

GUIA PARA LA INSTALACIÓN DE CABLES DE FIBRA ÓPTICA

INDICE

1. Aspectos generales.
2. Control de los trabajos.
3. Reconocimientos previos y posteriores al tendido del cable.
 - a. Recepción del cable.
 - b. Reconocimiento de la instalación.
 - c. Manipulación del cable.
 - d. Empalmes y conexionado.
 - e. Limpieza y acabado.
4. Trabajos previos al tendido del cable.
 - a. Cuidado general del cable.
 - b. Señalización y acotación de las zonas de trabajo.
 - c. Comprobación de gases tóxicos.
 - d. Limpieza de arqueta.
 - e. Acondicionamiento de canalización.
 - f. Identificación de la ubicación de las cocas.
 - g. Acondicionamiento de la bobina.
5. Técnicas de tendido de cable.
 - a. Tendido en canalización exterior.
 - b. Tendido aéreo.
 - c. Tendido por fachada.
 - d. Tendido por enterrado directo.
 - e. Tendido en interiores.
6. Referencias documentales.

RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACIÓN DE CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Este documento pretende ser una guía del tendido e instalación de un cable de fibra óptica, dirigido a los nuevos instaladores o como recordatorio a instaladores con experiencia. Siempre se deberán tener en cuenta las restricciones que las distintas administraciones puedan tener establecidas con relación a tal cometido.

1. Aspectos generales.

En cualquier instalación de cable, ya sea de fibra óptica o para otro tipo de cable, se deben considerar un gran número de trabajos relacionados con la manipulación y el tendido.

El tendido de un cable, el cual se puede realizar empleando distintos métodos, ha de ir precedido y seguido de diferentes tareas que completan la instalación.

Por norma general, se tendrán en cuenta las siguientes acciones para la realización de los trabajos de instalación de un cable de F.O.:

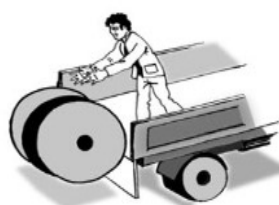
- Replanteos previos: el tendido, empalme y conexionado del cable requiere un estudio previo de cada uno de los tramos a tender para valorar y conocer las necesidades y requerimientos de estos.
- Los principales aspectos que deberán estar definidos y que se recomiendan los siguientes:
 - Método de tendido a utilizar en cada uno de los tramos.
 - Número y tipo de empalmes y segregaciones a realizar en cada tramo, así como la ubicación de estos.
 - Número y tipo de elementos envolventes y de protección (cajas de empalme, distribuidores, elementos de guiado, ...) a instalar en cada tramo, así como la ubicación de estos.
 - Bobinas y/o tramos seleccionados para cada caso.
 - Material y maquinaria necesaria para el tendido de cable.
 - Equipo humano para la realización de los trabajos.
 - Plan y medidas de seguridad y sistemas de señalización, según el entorno.
 - Metodología para la supervisión del tendido.
 - Medidas Medioambientales de aplicación a los trabajos a realizar.
- En ningún caso se debería iniciar la realización de los trabajos sin disponer de la autorización correspondiente de las autoridades y entidades implicadas.

2. Control de los trabajos. Será responsabilidad del control de los trabajos a realizar y su correcta ejecución, el personal asignado a la ejecución del tendido. Por consiguiente, deberá manipular el cable en su formato, bobina, caja y/o rollo, de modo que se encuentre en buen estado en todo momento, evitando que pueda ser dañado durante su manipulación previa al tendido, durante y después de realizar los trabajos de organización y conexionado. La calidad y buen funcionamiento del conjunto de la instalación serán la consecuencia del haber realizado correctamente todas las acciones. Se deberán considerar en todo momento, las prescripciones técnicas de cada uno de los productos, así como sus especificaciones.

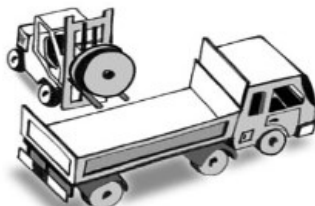
3. Reconocimientos previos y posteriores al tendido del cable.

Previo y posterior a la realización del tendido de cable de fibra óptica pueden ser necesarias algunas de las siguientes acciones. La realización o no de algunas de estas tareas se acuerda de forma previa al tendido en el reconocimiento de los trabajos a realizar:

- a. Recepción del cable. A la recepción del cable, se verificará que el material no muestre signos de haber sido mal transportado o evidencias de golpes y arañazos que puedan poner en duda la calidad del producto. Para tal efecto se deberán supervisar lo siguiente:
 - i. Las bobinas se encontrarán en perfecto estado.
 - ii. Las bobinas estarán debidamente protegidas al recibo del transporte.
 - iii. El cable no presentará irregularidades en su forma.
 - iv. Se retirará el material del transporte con los cuidados que se merece, respetando siempre lo recomendado:



NO DEJAR CAER LAS BOBINAS.
DON'T DROP DRUMS.

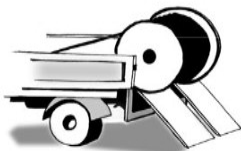
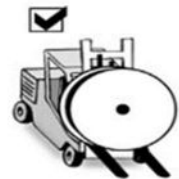


UTILIZAR GRUA.
USE CRANE OR FORKLIFT.



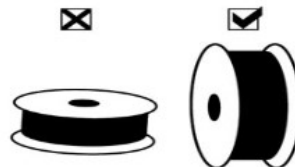
AL UTILIZAR LA CARRETILLA, SIEMPRE PONER LAS PALAS BAJO LAS DOS BASES

WHEN LIFTING THE DRUMS BY A FORK-LIFT TRUCK, ALWAYS PUT THE FORKS UNDER THE TWO FLANGES



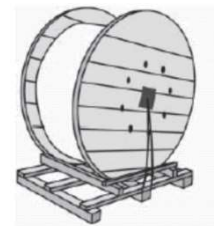
UTILIZAR RAMPA RESISTENTE. MIRAR QUE AMBOS BORDES SE MUEVEN POR EL CENTRO DE LA TABLA.

USE STRONG RAMP. SEE THAT BOTH EDGES TRAVEL ALONG CENTERS OF GUIDE BOARDS.



DEJAR SIEMPRE LAS BOBINAS EN POSICIÓN VERTICAL. NUNCA COLOCARLAS EN HORIZONTAL.

*ALWAYS KEEP THE DRUMS **STANDING UPRIGHT**. NEVER LAY THEM FLAT.*



- b. Reconocimiento de la instalación. En los trabajos previos al tendido de la fibra, acondicionamiento y preparación de la obra, arqueta y bobina de fibra óptica, se supervisará, al menos, que:

- i. La zona de la obra se encontrará debidamente señalizada.
- ii. Las arquetas estarán limpias e identificadas.
- iii. Se dispondrá de material adecuado para la manipulación de bobinas y cable de fibra óptica.
- iv. La zona de trabajo se encontrará despejada.

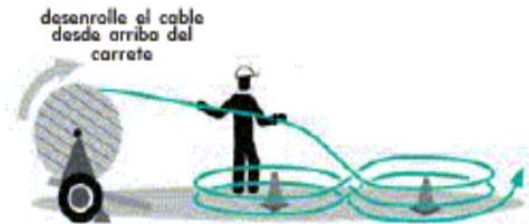
- c. Manipulación del cable. Antes de la instalación del cable de fibra óptica se verificará, como mínimo, que se cumplan los siguientes aspectos:
 - i. En ningún caso se curvará el cable por debajo del mínimo radio de curvatura especificado.
 - ii. Se evitará cualquier torsión sobre el cable ni se realizarán excesivos esfuerzos sobre el mismo que superen los valores especificados.
 - iii. Siempre que se considere adecuado, se utilizará lubricante especial para cables, y en ningún caso será abrasivo.
 - iv. Cuando haya que dejar reservas de cable éstas se dejarán en forma de “ocho” o circular.

 - d. Empalmes y conexionado. Durante la realización de empalmes, sangrado y conexionado de las fibras se supervisarán, al menos, los siguientes puntos:
 - i. Se dispondrá de elementos específicos y adecuados para el manejo y pelado del cable y de la fibra óptica.
 - ii. Se utilizarán protectores de empalmes y se dejarán reservas suficientes.
 - iii. Las fibras no involucradas en el sangrado se dejarán en paso.
 - iv. El conexionado en repartidor se realizará con pigtailes o montaje directo de conector si es posible.
 - v. Las conexiones desde/hacia repartidor hacia/desde equipos o el mismo repartidor se realizarán mediante latiguillos(patchcords).

 - e. Limpieza y acabado. Durante la conectorización en repartidor se verificará que se realizan las siguientes actividades:
 - i. Limpieza previa de los conectores.
 - ii. Limpieza y recogida de materiales sobrantes y escombros producidos por los trabajos.
 - iii. Terminación de las arquetas y repartidores ópticos.
 - iv. Las reservas y cajas de empalmes se dejarán bien sujetas en la parte superior de las arquetas.
 - v. Las reservas se dejarán en forma de “ocho” o haciendo círculos.
 - vi. Las entradas de cable a repartidor se dejarán bien sujetas.
 - vii. Las bandejas estarán correctamente fijadas.
 - viii. Los excesos de cable en el repartidor se recogerán mediante bridas.
-
- Se verificará del cumplimiento del Plan de Prevención de Riesgos Laborales de la Obra.

4. Trabajos previos al tendido del cable

- a. Cuidado general del cable. El cable deberá manejarse con cuidado para no deteriorar ni sus propiedades ni las de la fibra. No se dará torsión en ningún momento el cable, ni se deformará con abrazaderas, bridas, soportes etc. En caso de tener que atar el cable se tendrá especial cuidado en no deformar la cubierta. Se evitará aplicar presiones puntuales no homogéneas sobre la fibra. Si se almacena se dejará en forma de "ocho" en un sitio plano asegurando que los radios de curvatura son mayores que el radio mínimo especificado por el fabricante.



- b. Señalización y acotación de las zonas de trabajo. Las zonas donde se realicen los trabajos han de estar debidamente acotadas y señalizadas (señales de aviso y peligro) de acuerdo con la autoridad competente del lugar en el que se ejecuten los trabajos (Instituciones, Ayuntamientos, ...).
- c. Comprobación de gases tóxicos y colocación de elementos de protección en la apertura de arqueta. Una vez abierta la arqueta y antes de que el personal acceda a ella, se debe comprobar la presencia de gases tóxicos. Se procederá a colocar en la arqueta los elementos de protección para evitar las caídas y accesos a la misma.
- d. Limpieza de arqueta. Cuando la instalación conlleva un tendido por canalización exterior, se ha de llevar a cabo la limpieza y achique de la arqueta en caso de que sea necesario.
- e. Acondicionamiento de canalización para la realización del tendido. Cuando la instalación de cable conlleva un tendido por conducto, puede ser necesario el mandrilado de conducto o la realización de catas en aquellas situaciones en las que la canalización exterior no presenta accesibilidad.
- f. Identificación de la ubicación de las cocas. Previo al tendido se han de identificar las arquetas (en el caso de tendido canalizado exterior) y el emplazamiento donde se van a ubicar las cocas.
- g. Acondicionamiento de la bobina para la instalación. Previo a la realización del tendido de cable se ha de transportar la bobina hasta el lugar de los trabajos y se ha de acondicionar para su posterior instalación colocando debidamente la bobina para su desenrolle.

5. Técnicas de tendido de cable 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, quedando determinado su criterio en el replanteo anterior a la instalación. Básicamente se diferencian dos tipos de tendidos: tendidos en exteriores y tendidos en interiores. Dentro de los tendidos en exteriores, se diferencian en:

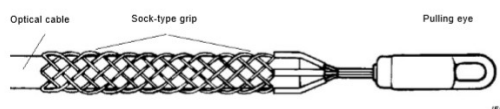
- a. Tendidos en canalización exterior.
- b. Tendidos en fachada.
- c. Tendidos aéreos.
- d. Tendidos de enterrado directo.



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

- i. En todo momento se respeta el mínimo radio de curvatura del cable de fibra óptica a instalar.
- ii. 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.
- iii. 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.
- iv. 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.
- v. El cable debe quedar correctamente sujeto e inmovilizado. Para ello se utilizan sistemas de fijación adecuados, bien atornillables, 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.

- a. **Tendido en canalización exterior.** Los tendidos de cable de fibra óptica por canalización exterior se realizan desplegando el cable por alguno de los conductos o subconductos que conforman la infraestructura de la canalización disponible. En cualquiera de las técnicas disponibles para los tendidos en canalización mediante tirado manual, 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 o cuerda con una punta de una determinada longitud y diámetro para su comprobación. 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.



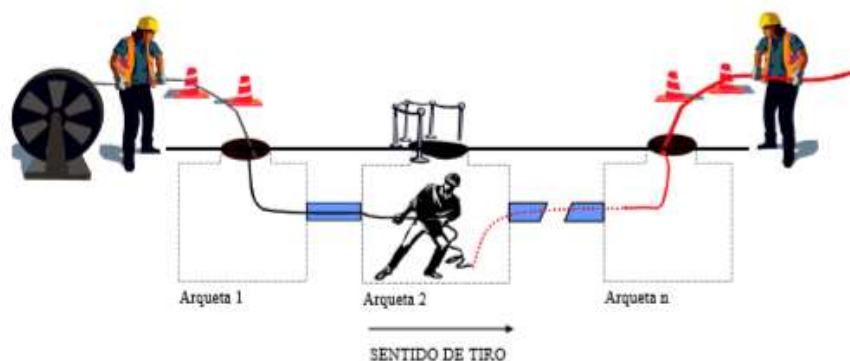
Los nudos de la cuerda se encintan con cinta aislante plástica desde el extremo del nudo giratorio hasta unos 10cm después del último nudo.

Explicados estos aspectos generales, se tiene tres tipos diferentes de tendido en canalización que son los más habituales:

- i) Tendido manual.
- ii) Tendido mediante cabestrante automático.
- iii) Tendido mediante "BLOWING".

- i) **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 subconducto correspondiente a la sección de canalización comprendida entre la arqueta anterior y la suya. Para el tendido manual, un operario 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 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 subconducto de

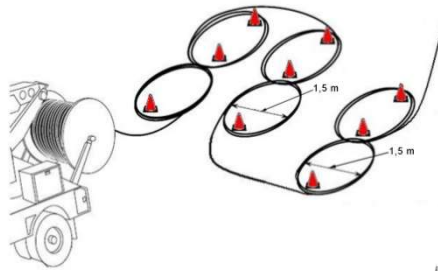
entrada, y otro embocando el cable en el subconducto de salida para evitar que se produzcan cocas o cualquier deformación axial del cable. Los operarios que intervienen en la embocadura del cable en los subconductos de salida y en la operación de tiro, controlan la longitud de cable almacenado, para 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 de este, 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 reserva 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.



Una vez finalizado 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 colocada 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.
- ii) Tendido mediante cabestrante automático. Para el tendido de cable mediante cabestrante automático, es necesario un cabestrante automático con control de tensión. El cabestrante automático, que se sitúa en la arqueta de salida, es el que se utiliza para tirar del cable de F.O. Para traer el cable de tiro del cabestrante automático desde la arqueta de salida hasta la arqueta de entrada, se utilizan medios manuales o un cabestrante autónomo. Para el tendido de cable de fibra óptica es necesario el uso de poleas del tamaño adecuado, para respetar en el cable su radio de curvatura mínimo. Además, se añade lubricante al alimentador el cable y a cualquier posición intermedia.

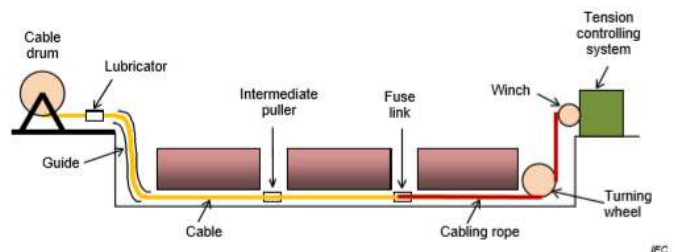
El paso del cable de tiro del cabestrante automático se realiza de la siguiente manera:

- 1) Se coloca la eslinga lubricadora entre el cable de tiro y el hilo guía, unido a este último por medio del nudo giratorio y protegido por un guardacabo.

- 2) Seguidamente se vierten en el conducto 4 litros de lubricante delante de la primera esponja y 1 litro entre esponjas.
- 3) Iniciado el proceso de tiro, se procura que la velocidad se ajuste a la de bobinado del cabestrante automático, para que no haya tirones sobre el hilo guía.
- 4) Cuando faltan aproximadamente 50m para que el extremo del cable alcance las zonas de lubricación intermedias, si las hubiera, el operario situado en dicha zona vierte en el conducto 2 litros de lubricante que arrastran las esponjas de la eslinga lubricadora.

El tendido del cable de F.O. se realizará de la siguiente manera:

- 1) El cabestrante debe estar lo suficientemente alejado de la arqueta de salida como para permitir la salida de la longitud necesaria de cable sin que la fibra llegue al tambor de recogida del cable de tiro.
- 2) Una vez pasado el cable de tiro del cabestrante, se suelta el hilo guía, dejando instalada la eslinga lubricadora y el nudo giratorio.
- 3) Se une la manga de tiro del cable de fibra óptica a la eslinga lubricadora a través del nudo giratorio, y se colocan rodillos para que el cable no roce el suelo.
- 4) Previamente al inicio del tiro, se deben verter 3 litros de lubricante delante de la eslinga, pudiendo introducir en ese momento el extremo del cable en el conducto.
- 5) Se acopla el elemento de lubricación para entrada del cable al extremo del conducto, vertiendo suficiente lubricante como para cubrirlo por completo. A medida que avanza el cable, un operario regula la cantidad de lubricante.
- 6) Con el cabestrante automático se debe controlar en cada momento la tensión y velocidad de tendido. Se pone en marcha programándolo a una tensión inicial del 80 % de la tracción máxima del cable. Si estas tensiones se sobrepasasen, se pararía automáticamente.
- 7) Durante los primeros 25m el tendido se realiza a una velocidad baja y progresiva, hasta alcanzar una velocidad de 20m/min., la cual no debe ser superada.
- 8) Simultáneamente se vierte lubricante, unos 50m antes de que llegue el cable a las zonas intermedias de lubricación, para que las esponjas arrastren parte de él.
- 9) Cuando, además de la manga de tiro, sobresalen los metros necesarios de cable fuera del conducto del punto de salida, el tendido ha terminado.
- 10) Debe facilitarse la entrada de los últimos metros de cable, cuidando de no sobrepasar el radio de curvatura mínimo, y dejando siempre la longitud de coca correspondiente almacenada en las arqueta

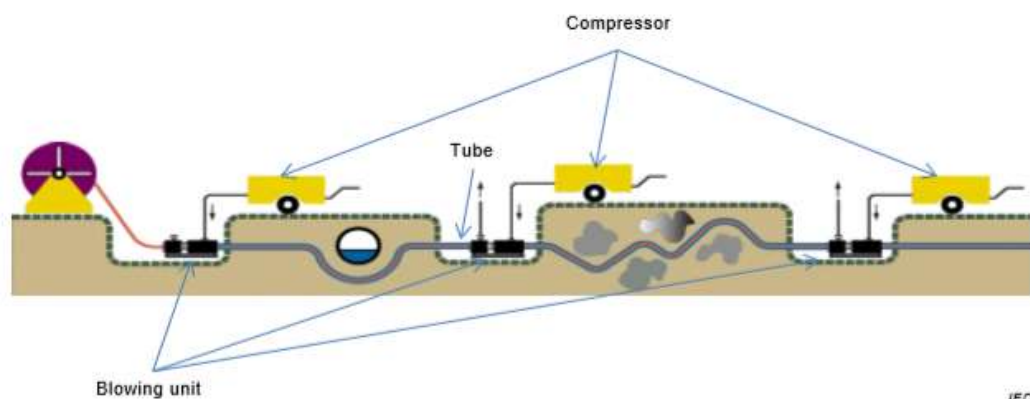


iii) Tendido mediante "BLOWING". El método de tendido de cable denominado "blowing" se describe como un tendido neumático utilizado para instalaciones canalizadas de cables de telecomunicación, que consiste en insertar los cables directamente a presión con la ayuda de aire insuflado, pudiendo ser colocado 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) con los accesorios adaptados al diámetro exterior del cable, así como un compresor, siendo necesario que los conductos o tubos para cables no presenten ninguna deformación.

El procedimiento que seguir es el siguiente:

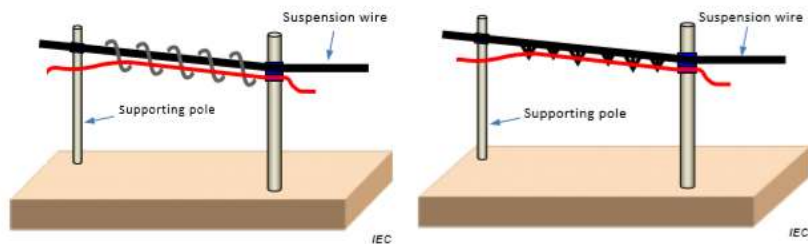
1. Se deberá comprobar que el diámetro del cable es suficientemente regular para facilitar el paso por la oruga de arrastre y los elementos que aseguran la estanquidad del aire.
2. Asegurarse que la relación de diámetro interior del conducto y el diámetro exterior del cable es la adecuada para poder garantizar una ocupación de volumen alrededor del 65%.
3. Previo al insuflado del cable, debe introducirse una sonda para comprobar que el estado del ducto se encuentra en perfectas condiciones para el paso del cable, evitando de este modo zonas de aplastamiento o de curvados innecesarios que evitarían el paso del cable y los problemas durante el tendido.
4. La sonda se sopla a través de todo el ducto y a su vez se impregna de lubricante para dejar lubricado su interior.
5. Siempre que sea posible, el soplado debe hacerse en dirección descendente para facilitar el paso del cable.
6. El proceso se inicia a una velocidad baja entre 10 – 20 m/min a efectos de ir aumentando su velocidad según la cantidad de cable a insuflar.
7. Este proceso puede permitir insuflar longitudes de cable de aproximadamente 2 a 3 km en un solo tramo.

La maquinaria debe operar dentro de los límites de utilización adecuados y con la debida observación de las instrucciones del manual operativo y otras directrices de inspección y mantenimiento.

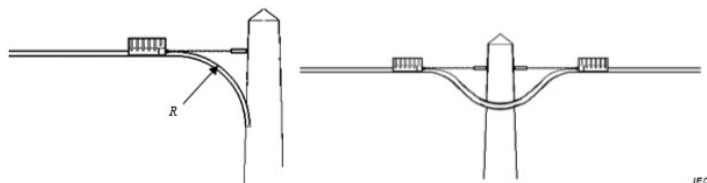


b. **Tendido aéreo.** Para realizar los tendidos de cable de fibra óptica por trazado aéreo, hay que tener en cuenta las siguientes precauciones:

1. 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.
2. 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 trailers 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.
3. 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 tendido manual o tendido mediante cabestrante.
4. Finalizado el tendido, se realiza el cosido del cable al fiador. Se amarra al fiador mediante cosido con hilo de acero de 2 mm. Este cosido se realiza con la máquina de atado que va cosiendo el cable según va avanzando a lo largo del cable de suspensión.

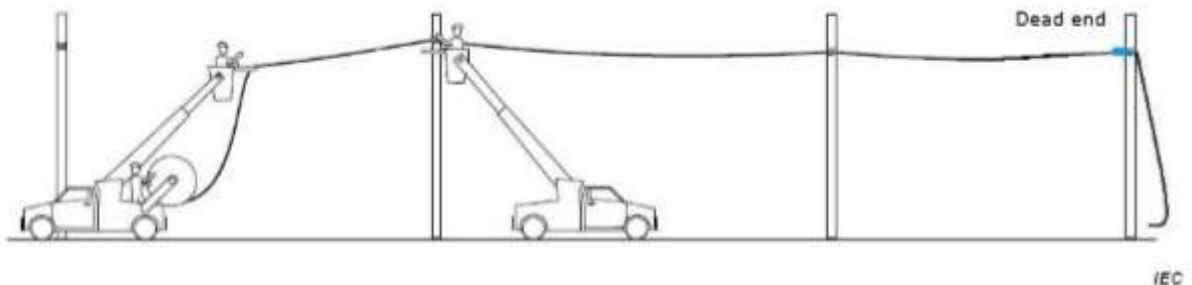


5. En cada poste, el cable formará una vuelta de expansión para permitir la dilatación del fiador. Debido a las propiedades de la fibra óptica, el cable se dilata o contrae muy poco cuando varía la temperatura. Por tanto, para reducir la tensión de un cable de fibra óptica que se haya unido a un fiador de acero, se añadirá una pequeña vuelta de expansión.
6. Debe tenerse en cuenta el radio de curvatura del cable, de modo que la longitud de la vuelta del lazo D debe ser dos veces mayor que su profundidad R y la longitud D también debe ser dos veces mayor que el radio de curvatura mínimo del cable.



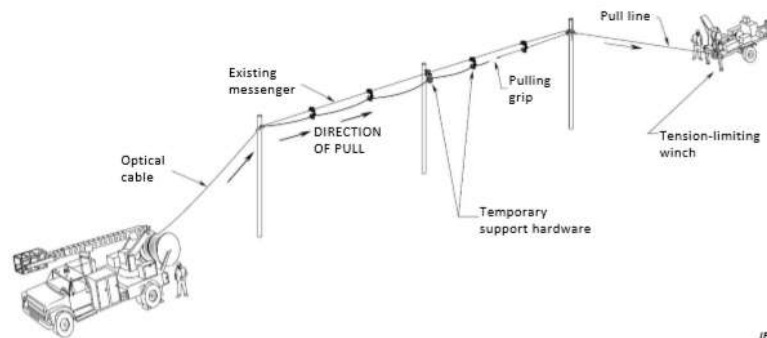
ii. Tendido con tracción manual. Debido al poco peso de los cables de fibra óptica y cuando las condiciones del trazado de la línea lo aconsejen puede utilizarse este método que se describe a continuación:

- 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, al 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.



iii. Tendido con cabestrante. En este método se utiliza un cabestrante que permite controlar la velocidad de tendido y la fuerza de tracción, con parada automática cuando se supere un valor prefijado. Las operaciones por realizar son las siguientes:

- Se sitúa el cabestrante en el extremo de la línea y se extiende manualmente el cable de tiro haciéndolo pasar por los ganchos deslizantes y las poleas guía de cada poste hasta llegar a la bobina.
- El cabestrante se ajusta para la tensión máxima del cable y una velocidad determinada.
- Se inicia la tracción lentamente hasta que el cable llegue a los ganchos deslizantes, donde se detiene el tiro para atar la cuerda que une los ganchos al extremo del cable.
- Se reanuda la tracción hasta alcanzar progresivamente la velocidad correspondiente y se detiene en el poste siguiente para soltar la cuerda de los ganchos, vigilar el paso del cable por la polea y atar la cuerda del siguiente grupo de ganchos.

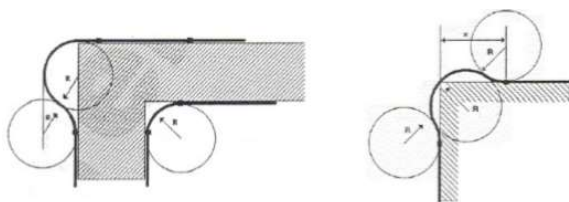


c. **Tendido por fachada.** Los tendidos de cable de fibra óptica por fachada se deben minimizar por el riesgo que suponen para el cable una vez instalado. A continuación, se enumeran algunas de las precauciones que hay que tener en cuenta:

- 1) El tendido se debe mantener a una altura constante, sin cambios de nivel, siendo la altura mínima de 2,5m sobre el suelo, yendo el cable en todo momento paralelo al suelo o perpendicular.
- 2) Con objeto de minimizar el impacto estético, se utilizan elementos arquitectónicos como molduras, canaletas, etc. Es importante que el cable de fibra sea de difícil accesibilidad.
- 3) El recorrido del cable se realiza siempre que sea posible de forma que esté lo menos expuesto al deterioro por las inclemencias atmosféricas.
- 4) El tendido se realiza de forma que se emplee la menor cantidad de materiales, con el menor número de ángulos e intentando salvar todos los obstáculos posibles.
- 5) Los trazados verticales, se separan al menos 30 cm. de las aristas salientes de los edificios.
- 6) Se tiene especial cuidado con el radio de curvatura del cable y las aristas propias de la fachada, de modo que no se realicen curvaturas con radios menores a las indicadas en las instrucciones técnicas del cable a instalar, debiendo disponer para la instalación de cable de una plantilla de radio de curvatura mínimo, para evitar dañarlo.

El procedimiento para la instalación del cable en fachada sigue los siguientes pasos:

- 1) Se comienza con el trazado de la marca en fachada del recorrido a seguir. Esta marca se realiza mediante un marcador, que no es más que una cuerda fina bañada en polvos coloreados. Las subidas y bajadas del cable para los pasos aéreos o subterráneos se realizan mediante plomada y marcado distintivo.
- 2) Realizada la tarea de marcado del recorrido del cable, se realiza la tarea de la colocación de los tacos y abrazaderas de fijación en la fachada, siguiendo el marcado.
- 3) Una vez concluida esta operación, se coloca la bobina de cable en posición y se comienza a la instalación del cable.
- 4) Una vez tendido el cable en fachada se procede a su fijación definitiva, ajustando los sistemas de fijación simultáneamente a la perfecta alineación del cable sobre la fachada, para evitar una instalación con vanos.
- 5) Se recomienda repasar los posibles desperfectos, desconchados, agujeros, pintura, para su reposición.



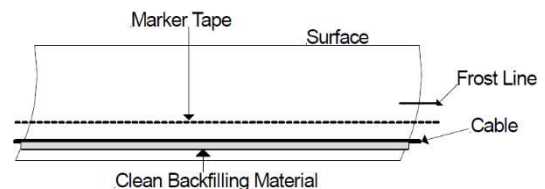
d. Tendido en enterrado directo. Una instalación de enterramiento directo generalmente involucra maquinaria pesada y coloca el cable óptico bajo tierra en contacto directo con la tierra y las piedras que forman el suelo circundante.

- 1) Todo cable de enterramiento directo debe contener una cinta blindada de acero corrugado para protección contra terrenos accidentados y roedores.
- 2) Antes de excavar, se deben identificar y ubicar todos los servicios públicos subterráneos existentes, como cables enterrados, tuberías y otras estructuras a lo largo de la ruta.
- 3) Se deben obtener los permisos de derecho de paso adecuados antes de comenzar la excavación.
- 4) Al enterrar directamente un cable de fibra óptica, se debe tener especial precaución con respecto al radio mínimo de curvatura del cable y la máxima fuerza de tracción. Otras características por considerar incluyen la temperatura de instalación y evitar la torsión durante la instalación.
- 5) Los cables deben ser enterrados por debajo de la línea de congelación, esta profundidad puede variar según la localización geográfica de la instalación.

Tipos de enterrado directo

Las aplicaciones de enterrado directo implican que se está utilizando uno de los siguientes métodos de instalación: excavación de zanjas o arado.

Zanjado



- La excavación de zanjas se puede definir como simplemente cavar una zanja, colocar el cable en ella y volver a llenar la zanja. Este método se usa comúnmente si se deben ubicar uno o varios cables en la misma área a lo largo de la misma ruta. La excavación de zanjas requiere más tiempo que el arado directo, pero permite una instalación más controlada. Las trincheras se pueden cavar a mano o con máquina hasta las profundidades requeridas.
- Algunas ventajas de la excavación de zanjas son: ahorro en los recursos, la operación de excavación es independiente de la colocación de cables, mejor control de profundidad y menos posibilidades de dañar los servicios públicos subterráneos.
- Algunos inconvenientes de la excavación de zanjas son: la colocación del cable es más lenta que arar y no es adecuada para todas las condiciones del suelo y del terreno.
- La excavación de zanjas se realiza típicamente con maquinaria grande. Sin embargo, en algunos lugares puede ser necesario excavar a mano. Las zanjas

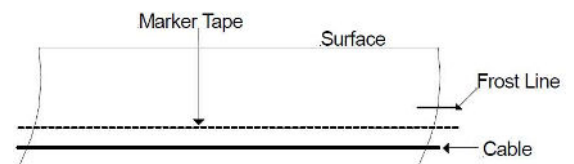
deben mantenerse lo más rectas posible. El fondo de la zanja debe ser plano y sin piedras grandes.

- Una vez que se cava e inspecciona la zanja, se debe colocar material de relleno limpio entre 20 cm y 30 cm de profundidad en la parte inferior de la zanja para proteger el cable y reducir las pérdidas por estrés de la fibra óptica.
- Una vez que el cable se ha colocado en el relleno, se debe rellenar la zanja con relleno limpio y luego conectar a tierra (en el caso de armado metálico), con una cinta de advertencia colocada a 30 cm directamente sobre el cable de fibra óptica. La tierra debe apilarse sobre la zanja para compensar el asentamiento futuro.
- Los cables que se dejen para empalmes futuros deben tener los extremos sellados para evitar la entrada de humedad.



Nota: Desplazar la bobina o carrete de cable a lo largo de la zanja durante el tendido. No tirar o arrastrar el cable desde un emplazamiento fijo.

Arado

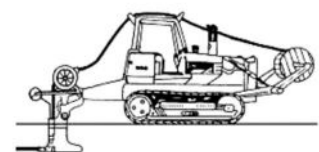


Arar implica el uso de maquinaria pesada que ara, o corta, una ranura de la profundidad adecuada en el suelo mientras que simultáneamente alimenta un solo cable en la ranura. Arar un cable en el suelo es más rápido que abrir una zanja, pero se debe tener especial cuidado para garantizar que el cable no se dañe durante la instalación.

Hay dos tipos de arado: estático y vibración.

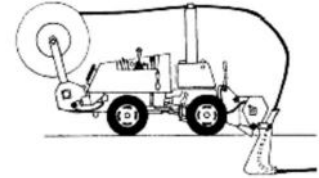
- Arado estático

El arado estático simplemente atraviesa el suelo como un cuchillo que a menudo utiliza varios tractores para tirar de él. Este método es muy rápido y efectivo en áreas abiertas y especialmente cuando el suelo es duro o húmedo.



- Arado por vibración

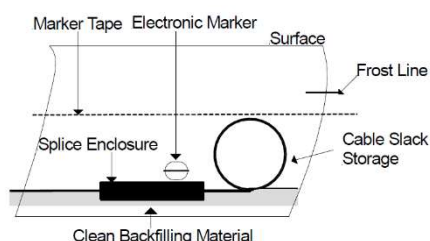
Un arado vibratorio "tiembla" al arar en el suelo. Una "caja vibradora" en un accesorio de arado hace que la hoja del arado se mueva hacia arriba y hacia abajo mientras es empujada hacia adelante por un tractor (generalmente más pequeño que el que se usa en el arado estático). Este método se usa mejor en áreas más pequeñas y estrechas, como derechos de paso y ubicaciones densas. Requiere menos potencia o fuerza para tirar del arado a través del suelo y normalmente no requiere un tractor adicional para tirarlo.



- Algunas de las ventajas del arado son: velocidad de instalación y menor perturbación del suelo.
- Algunos inconvenientes del arado son: El alto costo de los equipos, personal capacitado, no adecuados para todas las condiciones del suelo y del terreno y la posibilidad de dañar los servicios públicos subterráneos.
- Durante la instalación por arado, se debe utilizar un porta-bobinas para facilitar la instalación del carrete. Todos los rodillos o guías del sistema de alimentación de cable que provoquen un cambio en la dirección del recorrido del cable deben ajustarse al radio de curvatura mínimo del cable.
- La trayectoria del cable dentro del conducto de alimentación debe estar limpia, libre de rebabas y bordes afilados o rugosos. El arado nunca debe elevarse a la superficie si no se está moviendo.
- Nunca retroceder el arado con el cable todavía en el conducto.
- Mientras se limpia el cable de fibra óptica, se debe colocar cinta de advertencia a 30 cm directamente sobre el cable.

Cajas de empalmes enterradas directamente

El exceso de cable de fibra óptica debe dejarse en todas las ubicaciones de empalme a lo largo de la ruta. Si la caja de empalme está enterrada directamente, el excedente de cable debe almacenarse en bucles en posición vertical que cumplan con el radio de curvatura mínimo del cable. Esto limita el daño al cable si la tierra se asienta o se mueve cuando el cable está por encima de la línea de congelación.

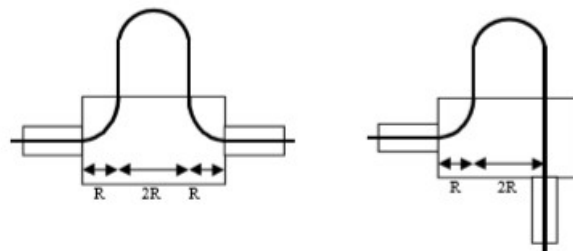


Se recomienda instalar marcadores electrónicos subterráneos o un marcador sobre el suelo en cada ubicación de empalme subterráneo. Esto reduce significativamente el tiempo y la posibilidad de dañar el cable cuando se necesita acceso a la ubicación del empalme en proyectos futuros.

- e. **Tendido en interiores.** La canalización y tendido interior de los cables se realizará de acuerdo con los replanteos realizados. En la realización de los trabajos de tendido de cable en interiores, se han de tener en cuenta las siguientes indicaciones:
- 1) Se evitará la instalación de cables sin ductos, de no ser posible el sistema de sujeción debe garantizar el perfecto funcionamiento del cable sin ser dañado.
 - 2) Supervisar la ubicación de todos los elementos necesarios para ayuda y fijación de los cables en su recorrido por el interior de las salas de comunicaciones de los centros: canaletas, bandejas o elementos de soporte seleccionados.
 - 3) Todos los equipos, armarios y estructuras metálicas deben estar conectados con protección a tierra por seguridad.
 - 4) Todos los enlaces deben estar debidamente identificados, es recomendable que no existan empalme en los cables, a excepción de los correspondientes latiguillos terminales de acceso a los equipos, cuando se precisen.
 - 5) Siempre se deben dejar un excedente de fibra en falso techo o en suelo técnico, de longitud suficiente para permitir movimientos futuros del rack o del panel repartidor, respetando en todo momento el radio mínimo de curvatura del cable.
 - 6) En caso de que la canalización se realice por canaletas, los cables de fibra se fijan en la base de la canaleta mediante bridas cada 300mm como máximo, a lo largo de todo su recorrido, sin exceder en el apriete.

En ambos casos se puede aplicar la siguiente metodología general de tendido:

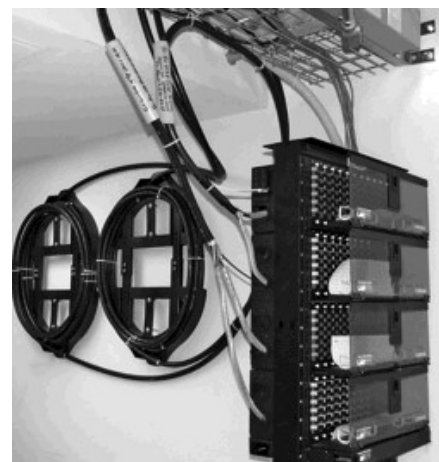
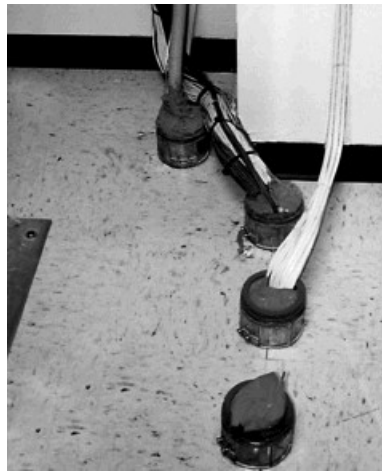
- 1) En primer lugar, se sitúa un panel de conexiones en la entrada del cable, empalmado la fibra proveniente del cable del exterior con la del cable del interior.
- 2) Las rutas horizontales se pueden situar sobre techos suspendidos o bajo suelos elevados, mientras que las verticales se llevan a cabo en armarios elevadores. Si no se dispone de dichos armarios se taladran agujeros en el suelo para guiado de cable o conducto.
- 3) Para facilitar el arrastre del cable dentro del conducto se utilizan cajas de tracción o tendido, preferentemente en largos tramos rectos y en curvas. Se utiliza al menos una caja de tracción tras la segunda curva a 90 grados. Los dos tipos de cajas se observan en la siguiente figura, donde R representa el radio de curvatura mínimo de la fibra óptica.



- 4) Se identifican e inspeccionan todas las cajas de tracción, conductos y bandejas de cable, asegurándose de que no están obstruidas.
- 5) Se sitúa en la ruta completa un tramo continuo de cinta de tracción y se ata al cable el orificio de tendido y el eslabón giratorio para luego atar al eslabón giratorio la

cinta de tracción, también puede ser recomendable el uso de guía-cables de reducido diámetro para interior.

- 6) Se tira del cable desde la primera caja de tracción, enrollando el cable sobre el suelo formando la figura "8".
- 7) Se va alimentando de cable la caja de tracción, continuando con el procedimiento hasta la siguiente caja.
- 8) Los cableados de interior en salas técnicas a menudo requieren sistemas corta fuegos en cada uno de los ingresos de los cables en las paredes y techos. Además, los sistemas corta fuegos para las telecomunicaciones deben cumplir con las normas y estándares aplicables. Todos los accesos de cables deberían estar protegidos con sistemas aprobados.



6. Referencias documentales.

- <https://www.thefoa.org/tech/ref/contents.html>
- Eusko Jaurlaritza-Herrizaingo Saila – ANEXO-III
- Technical Report IEC TR 62691