



NOVEMBRE 2021

TE GREEN DEV 3 S.r.l.

IMPIANTO INTEGRATO AGRIVOLTAICO

COLLEGATO ALLA RTN

POTENZA NOMINALE 39,5 MW

COMUNE DI TROIA (FG)

Montagna

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO

RELAZIONE TECNICA LINEA DI CONNESSIONE ALLA RTN

Progettisti (o coordinamento)

Ing. Laura Maria Conti n. ordine Ing. Pavia 1726\

Codice elaborato

2748_4499_TR_PD_R30_Rev0_Relazione tecnica Linea di
Connessione alla RTN

**Memorandum delle revisioni**

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2748_4499_TR_PD_R30_Rev0_Relazione Linea di Connessione alla RTN	12/2021	Prima emissione	ML	CP	L. Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Maria Conti	Direzione Tecnica	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia al n. 1726
Corrado Pluchino	Project Manager	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano n. A27174
Riccardo Festante	Progettazione Elettrica, Rumore e Comunicazioni	Tecnico competente in acustica ambientale n. 71
Daniele Crespi	Coordinamento SIA	
Francesca Jaspardo	Esperto Ambientale	
Elena Comi	Esperto Ambientale	Ordine Nazionale dei Biologi n. 60746
Marco Corrà	Architetto	
Lia Buvoli	Biologa	
Massimo Busnelli	Geologo	
Mauro Aires	Ingegnere strutturista	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 9583J
Sergio Alifano	Architetto	
Andrea Fronteddu	Ingegnere Elettrico	Ordine degli Ingegneri di Cagliari n. 8788
Matteo Lana	Ingegnere Ambientale	
\	Ingegnere Ambientale	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
C. F. e P. IVA 10414270156 - Cap. Soc. 600.000,00 €
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

www.montanambiente.com



Impianto Agrivoltaico Collegato alla RTN 39,5 MW

Relazione Tecnica Linea di Connessione alla RTN



Lorenzo Griso	Geologo	
Nazzario d'Errico	Agronomo	Ordine professionale Degli Agronomi di Foggia n. 382
Marianna Denora	Studio Previsionale Impatto Acustico	Ordine degli Architetti della Provincia di Bari, Sez. A n. 2521
Giovanni Cis	Progetto di Connessione	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano n. 28287
Antonio Acito	Rilievo Topografico	
Antonio Bruscella	Archeologo	Elenco dei professionisti abilitati alla redazione del documento di valutazione archeologica n. 4124
Michele Pecorelli (Studio Geodue)	Geologo – Indagini Geotecniche Geodue	Ordine dei Geologi della Regione Puglia n. 327

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
C. F. e P. IVA 10414270156 - Cap. Soc. 600.000,00 €
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

www.montanambiente.com



SOMMARIO

GENERALITA'	5
1 Premessa	5
2 Scopo dell'intervento	5
3 Glossario	5
4 Denominazione e codice del progetto	5
5 Caratteristiche del territorio attraversato dalle opere	6
6 Caratteristiche elettromeccaniche delle linee elettriche in progetto	7
6.1 Linea elettrica MT 30 kV	7
6.2 Linea elettrica AT 150 kV	7
7 Caratteristiche dei materiali utilizzati	7
7.1 Per l'elettrodotto MT 30 kV	7
7.2 Per l'elettrodotto AT 150 kV	8
8 Modalità di realizzazione dei cavidotti MT 30 kV	7
8.1 Canalizzazione	7
8.2 Fondo dello scavo	9
8.3 Tubo protettivo	9
8.4 Collegamenti a terra	9
8.5 Ripristini	10
9 Modalità di realizzazione dei cavidotti AT 150 kV	10
9.1 Canalizzazione	10
9.2 Modalità di posa	10
9.3 Sistema di telecomunicazioni	10
10 Aree e opere attraversate	11
11 Rumore	11
12 Inquadramento Geologico e Idrogeologico preliminare	11
13 Terre e Rocce da scavo	11
14 Campi Elettromagnetici	12
14.1 Sintesi Normativa	12
15 Leggi e Norme Tecniche di riferimento	15
15.1 Per gli aspetti tecnici	15
15.2 Per gli aspetti amministrativi	18
16 Aree Impegnate	18
17 Fasce di rispetto	18
18 Sicurezza nei cantieri	19
19 ALLEGATI relativi alla Media Tensione	20
20 ALLEGATI relativi all'Alta Tensione	23

GENERALITA'

1 **Premessa**

La società TE GREEN DEV 3 S.r.l., nell'ambito del suo piano di sviluppo di energie da fonti rinnovabili, ha progettato l'impianto di produzione da fonte fotovoltaica, meglio denominato al punto "4", e sottoscritto con Terna (Società che esercisce, ai sensi del Decreto del Ministero delle Attività Produttive del 20 aprile 2005, in concessione la RTN), l'accordo per l'immissione in rete dell'energia prodotta.

Il presente documento ha lo scopo di definire le caratteristiche delle opere di connessione alla rete e si compone di due parti: la prima descrive le caratteristiche del cavidotto in media tensione 30 kV, tra l'impianto di produzione da fonte rinnovabile in progetto e la stazione di raccolta ed elevazione MT/AT condivisa con altri produttori; la seconda, le caratteristiche del cavidotto AT 150 kV di collegamento tra la richiamata stazione di raccolta MT/AT e la stazione RTN a 150kV di Foggia. Le opere previste nel presente progetto sono di pubblica utilità, urgenti ed indifferibili ai sensi dell'art. 12 del Decreto Legislativo n. 387 del 29/12/2003

2 **Scopo dell'intervento**

La costruzione dell'opera in progetto consentirà l'immissione in rete dell'energia prodotta da fonte rinnovabile. Tale tipo di soluzione di collegamento è richiesta da Terna S.p.a. solo di recente, sempre al fine di ottimizzare le risorse di rete; infatti, fino a poco tempo fa, Terna prevedeva per ogni produttore uno stallo dedicato in stazione RTN; ciò provocava la saturazione degli stalli in caso di forte domanda di connessione ma non la saturazione delle potenze.

Al fine di consentire la massima utilizzazione della potenza di ogni stallo, Terna S.p.a. obbliga i vari produttori che richiedono la connessione a sottoscrivere tra di loro un accordo di condivisione al fine di utilizzare un solo stallo.

3 **Glossario**

- **SE:** Stazione Elettrica 150kV
- **RTN:** Rete di Trasmissione Nazionale
- **AT (Alta Tensione):** Linea elettrica di terza classe (art. 1.2.07 norme CEI 11.4) a tensione superiore a 30.000 volt;
- **MT (Media Tensione):** Linea elettrica di seconda classe (art. 1.2.06 norme CEI 11.4) a 30.000 volt;
- **Cavidotto:** Scavo destinato ad ospitare i cavi elettrici, compreso il regolare ricoprimento della trincea di posa (reinterro), gli elementi di segnalazione e/o protezione (nastro monitore, cassette di protezione o manufatti in cls) e le eventuali opere accessorie.

4 **Denominazione e codice del progetto**

Il progetto è così denominato:

"Progetto per un Impianto Integrato Agrivoltaico, collegato alla SE della RTN di Foggia, di potenza pari a 39,54 MW, nel comune di Troia (FG)".

Il codice alfanumerico di riferimento della seguente pratica è:

STMG_201900408

5 Caratteristiche del territorio attraversato dalle opere

Le opere di connessione dell'impianto agrivoltaico, di potenza pari a 39,54 MW, alla Stazione Elettrica RTN a 150kV di Foggia, attraverseranno alcune aree rurali e periurbane dei Comuni di Foggia e Troia (FG). In particolare, l'impianto di produzione da fonte solare si conetterà ad una stazione di raccolta ed elevazione MT/AT, ubicata nella particella n. 55 del foglio n. 51 del Comune di Foggia, attraverso un elettrodotto MT 30 kV in cavo interrato che partirà dalla cabina di servizio prevista in prossimità dell'impianto di produzione, ubicata nella particella n. 236 del foglio n. 19 del Comune di Troia (FG). Tale elettrodotto MT 30 kV avrà lunghezza complessiva pari a circa 16.430 metri. Per quanto riguarda l'opera di connessione tra la suddetta stazione di raccolta ed elevazione MT/AT e la SE della RTN di Foggia, ubicata nella particella n. 685 del foglio n. 51 del Comune di Foggia, sarà realizzata mediante due tratti di elettrodotto AT 150 kV in cavo interrato di lunghezza complessiva pari a 720 metri. Il primo cavidotto AT 150 kV consentirà la connessione della stazione di raccolta ed elevazione MT/AT con una cabina di condivisione ubicata nella particella n. 139 del foglio n. 51 del Comune di Foggia, il secondo cavidotto permetterà la connessione tra la suddetta cabina di condivisione e la SE della RTN di Foggia.

Per quanto riguarda l'inquadramento geografico, l'area oggetto dell'intervento è individuabile mediante le seguenti coordinate geografiche:

[Punto di partenza da cabina di servizio: \(latitudine 41°23'51.86"N; longitudine 15°26'58.91"E\)](#)

[Stazione di raccolta ed elevazione MT/AT: \(latitudine 41°29'56.19"N; 15°32'39.80"E\)](#)

[Punto di consegna a Stazione Elettrica RTN: \(latitudine 41°30'6.55"N; longitudine 15°32'39.74"E\)](#)

Catastalmente, le opere di connessione ricadono nei fogli di mappa n. 19 del Comune di Troia (FG) e n. 140, 138, 137, 136, 88, 89, 87, 83, 81, 45, 49, 48, 47, 50 e 51 del Comune di Foggia.

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 tracciato delle opere di connessione 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;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l'affidabilità del collegamento;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione dell'elettrodotto;

- tenere conto dei vincoli esistenti sul territorio valutati attraverso lo Studio di Impatto Ambientale allegato al progetto.

6 Caratteristiche elettromeccaniche delle linee in progetto

6.1 Linea elettrica MT 30 kV

Frequenza: **50 Hz**

Linee di **media tensione MT** in cavo interrato da posare per 16.430 m avente le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale MT: **30 kV**;
- Conduttori: **n. 3 terne di cavi unipolari Al 400 mm²**
- Isolamento: **cavi isolati con miscela di polietilene (DIX 8) e rivestimento con nastro semiconduttore igroespandente introdotto in apposito tubo in PVC avente diametro esterno di 160mm**;
- Profondità di interramento del cavo:
 - a. su strada asfaltata pubblica: > di metri 1,00;
 - b. su strada sterrata o terreno agricolo: > di metri 0,60

6.2 Linea elettrica AT 150 kV

Frequenza: **50 Hz**

Linee di **alta tensione AT** in cavo interrato da posare per 720 m avente le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale AT: **150 kV**;
- Conduttori: **n. 3 cavi unipolari Al 1600 mm²**
- Isolamento: **cavi isolati con gomma polietilene reticolato (XLPE)**;
- Portata di corrente di progetto: **900 A** (norma CEI 11-17)
- Peso del cavo: **11,2 kg/m**
- Profondità di interramento del cavo > **1,40 m**

7 Caratteristiche dei materiali utilizzati

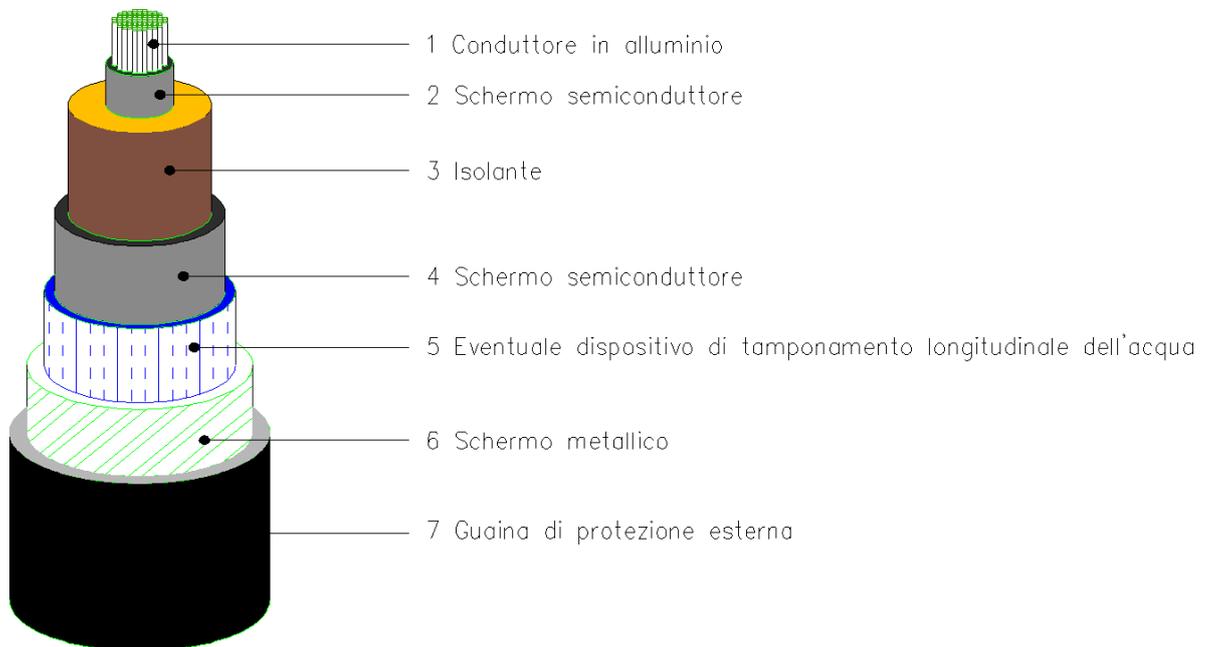
7.1 Per l'elettrodotto MT 30 kV

I calcoli strutturali di tutti i componenti unificati della linea elettrica sono depositati presso il Ministero dei Lavori Pubblici.

Negli allegati si riportano le caratteristiche dei componenti principali utilizzati sulle linee elettriche di seconda e terza classe e alcuni schemi di riferimento, nonché la planimetria e corografia dell'area oggetto dell'intervento.

7.2 Per l'elettrodotto AT 150 kV

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



L'elettrodotto sarà costituito da 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, compatta e tamponata 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 di piombo o alluminio o a fili di rame ricotto non stagnati, di sezione complessiva adeguata ad assicurare la protezione meccanica del cavo. Oltre a garantire la tenuta ermetica radiale ed a sopportare lo sforzo elettrodinamico generato dalla corrente di guasto a terra. Sullo schermo viene applicata la guaina protettiva di polietilene nera e grafitata avente funzione di protezione anticorrosiva ed infine la protezione esterne meccanica.

8 Modalità di realizzazione dei cavidotti MT 30 kV

8.1 Canalizzazione

La canalizzazione interrata verrà eseguita in conformità a quanto prescritto dalla norma CEI 11-17. In particolare, la larghezza varierà tenendo conto del numero di tubi corrugati che dovrà ospitare; mentre la profondità di posa, misurata dall'estradosso del tubo di protezione rispetto al piano di calpestio, sarà conforme a quanto stabilito dal codice della strada (D.P.R.495/92 art. 66 comma 3 e s.m.i.).

Occorre precisare che, lungo la canalizzazione i tubi saranno collocati generalmente tutti sullo stesso piano di posa. Se sono previste più tubazioni MT nella stessa trincea si potrà ricorrere eventualmente alla posa "sovrapposta" (massimo due strati). La profondità

minima di posa per le strade di uso pubblico è fissata a un metro dall'estradosso del tubo di protezione. Per le strade ad uso privato vale quanto stabilito dalle norme CEI 11-17.

Di norma, per prevenire la propagazione di incendi in caso di guasti, non sono previsti pozzetti in corrispondenza di giunti e derivazioni del tracciato. Le caratteristiche delle sezioni di scavo sono riportate nella specifica in allegato.

8.2 Fondo dello scavo

Il cavidotto MT 30 kV sarà realizzato mediante uno scavo di dimensioni pari a 1,00 m di larghezza e 1,00 m di profondità.

Una volta raggiunta la quota di scavo stabilita, il fondo dello scavo dovrà essere piatto e privo di asperità che possono danneggiare le tubazioni.

8.3 Tubo protettivo

In ottemperanza a quanto previsto dalle norme CEI 11-17 l'integrità dei cavi dovrà essere garantita da una robusta protezione meccanica supplementare in grado di assorbire, senza danni per il cavo, le sollecitazioni meccaniche, statiche e dinamiche derivanti dal traffico veicolare (resistenza a schiacciamento) e dagli abituali attrezzi di scavo (resistenza ad urto).

La posa del cavo verrà eseguita all'interno di tubazioni in materiale plastico.

Il diametro interno e relativi accessori (curve, manicotti, ecc..) non dovrà essere inferiore a 1,4 volte il diametro del cavo. In particolare verrà utilizzato un tubo corrugato con diametro di 160 mm per i cavi MT 30 kV che verranno posati per tutto lo sviluppo del tracciato e la cui superficie interna dovrà essere liscia.

Una volta completata la posa dei tubi, prima del loro ricoprimento, si dovrà verificare la continuità e l'allineamento degli stessi, evitando così l'ingresso di terra o altro materiale all'interno del cavidotto. Tuttavia, si dovranno verificare le giunzioni fra le tubazioni e la sigillatura all'estremità del corrugato.

Il tutto dovrà essere realizzato a regola d'arte utilizzando gli appositi raccordi forniti dal costruttore.

Nella posa della tubazione le curve dovranno essere limitate al minimo necessario e, comunque, dovranno avere un raggio minimo non inferiore a 1,50 m. In particolare il profilo della tubazione MT dovrà essere il più lineare possibile evitando "strozzature" in caso di incroci con altre opere o per la eventuale presenza di ostacoli.

8.4 Collegamenti a terra

Gli schermi dei cavi MT 30 kV dovranno essere messi a terra ad entrambe le estremità di ogni tratta, in corrispondenza delle terminazioni. Qualora risulti necessario impedire il trasferimento di potenziali di terra pericolosi da un capo all'altro di un cavo, dovrà essere interrotta la continuità metallica dello schermo. Ciò si realizza mantenendo scollegato dall'impianto di terra locale un estremo dello schermo in corrispondenza del terminale ovvero mediante l'esecuzione di appositi giunti dello schermo.

La presenza di giunti di isolamento dello schermo di un cavo MT 30kV ovvero del collegamento a terra di una sola estremità degli stessi, dovrà essere segnalata in corrispondenza di entrambe le terminazioni, mediante l'apposizione di cartelli sul cavo.

8.5 Ripristini

Il riempimento della trincea e il ripristino della superficie dovranno essere effettuati, nella generalità dei casi, in assenza di specifiche prescrizioni imposte dall'amministrazione competente, seguendo le indicazioni elencate:

- La prima parte del rinterro, fino a 10 cm sopra al tubo collocato più in alto, dovrà essere eseguita con sabbia o terra vagliata e successivamente irrorata con acqua in modo da realizzare una buona compattazione;
- La restante parte della trincea, esclusa la pavimentazione, dovrà essere riempita con strati successivi di spessore non superiori a 30 cm ciascuno, utilizzando il materiale di risulta dello scavo. I materiali utilizzati dovranno essere fortemente compressi ed eventualmente irrorati al fine di evitare successivi cedimenti.
- Al di sopra del cavidotto ad almeno 20 cm dall'estradosso del tubo, dovrà essere collocato il nostro monitore con la scritta "CAVI ELETTRICI" (almeno uno per ogni coppia di tubi).

9 Modalità di realizzazione del cavidotto AT 150 kV

9.1 Canalizzazione

L'elettrodotta è costituito dai seguenti componenti:

- n. 3 conduttori di energia;
- n. 6 terminali per esterno;
- n. 6 sostegni portaterminali,
- sistema di telecomunicazioni.

9.2 Modalità di posa

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

Le profondità reali di posa saranno meglio definite in fase di progetto esecutivo dell'opera. Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche (f.o.) da 48 fibre 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'.

Saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico e, 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 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.

9.3 Sistema di telecomunicazioni

Sarà realizzato, se richiesto da Terna, un sistema di telecomunicazioni tra la stazione di smistamento e quella RTN per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto. Nel caso in cui occorra sarà costituito da un cavo con 48 fibre ottiche.

Nella figura seguente è riportato lo schema del cavo f.o. che sarà utilizzato per il sistema di telecomunicazioni.

- Numero di Fibre: **12 fibre x n.4 tubetti**;
- Diametro esterno: **13mm**;
- Peso del 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

10 Aree e opere attraversate

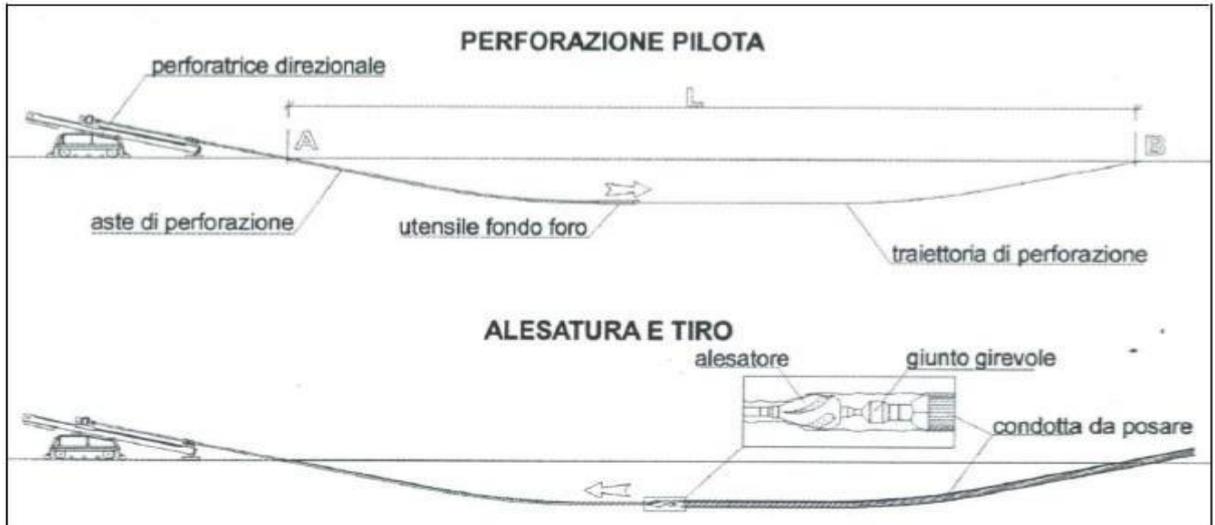
La realizzazione del cavidotto MT interesserà la viabilità pubblica e sarà effettuata tenendo conto dei seguenti accorgimenti:

- Presenza di altri sottoservizi interrati (acqua, gas, telecomunicazioni ecc...). Verrà, pertanto, rispettata la complessa normativa che ne regola incroci e interferenze;
- Verranno predisposte idonee passerelle per consentire il transito agli accessi carrai e pedonali;
- Verrà garantito ai veicoli una sufficiente porzione di carreggiata per poter transitare;
- Predisposizione di sbarramenti protettivi per la sicurezza stradale in aggiunta alle segnalazioni diurne e notturne
- Lo scavo resterà aperto il minor tempo possibile e, a lavoro ultimato, sarà ripristinato lo stato originario dei luoghi, compreso l'eventuale rimozione della segnaletica stradale.

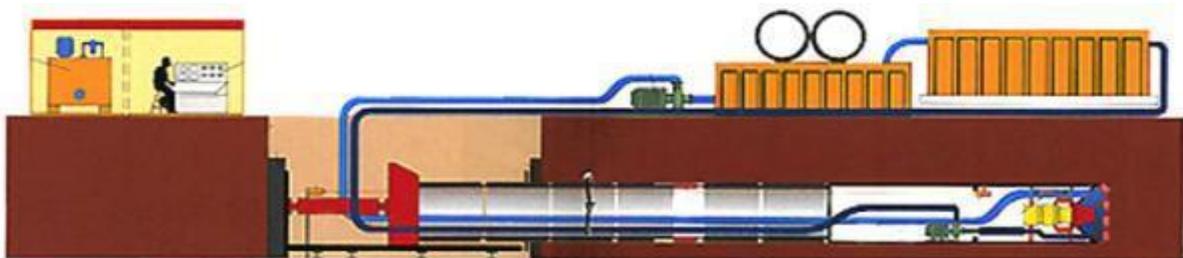
Nel caso in cui non sia possibile eseguire gli scavi per l'interramento del cavo in prossimità di particolari attraversamenti di opere esistenti lungo il tracciato (strade, viadotti, scatolari, corsi d'acqua, ecc.), potrà essere utilizzato il sistema di attraversamento teleguidato mediante

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 in adiacenza ai ponti stradali su cui installare i cavi stessi.

11 Rumore

Gli elettrodotti in cavo non costituiscono fonte di rumore.

12 Inquadramento Geologico ed Idrogeologico preliminare

Si rimanda alla relazione geologica.

13 Terre e Rocce da scavo

Il piano di gestione delle terre e rocce da scavo è riportato nell'Appendice "Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti".

Di seguito vengono descritte le principali attività che comportano movimenti di terra.

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

- esecuzione degli scavi per l'alloggiamento del cavo;
- stenditura e posa del cavo;

- reinterro dello scavo fino a piano campagna.

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 dei cavi che si estende progressivamente sull'intera lunghezza del percorso. Tale trincea sarà larga 1,00 m per una profondità di 1,00 m per il cavidotto MT 30 kV, per uno scavo totale di circa 16.430,00 m³ di terreno. Per il cavidotto AT 150 kV, invece, la trincea sarà di larghezza pari a 1,00 m, con profondità pari a 1,6 m e per uno scavo totale di 1.152,00 m³.

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 reinterro degli scavi, previo accertamento dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito ai sensi della normativa vigente. In caso contrario il materiale scavato sarà destinato ad idoneo impianto di smaltimento o recupero autorizzato, 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. In particolare si segnala che, per l'esecuzione dei lavori, non sono utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre.

14 Campi Elettromagnetici

14.1 Sintesi Normativa

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti) ed aggiornate nel dicembre 2010 nel metodo e nei limiti indicati (oggi meno restrittivi per il campo magnetico).

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea (UE) ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti. A tale proposito il Consiglio ha avallato le linee guida dell'ICNIRP del 1998. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato all'UE di continuare ad adottare tali linee guida.

Lo Stato Italiano è successivamente intervenuto, con finalità di riordino e miglioramento della normativa in materia allora vigente in Italia, attraverso la Legge quadro 36/2001 che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinarli e aggiornarli periodicamente in relazione agli impianti che possono comportare esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici con frequenze comprese tra 0Hz e 300 GHz.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- *limite di esposizione* - il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- *valore di attenzione* - il valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;

- *obiettivo di qualità* - il criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

La legge quadro 36/2001, come ricordato dal citato Comitato di esperti della Commissione Europea, è stata emanata nonostante le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP. Tutti i paesi dell'Unione Europea hanno accettato il parere del Consiglio della UE mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge quadro è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08.07.2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.", che ha fissato i seguenti valori:

Limite di esposizione Tale limite, inteso come valore efficace, e pari a:

- 100 μ T per l'induzione magnetica;
 - 5 kV/m per il campo elettrico;
- non deve essere mai superato.

Obiettivo di qualità Tale valore, inteso come valore efficace, e pari a:

- 3 μ T per l'induzione magnetica;

è da considerare nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz.

Fascia di rispetto

Per "fascia di rispetto" si intende lo spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

La Legge 22/02/2001, n°36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", stabilisce che lo Stato esercita le funzioni relative:

"... alla determinazione dei parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti. All'interno di tali fasce di rispetto non è consentita

alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore”.

Il decreto attuativo della Legge n°36, DPCM 08/07/2003, stabilisce all’Art. 6- Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti -: “... Per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all’obiettivo di qualità di cui all’art. 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell’elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e alle Regioni, per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV.

I gestori provvedono a comunicare i dati per il calcolo e l’ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti”.

La norma CEI 106-11 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo “Fornisce una metodologia generale per il calcolo dell’ampiezza delle fasce di rispetto degli elettrodotti, in riferimento all’obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ e alla portata in corrente in servizio normale dell’elettrodotto dichiarata dal gestore”.

Tale metodologia è stata definitivamente approvata dal Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 29/05/2008, “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.

Dopo alcuni mesi dalla pubblicazione di questi Decreti si è reso necessario il chiarimento di alcuni aspetti. A tale scopo l’ISPRA (ex APAT) Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale ha istituito dei tavoli tecnici che hanno elaborato un documento, “Disposizioni Integrative/Interpretative - Vers. 7.4”, con l’obiettivo di andare incontro a tale necessità fornendo alcune delucidazioni e suggerimenti sugli aspetti normativi ed applicativi.

È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell’arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di

qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali e ancora più bassi se si considera il raffronto con le nuove Linee Guida ICNIRP.

Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento. In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003, la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli neanche in melius.

I Nella sentenza (pagg. 51 e segg.) si legge testualmente: "L'esame di alcune delle censure proposte nei ricorsi presuppone che si risponda all'interrogativo se i valori-soglia (limiti di esposizione, valori di attenzione, obiettivi di qualità definiti come valori di campo), la cui fissazione è rimessa allo Stato, possano essere modificati dalla Regione, fissando valori-soglia più bassi, o regole più rigorose o tempi più ravvicinati per la loro adozione. La risposta richiede che si chiarisca la ratio di tale fissazione. Se essa consistesse esclusivamente nella tutela della salute dai rischi dell'inquinamento elettromagnetico, potrebbe invero essere lecito considerare ammissibile un intervento delle Regioni che stabilisse limiti più rigorosi rispetto a quelli fissati dallo Stato, in coerenza con il principio, proprio anche del diritto comunitario, che ammette deroghe alla disciplina comune, in specifici territori, con effetti di maggiore protezione dei valori tutelati (cfr. sentenze n. 382 del 1999 e n. 407 del 2002). Ma in realtà, nella specie, la fissazione di valori-soglia risponde ad una ratio più complessa e articolata. Da un lato, infatti, si tratta effettivamente di proteggere la salute della popolazione dagli effetti negativi delle emissioni elettromagnetiche (e da questo punto di vista la determinazione delle soglie deve risultare fondata sulle conoscenze scientifiche ed essere tale da non pregiudicare il valore protetto); dall'altro, si tratta di consentire, anche attraverso la fissazione di soglie diverse in relazione ai tipi di esposizione, ma uniformi sul territorio nazionale, e la graduazione nel tempo degli obiettivi di qualità espressi come valori di campo, la realizzazione degli impianti e delle reti rispondenti a rilevanti interessi nazionali, sottesi alle competenze concorrenti di cui all'art. 117, terzo comma, della Costituzione, come quelli che fanno capo alla distribuzione dell'energia e allo sviluppo dei sistemi di telecomunicazione. Tali interessi, ancorché non resi espliciti nel dettato della legge quadro in esame, sono indubbiamente sottesi alla considerazione del "preminente interesse nazionale alla definizione di criteri unitari e di normative omogenee" che, secondo l'art. 4, comma 1, lettera a, della legge quadro, fonda l'attribuzione allo Stato della funzione di determinare detti valori-soglia. In sostanza, la fissazione a livello nazionale dei valori-soglia, non derogabili dalle Regioni nemmeno in senso più restrittivo, rappresenta il punto di equilibrio fra le esigenze contrapposte di evitare al massimo l'impatto delle emissioni elettromagnetiche, e di realizzare impianti necessari al paese, nella logica per cui la competenza delle Regioni in materia di trasporto dell'energia e di ordinamento della comunicazione è di tipo concorrente, vincolata ai principi fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli neanche in melius.

15 Leggi e Norme Tecniche di riferimento

L'elettrodotto in progetto verrà realizzato nel pieno rispetto delle vigenti disposizioni di legge.

La vigilanza sulla corretta esecuzione è affidata esclusivamente, anche per le zone sismiche, all'amministrazione che emette il provvedimento di autorizzazione (art. 31.01 della Norma CEI 11-4).

Le Leggi e le Norme Tecniche a cui deve rispondere un elettrodotto sono le seguenti:

15.1 Per gli aspetti tecnici

Per quanto riguarda l'aspetto tecnico le linee elettriche devono essere progettate, costruite ed esercitate secondo le norme elaborate dal Comitato Tecnico 11 del Comitato Elettrotecnico Italiano che costituiscono disposizioni di legge.

I riferimenti legislativi sono:

- ☞ *Decreto Ministeriale 21 marzo 1988 e successivi aggiornamenti (DM 16/01/1991 e DM 05/08/1998): "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle Linee elettriche esterne";*
- ☞ *Norma CEI 11-17 luglio 1997: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - linee interrate;*
- ☞ *Norme del Ministero dell'Interno per quanto attiene le disposizioni di sicurezza antincendio;*
- ☞ *Norma CEI 11-61 novembre 2000: "Guida all'inserimento ambientale delle Linee aeree esterne e delle stazioni elettriche";*
- ☞ *Decreto Legislativo 22 febbraio 2001, n° 36: "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";*
- ☞ *Norma CEI 11-8 dicembre 1989: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – impianti di terra e successive varianti";*
- ☞ *Norma CEI 103-6 dicembre 1997: "Protezione delle linee di telecomunicazioni dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto";*
- ☞ *Norma CEI 0-16 edizione dicembre 2012 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica";*
- ☞ *Norma CEI 0-21 seconda edizione 06/2012 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica";*
- ☞ *Norma CEI 304-1 Interferenza elettromagnetica prodotte da linee elettriche su tubazioni metalliche.*
- ☞ *Norma CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";*
- ☞ *Norma CEI EN 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a";*
- ☞ *Norma CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09;*
- ☞ *Norma CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01;*
- ☞ *Norma CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006-02;*
- ☞ *Norma CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998-09;*
- ☞ *Norma CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06.*

15.2 Per gli aspetti amministrativi

Nelle aree sottoposte a vincolo paesaggistico l'attività costruttiva è subordinata all'ottenimento del nullaosta prescritto dalle leggi che tutelano gli aspetti ambientali e paesaggistici.

I riferimenti legislativi sono:

- ☞ *Regio Decreto 11/12/1933, n° 1775: "Testo Unico delle disposizioni di Legge sulle acque e impianti elettrici":*
 - *Art. 111 – definisce l'autorità competente al rilascio dell'autorizzazione;*
 - *Art. 112 – definisce i termini dell'istruttoria;*
 - *Art. 113 – definisce i termini dell'autorizzazione provvisoria;*
 - *Art. 119 – sul diritto di passaggio dell'elettrodotto;*
 - *Art. 120 – indica le autorità territoriali chiamate ad esprimersi con nullaosta o con osservazioni sull'istanza avanzata dal richiedente;*
 - *Art. 121 e 122 – sulle servitù di elettrodotto.*
- ☞ *D.P.R. 08/06/2001, n° 327: "Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per la pubblica utilità" così come modificato dai D.L.VI n°302 del 27/12/2002 e n°330 del 27/12/2004".*
- ☞ *D.P.R. 24 luglio 1977, n° 616: "Trasferimento e deleghe delle funzioni amministrative dello Stato";*
- ☞ *D.L. 11 luglio 1992, n° 333: "Amministrazione del patrimonio e contabilità dello Stato" – Art. 14 comma 4 bis;*
- ☞ *Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";*
- ☞ *Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";*
- ☞ *D.P.C.M. 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";*
- ☞ *Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";*
- ☞ *Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;*
- ☞ *Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137 ";*
- ☞ *Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi*

proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42";

📄 *Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;*

📄 *Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";*

Qualora, nel corso della costruzione dell'impianto, la normativa tecnica ed amministrativa dovesse subire modifiche o aggiornamenti, saranno osservate le norme più recenti.

16 Aree Impegnate

In merito all'attraversamento di aree da parte degli elettrodotti, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01, le aree impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto che sono di norma pari a circa:

- 2,5 m dall'asse linea per parte, rispetto al cavidotto di connessione AT 150 kV e MT 30 kV.

L'estensione delle aree per le quali è prevista l'occupazione temporanea sarà mediamente di circa:

- 5 m per parte, oltre le aree impegnate dai cavidotti AT 150 kV e MT 30 kV.

La planimetria catastale riporta l'asse indicativo del tracciato, le aree impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'asservimento coattivo e le aree di occupazione temporanea.

17 Fasce di Rispetto

Per "**fasce di rispetto**" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT, sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti; tale metodologia prevede che il gestore dell'elettrodotto debba calcolare la distanza di prima approssimazione, definita come "la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto".

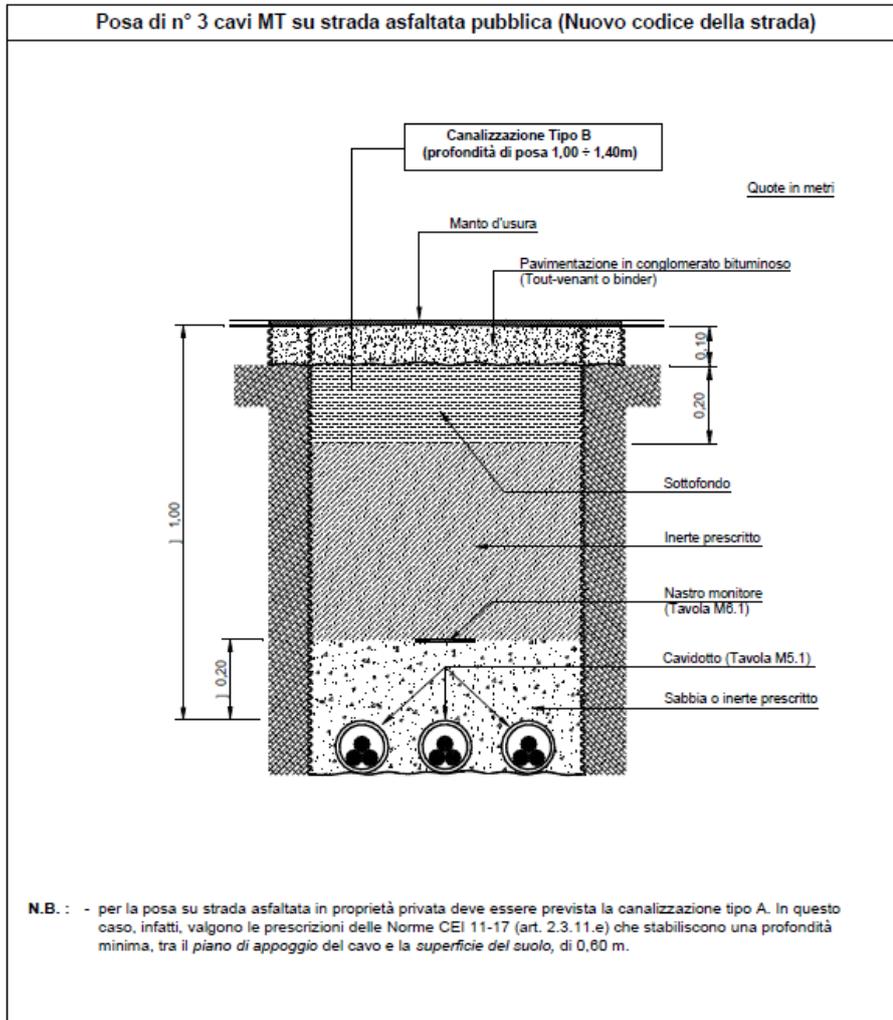
Per il calcolo delle fasce di rispetto, eseguito in ottemperanza a quanto disposto con tale decreto, si rimanda al documento "Valutazioni sui valori di induzione magnetica e campo elettrico generati dagli Elettrodotti".

18 Sicurezza nei cantieri

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa vigente in materia quale il Testo Unico Sicurezza DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81 ed eventuali aggiornamenti intervenuti.

Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di progettazione esecutiva provvederà a nominare un Coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

19 ALLEGATI relativi alla Media Tensione 30 kV



ARE4H5E COMPACT

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV



Norma di riferimento
HD 620/IEC 60502-2

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

Semiconduttivo interno

Mescola estrusa

Isolante

Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)

Semiconduttivo esterno

Mescola estrusa

Rivestimento protettivo

Nastro semiconduttore igrospandente

Schermatura

Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (R_{max} 3Ω/Km)

Guaina

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

Marcatura

PRYSMIAN (**) ARE4H5E <tensione>

<sezione> <anno>

(**) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro
Marcatura metrica ad inchiostro

Applicazioni

Il cavo rispetta le prescrizioni della norma HD 620 per quanto riguarda l'isolante; per tutte le altre caratteristiche rispetta le prescrizioni della IEC 60502-2.

Accessori idonei

Terminali

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

Giunti

ECOSPEED™ (pag. 140)

Standard

HD 620/IEC 60502-2

Cable design

Core

Compact stranded aluminium conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded compound

Insulation

Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)

Outer semi-conducting layer

Extruded compound

Protective layer

Semiconductive watertight tape

Screen

Aluminium tape longitudinally applied (R_{max} 3Ω/Km)

Sheath

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

Marking

PRYSMIAN (**) ARE4H5E <rated voltage>

<cross-section> <year>

(**) production site label

Embossed marking each meter
Ink-jet meter marking

Applications

According to the HD 620 standard for insulation, and the IEC 60502-2 for the other characteristics.

Suitable accessories

Terminations

ELTI-1C (pag. 115), ELTO-1C (pag. 118), FMCS 250 (pag. 128), FMCE (pag. 130), FMCTS-400 (pag. 132), FMCTXs-630/C (pag. 136)

Joints

ECOSPEED™ (pag. 140)



Condizioni di posa / Laying conditions



100 Prysmian Group

CATALOGO CAVI E ACCESSORI / CABLES & ACCESSORIES CATALOGUE

RESISTENZA E REATTANZA / RESISTANCE AND REACTANCE

Cavi isolati in materiale elastomerico / Cables insulated with elastomeric compounds

Reattanza di fase a 50 Hz / Phase reactance at 50 Hz

CAVI UNIPOLARI SINGLE							
sezione nominale	SINGLE CORE CABLES						
conductor cross-section (mm ²)	1,8/3 kV (Ω/km)	3,6/6 kV (Ω/km)	6/10 kV (Ω/km)	8,7/15 kV (Ω/km)	12/20 kV (Ω/km)	18/30 kV (Ω/km)	26/45 kV (Ω/km)
10	0,140	0,160	0,160	-	-	-	-
16	0,130	0,140	0,150	0,160	-	-	-
25	0,120	0,130	0,140	0,150	0,150	-	-
35	0,110	0,120	0,130	0,140	0,140	0,160	-
50	0,110	0,120	0,120	0,130	0,130	0,150	-
70	0,100	0,110	0,120	0,120	0,130	0,140	0,15
95	0,098	0,110	0,110	0,120	0,120	0,130	0,14
120	0,097	0,100	0,110	0,110	0,120	0,130	0,14
150	0,092	0,099	0,100	0,110	0,110	0,120	0,13
185	0,089	0,096	0,100	0,110	0,110	0,120	0,12
240	0,086	0,095	0,096	0,100	0,100	0,110	0,12
300	0,084	0,092	0,094	0,098	0,100	0,110	0,12
400	0,082	0,090	0,092	0,095	0,099	0,110	0,11
500	0,081	0,088	0,089	0,092	0,095	0,100	0,11
650	0,079	0,086	0,087	0,090	0,093	0,099	0,10

Note / Notes:

Validi sia per cavi in rame che alluminio.
Valid both for copper and aluminium cables.

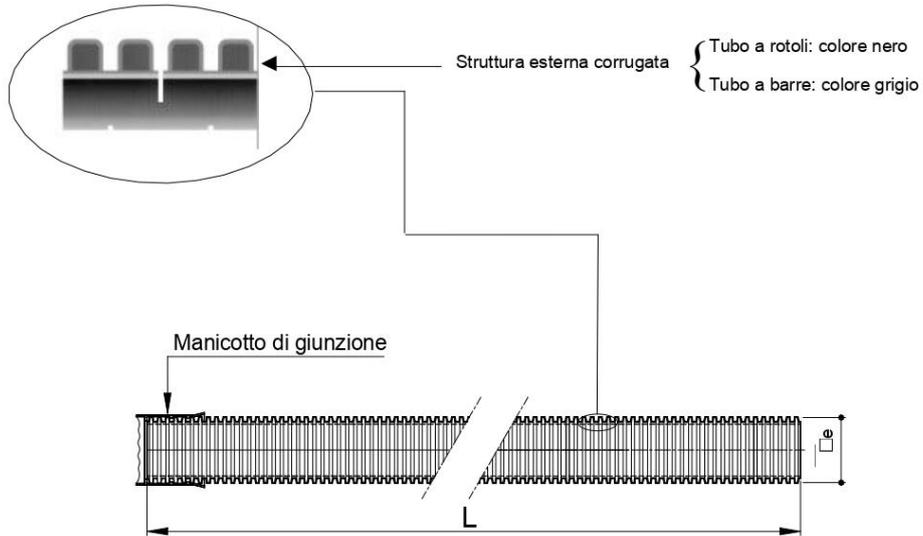
RESISTENZA E REATTANZA RESISTANCE AND REACTANCE

Cavi isolati in materiale elastomerico / Cables insulated with elastomeric compounds

Resistenza apparente del conduttore (rame rosso) (alluminio) a 50 Hz e a 90 °C
Apparent resistance of red conductor (bare copper) (aluminium) at 50 Hz and at 90 °C

sezione nominale	CAVI UNIPOLARI conduttore in rame - alluminio								CAVI UNIPOLARI conduttore in rame - alluminio tutte le tensioni		CAVI TRIPOLARI conduttore in rame - alluminio tutte le tensioni	
	SINGLE CORE CABLES copper-aluminium conductor								SINGLE CORE CABLES copper-aluminium conductor any rated voltage		THREE CORE CABLES copper-aluminium conductor any rated voltage	
	1,8/3 kV - 3,6/6 kV (Ω/km)		6/10 kV - 8,7/15 kV (Ω/km)		12/20 kV - 18/30 kV (Ω/km)		26/45 kV (Ω/km)		(Ω/km)		(Ω/km)	
conductor cross-section (mm ²)	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
10	2,330	3,9100	2,3300	3,9100	-	-	-	-	2,330	3,9100	2,3300	3,9100
16	1,470	2,4700	1,4700	2,4700	-	-	-	-	1,470	2,4700	1,4700	2,4700
25	0,929	1,5600	0,9290	1,5600	0,9290	1,5600	-	-	0,929	1,5600	0,9270	1,5600
35	0,670	1,1200	0,6710	1,1300	0,6710	1,1300	-	-	0,670	1,1300	0,6690	1,1200
50	0,495	0,8320	0,4950	0,8320	0,4950	0,8320	-	-	0,495	0,8320	0,4940	0,8320
70	0,347	0,5830	0,3440	0,5800	0,3440	0,5800	0,3440	0,5800	0,344	0,5800	0,3430	0,5760
95	0,248	0,4160	0,2480	0,4160	0,2480	0,4160	0,2480	0,4160	0,248	0,4160	0,2470	0,4150
120	0,198	0,3330	0,1980	0,3330	0,1980	0,3330	0,1980	0,3330	0,198	0,3330	0,1960	0,3290
150	0,161	0,2700	0,1610	0,2700	0,1610	0,2700	0,1610	0,2700	0,161	0,2700	0,1600	0,2690
185	0,150	0,2180	0,1500	0,2180	0,1500	0,2180	0,1500	0,2180	0,150	0,2180	0,1490	0,2170
240	0,0984	0,1650	0,0983	0,1650	0,0982	0,1650	0,0981	0,1650	0,100	0,1680	0,1000	0,1680
300	0,0789	0,1320	0,0788	0,1320	0,0787	0,1320	0,0786	0,1320	0,081	0,1360	0,0800	0,1340
400	0,0625	0,1050	0,0624	0,1050	0,0623	0,1050	0,0622	0,1050	0,065	0,1090	0,0650	0,1090
500	0,0496	0,0833	0,0494	0,0830	0,0493	0,0828	0,0491	0,0825	0,053	0,0890	0,0536	0,0900
650	0,0396	0,0665	0,0394	0,0662	0,0393	0,0662	0,0391	0,0657	0,044	0,0739	-	-

PROTEZIONI MECCANICHE: TUBI IN POLIETILENE



Conformi alle Norme CEI EN 50086-2-4 (23-46) (tubo "N" normale)

- resistenza all'urto: - tubo \square 25,450 mm: 15 J;
- tubo \square 63 mm: 20 J;
- tubo \square 125 mm: 28 J;
- tubo \square 160 mm: 40 J.

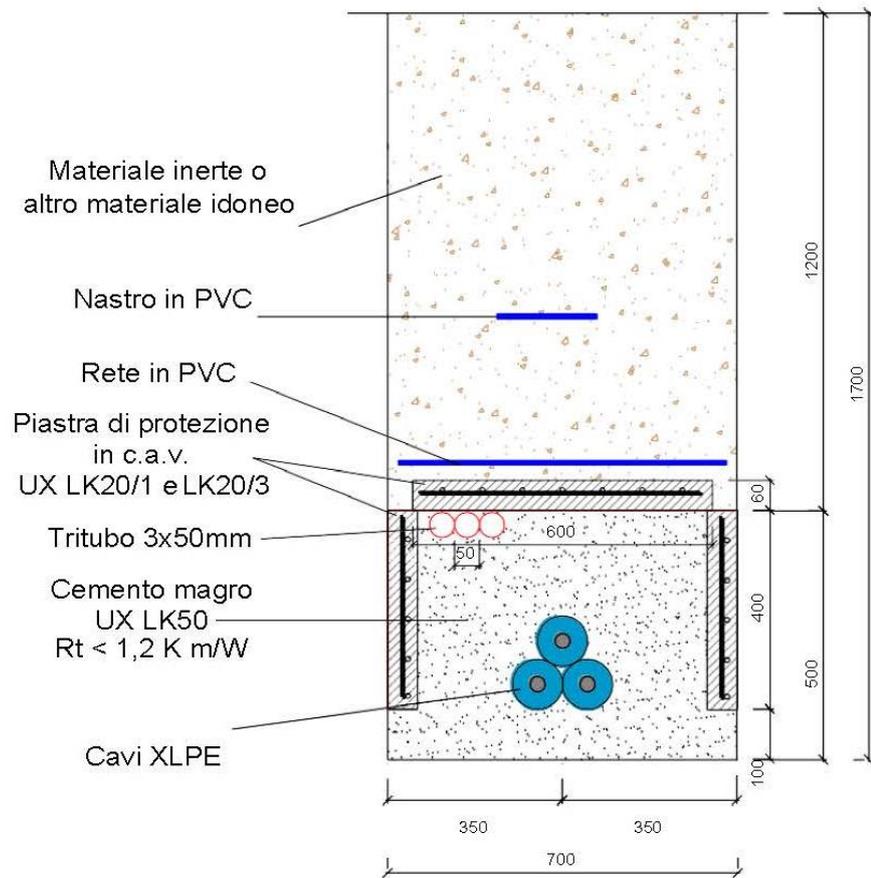
Tipo	Diametro esterno [mm]	L [m]	Marchature	Matricola ⁽¹⁾	Tabella
Tubo "corrugato" in rotoli	25	50	(da applicare alle estremità del tubo) • sigla o marchio del costruttore • materiale impiegato • anno di fabbricazione • CEI EN 50086-2-2 CEI EN 50086-2-4/tipo "N"	295510	DS 4247
	32	50		295511	
	50	50		295512	
	63	50		295513	
	125	50		295514	
	160	25	295515		
Tubo "corrugato" in barre	125	6	(da applicare sulla superficie esterna con passo = 1 m) • sigla o marchio del costruttore • diametro nominale esterno in mm • ENEL • anno di fabbricazione • marchio IMQ	295526	DS 4235
	160			295527	

⁽¹⁾ Materiale di fornitura impresa o acquistabile a catalogo on-line.

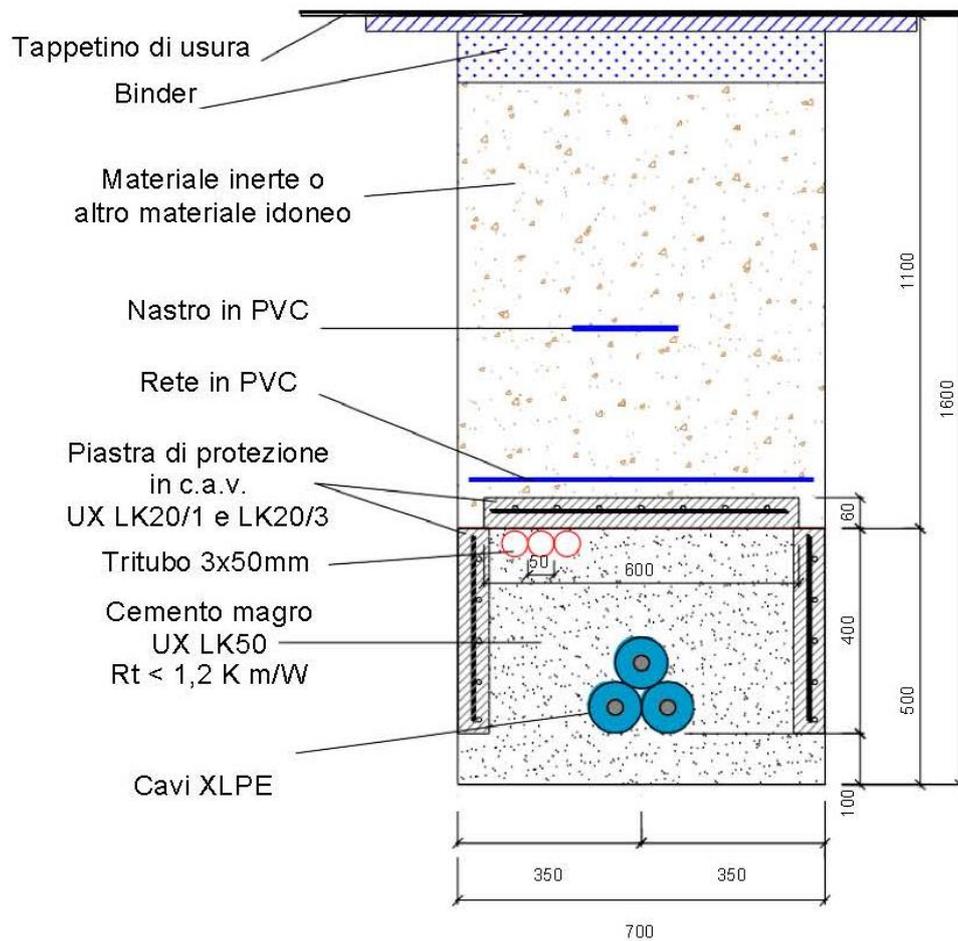
20 ALLEGATI relativi all'Alta Tensione 150 kV

SEZIONE TIPICA DI SCAVO E DI POSA

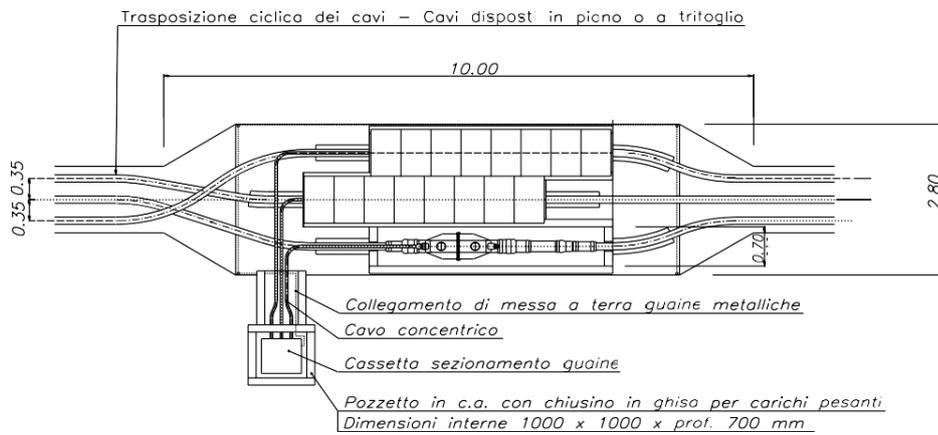
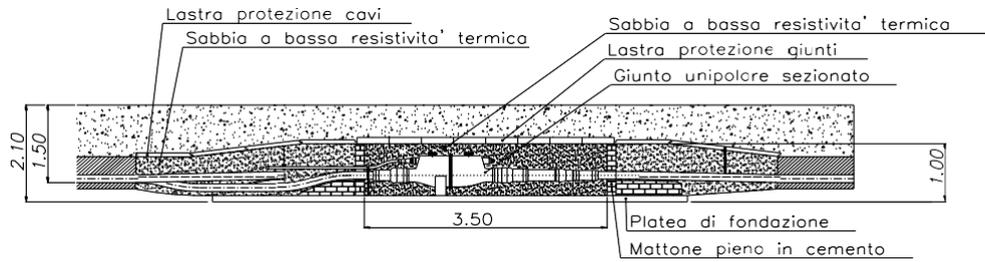
ESEMPIO DI POSA A TRIFOGLIO IN TERRENO AGRICOLO



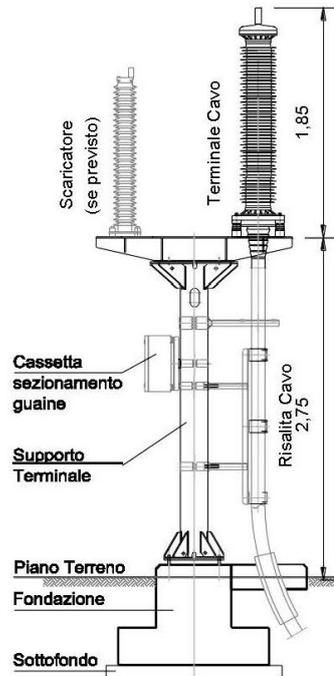
ESEMPIO DI POSA A TRIFOGLIO SU SEDE STRADALE

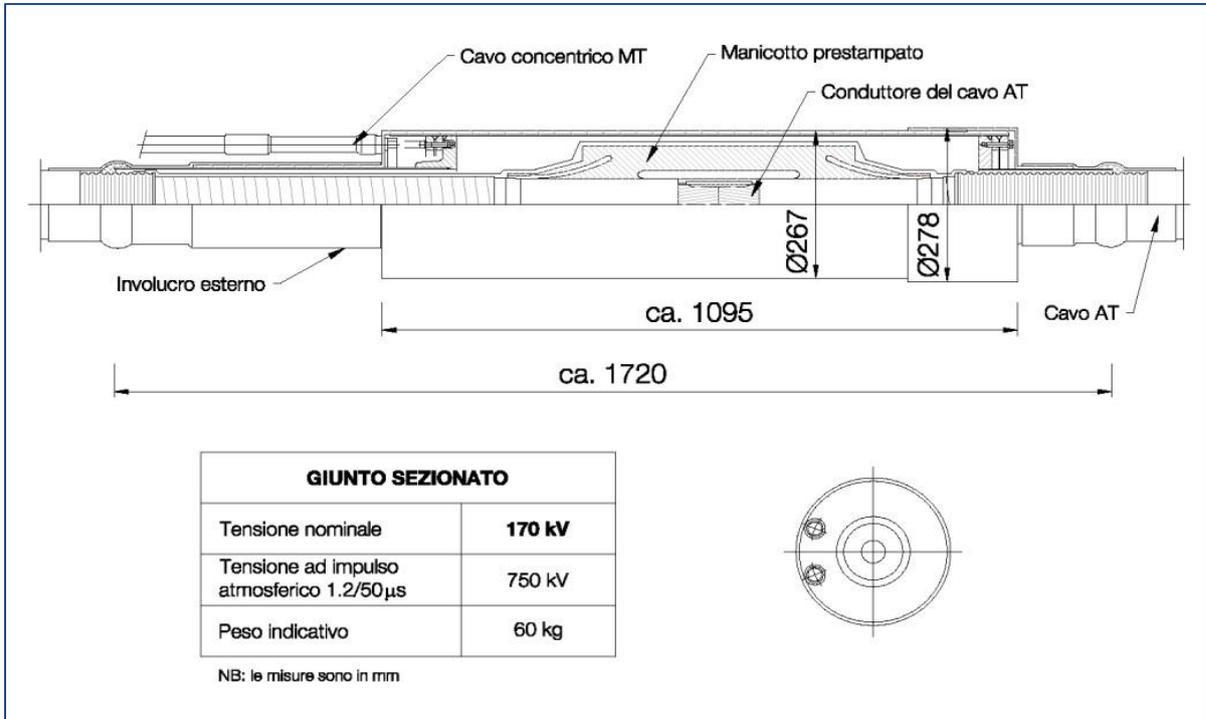


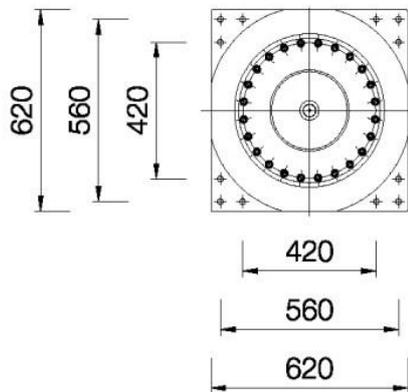
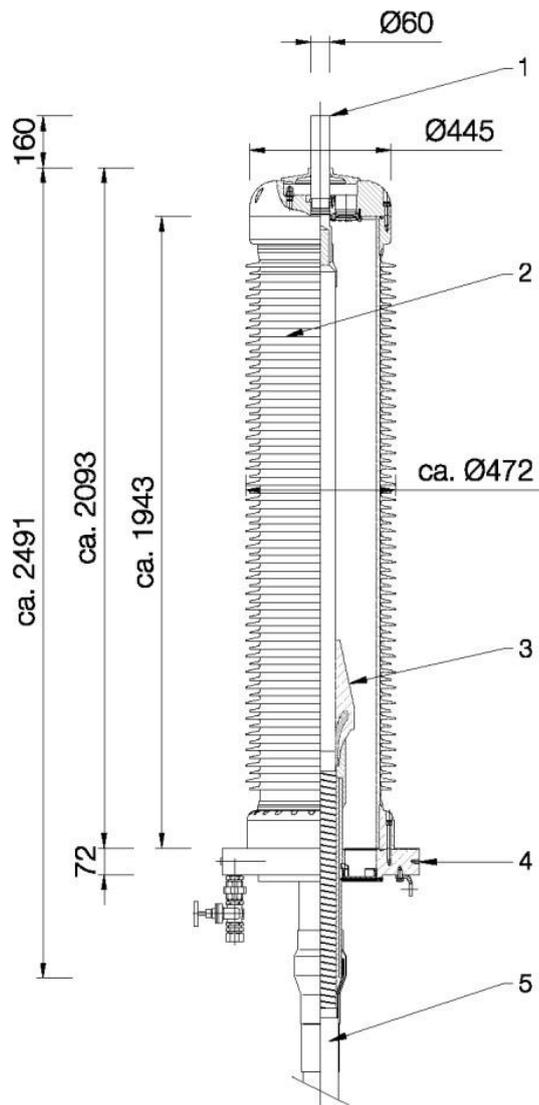
ESEMPIO DIMENSIONI DELLE BUCHE GIUNTI



ESEMPIO DI TERMINALE CAVO



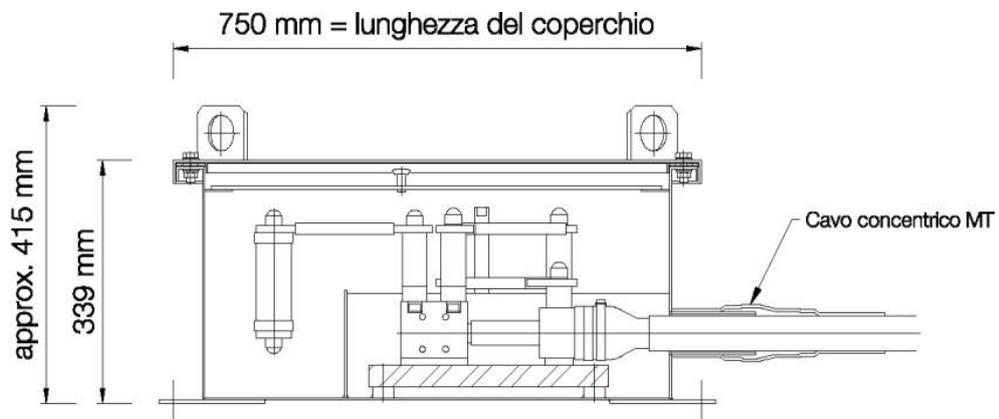




TERMINALE PER ESTERNO IN MATERIALE COMPOSITO	
Tensione nominale	170 kV
Tensione ad impulso atmosferico 1.2/50 μs	750 kV
Lunghezza di fuga	~5950 mm
Peso indicativo con olio	380 kg
Lista componenti	
1 - Codolo	
2 - Isolatore in composito	
3 - Manicotto prestampato	
4 - Piastra di base	
5 - Cavo AT	

NB: le misure sono in mm

CASSETTA DI SEZIONAMENTO PER CROSSBONDING



VISTA SENZA COPERCHIO

