

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.1

Aprile 2023

wood.

Indice

1	Introduzione	3
2	Dati di progetto	4
3	Criteri di calcolo	6
	3.1 Calcolo della portata	6
	3.2 Calcolo delle correnti di corto circuito	6
	3.3 Calcolo della caduta di tensione	6
4	Risultati	7

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 a 30 kV utilizzati per allacciare le 12 cabine di conversione (power stations), che convertono e trasformano la generazione proveniente dai moduli fotovoltaici, alla stazione elettrica di utenza dell'impianto agro-fotovoltaico che la Società intende realizzare nel Comune di Porto Torres e Sassari (SS), in località Margoneddu, Monte Rosè e Monti li Casi.

L'impianto ha una potenza complessiva installata di 57.519 kWp (originariamente la potenza dell'impianto era pari a 59.276,55 kWp, ma sono state successivamente apportate delle modifiche al layout d'impianto per ottemperare alle osservazioni degli enti presentate durante la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale).

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".

Il presente documento è un aggiornamento della precedente versione emessa in Rev. 0; le modifiche apportate rispetto alla versione precedente sono riportate in colore blu, al fine di agevolarne l'identificazione.

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 - 2,8 MW
Potenza nominale c.a/ immissione POC impianto	48,4 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 SE 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	T01	312	351
C03	C02	302	341
C02	T01	26	57
T01	T02	2322	2422
C07	C06	387	429
C06	C05	270	308
C05	C04	246	283
C04	T02	200	236
T02	SE	1836	1921
C10	C09	512	557
C09	C08	541	587
C08	T03	536	582

Tratta		Distanza	Lunghezza cavo
da	a	[m]	[m]
C12	C11	195	231
C11	T03	2216	2312
T03	SE	2534	2640

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	T01	351	70	351	Tripolare ad elica visibile
C03	C02	341	70	341	Tripolare ad elica visibile
C02	T01	57	70	57	Tripolare ad elica visibile
T01	T02	2422	185	2422	Tripolare ad elica visibile
C07	C06	429	70	429	Tripolare ad elica visibile
C06	C05	308	70	308	Tripolare ad elica visibile
C05	C04	283	150	283	Tripolare ad elica visibile
C04	T02	236	185	236	Tripolare ad elica visibile
T02	SE	1921	630	5763	Unipolare
C10	C09	557	70	557	Tripolare ad elica visibile
C09	C08	587	150	587	Tripolare ad elica visibile
C08	T03	582	185	582	Tripolare ad elica visibile
C12	C11	231	70	231	Tripolare ad elica visibile
C11	T03	2312	70	2312	Tripolare ad elica visibile
T03	SE	2640	630	7920	Unipolare

Appendice 01

Estratto foglio di calcolo dimensionamento cavi

Dati di progetto

Tensione rete MT impianto solare :	30 kV
Materiale conduttore cavi :	Alluminio
Tipologia cavo :	Shockproof
Profondità di posa :	1,2 m
Temperatura del terreno :	20 °C
Resistività terreno :	1,5 °C·m/W
Separazione circuiti :	40 cm
Potenze nominale inverter :	Pot 1 : 2,8 MW - Pot 2: 3,06 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 teorica (m)	Lunghezza effettiva (m)	N° Power Station Connesse	N° terne affiancate	Potenza nominale							I _n (A)	I _{eff} (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	Fattore 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	Scelta Pot. 7												
1	C01	T01	312	351	1	1	5	0	0	0	0	0	84,68	88,13	8,4	0,5	35	65	35	65	70	47,4	Tripolare ad elica visibile	0 + 0	
1	C03	C02	302	341	1	1	5	0	0	0	0	0	84,68	88,13	8,4	0,5	35	65	35	65	70	47,4	Tripolare ad elica visibile	0 + 0	
1	C02	T01	26	57	2	1	5	4	0	0	0	0	165,5	172,3	8,4	0,5	70	65	35	70	70	92,6	Tripolare ad elica visibile	0 + 0	
1	T01	T02	2322	2422	3	2	5	5	4	0	0	0	250,2	295,9	8,4	0,5	185	65	50	185	185	93,1	Tripolare ad elica visibile	4 + 4	
1	C07	C06	387	429	1	1	5	0	0	0	0	0	84,68	88,13	8,4	0,5	35	65	35	65	70	47,4	Tripolare ad elica visibile	0 + 0	
1	C06	C05	270	308	2	2	5	1	0	0	0	0	138,6	163,9	8,4	0,5	70	65	35	70	70	88,1	Tripolare ad elica visibile	0 + 0	
1	C05	C04	246	283	3	2	5	1	3	0	0	0	215,5	254,9	8,4	0,5	150	65	35	150	150	90,7	Tripolare ad elica visibile	0 + 0	
1	C04	T02	200	236	4	1	5	1	3	1	0	0	269,4	280,4	8,4	0,5	150	65	35	150	185	88,2	Tripolare ad elica visibile	0 + 0	
1	T02	SE	1836	1921	7	2	5	5	4	5	1	3	1	519,6	614,6	8,4	0,5	630	65	35	630	630	99,6	Unipolare	0 + 0
2	C10	C09	512	557	1	2	5	0	0	0	0	0	84,68	100,2	8,4	0,5	35	65	35	65	70	53,8	Tripolare ad elica visibile	0 + 0	
2	C09	C08	541	587	2	2	5	5	0	0	0	0	169,4	200,3	8,4	0,5	95	65	35	95	150	71,3	Tripolare ad elica visibile	1 + 1	
2	C08	T03	536	582	3	2	5	5	4	0	0	0	250,2	295,9	8,4	0,5	185	65	35	185	185	93,1	Tripolare ad elica visibile	1 + 1	
2	C12	C11	195	231	1	1	5	0	0	0	0	0	84,68	88,13	8,4	0,5	35	65	35	65	70	47,4	Tripolare ad elica visibile	0 + 0	
2	C11	T03	2216	2312	2	1	5	3	0	0	0	0	161,7	168,3	8,4	0,5	70	65	35	70	70	90,5	Tripolare ad elica visibile	2 + 2	
2	T03	SE	2534	2640	5	2	5	5	4	5	3	0	411,8	487,1	8,4	0,5	500	65	95	500	630	78,9	Unipolare	4 + 5	