

RELAZIONE CARATTERISTICHE TECNICHE ELETTRODOTTI IN CAVO  
INTERRATO

**PIANO TECNICO DELLE OPERE**

**RELAZIONE CARATTERISTICHE TECNICHE  
ELETTRODOTTI IN CAVO INTERRATO**

**Razionalizzazione della rete 132 kV nell'Area di Reggio Emilia**

REVISIONI						
	00	30/03/2021	Prima emissione	F. Andreose	G. Toniolo	N. Ferracin
	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

CODIFICA ELABORATO

**RU0000006B1936813**



Questo documento contiene informazioni di proprietà Terna Rete Italia S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. È vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna Rete Italia S.p.A.  
This document contains information proprietary to Terna Rete Italia S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna Rete Italia S.p.A. is prohibit.

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	CAVI DI ENERGIA .....	4
3	TIPOLOGIE DI POSA .....	8
4	COLLEGAMENTO DEGLI SCHERMI .....	10
5	GIUNZIONI.....	12
6	TERMINALI .....	14
7	SOSTEGNI PORTATERMINALI DI TRANSIZIONE AEREO-CAVO.....	15
8	SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE E MONITORAGGIO.....	18
9	ALLEGATI .....	20

## 1 PREMESSA

Le opere sono state progettate e saranno realizzate in conformità alle leggi vigenti e alle normative di settore.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche tecniche delle opere da realizzarsi.

Un cavidotto è costituito dai seguenti componenti:

- 3 conduttori di energia;
- 3 giunti sezionati circa ogni 450-600 m con relative cassette di sezionamento e di messa a terra;
- terminali;
- sistema di telecomunicazioni e monitoraggio.

## 2 CAVI DI ENERGIA

Si riporta a titolo illustrativo la sezione indicativa di un cavo A.T.:

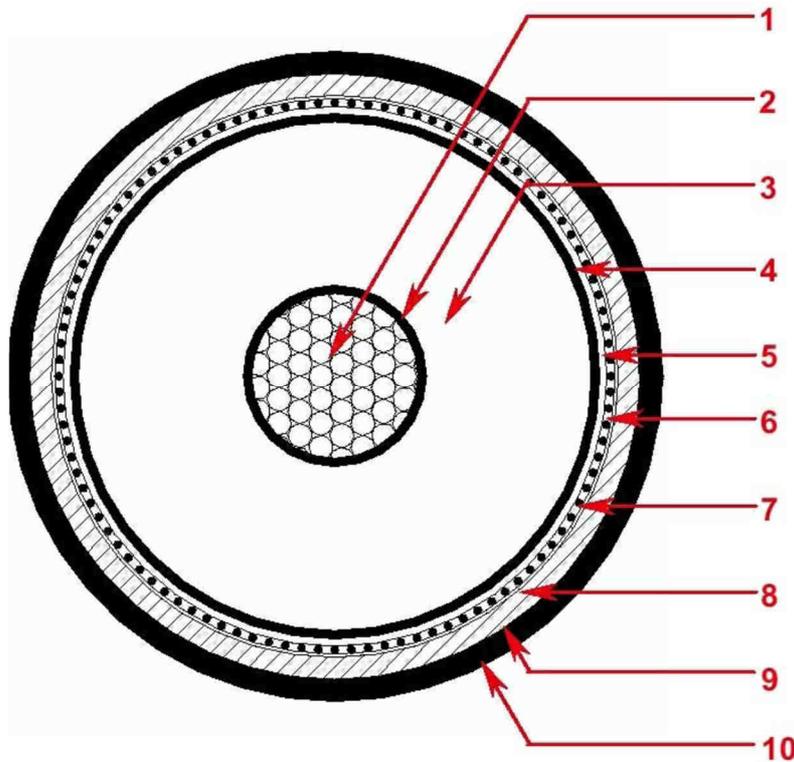


Figura 1 – Sezione tipica Cavo A.T.

1	Conduttore	Corda rotonda compatta (tamponata) a fili di alluminio o rame
2	Schermo semiconduttivo	Mescola estrusa semiconduttiva
3	Isolamento	XLPE
4	Schermo semiconduttivo	Mescola estrusa semiconduttiva
5	Tamponamento longitudinale	Nastro semiconduttivo rigonfiante
6	Schermo metallico	Fili di alluminio o rame
7	Controspirale	Nastro di rame
8	Tamponamento longitudinale	Nastro rigonfiante
9	Guaina metallica	Nastro longitudinale di alluminio monoplaccato
10	Guaina esterna	Polietilene (grafitato)

Si riportano le due tipologie di cavo A.T. che potrebbero essere impiegate nei collegamenti interrati del progetto di "Razionalizzazione della rete 132 kV nell'Area di Reggio Emilia".

**1. Cavo 1600 mm<sup>2</sup> Al** – Codifica Terna 101/31 Al e 101/35 Al

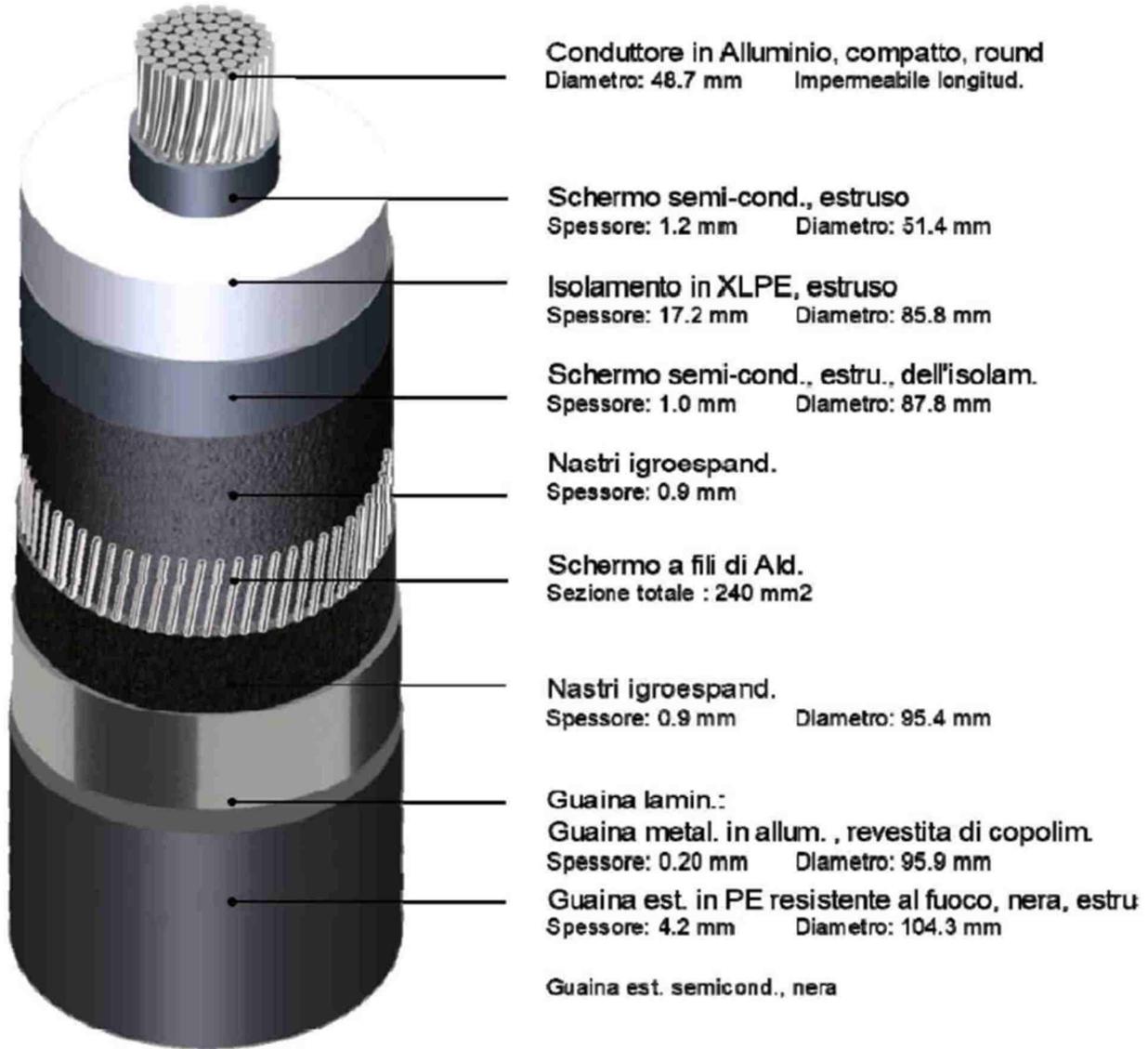
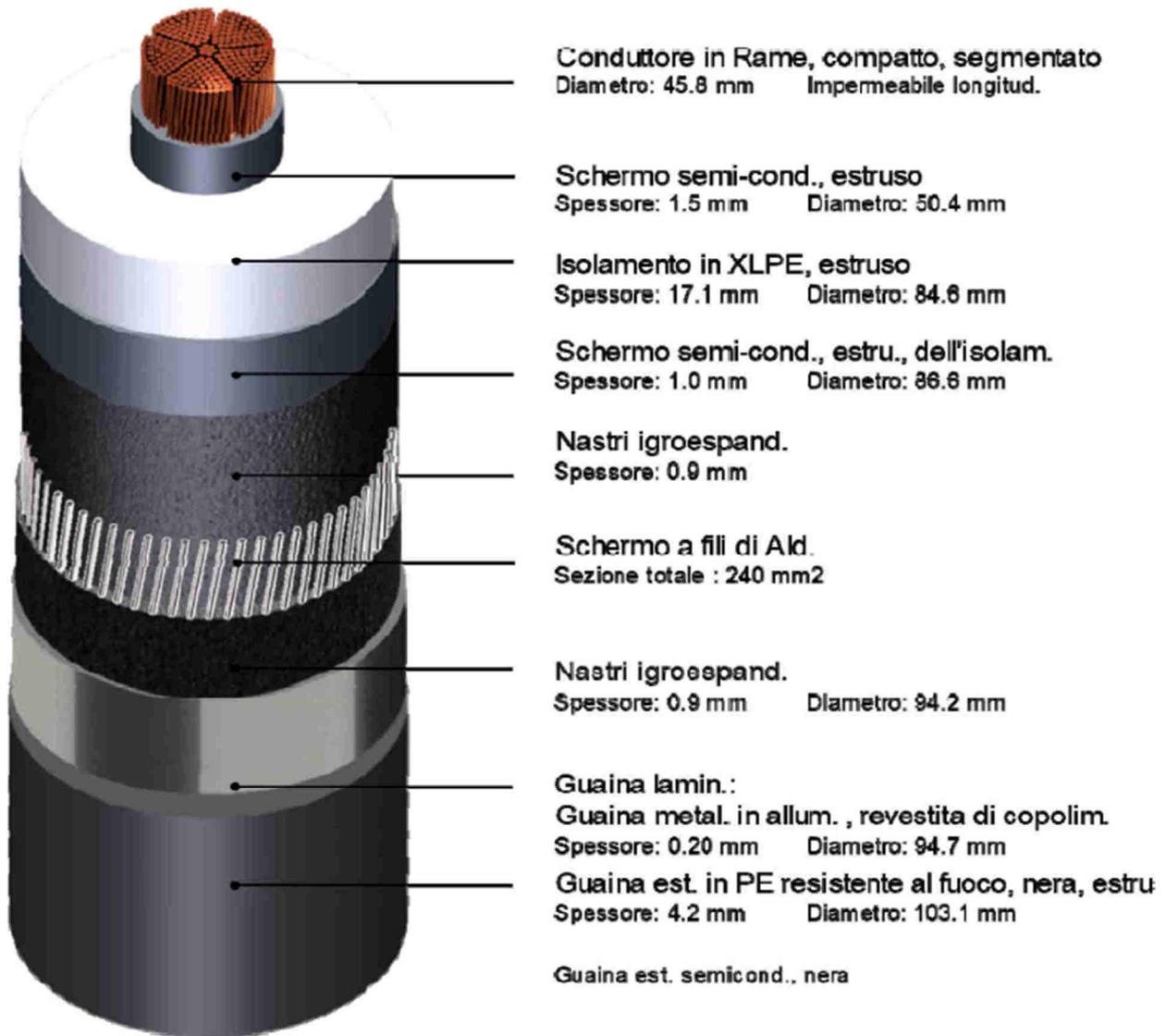


Figura 2 – Cavo 1600 mm<sup>2</sup> Al

Dati tecnici:

Peso cavo	11.2 kg/m
C-circuito n. schermo	31.5 kA / 0.5 s
Capacità specifica	0.260 μF/km
Massimo sforzo di trazione	48.0 kN
Resistenza max DC a 20°C	0.0186 Ω/km

**2. Cavo 1200 mm<sup>2</sup> Cu – Codifica Terna 101/12 Cu e 101/16 Cu**

*Figura 3 – Cavo 1200 mm<sup>2</sup> Cu*

Dati tecnici:

Peso cavo	18.3 kg/m
C-circuito n. schermo	31.5 kA / 0.5 s
Capacità specifica	0.258 µF/km
Massimo sforzo di trazione	72.0 kN
Resistenza max DC a 20°C	0.0151 Ω/km

Si riportano alcune note generali:

- 1) Il conduttore è a corda rigida rotonda, compatta e tamponata di rame ricotto non stagnato o in alluminio;
- 2) gli schermi semiconduttivi servono ad equalizzare il campo elettrico;
- 3) l'isolante è costituito da uno strato di polietilene reticolato estruso;

- 4) lo schermo metallico in piombo o alluminio, o a fili di rame ricotto o a fili di alluminio non stagnati opportunamente tamponati, o in una loro combinazione deve:
- contribuire ad assicurare la protezione meccanica del cavo;
  - assicurare la tenuta ermetica radiale;
  - consentire il passaggio delle correnti di corto circuito;
- 5) la guaina esterna funge da rivestimento protettivo e sarà costituita da una guaina di PE nera e grafitata, oppure, quando per installazioni in aria si ritiene opportuno evitare il propagarsi della fiamma, guaina in PVC nera non propagante la fiamma o PE opportunamente addizionato.

Gli elettrodotti interrati sono suddivisi in tratte. Salvo particolari esigenze ogni tratta avrà una lunghezza che può variare da 650 a 850 m. Un aspetto che incide sulle scelte del tracciato e delle modalità operativa di posa è il raggio di curvatura del cavo. Tale parametro vale circa 3 m.

La scelta precisa della tipologia di cavo verrà effettuata in fase di progettazione esecutiva per ciascun collegamento.

In entrambi i casi, le principali caratteristiche elettriche saranno le seguenti:

- Tensione nominale 132 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Intensità di corrente nominale 1000 A

### 3 TIPOLOGIE DI POSA

I collegamenti previsti dal progetto in esame si sviluppano principalmente su sedime stradale e in parte su sterrato. In base alla sede del tracciato verranno effettuati diversi tipi di posa riportati nell'allegato TU0000006B2035218 "Tavola caratteristiche tecniche componenti Elettrodotti in cavo interrato".

Nel caso in cui non sia possibile eseguire gli scavi per l'interramento del cavo, o nei casi in cui sia necessario eseguire un attraversamento, potrà essere utilizzato il sistema "spingitubo", il sistema "microtunneling" oppure il sistema "a trivellazione orizzontale controllata".

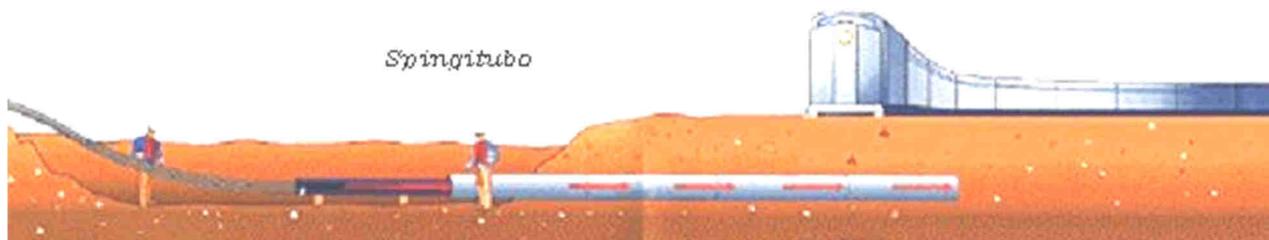


Figura 4 - Tecnica dello spingitubo

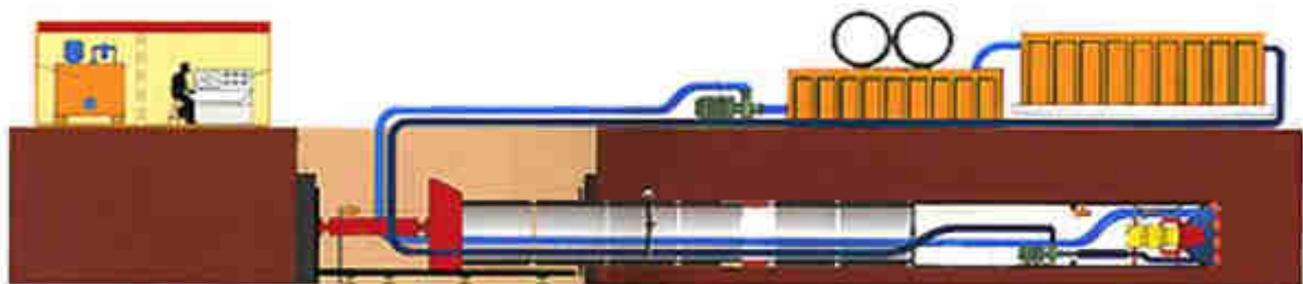


Figura 5 - Tecnica del micro-tunneling

Queste tecnologie consistono nell'inserimento di tubi in gres o acciaio sotto la superficie da attraversare: in particolare per ogni terna verrà eseguita una perforazione ad una profondità di circa 3 m nella quale verranno inseriti tubi con un diametro di circa 70 cm. All'interno di questi tubi, verranno posati altri quattro tubi di diametro inferiore (uno per ogni conduttore e uno per le telecomunicazioni) i quali conterranno i cavi per il trasporto dell'energia e il cavo in fibra ottica per le telecomunicazioni. Al fine di assicurare un efficace smaltimento del calore, i tubi saranno riempiti con miscela bentonitica e le terne saranno distanziate di circa 4 m.

#### Trivellazione orizzontale controllata

La tecnica viene impiegata per lunghi attraversamenti nei quali sia richiesta la variabilità direzionale sia nel senso laterale che verticale. A seconda della natura del sottosuolo viene eseguito una unica trivellazione inserendo una tubazione in polietilene PEAD del diametro di 70-80cm all'interno del quale vengono inseriti i 4 tubi di diametro inferiore (sempre in PEAD) che conterranno i singoli cavi di energia e i cavi delle telecomunicazioni, oppure vengono eseguite 4 trivellazioni separate inserendo tubi in PEAD di diametro 20-30 cm distanziate mediamente di circa un metro una dall'altra.

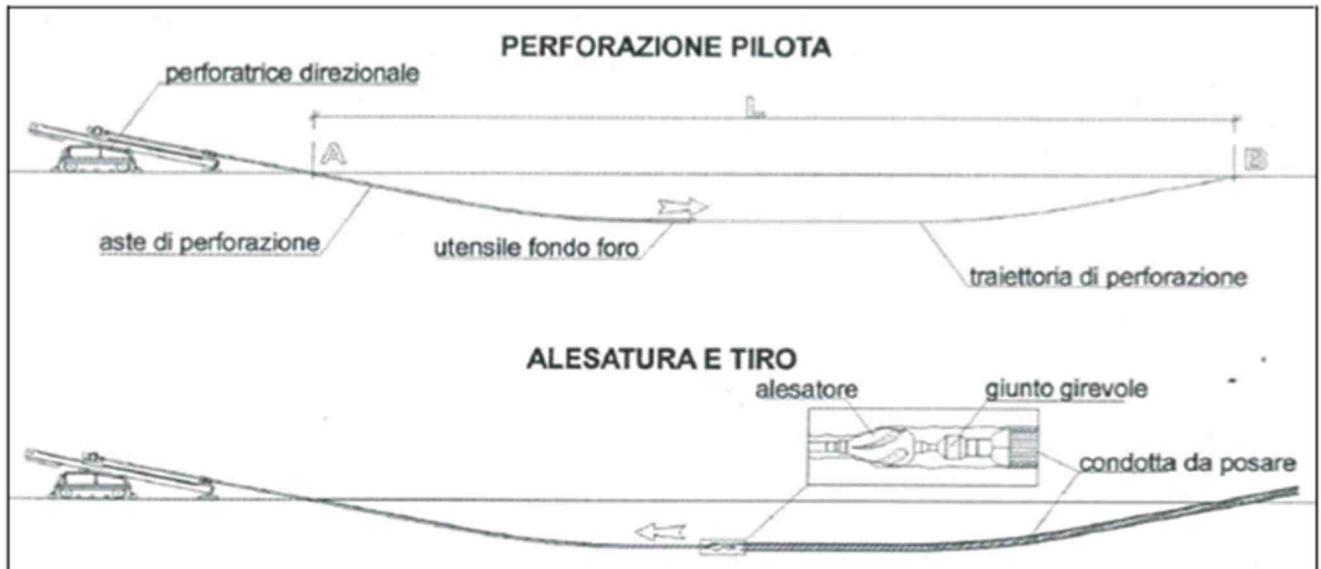


Figura 6 - Tecnica della T.O.C.

Si rimanda all'allegato TU0000006B2035218 "Tavola caratteristiche tecniche componenti Elettrodotti in cavo interrato" per i tipici di posa delle tecniche descritte per gli attraversamenti.

## 4 COLLEGAMENTO DEGLI SCHERMI

Lo schema di collegamento degli schermi metallici verrà definita in fase di stesura del progetto elettrico. Per quanto riguarda i collegamenti in cavo con estensione maggiore, nella quasi totalità dei casi si opta per un collegamento degli schermi metallici in cross-bonding (detto anche trasposizione degli schermi”).

Il metodo del cross-bonding ha lo scopo di evitare la corrente di circolazione nei rivestimenti metallici che comporterebbe la perdita di portata nel cavo e che ridurrebbe, quindi, il rendimento della trasmissione.

La soluzione del cross-bonding viene utilizzata ogni qual volta il collegamento ha una lunghezza tale da richiedere tre tratte o un numero multiplo intero di tre. L'insieme delle tre tratte (o pezzature) di un cross-bonding viene chiamata sezione maggiore mentre ogni singola tratta (o pezzatura) viene chiamata sezione minore.

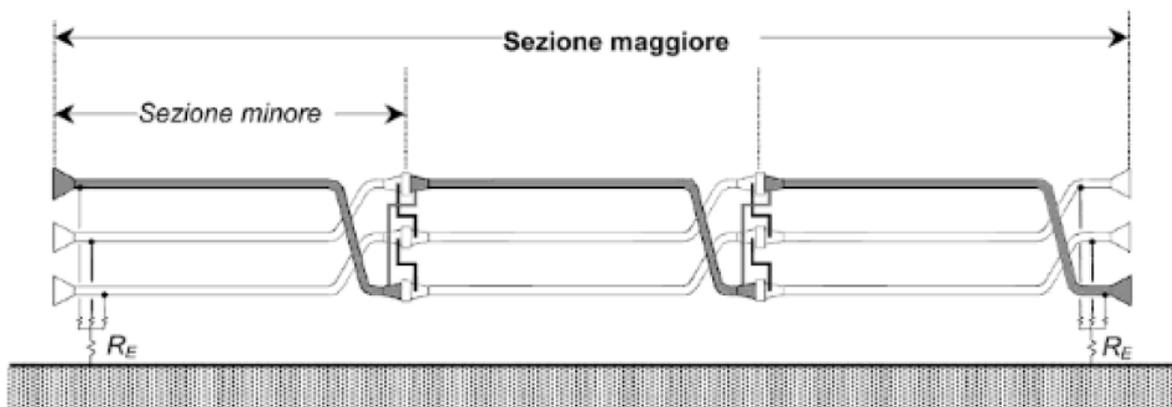


Figura 7 - Schema cross-bonding

Per realizzare il collegamento in cross-bonding è necessario utilizzare adatte cassette di sezionamento costituite essenzialmente da una cassa metallica contenenti le barrette di sezionamento e connessione.

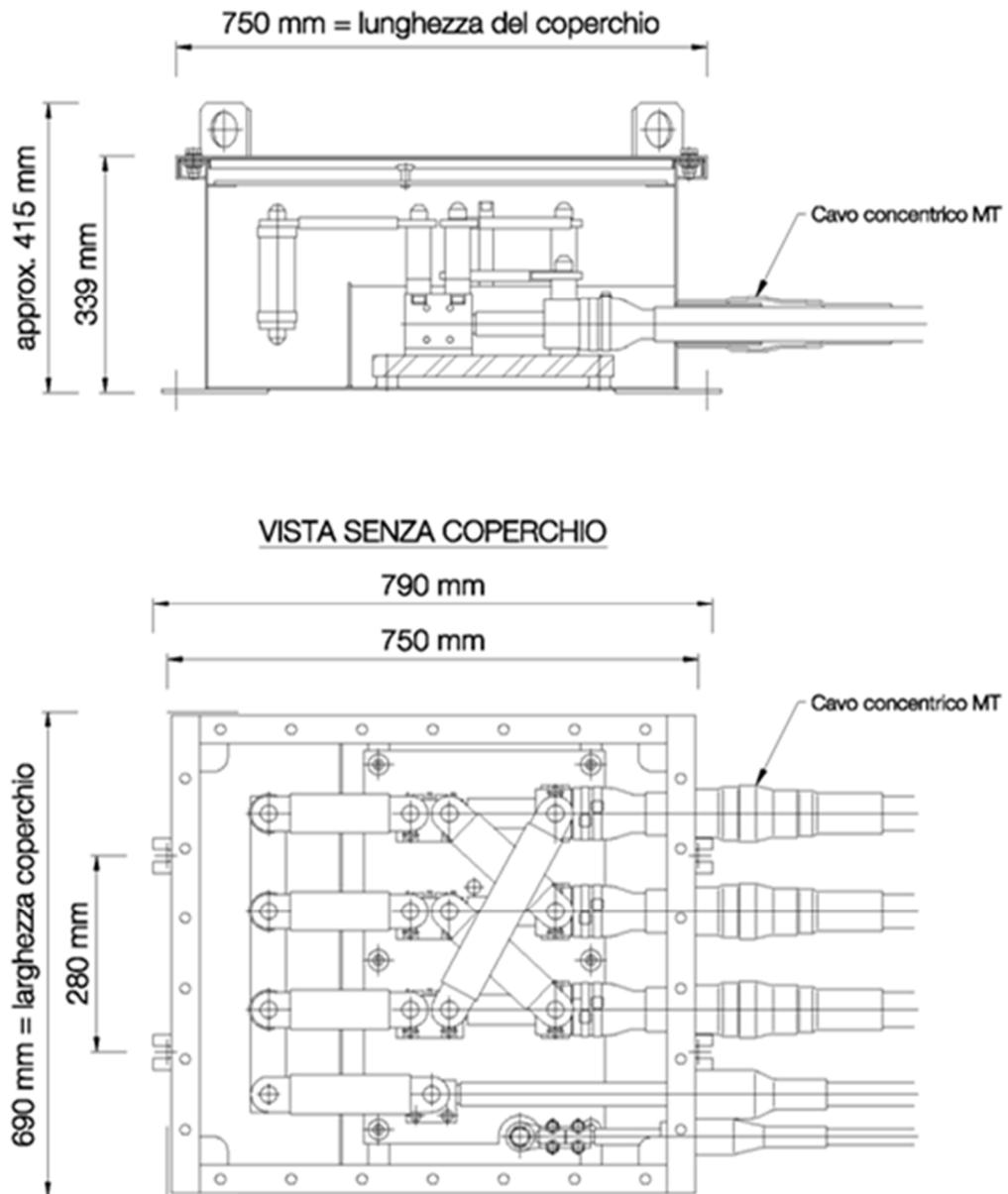


Figura 8 - cassetta di sezionamento per cross-bonding

## 5 GIUNZIONI

Le tratte saranno connesse tra di loro mediante giunzioni. Tali giunzioni saranno realizzate in apposite buche giunti che hanno dimensioni di circa 8,00 metri di lunghezza ed una larghezza di 2.50 m per una profondità all'incirca di 2 m.

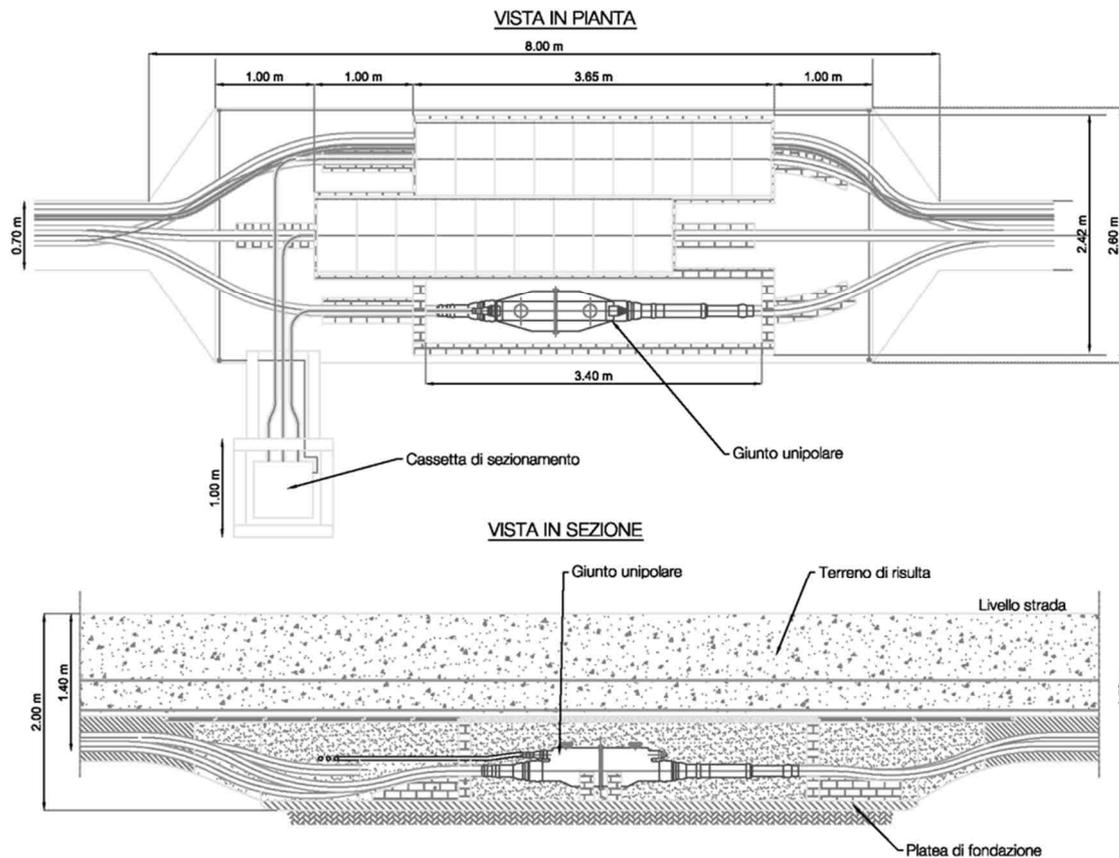
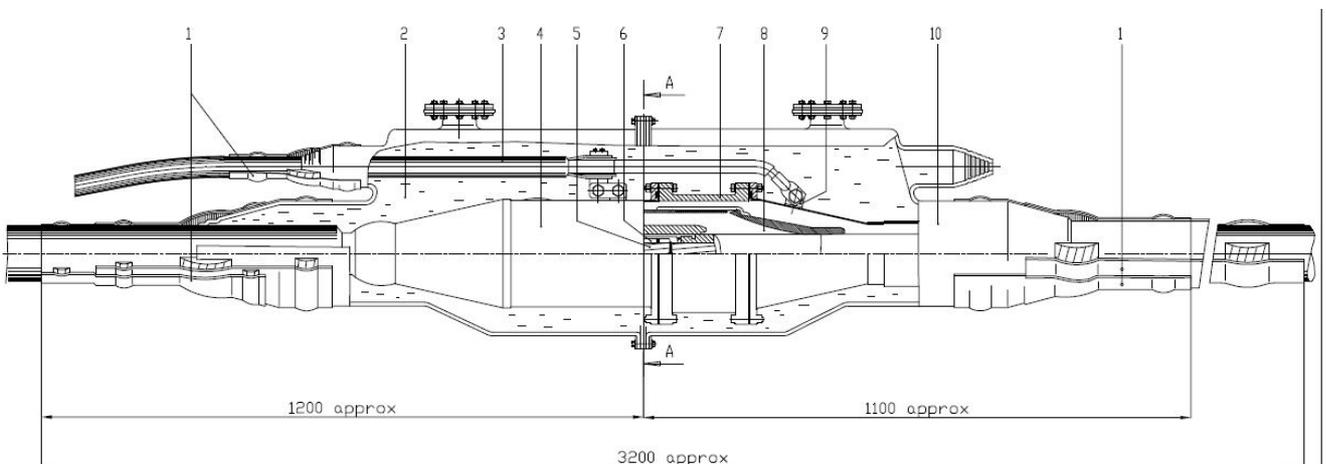
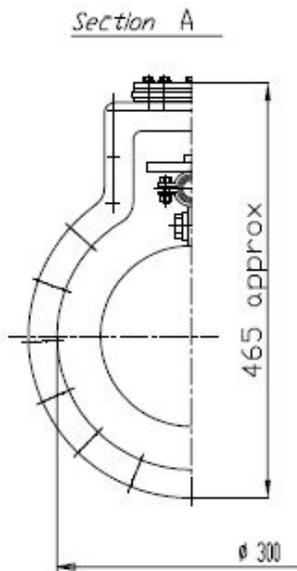


Figura 9 – Schematico Buca Giunti

La continuità elettrica viene garantita mediante opportuni giunti sezionati conformi alle specifiche Terna.





- 1 HEATSHRINKABLE TUBES (Polyolephine)
- 2 INSULATING COMPOUND
- 3 CONCENTRIC CABLE FOR CROSS-BONDING (not included in the supply)
- 4 CASING (Copper)
- 5 CABLE CONDUCTOR
- 6 CONNECTOR (for Copper conductor) or WELDING (For Aluminium conductor)
- 7 INSULATING RING (Epoxy resin VOLTALIT<sup>®</sup>)
- 8 PREMOULDED SLEEVE (Rubber)
- 9 EARTHING CABLE END-CONNECTORS (Copper)
- 10 OUTER PROTECTION (XLPE) 99.741.3.067

Figura 10 - Giunto sezionato 170kV

## 6 TERMINALI

Alle estremità dei collegamenti, presso le cabine primarie o sui sostegni di transizione aere-cavo, i cavi saranno attestati a terminali antideflagranti per esterno con isolatore in materiale composito.

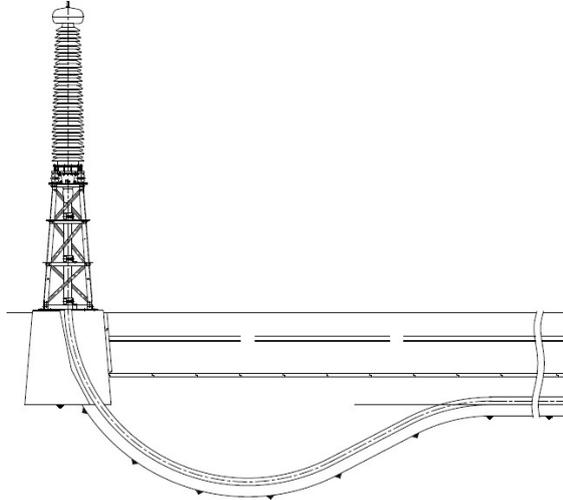


Figura 11 – Esempio Terminazione Cavo

Si riporta un esempio di schematico di un terminale su sostegno portaterminale.

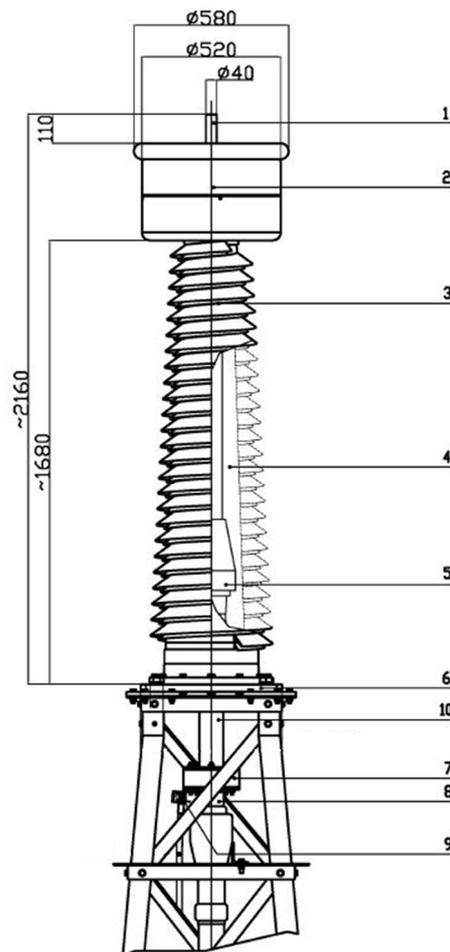


Figura 12 - Schematico terminale

1 Capocorda (lega di Alluminio)

- 2 Schermo (lega di Alluminio/Alluminio)
- 3 Isolatore polimerico (Vetroresina e gomma siliconica)
- 4 Miscela isolante
- 5 Cono prestampato
- 6 Piastra di base (lega di Alluminio)
- 7 Anello di sezionamento
- 8 Bocchettone (Alluminio)
- 9 Presa di terra (Rame stagnato)
- 10 Dispositivo antideflagrante

Peso approssimativo 200 kg.

Dimensioni in mm.

## 7 SOSTEGNI PORTATERMINALI DI TRANSIZIONE AEREO-CAVO

Tutti gli interventi in cui vi sia il passaggio da linea aerea a linea in cavo o viceversa si configurerà un collegamento misto aereo-cavo. In questi casi si procederà alla realizzazione di sostegni di transizione aereo-cavo con struttura portaterminali. Tali sostegni sono progettati in modo da collegare il collegamento in cavo che si conclude sui terminali, montati sul sostegno stesso, con i conduttori del tratto aereo mediante delle calate.

Si riporta una tabella riassuntiva dei sostegni portaterminali previsti nel progetto per le linee miste aereo-cavo:

Codifica Intervento	Linea	Numero Picchetto	Tipo sostegno	Tipo struttura	Altezza struttura
CS1	23695A1	40a	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5
CS2	23642B1	1	PG 24 portaterminali	palo gatto portaterminali	27.5
RE1	23617B1	4	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5
RE1	23617G1	51b	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5
RE3	23B03A1	51a	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5
RE3	23B03A1	64a	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5
RE4	23908B1	64b	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5
RU1	23155B1	7a	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5
SI1	23680C1	40a	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5
SI1	23680C1	44a	PG 21 portaterminali	palo gatto portaterminali	24.5

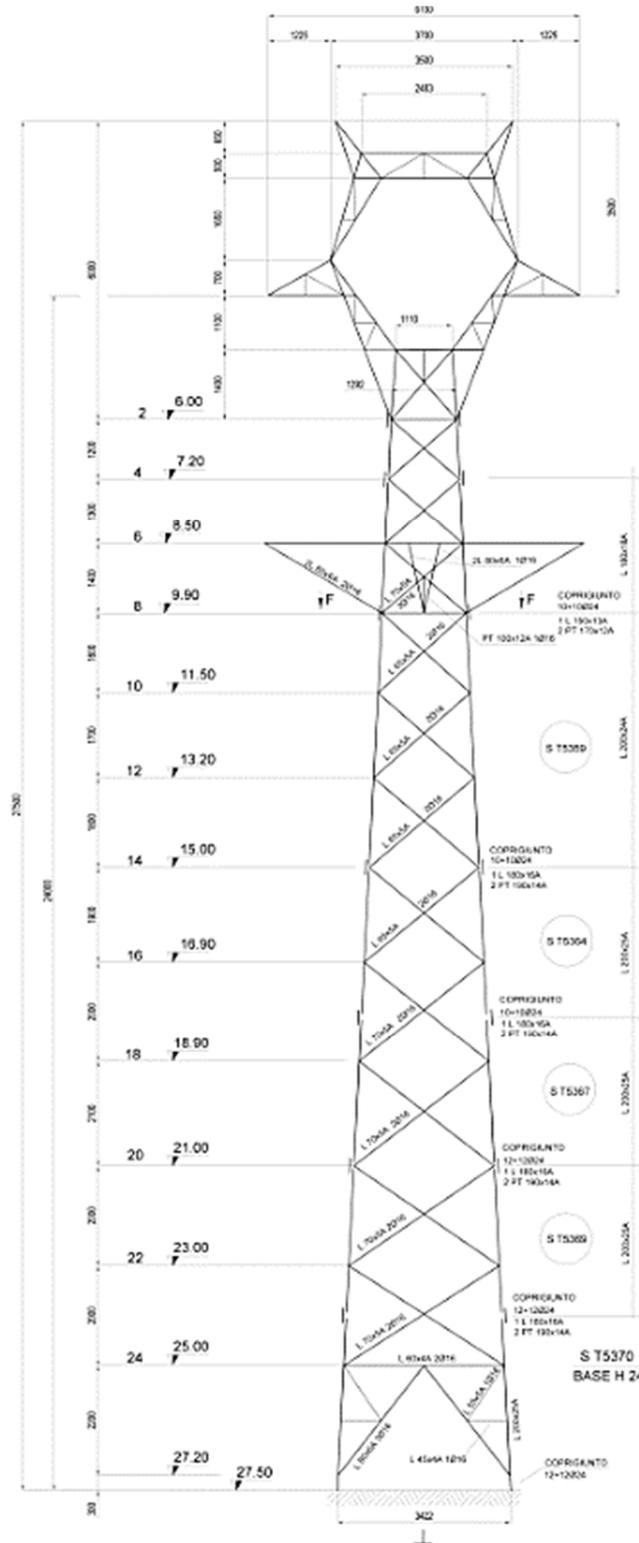


Figura 13 - Schematico sostegno palo gatto con portaterminali per linee miste aereo-cavo

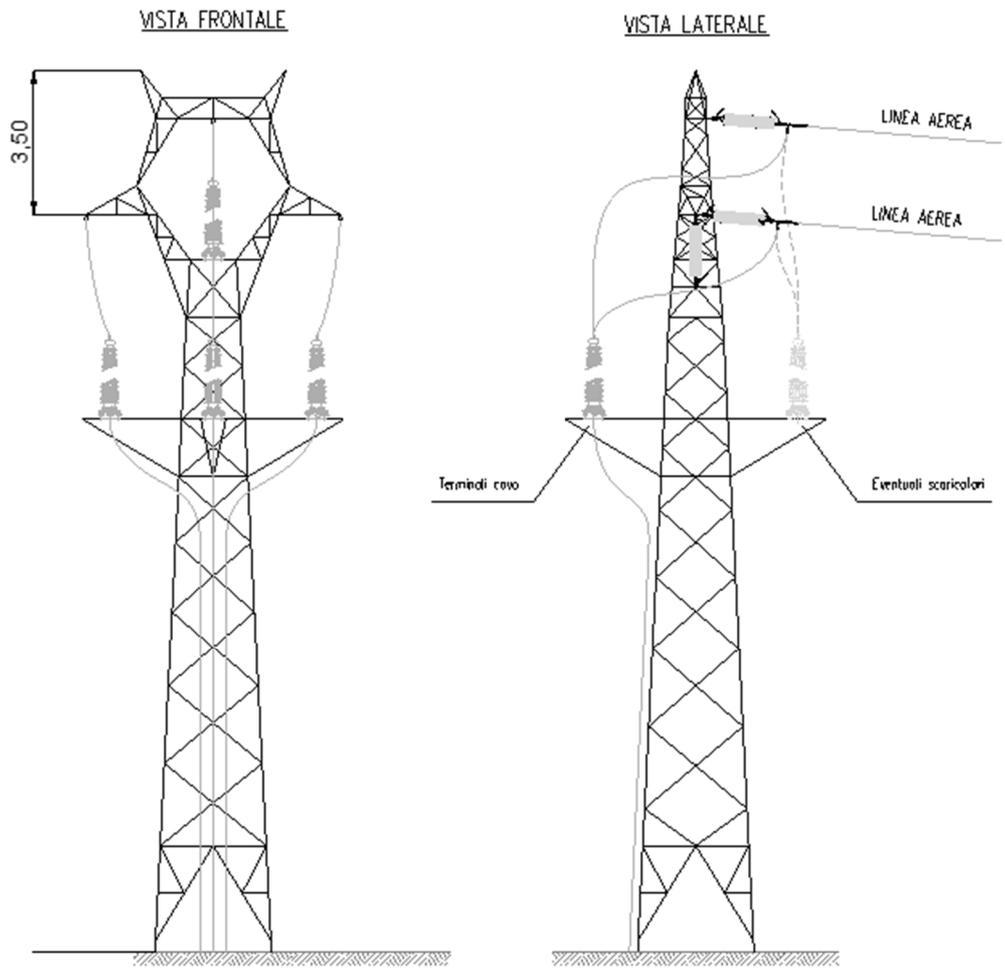
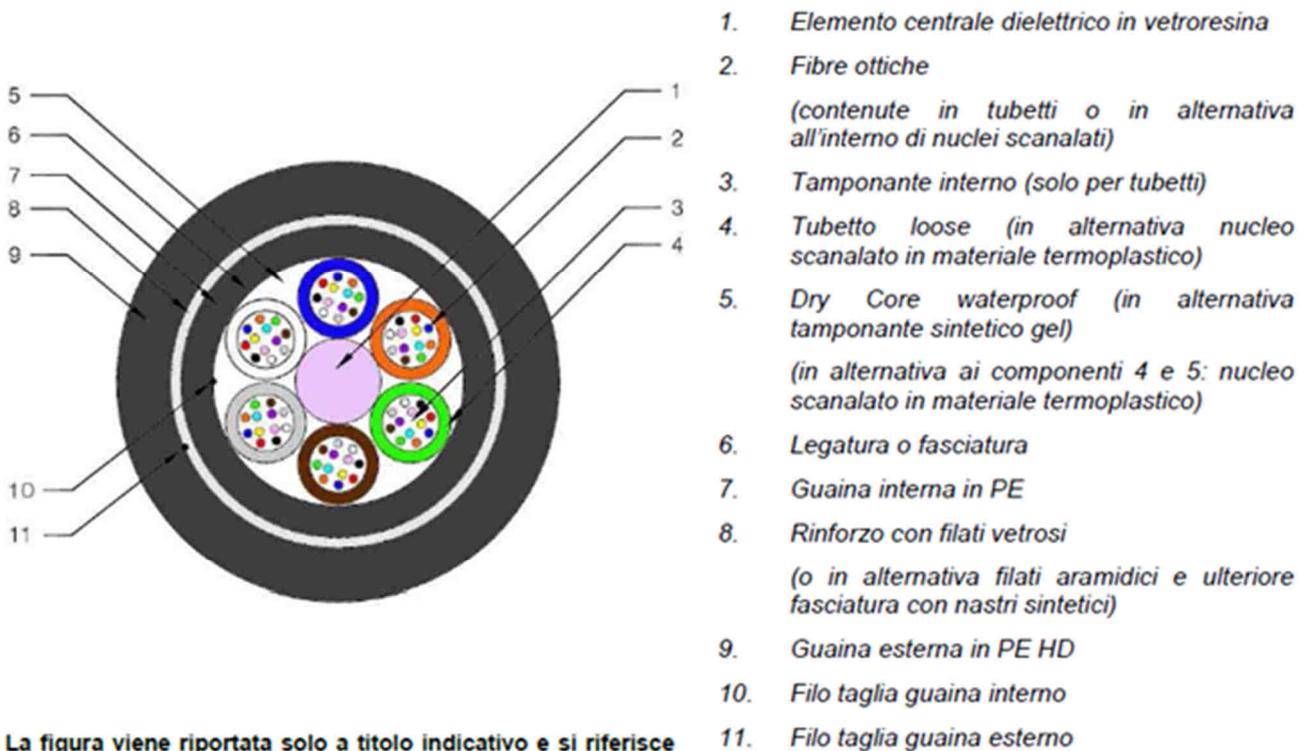


Figura 14 - Esempio configurazione finale sostegno di transizione aereo-cavo

## 8 SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE E MONITORAGGIO

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazioni. A tale scopo, lungo il tracciato dei cavi AT viene posato anche un tritubo all'interno del quale vengono posti uno o più cavi di fibra ottica.



**La figura viene riportata solo a titolo indicativo e si riferisce alla disposizione delle fibre ottiche in tubetti. Nelle strutture a 48 fibre, qui utilizzate, al posto dei tubetti sono presenti 2 riempitivi dielettrici. Le fibre sono di tipo monomodali. La sezione del cavo non è in scala.**

Figura 15 - cavo ottico a 48 fibre

Uno degli obiettivi primari a livello aziendale è quello di monitorare in tempo reale tutti i collegamenti in cavo di nuova realizzazione. Per tale ragione nei nuovi collegamenti verranno installati dei sistemi di monitoraggio.

Il sistema di monitoraggio integrato si identifica con l'insieme costituito da una serie di componenti che ha l'obiettivo di controllare, in tempo reale, lo stato di funzionamento dei collegamenti in cavo installati nella Rete con lo scopo di:

- a) prevenire possibili guasti sul sistema cavo AT e relativi accessori, consentendo di pianificare interventi di manutenzione straordinaria su condizione;
- b) pianificare le attività di manutenzione ordinaria attraverso una costante valutazione delle condizioni di funzionamento dei collegamenti;
- c) supportare le decisioni relative all'esercizio dei collegamenti in cavo mediante il monitoraggio continuo delle principali grandezze del collegamento.

Le grandezze monitorate saranno le seguenti:

- pressione dei fluidi dielettrici dei terminali (FPS) (se pressurizzati);
- correnti degli schermi (SCS) e di fase dei cavi AT;
- scariche parziali (PDS) sui cavi e accessori AT;
- temperatura distribuita lungo il cavo (DTS + RTTR).

Per una spiegazione dettagliata sul funzionamento di questi sistemi si rimanda alle specifiche tecniche Terna.

 <p><b>Terna Rete Italia</b> T E R N A G R O U P</p>	<p align="center"><b>RELAZIONE CARATTERISTICHE TECNICHE</b> <b>ELETTRODOTTI IN CAVO INTERRATO</b></p> <p>Razionalizzazione della rete 132 kV nell'Area di Reggio Emilia</p>	<p>Codifica Elaborato: _____</p> <p align="center">RU0000006B1936813</p> <p>Rev. <b>00</b>      Data <b>30/03/2021</b></p>
--	---	--

## 9 ALLEGATI

CODICE	ELABORATO
TU0000006B2035218	Tavola caratteristiche tecniche componenti Elettrodotti in cavo interrato