

**COLLEGAMENTO HVDC "SA.CO.I. 3"**

**PIANO TECNICO DELLE OPERE**

**RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA**

**CAVI TERRESTRI IN CORRENTE CONTINUA E OPERE ACCESSORIE LATO TOSCANA**

**Storia delle revisioni**

Rev.	del	Descrizione
Rev.00	del 03/06/2019	Prima emissione

Elaborato			Verificato		Approvato
Costante L.	Sylos Labini P.	Cavaliere A.	Sylos Labini P.		<b>Pazienza M.</b>
TRI-ING-PRHM	TRI-ING-PRHM-ECM	TRI-ING-PRHM-ECM	TRI-ING-PRHM-ECM		<b>TRI-ING-PRHM</b>

a0410018RI\_rev00

Questo documento contiene informazioni di proprietà di Terna Rete Italia SpA Gruppo Terna SpA e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna Rete Italia SpA Gruppo Terna SpA

## INDICE

1	PREMESSA	3
2	UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE	3
3	DESCRIZIONE DELLE OPERE	4
3.1	Localizzazione	4
3.1.1	Comune di Piombino (LI)	4
3.1.2	Comune di San Vincenzo (LI)	5
4	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA	5
4.1	Dimensioni e caratteristiche dei cavi di polo	5
4.2	Dimensioni e caratteristiche dei cavi di elettrodo	6
4.3	Sezioni e tipici di posa cavi	7
4.4	Buche giunti terrestri	10
4.5	Punto di Sezionamento e Transizione	11
4.6	Sistema di telecomunicazioni	11
4.7	Gestione terre e rocce da scavo in fase di cantiere	12
5	RUMORE	13
6	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	13
7	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	13
8	AREE IMPEGNATE	13
9	SICUREZZA CANTIERI	13
10	ALLEGATI	14

## 1 PREMESSA

Il presente documento descrive le caratteristiche tecniche dei cavi terrestri di potenza e di elettrodo relative al collegamento in corrente continua ad altissima tensione tra la Sardegna, la Corsica e la penisola Italia denominato "SA.CO.I. 3", che prevede il rinnovo ed il ripotenziamento del collegamento esistente.

**Il tracciato terrestre attuale dell'elettrodotto**, per la parte italiana dell'opera (lato Toscana) si sviluppa in linea aerea dalla Stazione di Conversione di Suvereto (LI) all'edificio di transizione aereo-cavo e sezionamento sito a Salivoli, nel comune di Piombino (LI), dal quale partono i due cavi di polo che arrivano alle buche giunti terra-mare localizzate sulla spiaggia di Salivoli, nel territorio comunale di Piombino.

**Gli interventi di rinnovo e ripotenziamento prevedono** la posa di due nuovi cavi di polo del collegamento su un nuovo tracciato con arrivo nell'edificio di transizione aereo-cavo già esistente su via Fermi, dove è prevista l'installazione dei nuovi terminali cavo e l'esecuzione delle necessarie opere civili di adeguamento del fabbricato esistente. Le nuove camere di giunzione tra cavi terrestri e cavi marini saranno localizzate nel parcheggio antistante la spiaggia di Salivoli.

Inoltre, si poseranno nuovi cavi terrestri e marini di elettrodo, in prossimità della Torraccia, nel sito comunale di San Vincenzo (LI), e si provvederà a sostituire l'elettrodo sottomarino esistente con un nuovo "catodo" sottomarino con caratteristiche equivalenti per ragioni di vetustà.

Per l'inquadramento generale dell'opera si rimanda alla "Relazione tecnica generale intervento" doc. n. RGHR10002BCC00500.

## 2 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE

I comuni interessati da modifica/ripotenziamento della parte di elettrodotto in cavo, e dalle opere di adeguamento del punto di transizione e sezionamento esistente, sono elencati nella seguente tabella:

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	PERCORRENZA TERRESTRE
Toscana	Livorno	Piombino	ca. 1,5 km (cavi terrestri di polo)
		San Vincenzo	ca. 150 metri (cavi terrestri di elettrodo)

L'elenco delle opere attraversate è riportato nell'elaborato cod. EVHR10002BCC00512 e EVHR10002BCC00513 (Elenco delle opere attraversate). Gli attraversamenti principali sono evidenziati nei documenti seguenti: cod. DVHR10002BCC00532 – “Corografia con indicazione delle opere attraversate”.

I documenti n. DVHR10002BCC00526 e DVHR10002BCC00527 (Estratto Piani Regolatori Generali Comunali) rappresentano la cartografia relativa all'area interessata dagli interventi sovrapposta alle carte contenenti gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica vigenti ed esecutivi.

### **3 DESCRIZIONE DELLE OPERE**

Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11/12/1933 n° 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti. L'elettrodotto è stato progettato in modo tale da recare il minor sacrificio possibile alle proprietà interessate assieme ad un basso impatto ambientale, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire, rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi.

In riferimento alla Corografia suddetta, cod. DVHR10002BCC00532, nel presente paragrafo vengono mostrati i Comuni ed i tratti stradali interessati dal tracciato preferenziale individuato.

#### **3.1 Localizzazione**

##### **3.1.1 Comune di Piombino (LI)**

Il collegamento partirà dall'esistente edificio di sezionamento e transizione su via Fermi e, percorrendo via Fermi, supererà l'incrocio con Lungomare Guglielmo Marconi proseguendo su sedime stradale su via dei Cavalleggeri per circa 300 metri.

Dato che via Fermi è particolarmente stretta, per ragioni di manutenibilità dell'opera, in fase di progettazione esecutiva si studierà comunque la possibilità di posare un cavo lungo via Fermi e l'altro lungo via Forlanini per poi raccordarli all'altezza dell'incrocio di fronte via Fermi e farli proseguire parallelamente lungo via dei Cavalleggeri.

All'altezza di un distributore di carburanti, nei pressi di un parcheggio, il tracciato dei cavi devierà verso sud proseguendo per circa 800 metri in un'area verde, attualmente non utilizzata e depressa rispetto al piano stradale comunale. Dopo l'attraversamento del Rio Salivoli, previsto avvenire in sottopasso con tecnica TOC, i due cavi di polo seguiranno una pista sterrata adiacente alla sede della Lega Navale Italiana fino a raggiungere un ampio parcheggio adiacente via Salivoli e la spiaggia di Salivoli. In tale parcheggio si prevede di

realizzare le buche giunti terra-mare e di iniziare le perforazioni controllate per l'approdo dei cavi marini, diretti verso la Corsica.

In nessun caso gli scavi per l'alloggiamento dei cavi interesseranno aree interne a recinzioni di proprietà private o esistenti abitazioni, e verranno eseguiti prevalentemente su viabilità esistenti (sedime stradale o strade vicinali, stradelli sterrati, aree di parcheggio, ecc.).

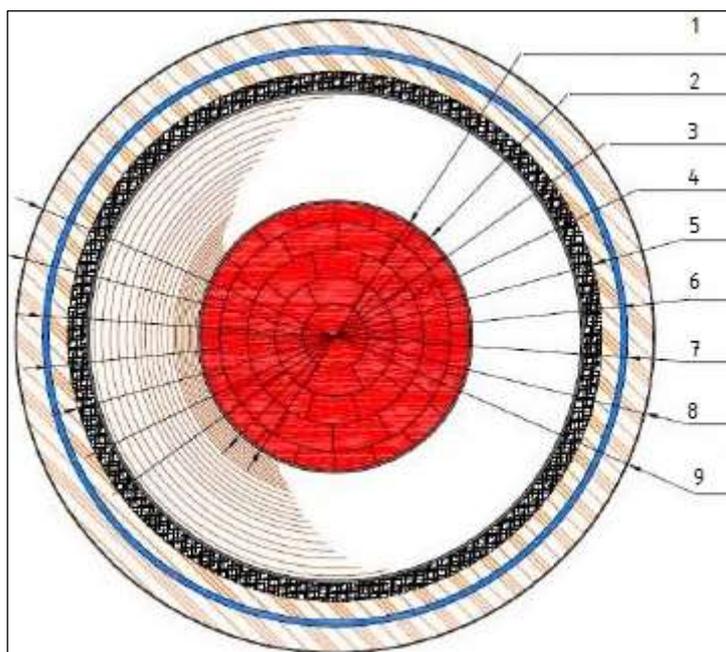
### **3.1.2 Comune di San Vincenzo (LI)**

Il collegamento terrestre di elettrodo partirà dal sostegno di transizione aereo-cavo presente in comune di San Vincenzo nelle vicinanze della strada Provinciale "Della Principessa" e dopo l'attraversamento della strada, che si prevede di condurre con tecnica HDD (Directional Drilling), arriverà sulla spiaggia adiacente, dove i cavi terrestri saranno giuntati con i cavi marini che a loro volta consentiranno il collegamento elettrico con il sistema catodo che verrà posato in ambiente marino. Il sostegno di transizione aereo/cavo verrà opportunamente mantenuto e rinforzato, o in alternativa sostituito con un nuovo sostegno delle medesime caratteristiche. Ulteriori informazioni sul nuovo catodo del collegamento sono inserite nella relazione tecnica cod. RVHR10002BCC00701 (§ 3.3).

## **4 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'OPERA**

### **4.1 Dimensioni e caratteristiche dei cavi di polo**

I cavi terrestri di polo utilizzati saranno del tipo in carta impregnata isolati per la tensione 200 kV (con isolamento rinforzato) con miscela ad alta viscosità. Una sezione tipica di questi cavi è di seguito riportata.



**Fig. 1 - Disegno tipico del cavo di potenza terrestre**

<b>Legenda</b>	
1	Conduttore a conchi di rame
2	Strato semiconduttivo
3	Isolamento in strati di carta o in composito carta/polipropilene, impregnato di miscela ad alta viscosità
4	Strato semiconduttivo
5	Guaina in lega di piombo
6	Guaina di polietilene
7	Rinforzo a nastri di acciaio zincato
8	Guaina anticorrosiva di politene

**Tabella 1**

Le principali caratteristiche tecniche sono nel seguito riportate:

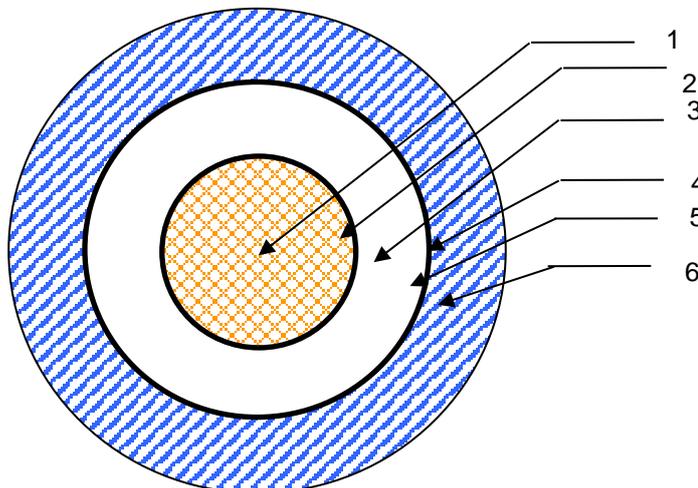
<b>Caratteristiche principali preliminari</b>		
<b>Cavi terrestri</b>		
<i>Materiale del conduttore</i>		<b>Rame o Alluminio</b>
<i>Sezione tipica del conduttore</i>	<i>mm<sup>2</sup></i>	<b>1600-2300</b>
<i>Diametro esterno</i>	<i>mm</i>	110-120 ca.
<i>Peso in aria</i>	<i>kg/m</i>	30 - 40 ca.

**Tabella 2**

La tipologia dei cavi di polo riportata in figura è indicativa e potrà subire delle modifiche in base alle scelte tecnologiche effettuate in sede di progettazione esecutiva.

## 4.2 Dimensioni e caratteristiche dei cavi di elettrodo

Per la parte terrestre del collegamento di ritorno metallico verranno utilizzati due cavi unipolari ad isolamento estruso per la tensione 12/20 kV, ciascuno con conduttore in rame di sezione 1400÷1900 mm<sup>2</sup>.



**Fig. 2 - Disegno tipico del cavo di collegamento agli elettrodi**

<b>Legenda</b>	
1	Conduttore rotondo compatto a fili di rame, tamponato
2	Strato semiconduttivo interno
3	Isolante XLPE o EPR
4	Strato semiconduttivo esterno
5	Schermo a nastri di rame
6	Guaina di polietilene

**Tabella 3**

<b>Caratteristiche principali preliminari</b>	
<i>Tensione</i>	<i>12/20 kV</i>
<i>Materiale del conduttore</i>	<i>Rame</i>
<i>Sezione nominale del conduttore</i>	<i>1400 ÷ 1900 mm<sup>2</sup></i>
<i>Diametro esterno</i>	<i>72-78 mm</i>
<i>Peso in aria</i>	<i>15-20 kg/m</i>

**Tabella 4**

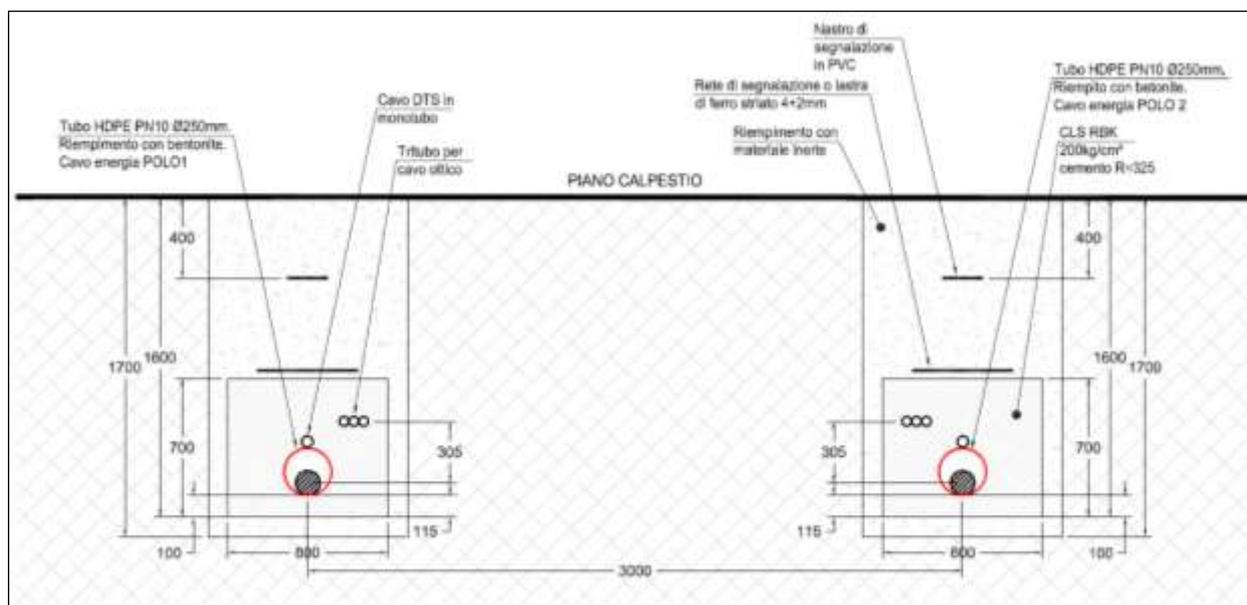
I cavi sottomarini di collegamento all'elettrodo saranno del tutto simili, come costituzione, a quelli terrestri, ma saranno caratterizzati dalla presenza di idonea armatura. La tipologia dei cavi di elettrodo riportata in figura si ritiene del tutto indicativa e potrà subire delle modifiche in base alle scelte tecnologiche effettuate in sede di progettazione esecutiva.

### **4.3 Sezioni e tipici di posa cavi**

I cavi di potenza saranno posati, per la maggior parte di sviluppo del tracciato, con scavo a sezione obbligata e posa in tubiera i cui tipici sono riportati nella figura 2, al fine di creare il minimo disagio alla viabilità.

La distanza minima tra i due cavi è prevista pari a 3 m per salvaguardare la possibilità di intervento di manutenzione su un cavo con l'altro in regolare servizio, ma potrebbe, in punti particolari e laddove strettamente necessario per ragioni di fattibilità tecnica, essere ridotta. Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di potenza, saranno posati in un tritubo dedicato i cavi a fibre ottiche per la trasmissione dati, nonché verrà posato, adeguatamente inserito in tubazione aderente a ciascun cavo di potenza, anche un cavo a fibra ottica che sarà utilizzato per rilevare la temperatura dei cavi di potenza (cavo sensore DTS) e rilevazione acustica (DAS). Lo scavo verrà chiuso con idoneo materiale la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento di tipo "mortar". La presenza del collegamento in cavo sarà segnalata superiormente da una rete in PVC tipo da cantiere e da un nastro segnaletico

opportunamente interrati. I ripristini della sede stradale verranno condotti a regola d'arte ed in ottemperanza alle prescrizioni degli enti proprietari delle strade.

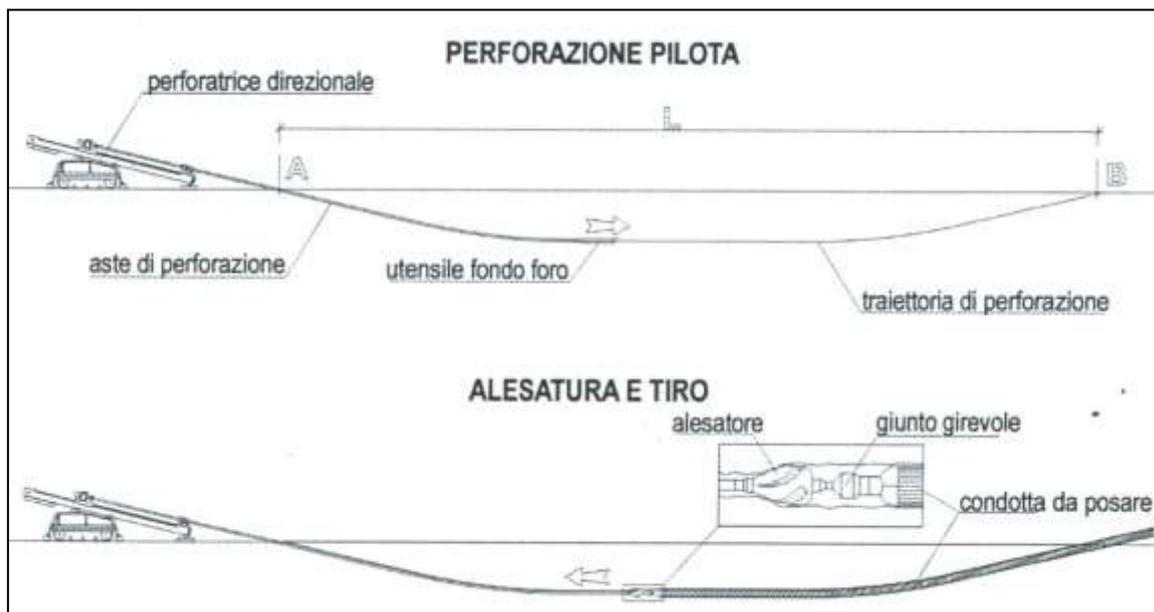


**Fig. 2 – Tipico di posa in tubiera**

Ove necessario, nei tratti in cui non sarà possibile utilizzare posa in tubiera o nei tratti di strada non asfaltata, i cavi potranno essere posati in trincea normale ad una profondità minima di 1,5 m, con idonea protezione meccanica (quali ad esempio plote in cemento armato di idoneo spessore posizionate superiormente e lateralmente). La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con idoneo materiale. Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera o in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, gli stessi saranno posati in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata. In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni.

Per l'attraversamento di sedi stradali, canali, o altri impedimenti che non consentano lo scavo in trincea, o che comunque non consentano l'interruzione del traffico, i cavi potranno essere posati mediante tubazioni di idonee dimensioni precedentemente installate con tecnica del Directional Drilling (HDD).

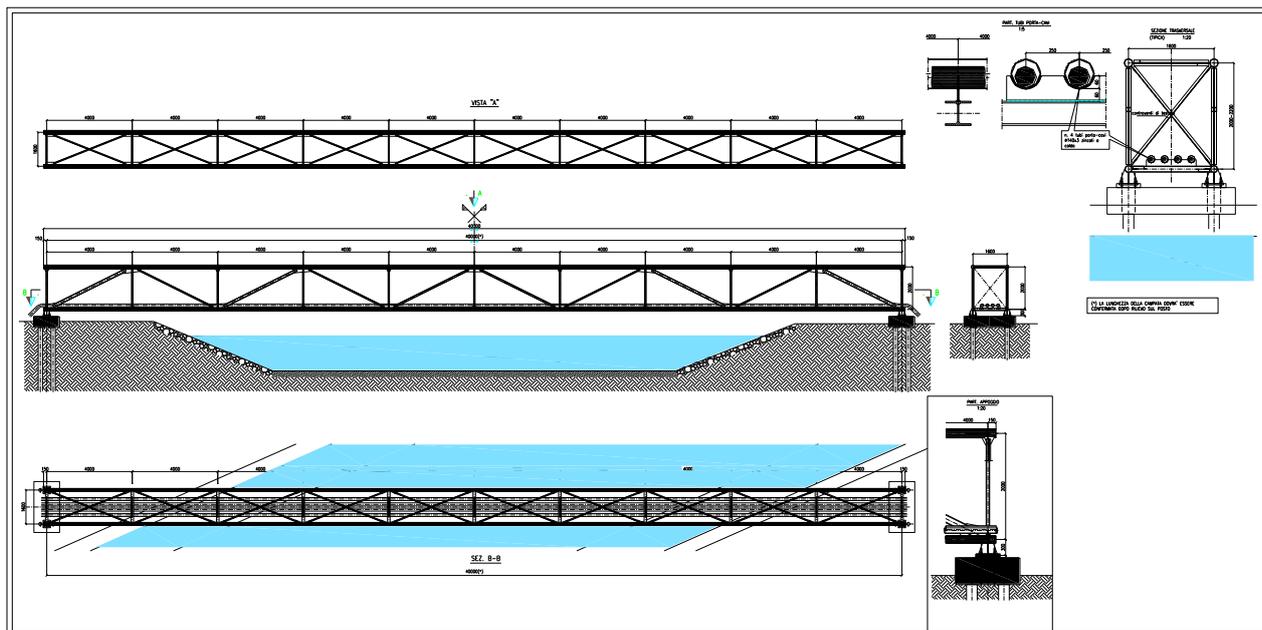


**Fig. 3 – Tecnica di scavo con Directional drilling**

Tale modalità di installazione (o in alternativa il sistema spingitubo) potrà essere utilizzata anche qualora ci si trovi in presenza di attraversamenti particolari, dove non sia possibile intervenire con scavi in superficie, in modo tale da non comportare alcun tipo di interferenza con le strutture superiori esistenti che verranno attraversate in sottopasso.

Per l'eventuale necessità di attraversamento di tratti in ponte/viadotto si valuterà in sede di progettazione esecutiva l'utilizzo di opere di staffaggio o di superamento del viadotto mediante le suddette tecniche di perforazione. Qualora non sia possibile usufruire degli esistenti ponti stradali per l'attraversamento di eventuali corsi d'acqua interferenti, gli stessi potranno essere attraversati con le seguenti modalità:

- sistema di attraversamento mediante perforazione teleguidata (directional drilling);
- realizzazione di un'apposita struttura metallica tralicciata, adiacente il ponte stradale, su cui installare i cavi stessi.
- Solo nel caso in cui non sia fattibile una delle due soluzioni sopra riportate, previa autorizzazione degli enti competenti, sarà valutato lo scavo diretto di idonea trincea in corrispondenza dell'alveo.



**Fig. 4 – Esempio di struttura a ponte (o passerella) per posa cavi**

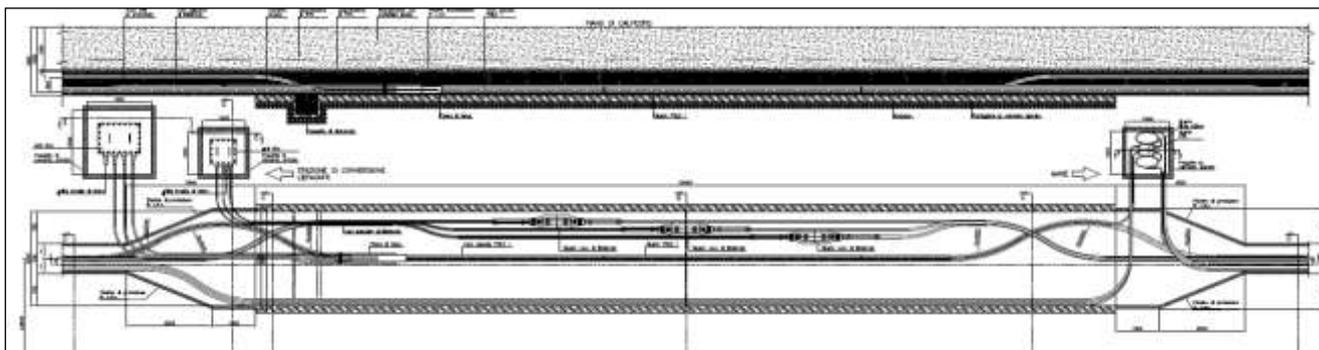
Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno comunque eseguiti secondo regola dell'arte ed in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

#### 4.4 Buche giunti terrestri

Data la lunghezza del tracciato del cavo terrestre si prevede di realizzare ogni circa 500-800 m delle camere di giunzione interrata (un esempio di dimensioni indicative è rappresentato sotto) ove ubicare i giunti di collegamento tra pezzature di cavo successive, dotate di pozzetti per localizzare i sistemi di monitoraggio dei cavi e garantire il sezionamento delle guaine metalliche degli stessi cavi.

La dimensione stimata di tali buche giunti è di circa 3 m di larghezza e 25 m di lunghezza, interrate ad una profondità di circa 2 m. La distanza tra le due buche deve essere tale da garantire una distanza tra i due cavi di polo di almeno 3 m per permettere l'esecuzione in sicurezza di attività di manutenzione in caso di guasto di un collegamento in cavo con l'altro in regolare esercizio elettrico.

La localizzazione di tali buche giunti è ipotizzata nelle planimetrie allegate. Tale posizione è del tutto indicativa e potrà variare a valle della progettazione esecutiva.



**Fig. 5 – Esempio di buca giunti terrestre**

#### **4.5 Punto di Sezionamento e Transizione**

I nuovi cavi di polo arriveranno nella esistente area recintata (di proprietà Terna) in via Enrico Fermi ove è localizzato l'edificio di sezionamento e transizione aereo-cavo.

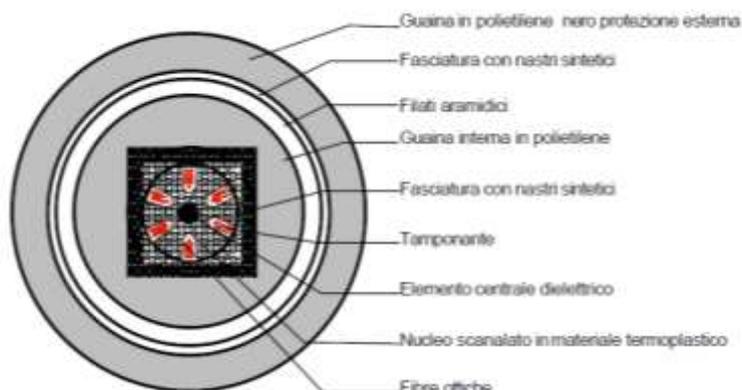
Gli interventi previsti in tale area consistono nella installazione di due nuovi terminali dei cavi di polo, della loro connessione al sistema di sezionamento interno all'edificio esistente, nonché delle opere civili di adeguamento (ampliamento con inclusione dei nuovi terminali) del fabbricato esistente, in accordo con quanto rappresentato nella planimetria cod. DVHR10002BCC00537. All'interno dell'edificio, la futura configurazione delle sezioni elettromeccaniche dovrà permettere la connessione dei nuovi terminali con il portale di arrivo degli elettrodotti aerei esistenti, nonché i provvisori da utilizzarsi nelle fasi di test di commissioning per l'entrata in servizio del nuovo collegamento.

#### **4.6 Sistema di telecomunicazioni**

Per le trasmissioni dati del sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazione tra le stazioni terminali dei collegamenti.

Esso sarà costituito da uno o più cavi a 48 fibre ottiche, il cui tipico è stato riportato nella figura seguente.

La tipologia dei cavi in fibra ottica rappresentata è comunque del tutto indicativa e potrà subire delle modifiche in base alle scelte tecnologiche effettuate in sede di progettazione esecutiva.


**Fig. 6 – Cavo tipico a 48 fibre**

<b>Caratteristiche dimensionali e meccaniche del cavo</b>	<b>Grandezze/Unità di misura</b>	<b>Valore</b>
Elemento centrale dielettrico	diametro / mm	1.7 ÷ 2
Nucleo scanalato ad elica	diametro / mm	7.5 ÷ 8.0
Guaina interna in polietilene nero	spessore nominale / mm	1.0
	spessore medio / mm	≥0.9
	spess. min. assoluto / mm	0.8
Guaina esterna in polietilene nero	spessore nominale / mm	2.0
	spessore medio / mm	≥ 1.8
	spess. min. assoluto / mm	1.6
Diametro esterno del cavo	nominale / mm	16.5 ± 1
Massa	indicativa / kg/km	190
Carico applicabile durante la posa	massimo / daN	300
Raggio di curvatura	minimo / mm	350

**Tabella 6**

#### 4.7 Gestione terre e rocce da scavo in fase di cantiere

La realizzazione di un elettrodotto in cavo è suddivisibile in tre fasi principali:

1. esecuzione degli scavi e delle opere civili propedeutiche per l'alloggiamento del cavo;
2. stenditura e posa del cavo;
3. rinterro dello scavo fino a piano campagna e ripristini della pavimentazione.

Solo la prima e la terza fase comportano movimenti di terra, come descritto nel seguito.

L'area di cantiere in questo tipo di progetto è costituita essenzialmente dalla trincea di posa del cavo che si estende progressivamente sull'intera lunghezza del percorso.

Durante la realizzazione delle opere, il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il

rinterro degli scavi, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito.

Nel caso in cui i campionamenti e le successive analisi eseguite forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche. Il materiale di riempimento potrà essere miscelato con sabbia vagliata o con cemento "mortar" al fine di mantenere la resistività termica del terreno al valore di progetto. Per ulteriori informazioni si faccia riferimento al documento cod. RUHR10002BCC00510 "Piano preliminare di gestione terre e rocce da scavo".

## **5 RUMORE**

Si faccia riferimento al par. 5 della Relazione tecnica generale intervento (Doc. n. RGHR10002BCC00500).

## **6 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI**

Si faccia riferimento al par. 6 della Relazione tecnica generale intervento (Doc. n. RGHR10002BCC00500).

## **7 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Si faccia riferimento al par. 7 della Relazione tecnica generale intervento (Doc. n. RGHR10002BCC00500).

## **8 AREE IMPEGNATE**

Si faccia riferimento al par. 8 della Relazione tecnica generale intervento (Doc. n. RGHR10002BCC00500) ed alle planimetrie catastali allegate nelle quali è indicata la fascia potenzialmente impegnata (Doc. n. DVHR10002BCC00530 e DVHR10002BCC00531).

## **9 SICUREZZA CANTIERI**

Si faccia riferimento al par. 9 della Relazione tecnica generale intervento (Doc. n. RGHR10002BCC00500).

## 10 ALLEGATI

Gli allegati alla presente relazione illustrativa sono i seguenti.

<b>Codifica</b>	<b>Descrizione</b>
DVHR10002BCC00521	Corografia IGM
DVHR10002BCC00522	SALIVOLI: Corografia CTR
DVHR10002BCC00523	LA TORRACCIA: Corografia CTR
DVHR10002BCC00524	SALIVOLI: Corografia CTR con tracciato cavi terrestri e fibra ottica e stazione di transizione aereo-cavo
DVHR10002BCC00525	LA TORRACCIA: Corografia CTR con tracciato cavi terrestri
DVHR10002BCC00526	SALIVOLI: Inquadramento urbanistico su cartografia PRG e carta dei vincoli
DVHR10002BCC00527	LA TORRACCIA: Inquadramento urbanistico su cartografia PRG e carta dei vincoli
DVHR10002BCC00528	SALIVOLI: Planimetria di base ortofoto
DVHR10002BCC00529	LA TORRACCIA: Planimetria di base ortofoto
DVHR10002BCC00530	SALIVOLI: Planimetria catastale dei cavi terrestri e stazione di transizione aereo-cavo con indicazione della fascia potenzialmente impegnata
DVHR10002BCC00531	LA TORRACCIA: Planimetria catastale dei cavi terrestri e stazione di transizione aereo-cavo con indicazione della fascia potenzialmente impegnata
DVHR10002BCC00532	Corografia su base CTR con indicazioni delle opere attraversate
EVHR10002BCC00512	SALIVOLI: Elenco opere/sottoservizi attraversate
EVHR10002BCC00513	LA TORRACCIA: Elenco opere/sottoservizi attraversate
RVHR10002BCC00535	Relazione tecnica e verifica delle distanze di sicurezza delle linee elettriche ad alta tensione rispetto agli impianti soggetti a valutazione da parte dei VVF
RVHR10002BCC00536	Planimetrie con tracciato georeferenziato delle opere in progetto ed eventuali attività soggette a controllo prevenzione incendi e distanze da queste
DVHR10002BCC00537	SALIVOLI: Planimetria del punto di transizione aereo-cavo