



PASUBIO TECNOLOGIA
servizi digitali per la pubblica amministrazione

ST-A2

Specifiche tecniche per la fornitura e messa in opera della rete

Opere Civili

Infrastrutture

Revisione 1.0

Infrastrutture per la posa sotterranea

Tubazioni

Caratteristiche generali

Accessori – sistemi di giunzione

Posa

Prestazioni previste

Minitubazioni

Protezione antiroditoro

Strutture a geometria planare - Fender

Strutture a geometria circolare, Bundle

Accessori

Elemento di giunzione tra minitubi

Elemento di chiusura per minitubi (tappo)

Elemento di tenuta tra minitubo e minicavo

Elemento di tenuta tra tubi e minitubi

Elemento di protezione

Posa

Posa dei minitubi in trincea

Massimo equipaggiamento consentito in nuove infrastrutture

Posa dei minitubi in infrastrutture esistenti

Massimo equipaggiamento consentito in infrastrutture esistenti

Pozzetti

Tipologie

Manufatti

Materiali

Chiusini

Posa

Prestazioni

Infrastrutture per la posa in ambienti interni

Canale

Ingresso sede d'utente

Infrastrutture per il transito su ponti e viadotti

Infrastrutture esistenti

Illuminazione pubblica interrata

Illuminazione pubblica aerea

Infrastrutture per la posa sotterranea

Tubazioni

Le tubazioni di una rete di telecomunicazioni hanno lo scopo di proteggere i cavi sia al momento della posa che durante l'esercizio della rete. I tubi possono essere dotati sulla superficie interna di rigature longitudinali equidistanti, aventi lo scopo di agevolare la posa del cavo o di eventuali sotto tubazioni, riducendo la superficie di contatto e quindi l'attrito tra cavo e tubazione. La struttura dei tubi consente l'impiego di appositi accessori quali: manicotti di giunzione tra le varie pezzature di tubo, tappi di chiusura che impediscono l'ingresso di materiale o liquidi non idonei, sellette utilizzate per consentire un corretto posizionamento delle tubazioni in corso d'opera.

Caratteristiche generali

L'infrastruttura per la posa dei cavi può essere costituita da un pacco di tubi singoli lisci (monotubi), da tritubi o da monotubi corrugati; di seguito con la dicitura "tubo" si intenderà indifferentemente monotubo/tritubo di tipo liscio o corrugato.

I tubi da fornire devono essere conformi agli standard vigenti

- CEI EN-50086-2-1 per i tubi rigidi;
- CEI EN-50086-2-4/A1 per i tubi corrugati

in termini di prove a cui devono essere sottoposti, tra le quali si sottolinea la resistenza alla compressione, la resistenza all'urto, la temperatura minima e la temperatura massima di applicazione permanente e di installazione. Si rimanda pertanto a tali norme per tutti i dettagli del caso.

Nelle tabelle che seguono si forniscono le dimensioni in sezione dei tubi previsti.

Tipo	Diametro Esterno A [mm]	Diametro Interno B [mm]	Spessore Tubo [mm]	Larghezza Totale C [mm]	Peso Minimo [g/m]	Lunghezza delle Bobine [m]
Monotubo	50 + 0,4 - 0	40,8 + 0,5 - 0	4,6 + 0,3 - 0,3	N.A.	660	100/300 +6%/-0
Monotubo	63 + 0,6 - 0	50 + 2 - 0	5,8 + 0,7 - 0	N.A.	980	100/200 + 6%
Tritubo	50 + 0,4 - 0	40,8 + 0,5 - 0	4,6 + 0,3 - 0,3	156 + 4,3 - 2,8	1160	350+6%/-0

Tabella A – Monotubi e tritubi lisci PN12,5

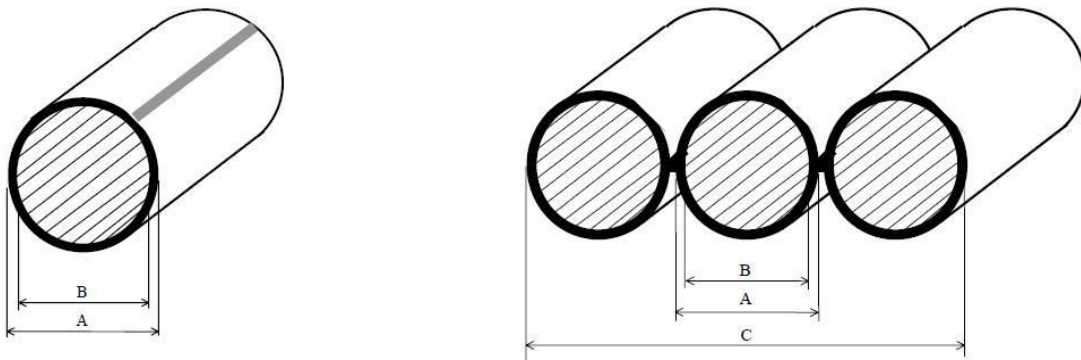


Figura A – Sezione di monotubo e tritubo

Tipo	Diametro Esterno A [mm]	Diametro Interno B [mm]	Spessore Tubo [mm]	Peso Minimo [g/m]	Lunghezza delle Bobine [m]
Monotubo	63	50 ± 1	6,5 ± 0,5	320	25/50 +1,5/-0
Monotubo	125	110,8 ± 1	7,1 ± 0,5	820	25 + 0,6/-0

Tabella B – Monotubi corrugati

I tubi devono essere conformi a quanto riportato nella presente specifica tecnica. Più precisamente, l'Appaltatore deve fare riferimento e tenere conto delle quantità e modalità operative riportate puntualmente nei computi metrici e in ogni caso seguendo le indicazioni della D.L. anche in termini di richieste di materiali con caratteristiche costruttive non riportate in questo documento e senza che l'Appaltatore possa avanzare richieste di nessun genere.

I tubi devono essere forniti in bobine di lunghezza standard, opportunamente identificati, in modo da rendere più agevoli le operazioni di trasporto, di posa e le eventuali verifiche. Le estremità delle bobine di monotubo o tritubo devono essere chiuse con tappi o con altro sistema idoneo ad evitare l'ingresso di acqua o corpi estranei nei periodi di stoccaggio. La Committenza si riserva di effettuare controlli e/o ispezioni

nelle aree di stoccaggio per verificare la corretta conservazione delle bobine.
I tubi devono essere forniti privi di difetti quali bolle, bruciature, cavità, lacerazioni, deformazioni, ammanchi di materiale, inclusioni d'aria, grinze, screpolature, lesioni e di quanto altro possa compromettere l'efficienza del materiale.

I **monotubi ed i tritubi lisci** devono essere ottenuti per estrusione di polietilene ad alta densità (HDPE). Le mescole dei monotubi e dei tritubi devono essere caricate con opportune pigmentazioni che dovranno essere distribuite uniformemente nella massa polimerica. Le pigmentazioni dovranno essere concordate con la D.L.

I **monotubi corrugati** devono essere realizzati per estrusione con materiale plastico e deve essere costituita da una guaina esterna corrugata e da una guaina interna liscia, che deve avere un'ondulazione massima di ampiezza $\leq 3\%$ del diametro nominale del tubo. All'interno della struttura deve essere posizionato un cordino di materiale dielettrico. per facilitare l'inserimento fune del cordino per il tiro del cavo.

La struttura del tubo corrugato deve consentire l'impiego degli appositi accessori (manicotti di giunzione, sellette, tappi, ecc.) per la predisposizione delle infrastrutture di posa. La guaina esterna corrugata deve essere realizzata in polietilene alta densità (HDPE); la guaina interna liscia deve essere realizzata in polietilene bassa densità (LDPE) oppure in polietilene alta densità (HDPE). Il polietilene della guaina esterna e della guaina interna del tubo corrugato deve essere di colore blu, RAL 5002.

Accessori – sistemi di giunzione

I sistemi di giunzione per monotubi e tritubi hanno la funzione di unire ermeticamente i monotubi e i tritubi aventi i diametri esterni sopra specificati.

I sistemi di giunzione devono:

- essere a tenuta stagna e resistere alla pressione minima di 10 atmosfere
- garantire, tramite accessori concentrici, il perfetto allineamento dei tubi (il massimo disallineamento è pari alle tolleranze dei tubi stessi)
- evitare l'allontanamento tra i due tubi giuntati
- garantire che la luce interna dei tubi da giuntare non subisca una riduzione superiore al 6%
- non richiedere interventi di manutenzione

I sistemi di giunzione per tubi corrugati sono costituiti da due semigusci autobloccanti sulle superfici esterne del corrugato e da una calza in gomma morbida che si interpone tra la superficie esterna corrugata del tubo e la superficie interna dei semigusci.

Posa

Negli scavi a cielo aperto, il fondo dello scavo deve presentare un piano di appoggio regolare e privo di sassi o spuntoni; per la posa dei tubi deve essere predisposto un letto di sabbia o altro materiale inerte a granulometria fine, di spessore 5 cm.

Prima della posa sul fondo dello scavo le teste dei tubi devono essere chiuse, in modo che sia impedito l'ingresso accidentale di liquidi o qualsiasi materiale solido.

Al fine di **mantenere unito il pacco tubi**, devono essere posate ogni 1,5 metri appositi supporti plastici (sellette). I tubi, all'ingresso dei pozzetti, devono mantenere lo stesso ordine e posizione che hanno lungo lo scavo: a tale scopo dovrà essere posata una selletta il più vicino possibile al setto di ingresso del pozzetto.

Ogni tubo dovrà sporgere al di fuori della parete interna del pozzetto per una lunghezza di 15cm (nel caso di pozzetti 40x40 o 40x76 cm tale valore si riduce a 10cm). I setti di ingresso dovranno essere opportunamente sigillati a regola d'arte mediante stuccatura.

La posa dei tubi deve essere eseguita, fra pozzetto e pozzetto, con andamento il più possibile rettilineo e limitando al necessario i punti di giunzione; prima del rinterro devono essere corretti gli eventuali serpeggiamenti che possono verificarsi durante la fase di posa. I tubi devono essere ricoperti per uno spessore di almeno 10 cm con sabbia o altro materiale a granulometria fine.

Al fine di evitare giunti tra tubi negli attraversamenti, nei casi in cui è necessario effettuare gli scavi per metà carreggiata alla volta, occorre predisporre i tubi per tutta la lunghezza della tratta prevista, avendo cura di posarli nella prima metà dello scavo per poi arrotolarli su se stessi al di fuori della trincea e, quindi, distenderli nella rimanente parte dello scavo.

La giunzione dei tubi deve essere effettuata dopo aver avuto la certezza che il tubo abbia raggiunto, nella sua sede, la configurazione definitiva e in modo da evitare gradini, sbavature, disassamenti, ecc., che aumenterebbero le difficoltà al successivo tiro dei cavi.

La **giunzione dei monotubi lisci e dei tritubi**, al fine di consentire tecniche di posa alternative, deve essere realizzata con dispositivi di giunzione che garantiscono la tenuta pneumatica. **E' fatto espresso divieto all'utilizzo di guaine termo-restringenti.** La **giunzione dei tubi corrugati** è eseguita utilizzando gli appositi manicotti autobloccanti. Non è consentita la giunzione tra tubi lisci e tubi corrugati, pertanto, il cambiamento di infrastruttura di posa da tubo/i corrugato/i a tubo/i liscio/i dovrà avvenire previa interposizione di un pozzetto.

Quando si renda necessario, per **proteggere l'infrastruttura interrata** si predisporrà un bauletto di calcestruzzo costituito da cemento dosato a 180Kg/m³, di almeno 10 cm di spessore; in alternativa al bauletto, si utilizzeranno canalette in ferro zincato, opportunamente dimensionate e disposte in funzione della dimensione del pacco tubi.

Prestazioni previste

- preparazione della sede di posa (fondo dello scavo)
- posa delle infrastrutture previste in progetto
- giunzione dei tubi o dei tritubi mediante appositi accessori
- assemblaggio dei tubi o tritubi mediante sellette (ogni 1,5 m per i corrugati e ogni 8 m per i tritubi) in formazione di pacco tubi in trincea
- bloccaggio del tritubo all'interno delle canalette mediante appositi accessori
- fornitura e posa dei cordini di tiro
- fornitura e posa dei tappi ad espansione o di altri idonei accessori, occorrenti per il bloccaggio delle estremità dei tubi e per l'ancoraggio dei fili di tiro predisposti nei tubi

Minitubazioni

Si tratta di tubi con un diametro di sezione estremamente ridotto che possono essere inseriti in altri tubi esistenti come sotto-equipaggiamento aumentando la capacità del tubo esistente in termini di numero di cavi che è possibile posare (sottotubi che consentono di sfruttare tubazioni già parzialmente occupate).

Tuttavia possono essere interrati direttamente in trincee di dimensioni ridotte rispetto lo scavo tradizionale (minitrincee) a condizione che presentino pareti notevolmente più spesse rispetto ai minitubi standard (maggiore resistenza allo schiacciamento).

Il sistema dei minitubi si costituisce dei seguenti materiali principali:

- minitubi (singoli o strutture multiple);
- elemento di chiusura dei minitubi;
- elemento di giunzione dei minitubi (eventualmente occupati dai minicavi);
- elemento di tenuta tra minitubi e minicavi;
- elemento di tenuta tra tubi e minitubi;
- elemento di protezione per le giunzioni multiple dei minitubi.

Di seguito si riportano le caratteristiche dimensionali dei minitubi desiderati

	Diametro	Spessore
Minitubo singolo per posa in tubazione	$\leq 10/12\text{mm}$	$\geq 1\text{mm}$
Minitubo singolo per posa diretta	$\leq 10/14\text{mm}$	$\geq 2\text{mm}$

I minitubi per la posa dei minicavi in fibra ottica sono ottenuti per estrusione di polietilene ad alta densità (HDPE), e risultano idonei per la posa con la tecnica del "blowing" (soffiaggio ad aria compressa). La superficie interna del minitubo è trattata per minimizzare l'attrito durante la posa del cavo.

Su tutti i minitubi devono essere presenti esternamente e per tutta la lunghezza le seguenti indicazioni:

- Nome costruttore, mese e anno di costruzione
- Tipo di tubo e materiale
- Lunghezza progressiva
- la stampigliatura "Pasubio Tecnologia S.r.l."

I minitubi proposti devono prevedere delle bande trasparenti nella colorazione e nella realizzazione della rete Pasubio Tecnologia è previsto l'utilizzo di minitubi di colore Blu.

I singoli minitubi possono essere organizzati in **Bundle** all'interno di una guaina di polietilene o in una struttura lineare, **Fender**, nella quale i tubi sono tenuti insieme da un sottile strato di plastica che permette la configurazione di diverse geometrie durante

la posa .

Protezione antiroditore

Si tratta di una protezione ulteriore del minitubo singolo formata da uno strato di filati di vetro (V) e guaina esterna H9E con diametro finale pari a 17mm (applicabile ai soli minitubi \varnothing 10/12)

In alternativa, esiste una versione di minitubo \varnothing 10/12 protetta da un solo strato di filati di vetro (V) e guaina esterna in polietilene (E) (\varnothing 17mm), aperta in modo longitudinale e per questo utilizzabile come protezione sui minicavi continui esistenti. In tali applicazioni il minitubo deve essere fascettato ogni 30 cm circa

I minitubi singoli di protezione antiroditore devono essere utilizzati ogni qualvolta si ha la necessità di eseguire una posa diretta di minitubi all'interno di canalette poste su ponti, viadotti, gallerie pubblici servizi e gallerie polifunzionali. Inoltre, questo materiale deve essere previsto anche all'interno dei manufatti in situazioni particolarmente critiche per elevato tasso di guasto dovuto alla presenza di roditori.

Strutture a geometria planare - Fender

Le strutture a geometria planare ("Fender") rappresentano una soluzione innovativa per l'infrastruttura di posa costituita da una pluralità di minitubi, vincolati longitudinalmente tra loro mediante una pellicola di materiale plastico, che li rende solidali non rigidamente, in modo che essi possano essere configurati sia con geometria distesa che ripiegata.



Esempio di minitubi "Fender"

Il Fender può essere formato da più minitubi di vari colori (o con opportune rigature di identificazione) che in campo ne semplificano l'identificazione.

Le configurazioni tipiche sono:

- 5 minitubi 10/14 mm
- 5 minitubi 10/12 mm

Il sistema Fender può essere utilizzato in differenti contesti di rete, quali:

- la realizzazione di sottotubazioni all'interno di una tubazione già occupata,
- la realizzazione di sottotubazioni all'interno di una tubazione libera;
- la creazione una nuova infrastruttura mediante l'utilizzo di uno o più Fender.

Strutture a geometria circolare, Bundle

Le strutture circolari di minitubi ("Bundle") vengono utilizzate per la protezione dei singoli minitubi e per facilitarne la posa. Tali strutture risultano idonee sia all'installazione in interni che in cavidotti esterni esistenti come pure alla posa in trincea (se la guaina esterna ha spessore sufficiente), ma non è previsto l'utilizzo dei bundle per l'equipaggiamento delle infrastrutture esistenti.

Opportune strutture circolari di minitubi possono essere utilizzate anche con tecniche di posa aerea o in caso di scavi con microtunnelling direzionale ("no-dig").



Esempio di minitubi "Bundle"

La configurazione tipica dei minitubi di tipo "Bundle" è a 5 minitubi 10/14 mm.

Accessori

La posa avviene mediante il soffiaggio di aria e pertanto i minitubi e i relativi accessori di giunzione devono sopportare la pressione necessaria alla posa cavi.

Elemento di giunzione tra minitubi

Usato per il collegamento dei minitubi deve essere

- a tenuta di pressione
 - fino a 10 bar tra minitubi \varnothing 12 mm,
 - fino a 16 bar tra minitubi \varnothing 14 mm;
- resistente alla trazione
 - ≥ 500 N per \varnothing 12 mm,
 - ≥ 700 N per \varnothing 14 mm;
- rimovibile e riutilizzabile.

Gli elementi di giunzione, se appositamente costruiti, sono utilizzabili anche come elemento di transizione tra monotubi a sezione differente. **E' fatto divieto di utilizzare elementi di giunzione al di fuori di manufatti.**



Esempio di elemento di giunzione tra minitubi

Elemento di chiusura per minitubi (tappo)

Utilizzato per sigillare i minitubi aperti, in modo da prevenire l'ingresso di acqua o sporcizia all'interno degli stessi, a tenuta di acqua e gas fino a 0,5 bar. Deve essere rimovibile e riutilizzabile.

Le estremità dei minitubi devono essere sempre chiuse con i tappi (anche nelle fasi di trasporto e stoccaggio).



Esempio di elemento di chiusura di minitubi

Elemento di tenuta tra minitubo e minicavo

Utilizzato per la tenuta stagna dei minitubi vuoti od occupati da minicavo; Deve risultare rimovibile, riutilizzabile e riapribile, a tenuta di acqua e gas fino a 0,5 bar, resistente ad una trazione:

- fra minitubo ed elemento di chiusura
 - ≥ 150 N per minitubo \varnothing est. 12 mm,
 - ≥ 250 N per \varnothing est. 14 mm;
- fra minicavo ed elemento di chiusura
 - ≥ 60 N per minitubo \varnothing est. 12 mm,
 - ≥ 150 N per \varnothing est. 14 mm.

L'utilizzo dell'elemento di tenuta tra minitubo e minicavo deve essere sempre previsto nei punti di interruzione dei minitubi contenenti minicavi e comunque ogni qual volta sia necessaria la transizione di posa dall'interno di minitubi ad altro tipo di posa, quindi, ad esempio:

- dei pozzetti sede di scorta cavo (su entrambi i lati);
- dei pozzetti sede di giunto;
- dei punti di accesso agli edifici;



Esempio di elemento di tenuta tra minitubi e minicavi

Elemento di tenuta tra tubi e minitubi

Utilizzato per la tenuta stagna dei tubi fino a 0,5 bar, sia già sottoequipaggiati da minitubi e cavi, sia vuoti. L'elemento di chiusura, per tubo Ø 50 mm, deve rispettare una resistenza

- alla trazione fra tubo ed elemento ≥ 2000 N
- alla trazione fra minitubo ed elemento
 - ≥ 150 N fra minitubo Ø 12 mm
 - ≥ 250 N fra minitubo Ø 14 mm

Le caratteristiche di ermeticità devono essere garantite anche dopo successive riaperture ed l'elemento deve essere rimovibile, riutilizzabile e riapribile.

Il sistema di chiusura dell'elemento di tenuta non deve prevedere l'utilizzo di viti o attrezzature specifiche e deve essere costituito da

- due semigusci da predisporre all'estremità del tubo;
- due elementi di chiusura;
- una membrana con predisposizioni d'uscita per minitubi e/o cavi.

Nel caso di tubo tagliato a filo della parete del manufatto, gli elementi di tenuta tra tubi e minitubi, vanno applicati all'estremità di un'opportuna prolunga che permetta l'applicazione dello stesso.



Esempio di elemento di tenuta tra tubi e minitubi

Elemento di protezione

Devono essere previsti tutti gli accorgimenti atti a preservare l'integrità dei minitubi nelle trincee o all'interno dei manufatti; in particolare

- Elementi di protezione meccanica dei minitubi all'interno dei pozzetti
- Elementi di protezione per la diramazione dei minitubi interrati.

Posa

I minitubi sono forniti in bobine di lunghezza standard;

Per garantire la tenuta pneumatica, il taglio del singolo minitubo deve essere realizzato con l'apposito strumento in modo da risultare perfettamente perpendicolare all'asse del minitubo stesso.

Per la diramazione di un minitubo dalla dorsale principale è necessario, in caso di dorsale costituita da

- minitubi singoli, quelli interessati dalla diramazione, devono essere lasciati continui;
- Fender/Bundle, i minitubi interessati dalla diramazione devono essere tagliati e opportunamente giuntati, previa predisposizione di apposito manufatto; lo spezzone non utilizzato dovrà essere opportunamente chiuso mediante gli appositi tappi

Posa dei minitubi in trincea

Lo scavo per la posa dei minitubi in trincea può essere realizzato con le tecniche tradizionali o mediante la tecnica della minitrincea.

- Prima di iniziare la posa dei minitubi, il fondo dello scavo deve essere accuratamente spianato, compattato e reso privo di asperità e di oggetti cuneiformi che potrebbero danneggiare l'infrastruttura di nuova posa.
- Le teste dei minitubi sia durante le fasi di posa che al termine delle attività devono essere sempre chiuse con gli appositi tappi
- La posa dei minitubi deve essere eseguita **senza giunzioni lungo lo scavo** e limitando il più possibile il numero delle stesse
- Al fine di garantire il rispetto delle norme di sicurezza, l'integrità dei minitubi e dell'infrastruttura interessata, la posa deve essere eseguita operando come di seguito indicato:
 - aprire i chiusini dei manufatti necessari alle operazioni di posa;
 - posizionare le bobine contenenti i minitubi in prossimità del manufatto di partenza in modo tale che l'asse di rotazione risulti perpendicolare rispetto all'asse longitudinale del manufatto stesso e in modo che i minitubi conservino, durante lo svolgimento, lo stesso senso di curvatura delle spire avvolte in bobina;
 - predisporre eventuali dispositivi (ruotismi esterni) per consentire un più agevole tiro dei minitubi;
 - eseguire il tiro dei minitubi accompagnandoli manualmente durante la posa e adagiandoli nello scavo.
- Non è consentita la posa promiscua di Bundle e Fender all'interno della stessa

infrastruttura. In caso di scavo tradizionale e minitrincea con base scavo 10cm, i minitubi, Fender/Bundle devono essere posati sul fondo in posizione orizzontale parallelamente al piano stradale.

- In caso di posa multipla di minitubi singoli e Fender o minitubi singoli e Bundle le strutture devono essere mantenute compatte mediante nastratura ogni tre metri circa lungo tutta la posa, avendo cura di posizionare i minitubi singoli al di sopra dei Bundle o Fender.
- Le operazioni di posa devono essere condotte con particolare accortezza evitando brusche piegature, schiacciamenti, abrasioni etc. e rispettando i raggi di curvatura minimi pari 120 mm per i minitubi 10/14 e devono avvenire nel rispetto delle indicazioni previste in materia di sicurezza, traffico e rispetto ambientale.
- Al fine di preservare nel tempo l'infrastruttura da possibili schiacciamenti e/o rotture, ove siano previsti riempimenti con materiali asciutti (sia stabilizzati con cemento che non stabilizzati), è necessario predisporre sul fondo dello scavo un letto di sabbia spianato di almeno 5 cm su cui adagiare i minitubi, successivamente ricoprirli sempre con sabbia per almeno 5 cm di estradosso e poi completare la chiusura dello scavo con il materiale di riempimento idoneo. Tale attività non deve essere prevista in caso di scavi realizzati con la tecnica della minitrincea .
- L'accesso al manufatto deve essere realizzato predisponendo spezzoni di monotubo Ø50mm di lunghezza pari ad almeno 2 m, all'interno del quale inserire i minitubi. I monotubi devono essere installati avendo cura di lasciare lunghezza adeguata all'interno del manufatto, al fine di facilitare l'applicazione degli elementi di tenuta fra tubi e minitubi e la gestione dei minitubi all'interno del pozzetto stesso.
- In caso di predisposizione in un pozzetto, di una muffola o di una scorta cavo, i soli minitubi interessati devono essere tagliati a 5 cm dalla fine del tubo equipaggiato.
- I minitubi in transito all'interno di manufatti devono essere disposti massimizzandone il minimo raggio di curvatura
- All'interno dei manufatti, in situazioni particolarmente critiche per l'elevato tasso di guasto dovuto alla presenza di roditori, deve essere previsto l'utilizzo dei minitubi di protezione antiroditore o altre soluzioni ad-hoc

Massimo equipaggiamento consentito in nuove infrastrutture

Tecnica di scavo	Configurazione massima consentita
Scavo tradizionale	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Posa di tritubo Ø50mm e sottoequipaggiamento di soli due tubi secondo quanto specificato in tabella <input type="checkbox"/> Posa fino ad un massimo di 20 minitubi Ø10/14mm
Minitrincea	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Posa fino ad un massimo di 15 minitubi Ø 10/14.
No-Dig leggero	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 7 minitubi 10/12 (Bundle per No-Dig)
No-Dig	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Posa di tritubo Ø50mm e sottoequipaggiamento di soli due tubi secondo quanto specificato in tabella

Tabella C - Massimo equipaggiamento in nuove infrastrutture

Posa dei minitubi in infrastrutture esistenti

Il dispositivo di tiro per i minitubi singoli e multipli deve permettere di distribuire la forza determinata dal tiro in maniera uniforme su tutti i minitubi interessati alla posa, garantendo contestualmente la chiusura dei minitubi stessi nelle fasi di installazione. Sono altresì richieste le seguenti operazioni:

- svuotamento dei manufatti dalla presenza di acqua;
- ove necessario effettuare la pulizia del tubo esistente mediante le tecniche consolidate;
- ove non presente predisporre il cordino di tiro da posare mediante l'ausilio di sonde.
- La posa dei minitubi in tubi esistenti può essere eseguita mediante tiro manuale (per tratte brevi), oppure mediante l'ausilio di argano a motore purché sia sempre rispettato il carico di trazione massimo raccomandato di 150 N.
- Le teste dei minitubi al termine delle attività devono essere sempre chiuse con gli appositi tappi
- Nel caso in cui le infrastrutture esistenti risultino interrotte o deformate in modo tale da non consentire il transito dei minitubi, occorre procedere alla bonifica dell'infrastruttura individuando il punto di criticità, in corrispondenza del quale intercettare l'infrastruttura ripristinandone la continuità, laddove necessario anche predisponendo un pozzetto intermedio
- Al fine di garantire il rispetto delle norme di sicurezza, l'integrità dei minitubi e dell'infrastruttura interessata, la posa deve essere eseguita operando come di seguito indicato:
 - aprire i chiusini dei manufatti necessari alle operazioni di posa;
 - posizionare le bobine contenenti i minitubi in prossimità del manufatto di partenza in modo tale che l'asse di rotazione risulti perpendicolare rispetto all'asse longitudinale del manufatto stesso e in modo che i minitubi conservino, durante lo svolgimento, lo stesso senso di curvatura delle spire avvolte in bobina;
 - predisporre eventuali dispositivi (ruotismi) per consentire il tiro dei minitubi sia all'esterno che all'interno dei manufatti;
 - predisporre il dispositivo per il tiro che garantisce contestualmente anche la chiusura dei minitubi;
 - predisporre la fune di tiro nel tubo interessato alla posa dei minitubi (canapa o nylon per posa a mano, acciaio per posa con argano);
 - eseguire l'inserimento dei minitubi all'interno del tubo. Per facilitare lo scorrimento, possono essere usati idonei lubrificanti da applicare sia sulla superficie dei minitubi sia all'interno del tubo. Il lubrificante deve garantire i seguenti requisiti: atossicità, non essere corrosivo, avere caratteristiche di volatilità per non lasciare residui od incrostazioni una volta essiccato
 - eseguire il tiro necessario alla posa dei minitubi
- Le operazioni di posa devono essere condotte con particolare accortezza evitando brusche piegature, schiacciamenti, abrasioni etc. e rispettando i raggi di curvatura minimi pari a 100 mm per i minitubi 10/12.
- Per la posa del Fender, valgono le stesse operazioni di posa previste per i minitubi singoli.
- Al termine delle operazioni i minitubi all'ingresso del manufatto dovranno essere

puliti con cura per permettere l'inserimento di eventuali elementi di tenuta tra tubi e minitubi

- Per la sistemazione dei minitubi all'interno dei manufatti valgono le stesse prescrizioni della [sezione precedente](#)

Massimo equipaggiamento consentito in infrastrutture esistenti

in caso di posa contestuale dei minitubi in una infrastruttura esistente occorre rispettare le seguenti limitazioni:

Infrastruttura	Stato occupazione	Numero massimo minitubi 10/12mm
Tubi lisci Ø50 mm	libera	5 minitubi (fender)
	occupata	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 3 minitubi in caso di cavo esistente con diametro $\leq 12\text{mm}$ <input type="checkbox"/> 2 minitubi in caso di cavo esistente con diametro compreso tra 12mm e 18 mm <input type="checkbox"/> non equipaggiabile in caso di cavo esistente con diametro maggiore di 18 mm
Tubi corrugati Ø63 mm	libera	5 minitubi (fender)
	occupata	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 4 minitubi in caso di cavo esistente con diametro $\leq 12\text{mm}$ <input type="checkbox"/> 3 minitubi in caso di di cavo esistente con diametro compreso tra 12mm e 18mm <input type="checkbox"/> 2 minitubi in caso di di cavo esistente con diametro compreso tra 18mm e 22mm <input type="checkbox"/> non equipaggiabile

Tabella D - Massimo equipaggiamento in infrastrutture esistenti

Pozzetti

I pozzetti sono utilizzati per assicurare un adeguato spazio per effettuare la giunzione dei cavi, facilitare le operazioni di posa dei cavi, ospitare i moduli di giunzione, consentire la tempestiva e agevole manutenzione dei cavi.

Sia la progettazione che la realizzazione dei manufatti dovranno avvenire nel pieno rispetto sia delle prescrizioni tecniche contenute nella presente Specifica che di tutte le vigenti normative in materia:

- Legge n.1086, 5 Novembre 1971 e s.m.i.
- D.M. Agosto 1980 e s.m.i.: Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali
- D.M. 3 Dicembre 1987 e s.m.i.: Norme tecniche per la progettazione esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate
- D.M. 11 Marzo 1988 e s.m.i.: Progetto fondazioni
- Circolare esplicativa Ministero LL.PP. n.31104 del 16.03.1989
- D.M. 4 Maggio 1990 e s.m.i.: Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, l'esecuzione e collaudo dei ponti stradali
- D.M. LL.PP. 14 Febbraio 1992 e s.m.i.: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- Circolare 24.06.1993 n.37406/STC – Legge 5.11.1971 n.1086
- D.M. LL.PP. 09 e 16 Gennaio 1996 e s.m.i.

Tipologie

E' previsto l'utilizzo delle seguenti diverse tipologie di pozzetto:

- **pozzetto per ingresso alle sedi di utenza** : in corrispondenza dell'edificio sede d'utente per la manovrabilità del cavo di rilegamento. L'ingresso vero e proprio tra tale pozzetto e la sede deve essere valutato di volta in volta e solo in fase di allacciamento della sede; qualora lo spazio in prossimità di una sede sia limitato, è opportuno far coincidere il pozzetto di ingresso alla sede con il pozzetto dedicato allo spillamento delle fibre ottiche; in tali casi non è quindi richiesta la posa del pozzetto di ingresso alla sede.
 - 40 x 40 cm
 - 76 x 40 cm
- **pozzetto rompi tratta**: in corrispondenza di cambi di direzione, di incroci di interesse, di cambi di tipologia della infrastruttura di posa (pozzetti rompi tratta). Tale manufatto viene utilizzato come pozzetto di manovra e come sede di scorta
 - 76 x 40 cm
 - 90 x 70 cm
- **pozzetto sede giunto**: in corrispondenza dei punti nodali della rete e negli incroci di strade di particolare interesse, nei quali si prevede la realizzazione di giunti di linea, derivazione o spillamento presenti o futuri
 - 90x70 cm
 - 76 x 40 cm
 - 125 x 80 cm

Manufatti

I pozzetti devono essere realizzati con manufatti in calcestruzzo e devono essere equipaggiati con un coperchio in ghisa, provvisto di chiusure con chiavi di sicurezza

In particolare, il **pozzetto 125x80** deve essere costituito da:

- elemento base a pianta rettangolare (dim. esterne 145x100 +/-2, dim. interne 125x80, altezza 53 cm) con incorporata soletta di fondazione, avente nelle superfici laterali dei setti di frattura (due per ciascun lato lungo e due per ciascun lato corto) per l'alloggiamento dei tubi, con bordo superiore sagomato ad incastro (di opportuno spessore) per consentire l'inserimento degli altri elementi
- elementi di sopralzo di forma anulare, di dimensioni tali da riportare il manufatto a quota stradale (moduli da 10, 20 o 40 cm di altezza), con bordi inferiore e superiore sagomati ad incastro (di opportuno spessore) per consentire la sovrapposizione dei diversi elementi
- anello porta chiusino, avente nella parte inferiore un'opportuna sagomatura per l'incastro con l'elemento sottostante, e dimensioni tali da poter ospitare il chiusino

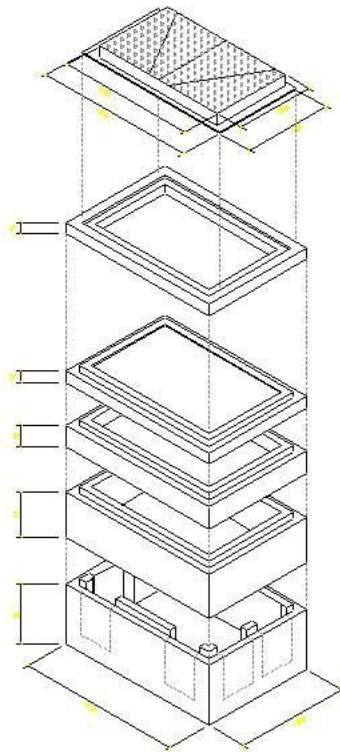


Figura B - Pozzetto 125x80: manufatti

Il **pozzetto 90x70** deve essere costituito da:

- elemento base a pianta rettangolare (dim. esterne 108x88 +/-2 , dim. interne 90x70, altezza 37,5 cm) con incorporata soletta di fondazione, avente nelle superfici laterali dei setti di frattura (due per ciascun lato lungo e uno per ciascun lato corto) per l'alloggiamento dei tubi, con bordo superiore sagomato

ad incastro (di opportuno spessore) per consentire l'inserimento degli altri elementi

- elementi di sopralzo di forma anulare, di dimensioni tali da riportare il manufatto a quota stradale (moduli da 10 o 20 cm di altezza), con bordi inferiore e superiore sagomati ad incastro (di opportuno spessore) per consentire la sovrapposizione dei diversi elementi
- anello porta chiusino, avente nella parte inferiore un'opportuna sagomatura per l'incastro con l'elemento sottostante, e dimensioni tali da poter ospitare il chiusino

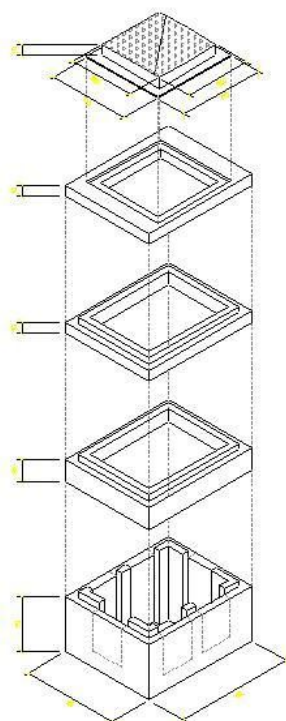


Figura C - Pozzetto 90x70: manufatti

Il **pozzetto 76x40** deve essere costituito da:

- elemento base a pianta rettangolare (dim. esterne 86x50 +/-2, dim. interne 76x40, altezza minore o uguale a 30 cm) con soletta di fondazione, avente nelle superfici laterali dei setti di frattura (due per ciascun lato lungo e uno per ciascun lato corto) per l'alloggiamento dei tubi, con bordo superiore sagomato ad incastro (di opportuno spessore) per consentire l'inserimento degli altri elementi
- elementi di sopralzo di forma anulare, di dimensioni tali da riportare il manufatto a quota stradale (moduli da 20 cm di altezza), con bordi inferiore e superiore sagomati ad incastro (di opportuno spessore) per consentire la sovrapposizione dei diversi elementi

Il **pozzetto 40x40** deve essere costituito da:

- elemento base a pianta rettangolare (dim. esterne 50x50, dim. interne 40x40)

con incorporata soletta di fondazione, avente nelle superfici laterali dei setti di frattura (due per ciascun lato lungo e uno per ciascun lato corto) per l'alloggiamento dei tubi, con bordo superiore sagomato ad incastro (di opportuno spessore) per consentire l'inserimento degli altri elementi

- elementi di sopralzo di forma anulare, di dimensioni tali da riportare il manufatto a quota stradale, con bordi inferiore e superiore sagomati ad incastro (di opportuno spessore) per consentire la sovrapposizione dei diversi elementi

Materiali

Il costruttore deve dichiarare tutti i materiali impiegati nonché il tipo di processo produttivo adottato per la realizzazione del prodotto descritto nella presente Specifica Tecnica; in particolare, nella realizzazione del manufatto si devono assumere, relativamente alle caratteristiche dei materiali impiegati, i seguenti valori:

- calcestruzzo Rbk non inferiore a 300 Kg/m³
- ferro d'armatura tipo FeB44K (UNI 6407-69, UNI EU 60) controllato in stabilimento

Ogni fornitura deve essere accompagnata da un documento attestante i risultati di tutte prove a cui i materiali devono essere sottoposti sulla base di quanto prescritto dalle normative vigenti in materia e a cui si rimanda per maggiori dettagli (in particolare, D.M. 3 dicembre 1987 e dal D.M. LL.PP 09 e 16 Gennaio 1996 e successivi aggiornamenti).

I manufatti devono essere sottoposti a prove di carico statico; anche in questo caso, ogni fornitura deve essere accompagnata da un documento che descriva la procedura utilizzata e i criteri di valutazione impiegati nell'esecuzione della prova di carico e se ne verificherà la conformità con la norma vigente.

Chiusini

I chiusini dei pozzetti devono essere costruiti nel rispetto della norma UNI EN 124. Tale norma (a cui l'Appaltatore deve scrupolosamente attenersi) definisce la classe di chiusino da utilizzarsi in funzione della posizione di posa, del tipo di traffico, della zona di ubicazione e del carico in kN che deve sopportare; nella seguente tabella si definiscono i gruppi di aree e le caratteristiche di appartenenza.

Gruppo	Zona	Classe	Carico
1	Pedoni e ciclisti	A 15	15 kN
2	Marciapiedi, zone pedonali e parcheggi	B 125	125 kN
3	Banchine stradali, cunette laterali a carreggiata e marciapiedi	C 250	250 kN
4	Vie di circolazione	D 400	400 kN
5	Vie di circolazione sottoposte a carichi elevati	E 600	600 kN
6	Zone speciali (es. aeroporti)	F 900	900 kN

Tabella E – Norma UNI EN 124: carichi in funzione delle aree

I chiusini devono essere realizzati in ghisa sferoidale (norma ISO 1083) e devono essere così costruiti:

- semicoperti di forma triangolare in grado di garantire l'appoggio al telaio in solo tre punti, incernierati con apertura minima a 1000 e che già a circa 900 assumono la posizione di sicurezza (bloccaggio automatico)
- possibilità di rimozione completa di ogni semicoperto senza operazioni di smontaggio delle cerniere
- sforzo equivalente dell'operatore all'apertura non superiore a quanto previsto dal D.l.g.s 81 1998 e s.m.i.

La superficie superiore del coperchio del chiusino deve avere una conformazione tale da consentire il completo deflusso delle acque di scorrimento.

Pozzetti	Luce Chiusino +/- 2	Classe	Numero semicoperchi
125x80	106x70	D400	4
90x70	80x70	D400	2 o 3
	60x60	D400	1
76x40	76x40	D400	2
40x40	37.5x37.5	C250	1

Tabella F - Associazione chiusini/ pozzetti

La massa dei chiusini per unità di superficie non deve essere superiore a 375 kg/m².

Sui chiusini devono essere riportate le seguenti indicazioni:

- nome e/o marchio di identificazione del fornitore
- anno di costruzione (ultime cifre)
- numero del lotto di fonderia (sotto il coperchio)
- scritta "EN 124"
- la classe appropriata (es. D400)
- marchio di un ente di certificazione

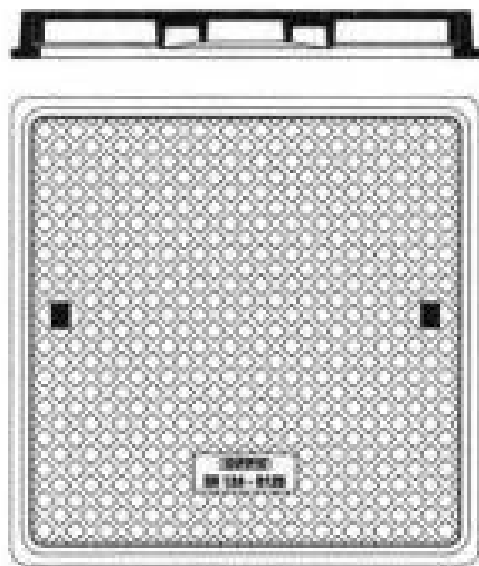


Figura F – Chiusino di dimensioni 60x60 o 48x48

Il logo deve avere le seguenti caratteristiche e dimensioni:

Anche in questo caso, ogni fornitura deve essere accompagnata da un documento attestante i risultati di tutte le prove sui materiali e sui carichi statici, come previsto dalla normativa in materia (rispettivamente ISO 1083 e UNI EN 124).

Posa

Salvo esigenze di ordine tecnico o disposizioni degli Enti proprietari delle strade, i pozzetti devono essere affioranti, tali cioè che il cui chiusino dopo il ripristino deve risultare a livello con la pavimentazione stradale. Dove l'installazione di pozzetti affioranti non è possibile possono essere utilizzati **pozzetti interrati**.

Per consentire l'individuazione devono essere utilizzate delle bobine rivelatrici a risonanza (**Marker**), installate esternamente al lato corto del pozzetto, ad una profondità non maggiore di 80 cm dal piano stradale.

I pozzetti devono essere posizionati sull'asse rettilineo dello scavo in modo da consentire un ottimale accesso dei tubi in entrata e in uscita: il pacco tubi deve entrare e uscire dalle pareti più corte, solo in caso di cambio di direzione della dorsale il pacco tubi potrà uscire dal lato lungo del pozzetto.

La posizione del pozzetto deve essere tale da consentirne l'accesso ottimale, ovvero limitando al massimo sospensioni e/o intralci alla circolazione stradale; in ogni caso devono essere posizionati in modo da escludere interferenze con i sottoservizi esistenti. Gli elementi che costituiscono il generico pozzetto devono essere dotati di ganci, di boccole o di fori per consentire le operazioni di sollevamento e di movimentazione dei singoli manufatti. Tali ganci o boccole possono essere di tipo normalizzato esistente in commercio e regolarmente certificati; la relativa certificazione deve essere allegata alla documentazione in possesso dell'azienda fornitrice.

Prestazioni

- verifica operativa dello stato del sottosuolo e dei sottoservizi presenti, per la scelta del posizionamento del pozzetto
- disfacimento di pavimentazione di qualsiasi tipo per la superficie necessaria all'esecuzione dei lavori, con l'impiego ove possibile di idonei mezzi meccanici (fresa, disco troncatore) per la minimizzazione del disfacimento
- scavo in terreno di qualsiasi natura di sezione e profondità determinata in base al pozzetto da installare; le pareti dello scavo devono essere il più possibile verticali e la profondità essere tale che, una volta posato il pozzetto, i fori d'ingresso risultino allineati con i tubi e il chiusino sia a livello con la pavimentazione stradale
- preparazione piano di appoggio della base del pozzetto
- trasporto del materiale di risulta alle discariche
- posa dei materiali (base, anelli di sopralzo, soletta, chiusino) a piè d'opera
- rottura setti a frattura
- infilaggio tubi e loro bloccaggio con malta cementizia
- sigillatura con malta cementizia degli elementi (base, anelli di sopralzo, soletta porta-chiusino)
- rinterro dello scavo nel rispetto dei disciplinari e/o delle prescrizioni degli Enti proprietari delle strade, delle Amministrazioni, degli Enti, dei Privati, ecc., o comunque con materiale inerte

Infrastrutture per la posa in ambienti interni

Canale

All'interno delle sedi da servire può essere necessario installare delle nuove infrastrutture di protezione dei cavi ottici . A seconda dei casi, possono essere utilizzate:

- canale in acciaio zincato (all'interno di controsoffitti, cavidotti verticali e locali tecnici)
- canale in PVC (lungo i corridoi a vista privi di controsoffitto e dentro luoghi comunque normalmente frequentati)
- monotubi in acciaio zincato (all'interno di cavidotti verticali, come raccordo tra canale in acciaio zincato, oppure all'interno di locali tecnici)

Tutte le infrastrutture metalliche devono essere messe a terra secondo le normative vigenti.

Nel caso vengano attraversate delle compartimentazioni antincendio, occorre provvedere al ripristino del relativo isolamento, secondo le normative vigenti.

Ingresso sede d'utente

Per l'ingresso dei portanti fisici dentro le sedi d'utente, sono previste opere murarie comprendenti la perforazione di parete perimetrale dell'edificio, il ripristino del foro, il rifacimento dell'intonaco e la successiva tinteggiatura. È compresa la fornitura e posa di scatola di protezione del foro e cablaggio.

Infrastrutture per il transito su ponti e viadotti

In caso di transito su ponti o viadotti, il cavo a fibre ottiche deve essere collocato all'interno di canaletta in ferro zincato di opportuna dimensione oppure, in casi particolari, in canaletta in vetroresina di opportuna dimensione.

La soluzione impiantistica deve essere concordata con l'Ente competente. In ogni caso, le canalette devono essere ancorate, mediante tasselli ad espansione, lateralmente alla struttura del viadotto/ponte utilizzando appositi accessori costituiti da mensole e staffe in ferro zincato per canalette, con un interasse di fissaggio ogni metro.

La canaletta deve essere poi sottoequipaggiata con un tritubo o monotubo di opportuna dimensione per contenere il cavo a fibre ottiche.

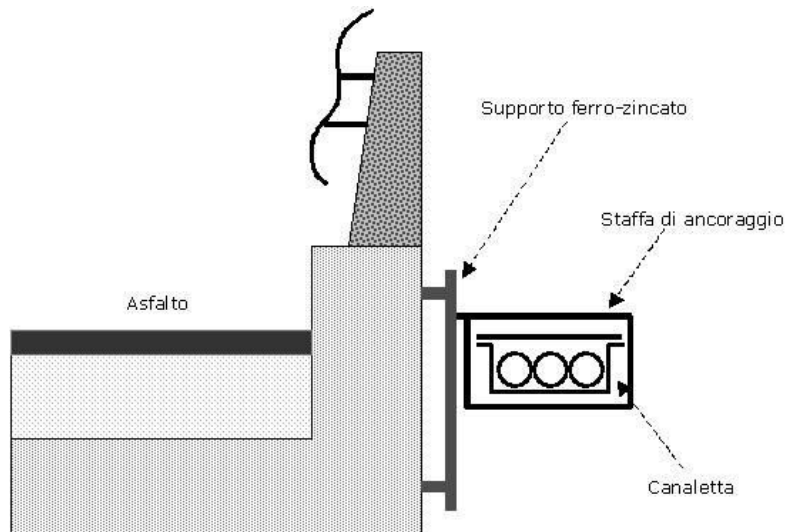


Figura H – Infrastrutture per attraversamento di ponti/viadotti

Infrastrutture esistenti

Illuminazione pubblica interrata

L'utilizzabilità delle canalizzazioni esistenti della pubblica illuminazione per la posa di cavi ottici deve essere preceduta da una attività di bonifica, ovvero di ispezione e pulizia delle tubazioni e dei pozzetti da eventuale terriccio o altro materiale accumulatosi nel tempo.

In presenza di pozzetti interrati si dovrà prevedere la rimozione dei detriti e materiali terrosi presenti, il rialzamento dei pozzetti eseguito con laterizi e malta cementizia, compreso lo scavo, il riempimento e il ripristino delle superfici, la fornitura e posa in opera di telaio, controtelaio e chiusino in ghisa di tipo carrabile.

Qualora, durante le opere di adattamento delle canalizzazioni esistenti, dovessero verificarsi dei danni all'impianto della pubblica illuminazione (sia per quanto riguarda la parte infrastrutturale che le linee elettriche di alimentazione e le apparecchiature installate all'interno dei corpi illuminanti e nei quadri di alimentazione) sarà necessario ripristinare le condizioni preesistenti e garantire la corretta funzionalità dell'impianto; questi interventi saranno a carico della ditta esecutrice del lavoro.

L'utilizzabilità delle condotte della pubblica illuminazione prevede la posa diretta del cavo a fibre ottiche in promiscuità con i cavi di alimentazione degli impianti; non sono previste sottotubazioni.

Illuminazione pubblica aerea

L'eventuale utilizzo di tesate metalliche aeree (ad esempio installate tra edificio e edificio per il sostegno del cavo d'alimentazione della pubblica illuminazione) deve essere preceduto da una verifica di resistenza dei punti di fissaggio. Un esito negativo della verifica (fissaggio non stabile o comunque realizzato senza l'ausilio di una zanca di sostegno, necessario secondo le normative vigenti) deve comportare la sostituzione dell'occhiello e/o della fune interessata.