

Riassetto della Rete elettrica di Trasmissione Nazionale nell'ALTO BELLUNESE

Piano Tecnico delle Opere

Intervento 4

Raccordi elettrodotti aereo/cavo a 132 kV alla nuova SE di Auronzo

Relazione tecnica illustrativa



Storia delle revisioni

Rev. 00	30/03/2018	Prima emissione
---------	------------	-----------------

Elaborato	Verificato	Approvato
Salaro S. ING-PRE-APRINE	Sperti D. ING-PRE-APRINE	Di Dio V. ING-PRE-APRINE

m010CI-LG001-r02

INDICE

1	PREMESSA	4
2	MOTIVAZIONI DELL'OPERA.....	4
3	UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE	4
	3.1 Opere attraversate.....	5
	3.2 Attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco o a rischio di incidente rilevante	6
4	DESCRIZIONE DELLE OPERE	6
5	CRONOPROGRAMMA	8
6	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'ELETTRODOTTO AEREO	9
	6.1 Premessa	9
	6.2 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto	9
	6.3 Distanza tra i sostegni.....	10
	6.4 Conduttori e corde di guardia.....	10
	6.4.1 Stato di tensione meccanica.....	10
	6.5 Capacità di trasporto.....	11
	6.6 Sostegni	11
	6.7 Isolamento	13
	6.7.1 Caratteristiche geometriche.....	13
	6.7.2 Caratteristiche elettriche	14
	6.8 Morsetteria ed armamenti	17
	6.10 Fondazioni	18
	6.11 Messa a terra dei sostegni	19
	6.12 Caratteristiche dei componenti.....	19
7	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'ELETTRODOTTO IN CAVO INTERRATO. 19	
	7.1 Premessa	19
	7.2 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto	19
	7.3 Caratteristiche del cavidotto.....	20
	7.3.1 Caratteristiche meccaniche del conduttore di energia	20
	7.4 Composizione del cavidotto	21
	7.5 Modalità di posa e attraversamento	21
	7.6 Sistemi di telecomunicazione.....	22
	7.7 Caratteristiche sezioni di posa e componenti	22
8	RUMORE	28
9	INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE	28

10	TERRE E ROCCE DA SCAVO	28
11	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	28
12	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	28
13	AREE IMPEGNATE	28
14	FASCE DI RISPETTO.....	28
15	SICUREZZA NEI CANTIERI	28

1 PREMESSA

La Società TERNA – Rete Elettrica Nazionale S.p.A. (di seguito Terna) è la società responsabile in Italia della trasmissione e del dispacciamento dell'energia elettrica sulla rete ad alta (AT) e altissima tensione (AAT) ai sensi del Decreto del Ministero delle Attività Produttive del 20 aprile 2005 (concessione).

Terna S.p.A., nell'ambito dei suoi compiti istituzionali e del vigente programma di sviluppo della Rete di Trasmissione (RTN), approvato dal ministero per lo Sviluppo Economico, intende realizzare un ampio piano di riassetto della rete elettrica AT nell'area dell'Alto Bellunese.

Oggetto della presente relazione tecnica è la descrizione degli aspetti tecnici specifici, dei nuovi collegamenti a 132kV, da realizzarsi parte in cavo interrato e parte in tratto aereo, dell'esistente elettrodotto aereo in semplice terna a 132kV "Pelos-Ponte Malon derivazione Campolongo" (Intervento 4 richiamato nella Relazione Tecnica Generale doc. n. RGCR14003BGL10002).

2 MOTIVAZIONI DELL'OPERA

Per le motivazioni dell'opera si rimanda al capitolo 2 della "Relazione Tecnica Generale" doc. n. RGCR14003BGL10002.

3 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO E OPERE ATTRAVERSATE

Tra le possibili soluzioni è stato individuato il tracciato più funzionale, che tenga conto di tutte le esigenze e delle possibili ripercussioni sull'ambiente, con riferimento alla legislazione nazionale e regionale vigente in materia.

Il percorso dell'elettrodotto 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 pubblici e privati coinvolti, cercando in particolare di:

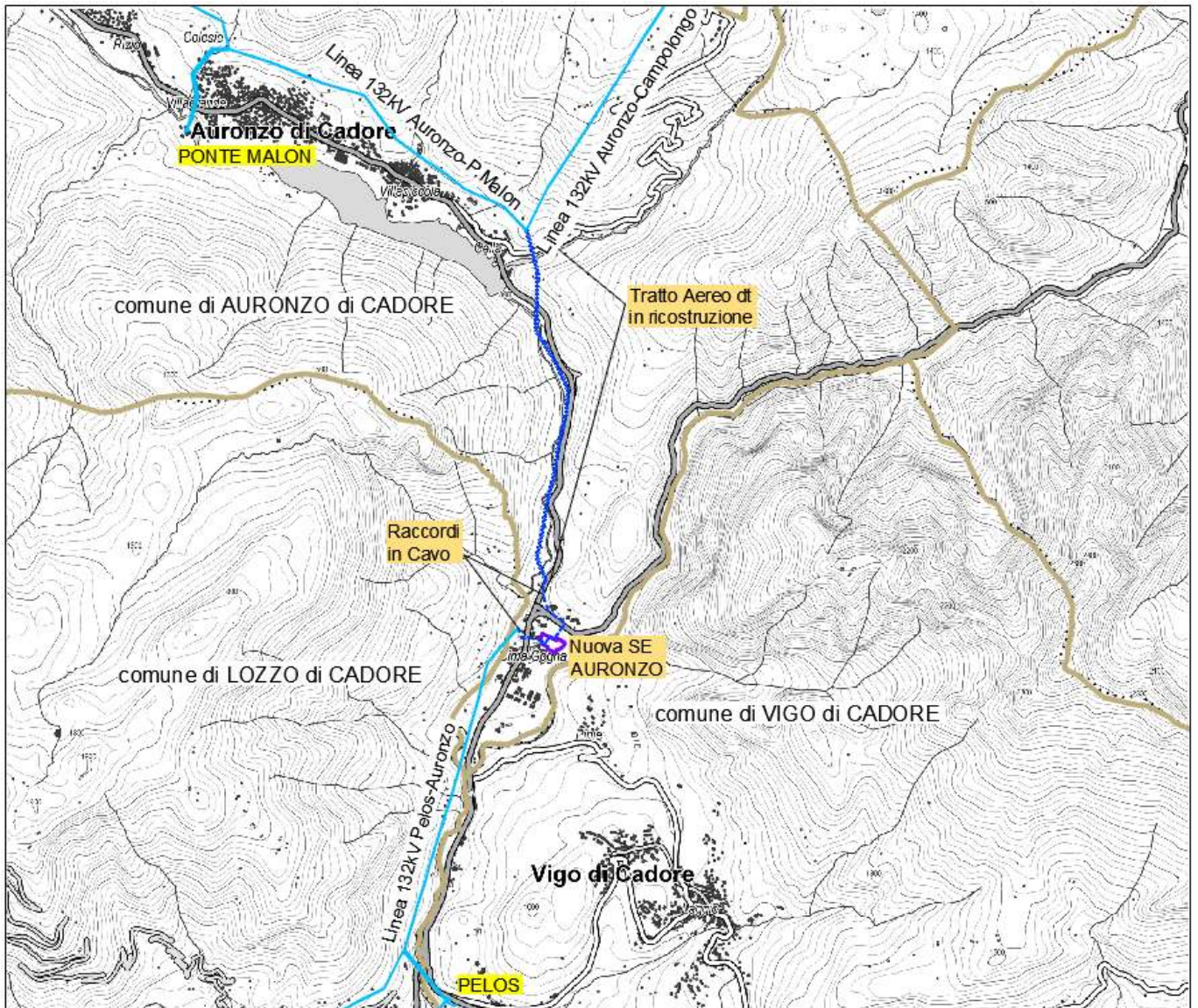
- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- minimizzare l'interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;
- evitare, per quanto possibile, l'interessamento di aree urbanizzate o di sviluppo urbanistico;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione degli elettrodotti.

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

I comuni interessati dal passaggio dell'elettrodotto sono elencati nella seguente tabella:

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	PERCORRENZA TRACCIATO
Veneto	Belluno	Auronzo di Cadore	1,0 km Cavo interrato
			2,8 km Linea aerea

Di seguito si riporta un estratto della corografia con inserito l'intervento in progetto.



3.1 Opere attraversate

L'elenco delle opere attraversate con il nominativo degli Enti competenti è riportato nell'elaborato Doc. n. EGCR14003BGL10043 (Elenco opere attraversate). Gli attraversamenti principali sono altresì evidenziati anche nella planimetria in scala 1:5.000 Doc. n. DGCR14003BGL10042 allegata.

3.2 Attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco o a rischio di incidente rilevante

Il documento in Appendice "F", n. EGCR14003BGL10100 "Distanze di sicurezza relative al rischio di incendio", riporta gli elementi caratteristici di riferimento in merito al rispetto delle distanze di sicurezza tra le opere in progetto e le attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco o a rischio di incidente rilevante di cui al D. Lgs. 334/99.

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE

L'opera oggetto della seguente relazione tecnica consiste nella realizzazione dei raccordi a 132kV della esistente linea semplice terna Pelos-Ponte Malon derivazione Campolongo, alla nuova Stazione Elettrica di Auronzo, localizzata nell'area artigianale di Cima Gogna nel comune di Auronzo di Cadore, riconfigurando i collegamenti al fine di ottenere circuiti elettrici separati ed indipendenti, nella connessione tra le tre Cabine Primarie di Pelos, Ponte Malon e Campolongo, garantendo così una maggiore sicurezza del sistema elettrico nazionale.

I tratti di collegamento alla nuova SE di Auronzo, ricadono per intero all'interno del territorio comunale di Auronzo di Cadore.

I raccordi localizzati all'interno della zona artigianale di Cima Gogna, saranno realizzati in cavo interrato a 132kV e prevedono sezioni di posa in trincea ad eccezione di attraversamenti particolari per i quali saranno adottate tipologie di posa idonee alla risoluzione di eventuali interferenze.

Il tratto di raccordo per il collegamento delle Cabine Primarie di Ponte Malon e Campolongo, dal punto di attestazione dei cavi interrati, fino al palo esistente n.68a di derivazione Campolongo, sarà invece realizzato in linea aerea a 132kV doppia terna.

Per meglio comprendere la presente descrizione, si fa specifico riferimento alla planimetria allegata doc. n. DGCR14003BGL10042 in scala 1:5.000 su supporto cartografico CTR.

Di seguito riportiamo la descrizione del tracciato suddivisa per tratti omogenei di impianto 4a,4b,4c e 4d, con un andamento in senso linea da Pelos al sostegno esistente n.68a di derivazione Campolongo.

4a) Raccordo in cavo interrato a 132kV semplice terna Pelos-Nuova SE Auronzo

Il raccordo è costituito da circa 0,3 km di nuovo tracciato.

Il tracciato inizia dal nuovo sostegno n.55a di transizione aereo/cavo con predisposizione per ospitare i terminali, posizionato lungo l'asse della linea esistente, nella campata 54-55. I conduttori esistenti in arrivo dal sostegno 54, saranno attestati al sostegno di nuova infissione, per poi essere collegati elettricamente ai terminali posizionati sulla apposita piattaforma predisposta in elevazione. Dai terminali, il raccordo si sviluppa in cavo interrato in direzione sud fino a raggiungere un'area di stoccaggio legname, dove il tracciato devia verso est mantenendosi al margine del confine nord di tale area, per poi sottopassare la Strada Statale n.52 "Carnica al km.78+840 e raggiungere, nel lato opposto, una ulteriore area adibita a

piazzale. Il tracciato segue il margine del confine nord per raggiungere la futura area della nuova Stazione Elettrica di Auronzo e attestarsi al modulo blindato della sezione 132kV, all'interno del fabbricato dedicato.

4b) Raccordo in doppia terna a 132 kV “Nuova SE Auronzo – P.Malon/Campolongo” – tratto in cavo interrato

Il tratto di raccordo è costituito da circa 0,7 km di nuovo tracciato con n.2 terne di cavi parallele.

Il tracciato inizia dai moduli blindati di linea all'interno del fabbricato della sezione 132kV, con le due terne di cavi posate parallele tra loro che, superato l'ingresso carraio della nuova Stazione Elettrica, proseguono in direzione nord lungo la viabilità esistente, fino a raggiungere la strada comunale principale (ex strada statale “Carnica”). Il tracciato prosegue con deviazione in direzione ovest lungo la sede stradale e segue la carreggiata che curva verso nord, fino a raggiungere il margine est della Strada Statale n.52 “Carnica” al km 78+840. Da questo punto entrambe le terne sottopassano la strada raggiungendone il lato opposto. Proseguendo in direzione nord in accostamento alla Strada Statale, dopo circa 70 metri di nuova pista in area boscata, i cavi raggiungono i rispettivi sostegni di transizione aereo/cavo in semplice terna n. 56sx e 56dx, dove, una volta risalito il sostegno mediante staffaggio alla carpenteria, si attestano ai terminali posizionati sulle apposite piattaforme in elevazione.

4c) Raccordo in doppia terna a 132 kV “Nuova SE Auronzo – P.Malon/Campolongo” – tratto in linea aerea

Il tratto di raccordo prevede l'infissione di n.13 sostegni per un tracciato della lunghezza di circa 2,8 km che ripercorre, con alcune ottimizzazioni, il tracciato dell'elettrodotto esistente; tale raccordo comprende anche il collegamento tra i due nuovi sostegni di transizione aereo/cavo in semplice terna 56dx e 56sx ed il sostegno doppia terna n.57a.

Il tracciato, partendo dai due sostegni di transizione aereo/cavo, attraversa il Torrente Ansiei attestandosi al sostegno in doppia terna n.57a a quota 770 metri s.l.m.m che sarà realizzato in asse alla linea esistente in prossimità del sostegno n.57 di contestuale demolizione. Seguendo la fascia di taglio della vegetazione della linea esistente, posizionata nel fondovalle, il tracciato prevede l'attraversamento del Torrente Ansiei più volte, fino al sostegno n. 61a; da qui si posiziona a valle della Strada Statale n.52 “Carnica” e a monte del torrente Ansiei fino al sostegno n.64a che sarà installato in prossimità dello svincolo stradale della galleria che collega Santo Stefano di Cadore. Proseguendo in direzione nord, dopo l'attraversamento dell'area del Depuratore di Auronzo e successivamente del torrente Ansiei, il tracciato raggiunge il sostegno n.65a posizionato a quota di 810 metri s.l.m.m., devia leggermente verso nord attraversando nuovamente il torrente Ansiei e la Strada Regionale n.48 “delle Dolomiti”, per poi risalire il crinale di “Pian di Barco” raggiungendo quota 900 metri s.l.m.m., dove sono posizionati i due sostegni 66a e 67a. Per raggiungere il sostegno esistente n.68a, a quota 925 metri s.l.m., viene attraversata la valle del Torrente Diebba e la Strada Provinciale n.532 “di S. Antonio”.

Il sostegno esistente n.68a che attualmente ospita l'arrivo da Pelos di n. 1 terna di conduttori, sarà adeguato per ospitare le n.2 terne di conduttori in arrivo dalla SE Auronzo e attestare i collegamenti elettrici per le due partenze verso le Cabine Primarie di Ponte Malon e Campolongo.

4d) Demolizione del tratto in linea aerea 132kV semplice terna Pelos – P.Malon derivazione Campolongo

Il tratto di demolizione è costituito da circa 3,2 km di elettrodotto esistente in semplice terna e di n.13 sostegni.

Contestualmente alla realizzazione dei raccordi sopra descritti, il tratto di elettrodotto esistente a 132kV in semplice terna dal sostegno di nuova infissione n. 55a al sostegno esistente n.68a (escluso) sarà demolito con la rimozione dei conduttori e sostegni seguendo un programma dei lavori ben dettagliato per garantire la continuità e garanzia del servizio elettrico della RTN.

Tabella riepilogativa dell'intervento:

id	Descrizione	Lunghezza
4a	Raccordo Cavo interrato s.t. 132kV Pelos (sost. 55a) - Nuova SE Auronzo	0,3 km
4b	Raccordo d.t. a 132kV Nuova SE Auronzo - P.Malon/Campolongo (sost. 56sx/dx) - tratto in cavo interrato	0,7 km
4c	Raccordo d.t. a 132kV Nuova SE Auronzo - P.Malon/Campolongo (sost. 56sx/dx) - tratto in linea aerea	2,8 km
4d	Demolizione tratto di linea aerea a 132kV Pelos - P.Malon (dal sost. 55a al 68a)	3,2 km

5 CRONOPROGRAMMA

Il programma di massima dei lavori è riportato al capitolo 5 della "Relazione Tecnica Generale" doc. n. RGCR14003BGL10002.

6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'ELETTRODOTTO AEREO

6.1 Premessa

I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, dei sostegni e delle fondazioni, sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 suddetto; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi anche al dettato del D.P.C.M. 08/07/2003.

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato Terna per gli elettrodotti aerei, dove sono riportati tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

In particolare, la tratta di elettrodotto qui descritta sarà realizzata con sostegni di elevate prestazioni meccaniche con lo scopo di aumentarne la resilienza anche in condizioni di carico particolarmente gravose, causate dalla formazione, nel periodo invernale, di manicotti di ghiaccio e di neve sui conduttori.

Ogni elettrodotto aereo sarà costituito da una palificazione con sostegni del tipo troncopiramidali. I sostegni saranno realizzati con angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. La palificata sarà armata con sei fasi (doppia terna), ciascuna composta da 1 conduttori di energia, e una corde di guardia, fino al raggiungimento del sostegno di raccordo con la linea esistente. Ciascun conduttore di energia sarà costituito da una corda di alluminio-acciaio con un diametro complessivo pari a 31,5 mm. Per le caratteristiche tecniche degli elementi di impianto descritti nei paragrafi seguenti si rimanda al doc. n. EECR14003BGL10060, Appendice "B" – "Caratteristiche dei componenti degli elettrodotti aerei"

6.2 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	132 kV
Portata di corrente alle condizioni di progetto (per fase)	675 A

La portata in corrente sopra indicata è conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-60, per elettrodotti a 132 kV in zona B.

6.3 Distanza tra i sostegni

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente in condizioni normali, si ritiene possa essere pari a 300 m.

6.4 Conduttori e corde di guardia

Ciascuna fase elettrica sarà costituita da n. 1 conduttore di energia formato da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mmq composta da n.19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,5 mm (tavola L_C2). Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 16.852 daN.

In alternativa, a seguito di ulteriori analisi di dettaglio che verranno eseguite in fase di progettazione esecutiva ed in funzione di conseguenti valutazioni inerenti le migliori soluzioni volte a garantire la continuità di esercizio dell'impianto, potrà essere valutato anche l'impiego di una conduttore in alluminio-acciaio della sezione complessiva di 307,7 mmq composta da n. 7 fili di acciaio del diametro 2,80 mm e da n. 26 fili di alluminio del diametro di 3,60 mm del diametro di 22,80 mm (tavola L_C1).

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 10,0, nel rispetto della distanza minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L'elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con una corda di guardia destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni, ed al sistema di protezione, controllo e conduzione degli impianti. La corda di guardia sarà in acciaio rivestito di alluminio incorporante fibre ottiche, del diametro di 11,50 mm e sezione di 80,65 mmq, e sarà costituita da n. 7 fili del diametro di 3,83 mm (tavola L_C59).

Il carico di rottura teorico della corda sarà di 9.000 daN.

In alternativa è possibile l'impiego di una corda di guardia in alluminio-acciaio incorporante fibre ottiche, del diametro di 15,0 mm (tavola L_C62) con carico di rottura teorico di 14.700 daN.

6.4.1 Stato di tensione meccanica

E' stato fissato il tiro dei conduttori e delle corde di guardia in modo che risulti costante, in funzione della campata equivalente, nella condizione "normale" di esercizio linea, cioè alla temperatura di 15°C ed in assenza di sovraccarichi (EDS – "every day stress"): ciò assicura una uniformità di comportamento nei riguardi delle sollecitazioni prodotte dal fenomeno delle vibrazioni.

Nelle altre condizioni o "stati" il tiro risulta, ovviamente, funzione della campata equivalente di ciascuna tratta.

Gli "stati" che interessano, da diversi punti di vista, il progetto delle linee sono riportati nello schema seguente:

- **EDS** – Condizione di tutti i giorni: +15°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MSA** – Condizione di massima sollecitazione (zona A): -5°C, vento a 130 km/h

- **MSB** – Condizione di massima sollecitazione (zona B): -20°C, manicotto di ghiaccio di 12 mm, vento a 65 km/h
- **MPA** – Condizione di massimo parametro (zona A): -5°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MPB** – Condizione di massimo parametro (zona B): -20°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MFA** – Condizione di massima freccia (Zona A): +55°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **MFB** – Condizione di massima freccia (Zona B): +40°C, in assenza di vento e ghiaccio
- **CVS1** – Condizione di verifica sbandamento catene : 0°C, vento a 26 km/h
- **CVS2** – Condizione di verifica sbandamento catene: +15°C, vento a 130 km/h

La linea in oggetto è situata in “**ZONA B**”.

Nel seguente prospetto sono riportati i valori dei tiri in EDS per i conduttori, in valore percentuale rispetto al carico di rottura. Tali valori tengono delle condizioni climatiche particolarmente gravose presenti nell’area di intervento.

- **ZONA B** EDS=12% per il conduttore tipo L_C2 conduttore alluminio-acciaio Φ 31,5 mm

Il corrispondente valore di EDS per la corda di guardia è stato fissato con il criterio di avere un parametro del 15% più elevato, rispetto a quello del conduttore, nella stessa condizione di EDS, come riportato di seguito:

- **ZONA B** EDS=11.2% per corda di guardia tipo L_C59

Per fronteggiare le conseguenze dell’assestamento dei conduttori si rende necessario maggiorare il tiro all’atto della posa. Ciò si ottiene introducendo un decremento fittizio di temperatura $\Delta\theta$ nel calcolo delle tabelle di tesatura:

- 7°C in zona B

6.5 Capacità di trasporto

La capacità di trasporto dell’elettrodotto è funzione lineare della corrente di fase. Il conduttore in oggetto corrisponde al “conduttore standard” preso in considerazione dalla Norma CEI 11-60, nella quale sono definite anche le portate nei periodi caldo e freddo.

Il progetto dell’elettrodotto in oggetto è stato sviluppato nell’osservanza delle distanze di rispetto previste dalle Norme vigenti, sopra richiamate, pertanto le portate in corrente da considerare sono le stesse indicate nella Norma CEI 11-60, pari a **675 Ampere (A)**.

6.6 Sostegni

I sostegni saranno del tipo a doppia terna troncopiramidali, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno. Essi saranno costituiti da angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature è stato eseguito conformemente a quanto

disposto dal D.M. 21/03/1988 e le verifiche sono state effettuate per l'impiego sia in zona "A" che in zona "B".

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra non sarà in ogni caso superiore a 50 m. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

Per quanto concerne detti sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, TERNA si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio dettate da esigenze tecniche ed economiche, senza però modificare sostanzialmente la tipologia dei sostegni stessi e ricorrendo, se necessario, all'impiego di opere di sottofondazione.

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Infine vi è il cimino, atto a sorreggere la corda di guardia.

I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi.

La serie 132 kV doppia terna è composta da diversi tipi di sostegno, che variano a seconda delle prestazioni a cui possono resistere, disponibili in diverse "altezze utili".

I tipi di sostegno 132 kV doppia terna utilizzati e le loro prestazioni nominali riferiti alla zona B con riferimento al conduttore utilizzato alluminio-acciaio Φ 31,5 mm, in termini di campata media (Cm), angolo di deviazione (δ) e costante altimetrica (k) sono le seguenti:

SOSTEGNI 132 kV semplice/doppia terna troncopiramidali - ZONA B

Conduttore All-Acc diam.=31.50mm EDS 12 % e Conduttore All-Acc diam.=22.8mm EDS 18%

TIPO	ALTEZZA	CAMPATA MEDIA	ANGOLO DEVIAZIONE	COSTANTE ALTIMETRICA
"N dt" Normale	9 ÷ 33 m	350 m	0° 44'	0,0770
"M dt" Medio	9 ÷ 33 m	350 m	5° 24'	0,1117
"V dt" Vertice	9 ÷ 33 m	350 m	31°12'	0,4857
"E dt" Eccezionale	9 ÷ 33 m	350 m	88° 52'	0,3219
Gatto con porta terminali	15 ÷ 18 m	350 m	22° 00'	0.1900

Ogni tipo di sostegno ha un campo di impiego rappresentato da un diagramma di utilizzazione nel quale sono rappresentate le prestazioni lineari (campate media), trasversali (angolo di deviazione) e verticali (costante altimetrica K).

Il diagramma di utilizzazione di ciascun sostegno è costruito secondo il seguente criterio:

- partendo dai valori di C_m , δ e K relativi alle prestazioni nominali, si calcolano le forze (azione trasversale e azione verticale) che i conduttori trasferiscono all'armamento;
- successivamente con i valori delle azioni così calcolate, per ogni valore di campata media, si vanno a determinare i valori di δ e K che determinano azioni di pari intensità.

In ragione di tale criterio, all'aumentare della campata media diminuisce sia il valore dell'angolo di deviazione sia la costante altimetrica con cui è possibile impiegare il sostegno.

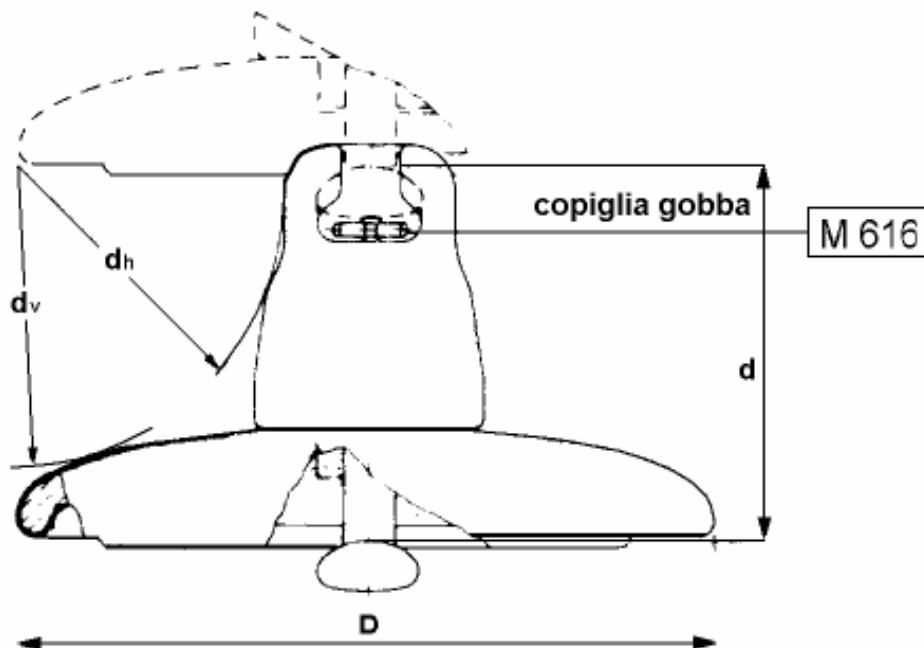
La disponibilità dei diagrammi di utilizzazione agevola la progettazione, in quanto consente di individuare rapidamente se il punto di lavoro di un sostegno, di cui si siano determinate la posizione lungo il profilo della linea e l'altezza utile, e quindi i valori a picchetto di C_m , δ e K , ricade o meno all'interno dell'area delimitata dal diagramma di utilizzazione stesso.

6.7 Isolamento

L'isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione massima di esercizio di 150 kV, sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 70 kN (o in alternativa 120 kN) nei due tipi "normale" e "antisale", connessi tra loro a formare catene di almeno 9 elementi. Le catene di sospensione saranno del tipo a I semplici o doppia, mentre le catene in amarro saranno del tipo ad I doppia. Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

6.7.1 Caratteristiche geometriche

Nelle tabelle LJ1 e LJ2 allegate sono riportate le caratteristiche geometriche tradizionali e le due distanze "dh" e "dv" (vedi figura) atte a caratterizzare il comportamento a sovratensione di manovra in caso di pioggia.



6.7.2 Caratteristiche elettriche

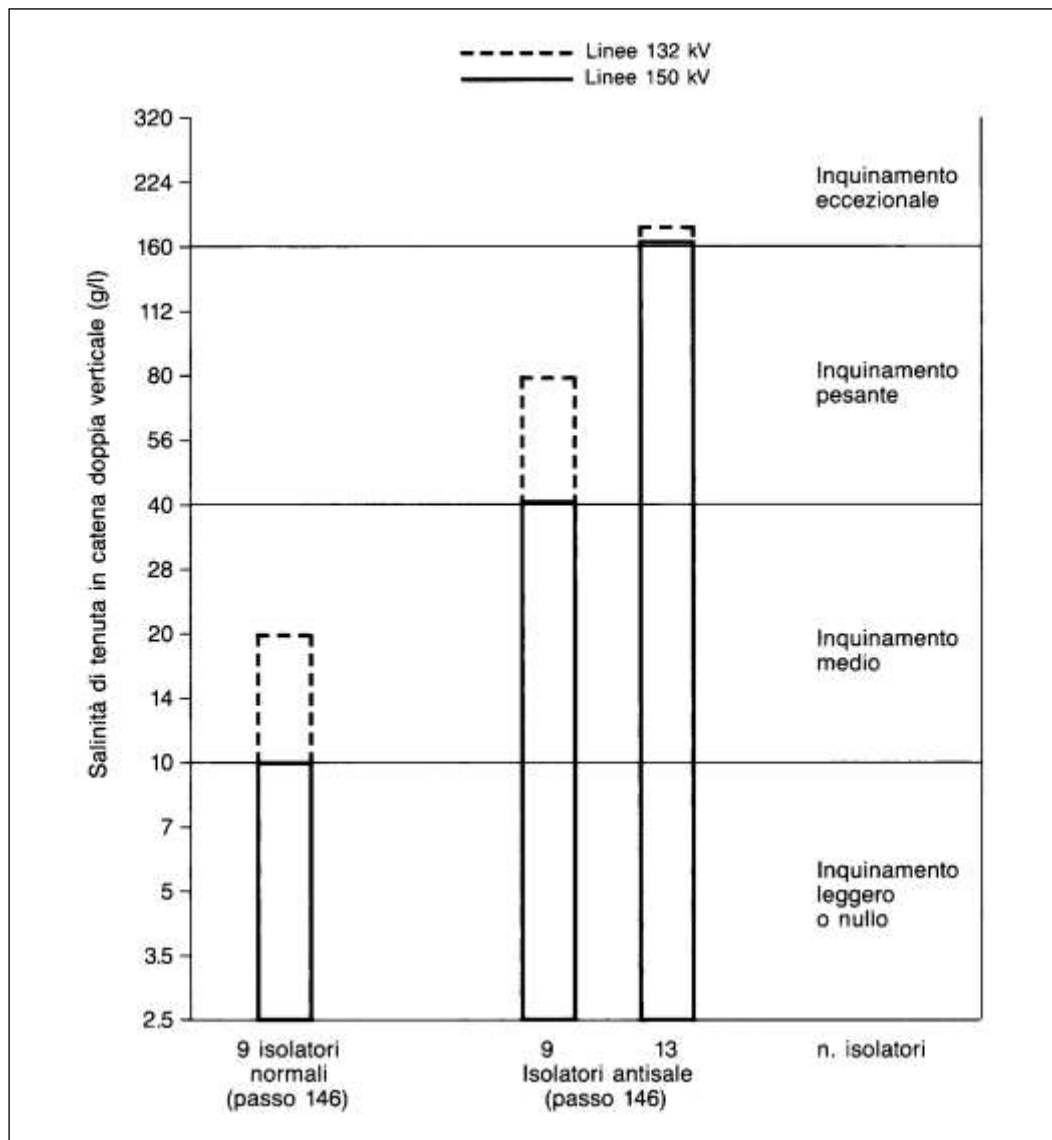
Le caratteristiche geometriche di cui sopra sono sufficienti a garantire il corretto comportamento delle catene di isolatori a sollecitazioni impulsive dovute a fulminazione o a sovratensioni di manovra. Per quanto riguarda il comportamento degli isolatori in presenza di inquinamento superficiale, nelle tabelle LJ1 e LJ2 allegate sono riportate, per ciascun tipo di isolatore, le condizioni di prova in nebbia salina, scelte in modo da porre ciascuno di essi in una situazione il più possibile vicina a quella di effettivo impiego.

Nella tabella che segue è poi indicato il criterio per individuare il tipo di isolatore ed il numero di elementi da impiegare con riferimento ad una scala empirica dei livelli di inquinamento.

LIVELLO DI INQUINAMENTO	DEFINIZIONE	MINIMA SALINITA' DI TENUTA (kg/m ²)
I – Nullo o leggero (1)	<ul style="list-style-type: none"> • Zone prive di industrie e con scarsa densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento • Zone con scarsa densità di industrie e abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. • Zone agricole (2) • Zone montagnose <p>Occorre che tali zone distino almeno 10-20 km dal mare e non siano direttamente esposte a venti marini (3)</p>	10
II – Medio	<ul style="list-style-type: none"> • Zone con industrie non particolarmente inquinanti e con media densità di abitazioni dotate di impianto di riscaldamento • Zone ad alta densità di industrie e/o abitazioni, ma frequentemente soggette a piogge e/o venti. • Zone esposte ai venti marini, ma non troppo vicine alla costa (distanti almeno alcuni chilometri) (3) 	40

III - Pesante	<ul style="list-style-type: none"> • Zone ad alta densità industriale e periferie di grandi agglomerati urbani ad alta densità di impianti di riscaldamento produttori sostanze inquinanti • Zone prossime al mare e comunque esposte a venti marini di entità relativamente forte 	160
IV – Eccezionale	<ul style="list-style-type: none"> • Zone di estensione relativamente modesta, soggette a polveri o fumi industriali che causano depositi particolarmente conduttivi • Zone di estensione relativamente modesta molto vicine a coste marine e battute da venti inquinanti molto forti • Zone desertiche, caratterizzate da assenza di pioggia per lunghi periodi, esposte a tempeste di sabbia e sali, e soggette a intensi fenomeni di condensazione 	(*)

- (1) Nelle zone con inquinamento nullo o leggero una prestazione dell'isolamento inferiore a quella indicata può essere utilizzata in funzione dell'esperienza acquisita in servizio.
- (2) Alcune pratiche agricole quali la fertirrigazione o la combustione dei residui, possono produrre un incremento del livello di inquinamento a causa della dispersione via vento delle particelle inquinanti.
- (3) Le distanze dal mare sono strettamente legate alle caratteristiche topografiche della zona eda alle condizioni di vento più severe.
- (4) (*) per tale livello di inquinamento non viene dato un livello di salinità di tenuta, in quanto risulterebbe più elevato del massimo valore ottenibile in prove di salinità in laboratorio. Si rammenta inoltre che l'utilizzo di catene di isolatori antisale di lunghezze superiori a quelle indicate nelle tabelle di unificazione (criteri per la scelta del numero e del tipo degli isolatori) implicherebbe una linea di fuga specifica superiore a 33 mm/kV fase-fase oltre la quale interviene una non linearità nel comportamento in ambiente inquinato.



Per le linee che attraversano zone prive di inquinamento atmosferico è previsto l'impiego di catene (di sospensione o di amarro) composto da 9 elementi di tipo "normale".

Tale scelta rimane invariata, come si vede dal diagramma sopra riportato, per inquinamento "molto leggero" e che può essere accettata anche per inquinamento "leggero" (linee a 132 kV) secondo la classificazione riportata nella tabella precedente.

Negli altri casi, al crescere dell'inquinamento, occorrerebbe aumentare il numero di elementi per catena.

L'allungamento delle catene, d'altra parte, riduce ovviamente l'altezza utile del sostegno, ed anche le prestazioni geometriche dei gruppi mensole. Si ha perciò un aumento dei costi dello stesso ordine di quello derivante dall'impiego degli "antisale". Perciò se risultano insufficienti 9 elementi di tipo "normale" si passerà direttamente a 9 elementi "antisale". Nei pochi casi in cui anche tale soluzione risulta

insufficiente si adotteranno fino a 13 elementi “antisale” che garantiscono una completa “copertura” del livello di inquinamento “pesante” (tenendo in conto le necessarie modifiche alle prestazioni dei gruppi mensole e all’altezza utile dei sostegni). Nei rari casi di caso di inquinamento “eccezionale” si dovrà ricorrere a soluzioni particolari quali lavaggi periodici, in grassaggi, ecc.

Le caratteristiche della zona interessata dall’elettrodotto in esame sono di inquinamento atmosferico medio e quindi si è scelta la soluzione dei n. 9 isolatori (passo 146) tipo J1/1 (normale) per tutti gli armamenti in sospensione e quella dei n. 9 isolatori (passo 146) tipo J1/1 (normale) per gli armamenti in amarro.

6.8 Morsetteria ed armamenti

Gli elementi di morsetteria per linee a 132 kV sono stati dimensionati in modo da poter sopportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori agli isolatori, ovvero da questi alle mensole.

Sono stati previsti sei tipi di equipaggiamento: quattro impiegabili in sospensione e due in amarro. Per gli equipaggiamenti di amarro e di sospensione dei conduttori è stato previsto un unico carico di rottura pari a 120 kN.

Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsetteria che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.

Per le linee a 132 kV si distinguono i tipi di equipaggiamento riportati nella tabella seguente:

EQUIPAGGIAMENTO	CARICO DI ROTTURA (kN)	SIGLA Tipo
SEMPLICE SOSPENSIONE	120	SS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA UNICA	120	DS
DOPPIO PER SOSPENSIONE CON MORSA DOPPIA	210	DM
SEMPLICE CATENE A “V”	120	VS
SEMPLICE PER AMARRO	120	SA
DOPPIO PER AMARRO	210	DA

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel Progetto Unificato, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione).

A seguito delle verifiche di dettaglio, degli armamenti in sospensione, potranno essere utilizzati dei contrappesi agganciati sotto il morsetto di sospensione al fine di rendere stabile la struttura ai fini delle distanze elettriche.

6.10 Fondazioni

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni.

La fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Le fondazioni unificate sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- a) un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- b) un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- c) un "moncone" annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del "piede" del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell'angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

Per il calcolo di dimensionamento sono state osservate le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle fondazioni, viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall'articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988.

L'articolo 2.5.08 dello stesso D.M., prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.

L'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato nel progetto unificato mediante le "Tabelle delle corrispondenze" che sono le seguenti:

- Tabella delle corrispondenze tra sostegni, monconi e fondazioni;
- Tabella delle corrispondenze tra fondazioni ed armature colonnino

Con la prima tabella si definisce il tipo di fondazione corrispondente al sostegno impiegato mentre con la seconda si individua la dimensione ed armatura del colonnino corrispondente.

Come già detto le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto le fondazioni per sostegni posizionati su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, su terreni instabili o su terreni allagabili sono oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in volta, progettate fondazioni speciali (pali trivellati, micropali, tubFix, tiranti in roccia).

Talvolta la scelta della tipologia di fondazione viene valutata in funzione anche delle aree e suoli interessate dai lavori per: gli accessi dei mezzi operativi, la morfologia del terreno, la litologia del

terreno, la presenza della falda acquifera, riduzione dei movimenti terra, ed altri elementi che concorrono ad individuare la scelta eventuale di una fondazione di tipologia speciale dedicata.

6.11 Messa a terra dei sostegni

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel Progetto Unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare.

Il Progetto Unificato ne prevede di 6 tipi, adatti ad ogni tipo di terreno. Potranno essere utilizzate anche tipologie di messa a terra speciali.

6.12 Caratteristiche dei componenti

Si rimanda alla consultazione dell'Appendice "B" doc. n. EECR14003BGL10062 "Componenti elettrodotti aerei a 132 kV ST e DT".

7 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'ELETTRODOTTO IN CAVO INTERRATO

7.1 Premessa

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato Terna per gli elettrodotti in cavo interrato, dove, sono riportati tutti i componenti principali (sostegno portaterminali e fondazioni, cavi, buche giunti, ecc.) con le relative modalità di impiego.

L'elettrodotto sarà costituito da una terna composta di tre cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione indicativa di circa 1600 mm².

In particolare i collegamenti in cavo descritti nel presente saranno attestati alla Stazione Elettrica di Auronzo all'interno dei moduli GIS presenti all'interno del fabbricato sezione 132kV, mentre le attestazioni all'elettrodotto aereo saranno realizzate con l'inserimento del sostegno di transizione aereo/cavo con predisposto per ospitare i terminali posizionati su apposita piattaforma in elevazione.

7.2 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	132 kV
Portata di corrente alle condizioni di progetto (per fase)	1000 A

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	132 kV
Portata di corrente alle condizioni di progetto (per fase)	1000 A

7.3 Caratteristiche del cavidotto

Nel seguito si riportano le caratteristiche tecniche principali dei cavi e le sezioni tipiche. Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori:

Sezione nominale del conduttore	Alluminio 1600 mm ²
Isolante	XLPE
Diametro esterno	106,4 mm
Peso cavo	11,2 kg/m

7.3.1 Caratteristiche meccaniche del conduttore di energia

Di seguito si riporta a titolo illustrativo la sezione indicativa del cavo che verrà utilizzato:



L'elettrodotto sarà costituito una terna di cavi unipolari, con isolamento in XLPE, costituiti da un conduttore in alluminio con sezione pari a circa 1600 mm²; esso sarà un conduttore di tipo milliken a corda rigida (per le sezioni maggiori), compatta e tamponata di rame ricotto non stagnato o di alluminio, ricoperta da uno strato semiconduttivo interno estruso, dall'isolamento XLPE, dallo strato semiconduttivo esterno, da nastri

semiconduttivi igroespandenti. Lo schermo metallico è costituito da un tubo metallico di piombo o alluminio o a fili di rame ricotto non stagnati, di sezione complessiva adeguata ad assicurare la protezione meccanica del cavo, la tenuta ermetica radiale, a sopportare la corrente di guasto a terra. Sopra lo schermo viene applicata la guaina protettiva di polietilene nera e grafitata avente funzione di protezione anticorrosiva, ed infine la protezione esterne meccanica.

7.4 Composizione del cavidotto

Per ciascun collegamento in cavo sono previsti i seguenti componenti:

- conduttori di energia;
- giunti diritti circa ogni 500-850 m con relative cassette di sezionamento e di messa a terra (il cui numero dipenderà dall'effettiva lunghezza delle pezzature di cavo in funzione anche delle interferenze che determinano un piano di cantierizzazione);
- terminali per esterno;
- sistema di telecomunicazioni.

7.5 Modalità di posa e attraversamento

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di circa 1,6 m, con disposizione delle fasi a trifoglio o in piano.

Negli stessi scavi, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, saranno posati cavi con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

I cavi saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm.

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od 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, la terna di cavi sarà posata 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.

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

Tra le possibili modalità di collegamento degli schermi metallici sarà utilizzata la cosiddetta modalità del cross bonding, in cui il collegamento in cavo viene suddiviso in tre tratte elementari (o multipli di tre) 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.

7.6 Sistemi di telecomunicazione

Per la trasmissione dati 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:

Numero Fibre	12 fibre x n.4 tubetti
Diametro esterno	13 mm
Peso cavo	0,13 kg/m



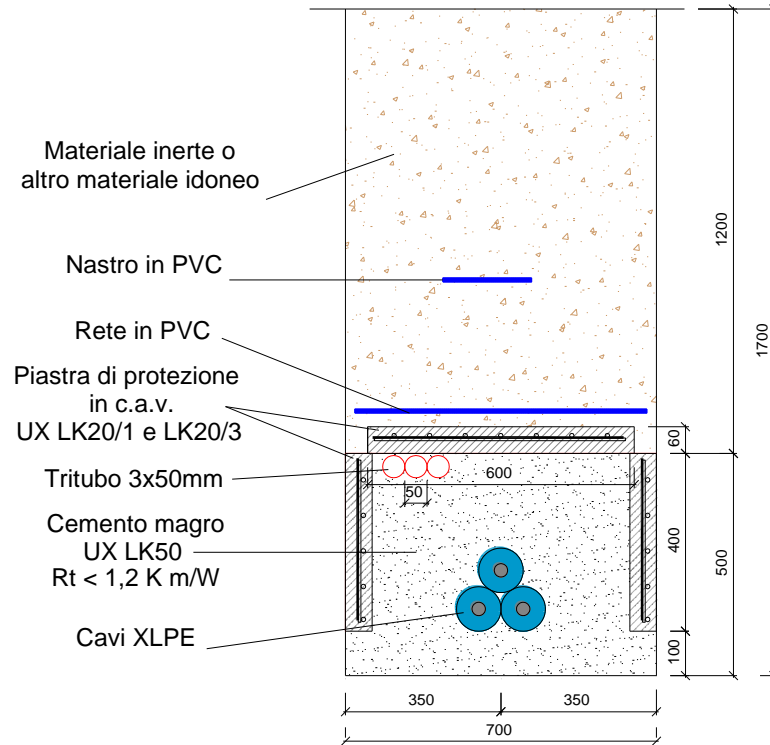
- **Elemento centrale di supporto :** tondino di vetroresina.
- **Tubetti loose:** in materiale termoplastico, contenenti 12 fibre, tamponanti con grasso sintetico.
- **Riunione:** gli elementi necessari per formare il cavo (tubetti e riempitivi) sono cordati con metodo SZ attorno all'elemento centrale.
- **Tenuta longitudinale all'acqua:** materiali igroespandibili tali da garantire la proprietà di non propagazione dell'acqua (dry core water tightness)
- **Filato tagliaguaina**
- **Guaina interna:** polietilene
- **Elementi di tiro non metallici:** filati aramidici e/o vetro
- **Filato tagliaguaina**
- **Guaina esterna:** polietilene

7.7 Caratteristiche sezioni di posa e componenti

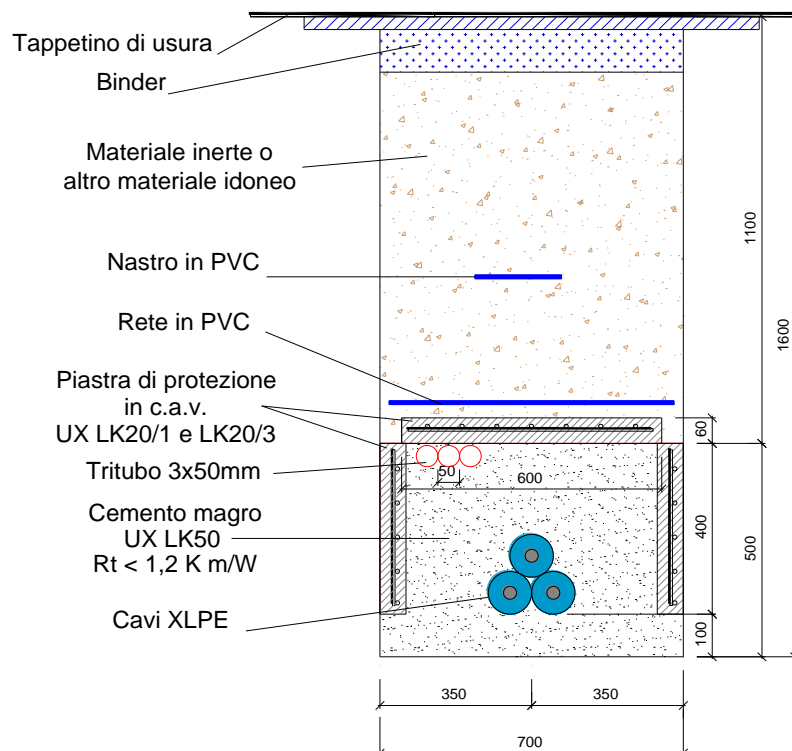
I disegni mostrati di seguito riportano la sezione tipica di scavo e di posa, le dimensioni di massima delle buche giunti e le modalità tipiche per l'esecuzione degli attraversamenti.

SEZIONE TIPICA DI SCAVO E DI POSA

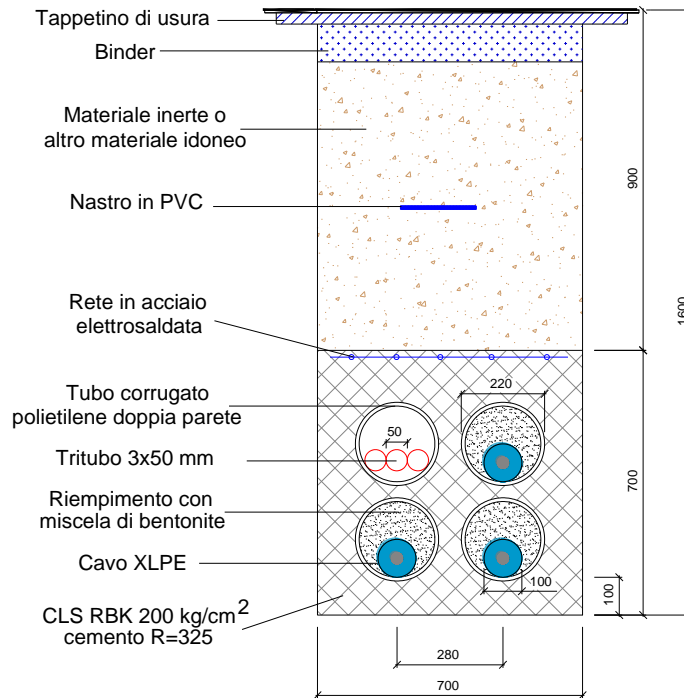
ESEMPIO DI POSA A TRIFOGLIO IN TERRENO AGRICOLA



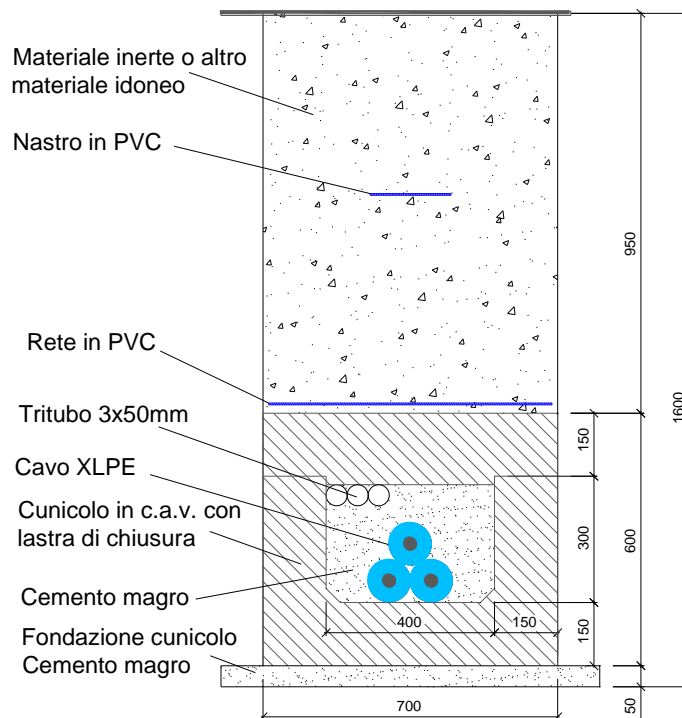
ESEMPIO DI POSA A TRIFOGLIO SU SEDE STRADALE



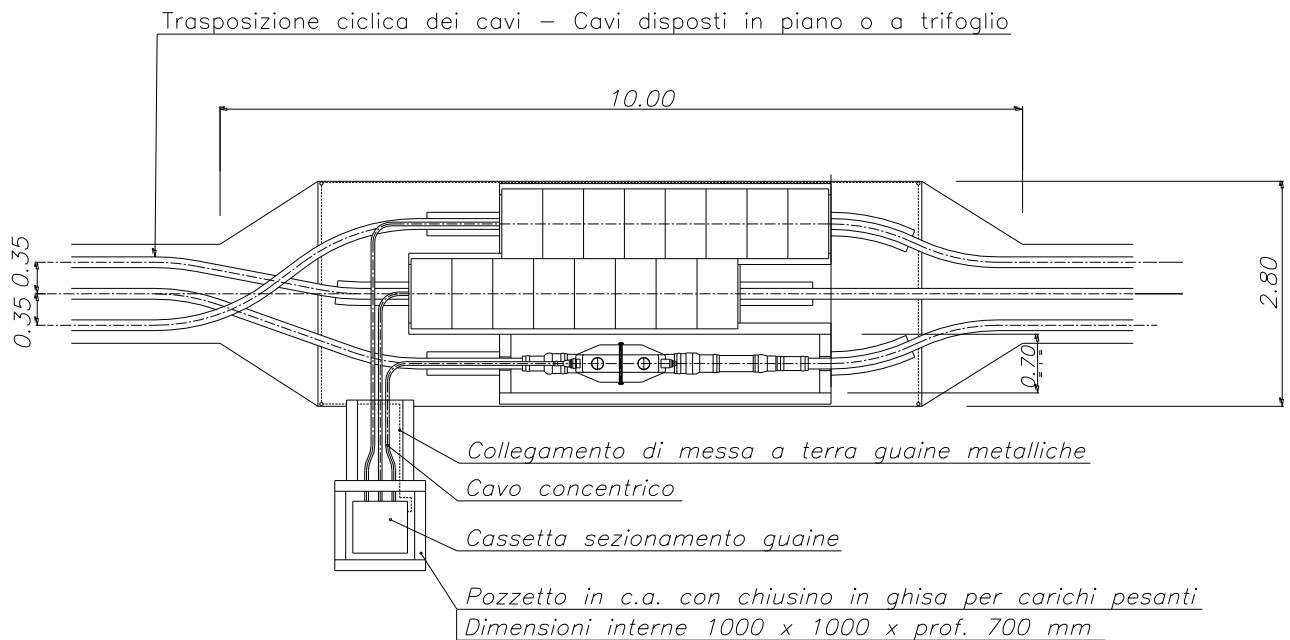
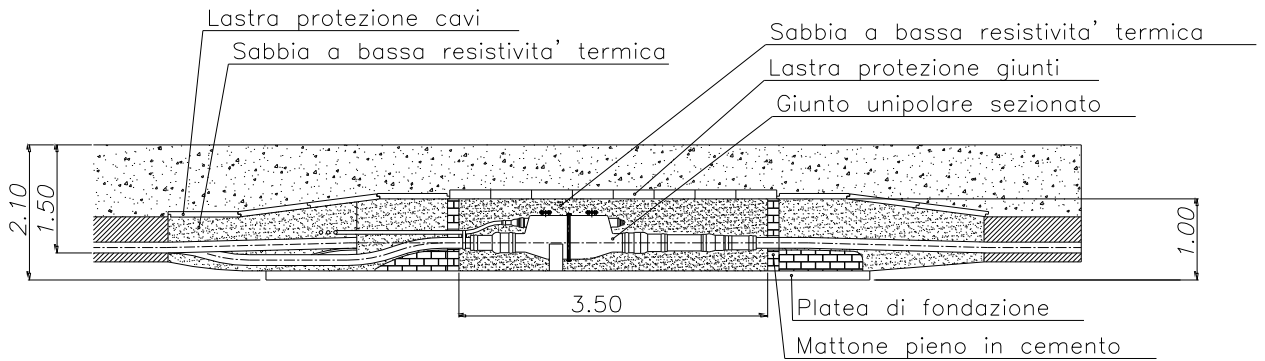
ESEMPIO DI POSA IN TUBIERA SU SEDE STRADALE



ESEMPIO DI POSA IN CUNICOLO



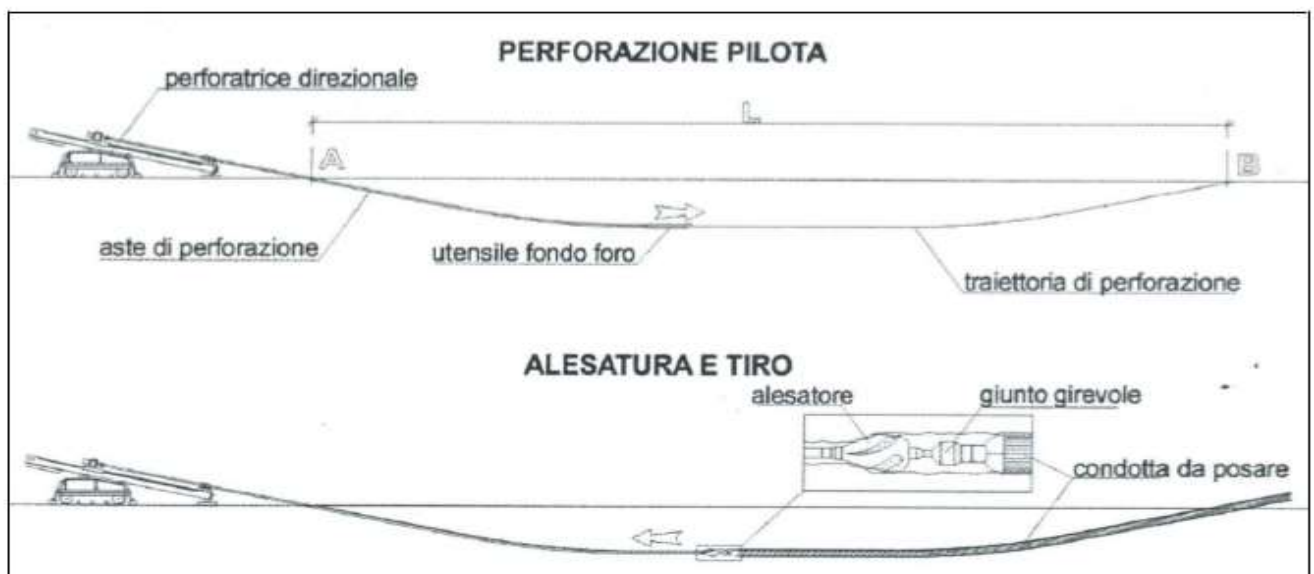
ESEMPIO DIMENSIONI DELLE BUCHE GIUNTI



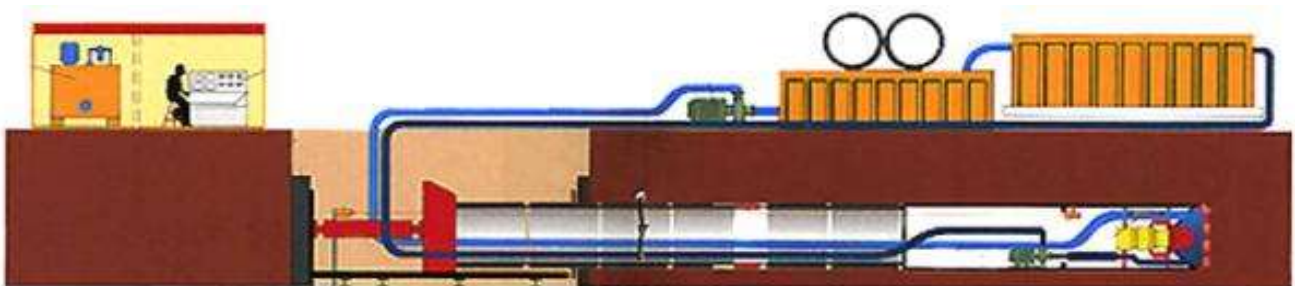
MODALITA' TIPICHE PER L'ESECUZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTI

Nel caso in cui non sia possibile eseguire gli scavi per l'interramento del cavo, in prossimità di particolari attraversamenti di opere esistenti lungo il tracciato (strade, viadotti, scotolari, corsi d'acqua, ecc.), potrà essere utilizzato il sistema di attraversamento teleguidato mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) o di perforazione mediante sistema Microtunneling, come rappresentato schematicamente nei disegni sottostanti.

Schematico di Trivellazione Orizzontale Controllata



Schematico di Perforazione con Microtunneling

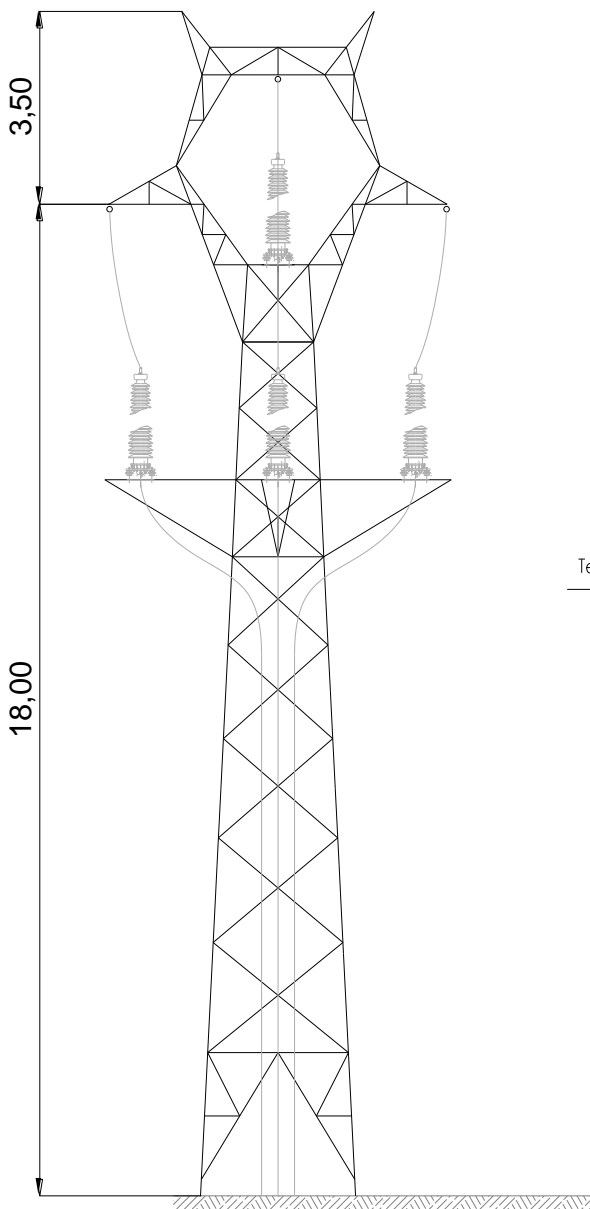


In particolare per l'attraversamento dei tratti in viadotto si valuterà in sede di progettazione esecutiva l'utilizzo di opere di staffaggio o di una apposita struttura posizionata adiacente il ponte stradale, su cui installare i cavi stesi.

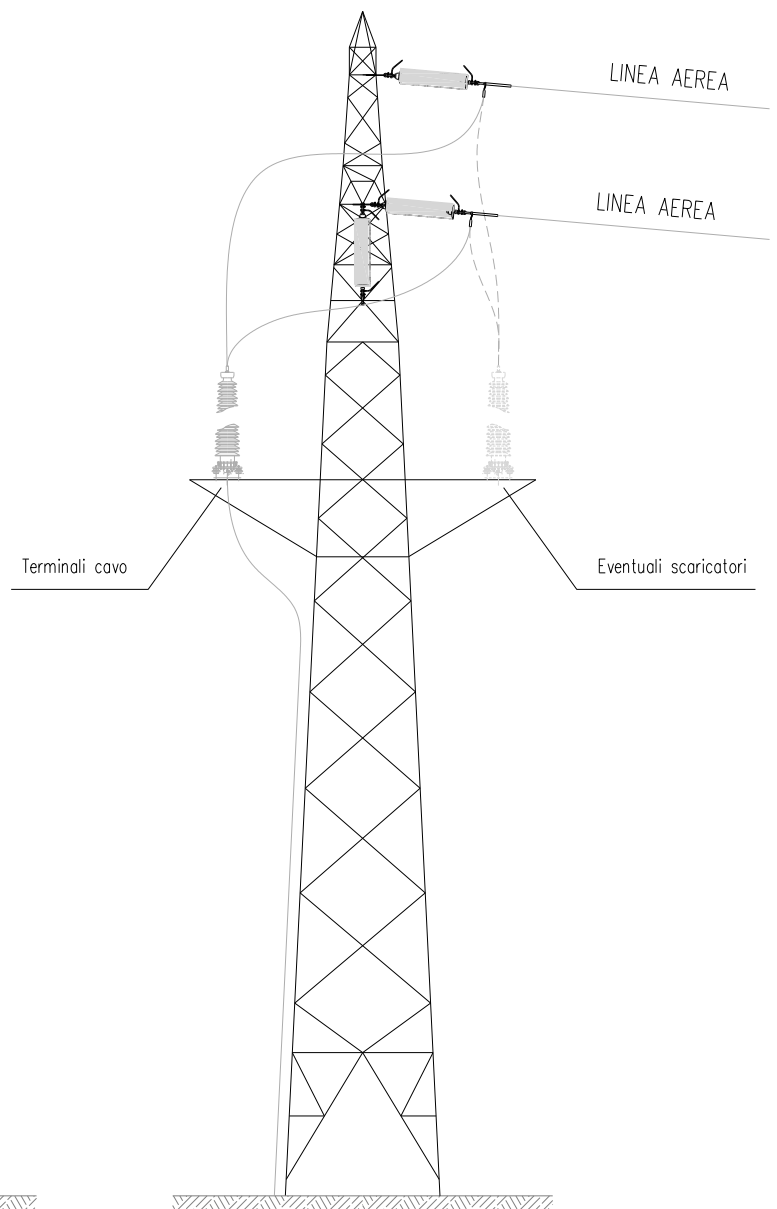
SOSTEGNO DI TRANSIZIONE AEREO/CAVO CON PORTATERMINALI

Per la realizzazione del passaggio da elettrodotto aereo a cavo interrato sarà utilizzato un sostegno porta terminale con testa a delta, opportunamente verificato. I terminali cavo saranno inseriti su una mensola alloggiata sulla struttura del sostegno, come mostrato nello schematico sotto riportato, di carattere puramente indicativo e non esaustivo.

VISTA FRONTALE



VISTA LATERALE



8 RUMORE

Si faccia riferimento al paragrafo 7.2 della “Relazione Tecnica Generale” doc. n. RGCR14003BGL10002.

9 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE

Per l'inquadramento geologico dell'area si rimanda alla “Relazione Geologica Preliminare” riportato nel documento in Appendice "D" doc. n. EECR14003BGL10080.

10 TERRE E ROCCE DA SCAVO

Si faccia riferimento all'Appendice “G”, “Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti” Doc n° RGCR14003BIAM02431

11 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Per l'analisi e i calcoli relativi all'andamento del campo elettrico e del campo magnetico prodotto si faccia riferimento all'Appendice “E” - “Valutazioni sui valori di induzione magnetica e campo elettrico generati” doc. n. EGCR14003BGL10090.

12 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si faccia riferimento al capitolo 11 della “Relazione Tecnica Generale” doc. n. RGCR14003BGL10002.

13 AREE IMPEGNATE

Si faccia riferimento al capitolo 12 della “Relazione Tecnica Generale” doc. n. RGCR14003BGL10002 e all'Appendice ‘A’ – Aree potenzialmente impegnate – beni soggetti al vincolo preordinato all'esproprio doc. n. EGCR14003BGL10050.

14 FASCE DI RISPETTO

Si faccia riferimento al capitolo 13 della “Relazione Tecnica Generale” doc. n. RGCR14003BGL10002.

15 SICUREZZA NEI CANTIERI

Si faccia riferimento al capitolo 14 della “Relazione Tecnica Generale” doc. n. RGCR14003BGL10002.