

Proponente

GONNOSFANADIGA LTD

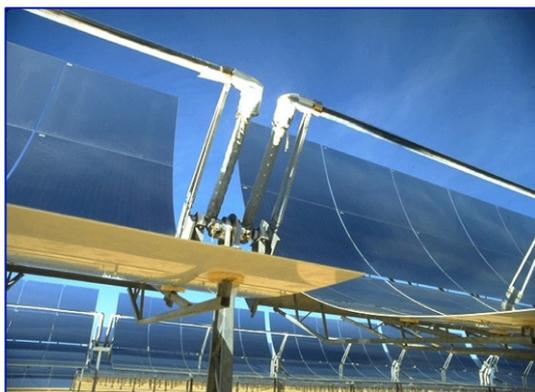
GONNOSFANADIGA LIMITED

Sede Legale: Bow Road 221 - Londra - Regno Unito
Filiale Italiana: Corso Umberto I, 08015 Macomer (NU)

**Provincia del Medio-Campidano
Comuni di Gonnosfanadiga e Villacidro**

Nome progetto

**Impianto Solare Termodinamico della potenza lorda di
55 MWe denominato "GONNOSFANADIGA"**



VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

Titolo Documento:

CONNESSIONE ALLA RTN - RELAZIONE ELETTRORODOTTO INTERRATO 150 kV

Sviluppo:



Energogreen Renewables S.r.l.

Via E. Fermi 19, 62010 Pollenza (MC)

www.energogreen.com

e-mail: info@energogreen.com

			15_05_CN_EGG_GNN_RE_03_4_00
0	02/2015	Emissione per integrazioni procedura di VIA	
Rev.	Data	Descrizione	Codice di Riferimento

Proprietà e diritti del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata

Gruppo di lavoro Energogreen Renewables:



Energogreen Renewables Srl
Via E. Fermi, 19 - 62010 - Pollenza (MC)

1. *Dott. Ing. Cecilia Bubbolini*
2. *Dott. Ing. Loretta Maccari*
3. *Dott. Ing. Devis Bozzi*

Consulenza Esterna:

- *Dott. Arch. Luciano Viridis: Analisi Territoriale*
- *Dott. Manuel Floris: "Rapporto Tecnico di Analisi delle Misure di DNI - Sito Gonnosfanadiga (VS)*
- *Dott. Agr. Vincenzo Satta: "Relazioni su Flora, Vegetazione, Pedologia e Uso del Suolo"*
- *Dott. Agr. Vincenzo Sechi: "Relazione faunistica"*
- *Dott. Agr. V. Satta e Dott. Agr. V. Sechi: "Relazione Agronomica"*
- *Dott. Geol. Eugenio Pistolesi: "Indagine Geologica Preliminare di Fattibilità"*
- *Studio Associato Ingg. Deffenu e Lostia: "Documento di Previsione d'Impatto Acustico"*
- *Dott. Arch. Leonardo Annessi: Rendering e Fotoinserimenti*
- *Tecsa srl: "Rapporto Preliminare di Sicurezza"*
- *Enviroware srl, Dott. Roberto Bellasio: "Studio d'impatto atmosferico dei riscaldatori ausiliari dell'impianto solare termodinamico "Gonnosfanadiga"*
- *Geotechna srl: "Relazione Geologica e Geotecnica"*
- *Progetto Engineering srl: "Progetto elettrico definitivo"*

15_05_CN_EGG_GNN_RE_03_4_00	FEBBRAIO 2015	RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 KV	ING. DEVIS BOZZI	ING. CECILIA BUBBOLINI	ING. LEONARDO FILOTICO
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

PROGETTO: Connessione di un impianto solare termodinamico denominato "Gonosfanadiga" di potenza lorda pari a 55.000 kWe	COMMITTENTE: Energogreen Renewables s.r.l. sede legale: Pollenza (MC) 62010 Via Enrico Fermi 19, p.iva 01772280432
TITOLO: RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 KV	

PROJETTO engineering s.r.l. società d'ingegneria unipersonale amm.re unico Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria fax: 099.9735188 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)tel. 099. 996 18 63 cell. 331.6116403 studio@projetto.eu web site: www.projetto.eu P.IVA: 02658050733	TIMBRO: 	SOSTITUISCE: SOSTITUITO DA:
	CODICE QUALITA': 15_05_CN_EGG_GNN_RE_03_4_00	CARTA: /

INDICE

PREMESSA	5
1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
2. PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO DI CONNESSIONE.....	7
2.1. COMPOSIZIONE FISICA DELL'ELETTRODOTTO IN CAVO	7
2.2. CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL COLLEGAMENTO IN CAVO.....	7
2.2.1. Dimensionamento del cavo in relazione alle correnti nominali.....	7
2.2.2. Calcolo della massima caduta di tensione ammessa in condizioni di pieno carico.....	12
2.2.3. Scelta dei cavi in relazione alle possibili condizioni anomale di funzionamento	14
2.2.4. Verifica della sezione del conduttore in relazione alle condizioni di sovraccarico e cortocircuito ...	15
2.2.5. Protezioni contro le sovratensioni di origine atmosferica	18
2.2.6. Composizione "quantitativa" del collegamento.....	18
2.3. MODALITÀ DI POSA E DI ATTRAVERSAMENTO.....	19
2.3.1. Temperature di posa	22
2.3.2. Raggio di curvatura dei cavi	22
2.3.3. Sollecitazione a trazione	23
2.3.4. Cavi interrati.....	23
2.3.5. Cavi muniti di guaina.....	24
2.4. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACCORRENTI	25
2.4.1. Effetti termici	25
2.4.2. Effetti dinamici	25
2.4.3. Dispositivi di protezione.....	26
2.4.4. Protezione contro le correnti di cortocircuito.....	26

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2.4.5.	Protezione contro le correnti di sovraccarico	27
2.5.	PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI.....	29
2.5.1.	Uso dei rivestimenti metallici dei cavi come protezione contro i contatti diretti ed indiretti ...	29
2.5.2.	Giunti e buche di alloggiamento dei giunti	32
2.5.3.	Dimensionamento di massima della rete di terra	33
2.5.4.	Dimensionamento termico del dispersore.....	33
2.6.	LAVORI SU LINEE IN CAVO	36
2.6.1.	Messa a terra delle parti metalliche delle canalizzazioni.....	36
2.6.2.	Misure di protezione dei cavi.....	36
2.7.	COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA ED ALTRI SERVIZI TECNOLOGICI INTERRATI.....	40
2.7.1.	Coesistenza tra cavi di energia e telecomunicazione.....	40
2.7.2.	Coesistenza tra cavi di energia e cavi di comando e segnalamento	42
2.7.3.	Incroci fra cavi di energia e tubazioni metalliche interrati.....	42
2.7.4.	Coesistenza tra cavi di energia e gasdotti	44
2.7.5.	Serbatoi di liquidi e gas infiammabili	44
2.8.	ATTRAVERSAMENTI DI LINEE IN CAVO CON FERROVIE, TRANVIE, FILOVIE, FUNICOLARI TERRESTRI, AUTOSTRADE, STRADE STATALI E PROVINCIALI.....	45
2.8.1.	Prescrizioni sulla determinazione delle distanze	48
2.9.	CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	49
2.9.1.	Campi elettrici dovuti a linee in cavo schermato	49
2.9.2.	Campi magnetici dovuti a linee in cavo interrate	49
2.10.	ACCESSORI	50
2.10.1.	Scelta in relazione alle condizioni di posa e di esercizio	50
2.10.2.	Scelta degli accessori in relazione alle tensioni.....	50
2.10.3.	Scelta degli accessori in relazione alla condizione di corrente di cortocircuito	50

2.10.4.	Connessioni	51
2.10.5.	Buche e giunti.....	52
2.10.6.	Condizioni di posa	52
2.10.7.	Collaudo dopo posa	53
2.11.	CARATTERISTICHE ELETTRICHE E MECCANICHE DEL CONDUTTORE DI ENERGIA.....	55
2.11.1.	Dati tecnici del cavo	55
2.11.2.	Giunti di transizione XLPE/XLPE	59
2.12.	SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONI	60
2.13.	IMPATTI AMBIENTALI	61
2.13.1.	Rumore.....	61
2.13.2.	Campi Elettrici e Magnetici	61
2.14.	REALIZZAZIONE DELL'OPERA.....	65
2.14.1.	Fasi di costruzione.....	65
2.15.	SICUREZZA NEI CANTIERI	69

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

INDICE FIGURE

Figura 1: Tabella coefficienti correttivi	10
Figura 2: Tabella caduta di tensione massima	12
Figura 3: Valori di K_v per il calcolo della caduta di tensione in un cavo	13
Figura 4: Sezione della trincea per posa cavi	20
Figura 5: Sistema dello spingitubo o perforazione orizzontale teleguidata	21
Figura 6: Dispersori di terra in rame metallico	30
Figura 7: Messa a terra alle estremità di ogni collegamento (Both end bonding)	30
Figura 8: Soluzione di messa a terra Cross Bonding	32
Figura 9: Tipica camera giunti	35
Figura 10: Modalità di attraversamento cavo su manufatti esistenti	46
Figura 11: Modalità di attraversamento su manufatti esistenti	47
Figura 12: Caratteristiche cavo in alluminio 400 mm ²	56
Figura 13: Caratteristiche cavi in rame	58
Figura 14: Cavo per telecomunicazioni in fibra ottica	60
Figura 15: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo	64

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

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.

Ciascun conduttore di energia avrà una sezione indicativa di circa 300 mm², se la scelta da fare in fase di progetto esecutivo sarà di prendere il conduttore in rame, mentre essa sarà di 400 mm², se il conduttore scelto dovesse essere in alluminio.

L'elettrodotto in cavo interrato che collegherà la sottostazione del produttore con il punto di connessione alla RTN, la Cabina Primaria di Enel Distribuzione "Villacidro", sarà lungo circa 9.500 metri.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

1. 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 essa sia applicabile, ed alle Norme CEI 11-17.

Le aree interessate da un elettrodotto interrato sono individuate, dal Testo Unico sugli espropri, come Aree Impegnate, cioè le 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 equivalgano alle zone di rispetto di cui all'art. 52 quater, comma 6, del Testo Unico sugli espropri n. 327 del 08/06/2001 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 (ovvero aree potenzialmente impegnate) sarà di circa 3 m dall'asse linea, per parte, per il tratto in cavo interrato (ma corrispondente a quella impegnata nei tratti su sede stradale), come meglio indicato nella planimetria catastale allegata.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2. PROGETTO DELL'ELETTRODOTTO DI CONNESSIONE

2.1. COMPOSIZIONE FISICA DELL'ELETTRODOTTO IN CAVO

Per il collegamento in cavo sono previsti i seguenti componenti:

1. Conduttori di energia;
2. Giunti diritti;
3. Terminali per esterno;
4. Cassette di sezionamento;
5. Cassette unipolari di messa a terra;
6. Sistema di telecomunicazioni fra partenza ed arrivo cavo;
7. Sostegni per i porta-terminali.

2.2. CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEL COLLEGAMENTO IN CAVO

2.2.1. Dimensionamento del cavo in relazione alle correnti nominali

Le Norme CEI 11-17 forniscono i criteri da adottare per la progettazione, per l'esecuzione, per le verifiche e per l'esercizio delle linee di energia in cavo a corrente sia alternata sia continua.

Il campo di applicazione delle Norme CEI 11-17 è rivolto agli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica quando la tensione nominale è superiore a 1.000 Volt in corrente alternata ed a 1.500 Volt in corrente continua.

Agli effetti delle Norme 11-17 vengono definiti i seguenti termini:

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

Connessione di un impianto solare termodinamico denominato "Gonosfanadiga" di potenza lorda pari a 55.000 kWe

Energogreen Renewables s.r.l.

- **Portata in regime permanente:** massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato.
- **Sovracorrente:** corrente, di valore superiore alla portata in regime permanente, che si presenta in caso di sovraccarico o di cortocircuito.
- **Corrente di sovraccarico:** corrente che si può verificare in seguito a condizioni anomale del carico utilizzatore (sovraccarico) o in seguito a condizioni di guasto ad alta impedenza.
- **Corrente di cortocircuito:** corrente che si può verificare in seguito ad un guasto o ad un errato collegamento ad impedenza trascurabile tra due punti del circuito a potenziale differente (cortocircuito).

Nel nostro caso il collegamento dovrà essere in grado di trasportare la potenza massima dell'impianto che è di 55 MWe ed avere un margine di potenza attiva trasportabile di "riserva" di un ulteriore +20% pari ad 11 MWe. Ciò si stima corrispondere al possibile incremento del margine di efficienza dei collettori solari nel tempo, a causa dell'evoluzione tecnologica. In totale esso dovrà trasportare 66 MWe in condizioni di massima sicurezza.

Se si considera il regime di funzionamento elettrico del cavo come sottoposto ad un carico medio avente $\cos\phi$ pari 0,95, poiché l'impianto è costituito da un gruppo turbina alternatore da 55 MWe + 11 MWe di "riserva", nelle condizioni di pieno utilizzo del cavo avremo:

$$P_{attiva} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi$$
$$I = \frac{P_{attiva}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} = 267,42 \text{ A}$$

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

Connessione di un impianto solare termodinamico denominato "Gonosfanadiga" di potenza lorda pari a 55.000 kWe

Energogreen Renewables s.r.l.

Dalle tabelle dei cavi, per un cavo di sezione pari a 300 mm² e per le condizioni standard da catalogo (resistività termica del terreno: 1 Km/W; profondità di posa: 1,5 m; temperatura del cavo: 90°C; frequenza elettrica: 50 Hz), otteniamo un valore di corrente massima, I_0 , pari a 597 A.

La portata massima (I_0) di 597 A, va ridotta, tenendo conto di alcuni fattori che influenzano **la capacità effettiva di trasporto del cavo** nelle condizioni reali di funzionamento, come ad esempio la "**resistività termica**" del terreno, che impedisce lo smaltimento ottimale del calore dovuto all'effetto joule della corrente circolante sul cavo, la temperatura effettiva media del terreno che solo idealmente sarà di 20 C°, la profondità di posa del cavo, etc..

L'equazione che consente di calcolare la portata massima corretta del cavo (I_z) nelle sue condizioni operative reali è la seguente:

$$I_z = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

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 e le norme, quando tale valore non è noto, consigliano di utilizzare appunto un valore di 1,5 km/W.

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

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

K_3 = fattore di correzione x profondità di posa diverse da 0,8 m;

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

$I_z = I_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$ = portata massima o massima corrente ammissibile dal conduttore.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

Tanto più è elevata la resistività termica del terreno tanto maggiore diventa la difficoltà del cavo a smaltire il calore attraverso gli strati del terreno; l'aumento di temperatura del cavo aumenta a sua volta la resistenza e dunque la produzione di calore.

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:

Table 8		Table 9								
Rating factor for laying depth		Rating factor for ground temperature								
Laying depth, m	Rating factor	Conductor temperature, °C	Ground temperature, °C							
			10	15	20	25	30	35	40	45
0.50	1.10	90	1.07	1.04	1	0.96	0.93	0.89	0.84	0.80
0.70	1.05	65	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.74	0.66
0.90	1.01									
1.00	1.00									
1.20	0.98									
1.50	0.95									

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

Figura 1: Tabella coefficienti correttivi

- Fattore di riduzione per la profondità: $(1/0.95) \times 0.95 = 1$;
- Fattore di riduzione per la resistività del terreno: 0.84;

$$I_z = 597 \cdot 0,96 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,84 = 481$$

Portata massima corretta: 481 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 lorda dell'impianto termodinamico da collegare: 55 MW;
- Potenza massima su cui può lavorare il collegamento in cavo in condizioni reali: 66 MW;
- Intensità di corrente nominale (per fase): 267,42 A;
- Intensità di corrente massima nelle condizioni di posa (per fase): 481 A.



2.2.2. Calcolo della massima caduta di tensione ammessa in condizioni di pieno carico

Come già scritto, una corretta scelta delle condutture rappresenta uno dei punti principali della progettazione dell'intero impianto elettrico.

Per determinare la sezione ottimale di un cavo, una volta definita la corrente che sarà destinato a trasportare attraverso l'analisi dei carichi applicati, occorre considerare una serie di aspetti ulteriori.

I conduttori devono essere scelti in modo da **garantire sia una portata superiore alla corrente richiesta dagli utilizzatori, sia delle cadute di tensione che non superino massimi valori imposti.**

2.2.2.1. Calcolo della caduta di tensione nel cavo

La caduta di tensione in un cavo corrisponde alla differenza di tensione misurata ai morsetti di un generatore (V1) rispetto a quella misurata ai morsetti di un carico a fine linea (V2).

Per assicurare un buon funzionamento dell'impianto, le Norme IEC 60364 definiscono una caduta di tensione massima accettabile lungo una linea come specificato in Figura 2.

Tabella A: NF C 15100 caduta massima di tensione		
	Illuminazione	Altri impieghi
Alim. diretta da rete di distribuz. pubblica a bassa tensione	3%	5%
Alimentazione da stazione ad alta, media e bassa tensione	6%	8%

Figura 2: Tabella caduta di tensione massima

Calcolo della caduta di tensione in un cavo di lunghezza L

$$\Delta u = K_u \times I \times (A \times L \text{ (km)})$$

Tabella B: valori di K_u

Sezione del cavo mm ²	Corrente continua	Cavi pluriconduttori o monoconduttori in trefolo			Cavi monoconduttori messi insieme			Cavi monoconduttori separati		
		cos 0,3	cos 0,5	cos 0,8	cos 0,3	cos 0,5	cos 0,8	cos 0,3	cos 0,5	cos 0,8
1,5	30,67	4,68	7,74	12,31	4,69	7,74	12,32	4,72	7,78	12,34
2,5	18,40	2,84	4,67	7,41	2,85	4,68	7,41	2,88	4,71	7,44
4	11,50	1,80	2,94	4,65	1,81	2,95	4,65	1,85	2,99	4,68
6	7,67	1,23	1,99	3,11	1,24	1,99	3,12	1,27	2,03	3,14
10	4,60	0,77	1,22	1,89	0,78	1,23	1,89	0,81	1,26	1,92
16	2,88	0,51	0,79	1,20	0,52	0,80	1,20	0,55	0,83	1,23
25	1,84	0,35	0,53	0,78	0,36	0,54	0,78	0,40	0,57	0,81
35	1,31	0,27	0,40	0,57	0,28	0,41	0,58	0,32	0,44	0,60
50	0,92	0,21	0,30	0,42	0,22	0,31	0,42	0,26	0,34	0,45
70	0,66	0,17	0,23	0,31	0,18	0,24	0,32	0,22	0,28	0,34
95	0,48	0,15	0,19	0,24	0,16	0,20	0,25	0,20	0,23	0,27
120	0,38	0,13	0,17	0,20	0,14	0,17	0,21	0,18	0,21	0,23
150	0,31	0,12	0,15	0,17	0,13	0,15	0,18	0,17	0,19	0,20
185	0,25	0,11	0,13	0,15	0,12	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18
240	0,19	0,10	0,12	0,12	0,11	0,13	0,13	0,15	0,16	0,15
300	0,15	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,15	0,15	0,14
400	0,12	0,09	0,10	0,09	0,10	0,11	0,10	0,14	0,14	0,12

Circuiti monofase: moltiplicare i valori per 2.

Figura 3: Valori di K_u per il calcolo della caduta di tensione in un cavo

Nel nostro caso abbiamo:

- $K_u = 0,14$
- $I = 267 \text{ A}$
- $L = 9,5 \text{ Km}$

caduta di tensione di linea:

$$\Delta V = (0,14 \cdot 267 \cdot 9,5) = 355,11$$

La caduta di tensione è pari circa allo 0,23% della tensione nominale di linea, che è 150.000 Volt.

Rispetto ai limiti della norma (8%) essa è trascurabile.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

Connessione di un impianto solare termodinamico denominato "Gonosfanadiga" di potenza lorda pari a 55.000 kWe

Energogreen Renewables s.r.l.

Anche nelle condizioni di massima corrente ammessa (478 A) avremmo una caduta di tensione lungo il cavo modesta.

Infatti:

$$\Delta V = (0,14 \cdot 478 \cdot 9,5) = 635,74$$

cioè lo 0,42%.

Pur volendo prescindere dalla tabella di cui alla norma IEC 60364 ed utilizzando il metodo classico per il calcolo della caduta di tensione e cioè:

$$\Delta V = Z \cdot I$$

dove Z corrisponde alla impedenza al km fornita dal data sheet del costruttore del cavo (0,17 Ω /km), avremo:

$$\Delta V = 0,17 \cdot 9,5 \cdot 267 = 431,2$$

cioè un valore non molto diverso dal precedente.

Utilizzare un cavo in rame di sezione 300 mm² o un cavo in alluminio da 400 mm², ai fini dei parametri elettrici, praticamente non fa alcuna differenza.

2.2.3. Scelta dei cavi in relazione alle possibili condizioni anomale di funzionamento

Nel punto precedente abbiamo definito la portata del cavo in regime **permanente**. La portata in regime permanente è stata calcolata con i metodi descritti nelle Norme CEI 20-21.

Ai sensi delle Norme CEI 11-17, vanno però individuate anche le condizioni limite del cavo di collegamento in relazione a:

RELAZIONE ELETTRORODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

Connessione di un impianto solare termodinamico denominato "Gonosfanadiga" di potenza lorda pari a 55.000 kWe

Energogreen Renewables s.r.l.

- **Corrente di sovraccarico:** corrente che si può verificare in seguito a condizioni anomale del carico utilizzatore (sovraccarico) o in seguito a condizioni di guasto ad alta impedenza.
- **Corrente di cortocircuito:** corrente che si può verificare in seguito ad un guasto o ad un errato collegamento ad impedenza trascurabile tra due punti del circuito a potenziale differente (cortocircuito).

La linea di vettoriamento viene dimensionata per la potenza massima di generazione più la riserva, ovvero 66 MWe.

Il valore di portata in regime permanente è valido per una temperatura dei conduttori non superiore a 90°C, profondità di posa 1,5 m, temperatura del terreno di 20 °C e resistività termica del terreno pari a 1 °Cm/W.

La portata di corrente sopra indicata è da intendersi in regime permanente, ovvero rappresenta la corrente che il cavo può trasmettere in via continuativa, senza che la sua temperatura superi il valore prefissato dalle Norme.

2.2.4. Verifica della sezione del conduttore in relazione alle condizioni di sovraccarico e cortocircuito

“Si devono predisporre dispositivi di protezione per interrompere qualsiasi corrente di sovraccarico nei conduttori del circuito prima che possa provocare un riscaldamento dannoso per l'isolamento, le connessioni, i terminali o per l'ambiente delle canalizzazioni” (IEC 60364 § 433).

Per ottenere ciò debbono valere le seguenti relazioni:

I conduttori sono protetti se sono soddisfatte le 2 condizioni:

1. $I_b \leq I_n \leq I_z$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego del circuito, nel nostro caso 267 A;
- I_z è la corrente ammissibile del conduttore (portata), nel nostro caso 478 A;

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

- I_n è la corrente nominale del dispositivo di protezione: $267 \text{ A} \leq I_n \leq 478 \text{ A}$;
- I_f è la corrente di funzionamento che assicura il funzionamento effettivo del dispositivo di protezione, nel nostro caso $(1,45 \times 478) = 693 \text{ A}$

In pratica, I_f è presa uguale alla corrente di funzionamento del tempo convenzionale per interruttori automatici.

Come si può vedere nella tabella sottostante, infatti, quando si supera la corrente di 16 A, il dispositivo utilizzato per proteggere il circuito deve essere un interruttore automatico.

Fusibili gG (IEC 60269-2-1)	Corrente I_2
Calibro $\leq 4 \text{ A}$	$2,1 I_n$
$4 \text{ A} < \text{Calibro} < 16 \text{ A}$	$1,9 I_n$
Calibro $\geq 16 \text{ A}$	$1,6 I_n$
Interruttore automatico	$1,45 I_n$

La sezione del conduttore viene scelta in maniera tale che la temperatura raggiunta dal conduttore per effetto della sovracorrente non sia dannosa, come entità e durata, per l'isolamento o per gli altri materiali con cui il conduttore è in contatto o in prossimità.

Qualora la sovracorrente sia praticamente costante e il fenomeno termico sia di breve durata (**cortocircuito**) in modo da potersi considerare di puro accumulo (regime adiabatico), la corrente di cortocircuito può determinarsi mediante la seguente relazione:

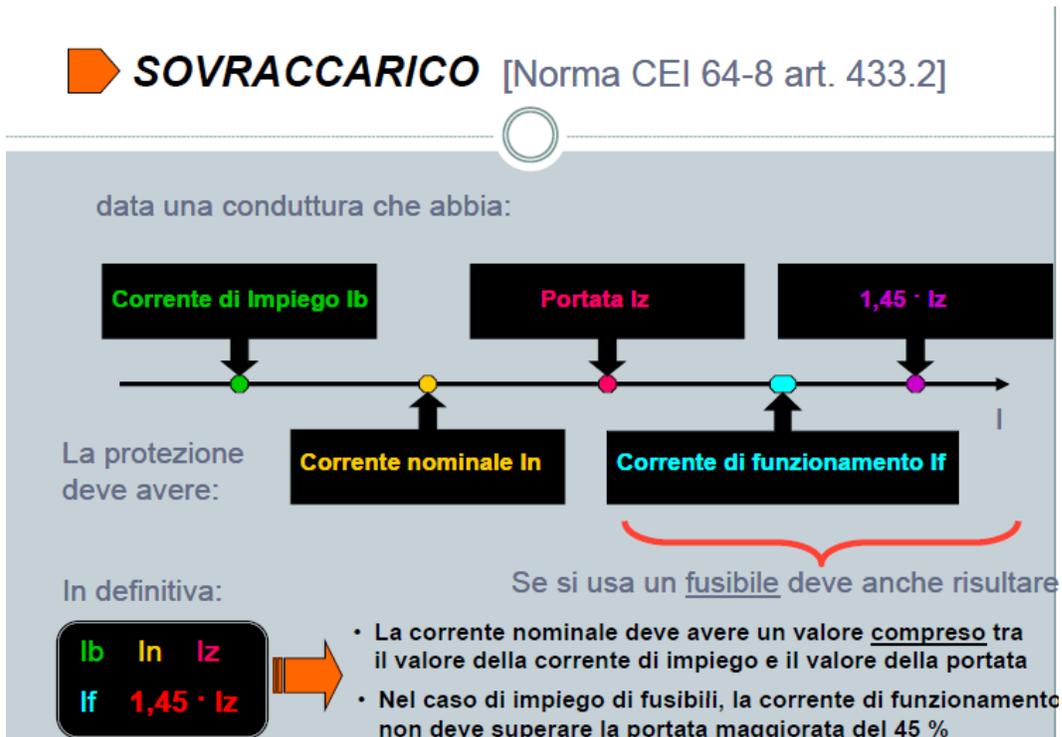
$$\int_0^{t_i} I_i dt = K^2 \cdot S^2$$

dove:

- **S**, sezione del conduttore;
- **I**, corrente cortocircuito, il cui valore è di seguito calcolato;
- **t**, durata della corrente di cortocircuito, pari a 0,5 s;
- **t₀**, tempo di inizio del corto circuito;
- **t_i**, momento di cessazione del corto circuito per intervento delle protezioni;

- **K = 115** per conduttore in rame ed isolante in PVC (modeste differenze si hanno per il conduttore in alluminio da 400 mm²);
- **K = 143** per conduttore in rame ed isolamento in EPR (modeste differenze si hanno per il conduttore in alluminio da 400 mm²).

Per quanto riguarda i valori di corrente di corto circuito, sulla sbarra a 150 kV, si assume in accordo alle prescrizioni in merito del Gestore RTN, una corrente di corto circuito pari a: $I_{ccAT} = 31,5 \text{ kA}$.



2.2.5. Protezioni contro le sovratensioni di origine atmosferica

Poiché la linea elettrica non è collegata alle sue estremità a linee elettriche aeree, si ritiene il cavo auto protetto contro le sovratensioni di origine atmosferica.

2.2.6. Composizione "quantitativa" del collegamento

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

- n. 1 cavo contenente n. 3 conduttori di energia;
- n. 14 giunti sezionati (dipendente dalla lunghezza delle pezzature di cavo, 600 m circa);
- n. 6 terminali per esterno;
- n. 14 cassette unipolari di messa a terra;
- n. 1 sistema di telecomunicazioni.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2.3. MODALITÀ DI POSA E DI ATTRAVERSAMENTO

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,5 m, con disposizione delle fasi in piano (Figura 4).

Nello stesso scavo, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati. Esistono cavi elettrici con fibre ottiche inserite, tuttavia si preferisce che il cavo ottico sia separato e privo di giunzioni.

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

I cavi saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da 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 o in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, essi saranno posati in fasi successive in modo da poter destinare al transito veicolare, in qualsiasi condizione, almeno una metà della carreggiata.

Il sistema dello spingitubo, o perforazione orizzontale teleguidata, verrà utilizzato per l'attraversamento dei corsi d'acqua (Figura 5).

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.

La posa dei cavi è del tipo in piano, con una sola terna di conduttori nello stesso strato, ed in assoluto nel cavidotto.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

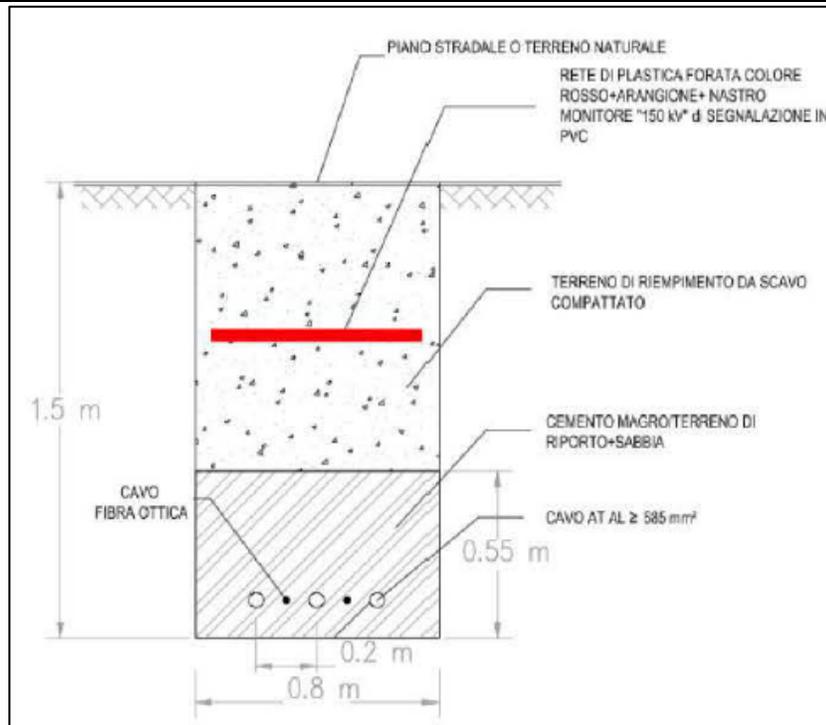


Figura 4: Sezione della trincea per posa cavi

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

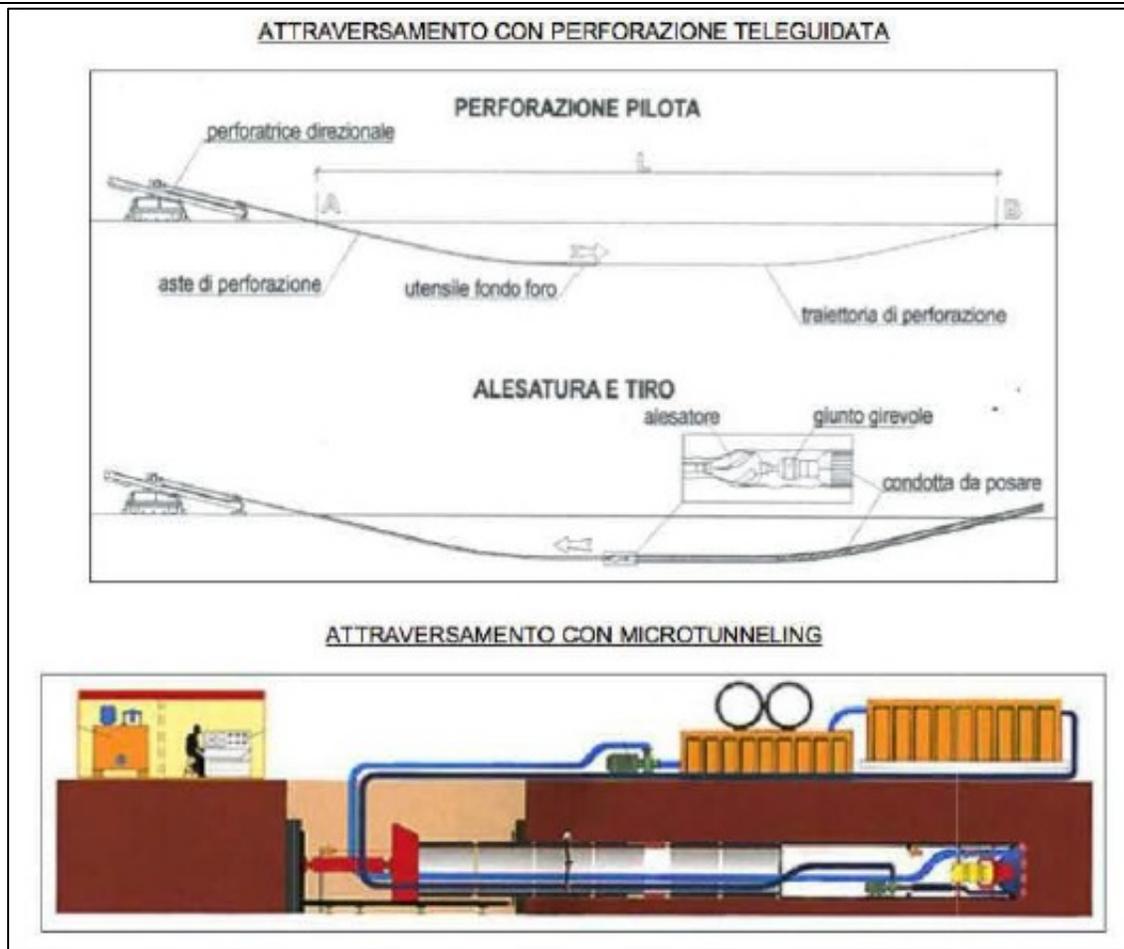


Figura 5: Sistema dello spingitubo o perforazione orizzontale teleguidata

2.3.1. Temperature di posa

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

2.3.2. Raggio di curvatura dei cavi

La curvatura dei 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 da norme particolari o dai costruttori, i raggi di curvatura, misurati sulle generatrici interne 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;

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.

2.3.3. 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 18 kN, per conduttori di rame, e 9 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.

2.3.4. Cavi interrati

I cavi interrati saranno muniti di guaina protettiva.

I cavi non muniti di armatura metallica 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.

Ci sono misure minime relative alla profondità di posa dei cavi tra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo.

Per i cavi con tensione superiore a 30 kV tali profondità sono: 1,0 m, 1,2 m o 1,5 m.

Nel nostro caso abbiamo adottato una profondità di posa di 1,5 metri.

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.

2.3.5. Cavi muniti di guaina

Quando un cavo è soggetto a carico variabile, esso subisce dilatazioni e contrazioni che assai difficilmente si distribuiscono lungo tutto il percorso e che provocano movimenti di tipo longitudinale e trasversale 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).

2.4. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACCORRENTI

Si definisce "sovracorrente" ogni corrente che supera il valore nominale.

Per le condutture, il valore nominale è la **portata**, ovvero il massimo valore della corrente che può fluire in una conduttura, in regime permanente e in determinate condizioni, senza che la sua temperatura superi un valore massimo specificato.

2.4.1. 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 per isolante in cavo di polietilene reticolato XLPE (E4) sono:

- massima temperatura di esercizio: 90°C;
- massima temperatura di cortocircuito: 250°C.

Esse danno un valore del coefficiente K, in funzione delle temperature iniziali e finali di cortocircuito, pari a 143 per conduttori di rame, e pari a 92 per quelli di alluminio.

2.4.2. 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.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2.4.3. 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.

Tal i 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 primo caso, 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 secondo caso, essi devono possedere un potere di interruzione almeno pari alla corrente presunta di cortocircuito nel punto in cui sono stati installati; nel terzo caso, 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.

2.4.4. Protezione contro le correnti di cortocircuito

Le linee in cavo devono essere di norma protette contro le correnti di cortocircuito **situate a monte della linea**, ad una distanza massima inferiore a 3 metri dall'inizio della linea.

I tempi di intervento delle protezioni devono essere sufficientemente rapidi da evitare danni non accettabili al cavo.

Per 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.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

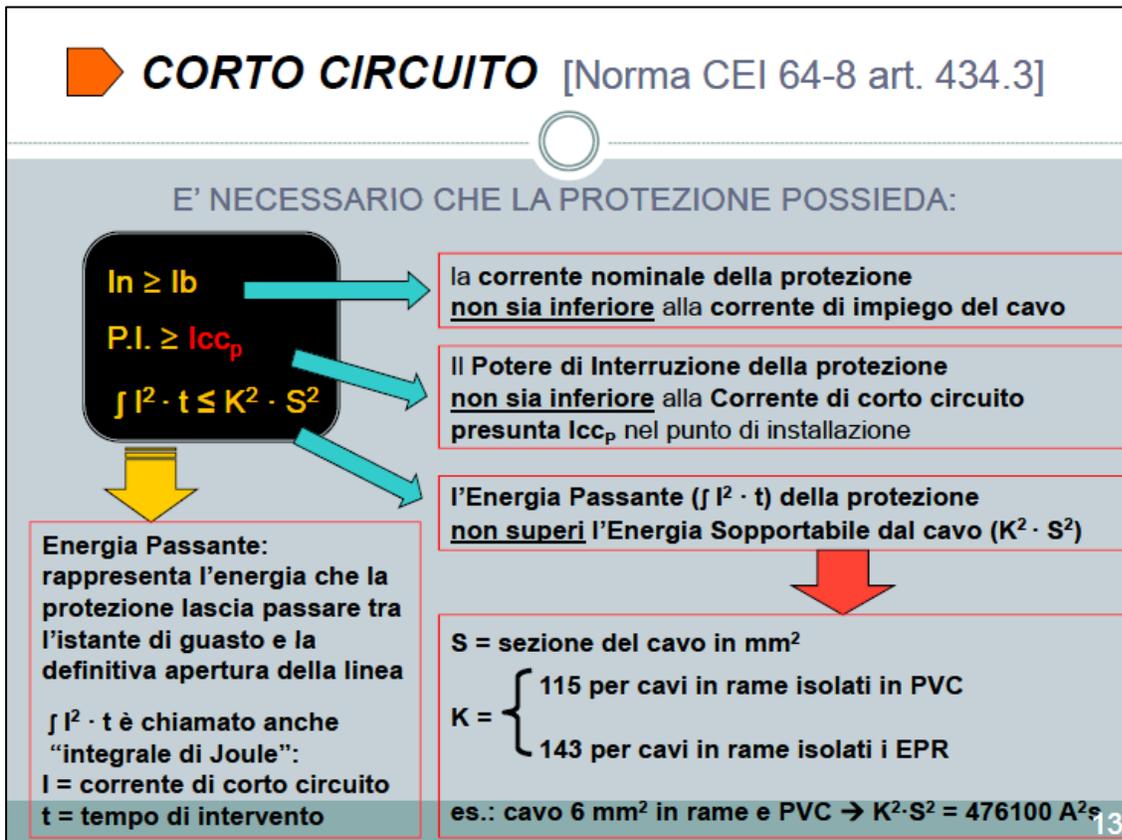
PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070



2.4.5. 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.

SOVRACCARICO punto di installazione della protezione



- In generale il dispositivo di protezione contro il sovraccarico va sempre installato ALL'INIZIO (A MONTE) della linea elettrica da proteggere.
- Se la corrente risulta uguale in tutta la linea, nei LUOGHI ORDINARI la protezione può essere installata indifferentemente A MONTE o A VALLE del circuito da proteggere.

MA SE IL CIRCUITO



- attraversa luoghi a **MAGGIOR RISCHIO IN CASO DI INCENDIO**
- presenta **DERIVAZIONI** lungo il suo percorso
- alimenta **PRESE A SPINA** lungo il suo percorso



LA PROTEZIONE VA SEMPRE INSTALLATA A MONTE DELLA LINEA

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2.5. PROTEZIONI CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRECTI

2.5.1. Uso dei rivestimenti metallici dei cavi come protezione contro i contatti diretti ed 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, purché 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;
- 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.

2.5.1.1. Messa a terra del rivestimento metallico dei cavi

Tutti i rivestimenti metallici dei cavi saranno messi a terra almeno alle estremità di ogni collegamento (**Both end bonding**).

Per la messa a terra delle calze dei cavi si utilizzeranno appositi dispersori di terra in rame metallico del tipo in figura, collegati alle calze dei cavi con conduttori di rame di apposita sezione.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

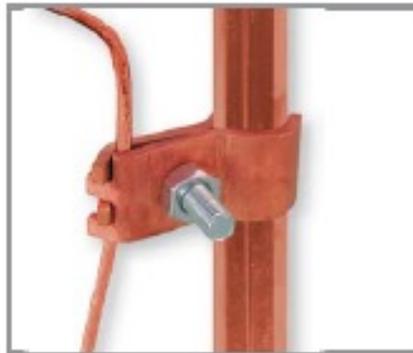


Figura 6: Dispersori di terra in rame metallico

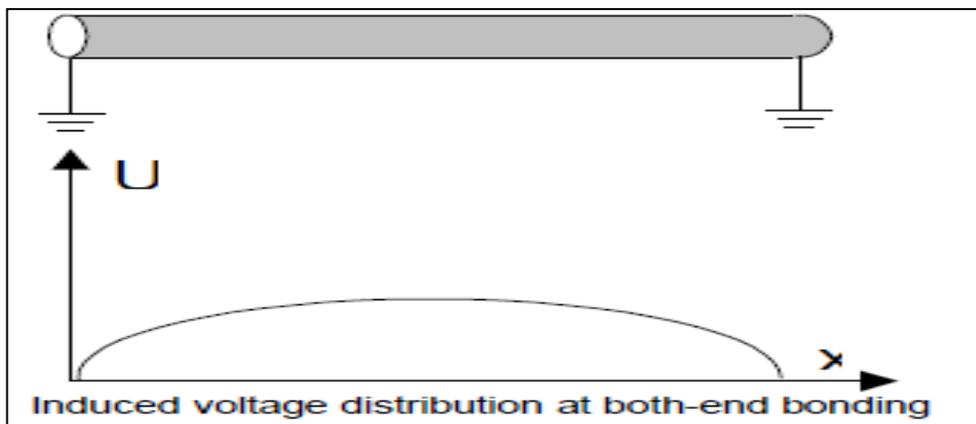


Figura 7: Messa a terra alle estremità di ogni collegamento (Both end bonding)

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 solo punto (single end bonding), purché vengano adottate le seguenti precauzioni:

- a) 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 CE I 11-1;

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

- b) 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.

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 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.

Tra le possibili modalità di collegamento degli schermi metallici dei cavi potrà anche essere utilizzata la cosiddetta modalità del **cross bonding**, in cui il collegamento in cavo viene suddiviso in tre (o multipli di tre) tratte elementari di uguale lunghezza, generalmente corrispondenti con le pezzature di posa.

In tale configurazione **gli schermi vengono messi francamente a terra** ed in corto circuito tra loro all'estremità di partenza della prima tratta ed all'estremità di arrivo della terza, mentre tra due tratte adiacenti gli schermi sono isolati da terra e uniti fra loro con collegamento incrociato.

Questa è la soluzione da noi scelta (Figura 8).

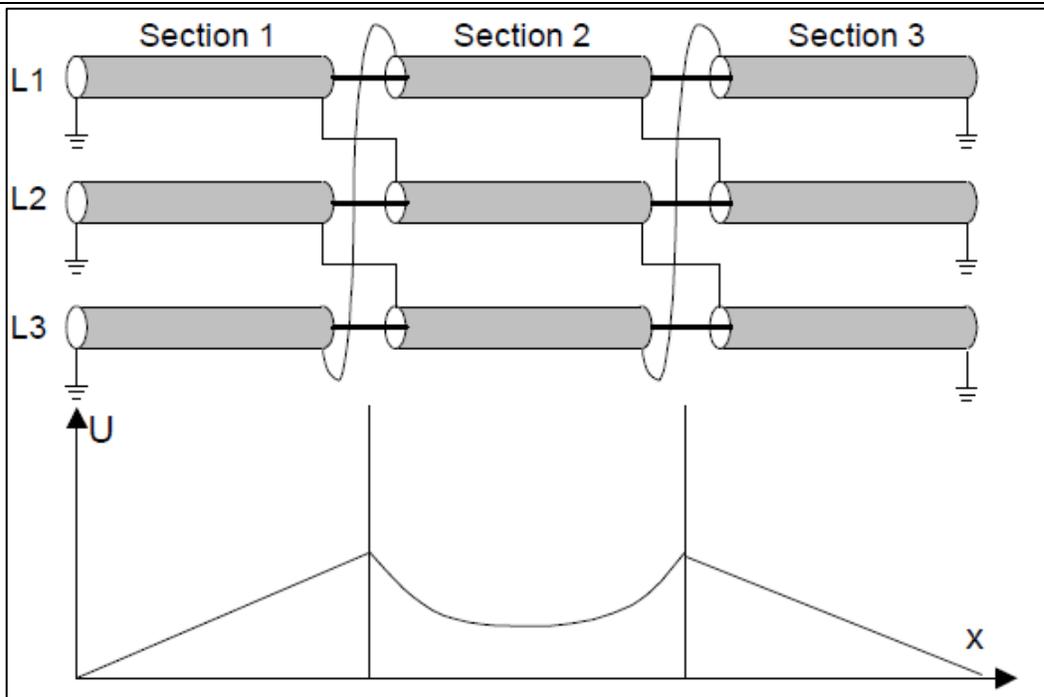


Figura 8: Soluzione di messa a terra Cross Bonding

2.5.2. Giunti e buche di alloggiamento dei giunti

I giunti del cavo terrestre saranno di tipo unipolare, diritto, sezionato e consisteranno essenzialmente in un manicotto elastico prefabbricato in un unico pezzo, con funzione isolante, inglobante la schermatura della connessione ed il dispositivo per il controllo del campo elettrico.

I giunti saranno corredati di uno schermo metallico, da collegare allo schermo dei cavi, realizzato in due metà e provvisto di idonea separazione elettrica; ciascuna parte è inoltre provvista di presa per il collegamento al dispositivo di trasposizione o di messa a terra delle guaine. I giunti saranno completati con un involucro esterno di protezione, con funzione isolante ed anticorrosiva.

I giunti saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 600 metri, uno dall'altro, secondo la pezzatura del cavo, in un'apposita buca giunti (vedi configurazione tipica nella figura sottostante) nella quale è prevista la realizzazione di un impianto di terra collegato al dispersore di terra con una corda di rame nudo.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2.5.3. Dimensionamento di massima della rete di terra

La rete di terra sarà dimensionata in accordo alla Norma CEI 11-1.

In particolare si procederà:

- al dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato B della Norma CEI11-1 ;
- alla definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui alla Fig.C-2 della Norma CEI11-1.

2.5.4. Dimensionamento termico del dispersore

Il dispersore di terra sarà realizzato con paletto metallico nudo in rame, la cui sezione può essere determinata con la seguente formula:

$$A = \frac{1}{K} \cdot \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

dove:

A = sezione minima del dispersore di terra [mm²];

I = corrente del conduttore [A];

t= durata della corrente di guasto [s];

K = coefficiente fornito dalla normativa in funzione dei materiali [A·mm²·s^{1/2}], per il rame 226;

β = coefficiente fornito dalla normativa in funzione dei materiali [°C], per il rame 234,5 °C;

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

Connessione di un impianto solare termodinamico denominato "Gonosfanadiga" di potenza lorda pari a 55.000 kWe

Energogreen Renewables s.r.l.

θ_i = temperatura iniziale [°C].

θ_f = temperatura finale [°C].

Assumendo un tempo $t = 0,45$ s, si ottengono i seguenti valori di sezione minima, in funzione del valore di corrente di guasto a terra:

I_g	$S_{teorica}$	S_{scelta}
31,5 kA	114 mm ²	120 mm ²

Accanto ad ogni buca di giunzione sarà posizionato un pozzetto per l'alloggiamento della cassetta di sezionamento delle guaine.

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.

Lungo il tracciato di ciascun cavo sono previste idonee buche giunti della profondità di 2 m, della larghezza di circa 2,5 m e della lunghezza fino a 8 m, posizionate a circa 600 metri l'un l'altra (secondo la scelta relativa alla pezzatura del cavo), per uno scavo medio per buca di circa 35-45 metri cubi di terra.

Nella pagina seguente viene mostrata la sezione di una tipica buca-giunto in cemento armato prefabbricato.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

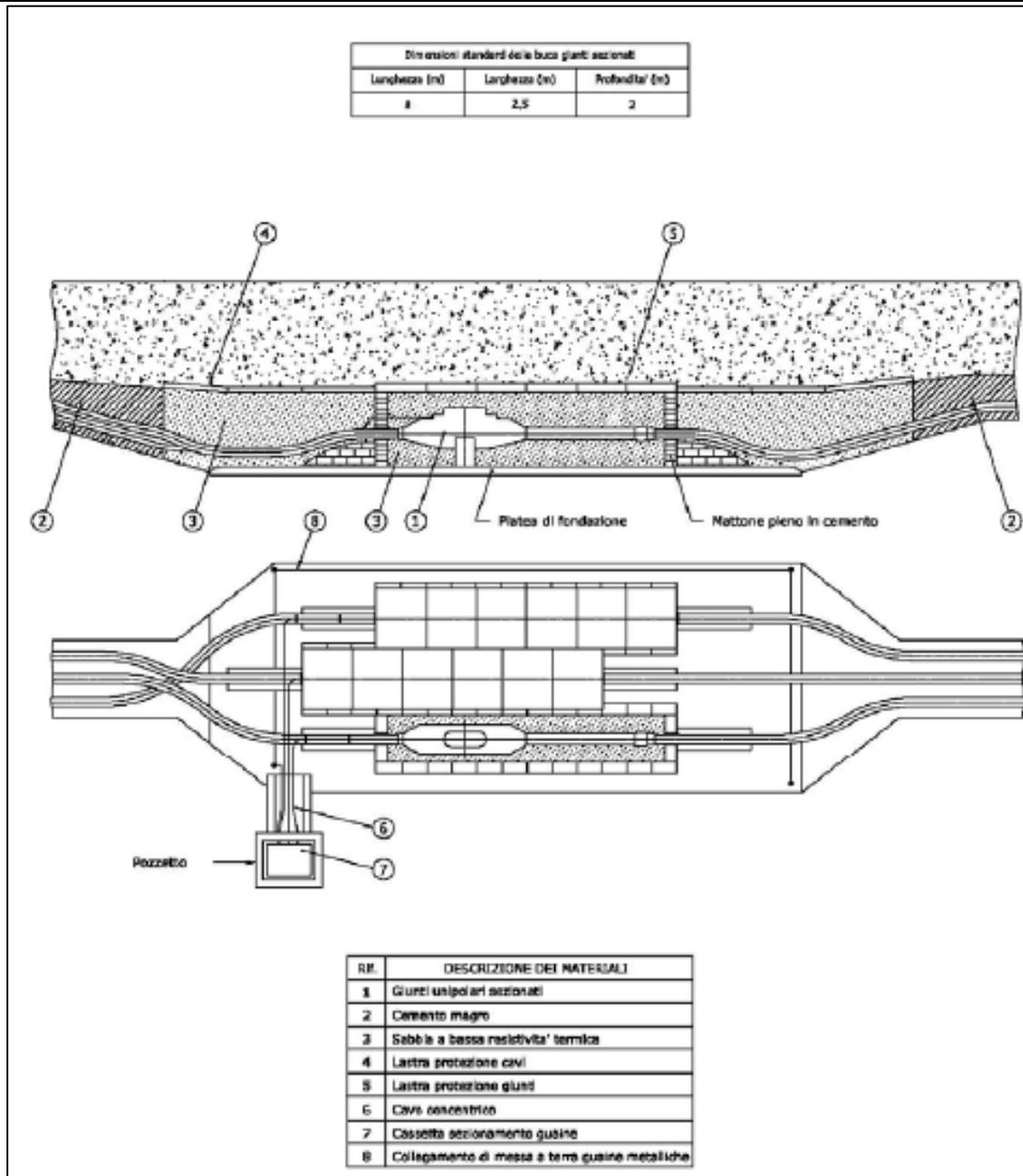


Figura 9: Tipica camera giunti



2.6. LAVORI SU LINEE IN CAVO

2.6.1. 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 ed 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.

2.6.2. Misure di protezione dei cavi

2.6.2.1. Protezione meccanica base

Le canalizzazioni devono essere scelte in modo da prevenire danni aventi origine da azioni meccaniche esterne.

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 prescrizioni;
- 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.

2.6.2.2. 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.

Verranno prese adeguate precauzioni in particolare nell'impiego di conduttori massicci, guaine metalliche, ecc..

2.6.2.3. Protezione contro le sollecitazioni termiche esterne

Se per qualche ragione il cavo dovesse passare vicino a fonti di calore esterne ad esso, situate nell'ambiente attraversato e se per vincoli strutturali del percorso del cavo tale fatto non fosse eliminabile, allora esso dovrà essere accuratamente protetto contro tale eventualità con materiale termoisolante di adeguata dimensione e spessore, in modo da evitare il suo danneggiamento nel tempo o l'alterazione delle sue caratteristiche di normale funzionamento.

2.6.2.4. 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.

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

2.6.2.5.1. Esposizione all'acqua

Le condizioni di esposizioni all'acqua nelle quali i diversi tipi di cavo possono essere impiegati vanno attentamente valutate in quanto esse sono fonte di pericoli per il cavo.

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.

2.6.2.5.2. Drenaggi

La condensa o penetrazione di acqua sarà prevenuta o eliminata mediante adatti accorgimenti da prendersi in sede di installazione e preoccupandosi sempre di adottare adatti dispositivi di drenaggio dell'acqua, in particolar modo nei pozzetti di giunzione.

I cunicoli, avranno il fondo leggermente inclinato, in modo da permettere l'evacuazione dell'acqua ed evitare che il suo ristagno alla lunga attivi processi di corrosione.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2.6.2.5.3. 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 vegetali, nonché dagli effetti corrosivi degli umori vegetali stessi sulle guaine di rivestimento dei cavi.

2.6.2.5.4. Esposizione alla presenza di fauna

Canalizzazioni esposte alla prevedibile presenza di fauna saranno scelte e installate in modo da ridurre al minimo tale 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; se sarà prevista la presenza di animali in grado di aggredire il piombo, questo sarà protetto da apposito rivestimento.

2.7. COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA ED ALTRI SERVIZI TECNOLOGICI INTERRATI

2.7.1. Coesistenza tra cavi di energia e telecomunicazione

2.7.1.1. 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, nel punto di incrocio, per una lunghezza non inferiore ad 1 m, con uno dei dispositivi di protezione classici (Canalina, Tubo, etc.), detti dispositivi devono essere disposti simmetricamente rispetto all'altro cavo.

Se 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, etc.) 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.

2.7.1.2. Parallelismi fra cavi

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

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

Ove per giustificate esigenze tecniche o ambientali il criterio di cui sopra non possa essere seguito, è ammesso posare i cavi vicini fra loro purché sia mantenuta, fra di 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 applicate quando almeno uno dei cavi è posato, per tutta la tratta interessata, in appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, etc.) 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 telecomunicazione possano venire 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.

2.7.1.3. Dispositivi di protezione meccanica

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.

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

2.7.2. 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 siano diversi e non esistano tra loro particolari accordi, valgono le prescrizioni precedenti.

2.7.3. Incroci fra cavi di energia e tubazioni metalliche interrati

L'incrocio 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.

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.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

Connessione di un impianto solare termodinamico denominato "Gonosfanadiga" di potenza lorda pari a 55.000 kWe

Energogreen Renewables s.r.l.

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 metro 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.

2.7.3.1. Parallelismi fra cavi di energia e tubazioni metalliche, interrati

Nei parallelismi fra cavi di energia e tubazioni metalliche, essi 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:

- quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m;
- 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, purché il cavo di energia e le tubazioni non siano posti a diretto contatto fra loro.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2.7.4. 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".

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. 24.11.1984.

2.7.5. Serbatoi di liquidi e gas infiammabili

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

2.8. 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, etc.) 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 metro sotto il piano del ferro di ferrovie secondarie, tranvie, funicolari terrestri, nonché 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 purché 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).

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

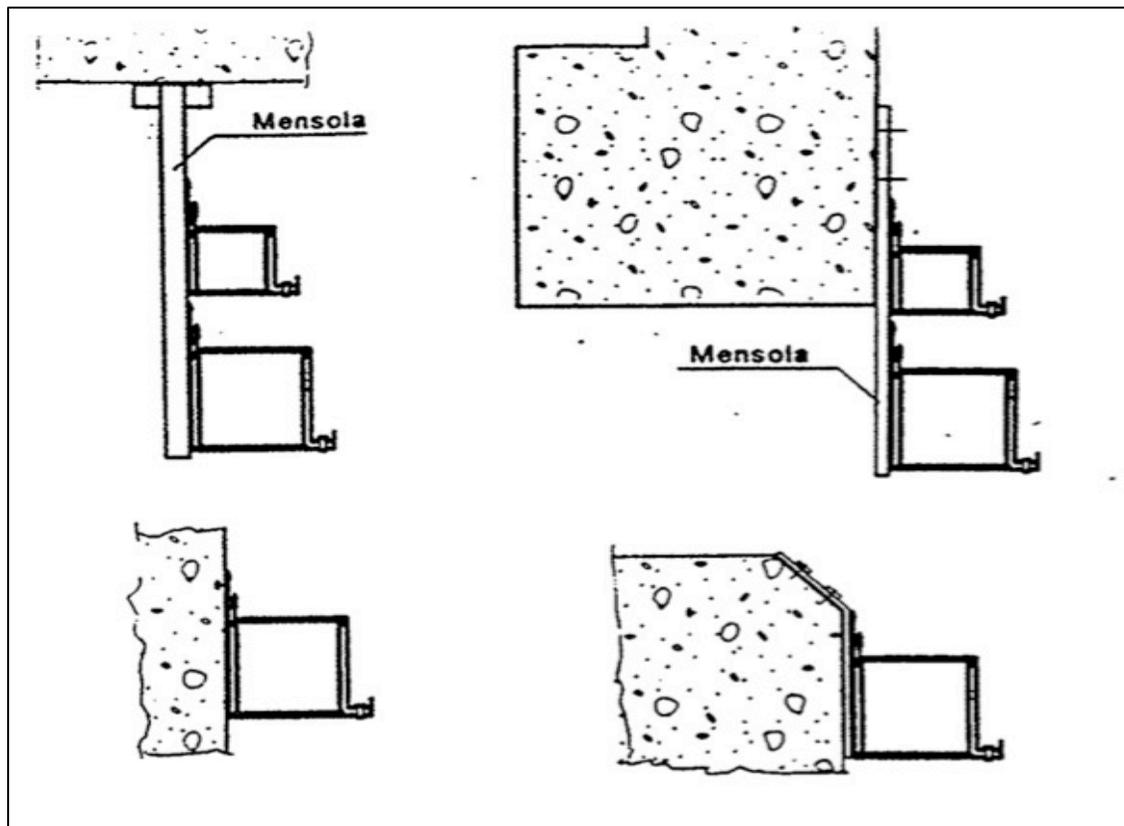


Figura 10: Modalità di attraversamento cavo su manufatti esistenti

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

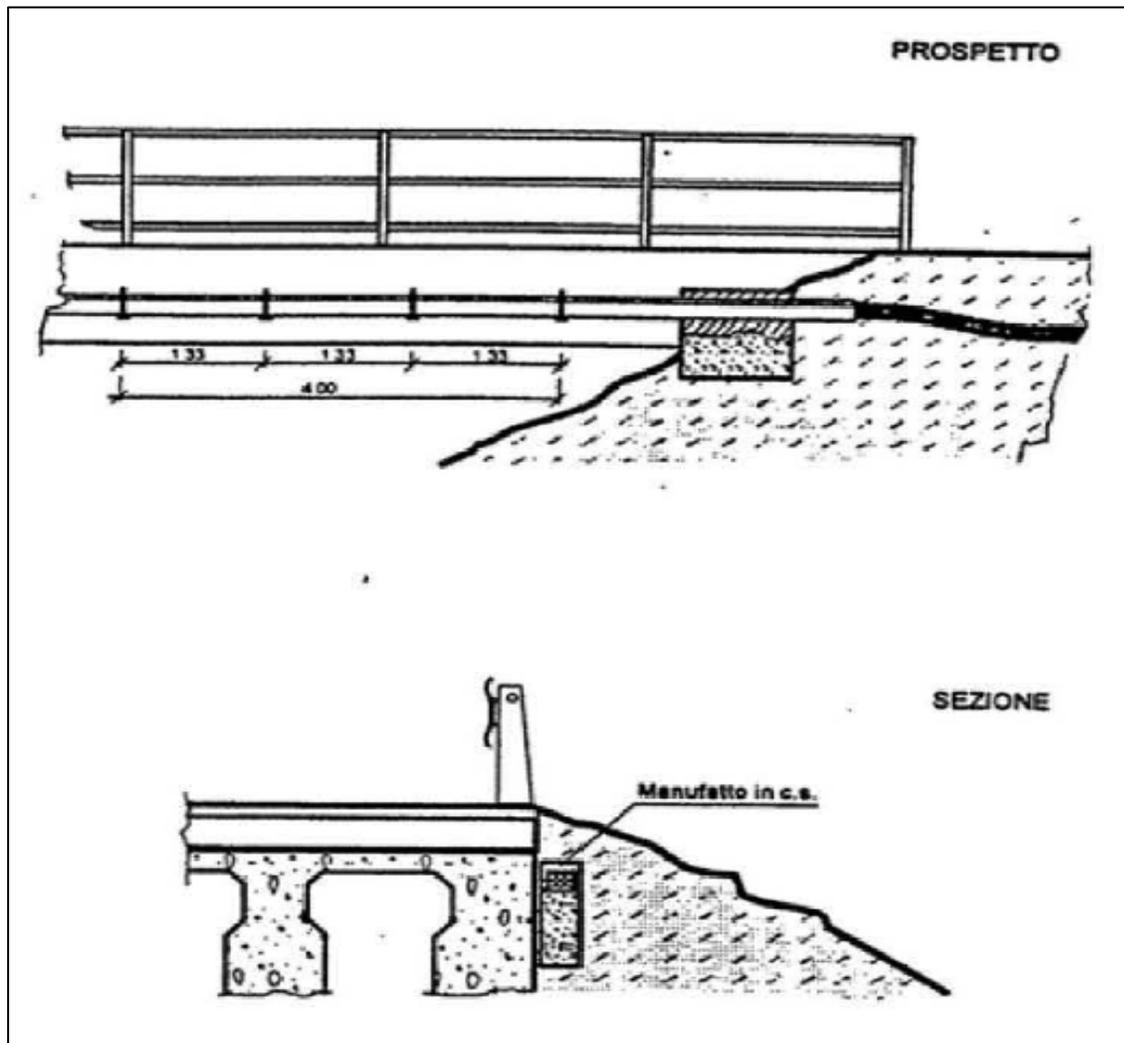


Figura 11: Modalità di attraversamento su manufatti esistenti

2.8.1. 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.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2.9. CAMPI ELETTROMAGNETICI

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

2.9.1. Campi elettrici dovuti a linee in cavo schermato

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

2.9.2. Campi magnetici dovuti a linee in cavo interrate

Per i metodi di calcolo dei campi magnetici, si farà riferimento alla Norma CEI211-4 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 decresce rapidamente con la distanza e con l'incremento della profondità di posa del cavo.

La scelta di queste schermature è stata fatta pur tenendo in debita considerazione le perdite addizionali causate da 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 sono definiti criteri generali circa la mitigazione dei campi elettromagnetici.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2.10. ACCESSORI

2.10.1. 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 ed anomale (sovracorrenti e sovratensioni).

2.10.2. Scelta degli accessori in relazione alle tensioni

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

2.10.3. Scelta degli accessori in relazione alla condizione 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.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2.10.4. 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 possano verificare sfilamenti dei conduttori conseguenti a fenomeni vibratorii, tecnici, etc..

Nel caso di conduttori di alluminio, dovranno essere evitate sollecitazioni meccaniche anomale che facciano insorgere nelle parti costituenti la connessione coazioni interne tali da compromettere il contatto, adottando eventualmente idonei mezzi per ridurre tale rischio (i.e. sistemi auto stringenti, 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 dovranno avere potenziali intrinseci quanto più possibile prossimi tra di loro, onde limitare i 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 allumina, è opportuno adottare adeguati provvedimenti per proteggere la connessione (paste inibenti, nastri tamponanti ecc.).

È necessario, inoltre, che prima dell'applicazione le superfici di contatto in alluminio siano spalmate con pasta abrasiva conduttrice.

Per quanto riguarda la questione dell'isolamento, i materiali impiegati negli accessori non daranno luogo a reazioni tali da influenzare negativamente la vita della canalizzazione.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2.10.5. Buche e giunti

I giunti del cavo terrestre saranno di tipo unipolare, diritto, sezionato e consisteranno essenzialmente in un manicotto elastico prefabbricato in un unico pezzo, con funzione isolante, inglobante la schermatura della connessione ed il dispositivo per il controllo del campo elettrico.

I giunti saranno corredati di uno schermo metallico, da collegare allo schermo dei cavi, realizzato in due metà e provvisto di idonea separazione elettrica; ciascuna parte è inoltre provvista di presa per il collegamento al dispositivo di trasposizione o di messa a terra delle guaine. I giunti saranno completati con un involucro esterno di protezione, con funzione isolante ed anticorrosiva.

I giunti saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 600 m, **in un'apposita buca giunti nella quale è prevista la realizzazione di un impianto di terra costituito da picchetti metallici collegati fra di loro con una corda di rame nudo, e connesso alla calza del cavo.**

Accanto ad ogni buca di giunzione sarà posizionato un pozzetto per l'alloggiamento della cassetta di sezionamento delle guaine.

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.

2.10.6. 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 esempio, nel caso di giunzioni interrato è stato ritenuto opportuno evitare la loro posa in corrispondenza di passi carrai e attraversamenti stradali.

Nel caso di connettori disconnettibili (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.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2.10.7. Collaudo dopo posa

Prima della messa in servizio sarà eseguito un controllo del cavo 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 la posa dei cavi saranno presi accordi caso per caso tra committente ed installatore.

2.10.7.1. 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:

- 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 $36 \text{ kV} < U_0 < 130$ kV.
- 3,5 U_0 per i cavi isolati in carta impregnata con $130 \text{ kV} < U_0 < 230$ 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 sotto indicati:

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.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

Connessione di un impianto solare termodinamico denominato "Gonosfanadiga" di potenza lorda pari a 55.000 kWe

Energogreen Renewables s.r.l.

Tensione di esercizio nominale ($U = 150 + 161 \text{ kV}$, $U_0 = 87$); 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.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2.11. CARATTERISTICHE ELETTRICHE E MECCANICHE DEL CONDUTTORE DI ENERGIA

2.11.1. Dati tecnici del cavo

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto in cavo interrato in esame e del cavo utilizzato sono le seguenti:

- Frequenza nominale 50 Hz
- Tensione nominale 150 KV
- Corrente nominale 267 A
- Potenza nominale (per terna) 70 MVA
- Sezione nominale del conduttore 400 mm² (alluminio); 300 mm² rame
- Isolante **XLPE**
- Diametro esterno massimo 95 mm

I cavi dovranno essere conformi alla norma CEI 20-66:2010-02 attualmente in vigore, identica alla CENELEC HD 632 S2:2008-11 e conforme alla IEC 60840:2011.

Una soluzione per la realizzazione dell'elettrodotto può essere quella di utilizzare 3 cavi unipolari, con conduttore in alluminio di sezione pari a 400 mm².

Le caratteristiche del singolo cavo sono riportate di seguito.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 KV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

Caratteristiche di costruzione	
Materiale del conduttore	Alluminio
Isolamento	XLPE (chemical)
Tipo di conduttore	Corda rotonda compatta
Guaina metallica	Alluminio corrugato termosaldato
Caratteristiche dimensionali	
Diametro del conduttore	23,3 mm
Sezione	400 mm ²
Spessore del semi-conduttore interno	1,5 mm
Spessore medio dell'isolante	20,7 mm
Spessore del semi-conduttore esterno	1,3 mm
Spessore guaina metallica, approx	1,9 mm
Spessore guaina	3,9 mm
Diametro esterno nom.	95,0 mm
Sezione schermo	470 mm ²
Peso approssimativo	7 kg/km
Caratteristiche elettriche	
Max tensione di funzionamento	170 kV
Messa a terra degli schermi - posa a trifoglio	In presenza di corrente
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa a trifoglio	485 A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa a trifoglio	420 A
Portata di corrente, cavi in aria a 30°C, posa a trifoglio	635 A
Portata di corrente, cavi in aria a 50°C, posa a trifoglio	505 A
Messa a terra degli schermi - posa in piano	assenza di correnti di circolazione
Portata di corrente, cavi interrati a 20°C, posa in piano	550 A
Portata di corrente, cavi interrati a 30°C, posa in piano	475 A
Portata di corrente, cavi in aria a 30°C, posa in piano	725 A
Portata di corrente, cavi in aria a 50°C, posa in piano	585 A
Massima resistenza el. del cond. a 20°C in c.c.	0,078 Ohm/km
Capacità nominale	0,15 µF / km
Corrente ammissibile di corto circuito	50 kA
Tensione operativa	150 kV

Figura 12: Caratteristiche cavo in alluminio 400 mm²

In alternativa potrebbe essere utilizzato un cavo in rame di sezione pari a 300 mm².

Per il dettaglio vedere le specifiche nella seguente Figura 13.

Nota:

Il cavo in rame ha caratteristiche elettriche migliori, ma è più costoso del cavo in alluminio; la sezione del cavo in alluminio è maggiore e ciò potrebbe comportare una maggiore rigidità con maggiore difficoltà di messa in posa.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
 Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
 Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
 Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
 Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
 Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

Connessione di un impianto solare termodinamico denominato "Gonnosfanadiga" di potenza lorda pari a 55.000 kWe

Energogreen Renewables s.r.l.

Riteniamo che dal punto di vista elettrico i due cavi di cui si riportano le caratteristiche siano equivalenti. La scelta del tipo di cavo da adottare va fatta al momento della progettazione esecutiva anche tenendo conto del costo internazionale del rame che come noto è soggetto a grandi variazioni, spesso in aumento.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

Single-core Cable for 220/127 (245) kV with Copper wire screen and Lead sheath		XDRCU-PBT
Cable layout <ul style="list-style-type: none"> Copper conductor, round stranded or segmented optionally with longitudinal water barrier Inner semiconductive layer firmly bonded to the XLPE insulation XLPE main insulation, cross-linked Outer semiconductive layer firmly bonded to the XLPE insulation Copper wire screen as short-circuit current carrying component with semi-conductive swelling tapes above and below as longitudinal water barrier Extruded Lead sheath as radial diffusion barrier Thermoplastic oversheath as mechanical protection optionally with semi-conductive and/or flame-retardant layer 	Features of metallic sheath <ul style="list-style-type: none"> Robust seamless construction 100% impervious to moisture Long-term proven design Production process The inner semiconductive layer, the XLPE main insulation and the outer semiconductive layer are extruded in a single operation applying a dry curing and a water or nitrogen cooling method.	
Applicable standards IEC 62067 AIEC CS9 ANSI / ICEA S-108-720		

Technical data

Copper conductor cross-section		Outer diameter (approx.)	Cable weight (approx.)	Capacitance	Impedance (90°C, 50 Hz)	Impedance (90°C, 50 Hz)	Surge impedance	Min. bending radius	Max. pulling force
mm ²	kcmil	mm	kg/m	µF/km	Ω/km	Ω/km	Ω	mm	kN
300	600	100	19	0.12	0.25	0.17	65	2000	18
400	800	100	20	0.13	0.24	0.16	60	2000	24
500	1000	100	22	0.14	0.23	0.15	56	2000	30
630	1250	101	23	0.16	0.22	0.14	51	2000	38
800	1600	105	25	0.19	0.21	0.13	46	2100	48
1000	2000	111	29	0.21	0.20	0.12	42	2200	60
1200	2400	112	32	0.24	0.19	0.12	39	2200	72
1400	2750	112	33	0.25	0.19	0.11	37	2200	84
1600	3200	116	36	0.27	0.18	0.11	36	2300	96
2000	4000	120	40	0.29	0.18	0.10	34	2400	120
2500	5000	130	48	0.31	0.17	0.10	32	2600	150

Ampacity

	Directly buried ..	Directly buried ...	In ducts ..	In ducts ...	In free air ..	In free air ...	In ductbank ...	Directly buried ..
Ambient temp.	20°C	20°C	20°C	20°C	35°C	35°C	15°C	40°C
Soil resistivity	1.0 Km/W	1.0 Km/W	1.0 Km/W	1.0 Km/W	-	-	0.8/1.0 Km/W	1.4 Km/W
mm ²	kcmil	A	A	A	A	A	A	A
300	600	597	650	589	615	716	654	445
400	800	686	750	678	709	838	755	509
500	1000	774	850	766	803	960	855	573
630	1250	879	974	875	920	1122	982	650
800	1600	990	1101	983	1037	1283	1109	727
1000	2000	1168	1293	1152	1219	1542	1304	852
1200	2400	1261	1404	1246	1320	1693	1416	917
1400	2750	1351	1512	1368	1432	1850	1536	983
1600	3200	1441	1620	1490	1544	1978	1654	1043
2000	4000	1595	1805	1654	1720	2229	1843	1147
2500	5000	1749	1990	1817	1896	2496	2035	1260

Calculation basis:

Conductor temperature 90°C, 50 Hz, load factor 1.0, laying depth 1200 mm, phase distance at flat formation 30 cm
Earthing method: Single-Point Bonding or Cross-bonding

Note:

Values apply for cables with rated voltages from 220 kV to 230 kV acc. to IEC 62067

Figura 13: Caratteristiche cavi in rame

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

Connessione di un impianto solare termodinamico denominato "Gonosfanadiga" di potenza lorda pari a 55.000 kW_e

Energogreen Renewables s.r.l.

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 ed anche dall'andamento dei costi di mercato dei metalli.

2.11.2. Giunti di transizione XLPE/XLPE

I giunti unipolari saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 500-600 metri l'uno dall'altro, ed ubicati all'interno di opportune buche giunti che avranno una configurazione come descritto in precedenza.

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.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2.12. SISTEMA DI TELECOMUNICAZIONI

Il sistema di telecomunicazioni sarà realizzato per la trasmissione dati dalla sottostazione ENEL di "Villacidro" alla sottostazione del produttore.

Nella figura seguente è riportato lo schema del cavo che potrà essere utilizzato per il sistema di telecomunicazioni.

Il sistema di telecomunicazione in fibra ottica serve alla trasmissione sicura, veloce ed affidabile dei dati utilizzati dal sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto. Il collegamento sarà costituito da un cavo con 24 fibre ottiche, illustrato nella figura seguente:

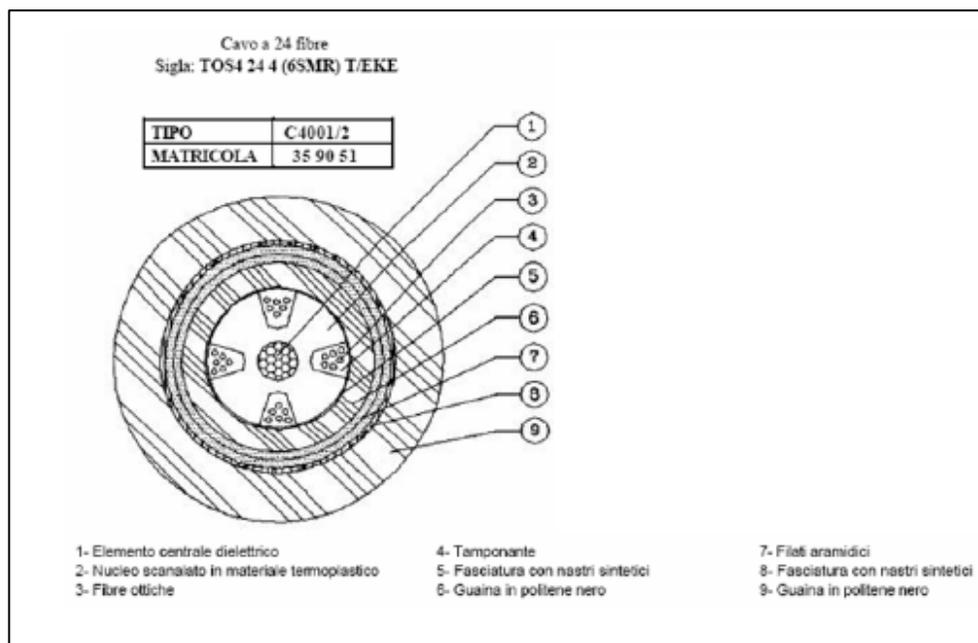


Figura 14: Cavo per telecomunicazioni in fibra ottica

2.13. IMPATTI AMBIENTALI

2.13.1. Rumore

L'elettrodotto in cavo non costituisce fonte di rumore.

2.13.2. 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 magnetico trascurabile già a pochi metri dall'asse dell'elettrodotto.

Nei paragrafi successivi, in apposita figura viene 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. I valori esposti si intendono calcolati al suolo.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2.13.2.1. Richiami normativi sui campi elettrici e magnetici associati al cavidotto

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.

È poi intervenuta, con finalità di riordino e miglioramento della normativa allora vigente in materia, la Legge 36/2001, 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 il **limite di esposizione** il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti; ha definito il **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, l'**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 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.**

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

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.

2.13.2.2. 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 in piano, ad una profondità di 1,5 m, con un valore di corrente pari a 267 A.

In Figura 15 è riportato l'andamento dell'induzione magnetica al suolo, determinata avendo considerato una corrente pari a 267 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.

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).

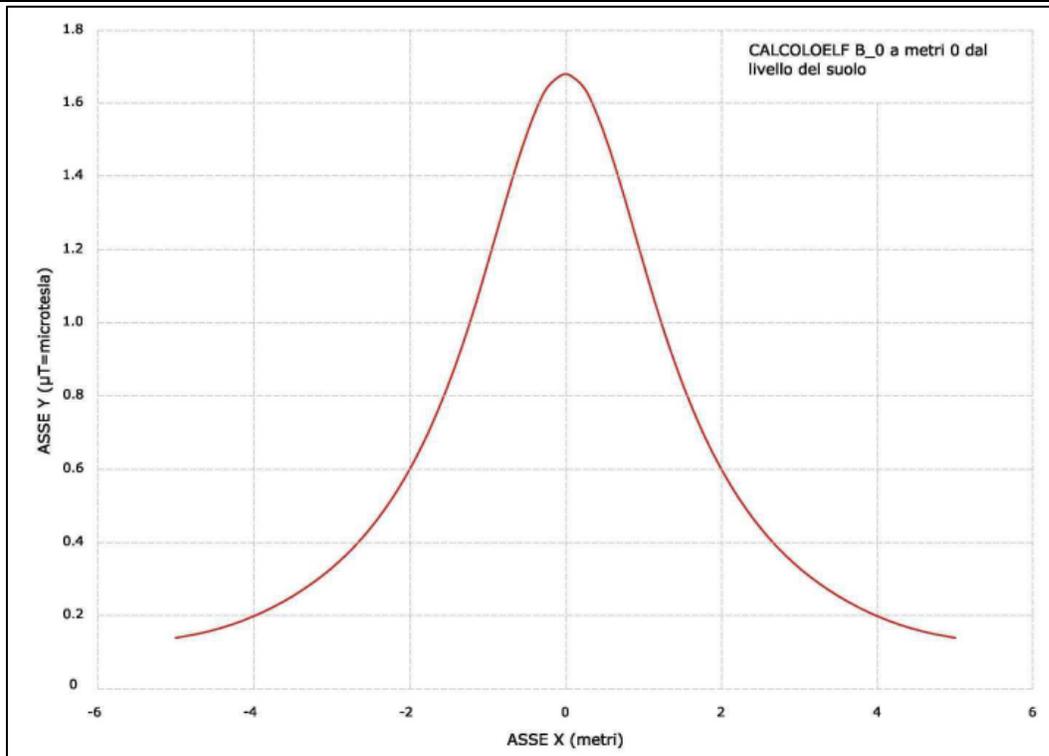


Figura 15: Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo

Il percorso del cavidotto corre quasi esclusivamente in zone dove è altamente improbabile che stazionino delle persone a causa della natura dei luoghi.

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 anche nei casi più critici.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.
società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

2.14. REALIZZAZIONE DELL'OPERA

2.14.1. Fasi di costruzione

La realizzazione dell'opera avverrà per fasi sequenziali di lavoro che permettano di contenere le operazioni in un tratto limitato (circa 500-600 metri) della linea in progetto, avanzando sul territorio in modo progressivo.

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

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

In alcuni casi particolari e comunque dove si renderà necessario, in particolare per tratti interni ai centri abitati ed 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.

2.14.1.1. 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 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.

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

2.14.1.2. 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.

2.14.1.3. 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:

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070

- 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;
- 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.

2.14.1.4. 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 alla realizzazione dell'opera.

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

- ripristini geomorfologici ed idraulici;
- ripristini della vegetazione.

Preliminarmente si procederà alle sistemazioni generali di linea, che consistono nella riprofilatura 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.

2.14.1.5. Scavo della trincea in corrispondenza dei tratti lungo il percorso stradale

Tenendo conto che il tracciato si sviluppa anche su percorso stradale si osserva che quando la strada lo consenta, sarà realizzata, come anticipato, la posa in scavo aperto, mantenendo aperto lo scavo per tutto il tratto compreso tra due giunti consecutivi (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 (attraversamento sede stradale) e solo quando si dovesse rendere necessario, potrà essere possibile interrompere il traffico, per brevi periodi, in 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 cavo tramite sonda nell'alloggiamento sotterraneo e mantenendo aperti solo i pozzetti in corrispondenza di eventuali giunti.

2.15. SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio al D.Lgs. 81/08 e s.m.i. (Testo unico in materia di salute e sicurezza sul lavoro), 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. In seguito, 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.

RELAZIONE ELETTRODOTTO INTERRATO 150 kV

PROJETTO engineering s.r.l.

società d'ingegneria unipersonale

Direttore Tecnico: ING. LEONARDO FILOTICO
Capitale Sociale i. v. : € 119.000,00
Partita Iva e Codice Fiscale : 02658050733
Sede legale: Via dei Mille, 5 - 74024 Manduria (TA)
Sede operativa: Z. I. - Lotto n. 31 - 74020 San Marzano di S. G. (TA)
Tel/Fax: +39 0999574694 - Cell: +39 349 1735914



SR EN ISO 9001 :2008
Certificate No. Q070