



NORMA TÉCNICA

CONSTRUCCIÓN DE RED DE FIBRA ÓPTICA SUBTERRÁNEA

CV-TC-TCRRSFO-1017

Versión 02-10-17



Estándares y Capacitación Técnica
Integración y Desarrollo Técnica - Operaciones
Gerencia de Tecnología

Cablevisión

Fibertel

TÍTULO: CONSTRUCCIÓN DE RED DE FIBRA ÓPTICA SUBTERRÁNEA				CÓDIGO: CV-TC-TCRRSFO-1017	
CATEGORIZACIÓN: NORMA TÉCNICA				ESTATUS: VIGENTE	
SECTOR DE EMISIÓN:		SECTOR DE ORIGEN:		SECTOR SOLICITANTE:	
Normas y Procedimientos Técnicos <i>Estándares y Capacitación Técnica</i>		Normas y Procedimientos Técnicos <i>Estándares y Capacitación Técnica</i>		Gerencia de Tecnología	
VERSIÓN ACTUAL:	02-10-17	REEMPLAZA VERSIÓN:	06-04-10	TOTAL DE PÁGINAS:	28

Índice

Tema	Página
1. Generalidades	4
1.1. Objetivo.....	4
1.2. Antecedentes	4
1.3. Alcances y sectores de aplicación	4
1.4. Autoridad de emisión.....	4
1.5. Fecha de Publicación.....	4
1.6. Fecha de inicio de Vigencia e Implementación	4
1.7. Fecha de inicio de la Inspección.....	4
2. Introducción.....	5
3. Precauciones de Seguridad	6
3.1. Precauciones Generales de Seguridad.....	6
3.2. Precauciones ante Gases Peligrosos	8
3.3. Precauciones con el láser.....	9
3.4. Precauciones en el Manejo del Cable	9
4. Planeamiento y Preparación.....	13
5. Equipamiento y Accesorios para la Instalación	15
6. Técnicas de Instalación	19
6.1. Método de Alimentación Hacia Atrás (back-feeding).....	22
6.2. Ayuda en Cámaras Intermedias	24
6.3. Empalmes.....	24
7. Fibra óptica utilizada	25
7.1. Descripción.....	25
7.2. Características generales del cable:.....	26
8. Ingresos de FO a los HUBs	26

Revisiones

Historial	28
-----------------	----

1. Generalidades

1.1. Objetivo

Enunciar los lineamientos técnicos que se deben seguir para la realización de las construcciones de redes Subterráneas de Fibra Óptica en La Compañía (en adelante LC) y sus sociedades controladas, proporcionando así un criterio uniforme de proceder.

1.2. Antecedentes

CV-CR-FOSD-08-01

Tendido Subterráneo de Fibra Óptica en Ductos

MC-TC-I007-01

Instructivo de Cableado Subterráneo

1.3. Alcances y sectores de aplicación

La presente es aplicable a todas las Unidades de Negocios que conforman LC y sus sociedades controladas.

1.4. Autoridad de emisión

El presente documento fue emitido por la Gerencia de Tecnología.

1.5. Fecha de Publicación

20 de agosto del año 2017.

1.6. Fecha de inicio de Vigencia e Implementación

28 de agosto del año 2017.

1.7. Fecha de inicio de la Inspección

08 de septiembre del año 2017.

2. Introducción

Este procedimiento provee información general para instalar cables de fibra óptica (F.O.) en redes subterráneas. Los métodos e instrucciones deben interpretarse como guías, ya que cada instalación resulta influida por las condiciones locales.

Los métodos utilizados para tender la F.O. en ductos subterráneos, no difieren esencialmente de los aplicados en el tendido de cables convencionales.

El cable de fibra óptica es un medio de alta capacidad de transmisión cuyas propiedades y características pueden ser degradadas cuando a la F.O. se la somete a excesiva tensión de tracción, a curvas pronunciadas y a fuerzas de compresión (vea el punto Precauciones en el Manejo del Cable).



RECORDAR:

Se debe controlar el número de empalmes en el recorrido de un cable de fibra, para minimizar la pérdida en la transmisión y reducir los costos de la tarea de empalme. Algunas empresas proveedoras pueden proporcionar el cable en longitudes continuas de hasta 12 kilómetros (7,5 millas).

En la presente norma se indican los procedimientos para trabajos en cámaras (bóvedas cerradas). Los métodos son similares cuando se trabaja en las arquetas (Figuras 1 y 2) utilizadas en Cablevisión.

La Obra Civil, construcción de cámaras y tendido de ductos, se detalla en la NORMA DE CONSTRUCCIONES SUBTERRANEAS – Obra Civil Vigente en LC.

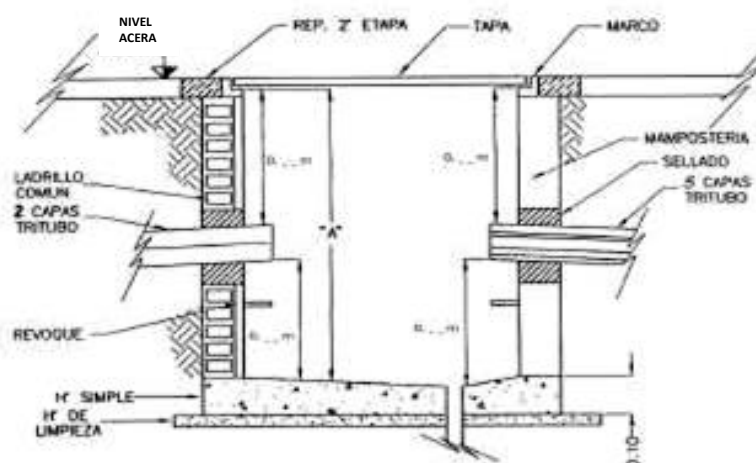


Figura 1: Esquema de Arqueta



Figura 2: Arqueta

**IMPORTANTE:**

En cañerías existentes o nuevas (sin tendidos) se deberá dejar siempre, un tubo libre de PEAD 40 mm ó 32 mm. Este tubo estará reservado para maniobras, con el objeto de liberar otros tubos realizando tendidos de FO de mayor capacidad o hacer una rápida reparación o reparación provisoria hasta que los permisos municipales autoricen una reparación definitiva.

3. Precauciones de Seguridad

A continuación se indican las precauciones básicas de seguridad que se deben tener en cuenta cuando se trabaja en cámaras o bóvedas subterráneas. Estas prácticas pueden cambiarse o no ser utilizables en una situación específica. Antes de comenzar con los trabajos se recomienda tomar conocimiento de la documentación sobre prácticas de seguridad emitidas por el departamento Salud Ocupacional de Cablevisión.

3.1. Precauciones Generales de Seguridad

**IMPORTANTE:**

Antes de comenzar cualquier operación de tendido de cable, todo el personal debe estar familiarizado con las prácticas de seguridad de la compañía. Omitir esto puede ocasionar daños y/o lesiones graves.

**IMPORTANTE:**

Si los vehículos y otros equipos motorizados (generadores, bombas, etc.) no están equipados con el tubo de escape hacia arriba, posicione estos equipos de forma tal que el tubo de escape apunte en dirección contraria a la cámara abierta y al equipo de ventilación.

**IMPORTANTE:**

Para minimizar los riesgos hacia usted y terceros en el área de trabajo, siga las reglas de señalización y demarcación indicadas por el departamento de Seguridad Ocupacional. Todo material en la proximidad de una cámara se debe acomodar de modo que no pueda caer en la misma, o impedir innecesariamente el tráfico peatonal o de vehículos. Establezca buenas comunicaciones entre los lugares desde donde se tira de la F.O., donde se alimenta con la F.O. y desde donde se monitorea el tendido, antes de comenzar cualquier operación de instalación.

Para reducir las posibilidades de daños accidentales, cumpla las siguientes precauciones:

- Inspeccione todas las escaleras de las cámaras antes de utilizarlas. Repare o reemplace la escalera si fue encontrada deteriorada o en condición insegura.
- Siempre use la escalera cuando entre o salga de una cámara. Mantenga las manos libres de herramientas o materiales cuando descienda o ascienda de la escalera. No pise cables o equipamientos cuando entre o salga de una cámara.
- Si va a utilizar un lubricante en la operación del tendido, tenga la previsión de limpiar todo lubricante derramado para prevenir resbalarse y sufrir una posible lesión.
- Observe las medidas de seguridad estándares. Utilice el casco, los anteojos de seguridad, los guantes, etc. como se especifica en las normas de la compañía.

3.2. Precauciones ante Gases Peligrosos

Para reducir las posibilidades de daños accidentales, observe las siguientes precauciones ante gases peligrosos:

- En las cámaras pueden estar presentes vapores o gases explosivos tales como propano, gasolina, gas natural, etc. debido a roturas en cañerías cercanas o tanques de almacenamiento de líquidos o gases. Además, existe la posibilidad de que se generen gases orgánicos explosivos (Ej. metano).
- Antes de ingresar a una cámara subterránea, pruebe la atmósfera de la misma con un medidor apropiado o "kit" de prueba para gases explosivos. Omitir esto puede ocasionar serios daños si explota la mezcla de gases explosivos y oxígeno.
- Además de los gases combustibles, gases no combustibles también pueden ocasionar riesgos de vida, ejemplo: nitrógeno, dióxido de carbono, etc.

**IMPORTANTE:**

NO UTILICE NINGUN DISPOSITIVO QUE PUEDA PRODUCIR CHISPAS O LLAMA EN UNA CAMARA SUBTERRANEA. No use linternas, calentadores, o cualquier dispositivo que utilice corriente eléctrica, a menos que haya certificado un ambiente no explosivo. Nunca conecte o desconecte luces o equipos eléctricos en una cámara. Conectar o desconectar un circuito eléctrico puede causar un arco eléctrico.

NO LLEVE FUEGO, FOSFOROS O CIGARRILLOS DENTRO DE UNA CÁMARA.

**NOTA:**

A menos que sea evidente la presencia de gas, esta advertencia no es aplicable en las arquetas de mucho menor tamaño que las cámaras y bóvedas, y donde al quitarle las tapas se produce gran ventilación

Omitir esto puede producir un incendio o una explosión. Cumpla todas las reglas concernientes a la ventilación de las cámaras. Posteriormente a que se abra la cámara, se debe realizar en forma continua una ventilación forzada con un MINIMO de 500 pies cúbicos por minuto (Figura 3).

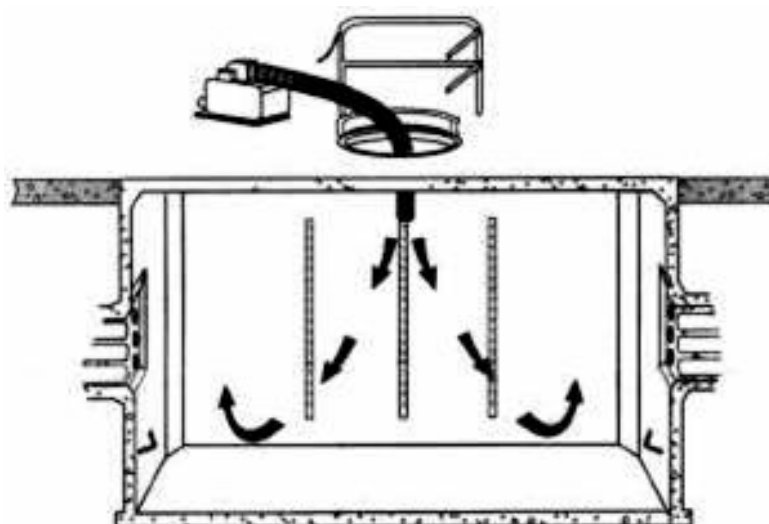


Figura 3: Ventilación de cámara

3.3. Precauciones con el láser



IMPORTANTE:

*La luz del láser puede dañar sus ojos. La luz del láser es invisible. Verla directamente no causa dolor. El diafragma del ojo no se cerrará involuntariamente como al ver una luz brillante; por lo tanto, es posible dañar seriamente a la retina del ojo. **NUNCA MIRE A UNA FIBRA QUE PUEDA TENER UN LASER CONECTADO A ELLA.** Si se sospecha de una exposición accidental del ojo a la luz del láser, hágase examinar el ojo inmediatamente.*

3.4. Precauciones en el Manejo del Cable



IMPORTANTE:

Se debe tener cuidado para evitar daños en el cable durante su manejo y colocación. El cable de F.O. es sensible a fuerzas excesivas de estiramiento, flexión, torsión y compresión. Cualquier daño puede alterar las características de cable hasta el punto de tener que reemplazar la sección o tramo en cuestión. Para asegurarse de que todas las especificaciones se satisfacen, consulte la hoja de datos del cable que usted está instalando.

- En las hojas de datos con las especificaciones de los cables, se encuentra disponible la información respecto la máxima tensión de carga para los distintos tipos de carga. La máxima tensión aplicable a un cable del tipo MULTIPLE LOOSE TUBE es de 152,9 Kg. (337 Libras).
- Las hojas de datos de los cables tienen información respecto al mínimo radio de curvatura bajo carga (durante la instalación) y con el cable ya instalado. Si esa información no está disponible en el lugar de trabajo, utilice las siguientes fórmulas como guía para instalar cables de F.O.:

Para obtener el radio de curvatura a utilizar en el momento de la instalación, multiplique veinte veces (20 x) el diámetro exterior del cable (O.D.).

Ejemplo:

Diámetro del cable = 11.8 mm

$20 \times 11.8 \text{ mm} = 236 \text{ mm}$

Radio mínimo de curvatura durante la instalación = 23,6 cm

Para conocer el requisito mínimo del diámetro para las poleas o rodillos de los aparejos de tendido, simplemente duplique el radio mínimo de curvatura para la instalación (Figura 4):

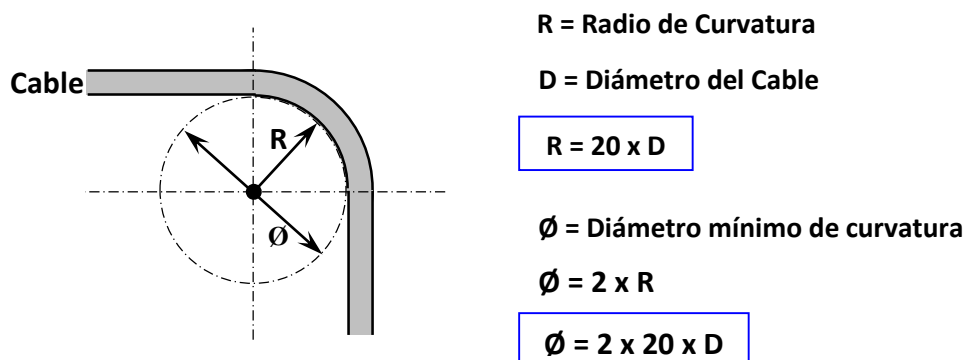


Figura 4: Radio mínimo de Curvatura

- Antes de comenzar la instalación, examine cuidadosamente los carretes del cable para saber si hay imperfecciones tales como clavos y bordes quebrados que pudieran causar daño al cable mientras se esté desenrollando.
- Evite provocar daños a los cables mientras acondicione el equipo o mientras que usa cualquier tipo de herramientas. Tenga extremado cuidado al manejar las bobinas de cable o cuando cargue los carretes en algún vehículo.
- Proteja la bobina del cable contra vándalos u otras fuentes del daño posible, mientras esté desatendida. Las secciones del cable previstas para la instalación por ductos se producen para resolver requisitos específicos de longitud. Cualquier daño del cable puede requerir el reemplazo de la sección entera.
- No retire el empaquetado del carrete hasta llegar al sitio donde se deba instalar el cable. Si el empaquetado se ha quitado previamente, sujete en forma segura el final del

cable para evitar daños durante el tránsito. Si los extremos del cable no se aseguran, el movimiento del vehículo de transporte puede hacer que se afloje el cable en el carrete, dando por resultado tramos retorcidos y/o entrecruzados.

- Establezca buenas comunicaciones entre las distintas posiciones, desde donde se alimenta y tira del cable, y controle la ruta antes de comenzar cualquier instalación. Esto es especialmente crítico cuando se utiliza un cabrestante para tirar del cable.
- Evite o minimice las variaciones bruscas de tensión del cable en todo momento.
- Para prevenir daños al cable y asegurar la menor tensión de carga (fricción) posible, los carretes deben ser atendidos por un operario mientras se está tirando del cable.
- Siempre que el cable desenrollado se encuentre sobre el pavimento, coloque los conos de señalización u otros medios para prevenir el tránsito de vehículos o peatones en el área.
- Si se debe desenrollar el cable durante la instalación, utilice la configuración “Figura-8” para evitar que el cable se enrosque o tuerza al ser desenrollado (Figura 5).
- El cable de F.O. no se debe enrollar en una dirección continua a excepción de longitudes de 30 m (100 pies) o menos. El tamaño recomendado para hacer la “figura-8” es de 4,5 m (15 pies) en longitud, con cada “loop” de 1,5 m (5 pies) a 2,4 m (8 pies) de diámetro. Los conos de señalización espaciados entre 2 a 2,5 m son útiles como guías durante la realización de la “figura-8”.
- Cuando realice la figura-8 para longitudes grandes de cable, asegúrese de aliviar la presión en el cable en el cruce de los ochos. Esto se puede hacer colocando cuñas de cartón en el cruce o formando una segunda figura-8 (Figura 6).

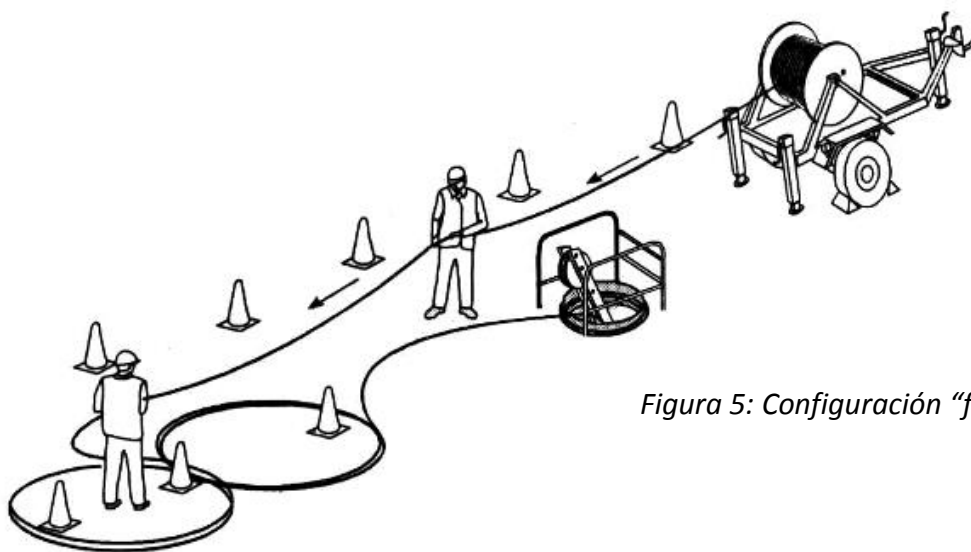


Figura 5: Configuración “figura-8”

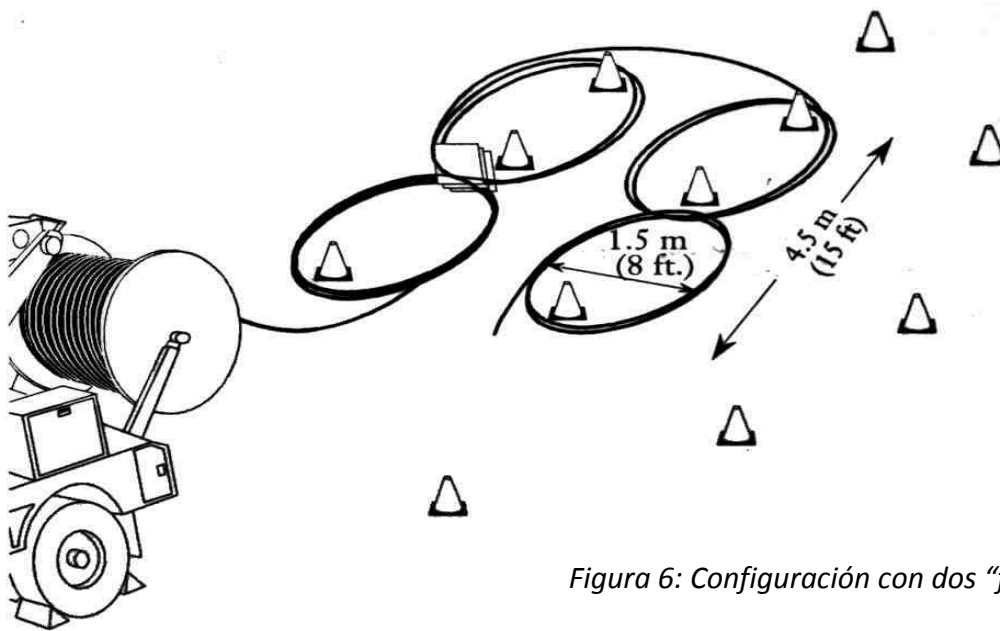


Figura 6: Configuración con dos "figuras-8"

- NO CORTE EL CABLE BAJO NINGUNA CIRCUNSTANCIA sin consultar al responsable de la Operación encargado de la Obra. Los puntos de empalme para el cable de F.O. son diseñados específicamente dentro de la ruta del cable. Los puntos de empalme adicionales deben ser aprobados por el Supervisor de la construcción antes de producir el corte.
- No aumente la tensión en una linga a la cual se le haya devanado un cable de fibra óptica.
- Al finalizar la tarea diaria, proteja los extremos descubiertos del cable colocándoles un capuchón. Esto ayudará a prevenir el ingreso de humedad en el cable. Si no hay capuchones disponibles, impermeabilice el extremo del cable con algunas vueltas de cinta autovulcanizante.
- El cable de F.O. que pasa a través de cámaras que contienen desperdicios con base de petróleo requerirá de protección especial. Algunos productos de petróleo deteriorarán la envoltura de polietileno del cable. Se recomienda la utilización de un ducto para interior que sea impermeable a la exposición futura del petróleo.



IMPORTANTE:

Nunca utilice detergente líquido como lubricante al colocar el cable de fibra óptica. La mayoría de los detergentes promoverán que se generen grietas en el polietileno. Utilice solamente los lubricantes aprobados para utilizar en cables con vaina de polietileno.

4. Planeamiento y Preparación

Se recomienda que un responsable de “Obras” de la subregión supervise la ruta del cable. Las cámaras y los ductos se deben examinar para determinar las localizaciones óptimas para realizar los empalmes y las asignaciones de los ductos. En ese momento, identifique los problemas potenciales en la colocación del cable y tome los recaudos que correspondan.

Puede ser necesario para verificar el estado del ducto y su longitud exacta pasar una cinta previamente. La longitud del corte del cable o de la bobina escogida para cada tramo, es especialmente crítica al instalar cables conectorizados.

Examine las cámaras en las cuales los cables serán empalmados y planifique donde irán las ganancias de cable para colocar los soportes. Asegúrese de considerar la accesibilidad a las cámaras de los vehículos donde se empalma la fibra óptica, si este es el caso.

El cable de F.O. se debe proteger en las cámaras intermedias. Elija cuidadosamente la ubicación de los soportes con el objeto de proporcionar la máxima protección para el cable y que mantenga su mínimo radio de curvatura.

Basado en la supervisión de la ruta del cable y los recursos de equipamiento disponibles, desarrolle un plan de tendido del cable (Figura 7).

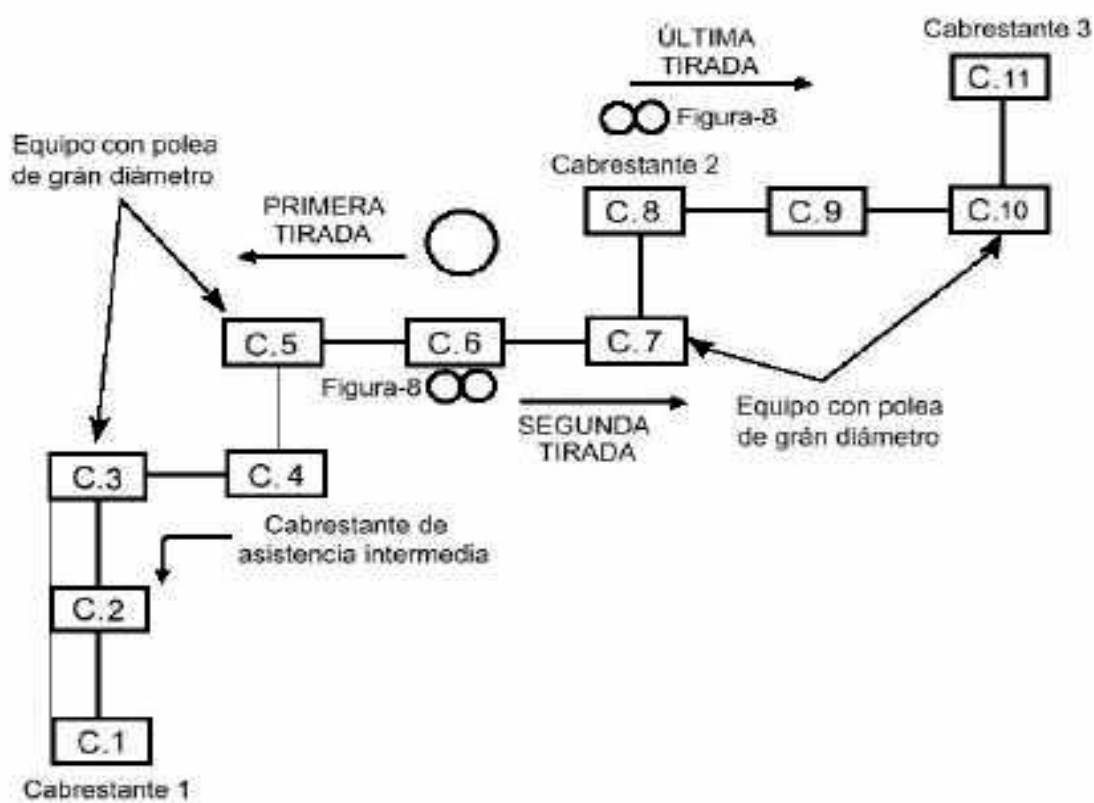


Figura 7: Plan de Tendido del Cable

Examine las localizaciones potenciales del carrete para seleccionar la más conveniente y planifique la instalación.

Los factores a considerar al desarrollar el plan del tendido incluyen cambios en la elevación y la localización de curvas y desvíos leves u “offsets” (Figura 8).

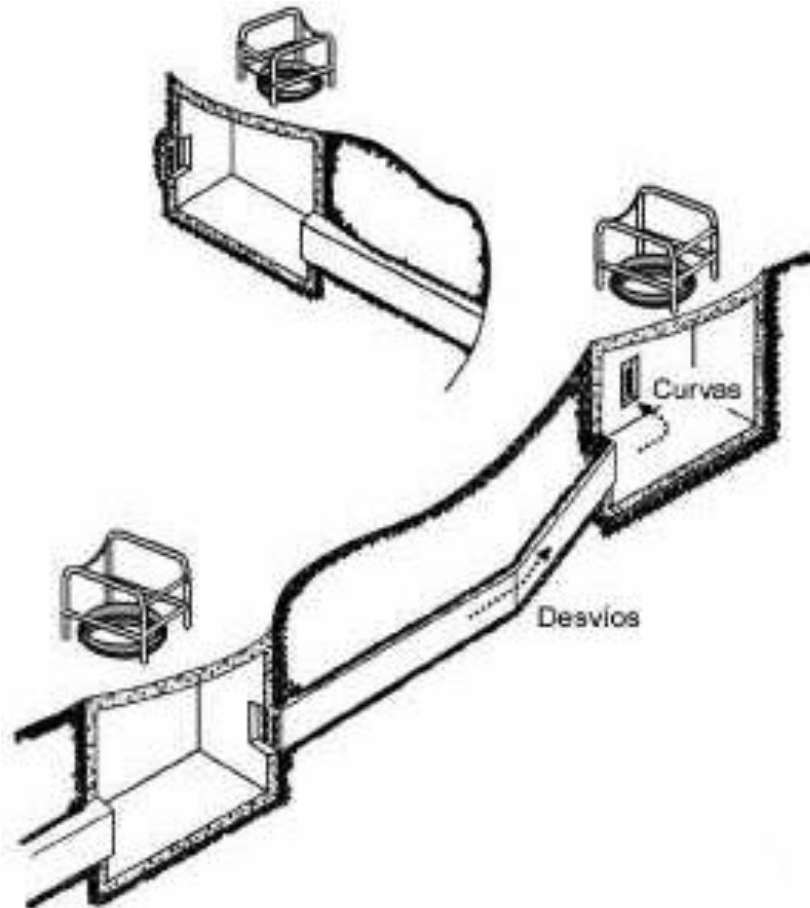


Figura 8: Curvas y desvíos

Para facilitar la instalación, tire de los cables desde las cámaras más altas a las de menor elevación siempre que sea posible.

Se considera “curvas” a aquellos trayectos de un sistema de ductos que describen giros pronunciados.

Se considera “desvíos” (offsets), a las variaciones más graduales respecto del camino recto ideal, de una sección del ducto. Los desvíos pueden ocasionar grandes incrementos de la tensión durante en tendido.

Por ejemplo, un desvío de 0,9 m (3 pies) en un trayecto de 3,0 m (10 pies) de ducto, puede agregar aproximadamente 54 Kg. (120 libras) de tensión al tirar (John Anderson, “Assist Device Proves Itself In Long F O Pulls” Outside Plant, Marzo1986, p 40).

Para minimizar el efecto de las curvas y desvíos, comience a tender el cable lo más cerca posible del área con dificultad.

5. Equipamiento y Accesorios para la Instalación

Los ductos son tubos plásticos usados comúnmente en la instalación de fibra óptica, pueden ser enterrados directamente en el suelo (vea la Norma de Construcciones Subterráneas), o utilizados para subdividir conductos principales de mayor diámetro, permitiendo un mayor aprovechamiento de los mismos y posibilitando instalar futuros cables. Cuando cumplen esta última función, a los ductos se los denomina “subductos”.

Por ejemplo: se pueden introducir tres subductos de 40 mm en un conducto principal de 100 mm de diámetro.

Para facilitar la instalación del cable es crítico el tamaño adecuado y la correcta introducción del ducto.

En el mercado hay disponibles ductos estriados, corrugados y de construcción lisa, de material polietileno o PVC (Figura 9).



Figura 9: Tipos de Ductos

Los ductos utilizados en Cablevisión son lisos de polietileno de alta densidad, con estriado interior (Figuras 10 y 11).



Figura 10: Caño Monotubo de 40 mm

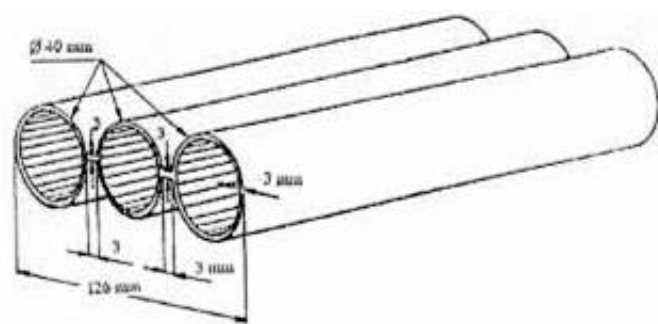


Figura 11: Tritubo de 40 mm

Cuando se introduce cable de fibra óptica en el ducto, la relación de llenado del mismo no debe exceder de 50%.

La relación de llenado se calcula comparando el área del diámetro interior del ducto, con el área determinada a partir del diámetro exterior del cable. Un mayor diámetro del ducto (lo que origina una menor relación de llenado), normalmente reduce la tensión de tendido.

La relación de llenado se calcula como sigue:

a) Use la fórmula $A = \pi \cdot r^2$ (Área = 3,14 x radio al cuadrado) para calcular el área del ducto.

b) Divida el área calculada por dos para obtener el 50%.

Ejemplo: para un ducto de 2" de diámetro interior ($r = 1"$)

Reemplazando en la fórmula: $A = 3,14 \times 1^2 \Rightarrow A = 3,14$ pulgadas cuadradas

El 50% de la relación de llenado será entonces de 1.57 pulgadas cuadradas.

c) Para determinar el área del cable utilice la misma fórmula que antes.

Por ejemplo, para un cable de 1,3 pulgadas de diámetro exterior:

$$A = 3,14 \times 0,65^2$$

$$A = 1,33 \text{ pulgadas cuadradas}$$

O sea que está por debajo de 50% ($1,33 < 1,57$) de la relación de llenado para un ducto de 2". Usando este criterio, se puede utilizar un cable de fibra óptica de hasta 0,71" o menor, en un ducto de 1" de diámetro interior y de 1,4" o menor en un ducto 2" de diámetro interior.

Se pueden introducir múltiples cables simultáneamente en un ducto. Pero instalar un nuevo cable de F.O. en un ducto ocupado por otros, no es recomendable pues es posible que se enreden.

Durante la instalación del ducto (o subducto en éste caso) dentro de la cañería principal, se debe tener cuidado para evitar excesiva tensión y deformación del mismo. Excesiva fuerza de tracción puede ocasionar en ductos de paredes lisas o de estrías longitudinales la reducción del diámetro interior.

Los subductos corrugados pueden crecer en diámetro después de someterlos a excesiva fuerza de tracción. En cualquier caso, el subducto dañado debe ser reemplazado. Siga cuidadosamente las instrucciones del fabricante y controle la tensión de tiro durante la instalación.

Si el subducto se gira durante la instalación, la forma de hélice puede incrementar drásticamente la tensión de tiro en la introducción del cable. Los subductos del tipo corrugado presentan menor "memoria" que otros y pueden tenderse más planos dentro del conducto principal.

Debido a que los subductos frecuentemente se acortan luego de la instalación, téngalo en cuenta y deje una longitud extra en la cámara.

En los puntos donde el subducto pasa continuo a través de la cámara, se debe dejar un sobrante suficiente como para poder fijarlo a las paredes de la cámara y asegurar mantener el radio mínimo de curvatura superior al permitido por la fibra.

Luego de la colocación de los ductos o subductos, se deben sellar o taponar los extremos a fin de evitar el ingreso de materiales o humedad hasta que se proceda con la introducción del cable (Ejemplo: 191400063- Regatones de goma de 25 mm para utilizar como tapones de obturación en tritubos 34/40 y monotubos 34/40).

Se pueden utilizar varios tipos de líneas de tiro con resultado exitoso. La selección de la misma depende de la longitud y condiciones de tracción. Las líneas de pequeño diámetro tienen la tendencia de cortar el ducto bajo tensión.

Se dispone de varios materiales para líneas de tiro, se menciona la de sogas, de polipropileno y de hilos de aramida. Cuando se traccione mediante cabrestante se debe utilizar un material de baja elasticidad tal como la soga o la aramida, los cuales pueden minimizar los tironeos y fluctuaciones en la tensión.

Algunos ductos disponen de cintas o líneas de tiro preinstaladas. De otro modo, la línea de tiro se puede instalar con una cinta pasa-cable o a través de presión de aire. Puede ser necesario lubricar para facilitar la instalación o prevenir la rotura de los ductos.

Se recomienda usar lubricante para la mayoría de las instalaciones de FO a fin de reducir la tensión de tiro, a menos que se trate de tramos cortos. Al elegir un lubricante se deben considerar la compatibilidad con el material, tiempo de secado, desempeño respecto a la temperatura y las características del manipuleo. (Ejemplo: Líquido gel para tendidos de fibra óptica en ductos COD. 700400024)

Para la utilización, siga las especificaciones del fabricante. El uso de líquidos incompatibles puede causar a largo plazo, daños en la cubierta.

Es altamente recomendable el uso de una malla de tiro con un protector de sobretensión. La malla provee un acoplamiento efectivo con la vaina, la cobertura de aramida y el miembro central del cable de fibra óptica, puede ser instalada en el campo o venir colocada de fábrica en el extremo del cable (Figura 12).



Figura 12: Malla de Tiro y Agarre Preinstalado.

El cable de F.O. puede sufrir daños si se lo somete a tensión que exceda la máxima especificada. Siempre controle la tensión durante la instalación, excepto en el tendido manual de tramos cortos.

Es un procedimiento aceptable, el uso de un cabrestante con limitación de tensión máxima. El mecanismo de limitación puede ser tipo embrague o hidráulico. La calibración de estos dispositivos debe controlarse frecuentemente.

El uso del eslabón giratorio (swivel) y protector de sobretensión (Figura 13) entre la malla y la línea de tiro, es necesario para prevenir que ésta última provoque el giro (retorcimiento) del cable y para asegurarse de que no se exceda la tensión máxima permitida por el cable.

El protector de sobretensión, que debe estar calibrado a una tensión menor a la máxima, reacciona desprendiéndose al alcanzar el valor nominal de tensión.

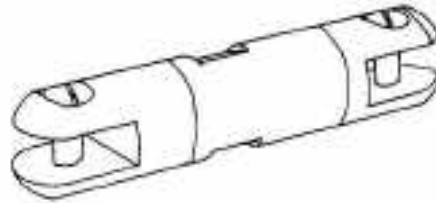


Figura 13: Protector de Sobretensión

Un dinamómetro o tensiómetro en línea, se puede utilizar para monitorear la tensión de tiro. El dispositivo debe estar visible para el operador del cabrestante o controlar directamente al mismo.



NOTA:

Elija cuidadosamente el equipamiento de modo que no exceda el radio mínimo de curvatura requerido para trabajar con cables de fibra óptica.

Todo el equipamiento utilizado para guiar el cable durante la instalación, debe respetar el radio de curvatura mínimo especificado por el fabricante del cable.

Situaciones donde se requiere el uso de dispositivos para el mantenimiento del radio se presentan al alimentar o traccionar fibra desde una cámara, en las curvas, y cuando los ductos de entrada o salida se encuentran desalineados.

6. Técnicas de Instalación

Primero, identifique el ducto en el cual va a pasar el cable de F.O. Después de que se haya identificado el ducto correcto, debe sujetarlo para evitar que se mueva cuando el cable se esté tirando en él (esto último, cuando hay ductos dentro de conductos principales). Cualquier otro ducto debe tener un tapón de modo que no interfiera con la operación de tendido del cable.

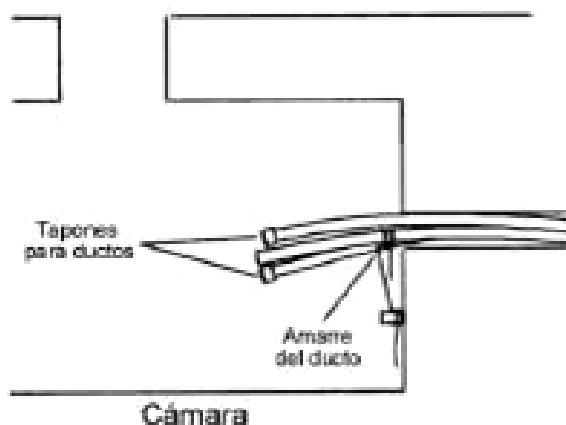


Figura 14: Sujeción de Ducto en la Cámara

Prepare la cámara desde donde va a traccionar, ubique el lubricante en los lugares adecuados, prepare la línea de tiro y, de ser posible, acople los ductos en las cámaras intermedias para proporcionar un camino continuo a fin de que el cable siga. La cantidad de lubricante usado entre cámaras dependerá de la longitud del tramo, el tipo de ducto, etc.

Una regla general es proveer como mínimo de un galón (3,8 litros) de lubricante para cada 1.000 pies (305 metros) de cable tirado.

Posicione el equipo que será utilizado para tirar (malacate mecánico o cabrestante) en la cámara del cual se tira. Este equipo debe tener aparejado un monitor de la tensión y debe ser operado según las recomendaciones del fabricante. La tensión del cable nunca debe exceder los 153,9 Kg. (337 libras), para un cable tipo MULTIPLE LOOSE TUBE.

Instale las guías apropiadas en la cámara desde donde se tirará de la fibra. Estas guías son para asegurarse de que la línea de tiro y el cable de F.O. salen del ducto en forma recta.

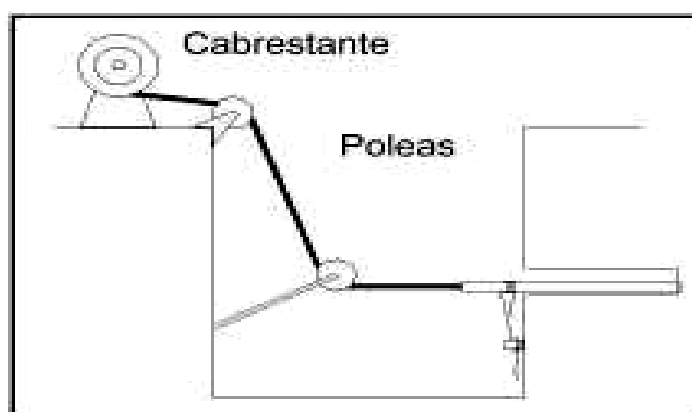


Figura 15: Configuración de la cámara de tracción

Las cámaras intermedias se deben preparar para el tendido del cable previendo cualquier problema que pueda observarse durante el inicio de la tracción. Lo que sigue es una lista de algunos ítems que deben ser controlados:

- Si el ducto es continuo y ha sido retenido en soportes, suéltelo y procure llevar el exceso hacia las cámaras adyacentes. En caso de necesidad, el ducto sobrante se puede quitar cortándolo. Amarre temporalmente el ducto para resguardarlo de ser arrastrado dentro del conducto principal y para mantener los extremos de los ductos alineados durante la operación de tiraje del cable.
- Si el ducto no es continuo, y los ductos de salida y entrada están alineados, los extremos de los ductos se pueden ensamblar con un acoplador. Si los ductos no son suficientemente largos para ensamblar, se puede agregar una sección corta.
- Si los ductos de entrada y salida están desalineados con un desvío (offsets) mayor a la relación de 3:10 (desvío de 3 pies en 10 pies), se deben utilizar poleas o roldanas de tamaño adecuado para guiar al cable.

Coloque el carrete del cable adyacente a la cámara para poder alimentar el cable a mano. El cable se debe quitar del carrete a mano y alimentar manualmente en la cámara para reducir las tensiones en el tendido.

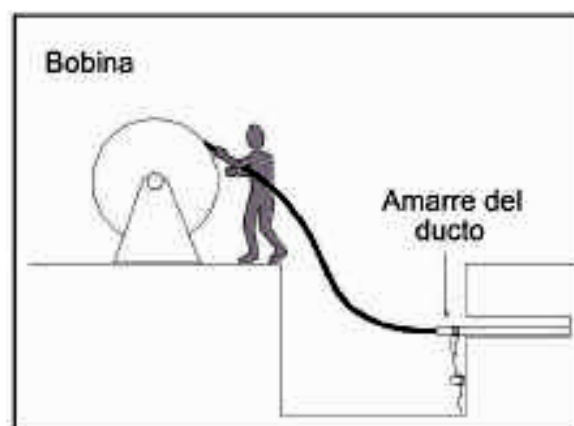


Figura 16: Arqueta de alimentación

Conecte la línea de tiro a la malla de tiro, con un protector de sobretensión.

Aplice un lubricante aprobado para el tipo de cable a instalar y al tipo de ducto, antes de que el cable ingrese al ducto, reducirá la tensión durante el tendido del cable. Los métodos apropiados para aplicar el lubricante son los siguientes:

Pasando una esponja a través del ducto como parte de la línea de tiro (Fig.17) Vertiendo el lubricante directamente sobre el cable.

Usando dispositivos aplicadores del lubricante, los de bombas y de alimentación por gravedad como en la Figura 18.



Figura 17: Lubricación con Esponja

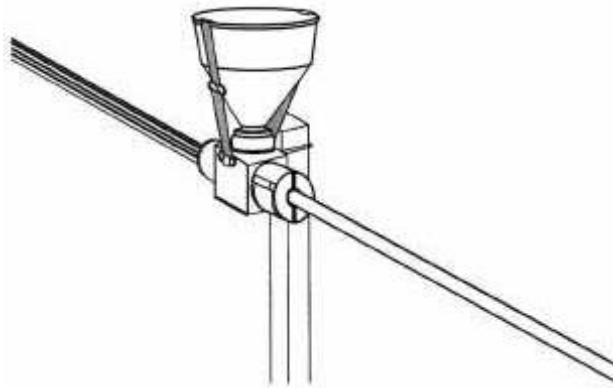


Figura 18: Aplicador de Lubricante

Antes de comenzar operaciones de tendido establezca un enlace de comunicación entre las cámaras desde donde se alimenta el cable y desde donde se tira del mismo (y de las cámaras intermedias por donde el cable pase).

Comience a tirar del cable con el malacate o cabrestante a una velocidad reducida. Gire manualmente el carrete al inicio para disminuir el tirón en el arranque. Después de que la malla de tiro haya entrado en el ducto de la cámara de alimentación, la velocidad se puede incrementar lentamente hasta un valor máximo de aproximadamente 30 metros por minuto. El cable debe mantenerse completamente lubricado, aun si la tensión al tirar es baja. Evite o minimice las variaciones bruscas de tensión en forma de tirones. La tensión máxima a aplicar en un cable típico es de 272 Kg. (600 libras), si la misma al tirar se acerca al límite, detenga la operación para poder reducir la tensión. Acorte el tramo o implemente ayudas intermedias. También puede cambiar al método de alimentación hacia atrás (back-feed).

El operador del cabrestante controla la velocidad del cable. Se le debe mantener informado del progreso de cable cuando éste pasa a través de cámaras intermedias. Es deseable mantener la velocidad constante cuando se coloca el cable en ducto. Minimice los arranques y detenciones. Si es necesario detener el tendido en algún punto, el operador del cabrestante debe parar de tirar, pero no debe aflojar la tensión en el cable. Comenzar a tirar del cable nuevamente es más fácil si la tensión se mantiene en la línea de tiro y el cable.

Una vez que el cable aparezca en la cámara desde donde se tracciona, puede jalarlo con una polea o roldana, mientras el diámetro de la misma cumpla con el radio mínimo de curvatura del cable bajo tensión. No se debe hacer ningún intento para avanzar el cable de a poco, hasta

que alcance su longitud final dentro de la cámara. Esto puede causar indeseables sobretensiones en el tramo final del cable.

6.1. Método de Alimentación Hacia Atrás (back-feeding)

Cuando se prevean dificultades en el tendido del cable debido a longitudes largas de ducto, excesivas curvaturas en el trayecto o por otras razones, el cable se puede tirar en dos direcciones.

Coloque el carrete de cable de fibra óptica en la cámara ubicada en el medio del recorrido. Realice el ingreso del cable de F.O. y coloque el carrete de manera semejante al explicado en la cámara de alimentación. La comunicación, la lubricación y el tendido del cable respetan las reglas indicadas anteriormente.

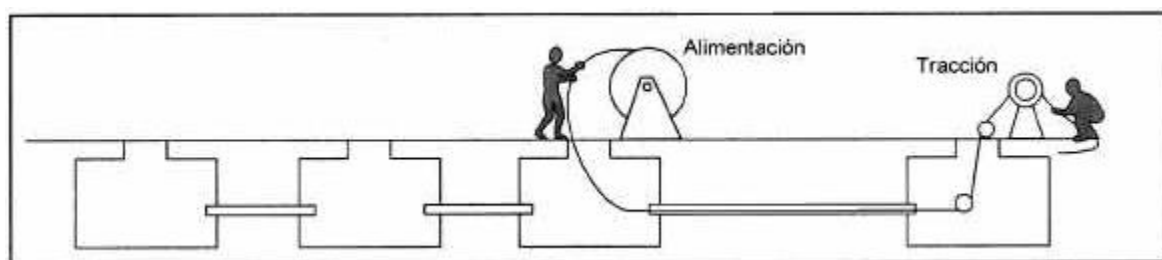


Figura 19: Inicio Instalación Bidireccional

Cuando el cable alcanza la cámara de tracción y se ha adquirido la suficiente ganancia, pare de tirar y mueva el equipo utilizado para tirar al extremo opuesto del recorrido.

En la cámara ubicada a mitad del recorrido, retire el cable de fibra óptica restante del carrete. El cable se debe presentar en una configuración de figura- ocho grande cerca de la apertura de la cámara. Mantenga el cable tan limpio de escombros como sea posible, no coloque la figura-8 sobre arena o suciedad porque que se pueden adherir al cable. La arena o la suciedad que se aferra en el cable causarán un incremento en la tensión al traccionar. Colocar sobre el piso una hoja del polietileno antes de comenzar a la figura-8 es un método que ayudará a mantener razonablemente limpio al cable.

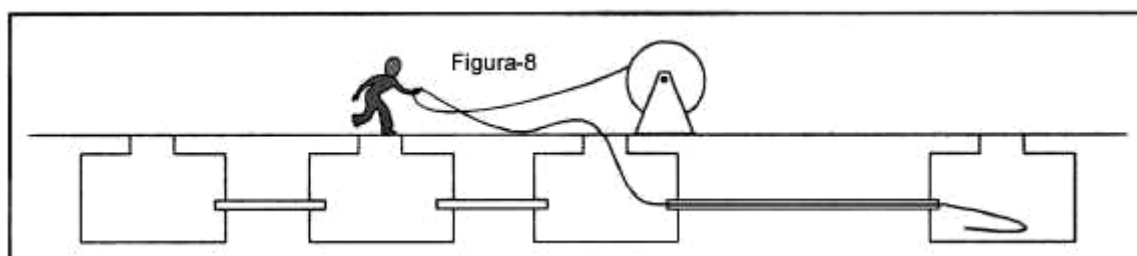


Figura 20: Figura-8 en Instalación Bidireccional

Con todo el cable fuera del carrete y colocado sobre el piso en una figura-8, sujete la línea de tiro al extremo del cable. Comience a traccionar apenas ingrese manualmente el cable de la figura-8 y en la cámara. Una vez que el extremo del cable haya entrado en el ducto, el cable de la figura-8 se debe guiar cuidadosamente a mano. Las comunicaciones por radio se deben

mantener para asegurar que la tracción pueda ser detenida rápidamente si surge un problema con la alimentación del cable desde la figura-8.

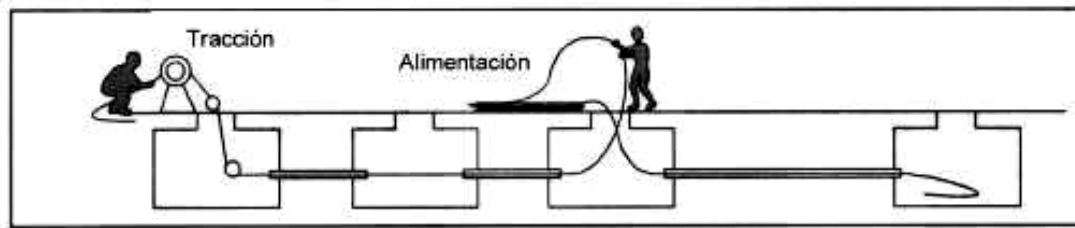


Figura 21: Completando Instalación Bidireccional

Una alternativa a la configuración manual del cable en figura-8, es utilizar una máquina figura-8 mostrada en la Figura 22. En vez de sacar el cable del carrete y de ponerlo en el suelo, el cable se coloca enrollado en el barril de la máquina figura-8. Guiado por un brazo que gira y una serie de rodillos, el cable se puede quitar rápidamente del carrete mientras lo coloca alrededor del tambor de la máquina.

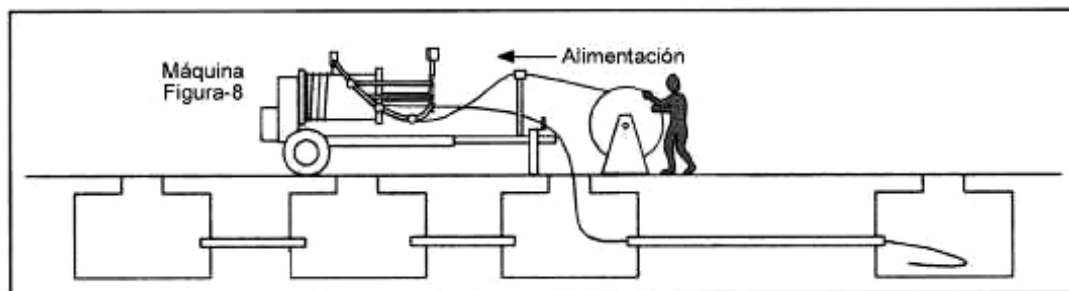


Figura 22: Utilizando una Máquina Figura-8

Una vez que el extremo del cable es liberado, se sujeta a la línea de tiro y la máquina figura-8 se ajusta en reversa. El cable ahora se quita del tambor la maquina figura-8 mientras que el cabrestante del extremo tira del cable a través del ducto.

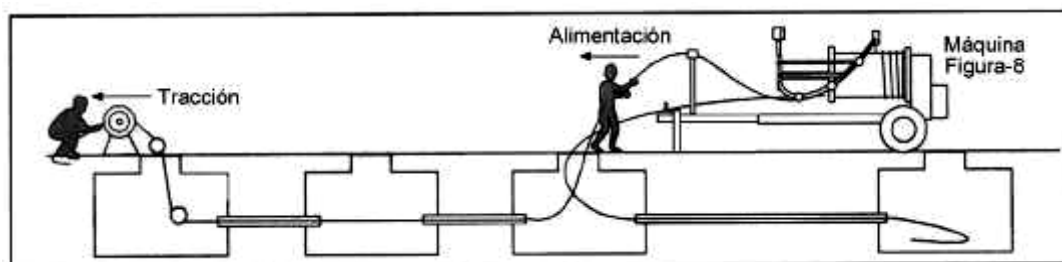


Figura 23: Tendido de Cable con una Máquina Figura-8



RECORDAR:

No se recomienda el uso de este tipo de máquinas, que reemplazan a la figura-8 realizada manualmente, en cables con armadura.

6.2. Ayuda en Cámaras Intermedias

Para tirar del cable en un ducto muy largo, en una cuesta ascendente, o con algunas curvas pronunciadas en él, la solución puede ser tener un cabrestante de ayuda en una cámara intermedia. La Figura 24 ilustra este tipo de disposición.

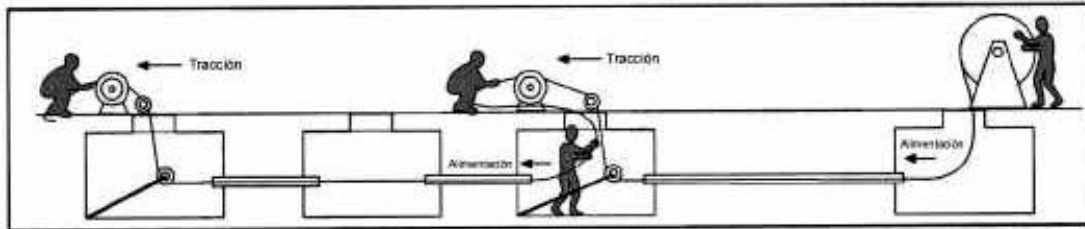


Figura 24: Ayuda en Cámaras Intermedias

En un punto intermedio, se coloca un segundo cabrestante cerca de la cámara. El cable sale de la cámara, pasa por el cabrestante y vuelve a entrar a la cámara donde será traccionado por el cabrestante ubicado en la cámara final. El radio del cabrestante y de las poleas asociadas no debe ser menor que el radio mínimo de curvatura del cable bajo tensión.

Usando la disposición ilustrada en la figura 24, es importante que se establezcan y mantengan buenas comunicaciones entre todos los trabajadores implicados en el tendido. Comenzará a traccionar el cabrestante ubicado en la cámara intermedia, posteriormente seguirá el cabrestante ubicado en la cámara final. Para parar el orden se debe invertir, primero se detendrá el cabrestante ubicado en la cámara final y luego el de la cámara intermedia.

El cabrestante ubicado en la cámara intermedia debe mantener una velocidad constante que le permita alimentar con cable, que no está bajo tensión, al ducto que va hacia la cámara final.

6.3. Empalmes

Para poder realizar empalmes adicionales en el caso de producirse roturas durante la vida útil de la línea, o ante la necesidad de cambio de recorrido por ensanchamientos de calzadas u otras obras que pueden surgir en la vía pública, se prevén longitudes de cable de reserva.

La longitud de la reserva es del orden de 30 m por cada 300 m de recorrido pero estos valores pueden variar dependiendo de la zona donde se realiza la obra. Lo anterior significa que en zona urbana donde la línea se encuentra rodeada de otros servicios (telecomunicaciones, energía, etc.) y debe franquear bocacalles y avenidas, los riesgos de que sufra un daño son mayores que en zonas más despejadas, por lo que en estas últimas se puede aumentar más la distancia entre ganancias. En cualquier caso, hay que atenerse al proyecto, en base al cual se calculó la longitud total del tendido.

7. Fibra óptica utilizada

7.1. Descripción

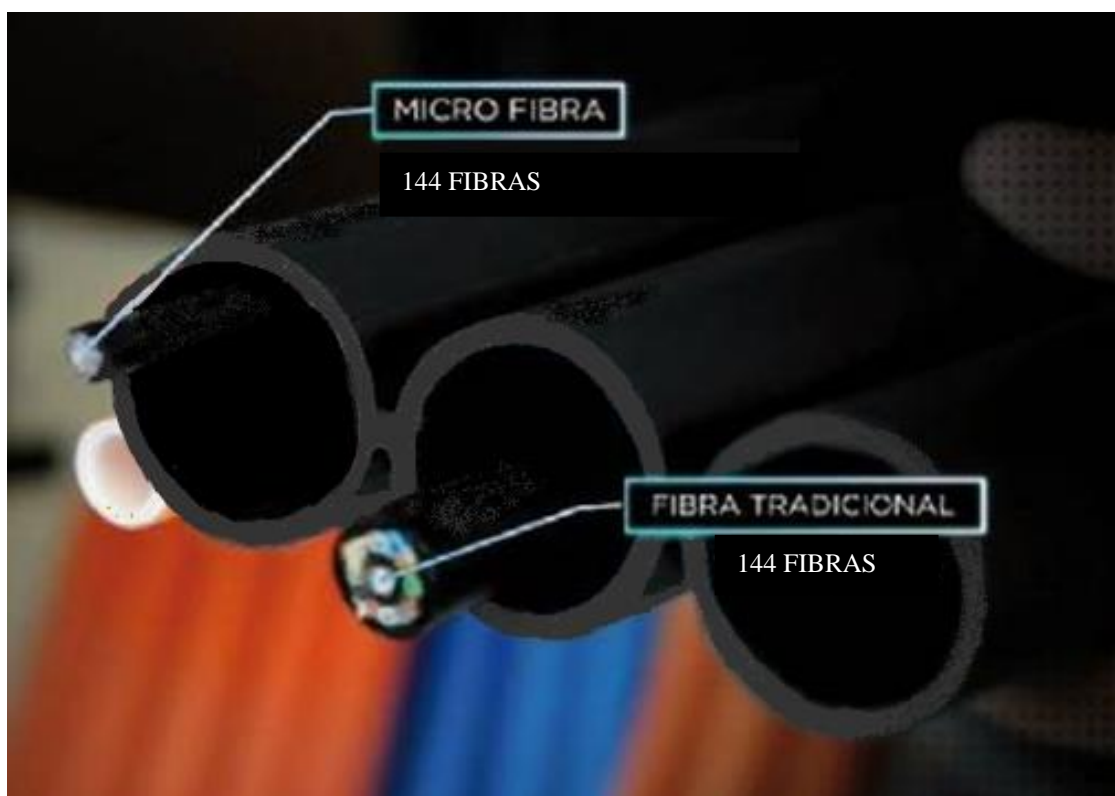
Para la realización el tendido, se encuentra homologado un cable de FO de 144 pelos con un diámetro de 11,5mm (**SAP: 20100157 - Mini cable de Fibra Óptica 144 pelos monomodo standard cero pico de Agua sin armadura tipo múltiple loose tube**).

Básicamente este cable tiene una construcción compacta, se redujo al mínimo indispensable el espesor de los materiales para lograr el menor diámetro posible sin sacrificar la resistencia mecánica.

Este cable permite ser instalado en ductos con ocupación de hasta el 50% de su sección. En ductos vacíos se pueden pasar hasta 3 microfibras.

Hasta longitudes menores a los 1000mts, se puede instalar de la manera tradicional. Además, permite ser devanado en longitudes muy acotadas por su mínima protección, NO recomendamos el tendido aéreo de este cable en distancias mayores a los 200mts.

No es necesario utilizar herramientas especiales para la preparación del cable ni para los empalmes. No se requiere cajas de empalmes especiales para este cable, puede ser ingresado en cualquier modelo de caja homologado.



7.2. Características generales del cable:

Dimensiones

Características	Unidad	Valores
Espesor nominal de la cubierta exterior	mm	1,0
Espesor promedio mínimo de la cubierta exterior	mm	0,9
Espesor mínimo de la cubierta exterior	mm	0,8
Uniformidad del espesor (mínima)	%	70

Cantidad total de fibras	Cantidad de fibras por tubo	Diámetro nominal ($\pm 0,2\text{mm}$)	Masa nominal (kg/km)
144	12	11,5	90

Sección Transversal



8. Ingresos de FO a los HUBs

HUBs con ingresos subterráneos.

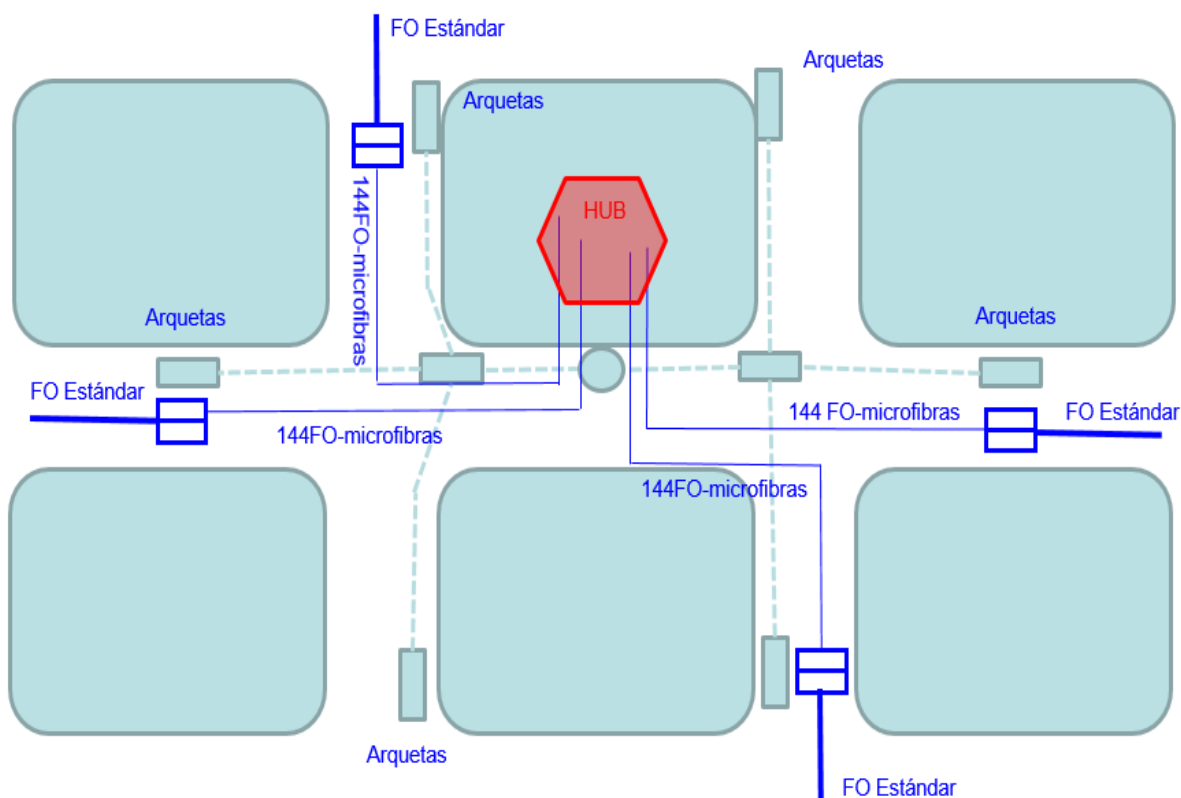
Se utilizarán microfibras dejando cajas en las arquetas ubicadas en las esquinas o retiradas hasta 500mts del HUB, luego continuar con FO estándar. No concentrar más de una caja por arqueta. Utilizar ductos con ocupación y en ductos nuevos pasar hasta 3 Microfibras de 144 pelos.

HUBs con ingresos aéreos y posibilidad de hacer canalizaciones.

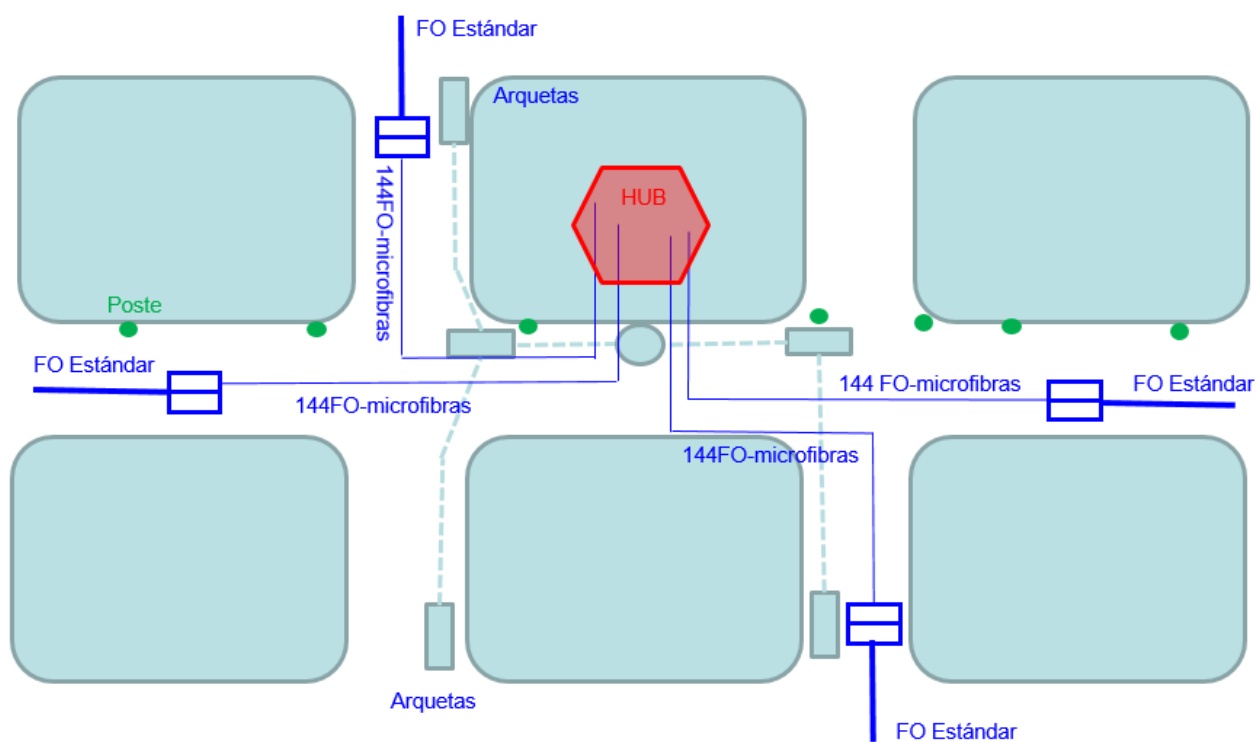
Proyectar y cotizar la infraestructura hasta las esquinas del HUB (*mínimo 3 planchas de tritubos*). En estas arquetas se instalarán las cajas y los ingresos se realizarán con microfibras. Luego se podrá continuar con microfibra devanada, no superar los 100mts aéreos.

HUBs con ingresos aéreos sin posibilidad de hacer canalizaciones.

No podrán utilizarse cables de Microfibras en infraestructura totalmente aérea. Salir del HUB con FO de 288 pelos hasta 200mts del HUB, luego continuar con el cable necesario.



Infraestructura subterránea



Subterráneo y aéreo

Revisiones

Historial

VERSIÓN	MODIFICACIONES
06-04-10	<ul style="list-style-type: none">• Publicación de la primera versión.
09-04-14	<ul style="list-style-type: none">• Actualización de formato
02-10-17	<ul style="list-style-type: none">• Actualización de formato.• Incorporación capítulo 7 : “Fibra óptica utilizada”.• Incorporación capítulo 8: “Ingresos de FO a los HUBs”.

“Esta parte de la página queda intencionalmente en blanco”