

Hybrid Energy S.r.l.

**Impianto agro-fotovoltaico da 64.470 kWp
(50.000 kW in immissione) ed opere connesse**

Comuni di Grazzanise e Falciano del Massico (CE)

Progetto Definitivo Impianto agro-fotovoltaico

Allegato 11 - 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	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

Questo documento è di proprietà di Hybrid Energy 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 Hybrid Energy 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 15 cabine di conversione (power stations, PS), che convertono e trasformano la generazione proveniente dai moduli fotovoltaici, alla stazione elettrica di utenza. Quattro 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 e C02.
- Dorsale 2: comprende le power station C03, C04 e C05 e C06.
- Dorsale 3: comprende le power station C07 e C08.
- Dorsale 4: comprende le power station C09, C10, C11, C12, C13, C14 e C15.

Inoltre, sono state previste 2 cabine di raccolte (T1 e T2) 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. 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	2,66 - 3,06 - 4,2 - 4,4 MW
Potenza nominale c.a/ immissione POC . impianto	53,82 MW / 50,00 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]
C02	C01	265	303
C01	SS	282	320
C06	C03	330	370
C03	T1	110	143
C05	C04	283	321
C04	T1	346	386
T1	SS	1205	1271
C07	C08	408	450
C08	SS	9970	10299

C11	C10	241	278
C10	C09	183	218
C09	T2	134	168
C12	C13	227	264
C13	C14	154	189
C14	C15	128	162
C15	T2	487	532
T2	SS	10848	11203

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]	
C02	C01	303	95	303	Tripolare ad elica visibile
C01	SS	320	95	320	Tripolare ad elica visibile
C06	C03	370	95	370	Tripolare ad elica visibile
C03	T1	143	95	143	Tripolare ad elica visibile
C05	C04	321	95	321	Tripolare ad elica visibile
C04	T1	386	95	386	Tripolare ad elica visibile
T1	SS	1271	300	3813	Unipolare
C07	C08	450	95	450	Tripolare ad elica visibile
C08	SS	10299	120	10299	Tripolare ad elica visibile
C11	C10	278	95	278	Tripolare ad elica visibile
C10	C09	218	95	218	Tripolare ad elica visibile
C09	T2	168	95	168	Tripolare ad elica visibile
C12	C13	264	95	264	Tripolare ad elica visibile
C13	C14	189	95	189	Tripolare ad elica visibile
C14	C15	162	120	162	Tripolare ad elica visibile
C15	T2	532	300	1596	Unipolare
T2	SS	11203	630	33610	Unipolare

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 :	Potenza 1: 2,66 MW - Potenza 2: 3,06 MW - Potenza 3: 4,2 MW - Potenza 4: 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° terme 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 l _{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
							Sceglia Pot.1	Sceglia Pot.2	Sceglia Pot.3	Sceglia Pot.4	Sceglia Pot.5	Sceglia Pot.6												
1	C02	C01	265	303	1	1	4	0	0	0	0	84,7	88,1	12	0,5	35	92	35	92	95	40	Tripolare ad elica visibile	0 → 0	
1	C01	SS	282	320	2	1	4	2	0	0	0	144	149,4	12	0,5	50	92	35	92	95	67	Tripolare ad elica visibile	0 → 0	
2	C06	C03	330	370	1	1	3	0	0	0	0	80,8	84,1	12	0,5	35	92	35	92	95	38	Tripolare ad elica visibile	0 → 0	
2	C03	T1	110	143	2	2	3	3	0	0	0	162	191,2	12	0,5	95	92	35	95	95	86	Tripolare ad elica visibile	0 → 0	
2	C05	C04	283	321	1	1	2	0	0	0	0	58,9	61,3	12	0,5	35	92	35	92	95	28	Tripolare ad elica visibile	0 → 0	
2	C04	T1	346	386	2	2	3	3	0	0	0	140	165,3	12	0,5	70	92	35	92	95	74	Tripolare ad elica visibile	0 → 0	
2	T1	SS	1205	1271	4	3	3	3	2	3	0	301	397,1	12	0,5	300	92	35	300	300	95	Unipolare	1 → 1	
3	C07	C08	408	450	1	1	4	0	0	0	0	84,7	88,1	12	0,5	35	92	35	92	95	40	Tripolare ad elica visibile	0 → 0	
3	C08	SS	9970	10299	2	3	4	2	0	0	0	144	189,1	12	0,5	95	92	120	120	120	75	Tripolare ad elica visibile	18 → 20	
4	C11	C10	241	278	1	1	3	0	0	0	0	80,8	84,1	12	0,5	35	92	35	92	95	38	Tripolare ad elica visibile	0 → 0	
4	C10	C09	183	218	2	1	3	1	0	0	0	132	137,4	12	0,5	50	92	35	92	95	62	Tripolare ad elica visibile	0 → 0	
4	C09	T2	134	168	3	1	3	1	1	0	0	183	190,7	12	0,5	95	92	35	95	95	86	Tripolare ad elica visibile	0 → 0	
4	C12	C13	227	264	1	1	3	0	0	0	0	80,8	84,1	12	0,5	35	92	35	92	95	38	Tripolare ad elica visibile	0 → 0	
4	C13	C14	154	189	2	1	3	3	0	0	0	162	168,3	12	0,5	70	92	35	92	95	76	Tripolare ad elica visibile	0 → 0	
4	C14	C15	128	162	3	1	3	3	1	0	0	213	221,5	12	0,5	95	92	35	95	120	68	Tripolare ad elica visibile	0 → 0	
4	C15	T2	487	532	4	2	3	3	1	1	0	264	312,3	12	0,5	185	92	35	185	300	75	Unipolare	0 → 0	
4	T2	SS	10848	11203	7	3	3	1	1	3	3	447	589,3	12	0,5	630	92	400	630	630	96	Unipolare	20 → 22	