

**COMUNE DI ASCOLI SATRIANO**  
**Provincia di Foggia**  
**Regione Puglia**

Nome Progetto / Project Name

*Impianto Agrovoltaiico in sinergia fra valorizzazione agricolo-zootecnica ed energetica nel comune di Ascoli Satriano di Potenza DC 60,152 MW ed AC 59,995 MW  
Denominazione progetto "SALVETERE".*

committente

**Solar Century FVGC 3 s.r.l.**  
Via Caradosso, 9 - 20123 - Milano (MI)  
PEC: sc-fvgc3@pec.it



del gruppo Statkraft

Titolo documento /Document title

**WHXFHS4 – Calcoli Preliminari**

Sottotitolo documento /Document subtitle

**Calcoli elettrico preliminari impianto fotovoltaico**

N.	Data Revisione	Descrizione revisione	Preparato	Vagliato	Approvato
03	10/2022	Revisione per MiTEC	SUNNERG DEVL.	SUNNERG DEVL.	STATKRAFT
00	11/2020	Prima emissione	SUNNERG DEVL.	SUNNERG DEVL.	STATKRAFT

Consulenza / Advice



Progettista / Planner

**Ing. Massimiliano Cecconi**  
SUNNERG DEVELOPMENT s.r.l.  
Via San Pietro all'Orto, 10 - 20121 (MI)  
P.IVA 11085630967  
PEC sunnergdevelopment@legalmail.it

**Documento Numero**

Commissa	Origine	Tipo documento	N. Progressivo	Revisione	Fase di progetto

---

## Sommario

---

1	PREMESSA.....	4
2	CONSIDERAZIONE GENERALI.....	4
3	CALCOLO DELLE SEZIONI CAMPIONE.....	4
3.1	Sezione cavi di stringa .....	4
3.2	Sezione cavi inverter .....	5
3.3	Sezione cavi di media tensione .....	6

---

---

## 1    **PREMESSA**

---

Il presente documento costituisce un riferimento per la *relazione di calcolo preliminare* (parte elettrica) che sarà redatta (come prevede la CEI 0-2) con il progetto definitivo dell'impianto fotovoltaico di potenza 24.555,96 kWp connesso in antenna su un futuro stallo a 150 kV della Stazione Elettrica (di seguito SE) di Smistamento a 150 kV della Rete di Trasmissione Nazionale (di seguito RTN) denominata "Valle".

Il calcolo delle sezioni dei cavi che sarà sviluppato nei successivi paragrafi farà riferimento a quanto già riportato nel documento WHXFHS4\_R\_024 - Relazione di calcolo elettrico (Normativa, Definizioni, Dati di progetto, Considerazioni tecniche generali, Caratteristiche dell'impianto elettrico).

## 2    **CONSIDERAZIONE GENERALI**

---

L'impianto, oggetto del presente documento, è costituito da 9 cabine di trasformazione alle quali afferiscono da 10 a 14 inverter; ad ogni inverter saranno collegate 18 o 19 stringhe da 24 moduli ciascuna.

Al fine di creare un documento di riferimento per il futuro sviluppo della *relazione di calcolo preliminare*, si riporteranno unicamente i risultati dei seguenti dimensionamenti campione:

- 1) sezione del cavo di collegamento di una delle stringhe che sia approssimativamente la più lontana dal rispettivo inverter;
- 2) sezione del cavo di collegamento di uno degli inverter che sia approssimativamente il più lontano dalla rispettiva cabina di trasformazione;
- 3) sezione del cavo in MT della sola cabina di trasformazione più lontana dalla cabina di distribuzione.

## 3    **CALCOLO DELLE SEZIONI CAMPIONE**

---

Come già anticipato nel paragrafo precedente, si sviluppa di seguito il calcolo delle sezioni.

### 3.1    *Sezione cavi di stringa*

I cavi di stringa, come previsto dalle norme vigenti, devono avere caratteristiche tali da poter essere installati all'esterno e poter resistere alle intemperie, agli effetti degradanti dell'esposizione al sole pur garantendo lo stesso grado di isolamento e la portata necessaria.

A tal fine si sceglieranno dei cavi con le seguenti caratteristiche:

- **Tensione nominale  $U_0$ :** 1.500 V c.c.;
-

- 
- **Range di temperatura di esercizio:** (-40 ÷ 120) °C;
  - **Colore:** rosso e nero (in funzione della polarità);
  - **Guaina:** resistente ai raggi UV (doppio strato);
  - **Isolante:** HEPR;
  - **Conduttore:** rame stagnato in formazione flessibile.

Come anticipato al paragrafo precedente, si determineranno le sezioni più lunghe delle stringhe presenti nell'impianto al fine di mantenere la caduta di tensione minore del 1,5%.

A tal fine si sceglierà la sezione di 4 mm<sup>2</sup> fino a lunghezze di 140 m e di 6 mm<sup>2</sup> fino a lunghezze di 210 m. Tali valori sono stati ricavati utilizzando la seguenti formule:

$$\Delta V = \frac{2 \times l \times I_b \times r_l}{1000}$$

dove:

$\Delta V$  è la caduta di tensione nel tratto considerato;

$l$  è la lunghezza del tratto in questione;

$I_b$  è la corrente di impiego (in questo caso si considera la  $I_{sc}$  del modulo);

$r_l$  è la resistenza chilometrica del cavo.

Quindi si determina la caduta di tensione percentuale con la seguente:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_2} \times 100$$

### 3.2 Sezione cavi inverter

I cavi di collegamento degli inverter alle cabine di trasformazione saranno di tipo **CPR** perché nella parte terminale faranno parte, in modo permanente, della cabina elettrica (opera d'ingegneria civile).

I cavi saranno posati direttamente interrati quindi dovranno essere **armati** al fine di garantire la protezione meccanica degli stessi, ovvero posati all'interno di tubazioni corrugate.

Viste le caratteristiche degli inverter, saranno necessari dei cavi trifase con neutro e conduttore di protezione (es.: 5G185) che sarà collegato all'impianto di terra in cabina; ogni anima del cavo avrà una guaina colorata come previsto dalle norme vigenti, al fine di distinguere le fasi dal neutro e dal conduttore di protezione.

Per il calcolo della sezione del cavo si terrà conto di due fattori:

- 1) la relazione  $I_b \leq I_n \leq I_z$

$I_b$  è la corrente di impiego della linea;

---

---

$I_n$  è la corrente nominale dell'interruttore;

$I_z$  è la portata del cavo.

La portata dei cavi deve essere moltiplicata per dei fattori (CEI UNEL 35026) che tengano conto di:

- $k_1$  : fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20 °C;
- $k_2$  : fattore di correzione per gruppi di circuiti (cavi unipolari) o di più cavi multipolari installati sullo stesso piano;
- $k_3$  : fattore di correzione da applicare in caso di profondità di posa diversa da valore di riferimento (0,8 m);
- $k_4$  : fattore di correzione che tiene conto della resistività termica del terreno.

2) la caduta di tensione percentuale dovrà mantenersi al di sotto del 1%.

La CEI UNEL 35026 tiene conto di tubi interrati all'interno di tubazione. Nel caso in esame i cavi saranno posati direttamente interrati quindi la dispersione del calore sarà agevolata.

Fatte tutte queste premesse, è stato determinato il valore della sezione dell'inverter più lontano dalla rispettiva cabina (circa 300 metri) con le seguenti formule:

$$I_{z(\text{corretta})} = k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4 \times I_z$$

$$I_b \leq I_n \leq I_{z(\text{corretta})}$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times l \times I_b \times (r_l \times \cos\varphi + x_l \times \sin\varphi)}{1000}$$

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V_2} \times 100$$

Utilizzando queste formule e considerando conduttori in rame si ottiene una sezione massima della tratta più lunga pari a **185 mm<sup>2</sup>**.

### 3.3 Sezione cavi di media tensione

Per il calcolo della sezione dei cavi MT si utilizzerà la formula per il calcolo dell'energia specifica passante:

$$I^2 \times t < K^2 \times S^2$$

dove:

- K è un coefficiente pari a 143 per i cavi in EPR e 115 per i cavi in PVC;
  - $I^2 \cdot t$  è l'energia specifica passante del dispositivo di protezione contro le sovracorrenti.
-

---

Tenuto anche conto della formula relativa alla portata dei cavi già vista nel paragrafo precedente, della condizione di mantenere la caduta di tensione sulle tratte MT, interne al sito, minore del 1%, che i cavi utilizzati saranno del tipo ARG7H1OR 18/30kV (o cavo equivalente) si ottengono i seguenti risultati:

- il cavo MT avente la lunghezza maggiore rispetto alle altre tratte (tra una cabina di trasformazione e l'altra), avrà una sezione pari a **3x240 mm<sup>2</sup>**.

Per quanto riguarda i cavi che collegano la cabina di distribuzione alla cabina di consegna impianto e quest'ultima alla sottostazione, tenuto conto che di voler mantenere la caduta di tensione al di sotto del 1,5%, si sceglieranno cavi del tipo ARG7H1OR 18/30 kV (o cavo equivalente). Con queste premesse si otterranno i seguenti risultati:

- 1) il collegamento tra la cabina di distribuzione e la cabina di consegna impianto, sarà eseguito con un cavo **3x630 mm<sup>2</sup>**;
- 2) il collegamento tra la cabina di consegna impianto e la sottostazione, sarà eseguito con un cavo da **3x630 mm<sup>2</sup>**.

I cavi MT saranno posati all'interno di tubazioni corrugate, ovvero direttamente interrati, se **armati**, al fine di garantire la protezione meccanica degli stessi.

---