



# COMUNE DI VENOSA (PZ)

## Impianto Agrivoltaico "MELILLO"

della potenza di 20,00 MW in immissione e 19,07 MW in DC

### PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:



**GAMMA ARIETE S.r.l.**

Sede legale: via Mercato 3/5, 20121, Milano (MI)

Iscritta presso il Registro delle Imprese di Milano

Numero di iscrizione, C.F. e P.IVA: 11850920965

Capitale Sociale: Euro 10.000,00 i.v.

Soggetta alla Direzione e Coordinamento di

Canadian Solar Inc.

PEC: [gammarietesrl@lamiapec.it](mailto:gammarietesrl@lamiapec.it)

PROGETTAZIONE:



TEKNE srl

Via Vincenzo Gioberti, 11 - 76123 ANDRIA

Tel +39 0883 553714 - 552841 - Fax +39 0883 552915

[www.gruppotekne.it](http://www.gruppotekne.it) e-mail: [contatti@gruppotekne.it](mailto:contatti@gruppotekne.it)



PROGETTISTA:

Dott. Ing. Renato Pertuso

(Direttore Tecnico)



LEGALE RAPPRESENTANTE:

dott. Renato Mansi

**TEKNE** srl  
SOCIETÀ DI INGEGNERIA  
IL PRESIDENTE  
Dott. RENATO MANSI



CONSULENTE:

# PD

PROGETTO DEFINITIVO

## RELAZIONE TECNICA CAVIDOTTO MT

Tavola:

# RE01\_MISE

Filename:

TKA682-PD-RE01\_MISE-R0.docx

Data 1° emissione:

SETTEMBRE 2022

Redatto:

S. DI LIDDO

Verificato:

G.PERTOSO

Approvato:

R.PERTOSO

Scala:

/

Protocollo Tekne:

# TKA682

n° revisione

1  
2  
3  
4

## INDICE

<b>1. <u>PREMESSA</u></b>	<b>1</b>
<b>2. <u>SCOPO</u></b>	<b>1</b>
<b>3. <u>UBICAZIONE DELL'IMPIANTO</u></b>	<b>1</b>
<b>4. <u>DESCRIZIONE TECNICA</u></b>	<b>2</b>
4.1 CRITERI DI SCELTA	2
4.2 DESCRIZIONE GENERALE	2
4.3 COLLEGAMENTI ELETTRICI IN BASSA TENSIONE	4
4.3.1 DATI NOMINALI DI IMPIANTO	4
4.3.2 CARATTERISTICHE DEL CAVO DI BASSA TENSIONE	4
4.3.3 VARIAZIONE DELLA TENSIONE CON LA TEMPERATURA PER LA SEZIONE C.C.	5
4.3.4 PORTATA DEI CAVI IN REGIME PERMANENTE	5
4.3.5 PROTEZIONE CONTRO IL CORTO CIRCUITO	6
4.3.6 CADUTE DI TENSIONE	7
4.3.7 POSA DEI CAVI IN TUBI	7
4.4 CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE	7
4.5 MODALITÀ DI SCAVO	10
4.6 COLLEGAMENTI ELETTRICI IN MEDIA TENSIONE E RELATIVI CALCOLI	17
4.6.1 DATI NOMINALI DI IMPIANTO	17
4.6.2 CARATTERISTICHE DEL CAVO DI MEDIA TENSIONE	17
4.6.3 DIMENSIONAMENTO DEI CAVI DI MEDIA TENSIONE	18
4.6.4 VALORI MASSIMI AMMISSIBILI DELLA CADUTA DI TENSIONE	18
4.6.5 TIPI DI INSTALLAZIONE	18
4.6.6 CALCOLO DELLA PORTATA EFFETTIVA	19
4.6.7 DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE	19
<b>5. <u>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</u></b>	<b>24</b>

	DATA		REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	Protocollo TEKNE
	R0	Settembre 2022	S. Di Liddo	G. Pertoso	R. Pertoso	TKA682
						Filename: TKA682-PD- RE01_MISE

## 1. Premessa

La società **Gamma Ariete srl** ha disposto di procedere alla progettazione delle opere necessarie per la realizzazione di un **impianto agrivoltaico**, denominato "**MELILLO**" in località **Masseria Melillo**, da **19,07 MWp (DC)** e **20 MWp (AC)** nel comune di **Venosa (PZ)** (foglio Fg. 14 p.lle 6, 24, 25, 26, 27, 36, 53, 54, 55, 56, 88, 89, 96, 97, 98, 99, 106, 107, 108, 109, 120, 121, 158, 159, 160, 164, 165, 166, 169, 170, 171, 172, 199, 200, 201, 215, 218, 219 e 334) e di inoltrare richiesta di connessione di **20 MW** al gestore della rete di trasmissione nazionale.

L'energia prodotta dall'impianto sarà ceduta alla rete elettrica di distribuzione in AT, in base alle condizioni definite dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) e le prescrizioni redatte dalla società TERNA S.p.a.

## 2. Scopo

Scopo del presente documento è la relazione tecnica del progetto definitivo di un impianto agrivoltaico, denominato "Melillo", nel comune di Venosa (PZ), in conformità a quanto indicato nella Norma CEI 0-2 (2002-09) e dall'art. 93 comma 4 del Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163.

## 3. Ubicazione dell'impianto

La località d'installazione dell'impianto fotovoltaico è: Venosa (PZ).

L'area in oggetto si trova ad un'altitudine media di m 330 s.l.m. e si suddivide in 7 lotti adiacenti tra loro, aventi le seguenti coordinate geografiche:

- Lotto A: 41,02222 Nord (41° 01' 20" N); 15,86472 Est (15° 51' 53" E)
- Lotto B: 41,02111 Nord (41° 01' 16" N); 15,86583 Est (15° 51' 57" E)
- Lotto C: 41,01527 Nord (41° 00' 55" N); 15,87027 Est (15° 52' 13" E)
- Lotto D: 41,01388 Nord (41° 00' 50" N); 15,86861 Est (15° 52' 07" E)
- Lotto E: 41,01138 Nord (41° 00' 41" N); 15,86752 Est (15° 52' 03" E)
- Lotto F: 41,00944 Nord (41° 00' 34" N); 15,86667 Est (15° 52' 00" E)
- Lotto G: 41,01055 Nord (41° 00' 38" N); 15,86888 Est (15° 52' 08" E)

## **4. Descrizione tecnica**

### **4.1 Criteri di scelta**

Al fine di massimizzare la produzione di energia annuale, compatibilmente con le aree a disposizione, si è adottato come criterio di scelta prioritario quello di suddividere l'impianto in 8 sottocampi con potenze da 1.9 a 2.9 MW e di trasformare l'energia elettrica da bassa tensione a media tensione in ogni singolo trasformatore previsto per ogni sottocampo.

La conversione da corrente continua in corrente alternata è effettuata, mediante l'inverter trifase collegato direttamente al trasformatore per ciascun sottocampo.

### **4.2 Descrizione generale**

Le parti che compongono il sistema fotovoltaico sono:

- generatore fotovoltaico
- strutture supporto e fissaggio moduli (fisse)
- cavi, cavidotti,
- quadri in cc
- gruppo di conversione cc/ca
- trasformatori MT/bt
- cabine di raccolta MT
- trasformatori AT/mt

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da un totale di 1120 stringhe da 26 moduli, per un totale di 29.120 moduli fotovoltaici, pari ad una potenza di 655 Wp cadauno per una potenza totale complessiva installata di 19.073,60 kWp.

Da un punto di vista elettrico il sistema fotovoltaico è stato suddiviso in 8 sottocampi indipendenti. È stata prevista una cabina di raccolta che risulta connessa alla stazione di consegna per annettersi alla rete del Transmission System Operator (TSO).

I sottocampi sono costituiti ciascuno da un numero variabile di inverter di stringa (di seguito specificato in dettaglio per ogni sottocampo) composti da stringhe fotovoltaiche collegate in parallelo. Gli inverter avranno una potenza nominale di 175 kW con uscita a 800Vac.

Le uscite degli inverter vengono quindi portate ad un quadro AC, facente parte della stazione di trasformazione, che risulterà collegato, mediante opportune protezioni, al rispettivo trasformatore MT/bt 0.8/30kV di potenza pari a 2000 kVA, 2500 kVA o 3150kVA. È stata prevista un'unica cabina di raccolta, facente capo a tutti i sottocampi, a sua volta connessa alla stazione di consegna dove avviene la trasformazione in AT per poi annettersi alla rete del TSO.

I sottocampi sono costituiti da quadri parallelo (QP) composti da stringhe fotovoltaiche collegate in parallelo all'interno del quadro stesso e dotate di sezionatori, in modo da essere singolarmente sezionabili, di un fusibile e di uno scaricatore di sovratensione.

Le uscite delle stringhe, collegate in parallelo nei quadri, vengono portate all'ingresso degli inverter con l'uscita di ciascun inverter a 550 Vac che risulta collegata, mediante tutte le necessarie protezioni previste dalla normativa, al rispettivo trasformatore MT/bt alloggiato nella cabina di campo corrispondente, su un'unica piazzola, con uscita a 30 kV. La tensione in continua verrà così convertita in alternata trifase ed elevata da bassa a media tensione.

La rete MT prevede 1 feeder da 3 sottocampi e 1 feeder da 5 sottocampi.

Tutti i sottocampi presentano cabine MT/BT collegate in entra-esci. Il feeder fa capo ad un solo modulo del quadro MT.

Tutta la distribuzione, BT e MT, avviene tramite cavidotto interrato all'interno dell'impianto. Dalla cabina di raccolta parte una linea in MT a 30kV che arriva alla stazione di trasformazione MT/AT nei pressi della Stazione elettrica di Terna a 150kV. Di seguito il dettaglio di ogni campo:

sottocampo	stringhe [n]	moduli [n]	Pdc [KWp]	n inverter [n]	P inverter [KVA]	P trafo [kW]
TR1	114	2964	1941,42	12	2220	2000
TR2	146	3796	2486,38	15	2775	2500
TR3	171	4446	2912,13	15	2775	3150
TR4	171	4446	2912,13	15	2775	3150
TR5	146	3796	2486,38	15	2775	2500
TR6	117	3042	1992,51	12	2220	2000
TR7	141	3666	2401,23	15	2775	2500
TR8	114	2964	1941,42	12	2220	2000
	1120	29120	19073,60	111	20535	19800

## 4.3 Collegamenti elettrici in bassa tensione

### 4.3.1 Dati nominali di impianto

Tensione nominale lato c.c.:	1200 V
Sistema di collegamento dei poli lato c.a.:	isolati
Tensione nominale lato c.a.:	550 V $\pm 5\%$
Frequenza nominale lato c.a.:	50 Hz $\pm 2\%$
Sistema di collegamento del neutro lato c.a.:	TNS

### 4.3.2 Caratteristiche del cavo di bassa tensione

Per i collegamenti in corrente continua:

Cavo per posa in aria o in tubo:	<b>FG21M21</b> ovvero <b>H1Z2Z2-K</b>
Materiale del conduttore	Rame
Tipo di conduttore	Flessibile classe 5
Materiale dell'isolamento	Gomma reticolata senza alogeni
Temperatura massima	90°C in condizioni di esercizio normali 250°C in condizioni di corto circuito
Tensione nominale	1500 V c.c., 1000 V c.a.
Tensione massima	1800 V c.c., 1200 V c.a.

L'indicazione di due cavi equivalenti si rende necessaria in caso di indisponibilità da parte dei produttori, della prima soluzione.

Cavo per posa in aria o in tubo:	<b>FG16OR16</b>
Materiale del conduttore	Rame rosso
Tipo di conduttore	Flessibile classe 5
Materiale del riempitivo	Termoplastico, penetrante tra le anime (multipolari)
Materiale dell'isolamento	PVC qualità R16
Temperatura massima	90°C in condizioni di esercizio normali 250°C in condizioni di corto circuito
Tensione nominale	600/1000 c.a., 1500 c.c.

Tensione massima	1200 V c.a., 1800 V c.c.
Massima forza di tiro durante la posa	50 N/mm <sup>2</sup>

Il cavo è inoltre conforme alla recente normativa CPR per la reazione al fuoco, ai sensi del regolamento 305/2011/UE.

### **4.3.3 Variazione della tensione con la temperatura per la sezione c.c.**

Occorre verificare che in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici risultino essere verificate tutte le seguenti disuguaglianze:

$$V_{\max \min} \geq V_{\text{invMPPTmin}}$$

$$V_{\max \max} \leq V_{\text{inv MPPT max}}$$

$$V_{\text{oc max}} < V_{\text{inv max}}$$

dove:

$V_{\max}$  = Tensione alla massima potenza, delle stringhe fotovoltaiche

$V_{\text{inv MPPT min}}$  = Tensione minima per la ricerca del punto di massima potenza, da parte dell'inverter

$V_{\text{inv MPPT max}}$  = Tensione massima per la ricerca del punto di massima potenza, da parte dell'inverter

$V_{\text{oc}}$  = Tensione di circuito aperto, delle stringhe fotovoltaiche

$V_{\text{inv max}}$  = Tensione massima in c.c. ammissibile ai morsetti dell'inverter

### **4.3.4 Portata dei cavi in regime permanente**

La corrente massima (portata) ammissibile, per periodi prolungati, di qualsiasi conduttore è calcolata in modo tale che la massima temperatura di funzionamento non superi il valore appropriato, per ciascun tipo di isolante, indicato nella Tab. 52D della Norma CEI 64-8.

Le portate dei cavi in regime permanente relative alle condutture da installare sono verificate secondo le tabelle CEI-UNEL 35024, applicando ai valori individuati dei coefficienti di riduzione che dipendono dalle specifiche condizioni di posa e dalla temperatura ambiente. Nei casi di cavi con diverse modalità di posa è effettuata la verifica per la condizione di posa più gravosa.

Le sezioni dei cavi sono verificate anche dal punto di vista della caduta di tensione alla corrente di normale utilizzo, secondo quanto riportato nelle Norme CEI 64-8. Le verifiche in oggetto sono effettuate mediante l'uso delle tabelle CEI-UNEL 35023.

La verifica per sovraccarico è stata eseguita utilizzando la relazione:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \text{ e } I_f \leq 1,45 I_Z$$

dove:

$I_B$  = Corrente d'impiego del cavo

$I_N$  = Portata del cavo in aria a 30°C, relativa al metodo d'installazione previsto nelle Tabelle I o II della Norma CEI-UNEL 35025

$I_Z$  = Portata del cavo nella condizione d'installazione specificata (tipo di posa e temperatura ambiente)

$I_f$  = Corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Per la parte in corrente continua, non protetta da interruttori automatici o fusibili nei confronti delle sovracorrenti e del corto circuito,  $I_B$  risulta pari alla corrente nominale dei moduli fotovoltaici in corrispondenza della loro potenza di picco, mentre  $I_N$  e  $I_f$  possono entrambe essere poste uguali alla corrente di corto circuito dei moduli stessi, rappresentando questa un valore massimo non superabile in qualsiasi condizione operativa. In assenza di dispositivi di protezione contro le sovracorrenti, la seconda relazione non risulta applicabile alla parte in corrente continua.

#### **4.3.5 Protezione contro il corto circuito**

Per la parte di circuito in corrente continua, la protezione contro il corto circuito è assicurata dalla caratteristica tensione-corrente dei moduli fotovoltaici che limita la corrente di corto circuito degli stessi a valori noti e di poco superiori alla loro corrente nominale. Pertanto, avendo già tenuto conto di tali valori nel calcolo della portata dei cavi in regime permanente, anche la protezione contro il corto circuito risulta assicurata.

Per ciò che riguarda il circuito in corrente alternata, la protezione contro il corto circuito è assicurata dal dispositivo limitatore contenuto all'interno di ciascun inverter.



#### **4.3.6 Cadute di tensione**

I cavi sono dimensionati facendo riferimento alle tabelle CEI UNEL 35364, 35747 e 35756 per i cavi in rame. Per i circuiti lato corrente continua le cadute di tensione sono state limitate entro l'1%. Allo stesso modo, anche per i circuiti lato corrente alternata le cadute di tensione sono state limitate entro l'1%. Tali valori includono anche le cadute di tensione nei quadri.

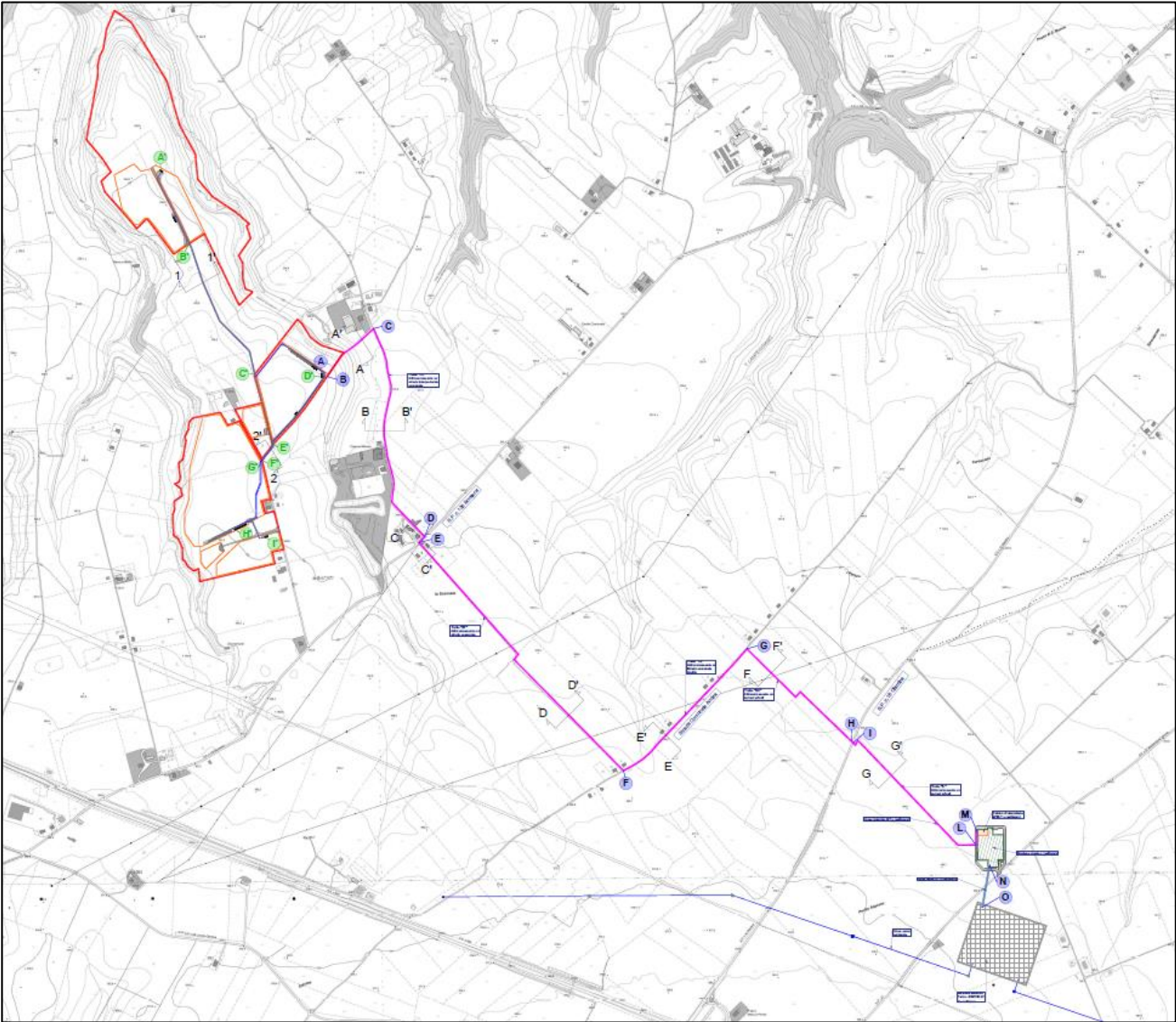
#### **4.3.7 Posa dei cavi in tubi**

La percentuale della sezione dei cavidotti occupata dai cavi è inferiore al 50%, come prescritto dalle norme CEI 64-8.

### **4.4 Connessione alla rete elettrica nazionale**

A circa 3 km in direzione sud-est dal sito oggetto d'intervento verrà ubicata la futura Stazione Elettrica di TERNA SpA in agro di Montemilone (Pz).

Dalla cabina di consegna ubicata all'interno del lotto "C" dell'impianto partirà una linea in MT che si conetterà alla cabina di elevazione MT/AT ubicata all'interno della futura stazione utente prevista nelle vicinanze della futura SE "Montemilone", per poi trasferire l'energia allo stallo riservatoci nella suddetta futura SE "Montemilone" in località "La Sterpara".

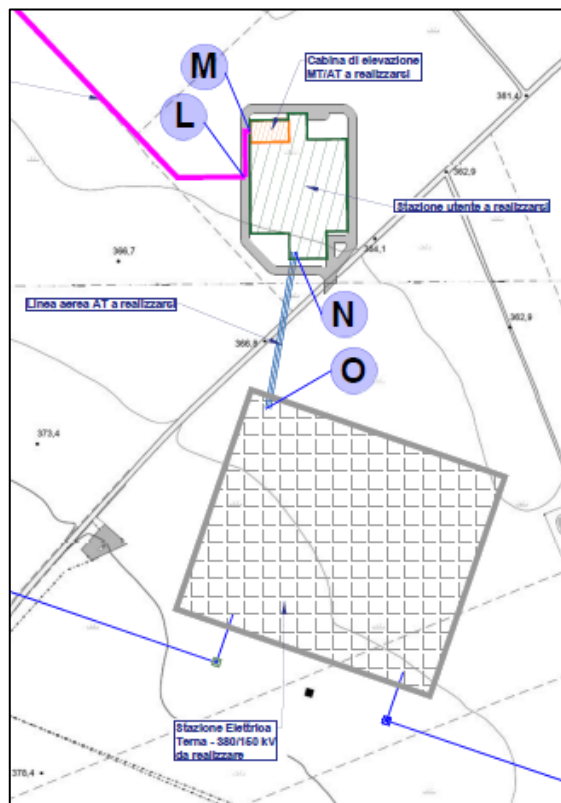


Il percorso cavidotto di MT di collegamento alla cabina di trasformazione presente nella realizzanda Stazione Utente (SU) si suddivide nei seguenti tratti:

- **Tratto A-B:** 25 m su un tratto interno all'impianto fotovoltaico;
- **Tratto B-C:** 245 m all'interno di terreni privati che è necessario attraversare per raggiungere la viabilità esistente;
- **Tratto C-D:** 820 m su una strada interpodereale comunale;
- **Tratto D-E:** 30 m in attraversamento e longitudinale alla Strada Provinciale n.135 "Boreano";
- **Tratto E-F:** 1140 m su una strada interpodereale comunale;
- **Tratto F-G:** 640 m sulla strada comunale denominata "SC Andria";
- **Tratto G-H:** 540 m lungo terreni privati;
- **Tratto H-I:** 10 m in attraversamento della Strada Provinciale n.18 "Ofantina";
- **Tratto I-L:** 620 m lungo terreni privati sino a connettersi alla SU prevista nel fondo censito al NCT al fg.32 p.la 2 del Comune di Montemilone (Pz);
- **Tratto L-M:** 50 m lungo la viabilità perimetrale a realizzarsi a servizio della suddetta Stazione Utente;

per una lunghezza complessiva di **4.120,00 metri** di cavidotto interrato.

La scelta del percorso e il suo posizionamento è stato condizionato anche da una attenta ricognizione sul campo sullo stato di fatto della principale viabilità esistente che conduce al punto di consegna. Il cavo di Alta Tensione (AT) di lunghezza pari a **160 metri** che collegherà la cabina di trasformazione MT/AT allo stallo assegnato da Terna nella futura SE "Montemilone" è individuato nel tratto **N-O**.



#### 4.5 Modalità di scavo

Le modalità di scavo adottate per la posa interrata dei cavidotti saranno i seguenti:

- a) scavo in trincea aperta;
- b) scavo in trivellazione orizzontale controllata (TOC);

La prima tecnica è quella più tradizionale a cui si ricorre nel caso di posa longitudinale lungo le banchine e/o cigli strada o durante la posa nei terreni.

L'interramento del cavidotto viene effettuato eseguendo scavi a sezione ristretta mediante l'utilizzo di mezzi meccanici tipo "catenaria" o benna per una profondità di 1,35 mt, con lo scopo di posare il cavo elettrico previsto in progetto.

Lo scavo a cielo aperto determinerà sicuramente la produzione di materiale di risulta. Quello non idoneo, verrà conferito alle pubbliche discariche presenti in zona. Mentre quello idoneo sarà riutilizzato per il rinterro degli scavi stessi.

Entrando nel dettaglio, le operazioni di posa del cavidotto seguiranno le seguenti fasi:

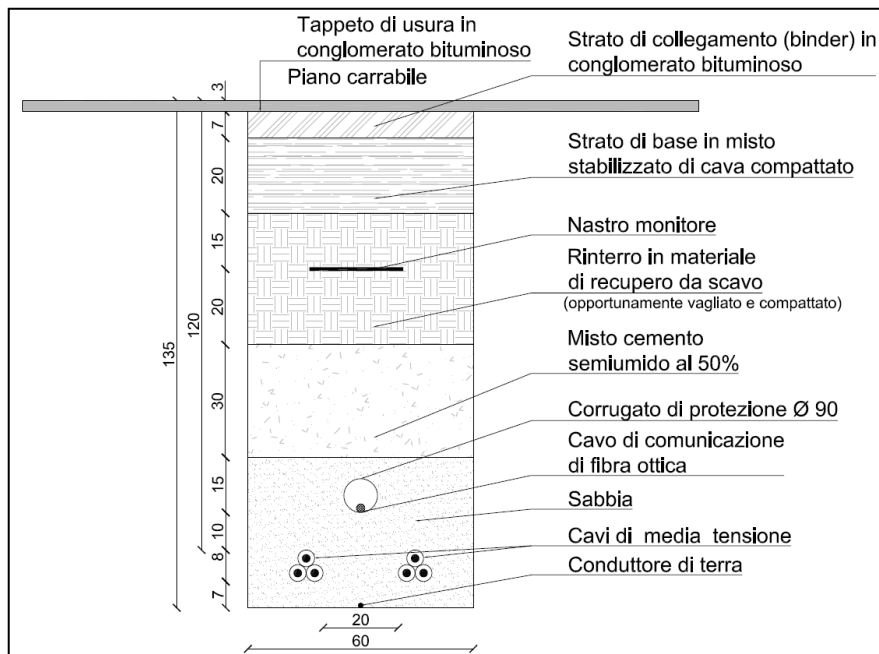
- a) sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa e comunque non inferiore a 135 cm, privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costituire, in primo luogo, un letto di sabbia di fiume o di cava, dello spessore di almeno 5 cm, sul quale si dovrà distendere il cavo elettrico;
- b) rinfianco del cavidotto con la stessa sabbia sino al ricoprimento dello stesso per uno spessore di almeno 10 cm sopra la generatrice superiore del cavidotto;
- c) posa di un tubo corrugato  $\varnothing 90$  per l'alloggiamento del cavo in fibra ottica;
- d) rinfianco del cavidotto con la stessa sabbia sino al ricoprimento dello stesso per uno spessore di almeno 10 cm sopra la generatrice superiore del cavidotto, restituendo sin ora uno spessore di sabbia pari a 40 cm;

Successivamente, il materiale con cui viene riempito lo scavo varia a seconda del luogo di posa, ovvero:

#### Caso di posa su strada asfalta

- 1) riempimento con misto cementato semiumido al 50% per uno spessore di almeno 30cm, avente funzione di protezione meccanica del cavo elettrico;
- 2) Rinterro con materiale di recupero dello scavo, ritenuto idoneo per uno spessore di 35 cm, interponendo il nastro monitore in polietilene stampato per la segnalazione di cavi elettrici interrati. Il nastro è costituito da uno strato di base di PE colorato (spessore 80 my) su cui è stampata la scritta in caratteri neri e successivamente rivestito con uno strato di PP trasparente che, oltre a proteggere la scritta, conferisce caratteristiche di eccezionale robustezza meccanica.
- 3) Posa di uno strato con misto granulare stabilizzato con aggregati naturali, artificiali o con aggregati riciclati rispondenti alle norme vigenti, rinvenienti da cave di prestito o centri di riciclaggio, opportunamente compattato per uno spessore di 20cm;
- 4) Posa di conglomerato bituminoso per strato di collegamento (binder) costituito da miscelati aggregati e bitume, confezionato a caldo in idonei impianti, steso in opera con vibrofinitrici, e costipato con appositi rulli fino ad ottenere le caratteristiche volute, per uno spessore di almeno 7 cm;
- 5) Infine, si procede alla posa del conglomerato bituminoso per tappeto di usura realizzato con inerti selezionati e con aggregati derivanti interamente da frantumazione, impastato a caldo con

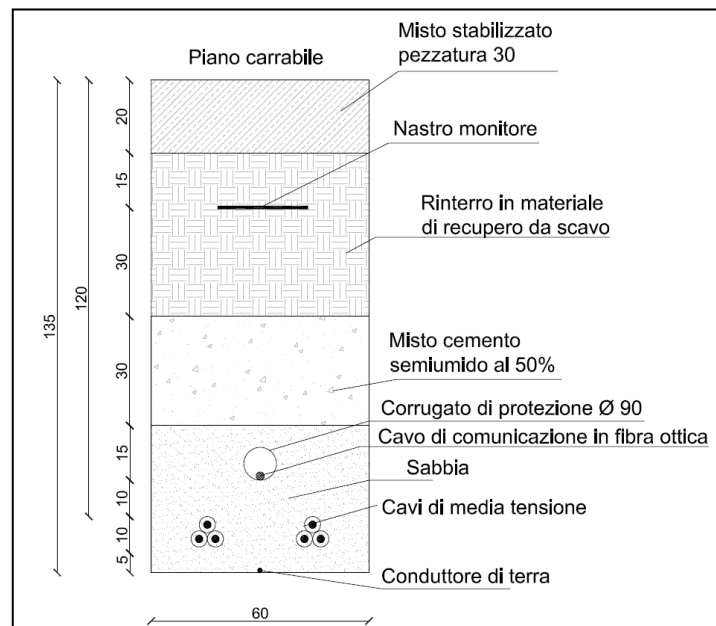
bitume di prescritta penetrazione, per uno spessore pari a 3cm ed una larghezza pari a 3 volte larghezza della trincea.



**Modalità di ripristino di uno scavo su strada esistente asfaltata**

Caso di posa su strada non asfaltata (sterrata)

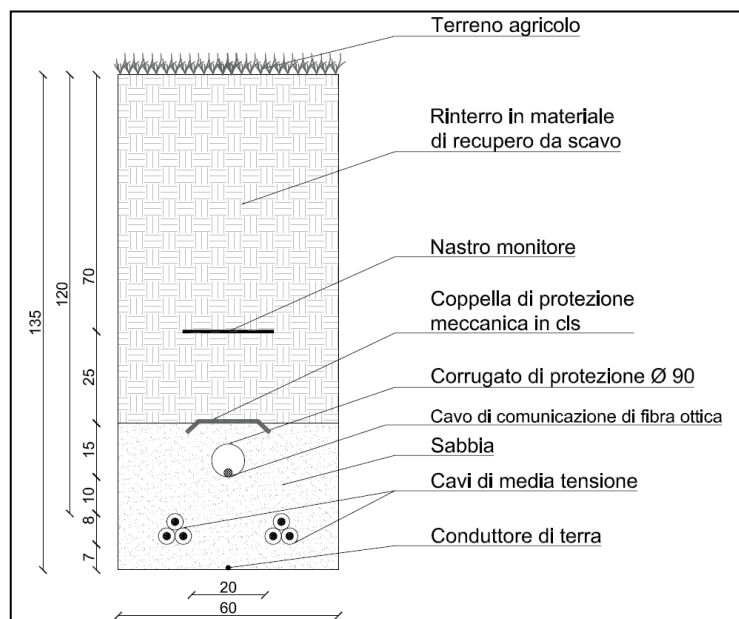
- 1) riempimento con misto cementato semiumido al 50% per uno spessore di almeno 30cm, avente funzione di protezione meccanica del cavo elettrico;
- 2) Rinterro con materiale di recupero dello scavo, ritenuto idoneo per uno spessore di 45 cm, interponendo il nastro monitor avente le stesse caratteristiche di quello precedentemente descritto;
- 3) Posa dell'ultimo strato con misto granulare stabilizzato con aggregati naturali, artificiali o con aggregati riciclati rispondenti alle norme vigenti, rinvenienti da cave di prestito o centri di riciclaggio, opportunamente compattato per uno spessore di 20cm.



**Modalità di ripristino di uno scavo su strada esistente NON asfaltata**

Caso di posa su terreno agricolo

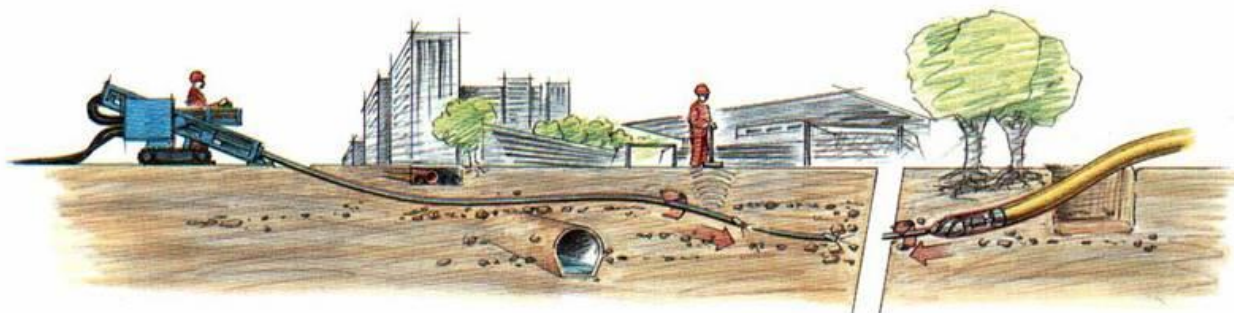
- 1) Posa di una coppella in cls prefabbricato avente funzione di protezione meccanica del cavo elettrico;
- 2) Rinterro con materiale di recupero dello scavo, ritenuto idoneo per tutto lo spessore mancante per terminare il riempimento, interponendo il nastro monitore ad una distanza non inferiore a 30cm dai cavi e a non meno di 70cm dal piano campagna.



**Modalità di ripristino di uno scavo su terreno agricolo**

**La seconda** tecnica è quella che permette di posare il cavo elettrico evitando di eseguire scavi a cielo aperto se non in modeste quantità ed è propriamente indicata per gli attraversamenti di ostacoli naturali e/o artificiali che si incontrano lungo il percorso previsto per la posa del cavidotto (es.: strade, canali, fossi, acquedotti, ferrovie, metanodotti, ecc.).

Questo tipo di modalità di posa denominata “Trivellazione Orizzontale Controllata” (TOC) consiste essenzialmente nella realizzazione di un cavidotto sotterraneo mediante il radio-controllo del suo andamento plano-altimetrico. Il controllo della perforazione è reso possibile dall’utilizzo di una sonda radio montata in cima alla punta di perforazione, questa sonda dialogando con l’unità operativa esterna permette di controllare e correggere in tempo reale gli eventuali errori di traiettoria.



Dopo aver fatto una ricerca per stabilire la reale posizione dei sottoservizi o degli ostacoli da superare, si può procedere alla perforazione, secondo le seguenti fasi:



a) realizzazione delle “buche di varo” per il posizionamento della macchina perforatrice. Tali buche, che avranno dimensioni di 2,00 x 1,50 mt per una profondità che può variare dai 2,00 mt ai 1,50 mt, verranno eseguite ad intervalli regolari lungo il tracciato (il passo tra le buche dipende dalle condizioni del terreno) e/o agli estremi dell’ostacolo da superare;

b) esecuzione del “foro pilota”, in cui il termine pilota sta ad indicare che la perforazione in questa fase è controllata ossia “pilotata”. La “sonda radio” montata sulla punta di perforazione emette delle onde radio che indicano millimetricamente la posizione della punta stessa. I dati rilevabili e sui



quali si può interagire sono: altezza, inclinazione, direzione e posizione della punta.

Il foro pilota viene realizzato lungo tutto il tracciato della perforazione da un lato all’altro dell’impedimento che si vuole attraversare. La punta di perforazione viene spinta dentro il terreno attraverso delle aste cave metalliche, abbastanza elastiche così da permettere la realizzazione di curve altimetriche. All’interno delle aste viene fatta scorrere dell’aria ad alta pressione ed eventualmente dell’acqua. L’acqua contribuirà sia al raffreddamento della punta che alla lubrificazione della stessa, l’aria invece permetterà lo spurgo del materiale perforato ed in caso di terreni rocciosi, ad alimentare il martello “fondo-foro”;

c) allargamento del “foro pilota”, che avviene attraverso l’ausilio di strumenti chiamati “Alesatori” i quali sono disponibili in diverse misure e adatti ad aggredire qualsiasi tipologia di terreno, anche rocce dure. Essi vengono montati al posto della punta di perforazione e tirati a ritroso attraverso le aste cave, al cui interno possono essere immesse aria e/o acqua ad alta pressione per agevolare l’aggressione del terreno oltre che lo spurgo del materiale.

d) l’ultima fase che in genere, su terreni morbidi e/o incoerenti, avviene contemporaneamente a quella di “alesaggio”, è l’infilaggio del tubo camicia all’interno del foro alesato.

La tubazione camicia viene ancorata ad uno strumento di collegamento del tubo camicia all’asta di rotazione. Questo strumento, chiamato anche “girella”, evita durante il tiro del tubo camicia che esso ruoti all’interno del foro insieme alle aste di perforazione.

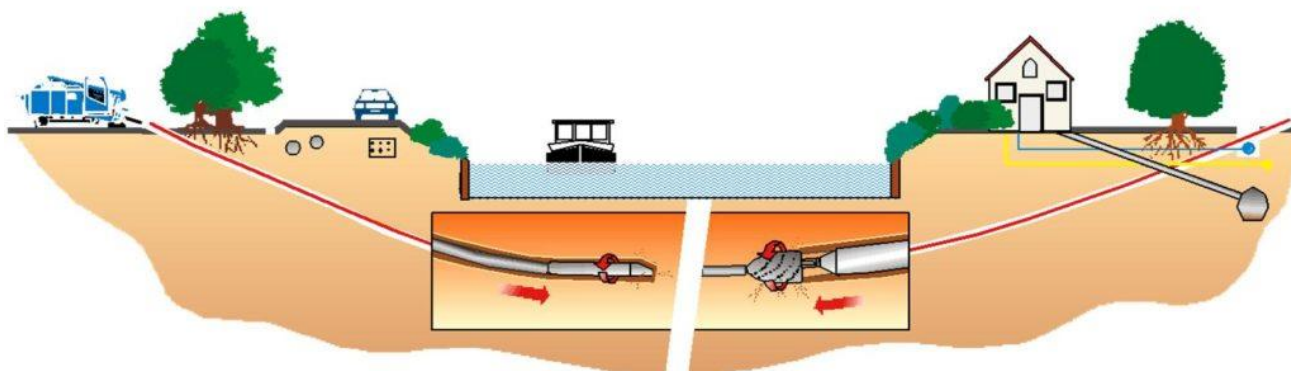
Entrambi le soluzioni fanno sì che i disagi alla circolazione e/o all'esercizio dell'infrastruttura attraversata durante le lavorazioni risultino contenuti ed i tempi di esecuzione per i lavori siano molto ristretti.

Nella scelta del percorso del cavidotto per il collegamento del parco agrivoltaico con la cabina di trasformazione, è stata posta particolare attenzione al fine di individuare il tracciato che minimizzasse le interferenze ed i punti d'intersezione con il reticolo idrografico individuato in sito e sulla Carta Idrogeomorfologica. Nel dettaglio, alcuni tratti del cavidotto interrato ricadono in prossimità, costeggiano e attraversano il reticolo idrografico che, nell'area in oggetto, risulta idraulicamente regimato a mezzo di canali sotto stradali e fossi di guardia paralleli alle sedi stradali.

Di fatto, la costruzione del cavidotto non comporterà alcuna modifica delle livellette e delle opere idrauliche presenti sia per la scelta del percorso (prevalentemente all'interno della viabilità esistente) sia per le modeste dimensioni di scavo (circa 135 cm di profondità e circa 60 cm di larghezza) a realizzarsi con escavatore a benna stretta.

A fine lavori, si provvederà al ripristino della situazione ante operam delle carreggiate stradali e della morfologia dei terreni attraversati, per cui gli interventi previsti per il cavidotto non determineranno alcuna modifica territoriale né modifiche dello stato fisico dei luoghi.

Inoltre, laddove il cavidotto attraversa il reticolo idrografico, l'interferenza sarà risolta con l'utilizzo della trivellazione orizzontale controllata (TOC), al di sotto del fondo alveo, in maniera da non interferire in alcun modo con i deflussi superficiali e con gli eventuali scorrimenti in subalvea, ed in maniera tale che il punto di ingresso della perforazione sia ad una distanza di almeno 150 m dall'asse del reticolo laddove non studiato e fuori dall'area inondabile per i reticoli studiati.



In definitiva, la realizzazione del cavidotto interrato, sia se realizzato su strade esistenti sia se posto in opera in terreni agricoli, consentirà di proteggere il collegamento elettrico da potenziali effetti delle azioni di trascinamento della corrente idraulica e di perseguire gli obiettivi di contenimento, non incremento e di mitigazione del rischio idrologico/idraulico, dato che la sua realizzazione non comporterà alcuna riduzione della sezione utile per il deflusso idrico.

## **4.6 Collegamenti elettrici in media tensione e relativi calcoli**

### **4.6.1 Dati nominali di impianto**

Tensione nominale: 30 kV  $\pm 5\%$   
Frequenza nominale: 50 Hz  $\pm 2\%$   
Sistema di collegamento del neutro: isolato.

### **4.6.2 Caratteristiche del cavo di media tensione**

Cavo armato per posa direttamente interrata:	<b>ARG7H1EX 18/30(36)kV</b>
Materiale del conduttore:	Alluminio
Tipo di conduttore:	Corda rotonda compatta classe 2
Materiale del semi-conduttore interno:	Mescola semi-conduttrice
Materiale dell'isolamento:	HEPR
Materiale del semi-conduttore esterno:	Estruso, pelabile a freddo
Schermo:	Filo di rame + nastro di rame
Materiale della guaina esterna:	PE
Temperatura massima:	105°C in condizioni di esercizio normali 300°C in condizioni di corto circuito
Tensioni di riferimento	18/30 kV
Tensione nominale	30 Kv
Tensione nominale massima di impiego	36 KV
Massima forza di tiro durante la posa:	50.0 N/mm <sup>2</sup>
Conformità:	EN 60228, HD 620, IEC 60502-2

Cavo tripolare schermato a fili di rame di tipo SK1 (Shock Proof 1) composto da una guaina a spessore maggiorato di uno speciale composto termoplastico che migliora la resistenza allo schiacciamento e

all’impatto. Questo cavo è equiparabile ad un cavo armato conformemente alla CEI 11-17 punto 4.3.11b.

#### **4.6.3 Dimensionamento dei cavi di media tensione**

Il dimensionamento dei cavi in media tensione, ovvero la determinazione della sezione ottimale, è eseguita tenendo in considerazione i seguenti parametri:

- modalità di installazione secondo le Norme IEC e CEI-UNEL
- temperatura di riferimento dell’aria 40°C
- temperatura di riferimento del terreno 20°C a 1 m di profondità
- resistività termica massima del terreno 1°K m/W

I suddetti dati sono in accordo a quanto indicato nell’appendice A della Norma CEI 20-21.

Inoltre, per il dimensionamento dei cavi è utilizzata la loro corrente di impiego.

Pertanto, il dimensionamento dei cavi è realizzato considerando il seguente schema operativo:

- dimensionamento termico in riferimento alla massima temperatura sopportabile dall’isolamento dei cavi, nelle normali condizioni di esercizio e di corto circuito, definendo la corrente di impiego ( $I_b$ ), la portata e considerando le reali condizioni di posa rispetto alle condizioni ideali di riferimento;
- verifica della caduta di tensione ammissibile;
- verifica della massima corrente di corto circuito sopportabile dal cavo.

#### **4.6.4 Valori massimi ammissibili della caduta di tensione**

La massima caduta di tensione ammissibile riferita, alla tensione nominale di funzionamento dell’impianto per ogni tipo di alimentazione è il 2%.

#### **4.6.5 Tipi di installazione**

In accordo alle modalità di installazione espresse dalla Norma CEI 11-17 i tipi di installazione previsti e adottati per l’impianto in esame sono:

Cavi unipolari e multipolari interrati direttamente nel terreno: tipo di installazione “L-M1-M2” per la Norma CEI 11-17.

Per i cavi unipolari si adotta la disposizione a trifoglio, con terne separate di una distanza pari a due volte il diametro esterno del cavo. I cavi tripolari vengono posati a una distanza pari al diametro esterno del cavo.

#### **4.6.6 Calcolo della portata effettiva**

La portata di un cavo ( $I_z$ ) è determinata in base ai seguenti fattori:

- temperatura dell'ambiente circostante,
- presenza o meno di conduttori attivi adiacenti,
- reale tipo di installazione.

Normalmente le portate non corrette dei cavi sono riferite dalle Norme alla sotto indicata condizione di installazione di riferimento:

- 30°C come temperatura ambiente di riferimento per i cavi posati in aria,
- 20°C come temperatura ambiente di riferimento per i cavi interrati,
- assenza di conduttori attivi adiacenti a quello in esame.

Pertanto, verranno impiegati opportuni coefficienti di correzione per determinare l'effettivo valore della portata di un cavo ( $I'_z$ ) riferita alle reali condizioni di posa.

Questi coefficienti saranno:

- K1 coefficiente di correzione della temperatura ambiente (la temperatura ambiente è da intendersi come la temperatura riferita all'ambiente di posa)
- K2 coefficiente di correzione per profondità di posa
- K3 coefficiente di correzione per resistività del terreno diversa da 1 m °K/W.
- K4 coefficiente di correzione per presenza di conduttori adiacenti

L'effettiva portata di un cavo sarà:

$$I'_z = I_z * K1 * K2 * K3 * K4$$

#### **4.6.7 Dimensionamento e verifiche**

##### **Dimensionamento termico**

I calcoli di dimensionamento termico dei cavi sono eseguiti per assicurare che la temperatura finale del cavo non superi la temperatura massima ammissibile per i componenti al fine di evitare un loro rapido deterioramento.

Il dimensionamento termico considera i seguenti fattori:

- temperatura di riferimento dell'aria ambiente 30°C
- temperatura di riferimento del suolo 20°C
- resistività termica del terreno 1°C m/W
- temperatura massima in condizioni di esercizio normali 105°C
- temperatura massima in condizioni di corto circuito 300°C
- tipo di conduttore alluminio
- tipo di isolamento HEPR
- tensione di riferimento 18/30 kV
- portata teorica dei cavi
- coefficienti di declassamento della portata in funzione delle condizioni di posa.

### **Verifica della massima corrente di corto circuito sopportabile**

La corrente ammissibile durante il corto circuito di un cavo è limitata dalla massima temperatura ammissibile per il conduttore e dalla durata del corto circuito.

Per i cavi isolati in mescola elastomerica reticolata di qualità HEPR la massima temperatura ammessa al termine del corto circuito è di 300°C.

La durata del corto circuito è in funzione del tempo di intervento delle protezioni che può essere stabilito in 500ms.

Il valore di corrente di corto circuito impiegato nei calcoli di verifica è assunto pari alla corrente di corto circuito ammissibile per il sistema di media tensione a 30 kV (16 kA). Viene trascurato il contributo dei motori asincroni di media e bassa tensione, in quanto essendo un fenomeno transitorio che si esaurisce in pochi periodi successivi all'insorgere del guasto, non ha influenza sul comportamento termico del cavo.

La corrente può essere determinata con la seguente formula:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}}$$

dove:

I<sub>cc</sub> corrente di corto circuito (A)

S sezione del conduttore di rame (mm<sup>2</sup>)

t durata del corto circuito (tempo di intervento delle protezioni)

K coefficiente che dipende dalle caratteristiche del materiale conduttore e dalla differenza di temperatura all'inizio e alla fine del corto circuito.

Con temperatura del conduttore all'inizio di 105°C e alla fine del corto circuito di 3000°C per conduttore di rame K=143, per conduttore di alluminio K=87.

La suddetta formula consente di verificare che la sezione scelta è in grado di sopportare la massima corrente di guasto prevista per il sistema di media tensione in esame in funzione del tempo di intervento delle protezioni rispettando i limiti ammissibili di temperatura.

### **Verifica della massima caduta di tensione**

Il dimensionamento delle condutture elettriche deve essere tale da mantenere, in condizioni normali di esercizio, la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualunque apparecchio utilizzatore entro i limiti ammessi e definiti.

La caduta di tensione in linea è calcolata con la seguente formula:

$$\Delta V = K \times L \times I \times (R \times \cos \varphi + X \times \sin \varphi)$$

nella quale: L = lunghezza della linea espressa in km

I = corrente di impiego o corrente di taratura espressa in A

R = resistenza (a 80°) della linea in  $\Omega$

X = reattanza della linea in  $\Omega$

$\cos \varphi$  = fattore di potenza

k = 1,73 per linee trifasi.

Se un cavo di determinata sezione, calcolata secondo i criteri di dimensionamento espressi al paragrafo 6.4.3, soddisfa le verifiche esposte al paragrafo 6.4.7, si ritiene idoneo all'impiego nelle condizioni di posa specificate e per l'alimentazione dell'utenza in esame.

**Dimensionamento linea di connessione alla SSE**

<b>potenza impianto</b>	20	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	386	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	4120	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo $\Omega$ /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	1,3	2	0,3400	1,590%	1,587%
150	330	1,2	2	0,2770	1,296%	1,293%
185	373	1,0	2	0,2210	1,034%	1,031%
<b>240</b>	<b>434</b>	<b>0,9</b>	<b>2</b>	<b>0,1690</b>	<b>0,791%</b>	<b>0,789%</b>
300	489	0,8	1	0,1350	1,263%	1,260%
400	560	0,7	1	0,1060	0,992%	0,989%
500	639	0,6	1	0,0830	0,777%	0,775%
630	728	0,5	1	0,0660	0,617%	0,616%

**Dimensionamento linee di connessione Feeder 1 con cabina di raccolta**

<b>potenza</b>	13	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	251	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	900	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo $\Omega$ /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	0,8	1	0,3400	0,443%	0,442%
150	330	0,8	1	0,2770	0,361%	0,360%
185	373	0,7	1	0,2210	0,288%	0,287%
<b>240</b>	<b>434</b>	<b>0,6</b>	<b>1</b>	<b>0,1690</b>	<b>0,220%</b>	<b>0,220%</b>
300	489	0,5	1	0,1350	0,176%	0,176%
400	560	0,4	1	0,1060	0,138%	0,138%
500	639	0,4	1	0,0830	0,108%	0,108%
630	728	0,3	1	0,0660	0,086%	0,086%



**Dimensionamento linee di connessione Feeder 2 con cabina di raccolta**

<b>potenza</b>	7	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	135	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	1250	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo $\Omega$ /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	0,5	1	0,3400	0,331%	0,331%
150	330	0,4	1	0,2770	0,270%	0,269%
185	373	0,4	1	0,2210	0,215%	0,215%
<b>240</b>	<b>434</b>	<b>0,3</b>	<b>1</b>	<b>0,1690</b>	<b>0,165%</b>	<b>0,164%</b>
300	489	0,3	1	0,1350	0,132%	0,131%
400	560	0,2	1	0,1060	0,103%	0,103%
500	639	0,2	1	0,0830	0,081%	0,081%
630	728	0,2	1	0,0660	0,064%	0,064%

**Dimensionamento linee di connessione Feeder 1 del sistema di accumulo con cabina di raccolta**

<b>potenza</b>	10,5	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	203	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	800	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo $\Omega$ /km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	0,7	1	0,3400	0,318%	0,317%
150	330	0,6	1	0,2770	0,259%	0,259%
185	373	0,5	1	0,2210	0,207%	0,206%
<b>240</b>	<b>434</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>0,1690</b>	<b>0,158%</b>	<b>0,158%</b>
300	489	0,4	1	0,1350	0,126%	0,126%
400	560	0,4	1	0,1060	0,099%	0,099%
500	639	0,3	1	0,0830	0,078%	0,077%
630	728	0,3	1	0,0660	0,062%	0,062%

**Dimensionamento linee di connessione Feeder 2 del sistema di accumulo con cabina di raccolta**

<b>potenza</b>	10,5	MW
<b>tensione</b>	30	kV
<b>corrente</b>	203	A
<b>lunghezza cavidotto</b>	150	m

<b>cavo ARG7H1EX 18/30 kV</b>						
sezione mmq	portata A	n. cavi x fase teorico	n. cavi x fase	resistenza cavo Ω/km	Perdite % sulla linea	Caduta tensione %
120	295	0,7	1	0,3400	0,060%	0,060%
150	330	0,6	1	0,2770	0,049%	0,048%
185	373	0,5	1	0,2210	0,039%	0,039%
<b>240</b>	<b>434</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>0,1690</b>	<b>0,030%</b>	<b>0,030%</b>
300	489	0,4	1	0,1350	0,024%	0,024%
400	560	0,4	1	0,1060	0,019%	0,019%
500	639	0,3	1	0,0830	0,015%	0,015%
630	728	0,3	1	0,0660	0,012%	0,012%

## 5. Normativa di riferimento

Per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni:

- DL 81/2008: *Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro*
- DM 37/08: *Dichiarazioni di conformità impianti*
- DM 19/05/2010: *Modifica degli allegati al DM 22 gennaio 2008, n. 37*
- DPR 151/2011: *Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi*

Per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici:

- Legge 186/68: *Disposizione concernente la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici*
- DM 14 gennaio 2008: *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni*

- Circ. 4 luglio 1996: *Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"*
- CEI 0-2: *Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici*
- CEI 0-3: *Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/90*
- CEI 0-16: *Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica*
- CEI EN 61936-1: *Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.*
- CEI EN 50522: *Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata*
- CEI 11-28: *Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione*
- CEI 13-4;Ab: *Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica*
- CEI EN 60076-11: *Trasformatori di potenza Parte 1: Generalità*
- CEI EN 50588-1 *Trasformatori di media potenza a 50Hz, con  $U_{max}$  per l'apparecchiatura non superiore a 36kV Parte1: Prescrizioni generali*
- CEI-UNEL 35011;V2: *Cavi per energia e segnalamento Sigle di designazione*
- CEI EN 50618: *Cavi elettrici per impianti fotovoltaici*
- CEI-UNEL 3535;Ab3: *Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V*
- CEI-UNEL 357;Ab2: *Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V*
- CEI IEC 60287-1-1/A1: *Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente Parte1-1: Equazioni per il calcolo della portata di corrente (fattore di carico 100 %) e calcolo delle perdite – Generalità*
- CEI IEC 60287-3-1: *Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente Parte 3-1: Condizioni operative - Condizioni di riferimento del sito*
- CEI IEC 60287-3-2: *Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente Parte 3-2: Condizioni di servizio - Ottimizzazione economica della sezione del conduttore dei cavi*

- CEI 64-8: *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua*
- CEI 64-8/7 sezione 712: *Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione*
- CEI 81-3;Ab: *Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico*
- CEI 82-25; V1-V2: *Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione*
- CEI EN 50524: *Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici*
- CEI EN 50461: *Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino*
- CEI EN 60099-1;Ab: *Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata*
- CEI EN 61439-1: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali*
- CEI EN 61439-1/EC: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali*
- CEI EN 61439-3: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)*
- CEI EN 61439-1: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali*
- CEI EN 61439-6: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 6: Condotti sbarre*
- CEI EN 61439-3/EC: *Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)*

- CEI EN 60445: *Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico*
- CEI EN 60529/EC: *Gradi di protezione degli involucri (codice IP)*
- CEI EN 60555-1: *Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili Parte 1: Definizioni*
- CEI EN 60904-1: *Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente*
- CEI EN 60904-2: *Dispositivi fotovoltaici Parte 2: Prescrizioni per i dispositivi fotovoltaici di riferimento*
- CEI EN 60904-3: *Dispositivi fotovoltaici Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento*
- CEI EN 60909-0: *Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata Parte 0: Calcolo delle correnti*
- CEI EN IEC 61000-3-2: *Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase)*
- CEI EN 61215-1: *Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1: Prescrizioni per le prove*
- CEI EN 61215-1-1: *Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-1: Prescrizioni particolari per le prove di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino*
- CEI EN 61215-1-2: *Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-2: Requisiti particolari per la prova*

*dei moduli fotovoltaici (FV) a film sottile in tellururo di cadmio (CdTe)*

- CEI EN 61215-1-3: *Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-3: Requisiti particolari per la prova dei moduli fotovoltaici (FV) a film sottile in silicio amorfo*
- CEI EN 61215-1-4: *Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 1-4: Requisiti particolari per la prova dei moduli fotovoltaici (FV) a film sottile in seleniuro di rame-indio-gallio (CIGS) e in seleniuro di rame-indio (CIS)*
- CEI EN 61215-2: *Moduli fotovoltaici (FV) per applicazioni terrestri - Qualifica del progetto e omologazione del tipo Parte 2: Procedure di prova*
- CEI EN 61724: *Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati*
- CEI EN 61724-1: *Prestazioni dei sistemi fotovoltaici Parte 1: Monitoraggio*
- IEC 61727:2004 : *Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface*
- CEI EN IEC 61730-1: *Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione*
- CEI EN IEC 61730-1/EC: *Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione*
- CEI EN 61730-2/A1: *Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove*
- CEI EN 61829: *Campo fotovoltaico (FV) - Misura in sito delle caratteristiche I-V*
- CEI EN 62053-21/A1: *Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)*

- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): *Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3)*
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): *Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali*
- CEI EN 62108: *Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione. Qualifica del progetto e approvazione di tipo*
- CEI IEC/TS 62271-210: *Apparecchiatura ad alta tensione Parte 210: Qualificazione sismica per apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico e con involucro isolante per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso*
- CEI EN 62305-1: *Protezione contro i fulmini Parte 1: Principi generali*
- CEI EN 62305-1/EC: *Protezione contro i fulmini Parte 1: Principi generali*
- CEI EN 62305-2: *Protezione contro i fulmini Parte 2: Valutazione del rischio*
- CEI EN 62305-2/EC: *Protezione contro i fulmini Parte 2: Valutazione del rischio*
- CEI EN 62305-3: *Protezione contro i fulmini Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone*
- CEI EN 62305-4: *Protezione contro i fulmini Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture*
- CEI EN 62305-4/EC: *Protezione contro i fulmini Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture*
- IEC 60364-7-712:2017: *Low voltage electrical installations - Part 7-712: Requirements for special installations or locations - Solar photovoltaic (PV) power supply systems*
- UNI 10349: *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.*

- Guida CEI 82-25;V2: *Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di media e bassa tensione*

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

