

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería Eléctrica

**Diseño del Enlace de Transmisión Campus
Prosperina - Campus Peñas de la ESPOL
Mediante Fibra Optica**

**Proyecto de Tópico Especial de Graduación
“ COMUNICACIONES OPTICAS ”**

Previa a la Obtención del Título de :

INGENIERO ELECTRICO

Especialización: ELECTRONICA

Presentado por:

**Cecilia Aguilar R.
Ronald Alvarez U.
Héctor Mejía R.**

Guayaquil

-

Ecuador

1 9 9 4

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Freddy Villao Q.
Director del proyecto, por su colaboración
en la realización del mismo

Al Ing. Washington Medina
Profesor de la materia complementaria, por
su incondicional ayuda y amistad.

DEDICATORIA

A DIOS,
A NUESTROS PADRES,
A NUESTROS HERMANOS, Y
A TODAS LAS PERSONAS QUE
DE UNA U OTRA MANERA NOS HAN
PRESTADO SU AYUDA DESINTERESADA

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este proyecto, nos corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL "

(Reglamento de Exámenes y Titulos profesionales de la ESPOL)

.....
Cecilia Aguilar Ronquillo

.....
Ronald Alvarez Urdiales

.....
Héctor Mejía Ruiz

RESUMEN

Basicamente se desea realizar una integración de voz y datos entre el Campus Prosperina y Campus Peñas de la ESPOL. Se realizará una descripción general del sistema de datos y el sistema de voz del Campus Prosperina, además se darán características de la central marca Ericsson modelo MD 110. Se efectuará una selección de los pasos de central, un análisis de los equipos del sistema de transmisión en cada central, se escogerán equipos compatibles con los sistemas ya instalados, escogerá el tipo de fibra a usarse en el tramo desde la Central Boyacá hasta Las Peñas, se hará un cálculo de la atenuación para conocer cual deberá ser la sensibilidad mínima del receptor y poder escoger equipos que cumplan estas especificaciones. Finalmente se realizará un cálculo de presupuesto a breves rasgos y daremos una opción como cronograma de trabajo, el cual nos proporcionará un estimado del tiempo que se empleará para la ejecución de la obra.

INDICE GENERAL

INDICE DE ABREVIATURAS

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS

INTRODUCCION

I.	DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL DE LA ESPOL	3
1.1.	Campus Prosperina	3
1.1.1.	Central telefónica marca Ericsson modelo MD110	3
1.1.2.	Sistemas de datos de la ESPOL	7
1.1.2.1.	Asincrónico	7
1.1.2.2.	Sincrónico	9
1.2.	Conexión ESPOL - Mapasingue	16
1.2.1.	Descripción de la conexión	16
1.2.2.	Equipo multiplexor de 2/8 Mbps	16
1.2.2.1.	Multiplexación	18
1.2.2.2.	Demultiplexación	20
1.2.3.	Equipo multiplexor de 8/34 Mbps	21
1.2.3.1.	Multiplexación	21
1.2.3.2.	Demultiplexación	22
1.2.4.	Equipo terminal de línea de 8 Mbps	24
1.2.4.1.	Datos técnicos	28
1.2.5.	Equipo terminal de línea a 34 Mbps	29

1.2.5.1.	Transmisión	33
1.2.5.2.	Recepción	34
1.3.	Limitaciones y necesidades del sistema de comunicación actual	36
II. DISEÑO Y DESCRIPCION DE LA RUTA DE TRANSMISION		38
2.1.	Procedimiento a seguir	38
2.2.	Central Los Ceibos	41
2.2.1.	Equipo multiplexor	41
2.2.1.1.	Multiplexor de 2/8 Mbps	41
2.2.1.2.	Multiplexor de 8/34 Mbps	41
2.2.2.	Equipo terminal de línea a 34 Mbps	41
2.3.	Central Bellavista	41
2.3.1.	Equipo multiplexor	41
2.3.1.1.	Equipo multiplexor de 2/8 Mbps	41
2.3.1.2.	Equipo multiplexor de 8/34 Mbps	42
2.3.1.3.	Equipo multiplexor de 34/140 Mbps	42
2.3.1.3.1.	Multiplexación	43
2.3.1.3.2.	Demultiplexación	44
2.3.2.	Equipo terminal de línea	46
2.3.2.1.	Equipo terminal de línea de 34 Mbps	46
2.3.2.2.	Equipo terminal de línea de 140 Mbps	46
2.4.	Central Boyacá	49
2.4.1.	Equipo multiplexor	49
2.4.1.1.	Equipo multiplexor de 2/8 Mbps	49
2.4.1.2.	Equipo multiplexor de 8/34 Mbps	49
2.4.1.3.	Equipo multiplexor de 34/140 Mbps	49
2.4.2.	Equipo terminal de línea	49
2.4.2.1.	Equipo terminal de línea de 34 Mbps	49

	2.4.2.2. Equipo terminal de línea de 140	50
Mbps		
III. IMPLEMENTACION DEL TRAMO CENTRAL BOYACA -		
	CAMPUS PEÑAS	51
	3.1. Secuencia de implementación	51
	3.2. Descripción de los equipos compatibles	52
	3.2.1. Características técnicas	54
	3.3. Fibra óptica a usarse	56
	3.3.1. Características del cable de fibra óptica	56
	3.3.2. Construcción del cable de fibra óptica	57
	3.3.3. Características mecánicas y ambientales del	60
cable		
	3.3.4. Características de la fibra	60
	3.4. Cálculo de niveles de potencia requeridos en la	61
recepción		
	3.5. Vías de canalización telefónica	62
	3.6. Presupuesto	66
	3.7. Cronograma de ejecución	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
BIBLIOGRAFIA		

INTRODUCCION

En la ESPOL Prosperina existe un sistema para transmisión de datos, el cual está enlazado con el medio externo a través de la Central telefónica Ericsson MD110 ubicada en el edificio del Rectorado, básicamente se desea establecer un enlace entre campus Prosperina y el campus Peñas, para lo cual en el campus Peñas se pondrá un LIM (Módulo de interface de línea) para que los teléfonos ubicados en las peñas tengan las mismas facilidades que los ubicados en el Campus, pues serán manejados por la misma central.

Para realizar el objetivo planteado nos valdremos de los enlaces intercentrales ya hechos por EMETEL, obviamente con el uso de tributarios disponibles en cada central interconectada, pasando por las centrales Mapasingue, Ceibos, Bellavista y finalmente la

central Boyacá, y por supuesto tomando ventaja de que la conexión Campus Prosperina - Central Mapasingue ya está realizada por fibra óptica, así como los demás enlaces intercentrales.

Desde la central Boyacá plantearemos un pequeño sistema de fibra óptica para llegar al Campus Peñas, con equipos terminales de línea y multiplexores. Podremos realizar una integración de voz mediante un completo enlace de fibra óptica, a la vez que podremos obtener comunicación de datos en forma asincrónica hacia los computadores principales de la ESPOL mediante modems bajo el sistema de *dial*.

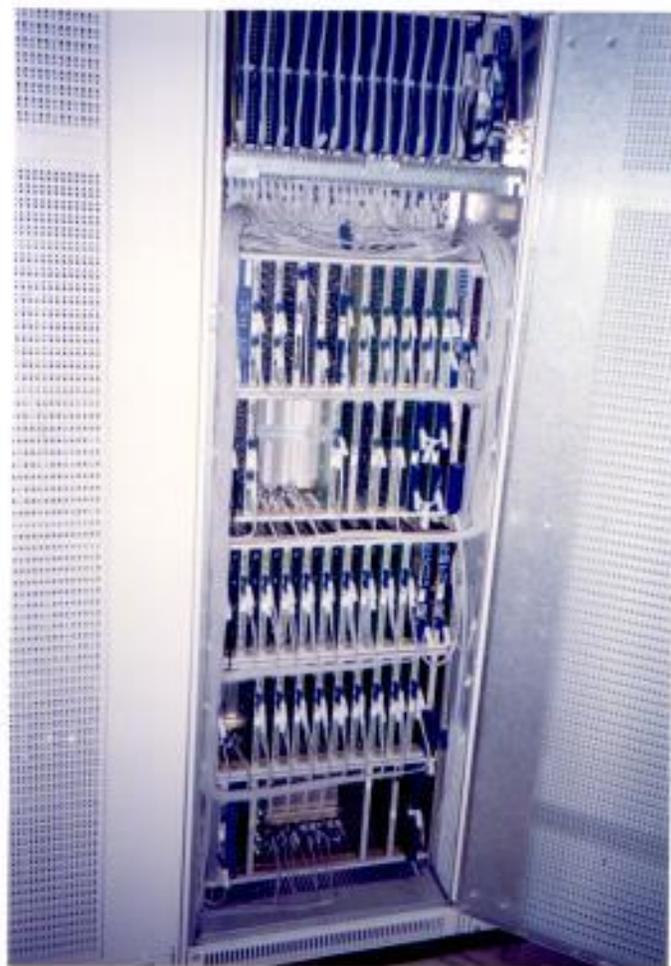
I. DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL DE LA ESPOL

1.1. Campus Prosperina

1.1.1 Central telefónica Ericsson MD110

MD110 es el nombre comercial del ASB 501 04, de la ERICSSON.(tecnología Sueca). El ASB 501 04 es una central privada con técnica digital para las operaciones de conmutación y transición, mediante un control por programa almacenado. Esta central se caracteriza por su modularidad y una flexibilidad que permite llenar una amplia gama de requisitos.

La tecnología de esta central se basa en el sistema AXE, con la diferencia de que el MD110 no tiene el sistema de procesador central, sino el distribuido.



CENTRAL TELEFONICA (MARCA ERICSSON, MODELO MD 110)

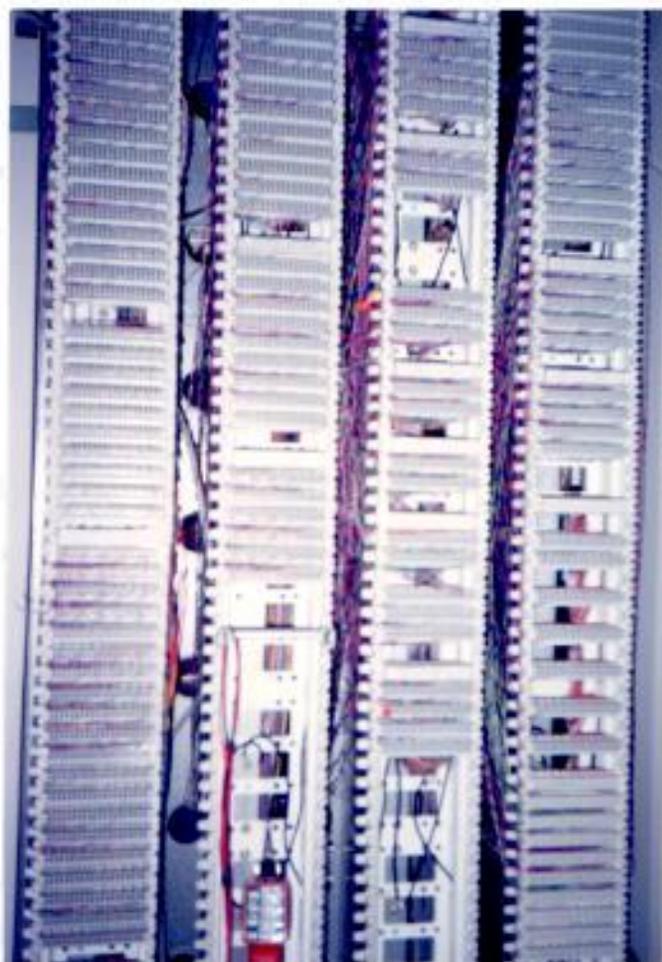
La estructura del ASB 501 04 incluye dos tipos de unidades superiores: los LIMS (Modulo de interface lineal) y los GSM, (módulos de selector del grupo).

Cada LIM constituye una unidad controlada por su propio procesador que puede ser equipado con una combinación facultativa de circuitos de linea y otros órganos de telefonía. Cada LIM tiene su propio sistema de control y su propio selector y puede trabajar bien como una central autónoma o bien como parte de un sistema superior.

En condiciones normales de tráfico cada LIM tiene una capacidad de aproximadamente 40 troncales y 250 extensiones, dependiendo del tamaño del LIM.

Para formar centrales más grandes, se interconectan los LIMs y la interconexión entre los LIMs se la realiza a través de un sistema PCM de 32 canales.

Para sistemas más grandes es necesario la interconexión de los LIMs a través de un selector de grupo. El selector de grupo es un selector digital de ampliación modular que transmite, habla, codifica mediante PCM. El GS no tiene ningún equipo de control, sino que sus actividades las controlan los LIMs conectados.



EQUIPO DISTRIBUIDOR DE CENTRAL TELEFONICA MD 110

Teléfonos de teclado (DTMF dual tone multi frequency), según las recomendaciones de la CCITT y teléfonos de disco dactilar pueden conectarse a la central según una combinación cualquiera y usarse en forma paralela.

1.1.2. Sistema de datos ESPOL

1.1.2.1 Asincrónico

El sistema de datos posee 2 CPU como se detalla a continuación. Posee un CPU 4341 de 7 canales y 16 MB de memoria RAM.

Posee un CPU 4381 de 16 canales con 32 MB de memoria RAM, el cual tiene 2 procesadores y trabajan en multitareas.

Estos dos tipos de sistemas trabajan en forma sincrónica.

De un canal del 4381 está conectado el convertidor de protocolo 7171 el cual tiene 16 puertos RS-232, es decir se pueden conectar 16 dispositivos asincrónicos. En los 16 puertos se conectan 16 TAUs, los cuales la información del RS-232 la pasan al cable de línea telefónica en forma digital, estas son conectadas a las líneas del PBX.

Los usuarios de la red asincrónica, tan solo necesitan un TAU-S para conectarse con la red, en el PBX se definen grupos para cada línea del TAU-S y al realizar la llamada la central se encarga automáticamente de llamar a cada miembro del grupo siempre y cuando la anterior se encuentre ocupada, con esta facilidad los usuarios no tendrán que aprenderse todos los números de la central para el acceso.



PROCESADOR CENTRAL (MARCA IBM, MODELO 4381)

1.1.2.2 Sincrónica

El sistema de datos sincrónica es una red que da servicio a usuarios de terminales sincrónicos IBM 3278 ubicados dispersamente en todo el Campus Politécnico, para conectarse con el sistema computacional de CESERCOMP, ubicado en el edificio número 6 del área de Ingeniería.

Esta red no utiliza el sistema de conmutación del PBX pero si la red de tendido de pares telefónicos en general.

CARACTERISTICAS GENERALES.-

Esta sistema de red de datos que normalmente usa cables coaxiales RG59 está acoplada a los cables de par trenzado por medio de paneles de conexión par-trenzado a cable coaxial denominados "PATCH-PANELs" y de BALUNS que sirven de acopladores de impedancia para estos dos medios de transmisión diferentes. Por ende y dependiendo de la capacidad de alcance de los BALUNS , esta red es parte de la gran red telefónica instalada en todo el Campus Politécnico, y capaz de dar servicio

a cualquier usuario de terminal 3278 ubicado dentro de la ESPOL.

El diseño de la red y la ubicación de los equipos controladores remotos de terminales IBM 3174, así como también de las controladoras locales IBM 3274, dan la posibilidad de cobertura total de todas las áreas, pues se ha probado para puntos de salida telefónica de máxima distancia respecto del controlador remoto, dando resultados óptimos.

Los equipos de comunicación sincrónica están distribuidos de la siguiente forma:

En el edificio número 1-sótano:

Un controlador remoto IBM 3174 modelo 11R

Un modem sincrónico IBM 7861 modelo 015

Un PATCH-PANEL (número 2) de 32 puertos.

En el edificio número 6-CESERCOMP:

Una controladora de comunicaciones IBM 3720

Tres controladoras locales IBM 3274

Dos modems sincrónicos IBM 7861 modelo 015

Un PATCH-PANEL (número 1) de 96 puertos

Un sistema 4341



UNIDAD DE DISCO (MARCA IBM, MODELO 3380)



CAJA DE DISTRIBUCION INTERMEDIA # 6



TERMINAL (MARCA IBM, MODELO 278)



MODEM (MARCA IBM, MODELO 7861-015)

Un sistema 4381

Unidades de Cinta 3411 (tres) y 3410

Impresora 3203

Unidades de Disco 3380 (dos)

Controladores de Disco 3880 (dos)

Unidades de disco 3375 (dos)

En el edificio número 36-TECNOLOGIAS

Un controlador de terminal remoto 3174 modelo 11R

Un modem sincrónico IBM 7861 modelo 015

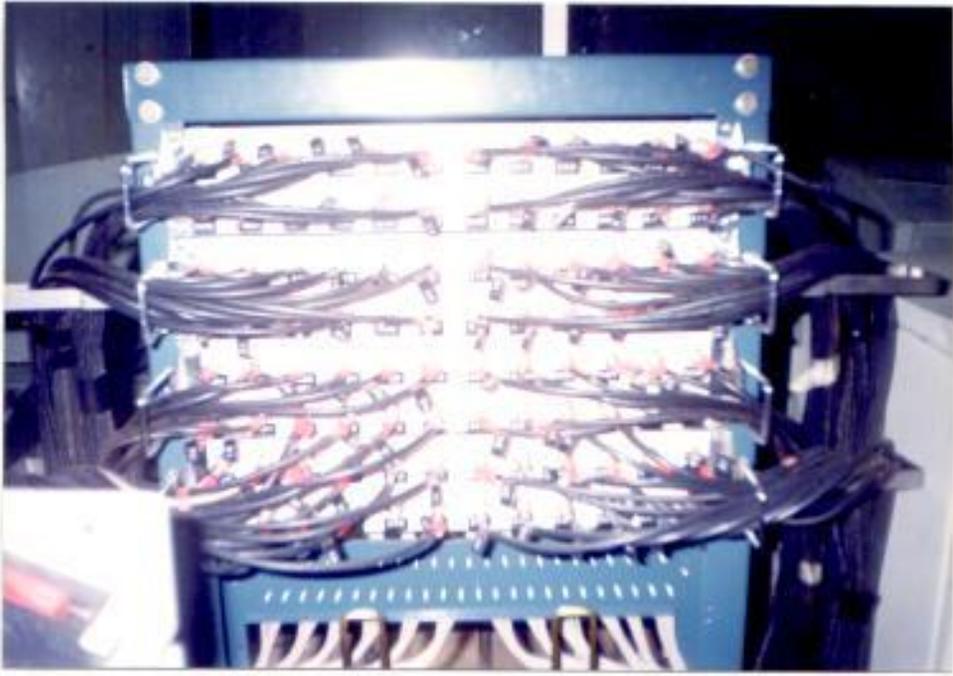
Un PATCH-PANEL (número 3) de 32 puertos.

En el área de ingeniería cobre:

1.- La controladora remota del edificio número 1 y su PACH - PANEL dan servicio a toda el área de ingenierías excepto los edificios #1,#2,#6.

2.- Las controladoras locales y el PATCH-PANEL del edificio número 6 dan servicio a este edificio (CESERCOMP) y a los edificios #1(RECTORADO), y el edificio #2 (BIBLIOTECA GENERAL).

En el área de Tecnología cobre:



PANEL DE CONEXIONES (PATCH - PANEL)



CONTROLADOR LOCAL (MARCA IBM, MODELO 3274)



MODEM (MARCA RACAL - MILGO, MODELO 3222)



UNIDAD ADAPTADORA TERMINAL (MARCA ERICSSON)

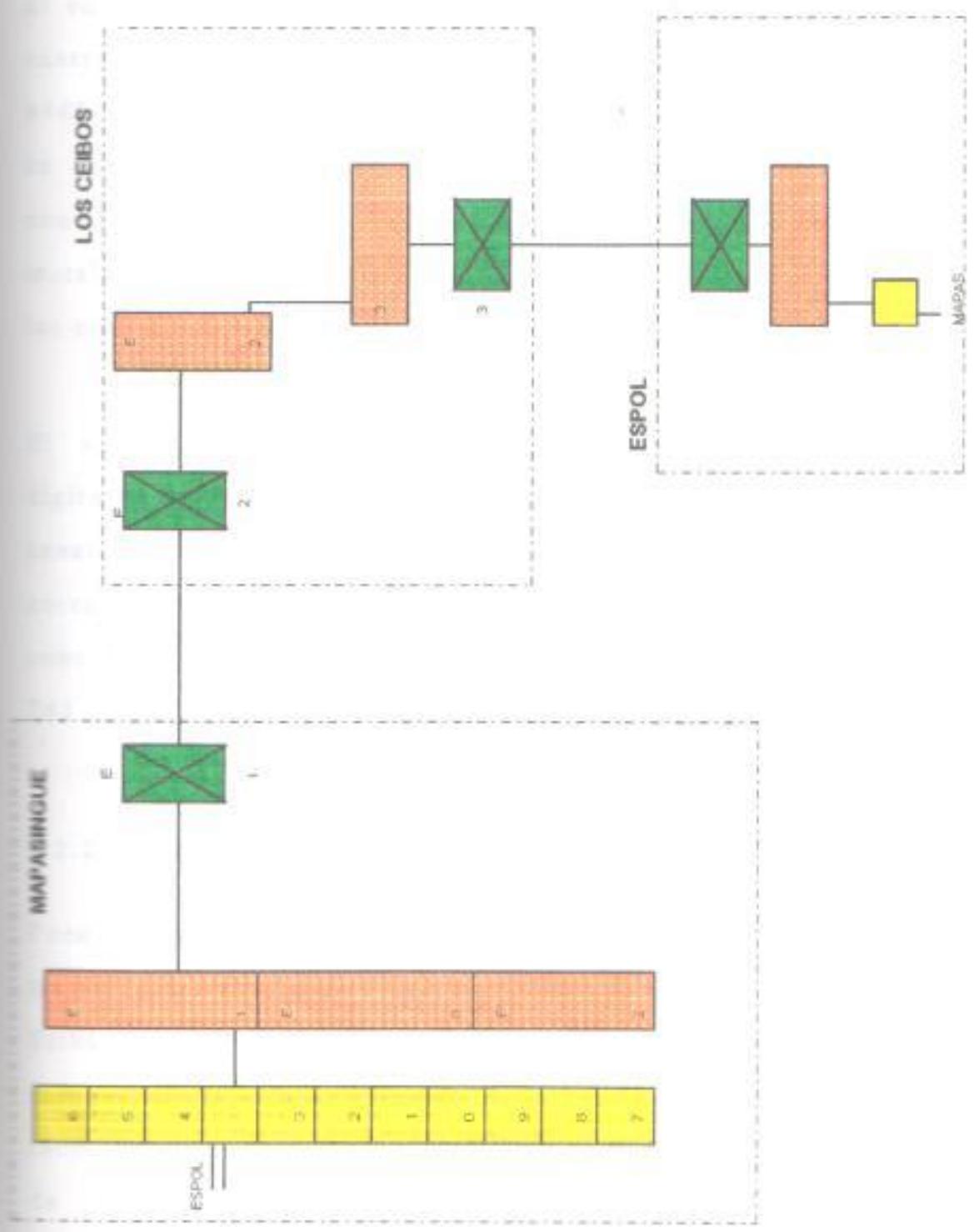
3.- La controladora remota del edificio número 36 y su respectivo PATCH-PANEL dan servicio a toda el área de Tecnología.

1.2. Conexión ESPOL - Mapasingue.

1.2.1. Descripción de la conexión

De la central de la ESPOL salen tributarios que se van a conectar a tributarios en la central Mapasingue. Un equipo de multiplexión de 2/8 Mbps se conecta hacia un equipo multiplexor de 8/34 Mbps en la entrada A, este equipo se conecta a un terminal de línea de 34 Mbps, desde el cual nos conectamos vía fibra óptica al equipo terminal de línea LT3 de Los Ceibos que opera a 34 Mbps, se realiza la demultiplexión hacia un MUX A de 8/34 Mbps, luego continúa el enlace hacia un MUX 2A de 8/34 y este se conecta al LT2 de la Central Los Ceibos. Mediante fibra óptica nos conectamos al equipo terminal de línea LT1 de la Central Mapasingue que opera a 34 Mbs, luego se demultiplexa en el MUX 1A de 8/34 y finalmente se conecta a un MUX A de 2/8 del cual sale el tributario de la ESPOL.

1.2.2. Equipo multiplexor de 2/8 Mbps.

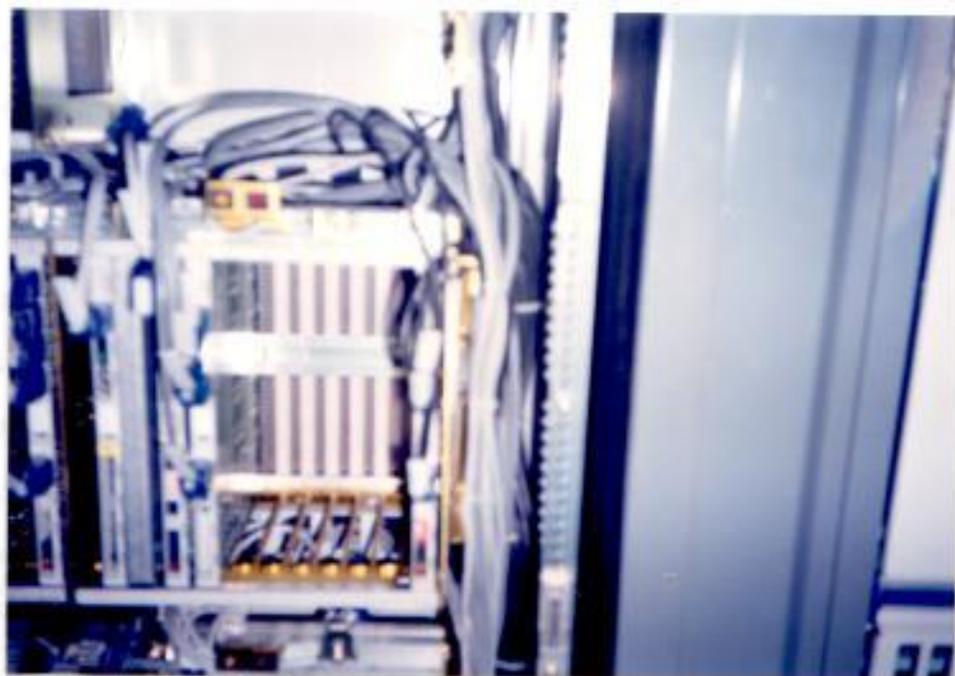


El equipo múltiplex digital ZFH 42301 convierte un máximo de cuatro flujos de bits asíncronos de 2048 Kbps a un flujo de 8448 Kbps, y viceversa. Este equipo está diseñado de forma que se consigue una flexibilidad máxima. Se emplea el tipo de construcción mecánica BYB de Ericsson, que resulta en instalación sencilla con interfaces bien accesibles ya que todas las conexiones externas se hacen por el frente del equipo.

El equipo múltiplex ZFH 42301 convierte cuatro señales digitales de 2048 Kbps, cada una de las cuales representa 30 canales de habla, en una señal digital de 8448 Kbps correspondiente a 120 canales de habla, y viceversa. La conversión se hace siguiendo las recomendaciones G. 703 y G. 742 del CCITT.

1.2.2.1. Multiplexación

Pueden conectarse hasta cuatro flujos entrantes de 2048 Kbps a través del interfaz D1 a la unidad respectiva "2/8 Mbps Tributary unit". Las señales entrantes se regeneran, recuperándose al mismo tiempo el ritmo de temporización, y se recodifican a continuación de HDB3 a código binario. Después de recodificarse, las señales se almacenan en una memoria tampón. Si la cantidad de información en la memoria alcanza un cierto límite inferior, la lectura de salida se retarda en el



EQUIPO MULTIPLEXOR (MARCA ERICSSON, 2/8 Mbps)

tiempo de un bit. Una posición de bit de la señal saliente de 8 Mb contendrá entonces información redundante.

La lectura de salida de la memoria tampón respectiva está controlada desde la unidad "8 Mb control unit, T". En esta unidad las señales procedentes de las cuatro memorias tampón se combinan en múltiplex junto con la palabra de enganche de trama y los bits de servicio para adaptación del ritmo de temporización. A continuación la señal de 8 Mb así formada se codifica en HDB3 y se saca por el interfaz D2. El ritmo de temporización de salida está controlado por un oscilador de cristal que puede también controlarse por una señal externa con frecuencia 8448 KHz.

1.2.2.2. Demultiplexación

La señal entrante 8448 Kbps se conecta a través del interfaz D2 a la unidad "8 Mb Control unit, R" de recepción, en la que tiene lugar la regeneración, recuperación del ritmo de temporización, decodificación de HDB3 y enganche de trama. Se detectan además eventuales errores, después de lo cual la señal se convierte a los cuatro flujos tributarios.

Cada tributario se carga en una memoria tampón de la unidad "2/8 Tributary unit" respectiva, extrayéndose al mismo tiempo los bits de enganche de trama y de justificación del ritmo de

temporización. La lectura de salida de las memorias está controlada por un oscilador de cristal. Cada flujo tributario se codifica por fin a HDB3 y se saca por el interfaz D1.

1.2.3 Equipo multiplexor de 8/34 Mbps

El equipo multiplex digital ZFH 42302 convierte un máximo de cuatro flujos de bits asíncronos de 8448 Kbps a un flujo de 34368 Kbps, y viceversa. Este equipo está diseñado de forma que se consigue un flexibilidad máxima. Se emplea el tipo de construcción mecánica BYB de Ericsson, que resulta en instalación bien sencilla con interfaces bien accesibles ya que todas las conexiones externas se hacen por el frente del equipo.

El equipo multiplex ZFH 42302 convierte cuatro señales digitales de 8448 Kbps, cada una de las cuales representa 120 canales de habla, en una señal digital de 34368 Kbps correspondiente a 480 canales de habla, y viceversa. La conversión se hace siguiendo las recomendaciones G. 703 y G. 751 del CCITT.

1.2.3.1 Multiplexación

Pueden conectarse hasta cuatro flujos entrantes de 8448 Kbps a través del interfaz D2 a la unidad respectiva "8/34 Mb Tributary unit". Las señales entrantes se regeneran, recuperándose al mismo tiempo el ritmo de temporización, y se recodifican a continuación de HDB3 a código binario. Después de recodificarse, las señales se almacenan en una memoria tampón. Si la información almacenada en la memoria alcanza un cierto límite inferior, la lectura de salida se retardará en el tiempo de un bit, que significa que una posición de bit de la señal saliente de 34 Mb contendrá entonces información redundante.

La lectura de salida de la memoria tampón respectiva está controlada desde la unidad "34 Mb control unit, T". En esta unidad las señales procedentes de las cuatro memorias tampón se combinan en multiplex junto con la palabra de enganche de trama y los bits de servicio para adaptación del ritmo de temporización. A continuación la señal de 34 Mb así formada se codifica en HDB3, en la unidad "34 Mb Line Interface unit", y se saca por el interfaz D3. El ritmo de temporización de salida está controlado por un oscilador de cristal.

1.2.3.2. Demultiplexación



EQUIPO MULTIPLEXOR (MARCA ERICSSON, 8/34 Mbps)

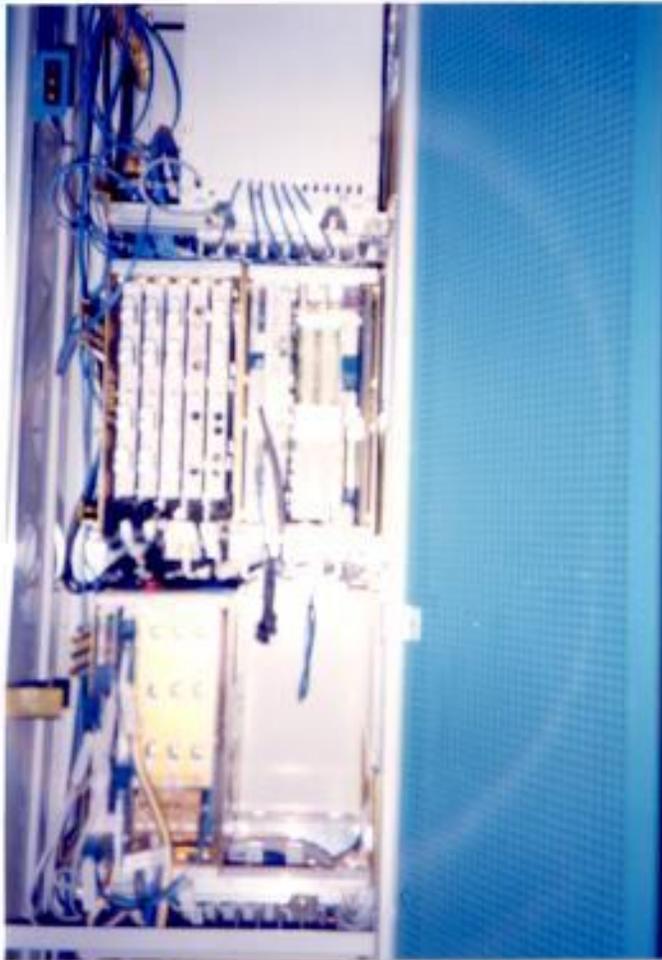
La señal entrante 34368 Kbps se conecta a través del interfaz D3 a la unidad "34 Mb Line Interface unit", en la que tiene lugar la regeneración, recuperación del ritmo de temporización, decodificación de HDB3. En la unidad "34 Mb Control unit", se detecta alineamiento de trama y además eventuales errores, después de lo cual la señal se convierte a los cuatro flujos tributarios.

Cada tributario se carga en una memoria tampón de la unidad "8/34 Tributary unit" respectiva, extrayéndose al mismo tiempo los bits de enganche de trama y de justificación del ritmo de temporización. La lectura de salida de las memorias está controlada por un oscilador de cristal. Cada flujo tributario se codifica por fin a HDB3 y se saca por el interfaz D2.

1.2.4. Equipo terminal de línea a 8 Mbps

Este equipo terminal de línea a 8 Mbps se lo utiliza en el sistema de comunicación entre ingeniería y tecnología. La marca del equipo es un Ericsson ZAM 8 el cual será descrito a continuación.

El sistema de línea de fibra óptica ZAM 8 está diseñado para transmitir una señal de línea de 8448 Kbps entre dos interfaces (D2) estandarizadas por la CCITT sobre una fibra óptica monomodo.



EQUIPO TERMINAL OPTICO (MARCA ERICSSON, MODELO ZAM 8)
PARA TRANSMISION A 8 Mbps

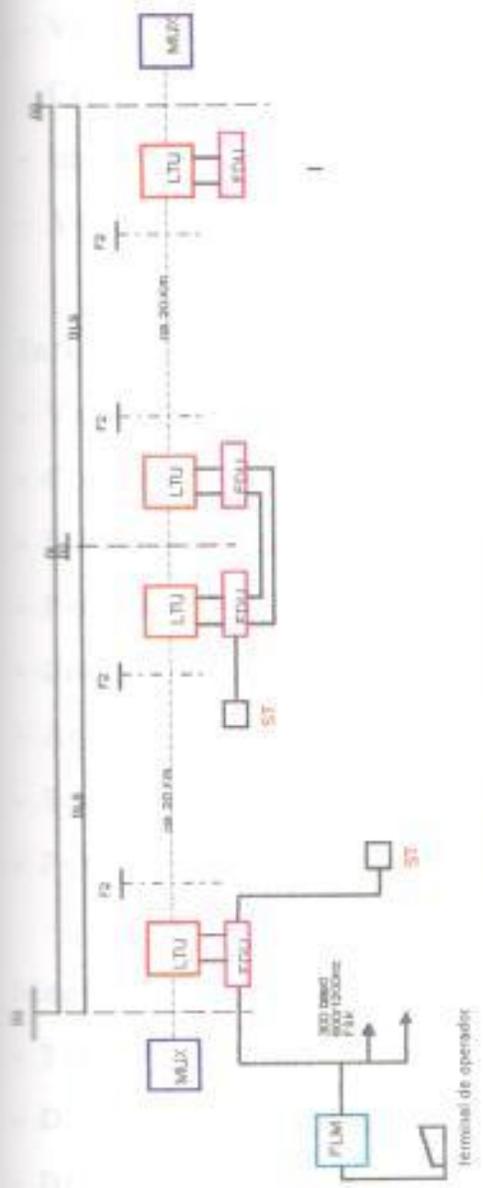
Es usada para redes urbanas y se conecta directamente a un multiplexor digital de 120 canales o a un radioenlace de 8 Mbs.

El sistema usa un emisor led como fuente de luz con una longitud de onda de 1300 nm y un módulo PIN-FET como detector. La máxima atenuación definida por la recomendación G.956 de la CCITT es 14.0 dB, el cual permite distancias entre terminales hasta 20 Kms.

En ésta configuración básica, el ZAM 8 consiste de dos terminales de línea. El sistema de línea de fibra óptica ZAM 8 consiste de :

- Equipo terminal de línea, el cual convierte y regenera la señal, supervisa el sistema de línea e inicializa alarmas si ocurren fallas.
- Un equipo de localización de fallas para supervisión remota de los terminales de línea.
- Canal de servicio de conversación.

El sistema está disponible en dos opciones - uno con localización de fallas y servicio de teléfono, y uno sin éstas facilidades.



Equipo multiplexor digital de primer orden

Terminal de línea para un sistema

Enlace digital de línea

Sección digital de línea

Enlace de interfaz digital 8 Mbps, 75 ohms desbalanceado

Interfaz de fibra óptica 8 Mbps

MUX

LTL

DL

DLS

D2

F2

Diagrama de bloques de un sistema de fibra óptica
11ZAM B

1.2.4.1. Datos técnicos

Interfaz (D2)

- Velocidad de bit :	8448 Kbit
- Código :	HDB3
- Impedancia :	75 ohms
- Amplitud del pulso :	2.37 voltios

Interfaz óptica (F2)

- Velocidad de simbolo :	8448 Kbaudio
- Código :	HDB3
- Potencia de salida :	> -30 dBm
- Pérdidas de conectores :	< 0.1 dB
- Longitud de onda :	1240 - 1245 nm
- Ancho espectral (3 dB) :	< 100 nm
- Sensibilidad (BER 1 E -9) :	< -45 dBm
- Potencia máxima de entrada al receptor :	> -31 dBm

Medio de transmisión

- Tipo de fibra :	monomodo de baja pérdida
- Diámetro de referencia :	125 +- 3 um
- Diámetro del modo de campo :	10 +- 1 um
- Longitud de onda de corte :	1.1 - 1.28 um
- Máxima atenuación :	14 dB

Fuente de alimentación

- Voltaje de la batería :	- 30 a -72 voltios
---------------------------	--------------------

Consumo de potencia : < 8 wattios

Condiciones ambientales:

- Temperatura : 0°c a 45 °c

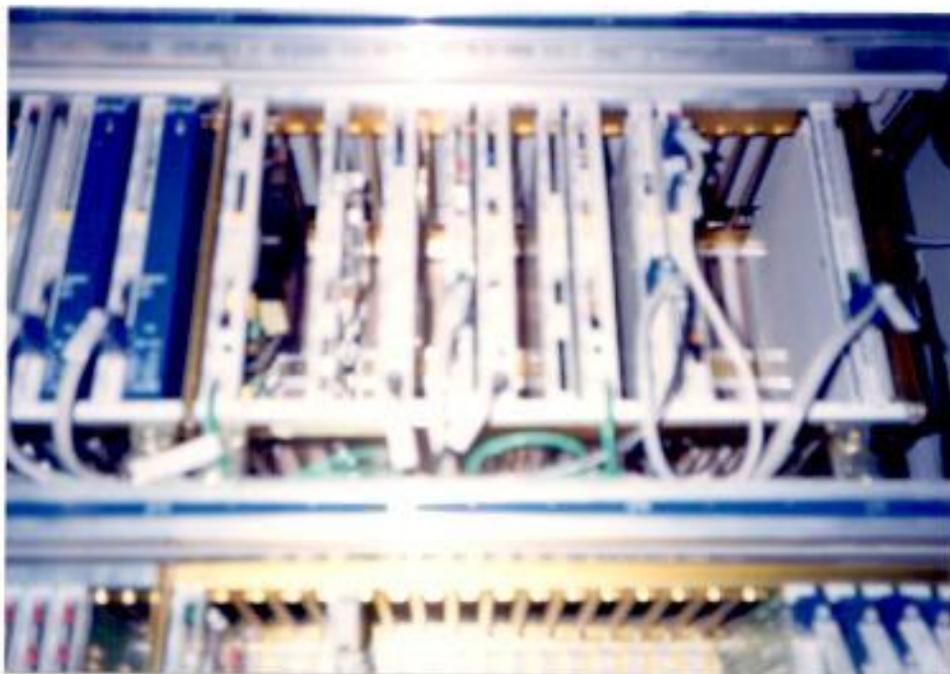
- Humedad relativa : hasta 90 %

1.2.5. Equipo terminal de línea a 34 Mbps.

El sistema fibroptico de línea a 34 Mbps, ha sido previsto principalmente para su empleo en redes urbanas como enlace entre centrales locales, entre concentradores y centrales o como enlace insensible a interferencias de equipos de radioenlace. El sistema se ha calculado para que pueda salvar 10 Km sin amplificación intermedia.

El sistema fibroptico de línea a 34 Mbps, con una velocidad de transmisión de 34,368 Mbit/s, está previsto para transmitir 480 canales telefónicos codificados en PCM por un cable de fibra óptica. El sistema comprende equipo terminal de línea y equipo de amplificadores intermedios que salvan distancias entre amplificadores de hasta 10 Km.

Como fuente luminosa se emplea diodos láser y como detectores fotodiodos de avalancha. Trabaja con longitudes de onda alrededor de 820 nm a las que la atenuación óptica de la fibra es 3-5 dB/Km.



EQUIPO TERMINAL OPTICO (MARCA ERICSSON, 34 Mbps)

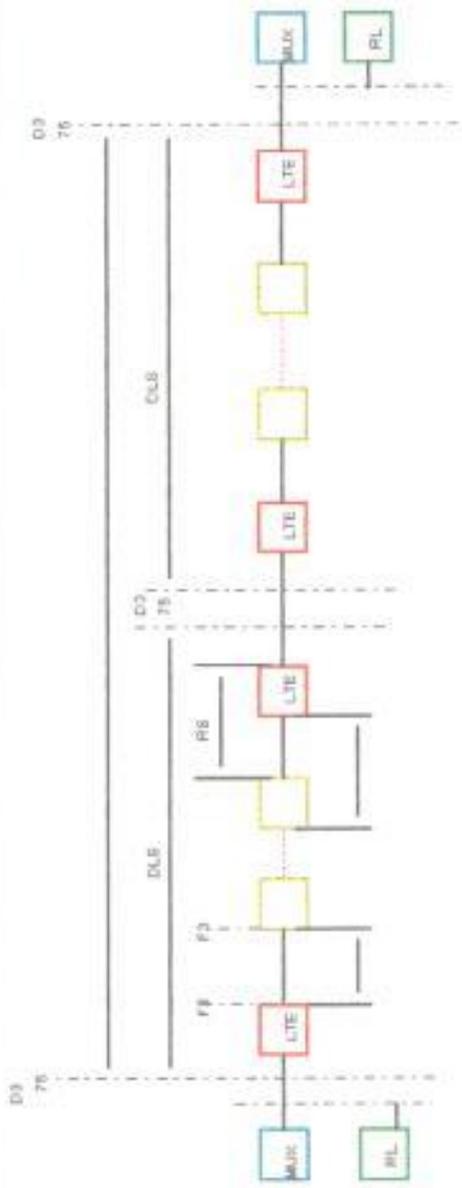
El sistema de línea fibroóptico a 34 Mbps ofrece las siguientes ventajas:

- grandes distancias entre amplificadores
- alto grado de fiabilidad
- instalación sencilla del cable
- mantenimiento insignificante

La conexión al equipo de línea se hace a través del interfaz coaxial recomendado por el CCITT (G 703) para 34 Mbps. Esto implica que se puede conectar a equipos multiplex, radioenlace o equipos de línea para cable coaxial.

Para conectar en el interfaz óptico se emplea un contacto de fibra de baja atenuación que permite interconectar fibras de línea de diferentes dimensiones con las fibras del interfaz óptico del equipo. En el lado de emisión se emplea una fibra con núcleo de 50 μm y en el lado de recepción una fibra con núcleo de 200 μm . El CCITT recomienda un diámetro de núcleo de 50 μm y un diámetro de revestimiento de 125 μm como estándar para fibras de sistemas fibroóptico de línea.

La escasa anchura del espectral del láser y la gran anchura de banda de la fibra con índice de refracción gradual implican que la dispersión debida al material y a modos son insignificantes en este sistema.



Estructura e interfaces del sistema de línea digital fibroóptica

- MUX: Equipo múltiplex digital
- RL: Equipo de radioenlace
- LTE: Equipo terminal para un sistema
- DLS: Sección digital de línea
- D3: Interfaz de enlace digital, 34.368 Mbps
- F3: Interfaz fibroóptico
- RS: Sección de amplificación
- CS: Sección del cable
- : Cable de interfaz, coaxial 75 ohm
- - - : Cable de fibra
- [Yellow Box]: Equipo amplificador intermedio bidireccional

1.2.5.1. Transmisión

En el lado de emisión la señal bipolar en código HDB3 procedente del interfaz de señal digital no es adecuada como señal moduladora en el sistema óptico. La señal en código HDB3 se decodifica por tanto en el equipo terminal de línea convirtiéndose de vuelta a la señal binaria original. Grupos de 3 bits de esta señal se codifica a una nueva señal binaria, la señal de línea. Para codificar la señal de línea se ha elegido un código 3B4B, con lo que la velocidad de símbolos es entonces 45,824 Mbaud. Con éste código, la señal de línea tiene las siguientes características deseables:

- señal unipolar
- gran energía a la frecuencia de ritmo
- espectro limitado
- valor medio constante
- posibilidad de transmitir señal de alarma
- posibilidad de supervisar errores en la señal
- diseño sencillo del codificador

En el emisor de láser la señal de línea se convierte en una señal óptica correspondiente. El emisor láser comprende modulador, electrónica de regulación y láser de semiconductor con la fibra conectada al interfaz óptico. La función de transferencia del láser está caracterizada por un valor umbral por encima del cual se emite el rayo láser. Esta característica varía con la

temperatura. La señal de línea modula el láser dentro la proporción pendiente de su característica, para la cual la corriente de modulación se superpone a una corriente de polarización de intensidad cercana a la de umbral. La amplitud de la corriente de modulación, y la de polarización, se regulan automáticamente para compensar variaciones de las características de transferencia. Para ello se detecta la radiación de la superficie reflectora posterior del láser con un fotodiodo PIN y se emplea como señal de regulación. Una fibra provista con lente para aumentar el grado de acoplamiento de la radiación de la superficie reflectante anterior al contacto fibroóptico del interfaz óptico. El diodo láser, la conexión de fibra y el fotodiodo PIN están alojados en una misma unidad mecánica.

1.2.5.2. Recepción

La señal óptica recibida se lleva a través de una fibra desde el contacto del interfaz óptica a un fotodiodo de avalancha en el cual se convierte a señal eléctrica. Esta señal se amplifica, se filtra, se regenera y se decodifica de vuelta a la señal HDB3 original.

El diodo detector y los componentes de etapa de entrada determinan la sensibilidad del receptor. Con el fotodiodo de avalancha se aumenta la sensibilidad de recepción por multiplicación interna de la corriente primaria con lo cual se

consigue una sensibilidad de 10 a 15 dB mayor que con diodo PIN. El proceso de multiplicación es aleatorio e introduce un ruido que aumenta con la ganancia. Esto implica que hay un valor óptimo de ganancia. EL equipo regula automáticamente a punto óptimo de trabajo variando la tensión inversa al fotodiodo de avalancha. La señal detectada se amplifica en una etapa de entrada de con bajo ruido. Para ello se emplea una técnica de amplificación consistente en integrar primeramente la señal y diferenciarla después de una etapa amplificadora a continuación. Se consigue una gran dinámica de recepción gracias a que la ganancia se reduce en el fotodiodo de avalancha y en el amplificador a continuación cuando el nivel de señal de entrada es alto. La señal amplificada se filtra en un filtro pasa bajo para conseguir la relación señal/ruido en el punto de decisión. El filtro compensa también la dispersión en la fibra.

La señal de ritmo para muestrear y codificar se deriva de la señal recibida que contiene una componente de la frecuencia de reloj de 45,824 MHZ. Después de filtrarse en un filtro de paso de banda, la señal de ritmo así obtenida sirve para enganchar en fase un oscilador.

En el receptor, la señal con información se muestrea en sincronismo con la señal de ritmo, se regenera y se convierte después, de señal de línea en código 3B4B (45 Mbaud) a señal binaria (34 Mbit/s). La señal binaria se recodifica a su vez a

señal bipolar HDB3 con lo cual recobra la forma correspondiente al interfaz digital.

1.3. Limitaciones y necesidades del sistema de comunicaciones actual de la ESPOL

Como se ha visto en la presentación del sistema actual de voz y datos de la ESPOL, tiene limitaciones tales como no poder integrar el Campus Peñas, ya que debería tener los mismos servicios todos sus departamentos tanto para voz como para datos, además se prevee que el Campus Peñas crecerá en usuarios y demandará por lo tanto más y mejores servicios como los que la central marca ERICSSON modelo MD 110 ofrece por sus múltiples facilidades.

En cuanto a datos, el Campus Peñas se encuentra parcialmente aislado, con ésta alternativa que se ofrece, se podrá integrar en forma asincrónica. Esto integrará los diferentes departamentos existentes en el Campus Peñas como son CELEX, Educación Continua, Escuela de Post Grado de Administración de Empresa, y Oficina de Pre - Politécnico. Permitirá tener servicio de acceso directo a biblioteca, diferentes unidades académicas y otros departamentos del Campus Prosperina, lo cual es uno de los mayores deseos de la comunidad politécnica. Esto nos hace tener la obligación de buscar un buen sistema de comunicación a un costo módico, lo cual hace pensar en un enlace aprovechando los enlaces intercentrales existentes de fibra óptica mediante

tributarios disponibles, en fin este sistemas de fibra óptica nos proporcionará seguridad de transmisión , velocidad, capacidad de crecimiento y menor costo, pues no se instalará más de 2 Kms de cable de fibra óptica.

II.

III.

IV.

V.

VI.

VII.

VIII.

IX.

X.

XI.

XII.

XIII.

XIV.

XV.

XVI.

XVII.

XVIII.

XIX.

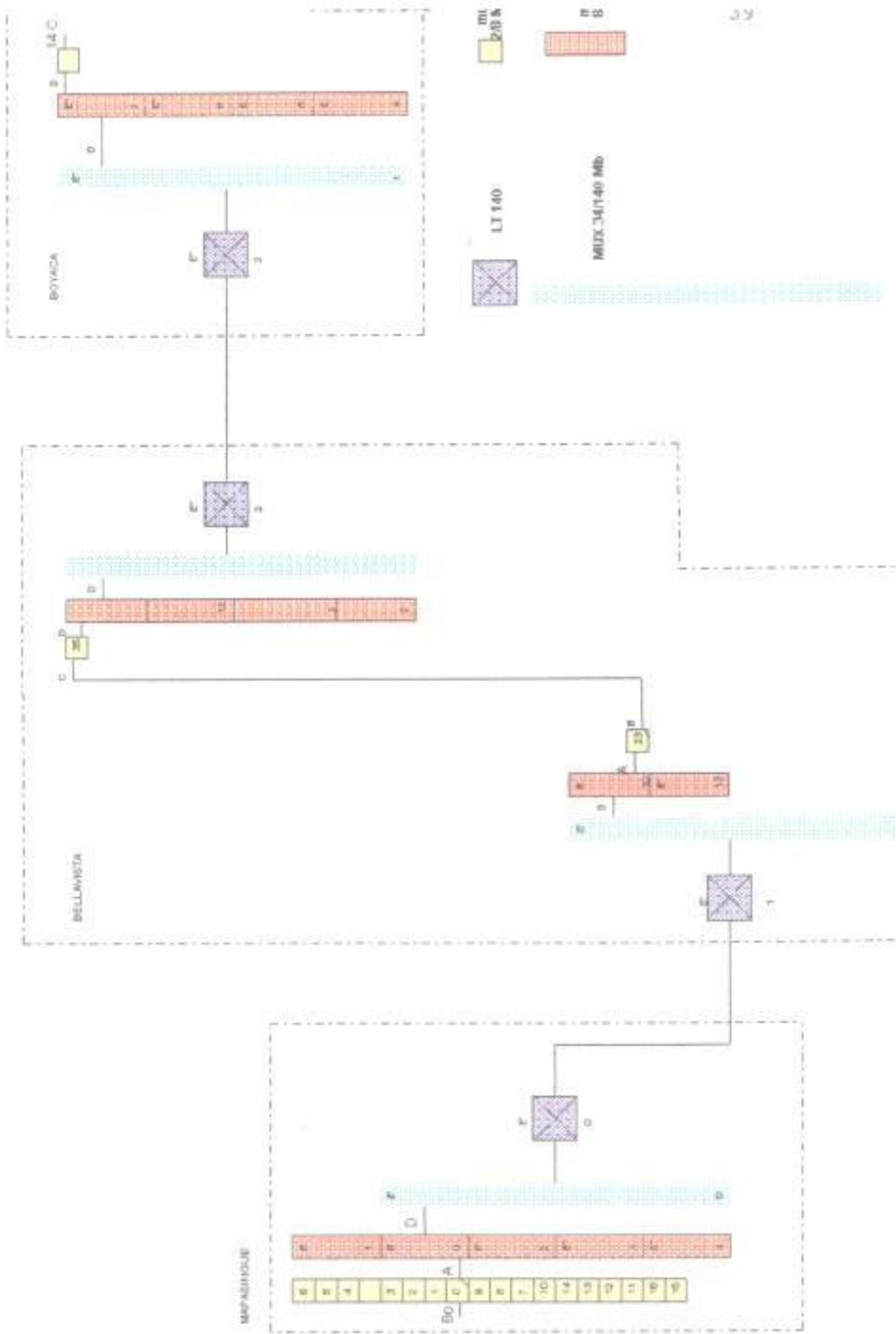
II. DISEÑO Y DESCRIPCIÓN DE LA RUTA DE TRANSMISIÓN

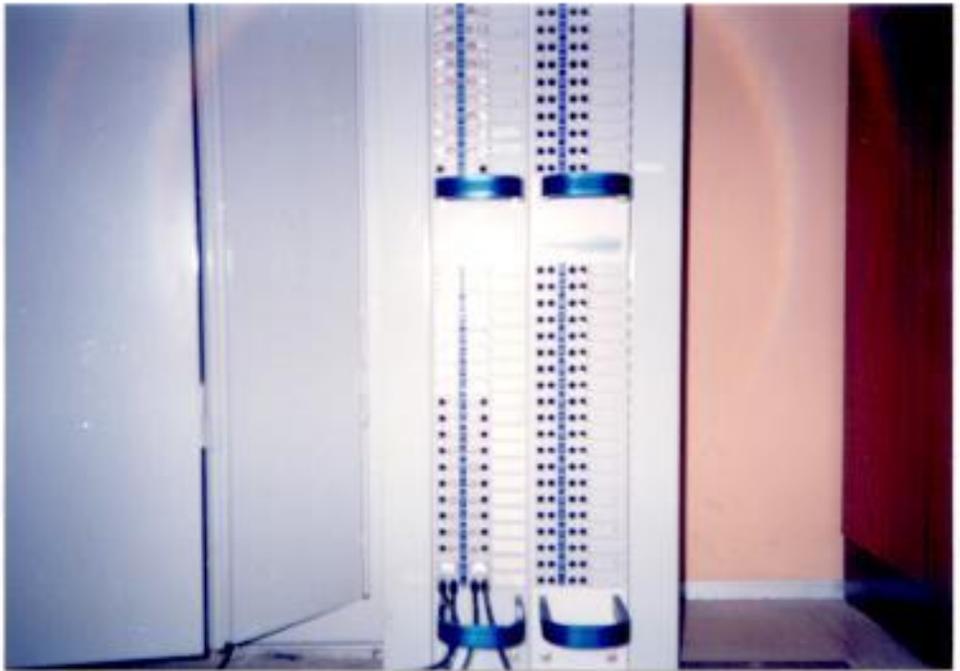
2.1 Procedimiento a seguir

En este capítulo se mostrará todas las centrales por las cuales atravesará la ruta escogida para el diseño del enlace. Vale resaltar que en cada central se averiguó la existencia de tributarios libres, así como también, los equipos existentes necesarios para la transmisión, y es por tal razón que la ruta a seguir es la siguiente:

Campus Prosperina - Central Los Ceibos - Central Mapasingue - Central Bellavista - Central Boyacá - Campus Peñas

En cada central telefónica perteneciente a la ruta escogida, la transmisión entra a los equipos multiplexores y de éstos a los equipos terminales de línea correspondientes para ser puesto en el enlace intercentral, con lo cual se tiene mucho ahorro económico





TRIBUTARIOS DE LA CENTRAL DE MAPASINGUE

Para el último tramo entre Central Boyacá y Campus Peñas, se tendrá que escoger los equipos de línea necesarios para la conclusión del enlace, en este se podría emplear la canalización subterránea existente desde la Central Boyacá hasta el distrito más cercano al Campus Peñas y llegar hasta ésta localidad mediante canalización aérea, para de esta forma quedar completado el enlace Campus Prosperina - Campus Peñas a través de los enlaces intercentrales.

2.2. Central Los Ceibos

2.2.1. Equipo multiplexor

2.2.1.1. Multiplexor de 2/8 Mbits

El equipo de multiplexión usado en la Central Los Ceibos de 2/8 Mbs fue descrito en el punto 1.2.2. de este trabajo.

2.2.1.2. Multiplexor de 8/34 Mbs

Este equipo fue descrito en la sección 1.2.3.

2.2.2. Equipo terminal de línea de 34 Mbps

El equipo terminal de línea empleado en esta central es del tipo Ericsson ZAM 34-1 descrito en la sección 1.2.5. de este proyecto.

2.3. Central Bellavista

2.3.1. Equipo multiplexor

2.3.1.1. Equipo multiplexor de 2/8 Mbs

Este equipo fue descrito en la sección 1.2.2.

2.3.1.2. Equipo multiplexor de 8/34 Mbs

Este equipo fue descrito en la sección 1.2.3.

2.3.1.3. Equipo multiplexor de 34/140 Mbs

El equipo multiplex ZFH 41501 convierte cuatro afluentes asinconos de 34368 Kbps en una señal digital de 139264 Kbps correspondiente a 1920 canales y viceversa.

Este equipo es del tipo de construcción mecánica BYB de Ericsson lo que resulta en una instalación simple y en interfaces bien accesibles ya que las conexiones externas se hacen por el frente del equipo.

El Equipo multiplex digital tipo ZFH convierte un máximo de cuatro afluentes asincronos de 34368 Kbps, cada uno de ellos correspondiente a 480 canales de habla, en un flujo de 139264 Kbps correspondiente a 1920 canales de habla, y viceversa.

El equipo cumple la recomendación G. 751 del CCITT; las interfaces de 34 y 140 Mbs cumplen la recomendación G. 703 del CCITT.

2.3.1.3.1. MULTIPLEXACION

Los afluentes de 34 Mb se conectan a la unidad respectiva "34 Mb Line Interface unit" a través del interfaz D3.

En esta unidad de interfaz de línea la señal digital entrante se convierte en una señal binaria extrayéndose al mismo tiempo el ritmo de temporización del afluente. La señal codificada en HDB3 se decodifica y se convierte de forma de serie a forma en paralelo de 4 bits. La señal y el ritmo de temporización se envían después a la unidad "34 Mb Buffer unit".

La unidad "34 Mb Buffer unit" contiene una memoria de recepción (RMEM) y un comparador (COM) para el proceso de justificación de temporización. La carga en la memoria tiene lugar continuamente al ritmo de 34368 Khz mientras que la lectura de salida se hace en forma discontinua al ritmo de 34816 Khz. Las interrupciones en la lectura de salida están causadas por los bits de servicio en la trama de 140 Mbps.

El número de bits que se encuentran en la memoria en cada momento está supervisado por "Supervisory unit" a través del comparador. Cuando el número de bits en la memoria empieza a ser pequeño, el órgano de justificación de supervisión (JS) hace que se emita un mensaje de justificación desde el generador de

señal para justificación de la temporización (JCG) y que el proceso de carga en RMEM se inhiba a continuación durante el tiempo de una posición de bit.

En la unidad "140 Mb Control unit" la señal procedente del generador de código de tramas (FCG) se multiplexa con las cuatro señales de los afluentes procedentes de RMEM y JCG formando una trama de 4° orden. Esta señal se organiza en forma en paralelo de 4 bits y se emite a la unidad "140 Mb Interface Coder" en la que la señal se convierte a forma en serie, se codifica en CMI y se envía al interfaz D4.

El ritmo de temporización de emisión se genera en la unidad "140 Mb Interface Coder" a partir de un oscilador de cristal controlado por tensión, con frecuencia 139264 Khz.

2.3.1.3.2. DEMULTIPLEXACION

La señal en D4R entrante (140 Mbps) se conecta a "140 Mb Interface Decoder". Aquí se regenera la señal y se extrae el ritmo de temporización. A continuación la señal se codifica de CMI y se convierte a forma en paralelo de 4 bits, correspondiente a los cuatro afluentes.

La señal se envía a continuación a "140 Mb Control unit, R" en donde se detecta la palabra de alineamiento de tramas y el mensaje de justificación, en el detector de código de justificación (FJCD).

El detector FJCD envía un pulso de coincidencia, por cada palabra de alineamiento de trama detectada, a "Supervisory unit".

En esta unidad de supervisión el pulso de coincidencia se compara con el pulso de trama procedente del generador interno de ritmo de temporización (TG) en la lógica de alineamiento de tramas. Si los pulsos no coinciden, Tg se ajusta a través de FJCD para cumplir los criterios de alineamiento de tramas del CCITT.

Durante el proceso de alineamiento de tramas se inhiben las señales de los tributarios.

FJCD controla la lectura de salida de las señales de los tributarios a la memoria de emisión (TMEM) en cada unidad "34 MB Buffer unit" e inhibe la lectura de salida de la información para el alineamiento de tramas y la información sobre justificación.

El ritmo de temporización de salida de cada afluente se genera en un oscilador de cristal incluido en "34 Mb Line Interface unit". Un comparador (COM) de la unidad "34 Mb Buffer unit" detecta el número de bits en TMEM y genera una señal de control al oscilador. A fin de reducir a un mínimo la fluctuación de fase en la señal de salida la señal de control en bucle de realimentación del oscilador se pasa por un filtro de paso bajo. La señal de afluente se codifica a HDB3 y se envía al interfaz D3S.

2.3.2. Equipo terminal de línea

2.3.2.1. Equipo terminal de línea de 34 Mbs.

Este equipo está descrito en la sección 1.2.5.

2.3.2.2. Equipo terminal de línea de 140 Mbs

El almacén de terminación de línea ("Line Terminating Magazine"), tipo ZFM 49501, de que aquí se trata, forma el principal bloque funcional de una estación terminal de línea del sistema de línea digital por fibra óptica tipo ZAM 140-1 y aloja las unidades para conversión de código y proceso de las señales eléctricas y ópticas de la señal en el interfaz de 140 Mbps (normalizado por el CCITT) se lleva a cabo en este almacén.

El almacén de terminación de línea ZFM 495012 contiene una unidad detectora de errores que se encarga de la comunicación

entre el almacén de localización de fallas (FLM) y repetidores que se encuentran en la fase de localización de fallas.

Las unidades detectoras de errores, FDU, están también dotadas con interfaz para teléfono de servicio (ST) que sirve para establecer la comunicación de servicio entre los terminales y los repetidores.

A través de la misma unidad detectora de errores, FDU, se transmite también una alarma por degradación del diodo láser, hacia el terminal de línea remoto. El láser con anomalía (degradado) se identifica por medio del proceso de localización de fallas.

El almacén es del tipo de construcción mecánica BYB de Ericsson, es decir las diferentes unidades van alojadas en un almacén BYB, tipo BFD 329. Este almacén puede montarse a su vez en bastidores de transmisión de los tipos de construcción MS/BYB o en mecánica de hileras BYB 101.

La figura 3.0 un esquema de bloques que ilustra las diferentes funciones eléctricas de las unidades alojadas en el almacén.

En el sentido de transmisión, la señal codificada en CMI procedente del interface D4 se decodifica y se convierte en una señal de línea codificada e 5B6B, la cual se emplea para



EQUIPO TERMINAL OPTICO (MARCA ERICSSON, 140 Mbps)

modular la salida de luz del laser. En el sentido de recepción, la señal de línea óptica se detecta , se regenera y se recodifica en CMI para su ulterior transmisión al interface D4 estándar.

A fines de localización de fallas se provee una unidad detectora de errores.

2.4. Central Boyacá

2.4.1. Equipo multiplexor

2.4.1.1. Equipo multiplexor de 2/8 Mbs

Este es el mismo equipo usado en las centrales Bellavista y Los Ceibos que ya fueron descritos previamente.

2.4.1.2. Equipo multiplexor de 8/34 Mbs

Este equipo está descrito en la sección 1.2.3

2.4.1.3. Equipo multiplexor de 34/140 Mbps

Este equipo fue descrito en la sección 2.3.1.3.

2.4.2. Equipo terminal de línea

2.4.2.1. Equipo terminal de línea de 34 Mbs

Este equipo fue descrito en la sección 1.2.5.

2.4.2.2. Equipo terminal de línea de 140 Mbs

Este equipo fue descrito en la sección 2.3.2.2.

III. IMPLEMENTACION DE LA RUTA DE ACCESO CAMPUS PROSPERINA - CAMPUS PENAS

En éste punto se ha llegado con la señal hasta la Central Boyacá y nos restaría para concluir llevar la señal hasta el Campus Peñas, para lo cual se debe de realizar un estudio resumido en la siguiente sección.

3.1. Secuencia de implementación

Debido a que el tramo de transmisión final es corto (de aproximadamente 1.5 Kms) y los equipos de f. óptica abarcan mucha más distancia, haremos una selección y escogimiento del sistema de línea, seguidamente se seleccionará el tipo de fibra óptica adecuada para el sistema, se realizará también un seguimiento de la canalización subterránea, se realizarán cálculos para obtener la potencia requerida en el receptor, se evaluará el presupuesto de instalación del sistema y finalmente se diseñará un cronograma de ejecución para obtener

con aproximación las etapas de trabajo y el tiempo de ejecución de cada una de ellas y del sistema completo.

Se realiza el seguimiento de la canalización después de la selección y escogimiento de los equipos y la fibra a emplearse pues existe la posibilidad de que si no se tuviera lugar de canalización subterránea se la realice de forma aérea.

3.2. Descripción de los equipos compatibles

Para la implementación del sistema deseado del tramo faltante entre Boyacá y Campus las Peñas mediante un enlace de fibra óptica, se ve la necesidad de un equipo terminal de línea , en conjunto con un multiplexor de 2/8 Mbps. Al buscar en las empresas, encontramos un equipo con muchas facilidades y ventajas que se ajusta a nuestras necesidades.

A continuación se presenta la descripción del equipo OLTE de ALCATEL.

La unidad terminal de línea de fibra óptica (OLTE), es parte de la nueva generación de equipos de ALCATEL.

Incorpora lo último en tecnología, estos sistemas son caracterizados por su reducido tamaño, baja potencia de consumo y monitoreo incorporado.

Las unidades son montadas en un rack de 120 mm para bajos costos, simplicidad de instalación y modularidad de extendido en el equipo.

Las ventajas más importantes de éste equipo son:

- tarjeta de un solo conector
- capacidad de 2 y 8 Mbs seleccionada en la tarjeta por strap
- switch de protección óptica incorporado
- switch de protección eléctrica
- supervisión y control de subsistemas incorporados
- capacidad para telecomandos a dispositivos locales, lejanos y externos
- calidad de monitoreo mediante la recomendación G.821 de la CCITT

Las aplicaciones más usuales para este equipo son:

- Transporte de enlace de microonda digital o satelital hacia centro de ciudades, donde las bandas de frecuencias de radio están totalmente copadas
- Terminación directa digital incorporando a clientes con necesidades de elevadas velocidades de datos
- Enlace de datos para ser efectivamente protegidos en redes RING para utilización de 2 rutas diferentes con switch óptico o eléctrico

- En algunas rutas donde haya demasiada interferencia electromagnética y podría dañar a sistemas de conductores metálicos o sistemas de radio, introduciendo ruido en ellos
- En áreas con atmósfera explosiva donde existen picos de calor y otros equipos necesitan ser mantenidos a un mínimo de temperatura
- En enlaces de transmisión digital a 2 y 8 Mbs para todo propósito
- Económico comparado con sistemas de cable mecánico por necesitar menos regeneradores intermedios
- Por el uso de circuitos VLSI HCMOS, SMA y conductores híbridos con reducido consumo de potencia y pequeño requerimiento de espacio
- Escogimiento del tipo de fuente de luz (alta o baja potencia), así como la longitud de onda de operación (1310 y 1550 nm) lo que permite optimización de costos para diferentes longitudes de ruta
- Interface HDB3 a 2 Mbs seleccionable por strap a 75 ohmio o 20 ohmio

3.2.1. Características técnicas

Las especificaciones principales de la interface entrada/salida:

Velocidad : 2048/8448 Kbps

Capacidad de canal : 20 o 30 canales

Impedancia: a 2 Mbs cable coaxial de 75 ohmio o 120 ohmio seleccionado por strap, a 8 Mbs cable coaxial de 75 ohmio

Las especificaciones optoelectrónicas:

Fuente de luz:

- Para baja potencia un diodo láser a una longitud de onda de 1310 nm.
- A alta potencia un diodo láser a 1550 nm o a 1310 nm.
- La vida estimada del láser es mayor a 5000 horas a una longitud de onda nominal (1310 nm \pm 20 nm ; 1550 \pm 20 nm)
- Potencia de salida: > -30 dBm

Componente receptor:

- Fotodiodo PIN - FET
- Sensibilidad: < -45 dBm
- Máxima potencia de entrada al receptor: > -31 dBm

Línea de transmisión:

2 SM/MM (fibras)

Conector óptico:

FC-PC

Ambiente :

- 5°C a +40°C a máxima operación
- 10°C a +50°C en operación

- 20°C a +50°C almacenado
- Humedad relativa del 5% al 95%

Fuente de voltaje:

48 voltios dc (rango 40.5 v a 72 v)

Potencia de consumo:

5.6 wattios (a 48 v)

3.3. Fibra óptica a usarse

En el diseño planteado se usará como medio de transmisión del tramo Boyacá - Peñas fibra óptica para canalización subterránea hasta el distrito más cercano a Peñas y de allí se extenderá fibra óptica aérea hasta llegar al equipo terminal de línea de 8 Mbps , por lo cual es importante conocer las características técnicas del cable a emplearse. En nuestro mercado se puede encontrar el siguiente tipo de cable , siendo ésta una de las mejores opciones.

3.3.1. Características del cable de fibra óptica

- Longitudes de cable disponibles hasta 10 Kms sin empalmes de fábrica.
- Capacidad de fibras hasta 216 .
- Tubos soldados cada uno con fibras múltiples minimizan el tamaño del cable

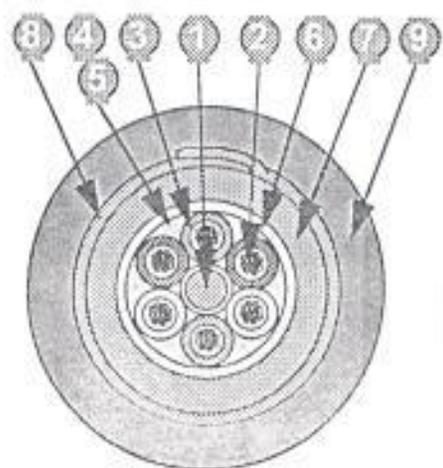
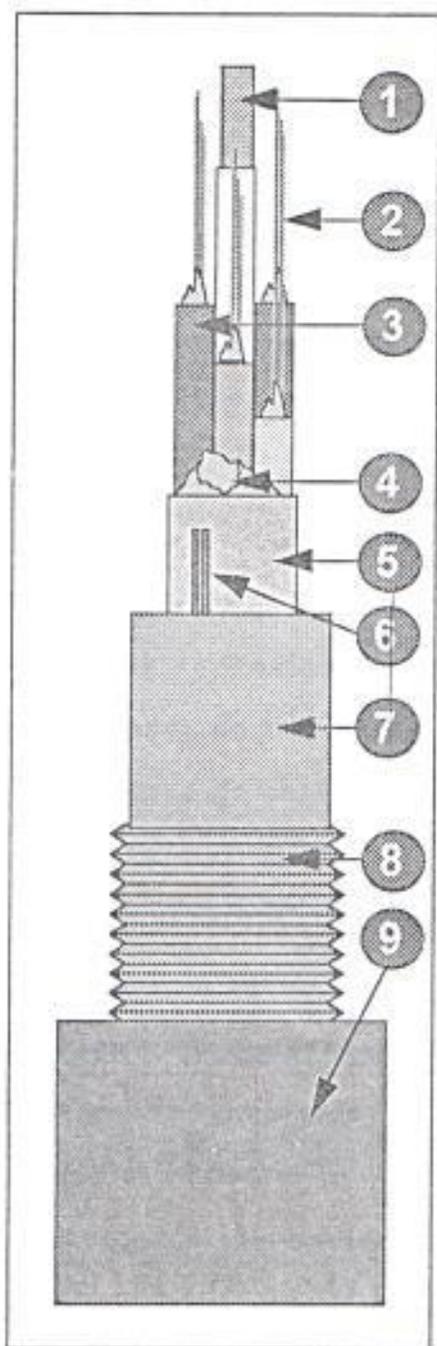
- Tubos y fibras se identifican de acuerdo a un código de colores.
- Dos cordones de alta tensión de ruptura debajo de la armadura. Un cordón de apertura debajo de la cubierta externa.
- Armadura de acero cromado y corrugado con capa de copolímero en ambos lados.
- La estructura unitubular provee un cable compacto y liviano el cual minimiza el radio de curvatura y maximiza la flexibilidad.

3.3.2. Construcción del cable de fibra óptica

- (1)Elemento reforzante.- Se emplea 2 alambres de acero de diámetro 1.4 mm, tendido longitudinalmente a lo largo de la armadura y diametralmente opuesto uno del otro. Los elementos reforzantes son incluidos totalmente en la cubierta exterior.
- (2)Fibras ópticas.- Las fibras ópticas son disponibles en tipo monomodo y multimodo. El recubrimiento primario de las fibras consta de dos capas de compuestos de acrilatas. Las fibras se identifican de acuerdo a un código de color.
- (3)Tubos holgados.- Como protección secundaria de las fibras ópticas se emplea tubos protectores contruídos de termoplástico. Los tubos se rellenan con un compuesto taponante que impide la penetración y propagación del agua. Los tubos mantienen a las fibras en un entorno holgado protegiéndolas de los esfuerzos mecánicos y térmicos. Se

disponen dentro de cada tubo protector hasta 12 fibras ópticas. Los tubos holgados se trenzas alrededor del elemento central.

- (4) Compuesto inundante.- Se aplica compuesto inundante entre el tubo holgado, el refuerzo textil y la armadura, de manera que los huecos y espacios de aire son minimizados. El color del compuesto es natural.
- (5) Refuerzo textil.- El refuerzo textil consta de hilados de aramidas, distribuídas en forma de capas trenzadas en dirección opuestas para evitar los efectos de torsión en el cable durante el tendido. El refuerzo textil también provee la resistencia de tracción requerida para mantener al mínimo la elongación del cable, debido al esfuerzo de instalación y expansión térmica.
- (6) Cordón de apertura.- Se provee dos cordones de alta tensión de ruptura debajo de la armadura, y un cordón de apertura debajo de la cubierta interna.
- (7) Cubierta interior.- Sobre el terminado se aplica cubierta de polietileno de media densidad y alto peso molecular.
- (8) Armadura.- Se aplica sobre el refuerzo textil una cinta de acero con espesor de 0.15 mm. La cinta de acero es cromada, corrugada y recubierta en ambas caras por una capa con polímero de etileno. La armadura sirve para proteger el cable contra la acción de roedores y agresiones mecánicas. Se aplica debajo y sobre la armadura un material



de compuesto inundante el cual impide la penetración y propagación del agua.

- (9) Cubierta exterior - Se aplica sobre la armadura una cubierta externa de polietileno de media densidad y alto peso molecular.

3.3.3. Características mecánicas y ambientales del cable

Carga máxima de tracción:

- en condiciones de instalación 2700 N

- en condiciones de servicio 1000 N

Elevación máxima vertical 122 m

Rango de temperatura:

- en condición de servicio -40°C a +70°C

- en condición de almacenamiento -50°C a +70°C

Resistencia a la compresión 440 N/cm

Resistencia al impacto 25 impactos de 6N

Cambio típico de atenuación

a temperatura operacional extremo <0.05 dB/Km

3.3.4. Características de la fibra

Las características mencionadas a continuación son de fibra óptica monomodo de dispersión normal.

Atenuación:

- a 1310 nm, <0,40 dB/Km

- a 1550 nm, <0,30 dB/Km

Dispersión máxima:

- de 1285 a 1330 nm, 3,2 ps/nm-Km

- a 1550 nm, 18.0 ps/nm-Km

Diámetro modal	9.1 +- 0.5 um
Longitud de onda de corto cableado	<= 1250 nm
Longitud de onda de dispersión nula	1310 +- 10 nm
Pendiente de dispersión	<= 0.092 ps/nm-Km
Concentricidad del revestimiento con el núcleo	<= 1 um
No circularidad del revestimiento	<= 1 %
Diámetro del revestimiento	125 +- 2 um
Diámetro del revestimiento primario	250 +- 1.5 um
Prueba de tracción	0.7 GN/m2

3.4. Cálculo de niveles de potencia requeridos en la recepción

Potencia del transmisor :	- 30 dBm	=	- 60 dB
Sensibilidad del receptor :	- 45 dBm	=	- 75 dB
Atenuación por conector :	0.1 dB		

Pérdida por

longitud de la fibra (1550 nm) :

0.3 dB/Km

Margen :

3 dB

Cálculo de la potencia receptada

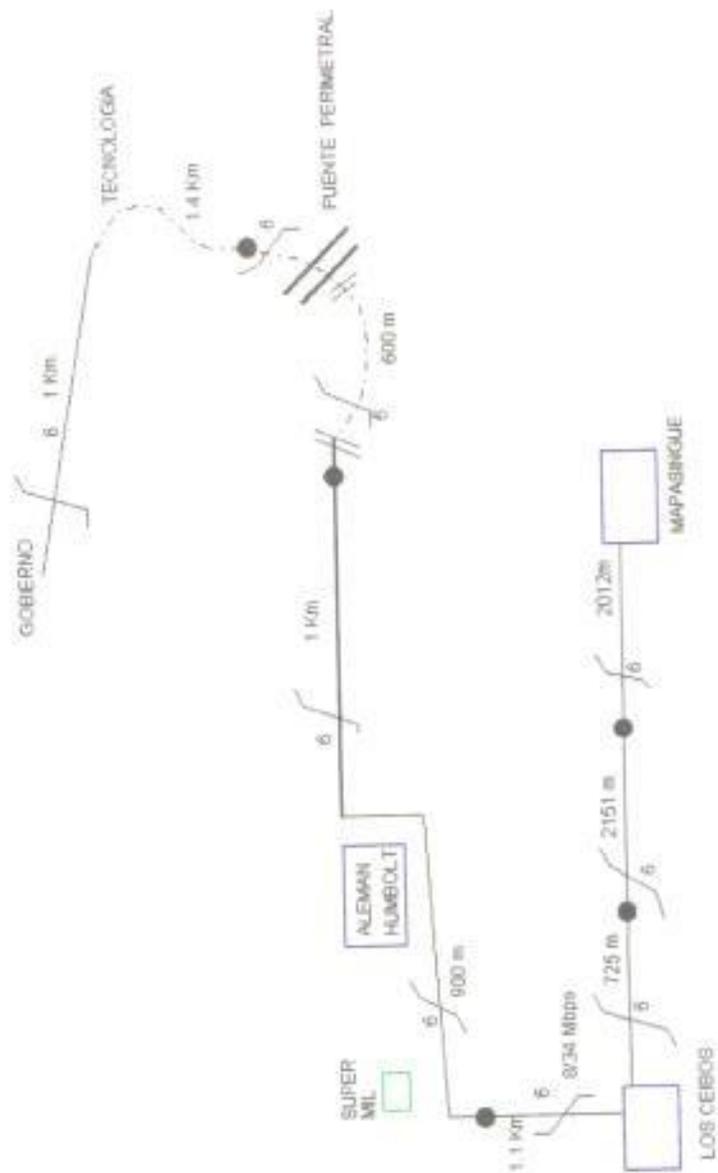
$-60\text{dB} - 0.1\text{dB} - 1.5\text{Kms} (0.3\text{dB/Km}) - 0.1\text{dB} - 3\text{dB} = -63.65\text{dB}$

$-63.65\text{ dB} > -75\text{ dB}$ (sensibilidad del receptor)

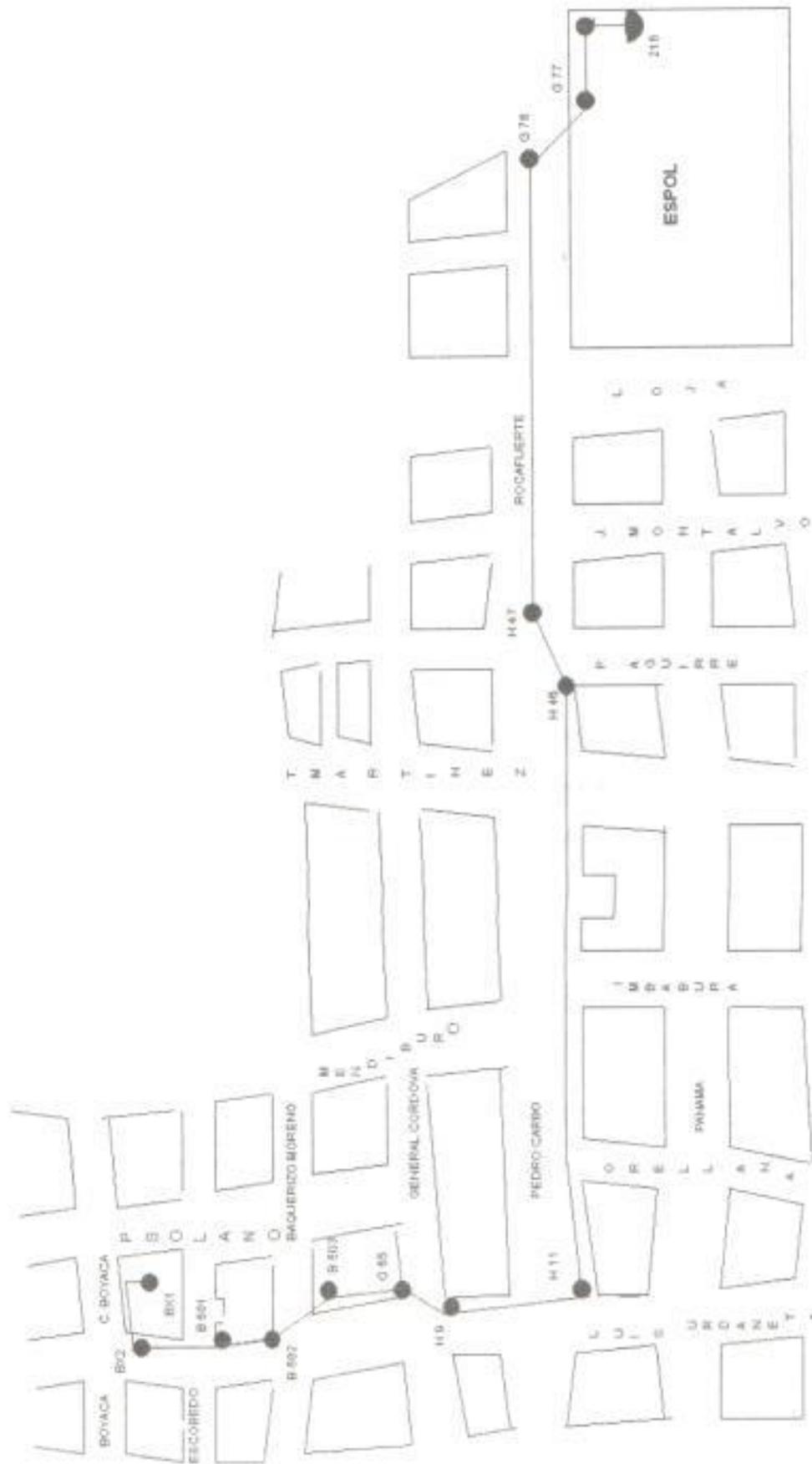
Como la potencia receptada es mayor que la sensibilidad del receptor no se necesita repetidores intermedios, lo cual era lo esperado puesto que con éste equipo se puede transmitir hasta una distancia máxima de 20 Kms.

3.5. Vías de canalización telefónica

La acometida de la fibra óptica de la ESPOL se extiende desde el Gobierno de Ingeniería hasta el Gobierno de Tecnología en forma subterránea con una distancia de 1 Km, luego continúa de la misma forma 1.4 Kms hasta la garita a la entrada de la ESPOL, cruza en forma subterránea el puente de la perimetral y desde éste punto llega en forma aérea una distancia de 600 mts hasta el armario ubicado en la ciudadela Santa Cecilia , desde aquí con una distancia de 1 Km llega hasta el Colegio Alemán Humbolt en forma subterránea y se extiende 900 mts hasta el supermercado Super 1000 y siguiendo 1.1 Kms hasta la central



ACOMETIDA DE FIBRA OPTICA ESPOI



MALLECON SIMON BOLIVAR

Los Ceibos, de ésta Central continúa aproximadamente 4.88 Kms y llega hasta la Central Mapasingue ubicada en la ciudadela La Florida por la Av. Fco. Huerta Rendón, desde ésta central la fibra sigue a lo largo de la Av. Fco. Huerta Rendón, Av. Carlos Julio Arosemena y llega hasta la central Bellavista ubicada en la ciudadela Bellavista, de ésta central la canalización sigue por las calles : Av. Carlos Julio Arosemena - Carchi - Los Rios - Manuel Galecio - Esmeraldas - Piedrahita - Garcia Moreno - Manuel Galecio - Rumichaca - Padre Solano y llega hasta la central Boyacá en forma subterránea.

La canalización propuesta para el último tramo del enlace previa al estudio de los planos de EMETEL de canalización subterránea puede ser siguiendo la ruta que sale desde la central Boyacá por la calle Luis Urdaneta hasta llegar al pozo H11, de aquí toma la calle Rocafuerte y llega a los pozos H46 y H47 y sigue la calle Rocafuerte hasta llegar al pozo H54 donde se encuentra el distribuidor 216, el cual está localizado dentro del Campus Peñas. Vale resaltar que éste último tramo también puede ser hecho por canalización aérea

3.6 Presupuesto

El presupuesto que se mostrará a continuación corresponde a rubros mayores, es decir que nos va a dar aproximadamente un estimado del valor real.

La parte presupuestada para planta externa está basada en los precios vigentes en la Cámara de la Construcción hasta el mes de Septiembre, esto corresponde como se detallará más adelante a precios de verificación y alambrado de vias (esto se realiza cuando hay canalización existente), luego se da el presupuesto de colocación de protecciones para cable en las vias (polietileno), y finalmente el precio de tendida del cable de fibra óptica.

En lo que corresponde a planta interna se detalla el precio del equipo terminal de línea a 8 Mbits que debe ser colocado tanto en central Boyacá como en la ESPOL Peñas , del equipo apropiado de multiplexión, del cable de fibra óptica y del precio del LIM.

Además se ha realizado un estudio del tiempo que tomaría realizar este diseño, se presenta un diagrama de Gantt, en el cual se detalla costos y tiempos para el montaje de planta interna y planta externa.

El personal utilizado para montaje de planta externa debe ser personal capacitado dividido en supervisores, capataces, choferes, cablistas, etc.

3.7. CRONOGRAMA DE EJECUCION

Se muestra a continuación un diagrama de Gantt, para organizar la elaboración del proyecto en función del tiempo.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRESUPUESTO REFERENCIAL

FECHA: OCTUBRE/94

UNIDAD: METRO

RUBRO: VERIFICACION Y ALAMBREO DE VIAS EN CANALIZACION

A.- HERRAMIENTAS E IMPLEMENTOS

DESCRIPCION		COSTO/H.	REND.	COSTO
		SUCRES	HORA/U	SUCRES
CUADRO No	2	5,919.53	0.0225	86.17
SUB-TOTAL				86.17

B.- EQUIPOS Y MAQUINARIAS

DESCRIPCION	CANT.	COSTO/H.	REND.	COSTO
		SUCRES	HORA/H	SUCRES
CAMION 7 TON.	1	15,385.00	0.0225	365.12
CARTONETA SUP.	1	6,656.74	0.0100	66.56
BOMBAS SUCCION AGUA	2	3,870.00	0.0115	88.53
SUB-TOTAL				560.23

C.- MANO DE OBRA

CAT.	TRABAJADOR	No	HORAS/	S. BASICO/	FSR	S. REAL	REN. 100.	COSTO
			UNIDAD	HORAS		HORAS	HORA/U.	SUCRES
VI	SUPERVISOR	1	0.0100	528.85	3.83	2,967.50	0.010	29.67
V	CAPATAZ	1	0.0225	526.13	3.87	2,036.36	0.023	46.82
III	CABLISTAS	6	0.0225	447.54	4.18	1,881.77	0.135	254.74
II-B	CNOFER	1	0.0225	406.70	4.35	1,778.71	0.023	40.92
SUMA							0.150	
SUB-TOTAL								353.92

TOTAL COSTOS DIRECTOS: A+B+C

954.61

D.- COSTOS INDIRECTOS

ADMINISTRACION Y DIRECCION TECNICA:	7 %	66.82
GASTOS DE CAMPO:	5 %	47.72
FINANCIEROS:	2 %	19.09
IMPREVISTOS:	4 %	38.18
UTILIDADES:	12 %	114.55
TOTAL COSTOS INDIRECTOS		286.36

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

FECHA: OCTUBRE/94

GRUPO: COLOCACION POLIETILENO Ø 1" DENTRO DEL DUCTO UNIDAD: MTL.

A.- EQUIPO Y MAQUINARIA		N	COSTO D.	REND.	COSTO
HERRAMIENTAS VARIAS	-		GLOBAL	-	374.66
BOMBA DE AGUA 3"	1	35,000.00		40	875.00
TRANSPORTE DE PERSONAL	12	400.00		40	120.00
SUBTOTAL.....					1369.66

B.- TRABAJADOR		N	J. BASICO	F.C.S.	J. REAL	REND.	COSTO
MAESTRO	1	5,600.00	4.04	20,200.00	40	505.00	
JORNALERO	9	3,400.00	5.09	135,754.00	40	3,853.85	
ESPECIALISTA III	2	4,200.00	4.54	38,136.00	40	934.40	
SUBTOTAL.....							5,332.25

C.- MATERIALES		UNID	CANTIDAD	V. UNITARIO	COSTO
ACEITE 2x40	LT.	0.03		3,550.00	177.50
GASOLINA 6/40	GALON	0.15		1,460.00	219.00
POLIETILENO Ø 1"	MTS	1.00		2,500.00	2,500.00
FIOLA 3/16"	MTE	1.00		700.00	700.00
SUBTOTAL.....					3,976.50

E.- COSTO UNITARIO DIRECTO (A+B+C+D) 10,318.41

F.- COSTO INDIRECTOS 301 1,095.51

G.- COSTO UNITARIO TOTAL (E+F) 11,413.92

H.- COSTO UNITARIO DE LA OFERTA 11,414

SON: TRECE MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO/100 SUAVES

OBSERVACION:

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PRESUPUESTO REFERENCIAL

FECHA: OCTUBR/94

UNIDAD: METRO

RUBRO: TENDIDO CABLE DE FIBRA OPTICA DE 6 Y 8 HILOS

A.-HERRAMIENTAS E IMPLEMENTOS

DESCRIPCION	COSTO/M. SUQUES	REND. HORA/U.	COSTO SUQUES
CARGO No.1	3,503.33	0.0225	78.82
			SUB-TOTAL
			78.82

B.-EQUIPOS Y MAQUINARIAS

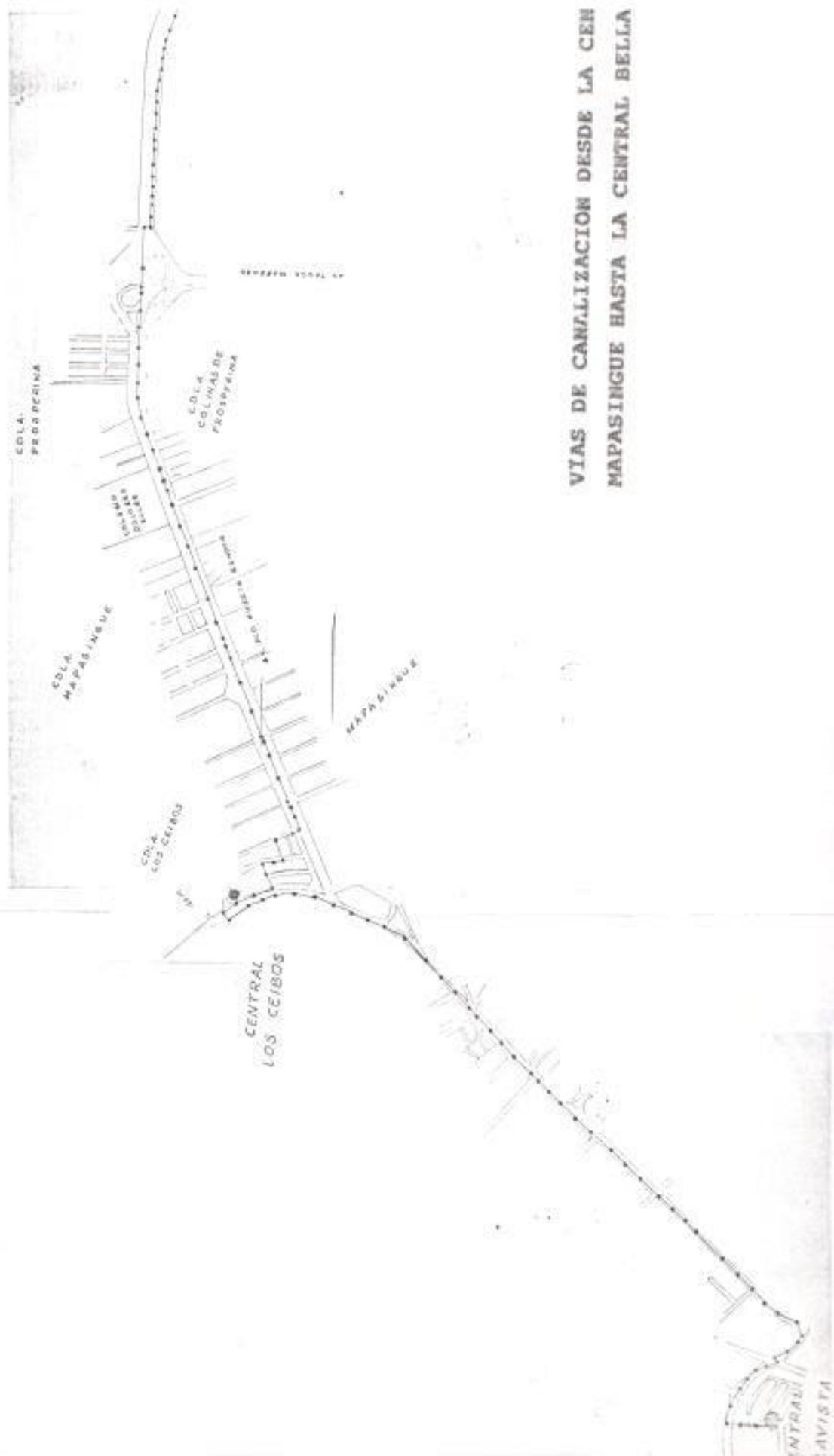
DESCRIPCION	CANT.	COSTO/M. SUQUES	REND. HORA/U.	COSTO SUQUES
CAMION 7 TON.	1	15,783.00	0.0225	355.12
CAMIONETA	4	6,686.74	0.0225	691.99
BOMBA SUCCION AGUA	5	3,850.00	0.0225	433.10
TRAYLER	1	1,317.10	0.0225	43.16
				SUB-TOTAL
				1473.41

C.-MANO DE OBRA

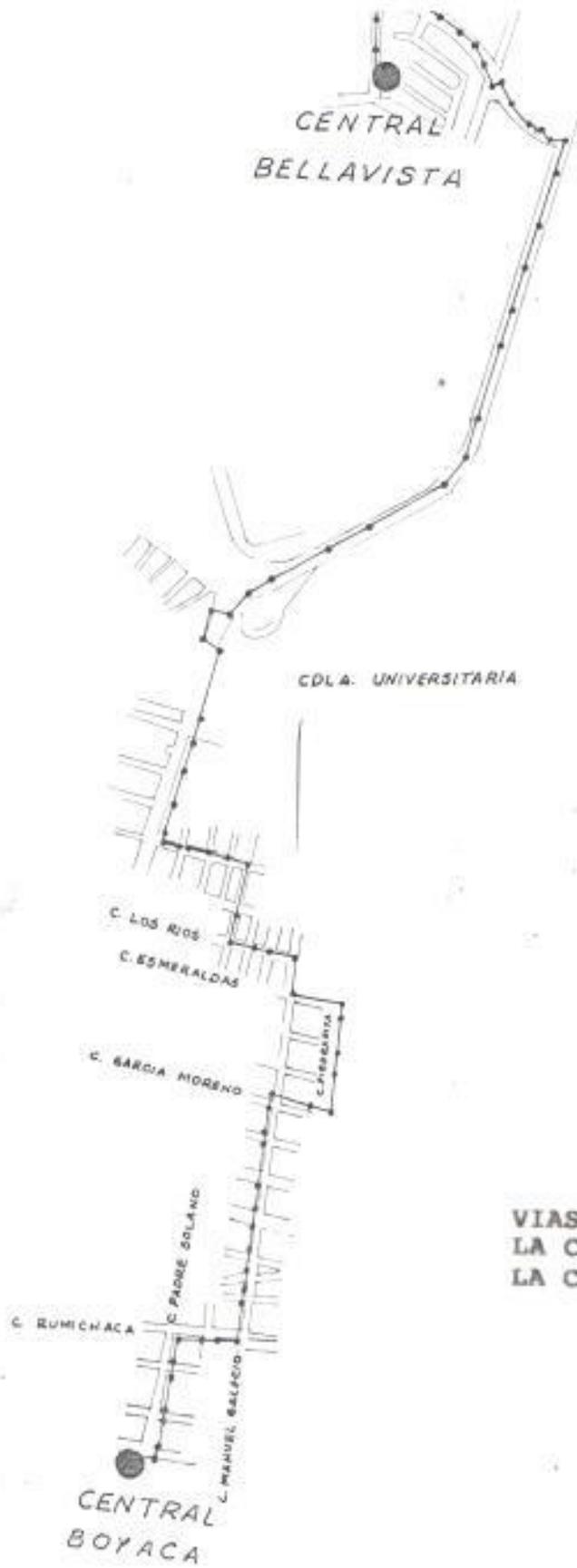
CAT.	TRABAJADOR	No.	HORAS/ UNIDAD	SUBSIDIO/ HORAS	FSR	SUBVEN/ HORAS	REND. TOT. HORA/U.	COSTO SUQUES
VI	SUPERVISOR	1	0.0225	538.85	3.85	2,063.80	0.02	46.44
V	CAPATAZ	1	0.0225	526.17	3.87	2,036.36	0.02	45.82
III	CABLISTAS	17	0.0225	447.58	4.16	1,961.77	0.38	712.10
II-B	CHOFER	4	0.0225	408.96	4.35	1,770.71	0.09	168.08
						SUMAR	0.52	
								SUB-TOTAL
								984.45

D.-MATERIALES

DESCRIPCION	CANT.	COSTO U. SUQUES	COSTO SUQUES
ETIQ. IDENTIFICACION	0.021	1,728.00	36.29
TUBO DE PVC CORR. 3/4"	0.132	864.00	114.05
GRAPAS-TIRAFONDOS-TACOS	0.002	640.00	53.14
AMARRAS PARA CABLE... 6249	0.033	200.00	6.63
AMARRAS PARA CABLE... 6250	0.033	270.00	8.93



VÍAS DE CANALIZACIÓN DESDE LA CENTRAL
 MAPASINGUE HASTA LA CENTRAL BELLA



**VIAS DE CANALIZACION DESDE
LA CENTRAL BELLAVISTA HASTA
LA CENTRAL BOYACA**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las llamadas serán facturadas debido a que se usa equipos y parte de las instalaciones de EMETEL.
- Lo ideal sería una comunicación directa y con fibra óptica propia de la ESPOL, es decir su propio sistema, pero esto sería muy costoso.
- EMETEL no nos da una fibra óptica dedicada ya que esto haría que EMETEL pierda capacidad de canales y líneas de respaldo; además de la central ERICSSON modelo MD110 solo se necesitan 2 Mbs por lo que sólo se han asignado tributarios.
- Se ha tomado ventaja de la eficiencia de la fibra óptica para transmisión a grandes distancias.
- En este sistema de transmisión, la ESPOL ahorraría mucho dinero ya que se hace uso de los enlaces intercentrales existentes de EMETEL por medio de tributarios.

- El sistema podría ser hecho mediante un radioenlace, pero la fibra óptica ofrece muchas ventajas con respecto a este medio de transmisión , ya que es inmune a la interferencia electromagnética y atmosférica.

- De realizarse el proyecto, el tiempo que tardaría en ser instalado completamente el sistema sería aproximadamente de 2 meses, para lo cual se debería llevar un cronograma de trabajo tal como se describe en este estudio.

- El proceso de instalación y prueba debe ser realizado más ágil y cuidadosamente puesto que es el que se tarda más por el cual es la ruta crítica para la culminación del proyecto.

- En el caso de que EMETEL no pueda facilitar los ductos para tender la fibra óptica desde la central Boyacá hasta el campus Peñas, la alternativa sería hacer un tendido aéreo de la fibra óptica, lo cual es un poco peligroso, pues existe la posibilidad de que la fibra sufra percances aún con protector de cable de fibra óptica.

RECOMENDACIONES

- Se debería hacer un estudio de un radioenlace para el sistema y evaluarlo con el de fibra óptica para escoger el mejor y más económico sistema.

- Si no se desea mezclar dos marcas diferentes como son ALCATEL y ERICSSON, se podrán usar equipos sólo de ERICSSON como es el ZAM 8 (Equipo terminal de línea a 8 Mbps) con su correspondiente multiplexor, en tales condiciones el presupuesto tendrá ligeras variaciones.

- Buscar una forma de recuperación de lo invertido en el sistema, basada en el propio sistema, tal como alquiler de tributarios del sistema Boyacá Peñas a empresas particulares.