

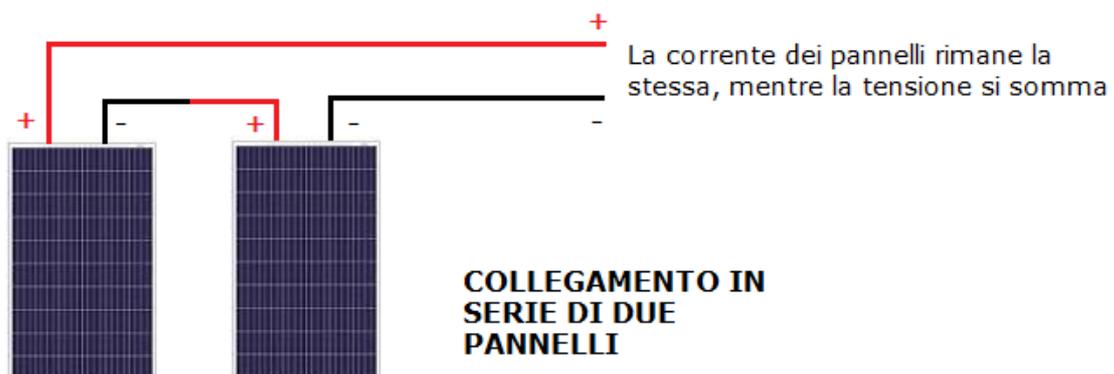
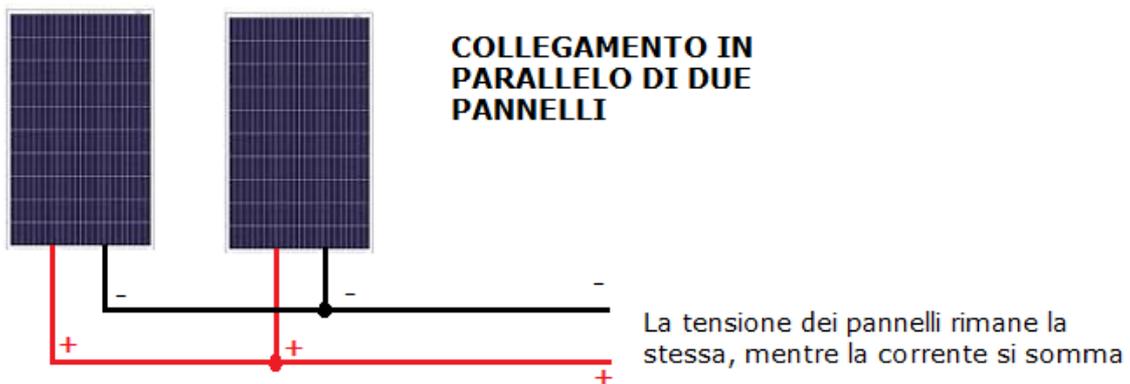


CAPITOLO 6

COLLEGAMENTI ELETTRICI

A seconda della configurazione dell'impianto, della potenza e della tensione dei pannelli, occorre opportunamente collegare tra loro i pannelli in modo da adattarli alle tensioni di batteria ed al regolatore di carica utilizzato (PWM o MPPT).

Come per le batterie, anche i pannelli possono essere collegati tra loro in serie o in parallelo:

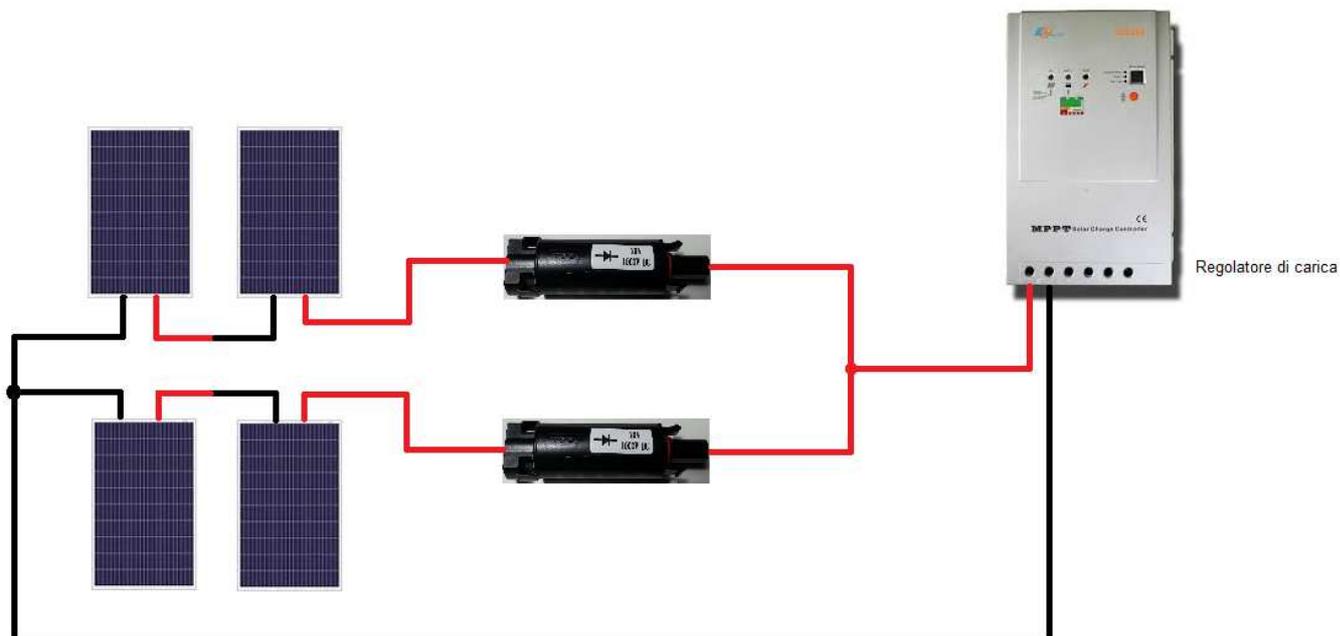


Anche nei collegamenti serie/parallelo dei pannelli, occorre verificare che i pannelli siano tutti della stessa potenza e di analoghe caratteristiche elettriche (raffrontare i valori elettrici riportati sulle tabelle presenti nel retro dei pannelli).

In particolare, nei collegamenti in parallelo dei pannelli, è consigliabile inserire dei diodi di blocco al fine di evitare le eventuali correnti di ritorno tra un pannello e l'altro, soprattutto nei casi dove si potrebbero verificare ombre nette su alcuni pannelli, mentre altri sono invece a pieno sole.



(Esempio di connettore multicontact con diodo di blocco da 10A)



Esempio di collegamento di pannelli fotovoltaici in serie/parallelo con diodi di blocco per evitare correnti inverse

I pannelli fotovoltaici hanno normalmente le seguenti modalità di connessione elettrica:

- tramite contatti con morsetto a vite o a saldare:



- tramite cavi già cablati con connettori tipo "multicontact":



Per tutte le modalità di connessione elettrica dei pannelli, occorre sempre verificare e prestare attenzione alle polarità (+) e (-), che sono indicate sulla morsettiera o con targhette presenti sui cavi. Nel caso non si riuscissero a trovare le indicazioni di polarità, è sempre possibile utilizzare un tester/multimetro (impostato come voltmetro), per determinare la polarità dei morsetti/connettori del pannello.

Durante il collegamento elettrico dei pannelli, prestare anche molta attenzione alle tensioni generate e presenti sui morsetti o nei connettori, in quanto possono essere di valore pericoloso e mortale (soprattutto nel caso di collegamento in serie di più pannelli mono/policristallini o nel caso di utilizzo di pannelli ad alta tensione tipo C.I.S. o amorfi).

Per i collegamenti elettrici tra i vari componenti dell'impianto fotovoltaico, occorre utilizzare dei cavi elettrici unipolari o bipolari (anche con guaina), di sezione adeguata sia al valore di corrente che circola nell'impianto (Ampere), che alla distanza (metri) tra i vari componenti. Maggiore è la lunghezza del cavo e/o più alta è la corrente che circola, maggiore dovrà essere la sezione del cavo da utilizzare. A titolo orientativo e per lunghezze di cavo limitate è possibile utilizzare le seguenti tabelle:

Conduttori unipolari inseriti in tubi o canaline

Nr. conduttori attivi presenti nel tubo	2	3	4	6
Sezione nominale [mm ²]	Portata (Ampere) dei cavi in rame, isolamento in PVC, senza guaina, (UNEL 35011-72; IEC 448) Portata (A)			
1,5	17,5	15,5	14	12
2,5	24	21	19	16,5
4	32	28	25	22
6	41	36	32	28
10	57	50	44	39
16	76	68	59	52,5
25	101	89	75	70
35	125	111	97	86

Cavi multipolari con guaina esterna

Sez. nom. [mm ²]	Isolamento in PVC o gomma comune			Isolamento in gomma G5 o polietilene		
	Bipolari	Tripolari	Tetrapolari	Bipolari	Tripolari	Tetrapolari
	Portata (Ampere) per cavi in rame, multipolari, posizionati all'aperto e distanziati da altri cavi (UNEL 35011-72) Portata (A)					
1,5	19,5	17,5	15,5	24	22	19,5
2,5	26	24	21	33	30	26
4	35	32	28	45	40	35
6	46	41	36	58	52	46
10	63	57	50	80	71	63
16	85	76	68	107	96	85
25	112	101	89	142	127	112

Coefficiente di correzione della portata per cavi con guaina interrati o posizionati in tubazioni, cunicoli non ventilati o cassette di derivazione $k = 0,8$

Esempio: un cavo bipolare con isolamento e guaina in PVC di sezione 2,5 mmq, se posizionato all'interno di tubazioni o canaline avrà una portata massima di 20,8A anziché di 26A → $26A \times k0,8 = 20,8A$.

Come accennato precedentemente, oltre alla portata (A) di un cavo, occorre soprattutto negli impianti a bassa tensione 12/24/48Volt, tener conto della caduta di tensione della linea, infatti la resistenza elettrica di un cavo aumenta con la lunghezza del cavo stesso e diminuisce all'aumentare della sua sezione.

La resistenza del cavo è infatti data dalla formula: $R = (K \times L) : S$

Dove "K" è la resistenza specifica del rame (per i comuni cavi di rame vale circa 0,02 Ohm x metro), "L" è la lunghezza del cavo (in metri), mentre "S" è la sezione espressa in millimetri quadrati (mmq).

Applicando questa formula, possiamo quindi notare che un cavo di rame di sezione 1 mmq percorso da una corrente continua, produce una resistenza di circa 0,02 Ohm per ogni metro di lunghezza. Quindi, supponendo di avere un cavo lungo 10 metri con sezione 1 mmq, il cavo avrà una resistenza di 0,2 Ohm ($0,02 \times 10 : 1 = 0,2$ Ohm).

CALCOLO DELLA CADUTA DI TENSIONE IN UNA LINEA ELETTRICA

Supponendo di dover utilizzare 10 metri di cavo per collegare tra loro i vari componenti dell'impianto fotovoltaico, occorre ricordare che per calcolare la caduta di tensione complessiva lungo i cavi, bisogna considerare sia il cavo positivo (+) che quello negativo (-), quindi considerare la somma delle resistenze delle due lunghezze dei cavi.

Esempio: se dobbiamo gestire una potenza elettrica di 60Watt, nei cavi dell'impianto alimentati a 12Volt scorre una corrente di 5 Ampere (60Watt : 12Volt = 5Ampere). Conoscendo quindi la corrente che circola nell'impianto (5A) e la resistenza dei 10 metri di cavo da 1mmq (0,2 Ohm), applicando la legge di Ohm (Volt = Ampere x Ohm), possiamo calcolare la caduta di tensione che sarà di 5A x 0,2Ohm = 1 Volt di caduta di tensione per ciascun cavo!

Questo vuol dire che anche con una batteria carica a 13Volt, alla fine dei 10 metri dei due cavi da 1mmq, avremo soltanto una tensione effettiva di 11Volt (13V - 1V - 1V = 11Volt), che risulta quindi di valore non sufficientemente adeguato per alimentare correttamente le nostre utenze elettriche.

Le possibili soluzioni per diminuire la caduta di tensione nei cavi sono: aumentare la sezione dei cavi, oppure (se possibile) diminuire la loro lunghezza complessiva. Nell'esempio riportato sopra, per poter ridurre la caduta di tensione nei cavi al di sotto del mezzo volt, mantenendo la lunghezza complessiva di 10 metri, bisognerebbe prevedere nell'impianto cavi di sezione minima di almeno di 2,5mmq (meglio ovviamente se utilizziamo cavi da 4mmq per ridurre ulteriormente la caduta di tensione).

Se la lunghezza dei cavi raddoppia, deve raddoppiare anche la loro sezione.

Ricapitolando: per calcolare la caduta di tensione in un cavo, conoscendo la sua lunghezza complessiva, la corrente che lo attraversa e la sezione utilizzata, si applica la seguente formula:

$$cV = (0,02 \times A \times Lc) : S$$

Dove "cV" è la caduta di tensione (in Volt) risultante, "0,02" è il coefficiente fisso di resistività al metro del cavo in rame, "A" è la corrente che lo attraversa (in Ampere), "Lc" la sua lunghezza complessiva in metri (cavo di andata più quello di ritorno) ed "S" è la sezione del cavo in mmq.



ATTENZIONE! Calcolare la corretta sezione dei cavi elettrici da utilizzare negli impianti fotovoltaici è molto importante. Utilizzare infatti cavi di sezione insufficiente rispetto alla corrente che vi circola o di sezione inadeguata alla lunghezza, è molto pericoloso in quanto si potrebbero verificare dei surriscaldamenti dei cavi che possono innescare incendi, anche gravi. La resistenza specifica di un cavo aumenta infatti all'aumentare della sua temperatura e quindi si verrebbe a creare una pericolosa reazione a catena che si innesca poiché, aumentando la resistenza del cavo, aumenta di conseguenza anche la temperatura del cavo, e questo, a sua volta, fa ulteriormente aumentare la resistenza.