

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

**TESIS PREVIA LA OBTENCION DEL
TITULO DE INGENIERO EN ELECTRONICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**ACTUALIZACION DE NORMAS DE ESPECIFICACIONES TECNICAS
PARA LA CONSTRUCCION DE REDES TELEFONICAS EN PLANTA
EXTERNA Y CONCEPTOS BASICOS PARA LA NORMALIZACION DE
INSTALACION DE FIBRA OPTICA.**

EDWIN RAMIRO SALAZAR DELGADO

Quito. Marzo, 1997

CERTIFICO QUE BAJO MI DIRECCION, LA
PRESENTE TESIS FUE DESARROLLADA EN SU
TOTALIDAD POR EL SEÑOR :

EDWIN RAMIRO SALAZAR DELGADO

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Antonio Calderon Egas', with a large, sweeping flourish extending to the left.

ING. ANTONIO CALDERON EGAS

AGRADECIMIENTO :

SON MUCHAS LAS PERSONAS CON LAS QUE TENGO DEUDAS DE GRATITUD POR SU APOYO, SU ESTIMULO Y SU APORTE PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO. EN ESPECIAL DESEO AGRADECER A MIS PADRES GUILLERMO SALAZAR Y BERTHA DELGADO POR SU COMPRENSION Y PERMANENTE APOYO. TAMBIEN DESEO AGRADECER A LA ING. MARIA CECILIA REGALADO Y POR SU INTERMEDIO AL DEPARTAMENTO DE FISCALIZACION DE PLANTA EXTERNA DE EMETEL, POR SU COLABORACION. MIS AGRADECIMIENTOS TAMBIEN AL ING. ANTONIO CALDERON POR SU MAGNIFICA DIRECCION EN EL PRESENTE TRABAJO.

DEDICATORIA :

A MIS PADRES:

GUILLERMO GILBERTO SALAZAR F.

MARIA BERTHA DELGADO B.

INDICE

Introducción

CAPITULO I.- MATERIALES DE PLANTA EXTERNA	0
1.1. Cables	1
1.1.1. Cables rellenos, con aislamiento de polietileno	2
1.1.1.1 Cables Tipo I	2
1.1.1.2 Cables Tipo II y III	12
1.1.2. Cables con aislamiento y cubierta de Cloruro de Polivinilo	14
1.1.3. Cables de acometida para abonados	17
1.1.4. Cables para interior de abonados	18
1.1.5. Cables para puentes de conexión	19
1.2. Materiales de Empalmes	19
1.2.1. Conectores de presión y rellenos con petrolato	20
1.2.1. Mangas de cierre	16
1.3. Materiales de Conexión	31
1.3.1. Cajas de dispersión	31
1.3.2. Regletas para repartidor	35
1.3.2.1 Regletas terminales de 50 y 100 pares	37
1.3.3. Bloques de conexión	40
1.4. Materiales de Fijación y Aislamiento	41
1.4.1. Materiales de fijación	42
1.4.1. Materiales de aislamiento	52
1.5. Armarios de Distribución	53
CAPITULO II.- GUIA Y NORMAS PARA CONSTRUCCION DE PLANTA EXTERNA	56
2.1. Normas fundamentales de Canalización	57
2.1.1. Zanjas	58
2.1.2. Conductos plásticos	60
2.1.3. Subductos	63
2.1.4. Cámaras o pozos de revisión	66
2.1.5. Tapas	68
2.2. Instalación de cables	70
2.2.1. Instalación de cables aéreos y murales	73
2.2.1.1 Montaje de cable aéreo	74
2.2.1.2. Coexistencia de líneas eléctricas y de telecomunicaciones	77
2.2.1.3 Montaje de cable mural	80
2.2.2. Instalación de cables en canalización	82
2.2.2.1 Tendido de cables	86

2.3. Colocación de Postes y Retenidas -----	95
2.3.1. Hincada y apisonamiento de postes -----	95
2.3.2. Retenidas -----	100
2.4. Colocación de Armarios -----	107
2.5. Instalación de Bloques de Conexión -----	111
2.5.1. Instalación de bloques de corte -----	113
2.5.2. Instalación de regletas de repartidor -----	114
2.6. Instalación de Cajas de Dispersión -----	119
2.7. Empalmes de Cables -----	122
CAPITULO III.- MATERIALES Y CRITERIOS BASICOS DE NORMALIZACION DE INSTALACION DE FIBRA OPTICA -----	138
<hr/>	
3.1. Cables de fibra óptica monomodo -----	141
3.2. Cables de fibra óptica multimodo -----	143
3.2.1. Estructura de cables de fibra óptica -----	144
3.2.2. Configuración de cables de fibra óptica -----	147
3.2.3. Elementos constitutivos de un cable de fibra óptica -----	150
3.2.4. Características mecánicas -----	155
3.2.5. Instalación de cables de fibra óptica -----	158
3.2.5.1 Instalación de cables de fibra óptica en conductos -----	159
3.2.5.2. Instalación de cables de fibra óptica aéreos -----	161
3.3. Conectores y guías de fibra óptica -----	162
3.3.1. Guías de fibra óptica -----	165
	167
3.4. Empalmes de fibra óptica -----	170
3.4.1. Empalmes por fusión -----	172
3.4.2. Empalmes mecánicos -----	175
3.4.3. Empalmes mediante adhesivos -----	175
3.4.4. Cierre de empalmes -----	176
3.5. Distribuidores de fibra óptica -----	180
3.6. Acopladores/Divisores para fibra óptica -----	187
3.7. Pruebas y mediciones -----	191
3.7.1. Medición de atenuación -----	191
3.7.2. Medición del ancho de banda -----	194
3.7.3. Medición de pérdidas en empalmes -----	196

CAPITULO IV.- MEDICIONES ELECTRICAS, TOMAS DE TIERRA, PROTECCIONES, EQUIPOS.	-----	197
4.1. Mediciones eléctricas -----		198
4.1.1. Pruebas de continuidad -----		199
4.1.2. Resistencia de aislamiento con CC. -----		203
4.1.3. Resistencia de bucle y desequilibrio resistivo -----		206
4.1.4. Atenuación -----		209
4.1.5. Diafonía -----		211
4.1.6. Voltaje inducido AC. -----		213
4.2. Tomas de puestas a tierra y protecciones -----		214
4.2.1. Puestas a Tierra -----		214
4.2.2. Protecciones -----		223
4.3. Equipos de medición -----		229
4.3.1. Megohmetro -----		229
4.3.2. Generador de señal -----		229
4.3.3. Medidor digital de nivel PMP-20 -----		231
4.3.4. Medidor de tierras -----		231
4.3.5. Dynatel -----		232
4.4. Simbología -----		234
4.5. Comentarios y conclusiones -----		236
4.6. Recomendaciones -----		243
4.7. Aplicación al proyecto San Rafael Ruta Capelo 2. -----		246
Glosario -----		253
Bibliografía		
Anexos		

INTRODUCCION

Dentro del sistema de telefonía, *Planta Externa* constituye una etapa fundamental para obtener un servicio de telefonía satisfactorio; por ende, la construcción de planta externa debe realizarse bajo normas que conlleven a una ejecución adecuada, con uniformidad de criterios técnicos, de seguridad y de estética.

Razón por la que este trabajo ha sido desarrollado con el afán de dar las directrices en la ejecución de un proyecto de planta externa; para esto se han tomado como referencia las normas existentes en EMETEL, correspondientes a los volúmenes I y III, Materiales de Planta Externa y Construcción de Redes Telefónicas respectivamente, y sobre esta base realizar los cambios pertinentes en sus diferentes materiales, elementos y criterios de construcción, que en la actualidad han tenido evolución.

Cabe señalar que los cambios a las normas existentes se resaltan en negrilla, y deberían ser tomadas en cuenta por EMETEL para efectuar el cambio respectivo a la norma.

También creo conveniente indicar que muchas de las normas que aplica EMETEL, han sido fruto de la experiencia práctica de sus profesionales, es por esto, que con el apoyo del departamento de fiscalización de EMETEL, y con la experiencia obtenida en el diseño y construcción de varios proyectos de planta externa, ha sido mi aspiración contribuir con los cambios e inclusión de nuevos aspectos referidos a las normas de construcción de planta externa.

Es así que en el capítulo I, se describe los materiales que son empleados en la construcción de planta externa. Si bien es cierto que algunos de los materiales no han tenido cambios sustanciales, otros si lo han tenido. En el caso de los cables de polietileno y PVC los cambios no son mayores; sin embargo, se hace mención de algunos parámetros necesarios para este tipo de cables. Es necesario mencionar que en la actualidad los cables de plomo ya no tienen vigencia debido a su baja calidad técnica

comparada con los antes mencionados, razón por la que en este capítulo los cables de plomo no son mencionados. Los materiales que han tenido una mayor evolución son los de conexión, que en la actualidad son del sistema de desplazamiento de aislamiento (IDC), mientras que anteriormente eran del sistema de tornillo.

En el segundo capítulo se indican los criterios de construcción de planta externa; aquí se incluyen las normas fundamentales para la construcción de canalización telefónica, necesarias para una adecuada organización de los cables telefónicos denominados genéricamente canalizados.

Al igual que en el capítulo anterior los cambios realizados han sido resaltados. Estos cambios corresponden a la forma de utilización de los diferentes accesorios existentes en la actualidad, las precauciones de seguridad tendientes a evitar accidentes, la disposición e instalación correcta de los materiales y elementos constitutivos de un proyecto de planta externa; así como también la utilización de nuevos elementos que se disponen actualmente en el mercado.

Las directrices aquí señaladas comprenden las recomendaciones de índole técnico- práctica, aconsejadas por el UIT, como también de los profesionales y empresas inmersos en esta área.

En los capítulos siguientes la edición está realizada en forma normal, es decir, sin resaltar ningún aspecto, debido a que en estos temas EMETEL no tiene elaborado ninguna publicación.

En el capítulo tercero se hace referencia a las características de los diferentes elementos utilizados en la instalación de fibra óptica, los criterios básicos para la instalación de cables de fibra óptica en planta externa, así como también se cita las pruebas que deben ser realizadas a un cable de fibra óptica.

El cuarto y último capítulo corresponde a las pruebas y mediciones efectuadas en el cable de cobre; los parámetros sobre los cuales se puede certificar la calidad de la red de planta externa, los diferentes equipos utilizados para el efecto. Se hace mención de algunas formas de protección y puestas a tierra

en la red de planta externa; y finalmente se tiene los comentarios, conclusiones, recomendaciones y un ejemplo de aplicación.

He considerado de utilidad sintetizar algunos conceptos inherentes a planta externa, los mismos que son utilizados comúnmente en este campo, estos conceptos pretenden servir de consulta rápida, y se encuentran en el glosario presentado luego del cuarto capítulo.

CAPITULO I

MATERIALES DE PLANTA EXTERNA

1.1.- CABLES

Puesto que los cables de telecomunicaciones representan una inversión importante y proporcionan un enlace vital para transmitir información, deben diseñarse de tal forma que provean de un trayecto firme, fiable y resistente a las condiciones mecánicas y ambientales que soportan durante su instalación y vida útil. Tienen que satisfacer las necesidades eléctricas y físicas correspondientes a la aplicación deseada, la durabilidad es un factor importante.

Los cables pueden clasificarse: según los materiales de la cubierta y la función que realizan.

Según la función que desempeñan : Cable de enlace, principal y de distribución

Cables de Enlace.- Proporcionan trayectos de comunicación directa entre centros de conmutación, pueden caracterizarse como enlaces punto a punto, en los que el cable tiene un número uniforme de pares en todo su extensión.

Cables Principales.- Denominados de alimentación, se originan en el centro de conmutación del que dependen los abonados, y forman la base del bucle local, es decir, el trayecto de transmisión del abonado.

Cables de Distribución.- Se utilizan para la conexión desde el punto flexible hasta los circuitos de abonados. Utilizados para servicios en interiores de edificios comerciales o residenciales.

Según los materiales de cubierta: cables instalados en canalizaciones, aéreos o empleados dentro de edificios.

Los cables canalizados.- Son utilizados en zonas metropolitanas como en zonas de alta densidad poblacional (abonados).

Los cables aéreos.- Son utilizados donde la densidad de abonados es moderada, en zonas de baja densidad en la que hay grandes distancias entre los abonados y el centro de conmutación.

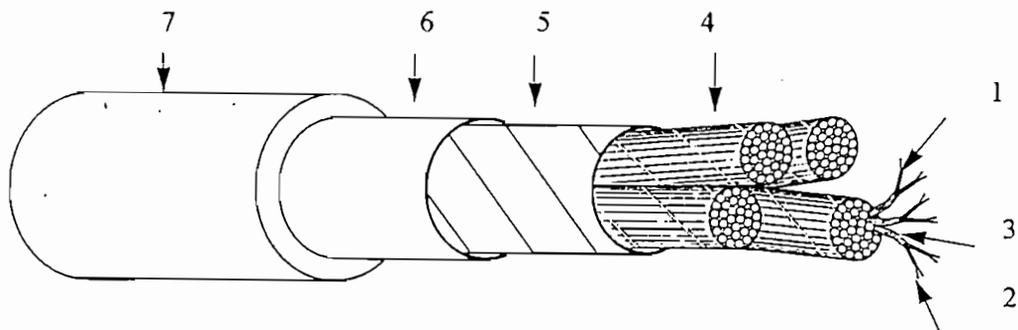
1.1.1.- CABLES RELLENOS CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO

Esta clase de cables son clasificados en tres tipos denominados: Tipo I , Tipo II y Tipo III.

1.1.1.1 TIPO 1

Las especificaciones que se detallan son para los cables con aislamiento y cubierta de plástico a ser utilizados por EMETEL.

Los cables tipo I están constituidos por conductores de cobre con aislamiento de polietileno, rellenos con petrolato y cubiertos con una cubierta estanca de aluminio-polietileno (EAP). Son utilizados en canalización, su capacidad es de 400 a 1800 pares. La figura 1.1 muestra la constitución del cable



1. CONDUCTOR
2. AISLAMIENTO Polietileno (PE)
3. FORMACION en pares

4. CABLEADO En pares (25 pares)
5. ENVOLVENTE (cinta dieléctrica)
6. PANTALLA de Aluminio
7. CUBIERTA PE color negro.

Figura 1.1 Estructura del Cable Tipo I (Primario)

Los elementos constitutivos del cable tipo I son descritos en detalle, así como las características eléctricas y mecánicas.

Conductores.- Los requisitos mecánicos básicos exigibles a un hilo conductor de cobre son: constitución de cobre recocido de pureza comercial uniformemente estirado, de sección transversal circular, de calidad uniforme y carente de defectos, resistencia homogénea , **con una resistividad igual a $1.72 \mu\Omega\text{-cm}$ a una temperatura de 20°C de acuerdo con la UIT.**

El diámetro nominal del conductor será de 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8 mm. El diámetro del conductor desnudo no variará más del 1.5% del diámetro nominal. Normalmente el conductor se hace de una sola pieza; cuando se requiera realizar una soldadura de conductor se cumplirá con las siguientes condiciones:

Los empalmes (soldadura), se aceptan siempre que la resistencia a la tracción en los conductores no sea inferior al 90% de la resistencia a la tracción del conductor desprovisto de empalmes.

La resistencia eléctrica de una muestra de 150 mm de longitud de conductor con empalme no será mayor del 105 % de otra muestra igual de conductor sin empalme.

Los conductores aislados serán torcidos en pares y estos formarán grupos con pasos de torsión diferentes y no superiores a los ciento cincuenta y cinco milímetros.

Aislamiento.- El aislamiento de polietileno dual será formado por una cubierta de polietileno celular de alta densidad, conforme a la norma ASTM D-1.248¹, tipo 3, clase A, categoría 4, grado E-8, con un grado de espumado de aproximadamente 50% y una capa exterior de polietileno sólido, de alta densidad y alto peso molecular, conforme a la norma ASTM D-1248¹, tipo 3, clase B, categoría 4, grado E-8, el tipo de polietileno descrito es para los cables de capacidad 400 a 1800 pares.

Material de Relleno.- El compuesto de relleno se elige de tal forma que sea compatible con los

1) anexo 1

demás materiales del cable de manera que la calidad y funcionamiento no se degeneren durante la vida útil, el material de relleno está concebido de forma que su viscosidad sea pequeña durante el proceso de llenado y grande después de la inyección a fin de que no fluya fuera del cable durante la instalación y explotación.

El núcleo del cable será relleno con petrolato de alto punto de goteo, homogéneo, libre de impurezas y no tóxico, con las siguientes propiedades físicas y eléctricas :

Punto de goteo (ASTM D-127) ¹	87 - 91 °C.
Punto de inflamación (ASTM D-92) ¹	mayor que 232°C.
Resistividad volumétrica (ASTM D-257) ¹	mayor a $10^{12} \Omega\text{-cm}$ con temperatura de 100 °C.
Constante dieléctrica a 1 MHz (ASTM D-150) ¹	menor que 2.24
Factor de pérdida de discipación a 1 MHz (ASTM D - 150) ¹	mayor que $10^{-3}\Omega$

El material y su disposición en el cable debe pasar la prueba de estanqueidad, que consiste en soportar una columna de agua de un metro de altura, sin que por el extremo libre de una muestra de un metro de longitud , gotee agua al cabo de una hora.

Envoltura del Núcleo del Cable.- La envoltura del núcleo (envolvente) aumenta la rigidez dieléctrica entre los conductores exteriores y la cubierta metálica o pantalla incorporada a la cubierta. La envoltura también se aplica como barrera térmica durante la extrusión de la cubierta y el cierre subsiguiente de la misma para no deteriorar al aislamiento, la envolvente es de material no higroscópico.

Pantalla y Funda del Cable.- Los principales requisitos de una cubierta de cable son:

- Flexibilidad para resistir el enrollado y desenrollado en los tambores varias veces durante la fabricación y el proceso de instalación.

1) anexo 1

- Resistencia para proteger el núcleo del cable contra el daño mecánico durante la instalación. Posibilidad de empalmarse fácilmente y fiable sin correr el riesgo de dañar el núcleo aislado.
- Resistencia a largo plazo a la corrosión o degradación cuando se coloca en exteriores, en canalizaciones o en medios acuáticos.
- Proteger el núcleo del cable contra interferencias causadas por campos electromagnéticos externos, resistencia a la vibración durante el transporte y el servicio (resistencia a la fatiga).

La pantalla de cubierta será de una cinta de aluminio eléctricamente continua de 0.2 ± 0.03 mm de espesor, cubierta con polietileno u otro copolímero de etileno y aplicada longitudinalmente sobre la envoltura del núcleo con los bordes superpuestos.

La funda del cable estará compuesta de un polietileno de alto peso molecular y baja densidad, correspondiente a la norma ASTM 1248¹ tipo 1, clase C, categoría 5, grado J-3. Evitará la penetración de agua en el núcleo del cable y actuará como barrera de humedad.

Identificación de los Pares.- El núcleo de los cables se forma por pares dispuestos de la manera siguiente: los pares se agrupan en subunidades de 25 pares, las subunidades se agrupan para formar las unidades principales que pueden ser de 50 o 100 pares, que son recubiertas de una ligadura de mylar u otro material similar, cada 100 pares se incluirá un par adicional de reserva, los pares irán colocados en la capa exterior de las unidades. Estos pares son necesarios en casos en los cuales existan pares defectuosos en las unidades principales.

La identificación de los pares se realizará por medio del color de aislamiento según el cuadro I.1, la identificación de las unidades se realiza con una ligadura (mylar o nylon) de acuerdo con el cuadro I.2, los pares de reserva en base al cuadro I.3.

1) anexo 1

Por ejemplo en el cable de 100 pares se divide en cuatro subunidades de 25 pares y las unidades de 50 en cuatro subunidades de 12 y 13 pares para constituir dos grupos de 25 pares, a este respecto podemos observar algunos casos en la figura 1.2.

Los cables de 600 y 900 pares se forman con unidades de 50 pares (a unidades básicas de 25 pares) y los cables de 1200,1500,1800 se forman con unidades de 100 pares (4 unidades básicas de 25 pares).

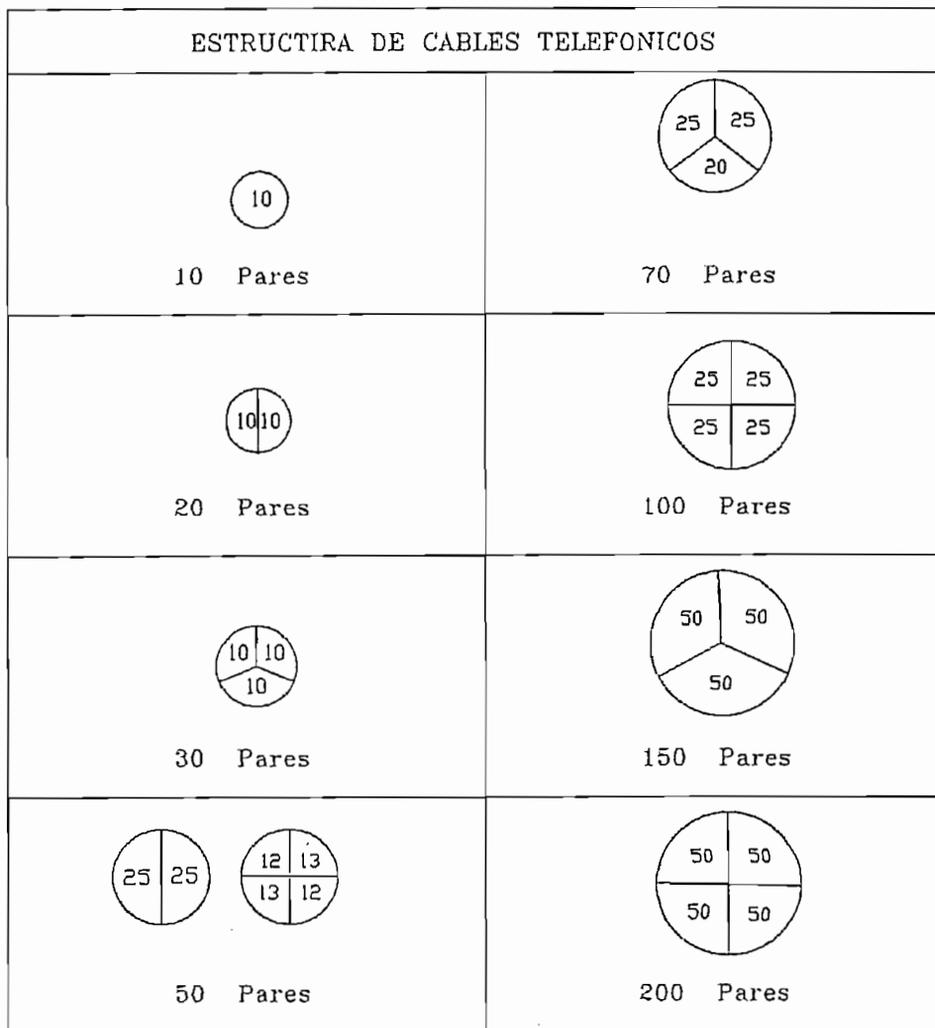


Figura 1.2 Estructura de los Cables Telefónico

Cuadro I.1

Identificación de los pares en el cable

Par Número	Hilo <i>a</i>	Hilo <i>b</i>
1-26-51-76	Blanco	Azul
2-27-52-77	Blanco	Naranja
3-28-53-78	Blanco	Verde
4-29-54-79	Blanco	Marrón
5-30-55-80	Blanco	Gris
6-31-56-81	Rojo	Azul
7-32-57-82	Rojo	Naranja
8-33-58-83	Rojo	Verde
9-34-59-84	Rojo	Marrón
10-35-60-85	Rojo	Gris
11-36-61-86	Negro	Azul
12-37-62-87	Negro	Naranja
13-38-63-88	Negro	Verde
14-39-64-89	Negro	Marrón
15-40-65-90	Negro	Gris
16-41-66-91	Amarillo	Azul
17-42-67-92	Amarillo	Naranja
18-43-68-93	Amarillo	Verde
19-44-69-94	Amarillo	Marrón
20-45-70-95	Amarillo	Gris
21-46-71-96	Violeta	Azul
22-47-72-97	Violeta	Naranja
23-48-73-98	Violeta	Verde
24-49-74-99	Violeta	Marrón
25-50-75-100	Violeta	Gris

La identificación es: el par 1 tiene el color blanco-azul; par 2 blanco-naranja; par 3 blanco-verde; par 4 blanco- marrón; par 5 blanco-gris y así sucesivamente. La identificación de colores cada 25 pares

se repite, pero su identificación correcta es por el color de la unidad (ligaduras del cable).

Cuadro I.2

Identificación de las ligaduras en el cable

Unidad Número	Color de Ligadura		Pares
1	Blanco	Azul	1 - 25
2	Blanco	Naranja	26 - 50
3	Blanco	Verde	51 - 75
4	Blanco	Marrón	76 - 100
5	Blanco	Gris	101 - 125
6	Rojo	Azul	126 - 150
7	Rojo	Naranja	151 - 175
8	Rojo	Verde	176 - 200
9	Rojo	Marrón	201 - 225
10	Rojo	Gris	226 - 250
11	Negro	Azul	251 - 275
12	Negro	Naranja	276 - 300
13	Negro	Verde	301 - 325
14	Negro	Marrón	326 - 350
15	Negro	Gris	351 - 375
16	Amarillo	Azul	376 - 400
17	Amarillo	Naranja	401 - 425
18	Amarillo	Verde	426 - 450
19	Amarillo	Marrón	451 - 475
20	Amarillo	Gris	476 - 500
21	Violeta	Azul	501 - 525
22	Violeta	Naranja	526 - 550
23	Violeta	Verde	551 - 575
24	Violeta	Marrón	576 - 600

Para los cables superiores a 600 pares, se repite la secuencia de colores de las ligaduras tal y

como se detallan en la tabla precedente por cada nuevo grupo de 600 pares; es decir, desde el 601 al 1200, 1201 al 1800.

Cuadro I.3

Identificación de los pares de reserva en los cables.

Número de Par	Hilo <i>a</i>	Hilo <i>b</i>
1	Blanco	Negro
2	Blanco	Rojo
3	Blanco	Amarillo
4	Blanco	Negro
5	Rojo	Violeta
6	Rojo	Amarillo
7	Rojo	Violeta
8	Negro	Amarillo
9	Negro	Violeta
10	Amarillo	Violeta
11	Azul	Naranja
12	Azul	Verde
13	Azul	Marrón
14	Azul	Gris
15	Naranja	Verde
16	Naranja	Marrón
17	Naranja	Gris
18	Verde	Marrón
19	Verde	Gris
20	Marrón	Gris

Identificación del Cable.- Los cables deberán tener en el exterior de la cubierta las inscripciones siguientes:

- Nombre del Fabricante
- Nombre del Cliente (EMETEL)

- Fecha de Fabricación (año)
- Tipo de Cable
- Número de Pares
- **Diámetro del Conductor**
- **Longitud del Cable** (en metros)

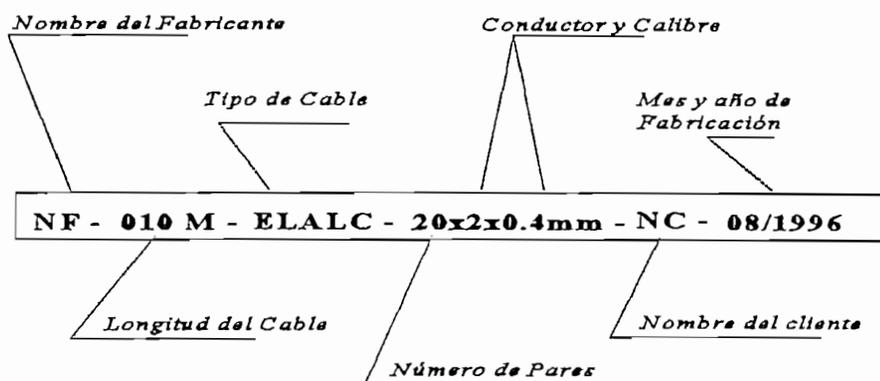


Figura 1.3 Identificación del Cable

Esta identificación se hará con tinta indeleble blanca o amarilla y repetida con un espaciamiento de 1 metro.

Las características eléctricas más importantes en los cables tipo I son: resistencia a la corriente continua, desequilibrio resistivo, capacitancia mutua, desequilibrio de capacitancia, resistencia de aislamiento, rigidez dieléctrica y atenuación; en cada una de las características mencionadas se indican los valores y parámetros que se deben tener como requisito indispensable.

Resistencia a la corriente continua a 20 °C

Diámetro del conductor (mm)	Valor Individual Máximo (Ω/Km)	Resistencia Media de Bucle (Ω/Km)
0.4	150	280
0.5	95.9	180
0.6	66.6	125
0.7	48.9	91
0.8	36.8	70
0.9	29.0	54.2

Desequilibrio Resistivo

El desequilibrio resistivo entre conductores del mismo par no debe rebasar la resistencia de bucle del par en más del 2% y máximo 5% en cualquier longitud del cable.

Capacitancia Mutua a 800 Hz y 20 °C

Media	$52 \pm 4 \text{ nF/Km}$
Máxima individual	58.5 nF/Km

Desequilibrio de Capacidad

Par - tierra máxima individual	2625 pF/Km
Par - par max individual a 1Khz	260 pF/Km

Resistencia de Aislamiento

A una temperatura media de 20°C entre un conductor y los demás conectados a cubierta (Pantalla) y a tierra no deberá ser inferior a $1500 \text{ M}\Omega/\text{Km}$ para un voltaje comprendido entre 100 y 500 Voltios d.c.

Rigidez Dieléctrica

El cable deberá soportar sin ruptura los siguientes voltajes durante 3 segundos aplicados entre

cualquier conductor del cable y los restantes puestos en paralelo:

Diámetro (mm)	Voltaje (V_{RMS})
0.4	2000
0.5	3000
0.6	3500
0.7	3800
0.8	4000

Atenuación

La atenuación media a 20°C y 800 Hz no será mayor a los siguientes valores:

Diámetro (mm)	Atenuación (db/Km)	Atenuación Máxima(db/Km)
0.4	1.66	1.73
0.5	1.33	1.37
0.6	1.11	1.14
0.7	0.95	0.97
0.8	0.83	0.85

1.1.1.2.- CABLES RELLENOS CON AISLAMIENTO DE POLIETILENO (EAP)

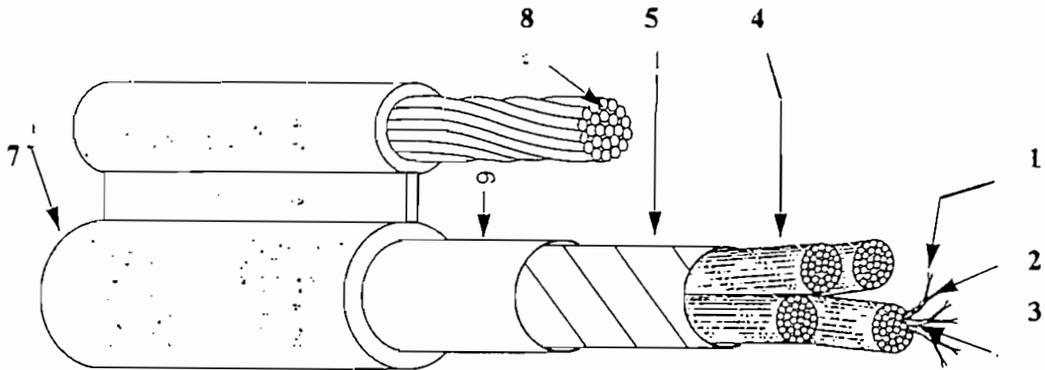
TIPO 2 Y 3

Tipo 2.- Cables constituidos por conductores de cobre con aislamiento de polietileno sólido, relleno con petrolato y protegidos con una cubierta EAP para ser utilizados en canalización, con capacidades de 10 a 300 pares. La constitución de este tipo de cable es de similar forma que el indicado en la figura 1.1, lo propio con las características eléctricas.

Tipo 3.- Son los cables autoportados con aislamiento de polietileno sólido rellenos con petrolato y protegidos con una cubierta EAP para instalación aérea, con capacidad de 10 a 200 pares.

En lo referente a los materiales los conductores en los cables tipo 3 estarán constituidos de igual forma que en lo indicado para los cables del tipo 1.

La figura 1.4 muestra la constitución del cable tipo 3.



- | | |
|--------------------------------------|--|
| 1. CONDUCTOR | 5. ENVOLVENTE Cinta Dieléctrica |
| 2. AISLAMIENTO Polietileno (PE) | 6. PANTALLA de Aluminio |
| 3. FORMACION en pares | 7. CUBIERTA Polietileno color negro |
| 4. CABLEADO En capas (de 25 apares) | 8. SOPORTE (mensajero de hilos de acero). |

Figura 1.4 Estructura del cable aéreo

Aislamiento.- El aislamiento de cada conductor será de polietileno sólido de alta densidad y alto peso molecular conforme a la norma ASTM D-1248¹, tipo3, clase A o B, categoría 3-4-5, grado E8.

También puede usarse como aislamiento polipropileno sólido conforme a la norma ASTM D-2146 con un límite máximo de índice de fusión de 0,5 gr / minuto.

En cuanto se refiere a las otras características como: Material de relleno, Envoltura del núcleo, Pantalla, funda del cable, e identificación de los pares; son idénticas a las indicadas para el cable del tipo I, evidentemente con las capacidades indicadas para este tipo de cables.

Mensajero.- Está formado por siete hilos (7) de acero galvanizado, pudiendo ser de 1.26 y 2.12 milímetros de diámetro , según lo indica el cuadro I.4. La resistencia de ruptura por tracción de los

1) anexo 1

cables de acero serán de 1800 y 3000 kilogramos respectivamente. La cubierta del mensajero es de similares características que las del cable.

Las características eléctricas de los cables del tipo 2 son similares a las anotadas para los cables tipo

I.

Cuadro I.4

Calibre del cable (mm)	# de pares	Mensajero Hilos x Diámetro (mm)
0.4-0.5-0.6	10 - 20	7x1.26
	30 - 50	7x1.26
	70 - 100	7x2.12
	150 - 200	7x2.12
0.7 - 0.8	10 - 20	7 x1.26
	30 - 50	7x2.12
	100 - 150	7x2.12

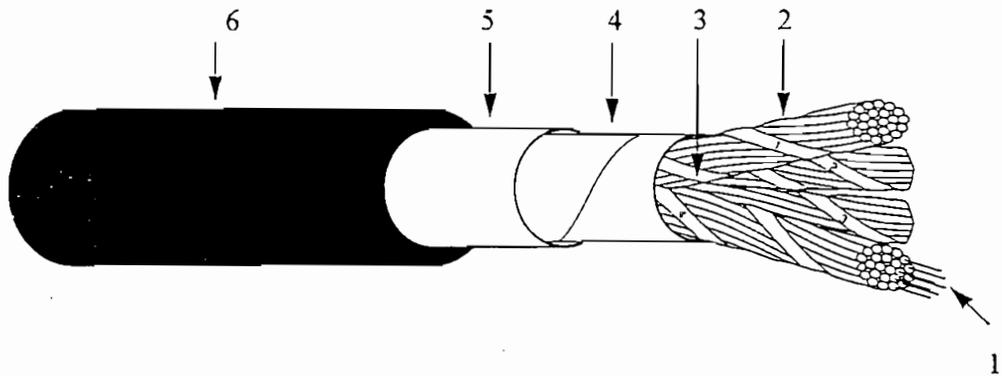
1.1.2.- CABLES CON AISLAMIENTO Y CUBIERTA DE CLORURO DE POLIVINILO

Se especifican cables constituidos por cobre aislado con cloruro de polivinilo (PVC) y con cubierta exterior PVC, con capacidad de 50, 100, 300 pares. Aunque existen cables de PVC con menor capacidad los anteriormente indicados son los más utilizados en planta externa.

Los conductores de cobre deberán cumplir con las condiciones y características indicadas para el cable tipo I referido anteriormente. El diámetro nominal será de 0.5mm, éste tipo de cables utilizado en instalaciones interiores y de edificios, los que suele aislarse en conductos de PVC.

El aislamiento de cada conductor es de cloruro de polivinilo (PVC).

La figura 1.5 muestra la estructura del cable con aislamineto y cubierta de cloruro de polivinilo



1. CONDUCTOR
2. AISLAMIENTO (PVC)
3. FORMACION En pares

4. ENVOLVENTE
5. PANTALLA de Aluminio
6. CUBIERTA de PVC

Figura 1.5 Estructura del Cable con cubierta PVC

Envoltura del Núcleo.- El núcleo será envuelto por una o más capas de material no higroscópico, a fin de cumplir las especificaciones de rigidez dieléctrica.

Cubierta.- Exteriormente se coloca por extrusión una capa de PVC de color gris, correspondiente al tipo ASTM D-1047¹. La cubierta debe pasar la prueba de doblado, consistente en arrollar al menos una vuelta completa del cable sobre un mandril de diámetro igual a 12 veces el diámetro exterior del cable, no debiendo sufrir daños el revestimiento externo.

La identificación de los pares se lo hace de acuerdo con el cuadro I.2 antes indicado.

1) anexo 1

Las características eléctricas para este tipo de cables son descritas a continuación

Resistencia a la Corriente Continua

Media	180Ω/Km
Máxima individual	194Ω/Km

Desequilibrio de Resistencia

El desequilibrio resistivo a corriente continua entre dos conductores de un mismo par en cualquier largo del cable, no deberá exceder en más del 2% y máximo 5% el valor de la resistencia en bucle de ese par.

Capacitancia Mutua a 800 Hz y 20 °C

Media	87± 4 nF/Km
Máxima Individual	100 nF/Km

Resistencia de Aislamiento

La resistencia al aislamiento media entre un conductor y todos los demás conductores, deberá ser mayor que 500 MΩ-Km para un voltaje de 500 V d.c. Esta lectura es a una temperatura menor a 15°C y luego de un minuto de electrificación.

Rigidez Dieléctrica

El cable deberá soportar sin ruptura un voltaje de 750 voltios RMS durante 3 segundos, aplicados en cualquier conductor del cable y los restantes puestos en paralelo.

Atenuación

La atenuación media medida a 20°C y 800 Hz no será mayor que 1.33 db/Km y la atenuación

máxima no mayor de 1.35 dB/Km.

1.1.3 CABLES DE ACOMETIDA PARA ABONADOS

Están constituidos por dos conductores paralelos de acero recubierto de cobre de acuerdo con la norma ASTM B-227¹, aislados con material termo plástico formando un único cuerpo. Es utilizado para ser autoportado exteriormente desde el punto de dispersión hasta el bloque de conexión de los domicilios.

Conductores.- Deberán ser de acero recubiertos de cobre con una conductividad del 30 %.

La carga de ruptura a la tracción de una muestra de 250 mm de conductor después de aplicado el aislamiento será de 40 Kg como mínimo.

El diámetro nominal es de 0.8 mm con una tolerancia de ± 1.5 % mm.

Aislamiento.- Serán aislados con un compuesto de PVC o similar de color negro o gris. El aislamiento es aplicado sobre los dos conductores, y deberá tener como mínimo un espesor de 1.2 mm en toda su longitud.

Las características eléctricas son:

Resistencia a la corriente continua	Media 149 Ω /Km	Máx. individual 80.5 Ω /Km.
Capacitancia Mutua	Media 87 nF/Km	
Resistencia de Aislamiento	1000 M Ω /Km	
Atenuación a 800 Hz y 20 °C	Media 1.57 dB/Km	

1) anexo 1

1.1.4.- CABLES PARA INTERIOR DE ABONADOS

El cable está formado por dos conductores de cobre electrolítico recocido, aislados paralelamente en toda su longitud por un compuesto de PVC de color blanco. Los conductores tienen un diámetro de 0.6 mm y son recubiertos con PVC cuyo espesor es de 0.7mm; su utilización es en los domicilios, en tuberías o expuestos a la pared.

Conductores.- Son de cobre electrolítico de diámetro 0.6 mm con una tolerancia de 1.5% mm.

La rotura a la tracción de una muestra de conductor de 250 mm será entre 25 y 28 Kg/mm².

La resistencia a la tracción de un conductor empalmado no será inferior al 90 % del mismo conductor sin empalmar.

La resistencia eléctrica de una muestra de 150 mm de longitud de conductor no empalmado no será mayor del 105% de otra muestra similar sin empalmar.

Aislamiento.- Será con una capa de PVC color blanco de espesor 0.7mm. La resistencia a la tracción mecánica será mínimo de 125Kg/cm².

Características Eléctricas.

- Resistencia de C. Continua media	125Ω/Km
- Capacitancia Mutua	88 nF/Km
- Resistencia de Aislamiento	1000 MΩ/Km min.
- Atenuación media	1.44 dB/Km

1.1.5.- CABLES PARA PUENTES DE CONEXION

Se especifica un tipo de cable formado por dos conductores de 0.6 mm de diámetro nominal, trenzados para formar un par. El cable formado por los dos conductores se identifica por el color de aislamiento, para el conductor "a" color amarillo y el conductor "b" color negro.

Conductor.- Constituido por cobre electrolítico recocido de resistencia homogénea sin grietas ni defectos, con una resistividad de $1.72 \mu\Omega\text{-cm}$ a la temperatura de 20°C según lo indicado en el UIT, el conductor será de 0.6mm con una tolerancia del 2%.

La resistencia a la tracción de una muestra de conductor empalmado no será inferior al 90% del mismo conductor sin empalmar.

La resistencia eléctrica de una muestra de 250mm, de conductor empalmado no será superior a 105% de otra muestra sin empalmar.

Aislamiento.- El conductor es aislado con PVC con un espesor medio de aislamiento de 0.35mm, con una resistencia a la tracción mínima de 125 Kg/cm^2 .

Las características eléctricas son:

Resistencia de Corriente continua	124.4 Ω/Km
Resistencia de aislamiento	200 $\text{M}\Omega/\text{Km}$ min.

1.2 MATERIALES DE EMPALMES

Los materiales de empalmes a considerar en este numeral son los conectores y las mangas de cierre.

1.2.1.- CONECTORES DE PRESION Y RELLENOS CON PETROLATO.

Existen diferentes tipos de conectores entre los cuales podemos mencionar : conectores metálicos “dentados” estos comprenden una parte metálica dotada de dientecillos agudos o bordes cortantes, que presionados fuertemente su parte dentada atraviesan el aislamiento y quedan en contacto con el conductor; conectores como los de manguito plástico, unión de conductores por torsión y con un manguito de polietileno relleno, conexión por soldadura directa, ya no son utilizados en la actualidad debido a las dificultades que presentan en su utilización.

Otro tipo de conectores que se han estado utilizando con menor frecuencia son los conectores individuales discretos en U, que poseen un recubrimiento metálico en U con un aislamiento plástico exterior. De la base del recubrimiento sobresalen unas aletas ranuradas, en éste conector los conductores se instalan en forma lateral , a continuación se doblan sobre ellos los elementos laterales y se comprimen para obligar a los conductores a penetrar en las ranuras. Este tipo de conectores requiere de una herramienta especial, la cual debe ser calibrada cada cierto tiempo, razón por la cual presentan irregularidades cuando este procedimiento no se lo realiza adecuadamente.

Los conectores indicados y otros en la actualidad no se utilizan ya que presentan parámetros eléctricos y mecánicos que comparados con los desarrollados actualmente son de baja calidad; por ejemplo la resistencia de contacto de estos conectores está en el orden de las decenas de miliohmios, el sistema de conexión produce en algunos casos la ruptura de los conductores por sus sistema de dientecillos, provocando fallos en la conexión y poca confiabilidad de los parámetros necesarios para un buen funcionamiento.

En la actualidad los conectores que presentan las condiciones más favorables tanto eléctricas

como mecánicas son los denominados de desplazamiento de aislamiento, que pueden ser conectores individuales o conectores modulares.

Entre los conectores individuales tenemos: conectores de recorte que sirve para sustituir cualquier conector defectuoso, en el que los hilos entran por cada uno de los lados del conector, una vez insertados los hilos se realiza la conexión eléctrica y a continuación el recorte de los hilos de los conductores en los que se tiene defectuosa la conexión, con esto se realiza la reparación sin necesidad de interrumpir el servicio. Otro tipo de conector es el de acometidas que sirven para conectar dos tramos de hilo de acometida.

Los conectores individuales serán capaces de conectar diámetros de conductores desde 0.4 mm hasta 0.9 mm. Estos conectores se emplean fundamentalmente en la red secundaria.

En la figura 1.6 se muestran diferentes tipos de conectores de desplazamiento de aislamiento (IDC).

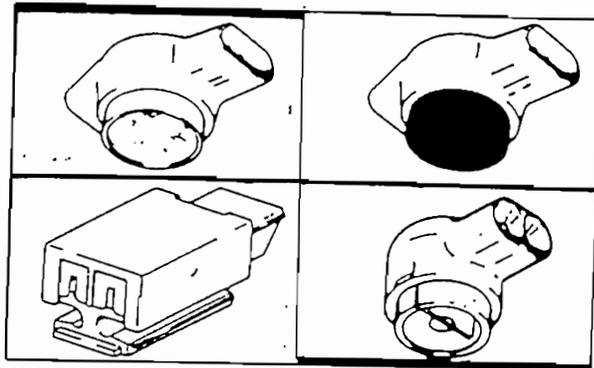


Figura 1.6 Conectores del Sistema IDC

Las propiedades básicas de los conectores a presión (IDC) son:

- Cuerpo del conector

Polipropileno

- Tapa del conector	Polipropileno
- Elemento de contacto	Lámina estañada con aleación de bronce
- Sellado de humedad	Base de hidrocarbonato de petróleo

Para que el conector tenga gran confiabilidad tiene que estar sujeto a un sinnúmero de pruebas en las condiciones más severas. Los parámetros a tenerse en cuenta son: resistencia de conexión, resistencia de aislamiento, rigidez dieléctrica, calidad física esto es rango de estabilidad y confiabilidad de los conectores.

Entre las características físicas más importantes se tiene: resistencia de tracción, torsión de hilos, doblamiento de hilos.

Resistencia de Tracción.- Figura 1.7. La tensión de tracción de un conector después de la inmersión en el contacto relativo al control de hilos, será aceptable si tiene valores no menores del 85% del valor de rotura del conector

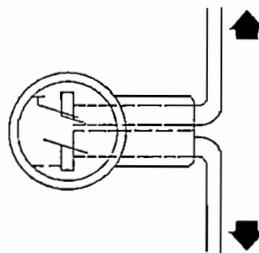


Figura 1.7 Prueba de Tracción

Torsión de Hilos.- Figura 1.8 Esta prueba evalúa la conexión del hilo, ayudados por una fuerza

los conectores son sometidos a una rotación de torsión. El objetivo de desempeño es que con 10 rotaciones estará fuera de una discontinuidad de circuito o una rotura del hilo

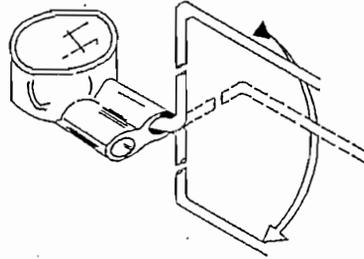


Figura 1.8 Prueba de Torsión de Hilos

Doblamiento de Hilos. - Figura 1.9. Usando un doblamiento del conductor entre 90° en cada uno de los lados en el mismo plano (sin rotación), se evaluará la conexión del hilo y el aligeramiento de fuerza. El objetivo de desempeño es que con 10 doblamientos estará fuera de una discontinuidad de circuito o una rotura de hilos.

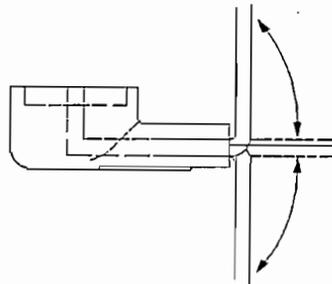


Figura 1.9 Prueba de Doblamiento de Hilos

Las características eléctricas de los conectores son:

Resistencia de Contacto.- Los cambios aleatorios de resistencia de conexión que tiene valores menores a $2\text{ m}\Omega$ son considerados aceptables, como indicación de una conexión eléctrica estable.

Resistencia de Aislamiento.- Una alta resistencia de aislamiento es necesaria para disminuir el ruido alto(p.e. diafonía) o pérdida de señal. La resistencia de aislamiento de los conectores empalmados sera mayor que $10000\text{ M}\Omega$.

Rigidez Dieléctrica.- Colocando una tensión de 1500 V_{AC} 60 Hz o 2000 V_{DC} durante 2 segundos no deberá producirse descargas disruptivas.

Las pruebas de estabilidad de los conectores son:

Inmersión en el Agua.- Los conectores son inmersos en el agua a una profundidad de 15.2 cm por un período de 7 días, la resistencia de aislamiento no será menor de $10000\text{ M}\Omega$.

Ciclos de Temperatura.- Los conectores son sometidos a cambios de temperatura desde -40°C a 60°C con ciclos de temperatura promedio de 33°C por hora. Cambios de resistencia de conexión menores que $2\text{ m}\Omega$ son considerados aceptables.

Humedad.- Sumergido el conector durante 24 días en una solución salina al 5% la resistencia mínima de aislamiento en c.c. será de $1000\text{ M}\Omega$.

Rigidez Dieléctrica.- Un voltaje AC es aplicado incrementando en un rango de 500 V/seg hasta que ocurra una avería. Valores mayores que 2.5 KV son considerados aceptables para pruebas de daño por voltaje.

Los conectores modulares figura 1.10, son también del sistema de desplazamiento de aislamiento (IDC). Las condiciones eléctricas y físicas para los módulos de conectores son similares a las de los conectores individuales.

Los sistemas de conectores modulares sirven para empalmar cualquier combinación de conductores desde 0.4 a 0.8 mm con aislamiento de plástico, los módulos pueden ser de 5, 10, 20 y 25 pares. Existen diversos módulos para empalmes; de dos cables, para puenteados (empalme de tres cables), y para establecer derivaciones hacia conductores existentes sin interrumpir el servicio. El puentado se realiza enchufando un módulo especial en un módulo de empalme, o escalonando un módulo tras otro, según el tipo de sistema modular.

Las ventajas que presentan este tipo de conexiones son :

Transferencia de servicio entre dos cables sin interrumpir el mismo ni efectuar cortes ni reempalmes. Verificación de circuitos activos en prolongaciones de cables sin interrumpir el servicio.

Permiten instalar en forma rápida cables en el sitio de trabajo. Efectuar mediciones libremente sin interrupción del servicio.

Este tipo de conectores son utilizados fundamentalmente en la red primaria.

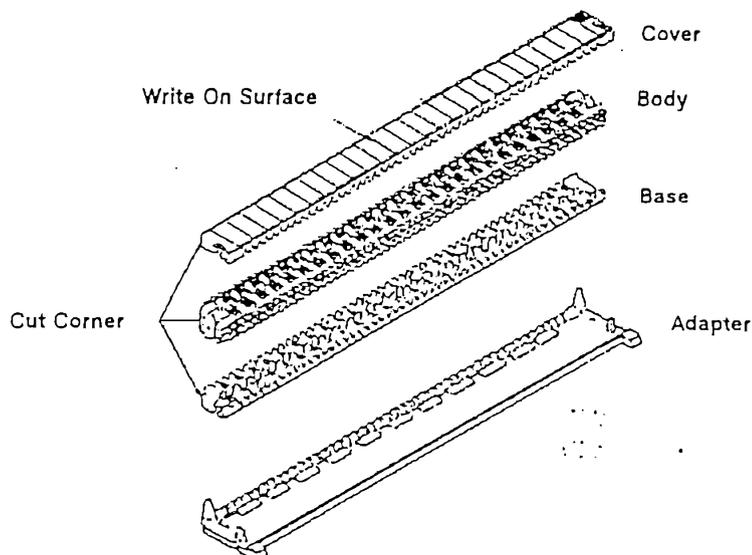


Figura 1.10 Módulo de Conexión

1.2.2- MANGAS DE CIERRE

Se debe considerar algunos parámetros importantes para la elección de una manga de cierre:

- a.- Los materiales para cerrar las cubiertas debe ser compatible con las cubiertas de los cables indicados anteriormente. La manga debe reconstruir los parámetros físicos, químicos del cable.
- b.- Permitir empalmar conjuntamente más de un cable.**
- c.- Asegurar la estanqueidad del empalme a largo plazo.**
- d.- Asegurar que los esfuerzos longitudinales sobre el empalme sea soportados por la manga y no por el cable.
- e.- Proteger el empalme de esfuerzos transversales.
- f.- Asegurar la continuidad de la pantalla metálica del cable.
- g.- Proporcionar un cierre contra la acción de la lluvia, polvo, acción del viento, protección durable desde el doblamiento y resquebrajamiento uniforme en el medio ambiente más extremo. Garantizar la continuidad de la estanqueidad de los cables a nivel del empalme.**
- h.- Sus dimensiones permitirán alojar el empalme de cables de 10 pares a 1800 pares con calibre de conductor 0.4 mm. **Adaptarse a las diferentes configuraciones de empalme, y al espacio que la rodea.**
- i.- **El método de cierre adoptado debe permitir, siempre que sea necesario que los empalmes de las cubiertas puedan ser abiertos y vueltos a cerrar sin que se causen interrupciones en el funcionamiento de los circuitos. Respetar las reglas de seguridad y las condiciones de trabajo e higiene.**
- j.- **El empalme una vez terminado, debe ser resistente desde el punto de vista mecánico y estar fijado de tal manera que no se vea afectado por vibraciones, fenómenos de fluencia de cable, ni otros esfuerzos mecánicos. Podría ser necesaria cierta protección mecánica adicional para evitar el daño causado con motivo de tracción en cables adyacentes.**
- k.- **Ser almacenable y transportable en las condiciones usuales de los almacenes y vehículos sin**

cuestionar la funcionalidad del producto.

l.- La manga de empalme, será de cierre mecánico o de tornillo, reentrables sin desperdicio de la manga en sí, es decir, tener la posibilidad de utilizarse repetidas veces, renovando simplemente los elementos de sellado.

m.- **Facilidad de utilización tanto en la red aérea como en la red canalizada**

n.- **Cuando algún empalme necesite material de relleno se deberá justificar su utilización, y se utilizará resina reentrable que garantice la estanqueidad del empalmes, la resina debe ser compatible con el petrolato de los cables, además la manga poseerá indicadores de inyección que señalen el fin de la operación de rellenado.**

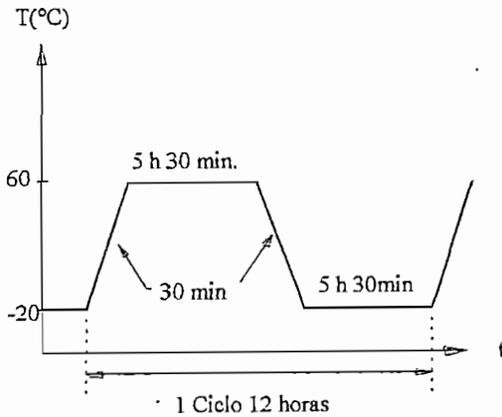
o.- **La manga para empalme terminal, no utilizará resinas de relleno y necesita múltiples salidas para los cables que vienen del repartidor general, además no requiere de continuidad de pantalla.**

Materiales.- Los materiales de las mangas debe ser: material plástico no tóxico, antinflamable, resistente a la rotura, las influencias ambientales como rayos ultravioletas, oxígeno, ácidos, corrosión, etc. En el caso de mangas rellenas el material de encapsulado deberá ser compatible con el petrolato de los cables, permitirá entrar fácilmente al empalme, dar una buena protección al ingreso de humedad y no ser tóxico

Pruebas Técnicas.- Las siguientes pruebas se han previsto para comprobar el cumplimiento de algunas de las características de las mangas, sin embargo éstas pruebas son necesarias pero no suficientes, por lo que es importante que la manga cumpla con lo indicado anteriormente.

Prueba de Estanqueidad.- Realizado el empalme se lo introduce en un baño de agua a la temperatura de 23°C en el que se ha disuelto el 5% en peso de cloruro de sodio, manteniendo 72 horas. Después de la prueba se comprobará que la resistencia de aislamiento entre pares no ha variado.

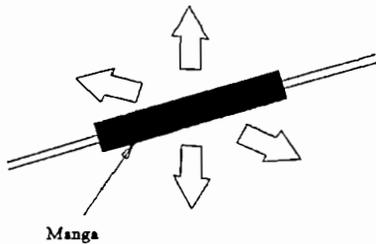
Prueba de Ciclo Ambiente (Choques Térmicos).- La prueba consiste en introducir la



muestra en un lugar de pruebas frío/caliente. Los ciclos efectuados son 20, con variaciones de temperatura entre -20°C y 60°C . Figura 1.11, con estas condiciones el resultado debe ser que no hay fugas y que la resistencia de aislamiento entre los conductores no ha variado.

Figura 1.11 Ciclos de Temperatura en Prueba de Ciclo Ambiente.

Prueba de Vibración.- La prueba (figura 1.12), consiste en fijar la muestra y someterla a



vibraciones de 10 a 100 Hz con intervalos de 10 Hz por un período de 50 minutos , en dos planos mutuamente perpendiculares, en condiciones de temperatura ambiente. Con estas premisas el valor de la resistencia de aislamiento no variará y no habrá ningún signo de daño en el cuerpo de la manga.

Figura 1.12 Prueba de Vibración

Prueba de Ciclos de Temperatura.- La muestra se somete a 50 ciclos de temperatura entre -40°C y 60°C , el ciclo es de 12 horas manteniendo 5 horas de transición de temperatura, y una hora a la temperatura extrema. La muestra presentará una resistencia de aislamiento mayor que 100

MΩ que se considera aceptable , además no se presentarán daños físicos en la muestra.

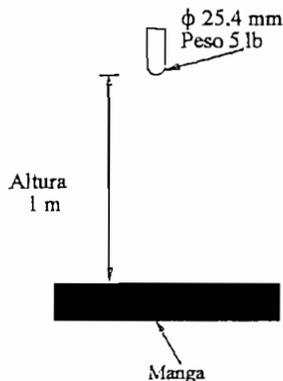
Prueba de Tensión Axial.- Una carga de tensión de 225 Newtons es aplicada en oposición



al final del cable (figura 1.13), la fuerza se aumenta en 225 Newtons incrementados en cinco minutos hasta que se produzca un daño. La ruptura de la faja de unión estará entre 450 y 600 Newtons, pero esto no producirá daños en el sistema de cierre de la manga.

Figura 1.13 Prueba de Tensión Axial

Prueba de Impacto.- La prueba se realiza a -40°C y a 60°C . El empalme situado en una superficie plana de madera, es sometido al impacto producido por una carga de 5 lb. Descendiendo desde una



altura de un metro. La carga tiene un diámetro esférico de 25.4 mm en el final del choque. Las muestras reciben tres impactos en sitios fortuitos, después de cada impacto la muestra se examinará debiendo tener como resultado la no presencia de daños , luego de lo cual la muestra será sometida a la prueba de aislamiento.

Figura 1.14 Prueba de Impacto

Prueba de Flexión.- Fijando el empalme en un plano horizontal liso se aplicará una fuerza a 25 cm del extremo del empalme. La prueba consiste de un doblado del cable a 45° arriba y abajo de la

posición neutral del cable (figura 1.15), cada cable aceptará cinco ciclos de doblamiento a 23 y 60°C ; luego de lo cual no habrá daños en el cuerpo de la manga ni en el sistema de cierre y el aislamiento no ha de sufrir variaciones.

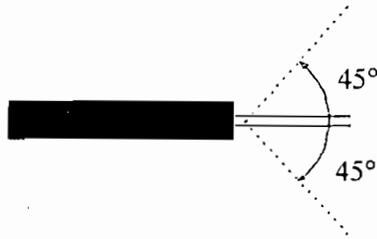


Figura 1.15 Prueba de Flexión

Resistencia en medios ácidos.- La muestra sometida por 28 días en una solución de ácido clorhídrico a la temperatura ambiente, no deberá presentar roturas o resquebrajamientos del cuerpo de la manga.

Resistencia en medios básicos.- La muestra sometida por 28 días en una solución de hidróxido de sodio a la temperatura ambiente, no presentará roturas ni resquebrajamientos en el cuerpo de la manga. Luego de lo cual la muestra pasará por una prueba de aislamiento.

Prueba de choque Estático.- La prueba consiste en aplicar una carga estática de 1 KN (figura 1.16), sobre una área de 25 cm² por un lapso de 10 minutos , la muestra deformada bajo la carga

aplicada reasumirá su forma original después de retirar la carga. Además no deberá haber daños en el cuerpo de la manga.

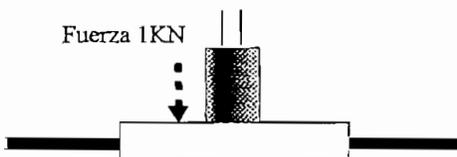


Figura 1.16 Prueba Choque Estático

1.3 MATERIALES DE CONEXION

Los materiales de conexión constituyen los elementos siguientes: Cajas de dispersión, regletas para repartidor (regletas de distribuidor), regletas terminales para armarios, y los bloques de conexión.

1.3.1 CAJAS DE DISPERSION

Las cajas de dispersión (figura 1.17), deben cumplir con las siguientes características:

Estar construidas con material de poliéster reforzado con fibra de vidrio o **policarbonato de alta resistencia al impacto y a los rayos ultravioletas**. Permitir ser instaladas en postes o paredes.

Permitir la conexión entre un cable de cubierta de polietileno con un máximo de 10 pares y conductores de tendido aéreo (cables neoprene para acometida), como cables de instalación para interiores. Las cajas deben ser estancas al agua y a insectos.

Capacidad será de 10 pares como mínimo.

Todos los componentes de la caja deberán presentar condiciones que garanticen un perfecto desempeño de los mismos cuando estén sometidos a un gran número de operaciones.

Los soportes para montar las cajas serán de una sola pieza , libres de grietas, fisuras o cualquier otro defecto que afecte a su resistencia mecánica.

Configuración.- Está configurada con los siguientes elementos: bloques terminales , base de soporte y tapa.

El bloque terminal es una unidad independiente y compacta que constan de una regleta de conexión.

Los bloques terminales son de material antioxidante, estos permitirán la conexión de los hilos del cable terminal. Los bornes de conexión para los conductores pueden ser empleados para conductores

de hasta 1mm de diámetro. La terminación del cable en el bloque se hará de manera que el conjunto quede hermético a la entrada de humedad , mediante una tapa que cubra la conexión de los hilos del cable.

Se precisa un dispositivo de protección contra sobretensiones que sea fácil de instalar sin utilizar herramienta especial.

La caja será de forma más o menos paralelepípedo, formada por una base y sus accesorios que permita su instalación en muros o postes. Además estará provista de una cubierta que se adapta a la base permitiendo la salida de los cables de acometida por la parte inferior, procurando dejar el menor espacio posible para impedir la entrada de cuerpos extraños.

Características Funcionales

La rigidez dieléctrica entre terminales y la toma de tierra será de 1000 V valor eficaz a una frecuencia de 60 Hz.

La resistencia de aislamiento entre terminales y la toma de tierra será mínimo de 10000 M Ω

La resistencia de contacto será inferior a los 3m Ω y su variación será inferior a los 0.5m Ω , en condiciones de alta humedad atmosférica salina y ciclos de corriente.

Entre las pruebas que deberán realizarse a las cajas mencionamos las siguientes:

Prueba de Tracción.- La resistencia a la tracción que deberá soportar en forma axial cada conductor de cable de acometida conectado al módulo de conexión, sin provocar deslizamiento ni rotura del conductor o de la conexión, será de 10 Kgf como mínimo.

Resistencia al Impacto.- La tapa de la caja deberá soportar una masa de 1Kg que se deja caer libremente desde una altura de 0.5 m en el centro de la parte frontal de la tapa colocada en posición horizontal. Luego de lo cual la superficie de la tapa no presentará grietas, fisuras, fracturas ni falla alguna. La prueba en la parte superior y paredes laterales de la caja se hace

de igual forma.

Resistencia de Vibración.- El bloque terminal de la caja conectado en forma correcta , se somete a una variación de 35 Hz durante 2 horas en cada una de las tres dimensiones perpendiculares entre sí. Teniéndose como resultado que la resistencia de contacto entre conductor del lado del cable y la acometida será como máximo 10mΩ.

Reinserciones.- Las reinserciones se efectúan sobre el mismo terminal de contacto con distintos trozos de cable de acometida. Con 30 reinserciones efectuadas, la resistencia de contacto entre el lado del cable y lado de la acometida no excederá los 10mΩ.

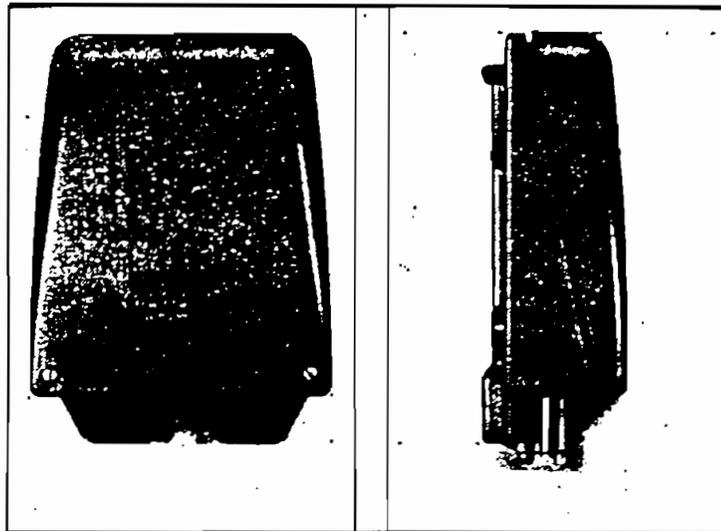


Figura 1.17 Caja de Dispersión de 10 pares

Dentro de estos elementos existen las denominadas *cajas terminales en línea de poste* (figura 1.18), que permiten realizar acometidas de abonado sobre un cable telefónico aéreo, sin afectar el paso de los pares no utilizados. Un par previamente conectado en la caja terminal en línea de poste, puede volver a incorporarse al cable para ser utilizado en otro punto del mismo.

La capacidad de conexión de estos elementos puede ser desde 1 a 15 conexiones de los pares disponibles. Los que pueden ser conector por medio de regletas de 5 pares , con el sistema tornillo- tornillo o con módulos unipolares.

La utilización de la caja terminal en línea de poste se recomienda sea temporal en casos de requerimientos inmediatos. La fijación de éste elemento se realiza mediante bridas metálicas.

Características técnicas de la caja terminal en línea de poste.- Las características fundamentales son:

Base de policarbonato estable frente a los rayos ultravioletas.

Cubierta de polipropileno de gran resistencia al impacto, incluso a bajas temperaturas.

Módulos de policarbonato con contactos de inserción de bronce estañados.

Tornillería de caja y bridas de acero inoxidable.

La resistencia de aislamiento a $500 V_{CC}$ es:

En seco entre borneras $100000 M\Omega$

Sumergida en agua durante 48 horas a $23^{\circ}C$ $100000 M\Omega$

Los módulos de conexión unipolares: Son elementos de un par, de material plástico resistente al impacto, la conexión es mediante inserción por desplazamiento de aislamiento. Dispone de un tornillo central, con el cual se puede realizar la conexión simultánea de los dos hilos que, pueden ser de diámetro 04 a 0.8 mm (diám. máx. cubierta 1.2mm en la entrada), y de 0.4 a 0.9mm (diám. máx. cubierta 3.2mm a la salida del abonado).

El contacto de inserción de salida permite varias conexiones y desconexiones sin sufrir desgaste, garantizando una resistencia de contacto mínima.

Su resistencia de contacto será menor a $20 m\Omega$.

Resistencia de aislamiento mayor a $100000 M\Omega$.

Su estanqueidad superior a 96 horas con niebla salina y los contactos sometidos a $48V_{cc}$

Temperatura de empleo de -20°C a 80°C .

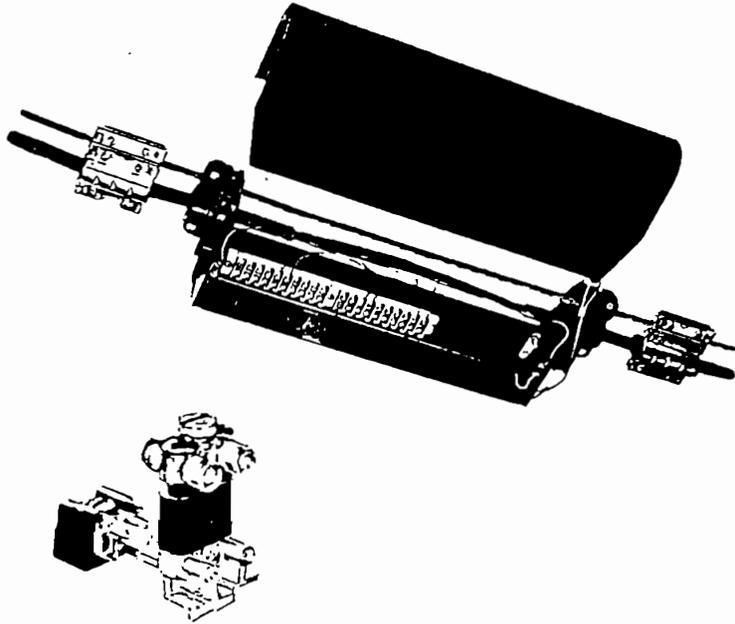


Figura 1.18 Caja Terminal en Línea de Poste y Módulo de conexión

1.3.2 REGLETAS PARA REPARTIDOR

Existen algunos tipos de regletas de repartidor que en su gran mayoría son del sistema de desplazamiento de aislamiento, las regletas se emplean en el lado de la línea del repartidor general.

Los requisitos básicos de estos elementos son:

- Terminaciones fijas de los conductores de cables externos en unidades de 100 pares.
- Protección contra sobretensiones por medio de módulos descargadores cerámicos.

- Acceso a los circuitos de los lados de equipos, de línea y prueba de los mismos, sin necesidad de interrumpir el servicio.
- Puntos de barra a tierra
- Buena visibilidad de su identificación
- Los terminales del lado de línea deben admitir la gama de cables externos con conductores de cobre desde 0.4 a 0.8mm de diámetro.
- Los terminales del lado del equipo deben permitir la terminación de los conductores instalados en el interior.
- La conexión de un conductor de calibre “grosso” no debe afectar la posterior terminación con conductor de menor calibre.
- Las regletas deben ser capaces de resistir efectos de una concentración normal de humedad, cloruro de sodio, ácido fórmico, que puede penetrar u originarse en los edificios.
- Operar satisfactoriamente en temperaturas comprendidas entre -10°C y 50°C con fluctuaciones diarias de hasta 15°C según las normas del UIT.

Material.- El cuerpo de la regleta es de policarbonato (elevada resistencia mecánica, óptimas propiedades eléctricas) , autoextinguible.

Características Técnicas.- Contactos de inserción por desplazamiento de aislamiento, aunque en algunos casos la inserción puede ser conexión enrollado o una combinación de las dos formas indicadas.

Conexión para conductores de 0.4 a 0.8 mm de diámetro con revestimiento de PE o PVC.

Vida de servicio mayor que 200 conexiones

Permitir una excelente retención y resistencia mecánica de los hilos conectados.

Los módulos deberán caracterizarse por su rapidez en el cableado.

Características Eléctricas.- Cambio de resistencia durante las vibraciones, fatiga, temperatura

etc, menor que $5\text{m}\Omega$

Resistencia de contacto menor que $20\text{ m}\Omega$ (hilo 0.5mm)

Capacitancia mutua menor que 2.5 pF .

Rigidez dieléctrica mayor o igual que 1500 V .

Resistencia de aislamiento mayor que $10000\text{ M}\Omega$

En la figura 1.19 se ilustra la regleta de repartidor.

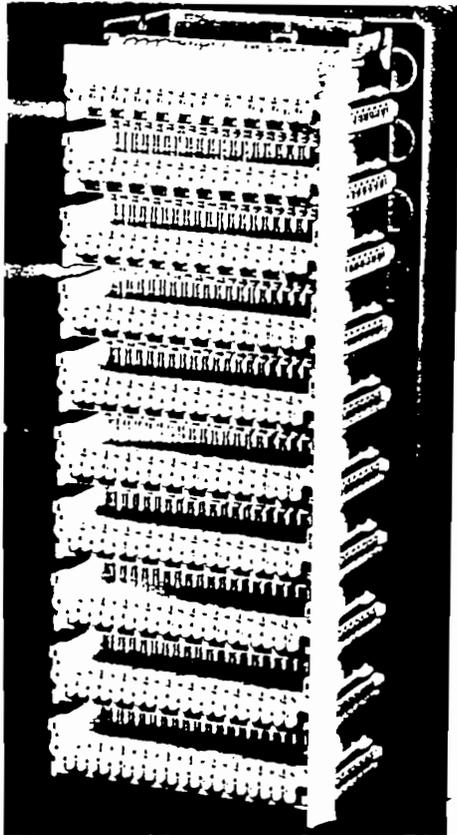


Figura 1.19 Regleta para Distribuidor

1.3.2.1 REGLETAS TERMINALES DE CINCUENTA Y CIEN PARES PARA ARMARIOS

Existen dos tipos de regletas: de corte y conexión utilizadas para la red primaria y red

secundaria respetivamente.

La función de los módulos de conexión es la siguiente: conectar los hilos a contactos opuestos al lado del alma del cable y al lado de los hilos de puente (cruzadas), logrando conexiones seguras e inseparables.

Los accesorios contra sobretensiones o para mediciones y pruebas pueden ser conectados a los contactos de acceso a cada par, colocados entre los contactos de conexión.

La función de los módulos de corte a diferencia de los de conexión es posible la interrupción de la conexión mediante una clavija separatoria que se inserta en el contacto de reposo situado entre los contactos de conexión.

En general las regletas dispondrán de un bloque con contactos de acceso doble, para la terminación tanto de los cables de planta externa como de las cruzadas de continuidad.

Serán de un sistema de módulos con la posibilidad de conexión en serie, permitiendo la conexión sin comprometer las diferentes actividades de operación.

Deberán ir provistos de los respectivos dispositivos que permitan su fácil y segura fijación al bastidor del armario de distribución, sin adaptaciones adicionales, su fijación se la realiza por simple inserción en los porta regletas.

Las regletas deberán estar provistas de soporte porta regletas de acero inoxidable y resistente a la corrosión, tapa guarda polvos, marco para rótulos e identificación de los pares.

La regleta consta de conexiones individuales de 10 pares, y las piezas correspondientes, reunidas en bloques de cincuenta o de cien pares.

Las regletas ofrecerán facilidades como : clasificación previa de los hilos de instalación (cruzadas) por medio de un peine de guía lateral, el uso de herramienta sencilla de conexión.

Permitir un fácil acceso para instalar módulos de protecciones contra sobretensiones o descargas.

Características Generales.-

El sistema de conexión será por desplazamiento de aislamiento (IDC)

En el lado del cable se debe disponer de contactos para conductores desde 0.4 mm a 0.8mm de diámetro. En el lado de la instalación disponer de contactos para conductores desde 0.4 a 0.6mm de diámetro con aislamiento de PVC o polietileno con diámetro exterior de 1.4 mm.

Los materiales del cuerpo de la regleta puede ser policarbonato o poliéster termoplástico autoextinguible.

Los contactos tendrán un recubrimiento galvánico de plata de 5 μm .

La bandeja de montaje es de una chapa de acero inoxidable.

Posibilidad de conexión y desconexión sin que sufra detrimento de las propiedades de conexión.

Calidad de los contactos, estancos al gas, no variar la calidad de los mismo por influencias atmosféricas como: niebla salina, elevada humedad ambiental.

Características Eléctricas.-

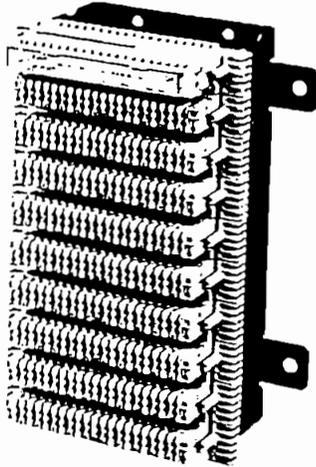
Resistencia de aislamiento entre los contactos y toma a tierra con la bandeja de montaje (igual potencial a tierra), queda establecido un valor mayor a 10000 $\text{M}\Omega$ con un voltaje de 500 V_{DC} .

La rigidez dieléctrica medida con corriente continua entre dos terminales cualesquiera será mínimo de 4000 V , y con corriente alterna un valor mínimo de 5400 V .

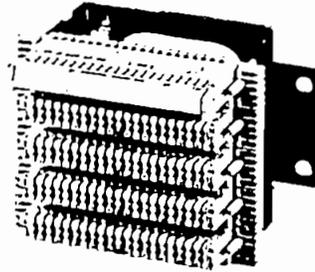
La resistencia de contacto con hilo de puente no será superior a 3 $\text{m}\Omega$, no variando en más de 0.5 $\text{m}\Omega$ sometida a las siguientes pruebas:

- En condiciones de alta humedad , 95 % durante ciento cincuenta días en ciclos de temperatura de -5°C a 60°C .
- A quinientos diez ciclos térmicos de -5°C a 60°C durante ciento setenta días.
- A cincuenta ciclos de 45 minutos con corriente continua de 3 amperios y quince minutos de corriente.

En la figura 1.20 se muestra las regletas de corte y conexión.



Regleta de corte



Regleta de conexión

Figura 1.20 Regletas de Corte y Conexión

1.3.3 BLOQUES DE CONEXION

Los bloques de conexión (figura 1.21), son de 10 pares; utilizados para instalaciones de interiores. Permiten la terminación , bifurcación y dispersión de los cables de plástico (PVC), en las instalaciones de telecomunicaciones. Su utilización es en el interior de los edificios.

Características Generales.-

Deben estar constituidos de policarbonato de elevada resistencia mecánica, óptimas propiedades eléctricas.

Contactos de inserción por desplazamiento de aislante.

Excelente retención y resistencia mecánica de los hilos conectados .

Deben estar provistos de elementos de sujeción que permitan su instalación en bastidores de cajas de distribución de edificios. Permitir la instalación de módulos de protección, y realizar pruebas sin necesidad de quitar el servicio.

Características Eléctricas.-

La rigidez dieléctrica entre terminales y la toma de tierra mayor o igual a 1000 V.

Resistencia de aislamiento a 500 V mayor o igual a 10000 M Ω .

La resistencia de contacto será menor que 6 m Ω y su variación será inferior a 0.5 m Ω sometida a ciclos de temperatura.

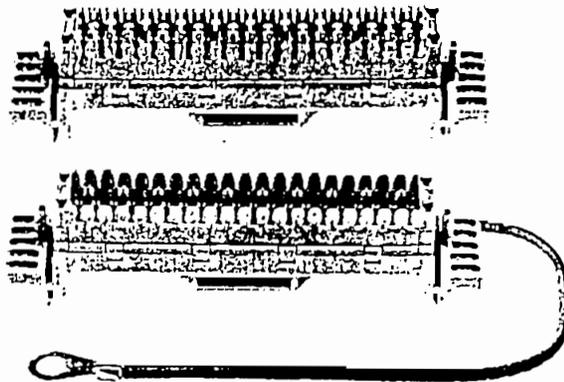


Figura 1.21 Bloque de conexión

1.4 MATERIALES DE FIJACION Y AISLAMIENTO

Los materiales utilizados para la fijación son en general de acero estructural con ajuste en la cantidad de carbón

manganeso y silicio. Luego de la fabricación la pieza correspondiente se someterá a un galvanizado en caliente correspondiente a un espesor de 570 g/m²

1.4.1 MATERIALES DE FIJACION

Todos estos materiales son utilizados en la fijación del cable, en las cámaras de revisión (pozos), como en la postería; así como también en la protección del cable, y en la organización adecuada de los cables de acometida hacia el abonado. A continuación se describen estos materiales:

Perno de Empotramiento

Utilizado para fijar las portaconsolas en la pared de la cámara (pozo) de canalización. Este elemento tiene la forma indicada en la figura 1.22.

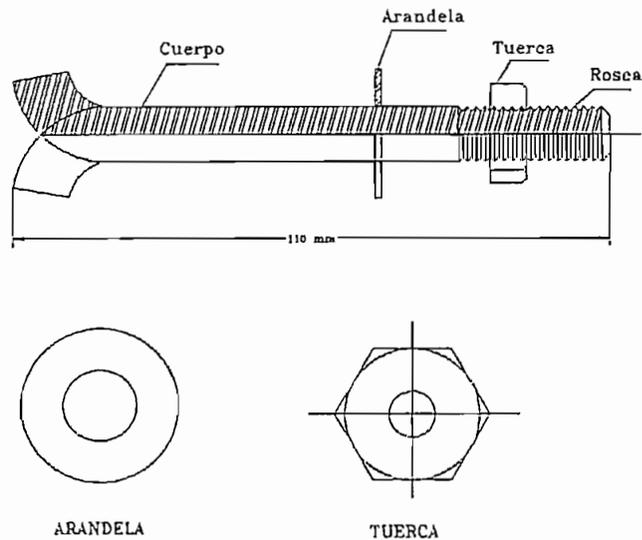


Figura 1.22 Perno de Empotramiento

Consola .- (figura 1.23). Utilizada para el soporte de cables en el pozo de canalización.

Portaconsola.- (figura 1.24). Son fijadas a los pernos de empotramiento por medio de las tuercas y arandelas del mismo; a las portaconsolas se adaptan las consolas para de esta forma suspender el cables sobre ellas.

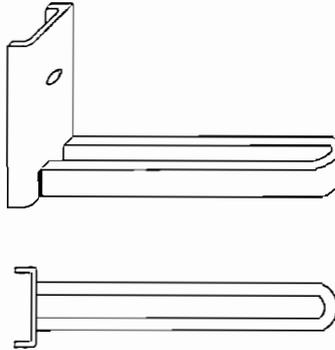
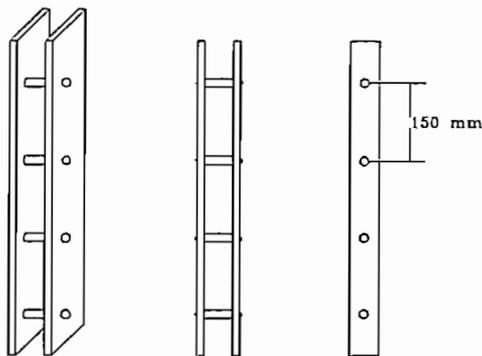


Figura 1.23 Consola



Material Platina Galvanizada en Caliente

Figura 1.24 Portaconsola

Sujeta Cables.- (figura 1.25). Se emplean en la sujeción del cable suspendido sobre las consolas de una cámara de revisión, estos elementos tendrán el tamaño de acuerdo al diámetro de los cables.

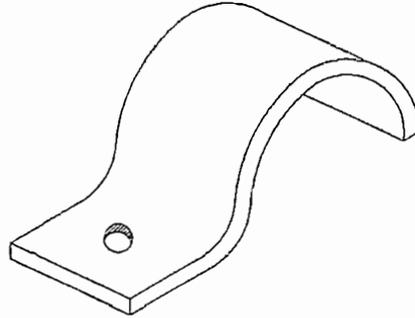


Figura 1.25 Sujeta cables

Ganchos de Dispersión.- Usados para la dispersión de las líneas de abonados, su forma es como indica la figura 1.26. Este elemento es fijado en el poste con cinta de acero (eriband).

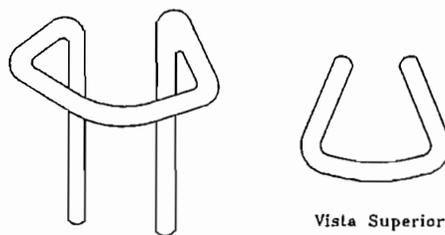


Figura 1.26 Ganchos de dispersión

Anillos Conductores.- (figura 1.27). Utilizados para guiar los cables de acometida hacia las cajas de dispersión. Los anillos conductores se fijan con cinta de acero junto con las cajas de

dispersión.

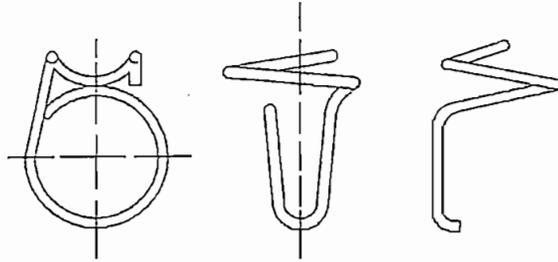


Figura 1.27 Anillo Conductor.

Perno de Ojo.- (figura 1.28). Se utiliza para guiar el cable de acometida hacia el abonado, cuando la instalación del cable multipar es en pared (tendido mural).

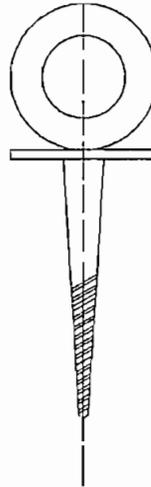


Figura 1.28 Perno de Ojo

Herraje Terminal.- Se emplea para el montaje de cables autoportados sobre postes, permitiendo la fijación del cable, se emplea también en lugares donde la divergencia de las líneas es superior a 15° , su forma es como indica la figura 1.29. La fijación del herraje será con cinta de acero.

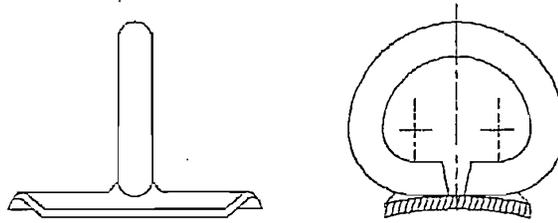


Figura 1.29 Herraje Terminal

Herraje de Paso.- (figura 1.30). Se utiliza para sostener el cable a los postes intermedios, en los que el cable es colocado sobre este herraje. **El herraje de paso será fijado con cinta de acero.**

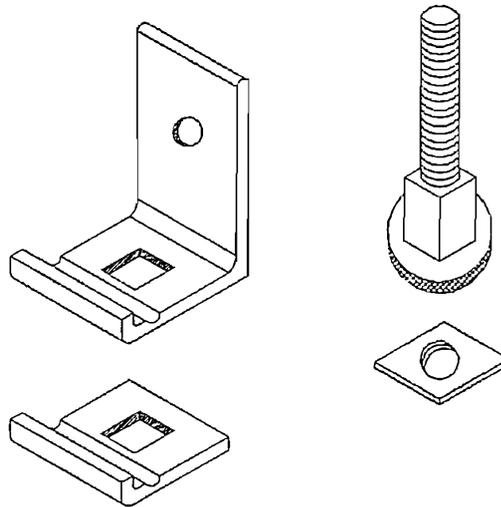


Figura 1.30 Herraje de Paso

Cable de Retenida (Riostras).- Los cables de arriostramiento que se utilizan normalmente consisten en cables de 7 hilos de acero galvanizado en caliente. Normalmente se presentan dos

dimensiones para los cuales las cargas de rotura y la carga máxima se indican a continuación:

	Carga de Rotura (Kgf)	Carga max. Con coeficiente de seguridad 5 veces (Kgf).
Cable de Retenida de 3 Ton.	3000	600
Cable de Retenida de 6 Ton.	6000	1200

Templador de Retenida.- Sirve para fijar y regular la tensión del cable de retenida. Consiste en un perno en “U” con una cuña y pernos a cada uno de los lados, el material utilizado para este elemento es el acero estructural con ajuste de la cantidad de carbono, manganeso y silicio, las tuercas son del mismo material; la cuña es hierro fundido o maleable.

Mordaza para Retenida.- Para cables de retenida que generalmente se combinan con los templadores , sirve para fijar el extremo del cable de retenida. El material es de hierro fundido maleable.

Apoyo de Retenida.- Se emplea para mantener la retenida en su sitio, el cual se fija al poste con cinta de acero.

Varilla para Bloques de Anclaje.- Se emplea para el anclaje de la retenida en el suelo.

Bloque de Ancla para Retenida.- Se utiliza como ancla de retenida, su estructura es de hormigón armado en proporción de cemento/arena 1 a 4. En la figura 1.31 se indican los diferentes elementos constitutivos de un kit de retenida para poste.

Cono de Subida.- Sirve para cubrir la salida del cable y subir a poste o pared. Se sujeta en la parte inferior del canal; cubre el cable. Su forma es como indica la figura 1.32.

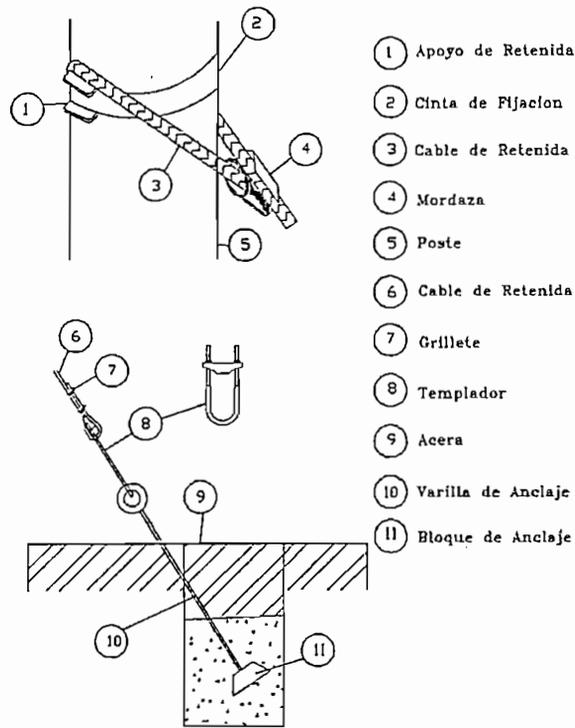


Figura 1.31 Kit de Retenida en Poste



Figura 1.32 Cono de Subida

Canal de Subida.- Se emplea en la protección del cable en la subida a poste o paredes. Se fijará en los postes con cinta de acero; en paredes se fijará con tornillos, tacos plásticos (fisher) y abrazadera metálica. La forma de éste elemento se indica en la figura 1.33



Figura 1.33 Canal de Subida

Sombrero para Poste.- Se emplea en la parte superior de los postes de madera; para evitar la entrada de humedad. Se fijará con clavo de acero.

Cinta de Fijación de Acero.- Se utiliza para la sujeción de los materiales y accesorios que se emplean en la construcción de redes telefónicas; también es conocida con el nombre de cinta Eriband (Figura 1.34).

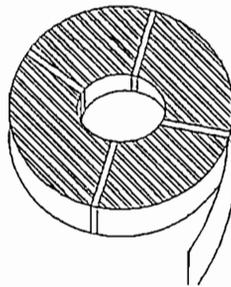


Figura 1.34 Cinta de Fijación

Los materiales de la que está formada la cinta de acero son: Acero inoxidable cuya composición

es:

C	0.08% max.
Mn	1 % max.
Si	1 % max
Cr	11.5-14.5 %
Al	0.1-.03 %

La resistencia de tracción de la cinta eriband es de 7000 lb/pulg².

La resistencia a la fluencia 40000 lb/ pulg².

Seguro de la Cinta de Fijación de Acero.- (figura 1.35). Empleado para asegurar la cinta de fijación , el material es el mismo que para la cinta de sujeción de acero.

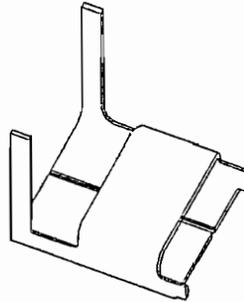


Figura 1.35 Seguro para Cinta de Fijación

Cinta de Acero perforada.- Se utiliza para fijar los cables en postera, luego que los cables salen del canal de subida ubicado en el poste, es fijada con cinta de acero, el material de composición es el mismo que el de la cinta de acero al igual que sus propiedades. Figura 1.36

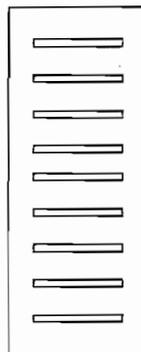


Figura 1.36 Cinta de Sujeción Perforada

Tensor Plástico con Gancho.- Se emplea en la fijación de la línea de acometida en los puntos de dispersión sea en postes o en paredes. El tensor soportará una carga de 1.35 KN. Será de plástico carbonatado, el gancho es de acero estructural.

Grilletes.- Usado para fijar los cables de retenida, mensajero así como también para realizar el cruce americano, sus dimensiones serán de acuerdo con el diámetro del mensajero. Figura 1.37

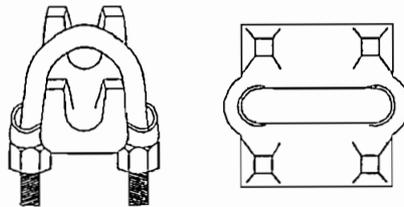


Figura 1.37 Grillete

Perno de Anclaje.- Se utiliza para fijar los armarios en las bases de armario, los pernos serán colocados en el momento de fundir la base armario.

Clavos de Acero.- Son empleados para fijar sombreros para postes , los clavos deben ser galvanizados en caliente, con una dimensión de 2 ½".

Cintas Plásticas.- Se utilizan para sostener los empalmes aéreos al cable mensajero y sostener los cables aéreos al mensajero en los sitios donde se corta el mensajero.

La cinta plástica (figura 1.38), deberá tener un cierre automático que quede cerrado una vez apretada la cinta.

La cinta tendrá las siguientes características:

- Resistencia a los efectos de los rayos solares, los efectos ambientales
- Rango de temperatura de utilización de -5°C a 60°C .
- Tensión de ruptura mayor a 50 lbs.
- Ancho de 7mm y largo no menor de 25cm.



Figura 1.38 Cinta Plástica

Picoletes y/o Grapas de Cable.- Son utilizados en paredes, fabricados de plástico, los cuales deberán ser resistentes a los efectos de rayos solares, uso en la intemperie, acción corrosiva.

Las grapas se fijarán con clavos de acero, al igual que los picoletes . Sus tamaños deben ser en función del diámetro del cable utilizado.

1.4.2 MATERIALES PARA AISLAMIENTO

Cinta Aislante.- Se utiliza para el recubrimiento de cables.

Las condiciones que deben cumplir son las siguientes:

- Adhesiva por uno de los dos lados , con adhesión al respaldo por lo menos de 0,2 KN/m.
- Resistente al fuego
- Resistente a los rayos solares y al uso en la intemperie
- Rigidez dieléctrica a 1 KV.
- Rango de temperatura de utilización de -5°C a 60°C .

Cinta Macilladora.- Es una cinta de caucho sintético empleada para rellenar huecos o superficies

irregulares o para formar collares de empalmes.

Las características que debe cumplir son las siguientes:

- Rigidez dieléctrica mayor a 0.5KV
- Absorción de humedad 1% max.
- Rango de temperatura de utilización -5°C a 60°C.
- Elongación mínima a 15°C 100%

Cinta PVC.- Será utilizada para interiores de empalmes

Sus características son:

- No adhesiva por ningún lado
- Resistencia a la acción corrosiva de agua salada, ácidos naturales, sales.
- Rigidez dieléctrica mayor a 1KV
- Absorción de la humedad máxima 1%
- Rango de temperatura de utilización - 5°C a 60°C
- De color gris

1.5 ARMARIOS

Actualmente los armarios de distribución son de poliéster reforzado con fibra de vidrio y aislamiento térmico, resistente a la intemperie, de gran estabilidad y resistencia a la torsión.

Entre las características más principales se tiene:

- a.- La capacidad de albergar a las regletas terminales podrá variar entre 9, 12 o 16 regletas, cada una de 100 pares , utilizando para el efecto las regletas adecuadas. El armario será del sistema modular, de tal manera que sea posible reemplazar cualquiera de sus partes en caso de destrucción o daño.

Todas sus partes serán herméticas entre sí. El armario estará compuesto por una caja que se compone de: el cuerpo de la caja , el techo, la puerta, la placa de fondo, el bastidor de distribución entre los elementos constitutivos fundamentales.

El acabado de las superficies verticales será con perfiles que dificulten la adhesión de anuncios.

b.- Poseer una abertura especial que permita una compensación retardada entre las condiciones climáticas ambientales y las existentes en el interior del armario.

Dispondrá de una puerta con radio de apertura de 110° que tiene un brazo de sujeción; dotado de una cerradura de alta seguridad, que por su mecanismo permita instalar un elemento adicional para protección de su integridad; en algunos casos el conjunto de cierre se formará por un cerradura tipo triángulo con un dispositivo de protección y cierre mediante candado, que evite la apertura sin la llave adecuada. El cierre de la puerta debe ser factible de cambio, es decir, de apertura de izquierda a derecha a la posición de apertura inversa.

La puerta estará dotada de un tarjetero para ubicar un plano de identificación de cables del distrito.

c.- **La placa base será resistente a la intemperie, dispondrá de orificios situados en los vértices a fin de que permitan una fácil instalación sobre los pernos ubicados en la base de hormigón o de policarbonato y a su vez realice el acoplamiento del cuerpo a la base.**

La placa base debe tener boquillas de ingreso (de goma) a fin de ser adaptables a los diferentes diámetros de los cables a introducir.

d.- El bastidor estará compuesto por piezas de acero inoxidable; dispondrá de un borne macizo para la conexión de la toma de tierra, así como también dispondrá horizontalmente de los ganchos sencillos y anillos guidores para la colocación de los alambres de cruzadas (puentes).

Además de las características antes indicadas el armario de distribución deberá cumplir con lo siguiente:

Resistencia a la Colisión.- La resistencia a la colisión del armario montado en el zócalo, tiene que ser mayor que 100 Kgf. Esta fuerza será aplicada en el centro del armario en dirección vertical a la

puerta.

Resistencia a los Golpes. - Cada pared lateral deberá resistir la caída de un peso de 1Kg, desde una altura de dos metros sin que se produzcan daños.

Estanqueidad de la Puerta. - La puerta tiene que impedir la entrada de polvo y agua lluvia en el interior del armario. Las condiciones deben mantenerse aún después de estar sometido a 10 ciclos de -10°C a 50°C con una duración de 24 horas cada ciclo.

Resistencia a la Corrosión del Bastidor. - El bastidor será introducido durante veinte y cuatro horas a una temperatura de 25°C en la siguientes soluciones:

Sulfato sódico, Hidróxido sódico, Acido sulfúrico, Cloruro de sodio luego de lo cual no se observará daños en el armario.

La figura 1.39 muestra un armario de distribución de fibra de vidrio.

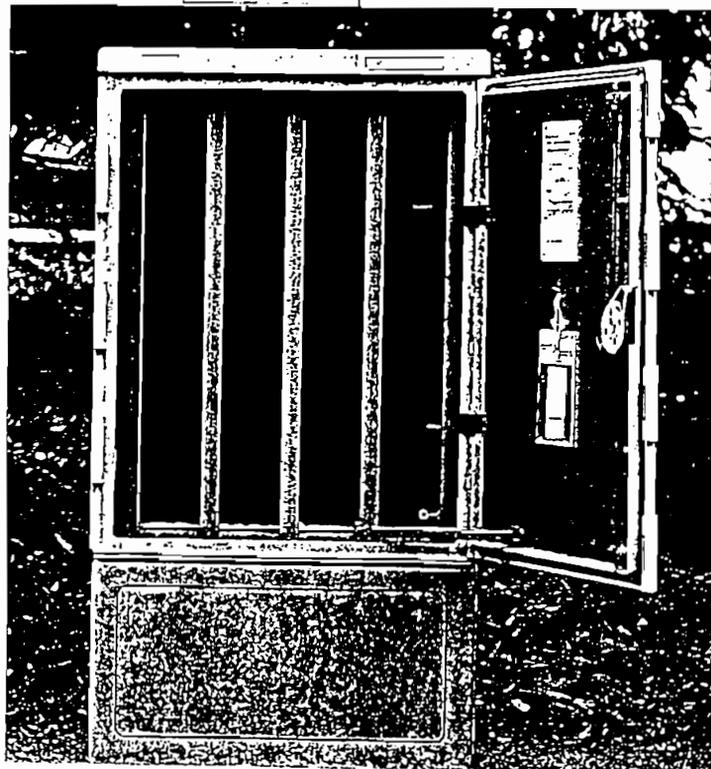


Figura 1.39 Armario de fibra de vidrio

CAPITULO II

GUIA Y NORMAS PARA CONSTRUCCION DE PLANTA EXTERNA

2.1.- NORMAS FUNDAMENTALES DE CANALIZACION

En las zonas metropolitanas y urbanas, así como en otras zonas de alta densidad de abonados, los cables se instalan en canalizaciones y cámaras de registro (pozos). La gran mayoría de estos cables que se denominarán genéricamente cables canalizados, son cables de alimentación que salen desde el centro de conmutación del que dependen los abonados. Debido a la elevada concentración de pares en las rutas de los cables en canalizaciones y a la necesidad de ahorrar espacio, en la mayoría de éstas se utiliza cables de alta densidad de pares.

El conjunto de la canalización telefónica se compone de : canalizaciones principales , canalizaciones secundarias y cámaras de revisión.

Canalización Principal.- Alojara a los cables de red primaria y secundaria.

Canalización Secundaria.- Alojara exclusivamente a los cables secundarios.

Cámaras de Revisión. - Son los puntos accesibles de la canalización una vez terminada la construcción. En ellas se hace todas las operaciones de empalmes, reparaciones, sustituciones de cables, etc.

La construcción de la canalización debera cumplir con las siguientes condiciones:

- Es de responsabilidad del constructor obtener todos los permisos y licencias necesarias de las autoridades públicas correspondientes para realizar los trabajos.
- Señalización: se debera colocar señales de peligro a todo lo largo de las excavaciones en especial en los cruces de calles. En horas de la noche se colocara señales luminosas.
- Al efectuar las excavaciones se evitara ocasionar los siguientes perjuicios :
 - Depositar tierra sobre aceras
 - Depositar la tierra sobre la calzada en forma que obstaculice el paso de vehículos.

- Poner en peligro las edificaciones paralelas a la canalización
- Destruir las tuberías de acueductos, alcantarillado, energía , etc.

El constructor deberá retirar la tierra y materiales sobrantes oportunamente después de haberse colocado la tubería y rellenado la zanja.

Ubicación.- La canalización estará ubicada en lugares donde se garantice la circulación de vehículos tanto en el transcurso de la construcción como en la utilización de la misma.

En el caso de puentes o cruces a desnivel los ductos telefónicos se ubicarán siguiendo uno de los costados más exteriores. Los ductos se fijarán a las paredes laterales con consolas galvanizadas que EMETEL proporcionará su diseño.

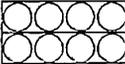
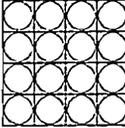
Las cámaras se localizarán en lugares donde se garantice la circulación de peatones como de vehículos, se evitará las cercanías a las bombas de gasolina o lugares donde se detecten emanaciones tóxicas.

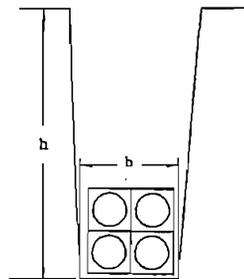
2.1.1 ZANJAS

En general las zanjas tendrán una sección rectangular, que de acuerdo al número y disposiciones de ductos se tiene las dimensiones que se indican en el cuadro II.1.

Para prevenir daños que puedan ocasionar en obras o propiedades vecinas a las zonas de excavación debe procurarse un entibado que garantice la seguridad de los obreros que trabajan dentro de las zanjas, al igual que la estabilidad de las estructuras adyacentes, el entibado se lo hará en los dos lados de la zanja y en la longitud que sea necesario.

Se ejecutará el corte y retiro de arbustos, troncos, raíces, matorrales, hojarascas, suelos que contengan materiales que se considere inapropiado para la construcción de rellenos.

NUMERO DE VIAS	ANCHO DEL FONDO "b" en metros		PROFUNDIDAD DE LA ZANJA (h) en metros	
	1	2	ACERA	CALZADA
	0.4	0.8	0.7	1.0
	0.5	0.7	0.85	1.1
	0.9	1.1	0.85	1.1
	0.9	1.1	1.15	1.35
	0.5	0.7	1.15	1.35



- 1) Para terreno normal
- 2) Para terreno con nivel freatico

Cuadro II.1 Disposición de Ductos y Dimensiones

Rellenos de Zanjas.- Luego de colocados los ductos, cada una de las zanjas debe ser rellena y compactada para que se proceda a las reparaciones correspondientes para que quede en las mismas condiciones en las que se encontraba. El relleno se efectúa con arena hasta llegar al nivel superior de los ductos, teniendo cuidado de no dislocarlos o desplazarlos; sobre ellos se

colocará una capa no menor de 20cm de espesor de material escogido libre de piedras, basura, sustancias corrosivas. El espesor total de la capa de material seleccionado depende del número de vías, éste material proviene de la misma excavación .

La compactación se ejecutará evitando causar daños a las juntas y roturas de tuberías, etc; la compactación se la realiza hasta el punto donde no se observe asentamiento; es decir, cuando el equipo no deje huella en la superficie. El equipo de compactación deberá cumplir especificaciones determinadas de acuerdo con las dimensiones de la zanja.

2.1.2 CONDUCTOS DE PLASTICO

Los principales materiales utilizados para los conductos de plástico son el cloruro de polivinilo (PVC). Para facilitar la manipulación y el transporte las unidades de los conductos de PVC se suministran en tramos de 6 metros aunque a veces se utilizan tramos de 3 o 5 metros. La gran longitud de los conductos reduce el número de uniones, la selección dependerá de la disponibilidad.

Características.- Ducto de cloruro de polivinilo rígido y reforzado, tipo pesado, de acuerdo a la norma INEN.

Diámetro nominal exterior 110 mm.

Espesor de la pared $e = 3.4\text{mm (min) } 3.9\text{mm (max)}$.

Longitud 6 metros.

Instalación de los conductos.- Si en la instalación de los conductos existen otras estructuras, la separación entre estos será como indica el UIT:

Estructura	Separación Mínima
Energía u otra canalización ajena	0.3 m en hormigón 0.5 m en tierra
Tuberías (gas, petróleo, agua,etc)	0.35 m en los cruces 0.5 m en trazado paralelo

Canalización de energía con terminación

Postes separados si es posible. Si se utiliza el mismo en poste, es preferible 180° (lado opuesto) pero no menos de 90°

Los ductos de PVC se colocarán sobre una capa de arena de 5 cm de espesor después de compactado; estos se hará en todos los terrenos. Se deberá colocar soportes o estacas verticales cada 3 metros a lado y lado de la tubería para garantizar un perfecto alineamiento. Luego de colocados cada fila de ductos se rellena la zanja con arena para cubrir los espacios de los separadores. **El ducto telefónico se puede cortar a la longitud deseada con una segueta común y corriente, asegurandose que el corte esté a escuadra, para esto se puede usar una caja guía, luego retirar las rebabas y las marcas de segueta usando papel de lija.**

Al empalmarse los ductos de canalización deberá cuidarse de que no tengan arena, piedras, etc, por dentro, lo cual más tarde podría dificultar la entrada del cable o deteriorarlo. Se aplicará la soldadura líquida al exterior del extremo del ducto por lo menos en un largo igual a la campana del accesorio, de igual forma en el interior de la campana del extremo del otro conducto; se unirá el tubo asegurándose de un buen asentamiento y se dará 1/4 de vuelta para distribuir mejor la soldadura. La soldadura líquida utilizada para unir los conductos debe tener la calidad INEN y para ser usada se debe seguir las instrucciones fijadas por el fabricante.

Comprobación de Conductos.- Algunos conductos de PVC pueden sufrir deformación oval perforarse o romperse . En consecuencia es necesario efectuar una comprobación antes de cualquier operación. Cada ducto debe permitir el paso de un mandril de prueba; en el caso que las vías (conductos) tengan obstrucciones (p.e lodo) estos deben ser limpiados con agua a presión.

En el conducto que va a ser comprobado se introduce la cinta de acero que al final de esta se engancha la cuerda de tracción y se pasa por el ducto, la cuerda de tracción se acopla por medio de un grillete (figura 2.1) al cilindro de prueba; para quitar del conducto cualquier rebaba que pueda haber

penetrado y verificar si los conductos no se han desplazado. Al otro extremo del cilindro se debe acoplar otra cuerda con la que puede hacerse retroceder en caso de que haya alguna obstrucción. Si se detecta algún daño este debe ser reparado inmediatamente.

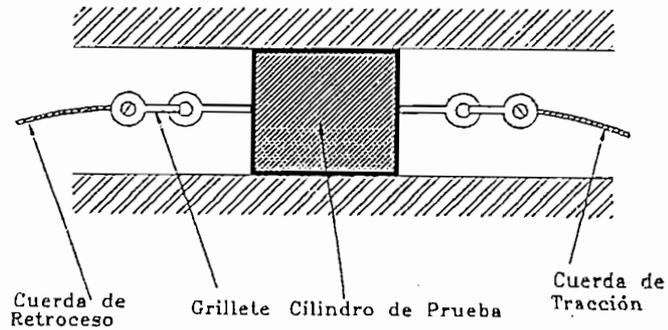
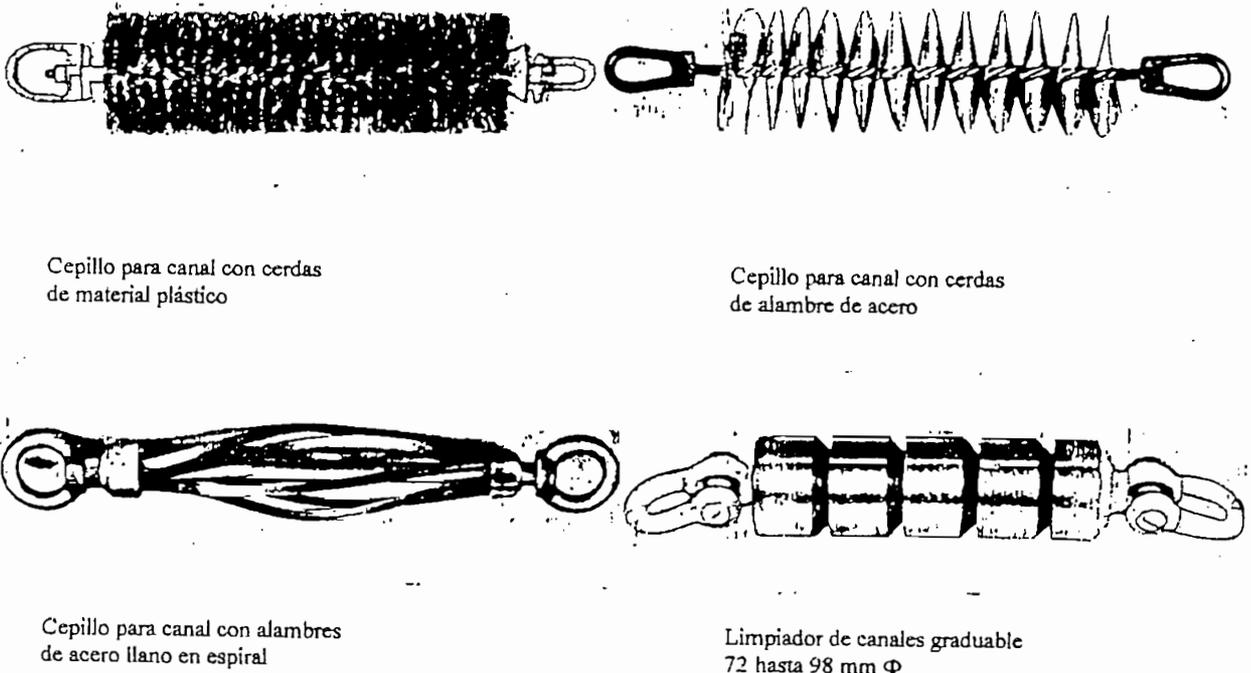


Figura 2.1 Comprobación de Ductos

Una vez comprobado el conducto se pasa por el mismo los cepillos de acero. Figura 2.2



Cepillo para canal con cerdas de material plástico

Cepillo para canal con cerdas de alambre de acero

Cepillo para canal con alambres de acero llano en espiral

Limpiador de canales graduable 72 hasta 98 mm Φ

Figura 2.2 Cepillos para Limpieza de Ductos

Este procedimiento se lo realiza en cada una de las vías existentes, y puesto que se necesita de un esfuerzo considerable se aconseja realizar esta trabajo con equipo de tracción (cabrestante).

Luego de la limpieza del conducto se introduce un alambre de acero galvanizado para ser utilizado como guía y posteriormente atar la cuerda del equipo de tracción (cabrestante).

2.1.3 SUBDUCTOS

En la instalación de los conductos se debe preveer que por lo menos el 25% de ellos se utilizarán para la instalación de los subductos que serán usados para el tendido de fibra óptica.

Los subductos serán de PVC, ya que estos permiten una mejor utilización de los conductos principales. Serán proporcionados en longitudes de 300 metros, y deben ser instalados siempre en conductos vacíos. El diámetro de los subductos es:

Diámetro exterior de 32mm y diámetro interior 28mm

Instalación.- El tendido de los subductos puede efectuarse manualmente o con un equipo de tracción (cabrestante), dependiendo de la distancia entre los pozos. Es necesario que todos los subductos se tiendan al mismo tiempo.

En la preparación de los extremos de los subductos se debe asegurar que los mismos estén cortados perpendicularmente y que no estén dañados. Colocar los subductos como muestra la figura 2.3

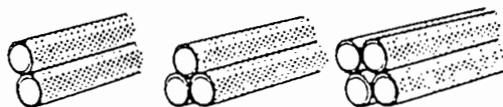


Figura 2.3 Colocación de Subductos

Enrollar el vendaje de cables (puede ser una cinta adhesiva eléctrica) al rededor de los subductos sobre una distancia de 80 cm figura 2.4. Luego pasar la mordaza (malla) de cables por encima de la parte enrollada de los subductos figura 2.5, asegurarla a los subconductos enrollando alguna vueltas de alambre de atar en el extremo de la mordaza.

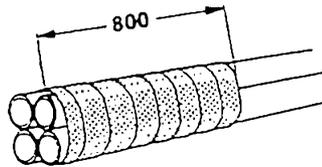


Figura 2.4 Colocación de la Cinta Adhesiva

Es necesario asegurarse de que los subconductos no estén retorcidos durante el tendido.

Verificar la mordaza este fija a la cuerda de tracción del cabrestante para proceder a la instalación de los subductos.

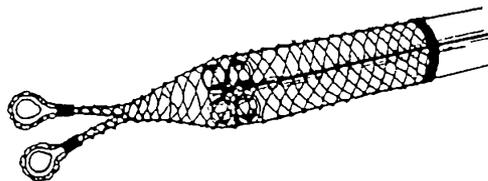


Figura 2.5 Mordaza en los Subductos

Para facilitar la identificación de los subductos estos pueden ser marcados con cintas adhesivas de colores, la cinta se debe enrollar a 10mm desde el extremo del conducto.. Se los puede marcar en el siguiente orden:

Primer subducto:	Azul
Segundo subducto:	Naranja
Tercer subducto	Verde

Empalme de Subductos.- Si los subductos han de empalmarse se debe proceder como se indica a continuación:

Cortar perpendicularmente los conductos empleando una segueta; después del corte quitar todas las rebabas que queden en los extremos de los subconductos empleando un papel de lija o una lima.

Aplicar una suelda líquida a ambos extremos de los subconductos sobre una área de 100mm en cada subducto empezando a 10mm desde el canto. Asegurarse que la suelda no entre en el interior del subducto. Introducir los extremos de los subductos en el tubo de empalme de manera que el tubo quede centrado sobre el empalme. El tubo de empalme tiene una longitud de 0.5m con diámetro exterior de 37mm y diámetro interior de 33mm.

Si se empalma más de un subducto, la distancia entre los empalmes ha de ser por lo menos de un metro.

Asegurar el empalme enrollando con la cinta adhesiva eléctrica 5 a 6 vueltas al rededor de los subductos extremo con extremo con el tubo de empalme. Esto para erigir un nivel semejante al tubo de empalme. Continuar enrollando dos vueltas alrededor del tubo de empalme hasta 50mm desde su extremo. El empalme del conducto quedará como se ilustra en la figura 2.6.

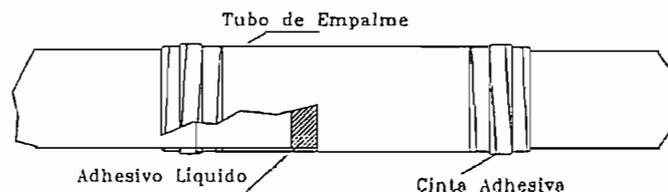


Figura 2.6 Empalme de Subductos

2.1.4 CAMARAS O POZOS DE REVISION

Se necesitan cámaras en las rutas de conductos de cables para:

- Albergar los necesarios empalmes entre tramos de cables
- Proporcionar puntos en donde los grandes cables de enlace o de abonados puedan ramificarse en cables de menor calibre .
- Proporcionar medios para tender el cable por los conductos, reparar los cables, hacer empalmes, probar y mantenerlos durante la vida útil del cable.

Al determinar las dimensiones de una cámara son esenciales de considerar los calibres de cables que vayan a instalarse en dichas cámaras, el radio de curvatura de los cables; así como también proporcionar un acceso y una acomodación para los equipos y el personal de la instalación y mantenimiento.

Los requisitos de una cámara son:

- Superficie mural adecuada para que puedan colocarse y empalmarse de modo satisfactorio los cables previstos.
- Espacio apropiado de trabajo para que el personal realice las actividades de tracción, colocación y empalmes de los cables.
- Acceso a las entradas de los conductos para facilitar el tendido de cables.
- Facilidad de entrada y salida para el personal y los equipos.
- Ventilación adecuada, drenaje natural.
- Su diseño estructural será de manera que resista las fuerzas que ejercen sobre la estructura de la cámara, estas fuerzas pueden ser: la presión del suelo, del agua; las cargas variarán de modo considerable con el tipo de suelo.
- Las cargas principales ejercidas externamente sobre la parte superior de una cámara proceden del peso del suelo que soporta la estructura del techo y más especialmente del peso de

los vehículos que pasan por encima de la cámara o cerca de ella. Razón por la que su estructura deberá realizarse de manera que éstas condiciones no afecten a la cámara.

- Si en la excavación para construir una cámara se encontrare tuberías como: alcantarillado, agua, aguas lluvias, etc; que lleguen a quedar dentro de ella obstaculizando su funcionamiento, se deberá desplazar en lo posible la excavación hacia otro sitio apropiado, en caso de no poder hacerlo, las tuberías que obstaculizan deberán ser protegidas con concreto.
- La losa de piso tendrá un espesor de 10 cm de concreto simple, será nivelada adecuadamente dándole una ligera pendiente hacia el centro (3%) en donde se realiza un sumidero de 40 cm de profundidad.
- En la losa de piso debe colocarse las anclas o argollas de tracción, ubicadas en el frente del eje de salida de los ductos.
- Se debe colocar tanta anclas como convergencias de vías tenga la cámara. Las convergencias es el número de confluencias de la canalización en la cámara, generalmente se tienen una, dos, tres o cuatro convergencias, en la figura 2.7 se muestra los pozos con las diferentes convergencias.

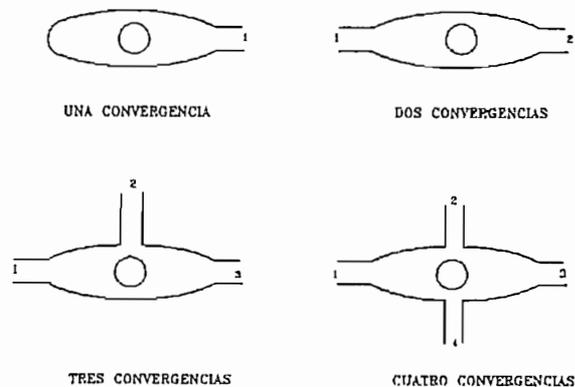


Figura 2.7 Convergencia en Pozos

La losa de cubierta se construirá con un espesor de 20 cm para las ubicadas en la acera, y de 30 cm en las ubicadas en la calzada; el concreto utilizado en estas cubiertas es del tipo reforzado. La losa se construirá con la misma pendiente del terreno, considerando la profundidad nominal libre de la cámara en su centro, de tal manera que quede perfectamente nivelada.

Las reposiciones se las realizará de tal forma que la acera o calzada queden de misma manera como se encontraron.

Los tipos de pozos mas generales son 4 los cuales son indicados a continuación:

Tipo	Número de Vias	Longitud (m).	Ancho(m)	Altura(m)
I	2	1.0	0.6	0.8
II	2 - 12	2.5	1.4	1.9
II	hasta 16	4.0	1.8	1.9
IV	hasta 24	5.0	1.8	1.9

En casos en los que se requiere la demolición de las cámaras antiguas, en las que existen cables y empalmes, requiere de especial atención dado el elevado costo de reparaciones de los mismos en casos de daños. Por tanto se debe proteger a los cables y los empalmes mediante un tablado tipo encofrado para que soporte los escombros resultantes de la demolición.

Una vez terminada la demolición de la cámara e iniciada la construcción de la nueva, se debe evitar el contacto con los cables y los empalmes para no ocasionar desplazamientos que puedan deteriorarlos. En caso de daños se debe dar aviso inmediatamente a EMETEL.

En la figura 2.8 se ilustra la constitución de una cámara

2.1.5 TAPAS

Las tapas de los pozos o cámaras serán ubicadas en la proyección de los ejes y esto no será modificado sino por circunstancias especiales.

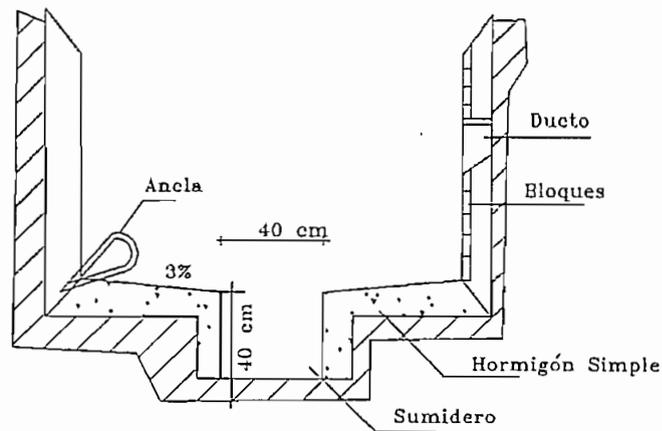
En ningún caso las tapas serán ubicadas en lugares donde los cables puedan ser deteriorados o

dificulten la entrada a los pozos.

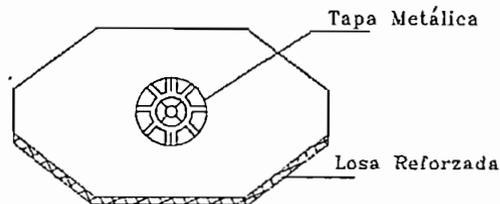
La tapa está constituida por un aro y una tapa de forma circular, el material de este elemento es de hierro fundido.

El acabado de las tapas será completamente liso, para impedir la entrada de agua. El acabado del aro de la tapa deberá ser perfectamente liso, sin rebabas que impidan el libre acceso al pozo y garanticen la integridad del personal como también del equipo.

La instalación del aro de la tapa se realizará al fundir la losa de cubierta. La tapa de la cubierta indicará el año de fabricación y las siglas EMETEL figura 2.9.



CORTE TRANSVERSAL DEL POZO



LOSA SUPERIOR

Figura 2.8 Detalle de Cámara de Revisión

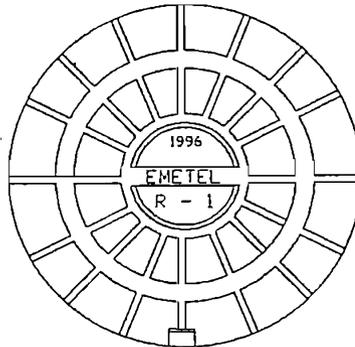


Figura 2.9 Tapa para Cámara de Revisión

2.2 INSTALACION DE CABLES

El contratista conjuntamente con el personal designado por EMETEL, recorrerá el terreno del proyecto para adecuarlo a su construcción, verificando la postería, alineado y estacado de postería nueva, verificación de longitudes de cable, etc.

El proyecto debe ejecutarse de acuerdo con los planos; sin embargo, debido a cambios que pueden haber ocurrido en la ciudad o lugar por el tiempo transcurrido desde la fecha de planeamiento hasta la iniciación de las obras, es posible efectuar reformas menores del proyecto durante el replanteo.

Si durante el replanteo se viera la necesidad de introducir reformas sustanciales al proyecto, estas deberán ser sometidas a revisión y aprobación por parte del EMETEL con las debidas justificaciones.

Debe considerarse algunos factores para tener un método adecuado en la instalación de los cables entre los que podemos mencionar:

Factor Económico.- La elección entre una construcción aérea o canalizada depende ante todo del aspecto económico. En la zona urbana, donde la densidad es alta se tiende a reducir la proporción de abonados atendidos por red aérea. Si va a necesitarse varios cables en el futuro, deben instalarse canalizaciones a fin de evitar los costos y las dificultades que impliquen acceso ulterior, probabilidad de daños, etc.

Mantenimiento.- Los costos de localización y corrección de averías en los cables son mayores para los cables canalizados que para los aéreos, pero en cambio los fallos son menos frecuentes y los gastos globales de mantenimiento son más bajos.

Fiabilidad del Servicio y Seguridad.- El grado de seguridad con respecto a las perturbaciones ocasionadas por las personas es mayor en planta canalizada que en la aérea. Debe considerarse la seguridad del personal y del público en general. Entre las principales causas de accidente figuran la caída de los postes y los choques eléctricos. Estos riesgos de accidente suelen reducirse con la construcción de canalización.

Consideraciones Estéticas.- La construcción aérea resulta a menudo deseable pero es objeto del rechazo público por su aspecto poco estético, especialmente en sitios pintorescos. Por lo que es aconsejable que para evitar la construcción aérea en zonas urbanas o muy pobladas se contribuya al financiamiento de un sistema de canalización.

Para la construcción de red en planta externa se debe seguir las normas de seguridad, para asegurar la integridad de la salud corporal y mental de los trabajadores y del público, así como

de la propiedad. En general se debe cumplir las normas establecidas en seguridad industrial, de tránsito, prevención de contaminaciones ambientales, limitaciones de ruido y otras. Algunos lineamientos generales se dan más adelante.

Prevención de accidentes.- El constructor deberá tomar las medidas necesarias antes de la ejecución de los trabajos, para evitar accidentes tales como: caídas, quemaduras, cortaduras, lesiones de la vista, el oído, asfixia, electrocuciones, etc.

Se debe tener en cuenta todos los tipos de riesgos a que se ven sometidos tanto el personal ocupado en la obra como el público en general; antes, durante y después de la ejecución de la obra.

Según las actividades en la construcción de la red los tipos de riesgos más comunes son los siguientes:

Obras Civiles.- Caídas, fracturas de huesos, contusiones, electrocuciones, exceso de ruido, etc.

Tendido de Cables.- Además de las anteriores, asfixia, intoxicaciones, envenenamiento.

Empalmes.- Además de las anteriores, quemaduras, cortaduras, incendios, explosiones.

El personal ocupado para el tendido de cables, debe usar los siguientes elementos y equipos para prevención y protección contra accidentes.

- Casco protector
- Botas de caucho (en presencia de líneas de energía)
- Botas punta de acero
- Guantes de caucho (presencia de energía)
- Cinturones de seguridad
- Escaleras asegurables de fibra de vidrio
- Cinturones para herramientas

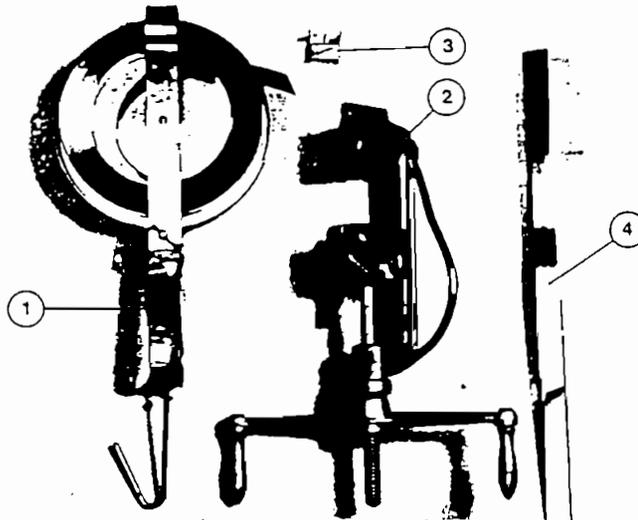
- Extinguidor de incendios (en vehículos)
- Extractores de aire (para ventilar cámaras)
- Avisos de prevención al tráfico.

2.2.1 INSTALACION DE CABLES AEREOS Y MURALES

Los cables que son instalados en forma aérea tienen la siguiente especificación: cable autosuspendido con aislamiento de polietileno sólido, núcleo de petrolato y cubierta estanca de aluminio- polietileno.

Para el tendido mural el cable es con aislamiento de polietileno sólido, núcleo con petrolato y cubierta estanca de aluminio- polietileno.

Los accesorios y herramientas utilizados en la instalación del cable aéreo son los indicados en la figura 2.10, así como herrajes terminales y de paso indicados en las figuras 1.29 y 1.30 respectivamente. Otros accesorios serán detallados en le transcurso del desarrollo del presente numeral.



1.- Porta cinta de acero
2.- Máquina para fijación de cinta

3.- Seguro de cinta de acero
4.- Cinta de acero

Figura 2.10 Accesorios y Elementos de Fijación.

2.2.1.1 MONTAJE DEL CABLE

Para el montaje del cable aéreo se deben tomar en cuenta las siguientes instrucciones:

En localidades donde los cables de la red telefónica son apoyados en la postera de alumbrado público, los herrajes para suspensión de los cables deben colocarse como muestra la figura 2.11

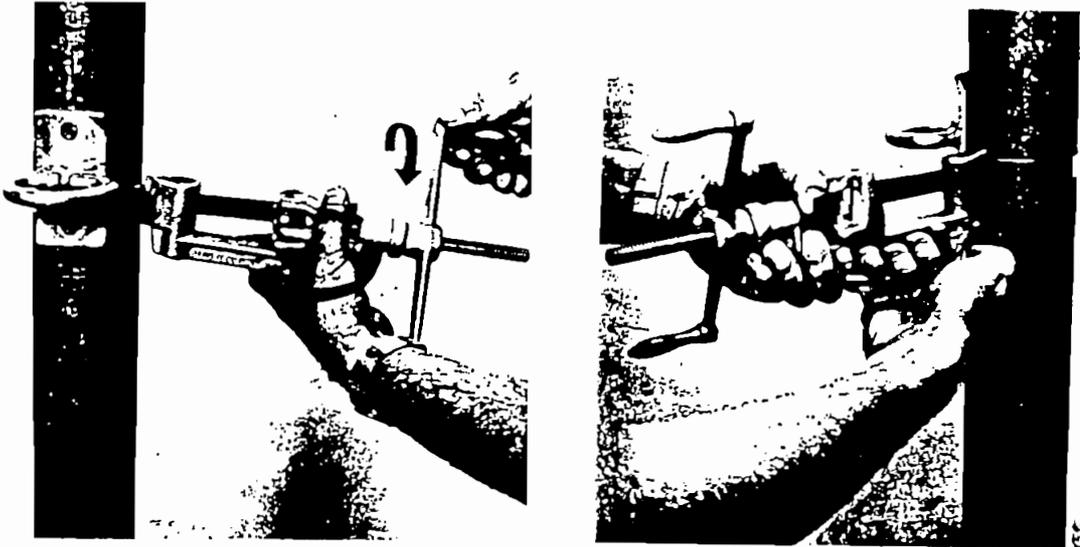


Figura 2.11 Colocación de Herraje

En la postera los herrajes de paso o finales, serán colocados a 0.80 metros de la punta del poste .

Los herrajes en postera recta, y de acuerdo al tipo de cable, se podrán colocar con la secuencia siguiente de herrajes terminales (T) y de herrajes de paso (P) indicados en las figuras 1.29 y 1.30 respectivamente:

10 pares - 20 pares	3P	1T	3P	1T	3P
30 Pares - 50 pres	2P	1T	2P	1T	2P
70 pares - en adelante	1P	1T	1P	1T	1P

En la postería que cambia el ángulo de alineación se colocarán herrajes terminales. En los postes que no cambian el ángulo de alineación se colocarán herrajes de paso .

El montaje de cable autosuspendido se realizará utilizando un trailer, o gatas para que pueda girar libremente la bobina, luego el cable será apoyado en las piezas colocadas en los postes (figura 2.12), procurando no dar curvas fuertes ni arrastrar por el piso.

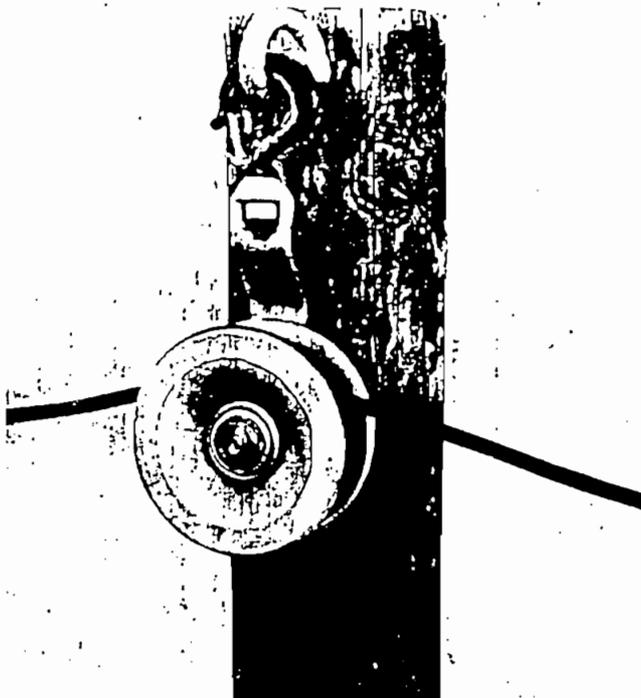


Figura 2.12 Apoyos o Poleas Guías

Los herrajes y ganchos de distribución serán asegurados o fijados a los postes utilizando la cinta de fijación adecuada tipo “Eriband”, los seguros de la cinta de acero (Eriband), deben quedar en la parte posterior a la colocación del herraje. Los ganchos de distribución van colocados en los lados laterales del poste a 20cm arriba del herraje, mientras que el herraje va colocado en el frente del poste. En caso que sea el último poste donde termina el tendido del cable, el herraje será del tipo terminal y va colocado en el lado lateral del mismo. La figura

2.13a, muestra la colocación de los herrajes y los ganchos de distribución.

En el caso que se vaya a tender cable de gran capacidad de pares por ejemplo de 150 pares en adelante, se colocará dos herrajes en un mismo poste, es decir, uno a cada lado del poste figura 2.13b; y su fijación se la realizará con dos vueltas de cinta de acero (tipo eriband).

Para la utilización de otro tipo de herrajes es necesario contar con la aprobación del EMETEL.

La distribución de cables en cruces se realizará utilizando el sistema Cruce Americano, esta forma de distribución es ilustrada en la figura 2.14.

Los cables no podrán quedar directamente asegurados o rozando con los postes.

Los cables tendrán una curvatura de 0.40 metros en los postes que tengan herrajes terminales.

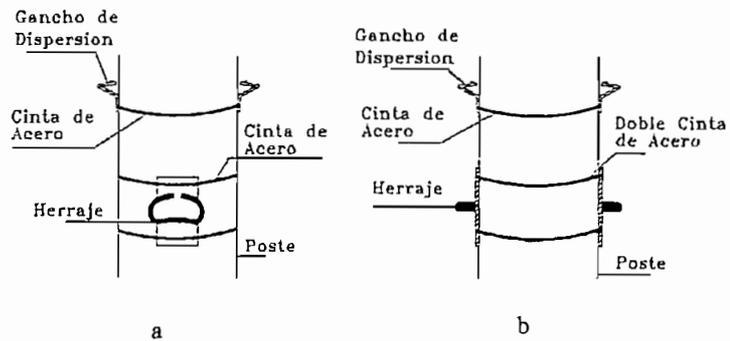


Figura 2.13 Ubicación de Herrajes y Ganchos de Distribución.

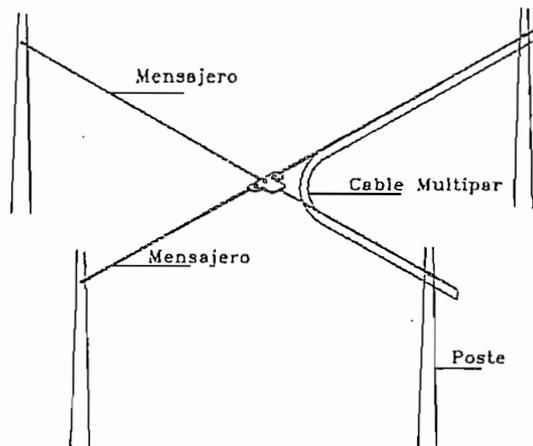


Figura 2.14 Cruce Americano.

2.2.1.2 COEXISTENCIA DE LINEAS ELECTRICAS Y DE TELECOMUNICACIONES

De acuerdo con las circunstancias EMETEL puede permitir la coexistencia de líneas eléctricas y de telecomunicaciones. En la coexistencia de líneas es fundamental considerar el aspecto de la estética en las instalaciones. Aunque se apliquen métodos apropiados de coexistencia de líneas eléctricas (construcción conjunta), se tiene que contar con un probable aumento de riesgo comparado con el procedimiento usual de construcción. Por tal motivo es deseable que el personal que trabaja con las instalaciones de coexistencia tenga una formación adecuada particularmente cuando se trate de líneas de alta tensión. En lo posible se debe limitar la coexistencia de líneas a las de baja tensión.

En circunstancias especiales se permitirá la coexistencia en líneas de alta tensión para un máximo de 6.6 KV a tierra. Debe evitarse la coexistencia de líneas de alta tensión que pertenecen al sistema de un solo conductor con tierra como conductor de retorno, esto es por la probabilidad de originar perturbaciones en las líneas de telecomunicaciones.

En la figura 2.15 se muestra las distancias en la coexistencia de líneas eléctricas y de telecomunicaciones.

Desde la punta arriba del poste, las líneas han de estar colocadas en el siguiente orden:

- Líneas de alta tensión
- Líneas de baja tensión
- Líneas de telecomunicaciones.

Para vanos superiores a 50 metros, se aumenta la distancia vertical entre los conductores en 2 cm. por cada metro que aumenta el vano.

Si los conductores eléctricos y de telecomunicaciones están provistos de un aislante de garantía, la distancia entre el conductor eléctrico y el conductor de telecomunicaciones se puede reducir.

En lo posible no deben realizarse en el mismo poste las bajadas eléctricas y de telecomunicaciones.

En caso de tener que realizarse éstas se efectuarán por los lados opuestos del poste.

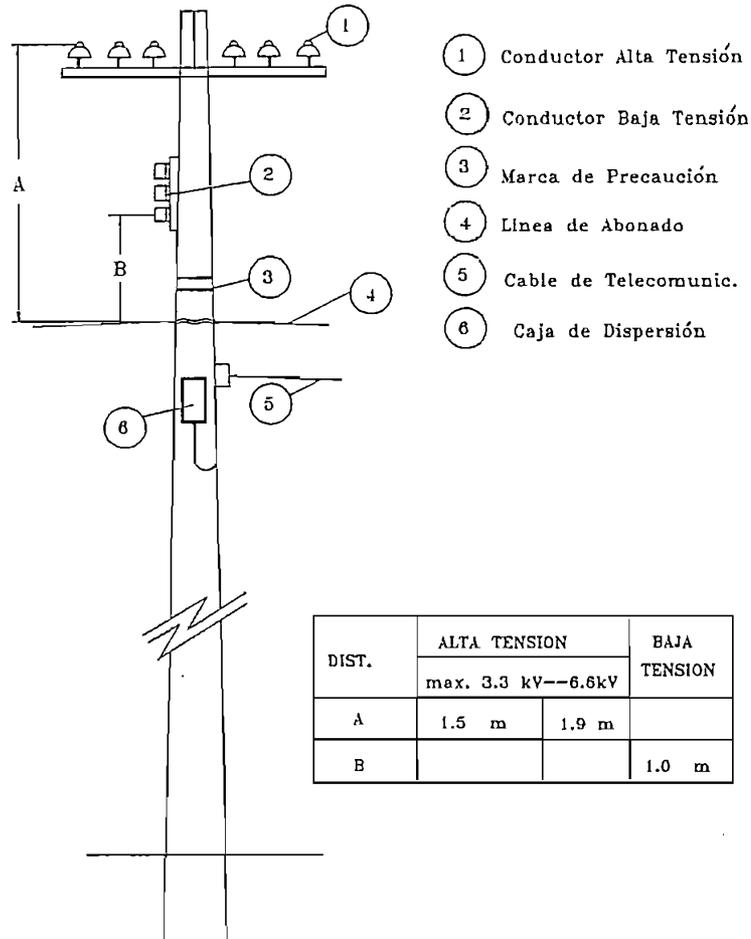


Figura 2.15 Coexistencia de Líneas

En el caso de la coexistencia con líneas de alta tensión en la que los postes sean de hormigón tanto el cable mensajero como otros elementos del material de telecomunicaciones han de estar puestos a tierra de un modo efectivo. La puesta a tierra del mensajero se realizará de la forma que se indica en el capítulo cuatro en las puestas a tierra. El mensajero debe ser asegurado al

cable de cobre con un conector prensa hilos bimetálico. Las puesta a tierra de los sistemas de telecomunicaciones no han de ser nunca comunes con las del sistema de distribución eléctrico. Los postes previstos para la coexistencia han de estar provistos de marcas de precaución totalmente visibles, especialmente en la coexistencia con líneas de alta tensión.

El tendido del cable puede hacerse fijando el extremo del cable en uno de los herrajes de sujeción. Luego el cable se transportará con el portabobinas a lo largo de la línea de tendido, el cable se montará sobre una rodilla (polea) guía montada en el poste como la indicada anteriormente en la figura 2.12; al halarlo deberá tenerse siempre cuidado para que no se estropee.

Fijando el tensor del cable (tecle) en el poste un poco más arriba del herraje, colocar la mordaza sobre el cable de suspensión (mensajero) de manera que la mordaza no se caiga al suelo al soltarla figura 2.16. Colocar la banda o cuerda de tracción del tensor a la mordaza y tensar la cuerda de tracción hacia adelante y atrás con la palanca del tensor del cable, al realizar este trabajo debe tenerse mucho cuidado de no rozar las línea eléctricas.

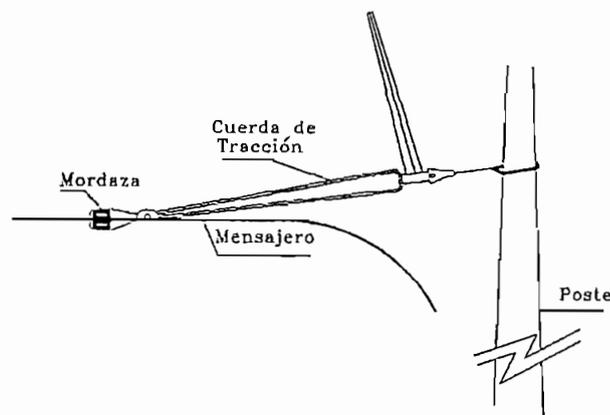


Figura 2.16 Empleo del Tensor y Mordaza

Luego de templado el cable, se hace una marca para quitar la cubierta de plástico al mensajero para cortarlo y fijarlo en el herraje con dos grilletes a cada uno de los lados, cuando se tenga un herraje terminal, se debe poner una correa plástica a cada lado donde ha sido separado el mensajero y el cable. El cable quedará tendido como indica la figura 2.17.

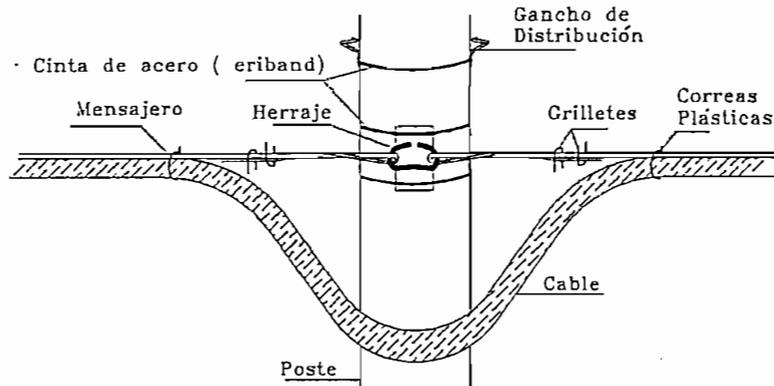


Figura 2.177 Tendido de Cable Aéreo.

2.2.1.3 MONTAJE MURAL

La sujeción de los cables a las paredes deben efectuarse con grapas o picoletes, los mismos que se colocarán con tacos de expansión para fijar las grapas, y se colocarán a las siguientes distancias.

Tramos horizontales.- A 30 o 40 cm. , según el tamaño del cable y de acuerdo a la siguiente tabla:

DISTANCIAS DE LAS GRAPAS DE PARED EN TRAMOS HORIZONTALES

CALIBRE DEL CABLE	0.4mm	0.5mm	0.6mm	0.7mm	DIST.
NUMERO DE PARES	10-100	10-100	10-70	10-70	30 cm.
	150-200	150-200	100-200	100-200	40 cm.

Tramos verticales.- En todos los cables, la separación de las grapas será 40 cm.

En la figura 2.18 se ilustra la forma como se realiza este tipo de instalación.

Subidas a Postes.- Las subidas y bajadas en los postes y muros, deberán protegerse de la siguiente manera:

En postes.- Con un canal de subida de 2 metros, que serán asegurados con cinta de fijación de acero y sus respectivos seguros para la cinta, en tres sitios. Luego que el cable sale por el canal metálico hacia la parte superior del poste, el cable será asegurado poste con la cinta de acero y cinta perforada en tres partes equidistantes entre sí, en la figura 2.27 se muestra una subida a poste

En muros.- Con canaletas de protección, que en este caso serán aseguradas con abrazaderas metálicas con tornillos y tacos fisher. Luego el cable será fijado a la pared con grapas plásticas y clavos de acero.

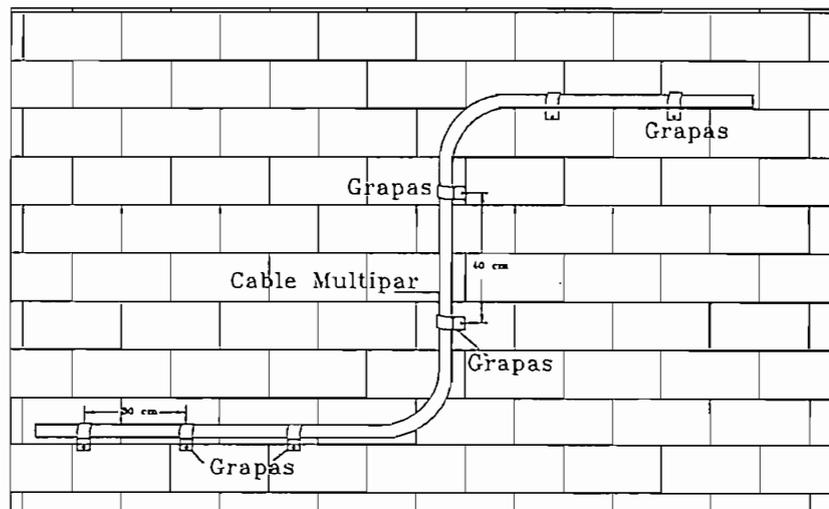


Figura 2.18 Instalación de Cable Mural

2.2.2 INSTALACION DE CABLES EN CANALIZACION

Los cables que son tendidos en canalización tienen la siguiente especificación:

- Cable con aislamiento de Polietileno sólido
- Núcleo relleno de Petrolato
- Cubierta estanca aluminio-polietileno

Para que el tendido del cable canalizado sea eficaz se requiere de un plan de trabajo detallado, basado en el estudio del terreno, señalando las cámaras de tracción y de introducción del cable.

Así como también es necesario tener precauciones en el transporte y almacenamiento de los cables; las precauciones son:

El transporte de los cables a los sitios de trabajo se hará en su empaque original (carrete), y serán transportados en remolques especiales (trailer) aptos para soportar el peso total del cable y su carrete.

Los cables sin su embalaje original deberán ser transportados en plataformas de superficie plana, libre de asperezas y bordes cortantes. No se aceptan transportes donde se coloquen otros artículos sobre los cables.

El transporte se hará bajo la responsabilidad del constructor, quien deberá tomar todas las precauciones del caso para garantizar el buen estado del mismo para su utilización. EMETEL podrá rechazar cualquier tipo de transporte que no de garantía de seguridad para los cables.

Los embalajes de los cables será en su empaque original (carretes) ; cuando los cables no posean el carrete no se permitirá que los cables sean arrastrados en el piso, debiendo colocar en estos sitios rodillos, o en caso de no contar con estos elementos se colocará operarios para que el desplazamiento del cable sea normal.

Se tomará en cuenta que la ubicación de los carretes para el tendido de los cables reúna los siguientes requisitos: Que no obstaculice el tránsito vehicular ni a los peatones; el área de trabajo y el carrete serán protegidos con las respectivas señalizaciones de seguridad y avisos de peligro.

La posición del carrete para el tendido de cable será la más adecuada procurando que la bobina o carrete sea ubicada en el eje de la canalización. Antes de ubicar el carrete para el tendido de cable será necesario tener en cuenta la rotación de los cables tanto primarios como secundarios.

Previo a la pasada de cables, se deberá hacer un estudio de las dimensiones de la bobina cuanto de las dimensiones de los tramos de canalización, de tal manera que el remanente no sea muy grande y de ésta manera no se desperdicie el cable.

Cuando se tenga que pasar varios cables de diferentes capacidades y de distancias relativamente cortas, es recomendable el cortarlos en el sitio del depósito y rebobinarlos en una sola bobina conservando el orden de colocación. Con ello se facilita el transporte del cable y evita el llevar varias bobinas.

En el tendido de cables los carretes serán ubicados de forma tal que el cable salga por la parte superior del carrete conservando la curvatura original. Las curvas de los cables en la entrada a las cámaras y vías se harán utilizando herramientas especiales, curvas protectoras de cable; con el objeto de evitar hendiduras en las cubiertas y deformaciones del núcleo.

En el tendido de cables canalizados, los carretes se deben colocar cerca de la boca de la cámara, de tal forma que el cable entre sin esfuerzo ni deformaciones. Se pondrá especial cuidado para evitar el roce del cable con el borde del marco de la tapa de las cámaras. **Para lo cual se pondrá en la entrada del pozo guías de cable o rodillos.**

En caso de corte de cables, las puntas deben coincidir con el objeto que no se pierda la secuencia de grupos al realizar el empalme. El corte de los cables se hará teniendo en cuenta que la longitud sea suficiente para descontar la parte que se deteriora con la malla, la curva de la cámara y el empalme.

No se aceptarán cables que queden mal asegurados y que no estén colocados en el sitio que les corresponda en los soportes, o cables maltratados durante su colocación.

El tendido de cable se deberá hacer de tal forma que el corte del tramo pasado coincida con la punta del siguiente tramo a pasarse. De esta manera se empalmará el cable en las dos puntas del mismo corte. Se exige que en todo cable que se corte, sus extremos sean sellados con capuchones de caucho,

tanto el lote recortado como el sobrante.

El constructor/contratista se compromete a mantener los carretes de cable bajo techo durante el tiempo que estén bajo su responsabilidad.

El portabobinas deberá permitir la fácil instalación de la bobina, con mecanismos de elevación adecuada, debe dar cabida a la bobina para que gire libremente.

Antes de comenzar cualquier trabajo en una cámara de cables o empalmes, es absolutamente necesario inspeccionarlas cuidadosamente, y efectuar pruebas para garantizar que estas no contengan gas y que el nivel de oxígeno sea suficiente para respirar.

Deben tomarse precauciones al levantar las tapas de las cámaras de revisión , para asegurarse de que no se produzcan chispas como resultado de los martillazos o los golpes . Cerciorarse de que no haya llamas o cigarrillos encendidos en las cercanías.

En las cámaras profundas debe probarse la suficiencia de oxígeno; si es necesario antes de entrar a la cámara debe extraerse el aire, así como los gases más pesados que el aire utilizando equipos de ventilación.

En cada una de las cámaras , en los conductos se deberá poner curvas protectoras (toberas) para evitar deformaciones y daños en el cable .

Se asignará una sola vía de canalización de tal manera que esta no tenga que ser alterada durante la instalación del cable. La canalización debe estar limpia y los conductos a emplear deben haber sido comprobados En los conductos debe estar introducido un alambre de acero galvanizado o una cuerda de polietileno.

En caso de que las cámaras estén con agua deberá ser sacada con una bomba de succión de agua.

En la figura 2.19 se ilustran algunos de los elementos de suspensión utilizados para la fijación

de los cables en las cámaras de revisión (pozos). En las labores de tendido de cable se incluirá la limpieza de pozos y la colocación de herrajes, si estos no existen.

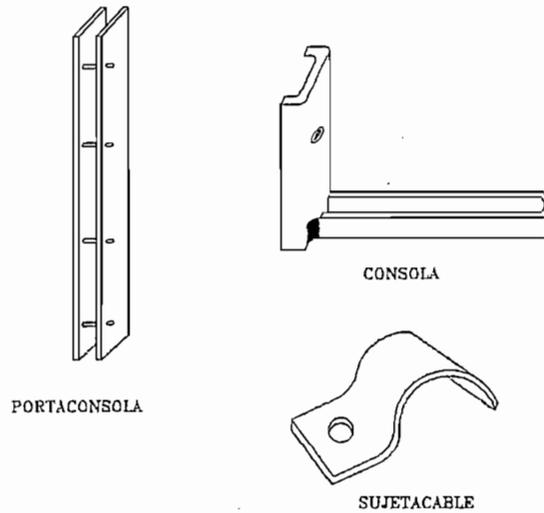


Figura 2.19 Accesorios para Suspensión de Cables

En la figura 2.20 se puede observar la forma como se disponen dichos accesorios y además la posibilidad de suspender el cable en la consola con la ayuda de los sujetacables.

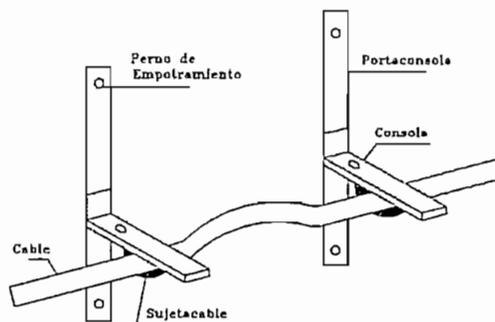


Figura 2.20 Disposición de los accesorios de soporte

Los cables no deben quedar suspendidos de los ductos de convergencia a las cámaras de revisión (pozos), ya que con el rozamiento en el borde del ducto se deteriora la cubierta.

En la galería de cables los empalmes terminales, así como los cables, deben estar dispuestos verticalmente para dar facilidad a los cables que van hacia el Repartidor General.

Sobre el bastidor de empalmes terminales, se debe colocar una escalerilla de cables, sobre la cual, los cables de central son llevados a las perforaciones existentes en el techo para la conexión a las regletas protectoras. La figura 2.21 indica la forma el bastidor en la galería de cables tanto para los empalmes terminales y los cables.

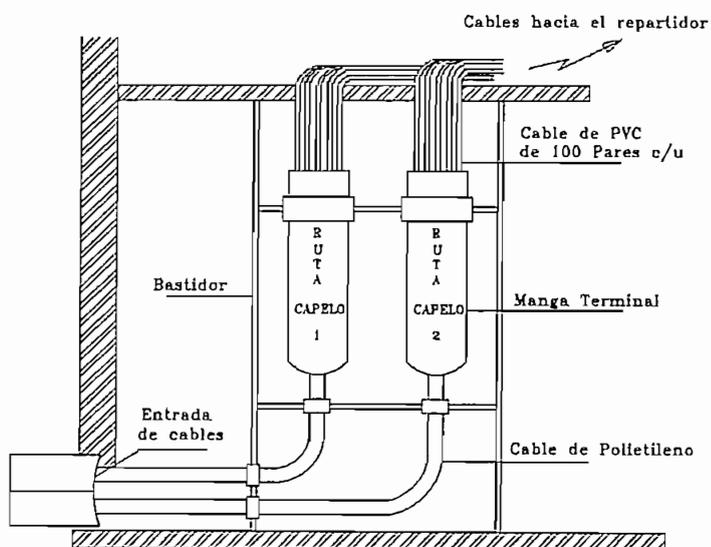


Figura 2.21 Disposición de Cables y empalmes terminales en la Galería

2.2.2.1 TENDIDO DE CABLES

Precauciones antes del tendido del cable:

- Verificación de las condiciones de los equipos
- Dado que las diversas operaciones pueden estar alejadas entre sí, es indispensable mantener un enlace de intercomunicación de buena calidad para garantizar la seguridad y coordinar las actuaciones. En calles de tráfico denso o cuando la línea de visión esté obstruida, puede usarse equipo de radio portátiles, en caso de no ser así, puede usarse señales como las que se indican en la figura 2.22.

Señal	Ejecución	Significado
1 	Brazo alzado, que se sube y se baja repetidas veces.	Llamar la atención. Una vez entendida la orden, se contesta con la señal 2.
2 	Brazos extendidos.	Pregunta: Todo listo? Respuesta: Todo listo (señal 2). No está listo (señal 4).
3 	Mano delante de la cintura moviéndola en círculos.	Arranque del motor (cabrestante).
4 	Brazos alzados.	Alto. Esperar nuevas instrucciones.
5 	Brazo alzado oblicuamente moviendo la mano en círculos.	Aumentar la velocidad o marcha máxima.
6 	Brazo bajado oblicuamente moviendo la mano en círculos.	Reducir la velocidad o marcha mínima.
7 	Brazo alzado moviendo la mano según un ocho.	Marcha atrás o aflojamiento del cable de tracción.
8 	Brazo alzado moviéndolo pendularmente.	Terminación de la operación.

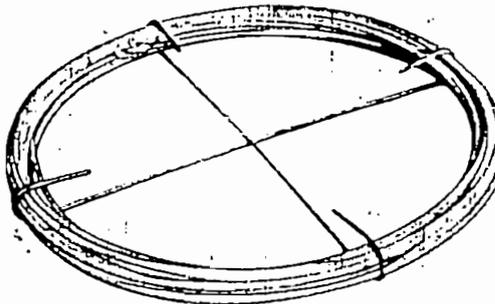
Figura 2.22 Señalización de Ordenes

Durante la tracción ocurren frecuentes sacudidas asociadas con las variaciones de fuerza debido a las fluctuaciones de rozamientos, por este motivo existen riesgos de desplazamiento de elementos que intervienen en la guía de los cables (p. e. soportes, grilletes, etc) , por consiguiente es peligroso encontrarse en el lugar en que funcionan estas piezas.

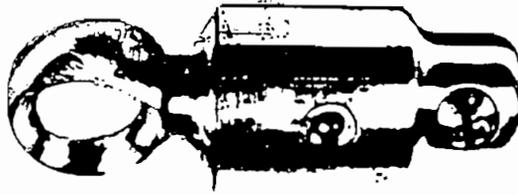
Los cables de poco peso hasta 400 pares pueden tenderse a mano y los cables pesados desde 600 pares con equipo de tracción.

Otros accesorios necesarios en la instalación del cable canalizado son:

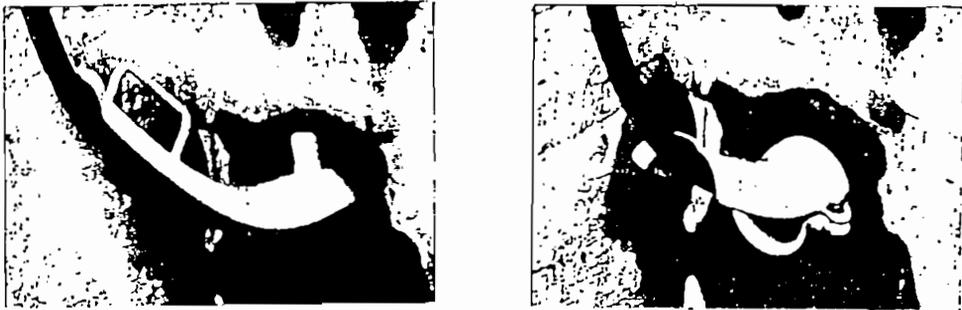
- *Capuchones de caucho*.- Para protección de las puntas de los cables
- *Cuerda de acero y nylon* (figura 2.23a).- Para el arrastre de cable. Por motivos de protección contra accidentes, cintas de acero deben usarse solamente en combinación con una devanadora de seguridad para cinta de acero.
- *Eslabón giratorio*.- Para una carga de 600 Kg , figura 2.23b.
- *Curvas protectoras de cables* figura 2.23 c.- Para protección de los cables al introducir en los ductos



(a) cuerda de Nylon



(b) Eslabón giratorio



(c) Curvas protectoras

Figura 2.23 Accesorios para la instalación de cables canalizados

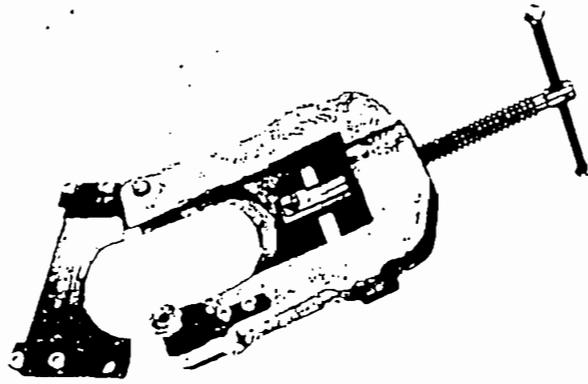
Torniquete corta Cables.- Para cortar las puntas de los cables figura 2.24a.

Mallas para Cables.- Utilizadas para el arrastre de los cables. Figura 2.24b

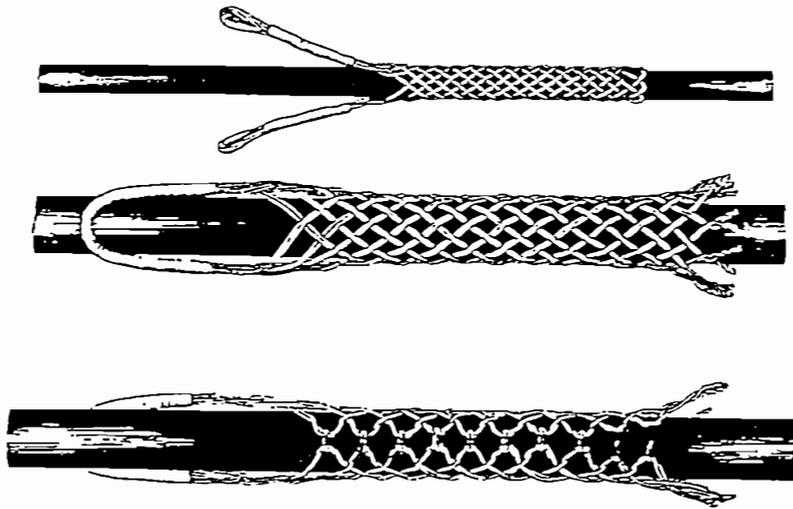
Grillete de Tracción.- Utilizado para el acoplamiento del eslabón giratorio de tracción junto con la malla del cable y la cuerda de tracción. Figura 2.24c.

Equipo de tracción.- Utilizado para el tendido del cable canalizado. Figura 2.25a.

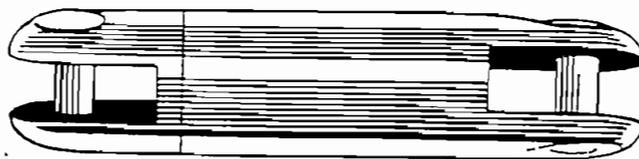
Remolque de Cables (trailer).- Requerido para el transporte de las bobinas de los cables. Figura 2.25b



(a) Torniquete corta cables

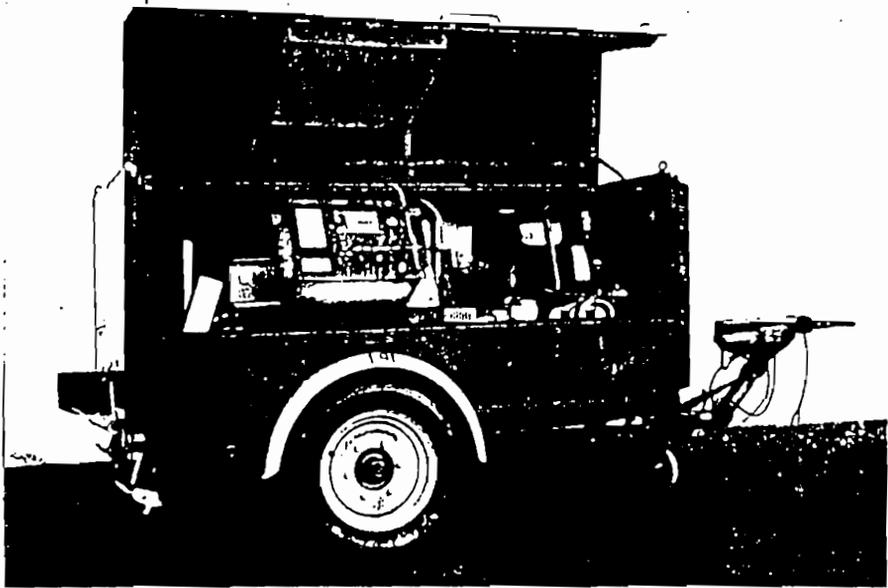


(b) Mallas para cables

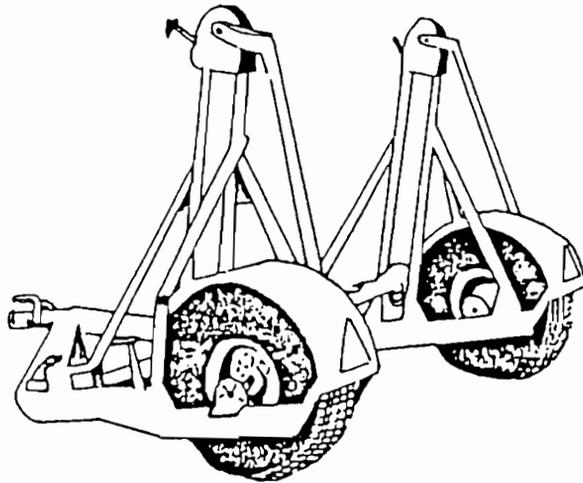


(c) Grillete de Tracción.

Figura 2.24 Accesorios para la instalación de cables canalizados



(a) Equipo de Tracción



(b) Remolque para cables

Figura 2.25 Equipo para la instalación de cable canalizado

Tendido de cables con equipo de tracción.- Para realizar este trabajo, la canalización debe estar limpia y las vías a emplearse deben haber sido comprobadas previamente. En los conductos deben estar introducidos un alambre de acero galvanizado o una cuerda de polietileno denominados alambre o cuerda guía (auxiliar).

Una vez identificada la cámara para la tracción e introducción del cable, colocar la bobina y cabrestante en las cámaras de introducción y tracción respectivamente; y tomando todas las precauciones e indicaciones anotadas anteriormente se procederá de la manera siguiente:

Colocar el calcetín de cables (mallas) en el extremo del cable asegurándose que éste sea fijado de una manera adecuada, luego colocar el eslabón y el grillete a la cuerda de tracción del equipo de tracción(cabrestante).

El extremo de la cuerda de tracción a de ser pasado con el alambre galvanizado (cable auxiliar), dejado en la comprobación de los conductos. Los procedimientos de introducción del cable auxiliar a presión serán utilizados con el equipo adecuado como son: devanadora de cable auxiliar, compresor(con amortiguación de ruido), embolo con reten obturador como indica la figura 2.26.

Una vez realizado estas actividades se procederá a dar la señal o comunicar que se puede iniciar la recuperación del cable con el equipo de tracción. Se debe vigilar constantemente en cada una de las cámaras que el cable vaya pasando correctamente.

Una vez terminado de pasar el cable se procederá a retirar los elementos que tenía fijado al mismo como son : las mallas, eslabón, etc; y se procederá a realizar el corte con el torniquete corta cables si es el caso; dejando una longitud suficiente para realizar las curvas en las cámaras y los empalmes. Es necesario insistir en que los puntas cortadas deben ser protegidas con capuchones de caucho con el objeto de evitar el ingreso de humedad en el cable.

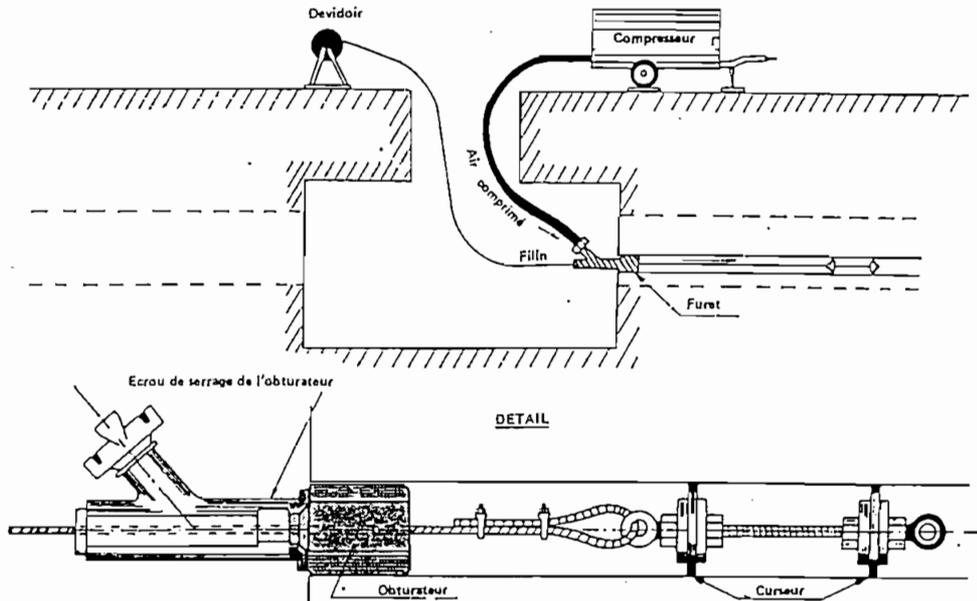


Figura 2.26 Instalación de la Cuerda Auxiliar

Los cables pasados se sujetarán a los elementos de soporte existentes en cada una de las cámaras.

Si el equipo de tracción cuenta con un dinamómetro y registro de fuerza de tracción se procederá a tomar la información correspondiente para garantizar que el tendido del cable ha sido realizado con las condiciones que el fabricante de cable dispone en el detalle técnico.

El constructor se responsabilizará de cualquier daño ocasionado al cable si no se ha seguido adecuadamente el procedimiento de tendido del cable. No deberá recibirse cables que presenten daños considerables como rayones profundos de más del espesor de la cubierta, deformaciones o endaduras que transformen el diámetro original de los cables.

El tendido de cable a mano se hace más o menos de la misma forma y según los mismos principios que cuando se emplean equipo de tracción.

En casos donde el cable canalizado tenga que ser instalado luego en los postes, el cable sale desde el pozo por lo que se denomina subida a poste, la cual esta constituida por un manguera de 2 pulgadas que va desde el pozo al costado del poste como indica la figura 2.28.

Luego de pasar el cable por la subida a poste , éste es cubierto con el cono y la canaleta, y posteriormente asegurado con la cinta perforada. Figura 2.27

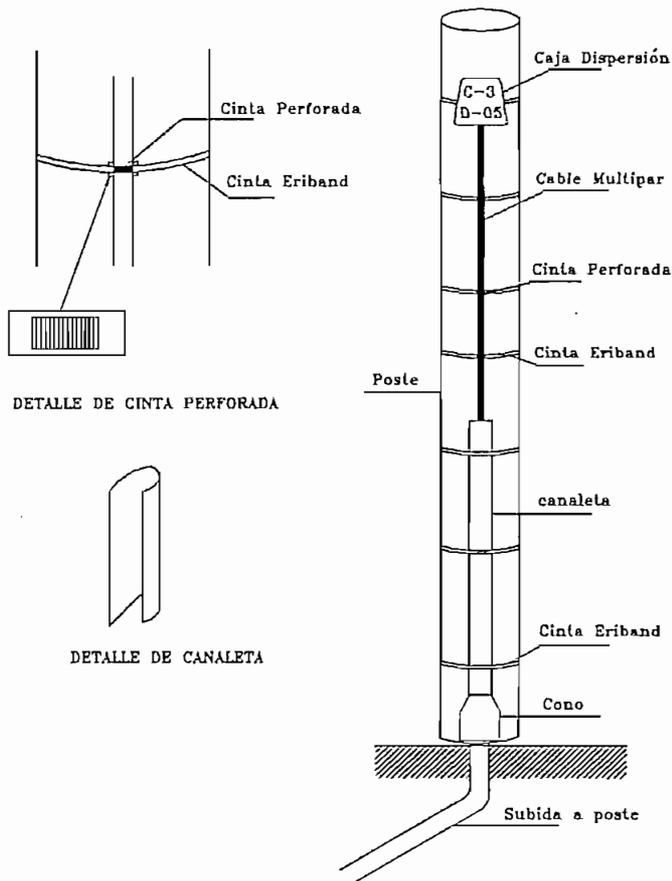


Figura 2.27 Instalación de Cable en Subida a Poste

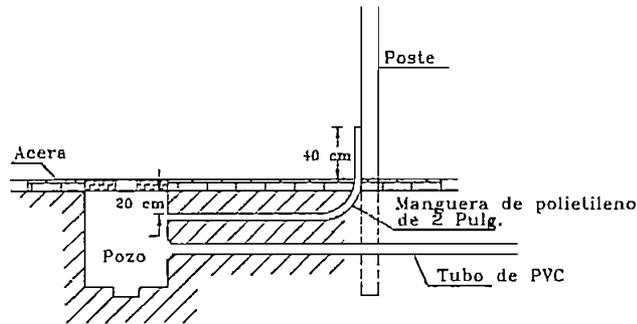


Figura 2.28 Detalle de Subida a Poste

2.3 COLOCACION DE POSTES Y RETENIDAS.

El uso de postes para sostener los cables en la construcción de planta externa, tiene gran importancia tanto en el sector urbano como rural. Los postes son normalmente de madera o de hormigón.

Las dimensiones de los postes depende principalmente del número de conductores que han de soportar, los postes de gran altura se utilizan para salvar obstáculos y compensar depresiones del terreno. La longitud de los postes de hormigón deberá ser la misma que para los de madera.

Los postes de madera deberán ser lo más rectos posible, sin embargo, será permisible dentro de ciertos límites una curvatura regular en un sentido, la cual no deberá ser superior al 1 % de su longitud. No deberá tener nudos o capas de nudos grandes o pequeños muy tupidos, así como otros defectos que pueden perjudicar la resistencia de los postes. Es de gran importancia que los postes antes de ser levantados estén secos y libres de partes putrefactas.

2.3.1 HINCADA Y APISONAMIENTO DE POSTES

Para la hincada y apisonamiento de los postes se tendrá en cuenta las instrucciones siguientes:

Los postes deben ubicarse en puntos donde no interfieran con el tránsito de peatones, de vehículos, estacionamiento de vehículos y otras instalaciones de servicios públicos. Tampoco se ubicarán en puntos donde perjudiquen a las propiedades tales como: frente a puertas, ventanas o entradas a garages.

Se buscará obtener en lo posible, una perfecta alineación de la postería.

El lugar exacto que ha de ocupar el poste de acuerdo con el planeamiento que se ha realizado de antemano deberá estar marcado con una estaca. Las perforaciones de los agujeros se deben hacer con la ayuda de: barras, palas y cucharas para tierra.

El montaje de crucetas, porta aisladores, retenidas, etc., se efectuará cuando el poste está sobre el suelo.

La profundidad del agujero con respecto a la longitud del poste en suelo firme, se indica en el siguiente formula de acuerdo con el UIT

$$h = H/10 + 0.7 \text{ [m]}$$

donde: H Longitud del poste en metros
 h Longitud del agujero en metros

El cuadro siguiente puede emplearse para tener una orientación sobre la profundidad del agujero con respecto a la longitud del poste suponiendo que el suelo sea firme.

Longitud del poste (m)	Profundidad del agujero (m)
6	1.3
7	1.4
8	1.5
9	1.6
11	1.8

Cuando se trate de terrenos de poca firmeza o fangoso se colocará una capa de concreto de 20 cm., en

la parte inferior del hueco, la misma que servirá de base para evitar el hundimiento del poste (figura 2.29).

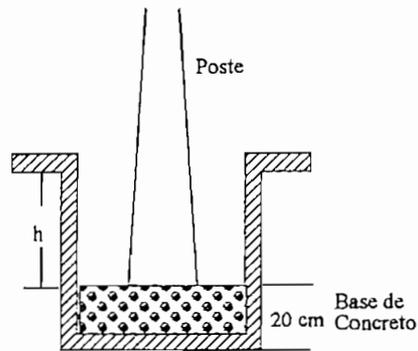


Figura 2.29 Colocación de capa de concreto.

Los postes se alzan adecuadamente con ayuda de alzadores de postes. Figura 2.30.

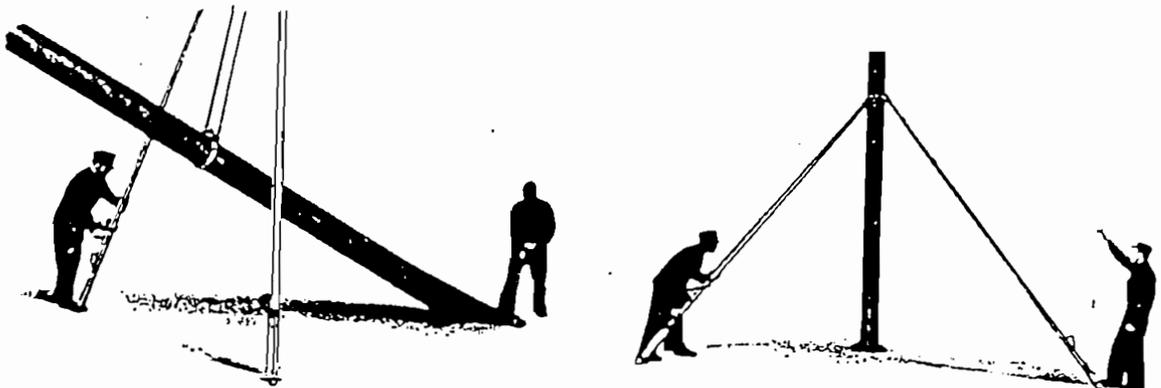


Figura 2.30 Levantamiento de Poste con alzador.

La operación se efectúa de manera que el poste a plantar, se coloca con el extremo de la base contra la guía en el agujero figura 2.31. El poste se pone en posición vertical mediante un

desplazamiento sucesivo de las patas del alzador.



Figura 2.31 Colocación del postes en la guía del agujero

Los postes terminales y postes de ángulos no deberán estar completamente verticales, si no que se les da una pequeña inclinación en el sentido del riostra (retenida). Como indica la figura 2.32.

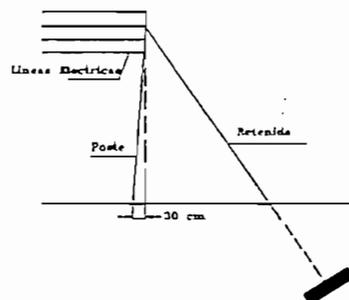


Figura 2.32 Poste terminal inclinado

Los postes de hormigón debido a su gran peso se alzan con una grúa directamente desde el camión.

El poste será asegurado en los huecos con tierra y piedra alternadas, que serán apisonadas por capas de 20 o 30 cm. (figura 2.33).

El acuñado se realizará con piedras sobre la masa de tierra, tanto en el fondo como inmediatamente debajo del plano de tierra.

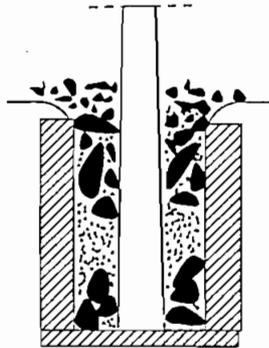


Figura 2.33 Acuñado de postes

Después de efectuado el acuñado en el fondo, se llena el agujero con una parte de la tierra que se apisona bien , luego se efectúa el acuñado inmediatamente debajo de la superficie del suelo.

Los postes que sean colocados en acera, la superficie de la acera deberá dejarse en el mismo estado que se encontró.

Los postes de madera en el área rural serán plantados a una distancia de 40 a 60 metros dependiendo del cable que será instalado; conservando líneas rectas continuas, según lo siguiente:

TIPO DE CABLE	DISTANCIA ENTRE POSTES
10 - 100 pares, 0.4 mm	50 - 60 m
150 - 200 pares, 0.4 mm	40 - 50 m
10 -20 pares, 0.7 y 0.8 mm	50 - 60 m
30 pares, 0.7 y 0.8 mm en adelante	40 - 50 m

La ubicación de los postes cerca a las esquinas no será menor de 2 metros en relación con el ángulo formado por el cruce de calles o avenidas y terminación de aceras. Para distancias menores se requiere la autorización del fiscalizador de la obra. No se permitirán postes ubicados donde se consideren que estorban el libre tránsito de vehículos o peatones.

2.3.2 RETENIDAS

Para la colocación de retenidas se debe considerar:

Si la resistencia de un poste es susceptible de variaciones por los esfuerzos que ha de soportar, se recurre a realizar una consolidación de los apoyos con el fin de aumentar la resistencia . Esta consolidación se suele hacer con riostras (retenidas) o con apoyos especiales.

Las retenidas se colocarán al inicio, al final y donde cambia el ángulo de la postería, y cumpliendo lo indicado en el diseño. Para cables de capacidad igual o superior de 50 pares (0.4 mm), 30 pares (0.7 y 0.8 mm), o donde hay más de un cable y donde la línea de postería cambie de dirección por más mínimo que sea el ángulo de variación, es indispensable colocar retenida.

Según la posición que ocupan las retenidas podemos tener: Retenidas en línea o Cabecera que se instalan en el plano de la línea; Retenidas Laterales si son normales a la dirección de la línea; de Angulo las que se instalan en oposición a la bisectriz del ángulo en los cambios de dirección. Todas las clases de retenidas deberán calcularse no solamente para las cargas que se presenten en primera instancia, sino también para el aumento de la carga que puede presentarse con el aumento de nuevas líneas.

Las retenidas están formadas por los diferentes elementos que se indican en la figura 2.34.

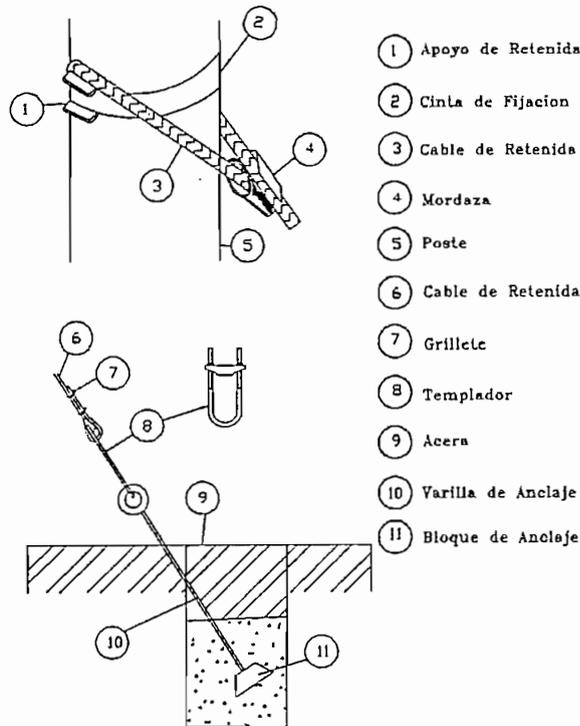


Figura 2.34 Elementos de una retenida

Las retenidas garantizarán la verticalidad y estabilidad del poste sometido a la tensión generada por el peso del cable.

La retenida comprenderá el cable de acero de 3 toneladas, desde el extremo superior en que termina la varilla de retenida, hasta el sitio donde llega el cable mensajero.

Para las retenidas en el plano de línea (figura 2.35), se deben considerar que la distancia horizontal " X " se igual a la altura "h" del punto de sujeción de la retenida, cuando las condiciones lo permitan; de no ser así la distancia " X " se disminuirá hasta una distancia igual a 1/4 del valor de la altura "h"; pero la cavidad donde reposa el bloque de anclaje será reforzado con mezcla de concreto.

La recomendación del UIT es que la distancia X se 0.58 de la altura h.

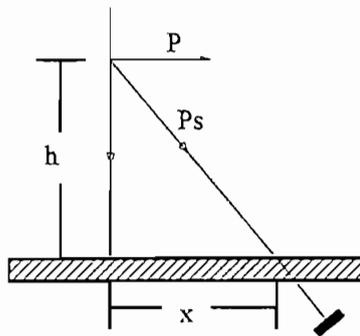


Figura 2.35 Retenida en el Plano de Línea

La razón para estas consideraciones son las siguientes:

La fuerza de flexión P, ha de contrarrestarse con una fuerza de la retenida Ps donde:

$$P_s = (P \sqrt{h^2 + x^2}) / x$$

La fuerza de flexión es dependiente de la altura “h” y de la distancia horizontal “x”.

Graficando la curva P_s/P en función de x/h como se muestra la figura 2.36, se observa que cuando la relación x/h disminuye, el esfuerzo a que es sometida la retenida aumenta rápidamente, por lo que considera adecuado que la relación x/h sea mínimo 1/4, reemplazando esta relación en la ecuación anterior podemos comprobar que la fuerza P_s es aproximadamente 4 veces la fuerza P, garantizando con esto que la fuerza de la retenida sea cuatro veces la fuerza horizontal del poste.

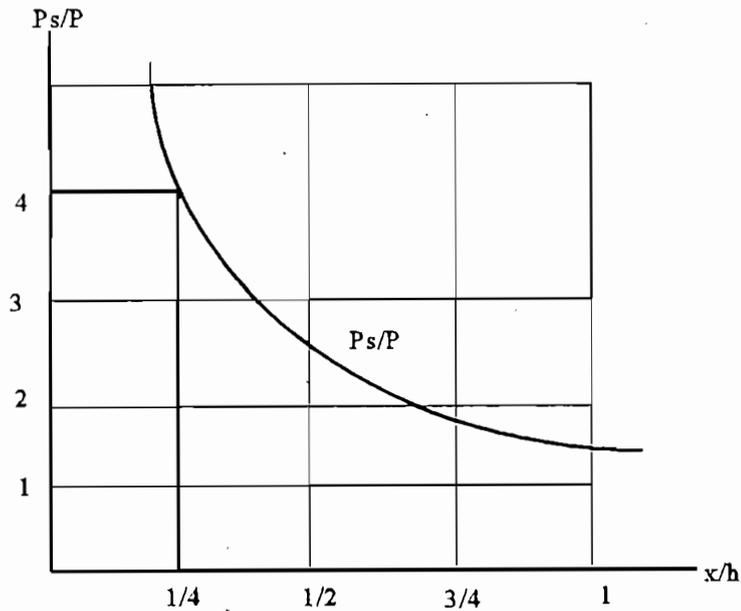


Figura 2.36 Gráfico de P_s/P en función de x/h

Retenidas Múltiples.- En casos en que la resistencia de la retenida simple (en línea) sea insuficiente o las condiciones del terreno no permitan colocarla en el plano de consolidación, o el poste trabaje necesariamente a flexión, se recurre al empleo de otros tipos de retenidas, aquí mencionaremos algunos de ellos:

a).- **Retenidas en distintos planos de consolidación.-** Sujetas en un mismo punto y con anclajes diferentes figura 2.37. Se utilizará este método cuando la resistencia de una retenida es insuficiente o las condiciones del terreno impiden colocar en el plano de consolidación.

Las dos retenidas serán iguales y con la misma distancia de separación del poste, y simétricas respecto al plano de consolidación.

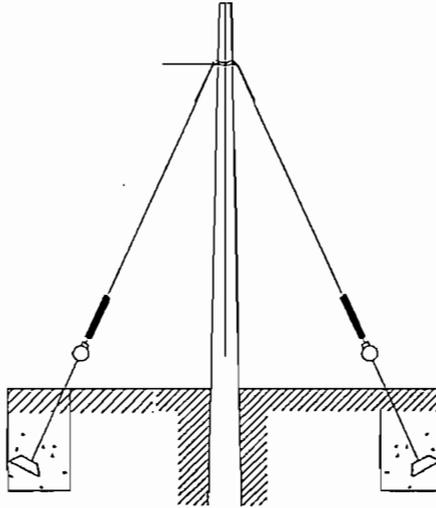


Figura 2.37 Retenida con Anclajes Diferentes

b).- *Retenidas simples en el mismo plano de consolidación.*- Con el mismo anclaje y diferente punto de amarre al poste (figura 2.38). Son usadas cuando sobre el poste actúan fuerzas a distintas alturas; y si se coloca solamente una retenida, algunas partes del poste trabajarán a flexión, corriendo el peligro de que el momento flector que actúa sobre alguna de estas partes sea grande y trabaje con un coeficiente de seguridad reducido; razón por la cual es recomendable esta tipo de retenida.

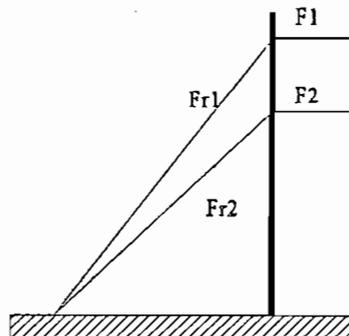


Figura 2.38 Retenidas en un Mismo Plano de Consolidación

c).- *Retenidas con mozo.*- Son usadas cuando no es posible la colocación de una retenida normal, debido a que el lugar donde debería realizarse el anclaje fuera por ejemplo una carretera, o que la baja altura del cable constituya un peligro para la circulación. Consiste en utilizar un poste de altura ligeramente inferior al que se consolida llamado mozo o pluma como indica la figura 2.39 utilizándose una retenida principal que une los dos postes y otra auxiliar del mozo a la tierra.

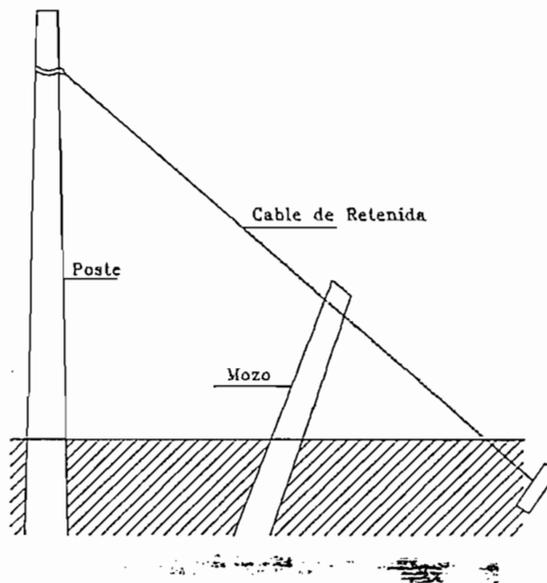


Figura 2.39 Retenida con Mozo

d).- *Retenida Vertical.*- Son utilizadas cuando no se dispone de sitio suficiente en los alrededores de la base del poste para colocar la retenida simple en forma ordinaria. Se utiliza este tipo de retenidas como indica la figura 2.40, la cual se realiza con la ayuda de una barra de hierro o acero galvanizado, y los demás elementos constitutivos de una retenida simple. Es de menor eficacia que los otros arriostramientos citados hasta ahora; se debe poner este tipo de retenida solo en casos de extrema necesidad.

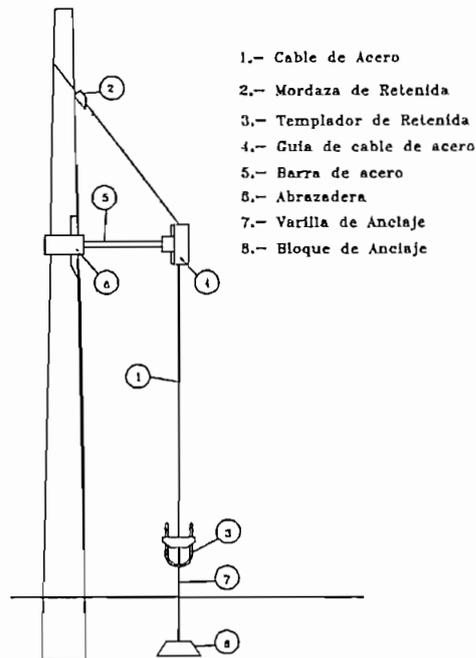


Figura 2.40 Retenida Vertical

La varilla de la retenida debe sobresalir 15 cm del nivel del suelo.

Para la colocación del bloque de anclaje y la varilla de retenida, el hueco o cavidad se realizará en forma perpendicular hasta darle una profundidad de 1.5 m; luego se realizará una pequeña brecha lateral hacia el lado del poste a retener, hasta darle a la varilla de retenida la inclinación necesaria con relación a la punta del poste, la que quedará unida a través del cable de acero como indica la figura 2.41.

Los rellenos del hueco o cavidad se harán por capas de 25 cm y serán compactadas alternativamente.

No se aceptarán retenidas que estorben la libre circulación de vehículos y personas, en este caso se podrá utilizar otros tipos de retenidas .

La tensión de la retenida deberá ser similar a la ejercida por los mensajeros sumándose a este el peso de los cables, y en los ángulos se equilibrarán las tensiones

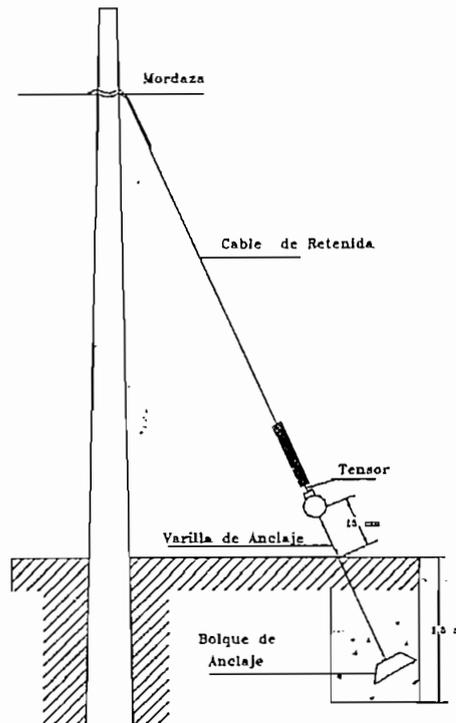


Figura 2.41 Instalación de Retenida

2.4 COLOCACION DE ARMARIOS

Existen gran variedad de armarios de distribución, pero ésta norma está dada básicamente para armarios de fibra de vidrio.

Los armarios de fibra de vidrio están hechos de plástico reforzado con fibra de vidrio, que tiene características de alta resistencia mecánica, y resistencia a la intemperie. Los armarios presentan un sistema de ventilación que permiten el equilibrio de presión interna con la externa.

El bastidor está fabricado por piezas de chapa de acero, protegidas por medio de un recubrimiento galvanizado o por revestimiento plástico.

En la figura 2.42 podemos observar un armario de fibra de vidrio.

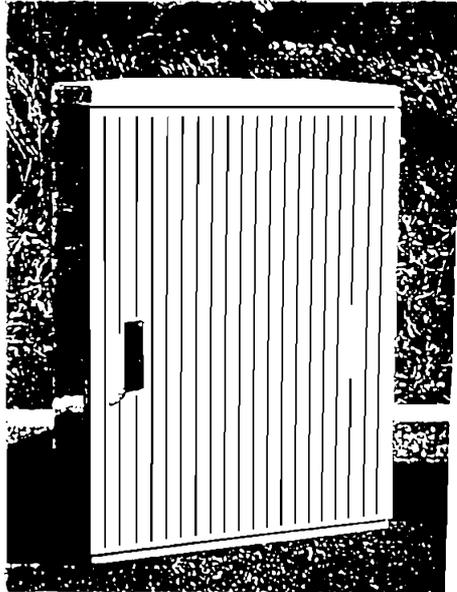


Figura 2.42 Armario Fibra de Vidrio

Las consideraciones que determinan la ubicación del armario son:

- Seguridad de los empleados y del público en general
- La vulnerabilidad física al tránsito vehicular
- La accesibilidad
- La permanencia de la ubicación
- Las relaciones públicas (conformidad del propietario del terreno y del público)

Las consideraciones generales para la instalación de armarios son: los armarios deben estar previstos para ser montados sobre un zócalo de hormigón o policarbonato, en conexión con el pozo de canalización. Si el zócalo es de hormigón, este debe ser del tipo reforzado.

Para garantizar una buena estabilidad del zócalo es necesario que este sobresalga con relación al nivel del suelo 40 o 50 cm, como se indica en la figura 2.43.

La conducción de la puesta a tierra del armarios es introducida en el lado delantero izquierdo a través de la boquilla especial en la placa de fondo del mismo. La fijación se realiza por medio de pernos ubicados en el zócalo.

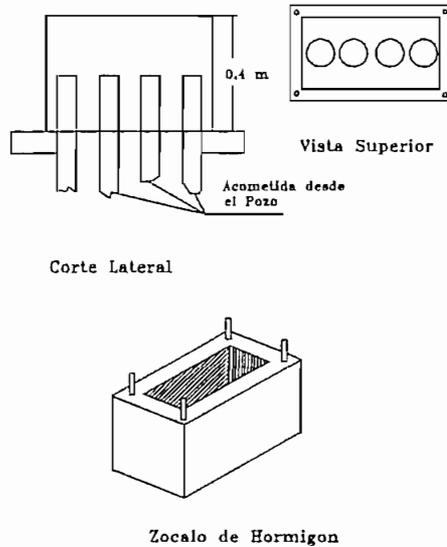


Figura 2.43 Instalación del Zócalo

La pantalla de los cables, el portareletas de los bloques de conexión y de corte son conectados a la tierra del armario. El paso de los cables al interior del armarios se realiza perforando las boquillas de goma que son adaptables a los diferentes diámetros de cable. Para esto se corta los escalonamientos de las boquillas. Figura 2.44

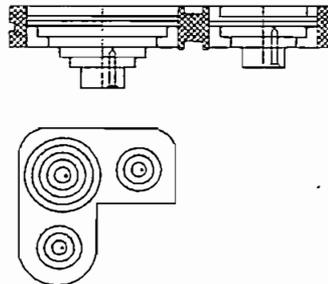


Figura 2.44 Boquillas para el Ingreso de Cables al Armario

Es imprescindible lograr una hermetización apropiada de todas las aperturas en la placa de fondo que están unidas al interior del zócalo, con el objeto de impedir una disminución de las características del aislamiento térmico del armario. Para tener una hermetización más segura, todas las aberturas de la placa de fondo se sellan con resina removible y que no dañe a los cables (usar por ejemplo parafina).

Durante el montaje debe prestarse atención que los anillos guías queden en la posición horizontal, a fin de garantizar una guía correcta y un paso adecuado de los conductores de conexión (hilos de puentes). Todos los dispositivos de distribución pueden ser fijados directamente en las barras del bastidor por medio de los tornillos de gancho que trae el porta regletas.

La identificación de los armarios se realiza en las partes laterales del cuerpo del armario, indicando el número de distrito según lo indique el plano; la numeración podrá ser numérica o alfanumérica. En la parte anterior de la puerta del armario se pintara el logotipo de EMETEL. Las identificaciones se las efectúa con pintura negra al óleo, y con moldes de letras y números adecuados. El armario de distribución quedará colocado como indica la figura 2.45.

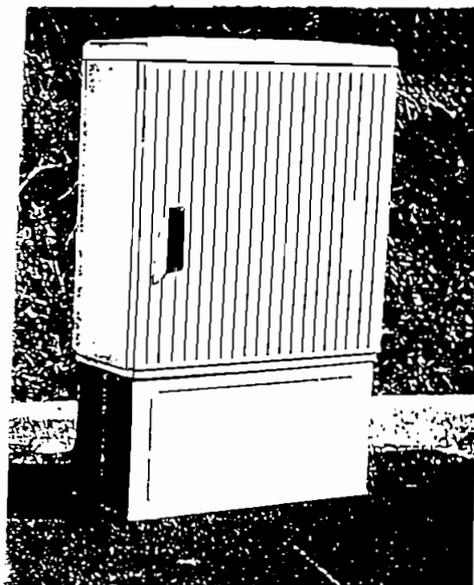


Figura 2.45 Armario Instalado en el Zócalo

2.5 INSTALACION DE LOS BLOQUES DE CONEXION

Este tipo de bloques son utilizados para la conexión de todos los cables secundarios de la red de planta externa.

Para el montaje adecuado de los bloques de conexión se tomara en cuenta las indicaciones generales que se dan a continuación:

Los bloques están constituidos por regletas de 10 pares que constituyen bloques de regletas de 50 o 100 pares.

El soporte porta regletas estará dispuesto en el bastidor del armario en forma vertical y asegurado con los elementos de fijación correspondiente, y conectado a tierra.

Introducido el cable al armario, eliminar el aislamiento exterior (en una longitud equivalente a la distancia de la regleta mas alejada), añadiendo unos 20cm. Fijar el cable adecuadamente.

Dividir los pares de los cables en grupos aplicando la identificación para cada grupo de 10 pares.

Pasar el grupo de pares (procedentes del lado de la red) con una longitud mínima de 15cm por la guía de conductores de la regleta y doblar la sección libre de dicho grupo firmemente para obtener una fijación provisional como indica la figura 2.46.

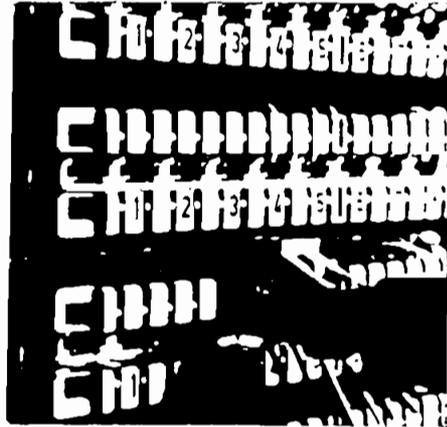


Figura 2.46 Fijación Provisional de Regleta

Encajar la regleta sobre el soporte metálico porta regletas (el sobrante de pares representa la longitud de reserva). Conducir los pares a los contactos pasando por las guías auxiliares figura 2.47 a. Conectar los conductores uno a uno mediante la herramienta adecuada como indica la figura 2.47 b, luego retirara los sobrantes.



a



b

Figura 2.47 Conexión de Conductores a la Regleta

La figura 2.48 se ilustra la herramienta utilizada en la conexión de los conductores a las regletas.

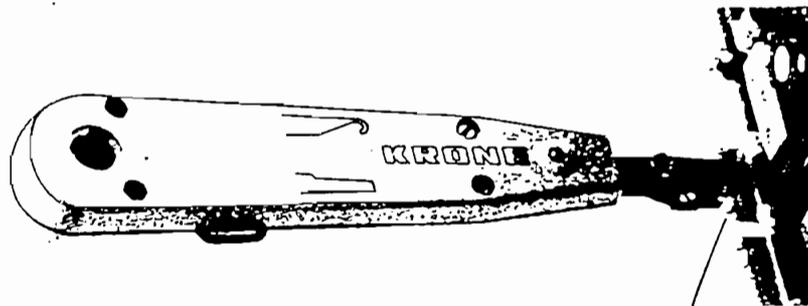


Figura 2.48 Herramienta Para Conexión de Conductores

La identificación de la regleta de conexión es alfabética, cada 50 pares que corresponde a una serie de cajas de dispersión. La identificación va impresa en la tapa guardapolvos figura 2.49, esto se lo realiza con pintura negra al oleo, en el marco portarotulos que posee el bloque de conexión. Es necesario hacer notar que una serie de cajas de dispersión la conforman siempre 5 cajas de de 10 pares cuya identificación es alfanumérica

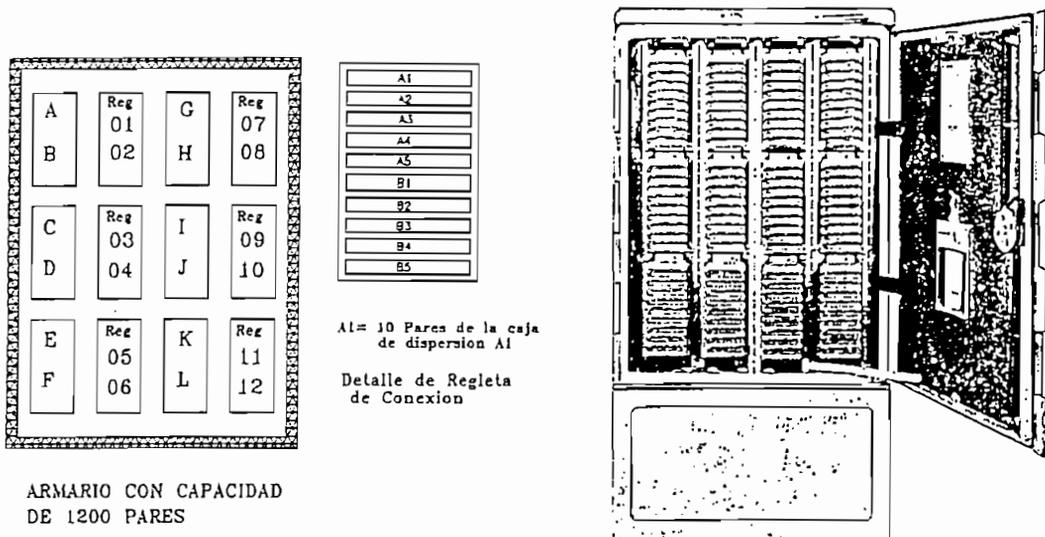


Figura 2.49 Identificación de Regletas

2.5.1 INSTALACION DE BLOQUES TERMINALES (DE CORTE)

Este tipo de regletas son utilizadas para conectar en el armario todos los cables que llegan al armario desde la central telefónica (del MDF), es decir, todos los cables primarios.

El procedimiento de conexión es similar al descrito para los bloques de conexión, al igual que la herramienta. Una vez instaladas las regletas de conexión y de corte, las regletas deben quedar dispuestas en el armario como se indica en la figura 2.50.

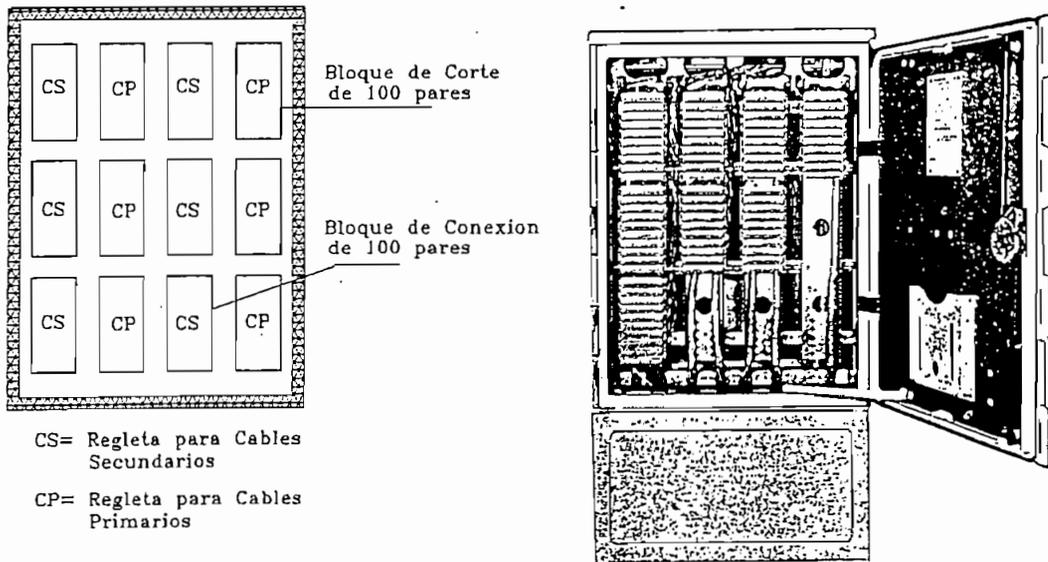


Figura 2.50 Disposición de las regletas en armario.

Las regletas de corte al igual que las de conexión las constituyen regletas de conexión de 10 pares que conforman los llamados bloques de corte. Estos bloques están formados por 5 regletas de 10 pares, por lo que su identificación le corresponderá un número cada 50 pares. La identificación es numérica (figura 2.49), y el número dado para una de estas regletas corresponderá al determinado en su respectiva regleta de distribuidor principal (MDF), es decir, debe existir siempre una correspondencia de identificación entre la regleta terminal y de distribuidor. Esta identificación está colocada en la tapa guardapolvo de la regleta. Así como también en el marco portarotulos.

2.5.2 INSTALACION DE REGLETAS PARA REPARTIDOR

Las regletas de repartidor o de distribuidor (MDF) son el método de conexión *IDC* que es el más simple, confiable y más rápido que los métodos de conexión usados anteriormente como

los de soldadura y enrollado.

Estas regletas deben estar provistas de protecciones contra sobretensiones, de las cuales nos ocuparemos en el capítulo IV.

Los cables a ser conectados en este tipo de regletas son del tipo PVC que sale desde el empalme terminal que está ubicado en la galería de cables, y que pasan a la central propiamente dicha, para llegar al MDF por encima de las barras de techo a lo largo del bastidor, y que son llevados a las diferentes regletas bajando por las filas del bastidor por medio de los soportes de los cables que posee el mismo. Como se muestra en la figura 2.51.

Lado de montaje vertical

En general, los cables son introducidos en el interior del distribuidor principal desde abajo, a través de las aberturas en el suelo. Los cables son fijados de abajo hacia arriba en el lado izquierdo de los tramos transversales del lado vertical del bastidor.

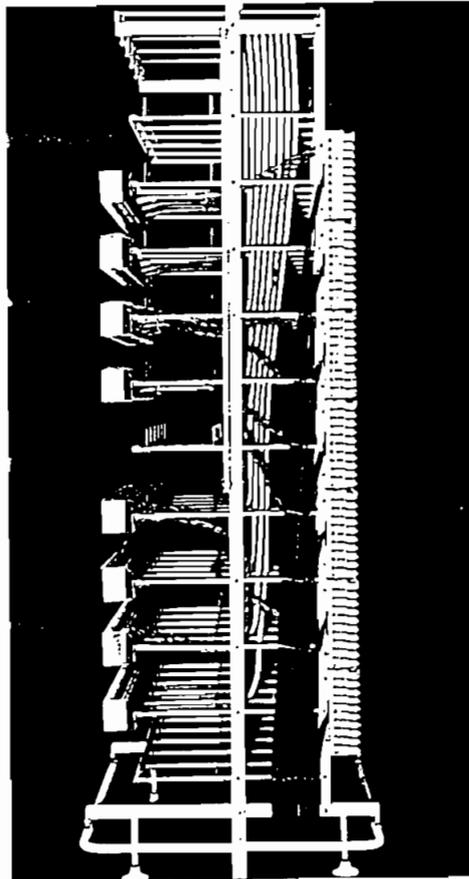


Figura 2.51 Paso de Conductores al MDF.

El procedimiento de instalación se describe en forma general a continuación.

- Fijar la bandeja de montaje al bastidor del MDF, empleando para ello los accesorios que posee dicho elemento.
- Cortar unos 20 cm de cubierta de cable, pasar los conductores a través de la abertura de la bandeja de montaje, agrupar los conductores en haces de 10 pares cada uno y marcar los haces como se indica en la figura 2.52.

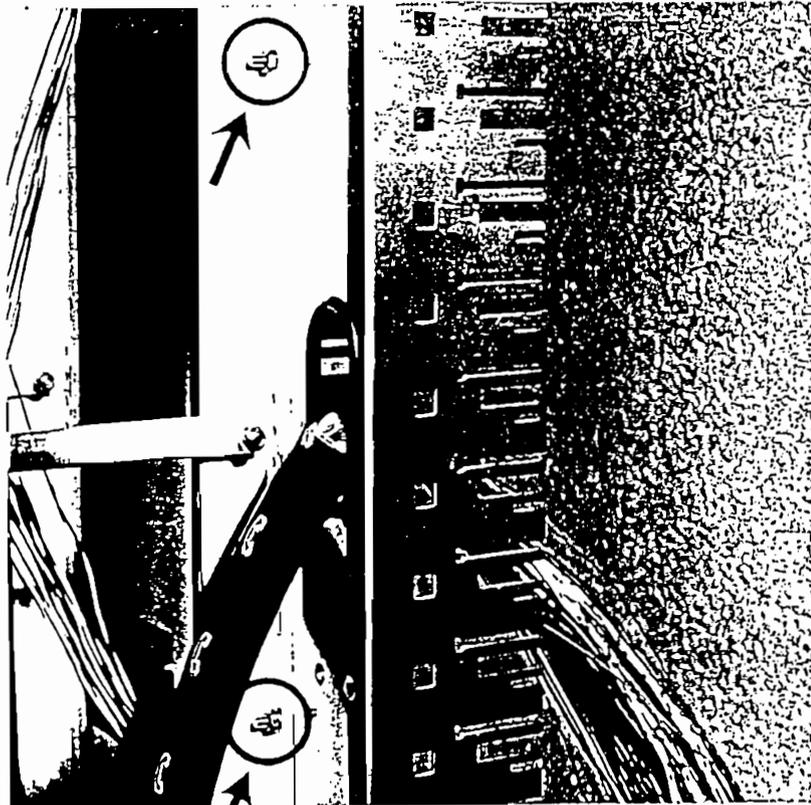


Figura 2.52 Conductores en la Bandeja de Montaje

- Encajar los elementos guías del bastidor del MDF, a fin de evitar lesiones en los cables; para poder desmontar posteriormente las regletas. Para corregir conexiones equivocadas hay que prever una cierta longitud de reserva en los conductores.

Pasar los conductores a través de argolla (guía) central de la regleta, encajar la regleta en la ranura correspondiente a la bandeja de montaje figura 2.53

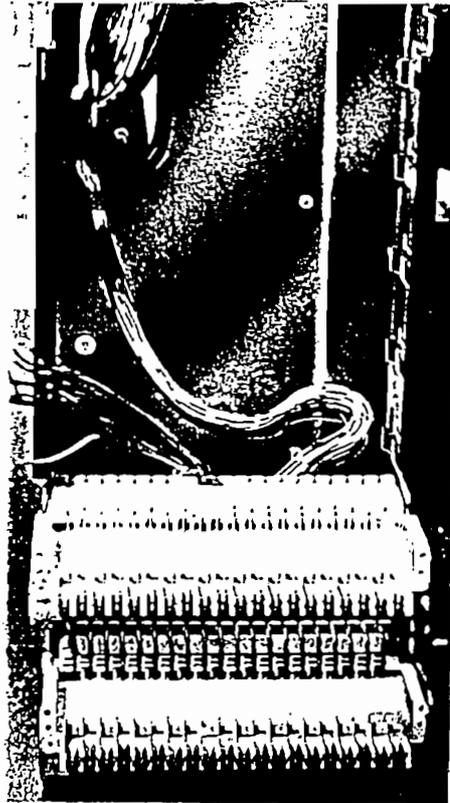


Figura 2.53 Paso de Conductores a Traves de la Guía

Una vez encajados los 20 conductores (hilos) en el peine guía (figura 2.54),. conectar uno a uno a las ranuras de contacto con la ayuda de la herramienta de conexión (figura 2.55).

Las cuchillas correspondientes a cada contacto de la regleta corta el conductor a la longitud correcta. Retirar los sobrantes y oprimir el conductor contra el cuerpo de la regleta.

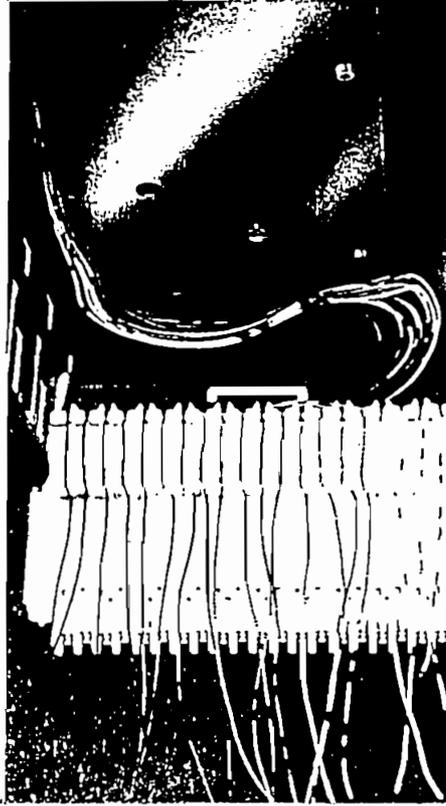


Figura 2.54 Paso de conductores a Traves de la Guía de Contactos.

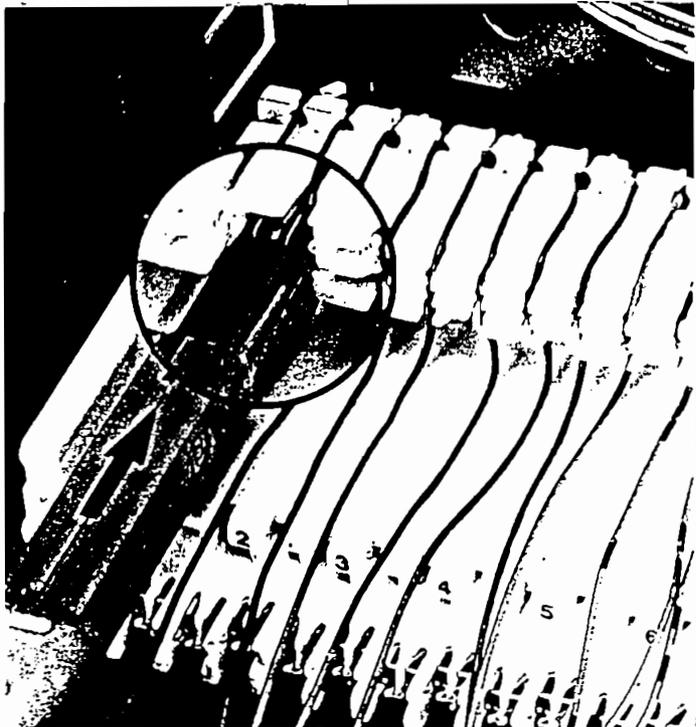


Figura 2.55 Conexión de los Conductores

2.6 INSTALACION DE CAJAS DE DISPERSION

Existen varias posibilidades de instalar las cajas de dispersión debido a que existe una gran variedad de las mismas.

La caja de dispersión está formada por una base que permite su instalación en muros o postes y sobre ésta se fija el bloque de terminales. Además está provista de una cubierta que se adapta a la base, permitiendo la salida de los cables de acometida por la parte inferior. De esta manera se impide el ingreso de la humedad y de cuerpos extraños.

Como materiales de fijación se tienen básicamente:

- tornillos de rosca con cabeza hexagonal para ser utilizados en murales.
- cinta de fijación de acero inoxidable para ser utilizada en postes madera o de hormigón.

Se debe observar las siguientes instrucciones:

Las cajas de dispersión serán ubicadas a una distancia de 40-60 centímetros abajo del cable suspensor o mensajero. Sin embargo en casos especiales esta distancia podrá ser modificada por la fiscalización.

La caja debe ir acompañada de dos anillos conductores ubicados uno a cada lado en dirección normal a línea de tendido del cable como se indica en la figura 2.56.

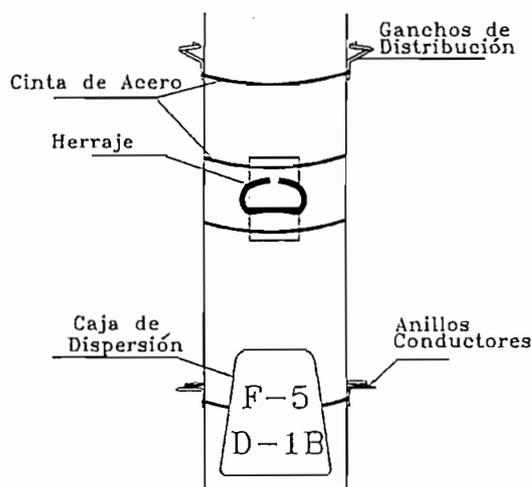


Figura 2.56 Instalación de Anillos Conductores y Caja de Dispersión

No es permitido poner la caja en un poste que tiene transformador.

Para la fijación de las cajas con cinta o tornillos se deberá tener por lo menos dos puntos de apoyo firme al muro o poste.

Para el caso de utilizar cajas de dispersión protegidas, éstas serán conectadas a tierra mediante una toma de tierra.

Las entradas de los cables deben ser cortados o preparados debidamente de modo que resulten aberturas apropiadas para los cables y conductores de acometida. Debe elegirse una abertura lo menor posible, para garantizar una hermetización eficaz.

El cable de polietileno debe ser introducido a través de la entrada central, preparando los conductores (pares), que deben ser llevados hasta las regletas de bornes de conexión en el interior de la caja.

Debe evitarse el cruce de conductores; si se hace necesario llevar el cable al extremo contrario de la caja, se debe guiarlos al rededor del extremo superior de las regletas de bornes.

Todas las cajas estarán provistas de su respectiva derivación consistente en un cable multipar de 10 pares., en el caso que la capacidad de caja sea la mencionada. La longitud del cable de derivación dependerá de la ubicación de la caja de dispersión de acuerdo con los esquemas o planos de empalmes.

Las cajas de dispersión serán identificadas con la numeración alfanumérica correspondiente según el plano. La identificación realizada en la tapa de la caja será: en la parte superior el número de la caja propiamente dicha, y en el inferior el número de distrito a la que pertenece; para esto se utiliza pintura negra al óleo.

La entrada del cable y los conductores de distribución se deberán instalar como se muestra en la figura 2.57. La curva que tiene el cable es con la finalidad que en caso de lluvias el agua no entre en la caja o empalme si no que en la curva detenga el “flujo” de agua y caiga por la misma.

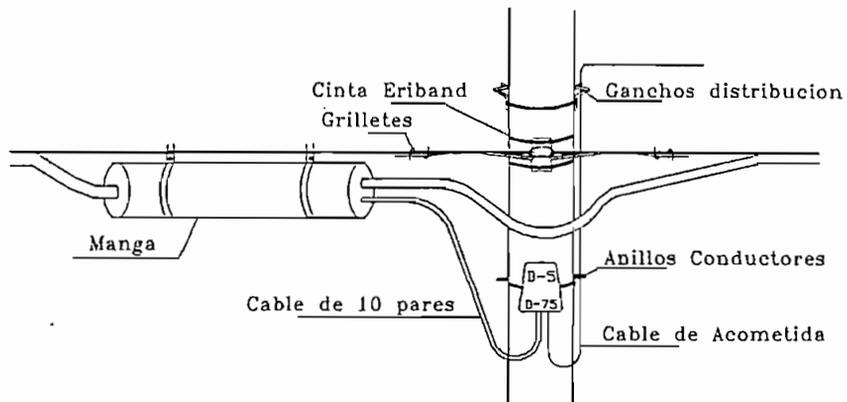


Figura 2.57 Colocación de Caja de Dispersión

Aunque es antiestético y antitécnico el poner dos cajas de dispersión en un mismo poste empero, en caso de existir esta situación se las deberá colocar una a cada lado del poste.

Cuando la instalación de la caja de dispersión sea en el mural la caja quedará dispuesta como en la figura 2.58 , y ésta irá conjuntamente con los tornillos de ojo que cumplen la misma función de los anillos conductores.

Para su instalación se podrá proceder como se indica :

Una vez determinado el lugar adecuado para su instalación se marca el lugar donde se va realizar las perforaciones que deben ser las adecuadas para su fijación con los tacos fisher y los tornillos de acero correspondientes.

Se debe proteger el cable que llega a la caja de dispersión por medio de las canaletas sujetas con abrazaderas y luego con grapas.

Los puntos de sujeción con los diferentes elementos deben estar de acuerdo con las dimensiones verticales indicas en numeral 2.2.1.3 (tendido de cable mural).

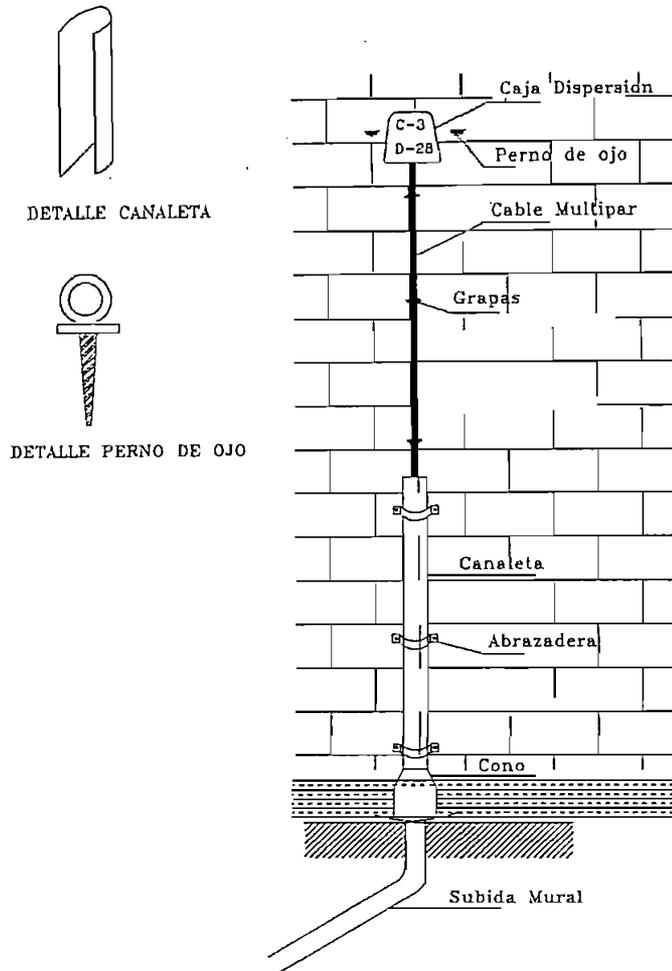


Figura 2.58 Instalación de Caja Mural

2.7 EMPALMES DE CABLES

Existen una gran variedad de cápsulas o mangas de cierre para empalmes. Debido a que los empalmes es una de las labores más importantes en planta externa, se observará con atención la técnica desarrollada para esta labor, pues de ella depende el rendimiento de la red.

Es por ello que el personal debe ser lo suficientemente capacitado para llevar a cabo este trabajo, el personal debe tener conocimiento y consultar la parte de construcción y montaje de la red.

La herramienta para realizar los empalmes deberá ser la apropiada puesto que de esta manera también se garantiza el trabajo. En la figura 2.59 se muestran algunas de las herramientas utilizadas para el efecto.

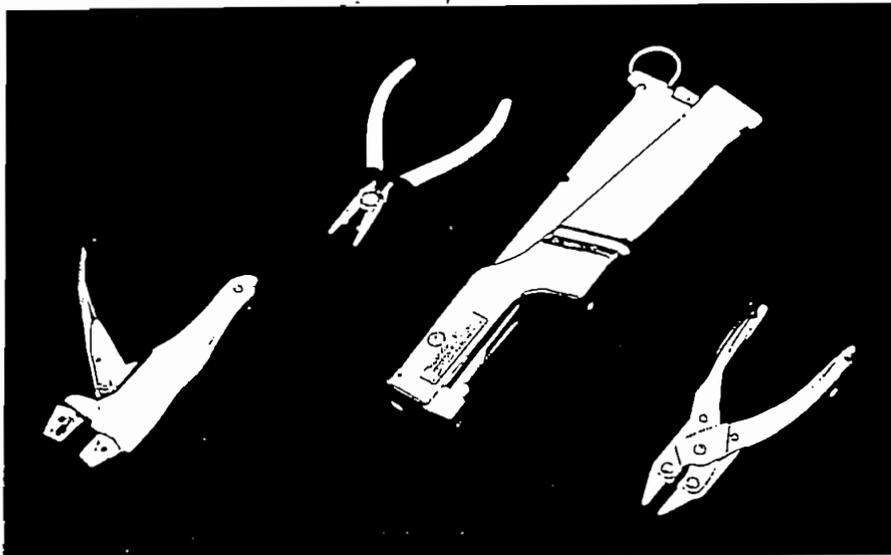


Figura 2.59 Herramientas Para Empalmes

Antes de empezara los trabajos correspondientes a esta labor se debe tomar en consideración algunas recomendaciones:

- El personal de empalmadores deberá ceñirse estrictamente a las normas de seguridad personal y protegerá materiales y equipo.
- Usar botas de caucho en las cámaras donde exista aguas negras.
- Será absolutamente necesario que el personal utilice el cinturón de seguridad cuando se

ejecuten trabajos en alturas.

- En época de invierno cuando el trabajo sea prolongado se debe proteger la entrada a la cámara. La protección puede ser con una carpa de empalmador (figura 2.60), de material translucido difícil de inflamarse o de una lona impermeable de fácil montaje y desmontaje. La carpa debe permitir depositar herramientas y materiales largos sin inconveniente entre la pared de la carpa y la abertura de la cámara.



Figura 2.60 Carpa de Empalmador

- En todos los frentes de trabajo es obligatorio como mínimo dos avisos de peligro que pueden ser vallas de seguridad u otros elementos de prevención de accidentes, en la figura 2.61, se ilustran algunos tipos de avisos de seguridad.

Cuando el lugar sea de mucho tránsito de peatones o vehículos se pondrá la cantidad de avisos necesarios para protección tanto de los trabajadores como de vehículos y peatones.

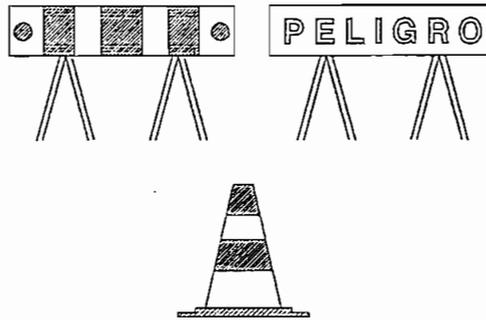


Figura 2.61 Vallas de Seguridad

- Inspeccionar cuidadosamente las cámaras, y efectuar pruebas para garantizar que las cámaras no contengan gas y que el nivel de oxígeno sea suficiente.
- Debe tomarse precauciones al levantar las tapas de las cámaras, para asegurarse de que no se produzcan chispas como resultado de golpes. Cerciorarse de que no haya llamas o cigarrillos encendidos en las cercanías. Para levantar la tapa completamente primero se lo hace levantandola unos pocos centímetros de un solo lado de la tapa, se mantiene entreabierta mediante una cuña y se efectúa una prueba para ver si hay gas combustible en el interior.
- Procurar que las cámaras no contengan agua durante las labores de empalmes.
- Los hilos de los cables no deben tocar los muros o pisos de las cámaras.
- Las herramientas usadas para empalmes aéreos serán subidos en los morrales.

Los principales materiales que se utilizan para los empalmes son: los conectores y/o módulos de conectores, y las mangas de cierre.

Conectores.- Conectores y módulos de conectores a presión, del sistema de desplazamiento de aislamiento (IDC) figura 2.62 que, están diseñados para simplificar y acelerar el proceso del empalme. Para la utilización de estos elementos es indispensable utilizar las herramientas adecuadas.

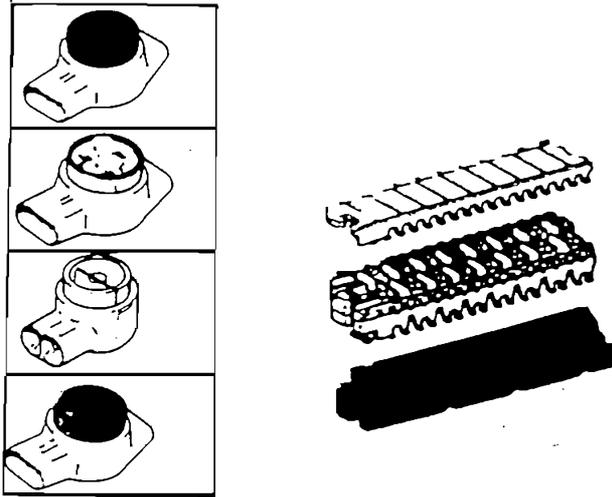


Figura Conectores y Módulos de Conectores

Cápsulas de cierre o mangas de empalmes.- Se utilizarán las mangas de cierre mecánico. Cada tipo de manga de cierre viene con sus accesorios. En la figura 2.63 se muestran algunos tipos de mangas.

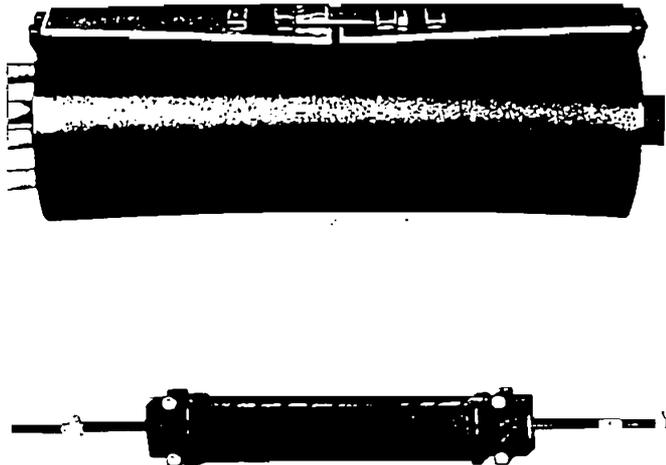


Figura 2.63 Tipos de Mangas de Cierre.

2.7.1 EMPALMES

El empalme de un cable en un pozo de revisión, estará ubicado en el espacio que queda entre consolas, debiéndose dejar igual espacio entre el cuello de la manga y la consola. Figura 2.64

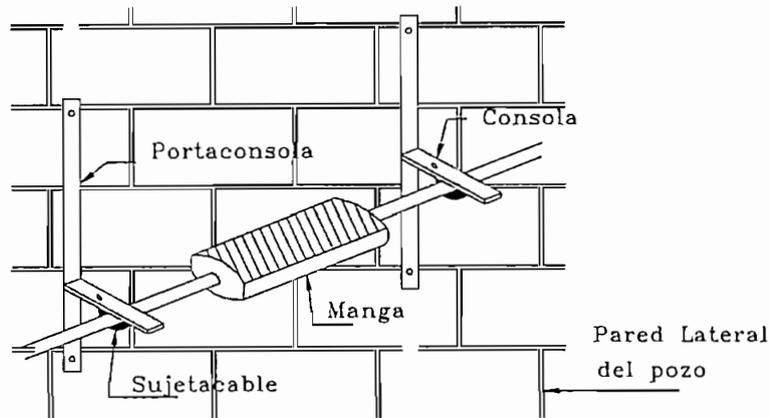


Figura 2.64 Posición de la Manga en el Pozo

En las redes aéreas los empalmes serán ubicados a una distancia de 50 centímetros del poste figura 2.65, tomando la distancia desde el eje del empalme, y se debe procurar no poner el empalme en un poste eléctrico que tiene transformador.

Antes de cortar los cables en la construcción, se tendrá la precaución de dejar la reserva necesaria para el empalme, y fijar tanto el cable como el empalme en los soportes correspondientes.

Previo al corte de la cubierta se deberá limpiar el cable con el líquido adecuado para este propósito. Luego se procede a cortar el cable tomándose en cuenta que se debe descontar unos 20 cm de cada punta, por cuanto se considera que éstas sufren deterioro durante el tendido del cable.

En la preparación de los cables para la realización del empalme se sigue los procedimientos según las instrucciones del fabricante del cable y la manga de cierre.

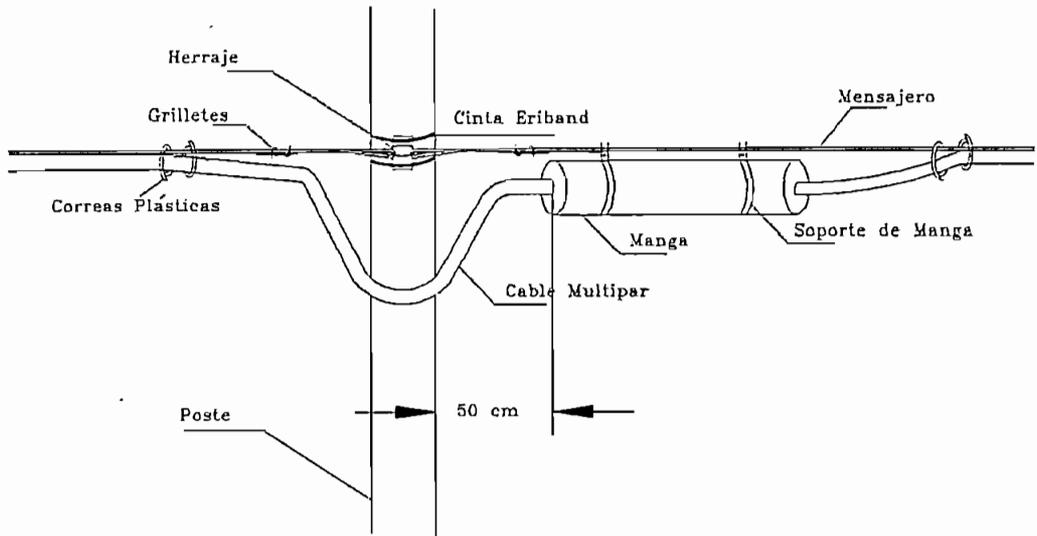


Figura 2.65 Empalme Aéreo

El número de grupos del empalme estará relacionado con el largo de la manga, y el número de pares del cable.

Debe tomarse en cuenta que los grupos no cubran la totalidad del espacio de corte ya que es necesario dejar un espacio entre éstos y los extremos, esto con el fin de facilitar la construcción y la exploración del cable cuando sea necesario abrir el empalme.

La distancia entre grupos y los cortes del cable será menor cuando mayor sea la capacidad del cable. Las capas exteriores de los grupos no deben ser empalmadas muy tensionadas para facilitar la exploración en caso que sea necesario.

En el proceso del empalme es de gran importancia la separación ordenada de las capas de conductores, para así mantener las características eléctricas del cable, para ello se separan los cables y se amarran las capas. Se debe tener mucho cuidado de no invertir las capas al momento de empalmar, ello daría como consecuencia el cruce de los pares en el cable.

Al efectuar el empalme se seguirán los procesos exigidos por los fabricantes de los materiales, sin embargo se deberán observar los siguientes puntos: se conservará la rotación del cable y la continuidad de los conductores en cada uno de los tramos.

Los empalmes se realizarán conservando la estructura del cable, los grupos serán identificados con las cintas o identificativos del grupo correspondiente, o con anillos de identificación de pares como muestra la figura 2.66.



Figura 2.66 Anillos de identificación

Antes de cortar la cubierta se debe limpiar el cable siguiendo las recomendaciones del fabricante y con los implementos que trae cada manga de cierre. Al cortar la cubierta del cable se debe tener especial cuidado de no lastimar el aislamiento de los conductores.

Para la correcta distribución de los conectores en el empalme es necesario tomar en cuenta el número de pares del cable, la distancia entre conectores empalmados, el número de pares por grupo, el número de grupos y la distancia del cuello al primer grupo.

La iniciación del empalme deberá llevarse a cabo cuando se pueda garantizar su terminación en una sola jornada para evitar que el empalme se humedezca.

La construcción de empalmes de gran capacidad se recomienda realizarlos en jornadas continuas para evitar que se deje “vendado” el empalme, en caso de no poder hacerlo se vendará el empalme con vendas de caucho. Los empalmes no deben tener más que tres derivaciones.

Para poder empezar a realizar el empalme luego de haber tomado en cuenta todas las indicaciones anteriores procederemos a realizar el abanico o alfombrado que consiste en lo

siguiente: ordenar los pares de los cables teniendo en cuenta su sentido de rotación, separando los pares sucesivamente en cada una de las capas siguiendo el orden de identificación de acuerdo con el código de colores. El alfombrado se realiza con un alambre de plástico (de amarre), se dobla a la mitad y en este sitio se coloca el primer par de la capa, se le da media vuelta en forma helicoidal a las dos puntas del alambre de amarre, luego se coloca el segundo par y así sucesivamente hasta completar la capa; las capas van alfombradas aparte una de otra.

Este proceso es muy importante ya que facilita la realización de las pruebas que más adelante se mencionarán. Una vez realizado esto procedemos a tomar el primer par de las capas centrales en caso de empalmes rectos, o el par correspondiente según la distribución de los cables; se empalma el hilo *a* con *a* y el hilo *b* con el *b*, retorciendo dos o tres veces los hilos de cada tramo se coloca el conector del tipo IDC y se presiona el mismo con la herramienta dispuesta para el efecto, este proceso se repite hasta terminar el empalme.

Las capas de los cables no deben dejarse muy tensionados para facilitar el posterior mantenimiento de los empalmes en caso de ser necesario.

En el caso que se utilice módulos de conectores (módulos de 25 pares) se procede a tomar las primeras capas en el caso de los empalmes rectos. El empalme se realiza siguiendo las instrucciones de montaje de la máquina de empalmar, las máquinas que existen en la actualidad permiten una verificación del código de colores correspondientes a los 25 pares a empalmarse, así como también permiten una conexión de los módulos en forma manual o en forma neumática.

La figura 2.67 ilustra un empalme con conectores individuales, mientras que la figura 2.68 ilustra un empalme con módulos de conexión de 25 pares.

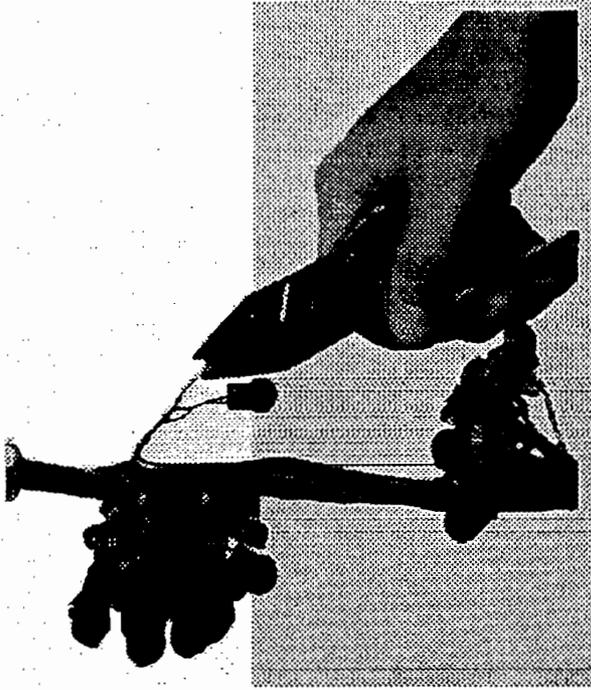


Figura 2.67 Empalme con Conectores Individuales.

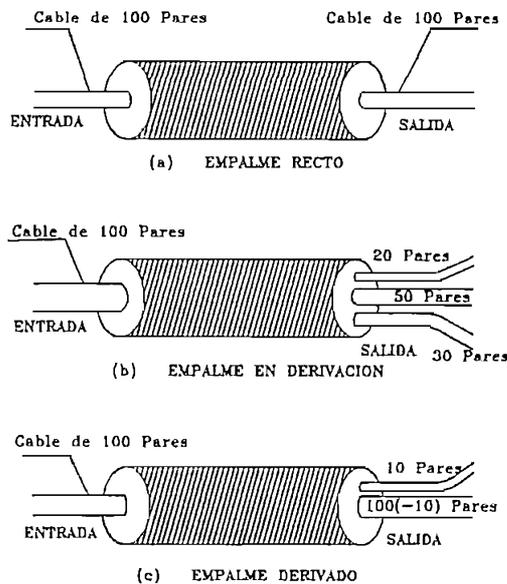


Figura 2.68 Empalme con Módulos de Conexión.

Los tipos de empalmes son: rectos, en derivación y derivados.

Empalmes Rectos.- (figura 2.69 a). Es aquel en que coinciden los cables en la capacidad, número de capas y pares , por tanto el empalme se realiza de tal forma que corresponden uno a uno los pares y las capas. Este empalme también es denominado directo.

Empalmes en Derivación.(figura 2.69 b). Es aquel en el que salen de un cable varios cables de menor capacidad, por lo que no hay correspondencia entre pares, y se empalma previa distribución de las capas y pares teniendo en cuenta el largo y la distancia de cada uno de los cables derivados. Se deberá tener sumo cuidado porque en este tipo de empalmes habrá que empalmar pares con diferente código de colores.



Nota.- Las entradas y salidas dependen de las diferentes capacidades de los cables

Figura 2.69 Tipos de Empalmes

Empalme Derivado.-(figura 2.69 c). Es aquel en el que de un cable que no está en punta se saca otro cable. Después de cortar la cubierta del cable se cortan los pares a derivar y se empalman al cable en derivación. Los pares quedan sin continuidad entre el final del cable principal y el punto de origen.

Las pruebas que deben realizarse luego de realizado un empalme son: identificación de pares y de continuidad:

Estas pruebas se realizan con la finalidad de verificar si en un empalme ha habido pares invertidos, transpuestos y separados que pueden provocar problemas como por ejemplo: llamadas cruzadas, ruido y mala calidad de transmisión. Seguidamente se dan algunos conceptos de los posible problemas encontrados en los empalmes:

Pares Invertidos.- Se producen cuando al realizar el empalme de un par, aparece el extremo del hilo a como hilo b del mismo par y viceversa. Figura 2.70.

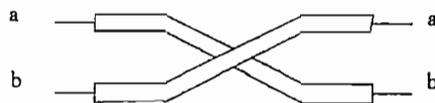


Figura 2.70 Pares Invertidos

Pares Separados.- Son pares que el hilo a o el hilo b están empalmados con cualquier otro par figura 2.71.

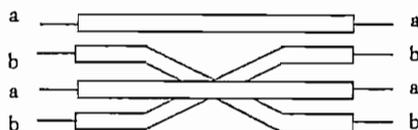


Figura 2.71 Pares Separados

Pares Transpuestos .- Son pares que aparecen en los extremos como otro par. **Figura 2.72.**

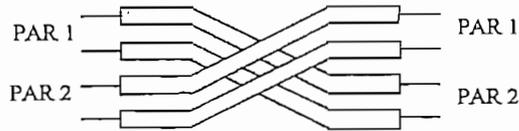


Figura 2.72 Pares Transpuestos

Pares Abiertos.- Son pares en los cuales existe una separación de un hilo o de ambos hilos.

Figura 2.73

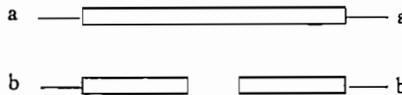


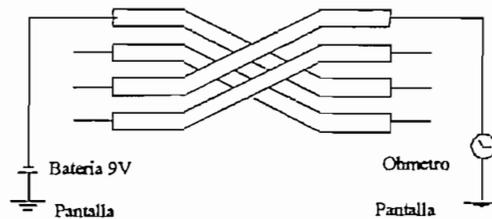
Figura 2.73 Par Abierto

La prueba de continuidad permite verificar si en algún empalme hay o no problemas como los anteriormente indicados. Para la realización de esta prueba tenemos dos formas, que puede ser realizada con un Ohmetro o un monófono. Debido a que estas pruebas permiten localizar con facilidad algún daño es recomendable hacerlas antes de cerrar el empalme como se indica con un ejemplo más adelante.

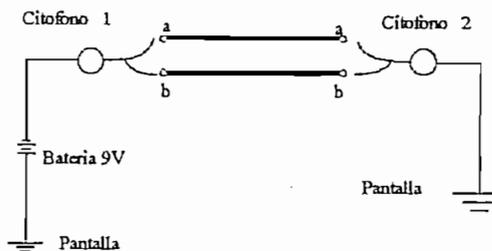
Procedimiento.- Siguiendo el código de colores, el empalmador debe conectar el borne positivo de la batería a la pantalla del cable que se está probando y el borne negativo al hilo *a* del primer par. (Figura 2.74 a). El otro empalmador debe colocarse en el otro extremo del cable y debe conectar un hilo del ohmetro a la pantalla del cable que está probando, y el otro hilo del

aparato va colocando sucesivamente en los pares a ser probados.

Si las pruebas de continuidad se realizan con monófono a cada extremo (figura 2.74 b), en el un extremo la batería debe ir conectada a la pantalla del cable, y el otro extremo a la punta del monófono, la otra salida del monófono (1) al hilo que se esté probando; en el otro extremo del cable se debe realizar en forma similar pero sin la batería, y un extremo del monófono debe ir conectado directamente a la pantalla del cable en prueba. La otra salida del monófono (2) al hilo que se está probando.



(a) Prueba de Continuidad con Ohmetro



(b) Figura Prueba de Continuidad con Monofono

Figura 2.74 Prueba de Continuidad

En el ejemplo siguiente se da las pautas para poder realizar las pruebas de empalmes con la seguridad de poder arreglar los daños inmediatamente si los hay.

La figura 2.75 muestra cinco cámaras en las que suponemos hay empalmes en cada una de ellas (empalmes en las cámaras 2,3,4,5,6).

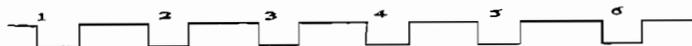


Figura 2.75 Cámaras con Empalmes

Las pruebas deben realizarse antes de cerrar la manga; y se procederá de la manera que se indica:

a.- Los empalmes se realizarán alternadamente, en este caso en la cámara 2 y en la 4, una vez terminado el empalme en la cámara 2 se procede a realizar las pruebas mencionadas desde la cámara 3 hacia la 1 sin haber todavía cerrado la manga; terminado el empalme en la cámara 4 realizamos las pruebas desde la cámara 3 hacia la cámara 5. De no existir ningún daño se procede a cerrar las mangas en los empalmes indicados; caso contrario se debe inmediatamente arreglar cualquier avería, para proseguir con el cerrado de la manga.

b.- Se procede entonces a realizar el empalme en la cámara 3 y se realizarán las pruebas desde la cámara 5 hacia la cámara 1, sin cerrar la manga. Luego de la comprobación correspondiente se realizará el cerrado de la manga.

Es recomendable llevar un registro de daños que podrían darse en los diferentes empalmes. Es necesario mencionar que es de suma utilidad la realización del alfombrado de cables ya que esto facilita en gran medida la ejecución de las pruebas.

Los empalmes terminales realizados en la galería de cables ubicada generalmente bajo la central propiamente dicha, se realizan con la manga del tipo terminal, en la cual se empalman los cables

de polietileno con los de cloruro de polivinilo (capacidad de 100 pares), que salen posteriormente al distribuidor principal (MDF Main Distribution Frame). El empalme terminal es elaborado con todas las consideraciones anteriormente indicadas, y una vez terminado el empalme los cables de PVC serán ubicados en el lugar correspondiente a la central telefónica sobre el bastidor del repartidor principal o tendidos a través del piso horizontalmente a lo largo del suelo para luego instalarlos con las guías sobre el bastidor del MDF.

La posición en la que deben quedar este tipo de empalmes es vertical como se indica en la figura 2.77. Es necesario identificar en la manga la ruta a la cual pertenece dicho empalme, esto se lo realizar con pintura blanca.

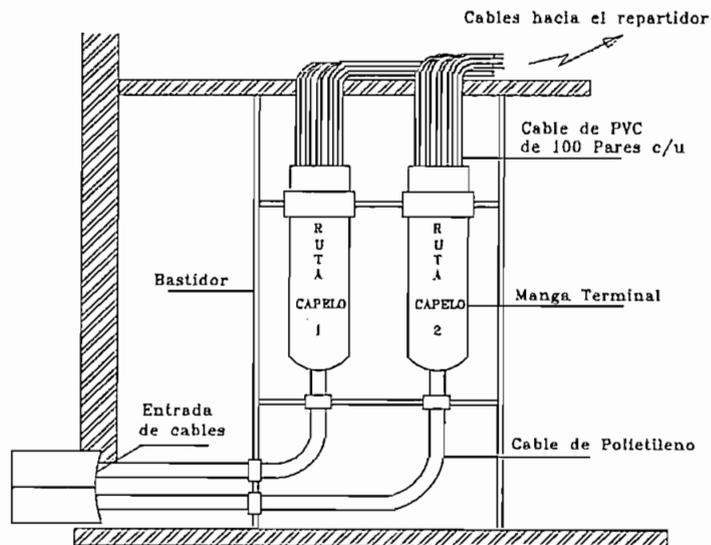


Figura 2.77 Empalme Terminal en La Galería de Cables.

CAPITULO III

MATERIALES Y CRITERIOS BASICOS DE NORMALIZACION DE INSTALACION DE FIBRA OPTICA

3. FIBRAS OPTICAS

La configuración básica de un sistema de fibra óptica se indica en la figura 3.1. En general el envío de una señal eléctrica desde el teléfono o terminales de fax es convertida en una señal óptica, con un convertidor eléctrico óptico (niveles de señal eléctrica son convertidos en intensidades de luz, y una señal eléctrica "1" y "0" son convertidas en On y Off de luz). Y estos son enviados por un cable de fibra óptica. La propagación de cada una de las señales a través del cable de fibra óptica con su potencia y con su forma de onda (ancho de pulso), llega al convertidor óptico eléctrico para finalizar en su terminal de destino. En el terminal óptico-eléctrico la señal óptica recibida es convertida en la potencia de la señal eléctrica reproducida por el teléfono, datos o fax.

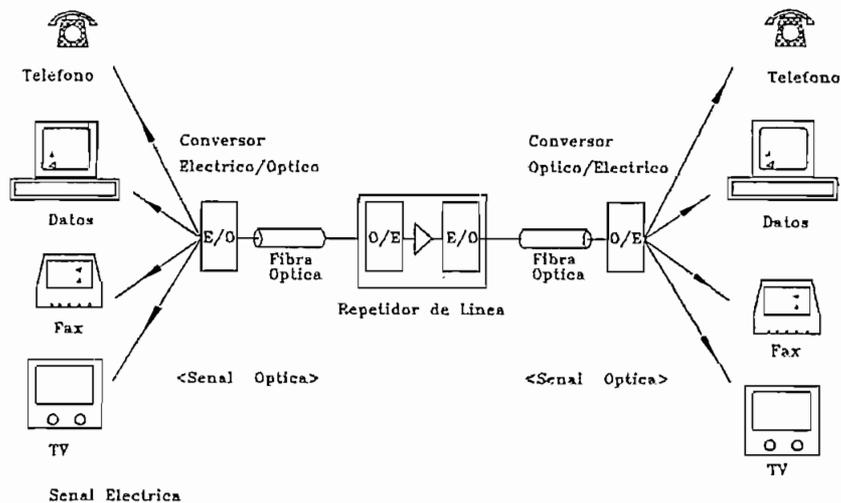


Figura 3.1 Configuración Básica de un Sistema de Comunicación de Fibra Óptica.

El convertidor eléctrico óptico es realizado por un elemento emisor de luz semejante a un diodo laser o un diodo emisor de luz y el convertidor óptico eléctrico con un fotodiodo. Cuando la distancia de transmisión es grande, son requeridos en algunos lugares repetidores de línea. Estos repetidores de

línea convierten la señal óptica recibida en una señal eléctrica amplificada. Las señales eléctricas amplificadas son convertidas en señales ópticas para su transmisión a través del cable de fibra óptica. La tecnología de cable de fibra óptica contribuyen al progreso y economización de las redes de telecomunicaciones .

Algunas de las características de las fibras ópticas y las áreas de utilización son enunciadas en resumen en la figura 3.2.

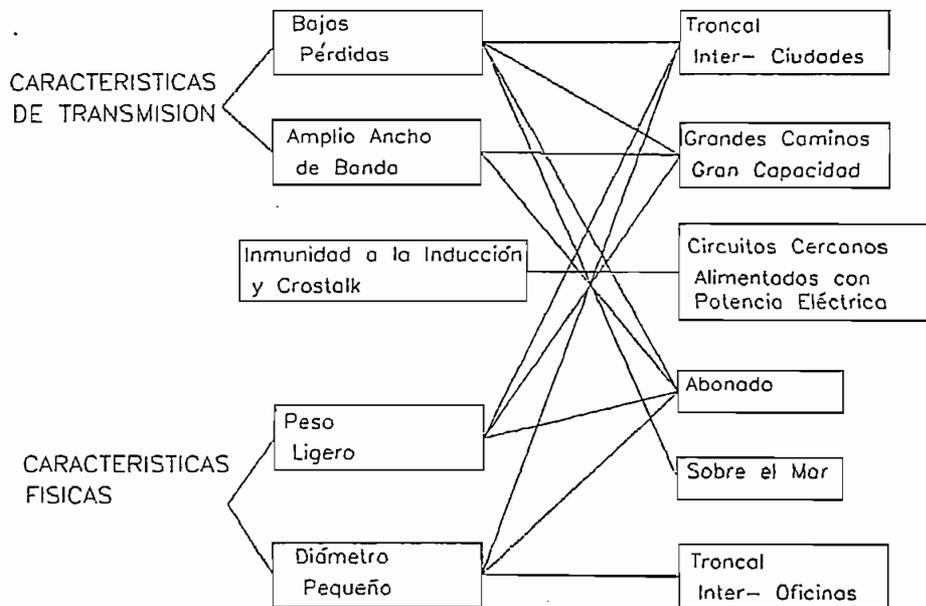


Figura 3.2 Características de Fibras Ópticas

Los tipos de fibras ópticas de uso en la práctica son : el monomodo también denominadas SM (Single Mode) y tipo Multimodo también denominada GI (Gradual Index).

Alguna de las aplicaciones de los cables de fibra óptica se ilustran en la figura 3.3.

En general las características más importantes tanto para las fibras ópticas monomodo como multimodo son:

- Bajas pérdidas

- Gran ancho de banda
- Pequeños diámetros
- Altamente Flexibles
- No Inducción , No crosstalk.

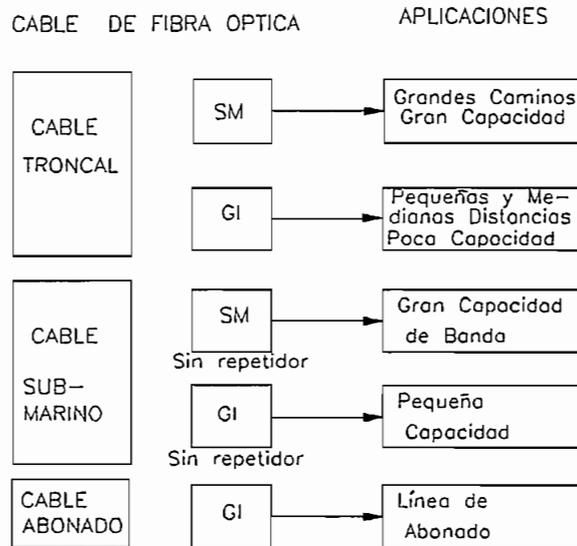


Figura 3.3 Aplicaciones de Fibras Ópticas

3.1 CABLES DE FIBRAS OPTICAS MONOMODO

Una fibra óptica monomodo es un conductor por el cual se propaga solo un único modo, el modo fundamental.

Las fibras ópticas de este tipo son utilizadas en enlaces de grandes distancias y/o elevada velocidad de flujo, esto es debido a su capacidad de transmisión. Por el pequeño tamaño del núcleo requiere de componentes de alta precisión para su manejo. Estas fibras se denominan también con las siglas SM (single mode), la estructura es la que se indica en la figura 3.4.

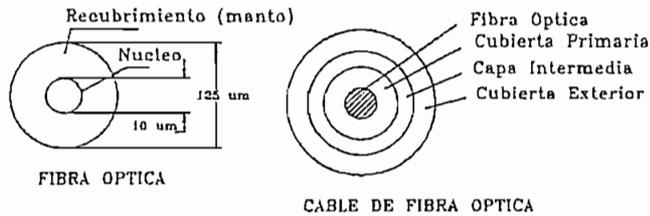


Figura 3.4 Fibra Optica Monomodo

La fibra óptica está compuesta por dos elementos básicos: el núcleo y el recubrimiento o manto. El núcleo es el área central de la fibra óptica utilizada para la conducción de las ondas luminosas. En las fibras monomodo el diámetro del campo (núcleo) es de 10 µm con una desviación admisible de $\pm 1 \mu\text{m}$, a una longitud de onda de 1300 nm. El diámetro del campo se usa para determinar la característica de distribución de la luz del modo fundamental en conductores de fibra óptica monomodo.

El recubrimiento es la totalidad del material ópticamente transparente de un conductor de fibra óptica excepto el núcleo, para este caso el diámetro del recubrimiento es de $125 \mu\text{m} \pm 3 \mu\text{m}$.

La cubierta de la fibra óptica en general da la posibilidad de incorporar en el cable elementos de tracción y compresión que eviten el aplastamiento .

El diámetro del conductor de fibra óptica monomodo típicos usados actualmente es de 250 y 500 µm.

Las características ópticas y de transmisión de las fibras ópticas monomodo a temperatura ambiente son las siguientes:

Longitud de onda (λ) : de 1300 nm.

Ancho de Banda a 1 Km mínimo: es varios 10 GHz, según el UIT no hay indicación exacta sobre el ancho de banda.

Dispersión: en la gama de λ 1285 a 1300 nm máximo 3.5 pseg / nm. Km

Apertura Numérica: Valor Nominal 10 ± 1

Diámetro del campo : $10 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$.

Las características de transmisión óptica, dimensionales de las fibras ópticas monomodo y cables ópticos son indicadas en mayor detalle en las recomendaciones G 652, G 653, G654 del UIT. que se indican en el anexo 2. Así como también los conceptos de las características anotadas anteriormente.

3.2 CABLES DE FIBRA OPTICA MULTIMODO.

La estructura de una fibra óptica multimodo es igual que la figura 3.4, indicada para la fibra monomodo. Un conductor de fibra multimodo como su nombre indica tiene varios modos de propagación.

Este tipo de fibras ópticas tienen la ventaja de ser fáciles de empalmar y tienen un bajo costo. Estas fibras son usadas en sistemas ópticos con pequeñas distancias, también en líneas de abonado, en estructuras simples de redes; éste tipo de fibras tienen mayores pérdidas que las monomodo.

Las características más importantes para estas fibras se indican a continuación:

Diámetro del Núcleo: $50\mu\text{m} \pm 3 \mu\text{m}$

Tolerancia de redondeo del núcleo: $\leq 3 \mu\text{m}$

Diámetro del recubrimiento: $125 \mu\text{m} \pm 3 \mu\text{m}$

Tolerancia de redondez del recubrimiento: $\leq 2.5 \mu\text{m}$

Tolerancia admisible en la concentricidad entre el núcleo y recubrimiento : $\leq 3\mu\text{m}$

La apertura numérica: los valores empleados en la práctica se encuentran en la gama de 0.18 a 0.24, cualquiera que sea el valor elegido este no deberá diferir en más de 0.02.

Coefficiente de atenuación en dB/Km.

a λ 850 nm 3.5, 2.7, 2.5

a λ 1300 nm 1.5, 1.0, 0.7

Ancho de Banda a 1 Km mínimo; En MHz.

a λ 850 nm 200, 400, 600, 800, 1000

a λ 1300 nm 600, 800, 1000, 1200

Las características de transmisión óptica multimodo, características dimensionales, cables de fibras ópticas, así como las características mecánicas son detalladas en la recomendación G. 651 del UIT que se encuentran en el anexo 2.

3.2.1 ESTRUCTURAS DE LAS FIBRAS OPTICAS

De acuerdo con la protección existen dos modelos, los cuales dan las características físicas a la fibra que son: Estructuras flojas (holgadas) y Estructuras herméticas (ajustadas).

ESTRUCTURA HOLGADA.- Este tipo de fibras son usadas en planta externa, estos cables pueden colocarse en ductos en lugares aéreos o sumergidos. Esta estructura permite tener varias fibras dependiendo del tamaño de la protección. Esta estructura proporciona gran resistencia mecánica y estabilidad con las variaciones de temperatura. En el interior del cable se añade un compuesto de naturaleza hidrófuga. Constituye un tubo de plástico (vaina) en cuyo interior se encuentra alojado el conductor de fibra óptica.

La "vaina" debe ser resistente al envejecimiento, flexible, de poco rozamiento, resistente a las deformaciones; la vaina está compuesta por una capa interior de protección con coeficiente de rozamiento muy bajo y otra exterior que protege mecánicamente a la fibra, ésta puede ser por ejemplo de poliéster y poliamida.

Una ventaja de esta estructura es que se puede "desaislar" fácilmente para realizar empalmes o conexiones. En la figura 3.5 se indica un conductor de fibra óptica holgada.

Debido a que, los conductores de fibra óptica están sueltos dentro del tubo plástico, las fibras pueden moverse libremente para mitigar fuerzas y minimizar las curvas que inducen pérdidas.

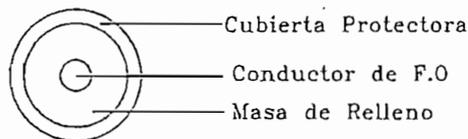


Figura 3.5 Conductor de Fibra Optica Holgado

Dado que existe la posibilidad de que en el interior del conductor de fibra óptica penetre agua y ésta puede llegar a congelarse ocasionando micro flexiones, que conllevan a elevar la atenuación, para evitarlo se procede a rellenar el conductor holgado con un tipo de gel adecuado.

Esta sustancia será químicamente neutra en el rango de temperatura de -30°C a 70°C , es decir, no se congela ni gotea en el conductor holgado; debe ser una sustancia susceptible de licuarse revolviendo o agitando (geles). No debe provocar daños al revestimiento (cubierta protectora), debe ser fácil de quitar y limpiar, no dejar residuos y no contener sustancias inflamables.

Durante el proceso de relleno no debe haber inclusiones de aire ni otra sustancia extraña.

La estructura holgada se usa para la configuración de los cables de fibra óptica con numerosos conductores de fibra. La configuración de conductores por grupos (figura 3.6) usa una estructura holgada en la cual se introducen de 2 a 12 conductores de fibras ópticas monomodo o multimodo; un conductor de este tipo tiene un diámetro exterior de 6 mm, y que puede alojar 12 fibras ópticas trenzadas, este grupo de conductores de fibra óptica constituye un elemento básico para otras configuraciones de cables.

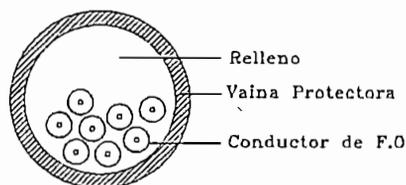


Figura 3.6 Conductor de Fibra Optica por Grupos

ESTRUCTURA AJUSTADA.- Son usadas dentro de edificios y algunas aplicaciones militares además para cables oceánicos. En este diseño las fibras están en contacto y ligadas herméticamente a otros materiales del cable.

La estructura ajustada consiste en aplicar un material termoplástico directamente sobre la fibra, la ventaja es que las fibras pueden conectarse directamente. Esto se realiza sobre el revestimiento cuyo diámetro es de 0.5 mm; se aplica en forma directa a 250 ° C; la capa protectora con efecto alcohante de poliamida o poliéster es de un espesor de 0.2 mm.

Con esta estructura es posible reducir los conductores de fibra óptica por lo menos en 0.5mm respecto a las estructuras holgadas. Sin embargo en casos de producirse fracciones de alargamiento se pueden transmitir sobre la fibra.

El diámetro nominal de las fibras ópticas monomodo o multimodo es de 0.9 mm., con una tolerancia de ± 0.1 mm. En la figura 3.7 se indica un conductor de fibra óptica ajustada.

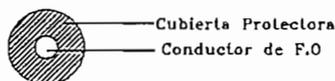


Figura 3.7 Conductor de Fibra Optica con Estructura Ajustada.

Las fibras con estructura ajustada tienen mayores pérdidas por curvatura que las estructuras flojas. Esta pérdida es una desventaja para pequeñas distancias, sin embargo, cables con protecciones herméticas tienen una amplia aplicación dentro de edificios a causa de su flexibilidad y resistencia para conexiones y manipulación.

Construcciones flojas y herméticas tienen sus propias ventajas y algunas veces un diseño puede ser superior a otro en alguna característica. Consecuentemente es difícil hacer conclusiones acerca del funcionamiento relativo de cada estructura. En el cuadro III.1 se compara algunas características de

las estructuras flojas y herméticas.

CARACTERISTICAS DEL CABLE

CONSTRUCCION DEL CABLE

	Floja	Hermética
Radio de curvatura	Grande	Pequeño
Fuerza de tensión	Alto	Bajo
Resistencia Impacto	Baja	Alto
Resistencia Presión	Baja	Alta
Perdida sensible a temperatura	Baja	Alta

Cuadro III.1 Características de las Estructuras Flojas y Ajustadas

3.2.2 CONFIGURACION DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA

Las múltiples aplicaciones de las fibras ópticas requieren de las más variadas configuraciones de los cables. Por lo que las características de los elementos usados en los cables darán una confiabilidad y larga vida útil. Por la razón antes mencionada se describirán algunas configuraciones y características de los elementos usadas por las mismas.

Configuración Trenzada por Grupos. - En ésta configuración los elementos trenzados se hallan dispuestos en una o más capas concéntricas en torno a un elemento central como indica la figura 3.8. Este tipo de cables son usados en las redes interurbanas.

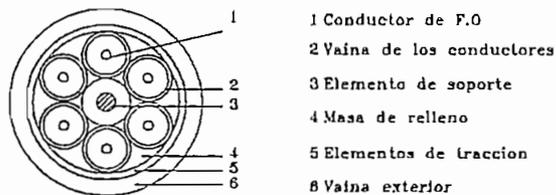


Figura 3.8 Cable Trenzado por Grupos

Configuración Encintada (Cable a Cintas).- Una unidad encintada comprende una formación lineal de fibras que pueden agruparse como se indica en la figura 3.9. Son usadas en la red de abonados.

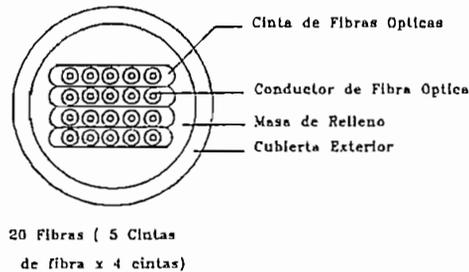


Figura 3.9 Cables a Cintas

Configuración de cable Ranurado.- Es de una sola capa y los conductores de fibra óptica en ranuras en forma elicoidal en la superficie del elemento central; como indica la figura 3.10, de acuerdo al tamaño y forma las ranuras puede moverse libremente una o varias fibras. Se utilizan por ejemplo en instalaciones aéreas.

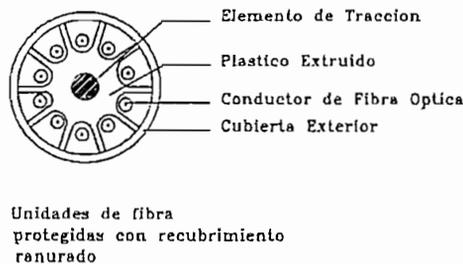
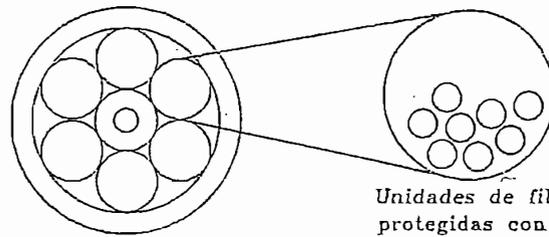


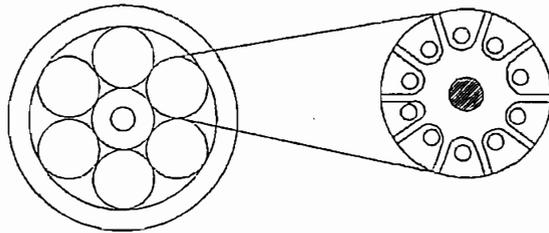
Figura 3.10 Cables Ranurados.

Las configuraciones antes indicadas constituyen las fundamentales, pues con la combinación de éstas estructuras podemos tener otras configuraciones denominada híbridas, especialmente cuando se trata de cables con muchas fibras ópticas, seguidamente en la figura 3.11 se ilustra algunas estructuras.



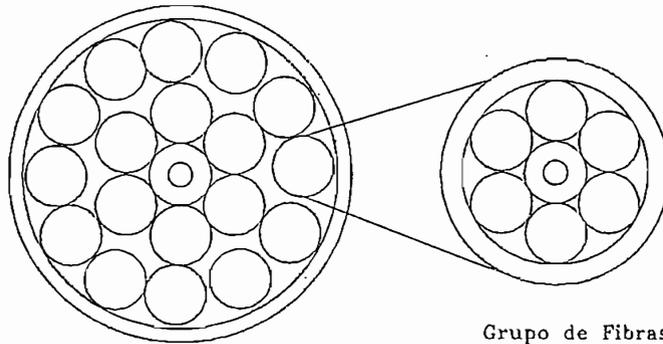
Unidades de fibra protegidas con recubrimiento

Elemento de Resistencia Mecánica



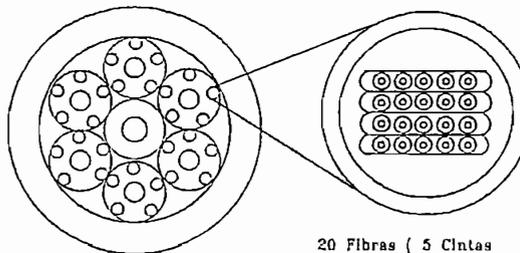
Unidades de fibra protegidas con recubrimiento ranurado

Elemento de Resistencia Mecánica



Grupo de Fibras

Cable con dos Capas



20 Fibras (5 Cintas de fibra x 4 cintas)

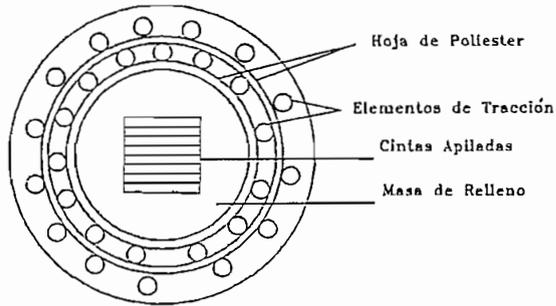


Figura 3.11 Estructuras de Fibras Ópticas

3.2.3 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UN CABLE DE FIBRA OPTICA

Estos elementos son dispuestos para dar mayor estabilidad mecánica, protección contra dobladuras, evitar expansión, aplastamiento y flexiones. Estos elementos son: conductor de fibra óptica, recubrimiento (Vaina) de los conductores, alma de soporte o núcleo del cable, masa de relleno, elementos de tracción, recubrimiento exterior. Figura 3.12

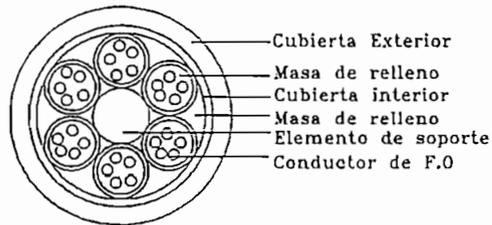


Figura 3.12 Elementos Constitutivos de un Cable de Fibra Óptica

Elementos de Soporte.- Este elemento sirve para aumentar la estabilidad mecánica, actúa como núcleo central el cual protege contra dobladuras y compensa el esfuerzo de tracción.

Para la selección de este elemento debe considerarse la carga de tracción necesaria, teniendo en cuenta

el peso del cable, su diseño, las condiciones de instalación del cable, compresión y aplastamiento; para que la instalación del cable de fibra óptica no se vea afectado, especialmente en sus características de transmisión.

En torno al elemento de soporte (elemento central) se ubican las fibras ópticas trenzadas; el trenzado se halla dispuesto en una o más capas concéntricas. Puede emplearse cualquier tipo de elemento de resistencia mecánica en la medida en que la deformación de la fibra se mantenga dentro de los valores admisibles. Puede utilizarse elementos de plástico reforzado con fibra de vidrio o aramida para los elementos no metálicos. Para cables con elementos de resistencia metálicos se utiliza alambre de acero.

Masa de Relleno.- Es necesario que se asegure la hermeticidad longitudinal del cable de fibra óptica a la entrada de agua; el relleno es una masa cuyas características no deben afectar a las características de los demás elementos constitutivos del cable de fibra óptica. El relleno se lo hace a alta presión. Para la masa de relleno se debe observar los siguientes requerimientos:

- El desplazamiento de la fibra óptica no debe ser limitado por su adhesividad.
- Debe ser compatible con los demás elementos de las fibras ópticas.
- Las variaciones de temperatura no deben afectar las condiciones ópticas.
- Deben ser materiales fáciles de retirar para efectuar empalmes.
- No deben afectar a la flexibilidad del cable de fibra óptica.

Cubierta Interior.- Está constituida por elementos compensadores de tracción formados por hilos unidos con la cubierta exterior por medio de adhesivos. Estos elementos adicionales proporcionan protección al alma del cable y cubierta exterior de los conductores de fibra óptica; son usados en casos especiales como por ejemplo para proteger contra roedores, o cuando se requieran valores mecánicos extremos. Se debe elegir elementos que no incrementen excesivamente el peso del cable y no reduzcan la flexibilidad del mismo y además posean una reducida dilatación.

Su estructura es de hilos de aramida (Kevlar). Esto se utiliza principalmente debajo de las diferentes cubiertas (vainas) como elementos de compensación de tracción. Para la protección contra roedores se usa una envoltura de flejes de acero galvanizado de 0.2 mm de espesor, los flejes son ligeramente acanalados incrementando con esto la flexibilidad del cable; es necesario indicar que dichos flejes no absorben los esfuerzo de tracción; según el caso se pueden usar alambres de aluminio con alma de acero en una o más capas.

Cubierta Exterior.- Esta cubierta es necesaria para la protección de los conductores de fibra óptica contra acciones mecánicas, influencias térmicas, ataques químicos así como la humedad proveniente del exterior. Al escoger los elementos de la cubierta exterior deben considerarse características como: comportamiento climático, estanqueidad, resistencia a la penetración de agua, estabilidad mecánica (flexión, torsión, tensión, etc.), resistencia química, resistencia al fuego, resistencia a los roedores. En general para cables en exteriores se utiliza polietileno (PE con o sin envoltura protectora de aluminio), y el cloruro de polivinilo (PVC) para cables en interiores; para aplicaciones especiales se usa materiales como el propileno de perfluoretileno (FEP) o copolímero de perfluoralcoxi (PFA). La cubierta de polietileno (PE) posee todos los requerimientos usuales tanto mecánicos como químicos y se adapta fundamentalmente a los cables para exteriores.

Todos los elementos con sus respectivas características anotados anteriormente son los de uso general, sin embargo debido a que existe gran variedad de cables de fibra óptica correspondientemente existen varios tipos de elementos constitutivos de los mismos. Para tener mayor información acerca de los diferentes tipos de cubierta puede consultar el libro del UIT (Construcción, Instalación de Empalmes y Protecciones de cables de Fibra Óptica).

Codificación de Colores del Cable de Fibra Óptica.- Esta codificación es esencial para la identificación de las fibras en los cables. El esquema más común de codificación *de colores* usa 10 colores para generar 18 combinaciones de colores, estos se muestran en el cuadro II.2. Las fibras con

chaqueta son usualmente coloreadas con tinta, mientras que los grupos de fibras son coloreadas con pigmentos en el recubrimiento plástico.

Ocasionalmente algunas construcciones de fibras ópticas insertan fibras ópticas extras en los cables para usarlos en reemplazo de otras fibras que puedan romperse, estas fibras son identificadas con distintivos o con un código de color.

POSICION	METODO A	METODO B
1	azul	azul
2	naranja	naranja
3	verde	verde
4	cafe	cafe
5	gris	gris
6	blanco	blanco
7	rojo	rojo
8	negro	negro
9	amarillo	amarillo
10	violeta	violeta
11	azul mezclado con negro	natural con azul
12	naranja mezclado con negro	natural con naranja
13	verde mezclado con negro	natural con verde
14	cafe mezclado con negro	natural con cafe
15	gris mezclado con negro	natural con gris
16	blanco mezclado con negro	natural con blanco
17	natural con rojo
18	natural con negro

Cuadro II.2 Fibra y Unidad del Código de Colores

Identificación de una Fibra Óptica.- Las estructuras de identificación de los cables de fibras ópticas tanto para interiores como para exteriores se indican en los cuadros III.3a y III.3b.

A continuación tenemos un ejemplo : Se tiene un cable identificado como:

A- DSF (L) (ZN) 2Y 6 x 10G 50/125.....F.....Lg

su identificación es:

A Cable para exteriores

D Cable por grupos

S Elemento metálico incluido en el alma del cable

F Alma del cable con relleno continuo

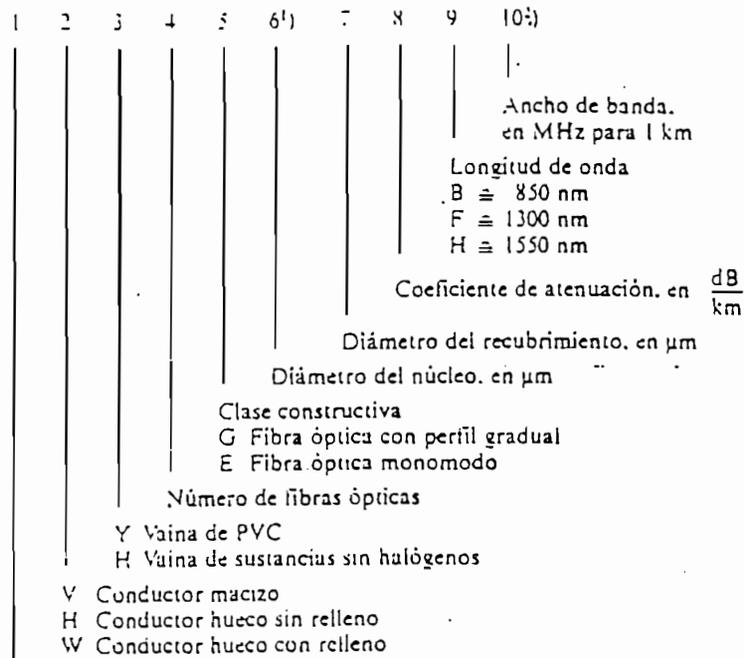
(L)(ZN)2Y Vaina por capas con elementos compensadores de tracción no metálicos.

6 x 10 Seis grupos de 10 fibras

G Índice gradual

.....F..... Ancho de banda y atenuación para $\lambda = 1300\text{nm}$

Lg Trenzado por capas



Denominación del producto

J Cable interior

¹⁾ En el caso de las fibras ópticas monomodo se indica el diámetro de campo en lugar de diámetro del núcleo.

²⁾ En el caso de las fibras ópticas monomodo se indica la dispersión en $\frac{ps}{nm \cdot km}$ en lugar del ancho de banda.

Cuadro III.3a Configuración del Símbolo de Identificación Correspondiente a Cables Interiores.

MEDICIONES MECÁNICAS PARA FIBRA ÓPTICA.

MEDICION	CONDICIONES
Carga de tensión y curvatura	Carga de tensión 600 lb Radio de curvatura 20 x el diam. del cable
Carga de compresión	Carga lineal 1000 lb longitud del cable 4 pulgadas
Torsión del cable	$\pm 180^\circ$ torsión, 13 pies de cable 10 ciclos
Temperatura alta y baja para producir curvatura	Radio de curvatura ≈ 10 x diam. exter. cuatro nodos - 20° y 140° F.
Flexibilidad cíclica	Radio de curvatura ≈ 10 x diam. exter. 180° de arco, 25 ciclos
Impacto cíclico	Impacto ≈ 52 pie-lb; 25 impactos
Enfriamiento externo	Una hora mínimo a -2° C

Cuadro III.4 Mediciones Mecánicas Para Fibras Ópticas

Medida de Carga de Tensión y Curvatura.- Para esto, 500 pies de cable es enrollado en un carrete cuyo diámetro es 20 veces el diámetro transversal externo del cable, luego de lo cual el cable es halado con una fuerza de 600 lbf.

Carga de Compresión.- En ésta prueba se intenta romper el cable aplicando 1000 lb de fuerza sobre 4 pulgadas de cable durante 10 minutos.

Prueba de torsión .- Esta prueba se realiza con una muestra de cable de 12 pies con un extremo fijo

y el otro se da una torsión de $\pm 180^\circ$ respecto de su eje

Habilidad del Cable a no Dañarse con Curvaturas a Bajas y Altas Temperaturas.- Para esta prueba , se utiliza una muestra enrollada cuatro veces alrededor de un carrete cuyo radio es 10 veces el diámetro externo del cable, Esta prueba se realiza de -20° a 140°F .

Prueba de doblamiento cíclico .- En ésta prueba se usa una muestra que es doblada repetidamente un ángulo de $\pm 180^\circ$ al rededor del mismo carrete de la prueba anterior. El doblamiento ocurre a 30 ciclos por minuto con 25 ciclos.

Prueba de impacto.- Un peso correspondiente a 52 lb-pie de energía se deja caer en una muestra de cable 30 veces por minuto para un total de 25 impactos.

Finalmente la muestra del cable es colocada en agua y el agua se congela a -2°C en la prueba de congelamiento externo.

El criterio para que un cable de fibra óptica pase las pruebas mencionadas es que el promedio de atenuación en la fibra óptica a la longitud de onda usada no exceda su valor especificado. Para cables de fibra óptica de uso en planta externa el valor es generalmente 0.1 a 0.2 dB, medido en 1 Km de longitud; para fibras ópticas monomodo; en la fibra multimodo los valores son 0.2 a 0.4 dB por Kilómetro.

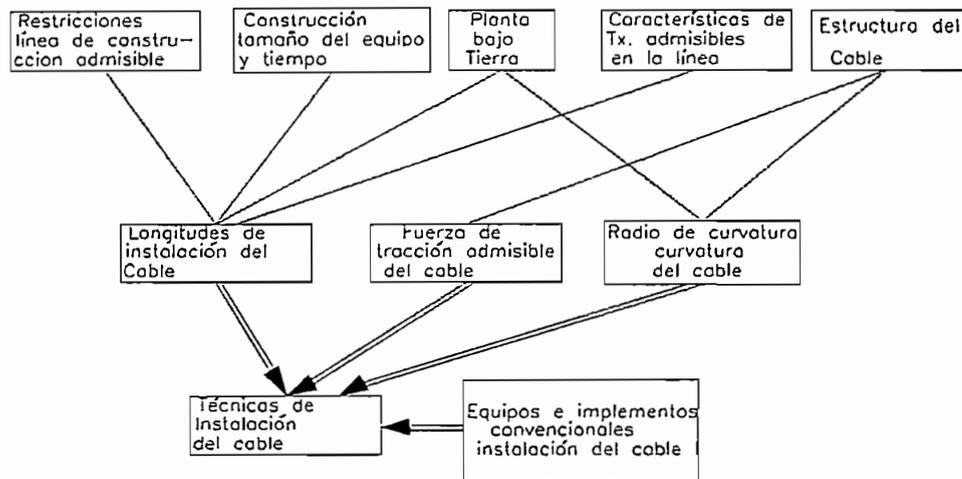
Prueba Ambiental.- Puesto que el cable de fibra óptica está expuesto a grandes fluctuaciones térmicas es necesario realizar la prueba con variaciones de temperatura en el cable completo. Usualmente la prueba consiste en monitorear la pérdida óptica de la fibra mientras el cable está expuesto a variaciones de temperatura entre -40 y 150°F , y luego se incrementa la temperatura a 185°F .

3.2.5 INSTALACION DE LOS CABLES DE FIBRA OPTICA

En general los métodos de instalación de la fibra óptica son similares a los utilizados con los cables de cobre. Las precauciones especiales que hay que tener en la instalación de fibra óptica son las proporcionadas por el fabricante de cables.

La planificación de la instalación constituye un parámetro importante que puede ayudar a elaborar de manera adecuada la instalación del cable de fibra óptica.

En la figura 3.13 se ilustra la relación de consideraciones en la instalación de cable de fibra óptica.



RELACIONES DE CONSIDERACION EN INSTALACION DE CABLE

Figura 3.13 Consideraciones en las Técnicas de Instalación de la Fibra Óptica.

Es necesario mencionar que en la instalación del cable se debe tener en cuenta parámetros como: el mínimo radio de curvatura, la máxima carga de tracción; para que el cable de fibra óptica se instale de manera correcta y pueda evitarse daños posteriores.

Al igual que en la instalación del cable de cobre la instalación del cable de fibra óptica puede ser

en forma canalizada, es decir, por ductos previstos en la canalización telefónica; y la instalación del cable de fibra óptica en forma aérea.

3.2.5.1 INSTALACION DE CABLES DE FIBRA OPTICA EN CONDUCTOS

En lo referente a la instalación en ductos subterráneos (tendido en canalización), se deben observar algunas consideraciones generales como:

- Debe procurarse que los ductos o subductos destinados para la instalación del cable de fibra óptica se encuentren en perfecto estado, lo más limpios posible y despejados en su totalidad.
- Se debe considerar la relación entre los diámetros del cable de fibra y el subducto.
- El personal que interviene en las instalaciones debe ser calificado, de tal forma que conozca los métodos correctos de empleo de los diferentes elementos y equipos.
- Conocer con claridad las características del conductor de fibra óptica, especialmente el mínimo radio de curvatura, los rangos de tracción, y deformaciones del cable.
- La fibra debe ser protegida contra deformaciones axiales por flexiones durante la instalación.
- Realizar un estudio previo de la ruta por la cual se va a tender el cable de fibra óptica. La geometría de la ruta, así como el estado de la misma.
- Cuando la instalación sea de grandes distancias, es necesario elegir el método más idóneo, ya que puede requerirse de tracciones intermedias adicionales.
- Al igual que en el caso de la instalación de cables de cobre las precauciones de seguridad tanto para el personal como para el público en general son de suma importancia. Se debe tener señalización adecuada y clara, observar ordenes de trabajo claras y precisas, el personal debe trabajar con las herramientas y protecciones indicadas para el efecto.
- El equipo utilizado para la tracción del cable de fibra óptica debe contar con dispositivos de lectura que permitan estar verificando la información de fuerza de tracción con la cual se está efectuando el

tendido del cable.

- Cuando con el uso del equipo de tracción sea necesario el uso de equipo intermedio de tracción debe emplearse un método de sincronización, para evitar una deformación excesiva de la fibra. Los equipos intermedios o de guiado deben tener propiedades de ligereza y baja fricción.
- Las cuerdas o cabos que sean utilizados deben ser de bajo peso y elevada elasticidad, estos deben colocarse con cuidado debiendo evitarse la formación de nudos.
- Debe observarse cuidadosamente la flexión del cable, verificación del estado del equipo, los radios de curvatura de mínimo 12 veces el diámetro del cable, pero cuando se instala bajo tensión, se sugiere que ésta relación puede ser el doble, sin embargo de ello es importante tener en cuenta el dato determinado por el fabricante.
- Cuando en la instalación del cable de fibra óptica sea necesario lubricar para reducir la fuerza de tracción entre cuerda/conductor y cable/conducto; estos lubricantes deben tener compatibilidad con el material del cable, de la cuerda, y del conducto a largo plazo; debe ser confiable desde el punto de vista de seguridad en el transcurso del trabajo.

En los casos en los que la topología del terreno no permita instalar grandes distancias se puede utilizar el método estático denominado (sistema en ocho). Este método consiste en colocar el carrete del cable en un punto intermedio de la ruta, luego de lo cual se tira del cable desde uno de los extremos de la ruta; el cable restante se retira del carrete y se pone en el terreno en forma de ocho, se desplaza en equipo de tracción hacia el otro extremo de la ruta y se hala el cable de igual manera que se hizo en el extremo anterior.

En la figura 3.14 se ilustra la instalación del cable e fibra óptica en conductos.

En la instalación del cable de fibra óptica en ductos, es importante tomar en cuenta que en cada uno de los extremos se debe dejar una longitud adicional para la realización de los empalmes y pruebas; ésta longitud debe ser mayor que la dejada en los cables metálicos.

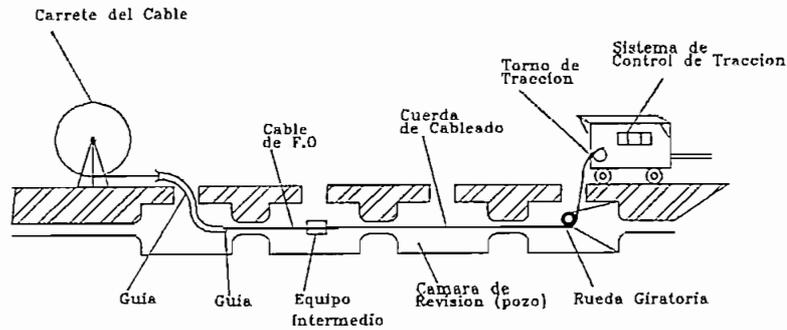


Figura 3.14 Instalación de Fibra Óptica

3.2.5.2 INSTALACION DE FIBRA OPTICA AEREA

En forma general son aplicables los métodos de instalación aérea del cable metálico. Incluyendo todas las formas de sujeción del cable en los herrajes colocados en los postes, teniendo en cuenta que la tensión de soporte (amarre) debe ser controlada, la manipulación de la fibra debe hacerse con gran cuidado.

En la instalación de la fibra óptica en forma aérea son necesarias las siguientes consideraciones:

- Minimizar el desplazamiento de los cables en servicio. Este desplazamiento puede ser provocado por: variaciones térmicas, peso del cable, balanceo causado por el viento, entre otros.
- Se debe tener una postería suficientemente rígida, de tal forma que en lo posible no existan o se reduzcan los desplazamientos.
- El tamaño de los soportes de apoyo instalados en los postes depende del peso del cable, de la distancia entre puntos de apoyo (postes) y de la topología del lugar; en general estos elementos son de acero galvanizado.
- Cuando se utiliza un hilo de soporte (mensajero) el cable de acero debe construirse de manera que resista la sujeción. La tensión del hilo de soporte (amarre) debe ser controlado.

- Para la instalación de grandes distancias es muy importante que se disponga de equipos de guiado especiales, principalmente donde existan cambios de dirección.
- En la instalación debe tomarse en cuenta las disposiciones adecuadas para las pruebas y empalmes en los postes. Las longitudes en los extremos deben ser suficientes para la realización correcta del empalme. En la posición previamente determinada, puede ser necesario una longitud adicional para realizar trabajos en la superficie.
- Hay que tener gran cuidado en la instalación, para reducir al mínimo la tensión mecánica del cable de fibra óptica, hay que asegurarse que la tensión mecánica no sobrepase los niveles indicados por el fabricante.
- En casos particulares será necesario la utilización de adaptadores especiales en los postes para amortiguar el desplazamiento. Todos los desplazamientos producidos por: peso del cable, variaciones térmicas, balanceos producidos por el viento, producen deformaciones que deben ser reducidas al mínimo posible.

3.3 CONECTORES Y GUIAS DE FIBRA OPTICA

Los conectores y guías de fibra son elementos pasivos que permiten la conexión de dos o más fibras, pero no permanentemente, sirven para conectar los medios de transmisión a las líneas y a los equipos terminales. Permiten el acceso para la realización de pruebas y reorganización de la red.

Otras aplicaciones de los conectores de fibras ópticas son: en redes de área local, transmisión de datos, conexión entre los computadores, aplicaciones industriales.

Los conectores son de una estructura de una o varias piezas, las cuales están ensambladas firmemente, puede ser de metal, de plástico, de cerámica o una combinación de los elementos anteriores.

Los conectores en general son de dos tipos: tipo FC y tipo SC.

Los conectores FC.- Figura 3.15 son conectores estándar usados en telecomunicaciones.

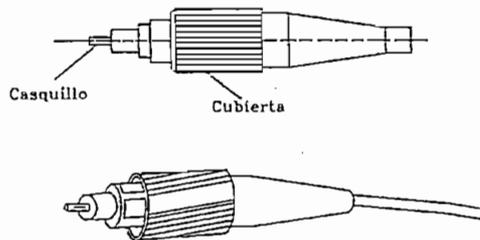


Figura 3.15 Conector FC

Los conectores SC.- Figura 3.16 son usados en los casos en que los requerimientos de conexión sean altos, donde se necesite tener bajas pérdidas debido a la inserción de los mismos.

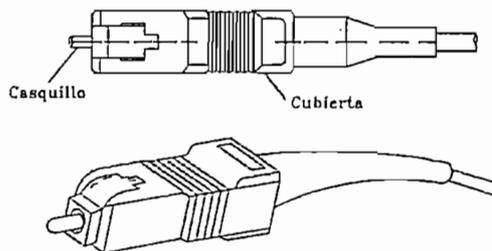


Figura 3.16 Conector SC

Tanto los conectores FC como los SC pueden tener diferentes tipos de pulido como son: Contacto físico (PC); Supercontacto físico (SCP); y contacto físico angular (APC).

La calidad de los conectores depende principalmente de la técnica de pulido usada; en el caso de los conectores con pulido PC el pulido de las caras convexas es en ángulo recto. El pulido SCP es en ángulo recto pero es de mejor calidad, permitiendo reducir las pérdidas de retorno. En el pulido APC las caras convexas son pulidas con cierto ángulo de corte respecto al eje axial del conector que permite

obtener pérdidas de retorno mayores.

Los conectores tipo FC están estructurados con los materiales que se detallan en el cuadro III.5

Tipo de Conector FC	Construcción	
	Casquillo (ferrule)	Cubierta (housing)
PC	Cerámica	Níquel Brass
SPC	Cerámica	Níquel Brass
APC	Cerámica	Níquel Brass

Cuadro III.5 Estructura de Conectores FC

Siendo la cerámica la más utilizada para el casquillo, sin embargo pueden ser usados otros materiales como: plástico, acero inoxidable o vidrio, una composición de acero inoxidable y cerámica.

Los materiales usados en los conectores SC se detallan en cuadro III.6

Tipo de conector SC	Construcción	
	Casquillo	Cubierta
PC	Cerámica	Plástico
SPC	Cerámica	Plástico
APC	Cerámica	Plástico

Cuadro III.6 Estructura de Conector SC

Los dos tipos de conectores deben tener un contacto de manera que garanticen la ausencia de vibraciones, tracciones, impactos, etc., estos parámetros son necesarios una vez que los conectores se encuentren colocados en la guía de fibra óptica.

Los conectores deben permitir una fácil conectorización, deben formar un sistema mecánico totalmente confiable, por consiguiente no habrá deformaciones ni defectos como por ejemplo rebabas en sus partes móviles y fijas.

Las características ópticas de los dos tipos de conectores FC y SC se indican en los cuadros III.7a y III.7b respectivamente.

CONECTORES FC				
Familia de Conectores FC	Pérdidas de Inserción (dB)		Pérdidas de Retorno(dB)	
	Típico	Garantizado	Típico	Garantizado
PC	0.3	0.5	≥35	≥40
SPC	0.3	0.5	≥48	≥40
APC	0.3	0.5	≥68	≥60

Cuadro III.7a Característica Ópticas de Conectores FC

CONECTORES SC				
Familia de Conectores FC	Pérdidas de Inserción (dB)		Pérdidas de Retorno(dB)	
	Típico	Garantizado	Típico	Garantizado
PC	0.3	0.5	≥35	≥40
SPC	0.3	0.5	≥48	≥40
APC	0.3	0.5	≥80	≥70

Cuadro III.7b Características Ópticas de Conectores SC

Las pruebas que deben ser realizadas a los conectores son: Pruebas de acabado, estabilidad en presencia de ciclos térmicos, humedad; resistencia a la tracción, resistencia a la flexión, torsión, resistencia frente a caídas y vibraciones.

Pruebas de Acabado y Manipulación.-

Mediante inspección visual y manipulación se puede verificar aspectos generales de presentación como:

- Correcta limpieza de la superficie
- Claridad en la identificación, ésta debe ser resistente al borrado por manipulación o por limpieza convencional (uso de alcohol).
- Ausencia de pegamento en los bordes del conector.

Mediante lupa o microscopio se puede verificar el acabado mecánico y la limpieza de superficies:

- Ausencia de microrestos de pegamento en las zonas de contacto
- Ausencia de rayas o marcas ajenas al acabado del conector.
- Correctas dimensiones en cuanto al diámetro y longitud de la parte del casquillo.

Estabilidad frente a ciclos térmicos.- Para ésta prueba las muestras de los conectores se someten a 8 ciclos térmicos durante 48 horas, a las temperaturas desde -20°C a $+70^{\circ}\text{C}$. Teniendo como resultado que la diferencia de potencia de transmisión a dos temperaturas cualesquiera será menor que 0.2 dB. La pérdida de retorno mayor o igual a 30 dB.

Estabilidad frente a la Humedad.- Tomando muestras que se exponen a una humedad relativa de 90% y una temperatura de 40°C durante 24 horas. Las condiciones necesarias de las muestras es: que la diferencia de potencia en dos instantes cualesquiera debe ser menor que 0.2 dB.

Resistencia a la Tracción.- Cada una de las muestras deben soportar un esfuerzo de tracción de 10 Kgr. El conector es aceptado si cumple que: la diferencia de pérdida por inserción al inicio y al final de la prueba debe ser menor que 0.1 dB. No debe haber deformaciones o roturas de la fibra.

Resistencia a la Flexión.- Las muestras se someten a 300 flexiones desde -90° a $+90^{\circ}$ con una tensión de 500 grs, con una frecuencia de 50 ciclos mínimo; los resultados requeridos son: La diferencia entre la pérdida por inserción al inicio y al final de la prueba será menor que 0.1 dB.

Resistencia a la Torsión.- Las muestras son sometidas a una torsión alternativa desde -360° a $+360^\circ$ en posición de reposo y ausencia de tensión, los conectores serán aceptados si la diferencia entre la pérdida de inserción al inicio y al final de la prueba es menor que 0.1 dB.

Resistencia a las Caídas.- Las muestras son expuestas a 10 caídas desde una altura de 1 metro sobre una superficie dura (cemento, granito), las muestras son aceptables si cumple que la diferencia de la pérdida por inserción al iniciar y finalizar la prueba es menor que 0.1 dB; se debe observar en las muestras la ausencia de deterioros en los extremos del conector.

Resistencia a las Vibraciones.- La prueba se realiza en dos ejes de vibración uno transversal y otro longitudinal; en cada uno de los ejes la frecuencia de vibración es de 10 a 55 ciclos/ segundo, amplitud de 0.35 mm, durante 20 minutos; las condiciones aceptables son: la diferencia entre la pérdida por inserción al inicio y al final de la prueba debe ser menor que 0.1 dB; no debe haber deterioros de ninguna naturaleza.

3.3.1 GUIAS DE FIBRA OPTICA

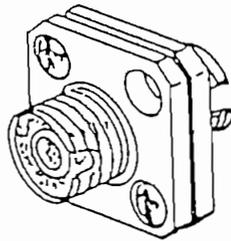
Las guías de fibra óptica son elementos de una estructura metálica que permiten el enfrentamiento físico de los extremos de los conectores, además constituyen el soporte de fijación de los conectores. Estos elementos y los conectores deben tener un acoplamiento mecánico que garantice una retención rígida, asegurándose de esta manera la ausencia de vibraciones, tracciones e impulsos que pueden afectar el contacto entre los extremos de los conectores.

En el momento de enfrentar los conectores no debe ser necesario la utilización de índices de igualación ópticos (geles, aceites, etc.) para garantizar la compatibilidad óptica y mecánica; el contacto debe ser

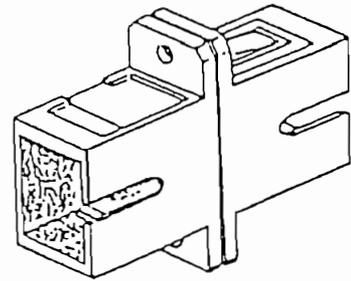
directo.

Las guías ópticas como los conectores deben ser homogéneos, de tal forma que sea fácil la manipulación en las instalaciones, conexiones y mantención.

Las guías de fibra óptica son precisamente para cada tipo de conector por lo que las guías existen tanto para los conectores del tipo FC como los SC. Figura 3.17.



Esquema Guía Conector FC



Esquema Guía Conector SC

Figura 3.17 Guías de Fibra Óptica.

El conjunto formado por un "cordón" de fibra óptica y los conectores se denomina Jumper o Pigtaills.

Los Jumpers .- Son elementos en los cuales se tiene un conector a cada uno de los extremos de la fibra óptica. Figura 3.18a

Los Pigtaills.- Corresponden al conjunto formado por una fibra óptica y un conector de fibra en uno de los extremos y el otro extremo libre (sin conector).Figura 3.19

Los jumpers podrán ser obtenidos como cordones monofibras, cordones multifibras o cables ajustados multifibras (figura 3.18b).

Los jumpers monofibra son aquellos que contienen una sola fibra óptica con los conectores en sus dos extremos.

Los jumpers multifibra son el conjunto formado por dos jumpers monofibra unidos por sus cubiertas exteriores. Los cables ajustados multifibra están formados por más de un jumper monofibra agrupados dentro de una cubierta común.

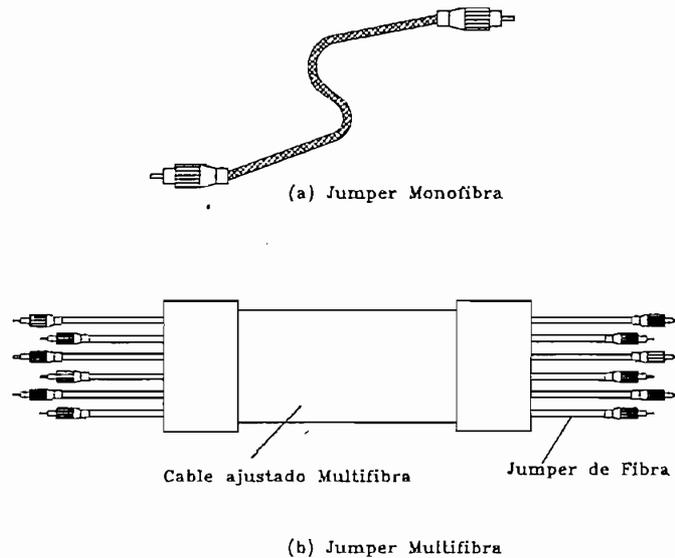


Figura 3.18 Jumpers

Es necesario indicar que los jumpers y pigtails son utilizados en los distribuidores de fibra óptica, equipos de transmisión y recepción, tanto centrales como en las instalaciones remotas y edificios.

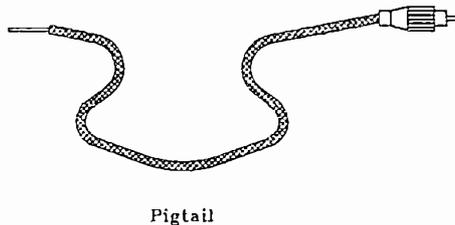


Figura 3.19 Pigtail

En los jumpers se debe tener las siguientes exigencias:

- Alto grado de protección
- Fácil identificación

La identificación debe tener: el tipo de fibra (dada por el fabricante), año de fabricación y nombre del fabricante. Esta identificación será resistente al borrado por manipulación o limpieza convencional (alcohol).

Las longitudes de los jumpers pueden ser los siguientes valores: 3, 5, 10, 12, 15, 20 metros. La capacidad de los cables de fibras ópticas para jumpers será 1, 2, 4, 6, 8 fibras.

3.4 EMPALMES

Los empalmes son de suma importancia pues de la realización correcta de los mismos depende la calidad de transmisión así como también tener un reducido mantenimiento.

A diferencia de los empalmes en cables metálicos, las pérdidas de transmisión introducidas por el empalme de fibra óptica son un factor a tener muy en cuenta , especialmente cuando los enlaces son de grandes distancias.

Los empalmes deben tener una baja pérdida de transmisión y deben ser estables con la presencia de agentes externos (condiciones ambientales).

Las pérdidas en los empalmes pueden ser debidas dos factores: extrínsecos e intrínsecos.

Las pérdidas debidas a factores extrínsecos son producidas por:

- Desplazamiento transversal entre los núcleos de las fibras
- Desplazamiento longitudinal (separación entre los extremos).
- Desviación axial
- Calidad de pulido de los extremos de la fibra.

Las pérdidas debidas a los factores intrínsecos son originadas por:

- Variaciones del diámetro de las fibras (núcleo y revestimiento).
- La no circularidad y no concetricidad del núcleo de la fibra.

En general las pérdidas en los empalmes son más sensibles al desplazamiento transversal y la desviación axial.

Los métodos de empalmes más generales son:

- Soldadura por fusión (empalmes de fibras prealineadas mediante un proceso de fusión).
- Unión Adhesiva (empalmes de fibras mediante adhesivos de indice adaptado).
- Unión mecánica (empalmes de fibras en las que la alineación está determinada por los componentes del empalme).

Para proceder a describir en forma general cada uno de estos métodos de empalmes se anotará algunas consideraciones generales:

Preparación de la Fibra. - El retiro del recubrimiento o de los recubrimientos de la fibra óptica es una operación realizada en la mayoría de los métodos, sin embargo, la longitud necesaria de fibra descubierta depende de cada uno de los métodos. Es necesario realizar esta operación con las herramientas adecuadas para tener un buen resultado.

Corte de las Fibras. - Las fibras deben ser cortadas en forma limpia y perpendicularmente al eje de la fibra, las superficies de los extremos deben quedar como un espejo sin rebabas ni cortes. Para esto hay que marcar primero la fibra perpendicularmente a su eje para producir un grieta localizada.

Para la ejecución de esta operación existen instrumentos para marcar y cortar la fibra de forma controlada, estos producen ángulos en los extremos inferiores a 1° ó 0.5° .

Pulido de los Extremos de la Fibra. - Luego del corte se procede al pulido de los extremos de cada

fibra, esto se hace introduciendo la fibra en una virola que forma una terminación de fibra, la misma que es pulida cuidadosamente. La virola es fijada a una herramienta de pulido de manera que su eje sea perpendicular al papel de pulir; el papel utilizado generalmente es de 8 μm para quitar la perla adhesiva y otro de 1 μm o menor para mejorar la superficie del extremo de la fibra.

Alineación de Fibra.- La alineación de las fibras puede hacerse de diferentes maneras entre las que se mencionan las siguientes: Alineación con la ranura en “V” o dos cilindros que es la más utilizada; otra forma de hacerlo es realizando un hueco en un material elastomérico blando y empujando las fibras una contra otra. Otras formas de alineación son realizadas con microscopio, observación directa del núcleo con un sistema de espejos, cámaras de TV y un procesamiento de imágenes; alineamiento mediante sensores asociados a un microprocesador, que es una alineación automática.

3.4.1 EMPALME POR FUSION

Este método de empalme es el más utilizado; sin embargo una de las dificultades que presenta este método es la distancia de separación entre los extremos de las fibras; este inconveniente es solucionado con el alineamiento en “V”, cuyas imágenes son proyectadas a un sensor las cuales pueden ser procesadas en un microprocesador; y la medida suficiente es determinada en base a la separación de los extremos. Este método disminuye los daños en los empalmes causados por la desigualdad en la separación de los extremos.

En la figura 3.20 se ilustra un diagrama de bloques donde se sintetiza el método de empalme por fusión.

Durante la fusión las fibras se separan y se prefusionan mediante la fuente de calor, después de lo cual se juntan y se funden. La operación de prefusión es controlada automáticamente por el equipo de

fusión. Figura 3.21.

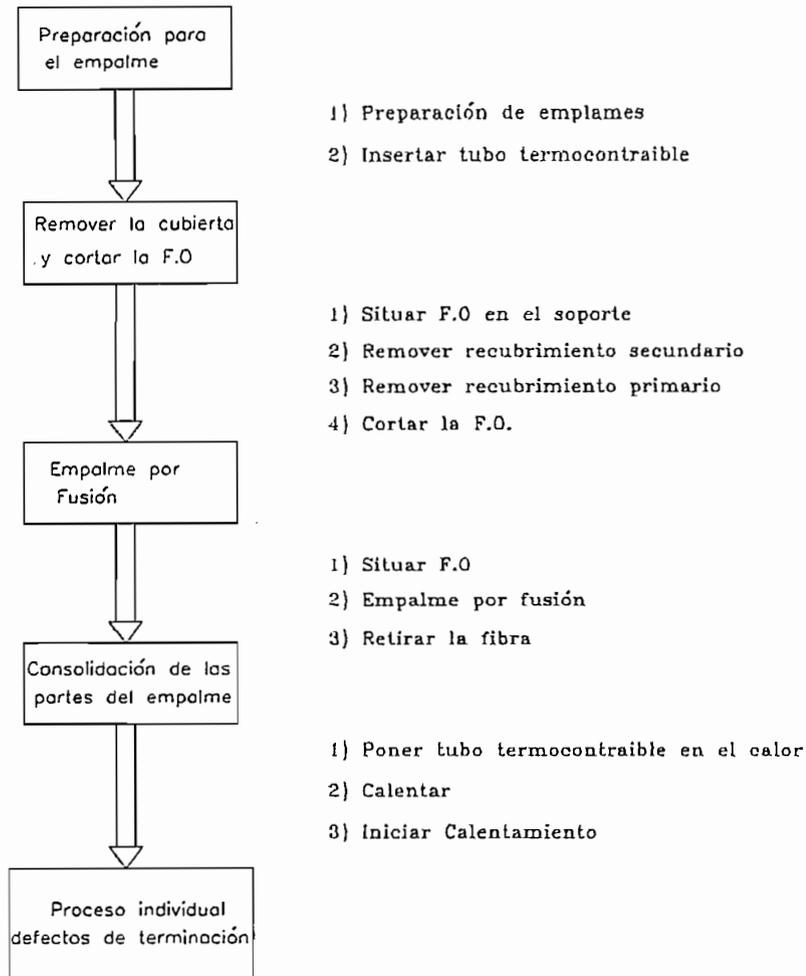


Figura 3.20 Diagrama de Bloques de Empalme por Fusión.

Es necesario tener en cuenta el punto de fusión del vidrio cuando se realiza empalmes por soldadura de fusión.

Cuando se requieren empalmar múltiples fibras, el procedimiento es el mismo que para una sola fibra, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Alineación correcta de las fibras y las caras de las mismas.

- Fusión de las fibras a la misma temperatura.

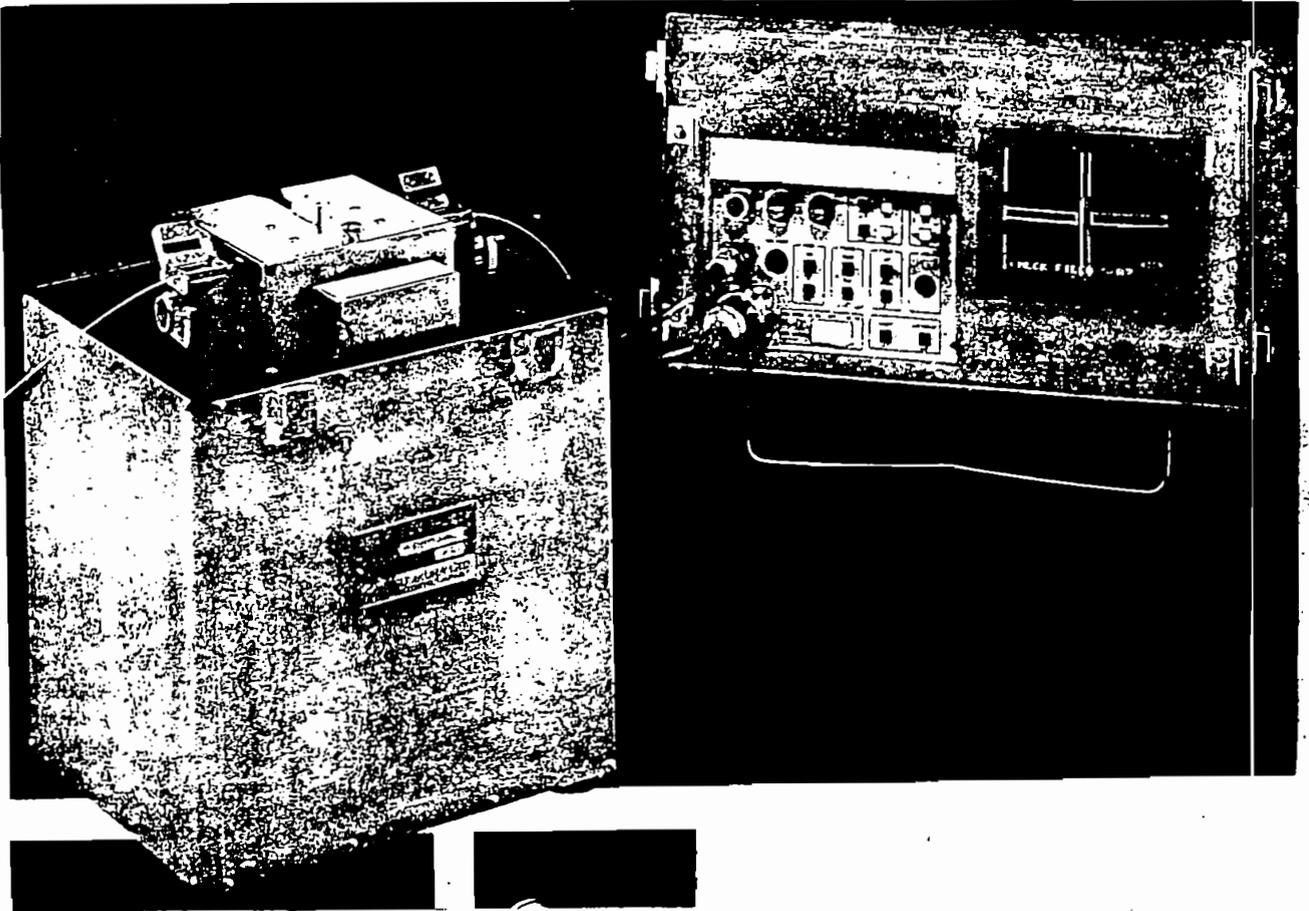


Figura 3.21 Equipos para empalmes por fusión.

Luego de realizado lo precedente se efectúa la protección del empalme con el fin de dar seguridad mecánica y aumentar la resistencia a la tracción de la fibra desnuda. Para este trabajo existen algunas alternativas entre las que se mencionan las siguientes: puede cubrirse con un material que protege de la humedad, la degradación mecánica y aumenta la resistencia mecánica; otro ejemplo de protección es reforzando con una varilla; y tanto la varilla como el empalme se cubren con un tubo relleno con

encapsulado termocontraíble. Figura 3.22

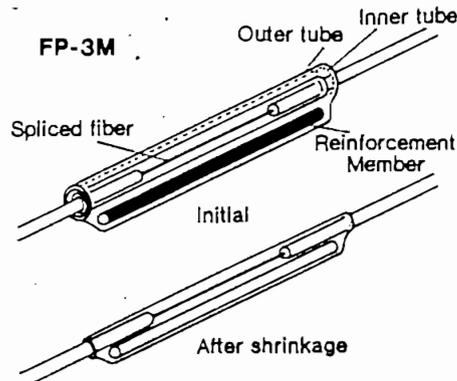


Figura 3.22 Protección del Empalme

3.4.2 EMPALME MECANICO

Un empalme de esta naturaleza tiene los componentes siguientes:

- Superficie para alinear los extremos de las fibras acopladas.
- Sujetador para mantener alineadas las fibras.
- Material de índice adaptado (gel, grasa, adhesivo, etc., colocado entre los extremos de la fibra).

Estos empalmes son fijos aunque algunos pueden considerarse como desmontables. La protección mecánica la garantizan la cubierta misma del empalme.

3.4.3 EMPALMES MEDIANTE ADHESIVOS

En éste método los extremos cortados de la fibra se introducen en un adhesivo; éste debe tener material de índice de adaptación y proporcionar resistencia así como una larga vida útil. Los empalmes realizados con este método deben tener:

- Índice de refracción igual al de las fibras
- Asegurar permanentemente la alineación de las fibras.

- Separar herméticamente el empalme del entorno
- Proporcionar resistencia a la tracción axial

Las pruebas ópticas, mecánicas y ambientales de los empalmes deben estar de acuerdo con los parámetros que se indican a continuación:

Pruebas Ópticas

<i>Prueba</i>	<i>Resultados</i>
Pérdida de inserción	≤ 0.2 dB (calidad de la señal)
Pérdida de retorno	mayor que 30 dB.
Pérdida espectral	≤ 0.1 dB para λ de 1200 a 1600 nm

Pruebas mecánicas

<i>Prueba</i>	<i>Resultados</i>
Resistencia a la tracción	≥ 5 N
Fatiga estática	> 30 años de vida útil para una carga de 2 N.
Vibración	Aumento de pérdida durante la vibración ≤ 0.1 dB, aumento de pérdida permanente ≤ 0.5 dB.
Resistencia mecánica	aumento de pérdida permanente ≤ 0.2 dB.

Pruebas Ambientales

<i>Prueba</i>	<i>Resultados</i>
Ciclos de temperatura	aumento de pérdida durante los ciclos térmicos ≤ 0.1 dB. Aumento de pérdida permanente ≤ 0.05 dB.
Temperatura de almacenamiento	Aumento de pérdida permanente ≤ 0.05 dB.
Alta Humedad	Aumento de pérdida permanente ≤ 0.05 dB.

3.4.4 CIERRES DE EMPALMES (MANGAS DE EMPALMES)

Estos elementos tienen como objetivo restablecer la integridad de la cubierta, la resistencia mecánica, proteger los empalmes de las fibras contra los agentes externos (condiciones climáticas) , proveer de organización y almacenamiento de las fibras, proporcionar la conexión eléctrica y puesta a tierra cuando sea necesario.

Las mangas o cierres de empalmes deben cumplir con las siguientes características:

- a.- Los materiales de la manga deben ser compatibles con los materiales de las cubiertas de los cables de fibras ópticas. La manga debe restituir los parámetros físicos y químicos del cable .
- b.- Permitir empalmar más de un cable.
- c.- Los empalmes deben ser capaces de resistir los entornos de planta externa, ser estancos al agua, proporcionar hermeticidad a la acción del polvo.
- d.- Cuando sea necesaria la utilización de fuentes de calor para el cierre de los empalmes , éstas deben ser apropiadas para que no afecten al cable ni a los componentes del empalme.
- e.- El método de cierre empleado debe permitir, cuando sea necesario, abrir los cierres de las cubiertas y rehacerlos sin causar interrupciones en el funcionamiento de los circuitos.
- f.- El empalme una vez terminado debe ser capaz de resistir esfuerzos mecánicos, vibraciones, etc. En ocasiones puede ser necesario la utilización de protección mecánica adicional para evitar daños causados por trabajos adyacentes.
- g.- Facilidad de utilización tanto en red aérea como canalizada.

A diferencia de los cables de cobre, que pueden empalmarse y luego agruparse, los empalmes de fibras ópticas deben ser manipulados cautelosamente y colocados con cuidado para que las fibras no se rompan o se incrementen las pérdidas; por ello las fibras son colocadas en organizadores (clasificadores) de empalme, para asegurar que el mínimo radio de curvatura sea cumplido y dar seguridad al empalme contra los movimientos.

Un organizador de empalme es un elemento mecánico consistente de una placa, una o más cajas de empalme y equipo de montaje. El elemento básico de un organizador es la bandeja de empalme , éstos son espacios rectangulares que organizan y almacenan el exceso de fibra, aseguran de forma ordenada los empalmes para su identificación, preservan el radio mínimo de curvatura para la fibra óptica y reducen las pérdidas debidas al efecto de la curvatura. Cuando las bandejas son metálicas éstas deben

ser resistentes a la corrosión (acero inoxidable) , si es plástico las bandejas deben ser resistentes a los solventes tales como el alcohol isopropílico y acetona usados durante la realización del empalme .
 Algunas veces las bandejas son utilizadas en cabinas de interconexión para realizar el empalme desde las fibras de planta externa con los pigtails de fibras de conexión.

Las principales diferencias entre los organizadores es el método de acceso a las bandejas para su reapertura, y que pueden ser:

- Deslizamiento lateral con respecto a un marco (como cuando se saca una libro de un estante).
- Rotación alrededor de una bisagra (como cuando se abre una puerta)
- Levantamiento lateral de una pila (como cuando se levanta un libro de una pila)
- Desenrollado (como cuando se localiza una página en un rollo)

En las figura 3.23 se ilustran algunos ejemplos de clasificadores.

Según el tipo de empalme las mangas pueden ser de terminación simple o terminación doble. Las de terminación simple son usadas para realizar empalmes en los cuales el cable entra y sale por la misma terminación. Mientras que las de terminación doble tienen pórticos de entrada a los dos lados y son adecuados para empalmes directos o en línea en los cuales el cable ingresa por un lado y sale desde el lado opuesto, mangas con esta terminación pueden tener más de dos pórticos de entrada éstos son usados para empalmes terminales.

Existen una gran variedad de mangas de empalme (cierres de empalmes), y su elección dependerá de la aplicación, el número de fibras del cable, la apertura de los cierres de empalme. En la figura 3.24 se ilustran algunos tipos de mangas (cierres de empalmes). Cabe menciona que las mangas tienen el organizador como parte constitutiva de las mismas.

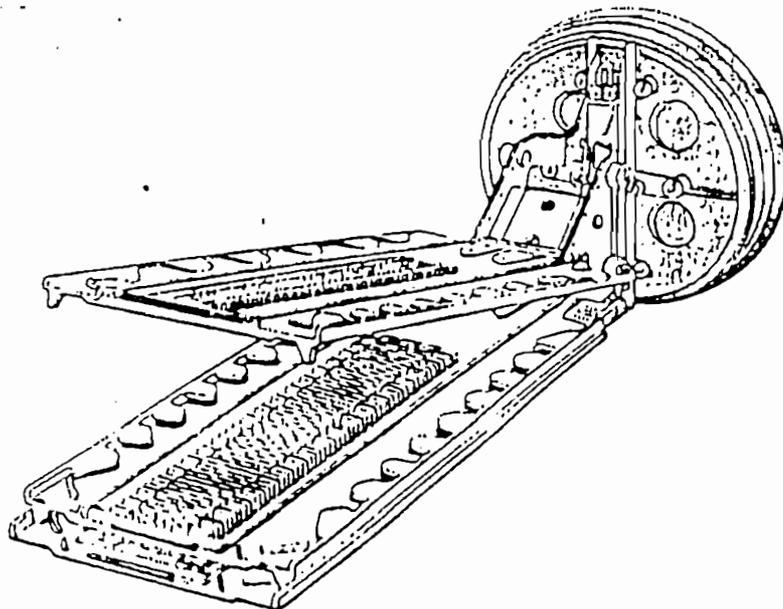
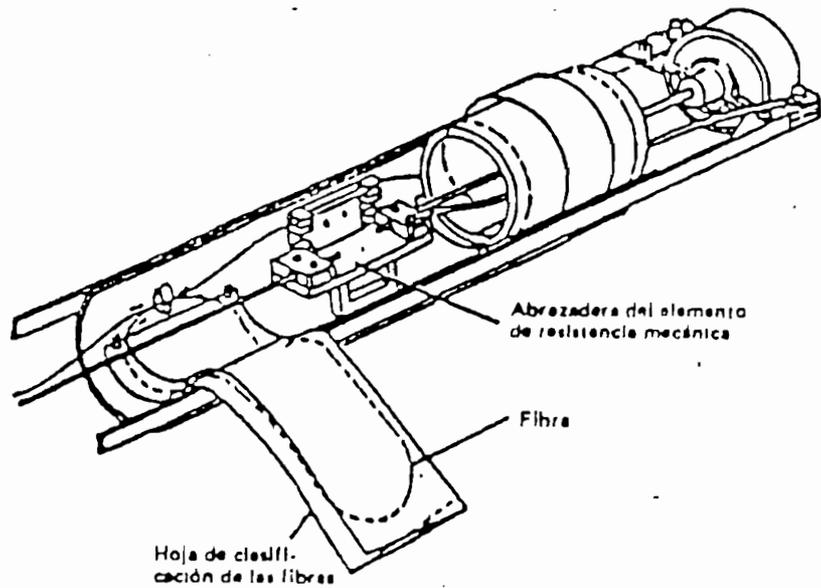
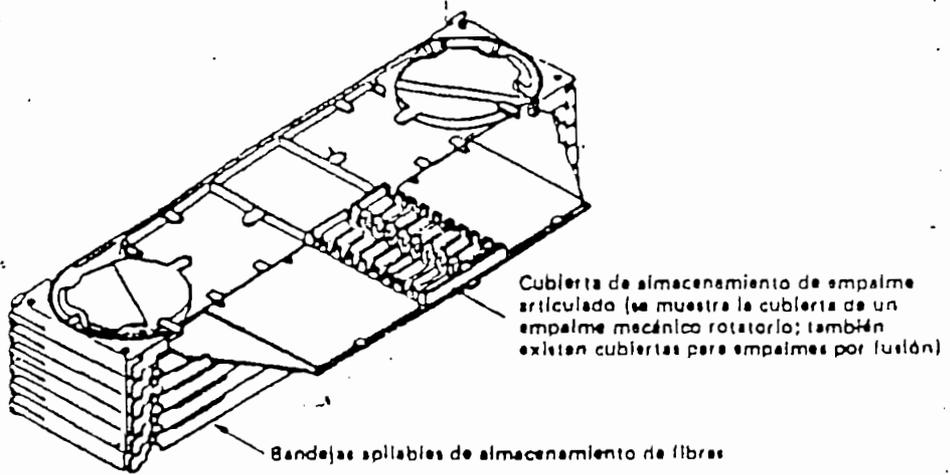


Figura 3.23 Clasificadores de Fibras Ópticas

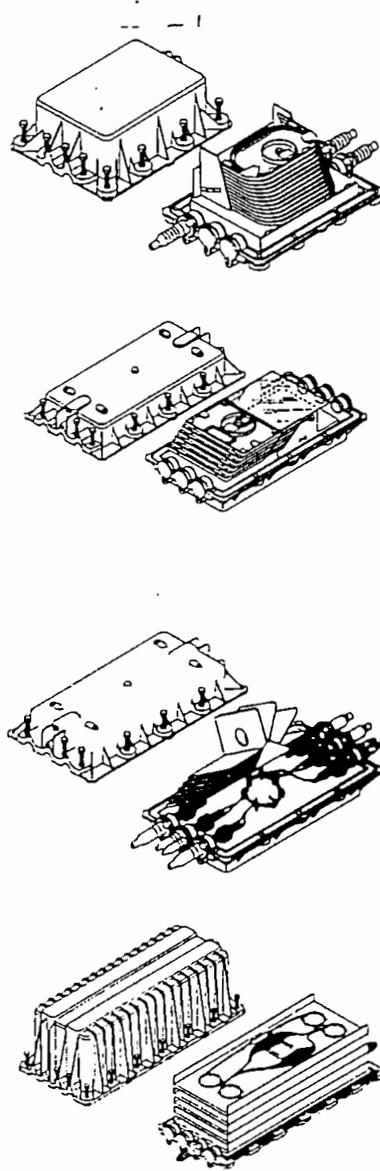


Figura 3.24 Mangas de Empalmes

3.5 DISTRIBUIDORES DE FIBRA OPTICA

Son sistemas de interconexión de las fibras ópticas para centrales o instalaciones remotas, el distribuidor óptico sirve para realizar la interconexión entre las fibras ópticas de planta externa y las

fibras interiores de la central o los lugares remotos; debido a su función serán capaces de acomodar gran número de fibras ópticas de una manera fácil. La figura 3.25 ilustra un distribuidor óptico.

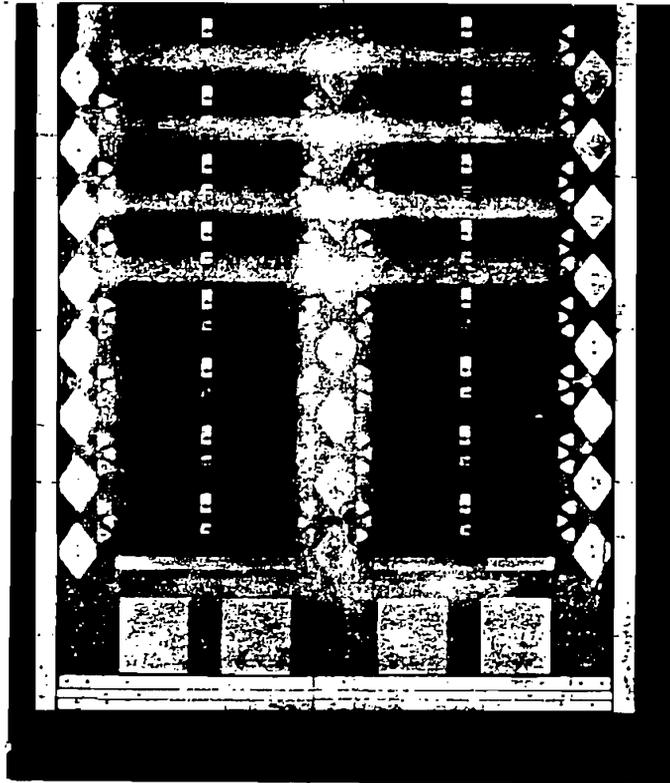


Figura 3.25 Distribuidor Optico

Un distribuidor óptico (Fiber Distribution Frame “FDF”), puede proporcionar conexiones flexibles entre dos equipos terminales y un determinado número de accesos a puntos de pruebas. La conexión en el FDF se realiza con jumpers, patch-cord o pig-tails.

Existen dos arquitecturas de FDF, una denominada de cross-connect y otra denominada interconnect.

En la arquitectura Cross-Connect (figura 3.26) los cables de la central que van hacia la planta externa son terminados en un rack de soporte, y los cables de la central que van a los equipos de transmisión y conmutación son terminados en un rack adyacente. Para la conexión de cada una de las fibras ópticas de planta externa con cada una de las terminaciones de los equipos se utiliza jumpers de fibra óptica.

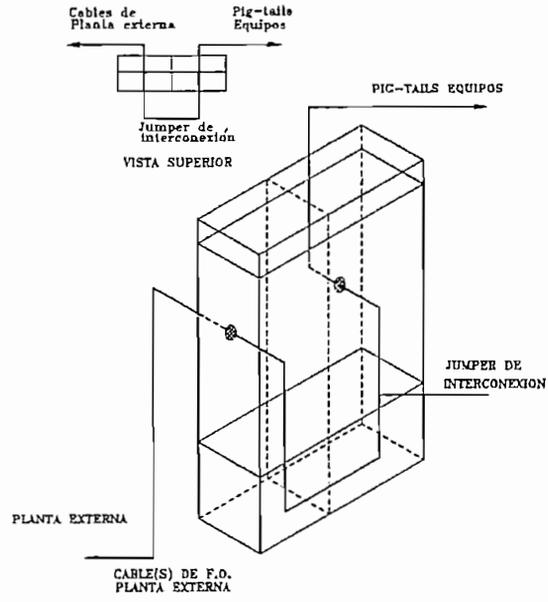


Figura 3.26 FDF con Sistema Cross-Connect

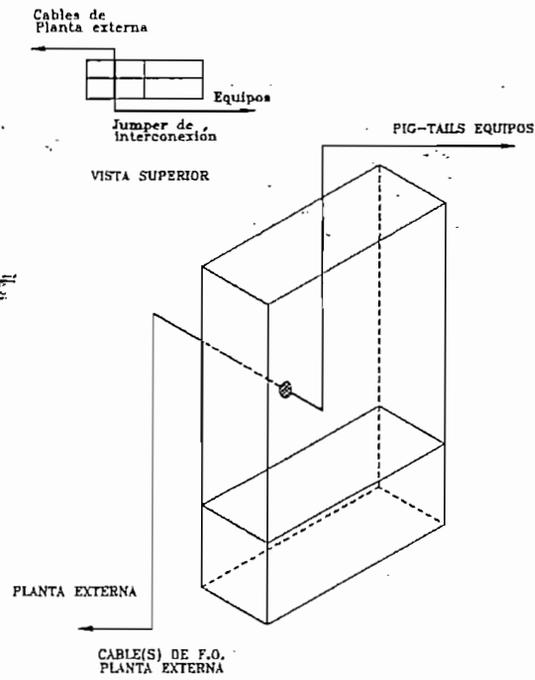


Figura 3.27 FDF Con Sistema Interconnect

En la arquitectura interconnect (figura 3.27) los cables de la central que van hacia la distribución óptica (planta externa) son terminados en un rack y luego pig-tails de fibra individuales se colocan desde estos terminales, a través de la central a los equipos de transmisión y conmutación ópticos.

La utilización de una de las arquitecturas depende del tipo de central, del crecimiento a futuro y tipo de clientes; la arquitectura cross-connect es recomendable para centrales de gran capacidad ya que simplifica el crecimiento y desmontaje de nuevos equipos de conmutación y equipos de transmisión ópticos. La arquitectura interconnect es recomendada para pequeñas centrales (centrales remotas), con áreas de atención pequeñas y bajos crecimientos.

Como se mencionó, los FDF son equipos que constituyen el punto de terminación de las fibras ópticas que vienen desde el equipo de la central y la planta externa. Cuando un FDF crece más allá de su capacidad, es posible enlazar dos o más FDF entre sí, formando una sola unidad, esto sin interrupción o interferencia al servicio o normal funcionamiento del FDF inicial.

El FDF debe otorgar una flexibilidad en la interconexión, ya que las interconexiones pueden ser temporales (algunos minutos) o permanentes; debe tener características que faciliten la organización y planificación del desarrollo a largo plazo, la organización debe absorber el crecimiento sin necesidad de grandes reorganizaciones.

El FDF debe permitir conectar en forma eficiente, ordenada, segura las terminaciones de los equipos, debe ser posible efectuar un seguimiento de las cruzadas entre la planta externa y los equipos de la central, para ello se debe tener un acceso fácil por medio de identificaciones en los puntos de conexión de las guías de fibra óptica.

El FDF debe consentir el acceso a puntos de prueba que deben quedar disponibles, el acceso debe

permitir enviar señal óptica desde el equipo de transmisión al FDF y viceversa , para las mediciones correspondientes.

Los FDF deben poseer accesorios adecuados que permitan tener una correcta organización de las fibras ópticas; para esto los ordenadores intermedios de jumpers son necesarios, estos permiten llegar a todas las terminaciones del FDF, sin necesidad de un módulo de almacenamiento para el sobrante del jumper.

Los siguientes pasos, que se indican de manera general, son para llevar a cabo una organización de interconexión. Figura 3.28.

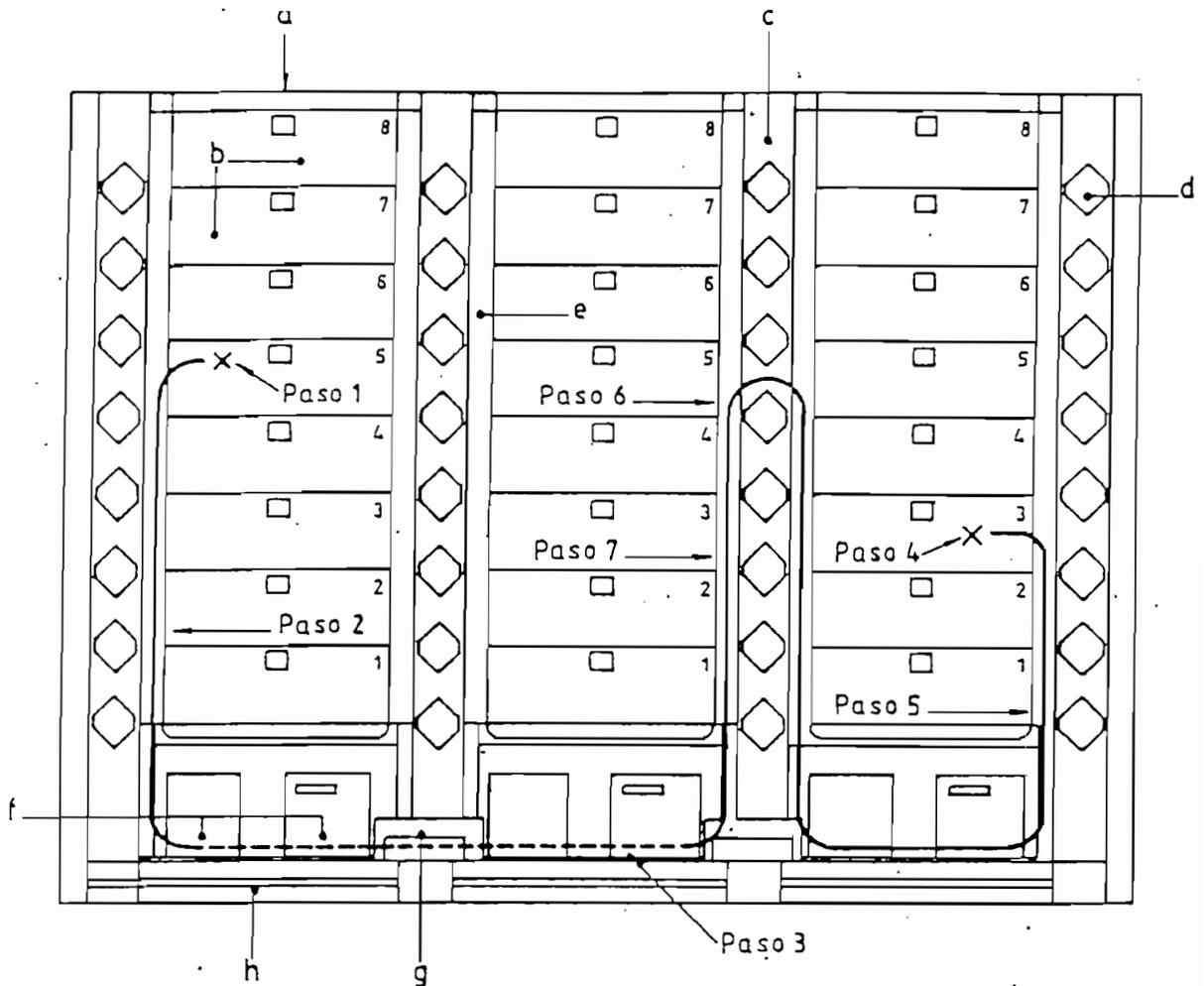
- a.- Conexión de uno de los extremos del jumper al conector de “origen”
- b.- Encaminamiento del jumper a través de las guías verticales a los conductos horizontales.
- c.- Encaminamiento en los conductos horizontales, hacia el ordenador intermedio anterior al área vertical en el cual termina el jumper.
- d.- Terminar el otro extremo del jumper en el conector “ destino “.
- e.- Encaminamiento del jumper a través de las guías verticales al conducto horizontal.
- f.- Colocar el sobrante del jumper al rededor del carrete apropiado en el organizador del jumper, de modo que no existan excedentes apilados en las bandejas.
- g.- Colocar el jumper a través de las guías verticales a ambos lados del organizador.

Algunos requerimientos de seguridad son necesarios, ya que para las pruebas se utilizan diodos emisores de luz o diodos laser; bajo esta premisa se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Todas las terminaciones y conexiones ópticas deben permanecer cerradas cuando no estén en uso, esto con el fin de que el personal no se exponga a la luz laser de los equipos de transmisión y recepción.
- No deben ser utilizadas superficies reflectoras en le FDF.
- Los conectores deben estar perfectamente realizados , para evitar las fugas de luz laser.
- Será necesario que las cubiertas de conexión y terminación se cierren automáticamente.

- La parte frontal del FDF debe llevar una advertencia que indique la precaución que los conectores sin capuchón pueden emitir luz laser, por tanto no se debe mirar el haz con instrumentos ópticos.

- Otra de las advertencias importantes es que exista un aviso de peligro que indique que se debe evitar la exposición directa a la luz laser.



- a. Rack para los módulos de terminaciones ópticas.
- b. Módulo o bandeja de conectores.
- c. Ordenador interbandejas.
- d. Carrete para acomodar el sobrante de jumper.
- e. Vía de distribución vertical.
- f. Vía de distribución horizontal.
- g. Conducto de paso interbandejas.

Figura 3.28 Método de Organización de Jumpers

Otros requerimiento en lo referente al FDF son:

- La interferencia debida a las conexiones y desconexiones de los cables de fibra óptica , aparatos adicionales, equipos de prueba, o probadores de fibra no deben producir daños a los sistemas de transmisión de fibra óptica operando en el mismo FDF.
- Para la intervención en el FDF no debe ser necesario el reordenamiento de las fibras ópticas.
- Los jumpers utilizados deben tener una longitud mínima para evitar ruidos intermodales (en fibras multimodo).
- El área de empalme del FDF debe estar en un lugar adecuado y protegido, el acceso debe ser restringido, en éste lugar no será necesario el uso de escaleras para realizar los diferentes trabajos .
- El área de empalmes debe poseer una etiqueta que indique el sistema de transmisión asociado .
- El recorrido del jumper debe ser seguro y protegido en todo su recorrido; los jumpers deben ser identificados mediante colores, etiquetas o marcas dependiendo del requerimiento o uso; los jumpers deben ser de una sola pieza sin uniones o empalmes intermedios. La longitud mínima recomendada es de 2 metros.
- El FDF debe poseer medios por los cuales se pueda diferenciar las terminaciones de fibra monomodo o multimodo, mediante etiquetas , paneles diferentes u otro sistema.
- Las bandejas que posee el FDF deben ser completamente lisas, libre de aristas cortantes, protuberancias o rebabas para evitar daños en el jumper; deben tener el espacio suficiente para almacenar las reservas de fibras.
- El FDF debe estar aterrizado, teniendo su propio cable de tierra conectado a la malla de la central. Para esto deben considerarse todos los elementos metálicos de los cables ópticos asociados con el FDF.
- El FDF debe poseer conexiones de corriente alterna (CA) para equipos de prueba y otros equipos, es recomendable que existan tomacorrientes cada 1.5 metros de longitud.
- Una vez instalados los conectores, terminales, paneles y otros dispositivos deben estar identificados claramente y ésta identificación debe ser fácil de distinguir, inmune a borrados por manipulación.
- Todos los trabajos de interconexión, enrutamiento de jumpers, terminaciones de equipos en FDF

deberán ser realizados por personal debidamente calificado.

3.6 ACOPLADORES / DIVISORES PARA FIBRAS OPTICAS

Los acopladores / divisores se usan tanto para ramificar, como para combinar señales ópticas en redes ópticas pasivas como por ejemplo: el teléfono, la televisión por cable , etc. También pueden utilizarse para equipos de medición, de testeo y sistemas de sensores.

Los acopladores / divisores disponen de una o dos puertas de entrada y diversas salidas (2,4,8,16 y 32), guiadas con pérdidas mínimas. Las entradas y salidas pueden ser fibras ópticas o conectores.

Los acopladores / divisores estándar se usan para separar y combinar potencia óptica de una longitud de onda con las mínimas pérdidas. Los módulos de acopladores / divisores ópticos(A/D) están especialmente diseñados para la instalación en racks y distribuidores. En la figura 3.29 se ilustra el acoplador / divisor.

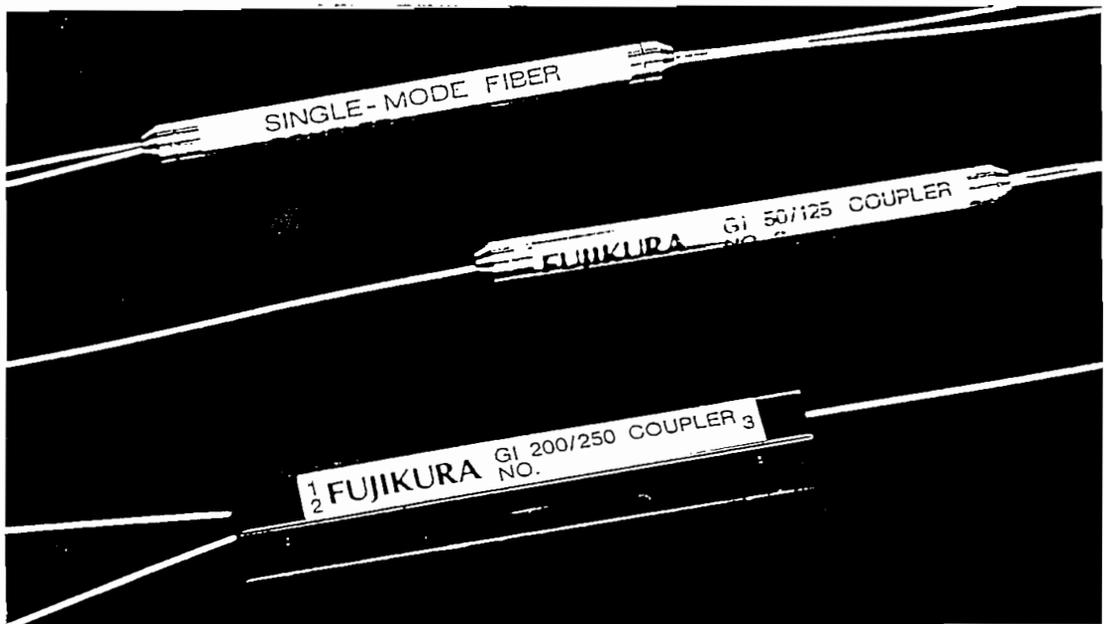


Figura 3.29 Acoplador / Divisor

Los acopladores/ divisores (A/D) operan en las regiones espectrales de 1300 a 1550 nm definidos en los siguientes rangos:

1300 nm	$1260 \text{ nm} \leq \lambda \leq 1300 \text{ nm}$
1500 nm	$1550 \text{ nm} \leq \lambda \leq 1600 \text{ nm}$

Las fibras ópticas de entrada y de salida deben presentar compatibilidad con las fibras portadoras de la información. Las fibras de entrada y salida deben estar debidamente codificadas.

Cuando el A/D requiere que los extremos de las ramas lleven montados conectores, estos deben cumplir con las características de pérdidas de retorno esto es; para conectores PC $\geq 30\text{dB}$ o para SPC $\geq 40\text{dB}$, en el caso de necesitar pérdidas de retorno superiores se usará las otras técnicas de pulido indicadas para los conectores (numeral 3.3 del presente capítulo).

En los acopladores/ divisores hay que tomar en cuenta un parámetro característico que es la pérdida por inserción asociada a cada vía (entrada/salida), en este sentido se tiene dos tipos de A/D.

Tipo I.- Este tipo de A/D es diseñado de tal forma que las pérdidas por inserción es aproximadamente igual para todas las vías de propagación. Este tipo de A/D son los más utilizados.

Tipo II.- En este caso el A/D es diseñado de manera que las pérdidas por inserción están predeterminadas en cada vía de propagación.

Los A/D son componentes pasivos bidireccionales, es decir, las características especificadas del mismo deben cumplirse en los dos sentidos de propagación, actuando como divisor o acoplador, este comportamiento debe ser satisfecho en la banda espectral de 1200 a 1600 nm.

Los acopladores divisores deben poseer una descripción de los métodos de prueba, condiciones sobre

las fibras de entrada / salida (curvas, longitudes igualación de índices, etc.), ajustes propios, número de medidas y formas de cálculo de las magnitudes de medida.

Los encapsulados de los acopladores/divisores pueden ser de diferentes formas entre las cuales se indican las siguientes:

Mini o Microencapsulados.- Generalmente en forma de cilindro y con ramas de entrada/salida formadas por fibra óptica con una protección; estos son instalados en pequeños espacios, usualmente en coexistencia con circuitos electrónicos y mecánicos de precisión (equipos terminales, sensores, módulos de instrumentación, etc).

Encapsulado Normal.- De forma cilíndrica o de paralelepípedo, con ramas de entrada/salida formadas por fibras ópticas con dos protecciones; la segunda protección puede ser del tipo ajustado u holgado, usados para instalaciones en las que pudiendo o no existir falta de espacio los extremos de las ramas van empalmadas a fibras ópticas contenidas en cables multifibra o monofibra.

Encapsulado Robusto.- En forma de paralelepípedo con ramas de entrada salida que pueden ser de fibra óptica con segunda protección o cables monofibra. Las ramas de entrada salida constituidas por fibras ópticas deben tener una longitud mínima asequible de 1.5 metros. Las ramas de entrada respecto a las de salida pueden estar localizadas en un mismo lado o en lados opuestos, las cuales deben hallarse debidamente codificadas.

Las características ópticas que deben tener los acopladores divisores del tipo I y II son: Pérdida de inserción (PI) máxima y mínima, sensibilidad de polarización (SP), pérdidas de retorno (PR) admitidas en las puertas de entrada; en el cuadro III.8 se indican algunos de los valores requeridos de estos parámetros en las diferentes configuraciones que poseen estos elementos.

TIPO I

REGION	(1310 ± 50) ηm + (1550 ± 50) ηm			
CONFIGURACION	PI max(dB)	PI min.(dB)	SP. max	PR (dB)
1x2	4	2.8	0.2	≥50
1x4	7.7	5.5	0.2	≥50
1x8	11.5	8.2	0.2	≥50
1x16	15.4	11	0.2	≥50
1x32	19	13.4	0.2	≥50

Cuadro III.8 Parámetros del A/D Tipo I

Para los acopladores/divisores del tipo II se expone los valores requeridos de pérdida de inserción máxima por cada puerta de salida (cuadro III.9). Cada componente se halla referenciado por la razón de acoplamiento de referencia (RA. Ref), valor ideal asociado a la proporción de potencia óptica esperado en cada puerto de salida. Este tipo de acopladores se presenta bajo la configuración 1x2 y/o 2x2. En el cuadro III.9 se indican los valores de los parámetros requeridos para este tipo de A/D.

CONFIGURACION A/D	1x2 o 2x2			
	REGION ESPECTRAL			
(1310 ± 50) ηm + (1550 ± 50) ηm				
VALOR REFERENCIAL				
	Salida 1	Salida 2	Salida 3	Salida 4
RA Ref.(% / %)	60/40	80/20	90/10	95/5
VALORES REQUERIDOS				
RA (% / %)	56/36	78/18	88/8	94/4
P.I. max	2.5/4.4	1.1/7.4	0.6/11	0.3/14
P.R. (dB)	≥50	≥50	≥50	≥50

Cuadro III.9 Parámetros del A/D Tipo II

Donde: RA (% / %) expresa la razón de acoplamiento límite requerida para cada puerto de salida
P.I.max. Expresa pérdida pos inserción máxima admitida en cada puerta de salida
P.R. pérdida de retorno mínima admitida
S.P. Máxima sensibilidad a la polarización.

3.7 PRUEBAS Y MEDICIONES

Las pruebas y mediciones garantizan el éxito de la instalación de la fibra óptica en sus distintas fases, de ahí, que éstas deben ser realizadas con suma responsabilidad por el personal calificado para el efecto. Pues de esto depende la calidad de funcionamiento en la explotación del servicio.

Las pruebas y mediciones deben realizarse en dos fases: durante la instalación y una vez terminada la instalación.

Durante la instalación se deben comprobar que los materiales recibidos estén en buen estado, que los trabajos se vayan desarrollando correctamente con las normas de seguridad y precauciones necesarias para evitar fallos posteriores, en caso de detectar fallas se debe proceder a realizar la reparación inmediatamente; es necesario realizar una inspección visual de todo el sistema para luego proceder a realizar las pruebas finales.

Las mediciones finales se realizan una vez terminada la instalación de todo el sistema de fibra óptica, con éstas pruebas se verifican los parámetros exigidos para la puesta en servicio del sistema.

A continuación se describen las diferentes mediciones que deben realizarse.

3.7.1 MEDICION DE ATENUACION

La luz que se propaga en un conductor de fibra óptica experimenta una atenuación, que produce una pérdida de energía. La atenuación de un conductor de fibra óptica es un parámetro importante para la planificación de redes de cables de telecomunicaciones ópticas.

La magnitud de estas pérdidas luminosas depende entre otros factores de la longitud de onda de la luz acoplada, por lo que es útil medir la atenuación en función de la longitud de onda (espectral).

Para la medición de la atenuación se tiene tres métodos recomendados por el UIT: El método de corte (Cutback); método de pérdida de inserción (Insertion Loss); y el método de retrodispersión (Back

scattering).

Método de Corte.- Este método es por transmisión de luz, para esto se determina la potencia luminosa en dos puntos L_1 y L_2 del conductor de fibra óptica (figura 3.29); donde L_2 es generalmente el extremo del conductor y L_1 está cerca del comienzo del mismo (unos 2 m del inicio del conductor). Se mide primero la potencia luminosa en L_2 y luego en L_1 . Para la medición de la potencia luminica en L_1 es necesario realizar un corte en el conductor de fibra, sin afectar las condiciones de acoplamiento entre la fuente y el conductor.

La atenuación en este caso está dada por:

$$\alpha = [10 / (L_2 - L_1)] \log P(L_1) / P(L_2)$$

Donde: α = Atenuación en dB/Km

L_1 = Longitud cercana al inicio del conductor de F.O.

L_2 = Extremo del conductor de F.O

$P(L_1)$ = Potencia medida en L_1

$P(L_2)$ = Potencia medida en L_2

Este método es recomendado por el UIT como de referencia; debido a que es un método destructivo no es aplicable en cables instalados y en cables que tiene varias fibras.

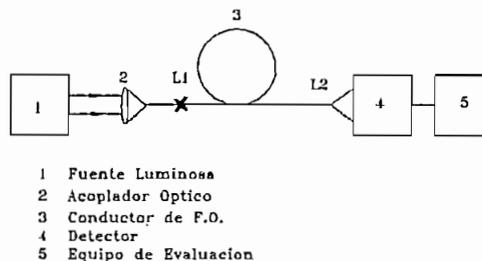


Figura 3.29 Método de medición de corte

Método de Inserción.- En este método se procede a determinar la potencia luminosa en el extremo del conductor de fibra óptica bajo medición y luego ésta potencia es comparada con la potencia

luminosa en el extremo de un tramo corto de conductor; este tramo se utiliza como referencia y debe tener las mismas características y conformación que el conductor de fibra óptica que se encuentra en la prueba. Las condiciones de acoplamiento para el tramo de referencia deben también ser en lo posible similares al conductor de fibra óptica a medirse.

Método de Retrodispersión.- En este método la luz se acopla y se recibe en el mismo extremo (figura 3.30). La mayor cantidad de potencia luminosa se propaga hacia el extremo del conductor y una pequeña fracción se dispersa retornando hacia el emisor, ésta fracción de potencia, debido a su trayecto de retorno, experimenta una amortiguación al llegar al principio del conductor, allí se desacopla y se mide por medio de un divisor de rayos (por ej. Espejo semitransparente).

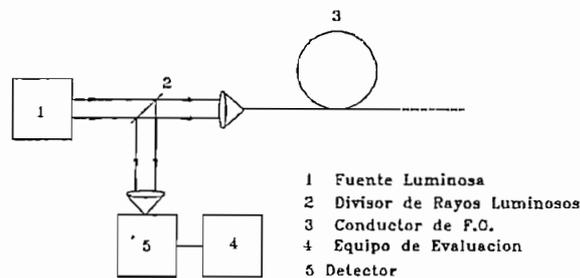


Figura 3.30 Medición por Retrodispersión

Con la potencia luminosa de retrodispersión y el tiempo de recorrido en el conductor es posible trazar un diagrama del cual se desprende la variación de la atenuación a lo largo de todo el conductor (figura 3.31). Este método también suministra informaciones detalladas acerca de las variaciones de la atenuación a lo largo del conductor, se verifica la localización de puntos de discontinuidad, pérdidas ópticas en empalmes (saltos de atenuación por uniones efectuadas con conectores o empalmes fijos) del conductor de fibra óptica.

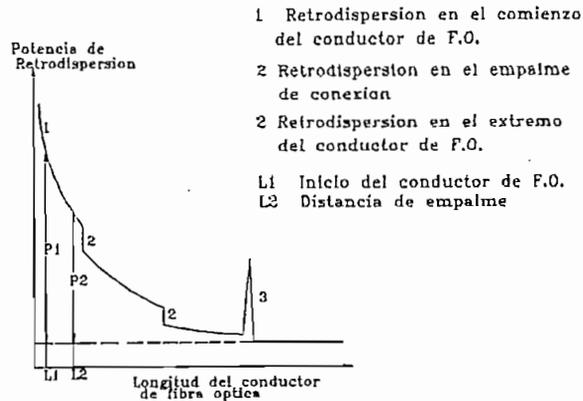


Figura 3.31 Curva obtenida en una medición por Retrodispersion

A causa de que la potencia de retrodispersion es débil son mayores las exigencias a deben ajustarse la sensibilidad de los receptores.

Los instrumentos basados en este principio se denominan OTDR (Optical Time Domain Reflectometer). El funcionamiento de este equipo es indicado en el anexo 2.

3.7.2 MEDICION DEL ANCHO DE BANDA

El ancho de banda constituye una medida del comportamiento dispersivo del conductor de fibra óptica.

El ancho de banda es aquella frecuencia de modulación a la cual la amplitud (potencia luminosa), comparada con el valor que tiene a frecuencia nula, decae ópticamente un 50% o sea 3 dB.

Para la frecuencia de modulación (f_m) se mide las amplitudes de potencia luminosa al comienzo $P_1(f_m)$ y al final $P_2(f_m)$ del conductor de fibra óptica, con esto se obtiene el valor de la función de transferencia $H(f_m)$.

$$H(f_m) = P_1(f_m) / P_2(f_m)$$

Esta función es normalizada dividiendo para $H(0)$, que es la función de transferencia a la frecuencia

de modulación 0 (no hay modulación). La frecuencia de modulación para la cual el valor de la función de transferencia es igual a 0.5, se denomina ancho de banda.

$$H(f_m=B)/H(0) = 0.5$$

Para la realización de esta medición se tiene dos métodos: la medición en el ámbito de las frecuencias y en el ámbito del tiempo.

Medición en el ámbito de las frecuencias.- Consiste en medir la potencia lumínica que llega al extremo del conductor de fibra óptica, habiéndose inyectando en el inicio del conductor por medio de un transmisor una potencia lumínica modulada en amplitud, con una frecuencia f_m que se incrementa continuamente. Con los resultados de las mediciones y usando las expresiones anteriores se calcula el valor de la función de transferencia y al ancho de banda.

Si se dispone de un transmisor el cual mantiene la amplitud de la potencia lumínica $P_1(f_m)$ constante, independiente de la frecuencia modulada se puede tener directamente el valor del ancho de banda, expresado como la frecuencia a la cual la amplitud de la potencia lumínica $P_2(f_m)$ en el receptor cae a un valor igual a la mitad de la potencia a frecuencia nula (puntos de media potencia). Este método es muy usado para conductores de fibra óptica ya instalados.

Medición en el ámbito del tiempo.- En este método se analiza el ensanchamiento de los pulsos, provocado por los efectos de dispersión en el conductor de fibra óptica. Para el efecto se acopla un pulso de corta duración (valor típico 100 ps), el cual se ensancha al propagarse a lo largo del conductor de fibra óptica, este pulso a la salida actúa sobre un fotodiodo del receptor que lo amplifica y luego es analizado en un osciloscopio de muestreo.

En base a los datos almacenados del pulso de entrada $g_1(t)$ y salida $g_2(t)$ es posible calcular por integración la duración efectiva de los pulsos T_1 y T_2 .

Con la expresión siguiente se determina el ensanchamiento efectivo del pulso:

$$\Delta T_{ef} = \sqrt{T_2^2 - T_1^2}$$

El valor aproximado del ancho de banda es:

$$B \approx 0.44 / \Delta T_{ef}$$

En esta expresión aproximada se han considerado pulsos gaussianos (por ello se utiliza el factor 0.44).

3.7.3 MEDICION DE PERDIDAS EN LOS EMPALMES

Para esto se puede utilizar la técnica de retrodispersión midiendo la caída de potencia en el punto de empalme. Con esta técnica se requiere efectuar la medición en dos sentidos debido a las diferencias en el diámetro del núcleo y el perfil de índice de fibras empalmadas, Pero cuando se trata de tramos largos por economía se puede realizar la medición en un solo sentido.

Las diferencias máximas en las medidas cuando se realizan las mediciones en los dos sentidos de empalmes de fibras multimodo suelen ser inferiores a 0.15 dB (de acuerdo con el UIT).

El equipo con el cual se realiza esta prueba es el OTDR, y en este equipo podemos visualizar la curva de retrodispersión como la indicada en la figura 3.31.

CAPITULO IV

**MEDICIONES ELECTRICAS, TOMAS DE TIERRA,
PROTECCIONES, EQUIPOS.**

4.1 MEDICIONES ELECTRICAS

Las mediciones eléctricas constituyen la base fundamental para la explotación de la red telefónica. Ratifican la confiabilidad, seguridad y calidad en la construcción e instalación de la red telefónica de planta externa.

El control de la red y la evaluación de la red en general se debe hacerlo primero en forma visual; se procederá a realizar las observaciones para la aceptación de la instalación de todos los elementos constitutivos de la red esto es: cables aéreos y canalizados, empalmes, instalación de armarios, instalación de regletas en armario y distribuidor, subidas a poste, entre otros; en caso de no tener la aceptación necesaria se efectuará los arreglos correspondientes inmediatamente después de la indicación de algún inconveniente.

Luego de la observación física de la red, se procederá a realizar las mediciones eléctricas correspondientes, las cuales ratifican las características de funcionamiento correcto de la red en general.

Las medidas pueden ser preventivas y correctivas.

Preventivas. - Consisten en evitar las posibles averías y corregirlas antes de que afecten al servicio que se va a prestar. Para que estas medidas sean eficaces se debe realizarlas con el personal perfectamente calificado, dentro de este tipo de medidas se tiene las medidas eléctricas. Es indispensable que la inspección de las instalaciones sea realizada por personal competente para poder estudiar y aplicar medidas correctivas eficazmente. Para la aplicación de las medidas correctivas el personal debe presentar una lista de control con las indicaciones de las inspecciones realizadas, éste informe facilitará la identificación de los puntos de posible averías.

Las mediciones eléctricas que deben ejecutarse son: Identificación y Continuidad de los pares telefónicos, Resistencia de Aislamiento, Resistencia de Bucle, Desequilibrio Resistivo, Resistencia de Pantalla, Atenuación, Diafonía, Voltaje inducido.

Correctivas. - Consisten en localizar y reparar las averías cuando se tiene notable influencia sobre el servicio. Las disposiciones que deben adoptarse para el mantenimiento correctivo son: elaboración de procedimientos adecuados, control de estos procedimientos, utilización eficaz de aparatos de medición por personas perfectamente capacitadas para realizar las medidas y, reparaciones necesarias.

4.1.1 PRUEBA DE CONTINUIDAD

Estas pruebas se anotaron anteriormente en lo que corresponde a la ejecución de los empalmes (pruebas intermedias), sin embargo, es necesario indicarlo puesto que las mismas deben ser realizadas una vez terminada la totalidad de la construcción de la red telefónica de planta externa; en esta etapa se las denomina pruebas finales. En éstas pruebas tenemos posibles fallos como: pares invertidos, transpuestos, separados, abiertos, cortocircuitos, pares a tierra.

La prueba de continuidad, debe ser realizada una vez armadas las regletas en: el distribuidor principal (Main Distribution Frame - MDF), regletas de corte y conexión en los armarios de distribución y, las cajas de dispersión.

Se procederá a ejecutar la prueba en un 100 % tanto en la red primaria como en la red secundaria, es decir, desde el distribuidor principal al armario de distribución y desde el armario de distribución a la caja de dispersión respectivamente.

Los conceptos de las posibles fallas se mencionan a continuación:

a.- Pares Invertidos: Se producen al realizar el empalme de un par, aparece el extremo del hilo *a* como hilo *b* del par y el hilo *b* como *a*. Figura 4.1

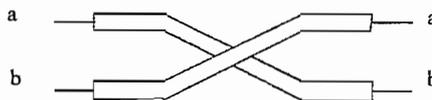


Figura 4.1 Pares invertidos

b.- *Pares Transpuestos*.- Se determina así, cuando los extremos de un par aparecen como extremos de otro par. Figura 4.2.

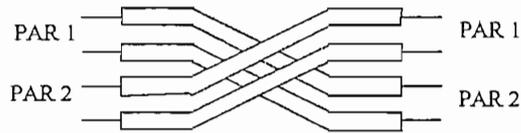


Figura 4.2 Pares Transpuestos

c.- *Pares Separados*.- Se produce cuando el hilo *a* o el hilo *b* de un par, está empalmado con el hilo *a* o el hilo *b* de cualquier otro par. Figura 4.3

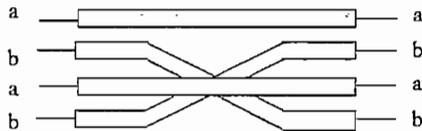


Figura 4.3 Pares Separados

d.- *Pares Abiertos*.- Se produce cuando existe la separación de un hilo o los dos del par.

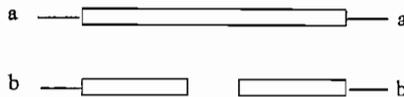


Figura 4.4 Par Abierto

e.- *Pares a Tierra*.- Cuando se produce la continuidad de uno de los hilos de un par con la chaqueta del cable.

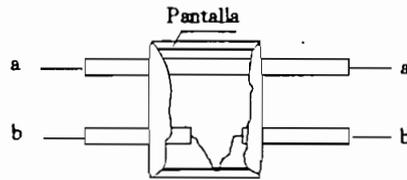


Figura 4.5 Par a Tierra

Procedimiento. - Usando dos aparatos de control como los que indica la figura 4.6, que permiten la verificación de conductores y al mismo tiempo tener una comunicación constante entre los dos puntos de prueba.

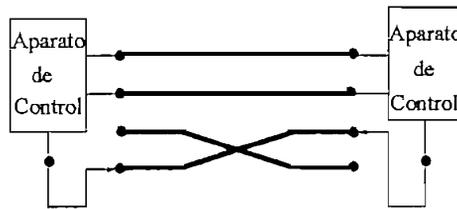


Cuante No. 97-900-104 00

Figura 4.6 Aparato de Control

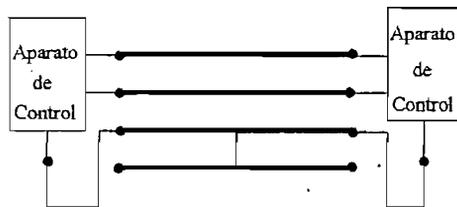
Los operadores que hacen las pruebas se comunicarán por el par preestablecido y con el tercer terminal se determina la continuidad hilo por hilo. Si el hilo en prueba emite un zumbido existe la continuidad del mismo, caso contrario puede existir un fallo que deberá ser determinado y localizado para su inmediata reparación.

Para la verificación de algún fallo como los casos expuestos anteriormente se procederá con el aparato de control, como se ilustra en las figuras 4.7a, 4.7b, 4.7c, 4.7d.



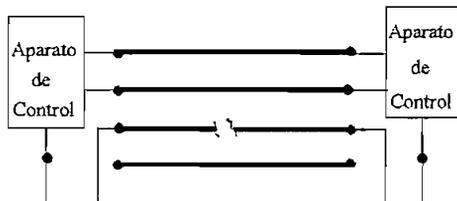
Hay Transposición cuando se escucha el zumbido

(a) Pares Invertidos



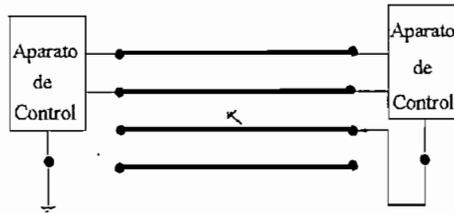
Hay cortocircuito cuando se escucha el zumbido

(b) Pares en Cortocircuito



Hay interrupción cuando no se escucha el zumbido

(c) Pares Abiertos



Hay Contacto a tierra cuando se escucha el zumbido

(d) Pares en Contacto a Tierra

Figura 4.7 Pruebas con el Aparato de Control

4.1.2 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CON CC.

La resistencia de aislamiento es la resistencia que ofrece el material dieléctrico al paso de corriente continua. Generalmente su medida es expresada en $M\Omega$ -Km. El objetivo de ésta prueba es verificar la calidad de aislamiento de los hilos conductores y la chaqueta del cable. Los valores obtenidos deben ser los indicados por los fabricantes para cada uno de los cables; para los cables de polietileno el valor debe ser 1500 $M\Omega$ -Km como mínimo.

En los casos en los que los valores no sean los esperados, se tiene bajo aislamiento; las probables causas pueden ser : problemas en la construcción del empalme (mal cerrada la manga), filtración de humedad o agua en el cable a través de la cubierta del mismo.

Al probar la resistencia de aislamiento se está verificando la resistencia de aislamiento del par elegido respecto a todos los demás pares o hilos conductores.

El equipo utilizado es un Megohmetro de 500 V_{CC} , que permita una lectura con rango de 10.000 $M\Omega$ mínimo.

Esta prueba debe ser efectuada por muestreo, en un 40% o 50% de la capacidad del cable., no en la totalidad del cable. Se debe medir la resistencia de aislamiento por separado en la red primaria y secundaria. Antes de ejecutar la prueba se debe tomar en cuenta ciertas precauciones como las que se indican a continuación:

- a.- La prueba debe ser llevada a cabo solamente en circuitos inactivos.
- b.- La prueba debe ser efectuada por personal calificado. Todas las personas deben emplear las precauciones necesarias a fin de evitar choques eléctricos. Debido a que la prueba se lleva a cabo con $500 V_{cc}$.
- c.- El Megohmetro nunca debe ser usado cerca de lugares donde existen materiales explosivos.
- d.- El equipo de la central debe ser desconectado en el Repartidor principal (MDF), desconectar los aparatos telefónicos en las cajas de distribución, retirar todas las protecciones contra sobretensiones, repetidores, etc. De tal manera que quede únicamente de extremo a extremo el cable telefónico.

Procedimiento.- Una vez tomado las precauciones antes mencionadas se procede como se indica:

- Retirar la cubierta del cable unos 20 o 30 cm.
- A continuación retirar el aislamiento de los conductores unos 5cm a partir de la punta de los conductores.
- Mediante un conductor desprovisto del aislamiento amarrar cada uno de los hilos, cuidando que ninguno de los conductores quede fuera del amarre.
- Elegir una unidad (un hilo) y separarlo del amarre, todas las demás unidades amarradas se las debe conectar a la pantalla del cable.(a tierra). En el extremo distante los conductores deben estar abiertos y aislados entre sí, es decir, que no haya cruzamientos o contactos entre hilos conductores de dicha punta y la pantalla.
- Luego la unidad separada y el conductor con el cual se realizó el amarre se conectan al megohmetro . Cerciorarse que ninguna persona se encuentre en contacto con la puntas del cable *en prueba*; una vez revisado este particular activamos el megohmetro durante 30 segundos.

En la figura 4.8 se puede observar la forma como deben quedar las puntas para ser conectadas al Megohmetro y proceder a la ejecución de la prueba.

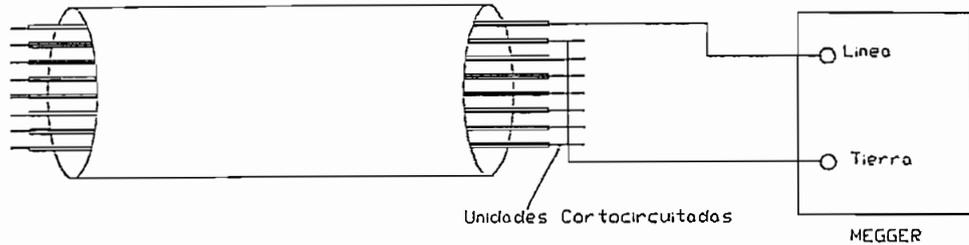


Figura 4.8 Disposición de Cables y Megohmetro

Tomamos la lectura obtenida con el Megohmetro y la multiplicamos por la distancia del cable (en Km), para tener la medida en $M\Omega$ -Km proporcionada por el fabricante, de esta manera comprobar si los valores están dentro del rango establecido para el cable en prueba.

A continuación la unidad probada se la une a la pantalla junto a las demás y se saca otra unidad y se prosigue como se indicó .

Puesto que esta prueba es por muestreo se debe anotar el número del par que ha sido sometido a la prueba de resistencia de aislamiento.

Es necesario e importante mencionar que ésta prueba debe ser efectuada únicamente en las puntas (extremos) de los cables tanto primarios como secundarios. No se debe proceder a realizar la prueba de resistencia de aislamiento una vez conectado el cable a las regletas y cajas de dispersión. La razón es que cuando se efectúa la prueba de aislamiento conectado a las regletas y cajas de dispersión la lectura en el Megohmetro no es la resistencia de aislamiento del cable sino la del sistema en general,

es decir, una resistencia de aislamiento equivalente a las resistencias del armario, regleta, cable, y caja de dispersión.

Así mismo nunca deberá realizarse la prueba de aislamiento a un par “solo”, debido a que se produce una circulación de corriente alta que provocaría el deterioro del aislamiento del conductor a mediano plazo, y como consecuencia de ello posteriores daños en la comunicación, y reducción del tiempo de vida útil del conductor y cable en general.

4.1.3 RESISTENCIA DE BUCLE CC Y DESEQUILIBRIO RESISTIVO

Todos los valores de resistencia se consideran aproximados, ya que pequeñas variaciones en las aleaciones, pueden producir pequeñas diferencias en la resistencia.

Los valores de resistencia de bucle y desequilibrio resistivo de los conductores deberán estar de acuerdo con el cuadro IV. 1

Calibre del Conductor (mm)	Resistencia de Bucle Ω / Km		Desequilibrio Resistivo Ω / Km	
	Media	Max, Individual	Promedio	Par individual
0.4	280	303	2 %	5 %
0.5	180	194	2 %	5%
0.6	125	135	2 %	5 %

Cuadro IV.1 Valores de Resistencia y Desequilibrio Resistivo

El objetivo de ésta prueba es verificar que el valor de la resistencia de los pares en los cables primarios y secundarios no sobrepasen los valores especificados para los diferentes calibres de conductores. Así mismo verificar el desequilibrio resistivo entre conductores (hilos) de cada par.

Para efectuar la prueba el equipo a utilizarse en un Ohmetro.

Esta prueba se realiza separadamente en la red primaria y secundaria; por tanto la prueba se debe

llevar a cabo desde el Repartidor Principal (MDF) al armario de distribución y desde el armario de distribución a la caja de dispersión respectivamente. Para la realización de esta prueba debe desconectarse absolutamente todos los circuitos activos

Resistencia de Bucle.- La resistencia de bucle se define como la medida de resistencia de un par telefónico, es decir, la resistencia del hilo *a* y del hilo *b* (par) cortocircuitados en uno de sus extremos. Para obtener la resistencia de bucle en la red secundaria, se cortocircuita el par a prueba en la caja de dispersión y se coloca el equipo de medición (Ohmetro) al par correspondiente en el armario de distribución. Para el caso de la red primaria, se cortocircuita el par en el armario de distribución y se pone el equipo de medición en el distribuidor principal (MDF).

Los valores así obtenidos se dividen para la longitud total (en Km) del conductor, con el fin de obtener la resistencia en Ω/ Km .

La figura 4.9 muestra la disposición de elementos para esta prueba.

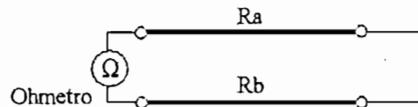


Figura 4.9 Prueba de Resistencia de Bucle

Resistencia del hilo de un par.- Esta resistencia es la medida de la resistencia del hilo *a* y del hilo *b* por separado.

Para efectuar la prueba en este caso ponemos una de las puntas del óhmetro al hilo *a* o *b* y la otra punta de prueba del óhmetro a la tierra del sistema (pantalla del cable); en le extremo distante se cortocircuita el hilo *a* o *b* con la pantalla del cable. Figura 4.10.

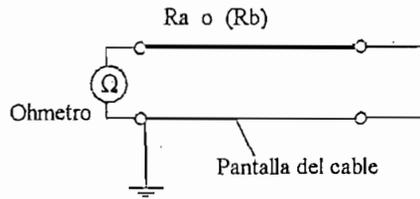


Figura 4.10 Resistencia del Hilo

Los valores obtenidos deben ser aproximadamente igual a la mitad del valor de resistencia de bucle, con una tolerancia de $\pm 2\%$. El desequilibrio resistivo entre hilo *a* e hilo *b*, no debe ser superior a $\pm 5\%$.

Resistencia con Pantalla.- Es la medida de resistencia de la pantalla del cable.

Para el efecto se cortocircuita el par “completo” en los dos extremos del mismo. En el extremo distante cortocircuitar el par con la pantalla de cable, mientras que en el otro extremo ponemos una de las puntas del óhmetro a la pantalla y la otra punta al par. Figura 4.11.

El valor medido de esta manera debe ser aproximadamente igual a un cuarto ($1/4$) del valor de la resistencia de bucle.

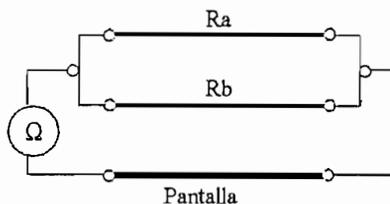


Figura 4.11 Prueba de Resistencia con Pantalla.

Los valores que deben obtenerse en las tres pruebas de resistencia de cc antes mencionados se demuestran a continuación:

La resistencia (R) en general es:

$$R = \rho L \div A$$

donde:

ρ = Resistividad del material

L = Longitud del conductor

A = Area o Sección del conductor

De la figura 4.9 podemos establecer que la resistencia de bucle es:

$$R_B = (\rho L_a \div A_a) + (\rho L_b \div A_b) \quad \text{Donde: } R_B = \text{Resistencia de bucle}$$

$$R_B = R_a + R_b \quad \text{Puesto que: } L_a = L_b \quad \text{y} \quad A_a = A_b \Rightarrow R_a = R_b$$

$$R_B = 2 R_a$$

La resistencia del hilo *a* o *b* será igual a la mitad del valor de la resistencia de bucle:

$$R_a = R_B/2 \quad \text{o} \quad R_b = R_B/2$$

Para la resistencia con pantalla (figura 4.11) tenemos:

$$R_{cp} = (R_a // R_b) + R_p \quad R_{cp} = \text{Resistencia con pantalla}$$

$$R_p \ll (R_a // R_b)$$

Debido a que la R_p (Resistencia de la Pantalla) es muy pequeña, y $R_a = R_b$ se tiene que:

$$R_{cp} = R_a/2 \quad \text{Con la formula de } R_B \text{ tenemos :}$$

$$R_{cp} = R_B/4$$

4.1.4 ATENUACION

Cuando una cantidad física disminuye uniformemente como función de alguna variable independiente creciente, se dice en general la cantidad se “atenúa”.

Para obtener los valores adecuados de la atenuación se menciona algunos conceptos importantes para ejecutar la prueba en mención.

En el ancho de banda de voz, el oído humano presenta una sensibilidad mayor para algunas frecuencias y menor para otras; precisamente la máxima sensibilidad se tiene a una frecuencia de 800, 1000 y 1600 Hz). Por lo que para la medición de la atenuación y diafonía se toma las frecuencias de 1000 y 1600 Hz.

En el cuadro IV.2 se indican algunos valores de atenuación en dB/Km para algunos diámetros de cables a las frecuencias antes indicadas.

Frecuencia Hz	Calibre del cable en (mm)				
	0.9	0.6	0.5	0.4	
1000	0.7	1.12	1.33	1.8	dB/Km
1600	1.0	1.5	1.7	2.2	dB/Km

Cuadro IV.2 Valores de Atenuación

Las condiciones para proceder a realizar la prueba de atenuación son:

- a.- Medir los pares primarios y secundarios separadamente
- b.- El equipo de la central debe ser desconectado en el MDF
- c.- Deben desconectarse repetidores y en general todos los equipos adicionales a la red.
- d.- El equipo utilizado es un oscilador de audio (generador de señal), y un medidor de nivel, los cuales son descritos en mayor detalle en el numeral 4.3 del presente capítulo.
- e.- Las pruebas se realiza por muestreo.

Procedimiento.- En el un extremo conectar el equipo generador de señal a los hilos *a* y *b* del par que se va medir la atenuación. En el otro extremo conectar en el mismo par el medidor de nivel figura 4.12. Ajustar los dos equipos a la frecuencia con la que se va a trabajar 1000 o 1600Hz.

Los equipos también deben ser ajustados a una impedancia de 600Ω , esto en razón de que un aparato telefónico puede tener como máximo una impedancia del valor antes indicado.

Luego de lo cual enviamos la señal y se tendrá la lectura correspondiente a la atenuación total, este valor así obtenido lo dividimos para la distancia total del cable (en Km), y conseguimos la atenuación en dB/Km. De esta manera comprobamos que los valores obtenidos se ajustan a los indicados en el cuadro IV.2.

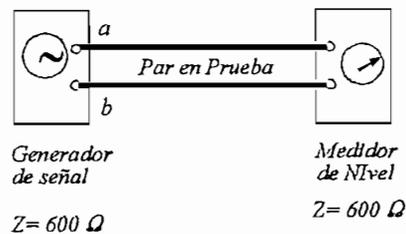


Figura 4.12 Prueba de Atenuación

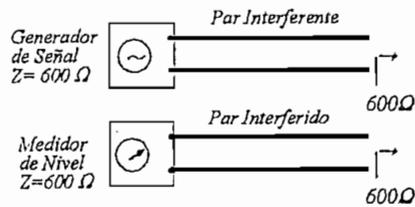
4.1.5 DIAFONIA

La atenuación de diafonía es una medida de la influencia mutua existente entre dos circuitos telefónicos.

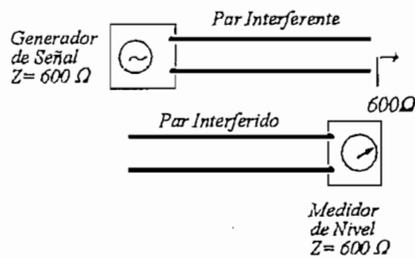
Para obtener una medida real de diafonía es necesario tener en cuenta dos conceptos fundamentales: la paradiafonía y la telediafonía.

Cuando el generador y el receptor se encuentran en un mismo extremo de la línea se habla de paradiafonía figura 4.13 a.

Por el contrario cuando el generador y el receptor se conectan a los extremos opuestos del cable se habla de telediafonía figura 4.13 b



(a) Paradiafonia



(b) Telediafonia

Figura 4.13 Paradiafonia y Telediafonia

Las frecuencias con la que se efectúa la medida de diafonía son 1000 y 1600 Hz, tomando estos valores por las razones anteriormente indicadas en la atenuación.

El valor de la diafonía deberá ser tal que garantice el secreto de la conversación en cualquier tipo de comunicación. Dependerá de cierto modo del equivalente de referencia máximo de conversación y del ruido existente. No obstante lo anterior, puede tomarse como valor mínimo de atenuación de diafonía inteligible entre dos abonados cualesquiera el valor de 65 dB.

Puesto que la condición más crítica sería cuando se tiene las señales en un mismo extremo, por consiguiente, la prueba de atenuación de diafonía es realizada con el concepto de paradiafonia.

Aunque el valor de paradiafonia es el valor mas real, sin embargo, puede ser medida la telediafonia teniendo un porcentaje mínimo de error debido a la influencia del ruido en relación con la distancia del

par conductor.

Las condiciones y equipos para ejecutar ésta prueba son los mismos que se indica en la prueba de atenuación. La prueba de diafonía se realiza por muestreo.

Se procede de la manera siguiente:

- Los equipos deben disponerse como se indica en la figura 4.13.
- Colocar el generador de señal en el primer par de una de las regletas primarias o secundarias.
- Cuando medimos paradiafonía conectar en el mismo extremo el medidor de nivel, desde el par 2 al 10 de la regleta; cuando medimos telediafonía conectamos en el extremo distante el medidor de nivel y hacemos un “ barrido” desde el par 2 al par 10; se tomará el valor de la atenuación de diafonía de cada par.

Luego se coloca el generador en el par 2 y se pone el medidor de nivel desde el par 3 al 10. Procediendo de igual forma que la indicada hasta completar los 10 pares correspondientes a la regleta.

Los valores así obtenidos deberán ser como mínimo el valor de diafonía anteriormente indicado, de lo contrario, habrá problemas de diafonía y se tomará las medidas correctivas que el caso amerite.

4.1.6 VOLTAJE INDUCIDO AC

El voltaje inducido puede ser producido por la influencia de campos magnéticos debidos a la coexistencia de las líneas de electrificación y las telefónicas.

La magnitud de este voltaje dependerá de la distancia entre las línea eléctricas y de telecomunicaciones, del voltaje de las líneas eléctricas, de la distancia que recorren paralelamente la línea eléctrica y la de telecomunicaciones, entre otros factores.

El voltaje inducido en la red telefónica produce ruido, generando de esta manera un deterioro de la

comunicación.

Para la realización de esta prueba se utilizará un voltímetro.

Las condiciones para la medición del voltaje inducido son las mismas que se indicó en la atenuación.

Se ejecutará esta prueba tanto en la red primaria como en la red secundaria. La prueba se ejecuta por muestreo.

Se tomará como muestras pares de las diferentes regletas que conforman la red, y se hará la medición del voltaje inducido entre cada uno de los hilos del par y tierra. El valor de referencia máximo que puede tenerse con ésta medida es de $2 V_{AC}$.

En caso de no tener valores como el indicado se procederá a tomar las medidas correctivas tendientes a obtener el valor adecuado.

4.2 TOMAS DE PUESTAS A TIERRA Y PROTECCIONES

Todos los sistemas eléctricos que utilicen líneas físicas como medio de transmisión están sujetos a la influencia de fenómenos electromagnéticos que pueden afectar al funcionamiento del sistema.

En el caso de sistemas de comunicaciones, estas perturbaciones son debidas principalmente a la inducción eléctrica. Aunque la frecuencia de alimentación es generalmente de 50 a 60 Hz, en la práctica la corriente a través del cable aéreo contendrá armónicos superiores, lo cual puede producir una energía inducida en la banda vocal. Las perturbaciones pueden afectar al sistema de comunicaciones en general, como a los equipos y especialmente a la seguridad del personal.

4.2.1 PUESTAS A TIERRA

Para eliminar estas perturbaciones, la red telefónica y los accesorios estarán conectados a tierra y/o protegidos con descargadores de sobretensión.

Una tierra es una varilla, placa, rejilla o tubo de metal conductivo introducido en la tierra, es usada para

mantener un potencial a tierra en los conductores conectados a ella y para disipar en la tierra cualquier corriente dirigida a la misma.

Una buena tierra es esencialmente para:

- a.- Proveer un camino de descarga para pequeñas corrientes.
- b.- Prevenir daños de interferencias producidas por líneas de potencia.
- c.- Mantener un potencial de referencia para seguridad de los instrumentos.
- d.- Limitar el sistema a un nivel de voltaje para seguridad del personal.

Que tan bajo puede ser la resistencia de una tierra?.- Una respuesta arbitraria a esto en ohmios es difícil. La mínima resistencia de tierra, la seguridad y una buena protección del personal y equipo es lo que se aspira.

Para el caso que nos ocupa podemos tomar el valor de referencia menor o igual a 5Ω . Este valor es considerado tomando en cuenta que la resistencia de la pantalla del cable oscila al rededor del valor mencionado. Para obtener mayor información sobre este particular recurrir al manual de la NEC (National Electrical Code).

Los sitios donde deberá tener tomas de tierra son:

- a.- Galería de cables en la central telefónica
- b.- Armarios de distribución.
- c.- Cajas de Dispersión.
- d.- Mensajero del cable aéreo

La resistencia del electrodo (varilla) de tierra tiene los componentes indicados en la figura 4.14.

- 1.- La resistencia del metal con respecto a la conexión de ella.
- 2.- La resistencia de contacto entre la tierra que rodea y la superficie de la varilla.
- 3.- La resistencia de la tierra circundante.

- 1.- Los electrodos de tierra son hechos usualmente de un metal muy conductivo (cobre) con una

adecuada sección transversal de manera que la resistencia es despreciable.

2.- El National Bureau of Standard ha demostrado que la resistencia entre el electrodo y la tierra que le circunda es despreciable si el electrodo está libre de pintura, grasa u otro revestimiento y si la tierra es fuertemente compactada.

3.- El único componente a tomar en cuenta es la resistencia de la tierra circundante. El electrodo puede ser analizado considerando que está rodeado de regiones de tierra o terrenos concéntricos, todos del mismo espesor. La región que está en contacto con el electrodo posee una resistencia de superficie bajo respecto a la resistencia de la región misma. Eventualmente el añadir más regiones hasta determinada distancia del electrodo no produce efecto notable. La distancia a la que se producen efectos importantes se la conoce como “área de resistencia efectiva” y es directamente dependiente de la longitud del electrodo.

En el caso de la resistencia de tierra, la resistividad de tierra (terreno) se asume uniforme, aunque esto rara vez se cumple en la práctica.

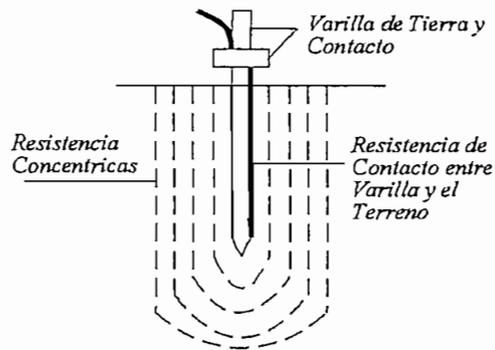


Figura 4.14 Componentes del Electrodo.

Por consiguiente la resistividad del terreno es el factor que determina la resistencia del electrodo, y que

longitud tendrá éste para obtener bajas resistencias.

La resistividad del terreno en su mayor parte está determinada por la constitución electrolítica consistente de humedad, minerales y sales disueltas. Un terreno seco tiene alta resistividad si no contiene sales diluidas.

Con todos los antecedentes mencionados se dará algunas formas de realizar una toma de puesta a tierra. Sin embargo este tema debe ser objeto de un profundo estudio considerando la resistividad del suelo existente en nuestro país; además de los diferentes factores que influyen en la resistencia de puestas a tierra.

Tierra con Electrodo de Varilla.- El electrodo de varilla está constituido por una varilla de acero con revestimiento de cobre, llamada Varilla Copperweld de 1.8 metros de longitud y de $\frac{5}{8}$ " de diámetro figura 4.15 a.

Cuando la resistencia deseada no se puede conseguir con una sola toma de tierra (varilla Copperweld), se ponen otra u otras varillas; la distancia entra tomas de tierra ha de ser, por lo menos igual a la longitud de la varilla figura 4.15 b.

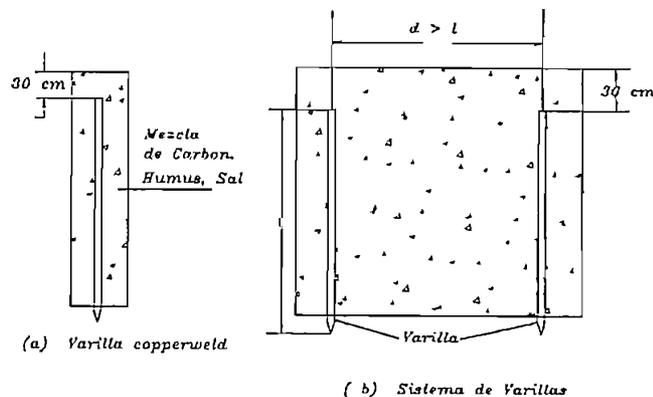


Figura 4.15 Tomas de Tierra con Varilla Copperweld

Tomas de tierra en forma de placa.- Suponiendo que la placa es de forma circular de diámetro d , la resistencia de puesta a tierra será:

$$R_T = \rho / 2d. \quad \text{donde } \rho = \text{resistividad del terreno}$$

Si la placa es rectangular o cuadrada, la resistencia de toma de tierra será:

$$RT = \rho \div (4.5\sqrt{ab})$$

siendo a y b las longitudes de los lados de la placa

En la figura 4.16 ilustra estas formas de puestas tierra

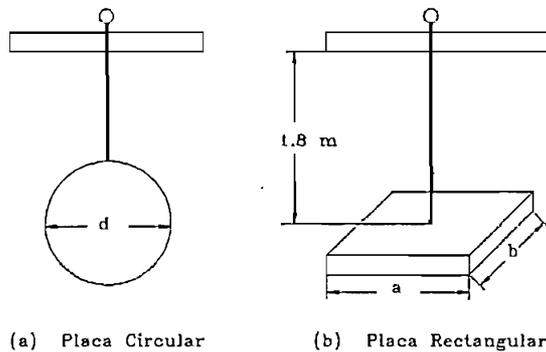


Figura 4.16 Tierras en Forma de Placa

Toma de tierra en estrella.- Esta toma de tierra se la realiza a partir de 6 ramificaciones; el aumento de las ramificaciones contribuye poco a la disminución de la resistencia por lo que se adopta este número como máximo; además los ángulos no deben ser inferiores a los 60° . Figura 4.17 a.

Toma de tierra en forma de Malla.- Se emplea acero cobreado, con sección mínima de 50 mm^2 , cinta de cobre de sección 50 mm^2 y grueso mínimo de 2 mm y finalmente, conductor desnudo de cobre

de 35 mm² de sección mínima figura 4.17 b.

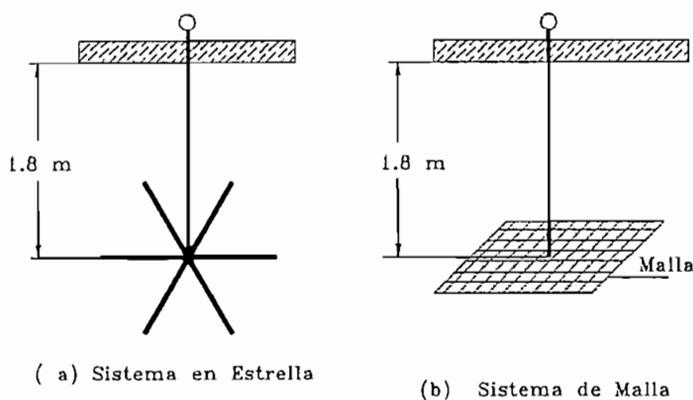


Figura 4.17 Puesta a Tierra en Estrella y Malla

Para la colocación del electrodo de tierra se procede como se indica:

Se instalará la puesta a tierra a 60 cm de cada poste en la que se haya proyectado caja de dispersión con tierra. Se hará un agujero de 60 cm de diámetro por 1.8 m de profundidad, en cuyo centro se colocará el electrodo de tierra para la toma de tierra figura 4.18.

En el caso de los armarios de distribución el agujero se lo realiza en el sumidero del mismo.

Para mejorar la conductividad del suelo y de esta manera tener una resistencia de valor bajo, se mezclará 50 Kg de carbón vegetal triturado con tierra de baja resistencia (De jardín rica en humus) y agua; así como también con 20 Kg de sal de grano.

Esta mezcla se vaciará en el interior del hoyo rodeando el electrodo. A continuación se tapaná el hoyo, rellenando y apisonando con tierra. Este procedimiento se lo realiza en los diferentes lugares que se haya previsto la protección con sistema de tierra.

Luego de lo cual se procede a conectar el borne para tierra en la caja de dispersión, armario, mensajero o al bastidor del distribuidor con el electrodo de tierra por medio de un cable de cobre No. 8 AWG.

La conexión se hará mediante el elemento designado para el efecto (conector copperweld).

El cable de conexión No. 8 AWG se instalará dentro de un tubo de hierro galvanizado de 3 m de longitud y 1/2" de diámetro, el cual se fijará en tres puntos con cinta de acero (cinta Eriband), en el caso de postes; se usará cinta de sujeción perforada en la fijación del cable de conexión entre la salida del tubo y la entrada a la caja de dispersión o mensajero cuando sea el caso. En el caso de armarios y bastidor del distribuidor, el cable de conexión debe ir sujeto con picoletes o grapas; observado que la distancia del cable sea el mínimo posible.

A consecuencia de que la resistencia del suelo tiene una relación directa con el contenido de humedad y la temperatura, es razonable asumir que la resistencia de un sistema de tierra variará con las diferentes estaciones.

Se aconseja que la profundidad del electrodo de tierra bajo la superficie sea considerable. Mejorando los resultados y manteniendo una humedad constante, esperando con esto que el valor de la resistencia de tierra se mantenga constante durante un largo tiempo.

En algunos casos, la resistividad del la tierra es muy alta, de forma que obtener valores bajos de resistencia es difícil y se requerirá un sistema de tierras. En tales situaciones, puede ser más económico el el uso de sistemas con varillas de determinado tamaño y variar la composición química del suelo. Cuando se emplea un tratamiento químico del suelo es necesario la utilización de electrodos de tierra resistencia a la corrosión química.

En la figura 4.18 se muestra la disposición de una puesta a tierra en caja de dispersión con todos sus elementos y accesorios.

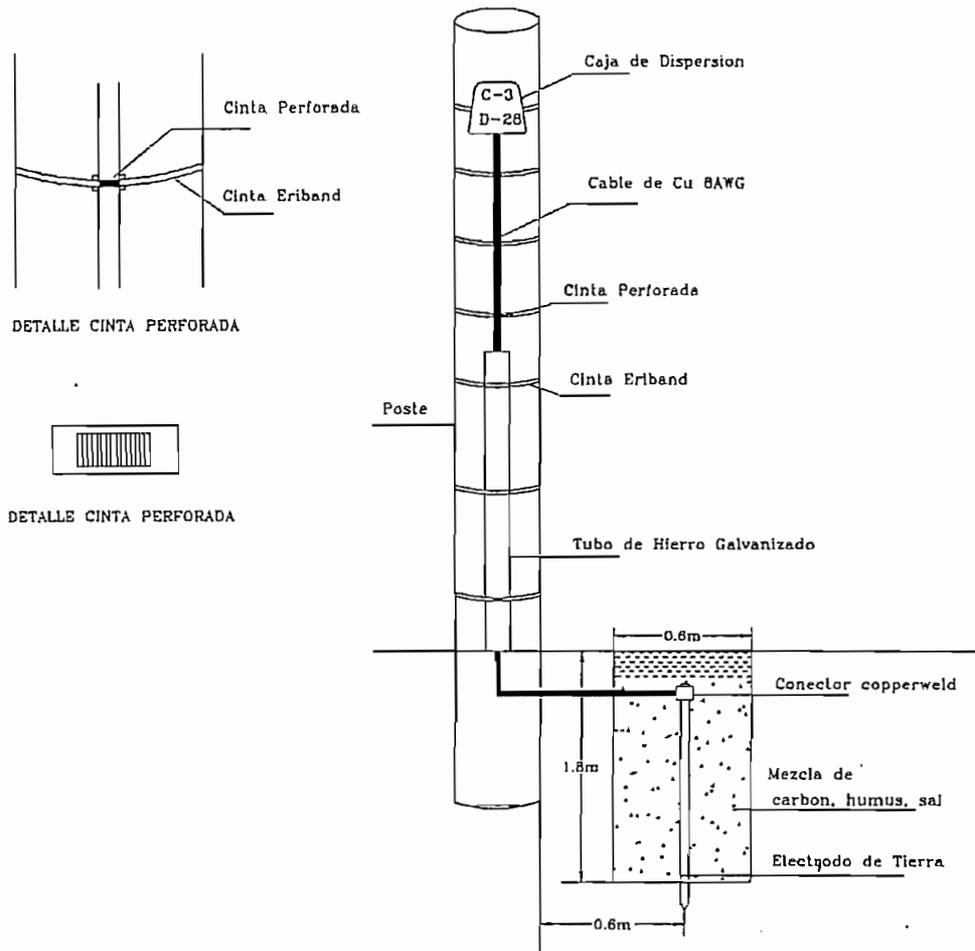


Figura 4.18 Puesta de Tierra en Caja de Dispersión

Medición de Resistencia de tierra. - El equipo utilizado para la medición de la tierra es el Medidor de Tierras (megohmetro con dos vástagos). Para proceder a realizar la medición de la resistencia de tierra se debe tener ciertas precauciones :

- Previo el inicio de esta acción se debe notificar a todo el personal que se va a proceder a realizar la medición de la puesta a tierra, ya que un gran voltaje (mas o menos 400 V), podría existir entre la tierra de la estación y otra tierra remota si se produce un fallo en el sistema de tierra.
- Es recomendable el uso de guantes de caucho.

- Asegurarse que ninguna persona se encuentre cerca de los electrodos de prueba mientras se realiza la prueba.
- La medida de la resistencia de tierra debe realizarse solo con el equipo especialmente recomendado para ello.
- Para la medición correcta se debe desconectar la puesta a tierra del elemento al cual está prevista la misma

El principio de la medición de la tierra es el que se indica en la figura 4.19. La diferencia de potencial entre las varillas X e Y es medida por el voltímetro y la corriente que circula entre X y Z es medida por el amperímetro. Por la ley de Ohm podemos obtener la resistencia del electrodo. Usando un medidor de tierras se mide directamente, pues el medidor de tierras genera su propia corriente y despliega la resistencia del electrodo a tierra.

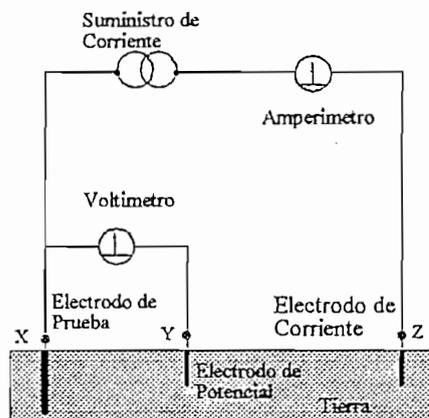


Figura 4.19 Principio de Medición de Tierras

El conductor que sale desde el borne X debe ir conectado al electrodo de puesta a tierra. Los dos conductores que salen desde los bornes Y e Z deben ir conectados a los electrodos auxiliares, los cuales deben estar totalmente extendidos para obtener una lectura correcta. Es necesario insistir que la medición de la puesta a tierra debe ser realizada desconectandola del elemento al cual estaba prevista

la misma.

Los electrodos auxiliares deben ser puestos en lo posible en un lugar donde exista tierra de las mismas características que la de la puesta a tierra. Pues garantiza una generación de campo eléctrico radial. La disposición de los electrodos se indica en la figura 4.20.

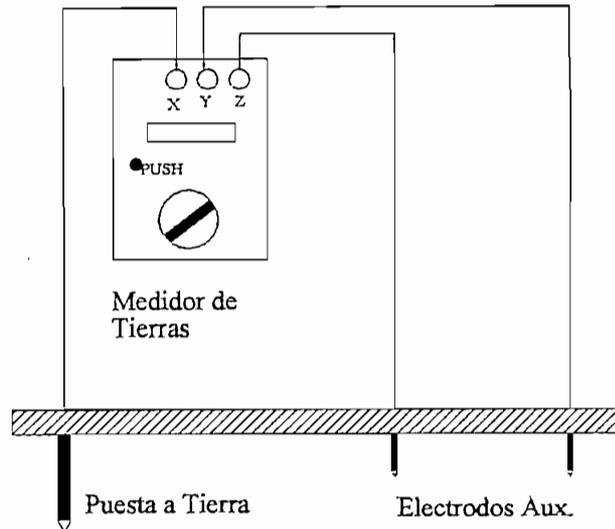


Figura 4.20 Disposición de los Electrodos en el Megómetro

4.2.2 PROTECCIONES

La evolución tecnológica hace que los equipos cada vez sean más frágiles incrementando su sensibilidad, por lo que los sistemas de protección son de gran importancia, y se hace indispensable protecciones más eficaces, especialmente en tiempo de respuesta y en precisión de descarga.

La fragilidad de los equipos conlleva a la destrucción del material, envejecimiento prematuro de los equipos, mal funcionamiento de los sistemas automáticos, etc. Motivo por el cual la necesidad de

protección resulta una imposición; la fiabilidad de los sistemas depende de las protecciones adecuadas, permitiendo ello una reducción de costos de mantenimiento o parada del servicio.

Este tema como el caso anterior debe ser motivo de un gran análisis y profundo estudio, pues se necesita tener un basto conocimiento en lo referente a las condiciones climáticas de nuestro país, estudio de suelos, así como también de los diferentes orígenes de las perturbaciones, pues a cada perturbación le corresponderá un determinado tipo de protección.

Para el caso que nos ocupa mencionaremos los lineamiento generales que pueden ser aplicados en planta externa teniendo en cuenta que estos son susceptibles de modificaciones dependiendo del caso.

Para determinar la protección podemos clasificar en zonas en función de los riesgos.

Zona A.- Zonas formadas por un habitad denso y continuo. Considerando que la densidad y estructura del habitad suministra un poder protector.

Zona B.- Zonas discontinuas densas que no están próximas, es decir, zonas densas espaciadas formadas por edificios separados por una distancia que resulta imposible unirlos mediante un solo tramo (vano).

Zona C.- Zonas rurales o de habitad disperso.

Según donde se encuentre la instalación , se aplicará lo siguiente:

Instalación situada en la zona A.- No necesita instalar protección excepto si la línea tiene más de cinco vanos del tipo aéreo.

Instalación en la zona B.- En principio todas las líneas que incluyan una parte aérea deben ir provistas de protecciones.

Instalación en zona C. - Todas las líneas van protegidas, excepto las instalaciones situadas dentro de un edificio.

En caso que haya líneas de más de 2000 metros, será necesario observar lo siguiente:

- Instalar una toma de tierra cada 300 metros
- Instalar las cajas de dispersión con autoprotección del tipo modular, de forma que haya protección intermedia a lo largo de la línea.

La condición para una buena protección significa hacer que la red de tierra sea la dirección más idónea que tomen las perturbaciones antes que lleguen a los equipos.

El tipo de protecciones que se mencionará son los requeridos para las cajas de dispersión, bloques de corte, de conexión, y bloques de repartidor; que son los descargadores de sobretensiones. Estas sobretensiones pueden producirse en las redes de alimentación o de transmisión.

En general los descargadores de sobretensiones están constituidos por electrodos encerrados en una ampolla llena de gas raro (radioactivo o no) a baja presión.

Puesto que en planta externa los elementos están expuestos a las sobretensiones se mencionan las protecciones para este efecto.

Los descargadores de gas están formados por dos o tres electrodos encerrados en una ampolla de gas raro; denominados descargadores bipolares o tripolares respectivamente.

Descargador Bipolar .- Se compone de los siguientes elementos:

- Un sistema de alúmina. Este material de alta resistencia mecánica y eléctrica, proporciona gran fiabilidad con el paso del tiempo, y puede soportar condiciones de utilización severas (buen comportamiento a la humedad y choques térmicos).
- Dos electrodos , uno de ellos especialmente diseñado para que suelde de forma estanca sobre el aislante, dada su forma y el material utilizado, y el otro diseñado para disipar la energía de las perturbaciones.

Los elementos antes citados se montan de manera estanca en hornos al vacío, lo que permite tener

descargadores de calidad y sellado excelentes.

Funcionamiento.- Cuando se presenta una sobretensión, se produce una descarga eléctrica entre los electrodos opuestos, ya que el descargador ha sido diseñado de forma que cuando se aplican al mismo tensiones de amplitudes que requieren una descarga, se crea un campo eléctrico intenso en dicha zona. Este componente limita el nivel de las sobretensiones mediante una descarga en un medio gaseoso estanco, garantizando así una igualación de potencial dentro de los límites de la tensión residual del descargador. En la figura 4.21 se ilustra un descargador bipolar.

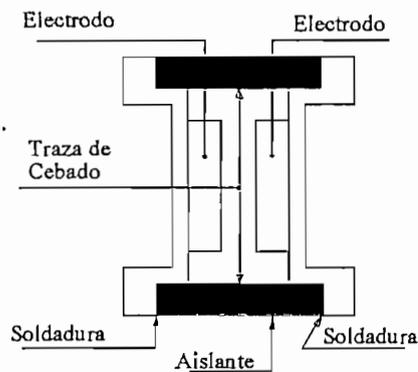


Figura 4.21 Descargador Bipolar

Descargador tripolar.- En este descargador se encuentran los mismos elementos que el bipolar. Sin embargo, existen descargadores tripolares formados por dos bipolares cuyas ampollas están conectadas mediante un orificio. El diseño de los descargadores tripolares debe ser tal que los tres electrodos estén en frente unos a otros dentro de una única ampolla común. En la figura 4.22 se muestra un descargador tripolar.

Si bien la protección mediante un descargador bipolar es suficiente en el caso de centrales electromecánicas y semielectrónicas, la protección mediante descargador tripolar resulta indispensable

en el caso de centrales totalmente electrónicas.

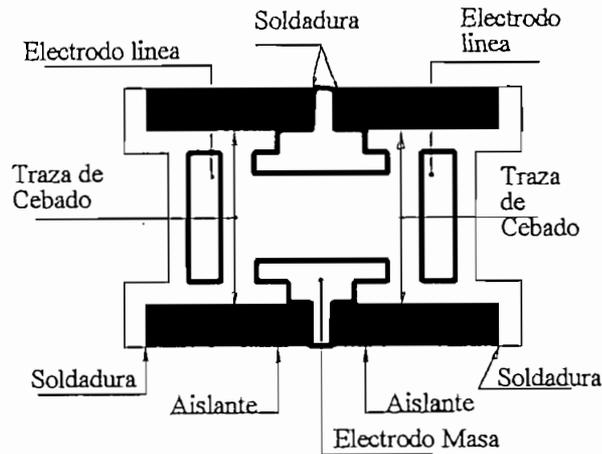


Figura 4.22 Descargador Tripolar

Las características principales de un descargador son las siguientes:

a.- **Resistencia de aislamiento y capacidad parásita:** Esto es resistencia de aislamiento muy elevada (10 GΩ) y su capacidad parásita muy baja (5 pF).

b.- **Funcionamiento:** El comportamiento de un descargador se puede distinguir por cuatro períodos de funcionamiento.

Período de reposo; período de flujo; periodo de arco; y período de apagado.

c.- **Solidez:** Los descargadores están diseñados para soportar varias ondas de choque sin que se destruyan ni se vean afectadas sus características. La solidez se mide por el “poder de descarga”.

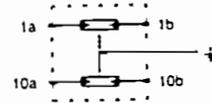
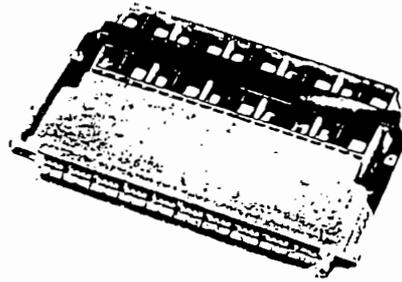
La tensión de apagado de los descargadores esta en el orden de 20 a 30 voltios.

Todos los trabajos en el lado de distribución pueden ser realizados con los chasis y descargadores de sobretensión conectados, esto aumenta la protección de la instalación y del personal.

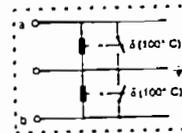
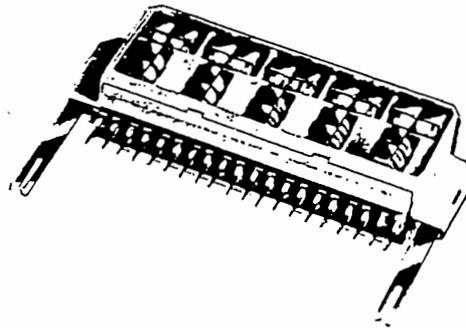
Los chasis de protección de sobretensión son encajados en los diferentes tipos de regletas, así como

también en las cajas de dispersión, teniendo en cuenta que para cada caso existe su respectivo chasis de protección. En la instalación de este tipo de protección es recomendable montar los extremos de las barreras verticales de armarios y distribuidores a una barra de puesta a tierra.

La figura 4.23a, muestra un chasis de protección bipolar y la figura 4.23 b muestra un descargador tripolar contra sobretensiones .



(a) Descargador Bipolar



(b) Descargador Tripolar

Figura 4.23 Descargadores de Sobretensión

4.3 EQUIPOS DE MEDICION.

Cada una de las diferentes mediciones analizadas en este capítulo son realizadas con los equipos que a continuación se detallan. Sin embargo, el desarrollo de la tecnología en ésta área es grande y en la actualidad existen equipos en los cuales se tiene incorporados algunos de ellos, haciendo que las mediciones sean más versátiles y se pueda tener un registro en forma impresa y/o magnética.

Es necesario indicar que dependiendo del tipo de regleta que se use, existen las denominadas puntas de prueba que sirven para ser colocadas en las mismas; y que para obtener correctamente las mediciones es indispensable su uso.

Los equipos más utilizados en planta externa son:

Para la medición de las diferentes resistencias se utiliza un multímetro digital.

4.3.1 MEGOHMETRO

La medición de la resistencia de aislamiento se realiza con el megohmetro. Existen diferentes tipos de megohmetros que pueden ser utilizados para el efecto, aquí se describe uno de ellos el modelo 5100, portátil, multirango, de alta sensibilidad capaz de medir resistencias de aislamiento en el rango de 10 K Ω hasta 3000 G Ω , tiene cuatro voltajes de prueba que son: 500, 1000, 2500, y 5000 Voltios. Cada uno de los voltajes tiene dos rangos de resistencia de 30 M Ω a 30000 M Ω y de 3 G Ω hasta 3000 G Ω . Mayor información de este tipo de megohmetro se indica en el anexo 3.

4.3.2 GENERADOR DE SEÑAL PS-20.

Para la medición de diafonía y atenuación es necesario el equipo denominado generador de señal y el medidor de nivel, al igual que en caso anterior existen varios modelos de los mismos ; aquí se describe el modelo PS-20 como generador de señal y el modelo PMP- 20 como medidor de nivel. Otro tipos son indicados en el anexo 3.

El generador PS - 20 está diseñado como fuentes de señal para efectuar mediciones en equipos de transmisión que trabajan a las frecuencias telefónicas y de programa de sonido. Aptos para el servicio de campo, en lugares donde es necesario llevar los instrumentos de medición para las tareas de mantenimiento y operación de equipos de comunicación de audio.

El PS - 20 tiene la característica de un nivel de transmisión de +16 dB y alta relación de armónicas de 60 dB.

Impedancia de salida seleccionable:..... 600 Ω y 0 Ω ($\leq 3\Omega$).

Corriente de retención tolerable (a $Z_{OUT} = 600 \Omega$) no se admite voltaje de cc ni carga de cc.

Voltaje permitido de repique de corta duración: 25 o 50 Hz,

duración máxima 10 seg, $Z_{origen} \geq 500\Omega$)..... Valor RMS $\leq 100V$.

Relación de simetría de señal según Rec. O 121 del UIT

a un nivel de salida $\geq -40dB$ $\geq 40 dB$

Voltaje de cc a tierra permitido $\leq 100 V$.

Rango de frecuencias..... 20 Hz a 20 KHz.

Límites de error de frecuencia de envío..... $f \leq 10 \text{ kHz}; \pm 2\%$, otras $\pm 3\%$

Nivel de transmisión:

Forma de onda de la señal..... sinusoidal.

Rango de nivel

$Z_{OUT} = Z_L = 600 \Omega$ -59.9 a + 10 dBm.

Ajuste de nivel..... Con conmutador de rueda dentada, en incrementos mínimos de 0.1 dB

Límites de error del nivel emitido a $Z_{OUT} = Z_L = 600 \Omega$, o a $Z_{OUT} = 0$, $Z_L = 600\Omega$

$f = 700$ a 110 Hz..... ± 0.15 dB.

4.3.3 MEDIDOR DIGITAL DE NIVEL PMP - 20

El medidor de nivel PMP - 20 tiene las siguientes características:

Rango de nivel -70 dB a + 10 dB

Resolución de la lectura de nivel..... 0.1 dB

Impedancia de entrada..... 600Ω , $100 \text{ k}\Omega$

Carga de corriente cc permitida ($Z_L = 600 \Omega$)..... $\leq 60 \text{ mA}$.

Medición de Nivel

Rango de frecuencia..... 300 Hz a 20 kHz.

Limitación de banda de frecuencia (límite 3dB)..... 15 Hz a 38 kHz.

Rango de medición de nivel..... - 70 dB a + 10 dB.

Lectura de nivel, con signo correcto, resolución..... 0.1 dB.

Impedancia de entrada seleccionable..... $600 \Omega \pm 0.5\%$ y $100 \text{ k}\Omega$

Pérdida por retorno a 800 Hz, ($Z_{TN} = 600 \Omega$)..... ≥ 40 dB.

4.3.4 MEDIDOR DE TIERRAS.

En éste tipo de equipos existen diferentes versiones tanto digitales como analógicas; respecto a este equipo se describen las características del denominado VOMEG (Voltímetro- Megometro). Digital.

Especificaciones:

Medición de la resistencia de Tierra.

Rango..... 0 a 2000Ω

Resolución..... 1Ω

Exactitud..... $\pm 1\%$ de lectura, ± 2 dígitos.

Máxima resistencia de tierra para pruebas auxiliares Y y Z 5000 Ω

Indicación de las señales de luz

- Exceso de nivel de corriente de fuga
- Continuidad en el núcleo y electrodos
- Tierra y resistencia del electrodo a la corriente excediendo los 5000 Ω

Protección..... Circuito de corte y fusible (0.63 A, 660 V.)

Medición Bajo Ohmiage.

Rango..... 0 a 20 Ω
 Resolución..... 10m Ω
 Exactitud..... $\pm 1\%$, ± 3 dígitos

Medición de Voltaje

Rango 0 a 600 V_{AC}
 Voltaje máximo..... 700 V_{RMS}
 Resolución..... 1 V.
 Impedancia de entrada..... 1 M Ω
 Exactitud..... $\pm 0.5\%$, ± 2 dígitos.

4.3.5 DYNATEL

Uno de los equipos que tiene integrado algunos elementos como los indicados anteriormente es el denominado DYNATEL. Con el cual se puede realizar diferentes operaciones tales como:

- Ensayo de líneas (continuidad de pares), es posible con este equipo la *localización de las posibles fallas* indicadas en lo referente a continuidad, teniendo como lectura del fallo la distancia a la cual se

fallas indicadas en lo referente a continuidad, teniendo como lectura del fallo la distancia a la cual se encuentra la misma, además de otras operaciones como:

- Medición de voltaje.
- Medición de corriente
- Medición de Resistencia
- Ensayo de extensores de bucle
- Ensayo de atenuación.
- Ensayo de ruido.

Este tipo de equipos tienen diferentes designaciones y por ende diferentes características; se menciona aquí las características del Dynatel serie 945 M y 945 MC, otros tipos de dynatel son indicados en el anexo 3.

Características del 945 M

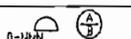
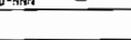
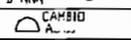
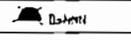
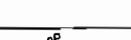
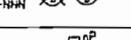
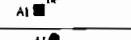
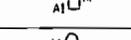
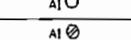
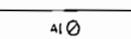
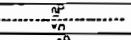
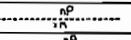
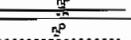
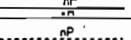
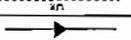
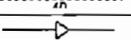
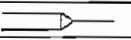
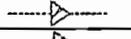
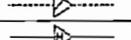
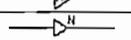
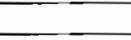
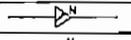
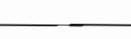
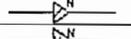
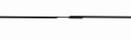
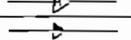
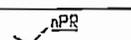
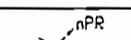
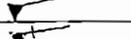
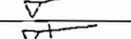
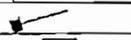
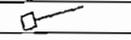
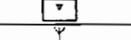
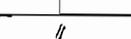
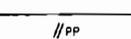
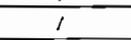
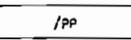
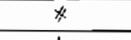
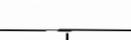
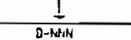
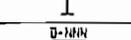
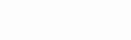
Medidas

Función	Rango	Resolución	Presición
Voltaje AC	0 a 75 V _{AC}	0.1 V	0.7 V
	75 a 250 V _{AC}	1.0 V	3 %
Voltaje CC	0 a 100 V	0.1 V	0.5 V
	100 a 350 V	1.0 V	3 %
Corriente Continua	0 a 110 mA CC 0.1 mA $Z_{IN} = 430 \Omega$	0.3 mA	
Resistencia	0 a 100 M Ω	100 Ω @ 50 K Ω	1 % @ 50 K Ω
Atenuación	-40 a + 10 dB $Z_{IN} = 600 \Omega$	0.1 dB	0.2 dB
Medida de frecuencia	20 a 20000 Hz	1 Hz (durante Ensayo de atenuación)	

4.4 SIMBOLOGIA

La simbología que se presenta a continuación es actualmente utilizada en EMETEL por el departamento de proyectos.

SIMBOLOGIA DE PLANTA EXTERNA

EXISTENTE	PROYECTADO	DESCRIPCION
 CENTRAL AAA	 CENTRAL AAA	CENTRAL TELEFONICA DE NOMBRE AAA
		LIMITE DE ZONA DE CENTRAL
		LIMITE DE DISTRITO
 D-NNN	 D-NNN	DISTRITO NNN, DE CAPACIDAD A PRIMARIOS Y B SECUNDARIOS
 D-NNN	 CAMBIO	EL ARMARIO ANTIGUO ES REEMPLAZADO POR OTRO TIPO.....
 D-NNN	 D-NNN	EL DISTRITO NNN ES ELIMINADO
 D-NNN	 D-NNN	EL DISTRITO EXISTENTE NNN DE CAPACIDAD A PRIMARIOS Y B SECUNDARIOS. AUMENTA O DISMINUYE A C PRIMARIOS Y D SECUNDARIOS
 D-NNN	 D-NNN	AL DISTRITO EXISTENTE NNN SE LE AUMENTA OTRO CUERPO, DE CUYO RESULTADO LA CAPACIDAD A PRIM. Y B SECUNDARIOS AUMENTA O DISMINUYE A C PRIM. Y D SEC.
 AI ^{nP}	 AI ^{nP}	BLOQUE DE DISPERSION AI DE n PARES, INSTALADO EN EL INTERIOR DE UN INMUEBLE
 AI	 AI	CAJA DE DISPERSION AI DE 10 PARES MURAL
 AI	 AI	CAJA DE DISPERSION AI DE 10 PARES EN POSTE DE HORMIGON
 AI	 AI	CAJA DE DISPERSION AI DE 10 PARES EN POSTE DE MADERA
 ^{nP} xM	 ^{nP} xM	CABLE AEREO O AUTOSUSPENDIDO DE n PARES Y x METROS
 ^{nP} xM	 ^{nP} xM	CABLE CANALIZADO O LISO DE n PARES Y x METROS
 ^{nP} xM	 ^{nP} xM	CABLE INSTALADO EN MANGUERA DE SUBIDA A POSTE O PARED DE n PARES Y x METROS
		EMPALME DIRECTO EN POZO
		EMPALME DERIVADO EN POZO (Igual variacion en todos los casos)
		EMPALME DIRECTO EN POSTE DE HORMIGON
		EMPALME DIRECTO EN POSTE DE MADERA
		EMPALME DIRECTO MURAL
		EMPALME NUMERADO EN POZO
		EMPALME NUMERADO EN POSTE DE HORMIGON
		EMPALME NUMERADO EN POSTE DE MADERA
		EMPALME NUMERADO MURAL
		EMPALME A SER ABIERTO
 ^{nPR}	 ^{nPR}	RESERVA DE n PARES
		RETENIDA A TIERRA
		RETENIDA A TIERRA CON POSTE AUXILIAR
		RETENIDA A TIERRA CON BRAZO
		RETENIDA A PARED
		SUBESTACION DE TRANSFORMACION
		ANTENA DE UN TRANSMISOR DE RADIOFRECUENCIA
		POSTE DE HORMIGON
		POSTE DE MADERA
		POSTE DE HORMIGON CON TRANSFORMADOR
		TIERRA
 D-NNN	 D-NNN	BASE DE HORMIGON PARA EL ARMARIO DEL DISTRITO NNN

SIMBOLOGIA DE PLANTA EXTERNA

EXISTENTE	PROYECTADO	DESCRIPCION
		POZO EN ACERA DE N BLOQUES
		POZO EN CALZADA DE N BLOQUES
		POZO MIXTO DE N BLOQUES. COMPARTE ACERA Y CALZADA
		AMPLIACION DE POZO EN ACERA DE N BLOQUES A P BLOQUES CON CAMBIO DE TAPA
		AMPLIACION DE POZO EN CALZADA DE N BLOQUES A P BLOQUES
		POZO DIAGONAL EN CALZADA, PARA CAMBIAR EJE DE CANALIZACION
		POZO DIAGONAL MIXTO, PARA CAMBIAR EJE DE CANALIZACION
		POZO DIAGONAL EN ACERA, PARA CAMBIAR EJE DE CANALIZACION
		POZO DE MANO EN ACERA
		CANALIZACION EN ACERA DE 4 VIAS Y x METROS
		CANALIZACION EN CALZADA DE 8 VIAS Y x METROS
		MANGUERA DE 2", PARA SUBIDA A POSTE O PARED
		CAJA DE REVISION DE AGUAS SERVIDAS
		CAJA DE REVISION DE ENERGIA ELECTRICA
		CAJA DE REVISION DE AGUA POTABLE
		SUMIDERO
		HIDRANTE
		ARBOL
		GRADAS
		PUENTE
		NORTE
		CAJA DE DISTRIBUCION PRINCIPAL
		CAJA METALICA DE REVISION, DONDE SE INSTALA EL BLOQUE DE 10P An
		TOMA DIRECTA PAR AI-08
		TOMA PARALELA PAR AI-08
		TOMA EXTENSION PAR II-04, PROVENIENTE DE UNA CENTRAL TELEFONICA PRIVADA
		BLOQUE DE CONEXION DE n10P, CORRESPONDIENTE A LA SERIE AI-n
		n PARES DISTRIBUIDOS
		CABLE DE n PARES, INSTALADO EN TUBERIA DE Ø Ann. DIST. d ENTRE CAJAS EN PARED, PISO, O CIELO FALSO
		SUBE/BAJA UN CABLE DE n PARES, INSTALADO EN TUBERIA DE DIAMETRO Ann Y DISTANCIA d ENTRE CAJAS
		TELEFONO
		TELEFONO MONEDERO
		CENTRAL TELEFONICA PRIVADA, M TRONCALES Y N EXTENSIONES
		EQUIPO TERMINAL DE DATOS
		FAX
		MULTIPLEXOR

4.5 COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.

- La construcción de planta externa está basada en un diseño previo en el que se realiza un estudio de demanda inicial y una proyección de crecimiento generalmente a 10 años, bajo este criterio se asume que el proyecto de planta externa permite el crecimiento sin problemas de sobresaturación de la red telefónica; sin embargo, en nuestro medio no se respeta los parámetros sobre los cuales se realiza el diseño. Es por este motivo que se puede observar en algunos sitios que la red de planta externa es un desorden.

- Uno de los problemas que redundan en la sobresaturación de la red de planta externa es el tiempo de ejecución de los trabajos de construcción de la red de planta externa. Ya que por ejemplo, un proyecto es realizado con los requerimientos actuales y la construcción se lleva a cabo luego de varios años de presentado el proyecto, esto afecta a la utilización normal de la red telefónica, pues los cálculos para los cuales fue desarrollado el proyecto ya no son los realmente requeridos, perjudicando la explotación secuencial prevista en el mismo.

- Por lo anotado en el párrafo anterior, es indispensable antes de iniciar la construcción realizar un recorrido de verificación del lugar donde se va a efectuar los trabajos, a este recorrido se le denomina replanteo, éste tiene como objetivo la constatación de que el proyecto no ha sufrido variaciones considerables. En el replanteo se confirma las distancias de los cables entre postes y cámaras de revisión, se verifica si los lugares previstos para los elementos de dispersión (cajas de dispersión y armarios de distribución), no tienen que ser alterados debido a modificaciones realizadas en los lugares proyectados para el efecto. De ser necesario el cambio, se deberá tener un buen criterio para proceder a realizarlo. El replanteo también permite señalar los lugares donde se ha proyectado construir por ejemplo, cámaras de revisión, instalación de postes, colocación de armarios y cajas de dispersión, también permite la revisión del estado de la canalización existente.

- Una vez realizado el replanteo se procede a obtener las cantidades totales de todos los materiales requeridos para la construcción del proyecto de planta externa. Cabe señalar que cuando se trata de los cables para la red secundaria, es aconsejable dar un margen adicional de un 3 a 5% del total del cable con el objeto de prever esta cantidad para la realización de empalmes y fijación de los cables en postes y cámaras de revisión. En lo referente a los cables primarios, estos deben ser totalizados teniendo en cuenta que la longitud máxima por cada bobina de cable es de 250 metros, por tanto, se deberá procurar hacer uso de la mayor cantidad de cable posible, evitando que hayan desperdicios considerables; obviamente la mayor utilización de estos cables está en función de las distancias en las cámaras de revisión. Estos cables, en su gran mayoría por no decir la totalidad, son instalados en canalización.

- Es necesario que durante la construcción de un proyecto de planta externa, el constructor y el departamento de fiscalización de planta externa de EMETEL, tengan una permanente coordinación de los trabajos, para evitar contratiempos y discrepancias posteriores.

- Si bien es cierto que en el desarrollo de la construcción de la red, en algunos casos las normas tienen sus excepciones, sin embargo se deberá proceder de la mejor manera y tendiendo a no salirse de contexto de la norma pertinente. Por esto es indispensable tener un buen conocimiento de las normas de construcción de planta externa y aplicarlas adecuadamente.

- Durante los trabajos que he tenido la posibilidad de realizar, he observado que en muy pocas ocasiones se hace referencia de las normas de construcción de planta externa; especialmente en lo concerniente a la seguridad del personal de trabajo; pues éste particular es quizá uno de los más importantes, ya que de ello depende en gran medida un buen desarrollo de la construcción de la red telefónica, así como también la prevención de accidentes que en estos casos pueden ser de considerable magnitud.

- Las normas tienen como objetivo unificar criterios para la construcción de la red telefónica, empero si estas no son de conocimiento general mal se podría converger en un criterio, es por ello que EMETEL debe difundir y hacer cumplir con más énfasis dichas normas.

- La utilización de materiales que cumplan con las condiciones técnicas adecuadas es fundamental e imprescindible, esto garantiza la vida útil prevista, sin que para ello haya necesidad de rectificaciones posteriores debido a la mala calidad de los materiales. Es también indispensable que todos los trabajos sean realizados utilizando la herramienta pertinente para cada una de las acciones inherentes a la construcción de planta externa, esto redundará en la calidad y garantía de funcionamiento de la red en general.

- El personal que interviene en la construcción de la red telefónica debe ser calificado, ya que muchos de los problemas posteriores se evidencian debido a la falta de participación de personal capacitado en esta área. Principalmente cuando se realizan empalmes, pruebas, mediciones y tendido de cable en las cercanías de líneas eléctricas de alta tensión, es esencial la participación de personal capacitado, de manera que los trabajos se lleven a cabo con criterio técnico.

- Es preciso mencionar que cuando se trate de empalmes en cables primarios, las mangas deberán ser identificadas para facilitar el reconocimiento de la ruta a la que pertenece dicho empalme. En lo posible estos empalmes no deberán ser reabiertos a menos que sea estrictamente necesario; se debe procurar que estos empalmes no queden en lugares en los cuales el nivel freático de la cámara de revisión sea alto, cuando esto no sea posible se procurará que la posición del empalme en la cámara de revisión evite el contacto con el agua presente en ella. En los casos que el nivel freático sea elevado se procederá a realizar un drenaje natural en la cámara de revisión, esto siempre y cuando la circunstancias y el lugar lo permitan. Esta consideración es también válida en el caso de los empalmes de red secundaria que estén en las cámaras de revisión.

- Todos los cables utilizados en la construcción de la red telefónica no deben ser arrastrados, ya que pueden ocurrir daños en la cubierta de los mismos, y ocasionar posibles averías a los pares constitutivos de ellos. Para evitar esta situación se deben colocar rodillos o poleas de piso, sobre las cuales descansa el cable; de no poseer estos elementos el personal de la construcción deberá sostener el cable para evitar posibles daños.

- La transportación de los materiales de planta externa debe hacerse de forma que se garantice la ausencia de posibles deterioros en sus características, que redunden posteriormente en la calidad de la totalidad de la red. Especialmente en lo concerniente al cable telefónico.

- En la instalación de las cajas de dispersión se debe procurar que nunca estén instaladas en un poste con transformador, debido al aumento de riesgo que presenta el hacerlo. Si no es posible, la caja deberá ser autoprotegida para disminuir los riesgos.

- Los empalmes terminales siempre deben estar ubicados en la galería de cables, por tanto la central telefónica siempre debe tener un lugar predestinado a estos empalmes; la galería de cables estará separada del repartidor principal (MDF), con el afán de que en un caso fortuito de incendio, este no se propague hacia el MDF, pues como recordamos el empalme terminal es realizado con cables de PVC que no propagan el fuego. Este tipo de empalmes también debe poseer su respectiva identificación correspondiente a la ruta a la cual pertenece.

- En relación a las pruebas y mediciones de los cables telefónicos podemos anotar que EMETEL no las efectúa con los conceptos indicados para cada una de ellas. Es el caso de la resistencia de aislamiento del cable telefónico, EMETEL realiza ésta prueba una vez conectados los pares a las regletas del armario, al distribuidor y a las cajas de dispersión, por lo que el valor de la medición no es realmente la del cable telefónico, si no de todo el sistema que conforma la red telefónica,

contradiendo el concepto con el que se debe realizar esta prueba, razón por la cual a este respecto se deberá tomar las acciones pertinentes para una rectificación.

- Cuando se trata de la resistencia de bucle (lazo), se debe cumplir con los requerimiento estipulados por la central telefónica, las cuales aconsejan que la resistencia de lazo, que es la suma de las resistencias parciales correspondientes desde la central telefónica (MDF), al aparato telefónico debe ser 1800Ω para un funcionamiento normal. Si consideramos que el aparato telefónico puede tener una resistencia entre 400Ω y 600Ω , tenemos que la resistencia máxima que debe presentar el par telefónico será 1200Ω . Por consiguiente para verificar este particular debemos sumar la resistencia de bucle de la red primaria y secundaria, y si es superado este valor concluiremos que el abonado es susceptible de tener problemas, y que el diseño no ha sido realizado a cabalidad.

- En lo inherente a la atenuación, también los fabricantes de centrales telefónicas especifican una atenuación máxima de un par telefónico en 9 dB, y para comprobar el valor de este parámetro se deben sumar las atenuaciones de red primaria y secundaria, en caso de superar este valor se concluye de igual forma que en el párrafo anterior. Las dos consideraciones anotadas no son tomadas muy en cuenta por EMETEL.

- Las protecciones y puestas a tierra constituyen un parámetro importante dentro de la construcción de planta externa, de esto depende el evitar accidentes a los abonados así como a la totalidad de la red telefónica. Por ello es necesario que las protecciones y puesta a tierra garanticen la estabilidad del sistema. En el caso de las puestas a tierra el valor de éstas en lo posible deberá ser constante durante todo el tiempo, consecuentemente la realización de una buena puesta a tierra será trascendental.

- En lo referente a la instalación de la fibra óptica , podemos decir que los comentarios referidos anteriormente respecto de coordinación de trabajos, seguridad del personal, utilización de materiales

calificados técnicamente, transportación de materiales, son aplicables de similar forma que en el cable de cobre. Evidentemente el personal que trabaje en este campo deberá ser lo suficientemente preparado para un buen desempeño en las labores.

- Los cuidados que hay que tener en la instalación de la fibra óptica son mayores que en los cables de cobre, por obvias razones, especialmente cuando se trate de microflexiones y radios de curvaturas mínimos que pueden ser aceptables en el transcurso de la instalación, y que conlleven a aumentar los valores de atenuación de las señales, por ende se debe procurar instalar la fibra óptica tomando en cuenta estos y otros detalles que proporciona el fabricante.

- Las formas de instalación para la fibra óptica son en general similares a las indicadas para el cable de cobre, evidentemente con mayor énfasis en lo referente a los cuidados y precauciones en el momento de proceder a la instalación.

- Cuando la instalación de la fibra óptica se realice con cabrestante, es necesario tener en cuenta las distancias de los tramos, para prever la utilización de mecanismos de guía intermedios, pues estos son indispensables cuando los tramos son considerables. Si es utilizado éste equipo será ventajoso tener impreso los valores de fuerza de tracción con los cuales se ha instalado los cables de fibra óptica, en la actualidad los cabrestantes poseen sistemas de registro que dan esta posibilidad.

- Los subductos usados para la instalación de la fibra óptica deben ser identificados para que cuando se realice este trabajo, no haya cambios de subductos en los tramos de canalización, evitando de esta manera las curvaturas en las cámaras de revisión. Esto también es aplicable en la instalación de cables de cobre.

- Los acabados de los conectores FC y SC utilizados en estos sistemas deben ser realizados de manera

que se garantice los parámetros establecidos para pérdidas de inserción y de retorno; consecuentemente se tendrá una buena calidad en los pigtails y jumpers.

- La organización del distribuidor de fibra óptica (FDF), debe realizarse siguiendo estrictamente los pasos indicados para el efecto, pues de ello depende la facilidad de identificación para evitar pérdidas de tiempo en el seguimiento de una determinada interconexión.

- Para los FDF es de suma importancia el colocar avisos de peligro en lugares donde se tiene señales de luz laser, ya que el no hacerlo podría ocasionar daños irreparables, especialmente en la vista del personal técnico.

- Las mediciones y pruebas de las fibras ópticas son efectuadas con el OTDR (Optical Time Domain Reflectometer), con el cual podemos acceder a la verificación simultánea de varios parámetros de medida, es aconsejable tener un buen conocimiento del funcionamiento de este equipo.

- La disposición de los empalmes de fibra óptica dependen en gran medida de la técnica utilizada, por consiguiente se debe seguir los pasos indicados por los fabricantes, para garantizar el buen funcionamiento del sistema.

- Siempre que se tengan distancias considerables, la utilización de la fibra óptica monomodo es imprescindible, esto debido a sus magnificas características. En nuestro medio este tipo de fibras es utilizado en los enlaces troncales de las centrales telefónicas.

- Cuando se trate de pruebas y mediciones se debe procurar tomar las precauciones necesarias para evitar accidentes; para empezar a realizar las pruebas y mediciones, el personal debe estar alertado de que se procederá con esta acción, especialmente cuando se trate de mediciones de resistencia de

aislamiento, y mediciones de puestas a tierra, pues los voltaje aquí utilizados son considerables.

4.6 RECOMENDACIONES

- Creo que es indispensable que EMETEL tenga un departamento en el cual se pueda realizar la homologación de los diferentes materiales , para tener calificado en forma técnica toda la variedad de marcas que existen en el mercado. Si bien es cierto que los fabricantes distribuyen sus productos bajo normas internacionales de calidad, sin embargo es necesario que EMETEL o una entidad adscrita a éste sea el encargado de ratificar la calidad de los productos. Evitando con esto que algunos productos de mala calidad sean utilizados en la construcción de la red telefónica, y que a la postre éstas situaciones sean evidenciadas en la calidad del servicio.

- Una vez creado este departamento se debe proceder a realizar las pruebas técnicas pertinentes a los materiales que van a ser utilizados en cada uno de los proyectos que tenga previstos EMETEL. Todas estas pruebas deben realizarse por muestreo y de una manera no destructiva.

- En lo que concierne al tendido del cable canalizado, EMETEL debe exigir que estos sean instalados con todos los equipos adecuados , no permitiendo el uso indebido e inadecuado de otros equipos, pues esto es antitécnico y pone en riesgo la integridad de los trabajadores como del público en general, a parte de que esto conlleva a un decremento en la calidad y vida útil de los cables.

- Las normas de planta externa podrán ser susceptibles de variaciones en tanto en cuanto la evolución de los elementos inmiscuidos en la construcción tengan evoluciones, es el caso de las regletas y sistemas de conexión los cuales deben ser admitidos previa homologación; *constatando* sus cualidades técnico - prácticas y calidad en sus funciones a largo plazo.

- Creo conveniente en un futuro, que la red de dispersión no se lleve a cabo como en la actualidad, sino que puedan evitarse la gran cantidad de cables de acometidas aéreas, con la utilización de cajas de polietileno empotradas en lugares adecuados, para que la distribución de la red de abonados sea llevada en forma canalizada, contribuyendo con esto a una mejor organización.

- La construcción de planta externa debe ser realizada incluyendo la red de dispersión, ya que esto ayuda en gran medida a tener un desarrollo consecutivo y adecuado de las proyecciones de crecimiento de la red de planta externa.

- Cuando sea necesario ampliar la red de una determinada zona, se debe procurar no instalar dos armarios de distribución adyacentes, ya que en nuestro medio no se respeta la independencia de cada uno de los armarios y consecuentemente se producen desordenes y contravenciones técnicas que perjudican a la poste a los abonados.

- Los empalmes primarios deben ser realizados y cerrados una vez que se lleva a cabo las pruebas pertinentes, esto redundará en la garantía de que estos no tendrán que ser abiertos una y otra vez por problemas posteriores. Cuando los empalmes sean abiertos y vueltos a cerrar, EMETEL debe exigir que se cambie los elementos constitutivos de la manga que se vean afectados, ya que si bien es cierto que las mangas son reentrables, la gran mayoría de fabricantes dispone que las partes que sean removidas deben ser cambiadas. En nuestro medio no se procede como indican los fabricantes.

- EMETEL debe calificar al personal idóneo para la ejecución de trabajos de planta externa, ya que ésta entidad es la llamada a salvaguardar la calidad y garantía de un buen trabajo. La seguridad durante la construcción de un proyecto debe ser tomado muy en cuenta y tanto EMETEL, como las compañías constructoras, deberán promover cursos de seguridad industrial.

- En las cámaras de revisión creo conveniente que sean efectuadas independientemente para la red primaria y red secundaria. Esto permite organizar de mejor manera la infraestructura de canalización y los cables instalados en ellas. Cuando sean construidas cámaras nuevas se debe procurar tener distancias entre ellas de manera que sean consecuentes con las distancias de las bobinas de cables primarios; esto es, considerando que las bobinas de los cables primarios tienen longitudes no mayores a 250 metros.

- Cuando se efectúe la medición de resistencia de aislamiento, no debe realizarse varias veces porque esto deteriora el aislamiento de los conductores y repercute en la vida útil del cable. Igualmente es importante tener las precauciones del caso para que no se produzcan accidentes por las descargas de voltajes altos, que son requeridos en estos casos.

- En casos de encontrarse daños de cualquier índole es necesario llevar un control de los mismos, para facilitar las reparaciones, las cuales deben ser efectuadas lo más pronto posible. Los equipos de prueba existentes en la actualidad permiten tener con gran exactitud los problemas previsible en estos casos y esta cualidad debe ser explotada en su totalidad.

- Cuando en la instalación de fibras ópticas no se tengan subductos vacíos, en lo posible no debe colocarse la fibra óptica conjuntamente con los cables de cobre, debido a que por desconocimiento de la coexistencia de estos, pueden producirse daños considerables, a parte de que esta situación es antitécnica.

- Los equipos de medición deben ser utilizados por personal que tenga conocimiento de la materia, para evitar malas interpretaciones que repercutan posteriormente. Actualmente los equipos de medición de fibras ópticas permiten optimizar y verificar diferentes parámetros simultáneamente, razón por la que la utilización adecuada de estos equipos debe ser por personal capacitado.

4.7 APLICACION AL PROYECTO DE LA CENTRAL SAN RAFAEL RUTA CAPELO 2.

Respecto de este proyecto se hace un informe indicando la forma en que fue ejecutado, tomando en cuenta si las normas fueron o no cumplidas en su totalidad.

Este proyecto fue presentado en el año de 1994 y su construcción se inicio los primeros meses del año 1996. Debido a este lapso transcurrido desde su aprobación hasta los inicios de la construcción, se hizo necesario realizar el replanteo, a pesar que ésta acción es primordial en todos los proyectos independientemente del tiempo demorado en la ejecución de los mismos.

Los trabajos de replanteo se iniciaron con la comprobación de distancias inherentes a la red primaria, así como también la verificación de la canalización ; debido a que la canalización existente estaba saturada, el proyecto contemplaba la ampliación de ella; en este particular es necesario mencionar que previa la iniciación de la ampliación se procedió a un replanteo conjunto entre el departamento de fiscalización de canalización , de planta externa de EMETEL y el constructor. Encontrandose que se requerían cambios respecto de las distancias existentes en las cámaras de revisión; este requerimiento no se llevo a efecto, teniendo como consecuencia el desperdicio de cable primario (de 1800 pares) en magnitudes considerables; especialmente en los primeros tramos, considero que esta situación contradice lo indicado en la norma para la instalación del cable primario.

En el desarrollo de esta actividad se encontró que los tramos comprendidos entre los empalmes # 13 y #14 (anexo 4, plano de red primaria), existían cámaras de revisión con nivel frático considerable, además de que las dimensiones de las entradas de las cámaras de revisión no estaban realizadas bajo las normas de construcción de canalización. Otro de los contratiempos encontrados en la verificación de la canalización fue en los tramos comprendidos entre los empalmes # 17 y # 18, en los cuales los

ductos de canalización estaban tapados, procediendo en estos dos casos a realizar los arreglos pertinentes. Cabe señalar que debido a lo anteriormente señalado el proyecto sufrió modificaciones en lugares donde estaban previstos los empalmes.

Esta ruta comprende cinco distritos, de los cuales dos tienen construcción de red secundaria. Un distrito es un gran “paquete” de áreas de dispersión pequeñas, agrupadas para concentrar una área de servicio; los distritos que tienen red secundaria según el proyecto son el 01 y 02 cuyos planos se adjuntan en el anexo 4. Los otros distritos no poseen red secundaria debido a que en estos sectores hay urbanizaciones, y EMETEL no realiza directamente los trabajos de red secundaria.

En cuanto a los dos distritos de red secundaria podemos mencionar lo siguiente: se procedió al replanteo respectivo, teniendo como resultado dentro de lo más relevante lo que a continuación se indica:

En el distrito 01 hubo la necesidad de cambios en lo referente a la disposición final de las cajas de dispersión, ya que algunas de ellas habían sido proyectadas en postes con transformador; es el caso de las cajas L3, J4, H1, G2, que se cambiaron de posición por encontrarse en la situación anterior; cumpliendo de esta manera lo estipulado en uno de los párrafos de la norma de instalación de cajas de dispersión. También se creyó conveniente la instalación de dos postes nuevos, con el objeto de dar solución al tendido de cable aéreo mal concebido dentro del proyecto, y para solucionar un problema de caja de dispersión en transformador. Todos estos cambios están indicados en el plano de red secundaria del distrito 01.

En el distrito 02 de igual forma que en el caso anterior las cajas K4 y L4 se cambiaron de posición por encontrarse proyectadas en postes con transformador (ver plano de red secundaria distrito 02). En este distrito se efectuó también un cambio en el empalme correspondiente a las cajas de la serie H y G (ver plano de esquema de empalmes D - 02), para evitar la realización de un empalme a muy pocos

metros de otro.

Los cambios anotados son los más relevantes en cuanto se refiere al replanteo de la red secundaria.

Ya en la construcción se procedió con la instalación del cable de 10 pares. Creo conveniente iniciar siempre en cualquier proyecto con la instalación de cables de menor capacidad hasta los de mayor capacidad, como se procedió en este proyecto, es decir, iniciando con el tendido secuencial de cables de 10, 20, 30, 50, 70, 100 pares, sean estos aéreos o canalizados. A este respecto cabe señalar que las precauciones y las normas se cumplieron sin mayores dificultades, pues la topología no presentó inconvenientes. En la instalación de los cables se puso énfasis en las precauciones de seguridad, y seguimiento adecuado de las normas de planta externa; considero que fueron puestas en práctica en un 95 % y el restante porcentaje corresponden a excepciones que se presentaron en el campo.

En la instalación de las cajas de dispersión, regletas de conexión y de corte, las herramientas utilizadas fueron las adecuadas, dando garantía de que en lo posterior no se van a producir daños, en razón de la no utilización de estas herramientas; al igual que en el caso anterior las normas se pusieron en práctica; y en general las normas y precauciones de seguridad así como la coordinación de trabajos se desarrollaron de una manera bastante satisfactoria.

Los empalmes de la red secundaria en los dos distritos se efectuaron con los conectores de desplazamiento de aislamiento y utilizando la herramienta pertinente para este cometido; no se tubo ningún problema posterior de daños inherentes a este tema, esto ratifica que la participación de personal capacitado, la utilización adecuada de los elementos de un empalme y posterior cierre de los mismos influyen en la ejecución de un buen trabajo.

En cuanto a la red primaria, en la instalación del cable se contravino las normas de instalación, ya que solo en los primeros tramos, los trabajos se ejecutaron con la ayuda del cabrestante, luego se utilizó

un camión en reemplazo del cabrestante; si bien es cierto que se tomaron precauciones, creo que esto no da garantía total de que en lo posterior se tengan problemas . Por lo que EMETEL debe hacer cumplir lo especificado en las normas, para que se tome conciencia que de esto depende mucho la reducción de constantes mantenimientos, caso contrario, las normas no tienen mayor sentido de ser.

En la realización de los empalmes se utilizó módulos de conexión de 25 pares y la herramienta correspondiente para la conexión adecuada de estos; sin embargo se contravino en la norma ya que no se llevaron a efecto las pruebas previas al cierre de la manga como consta en las normas que tiene indicado este trabajo. Además parte del personal que intervino en éste trabajo no estaba suficientemente capacitado.

Los empalmes terminales no fueron colocados en la galería de cables especificada para esta tarea, debido a que la central de San Rafael no dispone de una galería de cables, este lugar esta dispuesto en el mismo lugar donde se encuentra el MDF, contradiciendo lo indicado para estos casos.

Como conclusión se puede anotar que en la construcción de la red secundaria las normas y precauciones se pusieron en práctica casi en su totalidad; mientras que en la red primaria se contravino muchas normas y precauciones.

Para tener consecuencia con todos los tópicos indicados anteriormente, a continuación se presenta un cuadro de resumen con la actividades de trabajo y el cumplimiento de las normas en los mismos.

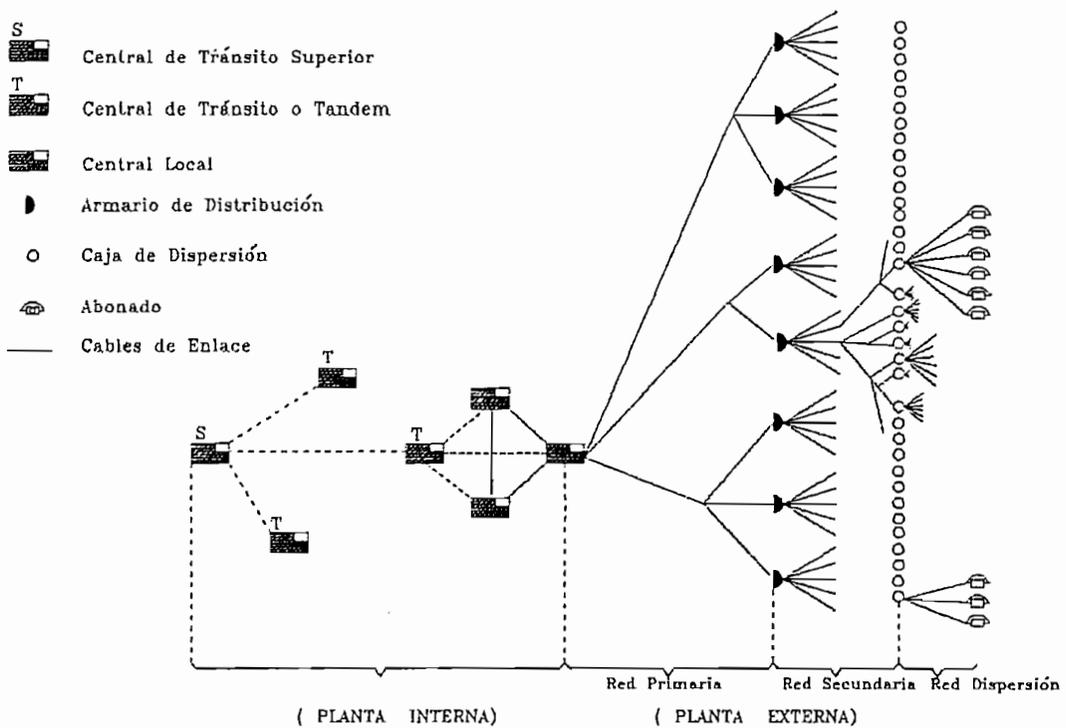
CUADRO DE RESUMEN DE ACTIVIDADES Y CUMPLIMIENTO DE NORMAS				
ACTIVIDAD	NORMA	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
RED PRIMARIA				
TENDIDO DE CABLE CANALIZADO	- Utilizar cabrestante	10%	90%	- No se uso por negligencia del constructor.
	- Señalización	100%	0%	
	- Transportación adecuada	100%	0%	- Negligencia del personal.
	- Uso de curvas protectoras.	80%	20%	
	- Registro impreso de fuerza de tracción.	0%	100%	- No se uso cabrestante.
	- Precauciones al destapar cámaras de revisión.	30%	70%	- Por desconocimiento.
	- Protección de las puntas del cable con capuchones termocontraíbles.	20%	80%	- Por desconocimiento.
	- Uso de mallas.	100%	0%	- Por desconocimiento.
- Prevención de accidentes.	80%	20%		
EMPALMES PRIMARIOS	- Utilización de herramienta adecuada	95%	5%	- Negligencia del personal.
	- Intervención de personal calificado.	70%	30%	- Falta de capacitación.
	- Pruebas intermedias antes de cerrar la manga.	0%	100%	- Por desconocimiento.
	- Uso de anillos de identificación.	0%	100%	- Por desconocimiento.
	- Colocación adecuada del empalme en cámara de revisión.	90%	10%	- Falta de supervisión.
	- Identificación de empalmes.	60%	40%	- Falta de supervisión.
	- Señalización	100%	0%	
RED SECUNDARIA				
INSTALACION DE POSTES	- Profundidad del agujero según UTT.	90%	10%	- Falta de supervisión y negligencia del personal.
	- Levantamiento de postes con equipo adecuado.	100%	0%	
	- Acuñaado de postes.	100%	0%	- Por desconocimiento.
	- Marcas de precaución.	0%	100%	
COLOCACION DE HERRAJES	- Uso de herramienta adecuada.	100%	0%	- Hay excepciones.
	- Uso de cinta de acero.	100%	0%	
	- Instalación de herrajes en posteria recta.	90%	10%	- Hay excepciones.
	- Distancia entre herraje y ganchos de distribución	90%	10%	
TENDIDO DE CABLES AEREOS	- Prevención de accidentes.	60%	40%	- Por desconocimiento.
	- Uso de poleas guías.	0%	100%	- Por desconocimiento
	- Colocación de dos grilletes y correas plásticas.	90%	10%	- Falta de supervisión.
	- Disposición adecuada del cable.	90%	10%	- Falta de supervisión.
	- Distancia en coexistencia de líneas.	60%	40%	- Por desconocimiento.
INSTALACION DE CAJAS DE DISPERSION	- Uso de materiales de fijación	100%	0%	- Hay excepciones.
	- Colocación adecuada de anillos conductores.	100%	0%	
	- Identificación de cajas.	100%	0%	
	- Instalación de cajas en poste con transformador.	90%	10%	
	- Uso de cajas autoprotegidas.	0%	100%	

CUADRO DE RESUMEN DE ACTIVIDADES Y CUMPLIMIENTO DE NORMAS				
ACTIVIDAD	NORMA	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
COLOCACION DE ARMARIOS	- Ubicación adecuada,	100%	0%	- Falta de supervisión.
	- Identificación,	100%	0%	
	- Ingreso adecuado de cables por las boquillas de la placa de fondo,	80%	20%	
	- Colocación de resina en la placa de fondo,	100%	0%	
	- Colocación adecuada sobre el zócalo de hormigón.	100%	0%	
INSTALACION DE REGLETAS DE CORTE Y CONEXION	- Uso de herramientas adecuadas,	100%	0%	- Personal no capacitado. - Falta de supervisión. - Falta de supervisión.
	- Proceso de instalación,	80%	20%	
	- Identificación,	90%	10%	
	- Ubicación adecuada en los armarios,	95%	5%	
	- Puesta a tierra,	100%	0%	
PROTECCIONES Y PUESTAS A TIERRA	- Autoprotección en cajas de dispersión ubicadas en poste con transformador,	0%	100%	- Por desconocimiento.
	- Protección en regletas de corte y conexión,	0%	100%	- Por desconocimiento.
	- Puestas a tierra adecuadas en cajas de dispersión,	80%	20%	- Por desconocimiento.
	- Puestas a tierra en armarios,	100%	0%	
RED DE DISPERSION*				
TENDIDO DE CABLE DE ABONADO	- Uso de Tensores Plásticos con Gancho			
	- Colocación de Tensores en los ganchos de dispersión			
	- Dispersión al abonado proyectado			
	- Instalación adecuada del cable de abonado a la caja de distribución			
	- Uso de amortiguadores de Tensión			
	- Instalación correcta en el ingreso al abonado			

* Es sugerencia que la red de abonados sea considerada dentro de la construcción de planta externa. En el proyecto al cual hacemos referencia ahora, no se realizó esta actividad por no estar contemplado en el mismo.

GLOSARIO

Se denomina *PLANTA EXTERNA* a un par de hilos a y b , que conectan a un equipo terminal con la central local. El par de hilos parte desde el domicilio, recorriendo la red de dispersión, la red secundaria y red primaria, instaladas en forma aérea o subterránea en canalización. En la siguiente figura se ilustra la arquitectura de un sistema de planta externa.



Red Troncal.- Es la red que intercomunica a dos centrales. En esta parte del sistema, los canales de la red no están asignados a un abonado o a un usuario específico, sino que se utiliza cualquier canal libre para transmitir. El número de pares o canales requeridos entre centrales se determina de acuerdo al número de llamadas entre las mismas. Los cables de la red troncal son generalmente multipares que pueden ir desde 900 hasta 1800 pares (en nuestro país), o también cables coaxiales, o fibra óptica.

Red Primaria.- Esta sección de la red interconecta a la central telefónica con los armarios de distribución, los cuales se encargan de enviar la señal entre la central y los puntos de dispersión al abonado. Esto origina la necesidad de contar con un par de conductores de cobre por cada usuario.

Red Secundaria.- Es la parte de la red que interconecta los armarios de distribución con los puntos de dispersión, para llegar posteriormente al abonado. Esta sección es predominantemente aérea, es decir, va entre postes.

Red de Abonado (Dispersión) .- Es la sección de la red que lleva la señal de los puntos de dispersión hasta el usuario final, distribuyendo la línea telefónica dentro de la casa habitación o edificio. Esta parte cubre distancias muy cortas, aparte de haber sido diseñada para uso interior básicamente. El uso en interiores exige el cumplimiento de normas de seguridad contra incendios.

Otros conceptos presentados a continuación son tomados del UIT (Tecnologías de Planta Externa para Redes Públicas).

Bobina del Cable.- Carrete de gran tamaño, de madera o acero en que se enrolla el cable para el transporte y el almacenamiento.

Cable.- Conjunto de conductores aislados en un núcleo compacto y envueltos por una cubierta protectora.

Cable de Acometida.- Uno o más pares de hilos enfundados en una vaina plástica, utilizados para tender una línea de abonado desde la caja terminal del cable hasta la casa.

Cable Relleno.- Cable en el que los intersticios entre los conductores individuales y la cubierta se rellenan

con una sustancia (p. ejem. petrolato) que impide la penetración del agua a lo largo del núcleo del cable, cuando se deteriora la cubierta en un medio húmedo.

Cabrestante.- Tambor metálico accionado mediante motor, instalado en los vehículos de construcción y utilizado para tirar de un cable de acero que a su vez tira de los cables, en canalización o en poleas de soporte aéreo.

Cámara de Revisión (Pozo).- Recinto subterráneo de hormigón suficientemente grande para que entre un hombre y pueda empalmar los cables.

Central.- Edificio que alberga los aparatos de conmutación telefónico. También se denomina centro de conmutación.

Cierre de Cubierta (Manga).- Medio de cerrar y proteger la cubierta de un cable en el punto de empalme de conductores.

Conducto.- Tubería que sirve para el tendido y protección de los cables en zonas congestionadas.

Conductor.- Hilo apropiado para la circulación de una corriente eléctrica.

Conector.- Cualquier dispositivo apto para efectuar una conexión eléctrica entre dos o más hilos.

Empalme.- Conexión entre dos o más conductores.

Par.- Dos hilos que forman un solo circuito y se mantienen juntos por trenzado, ligadura o dentro de una

vaina común.

Puesta a Tierra. - Acción de conectar circuitos o partes metálicas de un equipo o otras piezas del equipo que están conectadas a tierra.

Conceptos para fibra óptica

Apertura numérica. - El seno del ángulo de aceptación Θ_{\max} de un conductor de fibra óptica, en función de los índices de refracción del núcleo (n_1) y del manto (n_2).

OTDR. - Equipo para medición por retrodispersión.

Microcurvatura. - Curvatura del conductor de fibra óptica con lo longitud de onda espacial por ejemplo unos pocos milímetros y desplazamiento axiales locales de unos pocos micrómetros. Provoca pérdidas de luz con lo cual aumenta la atenuación del conductor de fibra óptica.

Diámetro del Campo. - El diámetro del campo ($2W_0$) o el radio del campo (W_0) es determinante para caracterizar la distribución de luz del modo fundamental en un conductor de fibra óptica monomodo.

Diámetro del Núcleo. - Diámetro del círculo más pequeño que encierra la superficie de la sección del núcleo. El radio del núcleo es el radio de este círculo.

Diámetro del Recubrimiento. - Diámetro del círculo más pequeño que envuelve la sección del recubrimiento. El radio del recubrimiento es el correspondiente a este círculo.

Núcleo. - Zona central de un conductor de fibra óptica que se utiliza para guiar las ondas.

Pigtail.- Corto tramo de fibra óptica para acoplar componentes ópticos. Por lo general está unido en una forma fija a los componentes.

Recubrimiento.- La totalidad del material ópticamente transparente de un conductor de fibra óptica excepto el núcleo.

Revestimiento.- La capa de material plástico aplicado durante el proceso de fabricación del conductor de fibra óptica, directamente sobre la superficie del recubrimiento con el carácter de protección mecánica.

Pérdidas de Retorno.- La pérdida de retorno (PR) es la relación en dB entre la potencia óptica incidente (P_i) en el elemento óptico y la potencia óptica reflejada (P_r) en el mismo.

$$PR = 10 * \log (P_i/P_r)$$

Pérdidas de Inserción.- Es la atenuación de la luz que se produce al atravesar en elemento óptico debido al deslizamiento axial y longitudinal de los núcleos de las fibras enfrentadas y a la desadaptación de índices de refracción.

BIBLIOGRAFIA

- [1] AT & T, *Fiber Optical Cable.*, 143 p. USA 1991.
- [2] ADC TELECOMMUNICATIONS, *Fiber Distribution Products.*, 80p. USA 1991
- [3] ADC TELECOMMUNICATIONS, *Fiber Optical Signal Cross-Connect System.*, 68p. USA 1991.
- [4] AULESTIA CARLOS, *Diseño de Planta Externa.*, 94p. Quito 1996.
- [5] ALCATEL, *Red Telefónica Pública.*, 60p. España 1991.
- [6] CONDUMEX, *Catálogo General de Cables y Fibra Optica.*, 144p. México 1993
- [7] COMPAÑIA DE TELEFONOS DE CHILE (CTC), *Requerimiento Técnicos para Distribuidores de Fibra Optica.*, 26p. Chile 1994.
- [8] COMPAÑIA DE TELEFONOS DE CHILE (CTC), *Especificaciones Técnicas de Fibra Optica.*, 20p. Chile 1994.
- [9] ERICSSON LM, *Ericsson Networks Engineering*, 266p., Estocolmo, Suecia 1992.
- [10] FUJIKURA, *Optical Fiber Cable.*, 143p. USA 1991.
- [11] FUJIKURA, *Introduction to Fiber Optic Networks.*, 130p. USA 1989.
- [12] Gunther Mahike y Peter Gossing, *Conductores de Fibras Opticas.*, 265p, Buenos Aires, Argentina 1987.
- [13] IETEL, *Normas Técnicas para Planta Externa; Equipos, Materiales de Planta Externa.*, Vol. I, 130p. Quito.1991
- [14] IETEL, *Normas Técnicas para Planta Externa, Construcción de Redes Telefónicas.*, Vol. III, 172p. Quito. 1991.
- [15] ISIDRO MADRID RÚDA, *Construcción de Redes Telefónicas.*, 300p. Universidad Politécnica de Madrid. 1990.
- [16] INICTEL, *Ingeniería de Planta Externa.*, Vol. I y Vol. II, 482p. Lima Perú 1989.
- [17] INICTEL, *Mediciones en Sistemas de Transmisión por Fibra Optica.*, 124p. Lima Perú 1989.

- [18] **KRONE**, *LSA-PLUS Técnicas de Conexión Rápidas.*, 35p. Alemania 1993.
- [19] **LANCIER**, *Accesorios para Tendido de Cables.*, 50p. Alemania 1990.
- [20] **MOREL-TELECOM**, *Manguito Mecánico.*, 50p. Madrid España 1995.
- [21] **3M**, *Communication Products Catalog.*, 320p. USA 1995.
- [22] **3M**, *Technical Report, UY2 Connector.*, 13p. Litho USA 1992.
- [23] **3M**, *Technical Report, Slic Aerial Closure.*, 19p. Litho USA 1992.
- [24] **3M**, *Technical Report 4000D Super Mini Module.*, 10p. Litho USA 1992.
- [25] **3M**, *Slicing Terminating and Testing Fiber Optic Systems*, 68p. USA 1991
- [26] **NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE**, *Telecommunications Out Side Engineering Technique Course.*, 150p. Japon 1993.
- [27] **POUYET**, *La protección en las Redes de cables.*, 80p. Madrid España 1995.
- [28] **POUYET INTERNATIONAL**, *Connection for Public Telephony Networks.*, Catalogue. 288p. France 1995.
- [29] **PHILIPS**, *Universal Closures Manchons Thermoplastiques.*, 15p. Alemania 1994.
- [30] **QUANTE**, *Overvoltge Protection for Electronic Systems.*, 25p. Alemania 1994.
- [31] **QUANTE**, *Connection/Disconnection Modules for high density.*, 50p. Alemania 1994.
- [32] **QUANTE**, *Indoor Distribution Material.*, 30p. Alemania 1994.
- [33] **RUIZ VASALLO FRANCISCO**, *Manual de Puesta a Tierra*, 166p. España 1986.
- [34] **SIEMENS**, *Aparatos de Medidas para Telecomunicaciones.*, 200p. Alemania 1989.
- [35] **TECSEL S.A.**, *Cajas de Distribución para Abonados.*, 100p
- [36] **TELECOM**, *Manual de Normas y Especificaciones Técnicas para la Construcción de Redes Telefónicas*, 142p. Bogotá-Colombia. 1991.
- [37] **TECNOLOGIA Y NORMA TECNICA**, *Acopladores/Divisores para Fibras Ópticas.*, 68p. USA 1991.
- [38] **TECNOLOGIA Y NORMA TECNICA**, *Conectores Ópticos Fibra/Fibra tipo FC y SC.*, 45p.

España 1992.

[39] UIT, *Construcción, Instalación, Empalmes y Protecciones de Cables de Fibra Optica.*,95p. Ginebra 1990.

[40] UIT, *Medios de Transmisión Características.*, Recomendaciones G.601 a G.654, 129p. Ginebra 1989.

[41] UIT, *Tecnología de Planta Externa para Redes Públicas.*, 590p. Ginebra 1991.