



COMUNE DI
BENETUTTI



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



CITTA' METROPOLITANA
DI SASSARI

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA PARI A 29.970 kWp

Sito in Comune di Benetutti – Provincia di Sassari



PROCEDIMENTO AUTORIZZATIVO

PROPONENTE:



BENETUTTI S.R.L.
Via Dott. Giovanni Lai, 5/B
07010 Benetutti (SS)
P.I. 02866920909 – R.E.A. SS-210995
PEC benetuttisrl@legalmail.it

TITOLO ELABORATO:

ELABORATO:

Relazione Tecnico descrittiva elettrodotti
in cavo MT

R16

SCALA / FORMATO

DATA EMISSIONE:

RTE

Relazione f.to A4

22 settembre 2022

BNT.ELT.REL.R16

SOCIETA' PROPONENTE

BENETUTTI S.r.l.

SOCIETA' DI SVILUPPO PROGETTO

EMAN S.r.l.

Responsabile Progetto
P.M. Alberto Laudadio
L. 4 / 2013 - ASSIREP n. 567

Responsabile Elaborato
Ing. Agostino Amato
Ord. Ing. Prov. TO n.7901x

Sviluppo Energie Rinnovabili
Via San Quintino 26/A – 10121 Torino (TO)
P.I. IT 11439230019
Mail technical@emansrl.it – PEC eman.srl@pec.it

Gruppo di Lavoro

REVISIONI

N°	Nome e Cognome	Ruolo	N°	DATA	DESCRIZIONE
01	PM Alberto Laudadio	Management e coordinamento	01	9/15/2022	EMISSIONE
02	Ing. Agostino Amato	Progettazione Elettrica impianto	02		
03	Ing. Vincenzo Vergelli	PTO e Progettazione definitiva	03		
04	Ing. Agide Maria Borelli	Calcoli strutturali	04		
05	Dott.ssa Claudia Carente	Archeologica preventiva	05		
07	Dott. Agr. Fabrizio Vinci	Aspetti agronomici	07		
08	Ing. Gianluca Cadeddu	Tecnico in acustica	08		
09	Dott. Francesco Lecis	Aspetti biotici e avifauna	09		
10	Enviarea snc	SIA- Paesaggio e Aspetti Ambientali	10		
11			11		
12			12		
13			13		

SOMMARIO

1	Premessa	2
2	Normativa di riferimento.....	2
3	Progetto degli elettrodotti.....	4
3.1	Generalità	4
3.2	Il tracciato degli elettrodotti	5
4	Progetto degli elettrodotti.....	5
5	Descrizione delle condizioni di posa e installazione.....	8
5.1	Generalità	8
5.2	Realizzazione dei cavidotti	8
5.3	Raggi di curvatura	9
5.4	Profondità di posa dei tubi	9
5.5	Giunti	9
5.6	Disposizione dei tubi e relativa segnalazione	10
5.7	Verifica di continuità e allineamento dei tubi	11
5.8	Ricoprimento dei tubi.....	11
6	Coesistenza tra cavi elettrici ed altre condutture interrate.....	12

1 Premessa

Il presente documento è da ritenersi parte integrante del progetto elettrico e fornisce la descrizione di 2 elettrodotti interrati in cavidotto MT il primo di collegamento tra le sezioni di impianto e il secondo di collegamento in antenna dell'impianto fotovoltaico con la sottostazione MT/AT di Bono.

Visto la potenza di impianto il collegamento alla RTN dovrà avvenire in AT e necessita della realizzazione di una sottostazione AT/MT per l'elevazione della tensione a 150 kV. La sottostazione è ubicata nel Comune di Bono (SS) ed è oggetto di un altro elaborato.

Quindi scopo del presente documento è la descrizione e le caratteristiche tecniche progettuali della linea in cavo MT a 30 kV dei collegamenti su descritti.

Nel seguito si definiscono le scelte tecniche di base per la realizzazione dell'opera in oggetto, comprendenti essenzialmente il tracciato ed il dimensionamento dei cavi tra i due punti terminali. Vengono, altresì, descritte le modalità di protezione e di installazione dei suddetti cavi.

2 Normativa di riferimento

Di seguito vengono elencati i principali riferimenti normativi e legislativi a cui si è fatto riferimento ai fini del dimensionamento della linea di media tensione in cavo interrato oggetto della presente relazione.

- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
- CEI EN 50110-1 CEI (11-48) Esercizio degli impianti elettrici
- CEI EN 50160 CEI (8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- Norma CEI 11-32 "Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria"

- Norma CEI 11-46 “Strutture sotterranee polifunzionali per la coesistenza di servizi a rete diversi – Progettazione, costruzione, gestione ed utilizzo – Criteri generali di posa”
- Norma CEI 11-47 “Impianti tecnologici sotterranei – Criteri generali di posa”
- Norma CEI 11-61 “Guida all’inserimento ambientale delle linee aeree esterne e delle stazioni elettriche”
- Norma CEI 11-62 “Stazioni del cliente finale allacciate a reti di terza categoria”
- ✓ Norma CEI 11-63 “Cabine Primarie”
- ✓ Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”
- Norma CEI 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell’induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto”
- Norma CEI EN 50086 2-4 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati”
- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 n. 81 - “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
- D.P.R. 22 Ottobre 2001 n. 462 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi”
- Decreto Legislativo 1 agosto 2003 n. 259 "Codice delle comunicazioni elettroniche"
- D.M. 12 Settembre 1959 “Attribuzione dei compiti e determinazione delle modalità e delle documentazioni relative all'esercizio delle verifiche e dei controlli previste dalle norme di prevenzione degli infortuni sul lavoro”
- Testo Unico di Leggi sulle Acque e sugli Impianti Elettrici (R.D. n. 1775 del 11/12/1933);
- Norme per l’esecuzione delle linee aeree esterne (R.D. n. 1969 del 25/11/1940) e successivi aggiornamenti (D.P.R. n. 1062 del 21/6/1968 e D.M. n. 449 del 21/3/1988);
- “Approvazione delle norme tecniche per la progettazione l’esecuzione e l’esercizio delle linee aeree esterne” (D.M. n. 449 del 21/03/1988);
- “Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell’esercizio di linee elettriche aeree esterne” (D.M. 16/01/1991) e successivi aggiornamenti (D.M. 05/08/1998);

- Codice Civile (relativamente alla stipula degli atti di costituzione di servitù);
- “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz)” (D.P.C.M del 8/07/2003);
- “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l’accumulo e l’utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8” (D.M. 24.11.1984 e s.m.i.);
- Codice della strada (D.Lgs. n. 285/92) e successive modificazioni;
- Leggi regionali e regolamenti locali in materia di rilascio delle autorizzazioni alla costruzione degli elettrodotti, qualora presenti ed in vigore.

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

3 Progetto degli elettrodotti

3.1 Generalità

Il tracciato della linea è stato studiato in armonia con quanto dettato dall'art.121 del T.U. 11-12-1933 n.1775, comparando le esigenze di pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati.

Nella definizione dell’opera sono stati adottati i seguenti criteri progettuali:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato sia per occupare la minor porzione possibile di territorio, sia per non superare certi limiti di convenienza tecnico economica;
- mantenere il tracciato del cavo il più possibile all’interno delle strade esistenti, soprattutto in corrispondenza dell’attraversamento di nuclei e centri abitati, tenendo conto di eventuali trasformazioni ed espansioni urbane future;
- evitare per quanto possibile di interessare case sparse e isolate, rispettando le distanze minime prescritte dalla normativa vigente;
- minimizzare l’interferenza con le eventuali zone di pregio naturalistico, paesaggistico e archeologico;

Inoltre, per quanto riguarda l’esposizione ai campi magnetici, in linea con il dettato dell’art. 4 del DPCM 08-07-2003 di cui alla Legge. n° 36 del 22/02/2001, i tracciati sono stati eseguiti tenendo conto dell’obiettivo di qualità di 3 μ T.

3.2 Il tracciato degli elettrodotti

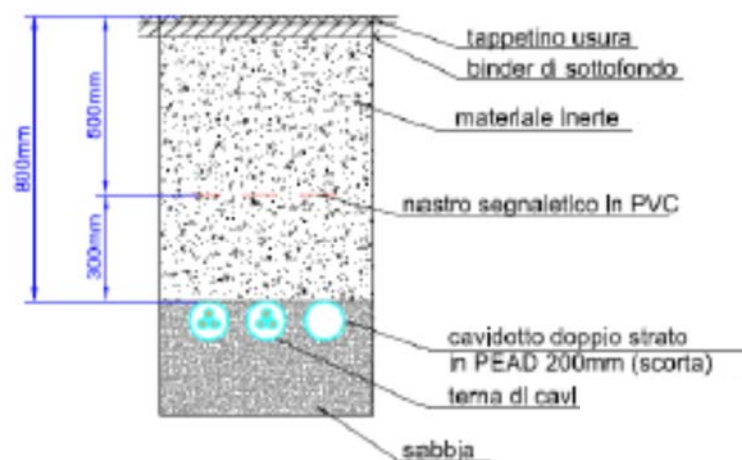
Il tracciato dei 2 elettrodotti è riportato negli elaborati grafici “*Lay out su catastale – Vista di insieme*” e “*Lay out su CTR – Vista di insieme*”

La lunghezza dei due elettrodotti sarà approssimativamente pari a :

Per l'elettrodotto di collegamento tra le 2 parti di impianto = 3440 m

Per l'elettrodotto di collegamento l'impianto e la sottostazione MT/AT = 10100 m

Entrambi gli elettrodotti saranno completamente interrati ed avranno una sezione tipica di scavo riportata in figura seguente.



4 Progetto degli elettrodotti

Come precedentemente riportato i 2 elettrodotti avranno un livello di tensione pari a 30 kV quindi possono venire trattati come elettrodotti di media tensione . Per la determinazione della corrente di impiego viene utilizzata la seguente formula

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos \varphi}$$

Dove $k_{ca} = 1,73$

Mentre P_d , potenza nominale di impianto, è uguale a 10175 kW per l'elettrodotto di collegamento tra Nord e Sud e 29970 kW per l'elettrodotto di collegamento alla sottostazione MT/AT. Si considera un $\cos \varphi$ pari a 0,95. Tenendo conto delle perdite di linea, mediante utilizzo del software di calcolo Ampere di Electro Graohics otteniamo:

$I_b = 574,6 \text{ A}$ l'elettrodotto di collegamento alla sottostazione MT/AT

$I_b = 195 \text{ A}$ l'elettrodotto di collegamento tra le 2 sezioni di impianto .

La linea sar  realizzata interamente in cavo interrato, in modo tale da ridurre l'impatto ambientale, utilizzando cavi di tipo tripolare ad elica con conduttori in alluminio, aventi isolamento estruso (HEPR o XLPE) e schermo in rame avvolto a nastro sulle singole fasi, adatti per posa interrata, figura 1:

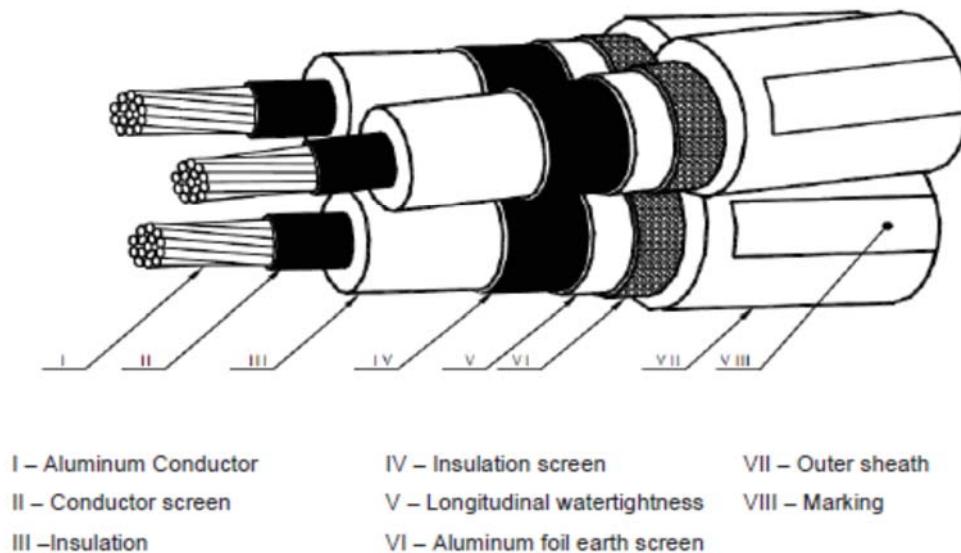


Figura 1 Cavo tripolare ad elica con conduttori in alluminio

Nella tabella 1 vengono riportate le principali caratteristiche tecniche dei cavi scelti:

Tabella 1

Nominal cross-section [mm ²]	Minimum number of wires	Diameter of conductors [mm]		Maximum resistance of conductor at 20°C [Ω/km]
		Minimum	Maximum	
95	15	11,0	12,0	0,320
150	15	13,7	15,0	0,206
185	30	15,3	16,8	0,164
240	30	17,6	19,2	0,125
400	53	22,3	24,6	0,0778

Ai fini del dimensionamento sono state ipotizzate le seguenti condizioni di posa standard:

- √ Profondità di posa 1,2 m;

- ✓ Resistività termica del terreno 1 K m/ W;
- ✓ Temperatura del terreno 20° C;
- ✓ Numero di circuiti all'interno dello stesso tubo protettivo: 1

Ai fini del corretto dimensionamento della linea è stata applicata la seguente relazione:

$$I_B \leq I_z = I_{zo} \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4$$

dove:

- ✓ I_B è la corrente di impiego calcolata;
- ✓ I_z è la portata del cavo nelle condizioni di posa previste in fase di progetto;
- ✓ I_{zo} è la portata del cavo in condizioni di posa standard;
- ✓ K_1 è il fattore di correzione per profondità di posa diversa da 1,2 m;
- ✓ K_2 è il fattore di correzione per temperatura del terreno diversa da 20°C;
- ✓ K_3 è fattore di correzione per resistività termica del terreno diversa da 1 K m/W
- ✓ K_4 è il fattore di correzione da applicare in caso di più circuiti all'interno dello stesso tubo protettivo;

Considerando che le condizioni di posa, ai fini del corretto dimensionamento è stata applicata la seguente relazione:

$$I_b \leq I_z$$

Tenendo conto del valore della corrente di impiego, si è scelto di utilizzare terne di cavi da 240 mmq più precisamente:

Elettrodotto di collegamento tra sezione Nord e Sud :

- ✓ $S = 1 \times (3 \times 240) \text{ mm}^2$;
- ✓ $I_z = 392 \text{ A}$;
- ✓ $U_o/U = 18/30 \text{ kV}$;

Elettrodotto di collegamento alla sottostazione MT/AT :

- ✓ $S = 4 \times (3 \times 240) \text{ mm}^2$;
- ✓ $I_z = 1569 \text{ A}$;
- ✓ $U_o/U = 18/30 \text{ kV}$;

Determinata la sezione del cavo, è stata calcolata la massima caduta di tensione,

$$\Delta V = K_v [(r \cdot L \cdot I_B \cos\varphi) + (x \cdot L \cdot I_B \sin\varphi)]$$

dove:

- ✓ K_v è un coefficiente che per linee trifase è pari a $\sqrt{3}$;
- ✓ r è la resistenza chilometrica del cavo, pari a $0,125 \Omega/\text{km}$;
- ✓ x la reattanza chilometrica del cavo, pari a $0,10 \Omega/\text{km}$;
- ✓ L la lunghezza della linea, pari a $3,4 \text{ km}$ e $10,1 \text{ km}$;
- ✓ I_B è la corrente di impiego, pari a 195 A e $574,6 \text{ A}$
- ✓ $\cos\phi$ è il fattore di potenza, pari a $0,95$.

Sostituendo i valori delle grandezze elettriche nella precedente relazione, è stata calcolata la massima caduta di tensione:

$$\Delta V\% = (\Delta V/V) \times 100$$

Otteniamo:

$$\Delta V\% = 1,6\% \quad \text{elettoconduttore tra impianto e sottostazione MT/AT}$$

$$\Delta V\% = 2,5\% \quad \text{elettoconduttore tra le sezioni di impianto.}$$

Nota: Si tenga conto che la cdt % tra le sezioni di impianto comprende anche la cdt % del elettoconduttore di collegamento alla sottostazione.

5 Descrizione delle condizioni di posa e installazione

5.1 Generalità

La linea elettrica di media tensione oggetto della presente relazione tecnica, sarà realizzata in cavo interrato posato all'interno di un apposito cavidotto, adagiato su un letto di terra vagliata ovvero sabbia o pozzolana ad una profondità di almeno $1,00 \text{ m}$ misurato dall'estradosso superiore del tubo. La presenza dei cavi elettrici verrà segnalata con apposito nastro di segnalazione come meglio specificato nei successivi paragrafi.

Per cavidotto si intende il tubo interrato (o insieme di tubi) destinato ad ospitare i cavi di media e/o bassa tensione, compreso il regolare ricoprimento della trincea di posa (reinterro), gli elementi di segnalazione e/o protezione (nastro monitor, cassette di protezione o manufatti in cls) e le eventuali opere accessorie (quali pozzetti di posa/ispezione, chiusini, ecc..).

5.2 Realizzazione dei cavidotti

La realizzazione dei cavidotti MT deve essere effettuata tenendo conto della presenza degli altri servizi interrati (acqua, gas, telecomunicazioni, ecc..).

È a cura del richiedente prendere accordi con gli esercenti di tali servizi al fine di assicurare il rispetto delle prescrizioni della norma CEI 11-17 e del DM 24.11.1984.

Va altresì premesso che la posa delle tubazioni dovrà avvenire per lo più su “strada pubblica” limitando al minimo necessario la posa su “terreno privato”.

5.3 Raggi di curvatura

Nella posa dei tubi le curve devono essere limitate al minimo necessario e comunque dovranno avere un raggio di curvatura non inferiore a 1,50 m. in particolare il profilo della tubazione MT deve essere quanto più lineare possibile evitando in particolare le strozzature dei tubi nei casi di incrocio con altre opere.

Profondità di posa dei tubi

5.4 Profondità di posa dei tubi

La profondità di posa dei tubi, dovrà essere tale da garantire almeno 1,0 m misurato dall’estradosso superiore del tubo. Va tenuto conto che detta profondità di posa minima deve essere osservata, in riferimento alla strada, tanto nella posa longitudinale che in quella trasversale fino anche nei raccordi ai pozzetti. La figura seguente illustra sinteticamente le prescrizioni indicate:

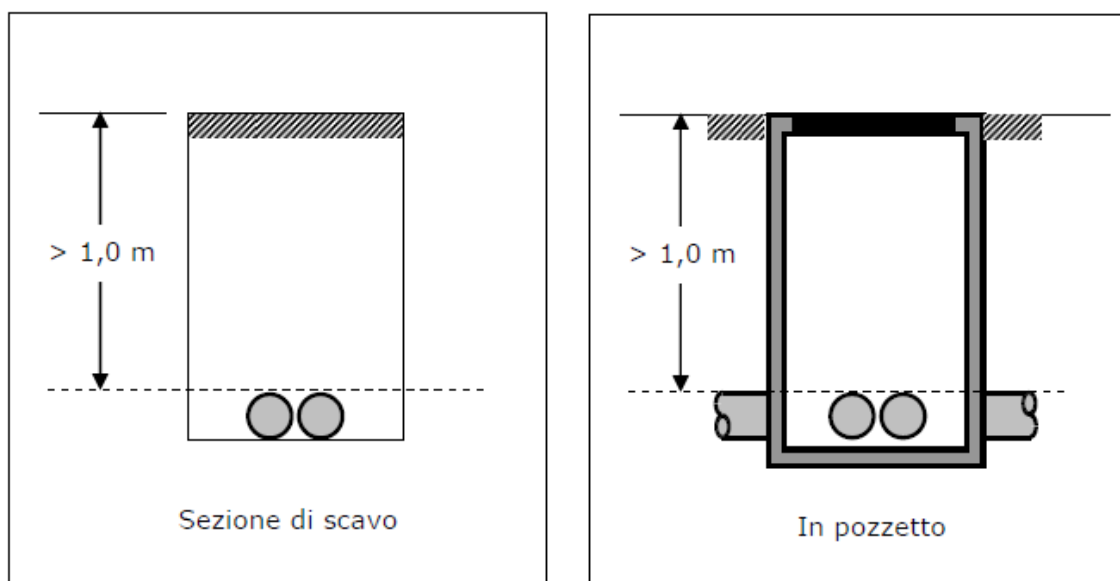


Figura 2 Profondità di posa dei tubi

Inoltre Il fondo dello scavo deve essere piatto e privo di asperità che possano danneggiare le tubazioni.

5.5 Giunti

I giunti servono a collegare tra loro due pezzature contigue di cavo e devono provvedere:

- Alla connessione dei conduttori di due pezzature di cavo mediante manicotti metallici chiamati connettori;
- All’isolamento del conduttore e al ripristino dei vari elementi del cavo;

- A controllare la distribuzione del campo elettrico, per evitare concentrazioni localizzate che possono provocare in breve tempo alla perforazione del giunto;
- Al mantenimento della continuità elettrica tra gli schermi metallici dei cavi;
- Alla protezione dall'ambiente nel quale il giunto è posato.

Nel caso in esame la tipologia di giunto che potrebbe essere utilizzato è quello dritto, per collegare cavi dello stesso tipo. Nelle giunzioni fra cavi, i connettori sono i componenti deputati alla sola continuità elettrica; essi sono installati sui conduttori dei cavi mediante compressione eseguita con presse idrauliche e con le rispettive matrici a corredo. Per l'installazione dei connettori sui cavi MT in alluminio, particolarmente sensibili all'ossidazione, a differenza del rame dove si produce una pellicola di ossido protettivo, e dove la presenza di aria nei trefoli genera un processo corrosivo irreversibile, sono previste compressioni (punzonature) molto profonde per realizzare una deformazione omogenea dei due componenti assiemati.

I connettori si distinguono per materiali costituenti e foggia, secondo l'impiego a cui sono destinati.

I giunti unipolari saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a circa 500÷800 m l'uno dall'altro. Il posizionamento dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione della lunghezza delle pezzature del cavo, delle interferenze sotto il piano di campagna e di eventuali vincoli per il trasporto. Si prevede l'esecuzione di ca. 120 giunti unipolari .

5.6 Disposizione dei tubi e relativa segnalazione

Lungo la canalizzazione i tubi andranno collocati tutti sullo stesso piano di posa. Se sono previste tubazioni MT e BT sulla stessa trincea si potrà ricorrere eventualmente alla posa sovrapposta (con un massimo di due strati): in tal caso sullo strato superiore dovrà essere collocata la canalizzazione BT.

Al di sopra dei cavidotti ad almeno 0,2 m dall'estradosso del tubo stesso, dovrà essere collocato il nastro monitor con la scritta CAVI ELETTRICI; nel caso in cui vengano impegnate strade pubbliche, si dovrà comunque evitare la collocazione del nastro immediatamente al di sotto della pavimentazione, onde evitare che successivi rifacimenti della stessa possano determinarne la rimozione. Le prescrizioni suddette sono sintetizzate nella figura seguente:

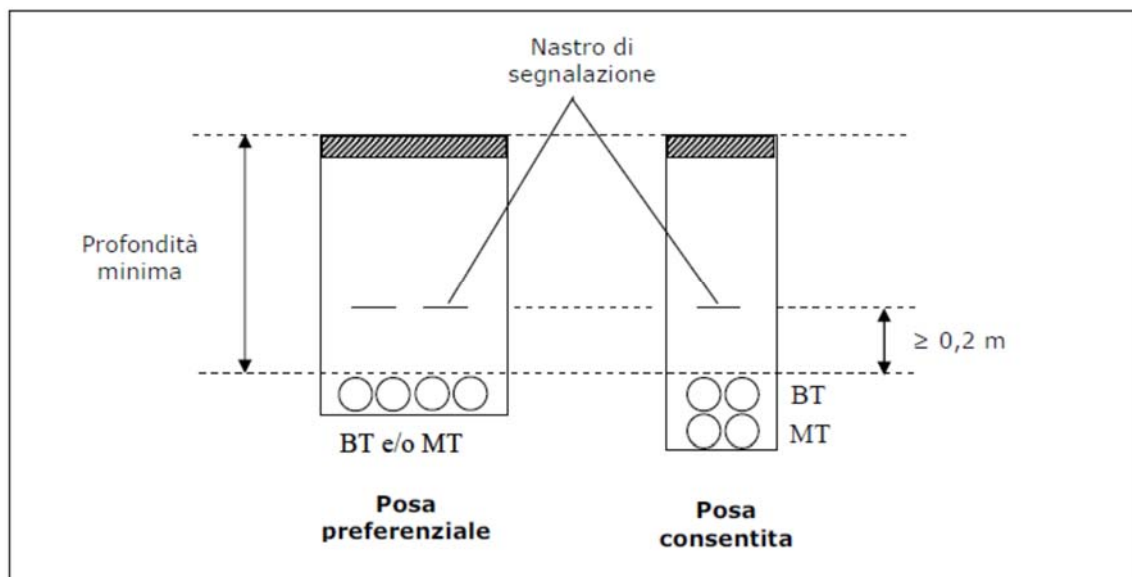


Figura 3 modalità di posa e segnalazione dei tubi interrati

5.7 Verifica di continuità e allineamento dei tubi

Una volta completata la posa dei tubi, prima del loro ricoprimento, si dovrà verificare la continuità del tubo. In particolare, al fine di impedire l'ingresso di terra o altro materiale all'interno dei cavidotti si dovrà verificare:

- ✓ La giunzione dei tubi;
- ✓ La sigillatura delle estremità dei tubi che non si attestino a pozzetti.

5.8 Ricoprimento dei tubi

Laddove le amministrazioni competenti non diano particolari prescrizioni in merito alle modalità di ricoprimento della trincea, valgono le seguenti indicazioni:

- La prima parte del reinterro deve essere eseguita con sabbia o terra vagliata successivamente irrorata con acqua in modo da realizzare una buona compattazione;
- La restante parete della trincea (esclusa la pavimentazione) dovrà essere riempita a strati successivi di spessore non superiore a 0,3 m ciascuno utilizzando il materiale di risulta dello scavo.

Le suddette prescrizioni vengono sintetizzate nella seguente figura:

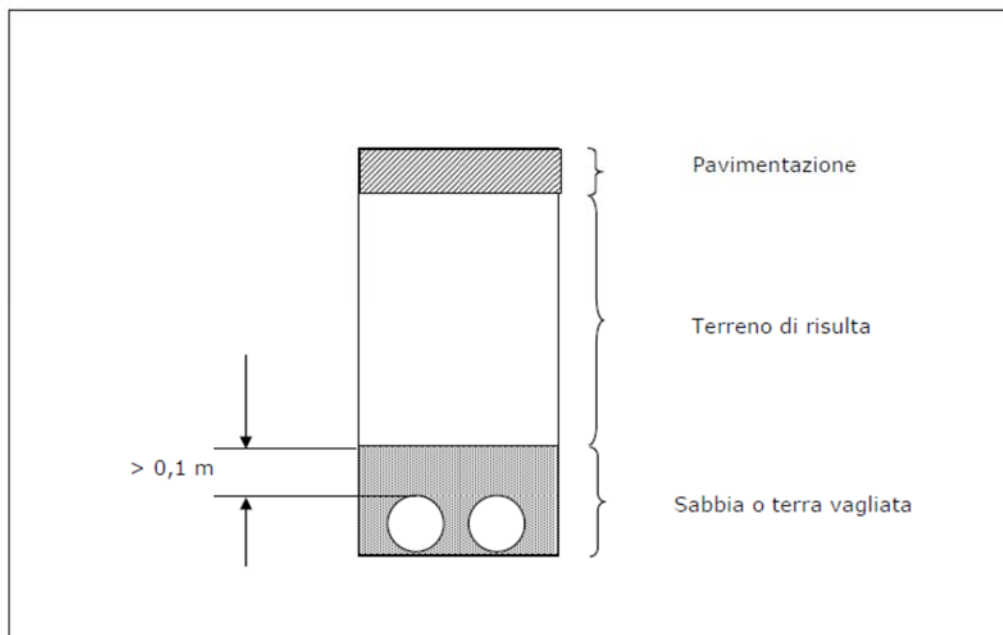


Figura 4 modalità di ricoprimento della trincea di scavo

6 Coesistenza tra cavi elettrici ed altre condutture interrato

Le prescrizioni in merito alla coesistenza tra i cavidotti MT-BT e le condutture degli altri servizi del sottosuolo derivano principalmente dalle seguenti norme:

- Norme CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo”;
- DM 17.08.2008 “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l’accumulo e l’utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8”.

Eventuali prescrizioni aggiuntive saranno comunicate dai vari enti a cui sarà richiesto il coordinamento dei sottoservizi.

Incrocio e parallelismo tra cavi di energia e cavi di telecomunicazione interrati:

Nell’eseguire l’incrocio o il parallelismo tra due cavi direttamente interrati, la distanza tra i due cavi non deve essere inferiore a 0,3 m. Quando almeno uno dei due cavi è posto dentro manufatti di protezione meccanica (tubazioni, cunicoli, ecc.) che ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza necessità di effettuare scavi, non è necessario osservare alcuna distanza minima.

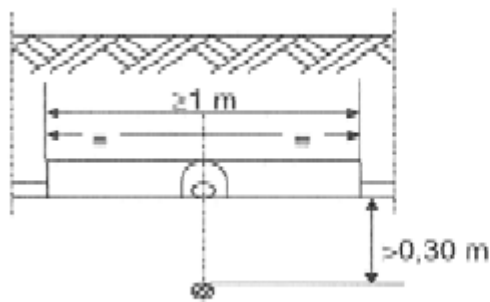


Fig. 1

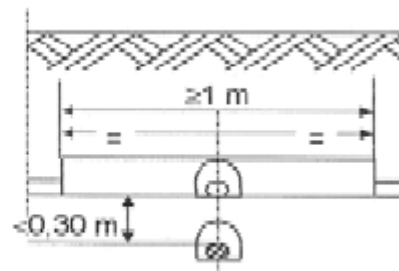
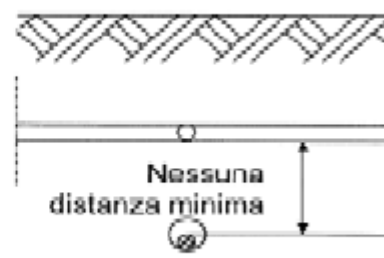
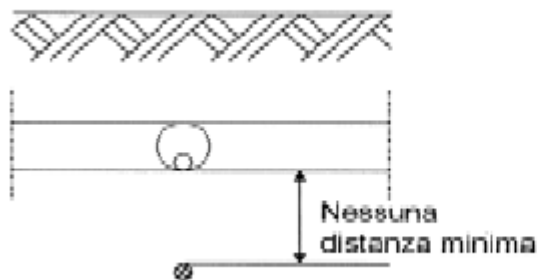


Fig. 2



Incroci tra cavi di energia e tubazioni metalliche interrate:

L'incrocio fra cavi di energia e le tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi [acquedotti, gasdotti, oleodotti e simili] o a servizi di posta pneumatica, non deve essere effettuato sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse. I cavi di energia non devono presentare giunzioni se non a distanze ≥ 1 m dal punto di incrocio con le tubazioni a meno che non siano attuati i provvedimenti scritti nel seguito. Nei riguardi delle protezioni meccaniche, non viene data nessuna particolare prescrizione nel caso in cui la distanza minima misurata fra le superfici esterne dei cavi di energia e delle tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione, è superiore a 0,50 m [Fig. 8a e 8b].

Tale distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0,30 m nel caso in cui una delle strutture di incrocio è contenuta in un manufatto di protezione non metallico prolungato almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura [Fig. 9]. Un'altra soluzione, per ridurre la distanza di incrocio fino ad un minimo di 0,30 m è quella di interporre tra cavi energia e tubazioni metalliche un elemento separatore non metallico [come ad esempio lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido]; questo elemento deve poter coprire, oltre la superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0.30 m di larghezza ad essa periferica [Fig. 10].

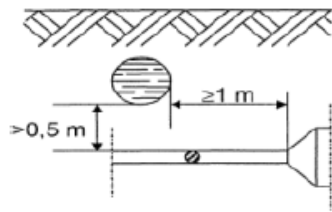


Fig. 8a

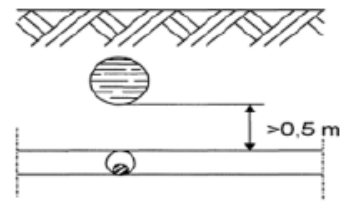


Fig. 8b

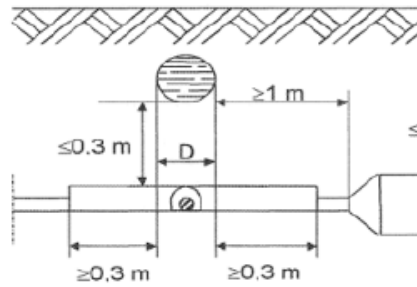


Fig. 9

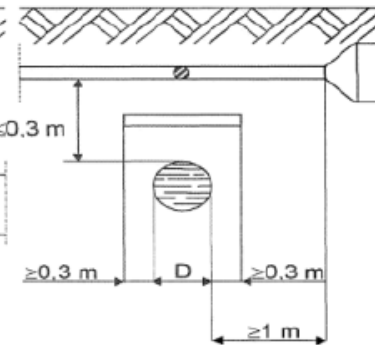
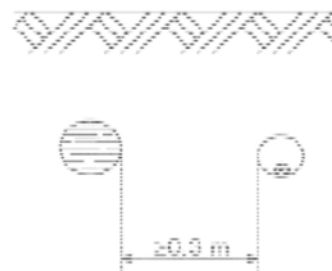
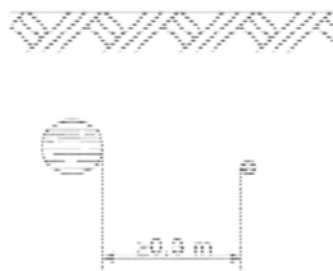


Fig. 10

Parallelismi tra cavi di energia e tubazioni metalliche interrate

In nessun tratto la distanza misurata in proiezione orizzontale fra le due superfici esterne di eventuali altri manufatti di protezione, deve risultare inferiore a 0,3 m.



Incroci e parallelismi tra cavi di energia in tubazione e tubazioni di gas con densità non superiore a 0,8 non drenate con pressione massima di esercizio >5 Bar

Nei casi di sopra e sottopasso tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni non drenate, la distanza misurata in senso verticale fra le due superfici affacciate deve essere $\geq 1,50$ m [Fig. 16a e 16b]. Qualora non sia possibile osservare tale distanza, la tubazione del gas deve essere collocata entro un tubo di protezione che deve essere prolungato da una parte e dall'altra dell'incrocio per almeno 1 m nei sottopassi e 3 m nei sovrappassi; le distanze vanno misurate a partire dalle tangenti verticali alle pareti esterne della canalizzazione [Fig. 17 e 18]; in ogni caso deve essere evitato il contatto metallico tra le superfici affacciate. Nei parallelismi tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni non drenate, la distanza minima tra le due superfici affacciate non deve essere inferiore alla profondità di interramento della condotta del gas [Fig. 19], salvo l'impiego di diaframmi continui di separazione [Fig. 20].

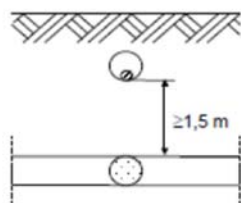


Fig. 16a

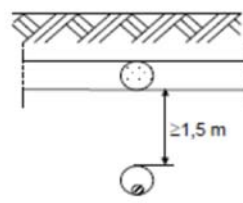


Fig. 16b

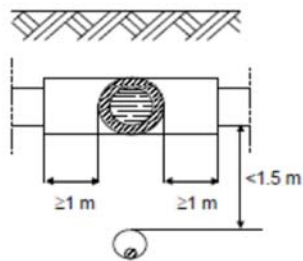


Fig. 17

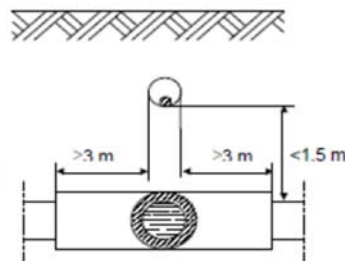


Fig. 18

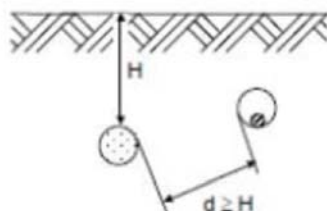


Fig. 19

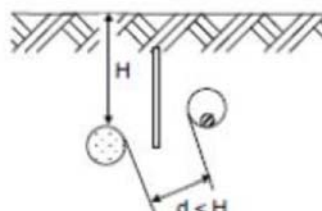


Fig. 20

Incroci e parallelismi tra cavi di energia in tubazione e tubazioni di gas con densità non superiore a 0,8 non drenate con pressione massima di esercizio 5 Bar

Nel caso di sopra e sottopasso tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni del gas la distanza misurata tra le due superfici affacciate deve essere: per condotte di 4^a e 5^a Specie: >0,50 m [Fig. 21a e 21b]; per condotte di 6^a e 7^a Specie: tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati. Qualora per le condotte di 4^a e 5^a Specie, non sia possibile osservare la distanza minima di 0,5 m, la condotta del gas deve essere collocata entro un manufatto o altra tubazione di protezione e detta protezione deve essere prolungata da una parte e dall'altra dell'incrocio stesso per almeno 3 m nei sovrappassi [Fig. 22] e 1 m nei sottopassi [Fig. 23], misurati a partire dalle tangenti verticali alle pareti esterne dell'altra canalizzazione. Nei casi di percorsi paralleli tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni del gas la distanza misurata tra le due superfici affacciate deve essere: per condotte di 4^a e 5^a specie: > 0.50 m [Fig. 24]; per condotte di 6^a e 7^a tale da consentire gli eventuali interventi di manutenzione su entrambi i servizi interrati. Qualora per le condotte di 4^a e 5^a specie non sia possibile osservare la distanza minima di 0,50 m, la tubazione dei gas deve essere collocata entro un manufatto o altra tubazione [Fig. 25]; nei casi in cui il parallelismo abbia lunghezza superiore a 150 m la condotta dovrà essere contenuta in tubi o manufatti speciali chiusi, in muratura o cemento, lungo i quali devono essere disposti diaframmi a distanza opportuna e dispositivi di sfiato verso l'esterno. Detti dispositivi di sfiato devono essere costruiti con tubi di diametro interno non inferiore a 20mm e devono essere posti alla distanza massima tra loro di 150m e protetti contro l'intasamento.

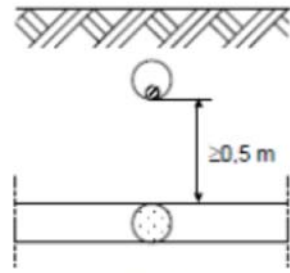


Fig. 21a

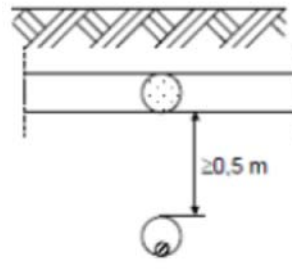


Fig. 21b

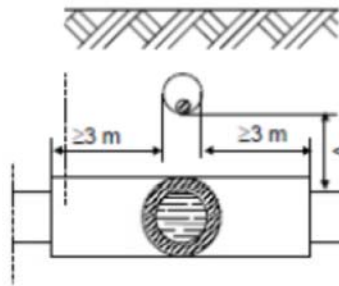


Fig. 22

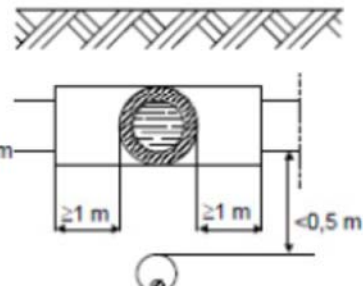


Fig. 23

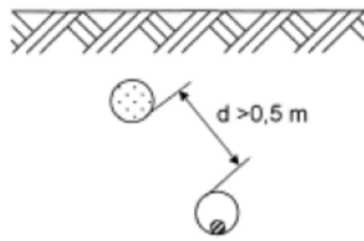


Fig. 24

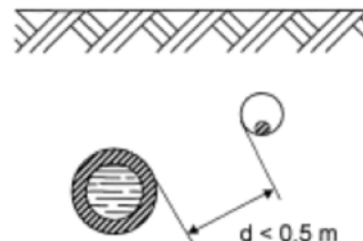


Fig. 25

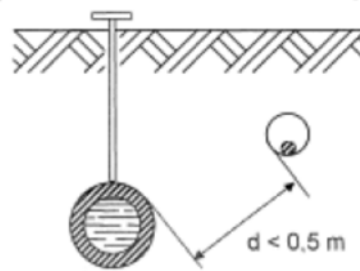


Fig. 26