

# REGIONE LAZIO

Comune di Viterbo

## PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO SITO NEL COMUNE DI VITERBO DELLA POTENZA DI PICCO PARI A 28.584,0 kWp E POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 23.868 kW E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI VITERBO E TUSCANIA (VT)

TITOLO

Relazione tecnica dei cavidotti

PROGETTAZIONE



SR International S.r.l.  
C.so Vittorio Emanuele II, 282-284 - 00186 Roma  
Tel. 06 8079555 - Fax 06 80693106  
C.F e P.IVA 13457211004



BARTOLAZZI  
ANDREA  
Ingegnere  
12.09.2022  
16:56:20  
GMT+01:00

PROPONENTE

**FRV 2201 S.r.l.**

FRV 2201 S.r.l.  
Con sede legale a Torino (TO)  
Via Assarotti 7 - 10122  
C.F. e P.IVA 12696040018  
PEC: frv2201@hyperpec.it

DocuSigned by:  
  
A368684FD1C04C6...

Revisione	Data	Elaborato	Verificato	Approvato	Descrizione
00	01/05/2022	Lauretti	Bartolazzi	FRV 2201 S.r.l.	Relazione tecnica dei cavidotti

N° DOCUMENTO

FRV-VTB-RTC

SCALA

-

FORMATO

A4

**INDICE**

INDICE DELLE FIGURE.....	2
INDICE DELLE TABELLE .....	2
1. PREMESSA .....	3
2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FV .....	3
2. CAVIDOTTI E MODALITA' DI POSA .....	4
3. PROVINCE E COMUNI INTERESSATI .....	6
4. VINCOLI .....	6
5. ATTRAVERSAMENTO DI FOSSI, CORSI D'ACQUA E PONTI .....	7
6. PROGETTO DEL CAVIDOTTO IN MT INTERRATO DI EVACUAZIONE .....	7
6.1 PREMESSA .....	7
6.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	7
6.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVO IN MT.....	7
6.4 DIMENSIONAMENTO DEL CAVO .....	9
6.5 MODALITA' DI POSA E ATTRAVERSAMENTI .....	12
7. PERCORSO DEL CAVIDOTTO DI EVACUAZIONE.....	14
8. PRESCRIZIONI SULLA DETERMINAZIONE DELLE DISTANZE .....	17
9. RAGGI DI CURVATURA DEI CAVI .....	18
10. PROTEZIONE MECCANICA DEL CAVIDOTTO.....	19
11. SOLLECITAZIONI A TRAZIONE.....	19
12. PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACORRENTI.....	20
12.1 SOLLECITAZIONI TERMICHE E DINAMICHE .....	20
12.2 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE.....	20
12.3 PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO.....	20
12.4 PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO.....	21
13. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI .....	21
13.1 USO DEI RIVESTIMENTI METALLICI DEI CAVI.....	21
13.2 MESSA A TERRA DEL RIVESTIMENTO METALLICO DEI CAVI .....	21
13.3 MESSA A TERRA DELLE PARTI METALLICHE DELLE CANALIZZAZIONI .....	22
14. COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA ED ALTRI SERVIZI.....	22
14.1 INCROCI E PARALLELISMI CON CAVI DI TELECOMUNICAZIONE .....	22
14.2 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE.....	23
14.3 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA E CAVI DI COMANDO E SEGNALAMENTO ....	23
14.4 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA CON TUBAZIONI , SERBATOI METALLICI E GASDOTTI INTERRATI .....	23
14.5 SERBATOI DI LIQUIDI E GAS INFIAMMABILI .....	24

15. CAMPI ELETTROMAGNETICI .....	24
----------------------------------	----

## **INDICE DELLE FIGURE**

Figura 1 – Attraversamento mediante tecnica TOC dei fossi.....	5
Figura 2 – Attraversamento dei fossi su lato ponte .....	6
<i>Figura 3 – Sezioni dello scavi in MT esterno.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 4 – Inquadramento su ortofoto: area d’impianto e percorso del cavidotto in MT</i>	<i>15</i>
Figura 5 – Attraversamento n. 1 del Fosso Fiancella vicino l’area d’impianto FV .....	16
Figura 6 – Attraversamenti: n. 2 del Fosso delle Sette Cannele e n.3 del Fosso del Campo della Quercia .....	16
Figura 7 – Attraversamenti: n. 4 dell’ Acqua Ferrata, n.5 del Fosso Cadutella e n.6 del Fosso Forma di Cerro .....	17
Figura 8 – Attraversamenti: n. 7 del Fosso Pantanaccio e n.8 dell’ Affluente Fosso Pantanaccio.....	17

## **INDICE DELLE TABELLE**

Tabella 1 – Dati tecnici impianto .....	4
Tabella 2 – Caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in MT da 185 mmq.....	8
Tabella 3 – Dimensionamento cavi in MT di collegamento tra le cabine di consegna e la cabina primaria.....	11

## **1. PREMESSA**

L'oggetto della seguente relazione tecnica è la descrizione dei cavidotti interrati interni ed esterni all'area d'impianto fotovoltaico che verranno realizzati nei territori comunali di Viterbo e Tuscania (VT), con particolare riferimento al cavidotto di evacuazione in MT a 20 kV che trasporta l'energia prodotta dai moduli FV del lotto di n.4 impianti fino alla Cabina Primaria "San Savino" di E-Distribuzione, ubicata nel territorio comunale di Tuscania (VT).

## **2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FV**

L'impianto fotovoltaico in progetto, composto da n.1 lotto da n.4 impianti fotovoltaici, verrà realizzato su strutture fisse al suolo con una potenza nominale installata di circa 28,58 MWp. Per il layout d'impianto, in questa fase, sono stati scelti moduli della potenza nominale di 600 Wp (in condizioni STC) bifacciali modello Vertex della Trina Solar per un totale di circa 47.640 moduli fotovoltaici monocristallini. Verranno installati 144 inverter multistringa della potenza nominale in continua pari a 215 kVA ciascuno, della Huawei. Tali inverter saranno connessi elettricamente alle 8 cabine di trasformazione BT/MT (CT), ubicate all'interno dell'area d'impianto, due per ogni impianto del lotto. L'energia prodotta da ciascun impianto verrà inviata alla propria cabina di consegna (di E-Distribuzione) e da quest'ultima avverrà la connessione con la CP San Savino.

Le connessioni in MT avverranno nel modo seguente:

- Cabina di consegna 1 con la cabina di consegna 2, cabine di consegna 2 e 3 con la cabina di consegna 4, tutti i collegamenti mediante un una terna di cavi unipolari della sezione di 185 mmq ciascuna;
- Cabine di consegna 1, 2, 3 e 4 con la Cabina di sezionamento 2, attraverso n.4 terne di cavi unipolari della sezione di 185 mmq ciascuna;
- Cabina di sezionamento 2 con la Cabina di sezionamento 1, attraverso n.4 terne di cavi unipolari della sezione di 185 mmq ciascuna;
- Cabina di sezionamento 1 con la Cabina Primaria mediante n.4 terne di cavi unipolari della sezione di 185 mmq ciascuna.

Nei paragrafi successivi saranno descritti in dettaglio sia i percorsi dei cavidotti che il dimensionamento dei cavi elettrici in MT. Di seguito sono riportati in tabella 1 i dati tecnici riassuntivi dell'impianto FV:

Potenza nominale dell'impianto [MWp]	28,58
Potenza modulo fotovoltaico monocristallino [Wp]	600
Numero di moduli totali	47640
Area d'impianto [ha]	36,2
Superficie captante fotovoltaica [ha]	11,7
N° cabine di trasformazione	8
N° cabine di consegna	4
N° cabina control room	1
N° cabine di sezionamento	2
Lunghezza cavo solare da 6 mmq in BT CC [m]	79910
Lunghezza terna di cavi unipolari FG16OR16 da 150 mmq in BT in ac [m]	11890
Lunghezza terna di cavi unipolari FG16OR16 da 240 mmq in BT in ac [m]	17916
Lunghezza terna di cavi unipolari da 50 mmq ARE4H5(AR)E in MT a 20 kV [m]	580
Lunghezza terna di cavi unipolari da 185 mmq ARE4H5(AR)E in MT a 20 kV [m]	40
Lunghezza terna di cavi unipolari da 185 mmq ARE4H5EX in MT a 20 kV [m]	47665
Lunghezza cavi illuminazione e videosorveglianza da 2,5 mmq in BT in ac [m]	3500

Tabella 1 – Dati tecnici impianto

Si sottolinea che in fase esecutiva, soprattutto in riferimento alla situazione di mercato al momento dell'acquisto dei componenti, potrà essere scelta una diversa tipologia di cavi con pari prestazioni.

## 2. CAVIDOTTI E MODALITA' DI POSA

I cavidotti BT e MT interni all'impianto saranno realizzati completamente interrati ed avranno rispettivamente una profondità di 0,6÷0,9 m (dipendente dal numero di terne di cavi in BT interrati) ed 1 m dal piano campagna, per una larghezza variabile da un minimo di 0,5 m, subordinata al numero di cavi posati nello scavo. Lo scavo esterno contenente i cavidotti in MT che collegano le 4 cabine di consegna alla cabina CP, avrà una larghezza minima di 0,5 m ed una profondità massima di 1,4 m. I cavi interni all'area d'impianto in BT o quelli in MT che collegano le cabine di trasformazione tra di loro e con le rispettive cabine di consegna, saranno direttamente posati nello scavo mentre quelli esterni in MT, avranno una protezione meccanica in PVC per tutta la lunghezza del percorso.

Lo schema di posa dei cavidotti citati prevede un allettamento in sabbia, il riempimento col terreno escavato e una copertura superficiale con materiale inerte di cava. Sul percorso saranno previsti dei pozzetti di sezionamento e d'ispezione, indicativamente ogni 100 m interni all'area d'impianto e circa 200/300 m esterni. Quelli posti sui percorsi accessibili agli automezzi, saranno provvisti di telaio e di coperchio di tipo carrabile in ghisa. Il cavidotto di evacuazione (esterno) in MT sarà posato quasi interamente in corrispondenza della viabilità esistente, che risulta essere asfaltata o sterrata. La posa avverrà, fin quando possibile, in affiancamento nella banchina stradale, e si interesserà

la sede stradale solo ove non sia disponibile uno spazio di banchina. Nel tratto stradale in cui i due percorsi l'attraversano, verranno posizionati sui lati opposti della carreggiata.

Lungo il tracciato il cavidotto di evacuazione in MT attraverserà dei corsi d'acqua o fossi, il cui attraversamento potrebbe essere realizzato in due modi: sia ponendo il cavidotto a lato del ponte di attraversamento del fosso o corso d'acqua protetto da canalina metallica ancorata alla struttura (qualora le dimensioni e le lunghezze dell'attraversamento lo consentissero) e sia in sub alveo (al di sotto dell'alveo del corso d'acqua), con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.). Quest'ultima tecnica permette di alloggiare il cavidotto nel sottosuolo, lasciando del tutto inalterato il fondo dell'alveo. La distanza tra la generatrice superiore del cavidotto e il fondo alveo sarà superiore a 2 m. Con tali soluzioni si evita qualsiasi tipo di interferenza dei cavidotti con la sezione di deflusso dei fossi, e in ogni caso sarà garantita la non interferenza con le condizioni di officiosità e funzionalità idraulica dei corsi d'acqua attraversati, e non sarà minimamente alterato né perturbato il regime idraulico. Analogamente, tale soluzione progettuale risulta pienamente compatibile con i vincoli paesaggistici, tra i quali anche quello della fascia di rispetto delle acque pubbliche e della tutela delle visuali dei percorsi panoramici, in quanto non comporta alcuna alterazione visibile dello stato dei luoghi.

Saranno in particolar modo seguite le indicazioni della Provincia di Viterbo e della Città per l'attraversamento in sub alveo dei corsi d'acqua demaniali. Tutti gli attraversamenti saranno realizzati con direzione ortogonale all'asse (per le tre tipologie di interferenze elencate in precedenza), per limitarne la porzione interessata dai lavori di scavo e ripristino. Qualora ci fossero attraversamenti di metanodotti, gasdotti, acquedotti, ecc.. interrati, l'attraversamento sarà effettuato in riferimento alla norma CEI 11-17 e in accordo col il rispettivo gestore di rete.

Nelle figure 1 e 2 successive sono riportate rispettivamente le soluzioni da adottare per gli attraversamenti di fossi o corsi d'acqua e ponti. Ovviamente, la soluzione adottata andrà contestualizzata nei singoli casi, prevedendo variazioni dimensionali opportune che saranno valutate all'atto della realizzazione dell'attraversamento.

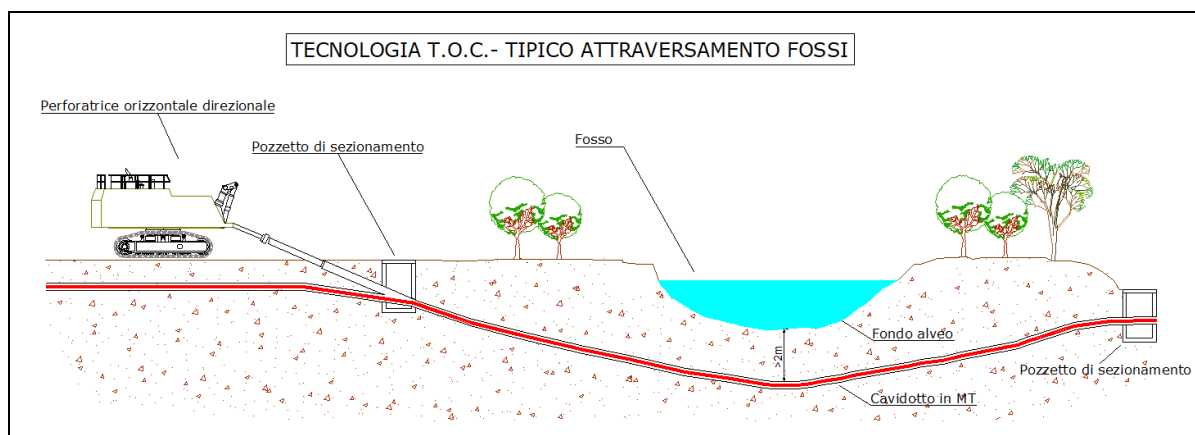
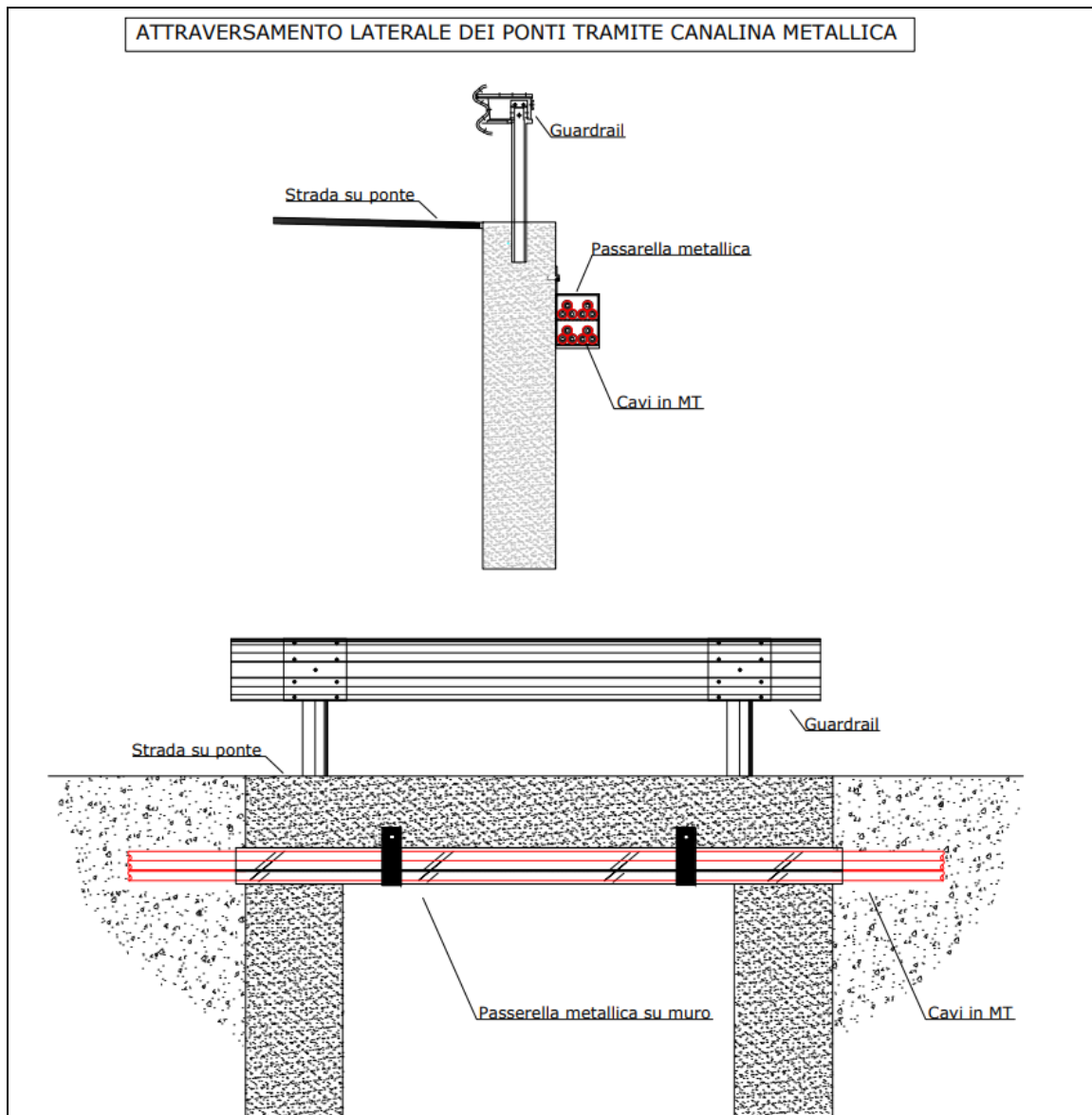


Figura 1 – Attraversamento mediante tecnica TOC dei fossi



*Figura 2 – Attraversamento dei fossi su lato ponte*

### **3. PROVINCE E COMUNI INTERESSATI**

Il tracciato dell'elettrodotto in MT interessa i Comuni di Viterbo (VT), di Tuscania (VT) e la provincia di Viterbo.

### **4. VINCOLI**

Per un'analisi dettagliata, si rimanda alle tavole vincolistiche ed alla relazione paesaggistica allegate. Possiamo affermare che i lavori per la realizzazione dei cavidotti verranno effettuati nel rispetto dei limiti imposti dalla legislazione vigente in modo da garantire la salvaguardia dell'ecosistema. Il cavidotto in MT esterno all'area d' impianto, verrà interrato mediante realizzazione di scavi che rispettano le normative vigenti, cosicchè non si andrà di fatto a modificare visivamente lo stato dei luoghi.

## 5. ATTRAVERSAMENTO DI FOSSI, CORSI D'ACQUA E PONTI

Come detto precedentemente, dallo studio approfondito del territorio è emersa la presenza di alcuni fossi, corsi d'acqua e ponti lungo il percorso del cavidotto di evacuazione dalla cabina di consegna fino alla CP San Savino. Per l'esattezza, il cavidotto intercetterà n.8 corsi d'acqua o fossi:

Identificativo numerico	Denominazione	Codice e denominazione PTPR	Denominazione PTPR	Modalità di attravers. prevista
1	Affluente Fosso del Guazzo	Fosso Fiancella o delle Monache o di Biagio	c056_0618	T.O.C.\Canalina
2	Fosso delle Sette Cannelle	-		T.O.C.\Canalina
3	Fosso del Campo della Quercia	Fosso Catenaccio o Crapina	c056_0564A	T.O.C.\Canalina
4	Fosso Acqua Ferrata (o di Giorgio)	Fosso Cipollaro o Cadutella	c056_0561A	T.O.C.\Canalina
5	Fosso Cadutella/Fosso della Guinza	Fosso Cipollaro o Cadutella	c056_0561	T.O.C.\Canalina
6	Fosso Forma di Cerro	-		T.O.C.\Canalina
7	Fosso Pantanaccio	Fosso Pantanaccio	c056_0560	T.O.C.\Canalina
8	Affluente Fosso Pantanaccio	Fosso Pantanaccio	c056_0560A	T.O.C.\Canalina

I fossi intercettati sono riportati in dettaglio nelle immagini ingrandite successive, come desumibili dalle cartografie catastali e dalle carte tecniche regionali, seguendo una numerazione progressiva a partire dal lato impianto fino alla CP. Si rimanda alle tavole cartografiche per le rappresentazioni in dettaglio degli attraversamenti del cavidotto con i fossi, in particolare alla tavola FRV-VTB-IE.09.

## 6. PROGETTO DEL CAVIDOTTO IN MT INTERRATO DI EVACUAZIONE

### 6.1 PREMESSA

L'elettrodotta costituito da cavo con sezione da 185 mmq sarà interrato, con protezione meccanica aggiuntiva, e sarà costituito da n.4 terne composte da tre cavi unipolari ciascuna, realizzati con conduttore in alluminio, isolante in XLPE, cordato ad elica visibile, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene e disposti a trifoglio nello scavo.

### 6.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

### 6.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVO IN MT

Di seguito è riportata una tabella esaustiva in cui sono descritte le caratteristiche tecniche ed elettriche del tipo di cavo utilizzato in questa fase della progettazione, per il collegamento elettrico tra:

- le cabine di consegna tra di loro;
- le cabine di consegna con la CP San Savino.



## ARE4H5EX COMPACT

Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV  
Triplex 12/20 kV and 18/30 kV



**Norma di riferimento**  
HD 620/IEC 60502-2

**Descrizione del cavo**

**Anima**

Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio

**Semiconduttivo interno**

Mescola estrusa

**Isolante**

Mescola di polietilene reticolato (qualità DIX 8)

**Semiconduttivo esterno**

Mescola estrusa

**Rivestimento protettivo**

Nastro semiconduttore igroespandente

**Schermatura**

Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km)

**Guaina**

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

**Marcatura**

PRYSMIAN (\*\*) ARE4H5EX <tensione> <sezione>  
<fase 1/2/3> <anno>

(\*\*) sigla sito produttivo

Marcatura in rilievo ogni metro

Marcatura metrica ad inchiostro

**Applicazioni**

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

**Standard**

HD 620/IEC 60502-2

**Cable design**

**Core**

Compact stranded aluminium conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded compound

**Insulation**

Cross-linked polyethylene compound (type DIX 8)

Outer semi-conducting layer

Extruded compound

**Protective layer**

Semiconductive watertight tape

**Screen**

Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)

**Sheath**

Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

**Marking**

PRYSMIAN (\*\*) ARE4H5EX <rated voltage> <cross-section>  
<phase 1/2/3> <year>

(\*\*) production site label

Embossed marking each meter

Ink-jet meter marking

**Applications**

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

### Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5EX

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	massa indicativa del cavo	raggio minimo di curvatura
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	approximate weight	minimum bending radius
(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)
50	8,2	19,9	28	1730	550
70	9,7	20,8	29	1940	570
95	11,4	22,1	30	2230	590
120	12,9	23,2	32	2510	630
150	14,0	24,3	33	2800	660
185	15,8	26,1	35	3260	700
240	18,2	28,5	37	3930	740
300	20,8	31,7	42	4730	820

sezione nominale	portata di corrente in aria	posa interrata a trifoglio p=1°C m/W	posa interrata a trifoglio p=2°C m/W
conductor cross-section	open air installation	underground installation trefoil p=1°C m/W	underground installation trefoil p=2°C m/W
(mm <sup>2</sup> )	(A)	(A)	(A)
50	186	175	134
70	230	214	164
95	280	256	197
120	323	291	223
150	365	325	250
185	421	368	283
240	500	427	328
300	578	483	371

### Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	19,9	28	1730	550
70	9,7	20,8	29	1940	570
95	11,4	22,1	30	2230	590
120	12,9	23,2	32	2510	630
150	14,0	24,3	33	2800	660
185	15,8	26,1	35	3260	700
240	18,2	28,5	37	3930	740
300	20,8	31,7	42	4730	820

### Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

50	186	175	134
70	230	214	164
95	280	256	197
120	323	291	223
150	365	325	250
185	421	368	283
240	500	427	328
300	578	483	371

Tabella 2 – Caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in MT da 185 mmq

I collegamenti delle cabine di consegna alla rete di E-Distribuzione esistente (CP) in antenna e le richiuse a lobo tra le quattro cabine di consegna, verranno realizzati mediante n.1 terna di cavi tripolari in Alluminio ciascuno, aventi una sezione indicata da E-Distribuzione all'interno del preventivo di connessione pari a 3x1x185 mmq. Di

seguito è riportata una tabella riepilogativa con la descrizione delle lunghezze delle connessioni elettriche sopra citate, mediante cavidotto interrato e la tipologia di scavo da realizzare:

Collegamenti elettrici tra le cabine	N° cavi per scavo	Lunghezza scavo [m]
Connessione tra la cabina CC1 la cabina CC2	2	215
Connessione tra la cabina CC2 ed il punto CCI	3	215
Connessione tra la cabina CC3 ed il punto CCI	2	530
Connessione tra la la cabina CC4 ed il punto CCI	3	30
Connessione tra il punto CCI e la cabina CS2	4	4145
Connessione tra la cabina CS2 e la cabina CS1	4	3780
Connessione tra la cabina CS1 e la CP San Savino	4	3690

Nella tabella in alto è indicato un punto interno all'impianto, CCI, su Strada Perello vicino la cabina di consegna 4, dal quale il cavidotto contiene tutte e quattro le terne di cavi provenienti dalle quattro cabine di consegna, fino alla CP, per una lunghezza di circa 11,6 km.

#### 6.4 DIMENSIONAMENTO DEL CAVO

La potenza nominale totale dell'impianto fotovoltaico è pari a circa 28,584 MW, avente un valore di potenza in immissione massima di circa 23.868,0 [kW] (come da STMG). Considerando un valore di tensione nominale alla sbarra della CP di circa 20 kV ed un  $\cos\varphi=0,9$  si osserva che l'intensità di corrente trasportata dal cavidotto in MT (corrente d'impiego) è ricavabile dalla seguente formula:

$$I_{cavo}(A) = \frac{P_N(kW)}{\sqrt{3} \cdot V_N(kV) \cdot \cos(\varphi)}$$

dove:

- $P_n$  è la potenza in immissione dall' impianto FV [MW];
- $V_n$  è la corrispondente tensione nominale alla sbarra della CP di circa 20 [kV];
- $\cos(\varphi)$  o fattore di potenza, assunto pari a 0,9.

Consideriamo di seguito i parametri elettrici della generica linea elettrica interrata in MT: Nel seguito si elencano i parametri elettrici del suddetto collegamento:

- Cavo: 3x1x185 mmq - ARE4H5EX 12/20 kV;
- Tipologia del sistema: trifase;
- Frequenza: 50 Hz;
- Tensione nominale: 20 kV;
- Tensione massima del sistema: 24 kV;

- Massima durata permessa di funzionamento per ogni singolo caso di funzionamento con una fase a terra, per ciascun guasto a terra: Categoria A fino ad 8 ore;
- Tensione nominale di riferimento per l'isolamento a frequenza d'esercizio tra un conduttore isolato qualsiasi e la terra:  $U_0 = 12 \text{ kV}$ ;
- Modalità di posa: in tubo interrato (CEI 11.17)

Per la determinazione della portata del cavo si è fatto riferimento alla seguente condizione operativa definita dalla norma CEI - Unel 35027:

- Profondità Posa: 1,0 m fino a n.3 terne interrate e 1,4 m per n.4 terne interrate
- Temperatura del terreno di riferimento:  $25^\circ\text{C}$
- Resistività termica del terreno:  $1 \text{ Km/W}$

La modalità di posa impiegata nel calcolo relativamente alla sezione MT è in tubo, il cui diametro esterno sarà  $\Phi=160 \text{ mm}$  (superiore a 1,5 volte il diametro del cavo circoscritto). La norma CEI EN 35027 definisce i criteri per la determinazione della portata dei cavi di energia con tensione nominale da 1kV a 30 kV.

La formula per il calcolo della portata è la seguente:

$$I_z = I_0 \cdot K_T \cdot K_P \cdot K_R \cdot K_D$$

dove:

- $I_0$  è il valore della portata definita dalle tabelle della norma CEI EN 35027, corrispondente a specificate condizioni di posa interrata che, nel caso in esame è pari a 368 A (come da catalogo);
- $K_D$  è il coefficiente correttivo che tiene conto dell'effettiva condizione di posa (in tubo protettivo) che, nel nostro caso è pari a 0,69;
- $K_T$  rappresenta il coefficiente di correzione relativo alla temperatura del terreno, uguale in questo caso a 0,96. Ciò è dovuto al fatto che la temperatura del terreno è stata assunta pari a  $25^\circ\text{C}$ ;
- $K_R$  è il coefficiente di correzione per valori di resistività termica del terreno. Avendo ipotizzato un valore di  $1 \text{ [Km/W]}$ , il coefficiente assume un valore pari a 1;
- $K_P$  è il coefficiente di correzione per valori di profondità di posa. Assumendo che il cavo venga interrato ad una profondità di 1,4 m, il coefficiente assume il valore di 0,97;

Il valore finale della portata del cavo, relativamente ai parametri fissati precedentemente, è pari a circa 236,5 A. In base a tale valore, tenuto conto delle varie condizioni di posa, questo deve essere superiore o al più uguale alla corrente di impiego calcolata nel circuito elettrico.

In base al valore effettivo della portata di corrente e tenuto conto delle varie condizioni di posa del cavo, questo valore deve essere superiore o al più uguale alla corrente di impiego calcolata nel circuito elettrico.

Nella tabella sottostante vengono riportati i calcoli relativi al dimensionamento del cavo in MT e le rispettive cadute di tensione e potenza lungo il tratto di connessione tra la cabina di consegna e la cabina primaria, in cavo direttamente interrato.

<b>DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DEI CAVI MT- 185 [mmq]</b>				
Tipo di collegamento	Tra la cabina di consegna CC1 e la CP	Tra la cabina di consegna CC2 e la CP	Tra la cabina di consegna CC3 e la CP	Tra la cabina di consegna CC4 e la CP
Lunghezza cavo (m)	12045	11830	12145	11645
Intensità di corrente (A)	231	229	228	229
Conduttori per fase	1	1	1	1
Temp. Terreno (°C)	25	25	25	25
Coefficiente di correz.	0,96	0,96	0,96	0,96
Resistività termica 1,0 [Km/W]	1	1	1	1
Posa in tubo-trifoglio	0,69	0,69	0,69	0,69
Profondità di posa (m)	1,4	1,4	1,4	1,4
Coefficiente di correz.	0,97	0,97	0,97	0,97
N. cavi per scavo	4	4	4	4
Coefficiente totale	0,64	0,64	0,64	0,64
Sezione (mm2)	185	185	185	185
Portata ammissibile (A)	236,5	236,5	236,5	236,5
ΔV% sul tratto di cavo	5,97	5,80	5,94	5,73

*Tabella 3 – Dimensionamento cavi in MT di collegamento tra le cabine di consegna e la cabina primaria*

Il calcolo della sezione del cavo MT dell’impianto di utenza è realizzato nel soddisfacimento dei seguenti punti:

- 1) *Verifica della portata*
- 2) *Verifica della massima caduta di tensione*

*Verifica della portata:*

Considerato il valore di portata di un cavo commerciale del tipo ARE4H5EX, ad elica visibile, 12/20 kV, sezione 3x1x185 mmq pari a 368 A ed i coefficienti correttivi della portata come da catalogo, si ottiene un valore di Iz pari a circa 236,5 A, superiore in questo caso alle correnti d’impiego del circuito.

*Verifica della massima caduta di tensione:*

La determinazione della sezione del conduttore, in modo tale che non venga superata la massima caduta di tensione consentita nel sistema, si avvale della seguente formula:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot L \cdot I_{cavo} \cdot (R_l \cos\varphi + X_l \sin\varphi)$$

dove:

$\Delta V$  è la caduta di tensione [V];

L, la lunghezza della linea [km];

$I_{cavo}$  è la corrente di impiego [A];

cos $\phi$ : fattore di potenza;

$R_l$ , è il valore di resistenza del cavo elettrico [ $\Omega$ /km];

$X_l$ , è il valore della reattanza del cavo elettrico [ $\Omega$ /km].

In valore percentuale la caduta di tensione (cdt%) è stata calcolata come:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_N} \cdot 100$$

dove  $V_n$  è pari a 20 kV.

Per le giunzioni elettriche in MT (ogni 200 m circa) saranno utilizzati connettori di tipo a compressione diritti in alluminio adatti alla giunzione di cavi in alluminio ad isolamento estruso con ripristino dell'isolamento con giunti diritti adatti al tipo di cavo in materiale ritraibile. Per la terminazione dei cavi scelti e per l'attestazione sui quadri in cabina si dovranno applicare terminali unipolari per interno con isolatore in materiale ritraibile e capicorda di sezione idonea. In casi particolari e secondo le varie necessità, potrà essere adottata una protezione meccanica aggiuntiva, realizzata mediante l'uso di tubazioni in materiale plastico (PVC), rigide o flessibili, di diametro nominale 160 mm o 200 mm, a doppia parete con parete interna liscia, rispondenti alle norme CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4 e classificati come normali nei confronti della resistenza al furto. I montaggi delle opere elettromeccaniche dovranno essere eseguiti a "perfetta regola d'arte". Prima della messa in servizio dovranno essere eseguite le prove di isolamento prescritte dalla Norma CEI 11-7.

## **6.5 MODALITA' DI POSA E ATTRAVERSAMENTI**

I cavi saranno interrati, protetti da tubo in PVC opportunamente dimensionato, ed installati normalmente in una trincea della profondità massima di 1,4 m, con disposizione delle fasi a trifoglio. Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati. Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'. Saranno segnalati superiormente da un nastro segnaletico e potranno essere protetti anche da una rete in PVC. 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, 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.

Ricordiamo che, lungo il percorso il cavidotto incontra n.8 fossi, che dovrà attraversare per poter raggiungere la CP. Nei casi in cui dovrà essere utilizzato il sistema della

trivellazione orizzontale controllata (TOC), tale metodo non comporta alcun tipo di interferenza con le strutture superiori esistenti che verranno attraversate in sottopasso. In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni. Quest'argomento verrà trattato specificatamente in un capitolo successivo dedicato.

Sono state previste n.2 tipologie di sezioni di scavo per il cavidotto lungo tutto il percorso:






- scavo su terreno agricolo;
- scavo su strade asfaltate.

Nella figura successiva sono riportate le sezioni degli scavi progettati per il cavidotto in MT, riportati in maggior dettaglio nella tavola allegata FRV-VTR-IE.09-Tracciato linea MT esterna, scavi e interferenze:

Potenza nominale dell'impianto [MWp]	28,58
Potenza modulo fotovoltaico monocristallino [Wp]	600
Numero di moduli totali	47640
Area d'impianto [ha]	36,2
Superficie captante fotovoltaica [ha]	11,7
N° cabine di trasformazione	8
N° cabine di consegna	4
N° cabina control room	1
N° cabine di sezionamento	2
Lunghezza cavo solare da 6 mmq in BT CC [m]	79910
Lunghezza terna di cavi unipolari FG16OR16 da 150 mmq in BT in ac [m]	11890
Lunghezza terna di cavi unipolari FG16OR16 da 240 mmq in BT in ac [m]	17916
Lunghezza terna di cavi unipolari da 50 mmq ARE4H5(AR)E in MT a 20 kV [m]	580
Lunghezza terna di cavi unipolari da 185 mmq ARE4H5(AR)E in MT a 20 kV [m]	40
Lunghezza terna di cavi unipolari da 185 mmq ARE4H5EX in MT a 20 kV [m]	47665
Lunghezza cavi illuminazione e videosorveglianza da 2,5 mmq in BT in ac [m]	3500

*Figura 3 – Sezioni dello scavi in MT esterno*

Di seguito si riportano i materiali di riempimento per le tre tipologie di scavi:

Legenda	
	Sottofondo - Geomix
	Materiale inerte
	Sabbia o inerte prescritto
	Tappetino d'usura
	Pavimentazione in conglomerato bituminoso - Binder

Sui fondi di terreno privati interessati dal tracciato del cavidotto in oggetto, verrà apposta una servitù di elettrodotto per una fascia di 2 m a destra e a sinistra dell'asse del cavidotto, come previsto dalla tabella "Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione", di seguito riportata, con indicazione delle fasce di asservimento per tipologia di cavidotto:

Tipo di linea	Natura conduttore	Sezione o diametro	Palificazione	Armamento	Lunghezza campata ricorrente (1)	Larghezza fascia (2)
BT	Cavo interrato	qualsiasi				3 m
MT	cavo aereo	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	4 m
	Cavo interrato	qualsiasi				4 m
	rame nudo	25/35 mm <sup>2</sup>	qualsiasi	qualsiasi	160 m	11 m
	rame nudo	70 mm <sup>2</sup>	qualsiasi	qualsiasi	160 m	13 m
	Al- Acc. Lega di Al	Qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	160 m	13 m
	Qualsiasi	Qualsiasi	qualsiasi	qualsiasi	250 m	19 m
AT fino a 150 kV	All-Acc	$\Phi = 22,8$ mm	tralicci semplice terna	sospeso	400 m	27 m
			tralicci doppia terna	sospeso	400 m	28 m
	All-Acc	$\Phi = 31,5$ mm	tralicci semplice terna	sospeso	350 m	29 m
			tralicci doppia terna	sospeso	350 m	30 m
	Cavo interrato	qualsiasi				5 m

## 7. PERCORSO DEL CAVIDOTTO DI EVACUAZIONE

Come riportato in precedenza al paragrafo 2, dalle n.4 cabine di consegna dell'area d'impianto, avrà origine il cavidotto di collegamento con la CP San Savino.

Il tracciato del cavidotto, dalle cabine di consegna fino alla CP, avverrà su percorsi stradali riportati nel seguito:

- Strada Campo Perello fino al bivio con Strada Trinità, per circa 6.700 m;
- Strada Trinità, fino al bivio strada Dogana per circa 670 m;



- Strada Dogana, fino all'ingresso della CP San Savino, per circa 4.245 m.

Nel seguito si riporta un' inquadratura su ortofoto utile ad una visione complessiva del percorso del cavidotto MT (in giallo) in cui sono visibili l'area d'impianto (tratteggiata in bianco), le cabine di sezionamento e la CP San Savino. Si rimandando agli elaborati di progetto per le rappresentazioni cartografiche e catastali di dettaglio.

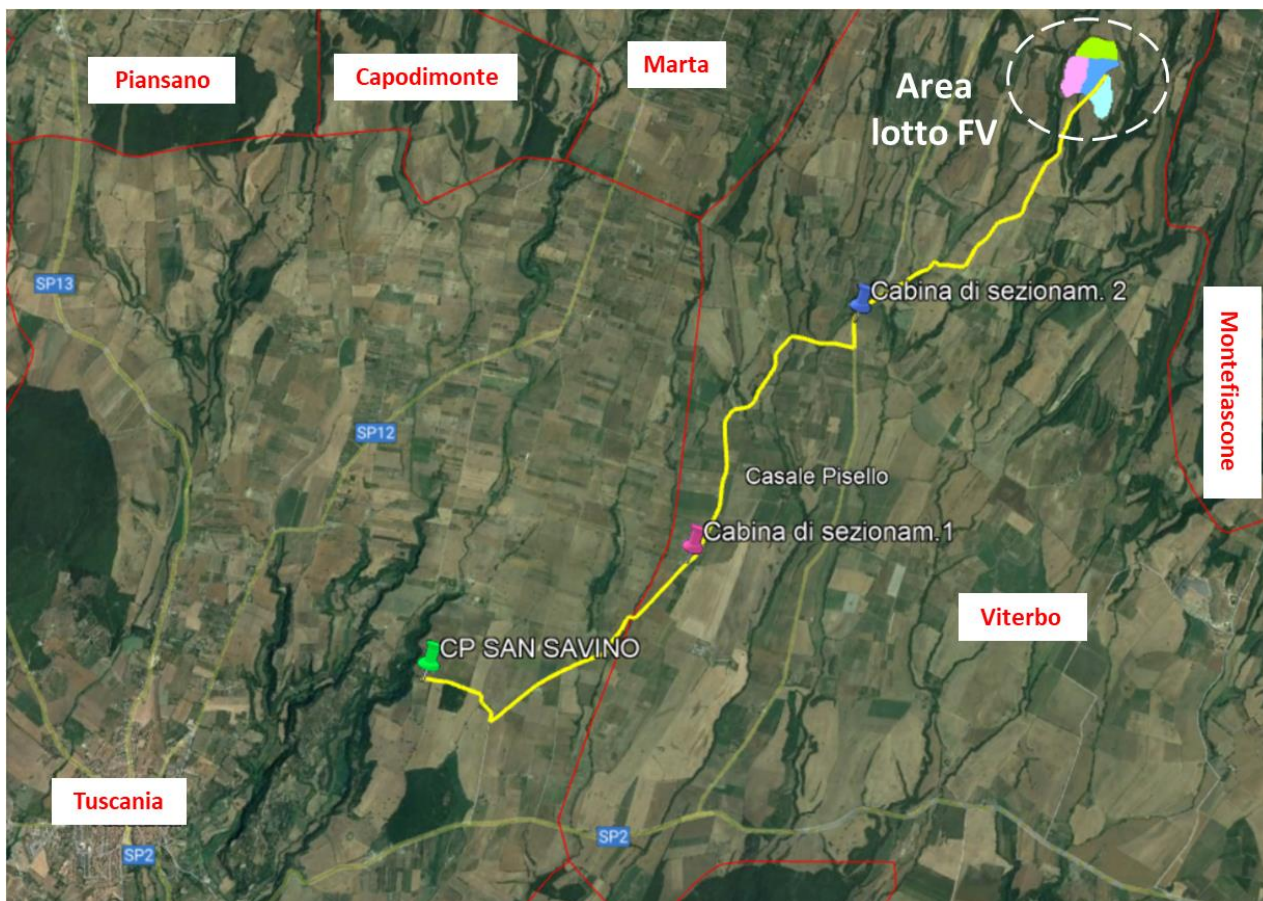


Figura 4 – Inquadratura su ortofoto: area d'impianto e percorso del cavidotto in MT

Nelle figure successive vengono riportati i dettagli degli attraversamenti descritti nei paragrafi precedenti.



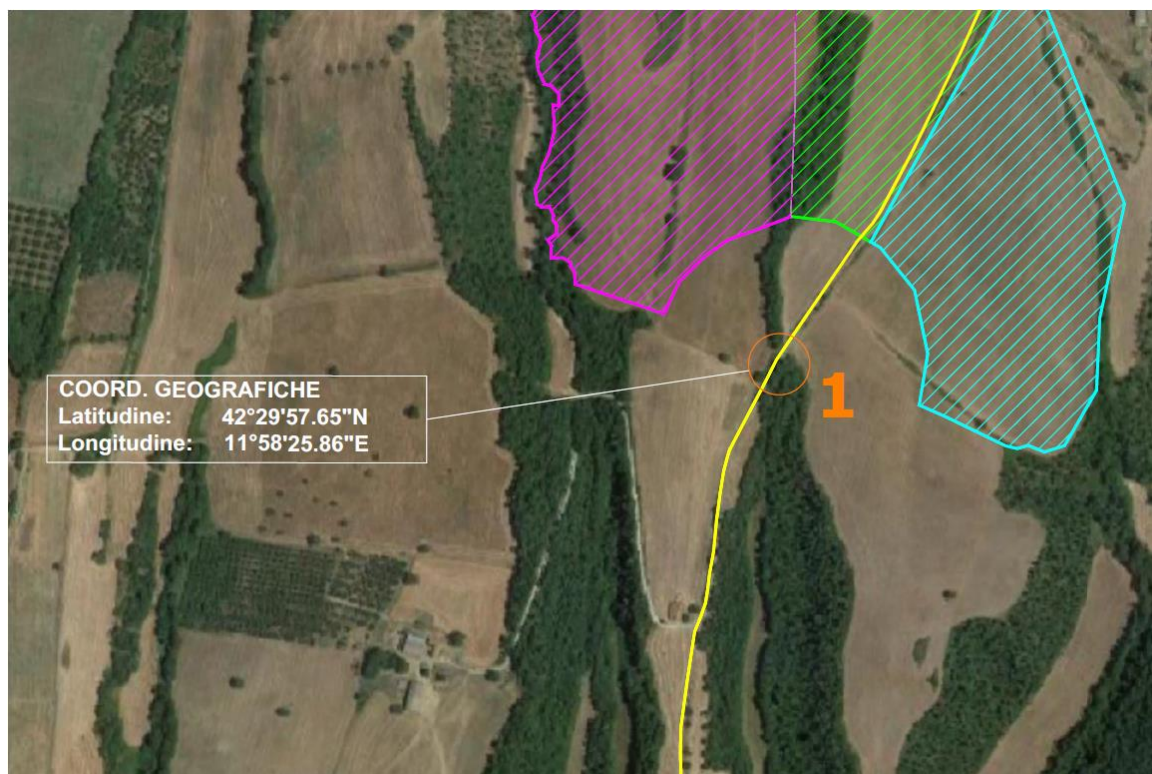


Figura 5 – Attraversamento n. 1 del Fosso Fiancella vicino l'area d'impianto FV



Figura 6 – Attraversamenti: n. 2 del Fosso delle Sette Cannele e n.3 del Fosso del Campo della Quercia

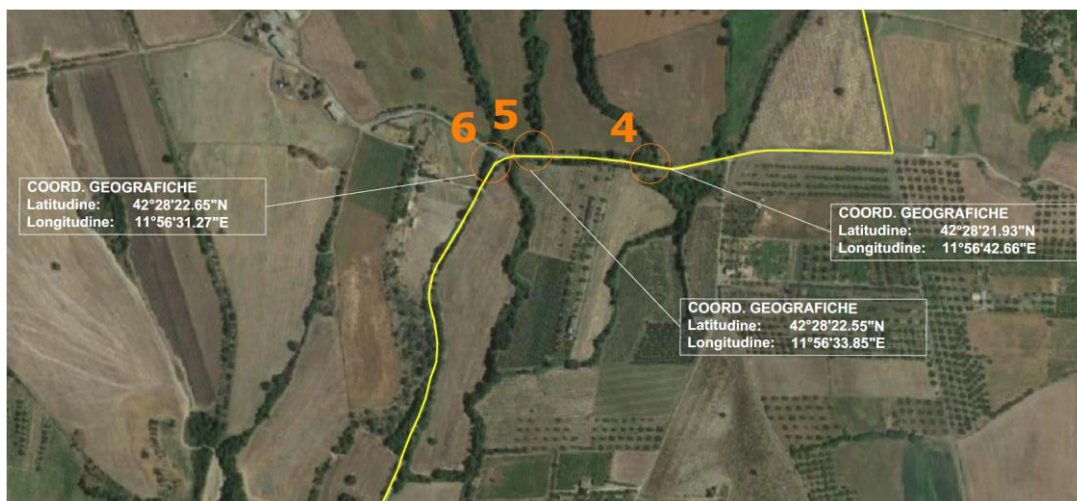


Figura 7 – Attraversamenti: n. 4 dell' Acqua Ferrata, n.5 del Fosso Cadutella e n.6 del Fosso Forma di Cerro



Figura 8 – Attraversamenti: n. 7 del Fosso Pantanaccio e n.8 dell' Affluente Fosso Pantanaccio

## 8. PRESCRIZIONI SULLA DETERMINAZIONE DELLE DISTANZE

Il rispetto delle prescrizioni sulle distanze, di cui ai precedenti paragrafi, sarà accertato con rilievi diretti eseguiti sul campo e saranno determinate in base alle strutture preesistenti, quale risulta dalle registrazioni disponibili presso i relativi esercenti e, se del caso, mediante sondaggi di verifica effettuati sul luogo.



## **9. RAGGI DI CURVATURA DEI CAVI**

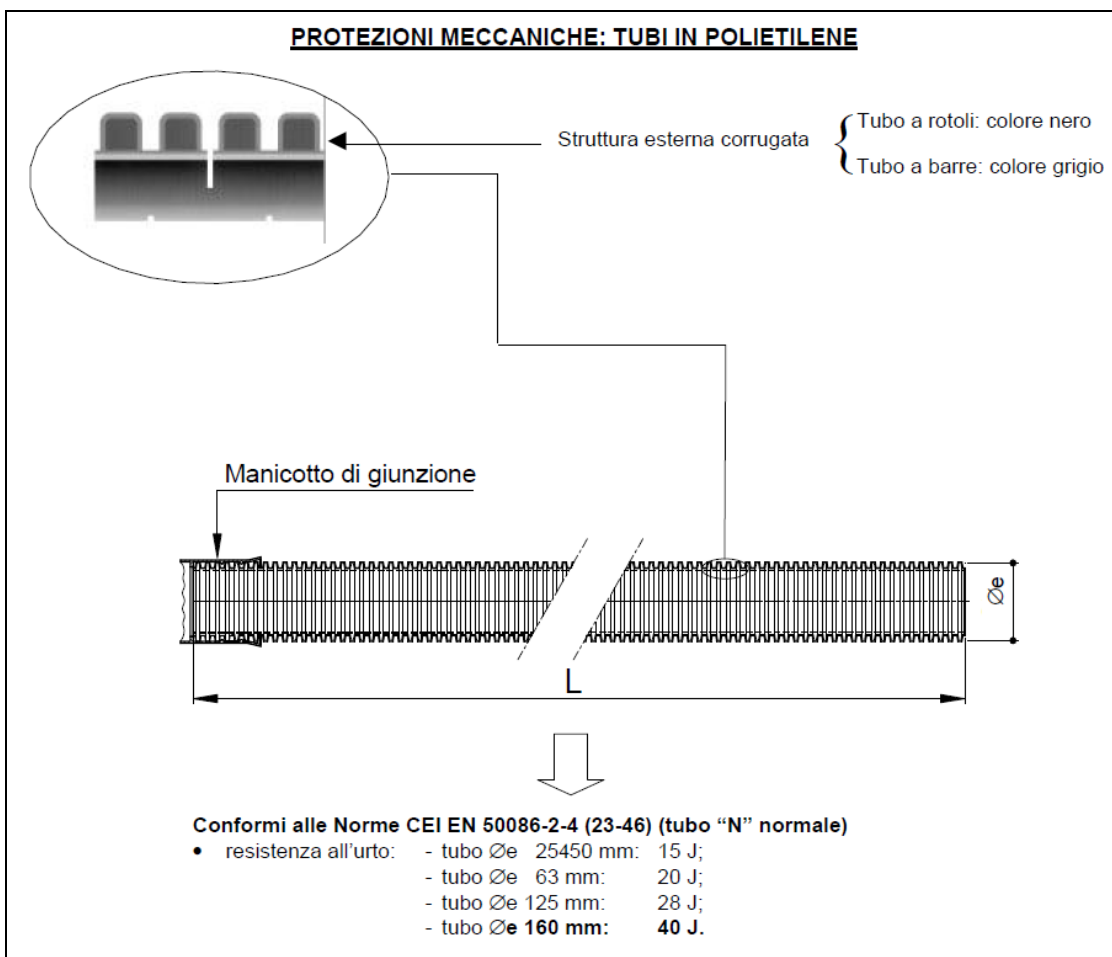
La curvatura dei cavi deve essere tale da non provocare danno ai cavi stessi. Durante le operazioni di posa dei cavi per installazione fissa, se non altrimenti specificato dalle norme specifiche o dai costruttori, i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non devono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

- 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.

## 10. PROTEZIONE MECCANICA DEL CAVIDOTTO

Il cavo sarà dotato di una protezione meccanica agli urti, situata al di sopra della guaina esterna del cavo, che garantisce una elevata protezione meccanica, assorbendo gli urti e riducendo il rischio di deformazioni o danneggiamenti degli strati sensibili sottostanti, come l'isolante o lo schermo metallico. Tale tubo, ha una sezione minima pari a 160 mmq, omologato ENEL.



## 11. SOLLECITAZIONI 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 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.

## **12. PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACORRENTI**

### **12.1 SOLLECITAZIONI TERMICHE E DINAMICHE**

Il riscaldamento dovuto ad una sovracorrente provoca dilatazioni tra i vari componenti metallici e non metallici del cavo le quali, sovrapponendosi alle condizioni di ridotta resistenza dei materiali riscaldati, possono causare lesioni o invecchiamenti tali da rendere inutilizzabile il cavo. Le protezioni contro le sovracorrenti saranno previste in maniera tale da contenere le temperature massime dei conduttori entro i limiti stabiliti in questo caso i valori delle temperature massime di esercizio e di cortocircuito nel caso dell'isolante in cavo di polietilene reticolato XLPE, con temperatura massima di esercizio 90 °C e Max temperatura di corto circuito pari a 250°C che danno un valore del coefficiente K in funzione delle temperature iniziali e finali di cortocircuito per conduttori in alluminio di 92.

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.

### **12.2 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE**

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

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

Nel caso:

- a) essi possiedono generalmente un potere di interruzione inferiore alla corrente presunta di cortocircuito nell'impianto, ma devono essere in grado di sopportare tale corrente per la durata richiesta per il funzionamento dei dispositivi di protezione contro cortocircuito;
- b) essi devono possedere un potere di interruzione almeno pari alla corrente presunta di cortocircuito nel punto in cui sono stati installati;
- c) essi devono sopportare e interrompere ogni corrente compresa tra il valore della loro corrente convenzionale di funzionamento ed il valore della corrente presunta di cortocircuito nel punto in cui sono installati.

### **12.3 PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO**

Le linee in cavo devono essere di norma protette contro le correnti di cortocircuito da dispositivi situati a monte della linea, con tempi di intervento sufficientemente rapidi da evitare danni non accettabili al cavo. Ad evitare il deterioramento dell'isolamento, il

tempo di intervento deve essere tale che la temperatura dei conduttori non superi il limite massimo ammesso per qualunque valore di sovraccorrente risultante da un cortocircuito in ogni punto del cavo protetto.

#### **12.4 PROTEZIONE CONTRO IL 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.

### **13. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI**

#### **13.1 USO DEI RIVESTIMENTI METALLICI DEI CAVI**

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

- 1) il rivestimento metallico sia posto sotto una guaina non metallica qualora esista pericolo di danneggiamento chimico meccanico;
- 2) sia assicurata la continuità longitudinale del rivestimento metallico per tutto il percorso del cavo;
- 3) il rivestimento metallico sia messo a terra rispettando le disposizioni;
- 4) 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.

#### **13.2 MESSA A TERRA DEL RIVESTIMENTO METALLICO DEI CAVI**

Tutti i rivestimenti metallici dei cavi saranno messi a terra almeno alle estremità di ogni collegamento, per collegamenti di grande lunghezza sarà inserita la messa a terra del rivestimento metallico in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori ai 5 km. Per collegamenti corti, in genere non superiore al Km, è pure consentita la messa a terra del rivestimento metallico in un sol punto purchè vengano adottate le seguenti precauzioni:

- in corrispondenza delle terminazioni e delle interruzioni dei rivestimenti metallici, se accessibili, devono essere applicate opportune protezioni attive ad evitare tensioni di contatto superiori ai valori ammessi dalla Norma CEI 11-1;

- la guaina non metallica di protezione del cavo deve essere in grado di sopportare la massima tensione totale di terra dell'impianto di terra al quale il rivestimento metallico è collegato.

Per i sistemi in AT dove il neutro è francamente collegato a terra e le correnti di guasto a terra sono molte elevate, sarà raccomandabile installare parallelamente ai cavi un conduttore di terra di sezione adeguata a sopportare le correnti di guasto e ridurre le sovratensioni transitorie di sequenza zero. Dove il cavo ha più rivestimenti metallici, essi saranno connessi in parallelo, salvo nel caso di cavi appartenenti a circuiti di misura o segnalamento. Per il collegamento tra il rivestimento metallico del cavo ed il conduttore di terra, verrà ammesso l'impiego di adeguati connettori a compressione; inoltre, per i cavi con rivestimento metallico a nastri o a tubo, è anche ammessa la saldatura dolce o la brasatura. In ogni caso occorre verificare che, in relazione alle caratteristiche delle guaine o dei rivestimenti 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.

### **13.3 MESSA A TERRA DELLE PARTI METALLICHE DELLE CANALIZZAZIONI**

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

## **14. COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA ED ALTRI SERVIZI**

### **14.1 INCROCI E PARALLELISMI CON CAVI DI TELECOMUNICAZIONE**

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

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

Detti dispositivi devono essere disposti simmetricamente rispetto all'altro cavo dove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettata la distanza minima della linea precedente, sarà applicata su entrambi i cavi la protezione suddetta. Quando almeno uno dei cavi sarà posto dentro appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la necessità di effettuare scavi, non è necessario osservare le prescrizioni sopraelencate.

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

## **14.2 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE**

I dispositivi di protezione saranno costituiti da involucri (cassette o tubi) preferibilmente in acciaio zincato a caldo o inossidabile, con pareti di spessore non inferiore a 2mm. Sono ammessi involucri protettivi differenti da quelli sopra descritti purchè presentino adeguata resistenza meccanica e sono, quando il materiale di cui sono costituiti lo renda necessario, protetti contro la corrosione.

## **14.3 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA E CAVI DI COMANDO E SEGNALAMENTO**

I circuiti di comando e segnalamento potrebbero essere oggetto di disturbi, tali da alterarne il regolare funzionamento, causati da fenomeni dovuti a transitori sui circuiti di energia accoppiati con i circuiti di comando e segnalamento stessi. Per ciò che attiene alla mutua influenza dovuta a interferenze elettromagnetiche tra cavi di energia e cavi di comando e segnalamento, valgono le prescrizioni contenute nelle norme CEI 304; per le interferenze di tipo elettrico o meccanico, qualora gli esercenti di questi cavi sono diversi e non esistano tra loro particolari accordi, valgono le prescrizioni precedenti.

## **14.4 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA CON TUBAZIONI , SERBATOI METALLICI E GASEDOTTI INTERRATI**

Gli incroci fra cavi di energia e le 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.

Per quanto riguarda i parallelismi fra cavi di energia e le tubazioni metalliche saranno posati alla maggiore distanza possibile fra loro. In nessun tratto la distanza, misurata in proiezione orizzontale fra le superfici esterne di essi o di eventuali loro manufatti di protezione, deve risultare inferiore a 0,30 m. Si può tuttavia derogare alla prescrizione suddetta previo accordo fra gli esercenti:

a) quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m;



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

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

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.

#### **14.5 SERBATOI DI LIQUIDI E GAS INFIAMMABILI**

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

### **15. CAMPI ELETTROMAGNETICI**

Si rimanda alla relazione d'impatto elettromagnetico allegata al seguente progetto (FRV-VTB-RIE) per il calcolo del campo magnetico generato dai cavi in MT ed AT. A titolo riassuntivo, tale studio ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana dovuti alla tipologia di posa dei cavi utilizzati, alla posizione dei cavidotti interrati e ai valori di corrente che li percorrono. I ricettori sensibili che i cavidotti incontrano durante i loro percorsi infatti, sono esterni dalle fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa risulta inferiore agli obiettivi di qualità fissati per legge. Si ricorda che il valore del campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi o assolutamente trascurabile negli altri casi per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.