

ANEXO 2 – PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES PARA EL DESPLIEGUE DE LA RED PASIVA DE FIBRA OPTICA

Diligencia para hacer constar que este documento se corresponde con la traducción literal al idioma castellano del documento original en idioma catalán, aprobado en la Comisión Permanente del Pleno del Consell Comarcal del Maresme, con fecha 8 de octubre de 2013.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	Elementos de obra civil.....	7
1.1.	Tipo de canalización.....	7
1.1.1.	Canalización convencional de tritubo de 40mm en base 3 para acera, calzada o tierras	7
1.1.2.	Canalización de tritubo de 40mm en base 3 en acera para paso en puentes.	11
1.1.3.	Canalización con minianza de tritubo de 40mm en base 2 para calzada	12
1.2.	Descripción de los materiales de canalización.....	13
1.2.1.	Tritubo de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) de 40mm:	13
1.2.2.	Hilo guía y obturadores	14
1.2.3.	Separadores	16
1.2.4.	Arquetas	iError! Marcador no definido.
1.2.5.	Tapas y marcos	21
1.2.6.	Hormigón	iError! Marcador no definido.
1.2.7.	Aglomerados asfálticos.....	24
1.2.8.	Otros materiales.....	iError! Marcador no definido.
2.	Ejecución de la obra civil	25
2.1.	Construcción de la Canalización.....	25
2.1.1.	Excavación	25
2.1.2.	Colocación de las canalizaciones.	26
2.1.3.	Relleno de zanja.....	27
2.1.4.	Comprobaciones.....	28
2.1.5.	Reposición de pavimentos.....	28
2.1.6.	Ejecución de arquetas	29
2.1.7.	Comprobaciones.....	30
2.1.8.	Limpieza y Retirada de Medios	30
2.2.	Otros tipos de canalización	30
2.2.1.	Canalización para intercepción con arqueta existente	30
2.2.2.	Canalización para acceso a edificio	31
2.2.3.	Perforación Horizontal Dirigida (Topo)	33

2.2.4.	Paso por túneles, puentes o Viaductos.....	34
2.2.5.	Salida lateral desde canalización a fachada	35
2.2.6.	Salidas laterales desde canalización a palos	36
2.2.7.	Paso por galerías o colectores de saneamiento visitables	36
2.2.8.	Paso por galerías o colectores de saneamiento no visitables.....	37
2.3.	Relación con otras redes de servicios	38
3.	Elementos de cableado de fibra óptica.....	40
3.1.	Cables de fibra óptica para tendido tradicional	40
3.2.	Especificaciones de la fibra óptica	41
3.3.	Cajas de empalmes	41
3.3.1.	Caja de empalmes tipo 1	41
3.3.2.	Caja de empalmes tipo 2	42
3.3.3.	Caja de empalmes tipo 3	43
3.4.	Armario bastidor tipo rack	44
3.5.	ODF de 144 posiciones y 4U de altura	45
3.6.	Módulo de 12 posiciones SC/APC para repartidor ODF.....	46
3.7.	Pig-tails.....	47
3.8.	Latiguillos.....	iError! Marcador no definido.
4.	Tendido e instalación de fibra óptica.....	47
4.1.	Características generales.....	47
4.2.	Tendido manual distribuido.....	48
4.2.1.	Identificación de los cables	50
4.3.	Tendido soplado	iError! Marcador no definido.
4.3.1.	Identificación de los cables	51
4.4.	Tendido por fachada	iError! Marcador no definido.
4.4.1.	Cruces y paralelismos con otros servicios	53
4.4.2.	Identificación de los cables	55
4.5.	Tendido aéreo.....	56
4.5.1.	Tipo de palos	56
4.5.2.	Utilización de los palos	57

4.5.3.	Cálculo mecánico en palos de hormigón	58
4.6.	Consideraciones adicionales al tendido.....	59
4.7.	Fusiones de los cables de fibra óptica.....	59
4.8.	Instalación de cajas de empalme en fachada	62
4.9.	Instalación de cajas de empalme en arqueta.....	62
4.10.	Instalación de cajas de empalme en palo	63
4.11.	Identificación de cajas de empalme	64
4.12.	Cartas de empalme	64
4.13.	Medidas de calidad	65
4.13.1.	Ejecución de medidas Reflectométricas	66
5.	Codificación y etiquetado	68
5.1.	Obra civil.....	68
5.2.	Fibra óptica	69

1. Elementos de obra civil

A continuación se indican las especificaciones de los materiales de obra civil y las especificaciones técnicas de construcción que conforman la infraestructura de red.

1.1. Tipo de canalización

Por el interior de la canalización discurren los conductos por los que se realiza el tendido de cable. Su profundidad dependerá del número y tipo de conductos que contenga, así como de los cables que alojen los conductos.

Las zanjas de canalización, una vez colocados los conductos, serán rellenadas con hormigón, tierra o con hormigón y tierra.

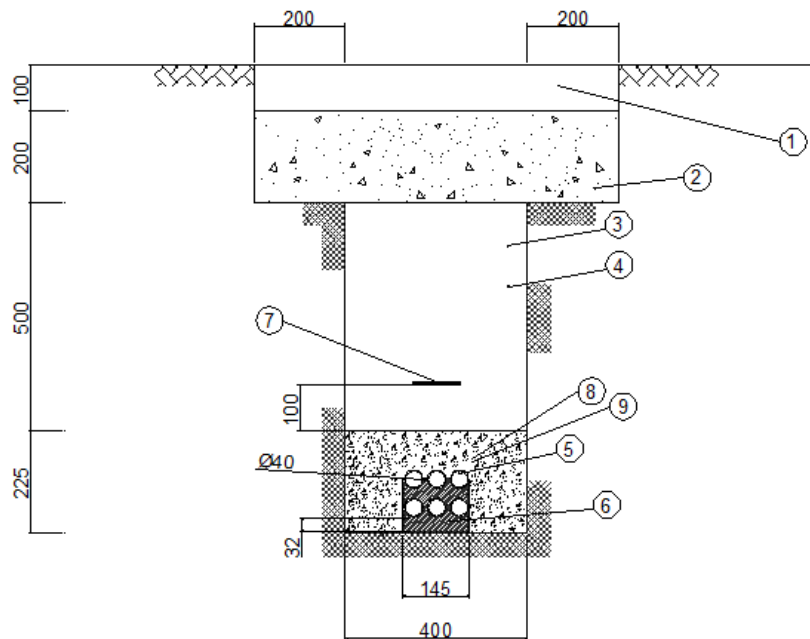
La profundidad de las zanjas se establecerá en función de si la canalización se realiza para acera, calzada o tierra.

1.1.1. Canalización convencional de tritubo de 40mm en base 3 para acera, calzada o tierras

Esta canalización consiste en la construcción de una sección de prisma tubular formado por 1 o 2 tritubos de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) rodeados de hormigón HM-20, con anchura de sección de 0,40m y profundidad sobre la parte superior del dado de prisma hormigonado hasta la cota final de pavimento, de 0,60m en tierras o acera o 0,80m en calzada.

El ancho de reposición del firme se llevará a cabo en función de la normativa aplicable, en cualquier caso será de, como mínimo, 0,60m en acera i 0,80m en asfalto.

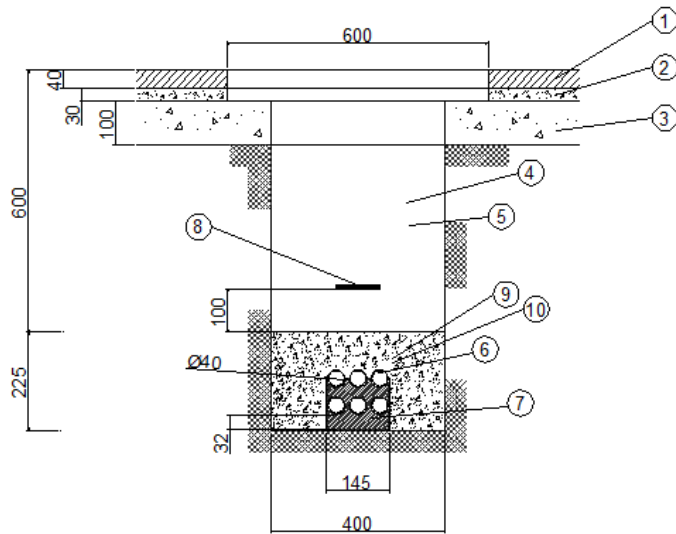
A continuación se muestran las secciones tipo correspondientes a la canalización convencional para 2 tritubos en calzada, acera y tierras.



MEDIDAS

- ① - ② 0.240 m³/ml DEMOLICIÓN PAVIMENTO CALZADA
- ① 0.080 m³/ml REPOSICIÓN CONGLOMERADO ASFÁLTICO
- ② 0.160 m³/ml REPOSICIÓN BASE DE HORMIGÓN PAVIMENTO HM-20
- ③ 0.264 m³/ml EXCAVACIÓN DE TIERRAS
- ④ 0.200 m³/ml RELLENO DE MATERIAL PROCEDENTE DE EXCAVACIÓN
- ⑤ 2.000 ml/ml TRITUBO PEAD DE 40mm
- ⑥ 0.500 u/ml SEPARADOR PEAD PARA 2 TRITUBOS
- ⑦ 1.000 ml/ml CINTA SEÑALIZADORA
- ⑧ 0.055 m³/ml HORMIGÓN HM-20 PRISMA
- ⑨ 0.064 m³/ml TRANSPORTE DE TIERRAS A VERTEDERO

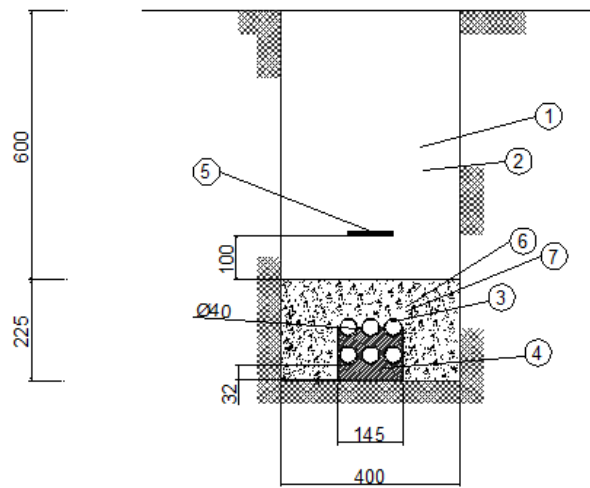
Figura 1. Canalización convencional en calzada para 2 tritubos de $\varnothing 40\text{mm}$



MEDIDAS

- | | | |
|-----------|--------------------------|---|
| ① - ② - ③ | 0.082 m ³ /ml | DEMOLICIÓN PAVIMENTO ACERAS |
| ① | 0.600 m ² /ml | REPOSICIÓN PAVIMENTO DE LOSETA HIDRÁULICA |
| ② | 0.018 m ³ /ml | MORTERO DE SOPORTE |
| ③ | 0.040 m ³ /ml | REPOSICIÓN BASE DE HORMIGÓN PAVIMENTO HM-20 |
| ④ | 0.236 m ³ /ml | EXCAVACIÓN DE TIERRAS |
| ⑤ | 0.172 m ³ /ml | RELLENO DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN |
| ⑥ | 2.000 ml/ml | TRITUBO PEAD DE 40mm |
| ⑦ | 0.500 u/ml | SEPARADOR PEAD PARA 2 TRITUBOS |
| ⑧ | 1.000 ml/ml | CINTA SEÑALIZADORA |
| ⑨ | 0.055 m ³ /ml | HORMIGÓN HM-20 PRISMA |
| ⑩ | 0.064 m ³ /ml | TRANSPORTE DE TIERRAS A VERTEDERO |

Figura 2. Canalización convencional en acera para 2 tritubos de $\varnothing 40\text{mm}$



MEDIDAS

- | | | |
|---|-------------|---|
| ① | 0.236 m3/ml | EXCAVACIÓN DE TIERRAS |
| ② | 0.172 m3/ml | RELLENO DE MATERIAL PROCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN |
| ③ | 2.000 ml/ml | TRITUBO PEAD DE 40mm |
| ④ | 0.500 u/ml | SEPARADOR PEAD PARA 2 TRITUBOS |
| ⑤ | 1.000 ml/ml | CINTA SEÑALIZADORA |
| ⑥ | 0.055 m3/ml | HORMIGÓN HM-20 PRISMA |
| ⑦ | 0.064 m3/ml | TRANSPORTE DE TIERRAS A VERTEDERO |

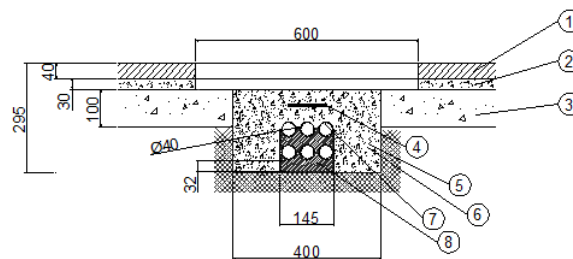
Figura 3. Sección tipo - Canalización convencional en tierras para 2 tritubos de $\varnothing 40\text{mm}$

1.1.2. Canalización de tritubo de 40mm en base 3 en acera para paso en puentes

El método constructivo de canalización enterrada en acera para paso en puentes se llevará a cabo en aquellos puentes y viaductos con acera no transitada por vehículos. La profundidad de la sección será la mínima posible que permita el soterramiento de los tritubos, la correcta reposición del pavimento y a la vez no afecte a la estructura de sustentación del puente.

Esta canalización consiste en la construcción de una sección de prisma tubular formado por 1 o 2 tritubos de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) rodeados de hormigón HM-20, con anchura de sección de 0,40m y profundidad de entre 0,20 m i 0,30 m. El sobre ancho de reposición del pavimento se llevará a cabo en función de la normativa aplicable, en cualquier caso será de, como mínimo, 0,10 m por lado. La canalización se ejecutará mediante medios convencionales.

A continuación se muestra la sección tipo correspondiente a la canalización convencional para el cruce de un puente en acera:



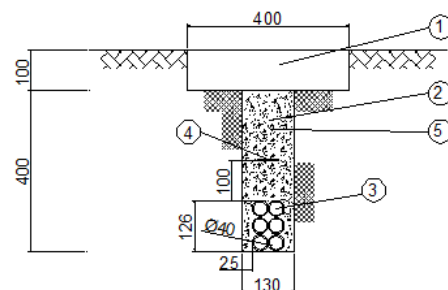
MEDIDAS	
① - ② - ③	0.082 m3/ml DEMOLICIÓN PAVIMENTO ACERAS
①	0.600 m2/ml REPOSICIÓN PAVIMENTO DE LOSETA HIDRÁULICA
②	0.018 m3/ml MORTERO DE SOPORTE
③	0.040 m3/ml REPOSICIÓN BASE DE HORMIGÓN PAVIMENTO HM-20
④	1.000 ml/ml CINTA SEÑALIZADORA
⑤	0.055 m3/ml HORMIGÓN HM-20 PRISMA
⑥	0.064 m3/ml TRANSPORTE DE TIERRAS A VERTEDERO
⑦	2.000 ml/ml TRITUBO PEAD DE 40mm
⑧	0.500 u/ml SEPARADOR PEAD PARA 2 TRITUBOS

Figura 4. Cruce de puente a través de acera

1.1.3. Canalización con minizanja de tritubo de 40mm en base 2 para calzada

La minizanja consiste en la ejecución, con maquinaria específica (zanjadoras de correa o de disco), de una zanja de una anchura de 13 cm y profundidad de 50 cm donde se instalarán, como mínimo, 6 conductos de polietileno de alta densidad de 40mm en base 2. Al igual que la zanja convencional, también se hormigonan y el procedimiento constructivo a seguir es de forma análoga.

La reposición del firme se llevará a cabo en función de la normativa aplicable, en cualquier caso será de, como mínimo, 0,40m en calzada.



MESURES

- ① 0.040 m³/ml FRESADO PARA REPOSICIÓN DE ASFALTO
- ① 0.040 m³/ml REPOSICIÓN CONGLOMERADO ASFÁLTICO
- ② 0.065 m³/ml CORTE CON DISCO - MÁQUINA ZANGADORA
- ② 0.065 m³/ml REPOSICIÓN DE HORMIGÓN PAVIMENTO HM-20
- ③ 2.000 ml/ml TRITUBO PEAD DE 40mm
- ④ 1.000 ml/ml CINTA SEÑALIZADORA
- ⑤ 0.065 m³/ml TRANSPORTE DE RESIDUOS A VERTEDERO

Figura 5. Sección tipo - Canalización con minizanja en calzada para 2 tritubos de $\varnothing 40$ mm en base 2

La opción de minizanja es recomendable para aquellos trazados libres de servicios y/o canalizaciones de terceros ya que el paso de la zanjadora puede provocar daños y dañar las infraestructuras existentes de otros servicios. Para utilizar este tipo de construcción en zonas ya urbanizadas con otros servicios, es imprescindible la utilización de un georadar que permita la identificación exacta de todos los servicios existentes a lo largo del trazado.

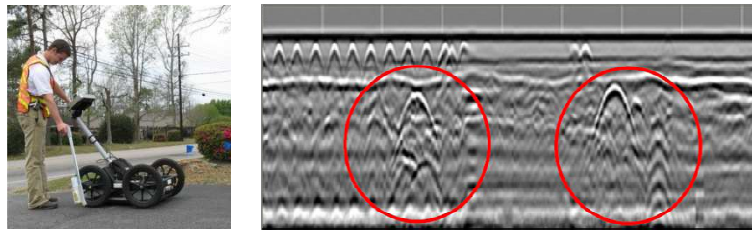


Figura 6. Detección de servicios existentes con georadar

1.2.Descripción de los materiales de canalización

1.2.1. Tritubo de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) de 40mm:

Se instalarán dos tritubos de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) de \varnothing exterior de 40 mm e interior de 34 mm. Los tubos se encuentran unidos de tres en tres por un nervio, formando así el tritubo. Se utilizará en todas las canalizaciones que discurren entre arquetas.

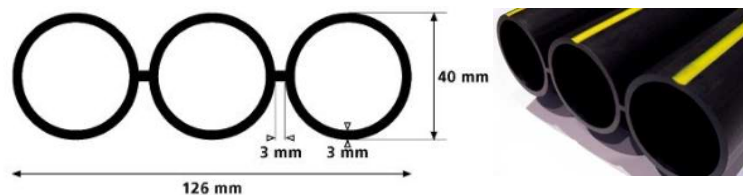


Figura 7. Ejemplo de tritubo PEAD de 40mm

Formado por 3 tubos de diámetro exterior de 40 mm e interior de 34 mm con paredes interiores y exteriores lisas. Los tubos se encuentran unidos de tres en tres por un nervio, formando así el tritubo. Se utilizará en todas las canalizaciones enterradas que discurren entre arquetas.

Las características mecánicas y físico-químicas principales de los tubos deberán ser las siguientes:

Tritubo PEAD de 40mm		
Presión (1h a 23 °C)	10 Kg/cm ²	
Densidad	>0,95 g/cm ³	UNE-53.020
Índice de fluidez (190 °C - 2,16 kg)	<0,25 g/10 min	UNE-53.200
Resistencia a la tracción	>200 Kg/cm ²	UNE-53.131
Alargamiento	>350%	UNE-53.131
Temperatura VICAT (1 Kg)	>110°C	UNE-53.118
Retracción	<3 %	UNE-53.131
Estanqueidad	Sin pérdidas	UNE-53.131
Contenido de negro de humo	<2%	UNE-53.375

Tabla 1. Características del tritubo PEAD de 40mm

Las bobinas se suministrarán en longitudes de 500 m. Las uniones de los tubos se realizarán mediante manguitos de unión específicos de manera que aseguren la estanqueidad del empalme en un 100% de los casos, hasta una presión interior de 1,5 atmósferas. El polietileno del manguito cumplirá las mismas especificaciones requeridas para el tubo.

Alternativamente, en casos donde la flexibilidad del tubo así lo exija, el tritubo PEAD de 40mm podrá sustituirse por 3 conductos corrugados independientes de doble pared. La pared externa de los tubos será corrugada y se fabricará siempre con polietileno de alta densidad (PEAD), mientras que la pared interior será lisa y fabricada de polietileno de baja densidad (PEBD), para suministro en bobinas o rollos. Las características mecánicas y físico-químicas de los tubos corrugados serán equivalentes a las presentadas en la Tabla 1.

1.2.2. Hilo guía y obturadores

Las características principales del hilo guía serán las siguientes:

- Cuerda de nylon de alta tenacidad, de tres cabezas.
- Resistencia a tracción mínima de 300 kp.
- Diámetro no inferior a 3 mm.

Todos los conductos se dejarán con hilo guía pasado.

Se realizará un sellado adecuado de todos los tubos ocupados con cables de fibra y de todos los conductos vacíos, los cuales se dejarán también con obturadores adecuadamente instalados.

Los tapones serán de polietileno de baja densidad o PVC y de diámetro adecuado al conducto que deban obturar. El sistema de ajuste será a presión.

El sellado mínimo recomendado es mediante polietileno.

Si bien este tipo de sellado no evita totalmente la actuación de roedores, si permite en los mantenimientos preventivos a realizar identificar puntos con presencia de roedores y volverlos a sellar.

En el caso de conductos ocupados, la obturación del conducto se podrá realizar mediante espuma selladora de expansión bloqueadora de líquidos, ácidos, gases y roedores. Para la correcta obturación, hay que formar un tapón de espuma de un mínimo de 8cm de profundidad.



Figura 8. Ejemplo de obturación de conducto ocupado con espuma selladora

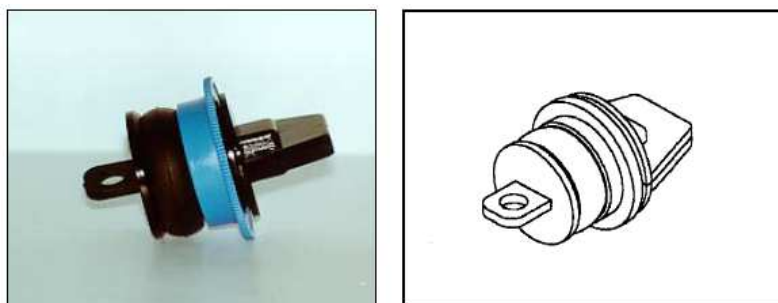


Figura 9. Ejemplo de obturador para conducto libre

1.2.3. Separadores

Los separadores de los conductos permiten sujetar la estructura de la canalización compuesta por diferentes tubos así como mantener la equidistancia entre conductos en el interior de la excavación.

El sistema de bloqueo de los conductos en el separador deberá ser tal que no permita el desarmado accidental del conjunto a lo largo de su manipulación y puesta en obra.

El esfuerzo de extracción del conducto colocado en el separador no será inferior a 30 N.

Los separadores serán de material plástico (polipropileno, poliuretano antichoque, etc.) u otro adecuado y proporcionarán una distancia de separación suficiente entre los conductos paralelos que formen el prisma para permitir un uniforme relleno entre ellos.

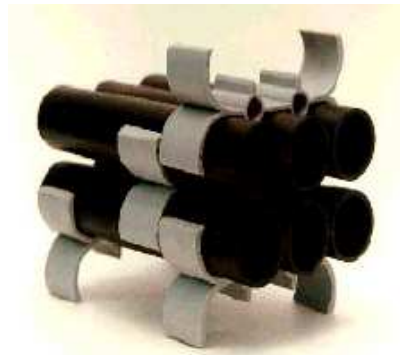


Figura 10. Ejemplo de separadores para tritubos

1.2.4. Arquetas

Para el despliegue de la infraestructura de red se utilizarán arquetas prefabricadas para telecomunicaciones en hormigón armado con solera y cuatro ventanas de conexión y sumidero inferior. En casos excepcionales y previa autorización de la dirección facultativa se podrán construir arquetas de obra nueva, in situ. Las arquetas de obra nueva serán de dimensiones y características idénticas a las arquetas prefabricadas.

1.2.4.1. Características de las arquetas

Las características de las arquetas son las siguientes:

- Las arquetas deberán soportar la presión ejercida por la tapa, cumpliendo las normas EN124 clase D400.

- La solera tendrá una inclinación uniforme, a cuatro aguas, del 1% desde las paredes hacia el sumidero.
- En el centro de la solera se formará una jarra circular de diámetro 125 mm y profundidad de 50 a 70 mm.
- Será íntegramente de hormigón, con resistencia mínima de 35N/mm².
- La consistencia se medirá de acuerdo con la Norma UNE 83.313.
- Asimismo estarán dotadas de los herrajes interiores necesarios para el soporte de cables y conexiones.

Se llevarán a cabo las siguientes hipótesis de cargas en función de la ubicación de las arquetas:

- Hipótesis I: Vías

Tren de cargas de un vehículo de 60 T, con el eje longitudinal paralelo al eje de la calzada y formado por 6 cargas de 10 T que actúan, cada una, sobre una superficie rectangular de 0,2 x 0,6 m², con el lado de 0,2 paralelo al eje del vehículo.

La separación entre cargas en sentido longitudinal será 1,5m y en sentido transversal de 2m. Las arquetas, por sus dimensiones reducidas, sólo se verán afectadas por una carga de 10 T. A esta acción se añadirá la acción del peso del terreno y una sobrecarga uniforme de 4000N/m².

- Hipótesis II: Aceras

Tren de cargas equivalente a una carga de 6T actuando sobre una superficie de 0,3 x 0,3 m² en la posición más desfavorable. A esta acción se añadirá la acción del peso del terreno y una sobrecarga uniforme de 4000N / m².

- Hipótesis III: Zonas apartadas del tráfico de vehículos (jardines, espacios de ocio, etc.)

Sobrecarga uniforme de 1T/m², afectada por un coeficiente de impacto de 1,4. A esta acción se añadirá la acción del peso del terreno.

1.2.4.2. Tipos de arquetas

Se prevé la instalación de 3 tipos de arquetas:

- Arqueta de 40cm x 40cm: Arqueta de planta cuadrada de dimensiones (ancho x largo) exteriores 564mm x 564mm e interiores 400mm x 400 mm.

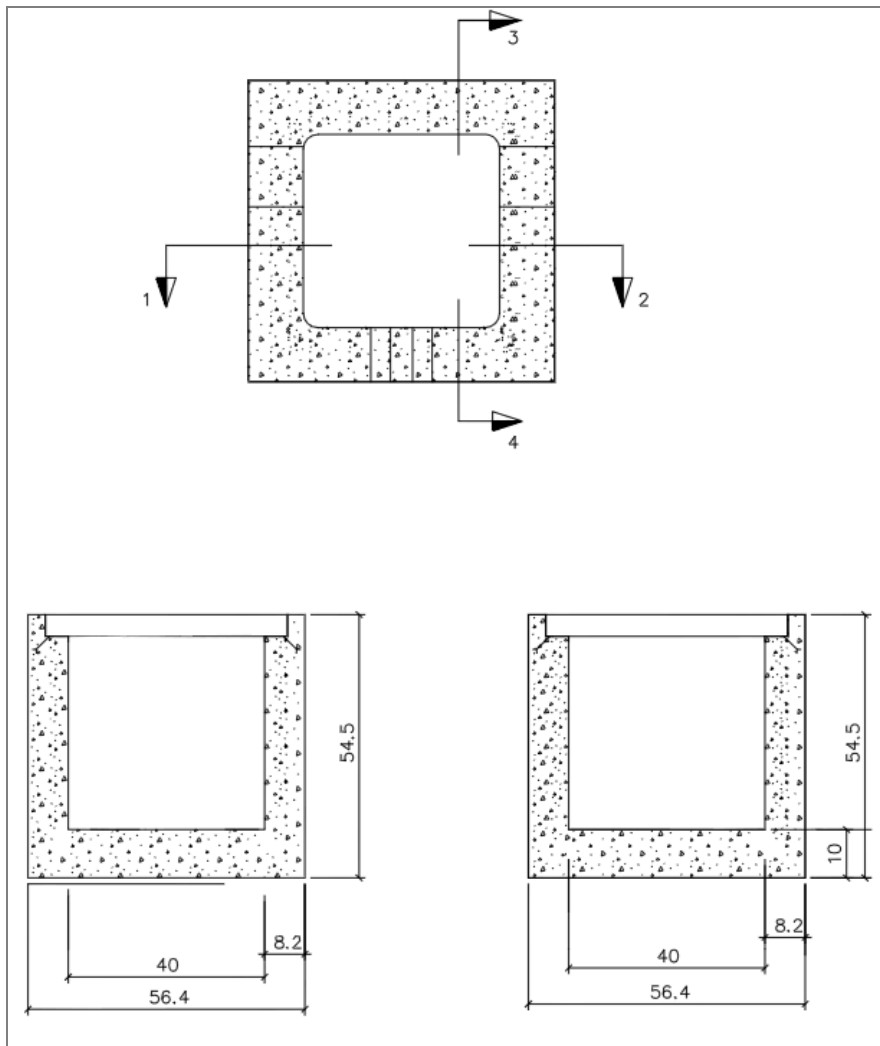


Figura 11. Arqueta de 40cm x 40cm

- Arqueta de 70cm x 70cm: Arqueta de planta cuadrada de dimensiones (ancho x largo) exteriores 950mm x 950 mm e interiores 700mm x 700 mm.

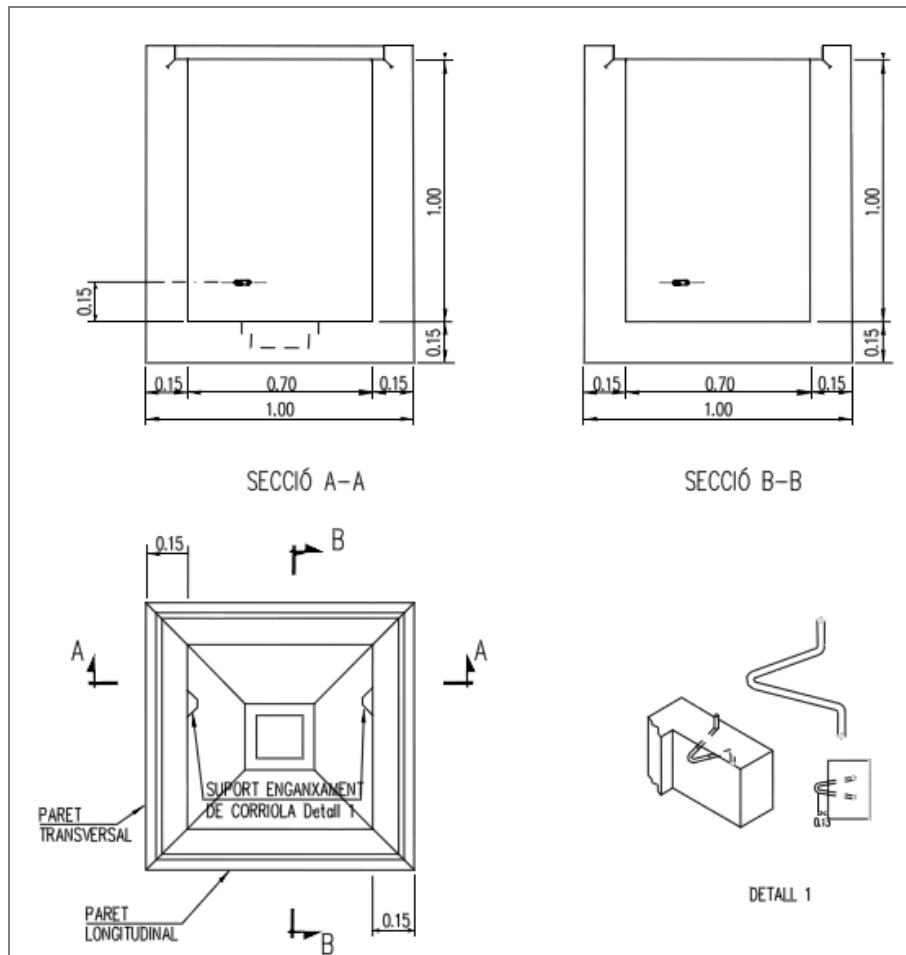


Figura 12. Arqueta de 70cm x70cm

- Arqueta de 140cm x 70cm: Arqueta de planta rectangular de dimensions externes 1.700mm x 1000 mm e internes 1400mm x 700 mm.

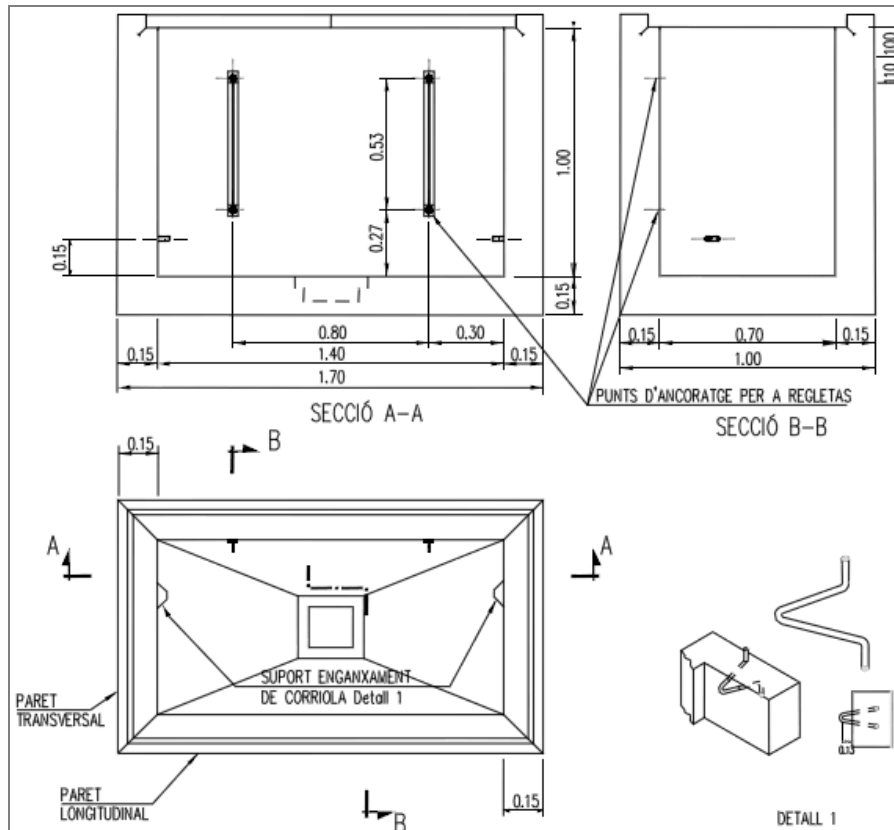


Figura 13. Arqueta de 140cm x70cm

1.2.4.3. Ubicación de las arquetas

En los puntos donde se tenga que ubicar una arqueta, elegiremos un tipo u otro según su ubicación, los cables que pasan por ella y los dispositivos o empalmes que contenga.

- Arqueta de 400 x 400. Se utilizará en los siguientes casos:
 - Accesos a los Ayuntamientos.
- Arqueta de 700 x 700. Se utilizará en los siguientes casos:
 - Cuando sea necesario llevar a cabo cambios de dirección pronunciados en la canalización, para evitar radios de giro excesivamente forzados.
 - En zonas urbanas, cada 50 metros de canalización.
 - En zonas interurbanas, entre dos arquetas de 700x1400.
- Arqueta de 700 x 1400. Se utilizará en los siguientes casos:
 - En los puntos de unión entre diferentes tipos de canalización
 - Cuando sea necesario ubicar una caja de empalme de fibra óptica
 - En la salida de los centros técnicos
 - En zona interurbana, como máximo cada 3.000m de canalización.

1.2.5. Tapas y marcos

Las tapas y los marcos serán de fundición dúctil según la norma EN-124 clase D-400, de superficie antideslizante y plana, con una tolerancia del 1% a la cota de paso, con un máximo de 6 mm.

El asentamiento de la tapa en el marco será de tal manera que no exista balanceo al paso de vehículos en aquellas arquetas instaladas en calzada. En arquetas situadas en tierras o acera no existirá balanceo al paso de personas. Las arquetas a situar en calzada serán de 700x700mm con tapa y marco circular, con marco aparente de paso de 700mm.

Las tapas deben disponer de un cierre de seguridad que sea accionable mediante una llave específica, y llevaran las marcas indicadas en la norma UNE EN-124.

Las tapas deben llevar una identificación conforme incluyen elementos de telecomunicaciones (p.ej. TC) así como un anagrama que identifique la titularidad de la misma.

Descripción	Medidas (mm)		
	Long. tapa	Paso libre	Altura
Arqueta de 40cm x 40cm (instalación en acera)	490 x 490	400 x 400	545
Arqueta de 70cm x 70 cm (instalación en acera)	780 x 780	700 x 700	100
Arqueta de 140cm x 70 cm (instalación en acera)	1560 x 780	1500 x 700	100
Arqueta de 70cm x 70 cm (instalación en calzada)	780 (Circular)	714	100

Taula 2. Características de tapas y marcos

- Tapa de arqueta 40cm x 40cm en acera:

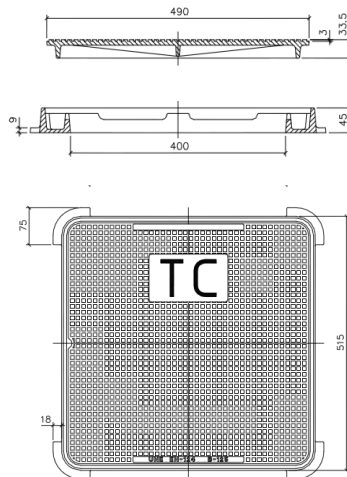


Figura 14. Tapa arqueta 40cm x 40cm en acera

- Tapa de arqueta 70cm x 70cm en acera:

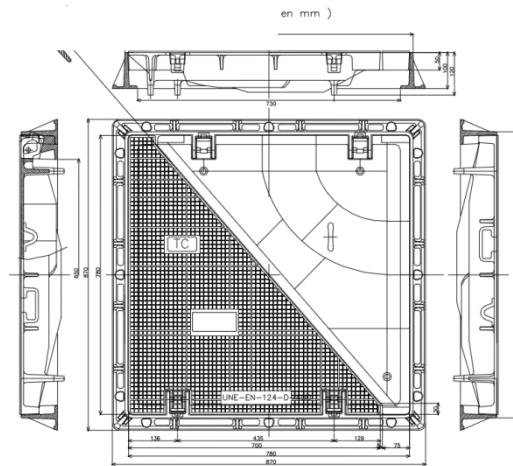


Figura 15. Tapa de arqueta de 70cm x 70cm en acera

- Tapa de arqueta 140cm x 70cm en acera:

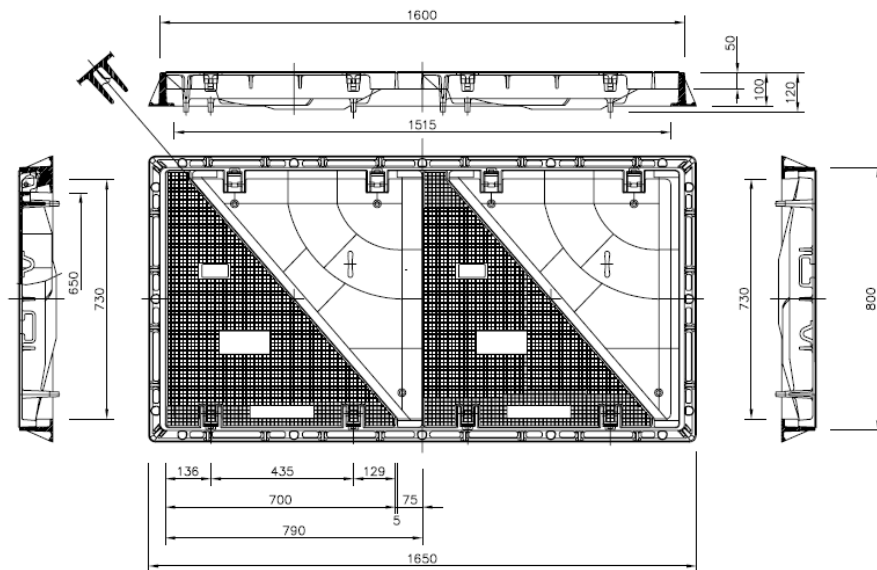


Figura 16. Tapa de arqueta de 140cm x 70cm en acera

- Tapa de arqueta 140cm x 70cm en calzada:

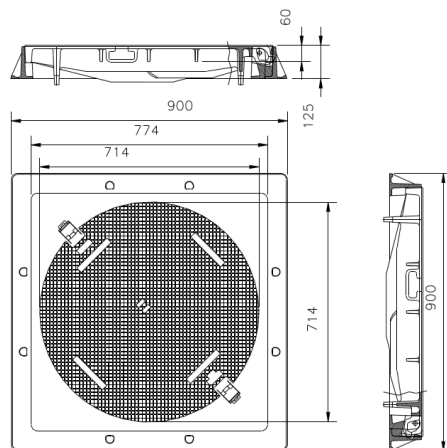


Figura 17. Tapa de arqueta de 70cm x 70cm en calzada

1.2.6. Hormigón

Los hormigones utilizados tanto para protección de canalizaciones enterradas como para ejecución de obras de fábrica, arquetas, pedestales de armarios o basamentos de palos, cumplirán las especificaciones recogidas en la "Instrucción de hormigón estructural (EHE)", con las características de resistencia, docilidad y tamaño máximo del árido que en cada caso se indiquen.

El hormigón a utilizar en canalizaciones será del tipo HM-20 con una resistencia mínima según normas UNE 7240 i 7242 de 200kg/cm²

1.2.7. Aglomerados asfálticos

Salvo los casos en que el organismo oficial competente, determine un tipo de mezcla bituminosa en concreto, las reposiciones de aglomerados asfálticos deberán ser similares a los pavimentos originales.

Su puesta en obra, deberá ser siempre en caliente.

Los áridos a utilizar en riegos de imprimación cumplirán las prescripciones del Pliego General de Carreteras (PG3), artículo 530.

El árido para riego de imprimación tendrá un huso granulométrico del tipo A5 / 2UNE, con tamaño máximo de cinco mm (5mm) y mínimo de dos mm (2 mm).

El material bituminoso a utilizar en riego de imprimación será un betún asfáltico fluidificado de curado medio, tipo MC2, y deberá cumplir todas las prescripciones correspondientes detalladas en el artículo 212 del Pliego General de Carreteras (PG3).

En particular deberá determinar el punto de inflamación siempre que se pueda dar el caso de que la temperatura ambiente o la designada para su uso puedan alcanzar el valor de este punto.

1.2.8. Otros materiales

En la ejecución de las canalizaciones, podrá ser necesario el uso de otros materiales como, agua, cementos y áridos para elaboración de morteros o arenas para protección de servicios.

Para la reposición del pavimento en las canalizaciones, podrá ser necesaria también la utilización de losetas hidráulicas, losetas de terrazo, adoquines naturales o artificiales, hormigones vistos, etc. Todos estos materiales, deberán ser de las mismas características que los pavimentos originales.

Además de los materiales anteriormente mencionados, en ocasiones excepcionales puede ser necesario el uso de otros, como por ejemplo:

- Cualquier tipo de conducto, (monotubo, bitubo o tritubo) de medidas diferentes a los especificados en este documento, u otros que se pudieran especificar en el futuro.
- Cualquier tipo de accesorio, especificado o no, necesario para la completa y correcta instalación de los conductos en las versiones antes mencionadas.
- Cualquier tipo de material necesario para la correcta protección de los prismas de canalización.
- Cualquier tipo de material necesario para la correcta y completa reposición de los pavimentos (bordillos, losetas especiales, pintura de señalización horizontal, semillas o especies de jardinería, etc.) afectados por la construcción de la canalización.

2. Ejecución de la obra civil

2.1. Construcción de la Canalización

2.1.1. Excavación

La apertura de zanjas se realizará sin interrupciones de tráfico rodado, realizando los cruces en mitades alternativas. Se utilizarán placas de acero de 2cm de grosor para restablecer el

tráfico en los cruces abiertos. Asimismo, se deberá mantener el acceso de peatones a los edificios y comercios.

La apertura de zanjas se podrá realizar mediante medios mecánicos (zanjadoras, retroexcavadora, martillo neumático, etc ...) excepto en aquellos casos en los que se haya detectado o se espere encontrar alguna conducción. En estos casos la apertura se realizará con medios manuales hasta descubrir totalmente el servicio afectado.

La tierra vegetal extraída que se vaya a utilizar en relleno de zanja, se recogerá de forma separada. El resto de tierras y materiales procedentes de la excavación, se transportarán al vertedero acreditado mas cercano, debiendo justificar los documentos que acrediten este vertido.

En calzadas con pavimento asfáltico se realizará el trazado y corte mecánico del pavimento, para conseguir un perfil vertical regular y limpio en los bordes del pavimento no destruido. A continuación se destruirá el pavimento asfáltico y bases si las hay. Los adoquines, baldosas hidráulicas, bordillos o cualquier otro elemento que por su valor deba conservarse, se retirará, limpiará y recogerá de la forma más cuidadosa posible para evitar su deterioro.

En el proceso de excavación, se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Apuntalamiento: Las excavaciones se apuntalarán cuando la Dirección de Obra lo considere necesario. El apuntalamiento se elevará como mínimo 10 cm por encima de la línea del terreno o de la zanja protectora.
- Condiciones de drenaje: Se tomarán las medidas oportunas para evitar que la escorrentía superficial provocada por una precipitación inesperada inunde las zanjas abiertas y también cuando se llegue al nivel freático durante la excavación y deba permanecer la zanja abierta.
- Pendiente de la zanja: Se dará una pendiente longitudinal a la base de toda zanja que quede abierta al terminar la jornada laboral hacia cada una de las arquetas para evitar el encharcamiento de agua en la zanja en previsión de lluvias o fugas de servicios existentes.
- Limpieza de fondos: se rectificará el perfil longitudinal, recortando las partes salientes tanto en planta como en alzado y llenando las depresiones del fondo. Se acabará con una apisonada general per preparar la obra posterior.

2.1.2. Colocación de las canalizaciones.

El número de conductos a disponer varía según el tramo de red considerado de acuerdo con los planos proporcionados.

El paquete de tubos se desplegará con toda la longitud que será extendida de una vez al lado del emplazamiento de la zanja, realizando los empalmes correspondientes.

El radio de curvatura de los tritubos y de los microductos será mayor de 30m. Además, la suma del ángulo central de todas las curvas existentes en una sección no superará los 120°. Estos valores, se podrán variar de manera extraordinaria, con autorización de la Dirección de Obra.

Una vez dispuestos los conductos se corregirán los defectos de alineación en panta y alzado de manera que quede perfectamente formado el prisma y se mantenga la distancia suficiente con las paredes de la zanja, que permita el correcto hormigonado de la misma. Podrá ser necesario el uso de elementos de separación, en forma de "U" o similares.

Los restos de conductos, tapones, empalmes, cintillas, embalajes y otros elementos utilizados en la canalización, junto los excedentes de la excavación y material de relleno, serán transportados a un vertedero.

2.1.3. Relleno de zanja.

Distinguiremos entre canalizaciones convencionales o minizanja:

2.1.3.1. CANALIZACIONES CONVENCIONALES

- Se rellenará el prisma hasta 10cm por encima de la generatriz superior del conducto más superficial, con el mismo tipo de hormigón (HM-20) y en una sola fase. El relleno se compactará adecuadamente mediante vibrado hasta conseguir una masa homogénea sin oclusiones de aire o coqueas y exenta de materias extrañas de cualquier procedencia.
- Posteriormente, se realizará el relleno de la zanja con el material extraído de la zanja previamente seleccionado, proporcionando la humedad adecuada para la correcta compactación, vertido en capas de grosor original inferior a 20 cm y apisonadora por medio de pistones neumáticos o elementos vibradores adecuados.
- Finalmente, para las zanjas convencionales en acera o calzada, se realizará una reposición de base de hormigón, maestreada y vibrada, y pavimento igual al existente con sobreanchuras según secciones tipo y previa autorización de la dirección de obra.

2.1.3.2. CANALIZACIONES EN MINIZANJA:

- Se llenará el prisma hasta la parte inferior de la base del pavimento, con el mismo tipo de hormigón (HM-20) o de material autocompactante y en una sola fase. El relleno se compactará adecuadamente mediante vibrado hasta conseguir una masa homogénea sin oclusiones de aire o coqueas y exenta de materias extrañas de cualquier procedencia.
- El proceso de relleno, se realizará sin interrupciones del tráfico rodado, realizando los cruces en mitades alternativas. Se utilizarán placas de acero de 2cm de grosor para restablecer el tráfico antes de empezar el relleno de la zanja a la mitad restante de calzada.

2.1.4. Comprobaciones

Una vez construido un tramo de canalización entre dos puntos, (arqueta - arqueta, arqueta - edificio, etc.) se procederá a la pertinente comprobación de los diferentes conductos en toda su longitud mediante la operación de mandriles, que consiste en pasar un elemento comprobador (mandril, bala, etc.) de manera que quede garantizada la ausencia de obstrucciones o disminuciones de sección de los tubos, dejando el correspondiente hilo guía instalado en cada conducto, así como tapones instalados en todos ellos. Los mandriles de comprobación tendrán una tolerancia máxima del 10% del diámetro interior del conducto a comprobar.

Normalmente las operaciones de mandriles se realizarán con asistencia de aire comprimido, y se puede realizar también de forma manual o mediante la utilización de varillas continuas o segmentadas.

2.1.5. Reposición de pavimentos

Una vez rellenada la zanja, se procederá a la reposición del firme y extendido de la capa asfáltica hasta el mismo nivel que el de alrededor, cuidando que la unión mantenga las condiciones de estanqueidad.

En calzadas o aceras con pavimento de baldosa, losetas, mosaicos, adoquines, etc., se utilizarán los materiales previamente recogidos sustituyendo los no reutilizables por otros de similar color, tono, tamaño y dibujo que los existentes.

El ancho de reposición, vendrá dado por las secciones tipo indicadas en el apartado donde se describen los tipos de canalización. Como norma general, la anchura de reposición sobreesdrá 20cm más por cada lado de la zanja convencional en calzada, y 10 cm más por cada lado de la zanja convencional en acera.

Dada la variedad de pavimentos existente y, a veces, las variadas concepciones de su puesta en obra por parte de los técnicos responsables de los diferentes municipios, es aconsejable

su concurso en cuanto a la aceptación, tanto de los materiales como de su colocación en obra, incluso con anterioridad a su demolición.

En el caso de resultar afectada por los trabajos la señalización horizontal existente, ésta deberá ser repuesta por otra de idénticas características, es aconsejable en estos casos la utilización de empresas especializadas para su ejecución.

2.1.6. Ejecución de arquetas

En la construcción de las arquetas, se aplicará todo lo descrito en el apartado de construcción de canalización de este documento, referente a excavación, colocación de conductos, relleno de canalizaciones y reposición de pavimentos.

A continuación se describen los pasos a seguir para la instalación de una arqueta prefabricada de hormigón armado:

- La excavación se realizará dejando un mínimo de 10 centímetros libres a cada lado de la arqueta, quedando siempre las paredes totalmente verticales y sin peligro de desprendimientos.
- Con la excavación realizada se nivelará el fondo haciendo una capa de arena compactada y nivelada que servirá de base de asiento de la arqueta.
- La arqueta prefabricada se pondrá mediante medios mecánicos de manera que las paredes transversales queden perpendiculares a la traza de la canalización. Una vez situada la arqueta en su emplazamiento se comprobará y procederá a la nivelación.
- A continuación se verterán los conductos en las ventanas correspondientes dejando un vuelo de 30 centímetros mínimo respecto del paramento interior de la arqueta para facilitar los empalmes.
- Se rellenarán y compactarán los huecos entre la arqueta y la excavación con hormigón HM-20 vibrado, reponiendo el pavimento y asegurando que la tapa queda al mismo nivel.
- Se suministrarán y colocarán los soportes para cables y conexiones que deban albergar las arquetas.
- Finalización y limpieza de interiores para un acabado esmerado y geométricamente correcto de acuerdo con las dimensiones y elementos que conforman los diferentes conjuntos de arquetas, quedando dispuestos para prestar el servicio que les sea propio.

Dado que habitualmente las arquetas a emplear serán prefabricadas, no se entra en detalle del proceso constructivo de las arquetas ejecutadas "in situ", ya sean de ladrillo o de hormigón.

Sin embargo, todo lo descrito para las arquetas prefabricadas, es válido para las de ejecución "in situ", sustituyendo la colocación de la arqueta prefabricada por la colocación del encofrado (en caso de arquetas de hormigón "in situ") o por la ejecución de las paredes de ladrillo (en caso de arquetas de ladrillo macizo). Asimismo, las dimensiones de la excavación deben adaptarse a las especificadas para este tipo de arquetas.

2.1.7. Comprobaciones

Una vez construidas las arquetas, se realizarán las siguientes comprobaciones:

- Dimensiones requeridas según el tipo de arqueta.
- Existencia del drenaje.
- Entradas de conductos situadas geoméricamente de manera correcta, según lo que indica el replanteo.
- Cantidad y fijación firme de soportes de cables y conexiones.
- Cantidad, ubicación de conductos correctamente acabados. Los tubos deben sobresalir 15cm aproximadamente respecto los muros, para superar posibles contracciones y/o dilataciones debidas a la variación de la temperatura ambiental.
- Marcos y tapas fijados y nivelados perfectamente.
- Conductos debidamente obturados.
- Pavimentos circundantes correctamente repuestos y nivelados.

2.1.8. Limpieza y Retirada de Medios

Una vez finalizados los trabajos de construcción y comprobación de la canalización y arquetas deberán ser retirados todos los medios y materiales aportados dejando la zona afectada por las obras en perfecto estado de uso y limpieza.

2.2. Otros tipos de canalización

2.2.1. Canalización para intercepción con arqueta existente

Para la intercepción con arquetas de canalización existente, se seguirán los siguientes pasos:

- Recepción, Transporte y Recogida de Materiales de acuerdo con lo expuesto en el apartado de ejecución de la canalización de este documento.

- Replanteo: Se replanteará el punto de intercepción a la arqueta, teniendo en cuenta en qué lado de la pared de la arqueta se realizará la ventana, de cara a una correcta gestión de los cables en la arqueta. Se comprobará el estado general de la arqueta y en caso de que haya cables, éstos se liberarán de los soportes y se apartarán de la zona donde se tenga que proceder a realizar la intercepción.
- Apertura de zanja: Se procederá a la realización de la excavación de acuerdo con lo expuesto en el apartado de construcción de canalización de este documento. Se contempla la realización de un máximo de 3 metros de zanja nueva para cada intercepción.
- Apertura de ventana en la arqueta: Se procederá a la apertura de la ventana en la arqueta en el punto donde previamente se haya replanteado, ajustando sus dimensiones al tipo y número de conductos. La apertura se realizará por medios manuales o con pistola. Se pondrá especial cuidado en no dañar la pared de la arqueta más de lo necesario ni los posibles cables existentes.
- Colocación de las canalizaciones: La instalación de los conductos se realizará de forma similar a la descrita en el apartado ya mencionado de construcción de canalización. Se pondrá especial cuidado en la correcta formación del paquete de conductos en el punto de intercepción, para que queden perfectamente alineados con las paredes de las arquetas. Las distancias a cumplir entre el paquete de conductos, la solera y las aristas de la arqueta, serán las mismas que si se tratara de una arqueta de nueva ejecución.
- Relleno de zanja y ejecución de la arqueta: Se procederá al relleno de la zanja de acuerdo con lo descrito en el apartado de construcción de canalización. Los huecos existentes entre la ventana y los conductos, se rellenarán con el mismo hormigón HM-20 o material autocompactante que el resto de la zanja. La cara interior de la pared de la arqueta se rematará con mortero de cemento y se recortarán los conductos a ras de la pared. Finalmente, se alojarán de nuevo los cables en sus soportes, en caso de que los hubiera.
- Reposición de pavimentos: Se repondrán los pavimentos originales de acuerdo con lo expuesto en el apartado de construcción de la canalización. Finalmente se procederá a la limpieza de la zona y retirada de medios.

2.2.2. Canalización para acceso a edificio

Para accesos a edificios se realizará la zanja necesaria desde la arqueta establecida hasta el punto de entrada al edificio identificado. Se seguirán los siguientes pasos:

- Recepción, Transporte y Recogida de Materiales de acuerdo con lo expuesto en el apartado de ejecución de la canalización de este documento.

- Replanteo: Se replanteará el punto de intercepción con la arqueta teniendo en cuenta en qué lado de la pared de la arqueta se realizará la ventana, de cara a una correcta gestión de los cables en la arqueta. Se comprobará el estado general de la arqueta y en caso de que haya cables, éstos se liberarán de los soportes y se apartarán de la zona donde se tenga que proceder a realizar la intercepción. Se replanteará también el punto de acceso al edificio teniendo en cuenta los dos lados de la pared que se deberá atravesar. Se comprobará que en la cara interior del edificio no haya cables ni servicios afectados.
- Apertura de zanja: Se procederá a la realización de la excavación de acuerdo con lo expuesto en el apartado de construcción de canalización de este documento. Se contempla la realización de un máximo de 8 metros de zanja nueva para cada intercepción.
- Apertura de ventana en la arqueta: Se procederá a la apertura de la ventana en la arqueta en el punto donde previamente se haya replanteado, ajustando sus dimensiones al tipo y número de conductos. La apertura se realizará por medios manuales o con pistola. Se pondrá especial cuidado en no dañar la pared de la arqueta más de lo necesario ni los posibles cables existentes.
- Realización de pasamuros: Se procederá a la apertura de la ventana en la pared del edificio, ajustando sus dimensiones al tipo y número de conductos. La apertura se realizará por medios manuales o con pistola. Se pondrá especial cuidado en no dañar la pared más de lo necesario ni los posibles cables existentes.
- Colocación de las canalizaciones: La instalación de los conductos se realizará de forma similar a la descrita en el apartado ya mencionado de construcción de canalización. Se pondrá especial cuidado en la correcta formación del paquete de conductos al punto de intercepción, para que queden perfectamente alineados con las paredes de las arquetas. Las distancias a cumplir entre el paquete de conductos, la solera y las aristas de la arqueta, serán las mismas que si se tratara de una arqueta de nueva ejecución.
- Relleno de zanja y ejecución de la arqueta: Se procederá al relleno de la zanja de acuerdo con lo descrito en el apartado de construcción de canalización. Los huecos existentes entre la ventana y los conductos, se llenarán con el mismo hormigón HM-20 o material autocompactante que el resto de la zanja. La cara interior de la pared de la arqueta se rematará con mortero de cemento y se recortarán los conductos a ras de la pared. Finalmente, se alojarán de nuevo los cables en sus soportes, en caso de que hubiera. Se realizarán todos los trabajos de estanqueidad y de obturación de conductos necesarios para garantizar el total aislamiento del interior del edificio con el exterior.
- Reposición de pavimentos: Se repondrán los pavimentos originales de acuerdo con lo que se ha expuesto en el apartado de construcción de la canalización. Finalmente se procederá a la limpieza de la zona y retirada de medios.

2.2.3. Perforación Horizontal Dirigida (Topo)

En los cruces donde no sea posible cortar el tráfico o en los que los organismos competentes no permiten la apertura de zanjas a cielo abierto, la excavación se realizará mediante perforaciones dirigidas.

El procedimiento de ejecución en este caso particular, comprende los siguientes pasos:

- Identificación de los servicios existentes mediante instrumentación de detección de cables y canalizaciones con georadar
- Situación de la maquinaria de perforación
- Realización de la perforación piloto
- Ensanche hasta el diámetro requerido
- Instalación de la canalización
- Cierre de los pozos de ataque y recepción de la perforación.

El siguiente esquema nos muestra un ejemplo de perforación horizontal para el cruce de una carretera entre una acera y tierras.



Figura 18. Ejemplo de perforación horizontal Topo.

2.2.4. Paso por túneles, puentes o Viaductos

En los casos en que sea necesario el paso de la canalización por puentes, viaductos, pasarelas o túneles, la solución constructiva a adoptar será la de fijar los conductos a la estructura alojados dentro de un tubo de acero galvanizado de 150mm de diámetro o, en casos excepcionales, apropiado a los conductos que tenga que alojar. La solución a adoptar debe ser validada por la dirección de obra.

Siempre se deben elegir los trazados más rectilíneos posibles para evitar cambios de dirección innecesarios. Se deberá tener cuidado con los radios mínimos de curvatura de los cables que se instalen posteriormente en la canaleta.

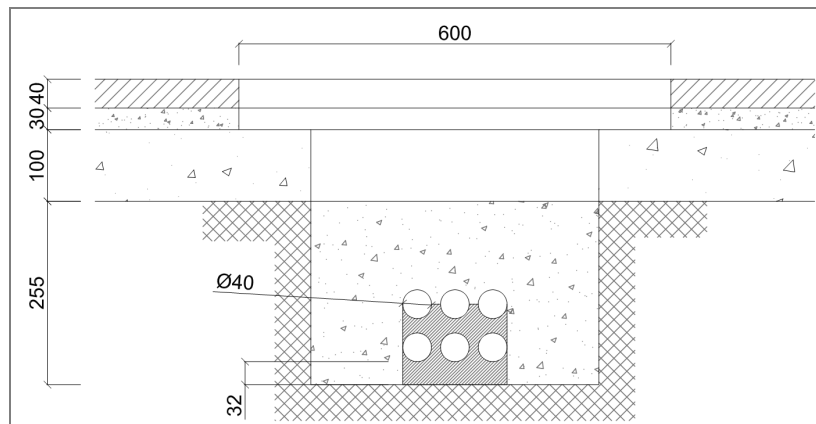


Figura 19. Canalización en acera para puente

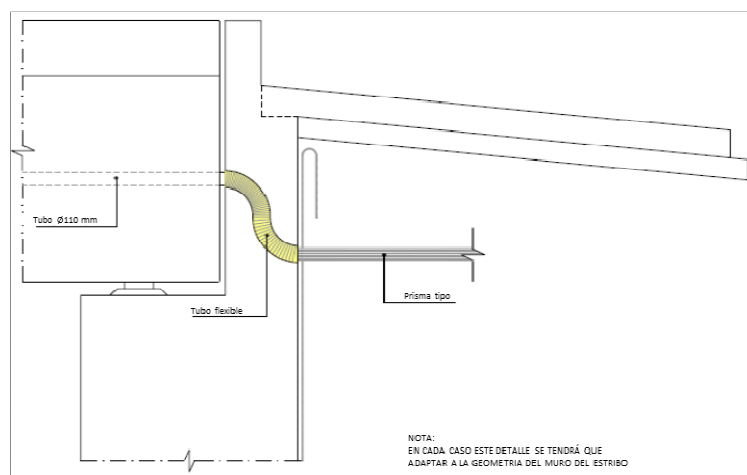


Figura 20. Detalle de salida de canalización enterrada con tubo metálico.

2.2.5. Salida lateral desde canalización a fachada

Se refiere conceptualmente a la infraestructura tubular que, desde una arqueta permite el paso del cable o cables hasta un punto de fachada a través de un tubo metálico galvanizado en caliente de 47 mm de diámetro exterior y 44mm de diámetro interior y hasta 2,50m sobre rasante vial, a partir del cual los cables quedan vistos en su instalación por la fachada.

En el tramo de canalización desde la arqueta a línea de fachada, se realizará zanja convencional en acera de acuerdo con lo descrito en el apartado de canalizaciones de este manual.

Por tanto, en este punto, nos centraremos únicamente en la instalación de la salida lateral, desde línea de fachada hasta el punto en que los cables quedan vistos. A continuación, se muestra un esquema de salida a fachada.

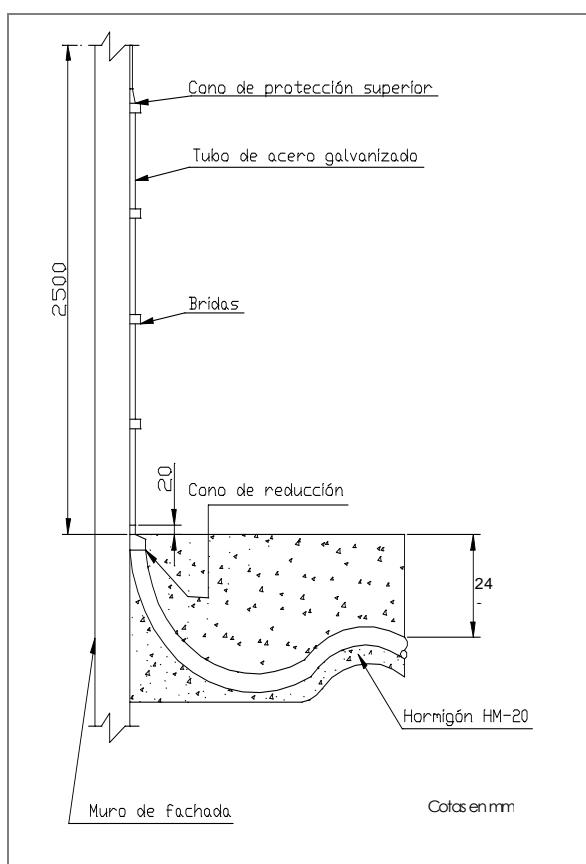


Figura 21. Esquema de salida a fachada

Las grapas de los tubos de acceso a fachada o palos serán de acero inoxidable y se ajustarán al diámetro habitualmente utilizado en los tubos de acceso a fachada o palo PG-36 (diámetro exterior de 47 mm).

En la parte inferior del tubo de acero galvanizado PG-36 de salida a fachada se instalará un cono metálico de reducción/protección inferior conectando el tubo enterrado de polietileno con el tubo de acero de fijación mural. El cono de reducción lleva en la parte superior un encaje en rosca normalizado para un tubo PG-36 e inferior un encaje ligeramente cónico para entrar a presión dentro del tubo de polietileno. Estará fabricado en fosa dúctil.

En la parte superior del tubo de acero galvanizado PG-36 de salida a fachada se instalará el cono de neopreno de protección superior de PG-36 a cable. Este cono permite la salida de uno, dos o tres cables, cortando, en el momento de la instalación, el capuchón a la longitud exacta del diámetro que define el haz de cables y encintado posteriormente.

2.2.6. Salidas laterales desde canalización a palos

En el caso de salidas laterales a palos, para la subida o bajada de cables a líneas aéreas, se procederá de forma similar a las salidas laterales a fachada.

2.2.7. Paso por galerías o colectores de saneamiento visitables

En los tramos de red donde la red de saneamiento sea visitable, diámetro mayor de 1000mm, se instalarán 3 tubos PEAD de 40mm de diámetro exterior y 34 mm de diámetro interior instalados mediante un sistema de grapado en la parte superior del colector de la red de saneamiento, tal como se muestra en la figura.

Las canalizaciones deberán ir ancladas al techo o en un lateral y no afectar las actuales condiciones de accesibilidad y funcionamiento de la red de saneamiento.

Los tubos de 40mm serán de pared lisa (tanto interior como exterior) y se dispondrán de forma totalmente contigua minimizando el espacio entre ellos. Además, siempre que el responsable del mantenimiento de la red de saneamiento lo aconseje, se procederá al sellado con masilla viscoelástica monocomponeente tipo STOPAQ del espacio entre tubos y del espacio entre tubos y la pared de la galería.

Todos los tubos irán subconductados con 7 microductos de 10 mm de diámetro exterior y 8mm de diámetro interior.

Todos los tubos serán de PEAD no corrugados totalmente inertes a cualquier líquido o ácido que pueda estar presente en una red de saneamiento (en particular a l'H₂S).

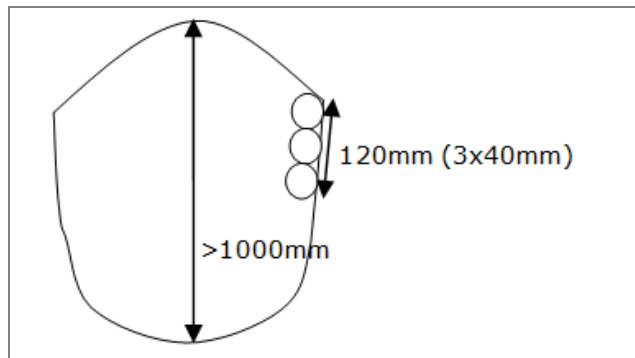


Figura 22. Canalización en red de saneamiento (visible)

2.2.8. Paso per galerías o colectores de saneamiento no visitables

En los tramos de red donde la red de saneamiento no sea visitable, diámetro menor de 1000mm, se instalará 1 tubo de 32mm de diámetro exterior y 26mm de diámetro interior instalado en la parte superior del colector de la red de saneamiento. El tubo irá subconductado con 4 microductos.

Todos los tubos serán de PEAD no corrugados totalmente inertes a cualquier líquido o ácido que pueda estar presente en una red de saneamiento (en particular a l'H₂S).

Se recomienda el uso de tecnologías robotizadas para la sujeción de los conductos. La sujeción de los conductos debe ser mediante un sistema de sujeción con anillos no completamente cerrados para permitir, al menos en la parte inferior del colector, la libre circulación de los residuos.

El despliegue en galerías no visitables deberá cumplir los siguientes requisitos:

- La infraestructura instalada en el interior del alcantarillado / saneamiento debe dejar libre la parte inferior de los colectores de saneamiento. Es decir, los elementos de sujeción deben estar situados en la parte superior del colector y deben permitir, al menos en la parte inferior del colector, la libre circulación de los residuos.
- La solución debe permitir el despliegue sin perforaciones ni grapados en el interior del colector de saneamiento, preservando su integridad. Únicamente se permitirán perforaciones puntuales en los pozos de visita a efectos de fijación de elementos de tensión y cambios de ángulo.
- Para ser resistente a las más agresivas tareas de limpieza y mantenimiento (como uso de toberas con cadenas rotatorias), la nueva infraestructura debe conformar un conjunto

solidario para ofrecer así una resistencia longitudinal a las herramientas utilizadas en estas tareas.

- La solución presentada debe garantizar que una vez finalizada la instalación, la solución tiene que soportar pruebas de limpieza con agua a alta presión, típicamente 120 bars o 150 bars o con equipos de más potencia: 200 bars y 270 bars con cadena rotativa. El proceso de limpieza debe poder realizarse con total normalidad no viéndose afectado por la nueva instalación.
- La fase de desinstalación debe ser rápida y sencilla y no contar con procedimientos robotizados.
- El sistema en su conjunto debe tener propiedades dieléctricas para no servir de continuidad a sobretensiones causadas por rayos.

2.3.Relación con otras redes de servicios

El trazado de la canalización dependerá de la existencia de otros servicios que pueden compartir el mismo espacio urbano. Aunque la infraestructura de fibra óptica es un medio no metálico, existe la posibilidad de que operadores que puedan hacer uso de estas infraestructuras ubiquen elementos metálicos en ellas (cables pares de cobre, cables coaxiales, etc.). Con esta finalidad, este apartado establece las distancias de seguridad que deben cumplir los diferentes servicios tanto en cruces como en paralelismos.

Cruces (distancias en cm)	Gas AP	Gas MP y BP	Agua Potable	BT	MT y AT	Telecos	DH&C	Alcantarillado
Gas AP		20	20	20	20	30	20	20
Gas MP y BP	20		10	10	10	30	10	10
Agua Potable	20	10		20	20	30	10	100
BT	20	10	20		25	20	20	20
MT y AT	20	10	20	25		25	20	20
Telecos	30	30	30	20	25		30	30
DH&C	20	10	10	20	20	30		40
Alcantarillado	20	10	100	20	20	30	40	

Tabla 3. Distancias entre canalizaciones de servicios

Donde:

- Gas AP: Canalización de gas de alta presión.
- Gas MP y BP: Canalización de gas de media y baja presión.
- BT: Baja tensión.
- MT i AT: Media tensión y alta tensión.
- DH&C: District Heating & Cooling.

Llamaremos paralelismo al caso en que ambas canalizaciones transcurren sensiblemente paralelas, sin que sea necesario que este paralelismo sea estricto.

Paralelismos (distancias en cm)	Gas AP	Gas MP y BP	Agua Potable	BT	MT y AT	Telecos	DH & C	Alcantarillado
Gas AP		40	40	40	40	40	40	40
Gas MP y BP	40		20	20	20	30	20	20
Agua Potable	40	20		20	20	30	20	100
BT	40	20	20		20	20	20	20
MT y AT	40	20	20	20		25	40	20
Telecos	40	30	30	20	25		30	30
DH & C	40	20	20	20	20	30		60
Alcantarillado	40	20	100	20	20	30	60	

Taula 4. Distancias entre paralelismos de servicios

3. Elementos de cableado de fibra óptica

3.1. Cables de fibra óptica para tendido tradicional

Los cables deberán disponer del grado de protección adecuado en relación a la infraestructura por la que transcurran.

Los cables para tendido tradicional en canalizaciones de 125mm, 110mm o 40mm, serán de 64 a 96 fibras ópticas.

Las principales características del cable son:

- Núcleo óptico: El núcleo óptico se compone de fibras ópticas [1] recubiertas por tubos de protección holgada [2] rellenos con un compuesto bloqueador de agua que protegen las fibras contra las bajas temperaturas y dejan al mismo tiempo las fibras libres de tracción incluso si el cable se somete a la máxima tracción especificada. Los tubos se reúnen alrededor de un soporte central de fibras de vidrio poltrusionadas [3]. Dispone de protección seca contra la propagación longitudinal del agua [4].
- Cubierta interior y exterior: termoplástica Afumex de color negro, libre de halógenos, no propagadora de la llama y de baja emisión de humos y gases tóxicos [5] [7].
- Refuerzo: hilados de vidrio [6].
- Colores de los tubos: 8 tubos (2 blancos, 2 rojos, 2 azules, 2 verdes) con 8 fibras por tubo.
- Diámetro aproximado del cable: 13,3 mm
- Peso aproximado del cable: 180 kg / km
- Tracción máxima en operación: 2000 N
- Tracción máxima durante la instalación: 3000 N
- Radio mínimo de curvatura: 220 mm
- Temperatura de operación: -30 ° C à +70 ° C

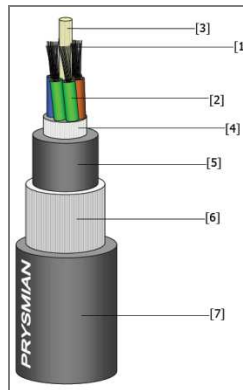


Figura 23. Ejemplo de cable de fibra para tendido tradicional (tipo OPSYCOM TVT de Prysmian o similar)

3.2. Especificaciones de la fibra óptica

Las fibras ópticas serán monomode G652.D con una relación núcleo/cubierta de 9/125, adecuada para transmisiones en 2ª y 3ª ventana con una atenuación media máxima de 0,34 dB/km en 2ª ventana y con una atenuación media máxima de 0,24 dB/km en 3ª ventana.

Sus principales características técnicas son:

- Atenuación mediana en 2ª ventana a 1310nm <0,34 dB/km
- Atenuación mediana en 3ª ventana a 1550nm <0,24 dB / km
- Dispersión cromática en 2ª ventana a 1285nm - 1330nm <2,8 ps/nm*km
- Dispersión cromática en 3ª ventana a 1550nm: <18 ps/nm*km
- Dispersión a 1285nm <17 ps / nm * km

3.3. Cajas de empalmes

3.3.1. Caja de empalmes tipo 1

La caja de empalmes tipo 1 dispone de capacidad para 24 fusiones y dispondrá de un mínimo de 4 puertos para entrada de cables. Debe permitir la entrada y salida del cable de distribución en paso y la entrada de hasta 10 cables de abonado.

La configuración de las cajas de empalme será de 2 bandejas de empalme con capacidad para 12 fusiones cada una. Las bandejas protegen la fibra empalmada, facilitando su instalación, identificación y el mantenimiento posterior.

A continuación se muestran las características que deben cumplir este tipo de cajas:

- Nº Entradas: 2 entradas y 10 salidas drop
- Número máximo de fusiones: 24 empalmes
- Número bandejas de empalme: 2 bandejas de 24
- Diámetro Cables Ent / Sal: Φ 4 mm - Φ 12 mm
- Estanqueidad: IP 68
- Altura: 80 mm
- Anchura: 160 mm
- Longitud: 270 mm
- Peso: 2 kg



Figura 24. Caja de empalmes tipo 1 para 24 fusiones (tipo SAM-4 de TFO o similar)

3.3.2. Caja de empalmes tipo 2

Este tipo de caja de empalmes está orientada a efectuar las uniones en recto entre cables de distribución principal y la segregación de fibras del cable de distribución principal con las fibras de los cables de distribución secundaria, además de disponer de la posibilidad de extraer el cable de acceso final al edificio.

La caja de empalme tendrá capacidad para 96 fusiones, repartidas en 4 bandejas de 24 fusiones cada una. Dispondrá de 4 puertos de entrada circulares.

A continuación se muestran las características que deben cumplir este tipo de cajas:

- Nº Entradas: 4 entradas circulares
- Número máximo de fusiones: 96 empalmes
- Número bandejas de empalmes: 4 bandejas de 24
- Diámetro Cables Ent / Sal: Φ 6 mm - Φ 20 mm

- Estanqueidad: IP 68
- Altura: 435 mm
- Anchura: 205 mm
- Fondo: 113 mm
- Peso: 2,8 kg



Figura 25. Caja de empalmes tipo2 (tipo SAM-3-BS403A-SS de TFO o similar)

3.3.3. Caja de empalmes tipo 3

Este tipo de caja de empalmes está orientado a uniones en recto entre cables de distribución principal y la segregación de fibras del cable de distribución principal con las fibras de los cables de distribución secundaria.

La caja de empalme tendrá capacidad para 96 fusiones, 4 puertos circulares y 2 puertos ovales para sangrado de cables.

La configuración de las cajas de empalme será de 4 bandejas de empalme con capacidad de 24 fusiones cada una.

A continuación se muestran las características que deben cumplir este tipo de cajas:

- Nº Entradas: 4 entradas circulares + 2 puertos ovales
- Número máximo de fusiones: 96 empalmes
- Número bandejas de empalmes: 4 bandejas de 24
- Diámetro Cables Ent / Sal: Φ 8 mm - Φ 24 mm
- Estanqueidad: IP 68
- Altura: 577 mm

- Anchura: 211 mm
- Fondo: 174 mm
- Peso: 2,5 kg



Figura 26. Caja de empalmes tipo3 (tipus SAM-2-96 de TFO o similar)

3.4. Armario bastidor tipo rack

Se optará por el uso de este tipo de armario en aquellos casos donde el CPD esté ubicado en el interior de una sala o local técnico. Servirán para alojar tanto los elementos pasivos de fibra óptica como los equipamientos activos que en un futuro se puedan instalar.

El armario rack será autosoportado y debe poder incorporar elementos de entorno (ventiladores, espacios para baterías y rectificadores). Las dimensiones del armario serán de 600mm (ancho) x 600mm (fondo) x 2000mm (altura) con capacidad para 42U. La altura y profundidad del armario puede variar en función de las necesidades concretas del promotor y de si el armario está orientado al alojamiento de equipamiento activo o pasivo. De esta manera, las dimensiones finales deberán ser validadas por la dirección de obra.

El armario deberá estar equipado con guías para mecanización de 19 ". Cuando se utilice para el montaje de los equipos activos, las guías de perfil de 19 " podrán soportar un peso de 1 kN con una excentricidad de 22,5 cm cada una.

De la misma manera, el armario deberá disponer de una guía de puesta en tierra (guía compensadora de potencial), compuesta de aisladores, terminales de fijación MS y para 25 mm². La guía tiene que ser de cobre de 15x5 mm, según DIN 1759.

El armario debe disponer de espacio útil suficiente para ubicar las cabeceras ODF necesarias con sus sistemas de sujeción de cables, guiado de tubos, espacio para fusiones, guiado de jumpers frontales y etiquetado.

El armario debe ser accesible por los cuatro laterales, disponiendo de una o dos puertas de cristal transparente para el acceso frontal y piezas fácilmente desmontables para los laterales y parte posterior.

3.5. ODF de 144 posiciones y 4U de altura.

El distribuidor óptico ODF para bastidores se utiliza para la terminación e interconexión de cables de fibra óptica mediante las regletas frontales de hasta 12 adaptadores de terminación de fibra. La instalación se puede realizar en armarios de 19" o con adaptadores para armarios ETSI.

El distribuidor debe disponer de 2 configuraciones diferenciadas. Con cubierta de protección, o bien, con sistema de organización y enrutamiento de los cables de conexión frontales. Adicionalmente dispone de una puerta posterior para facilitar el acceso a la manipulación de los cables.



Figura 27. Configuraciones del distribuidor óptico (DOB-4U o similar).

El panel frontal debe estar configurado para permitir la integración de hasta 12 módulos de 3U de altura. Cada módulo debe permitir la entrada de hasta 12 cables de fibra óptica, con una terminación máxima de 144 fibras ópticas.

La siguiente tabla define las principales características a cumplir por el repartidor, así como la topología de cables y normativas admitidas.

Capacidad máxima	
Nº de Entradas	12 cables de f.o. int/ext
Nº Máximo de adaptadores	144 conexiones con 12 slots SMT

Nº Módulos Slots SMT	12 slots SMT
Diámetro cables E/S	7mm – 21mm
Adaptadores compatibles	ST / FC / SC / E2000
Material	Acero galvanizado
Dimensiones	
Altura [mm]	178mm 4U
Ancho [mm]	420mm 19"
Profundidad[mm]	270 / 320 / 370 mm
Peso [Kg]	3.3
Normes	
Norma Adaptadores, conectores y pig-tails	IEC 60874-14 F04 (JIS C5973) TIA/EIA-604-3ª (FOCIS3) Telcordia GR-CORE-326
Fibras compatibles	G.652 B & D G.655 G.656 G-657 A & B

Taula 5. Características repartidor ODF (DOB-4U o similar).

3.6. Módulo de 12 posiciones SC/APC para repartidor ODF

Los módulos de 12 posiciones se instalan en el bastidor de 3U, fusionando las fibras ópticas a los cables de instalación procedentes de planta externa. De esta forma, se obtienen las terminaciones del cable externo con conectores de fibra óptica con altos niveles de calidad de señal y fácil manipulación.

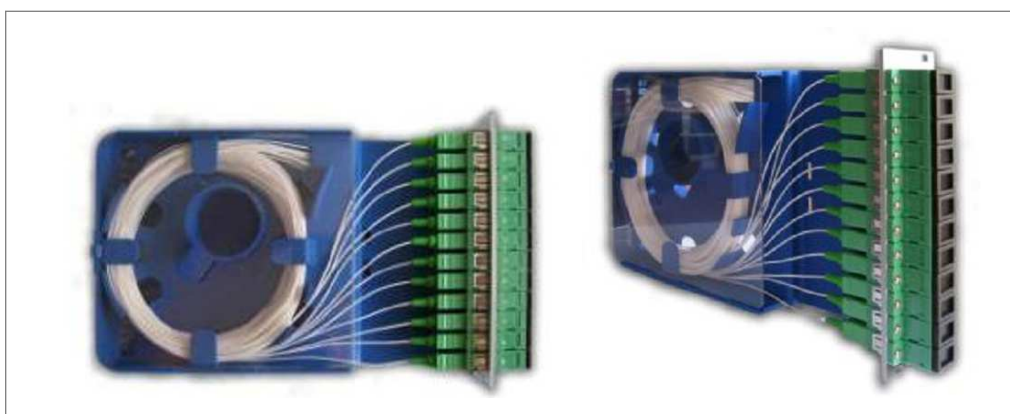


Figura 28. Módulo de 12 posiciones SC/APC.

Cada módulo es extraíble, por lo que facilita la manipulación y mantenimiento de las terminaciones, al tiempo que aumenta la eficacia de las mismas. Adicionalmente cada

módulo dispone de suficiente reserva de fibra óptica para permitir diversas actuaciones en caso de una incorrecta manipulación o despilfarro de las fibras ópticas.

3.7. Pig-tails

Los pig-tails se utilizan para la terminación de cables de fibra óptica, un extremo del pig-tail es un pelo de fibra óptica y el otro extremo es un conector diseñado para ser insertado en un repartidor óptico o directamente en un equipo.

Las características de los pig-tails deben ser las siguientes:

- Longitud: 2 m
- Tipo fibra: Monomode G652.D - 9/125
- Tipo conector: SC/APC
- Atenuación media de inserción: 0,25 dB

3.8. Latiguillos

Los latiguillos o "patch-cords" se utilizan para la conexión de los puertos ópticos de los equipos con los repartidores ópticos (ODFs) de las redes pasivas de fibra óptica.

Las características de los pigtails deben ser las siguientes:

- Cubierta de protección específica para instalaciones interiores LSZH.
- Longitud: 2, 5 o 10m.
- Tipo de fibra: Monomode G652.D - 9/125
- Tipo de conectores: Un extremo SC/APC y el otro extremo de acuerdo con las necesidades de los puertos ópticos a conectar.
- Atenuación media de inserción: 0,25 dB

4. Tendido e instalación de fibra óptica

4.1. Características generales

Las propiedades de los diferentes tipos de cable a utilizar en las instalaciones pueden verse afectadas si se someten a esfuerzos de tensión constantes o superiores a los permitidos, o si se someten a un radio de curvatura demasiado pequeño.

Se deberá tener mucha precaución en el tendido de cables de fibra óptica ya que el agua, en cualquiera de sus estados, ataca la fibra en un proceso llamado hidrogenación. La hidrogenación puede provocar la aparición de microfisuras en la fibra y, en consecuencia, su mal funcionamiento.

Los requerimientos de instalación especificados de los diferentes tipos de cable están encaminados a evitar la alteración de sus características por esfuerzos radiales motivados por el efecto pinza de los dispositivos de tracción, o bien por sobrepasar las tensiones de tracción longitudinal admisibles.

Durante la operación de tendido, el cable no deberá someterse en ningún momento a un radio de curvatura inferior a su radio de curvatura dinámico. Cuando los cables quedan fijados en las arquetas después del tendido (sin esfuerzos de tracción), no deberán someterse a un radio inferior al radio de curvatura estático.

La instalación del cable de cualquier tipo de realizará per medio de sistemas de tracción manual distribuida, *floating* o *blowing*, por fachada o aérea según defina el proyecto constructivo.

4.2. Tendido manual distribuido

Mientras haya tubos libres, se colocará un solo cable en cada conducto. Posteriormente, y siempre que sea posible, se pasará a ocupar los conductos ocupados intentando mantener al máximo la homogeneidad de ocupación en los conductos.

El orden de colocación comenzará por el conducto más profundo y de izquierda a derecha según el sentido de la canalización, quedando los posibles conductos libres en la parte menos profunda de la canalización.

Durante el proceso de tracción, se dispondrá en ambos extremos de medidores de la tensión a que se está sometiendo al cable, con un sistema de paro automático cuando se sobrepasen los límites de tracción máxima permitida de cada uno de los cables.

La bobina se colocará junto con la arqueta seleccionada, 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.

Durante la operación de tendido, así como en la instalación definitiva del cable, éste no debe ser sometido en ningún momento a curvaturas excesivas.

Los operarios situados en los puntos de tendido y lubricación, así como el operario responsable de la bobina deberán interconectarse permanentemente con radioteléfonos.

Las personas que intervengan en la operación de tendido, especialmente las situadas junto a la bobina, deberán observar atentamente el cable según salga de ella, con el fin de denunciar cualquier deterioro aparente de éste, cosa que será comunicada instantáneamente al responsable del tendido, para decidir si se debe continuar o no con el proceso.

La tracción del cable se debe hacer en el sentido de su generatriz. En ningún caso se doblará el cable para obtener mejor soporte durante su tendido.

Para poder realizar las operaciones de tiro, el cable deberá unirse al hilo guía instalado en el conducto por la vía de nudo giratorio, para no generar torsiones indeseables en el cable.

Generalmente los cables se reciben de fábrica provistos de chaleco de tiro y en este caso no hay que hacer ninguna preparación. Si la bobina se aplica en más de un tramo y se hace necesario cortar el cable, se realizará una preparación previa del extremo del cable del que se hizo el tendido previamente, según el siguiente procedimiento:

- Se desproveerá de la cubierta y de los elementos de relleno en la punta exterior de la bobina, dejando sólo el elemento de refuerzo y la aramida en una longitud de 60 cm.
- Se formará un ojal a 12 cm de la cubierta doblando y dando varias vueltas sobre sí mismo hasta llegar a la cubierta.
- Se sujetarán estas vueltas con dos lazos, separados 2 cm, con hilo de acero de 1 mm.
- Se buscará la malla de aramida sobre la cubierta, sujetando con dos lazos separados 4 cm, con hilo de acero de 1mm.
- Se encintará todo el conjunto con cinta aislante, hasta 10 cm de cubierta, dejando libre sólo el ojal.
- Este preparado puede unirse por la vía de nudo giratorio al hilo guía instalado en el conducto.

Se utilizarán guías para cable a ambos extremos del conducto, de manera que su desplazamiento por las paredes sea controlado.

Asimismo, deberán utilizar todos los medios auxiliares precisos para la correcta ejecución de la unidad. Siempre que se considere oportuno, según DO, se utilizarán lubricantes para disminuir el rozamiento del cable durante el tendido.

Las reservas de cable quedaran sujetas a las paredes de las arquetas, por medio de soportes "de sujeción de cables en arqueta", como mínimo 30 cm de la base del drenaje.

Las reservas de cables se deberán gestionar de forma ordenada en el interior de la arqueta, con la ayuda de los soportes de sujeción de cables.

El recorrido del cable a través de la arqueta también deberá transcurrir de manera ordenada grapado a las paredes de las arquetas.

Siempre que sea adecuado y así lo indique el proyecto constructivo, o si no hay la DO, se protegerá el cable con un tubo flexible de doble capa a lo largo de su recorrido por el interior de las arquetas.

4.2.1. Identificación de los cables

Los cables deberán quedar identificados en todas las arquetas siguiendo la nomenclatura y especificaciones descritas en el capítulo de etiquetado.

4.3. Tendido soplado

En el caso de tendidos de cables de fibra óptica a miniductos, se utilizará siempre el tendido en modalidad *blowing*.

Esta técnica está especialmente indicada para tendidos de gran longitud (interurbanos para redes troncales o *backbone*), previa instalación de microductos sin fibras en su interior.

Con el fin de soplar la fibra, hay que preparar el paso del cable en las arquetas de paso, uniendo los conductos que embocan en la arqueta mediante un tubo que servirá para guiar la fibra a su paso por cada arqueta.

Se utiliza un compresor que inyecta aire a presión a un émbolo. Éste irá debidamente sujetado al cable a instalar y será la pieza que tire de él durante el tendido. Mientras dura el proceso de guiado del cable, el émbolo será capaz de seguir el trazado de la canalización. En el caso de que se puedan encontrar obstáculos, habrá que poner especial atención en la presión ejercida por el compresor de aire, para evitar causar daños al cable.

El tendido se puede hacer de una sola tirada por todo el trazado o bien recuperando cable en alguna de las arquetas intermedias y volver a soplar desde ésta. (Figura 29)

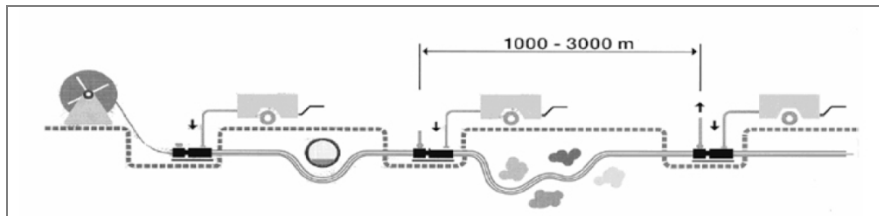


Figura 29. tendido soplado de fibra

4.3.1. Identificación de los cables

Los cables deberán quedar identificados en todas las arquetas siguiendo la nomenclatura y especificaciones descritas en el capítulo de etiquetado.

4.4. Tendido por fachada

En este apartado se describen las operaciones necesarias para la instalación de cables de fibra, sobre los paramentos horizontales o verticales de los edificios tanto en fachada exterior principal, como detrás o en patios interiores e independientemente del material constructivo del paramento.

De acuerdo con los criterios de diseño, y excepto excepción debidamente justificada y autorizada por la Dirección de Obra, no estará permitido extender cables por fachada mayores de 48 fibras ópticas.

Para la sujeción de cables en fachada, se emplearan conjuntos formados de taco-bridas de poliamida 06/06 (color negro, estabilizado a la intemperie).



Figura 30. Taco - bridas de poliamida

Se deberá respetar la instalación existente, realizando el tendido en paralelo a ésta, y extremando lea precauciones en los pasos con otros servicios (cable eléctrico, tuberías de gas, etc.).

Los cables serán tendidos vertical u horizontalmente, rectos y siguiendo la misma ruta de los cables existentes. Si hay que cambiar de nivel se realizará, siempre que sea posible, en la medianera de dos propiedades. Se elegirá el trazado del cable que minimice los cambios de nivel.

Se intentará buscar el trazado de menor impacto visual, aprovechando zonas como realizando el tendido por paredes posteriores o laterales, u horizontalmente por la parte inferior de balcones y salientes de fachada, ...

Se evitará el realizar lazos o "loops" de expansión y se evitara golpes y fisuras.

Se tendrá especial cuidado en utilizar el radio de curvatura mínimo adecuado fijado en 15 veces el diámetro del cable de fibra óptica y nunca será doblado el cable por debajo de este valor. En la tabla siguiente, se muestran los radios de curvatura mínimos en función del Ø del cable.

Núm. de fibras	6	16	32	48	64	96	128	256
Ø del cable (mm)	12,7	12,7	12,7	12,7	14,2	17,4	18,6	20,0
Radio de curvatura mínimo (mm)	191	191	191	191	213	261	279	300

Tabla 6. Cables f.o. Sección y radios de curvatura

Como norma general y siempre que se pueda, el cable discurrirá a una altura no accesible para las personas en las zonas transitables, que establecemos inicialmente en 2,5 metros, pero fácilmente accesible con una escalera para su posterior mantenimiento. En los tendidos sobre fachada los cables discurrirán habitualmente a la altura del forjado del techo de las plantas bajas.

El cable se debe proteger con tubo corrugado de doble capa en los puntos donde se prevean daños con elementos estructurales o de otro tipo.

En las esquinas de los edificios, los cables se graparan a una distancia mínima de 35 cm de cada lado y se respetaran los radios mínimos de curvatura. El cable se separará 3cm de la esquina. Para una esquina habitual de 90º, el cableado se realizará conforme al esquema siguiente:

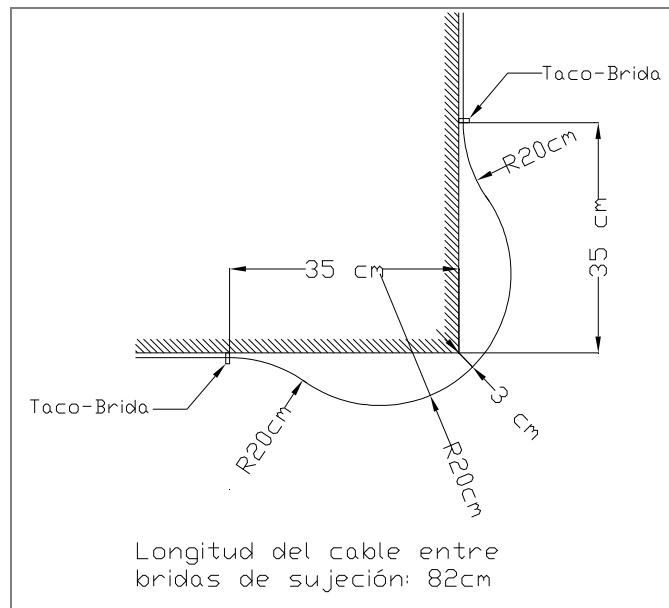


Figura 31. Esquema de cableado en esquinas

En los puntos donde esté prevista la instalación de una caja de empalmes con cable en "paso", se dejará un exceso provisional de cable de 2 veces la altura de la parte inferior de la caja +1,80 m, para facilitar la posterior tarea de fusión de fibras en la caja y de mantenimiento, de manera que éstas se puedan realizar en una mesa en superficie. Una vez realizadas las fusiones pertinentes, el exceso de tubo holgado (desprovisto de la cubierta del cable) se alojará en el interior de la caja de manera que no quede ningún exceso de cable en la fachada. Igualmente, en el caso de que esté previsto derivar algún cable de FO de la caja, se dejará también un sobrante igual a la altura del cableado +1,80 m por cada uno de los cables y se procederá de la misma manera.

En los puntos donde esté prevista la instalación de un enlace de FO, se dejará un sobrante de cable igual a la altura de la caja + 1,80 m en cada punta de los cables a empalmar. Con esto, los trabajos de fusiones se deben hacer a nivel del suelo sobre la mesa de trabajo. Solamente para estos casos estarán permitidas las reservas de cable permanentes en fachada, de manera que se tendrá cuidado de su colocación para minimizar el impacto estético de éstas.

4.4.1. Cruces y paralelismos con otros servicios

- Tuberías de gas: la distancia mínima que hay que mantener con éstas será de 5 cm en cruces y 20 cm en paralelismos.

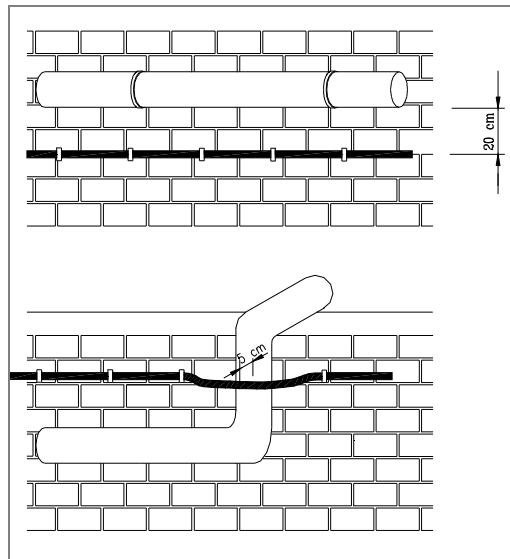


Figura 32. Distancias a respetar con canalizaciones de gas

- Conducciones eléctricas: Se seguirán las directrices del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones complementarias sobre cruce, proximidad y paralelismo con líneas de energía y se mantendrá una separación mínima de 3 cm en cruces y 10 cm en paralelismos.

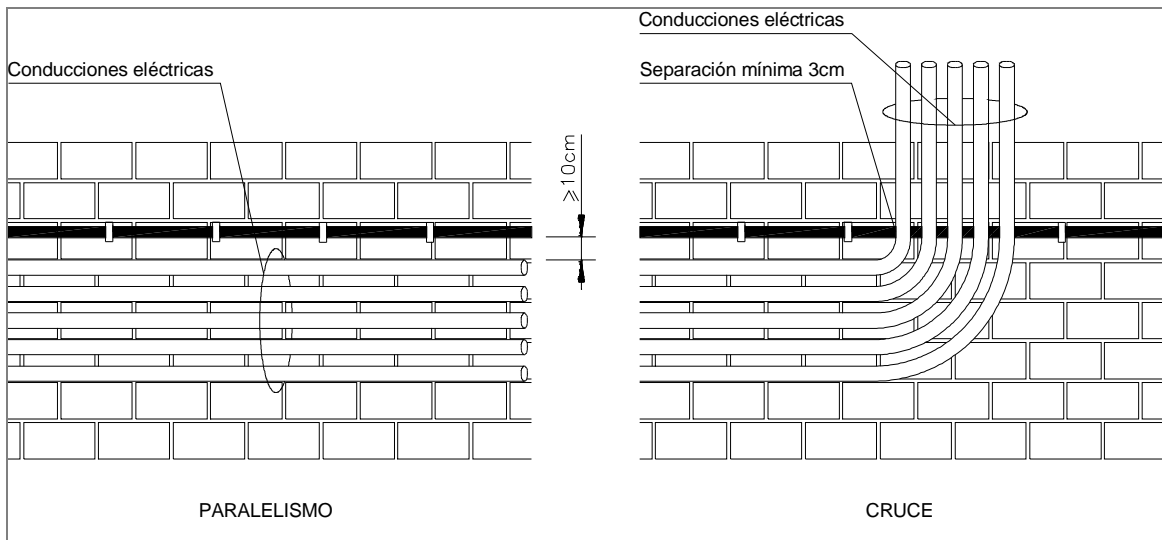


Figura 33. Distancias a respetar con conducciones eléctricas

- Cruces con tuberías, antenas, postes metálicos y similares: Se procurará pasar el cableado entre estos obstáculos y la pared (opción A). Cuando no sea viable se realizará la instalación por encima de éstos. En este último caso se situarán los elementos de

sujeción antes y después del obstáculo, dando forma al cable para que haga el salto por encima del mismo respetando los radios de curvatura mínimos. En la mayoría de estos casos se debe aplicar el criterio de proteger mecánicamente el cable mediante tubo corrugado de doble capa.

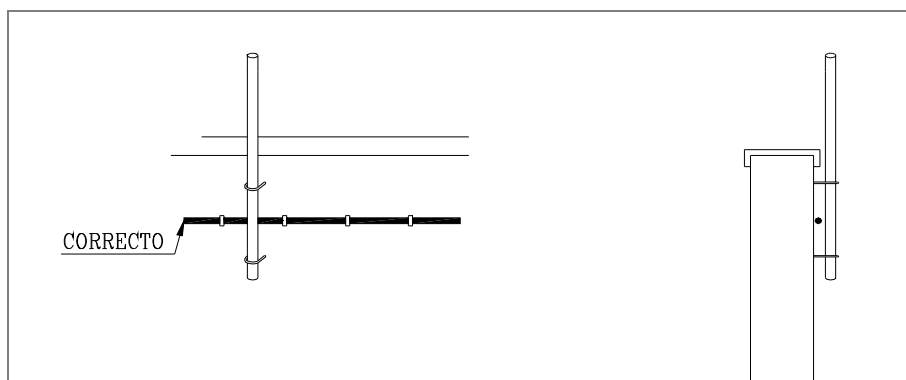


Figura 34. OPCIÓN A Paso entre el servicio y la pared

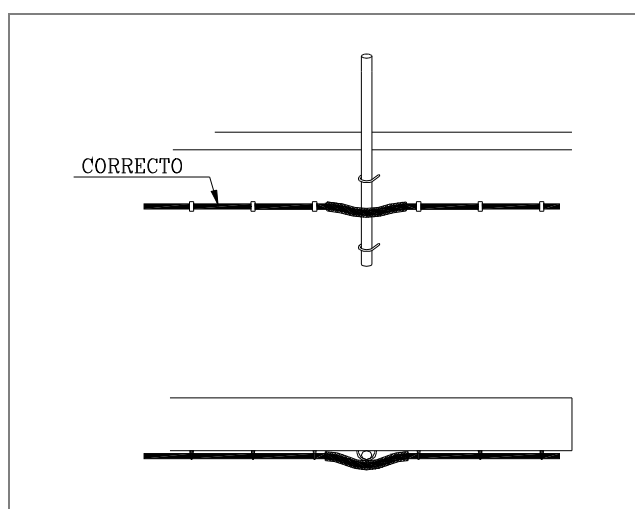


Figura 35. OPCIÓN B Paso por encima del servicio

4.4.2. Identificación de los cables

En fachada, los lugares donde se deben identificar los cables mediante las etiquetas ya especificadas en los apartados anteriores son:

- En la salida de los "riser", a unos 15cm del cono de reducción.
- Antes de los pasos aéreos, ya sean de fachada a palo, o de fachada a fachada en cruces de calle. Las etiquetas estarán situadas a unos 50cm de la posición del anclaje.

- Al lado de las cajas de distribución de abonado, en todos los cables que acceden o salen de éstas, e incluso en los que pasan junto a ellas sin entrar. Las etiquetas se situarán lo más a cerca posible de las cajas justo cuando los cables se sitúen paralelos a tierra.
- En las cajas de empalme de fachada las etiquetas se ubicarán de manera análoga que para el caso de empalmes en arquetas. Por un lado se tienen que etiquetar todos los cables de entrada y salida a unos 10cm de la caja de acoplamiento, y por el otro, una segunda vez cuando tomen la dirección paralela a tierra fuera de las reservas de almacenamiento.

4.5. Tendido aéreo

En este apartado se describen las operaciones necesarias para la instalación de cable auto soportado de fibra óptica en línea aérea entre postes, entre fachadas en cruces de calle, o entre fachada y palo.

4.5.1. Tipo de palos

Los palos para tendidos de cables aéreos serán prefabricados de hormigón armado y tendrán que poder soportar diversos cables simultáneamente.

Los palos de hormigón habitualmente utilizados son los que se indican en la tabla:

Dimensiones en cogolla (mm) y conicidad de los palos				
Tipo	Esfuerzo nominal aplicado a 60cm de la cogolla (kp)	Altura (m) (empotramiento, m)	Cara estrecha (mm)	Cara ancha (mm)
TA	160	8. 9	100	120
	250	8. 9. 10. 12		
TB	400	8. 9. 10. 12	140	200
	630	8. 9. 10. 12		
	800	8. 9. 10. 12		
	1000	8. 9. 10. 12		
TC	1250	8. 9. 10. 12	170	244
	1600	8. 9. 10. 12		
Conicidad para cualquier tipo TA, TB, o TC			15mm/m	22mm/m

Taula 7. Características de los palos de hormigón

Se utilizarán principalmente palos de 6 metros de altura útil mínima, que corresponde habitualmente a una longitud total de palo de aproximadamente 8m. La profundidad de empotramiento C de los palos vendrá dada por la fórmula:

$$C = 0,5 \text{ m} + L/10 \text{ en metros}$$

Donde L es la longitud total del palo, expresada también en metros.

La altura útil es la distancia libre entre la flecha máxima de los cables en el palo y el suelo. Dado que los cables se suspenderán por norma general a 0,25 metros por debajo del extremo superior o "cogolla", la longitud total del palo será:

$$L = 0,25 \text{ m} + \text{Altura útil} + C \text{ en metros}$$

El coeficiente de seguridad de rotura de los postes (relación entre el momento de ruptura y el momento del esfuerzo útil más el viento) será igual o superior a 2,5.

4.5.2. Utilización de los palos

Las líneas de palos están calculadas en base al tipo de cables a soportar (peso), distancia entre palos (V_a), condiciones meteorológicas, y se les llama líneas de palos de línea o de alineación recta, y finalmente, se estudia individualmente los palos que están en ángulo, y de cabeza al inicio y fin de la línea.

En el cálculo del palo, se considera a éste, con su cimentación de hormigón si la tiene, empotrado en el terreno por un extremo y libre en el otro.

El poste está sometido a fuerzas horizontales que lo flexionan, aplicadas directamente o a través de los elementos por él soportados, y a fuerzas verticales que lo comprimen (pandeo), ejercidas por pesos y componentes verticales de la tensión de las trabas, que pueden provocar fenómenos de inestabilidad.

En el tendido de los cables, el poste de inicio se considera de cabeza y debe ser de hormigón y se tiene que comprobar que el poste de hormigón es válido para las tensiones introducidas por los cables. Esto mismo es válido para el poste final de línea.

El cálculo mecánico de los postes sigue el siguiente proceso:

- a) Determinación del empotramiento y altura del poste.
- b) Determinación de las acciones a considerar.
- c) Determinación de la ley de momentos flectores.
- d) Determinación de la sección crítica y del palo necesario.

e) Comprobación de pandeo.

Además para aumentar la carga con cables en una línea tendida hay que considerar las acciones producidas por la climatología: por el viento y por el hielo.

Las zonas climatológicas se distinguen en:

ZONA A. Viento Moderado. Se considera de 80 km/h, que produce una presión $W = 44,42$ Kp/m²

ZONA B. Viento Fuerte. Se considera de 115 km/h, que produce una presión $W = 91,78$ Kp/m²

ZONA C. Hielo Moderado. Se considera Viento de 60 km/h, que produce una presión $W = 25$ kp/m², combinado con la formación de un manguito de hielo de 5 mm de espesor ($e = 5$), el peso es $14,14 (d + 5)$ gr./m, siendo "d" el diámetro del cable en mm.

ZONA D. Hielo Fuerte. Es considera Viento de 60 km/h, que produce una presión $W = 25$ Kp/m² combinado con la formación de un manguito de hielo de 10 mm de espesor ($e = 10$), el peso es $28,28 (d + 10)$ gr./m, siendo "d" el diámetro del cable en mm.

En los palos compartidos con líneas eléctricas, se deben respetar las siguientes distancias mínimas de separación vertical entre las líneas eléctricas y el cable de comunicaciones:

- Líneas eléctricas alta tensión hasta 15 kw: 3.0 m.
- Líneas eléctricas baja tensión (220v – 380v): 0,8 m

4.5.3. Cálculo mecánico en palos de hormigón

La comprobación de que una línea de postes construida admite la instalación de cables se realizará de acuerdo con la norma NT.f2.009 "Cálculo mecánico de palos de hormigón", considerando todos los cables instalados y los nuevos.

En planta podemos encontrar tres longitudes de vano normalizadas: 50, 66 y 80 m. Habitualmente se utiliza esta última longitud de vano (80 m), dejando las otras dos (50 y 66 m) para casos especiales.

El cálculo mecánico del palo se calcula a flexión en la dirección transversal a la línea, sometido a la acción del viento sobre cada elemento de él suspendido (con aumento, si procede, de la superficie de exposición a causa del manguito de hielo). Cabe destacar que la

acción del viento sobre el propio palo no debe considerarse, por haber sido tenida en cuenta ya al determinar el esfuerzo útil del palo indicado en la tabla de tipos de palos, es decir, que cuando se dice que el esfuerzo útil de un palo es de 160 Kp., en realidad el palo soporta estos 160 Kp. más el esfuerzo del viento sobre él.

La determinación del tipo de palo necesario se hará convirtiendo todas las fuerzas reales ejercidas sobre el palo (aplicadas en los puntos de anclaje al mismo) a virtuales (es decir, supuestas aplicadas a 60 cm. de la "cogolla"), sumando después todas las fuerzas virtuales y haciendo que esta suma sea menor que el esfuerzo útil nominal del palo escogido, consignado en la tabla de tipos de palos.

4.6. Consideraciones adicionales al tendido

Las fusiones de cables de fibra óptica se realizan en el exterior de las arquetas, a causa de los equipos requeridos para realizarlas. Por este motivo en cualquier lugar en que se requiera una fusión, se dejará un exceso de cable, aproximadamente 5 metros en cada punta, para permitir la operación. Una vez acabadas, la caja de fusiones y el exceso de cable se dispondrán en el interior de las cámaras.

Se priorizará el tendido de diversos cables para la misma canalización, relacionado con un adecuado diseño de red.

Se diseñarán y ejecutarán los tramos lo más rectos posibles para evitar el uso de arquetas para cambios de dirección.

4.7. Fusiones de los cables de fibra óptica.

Se define una fusión de fibra óptica como todo aquel proceso o dispositivo que nos permite garantizar una continuidad permanente de las fibras ópticas preservando las características de transmisión de éstas. La misión de la fusión es la de proporcionar una interconexión entre fibras que introduzca el valor más pequeño posible de pérdidas.

De las diferentes técnicas de fusión que han ido apareciendo se ha impuesto la de soldadura de las fibras ópticas por fusión con arco eléctrico. Esta técnica es la que presenta mejores prestaciones en cuanto a valores de atenuación, y es la que deberá ser utilizada.

La fusión o empalme de las fibras se realizará con una máquina automática de fusión por arco eléctrico, y quedará numerada cada una de ellas. Cada empalme monofibra irá protegido con un manguito termorretráctil que contiene un elemento resistente de acero, el

cual se alojará en el lugar apropiado dentro de la caja de empalme. La fibra sobrante quedará almacenada en el soporte realizando los bucles necesarios.

Las fibras a empalmar se distribuirán en las correspondientes bandejas de empalme óptico, numerando los tubos con material adecuado, según código de colores. Los tubos se cortarán a la medida adecuada, y se sujetarán a la bandeja poniendo las fibras (ya con protección primaria únicamente) en la zona de almacenamiento de la bandeja. El procedimiento se repite con el total de las bandejas.

Como criterio general, siempre utilizaremos bandejas SE y dejaremos una bandeja libre por cada bandeja ocupada para poder añadir las fibras de futuros cables de fibra óptica de derivación. Es decir, para el caso de dos cables fusionados en recto, si se inició la ocupación de bandejas por la primera, se dejará la segunda libre, la tercera la ocuparemos, la cuarta libre ,..., quedando al final el mismo número de bandejas libres que ocupadas. De esta manera, cuando se añada un nuevo cable de fibra óptica, éste ocupará las bandejas libres intercaladas entre las fibras que se deben romper para fusionar las nuevas fibras con una de las puntas.

Una vez colocadas todas las fibras se procederá al empalme empezando por la primera fibra a empalmar.

Al acabar, se colocará una tapa en la última de las bandejas y se asegurarán todas las bandejas con la cinta Velcro, o similar, que incorporan algunos modelos de cajas de empalme.

Los empalmes de fibra son un elemento clave dentro de las redes ópticas, a causa de los altos niveles de pérdidas de inserción que introducen si éstos no han sido realizados con la atención necesaria. Para la causa se imponen unos niveles máximos de pérdidas de inserción en empalmes de enlaces, considerando como a enlace el tramo de red (fibra y elementos pasivos) existente entre dos elementos activos de la red o, si no hay ningún elemento activo, entre dos puntos finales de tramo de red.

El nivel máximo de pérdidas de inserción permitido en empalmes por el método de fusión será como máximo de 0.15 dB por empalme en 2a ventana y 0.1dB en 3a ventana. El operario que realiza los enlaces en función de la experiencia y la estimación de pérdidas de inserción indicada por la máquina fusionado decidirá rehacer el empalme tantas veces como sea necesario, hasta considerar que se cumplan los valores de atenuación requeridos.

Los conectores ópticos son una alternativa a los empalmes al ser más fáciles de usar, aunque presentan la desventaja de tener unas pérdidas de inserción más altas, 0.4 dB, y presentan grandes reflexiones. Los conectores ópticos solamente se usarán si está autorizado expresamente por la Dirección de Obra.

El tipo de conector que se utilizará para conectar cables de fibras es el SC/APC.

Los requisitos previos para la realización de los empalmes son:

- Los cables de fibra óptica de entrada y de salida que serán empalmados estarán perfectamente instalados.
- La caja de empalme de fibra estará correctamente instalada y dispondrá de los módulos de empalme requeridos.
- En el proceso de instalación del cable de fibra óptica, se ha dejado la longitud necesaria para poder realizar los empalmes.

Las normas y procedimientos aplicables son:

- Normas de ejecución de empalmes de fibra óptica por el método de fusión al arco eléctrico del fabricante de los equipos.
- Normas de uso de los módulos de empalme del fabricante de la caja de empalme y del repartidor óptico.

Se realizarán los enlaces necesarios para la correcta instalación de las mangueras de FO.

El tipo de caja de empalme a utilizar dependerá del emplazamiento donde se deba alojar la misma y la medida de los cables entrantes y salientes.

Las cajas de empalme alojan y protegen los enlaces de FO. Su configuración tiene que facilitar el manejo, organización y mantenimiento de los empalmes de fibra. Todas ellas deben quedar perfectamente codificadas y etiquetadas así como los cables que alojan.

En el proceso de manipulación y gestión del cable de fibra óptica para acceder a la caja de empalme, ya sea en arqueta, palo o fachada se debe garantizar en todo momento el cumplimiento de los radios de curvatura de los cables.

Los procedimientos para la correcta instalación de las cajas de empalme son los que el fabricante de la caja aporte en el manual de instalación.

Será necesario antes de iniciar ninguna operación, la comprobación del estado de los equipos a instalar como de la zona sobre la cual se ejecutaran los trabajos. Descartando cualquier caja que estuviera en mal estado.

Los empalmes de fibra son un elemento clave dentro de las redes ópticas, a causa de los altos niveles de pérdidas de inserción que introducen si éstos no han sido realizados con el cuidado necesario. A causa de esto se imponen unos niveles máximos de pérdidas de inserción en empalmes de enlaces, considerando como enlace el tramo de red / fibra y elementos pasivos) existente entre dos elementos activos de la red. El nivel máximo de pérdidas de inserción permitido en empalmes por método de fusión será como máximo de 0,15 dB por entronque en 2ª ventana y 0,1 dB en 3ª ventana.

4.8. Instalación de cajas de empalme en fachada

La instalación de cajas de empalme en fachada se considera únicamente en casos excepcionales y bajo la aprobación específica de la Dirección de Obra.

Mediante una plantilla realizada al efecto, se replantearán los anclajes en la pared que siempre quedarán a una distancia mínima de 10 cm de los contornos de la pared. Normalmente se utilizarán anclajes de tipo mecánico aunque puede ser necesario el uso de anclajes químicos dependiendo del lugar donde se instale la caja.

Se habrá previsto un sobrante de cable igual a la altura de la caja + 1,80 m en cada punta de los cables a empalmar.

Dado que la instalación de las cajas en fachada requerirá dejar sobrante de cable permanente fuera de las mismas, en cada caso concreto se estudiará la mejor ubicación de las reservas para minimizar en lo posible el impacto visual en el exterior de los edificios.

4.9. Instalación de cajas de empalme en arqueta

Se instalará en una de las paredes laterales de la cámara, en posición horizontal y a la mayor altura posible para minimizar los efectos de la existencia de agua en el interior de la cámara.

Las fusiones de cables de FO se realizarán en el exterior de las cámaras, preferiblemente en furgonetas equipadas a este efecto, a causa de los equipos requeridos para realizarlas. Por este motivo, se habrá previsto durante la operación de tendido, un exceso de cable de aproximadamente 5 metros en cada punta.

El cable sobrante se fijará a los soportes para cables existentes en las paredes de la cámara, respetando los radios mínimos de curvatura. Se debe evitar que en su recorrido pudiera dificultar las tareas que puedan realizarse con otros cables existentes o que pudieran instalarse.

4.10. Instalación de cajas de empalme en palo

La instalación de las cajas de empalme en palos, debe hacerse mediante un soporte que disponga de una placa de acero inoxidable a la que se fija la caja de empalme mediante un conjunto de tuercas y tornillos, y que posteriormente y una vez se hayan realizado las fusiones y situado éstas en el interior de la caja, se instala en el palo mediante dos bridas de acero inoxidable.

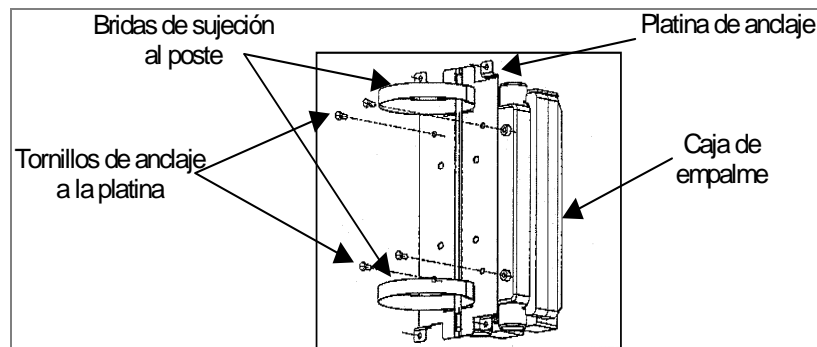


Figura 36. Instalación de caja de acoplamiento en palo

La conexión se realizará a nivel del suelo, preferiblemente en furgonetas equipadas con esta finalidad. Por este motivo, se habrá previsto durante la operación de tendido, un exceso de cable igual a la altura del entronque + 1,80 m en cada punta, para el caso de palos.

Cuando la conexión esté finalizada se pondrá todo el cable sobrante enrollado en la cruceta situada en el palo y se sujetará la caja al palo por debajo de ésta.

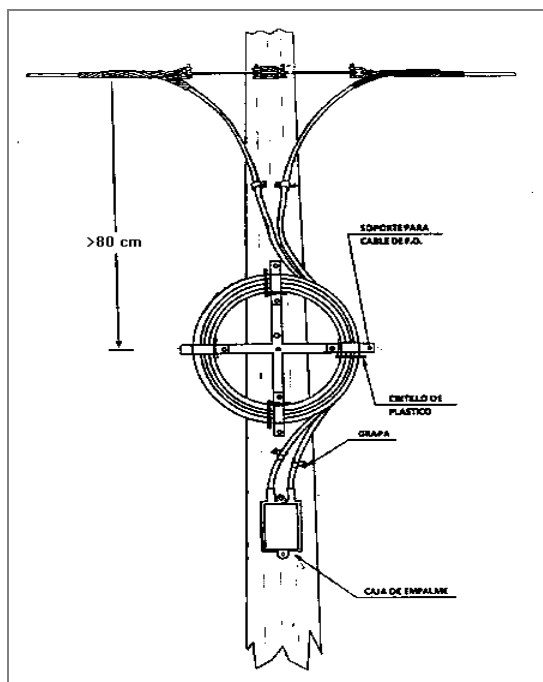


Figura 37. Instalación de caja de acoplamiento a palo.

4.11. Identificación de cajas de empalme

El exterior de la caja de empalme se rotulará mediante una etiqueta de las mismas características que las usadas para identificar los cables. La codificación será la indicada en el documento de codificación de elementos de red. De la misma manera, se rotularán los cables que acceden a la caja de empalme.

En el interior de la caja de empalme los tubos deberán quedar perfectamente numerados con abrazaderas a este efecto y los empalmes deberán rotularse en los lugares reservados a este efecto según la codificación siguiente:

Donde XX/YY/Z:

- XX: Identificación tipo bandeja. Es decir, SC o SE.
- YY: Identificación bandeja. Alfabéticamente de la A hasta la ZZ.
- Z: Identificación empalme de la bandeja. De 1 a 2 para SC y de 1 a 8 para SE. El primero será el situado más al exterior y el último al interior.

4.12. Cartas de empalme

En el momento de realizar las fusiones de las mangueras que entran en una caja de empalme, se seguirán las indicaciones de la carta de empalme de la caja.

4.13. Medidas de calidad

Para la validación de un tramo de fibra óptica entre dos elementos activos de la red o, si no hay ningún elemento activo, entre dos puntos finales de red, de un punto inicial a un punto receptor, formado únicamente por una fibra o por diversos tramos de fibra con conectores o empalmes, se requieren dos tipos de medidas que se describen en el presente documento:

- Medidas Reflectométricas.
- Medidas de potencia.

Este apartado describe el procedimiento de medida de una fibra óptica con Reflectometría óptica a 1310 y 1550nm desde los dos extremos del tramo de fibra con una bobina de lanzamiento de fibra de 1000 metros. También describe como realizar la medida de potencia por la vía de una fuente y un Wattímetro. Las dos medidas se harán a 1310 y 1550 nm. Se incluye además la descripción de maquinaria, materiales y medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución.

Previo a la instalación del cable, y si visualmente se puede sospechar alguna anomalía, se realizará un muestreo del estado de las fibras del cable por la vía de medidas con un Reflectómetro óptico en el dominio del tiempo (OTDR) debidamente calibrado (con una frecuencia mínima anual), comprobando la continuidad y que la atenuación se inferior a la permitida.

El Ayuntamiento podrá exigir la calibración del OTDR en un laboratorio homologado siempre que lo considere oportuno.

De forma genérica, las características más importantes de un OTDR a considerar son:

- Medida para longitudes de onda de 1310 y 1550 nm.
- Margen dinámico suficiente para poder medir la longitud del enlace en cuestión con la resolución adecuada (resolución en atenuación de 0,01 dB y resoluciones en distancia del orden de centímetros).
- Localización de rupturas, conexiones y conectores.
- Medida de atenuación del tramo de fibra.
- Medida de pérdidas en empalmes y conectores.
- Medida de pérdidas ópticas de retorno.
- Medida de la longitud del tramo de fibra.

De forma genérica, las características más importantes de una fuente óptica a considerar son:

- Nivel de salida.
- Selección de la frecuencia de modulación.
- Selección del tipo de salida: CW salida Miérc.
- MOD salida modulada.

Las características más importantes de un medidor de potencia a considerar son:

- Rango espectral.
- Longitudes de onda de calibración
- Margen dinámico.
- Resolución de la lectura.

4.13.1. Ejecución de medidas Reflectométricas

Un OTDR nos permite realizar la medida de la potencia óptica de luz dispersa de retorno en la fibra óptica la cual es la suma de dos tipos de reflexiones:

- Reflexiones que se producen a lo largo del tramo de fibra óptica según el coeficiente de *backscattering* de la fibra óptica.
- Reflexiones que se producen en los puntos de discontinuidad óptica o por acontecimientos puntuales como conectores ópticos o empalmes por fusión.

La utilización de un Reflectómetro nos permite:

- Realizar medidas de atenuación de fibras ópticas.
- Localización de puntos de discontinuidad óptica, rupturas, empalmes, conectores, falta de homogeneidad puntual de la fibra o de cualquier otro acontecimiento.

La medida con el OTDR se realizará en los dos extremos del tramo de fibra óptica que se quiere validar. El resultado final de la medida consistirá en una media de los valores obtenidos en ambas medidas.

El OTDR inserta en la fibra un pulso generado por una fuente láser de alta potencia por medio de un acoplador direccional. A medida que la luz pasa a través de la fibra, una pequeña fracción de la luz es reflejada hacia la fuente. A medida que esta luz reflejada llega al OTDR, es direccionada por el acoplador hacia a un receptor de alta sensibilidad. La

pantalla del OTDR muestra la intensidad de retorno recibida en dB en función del tiempo, convertido a distancia usando la velocidad media de propagación de la luz en la fibra.

Después de la realización de una medida, quedarán localizados los acontecimientos en la fibra. Estos acontecimientos se caracterizan por la vía de una serie de medidas como la distancia (m), pérdidas (dB), reflectividad (dB) y sección de la fibra (m). Además se indica para cada uno de los acontecimientos las pérdidas totales (dB) y atenuación (dB / Km) acumuladas en el tramo de fibra. Se incluyen también datos generales en la parte superior de la pantalla como fecha, hora y longitud de onda a la que se trabaja.

El OTDR dispone de unos marcadores para facilitar las medidas de los acontecimientos. Estos marcadores se sitúan con los cursores sobre el acontecimiento seleccionado y proporcionan una medida más exacta.

A causa de problemas de adaptación en la inserción de los pulsos de luz insertados en la fibra, los cuales pueden provocar la saturación temporal del OTDR y enmascarar las medidas de la zona de fibra más próxima al equipo de medida, es necesario utilizar una fibra de longitud considerable (unos 1000 metros) entre el OTDR y la fibra a medir en el caso en que se desee caracterizar un conector y / o empalme situados en el extremo de medida. Éste es el caso de la comprobación de un *pigtail* empalmado en el extremo donde se va a realizar la medida.

La elección de la anchura idónea del pulso lumínico inyectado en la fibra óptica nos permite mantener en cada momento el compromiso entre la resolución de la medida y la potencia óptica que se inserta para la realización de la misma.

Los empalmes de fusión no producen habitualmente reflexiones pero sí que generan una atenuación adicional y puntual en los tramos de fibra óptica que concatenar. Son fácilmente identificables al generar una repentina variación en la pendiente de la traza visualizada por el Reflectómetro entre dos tramos en que la pendiente de la traza del nivel de *backscattering* permanece uniforme.

Ocasionalmente su reflexión puede presentar una traza con una leve pendiente ascendente seguida de una pendiente descendente para, a continuación, estabilizar nuevamente la traza. Esta reflexión anómala constituye un defecto y está originada por un punto de discontinuidad óptica en el propio empalme y es imputable a una errónea realización del empalme de fusión. En este caso, será necesario que el empalme de fusión se rehaga totalmente.

5. Codificación y etiquetado

5.1. Obra civil

Los elementos de registro se codificarán y etiquetarán siguiendo el siguiente criterio:

Las arquetas se codificarán con las siglas: **CCM_AJNT_PEXX**

- CCM siglas comunes para todo el proyecto, indica titularidad del *Consell Comarcal del Maresme*.
- AJNT para definir la población mediante el código utilizado para cada municipio.
- PEXX para definir el número de arqueta con el código secuencial de dos dígitos. Esta secuencia seguirá un orden creciente desde el punto de interconexión en la troncal hasta la llegada al edificio del Ayuntamiento.

Sobre plano debe aparecer su codificación, y en campo deben etiquetarse con el código impreso en una de las paredes de forma centrada utilizando plantillas y espray negro. El tamaño de la letra debe ser suficiente para poder ser identificado el código por una persona de estatura normal de pié desde el exterior de la arqueta.

Se deberá entregar una tabla con el listado de las arquetas instaladas y la dirección más cercana a ellos y además, se deberán detallar cuáles arquetas con nueva codificación corresponden a las del anexo 4.

Los tramos de canalización se rotularán sobre plano mediante la sección de la canalización y la distancia del tramo.

Los edificios se identificarán con un código de 4 caracteres (en el anexo 2 se dan los códigos para los edificios a conectar o susceptibles de ser conectados en un espacio corto de tiempo).

5.2. Fibra óptica

Las cajas de empalme se codificarán con las siglas **CCM_AJNT_CEXX**

- CCM común para todo el proyecto, indica titularidad del *Consell Comarcal del Maresme*.
- AJNT para definir la población mediante el código utilizado para cada municipio.
- CEXX para definir el número de arqueta con el código secuencial de dos dígitos. Esta secuencia seguirá un orden creciente desde el punto de interconexión en la troncal hasta la llegada al edificio del Ayuntamiento.

Sobre plano debe aparecer su codificación, y en campo se deben etiquetar con el código impreso en una etiqueta plástica blanca, que pueda ser impresa por impresora laser, y con características de sujeción y de anclaje de color suficientes.

Se deberá entregar una tabla con los códigos de todas las cajas de empalme y el código de la arqueta donde están ubicadas.

Los cables de fibra óptica se codificarán con el siguiente modelo:

CCM_AJNT_FOXX_TRXX donde los caracteres CCM se mantienen para toda la red, AJNT es el código de cuatro letras correspondiente al ayuntamiento en cuestión, FOXX hace referencia al número de fibras del cable; TRXX indica el número de tramo de cable. Los tramos de cable irán numerados crecientemente desde el punto de interconexión con la C-32 hasta la entrada del Ayuntamiento.

Los armarios y equipos situados dentro de los edificios se rotularán con el siguiente formato:

Armario: Código edificio – AR Código secuencial de 2 cifras por ejemplo: **AJNT-AR01**

Equipo: Código edificio - EQ- Código secuencial de 2 cifras por ejemplo: **AJNT-EQ01**