

# 1. NORME TECNICHE SCAVI, POZZETTI, PASSERELLE, RIPRISTINI



## **1. PREMESSA**

Le norme tecniche di seguito riportate sono relative alle principali lavorazioni previste nella posa in opera di cavidotti per telecomunicazioni. Per quanto riguarda le modalità di esecuzione di tutti i lavori e le opere accessorie connessi con l'esecuzione dei lavori oggetto dell'appalto e non specificatamente descritti negli articoli, si rimanda al Capitolato speciale d'appalto – Norme tecniche, in uso presso il Servizio Opere Stradali della Provincia Autonoma di Trento.

## **2. ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nella maniera che crederà più conveniente per darli compiuti entro i termini contrattuali.

L'Amministrazione si riserva peraltro il diritto di variare l'ordine di esecuzione di determinati lavori, di stabilire l'esecuzione di un certo lavoro entro un congruo termine perentorio e di disporre comunque l'esecuzione delle opere nei modi e tempi che riterrà più conveniente, specialmente in relazione a particolari esigenze dipendenti da lavori e/o forniture esclusi dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi, o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

## **3. LIBERTÀ E SICUREZZA NEL TRANSITO**

Viene fatto stretto obbligo all'Impresa di mantenere, in ogni tempo ed in qualunque punto, libero il transito sulla strada lungo cui è prevista l'esecuzione dei lavori e di prendere tutti i provvedimenti atti a garantire la sicurezza del transito medesimo; per tali oneri non verrà corrisposta all'Impresa alcuna indennità speciale essendo questa già compresa nei prezzi unitari offerti.

In particolare l'Impresa è tenuta:

- 1) a conservare le vie e i passaggi intersecati durante l'esecuzione degli scavi, provvedendo all'uopo, a sue spese, con opere provvisorie, ed a mantenere il transito per una larghezza utile di carreggiata di metri 3,00, restando a carico dell'Appaltatore ogni responsabilità per danni che avessero a derivare alle persone e alle cose;
- 2) alle segnalazioni diurne e notturne mediante appositi cartelli e fanali nei tratti stradali interessati dai lavori, ove abbia a svolgersi il traffico.

Per patto contrattuale, la stazione appaltante è esonerata da ogni responsabilità verso gli operai e verso chiunque altro per infortuni o danni che possano avvenire in dipendenza dell'appalto, rimanendo inteso che eventuali danni saranno completamente risarciti unicamente dall'assuntore dei lavori.

E' fatto carico all'Impresa di osservare tutte le prescrizioni in merito alla pubblica incolumità, con particolare riguardo al rispetto delle norme di cui al D.L. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. (Codice della Strada), e relativo regolamento di attuazione.

Eventuali chiusure temporanee delle strade, dovute a necessità oggettive per l'esecuzione dei lavori stessi, dovranno in ogni modo essere preventivamente concordate e autorizzate dal Direttore dei Lavori e dall'Amministrazione appaltante.

## **4. SVILUPPO DEI LAVORI**

L'Amministrazione si riserva ad ogni modo il diritto di fissare all'Impresa i punti ove debbono essere a preferenza incominciati i lavori e/o concentrati i mezzi d'opera, a seconda delle diverse circostanze e di quanto possa essere richiesto dal pubblico vantaggio.

## **5. TRACCIAMENTI**

Prima di porre mano alle opere di scavo, *l'Impresa è obbligata ad eseguire il tracciamento completo del lavoro* ed all'individuazione, a seguito di richiesta agli Enti gestori ed alla eventuale indagine preliminare mediante georadar, di tutti i sottoservizi interferenti con gli scavi in progetto. Gli oneri relativi ai tracciamenti ed all'individuazione dei sottoservizi si intendono compresi e compensati nei prezzi d'appalto.

## **6. CONSIDERAZIONI GENERALI**

Nel presente paragrafo sono richiamati i principali criteri da adottare nella fase esecutiva degli impianti e delle opere. Il raggiungimento degli standard di qualità richiesti deriva, oltre che dall'esecuzione a regola d'arte delle singole lavorazioni, anche dal rispetto dei vincoli ad esse strettamente correlati quali:

- la possibilità di accedere in condizioni di sicurezza per gli operatori che utilizzeranno l'infrastruttura di rete;
- la predisposizione degli elementi di protezione prescritti per la conservazione dell'opera;
- l'armonioso inserimento nell'ambiente;
- l'agevole accesso a tutti i componenti.

### **6.1. CONDUZIONE ED ESECUZIONE DEI LAVORI**

Le opere devono essere realizzate nella piena osservanza delle Norme e delle disposizioni tecniche emanate dall'Ente appaltante.

L'apertura del cantiere è sempre subordinata al rilascio di autorizzazioni scritte da parte degli Enti preposti. Copie autenticate o conformi di tali autorizzazioni devono sempre essere disponibili presso il cantiere.

### **6.2. SICUREZZA DEL LAVORO**

Durante l'esecuzione dei lavori dovranno essere attuate tutte le prescrizioni previste dalle Leggi e dai Regolamenti vigenti in materia di prevenzione degli infortuni sul lavoro ed adottata anche ogni altra misura cautelativa che, caso per caso, si dovesse rivelare opportuna al fine di evitare infortuni in conseguenza dei lavori stessi.

La presente Norma non tratta specificatamente delle suddette prescrizioni; per esse si rimanda a quanto stabilito dagli Enti e Servizi preposti alla sicurezza sul lavoro.

### **6.3. SEGNALAZIONI STRADALI**

Prima di iniziare i lavori nelle sedi e nelle pertinenze stradali (scavi, apertura di chiusini, ecc.) dovranno essere predisposte le segnalazioni prescritte dalle Norme e Regolamenti in vigore e si dovranno adottare tutte le precauzioni e gli accorgimenti atti ad evitare danni a persone e cose. I lavori dovranno essere condotti in modo da ridurre al minimo l'intralcio alla circolazione; l'Impresa dovrà inoltre attenersi alle norme relative all'impiego della segnaletica durante i lavori su strada dell'ente proprietario ed alle disposizioni di legge in materia.

### **6.4. IMPATTO AMBIENTALE**

In occasione di scavi, realizzazione infrastrutture e posa di cavi, occorre attenersi a quanto disposto dalla vigente normativa nazionale e locale circa il puntuale rispetto dei vincoli di natura idrogeologica, ambientale, paesaggistica, architettonica-monumentale, ecologica, ecc.

## 7. INFRASTRUTTURE E MATERIALI

### 7.1. TIPI DI INFRASTRUTTURE

La predisposizione delle infrastrutture per la posa dei cavi in Fibra Ottica (FO), è subordinata alle diverse esigenze impiantistiche, di seguito elencate:

#### a) Cavi in trincea

Per la protezione dei cavi in trincea si impiegano normalmente tritubi e/o monotubi PEAD da 50 mm di diametro esterno. Ciascun tubo è destinato ad ospitare un solo cavo, fatta eccezione per la Rete di distribuzione: in questo caso è necessario armare il tubo con sottotubi di adeguato diametro (es.:  $\Phi 18$  mm). Si deve tuttavia tener presente che un tubo della struttura deve in ogni caso rimanere libero per esigenze manutentive.

Qualora si renda necessario predisporre un tubo per la successiva posa di tritubo e/o terna di monotubi esso dovrà essere di diametro non inferiore a 200 mm.

#### b) Cavi su ponti, viadotti, gallerie stradali, cunicoli praticabili

Viene adottata di norma la stessa infrastruttura dei cavi in trincea; il tritubo/monotubo deve a sua volta essere protetto/sostenuto da apposite canalette, normalmente in acciaio zincato.

#### c) Cavi in canalizzazioni esistenti

Per la protezione del cavo si impiegano i monotubi che vengono inseriti nel tubo esistente nel numero consentito dal diametro del tubo "camicia".

### 7.2. MATERIALI PRINCIPALI

#### 7.2.1. Tritubo

Il tritubo ha due scopi principali:

- garantire la protezione meccanica dei cavi;
- garantire l'infilaggio e lo sfilaggio dei cavi senza ulteriori opere civili.

E' un profilato estruso in polietilene ad alta densità (PEAD) opportunamente stabilizzato per resistere all'invecchiamento mediante nerofumo di adatta granulometria, disperso uniformemente nella massa polimerica. Ciascun tubo dovrà presentare costolature (longitudinali o a spirale) interne per la riduzione dell'attrito in fase di posa del cavo; dovrà inoltre essere caratterizzato da resistenza alla pressione interna determinata in accordo alle norme UNI 10910-EN 12201 e con metodo di prova conforme alla UNI EN 921, Classe PN 12.5, e possedere resistenza alla compressione determinata secondo CEI EN 50086-2-4,  $\geq 450$  N.

La sua massa termoplastica deve risultare inerte agli agenti atmosferici e resistere ai batteri, alle spore e ai funghi. Deve essere esente da irregolarità o difetti, la sezione deve essere compatta e priva di cavità o bolle. E' costituito da tre tubi a sezione circolare di uguale diametro esterno posti sul medesimo piano orizzontale e uniti tra loro, senza soluzione di continuità, da un setto o guaina. Viene fornito in matasse con le estremità dei singoli tubi chiuse con cappellotti termorestringenti o altro sistema analogo per evitare l'ingresso di corpi estranei.

Almeno una polifora presente nell'installazione dovrà essere corredata da apposita bandella di rame, solidale al monotubo centrale in tutta la sua lunghezza e tale da garantire la rintracciabilità dell'installazione a scavo chiuso. In alternativa, nel caso in cui i cavidotti utilizzati non fossero forniti di bandella in rame solidale, dovrà essere comunque prevista la fornitura e posa in opera – a cura e spese dell'appaltatore – di analogo conduttore continuo in rame, opportunamente collegato

mediante fascette metalliche al cavidotto, secondo le modalità preventivamente concordate con la D.L..

In Tabella 1 sono riportate le caratteristiche del tritubo utilizzato.

Tipo	Φ utile interno (mm)	Spessore tubo (mm)	Φ esterno medio (mm)	Lungh. bobine (m)
MTRITUBO Φ 50 mm PN 12,5	39,6÷40,8	4,6÷5,2	50,0÷50,4	350+1/-0

Tipo	Ovalizzazione	Altezza rigatura (mm)	Numero totale rigature
TRITUBO Φ 50 mm PN 12,5	2% (estruso) 5% (srotolato)	0,20÷0,40	33

**Tabella 1: Caratteristiche dimensionali e tolleranze tritubo.**

Il tritubo sarà fornito su bobine di lunghezza standard, opportunamente reggiate, in modo da rendere più agevoli le operazioni di trasporto, di posa e di eventuali verifiche. La giunzione in opera dei singoli monotubi sarà effettuata tramite manicotti ad innesto rapido in materiale termoplastico, specifici per reti in fibra ottica.

Sul tubo deve essere riportata, ad intervalli regolari e su tutta la lunghezza della pezzatura, una stampigliatura indelebile, indicante:

- la ditta costruttrice;
- l'anno di costruzione;
- la lunghezza metrica;
- il numero progressivo della bobina.

All'interno di ciascun tubo dovrà essere installato il cordino di nylon, necessario per il tiro del cavo. Le caratteristiche del cordino sono descritte in un successivo paragrafo.

I fornitori dei singoli componenti del sistema dovranno esibire:

- Certificazione di conformità alla norma UNI EN ISO 9001-2000 del Sistema di Qualità aziendale del produttore, rilasciato da Ente terzo accreditato;
- Certificato di collaudo e/o dichiarazione di conformità del prodotto fornito ai requisiti tecnici stabiliti dal presente capitolato tecnico;
- Dichiarazione d'origine e scheda di sicurezza del prodotto fornito.

### **7.2.2. Monotubo**

Il monotubo ha due scopi principali:

- garantire la protezione meccanica dei cavi;
- garantire l'infilaggio e lo sfilaggio dei cavi senza ulteriori opere civili.

E' un estruso in polietilene ad alta densità (PEAD) opportunamente stabilizzato mediante nerofumo di adatta granulometria disperso uniformemente nella massa polimerica. Il tubo dovrà presentare costolature (longitudinali o a spirale) interne per la riduzione dell'attrito in fase di posa del cavo; dovrà inoltre essere

caratterizzato da resistenza alla pressione interna determinata in accordo alle norme UNI 10910-EN 12201 e con metodo di prova conforme alla UNI EN 921, Classe PN 12.5, e possedere resistenza alla compressione determinata secondo CEI EN 50086-2-4,  $\geq 450$  N.

La sua massa termoplastica deve risultare inerte agli agenti atmosferici e resistere ai batteri, alle spore ed ai funghi.

In Tabella 2 sono riportate le caratteristiche del monotubo utilizzato.

Tipo	$\Phi$ utile interno (mm)	Spessore tubo (mm)	$\Phi$ esterno medio (mm)	Lungh. bobine (m)
MONOTUBO $\Phi$ 50 mm PN 12,5	39,6÷40,8	4,6÷5,2	50,0÷50,4	300+1/-0

Tipo	Ovalizzazione	Altezza rigatura (mm)	Numero totale rigature
MONOTUBO $\Phi$ 50 mm PN 12,5	2% (estruso) 5% (srotolato)	0,20÷0,40	24

**Tabella 2: Caratteristiche dimensionali e tolleranze tritubo.**

Il monotubo sarà fornito su bobine di lunghezza standard, opportunamente reggiate, in modo da rendere più agevoli le operazioni di trasporto, di posa e di eventuali verifiche. La giunzione in opera sarà effettuata tramite manicotti ad innesto rapido in materiale termoplastico, specifici per reti in fibra ottica.

Sul tubo dovrà essere riportata, ad intervalli regolari e su tutta la lunghezza della pezzatura, una stampigliatura indelebile, indicante:

- la ditta costruttrice;
- l'anno di costruzione;
- la lunghezza metrica.

All'interno di ciascun tubo dovrà essere installato il cordino di nylon, necessario per il tiro del cavo. Le caratteristiche del cordino sono descritte in un successivo paragrafo.

### 7.2.3. Minitubo

I microtubi con cui saranno realizzati i cavidotti per la successiva posa dei microcavi in fibra ottica con tecniche di blowing devono svolgere due funzioni principali: garantire la protezione meccanica dei cavi e garantire l'infilaggio e lo sfilaggio dei cavi senza ulteriori opere civili.

E' un profilato estruso in polietilene ad alta densità (PEAD) da interro fornibile in versione traslucida naturale o in versione colorata, per intero o in strisce longitudinali, nei colori:

- RAL 5015 (blu)
- RAL 1016 (giallo)
- RAL 9003 (bianco)
- RAL 6018 (verde)
- RAL 9017 (nero)

RAL 3020 (rosso)

La superficie interna del tubo è rivestita di materiale a basso attrito permanente rigato longitudinalmente; la superficie esterna del tubo deve essere liscia. La composizione del materiale deve essere priva di sostanze chimiche pericolose. Deve essere esente da irregolarità o difetti, la sezione deve essere compatta e priva di cavità o bolle. Il tubo deve essere fornito su tamburo per lunghezze da 500 a 4900 m, con le estremità dei singoli tubi chiuse con tappi per evitare l'ingresso di corpi estranei, impurità ed umidità.

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche del microtubo utilizzato:

diametro esterno	14.0 mm (+0.2/-0.1 mm)
diametro interno	10.0 mm (+0.1/-0.2 mm)
spessore parete	2.0 mm (+0.1/-0.1 mm)
densità	950 g/mm <sup>3</sup>
forza di trazione durante l'installazione	300 N
carico di rottura a trazione	1300 N
pressione di rottura	> 50 bar
errore di concentricità	≤ 5 %
pressione massima posa blowing	≥16 bar
peso indicativo	34 kg/km
limite di esposizione in esterno	≥ 12 mesi
temperatura di trasporto e stoccaggio	da -40° a 70°
temperatura operativa	da -40° a 70°
temperatura di installazione	da -10° a 50°

I minitubi dovranno essere tra loro connessi mediante fascette in materiale plastico o altro sistema atto a garantire il mantenimento della geometria di posa indicata in sezione tipo.

I minitubi potranno essere fasciati da una guaina esterna in materiale plastico. La guaina dovrà essere di colore giallo RAL1016 oppure RAL 1021.

#### **7.2.4. Pozzetti prefabbricati in calcestruzzo e chiusini in ghisa**

I pozzetti hanno lo scopo di:

- realizzare i punti di tiro del cavo;
- ubicare i giunti del/i cavo/i;
- interrompere e terminare i tubi nei cambi di direzione del tracciato;
- consentire le derivazioni per il collegamento dell'utenza.

I pozzetti hanno le pareti predisposte con setti a frattura (o diaframmi) per consentire l'ingresso dei tubi da qualsiasi direttrice.

I chiusini che si utilizzeranno saranno conformi alla norma UNI EN 124, classe D400, e realizzati in ghisa ISO 1083 (ghisa sferoidale).

I chiusini saranno inoltre costituiti da semicoperti di forma triangolare in grado di assumere (in fase di apertura) la posizione di sicurezza tramite bloccaggio automatico e saranno tali per cui lo sforzo equivalente dell'operatore all'apertura non sarà superiore a 30 kg (in ottemperanza alla legge n. 626 inerente alla movimentazione dei carichi).

È previsto l'utilizzo delle seguenti tipologie di pozzetti:

- **pozzetto rompitratte**: in corrispondenza di tratte particolarmente lunghe occorrerà prevedere la posa di pozzetti che facilitino la successiva posa del cavo ottico (con distanze dell'ordine di 150-200 m in ambito urbano, 300-350 m in ambito extra-urbano); tali pozzetti avranno dimensioni pari a 90x70 cm oppure 76x40 cm;
- **pozzetto per cambio direzione**: in corrispondenza di ogni cambio di direzione, verranno posati dei pozzetti di dimensioni 125x80 cm circa per consentire un successivo alloggiamento di scorte di cavo ottico (in previsione di future giunzioni e/o spillamenti) e comunque per consentire un'agevole curvatura del cavo stesso;
- **pozzetto di spillamento**: tale pozzetto sarà installato in prossimità del punto di accesso da interconnettere in fibra ottica e potrà avere dimensioni pari a 125x80 cm, 90x70 cm oppure 76x40 cm, per consentire l'alloggiamento di una muffola da cui verranno "spillate" le fibre da dedicare alla sede in oggetto. Il pozzetto potrà anche essere del tipo maxi-pozzetto con dimensioni 220x170 cm, in relazione al numero di utenze servite;
- **pozzetto per ingresso alle sedi di utenza**: a ridosso della parete esterna della sede d'utente da interconnettere in fibra ottica potrà essere installato un pozzetto di manovra con dimensioni pari a 40x15 cm.

Indipendentemente dal tipo di installazione:

- i pozzetti saranno costituiti da un elemento di base (eventualmente realizzato mediante getto in opera), da eventuali elementi intermedi di prolunga, da un coperchio portachiusino adeguatamente dimensionato in funzione dei carichi applicati e da un chiusino in ghisa sferoidale, rispondente alla classe D400 della Norma UNI EN 124 (1995), di tipo doppio, dotato di quattro semicoperchi triangolari, per i pozzetti 220x170 cm e 125x80 cm, di tipo singolo, dotato di due semicoperchi triangolari, per il pozzetto 50x50 cm.
- l'elemento di fondo del pozzetto dovrà presentare alla base un setto a frattura per consentire il drenaggio di acque;
- le pareti devono presentare asole in cls non armato da sfondare per permettere l'accesso delle tubazioni;
- le caratteristiche ed i requisiti minimi dei materiali impiegati per la realizzazione del pozzetto sono le seguenti:
  - calcestruzzo Rck non inferiore a 300 kg/cm<sup>2</sup>;
  - ferro d'armatura tipo FeB44K (UNI 6407-69, UNI EN 60);
- i pozzetti di dimensione 76x40 cm e 40x15 cm posizionati in parcheggi, a bordo strada ovvero nella fascia stradale che misurata partendo dal ciglio strada si estende per un massimo di 0,5 m nella carreggiata o zone pedonali potranno essere costituiti da un elemento monoblocco in poliuretano;
- qualunque siano le dimensioni dei pozzetti impiegati, il produttore dovrà avere sistema di qualità certificato ISO 9000.

### 7.2.5. Maxi Pozzetto – dim. (220x170) cm

In Figura 1 sono riportate le caratteristiche del pozzetto, in cemento vibrato armato con microfibre in ferro con dimensioni interne di cm 220x170 circa, completo di tacche a metà spessore per il passaggio dei tubi.

Il pozzetto sarà composto da base prefabbricata h. mm 530 circa e prolunghe di rialzo h. 400 - 200 - 100 mm, cui andrà sovrapposta una soletta carrabile con foro di mm 1060x700. Il collegamento tra i vari elementi, nella posa del pozzetto, sarà eseguito con 2 cm di malta di allettamento.

La base prefabbricata potrà essere sostituita, in su indicazione della D.L., da una soletta di fondazione in cls armato gettata in opera, su cui verranno posati successivamente gli elementi di prolunga.

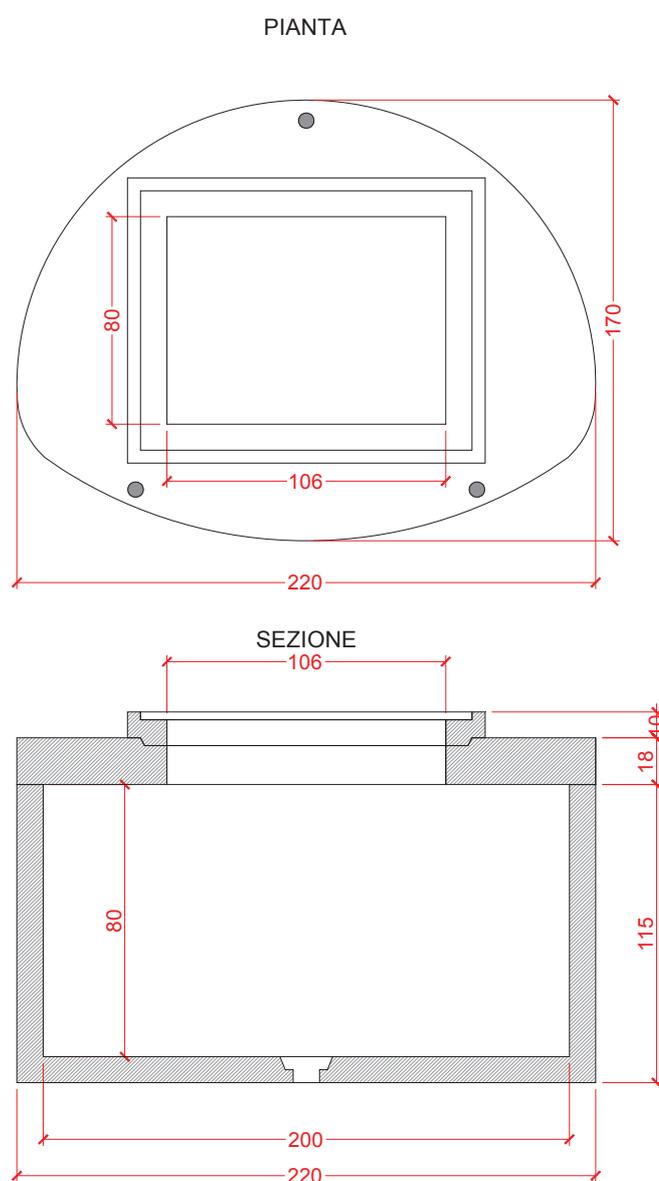


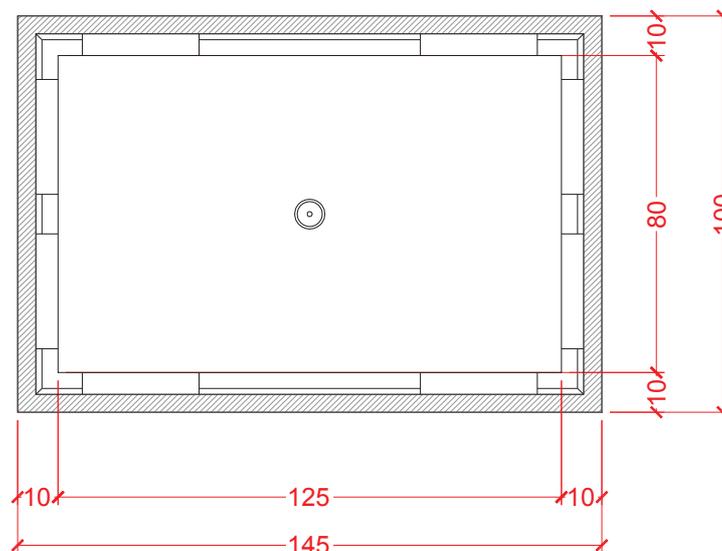
Figura 1: Maxi Pozzetto.

### 7.2.5.1. Pozzetto – dim. (125x80) cm

In Figura 2 sono riportate le caratteristiche del pozzetto, in cemento vibrato armato con microfibre in ferro con dimensioni interne di cm 125x80 circa, completo di tacche a metà spessore per il passaggio dei tubi.

Il pozzetto sarà composto da base prefabbricata h. mm 530 circa e prolunghe di rialzo h. 400 - 200 - 100 mm, cui andrà sovrapposta una soletta carrabile con foro di mm 1060x700. Il collegamento tra i vari elementi, nella posa del pozzetto, sarà eseguito con 2 cm. di malta di allettamento.

PIANTA



SEZIONE

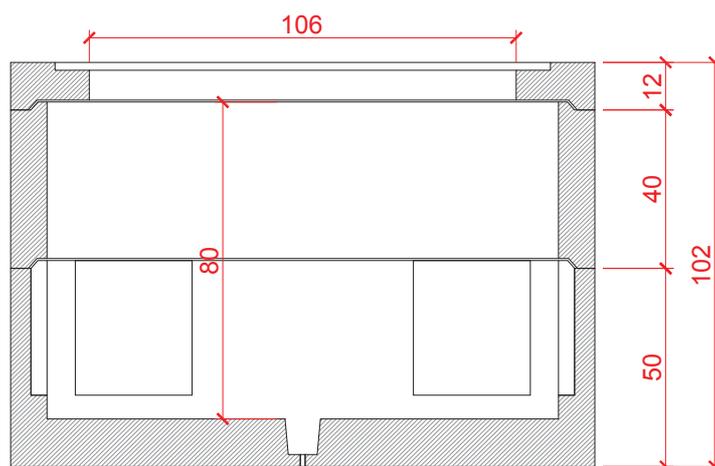


Figura 2: Pozzetto 125x80.

### 7.2.5.2. Pozzetto – dim. (90 x 70) cm

Pozzetto in cemento vibrato armato con microfibre in ferro con dimensioni interne di mm 900x700 completo di tacche a metà spessore per il passaggio dei tubi. il pozzetto sarà composto da base prefabbricata h.mm 360 e prolunghes di rialzo h. 400 - 200 - 100 mm, cui andrà sovrapposta una soletta carrabile con foro di mm 600x600. Il collegamento tra i vari elementi, nella posa del pozzetto, sarà eseguita con 2 cm. di malta di allettamento.

In Figura 3 sono riportate le caratteristiche del pozzetto.

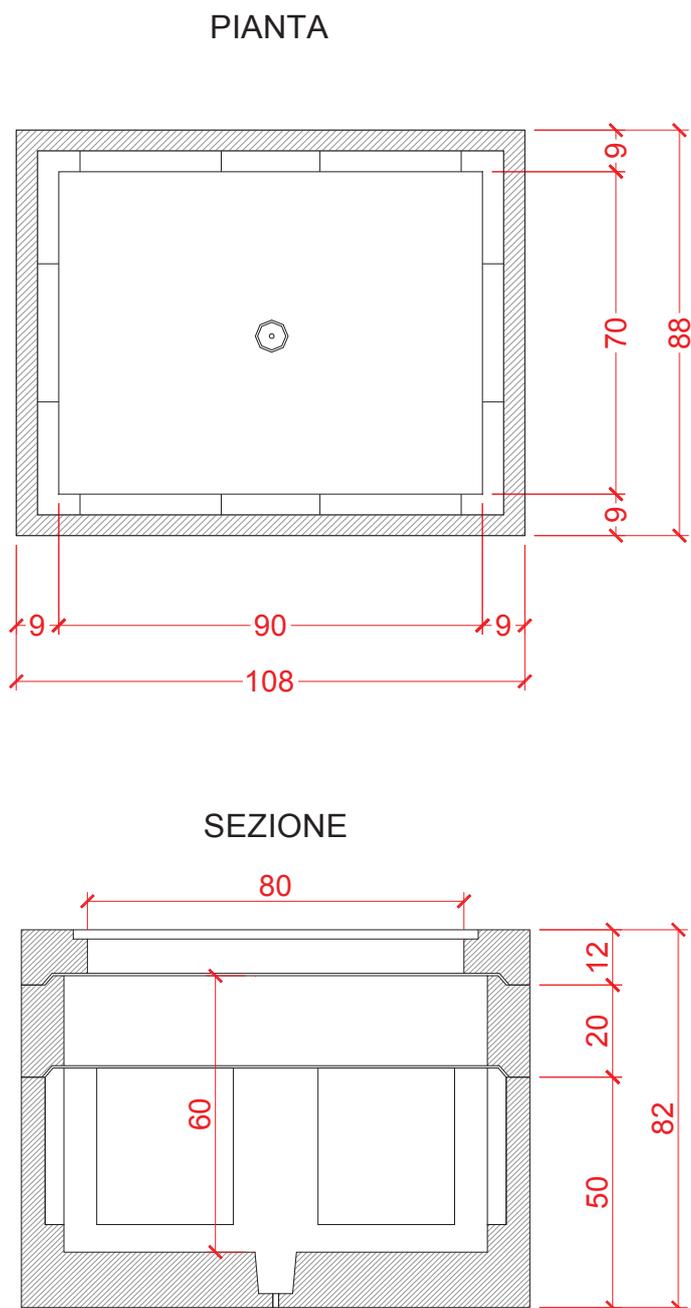


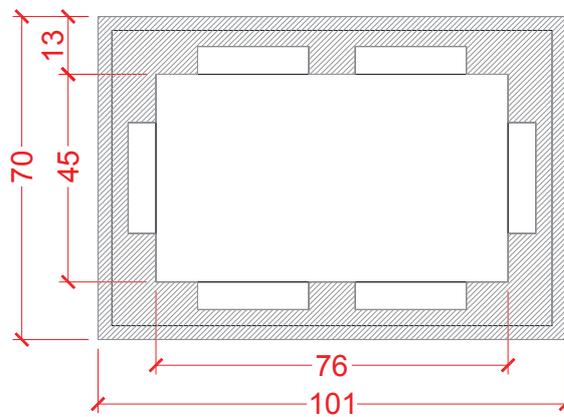
Figura 3: Pozzetto 90x70.

### 7.2.5.3. Pozzetto – dim. 76 x 40 cm

Pozzetto in cemento vibrato armato con microfibre in ferro con dimensioni interne di mm 760x400 completo di tacche a metà spessore per il passaggio dei tubi. Il pozzetto sarà composto da un unico elemento di base prefabbricato h.mm 600. La parte sommitale del pozzetto dovrà essere conformata in maniera tale da fungere da sede per il chiusino in ghisa sferoidale, con foro di mm 640x950. Il collegamento tra i vari elementi, nella posa del pozzetto, sarà eseguita con 2 cm. di malta di allettamento.

In Figura 4 sono riportate le caratteristiche del pozzetto.

#### PIANTA



#### SEZIONE

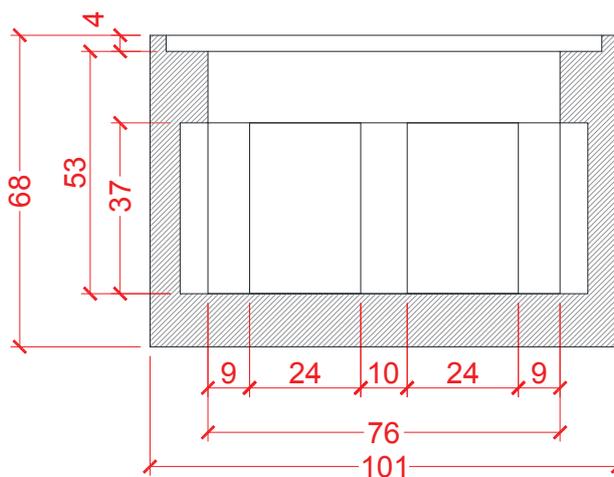
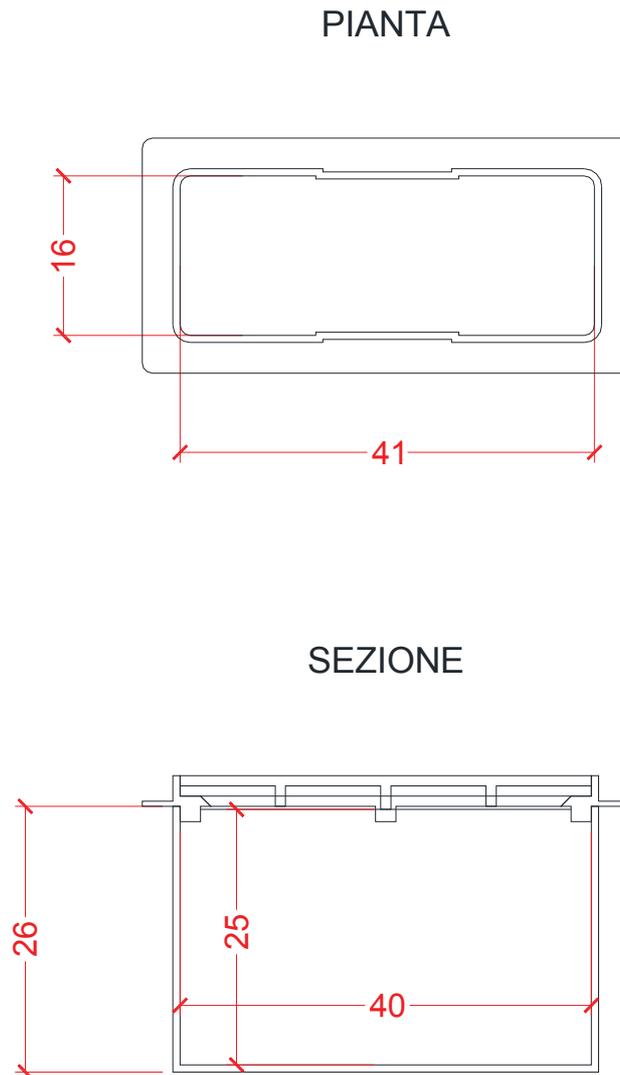


Figura 4: Pozzetto 76x40.

#### 7.2.5.4. Pozzetto – dim. 40 x 15 cm

Pozzetto monoblocco prefabbricato con struttura in poliuretano con dimensioni interne pari a mm 400x150 h. 256 mm, completo di fondo. La parte sommitale del pozzetto dovrà essere conformata in maniera tale da fungere da sede per il chiusino in ghisa sferoidale, con foro di mm 410x160.

In Figura 5 sono riportate le caratteristiche del pozzetto.



**Figura 5: Pozzetto 40x15.**

#### **7.2.5.5. Pozzetto – dim. (50x50) cm**

Per particolari luoghi di installazione, comunque indicati negli elaborati di progetto, potranno essere utilizzati, pozzetti prefabbricati in cemento vibrato diaframmato di dimensioni interne 50x50x50 cm, con coperchio carrabile in ghisa, senza elementi di prolunga.

#### **7.2.6. Chiusini in Ghisa**

I chiusini devono essere costituiti da:

- coperchio e telaio in ghisa sferoidale GS 500-7 a Norma ISO 1083 (1987); materiale con valore di durezza Brinell 200 HBS; conforme alla classe D400 (carico di rottura > 400 kN) della Norma UNI EN 124 (1995) per installazione in carreggiate stradali (comprese le vie pedonali), banchine transitabili ed aree di stazionamento, per tutti i tipi di veicoli stradali;
- n. 4 semicoperchi triangolari per i pozzetti 220x170 cm e 125x80 cm, n. 2 semicoperchi triangolari per il pozzetto 90x70 cm;
- semicoperchi apribili “a portafoglio”, ad appoggio tripode, cioè in grado di garantire l'appoggio al telaio per soli tre punti; incernierati, con apertura minima a 100° e che già nella posizione aperti a 90° (circa) assumano la posizione di sicurezza (bloccaggio di sicurezza automatico);
- primo semicoperchio “maestro”, dotato di serratura di sicurezza, che blocca lo/gli altro/i semicoperchio/i “servente/i” (che non deve/ono presentare fori per la chiave di manovra), munito/i di una placca di bloccaggio con il semicoperchio precedente, che ne consente l'apertura solo in sequenza, dopo lo sbloccaggio del primo semicoperchio;
- serratura di sicurezza chiusa con un tappo di protezione in materiale plastico, realizzato in modo tale da rimanere solidale con il semicoperchio stesso, quando viene estratto dalla propria sede per l'accesso alla serratura;
- articolazione “ghisa su ghisa” realizzata per fusione, con ganci sul semicoperchio e con sede di rotazione su telaio;
- telaio monoblocco a struttura alveolare, di altezza 10 cm e di dimensioni massime di ingombro 1255x855 mm (pozzetto 125x80 cm) e 945x872 mm (pozzetto 90x70 cm), provvisto di idonei anelli, occhielli, o altro, per consentire/facilitare la movimentazione ed il posizionamento del dispositivo completo.

I chiusini dovranno avere inoltre le seguenti caratteristiche:

- la massa areica non deve essere superiore a 375 Kg/m<sup>2</sup>;
- l'apertura dei semicoperchi deve essere tale da realizzare almeno un lato (il più lungo), per il chiusino doppio e due lati adiacenti, per quello singolo, liberi da ostacoli;
- lo sforzo equivalente dell'operatore all'apertura non deve essere mai superiore a 30 kg (in ottemperanza alla legge N°626 del 1/3/1995 inerente la movimentazione dei carichi);
- le dimensioni utili della luce devono essere 1060x800 mm per i pozzetti 220x170 cm e 125x80 cm e 800x700 mm per il pozzetto 90x70 cm;
- in posizione aperta a 90°, deve essere possibile rimuovere completamente ogni semicoperchio senza operazioni di smontaggio delle cerniere;

- la superficie superiore del coperchio del chiusino deve avere una conformazione tale da renderla libera da acque di scorrimento e deve possedere un motivo in rilievo composto da granulato antisdrucchiolo e siglatura:
  - il motivo in rilievo non deve essere né inferiore al 30%, né superiore al 50%, della superficie superiore totale del coperchio e del telaio;
- le superfici interne ed esterne del coperchio e del telaio devono essere rivestite con vernice protettiva antiruggine idrosolubile di colore nero non tossica e non inquinante (l'Impresa appaltatrice dovrà presentare una scheda di sicurezza del prodotto impiegato).

Infine, tutte le parti del chiusino devono essere prive di bave e non devono presentare difetti di lavorazione e/o riparazioni.

Sui chiusini devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- sul semicoperchio “maestro”:
  - logotipo della Committente;
  - 6 cifre “8” realizzate con 7 segmenti a rilievo;
- su tutti i semicoperchi:
  - nome e/o marchio di identificazione del fornitore;
  - ultime due cifre dell'anno di costruzione (per ragioni di ingombro possono essere allocate sotto il semicoperchio);
  - numero del lotto di fonderia (per ragioni di ingombro possono essere allocate sotto il semicoperchio);
  - scritta “EN 124 - D400”;
  - il marchio di un Ente di certificazione riconosciuto a livello europeo (attestante la certificazione ISO 9001 ed il rispetto delle caratteristiche dichiarate del prodotto).
- sul telaio:
  - nome e/o marchio di identificazione del fornitore;
  - ultime due cifre dell'anno di costruzione;
  - numero del lotto di fonderia, posto sulla faccia interna sottostante al bordo di appoggio del coperchio;
  - scritta “EN 124 - D400”;
  - il marchio di un Ente di certificazione riconosciuto a livello europeo (attestante la certificazione ISO 9001 ed il rispetto delle caratteristiche dichiarate del prodotto).

Il chiusino non deve presentare parti sporgenti, pertanto il granulato antisdrucchiolo e la siglatura devono avere lo stesso livello di rilievo.

#### **7.2.7. Canalette in vetroresina (VTR)**

Le canalette in vetroresina sono costituite da una base ad U, che rappresenta il vano di contenimento, un coperchio di chiusura ad incastro ed un elemento di unione delle basi, realizzati con fibra di vetro e resina poliesteri.

Il prodotto deve presentare tutte le superfici ricche di resina, prive di fibre affioranti, bolle, cavità, screpolature, ammacchi, lesioni e/o quanto altro possa compromettere l'efficienza del materiale.

Le canalette devono rispondere ai seguenti requisiti:

- autoestinguenti;

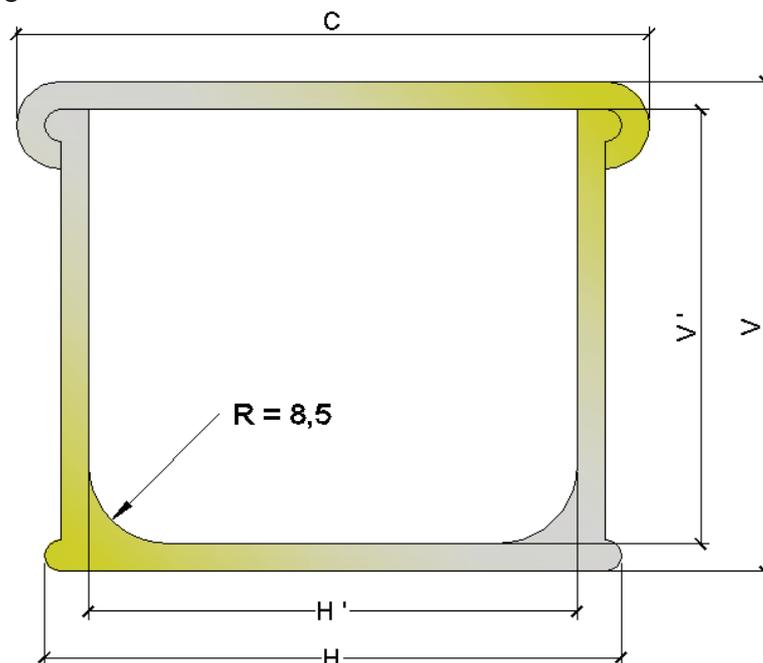
- ininfiammabili secondo HOOKER HLT 15 – 100 punti;
- resistenti alle alte temperature;
- inerti agli aggressivi chimici;
- dielettriche con alto valore di rigidità;
- elevato modulo di elasticità;
- colorazione resina grigio RAL 7001.

Devono riportare le seguenti indicazioni:

- nome, o sigla del fornitore;
- descrizione del materiale;
- mese ed anno di costruzione.

Il produttore deve avere sistema di qualità certificato ISO 9000.

In Figura 4 sono mostrate le caratteristiche fisiche delle canalette impiegate.



Dimensioni interne	C	V	H	V'	H'	Kg/ml	sez. mm <sup>2</sup>
50x50	64,5	55	59	50	50	1,1	2500
80x80	95,4	85	90	80	80	1,7	6400
100x50	115,4	55	110	50	100	1,5	5000
120x120	136,4	125	131	120	120	2,6	14400
140x70	156,4	75	151	70	140	2,4	9800
140x100	156,4	105	151	100	140	2,8	14000
140x140	156,4	145	151	140	140	3,1	19600
175x70	191,4	75	186	70	175	2,6	12250
175x120	191,4	125	186	120	175	3,1	21000
175x175	191,4	180	186	175	175	3,6	30625

**Figura 6: Caratteristiche delle canalette.**

### 7.2.8. Canalette in acciaio zincate o in acciaio inox

Le canalette in acciaio zincato a caldo sono costituite da un corpo di forma ad U, che rappresenta il vano di contenimento e da un coperchio di chiusura ad incastro, entrambi realizzati in acciaio (Fe 360 B UNI 7070-82 EN 10025) zincato con processo di immersione a caldo, tali da dare all'insieme un'elevata robustezza.

Sia il corpo che il relativo coperchio devono presentare una imbutitura anteriore che permette l'innesto della canaletta successiva.

Le canalette devono rispondere ai seguenti requisiti:

- Il corpo ed il coperchio devono essere realizzati in lamiera di acciaio Fe 360 B UNI 7070-82 EN 10025.
- Il rivestimento interno ed esterno deve essere realizzato a mezzo di zincatura a caldo in relazione alla Norma UNI 5744-66, con zinco di prima fusione con purezza non minore di quella dello zinco ZN A 98,25 UNI 2013.
- Le dimensioni e i pesi sono riportati in Tabella 3.

Tipo	Larghezza (A) Mm	Altezza (B) mm	Spessore (S) Mm	Lunghezza (L) mm	Peso (P) Kg
50x50	50 +/- 2%	50 +/- 2%	≥ 2	2000 +/- 0,5%	7,60 +/- 10%
80x80	80 +/- 2%	80 +/- 2%	≥ 2	2000 +/- 0,5%	11,40 +/- 10%
140x70	140 +/- 2%	70 +/- 2%	≥ 2	2000 +/- 0,5%	14,30 +/- 10%
140x100	140 +/- 2%	100 +/- 2%	≥ 2	2000 +/- 0,5%	16,30 +/- 10%
140x140	140 +/- 2%	140 +/- 2%	≥ 2	2000 +/- 0,5%	18,70 +/- 10%
175x70	175 +/- 2%	70 +/- 2%	≥ 2	2000 +/- 0,5%	17,0 +/- 10%
175x120	175 +/- 2%	120 +/- 2%	≥ 2	2000 +/- 0,5%	20,0 +/- 10%
175x175	175 +/- 2%	175 +/- 2%	≥ 2	2000 +/- 0,5%	23,50 +/- 10%

(\*) Il peso è calcolato per una canalina con relativo coperchio, intesa come unità.

**Tabella 3: Dimensioni e pesi delle canalette in acciaio zincato.**

- Il procedimento di zincatura a caldo, prevede l'immersione nello zinco fuso dopo tutte le lavorazioni meccaniche; il rivestimento risulterà su tutti i lati esterni ed interni, sui bordi e fori, quanto per offrire resistenza ad azioni meccaniche ed ossidanti.

Lo strato di zincatura deve risultare continuo e senza macchie nere; le gocce ed eccessi di zinco devono essere rimossi solo se pregiudicano l'uso finale della canaletta.

Lo strato di zincatura deve risultare aderente affinché possa resistere senza criccarsi, o spellarsi, quando sia sottoposto alle normali condizioni di impiego della canaletta.

Le caratteristiche della zincatura a caldo devono essere conformi alle Norme UNI 4179 punto 3 e UNI 5744-66 punti 4 e 5.

- Il colore della canaletta, risulterà il grigio classico della zincatura a caldo.
- Resistenza all'urto (resilienza): valor medio  $\geq 27$  J (UNI EN10025 e EN10045/1);
- Resistenza allo snervamento:  $\geq 235$  N/mm<sup>2</sup> (Norma EN 10025);
- Rottura a trazione:  $\geq 360\div 510$  N/mm<sup>2</sup> (Norma UNI EN 10025 e EN 10002/1);
- Spessore del rivestimento:  $\geq 78$   $\mu$ m, per il valore singolo  
 $\geq 86$   $\mu$ m, per la media dei campioni misurati (Norma UNI ISO 2178 e CEI 7-6).

Ciascuna canaletta deve essere provvista di cartellino fissato mediante piombino, recante le seguenti indicazioni:

- nome, o sigla del fornitore;
- descrizione del materiale;
- mese ed anno di costruzione.

Per le canalette in acciaio inox si dovrà utilizzare acciaio AISI 316 conformi alle prescrizioni CEI 23-31 '97

Le dimensioni, variabili a seconda del numero di tubi da inserire dovranno essere di mm 150x75 – 200x100 - 300x100.

Per garantire la tenuta dei coperchi dovranno essere posizionate opportune fascette in materiale plastico o in metallo in numero minimo di 2 per ogni coperchio.e di opportune sezioni.

## **7.3. MATERIALI ACCESSORI**

### **7.3.1. Tubazioni in PEAD a Superficie Esterna Corrugata**

Nei casi in cui, per un qualsiasi motivo comunque accertato dalla D.L., fosse impossibile o non conveniente procedere alla posa di cavidotti standard in PEAD diam. 50 mm (monotubi e tritubi), potranno essere utilizzati tubi corrugati, prodotti in conformità alla Norma CEI EN 50086-1-2-4.

Il tubo è un profilato di materiale plastico, con struttura coestrusa a doppia parete realizzata da un tubo esterno corrugato in PEAD e da una guaina interna liscia in PELD (polietilene a bassa densità), che deve essere priva di irregolarità quali buchi e grumi non fusi ed avere un'ondulazione il cui diametro massimo sia non superiore al 3% del diametro nominale esterno del tubo. Gli spessori delle guaine interna ed esterna devono essere tali da garantire le prestazioni meccaniche e tecniche richieste per il tubo corrugato; eventuali variazioni nello spessore delle singole guaine devono risultare non superiori al 20%.

Tale profilato costituisce la protezione meccanica per i cavi che in tale struttura saranno ospitati.

La massa termoplastica del tubo deve risultare inerte alla corrosione, agli agenti chimici presenti nel terreno, così come agli agenti atmosferici; deve inoltre resistere ai batteri, alle spore ed ai funghi, agli idrocarburi, ai detersivi ed all'acqua.

I materiali delle 2 guaine devono inoltre essere di opportuna composizione in modo da fornire un'elevatissima resistenza alla radiazione U.V. (almeno 6 mesi).

Il tubo corrugato deve essere realizzato con materiali che minimizzino l'impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita, come previsto dalle guide ISO 64.2 ed IEC 109 e, preferibilmente, con prodotti di cui siano attivate procedure di riciclaggio secondo quanto riportato nel D.L. n.22 del 5.2.1997.

I tubi da usare dovranno avere le seguenti caratteristiche nominali:

- diametro interno minimo 75 mm;
- resistenza allo schiacciamento a 450 N con deformazione del diametro  $\leq 5\%$  (misurata su 5 cm di tubo a 20 °C);
- lunghezza matassa 50 m.

Il fornitore deve dichiarare il minimo raggio di curvatura che il tubo può sopportare in modo permanente, senza che questo causi alcun degrado delle caratteristiche meccaniche e senza che avvengano distacchi fra le 2 guaine, o fessurazioni di quella interna, tali da compromettere l'integrità del prodotto.

Il raggio di curvatura deve essere  $\leq 0,55$  m.

Il tubo corrugato viene fornito in matasse, opportunamente reggiate, in modo da rendere più agevoli le operazioni di trasporto, di posa e di eventuali verifiche. Le estremità del tubo devono essere chiuse con tappi, o altro sistema analogo, per evitare l'ingresso di corpi estranei nei periodi di stoccaggio; su una delle 2 estremità deve essere anche fornito un manicotto lineare di giunzione in PEAD per il raccordo fra tubi.

All'interno del tubo deve essere posizionato una sonda tirafilo, con carico di rottura 400÷600 N, per facilitare l'inserimento di una fune tiracavo.

Sul tubo, ad intervalli regolari di lunghezza non superiore a 3 m e su tutta la pezzatura, devono essere riportate le seguenti indicazioni mediante stampigliatura indelebile:

- longitudinalmente:
  - la sigla del fornitore;
  - la data di costruzione (mm/aa);
- trasversalmente:
  - la sigla del fornitore;
  - il diametro esterno;
  - la scritta "EN 50086-1-2-4";
  - il marchio IMQ, o equivalente.

### **7.3.2. Tubo Spaccato**

E' una doppia guaina tubolare in polipropilene di colore nero per la protezione dei cavi; è flessibile, apribile longitudinalmente, ha caratteristiche dielettriche ed autoestinguenti; deve avere una buona resistenza agli urti, alla corrosione, alle basse temperature ed ai raggi U.V..

### **7.3.3. Tubo Flessibile**

Tubo da utilizzarsi in situazioni particolari dove non sia possibile installare tritubi e/o monotubi, oppure, ad esempio, dove siano richiesti raccordi fra cavidotti rigidi e armadi, o cassette.

Principali caratteristiche funzionali sono: flessibilità, materiale di tipo rinforzato, possibilità di essere fissato a muro, o ad altri sostegni, con appositi collari.

Il produttore deve avere sistema di qualità certificato ISO 9000.

### **7.3.4. Tubi in Acciaio Zincato**

I tubi in acciaio zincato sono della serie media UNI 3824, tipo Mannesmann senza saldatura, delle dimensioni e/o del peso indicati nell'Elenco Prezzi.

Devono essere utilizzati per la protezione del cavo in luoghi accessibili a personale non autorizzato e comunque a discrezione della D.L.

Dovranno essere trafilati e perfettamente calibrati; dovranno inoltre presentare una superficie ben pulita e scevra da grumi; lo strato di zinco deve essere di spessore uniforme e ben aderente al pezzo, di cui dovrà ricoprire ogni parte.

Il tubo in acciaio zincato utilizzato per le canalizzazioni del progetto è quello di diametro esterno 2" (50 mm).

### **7.3.5. Bobine "marker"**

Vengono installate in corrispondenza dei pozzetti interrati o in punti particolarmente critici del tracciato per consentire, successivamente, la loro individuazione e localizzazione attraverso una sonda di rilevamento.

Sostituiscono i tradizionali cippi, targhe e simili, rispetto ai quali offrono una serie di vantaggi:

- facilità di localizzazione;
- affidabilità nel tempo.

Il marker è costituito da un'antenna passiva accordata su una specifica frequenza di lavoro che viene rilevata attraverso uno strumento localizzatore costituito da una ricetrasmittente con antenna a disco che emette segnali radio a bassa frequenza.

### **7.3.6. Cordino di nylon**

E' costituito da più fili di nylon cordati a treccia ed ha un diametro di 3-4 mm.

Viene predisposto all'interno di ogni singolo tubo per il successivo tiro della fune per la posa manuale del cavo. Ha un carico di rottura di circa 250 Kg e viene fornito in rotoli di 1.000 m.

Non è richiesta la predisposizione del cordino di tiro quando, a livello progettuale, è prevista la posa del cavo secondo tecniche e tecnologie alternative, quale la posa a soffiaggio d'aria.

Viene predisposto all'interno di ciascun tubo per il successivo tiro della fune per la posa del cavo.

E' costituito da fili di nylon alta tenacità assemblati in modo tale da formare una treccia di 3 mm di diametro nominale.

Le caratteristiche devono essere:

- carico di rottura  $\geq 270 \text{ kg} \pm 3\%$ ;
- peso nominale  $\geq 5,3 \text{ g/m}$ .

La confezione finale dovrà essere del tipo cilindrico, con incrocio di precisione, da 1000 m  $\pm$  2%, senza nodi di giunzione ed avvolta su bobine flangiate. La confezione dovrà avere le seguenti dimensioni:

- altezza: 200  $\div$  230 mm
- diametro: 230  $\div$  300 mm.

Per ogni scatola di imballo dovranno essere disposti 6 rocchetti come i suddetti e sull'esterno della scatola dovrà essere precisato il nome ed il tipo del materiale contenuto ed il nome della Ditta fornitrice.

### **7.3.7. Sistema di Giunzione per Monotubo in PEAD $\Phi=50$ mm**

Il dispositivo ha il compito di giuntare ermeticamente i monotubi posti in trincea, nelle tubazioni, nei cunicoli e nelle gallerie, in modo tale da evitare che acqua e polvere entrino nei tubi e/o che le 2 estremità da giuntare siano disallineate.

Il sistema di giunzione deve essere a tenuta stagna e resistere alla pressione minima di 12.5 Atm. Deve essere di colore nero RAL 9004.

Il sistema di giunzione deve essere realizzato con un accessorio di spessore adeguato, esterno ai monotubi, che deve anche garantire l'allineamento dei singoli tubi (è consentito un disallineamento dovuto soltanto alle tolleranze dei tubi stessi), in modo che la luce interna dei due tubi giuntati sia completamente sgombra, cioè che non si formino gradini nella giunzione.

Il sistema di giunzione deve essere realizzato con materiali che minimizzino l'impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita, come previsto dalle guide ISO 64.2 ed IEC 109 e, preferibilmente, con prodotti di cui siano attivate procedure di riciclaggio secondo quanto riportato nel D.L. n.22 del 5.2.1997.

Tutte le eventuali parti metalliche facenti parte del giunto devono essere non ossidabili e devono assicurare, per tutto il ciclo di vita del prodotto, la rispondenza alle caratteristiche meccaniche, fisiche ed elettriche della presente Norma Tecnica.

Il prodotto, una volta installato, non deve necessitare di manutenzione.

Le dimensioni di massimo ingombro dovranno essere:

- lunghezza massima: 200 mm;
- larghezza massima: +50% del tubo relativo;
- altezza massima: +50% del tubo relativo.

Ogni eventuale guaina termorestringente utilizzata deve garantire le prestazioni complessive del sistema di giunzione qui descritto.

Le principali caratteristiche di tale guaina devono essere:

- buona robustezza meccanica;
- elevata impermeabilità ai liquidi e ai gas.

Sul sistema di giunzione, in maniera indelebile e chiaramente leggibile, devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- il logotipo della Committente;
- la sigla (o il nome) del fornitore;
- il mese e l'anno di costruzione (mm/aa);
- (il valore della coppia di serraggio (N\*m), nel caso in cui il sistema di giunzione sia composto anche da parti da avvitare).

### **7.3.8. Sistema di Giunzione per Tritubo in PEAD $\Phi=50$ mm**

Il dispositivo ha il compito di giuntare ermeticamente i tritubi posti in trincea, nelle tubazioni, nei cunicoli e nelle gallerie, in modo tale da evitare acqua e polvere entrino nei tubi e/o che le estremità da giuntare siano disallineate.

Il sistema di giunzione deve essere a tenuta stagna e resistere alla pressione minima di 12.5 Atm.

Il sistema di giunzione non dovrà consentire il passaggio di aria compressa (8 Atm) da un tubo del tritubo ad un altro dei 2 tubi della giunzione, ovvero dovrà garantire la continuità ermetica di ogni singolo tubo. Deve essere realizzato con un accessorio di spessore adeguato, esterno al tritubo, che deve anche garantire l'allineamento dei singoli tubi (è consentito un disallineamento dovuto soltanto alle tolleranze dei tubi stessi), in modo che la luce interna di ciascuna coppia di tubi giuntati sia completamente sgombra, cioè che non si formino gradini nella giunzione.

Il sistema di giunzione deve essere realizzato con materiali che minimizzino l'impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita, come previsto dalle guide ISO 64.2 ed IEC 109 e, preferibilmente, con prodotti di cui siano attivate procedure di riciclaggio secondo quanto riportato nel D.L. n.22 del 5.2.1997.

Tutte le eventuali parti metalliche facenti parte del giunto devono essere non ossidabili e devono assicurare, per tutto il ciclo di vita del prodotto, la rispondenza alle caratteristiche meccaniche, fisiche ed elettriche della presente Norma Tecnica.

Il prodotto, una volta installato, non deve necessitare di manutenzione.

Le dimensioni di massimo ingombro dovranno essere:

- lunghezza massima: 200 mm;
- larghezza massima: +16% del tubo relativo;
- altezza massima: +50% del tubo relativo.

Ogni eventuale guaina termorestringente utilizzata deve garantire le prestazioni complessive del sistema di giunzione qui descritto.

Le principali caratteristiche di tale guaina devono essere:

- buona robustezza meccanica;
- elevata impermeabilità ai liquidi e ai gas.

Sul sistema di giunzione, in maniera indelebile e chiaramente leggibile, devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- il logotipo della Committente;
- la sigla (o il nome) del fornitore;
- il mese e l'anno di costruzione (mm/aa);
- (il valore della coppia di serraggio (N\*m), nel caso in cui il sistema di giunzione sia composto anche da parti da avvitare).

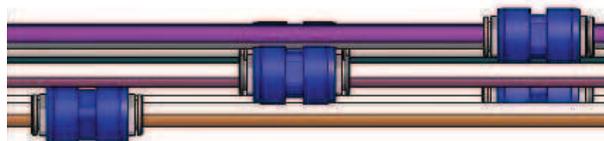
### **7.3.9. Sistema di giunzione per minitubo**

Questo elemento è costituito da un manicotto a doppio innesto atto a realizzare un collegamento di due minitubi (diametro 10/12 e/o 10/14 mm) garantendo tenuta alla pressione ed alla trazione, così da consentire la successiva posa dei minicavi con tecnica "blowing".

Al fine di garantire la perfetta tenuta è indispensabile intestare con apposito strumento l'estremità delle tubazioni in modo da realizzare un taglio perfettamente perpendicolare all'asse del tubo. Non utilizzare mai strumenti che producono truciolo come una sega.

I minitubi che non siano immediatamente giuntati devono essere sigillati al fine di evitare l'ingresso di sporco o acqua.

Nel caso di giunzioni dei minitubi a fine pezzatura, occorre distanziare tra di loro i giunti di almeno 120 mm, collegando i tubi con la medesima colorazione.



I giunti possono essere utilizzati anche direttamente in trincea, ma in questo caso vanno adeguatamente protetti con gli accessori ove previsti dal produttore (cappucci o gusci di protezione).

I giunti devono essere sempre posti in opera completi degli anelli di bloccaggio.

### **7.3.10. Sistema di Giunzione per Tubo Corrugato**

Il dispositivo ha il compito di raccordare 2 tubi corrugati dello stesso diametro e di proteggere il giunto da intrusione di acqua e polvere.

Dovrà essere in PEAD, rispondente alla Normativa CEI EN 50086-2-4, per garantire che a varie temperature non esista differenza di ritiro fra il tubo ed il dispositivo.

Il raccordo dovrà essere realizzato con un accessorio esterno ai tubi, che dovrà anche garantire l'allineamento dei tubi stessi (è consentito un disallineamento dovuto soltanto alle tolleranze dei tubi giuntati), in modo che la luce interna dei due tubi raccordati sia completamente sgombra, cioè che non si formino gradini nella giunto.

Il sistema di giunzione dovrà essere realizzato con materiali che minimizzino l'impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita, come previsto dalle guide ISO 64.2 ed IEC 109 e, preferibilmente, con prodotti di cui siano attivate procedure di riciclaggio secondo quanto riportato nel D.L. n.22 del 5.2.1997.

Il prodotto, una volta installato, dovrà essere ermetico e non necessitare di manutenzione. Dovrà inoltre avere una conformazione particolare, tale da fornire un'elevata resistenza alla trazione dei tubi raccordati.

Sul sistema di giunzione, in maniera indelebile e chiaramente leggibile, dovranno essere riportate le seguenti indicazioni:

- la sigla (o il nome) del fornitore;
- il mese e l'anno di costruzione (mm/aa).

E' una doppia guaina tubolare usata per la protezione dei cavi in manufatti promiscui o particolarmente critici; è flessibile, apribile longitudinalmente, ha caratteristiche dielettriche ed autoestinguenti; ha una buona resistenza agli urti, alla corrosione ed ai raggi ultravioletti.

### **7.3.11. Targhetta di identificazione**

E' un'etichetta adesiva indelebile, dove si riportano i dati significativi necessari per l'identificazione delle parti dell'impianto.

In particolare:

- il logotipo della Committente;
- Il nome dell'impianto;
- il tipo di cavo;
- il numero del giunto (solo per i giunti);
- il nome del sito (solo per le terminazioni).

### **7.3.12. Morsetti per il fissaggio del cavo a muro**

Il morsetto è costituito da una basetta in materiale plastico, provvisto di foro per il fissaggio del cavo o del tubo corrugato a parete, a soffitto e nei manufatti.

Nella citata basetta si inserisce un'apposita fascetta di nylon che, con l'ausilio della testina di serraggio, permette il fissaggio del cavo o del tubo corrugato.

### **7.3.13. Tappo ad Espansione**

Questi dispositivi di chiusura per monotubi e tritubi in PEAD lisci e per tubi corrugati hanno lo scopo di chiudere ermeticamente le estremità dei tubi non utilizzati da cavi, in modo da non permettere l'ingresso di liquidi, o corpi estranei, all'interno dei tubi stessi.

Il dispositivo di chiusura è formato da due elementi, separati da due guarnizioni in neoprene, uniti da un perno filettato passante terminato con una leva di serraggio dalla parte del tappo esterna al tubo e con un occhiello di diametro non inferiore a 6 mm, per l'ancoraggio del cordino di tiro, dalla parte del tappo inserita nel tubo. Il dispositivo di chiusura possiede inoltre un riferimento meccanico che ne consente la battuta sulla parete terminale del tubo dove viene inserito. Il diametro del meccanismo di battuta deve essere equivalente al diametro esterno del relativo tubo.

Lo stato delle superfici e la finitura del dispositivo di chiusura deve essere tale da non compromettere in alcun modo la funzionalità del dispositivo stesso.

Il tappo deve rimanere integro e funzionale anche in presenza di ambienti aggressivi, dovuti ad acidi, basi ed idrocarburi.

Durante la fase di rimozione non deve essere possibile il disassemblaggio di alcuna parte del dispositivo.

Il meccanismo di chiusura del dispositivo deve poter essere attivato senza richiedere l'impiego di speciale attrezzatura e deve consentire la variazione graduale del diametro del tappo, in modo da farlo aderire alla superficie interna del tubo. Nelle condizioni di serraggio, il dispositivo deve avere una lunghezza  $\leq 10$  cm.

Tutti i dispositivi di chiusura devono avere un meccanismo che limita lo sforzo massimo applicabile sulle parti soggette alla tenuta pneumatica.

L'operazione di chiusura e di rimozione del tappo dal tubo deve essere reversibile per un numero adeguato di volte.

I dispositivi di chiusura devono essere di colore nero RAL 9004; quelli per tubi corrugati devono presentare anche una superficie di colore blu RAL 5002 delle dimensioni minime di 1 cm<sup>2</sup> per la loro identificazione.

Tutte le eventuali parti metalliche devono essere non ossidabili e devono assicurare, per tutto il ciclo di vita del prodotto, la rispondenza alle caratteristiche meccaniche, fisiche ed elettriche della presente Norma Tecnica.

I tappi devono essere realizzati con materiali che minimizzino l'impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita, come previsto dalle guide ISO 64.2 ed IEC 109 e, preferibilmente, con prodotti di cui siano attivate procedure di riciclaggio secondo quanto riportato nel D.L. n.22 del 5.2.1997.

Sulla superficie frontale esterna, in maniera indelebile e chiaramente leggibile, devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- sigla del fornitore;
- anno di costruzione (sono ammesse le ultime 2 cifre dell'anno).

Questo tappo viene fornito assemblato, ed in linea di massima già pronto per essere installato. Prima di inserirlo nel tubo, occorre far passare il cordino di tiro nell'apposita asola posta all'estremità del perno filettato e legarlo per assicurarlo a quest'ultimo, avendo cura di garantire una certa ricchezza di cordino all'interno del tubo.

#### **7.3.14. Tappo per minitubo**

E' un elemento di chiusura a tenuta per sigillare i minitubi, indispensabile per prevenire l'ingresso di acqua e sporco all'interno.

#### **7.3.15. Tappo Spaccato**

Questi dispositivi di chiusura per monotubi e tritubi in PEAD lisci e per tubi corrugati hanno lo scopo di chiudere ermeticamente le estremità dei tubi utilizzati da un cavo, in modo da non permettere l'ingresso di liquidi, o corpi estranei, all'interno dei tubi stessi.

Il tappo è composto da n. 2 parti simmetriche legate fra di loro da una bretellina di stampaggio.

Il dispositivo di chiusura deve essere fornito di un riferimento meccanico che ne consente la battuta sulla parete terminale del tubo dove viene inserito. Il diametro del meccanismo di battuta deve essere equivalente a quello esterno del relativo tubo. Lo stato delle superfici e la finitura del dispositivo di chiusura deve essere tale da non compromettere in alcun modo la funzionalità del dispositivo stesso.

Il tappo deve rimanere integro e funzionale anche in presenza di ambienti aggressivi, dovuti ad acidi, basi ed idrocarburi.

Il meccanismo di chiusura del dispositivo deve poter essere attivato senza richiedere l'impiego di speciale attrezzatura e deve consentire la variazione graduale in funzione del diametro del cavo al suo interno, in modo da far aderire il dispositivo sia sul cavo, sia alla superficie interna del tubo. Nelle condizioni di serraggio, il dispositivo deve avere una lunghezza  $\leq 10$  cm.

L'operazione di chiusura e di rimozione del tappo dal tubo deve essere reversibile per un numero adeguato di volte.

I dispositivi di chiusura devono essere di colore nero RAL 9004; quelli per tubi corrugati devono presentare anche una superficie di colore blu RAL 5002 delle dimensioni minime di  $1 \text{ cm}^2$  per la loro identificazione.

I tappi devono essere realizzati con materiali che minimizzino l'impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita, come previsto dalle guide ISO 64.2 ed IEC 109 e, preferibilmente, con prodotti di cui siano attivate procedure di riciclaggio secondo quanto riportato nel D.L. n.22 del 5.2.1997.

Sulla superficie frontale esterna, in maniera indelebile e chiaramente leggibile, devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- sigla del fornitore;
- anno di costruzione (sono ammesse le ultime 2 cifre dell'anno).

Questo tappo viene fornito assemblato, ed in linea di massima già pronto per essere installato. Prima di inserirlo nel tubo, occorre far passare il cordino di tiro

nell'apposita asola posta all'estremità del perno filettato e legarlo per assicurarlo a quest'ultimo, avendo cura di garantire una certa ricchezza di cordino all'interno del tubo.

Il kit viene fornito in particolari ad assemblare al momento dell'installazione.

Il tappo ha la caratteristica di essere adattabile a vari diametri di cavo: esso infatti è costruito con la possibilità di essere tagliato in punti prestabiliti, in modo da aderire, quanto più possibile, all'esterno della guaina del cavo.

Una volta inserito il tappo nel tubo, per farlo scorrere lungo il cavo fino alla battuta è possibile aiutarsi con un mazzuolo di gomma.

Qualora non sia possibile realizzare la perfetta tenuta fra il tappo ed il cavo, potrà essere applicata all'esterno della parte conica del tappo una fascetta di plastica del tipo in dotazione allo stesso. In tal caso, per la rimozione del tappo, sarà necessario prima rimuovere detta fascetta.

### **7.3.16. Raccordo filettato con dado di serraggio**

Il raccordo filettato completo di dado di serraggio ha la funzione di unire il tubo corrugato, qualora messo in opera, al tappo spaccato; questi sono apribili onde permetterne l'installazione sul cavo continuo e sono realizzati in materiale plastico.

### **7.3.17. Lubrificante**

Ha la funzione di ridurre il coefficiente di attrito tra cavo e tubo all'atto della posa, deve essere di facile e vaporabilità dopo l'utilizzo, non deve essere corrosivo e non deve determinare, nel tempo, alcun effetto bloccante tra tubo e cavo.

### **7.3.18. Staffe per il sostegno delle canalette**

Le staffe possono avere dimensioni e forma diverse in funzione della struttura da supportare, devono essere realizzate in ferro zincato a caldo e munite dei fori necessari per il loro fissaggio con l'impiego di idonei tasselli ad espansione.

### **7.3.19. Nastro Segnalatore**

Il nastro segnalatore ha la funzione di evidenziare la presenza di cavi e/o di manufatti posati in trincea.

Il nastro di segnalazione deve essere costituito da polietilene di colore giallo (RAL 1023), inerte agli agenti alcalini ed acidi presenti nel terreno.

Deve possedere le seguenti caratteristiche:

- costituzione: tre strati coestrusi, senza uso di collanti;
- siglatura: con scrittura indelebile (a Norma MIL M 81531);
- spessore: 0,138mm  $\pm$  10% (a Norma ASTM D 2103);
- larghezza: 250 mm  $\pm$  10%;
- peso (misurato su 150m): 19,25  $\pm$  3 g/m (a Norma ASTM D 2113);
- densità:  $\geq$  0,93 g/cm<sup>3</sup> (a Norma ASTM D 1248);
- temperatura di infragilimento: -30 °C (a Norma ASTM 746);
- resistenza alla lacerazione: > 800 g in direzione longitudinale(a Norma ASTM D 1922);
- allungamento a rottura:  $\geq$  700% in direzione longitudinale(a Norma ASTM D 882);
- carico a rottura:  $\geq$  20 N/mm<sup>2</sup> in direzione longitudinale(a Norma ASTM D 882).

Il nastro di segnalazione deve essere avvolto su bobine di 300  $\pm$  15 m, di peso non superiore a 7 kg.

Il nastro deve risultare di aspetto omogeneo e di superficie liscia, esente da screpolature, ammanchi, inclusioni, o da qualunque altro difetto che possa comprometterne la funzionalità. La colorazione gialla di sicurezza deve risultare omogenea.

La siglatura deve risultare leggibile, con lettere di altezza  $23 \pm 2$  mm, ripetibile ogni 80 cm al massimo e deve riportare le seguenti indicazioni:

- dicitura: “Committente - Attenzione Cavi per TLC”;
- nome, o sigla, del fornitore;
- anno di fabbricazione (sono ammesse le ultime 2 cifre dell’anno).

## **8. COSTRUZIONE DELL’INFRASTRUTTURA**

La costruzione dell’infrastruttura consiste essenzialmente nella stesura di un insieme di tubi, destinati a contenere le F.O., che si sviluppa attraverso un percorso stabilito in fase di progetto denominato “tracciato”.

Il tracciato potrà interessare diversi tipi di terreni e/o infrastrutture esistenti. In particolare il tracciato potrà svilupparsi attraverso le seguenti tipologie di terreni e/o infrastrutture esistenti:

- Sede stradale asfaltata;
- Terreno non asfaltato;
- Ponti o Viadotti;
- Canalizzazioni esistenti.

Il posizionamento del tracciato sulla sede stradale verrà stabilito in fase di progettazione, previa eventuale indagine mediante Georadar da eseguire secondo le specifiche indicate nelle relative Norme tecniche. La costruzione dell’infrastruttura avverrà preferibilmente eseguendo uno scavo in mini trincea. E’ previsto anche uno scavo di tipo “tradizionale” nel caso in cui il numero dei tubi da posare e/o l’ambiente urbano impediscano l’uso della mini trincea. La scelta della metodologia di costruzione viene stabilita in fase di progettazione.

Nel corso degli scavi, in corrispondenza dei punti di passaggio pedonali (negozi, fabbricati e altri) e per consentire il transito dei veicoli (passi carrai, attraversamenti stradali e/o ove occorra dare transito durante l’esecuzione dei lavori), si dovrà provvedere all’installazione di passerelle metalliche, lastre di adeguato spessore e quant’altro sia necessario. I passaggi pedonali dovranno essere dotati di corrimani.

Tutti i passaggi dovranno essere adeguatamente segnalati secondo le Norme vigenti in materia.

Nel corso degli scavi si dovrà provvedere alla protezione ed al sostegno provvisorio di tutti i pali incontrati lungo o nelle vicinanze delle trincee di scavo, che potrebbero inclinarsi qualora non fossero adeguatamente puntellati (semafori, illuminazione, linee elettriche, linee telefoniche o similari).

Il fronte dello scavo sarà il più possibile rettilineo e di norma di lunghezza tale da poter essere richiuso al termine della giornata lavorativa.

Qualora si presentassero cedimenti o pericoli di frane lo scavo sarà convenientemente puntellato.

### **8.1. REALIZZAZIONE CON SCAVO IN MINI/MICRO TRINCEA**

La costruzione dell’infrastruttura con mini-trincea sarà eseguita secondo le modalità di seguito indicate. Nella mini trincea potranno trovare allocazione fino ad un

massimo di n. 6 monotubi da 50 mm di diametro. Nella microtrincea potranno trovare collocazione fino a 6 minitubi da 10/14 mm ed un monotubo da 50 mm. Al fine di ridurre gli impatti sulla circolazione stradale ed assicurare il rispetto delle specifiche di scavo, posa e riempimento è consigliabile l'utilizzo di macchine speciali.

La realizzazione della mini/micro-trincea sarà effettuata secondo le fasi di seguito descritte:

- Predisposizione della segnaletica stradale di delimitazione e segnalazione del cantiere, come previsto dal codice della strada facendo in modo che le dimensioni del cantiere siano limitate a non più di 40 m di lunghezza e 1,80 m di larghezza;
- Scavo, Posa dei Tubi e Riempimento:
  - Eventuale taglio della pavimentazione (su strada asfaltata) con le dimensioni nominali di 12 cm di larghezza (10 cm per la microtrincea) e 40 cm di profondità mediante macchina operatrice;
  - Contestuale messa in opera dei tubi in polietilene ad alta densità del diametro previsto dalla sezione tipo, posizionati in fondo allo scavo e sovrapposti tra loro, compresi materiali per l'esecuzione dei giunti longitudinali dei tubi con accessori adatti a mantenere la pressione di 12.5 Atm;
  - Contestuale riempimento dello scavo con malta cementizia realizzata con sabbia 0-10 mm (0-4 mm per la microtrincea) dosata con 250 kg di cemento R 3.25, addizionata con opportuni prodotti aeranti e/o fluidificanti tali da garantire una classe di consistenza S5, massa volumica compresa tra 1.500 e 1.800 Kg/m<sup>3</sup> ed una resistenza a compressione dopo 2 giorni maggiore di 20 N/mm<sup>2</sup>. La messa in opera della malta deve avvenire fino alla quota del piano stradale. La malta dovrà essere pompata all'interno dello scavo in modo da avvolgere i tubi anche sul fondo dello scavo, proteggendo in tal modo l'infrastruttura da eventuali effetti da schiacciamento;
- Pulizia con spazzola dei bordi della trincea per la completa asportazione di eventuali residui di malta cementizia al fine di assicurare un ottimale livellamento della malta di riempimento con la superficie esistente;
- Raccolta e trasporto a discarica dei materiali di risulta;
- Copertura provvisoria dello scavo, ove necessario, e/o segnalazioni opportune per consentire il transito in sicurezza di auto, motoveicoli, biciclette e pedoni;
- Ripristino: trascorso il tempo corrispondente al completo indurimento della malta cementizia si potrà procedere al ripristino (su strada pavimentata in conglomerato bituminoso) attraverso le seguenti fasi:
  - scarifica centrata sull'asse della trincea per una larghezza minima di 100 cm e per la profondità indicata nei tipi;
  - pulizia della superficie per la completa asportazione dei prodotti di scarifica al fine di assicurare l'adesione del nuovo conglomerato bituminoso sull'esistente;
  - applicazione a freddo sulle pareti laterali e sul fondo del solco di miscela bituminosa elastomerizzata con funzione di mano di attacco;
  - ripristino della pavimentazione in asfalto con la messa in opera e la costipazione a regola d'arte di miscela bituminosa a caldo, del medesimo tipo di quella presente;
- Aggiornamento della documentazione topografica di progetto in conformità col tracciato effettivamente realizzato, in scala adeguata e su supporto magnetico.

Le teste dei minitubi devono essere sempre chiuse con gli appositi tappi

## 8.2. REALIZZAZIONE CON SCAVO TRADIZIONALE

La costruzione dell'infrastruttura con scavo tradizionale sarà eseguita secondo le modalità riportate nei paragrafi successivi.

Gli interventi di scavo a sezione ristretta puntuali o lineari sul corpo stradale esistente, necessari per la posa di cavidotti, dovranno essere realizzati rispettando in generale le seguenti prescrizioni:

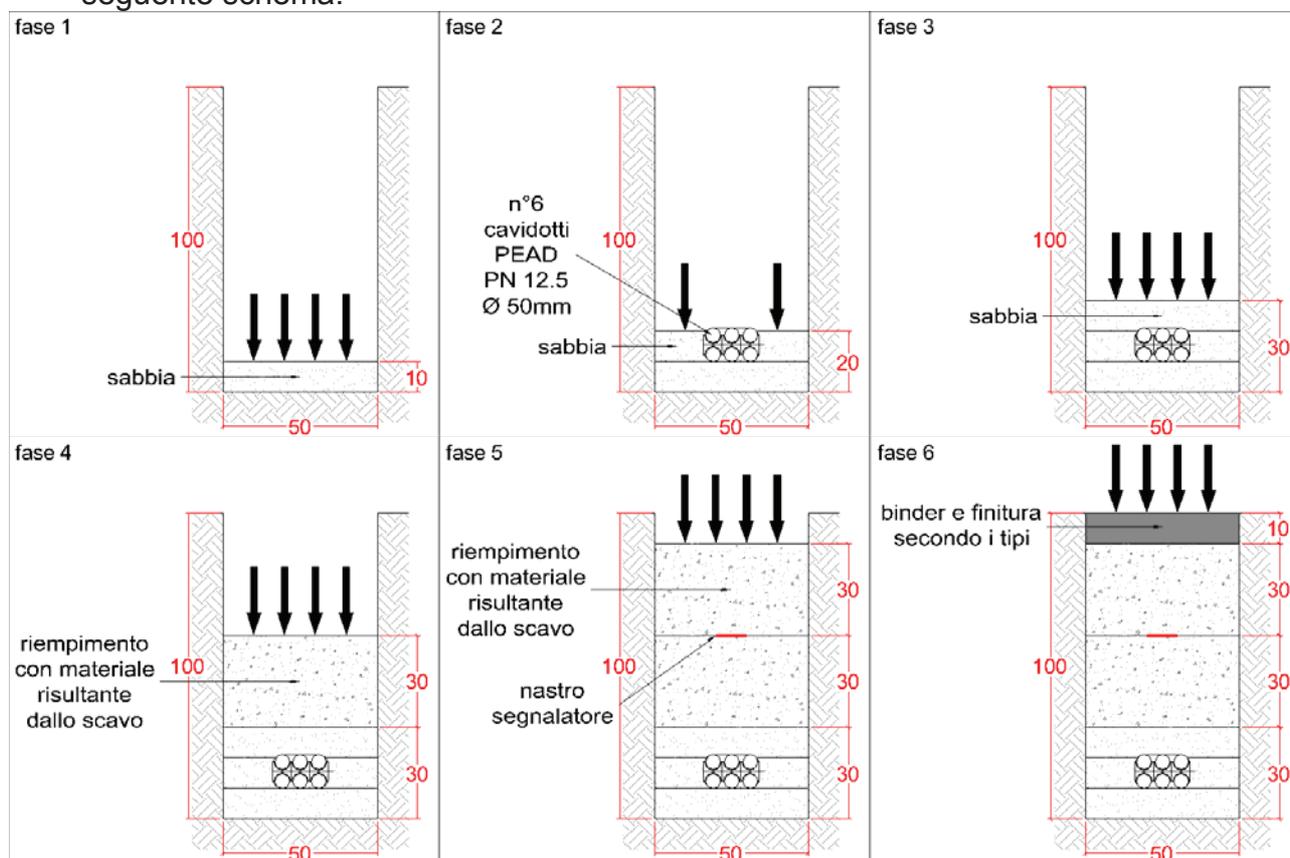
- prima dell'inizio degli scavi si dovrà eseguire con i mezzi idonei il taglio del manto bituminoso su ambo i lati in modo che i cigli risultino uniformi e di andamento regolare al fine di non provocare, nell'esecuzione dei lavori, danni anche a superfici di strada non interessate dagli scavi;
- le macchine edili, tra cui i veicoli cingolati, non potranno circolare sul tappeto senza protezioni onde evitare danni allo stesso (protezioni con assi o gomma);
- lo scavo per la posa della tubazione dovrà essere eseguito rispettando ubicazione, misure, distanze, profondità, pendenze, ecc. indicate nei disegni e particolari di progetto o impartite all'atto esecutivo dalla D.L., adottando tutti gli accorgimenti e le precauzioni occorrenti dettati dalla tecnica.

Detto scavo dovrà essere eseguito:

- in senso trasversale interessando metà larghezza stradale per volta onde garantire la continuazione del pubblico transito; l'escavazione del secondo tratto potrà essere iniziata solamente dopo aver provveduto al riempimento, all'accurato costipamento ed alla perfetta sistemazione e transitabilità della rimanente sede viaria; il corpo stradale deve essere attraversato in preferenza in modo perpendicolare al piano viabile;
- in senso longitudinale per una lunghezza che garantisca giornalmente anche la copertura dello scavo, proseguendo il lavoro soltanto dopo aver riempita, accuratamente compattata con mezzi meccanici, la parte precedentemente escavata; in generale, salvo diverse pattuizioni con la D.L., la lunghezza del cantiere non potrà eccedere i 100 m e tale valore massimo potrà essere ridotto in relazione al numero ed all'importanza delle eventuali intersezioni stradali, degli accessi, delle interferenze con altri sottoservizi ecc.;
- nel caso di utilizzo di tecniche tradizionali di scavo e riempimento con materiale legante, l'estradosso della tubatura, o dell'eventuale manufatto protettivo, dovrà essere posto ad almeno m 1,00 di profondità rispetto al piano stradale;
- è vietato porre in opera tubazioni di qualsiasi tipo sul corpo stradale ad una distanza inferiore a m. 1,00 dal ciglio bitumato;
- alla profondità di cm 40 dovrà essere stesa un nastro monitore in plastica per la segnalazione delle sottostanti tubazioni;
- qualora durante l'esecuzione dei lavori si riscontrino la presenza di altri servizi (pozzetti, condutture, cavi, ecc.), l'Impresa resterà sempre e comunque la sola responsabile di eventuali danni arrecati agli stessi e/o a terzi e dovrà provvedere sollecitamente al ripristino a propria cura e spese;
- in nessun caso il materiale di scavo potrà essere depositato sul piano viabile.

Il rinterro dovrà essere effettuato con materiale arido di cava messo in opera a strati di uniforme spessore non eccedenti i 30 cm, compressi tramite idonea bagnatura e vibratura onde garantire un buon costipamento dei materiali ed il raggiungimento dei parametri indicati in tabella 4; lo spessore dello strato dovrà essere valutato in funzione del tipo e della massa del costipatore impiegato (vedi tabella 5).

La compattazione dovrà essere effettuata ogni 30 cm e dovrà essere eseguita sia alla base dello scavo che lungo i fianchi del sottoservizio come indicato nel seguente schema:



**Figura 7: Schema rinterro e compattazione strati materiale riempimento scavi.**

Il cassonetto stradale dovrà essere ricostruito con misto calcareo stabilizzato di cava con granulometria 0 - 30 mm, eventualmente miscelato con polvere di cemento, nella quantità di  $50 \text{ Kg/m}^3$  di materiale, qualora la D.L. o l'ente proprietario della strada lo ritengano opportuno; lo spessore minimo del cassonetto sarà di cm. 30 e dovrà essere compattato in strati di spessore non superiore a 10 cm.

La granulometria del materiale usato per il rinterro e per il cassonetto stradale dovrà in ogni caso rientrare entro il fuso previsto per la massiciata stradale;

Lo strato di collegamento sarà di norma realizzato in conglomerato bituminoso semiaperto (binder tipo B del Capitolato PAT), dello spessore compreso di cm. 10, da posare previa idonea costipazione del cassonetto e dovrà essere eseguito immediatamente e comunque tassativamente prima di qualsiasi sospensione festiva e non dei lavori. Nel caso dovessero manifestarsi cedimenti è fatto obbligo all'Impresa di eseguire immediata ricarica con conglomerato bituminoso idoneo. Ad assestamento avvenuto, previa fresatura per uno spessore di cm. 3, dovrà essere steso il manto d'usura in conglomerato bituminoso chiuso (tipo D Capitolato PAT), spessore compreso cm 3, per la larghezza stabilita in progetto o indicata all'atto esecutivo dalla D.L. o dall'ente proprietario della strada.

Tali ripristini dovranno essere garantiti fino al collaudo dell'opera e fino a tale data. Nel caso dovessero presentarsi cedimenti o avvallamenti, l'Impresa dovrà provvedere a propria cura e spese ad un nuovo ripristino dei tratti danneggiati procedendo con le modalità sopra descritte. Qualora, a seguito degli scavi, fosse

danneggiata la segnaletica orizzontale, la stessa dovrà essere ripristinata immediatamente dopo la posa del binder. L'operazione dovrà essere ripetuta dopo la stesa del tappeto e/o dopo i lavori di ripristino. Eventuale segnaletica verticale, pali segnaletici, cippi chilometrici o di confine, rimossi o danneggiati durante i lavori, dovranno essere posti su basamento in calcestruzzo rispettando la precedente ubicazione e sostituiti nel caso fossero deteriorati. La banchina manomessa dovrà essere ripristinata con materiale arido fine ben costipato con leggera pendenza verso l'esterno e ricoperto di terreno vegetale seminato a prato.

**Tabella 4: Valori minimi del modulo di compressione Me e densità relativa da raggiungere negli interventi di ripristino.**

(Me è determinato con piastra da 30 cm di diametro - Norme svizzere VSS-SNV 670317)

	Me N/mm <sup>2</sup>	densità relativa (grado di compattazione ) (densità in sito/densità max proctor)
<b>Sottofondo</b>	15	90% AASHO Mod.
<b>Fondazione o corpo del rilevato</b>	30	90% AASHO Mod.
<b>Strato di base o ultimo strato del rilevato</b>	50	95% AASHO Mod.
<b>Cassonetto o massicciata</b>	80	95% AASHO Mod.

**Tabella 5: Spessore massimo dello strato dopo compattazione relativo a lavori di ripristino della fondazione stradale per la posa di sottoservizi**

<b>peso statico del costipatore</b>	Sabbia/ghiaia
<i>Costipatori leggeri a piastra vibrante</i>	
50 - 100 kg	0,15 m
100 - 200 kg	0,20 m
400 - 500 kg	0,35 m
<i>Pestello vibrante</i>	
75 kg	0,35 m
<i>Rullo a doppio tamburo</i>	
600 - 800 kg	0,20 m
<i>Rulli vibranti tandem</i>	
1200 – 1500 kg	0,20 m

### 8.2.1. Pavimentazione non asfaltata/Terreno vegetale

Questa tipologia di posa, ove possibile ed in subordine a quella in mini trincea, sarà prevalentemente attuata sulla scarpata a fianco della carreggiata stradale, o in corrispondenza della banchina non pavimentata.

Nel caso di scavo in scarpata, questo può essere dei seguenti tipi:

- In Testa alla Scarpata.

Quando c'è spazio sufficiente tra il limite dell'asfalto e l'inizio del tratto inclinato della scarpata, ove non siano presenti altre strutture quali guard-rail, altre canalizzazioni, o plinti di pali, che interferiscono con lo scavo.

Questa è la soluzione da preferire, quando praticabile.

- A Metà Scarpata.

Quando il profilo della scarpata presenta una inclinazione, rispetto al piano orizzontale, non superiore a 30° e comunque tale da garantire una realizzazione della tubazione affidabile, tale da evitare successivi franamenti, o cedimenti, della medesima, da qualsiasi causa ambientale generati.

Nel caso di inclinazioni superiori sarà compito della D.L. autorizzare, o meno, l'utilizzo di questa zona della scarpata, in funzione anche del suo stato.

- In Fondo alla Scarpata.

Quando c'è spazio sufficiente tra il limite di proprietà della COMMITTENTE e la fine del tratto inclinato della scarpata, ove non siano presenti altre strutture quali altre canalizzazioni, o plinti di pali.

L'infrastruttura di posa sarà realizzata mediante scavo a sezione ristretta obbligata (scavo in trincea), eseguito in genere con mezzi meccanici adeguati (escavatori, pale meccaniche, ecc.), o a mano in situazioni particolari, della larghezza di 40 cm e profondità media di 80 cm, su terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto, bagnato, o melmoso, eseguito anche in presenza di acqua con battente massimo di 20 cm. Particolare attenzione deve essere posta nel rispetto di opere ed impianti sotterranei preesistenti da mantenere, quali condutture, cavi elettrici, o telefonici, ecc., nonché opere d'arte di interesse archeologico.

Sono previste in particolare le seguenti lavorazioni:

- eliminazione dal fondo di pietre, o protuberanze in genere, comprese radici di piante, o altro;
- tiro in alto delle materie scavate, eventuali sbadacchiature e relativo recupero;
- eventuale allargamento della sezione di scavo onde permettere l'utilizzazione e la manovra dei mezzi meccanici e degli attrezzi d'opera;
- carico, trasporto e scarico a rifiuto, fino a qualsiasi distanza, del materiale di risulta;
- deposito di strato di almeno 5 cm di spessore di sabbia pozzolanica, o tufacea, o di altra provenienza, a granulometria molto fine;
- fornitura ed allettamento del tritubo/i, rispondenti alle specifiche delle presenti Norme Tecniche di Appalto, in posizione orizzontale;
- ricoprimento per uno spessore di 10 cm (dalla generatrice superiore dei tubi), con sabbia pozzolanica;
- rinterro con materiale di risulta fino a quota di -30 cm dal piano di campagna;
- posa in opera di nastro di segnalazione e successivo rinterro fino a quota del piano di campagna;

- compattazione meccanica a strati di spessore non superiore a 30 cm;
- seminagione finale con erbe prative ad attecchimento garantito.

Qualora, per la presenza di terreno roccioso o per altre cause, non sia possibile raggiungere la profondità di posa prescritta, oppure lo scavo sia realizzato in prossimità di alberi le cui radici potrebbero provocare danneggiamenti, il tubo dovrà essere protetto da canaletta in acciaio zincato e quindi dalla mantellina in cls con  $R_{ck} \geq 150 \text{ kg/cm}^2$ .

Dove la distanza tra i pozzetti sia tale da richiedere la giunzione delle due pezzature di tubo, questa dovrà essere realizzata in modo da evitare che acqua, o polvere, penetrino nei tubi ed inoltre, che le due estremità da giuntare siano disallineate. Il giunto dovrà garantire una buona resistenza meccanica e tenuta pneumatica.

### **8.2.2. Pavimentazione asfaltata**

Questa tipologia di posa sarà attuata nei tratti in cui le condizioni del terreno circostante il percorso stradale non consentono la posa in scarpata, ed in generale nei luoghi in cui si ha la necessità di attraversare una pavimentazione in conglomerato bituminoso.

Lo scavo sarà realizzato mediante demolizione del manto superficiale per strati di pavimentazione in conglomerato bituminoso di qualsiasi spessore, eseguito con mezzo meccanico adeguato (fresatrice a freddo munita di autocaricante), con taglio netto della larghezza di 40 cm e secondo le specifiche delle presenti Norme Tecniche di Appalto. Lo scavo a sezione ristretta obbligata (scavo in trincea), eseguito con mezzi meccanici adeguati, o a mano in situazioni particolari e per brevissimi tratti, avrà profondità media di 120 cm, su terreno di qualsiasi natura e consistenza, asciutto, bagnato, o melmoso, eseguito anche in presenza di acqua con battente massimo di 20 cm. Particolare attenzione deve essere posta nel rispetto di opere ed impianti sotterranei preesistenti da mantenere, quali condutture, cavi elettrici, o telefonici, ecc., nonché opere d'arte di interesse archeologico.

Sono previste in particolare le seguenti lavorazioni:

- eliminazione dal fondo di pietre, o protuberanze in genere; sollevamento delle materie scavate, eventuali sbadacchiature e relativo recupero;
- eventuale allargamento della sezione di scavo onde permettere l'utilizzazione e la manovra dei mezzi meccanici e degli attrezzi d'opera;
- carico, trasporto e scarico a rifiuto, fino a qualsiasi distanza, del materiale di risulta;
- deposito di strato di 5 cm di spessore di sabbia pozzolanica, o tufacea, o di altra provenienza, a granulometria molto fine;
- fornitura ed allettamento dei tubi passacavi in PEAD diam. 50 mm, rispondenti alle specifiche delle Norme Tecniche di Appalto, in posizione orizzontale.
- ricoprimento per uno spessore di 10 cm (dalla generatrice superiore dei tubi) con sabbia pozzolanica;
- rinterro con materiale inerte stabilizzato;
- a -30 cm dalla superficie sarà posato il nastro di segnalazione.

Sopra lo strato di inerte sarà posato conglomerato bituminoso (binder), miscelato in centrale, confezionato secondo le prescrizioni delle Norme Tecniche, compresi attivanti, rigeneranti-fluidificanti ed ogni altro onere, di spessore circa 10-15 cm e comunque fino alla quota del piano di calpestio. Successivamente, si procederà

alla scarificazione superficiale per una profondità di 3 cm e per una larghezza minima di 60 cm, o in base alle indicazioni della D.L.; pulizia del cavo fresato effettuata con idonee attrezzature pulenti-aspiranti (mospazzatrice aspirante); realizzazione del nuovo strato di usura, previa fornitura e posa in opera di mano d'attacco (MAMT) per microtappeti, confezionata con bitumi modificati per la quantità di 0,600 kg per m<sup>2</sup>, mediante fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso a caldo per microtappeto (MT) dello spessore di 3 cm, confezionato con inerti basaltici, compresa la stesa, la compattazione, la fornitura di attivanti ed ogni altro onere. Ripristino della segnaletica superficiale, utilizzando materiali e con le modalità indicate nelle Norme Tecniche di Appalto.

Dove la distanza tra i pozzetti sia tale da richiedere la giunzione delle due pezzature di ciascun tubo, questa dovrà essere realizzata in modo da evitare che acqua, o polvere, penetrino nei tubi ed inoltre, che le due estremità da giuntare siano disallineate. Il giunto dovrà garantire una buona resistenza meccanica e tenuta pneumatica.

### **8.3. ATTRAVERSAMENTI DI INCROCI STRADALI**

Gli attraversamenti degli incroci stradali saranno preferibilmente realizzati con tecnica No-Dig. Alternativamente saranno effettuati posando sul fondo dello scavo, ad una profondità di circa 120 cm, due tubi PVC da 200 mm all'interno dei quali sarà inserito il tritubo.

Al fine di garantire un'adeguata protezione meccanica dell'infrastruttura, è previsto il ricoprimento per uno spessore di 40 cm (dalla generatrice inferiore dei tubi) con mantellina in cls con  $R_{ck} \geq 150 \text{ kg/cm}^2$  avente inerti di dimensioni non superiori a 10 mm.

Si procederà di seguito al riempimento con 25 cm di stabilizzato, al di sopra del quale sarà posato uno strato di misto cementato dello spessore di 25 cm con sopra il nastro di segnalazione.

Al di sopra di quest'ultimo sarà realizzato uno strato di base in materiale chiuso dello spessore di 15 cm.

Successivamente sarà posato conglomerato bituminoso (binder), miscelato in centrale con l'impiego fino al 15% dell'intera miscela di materiali provenienti dalle scarifiche, confezionato secondo le prescrizioni delle N.T.A., compresi attivanti, rigeneranti-fluidificanti ed ogni altro onere, di spessore circa 10 cm e comunque fino alla quota del piano di calpestio. Di seguito si procederà:

- alla scarificazione superficiale per una profondità di 5 cm e per una larghezza pari a quella indicata in progetto o indicata all'atto esecutivo dalla D.L.;
- alla pulizia del cavo fresato effettuata con idonee attrezzature pulenti-aspiranti (mospazzatrice aspirante);
- alla realizzazione del nuovo strato di usura, previa fornitura e posa in opera di mano d'attacco (MAMT) per microtappeti, confezionata con bitumi modificati per la quantità di 0,600 kg per m<sup>2</sup>, mediante fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso a caldo per microtappeto (MT) dello spessore di 5 cm, confezionato con inerti basaltici, compresa la stesa, la compattazione, la fornitura di attivanti ed ogni altro onere;
- al ripristino della segnaletica superficiale, utilizzando materiali e con le modalità indicate nelle Norme Tecniche di Appalto.

## **8.4. SUPERAMENTO DI PONTI E VIADOTTI**

Sui ponti e sui viadotti, i tubi devono essere collocati all' interno di idonee strutture.

Occorre esaminare di volta in volta, in fase progettuale, con l'Ente proprietario la soluzione ottimale da adottare per il superamento del manufatto.

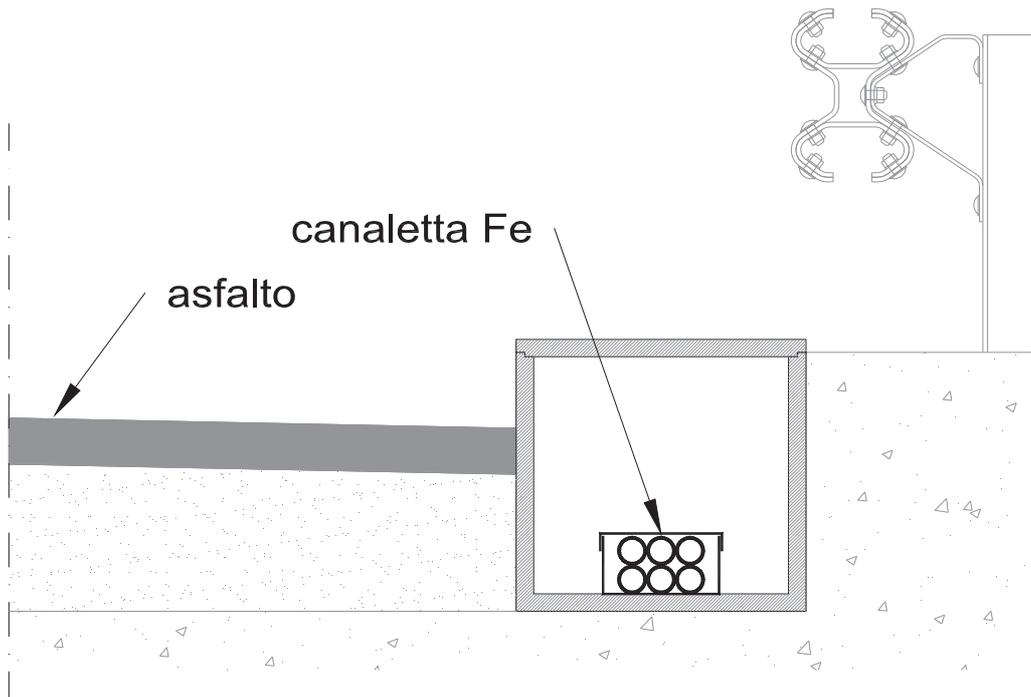
### **8.4.1. Strutture Predisposte**

Nei cunicoli predisposti, il tritubo viene adagiato sul fondo degli stessi.

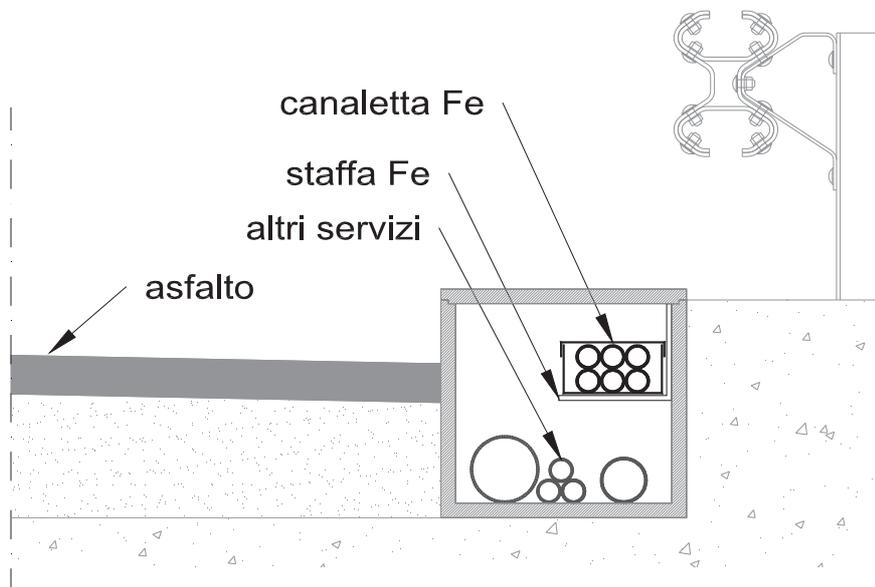
Qualora nel cunicolo siano presenti altri servizi, dovranno essere rispettate le tutte le norme vigenti relative alla concomitanza di più sottoservizi. In tutti i casi in cui i tubi possano essere soggetti a rischi di danneggiamento, ad esempio per la rottura delle piastre di copertura, lo stesso deve essere protetto con idonee canalette di ferro (Figura 6).

Dove non fosse possibile adagiare i tubi sul fondo del cunicolo a causa della presenza di altri servizi, se le dimensioni del manufatto lo consentono, il medesimo deve essere collocato all' interno di canalette fissate con zanche o tasselli ad espansione su una delle pareti laterali del cunicolo stesso (Figura 7).

Ove l'infrastruttura esistente sia costituita da tubo, nel caso le sue dimensioni lo permettano, si dovranno posare i monotubi e successivamente il cavo. Qualora invece le dimensioni del tubo non consentano l'inserimento di ulteriore protezione, dopo accurata ispezione ed eventuale pulizia, lo stesso può essere utilizzato per l'infilaggio diretto del cavo.



**Figura 8: Esempio di posa del tritubo in canaletta di ferro in cunicolo predisposto.**



**Figura 9: Esempio di posa del tritubo in canaletta in cunicolo predisposto.**

#### **8.4.2. Posa in Trincea**

Qualora le condizioni strutturali del manufatto consentano di eseguire uno scavo in sede stradale profondo almeno 30 cm, i tubi devono essere collocati dentro una canaletta di ferro zincata, annegata in un massetto di calcestruzzo avente spessore di 10 cm.

Particolare attenzione dovrà essere prestata nelle opere di scavo al fine di evitare danneggiamenti o incisioni alle solette dei ponti prefabbricati, o alle arcate di quelli in muratura.

#### **8.4.3. Posa su Nuove Strutture**

In assenza di infrastruttura predisposta e nell'impossibilità di eseguire lo scavo, i tubi saranno posati entro una canaletta in acciaio zincato (o vetroresina) di idonee dimensioni.

Le canalette vengono ancorate al manufatto (Figura 8) mediante staffe in ferro munite di tasselli ad espansione che vanno fissati con un interasse variabile, da 100 cm a 130 cm, in relazione al numero di cavi da posare.

Per esigenze strutturali del manufatto, la canalette possono essere sorrette da mensole alle quali vanno fermate con apposite staffe.

Qualora, per adattarlo al profilo del manufatto, il percorso delle canalette non sia realizzabile in maniera rettilinea, nei cambi di direzione si dovrà ricorrere alla sagomatura delle stesse, senza lasciare aperture che consentano l'ingresso di roditori, corpi estranei, ecc; in alternativa si può fare ricorso all'impiego di apposite curve sagomate sui vari piani.

Il punto di connessione fra due canalette deve sempre coincidere con un appoggio e deve essere realizzato con l'ausilio dell'apposito elemento di collegamento.

Ultimata la posa dei fondi delle canalette, i tubi vengono adagiati all'interno delle stesse; si procede poi alla messa in opera dei coperchi sfalsandoli rispetto ai fondi per irrigidire maggiormente l'intera struttura.

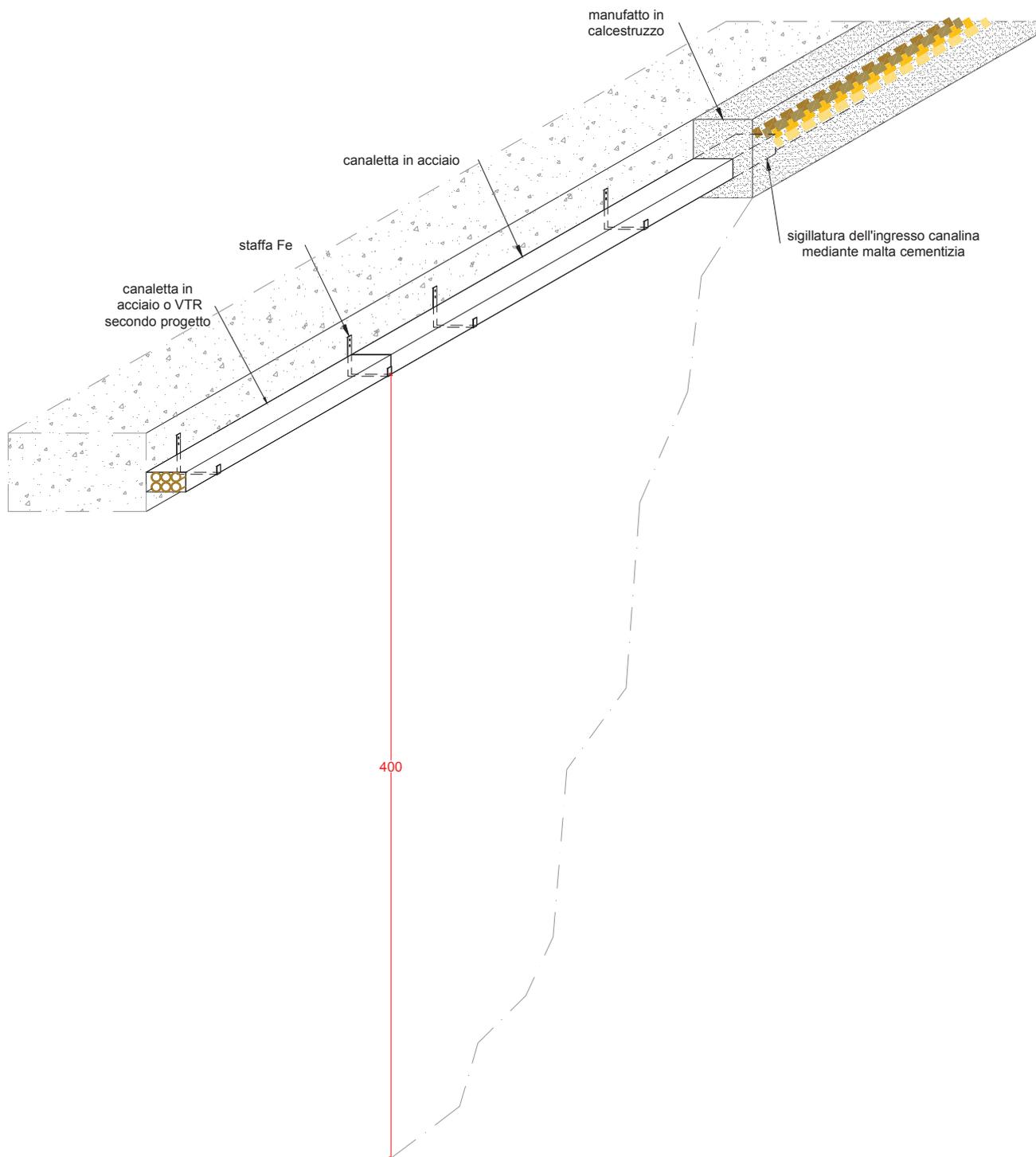
Si fissano i due elementi delle staffe per mezzo di bulloni e dadi.

Alle estremità del manufatto, la canaletta verrà prolungata fino ad arrivare alla normale profondità di posa dei tubi in trincea e protetta con un getto in calcestruzzo in modo che formi un corpo omogeneo con la spalletta del ponte.

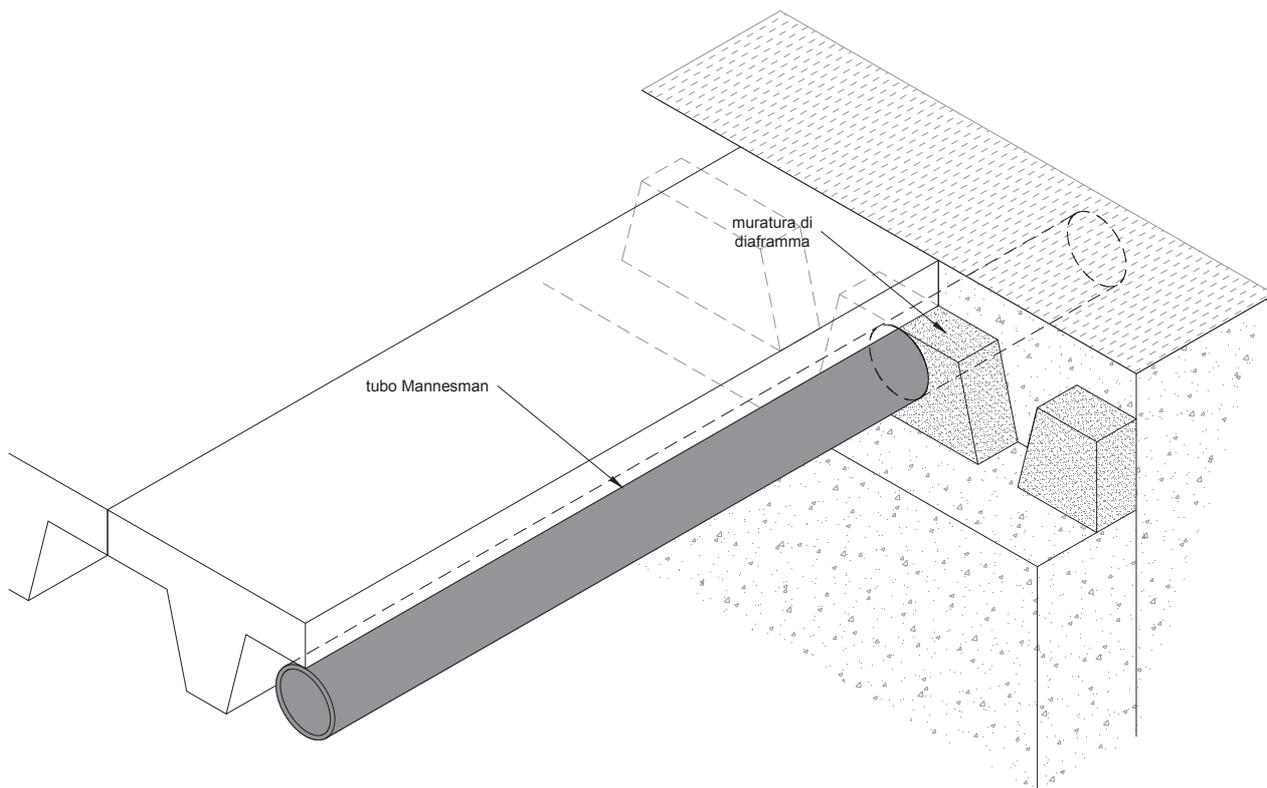
Alle estremità dei ponti, dove possono verificarsi eventuali danneggiamenti dovuti ad incendi, si dovranno sempre utilizzare canalette in acciaio trattate, esternamente, con vernice intumescente e rivestite, internamente, con materiale termoisolante per una lunghezza tale da raggiungere un'altezza dal suolo di circa 4 m. Tali materiali potranno essere messi in opera anche in altre parti di impianto, come ad esempio in presenza di muri di contenimento di strade rilevate, ecc. ove vi siano arbusti o alberi che possano, in caso di incendio, arrecare danni all'impianto stesso.

Tali canalette sono di forma e dimensione compatibili con quelle in vetroresina in modo da permetterne la continuità con lo sfalsamento dei coperchi.

Nel caso di piccoli ponti, relativamente bassi e, quindi, facilmente accessibili che però non presentano i rischi precedentemente menzionati, si useranno le canalette in acciaio zincate.



**Figura 10: Esempio di posa su ponti e/o viadotti con raccordo tra zancatura e trincea.**



**Figura 9: Esempio di posa su ponti e/o viadotti con tubo Mannesman.**

In presenza di ponti prefabbricati, dove non risulta possibile impiegare staffe e tasselli, si potrà far uso di tubi in ferro tipo Mannesman da collocare tra una trave e l'altra (Figura 9), forando la spalla del ponte in prossimità della muratura di diaframma o di altro punto non di sostegno, previo accordo con l'Ente interessato. Anche in questi casi, se necessario, si dovranno adottare accorgimenti di protezione antincendio analoghi a quelli sopra descritti.

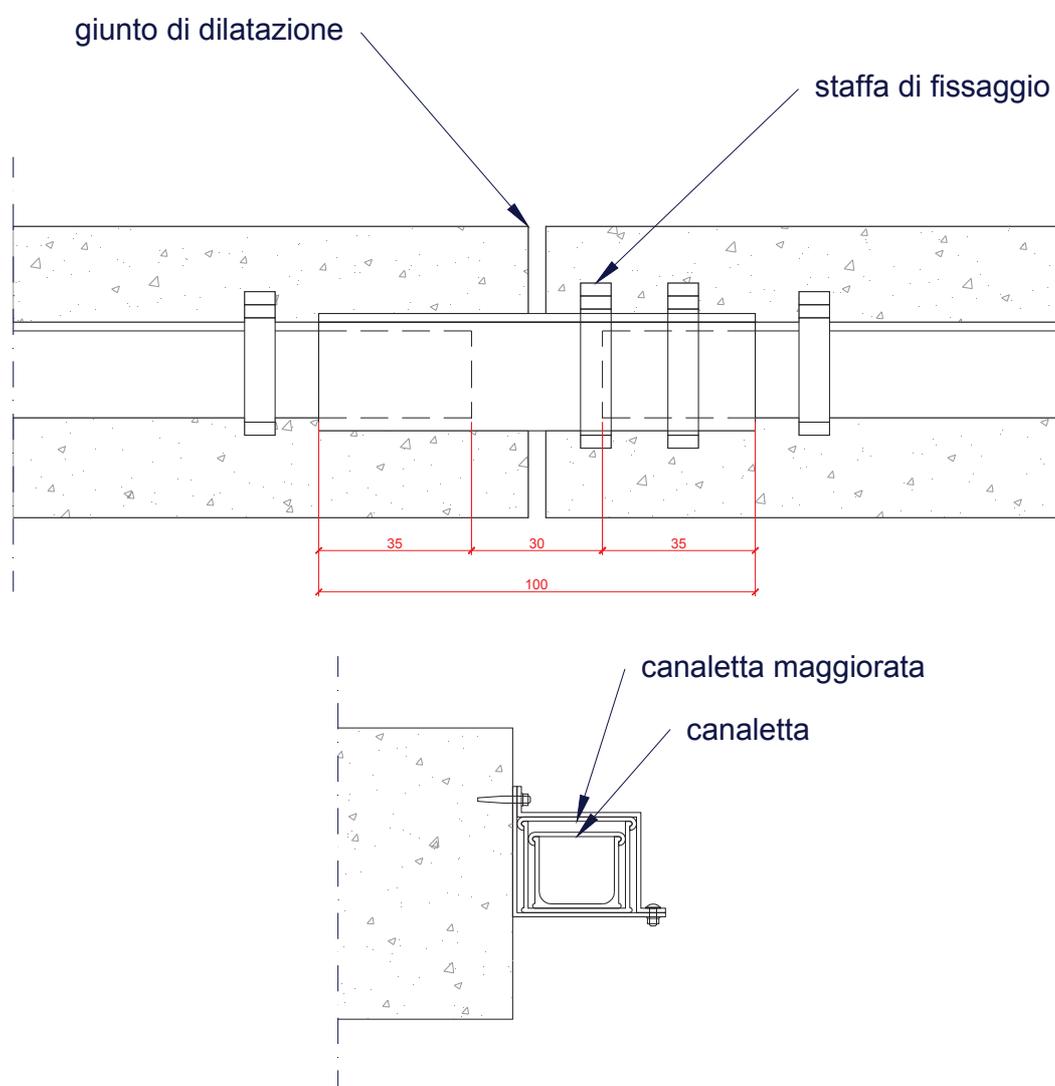
#### 8.4.4. Dispositivi per i giunti di dilatazione di ponti e viadotti

Le modalità di seguito riportate si riferiscono a ponti e viadotti con giunti di dilatazione di interasse  $\leq$  di 40 m; per gli altri casi occorrerà adottare soluzioni da definire di volta in volta in fase di progetto.

Al fine di annullare gli effetti degli scorrimenti prodotti dalle strutture dei manufatti, in corrispondenza dei giunti di dilatazione, occorre predisporre dei dispositivi che consentano l'assorbimento di tali scorrimenti.

Per questo scopo vengono inseriti dei dispositivi a cannocchiale (Figura 10) realizzati interrompendo per circa 30 cm le cassette di protezione del tritubo e sovrapponendo alle stesse una cassetta di dimensioni maggiorate della lunghezza di 1 m; quest'ultima sarà fissata con due staffe ad una sola trave del manufatto.

Ovviamente i tubi, in corrispondenza di questi dispositivi, non devono essere interrotti.



**Figura 10: Dispositivo a cannocchiale per giunti di dilatazione su ponti e viadotti.**

#### 8.4.5. Bloccaggio dei tubi all'interno delle canalette

Per evitare lo scorrimento dei tubi nella canaletta che li contiene, nonché l'ingresso di roditori, corpi estranei, ecc, si rende necessario effettuare dei bloccaggi in punti discreti.

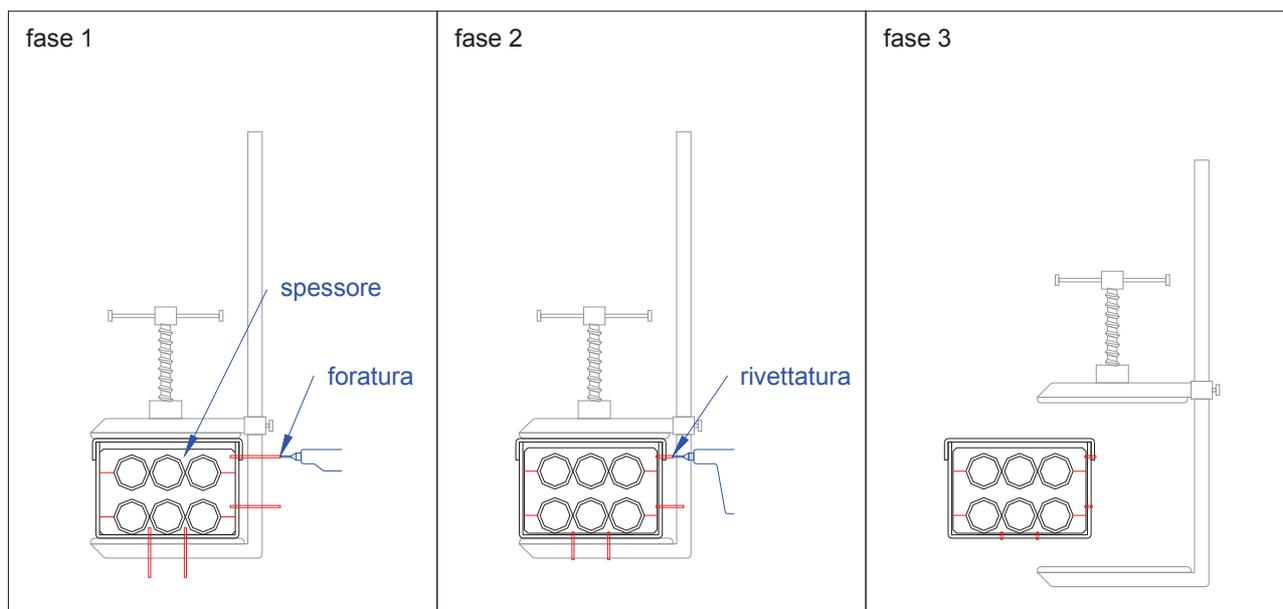
I bloccaggi vanno eseguiti:

1. alle estremità del manufatto;
2. nella mezzeria delle travi, quando queste superano i 30 m;
3. in corrispondenza dei piloni nei ponti in muratura;
4. in ogni caso, la distanza tra due bloccaggi non deve superare i 30 m.

Quest'operazione si realizza rendendo solidali tra loro la canaletta, il tritubo/monotubo ed i setti tramite rivettatura (Figura 11).

L'operazione di rivettatura deve essere effettuata nella fase in cui il complesso è sottoposto a compressione tramite attrezzo idoneo.

Per compensare la differente altezza dei setti rispetto a quella della canaletta, si interpongono appositi spessori in PVC.



**Figura 11: Esempio di bloccaggio con dispositivo modulare.**

#### 8.5. POSA ENTRO CANALETTA IN VETRORESINA

Questa tipologia di posa sarà utilizzata in presenza di ponti, o tombini, o muri di contenimento del rilevato stradale. La canaletta in vetroresina potrà essere completamente sostituita da quella metallica in acciaio zincato, anche per i tratti non interrati.

Nella posa aerea, le canalette, di dimensioni adeguate, devono essere ancorate al manufatto mediante staffe in acciaio zincato munite di tasselli ad espansione (qualora ciò non sia possibile, si possono usare mensole opportunamente staffate); l'interasse di fissaggio deve essere di circa 1 m, e comunque tale da garantire la massima stabilità dell'infrastruttura con il massimo equipaggiamento possibile. L'opera finita non dovrà presentare aperture.

Le canalette dovranno essere prolungate alle estremità fino ad arrivare alla normale profondità di posa della polifora nel sottosuolo.

All'interno di tali canalette dovrà di norma essere inserita la polifora, la quale, al fine di evitarne lo scorrimento, deve essere bloccata con apposito dispositivo in alcuni punti, fra cui le estremità del manufatto e comunque a distanze non superiori a 30 m.

In corrispondenza dei viadotti di notevole lunghezza (superiori a 1000 m) si dovrà prevedere l'interruzione del tritubo a metà campata per una lunghezza di circa 10 m, al fine di consentire la posa del cavo, terminata la quale, si procederà alla protezione dello stesso con tubo spaccato.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione dei ponti dovranno essere usati dispositivi a cannocchiale, che prevedono l'interruzione della canaletta e la sovrapposizione di una canaletta maggiorata fissata su un solo lato del giunto.

Alle estremità di ponti in cui potrebbero verificarsi danneggiamenti per incendio, si dovranno utilizzare apposite canalette in ferro, trattate esternamente con vernice intumescente e rivestite internamente con materiale termoisolante.

Sul fianco delle canalette devono essere applicate le targhette adesive di identificazione, a distanza non superiore a 20 m.

Nel caso non sia possibile utilizzare canalette, ad es. per impossibilità di fissare staffe a muro, si potrà far uso di tubi in acciaio zincato.

#### **8.6. POSA ENTRO CANALETTA IN ACCIAIO ZINCATO O INOX**

Questa tipologia di posa sarà utilizzata quando la polifora dovrà essere protetta contro la deformazione da pericoli specifici (carichi elevati, presenza di asperità nel terreno, presenza di radici di alberi, quota di interrimento della condotta non adeguata, ecc.), oppure contro interventi accidentali (come nel caso di posa su muri, o su ponti a quota dal piano campagna inferiore a 2,50 m, o di posa interrata in prossimità di ponti soggetti ad ampliamento), oppure per protezione della condotta nei casi di interferenza con altri servizi.

Nella posa interrata, la canaletta sarà inserita a protezione della polifora ove previsto, secondo le indicazioni di progetto, o impartite dalla D.L. Tale posa sarà relativa a brevi tratti: semplice abboccamento nel sottosuolo in corrispondenza di ponti, o muri, in corrispondenza di radici di alberi, o altri sottoservizi, ecc.. Le pezzature da utilizzare avranno le dimensioni di progetto.

L'eventuale collegamento con canaletta in vetroresina deve essere effettuato utilizzando una pezzatura di canaletta di dimensione maggiorata, che possa fasciare il giunto fra le due. Nella posa aerea su muro, o ponte, la modalità di posa è analoga a quella della canaletta in vetroresina.

#### **8.7. POSA DI TUBO METALLICO A VISTA**

Questa tipologia di posa potrà essere utilizzata per le derivazioni verso le stazioni TLC, per le discese/salite dei cavi addossate a muri di contenimento, o su facciate esterne di edifici, o nei luoghi non riservati esclusivamente a personale autorizzato (es. sottopassi di collegamento fra aree di servizio Nord e Sud), o dove non è possibile installare la canaletta in acciaio zincato, oppure dove sia elevato il rischio che il cavidotto possa essere urtato pesantemente e comunque a discrezione della D.L.

Le pezzature da utilizzare avranno le dimensioni di progetto e, in genere, saranno di 2" di diametro esterno.

Il tubo metallico (acciaio zincato) deve essere fissato a muro mediante tasselli ad espansione e staffe. Il tubo deve essere posizionato a distanza adeguata da altre

condotte, quali acqua, o cavi elettrici. Non è consentita la promiscuità degli appoggi con questi ultimi. Particolare cura dovrà essere posta nell'inserimento dei pezzi speciali e nel raccordo degli estremi del tubo con gli altri tipi di condotte.

Le targhette di identificazione saranno applicate agli estremi e nei punti significativi (curve, ecc.) e ogni 20 m.

#### **8.8. POSA SU PASSERELLA IN ACCIAIO ZINCATO O ACCIAIO INOX**

All'interno delle Centrali TLC, o nei cunicoli, il percorso del cavo può avvenire su passerella asolata in acciaio zincato a caldo dopo lavorazione o in acciaio inox, con elementi di dimensioni minime assimilabili a 200x75 mm.

Nell'eventualità di questo tipo di posa, il cavo deve essere protetto, se previsto, con materassino antifiama, fissato sul cavo stesso una volta posto in opera, oppure inserito in tubo corrugato flessibile.

#### **8.9. POSA IN CANALIZZAZIONI ESISTENTI**

Se in alcune tratte è presente una polifora realizzata con tubi in PVC, all'interno di almeno uno dei questi potrà essere fornita in opera una terna di monotubi del diametro di 50 mm, per il passaggio dei cavi.

Si dovrà procedere preliminarmente all'ispezione del tubo della polifora da sottoequipaggiare e all'eventuale ripristino dei tratti di tubazione danneggiati.

Negli attraversamenti stradali realizzati con scavo, dove sono stati preventivamente posati due tubi diametro 200 mm, si procederà all'infilaggio del tritubo  $\phi=50$  mm all'interno di uno dei due tubi.

#### **8.10. UTILIZZO DI CUNICOLI E GALLERIE**

Cunicoli e gallerie esistenti lungo il tracciato interessato potranno essere utilizzate per la posa dei cavi in fibra ottica.

I tubi, in intercapedine, devono essere preferibilmente posati in una canalina in acciaio zincato con coperchio di dimensioni tipiche 80 x 80mm.

Le canaline devono essere appoggiate su supporti esistenti o su mensole in ferro di nuova installazione, fissate a parete mediante tasselli.

Nel punto di transizione dei tubi provenienti dalla trincea alle canaline, i cavi dovranno essere protetti con opportuno tubo antioditore e l'ingresso della canalina dovrà essere tamponato con opportuno diaframma plastico o con resina espandibile.

Le intercapedini utilizzate dovranno essere rese accessibili dall'esterno qualora non siano già predisposte opportune aperture nella griglia; nel caso in cui in intercapedine debba essere posizionato un giunto di distribuzione, dovrà essere predisposto un opportuno piano di calpestio posizionato a 10-15 cm dal fondo dell'intercapedine se l'altezza di questa è inferiore ai 4 metri, o a 2 metri dalla griglia nei casi in cui l'altezza dell'intercapedine sia superiore ai 4 metri.

Staffe esistenti non occupate da altri cavi potranno essere utilizzate qualora sia garantito un andamento rettilineo del tracciato.

Nei casi di utilizzo di posa in intercapedini, cunicoli o gallerie, a protezione dei giunti e delle scorte di cavo, dove possibile, dovranno essere previsti degli armadi, da posizionare fissati a terra ad un'altezza dal pavimento di min. 30 cm.

Gli armadi da utilizzare saranno di 2 tipi:

- TIPO 1: per l'alloggiamento della muffola e della scorta di cavo.
- TIPO 2: per l'alloggiamento della sola scorta.

L'innesto dei cavi dovrà essere previsto dalla base e l'apertura tramite uno sportello singolo.

### **8.11. POSA DEL MONOTUBO IN TRINCEA**

La posa dei monotubi/tritubi in trincea garantisce la protezione del cavo e crea l'infrastruttura per la futura posa di ulteriori cavi.

Il pacco di monotubi, di norma, può essere installato in tutte le sedi adatte per la posa dei cavi tradizionali.

Dopo aver rimosso eventuali ciottoli o corpi sporgenti, il fondo dello scavo deve essere spianato ricorrendo a letti di sabbia, pozzolana o altri inerti a granulometria molto fine. Qualora il materiale di risulta presenti caratteristiche analoghe a quelle dei materiali su citati, dovrà essere riutilizzato.

La matassa del monotubo di norma viene inserita su apposita bobina che, successivamente, ne consente lo svolgimento.

Prima di procedere alla posa, le teste dei tubi devono essere chiuse con gli appositi tappi.

Ultimata la preparazione del fondo dello scavo si procede alla posa del tritubo, disposto di norma in piano, secondo uno dei metodi e gli accorgimenti di seguito indicati:

#### **a) Con bobina fissa**

Questo sistema si utilizza in genere nei centri abitati dove la presenza di numerosi sottoservizi, normalmente, ne obbliga il sottopassaggio. La bobina viene collocata all'inizio dello scavo con l'asse di rotazione perpendicolare alla trincea e disposta in modo che il preformato plastico si svolga dal basso. In presenza di servizi trasversali, bisogna effettuare il sottopasso avendo cura di evitare strozzature o brusche piegature al monotubo in quanto potrebbero ostacolare la successiva posa del cavo; nel caso in cui il sottopasso risultasse particolarmente difficoltoso, si può effettuare il passaggio superiormente tenendo presente che il raggio di curvatura non deve mai essere inferiore a 80 cm.

Occorre disporre uno o più operatori presso la bobina per assicurare il corretto svolgimento ed altri lungo la trincea per controllare il regolare avanzamento soprattutto nelle curve e nei passaggi critici.

#### **b) Con bobina mobile**

Questo metodo si applica quando lo scavo è totalmente a cielo aperto, il fronte del medesimo è sufficientemente lungo e non vi sono servizi trasversali da sottopassare.

Si stende il monotubo/tritubo sul bordo dello scavo, possibilmente dal lato opposto a quello su cui è stata disposta la terra di risulta, quindi lo si colloca sul fondo dello scavo. Il cavidotto in ogni caso deve essere posato in pezzature della massima lunghezza possibile onde ridurre al minimo le giunzioni dello stesso.

Qualunque sia il metodo di posa usato, l'infrastruttura in tubo deve presentare un andamento rettilineo. Prima del rinterro devono essere corretti gli eventuali serpeggiamenti verificatisi durante la posa.

Qualora per la presenza di ostacoli sia necessario procedere alla piegatura del tritubo, bisogna fare in modo che il raggio di curvatura sia maggiore di 80 cm.

Per ogni tratta di monotubo da giuntare, nei casi in cui non siano previsti pozzetti, si devono lasciare le due teste con una ricchezza di sovrapposizione di circa 1 metro e chiuse con i relativi tappi.

## **8.12. GIUNZIONE DEL TRITUBO/MONOTUBO**

La giunzione del tritubo/monotubo va effettuata qualche tempo dopo la posa, per avere la certezza che il tritubo/monotubo abbia raggiunto, nella sua sede, la configurazione definitiva.

La giunzione deve essere eseguita in modo da evitare gradini, sbavature di collanti, disassamenti, ecc. che aumenterebbero la resistenza al successivo tiro del cavo.

Le operazioni da eseguire sono:

1. per il tritubo, tagliare il setto di collegamento tra i tubi adiacenti del tritubo evitando di danneggiare i tubi medesimi;
2. tagliare ciascun tubo perpendicolarmente al proprio asse, in modo tale che i punti di giunzione dei singoli tubi risultino sfalsati tra di loro di circa 35 cm;
3. asportare dai bordi interni ed esterni dei tubi eventuali sbavature e residui delle operazioni di taglio;
4. pulire e rendere ruvida, con una spazzola metallica, la parte esterna del tubo per circa 20 cm;
5. infilare su una delle due estremità da giuntare, un canotto di accoppiamento con battuta interna autocentrante ed un manicotto termorestringente;
6. far scorrere, sopra le predette estremità, il canotto di accoppiamento centrandolo rispetto al punto di giunzione;
7. posizionare centralmente, rispetto al punto di giunzione, il manicotto termorestringente precedentemente inserito, quindi riscaldare fino al completo restringimento.

Qualora, specificatamente previsto in sede di progetto, la posa del cavo sia da effettuare mediante tecnologie con fluidi a pressione, oltre all'impiego di tubi aventi caratteristiche di tenuta pneumatica di 12,5 bar anche i manicotti di giunzione degli stessi dovranno rispondere a requisiti idonei a tale circostanza. Le modalità di messa in opera di tali accessori saranno definite ed illustrate su appositi e specifici fascicoli operativi.

In sintesi, il giunto dovrà garantire:

1. buona resistenza meccanica;
2. tenuta pneumatica tale da consentire eventuali pose con fluidi.

## **8.13. ATTRAVERSAMENTI STRADALI**

Gli attraversamenti stradali, in presenza di vie di grande traffico ed in ogni caso nei tratti evidenziati dal progetto, devono essere costruiti con due o più tubi in PVC, aventi diametro di 180 mm o di 125 mm (in funzione del numero di monotubi: 1 o 3) e spessore adeguato, allettati con sabbia o simili salvo diverse disposizioni dell'Ente proprietario della strada. All'interno di uno dei tubi predisposti saranno alloggiati o un monotubo o una terna di monotubi.

Gli attraversamenti stradali devono sempre essere realizzati prevedendo un tubo di scorta.

I tubi posati per gli attraversamenti stradali dovranno, di norma, terminare all'esterno della carreggiata ed essere adeguatamente chiusi con tappi per conservarli dalle infiltrazioni di terriccio o corpi estranei; nel caso in cui sia prevista la presenza di pozzetti si dovrà evitare un'eccessiva differenza di quota tra tubi e pozzetti.

#### **8.14. POSA DEL NASTRO DI SEGNALAZIONE**

Durante la fase di rinterro, sulla verticale del monotubo e per tutta la sua lunghezza, deve essere posato a circa 30 cm dalla sommità dello scavo un nastro segnalatore con scritta "CAVO PER TLC IN FIBRA OTTICA". Il nastro deve comunque essere posizionato sopra ogni struttura di impianto (pozzetti interrati, ecc.).

Dovrà essere inoltre posizionato sul fondo dello scavo un cavetto in rame della sezione minima di 1,5 mmq con guaina che dovrà essere prolungato all'interno dei pozzetti per almeno 2,0 m.

#### **8.15. POSA DEI POZZETTI**

Le operazioni di installazione dei pozzetti si eseguono nel seguente modo:

1. si provvede all' esecuzione della buca che deve avere dimensioni leggermente superiori, circa 20 cm, a quelle esterne del pozzetto. Le pareti dello scavo devono essere quanto più possibile verticali e la profondità dello stesso deve essere tale che, una volta posato il pozzetto, i fori di ingresso risultino perfettamente allineati con i monotubi (Figura 12); ciò per evitare che durante la posa del cavo la fune di tiro danneggi i monotubi medesimi. Nel caso di pozzetto interrato, l'estradosso del coperchio deve risultare a non meno di 45 cm dal livello stradale; nel caso di pozzetto affiorante, il chiusino deve essere perfettamente a livello con la pavimentazione stradale;
2. eseguita la buca, si provvede a spianare e costipare il fondo dello scavo in modo da formare un piano di appoggio uniforme e ben livellato;
3. si procede, mediante gru o verricello, alla posa del pozzetto, prestando attenzione affinché lo stesso non subisca urti né provochi danni ad eventuali strutture esistenti, utilizzando gli appositi inserti di aggancio;
4. si provvede all' inserimento dei monotubi nel pozzetto ed al loro bloccaggio, lato esterno e lato interno, con malta cementizia. I singoli tubi dovranno essere distanziati orizzontalmente di circa 4 cm. I tubi dovranno sporgere all' interno del pozzetto per circa 30 cm per facilitare l'operazione di raccordo delle due parti qualora si procedesse alla posa del cavo con tecnica di fluido a pressione;
5. si esegue il rinterro dello scavo secondo le metodologie già evidenziate;
6. a posa effettuata, si provvede alla sigillatura con malta cementizia degli elementi di soprizzo del manufatto, procedendo poi all' asportazione di eventuali residui di lavorazione.

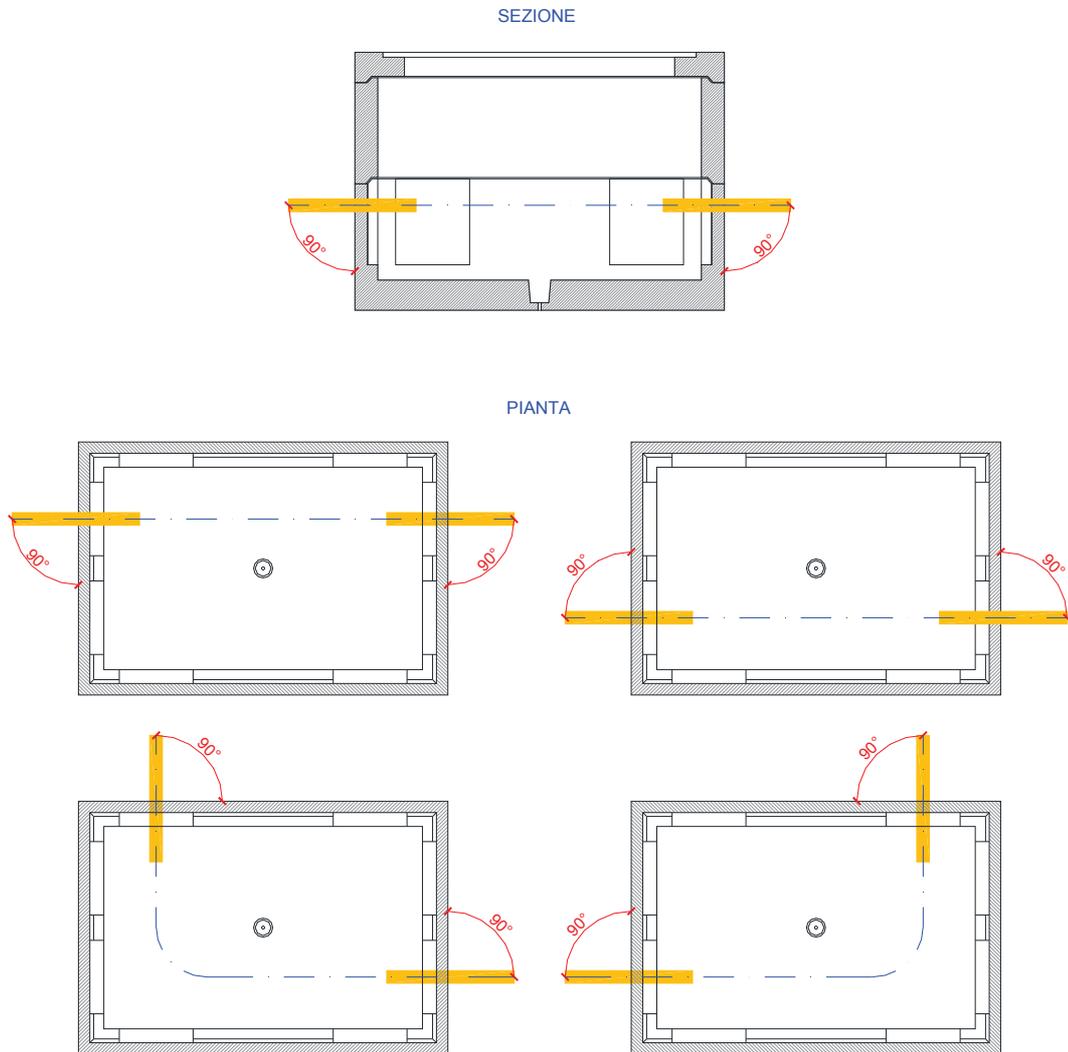
In relazione alle caratteristiche del sito di posa e del numero di monotubi, i pozzetti possono essere messi in opera completamente interrati o affioranti; in ogni caso la loro ubicazione sarà definita in sede di progetto.

Generalmente si ricorre alla posa interrata, in casi particolari e quando i pozzetti sono ubicati fuori dai centri abitati e su aree normalmente non pavimentate, affiorante, nei centri abitati, su aree pavimentate ed in tutti i casi in cui sia prevista la presenza del giunto.

I pozzetti devono essere installati con l'asse principale allineato all'asse rettilineo della tratta in modo da consentire un ottimale allineamento dei tritubi in entrata ed in uscita, tanto sul piano orizzontale quanto su quello verticale.

Nei tratti rettilinei, fuori dall' abitato ed in assenza dei giunti dei cavi o di altri vincoli tecnici, i pozzetti potranno essere posizionati ad intervalli di circa 750 m, in previsione di posa del cavo con tecnica manuale, di 1000-1500 m per la posa del cavo con la tecnica di fluido a pressione.

Nei centri abitati, il posizionamento dei pozzetti deve essere attentamente valutato in ambito progettuale affinché sia razionalmente adeguato a futuri sviluppi di rete ed è subordinato alla segmentazione del tracciato ed alle esigenze di distribuzione.



**Figura 12: Esempi di inserimento di monotubi nei pozzetti**

### **8.15.1. Posa Affiorante in Terreno Vegetale**

Il pozzetto in cls armato è costituito dall'elemento di base, con altezza globale, compreso il chiusino e il porta chiusino, tale da risultare affiorante.

Per la loro messa in opera si procederà preliminarmente allo scavo a sezione ristretta obbligata di dimensioni e profondità adeguate, comunque tali che, una volta posato il pozzetto, le asole di ingresso risultino perfettamente allineate con la polifora.

Il pozzetto deve essere sempre posato sull'asse della canalizzazione: quelli di dimensioni interne 220x170 e 125x80 cm interromperanno l'intera polifora, mentre in quello di dimensioni interne 90x70 cm sarà by-passato dal tritubo.

La posa prevede il trasporto a rifiuto del materiale di risulta, il livellamento della base di scavo con eliminazione di asperità; la fornitura e posa di strato di ghiaino (granulometria intorno a 10 mm) dello spessore adeguato a rendere il pozzetto affiorante, e comunque non inferiore a 5 cm; la posa del manufatto perfettamente in piano, mediante l'uso degli appositi inserti di aggancio. La polifora sarà posata all'interno del manufatto utilizzando esclusivamente le apposite asole predisposte, ad una distanza di circa 20 cm dalla base interna del pozzetto; sarà bloccata con malta cementizia sia nel lato interno, sia in quello esterno. I tubi dovranno sporgere di circa 10 cm all'interno del manufatto.

Il pozzetto dovrà essere affiorante; l'allineamento con il piano di calpestio sarà garantito eventualmente aggiungendo gli anelli di sopralzo, sigillati con malta cementizia. Le pareti saranno perfettamente stuccate e lisce, sia in corrispondenza dell'ingresso dei tubi, sia tra gli elementi del pozzetto stesso. Le pareti laterali saranno rinfiaccate esternamente con materiale di risulta, adeguatamente selezionato e compattato. Il foro di scolo alla base del pozzetto dovrà essere libero.

Il chiusino da fornire in opera deve rispondere alle indicazioni della Norma UNI EN 124, in particolare, sarà in ghisa sferoidale, di classe D 400 e carico di rottura pari a 400 kN.

Nel caso in cui il pozzetto debba essere inserito affiancato ad uno esistente, (come in prossimità di shelter, centrali TLC, o pozzetti di altri servizi) occorre realizzare la foratura del pozzetto adiacente per il passaggio della condotta, con successiva stuccatura da eseguire a regola d'arte.

### **8.15.2. Posa Affiorante in Presenza di Pavimentazione Bituminosa**

Il pozzetto in cls armato è costituito dall'elemento di base, con altezza globale, compreso il chiusino e il porta chiusino tale da risultare affiorante.

Deve essere prevista la demolizione del manto superficiale e successivo scavo a sezione ristretta obbligata di dimensioni e profondità adeguate e comunque tale che, una volta posato il pozzetto, le asole di ingresso risultino perfettamente allineate con la polifora.

Il pozzetto deve essere sempre posato sull'asse della canalizzazione: quelli di dimensioni interne 220x170 e 125x80 cm interromperanno l'intera polifora, mentre in quello di dimensioni interne 90x70 cm sarà by-passato dal tritubo.

La posa prevede il trasporto a rifiuto del materiale di risulta; il livellamento della base di scavo ed eliminazione di asperità; la fornitura e posa di strato di ghiaino (granulometria intorno a 10 mm) dello spessore adeguato a rendere il pozzetto affiorante e comunque non inferiore a 5 cm; la posa del manufatto perfettamente in piano, mediante l'uso degli appositi inserti di aggancio. I tubi saranno posati

all'interno del manufatto utilizzando esclusivamente le apposite asole predisposte, ad una distanza di circa 20 cm dalla base interna del pozzetto; saranno bloccati con malta cementizia sia nel lato interno, sia in quello esterno. I tubi dovranno sporgere di circa 10 cm all'interno del manufatto.

Il pozzetto dovrà essere affiorante; l'allineamento con il piano di calpestio sarà garantito eventualmente aggiungendo gli anelli di sopralzo, sigillati con malta cementizia. Le pareti saranno perfettamente stuccate e lisce, sia in corrispondenza dell'ingresso dei tubi, sia tra gli elementi del pozzetto stesso. Il foro di scolo alla base del pozzetto dovrà essere libero.

#### **8.16. POSA DELLE BOBINE RIVELATRICI**

Allo scopo di garantire una facile individuazione dei pozzetti interrati, saranno impiegate delle bobine rivelatrici a risonanza (Marker).

Le bobine devono essere posizionate all'esterno dei pozzetti, sopra i monotubi, a ridosso della parete corta dal lato di ingresso dell'alimentazione e ad una profondità di circa 80 cm dal piano stradale anche nei casi in cui i monotubi sono posti ad una profondità maggiore di quella normale. Inoltre:

1. occorre evitare l'interposizione di eventuali strutture o corpi metallici tra il Marker ed il piano di calpestio;
2. la bobina deve essere protetta annegandola in uno strato di sabbia o terra vagliata di alcuni centimetri.

#### **8.17. POSA DEL CORDINO PILOTA E CHIUSURA DEI FORI DEL TRITUBO**

In tutti i fori dei monotubi devono essere predisposti i cordini di nylon da 3-4 mm di diametro, necessari per la successiva posa della fune di tiro del cavo, fatta eccezione per tutti i casi in cui la posa del cavo è prevista con tecnica di fluido a pressione.

Il cordino viene spinto all'interno del foro mediante un sistema pneumatico.

Dopo aver fatto "riposare" il cordino per consentirgli di riacquistare le sue caratteristiche originali, si procede alla chiusura dei fori mediante i tappi ad espansione per evitare l'ingresso di roditori, acqua, fango ed altri corpi estranei che ostacolerebbero le future operazioni di posa del cavo.

Prima di tappare i fori, bisogna legare il cordino all'asola presente sull'estremità del tappo, avendo l'accortezza di lasciare all'interno del foro medesimo una sufficiente ricchezza.

### **9. NORME GENERALI SU DISFACIMENTI, SCAVI E RISPRISTINI**

Nell'esecuzione dei disfacimenti e degli scavi, si devono osservare le seguenti prescrizioni di carattere generale:

- attenersi alle norme, ai regolamenti, ed alle disposizioni degli Enti per quanto concerne la richiesta dei permessi, i periodi consentiti per l'apertura degli scavi, i ripristini della pavimentazione, ecc;
- rispettare le Normative nazionali e locali vigenti in materia di tutela ambientale, paesaggistica, ecologica, architettonico-monumentale e di vincolo idrogeologico;
- rispettare, nelle interferenze con altri servizi, le prescrizioni stabilite dalla Norma Tecnica n° 5;

- collocare in posizione ben visibile gli sbarramenti protettivi e tutte le segnalazioni stradali previsti dalle Leggi o dagli Enti interessati;
- assicurare la continuità della circolazione stradale con mezzi idonei (impianti semaforici o apposito personale) e mantenere la disponibilità dei transiti e degli accessi carrai e pedonali;
- organizzare il lavoro in modo da tenere occupata la sede stradale il minor tempo possibile;
- segnalare immediatamente, alla Società ed ai terzi proprietari, eventuali danni provocati a condutture o servizi presenti nel sottosuolo;
- rilevare la posizione di cippi o segnaletica stradale, per assicurare la loro precisa rimessa in sito.

#### **9.1.1. Disfacimento delle pavimentazioni**

Prima di iniziare il disfacimento delle pavimentazioni stradali, si deve, come citato nel precedente paragrafo, rilevare la posizione di cippi, segnali indicatori, termini di proprietà, segnaletica orizzontale, ecc., onde poter assicurare, durante i successivi ripristini, la loro precisa rimessa in sito.

I disfacimenti devono essere limitati alla superficie strettamente indispensabile per l'esecuzione degli scavi in modo da ridurre al minimo gli oneri per i ripristini, assicurando inoltre la massima riutilizzabilità degli elementi della pavimentazione rimossa. In particolare i materiali reimpiegabili devono essere accatastati con ordine ai bordi dello scavo, salvo diversa disposizione dell'Ente proprietario, in posizione tale da non impedire o intralciare l'esecuzione dei lavori successivi ed in modo da non ostacolare la circolazione stradale.

In presenza di macadam bitumato, conglomerato bituminoso, asfalto, pavimentazioni in calcestruzzo o simili, prima di procedere al disfacimento, nel caso si faccia uso di mezzi meccanici tradizionali, si devono eseguire profonde incisioni nella pavimentazione in modo da provocare tagli quanto più netti e contenuti possibile.

Nel caso di massicciate in calcestruzzo o pavimentazioni particolari, può essere conveniente eseguire brevi tratti di scavo in galleria alternati a tratti a cielo aperto, senza cioè operare la totale demolizione delle massicciate in calcestruzzo.

#### **9.1.2. Scavi**

Nell' esecuzione degli scavi si devono osservare le presenti prescrizioni:

- nel realizzare trincee, eventualmente, profonde più di 150 cm, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che si procede con lo scavo, all' applicazione delle necessarie armature di sostegno. Tale accorgimento deve essere adottato anche per scavi su roccia, qualora quest'ultima sia di tipo friabile o presenti pericolo di distacchi;
- attenersi alle norme fissate dai regolamenti e dalle disposizioni degli Enti interessati per quanto riguarda la richiesta dei permessi ed i periodi consentiti per l' apertura degli scavi;
- collocare, in posizione ben visibile, gli sbarramenti protettivi e le segnalazioni stradali previste dagli Enti interessati e dalle Leggi e Normative vigenti;
- se lo scavo deve rimanere aperto o la sede stradale restare comunque ingombra nelle ore notturne o in condizioni di scarsa visibilità, le segnalazioni devono essere integrate da dispositivi luminosi di colore, forma e dimensioni conformi a

quanto previsto dai regolamenti in vigore. Le stesse devono essere visibili a sufficiente distanza;

- il materiale di risulta, se non è richiesta l'asportazione e lo smaltimento alle pubbliche discariche, deve essere ammassato regolarmente lungo uno dei bordi della trincea in modo da lasciare libero l'altro per le operazioni di posa dei tritubi e/o tubi. Quando possibile, tra il bordo della trincea e l'argine formato dal materiale di risulta, deve rimanere libera una banchina praticabile. E' comunque vietato costituire depositi di materiale in prossimità del ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano indispensabili per le condizioni di lavoro, si deve provvedere alle opportune opere di puntellatura;
- gli attraversamenti stradali, quando non sia stata autorizzata la chiusura al traffico, devono essere condotti in modo tale che rimanga sempre disponibile, per la circolazione del traffico, una sufficiente porzione della sede stradale;
- devono sempre essere assicurati i transiti e gli accessi carrai e pedonali ricorrendo, alla bisogna, a strutture provvisorie che garantiscano le condizioni di sicurezza richieste;
- eventuali danni provocati a condutture o servizi, presenti nel sottosuolo, devono essere immediatamente segnalati ai rispettivi proprietari ed alla Direzione Lavori della Società;
- per scavi in forte pendenza si devono lasciare diaframmi di terra che impediscano all'acqua di percorrere tutta la trincea; questi diaframmi devono essere demoliti al momento della posa delle infrastrutture;
- la larghezza dello scavo e l'inclinazione delle sue pareti, rispetto alla verticale, devono essere ridotte al minimo, compatibilmente con la natura del terreno. Per scavi molto profondi o per terreni particolarmente cedevoli è preferibile armare le pareti dello scavo piuttosto che aumentare l'inclinazione delle stesse;
- qualora il tracciato di posa si sviluppi fuori dalle pertinenze stradali (terreni agricoli) la profondità della trincea dovrà essere tale da garantire le sufficienti condizioni di sicurezza dei cavi ( $\geq 120$  cm); in tali casi, allo scopo di evitare il danneggiamento del nastro di segnalazione durante i lavori agricoli, il nastro stesso dovrà essere posato 30 cm superiormente ai tubi;
- il fronte della trincea dovrà essere il più lungo possibile, compatibilmente con i permessi di scavo, per consentire una più ampia rilevazione di eventuali ostacoli e conseguentemente il loro superamento;
- la profondità dello scavo deve essere mantenuta il più possibile costante in modo da evitare bruschi cambi di pendenza;
- il fondo dello scavo (tranne che nel caso di scavo in minitrincea) deve essere accuratamente spianato e privo di sassi o spuntoni. Prima della posa dei tritubi, monotubi o tubi PVC, è necessario predisporre sul fondo della trincea un letto di sabbia dello spessore di 5-10 cm; in alternativa possono essere impiegati pozzolana o altri inerti a granulometria molto fine; qualora il materiale di risulta presenti caratteristiche analoghe a quelle dei materiali sopra citati dovrà, ovviamente, essere riutilizzato;
- l'eventuale presenza di acqua nel terreno, durante le operazioni di scavo, deve essere eliminata con l'impiego di pompe; nel caso, particolarmente eccezionale, di terreni acquitrinosi, può essere conveniente abbassare la falda mediante sonde infisse parallelamente allo scavo e collegate a pompe aspiranti.

### 9.1.3. Mezzi per l'esecuzione degli scavi

Lo scavo può essere eseguito mediante:

1. escavatori e pale meccaniche, gommati o cingolati, mezzi meccanici a percussione alimentati da compressori silenziosi;
2. piccone, vanga, mazzaranga, ecc. nel caso di imposizione da parte degli Enti o di particolari situazioni contingenti ed ambientali oppure in vicinanza di impianti esistenti o altri servizi o, in ogni caso, in presenza di un sottosuolo particolarmente affollato;
3. catenarie, frese, city trencher e perforatori sotterranei.

Ogni qualvolta il tracciato lo consenta, dovrà essere data preferenza per l'esecuzione degli scavi ai mezzi speciali sopra menzionati (catenaria, fresa, city trencher, perforatori, ecc.). L'opportunità del loro impiego dovrà essere determinata dall'esame della natura del terreno e della situazione dei servizi esistenti tramite indagini preventive di georeferenziazione ed il supporto della documentazione cartografica degli Enti titolari dei servizi o delle strade.

### 9.1.4. Scavi con mezzi speciali

I mezzi speciali più comunemente utilizzati sono:

1. catenaria;
2. fresa;
3. city trencher;
4. microtunnelling.

L'impiego di mezzi speciali, come precedentemente detto, è subordinato alla natura del terreno ed alla presenza di servizi nel sottosuolo. Si rende pertanto necessaria l'indagine, mediante l'utilizzo di idonei mezzi, per l'introspezione del sottosuolo come definito nella Norma Tecnica n° 4 – Impiego del georadar (Explorer).

Gli scavi realizzati con le macchine sopra citate consentono una più rapida esecuzione delle opere, un minor impatto ambientale ed una considerevole riduzione dei costi delle opere di riempimento degli scavi e di ripristino delle pavimentazioni manomesse.

#### a) Catenaria

Per questa macchina esistono più versioni, con braccio centrale oppure laterale, cingolato o gommatato.

La catenaria può essere equipaggiata con taglienti di diverse misure per soddisfare le esigenze di larghezza di scavo che, normalmente, vanno da 27 a 40 cm.

L'impiego della catenaria è particolarmente indicato in presenza di terreni mediamente compatti, come ad esempio vegetali, misti a sabbia, tufo tenero ecc.

Le operazioni di rinterro vanno eseguite di norma secondo le metodologie previste per gli scavi effettuati con i mezzi meccanici tradizionali.

#### b) Fresa

Esistono più tipi di frese, gommate o cingolate, con disco centrale o laterale (sinistro-destro) adattabile alle diverse tipologie del tracciato.

Gli scavi eseguiti con fresa devono avere una larghezza, mediamente, di 20-30 cm e possono raggiungere una profondità di 90 cm circa; il suo impiego è particolarmente conveniente in presenza di terreni di natura molto compatta quali ad esempio roccia, tufo e terreno gelato.

Particolare cura deve essere posta nelle operazioni di rinterro che deve essere realizzato con materiale arido a granulometria fine quale sabbia, pietrisco e simili; nel caso in cui il materiale di risulta presenti tali caratteristiche può e deve essere riutilizzato.

### **c) City trencher**

Va tenuto in particolare considerazione, in fase di progetto, l'impiego della tecnologia di posa in mini-trincea da prevedere ogni qualvolta le condizioni ambientali, strutturali e gli Enti titolari delle strade la permettono.

Con il termine di mini-trincea si intende la realizzazione di uno scavo, avente larghezza 12 cm e profondità di circa 40 cm, con l'ausilio di una macchina definita **city trencher**.

Il city trencher è una mini fresa cingolata con disco di taglio di dimensioni ridotte particolarmente indicata per tracciati urbani.

All'interno dello scavo, opportunamente pulito ed asciugato dalla macchina medesima, si possono adagiare fino ad un massimo di 6 tubi in polietilene (PE) di diametro esterno di 50 mm annegati in una colata in calcestruzzo, sabbia o stabilizzati a granulometria fine fino a 8-10 cm dal piano di rotolamento o calpestio; il cassonetto così ricavato dovrà essere riempito con una stesa di binder chiuso previa applicazione di opportuno collante bituminoso sui bordi del solco e successivo bloccaggio dei giunti con idoneo sigillante plastico.

I vantaggi, rispetto all'utilizzo di tecnologie tradizionali, sono rappresentati dalla rapidità di installazione, dal contenimento dei costi tanto per la costruzione dell'infrastruttura quanto per l'esecuzione dei ripristini, dalla notevole riduzione dell'impatto ambientale e sul traffico ed infine dalle elevate condizioni di sicurezza per gli operatori di cantiere, realizzando al tempo stesso un'opera solida e sicura.

### **d) Perforazioni orizzontali guidate**

Qualora non sia possibile eseguire gli scavi a cielo aperto occorre riferirsi a tecniche di scavo alternative quali microtunnelling (mini gallerie) ad andamento non necessariamente rettilineo e con partenza anche dalla superficie.

Il diametro e la lunghezza delle sopra citate mini gallerie sono subordinati al tipo di mezzo impiegato, mentre la scelta del tipo di macchina è correlato alla natura del terreno ed alla tipologia del tracciato di posa.

Per quanto riguarda la natura del terreno esistono diverse tipologie di macchine perforatrici il cui utilizzo va diversificato per terreni vegetali, di media durezza o in presenza di roccia.

Tali mezzi possono operare sia per la costruzione di attraversamenti di strade, ferrovie, fiumi, ecc., sia per la perforazione longitudinale di tratte intervallate da eventuali pozzetti.

Per maggiori dettagli ed approfondimenti, si rimanda alla consultazione della Norma Tecnica n° 5 – Perforazioni orizzontali guidate.

### **9.1.5. Rinterri e ripristini**

Per rinterro e ripristino si intendono le operazioni di riempimento degli scavi effettuati, in tutto o in parte, con materiale di risulta, sabbia, materiale inerte, stabilizzato o conglomerati in calcestruzzo e di rigenerazione delle pavimentazioni manomesse con conglomerati bituminosi, asfalti o selciati secondo dimensioni e tecniche di posa previste nei disciplinari di concessione o nulla-osta.

Il fondo dello scavo (tranne che nel caso di scavo in minitrincea) deve essere accuratamente spianato e privato da sassi e spuntoni. La posa dei tubi, monotubi o

tritubi deve essere effettuata su un letto di sabbia, pozzolana o altri inerti a granulometria molto fine, avente uno spessore di 5 cm, preventivamente predisposto. Lo stesso materiale deve essere usato per l'annegamento del pacco tubi in modo da essere rivestito con uno spessore non inferiore ai 5 cm per lato.

Qualora il materiale estratto dallo scavo presenti le medesime caratteristiche di quelle sopra citate dovrà, ovviamente, essere riutilizzato.

Salvo diversa disposizione dell' Ente proprietario della strada ed al fine di evitare successivi cedimenti, nonché di rigenerare nel modo più omogeneo possibile il terreno scavato, il materiale di rinterro, sia esso terra proveniente dallo scavo sia materiale inerte riportato, deve essere accuratamente costipato in strati successivi da circa 40-50 cm con mezzi meccanici idonei come vibrocostipatori o compattatori.

Qualora la parte superiore dello scavo debba essere riempita con conglomerati in calcestruzzo e/o bituminosi e tale operazione, su richiesta dell'Ente titolare della strada, non debba essere effettuata immediatamente, il riempimento dello scavo deve essere realizzato fino al livello del piano stradale, con terra di risulta o inerti opportunamente costipati avendo l' accortezza di usare per lo strato superiore materiale a granulometria fine e particolarmente legante per evitare avvallamenti o rilievi pericolosi per la pubblica incolumità.

Il successivo riempimento, definito ripristino di sottofondo, della parte superiore deve avvenire previa realizzazione di un cassonetto avente profondità conforme a quanto richiesto dall'Ente, trasporto del materiale eccedente alle pubbliche discariche e successiva stesa degli strati di conglomerato cementizio o bituminoso opportunamente rullati o compressi.

Va ricordato che durante la fase di rinterro, sopra l' infrastruttura e per tutta la sua lunghezza, a circa 30 cm dal piano viabile si deve stendere il nastro segnalatore con preventiva costipazione e livellamento della sede di posa.

Il ripristino definitivo mediante la stesa del tappetino o manto di usura in asfalto, secondo spessori, larghezze e modalità di messa in opera (a sormonto o con scarificazione) stabilite dai disciplinari, non dovrà avvenire in periodi freddi o particolarmente piovosi e comunque non prima di un adeguato periodo di tempo dai rinterri onde consentire l'ulteriore assestamento.

Il ripristino di pavimentazioni in selciati, acciottolati o beolati, posati su letto di magrone, può essere lavorato in tempi più ravvicinati.

Va inoltre ricordato che il materiale ricavato dalla fresatura di manti di usura in asfalto nonché di sottofondi in macadam bitumato, tout venant bitumato o calcestruzzo è assimilabile al macinato di frantoio e, pertanto, è ammesso riutilizzarlo in sede di riempimento dello scavo.

Contestualmente al riempimento degli scavi eventualmente eseguiti sulle rampe del corpo stradale l'Impresa provvederà al ripristino del rivestimento delle medesime con terreno vegetale dello spessore minimo di cm 20. Spetterà all'Impresa riparare con terreno vegetale le eventuali erosioni provocate prima del rivestimento a verde curando l'esatta profilatura dei cigli e mantenendo alla scarpata l'inclinazione prescritta.

## **10. CONGLOMERATI BITUMINOSI**

Per quanto attiene le caratteristiche dei conglomerati bituminosi da utilizzare nei ripristini, come pure le modalità di posa, si rimanda alle Norme Tecniche allegato al Capitolato speciale d'appalto in uso presso il Servizio Opere Stradali della Provincia Autonoma di Trento.

## **11. SEGNALETICA ORIZZONTALE**

Per quanto attiene le modalità di realizzazione della segnaletica orizzontale, come pure le caratteristiche dei materiali utilizzati, si rimanda alle Norme Tecniche allegate al Capitolato speciale d'appalto in uso presso il Servizio Opere Stradali della Provincia Autonoma di Trento.