

**Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico
avanzato denominato “Carpi_1” di potenza pari a
20,43MWp nel Comune di Carpi (MO) ed opere
connesse alla RTN**

Relazione di calcolo impianti elettrici



07/12/2023	00	Emissione per autorizzazione	D. Stangalino	O. Retini	D. Stangalino
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale  Iren Green Generation Tech s.r.l.			ID Documento Committente H16_FV_BER_00009		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale 			ID Documento Appaltatore -		

Sommario

1	Premessa.....	3
2	Normative di riferimento	4
3	Descrizione dell'impianto agrivoltaico	5
4	Dimensionamento dei cavi di bassa tensione.....	6
4.1	Criteri di dimensionamento	6
4.1.1	Generalità.....	6
4.1.2	Valori ammissibili della caduta di tensione	6
4.1.3	Tipi di installazione.....	7
4.1.4	Calcolo della portata	7
4.2	Coefficienti di correzione della portata	8
4.2.1	Coefficiente k1 di correzione della temperatura ambiente	8
4.2.2	Coefficiente k2 di correzione per resistività del terreno	8
4.2.3	Coefficiente k3 di correzione per profondità di posa.....	8
4.2.4	Coefficiente k4 di correzione per presenza di conduttori adiacente	8
4.3	Dimensionamento e verifiche.....	8
4.3.1	Scelta delle tensioni di isolamento.....	9
4.3.2	Dimensionamento in funzione della portata	9
4.3.3	Verifica della massima caduta di tensione	9
4.3.4	Verifica della protezione contro le sovracorrenti.....	10
4.3.5	Protezione contro i sovraccarichi	10
4.3.6	Protezione contro i corto circuiti.....	10
4.3.7	Protezione contro i contatti indiretti.....	11
4.4	Tipologia di cavi utilizzati.....	12
5	Dimensionamento delle cabine elettriche di campo	14
6	Dimensionamento dei cavi di alta tensione.....	15
7	Valutazione della caduta di tensione.....	16
8	Corto circuito di fase.....	17
9	Guasti a terra	18

	<p>ID Documento Committente</p> <p>H16_FV_BER_00009</p>	Pagina 3 / 18
		Numero Revisione
		00

1 Premessa

Lo scopo della presente relazione tecnica è quello di descrivere i criteri di dimensionamento dei componenti costituenti l'impianto agrivoltaico denominato "Carpi_1" che sarà realizzato nel comune di Carpi, in provincia di Modena.

Si rimanda al documento H16_FV_BGR_00007_Relazione tecnica descrittiva e all'elaborato grafico H16_FV_BEU_00020_Schema elettrico unifilare, per una trattazione specifica dell'impianto in oggetto.

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00009	Pagina 4 / 18
		Numero Revisione
		00

2 Normative di riferimento

Nella stesura della presente relazione tecnica, sono state seguite le prescrizioni indicate e applicabili al caso specifico dalle seguenti norme:

- ✓ Guida CEI 0-2 II Ed. 2002, “Guida per la definizione della documentazione di progetto per gli Impianti Elettrici”.
- ✓ Norma CEI EN 61936-1, “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- ✓ Parte 1: Prescrizioni comuni”.
- ✓ Norma CEI EN 50522, “Messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a”.
- ✓ Norma CEI 11-17, “Linee in cavo”.
- ✓ Norma IEC 62271-200, “A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV”.
- ✓ Norma CEI 64-8, “Impianti elettrici utilizzatori”.
- ✓ Norma CEI EN 60076, "Trasformatori di potenza".
- ✓ Norma CEI 0-16, “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”.
- ✓ Codice di rete Terna e suoi allegati.

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00009	Pagina 5 / 18
		Numero Revisione
		00

3 Descrizione dell'impianto agrivoltaico

L'impianto Agrivoltaico occupa una superficie complessiva di circa 30,55 ha ed è costituito da 32.956 pannelli fotovoltaici della potenza di 620 W cad. montati su strutture ad inseguimento di tipo monoassiale e da 6 cabine di campo (Power Station). All'interno di ciascuna cabina di campo è presente l'inverter di campo a 600V ed il trasformatore BT/AT oltre ad ulteriori apparecchiature elettriche.

Le cabine di campo saranno connesse con linee dedicate di alta tensione a 36 kV alla cabina di raccolta con due radiali.

Dalla cabina di raccolta partirà un cavidotto AT a 36 kV da collegare in antenna con nuova sezione a 36kV della esistente stazione elettrica di 380/132 kV della RTN di Carpi-Fossoli.

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00009	Pagina 6 / 18
		Numero Revisione
		00

4 Dimensionamento dei cavi di bassa tensione

I cavi di bassa tensione in corrente continua presenti sull'impianto sono:

- cavi di collegamento dai pannelli fotovoltaici agli string box;
- cavi di collegamento dagli string box all'inverter centralizzato.

I cavi di bassa tensione in corrente alternata presenti sull'impianto sono:

- cavi di collegamento dal trasformatore dei servizi ausiliari al QSA della cabina di raccolta;
- cavi dei servizi ausiliari della cabina di raccolta.

I cavi di collegamento dei pannelli fotovoltaici agli string box saranno posati in passerella.

I cavi di collegamento dagli string box agli inverter saranno posati interrati.

I cavi dei servizi ausiliari della cabina di raccolta saranno posati in passerelle in aria libera o in tubazioni a parete.

I cavi di alimentazione degli uffici saranno posati interrati.

4.1 Criteri di dimensionamento

4.1.1 Generalità

Per il dimensionamento dei cavi di bassa tensione è stata utilizzata la corrente di impiego della conduttura, come di seguito indicato:

- cavi di collegamento ai quadri di distribuzione: 100% della corrente nominale del trasformatore di alimentazione;
- cavi di collegamento ai quadri di sottodistribuzione: 100% della corrente di assorbimento nelle condizioni nominali di esercizio;
- cavi di alimentazione motori: 100% della corrente nominale e di avviamento dei motori;
- cavi di alimentazione utenze statiche: 100% della corrente nominale dell'utenza.

4.1.2 Valori ammissibili della caduta di tensione

La massima caduta di tensione ammissibile riferita alla tensione nominale di funzionamento della conduttura sarà la seguente:

- | | |
|--|----|
| ✓ alimentazione quadri e sotto quadri di distribuzione | 2% |
| ✓ alimentazione utilizzatori finali | 4% |

I valori indicati per gli utilizzatori finali sono valori complessivi a partire dalla sorgente di alimentazione.

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00009	Pagina 7 / 18
		Numero Revisione
		00

4.1.3 Tipi di installazione

In accordo alle modalità di installazione espresse dalla Norma CEI 64-8 i tipi di installazione previsti e adottati per l'impianto in esame sono:

- cavi unipolari in aria libera posati su passerelle: tipo di posa 13;
- cavi multipolari in aria libera posati su passerelle: tipo di posa 13;
- cavi multipolari in aria libera in tubi: tipo di posa 3A;
- cavi unipolari e multipolari interrati: tipo di posa 61 (in tubi interrati) tipo di posa 62 (direttamente interrati).

I cavi unipolari in passerella saranno disposti a trifoglio e ogni terna distanziata 2 volte il diametro esterno.

Per i cavi multipolari di sezione $\geq 25 \text{ mm}^2$ posati in passerella si adotta la disposizione su uno strato solo.

Per i cavi di sezione inferiore a 25 mm^2 posati in passerella si adotta la disposizione su due strati con un riempimento lineare della passerella pari all'80%.

Per i cavi multipolari posati in tubo si ammette un riempimento massimo del tubo pari al 60% della sua superficie.

4.1.4 Calcolo della portata

La portata effettiva di un cavo (I_{zeff}) è influenzata dai seguenti fattori:

- temperatura dell'ambiente circostante (diversa dai valori di riferimento: 30°C posa in aria, 20°C posa interrata),
- presenza o meno di conduttori attivi adiacenti,
- reale tipo di installazione.

Pertanto verranno impiegati opportuni coefficienti di correzione per determinare l'effettivo valore della portata effettiva di un cavo (I_{zeff}) riferita alle reali condizioni di posa.

Questi coefficienti saranno:

- K1 coefficiente di correzione della temperatura ambiente (*)
- K2 coefficiente di correzione per resistività del terreno diversa da $1,5 \text{ Km/W}$
- K3 coefficiente di correzione per posa a profondità diversa da $0,8 \text{ m}$
- K4 coefficiente di correzione per presenza di conduttori adiacenti.

(*) la temperatura ambiente è da intendersi come la temperatura riferita all'ambiente di posa (aria o terreno per la posa interrata).

L'effettiva portata di un cavo posato in aria sarà: $I_{\text{zeff}} = IZ \times K1 \times K4$

L'effettiva portata di un cavo posato interrati sarà: $I_{\text{zeff}} = IZ \times K1 \times K2 \times K3 \times K4$

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00009	Pagina 8 / 18
		Numero Revisione
		00

4.2 Coefficienti di correzione della portata

4.2.1 Coefficiente k_1 di correzione della temperatura ambiente

Per la posa in aria e temperatura ambiente diversa da 30 °C il fattore di correzione assume i seguenti valori, validi per cavi isolati in EPR:

Temperatura 35°C – $K_1=0,96$

Per la posa interrata e temperatura ambiente diversa da 20 °C il fattore di correzione assume i seguenti valori, validi per i cavi isolati in EPR:

Temperatura 25°C – $K_1=0,94$

4.2.2 Coefficiente k_2 di correzione per resistività del terreno

Per la posa interrata si assume un valore di resistività del terreno pari al valore nominale, pertanto il coefficiente K_2 risulterà pari a 1.

4.2.3 Coefficiente k_3 di correzione per profondità di posa

Per la posa interrata si assume un valore della profondità di posa pari a 0,9 m, pertanto il coefficiente K_3 risulterà pari a 0,98.

4.2.4 Coefficiente k_4 di correzione per presenza di conduttori adiacente

Cavi unipolari posati in passerella $k_4 = 0,89$

Cavi multipolari posati su passerelle $k_4 = 0,8$

Cavi multipolari posati a fascio su passerelle $k_4 = 0,7$

Cavi multipolari posati in tubo in aria $k_4 = 0,7$

Cavi multipolari posati interrati $K_4 = 0,92$

Cavi unipolari a trifoglio posati interrati $K_4 = 0,9$

4.3 Dimensionamento e verifiche

Il dimensionamento dei cavi di bassa tensione sarà realizzato considerando il seguente schema operativo:

- determinazione della corrente di impiego delle condutture (I_b) in funzione dei dati nominali dell'utenza alimentata;
- scelta del tipo di cavo in funzione delle condizioni ambientali;

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00009	Pagina 9 / 18
		Numero Revisione
		00

- scelta del tipo di posa in funzione delle condizioni ambientali;
- dimensionamento dei cavi in base alla portata, considerando le reali condizioni di posa e ambientali rispetto alle condizioni ideali di riferimento;
- verifica della caduta di tensione ammissibile;
- scelta dei dispositivi di protezione in base alla corrente di impiego delle condutture da proteggere e al livello di cortocircuito nel punto di installazione;
- verifica della protezione contro i sovraccarichi;
- verifica della protezione contro i cortocircuiti a inizio e fondo linea;
- verifica della protezione delle persone contro i contatti indiretti.

4.3.1 Scelta delle tensioni di isolamento

In accordo a quanto stabilito dalla Norma CEI 64-8 saranno definiti i valori delle tensioni di isolamento U_0 (tensione nominale di isolamento tra un conduttore isolato e la terra) e U (tensione nominale di isolamento tra due conduttori isolati) in relazione ai valori nominali e massimi presenti sull'impianto.

Per le condizioni di esercizio dell'impianto saranno impiegati cavi con le seguenti tensioni di isolamento:

- rete di bassa tensione a 400 V – 0,6/1 kV;
- rete in corrente continua in uscita dai pannelli FV – 1,5 kV.

4.3.2 Dimensionamento in funzione della portata

La portata di un cavo dipende dal tipo di cavo, dal suo regime di funzionamento, dalle sue condizioni di installazione (temperatura ambiente, modalità di posa, numero di cavi e loro raggruppamento). La portata dei cavi viene calcolata in accordo a quanto descritto in precedenza, in relazione alle reali condizioni di posa.

La portata dei cavi sarà scelta in modo da soddisfare la condizione: $I_b \leq I_z$
dove I_b = corrente di impiego del cavo di bassa tensione;
 I_z = portata in regime permanente del cavo.

4.3.3 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:

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

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00009	Pagina 10 / 18
		Numero Revisione
		00

nella quale:

L	=	lunghezza della linea espressa in km
I	=	corrente di impiego o corrente di taratura espressa in A
R	=	resistenza (a 90°) della linea in Ω/km
X	=	reattanza della linea in Ω/km
cosφ	=	fattore di potenza
k	=	2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi

La formula generale usata per il calcolo della caduta di tensione percentuale per i sistemi in corrente continua è la seguente:

$$\Delta V\% = [2xLxIxRx100] / V$$

nella quale	L	=	lunghezza della linea espressa in km
	I	=	corrente di impiego IB o corrente di taratura In espressa in A
	R	=	resistenza (a 90°) della linea in Ω/km

4.3.4 Verifica della protezione contro le sovracorrenti

Per le linee elettriche in bassa tensione sarà effettuata la verifica della protezione delle condutture contro le sovracorrenti in accordo alla Norma CEI 64-8/4 art. 433.2 e 434.3.

4.3.5 Protezione contro i sovraccarichi

La protezione contro le sovracorrenti sarà realizzata mediante interruttori automatici magnetotermici o relè termici, i quali saranno in grado di assicurare la protezione contro i sovraccarichi se avranno una corrente nominale e una corrente convenzionale di funzionamento tali da soddisfare contemporaneamente le seguenti condizioni:

$$IB \leq IN \leq Iz$$

$$If \leq 1,45 Iz$$

dove	IB	=	Corrente di impiego del circuito
	IN	=	Corrente nominale del dispositivo di protezione
	IZ	=	Portata in regime permanente della conduttura
	If	=	Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

4.3.6 Protezione contro i corto circuiti

I dispositivi impiegati per la protezione contro i sovraccarichi, sono in grado di assicurare la

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00009	Pagina 11 / 18
		Numero Revisione
		00

protezione contro i cortocircuiti se soddisfano le seguenti condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione:

$$I_{cc \max} \leq I_{cs}$$

- tutte le correnti provocate da un corto circuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile:

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

La norma CEI 64-8 prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve.

La condizione da rispettare è la seguente....

$$I_{cc \ fl} > I_m$$

dove	$I_{cc \max}$	=	Corrente di corto circuito massima
	$I_{cc \ fl}$	=	Corrente di corto circuito a fondo linea
	I_{cs}	=	Potere di interruzione di servizio del dispositivo (CEI EN 60947-2)
	I_m	=	Valore di intervento della soglia magnetica
	I^2t	=	Energia specifica associata alla corrente presunta corrente di corto c.to
	K	=	Coefficiente in funzione dell'isolante della conduttura
	S	=	Sezione della conduttura

I dispositivi impiegati per la protezione contro il sovraccarico dovendo svolgere anche la funzione di sezionamento e protezione contro i cortocircuiti saranno installati all'origine delle linee, in accordo alla Norma CEI 64-8.

La Norma CEI 64-8 prescrive che l'intervento delle protezioni debba essere verificato anche per corto circuito a fondo linea.

La presenza di un dispositivo di protezione unico contro il sovraccarico e il cortocircuito è considerata sufficiente ad assicurare la protezione anche contro le correnti di corto circuito a fondo linea.

In caso di dispositivi separati la verifica deve essere assicurata.

4.3.7 Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro tali contatti sarà assicurata dalla rete di terra in accordo alle prescrizioni delle Norme CEI 64-8.

Nell'impianto in oggetto, dotato di propria cabina di trasformazione, la distribuzione in bassa tensione è realizzata con sistema TN-S pertanto le masse saranno collegate ad un unico impianto di messa a terra.

In accordo alla Norma CEI 64-8 art. 413.1.1.1 la protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante interruzione automatica dell'alimentazione.

Questa misura di protezione richiede il coordinamento tra il modo di collegamento a terra del sistema e le caratteristiche dei conduttori di protezione e dei dispositivi di protezione.

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00009	Pagina 12 / 18
		Numero Revisione
		00

Le masse dovranno essere collegate ad un conduttore di protezione, in accordo all'art. 413.1.1.2 della Norma CEI 64-8/4, nelle condizioni specifiche di ciascun modo di collegamento a terra.

Trattandosi di un sistema TN-S le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, in caso di guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione (art. 413.1.3.3):

$$ZS \times I_a \leq U_0$$

dove U_0 = è la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra, in Volt
 ZS = è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;
 I_a = è la corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro il tempo definito dalla tabella 41A.

Tab. 41A **Tempi massimi di interruzione per i sistemi TN**

U_0 (V) (*)	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
> 400	0,1

(*) Questi valori si basano sulla Norma CEI 8-6.

4.4 Tipologia di cavi utilizzati

In corrente continua per il collegamento dei pannelli fotovoltaici ai quadri string box saranno utilizzati cavi unipolari H1Z2Z2-K aventi sezione 4 mm², 6 mm², in funzione delle distanze.

Per il collegamento dei quadri string box agli inverter delle power station saranno usati cavi in alluminio ad isolamento in gomma G16 (AFG16R16), livello di tensione 0,9/1,5 kV in cc.

Il dimensionamento dei cavi di collegamento degli string box alle PCS sarà realizzato considerando i seguenti dati:

- corrente di stringa: 15,22 A
- numero di stringhe collegate allo string box: 8
- corrente in uscita allo string box: 121,76 A

Le lunghezze dei suddetti cavi sono variabili in funzione della distanza degli string box dalle PCS (cabine di campo), che può variare da un minimo di 25 m a un massimo di 420 m.

Saranno pertanto impiegati cavi di sezione compresa 150/185/240 mm² al fine di contenere i valori della caduta di tensione e delle perdite per effetto Joule entro i limiti ammissibili (1%).

Nella tabella seguente sono riportate alcuni esempi significativi delle tratte presenti in impianto:

Linea CC da	Linea CC a	Sezione [mm ²]	Lunghezza [m]	Cdt%
String box	Cabina campo 5	3x(1x120)	25	0,08%
String box	Cabina campo 2	3x(1x120)	98	0,40%
String box	Cabina campo 2	3x(1x120)	195	0,80%
String box	Cabina campo 1	3x(1x150)	297	0,99%
String box	Cabina campo 4	3x(1x185)	391	0,79%
String box	Cabina campo 3	3x(1x240)	420	0,85%

Le cadute di tensione risultano essere inferiori ai limiti ammissibili (1%).

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00009	Pagina 14 / 18
		Numero Revisione
		00

5 Dimensionamento delle cabine elettriche di campo

L'impianto fotovoltaico composto da 32.956 pannelli da 620 W è stato suddiviso in 6 sottocampi. Ad ogni sottocampo è stato associato un inverter centralizzato della potenza di 4000 kVA, installato all'interno della relativa cabina di campo, completata dal trasformatore elevatore BT/AT e dal quadro AT di sezionamento.

Gli inverter saranno collegati al relativo trasformatore tramite un condotto sbarre.

Il trasformatore, di pari potenza dell'inverter centralizzato, sarà ad isolamento in olio dielettrico di tipo minerale, con raffreddamento ad aria (ONAN).

La tensione di uscita lato alta tensione dei trasformatori sarà 36 kV.

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00009	Pagina 15 / 18
		Numero Revisione
		00

6 Dimensionamento dei cavi di alta tensione

Per il collegamento delle cabine di campo alla cabina di raccolta, saranno impiegati cavi con conduttore in rame, isolamento in XLPE, con tensione di isolamento 20,8/36 kV, Saranno previste n.2 linee dorsali in entra-esci sulle cabine di impianto, così suddivise:
 dorsale 1 – cabina 3 – cabina 4 – cabina 5
 dorsale 2 – cabina 2 – cabina 1 – cabina 6

Far riferimento allo schema elettrico unifilare documento H16_FV_BEU_00020

Le caratteristiche dei cavi impiegati sono le seguenti:

Tipo di cavo:	unipolare – 20,8/36 kV
Isolamento:	XLPE
Conduttore:	rame
Sigla:	RE4H5E
Condizioni di posa	interrato
Profondità di posa	1,0 m
Temperatura ambiente	25 °C
Resistività del terreno	1,5 m °K/W

Coefficiente di correzione per la temperatura	K1=0,96
Coefficiente di correzione per la profondità di posa	K2=0,96
Coefficiente di correzione per resistività del terreno	K3=1
Coefficiente di correzione per la vicinanza di altri circuiti	K4= 0,82 / 1 (nel caso di posa di una sola terna nello scavo)

Portata effettiva del cavo Izeff $I_z * K1 * K2 * K3 * K4$

Corrente di impiego Ib vedere tabella sottostante
 Sezioni impiegate 3x(1x300) mm²

Verifica della portata $I_b < I_{zeff}$

Tempo di intervento protezioni 0,5 s valore cautelativo
 Massima c.c. sopportabile $I = KS/\sqrt{t} = 60,600 \text{ kA}$ per la sezione 300 mm²

La massima corrente di corto circuito sopportabile dal cavo è superiore alla corrente di corto circuito dell'impianto (20 kA).

Linea AT da	Linea AT a	Sezione [mm ²]	Corrente Impiego [A]	Portata Nominale [A]	Portata effettiva [A]
Cabina Raccolta	Cabina c. 6	3x(1x300)	192,45	535	404,3
Cabina c. 6	Cabina c. 5	3x(1x300)	128,3	535	404,3
Cabina c. 5	Cabina c. 3	3x(1x300)	64,15	535	404,3
Cabina Raccolta	Cabina c. 2	3x(1x300)	192,45	535	404,3
Cabina c. 2	Cabina c. 1	3x(1x300)	128,3	535	404,3
Cabina c. 1	Cabina c. 4	3x(1x300)	64,15	535	404,3

7 Valutazione della caduta di tensione

La caduta di tensione sulle linee di collegamento delle cabine di campo alla cabina di raccolta è funzione della corrente transitante e della distanza tra le cabine, ovvero della lunghezza della linea in cavo.

Le sezioni adottate consentono di mantenere la caduta di tensione entro i limiti ammissibili, ovvero 5% dal punto di connessione alla rete Terna, fino alla singola cabina di impianto.

Linea AT da	Linea AT a	Sezione [mm ²]	Lunghezza [m]	Cdt%
Cabina Raccolta	Cabina c. 6	3x(1x300)	340	0,032
Cabina c. 6	Cabina c. 5	3x(1x300)	325	0,028
Cabina c. 5	Cabina c. 3	3x(1x300)	375	0,022
Cabina Raccolta	Cabina c. 2	3x(1x300)	270	0,041
Cabina c. 2	Cabina c. 1	3x(1x300)	350	0,026
Cabina c. 1	Cabina c. 4	3x(1x300)	540	0,015

La caduta di tensione sulla linea di collegamento dalla cabina di raccolta alla stazione Terna, è funzione della lunghezza dell'elettrodotto (1,55 km) e della corrente di impiego della linea stessa. Considerando la massima producibilità dell'impianto fotovoltaico, si ha una cdt% pari 0,16%, nettamente inferiore al limite ammissibile (3,5%).

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00009	Pagina 17 / 18
		Numero Revisione
		00

8 Corto circuito di fase

I valori della corrente di corto circuito trifase in alta tensione saranno determinati dalle caratteristiche della rete di alta tensione di alimentazione, ovvero dalla rete AT della stazione Terna a cui sarà connesso l'impianto.

Si ipotizza che tale valore sia pari a 20 kA.

Le apparecchiature di alta tensione saranno dimensionate in relazione a tale valore sia per quanto riguarda la tenuta al corto circuito che per le sollecitazioni elettrodinamiche (valore della corrente di picco).

I valori della corrente di corto circuito trifase in bassa tensione saranno determinati dalle caratteristiche dei trasformatori elevatore della singola cabina di impianto.

Le apparecchiature a valle del trasformatore elevatore di ogni cabina di impianto saranno dimensionate per una corrente di corto circuito trifase di 50 kA che risulta superiore alla presunta corrente di guasto in funzione delle caratteristiche dei trasformatori installati.

	ID Documento Committente H16_FV_BER_00009	Pagina 18 / 18
		Numero Revisione
		00

9 Guasti a terra

La sezione di alta tensione sottostazione è esercita con il neutro connesso direttamente a terra come da prescrizioni del codice di rete di Terna.

La sezione di alta tensione dell'impianto fotovoltaico è esercita con il neutro isolato. Il contributo alla corrente di guasto monofase è determinato dalle capacità verso terra dei cavi di alta tensione.

Utilizzando la formula approssimata delle norme CEI, la corrente di guasto monofase a terra è calcolabile con la seguente formula:

$$I_g = 0,2 * L * V \text{ [A]}$$

dove:

L = lunghezza delle linee della rete elettrica in km

V = tensione di esercizio in kV

Pertanto la corrente di guasto a terra risulta essere pari a 7,2 A/km.

Tale corrente sarà opportunamente rilevata con protezioni direzionali di guasto a terra (67N).

L'impianto di terra sarà tale da garantire il rispetto dei valori limite delle tensioni di passo e contatto definiti dalla Norma CEI EN 50522 in relazione al tempo di intervento delle protezioni comunicato da Terna.

In bassa tensione sarà eseguita la protezione contro i contatti indiretti tramite interruzione automatica dell'alimentazione, in accordo alle prescrizioni della Norma CEI 64-8.