

HWF S.r.l.

Impianto agro-fotovoltaico "Porto Torres 1" da 59.276,55 kWp (40.000 kW in immissione) ed opere connesse

Comuni di Porto Torres e Sassari (SS)

Progetto Definitivo Impianto agro-fotovoltaico

Allegato C.12 - Relazione di calcolo dimensionamento cavi MT



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

Rev. 0

Dicembre 2021

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

Appendici

Appendice 01 Estratto foglio di calcolo dimensionamento cavi

Questo documento è di proprietà di HWF 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 HWF 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 12 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, C04, C05, C06 e C07.

Dorsale 2: comprende le power station C08, C09, C10, C11 e C12.

Sono state inoltre previste tre cabine di raccolta (T1, T2, T3) posizionate in prossimità del parco fotovoltaico, per agevolare manovre di sezionamento e manutenzione sulle dorsali.

Il tracciato seguito dalle dorsali è chiaramente identificabile sulla Tav. 12 "Layout Impianto agro-fotovoltaico con identificazione tracciato cavi e tipici posa cavi".

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 - 4,2 - 4,0 - 3,06 - 2,8 MW
Potenza nominale c.a/ immissione POC . impianto	46,26 MW / 40 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	296	335
C02	T1	192	228
C03	T1	482	527
T1	T2	2141	2235
C07	C06	167	202
C06	C05	132	167
C05	C04	172	208
C04	T2	397	439
T2	SS	1810	1895
C10	T3	868	925
C09	C08	606	654
C08	T3	503	549
C12	C11	277	315
C11	T3	2217	2314
T3	SS	2511	2617

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 all'estratto del foglio di calcolo riportato in Appendice 01.

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	335	70	335	Tripolare ad elica visibile
C02	T1	228	120	228	Tripolare ad elica visibile
C03	T1	527	70	527	Tripolare ad elica visibile
T1	T2	2235	240	2235	Tripolare ad elica visibile
C07	C06	202	70	202	Tripolare ad elica visibile
C06	C05	167	70	167	Tripolare ad elica visibile
C05	C04	208	120	208	Tripolare ad elica visibile
C04	T2	439	240	439	Tripolare ad elica visibile
T2	SS	1895	630	5684	Unipolare
C10	T3	925	70	925	Tripolare ad elica visibile
C09	C08	654	70	654	Tripolare ad elica visibile
C08	T3	549	120	549	Tripolare ad elica visibile
C12	C11	315	70	315	Tripolare ad elica visibile
C11	T3	2314	120	2314	Tripolare ad elica visibile
T3	SS	2617	630	7850	Unipolare

Appendice 01

Estratto foglio di calcolo dimensionamento cavi

Dati di progetto

Tensione rete MT impianto solare : 30 kV
 Materiale conduttore cavi : Alluminio
 Tecnologia cavo : Shockproof
 Profondità di posa : 1,2 m
 Temperatura del terreno : 20 °C
 Resistività terreno : 1,5 °C·m/W
 Separazione circuiti : 40 cm
 Potenza nominale inverter :
 - Pot 1 : 2,8 MW - Pot 2 : 3,08 MW - Pot 3 : 4 MW - Pot 4 : 4,2 MW - Pot 5 : 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 lineare (m)	Lunghezza effettiva (m)	N° Power Station Collegate	N° linee alimentate	Potenza nominale					L ₀ (A)	L ₀ (A)	I _{sc} trifase (kA)	Durezza co trifase (t)	S _{min} per portata (mm ²)	S _{min} per I _{sc} (mm ²)	S _{min} per ΔV (mm ²)	S _{min} (mm ²)	S _{min} per sezione (mm ²)	Fattore utilizzo (%)	Composizione cavo	N° punti di giunzione
							Scala Pot. 1	Scala Pot. 2	Scala Pot. 3	Scala Pot. 4	Scala Pot. 5												
1	C01	C02	296	335	1	2	5	0	0	0	0	54,66	100,2	8,4	0,5	35	65	35	65	70	53,6	Trifase ad elica visibile	0
1	C02	T1	192	228	2	2	5	0	0	0	0	165,4	200,3	8,4	0,5	95	65	35	95	120	79,5	Trifase ad elica visibile	0
1	C03	T1	483	527	1	2	2	0	0	0	0	59,89	89,65	8,4	0,5	35	65	35	65	70	37,4	Trifase ad elica visibile	0
1	T1	T2	2141	2235	3	2	5	2	0	0	0	228,2	270	8,4	0,5	150	65	50	150	240	73,2	Trifase ad elica visibile	4
1	C07	C06	167	202	1	1	1	0	0	0	0	53,89	56,09	8,4	0,5	35	65	35	65	70	30,2	Trifase ad elica visibile	0
1	C08	C05	133	167	2	1	1	1	0	0	0	107,8	112,2	8,4	0,5	35	65	35	65	70	80,3	Trifase ad elica visibile	0
1	C05	C04	173	208	3	2	1	1	3	0	0	184,8	218,5	8,4	0,5	95	65	35	95	120	86,7	Trifase ad elica visibile	0
1	C04	T2	397	439	4	2	1	1	3	3	0	281,7	309,6	8,4	0,5	185	65	35	185	240	83,9	Trifase ad elica visibile	0
1	T2	SS	1910	1995	7	2	5	2	3	3	1	490	579,5	8,4	0,5	630	65	35	630	630	83,9	Unipolare	0
2	C10	T3	869	905	1	2	2	0	0	0	0	78,98	81,05	8,4	0,5	35	65	35	65	70	49,0	Trifase ad elica visibile	0
2	C09	C08	608	652	1	2	4	0	0	0	0	69,93	75,6	8,4	0,5	35	65	35	65	70	47,4	Trifase ad elica visibile	0
2	C06	T3	504	549	2	2	4	4	0	0	0	161,7	191,2	8,4	0,5	95	65	35	95	120	74,8	Trifase ad elica visibile	0
2	C12	C11	277	315	1	4	4	0	0	0	0	69,93	84,3	8,4	0,5	35	65	35	65	70	45,2	Trifase ad elica visibile	0
2	C11	T3	2218	2314	2	2	4	4	0	0	0	161,7	191,2	8,4	0,5	95	65	35	95	120	75,9	Trifase ad elica visibile	4
2	T3	SS	2511	2617	5	2	4	4	3	4	4	400,3	473,4	8,4	0,5	400	65	95	400	630	76,7	Unipolare	4