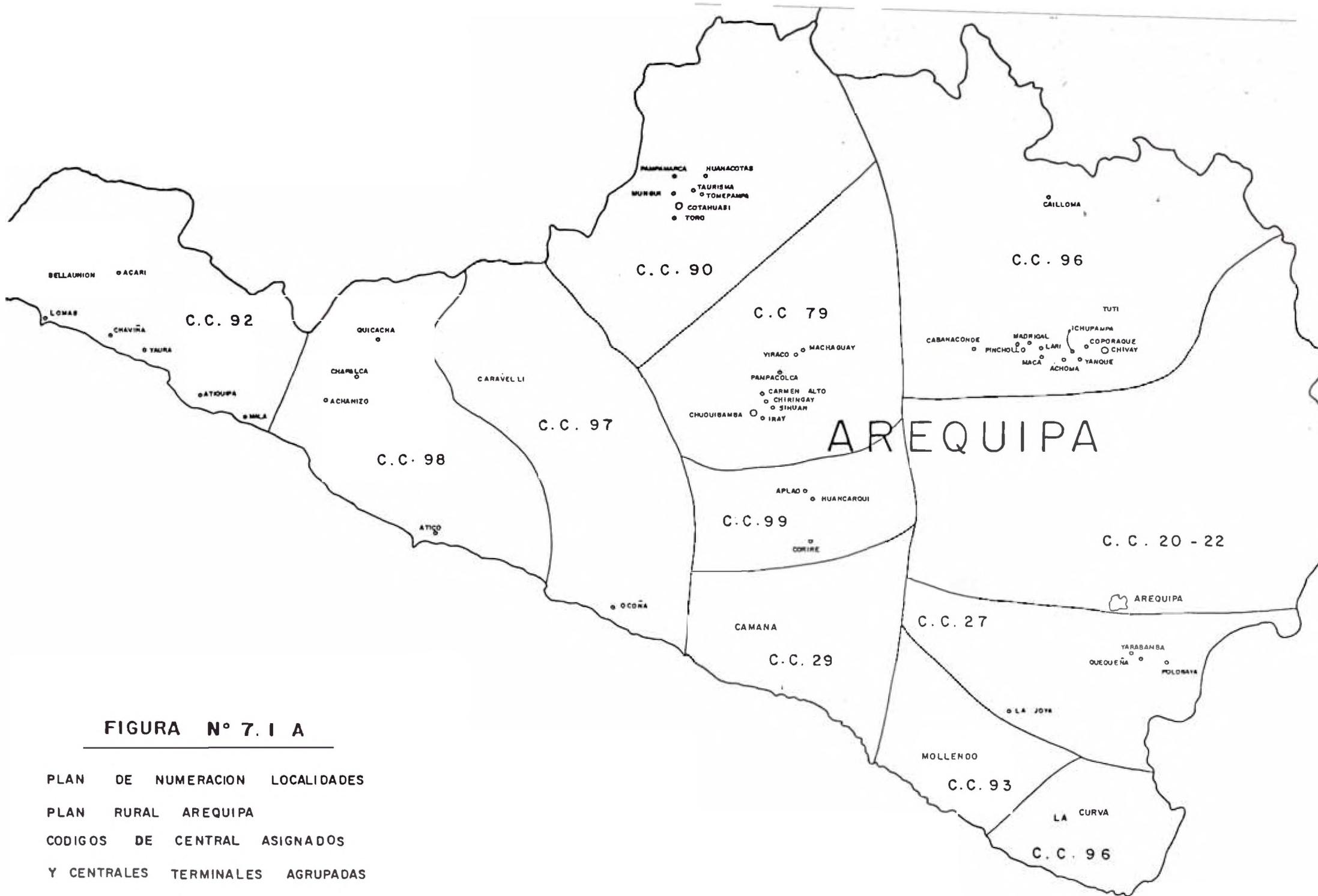


FIGURA N° 7.1 A

PLAN DE NUMERACION LOCALIDADES
 PLAN RURAL AREQUIPA
 CODIGOS DE CENTRAL ASIGNADOS
 Y CENTRALES TERMINALES AGRUPADAS

TABLA Nº 7.3

Códigos de Central Localidades Plan Rural Zona de Arequipa.

LOCALIDAD	CODIGO DE ZONA	CODIGO DE CENTRAL	CODIGO DE CENTRAL RURAL	CODIGO DE ABONADOS
Chaviña	54	92	1	xxx
Acari	54	92	2	xxx
Bella Unión	54	92		xxx
Yauca	54	92	4	xxx
Lomas	54	92	5	xxx
Atiquipa	54	92	6	xxx
Chala	54	92	0	xxx
Achanizo	54	98		xxx
Chaparra	54	98	2	xxx
Quicacha	54	98	3	xxx
Atico	54	98	0	xxx
Caravelí	54	97	0	xxx
Ocoña	54	97		xxx
Cotahuasi	54	90	0	xxx
Mungui	54	90		xxx
Pampamarca	54	90	2	xxx
Huaynacotas	54	90		xxx
Tomepampa	54	90	4	xxx
Taurisma	54	90	5	xxx
Toro	54	90	6	xxx
Aplao	54	99	0	xxx
Corire	54	99		xxx
Huancarqui	54	99	2	xxx
Chuquibamba	54	79	0	xxx

CONTINUACION TABLA Nº 7.3

LOCALIDAD	CODIGO DE ZONA	CODIGO DE CENTRAL	CODIGO DE CENTRAL RURAL	CODIGO DE ABONADOS
Machaguay	54	79	1	xxx
Viraco	54	79	2	xxx
Pampacolca	54	79	3	xxx
Carmen Alto	54	79	4	xxx
Chiringay	54	79	5	xxx
Sihuan	54	79	6	xxx
Iray	54	79	7	xxx
Chivay	54	96	0	xxx
Tuti	54	96	10	xx
Ichipampa	54	96	11	xx
Yanque	54	96	2	xxx
Coporaque	54	96	12	xx
Achoma	54	96	3	xxx
Cailloma	54	96	4	xxx
Madrigal	54	96	5	xxx
Cabanaconde	54	96	6	xxx
Pinchollo	54	96	70	xx
Lari	54	96	71	xx
Maca	54	96	8	xxx
Quequeña	54	27	1	xxx
Palobaya	54	27	2	xxx
Yarabamba	54	27	3	xxx
La Joya	54	27	0	xxx

b) Segunda Fase

El formato del Plan en esta fase será:

0	N	YMX	XXXX
Prefijo Int.	N.Zona	C.C.	C.AB

Número Local

N = 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

Y = 4, 6, 8

M = 0, 1, 2, 3, 5, 7, 9

X = Cualquier dígito de 1 a 0

Número de Zonas	8
Centrales por zonas en provincias	210
Centrales en provincias (códigos)	1470

c) Tercera Fase

0	N XXX	XXXX
Prefijo Int.	C.C.	C.AB

Número Local

N Cualquier dígito de 2 a 9

Y Cualquier dígito de 1 a 0

Número de zonas	1 (todo el país)
Centrales en el país	8,000 (máximo)

7.1.2 Llamadas de Operadoras Nacionales

7.1.2.1 Llamadas a Abonados

Las operadoras situadas en los centros de larga distancia discarán siempre el número nacional del abonado sin incluir el prefijo de acceso interurbano; el formato del discado será :

Primera Fase	NY	MA XXXX
	NZ	N. Local
Segunda Fase	N	YMX XXXX
	N.Z	N. Local

7.1.2.2 Llamadas de Prueba

Se prevee la utilización del número local MA 9000 para pruebas en todas las centrales terminales y que podrá ser utilizado por cualquier operadora del servicio nacional e internacional para comprobar el acceso a dichas centrales terminales.

Este número no podrá ser asignado a ningún abonado ni será publicado.

7.1.2.3 Llamadas a Abonados de Centrales Manuales

Para efectuar este tipo de llamadas la operadora podrá en ciertos casos tener acceso a la operadora del centro terminal de destino discando el número genérico.

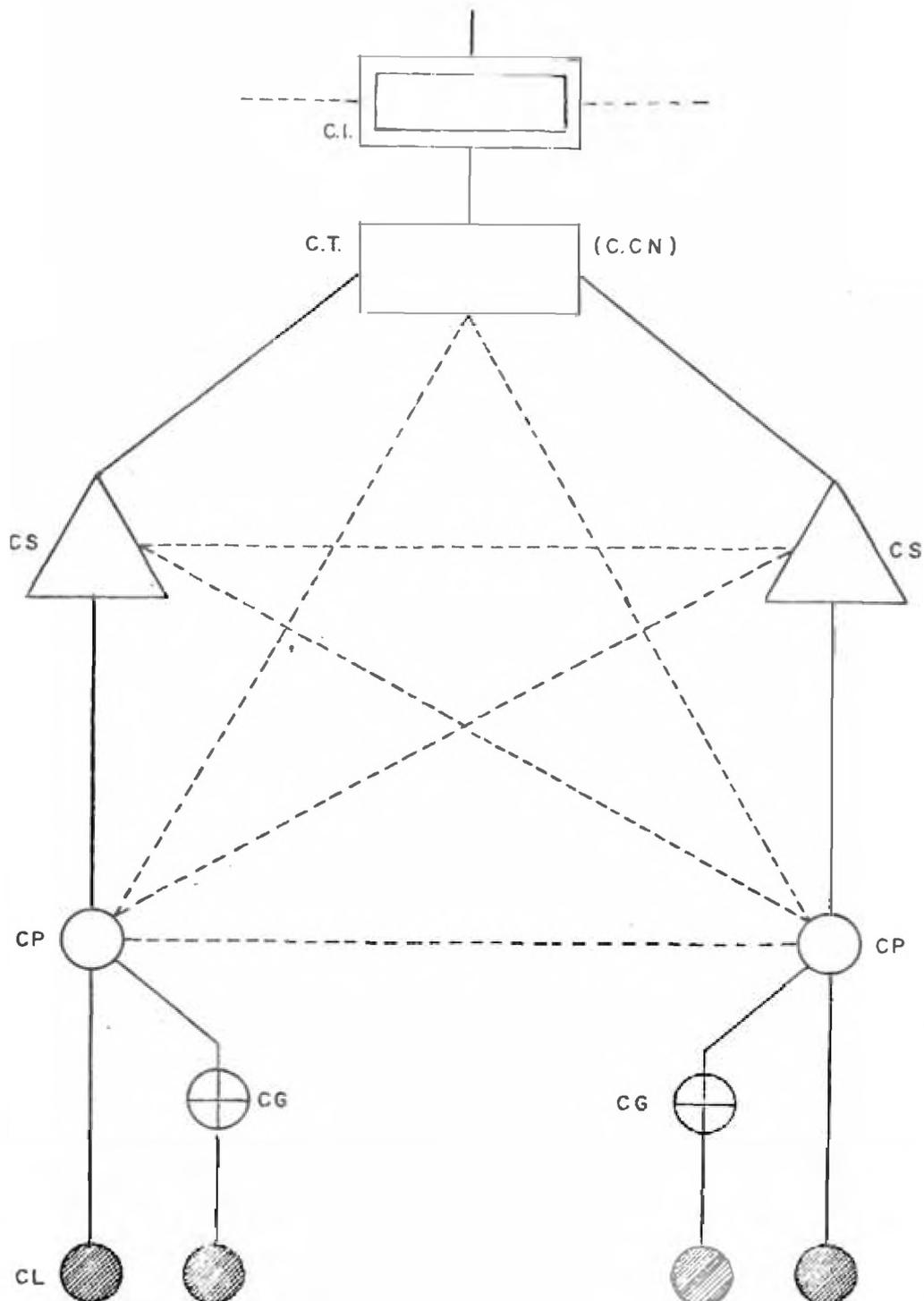
NY - MAB - XXX

7.2 ENCAMINAMIENTO - JERARQUIA

El Plan Rural de Comunicaciones por su contenido está orientado a centros de menor importancia relativa, los cuales constituirán los extremos de la Red Nacional de Comunicaciones, es decir las centrales incluidas en este plan son en todos los casos centrales terminales que dependen directamente para su conexión a la Red Nacional de un Centro Primario al cual están enlazados directamente. Las centrales de una zona del Plan Rural están todos conectados en forma de estrella a su centro primario y no tienen conexiones directas entre las mismas, en la figura 7.2 se muestra el Esquema de Encaminamiento y Jerarquía de la Red Nacional.

Un concepto de suma importancia para el Plan Rural es el de Centro de Agrupamiento, el Centro de Agrupamiento es un centro de jerarquía intermedia entre el Centro Primario y los centros terminales (Centrales Locales), su función será la de conectar el tráfico de larga distancia de pequeños centros terminales en haces de mayor eficiencia; el centro de Agrupamiento (CG) estaría conectado tan solo a un Centro Primario en sentido ascendente mediante su ruta directa a su centro de mayor jerarquía, y en el sentido descendente a todas las centrales terminales dentro de su área de servicio mediante rutas finales. El CG serviría además para hacer las comunicaciones entre las centrales terminales que dependan del mismo.

FIG. N°7.2 - ESQUEMA DE ENCAMINAMIENTO Y JERARQUIA A MEDIANO Y CORTO PLAZO DE LA RED NACIONAL



—— RUTA FINAL
- - - RUTA DIRECTA

En la figura N° 7.3 se encuentra el Plan de Ruta para la zona de Ayacucho y en la figura 7.4 el Plan de Jerarquía para esta zona del Plan Rural.

En relación al encaminamiento de las llamadas dentro del Plan Rural, tenemos que prácticamente todas las rutas que se implementen dentro del mismo serán rutas finales y no existirán rutas alternativas para el tráfico que se genera desde los centros terminales al centro primario y viceversa; más bien dependiendo del volumen de tráfico saliente desde el centro primario del que dependen hacia los demás centros de igual o mayor jerarquía existirán rutas directas y alternativas hasta llegar a la ruta final.

En cuanto a las centrales de conmutación para el Plan Rural se utilizarán sistemas de barras cruzadas o algún sistema de tecnología más avanzada en función de los avances tecnológicos en esta área y las consideraciones económicas que tengan relación con su elección.

Se establece como meta para la operación del servicio local en las centrales terminales de pequeña capacidad la utilización de sistemas inatendidos y la centralización del servicio de larga distancia y servicios especiales en los centros primarios.

Un aspecto que está sumamente relacionado con el Plan de Encaminamiento de este plan es el relacionado con la elaboración de los Planes de Ruta, esta relación se describe a continuación:

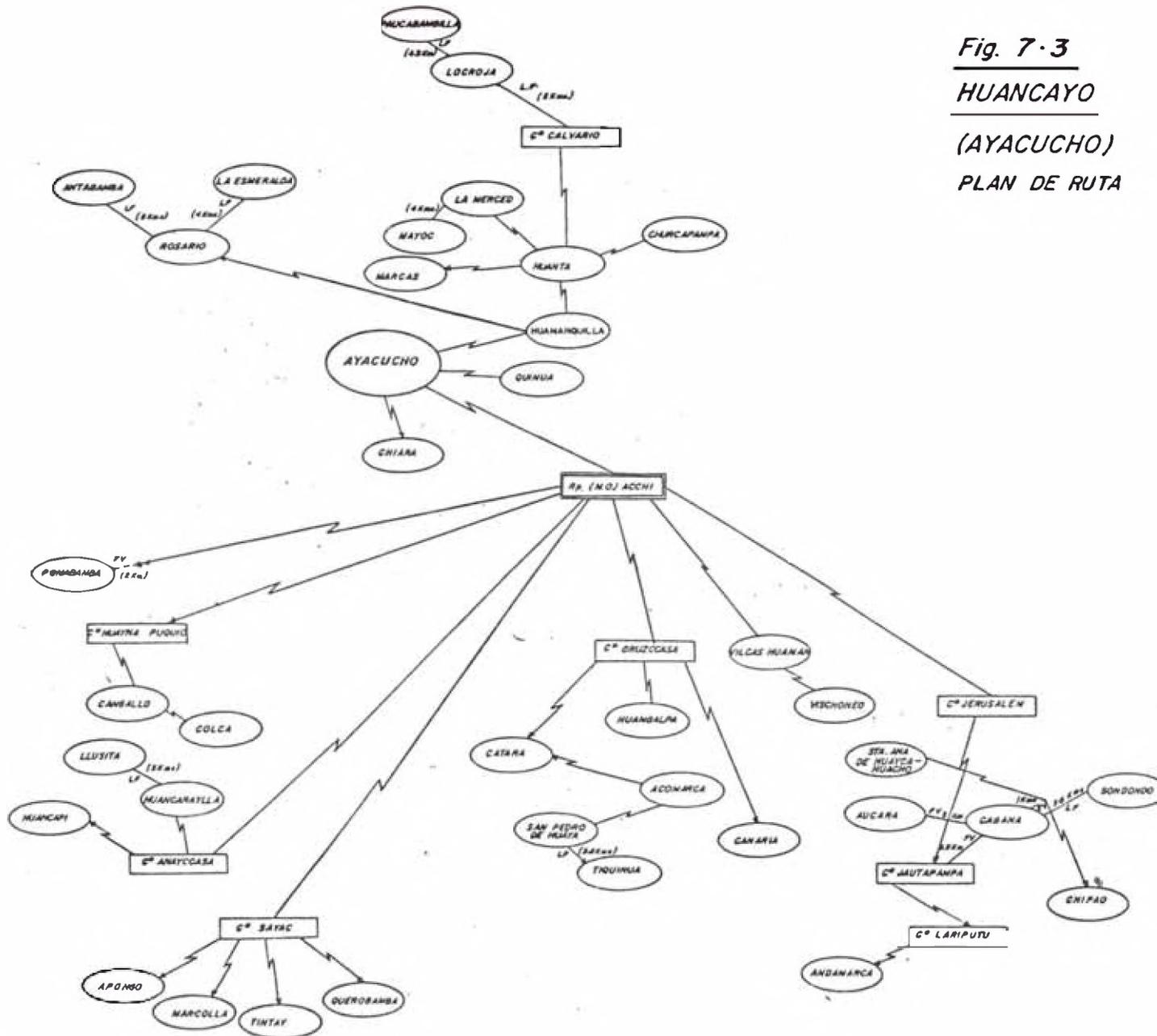
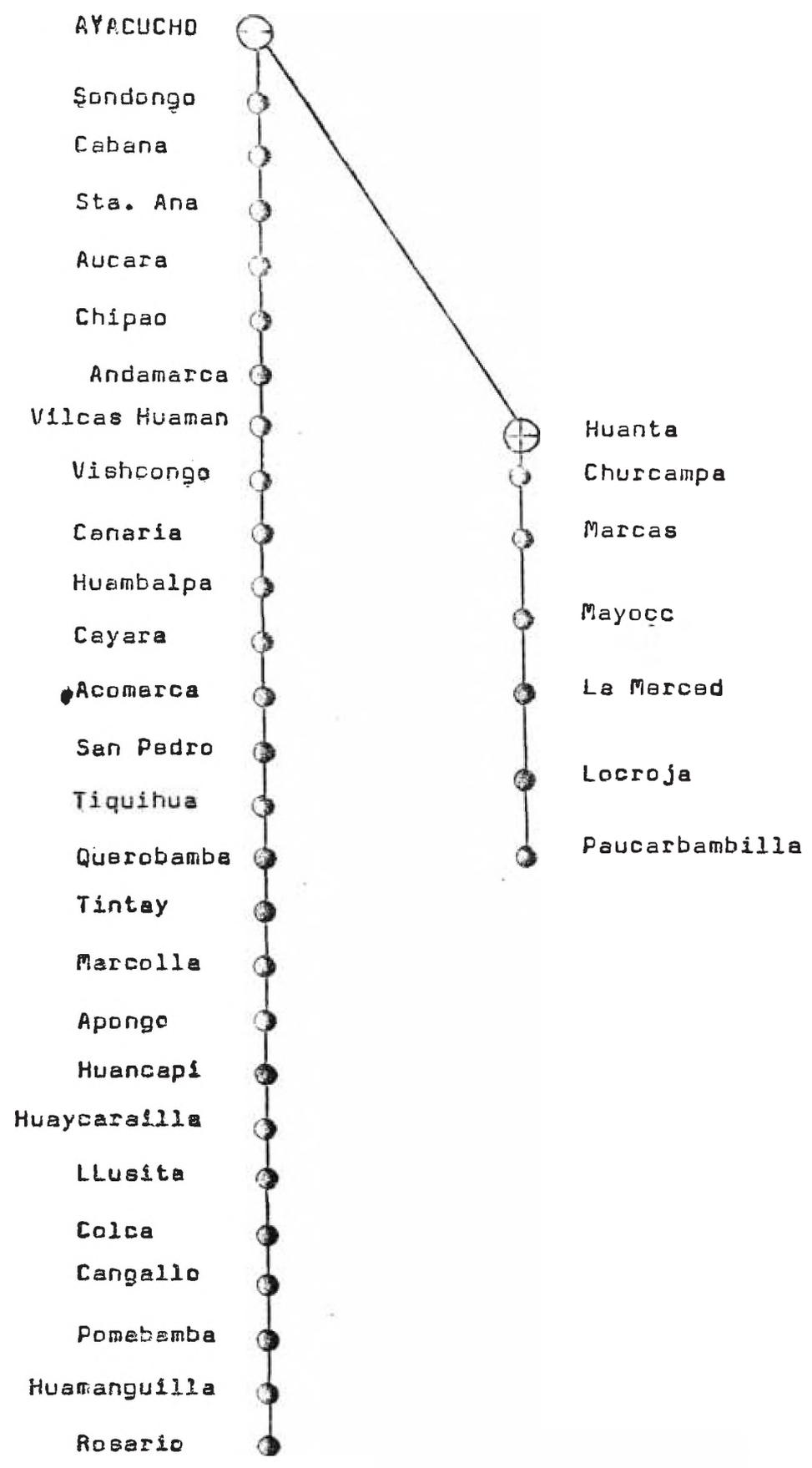


Fig. 7-3
HUANCAYO
(AYACUCHO)
PLAN DE RUTA

FIGURA N° 7.4

PLAN DE ENCAMINAMIENTO - ZONA DE AYACUCHO



Elaboración de los Planes de Ruta

La elaboración de los Planes de Ruta, se ha hecho para cada una de las zonas elegidas de acuerdo a los lineamientos del Capítulo II, es decir considerando los siguientes aspectos:

- Socio Económicos
- Infraestructura
- Geográficos
- Red de Telecomunicaciones Existente

Cuando estuvieron definidas las zonas del Plan Rural de Telecomunicaciones, se definió en primer lugar el punto de interconexión hasta el Centro Primario Respectivo, ya sea a través de la Red de Microondas o directamente del CP, luego se procedió a buscar el método de interconectar a las demás localidades de la zona, y a medida que se definían los enlaces hasta los centros de mayor importancia se buscaba de interconectar a las ciudades más pequeñas. Los Planes de Ruta están confeccionados de manera tal que las localidades periféricas están conectadas a la red secundaria formando un árbol, es decir que en el sentido ascendente cada una de estas localidades está conectado a uno y sólo un punto en la red, por lo que a medida que se avanza hacia el punto de interconexión a la Red Nacional el enlace lleva enlaces a más pueblos y mayor cantidad de circuitos. Los Planes de Ruta cuando han sido elaborados han definido la forma de interconexión de cada localidad a la red secundaria.

7.3 SEÑALIZACION

El sistema de señalización de una red telefónica puede compararse con el sistema nervioso del cuerpo humano, en cuanto se usa para transmitir órdenes e información dondequiera que se establezca una comunicación telefónica. Es absolutamente importante que las órdenes e información se interpreten confiablemente; de allí que es de mucha importancia la elección de un sistema adaptable a la red en la cual se va a utilizar, dependiendo por lo tanto de sus características y necesidades de señalización.

El sistema de señalización a elegir tiene que adaptarse a las necesidades específicas, como son el tipo y cantidad de señales a transmitir, la conveniencia de estandarización de un sistema único de señalización, las necesidades futuras que puedan preverse, el tipo de canal de comunicaciones que se está usando, la velocidad de señales con la que se debe transmitir y otros requisitos adicionales.

En lo referente al Plan Rural, como el mismo involucra telefonía local y de larga distancia y dentro de estos servicios el uso de diferentes sistemas de conmutación y transmisión; se requiere hacer una distinción en la señalización de acuerdo a la parte de la red a la que aplica y el sistema usado.

7.3.1 Señalización de las Líneas de Abonado

Comprende las señales entre el aparato de abonado y la central local para el establecimiento y control de las llamadas telefónicas, las cuales se describen a continuación para los sistemas manuales y automáticos.

7.3.1.1 Señalización de Líneas de Abonado en Centrales Manuales

El sistema de señalización usado es muy simple, ya que el mismo está constituido en el caso de las centrales manuales de batería local por la corriente generada en el magneto de los aparatos de abonado que acciona un relé en el tablero de operadora en la central y la corriente de timbrado transmitida desde la central hasta los aparatos de abonado; en el caso de centrales de batería central la señalización está constituida por un cambio en el nivel de corriente continua que se produce en la línea de abonado cuando este levanta su microteléfono, este cambio se manifiesta en un dispositivo de señalización en el tablero de operadora, y la corriente alterna de timbrado transmitida desde la central a los aparatos de abonado. En ambos sistemas la información numérica es transmitida verbalmente desde los

abonados a la operadora.

7.3.1.2 Señalización de Líneas de Abonado en Centrales Automáticas

En general la señal utilizada es una corriente continua que circula por la línea de abonado, y su nivel varía cuando el abonado levanta su microteléfono; es decir que las señales desde el abonado hasta la central son señales de bucle producidas por cambios de alta a baja - , resistencia y viceversa.

Además se utilizará el envío de señales numéricas del número llamado a la central por interrupciones cortas de la corriente de línea operados por el dial del teléfono y agrupados en forma de tren de pulsos de una forma y velocidad dadas. La velocidad de señalización es de 8 a 22 i.p.s., con un porcentaje de apertura de 50 a 70 % para 20 ips. y 40 a 75 % para 10 ips.

Las señales de la central al abonado son enviadas generalmente en forma de tonos (como invitación a discar, tono de llamada) o mensajes grabados (acceso a un número que ha sido cancelado) ; por inversión de corriente (dirección)

en algunos casos (cuando el abonado llamado responde), también en forma de corriente alterna de baja frecuencia y alto voltaje (para hacer sonar la campanilla del teléfono).

Aunque uno de los polos de la batería principal de la central está a tierra, es muy importante para la calidad de las llamadas, que los dos hilos de la línea del abonado sean simétricos en relación a tierra para la corriente alterna.

7.3.1.3 Señalización entre Centrales

El Plan Rural involucra el uso de centrales manuales y automáticas y las comunicaciones que pueden existir desde centrales manuales con otras centrales manuales o automáticas y entre centrales automáticas estarán normadas de acuerdo a lo siguiente:

1) Comunicaciones Manuales

En ciertos circuitos de enlace, especialmente aquellos que interconectan centrales manuales, es necesario transmitir una corriente de timbrado para señalar los tableros de operadora. Este tipo de señalización es co-

nocida como Ring down. La corriente de señalización alterna que está normalizada para este tipo de comunicación es una señal de 500 Hz, la cual es interrumpida con una frecuencia de 20 Hz para evitar la imitación de esta señal por la voz humana.

2) Comunicaciones Automáticas

El sistema normalizado por las comunicaciones nacionales será el sistema de señalización multifrecuencia de secuencia forzada R2 especificado por el CCITT en lo referente a la señalización entre registros; por lo que se refiere a la señalización de línea, será adoptado el sistema de tono continuo de bajo nivel fuera de banda (3825 Hz) para los enlaces que utilicen circuitos de enlace sobre sistemas de onda portadora bajo el principio de tono presente en comunicaciones de "Libre" y en el caso de enlaces de corriente directa se hará uso de señales de bucle.

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

- La Atención de las localidades rurales tiene que hacerse siguiendo un plan desarrollado específicamente para sus necesidades y ajustado a las limitaciones existentes en las zonas rurales.
- El Plan Rural tiene que ser orientado hacia las localidades actualmente marginadas del proceso de desarrollo nacional de manera que actúe como vía de integración a este proceso.
- En la implementación del proyecto, los equipos a instalarse deben ser adecuados para servir a la zona a la cual han sido destinados.
- La elección de los medios de transmisión y conmutación tiene una gran importancia en el Plan, por lo que la misma debe hacerse - siguiendo criterios técnico-económicos claramente definidos para obtener la máxima eficiencia en la utilización de los recursos disponibles, los que de acuerdo al volumen de las necesidades existentes son considerables. La aplicación de uno u otro sistema debe seleccionarse en base a las condiciones existentes para el servicio de las localidades incluidas en el Plan.
- La operación y el mantenimiento de los equipos del Plan Rural - debe ser lo más sencilla posible, de tal forma que los equipos deben ser muy confiables y no requieran trabajos de mantenimiento complejos, esta condición también es extensiva a los equipos de energía.

- Las instalaciones que se implementen en este plan deben permitir el incremento en el número de canales para el servicio de las localidades en un periodo de 20 años, y se debe tener la suficiente flexibilidad en el plan para atender nuevas necesidades no previstas que pueden ocurrir en su desarrollo.
- Los equipos a instalarse deben poseer las características técnicas adecuadas como para que puedan interconectarse a la Red Nacional de Telecomunicaciones sin requerir interfaces costosas ni tengan necesidad de señalización diferentes.
- La problemática de las telecomunicaciones rurales es muy amplia y compleja, ya que las necesidades existentes son tales que al resolver los problemas de telecomunicaciones debe considerarse el apoyo que se debe brindar a otros servicios esenciales como son salud y educación, además de apoyar el proceso de integración y comunicación de las localidades rurales al resto del país.
- La demanda de telecomunicaciones en áreas rurales es baja y cubre áreas que son muy considerables, lo que encarece la solución a adoptarse, sin embargo su atención es de suma importancia para permitir que las telecomunicaciones actúen como agente de cambio en el aislamiento en que se encuentran estas localidades.

- Las soluciones técnicas a adoptarse son numerosas y cada cual ofrece ciertas ventajas, debiendo estudiarse su aplicación para obtener mayores ventajas en su uso.

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

- El Plan Rural de Telecomunicaciones debe ajustarse a los Planes Técnicos Fundamentales siguiendo lo establecido en el Plan de Transmisión, Señalización, Encaminamiento y Jerarquía en lo que respecta a sus instalaciones.

- El uso de sistemas de líneas físicas abiertas en enlaces de un solo canal debe limitarse a enlaces de menos de 10 Km, cuando exista la posibilidad de implementar radio enlaces monocanales directos.

- La numeración del Plan Rural debe hacerse siguiendo lo establecido en el Plan de Numeración de los Planes Técnico Fundamentales, asignando los códigos de tal forma que se haga una buena utilización de los mismos, evitando modificaciones futuras en el código de los abonados por el ingreso de nuevas centrales y nuevos abonados.

- Las instalaciones que se implementen deben permitir el uso más conveniente de los recursos disponibles, por lo que las mismas deben ser lo más simples, fáciles de mantener, confiables, siendo a la vez adecuados para integrarse a la Red Nacional de Telecomunicaciones.

- El desarrollo de las telecomunicaciones rurales debe estar a cargo de una oficina especialmente creada con este fin, dada la magnitud de su envergadura y la complejidad en su problemática.

- Se deben establecer programas coordinados con los demás sectores (salud, educación, etc) tendientes a hacer un mejor uso de las facilidades de telecomunicaciones que se instalen en el Plan Rural de Telecomunicaciones.

- Se debe asegurar el desarrollo sostenido de las telecomunicaciones en el ámbito rural, de tal forma que pueda ampliarse gradualmente su cobertura a los pequeños pueblos alejados de los polos de desarrollo del país.

- Debe mantenerse estrecha coordinación con los organismos de desarrollo y las comunidades a fin de aprovechar los recursos humanos y financieros que estén disponibles en las áreas de desarrollo del Plan Rural.

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

"Aspectos Económicos y Técnicos en la Elección de Sistemas de Transmisión" CCITT-1968-Libro Verde

"Un Proyecto de Desarrollo Telefónico"

L.M. Ericsson: Sven Lonnstron, Folke Marlind, Ingemar Moo

"Microwave Communication"

Maruzen Co. Ltd. Editor: Shigeru Vonezawa-Segunda Edición

"Engineering Considerations por Microwave Communication Systems"

GTE Lenkurt Incorporated-Robert F. White - Segunda Edición

"National Telephone Networks for the Automatic Service"

CCITT, 111rd Plenary Assembly

"Some Implications of Telecommunication Policies in Developing Countries"

Bisendra Prasad, IEEE Transactions on Communications, July 1976

" Choice of Technology of Rural Telecommunication in Developing Countries"

Henry Chasia, IEEE Transactions on Communications, July 1976

Telecommunications Development - The Third Way

Saḡyan G. Pitroda,

IEEE Transactions on Communications-July 1976

"Planes Técnicos Fundamentales para el desarrollo de la Red Nacional de Conmutación Telefónica"

Entel- Perú - 1976

"Engeneering Economy"

American Telephone and Telegraph Company Segunda Edición

"Elementary Engeneering Economy"

R.C. Henderson

Bell Canada Technical Training Center - 1977

"Engeneering Economy Concepts"

R.C. Henderson

Bell Canada Technical Training Center - 1977

"Manegerial and Engeneering Economy"

George A. Taylor

Bo. D. Van Nostrand - Segunda Edición

"Engeneering Economy: Analysis of Capital Expenditures"

Gerald W. Smith

Bo. The Iowa State University Press

"Electrical Conductors Handbook 1977"

Northern Telecom. Catorceava Edición

"Lenkurt 47A Cable Carrier System Transmission Engineering"

Edición N° 4, Feb. 1968 GTE Standard

"Proyección y Diseño de Enlaces de Radio"

H. Brodhage, W. Hormuth

Siemens, Primera Edición

"Informe del Estudio de la Red de Telecomunicaciones en el Norte del Perú"

Agencia de Cooperación Técnica con el Extranjero-Gobierno del Japón - Marzo 1972

"Transmission Systems for Communications"

Bell System - Segunda Edición

"Seminario de Planificación Sistemas de Telecomunicaciones"

Fetsa e ITT del Perú- Lima Enero 1973

"Microwave Communication Engineering"

Practical Microwave System Design"

Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation"

"Estudios sobre el Plan de Telecomunicaciones Rurales"

IETEL- Dpto. de Planificación 1977

"Estudio de Factibilidad del Plan Rural de Telecomunicaciones-
Primera Etapa"

Entel-Perú - Oficina de Planificación 1977

"Comparative Cost Studies"

Section AG11.300

Issue B, 1966

Bell System Practices

"Procedimientos de Señalización de Código Multifrecuente"

División de Telefonía-Siemens

"Procedimiento de Señalización entre Centrales"

División de Telefonía-Siemens

"Distribución de Atenuación en la Red Telefónica"

Definición, Métodos

División de Telefonía-Siemens

"Plan Nacional de Desarrollo 1975-1978"

Instituto Nacional de Planificación