

Wood Solare Italia S.r.l.

Impianto agro-fotovoltaico “Manfredonia” da 37613,4 kWp (33860 kW in immissione) ed opere connesse

Comune di Manfredonia (FG)

Progetto Definitivo Impianto agro-fotovoltaico

Allegato 12 - Relazione di calcolo dimensionamento cavi MT



Professionista incaricato: Ing. Daniele Cavallo – Ordine Ingegneri Prov. Brindisi n.1220

Rev. 0

Febbraio 2022

wood.

Indice

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | Introduzione | 3 |
| 2 | Dati di progetto | 4 |
| 3 | Criteri di calcolo | 5 |
| 3.1 | Calcolo della portata | 5 |
| 3.2 | Calcolo delle correnti di corto circuito | 5 |
| 3.3 | Calcolo della caduta di tensione | 5 |
| 4 | Risultati | 6 |

Questo documento è di proprietà di Wood Solare Italia S.r.l. e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto legalmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere oggetto di specifica autorizzazione da parte di Wood Solare Italia S.r.l.

1 Introduzione

Il presente documento descrive il calcolo preliminare di dimensionamento e la selezione dei cavi di media tensione utilizzati per allacciare le 8 cabine di conversione (power stations, PS), che convertono e trasformano la generazione proveniente dai moduli fotovoltaici, alla stazione elettrica di utenza. Due dorsali, costituite da cavi 30 kV, raccolgono l'energia proveniente dalle cabine di conversione e la trasportano fino al quadro MT ubicato nell'edificio elettrico della stazione di utenza.

In particolare la suddivisione delle cabine di conversione (PS) sulle due dorsali risulta come segue:

- Dorsale 1: comprende le power station C01, C02, C03 e C04.
- Dorsale 2: comprende le power station C05, C06 e C07 e C08.

Inoltre è stata prevista 1 cabina di raccolta (T01) posizionata in prossimità del parco fotovoltaico, per agevolare manovre di sezionamento e manutenzione sulle dorsali.

Il tracciato seguito dalle dorsali è chiaramente identificabile sulla Tav. 11 "Planimetria Impianto agro-fotovoltaico con identificazione tracciato cavi e tipico posa cavi MT interno all'impianto" e Tav. 12 "Planimetria con identificazione tracciato dorsali di collegamento MT e tipico posa cavi MT esterni all'impianto".

2 Dati di progetto

In Tabella 2-1 si riportano i dati di progetto utilizzati per il dimensionamento dei cavi.

Tabella 2-1: Dati di progetto

| Dati di progetto | Valore |
|---|----------------------|
| Tensione di rete impianto fotovoltaico | 30 kV |
| Materiale conduttore | Alluminio |
| Profondità di posa | 1,2 m |
| Separazione tra circuiti affiancati | 40 cm |
| Temperatura del terreno | 20°C |
| Resistività del terreno | 1,5 K·m/W |
| Potenza nominale power stations | 4,4 - 3,06 MW |
| Potenza nominale c.a/ immissione POC . impianto | 33,867 MW / 33,86 MW |
| Caduta di tensione massima ammissibile per tratta | 3% |

La lunghezza di ogni tratta di collegamento in cavo è stata ricavata dalla planimetria generale di impianto in cui è mostrata la posizione delle cabine di conversione e il relativo percorso dei cavi.

La lunghezza di cavo risultante è stata quindi aumentata per tenere in considerazione le risalite nei quadri, sfridi, variazione di quota del terreno e piccole deviazioni di percorso; la Tabella 2-2 riassume le lunghezze risultanti per ciascuna tratta (la sigla SS si riferisce al quadro 30 kV presente nella stazione elettrica di utenza).

Tabella 2-2: Calcolo lunghezze cavi per ciascuna tratta

| Tratta | | Distanza | Lunghezza cavo |
|--------|-----|----------|----------------|
| da | a | [m] | [m] |
| C01 | C02 | 94 | 127 |
| C02 | C03 | 131 | 166 |
| C03 | C04 | 102 | 136 |
| C04 | T01 | 1031 | 1093 |
| T01 | SS | 9188 | 9494 |
| C05 | C06 | 151 | 186 |
| C06 | C07 | 88 | 122 |
| C07 | C08 | 684 | 735 |
| C08 | T01 | 24 | 55 |
| T01 | SS | 9189 | 9495 |

3 Criteri di calcolo

I cavi sono stati dimensionati seguendo le norme specifiche di riferimento. In particolare, la sezione dei cavi è stata scelta considerando i seguenti aspetti:

- Portata nominale
- Massima caduta di tensione ammissibile
- Tenuta al cortocircuito
- Tipologia di posa (trifoglio)
- Condizioni ambientali

3.1 Calcolo della portata

I coefficienti di declassamento della portata in funzione delle condizioni di posa e delle condizioni ambientali risultano essere i seguenti:

- K1 (profondità di posa): 0,98
- K2 (temperatura del suolo): 1,0
- K3 (resistività termica del terreno): 0,85
- K4 (vicinanza di più terne nello scavo): variabile in funzione del numero di terne

3.2 Calcolo delle correnti di corto circuito

In termini di correnti di corto circuito la sezione minima del conduttore può essere calcolata tramite la seguente equazione:

$$S_{min} = (I_{CC} \cdot \sqrt{t}) / C$$

dove:

I_{CC} = corrente di corto circuito (A)

C = coefficiente definito dalla Norma CEI 11-17

t = tempo di eliminazione del corto circuito

3.3 Calcolo della caduta di tensione

Sul percorso considerato la caduta di tensione è calcolata secondo la formula:

$$\Delta V = \sqrt{3 \cdot (R \cdot \cos j + X \cdot \sin j)} \cdot I \cdot L$$

dove R e X sono rispettivamente resistenza e reattanza al km della linea, L la lunghezza, I la corrente.

4 Risultati

I risultati del calcolo di dimensionamento sono riportati in Tabella 4-1, con evidenziate le sezioni preliminarmente scelte per il progetto (scelte in modo da limitare il numero di sezioni da utilizzare). Per ulteriori dettagli si faccia riferimento al successivo estratto del foglio di calcolo.

Tabella 4-1: Risultati dimensionamento preliminare dei cavi MT

| Tratta | | Lunghezza terna | Sezione selezionata | Lunghezza totali cavi | Tipologia di cavo |
|--------|-----|-----------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|
| da | a | [m] | [mm ²] | [m] | |
| C01 | C02 | 127 | 95 | 127 | Tripolare ad elica visibile |
| C02 | C03 | 166 | 95 | 166 | Tripolare ad elica visibile |
| C03 | C04 | 136 | 300 | 136 | Tripolare ad elica visibile |
| C04 | T01 | 1093 | 500 | 3272 | Unipolare |
| T01 | SS | 9494 | 500 | 28482 | Unipolare |
| C05 | C06 | 186 | 95 | 186 | Tripolare ad elica visibile |
| C06 | C07 | 122 | 95 | 122 | Tripolare ad elica visibile |
| C07 | C08 | 735 | 300 | 735 | Tripolare ad elica visibile |
| C08 | T01 | 55 | 300 | 55 | Tripolare ad elica visibile |
| T01 | SS | 9495 | 500 | 28485 | Unipolare |

Estratto foglio di calcolo dimensionamento cavi

| wood. | | Manfredonia Dimensionamento cavi MT | | | | | | | | | | Revisione N° : 0 Data : dic-21 | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----|--|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------|---|---|--|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------|---|----|
| Dati di progetto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tensione rete MT impianto solare : | | 30 kV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Materiale conduttore cavi : | | Alluminio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipologia cavo : | | Airbag | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Profondità di posa : | | 1.2 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura del terreno : | | 20 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Resistività terreno : | | 1,5 °C m/W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Separazione circuiti : | | 40 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Potenze nominali inverter : | | Potenza 1: 3.06 MW - Potenza 2: 4.4 MW | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fattore di potenza inverter : | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ΔV massima ammissibile per tratta : | | 3 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Margine sulla lunghezza complessiva dei cavi : | | 3 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Definizione sezione cavi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dorsale | Da | A | Lunghezza a teorica (m) | Lunghezza a effettiva (m) | N° Power Station Connesse | N° terme affiancate | Potenza nominale | | | | | | I _n (A) | I _{ent} (A) | I _{cc} trifase (kA) | Durata cc trifase (s) | S _{min} per portata (mm ²) | S _{min} per I _{cc} (mm ²) | S _{min} per ΔV (mm ²) | S _{min} (mm ²) | S (mm ²) selezionata | Margine utilizzo (%) | Composizione cavo | N° punti di giunzione | | |
| | | | | | | | Scelta Pot.1 | Scelta Pot.2 | Scelta Pot.3 | Scelta Pot.4 | Scelta Pot.5 | Scelta Pot.6 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | C01 | C02 | 94 | 127 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 84,7 | 101,7 | 7,2 | 0,5 | 50 | 50 | 35 | 50 | 95 | 42 | Tripolare ad elica visibile | 0 | + | 0 |
| 1 | C02 | C03 | 132 | 166 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 169 | 203,3 | 7,2 | 0,5 | 70 | 50 | 35 | 70 | 95 | 83 | Tripolare ad elica visibile | 0 | + | 0 |
| 1 | C03 | C04 | 103 | 136 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 254 | 305 | 7,2 | 0,5 | 150 | 50 | 35 | 150 | 300 | 66 | Tripolare ad elica visibile | 0 | + | 0 |
| 1 | C04 | T01 | 1032 | 1093 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 339 | 542,2 | 7,2 | 0,5 | 500 | 50 | 35 | 500 | 500 | 83 | Unipolare | 1 | + | 2 |
| 1 | T01 | SS | 9189 | 9494 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 339 | 542,2 | 7,2 | 0,5 | 500 | 50 | 300 | 500 | 500 | 83 | Unipolare | 17 | + | 18 |
| 2 | C05 | C06 | 151 | 186 | 1 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 84,7 | 115,5 | 7,2 | 0,5 | 50 | 50 | 35 | 50 | 95 | 47 | Tripolare ad elica visibile | 0 | + | 0 |
| 2 | C06 | C07 | 89 | 122 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 169 | 231 | 7,2 | 0,5 | 95 | 50 | 35 | 95 | 95 | 95 | Tripolare ad elica visibile | 0 | + | 0 |
| 2 | C07 | C08 | 685 | 735 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 254 | 406,5 | 7,2 | 0,5 | 240 | 50 | 35 | 240 | 300 | 89 | Tripolare ad elica visibile | 3 | + | 3 |
| 2 | C08 | T01 | 25 | 55 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 313 | 426,9 | 7,2 | 0,5 | 300 | 50 | 35 | 300 | 300 | 93 | Tripolare ad elica visibile | 0 | + | 0 |
| 2 | T01 | SS | 9189 | 9495 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 313 | 500,9 | 7,2 | 0,5 | 400 | 50 | 240 | 400 | 500 | 77 | Unipolare | 17 | + | 18 |