

**IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE A 15 KV DELL'IMPIANTO  
FOTOVOLTAICO NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI PENNE (PE)**

**Progetto Definitivo**

**Relazione Tecnica**

**Proponente:**

**V-RIDIUM SOLAR ABRUZZO 1 S.R.L.**

**Via Giorgio Ribotta, 21**

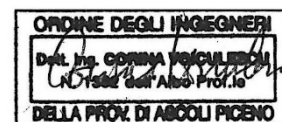
**00186 Roma (RM)**

**Progettazione:**

**Logos Engineering**

**Via Pontida, 7**

**San Benedetto del Tronto (AP)**



**SOMMARIO**

1 PREMESSA ..... 2

2 MODALITA’ DI REALIZZAZIONE DEI CAVIDOTTI INTERRATI MT E BT (RIF. GUIDA ENEL) ..... 2

    2.1 Generalità ..... 2

    2.2 Distanze dei cavidotti MT – BT da altre opere ..... 6

        2.2.1 Incroci tra cavi di energia e cavi di telecomunicazione (Norme CEI 11-17) ..... 7

    2.3 Scheda tecnica cavi MT ..... 15

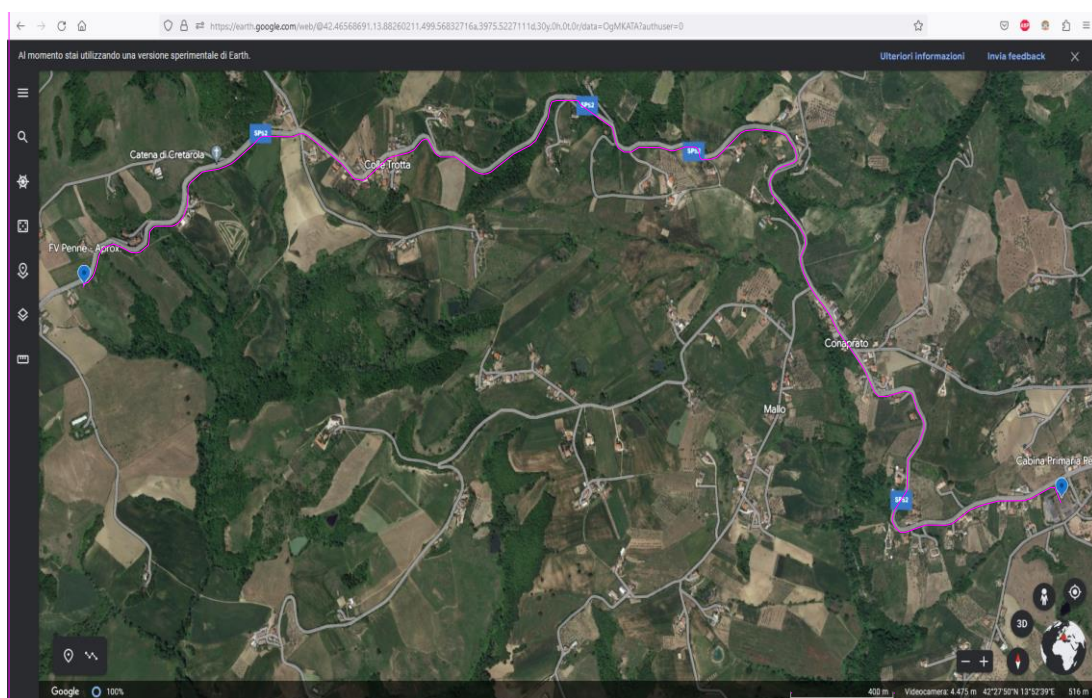
## 1 PREMESSA

La presente relazione tecnica è riferita alla realizzazione di un elettrodotto MT/BT in cavo interrato ad elica denominato “V-IRIDIUM ABRUZZO 1 - PENNE” nel Comune di PENNE.

Sono presenti quattro cabine di trasformazione. Una all’interno del lotto 1 (a Nord) e tre all’interno del lotto 2 (a Sud). Tutte si collegano alla cabina utente posta all’interno del lotto 2 tramite cavo interrato.

La cabina utente è posta a circa 3 m dalla cabina di consegna posta sempre all’interno del lotto 2.

Il cavo interrato (linea magenta) uscente dalla Cabina Primaria fino alla Cabina di Consegna Utente.



Planimetria soluzione di connessione

## 2 MODALITA' DI REALIZZAZIONE DEI CAVIDOTTI INTERRATI MT E BT (RIF. GUIDA ENEL)

### 2.1 Generalità

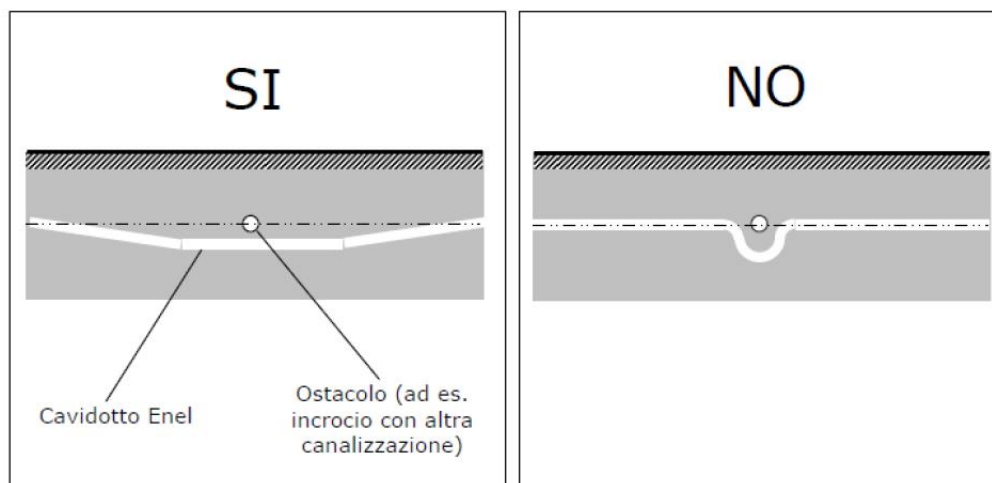
Per il cavidotto si intende il tubo interrato (o l'insieme di tubi) destinato ad ospitare i cavi di media e/o bassa tensione, compreso il regolatore ricoprimento della trincea di posa (reinterro), gli elementi di segnalazione e/o protezione (nastro monitor, cassette di protezione o manufatti in cls).

La realizzazione dei cavidotti MT e BT deve essere effettuata tenendo conto della presenza degli altri servizi interrati (acqua, gas, telecomunicazioni, ecc) e la posa dei tubi dovrà avvenire per lo più su “strada pubblica” limitando al minimo necessario la posa su “terreno privato”.

### Raggi di curvatura dei tubi

Nella posa dei tubi le curve devono essere limitate al minimo necessario e comunque dovranno avere un raggio non inferiore a 1,50 m. In particolare, il profilo della tubazione MT e BT deve essere quanto più

lineare possibile evitando in particolare le “strozzature” nei casi di incrocio con altre opere o per la eventuale presenza di ostacoli (v. figura 1).

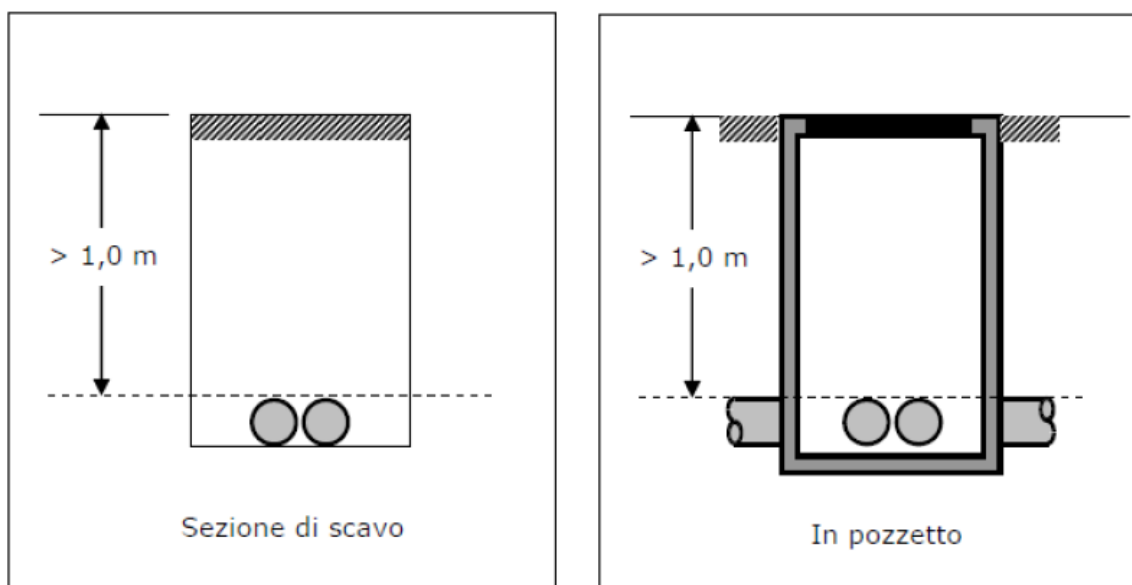


**FIGURA 1** – Profilo dei cavidotti MT e BT

### Profondità di posa dei tubi

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

La profondità minima di posa dei tubi deve 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 fin anche nei raccordi ai pozzetti. La figura 2 illustra sinteticamente le prescrizioni indicate.

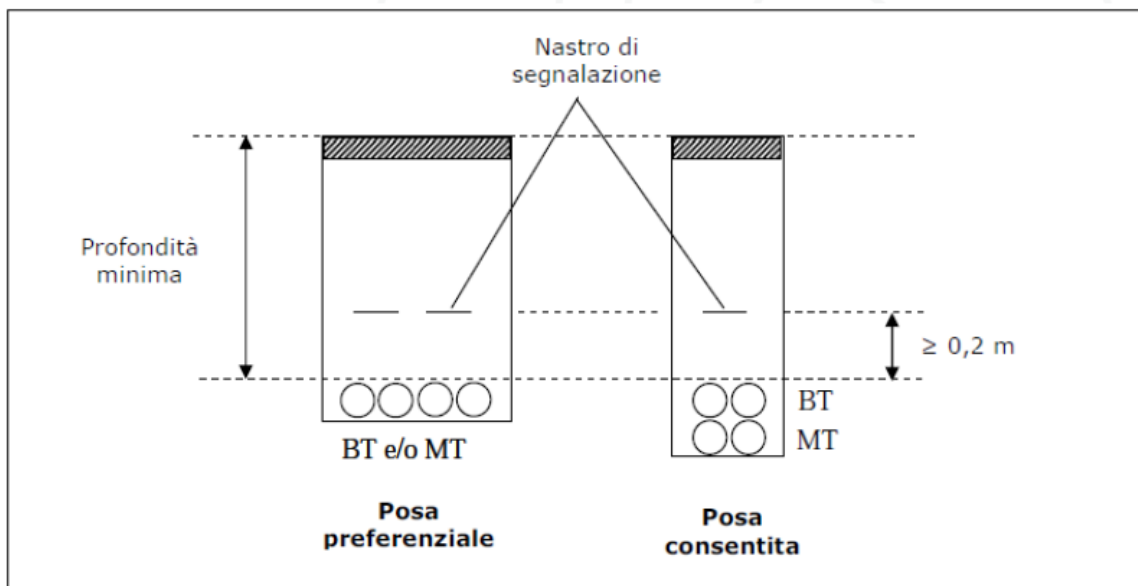


**FIGURA 2** – Profondità minima dei cavidotti MT e BT (caso generale)

### Disposizione dei tubi e relativa segnalazione

Lungo la canalizzazione i tubi vanno collocati generalmente tutti sullo stesso piano di posa. Se sono previste tubazioni MT e BT sulla stessa trincea si potrà ricorrere eventualmente alla posa "sovrapposta" (max 2 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 ENEL CAVI ELETTRICI (uno almeno per ogni coppia di tubi); nelle 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. In figura 3 sono sintetizzate le prescrizioni suddette.



**FIGURA 3** – Disposizione e segnalazione dei cavidotti MT e BT

### Verifica di continuità e allineamento dei tubi

Una volta completata la posa dei tubi, prima del loro ricoprimento, si dovrà verificare la continuità e l'allineamento degli stessi.

In particolare, al fine di impedire l'ingresso di terra o altro materiale all'interno dei cavidotti si dovrà verificare:

- la giunzione dei tubi (che deve essere realizzata a regola d'arte);
- la sigillatura delle estremità dei tubi che non si attestino a pozzetti.

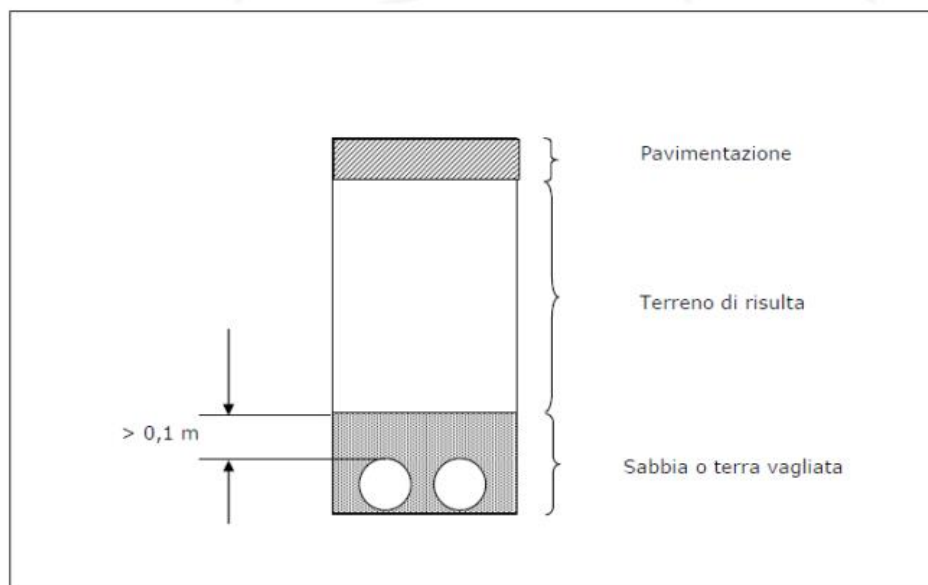
### Ricoprimento dei tubi

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 (fino a 0,1 m sopra al tubo collocato più in alto) deve essere eseguita con sabbia o terra vagliata successivamente irrorata con acqua in modo da realizzare una buona compattazione;

- la restante parte 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 dallo scavo (i materiali utilizzati dovranno essere fortemente compressi ed eventualmente irrorati al fine di evitare successivi cedimenti).

In figura 4 sono sintetizzate le prescrizioni suddette.

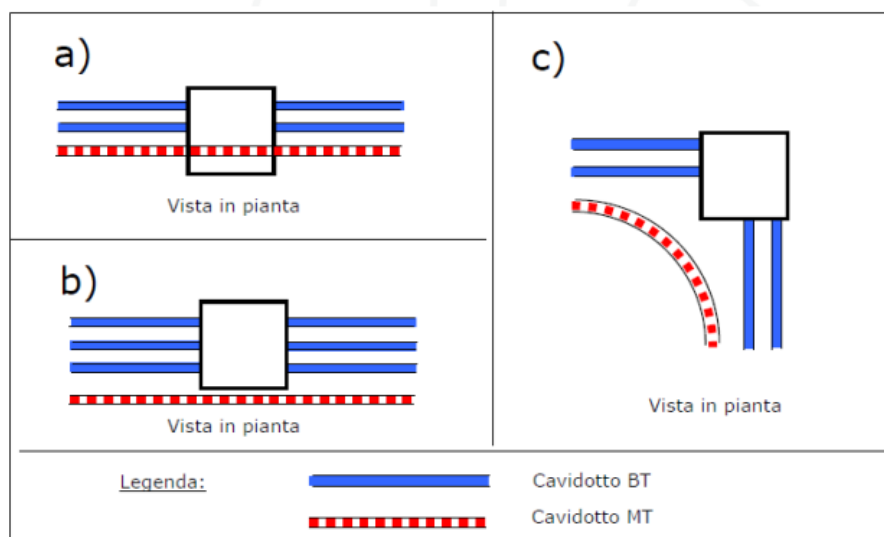


**FIGURA 4** – Modalità di ricoprimento dei tubi in assenza di prescrizioni particolari

#### **Modalità realizzazione in corrispondenza dei pozzetti**

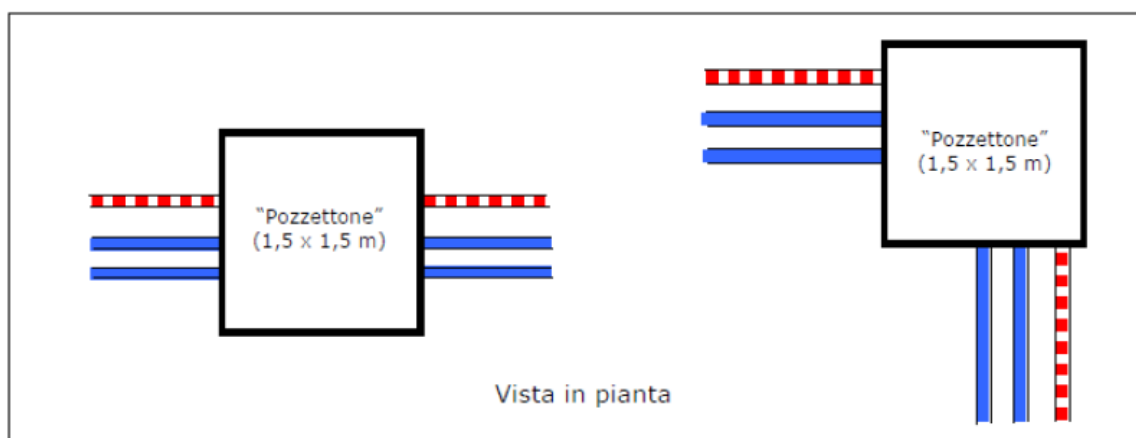
All'interno dei pozzetti i cavidotti BT devono essere sempre interrotti tagliando i tubi a filo parete (figura 5.a, 5.b e 5.c)

I cavidotti MT, qualora le misure del pozzetto lo consentano, saranno fatti transitare dentro i pozzetti assicurandone la continuità (figura 5.a), mentre diversamente dovranno essere fatti passare all'esterno (figura 5b). In particolare, nelle curve il cavidotto MT non dovrà mai essere fatto passare attraverso i pozzetti di normali dimensioni (v. figura 5.c).



**FIGURA 5** – Modalità di transito dei tubi nei pozzetti di normali dimensioni

Nei casi particolari in cui è previsto l'impiego di pozzetti di maggiori dimensioni, ad es. 1,5x1,5 m (cosiddetti "pozzettoni"), è necessario che tutte le tubazioni (sia quelle BT che quelle MT) siano raccordate agli stessi interrompendone la continuità con taglio a filo parete (v. figura 6).



**FIGURA 6** – Modalità di transito dei tubi nei "pozzettoni" (1,5 x 1,5)

## 2.2 Distanze dei cavidotti MT – BT da altre opere

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 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".

Le Norme CEI 11 17 precisano in particolare le distanze minime da mantenere tra i cavidotti MT BT e le linee di telecomunicazione, le tubazioni metalliche in genere e i serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili, mentre il DM 24.11.1984 si occupa specificatamente della coesistenza tra i cavi di energia in tubazione e le condotte del gas metano.

Di seguito è riportato un estratto di tali norme nonché le indicazioni operative Enel nei casi di interferenza (incroci e parallelismi) tra i cavidotti MT BT e le opere di cui sopra.

### **2.2.1 Incroci tra cavi di energia e cavi di telecomunicazione (Norme CEI 11-17)**

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

- il cavo di energia deve, di regola, essere situato inferiormente al cavo di telecomunicazione;
- la distanza tra i due cavi non deve essere inferiore a 0,30 m;
- il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non inferiore ad 1 m, con un'adeguata protezione meccanica che deve essere disposta simmetricamente rispetto all'altro cavo. Ove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettata la distanza minima sopra indicata, la protezione suddetta deve essere applicata su entrambi i cavi.

La protezione meccanica di cui sopra deve essere costituita da involucri (cassette o tubi) preferibilmente in acciaio zincato a caldo (Norma CEI 7 6) od inossidabile, con pareti di spessore non inferiore a 2 mm. Sono ammessi involucri protettivi differenti purché presentino adeguata resistenza meccanica e siano, quando il materiale di cui sono costituiti lo renda necessario, protetti contro la corrosione.

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

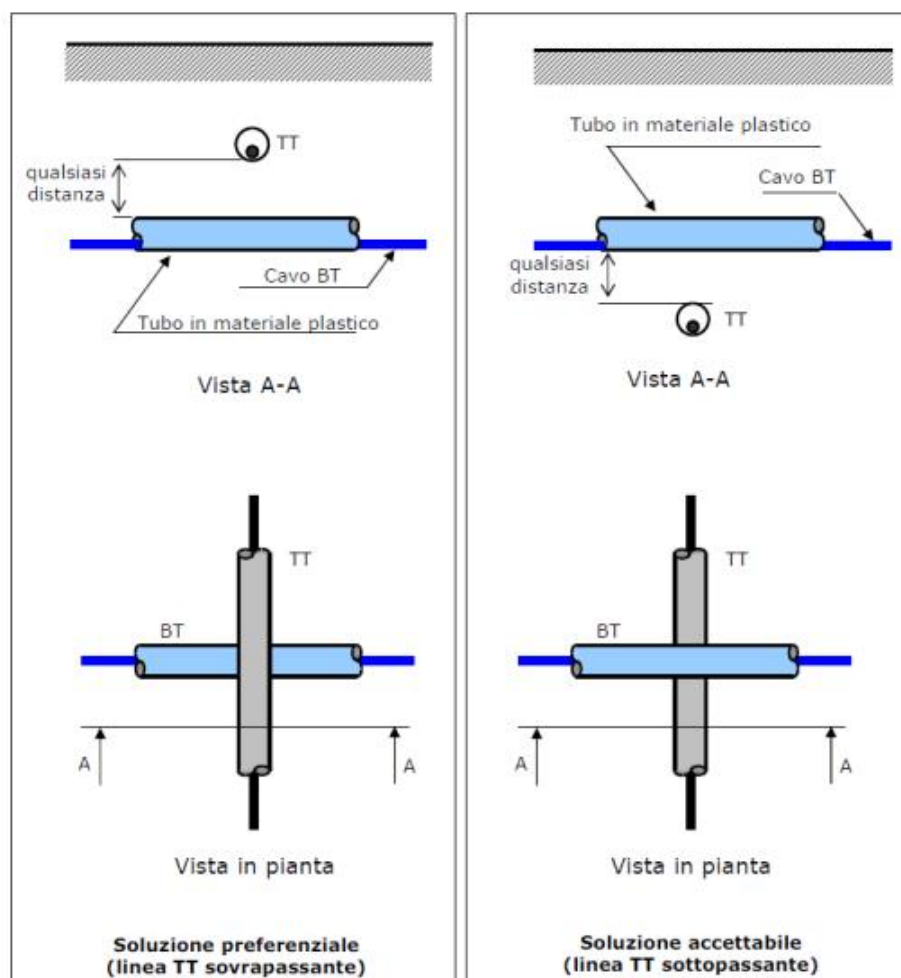
### **Indicazione operativa Enel**

#### **Incroci tra cavi BT in tubazioni (cavidotti BT) e linee di telecomunicazione (TT)**

Essendo possibile la posa dei cavi BT e la loro successiva manutenzione senza la necessità di effettuare scavi, non è prescritta alcuna particolare distanza dai cavi TT (anch'essi generalmente in tubazione), né l'impiego di particolari protezioni (v. figura 7)

Si rammenta che deve comunque essere osservata la profondità minima di posa dei cavidotti BT.



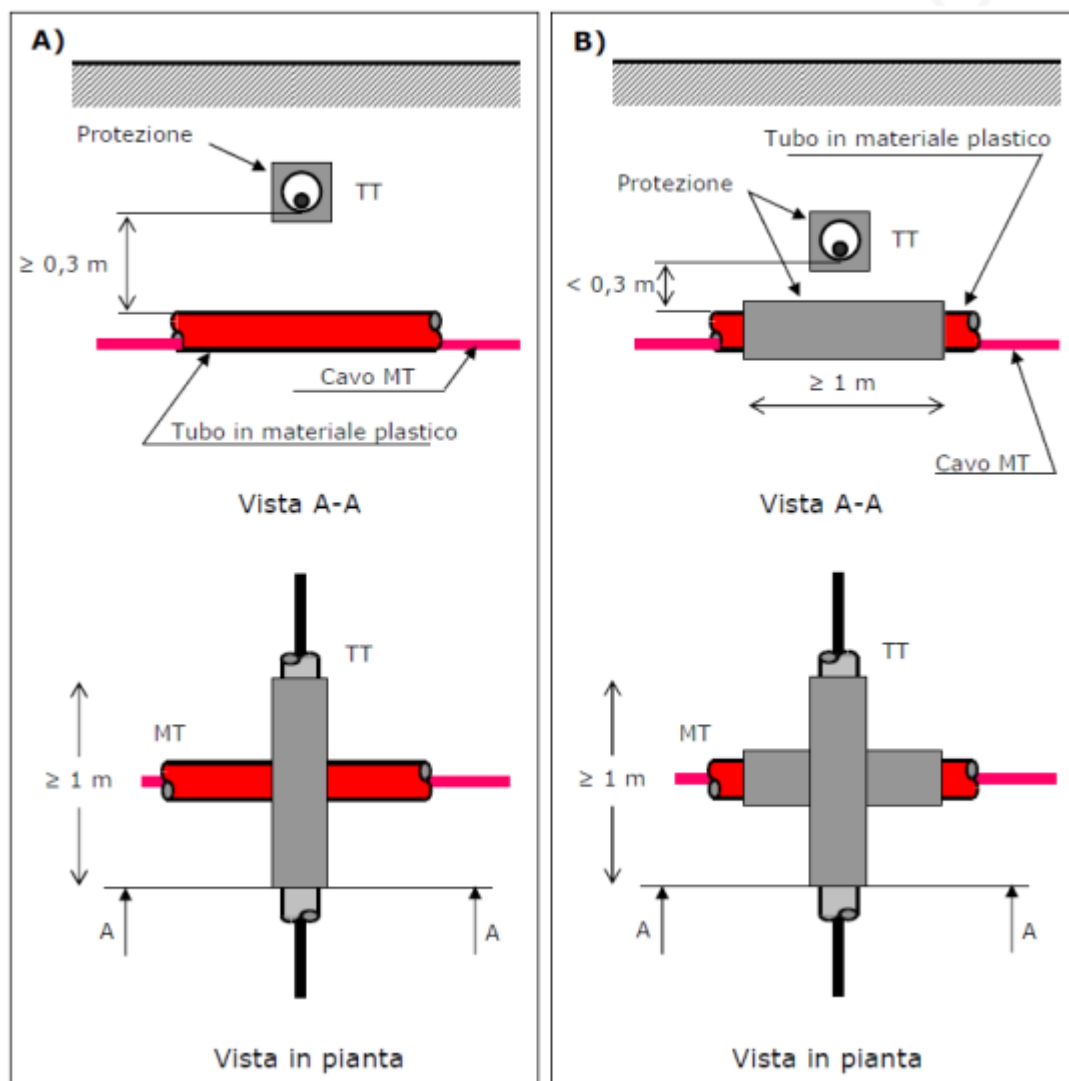


**FIGURA 7 – Incrocio tra cavidotti BT e linee T**

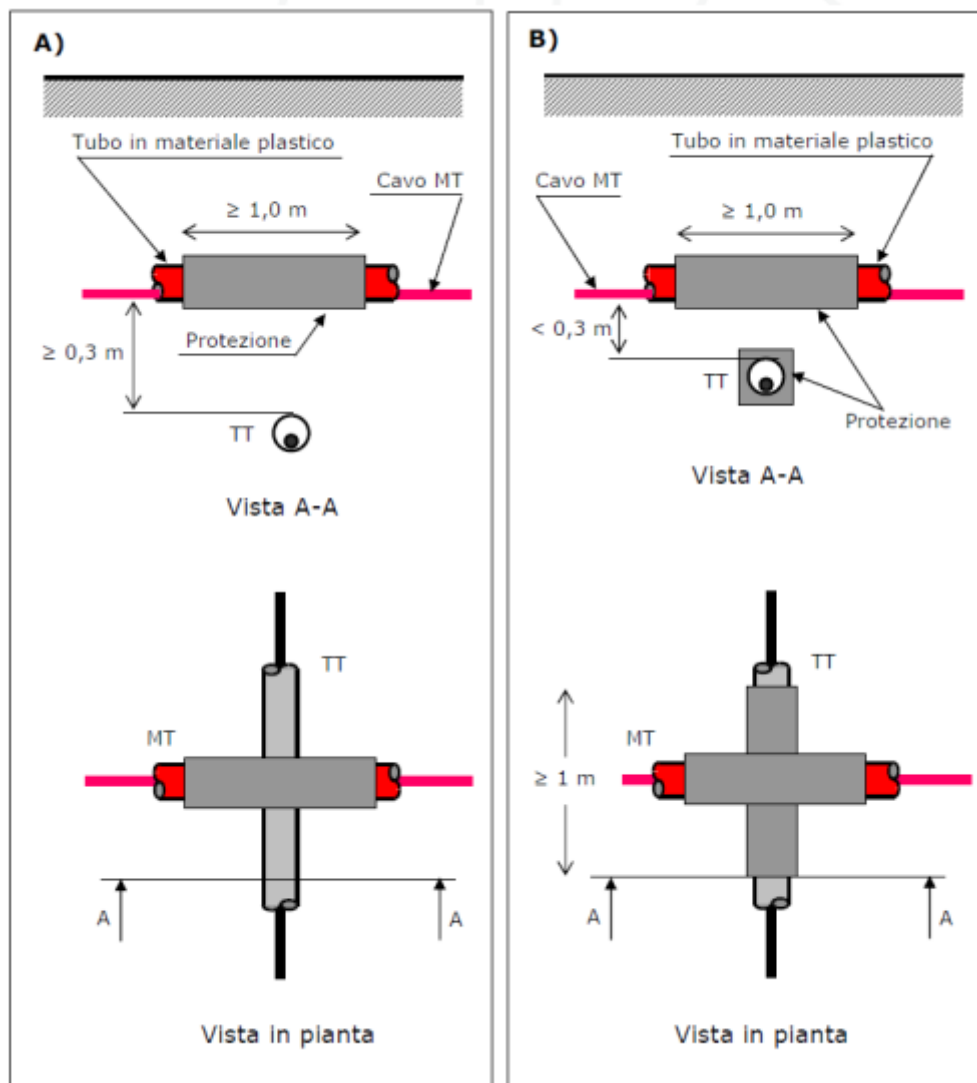
#### **Incroci tra cavi MT in tubazioni (cavidotti MT) e linee di telecomunicazione (TT)**

In ogni caso si devono applicare le protezioni prescritte dalle Norme CEI 11-17 sulla linea posta superiormente e, se la distanza tra le due opere misurata sulla verticale è inferiore di 0,3 m, anche su quella posata inferiormente.

Nelle figure 8 e 9 è indicata la distanza tra i tubi in luogo di quella tra i due cavi. Nelle figure 10 e 11 sono illustrate le modalità realizzative con i particolari costruttivi delle protezioni da adottare. La figura 12 illustra un caso reale. Si rammenta che deve comunque essere osservata la profondità minima di posa dei cavidotti MT



**FIGURA 8** – Incrocio tra cavidotti MT e linee di telecomunicazione TT: soluzione preferenziale (linea TT sovrappassante)



**FIGURA 9** – Incrocio tra cavidotti MT e linee di telecomunicazione TT: soluzione preferenziale (linea TT sottopassante)

Tratto linea MT a ... kV \_\_\_\_\_

Domanda \_\_\_\_\_ Pratica \_\_\_\_\_ Determinazione \_\_\_\_\_

Pratica Ministero PP.TT. \_\_\_\_\_

Sezioni n° \_\_\_\_\_

**A**

**Cavidotto 1: ..... / n° tubi .....**

☐ Tubo c.a.v. ricoperto di cls. (spessore  $\geq 10$  cm)  
☐ Tubo PVC/PE ricoperto di cls. (spessore  $\geq 10$  cm)  
☐ Tubo Fe ricoperto di cls. (spessore  $\geq 5$  cm)  
☐ Cassetta Fe ricoperta di cls. (spessore  $\geq 5$  cm)  
☐ Cassetta acciaio inox o zincato a caldo (\*)  
☐ Tubo acciaio inox o zincato a caldo (\*)

**Cavidotto 2: ..... / n° tubi .....**

Protezione normale del cavo  
(ad es. tubo in PVC/PE)

$\geq 0,3$  m

**VISTA IN PIANTA**

$\geq 35^\circ$

$> 30$  cm

**NOTE :** Indicare con una "X" la protezione adottata.

(\*) Enel spa attesta che la cassetta/tubo è in acciaio inox o zincato a caldo secondo le Norme CEI 7-6, dello spessore minimo di 2 mm, come prescritto dalle Norme CEI 11-17.

**AVVERTENZA:** la protezione di lunghezza 1 m è idonea per angoli di incrocio  $\geq 35^\circ$ .

**Enel**  
Divisione infrastrutture e reti  
Zona / PLA - Distaccamento

**SEZIONE TIPO MT/TT SOTTERRANEO**

DATA SOPRALLUOGO	TECNICO PP. TT.	TECNICO ENEL
------------------	-----------------	--------------

**FIGURA 10** – Incrocio tra cavidotti MT e linee di telecomunicazione TT – Modalità realizzative (caso A: con protezione della sola linea posta superiormente)

Tratto linea MT a ... kV \_\_\_\_\_

Domanda \_\_\_\_\_ Pratica \_\_\_\_\_ Determinazione \_\_\_\_\_

Pratica Ministero PP.TT. \_\_\_\_\_

Sezioni n° \_\_\_\_\_

**B**

**Cavidotto 1: ..... / n° tubi .....**


- ☐ Tubo c.a.v. ricoperto di cls. (spessore  $\geq 10$  cm)
- ☐ Tubo PVC/PE ricoperto di cls. (spessore  $\geq 10$  cm)
- ☐ Tubo Fe ricoperto di cls. (spessore  $\geq 5$  cm)
- ☐ Casseta Fe ricoperta di cls. (spessore  $\geq 5$  cm)
- ☐ Casseta acciaio inox o zincato a caldo (\*)
- ☐ Tubo acciaio inox o zincato a caldo (\*)

**Cavidotto 2: ..... / n° tubi .....**

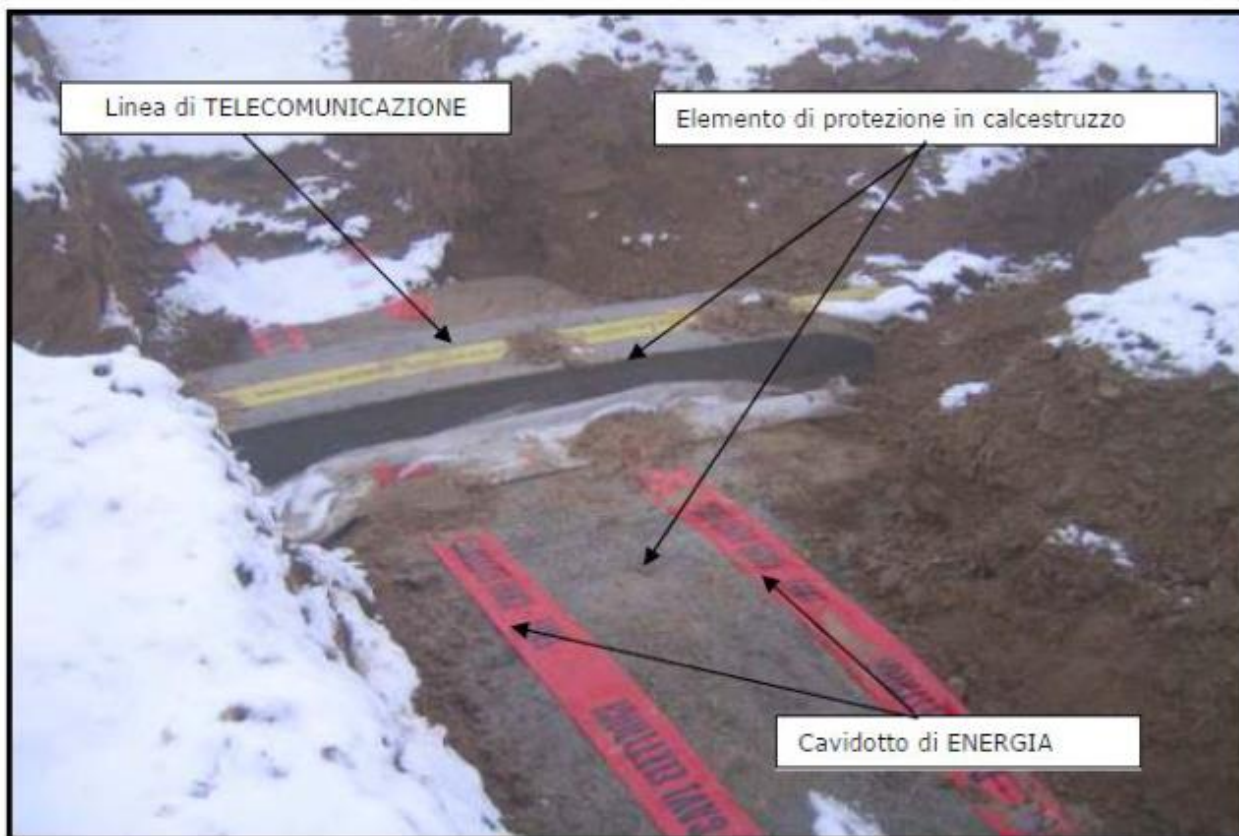
- ☐ Tubo c.a.v. ricoperto di cls. (spessore  $\geq 10$  cm)
- ☐ Tubo PVC/PE ricoperto di cls. (spessore  $\geq 10$  cm)
- ☐ Tubo Fe ricoperto di cls. (spessore  $\geq 5$  cm)
- ☐ Casseta Fe ricoperta di cls. (spessore  $\geq 5$  cm)
- ☐ Casseta acciaio inox o zincato a caldo (\*)
- ☐ Tubo acciaio inox o zincato a caldo (\*)

**VISTA IN PIANTA**

**NOTE:** Indicare con una "X" la protezione adottata.  
 (\*) Enel spa attesta che la cassetta/tubo è in acciaio inox o zincato a caldo secondo le Norme CEI 7-6, dello spessore minimo di 2 mm, come prescritto dalle Norme CEI 11-17.  
**AVVERTENZA:** la protezione di lunghezza 1 m è idonea per angoli di incrocio  $\geq 35^\circ$ .

 Divisione infrastrutture e reti Zona / PLA - Distaccamento	<b>SEZIONE TIPO MT/TT SOTTERRANEO</b>		
	DATA SOPRALLUOGO	TECNICO PP. TT.	TECNICO ENEL

**FIGURA 11** – Incrocio tra cavidotti MT e linee di telecomunicazione TT – Modalità realizzative (caso B: con protezione sia sulla linea MT che sul cavidotto TT)



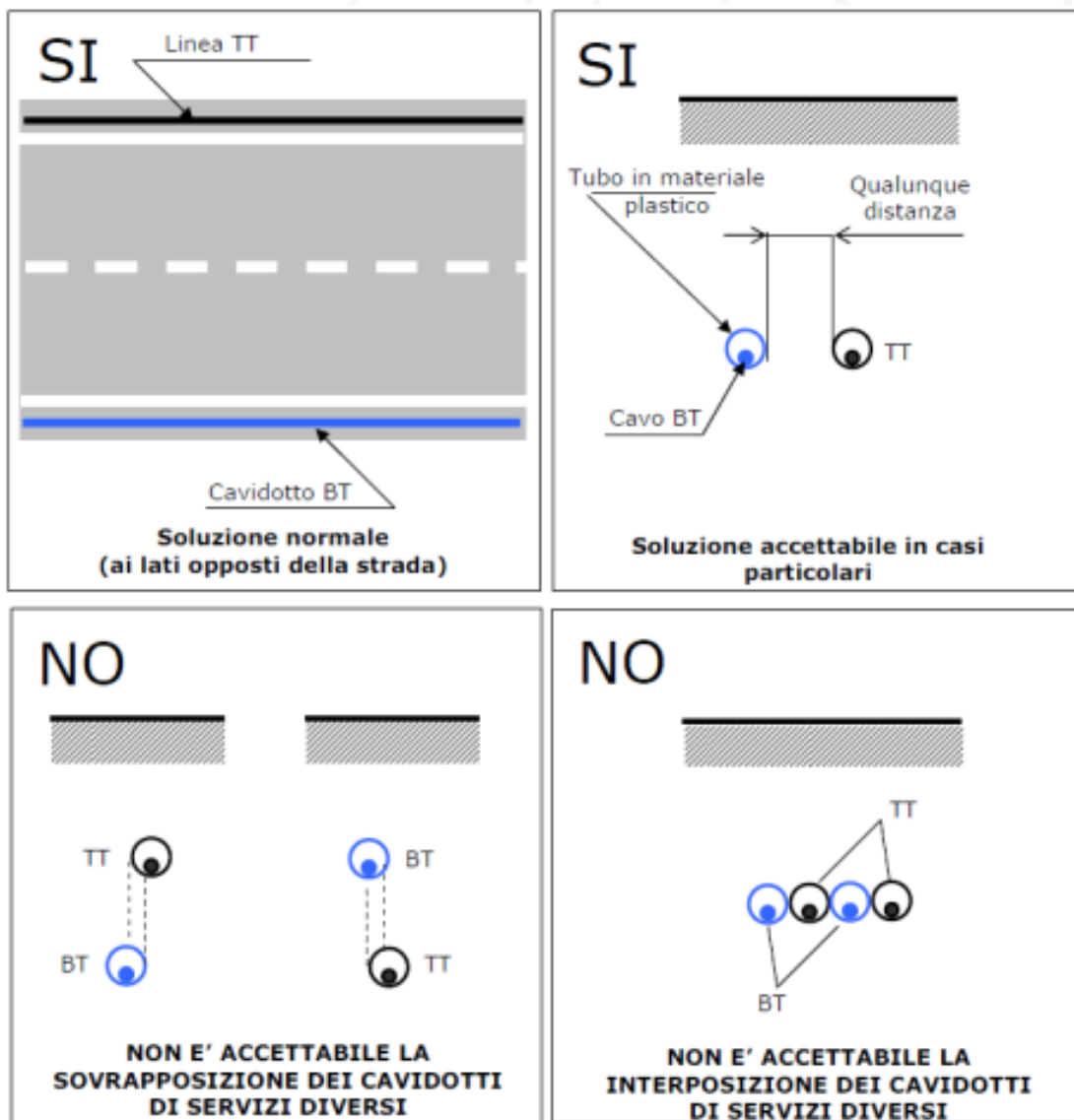
**FIGURA 12** – Esempio di incrocio tra cavidotto MT e linee di telecomunicazione a distanza inferiore a 0,3 m con protezione su entrambi (caso B)

**Parallelismo tra cavi di energia e linee di telecomunicazione (Norme CEI 11-17) - Indicazione operativa Enel**

#### **Parallelismi tra cavi BT in tubazione (cavidotti BT) e linee di telecomunicazione (TT)**

Premesso che l'indicazione generale è quella di collocare i cavidotti BT sul lato opposto della strada rispetto ai cavi di telecomunicazione, nei casi in cui ciò non sia possibile è ammessa la posa ravvicinata tra i due sottoservizi: in tali casi non è imposta alcuna distanza minima, né l'impiego di particolari protezioni. Si precisa che non è accettabile la sovrapposizione delle due condutture diverse (MT e TT), né la loro interposizione. Nella figura 13 sono illustrate le condizioni suddette.

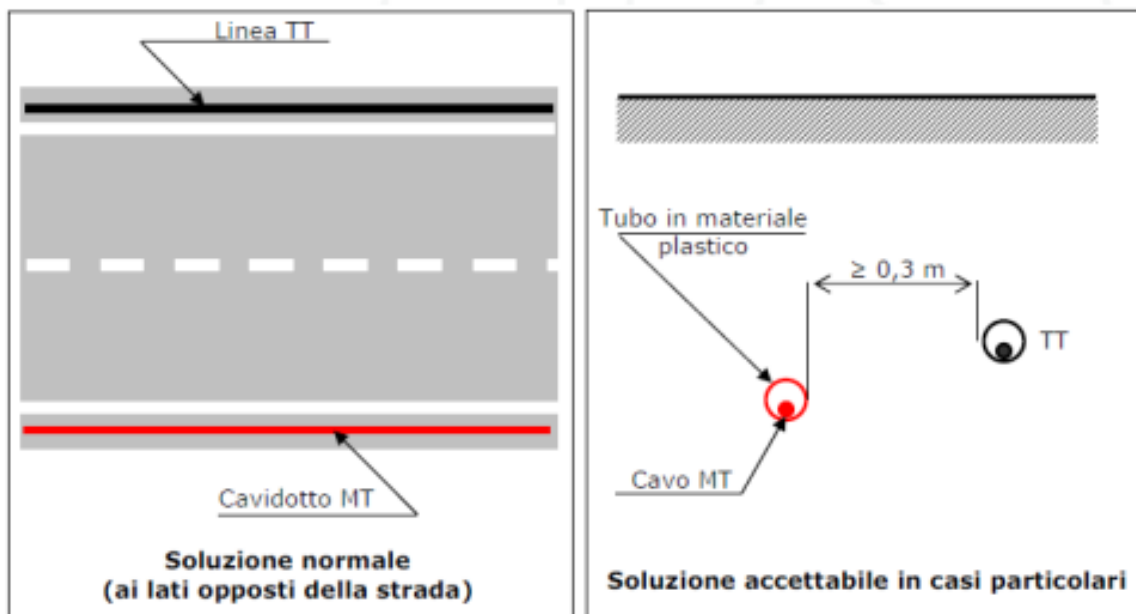




**FIGURA 13** – Parallelismo tra cavidotti BT e linee di telecomunicazioni (TT)

#### **Parallelismi tra cavi MT in tubazione (cavidotti MT) e linee di telecomunicazione (TT)**

Premesso che l'indicazione generale è quella di collocare i cavidotti MT sul lato opposto della strada rispetto ai cavi di telecomunicazione, nei casi in cui ciò non sia possibile è ammessa una collocazione più ravvicinata mantenendo una distanza tra le due opere di almeno 0,3 m misurati sulla proiezione in pianta (figura 14).



**FIGURA 14** – Parallelismo tra cavidotti MT e linee di telecomunicazioni (TT) senza necessità di protezione

Laddove non sia possibile mantenere la distanza di 0,3 m sul piano orizzontale si dovrà preventivamente informare il tecnico Enel per definire una soluzione tecnica conforme alle norme e alle prescrizioni imposte dal ministero PP.TT.

### 2.3 Scheda tecnica cavi MT

Il cavo di media tensione avrà le seguenti caratteristiche:

- Cavo interrato: ARE4H5EX 12/20 ad elica visibile interrata con conduttori in Al, isolamento estruso a spessore ridotto in XLPE, schermo in tubo di Al e guaina in PE
- Formazione e sezione: 3x1x185 mm<sup>2</sup>



## Media tensione

### ARE4H5EX -12/20 kV

Costruzione e requisiti: ENEL DC 4385/1  
ENEL DC 4384

- Conduttore:  
Al classe 2 Norma CEI EN 60228
- Isolamento:  
XLPE tipo DX3 o DX8  
secondo tabella 2A  
della HD 620-1
- Guaina esterna:  
PE tipo DMP2 o DMZ1  
come da tabella 4B e 4C  
della HD621 parte 1



#### Descrizione

- \*Cavi per media tensione tripolari ad elica visibile, per la distribuzione interrata dell'energia elettrica a tensione 12/20 kV con isolamento a spessore ridotto.
- \*Conduttore: Corda di alluminio rotonda compatta CEI EN 60228 classe 2
- \*Isolamento: Polietilene reticolato (XLPE)
- \*Schermo: Nastro di alluminio longitudinale
- \*Guaina esterna: Polietilene estruso PE colore rosso

#### Caratteristiche funzionali

- \*Tensione nominale  $U_0/U$ : 12/20 kV
- \*Tensione massima di esercizio  $U_m$ : 24 kV
- \*Temperatura massima di esercizio: 90°C
- \*Temperatura massima di corto circuito: 250°C

Matricola ENEL	Codice Core-Cavi	Formazione	Ø indietro conduttore	Spessore minimo isolante	Ø esterno		Ø circoscritto Dc-nse	Peso indicato sevi	Resistenza elettrica max a 20° C		Portata (1) di corrente A	Corrente termica di c.c. (2)
		n°x mm²	mm	mm	min. mm	max. mm	mm	kg/km	del conduttore Ω/km	dello schermo Ω/km	Interrato a 20°C	kA
332282	4858030700	3 x (1 x 70)	9,5	4,3	24,0	30,0	65	2150	0,443	1,438	200	9,0
332283	4858030950	3 x (1 x 95)	11,6	4,3	26,0	32,0	69	2400	0,320	1,353	245	12,0
332284	4858031850	3 x (1 x 185)	15,6	4,3	30,0	35,0	78	3550	0,164	1,045	360	24,0

(1) I valori della portata valgono in regime permanente per il cavo posato singolarmente e direttamente interrato alla profondità di 1,2 m, temperatura dei conduttori non superiori a 90°C; temperatura del terreno 20°C e resistività termica del terreno 1°C m/W.

(Nel caso di posa in tubo, i valori di portata si riducono di circa il 20% rispetto ai valori in tabella).

(2) I valori della corrente termica di corto circuito valgono nelle seguenti condizioni:

durata del corto circuito: 0,5s

temperatura iniziale dei conduttori pari alla temperatura massima ammissibile in regime permanente (90°C)

temperatura finale dei conduttori 250°C

FIGURA 15 – Scheda Tecnica