

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRONICA
Departamento de Sistemas Digitales y Telecomunicaciones

DEFENSA FINAL DE PROYECTO PARA CULMINACION DE ESTUDIO DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTRONICA, EN LA MODALIDAD DE PRÁCTICAS PROFESIONALES.

NOMBRE DEL PROYECTO:

Construcción, Integración, fusión y mantenimiento de red de fibra óptica Zona Metro Managua.

Autor: Br. Erick Alejandro Otero Cuevas

Carné #: 2007-22068

Cédula de Identidad: 001-030377-0058N

Empresa donde se realizó Las Prácticas Profesionales Empresa Nacional de Telecomunicaciones ENITEL

Tutor Ing. Fernando Flores

Responsable Técnico del Proyecto: Ing. Jorge Isaac Gonzales Paguaga

Decano de la FEC: Ing. Ronald Torres

Managua, Nicaragua
19 de diciembre del 2018



INDICE

INTRODUCCION.....	7
1. LA EMPRESA.....	8
1.1 Antecedente	8
1.2 Visión.....	8
1.3 Misión.....	8
1.4 Objetivo General	8
1.5 Actividades	9
2. DEFINICION DEL PROYECTO.....	9
2.1 Descripción del proceso	9
2.2 Planteamiento del problema	10
2.3 Objetivo del proyecto	10
2.4 Alcances de Proyectos.....	10
3.2 Replanteo	12
3.3 Topologías de enlaces de red de fibra óptica.....	13
3.3.1 Topología Punto a punto.....	13
3.3.2 Topología Anillo	13
3.3.3 Topología Troncal Multipunto o Árbol.....	13
3.4 Tipología de la Red.....	13
3.4.1 FTTC (Fibra hasta la Acera).....	14
3.4.2 FTTB (Fibra hasta el edificio)	15
3.4.3 FTTH (Fibra hasta el hogar)	15
3.5 Sistemas de fibra óptica	15
3.5.1 Configuración en estrella	15
3.5.2 Configuración doble estrella	16
3.5.3 Configuración en cadena lineal.....	16
3.5.4 Configuración en anillo	17
3.5.5 Configuración punto multipunto o árbol	18
.....	18



3.5.6 Configuración en Bus	18
3.6 Aspecto a considerar con respecto a los costos	19
3.7 Criterios de diseño	20
3.7.1 Factores.....	20
3.8 Estudio previo de demanda de servicio	20
3.8.1 Fibras Monomodo.....	20
3.8.2 Fibras Multimodo.....	21
3.9 Parámetros constructivos de diseño.....	21
3.10 Enlaces Aéreos.....	22
3.10.1 Vanos de Cable y Poste Proyectados	22
3.10.2 Factores que influyen en la afectación de la red	22
3.11 Enlaces Subterráneos (canalizados)	23
3.11.1 Factores que influyen en la afectación de la red canalizada	23
3.12 Construcción, fusiones y certificaciones ópticas	24
3.12.1 Construcción	24
3.12.2 Capacidad y Tipos de los cables de fibra	24
3.12.3 Fusiones ópticas	26
3.12.4 Tipos de ODF Utilizados	26
3.12.5 Empalmes por fusión	26
3.12.6 Certificaciones ópticas	27
3.12.7 Mantenimiento a la red existente de fibra	29
4. MARCO METODOLOGICO	29
4.1 Bitácora de ejecución del proyecto	29
4.1.1 Documentación (RDO)	30
4.2 Recepción de la obra.....	33
4.3 Bitácora de recepción final	34
4.4 Entrega de planos actualizados y alcances del proyecto	34
4.4.1. Plano de construcción e instalación de fibra zona metropolitana	35
5. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	36
5.1 Tendido del cable de fibra óptica.....	36
5.1.1 Factores que influyen en el tendido de los cables.....	37



5.2 Tendido aéreo	37
5.2.1 Tendido con tracción manual.....	40
5.3 Tendido en canalización	40
5.3.1 Tendido manual	41
5.3.2 Deformación axial del cable	42
5.3.3 Sentido de Tiro	43
5.3.4 Tendido mediante "BLOWING"	43
5.4.1 Apertura del hueco para el poste	46
5.5 Tipos de Postes	49
5.5.1 Postes de hormigón (Concreto)	49
5.5.2 Postes metálicos (Acero).....	50
5.5.2.1 Dimensión y especificaciones técnicas de postes de acero	50
5.5.3 Instalación de poste de acero	54
5.5.4 Retención	55
5.5.4.1 Retenida de ángulo	55
.....	56
5.5.4.2 Retenida de brazo o de bandera.....	57
5.5.4.3 Fijación de retenida al poste.....	58
5.5.5 Cruces americanos	60
5.6 Canalizaciones.....	61
5.6.1 Excavaciones	62
5.6.2 Ducterías (Canalizaciones)	64
5.6.3 Formación de la ducterías (Canalizaciones) Y Disposición De Los Ductos.	64
5.6.4 Ductos	68
5.6.5 Triductos (Subducto de tres vías).....	68
5.6.6 Monoducto.....	69
5.6.7 Ductos directamente enterrados.....	70
5.6.8 Pozos	¡Error! Marcador no definido.
5.6.9 Dimensiones de Los pozos	71
5.6.10 Instalación de los pozos prefabricados	72
5.6.11 Formas De Los Pozos	73
5.6.12 Profundidad de Construcción	74



6. CONCLUSIONES.....	75
7. BIBLIOGRAFIA.....	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Nodo óptico Arris.....	14
Figura 2. Configuración estrella.....	16
Figura 3. Configuración doble estrella	16
Figura 4. Configuración cadena lineal.....	17
Figura 5. Configuración en anillo	17
Figura 6. Configuración multipunto o árbol.....	18
Figura 7. Configuración Bus.	19
Figura 8. Vuelta de expansión en un cable de fibra.	38
Figura 9. Altura apropiada en que deben colocarse los cables de fibra.....	39
Figura 10. Tendido manual del cable canalizado	41
Figura 11. Tendido del cable mediante blowing.....	44
Figura 12. Instalación del poste con desnivel de terreno.....	45
Figura 13. Foso (hueco) normal para poste.....	46
Figura 14. Estructura y especificaciones de un poste 7/90 de acero galvanizado.....	52
Figura 14a. Estructura y especificaciones de un poste 8/120 de Acero galvanizado.	53
Figura 15. Profundidad de enterramiento de los postes en taludes.....	54
Figura 16. Erección de un poste.....	55
Figura 17. Ancla de expansión.	56



Figura 18. Anclaje y retenida de ángulo en poste de acero.....	56
Figura 19. Retenida con riel de 3 toneladas	57
Figura 20. Retenida de brazo.	58
Figura 21. Proyección y puntos de retención.	59
Figura 22. Puntos de retención en postes de acero y concreto.	59
Figura 23. Formas de realizar Remates de retenidas.....	60
Figura 24. Cruces americano.	61
Figura 25. Excavación enlaces subterráneos.	62
Figura 26. Excavación de cruces y paralelismo.	63
Figura 27. Formación de ducterías.	65
Figura 28. Estructuras y dimensiones de ducterías.	67
Figura 29. Ductos directamente enterrados.	70
Figura 30. Distancia entre ductos.	70
Figura 31. Pozo prefabricado tipo HH.....	72
Figura 32. Ventanillas para canalizaciones.	74

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación georreferenciada de elementos de red zona Metropolitana.....	11
Imagen 2. Valor de pérdida en db en un empalme de fibra.....	26
Imagen 3. Poste de concreto de red HFC.	49
Imagen 4. Instalación de ductos.....	65
Imagen 5. Tipos de tapones utilizados para sellar ductos.	69
Imagen 6. Tipos de ductos.....	69



INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características de la fibra Monomodo.....	25
Cuadro 2. Separación mínima de las líneas de telecomunicación.....	47
Cuadro 2a. Separación de cables de instalaciones ajenas.....	48
Cuadro 3. Dimensiones de los postes de concreto.....	49
Cuadro 4. Dimensiones y especificaciones en poste de acero galvanizado.....	50
Cuadro 5. Canalización sujeta a tráfico rodado.....	66
Cuadro 6. Canalización no sujeta a tráfico rodado.....	66

INDICE DE GRAFICO

Grafico1. Representación gráfica de una Certificación óptica con OTDR.....	28
---	----



INTRODUCCION

Los beneficios proporcionados por los medio de transmisión guiados basados en redes ópticas has sido de tal relevancia que, a nivel mundial, el crecimiento de las redes de transmisión ha experimentado un avance acelerado desde su surgimiento.

A medida que progresa el desarrollo humano y tecnológico, aumenta la necesidad de transmitir grandes cantidades de información a largas y cortas distancia, en consecuencia por un medio de sistema de fibra óptica, se puede transmitir una gran cantidad de información a distancias moderadas como en un sistema de datos, o puede transmitirse moderada cantidad de información sobre largas distancias en telecomunicaciones.

Nuestro país no escapa a dicha realidad y el contexto actual, el crecimiento de las redes de transporte en Nicaragua es tal, que a la fecha se ha logrado implementar coberturas por medio de sistemas ópticas en sitios remotos, en donde el único medio con el que se levantaban las transmisiones de datos eran por medio de los sistemas de microondas.

Si bien es cierto el crecimiento de las redes ópticas conlleva a una mejora en la calidad y disponibilidad de los servicios de datos y internet brindados por los operadores de red, esto nos lleva a establecer de manera paralela planes de mantenimiento, supervisión y mejoras de red que garanticen a corto, mediano y largo plazo el cumplimiento de los estándares internacionales en cuanto a las disponibilidad, robustez y flexibilidad de las redes de transmisión ópticas.

La ausencia de metal en la fibra óptica y su bajo peso, la hacen muy aptas para aplicaciones en severas condiciones de servicio tiene la ventaja de que puede tenderse en la proximidad o dentro de los cables de energía eléctrica o cables de alta tensión.

Ya que la Red de fibra óptica se cifra en el hecho de ser uno de los principales medios sobre el que se sustentan las telecomunicaciones estos vienen a mejorar la calidad del servicio brindado a la población en general, empresas e instituciones, facilitando así recursos para la realización de los trabajos y actividades propuestos.

Así mismo permite mejorar la calidad de vida de los pobladores, mediante el desarrollo y la generación de pequeñas empresas en cualquier lugar del país donde es de vital importancia estar en constante comunicación.



1. LA EMPRESA

1.1 Antecedente

ENITEL es una empresa enfocada a las telecomunicaciones, Responsable, Segura y de confianza, la cual brinda servicios de Internet, señal de TV, telefonía celular y Datos, de ámbito nacional e internacional dirigida a personas, negocios, empresas e instituciones facilitando las herramientas necesarias que ayudan a sobrellevar los trabajos laborales de nuestra vida cotidiana.

Así mismo tenemos una responsabilidad social impulsando la prosperidad y el bienestar social en un sentido más amplio mediante la educación, el arte, Deportes, la cultura en general y comprometida con la protección y preservación del medio ambiente.

Es una empresa que se esfuerza en busca de la excelencia operacional desarrollando relaciones de largo plazo con los clientes para dar un mejor servicio mediante la innovación y la creatividad demostrando honestidad, integridad, respeto, atención y amabilidad.

1.2 Visión

Mejorar la vida de los clientes, ayudando a las personas, negocios y comunidades a estar más y mejor conectados con el mundo.

1.3 Misión

Ser líderes en telecomunicaciones en toda la región centroamericana.

1.4 Objetivo General

Mejorar la interconexión de red de fibra óptica a nivel nacional para brindar mejor acceso a los diferentes servicios que ofrece Enitel a sus clientes.



1.5 Actividades

Brinda servicios de televisión por cable, televisión satelital, televisión digital.

Provee servicio de internet, datos y telefonía IP para clientes corporativos e instituciones privadas.

Servicio de telefonía fija e inalámbrica para clientes comerciales y en general.

Brinda servicios de red de datos e internet para otras compañías de telecomunicaciones.

Participa en actividades de importancia como elecciones presidenciales y de alcaldes brindando un servicio de datos confiable y responsable.

2. DEFINICION DEL PROYECTO

2.1 Descripción del proceso

El presente proyecto consiste en mejorar, ampliar y actualizar las redes de fibra óptica que se encuentran en estado de saturación.

A la vez se pretende sustituir las redes de cobre con años de existencia y deterioro por redes de fibra, contando con la instalación de nuevos Concentradores MSAN con equipos de transmisión de alta tecnología. **(Ver anexo, fotografía 12).**

Esta actividad se le asigna a una empresa contratista la cual debe cumplir con las normativas establecidas por Enitel y lleva un proceso que conlleve la realización de levantamientos en campo, para extraer la información y elaborar plano de construcción, detallando la ruta del enlace a construir, el presupuesto del proyecto y listado de los materiales a utilizar.

Se realiza estudio de factibilidad y se considera los nuevos clientes potenciales para brindarles el servicio.



2.2 Planteamiento del problema

Para solventar la problemática de los servicios brindados por medio de la red de cobre y microondas, así como la cantidad de personas que solicitan un servicio y que no cuentan con infraestructura para brindárselos y sumando a esto tenemos la saturación de las redes de fibra por el constante aumento de clientes que solicitan un servicio eficaz y seguro, se implementan proyectos para solventar estas problemáticas y garantizar así que el uso de la tecnología y servicios que a través de la fibra óptica puedan ser brindadas a todas las personas, negocios e instituciones.

2.3 Objetivo del proyecto

Mejorar y crear nuevas redes de fibra óptica para brindarles a todos los clientes un mejor servicio seguro y confiable, optimizando así los recursos para la realización de las distintas actividades.

2.4 Alcances de Proyectos

- 1) Levantamientos Gea referenciados en Campo.
- 2) Elaboración de Diseños y Planos para aprobación y construcción de la Red de Fibra Óptica.
- 3) Sometimiento de Planos y alcances de obras para aprobación ante Desarrollo Soluciones (Corporativo) o Gerencia de Móvil (Celular).
- 4) Visitas de Replanteos en campo para validación de diseños con la Contrata.
- 5) Dirección y Supervisión de las Construcciones a realizar en Campo.
- 6) Dirección y Supervisión de las fusiones y mediciones ópticas a realizar en Campo.
- 7) Recepción y Entrega Final de las Obras, Satisfactoriamente a Desempeño de Red de Enitel.



3. MARCO TEORICO

3.1 Visita de campo (Levantamiento)

Durante la visita de campo se realiza levantamiento que nos brinda la información necesaria para la construcción o mejoramiento de la red de fibra óptica indicando la ruta, distancia y el tipo de enlace de fibra a construir, características del tipo de cable a instalar y determinar así la utilización de infraestructura existente o si se implementara una nueva infraestructura o ruta, ya sea aérea o canalizada.

Se observan los inconvenientes u obstáculos sobre la ruta y se plantean las soluciones, esta información es revisada por personal del área de ingeniería de Enitel para su valoración y aprobación.

Para la realización del levantamiento nos apoyamos con coordenadas georreferenciado suministradas por el área de ingeniería que nos indican los elementos existentes de la red en la zona done se llevara a cabo el proyecto.

(Ver imagen 1).

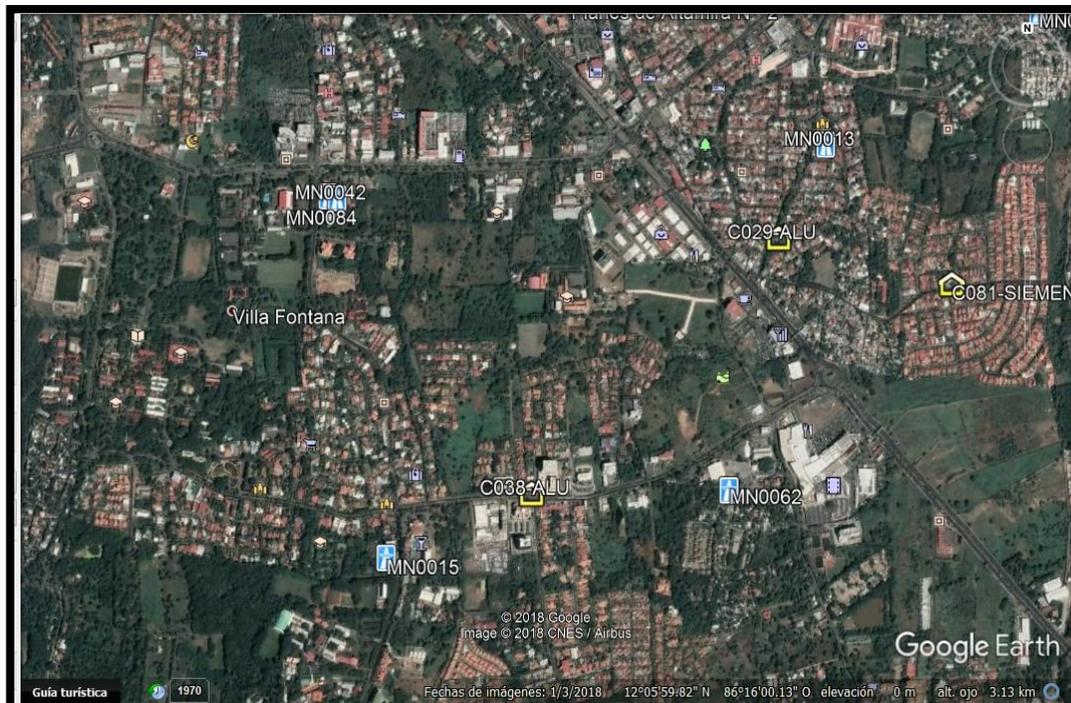


Imagen 1. Ubicación georreferenciado de elementos de red zona metropolitana. Elaboración propia 2018.



3.2 Replanteo

Una vez aprobada la construcción de la red de fibra óptica, se debe solicitar el permiso de alcaldía para iniciar con las labores, se realiza un recorrido con personal de la alcaldía (si ellos lo estiman conveniente), para verificar todos los alcances de la construcción.

Se realiza visita al cliente que solicita el servicio y se verifican las condiciones técnicas internas para determinar el lugar y el tipo de equipo que será instalado.

En el caso de ser un nuevo sitio celular BTS se debe ingresar al sitio y verificar las condiciones técnicas en este para la instalación de la fibra. **(Ver anexo, fotografía 2).**

La visita de campo y el replanteo se realizan en conjunto con personal de la empresa contratista y personal de supervisión de Enitel.

- Supervisor de la contrata diseñador de los planos
- Jefe de cuadrilla de la contrata
- Ayudantes del jefe de Cuadrilla
- Personal de fusiones
- Supervisor de Enitel

Para la realización del levantamiento y replanteo se necesitaron los siguientes equipos:

- Vehículo
- GPS
- Odómetro
- Cámara fotográfica
- Spray amarillo
- Tabla de apuntes
- Coordenadas georreferenciadas del enlace suministrada por el área de ingeniería de Enitel.



3.3 Topologías de enlaces de red de fibra óptica.

3.3.1 Topología Punto a punto

Se instala el cable de fibra óptica desde una central o un sitio móvil BTS hasta el cliente o institución. La protección en topologías punto-a-punto puede ser prevista en una pareja de caminos. Líneas paralelas conectan sistemas redundantes a ambos extremos.

3.3.2 Topología Anillo

Cada estación está conectada a la siguiente y la última está conectada a la primera cada estación tiene un receptor y un transmisor que hace la función de repetidor pasando la señal a la siguiente estación.

Los anillos son las arquitecturas más comunes encontradas en áreas metropolitanas y en tramos de unas pocas decenas de kilómetros. La fibra anillo puede contener sólo cuatro canales de longitudes de onda, y típicamente menos nodos que canales. Para la protección en esta topología se utiliza dos líneas de conexión, la información se envía por una de ellas. Si este anillo falla, se conmuta la trayectoria al otro anillo.

3.3.3 Topología Troncal Multipunto o Árbol

Se instala el cable de fibra óptica desde una central hasta un punto de derivación ya sea un pozo, un poste o el sótano en un centro comercial para su debida distribución hacia los diferentes clientes.

3.4 Tipología de la Red

La introducción de la fibra óptica en la red de distribución es un proceso cuya problemática vendrá marcada principalmente por el desarrollo tecnológico y la reducción de los costos, por lo tanto, la estrategia de acercamiento por fibra óptica a los potenciales abonados estará regida por los valores obtenidos del costo por usuario al momento de realizar los proyectos, teniendo en cuenta la posibilidad de incrementar la gama de servicios.



Básicamente existen tres tipos de estrategias de acercamiento según el grado de penetración de la fibra.

3.4.1 FTTC (Fibra hasta la Acera)

Esta técnica se utiliza para reemplazar en planta Externa, primario de cable múltipar con cable de fibra óptica.

Como la cantidad de usuarios que atiende es importante, el costo de la instalación para el usuario será menor.

Esta solución presenta la ventaja de introducir la fibra óptica en la red de distribución en forma gradual.

El equipo terminal óptico de abonado o Nodo está ubicado en la acera de la calle, realizándose la distribución final desde dicho equipo hasta el domicilio del abonado mediante un cable coaxial. **(Ver figura 1).**

Necesita disponer de una ubicación apropiada en la calle para el equipo terminal, que además requiere, en algunos casos, alimentación eléctrica.

La instalación de una red mixta fibra – coaxial conocida como HFC modifica las funciones de operación y mantenimiento.



Figura 1. Nodo óptico Arris



3.4.2 FTTB (Fibra hasta el edificio)

La penetración de la fibra en este caso es mayor que en el anterior, por lo tanto se deberá estudiar la justificación de la utilización ya que los costos comparativos con la FTTC son mayor, ya que la inversión por usuarios aumenta al ser menor la cantidad de abonados atendidos.

Presenta la ventaja de no tener equipos expuestos al exterior, y una mayor longitud de red en fibra.

3.4.3 FTTH (Fibra hasta el hogar)

En este caso la penetración de la fibra óptica en la red de distribución es total, con un equipo de terminal óptico en el domicilio de cada abonado. Los costos de los componentes y la retribución de la inversión en servicios, deberán justificar esta estrategia.

Esta Tipología ya se está implementando con el servicio de red Gpon en zonas residenciales.

3.5 Sistemas de fibra óptica

A continuación se describen algunos ejemplos de redes ópticas de acceso a los abonados

3.5.1 Configuración en estrella

Se requieren fibras dedicadas desde la central hasta el abonado, una para cada sentido de transmisión o cuatro fibras si se utilizan dos de reserva de protección.

Esta técnica se utiliza actualmente para dar servicio a usuarios con un tráfico de información elevado y mayor cantidad de servicios (grandes clientes). **(Ver figura 2).**

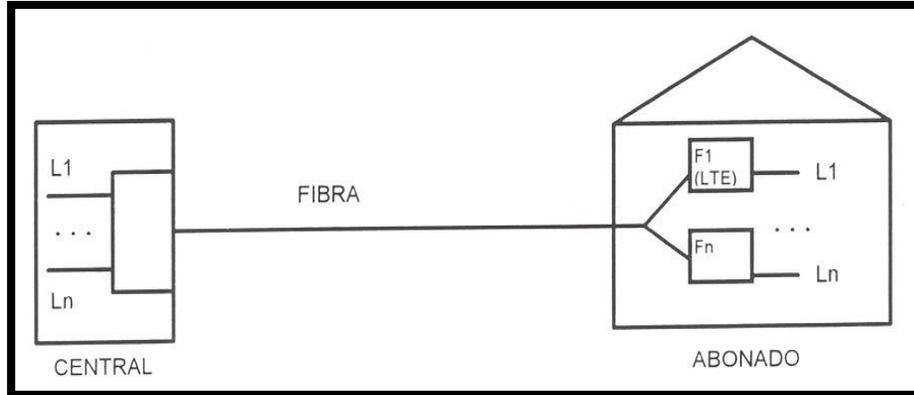


Figura 2. Configuración estrella

3.5.2 Configuración doble estrella

Ésta presenta la ventaja de poder utilizar la infraestructura civil existente. En esta topología, los nodos (terminales ópticos) se conectan a un nodo central a través de un enlace dedicado. Estos enlaces usarán una fibra diferente para cada sentido de transmisión o cuatro fibras si se utilizan dos de reserva de protección.

(Ver figura 3).

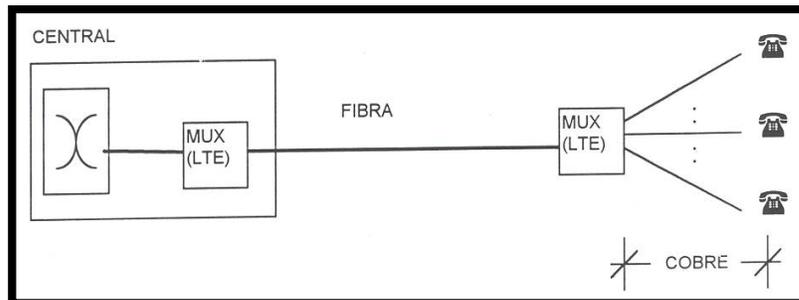


Figura 3. Configuración doble estrella

3.5.3 Configuración en cadena lineal

En este tipo de configuración se utilizan dos o tres equipos remotos en cascada interconectados con el equipo de la central con dos o cuatro fibras si se utilizan



dos de reserva de protección. Generalmente ésta evoluciona, en el tiempo, en un anillo. (Ver figura 4).

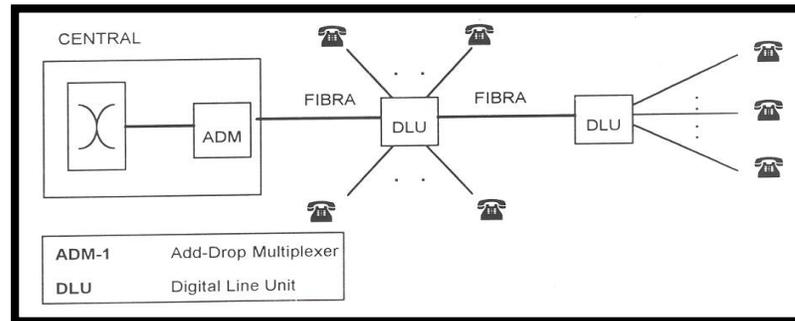


Figura 4. Configuración cadena lineal.

3.5.4 Configuración en anillo

En esta configuración los equipos remotos y el equipo de la central se interconectan con dos fibras ópticas.

Mientras que en los casos anteriores será posible la utilización total de la eventual infraestructura civil existente, ya que la red actual presenta esas configuraciones, en éste caso deberá por lo menos estar prevista la obra para la demanda del anillo.

Esta configuración presenta la ventaja de disponer de otro enrutamiento alternativo en los casos de provocarse faltas en la red, por lo tanto el ejercicio está protegido contra alguna eventualidad. (Ver figura 5).

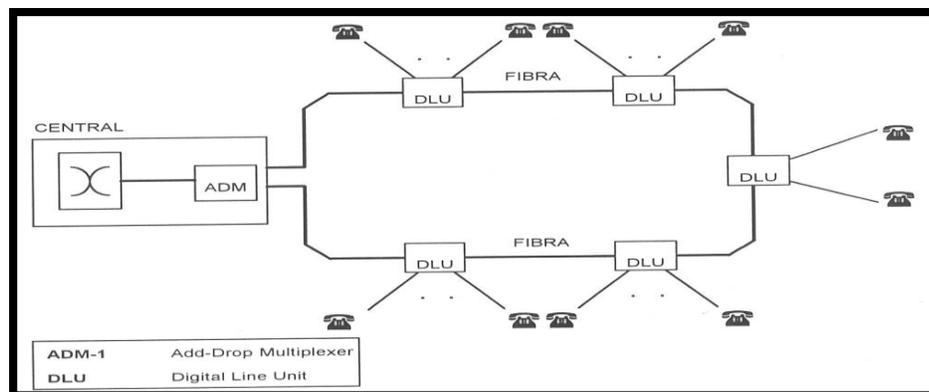


Figura 5. Configuración en anillo

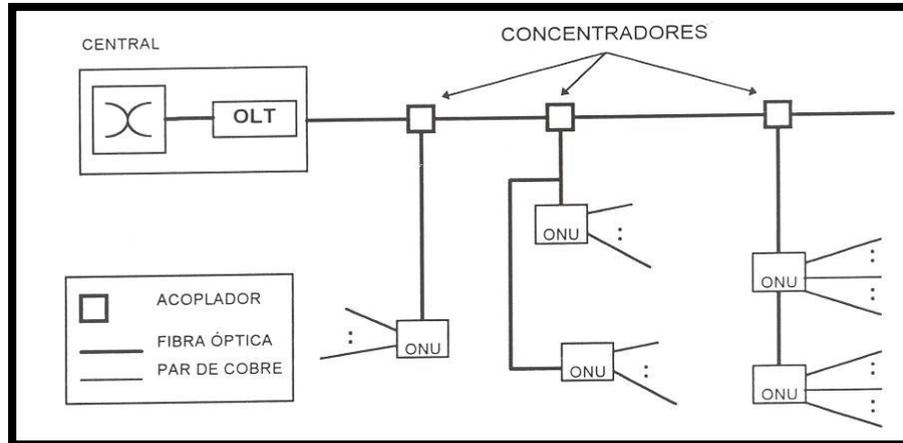


Figura 7. Configuración Bus.

3.6 Aspecto a considerar con respecto a los costos

En el momento de la elección del tipo de tecnología a utilizar se deberá tener en cuenta todas las consideraciones necesarias en el análisis de los costos, algunas de estas pueden ser:

Los componentes ópticos eléctricos, representan una parte importante en el costo total, en relación a los cables de fibra óptica por lo tanto la conveniencia económica de la utilización de esta técnica es mayor cuanto mayor es el largo de la red.

Las técnicas de instalación y gestión son de importancia dentro de los costos.

Deberá reconocerse la importancia de los clientes comerciales ya que estos requerirán nuevos y mejores servicios, de esta manera se producirá el reembolso de la inversión en forma más rápida.

Se deberá tener en cuenta que en los casos donde es necesario ampliar las obras civiles para la instalación de cables múltipares, con la utilización de la fibra óptica, la ocupación de los ductos existentes es menor.

Debido a que la vida útil de los cables de fibra óptica oscila entre 15 y 20 años, y a que los costos de materiales entre cables de distintas capacidades no es significativa, se deberá tener especial cuidado al prever la reserva necesaria, a los efectos de evitar que el desarrollo de los requerimientos supere a la red, ocasionando una gran inversión adicional.



3.7 Criterios de diseño

3.7.1 Factores

- Impacto ambiental del proyecto a ejecutar.
- Capacidad de tráfico que soportará el enlace.
- Ubicación geográfica de las localidades a enlazar.
- Distancia e infraestructura vial existente entre las localidades.
- Costo de implementación de las diferentes alternativas.
- Disponibilidad de recursos técnicos como son el espectro radioeléctrico, espacio satelital, Red de fibra óptica existente.
- Determinación de proyectos futuros dentro del sector a intervenir mediante la tramitación de permisos municipales, provinciales, gubernamentales, etc.

3.8 Estudio previo de demanda de servicio

La necesidad y posibilidades a atender diferentes poblaciones, densidad poblacional, situación geografía, requerimientos tecnológicos, entre otros, se define el tipo de fibra a utilizar según la capacidad de tráfico requerido con la configuración apropiada para redes de fibra óptica.

3.8.1 Fibras Monomodo

- Capacidad de transmitir mayor ancho de banda.
- Enlaces de larga distancia.
- Presenta baja atenuación.
- Operan a longitudes de onda de 1310, 1550 nm.

El inconveniente para la utilización de las fibras Monomodo, radica en la necesidad de utilizar equipos terminales de elevados costos, debido al requerimiento de alta precisión.



3.8.2 Fibras Multimodo

- Para distancias por debajo de los 2 Km.
- El equipo óptico utilizado es más económico en comparación con los equipos utilizados con fibras Monomodo.
- Utilizado como estándar para redes de área local LAN.
- Adecuada para trabajar con longitudes de onda de 850 y 1300 nm.

Generalmente los enlaces de interconexión Central – Nodo a nivel de ciudad, utilizan cables de fibra óptica Monomodo bajo la recomendación ITU G.652-D, destinada para enlaces con distancias menores a 40 Km y con costos de inversión que justifican su utilización. **(Ver anexo, imagen 6), (Ver características cuadro 1).**

Para enlaces troncales o requerimientos de mejoramiento del medio de transmisión (tecnología DWDM) se necesitará un mejor comportamiento de la fibra ante la atenuación por lo que se recomienda la utilización de la fibra Monomodo bajo la recomendación ITU - G.655.

3.9 Parámetros constructivos de diseño

- Longitud total del enlace.
- Características constructivas del cable a utilizar.
- Número de empalmes necesarios en el enlace y las pérdidas que generarán.
- Número de conectores necesarios estableciendo el tipo y pérdidas década uno.
- Margen del diseño.
- Evaluación de pérdidas del sistema debido a sus componentes.
- Establecimiento de planimetría a construir.
- Determinar las unidades de planta requeridas para la construcción de la red de fibra óptica (instalación y acceso).



3.10 Enlaces Aéreos

Se proyectan en lugares donde no existe canalización o su existencia presenta saturación de cables. Se utilizan los cables: ADSS Cable de fibra óptica con mensajero adosado.

Generalmente el tendido aéreo es implementado para enlaces metropolitanos y para áreas rurales siempre y cuando se disponga de postearía existente.

3.10.1 Vanos de Cable y Poste Proyectados

El término vano corresponde a la máxima distancia que el cable de fibra Óptica puede soportar bajo la acción de la tensión sin sufrir pérdidas adicionales. Las distancias de vanos pueden estar comprendidas entre 80,120, y 200 mts (en Nicaragua se utilizan span de 50 mts como mínimo hasta 70 mts máximo), parámetro que permitirá ubicar la colocación de un poste.

3.10.2 Factores que influyen en la afectación de la red

- Situaciones climáticas, temporada de invierno inundaciones y arrastre de sedimentos.
- Caída de árboles sobre el tendido de cable F.O.
- Accidentes automovilísticos.
- Vandalismo
- Intervención por terceros



3.11 Enlaces Subterráneos (canalizados)

Los cables enterrados son utilizados en enlaces troncales o cuando las características del suelo y disposiciones de las autoridades permitan ejecutar trabajos de canalización.

Canalizada en áreas urbanas construidas para enlaces metropolitanos consiste en la instalación de cable de fibra óptica dentro de uno de los ductos de un triductos enterrado a una profundidad que puede variar entre 0,80 a 1,20 metros dependiendo de las características del suelo y que estará interconectada a través de pozos o cámaras pre moldeadas, a lo largo de la ruta.

Estos enlaces también son utilizados para conexiones interurbanas.

3.11.1 Factores que influyen en la afectación de la red canalizada

- Situaciones climáticas, temporada de invierno inundaciones y arrastre de sedimentos
- En zonas urbanas, mejoramiento de camino, construcción de puentes a desnivel, alcantarillas (maquinaria).
- Construcciones o trabajos de mantenimiento
- Fallas por incumplimiento a las normas de construcción.
- Vandalismo
- Intervención por terceros.



3.12 Construcción, fusiones y certificaciones ópticas

3.12.1 Construcción

En esta etapa bajo la supervisión del personal de Enitel el jefe de cuadrilla de la contrata junto con los ayudantes dan inicio a la construcción e instalación del cable de fibra óptica cumpliendo con todas las normativas de construcción higiene y seguridad, se procede a identificar si el enlace es aéreo, para la instalación de poste nuevos y si es canalizado se procede con el sondeo de canalizado en infraestructura existente, si el canalizado está dañado se procede a realizar un nuevo canalizado con todos los procedimientos establecidos para luego instalar el cable de fibra óptica sin problemas. **(Ver anexo, fotografía 1).**

3.12.2 Capacidad y Tipos de los cables de fibra

Existe en la actualidad diferentes tipos de cables de fibra óptica con características distintas, para los nuevos enlaces se escogerán el tipo de fibra considerando factores primordiales como la capacidad, distancia, demanda y tecnología ocupada en el diseño.

Tomando en cuenta estos factores se instalan cables de 96 y 48 hilos para enlaces topología de anillo, cable de 24 hilos para enlaces troncales y punto a punto, cables de 12 hilos para sitios celulares BTS y enlaces de HFC señal de cable, para conexiones de clientes última milla de una troncal se utilizan cable de 6 hilos AOTV.



Cuadro 1. Características del cable de fibra óptica Monomodo.

CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA UNIMODO ESTANDAR		
Ópticas		
Atenuación máxima Para cada longitud de onda, el valor mayor (a la derecha) corresponde al estándar, los valores de la izquierda se manejan bajo pedido.	λ (nm)	dB/km
	1310	0.33 - 0.35
	1383	0.31 - 0.35
	1550	0.19 - 0.20
	1625	0.20 - 0.23
Variación de atenuación en la banda 1285 - 1330 nm respecto al valor a 1310 nm	≤ 0.03 dB/km	
Variación de atenuación en la banda 1525 - 1575 nm respecto al valor a 1550 nm	≤ 0.02 dB/km	
Incremento de atenuación por ciclos térmicos (-40C a +80C)	≤ 0.05 dB/km	
Incremento de atenuación sobre un mandril de 50 mm	≤ 0.05 dB/km	
Diámetro de modo de propagación	9.4 μ m \pm 0.4 μ m @ 1310 nm 10.6 μ m \pm 0.5 μ m @ 1550 nm	
Dispersión cromática ps(nm*km)	≤ 18 @ 1550 nm ≤ 22 @ 1625 nm	
Longitud de onda (λ_0) sin dispersión cromática en nm	1302 nm $\leq \lambda_0 \leq$ 1322 nm	
Pendiente de la curva de dispersión (S ₀)	≤ 0.089 ps/(nm ² *km)	
Coefficiente de PMD	≤ 0.2 ps/(km) ^{1/2}	
Longitud de onda de corte	≤ 1260 nm	
Índice de dispersión efectivo (típico)	1.4670 @ 1310 nm 1.4677 @ 1550 nm	
Diferencia de índice de refracción (típico)	0.36%	
Apertura numérica (típico)	0.14	

Mecánicas	
Diámetro del revestimiento	125 μ m \pm 0.7 μ m
Excentricidad entre núcleo y revestimiento	≤ 0.5 μ m
Ovalidad del revestimiento	$\leq 0.7\%$
Diámetro del revestimiento primario	245 μ m \pm 5 μ m
Excentricidad del recubrimiento primario	≤ 12 μ m
Rizo	≥ 4 m
Prueba de tensión al 100%	700 MPa
Diámetro del núcleo (típico)	8.2 μ m
Fuerza para remover recubrimiento primario (típico)	3N
Factor de fatiga (Nd)	20

- La recomendación internacional que cubre esta fibra es la ITU-T G.652, tabla D. Supera las especificaciones de las tablas A, B y C.



3.12.3 Fusiones ópticas

Esta actividad es realizada por el personal técnico de fusiones de la contrata, en el cliente se realiza la instalación y empalmes de fibra a lo interno del equipo distribuidor de fibra óptica ODF de pared de 4 puertos o ODF de rack de 12 puertos, si es una troncal en un centro comercial o punto de derivación se instala una mufa o caja de empalme fosc de 8 puertos. **(Ver Anexos, fotografía 13, fotografía 14).**

3.12.4 Tipos de ODF Utilizados

Existen diferentes tipos de ODF y varían según su capacidad de puertos (conectores) que contienen, el tipo de ODF a utilizar depende de la capacidad del cable de fibra a instalar. **(Ver anexo, fotografía 17).**

3.12.5 Empalmes por fusión

Son empalmes permanentes y se realizan con máquinas empalmadoras, manuales o automáticas, que luego de cargarles las fibras sin coating y cortadas a 90° realizan un alineamiento de los núcleos de una y otra, para luego fusionarlas con un arco eléctrico producido entre dos electrodos. Llegan a producir atenuaciones casi imperceptibles (0.01 a 0.10 dB). **(Ver imagen 2).**



Imagen 2. Valor de pérdida en db en un empalme de fibra.



El sistema de empalme de fibras permite la unión de dos cables o tramos de cable de F.O., con el mínimo efecto de atenuación producida por la unión. Los empalmes se realizarán en los puntos indicados por el área de ingeniería, utilizando en cada tramo la bobina cuya longitud más se aproxime a la longitud del tramo a tender, a fin de minimizar la cantidad de fibra sobrante.

Los empalmes de fibra pueden realizarse mediante varios métodos, pero el más usado es el de fusión por arco eléctrico, que consiste en el calentamiento local de los extremos de la fibra prealineados hasta que se derriten y funden uno con otro.

Cada empalme monofibra va protegido con un manguito termoretráctil que contiene un elemento resistente de acero, el cual se aloja en el lugar apropiado dentro de la caja de empalme. La fibra sobrante queda almacenada en la bandeja situada dentro del ODF o caja de empalme, realizando los bucles necesarios.

3.12.6 Certificaciones ópticas

Para garantizar que el enlace de fibra óptica construido, haya quedado en óptimas condiciones y asegurar que al dar el servicio por medio de la red de fibra no exista pérdida de información, se realizan pruebas o certificaciones ópticas desde ambos extremos del enlace, equipos ODF instalados, se hace uso de un equipo de mediciones OTDR reflectómetro óptico en el dominio del tiempo el cual mide la fibra óptica desde un extremo, los resultados de las comprobaciones del OTDR se utilizan para certificar el rendimiento de los enlaces de fibra recién instalados, o para solucionar problemas enlaces de fibra ya existentes en trabajos de mantenimiento.

Estos instrumentos utilizan el principio de la retrodifusión y reflexión de luz dentro de una fibra, enviada a través de la fibra gracias a un fotodiodo láser, impulsos luminosos calibrados y mide las potencias ópticas reflejadas en función del tiempo.

Un OTDR, mide características de la fibra óptica, representa gráficamente la potencia reflejada a lo largo de la fibra que se está comprobando y ofrece una tabla con las características del evento óptico. Las mediciones efectuadas son de pérdidas(atenuación) y de longitud de la fibra de extremo a extremo y de segmento a segmento, así como las pérdidas y la ubicación de incidentes ópticos como roturas, conexiones, empalmes y dobleces. **(Ver gráfico 1).**

Para calcular la atenuación total de un enlace se toman en cuenta ciertos elementos y se utiliza la siguiente fórmula:



$$A_t = (A_f \times L) + (A_{ex} \text{ Net}) + (A_{tx} A_t)$$

Donde

A_t = Atenuación del tramo (en dB)

A_f = Atenuación nominal de la F. O. (dB/km)

L = Longitud del enlace (km)

A_e = Atenuación de cada empalme (0,2 dB s/EIA/TIA568)

N_e = Número de empalmes

A_t = Atenuación de cada transición (0,6 dB s/EIA/TIA568)

N_t = Número de transiciones.

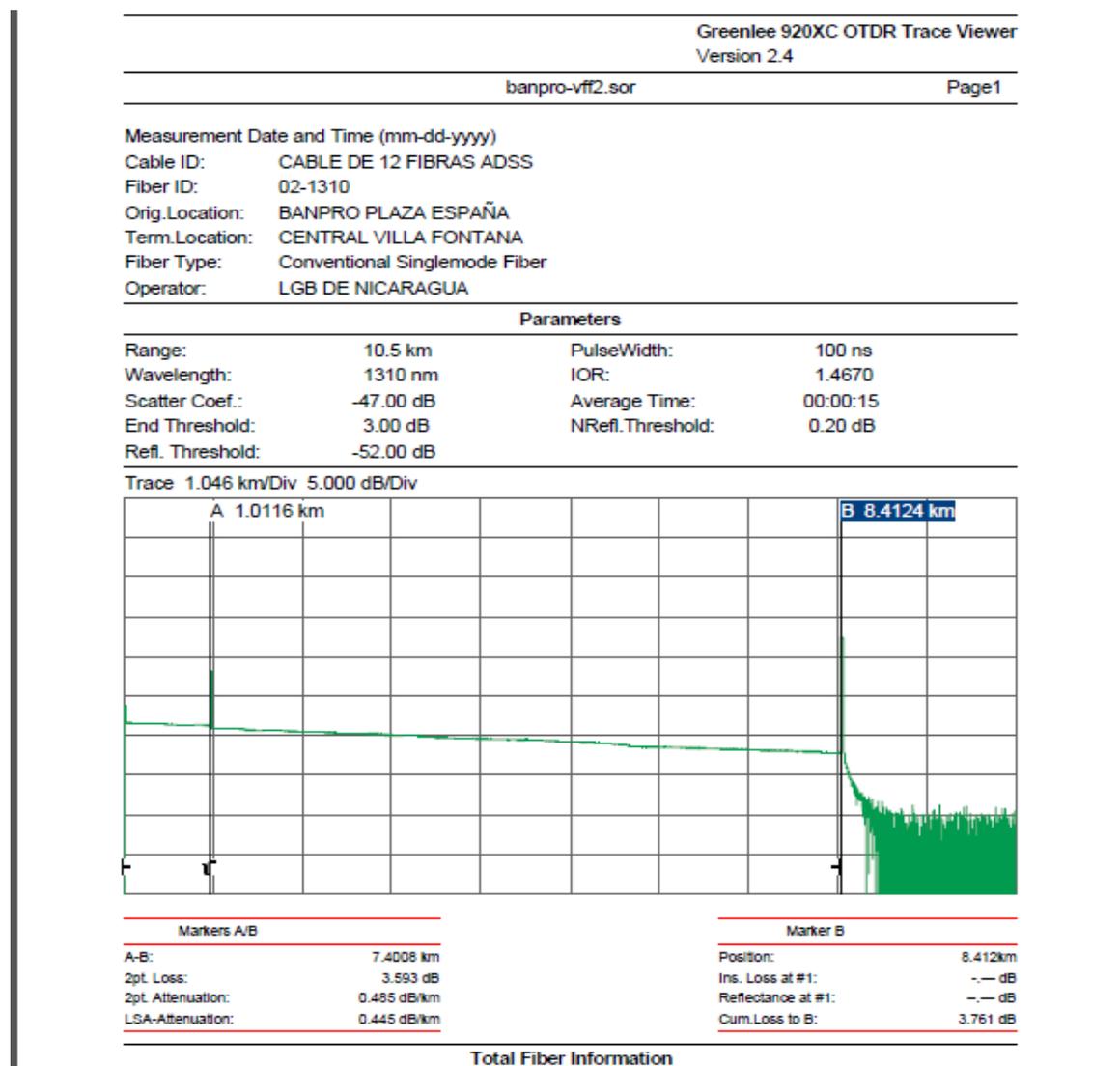


Grafico 1. Certificación óptica de un enlace con OTDR.



3.12.7 Mantenimiento a la red existente de fibra

El mantenimiento a la red se realiza cuando existen situaciones en la que ocurren cortes del cable de fibra o cuando hay que retirar el cable de fibra de una infraestructura existente e instalarla por una nueva ruta debido a ampliaciones de carreteras indicados por el MTI, de igual forma al no tener en la red existente caja de empalme (mufa) con capacidad (puertos) para ingresar un nuevo cable de fibra para dar un servicio, la solución a este problema es realizando cambio de mufa que consiste en la instalación una caja de empalme con mayor número de puertos de ingreso.

Existen diferentes tipos de cajas de empalmes los más utilizados son los siguientes:

Mufa Fosco 400 A/8, con 8 puertos de entrada, es la más utilizada en la actualidad en los enlaces de fibra. **(Ver Anexos, fotografía 14, fotografía 16).**

Mufa 3M 2179C, con 4 puertos de entrada, es utilizada para dar continuidad a cables de fibra que han sufrido corte por vandalismo o por construcciones con maquinaria pesada es la más usada para tareas de mantenimiento. **(Ver Anexos, fotografía 15).**

4. MARCO METODOLOGICO

4.1 Bitácora de ejecución del proyecto

Este es un documento de soporte donde se detalla el proceso de cada una de las actividades realizadas con su periodo de ejecución (tiempo), desde el levantamiento hasta la entrega a personal de desempeño de red de Enitel del proyecto finalizado, este debe de contener la siguiente información:

- Hoja de apertura.
- Plano del proyecto y/o croquis.
- Definir los alcances preliminares.
- Cronograma del proyecto.
- Definir alcances finales.
- Registro de certificaciones ópticas.
- Aspectos relevantes.



Junto a la bitácora se llena un reporte y cuantificación de obras ejecutadas (RDO) que especifica las actividades de construcción servicios, materiales y fusiones realizado.

4.1.1 Documentación (RDO)



REPORTE Y CUANTIFICACION DE OBRA EJECUTADA (RDO)

N.0001

EMPRESA CONTRATISTA: _____

Proyecto: _____ Código: _____

Fecha Inicio: _____ Fecha Fin: _____

I. Actividades de Construcción (MATERIALES)			
CODIGO	DESCRIPCION	U/M	CANT. EJECUTADA
4001665	POSTE ACERO GALV 2 SECCIO 7/90 C/SU TAPO	UN	
4001645	POSTE D ACERO GALV 8/120 TRES SECCIONES	UN	
4001684	POSTE SECCIONADO GALVANIZADO 9/120	UN	
1007890	CABLE MENSAJERO DE ACERO D3 TONELEDA	M	
1008133	BRAZO PARA RETENIDA DE BANDERA	UN	
1008066	VARILLA DE RETENIDA	UN	
1008188	PLACA P/RETENIDA GALV. DE 12X12X1/4 PDA	UN	
1007877	CABLE OPTICO AOTV 6 FIBR 500M 69138061AM	M	
1007838	CABLE OPT 12SMF ADSS 4K N 69186 12 1 AM	M	
1007839	CABLE OPT 24SMF ADSS 4K N 69186 24 1 AM	M	
1007840	CABLE OPT 48SMF ADSS 4K N 69186 48 1 AM	M	
4004408	CABLE OPT 96SMF ADSS 4K N 69186 96 1 AM	M	
1008174	MUFA P/CABLE ABONADO F.O. COYOTE 8006876	UN	
1007895	CIERRE P/FIBRA ?PTICA FOSC 400-A8	UN	
4001975	CAJA 4 F.O. CON PIGTAIL OFTB-02-4-FCPC	UN	
4003473	ODF ACCESO CAN-FPP20012SC/PC+PIGTANOVA	UN	
1008195	REMATE TENSION 0.84 ADSS 12-13 2875003	UN	
1008194	REMATE ABONADO DIELECTRICO NS-WPT-DWC-1P	UN	
1007927	PLACA PARA IDENTIFICAR CABLES	UN	
1003464	CORAZA CORRUGADA DE PROTECCION FO (3/4")	M	
1008126	SOPORTE P/ RESER CABLE OPT. EN POSTE	UN	
4003649	DUCTO D/POLIETILENO ALTA DENSIDAD 35.5MM	M	

Firma: _____

Nombre: _____
SUPERVISOR DE CLARO

Firma: _____

Nombre: _____

**REPORTE Y CUANTIFICACION DE OBRA EJECUTADA (RDO)**

N.0001

EMPRESA CONTRATISTA: _____

Proyecto: _____

Código: _____

Fecha Inicio: _____

Fecha Fin: _____

I. Actividades de Construcción (SERVICIOS)			
CODIGO	DESCRIPCION	U/M	CANT. EJECUTADA
34007057	COLOCAC POSTE METAL TA 7/90 COMBO	UN	
34007059	COLOCAC POSTE METAL TA 8/60 SIN HERR	UN	
34007061	COLOCAC POSTE METAL TA 8/120 SIN HERR	UN	
34007063	COLOCAC POSTE METAL TA 9/120 SIN HERR	UN	
34010344	INSTALACION DE CABLE MENSAJERO C-1	M	
34008080	RETENIDA ANGULAR SUELO A	UN	
34008086	RETENIDA BRAZO SUELO A	UN	
34010346	INSTALAC HERRAJE CRUCE AMERICANO L O T	UN	
34010170	INSTALACION CABLE 12 FO AEREO ADSS	M	
34010172	INSTALACION CABLE 24 FO AEREO ADSS	M	
34010174	INSTALACION CABLE FO AEREO AOTV 6 FIBRAS	M	
34008686	INSTALACION CABLE FO DUCTO AOTV 6 FIBRAS	M	
34008692	INSTALACION CABLE DE FO DUCTO 12FIBRAS	M	
34008696	INSTALACION CABLE DE FO DUCTO 24FIBRAS	M	
34008699	INSTALACION CABLE DE FO DUCTO 48FIBRAS	M	
34008703	INSTALACION CABLE DE FO DUCTO 96FIBRAS	M	
34005782	INSTALAC MUFA <36 FO RECTO FOSC 400A	UN	
34005785	INSTALAC MUFA <36 FO RECTO FOSC 400A8	UN	
34006630	INSTALACION DE CT 4 FIBRAS OPTICAS	UN	
34006655	INSTALAR ODF FPP20012SC/PC+PIGTCA NOVATE	UN	
34010390	PINZA DE REMATE PARA ADSS DE 12 A 14 MM	UN	
34010176	PINZA DE REMATE CABLE AOTV 6 FIBRAS	UN	
34008987	ACOMODO RES. FO POSTE 12 FIBRAS DUCT.	UN	
34009022	ACOMODO RESERVA FO POZO 12 FIBRAS DUCT	UN	
34009352	ROTULACION DE CABLE EXISTENTE.	UN	
34006274	INSTAL TUBO CORRUGAD 3/4" BXPVC	M	
34009613	SOPORTE DE RESERVA F.O POSTE SUMINISTRO	UN	
34006037	CORDON DE SOLDADURA EN TAPADERA POZO	UN	
34006039	DESOLDAR POZO	UN	
34005489	INST MONODUCTO EN VIA OCUPADA EXISTENTE	M	
34006728	ADICIONAL MONODUCTO EN ZANJA ABIERTA	M	
34007850	REPOSIC ACERA CONCRETO POR POSTE	UN	
34001637	INST. DE ACOMETIDA INTERNA DE LD	M	
34010436	PODA RUTA DE CABLE EXISTENTE	TMO	
34001594	DIGITALIZACION PLANO FINAL	LAM	

Firma: _____

Firma: _____

Nombre: _____

Nombre: _____

SUPERVISOR DE CLARO

SUPERVISOR DE CONTRATA



4.2 Recepción de la obra

Una vez finalizado el proyecto en su totalidad se solicita la recepción del proyecto a personal de desempeño de red de Enitel quienes realizan la visita en campo para certificar que se haya cumplido con las normas de construcción y verificar los alcances del proyecto.

En esta visita participan las siguientes personas:

- Supervisor de empresa contratista
- Jefe de cuadrilla con ayudantes que realizaron las actividades de construcción.
- Personal de fusiones
- Personal de mantenimiento de red de Enitel.
- Supervisor de Enitel que estuvo presente en el proyecto.

En esta visita se realiza recorrido completo para verificar los siguientes puntos:

- Cantidad y tipos de postes instalados que cumplan con la normativa
- Cantidad y tipos de retenidas instaladas que cumplan con la normativa.
- Tendido del cable de fibra óptica que no existan obstáculos en la ruta según la normativa.
- Capacidad y tipo del cable de fibra óptica instalado
- Inspección de ruta canalizada ya sea existente o nueva.
- Equipos instalados ODF en el cliente y centrales.
- Certificaciones ópticas del enlace de fibra óptica.



4.3 Bitácora de recepción final

Una vez finalizada la recepción del proyecto se prosigue con el llenado en bitácora de las actividades realizadas en la entrega, dando una copia de la recepción, copia de plano de construcción y diagrama de fusiones a personal de desempeño de red y una copia al supervisor del proyecto de Enitel.

4.4 Entrega de planos actualizados y alcances del proyecto

El supervisor de la contrata tiene un tiempo específico para entregar la bitácora completa con los alcances totales del proyecto y planos actualizados en digital del proyecto al área de planta externa de Enitel.

Los planos deben de contener la siguiente información:

- Simbología de la red nueva
- Indicar distancia de cada tramo entre postes o entre pozos si se utilizó canalizado.
- Diferenciar la postearía nuevo de la existente utilizada.
- Indicar distancia total del enlace construido.
- Indicar y diferenciar las retenidas instaladas de la existente.
- Indicar características y tipo de cable de fibra óptica instalado.
- Indicar características y especificaciones técnicas de equipos instalados ODF.
- Indicar los puntos de empalmes o derivación de mufas.



5. DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 Tendido del cable de fibra óptica

El tendido de cable es la acción propia de desplegar el cable de fibra óptica entre los extremos a conectar, existiendo varios métodos de tendido según la zona en la que realizar el tendido de cable.

El criterio elegido para la realización del tendido depende del tramo en cuestión y del grado de ocupación de la canalización y posteria aérea, quedando determinado el criterio de tendido en el replanteo anterior a la instalación.

Básicamente se diferencian entre tendidos en exteriores y tendidos en interiores los cuales se diferencian en:

- Tendidos en canalización.
- Tendidos aéreos.

Pero independientemente del método de tendido que se emplea se han de mantener las siguientes indicaciones generales:

En todo momento se respeta el mínimo radio de curvatura del cable de fibra óptica a instalar.

La bobina se coloca suspendida sobre gatos o grúa, de manera que pueda girar libremente y de forma que el cable salga de la bobina por su parte superior.

La tracción del cable debe realizarse en el sentido de su generatriz. No se ha de doblar el cable para obtener mejor apoyo durante su tendido.

Las personas que intervienen en la operación de tendido, especialmente las situadas junto a la bobina, deben observar atentamente el cable según salga de ella, a fin de denunciar cualquier deterioro aparente de éste.

En aquel caso en el que se detecte alguno, ha de ser comunicado instantáneamente a su jefe inmediato quien decide si se debe continuar o no con el proceso.

El cable debe quedar correctamente sujeto e inmovilizado. Para ello se utilizan sistemas de fijación adecuados, bien atornillarles, sujetos con tirafondos o abrazaderas, no debiendo en ningún caso alterar las propiedades de las fibras y teniendo que permitir la dilatación de la fibra instalada en caso de ser necesario.



Teniendo en cuenta todas las ventajas de los cables de fibras ópticas hay que reconocer, que parcialmente aún existen ideas falsas sobre el manejo, la técnica de instalación y sobre las cualidades específicas de los conductores de fibras ópticas.

5.1.1 Factores que influyen en el tendido de los cables

- El tipo de cable de conductores de fibra óptica.
- Los sistemas ópticos de enlace y de transmisión.
- Las condiciones de montaje.
- Las leyes, las condiciones y los métodos locales.
- Sin embargo, tenemos que tener siempre en cuenta las dos reglas siguientes y cumplir con ellas:
 - Las fibras no deben utilizarse como elemento de tracción.
 - Las fibras no se pueden doblar, aplastar ni enrollar con un radio demasiado pequeño.

Los cables conductores de fibra óptica son mucho más delgados, menos pesados que los cables de cobre, pero por otra parte también mucho más delicados.

La técnica del tendido, las herramientas y los suplementos son revisados bajo el aspecto de su utilidad. Por ejemplo: hubo que compensar la disminuida resistencia a rotura con un radio mayor de curvatura. Los cables de fibra óptica tuvieron que acoplarse a la sensibilidad con respecto a esfuerzo de tracción del conductor de fibra óptica.

5.2 Tendido aéreo

Para realizar los tendidos de cable de fibra óptica por trazado aéreo, hay que tener en cuenta las siguientes precauciones:

En general, la bobina se sitúa junto al poste desde el que se va a iniciar el tendido, Suspendida de una grúa, sobre remolque o sobre gatos, de manera que pueda girar libremente y el cable salga siempre por la parte superior. Se procura que esté nivelada con la sección de postes donde se pretende tender el cable. **(Ver anexo, fotografía 4).**

Se realiza la instalación aérea entre postes, atando el cable de fibra óptica a un fiador existente de acero. El cable de fibra óptica se coloca junto al fiador mediante camiones y tráiler de bobinas de cable.



Para asegurar el cable al fiador se utiliza una guía y un fijador de cables. Mientras un camión sigue al fijador con objeto de asegurar que está actuando correctamente y que el cable se está ajustando adecuadamente a las posiciones de la línea.

En el extremo preparado del cable se pone un nudo giratorio y se ata una cuerda de cáñamo.

El modo de realizar la tracción sobre el cable para llevar a cabo el tendido, diferencia dos formas de tendido aéreo. Que son tendidos manuales o tendidos mediante cabestrante.

Finalizado el tendido, se realiza el cocido del cable al fiador. Se amarra al fiador mediante cosido con hilo de acero de 2 mm. Este cosido se realiza con la máquina ligadora que va cosiendo el cable según va avanzando a lo largo del cable de suspensión.

En cada poste, el cable formará una vuelta de expansión para permitir la dilatación del fiador.

Debido a las propiedades de la fibra óptica, el cable se dilata o contrae muy poco cuando varía la temperatura. Por tanto, para reducir la tensión de un cable de fibra óptica que se haya unido a un fiador de acero, se añadirá una pequeña vuelta de expansión. **(Ver figura 8).**

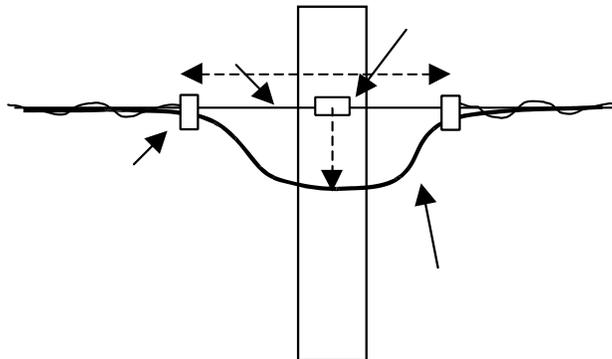


Figura 8. Vuelta de expansión del cable de fibra.



Alrededor de la vuelta de expansión del cable y con objeto de identificarla, se coloca una cubierta brillante.

Antes de proceder al tendido de cables de instalación con refuerzo anti tracción o de cables aéreos livianos se deberá inspeccionar y explorar el trayecto para determinar la separación entre postes y las alturas de los postes, con vistas de observar la separación que debe existir entre el suelo y el cable comado así como la separación con respecto a otros tendidos de cables ya instalados. Esto rige especialmente en caso de una ampliación de sistemas de cables aéreos. Los postes no apropiados para soportar el incremento de carga deben reforzarse o cambiarse. (Ver figura 9)

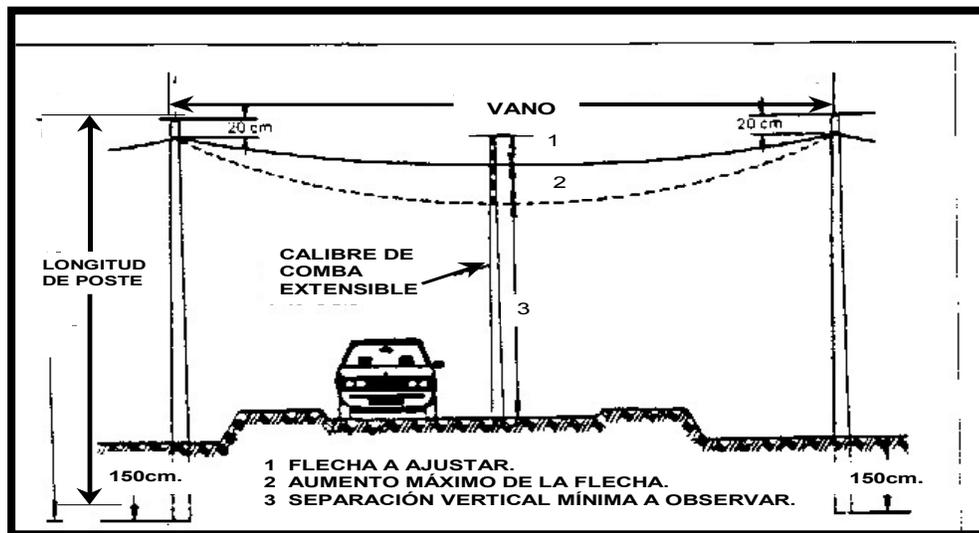


Figura 9. Altura de colocación apropiada de los los cables de fibra

Los cables de instalación con refuerzo anti tracción así como los cables aéreos livianos se tenderán de modo que, tanto durante el tendido como después del mismo, no se produzcan entorpecimientos del tránsito público en calles y plazas, ni se dañen las instalaciones públicas de suministro ni se ocasionen molestias al vecindario.



5.2.1 Tendido con tracción manual

Debido al poco peso de los cables de fibra óptica y cuando las condiciones del trazado de la línea lo aconsejen puede utilizarse este método que se describe a continuación:

En el primer poste se hace pasar la cuerda de cáñamo por la polea guía y los ganchos deslizantes. Se ata el extremo libre de la cuerda que une los ganchos a la cabeza de tiro del cable, a objeto de que al ir progresando el cable los ganchos se vayan extendiendo.

Siguiendo la línea de postes, y en el sentido de alejarse de la bobina, se hace la tracción sobre la cuerda de cáñamo por los operarios necesarios, a la velocidad normal del paso de un hombre, hasta que el cable llegue al poste siguiente donde se detiene para pasar de nuevo la cuerda por la polea y ganchos y repetir la operación anterior. **(Ver anexo, fotografía 3).**

5.3 Tendido en canalización

Los tendidos de cable de fibra óptica por canalización se realizan desplegando el cable por alguno de los conductos o subconducto que conforman el prisma de la canalización disponible.

En cualquiera de las técnicas disponibles para los tendidos en canalización se ha de cumplir que los conductos a emplear para la instalación se encuentren mandrilados.

La acción de mandrilar consiste en tener comprobada la continuidad del conducto, para lo que se pasa un hilo con una punta de una determinada longitud y diámetro para su comprobación. Mandril.

Además es necesaria la utilización del hilo guía que ha de poseer el conducto elegido para el tendido. Esto es debido a que el cable está preparado para unirse al cable guía mediante el nudo giratorio. Con esto, la punta del cable preparada para el cable de tiro se engancha a un extremo del nudo giratorio, para lo cual hay que sacar el tornillo por medio de un destornillador. Así mismo, el cable guía se ata al otro extremo del nudo giratorio, asegurándose que el nudo realizado consigo mismo no desliza. Los nudos de la cuerda se encintan con cinta aislante plástica desde el extremo del nudo giratorio hasta unos 10cm después del último nudo.



Explicados estos aspectos generales, se tiene dos tipos diferentes de tendido en la Canalización que son los más habituales:

- Tendido manual.
- Tendido mediante "BLOWING".

5.3.1 Tendido manual

Esta técnica se denomina manual distribuida ya que la tracción es realizada manualmente. De este modo, la tensión total del tendido es distribuida independientemente por secciones de canalización entre arquetas de registro, esto es, en cada arqueta el operario sólo tiene que vencer la tensión generada por el peso del cable y el rozamiento de éste y el subducto correspondiente a la sección de canalización comprendida entre la arqueta anterior y la suya.

Para el tendido manual, un encargado está permanentemente en el lugar donde está ubicada la bobina del cable. Su misión es la de controlar el avance y parada de la operación de tendido, según la información recibida desde todas las arquetas.

Otro encargado reconoce la ruta según avanza el cable para solucionar los problemas que se pueden presentar en cada una de las arquetas.

Como mínimo, el personal situado en punta y en la bobina de cable debe estar en contacto vía radio continuamente. El resto del personal que se encuentra en las arquetas intermedias se puede comunicar de viva voz consecutivamente.

En general, en aquellas arquetas con cambio de dirección en el recorrido del cable, hay un operario ejerciendo el tiro en el subducto de entrada, y otro embocando el cable en el subducto de salida para evitar que se produzcan dobleces. **(Ver figura 10).**

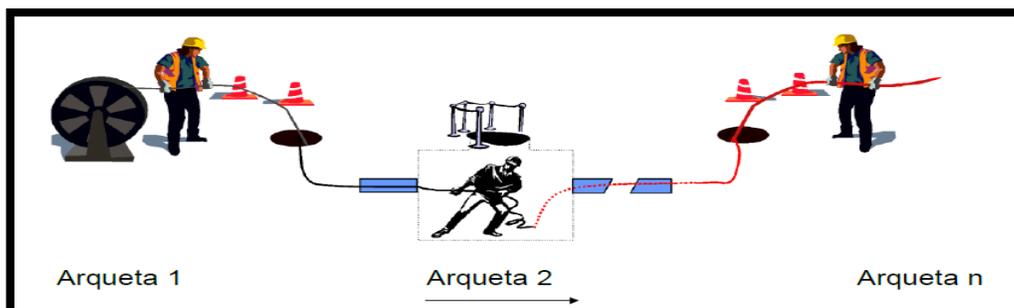


Figura 10. Tendido manual del cable por canalizado.



5.3.2 Deformación axial del cable

Los operarios que intervienen en la embocadura del cable en los subconducto de salida y en la operación de tiro, controlan la longitud de cable almacenado (“valona”), para disminuir, si fuese necesario, la presión de tendido en la arqueta adyacente y Regular así la velocidad, de modo que se garantice que no se cierra el lazo, y que se mantiene ampliamente el radio mínimo de curvatura y la independencia de tensiones entre secciones.

El operario de la primera arqueta intermedia (arqueta 2) tira del hilo guía del subconducto de entrada del cable hasta que éste llegue, momento en que lo comunica a la arqueta donde se inició el tendido (arqueta 1) para que paren la bobina.

Una vez parada la bobina, el operario desata el hilo guía utilizado en esa sección y ata el nudo giratorio al hilo guía situado en el subconducto de salida del cable hacia la arqueta 3, comprobando que la atadura sea resistente. Se comunica a la arqueta 1 que continúe el tendido.

En el caso en que la arqueta corresponda a un cambio de dirección, el operario desatará el hilo guía utilizado en esa sección y creando previamente un lazo, con un radio tan amplio como le permita el lugar donde esté ubicada la arqueta, atará igualmente al nudo giratorio el hilo guía situado en el subconducto de salida del cable hacia la arqueta 3, tal y como se ha explicado anteriormente.

Reanudado el trabajo, el operario de la siguiente arqueta (arqueta 3) realiza las mismas operaciones que realizaba el operario de la arqueta anterior (arqueta 2). Mientras, éste tira del cable paralelamente al eje del mismo, sin retorcerlo, y dejando suficiente longitud de formación de plazo para que la operación se realice como se ha indicado.

El ritmo de tendido lo establece el operario que tira del hilo guía, es decir el más alejado de la bobina.

Si un operario intermedio no pudiera mantener el ritmo establecido, el cable irá perdiendo la “valona” almacenada o, en el caso de una arqueta de cambio de dirección, ira reduciéndose el radio de curvatura del lazo. Antes de que esto ocurra, se debe dar la orden de parada del proceso en la arqueta siguiente hasta que el operario recupere el suficiente cable para proseguir normalmente.



5.3.3 Sentido de Tiro

Terminado el tendido se procede a instalar el cable en su recorrido por las arquetas.

Debido a que en el proceso anterior es probable que no haya quedado justamente el cable que se necesita para su instalación definitiva, no se procede a realizar ésta simultáneamente en todas ellas, sino que se comienza por la penúltima, de forma que si falta o sobra cable, éste debe ser cogido o recogido de la arqueta anterior. De esta forma se va instalando el cable en las arquetas, empezando por la penúltima y terminando en la segunda.

Este proceso debe realizarse con especial cuidado, puesto que se debe colocar el sobrante de cable dentro de la arqueta, manteniéndose siempre por encima del radio mínimo de curvatura establecido.

Finalmente se corta la bobina dejando almacenada y debidamente “peinada” en la estructura dispuesta a tal efecto, la longitud suficiente de cable para alcanzar holgadamente la zona donde se realiza el empalme.

En el caso en que el tendido, por su gran longitud u otro motivo, se realiza dividiendo el tendido en dos subtramos, es decir que el punto de entrada es una arqueta intermedia, el tendido del primer tramo se realiza de la forma descrita anteriormente, realizándose el tendido del segundo tramo del modo expuesto a continuación:

El cable restante de la bobina se dispone, formando “ochos” sobre el suelo, y se tiende también de la forma descrita anteriormente, cuidando que el cable almacenado se recupera correctamente, sin crear deformaciones axiales, y siempre manteniendo el radio mínimo de curvatura establecido.

Si esto no fuese así, se avisaría, de forma que se interrumpiese inmediatamente la tracción, para permitir solucionar el problema manualmente.

5.3.4 Tendido mediante "BLOWING"

El método de tendido de cable denominado "blowing" se describe como un tendido neumático utilizado para instalaciones canalizadas de cables de



telecomunicación, que consiste en insertar los cables directamente a presión (insuflación), pudiendo ser colocado el cable en una sola operación.

Para este tipo de tendido es necesaria la utilización de una oruga de cable para aumentar el empuje (utilizada para apoyar la fuerza de empuje durante la insuflación de cables de fibra óptica de 10-27mm de diámetro), así como un compresor, siendo necesario que los conductos o tubos para cables no presenten ninguna deformación. **(Ver figura 11).**

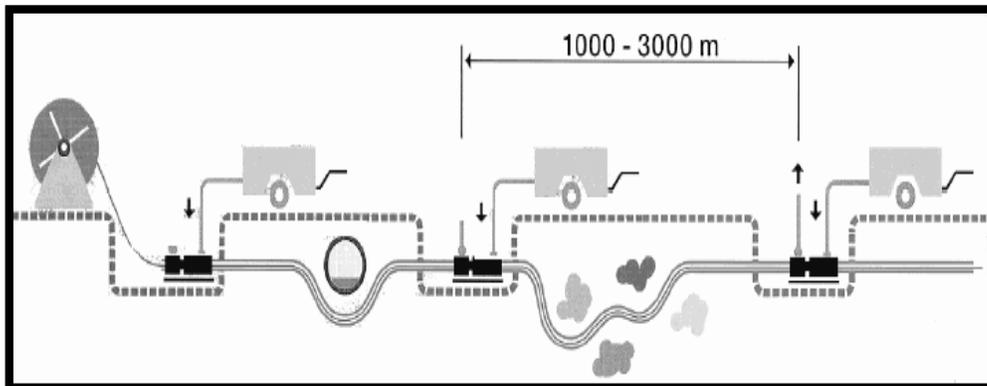


Figura 11. Tendido de cable mediante blowing

5.4 Instalación de posteria

En la instalación de los postes se deberá guardar una distancia mínima de 10 cm entre el poste y fundamentos, muros, cercados, edificios, etc. confinantes.

Las fuerzas de instalación que se emplearán en la base serán averiguadas por el encargado de ENITEL.

Con respecto a los intervalos y los tipos de construcción en cruces y aproximaciones entre líneas telefónicas y líneas de alta intensidad, instalaciones Radioemisoras, cables subterráneos y líneas telefónicas ajenas se deberán requerir en cada caso individual instrucciones detalladas al encargado de ENITEL. **(Ver cuadro 2 y 2a).**

Los anclajes deberán montarse según la instrucción del encargado de ENITEL de tal forma, que obren contra la dirección resultante de la fuerza de instalación. El sujetar anclajes en edificios es inadmisibles. El ángulo entre el poste y el anclaje deberá ser de por lo menos de 10° y como máximo de 60° , tendido de cable de mayor capacidad a los efectos de una ampliación de la red.



La elección del trayecto deberá hacerse de forma tal, que se desarrolle lo más cerca posible a la calle o carreteras, respetando la distancia según normativas municipales.

Esto permitirá la ejecución de los trabajos con menor necesidad de recursos humanos y tiempos laborales, y el trabajo será de mayor calidad.

Cuando se determinen las distancias, se deberá tener en cuenta la posibilidad de mantener una distancia de 40 a 50 mts, entre cada poste.

Se deberá evitar la colocación de los postes en lugares que puedan crear peligro al tránsito vehicular, teniendo en cuenta los lugares que están frecuentemente expuestos a especiales condiciones climáticas (lluvia, neblina, etc.).

Se tendrá que evitar la colocación de postes en terrenos con presencia de agua, terrenos movedizos y/o con presencia de derrumbes.

La ubicación de cada poste deberá ser elegida de manera que, ya sea en su colocación, o sea en ocasión de posteriores intervenciones, por mantenimiento y/o ampliaciones, se eviten posibles daños a los cultivos o espacios verdes, como así también otros inconvenientes previsibles. Se aconseja seguir, dentro de lo posible, los límites o márgenes de los terrenos ya definidos.

Deberá ser evitada la interferencia con árboles, para evitar disturbios a las líneas aéreas o dañar los cables, y reducir la necesidad de cortar ramas de éstos.

La ubicación de los postes deberá ser indicada sobre el terreno mediante estaquillas claramente visibles e individuales. La colocación de éstas, deberá ser efectuada muy poco tiempo antes de la instalación de los postes.

En el caso de variación del nivel, se deberá evitar la superación del 25% de Desnivel. (**Ver figura 12**).

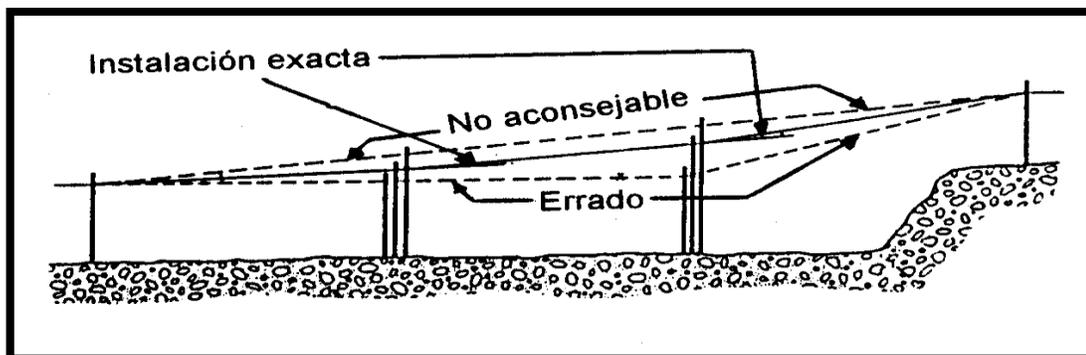


Figura 12. Instalación de postes con desnivel de terreno



El cambio de dirección de dos tramos derechos de postearía, deberá ser realizado, dentro de lo posible, sobre un solo poste teniendo en cuenta que si el ángulo es superior al 20° se deberán utilizar como refuerzos dos retenidas, cada una alineada al tramo y en la dirección que le corresponde. Si este sistema no fuera posible se deberá realizar el cambio de dirección sobre más postes, de tal forma que los ángulos de desviación resulten iguales entre ellos.

Las medidas más frecuentemente para efectuar la instalación van de 8 a 12 m., y de acuerdo a la medida varía la profundidad del hueco para su colocación. Esta medida, también puede variar según el tipo de terreno donde se encuentre.

5.4.1 Apertura del hueco para el poste

Cualquier sea el tipo del terreno, el hueco normal a realizar para la instalación del poste será de forma cilíndrica. Podrá efectuarse a mano o con medios mecánicos. La medida del ancho del hueco deberá ser lo más cercana posible al diámetro del poste, o levemente superior. (**Ver figura 13**).

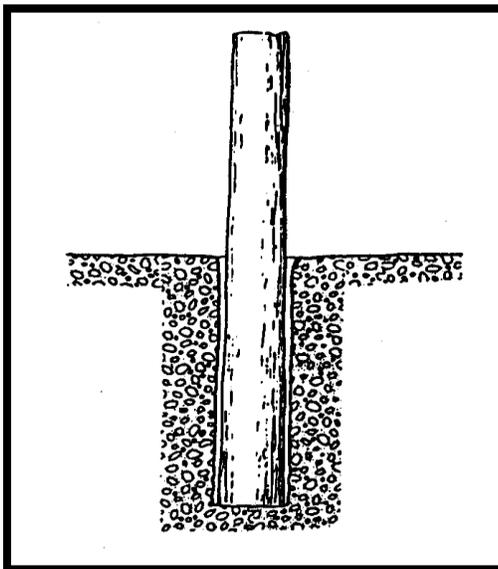


Figura 13. Foso (hueco) normal para postes.



Cuadro 2. Separación mínima de las líneas de telecomunicaciones

No.	TRAZADO DE LA LÍNEA	REFERENCIA	SEPARACIÓN MÍNIMA DE CABLE DE INSTALACIÓN / CABLE AEREO CON MENSAJERO
1	Junto a calzadas y caminos y por terrenos normalmente no transitados.	Suelo	3.5 m
2	Junto a línea ferroviarias no electrificadas.	Suelo	2.5 m
3	Por encima de calzadas, caminos, accesos y terrenos transitable.	Superficie de la calzada o del terreno.	5.0 m
4	Por encima de líneas ferroviarias no electrificadas.	Líneas de telecomunicaciones	0.5 m
5	Por encima de líneas de telecomunicación de la red ferroviaria.	Líneas de telecomunicación	0.5 m
6	Por encima o por debajo de líneas de telecomunicación ajenas, inclusive instalaciones de antena.	Líneas de telecomunicación	0.5 m
7	Por encima o por debajo de líneas aéreas de energía eléctrica de 380 V.	Lineal de energía eléctrica	0.5 m
8	Componentes de las líneas de cables de Instalación o de Instalación de cables aéreos con portador (o mensajero), (separación horizontal).	Accesorios de la línea de energía eléctrica	1.25 m



Se han de evitar los cruces por debajo de líneas aéreas de energía eléctrica de más de 380 V ó, en su caso, según el valor de la tensión, se ha de observar una separación mayor, que como mínimo será de 1.5 m.

El lugar de instalación, la forma y el tamaño de los postes o puntos de apoyo así como el tipo y la forma de los refuerzos, anclajes, tornapuntas, etc. que se requieran dependerán también de las fuerzas máximas de instalación que sean necesarias para tensar y retener los cables aéreos.

Cuadro 2a. Separación de instalaciones ajenas

INSTALACIONES AJENAS	REFERENCIA	SEPARACIÓN MÍNIMA RESPECTO A	OBSERVACIONES
Fundamentos de muros, vallas y obras.	Base para postes	0.10 m	
Instalaciones subterráneas	Base para postes	0.80 m	
Caso especial, Instalaciones subterráneas	Base para postes	0.30 m	La instalación debe estar protegida hacia todos los lados 0.5 m más allá del lugar del peligro.
Línea aérea de energía eléctrica de hasta 200/300 V.	Punta del poste	1.50m	
Componentes de la línea horizontal (pescantes).	Poste Brazo para postes etc.	1.25 m	Separación en dirección aérea de energía eléctrica.



5.5 Tipos de Postes

5.5.1 Postes de hormigón (Concreto)

Los postes de hormigón no necesitan ningún tipo de mantenimiento y disponen de una larga vida útil. Se suelen construir según tres procedimientos diferentes: a) por centrifugado, b) por vibración, c) por apisonado, con características específicas para cada uno. **(Ver Cuadro 3, imagen 3)**



Imagen 3. Poste de concreto

Cuadro 3. Dimensiones de postes de concreto (centrifugado)

Longitud del poste	Metro de la punta		Diámetro de la base		Tracción	Peso
	Exterior	Interior	Exterior	Interior		
M	mm	mm	Mm	Mm	daN	Kg
6	165	85	255	165	60	225
8	165	85	285	165	120	520
8	210	130	330	210	500	835



8	210	130	330	210	1000	910
9	168	85	300	165	120	725
9	210	130	345	210	500	975
9	210	130	345	210	1000	1130

5.5.2 Postes metálicos (Acero)

Estos postes se construyen de tubos de acero o chapas delgadas de acero. Aquí hay que tener muy en cuenta que las superficies dañadas deben repararse con todo esmero (protección anticorrosiva).

5.5.2.1 Dimensión y especificaciones técnicas de postes de acero.

Postes de acero fabricados con lámina de acero de alta resistencia, norma ASTM A-570 grado 36, cubiertos por un baño de galvanización en caliente norma ASTM A-123, que cubre ambas superficies, (inferior y exterior) compuesto por tres secciones octogonales. **(Ver Cuadro 4) y (Figura 14 – 14a).**

Cuadro 4. Dimensiones y especificaciones técnicas postes de acero.

MODELO	7/90	8/90	8/120	9/120
HT	7 mts	8 mts	8 mts	9 mts
HT1	2570 mm	3000 mm	3000 mm	3333 mm
HT2	2570 mm	3000 mm	3000 mm	3333 mm
HT3	2570 mm	3000 mm	3000 mm	3333 mm
DT	85 mm	85 mm	105 mm	135 mm
DB	140 mm	147 mm	210 mm	250 mm
Ht	350 mm	300 mm	500 mm	500 mm



Espesor mínimo de laminas	14 GA (2 mm)	14 GA (2 mm)	14 GA (2 mm)	14 GA (2 mm)
Peso Kg.	45	57	72	90
Resistencia a tracción en la punta (Kg)	90	90	120	120
Material	Acero de alta resistencia (ASTM A-570 grado 36)	Acero de alta resistencia (ASTM A-570 grado 36)	Acero de alta resistencia (ASTM A-570 grado 36)	Acero de alta resistencia (ASTM A-570 grado 36)
Recubrimiento	Galvanización en caliente (ASTM A-123)	Galvanización en caliente (ASTM A-123)	Galvanización en caliente (ASTM A-123)	Galvanizado en caliente (ASTM A-123)

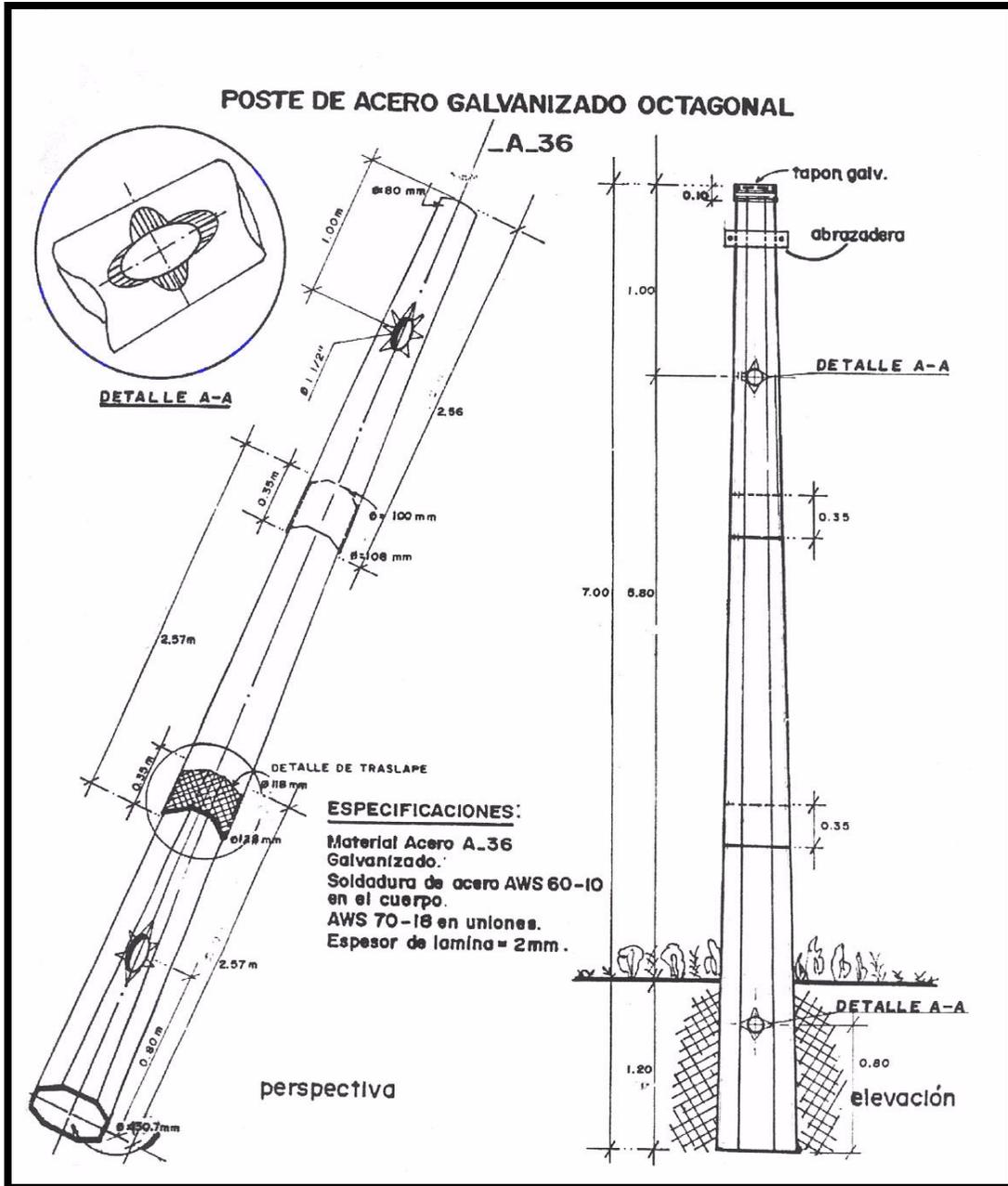


Figura 14. Estructura y especificaciones de un poste 7/90 de Acero galvanizado.

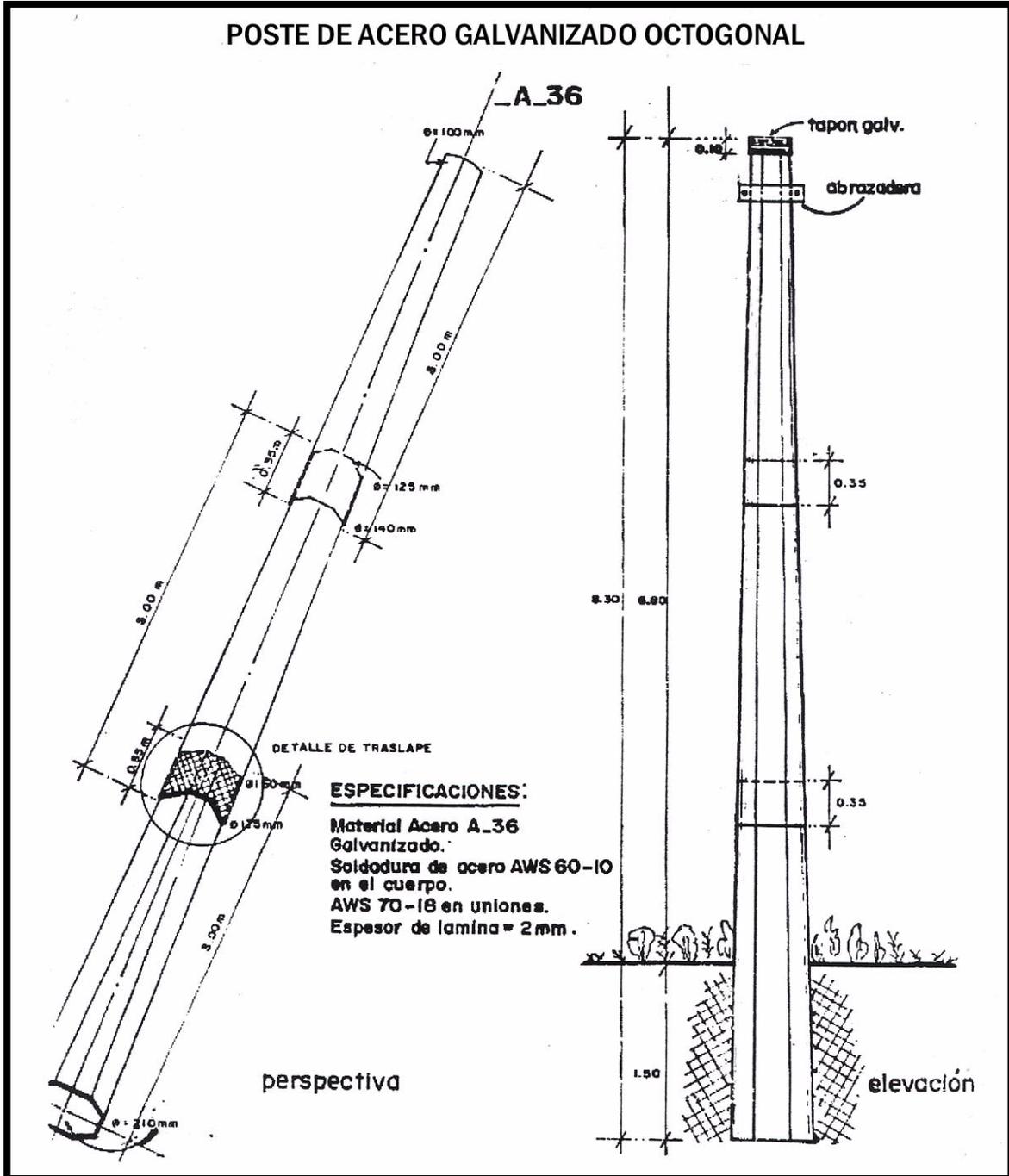


Figura 14a. Estructura y especificaciones de un poste 8/120 de Acero galvanizado.



5.5.3 Instalación de poste de acero

Para evitar entorpecimientos y accidentes en los lugares de las obras se abrirán sólo tantos hoyos como postes se puedan colocar en un día.

En calzadas Pavimentadas no se deben aflojar, socavar ni deteriorar las zonas del borde del firme de la calzada. El tránsito público sólo se debe entorpecer lo menos posible.

La profundidad de enterramiento de los postes es normalmente de $1/5$ de su longitud. Para los postes colocados en taludes o pendientes con un ángulo $<45^\circ$ se requiere una profundidad incrementada en la medida. **(Ver figura 15).**

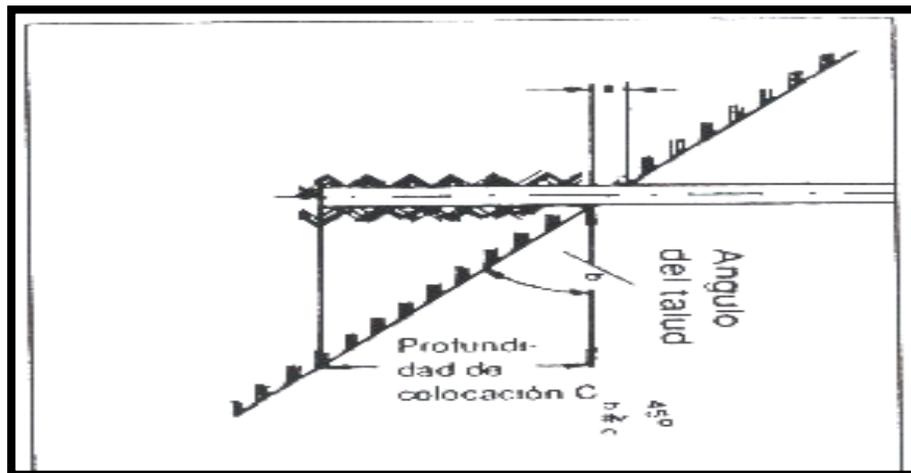


Figura 15. Profundidad de enterramiento de postes en taludes

En suelos de arena movediza, cenagosos, pantanosos o de poca consistencia se aumentará la profundidad de enterramiento, se aumentará lo necesario hasta que el poste quede bien fijo. En caso necesario se colocará una traviesa (de unos 1,2 m) para fines de estabilización. La profundidad de enterramiento predescrita para postes de Acero puede comprobarse midiendo la separación entre la superficie del suelo y el clavo de designación de cabeza cuadrada. Para una profundidad de 1,5 m, por Ej., esta separación de control es de 2,0 m. Los postes se colocarán verticalmente y se alinearán dentro de la línea respectiva. **(Ver figura 16), (Ver anexo, fotografía 5).**



La tierra excavada se compactará cuidadosamente por capas al rellenar los hoyos de los postes. Las piedras grandes se dispondrán alrededor del poste, a modo de corona, por debajo del suelo. El firme de la calzada deberá repararse debidamente. Los pavimentos de asfalto u hormigón se repararán alrededor del poste utilizando el mismo material.

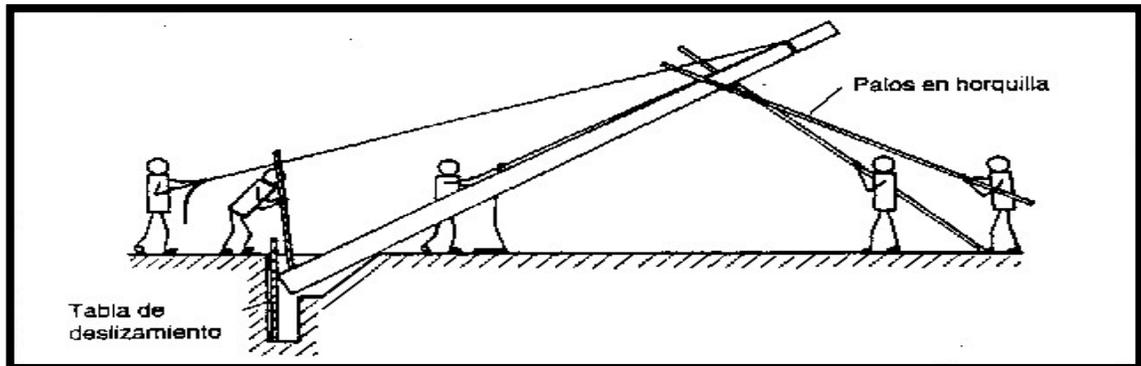


Figura 16. Erección de un poste

5.5.4 Retención

Se manejan 2 tipos de retenidas, su instalación dependerá del espacio donde proyecta su instalación, retenida de ángulo para espacios abiertos y retenida de brazo para espacios cerrados.

5.5.4.1 Retenida de ángulo

La retenida de ángulo está constituida por un suspensor (cable de retenida) de acero de 8 mm., sujeta en una de sus extremidades, a un asta (barra de acero zinc) a través de una ligadura o adecuadas abrazaderas que serán conectadas a un ancla, la que podrá ser de metal acero o hormigón. **(Ver anexo, fotografía 7).**

También el suspensor podrá ser conectado en una de sus extremidades a un bloque de hormigón, construido en el mismo lugar donde se instalará la retenida, mediante una ligadura o abrazaderas; y la otra extremidad se sujetará al poste, lo más cerca posible al punto de aplicación del esfuerzo transmitido al poste por el suspensor principal. **(Ver figura 17, figura 18, figura 19).**

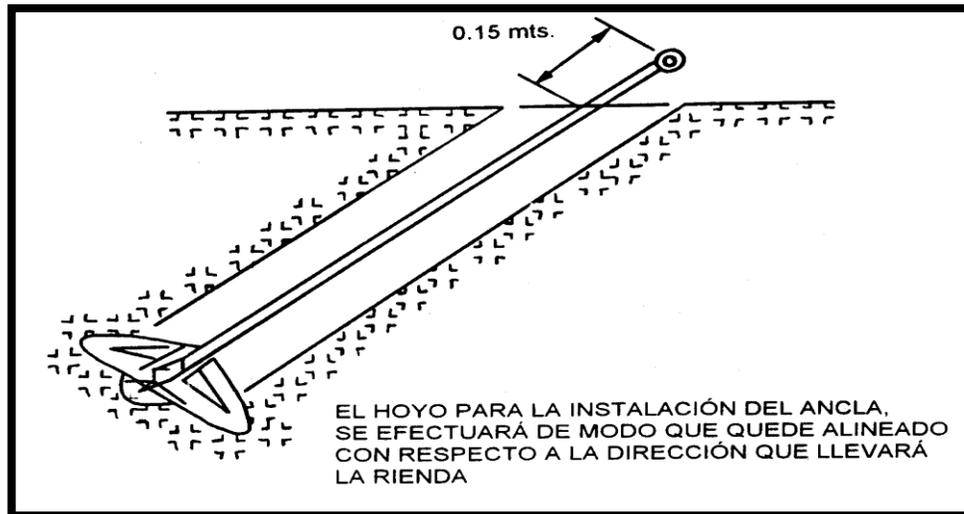


Figura 17. Ancla de expansión.

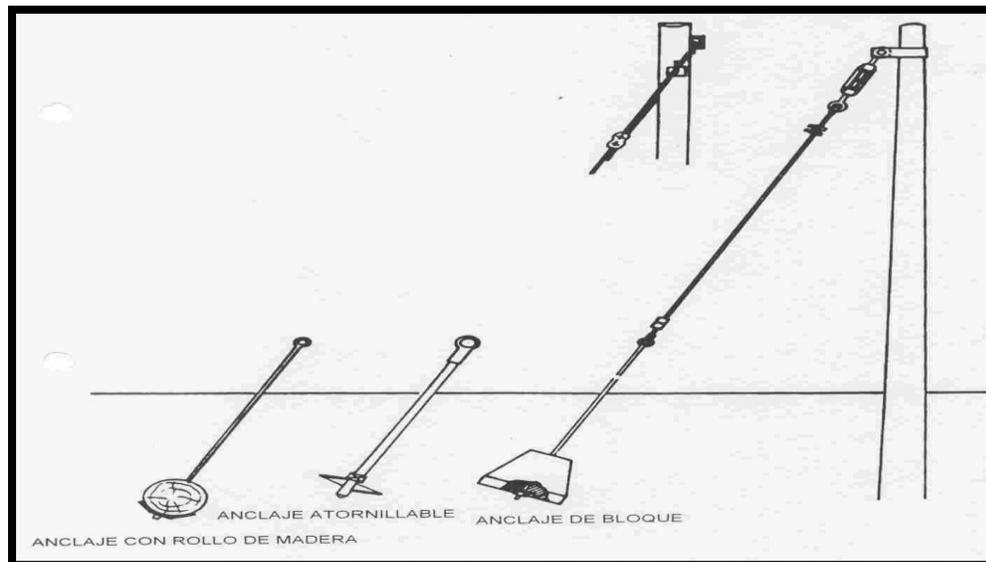


Figura 18. Anclaje en poste de acero y de cemento retenida de ángulo.

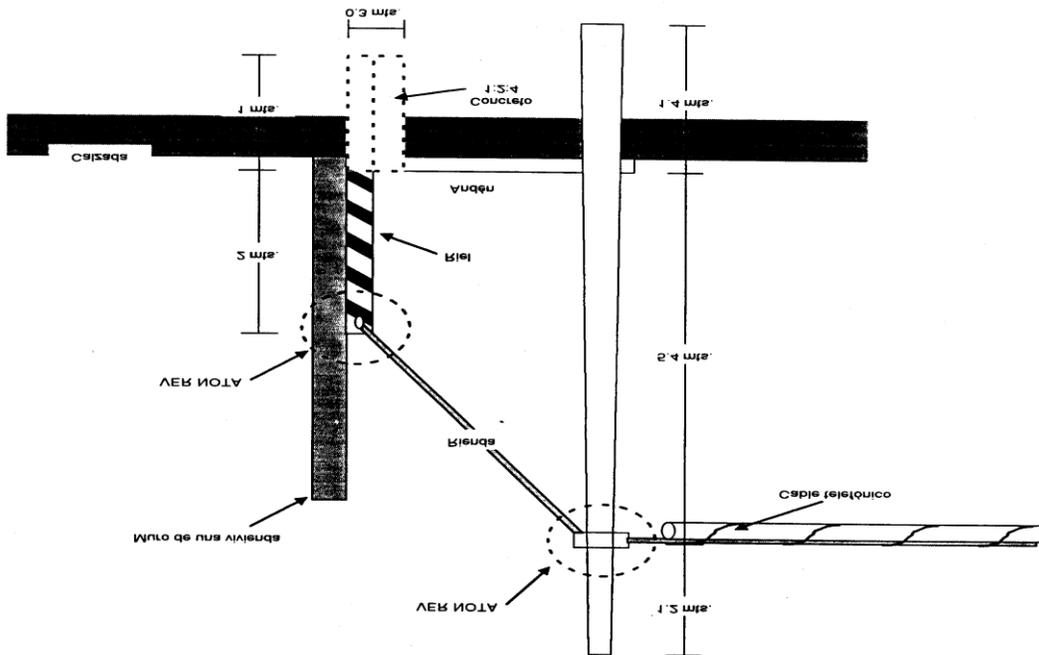


Figura 19. Retenida con riel de tres toneladas (de trabajo)

MATERIALES:

CONCRETO 1:2:4 (0.09 m²)

CABLE MENSAJERO 7 HILOS (6 mts)

RIEL DE FERROCARRIL O PERFIL DE ALA ANCHA (2 mts)

TENSOR (1 unidad)

MORDAZA (1 unidad)

5.5.4.2 Retenida de brazo o de bandera

Cuando la retenida provoque, por su particular ubicación, peligro al tránsito normal, deberá ser señalizada a través de la utilización de pintura a rayas bicolors, amarilla y negra; y en el caso que la retenida esté constituida sólo por el suspensor, éste deberá ser insertado dentro de un tubo PVC, pintado según lo descrito anteriormente. **(Ver anexo, fotografía 6).**



Se deberá colocar una abrazadera con rosca en el extremo superior del (en el cable) donde finaliza el tubo protector para su fijación. Esta norma es válida para cualquier tipo de retenida. **(Ver figura 20).**

El cable de la retenida deberá llevar la sig. Protección:

Tubo PVC de 1¼" y 1.50 m de largo al final del cable junto al suelo. Pintado tipo cebrá, rayas blanco y rojo o negro y amarillo, 0.20 de ancho cada Raya.

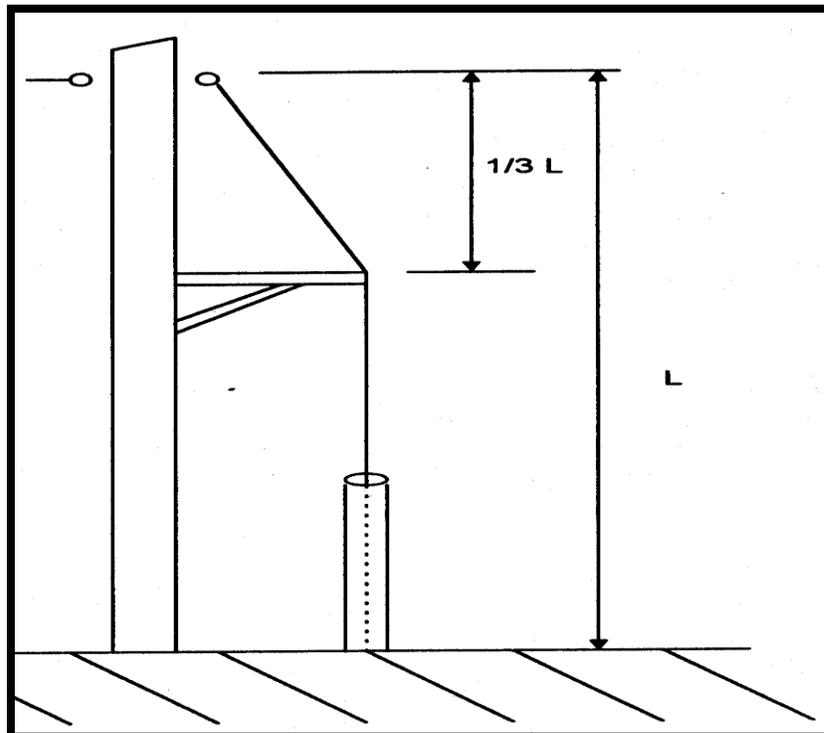


Figura 20. Retenida de brazo

5.5.4.3 Fijación de retenida al poste

La fijación de la rienda al poste se podrá hacer de dos maneras conectando directamente el suspensor a la abrazadera, o predisponiendo otra abrazadera más liviana al poste, y sujetando la retenida al mismo. **(Ver figura 21, Figura 22, figura 23).**

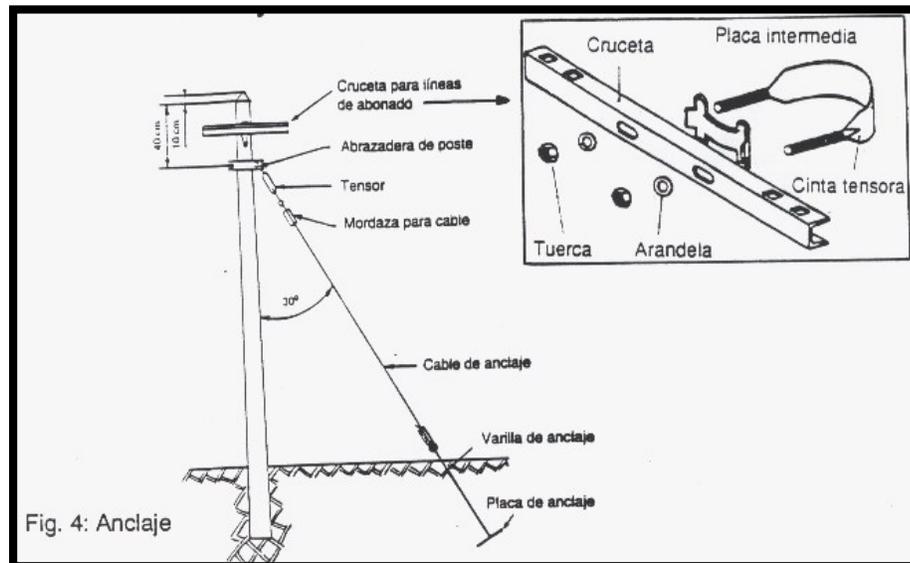


Figura 21. Proyección y puntos de retención

Las retenciones se han de instalar siempre si en la punta del poste se presentan fuerzas de tracción de un solo lado (puntos terminales) o lateralmente (puntos angulares, derivaciones; presión del viento), las cuales sobrepasen la utilización admisible.

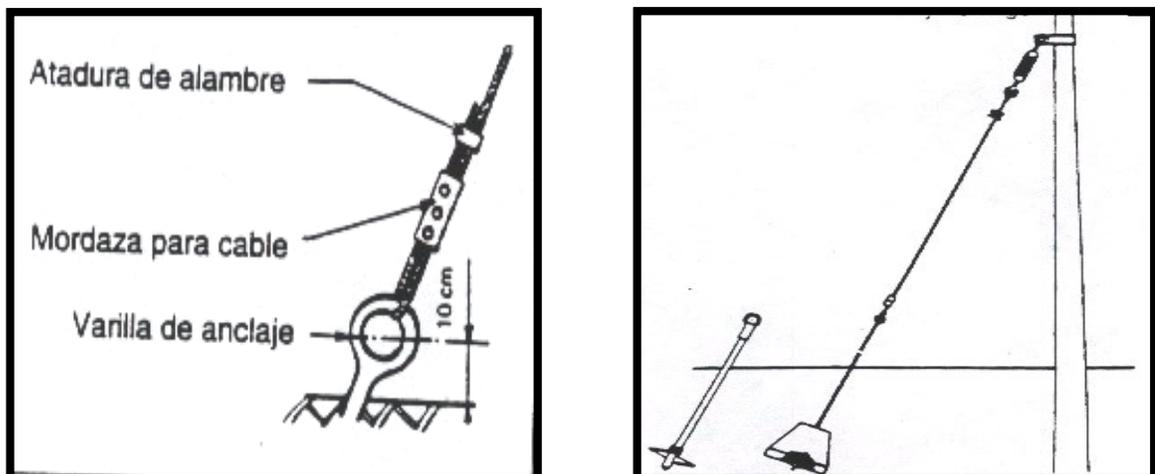


Figura 22. Puntos de retención en postes de acero y de concreto.

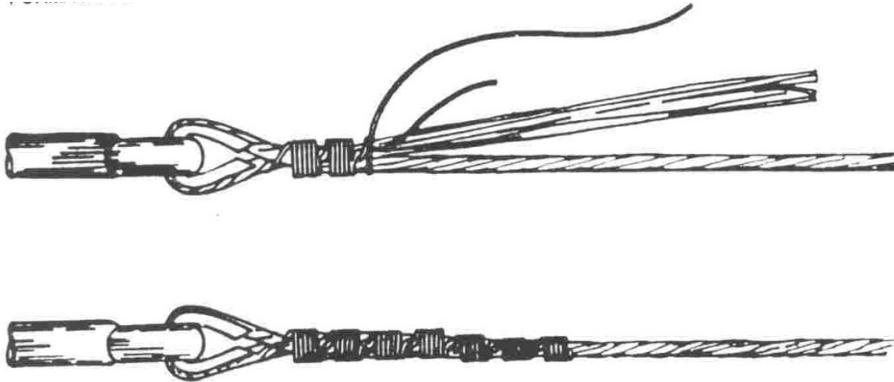
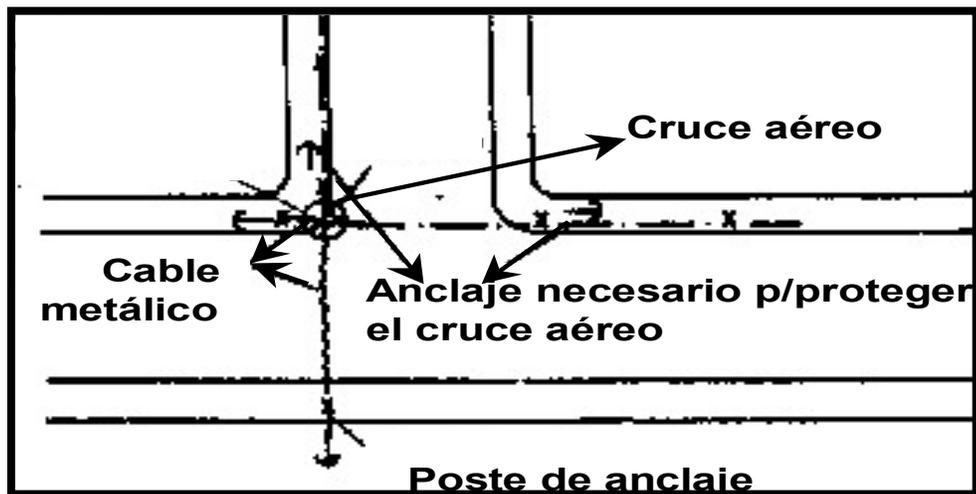


Figura 23. Forma de realizar remates en las retenidas

5.5.5 Cruces americanos

Al construir redes urbanas puede suceder en algunos casos que no es posible erigir un poste en el punto de cambio de dirección. En tales ocasiones se hace uso del cruce llamado “aéreo”. (Ver figura 24), (Ver anexo, fotografía 8).



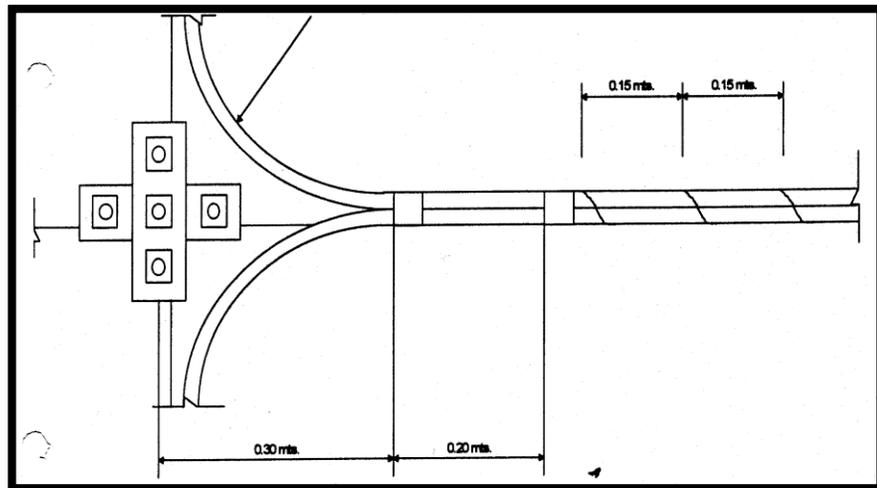


Figura 24. Cruces americanos

5.6 Canalizaciones

Las canalizaciones subterráneas, construidas, en general, sobre importantes zonas urbanas de constante crecimiento y de conexiones, tienen principalmente el objetivo de consentir, en el sitio predispuesto, posteriores instalaciones de cables sin la necesidad de recurrir en tiempos sucesivos a nuevas excavaciones.

Antes de empezar la obra se deberá implementar, para evitar accidentes, todas las prescripciones previstas por la ley y por las Normas de higiene y seguridad.

Todas las obras correspondientes a la construcción de la canalización subterránea deberán estar ejecutadas en conformidad a las Normas fijadas por las leyes y de acuerdo a la reglamentación civil.

Antes de empezar la ejecución de la excavación, es buena Norma hacer un replanteo sobre la totalidad del recorrido de la canalización, para determinar posibles obstáculos (cloacas, ducterías de agua, gas, electricidad, etc.).

Dicho replanteo se deberá ejecutar obligatoriamente, a pesar de contar con la planimetría correspondiente de los servicios ya instalados, con la presencia de los técnicos responsables de las Empresas de dichos servicios.



Este replanteo se efectuará mediante la ejecución de sondeos o apiques en cantidad y ubicación según las necesidades. Los sondeos deberán ser realizados mediante excavaciones transversales sobre la longitud de la eventual canalización. La dimensión del sondeo (ancho y profundidad) tendrá que ser suficiente para establecer la posición de eventuales obstáculos.

5.6.1 Excavaciones

Las excavaciones deberán ejecutarse teniendo lo mayor posible verticales las paredes; y en lo posible, el ancho no deberá superar al requerido para la construcción de la excavación de 0.40 m a un máximo de 0.60 m cuando el número de ductos en el fondo de la excavación sea de cuatro (4 de 4”), con una profundidad total de la excavación de 1.0 m en acera y 1.20 m en calle, medido del nivel de piso o asfalto al fondo de la excavación. **(Ver anexos, fotografía 10).**

Para excavaciones profundas o en terrenos de derrumbe y anegadizos (inseguros), se estibarán las paredes de la excavación en vez de aumentar la inclinación de las mismas. **(Ver figura 25).**

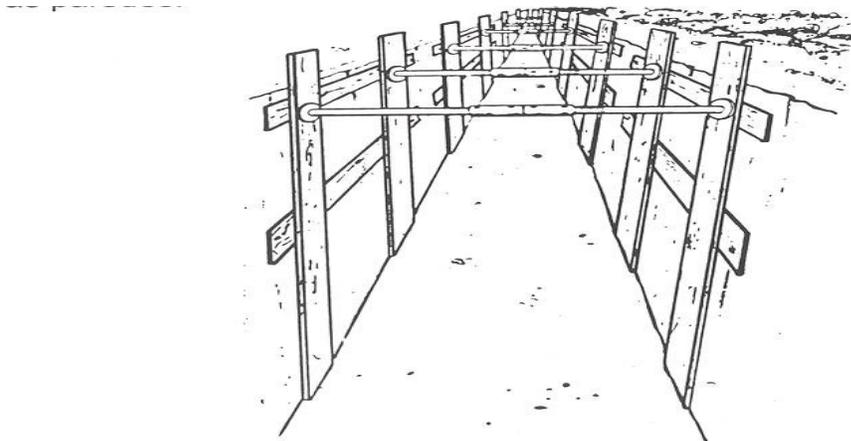


Figura 25. Excavaciones para enlace subterráneo.

En presencia de terrenos con agua muy cerca del nivel de superficie, es necesario absorber el agua con sondas absorbentes fijadas dentro del terreno paralelas a la excavación y a debida distancia de esta.

Durante la excavación se tendrán que sostener (atar) con medios adecuados, cables, ducterías y otras obras eventualmente interesadas en los trabajos; en



particular se tendrán que tomar las precauciones necesarias cuando la excavación corre paralela y a breve distancia, de paredes o cimientos superficiales. En el caso de pavimentaciones, con hormigón (concreto) armado, será conveniente ejecutar breves tramos de excavación en túnel, sin la necesidad de abrir toda la excavación a cielo abierto. (Ver figura 26).

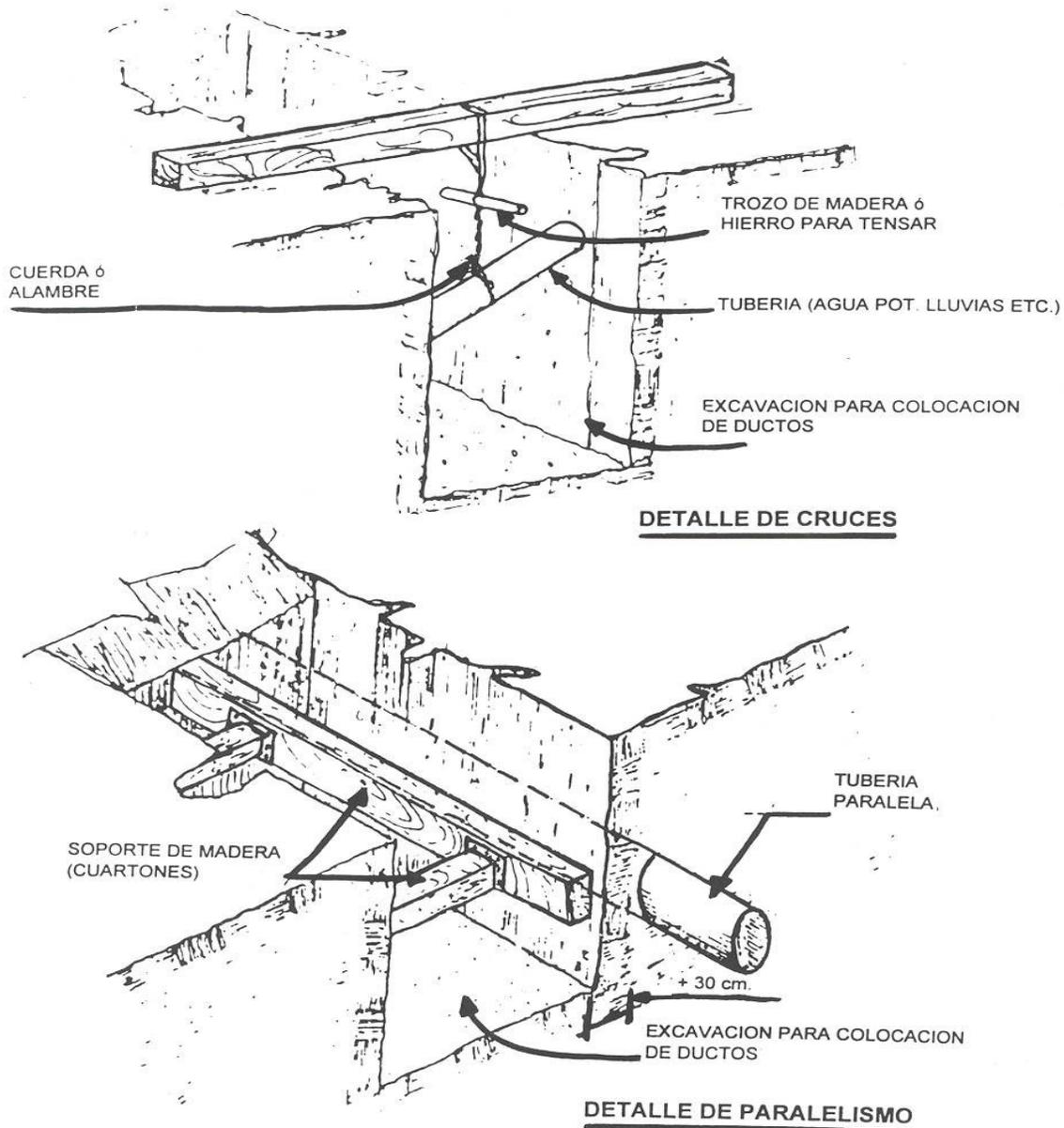


Figura 26. Excavación de cruces y paralelismo.



5.6.2 Ducterías (Canalizaciones)

En fase de realización de la obra sucede frecuentemente, en particular en las zonas del centro habitado, que el estado de ocupación del subsuelo con otros servicios, determina la obligación de modificar el trayecto de las canalizaciones con ducterías, previsto por el proyecto inicial, o la formación de la canalización misma, la posición de algún pozo y así también la longitud de algún tramo.

Dichas situaciones se tendrán que analizar técnicamente buscando las posibles soluciones teniendo en cuenta que los costos no resulten excesivos, un caso bastante frecuente son los obstáculos, prácticamente inamovibles, situados a tales distancias que la solución de los mismos con las canalizaciones o tuberías no es factible sino que a profundidades mayores de lo normal. Es casi siempre más conveniente, en estos casos la construcción de un pozo adicional, para efectuar el pasaje del obstáculo con un tramo de canalización de corta longitud a mayor profundidad.

La profundidad de la tubería, compatiblemente, se entiende, con la posición de acometidas de los pozos, deberá, por Norma, ser tal que la canalización se encuentre por lo menos a 90 cm. bajo el nivel de la calle. Verificándose la de colocación de la ducterías a profundidades reducidas, será conveniente asignar al concreto de la ducterías una protección adecuadamente reforzada (malla metálica). **(Ver figura 28).**

5.6.3 Formación de la ducterías (Canalizaciones) Y Disposición De Los Ductos.

Como lo declarado anteriormente, la disposición de los ductos, previstas por el proyecto inicial, es susceptible de modificaciones durante el desarrollo de la obra.

Para un cierto número de ductos, en general, es preferible las disposiciones que dan una sección una base menor que la altura y con número de ductos pares por nivel horizontal, ya que es de costo inferior, y también porque permiten realizar una repartición (instalación) más ordenada de los cables en las cámaras (pozos).

(Ver figura 27, imagen 4, Cuadro 5, Cuadro 6)

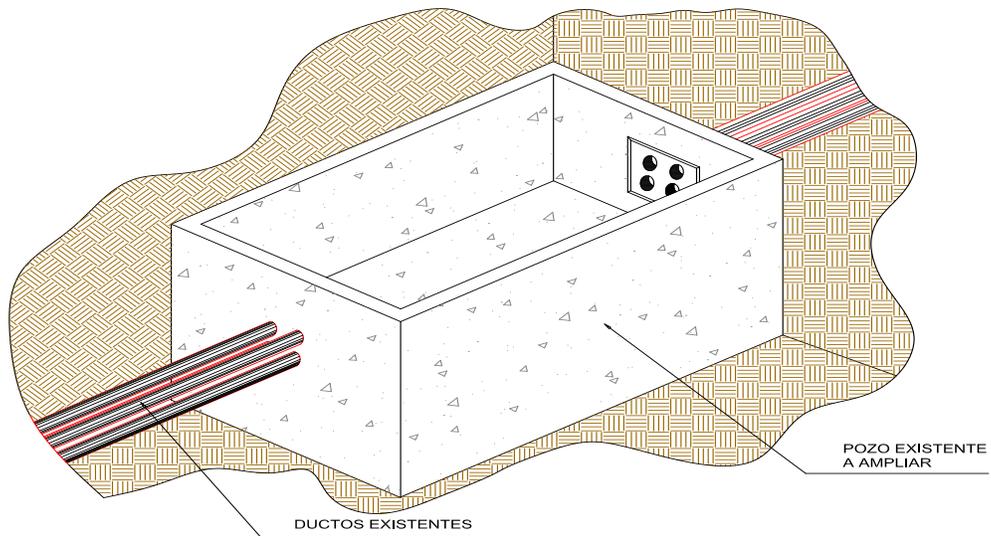


Figura 27. Formación de ducterías.



Imagen 4. Instalación de ductos.



Cuadro 5. Canalizaciones sujeta a tráfico rodado

CANALIZACIÓN SUJETA A TRÁFICO RODADO
(H = 0.80 mts.)

Número Ductos	Configuración Calle	Medidas de Zanja (metros)			Volumen Terracería	
		Profundidad	Ancho		Normal	Entibado
			Normal	Entibado		
2	1 x 2	1.00	0.50	---	0.50	---
4	2 x 2	1.15	0.50	0.80	0.58	---
6	2 x 3	1.15	0.60	0.90	0.69	1.04
8	4 x 2	1.45	0.50	0.80	0.73	1.16
9	3 x 3	1.30	0.60	0.90	0.78	1.17
12	4 x 3	1.45	0.60	0.90	0.87	1.31
16	4 x 4	1.45	0.75	1.05	1.09	1.52
20	5 x 4	1.60	0.75	1.05	1.20	1.68
24	4 x 6	1.45	1.05	1.35	1.52	1.96
28	4 x 7	1.45	1.20	1.50	1.74	2.18
30	5 x 6	1.60	1.05	1.35	1.68	2.16

Cuadro 6. Canalizaciones no sujeta a tráfico rodado

CANALIZACIÓN NO SUJETA A TRÁFICO RODADO
(H = 0.50 mts.)

Número Ductos	Configuración Andén	Medidas de Zanja (metros)			Volumen Terracería	
		Profundidad	Ancho		Normal	Entibado
			Normal	Entibado		
2	1 x 2	0.70	0.45	---	0.32	---
4	2 x 2	0.85	0.45	---	0.38	---
6	2 x 3	0.85	0.45	---	0.38	---
8	4 x 2	1.10	0.45	---	0.50	---
9	3 x 3	1.00	0.60	---	0.60	---
12	4 x 3	1.15	0.60	0/90	0.69	1.04
16	4 x 4	1.15	0.75	1.05	0.86	1.21
20	5 x 4	1.30	0.75	1.05	0.98	1.37
24	6 x 4	1.45	0.75	1.05	1.04	1.52
28	7 x 4	1.60	0.75	1.05	1.20	1.68
30	6 x 5	1.45	0.90	1.20	1.31	1.74

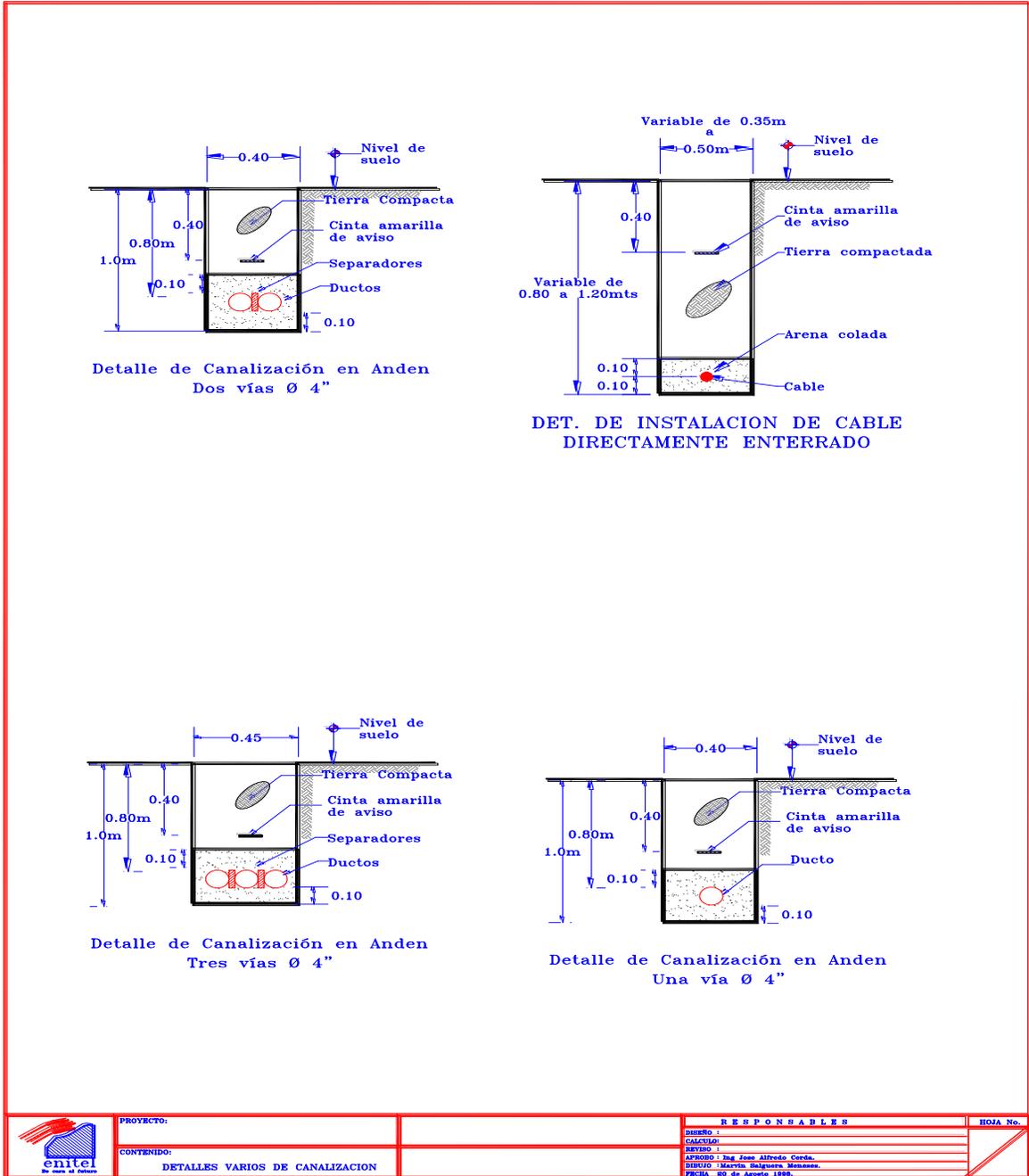


Figura 28. Estructura y dimensiones de ducterías (canalizaciones).



5.6.4 Ductos

Se utilizan comúnmente 3 tipos de ductos, el biducto, el Triductos (Subducto de tres vías) y un monoducto. **(Ver imagen 6).**

Los ductos son en la mayoría de PVC corrugados o lisos con diámetros variables. En casos particulares se usan ductos de acero galvanizado. El ducto de uso más frecuente tiene el diámetro de 4 pulgadas (canalizaciones primarias). Otros ductos utilizados tienen diámetro de 2 pulgadas preferiblemente en canalizaciones secundarias.

Dichos ductos vienen provistos de un largo de 6 mts. Y cada uno de ellos, en una de las extremidades tiene un doble vaso (campana) para realizar el empalme con el otro elemento, y en la otra extremidad está provisto de una guarnición de goma de forma circular que facilita la conexión entre los dos.

También los ductos de acero están provistos, en una de las extremidades de una rosca interna; y la otra extremidad de una rosca externa, que permiten la conexión entre dos ductos.

5.6.5 Triductos (Subducto de tres vías)

Este tipo de ducterías se utiliza casi exclusivamente enterrada para ejecutar tendidos de cables de fibra óptica. Su diámetro es de 45 mm exterior. También hay otro tipo de Triductos de 33 mm. Interior que se utiliza para sujetar ductos de 4pulg. Medianamente, los tambores del Triductos tienen 500 mts de longitud. La instalación subterránea del Triductos comporta las mismas precauciones de la instalación de tubería en arena.

Para extender dicho ducto será obligatorio tener un carro transportador de tambores o carretes, éste se ubicará a un extremo de la excavación y se extenderá dentro de la misma para toda su longitud, evitando de esta manera que el Triductos se doble, cosa que se verificará poniendo el tambor en el piso y desenrollándolo a mano.

En la acometida a los pozos, cualquiera sea la medida de ellos, el Triductos deberá sobrar 30 cm. después de la pantalla dentro del pozo. Al terminar la reposición de los materiales correspondientes será obligatorio hacer la prueba de mandrilado con un mandril de 32 mm, de diámetro exterior; terminada dicha



prueba, con emisión de protocolo, se procederá a bloquear los ductos en la acometida a los pozos y a taponar los mismo. **(Ver imagen 5).**

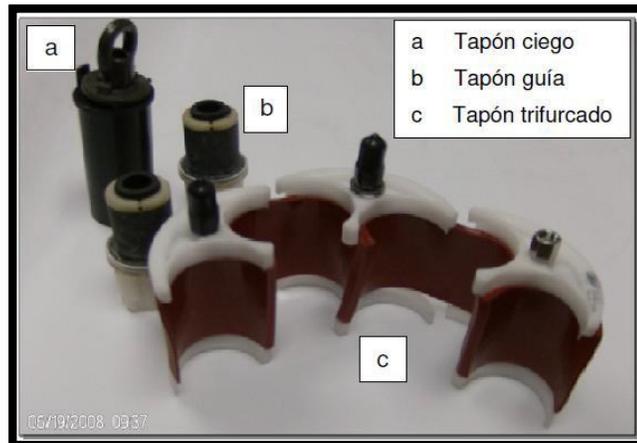


Imagen 5. Tipos de tapones utilizados para sellar ductos.

5.6.6 Monoducto

El monoducto es utilizado para disponer y asegurar espacio en los ductos existentes. Dichos monoductos se encuentran en los mismos diámetros del triducto. También podrá ser utilizado directamente enterrado, eligiendo el tipo de monoducto reforzado. Para este tipo de ductos, hay que tomar en cuenta todas las precauciones descritas anteriormente para el triducto. **(Ver anexo, fotografía 11).**

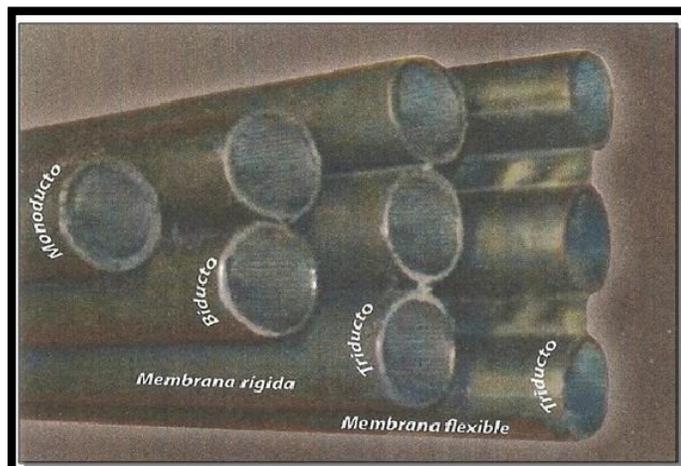


Imagen 6. Tipos de ductos



5.6.7 Ductos directamente enterrados

Este tipo de instalación es utilizada en la mayoría de aceras o andenes, y garantiza, por la falta de tránsito, la afectación a los ductos de alguna manera. La instalación de los ductos directamente enterrados, se ejecutará según la siguiente modalidad: nivelado el fondo de la excavación se procederá a extender una capa de arena de 10 cm; se instalarán los ductos perfectamente alineados, dejando un espacio de 5 cm a cada lado entre la pared y los ductos, y 2.5 cm. entre ducto y ducto; se recubrirán los ductos con una ulterior capa de arena de 10 cm. de manera que los ductos queden protegidos totalmente. **(Ver figuras 29,30).**

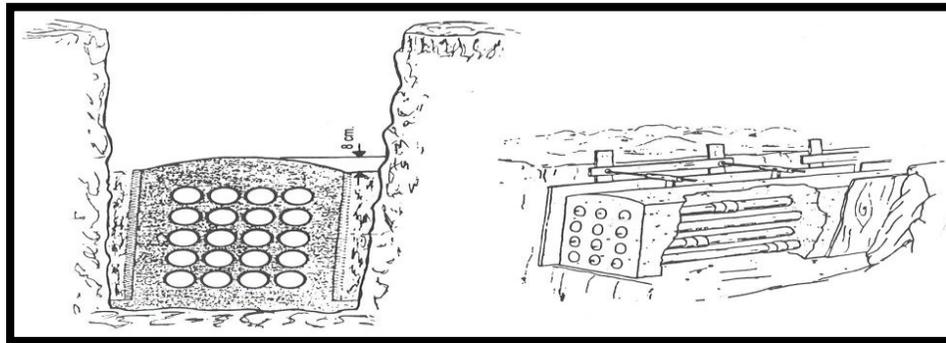


Figura 29. Ductos directamente enterrado

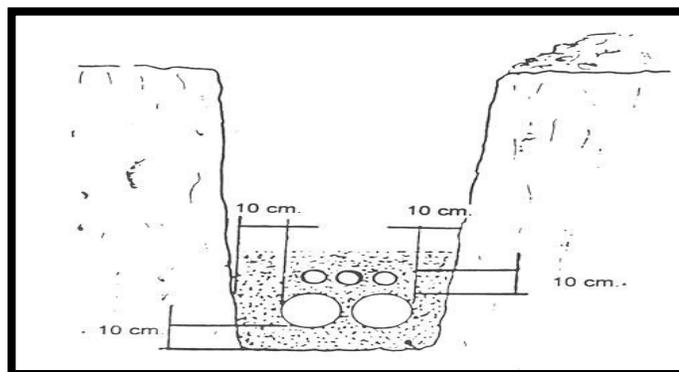


Figura 30. Distancia entre ductos



5.6.8 Pozos

Los pozos consisten en vanos (cajas) subterráneos interpuestos a tramos de canalizaciones, teniendo el objetivo de permitir la instalación y el empalme de cable.

Los pozos presentan las siguientes elementos principales: una plataforma de fondo, un hueco de drenaje (filtro), las paredes o muros, la losa y el cuello, que termina a nivel de la calle con una tapa metálica y una eventual bajo tapa. En las paredes del pozo se instalan los herrajes correspondientes para sostener los cables y los empalmes. **(Ver anexo, fotografía 9).**

5.6.9 Dimensiones de Los pozos

Las dimensiones de los pozos varían según las exigencias del proyecto. De igual manera cambia la tipología de construcción de los pozos. En los últimos tiempos también se ha comenzado a implementar la utilización de pozos prefabricados de concreto.

Este tipo de cámaras se utilizarán en los sitios donde se encuentran terrenos de derrumbe, anegadizos, etc. La rapidez de montaje y los menores costos confortados con una buena calidad de construcción, influyen mucho en la decisión al implementar su utilización.

Los pozos prefabricadas se componen de tres o cuatro elementos, el primero es la plataforma con 1 metro de altura de pared, predispuesto para el acople del segundo elemento también de un metro de altura de pared; el tercer elemento, de altura igual que los otros, está compuesto de paredes y losa, según las exigencias.

El pozo se puede profundizar con un cuarto elemento igual que el segundo. Otro elemento que compone las cámaras prefabricadas, es el cuello, que también se podrá componer de elementos según la profundidad que se encuentra la losa, para llegar hasta el nivel de la calle.



5.6.10 Instalación de los pozos prefabricados

Los pozos prefabricados son totalmente destapables. A continuación se presenta un ejemplo de pozo prefabricado. **(Ver figura 31).**

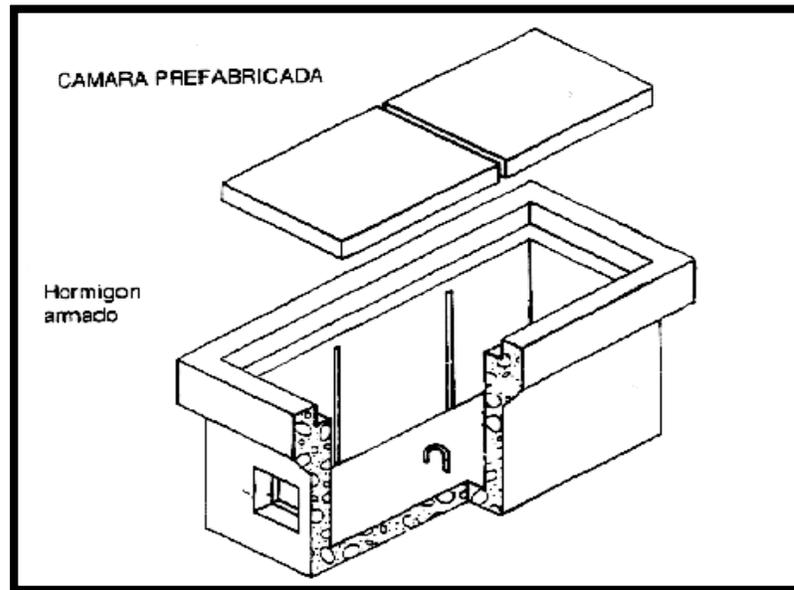


Figura 31. Pozo prefabricado Tipo HH.

Una vez que se ha realizado la excavación y confirmados todos los niveles, el fondo será cuidadosamente purgado, nivelado a la cota correcta y compactado. La Contratista realizará una capa de concreto de asiento de 0,10 m de espesor mínimo, en el fondo tubos penetren en la pantalla del pozo sin riesgo de sufrir algún daño.



5.6.11 Formas De Los Pozos

Las formas y dimensiones están determinadas teniendo en cuenta las exigencias funcionales y operativas. Será esencial, por lo tanto que dichos criterios se tengan en cuenta todas las veces que en particulares situaciones de instalación, deban ser proyectadas los pozos, por dimensiones y formas.

Un pozo podrá declararse idóneo siempre y cuando permita:

- La introducción y la extracción de los cables sin provocar daños a los mismos.
- La utilización, sin ninguna dificultad de maniobra de los equipos y herramientas de trabajo.
- La sistematización ordenada de los cables en su interior, sin exponerlos a curvaturas excesivas (radio de curvatura mínimo 64 cm.).
- La ejecución con agilidad de los trabajos de parte de los obreros.
- La racional colocación de los cables y de los empalmes de manera que resulten bien protegidos contra un eventual daño que pueda provocar el acceso del personal al pozo.

En la eventualidad que se deban construir canalizaciones de elevada capacidad, superior a 40 ductos, y de cualquier manera que se pueda prever una fuerte concentración de empalmes, que provocaren en breve tiempo una situación crítica, será conveniente utilizar en el lugar de la cámara convencional, un túnel de adecuada longitud para la distribución racional de los empalmes.

Los tubos deben enrasar con la superficie de la ventanilla (pantallas).

Para otros modelos de pantalla de pozo, es decir con mayor, o menor cantidad de ductos u otro tipo de configuración, se deben conservar las distancias representadas en esta figura es decir la separación entre ductos y la separación entre ducto y bordes laterales como así también la forma del chaflán y el ángulo de 45°. **(Ver figura 32).**

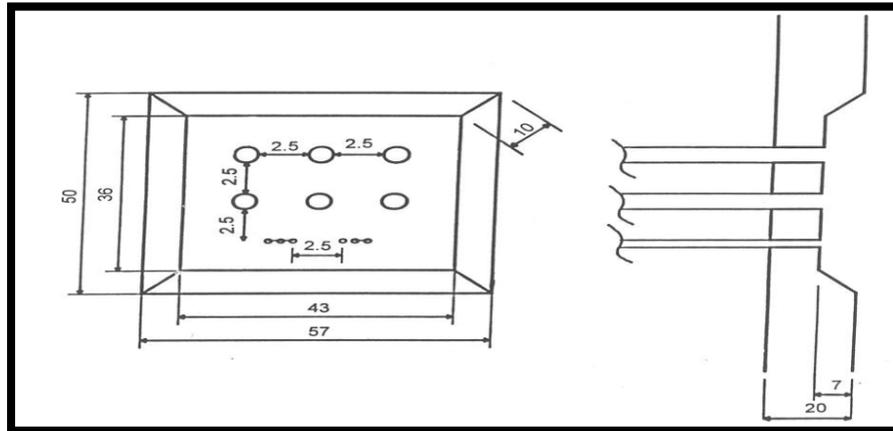


Figura 32. Ventanillas (Pantallas) para el ingreso de canalizaciones en pozos.

5.6.12 Profundidad de Construcción

La altura útil de las cámaras es usualmente, de 1.80 mts, en su interior; es suficiente, por lo tanto, que la excavación para la construcción tenga una profundidad de 2.20 mts como máximo, siempre que el estado del subsuelo permita colocar a distancias normales la acometida de los ductos al pozo.

Será conveniente tener en cuenta los siguientes criterios de proporcionamiento:

La parte superior de la losa tendrá que estar a no menos de 5 cm. del nivel de la calle.

La altura total del cuello no deberá superar 0.20 mts.

La altura media de la base de los ductos más altos no deberá estar a menos de 50 cm. de la losa, y la base más baja de los ductos, a menos de 40 cm. del pavimento.



6. CONCLUSIONES

- Se mejoraron los servicios brindados a los clientes mediante la instalación de cable de fibra óptica en sustitución del cable de cobre y la instalación de nuevos equipos de transmisión de última tecnología.
- Se crearon nuevas redes de conexión por medio de fibra óptica ampliando así la cobertura a nivel metropolitana y ampliando la gama de servicios que se brindan a nuestros clientes.
- Aumentamos la factibilidad de los clientes a solicitar el servicio de más interés y conveniencia.
- Se reducen costo de operaciones de mantenimiento los cuales reducen costo de servicio para los clientes.
- Se creó una red metropolitana optimizada, confiable y segura con duración a largo plazo.



7. BIBLIOGRAFIA

- [1]. *Giorgio Scanu, Instalación de cable de fibra óptica Norma #16, Enitel, Managua, Nic, 2005, no publicado.*
- [2]. *Giorgio Scanu, Instalación de posteria Norma #10, Enitel, Managua, Nic, 1998, no publicado.*
- [3]. *Giorgio Scanu, Canalizaciones Norma #7, Enitel. Managua, Nic, 1998, no publicado.*
- [4]. *Manual curso de medición y empalmes Optim Nicaragua, Managua, Nic, 2014.*
- [5]. *Experiencia adquirida en campo Laboral, Enitel, Managua, Nic, Abril 2018.*

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EJECUTADAS EN EL PROYECTO



ITEM	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	MESES																SEMANAS																
		sep-17				oct-17				nov-17				dic-17					ene-18				feb-18				mar-18				abr-18			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	SUPERVISION DE CONSTRUCCION,FUSIONES Y MEDICIONES OPTICAS ENLACES ULTIMAS MILLAS.																																	32
2	SUPERVISION DE FUSIONES DE SITIOS MOVILES BTS																																	3
3	SUPERVISION DE FUSIONES Y MEDICIONES OPTICAS ENLACES HFC CLARO TV Y GPON																																	7
4	MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO DE LA RED DE FIBRA OPTICA																																	5
5	CERTIFICACIONES OPTICAS Y CARACTERIZACION DE ENLACES EXISTENTES DE LA RED DE FIBRA OPTICA																																	3

ANEXOS

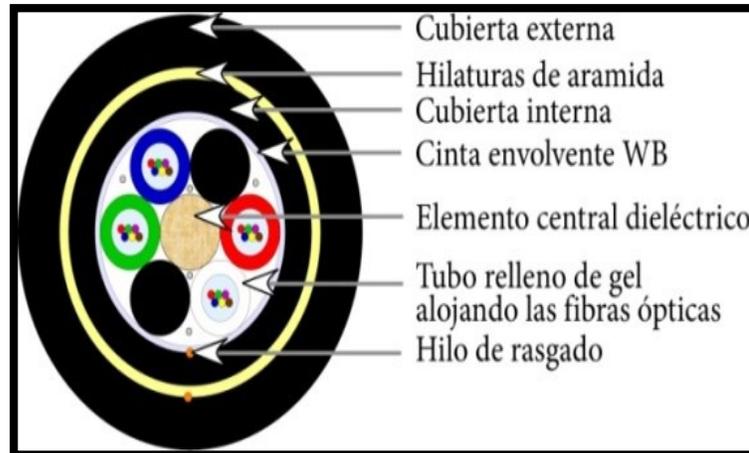
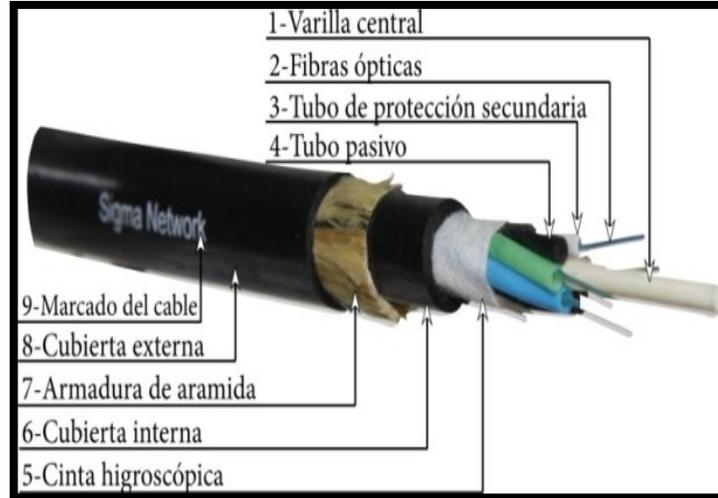


Imagen 7. Estructura de un cable de fibra óptica



Fotografía 1. Replanteo y construcción enlace de fibra óptica. Elaboración propia 2018.



Fotografía 2. Instalación cable de fibra en sitio celular BTS. Elaboración propia 2017.



Fotografía 3. Tendido manual de cable de fibra óptica. Elaboración propia 2017.



Fotografía 4. Instalación de carrete de fibra sobre gatos para su tendido. Elaboración propia 2018.



Fotografía 5. Armado e instalación de poste Acero galvanizado 7/90. Elaboración propia 2018.



Fotografía 6. Anclaje e instalación de retenida de brazo. Elaboración propia 2018.



Fotografía 7. Instalacion de retenida de angulo. Elaboracion propia 2017.



Fotografía 8. Armado e instalación de cruce americano. Elaboración propia 2018.



Fotografía 9. Construcción de un pozo tipo IV. Elaboración propia 2017.



Fotografía 10. Excavaciones y reubicación de ductos (canalizados). Elaboración propia 2017.



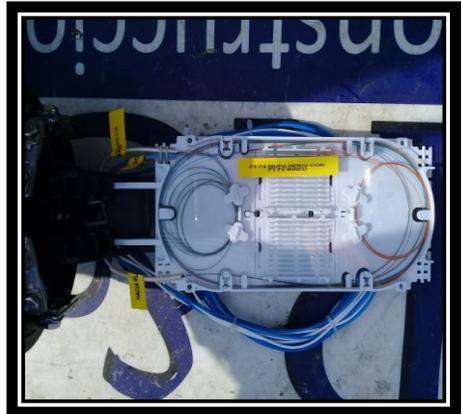
Fotografía 11. Instalación de Monoducto en Triductos canalizado. Elaboración propia 2018.



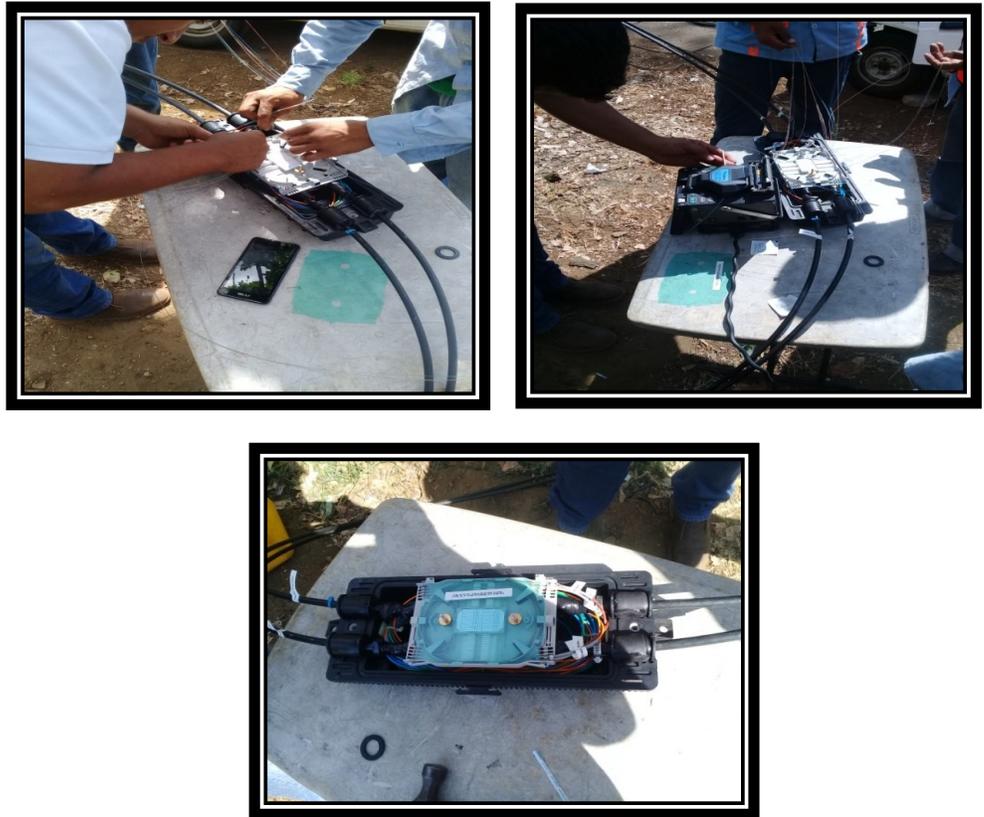
Fotografía 12. Integración a nivel de fibra de nuevo concentrador MSAN. Elaboración propia 2018.



Fotografía 13. Preparación y fusiones de la fibra en ODF rack 12 puertos. Elaboración propia 2018.



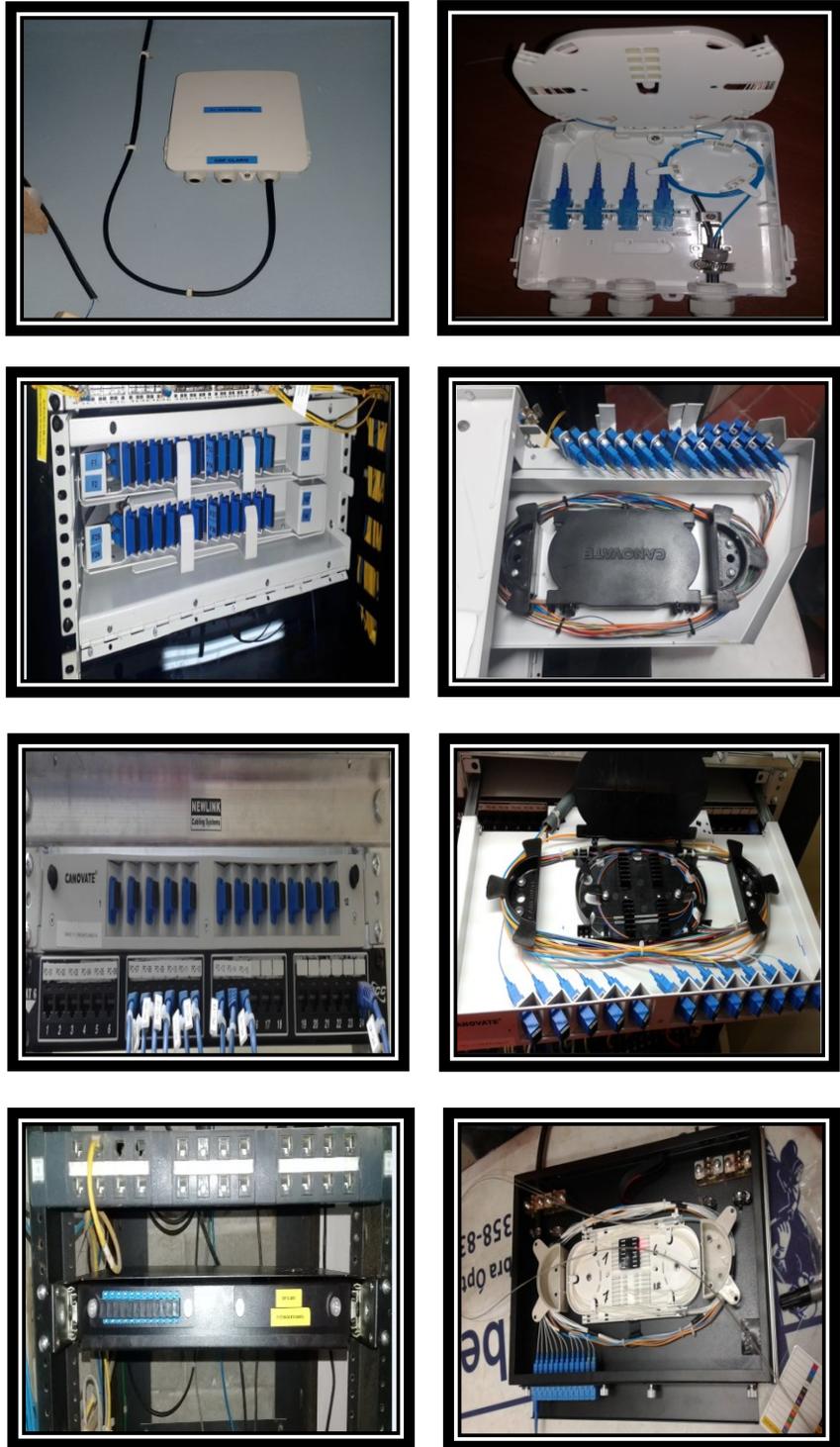
Fotografía 14. Preparación de cable de fibra en Mufa Fosc 400 A/8. Elaboración propia 2018.



Fotografía 15. Preparación del cable de fibra óptica en mufa 3M 2179C. Elaboración propia 2018.



Fotografía 16. Caja de empalme (mufa) Fosco 400 A/8. Elaboración propia 2018.



Fotografía 17. Tipos de ODF utilizados y su preparación. Elaboración propia 2018.



GLOSARIO

- BTS:** Base Transceiver Station (Estación base de transmisiones).
- ODF:** Fiber optic distribution (Distribuidor de fibra óptica).
- FTTC:** Fiber-to-the-cabinet o fiber-to-the-curb (Fibra hasta la acera).
- FTTB:** Fiber-to-the-building o Fiber-to-the-basement (Fibra hasta el edificio).
- FTTH:** Fiber-to-the-home (Fibra hasta el hogar).
- HFC:** Hybrid Fiber Coaxial (Híbrido de Fibra – Coaxial).
- MUX:** Multiplexor (Multiplexor).
- DLU:** Unidad de línea Digital.
- ADM:** Multiplexor add – drop (multiplexor de extracción-inserción).
- ONU:** Unidad óptica de red.
- OLT:** Terminación/Terminal de línea óptica.
- LAN:** Area Local Network (Red de Area Local)
- ITU:** Internacional Telecommunications Union (Unión Internacional de Telecomunicaciones).
- DWDM:** Dense Wavelength Division Multiplexing (División Multiplexada de Longitud de Onda Densa).
- ADSS:** All Dielectric Self Supported (Cable Auto Soportado Completamente Dieléctrico).
- OTDR:** Optical Time Domain Reflectometer (Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo).
- RDO:** Reporte de obras.
- ASTM:** American Society for Testing and Materials (Sociedad americana de pruebas y materiales).
- GPON:** Red óptica pasiva con capacidad de 1 Gigabit.