

***Sviluppo Rete tra Pesaro e Ancona
Realizzazione collegamento misto aereo cavo a 150 kV tra SE Candia e
CP Fossombrone e demolizioni elettrodotti esistenti.***

Piano Tecnico delle Opere

CARATTERISTICHE COMPONENTI INTERVENTI ELETTRODOTTI IN CAVO

Storia delle revisioni

Rev.00	del 30/11/2018	Emissione per PTO
--------	----------------	-------------------



Elaborato	Verificato	Approvato
R. Di Loreti UPRI T. Linee	B. Tamaro UPRI T. Linee	A. Limone UPRI

m010CI-LG001-r02

Sommario

1	Premessa.....	3
1.1	Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto	3
2	Composizione dell'elettrodotto in cavo.....	3
2.1	Modalità di posa e di attraversamento.....	3
2.1.1	Messa in opera con scavo a cielo aperto	5
2.1.2	Directional Drilling (T.O.C.).....	6
3	Caratteristiche elettromeccaniche del cavo	7
3.1	Descrizione del cavo.....	7
3.2	Configurazioni di posa	8
3.2.1	Modalità di collegamento degli schermi metallici.....	9
3.3	Buche giunti	10
3.4	Sistemi di telecomunicazione	11

1 Premessa

L' opera in cavo è stata progettata e sarà realizzata in conformità alle leggi vigenti e alle normative di settore, quali: CEI, EN, IEC e ISO applicabili. Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche.

1.1 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono riportate di seguito:

PARAMETRO	VALORE
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	150 kV
Corrente nominale	1000 A
Potenza nominale	240 MVA
Sezione nominale del conduttore	1600 mm ²
Isolante	XLPE
Diametro esterno massimo	106.4 mm

2 Composizione dell'elettrodotto in cavo

Per ciascun collegamento in cavo sono previsti i seguenti componenti:

- Conduttori di energia
- Giunti dritti
- Giunti sezionati
- Terminali per esterno
- Casette di sezionamento
- Casette unipolari di messa a terra
- Termosonde
- Sistema di telecomunicazioni

2.1 Modalità di posa e di attraversamento

Le metodologie di messa in opera di elettrodotti in cavo interrato possono essere distinte in due macrofamiglie:

- Messa in opera con *scavo a cielo aperto*;
- Messa in opera con tecnologia "*No-Dig*" anche detta "*Trenchless*".

All'interno della prima categoria, la scelta di una configurazione e /o tecnica di posa secondo standard Terna piuttosto che un'altra, dipende da diversi fattori, fra cui quelli più importanti sono:

- Livello di tensione dell'elettrodotto;

- Ambito di installazione (terreno agricolo, lungo sede stradale, in attraversamento stradale, all'interno di cunicolo, ecc.)

Queste tecniche di posa secondo standard TERNA per elettrodotti in cavo a 150kV sono illustrate nel presente elaborato in cui, le caratteristiche dimensionali sono da considerarsi come indicative e possono essere soggette a variazioni in fase di progettazione esecutiva.

Sempre nell'ambito della messa in opera con scavo a cielo aperto, è possibile trovarsi in presenza di particolari attraversamenti di strade e/o sottoservizi quali: fognature, gasdotti, cavidotti, ecc., per cui la posa dell'elettrodotto potrebbe non avvenire semplicemente secondo le tipologie standard su citate ma, potrebbero essere necessario integrare tali soluzioni mettendo in atto tubazioni di PVC della serie pesante, PE o di ferro all'interno delle quali far passare i cavi. Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata.

Nell'ipotesi in cui non sia possibile eseguire uno scavo a cielo, come nel caso di impedimenti nel mantenere la trincea aperta per lunghi periodi, ad esempio in corrispondenza di attraversamenti trasversali di strade di grande afflusso, svincoli, attraversamenti di canali, ferrovie o di altri servizi di cui non è consentita l'interruzione, la realizzazione dell'elettrodotto può avvenire mediante l'uso della tecnologia "*No-Dig*". In realtà, sotto questo nome sono annoverate diverse tecnologie che permettono l'installazione di manufatti sotterranei, nella fattispecie di tubi in cui successivamente saranno contenuti i cavi costituenti l'elettrodotto, senza effettuare alcuno scavo a cielo aperto. Per la realizzazione di elettrodotti in cavo, le tecnologie "*No-Dig*" comunemente utilizzate in ambito Terna sono:

- Perforazioni orizzontali con trivelle-spingi tubo
- Microtunneling
- Directional Drilling

La *Perforazione Orizzontale con Trivelle-Spingi tubo* consistente in una trivellazione orizzontale non guidata con successiva infissione di tubi. Questa tecnologia non permette un controllo di direzione dello scavo e quindi si addice per la realizzazione di brevi attraversamenti rettilinei (strade, ferrovie).

Il *Microtunneling* permette la realizzazione di elettrodotti in cavo in tratti rettilinei con pendenza massima del 30% in salita e del 10% in discesa. Il cavo viene messo in opera all'interno di tubi che vengono installati per conci e fatti avanzare per spinta nel terreno preceduti da uno scudo di acciaio dotato di testa fresante che effettua una trivellazione, a partire da un pozzo di monte fino a quello di valle.

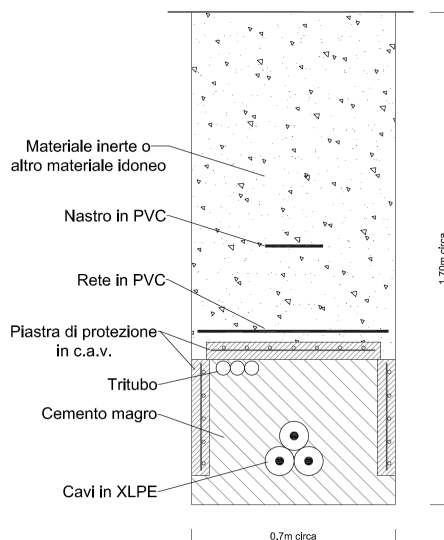
Il *Directional Drilling* è anche noto come *perforazione direzionale* o *perforazione orizzontale controllata* o *perforazione teleguidata* o *trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)*. L'elemento distintivo di questa tecnologia è la possibilità di effettuare fori nel sottosuolo che possono avere andamento curvilineo spaziale. Gli aspetti caratteristici di questa tecnologia sono descritti al paragrafo 2.1.2.

2.1.1 Messa in opera con scavo a cielo aperto

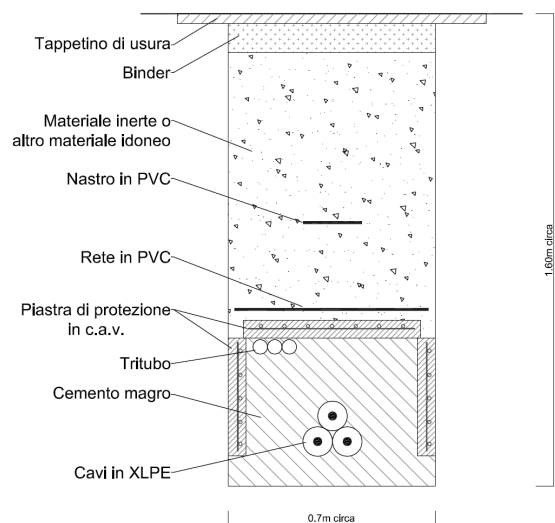
La posa di un elettrodotto su terreno agricolo, a mezzo di trincea e con disposizione dei cavi a "Trifoglio", secondo le modalità standard Terna ha i seguenti aspetti caratteristici:

- i cavi saranno posati ad una profondità standard di -1,6 m circa (quota piano di posa), su di un letto di sabbia o di cemento magro dallo spessore di 10 cm circa;
- i cavi saranno ricoperti sempre con il medesimo tipo di sabbia o cemento magro, per uno strato di circa 40 cm, sopra il quale sarà posata una lastra di protezione in cemento armato. Ulteriori lastre sono state collocate sui lati dello scavo, allo scopo di creare una protezione meccanica supplementare;
- La restante parte della trincea sarà riempita con materiale di risulta e/o di riporto, di idonee caratteristiche. Nel caso di passaggio su strada, i ripristini della stessa (sottofondo, binder, tappetino, ecc.) saranno realizzati in conformità a quanto indicato nelle prescrizioni degli enti proprietari della strada (Comune, Provincia, ANAS, ecc.);
- I cavi saranno segnalati mediante rete in P.V.C. rosso, da collocare al di sopra delle lastre di protezione. Ulteriore segnalazione sarà realizzata mediante la posa di nastro monitorare da posizionare a circa metà altezza della trincea;
- Nel caso in cui il collegamento delle guaine sarà realizzato secondo lo schema in "Single Point Bonding" o "Single Mid Point Bonding" (vedere par. 3.2.1), insieme al cavo alta tensione sarà posato un cavo di terra;
- All'interno della trincea è prevista l'installazione di n°1 Tritubo Ø 50 mm entro il quale potranno essere posati cavi a Fibra Ottica e/o cavi telefonici/segnalamento.

POSA A TRIFOGLIO IN TERRENO AGRICOLO



POSA A TRIFOGLIO SU SEDE STRADALE



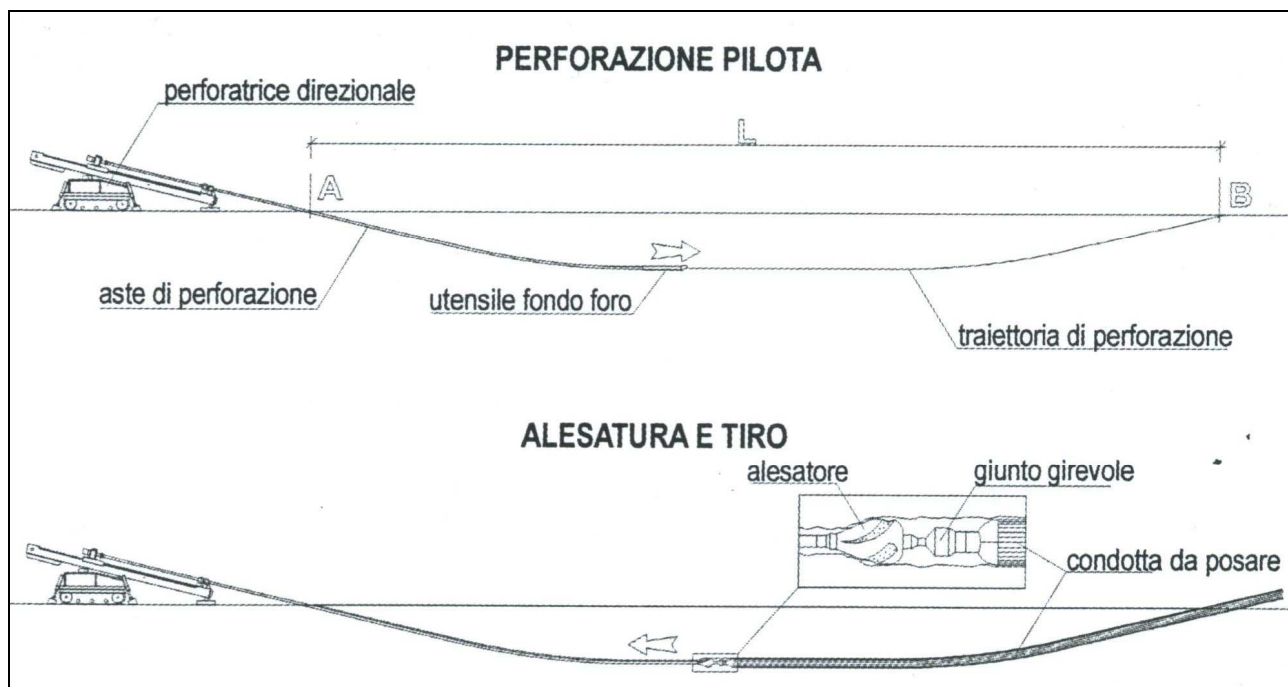
2.1.2 Directional Drilling (T.O.C.)

La tecnica Directional Drilling prevede una perforazione eseguita mediante una portasonda teleguidata ancorata a delle aste metalliche. L'avanzamento avviene per la spinta esercitata a forti pressioni di acqua o miscele di acqua e polimeri totalmente biodegradabili; per effetto della spinta il terreno è compresso lungo le pareti del foro. L'acqua è utilizzata anche per raffreddare l'utensile. Questo sistema non comporta alcuno scavo preliminare, ma eventualmente necessita effettuare solo delle buche di partenza e di arrivo; non comporta quindi, la demolizione prima e il ripristino dopo di eventuali sovrastrutture esistenti.

Le fasi principali del processo di TOC sono le seguenti:

- delimitazione delle aree di cantiere;
- realizzazione del foro pilota;
- alesatura del foro pilota e contemporanea posa dell'infrastruttura (tubazione).

Da una postazione di partenza in cui viene posizionata l'unità di perforazione, attraverso un piccolo scavo di invito viene trivellato un foro pilota di piccolo diametro, lungo il profilo di progetto che prevede il passaggio lungo il tratto indicato raggiungendo la superficie al lato opposto dell'unità di perforazione. Il controllo della posizione della testa di perforazione, giuntata alla macchina attraverso aste metalliche che permettono piccole curvature, è assicurato da un sistema di sensori posti sulla testa stessa. Una volta eseguito il foro pilota viene collegato alle aste un alesatore di diametro leggermente superiore al diametro della tubazione che deve essere trascinato all'interno del foro definitivo. Tale operazione viene effettuata servendosi della rotazione delle aste sull'alesatore, e della forza di tiro della macchina per trascinare all'interno del foro un tubo generalmente in PE di idoneo spessore. Le operazioni di trivellazione e di tiro sono agevolate dall'uso di fanghi o miscele di acqua-polimeri totalmente biodegradabili, utilizzati attraverso pompe e contenitori appositi che ne impediscono la dispersione nell'ambiente. Con tale sistema è possibile installare condutture al di sotto di grandi vie, di corsi d'acqua, canali marittimi, vie di comunicazione quali autostrade e ferrovie (sia in senso longitudinale che trasversale), edifici industriali, abitazioni, parchi naturali etc.



Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

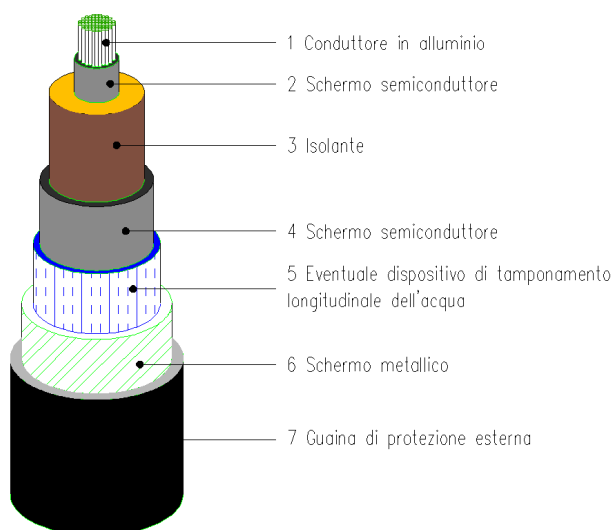
3 Caratteristiche elettromeccaniche del cavo

3.1 Descrizione del cavo

Ciò che contraddistingue i cavi in alta tensione per posa interrata di ultima generazione è certamente la tipologia di isolamento, realizzato in XLPE (polietilene reticolato), che rende tali cavi particolarmente compatti, permette elevate capacità di trasporto ed infine non presenta problemi di carattere ambientale. Infatti, a differenza dei cavi in alta tensione di prima generazione il cui isolamento avviene a mezzo di olio fluido, questa nuova tecnologia presenta il vantaggio di non richiedere apparecchiature idrauliche ausiliarie necessarie per l'espansione e il rabbocco del fluido dielettrico, con semplificazione dell'esercizio e l'annullamento di perdite di fluidi nei terreni circostanti, da cui la garanzia della massima compatibilità ambientale.

La tipologia di cavo in questione è inoltre caratterizzato da un isolante a basse perdite dielettriche.

La figura a seguire, mostra uno schema di sezione tipo per questa tipologia di cavi.



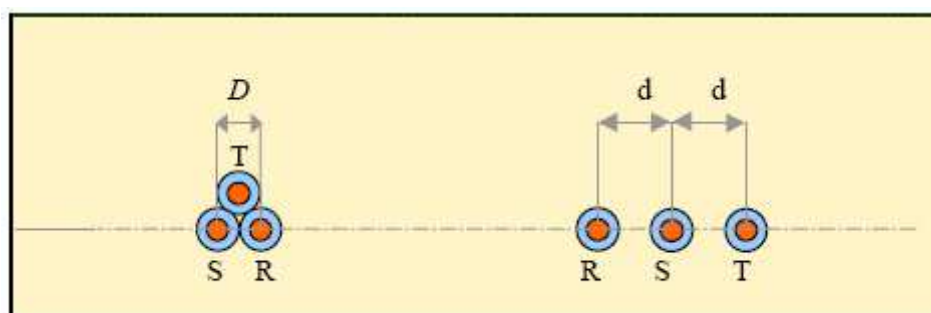
Legenda	
1	Conduttore in rame o alluminio
2	Schermo sul conduttore
3	Isolante
4	Schermo semiconduttore
5	Barriera contro la penetrazione di acqua
6	Schermo metallico
7	Guaina esterna

L'anima del cavo è costituita da un conduttore a corda rotonda compatta (tipo milliken) di rame ricotto non stagnato oppure di alluminio, avente sezione pari a 1600 mm².

Si tenga comunque presente che i dati su riportati sono indicativi e che le caratteristiche dei cavi potranno essere soggette a sensibili variazioni in sede di progettazione esecutiva.

3.2 Configurazioni di posa

Gli schemi tipici di posa di un elettrodotto sono a trifoglio o in piano, come rappresentato nella figura seguente:



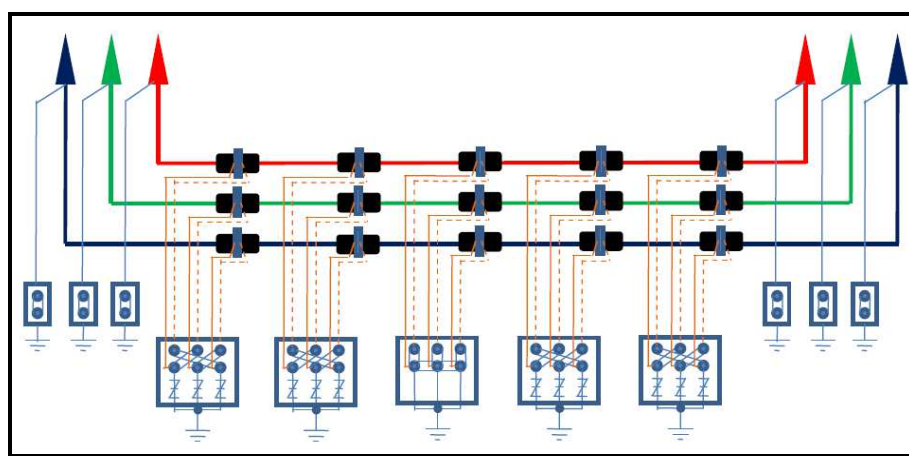
La posa a trifoglio riduce la portata di corrente ammissibile del cavo dovuta al regime termico che si instaura a causa della vicinanza dei cavi. Al contrario la posa in piano presenta livelli di portata in corrente proporzionali alla distanza "d" di interasse dei cavi. Per tale motivo la posa a trifoglio è utilizzata per i livelli di tensione più bassa (150-220 kV) mentre la posa in piano è utilizzata per i livelli di tensione più alta (220-380kV).

3.2.1 Modalità di collegamento degli schermi metallici

Tra le possibili modalità di collegamento degli schermi metallici sarà utilizzata la modalità nota come *cross bonding*, in cui il collegamento in cavo viene suddiviso in tre tratte elementari (o multipli di tre) pressoché di uguale lunghezza, generalmente corrispondenti con le pezzature di posa.

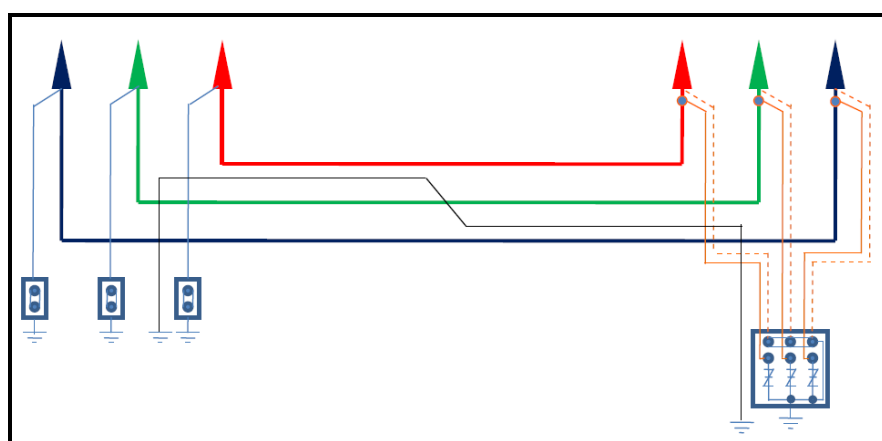
In tale configurazione gli schermi vengono messi francamente a terra, ed in corto circuito tra loro all'estremità di partenza della prima tratta ed all'estremità di arrivo della terza, mentre tra due tratte adiacenti gli schermi sono isolati da terra e uniti fra loro con collegamento incrociato.

CROSS BONDING

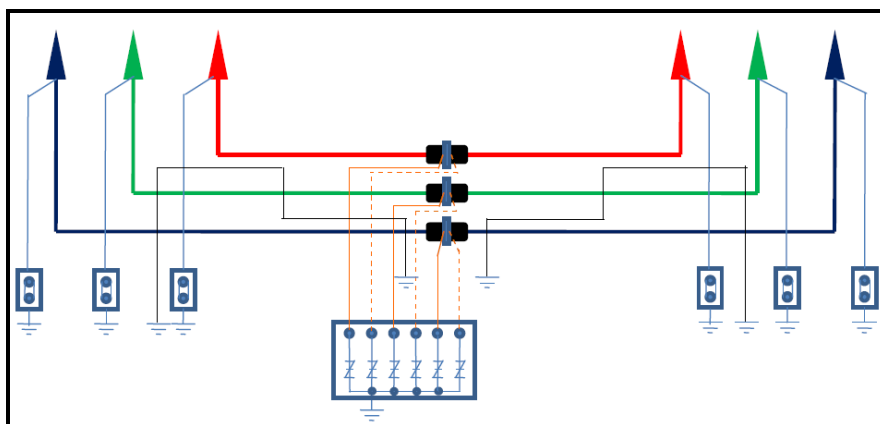


Altre modalità di collegamento degli schermi metallici dei cavi sono quelli illustrati dai seguenti schemi:

SINGLE POINT BONDING



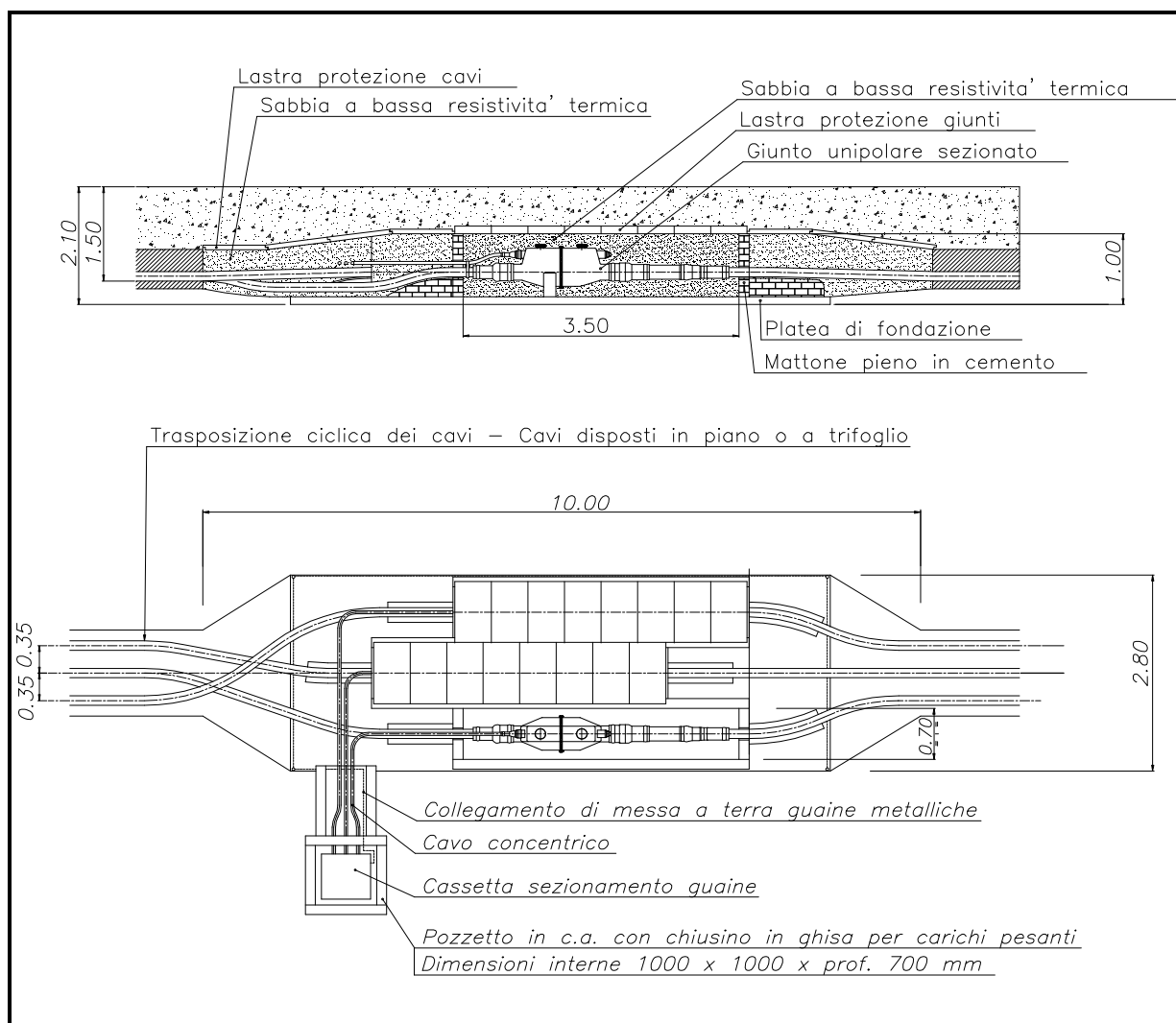
SINGLE MID POINT BONDING



3.3 Buche giunti

Problemi legati al trasporto e messa in opera dei cavi fanno sì che, in genere, non si realizzino pezzature di cavo superiori ai seicento metri; ecco quindi la necessità di realizzare dei giunti, per elettrodotti di lunghezza superiore.

- I giunti necessari per il collegamento del cavo, tipo “GMS 1245”, saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a metri 400-600 circa l’uno dall’altro, ed ubicati all’interno di apposite buche;
- I giunti, saranno collocati in apposita buca ad una profondità prevalente di m -2,00 ca. (quota fondo buca) e alloggiati in appositi loculi, costituiti da mattoni o blocchetti in calcestruzzo;
- I loculi saranno riempiti con sabbia e coperti con lastre in calcestruzzo armato, aventi funzione di protezione meccanica;
- Sul fondo della buca giunti, sarà realizzata una platea di sottofondo in c.l.s, allo scopo di creare un piano stabile sul quale poggiare i supporti dei giunti. Inoltre, sarà realizzata una maglia di terra locale costituita da 4 o più picchetti, collegati fra loro ed alla cassetta di sezionamento, per mezzo di una corda in rame.
- Accanto alla buca di giunzione sarà installato un pozzetto per l’alloggiamento della cassetta di sezionamento della guaina dei cavi. Agendo sui collegamenti interni della cassetta è possibile collegare o scollegare le guaine dei cavi dall’impianto di terra.

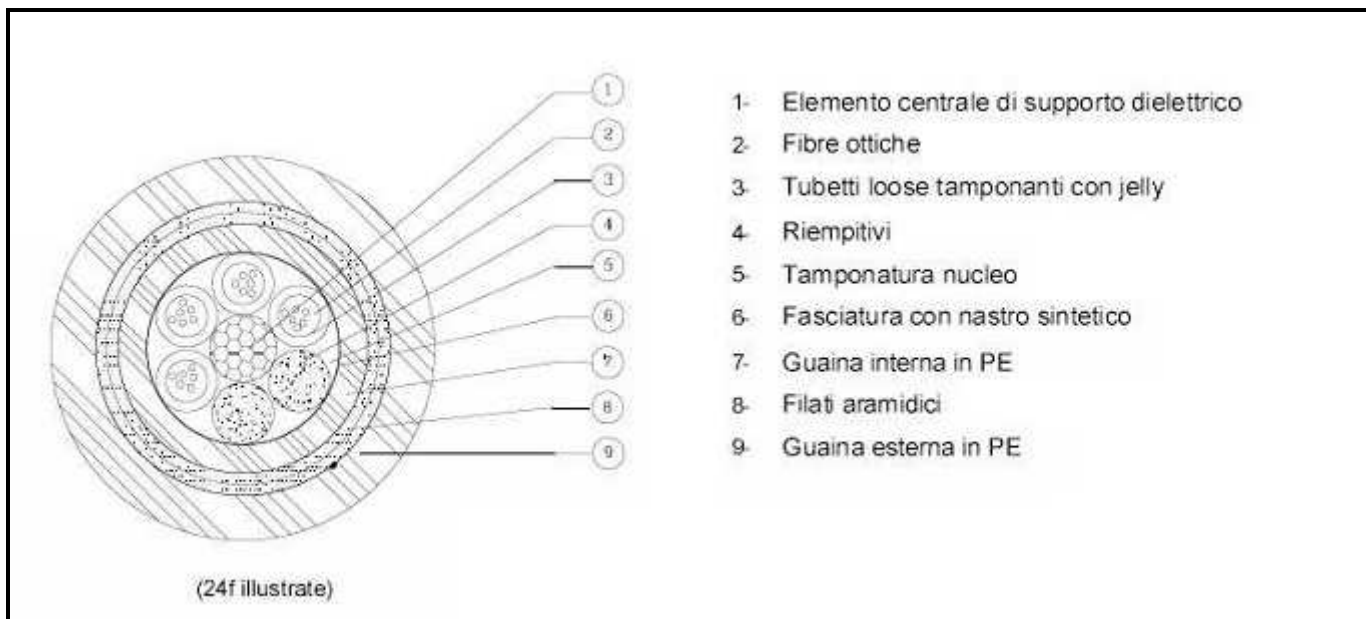


L'ubicazione dei giunti è opportunamente studiata già durante la fase progettuale preliminare. Tuttavia, per motivi di diversa natura, ci si riserva di ottimizzarla durante la fase di progettazione esecutiva a seguito di indagini mirate alla precisa individuazione dei sottoservizi.

3.4 Sistemi di telecomunicazione

Per la trasmissione dati e per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazione tra le stazioni terminali dei collegamenti.

Esso sarà costituito da un cavo con 48 fibre ottiche, illustrato nella figura seguente:

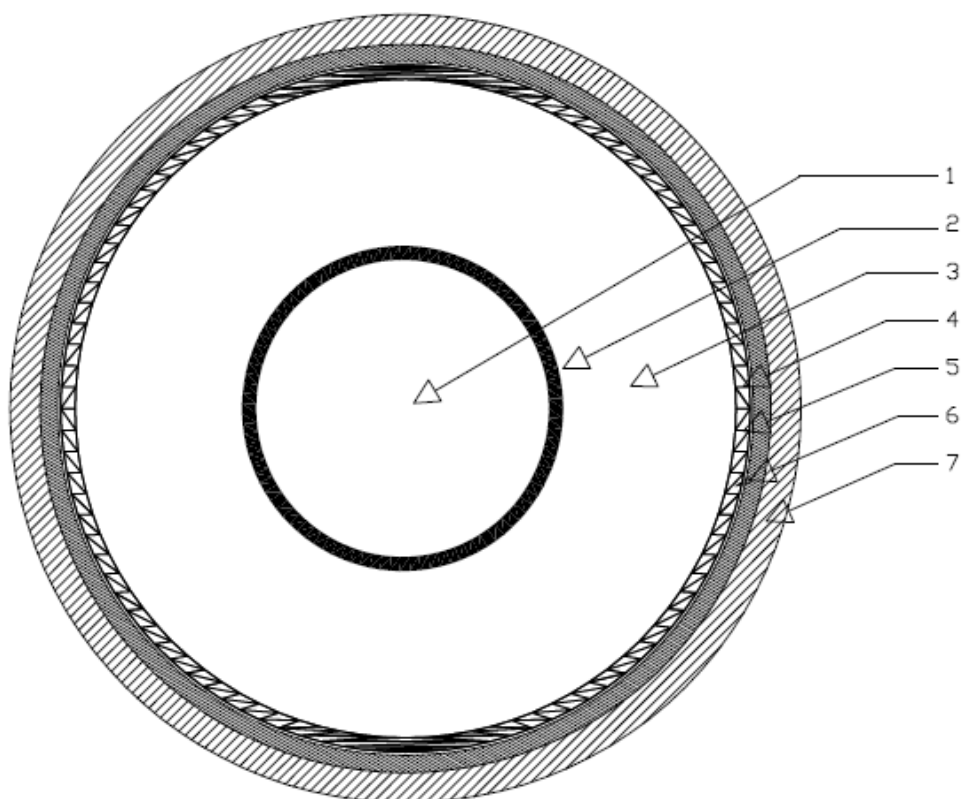


Il sistema di telecomunicazione sarà attestato alle estremità mediante terminazioni negli apparati ripartitori, i quali a loro volta saranno collocati all'interno di apposti armadi.

Di seguito il riepilogo dei principali componenti:

01	Tav 1	Sezione Tipica del Cavo XLPE
02	Tav 2	Tipico Camere Giunti
03	Tav 3	Sistema di Connessione delle guaine metalliche
04	Tav 4	Tipico installazione termo resistenze
05	Tav 5	Tipico Posa Cavi AT nei tratti con perforazione teleguidata
06	Tav 6	Tipico Posa Cavi su Sede Stradale
07	Tav 7	Tipico Posa Cavi su Sede Stradale
08	Tav 8	Tipico Posa Cavi AT Mediante Staffatura
09	Tav 9	Tipico Terminali per esterno

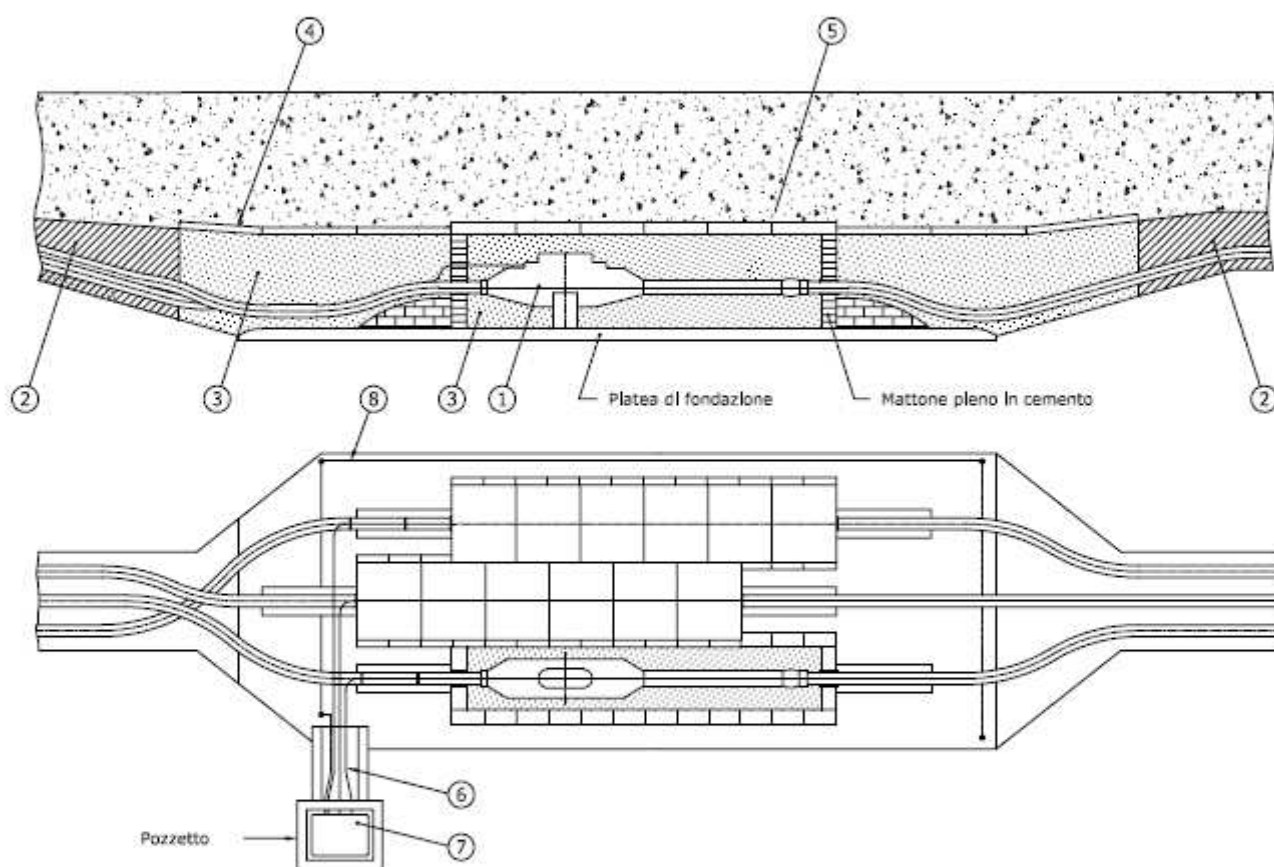
Tav. 1



Item	Descrizione	Dettagli
1	Conduttore	Corda in Alluminio
2	Schermo	Semi-conduttore estruso
3	Isolamento	XLPE estruso
4	Schermo	Semi-conduttore estruso
5	Tamponamento	Semi-conduttore igroscopico
6	Gualna metallica	Alluminio saldato
7	Guaina esterna	Polietilene

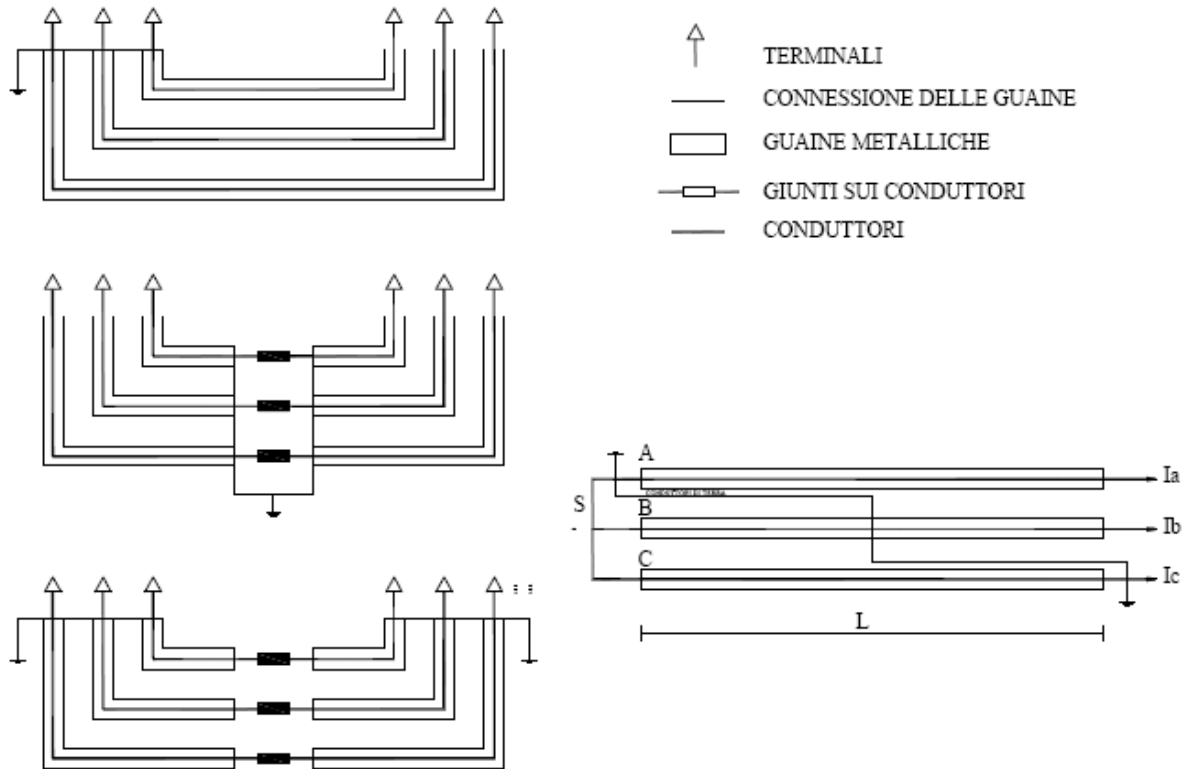
Tav. 2

Dimensioni standard delle buche giunti sezionati		
Lunghezza (m)	Larghezza (m)	Profondità* (m)
8	2,5	2



Rif.	DESCRIZIONE DEI MATERIALI
1	Giunti unipolari sezionati
2	Cemento magro
3	Sabbia a bassa resistività termica
4	Lastra protezione cavi
5	Lastra protezione giunti
6	Cavo concentrico
7	Cassetta sezionamento guaine
8	Collegamento di messa a terra guaine metalliche

Tav. 3

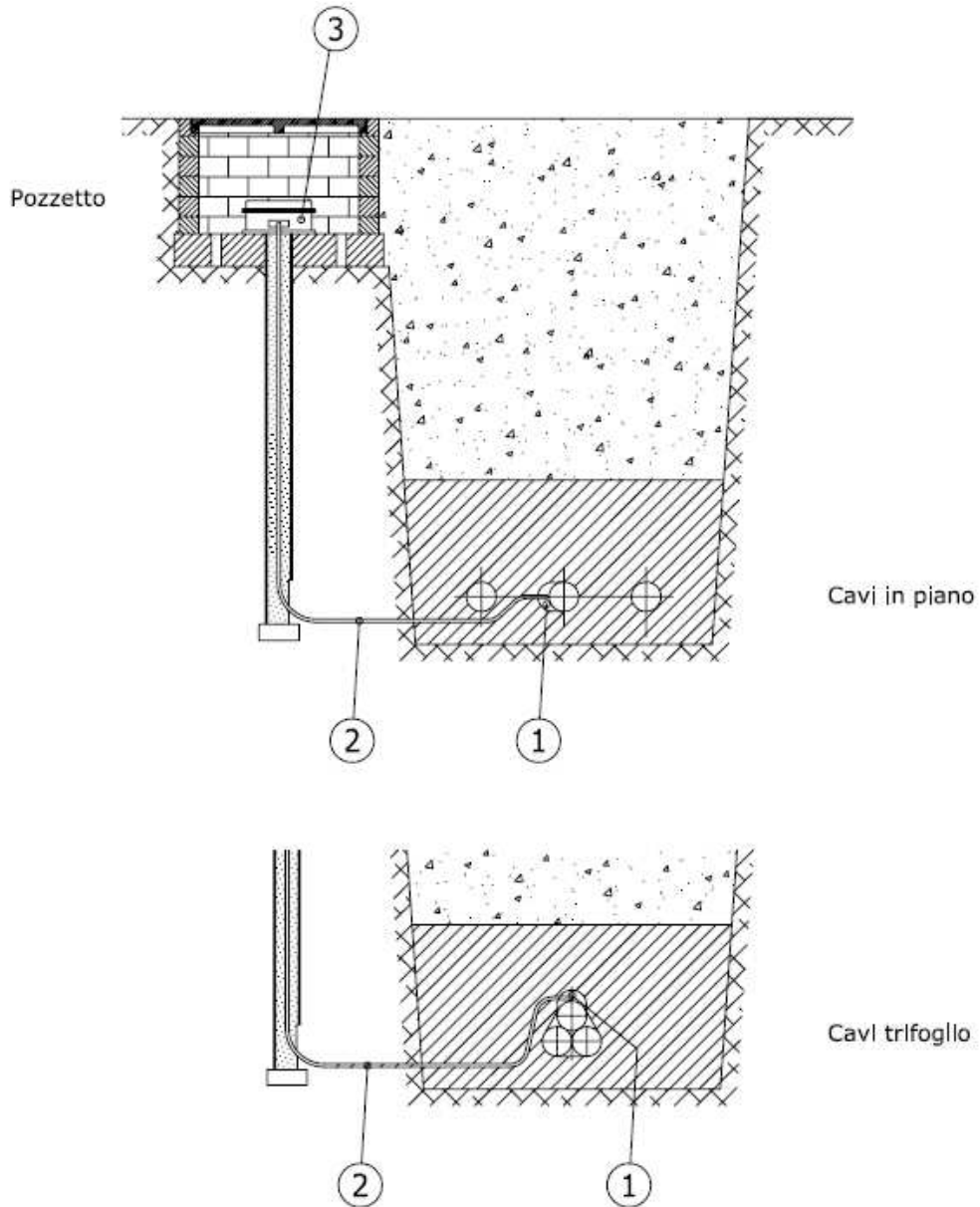


SINGLE POINT BONDING



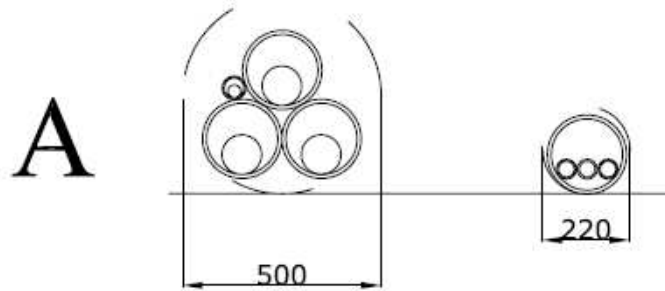
CROSS BONDING

Tav. 4



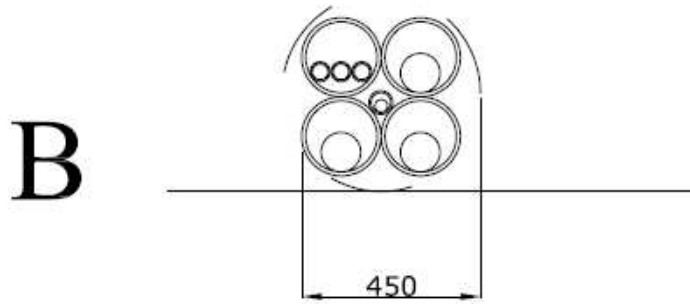
Rif.	DESCRIZIONE DEI MATERIALI
1	Termosonda
2	Cavo per termosonda
3	Cassetta per terminazione

Tav. 5



N°1 foro Φ 500 c.a

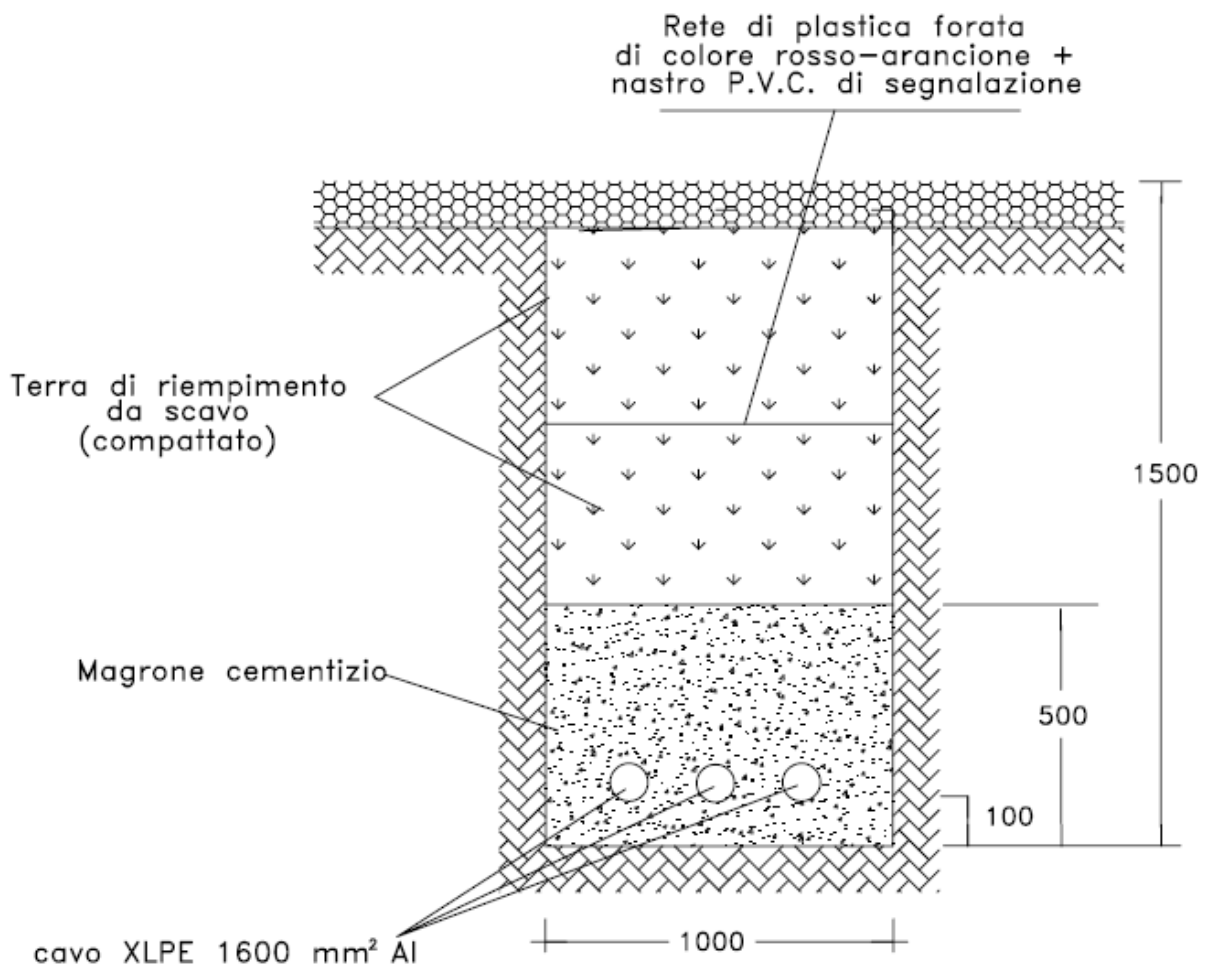
N°1 foro Φ 220 c.a



N°1 foro Φ 500 c.a

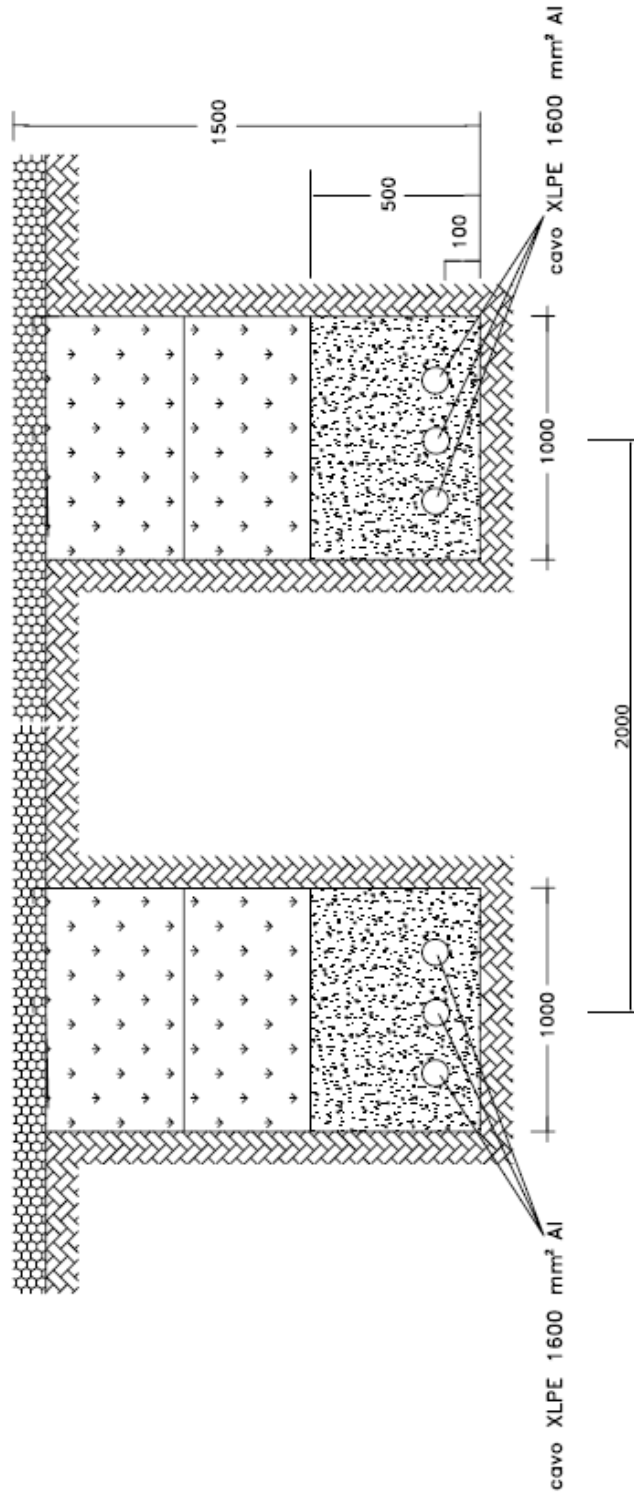
Tav. 6

SEZIONE DI POSA IN PIANO

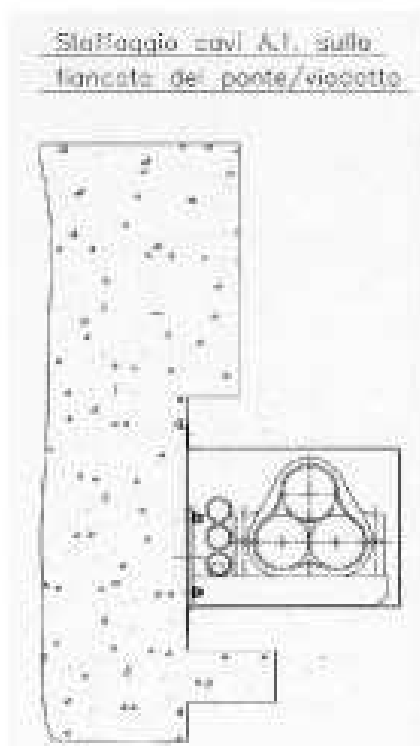
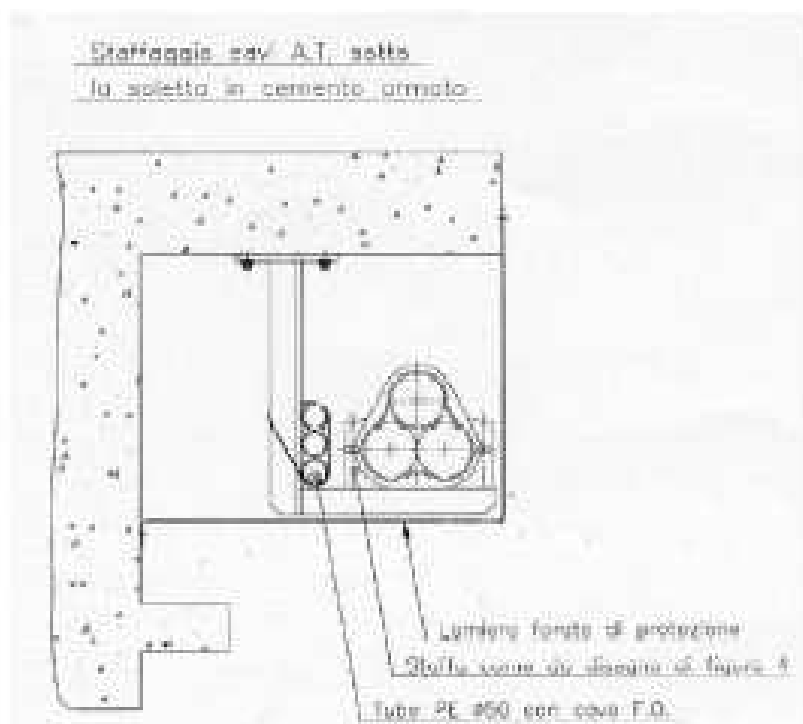


Tav. 7

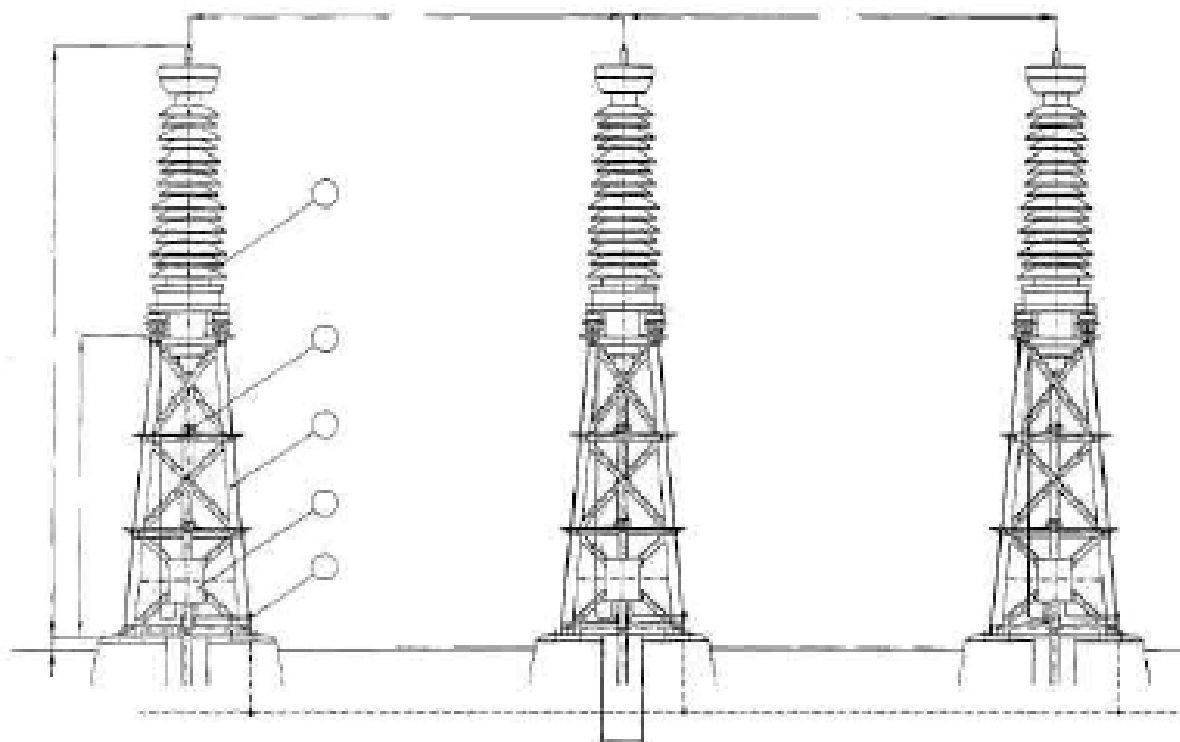
**SEZIONE DI POSA IN PIANO
TRINCEE AFFIANCATE**



Tav. 8



Tav. 9



Rif.	DESCRIZIONE DEI MATERIALI
1	Terminale unipolare TES 1170
2	Cassetta di messa a terra SC3p
3	Staffa unipolare
4	Collegamento di messa a terra
5	Traliccio di sostegno terminale

DIMENSIONI			
TES	A mm	B mm	C mm
1170	4400	2275	2200/2500