



# REGIONE PUGLIA

## COMUNI DI RACALE E ALLISTE (LE)



### PROGETTO DEFINITIVO

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO**, della potenza di picco pari a 18,04 MWp sito nel Comune di Racale (LE) e delle relative opere connesse alla CP RACALE di e-distribuzione, integrato con progetto agronomico di espianto e reimpianto di uliveti affetti da "Xilella fastidiosa" su terreni nei Comuni di Racale e Alliste (LE).



**COMMITTENTE:**

CASSIOPEA RINNOVABILI S.r.l.  
Largo Augusto 3 | 20122 Milano  
P.IVA 11608260961

Società controllata al 100% da:  
BayWa r.e. Italia S.r.l.  
Largo Augusto, 3 | 20122 Milano



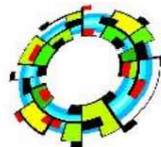
**PROGETTISTI:**



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



**CONSULENTI:**



VEGA LANDSCAPE ECOLOGY & URBAN PLANNING



Vega Sas  
Via Nicola delli Carri 46-71121 Foggia (FG)  
tel 0861756251  
CF e P iVa 02130210715

Elaborato:

**BYW-RCL-RTC**

Codice Pratica:

**WX6U5Q7**

Oggetto:

**Relazione Tecnica dei Cavidotti**

Data: Ottobre 2022

Rev.

0

Data

15.02.2023

Rev.

Data

Rev.

Data

Scala

A4

**INDICE**

INDICE DELLE FIGURE.....	2
INDICE DELLE TABELLE .....	2
1. PREMESSA .....	3
2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FV .....	3
3. CAVIDOTTI E MODALITA' DI POSA .....	4
4. PROVINCE E COMUNI INTERESSATI .....	4
5. VINCOLI .....	4
6. INTERFERENZE.....	5
7. PROGETTO DEI CAVIDOTTI INTERRATI IN MT.....	6
7.1 PREMESSA .....	6
7.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	6
7.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVO IN MT INTERNO ALL'AREA DI IMPIANTO .....	6
7.4 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVO IN MT DI COLLEGAMENTO CON LA CP .....	7
7.5 DIMENSIONAMENTO DEI CAVI.....	9
7.5.1 Dimensionamento dei cavi in MT tra cabine di trasformazione e cabina utente .....	9
7.5.2 Dimensionamento dei cavi in MT tra le cabine utenti e le cabine di consegna .....	10
7.5.3 Dimensionamento dei cavi in MT tra le cabine utenti e le cabine di consegna .....	11
7.6 MODALITA' DI POSA E RIPRISTINI .....	13
7.7 RAGGI DI CURVATURA DEI CAVI .....	15
7.8 PROTEZIONE MECCANICA DEL CAVIDOTTO .....	16
7.9 SOLLECITAZIONI A TRAZIONE.....	17
7.10 PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACORRENTI.....	17
7.10.1 SOLLECITAZIONI TERMICHE E DINAMICHE .....	17
7.10.2 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE.....	18
7.10.3 PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO .....	18
7.10.4 PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO.....	18
7.11 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI .....	19
7.11.1 USO DEI RIVESTIMENTI METALLICI DEI CAVI.....	19
7.11.2 MESSA A TERRA DEL RIVESTIMENTO METALLICO DEI CAVI.....	19
7.11.3 MESSA A TERRA DELLE PARTI METALLICHE DELLE CANALIZZAZIONI .....	20
7.12 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA ED ALTRI SERVIZI .....	20
7.12.1 INCROCI E PARALLELISMI CON CAVI DI TELECOMUNICAZIONE .....	20
7.12.2 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE.....	20
7.12.3 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA E CAVI DI COMANDO E SEGNALAMENTO .....	20
7.12.4 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA CON TUBAZIONI , SERBATOI METALLICI E GASDOTTI INTERRATI .....	21

7.12.5	SERBATOI DI LIQUIDI E GAS INFIAMMABILI .....	21
7.13	CAMPI ELETTRROMAGNETICI.....	22
8.	PERCORSO DEL CAVIDOTTO DI EVACUAZIONE ED INTERFERENZE .....	22

## **INDICE DELLE FIGURE**

<i>Figura 1</i>	<i>- Attraversamento mediante tecnica TOC del canale .....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2</i>	<i>- Sezioni dello scavi in MT interno all'area di impianto .....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 3</i>	<i>- Sezioni dello scavi in MT esterno.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 4</i>	<i>- Inquadramento su ortofoto: area d'impianto, connessione alla rete ed interferenze .....</i>	<i>23</i>

## **INDICE DELLE TABELLE**

<i>Tabella 1</i>	<i>- Dati tecnici impianto .....</i>	<i>3</i>
<i>Tabella 2</i>	<i>- Caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in MT interno da 185 mmq ...</i>	<i>7</i>
<i>Tabella 3</i>	<i>- Caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in MT esterno da 185 mmq... </i>	<i>8</i>
<i>Tabella 4</i>	<i>- Dimensionamento cavi in MT di collegamento tra le cabine di trasformazione e la cabina utente CU1 - Impianto 1 .....</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 5</i>	<i>- Dimensionamento cavi in MT di collegamento tra le cabine di trasformazione e la cabina utente CU2 - Impianto 2 .....</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 6</i>	<i>- Dimensionamento cavi in MT di collegamento tra le cabine di trasformazione e la cabina utente CU3 - Impianto 3 .....</i>	<i>10</i>
<i>Tabella 7</i>	<i>- Dimensionamento cavi in MT di collegamento tra le cabine utenti e le cabine di consegna.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabella 8</i>	<i>- Dimensionamento cavo MT di connessione tra le cabina di consegna e la CP .....</i>	<i>12</i>

## 1. PREMESSA

L'oggetto della seguente relazione tecnica è la descrizione dei cavidotti in MT a 20 kV interrati di evacuazione, che trasportano l'energia prodotta dai moduli FV del lotto d'impianti, fino alla Cabina Primaria "Racale" di E-Distribuzione, ubicata nel territorio comunale di Racale (LE).

## 2. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FV

L'impianto fotovoltaico in progetto, composto da n.1 lotto da n.3 impianti fotovoltaici, verrà realizzato su strutture metalliche fisse al suolo con una potenza nominale installata di circa 18,04 MWp. Per il layout d'impianto, in questa fase, sono stati scelti moduli fotovoltaici della potenza nominale di 545 Wp (in condizioni STC) bifacciali per un totale di 33.092. Verranno installati 54 inverter multistringa della potenza nominale in continua pari a 300 kW ciascuno. Tali inverter saranno connessi elettricamente alle 12 cabine di trasformazione BT/MT ubicate all'interno dell'area del lotto, due per ciascun impianto. L'energia prodotta dagli impianti verrà inviata ognuna alla propria cabina di consegna (n.3 in totale) dalle quali avverrà la connessione con la CP Racale.

Le connessioni in MT tra le cabine di consegna e tra queste con la CP, utilizzeranno tutte una terna di cavi unipolari della sezione di 185 mmq ciascuna ed avverranno nel modo seguente:

- Cabina di consegna 1 con la cabina di consegna 2;
- Cabina di consegna 3 con la cabina di consegna 2;
- Cabine di consegna 1, 2 e 3 con la Cabina Primaria.

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

Potenza nominale dell'impianto [MWp]	18035,14
Potenza modulo fotovoltaico monocristallino [Wp]	545
Numero di moduli totali	33092
Area d'impianto recintata [ha]	16,3
Superficie captante fotovoltaica [ha]	8,55
N° cabine di trasformazione	12
N° cabine di consegna	3
N° cabine utenti	3
Lunghezza cavo da 6 mmq in BT CC [m]	104595
Lunghezza terna di cavi unipolari da 185 mmq in MT a 20 kV [m]	2635
Lunghezza terna di cavi unipolari da 240 mmq in MT a 20 kV [m]	2440
Lunghezza terna di cavi unipolari da 240 mmq in ac-BT a 1 kV [m]	355
Lunghezza terna di cavi unipolari da 300 mmq in ac-BT a 1 kV [m]	1110
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.

### **3. CAVIDOTTI E MODALITA' DI POSA**

I cavidotti in BT e MT interni all'impianto saranno realizzati posandoli direttamente nello scavo 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 3 cabine di consegna alla cabina CP avrà una larghezza minima di 0,5 m ed una profondità massima di 1,0 m ed 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.

Per le giunzioni elettriche in MT (ogni 100 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.

### **4. PROVINCE E COMUNI INTERESSATI**

Il tracciato del cavidotto in MT interessa il comune di Racale e la provincia di Lecce.

### **5. 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, cosicché non si andrà di fatto a modificare visivamente lo stato dei luoghi.

## 6. INTERFERENZE

Lungo il tracciato il cavidotto di evacuazione in MT non risulta attraversare corsi d'acqua, fossi demaniali o sottoservizi esistenti, mentre i cavidotti interni in MT che collegano le cabine di trasformazione attraversano un canale artificiale di competenza del Consorzio di Bonifica Ugento e Li Foggi.

I suddetti attraversamenti potrebbero essere realizzati in sub alveo (al di sotto dell'alveo del corso d'acqua o fosso), con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.). Tale 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.

Saranno in particolar modo seguite le indicazioni del Consorzio di Bonifica Ugento e Li Foggi per l'attraversamento in sub alveo del canale. 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 in fase esecutiva si riscontrasse la presenza di metanodotti, gasdotti, acquedotti, ecc.. interrati, l'attraversamento sarà effettuato in riferimento alla norma CEI 11-17 e in accordo con il rispettivo gestore di rete.

Nella Figura 1 successiva è riportata la soluzione da adottare per gli attraversamenti del canale. Ovviamente, la soluzione adottata andrà contestualizzata in fase esecutiva in relazione, prevedendo variazioni dimensionali opportune che saranno valutate all'atto della realizzazione dell'attraversamento.

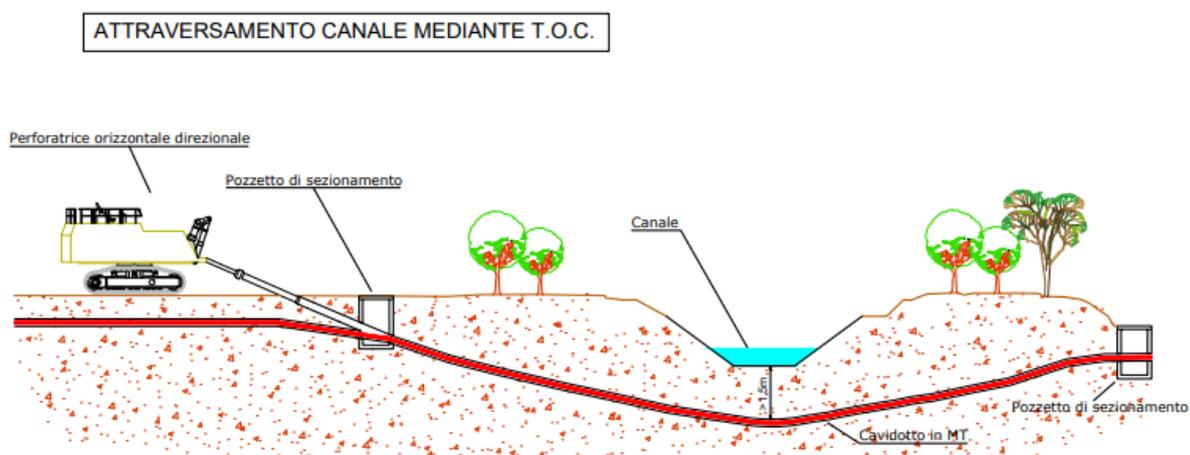


Figura 1 – Attraversamento mediante tecnica TOC del canale

## **7. PROGETTO DEI CAVIDOTTI INTERRATI IN MT**

### **7.1 PREMESSA**

Il cavidotto che collega internamento le cabine di trasformazione con le cabine utente sarà costituito da cavi del tipo ARE4H5(AR)EX (o similari) unipolari, con conduttore in alluminio, del tipo "air-bag", conformi alla specifica TERNA DC4385, ad elica visibile, e disposti a trifoglio negli scavi.

Il cavidotto, invece, che collega le cabine di consegna con la CP "Racale", sarà costituito da cavi trifase con sezione da 185 mmq ciascuno e verrà interrato, con protezione meccanica aggiuntiva. I cavi utilizzati in questa fase di progettazione saranno cordati in alluminio, con isolante in XLPE, ad elica visibile, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene e disposti a trifoglio nello scavo. Di seguito verranno descritti in dettaglio sia i vari percorsi che le tipologie di scavo adottate.

### **7.2 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.

### **7.3 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVO IN MT INTERNO ALL'AREA DI IMPIANTO**

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 trasformazione e le cabine di consegna.

**MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION**

# ARE4H5(AR)EX AIR BAG™ 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)

**Protezione meccanica**

Materiale Polimerico (Air Bag)

**Guaina**

Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)

**Marcatura**

 PRYSMIAN (\*\*) ARE4H5(AR)EX <tensione>  
 <sezione> <fase 1/2/3> <anno>

**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)*
**Mechanical protection**
*Polymeric material (Air Bag)*
**Sheath**
*Polyethylene: red colour (DMP 2 type)*
**Marking**
**PRYSMIAN (\*\*) ARE4H5(AR)EX <rated voltage>**  
 <cross-section> <phase 1/2/3> <year>

**Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARE4H5(AR)EX**

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria	posa interrata
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation	underground installation
(mm <sup>2</sup> )	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(A)	(A)
							p=1 °C m/W	p=2 °C m/W
							p=1 °C m/W	p=2 °C m/W

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

50	8,2	19,9	34,5	2430	690
70	9,7	20,8	35,5	2660	690
95	11,4	22,1	37,0	3010	730
120	12,9	23,2	38,2	3300	760
150	14,0	24,3	39,5	3640	780
185	15,8	26,1	41,3	4120	820
240	18,2	28,5	44,0	4770	860
300	20,8	31,7	47,6	5730	950

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

50	184	166	129
70	227	203	157
95	275	243	187
120	317	276	212
150	358	309	236
185	411	350	267
240	486	407	309
300	561	461	349

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

## 7.4 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVO IN MT DI COLLEGAMENTO CON LA CP

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 con la CP.

## 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**

Miscela estrusa

**Isolante**

Miscela di polietilene reticolato (qualità DIX 8)

**Semiconduttivo esterno**

Miscela 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	diámetro conduttore	diámetro sull'isolante	diámetro 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)

sezione nominale	portata di corrente in aria	posa interrata a trifoglio	
conductor cross-section	open air installation	p=1°C m/W	p=2°C m/W
(mm <sup>2</sup> )	(A)	(A)	(A)

#### 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 3 - Caratteristiche tecniche ed elettriche del cavo in MT esterno da 185 mmq

## 7.5 DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

### 7.5.1 Dimensionamento dei cavi in MT tra cabine di trasformazione e cabina utente

Nelle tabella sottostante vengono riportati i calcoli relativi al dimensionamento dei cavi in MT e le rispettive cadute di tensione e potenza lungo i collegamenti ad anello, in cavo direttamente interrato, tra le cabine di trasformazione e la rispettiva cabina utente, per ciascuno dei 3 impianti del lotto.

IMPIANTO FV 1											
Sottocampo 1			Sottocampo 2			Sottocampo 3			Sottocampo 4		
lb1	I-att.	I-reatt.	lb1	I-att.	I-reatt.	lb1	I-att.	I-reatt.	lb1	I-att.	I-reatt.
28,9	26,0	11,17	46,2	41,6	17,88	52,0	46,8	20,11	52,0	46,8	20,11
c.d.t. max [V]	c.d.t. max [%]	c.d.t. r. [V]	c.d.t. a. [V]	Xl [Ω/km]	g-All [mmq·Ω/m]		Lunghezza cavo tra CU-T1 [m]	Lunghezza cavo tra T1-T2 [m]	Lunghezza cavo tra T2-T3 [m]	Lunghezza cavo tra T3-T4 [m]	Lunghezza cavo tra CU-T4 [m]
11,55	0,10	1,67	9,88	0,12	0,036		375	40	45	40	450
Iz0	Kd	Kt-20°C	Kr	Kp-1 [m]	K_tot	Iz	Sezione calcolata del cavo in MT - 20 kV [mmq]		Sezione commerciale del cavo in MT - 20 kV [mmq]		
350	0,71	1	1	1	0,71	248,5	105,0		185		

*Tabella 4 - Dimensionamento cavi in MT di collegamento tra le cabine di trasformazione e la cabina utente CU1 - Impianto 1*

IMPIANTO FV 2											
Sottocampo 1			Sottocampo 2			Sottocampo 3			Sottocampo 4		
lb1	I-att.	I-reatt.	lb1	I-att.	I-reatt.	lb1	I-att.	I-reatt.	lb1	I-att.	I-reatt.
36,1	32,5	13,97	52,0	46,8	20,11	52,0	46,8	20,11	52,0	46,8	20,11
c.d.t. max [V]	c.d.t. max [%]	c.d.t. r. [V]	c.d.t. a. [V]	Xl [Ω/km]	g-All [mmq·Ω/m]		Lunghezza cavo tra CU-T5 [m]	Lunghezza cavo tra T5-T6 [m]	Lunghezza cavo tra T6-T7 [m]	Lunghezza cavo tra T7-T12 [m]	Lunghezza cavo tra CU-T12 [m]
15,01	0,13	3,15	11,86	0,11	0,036		670	45	80	80	810
Iz0	Kd	Kt-20°C	Kr	Kp-1 [m]	K_tot	Iz	Sezione calcolata del cavo in MT - 20 kV [mmq]		Sezione commerciale del cavo in MT - 20 kV [mmq]		
350	0,71	1	1	1	0,71	248,5	174		185		

*Tabella 5 - Dimensionamento cavi in MT di collegamento tra le cabine di trasformazione e la cabina utente CU2 - Impianto 2*

IMPIANTO FV 3											
Sottocampo 1			Sottocampo 2			Sottocampo 3			Sottocampo 4		
Ib1	I-att.	I-reatt.	Ib1	I-att.	I-reatt.	Ib1	I-att.	I-reatt.	Ib1	I-att.	I-reatt.
52,0	46,8	20,11	52,0	46,8	20,11	52,0	46,8	20,11	52,0	46,8	20,11
c.d.t. max [V]	c.d.t. max [%]	c.d.t. r. [V]	c.d.t. a. [V]	XI [Ω/km]	g-All [mmq·Ω/m]		Lunghezza cavo tra CU-T8 [m]	Lunghezza cavo tra T8-T9 [m]	Lunghezza cavo tra T9-T10 [m]	Lunghezza cavo tra T10-T11 [m]	Lunghezza cavo tra CU-T11 [m]
17,32	0,15	4,29	13,03	0,1	0,036		830	125	135	130	1220
Iz0	Kd	Kt-20°C	Kr	Kp-1 [m]	K_tot	Iz	Sezione calcolata del cavo in MT - 20 kV [mmq]		Sezione commerciale del cavo in MT - 20 kV [mmq]		
407	0,71	1	1	1	0,71	289,0	239		240		

*Tabella 6 - Dimensionamento cavi in MT di collegamento tra le cabine di trasformazione e la cabina utente CU3 - Impianto 3*

### 7.5.2 Dimensionamento dei cavi in MT tra le cabine utenti e le cabine di consegna

Come già descritto nel paragrafo precedente, la scelta della sezione del cavo MT dipende dalla corrente d'impiego, dalla portata effettiva del cavo in relazione al suo regime di funzionamento (regime permanente, ciclico o transitorio) ed alle sue condizioni di installazione (temperatura ambientale, modalità di posa, numero di cavi e loro raggruppamento, etc..) (CEI 11-17). Per la connessione tra le cabine utenti e quelle di consegna, si è scelto un cavo in MT, avente una sezione nominale pari a 3x185 mmq, del tipo ARE4H5EX, interrato ad 1 m di profondità e protetto da tubazione in PVC il cui diametro esterno avrà un diametro minimo  $\Phi=160$  mm (superiore a 1,5 volte il diametro del cavo circoscritto).

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:  $U_0 = 12$  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
- Temperatura del terreno di riferimento: 20 [°C]

- Resistività termica del terreno: 1 [Km/W]

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 le cabine utenti e quelle di consegna.

<b>DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DEI CAVI</b>			
Collegamento	Tra la cabina CU1 e la cabina CC1	Tra la cabina CU3 e la cabina CC3	Tra la cabina CU3 e la cabina CC3
Lunghezza cavo (m)	10	10	10
Intensità di corrente (A)	166,1	194,3	218,2
Conduttori per fase	1	1	1
Temp. Terreno (°C)	20	20	20
Coefficiente di correz.	1	1	1
Resistività termica 1,0 [Km/W]	1	1	1
Cavi unipolari-posa trifoglio	3	3	3
Profondità di posa (m)	1	1	1
Coefficiente di correz.	1	1	1
N. cavi per scavo	1	1	1
Coeffic. per n° di strati	1	1	1
Coefficiente totale	1,00	1,00	1,00
Sezione (mm <sup>2</sup> )	185	185	185
Portata ammissibile (A)	368	368	368
ΔV% per ogni tratto	0,004	0,004	0,002
ΔV% accumulata	0,00	0,01	0,01
ΔP per ogni tratto (kW)	0,18	0,25	0,17

*Tabella 7 - Dimensionamento cavi in MT di collegamento tra le cabine utenti e le cabine di consegna*

### **7.5.3 Dimensionamento dei cavi in MT tra le cabine utenti e le cabine di consegna**

I valori delle potenze nominali degli impianti fotovoltaici del lotto sono i seguenti:

- Impianto 1: 5.177,5 [kWp]
- Impianto 2: 6.056,0 [kWp]
- Impianto 3: 6.801,6 [kWp]

Per la connessione tra le cabine di consegna e la CP "Racale", si è adottato un cavo in MT del tipo ARE4H5EX, avente una sezione nominale pari a 3x185 mm<sup>2</sup>, interrato ad 1 m di profondità e protetto da tubazione in PVC il cui diametro esterno avrà un diametro minimo  $\Phi=160$  mm. Nella tabella successiva sono riportati i calcoli relativi al dimensionamento del cavo in MT e le rispettive cadute di tensione e potenza lungo il

tratto di connessione tra le cabine di consegna e la CP "Racale", in cavo interrato protetto da tubazione.

<b>DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DEI CAVI</b>			
Collegamento	Tra la cabina CC1 e la CP	Tra la cabina CC2 e la CP	Tra la cabina CC3 e la CP
Lunghezza cavo (m)	110	130	150
Intensità di corrente (A)	166,1	194,3	218,2
Conduttori per fase	1	1	1
Temp. Terreno (°C)	20	20	20
Coefficiente di correz.	1	1	1
Resistività termica 1,0 [Km/W]	1	1	1
Cavi unipolari-posa trifoglio	3	3	3
Profondità di posa (m)	1	1	1
Coefficiente di correz.	1	1	1
N. cavi per scavo	3	3	3
Coeffic. per n° di strati	0,74	0,74	0,74
Coefficiente totale	0,74	0,74	0,74
Sezione (mm <sup>2</sup> )	185	185	185
Portata ammissibile (A)	272	272	272
ΔV% per ogni tratto	0,04	0,05	0,03
ΔV% accumulata	0,04	0,09	0,12
ΔP per ogni tratto (kW)	2,0	3,2	2,6

*Tabella 8 - Dimensionamento cavo MT di connessione tra le cabina di consegna e la CP*

Poiché il cavo scelto ha una portata stimata di circa 368 A (cfr tabella precedente), applicando dei coefficienti correttivi, legati alla tipologia di posa del cavo, alla temperatura ed alla resistività termica del terreno, si avrà un valore di portata diminuito e pari a circa 272 A, il quale, per la scelta della sezione commerciale del cavo, deve essere maggiore del valore della corrente d'impiego calcolata. Per tal motivo si può concludere che la sezione dei cavi utilizzata è adeguata a trasportare l'energia nelle condizioni di massima generazione dell'impianto FV e inoltre, si ottiene un valore di caduta di tensione entro i limiti.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica elettrica allegata.

Per quanto riguarda i collegamenti tra le cabine di consegna, essendo questi dei cavi che verranno utilizzati in seguito a guasti sui cavi principali di collegamento tra le cabine e la CP, non si riporta il calcolo del dimensionamento adottando la stessa sezione commerciale di 185 mmq che, in base ai valori delle correnti che trasportano, le condizioni di posa, ecc.. è da ritenersi corretta.

## 7.6 MODALITA' DI POSA E RIPRISTINI

La protezione dei cavi all'interno degli scavi deve essere garantita attraverso una protezione meccanica in grado di assorbire, senza danni per il cavo stesso, le sollecitazioni meccaniche, statiche e dinamiche, derivanti dal traffico veicolare (resistenza a schiacciamento) e dagli abituali attrezzi manuali di scavo (resistenza a urto). Tale protezione può essere aggiuntiva esterna (tubazione in PVC) oppure compresa nel cavo (caso "air-bag"). Per quanto riguarda la progettazione dell'impianto fotovoltaico lato MT interno all'area d'impianto, si è previsto l'utilizzo dei cavi con sistema "air-bag" il quale assorbe l'energia cinetica dello shock deformandosi in seguito all'impatto. Questo fa in modo che l'energia residua non danneggi le parti sensibili del cavo, come il sistema isolante e il rivestimento. Rappresenta quindi una soluzione a tale rischio, associato molto spesso all'armatura metallica, che potenzialmente potrebbe pregiudicare l'integrità del sistema isolante, riducendone l'affidabilità nel tempo. Questo sistema permette ai cavi di essere direttamente interrati. Mentre per i cavi in MT esterni all'area d'impianto e di connessione tra cabine utenti e di consegna, saranno protetti da tubazioni in PVC situata al di sopra della guaina esterna dei cavi e che ne 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.

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,0 m, con disposizione delle fasi a trifoglio. Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un tritubo 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 figura successiva sono riportate le sezioni degli scavi progettati per i cavidotti in MT, riportati in maggior dettaglio nelle tavole allegate BYW-RCL-IE-06 e BYW-RCL-IE-07:

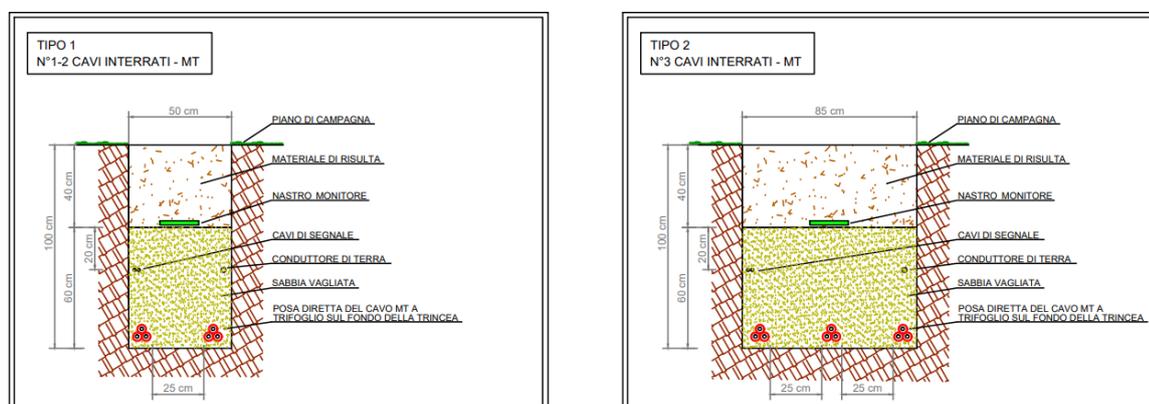


Figura 2 – Sezioni dello scavi in MT interno all'area di impianto

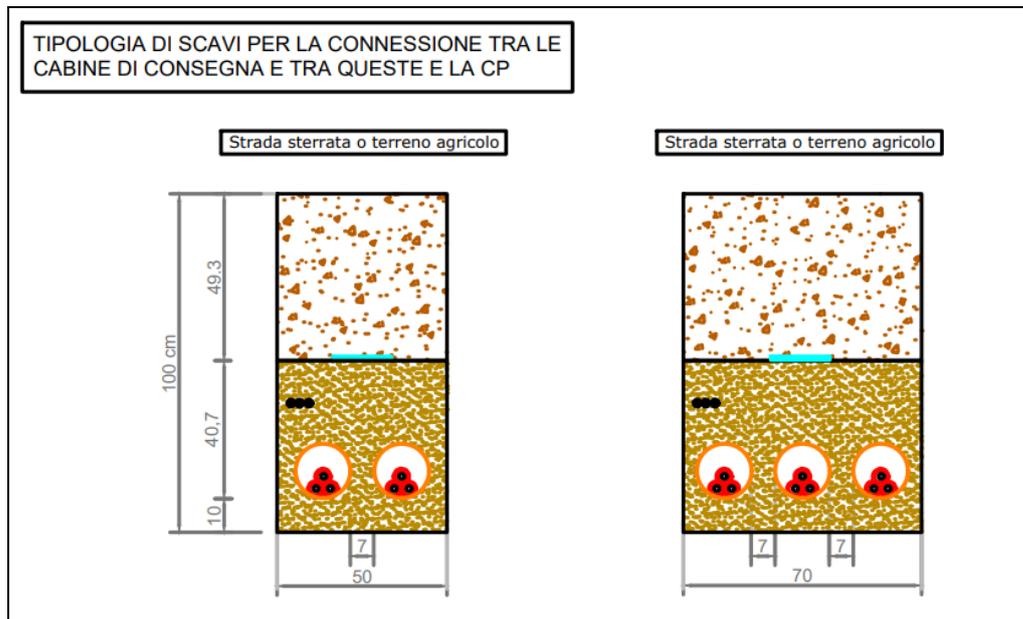


Figura 3 – Sezioni dello scavi in MT esterno

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

### Legenda

-  Terreno di risulta
-  Sabbia o inerte prescritto
-  Nastro monitore
-  Cavo (3x1x185) mmq-12/24 kV in MT
-  Tubo di protezione-sez.min.160mm
-  Tritubo 3x50 mm

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

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.

Il riempimento della trincea e il ripristino della superficie devono essere effettuati, nella generalità dei casi, in assenza di specifiche prescrizioni imposte dagli enti proprietari dei terreni, con sezioni stradali standard, rispettando i volumi dei materiali stabiliti dal "Capitolato tecnico per l'appalto dei lavori di e-distribuzione".

## 7.7 RAGGI DI CURVATURA DEI CAVI

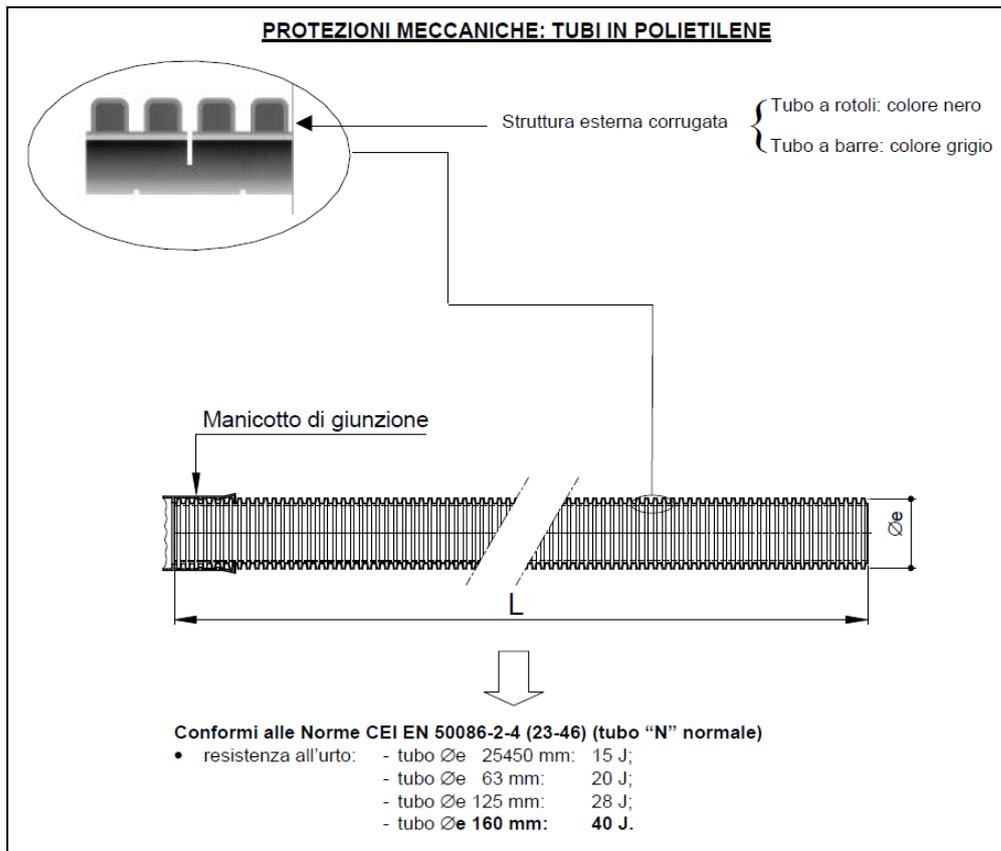
La curvatura dei cavi deve essere tale da non provocare danno ai cavi stessi. Durante le operazioni di posa dei cavi per installazione fissa, se non altrimenti specificato dalle norme specifiche o dai costruttori, i raggi di curvatura dei cavi, misurati sulla generatrice interna degli stessi, non devono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

## **7.8 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.



## 7.9 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 di 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.

## 7.10 PROTEZIONI CONTRO LE SOVRACORRENTI

### 7.10.1 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.

### **7.10.2 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 sovraccorrente.

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.

### **7.10.3 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.

### **7.10.4 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.

## **7.11 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRECTI**

### **7.11.1 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.

### **7.11.2 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.

### **7.11.3 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.

## **7.12 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA ED ALTRI SERVIZI**

### **7.12.1 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.

### **7.12.2 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.

### **7.12.3 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.

#### **7.12.4 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA CON TUBAZIONI , SERBATOI METALLICI E GASDOTTI 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.

#### **7.12.5 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.

### **7.13 CAMPI ELETTROMAGNETICI**

Si rimanda alla relazione d'impatto elettromagnetico allegata al seguente per il calcolo del campo magnetico generato dai cavi in MT. 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.

### **8. PERCORSO DEL CAVIDOTTO DI EVACUAZIONE ED INTERFERENZE**

Come riportato nei paragrafi precedenti, dalle cabine di consegna dell'area d'impianto, avrà origine il cavidotto di collegamento con la CP "Racale". Il tracciato del cavidotto, in rosso nella figura successiva, si svilupperà esternamente collegandosi direttamente all'area della CP.

Nel seguito si riporta un inquadramento su ortofoto utile ad una visione complessiva del percorso del cavidotto MT interno ed esterno in cui sono visibili:

- l'area d'impianto,
- le cabine di consegna;
- la CP;
- il cavidotto di collegamento tra le cabine di trasformazione e quelle di consegna all'interno dell'impianto FV;
- il cavidotto di collegamento tra le cabine di consegna e tra queste con la CP;
- le posizioni del canale di bonifico.

Si rimandando agli elaborati di progetto per le rappresentazioni cartografiche e catastali di dettaglio.



*Figura 4 – Inquadramento su ortofoto: area d’impianto, connessione alla rete ed interferenze*