

PROJECTE D'UNA XARXA DE FIBRA ÒPTICA  
PUNT A PUNT AL MUNICIPI DE VILADRAU

**PLEC DE CONDICIONS  
TÈCNIQUES**

## ÍNDEX

1.	PLEC DE CONDICIONS .....	5
1.1	PRESCRIPCIONS GENERALS .....	5
1.1.1.-	AUTORITAT I FACULTATS DEL DIRECTOR FACULTATIU .....	5
1.1.2.-	REPRESENTACIÓ DEL CONTRACTISTA I ASSISTÈNCIA A LA DIRECCIÓ FACULTATIVA.....	5
1.1.2.1.-	RISCOS I GARANTIES .....	5
1.1.2.2.-	TERMINI D'ENTREGA DE L'OBRA .....	6
1.1.2.3.-	SISTEMA I FORMA D'EXECUCIÓ DELS REPLANTEIGS .....	6
1.2	ELEMENTS D'OBRA CIVIL .....	6
1.2.1.-	TIPUS DE CANALITZACIÓ .....	7
1.2.1.1.-	CANALITZACIÓ DE 60X30 CM AMB 1 TUB DE Ø 125 MM EN FORMIGÓ.....	7
1.2.1.2.-	CANALITZACIÓ DE 60X60 CM AMB 3 TUBS DE Ø 125 MM EN FORMIGÓ .....	8
1.2.2.-	DESCRIPCIÓ DELS MATERIALS DE CANALITZACIÓ .....	9
1.2.2.1.-	TUB DE PVC CORRUGAT DOBLE PARET DE Ø 125 MM.....	9
1.2.2.2.-	PERICONS .....	10
1.2.2.3.-	FORMIGÓ .....	13
1.2.2.4.-	AGLOMERATS ASFÀLTICS .....	13
1.2.2.5.-	ALTRES MATERIALS .....	13
1.3	EXECUCIÓ DE L'OBRA CIVIL.....	14
1.3.1.-	RECEPCIÓ DE MATERIALS .....	14
1.3.2.-	TRANSPORT DE MATERIALS .....	14
1.3.3.-	APROVISIONAMENT DE MATERIALS.....	14
1.3.4.-	REPLANTEIG DE LES OBRES .....	14
1.3.5	DETERMINACIÓ DE SERVEIS EXISTENTS .....	15
1.3.6	DELIMITACIÓ DE LA ZONA OCUPADA PER LES OBRES .....	16
1.3.7	CONSTRUCCIÓ DE LA CANALITZACIÓ .....	16
1.3.7.1.	EXCAVACIÓ .....	16
1.3.7.2.	COL·LOCACIÓ DE LES CANALITZACIONS .....	17
1.3.7.3.	FARCIMENT DE RASA. ....	17
1.3.7.4.	COMPROVACIONS.....	18
1.3.7.5.	REPOSICIÓ DE PAVIMENTS .....	18
1.3.8	EXECUCIÓ DE PERICONS.....	18
1.3.8.1.	COMPROVACIONS.....	19
1.3.9	NETEJA I RETIRADA DE MITJANS .....	20
1.3.10	ALTRES TIPUS DE CANALITZACIÓ .....	20
1.3.10.1.	CANALITZACIÓ PER INTERCEPCIÓ AMB PERICÓ EXISTENT.....	20
1.3.10.2.	PAS PER TÚNELS, PONTS O VIADUCTES .....	21
1.3.10.3.	CANALITZACIÓ PER ACCÉS A EDIFICI .....	21
1.3.10.4.	SORTIDA LATERAL DES DE CANALITZACIÓ A FAÇANA .....	22
1.3.10.5.	SORTIDES LATERALS DES DE CANALITZACIÓ A PALS.....	23
1.3.10.6.	PAS PER GALERIES O COL·LECTORS DE SANEJAMENT VISITABLES .....	23
1.3.10.7.	PAS PER GALERIES O COL·LECTORS DE SANEJAMENT NO VISITABLES.....	24
1.3.11	RELACIÓ AMB ALTRES XARXES DE SERVEIS .....	25
1.4	FIBRA ÒPTICA.....	26

1.4.1 FIBRA ÒPTICA MONO MODE ESTÀNDARD G.652-D .....	26
1.4.2 FIBRA ÒPTICA DE DISPERSIÓ DESPLAÇADA NO NUL·LA G.655 .....	27
1.4.3 COLORS DE LES FIBRES .....	29
1.4.4 PROTECCIÓ SECUNDÀRIA .....	29
1.4.5 VARETES DE FARCIT .....	29
1.4.6 ELEMENT CENTRAL .....	29
1.4.7 CABLEJAT .....	30
1.4.8 FARCIT DEL CORE .....	30
1.4.9 CINTA ENVOLVENT I L·LIGADURES .....	30
1.4.10 ESTRUCTURA DEL CORE DEL CABLE .....	31
1.4.11 CODI DE COLORS .....	31
1.4.12 COBERTA DEL CABLE .....	32
1.4.13 COBERTA INTERNA .....	32
1.4.14 CAPA ANTI-ROSEGADORS .....	32
1.4.15 COBERTA EXTERNA .....	32
1.4.16 COBERTA AÈRIA ANTICAÇADORS .....	33
1.4.17 PROTECCIÓ IGNÍFUGA .....	33
1.4.18 MARCAT DE LA COBERTA EXTERNA .....	33
1.4.18.1. ESTRUCTURA I DIMENSIONS DEL CABLE DE FIBRA ÒPTICA .....	33
1.4.19 ESPECIFICACIONS DE LA FIBRA ÒPTICA .....	37
1.4.19.1. FIBRA ÒPTICA PER ESTESES EXTERIORS .....	37
1.4.20 CAIXES D'EMPIULAMENTS .....	38
1.4.21 ARMARI BASTIDOR TIPUS RACK .....	38
1.4.22 PATCH PANNEL .....	39
1.4.23 SPLITTER 1X64 CONNECTORITZAT AMB CONNECTORS SC/APC .....	39
1.5 ESTESA I INSTAL·LACIÓ DE FIBRA ÒPTICA .....	39
1.5.1 CARACTERÍSTIQUES GENERALS .....	39
1.5.2 ESTESA MANUAL DISTRIBUÏDA .....	40
1.5.2.1. IDENTIFICACIÓ DELS CABLES .....	41
1.5.3 ESTESA BUFADA .....	42
1.5.3.1. IDENTIFICACIÓ DELS CABLES .....	42
1.5.4 ESTESA PER FAÇANA .....	42
1.5.4.1. ENCREUAMENTS I PARAL·LELISMES AMB ALTRES SERVEIS .....	44
1.5.4.2. IDENTIFICACIÓ DELS CABLES .....	46
1.5.5 ESTESA AÈRIA .....	46
1.5.5.1. TIPUS DE PALS .....	46
1.5.5.2. UTILITZACIÓ DELS PALS .....	47
1.5.5.3. CÀLCUL MECÀNIC EN PALS DE FORMIGÓ .....	48
1.5.6 CONSIDERACIONS ADDICIONALS A L'ESTESA .....	49
1.5.7 FUSIONS DELS CABLES DE FIBRA ÒPTICA .....	49
1.5.7.1. CARACTERÍSTIQUES GENERALS .....	49
1.5.8 INSTAL·LACIÓ DE CAIXES D'EMPALMAMENT EN FAÇANA .....	51
1.5.9 INSTAL·LACIÓ DE CAIXES D'EMPALMAMENT EN PERICÓ .....	51
1.5.10 INSTAL·LACIÓ DE CAIXES D'EMPALMAMENT EN PAL .....	52

<b>1.5.11 IDENTIFICACIÓ DE CAIXES D'EMPALMAMENT.....</b>	<b>53</b>
<b>1.5.12 CARTES D'EMPIULAMENT .....</b>	<b>53</b>
<b>1.5.13 MESURES .....</b>	<b>53</b>
<b>1.5.13.1. EXECUCIÓ DE MESURES REFLECTOMÈTRIQUES .....</b>	<b>54</b>

## 1. PLEC DE CONDICIONS

### 1.1 Prescripcions generals

#### 1.1.1.- Autoritat i facultats del director facultatiu

El director facultatiu de l'obra tindrà l'autoritat sobre la forma i condicions en què haurà d'executar-se cada unitat de l'obra. Serà missió especial la seva direcció i vigilància dels treballs que es realitzin en l'obra, bé per si mateix, o bé per mitjà dels seus representants, i això amb autoritat tècnica completa i indiscutible, fins i tot en el no previst taxativament en aquest Plec, sobre les persones i coses situades a l'obra i en relació amb els treballs que hagin de realitzar-se.

Tots els dubtes i consultes respecte a l'execució dels treballs que componen l'obra es dirigiran per escrit a la direcció facultativa, que contestarà a aquestes per el mateix procediment, quedant constància en els documents de les dates en què es realitzi la seva remesa i expedició.

El contractista podrà obtenir, a costa seva, còpia de tots els plànols del projecte necessaris per l'obra i en el número que desitgi, sol·licitant-los al director facultatiu.

En cas de requeriments o reclamacions: el contractista sols podrà presentar-les a través del director facultatiu, davant l'Administració contractant, si són d'ordre econòmic, i d'acord amb les condicions estipulades en aquest Plec de Condicions; conta instruccions d'ordre tècnic o facultatiu de la seva responsabilitat, si s'escau, mitjançant exposició raonada, adreçada al director facultatiu, qui podrà limitar la seva resposta a l'avís de rebut que, en tot cas, serà obligatori per aquest tipus de reclamacions.

#### 1.1.2.- Representació del Contractista i assistència a la Direcció Facultativa

El contractista adjudicatari o al persona en qui delegui estarà present en el replanteig general dels treballs i en tots els replanteigs parcials que es produeixin, i sempre que ho requereixi l'enginyer director dels treballs.

El contractista anomenarà el director d'obra, que a judici de l'Administració tingui el nivell tècnic adequat, i amb suficients poders que el representarà en l'execució dels treballs d'aquest projecte.

##### 1.1.2.1.- Riscos i garanties

Les operacions que es contractaran s'executaran a risc i ventura del contractista sense que, per tant, aquest tingui dret a indemnització per causa de pèrdues, subtraccions, avaries o perjudicis.

El contractista serà responsable total i absolut del desenvolupament dels treballs i dels danys que tant a la part contractant com a tercers, puguin derivar-se dels mateixos.

Sense perjudici de dita responsabilitat, el contractista acreditarà tenir assegurada la responsabilitat civil a que es pugui incórrer per raó de l'execució de les obres per sinistre.

El contractista repararà per si o per tercers, però sempre al seu càrrec, durant el desenvolupament de les obres, o a la seva finalització, segons el que indiqui la direcció d'obra, els desperfectes ocasionats en qualsevol element o instal·lació de la part contractant, o de tercers.

El contractista no sols respondrà dels seus actes propis, sinó dels subcontractistes i del personal que li presti serveis per l'execució de les obres.

#### 1.1.2.2.- Termini d'entrega de l'obra

El termini d'execució de l'obra correspondrà al indicat en el plec de condicions administratives. Un cop adjudicada l'obra, el adjudicatari haurà de presentar al director facultatiu de la mateixa el corresponent pla de treball, en el que s'indicaran els terminis de les diferents unitats que la integren.

#### 1.1.2.3.- Sistema i forma d'execució dels replanteigs

Totes les obres compreses en el projecte s'executaran d'acord amb els terminis aprovats i ordres emeses per l'enginyer director de l'obra, qui resoldrà les qüestions que es plantegin referents a la interpretació de terminis i condicions d'execució, subministrant al contractista qualsevol informació precisa perquè les obres puguin ser realitzades.

Previ al començament de l'obra es procedirà al replanteig de la mateixa en tots els seus aspectes, presenciant les operacions l'enginyer director i el contractista, o persona qui ambdós deleguin, havent-se d'aixecar l'acta corresponent.

Serà per compte del contractista l'adquisició i instal·lació dels cartells anunciadors d'obra, segons el model tipus aprovat per la direcció facultativa, i la senyalització dels desviaments de trànsit que s'haguessin de realitzar per l'execució dels treballs.

### 1.2 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 la xarxa.

### 1.2.1.- Tipus de canalització

Per l'interior de la canalització recorren 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 i terra.

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

#### 1.2.1.1.- Canalització de 60x30 cm amb 1 tub de Ø 125 mm en formigó

Aquesta canalització consisteix en la construcció d'una secció de prisma tubular format per 1 tub de PVC corrugat de 125 mm, envoltat de formigó HM-20, amb amplada de secció de 0,30 m i profunditat sobre la part superior del dau de prisma formigonat fins a la cota final de paviment, de 0,60 m.

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

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

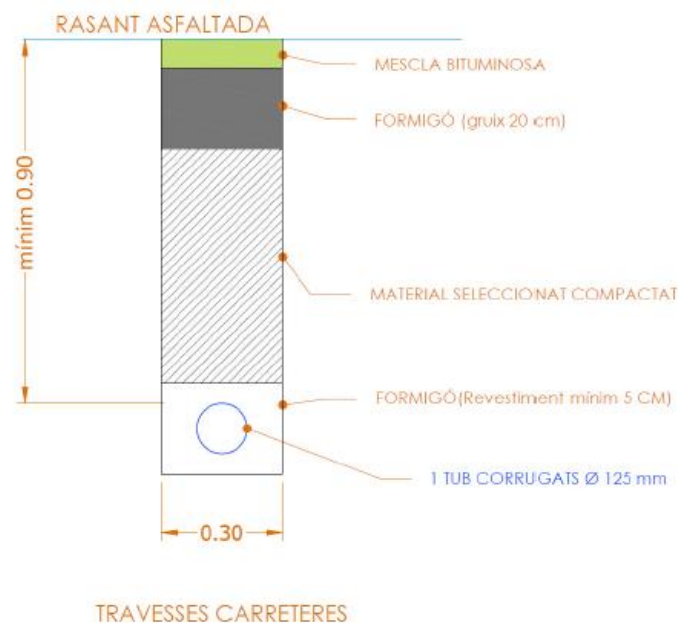


Fig.3 Canalització convencional en calçada per a 1 tub de Ø 125 mm

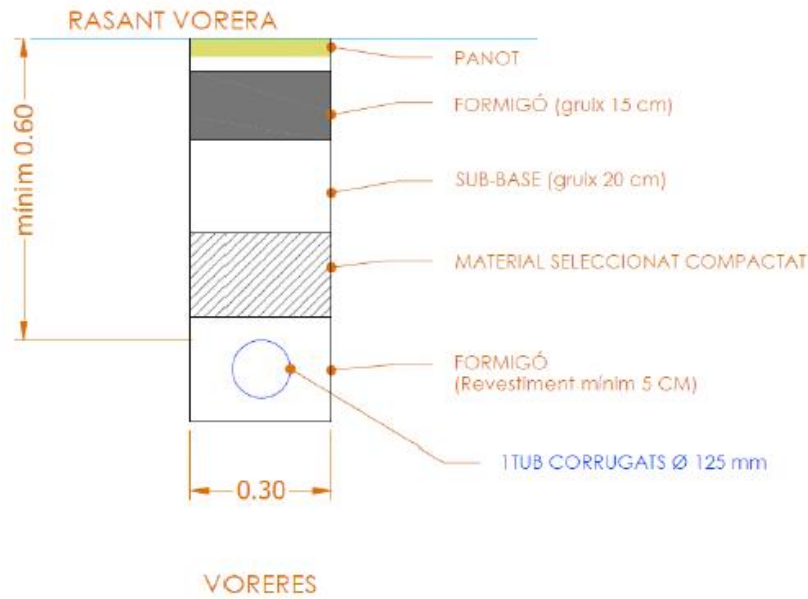


Fig.4 Canalització convencional en vorera per a 1 tub de Ø 125 mm

#### 1.2.1.2.- Canalització de 60x60 cm amb 3 tubs de Ø 125 mm en formigó

Aquesta canalització consisteix en la construcció d'una secció de prisma tubular format per 3 tubs PVC envoltats de formigó HM-20, amb amplada de secció de 0,60 m i profunditat sobre la part superior del dau prisma formigonat fins a la cota final de paviment de 0,60 m. L'ample de reposició del ferm es durà a terme en funció de la normativa aplicable.

A continuació es mostren les seccions tipus corresponents a la canalització convencional per a 3 tubs en calçada i vorera.

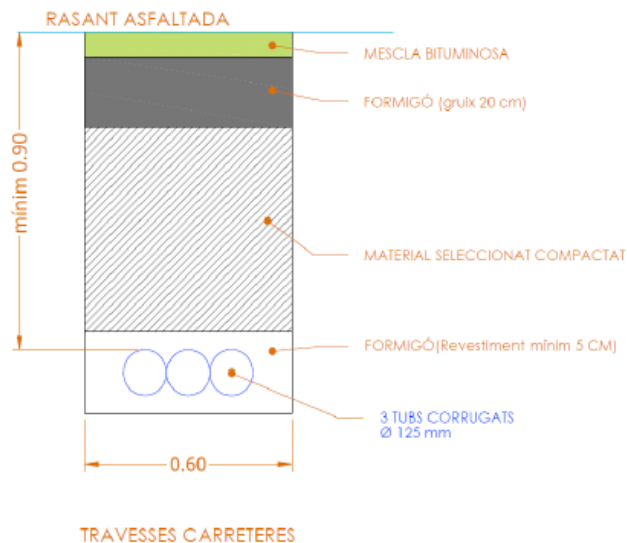


Fig.5 Canalització convencional en calçada per a 3 tubs de Ø 125 mm



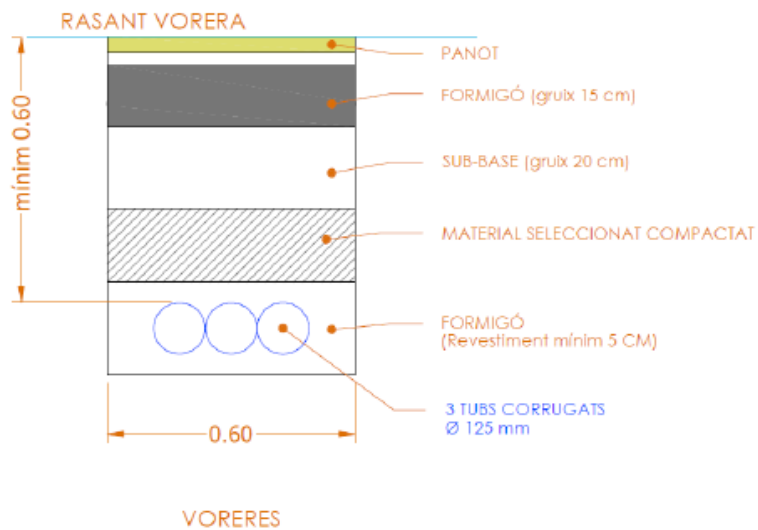


Fig.6 Canalització convencional en vorera per a 3 tubs de Ø 125 mm

## 1.2.2.- Descripció dels materials de canalització

### 1.2.2.1.- Tub de PVC corrugat doble paret de Ø 125 mm

S'instal·laran dos tubs de PVC corrugat doble paret de Ø exterior de 125 mm. S'utilitzarà en totes les canalitzacions que discorren entre arquetes.



Els tubs estaran fabricats amb la paret exterior corrugada i la interior llisa, segons les prescripcions de la norma UNE EN-50086-2-4.

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.

### 1.2.2.2.- 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.

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  $\varnothing$  125 mm i profunditat de 50 a 70 mm.
- Seran íntegrament de formigó, amb resistència mínima de 35N/mm<sup>2</sup>.
- 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 65 càrregues de 10 T que actuen, cadascuna, sobre una superfície rectangular de 0,2x0,60 m<sup>2</sup>, amb el costat de 0,20 paral·lel a l'eix del vehicle.

La separació entre càrregues en sentit longitudinal serà 1,50 m i en sentit transversal de 2 m. 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 4000 N/m<sup>2</sup>.

- Hipòtesi II: Vorerres

Tren de càrregues equivalent a una càrrega de 6 T actuant sobre una superfície de 0,30 X 0,30 m<sup>2</sup> en la posició més desfavorable. A aquesta acció s'afegirà l'acció del pes del terreny i una sobrecàrrega uniforme de 4000 n/m<sup>2</sup>.

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

Sobrecàrrega uniforme de 1T/m<sup>2</sup>, afectada per un coeficient d'impacte d'1,40. A aquesta acció s'afegirà l'acció del pes del terreny.

### Tipus de pericons

Es preveu la instal·lació de un tipus de pericó:

Pericó de 80 x 80 cm: Pericó de planta quadrada de dimensions (ample x allargada) exteriors 950 x 950 mm i interiors de 800 x 800 mm.

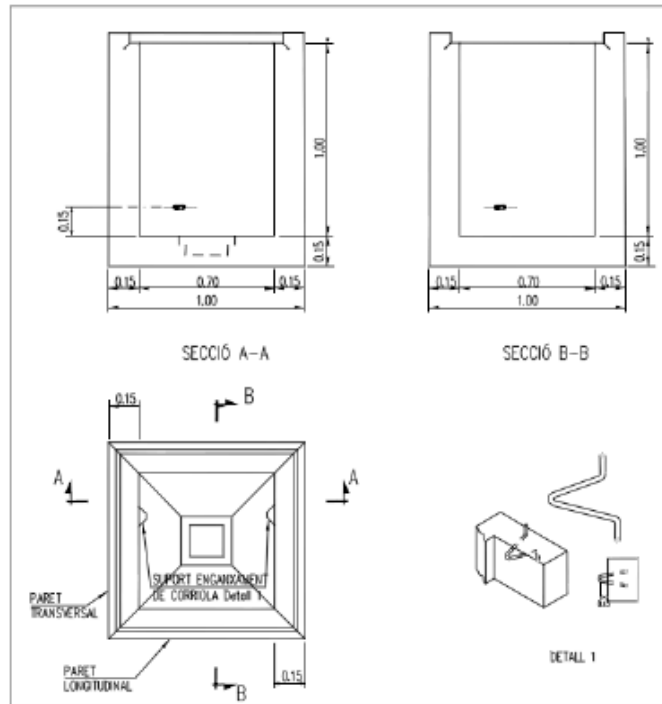


Fig.8 Pericó de 70x70 cm

### Ubicació dels pericons

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

Pericó de 80x80 cm. Se'n farà ús en els següents casos:

- Quan calgui dur a terme canvis de direcció en la canalització majors de 60º, per tal d'evitar radis de gir excessivament forçats.
- En zones urbanes, cada 50 metres de canalització.
- En zones interurbanes, cada 100 metres.

### 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 voreres no existirà balanceig al pas de persones. Els pericons situats en calçada seran de 70x70 cm amb tapa i marc circular, amb marc aparent de pas de 70 cm.

Les tapes han de disposar d'un tancament de seguretat que sigui accionable mitjançant una clau específica, i portaran les marques indicades de 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 80x80 cm (instal·lació vorera)	880 x 880	800 x 800	100
Pericó de 80x80 cm (instal·lació calçada)	880 (circular)	714	100

Taula 6 – Característiques de tapes i marcs

Tapa de pericó 70x70 cm en vial i vorera:

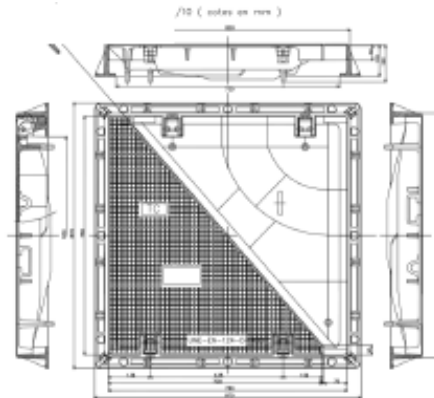


Fig.9 Tapa de pericó de 70x70 cm en vial i vorera

Tapa de pericó 40x40 cm en vorera:

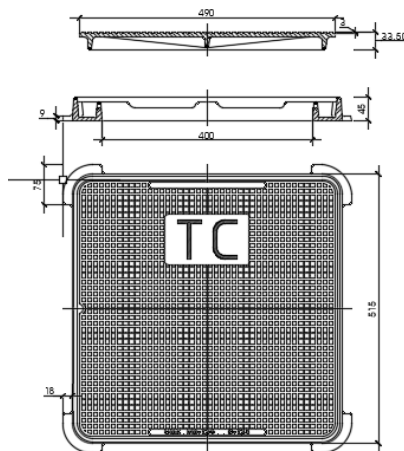


Fig.10 Tapa de pericó de 40x40 cm en vorera

### 1.2.2.3.- Formigó

Els formigonats utilitzats tant per a protecció de canalitzacions enterrades com per execució d'obres de fàbrica, arquetes, pedestals d'armaris o bastaments de pals, compliran les especificacions recollides de 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 200 kg/cm<sup>2</sup>.

### 1.2.2.4.- Aglomerats asfàtics

Llevat dels casos en què l'organisme oficial competent, determini un tipus de mescla bituminosa en concret, les reposicions d'aglomerats asfàtics 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 5 mm i mínima de 2 mm.

El material bituminós a emprar en reg d'imprimació serà un betum asfàtic fluidificat 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.

### 1.2.2.5.- Altres materials

En l'execució de les canalitzacions, podrà ser necessari l'ús d'altres materials com, aigua, ciments i àrids per a l'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 anteriors 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.

### 1.3 Execució de l'obra civil

#### 1.3.1.- Recepció de materials

Tots els materials inherents a la construcció de la canalització hauran de ser revisats en el moment de la seva recepció en obra i, en qualsevol cas, amb anterioritat a la seva incorporació a la mateixa, comprovant de forma fefaent i documentada que compleixen tots els requisits necessaris per a una correcta execució.

#### 1.3.2.- Transport de materials

S'hauran de prendre totes les mesures de seguretat necessàries per protegir els diferents materials en les fases de càrrega, transport i descàrrega dels mateixos evitant que resultin danyats durant aquest procés, havent de ser novament revisats un cop finalitzada totalment l'operació.

#### 1.3.3.- Aprovisionament de materials

L'aprovisionament de materials es realitzarà tenint en compte les recomanacions del fabricant perquè aquests no resultin danyats.

Hauran de romandre protegits de possibles caigudes, cops o actes que puguin danyar-los.

L'aprovisionament de materials es realitzarà respectant l'entorn pel que fa referència a quantitats, habilitant zones de pas, evitant molèsties de visibilitat o circulació a l'operativa de l'obra i/o a tercers, fora de perill de manipulacions alienes al personal de l'obra, degudament senyalitzats i mantenint l'estructura de empaquetat fins a ésser consumits en la seva totalitat.

#### 1.3.4.- Replanteig de les obres

El replanteig i localització, de l'espai adequat per a la ubicació de la canalització s'ha de fer de manera que l'accessibilitat dels conductes a les arquetes quedi garantida, així com, el manteniment dels estàndards de rasa tipificades en aquest procediment i les pertinents distàncies de separació entre serveis.

Es marcaran els eixos (en cas d'obertura amb rasadores) o els límits de la ras (en cas d'obertura amb retroexcavadora, martell pneumàtic, etc.) amb pintura de color cridaner i fàcilment identificable. De la mateixa manera, es marcarà la ubicació d'arquetes i sortides laterals a façana.

És aconsellable la presa de fotografies abans de donar inici als treballs i molt especialment quan la zona a ocupar presenti deterioraments notables de paviments o altres instal·lacions existents.

El replantejament i localització, fins i tot amb la realització de cates prèvies, de l'espai adequat per a la ubicació dels pericons s'ha de fer de manera que l'accessibilitat dels conductes als pericons quedi garantida, així com el manteniment de les dimensions estandarditzades dels mateixos tipificades en aquest document i les pertinents distàncies de separació entre serveis.

Tenint en compte que l'objectiu principal de l'obra civil en el seu conjunt és donar cabuda als diferents cables de la xarxa, per a la deguda consideració de les possibilitats d'allotjament i pas de cables per les arquetes de canalització, en tot moment, es tindran en compte les dades de radis de curvatura mínims dels cables i les diferents posicions d'accés dels conductes en funció dels girs o canvis d'alineació de les canalitzacions. En aquest sentit, es defineixen les següents possibilitats d'accés als pericons, que hauran de ser marcades durant el replanteig i seran d'obligat compliment:

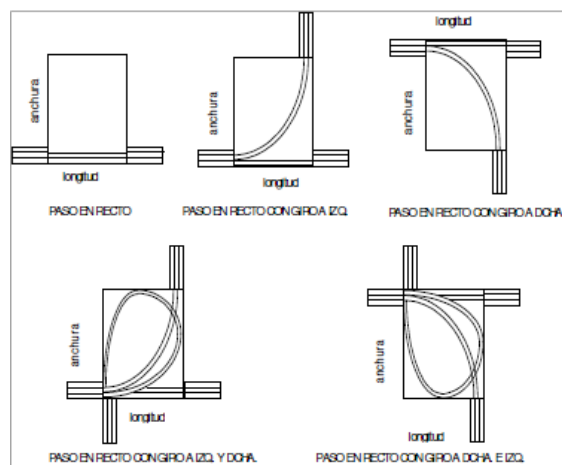


Fig. 11. Possibilitats d'Accés a les Arquetes

En cas de no poder ajustar-se a cap d'aquestes 5 configuracions tipus, el pericó es replantejarà tenint en compte el criteri que el pas de cables pel pericó es farà d'aquella manera en què els girs es facin amb el major radi de curvatura possible.

Es marcarà amb pintura de color cridaner i fàcilment identificable, la ubicació dels pericons així com el nombre i la posició d'entrada dels conductes en cadascuna de les parets del pericó.

### 1.3.5 Determinació de Serveis Existents

Per a la determinació de serveis existents es tindrà en compte:

- Plànols de serveis: S'hauran demanar els plànols de serveis de totes les companyies existents a la zona, tant entitats públiques com privades.
- Sonda de detecció de cables i canalitzacions (Georadar): Es determinaran les conduccions i serveis existents mitjançant l'ús d'un transmissor i un receptor adequats a la conducció a reconèixer.

- Cates de Reconeixement: Es realitzaran sempre que es vagi a construir un pericó i en els punts intermedis del traçat que es consideri necessari, amb un mínim d'una cata cada 1.000 metres de canalització fora de la població i una cada 50 metres en canalització urbana. Es realitzaran amb un mínim de 70 centímetres d'amplada i sobrepassaran les vores i fons de l'excavació prevista en 25 centímetres.

Els serveis detectats es marcaran amb pintura de color cridaner i fàcilment identificable.

### 1.3.6 Delimitació de la Zona Ocupada per les Obres

Durant tot el temps que romanguin obertes les rases o es mantinguin recollits

subministraments o materials procedents de l'execució de la rasa s'instal·laran tanques protectores i senyals de perill delimitant tota la zona afectada per les obres. Aquestes tanques impediran l'accés als vianants i seran visibles tant de dia com de nit, de manera que estaran dotades d'elements reflectants i lluminosos.

### 1.3.7 Construcció de la canalització

#### 1.3.7.1. 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.

### 1.3.7.2. 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 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.

### 1.3.7.3. Farciment de rasa.

- 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 coques 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.

#### 1.3.7.4. 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.

#### 1.3.7.5. 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.

#### 1.3.8 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 "insitu", 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.

#### 1.3.8.1. 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.

### 1.3.9 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.

### 1.3.10 Altres tipus de canalització

#### 1.3.10.1. 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.

### 1.3.10.2. 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'evitar 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.

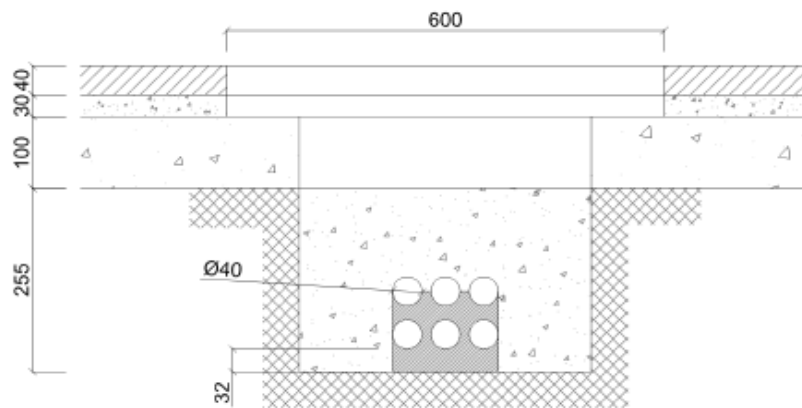


Fig.12. Canalització en vorera per pont

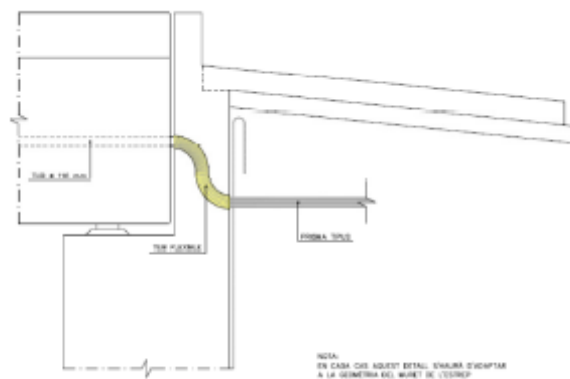


Fig.13. Canalització en vorera per pont

### 1.3.10.3. 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'obturgació 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.

#### 1.3.10.4. 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.

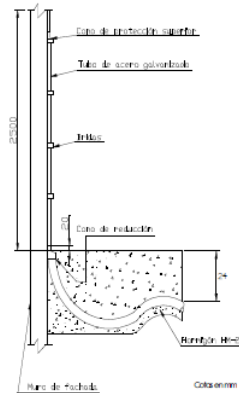


Fig.14. Esquema de sortida per façana

Les grapes dels tubs d'accés a façana o pals seran d'acer inoxidable.

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.

#### 1.3.10.5. 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.

#### 1.3.10.6. 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·larà 1 tub 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 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).

#### 1.3.10.7. 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 subconductat 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'H2S).

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.

### 1.3.11 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	Clavegueram
Gas AP		20	20	20	20	30	20
Gas MP i BP	20		10	10	10	30	10
Aigua potable	20	10		20	20	30	100
BT	20	10	20		25	20	20
MT i AT	20	10	20	25		25	20
Telecos	30	30	30	20	25		30
DH&C	20	10	10	20	20	30	40
Clavegueram	20	10	100	20	20	30	

Taula 7 – Distàncies entre canalitzacions de serveis

On:

- Gas AP: Canal de gas d'alta pressió.
- Gas MP i BP: Canal de gas de mitja i baixa pressió.
- BT: Baixa tensió.
- MT i AT: Mitjana tensió i alta tensió.

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·lelisme (distàncies en cm)	GAS AP	Gas MP i BP	Aigua potable	BT	MT i AT	Telecos	Clavegueram
Gas AP		40	40	40	40	40	40
Gas MP i BP	40		20	20	20	30	40
Aigua potable	40	20		20	20	30	100
BT	40	20	20		20	20	20
MT i AT	40	20	20	20		25	20
Telecos	40	30	30	20	25		30
DH&C	40	20	20	20	20	30	60
Clavegueram	40	20	100	20	20	30	

Taula 8 – Distàncies entre paral·lelismes de serveis

## 1.4 Fibra òptica

### 1.4.1 Fibra òptica mono mode estàndard G.652-D

La fibra òptica haurà de complir la Recomanació G.652-D del ITU-T. En les taules 1, 2 i 3 es presenten els paràmetres a complir per les fibres òptiques:

Paràmetres geomètrics		
Paràmetre	Valor nominal	Tolerància
Diàmetre del revestiment	125 µm	± 0,7 µm
Diàmetre del recobriment primari	245 µm	± 5 µm
Error de concentricitat nucli/revestiment	≤ 0,6 µm	
Error de circularitat del revestiment	≤ 1% µm	
Error de concentricitat recobriment/revestiment	≤ 12 µm	

Taula 9 – Paràmetres geomètrics de la fibra òptica G.652-D amb protecció primària

Paràmetres mecànics	
Paràmetre	Valor nominal
Càrrega de trencament	≥ 100 kpsi (0,7 GN/m <sup>2</sup> )
(Allargament)	(1%)

Taula 10 – Paràmetres mecànics de la fibra òptica G.652-D

Paràmetres òptics		
Paràmetre	Valor nominal	Tolerància
Diàmetre del camp modal en $\lambda = 1310$ nm	9,2 $\mu$ m	± 0,5 $\mu$ m
Dispersió màxima entre $\lambda = 1285$ nm i $\lambda = 1330$ nm	3,8 ps/(nm*km)	
Dispersió màxima en $\lambda = 1550$ nm	18,2 ps/(nm*km)	
Longitud d'ona de dispersió nul·la	1.300 nm a 1.324 nm	
Pendents de dispersió nul·la	≤ 0,093 ps/ (nm <sup>2</sup> *km)	
Longitud d'ona de tall		
Abans del cablejat	1.170 nm a 1.324 nm	
Després del cablejat	≤ 1.260 nm	
Coeficient d'atenuació en $\lambda = 1310$ nm	≤ 0,36 dB/km	
Coeficient d'atenuació en $\lambda = 1383$ nm	≤ 0,37 dB/km	
PMD	≤ 0,1 ps/Sqrt (km)	
Pèrdua de macroflexió (100 voltes amb un $\varnothing$ 60 mm a 1.265 nm)	≤ 0,1 dB	

Taula 11 – Paràmetres òptics de la fibra òptica G.652-D

#### 1.4.2 Fibra òptica de dispersió desplaçada no nul·la G.655

La fibra òptica haurà de complir la Recomanació G.655 del ITU- T. En les taules 4, 5 i 6 es presenten els paràmetres que hauran de complir les fibres òptiques:

Paràmetres geomètrics		
Paràmetre	Valor nominal	Tolerància
Diàmetre del revestiment	125 $\mu$ m	± 0,7 $\mu$ m

Diàmetre del recobriment primari	245 µm	± 5 µm
Error de concentricitat nucli/revestiment	≤ 0,6 µm	
Error de circularitat del revestiment	≤ 1% µm	
Error de concentricitat recobriment/revestiment	≤ 12 µm	

Taula 12 – Paràmetres geomètrics de la fibra òptica G.652-D amb protecció primària

Paràmetres mecànics	
Paràmetre	Valor nominal
Càrrega de trencament	≥ 100 kpsi (0,7 GN/m <sup>2</sup> )
(Allargament)	(1%)

Taula 13 – Paràmetres mecànics de la fibra òptica G.652-D

Paràmetres òptics		
Paràmetre	Valor nominal	Tolerància
Diàmetre del camp modal en λ =1550 nm	9,0 µm a 10,0 µm	± 0,5 µm
Àrea efectiva	≥ 60 µm <sup>2</sup>	
Dispersió cromàtica entre λ =1530 nm i λ =1565 nm	2,0 – 6,0 ps/(nm*km)	
Dispersió cromàtica entre λ =1565 nm i λ =1625 nm	4,5 – 11,2 ps/(nm*km)	
PMD	≤ 0,1 ps/Sqrt (km)	
Pendents de dispersió nul·la	≤ 0,093 ps/ (nm <sup>2</sup> *km)	
Longitud d'ona de tall (després de cablejat)	≤ 1.480 nm	
Coefficient d'atenuació en λ =1550 nm	≤ 0,24 dB/km	
Coefficient d'atenuació en λ =1625 nm	≤ 0,26 dB/km	

Taula 14 – Paràmetres òptics de la fibra òptica G.652-D

En el cas de cables formats per tots dos tipus de fibra, les G.655 s'ubicaran en els primers tubs.

### 1.4.3 Colors de les fibres

Les fibres òptiques es recobriran amb una capa de pintura per identificar-les. Aquesta pintura es dipositarà sobre el recobriment primari i el seu espessor no superarà els 6 µm. Es disposarà, com a mínim, de 8 colors diferents i distingibles.

### 1.4.4 Protecció secundària

El tipus de protecció secundària serà de tub folgat. Un conjunt de vuit fibres òptiques s'allotjaran en un tub buit. El material del tub i el seu acabat han de complir els següents criteris:

- Elevat mòdul de Young per petits allargaments.
- Grau d'elasticitat suficientment alt per permetre radis de curvatura mínims de 3 cm.
- Elevada resistència a l'abradió.
- Reduït coeficient de fricció.
- Coeficient tèrmic de dilatació lineal lo mes pròxim possible al de la fibra òptica.
- Homogeneïtat, lliure de porus, esquerdes, bonys i altres imperfeccions.
- Uniformitat de les dimensions transversals en tota la llargada del tub.
- Conservació de les propietats anteriors enfront a canvis tèrmics.

Per a una identificació fàcil i clara es disposarà de tubs de diferents colors que hauran de ser opacs i intensos.

Els tubs hauran d'estar farcits d'un compost hidròfug que envolti i protegeixi a les fibres.

### 1.4.5 Varetes de farcit

Quan la geometria i l'estructura del cable ho requereixi, s'utilitzaran varetes de farcit que no seran buides. El diàmetre exterior d'aquestes varetes serà igual al diàmetre extern dels tubs buits, seran fets d'un material que sigui compatible amb la resta dels materials i hauran de complir les mateixes propietats mecàniques i tèrmiques que el tub buit.

Totes les varetes de farcit seran del mateix color entre si i diferent dels colors fets servits per als tubs buits.

### 1.4.6 Element central

L'element central suportarà l'esforç de tracció sobre el cable durant les fases d'estesa i les tensions mecàniques provocades per variacions tèrmiques. Igualment actuarà com suport pel cablejat dels tubs portadors de les fibres òptiques i les varetes de farcit.

El material o materials que formen l'element central haurà de complir els següents criteris:

- Ser dielèctrics.
- Elevat mòdul de Young.
- Baix coeficient de dilatació tèrmica.
- Reduït pes per unitat de longitud.
- Flexibilitat suficient que permetrà al cable adaptar-se a les curvatures de les canalitzacions.

Com el cable especificat ha de ser dielèctric, s'utilitzen materials tipus F.R.P. (Fibra de vidre amb Resines Polièster) o similars. L'element central es podrà utilitzar nu o recobert amb polietilè segons la configuració del core del cable.

#### 1.4.7 Cablejat

Els tubs buits i les varetes de farcit es trenaran en torn de l'element central. El core del cable està format per l'element central, els tubs trenats i la coberta, en el cas d'haver-hi, que cobreix a tots els elements citats.

El tipus de trenat a fer servir serà el S-Z. Els tubs i varetes es disposen helicoïdalment en torn a l'eix del element central, canviant el sentit de gir cada 6 passos d'hèlix. En els punts on es produeixen els canvis de sentit de gir els tubs i varetes hauran d'ésser paral·lels a l'eix de l'element central.

#### 1.4.8 Farcit del core

El core del cable es farcirà a alta pressió d'un compost hidròfug de manera que ocupi tots els espais lliures. També, es permetrà el farcit amb fils de material hidroexpansible. En tots dos casos, s'assegurarà l'estanqueïtat longitudinal del cable de fibra òptica i hauran de complir les següents propietats:

- Compatible amb els demés materials del cable.
- No tòxic.
- Fàcilment processable.
- Coeficient de dilatació relativament baix.
- Insignificant efecte expansiu sobre les cobertures aplicades sobre el core del cable.

#### 1.4.9 Cinta envolvent i lligadures

Dependent del procés de fabricació, el core del cable es recobrirà amb una o varies cintes de plàstic.

Aquesta coberta protegirà el core del cable en les fases posteriors de fabricació i servirà com a barrera enfront l'aigua i la humitat. Aquestes cintes s'aplicaran longitudinalment amb un solapament superior a 5 mm.

Sobre el core o cinta envoltant es disposaran una o dues capes de material no higroscòpic de forma helicoidal en tot l'eix del core i en sentits de gir contraris.

Amb la finalitat de facilitar el pelat de la coberta interna i impedir que els tubs es danyin per l'ús d'eines, es disposarà longitudinalment del core un fil guia que haurà d'ésser capaç d'escarrar la coberta.

#### 1.4.10 Estructura del core del cable

Es disposaran varis tubs al voltant del element central de la manera descrita en l'apartat anterior. El número de tubs anirà en funció del dimensionat del cable. En cada un dels tubs buits es situaran vuit fibres òptiques, cada una fàcilment identificable de les altres pel color de les mateixes. L'ordre és en el sentit de les agulles del rellotge.

#### 1.4.11 Codi de colors

El codi d'identificació dels elements que es trenen en el core seguirà el TIA598 el següent:

1		Blau
2		Taronja
3		Verd
4		Marró
5		Gris
6		Blanc
7		Vermell
8		Negre
9		Groc
11		Violeta
12		Rosa
12		Turquesa

Taula 15 - Codi colors pels tubs i fibres del cablejat de fibra òptica

En els cables de doble corona es començarà a comptar l'ordre dels tubs per la corona interior.

#### 1.4.12 Coberta del cable

Sobre el core del cable s'aplicarà una sèrie de capes de diferents materials que hauran de protegir al cable dels següents agents:

- Esforços mecànics, com traccions i torsions.
- Influències tèrmiques.
- Agents químics.
- Acció del aigua i la humitat.
- En alguns casos, protecció enfront de temperatures elevades.

#### 1.4.13 Coberta interna

La coberta interna estarà formada per polietilè negre (RAL 9005), de baixa densitat i alt pes molecular, tipus I, classe C i categoria 5. També pot ser formada exclusivament per fils d'aramida o afegir-se per sobre de la coberta interna. La coberta interna haurà de complir les següents propietats:

- Uniformitat de les dimensions transversals de la coberta de tot el cable.
- Homogeneïtat de la coberta, no presentant porus ratllades ni cap defecte.
- Superfície llisa, de tonalitat uniforme.
- S'haurà d'ajustar perfectament a l'element de reforç.

Per el cas de cable aeri, es recomanable una protecció doble, és adir, per una banda polietilè d'un gruix mínim de 1,0 mm i, a més a més, aramida d'una densitat mínima de 6.0 mm<sup>2</sup>.

#### 1.4.14 Capa anti-rosegadors

En els casos de cables amb aquesta propietat, sobre la coberta interna o directament sobre la cinta envoltant del core, es disposaran fils de fibra de vidre en forma helicoidal o d'acer corrugat que serviran com elements de protecció anti-rosegadors. Els elements de fibra de vidre hauran de cobrir un 100 % de la superfície de la coberta interna.

La fibra de vidre haurà de complir els següents paràmetres:

- Mòdul d'elasticitat: 50 kN/mm<sup>2</sup>.
- Tensió màxima de tir: q1.400 N/mm<sup>2</sup>.

#### 1.4.15 Coberta externa

La coberta externa estarà formada per polietilè negre, d'alta densitat i alt pes molecular, tipus II, classe C i categoria 4.



#### 1.4.16 Coberta aèria anticaçadors

En els casos de cables aeris, es necessitarà un cable autosuportat per esteses entre pals de fins a 50m apte per qualsevol àmbit menys línies d'alta tensió. Amb aquest objectiu, és necessària, a part de la coberta interna doble de polietilè i aramida, una coberta externa. A més a més, s'ha d'assegurar protecció anticaçadors.

#### 1.4.17 Protecció ignífuga

En els casos de cables ignífugs, totes les cobertes i proteccions del cable han de complir, a més a més de les característiques anteriorment descrites, les següents:

- Retardant de flama
- Baixa emissió de fums
- Nul·la emissió d'halògens

Amb aquest objectiu, els materials de fabricació han de ser termoplàstics, sempre complint-se la normativa vigent al respecte. En concret:

- Baixa emissió de fums tòxics, corrosius i opacs segons UNE 21147-1, UNE 21147-2 i UNE 21172-1.

Per altra banda, les cobertes han de complir les especificacions d'assajos referents en aquest tema més endavant establertes.

#### 1.4.18 Marcat de la coberta externa

Es gravarà a intervals d'un metre amb tinta blanca o groga la següent informació:

- Identificació del fabricant i dos últims dígits de l'any de fabricació.
- Identificació de la propietat: LCF.
- Número i tipus de fibres en el cable seguit de la inscripció "F.O."
- Longitud del cable amb un error, per excés, inferior al 1%.

##### 1.4.18.1. Estructura i dimensions del cable de fibra òptica

Les dimensions, característiques i paràmetres bàsics mecànics del cable dissenyats per LCF no són estàndard encara que compleixen totes les normatives vigents al respecte. Els cables tipificats per LCF es presenten en les següents taules:

<b>Cas "cable 1": cable antirosegadors de fils de vidre especificat per esteses canalitzades, grapejades a façana, aèria entre edificacions i per interiors d'edificacions, mitjançant estesa manual, blowing com floating</b>							
ESTRUCTURA							
CORE DEL CABLE							
	16	24	48	64	72	96	144
Diàmetre de l'element central [mm]	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1
Diàmetre final [mm]	5,5	7,5	11,7	13,3	15,1	16,5	21,5
Pes aproximat [kg/km]	65	80	120	150	190	220	280

Taula 16 – Dimensions transversals del cable classe 1 fibra òptica

<b>PARÀMETRES MECÀNICS I AMBIENTALS</b>	
Resistència a la tracció sense allargament de les fibres [N]	4.000 N
Escalfament	2.000 N/100 mm
Radi mínim de curvatura en servei (D=diàmetre exterior del cable):	20 x D
Temperatura d'emmagatzematge	-40 °C a +70 °C
Temperatura d'instal·lació	-5 °C a +50 °C
Temperatura d'operació	-30 °C a +70 °C

Taula 17 – Paràmetre mecànics i ambientals del cable classe 1 fibra òptica

<b>Cas "cable 2": cable antirosegadors d'acer especificat per esteses canalitzades i grapejades mitjançant estesa manual</b>							
ESTRUCTURA							
CORE DEL CABLE							
	16	24	48	64	72	96	144
Diàmetre de l'element central [mm]	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1
Diàmetre final [mm]	7	8,9	15,3	15,3	17	17	20,3

Pes aproximat [kg/km]	90	130	205	220	245	260	360
-----------------------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Taula 18 – Dimensions transversals del cable classe 2 fibra òptica

PARÀMETRES MECÀNICS I AMBIENTALS	
Resistència a la tracció sense allargament de les fibres [N]	3.000 N
Escalfament	2.000 N/100 mm
Radi mínim de curvatura en servei (D=diàmetre exterior del cable):	20 x D
Temperatura d'emmagatzematge	-40 °C a +90 °C
Temperatura d'instal·lació	-10 °C a +50 °C
Temperatura d'operació	-30 °C a +70 °C

Taula 19 – Paràmetre mecànics i ambientals del cable classe 2 fibra òptica

Cas "cable 3": cable antirosegadors de fils de vidre ignífug especificat per esteses canalitzades, grapejades a túnel, aeri entre edificacions i per interiors d'edificacions, mitjançant estesa manual, blowing com floating							
ESTRUCTURA							
CORE DEL CABLE							
	16	24	48	64	72	96	144
Diàmetre de l'element central [mm]	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1
Diàmetre final [mm]	5,5	7,5	11,7	13,3	15,1	16,5	21,5
Pes aproximat [kg/km]	75	100	160	190	230	260	320

Taula 20 – Dimensions transversals del cable classe 3 fibra òptica

PARÀMETRES MECÀNICS I AMBIENTALS	
Resistència a la tracció sense allargament de les fibres [N]	4.000 N
Escalfament	2.000 N/100 mm
Radi mínim de curvatura en servei (D=diàmetre exterior del cable):	20 x D
Temperatura d'emmagatzematge	-40 °C a +70 °C

Temperatura d'instal·lació	-5 °C a +50 °C
Temperatura d'operació	-30 °C a +70 °C

Taula 21 – Paràmetre mecànics i ambientals del cable classe 3 fibra òptica

Cas "cable 4": cable autosuportat aeri anticaçadors							
ESTRUCTURA							
CORE DEL CABLE							
	16	24	48	64	72	96	144
Diàmetre de l'element central [mm]	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1
Diàmetre final [mm]	6,9	8,9	15,3	17,2	18,8	20,4	23,6
Pes aproximat [kg/km]	75	95	170	200	245	300	370

Taula 22 – Dimensions transversals del cable classe 4 fibra òptica

PARÀMETRES MECÀNICS I AMBIENTALS	
Resistència a la tracció sense allargament de les fibres [N]	4.000 N
Escalfament	2.000 N/100 mm
Radi mínim de curvatura en servei (D=diàmetre exterior del cable):	20 x D
Temperatura d'emmagatzematge	-40 °C a +90 °C
Temperatura d'instal·lació	-10 °C a +50 °C
Temperatura d'operació	-30 °C a +70 °C

Taula 23 – Paràmetre mecànics i ambientals del cable classe 4 fibra òptica

Cas "cable 5": cable autosuportat aeri anticaçadors ignífug							
ESTRUCTURA							
CORE DEL CABLE							
	16	24	48	64	72	96	144

Diàmetre de l'element central [mm]	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1	2,5 Mm ± 0,1
Diàmetre final [mm]	7,1	9,1	15,3	17,2	18,8	20,4	23,6
Pes aproximat [kg/km]	100	130	200	230	280	330	400

Taula 24 – Dimensions transversals del cable classe 5 fibra òptica

PARÀMETRES MECÀNICS I AMBIENTALS	
Resistència a la tracció sense allargament de les fibres [N]	4.000 N
Escalfament	2.000 N/100 mm
Radi mínim de curvatura en servei (D=diàmetre exterior del cable):	20 x D
Temperatura d'emmagatzematge	-40 °C a +90 °C
Temperatura d'instal·lació	-10 °C a +50 °C
Temperatura d'operació	-30 °C a +70 °C

Taula 25 – Paràmetre mecànics i ambientals del cable classe 5 fibra òptica

#### 1.4.19 Especificacions de la fibra òptica

##### 1.4.19.1. Fibra òptica per esteses exteriors

Les fibres òptiques seran monomode G652.D amb una relació nucli/coberta de 10/125, 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 2ª finestra a 1310nm <0,34 dB/km
- Atenuació mitjana en 3ª finestra a 1550nm <0,24 dB / km
- Dispersió cromàtica en 2ª finestra a 1285nm - 1330nm <2,8 ps/nm\*km
- Dispersió cromàtica en 3ª finestra a 1550nm: <18 ps/nm\*km
- Dispersió a 1285nm <17 ps / nm \* km

#### 1.4.20 Caixes d'empulaments

La caixa d'empulament disposa de capacitat per a, com a màxim, 72 fusions i disposarà d'un mínim de 4 ports per a entrada de cables. S'instal·laran a les façanes i a l'interior de les arquetes.

La configuració de les caixes d'empulament serà, com a màxim, de 3 safates d'empulament amb capacitat per a 24 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 16 sortides drop
- Nombre màxim de fusions: 72 empulaments
- Nombre safates d'empulaments: 3 safates de 24
- Diàmetre Cables Ent / Sort:  $\Phi$  4 mm -  $\Phi$  12 mm
- Estanquitat: IP 65



Fig. 15. Caixa d'empulament

#### 1.4.21 Armari bastidor tipus Rack

S'optarà per l'ús d'aquest tipus d'armari per albergar els diferents repartidors d'entrada/sortida cap a la xarxa d'accés. Serviran per allotjar els elements passius de fibra òptica de la xarxa òptica passiva (PON).

A Viladrau s'instal·laran dos Racks auto-suportats i ha de poder incorporar elements d'entorn. El rack principal serà de 19" i 47U, ubicat a l'edifici Espai Montseny. Les dimensions de l'armari seran de 800mm (ample) x 800mm (fons) x 2200mm (alçada). L'altre rack serà de 19" i 38U, ubicat a l'Ajuntament de Viladrau. Les dimensions de l'armari seran de 800mm (ample) x 800mm (fons) x 1800mm (alçada).

A la Guineu s'instal·larà un Rack auto-suportat, de 19" i 24U, hi ha de poder incorporar elements d'entorn. Les dimensions seran de 0,60m (ample) x 0,60m (fons) x 1,20 m (alçada).

Els armaris disposen d'una porta de vidre securitzat amb pany i clau, amb panells laterals i estructura desmuntables.

#### 1.4.22 Patch pannel

A Viladrau s'instal·laran quatre patch pannel de 24 per unions de fibra òptica, amb capacitat per a 24 connectors del tipus SC/APC, muntat en Rack. Tres s'allotjaran al rack de l'Espai Montseny i l'altre al Rack de l'Ajuntament.

A la Guineu s'instal·larà tres patch pannel de 96 per unions de fibra òptica, amb capacitat per a 96 connectors del tipus SC/APC, muntat en Rack.

#### 1.4.23 Splitter 1x64 connectoritzat amb connectors SC/APC

Divisor òptic de tecnologia planar amb nivell de divisió òptica 1x64. Les puntes tant d'entrada com de sortida estaran connectoritzades en els seus extrems amb connectors SC/APC.

Les característiques generals del divisor òptic són:

- Longituds d'ona: 1310 ( $\pm 50$ ) nm, 1490 ( $\pm 30/-50$ ) nm i 1625 ( $\pm 25/-15$ ) nm
- Directivitat  $\geq 60$  dB
- Entrada: 1 fibra G.652 connectoritzada de longitud 2.5 m
- Sortida: 64 fibres G.652 connectoritzades de longitud 2.5 m

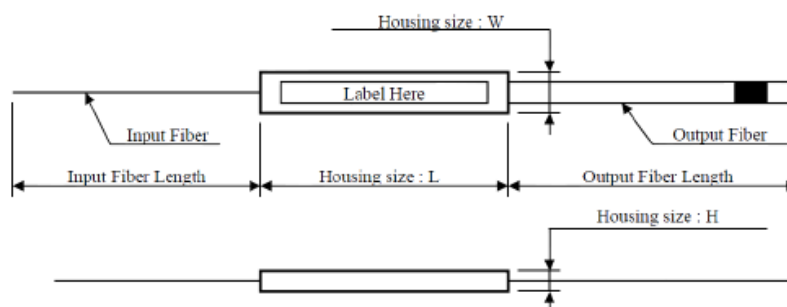


Fig. 16. Exemple de splitter planar 1x64

## 1.5 Estesa i Instal·lació de fibra òptica

### 1.5.1 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.

### 1.5.2 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 trauc 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 m, amb fil d'acer d' 1mm.
- S'encintarà tot el conjunt amb cinta aïllant, fins a 10 cm de coberta, deixant lliure només el trauc.
- 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.

#### 1.5.2.1. Identificació dels cables

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

### 1.5.3 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.

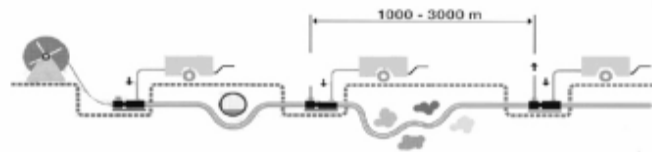


Fig. 17. Estesa bufada de fibra

#### 1.5.3.1. Identificació dels cables

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

### 1.5.4 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).



Fig. 18. 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. fibres	6	16	32	48	64	72	144	256
Ø del cable (mm)	12,7	12,7	12,7	12,7	14,2	17,4	18,6	20,0
Radi de curvatura mínima (mm)	191	191	191	191	213	261	279	300

Taula 26. Cables FO 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 90º, el cablejat es realitzarà conforme l'esquema següent:

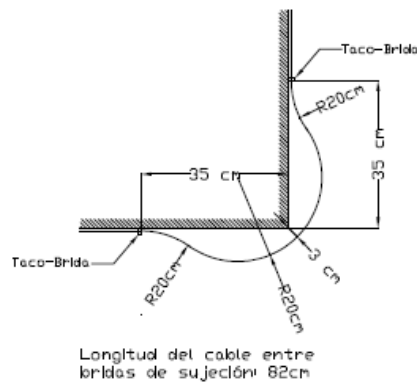


Fig. 19. Esquema de cablejat a cantonades

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.

#### 1.5.4.1. 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.

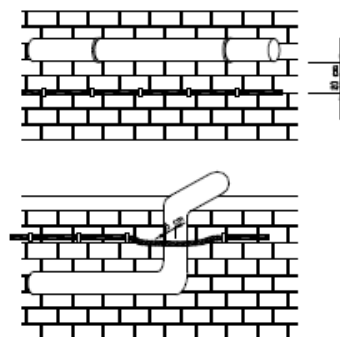


Fig. 20. Distàncies a complir amb la canalització de gas

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

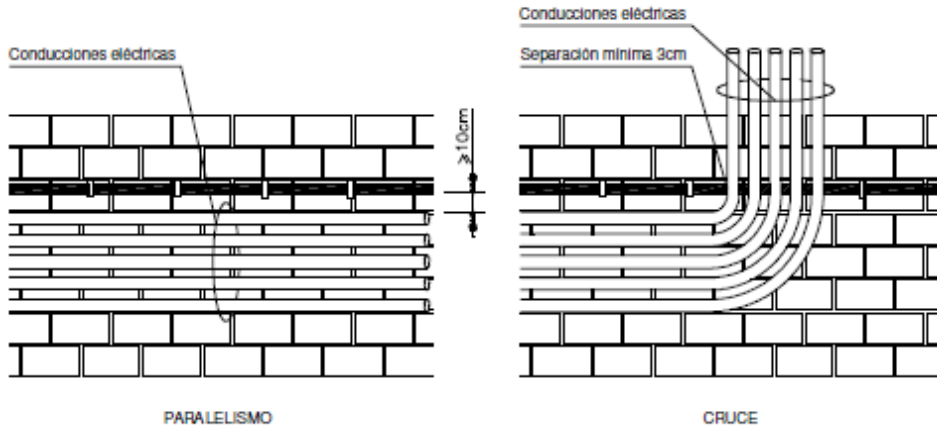


Fig. 21. Distàncies a complir amb conduccions elèctriques

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.

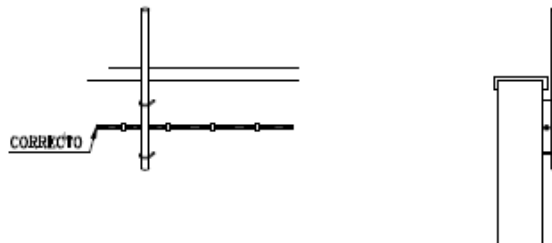


Fig. 22. OPCIO A Pas entre el servei i la paret

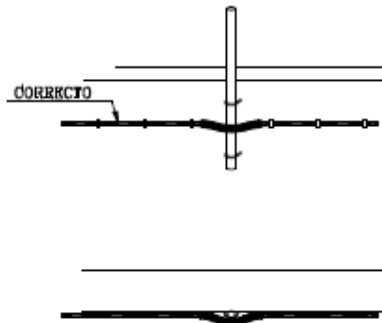


Fig. 23. OPCIO B Pas per sobre del servei

#### 1.5.4.2. 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.

#### 1.5.5 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.

##### 1.5.5.1. Tipus de pals

Els pals per esteses de cables aeris seran prefabricats de formigó armat i hauran de 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 60 cm 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		
<b>TC</b>	1250	8.9.10.12	170	244
	1600	8.9.10.12		
Conicitat per a qualsevol tipus TA, TB o TC			15 mm/m	22 mm/m

Taula 27. 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 el punt de pengi dels cables en el pal i el terreny.

Atès que els cables es suspendran per norma general a 0,25 metres per sota de la "cogolla" o extrem superior, 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.

#### 1.5.5.2. 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  $W = 44,42 \text{ Kp/m}^2$

ZONA B: Vent Fort. Es considera de 115 km/h, que produeix una pressió  $W = 91,78 \text{ Kp/m}^2$

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 ( $d + 5$ ) 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 ( $d + 10$ ) 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

### 1.5.5.3. 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.

#### 1.5.6 Consideracions addicionals a l'estesa

- Els empiulaments de cables de fibra òptica es realitzen a l'exterior dels pericons, a causa dels equips requerits per a realitzar-los. Per aquest motiu en qualsevol lloc en què es requereixi un empiulament es deixarà un excés de cable, aproximadament 5 metres a cada punta, per permetre l'operació. Un cop acabats, l'empiulament 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.

#### 1.5.7 Fusions dels cables de fibra òptica.

##### 1.5.7.1. Característiques generals

Es defineix un empalmament 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 l'empalmament és la de proporcionar una interconnexió entre fibres que introdueixi el valor més petit possible de pèrdues.

De les diferents tècniques d'empalmament 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.

L'empalmament de les fibres es realitzarà amb una màquina automàtica de fusió per arc elèctric, i quedarà numerat cada un d'ells. Cada empalmament monofibra anirà protegit amb un maniguet 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 va 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 al 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 DO

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 estigues 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<sup>a</sup> finestra i 0,1 dB a 3<sup>a</sup> finestra.

#### 1.5.8 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 LCF.

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'impacta visual a l'exterior dels edificis.

#### 1.5.9 Instal·lació de caixes d'empalmament en 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.

#### 1.5.10 Instal·lació de caixes d'empalmament en pal

La instal·lació de les caixes de empalmament en pal, 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.

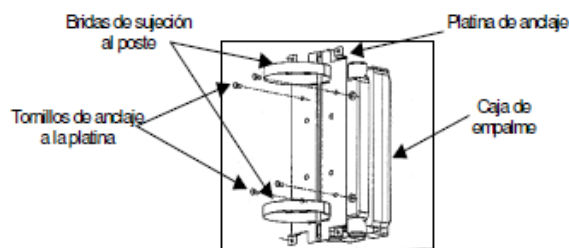


Fig. 24. Instal·lació de caixa d'acoblament a pal

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.

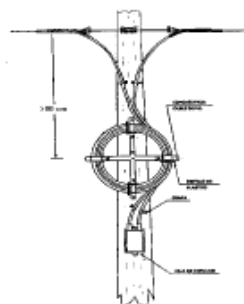


Fig. 25. Instal·lació de caixa d'acoblament a pal

### 1.5.11 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.

### 1.5.12 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.

### 1.5.13 Mesures

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.

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.

#### 1.5.13.1. 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 direccionada 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. Aquest 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, establir 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.

Viladrau, Abril del 2019

Pere Antentas Costa

Enginyer Industrial