

**ANNEX 2 – PRESCRIPCIONS TÈCNIQUES PARTICULARS
PER AL DESPLEGAMENT DE LA XARXA PASSIVA DE FIBRA
ÒPTICA**

ÍNDEX DE CONTINGUTS

1.	Elements d'obra civil	7
1.1.	Tipus de canalització	7
1.1.1.	Canalització convencional de tritub de 40mm en base 3 per vorera, calçada o terres	7
1.1.2.	Canalització de tritub de 40mm en base 3 en vorera per pas en ponts	11
1.1.3.	Canalització amb minirasa de tritub de 40mm en base 2 per calçada	12
1.2.	Descripció dels materials de canalització	13
1.2.1.	Tritub de Polietilè d'Alta Densitat (PEAD) de 40mm:	13
1.2.2.	Fil guia i obturadors	14
1.2.3.	Separadors	16
1.2.4.	Pericons	16
1.2.5.	Tapes i marcs	21
1.2.6.	Formigó	24
1.2.7.	Aglomerats asfàltics	24
1.2.8.	Altres materials	25
2.	Execució de l'obra civil	25
2.1.	Construcció de la Canalització	25
2.1.1.	Excavació	25
2.1.2.	Col·locació de les canalitzacions.	26
2.1.3.	Farciment de rasa.	27
2.1.4.	Comprovacions	28
2.1.5.	Reposició de paviments	28
2.1.6.	Execució de pericons	29
2.1.7.	Comprovacions	31
2.1.8.	Neteja i Retirada de Mitjans	31
2.2.	Altres tipus de canalització	31
2.2.1.	Canalització per intercepció amb pericó existent	31
2.2.2.	Canalització per accés a edifici	32
2.2.3.	Perforació Horitzontal Dirigida (Topo)	33

2.2.4.	Pas per túnels, ponts o Viaductes	35
2.2.5.	Sortida lateral des de canalització a façana	36
2.2.6.	Sortides laterals des de canalització a pals.....	37
2.2.7.	Pas per galeries o col·lectors de sanejament visitables	37
2.2.8.	Pas per galeries o col·lectors de sanejament no visitables	38
2.3.	Relació amb altres xarxes de serveis	40
3.	Elements de cablejat de fibra òptica	42
3.1.	Cables de fibra òptica per a estesa tradicional.....	42
3.2.	Especificacions de la fibra òptica	43
3.3.	Caixes d'empulaments.....	43
3.3.1.	Caixa d'empulaments tipus 1	43
3.3.2.	Caixa d'empulaments tipus 2	44
3.3.3.	Caixa d'empulaments tipus 3	45
3.4.	Armari bastidor tipus rack.....	47
3.5.	ODF de 144 posicions i 4U d'altura.	47
3.6.	Mòdul de 12 posicions SC/APC per a repartidor ODF	49
3.7.	Pig-tails	49
3.8.	Fuetons.....	50
4.	Estesa i instal·lació de fibra òptica	50
4.1.	Característiques generals.....	50
4.2.	Estesa manual distribuïda	51
4.2.1.	Identificació dels cables	53
4.3.	Estesa bufada	53
4.3.1.	Identificació dels cables	53
4.4.	Estesa per façana	54
4.4.1.	Encreuaments i paral·lelismes amb altres serveis.....	56
4.4.2.	Identificació dels cables	58
4.5.	Estesa aèria.....	58
4.5.1.	Tipus de pals.....	58
4.5.2.	Utilització dels pals.....	60

4.5.3.	Càlcul mecànic en pals de formigó.....	61
4.6.	Consideracions addicionals a l'estesa	61
4.7.	Fusions dels cables de fibra òptica.....	62
4.8.	Instal·lació de caixes d'empalmament en façana	64
4.9.	Instal·lació de caixes d'empalmament a pericó.....	65
4.10.	Instal·lació de caixes d'empalmament a pal	65
4.11.	Identificació de caixes d'empalmament	66
4.12.	Cartes d'empalmament	67
4.13.	Mesures de qualitat.....	67
4.13.1.	Execució de mesures Reflectomètriques	68
5.	Codificació i etiquetatge	70
5.1.	Obra civil.....	70
5.2.	Fibra òptica	72

1. Elements d'obra civil

A continuació s'indiquen les especificacions dels materials d'obra civil i les especificacions tècniques de construcció que conformen la infraestructura de xarxa.

1.1. Tipus de canalització

Per l'interior de la canalització discorren els conductes pels quals es realitza l'estesa de cable. La seva profunditat dependrà del nombre i tipus de conductes que contingui, així com dels cables que allotgin els conductes.

Les rases de canalització, una vegada col·locats els conductes, seran emplenades amb formigó, terra o amb formigó i terra.

La profunditat de les rases s'establirà en funció de si la canalització es realitza per vorera, calçada o terra.

1.1.1. Canalització convencional de tritub de 40mm en base 3 per vorera, calçada o terres

Aquesta canalització consisteix en la construcció d'una secció de prisma tubular format per 1 o 2 tritubs de Polietilè d'Alta Densitat (PEAD) envoltats de formigó HM-20, amb amplada de secció de 0,40m i profunditat sobre la part superior del dau de prisma formigonat fins a la cota final de paviment, de 0,60m en terres o vorera o 0,80m en calçada.

L'ample de reposició del ferm es durà a terme en funció de la normativa aplicable, en qualsevol cas serà de, com a mínim, 0,60m en vorera i 0,80m en asfalt.

A continuació es mostren les seccions tipus corresponents a la canalització convencional per a 2 tritubs en calçada, vorera i terres.

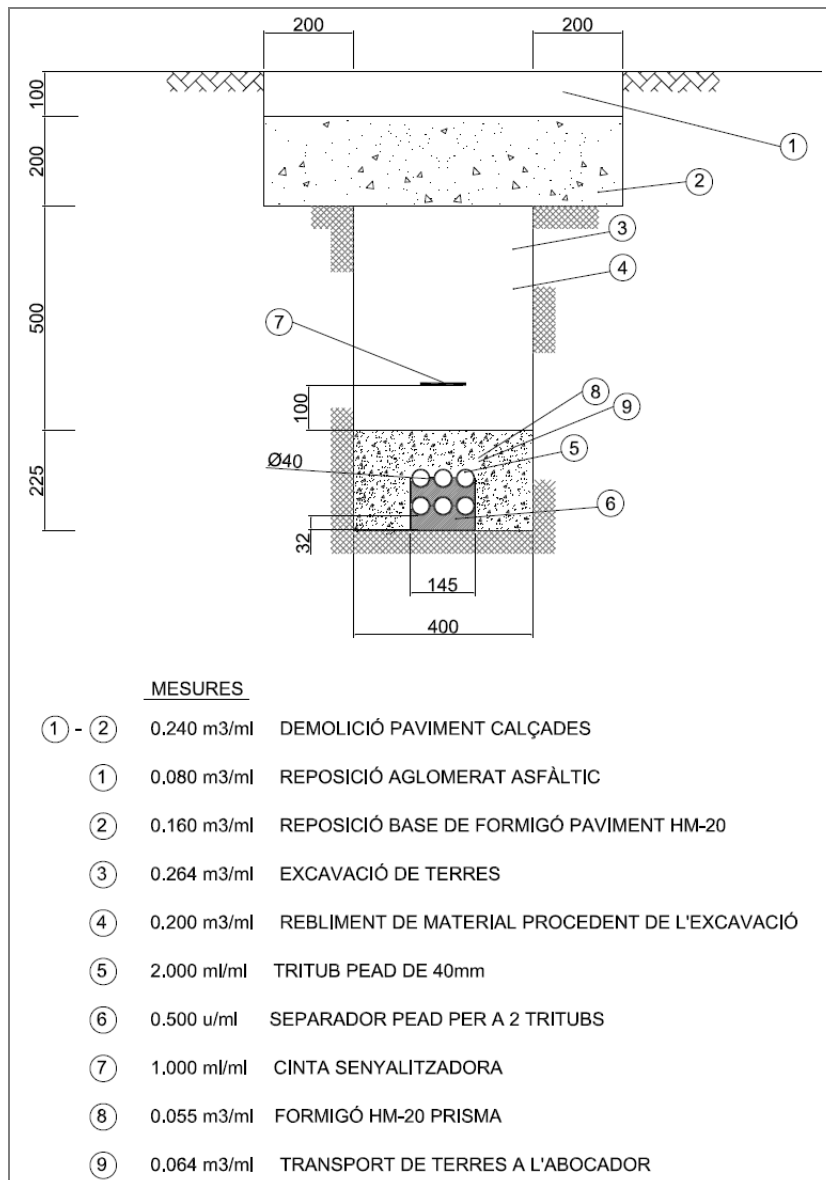


Figura 1. Canalització convencional en calçada per a 2 tritubs de ø40mm

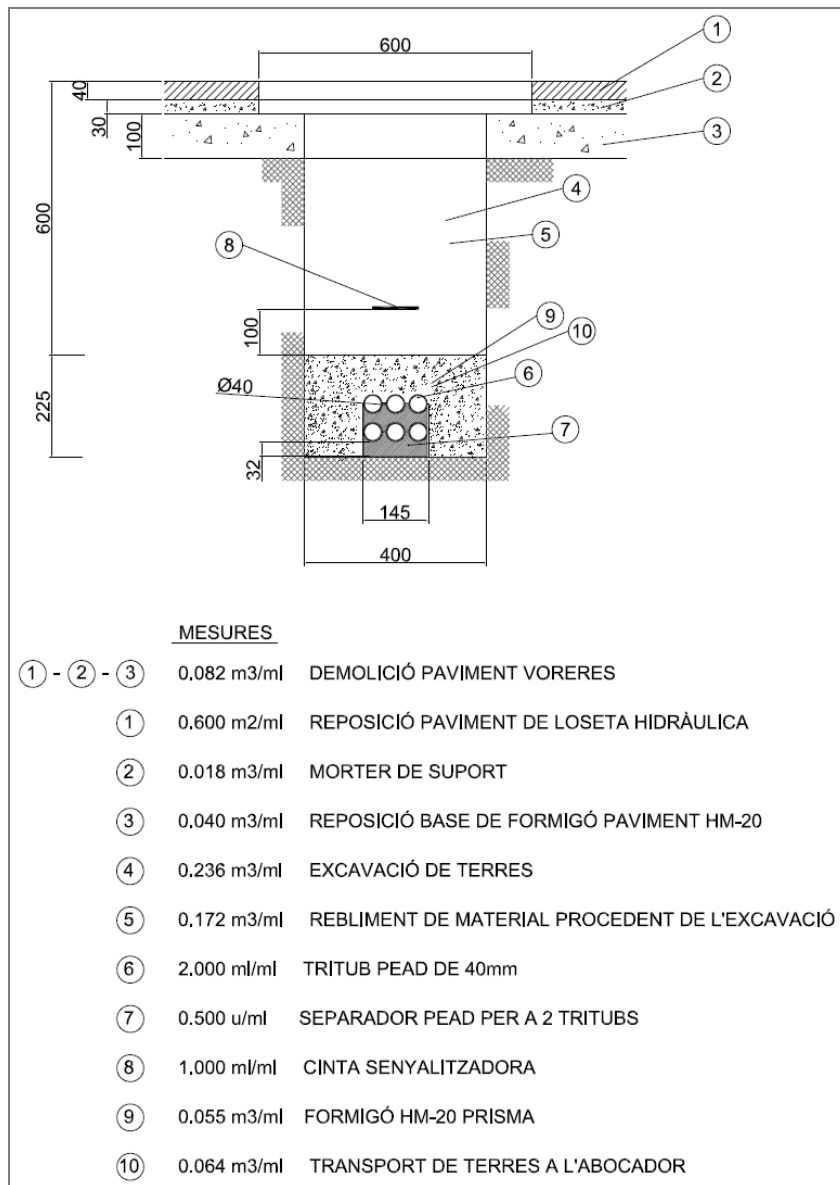


Figura 2. Canalització convencional en vorera per a 2 tritubs de $\varnothing 40\text{mm}$

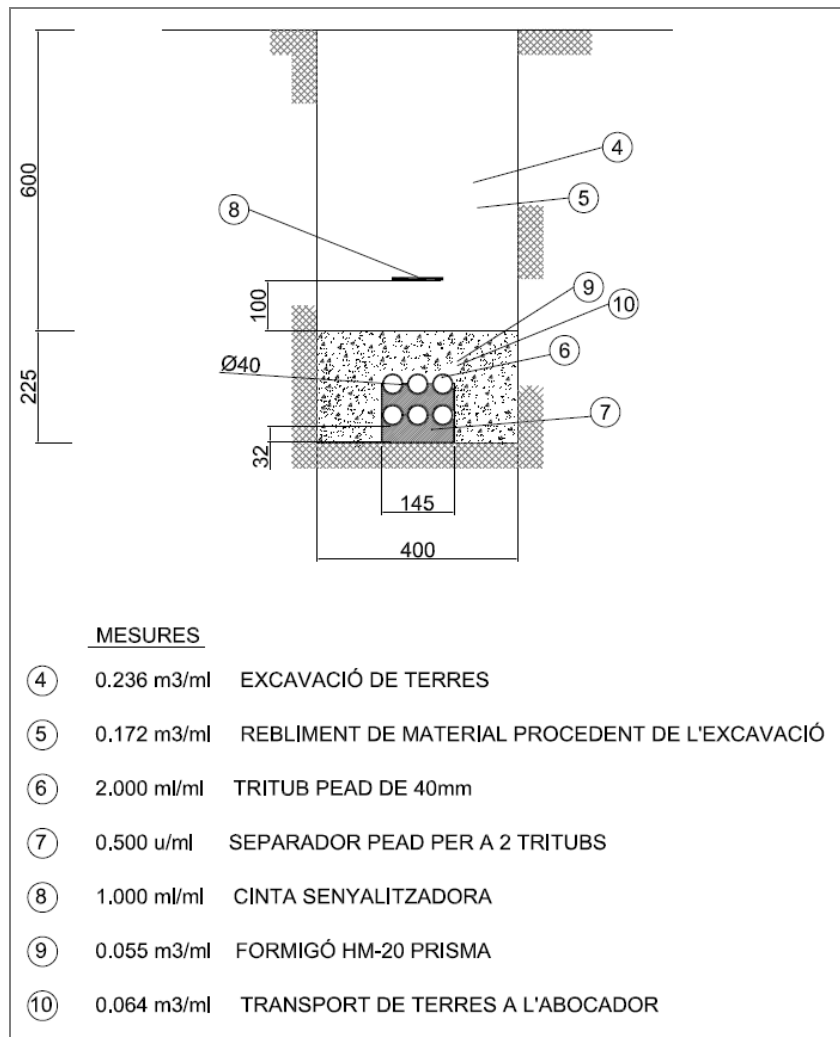


Figura 3. Secció tipus - Canalització convencional en terres per a 2 tritubs de $\varnothing 40\text{mm}$

1.1.2. Canalització de tritub de 40mm en base 3 en vorera per pas en ponts

El mètode constructiu de canalització soterrada en vorera per pas en ponts es durà a terme en aquells ponts i viaductes amb vorera no transitada per vehicles. La profunditat de la secció serà la mínima possible que permeti el soterrament dels tritubs, la correcta reposició del paviment i a la vegada no afecti a l'estructura de sustentació del pont.

Aquesta canalització consisteix en la construcció d'una secció de prisma tubular format per 1 o 2 tritubs de Polietilè d'Alta Densitat (PEAD) envoltats de formigó HM-20, amb amplada de secció de 0,40m i profunditat d'entre 0,20 m i 0,30 m. El sobre ample de reposició del paviment es durà a terme en funció de la normativa aplicable, en qualsevol cas serà de, com a mínim, 0,10 m per costat. La canalització s'executarà mitjançant mitjans convencionals.

A continuació es mostra la secció tipus corresponent a la canalització convencional pel creuament d'un pont en vorera:

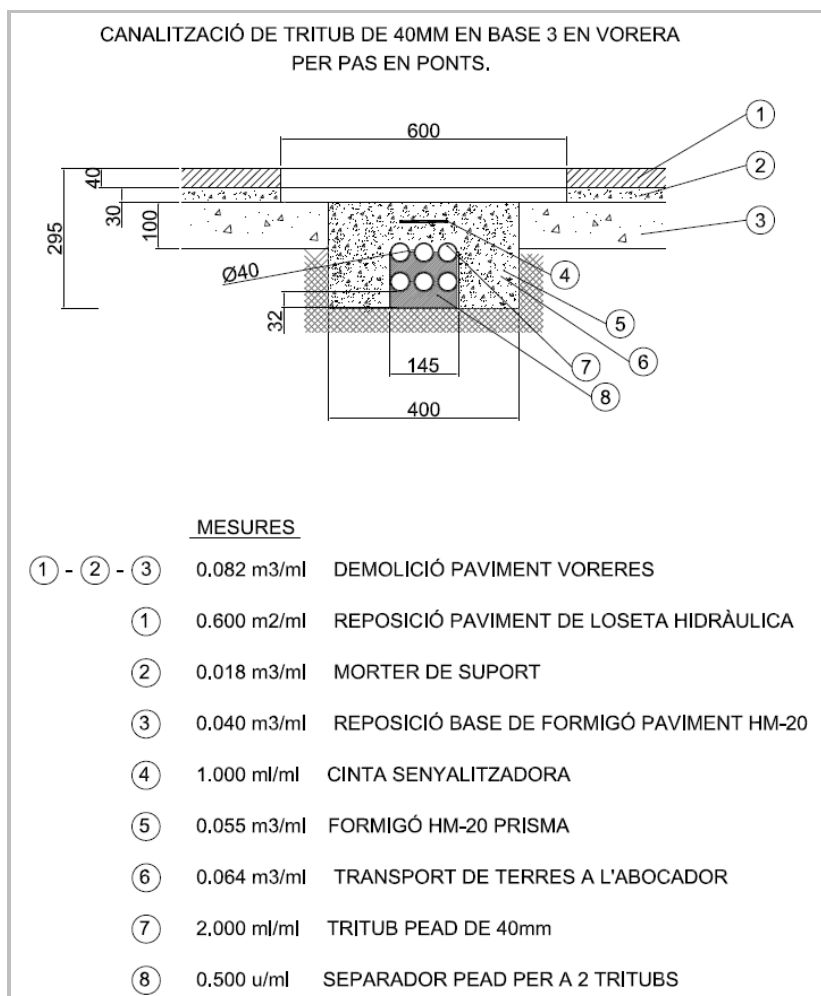


Figura 4. Creuament de pont a través de vorera

1.1.3. Canalització amb minirasa de tritub de 40mm en base 2 per calçada

La minirasa consisteix en l'execució, amb maquinària específica (rasadores de corretja o de disc), d'una rasa d'una amplada de 13 cm i fondària de 50 cm on s'hi instal·laran, com a mínim, 6 conductes de polietilè d'alta densitat de 40mm en base 2. Al igual que la rasa convencional, també es formigonen i el procediment constructiu a seguir és de forma anàloga.

La reposició del ferm es durà a terme en funció de la normativa aplicable, en qualsevol cas serà de, com a mínim, 0,40m en calçada.

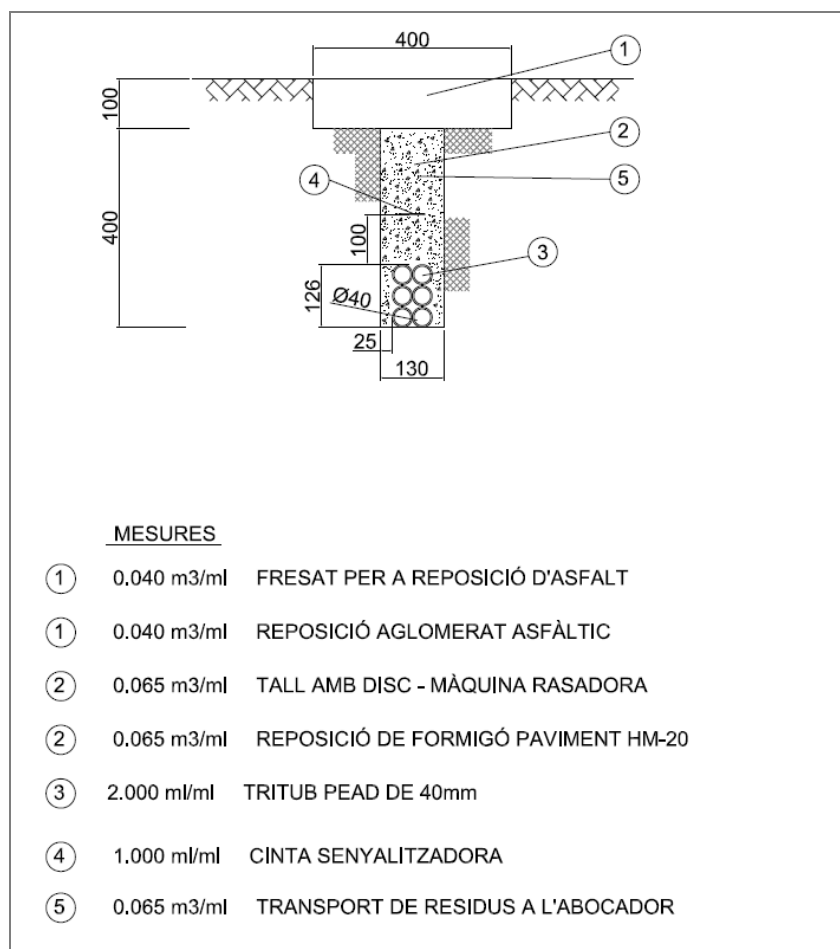


Figura 5. Secció tipus - Canalització amb minirasa en calçada per a 2 tritubs de $\varnothing 40$ mm en base 2

La opció de minirasa és recomanable per aquells traçats lliures de serveis i/o canalitzacions de tercers ja que el pas de la rasadora pot provocar danys i malmetre les infraestructures existents d'altres serveis. Per utilitzar aquest tipus de construcció en zones ja urbanitzades amb altres serveis, és imprescindible la utilització d'un georàdar que permeti la identificació exacta de tots els serveis existents al llarg del traçat.

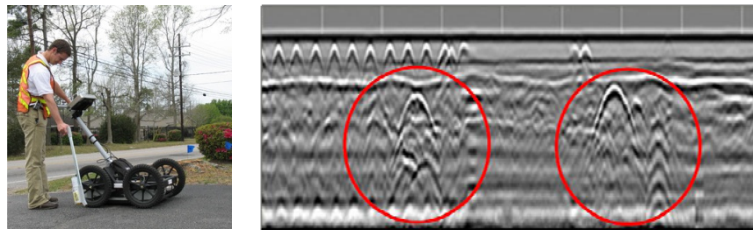


Figura 6. Detecció de serveis existents amb georàdar

1.2.Descripció dels materials de canalització

1.2.1. Tritub de Polietilè d'Alta Densitat (PEAD) de 40mm:

S'instal·laran dos tritubs de Polietilè d'Alta Densitat (PEAD) de Ø exterior de 40 mm i interior de 34 mm. Els tubs es troben units de tres en tres per un nervi, formant així el tritub. S'utilitzarà en totes les canalitzacions que discorren entre arquetes.

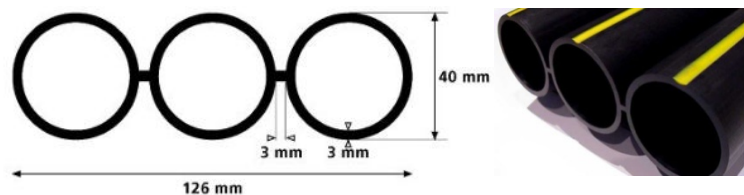


Figura 7. Exemple de tritub PEAD de 40mm

Format per 3 tubs de diàmetre exterior de 40 mm i interior de 34 mm amb parets interiors i exteriors llises. Els tubs es troben units de tres en tres per un nervi, formant així el tritub. S'utilitzarà en totes les canalitzacions soterrades que discorren entre arquetes.

Les característiques mecàniques i físico-químiques principals dels tubs hauran de ser les següents:

Tritub PEAD de 40mm		
Pressió (1h a 23 °C)	10 Kg/cm ²	
Densitat	>0,95 g/cm ³	UNE-53.020
Índex de fluïdesa (190 °C - 2,16 kg)	<0,25 g/10 min	UNE-53.200
Resistència a la tracció	>200 Kg/cm ²	UNE-53.131
Allargament	>350%	UNE-53.131
Temperatura VICAT (1 Kg)	>110°C	UNE-53.118
Retracció	<3 %	UNE-53.131
Estanquitat	Sense pèrdues	UNE-53.131
Contingut de negre de fum	<2%	UNE-53.375

Taula 1. Característiques del tritub PEAD de 40mm

Les bobines es subministraran en longituds de 500 m. Les unions dels tubs es realitzaran mitjançant maneguets d'unió específics de manera que assegurin l'estanquitat de l'entroncament en un 100% dels casos, fins a una pressió interior de 1,5 atmosferes. El polietilè del maneguet complirà les mateixes especificacions requerides per al tub.

Alternativament, en casos on la flexibilitat del tub així ho exigeixi, el tritub PEAD de 40mm es podrà substituir per 3 conductes corrugats independents de doble paret. La paret externa dels tubs serà corrugada i es fabricarà sempre amb polietilè d'alta densitat (PEAD), mentre que la paret interior serà llisa i fabricada de polietilè de baixa densitat (PEBD), per a subministrament en bobines o rotlles. Les característiques mecàniques i físico-químiques dels tubs corrugats seran equivalents a les presentades a la Taula 1.

1.2.2. Fil guia i obturadors

Les característiques principals del fil guia seran les següents:

- Corda de niló d'alta tenacitat, de tres caps.
- Resistència a tracció mínima de 300 kp.
- Diàmetre no inferior a 3 mm.

Tots els conductes es deixaran amb fil guia passat.

Es realitzarà un segellat adequat de tots els tubs ocupats amb cables de fibra i de tots els conductes buits, els quals es deixaran també amb obturadors adequadament instal·lats.

Els taps seran de polietilè de baixa densitat o PVC i de diàmetre adequat al conducte que hagin de obturar. El sistema d'ajust serà a pressió.

El segellat mínim recomanat és mitjançant polietilè.

Si bé aquest tipus de segellat no evita totalment l'actuació de rosegadors, si permet en els manteniments preventius a realitzar identificar punts amb presència de rosegadors i tornar-los a segellar.

En el cas de conductes ocupats, la obturació del conducte es podrà realitzar mitjançant escuma segelladora d'expansió bloquejant de líquids, àcids, gasos i rosegadors. Per a la correcta obturació, cal formar un tap d'escuma d'un mínim de 8cm de profunditat.

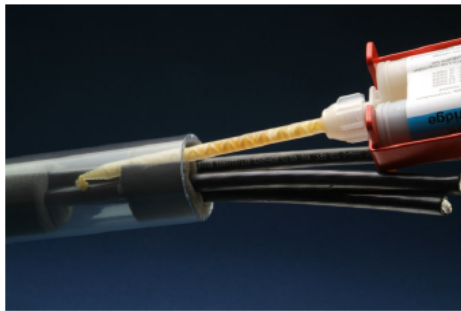


Figura 8. Exemple d'obturació de conducte ocupat amb escuma segelladora

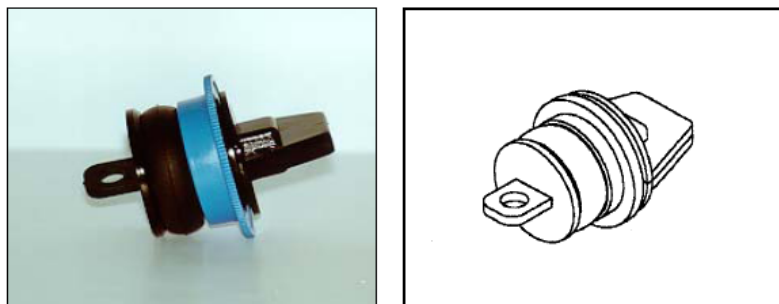


Figura 9. Exemple d'obturador per a conducte lliure

1.2.3. Separadors

Els separadors dels conductes permeten subjectar l'estructura de la canalització composta per diferents tubs així com mantenir l'equidistància entre conductes a l'interior de l'excavació.

El sistema de blocatge dels conductes en el separador haurà de ser tal que no permeti el desarmat accidental del conjunt al llarg de la seva manipulació i posada en obra.

L'esforç d'extracció del conducte col·locat en el separador no serà inferior a 30 N.

Els separadors seran de material plàstic (polipropilè, poliuretà antixocs, etc.) o altre adequat i proporcionaran una distància de separació suficient entre els conductes paral·lels que formen el prisma per a permetre un uniforme reblert entre ells.



Figura 10. Exemple de separadors per a tritubs

1.2.4. Pericons

Per al desplegament de la infraestructura de xarxa s'utilitzaran pericons prefabricats per a telecomunicacions en formigó armat amb solera i quatre finestres de connexió i embornal inferior. En casos excepcionals i prèvia autorització de la direcció facultativa es podran construir pericons d'obra nova, in-situ. Els pericons d'obra nova seran de dimensions i característiques idèntiques als pericons prefabricats.

1.2.4.1. Característiques dels pericons

Les característiques dels pericons són les següents:

- Els pericons hauran de suportar la pressió exercida per la tapa, complint les normes EN124 classe D400.
- La solera tindrà una inclinació uniforme, a quatre aigües, de l'1% des de les parets cap al clavegueró.

- Al centre de la solera es formarà una gerra circular de diàmetre 125 mm i profunditat de 50 a 70 mm.
- Seran íntegrament de formigó, amb resistència mínima de 35N/mm².
- La consistència es mesurarà d'acord amb la Norma UNE 83.313.
- Així mateix estaran dotats dels farratges interiors necessaris per al suport de cables i connexions.

Es duran a terme les següents hipòtesis de càrregues en funció de la ubicació de les arquetes:

- Hipòtesi I: Vies

Tren de càrregues d'un vehicle de 60 T, amb l'eix longitudinal paral·lel a l'eix de la calçada i format per 6 càrregues de 10 T que actuen, cadascuna, sobre una superfície rectangular de 0,2 x 0,6 m², amb el costat de 0,2 paral·lel a l'eix del vehicle.

La separació entre càrregues en sentit longitudinal serà 1,5m i en sentit transversal de 2m. Les arquetes, per les seves dimensions reduïdes, només es veuran afectades per una càrrega de 10 T. A aquesta acció s'afegirà l'acció del pes del terreny i una sobrecàrrega uniforme de 4000N/m².

- Hipòtesi II: Voreres

Tren de càrregues equivalent a una càrrega de 6T actuant sobre una superfície de 0,3 x 0,3 m² en la posició més desfavorable. A aquesta acció s'afegirà l'acció del pes del terreny i una sobrecàrrega uniforme de 4000N / m².

- Hipòtesi III: Zones apartades del trànsit de vehicles (jardins, espais de lleure, etc.)

Sobrecàrrega uniforme de 1T/m², afectada per un coeficient d'impacte d' 1,4. A aquesta acció s'afegirà l'acció del pes del terreny.

1.2.4.2. Tipus de pericons

Es preveu la instal·lació de 3 tipus de pericons:

- Pericó de 40cm x 40cm: Pericó de planta quadrada de dimensions (ample x llarg) exteriors 564mm x 564mm i interiors 400mm x 400 mm.

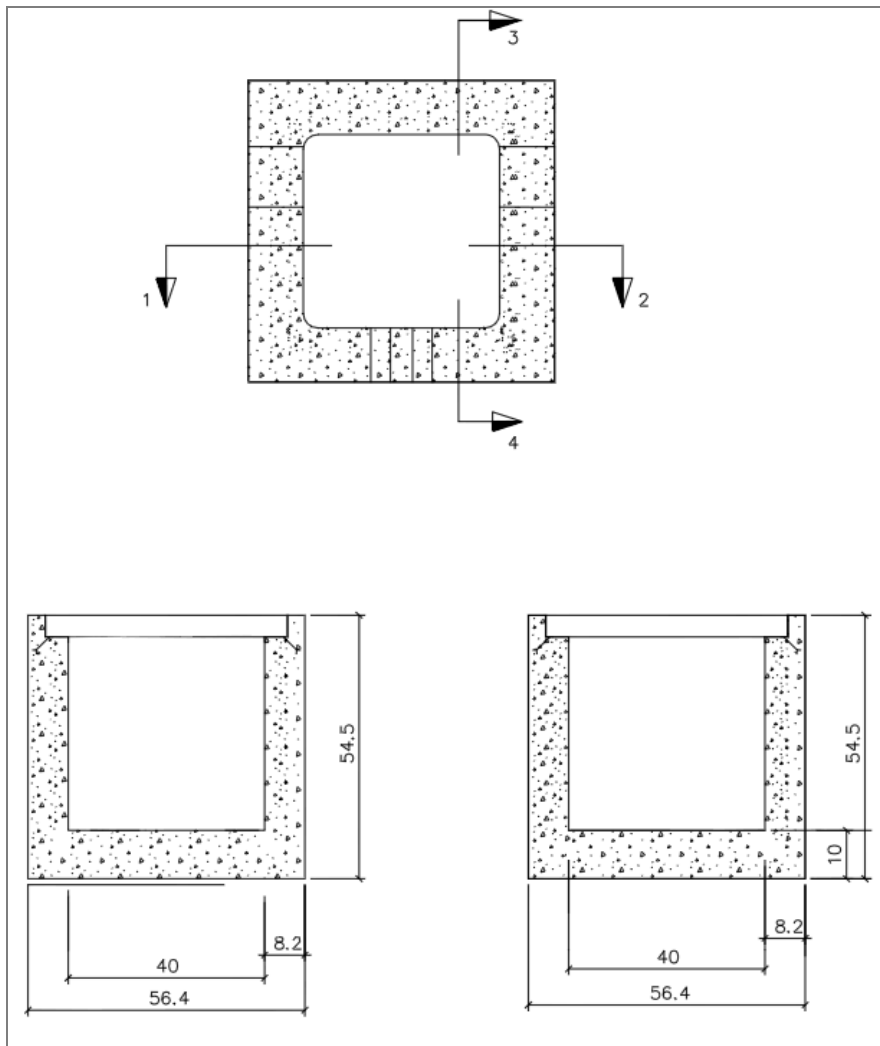


Figura 11. Pericó de 40cm x 40cm

- Pericó de 70cm x 70cm: Pericó de planta quadrada de dimensions (ample x llarg) exteriors 950mm x 950 mm i interiors 700mm x 700 mm.

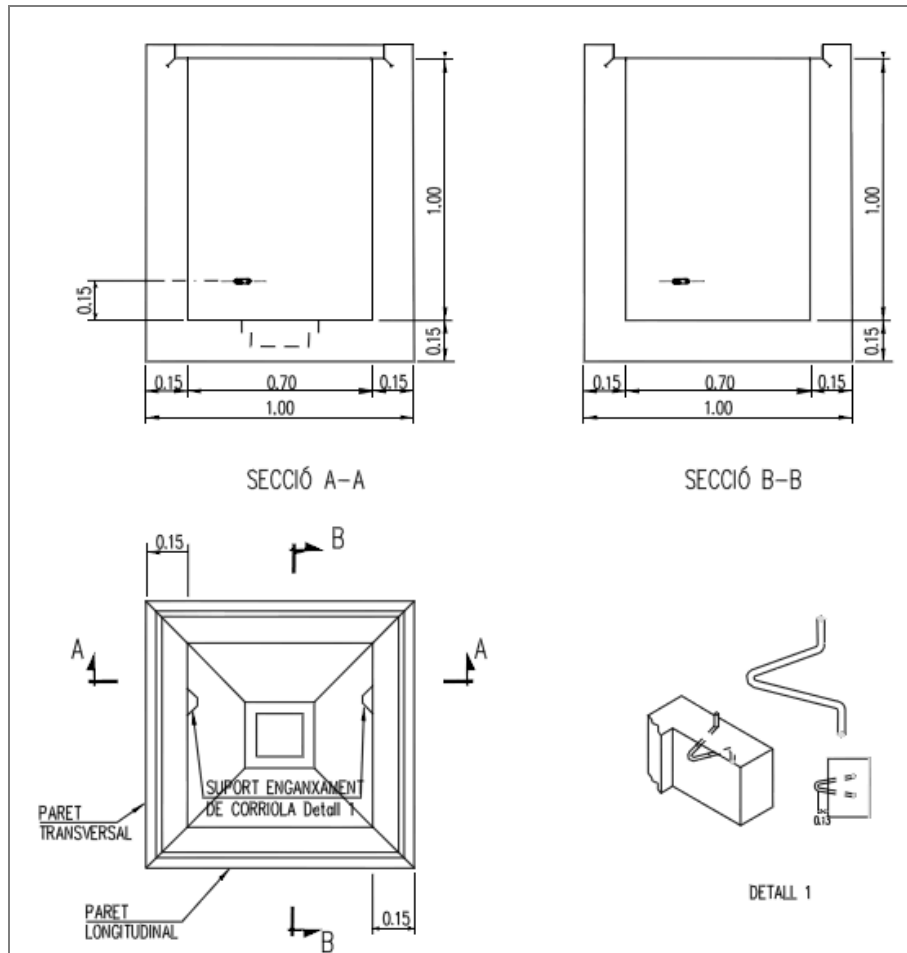


Figura 12. Pericó de 70cm x70cm

- Pericó de 140cm x 70cm: Pericó de planta rectangular de dimensions exteriors 1.700mm x 1000 mm i interiors 1400mm x 700 mm.

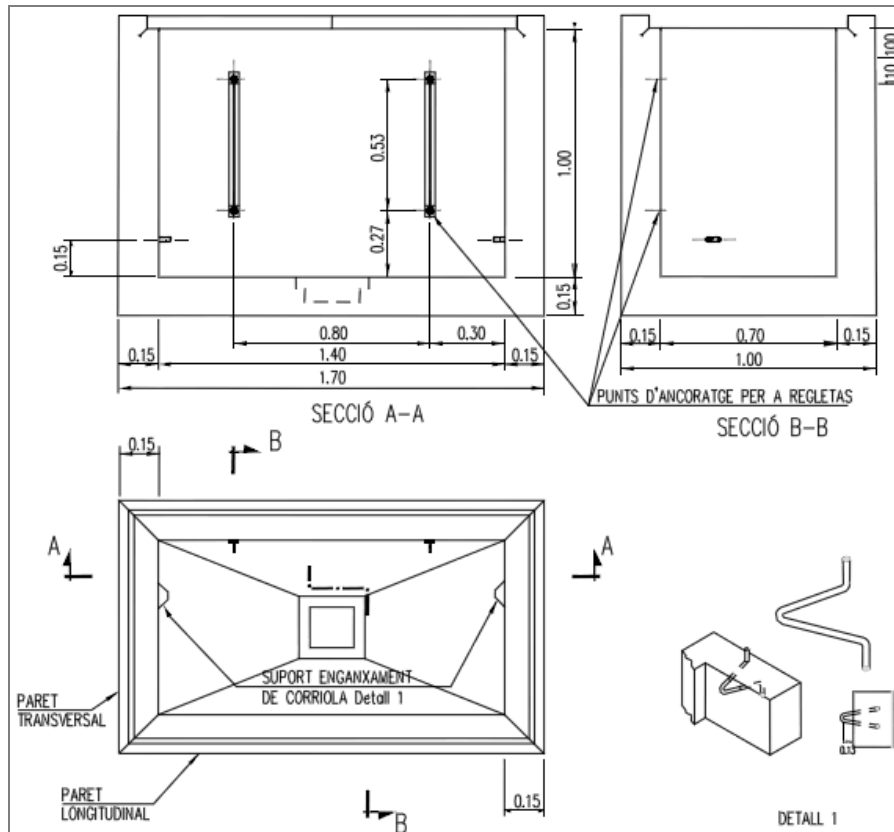


Figura 13. Pericó de 140cm x70cm

1.2.4.3. Ubicació dels pericons

En els punts on s'hagi d'ubicar un pericó, triarem un tipus o un altre segons la seva ubicació, els cables que hi passen i els dispositius o empalmaments que contingui.

- Pericó de 400 x 400. Se'n farà ús en els següents casos:
 - Accessos als Ajuntaments.

- Pericó de 700 x 700. Se'n farà ús en els següents casos:
 - Quan calgui dur a terme canvis de direcció pronunciats en la canalització, per tal d'evitar radis de gir excessivament forçats.
 - En zones urbanes, cada 50 metres de canalització.
 - En zones interurbanes, entre dos pericons de 700x1400.

- Pericó de 700 x 1400. Se'n farà us en els següents casos:
 - En els punts d'unió entre diferents tipus de canalització
 - Quan calgui ubicar una caixa d'entroncament de fibra òptica
 - A la sortida dels centres tècnics
 - En zona interurbana, com a màxim cada 3.000m de canalització.

1.2.5. Tapes i marcs

Les tapes i marcs seran de fosa dúctil segons la norma EN-124 classe D-400, de superfície antilliscant i plana, amb una tolerància de l' 1% a la cota de pas, amb un màxim de 6 mm.

L'assentament de la tapa en el marc serà de tal manera que no existeixi balanceig al pas de vehicles en aquells pericons instal·lats a calçada. En pericons situats en terres o vorera no existirà balanceig al pas de persones. Els pericons a situar en calçada seran de 700x700mm amb tapa i marc circular, amb marc aparent de pas de 700mm.

Les tapes han de disposar d'un tancament de seguretat que sigui accionable mitjançant una clau específica, i portaran les marques indicades en la norma UNE EN-124.

Les tapes han de portar una identificació conforme inclouen elements de telecomunicacions (p. ex. TC) així com un anagrama que identifiqui la titularitat de la mateixa.

Descripció	Mides (mm)		
	Long. tapa	Pas lliure	Alçada
Pericó de 40cm x 40cm (instal·lació en vorera)	490 x 490	400 x 400	545
Pericó de 70cm x 70 cm (instal·lació en vorera)	780 x 780	700 x 700	100
Pericó de 140cm x 70 cm (instal·lació en vorera)	1560 x 780	1500 x 700	100
Pericó de 70cm x 70 cm (instal·lació en calçada)	780 (Circular)	714	100

Taula 2. Característiques de tapes i marcs

- Tapa de pericó 40cm x 40cm en vorera:

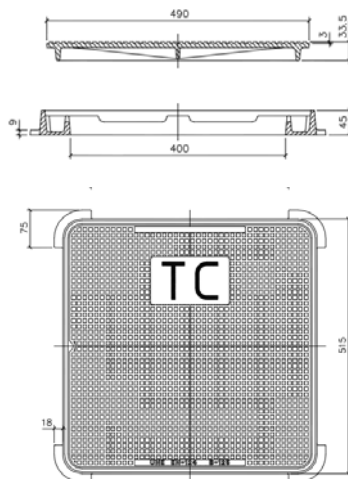


Figura 14. Tapa pericó 40cm x 40cm en vorera

- Tapa de pericó 70cm x 70cm en vorera:

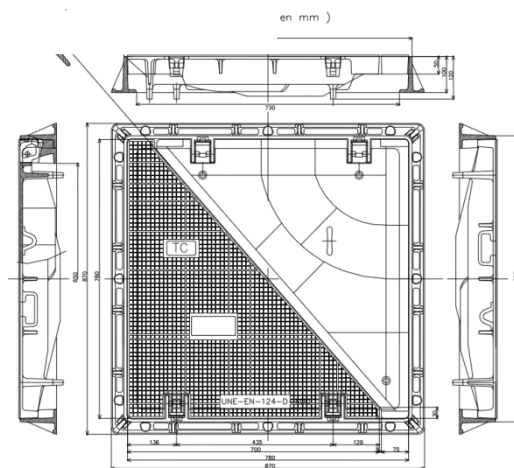


Figura 15. Tapa de pericó de 70cm x 70cm en vorera

- Tapa de pericó 140cm x 70cm en vorera:

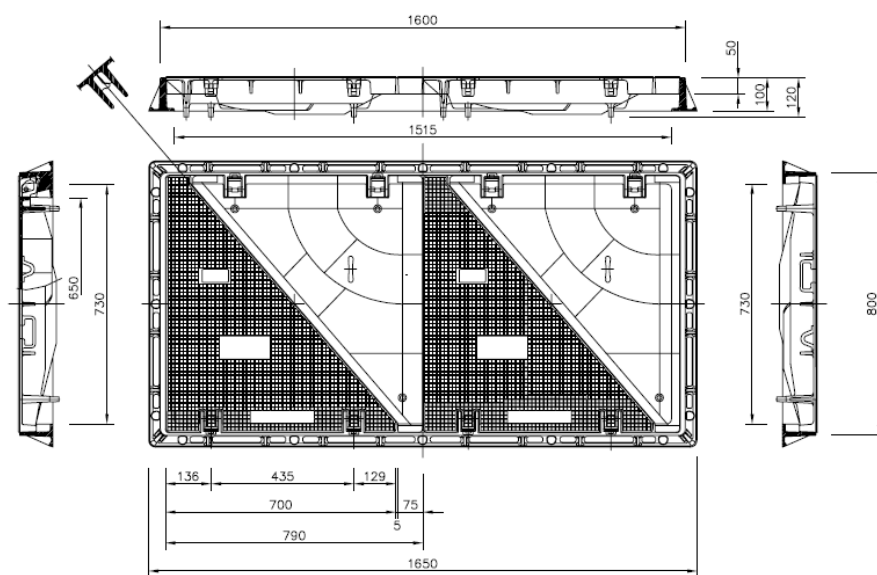


Figura 16. Tapa de pericó de 140cm x 70cm en vorera

- Tapa de pericó 140cm x 70cm en calçada:

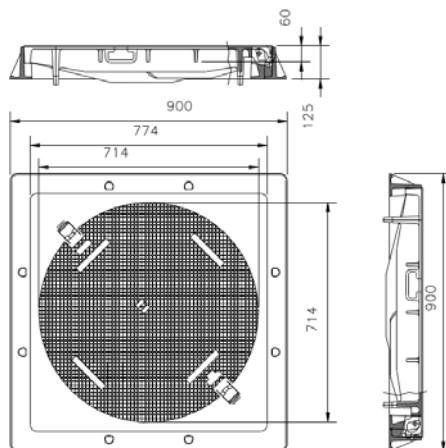


Figura 17. Tapa de pericó de 70cm x 70cm en calçada

1.2.6. Formigó

Els formigons utilitzats tant per a protecció de canalitzacions enterrades com per execució d'obres de fàbrica, arquetes, pedestals d'armaris o basaments de pals, compliran les especificacions recollides en la "Instrucció de formigó estructural (EHE)", amb les característiques de resistència, docilitat i grandària màxima de l'àrid que en cada cas s'indiquin.

El formigó a emprar en canalitzacions serà del tipus HM-20 amb una resistència mínima segons normes UNE 7240 i 7242 de 200kg/cm²

1.2.7. Aglomerats asfàltics

Llevat dels casos en què l'organisme oficial competent, determini un tipus de mescla bituminosa en concret, les reposicions d'aglomerats asfàltics hauran de ser similars als paviments originals.

La seva posada en obra, haurà de ser sempre en calent.

Els àrids a utilitzar en regs d'imprimació compliran les prescripcions del Plec General de Carreteres (PG3), article 530.

L'àrid per a reg d'imprimació tindrà un fus granulomètric del tipus A5 / 2UNE, amb grandària màxima de cinc mm (5mm) i mínim de dos mm (2 mm).

El material bituminós a emprar en reg d'imprimació serà un betum asfàltic fluïdificat de curat mig, tipus MC2, i haurà de complir totes les prescripcions corresponents detallades en l'article 212 del Plec General de Carreteres (PG3).

En particular haurà de determinar el punt d'inflamació sempre que es pugui donar el cas que la temperatura ambient o la designada per al seu ús puguin assolir el valor d'aquest punt.

1.2.8. Altres materials

En l'execució de les canalitzacions, podrà ser necessari l'ús d'altres materials com, aigua, ciments i àrids per a elaboració de morters o sorres per a protecció de serveis.

Per a la reposició del paviment en les canalitzacions, podrà ser necessària també la utilització de llosetes hidràuliques, llosetes de terratzo, llambordes naturals o artificials, formigons vistos, etc. Tots aquests materials, hauran de ser de les mateixes característiques que els paviments originals.

A més dels materials anteriorment esmentats, en ocasions excepcionals pot ser necessari l'ús d'altres, com per exemple:

- Qualsevol tipus de conducte, (monotub, bitub o tritub) de mesures diferents dels especificats en aquest document, o altres que es poguessin especificar en el futur.
- Qualsevol tipus d'accessori, especificat o no, necessari per a la completa i correcta instal·lació dels conductes en les versions abans esmentades.
- Qualsevol tipus de material necessari per a la correcta protecció dels prismes de canalització.
- Qualsevol tipus de material necessari per a la correcta i completa reposició dels paviments (vorades, llosetes especials, pintura de senyalització horitzontal, llavors o espècies de jardineria, etc.) afectats per la construcció de la canalització.

2. Execució de l'obra civil

2.1. Construcció de la Canalització

2.1.1. Excavació

L'obertura de rases es realitzarà sense interrupcions del trànsit rodat, realitzant els encreuaments en meitats alternatives. S'utilitzaran plaques d'acer de 2cm de gruix per restablir el trànsit als encreuaments oberts. Així mateix, s'haurà de mantenir l'accés de vianants als edificis i comerços.

L'obertura de rases es podrà realitzar mitjançant mitjans mecànics (rasadores, retroexcavadora, martell pneumàtic, etc ...) excepte en aquells casos en què s'hagi detectat o s'espera trobar alguna conducció. En aquests casos l'obertura es realitzarà amb mitjans manuals fins a descobrir totalment el servei afectat.

La terra vegetal extreta que es vagi a emprar en farcit de rasa, s'arreglarà de forma separada. La resta de terres i materials procedents de l'excavació, es transportaran a l'abocador acreditat més proper, havent de justificar els documents que acreditin aquest abocament.

En calçades amb paviment asfàltic es realitzarà el traçat i tall mecànic del paviment, per tal d'aconseguir un perfil vertical regular i net a les vores del paviment no destruït. A continuació es destruirà el paviment asfàltic i bases si n'hi ha. Les llambordes, rajoles hidràuliques, vorades o qualsevol altre element que pel seu valor s'hagi conservar, es retirarà, netejarà i arreglarà de la forma més acurada possible per evitar el seu deteriorament.

Dins del procés d'excavació, s'hauran de tenir en compte els següents aspectes:

- Apuntament: Les excavacions s'apuntalaran quan la Direcció d'Obra ho consideri necessari. L'apuntament s'eleva com a mínim 10 cm per sobre de la línia del terreny o de la rasa protectora.
- Condicions de drenatge: Es prendran les mesures oportunes per evitar que l'escorrentia superficial provocada per una precipitació inesperada inundi les rases obertes i també quan s'arribi al nivell freàtic durant l'excavació i hagi de romandre la rasa oberta.
- Pendent de la rasa: Es donarà un pendent longitudinal a la base de tota rasa que quedi oberta en acabar la jornada laboral cap a cada una de les arquetes per evitar l'embassament d'aigua a la rasa en previsió de pluges o fuites de serveis existents.
- Neteja del fons: Es rectificarà el perfil longitudinal, retallant les parts sortints tant en planta com en alçat i omplint les depressions del fons. S'acabarà amb un piconat general per preparar l'obra posterior.

2.1.2. Col·locació de les canalitzacions.

El nombre de conductes a disposar varia segons el tram de xarxa considerat d'acord amb els plànols proporcionats.

El paquet de tubs es desplegarà en tota la longitud que serà estesa d'una vegada al costat de l'emplaçament de la rasa, realitzant els entroncaments corresponents.

El radi de curvatura dels tritub i dels microductes serà major de 30m. A més, la suma d'angle central de totes les corbes existents en una secció no superarà els 120°. Aquests valors, es podran variar de manera extraordinària, amb autorització de la Direcció d'Obra.

Un cop disposats els conductes es corregiran els defectes d'alineació en planta i alçat de manera que quedi perfectament format el prisma i es mantingui la distància suficient amb les parets de la rasa, que permeti el correcte formigonat de la mateixa. Podrà ser necessari l'ús d'elements de separació, en forma de "U" o similars.

Les restes de conductes, taps, entroncaments, cintetes, embalatges i altres elements utilitzats en la canalització, juntament els excedents de l'excavació i material de farciment, seran transportats a un abocador.

2.1.3. Farciment de rasa.

Distingirem entre canalitzacions convencionals o minirasa:

2.1.3.1. CANALITZACIONS CONVENCIONALS

- S'omplirà el prisma fins a 10cm per sobre de la generatriu superior del conducte més superficial, amb el mateix tipus de formigó (HM-20) i en una sola fase. El farciment es compactarà adequadament mitjançant vibrat fins aconseguir una massa homogènia sense oclusions d'aire o coqueres i exempta de matèries estranyes de qualsevol procedència.
- Posteriorment, es realitzarà el rebliment de la rasa amb el material extret de la rasa prèviament seleccionat, proporcionant la humitat adequada per a la correcta compactació, abocament en capes de gruix original inferior a 20 cm i piconadora per mitjà de pistons pneumàtics o elements vibradors adequats.
- Finalment, per a les rases convencionals en vorera o calçada, es realitzarà una reposició de base de formigó, reglejada i vibrada, i paviment igual a l'existent amb sobreaplades segons seccions tipus i prèvia autorització de la direcció d'obra.

2.1.3.2. CANALITZACIONS EN MINIRASA:

- S'omplirà el prisma fins a la part inferior de la base del paviment, amb el mateix tipus de formigó (HM-20) o de material autocompactant i en una sola fase. El farciment es compactarà adequadament mitjançant vibrat fins aconseguir una massa homogènia

sense oclusions d'aire o coqueres i exempta de matèries estranyes de qualsevol procedència.

- El procés de farciment, es realitzarà sense interrupcions del trànsit rodat, realitzant els encreuaments en meitats alternatives. S'utilitzaran plaques d'acer de 2cm de gruix per restablir el trànsit abans de començar el farciment de la rasa a la meitat restant de calçada.

2.1.4. Comprovacions

Un cop construït un tram de canalització entre dos punts, (pericó - pericó, pericó - edifici, etc.) es procedirà a la pertinent comprovació dels diferents conductes en tota la seva longitud mitjançant l'operació de mandrils, que consisteix a passar un element comprovador (mandril, bala, etc.) de manera que quedi garantida l'absència d'obstruccions o disminucions de secció dels tubs, deixant el corresponent fil guia instal·lat en cada conducte, així com taps instal·lats en tots ells. Els mandrils de comprovació tindran una tolerància màxima del 10% del diàmetre interior del conducte a comprovar.

Normalment les operacions de mandrils es realitzaran amb assistència d'aire comprimit, i es pot realitzar també de forma manual o mitjançant la utilització de varetes contínues o segmentades.

2.1.5. Reposició de paviments

Un cop omplerta la rasa, es procedirà a la reposició del ferm i estesa de la capa asfàltica fins al mateix nivell que el del voltant, tenint cura que la unió mantingui les condicions d'estanqueïtat.

En calçades o voreres amb paviment de rajola, llosetes, mosaics, llambordes, etc., S'utilitzaran els materials prèviament recollits substituint els no reutilitzables per altres de semblant color, to, mida i dibuix que els existents.

L'ample de reposició, vindrà donat per les seccions tipus indicades a l'apartat on es descriuen els tipus de canalització. Com a norma general, l'amplada de reposició sobresortirà 20cm més per cada costat de la rasa convencional en calçada, i 10 cm més per cada costat de la rasa convencional en vorera.

Donada la varietat de paviments existent i, de vegades, les variades concepcions de la seva posada en obra per part dels tècnics responsables dels diferents municipis, és aconsellable el seu concurs pel que fa a l'acceptació, tant dels materials com de la seva col·locació en obra, fins i tot amb anterioritat a la seva demolició.

En el cas de resultar afectada pels treballs la senyalització horitzontal existent, aquesta haurà de ser reposada per una altra d'ídèntiques característiques, és aconsellable en aquests casos la utilització d'empreses especialitzades per a la seva execució.

2.1.6. Execució de pericons

En la construcció dels pericons, s'aplicarà tot el descrit en l'apartat de construcció de canalització d'aquest document, referent a excavació, col·locació de conductes, farciment de canalitzacions i reposició de paviments.

A continuació es descriuen els passos a seguir per a la instal·lació d'un pericó prefabricat de formigó armat:

- L'excavació es realitzarà deixant un mínim de 10 centímetres lliures a cada costat del pericó, quedant sempre les parets totalment verticals i sense perill de desprendiments.
- Amb l'excavació realitzada s'anivellarà el fons fent una capa de sorra compactada i anivellada que servirà de base d'assentament del pericó.
- El pericó prefabricat es posarà mitjançant mitjans mecànics de manera que les parets transversals quedin perpendiculars a la traça de la canalització. Un cop situat el pericó en el seu emplaçament es comprovarà i procedirà a l'anivellament.
- A continuació s'abocaran els conductes a les finestres corresponents deixant un vol de 30 centímetres mínim respecte del parament interior del pericó per a facilitar els empalmaments.
- S'ompliran i compactaran els buits entre el pericó i l'excavació amb formigó HM-20 vibrat, reposant el paviment i assegurant que la tapa queda al mateix nivell.
- Es subministraran i col·locaran els suports per a cables i connexions que hagin d'albergar els pericons.
- Finalització i neteja d'interiors per a un acabat acurat i geomètricament correcte d'acord amb les dimensions i elements que conformen els diferents conjunts de pericons, quedant disposats per prestar el servei que els sigui propi.

Atès que habitualment els pericons a emprar seran prefabricats, no s'entra en detall del procés constructiu dels pericons executats "in situ", ja siguin de maó o de formigó.

No obstant això, tot el descrit per als pericons prefabricats, és vàlid per als d'execució "in situ", substituint la col·locació del pericó prefabricat per la col·locació de l'encofrat (en cas de pericons de formigó "in situ") o per execució de les parets de maó (en cas de pericons de

maó massís). Així mateix, les dimensions de l'excavació, s'han d'adaptar a les especificades per a aquest tipus de pericons.

2.1.7. Comprovacions

Una vegada construïts els pericons, es realitzaran les següents comprovacions:

- Dimensions requerides segons el tipus de pericó.
- Existència del drenatge.
- Entrades de conductes situades geomètricament de manera correcta, segons el que indica el replanteig.
- Quantitat i fixació ferma de suports de cables i connexions.
- Quantitat, ubicació de conductes correctament acabats. Els tubs han de sobresortir 15cm aproximadament respecte els murs, per tal de superar possibles contraccions i/o dilatacions degudes a la variació de la temperatura ambiental.
- Marcs i tapes fixats i anivellats perfectament.
- Conductes degudament obturats.
- Paviments circumdants correctament reposats i anivellats.

2.1.8. Neteja i Retirada de Mitjans

Un cop finalitzats els treballs de construcció i comprovació de la canalització i pericons hauran de ser retirats tots els mitjans i materials aportats deixant la zona afectada per les obres en perfecte estat d'ús i neteja.

2.2. Altres tipus de canalització

2.2.1. Canalització per intercepció amb pericó existent

Per a la intercepció amb pericons de canalització existent, es seguiran els següents passos:

- Recepció, Transport i Recollida de Materials d'acord amb allò exposat en l'apartat d'execució de la canalització d'aquest document.
- Replanteig: Es replantejarà el punt d'intercepció al pericó, tenint en compte en quin costat de la paret del pericó es realitzarà la finestra, de cara a una correcta gestió dels cables en el pericó. Es comprovarà l'estat general del pericó i en cas que hi hagi cables, aquests s'alliberaran dels suports i s'apartaran de la zona on s'hagi de procedir a realitzar la intercepció.
- Obertura de rasa: Es procedirà a la realització de l'excavació d'acord amb lo exposat en l'apartat de construcció de canalització d'aquest document. Es contempla la realització d'un màxim de 3 metres de rasa nova per cada intercepció.

- Obertura de finestra al pericó: Es procedirà a l'obertura de la finestra al pericó en el punt on prèviament s'hagi replantejat, ajustant les seves dimensions al tipus i nombre de conductes. L'obertura es realitzarà per mitjans manuals o amb pistola. Es posarà especial cura en no danyar la paret de l'arqueta més del necessari ni els possibles cables existents.
- Col·locació de les canalitzacions: La instal·lació dels conductes es realitzarà de forma similar al descrit en l'apartat ja esmentat de construcció de canalització. Es posarà especial cura en la correcta formació del paquet de conductes al punt d'intercepció, perquè quedin perfectament alineats a les parets dels pericons. Les distàncies a complir entre el paquet de conductes, la solera i les arestes del pericó, seran les mateixes que si es tractés d'un pericó de nova execució.
- Farciment de rasa i execució del pericó: Es procedirà al farciment de la rasa d'acord amb allò descrit en l'apartat de construcció de canalització. Els buits existents entre la finestra i els conductes, s'ompliran amb el mateix formigó HM-20 o material autocompactant que la resta de la rasa. La cara interior de la paret del pericó es rematarà amb morter de ciment i es retallaran els conductes arran de la paret. Finalment, s'allotjaran de nou els cables en els seus suports, en cas que n'hi hagués.
- Reposició de paviments: Es reposaran els paviments originals d'acord amb el que s'ha exposat en l'apartat de construcció de la canalització. Finalment es procedirà a la neteja de la zona i retirada de mitjans.

2.2.2. Canalització per accés a edifici

Per a accés a edificis es realitzarà la rasa necessària des del pericó establert fins al punt d'entrada a l'edifici identificat. Es seguiran els següents passos:

- Recepció, Transport i Recollida de Materials d'acord amb allò exposat en l'apartat d'execució de la canalització d'aquest document.
- Replanteig: Es replantejarà el punt d'intercepció al pericó, tenint en compte en quin costat de la paret del pericó es realitzarà la finestra, de cara a una correcta gestió dels cables en el pericó. Es comprovarà l'estat general del pericó i en cas que hi hagi cables, aquests s'alliberaran dels suports i s'apartaran de la zona on s'hagi de procedir a realitzar la intercepció. Es replantejarà també el punt d'accés a l'edifici tenint en compte els dos costats de la paret que s'haurà d'entravessar. Es comprovarà que en la cara interior de l'edifici no hi hagi cables ni serveis afectats.
- Obertura de rasa: Es procedirà a la realització de l'excavació d'acord amb lo exposat en l'apartat de construcció de canalització d'aquest document. Es contempla la realització d'un màxim de 8 metres de rasa nova per cada intercepció.

- Obertura de finestra al pericó: Es procedirà a l'obertura de la finestra al pericó en el punt on prèviament s'hagi replantejat, ajustant les seves dimensions al tipus i nombre de conductes. L'obertura es realitzarà per mitjans manuals o amb pistola. Es posarà especial cura en no danyar la paret de l'arqueta més del necessari ni els possibles cables existents.
- Realització de passa murs: Es procedirà a l'obertura de la finestra a la paret de l'edifici, ajustant les seves dimensions al tipus i nombre de conductes. L'obertura es realitzarà per mitjans manuals o amb pistola. Es posarà especial cura en no danyar la paret més del necessari ni els possibles cables existents.
- Col·locació de les canalitzacions: La instal·lació dels conductes es realitzarà de forma similar al descrit en l'apartat ja esmentat de construcció de canalització. Es posarà especial cura en la correcta formació del paquet de conductes al punt d'intercepció, perquè quedin perfectament alineats a les parets dels pericons. Les distàncies a complir entre el paquet de conductes, la solera i les arestes del pericó, seran les mateixes que si es tractés d'un pericó de nova execució.
- Farciment de rasa i execució del pericó: Es procedirà al farciment de la rasa d'acord amb allò descrit en l'apartat de construcció de canalització. Els buits existents entre la finestra i els conductes, s'ompliran amb el mateix formigó HM-20 o material autocompactant que la resta de la rasa. La cara interior de la paret del pericó es rematarà amb morter de ciment i es retallaran els conductes arran de la paret. Finalment, s'allotjaran de nou els cables en els seus suports, en cas que n'hi hagués. Es realitzaran tots els treballs d'estanqueïtat i d'obtenció de conductes necessaris per tal de garantir el total aïllament de l'interior de l'edifici amb l'exterior.
- Reposició de paviments: Es reposaran els paviments originals d'acord amb el que s'ha exposat en l'apartat de construcció de la canalització. Finalment es procedirà a la neteja de la zona i retirada de mitjans.

2.2.3. Perforació Horitzontal Dirigida (Topo)

En els encreuaments on no sigui possible tallar el trànsit o en els quals els organismes competents no permeten l'obertura de rases a cel obert, l'excavació es realitzarà mitjançant perforacions dirigides.

El procediment d'execució en aquest cas particular, comprèn els següents passos:

- Identificació dels serveis existents mitjançant instrumentació de detecció de cables i canalitzacions amb georàdar
- Situació de la maquinària de perforació

- Realització de la perforació pilot
- Eixample fins al diàmetre requerit
- Instal·lació de la canalització
- Tancament dels pous d'atac i recepció de la perforació.

El següent esquema ens mostra un exemple de perforació horitzontal pel creuament d'una carretera entre una vorera i terres.

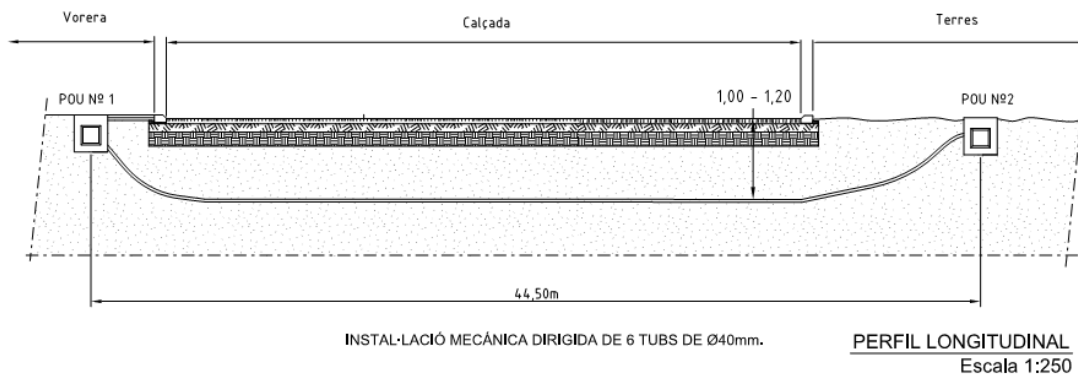


Figura 18. Exemple de perforació horitzontal Topo.

2.2.4. Pas per túnels, ponts o Viaductes

En els casos en què sigui necessari el pas de la canalització per ponts, viaductes, passarel·les o túnels, la solució constructiva a adoptar serà la de fixar els conductes a l'estructura allotjats dins d'un tub d'acer galvanitzat de 150mm de diàmetre o, en casos excepcionals, apropiat als conductes que hagi d'allotjar. La solució a adoptar ha de ser validada per la direcció d'obra.

Sempre s'han de triar els traçats més rectilinis possibles per tal d'évitar canvis de direcció innecessaris. S'haurà d'anar en compte amb els radis mínims de curvatura dels cables que s'instal·lin posteriorment en la canaleta.

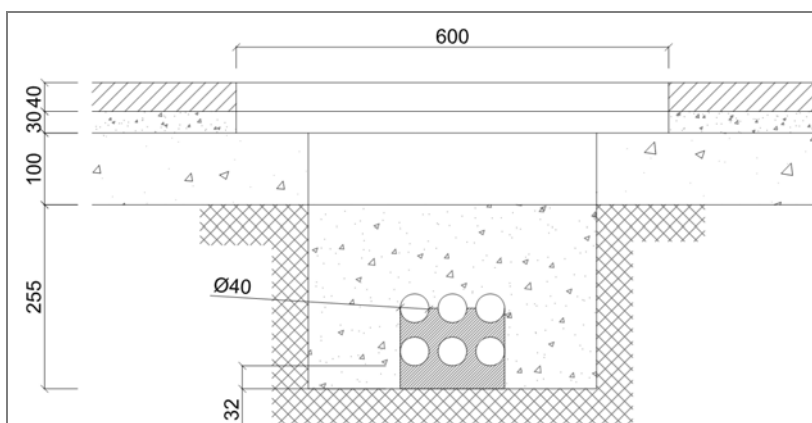


Figura 19. Canalització en vorera per pont

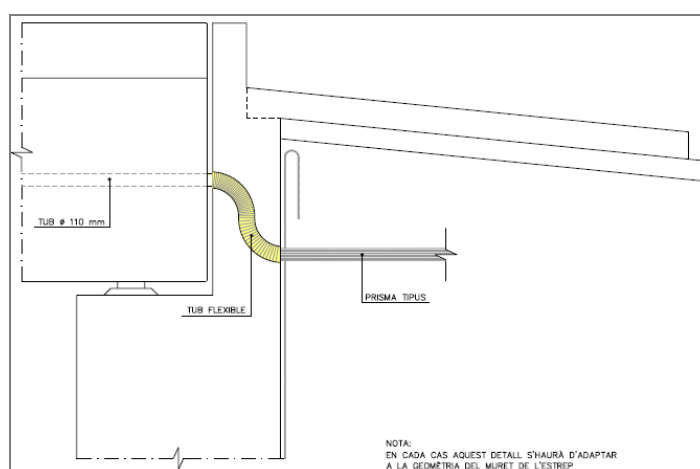


Figura 20. Detall de sortida de canalització soterrada a tub metàl·lic.

2.2.5. Sortida lateral des de canalització a façana

Es refereix conceptualment a la infraestructura tubular que, des d'un pericó permet el pas del cable o cables fins a un punt de façana a través d'un tub metàl·lic galvanitzat en calent de 47 mm de diàmetre exterior i 44mm de diàmetre interior i fins 2,50m sobre rasant vial, a partir del qual els cables queden vistos en la seva instal·lació per la façana.

El tram de canalització des del pericó a línia de façana, es realitzarà rasa convencional en vorera d'acord amb el descrit en l'apartat de canalitzacions d'aquest manual.

Per tant, en aquest punt, ens centrarem únicament en la instal·lació de la sortida lateral, des de línia de façana fins al punt en que els cables queden vistos. A continuació, es mostra un esquema de sortida a façana.

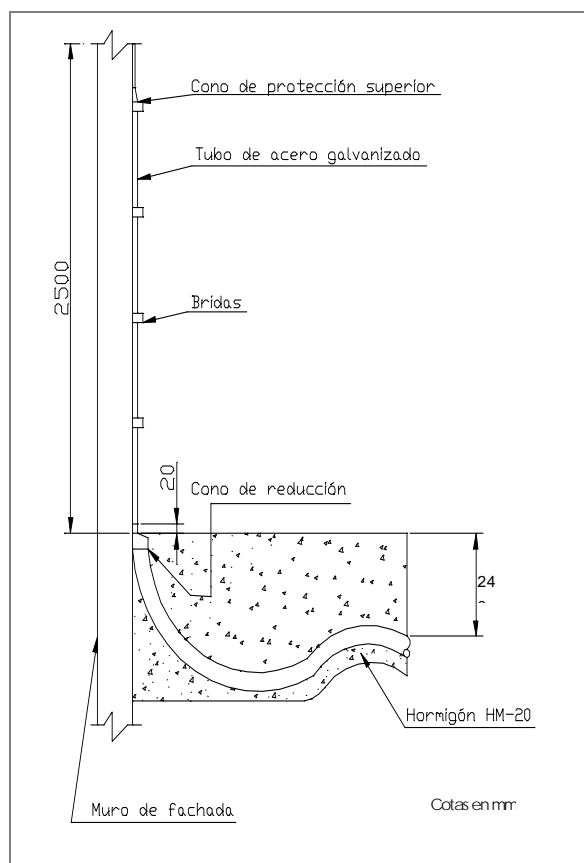


Figura 21. Esquema de sortida a façana

Les grapes dels tubs d'accés a façana o pals seran d'acer inoxidable i s'ajustaran al diàmetre habitualment emprat en els tubs d'accés a façana o pal PG-36 (diàmetre exterior de 47 mm).

A la part inferior del tub d'acer galvanitzat PG-36 de sortida a façana s'instal·larà un con metàl·lic de reducció/protecció inferior connectant el tub soterrat de polietilè amb el tub d'acer de fixació mural. El con de reducció porta a la part superior un encaix en rosca normalitzat per a un tub PG-36 i en la seva part inferior un encaix lleugerament cònic per entrar a pressió dins del tub de polietilè. Estarà fabricat en fosa dúctil.

A la part superior del tub d'acer galvanitzat PG-36 de sortida a façana s'instal·larà el con de neoprè de protecció superior de PG-36 a cable. Aquest con permet la sortida d'un, dos o tres cables, tallant, en el moment de la instal·lació, el caputxó a la longitud exacta del diàmetre que defineix el feix de cables i encintat posteriorment.

2.2.6. Sortides laterals des de canalització a pals

En el cas de sortides laterals a pals, per a la pujada o baixada de cables a línies aèries, es procedirà de forma similar a les sortides laterals a façana.

2.2.7. Pas per galeries o col·lectors de sanejament visitables

En els trams de xarxa on la xarxa de sanejament sigui visitable, diàmetre major de 1000mm, s'instal·laran 3 tubs PEAD de 40mm de diàmetre exterior i 34 mm de diàmetre interior instal·lats mitjançant un sistema de grapat a la part superior del col·lector de la xarxa de sanejament, tal com es mostra a la figura.

Les canalitzacions hauran d'anar ancorades al sostre o en un lateral i no afectar les actuals condicions d'accessibilitat i funcionament de la xarxa de sanejament.

Els tubs de 40mm seran de paret llisa (tant interior com exterior) i es disposaran de forma totalment contigua minimitzant l'espai entre ells. A més, sempre que el responsable del manteniment de la xarxa de sanejament ho aconselli, es procedirà al segellat amb massilla viscoelàstica monocomponent tipus STOPAQ de l'espai entre tubs i de l'espai entre tubs i la paret de la galeria.

Tots els tubs aniran subconductats amb 7 microductes de 10 mm de diàmetre exterior i 8mm de diàmetre interior.

Tots els tubs seran de PEAD no corrugats totalment inerts a qualsevol líquid o àcid que pugui estar present en una xarxa de sanejament (en particular a l'H₂S).

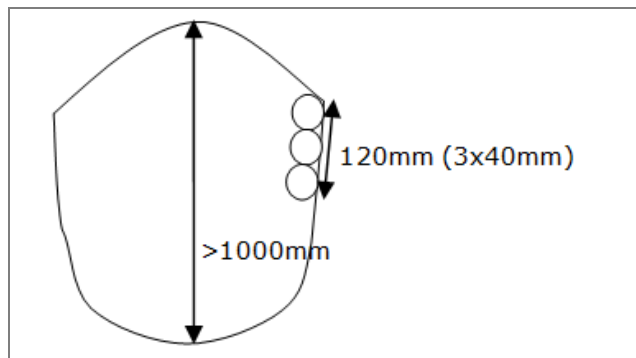


Figura 22. Canalització en xarxa de sanejament (visitable)

2.2.8. Pas per galeries o col·lectors de sanejament no visitables

En els trams de xarxa on la xarxa de sanejament no sigui visitable, diàmetre menor de 1000mm, s'instal·larà 1 tub de 32mm de diàmetre exterior i 26mm de diàmetre interior instal·lat a la part superior del col·lector de la xarxa de sanejament. El tub anirà subconduït amb 4 microductes.

Tots els tubs seran de PEAD no corrugats totalment inerts a qualsevol líquid o àcid que pugui estar present en una xarxa de sanejament (en particular a l' H_2S).

Es recomana l'ús de tecnologies robotitzades per a la subjecció dels conductes. La subjecció dels conductes ha de ser mitjançant un sistema de subjecció amb anells no completament tancats per permetre, almenys en la part inferior del col·lector, la lliure circulació dels residus.

El desplegament en galeries no visitables haurà de complir els següents requisits:

- La infraestructura instal·lada a l'interior del clavegueram / sanejament ha de deixar lliure la part inferior dels col·lectors de sanejament. És a dir, els elements de subjecció han d'estar situats a la part superior del col·lector i han de permetre, almenys en la part inferior del col·lector, la lliure circulació dels residus.
- La solució ha de permetre el desplegament sense perforacions ni grapats a l'interior del col·lector de sanejament, preservant la seva integritat. Únicament es permetran perforacions puntuals en els pous de visita a efectes de fixació d'elements de tensió i canvis d'angle.
- Per tal de ser resistent a les més agressives tasques de neteja i manteniment (com ús de toveres amb cadenes rotatòries), la nova infraestructura ha de conformar un conjunt solidari per oferir així una resistència longitudinal a les eines emprades en aquestes tasques.

- La solució presentada ha de garantir que un cop finalitzada la instal·lació, la solució ha de suportar proves de neteja amb aigua a alta pressió, típicament 120 bars o 150 bars o amb equips més potència: 200 bars i 270 bars amb cadena rotativa. El procés de neteja s'ha de poder realitzar amb total normalitat no veient-se afectat per la nova instal·lació.
- La fase de desinstal·lació ha de ser ràpida i senzilla i no comptar amb procediments robotitzats.
- El sistema en el seu conjunt ha de tenir propietats dielèctriques per a no servir de continuïtat a sobretensions causades per llamps.

2.3.Relació amb altres xarxes de serveis

El traçat de la canalització dependrà de l'existència d'altres serveis que poden compartir el mateix espai urbà. Encara que la infraestructura de fibra òptica és un mitjà no metàl·lic, hi ha la possibilitat que operadors que puguin fer ús d'aquestes infraestructures ubiquin elements metàl·lics en elles (cables de parells de coure, cables coaxials, etc.). Amb aquesta finalitat, aquest apartat estableix les distàncies de seguretat que han de complir els diferents serveis tant en encreuaments com en paral·lelismes.

Encreuaments (distàncies en cm)	Gas AP	Gas MP i BP	Aigua Potable	BT	MT i AT	Telecos	DH&C	Clavegueram
Gas AP		20	20	20	20	30	20	20
Gas MP i BP	20		10	10	10	30	10	10
Aigua Potable	20	10		20	20	30	10	100
BT	20	10	20		25	20	20	20
MT i 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
Clavegueram	20	10	100	20	20	30	40	

Taula 3. Distàncies entre canalitzacions de serveis

On:

- Gas AP: Canalització de gas d'alta pressió.
- Gas MP i BP: Canalització de gas de mitja i baixa pressió.
- BT: Baixa tensió.
- MT i AT: Mitjana tensió i alta tensió.
- DH&C: District Heating & Cooling.

Anomenarem paral·lelisme al cas en que totes dues canalitzacions transcorren sensiblement paral·leles, sense que sigui necessari que aquest paral·lelisme sigui estricte.

Paral·lelismes (distàncies en cm)	Gas AP	Gas MP i BP	Aigua Potable	BT	MT i AT	Telecos	DH & C	Clavegueram
Gas AP		40	40	40	40	40	40	40
Gas MP i BP	40		20	20	20	30	20	20
Aigua Potable	40	20		20	20	30	20	100
BT	40	20	20		20	20	20	20
MT i 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
Clavegueram	40	20	100	20	20	30	60	

Taula 4. Distàncies entre paral·lelismes de serveis

3. Elements de cablejat de fibra òptica

3.1. Cables de fibra òptica per a estesa tradicional

Els cables hauran de disposar del grau de protecció adequat en relació a la infraestructura per la qual transcorrin.

Els cables per a estesa tradicional en canalitzacions de 125mm, 110mm o 40mm, seran de 64 a 96 fibres òptiques.

Les principals característiques del cable són:

- Nucli òptic: El nucli òptic es compon de fibres òptiques [1] recobertes per tubs de protecció folgada [2] farcits amb un compost bloquejant de l'aigua que protegeixen les fibres contra les baixes temperatures i deixen al mateix temps les fibres lliures de tracció fins i tot si el cable se sotmet a la màxima tracció especificada. Els tubs es reuneixen al voltant d'un suport central de fibres de vidre pultrusionades [3]. Disposa de protecció seca contra la propagació longitudinal de l'aigua [4].
- Coberta interior i exterior: termoplàstica Afumex de color negre, lliure d'halògens, no propagadora de la flama i de baixa emissió de fums i gasos tòxics [5] [7].
- Reforç: filats de vidre [6].
- Colors dels tubs: 8 tubs (2 blancs, 2 vermells, 2 blaus, 2 verds) amb 8 fibres per tub.
- Diàmetre aproximat del cable: 13,3 mm
- Pes aproximat del cable: 180 kg / km
- Tracció màxima en operació: 2000 N
- Tracció màxima durant la instal·lació: 3000 N
- Radi mínim de curvatura: 220 mm
- Temperatura d'operació: -30 ° C à +70 ° C

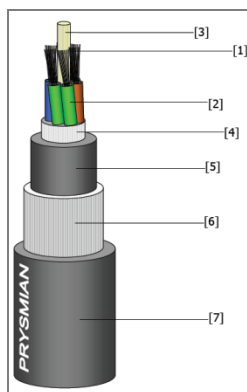


Figura 23. Exemple de cable de fibra per estesa tradicional (tipus OPSYCOM TVT de Prysmian o similar)

3.2. Especificacions de la fibra òptica

Les fibres òptiques seran monomode G652.D amb una relació nucli/coberta de 9/125, adequada per a transmissions en 2a i 3a finestra amb una atenuació mitjana màxima de 0,34 dB/km en 2a finestra i amb una atenuació mitjana màxima de 0,24 dB/km en 3a finestra.

Les seves principals característiques tècniques són:

- Atenuació mitjana en 2^a finestra a 1310nm <0,34 dB/km
- Atenuació mitjana en 3^a finestra a 1550nm <0,24 dB / km
- Dispersió cromàtica en 2^a finestra a 1285nm - 1330nm <2,8 ps/nm*km
- Dispersió cromàtica en 3^a finestra a 1550nm: <18 ps/nm*km
- Dispersió a 1285nm <17 ps / nm * km

3.3. Caixes d'empulaments

3.3.1. Caixa d'empulaments tipus 1

La caixa d'empulament tipus 1 disposa de capacitat per a 24 fusions i disposarà d'un mínim de 4 ports per a entrada de cables. Ha de permetre la entrada i sortida del cable de distribució en pas i la entrada de fins a 10 cables d'abonat.

La configuració de les caixes d'empulament serà de 2 safates d'empulament amb capacitat per a 12 fusions cada una. Les safates protegeixen la fibra empalmada, facilitant la seva instal·lació, identificació i el manteniment posterior.

A continuació es mostren les característiques que han de complir aquest tipus de caixes:

- Nº Entrades: 2 entrades i 10 sortides drop
- Nombre màxim de fusions: 24 empiulaments
- Nombre safates d'empiulaments: 2 safates de 24
- Diàmetre Cables Ent / Sort: Φ 4 mm - Φ 12 mm
- Estanquitat: IP 68
- Alçada: 80 mm
- Amplada: 160 mm
- Longitud: 270 mm
- Pes: 2 kg



Figura 24. Caixa d'empalmaments tipus 1 per a 24 fusions (tipus SAM-4 de TFO o similar)

3.3.2. Caixa d'empiulaments tipus 2

Aquest tipus de caixa d'empiulaments està orientada a efectuar les unions en recte entre cables de distribució principal i la segregació de fibres del cable de distribució principal amb les fibres dels cables de distribució secundària, a més de disposar de la possibilitat de extreure el cable d'accés final al edifici.

La caixa d'empiulament tindrà capacitat per a 96 fusions, repartides en 4 safates de 24 fusions cadascuna. Disposarà de 4 ports d'entrada circulars.

A continuació es mostren les característiques que han de complir aquest tipus de caixes:

- Nº Entrades: 4 entrades circulars
- Nombre màxim de fusions: 96 empiulaments
- Nombre safates d'empiulaments: 4 safates de 24
- Diàmetre Cables Ent / Sort: Φ 6 mm - Φ 20 mm

- Estanquitat: IP 68
- Alçada: 435 mm
- Amplada: 205 mm
- Fons: 113 mm
- Pes: 2,8 kg



Figura 25. Caixa d'empalmaments tipus 2 (tipus SAM-3-BS403A-SS de TFO o similar)

3.3.3. Caixa d'empalmaments tipus 3

Aquest tipus de caixa d'empalmaments està orientada a unions en recte entre cables de distribució principal i la segregació de fibres del cable de distribució principal amb les fibres dels cables de distribució secundària.

La caixa d'empalmament tindrà capacitat per a 96 fusions, 4 ports circulars i 2 ports ovals per a sagnat de cables.

La configuració de les caixes d'empalmament serà de 4 safates d'empalmament amb capacitat de 24 fusions cada una.

A continuació es mostren les característiques que han de complir aquest tipus de caixes:

- N^o Entrades: 4 entrades circulars + 2 ports ovals
- Nombre màxim de fusions: 96 empalmaments
- Nombre safates d'empalmaments: 4 safates de 24
- Diàmetre Cables Ent / Sort: Φ 8 mm - Φ 24 mm
- Estanquitat: IP 68
- Alçada: 577 mm

- Amplada: 211 mm
- Fons: 174 mm
- Pes: 2,5 kg



Figura 26. Caixa d'empalmaments tipus 3 (tipus SAM-2-96 de TFO o similar)

3.4. Armari bastidor tipus rack

S'optarà per l'ús d'aquest tipus d'armari en aquells casos on el CPD estigui ubicat a l'interior d'una sala o local tècnic. Serviran per allotjar tant els elements passius de fibra òptica com els equipaments actius que en un futur s'hi puguin instal·lar.

L'armari rack serà auto-soportat i ha de poder incorporar elements d'entorn (ventiladors, espais per a bateries i rectificadors). Les dimensions de l'armari seran de 600mm (ample) x 600mm (fons) x 2000mm (alçada) amb capacitat per a 42U. L'alçada i fondària de l'armari pot variar en funció de les necessitats concretes del promotor i de si l'armari està orientat a allotjament d'equipament actiu o passiu. D'aquesta manera, les dimensions finals hauran de ser validades per la direcció d'obra.

L'armari haurà d'estar equipat amb guies per mecanització de 19 ". Quan es faci servir per al muntatge dels equips actius, les guies de perfil de 19 " podran suportar un pes d'1 kN amb una excentricitat de 22,5 cm cada una.

De la mateixa manera, l'armari haurà de disposar d'una guia de posada a terra (guia compensadora de potencial), composta d'aïlladors, terminals de fixació MS i per a 25 mm². La guia ha de ser de coure de 15x5 mm, segons DIN 1759.

L'armari ha de disposar d'espai útil suficient per ubicar les capçaleres ODF necessàries amb els seus sistemes de subjecció de cables, guiat de tubs, espai per a fusions, guiat de jumpers frontals i etiquetatge.

L'armari ha de ser accessible pels quatre laterals, disposant d'una o dues portes de vidre transparent per l'accés frontal i peces fàcilment desmuntables per als laterals i part posterior.

3.5. ODF de 144 posicions i 4U d'altura.

El distribuïdor òptic ODF per bastidors s'utilitza per la terminació i interconnexió de cables de fibra òptica mitjançant les regletes frontals de fins a 12 adaptadors de terminació de fibra. La instal·lació es pot realitzar en armaris de 19" o amb adaptadors per armaris ETSI.

El distribuïdor ha de disposar de 2 configuracions diferenciades. Amb coberta de protecció, o bé, amb sistema d'organització i enrutament dels cables de connexió frontals. Addicionalment disposa d'una porta posterior per facilitar l'accés a la manipulació dels cables.



Figura 27. Configuracions del distribuïdor òptic (DOB-4U o similar).

El panell frontal ha d'estar configurat per permetre la integració de fins a 12 mòduls de 3U d'alçada. Cada mòdul ha de permetre l'entrada de fins a 12 cables de fibra òptica, amb una terminació màxima de 144 fibres òptiques.

La següent taula defineix les principals característiques a complir pel repartidor, així com la topologia de cables i normatives admeses.

Capacitat màxima	
Nº d'Entrades	12 cables de f.o. int/ext
Nº Màxim d'adaptadors	144 connexions amb 12 slots SMT
Nº Mòduls Slots SMT	12 slots SMT
Diàmetre cables E/S	7mm - 21mm
Adaptadors compatibles	ST / FC / SC / E2000
Material	Acer galvanitzat
Dimensions	
Altura [mm]	178mm 4U
Ample [mm]	420mm 19"
Profunditat [mm]	270 / 320 / 370 mm
Pes [Kg]	3.3
Normes	
Norma Adaptadors, connectors i pig-tails	IEC 60874-14 F04 (JIS C5973) TIA/EIA-604-3 ^a (FOCIS3) Telcordia GR-CORE-326
Fibres compatibles	G.652 B & D G.655 G.656 G-657 A & B

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

3.6. Mòdul de 12 posicions SC/APC per a repartidor ODF

Els mòduls de 12 posicions s'instal·len en el bastidor de 3U, fusionant les fibres òptiques als cables d'instal·lació procedents de planta externa. D'aquesta forma, s'obtenen les terminacions del cable extern amb connectors de fibra òptica amb alts nivells de qualitat de senyal i fàcil manipulació.

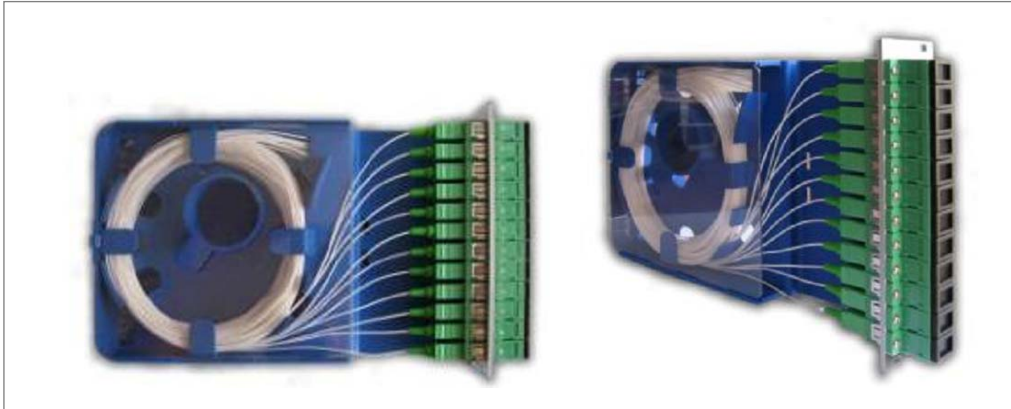


Figura 28. Mòdul de 12 posicions SC/APC.

Cada mòdul és extraïble, pel que facilita la manipulació i manteniment de les terminacions, al temps que augmenta l'eficàcia de les mateixes. Addicionalment cada mòdul disposa de suficient reserva de fibra òptica per permetre diverses actuacions en cas d'una incorrecta manipulació o malversament de les fibres òptiques.

3.7. Pig-tails

Els pig-tails s'utilitzen per la terminació de cables de fibra òptica, un extrem del pigtail és un pèl de fibra òptica i l'altre extrem és un connector dissenyat per ser inserit a un repartidor òptic o directament a un equip.

Les característiques dels pig-tails han de ser les següents:

- Longitud: 2 m
- Tipus fibra: Monomode G652.D - 9/125
- Tipus connector: SC/APC
- Atenuació mitjana d'inserció: 0,25 dB

3.8. Fuetons

Els fuetons o "patch-cords" s'utilitzen per a la connexió dels ports òptics dels equips amb els repartidors òptics (ODFs) de les xarxes passives de fibra òptica.

Les característiques dels pigtails han de ser les següents:

- Coberta de protecció específica per instal·lacions interiors LSZH.
- Longitud: 2, 5 o 10m.
- Tipus de fibra: Monomode G652.D - 9/125
- Tipus de connectors: Un extrem SC/APC i l'altre extrem d'acord amb les necessitats dels ports òptics a connectar.
- Atenuació mitjana d'inserció: 0,25 dB

4. Estesa i instal·lació de fibra òptica

4.1. Característiques generals

Les propietats dels diferents tipus de cable a utilitzar en les instal·lacions poden veure's afectades si es sotmeten a esforços de tensió constants o majors dels permesos, o si es sotmeten a un radi de curvatura massa petit.

S'haurà de tenir molta precaució en l'estesa de cables de fibra òptica ja que l'aigua, en qualsevol dels seus estats, ataca la fibra en un procés anomenat hidrogenació. La hidrogenació pot provocar l'aparició de microfisures a la fibra i, en conseqüència, el seu mal funcionament.

Els requeriments d'instal·lació específics dels diferents tipus de cable estan encaminats a evitar l'alteració de les seves característiques per esforços radials motivats per l'efecte pinça dels dispositius de tracció, o bé per sobrepassar les tensions de tracció longitudinal admissibles.

Durant l'operació d'estesa, el cable no haurà de sotmetre's en cap moment a un radi de curvatura inferior al seu radi de curvatura dinàmic. Quan els cables queden fixats en les arquetes després de l'estesa (sense esforços de tracció), no hauran de sotmetre's a un radi inferior al radi de curvatura estàtic.

La instal·lació del cable de qualsevol tipus es realitzarà per mitjà de sistemes de tracció manual distribuïda, *floating* o *blowing*, per façana o aèria segons defineixi el projecte constructiu.

4.2. Estesa manual distribuïda

Mentre hi hagi tubs lliures, es col·locarà un sol cable a cada conducte. Posteriorment, i sempre que sigui possible, es passarà a ocupar els conductes ocupats intentant mantenir al màxim la homogeneïtat d'ocupació en els conductes.

L'ordre de col·locació començarà pel conducte més profund i d'esquerra a dreta segons el sentit de la canalització, quedant els possibles conductes lliures a la part menys profunda de la canalització.

Durant el procés de tracció, es disposarà en ambdós extrems de mesuradors de la tensió a què s'està sotmetent al cable, amb un sistema d'aturada automàtica quan es sobrepassin els límits de tracció màxima permesa de cada un dels cables.

La bobina es col·locarà juntament amb l'arqueta seleccionada, suspesa sobre gats o grua, de manera que pugui girar lliurement, i de forma que el cable surti de la bobina per la seva part superior.

Durant l'operació d'estesa, així com en la instal·lació definitiva del cable, aquest no ha de ser sotmès en cap moment a curvatures excessives.

Els operaris situats en els punts d'estesa i lubricació, així com l'operari responsable de la bobina hauran d'interconnectar-se permanentment amb radiotelèfons.

Les persones que intervinguin en l'operació d'estesa, especialment les situades juntament amb la bobina, hauran d'observar atentament el cable segons surti d'ella, a fi de denunciar qualsevol deteriorament aparent d'aquest, la qual cosa serà comunicat instantàniament el responsable de l'estesa, per decidir si s'ha de continuar o no amb el procés.

La tracció del cable s'ha de fer en el sentit de la seva generatriu. En cap cas es doblegarà el cable per obtenir millor suport durant la seva estesa.

Per poder realitzar les operacions de tir, el cable haurà d'unir-se al fil guia instal·lat en el conducte per la via de nus giratori, per no generar torsions indesitjables en el cable.

Generalment els cables es reben de fàbrica proveïts d'armilla de tir i en aquest cas no cal fer cap preparació. Si la bobina s'aplica en més d'un tram i es fa necessari tallar el cable, es realitzarà una preparació prèvia de l'extrem del cable del qual es va fer l'estesa prèviament, segons el següent procediment:

- Es desproveirà de la coberta i dels elements de farciment a la punta exterior de la bobina, deixant només l'element de reforç i l'aramida en una longitud de 60 cm.
- Es formarà un trau a 12 cm de la coberta doblegant i donant diverses voltes sobre si mateix fins arribar a la coberta.
- Es subjectaran aquestes voltes amb dos lligams, separades 2 cm, amb fil d'acer d'1 mm.
- Es buscarà la malla d'aramida sobre la coberta, subjectant amb dos lligams separades 4 cm, amb fil d'acer d' 1mm.
- S'encintarà tot el conjunt amb cinta aïllant, fins a 10 cm de coberta, deixant lliure només el trau.
- Aquest preparat pot unir-se per la via de nus giratori al fil guia instal·lat en el conducte.

S'utilitzaran guies per cable a ambdós extrems del conducte, de manera que el seu desplaçament per les parets sigui controlat.

Així mateix, hauran d'utilitzar tots els mitjans auxiliars precisos per a la correcta execució de la unitat. Sempre que es consideri oportú, segons DO, s'utilitzaran lubricants per disminuir el fregament del cable durant l'estesa.

Les reserves de cable quedaran subjectes a les parets de les arquetes, per mitjà de suports "de subjecció de cables en pericó", com a mínim 30 cm de la base del drenatge.

Les reserves de cables s'hauran de gestionar de forma ordenada a l'interior de l'arqueta, amb l'ajuda dels suports de subjecció de cables.

El recorregut del cable a través de l'arqueta també haurà de transcórrer de manera ordenada grapat a les parets de les arquetes.

Sempre que sigui adequada i així ho indiqui el projecte constructiu, o si no n'hi ha la DO, es protegirà el cable amb un tub flexible de doble capa al llarg del seu recorregut per l'interior de les arquetes.

4.2.1. Identificació dels cables

Els cables hauran de quedar identificats en totes les arquetes seguint la nomenclatura i especificacions descrites en el capítol d'etiquetatge.

4.3. Estesa bufada

En el cas d'esteses de cables de fibra òptica a miniductes, s'utilitzarà sempre l'estesa en modalitat *blowing*.

Aquesta tècnica està especialment indicada per a esteses de gran longitud (interurbanes per xarxes troncales o *backbone*), prèvia instal·lació de microductes sense fibres al seu interior.

Per tal de bufar la fibra, cal preparar el pas del cable en els pericons de pas, unint els conductes que emboquen al pericó mitjançant un tub que servirà per guiar la fibra al seu pas per cada pericó.

S'utilitza un compressor que injecta aire a pressió a un èmbol. Aquest anirà degudament subjectat al cable a instal·lar i serà la peça que estiri d'ell durant l'estesa. Mentre dura el procés de guiat del cable, l'èmbol serà capaç de resseguir el traçat de la canalització. En el cas que es puguin trobar obstacles, caldrà posar especial atenció en la pressió exercida pel compressor d'aire, per evitar causar danys en el cable.

L'estesa es pot fer d'una sola tirada per tot el traçat o bé recuperant cable en algun dels pericons intermitjos i tornar a bufar des d'aquest. (Figura 29)

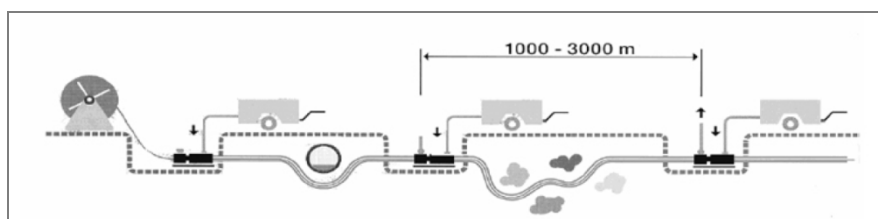


Figura 29. Estesa bufada de fibra

4.3.1. Identificació dels cables

Els cables hauran de quedar identificats en totes les arquetes seguint la nomenclatura i especificacions descrites en el capítol d'etiquetatge.

4.4. Estesa per façana

En aquest apartat es descriuen les operacions necessàries per a la instal·lació de cables de fibra, sobre els paraments horitzontals o verticals dels edificis tant en façana exterior principal, com darrere o en patis interiors i independentment del material constructiu del parament.

D'acord amb els criteris de disseny, i excepte excepció degudament justificada i autoritzada per la Direcció d'Obra, no estarà permès estendre cables per façana majors de 48 fibres òptiques.

Per a la subjecció de cables a façana, s'empraran conjunts formats de tac-bridat de poliamida 06/06 (color negre, estabilitzat a la intempèrie).



Figura 30. Tac - brida de poliamida

S'haurà de respectar la instal·lació existent, realitzant l'estesa en paral·lel a aquesta, i extremant les precaucions en els passos amb altres serveis (cable elèctric, canonades de gas, etc.).

Els cables seran estesos verticalment o horitzontal, rectes i seguint la mateixa ruta dels cables existents. Si s'ha de canviar de nivell es realitzarà, sempre que sigui possible, en la mitgera de dues propietats. Es triarà el traçat del cable que minimitzi els canvis de nivell.

S'intentarà buscar el traçat de menor impacte visual, aprofitant zones com ara realitzant l'estesa per parets posteriors o laterals, o horitzontalment per la part inferior de balcons i sortints de façana, ...

S'evitarà el realitzar llaços o "loops" d'expansió i s'evitaran cops i fissures.

Es tindrà especial cura en utilitzar el radi de curvatura mínim adequat fixat en 15 vegades el diàmetre del cable de fibra òptica i mai serà doblat el cable per sota d'aquest valor. A la taula següent, es mostren els radis de curvatura mínims en funció del Ø del cable.

Núm. de fibres	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
Radi de curvatura mínim (mm)	191	191	191	191	213	261	279	300

Taula 6. Cables f.o. Secció i radis de curvatura

Com a norma general i sempre que es pugui, el cable discorrerà a una alçada no accessible per a les persones en les zones transitables, que establím inicialment en 2,5 metres, però fàcilment accessible amb una escala per al seu posterior manteniment. En les esteses sobre façana els cables discorreran habitualment a l'altura del forjat del sostre de les plantes baixes.

El cable s'ha de protegir amb tub corrugat de doble capa en els punts on es prevegin danys amb elements estructurals o d'altre tipus.

En les cantonades dels edificis, els cables es graparan a una distància mínima de 35 cm de cada costat i es respectaran els radis mínims de curvatura. El cable es separarà 3cm de la cantonada. Per a una cantonada habitual de 90°, el cablejat es realitzarà conforme l'esquema següent:

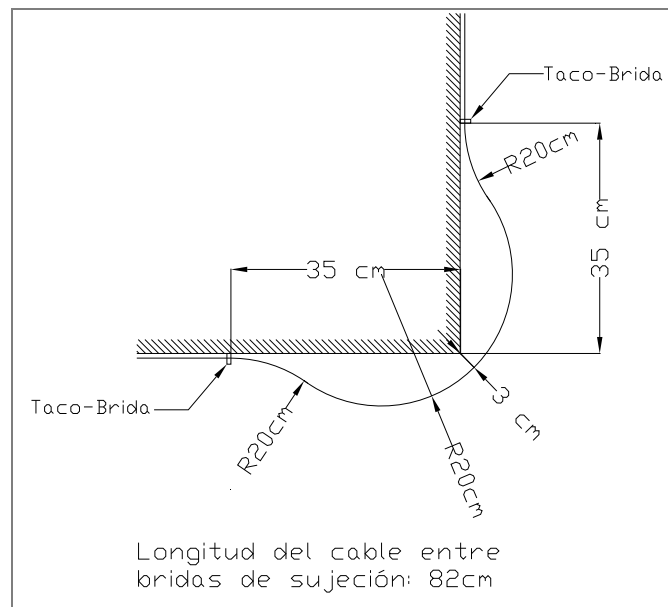


Figura 31. Esquema de cablejat a cantonades

En els punts on estigui prevista la instal·lació d'una caixa d'empalmaments amb cable en "pas", es deixarà un excés provisional de cable de 2 vegades l'alçada de la part inferior de la caixa +1,80 m, per facilitar la posterior tasca de fusió de fibres a la caixa i de manteniment, de manera que aquestes es puguin realitzar en una taula en superfície. Un cop realitzades les fusions pertinents, l'excés de tub folgat (desproveït de la coberta del cable) s'allotjarà a l'interior de la caixa de manera que no quedi cap excés de cable a la façana. Igualment, en el cas que estigui previst derivar algun cable de FO de la caixa, es deixarà també un sobrant igual a l'alçada del cablejat +1,80 m per cada un dels cables i es procedirà de la mateixa manera.

En els punts on estigui prevista la instal·lació d'un enllaç de FO, es deixarà un sobrant de cable igual a l'alçada de la caixa + 1,80 m en cada punta dels cables a empalmar. Amb això, els treballs de fusions s'han de fer a nivell del sòl sobre la taula de treball. Només per a aquests casos estaran permeses les reserves de cable permanents en façana, de manera que es tindrà cura la seva col·locació per minimitzar l'impacte estètic d'aquestes.

4.4.1. Encreuaments i paral·lelismes amb altres serveis

- Canonades de gas: la distància mínima que cal mantenir amb aquestes serà de 5 cm en encreuaments i 20 cm en paral·lelismes.

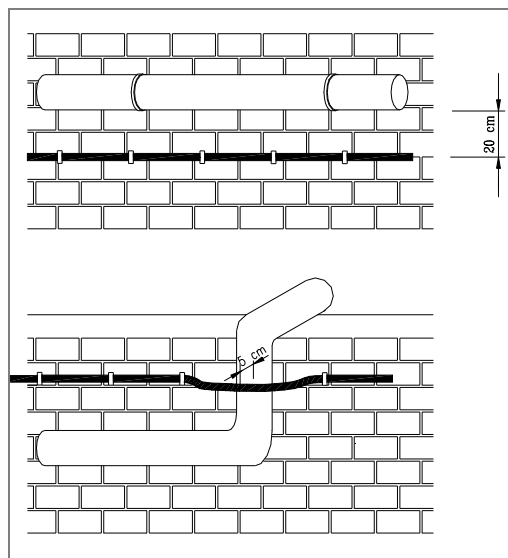


Figura 32. Distàncies a respectar amb canalitzacions de gas

- Conduccions elèctriques: Se seguiran les directrius del Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió i les seves instruccions complementàries sobre encreuament, proximitat i paral·lelisme amb línies d'energia i es mantindrà una separació mínima de 3 cm en encreuaments i 10 cm en paral·lelismes.

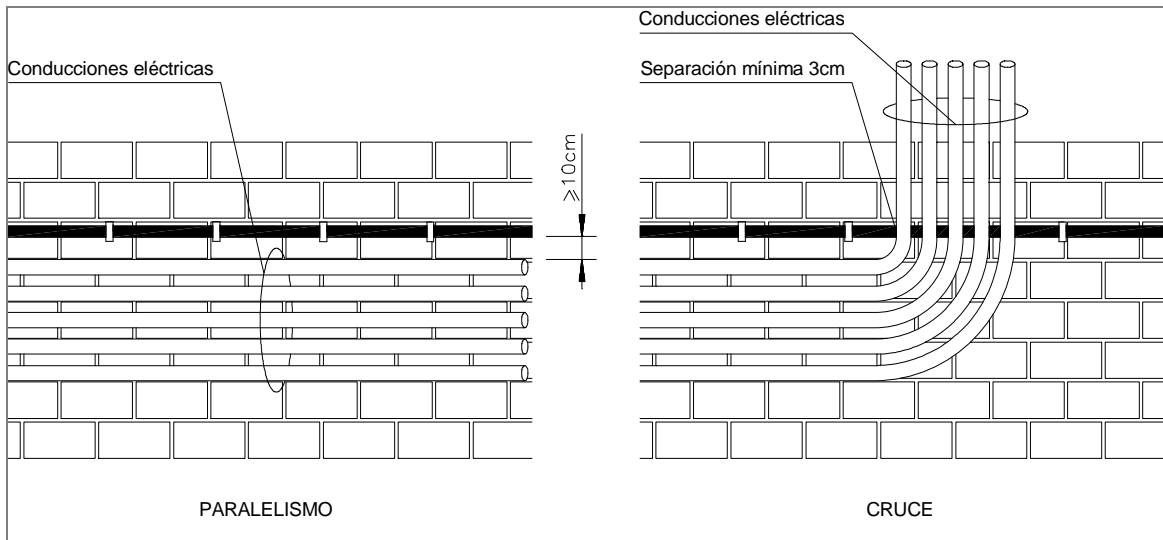


Figura 33. Distàncies a respectar amb conduccions elèctriques

- Creuaments amb canonades, antenes, pals metàl·lics i similars: Es procurarà passar el cablejat entre aquests obstacles i la paret (opció A). Quan no sigui viable es realitzarà la instal·lació per sobre d'aquests. En aquest últim cas se situaran els elements de subjecció abans i després de l'obstacle, donant forma al cable per que faci el salt per sobre del mateix respectant els radis de curvatura mínims. En la majoria d'aquests casos s'ha d'aplicar el criteri de protegir mecànicament el cable mitjançant tub corrugat de doble capa.

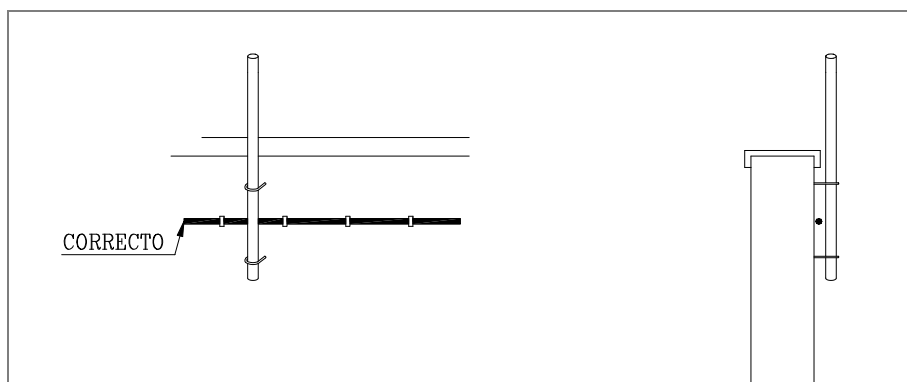


Figura 34. OPCIÓN A Pas entre el servei i la paret

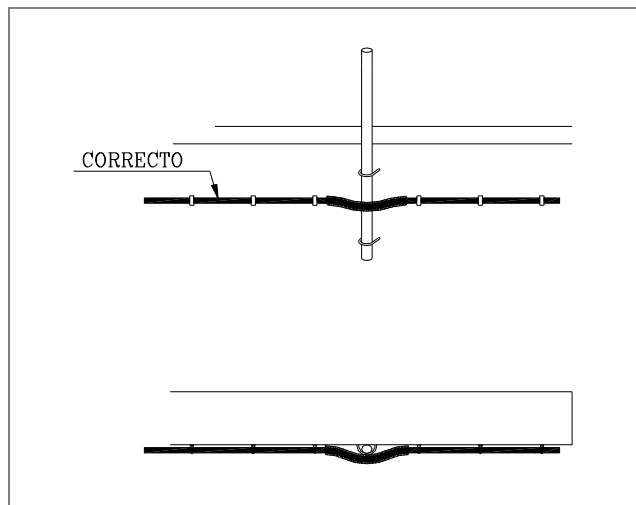


Figura 35. OPCIÓ B Pas per sobre del servei

4.4.2. Identificació dels cables

En façana, els llocs on s'han d'identificar els cables mitjançant les etiquetes ja especificades en els apartats anteriors són:

- A la sortida dels "riser", a uns 15cm del con de reducció.
- Abans dels passos aeris, ja siguin de façana a pal, o de façana a façana en encreuaments de carrer. Les etiquetes estaran situats a uns 50cm de la posició de l'ancoratge.
- Al costat de les caixes de distribució d'abonat, en tots els cables que accedeixen o surten d'aquestes, i fins i tot en els que passen al costat d'elles sense entrar. Les etiquetes se situaran el més a prop possible de les caixes just quan els cables es situïn paral·lels a terra.
- En les caixes d'empalmament de façana les etiquetes s'ubicaran de manera anàloga que per al cas d'empalmaments en pericons. D'una banda s'han d'etiquetar tots els cables d'entrada i sortida a uns 10cm de la caixa d'acoblament, i l'altra, una segona vegada quan prenguin la direcció paral·lela a terra fora de les reserves d'emmagatzematge.

4.5. Estesa aèria

En aquest apartat es descriuen les operacions necessàries per a la instal·lació de cable auto suportat de fibra òptica en línia aeri entre pals, entre façanes en encreuaments de carrer, o entre façana i pal.

4.5.1. Tipus de pals

Els pals per esteses de cables aeris seran prefabricats de formigó armat i hauran poder suportar diversos cables simultàniament.

Els pals de formigó habitualment utilitzats són els que s'indiquen a la taula:

Dimensions a cogolla (mm) i conicitat dels pals				
Tipus	Esforç nominal aplicat a 60cm de la cogolla (kp)	Alçada (m) (empotrament, m)	Cara estreta (mm)	Cara ampla (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		
Conicitat per a qualsevol tipus TA, TB, o TC			15mm/m	22mm/m

Taula 7. Característiques dels pals de formigó

S'utilitzaran principalment pals de 6 metres d'alçada útil mínima, que correspon habitualment a una longitud total de pal d' aproximadament 8m. La profunditat de encastament C dels pals vindrà donada per la fórmula:

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

On L és la longitud total del pal, expressada també en metres.

L'alçada útil és la distància lliure entre la fletxa màxima dels cables en el pal i el sòl. Atès que els cables es suspendran per norma general a 0,25 metres per sota de l'extrem superior o "cogolla", la longitud total del pal serà:

$$L = 0,25 \text{ m} + \text{Alçada útil} + C \text{ en metres}$$

El coeficient de seguretat a trencament dels pals (relació entre el moment de ruptura i el moment de l'esforç útil més el vent) serà igual o superior a 2,5.

4.5.2. Utilització dels pals

Les línies de pals estan calculades en base al tipus de cables a suportar (pes), distància entre pals (V_a), condicions meteorològiques, i se les anomena línies de pals de línia o d'alineació recta, i finalment, s'estudia individualment els pals que estan en angle, i de cap al inici i fi de la línia.

En el càlcul del pal, es considera a aquest, amb la seva fonamentació de formigó si la té, encastat a el terreny per un extrem i lliure en l'altre.

El pal està sotmès a forces horitzontals que el flexionen, aplicades directament o a través dels elements per ell suportats, i a forces verticals que el comprimeixen (vinclament), exercides per pesos i components verticals de la tensió de les traves, que poden provocar fenòmens d'inestabilitat.

En l'estesa dels cables, el pal d'inici es considera de cap i ha de ser de formigó i s'ha de comprovar que el pal de formigó és vàlid per a les tensions introduïdes pels cables. Això mateix és vàlid per al pal final de línia.

En el càlcul mecànic dels pals es segueix el següent procés:

- a) Determinació de l'encastament i altura del pal.
- b) Determinació de les accions a considerar.
- c) Determinació de la llei de moments flectors.
- d) Determinació de la secció crítica i del pal necessari.
- e) Comprovació a vinclament.

A més per augmentar la càrrega amb cables en una línia estesa cal considerar les accions produïdes per la climatologia: pel vent i pel gel.

Les zones climatològiques es distingeixen en:

ZONA A. Vent Moderat. Es considera de 80 km/h, que produeix una pressió $W = 44,42$ Kp/m²

ZONA B. Vent Fort. Es considera de 115 km/h, que produeix una pressió $W = 91,78$ Kp/m²

ZONA C. Gel moderat. Es considera Vent de 60 km/h, que produeix una pressió $W = 25 \text{ kp/m}^2$, combinat amb la formació d'un maneguet de gel de 5 mm de gruix ($e = 5$), el pes és $14,14 (d + 5) \text{ gr./m}$, essent "d" el diàmetre del cable en mm.

ZONA D. Gel fort. Es considera Vent de 60 km/h, que produeix una pressió $W = 25 \text{ Kp/m}^2$ combinat amb la formació d'un maneguet de gel de 10 mm de gruix ($e = 10$), el pes és $28,28 (d + 10) \text{ gr./m}$, essent "d" el diàmetre del cable en mm

En els pals compartits amb línies elèctriques, s'han de respectar les següents distàncies mínimes de separació vertical entre les línies elèctriques i el cable de comunicacions:

- Línies elèctriques alta tensió fins a 15 kw: 3.0 m.
- Línies elèctriques baixa tensió (220v – 380v): 0,8 m

4.5.3. Càlcul mecànic en pals de formigó

La comprovació que una línia de pals construïda admet la instal·lació de cables es realitzarà d'acord amb la norma NT.f2.009 "Càlcul mecànic de pals de formigó", considerant tots els cables instal·lats i els nous.

En planta podem trobar tres longituds de vano normalitzades: 50, 66 i 80 m. Habitualment s'utilitza aquesta última longitud de vano (80 m), deixant les altres dues (50 i 66 m) per a casos especials.

El càlcul mecànic del pal es calcula a flexió en la direcció transversal a la línia, sotmès a l'acció del vent sobre cada element d'ell suspès (amb augment, si escau, de la superfície d'exposició a causa del manegot de gel). Cal destacar que l'acció del vent sobre el propi pal no cal considerar-la, per haver estat tinguda en compte ja en determinar l'esforç útil del pal indicat a la taula de tipus de pals, és a dir, que quan es diu que l'esforç útil d'un pal és de 160 Kp., en realitat el pal suporta aquests 160 Kp. més l'esforç del vent sobre ell.

La determinació del tipus de pal necessari es farà convertint totes les forces reals exercides sobre al pal (aplicades en els punts d'ancoratge al mateix) a virtuals (és a dir, suposades aplicades a 60 cm. de la "cogolla"), sumant després totes les forces virtuals i fent que aquesta suma sigui menor que l'esforç útil nominal del pal triat, consignat en la taula de tipus de pals.

4.6. Consideracions addicionals a l'estesa

Les fusions de cables de fibra òptica es realitzen a l'exterior dels pericons, a causa dels equips requerits per a realitzar-les. Per aquest motiu en qualsevol lloc en què es requereixi una fusió, es deixarà un excés de cable, aproximadament 5 metres a cada punta, per permetre l'operació. Un cop acabades, la caixa de fusions i l'excés de cable es disposaran a l'interior de les càmeres.

Es prioritzarà l'estesa de diversos cables per la mateixa canalització, relacionat amb un adequat disseny de xarxa.

Es dissenyaran i executaran els trams el més rectes possibles per evitar l'ús de pericons per a canvis de direcció.

4.7. Fusions dels cables de fibra òptica.

Es defineix una fusió de fibra òptica com tot aquell procés o dispositiu que ens permet garantir una continuïtat permanent de les fibres òptiques preservant les característiques de transmissió d'aquestes. La missió de la fusió és la de proporcionar una interconnexió entre fibres que introdueixi el valor més petit possible de pèrdues.

De les diferents tècniques de fusió que han anat apareixent s'ha imposat la de soldadura de les fibres òptiques per fusió amb arc elèctric. Aquesta tècnica és la que presenta millors prestacions quant a valors d'atenuació, i és la que haurà de ser utilitzada.

La fusió o empalmament de les fibres es realitzarà amb una màquina automàtica de fusió per arc elèctric, i quedarà numerada cada una d'elles. Cada empalmament monofibra anirà protegit amb un manigueta termoretràctil que conté un element resistent d'acer, el qual s'allotjarà en el lloc apropiat dins de la caixa d'empalmament. La fibra sobrant quedarà emmagatzemada al suport realitzant els bucles necessaris.

Les fibres a empalmar es distribuïran en les corresponents safates d'empalmament òptic, numerant els tubs amb material adequat, segons codi de colors. Els tubs es tallaran a la mida adequada, i se subjectaran a la safata posant les fibres (ja amb protecció primària únicament) a la zona d'emmagatzematge de la safata. El procediment es repeteix amb el total de les safates.

Com a criteri general, sempre farem servir safates SE i deixarem una safata lliure per cada safata ocupada per poder afegir les fibres de futurs cables de fibra òptica de derivació. És a dir, pel cas de dos cables fusionats en recte, si vam iniciar l'ocupació de safates per la primera, es deixarà la segona lliure, la tercera la ocuparem, la quarta lliure, ..., quedant al final el mateix nombre de safates lliures que ocupades. D'aquesta manera, quan s'afegeixi

un nou cable de fibra òptica, aquest ocuparà les safates lliures intercalades entre les fibres que s'han de trencar per fusionar les noves fibres amb una de les puntes.

Un cop col·locades totes les fibres es procedirà a l'empalmament començant per la primera fibra a empalmar.

En acabar, es col·locarà una tapa en l'última de les safates i s'asseguraran totes les safates amb la cinta Velcro, o similar, que incorporen alguns models de caixes d'empalmament.

Els empalmaments de fibra són un element clau dins de les xarxes òptiques, a causa dels alts nivells de pèrdues d'inserció que introdueixen si aquests no han estat realitzats amb l'atenció necessària. Per la causa s'imposen uns nivells màxims de pèrdues d'inserció en empalmaments d'enllaços, considerant com a enllaç el tram de xarxa (fibra i elements passius) existent entre dos elements actius de la xarxa o, si no hi ha cap element actiu, entre dos punts finals de tram de xarxa.

El nivell màxim de pèrdues d'inserció permès en empalmaments pel mètode de fusió serà com a màxim de 0.15 dB per empalmament a 2a finestra i 0.1dB a 3a finestra. L'operari que realitzi els enllaços en funció de l'experiència i en l'estimació de pèrdues d'inserció indicada per la màquina fusionat decidirà refer la l'entroncament tantes vegades com sigui necessari, fins considerar que es compleixen els valors d'atenuació requerits.

Els connectors òptics són una alternativa als empalmaments en ser més fàcils d'usar, encara que presenten el desavantatge de tenir unes pèrdues d'inserció més altes, 0.4 dB, i presenten grans reflexions. Els connectors òptics només s'usaran si és autoritzat expressament per la Direcció d'Obra.

El tipus de connector que s'utilitzarà per connectar cables de fibres és l'SC/APC.

Els requisits previs per a la realització dels empalmaments són:

- Els cables de fibra òptica d'entrada i de sortida que seran empalmats estaran perfectament instal·lats.
- La caixa d'empalmament de fibra estarà correctament instal·lada i disposarà dels mòduls d'empalmament requerits.
- En el procés d'instal·lació del cable de fibra òptica, s'ha deixat la longitud necessària per poder realitzar els empalmaments.

Les normes i procediments aplicables són:

- Normes d'execució d'empalmaments de fibra òptica pel mètode de fusió a l'arc elèctric del fabricant dels equips.
- Normes d'ús dels mòduls d'empalmament del fabricant de la caixa d'empalmament i del repartidor òptic.

Es realitzaran els enllaços necessaris per a la correcta instal·lació de les mànegues de FO.

El tipus de caixa d'empalmament a utilitzar dependrà de l'emplaçament on s'hagi d'allotjar la mateixa i la mida dels cables entrants i sortints.

Les caixes d'empalmament allotgen i protegeixen els enllaços de FO. La seva configuració ha de facilitar el maneig, organització i manteniment dels empalmaments de fibra. Totes elles han de quedar perfectament codificades i etiquetades així com els cables que allotgen.

En el procés de manipulació i gestió del cable de fibra òptica per accedir a la caixa d'empalmament, ja sigui en pericó pal o façana s'ha de garantir en tot moment el compliment dels radis de curvatura dels cables.

Els procediments per a la correcta instal·lació de les caixes d'empalmament són els que el fabricant de la caixa aporti en el manual d'instal·lació.

Serà necessari abans d'iniciar cap operació, la comprovació de l'estat dels equips a instal·lar com de la zona sobre la qual s'executaran els treballs. Descartant qualsevol caixa que estés en mal estat.

Els empalmaments de fibra són un element clau dins de les xarxes òptiques, a causa dels alts nivells de pèrdues d'inserció que introdueixen si aquests no han estat realitzats amb la cura necessària. A causa d'això s'imposen uns nivells màxims de pèrdues d'inserció en empalmaments d'enllaços, considerant com a enllaç el tram de xarxa / fibra i elements passius) existent entre dos elements actius de la xarxa. El nivell màxim de pèrdues d'inserció permès en empalmaments pel mètode de fusió serà com a màxim de 0,15 dB per entroncament a 2^a finestra i 0,1 dB a 3^a finestra.

4.8. Instal·lació de caixes d'empalmament en façana

La instal·lació de caixes d'empalmament en façana es considera únicament en casos excepcionals i sota l'aprovació específica de la Direcció d'Obra.

Mitjançant una plantilla realitzada a l'efecte, es replantejaran els ancoratges a la paret que sempre quedaran a una distància mínima de 10 cm dels contorns de la paret. Normalment s'utilitzaran ancoratges de tipus mecànic encara que pot ser necessari l'ús d'ancoratges químics depenent del lloc on s'instal·li la caixa.

S'haurà previst un sobrant de cable igual a l'alçada de la caixa + 1,80 m en cada punta dels cables a empalmar.

Atès que la instal·lació de les caixes en façana requerirà deixar sobrant de cable permanent fora de les mateixes, en cada cas concret s'estudiarà la millor ubicació de les reserves per a minimitzar en el possible l'impacte visual a l'exterior dels edificis.

4.9. Instal·lació de caixes d'empalmament a pericó

S'instal·larà en una de les parets laterals de la cambra, en posició horitzontal i a la major altura possible per minimitzar els efectes de l'existència d'aigua a l'interior de la càmera.

Les fusions de cables de FO es realitzaran a l'exterior de les càmeres, preferiblement en furgonetes equipades a aquest efecte, a causa dels equips requerits per a realitzar-los. Per aquest motiu, s'haurà previst durant l'operació d'estesa, un excés de cable d'aproximadament 5 metres a cada punta.

El cable sobrant es fixarà als suports per a cables existents a les parets de la cambra, respectant els radis mínims de curvatura. S'ha d'evitar que en el seu recorregut pogués dificultar les tasques que puguin realitzar-se amb altres cables existents o que poguessin instal·lar.

4.10. Instal·lació de caixes d'empalmament a pal

La instal·lació de les caixes de empalmament a pals, s'ha de fer mitjançant un suport que disposi d'una placa d'acer inoxidable a la qual es fixa la caixa d'empalmament mitjançant un conjunt de femelles i cargols, i que posteriorment i un cop s'hagin realitzat les fusions i situat aquestes a l'interior de la caixa, s'instal·la al pal mitjançant dues brides d'acer inoxidable.

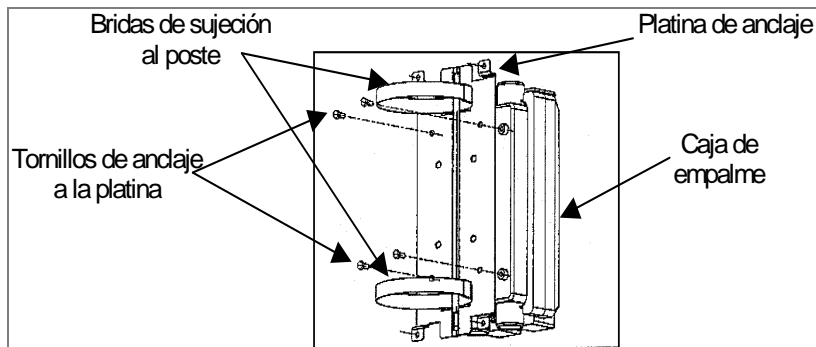


Figura 36. Instal·lació de caixa d'acoblament a pal

La connexió es realitzarà a nivell del sòl, preferiblement en furgonetes equipades amb aquesta finalitat. Per aquest motiu, s'haurà previst durant l'operació d'estesa, un excés de cable igual a l'alçada del entroncament + 1,80 m en cada punta, per al cas de pals.

Quan la connexió estigui finalitzada es posarà tot el cable sobrant enrotllat a la creueta situada al pal i se subjectarà la caixa al pal per sota d'aquesta.

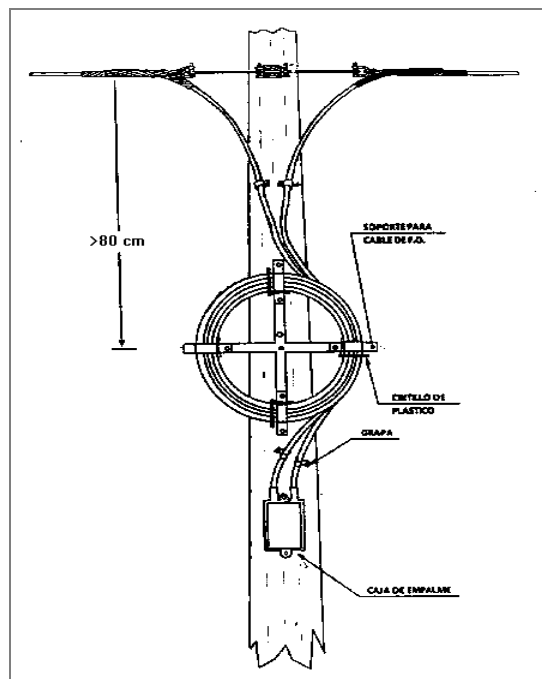


Figura 37. Instal·lació de caixa d'acoblament a pal.

4.11. Identificació de caixes d'empalmament

L'exterior de la caixa d'empalmament es retolarà mitjançant una etiqueta de les mateixes característiques a les usades per identificar els cables. La codificació serà la indicada en el document de codificació d'elements de xarxa. De la mateixa manera, es retolaran els cables que accedeixen a la caixa d'empalmament.

A l'interior de la caixa d'empalmament dels tubs hauran de quedar perfectament numerats amb abraçadores amb aquest efecte i els empalmaments s'hauran de retolar en els llocs reservats a aquest efecte segons la codificació següent:

On XX/YY/Z:

- XX: Identificació tipus safata. És a dir, SC o SE.
- YY: Identificació safata. Alfabèticament de l'A fins a la ZZ.
- Z: Identificació empalmament de la safata. D'1 a 2 per SC i d'1 a 8 per a SE. El primer serà el situat més a l'exterior i l'últim a l'interior.

4.12. Cartes d'empalmament

En el moment de realitzar les fusions de les mànegues que entren en una caixa d'empalmament, es seguiran les indicacions de la carta d'empalmament de la caixa.

4.13. Mesures de qualitat

Per a la validació d'un tram de fibra òptica entre dos elements actius de la xarxa o, si no hi ha cap element actiu, entre dos punts finals de xarxa, d'un punt inicial a un punt receptor, format únicament per una fibra o per diversos trams de fibra amb connectors o empalmaments, es requereixen dos tipus de mesures que es descriuen en el present document:

- Mesures Reflectomètriques.
- Mesures de potència.

Aquest apartat descriu el procediment de mesura d'una fibra òptica amb Reflectometria òptica a 1310 i 1550nm des dels dos extrems del tram de fibra amb una bobina de llançament de fibra de 1000 metres. També descriu com realitzar la mesura de potència per la via d'una font i un Wattímetre. Tots dos mesures es faran a 1310 i 1550 nm. S'inclou a més la descripció de maquinària, materials i mitjans auxiliars necessaris per la seva correcta execució.

Prèvia a la instal·lació del cable, i si visualment es pot sospitar alguna anomalia, es realitzarà un mostreig de l'estat de les fibres del cable per la via de mesures amb un Reflectòmetre òptic en el domini del temps (OTDR) degudament calibrat (amb una freqüència mínima anual), comprovant la continuïtat i que l'atenuació és inferior a la permesa.

L'Ajuntament podrà exigir el calibratge de l'OTDR en un laboratori homologat sempre que ho consideri oportú.

De forma genèrica, les característiques més importants d'un OTDR a considerar són:

- Mesura per a longituds d'ona de 1310 i 1550 nm.
- Marge dinàmic suficient per poder mesurar la longitud de l'enllaç en qüestió amb la resolució adequada (resolució en atenuació de 0,01 dB i resolucions en distància de l'ordre de centímetres).
- Localització de ruptures, connexions i connectors.
- Mesura d'atenuació del tram de fibra.
- Mesura de pèrdues en empalmaments i connectors.
- Mesura de pèrdues òptiques de retorn.
- Mesura de la longitud del tram de fibra.

De forma genèrica, les característiques més importants d'una font òptica a considerar són:

- Nivell de sortida.
- Selecció de la freqüència de modulació.
- Selecció del tipus de sortida: CW sortida Miérc.
- MOD sortida modulada.

Les característiques més importants d'un mesurador de potència a considerar són:

- Rang espectral.
- Longituds d'ona de calibratge.
- Marge dinàmic.
- Resolució de la lectura.

4.13.1.Execució de mesures Reflectomètriques

Un OTDR ens permet fer la mesura de la potència òptica de llum dispersa de retorn en la fibra òptica la qual és la suma de dos tipus de reflexions:

- Reflexions que es produeixen al llarg del tram de fibra òptica segons el coeficient de *backscattering* de la fibra òptica.

- Reflexions que es produeixen en els punts de discontinuïtat òptica o per esdeveniments puntuals com ara connectors òptics o empalmaments per fusió.

La utilització d'un Reflectòmetre ens permet:

- Realitzar mesures d'atenuació de fibres òptiques.
- Localització de punts de discontinuïtat òptica, ruptures, empalmaments, connectors, manca d'homogeneïtat puntual de la fibra o de qualsevol altre esdeveniment.

La mesura amb l'OTDR es realitzarà en els dos extrems del tram de fibra òptica que es vol validar. El resultat final de la mesura consistirà en una mitjana dels valors obtinguts en ambdues mesures.

L'OTDR insereix en la fibra un pols generat per una font làser d'alta potència per mitjà d'un acoblador direccional. A mesura que la llum passa a través de la fibra, una petita fracció de la llum és reflectida cap a la font. A mesura que aquesta llum reflectida arriba l'OTDR, és direccionalment per acoblador cap a un receptor d'alta sensibilitat. La pantalla de l'OTDR mostra la intensitat de retorn rebuda en dB en funció del temps, convertit a distància usant la velocitat mitjana de propagació de la llum en la fibra.

Després de la realització d'una mesura, quedaran localitzats els esdeveniments en la fibra. Aquests esdeveniments es caracteritzen per la via d'una sèrie de mesures com la distància (m), pèrdues (dB), reflectivitat (dB) i secció de la fibra (m). A més s'indica per a cada un dels esdeveniments les pèrdues totals (dB) i atenuació (dB / Km) acumulades en el tram de fibra. S'inclouen també dades generals en la part superior de la pantalla com data, hora i longitud d'ona a què es treballa.

L'OTDR disposa d'uns marcadors per facilitar les mesures dels esdeveniments. Aquests marcadors es situen amb els cursors sobre l'esdeveniment seleccionat i proporcionen una mesura més exacta.

A causa de problemes d'adaptació en la inserció dels polsos de llum inserits en la fibra, els quals poden provocar la saturació temporal del OTDR i emascarar les mesures de la zona de fibra més propera a l'equip de mesura, cal utilitzar una fibra de longitud considerable (uns 1000 metres) entre l'OTDR i la fibra a mesurar en el cas en que es desitgi caracteritzar un connector i / o empalmament situats a l'extrem de mesura. Aquest és el cas de la comprovació d'un *pigtail* empalmat a l'extrem on es va a realitzar la mesura.

L'elecció de l'amplada idònia del pols lumínic injectat a la fibra òptica ens permet mantenir en cada moment el compromís entre la resolució de la mesura i la potència òptica s'insereix per a la realització de la mateixa.

Els empalmaments de fusió no produeixen habitualment reflexions però sí que generen una atenuació addicional i puntual en els trams de fibra òptica que concatenar. Són fàcilment identificables en generar una sobtada variació en el pendent de la traça visualitzada pel Reflectòmetre entre dos trams en què la pendent de la traça del nivell de *backscattering* roman uniforme.

Ocasionalment la seva reflexió pot presentar una traça amb una lleu pendent ascendent seguit d'un pendent descendent per, a continuació, estabilitzar novament la traça. Aquesta reflexió anòmala constitueix un defecte i està originada per un punt de discontinuïtat òptica en el propi empalmament i és imputable a una errònia realització de l'empalmament de fusió. En aquest cas, caldrà que l'empalmament de fusió es refaci totalment.

5. Codificació i etiquetatge

5.1. Obra civil

Els elements de registre es codificaran i etiquetaran seguint el següent criteri:

Els pericons es codificaran amb les sigles: **CCM_AJNT_PEXX**

- CCM sigles comunes per tot el projecte, indica titularitat del Consell Comarcal del Maresme.
- AJNT per definir la població mitjançant el codi utilitzat per cada municipi.
- PEXX per definir el número de pericó amb el codi seqüencial de dos dígitos. Aquesta seqüència seguirà un ordre creixent des del punt d'interconnexió a la troncal fins l'arribada a l'edifici de l'Ajuntament.

Sobre plànol ha d'aparèixer la seva codificació, i a camp s'han d'etiquetar amb el codi imprès a una de les parets de forma centrada utilitzant plantilles i esprai negre. La mida de la lletra ha de ser suficient per poder ser identificat el codi per una persona d'alçada normal a peu dret des de l'exterior del pericó

S'haurà d'entregar una taula amb el llistat dels pericons instal·lats i l'adreça més propera a ells i a més a més, s'hauran de detallar quins pericons amb nova codificació corresponen als del annex4

Els trams de canalització es retolaran sobre plànol mitjançant la secció de la canalització i la distància del tram.

Els edificis s'identificaran amb un codi de 4 caràcters (a l'annex2 es donen els codis per els edificis a connectar o susceptibles de ser connectats en un espai curt de temps).

5.2. Fibra òptica

Les caixes d'empulament es codificaran amb les sigles **CCM_AJNT_CEXX**

- CCM comú per tot el projecte, indica titularitat del Consell Comarcal del Maresme.
- AJNT per definir la població mitjançant el codi utilitzat per cada municipi.
- CEXX per definir el número de pericó amb el codi seqüencial de dos dígitos. Aquesta seqüència seguirà un ordre creixent des del punt d'interconnexió a la troncal fins l'arribada a l'edifici de l'Ajuntament.

Sobre plànol ha d'aparèixer la seva codificació, i a camp s'han d'etiquetar amb el codi imprès a una etiqueta plàstica blanca, que pugui ser impresa per impressora laser, i amb característiques de subjecció i d'ancoratge del color suficients.

S'haurà d'entregar una taula amb els codis de totes les caixes d'empalmament i el codi del pericó on estan ubicades

Els cables de fibra òptica es codificaran amb el següent model:

CCM_AJNT_FOXX_TRXX on els caràcters CCM es mantenen per a tota la xarxa, AJNT és el codi de quatre lletres corresponent a l'ajuntament en qüestió, FOXX fa referència al número de fibres del cable; TRXX indica el número de tram de cable. Els trams de cable aniran numerats creixentment des del punt d'interconnexió amb la C-32 fins a l'entrada del Ajuntament.

Els armaris i equips situats dins d'edificis es retolaran amb el següent format:

Armari: Codi edifici – AR Codi seqüencial de 2 xifres per exemple: **AJNT-AR01**

Equip: Codi edifici - EQ- Codi seqüencial de 2 xifres per exemple: **AJNT-EQ01**