



---

---

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS  
DE HIDALGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**INSTALACIÓN DE FIBRA ÓPTICA**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA:**

**RAMÓN RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ**

**ASESOR DE TESIS**

**M.A. LUÍS ALFONSO MERLO RODRÍGUEZ**

**MORELIA MICH. JUNIO DE 2012**





---

---

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es en parte el resultado de muchos años de esfuerzo y ¿Por qué no? De momentos alegres y de satisfacciones compartidas con un sinnúmero de personas a las cuales ofrezco mi agradecimiento por haber sido una parte importante de mi vida.

### A MIS PADRES:

Fausto Rodríguez Pérez  
Ma. Isabel Hernández Téllez.

Toda la vida, es poco tiempo para agradecerles la inmensa dicha que me proporcionaron al brindarme la oportunidad de realizarme como estudiante y más tarde como profesional, con ese estímulo y apoyo constante donde siempre recibí el gran amor que albergó en sus corazones ¡GRACIAS!.

### A MIS HERMANOS:

Isabel, Ángel, Gabriel,  
Saúl, Mariana, Blas,  
Alberto, Verónica y Rubén.

Quienes siempre con su gran cariño y un constante estímulo me alentaron para llegar a esta nueva fase de mi vida profesional.

### A MI TÍA CARMEN:

Por su apoyo y confianza.





---

---

## DEDICATORIA

AL M.A. LUÍS ALFONSO MERLO RODRÍGUEZ,

    Mi Asesor de tesis, quien en una forma desinteresada me brindo parte de su valioso tiempo para la realización de este trabajo.

    A mis compañeros de facultad, por brindarme su valiosa amistad.

A MI ESPOSA,

    María Dolores.

    Por los momentos más alegres como en los más difíciles siempre encontré en ti, el amor, el abrigo cariñoso y seguro, el apoyo y el estímulo constante.

    Mi agradecimiento para todos ustedes que de alguna forma ayudaron a mi formación profesional, y quienes me alentaron a seguir adelante en los momentos más difíciles que tuve durante mi vida de estudiante, y con quienes tengo un compromiso de seguir adelante.

A MIS HIJOS,

    Daniel y Said.

    Agradezco a Dios la inmensa felicidad y dicha por realizarme como papá, siempre los llevo en mi pensamiento.





---

---

## INDICÉ

### CAPITULO I

#### ANTECEDENTES

1. Antecedentes.....	3
----------------------	---

### CAPITULO II

#### INTRODUCCIÓN

2. Introducción.....	5
----------------------	---

### CAPITULO III

#### INSTALACIÓN DE FIBRA ÓPTICA AUTOSOPORTADO (AÉREA)

3.1 Objetivo y campo de aplicación.....	6
3.2. Descripción del cable de 12 fibras ópticas autosoportado. ....	7
3.3. Preparación del cable de fibra óptica para su instalación .....	10
3.4. Métodos de jalado del cable de fibra óptica .....	11
3.5 Colocación del cable. ....	13
3.6. Ángulos de cambio para el jalado del cable. ....	17
3.7. Subida y bajada del cable de fibra óptica autosoportado en poste. ....	19
3.8 Tensado del cable de fibra óptica autosoportado.....	21
3.9 Sujeción del cable de fibra óptica en postes. ....	22
3.10. Empalmes del cable de fibra óptica.....	23
3.11. Conexión del mensajero a tierra.....	25
3.12 Red aérea.....	28
3.12.1 Posteria. ....	28
3.12.2 Pruebas de seguridad a posteria.....	31
3.12.3 Retenidas. ....	31
3.12.4 Cables. ....	33
3.12.5 Tierras. ....	34
3.12.6 Cruces con líneas de energía eléctrica. ....	34
3.12.7 Recomendaciones generales.....	35
3.12.8 Pozos de empalme.....	36





3.12.9 Red subterránea canalizada.....	37
3.12.10 Red directamente enterrada.....	38
3.13 Red aérea.....	39

#### **CAPITULO IV**

##### **INSTALACIÓN DE FIBRA ÓPTICA DENTRO DE LA CANALIZACIÓN**

4.1. División de vía para cable de fibra óptica.....	41
4.1.1. Generalidades.....	41
4.1.2. Ventajas.....	41
4.1.3. Tubo de polietileno.....	41
4.1.4. Tapas de subdivisión de vías.....	41
4.2. Material, herramienta y equipo para la división de vía.....	43
4.3. Recomendaciones previas a la subdivisión de vía.....	44
4.4. Ejecución.....	45
4.5. Pruebas.....	47
4.6. Cables.....	48
4.7. Recomendaciones generales previas a la inmersión.....	58

#### **CAPITULO V**

##### **OBRA CIVIL COMPLEMENTARIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE CANALIZACIONES**

##### **UTILIZANDO TUBOS DE POLICLORURO DE VINILO (P.V.C.)**

5.1 Características básicas de las canalizaciones.....	64
5.2 Tubos adicionales.....	65
5.3. Materiales.....	66
5.3.1. Tubos de P.V.C.....	66
5.3.2. Descripción de los tubos.....	66
5.4. Codos.....	69
5.5. Coples.....	69
5.6 Tapones.....	70
5.7 Separadores.....	71
5.8 Arena.....	73
5.9 Cinta de señalización.....	74





---

---

5.10 Marcos .....	77
5.11 Concreto.....	82
5.12 Acero de refuerzo.....	88
• Anexo .....	89
• Conclusiones .....	90
• Recomendaciones.....	91
• Bibliografía.....	92





## INDICE DE FIGURAS.

Figura		Página
No. 1.	Estructura del cable .....	9
No. 2.	Dimensión del cable.....	9
No. 3.	Preparación del cable.....	10
No. 4.	Formación de una estructura.....	11
No. 5.	Colocación del gancho de soporte.....	12
No. 6.	Colocación de poleas.....	12
No. 7.	Colocación de poleas.....	13
No. 8.	Colocación del cable de F.O.....	14
No. 9.	Colocación del cable método de riel.....	15
No. 10.	Separación del riel del cable de F.O.....	16
No. 11.	Control de ángulo de cambio.....	17
No. 12.	Distancia interpostal.....	19
No. 13.	Subida y bajada del cable.....	20
No. 14.	Herramientas a utilizar en tensado de cable.....	21
No. 15.	Sujeción del cable de F. O. en poste.....	22
No. 16.	Esquema para realización de empalmes.....	23
No. 17.	Conector para continuidad de mensajero.....	23
No. 18.	Conector para continuidad de mensajero a tierra.....	25
No. 19.	Esquema general de instalación de cable de F.O. aéreo....	27
No. 20.	Distribución de peldaños en postes.....	30
No. 21.	Ubicación de retenidas en corrida lineal.....	32
No. 22.	Separación de retenida.....	32
No. 23.	Continuidad de guía y pantalla.....	34
No. 24.	Acomodo en pozos el cable de reserva.....	36
No. 25.	Acomodo de cables y cierres en pozos prefabricados.....	37
No. 26.	Instalación de pozo prefabricado.....	37
No. 27.	Instalación de cable de F.O. aéreo.....	40
No. 28.	Tapas de subdivisión de vía.....	42
No. 29.	Canalización de concreto.....	46
No. 30.	Canalización de pvc.....	46
No. 31.	Cilindro de pruebas (ratón).....	48
No. 32.	Elemento de tracción.....	52
No. 33.	Dispositivo de tracción.....	52
No. 34.	Desarrollo de un ejemplo practico de cálculo en trayectoria	55
No. 35.	Representación de tubos adicionales.....	66
No. 36.	Dimensiones y configuraciones de los tubos de pvc.....	68
No. 37.	Dimensiones y configuraciones del codo de pvc de 45 mm.	69
No. 38.	Configuración del cople de pvc.....	70
No. 39.	Configuración de un tapón para tubo de pvc.....	71
No. 40.	Separadores sencillos.....	72
No. 41.	Separadores dobles.....	72





---

---

No. 42.	Separador para tubo de pvc.....	73
No. 43.	Base para separador de tubos de pvc.....	73
No. 44.	Características de la cinta de señalización.....	74
No. 45.	Colocación de la cinta de señalización.....	74
No. 46.	Tapa 600 mm. X 500 mm.....	75
No. 47.	Tapa 980 mm. X 500 mm.....	76
No. 48.	Tapa triangular 848 mm. (altura) x 669 mm (base).....	76
No. 49.	Marco para pozo L1T.....	78
No. 50.	Marco para pozos.....	78
No. 51.	Marco para pozos.....	79
No. 52.	Dimensión de bastidor para pozo.....	80
No. 53.	Dimensión de soporte para cables .....	81
No. 54.	Eslabón para pozo.....	81
No. 55.	Cono de Abrahams.....	85
No. 56.	Prueba de revenimiento.....	87





## INDICE DE TABLAS.

Figura		Página
No. 1.	Longitud y ángulo.....	17
No. 2.	Distancia interpostal y medición de flechas.....	18
No. 3.	Tendido de cable de F. O. aéreo.....	29
No. 4.	Empotramiento en postes.....	30
No. 5.	Alturas mínimas libres.....	33
No. 6.	Tensión de instalación de cables.....	33
No. 7.	Flechas (catenaria) de acuerdo a distancia.....	34
No. 8.	Separación con líneas de energía eléctrica.....	35
No. 9.	Dimensiones de pozos.....	36
No. 10.	Cruces.....	38
No. 11.	Material.....	43
No. 12.	Herramientas.....	43
No. 13.	De equipo.....	44
No. 14.	Diferentes tipos de cables y su uso.....	48
No. 15.	Código de colores del tubo holgado.....	49
No. 16.	Código de colores para identificación de fibras.....	49
No. 17.	Fibras ópticas.....	49
No. 18.	Cantidad de fibras ópticas por tubo holgado.....	50
No. 19.	Tensión máxima con dispositivo de tracción.....	53
No. 20.	Tensión máxima con dispositivo de calcetín.....	53
No. 21.	Sentido de inmersión A-B.....	55
No. 22.	Resumen.....	57
No. 23.	Tubos adicionales permitidos por tipo de canalización.....	65
No. 24.	Dimensión de los tubos de pvc.....	67
No. 25.	Abocinados de los tubos de pvc.....	68
No. 26.	Radio y curvatura de los tubos.....	69
No. 27.	Dimensiones de los coples de pvc.....	70
No. 28.	Dimensiones de tapones para tubos de pvc.....	70
No. 29.	Separadores sencillos y dobles.....	71
No. 30.	Dimensiones de la base y el separador.....	72
No. 31.	Dimensiones de tapas para pozo.....	75
No. 32.	Dimensiones de los marcos para pozo.....	77
No. 33.	Dimensiones de los soportes para cables.....	80
No. 34.	Proporcionamiento de mezclas de concreto.....	83
No. 35.	Características de las varillas de refuerzo.....	86
No. 36.	Características de malla electrosoldada.....	87
No. 37.	Calibres as&w.....	88





## INDICÉ DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía

Página

No. 1.	Calcetín.....	10
No. 2.	Poleas.....	13
No. 3.	Distancia interpostal.....	19
No. 4.	Subida y bajada.....	20
No. 5.	Ancla y remate fiable.....	20
No. 6.	Elemento de tracción (sapo).....	21
No. 7.	Sujeción del cable en poste.....	22
No. 8.	Empalme.....	23
No. 9.	Conector para continuidad.....	24
No. 10.	Instalación de fibra óptica.....	26
No. 11.	Corrida lineal.....	32
No. 12.	Separación de retenida.....	32
No. 13.	Continuidad de guía.....	34
No. 14.	Pozo de empalme.....	39
No. 15.	Tapa de subdivisión.....	42
No. 16.	Calcetín.....	52
No. 17.	Tapones.....	71
No. 18.	Separadores sencillos.....	72
No. 19.	Separadores dobles.....	72
No. 20.	Marco para pozo.....	78
No. 21.	Bastidor.....	81
No. 22.	Eslabón.....	81
No. 23.	Escalones.....	81





---

---

## ANEXO

Figura

Página

No. 57. Grafica y tabla, para el calculo de  $\beta$  = ángulo de la curva en grados.....89





---

---

## OBJETIVO

La presente tesis tiene como objetivo principal orientar al personal encargado de realizar la instalación de cable de fibra óptica aérea y canalización, siguiendo los lineamientos adecuados para su construcción una vez que se ha decidido un enlace o parte de él, deba de realizarse con cable de fibra óptica.

Las indicaciones dadas en esta tesis establecen los métodos que pueden emplearse en la construcción de un enlace con cable de fibra óptica ya sea de forma aérea o en canalización (directamente enterrada) y que se podrá utilizar por el personal encargado de realizarla. Así mismo, debe de tomarse en cuenta la inspección y supervisión del enlace por parte del contratante, a los constructores encargados de su realización.

Esta tesis es el resultado del desarrollo de varios trabajos efectuados y tiene como propósito el apoyo a los constructores que se dediquen a esta área para incrementar la calidad de las obras efectuadas con fibra óptica, de tal manera que en un capítulo se aborda lo que es la obra civil complementaria la cual nos ayudara a aplicar nuestros conocimientos obtenidos en las aulas de nuestra grandiosa facultad de Ingeniería civil de la UMSNH, así como también los conocimientos de todos nuestros catedráticos durante nuestra formación académica.





---

---

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES.

Todos hemos escuchado alguna vez (los que no, que lo ensayen), cómo el sonido de las palabras puede conducirse a lo largo de una manguera: las ondas sonoras emitidas en uno de sus extremos se reflejan en las paredes interiores y se propagan hasta el otro extremo.

Sin embargo, para distancias mayores requerimos sistemas de otro tipo. Las telecomunicaciones modernas utilizan electricidad, luz o radio para enviar sonido, imágenes y datos. La fibra óptica, en lugar de propagar ondas sonoras, transmite datos en la forma de pulsos de luz, con la gran ventaja de que las pulsaciones luminosas se transmiten sin interrupción de un extremo a otro del filamento, sin importar si hay curvas o esquinas.

La historia de la fibra óptica se remota a 1977, cuando se instaló un sistema de prueba en Inglaterra. Dos años después, ya se producían cantidades importantes de este material.

El laser se empleó en las telecomunicaciones con el fin de que los mensajes se transmitieran a velocidades inusitadas y con amplia cobertura. Sin embargo, aquel uso del láser era muy limitado pues no existían los conductos y canales adecuados para conducir esa luz. Fue entonces cuando los expertos en óptica dirigieron sus esfuerzos a la producción de un ducto o canal y obtuvieron lo que hoy se conoce como fibra óptica.

La fibra óptica consiste en una o varias hebras delgadas de vidrio o de plástico de 50 a 125 micrómetros de diámetro, es decir, más o menos del espesor de un cabello.

Además del gran volumen de información que pueden transmitir las fibras ópticas, su aceptación se debe a otros factores. Por una parte, son muy confiables porque son inmunes a las interferencias electromagnéticas que afectan a las ondas de radio. Las fibras ópticas son ideales para incorporarse en cables sin ningún componente adicional y usarse en condiciones peligrosas de alta tensión. Poseen gran ancho de banda, lo que permite incrementar la capacidad de transmisión y reducir el costo por canal. Un cable de seis fibras puede transportar la señal de más de cinco mil canales o líneas principales; para brindar este servicio a ese mismo número de usuarios en un sistema convencional de cables de cobre, se requieren 10,000 pares, los cuales ocupan grandes volúmenes y son más costosos.





La fibra óptica tiene actualmente un amplio campo de aplicaciones además de la telefonía: automatización industrial, computación, sistemas de televisión por cable y transmisión de información de imágenes astronómicas de alta resolución, entre otras.

En México existe una red troncal de comunicación por fibra óptica que enlaza las ciudades más importantes del país a través de un tendido de miles de kilómetros de fibra.

### Desventajas

A pesar de las ventajas antes enumeradas, la fibra óptica presenta una serie de desventajas frente a otros medios de transmisión, siendo las más relevantes las siguientes:

- La alta fragilidad de la fibras
- Necesidades de usar transmisores y receptores más caros.
- Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de ruptura del cable.
- No puede transmitir electricidad para alimentar repetidores intermedios.
- La necesidad de efectuar, en muchos casos, procesos de conversión eléctrica-óptica.
- La fibra óptica convencional no puede transmitir potencias elevadas

La fibra óptica no transmite energía eléctrica, esto limita su aplicación donde la terminal de recepción debe ser energizado desde una línea eléctrica. La energía debe proveerse por conductores separados.





---

---

## CAPITULO II

### INTRODUCCIÓN.

La inversión de cables de Fibras Ópticas en canalizaciones telefónicas es un proceso que constituye una operación delicada, la cual requiere una preparación seria de calidad y de detalle.

El objetivo de la presente tesis es informar a los constructores a través de un lenguaje sencillo la instalación de fibra óptica Auto soportada (aérea), instalación de fibra óptica dentro de la canalización y la obra civil complementaria en la construcción de canalizaciones utilizando tubos de policloruro de vinilo (P.V.C.) y examinar las soluciones por adoptar y asegurar la instalación correcta de cables de fibra óptica en condiciones satisfactorias para su uso.

Estas soluciones requieren un equipo nuevo y material adaptado a las características particulares de los cables de Fibra Óptica, por lo que el presente trabajo de tesis se pretende manejar en su mayoría los elementos necesarios para su correcta ejecución.

Un capítulo del presente trabajo se refiere a los esfuerzos de tracción admisible para el tendido de la fibra óptica.

Los esfuerzos de tracción admisibles sobre estos cables son más bajos que los admitidos para los cables clásicos con conductores de cobre. Como consiguiente, debe preverse un estricto control antes y durante la instalación en las canalizaciones correspondientes.

Por otro lado, el peso ligero y la sección relativamente pequeña de los cables de fibra óptica permiten la inmersión a gran longitud.

Tiene como propósito el describir el proceso de construcción de las canalizaciones, utilizando tubos de policloruro de Vinilo (P.V.C.) semirrígidos, de 45 mm, 60 mm y 80 mm de diámetro exterior.

La fibra óptica no se restringe a las comunicaciones. Existen hoy en día otros campos del conocimiento como la medicina que se valen de esta tecnología; la fibra óptica se utiliza en la intervenciones quirúrgicas con rayo láser o en endoscópicas, haciéndolas más rápidas, con lo cual se reducen los riesgos y complicaciones.





---

---

## CAPITULO III

### INSTALACIÓN DE FIBRA ÓPTICA AUTOSOPORTADO (AÉREA)

#### 3.1 Objetivo y campo de aplicación

Establecer las recomendaciones para la instalación aérea del cable de fibra óptica autosoportado; las consideraciones de diseño las determinan los proyectos, que pueden ser de red zonal y larga distancia.

Lista de materiales a utilizar en la instalación del cable de 12 fibras ópticas de dispersión corrida autosoportado.

#### Material

1. Poste de madera de 10.6 m
2. Cable de 12 fibras ópticas dispersión corrida autosoportado
3. Remate málico 3T (para retenida del cable)
4. Remate reliable 3T (para retenida de postes)
5. Ancla para remate de acero inoxidable
6. Canal de subida
7. Abrazadera para canal de subida
8. Base protectora para canal de subida
9. Cinturones para sujeción de cable en postes (málico)
10. Tubo de polietileno de alta densidad de 35.5 mm.
11. Conector para continuidad y conexión a tierra de mensajero.
12. Pozos prefabricados para la relación de empalmes





13. Cierres de empalme en fibra óptica
14. Alambre galvanizado de 3.76 mm
15. Clip de cobre
16. Tubo para alambre de tierra
17. Alambre de cobre de 4.6 mm cal. 6 AWG
18. Varilla de tierra
19. Abrazadera de cremallera
20. Cono para retenida
21. Varilla para retenida

### 3.2. Descripción del cable de 12 fibras ópticas autoportado.

Características técnicas del cable de fibra óptica autoportado.

Las figuras 1 y 2 ilustran el cable de fibra óptica autoportado, el cual consiste de un mensajero de 7 alambres de acero galvanizado combinado mediante una unidad integral de polietileno con un cable holgado de 12 Fibras Ópticas protegido con una armadura de acero. El cable y el mensajero se encuentran posicionados en forma paralela.

Las especificaciones del cable de fibra óptica autoportado son las siguientes:

#### 7. Condiciones de temperaturas:

Instalación: - 30°C a + 65°C

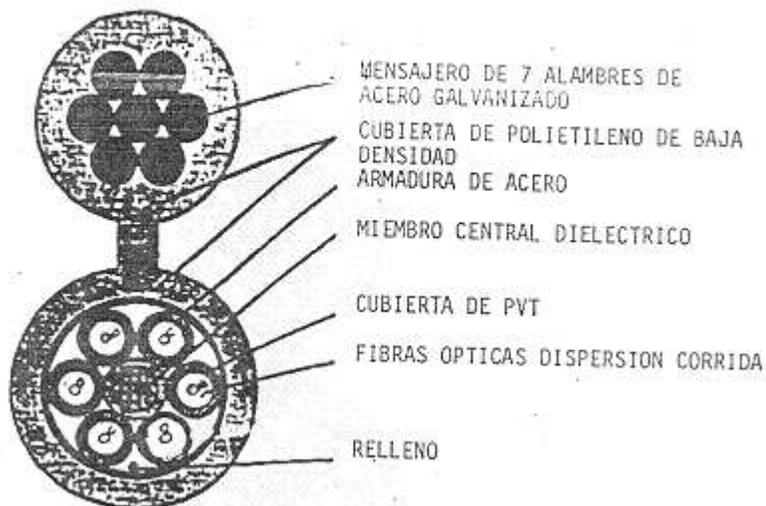
Operación: - 40°C a + 65°





2. Radio Mínimo de Curvatura: 30 cm.
3. Peso: 350 Kg/Km.
4. Resistencia al Impacto: 25 impactos de 9 Kg.
5. Fuerza de Compresión: 612Kg.
6. Punto de Goteo del Compuesto de Relleno: Sin goteo a 65°C.
7. Carga de Ruptura del Mensajero: 3000Kg.

Figura: 1 Descripción del cable de 12 fibras ópticas autosoportado

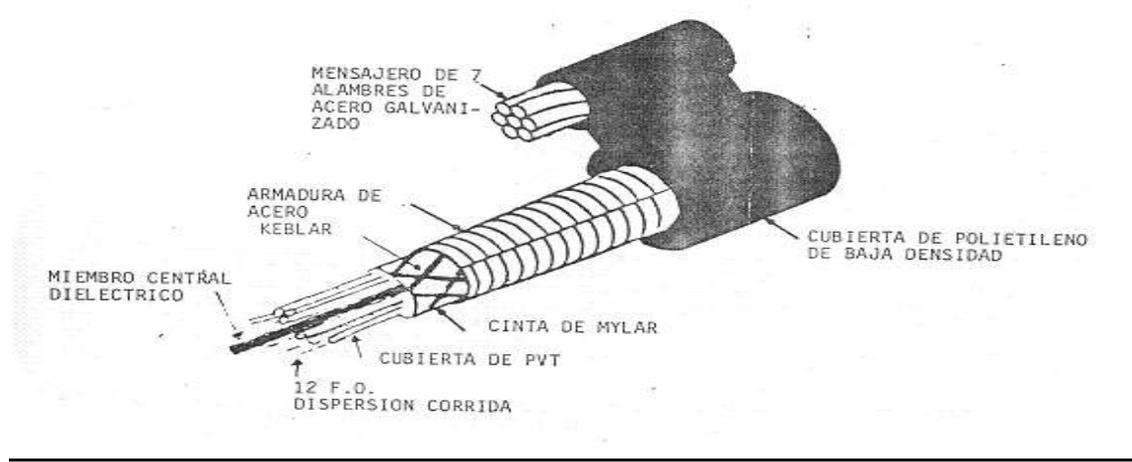


Fuente: Manual de Telmex



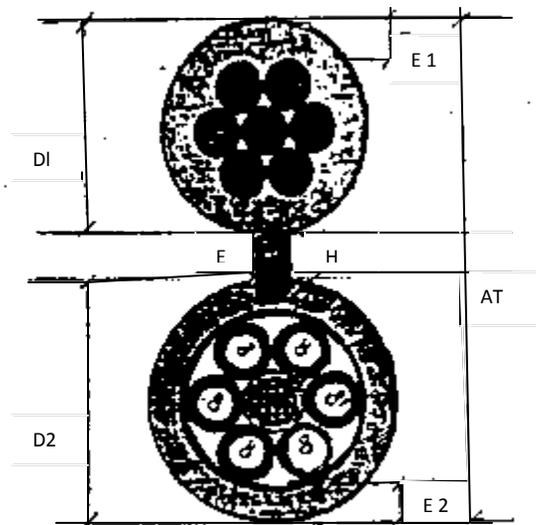


Figura 1. Estructura del cable autoportado de 12 fibras de dispersión corrida



Fuente: Manual de Telmex

Figura 2. Dimensiones del cable autoportado de 12 fibras ópticas de dispersión corrida.



Fuente: Manual de Telmex





D1= Diámetro sobre cubierta de Mensajero = 9.4 mm

D2= Diámetro sobre cubierta del Núcleo = 11.9 mm

E1= Espesor de cubierta del mensajero = 1.84 mm

E2= Espesor de cubierta + Cinta de Acero del Núcleo = 2.77 mm

H= Altura de corbata = 4.94 mm

E= Espesor de corbata = 3.34 mm

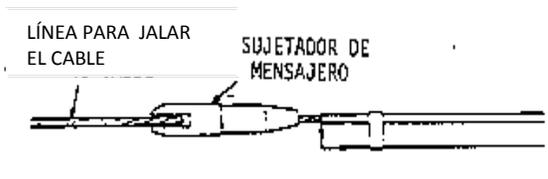
A.T= Altura total del cable = 25.02 mm

### 3.3.Preparación del cable de fibra óptica para su instalación

Preparar el cable de fibra óptica para su instalación, se hará de la siguiente manera (Ver figura 3 y 4):

- Remover aproximadamente 4 pulgadas (100 mm) de la cubierta del mensajero y cortar el cable óptico que excede del mensajero descubierto.
- Conectar el mensajero al sujetador de mensajero.
- Conectar la línea de jalado (polietileno de 13 mm) o manila de 16 mm al pin del sujetador de mensajero.
- Reforzar el cable con el mensajero mediante una abrazadera.
- Formar una estructura uniforme del cable, mensajero y sujetador de mensajero mediante la aplicación de cinta vinílica

Figura: 3. Preparación del cable de fibra óptica para su instalación.  
Fotografía No. 1 Calzetín



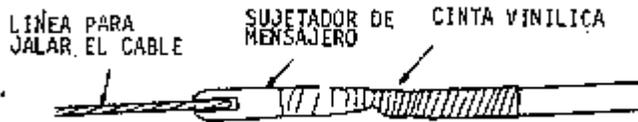
Fuente: Manual de Telmex.

Fuente: Propia.





Figura: 4 Formación de una estructura uniforme para el jalado del cable de fibra óptica



Fuente: Manual de Telmex.

### 3.4. Métodos de jalado del cable de fibra óptica

Método del riel en movimiento.

El método del riel en movimiento para colocar el cable de fibra óptica autosoportado es usado donde el riel del cable puede ser movido a lo largo de la línea de los postes donde el cable va a ser sujetado y no hay obstáculos los cuales impidan elevar el cable a su posición final.

En el caso de que árboles u obstáculos impidan el uso del método del riel en movimiento para pequeñas selecciones cercanas al final de la corrida, proceder de la manera siguiente:

- a) Posicionar el riel y jalar el cable salvado los obstáculos usando el método del riel estacionado.
- b) Terminar la operación de colocación del cable usando el método del riel en movimiento.

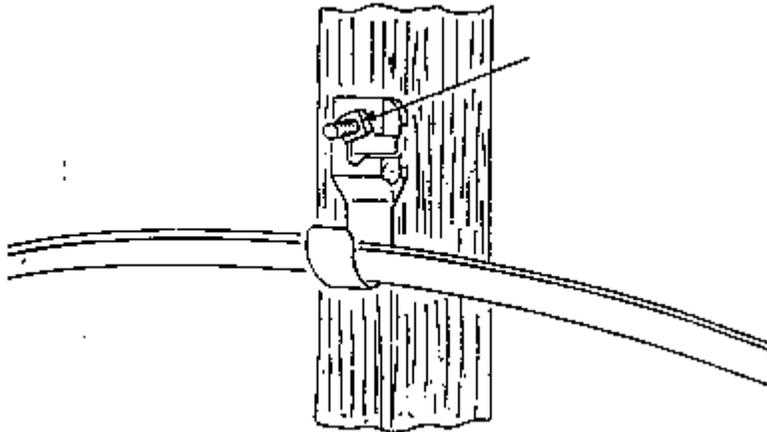
#### 3.4.2. Colocación de sujetadores temporales para el cable de fibra óptica.

Los ganchos de sujeción temporal o el grupo de poleas con su armadura apropiada, pueden ser usados para un soporte temporal del cable en los postes que se encuentran en línea y en las esquinas sin exceder 60 grados de ángulo de cambio. Si el cable de fibra óptica autosoportado es tensado en esquinas excediendo 29 grados de ángulo de cambio, se deben utilizar el grupo de poleas con su apropiado soporte.



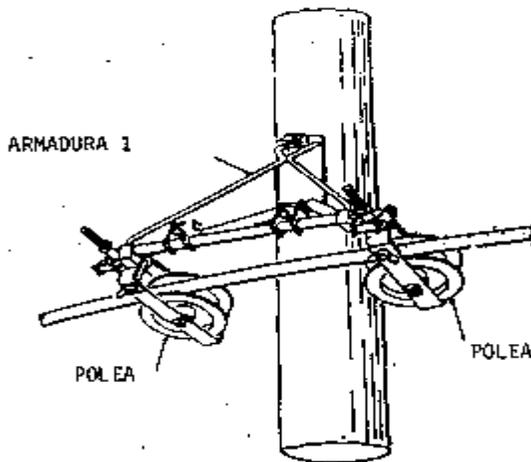


Figura: 5 Colocación del gancho de soporte temporal del cable de fibra autosoportado.



Fuente: Manual de Telmex.

Figura: 6 Colocación de poleas para un jalado del cable hacia el poste (hasta 60 grados de cambio)



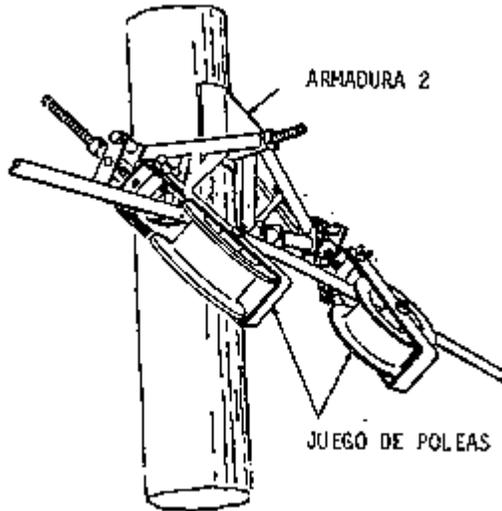
Fuente: Manual de Telmex.





Figura: 7 Colocación de poleas para un jalado del cable en contra del poste (hasta 60 grados de ángulo de cambio).

Fotografía No. 2. Poleas



Fuente: Manual de Telmex.

Fuente: Propia.

### 3.5 Colocación del cable.

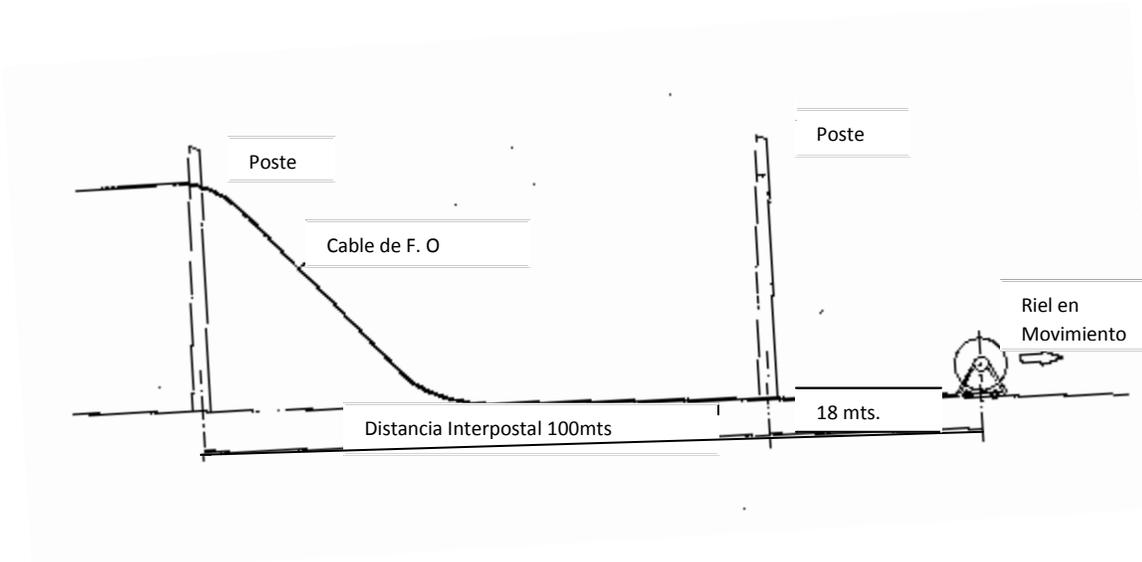
a) colocar la guía en los cables y accesorios en los postes antes de iniciar la operación de colocación del cable, de tal manera que los retardos durante el movimiento del riel del cable sean mínimos.

b) Mover el riel a lo largo de la línea hacia el poste en el cual el va a ser sujetado y parar el riel hasta que este haya alcanzado una distancia de aproximadamente 18 m adelante del poste (Ver Figura 8).





Figura: 8 Colocar el cable de f. o. autoportado en los postes.



Fuente: Manual de Telmex.

- c) Elevar el cable en el poste en forma manual usando una regla de madera.
- d) Repetir el procedimiento descrito en los incisos (b) y (c) hasta alcanzar el último poste o un poste intermedio en el cual el cable tiene que ser tensado.

Método del riel estacionado.

Este método se utiliza en el caso de que árboles u obstáculos impidan la colocación del cable de fibra óptica en los postes mediante el método del riel en movimiento. A continuación se da una descripción de este método.

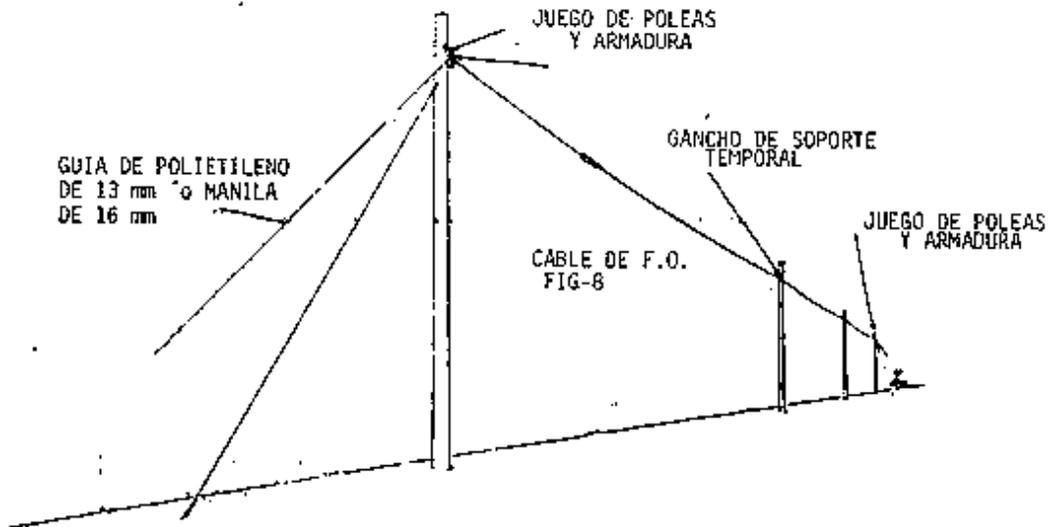
Selección de los Accesorios Para Postes y Aparatos de Construcción.





Cuando un cable de fibra óptica autosoportado va a ser colocado desde un riel estacionado, instalar los accesorios para poste y aparatos de construcción como sigue:

Figura: 9 Colocación del cable de fibra óptica mediante el método del riel estacionado.



Fuente: Manual de Telmex.

- a) Colocar un juego de poleas en el primer poste de la sección donde va a ser colocado el cable de fibra óptica.
- b) Colocar ganchos de soporte temporal y juegos de poleas con su respectiva armadura en los postes que están en esquinas ocasionando un ángulo de cambio de 30 grados o menos.
- c) si el cable de fibra óptica autosoportado es jalado en esquinas excediendo un ángulo de cambio de 29 grados, el grupo de poleas con las armaduras, deben ser usadas en la siguiente manera:
  1. El juego de poleas con la armadura 1 puede ser usado en esquinas donde el jalado del cable es hacia el poste sin exceder 60 grados de ángulo de cambio.



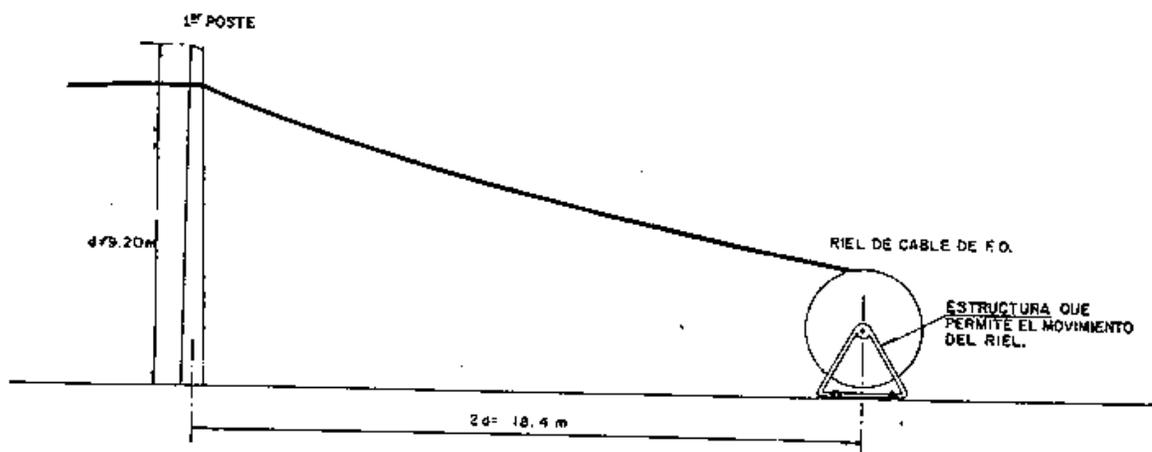


### 3.5.3. Posición del Riel del Cable de Fibra Óptica.

El riel del cable de fibra óptica puede en la mayoría de los casos ser estacionado en la parte final de la sección de "jalado". En la localización y posición del riel del cable, los siguientes Factores deben ser considerados:

- a) La distancia del riel de cable de fibra óptica y el primer poste debe ser aproximadamente 2 veces la altura del poste medido a partir del nivel de tierra.

Figura: 10 Separación del riel de cable de f. o. con el primer poste.



Fuente: Manual de Telmex.

- b) El cable de fibra óptica debe desenrollarse de la parte inferior o superior del riel, dependiendo de las condiciones y practicas locales.
- c) El riel del cable de fibra óptica debe estar en línea con la posición de los postes.
- d) El riel del cable debe ser localizado lo más retirado posible de una esquina de tal manera que una cantidad mínima de cable sea jalado por dicha esquina.

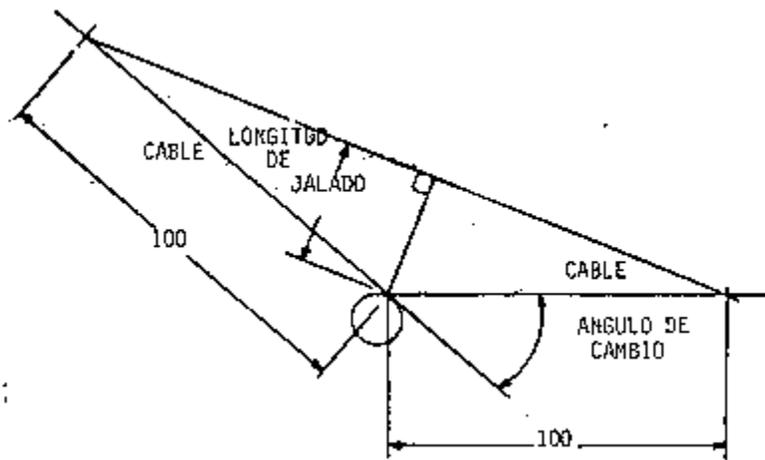




### 3.6. Ángulos de cambio para el jalado del cable.

En la instalación aérea de cable de Fibra Óptica se debe cuidar de no exceder el radio mínimo de curvatura del cable de fibra óptica para evitar la fractura de las fibras. Para esto es necesario utilizar herramientas tales como las poleas para controlar el ángulo de cambio para el jalado del cable. La figura 11 muestra un diagrama para el control del ángulo de cambio.

Figura: 11 Control de ángulo de cambio y jalado del cable de fibra óptica autoportado.



Fuente: Manual de Telmex.

Tabla: N° 1. Longitud y ángulo.

LONGITUD DE JALADO	ANGULO DE CAMBIO EQUIVALENTE
.9 m	3°
3 m	11°
7.5 m	29°
15 m	60°

Fuente: Manual de Telmex.

Instalación del cable de fibra óptica autoportado.





## Distancia Interpostal y Medición de Flecha.

La distancia interpostal promedio es usada para proporcionar la longitud de flecha apropiada y la tensión final del mensajero del cable de fibra óptica autosoportado. La tabla 1 muestra la relación entre estos parámetros.

Tabla N° 2. Distancia interpostal y medición de flecha

Distancia Interpostal (m)	Flecha (cm)	Tensión del Mensajero (Kg)
40	40	174
60	60	261
90	90	391
100	100	435
120	120	522

Fuente: Manual de Telmex.

Si la distancia interpostal básica cambia de distancias cortas a largas en la sección instalada, la longitud de flecha debe ser medida separadamente. Para realizar esta medición es necesario seleccionar la distancia apropiada que permita línea de vista entre postes adyacentes a la altura donde se colocan los sujetadores del cable; el método de la medición de flecha es ilustrado en la Figura 12 y se realiza de la siguiente manera:

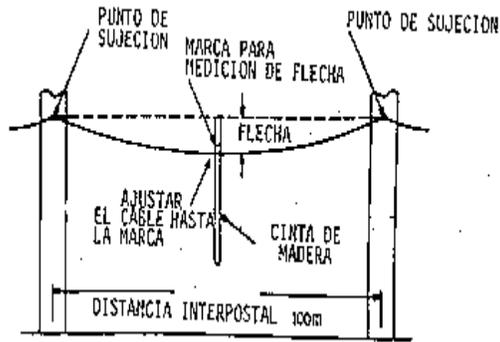
- a) Marcar la longitud de flecha apropiada en el extremo de una cinta de madera y aplicar cinta vinílica para identificar la marca claramente.
- b) Mantener la cinta de madera en forma vertical al centro del tramo y ajustar la altura de tal manera que el extremo de la cinta de madera donde se encuentra la marca, esté en línea de vista con los puntos donde se sujetan los soportes de cable en cada poste.
- c) El Técnico que controla la tensión del cable ajustará el mismo hasta que quede en línea con la marca de la cinta de madera.





Figura: 12 Distancia interpostal y medición de flecha.

Fotografía No. 3. Distancia interpostal



Fuente: Manual de Telmex

Fuente: Propia

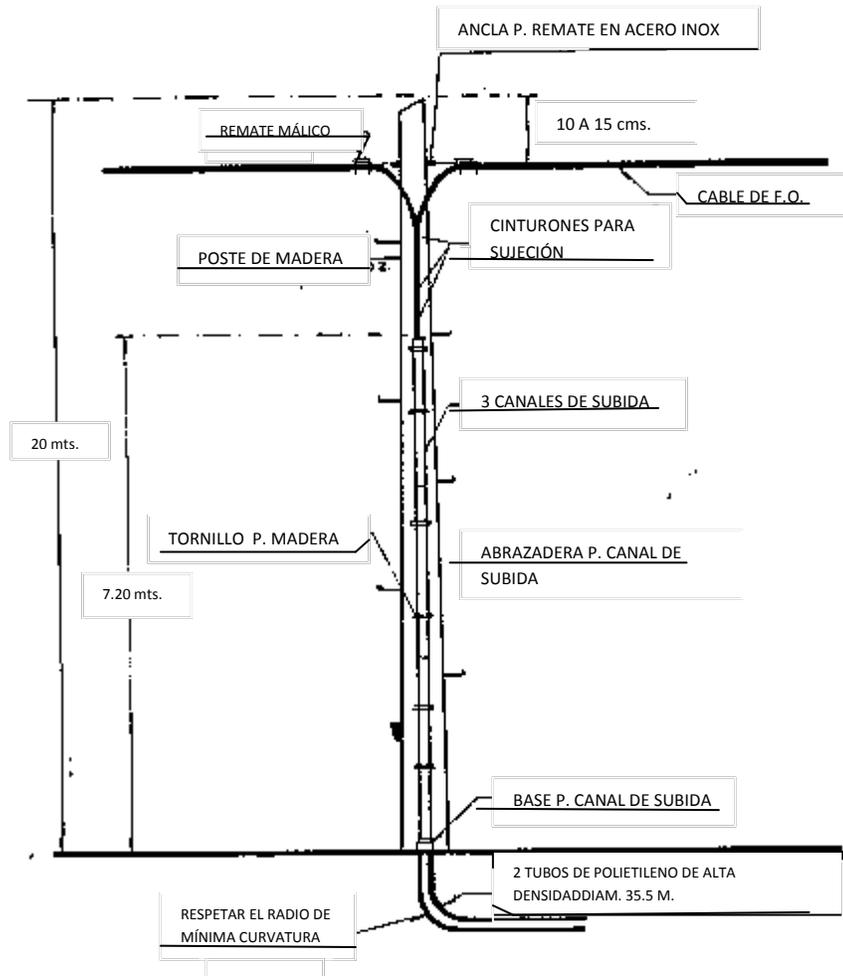
### 3.7. Subida y bajada del cable de fibra óptica autoportado en poste.

Al igual que en todos los procesos de instalación de cable de fibra óptica en esta parte también se debe tener cuidado de no exceder el radio mínimo de curvatura del cable; la Figura 13 muestra la forma de subir y bajar el cable de fibra óptica en postes.





Figura: 13 Subida y bajada del cable de fibra óptica autosoportado en poste.



Fuente: Manual de Telmex.

Fotografía No. 4. Subida y bajada. Fotografía No.5 Ancla y remate fiable



Fuente: Propia.

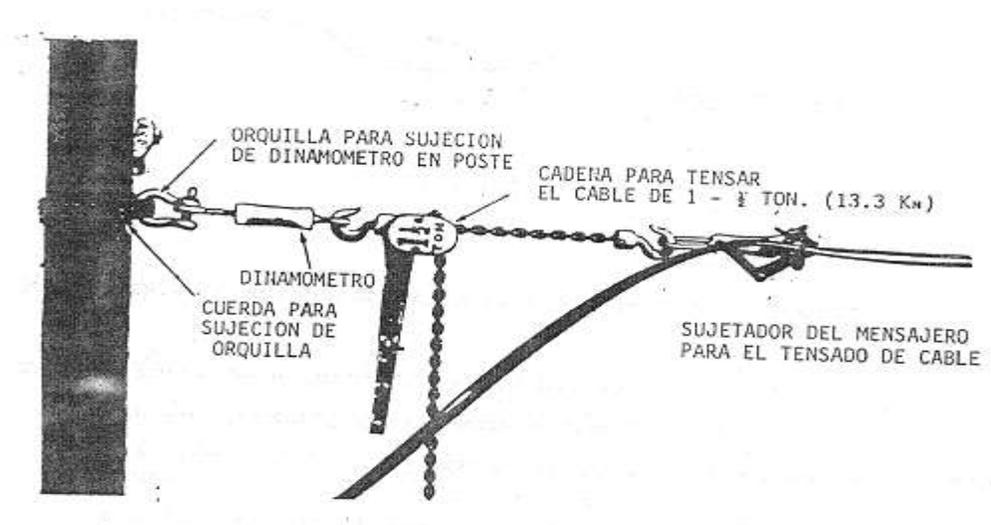




### 3.8 Tensado del cable de fibra óptica autoportado.

La longitud del tramo del cable de fibra óptica autoportado que puede ser tensado al mismo tiempo depende de factores tales como esquinas, separación interpostal, línea de vista, etc.; sin embargo en secciones rectas, tramos de hasta 1200 m pueden ser tensadas satisfactoriamente. La tabla 1 muestra los valores de tensión que se deben aplicar al mensajero del cable para diferentes longitudes de distancia interpostal y la figura 14 ilustra la forma en que se debe tensar el cable de fibra óptica autoportado.

Figura: 14 Herramientas a utilizar y forma en que se realiza el tensado del cable de fibra óptica autoportado.



Fuente: Manual de Telmex.

Fotografía No. 6. Elemento de tracción (sapo)



Fuente: Propia.

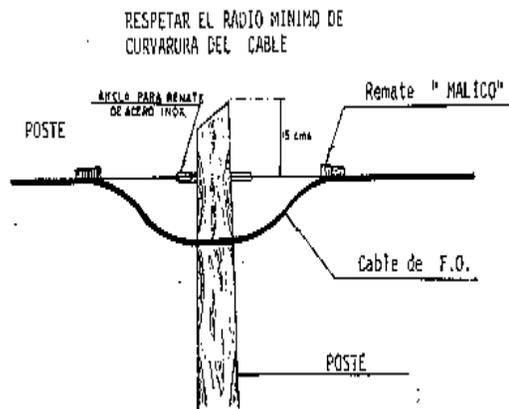




### 3.9 Sujeción del cable de fibra óptica en postes.

La sujeción del cable de 12 fibras ópticas autoportado en nueva posteria y en la existente se realizara mediante remates "MÁLICO" de acuerdo a la Figura 15.

Figura: 15 Sujeción del cable de fibra óptica en poste. Fotografía No. 7. Sujeción



Fuente: Manual de Telmex.

Fuente: Propia.

En esta parte debe considerarse lo siguiente:

1. No se debe desprender el mensajero del cable.
2. No exceder el radio mínimo de curvatura del cable de fibra óptica.
3. Antes de instalar el remate Mállico debe aplicarse al cable una tensión 20% mayor a la especificación.



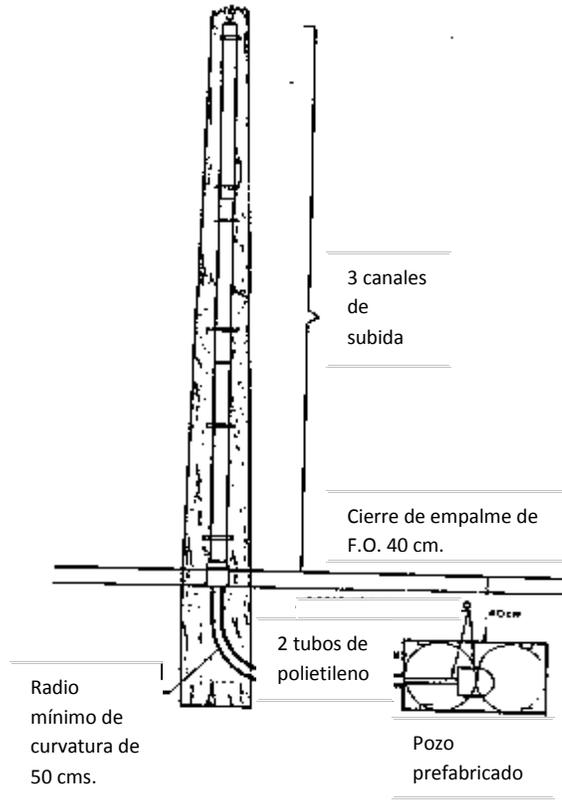


### 3.10. Empalmes del cable de fibra óptica.

El empalme del cable de fibra óptica se realizará en pozos prefabricados mediante cierres de empalme de fibra óptica de acuerdo a la Figura 16.

Figura: 16 Esquema para la realización de empalmes de cable de fibra óptica aéreo.

Fotografía No. 8. Empalme.



Fuente: Manual de Telmex.

Fuente: Propia.

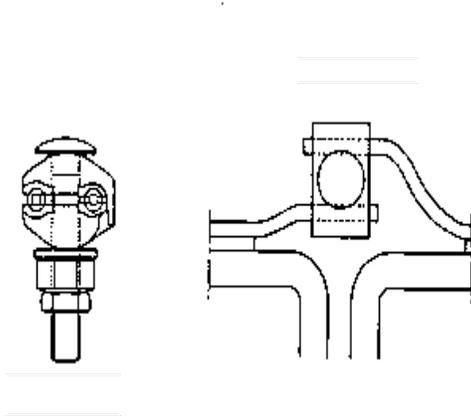




En esta parte debe considerarse lo siguiente:

- a) El mensajero del cable de fibra óptica autoportado debe unirse mediante un conector para continuidad de mensajero (ver fig-17).
- b) Se debe dejar 15 m de cable de cada extremo de cable a empalmar.
- c) El cable de fibra óptica deberá pararse por los soportes internos de pozo para que de esta forma el cable se almacene en forma de ochos (8s).
- d) El cierre de empalme debe depositarse en el centro del pozo.

Figura: 17 Conector para continuidad de mensajero. Fotografía No. 9 Conector



Fuente: Manual de Telmex.



Fuente: Propia.





### 3.11. Conexión del mensajero a tierra (protección eléctrica del cable de fibra óptica).

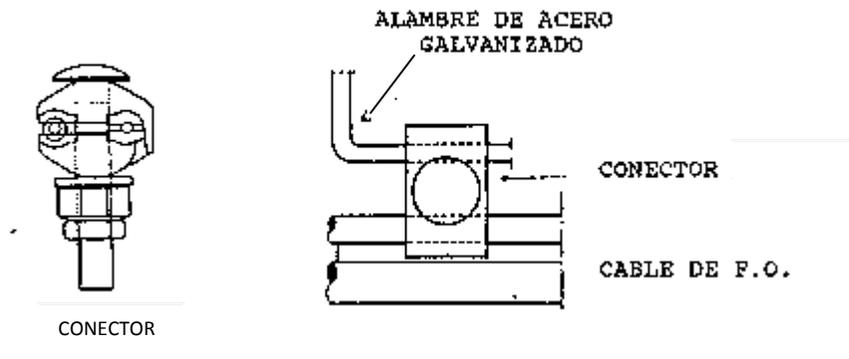
En posteria la nueva (distancia interpostal 100m) el mensajero del cable de fibra óptica debe conectarse a tierra cada 5 postes y en posteria existente cada 8 postes.

La conexión del mensajero a tierra deberá realizarse mediante el conector, de acuerdo a lo indicado en los instructivos. Con este conector no se debe pelar el mensajero.

Cuando se instala el cable de fibra óptica autoportado usando el método del riel en movimiento, rematar y aterrizar el mensajero en el primer poste Finalmente el mensajero debe ser tensado y conectado a tierra para cumplir con los requerimientos de conexión a tierra.

Cuando se instala el cable de fibra óptica autoportado desde un riel estacionado y se utiliza cuerda de plástico o manila para jalar el cable, el aterrizaje del mensajero no es requerido durante la instalación.

Figura: 18. Conector para conexión del mensajero a tierra.



Fuente: Manual de Telmex.





- Consideraciones para los cruces de las corridas del cable de fibra óptica en poblaciones.

Si la longitud del cruce de la población es menor de 100m se debe continuar la corrida mediante postes con el cable de fibra óptica autosoportado, salvo en el caso en que la bobina del cable se esté terminando, en este caso se cambiara a cable de fibra óptica canalizado.

Si la longitud del cruce de la Población es mayor a 1000 m debe de cambiarse a cable de fibra óptica canalizada ó enterrado de acuerdo con el proyecto

Fotografía No. 10. Instalación de F.O.

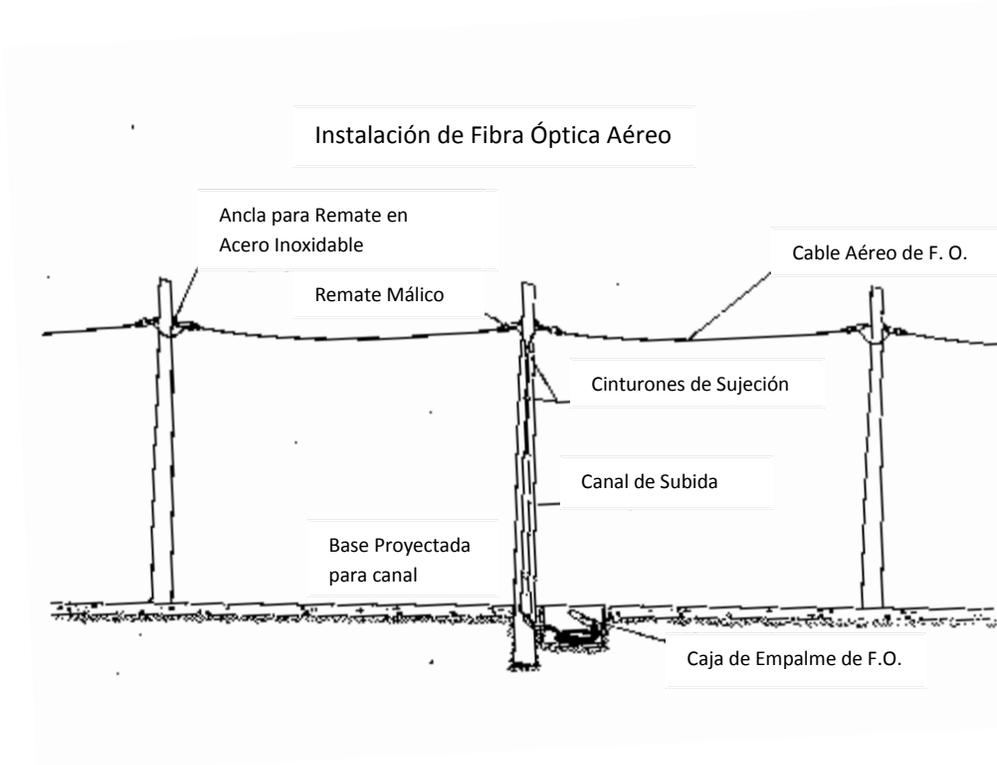


Fuente: propia





Figura: 19 Esquema general de instalación de cable de fibra óptica aéreo.



Fuente: Manual deTelmex.

## 8 Recomendaciones.

1. Antes de iniciar la operación de colocación del cable, revisar la corrida de la sección donde se va a instalar el cable para asegurar que no existan obstáculos que interfieran con los trabajos de instalación.





2. Cuando se requiera, de señales de advertencia para definir el área de trabajo y dirigir el tráfico en forma segura.
3. No permitir que el tráfico vehicular pase sobre el cable de fibra óptica durante las operaciones de instalación.
4. Durante cada proceso de instalación del cable de fibra óptica autosoportado, respetar el radio mínimo de curvatura del cable para evitar el uso de guantes de protección.
5. Durante el proceso de instalación del cable, la conexión a tierra del mensajero debe considerarse como un sustituto para el uso de guantes de protección.
6. Al realizar el jalado del cable de fibra óptica en posteria de Luz existente, debe tenerse la precaución de no dañar las líneas básicas existentes.

### 3.12 Red aérea.

La red aérea es aquella que se encuentra instalada en potencia. La red de distribución o red secundaria, instalada entre la caja de distribución y los puntos de dispersión o terminales, se encuentra generalmente en forma aérea. Sin embargo, cuando por falta de posibilidades o incosteabilidad del trabajo no es factible instalar, la red principal subterránea en algún tramo, también se tiene la alternativa de instalarla como red aérea. Asimismo, en la actualidad existe la posibilidad de instalar fibra óptica en esta forma.

#### 3.12.1 Posteria.

La restricción para la instalación del cable aéreo de F.O. es de no rebasar el 1% de flecha para una tensión dada. La tabla sig. Muestra a continuación la relación entre flecha y tensión considerando que el tendido se debe realizar a tensión constante.





Tabla No 3 Tendido de cable de F.O. aéreo a tensión constante.

CABLES DE F.O. AUTOSOPORTADOS 6 FO, 12 FO Y 24 F.O.	TEMPERATURA DE INSTALACIÓN				
	0°	10°	20°	30°	40°
DISTANCIA INTERPOSTAL 40 m Flecha =	0.13	0.14	0.16	0.18	0.21
DISTANCIA INTERPOSTAL 50 m Flecha =	0.20	0.22	0.25	0.28	0.32
DISTANCIA INTERPOSTAL 60 m Flecha=	0.29	0.32	0.36	0.40	0.45
DISTANCIA INTERPOSTAL 70 m Flecha =	0.40	0.44	0.49	0.55	0.61
DISTANCIA INTERPOSTAL 80 m Flecha =	0.53	0.58	0.64	0.71	0.78
DISTANCIA INTERPOSTAL 90 m Flecha =	0.68	0.74	0.81	0.89	0.97
DISTANCIA INTERPOSTAL 100 m Flecha =	0.84	0.92	1.00	1.09	1.18
TENSIÓN DE INSTALACIÓN (Kg)	700	635	575	520	465

Nota: las flechas únicamente son indicativas.

Fuente: Manual de Telmex.

Los postes son los elementos de apoyo, dispersión y distribución de los cables de las redes aéreas. Generalmente son de madera, y por su uso se clasifican en 3 tipos:

- a) Postes con terminal, que sirven para fijar los puntos de dispersión de la red Secundaria y los distintos accesorios de sujeción y empalme de los cables aéreos.
- b) Poste Intermedio o de paso, que sirve como punto de carga de los cables aéreos.
- c) Postes de apoyo, que sirve para detener el bajante en su trayectoria de conexión al cliente.

La longitud interpostal depende de las variaciones de acuerdo a la irregularidad del terreno, cambios de trayectoria o lotificación de los predios. La distancia interpostal en cruceros puede aumentar o disminuir cuando la topografía u obstáculos físicos lo ameriten.

Para telefonía rural la distancia interpostal será de 40 a 70 m., usando postes de 7.6 m. (25'), y de 100 m. usando postes de 9.2 m. (30').







Considerando que actualmente se cuenta con escalera, se recomienda no vestir (apeldañar) los postes a fin de evitar vandalismo y robo de cable; únicamente los postes con terminal que se encuentren en áreas de difícil acceso deben ser apeldañados.

En los postes con terminal deben utilizarse cadenas de distribución para la dispersión y apoyo de los bajantes postes con material y en aquellos postes donde se apoyen 3 o más bajantes. En algunos postes se utiliza travesaño y ordenados para bajantes (actualmente en desuso).

### 3.12.2 Pruebas de seguridad a posteria.

Los postes no deben tener grietas muy profundas y no deben estar curvados. No se deben instalar postes que tengan grietas con una separación mayor a 3 mm, con una longitud mayor a 1.5 m. y con una profundidad mayor a  $\frac{1}{4}$  de diámetro de la sección bajo prueba.

Antes de realizar cualquier trabajo en posteria, se deben realizar las siguientes pruebas de Seguridad, con el fin de detectar el estado del poste:

- Golpear el poste con un martillo desde el nivel del piso hasta la altura que se alcance con el brazo extendido, si el sonido es seco y claro, el poste está en buen estado; si el sonido es sordo y hueco, significa que existen fallas en el poste.
- En caso de duda, clavar en la base del poste un desarmador largo. Si entra con facilidad, significa que el poste está carcomido por dentro, si es así, reportarlo inmediatamente.
- Si la duda persiste, mover el poste en sentido perpendicular a la corrida del cable, si se escucha que la madera cruje o se mueve al nivel del suelo, el poste esta en mal estado.

### 3.12.3 Retenidas.

La instalación de retenida a un poste sirve para equilibrar la fuerza de tensión ejercida por el (los) cable(s) que se instala(n) en el poste.

Para la instalación de la retenida se utiliza guía de acero de 6.3 mm. Ø y remates homologados tipo Reliable (anteriormente se utilizaba el remate preformado).





Figura: 21 Ubicación de retenidas en corrida lineal. Fotografía No. 11 Corrida lineal



Fuente: Manual de Telmex.

Fuente: propia.

En corrida lineal con un cable de 10 a 30 pares no deben colocarse retenida. Para cables mayores, se colocan 2 retenes entre cada 8 postes.

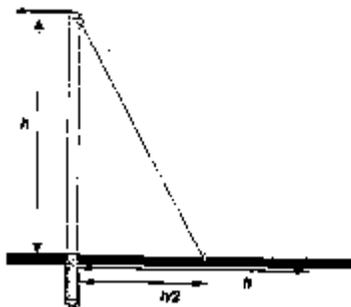
Al final y al principio de corridas de cables de 10, 20 y 30 pares se debe dejar el espacio necesario para colocar retenida en caso de futuros aumentos. Para cables de 50 pares o mayores, se debe colocar retenida al inicio y al final de la corrida.

Normalmente la separación entre el poste y el ancla de la retenida debe ser la relación  $h/2$  (donde  $h$  es igual a la altura del poste menos la profundidad de empotramiento), aun cuando en corridas con cables grandes puede ser igual a  $h$ , en ningún caso debe ser menor a  $h/4$ .

Se debe colocar retenida cuando haya cambio de dirección mayor a  $30^\circ$  en la corrida de cables.

Figura: 22 Separación de retenida.

Fotografía No. 12. retenida



Fuente: Manual de Telmex.

Fuente: propia.





### 3.12.4 Cables.

Para el tendido de redes aéreas, se deben respetar las alturas mínimas siguientes:

Tabla No 5 Alturas mínimas libres.

PARÁMETROS	A LO LARGO DE CAMINOS	CRUCE DE CALLES	A LO LARGO DE CALLES	ESPACIO ACCESIBLE A PEATONES	CRUCE FF. CC.	CRUCE CARRETERA
ALTURA LIBRE MÍNIMA	4.0 M	5.50 M	5.50 M	4.00 M	8.50 M	7.00 M

Fuente: Manual de Telmex.

En un tramo de red aérea se acepta como máximo 3 cables en condiciones normales (incluyendo principales), pero la suma de los pares no debe exceder de 300. Si se requiere un aumento de red, esta se debe canalizar.

Tabla No 6. Tensiones de instalación de cables ACREBg a una temperatura ambiente de 20° c /Kg).

Nº. de pares	C A L I B R E S			
	0.41 mm	0.51 mm.	0.64 mm	0.81 mm
10	75	90	105	130
20	115	140	175	200
30	135	170	225	
50	175	230	305	485
70	205	270		
100	275	375	605	
150	405	595	805	
200	530	720	940	
300	695	955	1415	

Fuente: Manual de Telmex.

Utilizando las tensiones de instalación de la Tabla 3 se obtienen las siguientes flechas:





Tabla: No 7 Flechas (catenaria) de acuerdo a distancia interpostal.

Distancia Interpostal	Flecha
40 m	0.40 m
50 m	0.63 m
60 m	0.90 m

Fuente: Manual de Telmex.

### 3.12.5 Tierras.

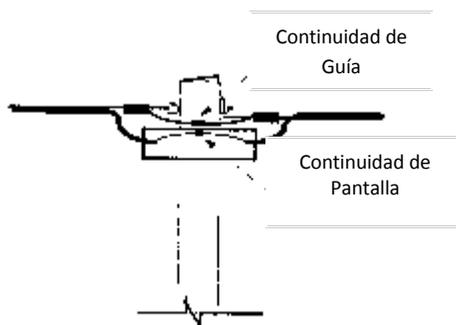
Las guías de acero de cables aéreos, en zonas de riesgo, deben continuarse y ser aterrizadas cada 300 m aproximadamente, sin que esta puesta a tierra coincida con la de ningún otro elemento.

Se debe dar continuidad a la pantalla de los cables y a la guía de acero en cada empalme.

No se deben conectar las retenidas a las guías de los cables. En ningún caso las retenidas deben estar puestas a tierras.

Figura: 23 Continuidad de guía y pantalla de cables aéreos.

Fotografía No. 13. continuidad de guía



Fuente: Manual de Telmex.



### 3.12.6 Cruces con líneas de energía eléctrica.

Las cruces de líneas abiertas con líneas de energía eléctrica deben hacerse formando de ser posible un ángulo recto, en todo caso el ángulo no será menor de 30 grados.





Tabla No 8 Separación con líneas de energía eléctrica

LÍNEA DE ENERGÍA	TENSIÓN NORMAL	DISTANCIA DE SEPARACIÓN
BAJA TENSIÓN	MENOR A 1 KV. 1 – 50 KV	0.6 M. 1.8 M. DESNUDA
MEDIA TENSIÓN	85 KV	1 M. AISLADA 2 M.
ALTA TENSIÓN	230 KV. 400 KV.	3 M. 4 M.

Fuente: Manual de Telmex.

### 3.12.7 Recomendaciones generales.

El personal encargado de realizar los trabajos de sustitución de tramos de cables, debe comprobar en campo que el cable se ha ordenado intervenir, correspondiente con el indicado en los planos, verificar los puntos (postes) de intervención y ratificar la longitud del tramo a retirar.

En caso de duda o diferencias entre lo indicado en el plano contra lo que existe en campo, no efectuar trabajo alguno, sino que se deberá informar al jefe inmediato o al responsable de construcción, para corregir y determinar lo conducente, a fin de evitar la realización de trabajos improcedentes.

Verificar que el cable a instalar tenga capuchones termocontráctiles en los extremos, y/o realizar las pruebas de aislamiento y hermeticidad para garantizar sus condiciones eléctricas.

Cuando el cable va a ser de 0.75 m. para empalmes, corte y retiro de capuchón y una longitud adicional de acuerdo a la flecha. Para terminales multiservicio la longitud extra será de 1.1 m. por cada una. La longitud del tramo se mide de poste a poste de intervención, adicionándole las longitudes extra indicadas.





### 3.12.8 Pozos de empalme.

Zona urbana. En zona urbana se utilizan los pozos existentes. Los pozos normalizados para el caso de alojar únicamente empalmes de fibra óptica son:

Tabla No 9. Dimensión de pozos.

TIPO	LARGO	ANCHO	ALTURA	UBICACIÓN
L5T	1.90	0.88	1.20	Banqueta
M1C	1.87	1.50	1.25	Arroyo

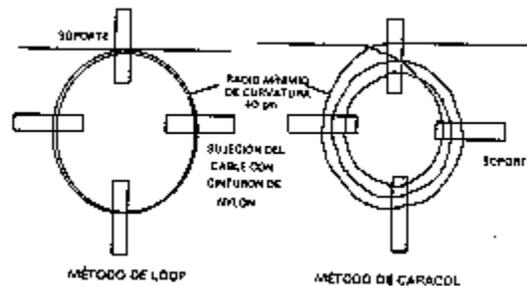
Fuente: Manual de Telmex.

En ningún caso se utilizan pozos de menor dimensión.

Los soportes que se utilizan para el acomodo y fijación de los cables en los pozos, son herrajes de acero inoxidable de 25 x 330 mm con 11 barrenos separados cada 15 mm. El soporte se fija en la parte superior de los muros del pozo, mediante pernos de acero instalados con pistola neumática.

El excedente de cable que se deja en pozos urbanos con fines de reserva en caso de movimientos para reparaciones, se coloca en los pozos anterior y posterior al del empalme, el acomodo del cable se puede realizarse mediante dos métodos el de Loop o el de caracol.

Figura: 24 Acomodo en pozos del cable de reserva.



Fuente: Manual de Telmex.

Se debe respetar el radio mínimo de curvatura de 20 veces el diámetro exterior del cable, para evitar daño a las fibras.

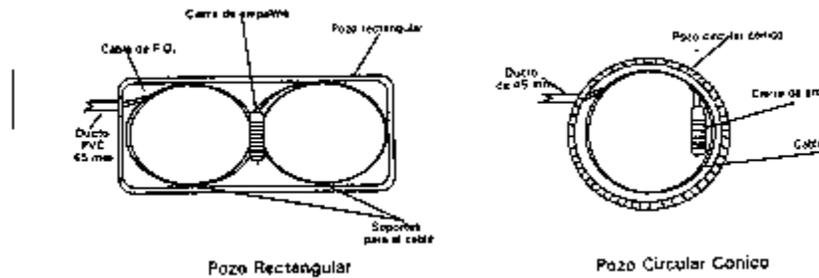
Zona rural. En el caso de Zona Rural se utilizan pozos prefabricados, se tienen dos tipos el rectangular y el circular cónico, en el rectangular el cable se coloca en "8" y el cierre de empalme sobre el cable, en el cónico, el cable se coloca en





circuito y el cierre sobre el cable, deben dejarse 15 m por punta o extremo de cada cable.

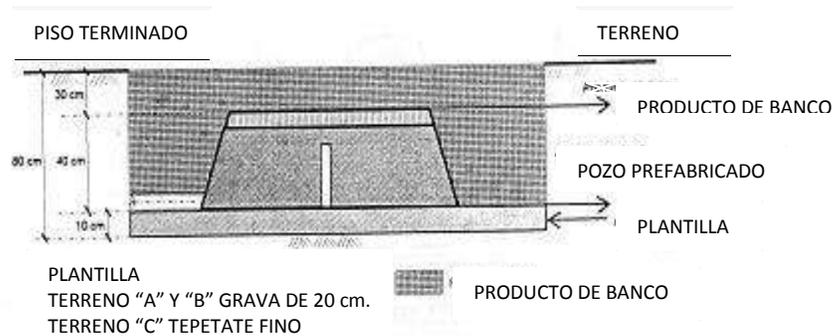
Figura: 25 Acomodo de cables y cierres en pozos prefabricados.



Fuente: Manual de Telmex.

Los pozos prefabricados se instalan enterrándolos de acuerdo a la fig. 26

Figura: 26 Instalación de pozo prefabricado.



Fuente: Manual de Telmex.

### 3.12.9 Red subterránea canalizada.

Para este tipo de red se utiliza la infraestructura de canalización urbana, instalando el cable en los ductos existentes de P.V.C. o concreto, y colocando los cierres de empalme en los pozos de visita.

Ductos de concreto. En canalización con ductos de concreto, la vía ocupada por cables de F.O. se encuentra subdividida mediante tres tubos de polietileno, manteniéndolos fijos mediante la tapa para división de vías que se coloca en la boquilla, la subdivisión se realiza con la finalidad de optimizar la utilización de la





infraestructura, tener un área específica para F.O. y obtener una protección adicional durante la inmersión del cable.

Ductos de P.V.C. En canalización con ductos P.V.C. se utiliza la vía de 45 mm.

### 3.12.10 Red directamente enterrada.

La red de F.O. directamente enterrada se emplea en zonas donde no se justifica económicamente la construcción de la canalización pudiéndose instalar el cable de dispersión normal TM4 o dispersión corrida TM8 dependiendo del tipo de red, estos cables cuentan con doble armadura que los protege mecánicamente y contra roedores.

Invariablemente se debe colocar una cinta de advertencia color naranja a 30 cm., de distancia arriba de donde se encuentra depositado el cable.

El cable directamente enterrado se debe colocar a una profundidad de 120 cm., en casos excepcionales y con autorización del responsable, se puede instalar a menor profundidad pero nunca menor de 80 cm.

Cruces.La tabla. Indica la distancia mínima de separación para el cruce del cable directamente enterrado

TABLA. No 10 CRUCES.

CRUCE	SEPARACIÓN MÍNIMA
Tuberías de agua y drenaje	10 cm
Cables de energía	30 cm.
Calle y carreteras	150 cm
Vías Férreas	150 cm

Fuente: Manual de Telmex.

En el caso de cruces en poblaciones rurales, si no existe canalización y se requiere para la red telefónica de la población, se construirá una canalización considerando 2 tubos de 45 mm de diámetro para el cable de F.O., si no se requiere canalización, se instalan dos tubos de polietileno de alta densidad, uno para el cable y otro de reserva para mantenimiento.





En el caso de cruce en puentes, se realiza por medio de la Canaleta para cables de F.O. de 90 x 90 mm la cual contiene soportes para fijarla

Pozos de empalme. Los pozos que se utilizan son prefabricados en zonas rurales y los de visita en caso de existir ductos de concreto o P.V.C., en el caso de pozos directamente enterrados, la acometida del cable se realiza de acuerdo a la Fig. 27

Fotografía: 14. Pozo de empalme



Fuente: propia.

### 3.13 Red aérea.

Empalmes. Los cierres de empalme se instalan en pozos de visita en red urbana y en pozos prefabricados enterrados en enlaces rurales, bajando y subiendo al cable en los postes de madera de 9.1 m., protegiendo la subida mediante la base y dos canales de subida.

La sujeción del cable y los cierres en pozos de visita en zona urbana se realiza en el mismo pozo, acomodando el cable en loop o caracol, en zona rural se procede de la misma forma que para la red subterránea.

Se realiza la continuidad de la guía de acero mediante el conector para continuidad y conexión del mensajero.

Remates. Como el cable es autoportado se utilizan remates tipo reliable o pinzas málico para guía de 6.3 mm., para sujetarlo en los postes. En postes de paso donde se utilizan remates tipos realible y en todos los casos donde se realice un empalme se debe realizar la continuidad de las guías de acero mediante el conector para continuidad y conexión de mensajero





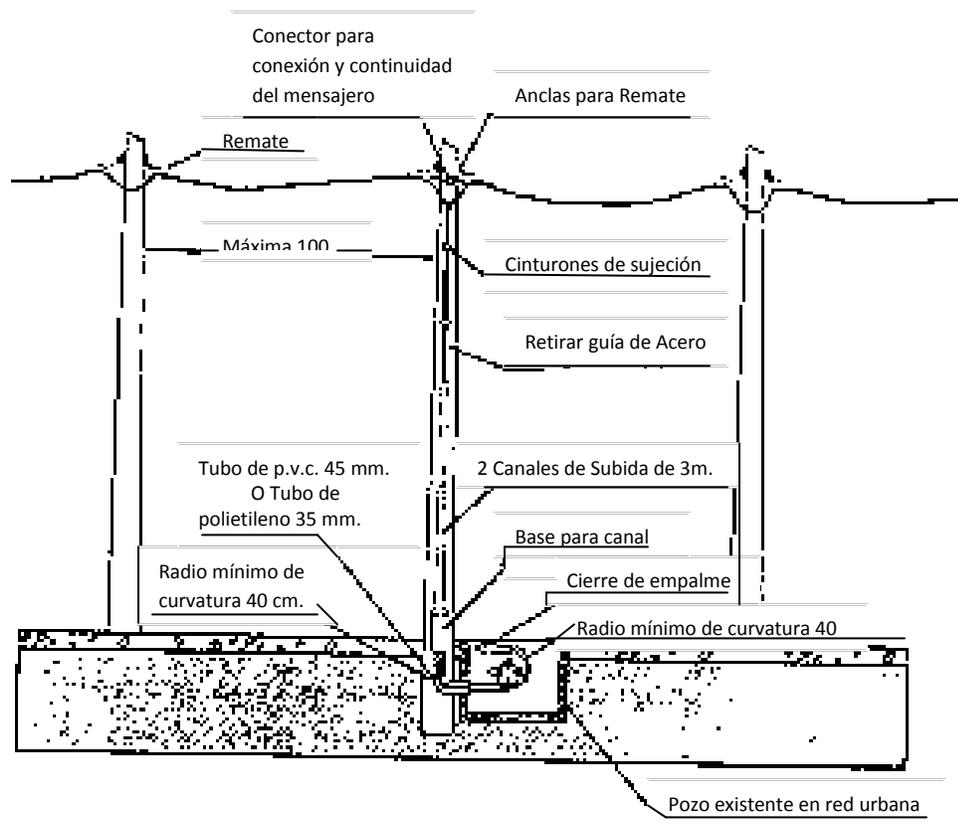
Anclas de remate. Se deben utilizar anclas de remate de acero inoxidable, para sujetar los remates al poste.

Cinturones para sujeción. Con el propósito de no maltratar el cable, se debe sujetar al poste de madera mediante los cinturones para sujeción de cable en poste.

Tubos plásticos. Como vía para llevar el cable de F.O. del pozo de visita al poste, se debe utilizar el ducto de P.V.C. de 45 mm. O el tubo de polietileno de alta densidad de 35.5 mm.

No se deben conectar las retenidas a las guías de los cables, y en ningún caso la retenidas deben estar puestas a tierra.

Figura: 27. Instalación de cable de F.O. aéreo.



Fuente: Manual de Telmex





## CAPITULO IV.

### **INSTALACIÓN DE FIBRA ÓPTICA DENTRO DE LA CANALIZACIÓN.**

#### 4.1. División de vía para cable de fibra óptica.

##### 4.1.1. Generalidades.

La división de vía consiste en instalar tres tubos de polietileno en la vía de concreto a ocupar o de P.V.C. de 80 mm, cuando no se considero originalmente en el proyecto tubos de 45 mm, ya que en las nuevas canalizaciones se debe considerar, con estos ductos, desde el proyecto las vías para los enlaces con cable de F.O.

Tomando en cuenta la diferencia de diámetro entre el cable de fibra óptica y ducto de concreto o P.V.C., el instalar el cable de fibra óptica dentro del ducto de concreto o en el de P.V.C. de 80 mm, significaría un inadecuado uso de nuestra infraestructura, por lo que con el fin de optimizar su uso es necesario subdividir la vía a ocupar para la construcción de redes con fibra óptica.

##### 4.1.2. Ventajas.

Las ventajas que se obtienen de la subdivisión son las siguientes:

A). Se optimiza el uso de la canalización existente, ya que debido a las dimensiones del cable de fibra óptica se puede dar cabida a tres de ellos en cada vía de concreto y 2 en el de P.V.C. de 80 mm,

B). Se tiene un área específica para los cables de fibra óptica.

C). Se obtienen una protección adicional a los cables de fibra óptica por daños que le puedan ocasionar asperezas existentes en los ductos de concreto.

##### 4.1.3. Tubo de polietileno.

El tubo que se instala es de polietileno de baja o de alta densidad, protegido contra agentes químicos, no debe tener defectos ni deformaciones estructurales.

##### 4.1.4. Tapas de subdivisión de vías.

Para mantener fijos los tubos de polietileno se coloca en la boquilla de la vía una tapa para división de vía de material de polietileno de baja densidad, pigmentado de color negro.

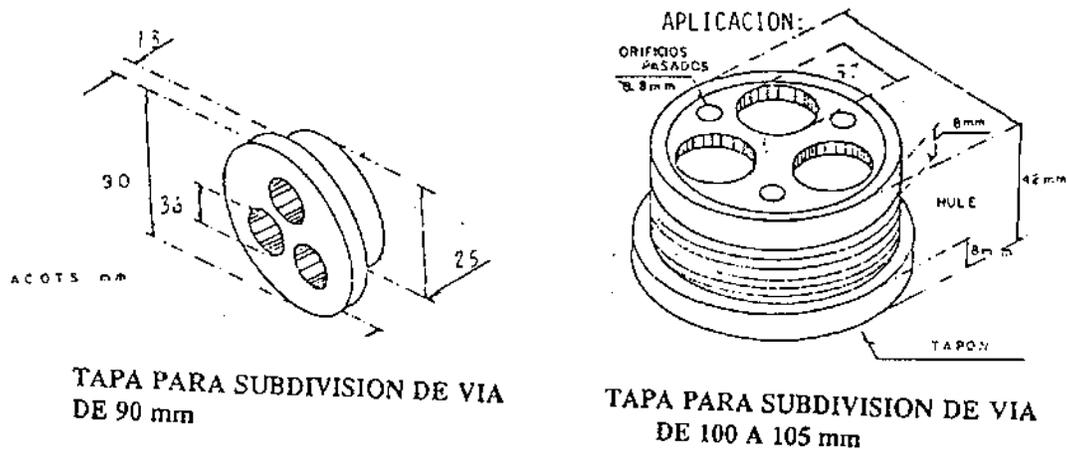




Cada tapa tiene 3 orificios en las cuales se alojan cada uno de los tubos de polietileno. Existen tres diferentes tapas: las de diámetro de 90 mm, las de 100 mm y las de 105 mm, correspondiendo su aplicación al diámetro del ducto que se va a dividir. Ver figura siguiente.

Para evitar que se introduzca basura o cualquier otro elemento que pueda tapar el interior del tubo, se coloca un tapón de hule en cada uno de los flexoductos libres.

Figura: No 28. Tapas de subdivisión de vía.



Fuente: Manual de Telmex.

Fotografía No. 15 Tapa



Fuente: propia





#### 4.2. Material, herramienta y equipo para la división de vía.

Para realización de los trabajos se requiere contar con el siguiente material:

Tabla No 11. Material

Material
Tapa para división de vía de 90 mm.
Tapa para división de vía de 100 mm.
Tapa para división de vía de 100 a 150 mm
Tubo de polietileno o 35.5 mm
Alambre galvanizado de o 1.58mm
Rafia

Fuente: Manual de Telmex. \*Incluye 3 taponesportapa.

Tabla No. 12 Herramientas.

Descripción	Uso
Cautínnavellanador.	Aborcardado de flexoducto.
Soplete de gasolina o gas.	Calentar el cautínnavellanador.
Cuchillo.	Corte del flexoducto
Gancho.	Levantar tapas de pozos.
Cobra.	Guidado de vías y subvías.
Pinzas de corte.	Corte de alambre.
Cuchara.	Limpieza de vías.
Caletín.	Sujeción de flexoductos para realizar el jalado.
Vallas de producción.	Señalización y protección.
Martillo.	Uso general.
Cepillo de acero.	Limpiarvías de concreto.
Cintamétrica.	Uso general.
Cepillo de nylon.	Limpiarvías de PVC.
Probador de diámetro.	Comprobar los diámetros de tubo.
Gatos.	Apoyo para los carretes





	de tubo flexible.
Carretes porta tubo flexible.	Montaje de rollos de tubo.

Fuente: Manual de Telmex

Tabla No. 13 De equipo

Descripción.	Uso.
Bomba Hidráulica.	Desagüe de pozos.
Vehículo.	Uso general.
Winch con registro y control de tensión.	Jalado del flexoducto y del cable.
Equiponeumático.	Alambrar ductos de PVC de 80 o de 45 mm.

Fuente: Manual de Telmex.

#### 4.3. Recomendaciones previas a la subdivisión de vía.

Antes de iniciar los trabajos de subdivisión de vía es necesario asegurarse de lo siguiente:

- a). Verificar en el proyecto que la vía asignada es la correcta.
- b). Recorrido físico, planificación, del trayecto o ruta del cable para revisar y determinar que pozos requieren ser limpiados o desaguados.
- c). Limpiar el ducto de concreto o la vía de P.V.C. a utilizar cerciorándose que no existen tropezones en la misma.
- d). En el caso de P.V.C., verificar el diámetro de la misma (80 cm), con el alveómetro registrador o el mecánico para mejorar la deformación, si existiera.
- e). El responsable de los trabajos de instalación debe tener el expediente técnico del proyecto detallado correspondiente a la operación.
- f). Realizar el acondicionamiento de los pozos; la revisión y arreglo de los cables en los pozos saturados por cables de la red de cobre.

En caso de que la vía a utilizar, concreto o P.V.C., este ocupada, se deberá notificar inmediatamente al responsable de Supervisión, a fin de que este determine la que deberá de utilizarse. Por ningún motivo se ocupara otra vía que la asignada sin la autorización correspondiente.





#### 4.4. Ejecución.

1. Limpiar la vía a utilizar con cepillo de alambre en canalizaciones de concreto o de nylon en P.V.C.
2. Alambrar la vía de concreto asignada utilizando la cobra para el guiado del alambre galvanizado a través de la vía. El alambrado implica la limpieza de la vía para eliminar cualquier obstáculo que impida el paso libre del flexoducto. En caso que la vía sea de P.V.C. de 80 mm el alambrado será neumático, utilizando el equipo neumático para alambrar ductos.
3. Montar los tres rollos de tubo de polietileno en los tres carretes porta-tubo, un rollo en cada carrete, soportando el eje de los carretes sobre los gatos de cremallera.
4. Colocar el caletín de tracción a las tres puntas del tubo uniéndolas.
5. Colocar los carretes porta-tubo en el punto donde dará inicio el jalado, de tal forma, que la posición de los carretes sea del mismo lado que la dirección de jalado del flexoducto.
6. Realice el amarre del caletín con la punta del alambre galvanizado, ya instalado, en la vía para efectuar el jalado.
7. Para proceder a hacer el jalado del flexoducto se requiere de cuatro personas, ubicadas de tal forma que realicen cada una las operaciones siguientes:

##### Parteexterna del pozo:

El primer operario se encarga de alimentar los flexoductos, cuidando que los carretes giren uniformemente.

El segundo operario guía los tres flexoductos, vigilando que estos guarden la disposición indicada (uno en la parte superior y dos en la parte inferior), además comprueba al tacto si los flexoductos presentan defectos, en caso de que sea así, se interrumpiera el proceso y se cambiara el tubo. Asimismo vigila que el flexoducto no sufra doblez en el marco del pozo al ir entrando.

##### Interior del pozo:

El tercer operario guiara los tres flexoductos en la boquilla de la vía asignada, cuidando que no cambien de posición y que no sufran daños.





El cuarto operario jala la guía de alambre galvanizado, en caso que el jalado sea manual, y espera que lleguen las puntas del flexoducto. En caso que el jalado sea con winch, el operario solo espera que las puntas del flexoducto lleguen a este punto. En el momento que las puntas sobresalgan 30 cm de la boquilla, el jalado se detendrá; del otro extremo también se dejan 30 cm de la boquilla, y después los flexoductos se cortan.

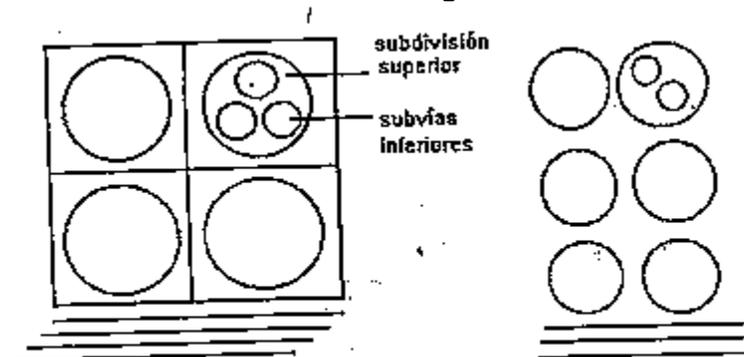
La instalación del flexoducto se realiza en cada tramo de pozo a pozo hasta finalizar la Ruta del cable óptico.

Durante la inmersión de los flexoductos deben de vigilarse los siguientes aspectos:

- a). Que los flexoductos no sufran dobleces o raspaduras.
- b). Que no exista algún defecto en los flexoductos.
- c). Que la posición asignada a los tubos se mantenga constante, de acuerdo a la posición indicada anteriormente y que muestra en la figura siguiente:

Ejemplos de posición de los tubos de polietileno en la vía subdividida.

Figura: No. 29. Canalización de concreto. Figura: No. 30. Canalización de PVC.



Fuente: propia

8. Colocar la tapa de división de vía debiendo de empotrar esta en la vía correspondiente y quedar fija en la misma. Debe de mantenerse la posición de la subvías.

9. Colocar la tapa en el extremo opuesto, en donde se recomienda dar un ligero jalón a los flexoductos al momento de colocar la tapa para que el acomodo de estos, a lo largo de la canalización, sea lo mas recto posible.





10. Cortar los flexoductos dejando un excedente de 2 cm de largo sobresaliendo de la tapa.
11. Fusionar los 2 cm de flexoductos sobre los orificios de la tapa para lograr la fijación definitiva, usando el cautín avellanador.
12. Quitar rebabas o protuberancias originadas por la aplicación de calor a la pared del flexoducto. El acabado de este trabajo debe de ser liso para evitar posibles causas de daño al cable durante la inmersión.
13. Colocar el tapón en los orificios correspondientes de la tapa acomodando el excedente de la rafia dentro del flexoducto.

#### 4.5. Pruebas.

Las pruebas que se realizan a la división de vías son las siguientes:

- a). Prueba de continuidad y de uniformidad de diámetro.

Consiste en hacer pasar, a lo largo de la subvía, una guía que lleva atada en su extremo un probador de diámetro, el cual es un pequeño cilindro metálico de 22 mm de diámetro y 90 mm de longitud, se muestra en la figura de la página siguiente.

Con esta prueba se verifica que la subvía se encuentre libre de basura, la continuidad de la misma y la correspondencia correcta en el otro extremo de pozo, cerciorándose que no existan giros en la misma.

- b). Prueba de avellanado.

En esta prueba se cerciora la calidad del avellanado, que este sea liso y la sujeción de la tapa sea la correcta.

- c). Verificación de Colocación de tapones.

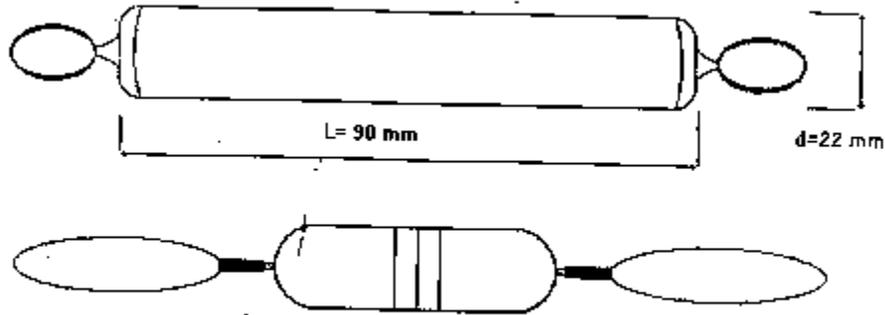
Esta verificación se realiza junto con la anterior. El propósito es comprobar que cada flexoducto cuente con tapón y que este se encuentre sujeto a la rafia.

La realización de las pruebas deberá de hacerse a lo largo de toda la ruta y en cada una de las subvías.





Figura No. 31. Cilindro de pruebas (ratón)



CILINDROS DE PRUEBA DE SUBVIAS

Fuente: Manual de Telmex.

#### 4.6. Cables

##### 4.6.1 Descripción y uso de cables de F.O.

Los cables de Fibra Óptica Unimodo de Dispersión Normal de Dispersión Corrida que se utilizan en la red local y de larga Distancia, en sus capacidades de 6 hasta 72 F.O., están construidos para satisfacer los requerimientos de Transmisión y de acuerdo a las características del lugar o del tipo de obra en que serán instalados.

Tabla No. 14 Diferentes tipos de cables y su uso

Tipos de cable.	Dispersion.	Uso.
TM1	Normal	En ductos (subterránea)
TM2	Normal	En ductos y/o escalerillas en interior de edificios o centrales.
TM4	Normal	Directamente enterrado y eventualmente en ductos.
TM5	Corrida	En posteria (aéreo).
TM6	Normal	En posteria (aéreo).
TM7	Corrida	En ductos (subterránea)
TM8	Corrida	Directamente enterrado y eventualmente en





		ductos.
TM9	Corrida	En ductos y/o escalerillas en interior de centrales y edificios.

Fuente: Manual de Telmex.

Identificación del fabricante.

Hilos de identificación de fabricante y año de fabricación, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla No. 15. Código de colores del tubo holgado

Fabricante.	Color.	Año de fabricación.
Conducel.	Naranja-Negro.	1. Blanco.
Latincasa.	Verde-Blanco.	2. Gris.
Conductores Monterrey.	Rojo-Blanco.	3. Violeta.
Conelec.	Azul-Blanco.	4. Negro.
		5. Café.
		6. Azul.
		7. Amarillo.
		8. Rojo.
		9. Verde.
		0. Naranja.

Fuente: Manual de Telmex.

El código utilizado para la identificación del tubo holgado es el siguiente:

Tabla No. 16. Código de colores para identificación de las fibras.

Numero de TuboHolgado.	Color.
1	Natural.
2	Azul.
3	Amarillo.
4	Rojo.
5	Verde.
6	Naranja.

Fuente: Manual de Telmex.

Tabla: No. 17. Fibras ópticas.

Numero de Fibra Óptica.	Color.
1	Natural.
2	Azul.
3	Amarillo.
4	Rojo.
5	Verde.





6	Naranja.
7	Violeta.
8	Café.
9	Gris.
10	Negro.
11	Rosa.
12	Blanco.

Cantidad de Fibras Ópticas por tubo. Fuente: Manual de Telmex.

El número de fibras ópticas por tubo holgado dependerá de la capacidad de fibras del cable, de acuerdo a la tabla

Tabla No. 18 Cantidad de fibras ópticas por tubo holgado.

Numero de fibras en el cable.	Numero de fibras por tubo.
6	6 Fibras por tubo y cinco elementos de relleno.
12	4 Fibras por tubo y tres elementos de relleno.
18	6 Fibras por tubo y tres elementos de relleno colocados en forma alternada.
24	4 Fibras portubo.
36	6 Fibras portubo.
48	12 Fibras por tubo y dos elementos de relleno.
72	12 Fibras portubo.

Fuente: Manual de Telmex.

Tensión de tracción.

Tensión máxima de tracción.

Se define como aquella que puede ser aplicada a un cable de F.O. durante su inmersión en canalización sin que las fibras ópticas sufran algún daño físico o eléctrico.





Esta tensión depende del elemento que se utilice para la inmersión, el cual puede ser:

1. “Calcetín” (elemento metálico trenzado que se contrae al aplicársele una tensión).
2. Dispositivo de tracción.

Tensión máxima con calcetín.

En este caso, la tensión máxima se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$T_c = T_p \times A \times 0.85$$

Donde:

$T_c$  = tensión a la ruptura del polietileno-Kg- (tensión máxima con calcetín).

$T_p$  = esfuerzo de trabajo del polietileno-1.3 Kg/mm<sup>2</sup>-

$A$  = área de la sección transversal de la cubierta del cable-mm<sup>2</sup>-

“A” corresponde a la diferencia de la superficie transversal de cable de F.O., y la superficie transversal de la cubierta del cable, es decir:

$$A = (3.1416/4) \times (D_e^2 - D_i^2)$$

Siendo:

$D_e$  = diámetro exterior del cable (nominal)

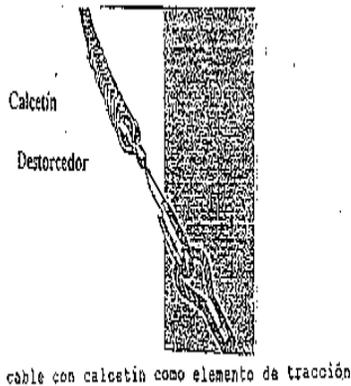
$D_i$  = diámetro interior del cable.





Figura No 32. Elemento de tracción.

Fotografía No. 16. Calcetín



Fuente: Manual de Telmex.

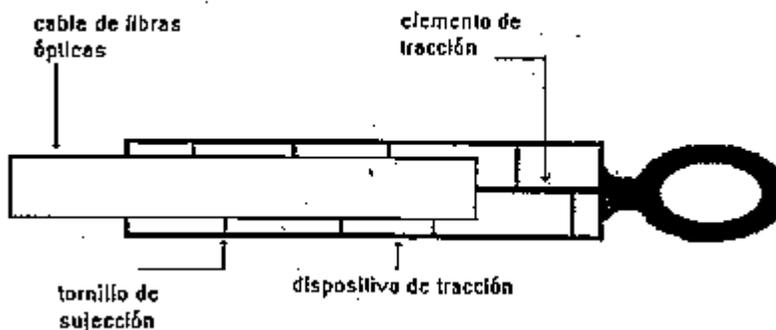
Fuente: propia.

Si observamos la figura No.32 veremos que el calcetín trabaja sobre la cubierta del cable (transversalmente), por lo tanto, la tensión de jalado se aplica sobre la cubierta o forro del cable, de ahí que en la fórmula 1 las variables que determinan la tensión máxima son "Tp" esfuerzo de trabajo del polietileno y "A" área de cubierta.

Tensión máxima de dispositivo de tracción.

En caso del cable de Fibras Ópticas, la Tensión Máxima con dispositivo de Tracción.

Figura No. 33. Dispositivo de tracción.



Fuente: Manual de Telmex.





El procedimiento de instalación del dispositivo de tracción, éste trabaja sobre el elemento de tracción, sea metálico o dieléctrico, del cable, por lo tanto, la tensión máxima corresponde a la resistencia a la ruptura de dicho elemento.

En la siguiente página se muestran tablas correspondientes a la tensión máxima de tracción con calcetín y con dispositivo de tracción. Tablas No. 19 y No.20 respectivamente, en donde se indican los valores de Tensión máxima que pueden ser aplicados a cada tipo de cable y que no deben de sobrepasarse, puesto que esto ocasionaría que se dañase el cable de F.O.

TABLA No.19 .Tensión máxima con dispositivo de tracción.

CARACTERÍSTICAS			
Tipo de Cable	Diámetro en Mm	No. de F.O.	TENSION MAXIMA(Kg)
TM1,TM7	14.7	6-36	270.00
	17.3	48-72	270.00
TM2,TM9	13.3	6-36	270.00
	15.7	48-72	270.00
TM4,TM8	18.6	6-36	270.00
	21.0	48-72	270.00
TM5,TM6	15.7	6-36	270.00
	18.3	48-72	270.00

Fuente: Manual de Telmex.

TABLA No. 20. Tensión máxima con dispositivo de calcetín.

CARACTERÍSTICAS			
Tipo de Cable	Diámetro en Mm	CAPACIDAD	TENSIÓN MAXIMA(Kg)
TM1,TM7	14.7	6-36	27.00
	17.3	48-72	32.00
TM2,TM9	13.3	6-36	24.00
	15.7	48.72	29.00
TM4,TM8	18.6	6-36	34.00
	21.0	48-72	39.00
TM5,TM6	15.7	6-36	29.00
	18.3	48-72	34.00

Fuente: Manual de Telmex.





## Fórmulas para calcular la Tensión de Tracción.

En todas la Rutas de enlaces, las características de las canalizaciones son totalmente diferentes, por los ductos de concreto ó de P.V.C.; distancia entre pozos; tipos de pozos; cambios de dirección; curvas y contracurvas; desniveles, etc.

Por lo anterior, el cálculo de la Tensión de Tracción en la inmersión representa un problema particular a resolver, ya que depende de:

- Peso del cable
- Coefficiente de fricción entre cable y ducto
- Lubricación de ducto
- Curvas a lo largo de la Ruta
- Longitud y Radio de la curvas
- Diferencia de niveles a lo largo de Ruta.

### Cálculo de la Tensión de Tracción en Trayectoria Recta.

La Tensión de Trayectoria (T) al final de una trayectoria recta , esta dada por la fórmula:

$$T = L \times W \times \mu$$

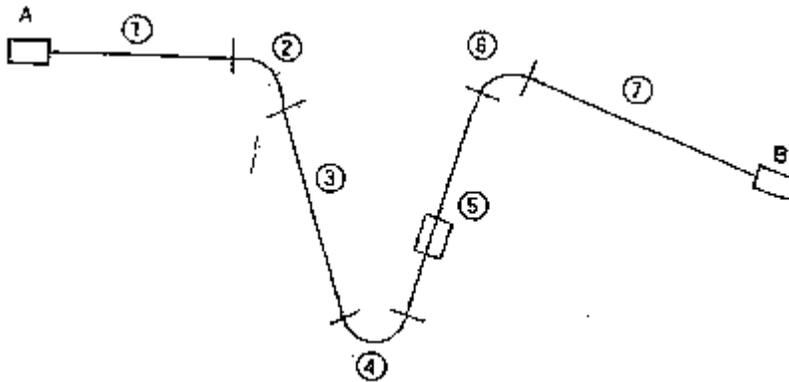
Donde:

- T= Tensión al final del trayecto (Kgs)
- L= Longitud del trayecto (Mts)
- W=Peso del cable (Kg/mto)
- $\mu$  = Coeficiente de fricción entre cable y ducto.





Figura: No. 34. Desarrollo de un ejemplo práctico de cálculo en una trayectoria mixta.



Fuente: Manual de Telmex.

Tabla No. 21. Sentido de inmersión de A-B

No. de tramo	1	2	3	4	5	6	7
Longitud	100	20	130	50	150	40	110
Radio	00	15	00	20	00	30	00

Fuente: Manual de Telmex.

Diferencia de nivel de 12 mts en el tramo 5.

Coefficiente de Fricción  $\mu = 0.25$

Peso del cable  $W = 0.27\text{Kgs/mt}$

(TM4 de 24 F.O.)

Tramo No. 1 (Recto)

$$T1 = L \times W \times \mu$$

$$T1 = (100 \text{ mts}) (0.27\text{Kgs/mt}) (0.25)$$

$$T1 = 6.75 \text{ Kgs}$$

Tramo No.2 (curva)

Primero determinamos el ángulo de la curva " $\beta$ "

Utilizando la formula y despejando  $\beta$ :

$$L = 2r \times \pi \beta / 360; \quad \beta = 180L / \pi \times r; \quad \beta = (L/r) (57.29)$$

$$L = 20 \text{ mts}; \text{ radio} = 15 \text{ mts}$$





$$\beta = (L / r) (57.29)$$
$$\beta = (20 / 15) (57.29)$$
$$\beta = 76.38^\circ$$

En las gráfica "K" = 1.39 cuando  $\mu = 0.25$   
Por lo tanto

$$T_s = T_e \times K \quad \text{donde}$$
$$T_e = T_l$$
$$T_s = T_l \times K = 6.75 \times (1.39) = 9.38 \text{ Kgs}$$

A la salida de la curva  $T_s$  tendremos una tensión de tracción de 9.38 Kgs =  $T_2$

Tramo No. 3 (recto)

$$T_3 = T_2 + (L_3 \times W \times \mu)$$

Donde  $L_3$  = Longitud del tramo No. 3

$$T_3 = 9.38 \text{ Kgs} + (130 \times 0.27 \times 0.25)$$
$$T_3 = 8.15 \text{ Kgs.}$$

Tramo No. 4 (curva)

$$\beta = (L / r) (57.29) = (50 / 20) (57.29)$$
$$\beta = 143^\circ$$

Por tablas gráficas

$$K \approx 1.88$$

Por lo tanto

$$T_4 = T_3 \times K = 18.15 \times 1.88$$
$$T_4 = 34.12 \text{ Kgs.}$$





Tramo No. 5 (con diferencia de nivel)

$$T5 = T4 + (L5 \times W \times \mu + Wh)$$

Jalado de A – B contra pendiente

$$H = 12 \text{ mts.}$$

Entonces:

$$T5 = 34.12 + ( (150 \times 0.27 \times 0.25) + ( 0.27 \times 12))$$

$$T5 = 34.12 + (10.12 + 3.24)$$

$$T5 = 47.48 \text{ Kgs.}$$

Tramo No.6 (curva)

$$\beta = (L/r)(57.29)$$

$$\beta = 76.38^\circ \quad \text{por tablas o graficas}$$

$$K \approx 1.39$$

Entonces

$$T6 = T5 \times K = 47.48 \times 1.39$$

$$T6 = 65.99 \text{ Kgs.}$$

Tramo No.7 (recto)

$$T7 = T6 + (L7 \times W \times \mu)$$

$$T7 = 65.99 + (110 \times 0.27 \times 0.25)$$

$$T7 = 73.42 \text{ Kgs.}$$

Este es el valor de la Tensión de Tracción a la salida del cable en el pozo B

Tabla: No. 22. Resumen

Tramo	Longitud Radio $\mu = 0.25$	Cálculo	Tensión a la salida del tramo
1 (recto)	L= 100 mts	$100 \times 0.27 \times 0.25$	T1 = 6.75 Kgs.
2 (curva)	L= 20 mts r = 15 mts $\beta = 76.38^\circ$ K = 1.39	$6.75 \times 1.39$	T2 = 9.38 Kgs
3 (recto)	L = 130 mts	$9.38 \times (130 \times 0.27 \times 0.25)$	T3 = 18.15 Kgs





4 ( curva)	L = 50 mts r = 20 mts $\beta = 143^\circ$ K = 1.88	18.15 x 1.88	T4 =34.12Kgs
5 (desnivel)	L =150 mts H =12 mts	$34.12+[(150 \times 0.27 \times 0.25) + (0.27 \times 12)]$	T5= 47.48 Kgs
6 (curva)	L =40mts r= 30mts $\beta = 76.38^\circ$ K = 1.39	47.48x1.39	T6= 65.99 Kgs.
7 (recto)	L =110 mts	$65.99 + (110 \times 0.27 \times 0.25)$	T7 = 73.42 Kgs

Fuente: Manual de Telmex.

#### 4.7. Recomendaciones generales previas a la inmersión.

Antes de iniciar los trabajos relativos a la inmersión de cables, deben tomarse medidas de prevención y seguridad, tales como: verificación de materiales, equipos y herramientas, disponibilidad de planos del proyecto en cuestión, etc.

A continuación se enlistan algunas recomendaciones importantes:

1. El constructor debe verificar en la bodega o almacén que el cable por instalar, se encuentre en perfecto estado, sin daños visibles en el mismo.
2. El cable debe tener colocado el dispositivo de tracción, siempre que la longitud de inmersión sea mayor a 300 mts.
3. Si por algún motivo, el cable fue cortado debe instalársele un capuchón termocontráctil por un extremo y por el otro se le colocará el dispositivo de tracción.
4. Tomar los datos de la etiqueta del fabricante colocada a un costado del carrete, e invariablemente marcar en el plano de trabajo y documentos





correspondientes las anotaciones precisas, que indiquen las fibras que se reporten como dañadas por el fabricante

5. Colocar los señalamientos y protecciones tales como: cinta de plástico de señalamiento, cartel de información de trabajos y empresa constructora, conos reflejantes, defensas para pozos, etc.

6. Verificar el buen funcionamiento del equipo y herramienta a utilizar así como contar con el equipo de seguridad para los operarios, tales como; guantes casco, calzado de seguridad etc.

7. Cuando se va a realizar inmersión en tramos con pozos grandes o de acometida a centrar, tomar en cuenta los metros de cable que serán necesarios para el acomodo de cable, curvas en el trayecto y condiciones particulares de cada pozo o tramo (tamaño, desniveles, cambios de dirección, etc.).

8. Prever la longitud de cable extra para empalmes, 15 mts. O más, de cable en pozos adyacentes para otras intervenciones o reparaciones.

9. Para lograr un máximo aprovechamiento del cable en bobina así como para minimizar el desperdicio por sobrantes en tramos cortos, deben distribuirse las longitudes de cable reales de cada bobina, con una correcta planificación, indicado en el plano de inmersión la distribución de bobinas y aprovechamiento de fracciones de cable, esto último cuando sea posible.

10. Antes de proceder a la inmersión del cable, se debe revisar la(s) vía(s) que se han subdividido; posteriormente y teniendo la seguridad de que las vías estén limpias, sin obstáculos o tropezones, se procederá a instalar la guía a utilizar; en tubo P.V.C. de 45 mm, se hará revisión con el alveómetro para comprobar que el tubo está limpio, sin obstáculos y/o tropezones.

11. inspección física y visual de los pozos de la ruta de canalización, para verificar que los pozos se encuentran en buenas condiciones de trabajo, así como para determinar los lugares que puedan presentar problemas el día que se determine que se hará la inmersión.

12. Durante el recorrido se deberá de determinar los pozos donde se instalarán los dispositivos de auxilio, en el caso de que éstos se requiriesen.





13. Es necesario probar el diámetro de la subvía a utilizar, usando el probador de diámetro, a fin de comprobar que el flexoducto no presenta aplastamientos o dobleces.

#### 4.7.1. Distribución de la bobinas.

De acuerdo a las Normas, las bobinas de cable de F.O., deben tener una longitud de  $2100 \pm 3\%$ , y tomando como base esta longitud, se debe de realizar una cuidadosa planificación a efecto de distribuir las bobinas completas y el sobrante pueda ser utilizados en otros enlaces, con el fin de optimizar al máximo el cable y evitar desperdicios excesivos del mismo.

De acuerdo a lo anterior se pueden tener 2 casos:

1. La longitud de la bobina es:  $2100 + 3\% = 2136$  mts.
2. La longitud de la bobina es: 2100 mts.

A fin de detener el punto de empalme, se aplicará la siguiente fórmula:

$$Le-e = Ltb - (2Lc + Lr)$$

Donde

Le-e es la distancia entre empalmes

Ltb es la longitud total de la bobina

Lc es la Longitud de cable para loop en pozos adyacentes. = 15 mts por pozo

Lr es la longitud de cable acomodada en los pozos, es =  $4\%$  (Ltb)

Que son valores constantes y determinan la separación entre empalmes; sin embargo para el primero y último carrete debemos de considerar la longitud de cable que se requiere para la entrada y acomodo en la central.





Una vez que se tiene la separación máxima de los empalmes para cada bobina, se procede a ubicarlas en el plano.

Teniendo la longitud de los carretes, se toma una Central como punto de inicio y partiendo de ésta, se toma la distancia entre reventones hasta llegar al valor Le-e., de la bobina por ubicar. Se prosigue el proceso hasta completar la ruta.

#### 4.8. Pruebas al cable de F. O. antes de inmersión.

Todas las mediciones realizadas deberán ser almacenadas en un diskette llamado "Pruebas antes de la inmersión". "Protocolo de Pruebas de aceptación de los cables de Fibra Óptica"

Inspección física del cable en el carrete.

Inspección visual del cable de F.O. En el carrete

Esta prueba consiste en:

- a). Verificar que el cable no presente daños visible, deterioro alguno o discontinuidad en cualquiera de sus partes accesibles a la bobina.
- b). Verificar que los extremos del cable cuenten con capuchones termocontráctiles o en su lugar lo correspondientes dispositivos de tracción.

- Medición de la longitud del cable

La longitud del cable se medirá por el método de diferencia de marcas procediendo de la siguiente manera:

- a). Retirar la tablas de protección del carrete.
- b). Identificar las marcas en metros de ambos extremos del cable. Obtener la diferencia entre ambas marcas. El resultado nos determinará la longitud del cable.





Se deberá llevar un registro de ésta medición para cada bobina completa de cable de Fibra óptica a instalar.

#### Registro del carrete de cable

Se debe llevar un registro de los datos de los carretes de cable de F.O. empleados en la construcción de la ruta. Dicho registro deberá contener la siguiente información:

- a). Pruebas ópticas realizadas a los carretes de cable en la fábrica (Número de la tarjeta de identificación).
- b). Ruta en la que va a ser empleado así como el tramo o kilometraje que va a ocupar en la misma.
- c). Fecha de fabricación y fecha de embarque (N° de la tarjeta de identificación del carrete).

#### Mediciones de retrodifusión

Estas pruebas deberán ser realizadas por el constructor del enlace para verificar el estado del cable de Fibra óptica.

Las mediciones se efectuaran preferentemente por el extremo interno del cable de la bobina: sólo si el dispositivo de tracción es reutilizable, se pueden realizar éstas mediciones en el extremo exterior del cable en la bobina.

Una vez realizadas las pruebas se debe instalar el capuchón termocontráctil ó el dispositivo de protección del cable.

Las mediciones deben ser realizadas con un reflectómetro óptico (OTDR), provisto para operar en la ventana de 1550nm.

#### Longitud del cable

Ésta medición se realizará de la siguiente manera:





Medir la longitud de una fibra del cable utilizando el índice de refracción especificado para cada tipo de fibra: Fibra de Dispersión Normal  $N=1.470$  ó Fibra de Dispersión Corrida  $N=1.476$ .

- a). El ancho de pulso de medición debe ser menor ó igual a 500ns
- b). Las mediciones deben ser realizadas con una fibra de prueba de longitud mayor ó igual a 2000 mts. Y del mismo tipo de fibra bajo prueba.
- c). La longitud de fibra debe ser la especificada por el proveedor de acuerdo a la Especificación Básica .B. 4 01.

### Pruebas Ópticas

Todas las fibras del cable deben satisfacer los parámetros siguientes:

- a). Valor de Atenuación lineal:

Menor ó igual a 0.40 dB/Km a 1300- 1310 0 nm

0.30 dB/Km a 1500- 1550 nm (Fibra de Dispersión Normal)

Menor ó igual a 0.25 dB/Km a 1550 nm (Fibra de Dispersión Corrida)

En caso de que la atenuación sea mayor, es preciso efectuar una medición en el otro sentido y el valor máximo del promedio algebraico debe ser:

Menor ó igual a 0.30 dB/Km (Fibra de Dispersión Normal)

Menor ó igual a 0.25 dB/Km (Fibra de Dispersión Corrida)

La longitud medida de una fibra así como la atenuación de cada fibra deben ser registradas.

- b).Picos de Fresnel:

Ningún pico es aceptado ya que no se admiten empalmes de la fibra en el cable sobre el carrete.





## CAPITULO V

### OBRA CIVIL COMPLEMENTARIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE CANALIZACIONES

#### UTILIZANDO TUBOS DE POLICLORURO DE VINILO (P.V.C.)

##### 5.1 Características básicas de las canalizaciones.

Las canalizaciones como sistema integrado, tienen las siguientes características generales:

- Protegen los cables de telecomunicaciones de cobre o fibra óptica.
- Permiten las ampliaciones de red de telecomunicaciones por etapas (inversiones graduales).
- Eliminan las necesidades de nuevas excavaciones reduciendo el costo de inversiones, tiempos de construcción y molestias para el público.
- Permiten instalaciones ocultas de un alto número de cables de telecomunicaciones, sean de transporte (principales) y/o de distribución (secundarios) tanto de cobre como de fibra óptica.
- Fiabilizan las redes de telecomunicaciones, evitando los daños potenciales de una red expuesta de tipo aérea o mural.
- Facilitan el acceso a los cables y empalmes para operaciones de mantenimiento o modernización.

De lo señalado anteriormente, se deduce que toda canalización debe ser diseñada y construida de tal forma que cumpla con:

- Capacidad suficiente en cuanto a cantidad de vías y diámetro. Esto es, que el dimensionamiento se hará para que se pueda realmente instalar los cables y pares necesarios a fin de satisfacer la demanda de servicios de telecomunicaciones a saturación.
- Ubicación adecuada de pozos o registros a fin de:

- Que optimicen al máximo las longitudes de cables a instalar.
- Facilitar las operaciones de inmersión.
- Permitir la ejecución de empalmes de construcciones nuevas o de mantenimiento.
- Evitar riesgos para el personal de construcción o mantenimiento.





Facilitar la realización de empalmes de derivaciones a cajas de distribución, acometidas de edificios, subidas a postes o fachadas.

Tamaño adecuado de pozos o registros. Serán aquellos que aseguran el espacio suficiente para alojar los cables de paso, así como los empalmes (rectos o con derivación) que van a ser requeridos durante las etapas de ampliación o para operaciones de mantenimiento. Generalmente estos pozos deben cumplir con una correlación entre la cantidad de vías que lleguen al pozo y los cables previos a largo plazo.

- Trayectoria óptima de ejes o rutas. Para minimizar la longitud de los cables desde la Central Telefónica a los puntos de distribución:  
Cajas de Distribución (C.D.´s);  
Postes de instalación oculta (minipostes)  
Puntos de empalmes principales de rutas flexibles de F.O. (PEP´s)
- Optimización del costo de inversión. Generalmente se logra proyectando estas obras para su construcción en banquetas, ya que los revestimientos son de menor costo y para los pozos el acero de refuerzo requerido es menor, ya que no se necesita que soporten cargas de paso vehicular, redundando en una disminución de costos.

Los elementos que integran una canalización con tubos de P.V.C. semirrígidos son:

- Obra civil.
- Tubos de P.V.C.
- Pozos o registros.
- Cajas de distribución.
- Postes para instalación oculta.

## 5.2 Tubos adicionales.

Tabla: No. 23. Tubos adicionales permitidos por tipo de canalización

Tubos de canalización normalizada aligerada H4	1H4	2H	3H4	5H4	7H	12H	15H
Tubos adicionales autorizados	0	0	1/45	1/45	4/4 5	2/45	3/45
Tubos de canalización normalizada aligerada H6	2H6	3H	4H6	6H6			
Tubos adicionales autorizados	2/45	0	1/45	3/45			
Tubos de canalización normalizada aligerada H8	3H8	4H					
		8					



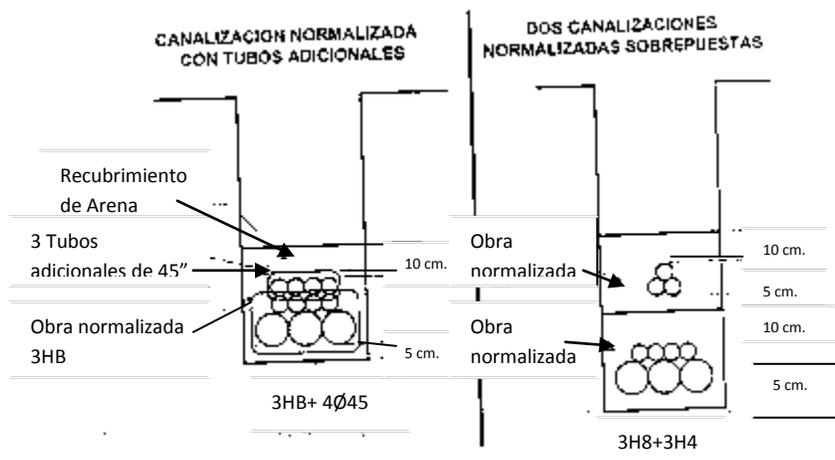


Tubos adicionales autorizados	4/45	4/4 5					
Tubos de canalización normalizada encofrada tipos "A" y "C"	6	9	12	16			
Tubos adicionales autorizados	2/45	2/4 5	3/45	3/45			

Fuente: Manual de Telmex.

Diferencia entre una canalización normalizada con tubos adicionales y dos canalizaciones normalizadas sobrepuestas.

Figura: No. 35. Representación de tubos adicionales en el plano de canalización



Fuente: Manual de Telmex.

### 5.3. Materiales

#### 5.3.1. Tubos de P.V.C

#### 5.3.2. Descripción de los tubos

Son tubos semirrígidos de policloruro de Vinilo (P.V.C.), de color gris claro, teniéndose en tres diámetros, como se indica en la tabla.





Los tubos son rectilíneos y presentan una superficie lisa, no se acepta ninguna raya continua que siga una generatriz ni se admite tampoco ninguna mancha o impureza en el material.

- Propiedades eléctricas: son dieléctricos para evitar que se vean afectados por la corrosión electrolítica.
- Propiedades químicas: No contienen plastificante, para evitar que se modifique con el tiempo.
- Propiedades mecánicas: El P.V.C. absorbe los rayos ultravioleta del sol, provocando una fotodegradación y modificando sus propiedades mecánicas; los tubos de P.V.C. en las canalizaciones no estarán expuestos a los rayos del sol, por lo tanto no requieren protección; sin embargo, el almacenamiento antes de la instalación será tal, que se protejan de la exposición prolongada a los rayos solares.
- Dimensiones: En uno de sus extremos, los tubos tienen un abocinado que permite acoplarlos. En la parte exterior de cada tubo, debe indicarse, con tinta indeleble, la marca del fabricante, el año de fabricación, las dimensiones nominales (interior/exterior), esta identificación debe estar a lo largo del tubo a cada 2 metros como mínimo.

Tabla No. 24. Dimensiones de los tubos de P.V.C.

DESIGNACIÓN	DIAM. INTERIOR (d)	DIAM. EXTERIOR (D)	ESPESOR (e)	TOLERANCIA DE ESPESOR	TOLERANCIA DE OVALIZACIÓN (*)	LONGITUD (L)	TOLERANCIA DE LONGITUD
45	41.4mm	45mm	1.8mm	+0.3 mm -0.0 mm	1 mm	6.0 m	+1 % -0%
60	56.0 mm	60 mm	2.0 mm	+0.3 mm -0.0 mm	1 mm	6.0	+1% +1%
80	75.0 mm	80 mm	2.5 mm	+0.3 mm -0.3 mm	1 mm	6.0 m	+1% -1%

Fuente: Manual de Telmex.



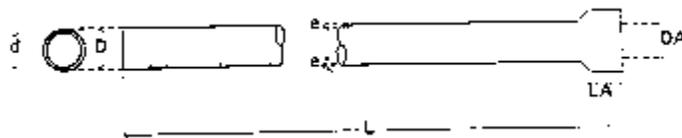


Tabla No. 25. Abocinados de los tubos de P.V.C.

DESIGNACIÓN	LONGITUD ABOCINADO (LA)	TOLERANCIA DE LONGITUD	DIÁMETRO INTERIOR ABOCINADO (DA)	TOLERANCIA DIÁMETRO INTERIOR
45	41.4 mm	+40 mm -0.0 mm	45 mm	+0.3 mm -0.0 mm
60	56.0 mm	+56 mm +0.0 mm	60 mm	+0.3 mm -0.0 mm
80	75.0 mm	+75 mm 0.0 mm	80 mm	+0.3 mm +0.3 mm

Fuente: Manual de Telmex.

Figura No. 36 Dimensiones y configuraciones de los tubos de P.V.C.



Fuente: Manual de Telmex.

#### Transporte de los tubos.

Durante la operación de carga, descarga; y transporte de los tubos, estos no deben sufrir ninguna flexión o golpes.

Deben ser transportados en vehículos de fondo plano, los tubos de la cama inferior se colocan en el piso a todo lo largo,

Deben protegerse de los demás objetos que pudieran transportarse simultáneamente.

Deben protegerse de la exposición prolongada al sol.

La altura de apilamiento máximo es de 2 metros.

#### Almacenamiento.

El lugar de almacenamiento debe situarse lo más cerca posible de la obra.

Los tubos descansaran sobre tarimas de superficie plana espaciadas de 1.5 metros cada una.

La altura de ampliamento no sobrepasa 1 metro.

Durante el almacenamiento los tubos deben protegerse del sol.

NO deben estar en contacto con objetos que pudieran deformarlos o lastimarlos.





Tabla No. 26. Radio y curvatura de los tubos.

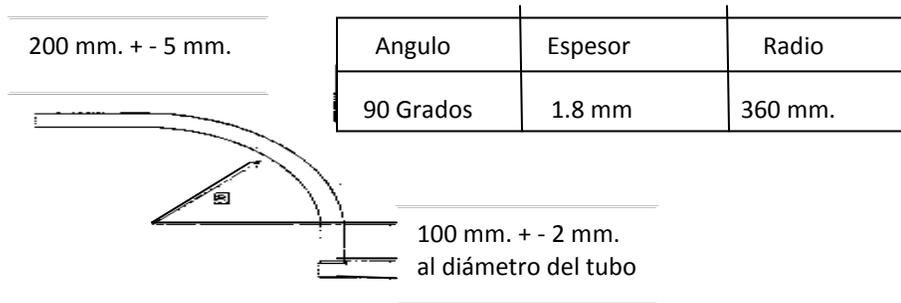
Designación:	Ø 45 mm	Ø 60 mm	Ø 80 mm
Radio de curvatura mínimo permitido:	4 m	6 m	12 m

Fuente: Manual de Telmex.

#### 5.4. Codos.

Los codos son del mismo material que los tubos semirrígidos. Deben ser transportados y almacenados con el mismo cuidado que los tubos.

Figura No. 37. Dimensiones y configuraciones del codo de P.V.C. de 45 mm de diámetro



Fuente: Manual de Telmex.

#### 5.5. Coples

Estos son destinados solo en los casos siguientes:

Conexión a una canalización existente

Juntas de dilatación

Obras de mantenimiento

Los coples son del mismo material que el tubo semirrígido (P.V.C.), deben ser transportados y almacenados con el mismo cuidado que los tubos.



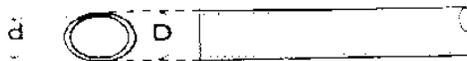


Tabla No. 27. Dimensiones de los coples de P.V.C.

DESIGNACIÓN	LONGITUD (L)	TOLERANCIA DE LONGITUD	DIÁMETRO INTERIOR (d)	TOLERANCIA DE DIÁMETRO INTERIOR	ESPESOR €	TOLERANCIA DE ESPESOR
45	200 mm	+2 mm -2 mm	45 mm	+0.3 mm -0.0 mm	1.5 mm	+0.3 mm -0.0 mm
60	200 mm	+2 mm +2 mm	60 mm	+0.3 mm -0.3 mm	1.5 mm	+0.3 mm -0.0 mm
80	220 mm	+2 mm -2 mm	80 mm	+0.3 mm -0.3 mm	1.5 mm	+0.3 mm -0.3 mm

Fuente: Manual de Telmex.

Figura No. 38. Configuración del cople de P.V.C.



Fuente: propia

#### 5.6 Tapones.

Sirven para evitar la entrada de tierra, arena o concreto en los tubos, antes de colocar el recubrimiento en la canalización, cuando se ha colocado y pegado un tramo de tubos en la cepa y para sellar las vías en las boquillas de los pozos.

Tabla No. 28. Dimensiones de los tapones para tubos de P.V.C.

Ø DEL DUCTO DE P.V.C.	Ø mín. A(mm)	Ø máx. B(mm)	LONGITUD C(mm)
45 mm	42	44	51
60 mm	55	58	71
80 mm	75	80	84

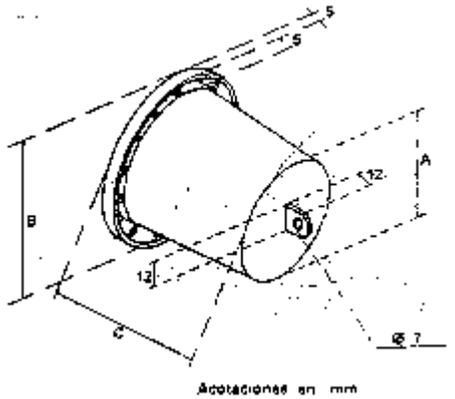
Fuente: Manual de Telmex.





Figura No. 39 .Configuración de un tapón para tubo de P.V.C. Fotografía No. 17

Tapones



Fuente: Manual de Telmex.

Fuente: propia

5.7 Separadores.

Los separadores sirven para mantener y separar los tubos en canalización con acomodo tipo "C". Deben ser transportados y almacenados con el mismo cuidado que los tubos.

Tabla No. 29 Separadores sencillos y dobles de una y dos cavidades.

Separador doble p tubo P.V.C. 45 mm 1 cavidad
Separador doble p tubo P.V.C. 60 mm 1 cavidad
Separador doble p tubo P.V.C. 80 mm 1 cavidad
Separador doble p tubo P.V.C. 45 mm 2 cavidades
Separador doble p tubo P.V.C. 60 mm 2 cavidades
Separador doble p tubo P.V.C. 80 mm 2 cavidades
Separador sencillo p tubo de P.V.C. 45 mm 1 cavidad
Separador sencillo p tubo de P.V.C. 60 mm 1 cavidad
Separador sencillo p tubo de P.V.C. 80 mm 1 cavidad
Separador sencillo p tubo de P.V.C. 45 mm 2 cavidades
Separador sencillo p tubo de P.V.C. 60 mm 2 cavidades
Separador sencillo p tubo de P.V.C. 80 mm 2 cavidades
Sujetador, para separador tubo de P.V.C. 5 cavidades

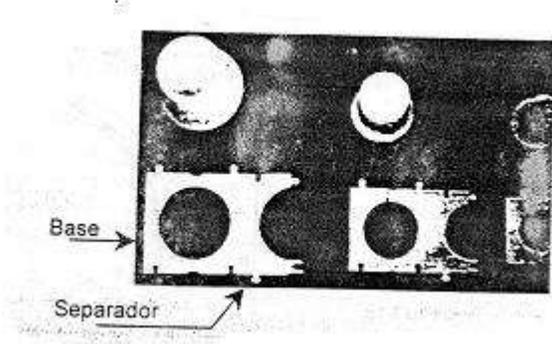
Fuente: Manual de Telmex.





Figura No. 40. Separadores sencillos y base (45 mm, 60 mm y 80 mm).

Fotografía No.18. Separadores

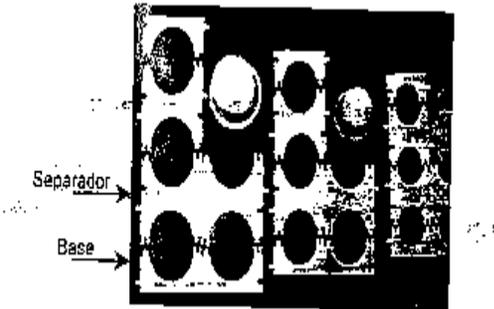


Fuente: Manual de Telmex.

Fuente: propia

Figura No. 41. Separadores dobles y base (45 mm, 60 mm y 80 mm)

Fotografía No. 19. Separadores.



Fuente: Manual de Telmex.

Fuente: propia

Tabla No. 30. Dimensiones de la base y separador para tubos de P.V.C. de 5 cavidades.

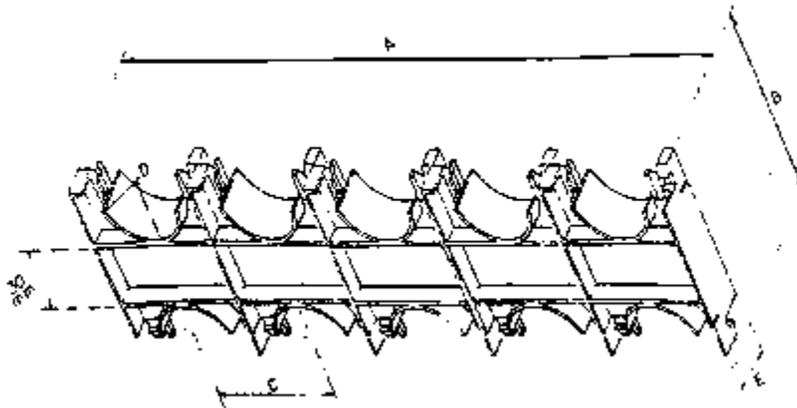
Ø DEL DUCTO DE P.V.C.	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)
45 mm	376	86	76	23.5	15
60 mm	451	101	91	31.0	15
80 mm	551	121	111	41.0	20

Fuente: Manual de Telmex.



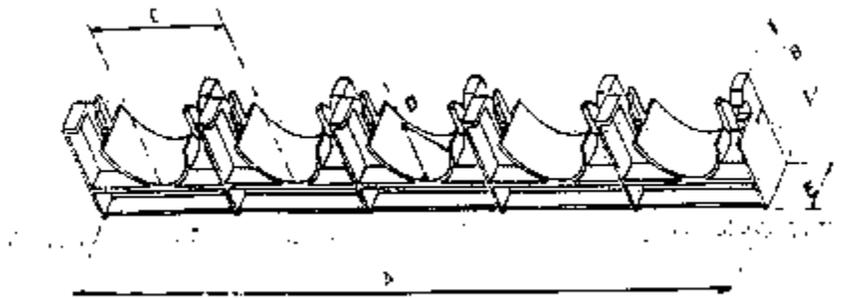


Figura No. 42. Separador para tubos de P.V.C.



Fuente: Manual de Telmex.

Figura No. 43. Base para separador de tubos de P.V.C.



Fuente: Manual de Telmex.

### 5.8 Arena.

La arena utilizada para la construcción de recubrimiento de los tubos en las canalizaciones aligeradas, debe ser arena limpia, de río o de banco.

Granulometría: la arena deberá pasar por el tamiz número 4 (diámetro: 4.769 mm).



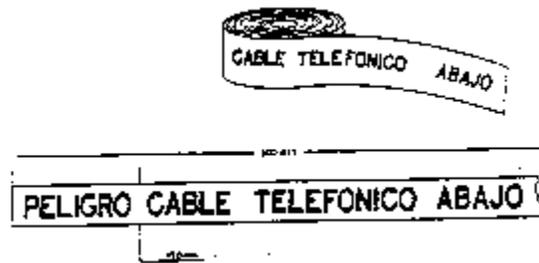


### 5.9 Cinta de señalización.

El material de advertencia tiene por finalidad informar la presencia de la obra.

- Descripción: Es una banda de plástico de color naranja que tiene la anotación: “PELIGRO: CABLE TELEFÓNICO ABAJO”, en el color negro. Es un material homologado.

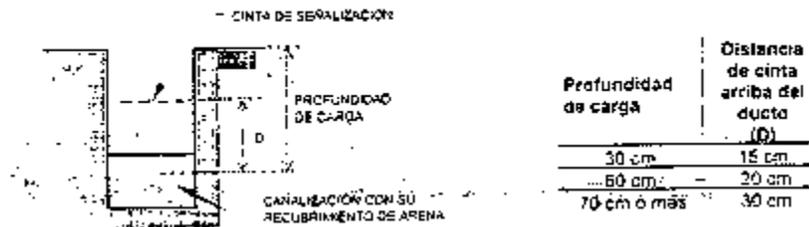
Figura No. 44. Características de la Cinta de señalización



Fuente: Manual de Telmex.

- Colocación de la cinta  
La cinta de señalización ó advertencia se coloca arriba del ducto y a la distancia indicada en la sig. Fig.

Figura No. 45. Colocación de la cinta de señalización en canalización



Fuente: Manual de Telmex.





## Tapas y marcos para pozos.

Tapas: existen tres tamaños de tapas homologadas, de acuerdo a lo indicado en la tabla.

Tabla No. 31. Dimensiones de Tapas para pozo

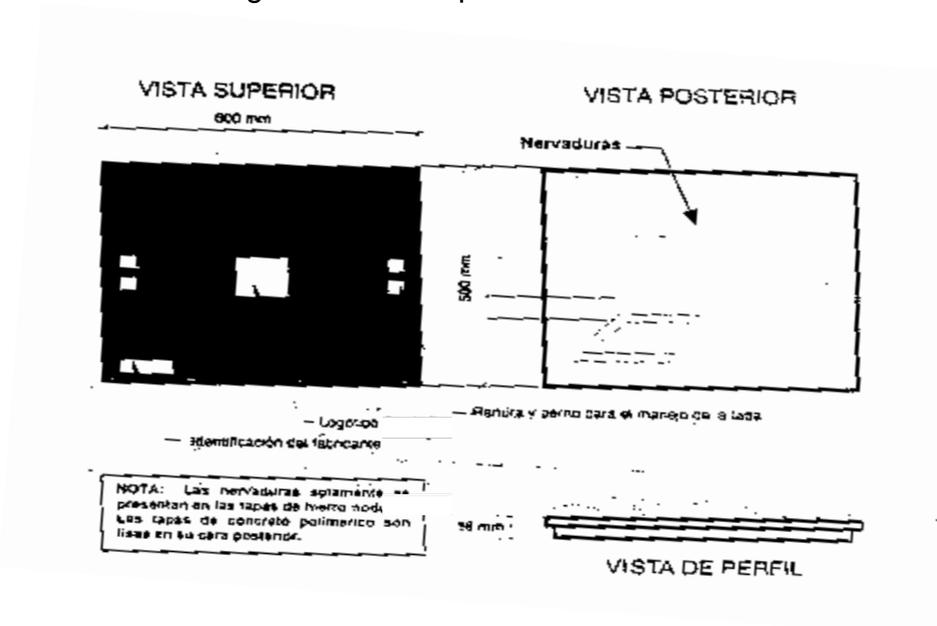
Forma	Dimensiones	Resistencia por tapa	Uso
Rectangular	600 mm x 500 mm	12.5 Toneladas	Banqueta (y en arroyo en pozos tipo "G")
Rectangular	980 mm x 669 mm	12.5 Toneladas	Banqueta
Triangular	848 mm x 669 mm	45.0 toneladas	Arroyo

Fuente: Manual de Telmex.

## Material en las Tapas.

Las tapas para pozo se fabrican en hierro nodular y en concreto polimérico, tanto para banqueta como para arroyo.

Figura No.46. Tapa 600 mm x 500 mm

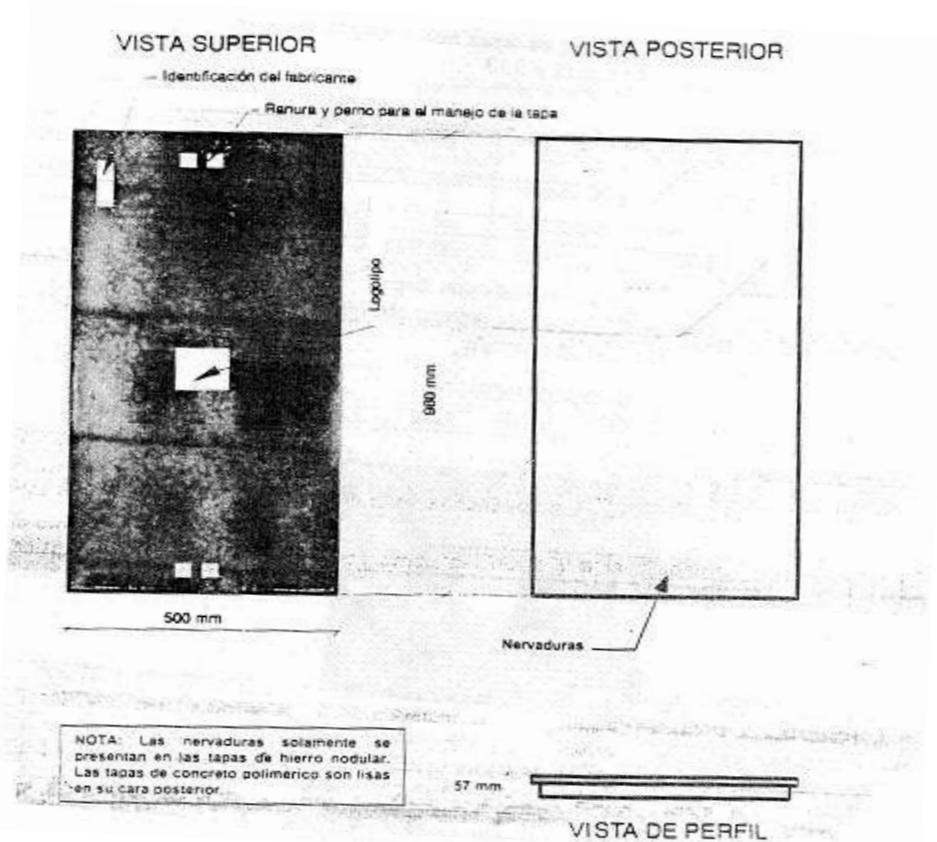


Fuente: Manual de Telmex.



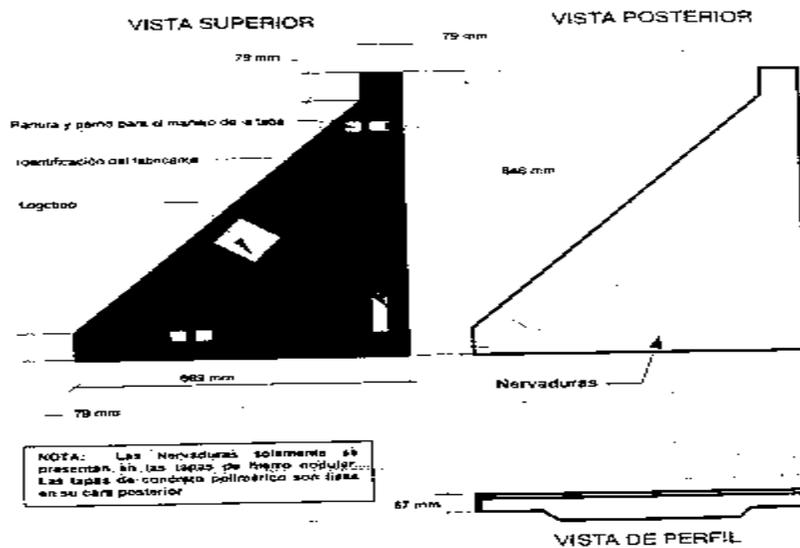


Figura No. 47. Tapa 980 mm x 500 mm.



Fuente: Manual de Telmex.

Figura No. 48. Tapa Triangular 848 mm (altura) x 669 mm (base)



Fuente: Manual de Telmex.





## 5.10 Marcos.

Existen ocho modelos de marcos para los pozos de concreto con acceso en la banqueta y dos modelos para pozos de concreto con acceso en el arroyo, de acuerdo a lo indicado en la Tabla.

- Descripción de los marcos:  
Los marcos en sus dimensiones interiores tienen una sobrelongitud respecto a las tapas, para cumplir con las condiciones siguientes:
  - 3 mm por lado entre cada tapa con respecto al marco.
  - 1 mm entre tapas.

Tabla No. 32. Dimensiones de los marcos para pozo

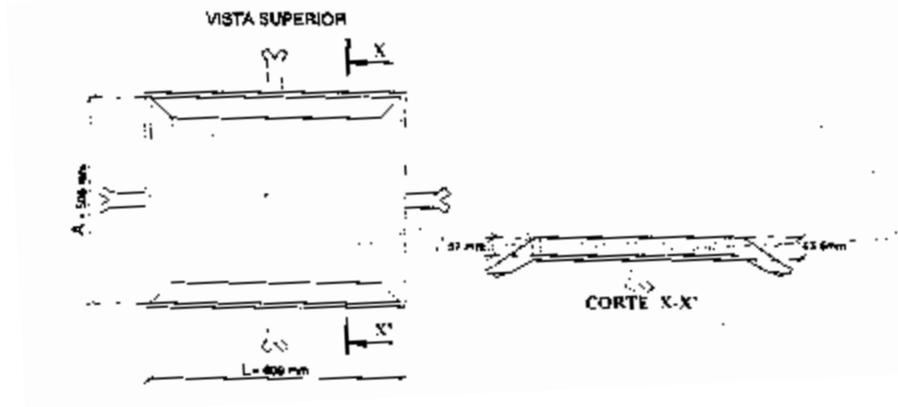
	TIPO DE POZO	NUMERO DE TAPAS	DIMENSIONES INTERIORES L X A (en mm)	NUMERO DE ANCLAS DEL MARCO
ACCESO EN BANQUETA	L 1 T	1	606 X 506	4
	L 2 T	2	1207 X 506	6
	L 3 T	3	1508 X 606	6
	L 4 T	4	1508 X 606	6
	L 5 T	4	2009 X 986	6
	L 6 T	5	2510 X 986	6
	M 2 T	6	3011 X 986	6
ACCESO EN ARROYO	P2T, C1T,C2T Y C3T	3	1508 X 986	6
	K2C, M1C,P1C P2C	2	1500 X 852	4
	C1C, C2CY C3C K3C Y M3C	3	2250 X 852	4

Fuente: Manual de Telmex.





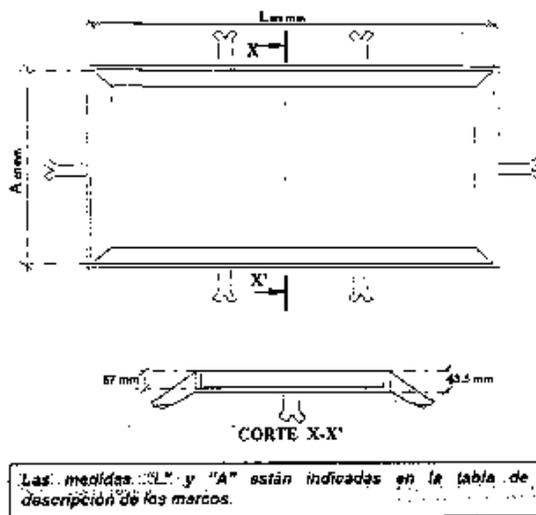
Figura No. 49. Marco para pozo L1T.



Fuente: Manual de Telmex.

Figura No. 50. Marco para pozos: L2T al L6T, M2T, P2T, C1T, C2T Y C3T:

Fotografía No. 20. Marco para pozo.



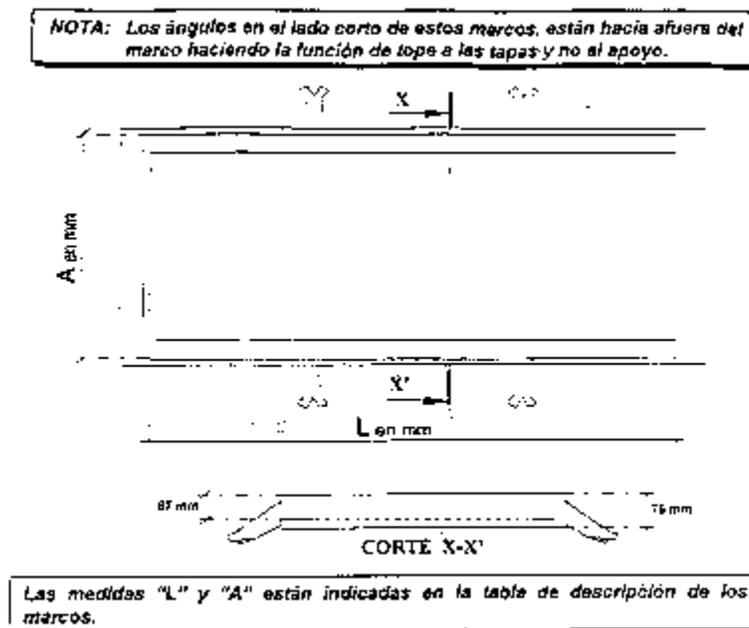
Fuente: Manual de Telmex.

Fuente: propia.





Figura No. 51. Marco para pozos: K2C, K3C, MIC, M3C, P1C, P2C, C1C, C2C y C3c.



Fuente: Manual de Telmex.

El marco que se va a colocar no deberá tener ninguna deformación ni rebabas. Antes de la colocación, las superficies del marco que se va a instalar deben limpiarse cuidadosamente y no tener ninguna presencia de grasa. Para la fijación del marco utilizar aditivo SIKAGROUT o similar.

De ser posible el marco se colocará al mismo tiempo que se cuelan los muros o losas que lo soportan.

El marco se colocara de tal manera que las tapas quedan al mismo nivel que la superficie en donde se encuentran (banqueta o arroyo).

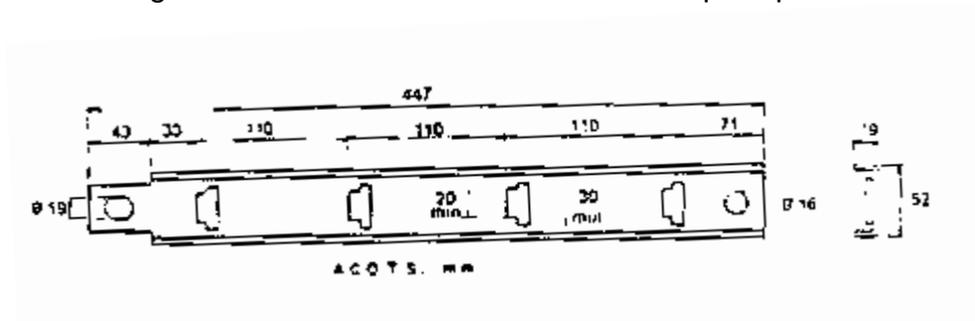




Herrajes para pozo.

- Bastidores.  
Sirven para la colocación de los soportes para cable.

Figura No. 52. Dimensiones del Bastidor para pozos.



Fuente: Manual de Telmex.

- Soportes para cables.  
En conjunto con el bastidor para pozos, sirven para colocar y soportar los cables y empalmes dentro de los pozos.

Tabla No. 33  
Dimensiones de los soportes para cables

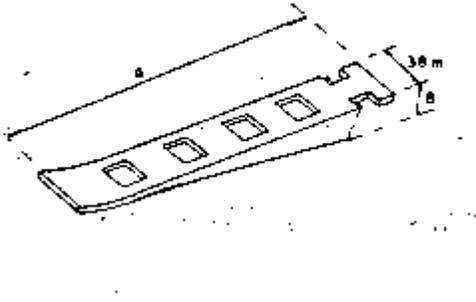
A (mm)	B (mm)
110	23.5
238	23.5
410	40.0

Fuente: Manual de Telmex





Figura No.53. Dimensiones del soporte para cables. Fotografía No. 21. Bastidor



Fuente: Manual de Telmex.

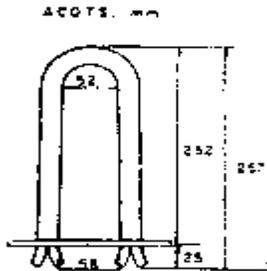
Fuente: propia

- Eslabones.

Barra de hierro en forma de “U”, sirve para sujetar las poleas para el jalado de los cables en pozos de concreto.

Figura No.54. Eslabón para pozo.

Fotografía No. 22. Eslabón



Fuente: Manual de Telmex.

Fuente: propia.

- Escalones.

Facilitan el acceso del personal a los pozos de concreto.

Fotografía No. 23. Dimensiones del Escalón de seguridad para pozo



Fuente: propia





El tipo, cantidad y localización de los herrajes se encuentran en los planos de ubicación de herrajes correspondientes de cada pozo.

### 5.11 Concreto.

Se utilizará preferentemente concreto premezclado. En caso de no poder satisfacer tal condición, el concreto se prepara en el lugar donde se lleve a cabo la construcción y de acuerdo a las recomendaciones siguientes:

- a) Selección cuidadosa de los agregados (grava y arena) sanos y limpios con su granulometría indicada.
- b) Se cuidará la calidad del agua y su cantidad (la calidad y resistencia de un concreto depende mucho de la cantidad del agua en la mezcla).
- c) Revolver preferentemente la mezcla, evitando la separación de las gravas, utilizando para esto una revolvedora o mezcladora estacionaria. Esta deberá estar equipada con una o mas placas metálicas en las cuales este claramente marcado la velocidad de mezclado, de la olla o de las espas y la capacidad máxima en termino de volumen de concreto mezclado.

- El concreto usado en el encofrado de canalizaciones.

Se utilizará concreto con una resistencia a la ruptura por compresión de:

$$F'c = 150 \text{ kg/cm}^2 \text{ a 28 días.}$$

- El concreto usado para el colado de los pozos.

Se utiliza concreto con una resistencia a la ruptura por compresión de

$$F'c = 200 \text{ kg/cm}^2 \text{ a 28 días.}$$

Es responsabilidad del constructor cumplir con las características de resistencia del concreto estipuladas.

#### Definición:

Es una mezcla de componentes activos e inertes:

- Los componentes activos son el cemento y el agua.
- Los componentes inertes son en general la grava y la arena.

#### Fraguado del concreto

Cuando el cemento y el agua entran en contacto, se inicia una reacción química exotérmica que determina el paulatino endurecimiento de la mezcla.

Las características de los diferentes materiales que se utilizan para el concreto son las siguientes:





Propiedades del concreto:

Siendo un concreto un material artificial en el que el hombre determina sus resistencias este tiene las siguientes propiedades:

- **Consistencia:**

Es la propiedad que posee para permanecer reunida en forma homogénea y se puede medir por medio de una prueba empírica denominada revenimiento.

- **Fluidez:**

Es la mayor o menor facilidad que una revoltura presenta al deslizamiento sobre una superficie horizontal, originada por movimientos que la obligan a extenderse.

- **Manejabilidad:**

Es la resistencia que opone a su manejo en los aspectos de fricción entre las partículas mismas y las superficies de deslizamiento.

- **Endurecimiento del concreto:**

La ley de Abrahams dice que el endurecimiento del concreto depende a su vez del endurecimiento de la "lechada" o pasta formada por cemento y el agua, entre quienes se desarrolla una reacción química que produce una reacción de coloide "gel" a medida que se hidratan los componentes del cemento.

El concreto una vez endurecido reúne las siguientes características:

Alta resistencia a la compresión.

Resistencia al fuego.

Larga durabilidad.

Alta resistencia al paso del agua.

Nula resistencia a la tracción, que para este caso se ahogan piezas de acero, formándose así el concreto armado.

Tabla No. 34

Proporcionamiento de mezclas de concreto hechas en obra

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F'c = \text{kg/cm}^2$		100	150	200
CONSUMO POR M3 DE CONCRETO	AGUA (m3)	0.222	0.231	0.272
	CEMENTO (kg)	272	342	403
	ARENA (m3)	0.514	0.565	0.552
	GRAVA (m3)	0.717	0.605	0.596

Fuente: Manual de Telmex.





#### NOTAS:

1. Volúmenes considerados en el desglose de Precios Unitarios.
2. Equipo considerado: Revolvedora de 1 saco.
3. Incluyen 5% de desperdicio para cada uno de los cuatro componentes.
4. Tamaño Máximo de Agregado (TMA) =  $\frac{3}{4}$ " (19mm)

#### Características de los materiales que componen el concreto utilizado en obras de canalización.

- a) El cemento: PORTLAND TIPO II
- b) El agua: Debe ser limpia, potable y exenta de sustancias ácidas, alcalinas u orgánicas.
- c) La arena: La arena es el segundo material en importancia de la producción de un concreto de buena calidad. Debe ser limpia.

Como regla empírica y genérica, para conocer las propiedades de una arena, basta tomar un puñado de la pila de almacenamiento y apretarla con la mano, si hince en la piel, de que tiene propiedades adherentes, tirela y frótese las manos, si queda relativamente limpia, la arena no tiene exceso de cieno o finos perjudiciales.

Esta prueba, por lo tanto no sustituye a los ensayos hechos en laboratorios pero si se asegura, si no pasa las pruebas anteriores, tampoco pasará las de laboratorio.

El tamaño para la arena debe pasar por el tamiz numero 4 (diámetro: 4.75 mm).

- d) La grava: es el agregado grueso. Probablemente el agregado grueso es el ingrediente más importante de un buen concreto. Debe ser perfectamente limpio.

El tamaño máximo del agregado grueso (grava) de  $\frac{3}{4}$ " (19mm).

#### Prueba de Revenimiento.

El concreto elaborado tendrá una consistencia de 8 a 12 cm de revenimiento. El revenimiento se mide con el CONO DE ABRAHAMS. Es la medida de la consistencia del concreto fresco en términos de la disminución de altura. En un tiempo determinado, de un cono truncado de concreto fresco de dimensiones específicas.

Procedimiento para realizar la prueba de Revenimiento.

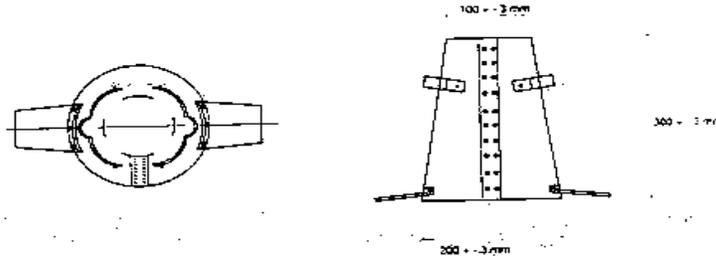
Para efectuar la prueba de revenimiento, la herramienta necesaria a utilizar es:





- a) Un cono de Abrahams, molde metálico en forma de un cono trunco.
- b) Varilla de acero, de sección circular, lisa, recta, de 16 mm de diámetro y aproximadamente 60 mm de longitud, con uno de los extremos redondeado hemisféricamente con un radio de 8 mm.
- c) Herramienta manual: pala, cuchara, llanas metálicas y guantes de hule.

Figura No. 55 Cono de Abrahams



Fuente: Manual de Telmex.

Se humedece el molde y se coloca sobre un superficie horizontal plana, rígida, húmeda y no absorbente. El operador lo debe mantener firmemente en su lugar durante la operación del llenado, apoyando los pies en los estribos que tiene para ello el molde.

Se llenará inmediatamente el molde en tres capas, cada una aproximadamente igual a un tercio del volumen total. Una tercera parte del volumen del molde se llena a una altura de 7 cm. Dos tercios del volumen se llenan a una altura de 15 cm aproximadamente. Se completa cada capa con 25 penetraciones de la varilla introduciéndola por el extremo redondeado, distribuidas uniformemente sobre la sección de cada capa. Para lograr esto sobre la capa inferior inclinar la varilla ligeramente. Aproximadamente la mitad de las penetraciones se hacen cerca del perímetro.

Después, con la varilla vertical se progresa espiralmente hacia el centro. Se compacta la segunda capa y la superior a través de todo su espesor, de manera que la varilla penetre en la capa anterior a aproximadamente 2 cm. Para el llenado de la última capa se amontona el concreto por encima del borde superior del molde antes de empezar la compactación. Si como consecuencia de la compactación, el concreto se asienta a un nivel inferior del borde superior del molde, se agrega concreto en exceso para mantener su nivel por encima del borde del molde todo el tiempo. Después de terminar la compactación de la última capa, se enrasa el concreto a la altura del molde mediante un movimiento de rodamiento de la varilla. Se limpia la superficie exterior de asiento e inmediatamente se levanta el molde con cuidado en dirección vertical.





La operación de levantar el molde debe hacerse de 5 a 10 segundos, alzando verticalmente el molde sin movimiento lateral o torsional. La operación completa, desde el comienzo del llenado hasta que se levante el molde, debe hacerse sin interrupción y en un tiempo no mayor de 2.5 minutos. Se mide inmediatamente el revenimiento, determinado el asentamiento del concreto a partir del nivel original de la base superior del molde midiendo esta diferencia de alturas en el centro original de la base. Si alguna porción de la muestra.

Si dos pruebas consecutivas, hechas con la misma muestra, presentan fallas al caer parte del concreto a un lado, probablemente el concreto carece de la necesaria elasticidad y cohesividad para que sea aplicable la prueba de revenimiento.

Un revenimiento bueno será aquel que no sea inferior a 8 cm y no sea mayor a 12 cm.

El ensaye del revenimiento no es adecuado para concreto tan seco que tenga un revenimiento menor a 6 cm.

Si no cumple la prueba con el límite inferior (8 cm), se le agrega agua a la mezcla hasta cumplir; si no cumple con el límite superior (12cm), se le agrega grava y arena hasta cumplir.

Tabla No. 35. Características de las varillas de refuerzo

Número de varilla	Diámetro (pulg.) (mm)	Área de la Sección Transversal (cm <sup>2</sup> )	Peso por Metro (kg)	Perímetro (cm)
# 3	3/8 9	0.71	0.561	3
# 4	4/8 ó 1/2 13	1.29	0.994	4
# 5	5/8 16	2.00	1.552	5
# 6	6/8 ó 3/4 19	2.84	2.234	6
# 7	7/8 22	3.87	3.041	7
# 8	8/8 ó 1" 25	5.10	3.973	8

Fuente: Manual de Telmex.

Nota: Todas las varillas se clasifican por su diámetro del #3 al #12. El número de la varilla corresponde al número de octavos de pulgada contenidos en el diámetro nominal.





Tabla No. 36.

Características de malla electrosoldada alambres de acero de alta resistencia

MALLARME X	Diámetro Del Alambre (mm)	Área de Acero Cm <sup>2</sup> /m	Peso		
			Kg/m <sup>2</sup>	Kg/rollo	Kg/hoja (15m <sup>2</sup> )
6x6 -2/2	6.67	2.29	3.64		54.60
6x6 -3/3	6.19	1.97	3.14		47.10
6x6 -4/4	5.72	1.68	2.68	268/100 m <sup>2</sup>	40.20
6x6 -6/6	4.88	1.22	1.95	195/100 m <sup>2</sup>	29.25
6x6 -8/8	4.11	0.87	1.39	278/200 m <sup>2</sup>	20.85
6x6 -10/10	3.43	0.60	0.96	192/200 m <sup>2</sup>	

Fuente: Manual de Telmex.

Hojas de: 2.50 m x 6.0 m

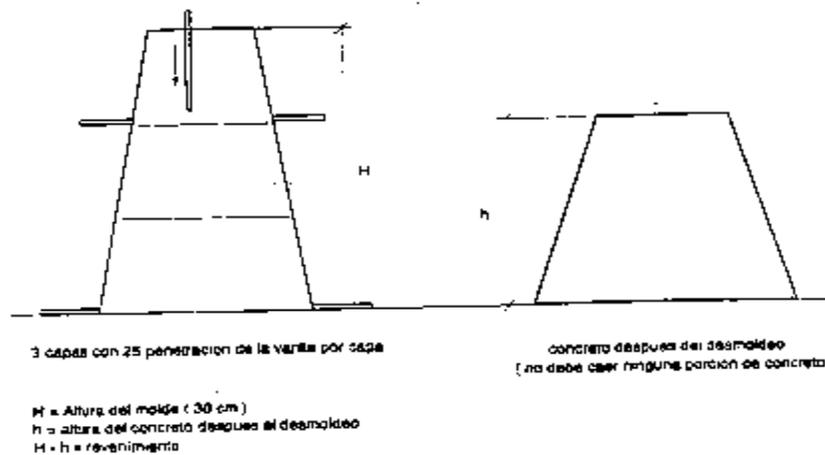
Rollos de: 2.50 m x 40 m con 100 m<sup>2</sup>

2.50 m x 80 m con 200 m<sup>2</sup>

Nota:

Las mallas electrosoldadas, se clasifican por la separación entre alambres (en pulgadas) y el calibre AS&W de los alambres.

Figura No. 56. Prueba de revenimiento.



Fuente: Manual de Telmex.





### 5.12 Acero de refuerzo.

El concreto simple, sin refuerzo, es resistente a la compresión ( $f'c$ ), pero es débil a la tensión, lo que limita su aplicabilidad como material estructural. Para resistir tensiones, se emplea refuerzo de acero, generalmente en forma de barras, colocando en las zonas donde se prevé que se desarrollarán tensiones bajo las acciones de servicio.

El acero restringe el desarrollo de la grietas originadas por la poca resistencia del concreto a al tensión; la combinación de concreto simple con refuerzo constituye lo que se llama Concreto Reforzado.

El acero para reforzar el concreto, se utiliza en distintas formas, la más común es la barra o varilla con corrugaciones en la superficie para mejorar su adherencia al concreto. También se ha empezado a generalizar el uso de mallas formadas por alambres lisos unidos por puntos de soldadura en las intersecciones.

El acero de refuerzo debe cumplir con:

Varillas:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  grado duro

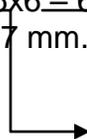
Malla Electrosoldada:  $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$ .

Tabla No. 37  
Calibres AS&W (American Steel and Wire Gauge)

Número	Diámetro (mm)
2	6.68
3	6.18
4	5.73
6	4.87
8	4.11
10	3.43

Fuente: Manual de Telmex.

EJEMPLO: Malla: 6x6 – 6/6  
alambres de  $\varnothing 4.87 \text{ mm}$ .



Malla de alambres del #6 AS&W; es decir

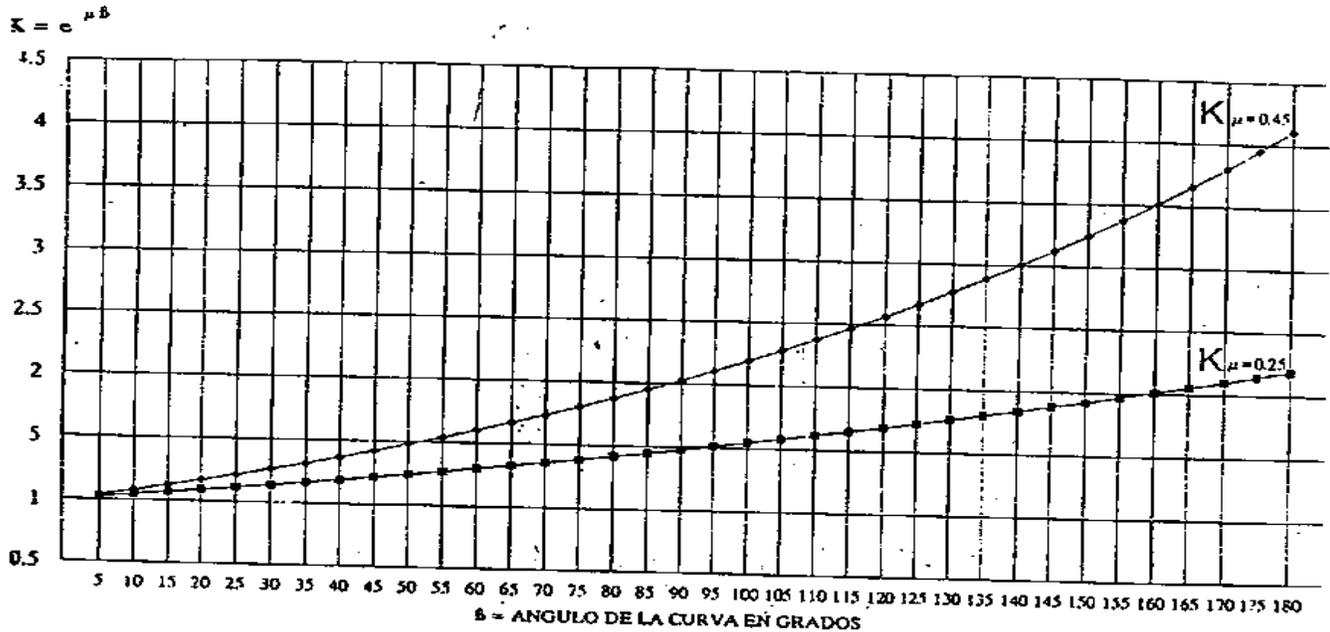
Indica separación de 6 pulgadas entre Alambres horizontales y 6 pulgadas entre Alambres verticales. El cuadro formado Es de 15 cm por lado.





Una vez que conocemos el angulo de la curva (por su longitud  $-L-$  y su radio  $-r-$ ), podemos encontrar el valor de "k" en la grafica o valores siguientes.

Anexo: grafica para encontrar el valor de "k"



Fuente: Manual de Telmex.

Anexo: de ángulo de la curva de ( $\beta$ ) y factor de "k" con  $\mu$ .

Angulo de la curva ( $\beta$ )	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
Factor "k" con $\mu = 0.45$	1.02	1.04	1.07	1.09	1.12	1.14	1.16	1.19	1.22	1.24	1.27	1.30	1.33	1.36	1.39	1.42	1.45	1.48
Angulo de la curva $\beta$	1.04	1.08	1.13	1.17	1.22	1.27	1.32	1.37	1.42	1.48	1.54	1.60	1.67	1.73	1.80	1.87	1.95	2.03
Angulo de la curva ( $\beta$ )	95°	100°	105°	110°	115°	120°	125°	130°	135°	140°	145°	150°	155°	160°	165°	170°	175°	180°
Factor "k" con $\mu = 0.25$	1.51	1.55	1.58	1.62	1.65	1.69	1.73	1.76	1.80	1.84	1.88	1.92	1.97	2.01	2.05	2.10	2.15	2.19
Factor "k" Con $\mu = 0.45$	2.11	2.19	2.28	2.37	2.47	2.57	2.67	2.78	2.89	3.00	3.12	3.25	3.38	3.51	3.65	3.80	3.95	4.11

Fuente: Manual de Telmex.





---

---

## CONCLUSIONES

La fibra óptica se emplea cada vez más en la comunicación, debido a que las ondas de luz tienen una frecuencia alta y la capacidad de una señal para transportar información aumenta con la frecuencia. En las redes de comunicación se emplean sistemas de láser con fibra óptica. Hoy funcionan muchas redes de fibra óptica para comunicación a larga distancia, proporcionan conexiones transcontinentales y transoceánicas. Una ventaja de los sistemas de fibra óptica es la gran distancia que puede recorrer una señal antes de necesitar un repetidor para recuperar su intensidad. En la actualidad, los repetidores de fibra óptica están separados entre sí unos 100 km, frente a aproximadamente 1,5 km en los sistemas eléctricos. Los amplificadores de fibra óptica recientemente desarrollados pueden aumentar todavía más esta distancia.

La aplicación más sencilla de las fibras ópticas es la transmisión de luz a lugares que serían difíciles de iluminar de otro modo, como la cavidad perforada por la turbina de un dentista. También pueden emplearse para transmitir imágenes; en este caso se utilizan haces de varios miles de fibras muy finas, situadas exactamente una al lado de la otra y ópticamente pulidas en sus extremos. Cada punto de la imagen proyectada sobre un extremo del haz se reproduce en el otro extremo, con lo que se reconstruye la imagen, que puede ser observada a través de una lupa. La transmisión de imágenes se utiliza mucho en instrumentos médicos para examinar el interior del cuerpo humano y para efectuar cirugía con láser, en sistemas de reproducción mediante facsímil y fotocomposición, en gráficos de ordenador o computadora y en muchas otras aplicaciones.

El cable de fibra óptica más largo del mundo, de 28,000 kilómetros, ocupa un lugar en el libro Guinness de récords como la estructura más extensa hecha por el hombre. De Miura, Japón, a Porthcurno en Gran Bretaña, este cable tiene puntos de contacto en 11 países. Su centro operativo se encuentra en los Emiratos Árabes Unidos.

En poco más de una década, la fibra óptica se ha convertido en una de las tecnologías más avanzadas para transmitir información. Este novedoso material ha revolucionado los procesos de la telecomunicación en todos los sentidos.





---

---

## RECOMENDACIONES

1. Antes de realizar cualquier trabajo de F. O. debe obtenerse el permiso correspondiente para la afectación de la vía pública con las autoridades locales.
2. La ubicación del eje de trazo será respetando las disposiciones de las autoridades locales.
3. En la canalización el ancho de cepa debe de ser el mínimo para la excavación, normalmente debe de ser de 20 cm. Con una profundidad de 80 cm. Respecto al nivel de piso terminado.
4. En caso de no existir recubrimiento en el arroyo, el cable se colocará a una profundidad de 1.20 m. respecto al nivel de piso.
5. Usar cierra mecánica para cortar los pisos, haciendo un corte con profundidad de 80 mm. (40 mm. mínimo).
6. Usar equipo de protección necesario por seguridad.
7. Hacer la selección de maquinaria y material necesario.
8. Evitar que el cable se dañe al colocarse.
9. Al tender el cable, deben evitarse las curvas agudas, puesto que ello puede dañar las fibras dentro del cable. Se debe de respetar siempre el radio de curvatura.
10. Colocar la cinta de advertencia a 30 cm. De distancia de donde se encuentra depositado el cable, dado que su función es prevenir a las constructoras o particulares la existencia del cable telefónico.
11. Al terminar los trabajos de F. O., repare los pisos o instalaciones afectadas empleando materiales idénticos a los originales y limpiar los escombros del lugar antes de retirarse.





## BIBLIOGRAFÍA

- Teléfonos de México. S.A. de C.V. Manual de Planta Exterior/Dirección de Ingeniería y Normas de Planta Exterior /Red Aérea/Redes de Fibras Ópticas (Enero de 2000)
- Teléfonos de México. S.A. de C.V. Normas de Ingeniería de Canalización Multitubular de P.V.C. ( Enero de 2000)
- Georges Menchon. Apuntes sobre el Tendido de Fibra Óptica
- Teléfonos de México. S.A. de C.V. Instructivo Técnico de Inmersión mecanizada de cables de F.O. en Canalización (Enero de 2000)

## RECURSOS DE INTERNET RESPECTO A LA FIBRA ÓPTICA

- La Fibra Óptica Maravilla de la Comunicación, (2012)  
[http://www.comoves.unam.mx/articulos/fibraoptica.html\(monografias\)](http://www.comoves.unam.mx/articulos/fibraoptica.html(monografias))
- Fibra Óptica- Wikipedia, la enciclopedia libre(2012)[http://es.Wikipedia.org/Wiki/Fibra %C3%B3ptica](http://es.Wikipedia.org/Wiki/Fibra_%C3%B3ptica)
- Fibra Óptica – Monografias.com,(2012)  
<http://www.monografias.com/trabajos13/fibropt.shtml>

