

**Planificación de una Red Rural**

Estudio de Caso

Sr. H. Leijon, UIT



**UNION INTERNATIONALE DES TELECOMMUNICATIONS  
INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION  
UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES**





## Contenido

1. INTRODUCCION
2. AREA DE ESTUDIO
3. RED EXISTENTE
4. RED A PLANIFICARSE
5. EJERCICIO

### APENDICE 1 - COSTOS RELATIVOS

### APENDICE 2 - CARACTERISTICAS DEL SISTEMA

#### 1. INTRODUCCION

El objetivo de este caso de estudio es ilustrar la aplicación de equipo digital en una área rural. El equipo a usarse es una central digital con etapas de abonados remotos y multiplexores de abonado, cable digital y sistemas de radio, radio monocanal de usuario y un equipo de portadora de abonado de 8 canales.

#### 2. AREA DE ESTUDIO

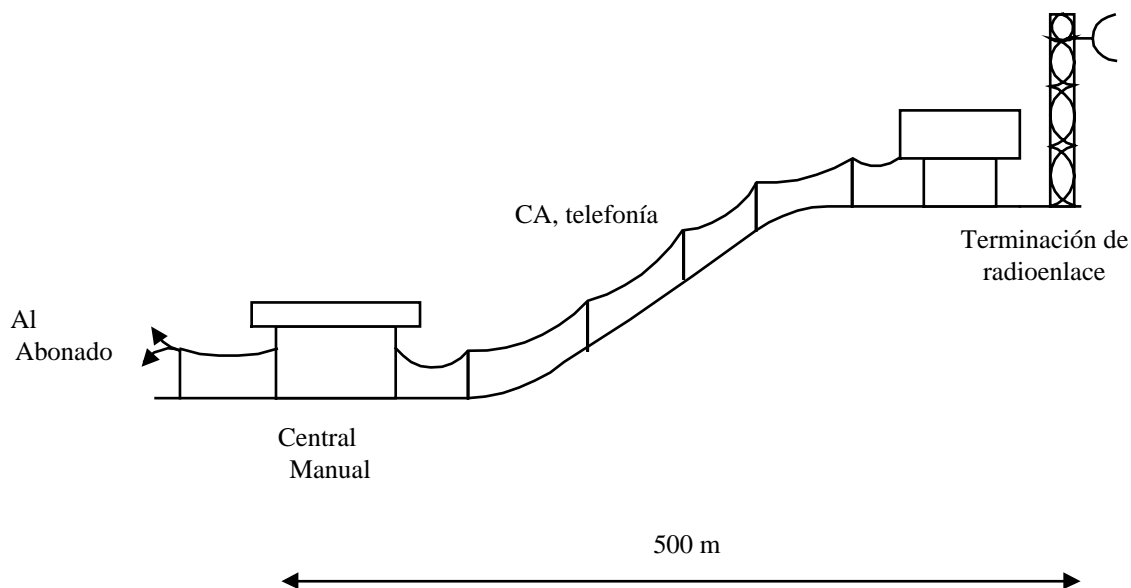
El área es de 3500 km<sup>2</sup> con una población de 175.000 habitantes (ver Figura 3). La ciudad A es el centro de la región con 50.000 habitantes. Otras localidades de importancia dentro de este concepto son las ciudades más pequeñas, pueblos y aldeas, algunas de ellas localizadas en la parte montañosa sur de la región. La mayor parte de la población, sin embargo, vive en el valle el cual atraviesa el área de este a oeste.

#### 3. RED EXISTENTE

El servicio telefónico hoy es principalmente provisto en los pueblos y ciudades más grandes del valle. Una central automática primaria y local se localiza en la región central A (ver Figura 4). Esta central está conectada a la red de larga distancia usando transmisión MDF (Múltiplexación por División de Frecuencia; Frequency Division Multiplexing, FDM) en radioenlace. Otra central local automática se localiza en la ciudad E2. Los abonados de otros pueblos y aldeas están conectados a centrales manuales.

En la mayoría de casos, se usan pares de cables cargados para la transmisión entre centrales. La distancia pupin es 1800 m. Entre E2 y E4, se usan hilos abiertos.

Dos localidades están conectadas usando un radio analógico monocanal. En A, las antenas están montadas en las torres de radioenlace usadas para conexiones LD. En B1 y D1, la conexión al radioenlace se muestra en la Figura 1. Entre la central manual y la terminación de radioenlace, se usa hilo abierto.



**Figura 1 - Conexiones al radioenlace en las localidades B1 y D1**

#### 4. RED A SER PLANIFICADA

La necesidad de servicio telefónico en el área ha aumentado rápidamente, y se espera que el requerimiento futuro sea más del doble en diez años (ver Figura 5). Se ha decidido planificar una red digital integrada para la ampliación de la capacidad de la red. También se ha decidido reemplazar las centrales manuales existentes con nuevo equipo digital. No se ampliarán las centrales automáticas existentes.

Las mediciones de diafonía en los cables existentes muestran que ellos se pueden usar para la transmisión de señales MIC de 2 Mb. Las líneas de postes existentes también se pueden usar para nuevos cables.

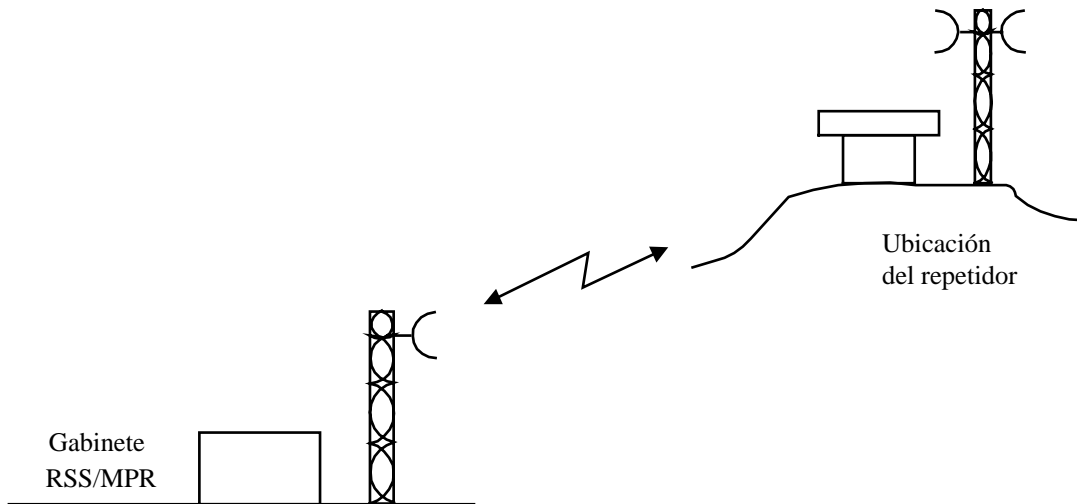
Los mástiles existentes en A, B1 y D1 se pueden usar para nuevos sistemas de radio digitales. También los edificios para equipo de radio y de energía en B1 y D1 se pueden usar para equipo nuevo. Los multiplexores digitales de 2/8 o 8/34 Mb/s no pueden alojarse en el gabinete para RSS 28 o MPR (RSS = Señales de reinicialización/sincronización; Reset synchronization signal. MPR = Mensaje de prueba de conjunto de rutas de señalización; Signalling route-set-test procedure, RSM). Las casetas existentes para centrales manuales no son posibles de utilizarse para equipo nuevo.

Los obstáculos geográficos reducen, en algunos casos, la posibilidad de conexiones de radioenlace directas.

Los repetidores de radioenlace deben usarse en tales casos. También se asume, que los mástiles de radioenlace y las antenas se pueden ubicar cerca de las etapas de abonado remoto y de los multiplexores de abonado (ver Figura 2).

Todas las aldeas así como las localidades B1 y D1 tienen energía de CA para alimentar la conmutación electrónica y el equipo de transmisión. Si el equipo de radio se ubica en otros lugares, la energía tiene que generarse localmente. Es posible alimentar de energía el radioenlace desde RSS y MPR.

El tráfico total por abonado es 0.05 Erl. La congestión en la ruta a RSS no debe ser mayor que 1%. Si un RSS con más de 128 abonados se conecta a una central vía sistema de línea digital de 2 Mb/s, es recomendable duplicar el sistema por razones de seguridad.



**Figura 2 : Gabinete montado RSS o MPR conectado al equipo de radio.**

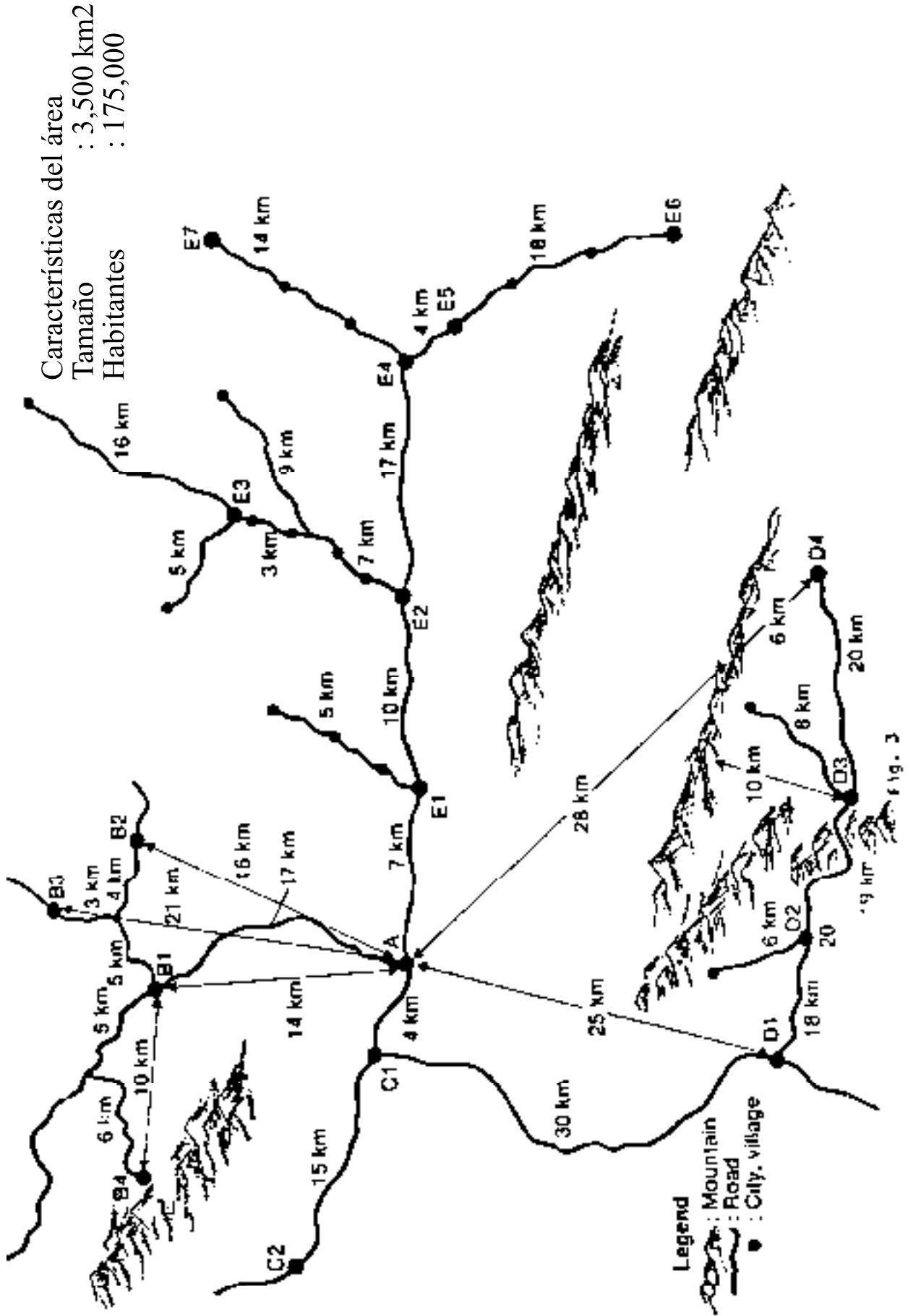
5. **EJERCICIO**

Para toda la Red:

- decida la ubicación(es) de central(es) digital(es);
- Por cada ramal de red extendido desde A:
  - decida el (los) lugar(es) y la capacidad de (los) conmutador(es) de abonado remoto, RSS;
  - decida los lugar(es) y la capacidad de multiplexor(es) de abonado remoto, MPR;
  - decida el tipo y la capacidad de la red de distribución de abonados (física, 1 radio monocanal o el que lleva 8 c.);
  - decida el tipo y la capacidad de transmisión entre la central digital, RSS y MPR

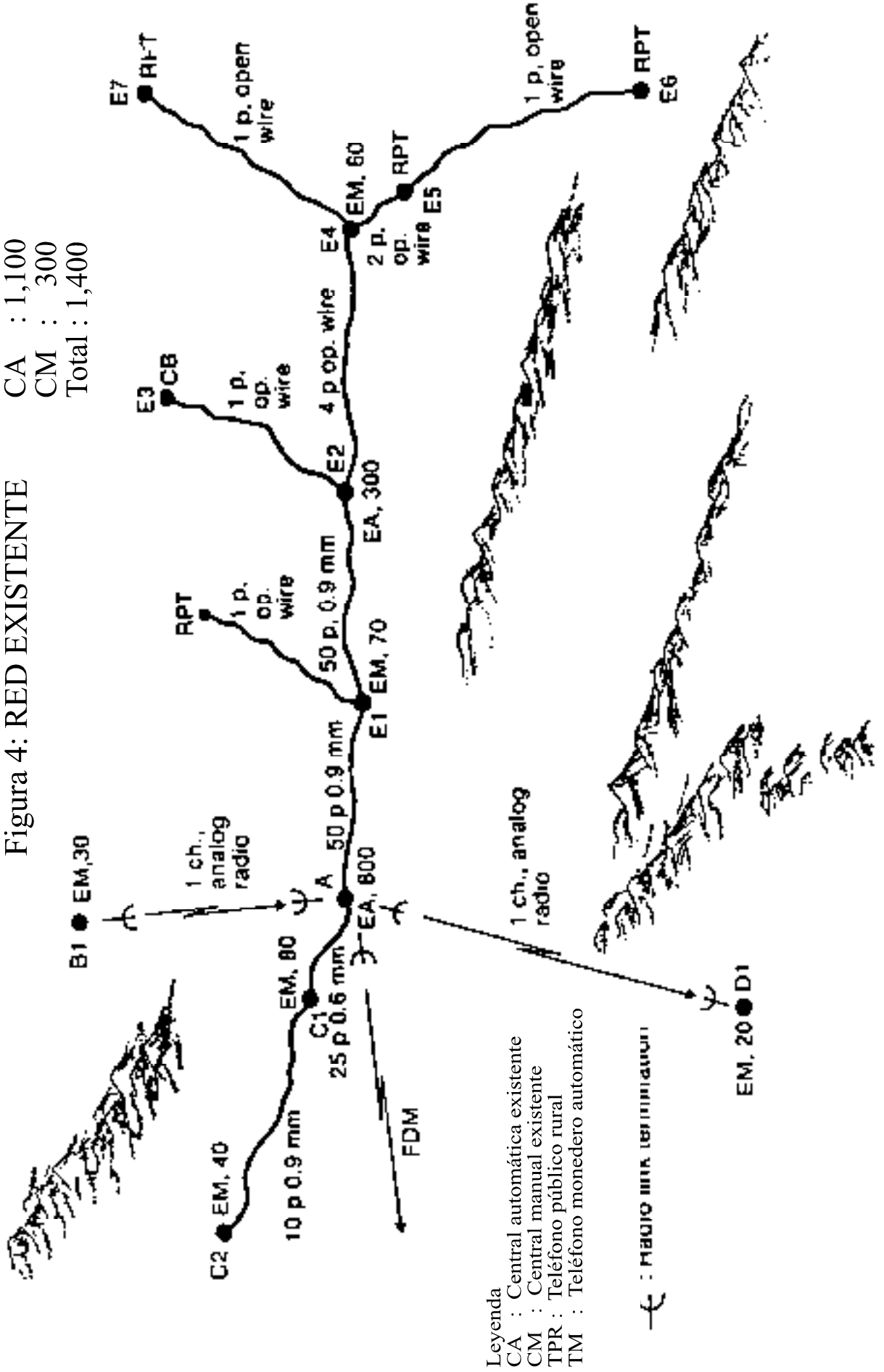
La solución habrá de satisfacer los requerimientos técnicos enunciados en el anexo, y se deberá buscar un bajo costo.

Figura 3 : AREA RURAL



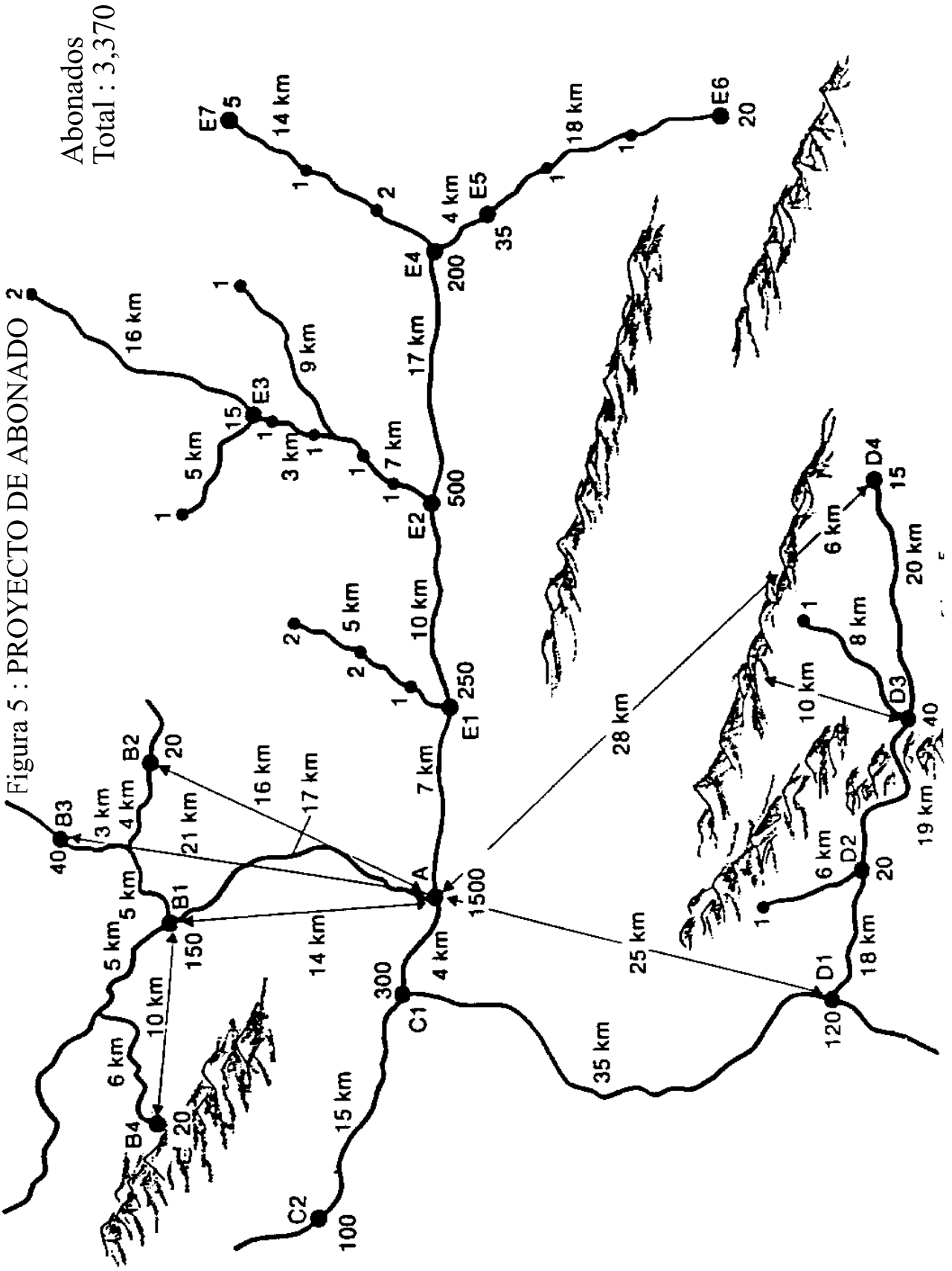
Abonados  
 CA : 1,100  
 CM : 300  
 Total : 1,400

Figura 4: RED EXISTENTE



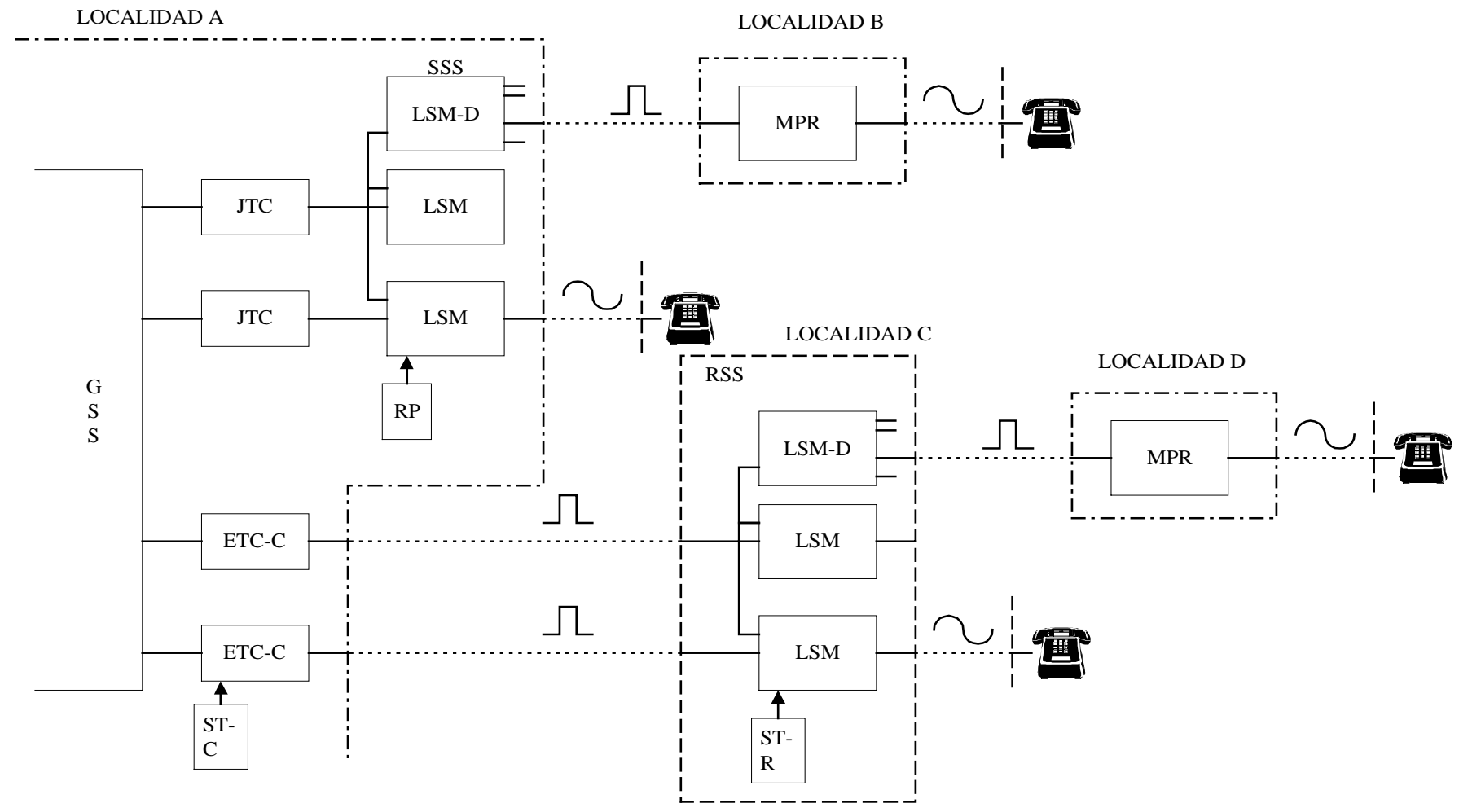
- Leyenda  
 CA : Central automática existente  
 CM : Central manual existente  
 TPR : Teléfono público rural  
 TM : Teléfono monedero automático

—⌘— : RADIO LINK EXISTENTE

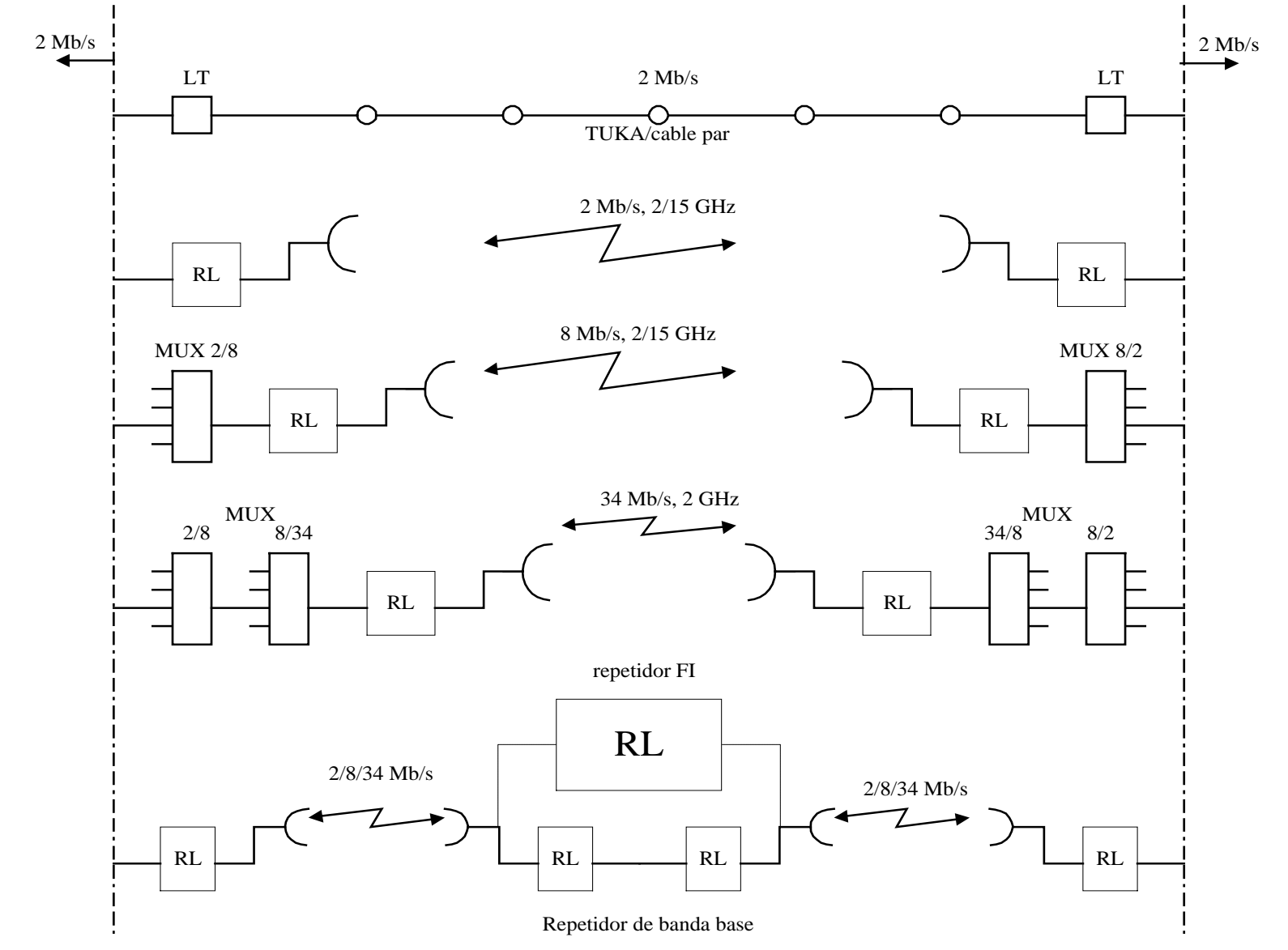




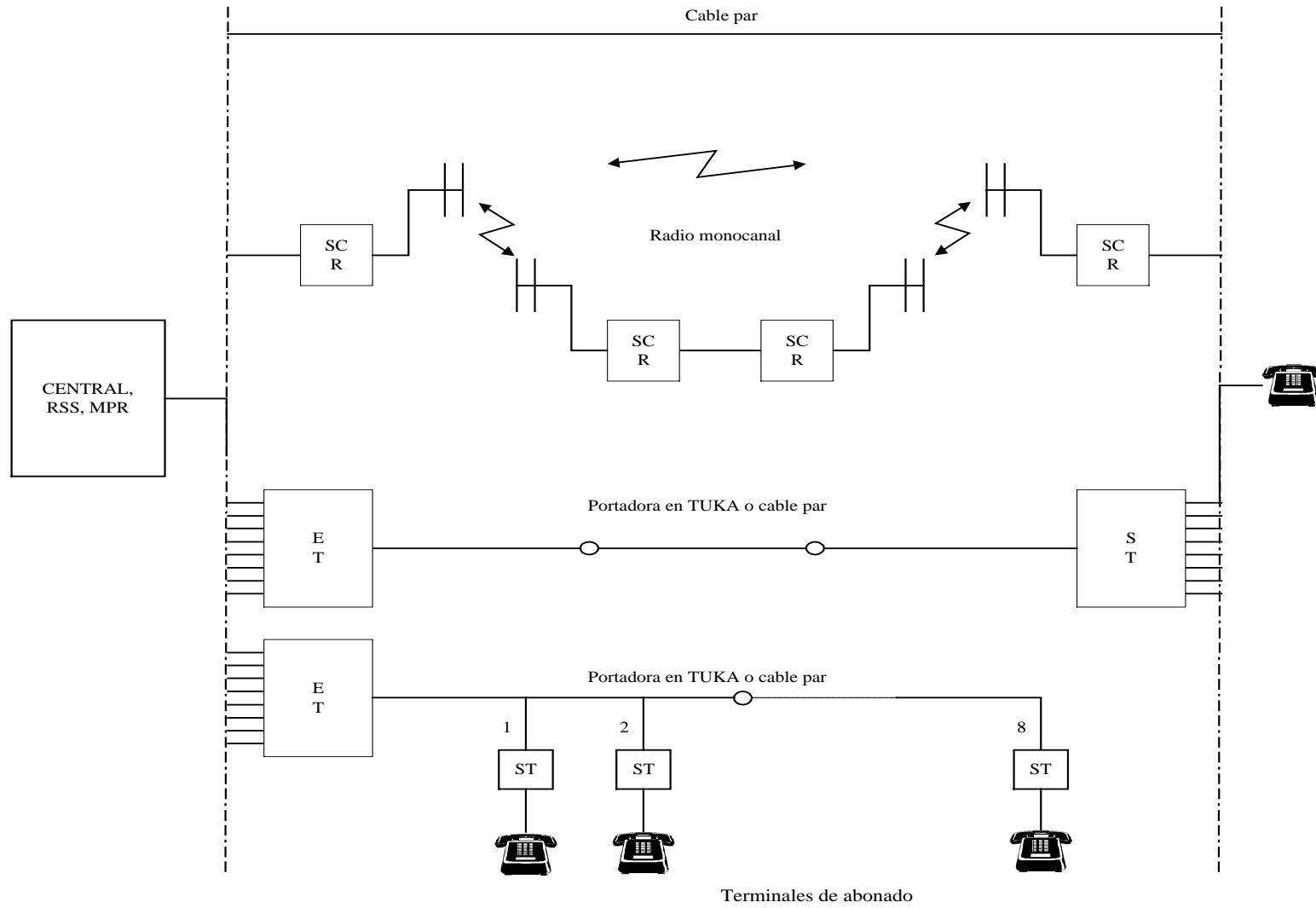
**Figura 6 : CONEXIONES A LA CENTRAL DIGITAL**



**Figura 7 : RADIOENLACES DIGITALES Y SISTEMAS DE LINEA**



### Figura 8 : TRANSMISION, RED DE ABONADO



APENDICE 1

COSTOS RELATIVOS PROPUESTA PARA EL EJERCICIO DE PLANEAMIENTO DE UNA RED RURAL

1 CENTRAL DIGITAL

Costo básico 3000  
excl. alojamiento

Costo incremental para 128 líneas de abonados  
excl. circuitos de línea 70

Costo incremental para 4 accesos de entradas  
de 2Mb/s MPR 100

Costo incremental para 1  
entrada RSS de 2Mb/s RSS 10

2. CONMUTADOR REMOTO DE ABONADO RSS

Costo básico ≤ 128 abonados 100  
incl. alojamiento 129 - 2048 abonados 300

Costo incremental para 128 líneas de abonados  
excl. circuitos de línea 70

Costo incremental para 4  
entradas de 2Mb/s MPR 100

3. MULTIPLEXOR DE ABONADO REMOTO MPR

MPR para 30 abonados  
incl. alojamiento, excl. circuitos de línea 50

4. RADIOENLACE

4.1 MINIENLACE DE 15 Ghz PARA INSTALACION EXTERIOR

Capacidad

	2Mb/s	8Mb/s
Estación terminal	70	90
Estación repetidora	140	180

4.2 ENLACE NERA de 2 SHz PARA INSTALACION INTERIOR

Capacidad

	2Mb/s	8Mb/s	34Mb/s
Terminal100	120	150	
Repetidor	160	200	250
Alimentador y antena	20	200	250

5. CONSTRUCCION DE RADIOENLACE

Mástil Central	80
Mástil periférico	40
Energía primaria	70
Alojamiento	80
Obras civiles (caminos)	150

6. SISTEMA DE LINEA DIGITAL DE 2Mb/s

Caseta de Repetidor con:	1 repetidor(es)	6
“	2 “	8
“	3 “	13
“	4 “	15
“	5 “	17

7. MULTIPLEXOR DIGITAL

Mux. dig. 2/8 Mb/s	25
Mux. dig. 8/34 mb/s	35

8. CABLES

8.1 TUKA EN LINEA DE POSTES EXISTENTE

1 tuka	7 por km
2 tuka	11.5 por km
3 tuka	16 por km

8.2 CABLE PAR (0.5 mm) EN LINEA DE POSTES EXISTENTE

No. de pares	Costo/km
10	12
30	17
50	23
100	38

8.3 CABLE PAR (0.5 mm) ENTERRADO

No. de pares	Costo/km
10	56
30	61
50	66
100	80

9. CONSTRUCCION DE NUEVA LINEA DE POSTES

por km	20
--------	----

10. RADIOENLACE MONOCANAL DE ABONADO

Terminal y antena	10
-------------------	----

11. PORTADORA DE ABONADO ANALOGICA DE 8 CANALES

Terminal de central por 8 abonados	16
Terminal remoto por abonado	2
Repetidor	3

APENDICE 2

CARACTERISTICAS DEL SISTEMA A USARSE EN LOS EJERCICIOS DE PLANIFICACION DE UNA RED RURAL

1. RADIOENLACE

La máxima longitud de salto de un radioenlace depende de muchos factores. Para simplificar, aquí asumiremos que la máxima longitud de salto para el enlace de 2 Ghz es 20 km, y para el radioenlace de abonado de un canal es 50 km.

Se prefiere el terminal de 2 Ghz para instalación interior. Se usa un alimentador para conectar el terminal a tierra, con la antena sobre el mástil.

El terminal de 15 Ghz se acomoda detrás de la antena, formando una unidad mecánica, ubicada en el mástil. Por tanto, no se requiere costo extra para alimentador y antena.

2. SISTEMA DE LINEA DIGITAL DE 2 Mb/s

La máxima distancia de repetidor para:

Cable TUKA	2.2 km
Cable par de 0.5 mm,	1.8 km

Cada sistema de línea requiere dos pares, uno par cada dirección. Debido a la restricción de diafonía, sólo 50% de los pares podría usarse para sistema de una línea. No es posible usar hilo abierto para transmisión digital.

3. PORTADORA DE ABONADO ANALOGICA DE 8 CANALES

Este sistema comprende un terminal de central (Exchange terminal, ET) para 8 abonados y unidades de ramales individuales, ST, para cada abonado. Usando cable TUKA como medio de transmisión, la máxima distancia entre el ET y el abonado más remoto es 8 km. Para distancias más largas, se debe usar un repetidor. La distancia del repetidor es entonces 8 km. Se usa un par para las dos direcciones. El cable TUKA podría, entonces, portar dos sistemas. No es posible transmitir impulsos de tasación sobre el sistema. Tampoco es posible tener portadora de abonado en hilo abierto, por razones de diafonía. Si se usa cable par, pueden utilizarse todos los pares.

4. CARACTERISTICAS DEL CABLE

La máxima atenuación y resistencia en la red local para la conexión de frecuencia de voz desde la central local, RSS o MPR (RSM), a un aparato telefónico, son 8 dB y 1800 ohm respectivamente.

	Atenuación/km	Resistencia/km
cable par de 0.5 mm	1.3 dB	270 ohm
hilo abierto de 1.0 mm	0.5 dB	50 ohm