

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO  
PER LA PRODUZIONE ENERGETICA ED AGRICOLA  
DENOMINATO "Risicone"  
DELLA POTENZA DI 37,54 MWp  
SITUATO NEL COMUNE DI VIZZINI (CT)**

**PROGETTO DEFINITIVO**

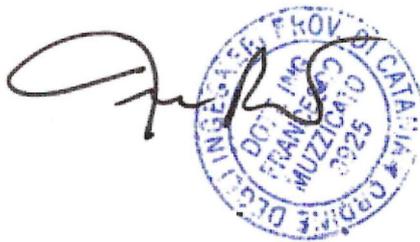
**Relazione di calcolo elettrico**

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello Prog.	Codice	Tipo doc.	N° elaborato	Nome file	TIPO ELAB.	SCALA
PD	REL_20	PDF		REL_20	R	

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	21/12/2023	Prima emissione VIA	Per. Ind. Bonferraro R.	EGP S.R.L.	Re nera Energy Italy

PROGETTAZIONE



Handwritten signature and blue circular stamp of the Provincial Office of Catania, Italy. The stamp contains the text: "UFFICIO PROVINCIALE DI CATA' (CT)", "DO' ING. FRANCO MUZZICANO", and "3925".

RICHIEDENTE

SWE IT 06 S.r.l.  
Piazza Borromeo, 14  
20123 - Milano (MI)  
C.F. / P. IVA 12498700967

Soggetta all'attività di direzione e al coordinamento da parte di Energie Zukunft Schweiz AG (CH)



Re nera

# INDICE

1	GENERALITÀ.....	3
2	DIMENSIONAMENTO GENERATORE-INVERTER E TRASFORMATORI.....	3
3	DESCRIZIONE DEI CAVI E DEI LIVELLI DI TENSIONE.....	4
3.1	CAVI IN ALTA TENSIONE.....	4
3.2	ELENCO LINEE IN ALTA TENSIONE.....	6
3.3	VERIFICA TERMICA E CADUTA DI TENSIONE DEI CAVI AT.....	7
3.4	CAVI IN BASSA TENSIONE.....	9
3.5	CAVI IN CORRENTE CONTINUA.....	10
3.6	ELENCO CAVI IN CORRENTE CONTINUA.....	13
3.7	VERIFICA TERMICA E CADUTA DI TENSIONE DEI CAVI IN CONTINUA.....	13
4	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DATI.....	14
5	IMPIANTO DI TERRA.....	15
6	NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO.....	17

# RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO ELETTRICO

## 1 GENERALITÀ

La presente relazione di calcolo affronta il dimensionamento elettrico dei componenti dell'intero impianto e la compatibilità di accoppiamento tra gli stessi.

Il progetto si compone di un unico impianto di generazione da con potenza in alternata pari a 32,23MW, collegati alla rete elettrica nazionale gestita da Terna S.p.A., tramite un cavidotto interrato installato tra la cabina di consegna utente e la nuova stazione di trasformazione 380/150/36 kV denominata "Vizzini", prevista nel Piano di Sviluppo Terna, da inserire in entrata – esce sulla linea RTN a 380 kV "Chiaramonte Gulfi -Paternò", previo ampliamento della stessa.

L'impianto risulta composto da generatori fotovoltaici installati su strutture "traker" a terra collegati tramite cavi in DC agli inverter centralizzati da 3MVA installati in cabine complete di trasformatore elevatore a tensione nominale di 36kV, tensione che risulta compatibile con quella della RTN di Terna.

L'impianto fotovoltaico sarà connesso alla rete elettrica nazionale in come da STMG proposta da e-distribuzione (Codice pratica 202200486), nella titolarità della società proponente, con potenza in immissione pari a 32,23 MW. Lo schema di allacciamento alla rete AT prevede l'inserimento di una nuova cabina di consegna, installata nelle immediate vicinanze e collegata in antenna alla stazione elettrica "VIZZINI" di proprietà di Terna, tramite tre cavo in AT interrato.

## 2 DIMENSIONAMENTO GENERATORE-INVERTER E TRASFORMATORI

L'impianto si compone principalmente di 1066 strutture denominate "traker" aventi 2x26 moduli e 178 traker 2x13 moduli. I traker si auto-orientano in direzione est-ovest.

Dette stringhe sono collegate agli inverter tramite cavi solari rispettando le caratteristiche elettriche della stringa e quelle di ingresso dell'inverter. Al fine di ridurre le perdite per effetto joule, si è scelto di lavorare con tensioni DC > di 1000V e comunque inferiori a 1500V, soglia massima di lavoro per moduli e inverter, allo stesso tempo il collegamento delle stringhe all'inverter, tiene conto della massima potenza per ogni ingresso e del rapporto DC/AC che è <1,3.

Gli inverter scelti hanno in uscita una tensione nominale di 630 Vac, che a differenza del classico sistema a 400Vac, consente di utilizzare cavi e/o barre con sezione ridotta a parità di potenza trasportata. Il dimensionamento del trasformatore tiene conto principalmente della potenza

nominale sottesa all'inverter, considerando il massimo rendimento, il rapporto tra la potenza inverter-trasformatore è circa 0,9.

Le varie cabine power station sono collegate in configurazione ad "anello aperto" tramite cavidotti interrati con tensione pari a 36 kV, direttamente alla cabina di smistamento contenente le protezioni dell'intero impianto.

### 3 DESCRIZIONE DEI CAVI E DEI LIVELLI DI TENSIONE

#### 3.1 CAVI IN ALTA TENSIONE

In uscita dalle power station la tensione è pari a 36.000 Vac mentre la corrente nominale va da un minimo di 50A per la tratta con minor carico ad un massimo di 304A per la tratta con maggiore carico. La linea è a tre poli e sarà interrata nel terreno. Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi AT è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

Il tipo di cavo in esame ha le seguenti caratteristiche:

cavo unipolare a trifoglio, posato a trifoglio elica visibile tipo RG7H1RX 26/45 kV

**IMPIEGO:** Adatto per il trasporto di energia tra le cabine di trasformazione e le grandi utenze. Per posa in aria, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17. Il cavo sarà nella versione tripolare riunito ad elica visibile.

CARATTERISTICHE	DESCRIZIONE
Conduttore:	corda rotonda, rigida, compatta di rame Cl. 2(IEC 60228)
semiconduttore:	estruso
isolamento:	Gomma HEPR, Qualità G7, senza piombo
schermo:	Fili di rame rosso, con nastro di rame in controspirale
guaina:	Mescola a base di PVC, qualità Rz, Rosso
Tensione nominale (U0/U):	26/45 kV
Tensione massima (Umax):	52 kV
Temperatura max d'esercizio:	90 °C
Temperatura min d'esercizio:	-15 °C
Temperatura di corto circuito:	250 °C
Temperatura min. di posa:	0° C
Raggio di curvatura:	∅ x 12
sforzo massimo di trazione:	50 N/mm <sup>2</sup>

Tabella 1

Formazio ne	D indicativo conduttore	peso indicativo cavo	resistenz a elettrica a 20°C	reattanz a elettrica	portata di corrente in aria 30°C	portata di corrente in tubo interrato 20°C	Capacità a 5Hz
n° x mm <sup>2</sup>	mm	kg/km	Ω/km	Ω/km	A	A	μF/km
3x1x185	16	3395	0,0991	0,13	406	361	0,21
3x1x630	30,3	8260	0,0283	0,1	1070	835	0,34

Tabella 2

### 3.2 ELENCO LINEE IN ALTA TENSIONE

Tratto riferimento	tipologia	configurazione e sezione	Potenza min-max	lunghezza di tratta	massima c.d.t.
L1 - ST1	cavo unipolare a trifoglio, elica visibile tipo RG7H1RX 26/45 kV 3X(1X185mm <sup>2</sup> )	3X(1X185 mm <sup>2</sup> )	15MW - 9MW	250m	<0,5%
ST1 - ST2			12MW - 6MW	180m	<0,5%
ST2 - ST3			9 - 3 MW	180m	<0,5%
ST3 - ST4 anello aperto			9MW - 6MW	670m	<0,5%
ST4 - ST5			12MW - 3MW	100m	<0,5%
ST5 - L2			15MW - 6MW	450m	<0,5%
L3 - ST6	cavo unipolare a trifoglio, elica visibile tipo RG7H1RX 26/45 kV 3X(1X185mm <sup>2</sup> )	3X(1X185 mm <sup>2</sup> )	18MW - 9MW	690m	<0,5%
ST6 - ST7			15MW - 6MW	160m	<0,5%
ST7 - ST8			12 MW - 3 MW	160m	<0,5%
ST8 - ST9 anello aperto			9MW - 9MW	500m	<0,5%
ST9 - ST10			12MW - 3MW	350m	<0,5%
ST10 - ST11			15MW - 6MW	250m	<0,5%
ST11 - L4		15MW - 9MW	1340m	<0,5%	
IMPIANTO UTENZA L1-L2	cavo unipolare posato a trifoglio, elica visibile tipo RG7H1RX 26/45 kV 3X(1X630mm <sup>2</sup> )	3X(1X630 mm <sup>2</sup> )	15MW	16000m	<1,2%
IMPIANTO UTENZA L3-L4			18MW	16000m	<1,5%

Tabella 3

### 3.3 VERIFICA TERMICA E CADUTA DI TENSIONE DEI CAVI AT

In tabella 3 sono riportati tutti i cavi e la massima potenza di transito per ogni linea con diversi scenari di funzionamento dovuti alla possibilità di utilizzare in emergenza, la chiusura dell'anello.

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi AT è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico. In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$1) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$2) \quad I_f \leq 1,45 * I_z$$

Per la condizione 1) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente  $I_b$ , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione che verrà scelta tenendo conto del declassamento del cavo in funzione di vari fattori quali, il tipo di materiale conduttore, il tipo di isolamento, il numero di conduttori in prossimità ed altri eventuali fattori.

La condizione 2) è sempre verificata per tutti gli interruttori che rispondono alla normativa CEI EN 60947-2.

La portata  $I_z$  di un cavo viene infatti ricavata dalla seguente formula:

$$I_z = I_0 * k_1 * k_2 * k_3 * k_4$$

Dove:

- $I_0$  è la portata nominale del cavo relativa al metodo di installazione previsto (A)
- $k_1$  è il fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C
- $k_2$  è il fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano
- $k_3$  è il fattore di correzione per profondità di interrimento diverse dal valore base (0,8)
- $k_4$  è il fattore di correzione per resistività termica diversa dal valore base (1,5 K m/W)

La portata dei cavi, calcolata alla condizione di posa di progetto, risulta sempre maggiore

della corrente nominale di linea e minore della effettiva portata del cavo calcolata alle condizioni di posa, pertanto la condizione  $I_b \leq I_n \leq I_z$  è verificata. Tutti i cavi utilizzati per il collegamento ad anello risultano sovradimensionati durante il normale funzionamento, al fine di poter funzionare regolarmente in caso di “emergenza” con chiusura dell’anello e alimentazione da un solo lato.

Le protezioni associate ai dispositivi di interruzione automatica, devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione (CEI 64-8/4 Art.434.3, 434.3.1, 434.3.2 e 434.2):

$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

Per quanto riguarda le cadute di tensione sui cavi si applica la formula:

$$\Delta V \% = \sqrt{3} l \frac{I_b}{n} (r \cos\varphi + \sin\varphi) \frac{100}{V_n}$$

Dove:

- $l$  è la lunghezza del tratto considerato in metri;
- $I_b$  è la corrente di impiego in ampere;
- $n$  è il numero di conduttori per fase;
- $r$  resistenza unitaria del cavo in  $\Omega/m$
- $V_n$  tensione nominale in volt

Considerato che il tratto di linea più lungo e anche il più eventualmente carico è la tratta **L3-L4**, avente una lunghezza di linea pari a 16000 m e corrente massima pari a 304 A, per il cavo in rame sopradescritto la caduta di tensione in percentuale calcolata si attesta ad un valore < 1,5%, al di sotto del 2% che normalmente si prefissa per evitare perdite svantaggiose. Analogamente, la linea relativa alla tratta **L1-L2** avente sempre lunghezza pari a 16000 m una corrente pari a 253 A, ha una caduta di tensione che risulta inferiore al 1,2%. Le linee di collegamento relative ai due anelli aperti, hanno cadute di tensione calcolate che risultano <0,5%.

### 3.4 CAVI IN BASSA TENSIONE

In uscita dagli inverter la tensione è pari a 630Vac mentre la corrente nominale è pari a 2750A. La linea, con idoneo isolamento, è a tre poli senza neutro e sarà costituita da Barre in rame preinstallate nell'inverter e pre-assemblate con il trasformatore elevatore BT/AT alla tensione di 36kV.

### 3.5 CAVI IN CORRENTE CONTINUA

La tensione nominale del generatore risulta pari a 1205 Vdc, mentre la tensione massima raggiungibile ai dati ambientali di progetto è di 1443 Vdc. La scelta di lavorare con queste tensioni è data dal fatto che vengono ridotte le perdite per effetto joule nei cavi, dovute alle distanze tra le stringhe fotovoltaiche e gli inverter. Ogni singola stringa ha correnti nominali pari a 13,48A e potenza nominale pari a 16,25kW.

Tutte le stringhe sono collegate attraverso quadri elettrici denominati string combiner, all'inverter secondo lo schema unifilare, in particolare su ogni quadro arrivano 21 stringhe fotovoltaiche che moltiplicate per 10 String combiner, vengono collegate all'inverter.

Tra le stringhe di moduli ed il quadro la sezione dei cavi è di 6/16 mm<sup>2</sup>, mentre tra gli string combiner e gli inverter la sezione è di circa 120-185 mm<sup>2</sup>.

La tipologia di cavo considerato è H1Z2Z2-K in colorazione della guaina nera o rossa in funzione della polarità in cui verrà installato (rosso per il polo positivo e nero per il polo negativo). Il tipo di cavo in esame ha le seguenti caratteristiche:

**IMPIEGO:** Uso previsto in installazioni fotovoltaici es. in conformità all'HD 60364-7-712. Adatti per applicazione su apparecchiature con isolamento di protezione (Classe di protezione II ). Intrinsecamente sono a prova di cortocircuito e di dispersioni a terra in conformità all'HD 60364-5-52. Uso previsto in installazioni fotovoltaici es. in conformità all'HD 60364-7-712. Adatti per applicazione su apparecchiature con isolamento di protezione (Classe di protezione II ). Intrinsecamente sono a prova di cortocircuito e di dispersioni a terra in conformità all'HD 60364-5-52. Installazioni non previste dalle classi superiori e dove non esiste rischio di incendio e pericolo per persone e/o cose (Rischio basso posa singola).

**POSA:** Adatti per uso permanente all'esterno o all'interno, per installazioni libere mobili, libere a sospensione e fisse. Installazione anche in condotti e su canaline, all'interno o sotto intonaco oltre che nelle apparecchiature.

CARATTERISTICHE	DESCRIZIONE	NORME
Conduttori:	rame stagnato ricotto Cl.5	CEI EN 60228 (Tabella 9)
Isolante:	elastomero reticolato atossico di qualità Z2	CEI EN 50618
Filo distintivo:	tipo H	
Guaina:	elastomero reticolato atossico di qualità Z2	CEI EN 50618
Colore della guaina:	nero RAL 9005 - rosso RAL 3013	
Non propagante la fiamma:		CEI EN 60332-1-2
Senza alogeni:	(< 0,5 mg/g - 0,5%)	CEI EN 50267-2-1/2 - IEC 60754-1/2
Ridotta emissione di fumi:	(trasmissione > 60%)	CEI EN 61034-2
Resistente ai raggi UV:		CEI EN 50618
Resistente all'ozono:		CEI EN 60811-403
Comportamento a lungo termine:	(20000 h a 120 °C)	CEI EN 60216
Durata prevista:	25 anni	
Resistenza elettrica:	relativamente alla sezione	CEI EN 60228 (Tabella 9)
Portate di corrente:		CEI EN 50618
Tensione nominale (U0/U):	1/1 kVac 1,5/1,5 kVcc	
Tensione massima:	1,2 kVac 1,8 kVcc	
Tensione di prova:	6,5 kVac 15 kVcc	
Temperatura max d'esercizio:	90 °C	
Temperatura min d'esercizio:	-40 °C	
Temperatura di corto circuito:	250 °C	
Temperatura min. di posa:	-25° C	
Raggio di curvatura:	∅ x 6	

Tabella 7

Sezione Nominale	Diametro esterno medio	Resistenza massima del conduttore a 20 °C	Portata di corrente in base al metodo di installazione		
			Cavo singolo libero in aria	Cavo singolo su una superficie	Due cavi caricati che si toccano su una superficie
mm <sup>2</sup>	mm	Ω/km	A	A	A
6	6,5	3,3	70	67	57
10	7,9	1,91	98	93	79
16	8,8	1,21	132	125	107
25	10,6	0,78	176	167	142
35	12,0	0,554	218	207	176
50	14,1	0,386	276	262	221
70	15,9	0,272	347	330	278
95	17,7	0,206	416	395	333
120	19,8	0,161	488	464	390
150	21,7	0,129	566	538	453
185	24,1	0,106	644	612	515

*Tabella 8*

La sezione sarà scelta in base alla distanza tra il quadro in DC string combiner e la stringa da 26 moduli ad esso collegata. Questo sistema consente di avere delle cadute di tensioni al di sotto dell'1% e portate di corrente di gran lunga superiore alla corrente nominale del generatore e delle correnti di guasto ad esso connesse. Tutti i quadri saranno comunque protetti dal sovraccarico e dal cortocircuito mediante dispositivi automatici installati all'interno dei quadri di campo e degli inverter.

### 3.6 ELENCO CAVI IN CORRENTE CONTINUA

Tratto riferimento	tipologia	configurazione e sezione	Potenza min-max	lunghezza di tratta	massima c.d.t.
Tra stringhe e quadri DC	cavo unipolare tipo H1Z2Z2-K colorazione guaina rossa per polo positivo e nero per polo negativo	1x6mm <sup>2</sup>	16,25kW	max 120m	<1%
		1x10mm <sup>2</sup>		Max 200m	
		1x16mm <sup>2</sup>		Max 310m	
Tra Quadri DC e inverter	cavo unipolare tipo H1Z2Z2-K colorazione guaina rossa per polo positivo e nero per polo negativo	1x120mm <sup>2</sup>	341,250 kW	max 110m	<1%
		1x150mm <sup>2</sup>		max 160m	
		1x185mm <sup>2</sup>		max 200m	

Tabella 9

### 3.7 VERIFICA TERMICA E CADUTA DI TENSIONE DEI CAVI IN CONTINUA

I cavi di collegamento tra le singole stringhe fotovoltaiche e i quadri in DC, riportati in tabella 9 hanno una potenza nominale di transito pari a 16,25 kW in condizioni STC, pertanto, considerando la tensione nominale di 1205 Vdc, si ha una corrente nominale di 13,48 A.

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi DC è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico e dal cortocircuito.

La protezione contro i sovraccarichi e i corto circuiti dei cavi delle stringhe e dei pannelli è intrinseca alle caratteristiche del generatore, in quanto la corrente di corto circuito è di poco superiore a quella nominale dei moduli; la portata dei cavi è nettamente superiore a 1,25 I<sub>sc</sub> in qualsiasi punto (norma CEI 64-8 art. 712.433.1), valore che si assume in forma cautelativa.

Pertanto, è sufficiente che sia verificata la condizione  $I_b \leq I_z$ .

Per quanto riguarda le cadute di tensione sui cavi in corrente continua si applica la formula:

$$\Delta V \% = \frac{200 * I_b * l * r}{V_n}$$

Dove:

- $l$  è la lunghezza del tratto considerato in metri;
- $I_b$  è la corrente di impiego in ampere;
- $r$  resistenza unitaria del cavo in  $\Omega/m$
- $V_n$  tensione nominale in volt

Adottando il criterio riportato in tabella 9 si potranno verificare le varie sezioni in funzione della lunghezza della linea considerata. Nel caso più sfavorevole, ovvero il tratto di linea più lungo che misura massimo 310m, si avrà una caduta di tensione inferiore all' 1% utilizzando un cavo con sezione pari a 16 mm<sup>2</sup>. Analogamente, poiché le altre linee hanno lunghezza inferiore e con uguale potenza, la verifica è soddisfatta ed inferiore all' 1% o in alcuni casi inferiore allo 0,5%.

Al fine di evitare che sulla stringa circoli una corrente di segno opposto in caso di guasti o malfunzionamenti, i quadri saranno dotati di fusibili di protezione su ogni stringa.

I cavi di collegamento tra il quadro in DC e l'inverter, sono riportati in tabella 9 ed hanno una potenza nominale di transito pari a 341,250 kW in condizioni STC, pertanto, considerando la tensione nominale di 1205 Vdc, si ha una corrente nominale di 283,08 A.

Anche per questi cavi il criterio seguito per il dimensionamento è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico e dal cortocircuito. Il parallelo dei 10 quadri DC, verrà eseguito direttamente sull'inverter, che risulterà equipaggiato di adeguati fusibili a protezione dei cavi e dell'inverter stesso.

#### 4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO DATI

L'impianto fotovoltaico sarà dotato di infrastrutture di rete dati per consentire la supervisione ed il corretto funzionamento dell'intero impianto. Dette infrastrutture consentiranno anche la gestione dei sistemi di sicurezza costituiti da un circuito TVCC composti principalmente da telecamere del tipo fisso e speed dome installate perimetralmente su appositi pali ed un sistema antintrusione e controllo degli accessi. Le tipologie di cavi dati sono riportate nella seguente tabella:

Tratto riferimento	tipologia	configurazione e sezione	Potenza min-max	lunghezza di tratta	massima c.d.t.
sistemi BUS	cavo per trasmissione dati RS 485-RS 422 Li2YCYv (TP) posa interrata, schermato armato	4x2x0,75+T	n.a.	< 120m	n.a.
sistemi LAN	UTP-FTP 4x2x23 AWG CAT. 6 ARMATO BLU PER ESTERNO	4x2x23	n.a.	< 100m	n.a.
Sistemi fibra ottica	Cavo in fibra ottica armato LSZH	12/24 fibre	n.a.	< 2,0 km	n.a.

Tabella 10

## 5 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto sarà costituito da dispersori intenzionali che si estenderanno per tutta la dorsale principale dove sono installate la maggior parte delle cabine e sarà costituito principalmente da una treccia in conduttore nuda annegata nello scavo del cavidotto, ad intimo contatto con il terreno. Presso ogni cabina verrà installata una maglia come meglio riportato negli elaborati, costituita sempre da conduttore nudo installato a profondità di almeno 0,5m. La parte tutte le strutture dove sono installati i moduli sono considerati dei "dispersori di fatto" o dispersori naturali e pertanto, verranno integrati all'impianto di terra intenzionale. Tutte le strutture saranno collegate tra loro tramite cavi equipotenziali che garantiranno una continuità elettrica.

Si riportano di seguito le formule utilizzate per il calcolo della resistenza di terra di diversi dispersori, nelle quali si tiene conto del tipo di terreno.

Impostata la resistività  $\rho$  del terreno, per ogni tipo di dispersore si devono inserire i parametri che lo definiscono.

Tipologie di dispersori:

- Picchetto verticale

per avere  $a$ , il valore  $a'$  (diametro) inserito in Ampère deve essere diviso per 2:  $a = a'/2$ .

$$R_T = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left( \ln \frac{4 \cdot L}{a} - 1 \right)$$

Dove:

$L$  si riferisce alla lunghezza del dispersore

$a$  si riferisce al raggio del picchetto

- Due picchetti verticali

per avere  $a$ , il valore  $a'$  (diametro) inserito in Ampère deve essere diviso per 2:  $a=a'/2$ .

$$R_T = \frac{\rho}{4 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left( \ln \frac{4 \cdot L}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4 \cdot \pi \cdot d} \cdot$$

Dove:

$L$  si riferisce alla lunghezza del dispersore

$d$  si riferisce alla distanza tra i dispersori

$a$  si riferisce al raggio del picchetto

- Dispersore lineare

per avere  $s$ , il valore  $s'$  inserito in Ampère deve essere moltiplicato per 2:  $s=2*s'$ ;

per avere  $L$ , il valore  $L'$  inserito in Ampère deve essere diviso per 2:  $L=L'/2$ ;

per avere  $a$ , il valore  $a'$  (diametro) inserito in Ampère deve essere diviso per 2:  $a=a'/2$ .

$$R_T = \frac{\rho}{4 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left( \ln \frac{4 \cdot L}{a} + \ln \frac{4 \cdot L}{s} - 2 + \frac{s}{2 \cdot L} - \frac{s^2}{16 \cdot L^2} + \frac{s^4}{512 \cdot L^4} \dots \right)$$

Dove:

$L$  si riferisce alla lunghezza del dispersore

$s$  si riferisce alla profondità dei dispersori

$a$  si riferisce al raggio del filo

- Sistema di dispersore a maglia rettangolare

$$R_T = \rho \cdot \left( \ln \frac{1}{4 \cdot r} + \frac{1}{\sum I} \right)$$

Dove

$\Sigma I = nb \cdot b + na \cdot a$  lunghezza totale dei conduttori costituenti la rete

$a$  e  $b$  lati del rettangolo interrato a profondità  $>0,5m$

## 6 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

- Legge 186/68 Disposizione concernente la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
- D.M. 37/08 Regolamento di attuazione della legge n.248 del 02/12/2005.
- Dm 16 gennaio 1996 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 0-16 edizione 2019: “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alla reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica”;
- CEI EN 61936-1 (Classificazione CEI 99-2): impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI EN 50522 (Classificazione CEI 99-3): Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 11-17: “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica  
– Linee in cavo”
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- 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 EN 60439-1-2-3 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione.
- CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (codice IP).
- “Guida per le Connessioni alla rete elettrica di E-Distribuzione”;

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

applicabili.

Qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si applicano le norme più recenti.

Si applicano inoltre per quanto compatibili con le norme elencate, i documenti tecnici emanati dalle società di distribuzione di energia elettrica riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.