



COMUNI DI LESINA E SAN PAOLO DI CIVITATE
PROVINCIA DI FOGGIA



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO

RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE UNICA

D.Lgs. 387/2003

**PROCEDIMENTO UNICO AMBIENTALE
(PUA)**

**Valutazione di
Impatto Ambientale (V.I.A.)**

D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii. (Art.27)
"Norme in materia ambientale"

PROGETTO

ATS ALEXINA

DITTA

ATS Engineering s.r.l.

A 13

PAGG. 39

Titolo dell'allegato:

**RELAZIONE CAVIDOTTO INTERRATO AT A 150 KV
PER CONNESSIONE ALLA RTN**

REV	DESCRIZIONE	DATA
1	EMISSIONE	15/05/2020

CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO

GENERATORE - Altezza mozzo: fino a 140 m.
Diametro rotore: fino a 170 m.
Potenza unitaria: fino a 6 MW.

IMPIANTO - Numero generatori: 21
Potenza complessiva: fino a 126 MW.

Il proponente:

ATS Engineering s.r.l.
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
atseng@pec.it

Il progettista:

ATS Engineering s.r.l.
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
atseng@pec.it

Il tecnico:

Ing. Eugenio Di Gianvito
atsing@atsing.eu

INDICE

1. PREMESSA	4
2. AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO	5
2.1 Descrizione del tracciato dell'elettrodotto.....	5
2.2 Province e comuni interessati.....	6
2.3 Vincoli.....	6
3. PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO	7
3.1 Premessa.....	7
3.2 Normativa di riferimento.....	7
3.3 Caratteristiche elettriche del collegamento in cavo.....	7
3.4 Composizione del collegamento.....	8
3.5 Modalità di posa e di attraversamento.....	9
3.6 Temperature di posa.....	10
3.7 Raggi di curvatura dei cavi.....	10
3.8 Sollecitazione a trazione.....	11
3.9 Cavi interrati.....	11
3.10 Cavi muniti di guaina	12
4. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACCORRENTI	13
4.1 Effetti termici.....	13
4.2 Effetti dinamici.....	13
4.3 Dispositivi di protezione.....	13
4.4 Protezione contro le correnti di cortocircuito.....	14
4.5 Protezione contro le correnti di sovraccarico	14
5. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI	14
5.1 Uso dei rivestimenti metallici dei cavi come protezione contro i contatti diretti e indiretti.....	14
5.2 Messa a terra del rivestimento metallico dei cavi.....	15
5.3 Lavori su linee in cavo	16
5.4 Messa a terra delle parti metalliche delle canalizzazioni.....	16
6. MISURE DI PROTEZIONI DEI CAVI.....	16
6.1 Protezione meccanica base	16
6.2 Protezione contro le vibrazioni.....	17
6.3 Protezione contro le sollecitazioni termiche esterne	17



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA – A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN – Rev1.doc	1	1

6.3.1	Installazione in ambienti a elevata temperatura.....	17
6.4	Protezione in relazione alle condizioni climatiche, contro sostanze corrosive o inquinanti, contro la fauna e la flora o contro influenze elettriche	17
6.4.1	Esposizione all'acqua.....	17
6.4.2	Drenaggi	18
6.4.3	Esposizione alla presenza di flora	18
6.4.4	Esposizione alla presenza di fauna	18
7.	COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA ED ALTRI SERVIZI INTERRATI	18
7.1	Coesistenza tra cavi di energia e telecomunicazione.....	18
7.1.1	Incroci tra cavi.....	18
7.1.2	Parallelismi fra cavi.....	19
7.1.3	Dispositivi di protezione.....	19
7.2	Coesistenza tra cavi di energia e cavi di comando e segnalamento.....	20
7.3	Coesistenza tra cavi di energia e tubazione o serbatoi metallici, interrati.....	20
7.3.1	Incroci fra cavi di energia e tubazioni metalliche, interrati	20
7.3.2	Parallelismi fra cavi di energia e tubazioni metalliche, interrati	21
7.4	Coesistenza tra cavi di energia e gasdotti	21
7.4.1	Serbatoi di liquidi e gas infiammabili.....	22
8.	ATTRAVERSAMENTI DI LINEE IN CAVO CON FERROVIE, TRANVIE, FILOVIE, FUNICOLARI TERRESTRI, AUTOSTRADE, STRADE STATALI E PROVINCIALI	22
9.	PRESCRIZIONI SULLA DETERMINAZIONE DELLE DISTANZE.....	22
9.1	Campi elettromagnetici	22
9.2	Campi elettrici dovuti a linee in cavo schermato.....	23
9.3	Campi magnetici dovuti a linee in cavo interrate	23
10.	ACCESSORI	23
10.1	Scelta in relazione alle condizioni di posa e di esercizio.....	23
10.2	Scelta degli accessori in relazione alle tensioni.....	23
10.3	Scelta degli accessori in relazione a condizioni di corrente di cortocircuito.....	24
10.4	Connessioni	24
10.5	Isolamento	25
10.6	Condizioni di posa	25
11.	COLLAUDO DOPO POSA	25
11.1	Collaudo dopo posa	25
11.2	Prova di tensione applicata.....	25
12.	CARATTERISTICHE ELETTRICHE/MECCANICHE DEL CONDUTTORE	26



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	2

12.1	Dati tecnici del cavo	28
12.2	Giunti di transizione XLPE/XLPE	28
13.	SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONI	28
14.	DISEGNI ALLEGATI	29
15.	RUMORE	29
16.	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	29
16.1	Richiami normativi.....	30
16.2	Configurazioni di carico	31
17.	REALIZZAZIONE DELL'OPERA	33
17.1	Fasi di costruzione	33
17.2	Realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere per la posa del cavo	33
17.3	Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea	34
17.4	Posa del cavo	34
17.5	Ricopertura e ripristini.....	34
17.6	Scavo della trincea in corrispondenza dei tratti lungo percorso stradale.....	35
17.7	Trivellazione orizzontale controllata	36
17.8	Sicurezza nei cantieri.....	36
18.	TAVOLE ALLEGATE	37



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA – A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRIPTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN – Rev1.doc	1	3

1. PREMESSA

La *ATS Engineering s.r.l.* nell'ambito dei suoi piani di sviluppo di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, ha previsto la realizzazione di un impianto eolico nei comuni di Lesina (FG) e San Paolo di Civitate (FG), costituito da 21 aerogeneratori e pertanto si rende necessario connettere tali impianti alla RTN con le modalità indicate da TERNA, secondo le disposizioni di cui all'All. A della delibera ARG/elt 99/08, così come integrato e modificato dalle deliberazioni ARG/elt 179/08 e 205/08.

Per la connessione dell'impianto eolico *ATS ALEXINA* alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) è stata inoltrata istanza all'Ente Gestore (TERNA).

Le ipotesi di soluzione che prevedono il collegamento del parco eolico con la sezione a 150 kV della Stazione Elettrica sono due:

- ipotesi 1, con sottostazione Terna nei pressi della *Masseria Difensola* (comune di San Paolo Civitate);
- ipotesi 2, con sottostazione Terna nei pressi dell' *Impianto Lavaggio Ghiaia* (comune di San Torremaggiore).

Il presente documento fornisce la descrizione generale del progetto definitivo del nuovo elettrodotto a 150 kV che collega la Stazione Elettrica nei pressi della *Masseria Difensola* con l'impianto eolico *ATS ALEXINA* (Ipotesi 1).

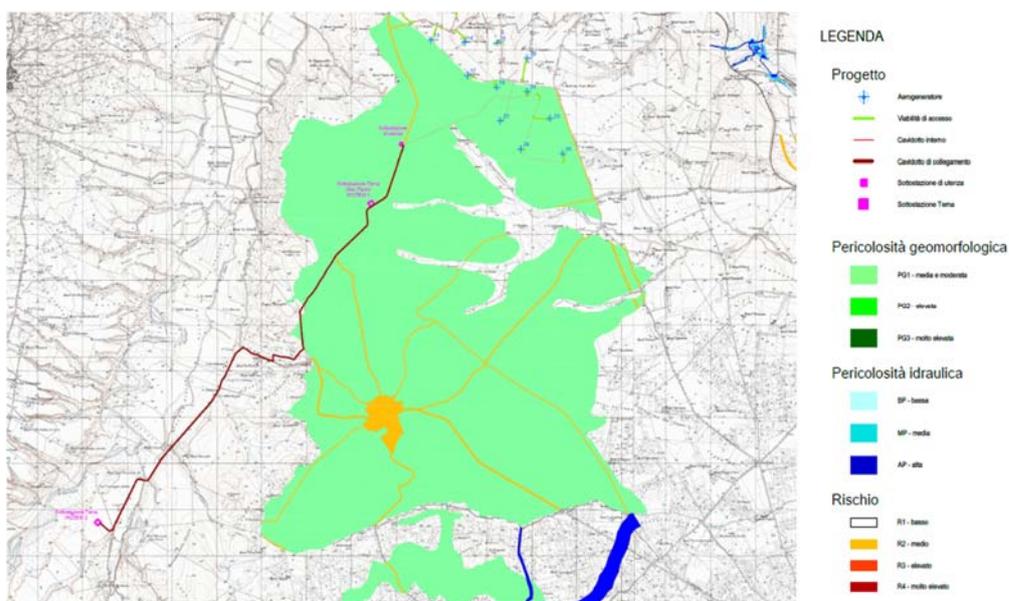


Fig. 1 – Relazione tra P.A.I (Piano di Assetto Idrogeologico) il cavidotto interrato AT a 150 KV per connessione alla RTN (in rosso)



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA – A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN – Rev1.doc	1	4

2. AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO

Le aree interessate da un elettrodotto interrato sono individuate, ai sensi del D.P.R n. 327 del 8 giugno 2001 - *Testo Unico sulle espropriazioni per pubblica utilità* – e s.m.i., come *Aree Impegnate*, ossia aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto; nel caso specifico esse hanno un'ampiezza di 1.5 m dall'asse linea per parte per il tratto in cavo interrato.

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle *aree potenzialmente impegnate*, che equivalgono alle zone di rispetto di cui all'art. 52quater, comma 6, del Testo Unico citato e successive modificazioni, all'interno delle quali poter inserire eventuali modeste varianti al tracciato dell'elettrodotto senza che le stesse comportino la necessità di nuove autorizzazioni.

L'ampiezza delle zone di rispetto sarà di circa 3 m dall'asse del tratto in cavo interrato. Pertanto, ai fini dell'apposizione del vincolo preordinato all'esproprio, le aree potenzialmente impegnate coincidono con le zone di rispetto; di conseguenza i terreni ricadenti all'interno di dette zone risulteranno soggetti al suddetto vincolo.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree effettivamente impegnate dalla stessa con conseguente riduzione delle porzioni di territorio soggette a vincolo preordinato all'esproprio e servitù.

Le *fasce di rispetto* sono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n. 36 - *Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici* - e s.m.i., 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, emanata con Decreto MATT del 29 Maggio 2008.

Le simulazioni di campo magnetico riportate nei paragrafi seguenti sono state elaborate tramite l'ausilio di software, le cui routine di calcolo fanno riferimento alla norma CEI 211-4; norma di riferimento anche per la metodologia di calcolo utilizzata nella CEI 106-11.

2.1 Descrizione del tracciato dell'elettrodotto

Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11/12/1933 n° 1775, comparando le esigenze della pubblica utilità delle opere con gli interessi sia pubblici che privati coinvolti.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA – A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN – Rev1.doc	1	5

Esso utilizza interamente corridoi già impegnati dalla viabilità stradale principale e secondaria esistente e di piano, con posa dei cavi il più possibile al margine della sede stradale.

L'elettrodotto è stato progettato in modo tale da 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. Esso si estende per una lunghezza di 1484,30 ml (*Ipotesi 1*) su circa 9500 ml totali (*Ipotesi 1 + Ipotesi 2*) e avente una sezione di 1000 mmq.

2.2 Province e comuni interessati

Il tracciato dell'elettrodotto interessa il Comune di San Paolo di Civitate (FG).

2.3 Vincoli

Il tracciato dell'elettrodotto in cavo interrato in oggetto interferisce con aree soggette a vincolo, in quanto è interrato presso la Strada Vicinale di Ripalta (S.P. 31) per 1484,30 m.

• Pai:

Area a Pericolosità Geomorfologica media e moderata PG1: *interessa una tratta di cavidotto pari a 1484,30 metri partendo dalla Stazione di Utenza;*

Area a rischio R2: *interessa una tratta di cavidotto pari a 1484,30 metri partendo dalla stazione di utenza.*

I lavori per la realizzazione del cavidotto verranno effettuati nel rispetto dei limiti imposti dalla legislazione vigente in modo da garantire la salvaguardia dell'ecosistema.

L'intero cavidotto sarà contiguo alla sede stradale, effettuando un ridotto scavo, non si andrà di fatto a modificare visivamente lo stato dei luoghi.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA – A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN – Rev1.doc	1	6

3. PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO

3.1 Premessa

L'elettrodotto sarà costituito da una terna composta di tre cavi unipolari realizzati con conduttore in rame, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene. Ai fini di calcolo si considera una sezione del conduttore di energia di circa 500 mm².

3.2 Normativa di riferimento

Il progetto dei cavi e le modalità per la loro messa in opera rispondono alle norme contenute nel D.M. 21.03.1988, regolamento di attuazione della Legge n. 339 del 28.06.1986, per quanto applicabile, ed alle Norme CEI 11-17.

3.3 Caratteristiche elettriche del collegamento in cavo

Il collegamento dovrà essere in grado di trasportare la potenza massima dell'impianto.

Se si considera il funzionamento a $\cos\phi$ 0.95, poiché l'impianto è costituito da 21 aerogeneratori di potenza pari a 6 MW, si ha:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos\phi} = 608 \text{ A}$$

Dalle tabelle dei cavi, per un cavo di sezione pari a 500 mm² e per le condizioni standard da catalogo (resistività termica del terreno: 1 Km/W; profondità di posa: 1.2 m; temperatura del cavo: 90°C; frequenza elettrica: 50 Hz), considerando la posa a trifoglio, otteniamo un valore di corrente massima I_0 pari 785 A. Valori indicativi della resistività termica di alcuni materiali e coefficiente di correzione della portata K_4 per resistività termica del terreno diversa da 1 Km/W.

Dove:

I_0 = portata per posa interrata ad una temperatura di 20°C per cavi isolati multipolari o uni polari ad una profondità di posa di 0,8 m e resistività termica del terreno di 1 Km/W.

La resistività del terreno, infatti, non è sempre di facile valutazione, utilizzeremo un valore pari a 1,2 Km/W.

K_1 = fattore di correzione per temperature diverse da 20 °C;



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	7

K_2 = fattore di correzione per gruppi di più circuiti affiancati sullo stesso piano;

K_3 = fattore di correzione per profondità di posa diverse da 1 m;

K_4 = fattore di correzione per terreni con resistività termica diversa da 1 Km/W.

$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$ = portata massima corretta.

Table 8

Rating factor for laying depth	
Laying depth, m	Rating factor
0.50	1.10
0.70	1.05
0.90	1.01
1.00	1.00
1.20	0.98
1.50	0.95

Table 9

Rating factor for ground temperature								
Conductor temperature, °C	Ground temperature, °C							
	10	15	20	25	30	35	40	45
90	1.07	1.04	1	0.96	0.93	0.89	0.84	0.80
65	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.74	0.66

Table 10

Rating factor for ground thermal resistivity							
Thermal resistivity, Km/W	0.7	1.0	1.2	1.5	2.0	2.5	3.0
Rating factor	1.14	1.00	0.93	0.84	0.74	0.67	0.61

Tabelle coefficienti correttivi

Tanto più elevata è la resistività termica del terreno tanto maggiore diventa la difficoltà del cavo a smaltire il calore attraverso gli strati del terreno. La resistività termica varia a seconda del tipo di terreno e del suo grado di umidità.

Correggendo i valori della portata con le condizioni di posa considerate, si ottiene:

$$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 = 619 \text{ A}$$

- Portata massima corretta: 619 A.

Da cui si evince che la sezione selezionata è adeguata al trasporto della potenza richiesta.

Nel seguito sono riassunte le caratteristiche elettriche principali del collegamento:

Frequenza nominale: 50 Hz

Tensione nominale: 150 kV

Potenza nominale dell'impianto eolico da collegare: 150 MW

Intensità di corrente nominale (per fase): 608 A

Intensità di corrente massima nelle condizioni di posa (per fase): 619 A

3.4 Composizione del collegamento

Per l'elettrodotto in oggetto sono previsti i seguenti componenti:

- n. 3 conduttori di energia;
- n. 20 giunti sezionati (dipendente dalla lunghezza delle pezzature di cavo 500 m circa);



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	8

- n. 6 terminali per esterno;
- n. 20 cassette unipolari di messa a terra;
- n. 1 sistema di telecomunicazioni.

3.5 Modalità di posa e di attraversamento

I cavi saranno unipolari poichè consentono un miglior raffreddamento e più agevoli condizioni di posa, vista la maggior flessibilità dei cavi singoli rispetto a quelli multipolari ed interrati e installati normalmente in una trincea della profondità di 1,5 m circa, con disposizione delle fasi a trifoglio.

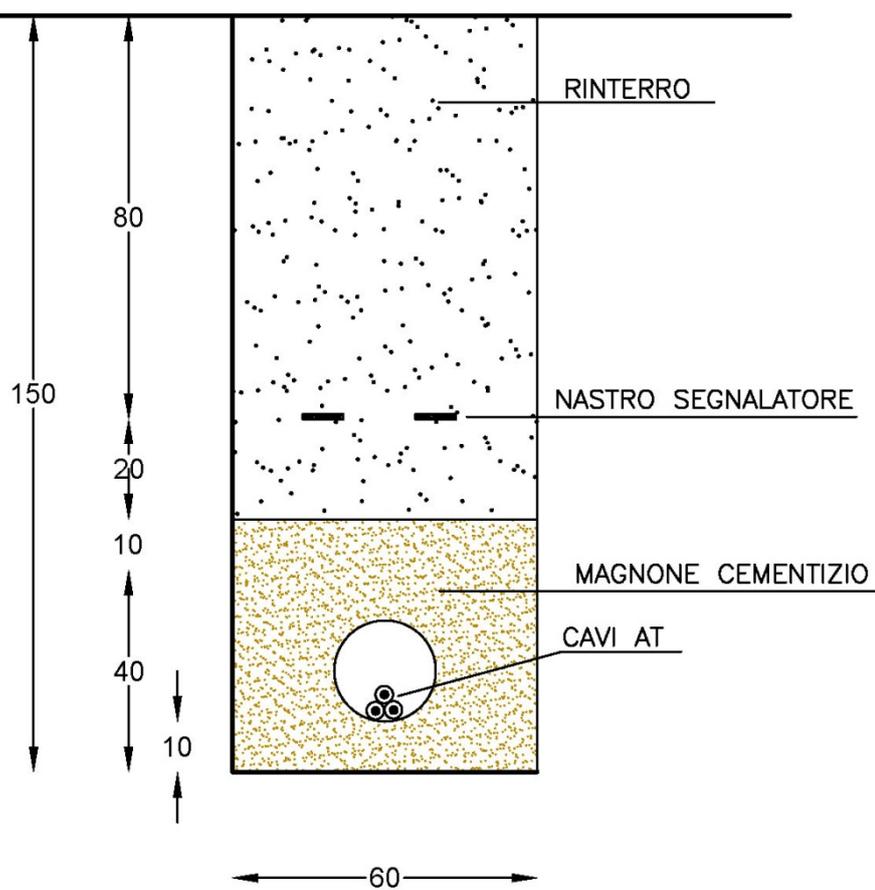


Fig. 1: Sezione cavidotto interrato AT 150 kV

Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo 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'.

Saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da lastre 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, essi saranno posati in fasi successive in modo da poter destinare al transito veicolare, in qualsiasi condizione, almeno una metà della carreggiata. In alternativa, e per casi particolari, potrà essere utilizzato il sistema dello spingitubo o della perforazione teleguidata, che non comportano alcun tipo di interferenza con le strutture superiori esistenti che verranno attraversate in sottopasso.

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.

3.6 Temperature di posa

Durante le operazioni di posa dei cavi per installazione fissa, la loro temperatura - per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati - non deve essere inferiore a -25°C.

3.7 Raggi di curvatura dei cavi

La curvatura de cavi deve essere tale da non provocare danno ai cavi stessi. Durante le operazioni di posa dei cavi per installazione fissa, se non altrimenti specificato dalle norme particolari o dai costruttori, i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulle generatrici interna degli stessi, non devono essere inferiori ai seguenti:

- cavi sotto guaina di alluminio, con o senza altri tipi di rivestimento metallico, 30 D;
- cavi senza guaina di alluminio, sotto guaina di piombo, con o senza altri tipi di rivestimento metallico, 16 D;
- cavi senza guaina di alluminio o di piombo, ma dotati di altro rivestimento metallico quale armatura, conduttore concentrico, schermatura a fili o nastri (inclusi i nastri sottili longitudinali placati o saldati), 14 D;
- cavi senza alcun rivestimento metallico, 12 D;



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRIPTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	10

Dove D è il diametro esterno del cavo. Nel caso di cavi multipolari costituiti da più cavi unipolari cordati ad elica visibile il diametro D da prendere in considerazione è quello pari a 1,5 volte il diametro esterno del cavo unipolare di maggior diametro.

Nel caso di cavi senza alcun rivestimento metallico, il raggio minimo di curvatura sopra indicato vale per conduttori di classe 1 e 2 (definita secondo la Norma CEI 20-29); per cavi con conduttori di classe 5 e 6 (sempre secondo la Norma CEI 20-29) tale raggio può essere ridotto del 25%.

Nel caso di posa in condizioni favorevoli, i raggi di curvatura sopra indicati possono essere ridotti per arrivare fino alla metà per curvatura finale eseguita su sede sagomata e con temperatura non inferiore a 15°C, salvo diversa indicazione del fabbricante.

3.8 Sollecitazione a trazione

Durante l'installazione i cavi saranno soggetti a sforzi permanenti di trazione, pertanto si adotteranno cavi (autoportanti con organo portante) in grado sopportare la trazione.

Gli sforzi di tiro necessari durante le operazioni di posa dei cavi non vanno applicati ai rivestimenti protettivi, bensì ai conduttori, per i quali d'altronde sarà garantito di non superare una sollecitazione di 120 kN per conduttori di rame 60 kN per conduttori di alluminio.

Se il cavo è provvisto di un'armatura, a fili o piattine, necessaria quando il previsto sforzo di tiro supera il valore sopportabile dai conduttori come detto sopra, la forza di tiro va applicata all'insieme dei conduttori e dell'armatura, ma non deve superare del 25% le sollecitazioni ammissibili sui conduttori di cui al capoverso precedente.

Si adotteranno accorgimenti tali da impedire la rotazione del cavo sul proprio asse quando è sottoposto a tiro.

3.9 Cavi interrati

I cavi interrati saranno muniti di guaina protettiva. I cavi non muniti di armatura metallica o di altra protezione meccanica equivalente o di altra protezione meccanica equivalente come sopra saranno posati con una protezione meccanica supplementare. I componenti e i manufatti adottati per tale protezione saranno progettati per sopportare, in relazione alla profondità di posa, le prevedibili sollecitazioni determinate dai carichi statici, dal traffico veicolare o da attrezzi manuali di scavo.

Le minime profondità di posa tra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo per le modalità di posa L salvo quanto indicato saranno per i cavi con tensione superiore a 30 kV: 1,2 o 1,5 m.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	11

Nei tratti in cui si attraversino terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non possono essere rispettate le profondità minime sopra indicate, devono essere predisposte adeguate protezioni meccaniche.

I percorsi interrati dei cavi saranno segnalati in modo tale da rendere evidente la loro presenza in caso di ulteriori scavi. Rispondono a tale scopo:

- le protezioni meccaniche supplementari suddette;
- i nastri monitori posati nel terreno a non meno di 0,2 m al di sopra dei cavi.

3.10 Cavi muniti di guaina

Dilatazioni termiche

Quando un cavo è soggetto a carico variabile, esso subisce dilazioni e contrazioni che assai difficilmente si distribuiscono lungo tutto il percorso e che provocano movimenti longitudinali e trasversali del cavo. Specialmente nel caso dei cavi unipolari, tali movimenti, soprattutto se concentrati in pochi punti del percorso, possono provocare la fessurazione della guaina metallica per fenomeni di fatica. Pertanto, quando un cavo munito di guaina metallica è posato in modo tale che i suoi movimenti non risultano impediti lungo tutto il percorso, saranno presi opportuni accorgimenti per distribuire e controllare l'ampiezza di tali movimenti (onde evitare il verificarsi degli inconvenienti sopra richiamati).

Tensioni indotte

Nei cavi unipolari occorre tener conto che si producono delle tensioni indotte sui mantelli metallici di protezione esterni. Tale tensione aumenta con la corrente nel conduttore, la lunghezza dei cavi e la loro distanza inter assiale.

A questo va aggiunto che qualora si mettono a terra gli schermi di protezione per abbattere tali tensioni che possono divenir pericolose, l'insorgere di rilevanti correnti passive di circolazione limita l'esercizio del cavo e determina perdite aggiuntive per effetto Joule.

Il fenomeno risulta più rilevante per cavi a posa piana orizzontale mentre risulta ridotto nella formazione di cavi a trifoglio.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA – A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN – Rev1.doc	1	12

4. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACCORRENTI

4.1 Effetti termici

Il riscaldamento dovuto ad una sovracorrente provoca dilatazioni tra i vari componenti metallici e non metallici del cavo le quali, sovrapponendosi alle condizioni di ridotta resistenza dei materiali riscaldati, possono causare lesioni o invecchiamenti tali da rendere inutilizzabile il cavo.

Le protezioni contro le sovracorrenti saranno previste in maniera tale da contenere le temperature massime dei conduttori entro i limiti stabiliti in questo caso i valori delle temperature massime di esercizio e di cortocircuito nel caso dell'isolante in cavo di polietilene reticolato XLPE (E4) Max temperatura di esercizio 90 °C e Max temperatura di cc 250 °C che danno un valore del coefficiente K in funzione delle temperature iniziali e finali di cortocircuito per conduttori di rame 143 e di alluminio di 92.

4.2 Effetti dinamici

Per i cavi unipolari e per i cavi multipolari ad elica visibile, gli effetti dinamici sono assorbiti dai dispositivi di fissaggio dei cavi che devono essere conseguentemente dimensionati e distanziati.

4.3 Dispositivi di protezione

Nelle linee in cavo i conduttori attivi devono essere protetti mediante installazione di uno o più dispositivi di interruzione automatica, tra loro coordinati, contro i sovraccarichi e contro i cortocircuiti che assicurino l'interruzione dei conduttori di fase.

Tali dispositivi possono assicurare:

- a) unicamente la protezione contro sovraccarichi;
- b) unicamente la protezione contro i cortocircuiti;
- c) la protezione contro entrambi i tipi di sovracorrente.

Nel caso a) essi possiedono generalmente un potere di interruzione inferiore alla corrente presunta di cortocircuito nell'impianto, ma devono essere in grado di sopportare tale corrente per la durata richiesta per il funzionamento dei dispositivi di protezione contro cortocircuito;

nel caso b) essi devono possedere un potere di interruzione almeno pari alla corrente presunta di cortocircuito nel punto in cui sono stati installati;



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRIPTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	13

nel caso c) essi devono sopportare e interrompere ogni corrente compresa tra il valore della loro corrente convenzionale di funzionamento ed il valore della corrente presunta di cortocircuito nel punto in cui sono installati.

4.4 Protezione contro le correnti di cortocircuito

Le linee in cavo devono essere di norma protette contro le correnti di cortocircuito da dispositivi situati a monte della linea, con tempi di intervento sufficientemente rapidi da evitare danni non accettabili al cavo. Ad evitare il deterioramento dell'isolamento, il tempo di intervento deve essere tale che la temperatura dei conduttori non superi il limite massimo ammesso per qualunque valore di sovracorrente risultante da un cortocircuito in ogni punto del cavo protetto.

4.5 Protezione contro le correnti di sovraccarico

La protezione dei cavi contro i sovraccarichi avrà lo scopo di prevedere la loro interruzione prima che si possano verificare effetti nocivi sia ai componenti del cavo, sia alle connessioni, sia all'ambiente esterno limitrofo.

Le protezioni saranno situate sia a monte che a valle del cavo, in corrispondenza dei punti di prelievo del carico.

5. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

5.1 Uso dei rivestimenti metallici dei cavi come protezione contro i contatti diretti e indiretti

Le guaine metalliche, i conduttori concentrici, gli schermi metallici e le armature, se rispondenti alle prescrizioni delle norme relative, sono mezzi di protezione sufficienti contro i contatti diretti, purchè siano soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- a) il rivestimento metallico sia posto sotto una guaina non metallica qualora esista pericolo di danneggiamento chimico meccanico;
- b) sia assicurata la continuità longitudinale del rivestimento metallico per tutto il percorso del cavo;
- c) il rivestimento metallico sia messo a terra rispettando le disposizioni;



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	14

- d) la resistenza elettrica del rivestimento metallico insieme con quella dei relativi collegamenti a terra e di continuità sia tale da rispondere ai requisiti.

Nel caso di terne di cavi unipolari, la continuità dei rivestimenti metallici sarà assicurata anche quando si ricorra alla loro trasposizione ciclica su tre tratti di lunghezza praticamente uguale in modo da annullare la tensione complessiva indotta nella guaina o schermo metallico.

5.2 Messa a terra del rivestimento metallico dei cavi

Tutti i rivestimenti metallici dei cavi saranno messi a terra almeno alle estremità di ogni collegamento, per collegamenti di grande lunghezza sarà inserita la messa a terra del rivestimento metallico in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori ai 5 km.

Per collegamenti corti, in genere non superiore al Km, è pure consentita la messa a terra del rivestimento metallico in un sol punto purchè vengano adottate le seguenti precauzioni:

- in corrispondenza delle terminazioni e delle interruzioni dei rivestimenti metallici, se accessibili, devono essere applicate opportune protezioni attive ad evitare tensioni di contatto superiori ai valori ammessi dalla Norma CEI 11-1;
- la guaina non metallica di protezione del cavo deve essere in grado di sopportare la massima tensione totale di terra dell'impianto di terra al quale il rivestimento metallico è collegato.

Per i sistemi di Alta Tensione dove il neutro è francamente collegato a terra e le correnti di guasto a terra sono molte elevate, sarà raccomandabile installare parallelamente ai cavi un conduttore di terra di sezione adeguata a sopportare le correnti di guasto e ridurre le sovratensioni transitorie di sequenza zero.

Dove il cavo ha più rivestimenti metallici, essi saranno connessi in parallelo, salvo nel caso di cavi appartenenti a circuiti di misura o segnalamento.

Per il collegamento tra il rivestimento metallico del cavo ed il conduttore di terra, verrà ammesso l'impiego di adeguati connettori a compressione; inoltre, per i cavi con rivestimento metallico a nastri o a tubo, è anche ammessa la saldatura dolce o la brasatura.

In ogni caso occorre verificare che, in relazione alle caratteristiche delle guaine o dei rivestimenti



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA – A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRIPTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN – Rev1.doc	1	15

metallici, i loro collegamenti a terra, incluse le connessioni, siano tali da escludere il proprio danneggiamento e quello delle guaine o rivestimenti metallici per effetto delle massime correnti che vi possono circolare.

5.3 Lavori su linee in cavo

Quando si fanno lavori lungo un cavo con rivestimento metallico, occorre premunirsi da eventuali trasferimenti di tensioni pericolose di terra o collegando il rivestimento metallico del cavo stesso a tutte le altre masse metalliche accessibili o prendendo precauzioni per isolare gli operatori dalle parti pericolose.

5.4 Messa a terra delle parti metalliche delle canalizzazioni

Tutte le parti metalliche destinate a sostenere o contenere cavi di energia ed i loro accessori verranno elettricamente collegate tra loro a terra secondo quanto previsto dalla Norma CEI 11-1. Per i collegamenti in cavo in AT, con neutro francamente a terra, si dovranno mettere a terra le parti metalliche.

6. MISURE DI PROTEZIONI DEI CAVI

6.1 Protezione meccanica base

Le canalizzazioni devono essere scelte in modo da prevenire danni aventi origine da azioni meccanica esterna.

Nelle installazioni fisse, quando esiste il pericolo di danneggiamento meccanico, la protezione può essere fornita dal cavo stesso o dal metodo di installazione o dalla combinazione dei due moduli di protezione.

Una protezione meccanica adeguata può ritenersi realizzata in condizioni ordinarie in caso di:

- cavi con rivestimento metallico conforme alla prescrizione;
- cavi installati in tubi metallici, in materiale plastico, in condotto, in cunicolo o in canale.

tutti gli altri tipi di canalizzazione devono essere installati in posizioni tali da escludere la possibilità di danneggiamento meccanico, oppure devono essere protetti contro il danno meccanico con mezzi adatti che offrano un grado equivalente di protezione.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	16

6.2 Protezione contro le vibrazioni

Le canalizzazioni sostenute o fissate a strutture o ad apparecchiature soggette a vibrazioni saranno di tipo adatto a sopportare tale sollecitazione.

Precauzioni verranno prese in particolare nell'impiego di conduttori massicci, guaine metalliche, ecc.

6.3 Protezione contro le sollecitazioni termiche esterne

6.3.1 Installazione in ambienti a elevata temperatura

I cavi non verranno installati nei luoghi in cui la temperatura ambiente possa eccedere la massima temperatura di servizio dei cavi indicata nelle rispettive Norme diminuita di 5°C.

Le canalizzazioni dovranno essere installate a distanza sufficiente da sorgenti di calore ad alta temperatura, o devono essere separate da tali sorgenti per mezzo di schermi isolati termici ed eventualmente raffreddate.

6.4 Protezione in relazione alle condizioni climatiche, contro sostanze corrosive o inquinanti, contro la fauna e la flora o contro influenze elettriche

6.4.1 Esposizione all'acqua

Le condizioni di esposizioni all'acqua nelle quali i diversi tipi di cavo possono essere impiegati.

Per quanto riguarda i cavi ad isolamento estruso destinati a sistemi con tensione nominale di 10 kV o superiore, la loro idoneità a funzionare in luoghi umidi dipende da vari fattori, quali il tipo di isolante, la tecnologia costruttiva, il gradiente elettrico di dimensionamento ed il rischio di perforazione accettabile dall'utilizzatore.

Una guaina metallica, adeguatamente protetta contro il pericolo di corrosione, impedisce l'infiltrazione di umidità nell'isolante.

Nelle condizioni di esposizione all'acqua tutto il materiale metallico delle canalizzazioni deve essere adeguatamente protetto contro la corrosione interna ed esterna con una copertura di materiale resistente alla corrosione e non deve essere posto in contatto con altri metalli che possono dare origine a coppie elettrolitiche.

Gli accessori devono essere a tenuta stagna; inoltre gli isolatori delle terminazioni devono avere una linea di fuga adeguata e devono essere costruiti con materiale resistente all'erosione superficiale causata dalle correnti di fuga.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	17

6.4.2 Drenaggi

La condensa o penetrazione di acqua sarà prevenuta o eliminata mediante adatti accorgimenti di installazione o adatti dispositivi di drenaggio.

I cunicoli, qualora la stagnazione di acqua possa determinare corrosioni, avranno il fondo leggermente inclinato, in modo da permettere l'evacuazione dell'acqua.

6.4.3 Esposizione alla presenza di flora

Canalizzazioni esposte alla prevedibile presenza di flora saranno scelte e installate in modo da ridurre la possibilità di danneggiamento, in particolare ci si deve premunire dagli effetti meccanici dovuti allo sviluppo di radici, dagli effetti coibenti termici dovuti a depositi o ricoprimenti vegetali, nonché dagli effetti corrosivi degli umori vegetali.

6.4.4 Esposizione alla presenza di fauna

Canalizzazione esposte alla prevedibile presenza di fauna saranno scelte e installate in modo da ridurre al minimo la possibilità di danneggiamento.

Se è prevedibile la presenza di roditori, i cavi saranno protetti da ricopertura metallica o da un equivalente protezione esterna; se è prevedibile la presenza di termiti, i cavi saranno protetti con una guaina appropriata o con una equivalente protezione esterna; sarà prevista la presenza di animali aggredenti il piombo, questo sarà protetto da apposito rivestimento.

7. COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA ED ALTRI SERVIZI INTERRATI

7.1 Coesistenza tra cavi di energia e telecomunicazione

7.1.1 Incroci tra cavi

Quando entrambi i cavi sono direttamente interrati, saranno osservate le seguenti prescrizioni:

- il cavo di energia deve, essere situato inferiormente al cavo di telecomunicazione;
- la distanza tra i due cavi non deve essere inferiore a 0,30 m;
- il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non inferiore ad 1 m, con uno dei dispositivi; detti dispositivi devono essere disposti simmetricamente rispetto all'altro cavo.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA – A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRIPTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN – Rev1.doc	1	18

ove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettata la distanza minima della linea precedente, sarà applicata su entrambi i cavi la protezione suddetta.

Quando almeno uno dei cavi sarà posto dentro appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la necessità di effettuare scavi, non è necessario osservare le prescrizioni sopraelencate.

7.1.2 Parallelismi fra cavi

Nei percorsi paralleli, i cavi di energia ed i cavi di telecomunicazione verranno, di regola, posati alla maggiore possibile distanza tra loro; nel caso per es. di posa lungo la stessa strada, possibilmente ai lati opposti di questa.

Ove per giustificare esigenze tecniche il criterio di cui sopra non possa essere seguito, è ammesso posare i cavi vicini fra loro purchè sia mantenuta, fra essi una distanza minima, in proiezione su di un piano orizzontale, non inferiore a 0,30 m.

Qualora detta distanza non possa essere rispettata, sarà applicata sul cavo posato alla minore profondità, oppure su entrambi i cavi quando la differenza di quota fra essi è minore di 0,15 m, uno dei dispositivi di protezione descritti successivamente.

Le prescrizioni di cui sopra non saranno applicati quando almeno uno dei cavi è posato, per tutta la tratta interessata, in appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la necessità di effettuare scavi.

Le prescrizioni di cui sopra non saranno applicate quando i due cavi sono posati nello stesso manufatto; per tali situazioni di impianto si dovranno prendere tutte le possibili precauzioni, ai fini di evitare che i cavi di energia e di telecomunicazioni verranno a diretto contatto fra loro, anche quando le loro guaine sono elettricamente connesse.

In particolare:

- nel caso di gallerie, la posa dei cavi di telecomunicazione e di energia sarà fatta su mensole distinte, chiaramente individuabili;
- nel caso di cunicoli o di condotti, la posa dei cavi di energia e di quelli di telecomunicazione sarà fatta in sedi o fori distinti.

7.1.3 Dispositivi di protezione

I dispositivi di protezione saranno costituiti da involucri (cassette o tubi) preferibilmente in acciaio zincato a caldo o inossidabile, con pareti di spessore non inferiore a 2 mm.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	19

Sono ammessi involucri protettivi differenti da quelli sopra descritti purchè presentino adeguata resistenza meccanica e sono, quando il materiale di cui sono costituiti lo renda necessario, protetti contro la corrosione.

7.2 Coesistenza tra cavi di energia e cavi di comando e segnalamento

I circuiti di comando e segnalamento saranno oggetto di disturbi, tali da alterarne il regolare funzionamento, causati da fenomeni dovuti a transitori sui circuiti di energia che saranno accoppiati con i circuiti di comando e segnalamento stessi.

Per ciò che attiene alla mutua influenza dovuta a interferenze magnetiche tra cavi di energia e cavi di comando e segnalamento, valgono le prescrizioni del CT 304 del CEI; per le interferenze di tipo elettrico o meccanico, qualora gli esercenti di questi cavi sono diversi e non esistano tra loro particolari accordi, valgono le prescrizioni precedenti.

7.3 Coesistenza tra cavi di energia e tubazione o serbatoi metallici, interrati

7.3.1 Incroci fra cavi di energia e tubazioni metalliche, interrati

L'incroci fra cavi di energia e tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, oleodotti e simili) non dovrà effettuarsi sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse. Non si dovranno avere giunti sui cavi di energia a distanza inferiore a 1 m dal punto di incrocio, a meno che non siano attuati i provvedimenti descritti nel seguito. Nessuna particolare prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazione metalliche o fra quelle di eventuali manufatti di protezione, è superiore a 0,5 m.

Tale distanza sarà ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico (per es. lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido); questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica.

Nota i manufatti di protezione e gli elementi separatori in calcestruzzo armato si considerano non metallici; come manufatto di protezione di singole strutture con sezione circolare saranno utilizzati collari di materiale isolante fissati ad esse.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA – A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN – Rev1.doc	1	20

Le distanze sopra indicate saranno ulteriormente ridotte, previo accordo fra gli Enti proprietari o Concessionari, se entrambe le strutture sono contenute in manufatto di protezione non metallico.

Prescrizioni analoghe saranno osservate nel caso in cui non risulti possibile tenere l'incrocio a distanza uguale o superiore a 1 m dal giunto di un cavo oppure nei tratti che procedono o seguono immediatamente incroci eseguiti sotto angoli inferiori a 60° e per i quali non risulti possibile osservare puntualmente le prescrizioni sul distanziamento.

7.3.2 Parallelismi fra cavi di energia e tubazioni metalliche, interrati

Nei parallelismi fra cavi di energia e le tubazioni metalliche saranno posati alla maggiore distanza possibile fra loro. In nessun tratto la distanza, misurata in proiezione orizzontale fra le superfici esterne di essi o di eventuali loro manufatti di protezione, deve risultare inferiore a 0,30 m.

Si può tuttavia derogare alla prescrizione suddetta previo accordo fra gli esercenti:

- a) quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m;
- b) quando tale differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongano fra le strutture elementari separatori non metallici nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non saranno mai disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni per altro uso, tale tipo di posa è invece consentito, previo accordo fra gli Enti interessati, purchè il cavo di energia e le tubazioni non saranno posti a diretto contatto fra loro.

7.4 Coesistenza tra cavi di energia e gasdotti

La coesistenza tra gasdotti interrati e cavi di energia posati in cunicoli od altri manufatti, è regolamentata dal D.M. 24.11.1984 *Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8 e s.m.i.*

Pertanto, nel caso di incroci e parallelismi tra cavi di energia e tubazioni convoglianti gas naturali, le modalità di posa ed i provvedimenti da adottare al fine di ottemperare a quanto disposto dal detto D.M. 24.11.1984, saranno definiti con gli Enti proprietari o Concessionari del gasdotto.

Le prescrizioni contenute negli articoli precedenti del presente Capitolo sono applicabili, ove non in contrasto col suddetto D.M., per incroci e parallelismo con cavi direttamente interrati con le modalità di posa L e M.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	21

7.4.1 Serbatoi di liquidi e gas infiammabili

Le superfici esterne di cavi di energia interrati non devono distare meno di 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili.

8. ATTRAVERSAMENTI DI LINEE IN CAVO CON FERROVIE, TRANVIE, FILOVIE, FUNICOLARI TERRESTRI, AUTOSTRADE, STRADE STATALI E PROVINCIALI

In corrispondenza degli attraversamenti delle linee in cavo interrato con ferrovie, tranvie, filovie, funicolari terrestri in servizio pubblico o in servizio privato per trasporto di persone, autostrade, strade statali e provinciali e loro collegamenti nell'interno degli abitati, il cavo sarà disposto entro robusti manufatti (tubi, cunicoli ecc.) prolungati di almeno 0,60 m fuori della sede ferroviaria o stradale, da ciascun lato di essa, e disposti a profondità non minore di 1,50 m sotto il piano del ferro di ferrovie di grande comunicazione, non minore di 1,0 m sotto il piano del ferro di ferrovie secondarie, tranvie, funicolari terrestri, nonchè sotto il piano di autostrade, strade statali e provinciali. Le distanze vanno determinate dal punto più alto della superficie esterna del manufatto. Le gallerie praticabili devono avere gli accessi difesi da chiusure munite di serrature a chiave.

Quando il cavo viene posato in gallerie praticabili sottopassanti l'opera attraversata, non si applicano le prescrizioni di cui sopra purchè il cavo sia interrato a profondità non minore di 0,50 m sotto il letto della galleria, o sia protetto contro le azioni meccaniche mediante adatti dispositivi di protezione (di cemento, mattoni, legno o simili).

9. PRESCRIZIONI SULLA DETERMINAZIONE DELLE DISTANZE

Il rispetto delle prescrizioni sulle distanze, di cui ai precedenti paragrafi, sarà accertato con rilievi diretti eseguiti sul campo, qualora le strutture vengano posate congiuntamente o qualora la posa di una di esse richieda lo scoprimento almeno parziale della o delle altre.

Negli altri casi le distanze saranno invece determinate in base alle strutture preesistenti, quale risulta dalle registrazioni disponibili presso i relativi esercenti e, se del caso, mediante sondaggi di verifica effettuati sul luogo.

9.1 Campi elettromagnetici

Agli effetti dell'esposizione del corpo umano dei campi elettrici e magnetici si farà riferimento ai provvedimenti legislativi in vigore.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	22

9.2 Campi elettrici dovuti a linee in cavo schermato

Lo schermo dei cavi sarà sufficiente a ridurre il campo elettrico a livelli trascurabili.

9.3 Campi magnetici dovuti a linee in cavo interrate

Per i metodi di calcolo dei campi magnetici, si farà riferimento alla Norma CEI 211-4 relativa alle linee aeree, ma utilizzabile anche nel caso di cavi sotterranei.

Per la misura e la valutazione dei campi magnetici a bassa frequenza, con riferimento all'esposizione umana ad essi, si può far riferimento alla Guida CEI 211-6.

L'intensità del campo magnetico è direttamente proporzionale alla distanza tra i conduttori, decresce rapidamente con la distanza e che l'incremento della profondità di posa e la loro disposizione a trifoglio, a parità di altre condizioni, attenuano il campo magnetico, inoltre l'impiego di cavi multipolari comporta una bassissima dispersione di campo magnetico, invece i cavi unipolari comportano un miglior raffreddamento.

La scelta di queste schermature è stata fatta in debita considerazione per le perdite addizionali per correnti indotte che necessariamente verranno a crearsi, e tale effetto dovrà essere valutato ai fini del computo della portata di corrente del collegamento.

Per la scelta delle suddette schermature, far riferimento alla Guida del CT 106 e del CEI nella quale si stanno definendo criteri generali circa la mitigazione dei campi elettromagnetici.

10. ACCESSORI

10.1 Scelta in relazione alle condizioni di posa e di esercizio

La terminazione e le giunzioni per i cavi di energia devono risultare idonee a sopportare le sollecitazioni elettriche, termiche e meccaniche previste durante l'esercizio dei cavi in condizioni ordinarie anomale (sovra occorrenti e sovratensioni).

10.2 Scelta degli accessori in relazione alle tensioni

La tensione di designazione U degli accessori deve essere almeno uguale alla tensione nominale del sistema al quale sono destinati.

Per gli accessori destinati a sistemi a corrente alternata aventi tensione massima superiore a 72,5 KV o a sistemi a corrente continua, è opportuno che acquirente e fornitore concordino caso per caso



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	23

la scelta della linea di fuga dell'isolatore più appropriata alle reali condizioni ambientali (nebbia salina, inquinamento ambientale, ecc).

10.3 Scelta degli accessori in relazione a condizioni di corrente di cortocircuito

Gli accessori devono poter sopportare le correnti di cortocircuito previste per la sezione dei conduttori, delle guaine e degli schermi dei cavi su cui vengono montati.

Il superamento delle prove di cortocircuito termico e dinamico previste dalla Norma CEI 20-62, è sufficiente per qualificare l'accessorio come idoneo a sopportare gli effetti termici e dinamici delle sovracorrenti di breve durata. I valori delle correnti di prova previsti dalle suddette Norme possono solo costituire una guida per la scelta dell'accessorio in relazione alle condizioni di esercizio: in ogni caso occorre fare riferimento ai limiti di temperatura ammissibile per l'accessorio.

10.4 Connessioni

I connettori saranno di materiale e di forma appropriati in relazione ai conduttori che dovranno collegare e alla tensione cui si prevede debbano funzionare.

La rispondenza dei connettori alla Norma CEI 20-73 è condizione sufficiente per qualificarli idonei al collegamento dei conduttori per cui sono previsti.

I connettori ospiteranno e tratteranno sicuramente tutti i fili elementari dei conduttori e saranno realizzati in modo tale che, durante l'esercizio, non si verificheranno sfilamenti dei conduttori conseguenti a fenomeni vibratorii, tecnici, ecc.

Nel caso di conduttori di alluminio dovranno essere evitate sollecitazioni meccaniche anomale che facciamo insorgere nelle parti costituenti la connessione coazioni interne tali da compromettere il contatto, adottando eventualmente idonei mezzi per ridurre tale rischio (per es. sistemi autostringenti, ovvero rondelle elastiche).

I connettori a compressione destinati a conduttori di alluminio risponderanno ai requisiti della Norma CEI 20-73.

Nel caso di connessioni non saldate i connettori dovranno preferibilmente essere dello stesso metallo costituente i conduttori.

Quando tuttavia si realizzerà una connessione tra conduttori di metalli diversi, i metalli impiegati devono avere potenziali intrinseci quanto più possibile prossimi tra di loro, onde limitare processi di corrosione in presenza di elettrolito (Norma CEI EN 61284).

Nel caso di connessioni non saldate comportanti una superficie di contatto in alluminio, che sarà soggetto a processi di ossidoriduzione con conseguente formazione di strati isolanti di alluminia, è



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA – A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN – Rev1.doc	1	24

opportuno adottare adeguati provvedimenti per proteggere la connessione (paste inibenti, nastature tamponanti ecc.). E' necessario inoltre che prima dell'applicazione le superfici di contatto in alluminio saranno spalmate con pasta abrasiva conduttrice.

10.5 Isolamento

I materiali impiegati negli accessori non daranno luogo a reazioni tali da influenzare negativamente la vita della canalizzazione.

10.6 Condizioni di posa

Nel caso di connessioni di tipo permanente l'accessorio sarà installato in posizione compatibile con la destinazione dell'ambiente circostante e con l'esistenza di altri servizi. Per es. nel caso di giunzioni interrate è stato ritenuto opportuno evitare la loro posa in corrispondenza di passi carrai e attraversamenti stradali.

Per quanto riguarda le distanze da tenere nei confronti di altri servizi tecnologici interrati, verranno osservate le prescrizioni dell'art. 6.

Nel caso di connettori sconnettibili (Norma CEI 20-28) l'accessorio sarà installato in posizione tale da permettere l'esecuzione delle manovre relative in condizioni di sicurezza. Il contenitore avrà le dimensioni tali da consentire un agevole stacco e riattacco dei circuiti interessati.

11. COLLAUDO DOPO POSA

11.1 Collaudo dopo posa

Prima della messa in servizio sarà eseguito un controllo, completato dalle prove descritte nei paragrafi seguenti, allo scopo di assicurarsi che il montaggio degli accessori sia stato eseguito senza difetti e che i cavi non siano deteriorati durante la posa.

Per la messa a disposizione dei mezzi necessari ad eseguire le prove dopo posa saranno presi accordi caso per caso tra committente ed installatore.

11.2 Prova di tensione applicata

La prova sarà eseguita con tensione continua, applicata per 15 min tra ciascun conduttore e lo schermo.

Il valore della tensione continua di prova, in kV, deve essere pari a:



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	25

- $4,5 U_0$ per i cavi isolati in carta impregnata con $U_0=36$ kV
- $4,0 U_0$ per i cavi isolati in carta impregnata con 36 kV < U_0 < 130 kV
- $3,5 U_0$ per i cavi isolati in carta impregnata con 130 kV < U_0 < 230 kV
- $3,0 U_0$ per i cavi con isolante estruso

oppure al 50 % della tensione di tenuta ad impulso atmosferico U_p , se questo valore risulta inferiore. Se il cavo termina in un trasformatore o in un interruttore blindato, per questa prova è necessario un accordo tra committente e i costruttori o gli installatori del trasformatore o dell'interruttore e del cavo.

Per cavi con isolamento estruso, la prova può essere eseguita in alternativa con uno dei metodi sottoindicati:

1. Prova alla frequenza di rete applicando la tensione di esercizio trifase del sistema per la durata di 24 ore.
2. Prova alla frequenza variabile compresa tra 20 Hz e 300 Hz applicando la tensione indicata Tensione di esercizio nominale ($U= 150\div 161$ kV, $U_0=87$); Tensione di prova (fase-terra 150 kV efficaci) ; tra il conduttore e lo schermo metallico per la durata di 1 ora.

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

12. CARATTERISTICHE ELETTRICHE/MECCANICHE DEL CONDUTTORE

Ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da un conduttore in Rame compatto di sezione indicativa pari a circa 500 mm².



Fig.12.1: Cavo AT

Rated voltage 110-500 kV, copper conductor – 95 mm ² screen																Segmental conductor for 1200 mm ² or more.			
Cross section conductor	Cables in Ground								Cables in Air										
	Flat formation ●●●				Trefoil formation ●●●				Flat formation ●●●				Trefoil formation ●●●						
	Crossbonded		Both ends		Cross bonded		Both ends		Crossbonded		Both ends		Cross bonded		Both ends				
mm ²	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C			
300	530	640	440	535	505	610	480	580	600	805	500	685	525	710	500	685			
400	600	720	485	595	575	690	540	650	680	915	565	775	605	820	575	785			
500	685	825	530	650	655	785	600	730	790	1060	625	860	695	945	650	895			
630	780	940	570	705	740	890	660	810	915	1235	685	950	800	1085	735	1010			
800	870	1055	610	755	825	995	720	885	1045	1415	745	1040	905	1235	815	1130			
1000	960	1165	645	800	900	1095	770	950	1175	1590	800	1125	1005	1380	895	1245			
1200	1115	1345	690	860	1060	1280	855	1055	1395	1880	880	1240	1210	1650	1025	1425			
1400	1205	1455	715	890	1145	1385	895	1110	1530	2065	920	1300	1320	1800	1090	1525			
1600	1280	1550	735	920	1215	1470	930	1155	1655	2235	960	1355	1420	1940	1150	1615			
2000	1410	1705	765	955	1320	1605	980	1220	1845	2500	1000	1425	1565	2145	1230	1740			
2500	1540	1875	795	1000	1445	1755	1025	1285	2095	2845	1065	1515	1750	2410	1330	1890			
3000	1640	1995	820	1025	1530	1865	1055	1330	2280	3105	1100	1575	1885	2600	1400	1990			

Cross-section of conductor	Diameter of conductor	Insulation thickness	Diameter over insulation	Cross-section of screen	Outer diameter of cable	Cable weight (Al-conductor)	Cable weight (Cu-conductor)	Capacitance	Charging current per phase at 50 Hz	Inductance		Surge impedance
										●●●	●●●	
mm ²	mm	mm	mm	mm ²	mm	kg/m	kg/m	μF/km	A/km	mH/km	mH/km	Ω

Table 31

Single-core cables, nominal voltage 150 kV (U _m = 170 kV)												
240	18	21.0	61.7	95	74.0	5.2	6.7	0.12	3.3	0.47	0.65	45.3
300	20.5	20.0	62	95	74.0	5.3	7.2	0.13	3.6	0.45	0.62	41.3
400	23.1	19.0	62.8	95	75.0	5.6	8.1	0.15	4.1	0.42	0.60	36.5
500	26.4	18.0	64.4	95	76.0	5.9	9.0	0.17	4.6	0.40	0.58	32.4
630	30.2	17.0	66.0	95	78.0	6.3	10.2	0.19	5.2	0.38	0.55	28.7
800	33.7	17.0	69.9	95	83.0	7.1	12.1	0.21	5.7	0.37	0.54	26.4
1000	37.9	17.0	74.1	95	87.0	8.0	14.2	0.23	6.2	0.35	0.52	24.1
1200	44	17.0	82.0	95	94.0	9.0	16.5	0.26	7.1	0.34	0.50	21.9
1400	49	17.0	87.0	95	101.0	10.3	19.0	0.28	7.6	0.33	0.48	20.3
1600	52	17.0	90.0	95	105.0	11.1	21.0	0.29	8.0	0.33	0.48	19.5
2000	56	17.0	94.0	95	109.0	12.5	24.9	0.31	8.4	0.32	0.47	18.3
2500	66	17.0	104.0	95	120.0	14.8	30.3	0.35	9.5	0.31	0.41	16.1
3000	72	17.0	110.0	95	126.0	16.7	35.3	0.38	10.2	0.31	0.39	14.9

Dimensions/Cross Section	mm ²	500
Conductor, AL/Cu, round, stranded, diameter	mm	26.4
XLPE insulation	mm	18
Screen, copper wire, cross section	mm ²	95
Outer diameter	mm	76
Cable weight (Cu)	kg/m	9.0
Permissible pulling force (Cu)	kN	25



Bending radius during laying at terminations	m	2.15
Electrical Data		
Al conductor DC resistance at 20°C	Ω/km	0,0366
Al conductor AC resistance at 90°C	Ω/km	0,0490
Field strength at U _o at conductor screen	kV/mm	9.2
Capacitance per core	nF/km	0,155
Inductance	mH/km	0,45
Current Ratings		
Cu conductor cables	A	785

12.1 Dati tecnici del cavo

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 e/o appaltatori.

12.2 Giunti di transizione XLPE/XLPE

I giunti unipolari saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 500 m l'uno dall'altro, ed ubicati all'interno di opportune buche giunti che avranno una configurazione come descritto in allegato.

Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze sotto il piano di campagna e della possibilità di trasporto.

13. SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONI

Il sistema di telecomunicazioni sarà realizzato per la trasmissione dati dalla futura Stazione Elettrica nei pressi della "Masseria Difensola" Comune di San Paolo di Civitate (FG), alla stazione di utenza. Sarà costituito da un cavo con 12 o 24 fibre ottiche. Nella figura seguente è riportato lo schema del cavo f.o. che potrà essere utilizzato per il sistema di telecomunicazioni.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	28

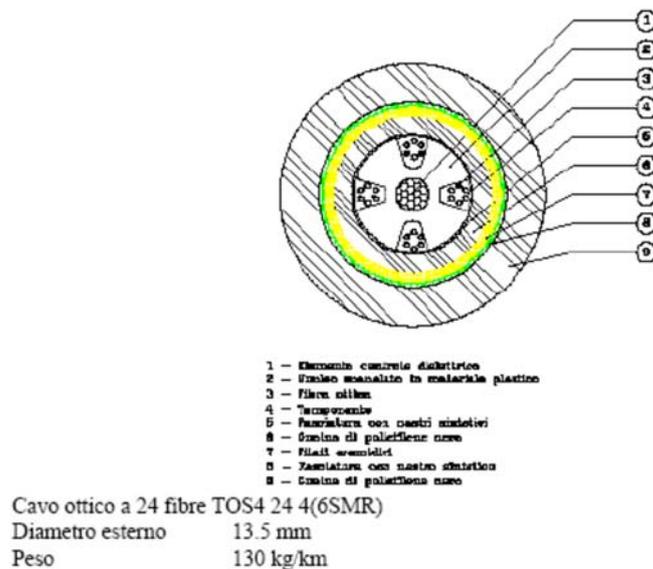


Fig.13.1: Schema cavo fibre ottiche

14. DISEGNI ALLEGATI

I disegni allegati riportano la sezione tipica di scavo e di posa, lo schema di connessione delle guaine metalliche e le dimensioni di massima delle buche giunti.

15. RUMORE

L'elettrodotto in cavo non costituisce fonte di rumore.

16. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico e un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza come mostrato dai grafici riportati nel seguito.

Tuttavia nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque. Pertanto il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

Per quanto riguarda invece il campo magnetico si rileva che la maggiore vicinanza dei conduttori delle tre fasi tra di loro rispetto alla soluzione aerea rende il campo trascurabile già a pochi metri



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRIPTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	29

dall'asse dell'elettrodotto. Di seguito è esposto l'andamento del campo magnetico lungo il tracciato della linea interrata a 150 kV.

Il calcolo è stato effettuato in aderenza alla Norma CEI 211-4, valori esposti si intendono calcolati al suolo.

16.1 Richiami normativi

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.

Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea 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 proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla CE di continuare ad adottare tali linee guida.

Successivamente è intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge 36/2001 - *Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici* (G.U. 7 marzo 2001, n. 55) - che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico.

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**, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine; ha definito, infine;
- **obiettivo di qualità** come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato sempre dal citato Comitato, è stata emanata nonostante che le raccomandazioni del Consiglio della Comunità Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP; tutti i paesi



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRIPTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	30

dell'Unione Europea, hanno accettato il parere del Consiglio della CE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 8.7.2003, che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 microtesla, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di qualità da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 microtesla. 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. Non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea.

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.

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. 8.7.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento.

16.2 Configurazioni di carico

Di seguito viene esposto il grafico dell'andamento dell'induzione magnetica rispetto all'asse dell'elettrodotto.

Nel calcolo, essendo il valore dell'induzione magnetica proporzionale alla corrente transitante nella linea, è stata presa in considerazione la configurazione di carico che prevede una posa dei cavi a trifoglio, ad una profondità di 1,5 m, con un valore di corrente pari a 608 A.

La configurazione dell'elettrodotto è quella in assenza di schermature, distanza minima dei conduttori dal piano viario e posa a trifoglio dei conduttori.

In figura sotto è riportato l'andamento dell'induzione magnetica al suolo, determinata avendo considerato una corrente pari a 608 A.

Non è invece rappresentato il calcolo del campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché in un cavo schermato il campo elettrico esterno allo schermo è nullo.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA – A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN – Rev1.doc	1	31

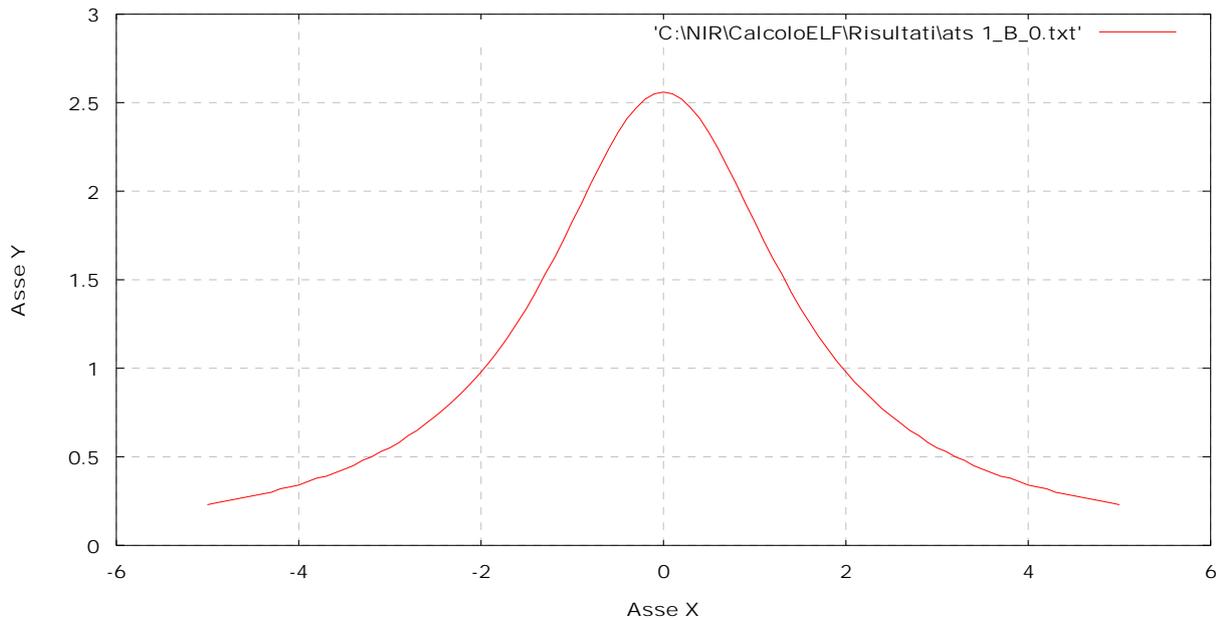


Fig.16.1: andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo

Il tracciato di posa dei cavi è stato studiato in modo che il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore a 3 μ T in corrispondenza dei ricettori sensibili (abitazioni e aree in cui si prevede una permanenza di persone per più di 4 ore nella giornata).

Si segnala tuttavia che i percorsi di tali cavidotti non interessano recettori sensibili come aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere.

Tuttavia, in casi particolari, ove necessario, potrà essere utilizzata la tecnica di posa con schermatura realizzata inserendo i cavi, con disposizione a trifoglio ed inglobati in tubi in PE riempiti di bentonite, in apposite canalette in materiale ferromagnetico riempite con cemento a resistività termica stabilizzata.

Il comportamento delle canalette ferromagnetiche è stato sperimentalmente provato ed applicato in altri impianti già realizzati con risultati attesi.

L'efficacia della canaletta consentirà un'attenuazione dell'induzione magnetica pari almeno ad un ordine di grandezza; ciò che garantirà il pieno rispetto del limite imposto.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA – A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN – Rev1.doc	1	32

17. REALIZZAZIONE DELL'OPERA

17.1 Fasi di costruzione

La realizzazione dell'opera avverrà per fasi sequenziali di lavoro che permettano di contenere le operazioni in un tratto limitato (circa 500 metri) della linea in progetto, avanzando progressivamente sul territorio.

In generale le operazioni si articoleranno secondo le fasi elencate nel modo seguente:

- realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere;
- apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea;
- posa dei cavi e realizzazione delle giunzioni;
- ricopertura della linea e ripristini.

In alcuni casi particolari e comunque dove si renderà necessario, in particolare per tratti interni ai centri abitati e in corrispondenza di attraversamenti, si potrà procedere anche con modalità diverse da quelle su esposte.

In particolare si evidenzia che in alcuni casi sarà necessario procedere con:

- posa del cavo in tubo interrato;
- staffaggio su ponti o strutture pre-esistenti;
- perforazione teleguidata;
- realizzazione manufatti per attraversamenti corsi d'acqua.

Al termine dei lavori civili ed elettromeccanici sarà effettuato il collaudo della linea.

17.2 Realizzazione delle infrastrutture temporanee di cantiere per la posa del cavo

Prima della realizzazione dell'opera sarà necessario realizzare le piazzole di stoccaggio per il deposito delle bobine contenenti i cavi; di norma vengono predisposte piazzole circa ogni 500-600 metri.

Tali piazzole sono, ove possibile, realizzate in prossimità di strade percorribili dai mezzi adibiti al trasporto delle bobine e contigue alla fascia di lavoro, al fine di minimizzare le interferenze con il territorio e ridurre la conseguente necessità di opere di ripristino.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	33

Si eseguiranno, se non già presenti, accessi provvisori dalla viabilità ordinaria per permettere l'ingresso degli autocarri alle piazzole stesse.

17.3 Apertura della fascia di lavoro e scavo della trincea

Le operazioni di scavo e posa dei cavi richiedono l'apertura di un'area di passaggio, denominata "fascia di lavoro". Questa fascia dovrà essere la più continua possibile ed avere una larghezza tale da consentire la buona esecuzione dei lavori ed il transito dei mezzi di servizio.

17.4 Posa del cavo

In accordo alla normativa vigente, l'elettrodotto interrato sarà realizzato in modo da escludere, o rendere estremamente improbabile, la possibilità che avvenga un danneggiamento dei cavi in tensione provocato dalle opere sovrastanti (ad esempio, per rottura del sistema di protezione dei conduttori).

Una volta realizzata la trincea si procederà con la posa dei cavi, che arriveranno nella zona di posa avvolti su bobine. La bobina viene comunemente montata su un cavalletto, piazzato ad una certa distanza dallo scavo in modo da ridurre l'angolo di flessione del conduttore quando esso viene posato sul terreno. Durante le operazioni di posa o di spostamento dei cavi saranno adottate le seguenti precauzioni:

1. si opererà in modo che la temperatura dei cavi, per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venire piegati o raddrizzati, non sia inferiore a 0°C;
2. i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non devono essere mai inferiori a 15 volte il diametro esterno del cavo.

17.5 Ricopertura e ripristini

Al termine delle fasi di posa e di rinterro si procederà alla realizzazione degli interventi di ripristino. La fase comprende tutte le operazioni necessarie per riportare il territorio attraversato nelle condizioni ambientali precedenti la realizzazione dell'opera.

Le opere di ripristino previste possono essere raggruppate nelle seguenti due tipologie principali:

- ripristini geomorfologici ed idraulici;
- ripristini della vegetazione.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	34

Preliminarmente si procederà alle sistemazioni generali di linea, che consistono nella ri-profilatura dell'area interessata dai lavori e nella ri-configurazione delle pendenze preesistenti, ricostruendo la morfologia originaria del terreno e provvedendo alla riattivazione di fossi e canali irrigui, nonché delle linee di deflusso eventualmente preesistenti.

La funzione principale del ripristino idraulico è essenzialmente il consolidamento delle coltri superficiali attraverso la regimazione delle acque, evitando il ruscellamento diffuso e favorendo la ricrescita del manto erboso.

Successivamente si passerà al ripristino vegetale, avente lo scopo di ricostituire, nel più breve tempo possibile, il manto vegetale preesistente nelle zone con vegetazione naturale.

Il ripristino avverrà mediante:

- ricollocazione dello strato superficiale del terreno se precedentemente accantonato;
- inerbimento;
- messa a dimora, ove opportuno, di arbusti e alberi di basso fusto.

Per gli inerbimenti verranno utilizzate specie erbacee adatte all'ambiente pedoclimatico, in modo da garantire il migliore attecchimento e sviluppo vegetativo possibile. Le aree agricole saranno ripristinate al fine di restituire l'originaria fertilità.

17.6 Scavo della trincea in corrispondenza dei tratti lungo percorso stradale

Tenendo conto che il tracciato si sviluppa interamente su percorso stradale si nota che quando la strada lo consenta (cioè nel caso in cui la sede stradale permetta lo scambio di due mezzi pesanti) sarà realizzata, come anticipato, la posa in scavo aperto, mantenendo aperto lo scavo per tutto il tratto compreso tra due giunti consecutivi (500÷600 m) e istituendo per la circolazione stradale un regime di senso unico alternato mediante semafori iniziale e finale, garantendo la opportuna segnalazione del conseguente restringimento di corsia e del possibile rallentamento della circolazione. In casi particolari e solo quando si renderà necessario potrà essere possibile interrompere al traffico, per brevi periodi, alcuni tratti stradali particolarmente stretti, segnalando anticipatamente ed in modo opportuno la viabilità alternativa e prendendo i relativi accordi con i comuni e gli enti interessati.

Per i tratti su strade strette o in corrispondenza dei centri abitati, tali da non consentire l'istituzione del senso unico alternato, ovvero laddove sia manifesta l'impossibilità di interruzione del traffico si potrà procedere con lo scavo di trincee più brevi (30÷50 m) all'interno delle quali sarà posato il tubo di alloggiamento dei cavi, da ricoprire e ripristinare in tempi brevi, effettuando la posa del



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	35

cavo tramite sonda nell'alloggiamento sotterraneo e mantenendo aperti solo i pozzetti in corrispondenza di eventuali giunti.

17.7 Trivellazione orizzontale controllata

La modalità dell'attraversamento con Trivellazione Orizzontale Controllata consente l'attraversamento di fiumi, canali o altre strutture a notevoli profondità. Questo consente grande sicurezza ed evita, inoltre, interventi alle strutture su argini e/o sponde.

L'intervento sarà effettuato nelle fasi seguenti:

1. In una prima fase si realizza un foro pilota, infilando nel terreno, mediante spinta e rotazione, una successione di aste che guidate opportunamente dalla testa, crea un percorso sotterraneo che va da un pozzetto di partenza e uno di arrivo.
2. nella seconda fase si prevede che il recupero delle aste venga sfruttato per portarsi dietro un alesatore che, opportunamente avvitato al posto della testa, ruotando con le aste genera il foro del diametro voluto ($\varphi = 200$ mm). Insieme all'alesatore, o successivamente, vengono posate le condutture ben sigillate entro cui verrà posizionato il cavidotto.

La trivellazione viene eseguita ad una profondità di circa 10,00 m sotto l'alveo del corso d'acqua, tale da non essere interessata da fenomeni di erosione, mentre i pozzetti di ispezione che coincidono con quello di partenza e di arrivo della tubazione di attraversamento vengono realizzati alla quota del terreno.

17.8 Sicurezza nei cantieri

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa del D. Lgs. 81/08 - *Testo unico salute e sicurezza* - e successive modifiche ed integrazioni pertanto, in fase di progettazione la società proponente provvederà a nominare un Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, abilitato ai sensi della predetta normativa, che redigerà il Piano di Sicurezza e Coordinamento. 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 Coordinamento.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
ATS Alexina	ATS ALEXINA - A13 - RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA ELETTRODOTTO IN CAVO AT DA 150 KV PER IL COLLEGAMENTO ALLA RTN - Rev1.doc	1	36

18. TAVOLE ALLEGATE

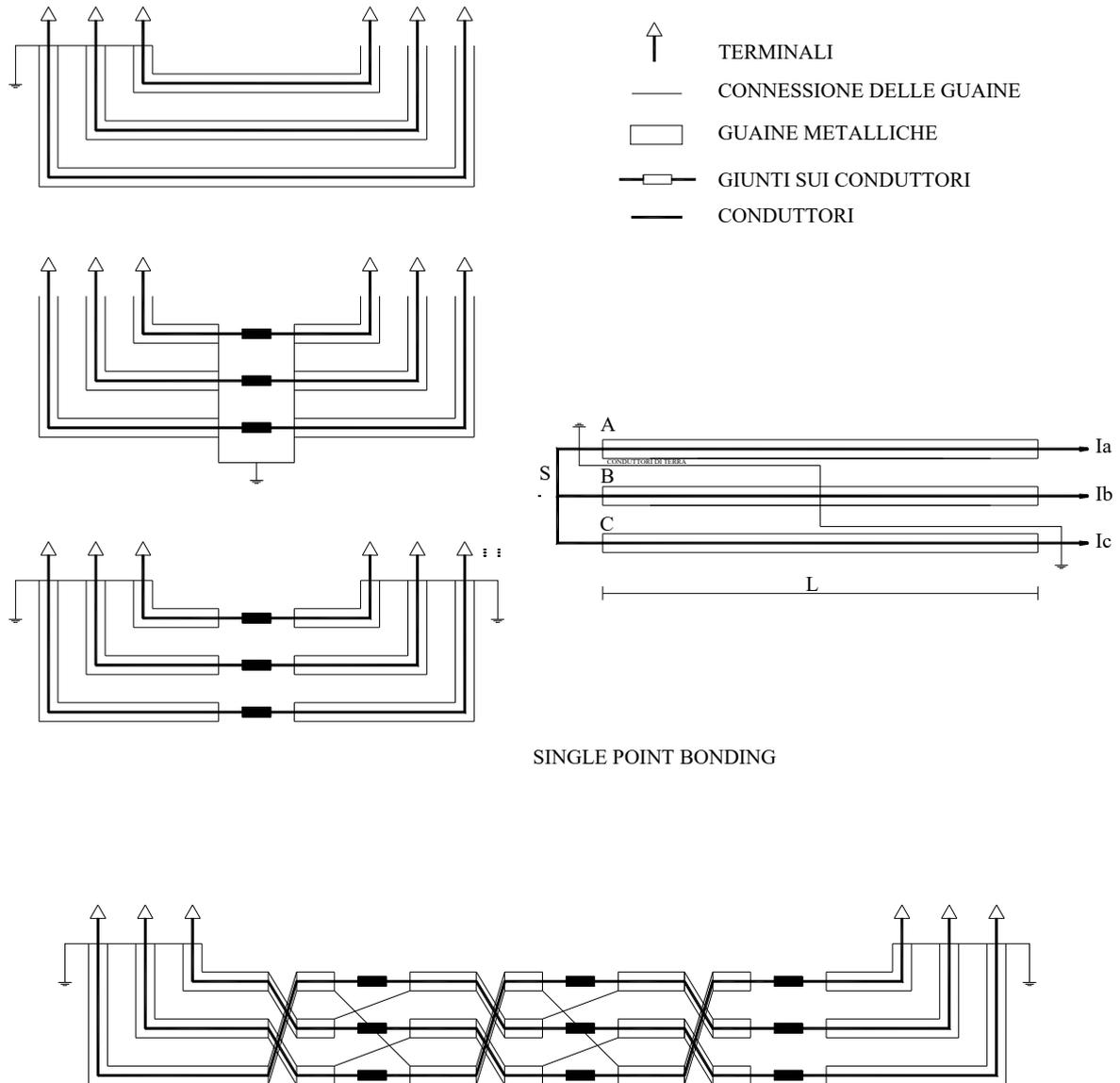
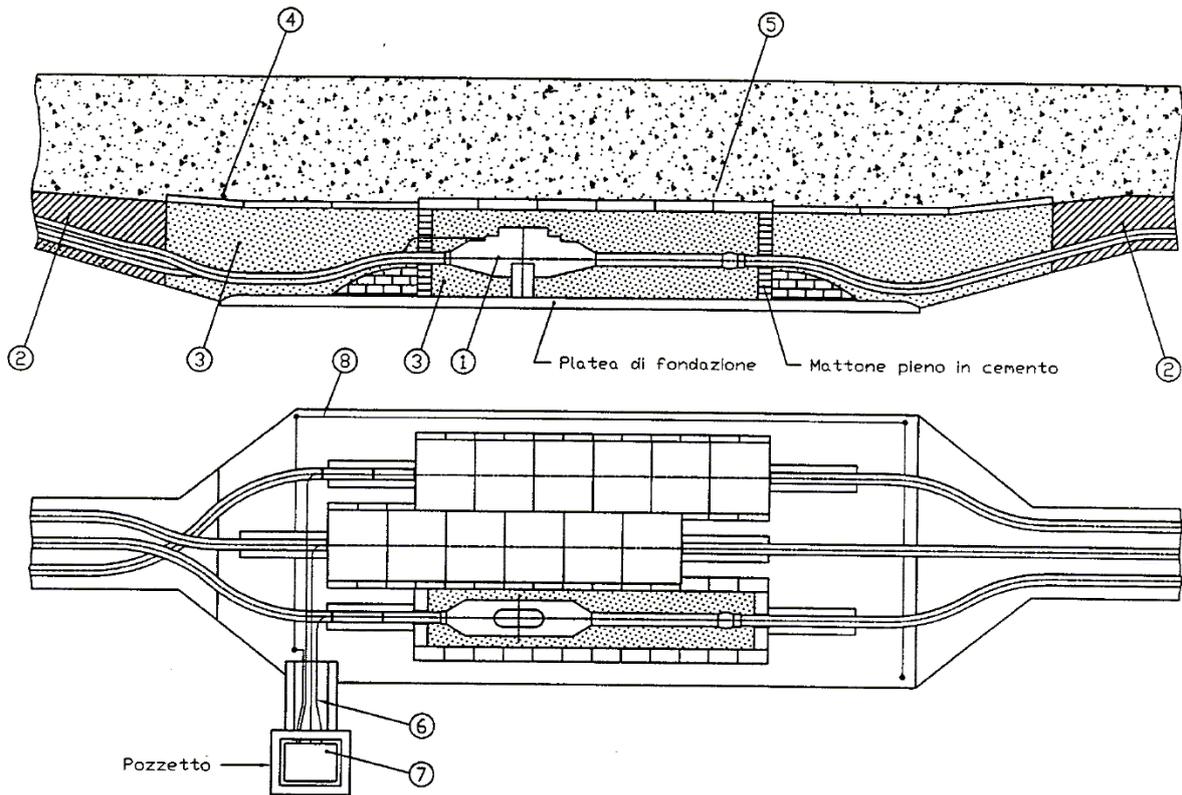


Fig.18.1: Schema di connessione delle guaine metalliche



Rif.	DESCRIZIONE DEI MATERIALI
1	Giunti unipolari sezionati GMS 1170/1245
2	Cemento magro
3	Sabbia a bassa resistività termica
4	Lastra protezione cavi
5	Lastra protezione giunti
6	Cavo concentrico
7	Cassetta sezionamento guaine
8	Colleg. di messa a terra guaine metalliche

Dimensioni standard della buca giunti sezionati		
Lunghezza (m)	Larghezza (m)	Profondita' (m)
8	2,5	2

Fig.18.2: Buca giunti

