

FOTOVOLTAICO FAI DA TE

IL TUO IMPANTO A ISOLA (OFF-GRID)



**Realizza da solo il tuo primo impianto solare
indipendente per la tua casa, il tuo camper o la tua barca**

CHRISTOPHER JOHNSON

**FOTOVOLTAICO
FAI DA TE
IL TUO IMPIANTO
A ISOLA (OFF-GRID)**

Realizza da solo il tuo primo impianto solare
indipendente per la tua casa, il tuo camper o la tua
barca

Christopher Johnson

Copyright © 2020 Christopher Johnson

Tutti i diritti sono riservati

Independently published

ISBN: 9798676761202

A chi ha creduto in me e nel mio lavoro.

Indice dei contenuti

PARTE 1: INTRODUZIONE ALL'ENERGIA SOLARE E ALL'ELETTRICITÀ

Introduzione

Perché scegliere l'energia solare?

Punti di forza degli impianti solari

Punti di debolezza degli impianti solari

Tipologie di impianti solari

Impianti solari tradizionali (connessi alla rete)

Impianti solari ibridi

Impianti solari indipendenti (off-grid)

Perché scegliere un impianto solare off-grid?

Vantaggi degli impianti autonomi per uso residenziale

Vantaggi degli impianti solari autonomi per veicoli ricreazionali

Elettricità per principianti

Energia elettrica

Circuito elettrico

Componenti attivi e passivi

Corrente alternata e corrente continua

Unità di misura dell'elettricità

Volt

Ampere

Ampere-ora

Watt

Wattora e chilowattora

Potenza di picco (Wp)

Resistenza

La legge di Ohm e la relazione tra volt, ampere e watt

Circuiti in serie e in parallelo

PARTE 2: SELEZIONE DEI COMPONENTI

Componenti base di un impianto solare off-grid

Pannelli solari

Batterie

Regolatore di carica solare (controller)

Inverter

Fusibili

Cavi

Connettori per fotovoltaico

Scegliere i pannelli solari

[Pannelli solari rigidi e flessibili](#)

[Tensione dei pannelli solari](#)

[Tipologia di celle e tecnologie disponibili](#)

[Pannelli solari amorfi](#)

[Pannelli solari policristallini](#)

[Pannelli solari monocristallini](#)

[Pannelli a tecnologia ibrida](#)

[Quale tipo di pannello scegliere?](#)

[Cosa considerare quando si acquista un pannello economico](#)

[Comprare un pannello più potente](#)

[Verificare la garanzia](#)

[Controllare il vetro](#)

[Cosa considerare se si acquistano pannelli di seconda mano](#)

Scegliere la batteria

[Batterie AGM e al litio](#)

[Capacità della batteria](#)

[Stimare la capacità della batteria](#)

[Durata della batteria](#)

[Profondità di scarica \(DoD\)](#)

[Stimare la durata delle batterie nel tuo impianto](#)

Giorni di autonomia (DoA)

Cosa considerare quando si acquistano batterie usate

Scegliere il controller

Voltaggio

Amperaggio

Punto Massimo di potenza

Protezione da guasto a terra

Gestione di generatori di emergenza

Controller multipli

Scegliere l'inverter

Tensione di ingresso

Potenza nominale

Forma d'onda

Opzioni di installazione

Scegliere i cavi

Larghezza dei cavi

Lunghezza dei cavi

Scegliere i fusibili

Tra il controller e la batteria

Tra i pannelli solari ed il controller

Tra l'inverter e la batteria

Scegliere i dispositivi

Dispositivi di illuminazione

Dispositivi di refrigerazione

Forni a microonde

Televisioni, lettori DVD, console di gioco

Sistemi per audio e musica

Lavatrici, lavastoviglie e asciugatrici

Condizionatori d'aria

PARTE 3: CONNESSIONI E CONFIGURAZIONI DI BASE

Dimensionare l'impianto solare

Determinare il fabbisogno energetico

Determinare le ore di sole disponibili

Tenere in conto le inefficienze

Determinare il numero di pannelli solari

Determinare la dimensione della batteria

Considerare l'effetto della temperatura ambiente

Sovradimensionare le batterie

Ottimizzare il tuo fabbisogno energetico

Connessioni tra i componenti

[Collegare insieme più pannelli solari](#)

[Collegare insieme più batterie](#)

Configurazioni di base (schemi di esempio)

[Impianto solare off-grid da 100 Watt](#)

[Impianto solare off-grid da 200 watt](#)

[Impianto solare off-grid da 400 watt](#)

[Impianto solare off-grid da 800 watt](#)

PARTE 4: INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO

Attrezzi e accessori

[Multimetro digitale \(DMM\)](#)

[Guanti](#)

[Altri accessori utili](#)

La sicurezza prima di tutto

[Kit di primo soccorso](#)

[Lavorare in aree pubbliche](#)

[Lavorare in quota](#)

[Maneggiare le batterie](#)

[Messa a terra dell'impianto](#)

Installare i pannelli solari

[Ispezionare i pannelli](#)

[Testare i pannelli con un multimetro](#)

[Pulire i pannelli](#)

[Connettere i pannelli](#)

[Montare i pannelli sul tetto](#)

[Fissaggio dei pannelli fotovoltaici sui tetti inclinati](#)

[Fissaggio dei pannelli fotovoltaici sui tetti piani o a terra](#)

[Angolo di inclinazione dei pannelli](#)

[Determinare l'angolo di inclinazione ottimale dei pannelli](#)

[Montaggio dei pannelli con angolo regolabile](#)

[Ombreggiamento dei pannelli](#)

Installare le batterie

[Prima dell'installazione](#)

[Posizionare le batterie](#)

[Ventilazione](#)

[Accessibilità](#)

[Isolamento](#)

Installare il controller solare

[Collegamento di un impianto singolo](#)

[Collegamento di due o più pannelli in parallelo](#)

Installare l'inverter

Messa in servizio dell'impianto

Manutenzione dell'impianto

Manutenzione ordinaria

Manutenzione straordinaria

Monitoraggio dell'impianto

PARTE 1
INTRODUZIONE ALL'ENERGIA
SOLARE E ALL'ELETTRICITÀ

Introduzione

Gli impianti solari a isola (off-grid) sono la migliore scelta - a volte l'unica scelta - per chi abita in località remote o dove è difficile o impossibile (o particolarmente costoso) accedere alla rete elettrica.

Inoltre, i sistemi off-grid sono l'unica opzione per chi vuole installare un sistema di alimentazione solare su camper e roulotte. Considerando che i sistemi di ricarica solare non sono di serie sulla maggior parte di tali veicoli, se hai deciso di intraprendere questa strada, il fai-da-te è l'unica alternativa possibile.

Chiunque inizi a fare delle ricerche su come installare un sistema solare di questo tipo per fornire energia pulita al proprio camper o alla propria casa, corre il rischio di essere rapidamente sopraffatto da una miriade di informazioni tecniche (lo so perché è successo anche a me) spesso difficili da comprendere. Per le persone che scelgono questa strada, ma hanno poca esperienza nella tecnologia solare, installare un modulo solare e conoscere i componenti giusti può essere quindi un'impresa scoraggiante.

Probabilmente avrai visto che ci sono molte guide in giro che riguardano il fotovoltaico. Sfortunatamente, molto spesso, queste guide sono incredibilmente tecniche e complicate da capire se non si è laureati in ingegneria elettronica.

Prima di metterti a progettare un impianto solare c'è poi da fare anche una considerazione di tipo economico: il solare è un investimento, c'è poco da fare. Pensare di ottenere benefici reali spendendo pochi euro è pura fantasia.

È vero che un sistema solare potrebbe avere un buon ritorno sugli investimenti dopo alcuni anni, ma ciò accade solo se il sistema è stato pianificato con cura sin dall'inizio. Per questo motivo, se hai intenzione di installare tu stesso un impianto elettrico solare, non affidarti alla prima

guida che trovi: assicurati di ottenere informazioni accurate e comprensibili!

Io non sono un ingegnere elettronico, ma ho avuto molta esperienza con i sistemi fotovoltaici. Pertanto, ho pensato di scrivere un libro per aiutare le persone che non sanno nulla di elettricità, batterie, circuiti elettronici, a costruire il proprio impianto solare autonomo senza troppi sforzi.

In questo libro non troverai concetti difficili, ma molte informazioni pratiche che ti permetteranno di iniziare a realizzare immediatamente il tuo progetto.

Se vuoi davvero comprendere come funziona l'energia solare e stai pianificando di installare il tuo sistema solare autonomo, questo libro ha tutto ciò che devi sapere. Ti spiegherò come scegliere i componenti del tuo sistema solare separatamente e assemblarli in autonomia. Scoprirai tutto ciò che devi sapere su batterie, pannelli solari, inverter, regolatori di carica, generatori, cavi, dispositivi e molte altre cose. Imparerai le formule di base dell'elettricità, ma solo quelle di cui non puoi realmente fare a meno.

Infine, troverai alcuni schemi che potrai usare come guida, o ai quali ti potrai ispirare per mettere insieme il tuo impianto solare indipendente.

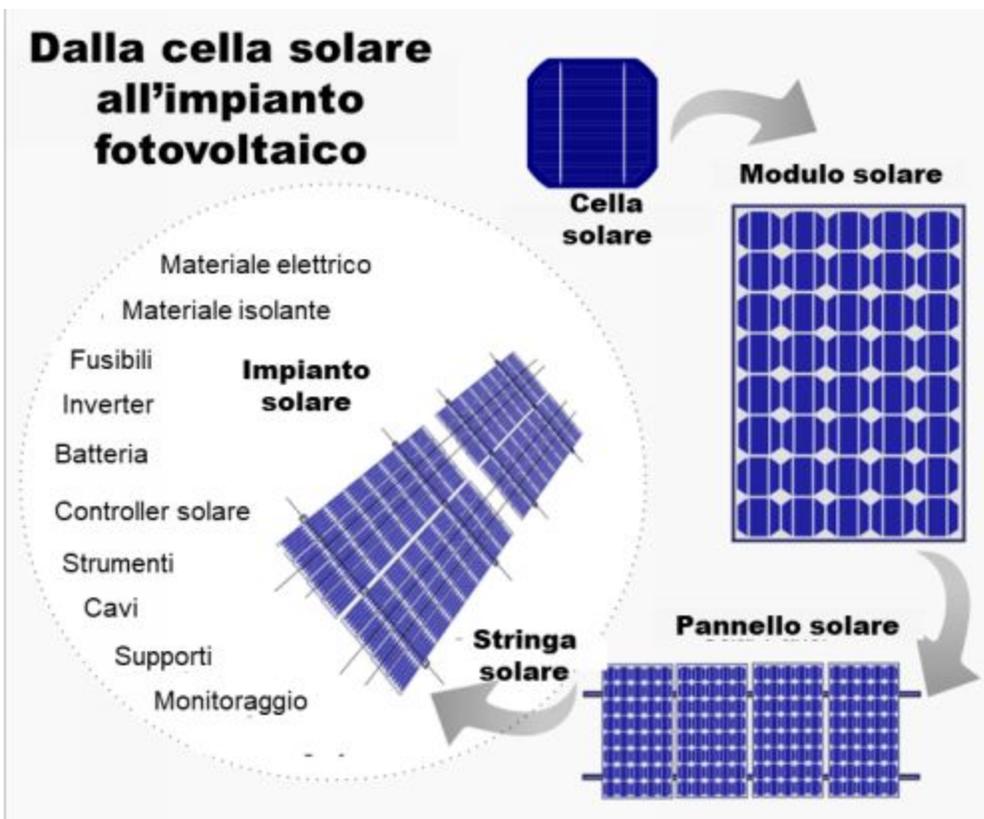
Il libro è diviso in quattro sezioni. La prima sezione contiene tutti i concetti di base necessari per comprendere l'energia solare e l'elettricità. La seconda parte è una guida alla selezione dei componenti. La terza sezione spiega come collegare batterie e pannelli tra loro. In questa parte, ti fornirò anche alcune configurazioni di esempio insieme a una stima dei relativi costi. Avrai così l'opportunità di scegliere la configurazione che preferisci in base alle tue esigenze energetiche e quindi utilizzare gli schemi elettrici forniti come guida per mettere insieme il tuo impianto fotovoltaico. Nella parte finale, troverai una guida passo-passo su come procedere per l'assemblaggio dell'intero sistema.

Perchè scegliere l'energia solare?

La luce solare è la più importante fonte di energia rinnovabile sulla Terra. Sin dall'inizio dei tempi, l'energia solare ha consentito lo sviluppo della vita per il nostro pianeta, per le piante che alimentano gli organismi superiori e, in definitiva, per l'umanità.

La luce solare può essere utilizzata direttamente per la generazione di energia. Ci sono due modi per farlo. Il metodo concettualmente più semplice consiste nell'utilizzare l'energia termica contenuta nella radiazione solare come fonte di calore e immagazzinarla per far funzionare motori termici come turbine a vapore e a gas. Questo modo per generare energia ha una lunga storia e moltissime applicazioni.

Il secondo modo, più recente, per utilizzare l'energia solare per generare elettricità è di sfruttare le celle solari. La cella solare è un dispositivo a stato solido, in grado di assorbire la luce solare e convertire l'energia della luce assorbita in energia elettrica. In pratica, le celle solari usano la luce solare per generare corrente. Dal momento che le celle solitamente generano solo minuscole quantità di energia elettrica, devono essere collegate tra loro per formare un modulo solare, che viene anche chiamato modulo fotovoltaico.



Un insieme di moduli fotovoltaici è chiamato pannello fotovoltaico (o pannello solare). In un sistema solare, generalmente ci sono più pannelli collegati tra loro e questi costituiscono una stringa solare.

Esistono diverse motivazioni che possono spingerci a considerare l'installazione di un sistema di pannelli solari. Ad esempio, conviene ricorrere all'energia solare se ci si trova almeno in una di queste condizioni:

- Non sono disponibili altre fonti di alimentazione.
- Il costo di installazione dell'energia elettrica convenzionale è troppo elevato.
- Le altre fonti di alimentazione disponibili non sono affidabili. Ad esempio, ci sono frequenti black-out.

Prima di installare un impianto solare, ci sono alcuni pro e contro che dovrebbero essere tenuti a mente:

Punti di forza degli impianti solari

- L'energia solare è ecologica e non genera gas serra.
- Usando l'energia solare si riduce la dipendenza dal petrolio e da altri combustibili fossili acquistati dall'estero.
- L'energia solare è pulita, rinnovabile, disponibile 24 ore al giorno, anche quando non c'è molta luce.
- I pannelli solari hanno una durata di oltre 30 anni e non richiedono quasi alcuna manutenzione.
- Gli impianti solari possono essere installati praticamente ovunque.
- L'efficienza delle celle solari è in costante miglioramento. I pannelli solari moderni sono più belli e più versatili rispetto ai modelli di anni fa.
- Lo stato concede di frequente agevolazioni fiscali, rimborsi e bonus che consentono, nel lungo periodo, di recuperare tutti i costi sostenuti per l'acquisizione e l'installazione degli stessi sistemi.

Punti di debolezza degli impianti solari

- Il costo di un impianto solare può essere elevato e I tempi di recupero dell'investimento (anche se si sfruttano i bonus fiscali) possono essere lunghi.
- Per l'installazione di un impianto solare capace di fornire molta energia, c'è bisogno di molto spazio sul tetto..
- Per avere energia anche durante la notte (senza attingere dalla rete elettrica) occorre installare un banco batterie molto capiente e quindi anche piuttosto costoso.
- In alcuni giorni dell'anno ed in alcune zone geografiche non c'è molta luce a disposizione e quindi non si produce molta energia.
- I pannelli solari hanno un impatto sull'estetica degli edifici che può non piacere a tutti.

Tipologie di impianti solari

Esistono tre principali tipi di sistemi fotovoltaici che si differenziano in base alla relazione che hanno con le infrastrutture di approvvigionamento energetico, anche dette reti elettriche. Ogni sistema ha vantaggi e svantaggi.

Non è possibile dire quale sia il sistema migliore. Se devi scegliere, tuttavia, puoi provare a capire quale sistema è il più adatto alle tue esigenze.

Impianti solari tradizionali (connessi alla rete)

I sistemi fotovoltaici tradizionali sono direttamente collegati alla rete elettrica. Questo consente ai proprietari dell'abitazione di prelevare l'elettricità dall'impianto solare installato sull'abitazione oppure dalla rete elettrica. Il passaggio da una fonte di energia all'altra è continuo.

Il vantaggio principale di questo tipo di soluzione è che la produzione di energia può essere conciliata con il fabbisogno di elettricità della casa. Se il sistema produce più elettricità di quella consumata dalla casa, l'energia in eccesso può essere venduta alla società di servizi che gestisce l'infrastruttura di rete. Se il sistema invece non produce energia sufficiente, la casa può prelevare elettricità dalla rete esterna.

Impianti solari ibridi

Gli impianti solari ibridi generano energia allo stesso modo dei sistemi fotovoltaici collegati alla rete, ma in più hanno delle batterie nelle quali viene immagazzinata l'energia prodotta dal solare per un uso successivo. Questa capacità di immagazzinamento energetico consente alla maggior parte dei sistemi ibridi di funzionare anche come alimentatori di riserva durante i blackout.

I sistemi fotovoltaici ibridi sono collegati alla rete elettrica convenzionale. Tuttavia, con l'alimentazione di emergenza aggiuntiva, il sistema può bilanciare produzione e domanda di energia mettendo l'alloggio al sicuro da eventuali interruzioni di corrente.

La produzione del sistema elettrico solare dipende dalla luce solare disponibile. Quando c'è molta luce, la produzione di energia può superare il fabbisogno. In queste condizioni, l'elettricità in eccesso viene immagazzinata nella batteria che ha il compito di restituirla al bisogno. Quindi, nel momento in cui il sistema solare non riesce a produrre tutta l'energia necessaria al fabbisogno del momento, la parte restante viene fornita dalla batteria.

Gli impianti solari ibridi, così come quelli tradizionali, essendo collegati alla rete possono fornire alla rete (vendendolo) il surplus prodotto quando la produzione è superiore al fabbisogno.

Impianti solari indipendenti (off-grid)

Gli impianti solari off-grid sono dei sistemi autonomi. Producono energia esclusivamente per alimentare le utenze cui sono direttamente collegati e sono quasi sempre combinati a batterie di accumulo. Le batterie immagazzinano l'energia in eccesso prodotta durante le ore di sole per renderla disponibile nelle varie ore del giorno.

Gli impianti solari off-grid sono del tutto slegati dalle infrastrutture elettriche di rete. Senza una connessione a una rete di alimentazione, le batterie sono essenziali per compensare periodi di sovra-produzione e altri di eccessivo fabbisogno.

Molto spesso questi sistemi sono associati all'uso di generatori di corrente come fonte di energia alternativa da sfruttare in periodi di sottoproduzione prolungata o di eccessiva domanda.

Perché scegliere un impianto solare off-grid?

Tra gli impianti solari descritti nei paragrafi precedenti, i più utilizzati sono quelli collegati alla rete.

Rispetto a un sistema collegato alla rete, un impianto solare autonomo potrebbe essere più costoso e la sua installazione potrebbe sembrare più complicata.

Perché allora dovresti scegliere questo tipo di impianto? In realtà i vantaggi ci sono, sia per chi intende installare un impianto per uso abitativo, sia per chi ha bisogno di una fonte di energia autonoma per un mezzo di trasporto come potrebbe essere un camper o una barca.

Vantaggi degli impianti autonomi per uso residenziale

Fino a poco tempo fa, chi voleva installare un impianto fotovoltaico residenziale non aveva altra scelta che collegarsi alla rete elettrica nazionale e concludere un contratto di scambio con l'operatore della linea elettrica. Questo meccanismo prevede che la parte dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico, ma non immediatamente utilizzata in casa (cioè non auto-consumata), sia immessa nella rete e pagata al proprietario dell'impianto fotovoltaico che l'ha prodotta.

Sembra un'ottima soluzione, tuttavia, le persone che utilizzano questo sistema si rendono rapidamente conto che il prezzo pagato dall'operatore per acquistare l'eccesso di energia è molto inferiore al prezzo che l'operatore stesso applica quando vende l'energia agli utenti finali. In pratica ci si ritrova a vendere energia a basso prezzo e ad acquistarla a tariffe elevate. Come conseguenza, si allungano i tempi per rientrare nell'investimento e si riduce il potenziale dell'impianto solare domestico.

Gli impianti solari off-grid sono gli unici che rendono possibile una reale indipendenza energetica dall'operatore. Un impianto standard può soddisfare completamente il fabbisogno di una famiglia.

Non c'è niente da temere. L'energia prodotta dai pannelli fotovoltaici viene, prima di tutto, utilizzata per soddisfare il consumo di energia assorbito dalla casa.

L'elettricità extra prodotta durante il giorno viene immagazzinata nella batteria per un uso successivo la sera o in periodi di debole irradiazione.

Il sistema potrebbe anche essere collegato a un generatore, che può essere attivato solo in caso di necessità o emergenza.

Ma allora ci sono solo vantaggi? No, c'è un piccolo costo da pagare per questo tipo di sistema, anche se tutto sommato non è molto rilevante:

l'energia che dovrebbe essere prodotta in eccesso dal sistema fotovoltaico, rimane inutilizzata. Al di là di questa piccola limitazione, tuttavia, ci sono numerosi e significativi vantaggi:

- Non si deve attivare nessun contratto di fornitura e non si deve fare nessun accordo con l'operatore della linea elettrica. Ciò consente di risparmiare tutte le spese collegate alla preventivazione e i costi di allaccio alla rete. In pratica non si dovranno sostenere tutti quei costi fissi che siamo purtroppo abituati a trovare nelle bollette e che non dipendono da quanta energia consumiamo.
- Il secondo vantaggio si trova nel risparmio di tempo connesso a un minor numero di adempimenti burocratici necessari per mettere in regola l'impianto. In realtà, le regole da un luogo all'altro possono essere diverse. Tuttavia, se l'impianto non è ubicato in un centro storico o in un'area soggetta a particolari vincoli paesaggistici, spesso l'unico adempimento da assolvere consiste nell'invio di una comunicazione al Comune.
- Il terzo e più importante vantaggio è che qualsiasi futura modifica da apportare al sistema (espansione, sostituzione di moduli o batterie o spostamento in altri luoghi) sarà completamente gratuita. Non sarà necessario chiedere a nessuno permessi o autorizzazioni.
- Il quarto vantaggio è che un impianto fotovoltaico totalmente autonomo può essere installato in aree remote o isolate non raggiunte dalla rete elettrica tradizionale.
- Un ulteriore significativo vantaggio è che un impianto fotovoltaico totalmente autonomo può anche essere installato su una piccola casa su ruote, un camper, un furgone o una barca.

Vantaggi degli impianti solari autonomi per veicoli ricreazionali

I veicoli ricreazionali motorizzati come camper e roulotte, sono la soluzione migliore per i viaggi itineranti e i campeggi. Se sei anche tu un amante di questi veicoli, sai bene che uno degli obiettivi principali del viaggiare in questo modo è riuscire a sentirsi sempre nel comfort della propria casa anche quando si è in giro per il mondo. In effetti questi veicoli sono delle vere e proprie case viaggianti.

Tuttavia non può esserci nessun comfort se non si dispone di una fornitura di energia affidabile e costante. La maggior parte dei camping ha delle colonnine alle quali ci si può collegare, ma gli ospiti dei campeggi che vogliono collegarsi alla rete elettrica sono sempre più numerosi e quindi non è difficile trovarsi nella spiacevole situazione di trovare tutte le colonnine già occupate da altri campeggiatori. Altre volte potresti desiderare di accamparti in luoghi non attrezzati, magari lontani dalla civiltà, dove di sicuro non troveresti alcuna colonnina elettrica.

In questi casi le opzioni possibili per produrre energia elettrica sono essenzialmente due: utilizzare un generatore di corrente a motore oppure sfruttare l'energia solare. I generatori sono stati per molto tempo la soluzione preferita dalla maggior parte dei camperisti, ma negli ultimi anni, grazie allo sviluppo della tecnologia solare e a all'abbassamento dei costi delle componenti, è notevolmente cresciuto il numero di persone che hanno deciso di installare sui propri mezzi dei piccoli impianti solari. Del resto, l'adozione di una tecnologia non esclude l'altra e quindi si può tranquillamente pensare di avere sul proprio mezzo sia un generatore che un impianto solare.

Di certo l'installazione di un impianto solare sul tuo camper o roulotte può essere vantaggiosa sotto molti punti di vista:

- Sarai in grado di campeggiare in luoghi remoti, con paesaggi e panorami incredibili, ben diversi da quelli tipici di un'affollata area campeggio attrezzata. In queste aree isolate godrai di una maggiore privacy e quindi potrai goderti appieno la natura. Ci sono moltissime opzioni di campeggio gratuite disponibili sul suolo pubblico; puoi passare intere stagioni passando da un luogo all'altro e, grazie al solare, potrai vivere esperienze del valore inestimabile senza quasi spender nulla.
- Molti campeggi hanno aree di sosta che non offrono collegamenti elettrici. Soggiornare in queste aree significa spendere meno. Inoltre, queste zone sono spesso persino migliori di quelle connesse alla rete elettrica.
- Se hai un guasto meccanico mentre sei in viaggio in qualche angolo remoto del pianeta, l'energia solare che avrai può aiutarti a superare il problema, oppure rendere l'attesa dei soccorsi meno stressante.
- Il sistema solare può essere progettato per adattarsi perfettamente alle tue particolari esigenze. Come vedremo più avanti in questo libro, è possibile scegliere tra diverse configurazioni, dalla più piccola alla più grande. So che il denaro è un argomento di grande importanza per la maggior parte delle persone, ma ci sono oggi opzioni per tutti i budget. Puoi così configurare il tuo sistema in maniera tale che si adatti alle tue esigenze energetiche, ma anche alle tue disponibilità economiche.

Come ultima osservazione, ma non meno importante delle precedenti, mi piace ricordarti una volta ancora che l'energia solare è la forma energetica più sostenibile e la migliore per l'ambiente.

La luce del sole è a nostra disposizione, è un'energia pulita ed economica quindi perché non approfittarne?

Elettricità per principianti

Prima di parlare di come è fatto un impianto solare off-grid e come deve essere installato, credo sia utile fornirti alcuni concetti importanti riguardanti l'elettricità. Quando sceglierai le componenti del tuo impianto ti troverai infatti di fronte a una serie di unità di misura che devi necessariamente essere in grado di interpretare, se non vuoi correre il rischio di fare un acquisto sbagliato. Allo stesso modo è bene che tu conosca, almeno per grandi linee, i principi di base che regolano il funzionamento dei sistemi elettrici. Attenzione: non mi aspetto che tu diventi un esperto di elettrotecnica! Non è necessario esserlo e non è assolutamente tra gli obiettivi di questo libro. Se però apprendrai poche fondamentali regole che sono alla base del funzionamento degli impianti elettrici, tutto ti apparirà più chiaro e potrai anche riuscire a configurare il tuo sistema di pannelli solari più facilmente.

In questa parte del libro, quindi, troverai una piccola introduzione ai circuiti elettrici e alcune semplici nozioni di base riguardanti l'energia elettrica che non puoi ignorare se intendi costruire un impianto solare.

Per iniziare, cercherò di illustrarti come è fatto un circuito elettrico e il significato delle unità elettriche primarie.

Energia elettrica

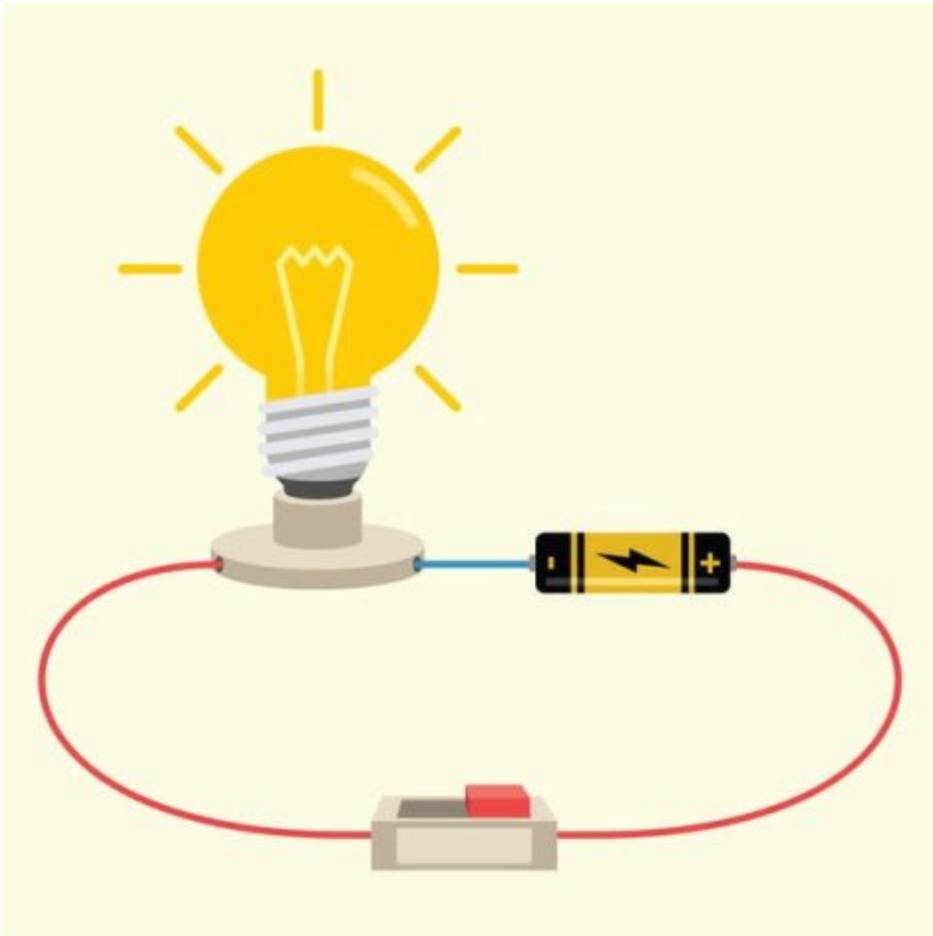
Il concetto di energia non è semplice da comprendere e può essere illustrato in molti modi. In generale l'energia è la grandezza fisica che misura la capacità di un corpo o di un sistema di compiere del lavoro. Per esempio l'energia può essere la capacità di applicare una forza per muovere un oggetto lungo una data distanza. La parola "elettricità" è talvolta usata per indicare l'*energia elettrica*, che è una forma particolare di energia derivante dal flusso di carica elettrica.

Circuito elettrico

Un circuito elettrico è un percorso chiuso fatto di fili conduttori in cui circolano degli elettroni (ovvero, una corrente elettrica). L'energia che fa muovere gli elettroni può essere fornita da un generatore oppure da una batteria. Quando gli elettroni arrivano a un dispositivo come una lampadina, un computer o un frigorifero, gli danno la potenza necessaria per farlo funzionare.

Il circuito, come s'intuisce dalla parola stessa, deve essere circolare per funzionare. I cavi elettrici devono passare dalla fonte di alimentazione al dispositivo e viceversa in modo che gli elettroni possano andare e tornare indietro.

Molti circuiti hanno un interruttore in modo che possano essere accesi e spenti. Quando l'interruttore è spento, il circuito si apre, in pratica si crea uno spazio vuoto che interrompe il flusso degli elettroni. Quando l'interruttore è acceso, il circuito si chiude nuovamente e l'elettricità è pronta a fluire, facendo funzionare il dispositivo.



Componenti attivi e passivi

I componenti di un circuito elettrico si suddividono in attivi e passivi. In generale i componenti attivi sono quei dispositivi che sono capaci di fornire energia al sistema. I componenti passivi sono invece quelli che utilizzano l'energia oppure l'immagazzinano.

I dispositivi passivi "consumano" l'elettricità del circuito e la trasformano in altre forme di energia, producendo calore, luce o lavori meccanici. Esempi di componenti passivi sono dispositivi elettrici come le lampadine, i motori elettrici e i riscaldatori elettrici.

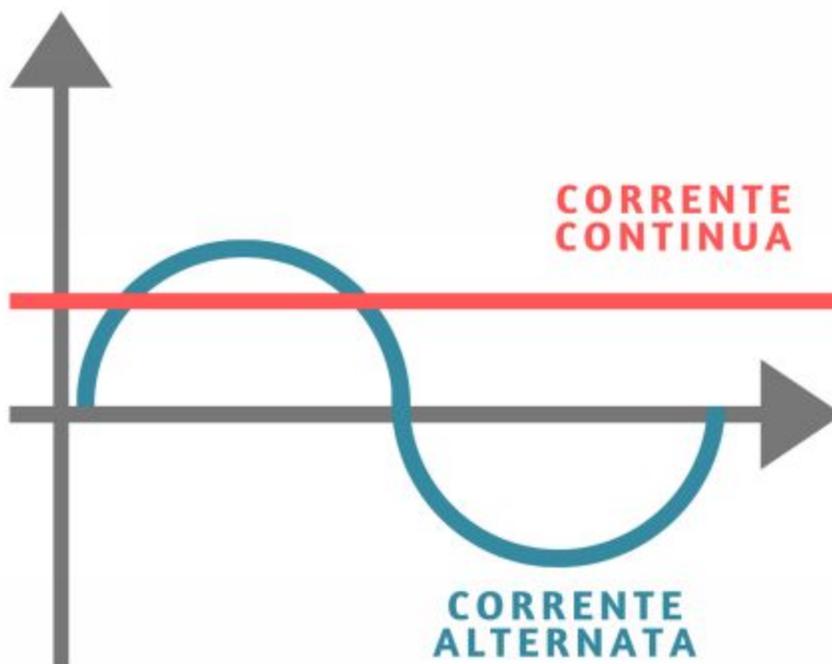
I dispositivi attivi invece convertono l'energia chimica in energia potenziale. Esempi di dispositivi attivi sono gli alimentatori, i generatori, le batterie, ecc.

Alcuni componenti di questo tipo possono ricevere l'energia oppure fornirla a seconda delle circostanze. Ad esempio, una batteria ricaricabile funge da fonte di alimentazione quando si usa per alimentare un circuito. Tuttavia, è anche una componente che consuma energia quando viene collegata a un caricabatterie e caricata.

Corrente alternata e corrente continua

L'elettricità scorre in due modi: in corrente alternata (CA) o in corrente continua (CC). Come abbiamo visto prima, l'elettricità o la "corrente" non è altro che un flusso di elettroni che circolano lungo un circuito. La differenza tra CA e CC sta nella direzione in cui scorrono gli elettroni. Nei circuiti a corrente continua, gli elettroni scorrono costantemente in una sola direzione, ovvero "in avanti"

Nei circuiti a corrente alternata invece gli elettroni continuano a cambiare direzione, a volte andando "in avanti" e poi "indietro".



Nei circuiti a corrente alternata (CA), la direzione della tensione viene periodicamente invertita, ma la corrente scorre sempre dal lato ad alto potenziale a quello a basso potenziale.

Ora è importante notare che le nostre abitazioni funzionano a corrente alternata, mentre i pannelli solari producono corrente continua. Quindi, per utilizzare in casa la corrente prodotta da un pannello solare, si deve passare attraverso un dispositivo chiamato inverter che trasforma la corrente continua in corrente alternata. Parleremo meglio di questo argomento nel seguito del libro.

Unità di misura dell'elettricità

Esistono molte unità di misura per l'elettricità, ma per assemblare il tuo impianto fotovoltaico ti basterà conoscere solo le metriche principali. Le tre unità più elementari in elettricità sono la tensione (V), la corrente (I) e la resistenza (R). La tensione viene misurata in volt, la corrente viene misurata in ampere e la resistenza viene misurata in ohm. Per comprendere meglio questi concetti, possiamo pensare all'elettricità come all'acqua che scorre attraverso un tubo. La tensione è equivalente alla forza dell'acqua, la corrente è uguale alla portata e la resistenza è come la dimensione del tubo.

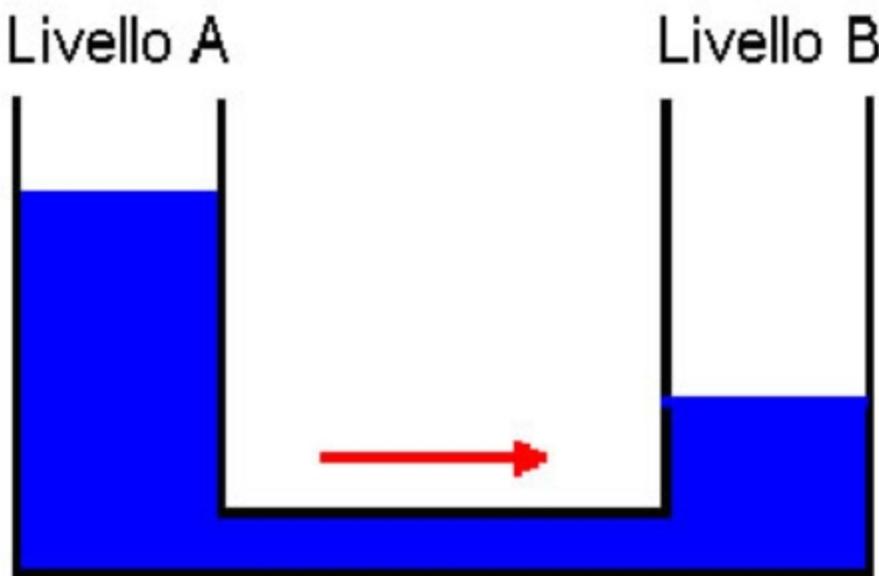
Proviamo a capire meglio nei paragrafi seguenti a cosa servono queste misure.

Volt

La tensione è la forza che spinge gli elettroni carichi di corrente attraverso un circuito conduttivo.

Per comprendere meglio alcune proprietà relative alla corrente ed ai componenti di un circuito elettrico si usa spesso la similitudine del circuito idraulico. In pratica si può paragonare la corrente elettrica, generata dal movimento di portatori di carica elettrica (elettroni) in materiali conduttori, al flusso di un liquido attraverso un tubo.

Prendiamo ad esempio due serbatoi di acqua collegati con un tubo. Se il livello A nel primo serbatoio è identico al livello B del secondo, non si ottiene alcun movimento, mentre una differente altezza (in figura) provoca il passaggio di acqua dal serbatoio col livello più alto a quello col livello più basso. Quindi per ottenere il movimento si ha bisogno di una differenza di altezza.



Negli impianti elettrici al posto del tubo abbiamo il cavo elettrico e al posto dell'acqua abbiamo la corrente elettrica. La differenza non è più di

altezza, ma di potenziale elettrico. Questa differenza di potenziale prende il nome di tensione. Se aumentiamo la differenza di altezza, l'acqua scorre con più velocità. Allo stesso modo, se aumentiamo la tensione, aumenta l'intensità di corrente.

Le componenti dei circuiti elettrici hanno delle tensioni misurate in volt (V). Ad esempio, una batteria alcalina AA per uso domestico fornisce 1,5 V. Una tipica presa domestica in Italia è di 230 V. Più è alta la tensione nel circuito, più elettroni possono essere "spinti" durante il funzionamento.

Quando si monta un sistema solare, è importante considerare le tensioni dei componenti. Ad esempio, una batteria da 12 volt sarà in grado di alimentare solo un componente con lo stesso numero di volt. I volt vengono quindi utilizzati per capire se i componenti del sistema sono compatibili tra loro.

Ampere

La corrente elettrica è la velocità con cui gli elettroni attraversano un circuito.

L'ampere è un'unità internazionale per la misurazione della corrente. Descrive il numero di elettroni (a volte chiamati "cariche") che attraversano i punti di un circuito nel tempo.



Una corrente di un ampere indica che un coulomb di elettroni (6,24 miliardi di elettroni) attraversa un punto nel circuito in un secondo. Il calcolo è simile alla misurazione del flusso d'acqua.

Quando si progetta il proprio impianto solare, è fondamentale conoscere l'ampereaggio dei componenti poiché questo determina lo spessore dei fili che è necessario utilizzare.

Oltre alla tensione nominale, alcuni componenti del sistema fotovoltaico riportano anche una potenza nominale. Questo indice indica quanta energia puoi produrre o consumare in un dato momento. Maggiore è l'ampereaggio, più spessi dovrebbero essere i fili dell'impianto.

Ampere-ora

Un'altra importante unità di misura che devi conoscere è l'ampere-ora (Ah), che è una misura della carica o del flusso di corrente nel tempo. Per essere più specifici, l'ampere-ora è la quantità di elettricità che fluisce in un'ora attraverso un conduttore che trasporta una corrente di un ampere. Un ampere-ora equivale quindi a 3600 coulomb. Il milliampere-ora (mAh) è un'altra unità che si usa frequentemente e che equivale a 1/1000 di un ampere-ora (ovvero 3,6 coulomb).

Dal nostro punto di vista, l'ampere-ora è un'unità di misura essenziale da considerare perché viene utilizzato per misurare la quantità di energia che una batteria può immagazzinare. In effetti, la capacità della batteria è specificata in chilowattora (kWh) o ampere-ora. Per conoscere la dimensione esatta di una batteria, tuttavia, è necessario tenere conto anche dei volt. Le batterie sono in genere cablate per 12 volt, 24 volt o 48 volt a seconda delle dimensioni dell'impianto solare. Maggiore è il numero di volt con cui viene utilizzata la batteria, minore è la sua capacità in ampere-ora. Ad esempio, una batteria al piombo acido di 24 kWh è uguale a:

- 2.000 Ah a 12 volt;
- 1.000 Ah a 24 volt;
- 500 Ah a 48 volt;

Watt

Un aspetto essenziale di qualsiasi circuito elettrico è la potenza (P) ad esso associata. Questa viene misurata in Watt (W). Tornando alla nostra analogia, se pensiamo all'elettricità come all'acqua che scorre attraverso un tubo, il Watt è la potenza che l'acqua potrebbe fornire, ad esempio, per fare girare una ruota di un mulino. Più precisamente il Watt è una misura di quanta energia viene rilasciata ogni secondo.

La potenza è un fattore importante da considerare quando si confrontano diversi pannelli solari. Ad esempio potresti sentir dire al tuo installatore o rivenditore frasi come: "è un pannello da 255 Watt" oppure: "il pannello che sto raccomandando ha una potenza di 300 Watt". Devi quindi essere in grado di comprenderne il significato. La potenza del pannello solare rappresenta la produzione di energia teorica di un pannello solare in condizioni ideali di luce solare e temperatura.

In un sistema elettrico, la potenza è uguale alla tensione moltiplicata per gli ampere. Ad esempio, se la corrente è di 3 A (3 A) e la tensione è di 110 V, si può moltiplicare 3 per 110 per ottenere 330 W.

La maggior parte dei pannelli solari domestici oggi sul mercato ha potenze nominali comprese tra 250 e 400 watt.

Wattora e chilowattora

È utile sapere quanta elettricità un dispositivo può consumare o generare in un'ora.

Anche se il watt è l'unità internazionale standard per misurare la potenza, il consumo di energia elettrica delle famiglie viene solitamente misurato in wattora (Wh) o in chilowattora (kWh).

Il wattora è un'unità di energia equivalente a un watt (1 W) di potenza spesa per un'ora (1 h) di tempo. Il wattora non è un'unità standard, ma è comunemente utilizzata nelle applicazioni elettriche ed è equivalente a 3.600 joule^[1].

Il chilowattora è un'unità di energia pari all'erogazione di mille watt per un'ora. È equivalente a 3.600.000 joule. Il kWh è l'unità di misura comunemente utilizzata nelle bollette elettriche per misurare il consumo di elettricità.

Potenza di picco (Wp)

Nel campo dell'energia solare, a volte si preferisce utilizzare la potenza di picco (Wp) invece dei wattora. Cerchiamo di spiegare meglio questo concetto: un pannello solare potrebbe avere un potenziale di generazione di energia di 50 Wh, ovvero 50 W all'ora. Tuttavia, poiché la generazione di energia solare varia molto in base alla temperatura, alle condizioni meteorologiche, all'ora del giorno, ecc., può accadere che il pannello solare non generi sempre tale quantità di Watt-ora.

Per questo motivo, sulle schede tecniche dei pannelli fotovoltaici in genere non si trova la potenza espressa in Wh, ma in Wp ovvero in potenza nominale oppure di picco. La potenza di picco indica quanta elettricità può produrre un pannello solare nelle condizioni migliori (in piena irradiazione solare). Questa unità di misura è stata introdotta per sottolineare il fatto che la quantità di energia che un pannello solare può produrre è variabile e ricorda ai consumatori che un pannello solare da 50 wattora non produrrà 50 watt di energia ogni ora del giorno.

Resistenza

La resistenza è, come anticipato all'inizio di questo capitolo, un'altra delle misure fondamentali che si deve conoscere quando si ha a che fare con i circuiti elettrici. Anche in questo caso, per comprendere meglio il concetto, si può utilizzare la similitudine dell'acqua che scorre in un tubo. Al suo passaggio nella tubazione, l'acqua può incontrare delle difficoltà ad esempio dovute ad una strozzatura, alla tortuosità del percorso o allo stesso materiale di cui sono fatti i tubi. Queste difficoltà ne ostacolano in qualche modo il passaggio, rallentandolo. Nel caso elettrico, la resistenza rappresenta, in modo analogo al caso idraulico, l'ostacolo che la corrente incontra al suo passaggio nel conduttore. In un certo senso la resistenza può essere paragonata al concetto di attrito.

In ambito elettrico, la resistenza è quindi definibile come una misura della forza che si oppone al flusso di corrente in un circuito. Il simbolo della resistenza elettrica è R e la sua unità di misura è l'Ohm, rappresentata dalla lettera greca omega (Ω)^[2].

Tutti i materiali resistono a determinati flussi di corrente e rientrano in una delle seguenti categorie:

- Conduttore: un materiale che ha poca resistenza e consente agli elettroni di muoversi facilmente. Esempi: argento, rame, oro, alluminio.
- Isolante: un materiale che ha un'alta resistenza e limita il flusso di elettroni. Esempi: gomma, carta, vetro, legno, plastica.

Negli impianti elettrici si eseguono solitamente delle misurazioni della resistenza per indicare lo stato di un componente o dell'intero circuito. Molti componenti, come elementi riscaldanti e resistori, hanno valori di resistenza fissi. Questi valori sono spesso stampati sulla targhetta del componente o sul manuale per riferimento.

Se viene visualizzata la tolleranza, il valore di resistenza misurato deve essere compreso nell'intervallo di resistenza specificato. Dei cambiamenti significativi nella resistenza di solito indicano un problema.

- Un valore insolitamente alto della resistenza potrebbe indicare un danneggiamento del conduttore causato da una bruciatura o dalla corrosione. Il surriscaldamento è spesso un problema legato alla resistenza perché tutti i conduttori emettono una certa quantità di calore.
- Un valore insolitamente basso della resistenza potrebbe portare a scorrere troppa corrente. Di solito questo problema si verifica quando i materiali isolanti sono stati danneggiati dall'umidità o dal surriscaldamento.

La resistenza non può essere misurata in un circuito mentre è in funzione. Di conseguenza, i tecnici spesso determinano la resistenza prendendo misure di tensione e corrente e applicando la legge di Ohm che mette in relazione le tre grandezze elettriche fondamentali: l'intensità di corrente elettrica, la tensione e la resistenza.

La legge di Ohm e la relazione tra volt, ampere e watt

La legge di Ohm afferma che l'intensità di corrente elettrica che percorre un circuito elettrico è direttamente proporzionale alla differenza di potenziale applicata ai suoi capi e inversamente proporzionale alla resistenza del circuito. Ciò significa che aumentando la tensione aumenta anche la corrente elettrica mentre aumentando la resistenza diminuisce la corrente elettrica.

Se indichiamo con V la tensione elettrica con R la resistenza e con I l'intensità di corrente si ha: **$V = I \times R$**

Data la legge di Ohm, se conosci volt e corrente, puoi calcolare la resistenza:

$$\mathbf{R = V / I}$$

Se conosci volt e resistenza puoi calcolare la corrente:

$$\mathbf{I = V / R}$$

Se conosci la potenza e la corrente puoi anche calcolare la tensione:

$$\mathbf{V = P / I}$$

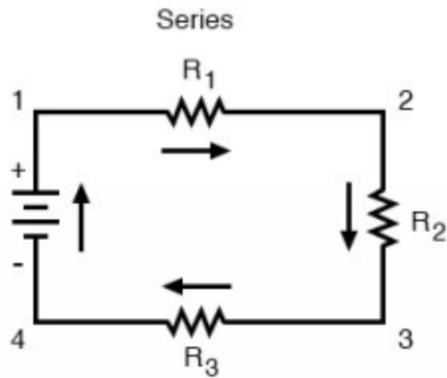
Esempio: un motore da 48 watt con una corrente di 4 ampere funziona a 12 volt (in effetti $48/4 = 12$).

Se conosci tensione e potenza puoi calcolare la corrente:

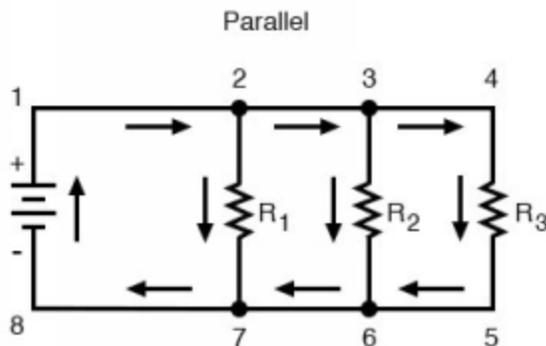
$$\mathbf{I = P / V}$$

Esempio: un motore da 48 watt con un'alimentazione da 12 volt richiede una corrente di 4 ampere (in effetti $48/12 = 4$).

Circuiti in serie e in parallelo



I componenti di un circuito elettrico possono essere collegati in serie, in parallelo oppure in serie-parallelo.



In un semplice circuito in serie, il polo positivo di un componente è collegato con il polo negativo dell'altro componente. Tutti i componenti sono collegati per formare un unico percorso per il flusso di corrente lungo il circuito.

In un semplice circuito in parallelo, sono collegati tra loro tutti i poli positivi da un lato e tutti i poli negativi dall'altro lato. Vengono così creati percorsi multipli per far fluire la corrente da un'estremità della batteria all'altra.

Ognuna di queste due configurazioni di base si caratterizza per delle specifiche regole che riguardano la relazione tra tensione, corrente e resistenza.

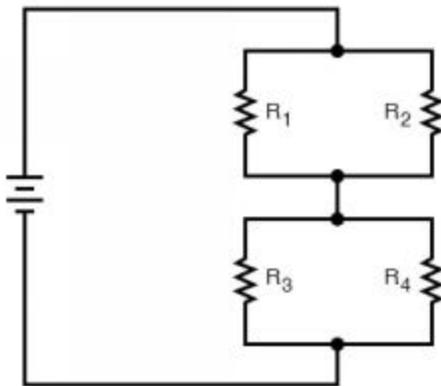
Per i circuiti collegati in serie:

- La tensione totale è data dalla somma delle singole tensioni.
- L'intensità della corrente rimane quella di un singolo componente.
- La resistenza totale è uguale alla somma delle resistenze.

Per i circuiti collegati in parallelo:

- La tensione totale è uguale a quella di un singolo componente.
- L'intensità della corrente è data dalla somma delle singole componenti.
- La resistenza totale è sempre minore di ogni resistenza collegata.

Ci sono anche alcuni circuiti in cui i componenti sono collegati in serie in alcune parti e in parallelo in altre, questi circuiti sono chiamati “serie-parallelo”.



Poiché questi circuiti sono una combinazione di entrambe le modalità di collegamento, non possiamo

applicare le regole sulla tensione, la corrente e la resistenza come potremmo fare quando i circuiti sono collegati in un modo o nell'altro. Dovremmo invece identificare quali parti di quel circuito sono collegate in serie e quali parti sono collegate in parallelo, quindi applicare selettivamente le regole dei rispettivi collegamenti per determinare il comportamento del circuito. Affronteremo meglio questo argomento più avanti in questo libro.

PARTE 2
SELEZIONE DEI COMPONENTI

Componenti base di un impianto solare off-grid

Per costruire un impianto solare autonomo sono necessari solo pochi componenti. In questo capitolo ti spiegherò brevemente quali sono e a cosa servono. Successivamente, parleremo di come scegliere i componenti più adatti alle tue esigenze.

I componenti principali di un impianto solare indipendente sono:

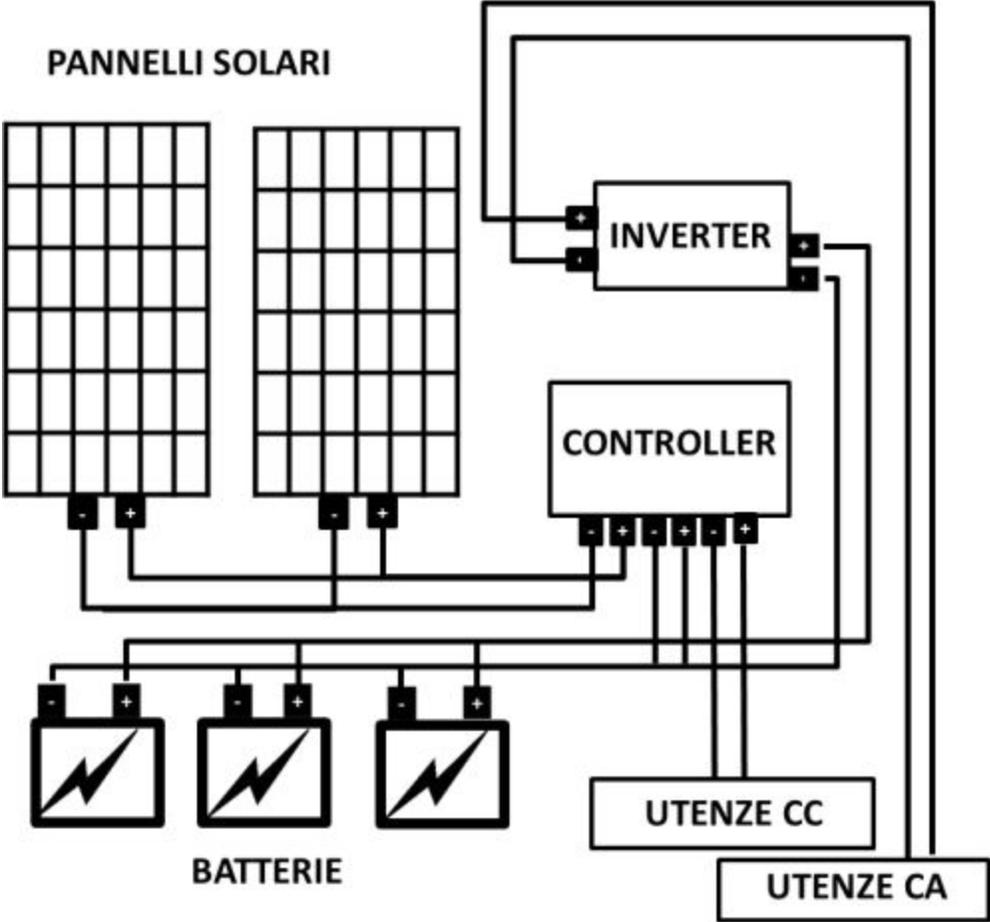
- Pannelli solari.
- Batterie.
- Regolatore di carica.
- Inverter.
- Cavi e fusibili
- Connettori

Oltre a quanto elencato sopra, potresti poi aver bisogno di alcune componenti aggiuntive come:

- Supporti e staffe di montaggio per pannelli solari.
- Blocco fusibili.
- Monitor batteria.
- Prolunghe per i cavi dei pannelli solari.

Infine, quando si installa il sistema, è necessario avere nella propria cassetta degli attrezzi alcune piccole cose come del filo di rame, del nastro isolante, degli interruttori, e strumenti adatti alle piccole riparazioni elettriche.

Il diagramma seguente mostra un sistema solare off-grid in cui sono presenti tutti i componenti sopra elencati.



Pannelli solari



I pannelli solari convertono la luce solare in corrente continua e sono i mattoni fondamentali dell'impianto solare.

Come vedremo più avanti in questo libro, ci sono diversi tipi di pannelli solari in commercio e diversi modi per collegarli tra loro.

I pannelli solari per un sistema off-grid non sono comunque differenti da quelli degli altri tipi di impianto.

Batterie



I pannelli solari sono in grado di fornire energia, sotto forma di corrente continua, solo quando c'è il sole.

In determinate condizioni, tuttavia, i pannelli non sono in grado di produrre corrente, ad esempio di notte, oppure quando il cielo è estremamente nuvoloso o ancora quando l'impianto fotovoltaico viene disconnesso per lavori di riparazione e manutenzione.

Per questi motivi, gli impianti solari off-grid, che non possono accedere alla rete elettrica, devono in taluni casi poter attingere energia da un'altra fonte. Questa fonte di energia di emergenza è data dalle batterie.

Le batterie immagazzinano energia durante il giorno e la restituiscono al sistema quando ce n'è bisogno..

Come vedremo più avanti, ci sono diversi tipi di batterie tra cui scegliere e diversi modi per collegarle insieme. Quando si progetta un sistema solare indipendente è inoltre importantissimo saper determinare la dimensione giusta del proprio banco di batterie. Anche questo è un procedimento che illustreremo nel dettaglio tra qualche pagina.

Regolatore di carica solare (controller)



Il regolatore di carica solare (o controller) è un dispositivo posizionato tra i pannelli solari e la batteria che serve a regolare la tensione e la corrente dei moduli solari oltre che per mantenere la corretta tensione di carica sulle batterie.

Un'altra funzione essenziale di un controller solare è quella di gestire la carica in ciascuna batteria e di garantire che ogni batteria sia caricata correttamente. Man mano che le batterie invecchiano, la carica di ciascuna batteria inizia a variare. Ciò significa che alcune batterie vengono caricate e scaricate a velocità diverse. Questo sbilanciamento può comportare il deterioramento delle batterie e la riduzione della loro durata. I regolatori solari intelligenti possono far fronte a queste fluttuazioni bilanciando le batterie cariche.

Gli impianti solari off-grid utilizzano normalmente batterie da 12 oppure da 24 volt. Tuttavia, i moduli solari possono fornire molta più tensione di quella necessaria per caricare le batterie. Quando la tensione in ingresso del pannello solare aumenta, il controller regola la carica delle batterie e quindi impedisce il sovraccarico. Convertendo sostanzialmente la tensione in eccesso in corrente, la tensione di carica può essere mantenuta a un livello ottimale, riducendo il tempo necessario per caricare completamente le batterie.

Molti controller solari hanno anche uno schermo LCD di stato in cui è possibile controllare il livello corrente della batteria e vedere quanta elettricità sta generando il sistema solare. Si possono inoltre impostare dei controlli routinari finalizzati al bilanciamento automatico delle batterie. Ciò consente al sistema solare di funzionare in modo ottimale in ogni momento.

Inverter



I pannelli solari ricevono i raggi del sole e li convertono in corrente continua (CC). La corrente continua è utile, ma la maggior parte degli elettrodomestici (frigoriferi, televisori, PC, asciugacapelli, aspirapolvere, lavatrici) funzionano con corrente alternata. Se vogliamo collegare questi dispositivi al nostro impianto, abbiamo bisogno di qualcosa che trasformi la corrente continua in corrente alternata. Questo strumento è l'inverter.

Come anche per i pannelli solari e le batterie, esistono diversi tipi di inverter. Più avanti ti spiegherò come sceglierne uno adatto alle tue esigenze.

Fusibili



I fusibili sono una parte cruciale di qualsiasi sistema elettrico. Un fusibile è essenzialmente solo un sottile pezzo di filo che si rompe quando la corrente che lo attraversa è superiore al limite che il cavo può gestire. Questo li rende una protezione fantastica contro sovratensioni e cortocircuiti, che se non interrotti danneggerebbero i tuoi apparecchi e consumerebbero le batterie.

Cavi



I cavi sono dei componenti spesso sottovalutati, ma che svolgono un ruolo essenziale nell'impianto solare. Esistono tre diverse serie di cavi che è necessario prendere in considerazione:

- cavi per il collegamento dei pannelli solari.
- cavi per il collegamento delle batterie.
- cavi per il collegamento dei dispositivi.

Qualunque sia la tipologia, è sempre meglio utilizzare dei cavi in grado di gestire la massima quantità di corrente (amperaggio) con cui si desidera lavorare. Tieni presente che potresti voler aggiornare il tuo sistema in un secondo momento e utilizzare un cavo con amperaggio superiore a quello effettivamente necessario potrebbe semplificare rendere l'espansione futura il più semplice possibile.

Connettori per fotovoltaico



I connettori di alimentazione sono il collegamento tra un dispositivo e la sua fonte di alimentazione.

I connettori vengono in genere forniti in dimensioni standard e non sono intercambiabili per motivi di sicurezza. Si tratta di evitare che l'apparecchiatura venga accidentalmente collegata ad una uscita errata.

Tutti i pannelli fotovoltaici sono dotati, sul retro, di una scatola da cui fuoriescono due cavi che terminano con altrettanti connettori, uno maschio e uno femmina, di facile uso: si tratta di appositi connettori (con bloccaggio), tipicamente di tipo MC o compatibili, e con una tensione massima di 1000 V DC. Infatti, i connettori MC3 e MC4 di Multi-Contact costituiscono da sempre lo standard più noto del mercato. Altri comuni connettori sono i Tyco, adattabili allo standard MC con appositi adattatori. Per connettere fra loro i pannelli o per collegare le stringhe agli inverter, vengono usati dei particolari connettori a tenuta stagna, che possono resistere alle intemperie per almeno 20 anni senza danneggiarsi e lasciar penetrare acqua o polvere.

Scegliere i pannelli solari

Il numero e il tipo di moduli solari necessari per generare energia solare a sufficienza per supportare il tuo consumo di elettricità gioca un ruolo essenziale nella progettazione, nel dimensionamento e nei costi del tuo impianto fotovoltaico.

Ci sono molte decisioni da prendere quando si installano pannelli solari su una piccola casa o su un camper. Alcuni dei più elementari sono: di che dimensione devono essere i pannelli da comprare? È meglio installare pannelli solari flessibili o pannelli rigidi? Le celle solari dovrebbero essere monocristalline o policristalline? È meglio installare pannelli da 12 o 24 volt?

Pannelli solari rigidi e flessibili

I pannelli solari possono essere rigidi o flessibili. I pannelli rigidi sono costruiti con una cornice di alluminio che circonda il vetro temperato di cui sono ricoperte le celle solari. Sono uno standard ben conosciuto e sperimentato e nessuno ti guarderà con sospetto se deciderai di installare questo tipo di prodotto. I principali punti di forza dei pannelli rigidi sono:

- Sono lo standard del settore, esistono da decenni.
- Possono resistere a tutte le condizioni climatiche.
- Possono essere installati su staffe super robuste che possono essere angolate per sfruttare la luce del sole durante tutto l'anno.
- Sono più economici dei pannelli flessibili.

Di contro, i pannelli rigidi hanno anche delle debolezze:

- Sono relativamente pesanti. Per una casa tradizionale, questo peso può essere irrilevante, ma per una casa su ruote o un furgone, è un elemento da considerare attentamente.
- L'installazione richiede di praticare fori nel tetto. Non ci sono problemi per le case. Per coloro che hanno un furgone, tuttavia, l'idea di praticare fori sul tetto non è sempre accettata.

I pannelli solari flessibili sono opzioni più gestibili e leggere.



I pannelli flessibili sono costituiti da celle solari piatte stampate sotto uno strato di plastica protettiva.

I pannelli solari flessibili presentano numerosi vantaggi rispetto ai pannelli rigidi:

- Sono leggermente più leggeri dei pannelli solari tradizionali (forniscono la stessa potenza dei pannelli rigidi e pesano meno di un quarto).
- Si possono montare sul tetto di un camper utilizzando un adesivo sigillante specifico. Questa cosa è particolarmente utile nel caso di tetti in fibra di vetro e, in generale, consente di aggirare il problema di praticare dei fori in un tetto a tenuta stagna e rischiare di creare perdite. Basta una comune pistola per silicone e in pochi minuti si possono montare i pannelli solari sul tetto di qualsiasi veicolo.



- Un'altra caratteristica interessante è che questi pannelli possono adattarsi a quasi tutte le superfici curve perché non hanno un telaio e possono piegarsi per seguire il

contorno del tetto, rendendoli ideali per tutti quei furgoni che hanno un tetto dal profilo non tradizionale.

Dall'altro lato:

- i pannelli solari flessibili sono meno efficienti dei pannelli solari rigidi con cornice in alluminio, il che significa che potresti avere bisogno di installare un maggior numero di pannelli solari per gli stessi watt che produrresti con un minor numero di pannelli tradizionali.
- Il prezzo è quasi il doppio di quello dei pannelli tradizionali.
- I pannelli pieghevoli non possono essere installati su staffe inclinabili. Quindi, ancora una volta, per avere più watt potresti essere costretto a installare più pannelli.
- I pannelli solari flessibili non sono robusti come i pannelli solari rigidi con cornice in alluminio costruiti con vetro temperato. I rami degli alberi sporgenti possono facilmente graffiarli.
- I pannelli solari flessibili sono venduti con una garanzia molto più breve rispetto ai pannelli solari rigidi. Mentre molti produttori di pannelli solari garantiscono i loro pannelli solari rigidi con cornice in alluminio temperato per 25 o 30 anni, i produttori di pannelli solari pieghevoli generalmente garantiscono i loro pannelli per 5 anni o anche meno.

Per concludere quindi si può dire che non c'è una soluzione migliore in assoluto, ma la scelta dipende dalle tue particolari esigenze.

Tensione dei pannelli solari

I pannelli solari sono generalmente dimensionati per funzionare su circuiti a 12 o 24 volt. I pannelli fotovoltaici a 48 volt sono meno comuni e più costosi, per cui non vengono frequentemente impiegati.

A questo punto ti potresti chiedere se sia meglio utilizzare per il tuo impianto pannelli da 12 V oppure da 24 V. Innanzitutto bisogna dire che il pannello (come tutto il resto del tuo impianto) deve essere adatto alla funzione che deve svolgere nell'ambiente in cui deve lavorare, quindi prima di vedere cosa acquistare bisogna capire come intendi usarlo, in che stagione dell'anno, in che posizione montarlo e (nel caso tu voglia montarlo su un veicolo da campeggio) anche che abitudini di sosta hai. Oltre a questa semplice considerazione di base, ci sono comunque diversi altri aspetti tecnici da considerare e che possono determinare la tua scelta.

Per prima cosa devi scegliere in base alla potenza che ti serve. Vedremo nel prossimo capitolo come fare questo calcolo. Per ora però ti basterà sapere che i pannelli solari di potenza inferiore a circa 150 watt sono generalmente pannelli da 12 volt. I pannelli solari di potenza superiore sono di solito pannelli da 24 volt. Se ti serve avere molta potenza ti consiglio quindi di optare per pannelli da 24 Volt.

Tra gli altri fattori da considerare c'è lo spazio che hai a disposizione. Se per il tuo impianto hai poco spazio, ad esempio se stai pensando di montare un piccolo pannello su una barca, magari solo per dare energia a un notebook, allora i pannelli da 12 V potrebbero essere la soluzione ottimale, perché sono di dimensioni inferiori e sono anche più economici di quelli da 24 V. In linea di massima, quindi, i pannelli da 12 V sono più adatti per progetti di piccole dimensioni, mentre i pannelli solari a 24 V si adattano meglio a impianti più grandi.

Considera anche cosa devi alimentare con il pannello solare. Prima di scegliere la tensione del pannello, è bene stilare una lista delle utenze che devi alimentare e valutare quante di esse necessitano di una tensione a 12 V,

quante a 24 V e quante a 240 V. È vero infatti che, con un inverter, puoi alimentare qualsiasi elettrodomestico a 240 V, però è anche vero che l'inversione a 240 V può essere estremamente inefficiente. A volte è necessario ricorrere all'inverter, ma in un sistema off-grid può essere una buona idea ridurre al minimo la quantità di elettricità che è necessario invertire. Valuta attentamente se gli elettrodomestici che necessitano l'inversione sono realmente necessari e al limite pensa a come potresti sostituirli con altri.

In alcuni casi la scelta dei pannelli a 12 V può essere conveniente perché ci sono molti dispositivi disponibili sul mercato in grado di funzionare con questa tensione. Per di più si tratta spesso di dispositivi poco costosi. 12 V è infatti la tensione dei sistemi elettrici per auto, il che significa che tutto ciò che si collega a una presa accendisigari per auto può essere utilizzato anche in un impianto solare a 12 V. Sul mercato si trovano luci, impianti hi-fi, televisori, caricabatterie per telefoni e laptop, persino bollitori, frigoriferi e fornelli a 12V. Esistono anche molte apparecchiature nativamente concepite per funzionare a 24 V, ma possono essere un po' più difficili da trovare e quindi più costose.

Un altro motivo per cui potresti preferire i pannelli a 12 V è che questa è una tensione relativamente sicura su cui lavorare. L'elettricità può essere pericolosa a qualsiasi tensione, ma un sistema a bassa corrente da 12 V non provoca scosse elettriche gravi quanto quelle generate da sistemi con tensioni più elevate.

Per finire, considera anche la compatibilità tra gli elementi. È vero che dovresti partire dalla scelta del pannello e poi selezionare gli altri componenti del tuo impianto, ma in alcuni casi potresti ritrovarti già in casa alcune componenti e quindi potresti decidere di utilizzarle. In tali casi devi tener conto di queste cose:

- **la tensione della batteria utilizzata.** In generale, un pannello solare da 12 V deve essere associato a una batteria da 12 V e un pannello solare da 24 V deve essere utilizzato con una batteria da 24 V.

- **Il tipo di inverter utilizzato.** Gli inverter sono disponibili in diverse potenze come 12V, 24V, 48V. Come la batteria, anche il pannello solare dovrebbe essere compatibile con l'inverter. Ad esempio, un pannello solare da 12 V deve essere associato a un inverter da 12 V e un pannello solare da 24 V deve essere utilizzato con un inverter da 24 V.
- **La tensione del controller di carica.** La tensione del pannello solare non dovrebbe essere superiore a quella dei regolatori di carica. Ad esempio, un pannello solare da 9 Ampere non può essere associato a un controller di carica da 6 Ampere. Se sono presenti una batteria da 12 V, un inverter da 12 V, un controller di carica da 12 V, anche il pannello dovrà avere la stessa tensione.

Tipologia di celle e tecnologie disponibili

I pannelli fotovoltaici si distinguono tra loro per il tipo di tecnologia o di celle utilizzate. I pannelli più diffusi sul mercato sono pannelli fotovoltaici monocristallini, pannelli fotovoltaici policristallini e pannelli fotovoltaici amorfi (o a film sottile).

Ognuna di queste tecnologie ha i suoi vantaggi e svantaggi che descriverò nei prossimi paragrafi. In realtà bisogna dire che esistono anche altri tipi di celle solari più moderne e costose, ma queste sono utilizzate solo sui satelliti o nei laboratori di ricerca più avanzati. Non sono quindi rilevanti ai fini di questo libro. Nei paragrafi successivi ci concentreremo solo sui pannelli fotovoltaici che si trovano oggi in commercio a un costo ragionevole.

Pannelli solari amorfi

Tra le tecnologie disponibili, quella dei pannelli fotovoltaici amorfi, anche detti pannelli a film sottile, è la più economica. In tempi recenti numerose aziende hanno iniziato a stampare delle pellicole solari amorfe a basso costo che hanno dato nuovo slancio a tutta l'industria del solare. Nel periodo compreso tra il 2008 e il 2013, i costi dei pannelli solari amorfi sono diminuiti di circa il 30% ogni anno. Al momento i prezzi si sono stabilizzati, e non calano più tanto rapidamente come alcuni anni fa, ma i pannelli solari a film sottile rimangono comunque poco costosi rispetto alle altre tecnologie disponibili.

Questo tipo di tecnologia ha avuto per lungo tempo cattiva fama, perché i primi pannelli a film sottile erano scarsamente affidabili e poco duraturi. Le sostanze chimiche utilizzate nella produzione e la scarsa qualità dei materiali non rendevano i pannelli resistenti a temperature estreme, e così le rotture (specie dopo alcuni anni) erano frequenti. Per fortuna, questa tecnologia è maturata in modo significativo e negli ultimi anni le cose sono cambiate radicalmente. Il solare amorfo è ora considerato altamente affidabile, e presenta anche alcuni vantaggi rispetto ai tradizionali pannelli solari. Tutti i grandi produttori hanno oggi in catalogo dei pannelli solari amorfi di ottima qualità sui quali offrono persino una garanzia di dieci o venti anni.

Sulla carta, i pannelli solari amorfi sono i pannelli meno efficienti, dal momento che riescono a convertire solo il 6–8% della luce solare disponibile in elettricità.

A causa della loro minore efficienza, un pannello solare amorfo deve essere molto più grande dell'equivalente pannello solare cristallino. Di conseguenza, i pannelli solari amorfi possono essere utilizzati solo dove non vi sono vincoli di spazio o dove il fabbisogno energetico complessivo è molto basso. La loro resa è circa la metà (o a volte anche meno) dei pannelli cristallini. Ciò significa che, per avere la stessa quantità di elettricità prodotta, è necessario avere il doppio o il triplo dei pannelli.

Tuttavia, i pannelli amorfi hanno anche dei punti di forza: tanto per iniziare, funzionano molto meglio di altri pannelli in condizioni di temperatura estreme. In questi casi, la perdita di potenza è significativamente inferiore rispetto ad altre tecnologie di pannelli solari.

Un altro vantaggio è che, a differenza di altre tecnologie di pannelli solari, i pannelli a film sottile continuano a funzionare ad un alto livello di efficienza anche in giornate nuvolose oppure quando sono parzialmente coperti dall'ombra.

Inoltre i pannelli solari amorfi sono anche migliori in termini di impatto ambientale, essendo realizzati con un processo produttivo che rilascia meno sostanze chimiche nell'ambiente.

Per finire, i pannelli amorfi hanno il vantaggio di essere molto adatti all'integrazione in prodotti di consumo di tipo industriale: costano poco se prodotti in grande scala, possono adattarsi alle superfici curve e sono abbastanza resistenti da poter essere montati su superfici calpestabili.

A questo punto la domanda che potresti farti è se convenga o meno utilizzare questi pannelli per il tuo impianto. Per rispondere devi tener conto che la maggior parte dei pannelli solari amorfi ha uscite di potenza relativamente basse. Questi pannelli possono funzionare bene per installazioni più piccole fino a circa 300 watt di output, ma non così bene per installazioni più grandi. Per potenze maggiori servirebbe infatti un gran numero di pannelli e le spese che si dovrebbero sostenere per il montaggio e il cablaggio dell'impianto potrebbero superare il vantaggio in termini di costi.

Di conseguenza, i pannelli solari amorfi sono spesso più adatti per la realizzazione di applicazioni industriali, come fonte di energia integrata in prodotti realizzati in serie o per installazioni commerciali su larga scala. In questi casi i pannelli possono essere incorporati nella struttura stessa dei prodotti. Proprio per questo motivo, e grazie a questa tecnologia, sono stati realizzati molti prodotti come telefoni cellulari, computer portatili, abbigliamento e materiali di copertura che hanno dei pannelli solari amorfi incorporati. Vista la loro economicità, alcuni produttori hanno usato questa

tecnologia per integrare delle cellule fotovoltaiche direttamente nelle tegole dei tetti delle case. Ciò consente di portare il fotovoltaico anche nelle aree soggette a vincoli architettonici e paesaggistici. Si tratta quindi di una tecnologia entusiasmante, che migliorerà probabilmente a in futuro, ma che spesso non è la scelta migliore per il fai da te.

Pannelli solari policristallini

I pannelli solari policristallini sono ricavati dagli scarti dell'industria elettronica. Le celle sono formate da più cristalli e la loro colorazione tipica è quella del blu cangiante. Le celle sono costituite da cristalli di silicio orientati in modo casuale. Questo fa sì che abbiano un'efficienza inferiore se colpite perpendicolarmente dai raggi del sole. Sotto la luce diretta del sole sono molto più efficienti dei pannelli solari amorfi, con livelli di efficienza del 12–16%. Di conseguenza, i pannelli solari policristallini sono circa un terzo della dimensione fisica di un equivalente pannello amorfo, il che può renderli più facili da inserire in molti impianti. Per produrre 3 kWp (la quantità di corrente solitamente necessaria per far funzionare una casa) sono necessari da 22 a 28 metri quadrati di questi pannelli.

I pannelli solari policristallini vengono spesso venduti con una garanzia di 25 anni e hanno un'aspettativa di vita molto più a lunga. Questo tipo di tecnologia è disponibile sul mercato sin dalla prima metà degli anni '70 e molti di questi pannelli sono ancora perfettamente funzionanti e in uso ancora oggi.

Il processo di fabbricazione di pannelli solari policristallini è complicato. Di conseguenza, i pannelli solari policristallini sono più cari, spesso costando il 20-30% in più rispetto ai pannelli solari amorfi.

L'impatto ambientale della produzione è anche maggiore rispetto ai pannelli amorfi, con un rilascio maggiore di sostanze inquinanti e un periodo di recupero più lungo.

Anche i prezzi per i pannelli solari policristallini, come quelli dei pannelli amorfi sono calati molto negli ultimi anni. Questo grazie sia all'aumento della capacità produttiva delle fabbriche sia alla crescente popolarità per i televisori a grande schermo, che utilizzano lo stesso tipo di vetro.

Tra il 2007 e il 2014, i prezzi sono diminuiti di circa il 25-30% all'anno. Nel 2015 e nel 2016, i prezzi sono scesi di un ulteriore 10-15%. Oggi la maggior parte degli esperti del settore concorda sul fatto che i prezzi abbiano ormai toccato il fondo e probabilmente rimarranno ai livelli attuali per i prossimi anni.

Pannelli solari monocristallini

I pannelli solari monocristallini sono i più pregiati e si distinguono a prima vista per il loro colore variabile tra il blu scuro e il nero. Le celle sono formate da un solo cristallo di silicio ed hanno forma circolare o ottagonale. Sono tra i pannelli solari più efficienti oggi disponibili, con livelli di efficienza del 15-19%.

Per la loro efficienza sono i pannelli solari più piccoli (per watt) disponibili e quindi è possibile occupare una superficie minore a parità di energia prodotta. Un impianto normale per una famiglia media necessita di una superficie variabile tra i 15 e i 25 metri quadrati, con i quali si riesce a produrre 3 kWp.

Per il resto i pannelli solari monocristallini hanno le stesse caratteristiche dei pannelli solari policristallini.

Per quanto riguarda costi e prezzi, i pannelli solari monocristallini sono i pannelli solari più costosi da produrre e, quindi anche quelli con il prezzo più alto per l'utente finale. In genere costano circa il 10% in più rispetto ai pannelli solari policristallini equivalenti.

Pannelli a tecnologia ibrida

Alcuni produttori di pannelli solari hanno combinato due tecnologie e inserito celle solari monocristalline e a film sottile nello stesso pannello. Questa soluzione offre i vantaggi dell'efficienza del monocristallino e i vantaggi della resa migliore in ombra e delle prestazioni ad alta temperatura della tecnologia amorfa. I pannelli a tecnologia ibrida offrono livelli di efficienza compresi tra il 18 e il 22% in condizioni ottimali, e sono molto migliori di tutti gli altri quando le condizioni non sono ottimali. In questi casi, le prestazioni possono essere migliori del 10-20% rispetto ad altri pannelli solari.

Il rovescio della medaglia è il prezzo. I pannelli solari a tecnologia ibrida dal punto di vista del prezzo sono costosi, circa il doppio rispetto ai pannelli monocristallini. A meno che lo spazio non sia limitato a tal punto tale da giustificare la differenza di prezzo, i pannelli solari di questo tipo sono generalmente esclusi per motivi economici.

Quale tipo di pannello scegliere?

Per la maggior parte delle applicazioni, i pannelli policristallini offrono la soluzione migliore, con un ragionevole rapporto qualità-prezzo e dimensioni compatte. I pannelli amorfi possono essere una buona scelta per le installazioni più piccole in cui lo spazio non è un problema. Di solito non sono utili per generare più di qualche centinaio di watt di potenza a causa delle loro dimensioni complessive a meno che tu non abbia un'area estremamente ampia che puoi coprire con pannelli solari.

Considera inoltre che non tutti i pannelli solari sono uguali e vale la pena acquistare un prodotto di marca (e di qualità) piuttosto che uno senza marchio. I pannelli solari più economici (e non di marca) potrebbero non essere all'altezza delle tue aspettative, soprattutto quando hai bisogno energia in giorni nuvolosi. Se il tuo investimento deve durare molti anni, è consigliabile acquistare da un marchio noto come Eco Future, Kyocera, Panasonic, Hyundai, Mitsubishi, Solar Frontier o Sharp.

Cosa considerare quando si acquista un pannello economico

Come anticipato, i prodotti di marca sono sempre i più sicuri e quelli che consiglio a coloro che vogliono fare un investimento che duri nel tempo. Ad ogni modo, non tutti i sistemi di energia solare devono durare dieci o venti anni. Se stai cercando un sistema piccolo ed economico per fornire energia a un camper o una roulotte, oppure se le tue esigenze sono modeste (ad esempio ti serve solo per avere una luce in un capannone) l'acquisto di un pannello solare economico potrebbe essere l'opzione giusta per te.

La qualità dei pannelli solari più economici è notevolmente migliorata negli ultimi anni. Sei o sette anni fa, l'acquisto di un prodotto senza marchio era sicuramente un disastro annunciato. Molti dei pannelli erano assemblati male, consentivano all'acqua di penetrare attraverso i telai danneggiando le celle solari. Molti di questi pannelli erano fatti con un vetro sottile di bassa qualità che si appannava nel tempo e si scheggiava o si spezzava facilmente.

Le celle utilizzate da questi produttori erano spesso celle di scarto scadenti e spesso si degradavano molto rapidamente.

Per fortuna, la maggior parte di questi problemi è ora superata e anche un pannello solare economico acquistato su eBay può essere un buon prodotto che genererà energia in modo affidabile per cinque o dieci anni e forse anche più a lungo.

Se hai intenzione di acquistare un pannello solare da un produttore di cui non hai mai sentito parlare, ci sono comunque delle cose da tenere in considerazione.

Comprare un pannello più potente

L'acquisto di un pannello solare molto economico, può farti risparmiare fino al 50% del prezzo rispetto all'acquisto di un prodotto di marca. Tuttavia, ti dovrai aspettare che un pannello economico si degraderà in maniera più rapida rispetto a un'unità di marca e non sarà altrettanto efficiente. Per ovviare a questi limiti, ti consiglio di acquistare un pannello solare con un wattaggio maggiore di quello di cui hai effettivamente bisogno. Cerca di avere almeno il 15% di potenza in più rispetto al tuo fabbisogno stimato. Risparmierai ancora comunque molti soldi, ma avrai la certezza che il sistema sarà all'altezza del compito.

Verificare la garanzia

Acquistando pannelli solari economici non otterrai una garanzia di cinque, dieci o venti anni, ma dovresti comunque aspettarti una garanzia di uno o due anni. Verifica cosa offre la garanzia. Deve essere garantito un rendimento minimo del pannello in condizioni controllate. Lo standard in tutto il settore è garantire l'80% della produzione indicata in condizioni controllate. Se devi fare un reclamo in garanzia, controlla anche che procedura bisogna seguire per ottenere la sostituzione o la riparazione di un prodotto difettoso. La spedizione di un pannello solare rotto in giro per il mondo potrebbe costare tanto quanto l'acquisto di un nuovo pannello solare.

Controllare il vetro

Se il pannello solare che stai acquistando deve essere montato su un veicolo, o se stai acquistando un pannello solare fisicamente grande, assicurati che il prodotto sia realizzato con vetro temperato. Il vetro temperato è circa otto volte più resistente del normale. È importante che il vetro sia robusto perché se si scheggiasse vedresti immediatamente un calo significativo della potenza erogata. Se nel pannello entrasse dell'acqua, si potrebbe creare un cortocircuito che potrebbe causare un incendio.

Vale la pena notare che alcuni pannelli solari amorfi non possono usare il vetro temperato a causa del modo in cui il film sottile viene applicato sul vetro. Alcuni produttori riducono questo problema utilizzando un vetro più spesso.

Per finire ricorda che vale anche la pena investire in pannelli solari che utilizzano vetri autopulenti. Il vetro autopulente ha la caratteristica di lavarsi ogni volta che piove. Ciò garantisce che i pannelli rimangano puliti e quindi più efficienti in ogni giorno.

Cosa considerare se si acquistano pannelli di seconda mano

Su eBay oppure su alcuni siti specializzati potresti trovare in vendita dei pannelli solari di seconda mano. Fintanto che provengono da un marchio rispettabile, i pannelli solari di seconda mano possono avere un eccellente rapporto qualità-prezzo e anche i vecchi pannelli che hanno 25-30 anni possono ancora offrire alcuni anni di utile servizio. Difatti i pannelli solari di buona qualità sono realizzati per fornire almeno 25 anni di servizio, ma nessuno può dire quanto dureranno oltre questa durata.

I primi pannelli solari disponibili in commercio (che hanno ormai quasi quarant'anni) funzionano ancora molto bene, e in genere sono capaci di erogare circa il 70% della loro potenza originale. Vi sono, tuttavia, alcuni punti da tenere in considerazione se si sta valutando l'acquisto di pannelli solari fotovoltaici usati:

- non acquistare mai pannelli solari usurati che non hai potuto vedere di persona.
- Porta con te un multimetro e testa il pannello per assicurarti che abbia ancora dei parametri di voltaggio e potenza ragionevoli.
- Verifica il vetro dei pannelli e scarta quelli che presentano vetri scheggiati o rotti.
- Verifica che non ci sia della condensa tra il vetro e la cella solare.

Considera inoltre che l'efficienza dei vecchi pannelli solari fotovoltaici è significativamente inferiore rispetto ai nuovi prodotti.

30 anni fa, i pannelli solari più efficienti offrivano solo il 5-6% di efficienza, rispetto ai livelli di efficienza del 13-24% di oggi.

10-15 anni fa, la maggior parte dei pannelli solari aveva un'efficienza compresa dal 10 al 12%. Di conseguenza, è probabile che un pannello solare fotovoltaico dei primi anni '80 sia tre volte più grande di un moderno gruppo cristallino equivalente.

Infine tieni conto che questi pannelli di seconda mano non avranno nessuna di quelle certificazioni di sicurezza che invece oggi sono obbligatorie per i pannelli solari di nuova produzione. Ciò può causare problemi con le normative edilizie o assicurative, specialmente se si intende installare i pannelli su un edificio come parte di un nuovo impianto solare.

Scegliere la batteria



La

selezione della batteria è di fondamentale importanza per la costruzione di un impianto off-grid. In questo ambito le opzioni di scelta sono talmente tante da mandarti presto in confusione. Ci sono infatti batterie al litio, batterie AGM, batterie al piombo, batterie ad acido libero, batterie ermetiche, batterie al gel, ecc.

Ci sono anche vari parametri da considerare come la profondità di scarica, la capacità, la durata della batteria e le esigenze di manutenzione. Cercherò di chiarire queste cose nei paragrafi seguenti.

Batterie AGM e al litio

Per gli scopi di questo libro, non credo sia utile parlarti di ogni tipo di batteria disponibile sul mercato. Invece, ti consiglio di considerare solo due principali opzioni: le batterie al litio e le batterie AGM. Queste batterie differiscono tra loro per la capacità di essere scaricate a fondo (profondamente), per il numero di cicli di vita, per la velocità di ricarica a cui possono essere sottoposte, per il loro peso specifico e per il prezzo.

- Le batterie "a materiale assorbente vetroso" (o batterie AGM) sono una classe di batterie al piombo-acido. Sono batterie che hanno un prezzo ragionevole, resistono alle vibrazioni e possono gestire un buon numero di cicli di carica/scarica. Rispetto alle batterie al litio hanno una durata più breve e richiedono una manutenzione regolare. Funzionano bene alle temperature più fredde.
- Le batterie al litio sono più efficienti, sono esenti da manutenzione, sono molto più leggere e durano di più. Si ricaricano più velocemente e questo, specie se si utilizza un generatore, consente di risparmiare carburante e denaro. D'altra parte, le batterie al litio sono molto più costose e possono smettere di funzionare quando le temperature vanno sotto lo zero.

Di seguito una tabella comparative che può aiutarti nella scelta:

	AGM	Litio
Costo	••	•••••
Efficienza	••	•••
Peso e dimensioni	••	•••••
Aspettativa di vita	••	•••
Numero di cicli	•••	•••••
Capacità di ricarica	•••	•••
Tempo di ricarica	•••	•••••
Performance al freddo	•	•
Funzionamento sotto zero	••	•

In sintesi, non esiste una batteria migliore in assoluto. Per scegliere la migliore batteria per il proprio impianto off-grid bisogna tenere in conto molti fattori tra cui la potenza complessiva che deve erogare ogni giorno, la frequenza di ricarica, la capacità, il peso, il prezzo, ecc.

Nella maggior parte dei casi, nelle case e nei sistemi off-grid in cui si utilizzano regolarmente dei generatori, le batterie al litio valgono l'investimento supplementare. Infatti, il prezzo di una batteria al litio non è molto maggiore di una batteria AGM di alta qualità e gli enormi risparmi in termini di tempo di funzionamento del generatore, permetteranno di rientrare molto rapidamente nei costi dell'investimento.

Negli impianti solari che si usano poco di frequente (che potrebbero includere case vacanze, case per il fine settimana e residenze non permanenti) in cui il sole ha il tempo per ricaricare la batteria, le AGM possono essere una buona opzione. Inoltre questa opzione potrebbe essere da preferire per i luoghi dove le temperature scendono spesso sotto lo zero.

Capacità della batteria

La capacità di una batteria di immagazzinare corrente continua è misurata in ampere-ore (Ah) e mostra quanta corrente può essere fornita per un certo numero di ore. Una batteria di 100 Ah di capacità può erogare continuamente 100 ampere e scaricarsi entro 1 ora oppure può erogare continuamente 10 ampere e scaricarsi entro 10 ore. In generale è meglio avere poca energia per un numero maggiore di ore piuttosto che tanta energia in poco tempo, per cui la corrente di carica/scarica ottimale per una batteria di 100 Ah dovrebbe essere di 10 A. Un fattore importante che influenza la capacità è la temperatura. Più bassa è la temperatura, meno è l'energia fornita.

L'elettricità immagazzinata in una batteria può essere successivamente restituita sotto forma di corrente continua.

Maggiore è la capacità, maggiore è la fornitura di tensione nominale della batteria. Dopo un po', la batteria non è più in grado di fornire la tensione nominale. A questo punto, si dice che la batteria si trova in uno stato di "scarica" e deve essere ricaricata per fornire l'energia dichiarata.

Stimare la capacità della batteria

Se vuoi sapere che capacità deve avere la tua batteria, devi prima di tutto conoscere le tue esigenze energetiche quotidiane (più avanti in questo libro vedremo meglio come fare) e quindi stimare il tuo fabbisogno di stoccaggio. Tanto per fare un esempio: se per la tua casa hai un fabbisogno energetico giornaliero di 695 wattora ed hai bisogno che l'impianto fornisca elettricità per cinque giorni alla settimana, puoi facilmente stimare di avere un fabbisogno di stoccaggio di 3.475 wattora di energia (=695 wattora x 5 giorni).

Nei parametri indicati sulle batterie si usano gli amp-ora anziché in watt-ora. Per convertire i wattora in ampere, puoi dividere il numero di wattora per la tensione della batteria. Se pensi di far funzionare il tuo sistema a 12 volt, dividi 3.475 per 12 per ottenere 290 ampere all'ora a 12 volt.

Se invece pensi di far funzionare il tuo sistema a 24 volt collegando due batterie in serie, dividi 3.475 per 24 per ottenere 145 ampere l'ora a 24 volt. Come vedrai tra poco, è meglio non scaricare completamente le tue batterie in quanto ciò potrebbe danneggiarle.

Sulla base del tuo fabbisogno energetico di 145 ampere all'ora a 24 volt e una scarica massima dell'80%, puoi determinare una capacità della batteria di $145 \div 0,8 = 181,25$ ampere all'ora a 24 volt.

Durata della batteria

Le batterie non durano per sempre. Dopo alcuni cicli di carica e scarica, la composizione chimica della batteria inizia a deteriorarsi e, infine, la batteria deve essere sostituita. Naturalmente, vogliamo che le nostre batterie durino il più a lungo possibile, quindi dobbiamo scoprire che parametri considerare al fine di valutare la durata delle batterie che utilizziamo. Esistono due modi diversi per misurare la durata di una batteria. Alcune volte - e questo è il primo modo - i produttori riportano la “float life” o la durata in standby della batteria che indica per quanti anni questa durerà se viene conservata, caricata regolarmente, ma mai utilizzata. Si tratta di un parametro utile, ma non essenziale perché noi intendiamo valutare la durata della batteria quando è in uso.

È più utile quindi considerare la “durata di vita” della batteria che normalmente si esprime in cicli di carica e scarica effettuabili prima che la batteria diventi inutilizzabile.

Profondità di scarica (DoD)

Per capire qual è la durata di vita di una batteria occorre conoscere e comprendere il concetto di profondità di scarica (Depth of Discharge). La Depth of Discharge (DoD) rappresenta la frazione della capacità di carica prelevata dalla batteria durante il suo funzionamento. E' espressa in percentuale della capacità. Per esempio, una batteria da 200 Ah a cui sono stati prelevati 20 Ah ha una profondità di scarica del 10%.

Il concetto è importante perché i produttori in genere indicano quanti cicli di carica e scarica una batteria può sopportare in relazione a determinate percentuali di "profondità di scarica" (DOD) e forniscono delle tabelle simili a questa:

Profondità di scarica	Cicli di vita
100% di scarica (batteria completamente scarica)	300-600
80% di scarica	400-900
60% di scarica	600-1500
40% di scarica	1500-3000
20% di scarica	1500-9000
10% di scarica	10000-15000

Dalla tabella riportata qui in alto si evince un'altra importante considerazione: la batteria dura molto più a lungo se la si mantiene su basse percentuali di profondità di scarica. Per questo motivo, spesso può essere meglio avere una batteria più grande o una serie di batterie collegate tra loro rispetto a una batteria di piccole dimensioni. In questo modo non avremo la necessità di scaricarla completamente. La maggior parte degli esperti consiglia di dimensionare le batterie cercando di fare in modo che il sistema, in condizioni di uso normali, non le scarichi oltre il 50% della loro capacità. Il secondo vantaggio di un banco batterie più grande è che questo ti può consentire di gestire il consumo di elettricità in modo più flessibile.

Se è necessario utilizzare più elettricità per alcuni giorni rispetto a quanto inizialmente previsto potrai farlo senza rimanere a corto di energia.

Stimare la durata delle batterie nel tuo impianto

Calcolare quanto potranno durare le batterie installate nel tuo sistema fotovoltaico, con l'utilizzo che intendi farne, non è particolarmente difficile. Chiaramente è impossibile prevedere il numero esatti di scariche, poiché ciò dipende da troppi fattori, tra cui le condizioni in cui manterrai le batterie e da come utilizzerai il sistema per anni. Tuttavia, con dei semplici calcoli, puoi arrivare a fare delle ipotesi più o meno realistiche.

Quindi, se vuoi capire quanto dureranno le tue batterie, devi cercare di prevedere il numero di cicli di carica/scarica di cui avrai bisogno e con quali percentuali di profondità di scarica^[3].

In primavera, estate e autunno, puoi ipotizzare che il sistema di energia solare funzioni meglio: è improbabile che le batterie si scarichino oltre il 40% o 50% della loro capacità (probabilmente anche molto meno. Ciò dipende in gran parte da quanto sole c'è in queste stagioni nel posto in cui vivi). Tuttavia, è certo che nei mesi invernali le batterie saranno più sfruttate e forse potrebbero essere costrette a fornire energia per diversi giorni prima che i moduli solari possano ricaricarle. Per impostare correttamente la tua stima prova quindi a costruire una tabella come quella seguente nella quale riporterai la profondità di scarica che pensi di raggiungere nei diversi mesi dell'anno.

Mese	Profondità di scarica giornaliera
novembre	80%
dicembre	90%
gennaio	90%
febbraio	80%
marzo	60%
aprile	50%
maggio	40%
giugno	20%
luglio	10%
agosto	20%
settembre	20%
ottobre	40%
Profondità di scarica media	50%

Ai fini del tuo calcolo devi considerare una profondità di scarica media. Una volta fatta la media dei valori indicati per ciascun mese, il calcolo è piuttosto immediato: se, ad esempio, le tue batterie ti consentissero 1.000 cicli di vita con una percentuale media del 50% di scarica mensile avresti una durata di 83 mesi ($= 1.000/12$).

Giorni di autonomia (DoA)

Quando si sceglie la batteria per un sistema fotovoltaico è necessario valutare per quanto tempo il sistema potrebbe essere costretto a funzionare in condizioni critiche, ovvero in una situazione in cui non riuscirà a ricaricarsi. In gergo tecnico, questo periodo è chiamato “holdover”.

Per dimensionare correttamente una batteria bisogna quindi stimare i giorni di autonomia o DoA (*Days of Autonomy*) del sistema. Questo parametro indica il numero di giorni in cui un banco di batterie può alimentare gli apparecchi collegati senza ricaricare i pannelli solari. A tal fine, l’ubicazione geografica dell’impianto è determinante perché da questo dipende il numero di "giorni senza sole", che è una variabile importante per capire l'autonomia.

A meno che il tuo impianto non sia installato in uno dei due circoli polari della terra (Artico oppure Antartico), durante l’anno non avrai mai un giorno del tutto privo di luce solare. Il tuo impianto riceverà una carica dal sole anche nel pieno della stagione invernale. Tuttavia, in questo periodo, il tuo impianto potrebbe non riuscire a fornire tutta l’energia di cui hai bisogno.

Per questo motivo è importante costruire il tuo sistema avendo ben in mente il numero di giorni di autonomia che vuoi avere. In genere le batterie degli impianti solari stand-alone sono dimensionate per fornire da un minimo di 3 ad un massimo di 7 giorni di autonomia. Ovviamente, maggiore è l’autonomia desiderata e più alto sarà il costo della tua batteria.

Cosa considerare quando si acquistano batterie usate

L'acquisto di una batteria usata non è mai la soluzione che ci sentiamo di consigliarti, in quanto i rischi sono notevoli. Tuttavia le esigenze variano notevolmente in base al tipo di impianto che si intende realizzare, e per alcune applicazioni l'idea di procurarsi una batteria di seconda mano non è necessariamente da scartare a priori.

Se il tuo budget è molto limitato e le tue necessità energetiche non sono eccessive, l'acquisto di una batteria usata potrebbe consentirti di risparmiare molto e di ridurre sensibilmente il costo del tuo impianto.

Sul mercato dell'usato si possono trovare batterie precedentemente impiegate in altri impianti fotovoltaici, ma più di frequente provengono da applicazioni differenti come gruppi di continuità dismessi oppure veicoli elettrici. Anche se queste batterie non potranno mai durare tanto quanto una batteria nuova, potrebbero ancora avere una durata residua sufficiente per le tue esigenze.

Se vuoi considerare l'acquisto di una batteria usata, ci sono alcune cose che devi tenere a mente:

- Se intendi costruire un banco batterie usate è meglio non mettere insieme batterie di diverse marche o modelli. Anche se sulla carta potrebbero sembrare compatibili, I parametri reali potrebbero essere differenti e questo potrebbe causare problemi.
- Non mettere mai insieme delle batterie nuove con batterie usate. In questo caso la durata delle batterie nuove potrebbe ridursi notevolmente a causa del collegamento con le batterie più vecchie.
- Cerca di farti un'idea del numero di cicli di carica/scarica avuti dalle batterie usate che intendi acquistare e (se possibile) anche della profondità di scarica mediamente raggiunta.

Generalmente le batterie dei gruppi di continuità sono state scaricate poche volte durante la loro vita, perché il gruppo viene chiamato a fornire energia solo in condizioni particolari. Le batterie provenienti da veicoli elettrici invece è più probabile che siano state sottoposte a continui cicli di carica/scarica e per questo possono essere più deteriorate. Anche in questo caso però dovresti cercare di capire quanto il veicolo (e di conseguenza la sua batteria) sia stato utilizzato.

- Se possibile, cerca di testare le batterie prima di acquistarle. Assicurati che la batteria sia completamente carica ed usa un tester di carica per cercare di capire se funziona.
- Prova a risvegliare la batteria. Se le batterie non sono state caricate e scaricate correttamente può capitare che, durante il tempo, abbiano perso una parte della loro capacità e che durino meno di quanto potrebbero. In alcuni casi questo danno è recuperabile. Per risvegliare la batteria, e fare in modo che la carica duri più a lungo, puoi provare a collegarla a un controller solare oppure a un inverter e a scaricarla lentamente con un apparecchio elettrico a basso consumo. Quando la carica residua sarà arrivata al 20% fai una ricarica completa e ripeti il processo. Dopo tre cicli di questo tipo, generalmente molte batterie usate recuperano buona parte della capacità perduta.
- Nella maggior parte dei casi, è ragionevole attendersi che una batteria usata fornisca circa la metà della capacità indicata. Così se, ad esempio, la batteria è da 100 ampere-ora, puoi presumerne di utilizzarne soltanto 50. Se la batteria usata proviene da un veicolo elettrico dovresti aspettarti di avere solo un terzo della sua capacità originaria. Di certo esiste la possibilità che la batteria funzioni meglio di quanto ti aspetti, ma in questi casi è preferibile non avere aspettative troppo alte: se la batteria dovesse durare di più di quanto ti aspetti sarà tutto guadagnato!

Scegliere il controller

Come abbiamo visto nei capitoli precedenti, il regolatore di carica solare si prende cura delle batterie e impedisce loro di essere sovraccaricate dal sistema solare.

I fattori da considerare nella scelta del controller sono:

Voltaggio

Per prima cosa bisogna scegliere un controller di carica compatibile con la tensione di sistema. Le configurazioni standard sono 12, 24 e 48 volt. Se si collegano delle batterie a 24 volt, è necessario un controller di carica con una tensione nominale di 24 volt.

Alcuni controller sono specificamente prodotti per lavorare con una certa tensione. Altri controller più sofisticati hanno una funzione di rilevamento automatico della tensione che consente di utilizzarli con impostazioni di tensione diverse.

Amperaggio

Il regolatore di carica deve essere in grado di gestire la massima corrente di uscita del pannello solare (o della stringa solare). Il flusso massimo possibile che un modulo fotovoltaico può generare è la "corrente di corto circuito", che è indicata sull'etichetta o sulla scheda tecnica del pannello.

È bene considerare che in circostanze molto particolari lo stesso pannello potrebbe produrre anche più corrente di quella indicata. Ad esempio se l'impianto si trova in una zona innevata, in una giornata di sole il pannello potrebbe ricavare della luce extra riflessa dalla neve. un pannello solare con 7,89 amp potrebbe produrre un ulteriore 25%. Ciò si traduce in un massimo possibile di 9,86 amp ($7,89 \times 1,25 = 9,86$ amp). Quindi anche se il pannello è da 7,89 amp sarebbe meglio avere un controller di carica da 10 amp.

In generale vale sempre la pena acquistare un controller solare con un amperaggio maggiore di quello di cui hai effettivamente bisogno. Ciò peraltro ti offrirà la possibilità di aggiungere altri carichi o nuovi moduli alla tua stringa solare in futuro senza modificare il tuo impianto.

Punto Massimo di potenza

I controller solari più costosi hanno una tecnologia chiamata MPPT (Maximum Power Point Tracking = Tracciamento del Punto Massimo di Potenza). Un controller MPPT regola la tensione ricevuta dalla stringa solare fornendo l'energia ottimale per caricare le batterie senza alcuna perdita di potenza dovuta alla conversione della tensione. I controller di questo tipo consentono di ricavare circa il 20% in più di energia dalla stringa solare rispetto a un controller tradizionale. In generale si tratta di dispositivi che funzionano meglio, ma che sono anche più costosi di quelli tradizionali, per cui non sempre convengono. Se hai un piccolo impianto (per esempio con meno di 120 W di pannelli solari installati), potrebbe essere più economico acquistare dei pannelli solari aggiuntivi piuttosto che spendere soldi extra su un controller MPPT.

Protezione da guasto a terra

Molti controller solari hanno una protezione da guasto a terra. In caso di cortocircuito dal sistema solare, un interruttore differenziale (RCD) interrompe il flusso di corrente tra il sistema solare e il sistema di controllo, evitando così il rischio di danni al sistema di controllo o al sistema del pannello solare. Negli Stati Uniti e in Canada, gli RCD sono anche noti come interruttori di guasto a terra (GFI).

In alcuni paesi questo tipo di protezione è obbligatorio. Ad esempio negli USA per i sistemi a pannelli solari con una potenza di oltre 100 watt e per tutti i sistemi installati su un edificio, è necessario integrare un RCD / GFI separato nel sistema se nel controller non è integrata alcuna protezione da guasto a terra.

Prima di acquistare un controller solare consigliamo quindi di verificare se dispone di questo tipo di protezione e se questa è obbligatoria nel luogo in cui vivi.

Gestione di generatori di emergenza

Alcuni controller hanno un'utile funzione aggiuntiva: la possibilità di avviare un generatore di emergenza se le batterie sono troppo scariche e l'impianto solare non fornisce energia sufficiente per gestire il carico. Questa può essere una funzione utile per tutte quelle installazioni che richiedono un apporto continuo di corrente e per chi non può permettersi di rimanere senza energia neanche per pochissimo tempo. Anche se questa soluzione potrebbe sembrare non molto rispettosa dell'ambiente, bisogna considerare che esistono oggi anche dei generatori che funzionano con biodiesel o bioetanolo. In alternativa, è possibile utilizzare un sistema a celle a combustibile ecologico anziché un generatore. Questi di solito funzionano con bio metanolo o zinco e rilasciano solo acqua e ossigeno.

Controller multipli

A volte, c'è bisogno di installare più controller nel proprio impianto solare. Ad esempio, potresti voler installare pannelli solari in posizioni diverse o in direzioni diverse oppure potresti avere pannelli solari di diverso tipo che desideri comunque utilizzare. Se ti trovi in una di queste situazioni puoi comunque limitarti ad installare un solo regolatore di carica dotato delle funzioni più sofisticate, mentre gli altri possono essere dispositivi più semplici che si limitano a svolgere le funzioni di base.

Scegliere l'inverter

L'inverter, come abbiamo già visto, è quell'apparecchio che serve per trasformare la corrente continua in corrente alternate.

Bisogna osservare che gli inverter per sistemi stand-alone sono dispositivi diversi rispetto a quelli per impianti solari collegati alla rete. Negli impianti solari collegati alla rete, infatti, l'inverter è collegato direttamente ai pannelli solari e si spegne quando questi non producono più energia sufficiente. Con un sistema indipendente, invece, l'inverter è collegato al banco batterie e si spegne quando il banco batterie è quasi vuoto. Oltre a questa fondamentale considerazione ci sono anche altre cose da tenere in conto quando si acquista un inverter:

Tensione di ingresso

Inverter diversi richiedono tensioni di ingresso diverse. Gli inverter più piccolo, con una potenza fino a 3 kW, si usano in genere per sistemi a 12 volt. Gli inverter più grandi tendono a richiedere tensioni più elevate.

Potenza nominale

La potenza nominale è la massima potenza continua che l'inverter può fornire a tutti i carichi collegati nel sistema. Per sapere di quanta Potenza nominale hai bisogno, puoi sommare la potenza di tutti i dispositivi che intendi tenere accesi contemporaneamente. Anche in questo caso, vale la pena aggiungere qualcosa in più a questo valore per mantenere un certo margine di tolleranza.

Un'altra cosa da sapere è che gli inverter non funzionano sempre al loro massimo rendimento. La maggior parte degli inverter ha infatti una potenza di picco che è diversa dal rendimento costante. La Potenza di picco è quella prestazione massima che ti consente di far funzionare carichi aggiuntivi per brevi periodi. Questa cosa è utile per alcuni dispositivi elettrici che consumano molto appena si accendono (ad esempio i condizionatori).

Per quanto riguarda la potenza nominale, è utile avere un inverter con potenza superior alle proprie necessità anche per ragioni di sicurezza in quanto questi dispositivi possono surriscaldarsi molto se si avvicinano al loro carico massimo per lungo tempo e questo, specialmente per un impianto installato su un camper, dove gli spazi sono ristretti e il dispositivo può trovarsi a contatto con materiali infiammabili, può essere rischioso. Min genere si raccomanda l'acquisto di un inverter con un'uscita continua che è almeno un terzo superiore al previsto.

Forma d'onda

La forma d'onda si riferisce alla qualità del segnale fornito da un inverter. Come già sappiamo, nelle nostre case abbiamo a disposizione quotidianamente una corrente alternata di 220 V, con una forma di onda sinusoidale.

Con questa, noi alimentiamo tutto ciò che funziona “a corrente”, sia gli apparecchi dotati di motore, come il frigorifero sia quelli dotati di alternatore, come alcuni tipi di luci sia quelli che privi di entrambi, come la maggior parte dei piccoli elettrodomestici. Il compito dell'inverter è trasformare la corrente continua in alternata..

Gli inverter più economici spesso forniscono un segnale sinusoidale modificato (modified sine wave). Gli inverter più costosi forniscono invece un segnale sinusoidale puro (pure sine wave).

Negli inverter ad onda sinusoidale modificata la tensione viene modulata da due segnali digitali, uno che controlla la polarità e un altro che controlla la presenza o meno della tensione in uscita. Il risultato è che in uscita si ottiene qualcosa di più simile ad un'onda quadra che ad una sinusoide.

Negli inverter ad onda sinusoidale pura, invece, il secondo stadio è più complesso: la tensione viene modulata ad impulsi e poi filtrata, ottenendo così una tensione sinusoidale uguale a quella della rete domestica.

Da un punto di vista pratico cosa comporta questa differenza? Alcuni dispositivi potrebbero non funzionare correttamente con un inverter sinusoidale modificato. Consideriamo, per esempio, apparecchi elettrici dotati di motore, come il frigorifero: questi sono fatti per funzionare con una tensione sinusoidale e un'alimentazione con un'onda quadra li danneggerebbe. Ma il problema esiste anche per gli apparecchi dotati di alimentatore. Alcuni alimentatori, come quelli utilizzati per notebook e televisori portatili, potrebbero non funzionare affatto, mentre alcuni sistemi

musicali producono un ronzio quando collegati a un inverter sinusoidale modificato.

Gli inverter a onda sinusoidale pura invece non presentano queste problematiche poichè generano corrente alternata con una forma d'onda identica all'alimentazione domestica standard fornita dalla rete.

Si potrebbe concludere quindi che gli inverter sine wave sono la scelta migliore, ma come sempre tutto è relativo. Fondamentalmente, gli inverter ad onda modificata costano molto meno rispetto a quelli ad onda pura, ma di certo il loro uso sarà molto limitato e limitante.

La scelta sta a te ed alle tue esigenze. Puoi spendere meno e adattarti, o spendere di più ed avere tutti i comfort a disposizione.

Opzioni di installazione

Gli inverter più piccoli, con potenza continua inferiore a 3 kW, sono in genere piuttosto leggeri e si possono semplicemente poggiare su uno scaffale o un ripiano senza prendere troppe precauzioni. Gli inverter di medie dimensioni sono generalmente unità pesanti e devono essere montati saldamente su una parete. Gli inverter ancora più grandi, con una potenza di 10 kW o superiore, potrebbero dover essere avvitati a un pavimento.

La maggior parte degli inverter off-grid sono progettati per installazione interna. Esistono anche degli inverter fatti per essere installati all'esterno ma sono più costosi e difficili da reperire in commercio. Questo tipo di inverter deve essere infatti resistente alla polvere e all'acqua e dovrebbe avere un livello di protezione certificato IP64.

Il surriscaldamento dell'inverter è all'origine della maggior parte dei guasti che si verificano negli impianti solari. Quando si sceglie un inverter conviene quindi controllare il suo range di temperatura di funzionamento e cercare sempre di assicurarsi che il sistema rimanga entro questi limiti.

Tutti gli inverter generano una notevole quantità di calore, soprattutto se vengono fatti funzionare al limite della loro potenza nominale. È quindi necessario che ci sia un buon flusso d'aria attorno al dispositivo con spazio attorno a ciascun lato, in alto e in basso. Non si può quindi pensare di montare un inverter in un armadio sigillato.

Alcuni inverter hanno un dissipatore di calore esterno oppure delle ventole che servono a raffreddare il dispositivo in caso di surriscaldamento.

Un altro aspetto da considerare quando si valuta dove installare il dispositivo è la rumorosità. Di solito l'inverter genera un ronzio continuo a bassa frequenza che si avverte soprattutto quando l'ambiente è calmo.

Per questo motivo, di solito non si installano gli inverter nella zona giorno delle case, ma si preferisce metterli nei garage o su una parete esterna dell'edificio. Chiaramente, se il tuo sistema fotovoltaico è installato

su un camper non avrai molte opzioni di scelta a tua disposizione. Ti consiglio quindi di valutare bene anche la rumorosità del dispositivo prima di acquistarlo.

Più gli inverter sono grandi e più sono rumorosi e alcuni rendono la vita abbastanza scomoda, anche quando sono montati su una parete esterna. Una possibile soluzione per minimizzare questo problema è cercare di mettere qualcosa nel mezzo, tra l'inverter e la parete o il pavimento su cui è montato. Esiste ad esempio un pratico prodotto chiamato Green Glue che viene prodotto dalla Green Glue Company (www.GreenGlueCompany.com) e che si può mettere tra la parete e l'inverter. Si tratta in pratica di un adesivo che forma una barriera fonoisolante particolarmente utile nel sopprimere le vibrazioni a bassa risonanza.

Scegliere i cavi

Lo spessore e la lunghezza dei cavi utilizzati per collegare le diverse componenti dell'impianto fotovoltaico sono fondamentali per ridurre al minimo le perdite di energia.

I cavi per il fotovoltaico variano per materiale del conduttore e per isolamento. I due materiali più comuni per i conduttori in installazioni fotovoltaiche residenziali e commerciali sono il rame e l'alluminio (il primo ha una conduttività maggiore del secondo, ma è più costoso, mentre il secondo non è ammesso all'interno delle case). L'isolante protegge il cavo dal calore, dalla luce ultravioletta e da agenti chimici ed atmosferici. I cavi che collegano fra loro i moduli fotovoltaici devono poter resistere a temperature di 70-80°C. Per i cavi in PVC la temperatura massima di esercizio è di 70°C, mentre per un cavo isolato in gomma (EPR) è di 90°C, quindi solo questi sono adatti. Una temperatura troppo bassa determina un indurimento dell'isolante che lo rende fragile, per cui ad es. è consigliabile non far lavorare un cavo in PVC a temperature inferiori a -15°C. Il colore indica la sua funzione e l'uso. Normalmente, rosso per il polo positivo, nero per quello negativo e giallo-verde per la terra.

La scelta delle giuste dimensioni dei cavi nel proprio impianto fotovoltaico è essenziale sia per motivi di prestazioni che di sicurezza. Se i cavi sono sottodimensionati, si verificherà una caduta di tensione significativa con conseguente perdita di potenza. Viceversa un cavo troppo sottile può riscaldarsi così tanto da provocare un incendio.

Proprio come l'acqua che scorre in un tubo, più spesso è il cavo - più sarà facile che al suo interno possano scorrere grandi quantità di corrente. Pertanto, i cavi più corti con una grande sezione trasversale hanno una resistenza elettrica molto piccola che determina una bassa caduta di tensione. I cavi lunghi con una piccola sezione trasversale hanno invece una resistenza significativa che determina una forte caduta di tensione.

Larghezza dei cavi

I cavi per il fotovoltaico vengono dimensionati utilizzando l' AWG (American Wire Gage), che è un indice che mostra indirettamente - in maniera inversa e logaritmica - l'area della sezione trasversale di un cavo a sezione rotonda. Pertanto, più grande è l'AWG, più piccolo è il filo. Ad esempio, un cavo AWG 1 corrisponde a una sezione di 42,4 mm², mentre un cavo AWG 20 corrisponde a una sezione di 0,52 mm².

Più l'AWG è piccolo, minore è la resistenza del cavo e quindi maggiore è la corrente che può gestire in sicurezza. I pannelli solari fotovoltaici commerciali oltre i 50 watt circa utilizzano cavi di calibro 10 (AWG). Ciò consente a un massimo di 30 ampere di corrente di fluire da un singolo gruppo. Se più pannelli vengono combinati in parallelo, in genere è necessario un set di cavi da tre a otto AWG per trasferire in sicurezza l'alimentazione a un controller di carica.

I cavi che collegano il regolatore di carica solare con il banco batterie possono generalmente avere lo stesso calibro dei cavi che collegano i pannelli tra loro. Ci possono essere comunque delle eccezioni, pertanto è sempre meglio fare riferimento al materiale di installazione per il controller di carica scelto quando si seleziona la dimensione del cavo da utilizzare.

I cavi che collegano tra loro le batterie (a formare un banco di batterie) tendono ad essere i più grandi del sistema poiché vengono utilizzati insieme a un inverter di potenza che a volte può richiedere più corrente di quella che il sistema fotovoltaico può fornire da solo. Questi stessi cavi dovranno anche essere utilizzati contemporaneamente per la ricarica e per l'inversione di potenza.

Lunghezza dei cavi

Anche la lunghezza dei cavi è importante. Un cavo troppo lungo può causare perdite di potenza, quindi è necessario scegliere la lunghezza giusta. La regola empirica è quella di non avere più del 4% di perdita da un estremo all'altro del cavo.

Se vuoi essere sicuro che il cavo che stai usando sia adeguato o meno, puoi fare un semplice test. Prendi il cavo della lunghezza di cui hai bisogno e collega le batterie e i dispositivi. Misura la tensione all'altezza della batteria e poi di nuovo all'estremità opposta del cavo (dove sono collegati i dispositivi). Qualsiasi perdita di tensione lungo il cavo è causata dalla resistenza interna del cavo stesso. Se la riduzione è significativa (superiore al 4%), significa che il cavo è troppo lungo e dovresti accorciarlo. Se non puoi fare nulla per accorciare il cavo potresti allora considerare di utilizzarne uno più spesso.

Scegliere i fusibili

Il modo migliore per proteggere il tuo sistema fotovoltaico è utilizzare fusibili o interruttori automatici. I fusibili e gli interruttori automatici servono a proteggere tutti i dispositivi collegati nel sistema dall'incendio o dal danneggiamento in caso di cortocircuito. Questi componenti non sono indispensabili per fare funzionare il sistema, (nel senso che l'impianto solare funzionerebbe lo stesso anche senza fusibili) ma si consiglia sempre di prevederli per motivi di sicurezza.

Ci sono tre diverse posizioni in cui è consigliabile installare dei fusibili. Tra il controller e il banco batterie, Tra il controller e i pannelli solari e tra il banco batterie e l'inverter. Dal momento che esistono fusibili di diversi amperaggi dovrai capire quale scegliere, a seconda di dove dovrai posizionarlo.

La presenza di un fusibile su una linea è di vitale importanza per un'eventuale corto circuito dell'apparecchio utilizzatore, o del cavo stesso. Il suo valore quindi non deve essere lasciato al caso. Il valore di un fusibile si esprime in Ampere (A) ed è quel valore di corrente, oltrepassato il quale, il filo del fusibile si fonde, bloccando il passaggio di corrente.

Se scegliamo un fusibile di valore troppo piccolo, si brucerà sempre, se troppo grande, invece, può fare danno. Come si fa allora a scegliere il fusibile di valore giusto?

Come regola generale, per capire quale fusibile acquistare può esserti utile calcolare l'intensità della corrente, misurata in ampere, ricorrendo al triangolo dell'elettricità, ottenibile dal rapporto tra potenza (misurata in Watt) e voltaggio (misurato in Volt).

In pratica l'equazione elettrica che devi imparare ad usare è data da:
 $W/V=A$.

Dove W sta per Watt e indica la potenza, V sta per Volt e indica il voltaggio e A sta per ampere, cioè la corrente.

Applicando questa formula potrai renderti conto se un fusibile è adatto oppure no. Nei paragrafi successive vedremo comunque altre regole empiriche che potrai usare come riferimento nella pratica.

Tra il controller e la batteria

Per comprendere che tipo di fusibile mettere tra il controller e il banco batterie, è sufficiente tener conto dell'amperaggio del controller. Ad esempio, se si dispone di un regolatore di carica da 40 ampere, si deve utilizzare un fusibile da 40 ampere.

Tra i pannelli solari ed il controller

La scelta del fusibile da installare tra i pannelli solari e il regolatore di carica è leggermente più complessa. Le dimensioni di questo fusibile dipendono da quanti pannelli solari hai e da come sono collegati (serie, parallelo o serie / parallelo). Se i pannelli sono collegati in serie, la tensione di ciascun pannello si somma, ma l'amperaggio rimane costante. Ad esempio, se si hanno quattro pannelli da 100 W collegati in serie, ognuno dei quali produce 20 volt e 5 ampere, l'output totale sarebbe di 80 volt e 5 ampere.

Per capire che tipo di fusibile utilizzare possiamo prendere l'amperaggio totale e aggiungere un margine di sicurezza del 25%.

Nell'esempio precedente avremmo $5 \text{ ampere} \times 1,25 = 6,25$ che sarebbe l'amperaggio del fusibile da utilizzare. In questo caso potremmo arrotondare per eccesso e usare un fusibile da 10 ampere.

Se i pannelli sono collegati in parallelo, la tensione rimane invariata, ma l'amperaggio complessivo della stringa è dato dalla somma di quello di ciascun pannello, quindi il calcolo da fare è leggermente diverso. Se avessimo quattro pannelli da 100 W collegati in parallelo, sapendo che ogni pannello produce circa 5 ampere, dovremmo prima moltiplicare per 4 l'amperaggio e poi aggiungere il 25% in più (come margine di sicurezza). In questo caso quindi $4 \times 5 \times 1,25 = 25$ ampere. Arrotondando per eccesso potremmo scegliere un fusibile da 30 ampere.

Tra l'inverter e la batteria

L'ultimo fusibile che è consigliabile inserire nel sistema sarebbe si dovrebbe mettere tra l'inverter e il banco batterie.

In questo caso è molto probabile che non dovrai fare nessun calcolo, perchè quasi sempre il tipo di fusibile da impiegare è già specificato nel manual dell'inverter. Ti basterà dare un'occhiata tra le pagine oppure consultare il sito del produttore per trovare la risposta alla tua domanda. Peraltro oggi la maggior parte degli inverter dispone già di fusibili / interruttori integrati. Se però ti trovi nella condizione (alquanto rara) di non avere nessun fusibile integrato e nessuna indicazione del produttore, puoi comunque seguire una regola empirica per la scelta del fusibile: verifica quanti ampere continui assorbe il tuo inverter in normali condizioni di funzionamento ed aggiungi il solito margine di sicurezza del 25%.

Ad esempio un inverter da 1000 W e 12 V assorbe circa 83 ampere continui, aggiungendo il margine di sicurezza del 25% si arriva a 105 ampere, quindi potresti utilizzare (arrotondando per eccesso) un fusibile da 150 A.

Scegliere i dispositivi

La maggior parte dei sistemi off-grid si basa su pannelli solari da 12 V o 24 V (che sono i due standard di tensione in assoluto più diffusi). Come abbiamo già detto, quando si dispone di un inverter, è possibile utilizzare gli stessi apparecchi normalmente alimentati dalla rete domestica a 220 V. Tuttavia, a volte può essere più conveniente (a causa del basso consumo energetico) procurarsi dei dispositivi già progettati per essere utilizzati in un sistema a 12 V o 24 V.

Sul mercato si trovano molte apparecchiature in particolare per i sistemi a 12 V. Ad esempio, tutti gli apparecchi che si collegano alle prese dell'accendisigari di un'auto possono essere utilizzati direttamente nel sistema a 12 V. Questi includono ma non sono limitati a: luci, caricabatterie per telefoni cellulari, caricabatterie per notebook, bollitori, fornelli, frigoriferi, TV, lettori DVD, proiettori.

Molti dispositivi a bassa tensione possono essere commutati tra 12 e 24 volt. Rispetto ai dispositivi che funzionano con tensioni di rete, i dispositivi a bassa tensione sono generalmente più costosi, ma non è detto che sia sempre così. Se si presta la giusta attenzione e si selezionano con cura i prodotti da acquistare, la spesa complessiva può essere abbastanza simile a quella che sosterresti acquistando degli apparecchi tradizionali.

Dispositivi di illuminazione

Nelle case e nei veicoli alimentati con impianti solari off-grid si sceglie quasi sempre di utilizzare dei dispositivi d'illuminazione a 12 e 24 volt, soprattutto per via del minor consumo di energia ottenibile. In commercio si trovano lampade e strisce luminose a bassa tensione e a risparmio energetico, che offrono lo stesso potere illuminante dei dispositivi convenzionali.



Le classiche lampadine a bulbo esistono anche in versione a bassa tensione e, sebbene non siano molto efficienti dal punto di vista energetico, offrono un'eccellente potere illuminante. Molte lampade per cucina e bagno funzionano nativamente a bassa tensione e funzionano altrettanto bene con una batteria da 12 volt oppure con i trasformatori CA da 12 volt. I proiettori diacronici, i faretto alogeni, le lampade a strisce e le luci a LED sono spesso alimentati con una tensione di soli 12 volt, il che ti offre una scelta eccellente. Per finire, ricorda che molti dispositivi d'illuminazione a 12 volt si possono acquistare nei normali negozi di ferramenta e l'acquisto in questi punti vendita, anziché da un fornitore di energia solare specializzato, può anche farti risparmiare un bel po' di denaro.

Dispositivi di refrigerazione

La scelta del dispositivo di refrigerazione è tra le più importanti che devi fare per minimizzare i consumi del tuo impianto solare. Infatti, a differenza della maggior parte degli altri apparecchi che utilizzerai, i frigoriferi dovranno rimanere accesi 24 ore su 24. Ciò significa che sebbene il consumo istantaneo di energia possa essere piuttosto contenuto, il consumo complessivo sarà sempre relativamente elevato.



In teoria, con un inverter, potresti utilizzare un frigorifero domestico standard. Tuttavia questo dispositivo non sarebbe efficiente come un frigorifero a bassa tensione. Inoltre i frigoriferi domestici tradizionali tendono ad avere una corrente di avviamento molto elevata, che può causare problemi con gli inverter. Se proprio vuoi utilizzare un frigorifero tradizionale (perché magari ne hai già uno) ti consigliamo di contattare il fornitore dell'inverter per assicurarti che questo sia adatto a sostenere la corrente di avviamento del frigo.

Ci sono comunque moltissimi frigoriferi e congelatori che possono funzionare con alimentatori a 12 e 24 volt. Alcuni sono alimentati con corrente continua a bassa tensione, mentre altri funzionano con corrente alternata;

Esistono tre tipi di frigoriferi a bassa tensione:

1. I frigoriferi ad assorbimento sono comunemente usati nei veicoli ricreazionali. Alcuni di questi, che sono conosciuti come “frigoriferi trivalenti”, possono funzionare a 12V, 220V e a gas, permettendo di poter essere completamente indipendenti sia in viaggio che in sosta allacciati o no alla corrente elettrica. Inoltre, sono molto silenziosi e richiedono poca energia, per questo sono molto diffusi sui camper e caravan. In realtà questi dispositivi sono molto efficienti soprattutto quando utilizzati a gas, molto meno quando utilizzati a corrente. L'efficienza in ogni caso varia in modo significativo per i diversi modelli.
2. Ci sono poi i refrigeratori a effetto Peltier che sono dispositivi di raffreddamento portatili, spesso venduti nei negozi di ricambi auto, alimentati dalla presa per accessori da 12 volt dell'auto. Pur essendo molto economici, non sono molto efficienti e sono in genere sconsigliati per le applicazioni solari.
3. Infine è possibile trovare anche frigoriferi a compressore, ovvero dispositivi che utilizzano la stessa tecnologia dei frigoriferi domestici. Questi sono i refrigeratori più costosi, ma anche i più efficienti per il funzionamento a bassa tensione. Molti modelli consumano meno di 5 watt di elettricità all'ora. Questo tipo di apparecchio potrebbe quindi costituire la scelta migliore per chi ne ha la possibilità. Peraltro, diversi produttori come Waeco, Sundanzer e Shoreline hanno ormai in catalogo frigoriferi che sono stati appositamente sviluppati per funzionare con l'energia solare.

Forni a microonde

Come per il frigorifero, potresti decidere di utilizzare un normale forno a microonde nel tuo impianto solare e la cosa sarebbe teoricamente possibile (sempre disponendo di un inverter adatto). Questa non sarebbe però la migliore scelta. I forni a microonde domestici standard utilizzano infatti molta più elettricità della loro potenza nominale poiché la loro potenza simbolica ufficiale è la potenza di uscita. Se vuoi veramente comprendere quanto consuma un forno a microonde devi però tener conto della potenza di ingresso.

Questo valore di solito è indicato sull'etichetta dell'alimentazione posta sul retro del dispositivo. Se non trovi questa etichetta puoi provare a misurarla con un wattmetro.

Di norma, la potenza in ingresso di un forno a microonde è del 50% superiore alla potenza nominale (che come detto è quella indicata).

Per gli impianti solari è consigliabile quindi utilizzare un forno a microonde di diverso tipo. I forni a microonde a bassa tensione si trovano abbastanza facilmente in commercio specialmente nei negozi specializzati per roulotte, veicoli ricreativi e case mobili. Di solito sono leggermente più piccoli dei normali forni a microonde che si trovano nelle nostre case ed hanno una potenza nominale inferiore, il che aumenta i tempi di cottura, ma sono molto più efficienti dal punto di vista energetico.

Televisioni, lettori DVD, console di gioco



Nei negozi specializzati per il campeggio o per le barche si trovano facilmente TV LCD a schermo piatto e lettori DVD funzionanti a 12 o 24 volt. Di solito sono piuttosto costosi e spesso costano fino al 50% in più rispetto a televisori e lettori DVD tradizionali comparabili.

Molte persone non sanno che i televisori LCD domestici (con schermi fino a 24 pollici) e i lettori DVD hanno spesso alimentatori esterni e molti di essi sono progettati per un ingresso a 12 volt.

Quindi è possibile trovare un televisore adatto a funzionare a bassa tensione anche in un normale negozio di elettronica. Se si desidera utilizzare uno di questi dispositivi, potrebbe essere però necessario acquistare anche un regolatore di alimentazione (o regolatore di potenza) a 12 volt che consentirà di collegare la TV alla batteria. La tensione di una batteria da 12 volt può variare infatti tra 11,6 volt e 13,6 volt. Questo va bene per la maggior parte dei dispositivi progettati per sistemi elettrici a 12 volt, ma può danneggiare strumenti più sensibili. I regolatori di potenza sono molto più efficienti dei trasformatori convenzionali, fissano la tensione esattamente a 12 volt e quindi assicurano che il dispositivo collegato non venga danneggiato da piccole fluttuazioni di tensione. Molti regolatori di potenza, consentono anche di azionare dispositivi a 12 volt tramite un circuito a 24 volt. Con i controller di potenza, è anche possibile passare da

una tensione a un'altra a bassa tensione, se necessario. Ad esempio, la console di gioco Sony PlayStation 3 utilizza 8,5 volt e, con un regolatore di alimentazione adatto, è possibile alimentarne uno in modo molto efficace con batterie da 12 volt..

I regolatori di potenza possono sia aumentare che diminuire le tensioni. Un regolatore di potenza adatto può commutare la tensione da un banco di batterie solari a una tensione di uscita tra 1½ volt e 40 volt a seconda delle specifiche del regolatore. Ciò significa che molti normali articoli per la casa con alimentatori esterni come televisori più piccoli, laptop, lettori DVD, sistemi musicali e giochi per computer, solo per citarne alcuni possono essere collegati direttamente al tuo sistema solare.

Sistemi per audio e musica

Come i televisori e i lettori DVD, molti sistemi musicali dispongono di un alimentatore esterno e anche in questo caso si può utilizzare un regolatore di alimentazione per utilizzare il dispositivo con la giusta tensione. Tieni conto che l'utilizzo di un sistema musicale tradizionale con un inverter con un'onda sinusoidale modificata è generalmente problematico perché questi inverter spesso producono un'interferenza che si traduce in un fastidioso ronzio. Se intendi utilizzare un impianto stereo progettato per funzionare con tensioni di rete è molto meglio avere un inverter a onda sinusoidale pura.

La soluzione in assoluto migliore comunque, sia in termini di qualità del suono che di prezzo, è utilizzare sistemi audio specifici per auto. Questi funzionano sempre bene, sono economici e compatti e hanno l'ulteriore vantaggio di poter alloggiare gli altoparlanti nel soffitto o in angoli nascosti della casa o del camper.

Lavatrici, lavastoviglie e asciugatrici



Lavastoviglie, lavatrici e asciugatrici sono apparecchi assetati di energia.

La quantità di energia effettivamente utilizzata dalle lavatrici varia moltissimo da modello a modello. Un modello ad alta efficienza energetica può avere solo 1.100 watt, mentre un modello più vecchio potrebbe avere quasi tre volte quella quantità. Lo stesso vale per le lavastoviglie. I modelli ad alta efficienza energetica potrebbero richiedere solo 500 watt, mentre i modelli più vecchi potrebbero richiedere 2.500 watt. Le asciugatrici a tamburo consumano una quantità enorme di energia : la maggior parte di queste necessita tra 2.000 e 3.000 watt di potenza e funziona per almeno un'ora per ciclo di asciugatura.

In questo caso quindi il consiglio è di evitare l'uso di questi dispositivi. Se vuoi vivere con l'energia solare devi essere disposto a scendere a compromessi e questo è uno di quei casi in cui non puoi pensare di fare esattamente le stesse cose che faresti con un impianto collegato alla rete.

Esistono però delle piccole lavatrici e delle asciugatrici ad aria fredda che funzionano a bassa tensione. Questi apparecchi, che si trovano sia nei negozi specializzati per campeggio, sia in molti negozi on-line, sono adatti solo per piccole quantità di lavaggio (non sono certo ideali per il lavaggio settimanale per una famiglia di quattro persone) ma possono essere delle

ottime alternative, specialmente per una persona in una casa vacanza o in una piccola casa viaggiante.

Condizionatori d'aria



I condizionatori d'aria tradizionali sono dei dispositivi che consumano molta energia. Per questo motivo, fino a non molto tempo fa non si usava quasi mai installare dei condizionatori in impianti elettrici alimentati dalla luce solare, se non in quelli molto grandi. Negli ultimi anni però la tecnologia ha fatto passi da gigante e i produttori hanno sviluppato sistemi di condizionamento d'aria più efficienti progettati per funzionare con corrente continua. Aziende come Solar AC, Securus, Sun source, Sedna Aire, Hitachi e LG forniscono sistemi di condizionamento d'aria progettati per funzionare con l'energia solare. Altri produttori hanno sviluppato dei dispositivi chiamati "raffrescatori d'aria evaporativi" che sono in grado di abbassare la temperatura dell'ambiente sfruttando il semplice principio naturale dell'evaporazione. Questi apparecchi costituiscono un ottimo metodo per combattere la calura estiva attraverso un gradevole e costante flusso d'aria fresca.

Attraverso una ventola interna simile a quelle dei classici ventilatori, non solo spostano l'aria creando una piacevole brezza, ma immettono nell'ambiente aria dalla temperatura più bassa attraverso l'evaporazione di acqua e ghiaccio. I raffrescatori, infatti, sono dotati di un sistema filtrante che fa in modo che il movimento della ventola inneschi il processo di evaporazione, nebulizzando l'acqua e il ghiaccio.

I raffrescatori evaporativi consumano molto meno dei condizionatori d'aria. Sebbene questi refrigeratori d'aria non offrano il fattore "raffreddamento istantaneo" di un sistema di condizionamento d'aria

tradizionale, possono costituire una soluzione ottimale per un impianto fotovoltaico sia in termini di efficienza che di efficacia e di costo.

PARTE 3
CONNESSIONI E CONFIGURAZIONI
DI BASE

Dimensionare l'impianto solare

Il corretto dimensionamento del tuo sistema solare è un passaggio fondamentale che devi affrontare nelle prime fasi della progettazione. Prima ancora di acquistare le componenti, devi cercare infatti di capire di quanti pannelli solari avrai bisogno e quanto grande dovrà essere il tuo banco batterie. Ciò dipende da molti fattori, principalmente dal consumo energetico effettivo della tua casa e dal numero di ore di sole disponibili al giorno.

I calcoli da effettuare non sono così difficili come potresti pensare. Il processo prevede una serie di passaggi durante i quali dovrai:

1. Determinare il consumo elettrico effettivo della tua casa.
2. Stimare le ore di sole disponibili al giorno.
3. Determinare il numero di pannelli necessari.
4. Calcolare la dimensione ottimale della batteria.

Determinare il fabbisogno energetico

Poiché i sistemi indipendenti non sono collegati alla rete, il sistema fotovoltaico deve essere in grado di coprire tutte le tue esigenze energetiche quotidiane. Ciò significa che prima di progettare il tuo sistema solare, devi sapere esattamente di quanta energia avrai bisogno.

La dimensione dell'impianto fotovoltaico varia da casa a casa (e da camper a camper) perché il consumo energetico di ogni abitazione e l'efficienza energetica sono diversi. Per questo motivo la determinazione del numero ottimale di pannelli e delle prestazioni complessive del sistema solare richiede la necessità di fare alcuni semplici calcoli.

Per determinare la potenza di un sistema solare fotovoltaico, necessaria per l'alimentazione di una casa o di un camper, è necessario prima valutare il fabbisogno di energia elettrica in watt all'ora..

Come si calcola allora il consumo giornaliero di elettricità di una casa?

Per calcolare il consumo giornaliero di elettricità, è necessario eseguire un'analisi del carico in Wh (o kWh). Quest'analisi è indispensabile perché i sistemi fotovoltaici non devono essere troppo grandi – perché sarebbe uno spreco di tempo e denaro - e nemmeno troppo piccoli – perché in questo caso il sistema non sarebbe sfruttato al pieno delle sue potenzialità.

Per calcolare il carico medio giornaliero totale, è necessario determinare la quantità di energia (in kWh) consumata da tutti i carichi collegati. Pertanto, è necessario conoscere la potenza nominale di tutti i dispositivi che sono presenti nella tua abitazione, il tempo di utilizzo giornaliero e il numero di giorni in cui il dispositivo viene utilizzato settimanalmente.

Come sappiamo, il consumo di elettricità di ogni apparecchio è diverso. In genere la potenza nominale dei dispositivi elettrici è riportata sull'etichetta. Quindi la prima cosa da fare è stilare un elenco contenente tutti i dispositivi elettrici presenti nella casa con i loro requisiti di potenza oraria.

Se l'etichetta del dispositivo specifica solo gli ampere, la corrente deve essere moltiplicata per la tensione. L'energia richiesta da ogni dispositivo si ottiene moltiplicando il consumo orario per il numero di ore di accensione dello stesso. In questo modo puoi facilmente determinare i wattora totali che la tua casa utilizza ogni giorno e puoi anche scoprire dove stai sprecando energia.

La tabella riportata di seguito è un esempio di stima del consumo medio giornaliero di una famiglia.

Loads	Rating, W	Qty	Total power, W	Hours of use/day	Days of use/week	7 days/ week	Avg. daily use, Wh
CF lights*	15	4	60	5	7	7	300
Incandesc. bulbs**	75	2	150	0.3	7	7	50
TV	100	1	100	4	7	7	400
Laptop	50	1	50	8	5	7	286
Microwave	800	1	800	0.2	7	7	160
Fridge	100	1	100	24	7	7	450***
Clothes washer	1200	1	1200	1	4	7	686
Total daily use, Wh							1646

La potenza nominale finale dell'impianto solare può quindi essere calcolata in base alla parte del consumo elettrico della casa che deve essere fornita dall'impianto solare. Non è detto che i sistemi indipendenti dalla rete debbano ricavare il 100% di energia dal sole, infatti si potrebbe inserire nel sistema una fonte alternativa di energia come un generatore. In questo caso si potrebbe pensare di ricavare dal sole solo l'80% oppure il 50% di ciò che serve. Quindi possiamo concludere che un impianto fotovoltaico può essere dimensionato in modo da soddisfare del tutto o anche solo in parte il consumo elettrico della tua casa. Le uniche limitazioni sono la dimensione fisica dell'impianto e il suo costo.

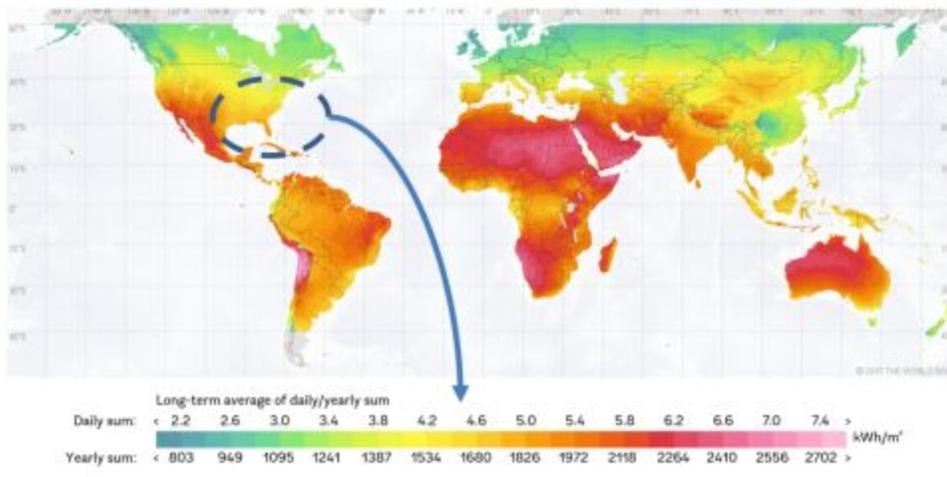
Determinare le ore di sole disponibili

Come già abbiamo visto, i moduli solari fotovoltaici sono disponibili in varie taglie di tensione e potenza. In generale, i moduli solari sono classificati in base alla loro potenza di uscita nominale, che è definita in watt. Ad esempio, 10 watt di potenza o 200 watt di potenza. Questo valore indica la quantità di energia che un singolo pannello solare può produrre in un'ora di picco di luce solare intensa.

Quando il sole è più intenso, di solito a mezzogiorno in una giornata limpida, produce l'equivalente di circa 1000 watt per metro quadro di radiazione solare diretta sulla superficie terrestre. Se un pannello solare ha una potenza nominale di 100 Wp significa che eroga una potenza di picco di 100 W nel momento più luminoso della giornata.

Ovviamente, durante il giorno la quantità di luce solare è variabile. In genere nelle prime ore del mattino, tra le 8 e le 9, l'irraggiamento del sole è circa la metà di quello che si ha a mezzogiorno, quindi per scoprire quante ore di sole giornaliere medie possiamo aspettarci occorre dare uno sguardo ai dati storici relativi all'area in cui viviamo.

AVERAGE DAILY SUNSHINE IRRADIATION



Se in una particolare località geografica ci sono in media 4,5 ore di picco di sole al giorno significa che un pannello solare da 100 watt potrebbe fornire 450 wattora ($4,5 \text{ ore} \times 100 \text{ Wp}$) di energia di picco durante il giorno.

Tenere in conto le inefficienze

Quindi, 450 wattora potrebbe essere la quantità totale di energia che possiamo aspettarci di generare durante un giorno con il nostro pannello da 100 WP. Tuttavia, non saremo realmente in grado di ricavare tutta questa potenza perché ci saranno sicuramente alcune perdite dovute a inefficienze del sistema da tenere in considerazione: per esempio potremmo avere dello sporco sulla superficie dei nostri pannelli solari; molto probabilmente ci saranno cadute di tensione sui cavi (soprattutto tra il pannello e il regolatore di carica), e potrebbero esserci anche alcune inefficienze nel funzionamento del controller e nel modo in cui carica le batterie. Quindi, se teniamo conto di tutte queste cose, possiamo aspettarci di perdere almeno il 30% dell'energia prodotta dal pannello.

Quindi, se prendiamo la nostra potenza totale di 450 wattora meno il 30% delle perdite di sistema, otteniamo un valore netto di 315 wattora, e questa è la quantità di energia che possiamo effettivamente pensare di poter utilizzare.

Determinare il numero di pannelli solari

Ora è il momento di determinare le dimensioni della tua stringa solare. Di quanti pannelli solari hai bisogno? Per semplicità possiamo continuare a considerare i dati dell'esempio precedente.

Sulla base dei calcoli effettuati nei precedenti paragrafi, abbiamo stabilito che ci servono 1646 Wh al giorno per fornire energia alla nostra casa o camper.

Successivamente abbiamo visto che, nella zona in cui viviamo, un pannello solare da 100 Wp fornisce circa 315 Wh al giorno.

Di conseguenza, per produrre l'energia necessaria, abbiamo bisogno di $1646 \text{ Wh} / 315 \text{ Wh} = 5,22$ pannelli da 100 Wp. Ad ogni modo, è sempre meglio aggiungere un po' di potenza in più, per tenerci al sicuro da eventuali cambiamenti climatici inaspettati. Ne consegue che per il nostro sistema da 1646 Wh al giorno possiamo utilizzare sei pannelli da 100 Wp.

Determinare la dimensione della batteria

Ora che sai di quanti pannelli solari hai bisogno, puoi passare al calcolo successivo che serve a determinare quanto deve essere grande il tuo banco batterie. Consideriamo sempre lo stesso sistema di 6 pannelli da 100 watt.

Ipotizziamo di utilizzare pannelli da 12 volt, quindi per comprendere quanto deve essere capiente il nostro banco batterie possiamo prendere la nostra potenza totale generata di 1646 wattora e dividerla per 12 volt. Questo semplice calcolo ci direbbe che dobbiamo avere una capacità minima di 137,2 Ah. Ora non possiamo prendere una batteria che ha esattamente una capacità di 137,2 Ah perché non possiamo pensare che la batteria si scarichi completamente.

Le batterie non amano essere scaricate completamente. Come abbiamo già visto è sempre meglio non scaricare le batterie oltre il 50% della loro capacità. Qualcuno ora potrebbe obiettare che non tutte le batterie sono uguali. Le batterie AGM, ad esempio, possono scaricarsi fino all'80%, ma è anche vero che più si scaricano in profondità, meno cicli si riescono ad avere, quindi è molto meglio mantenere la profondità di scarica al minimo e fare durare le batterie più a lungo.

Quando si determina la taglia di una batteria si può ragionevolmente stabilire come obiettivo il raggiungimento di una profondità di scarica media del 50%. Continuando con l'esempio di cui sopra, dovremmo allora prendere il valore ottenuto, 137,2-Ah, e dividerlo per 0,5 perché intendiamo usare solo metà della batteria. Quindi $137,2 \text{ Ah} / 0,5 = 274,33 \text{ Ah}$. In altre parole, la batteria dovrebbe essere effettivamente il doppio delle dimensioni precedentemente calcolate. Questo valore ci darà la sicurezza che la batteria non si scaricherà mai troppo.

Considerare l'effetto della temperatura ambiente

Un'altra cosa da tenere in considerazione è la temperatura ambiente in cui opererà la batteria.

Le batterie sono sensibili alle temperature estreme e il rendimento di una batteria al freddo è peggiore del rendimento in range di temperatura normali. Per stabilire correttamente la dimensione della batteria, è allora necessario moltiplicare il valore ottenuto in precedenza per un fattore che tiene conto della temperatura ambiente (come mostrato nella tabella).

Temperatura ambiente (°C)	Capacità della batteria	Moltiplicatore
25	100%	1
20	95%	1,05
10	90%	1,11
5	85%	1,18
0	75%	1,25
-5	70%	1,33
-10	65%	1,43
-15	60%	1,87

Come possiamo vedere dalla tabella, a 10 gradi centigradi la capacità di una batteria si riduce al 90%. Quindi, se si pensa che questa sarà la temperatura media di esercizio della batteria, si dovrebbe moltiplicare il valore ottenuto in precedenza per un 1,11. I nostri 247,33 Ah, moltiplicati per 1,11, diventerebbero quindi 274,53 Ah.

Sovradimensionare le batterie

Ora, se vogliamo davvero assicurarci di non rimanere mai senza energia, possiamo fare un ulteriore aggiustamento. Questo passaggio è facoltativo e dovresti farlo solo se pensi di poter rimanere al buio (senza sole) per alcuni giorni.

Supponiamo, ad esempio, che nel posto in cui vivi capiti a volte che non ci sia luce solare per un paio di giorni di seguito.

Se vuoi che le tue batterie abbiano un paio di giorni di autonomia, devi semplicemente sovradimensionarle ulteriormente in modo da avere altra capacità di riserva.

Ritornando al nostro esempio, per avere due giorni di autonomia, potremmo allora prendere i 274,53 Ah e moltiplicarli per due. Otterremmo in questo modo una capacità totale della batteria di 549 Ah.

Ottimizzare il tuo fabbisogno energetico

Come abbiamo visto nei paragrafi precedenti, ci sono molti calcoli da fare per determinare la dimensione ottimale del tuo impianto fotovoltaico. Tuttavia, la prima considerazione importante da fare riguarda l'ottimizzazione dei consumi.

In un sistema autonomo, dovresti mirare a risparmiare più energia di qualsiasi altra cosa. La capacità di un sistema solare fotovoltaico di generare energia elettrica gratuita non è illimitata. L'energia prodotta dipende da quanta irradiazione solare c'è nella tua zona e da quanto spazio fisico hai a disposizione per l'installazione dei tuoi pannelli solari. L'accensione accidentale di una sola lampadina durante il giorno può facilmente tradursi in uno spreco di energia che ridurrà in qualche modo la tua autonomia. E questo indipendentemente dal fatto che l'energia che produci sia gratuita o meno. Ecco perché devi cercare di ridurre in tutti i modi il fabbisogno energetico della tua casa utilizzando lampadine e dispositivi a risparmio energetico. Peraltro, minori sono le tue esigenze energetiche e minori saranno le dimensioni finali e i costi di installazione del tuo nuovo sistema di pannelli solari.

I pannelli solari e le stringhe solari sono progettati per fornire una certa quantità di energia. Se la casa supera i limiti previsti, questa energia extra deve provenire da qualche altra parte, da un generatore di emergenza o da accumulatori. Una casa ad alta efficienza energetica richiede un minor numero di moduli solari, il che rende l'installazione del sistema più economica e meno complicata e riduce il periodo di recupero dell'investimento.

Ricorda però che l'ottimizzazione dei consumi è un processo graduale e impegnativo. Ridurre i consumi della tua casa per un giorno cercando di tenere tutte le luci spente non è l'approccio giusto. La riduzione dei consumi elettrici della tua casa è una sfida a lungo termine e richiede il massimo impegno possibile se vuoi vivere "Off - grid" (scollegato dalla rete

elettrica). Ci sono vari modi per migliorare l'efficienza energetica della tua casa o del tuo veicolo ricreazionale:

- Puoi migliorare l'isolamento (e ridurre di conseguenza le necessità di riscaldamento e raffreddamento).
- Puoi sostituire gli apparecchi ad alto consumo di energia con versioni più efficienti.
- Puoi sostituire i condizionatori d'aria con dei ventilatori a soffitto oppure con dei raffrescatori evaporativi.
- Puoi sostituire le vecchie lampadine con delle più efficienti luci a LED.
- Puoi sostituire tutti i vecchi dispositivi della cucina (frigoriferi e forni) investendo in modelli più efficienti.
- Puoi installare finestre con doppio vetro isolante.
- Puoi installare un termostato programmabile.

Connessioni tra i componenti

A questo punto del nostro libro inizia la parte pratica. Prima di parlare di come installare il sistema solare, però, è necessario chiarire un aspetto essenziale riguardante i collegamenti. Il sistema solare, come hai visto, è composto da più componenti. Questi componenti devono essere collegati insieme tra loro. All'inizio di questo libro, abbiamo già visto la differenza tra connessioni in serie e parallele. In questa parte, voglio mostrarti come e perché dovresti collegare i tuoi pannelli solari e le batterie in serie o in parallelo..

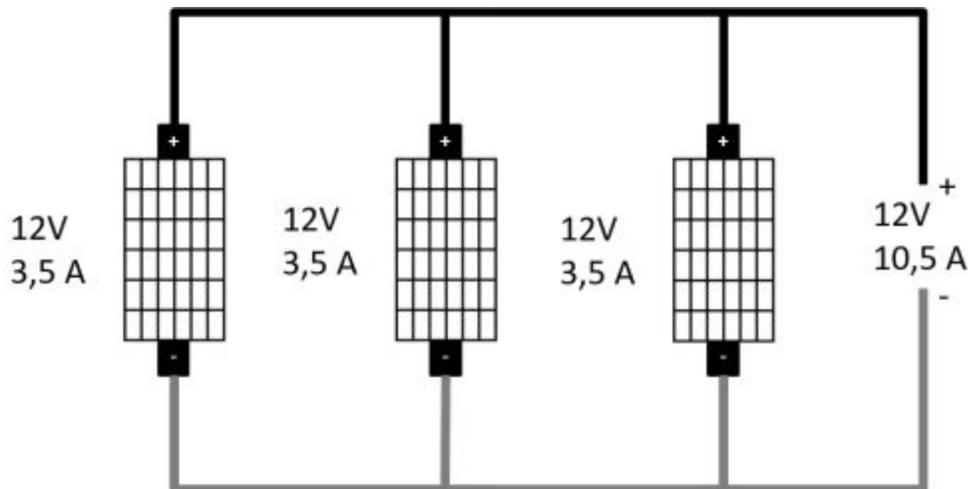
Collegare insieme più pannelli solari

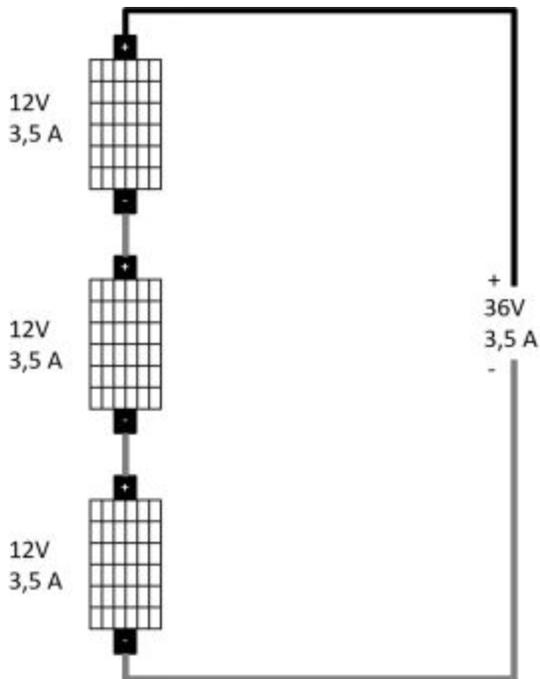
I pannelli solari possono essere collegati in serie, in parallelo o in serie-parallelo (che è una combinazione tra i due tipi di connessioni).

Per effettuare un collegamento in parallelo, è necessario collegare tutti i terminali positivi dei pannelli solari con i positivi ed i terminali negativi con i negativi.

Quando i pannelli solari sono collegati in parallelo l'amperaggio della stringa è dato dalla somma degli ampere di ciascun pannello, mentre la tensione rimane uguale a quella del singolo pannello.

Ad esempio, collegando in parallelo 3 pannelli solari da 12 volt e 3,5 ampere si produrrebbe una stringa da 12 volt e 10,5 ampere.



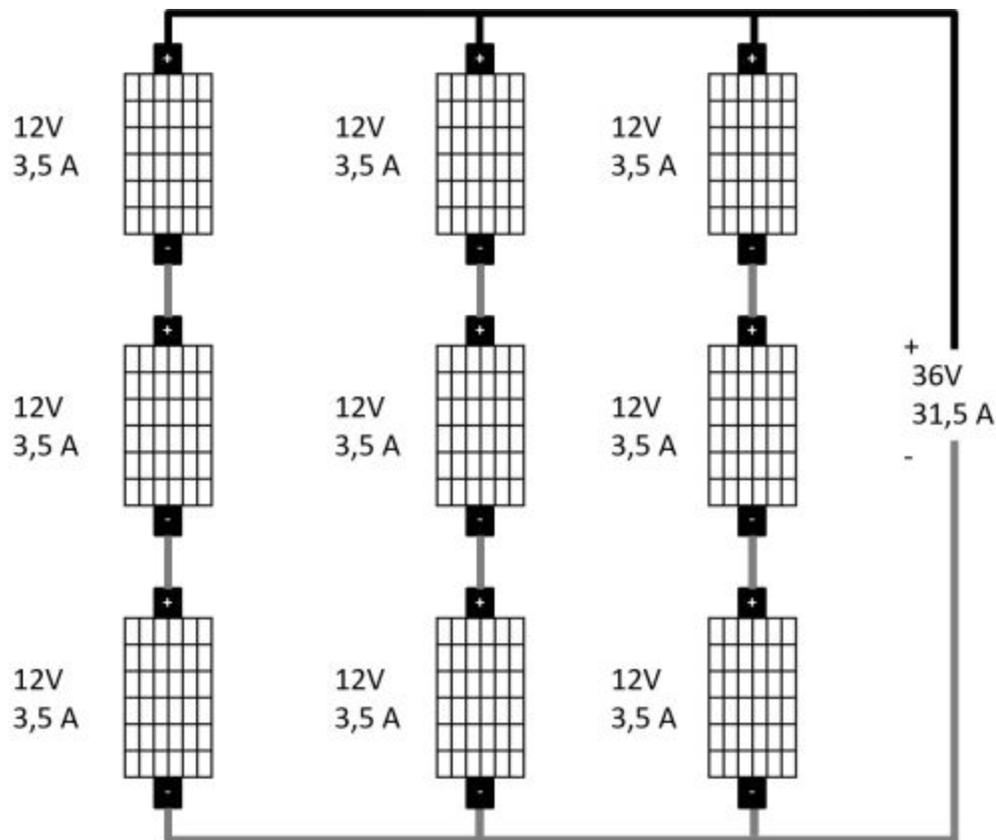


Per effettuare un collegamento in serie, è necessario collegare il terminale positivo del primo pannello solare al terminale negativo del successivo.

Quando i pannelli solari sono collegati in serie, le tensioni (volt) si sommano, quindi la tensione totale è la somma dei volt di ciascun pannello. La corrente totale si adegua a quella del modulo che genera meno corrente (in teoria rimane costante).

Ad esempio, collegando in serie 3 pannelli solari da 12 volt e 3,5 ampere si produrrebbe una stringa da 36 volt e 3,5 ampere.

A volte i pannelli possono essere collegati in serie, e le serie possono essere collegate tra loro in parallelo. In questo caso, si parla di connessione in serie-parallelo.



La corrente totale dell'impianto fotovoltaico è data dalla somma della corrente in uscita da ogni gruppo in serie.

La tensione totale del sistema fotovoltaico è quella equivalente alla tensione generata da un singolo gruppo di serie.

Per esempio collegando in parallelo un gruppo di 3 serie da 36 volt e 10,5 ampere avremmo una stringa di 36 volt a 31,5 amp.

Qualunque sia il collegamento che si intende utilizzare, la potenza nominale totale dell'impianto fotovoltaico è pari alla somma della potenza nominale di ogni singolo modulo. Quindi, se metti insieme tre pannelli da 100 watt, avrai un sistema solare da 300 watt. Se metti insieme nove pannelli della stessa potenza, avrai un sistema solare da 900 watt.

Questa regola è valida solo se i pannelli collegati sono dello stesso tipo e hanno la stessa potenza nominale.

In generale, non è mai consigliabile collegare tra loro pannelli diversi (anche se ciò è possibile). Quando si mettono insieme pannelli diversi, collegati in serie o in parallelo, si ottiene sempre una riduzione della potenza installata.

Infatti, il collegamento di un pannello di potenza inferiore agli altri riduce l'intera potenza in uscita della stringa. Pertanto, se vuoi ottenere la massima potenza dalla tua stringa solare, dovresti collegare tra loro solo pannelli simili.

Collegare insieme più batterie

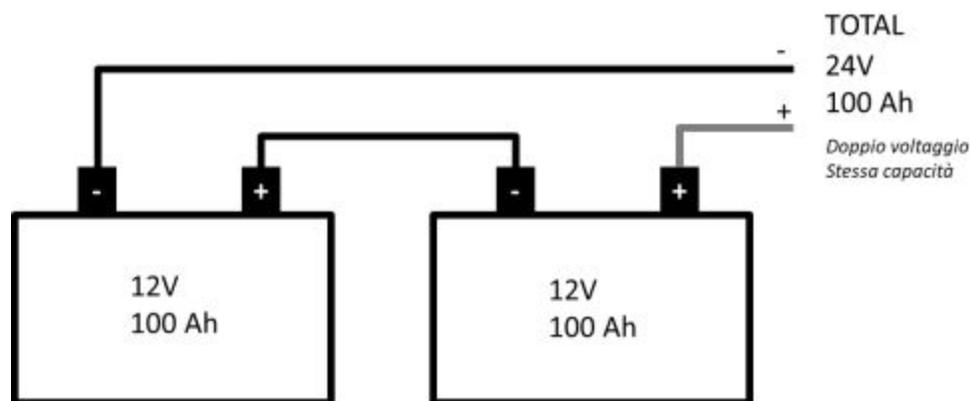
Le batterie, così come i pannelli solari, possono essere collegate in serie o in parallelo. Il risultato dell'unione di due o più batterie è chiamato "banco di batterie". Il collegamento tra più batterie può servire per aumentare la tensione, la capacità o entrambi i parametri.

Per essere più specifici: le batterie si collegano in serie quando si vuole aumentare la tensione, si collegano in parallelo quando si vuole aumentare la capacità. In alcuni casi, è possibile utilizzare un collegamento misto serie-parallelo.

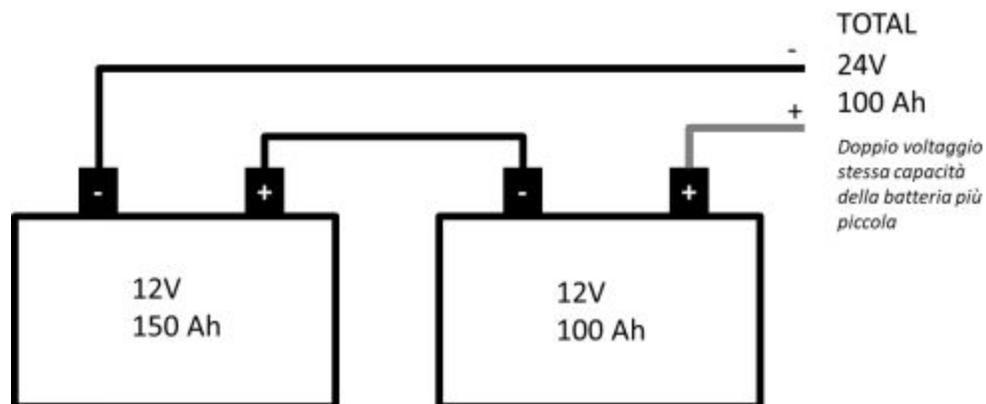
Per collegare in serie due batterie si deve collegare il terminale negativo della prima batteria al terminale positivo della seconda.. I terminali positivi e negativi rimasti liberi si collegheranno (con altri due cavi) al dispositivo da alimentare.

Importante: quando si collegano i cavi che vanno dalle batterie al dispositivo bisogna fare molta attenzione. Non bisogna mai incrociarli! Altrimenti si verificherebbe un cortocircuito!

Quando le batterie sono collegate in serie, la tensione totale è data dalla somma delle singole tensioni di ogni batteria, mentre la capacità complessiva è uguale a quella di una singola batteria:

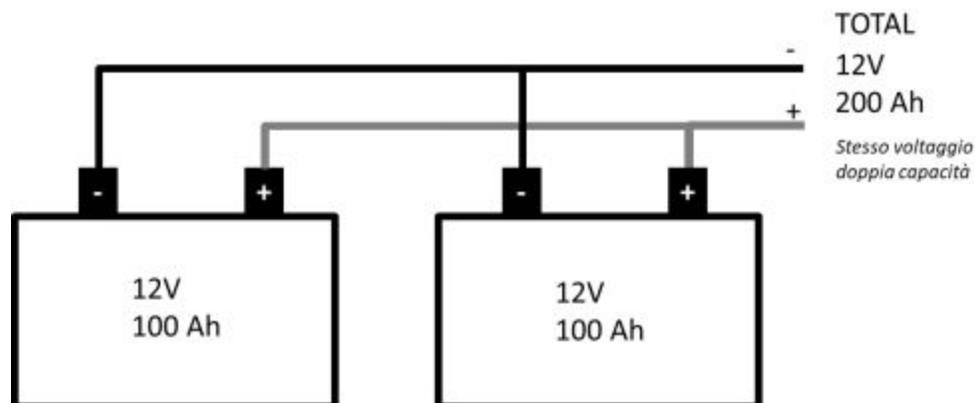


Importante! Se si collegano in serie batterie con capacità diverse, la capacità complessiva sarà uguale a quella della batteria più piccola della catena. Ecco un esempio:

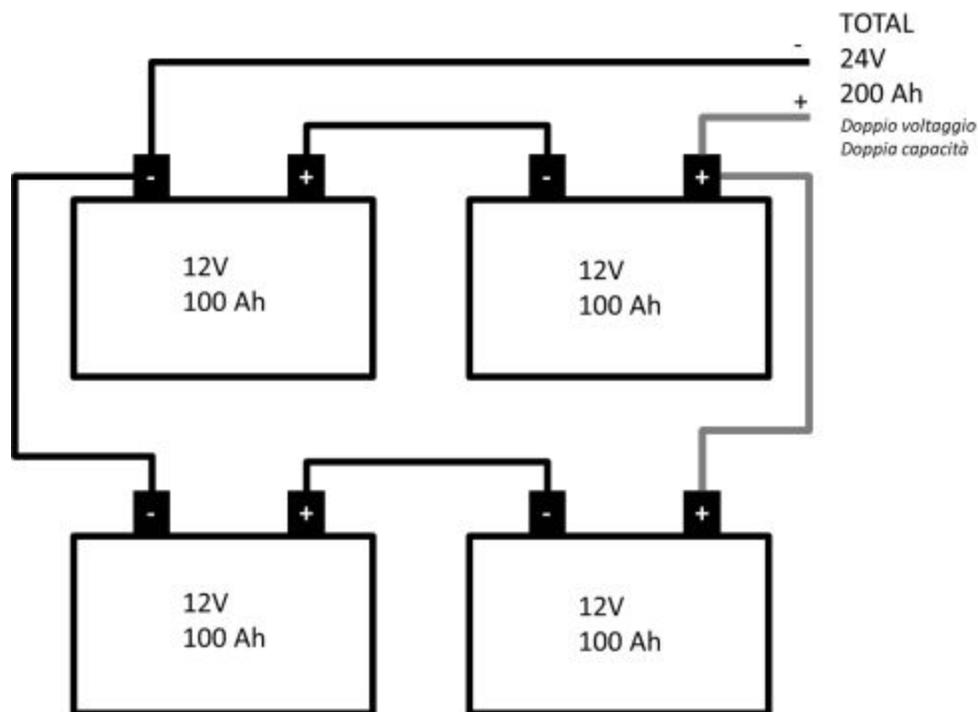


Per collegare in parallelo due batterie, si deve creare un ponticello che collega tra loro i terminali positivi e un altro ponticello che collega tra loro i terminali negativi di entrambe le batterie. Da negativo a negativo e da positivo a positivo. Il dispositivo si può collegare a una qualsiasi delle due batterie. Tuttavia, per mantenere le batterie equalizzate, solitamente si preferisce collegare il positivo a un'estremità del pacco batterie e il negativo all'altra estremità del pacco.

Quando le batterie sono collegate in parallelo, la capacità totale è data dalla somma delle singole capacità di ogni batteria, mentre la tensione complessiva è uguale a quella di una singola batteria:



È anche possibile collegare delle batterie in serie e poi le due serie in parallelo. In questo modo si può aumentare la tensione e la capacità. Per fare questo tipo di collegamento sono necessarie almeno 4 batterie:



In teoria, puoi collegare in questo modo tutte le batterie che vuoi. Ma quando inizi a costruire un groviglio di batterie e cavi, puoi fare confusione e la confusione può diventare pericolosa. Ti consiglio quindi di non esagerare con i collegamenti.

Cerca di non collegare tra loro batterie di diverso tipo. Quando si mettono insieme batterie di capacità diverse, o di tipo diverso finisce sempre che alcune batterie non vengono mai caricate completamente e altre si scaricano più del dovuto. Di conseguenza, questa operazione non è mai opportuna e può ridurre significativamente la durata dell'intero banco di batterie.

Ricorda infine che lavorare con le batterie può essere pericoloso. Cerca di rispettare le regole più elementari di sicurezza e cerca anche di tenere traccia delle tue connessioni. Se puoi esserti di aiuto, cerca sempre di disegnare uno schema dei tuoi banchi batteria (magari mostrandolo a chi è più esperto di te) prima di tentare di costruirli.

Configurazioni di base (schemi di esempio)

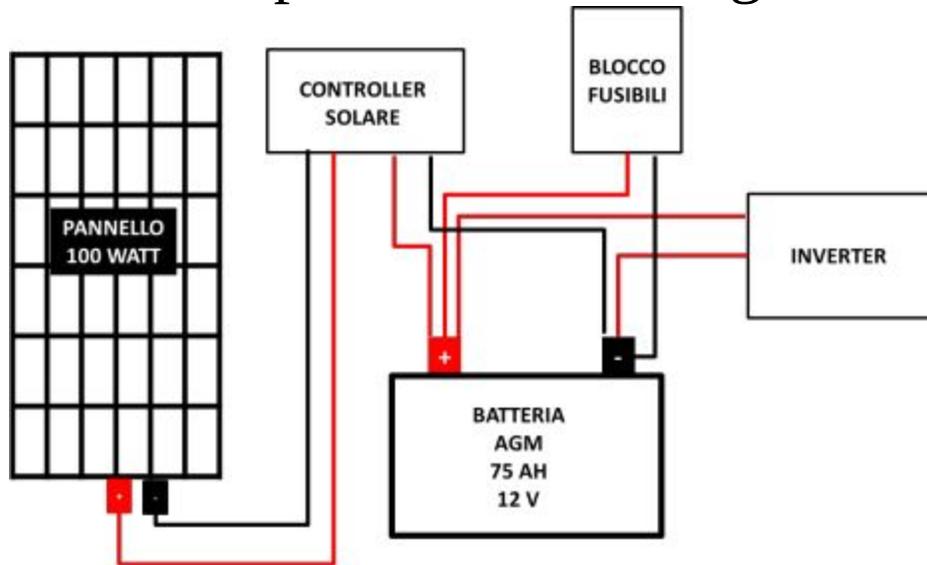
Se hai letto fino a questo punto (e non ti sei annoiato troppo), avrai capito come scegliere i componenti del tuo impianto fotovoltaico, sai come calcolare quanta energia ti serve e come dimensionare il tuo impianto. Dovresti aver compreso anche come collegare insieme pannelli e batterie.

Come ho avuto modo di chiarire più volte, le dimensioni, i costi e i componenti necessari dipendono in larghissima misura dalle tue esigenze specifiche. Ovviamente, non esiste una configurazione di impianto perfetta per ogni uso. In base alla potenza richiesta, esistono diversi modi per disporre pannelli, batterie e connettori. Di sicuro, a questo punto ti sarai già fatto una idea di ciò di cui hai bisogno. Forse hai già immaginato come sarà il tuo sistema solare: quanti e quali componenti ci saranno e come saranno collegati tra loro.

Ad ogni modo, per semplificare il tuo lavoro, in questa parte del libro, ho pensato di fornirti degli schemi di configurazione di base di impianti solari off-grid insieme ad alcune stime di massima dei costi che potresti sostenere. Come vedrai, il costo di un sistema solare off-grid installato in modo permanente può andare dai 1.500 euro per un sistema molto semplice (adatto a far funzionare pochi dispositivi per volta) fino ai 15.000 euro o più per un sistema di fascia alta (con cui si potrebbe alimentare un frigorifero residenziale o un condizionatore d'aria).

Puoi scegliere la configurazione che preferisci in base alle tue esigenze energetiche e quindi utilizzare gli schemi elettrici sottostanti come guida per assemblare il tuo impianto di pannelli solari.

Impianto solare off-grid da 100 Watt



Un sistema solare da 100 watt è davvero molto piccolo. Non puoi pensare di fornire energia a un'intera casa o a un camper con questa configurazione (perlomeno non in modo continuativo). Tuttavia, ci sono molte cose per le quali questa configurazione potrebbe essere utile. Ad esempio, potresti utilizzare un notebook o potresti alimentare alcune luci a led per buona parte della giornata. Potresti far funzionare una TV LCD per alcune ore o un forno a microonde (che consuma molta energia) per alcuni minuti.

Per configurare un sistema come questo, avrai bisogno di un pannello solare da 100 watt (rigido o flessibile), una batteria con una capacità compresa tra 50 Ah (litio) e 75 Ah (AGM), un inverter a onda sinusoidale pura da 300 W e un Regolatore di carica MPPT da 10 ampere. Avrai anche bisogno di molte parti aggiuntive tra cui eventuali staffe per montare i pannelli solari sul tetto, un blocco fusibili, dei connettori per la batteria, un monitor di carica della batteria (opzionale), connettori per i cavi elettrici, prolunghe, fili, e fusibili.

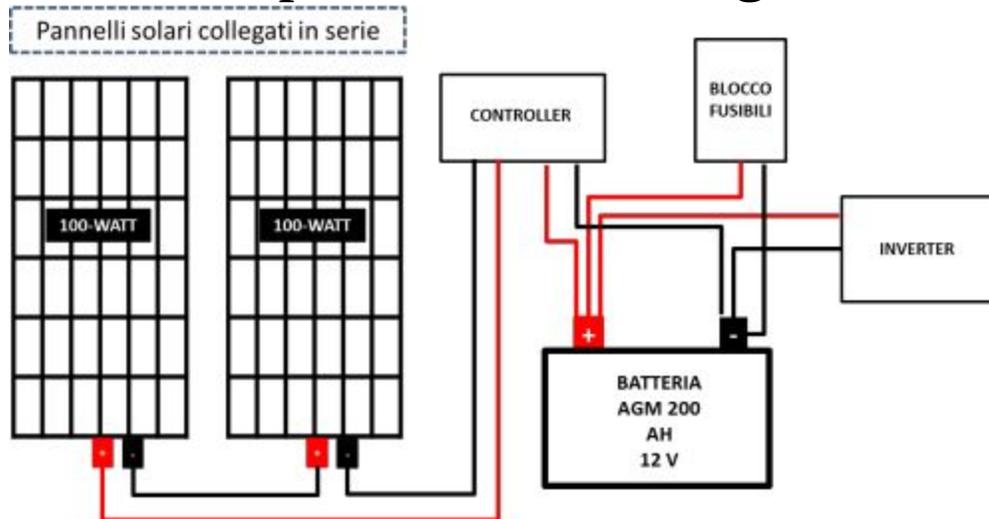
Questa è una configurazione abbastanza economica perché il costo di tutti i componenti potrebbe facilmente rimanere sotto i 1.500 euro o anche

molto meno, se decidi di acquistare uno dei tanti kit prodotti in Cina che si trovano in vendita su Amazon o Ebay (anche se non mi sentirei di consigliarti di seguire questa strada).

Il consiglio che posso darti è di acquistare tutti i componenti separatamente in modo da poter scegliere solo i migliori. In alternativa, potresti voler acquistare un kit di pannelli solari preconfigurato. I kit solari di solito vengono forniti con pannelli solari, un regolatore di carica e staffe a Z per il montaggio. Anche in questo caso, probabilmente dovrai acquistare separatamente batteria, inverter, fusibili e cavi.

Questo tipo di configurazione non è certo il massimo, ma se il tuo budget è limitato, può essere un modo per iniziare ad avvicinarti al mondo dell'energia solare.

Impianto solare off-grid da 200 watt



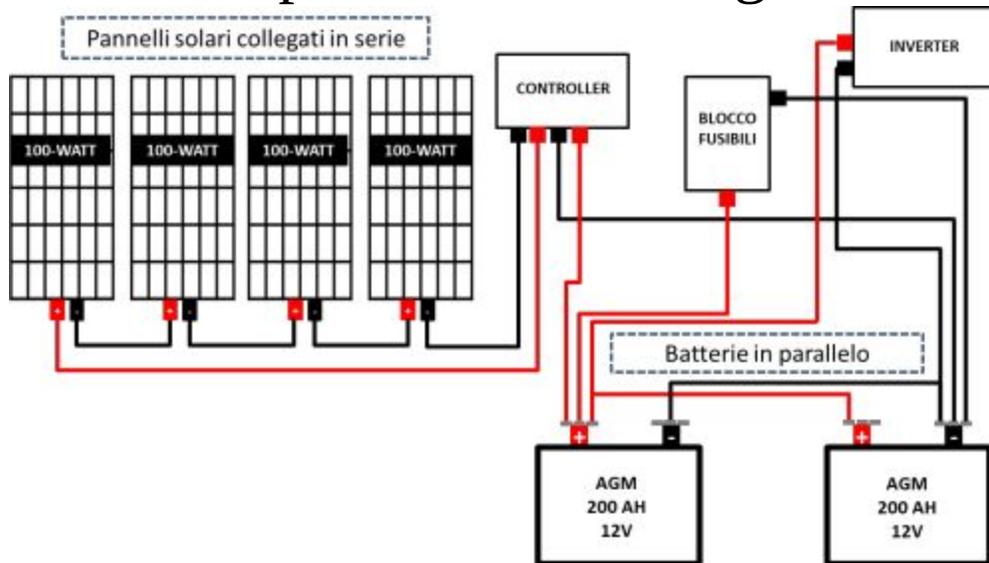
Un sistema da 200 watt è ancora molto piccolo, ma è pur sempre grande il doppio di quello descritto in precedenza. Con questa quantità di energia a disposizione, potresti alimentare gli stessi apparecchi del sistema precedente, ma più a lungo.

Per configurare un sistema come questo, avrai bisogno di due pannelli solari da 100 watt (rigidi o flessibili) collegati tra loro in serie, una batteria con una capacità compresa tra 100 Ah (se al litio) e 200 Ah (se del tipo AGM), una inverter a onda sinusoidale pura da 600-1000 W e un regolatore di carica MPPT da 20 ampere. Potresti inoltre avere bisogno delle stesse parti aggiuntive e opzionali elencate nella configurazione precedente.

Il costo dei componenti può variare dai 1.500 ai 3.000 euro.

Anche in questo caso, come in tutte le configurazioni che seguono, potrebbe essere più semplice acquistare un kit preconfezionato.

Impianto solare off-grid da 400 watt



Se vuoi un impianto di medie dimensioni, puoi optare per un sistema da 400 watt.

Per configurare un sistema come questo, avrai bisogno di quattro pannelli solari da 100 watt (rigidi o flessibili) collegati tra loro in serie, due batterie cablate in parallelo con una capacità compresa tra 100 ah (se al litio) e 200 Ah (se AGM), un Inverter a onda sinusoidale da 1500 W e un regolatore di carica MPPT da 30-50 amp.

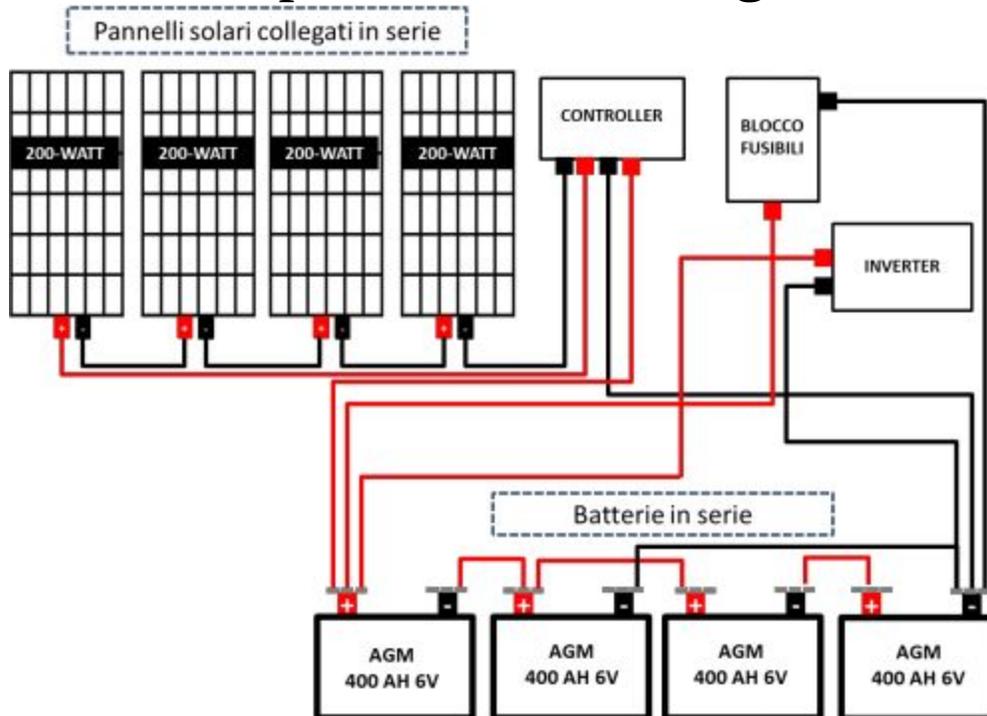
Avrai anche bisogno delle stesse parti aggiuntive e opzionali elencate nel sistema precedente.

Questo tipo di configurazione è probabilmente la più comune per i camper e i veicoli ricreazionali perché consente di avere abbastanza energia. Il costo totale può variare tra i 4.000 e i 6.000 euro. Si tratta sicuramente di una spesa superiore a quella delle soluzioni precedenti, ma è ancora abbastanza conveniente perché si può ammortizzare in diversi anni di utilizzo.

Con una configurazione di questo tipo si possono alimentare piccoli dispositivi elettronici per lungo tempo e si può anche ammettere un uso

sporadico di vari apparecchi come un forno a microonde, un bollitore elettrico, un asciugacapelli, una coperta elettrica, ecc. Non si possono invece alimentare dispositivi che devono rimanere accesi 24 ore al giorno come un frigorifero residenziale.

Impianto solare off-grid da 800 watt



Tutte le configurazioni descritte nei paragrafi precedenti consentono di avere energia senza essere connessi alla rete e di utilizzare alcuni dispositivi elettronici per frazioni di tempo più o meno lunghe. Tuttavia, nessuna delle configurazioni precedenti potrebbe consentirti di essere completamente indipendente. Pertanto, se non hai la possibilità di collegarti alla rete elettrica, dovresti attingere l'altra energia di cui hai bisogno da altre fonti, ad esempio usando un generatore.

Per i proprietari di camper e case viaggianti che necessitano di una fonte continua di energia e vogliono essere completamente autosufficienti, è consigliabile installare un impianto più grande.

Per far funzionare un frigorifero residenziale 24 ore al giorno o un condizionatore d'aria di tanto in tanto, è necessario almeno un sistema da 800 watt con una batteria adatta e sufficientemente capiente.

Per configurare un sistema come questo, avrai bisogno di quattro pannelli solari da 200 watt (rigidi o flessibili) collegati tra loro in serie, quattro batterie AGM cablate in serie con una capacità di 400 Ah (AGM), un inverter a onda sinusoidale pura da 1000-1500 W e un controller di carica MPPT da 40 ampere. Avrai anche bisogno delle stesse parti aggiuntive e opzionali elencate nel sistema precedente.

Il costo totale di un impianto come questo può variare tra i 10.000 e i 18.000 euro. Si tratta quindi di un investimento molto significativo e potresti chiederti se ne vale davvero la pena. Anche in questo caso, la risposta dipende solo da te e dall'uso che intendi fare del solare. Se non hai altre soluzioni, perché, ad esempio, la tua casa è in un luogo isolato, la risposta è sicuramente sì. Se, invece, stai pensando al solare per un camper o un altro veicolo, allora ti consiglio di iniziare con qualcosa di più piccolo e meno costoso, magari lasciando spazio a delle possibilità di espansione futura del sistema. Col tempo diventerai più consapevole di ciò di cui hai bisogno e, se necessario, potrai aggiornare il tuo sistema aggiungendo altri pannelli o batterie.

PARTE 4
INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO

Attrezzi e accessori

Congratulazioni per essere arrivato fin qui. Se intendi davvero andare avanti e assemblare da solo il tuo impianto solare immagino che a questo punto avrai già un garage pieno di pannelli solari, batterie, cavi e altri materiali. La fase di pianificazione è finita e inizia l'installazione vera e propria. Prima di iniziare il montaggio devi però assicurarti di avere con te tutti gli strumenti necessari. Oltre ai classici attrezzi per il fai-da-te (martelli, cacciaviti, pinze, ecc.) avrai bisogno anche di alcuni accessori più specifici. Vediamo insieme quali sono.

Multimetro digitale (DMM)



Il multimetro digitale o DMM è uno degli strumenti più utili che devi avere in casa. Esso serve essenzialmente per testare e diagnosticare problemi sull'impianto elettrico oppure sui dispositivi elettronici collegati. Più precisamente il multimetro è un dispositivo di misurazione della corrente che acquisisce informazioni analogiche e le converte in digitale rendendole leggibili sul display LCD .

È possibile utilizzare un multimetro digitale per misurare vari parametri elettrici come la tensione della corrente alternata o continua, la resistenza, la temperatura e molte altre cose.

Ovviamente la quantità di funzioni presenti dipende dal modello. In commercio ci sono modelli per ogni tipo di budget, ma comunque non si tratta mai di apparecchiature eccessivamente costose. In ogni caso anche i modelli più economici possono essere molto utili.

Guanti

Per installare il tuo impianto avrai bisogno di almeno due tipi diversi di guanti .

È consigliabile avere almeno un paio di guanti chimici da usare quando si maneggiano le batterie e un altro paio di guanti da elettricista (isolanti) che userai quando andrai a lavorare sul cablaggio dell'impianto solare. I guanti chimici devono essere abbastanza resistenti perché quando si sollevano e si spostano le batterie (che normalmente sono molto pesanti) è essenziale avere una buona presa. Ti consiglio inoltre di prendere dei guanti con polsino medio o lungo, per proteggere i polsi e gli avambracci.



I guanti chimici devono essere fatti di un materiale che può proteggere da eventuali fuoriuscite di acido della batteria. Solitamente dei guanti in neoprene da 0,4 mm forniscono una protezione adeguata. In ogni caso, se i guanti si schizzano di acido, mentre si lavora con le batterie, è consigliabile lavarli o sostituirli immediatamente.

I guanti isolanti da elettricista (o dielettrici) offrono una protezione individuale contro lo choc elettrico in occasione di lavori sotto tensione o nella vicinanza di parti attive. indispensabili quando si installano impianti solari collegati alla rete elettrica, ma il loro uso è fortemente consigliato anche quando si installa un sistema off-grid a bassa tensione.

I guanti devono rispondere, come ogni altro dispositivo di protezione individuale o attrezzatura complessiva, ad una specifica norma di prodotto. In particolare devono essere conformi a quanto prescritto dalle norme IEC 60903 e EN 60903.

Sempre secondo quanto previsto dalla normativa vigente i guanti dielettrici subiscono prove di tenuta elettrica, d'invecchiamento e meccanica. I guanti sono testati individualmente dal produttore e commercializzati in sacchetti di plastica sigillati. Dal momento dell'apertura del sacchetto si calcola la scadenza del dispositivo. Quindi, contestualmente all'apertura deve essere scritta la data di primo utilizzo negli appositi spazi stampigliati su ogni guanto.

I guanti dielettrici sono classificati in base al valore di tensione di utilizzo e devono quindi essere scelti in base alla loro classe di isolamento che corrisponde al livello di tensione dell'impianto su cui si è chiamati ad operare. I guanti di classe 00 offrono protezione fino a 500 volt, i guanti di classe 0 forniscono protezione fino a 1.000 volt, i guanti di classe 1 offrono protezione fino a 7.500 volt, i guanti di classe 2 offrono protezione fino a 17.000 volt, i guanti di classe 3 forniscono protezione fino a 26.500 volt.

In genere per l'installazione della maggior parte degli impianti fotovoltaici sono sufficienti guanti di tipo 00 o 0. Utilizzare guanti di una classe superiore non conviene, in quanto a causa dello spessore superiore, potrebbero impedire i movimenti.

Ricorda inoltre che la tensione a circuito aperto di un campo solare può essere più del doppio della tensione nominale del campo solare stesso: venti moduli solari collegati in serie possono avere una tensione nominale di 240 volt, ma la tensione a circuito aperto può essere superiore a 500 Volt.

Come per i guanti chimici, ti consiglio di scegliere dei guanti con una lunghezza del polsino media o lunga e di ispezionare sempre il dispositivo di protezione prima dell'uso al fine di verificare se sono presenti crepe o buchi.

Altri accessori utili

Oltre agli accessori elencati nei precedenti paragrafi ci sono anche altre cose che è utile avere sotto mano. Eccoti un elenco di alcune cose che spesso ci si dimentica:

- Cacciaviti isolati elettricamente. Utili (per non dire indispensabili) per il cablaggio del pannello solare•
- Fascette per cavi. Utili per mantenere i cavi in posizione. Possono mantenere pulito il passaggio dei cavi e sono adatte sia per installazioni temporanee che permanenti.
- Lucidante per vetri o cera idrorepellente e antimacchia per la pulizia dei pannelli solari.
- Vasellina da mettere sui collegamenti elettrici dei pannelli solari e delle batterie per sigillarli dall'umidità e garantire un buon collegamento.
- kit per la pulizia chimica adatto per pulire gli acidi delle batterie in caso di fuoriuscita;
- Uno stock di sacchetti in polietilene per i rifiuti.

una buona scorta di stracci / salviette usa e getta per la pulizia

.

La sicurezza prima di tutto

Prima di installare il tuo impianto fotovoltaico ci sono alcuni aspetti che riguardano la sicurezza che dovresti considerare. Alcune di queste cose potrebbero non essere per te rilevanti, ma in ogni caso ti consiglio di leggere questo capitolo per assicurarti che non ti stia sfuggendo qualcosa. L'installazione di un impianto fotovoltaico comporta la necessità di lavorare con tensioni elevate, con sostanze chimiche pericolose e con degli oggetti pesanti e fragili. È meglio stare al sicuro.

Kit di primo soccorso

Durante l'installazione del sistema fotovoltaico può capitare di tagliarsi, oppure di pungersi con una scheggia o chi sa cosa. Per non farsi cogliere alla sprovvista è fondamentale dotarsi di una cassetta del primo soccorso ben organizzata, contenente tutti i prodotti che aiutano a medicare piccole ferite e fronteggiare lievi emergenze.



Il consiglio è di munirsi di un kit di pronto soccorso completo – una cassetta, una scatola o una piccola borsa - da conservare in un luogo facilmente raggiungibile.

In caso di emergenza la parola d'ordine è la tempestività: è importante tenere tutto in ordine e non chiudere a chiave la cassetta, al momento del bisogno potresti non trovare la chiave e perdere minuti preziosi! Inoltre, fai attenzione alla data di scadenza dei farmaci e non utilizzare mai medicinali scaduti.

Cosa deve contenere la cassetta del Primo Soccorso?

Vediamo insieme i prodotti essenziali che non possono mancare nel kit per le emergenze.

- Guanti sterili monouso, da indossare prima di medicare una ferita per evitare di infettarla.
- Garze sterili, meglio se suddivise in singole buste, utili per coprire le ferite e le abrasioni favorendo la respirazione della

pelle.

- Pinzette, indispensabili per estrarre spine e/o schegge dalla pelle, sono utili anche per sistemare con precisione bende e i medicazioni.
- Forbicine pulite, per tagliare cerotti, le bende e garze.
- Cotone idrofilo (ovatta), utile per pulire le ferite inumidito con acqua ossigenata o disinfettante.
- Acqua ossigenata, necessaria per disinfettare le ferite, può essere usata direttamente sulla parte interessato o con un batuffolo di cotone.
- Soluzione fisiologica (meglio se in flaconcini monodose).
- Cerotti assortiti di varie misure, da applicare sulla ferita dopo la medicazione
- Disinfettante non alcolico, per igienizzare le mani, meglio scegliere quello senza risciacquo
- Termometro, per controllare la temperatura corporea, è possibile scegliere tra vari modelli presenti in commercio
- Rotolo di cerotto, da tagliare della lunghezza desiderata, serve per fissare garze e bende
- Ghiaccio istantaneo in busta (o una borsa del ghiaccio) da applicare in caso di cadute o leggere contusione per evitare lividi e gonfiori
- Bende elastiche di diverse misure, servono per tenere le medicazioni ben aderenti alla pelle

Oltre a quanto elencato sopra il kit dovrebbe contenere anche ciò che serve a fornire un aiuto immediato in caso di incidente elettrico. In particolare una soluzione per il risciacquo degli occhi e un set di lavaggio o un gel da applicare sulla pelle in caso di contatto con l'acido della batteria.

Lavorare in aree pubbliche

Non sempre abbiamo la fortuna di poter lavorare in un'area privata. Alcune volte le case su cui si eseguono i lavori di installazione degli impianti fotovoltaici si trovano nel bel mezzo di strade pubbliche dove chiunque può accedere liberamente. In questi casi dovresti usare delle barriere o delle recinzioni per delimitare l'area del cantiere. Dovresti inoltre mettere dei cartelli di "lavori in corso" e eventualmente segnalare un percorso alternativo. In questo scenario, consiglieri di assumere un team di installatori professionisti per eseguire il lavoro per tuo conto. Ci sono inoltre delle norme in materia di salute e sicurezza che dovrai rispettare e una squadra di professionisti può fare in modo che tutto si svolga nel rispetto delle regole.

Anche quando lavori in aree private, dovresti comunque considerare le persone che si trovano intorno a te. I bambini, ad esempio potrebbero incuriosirsi e vedere il lavoro che stai facendo come un gioco al quale vorrebbero partecipare, ma per loro potrebbero esserci molti rischi, è meglio tenerli alla larga, così come è meglio tenere al sicuro chiunque non sia strettamente necessario.

Lavorare in quota

È molto probabile che dovrai lavorare a una certa altezza dal suolo e forse ti troverai anche a strisciare pancia sotto su un tetto inclinato. Se intendi fare tutto da solo, assicurati di utilizzare un'attrezzatura da arrampicata adatta (scale, ganci, cinture di sicurezza, ponteggi). Puoi affittare tutto ciò che non hai a prezzi ragionevoli.

Devi sapere però che i lavori in quota in Italia sono sottoposti ad una specifica regolamentazione.

Il Testo Unico Sicurezza, all'interno dell'ampio spazio dedicato ai cantieri temporanei o mobili, riserva un intero Capo, il secondo, per illustrare le norme relative alla prevenzione degli infortuni sul lavoro in quota. La legge definisce come "lavori in quota" tutte quelle attività lavorative che espongono il lavoratore al rischio di caduta da una altezza superiore a due metri.

Ci sono quindi varie disposizioni di carattere generale da rispettare. I cantieri in cui sono adibite attività che prevedano lavori in quota devono essere provvisti di idonee recinzioni per impedire l'accesso ad estranei e il transito sotto ponti sospesi, scale ed aree simili, deve essere impedito mediante barriere.

Chi organizza i lavori:

1. deve dare priorità alle misure di protezione di tipo collettivo rispetto a quelle individuali;
2. deve porre particolare attenzione alle dimensioni e all'ergonomia delle attrezzature di lavoro.

La stessa legge stabilisce poi vari obblighi da rispettare relativi alle attrezzature da adottare quali funi (art. 116), scale (art. 113) e ponteggi (sezioni IV, Ve VI) e descrive nel dettaglio le caratteristiche tecniche che

devono possedere, le dimensioni, il posizionamento ed i requisiti di conformità minimi affinché possano essere impiegate. Particolare evidenza viene data ai dispositivi di protezione collettiva anti caduta, specificandone l'obbligo di adozione e l'impossibilità di iniziare una attività in loro assenza.

In sintesi, la normativa è complessa e i rischi sono numerosi. Anche in questo caso quindi, se devi installare dei pannelli fotovoltaici sul tetto di una casa e non hai dimestichezza con questo tipo di lavori, tieni presente che assumere un professionista non è un peccato. Un installatore professionista può montare un sistema solare su un tetto in 2 o 3 ore..

Maneggiare le batterie

Le batterie, gli inverter di grandi dimensioni e altre componenti degli impianti fotovoltaici possono essere difficili da maneggiare. I pannelli solari stessi possono essere alquanto pesanti, ingombranti e fragili. Per installare la maggior parte di questi dispositivi servono almeno due persone.

Le batterie (specie quelle al piombo) sono estremamente pesanti. Se si cerca di sollevare una grossa batteria solo con la forza delle braccia ci si può facilmente far male alla schiena. Le batterie più grandi e pesanti spesso hanno degli anelli nella parte superiore dentro i quali si può infilare un cavo per creare una maniglia. Ciò consente di ridurre la necessità di chinarsi per sollevare la batteria dal pavimento. Le batterie al piombo contengono un acido che è estremamente caustico e può causare gravi ustioni. Bisogna quindi prendere le dovute precauzioni quando si maneggiano le batterie:

- È consigliabile indossare sempre indumenti protettivi. Oltre ai guanti già descritti sopra, può essere utile indossare una tuta da lavoro, delle scarpe da lavoro con la punta d'acciaio, e una protezione per gli occhi (occhiali di sicurezza).
- Fai attenzione a mantenere sempre le batterie in posizione verticale. In caso di caduta di una batteria, posizionala immediatamente su un vassoio di sicurezza e verifica la presenza di danni o perdite. Se la batteria è danneggiata, devi metterla in un sacchetto di polietilene sigillato, imballarla ed etichettarla come rifiuto pericoloso. Se è fuoriuscito del liquido, occorre pulire immediatamente la fuoriuscita con uno straccio e mettere poi anche questo in un sacchetto di plastica sigillato e contrassegnato come rifiuto pericoloso. Se il materiale fuoriuscito da una batteria viene a contatto con gli indumenti, bisogna rimuovere anche questi e smaltirli.
- Ricordati di non fumare e non mettere mai delle fonti di calore vicino alle batterie. Assicurati inoltre che l'area in cui conservi le batterie sia sufficientemente ventilata.

- Le batterie possono fornire enormi quantità di corrente molto rapidamente. Evita di poggiare attrezzi sulla batteria. Ad esempio, una chiave inglese poggiata inavvertitamente sulla batteria potrebbe mettere in contatto i due poli e farla andare in cortocircuito. La chiave si surriscalderebbe entro pochi secondi e potrebbe facilmente provocare incendi o esplosioni.
- Quando si lavora con le batterie è consigliabile rimuovere eventuali anelli, braccialetti o orologi e mantenere tutti gli attrezzi che usi a una distanza di sicurezza ragionevole.

Messa a terra dell'impianto

I pannelli fotovoltaici vanno collegati a terra. Il mancato collegamento può risultare devastante, specie nelle zone interessate frequentemente da fulmini. Anche se i temporali sono rari, occorre tener presente che basta un singolo fulmine o un singolo cavo non collegato e l'apparato può venire distrutto. Oltre al fatto che si può sviluppare un incendio che potrebbe danneggiare la tua casa. L'elettricità dei fulmini, infatti, segue il percorso di minor resistenza, e l'unico modo per rendere un fulmine innocuo è quello di dotare l'impianto fotovoltaico di una messa a terra, proprio come succede per gli elettrodomestici che usiamo nei nostri appartamenti. Tutte le componenti di un impianto fotovoltaico devono venire collegate a terra: pannelli, inverter, regolatore di carica, etc. Non usare cavi isolati, bensì rame nudo, per i collegamenti di terra: se colpito da un fulmine, infatti, il cavo diventa talmente caldo da vaporizzare l'isolante, il che potrebbe causare un incendio.

Se un fulmine colpisce un pannello fotovoltaico che, per dimenticanza o errore, non è collegato al sistema di terra di casa, si crea un differenziale elettrico fra i due sistemi. Poiché a quel punto la carica proveniente dal fulmine, non essendo scaricata in profondità da un dispersore, si propaga superficialmente lungo il terreno, può venire a contatto con l'impianto di terra della vostra casa, ma ad un voltaggio assai minore. A quel punto, poiché la differenza di potenziale tende ad azzerarsi, il cammino di minore resistenza potrebbe essere costituito da un salto sul cavo di terra di casa con la carica che si propagherebbe alla vostra linea elettrica di casa e poi, passando attraverso l'inverter, all'impianto di terra del sistema fotovoltaico. Se ciò accade, verranno distrutti tutti gli apparati che si trovano lungo questo percorso. Se invece il sistema di terra dell'impianto fotovoltaico e quello di casa sono collegati fra loro, non si crea alcuna differenza di potenziale fra i pannelli e la propria casa.

Installare i pannelli solari

Ispezionare i pannelli

La prima cosa da fare dopo aver liberato i pannelli dal loro imballo è eseguire un'ispezione visiva per assicurarsi che non siano danneggiati. Un vetro rotto o incrinato potrebbe influire in modo significativo sulle prestazioni dei moduli solari. Pertanto, se dovessero esserci dei danni visibili sul vetro, i pannelli dovrebbero essere sostituiti. Il danneggiamento del telaio invece potrebbe non essere un problema troppo grave, almeno fintanto che il danno non consente all'acqua di entrare nel pannello e non impedisce al pannello solare di essere montato saldamente in posizione.

Testare i pannelli con un multimetro

I multimetri digitali sono strumenti sofisticati che necessitano di un certo periodo di studio e di molta pratica prima di essere utilizzati al meglio. In questo volume non ho spazio sufficiente per fornire una guida completa all'uso del multimetro digitale. Tuttavia, posso provare a fare un semplice esempio. Supponiamo che tu voglia testare un pannello da 100 watt per assicurarti che funzioni correttamente.

La prima cosa che devi testare è la tensione in uscita del pannello solare. Per farlo, esponi il tuo pannello solare alla luce diretta del sole, imposta il multimetro sull'impostazione "volt" e poggia il cavo positivo (rosso) del multimetro sul cavo positivo del pannello solare. Quindi poggia il cavo negativo (nero) del multimetro su quello negativo del pannello solare. La lettura dei volt sul multimetro potrebbe essere di circa (o di poco inferiore ai) 17 volt.

La seconda cosa che devi fare è testare l'amperaggio in uscita del pannello solare. Anche in questo caso devi mettere il pannello sotto la luce diretta del sole. Imposta il multimetro sull'impostazione "ampere" e poggia il cavo positivo (rosso) del multimetro sul cavo positivo del pannello. Quindi poggia il cavo negativo (nero) del multimetro sul cavo negativo del pannello.

Il dato che leggi sul tuo multimetro potrebbe essere vicino (o di poco inferiore ai) 5,9 ampere.

Una volta verificati i volt e gli ampere del pannello, puoi moltiplicare questi due valori per ottenere i Watt.

Nel caso in esempio avresti $17 \text{ Volt} \times 5,9 \text{ Amp} = 100,3 \text{ Watt}$ e ciò significherebbe che il pannello funziona correttamente, perché il risultato corrisponde alla potenza nominale del pannello.

In realtà, quando si esegue un test su un pannello solare, si possono ottenere risultati molto diversi da quelli attesi. Quando le tue misurazioni

non soddisfano le aspettative, potrebbe significare che c'è un problema con il tuo pannello solare. In questi casi, è consigliabile fare un passo indietro e controllare di nuovo tutti i collegamenti delle celle solari e tutti i vetri al fine di individuare la presenza di crepe nelle celle solari. Se tutto è in ordine, puoi ripetere il test una seconda e una terza volta. Tieni presente che le condizioni meteorologiche possono influenzare il risultato, quindi è consigliabile effettuare test anche in giorni diversi o in ore diverse del giorno. Se, dopo aver ripetuto più volte il test, non si ottiene ancora il risultato desiderato, il pannello potrebbe essere difettoso e deve essere sostituito.

Pulire i pannelli

Prima dell'installazione, può essere una buona idea pulire il vetro dei pannelli solari. Per farlo, prendi uno spruzzino e riempilo con acqua demineralizzata tiepida con diluito un po' di detersivo delicato per vetri. Dopo aver tolto la polvere, vaporizza il composto sul pannello solare e lascia agire per qualche minuto. Cerca di togliere ogni eventuale residuo di sapone e pulisci – senza fare pressione – con un panno morbido.

L'uso di spugne abrasive potrebbe rigare il vetro protettivo dell'impianto e comprometterne per sempre il funzionamento: non rischiare! Scegli un detergente che sia anche antistatico, così che si formi una pellicola protettiva in grado di respingere le sostanze grasse come lo smog, il calcare, la fuliggine o i residui organici cristallizzati sul vetro.

Dopo aver lavato i pannelli, ricordati di asciugare sempre con cura ogni centimetro, per evitare la formazione di aloni che limitano l'assorbimento delle radiazioni solari.

Connettere i pannelli

Dopo aver pulito i pannelli, puoi passare al cablaggio. Se colleghi più pannelli in serie, perché vuoi raggiungere una determinata tensione dovrai anche fare un test con il multimetro per verificare di aver ottenuto la tensione prevista. Fai attenzione quando effettui queste misurazioni poiché anche solo 40 volt possono causare un brutto shock in circostanze sbagliate.

Se vuoi collegare più pannelli in serie e in parallelo (come illustrato nel capitolo sulle connessioni) dovrai effettuare un controllo aggiuntivo. Dopo aver cablato correttamente ciascuna serie, e testata la tensione della serie, dovrai effettuare i collegamenti paralleli e testare l'intera stringa con il multimetro impostato sull'impostazione di tensione appropriata.

Se hai pannelli con potenze diverse (opzione non consigliata), ognuno deve essere trattato come una stringa separata. Non cablare in serie o in parallelo pannelli diversi. Collega invece le stringhe tra loro sul controller.

Al termine del test, assicurati che la stringa solare sia sicura in modo che nessuno riceva scosse elettriche dal sistema. A tale scopo, puoi collegare i cavi positivo e negativo del campo solare per cortocircuitare il campo. Ciò non danneggerà la stringa e potrebbe prevenire uno shock.

Montare i pannelli sul tetto

La maggior parte dei kit solari sono progettati in modo da poter essere montati su dei supporti. In genere quindi bisogna prima montare i pannelli sul loro supporto e poi installarli sul tetto o nella posizione che hai stabilito.

I supporti per i pannelli possono essere autocostruiti, ma nella maggior parte dei casi si acquistano insieme ai pannelli stessi.

A volte i pannelli con capacità inferiori a 40 Watt presentano già dei bordi di plastica con fori per il fissaggio. La maggior parte dei pannelli solari, tuttavia, sono progettati per essere fissati a un telaio. Il telaio è generalmente fatto da due guide o binari. Per montare i pannelli solari sui binari si utilizzano dei morsetti. I binari, a loro volta, sono montati su una struttura del tetto mediante ganci per tetto.

Le soluzioni in commercio per il fissaggio dei pannelli fotovoltaici al tetto sono molte. In base al tipo di tetto si possono applicare semplici staffe o vere e proprie zavorre per “zavorrare”, appunto, l’intera struttura portante dell’impianto. Ovviamente la soluzione più adatta dipenderà dal tipo di tetto.

Fissaggio dei pannelli fotovoltaici sui tetti inclinati

I classici tetti a falde inclinate sono ricoperti, di solito, da tegole in cotto e per applicare le staffe di montaggio dei pannelli, a volte, bisogna “fare spazio” togliendo le tegole dove verranno messi i pannelli.

Togliendo le tegole in corrispondenza dell'impianto l'effetto estetico dell'impianto è decisamente migliore con un effetto totalmente integrato nel tetto. Nonostante ciò, e questo è il caso più frequente, i moduli possono essere messi anche sopra le tegole fissando le staffe di supporto alla struttura portante del tetto che può essere in legno, acciaio o cemento.

I tipi di staffa da utilizzare sono davvero molti, per ogni tipo di tetto ci sono diversi metodi di ancoraggio, ma, in linea di massima, sui tetti obliqui si fissano dei ganci con una forma particolare che permette di rimettere la tegola al suo posto dopo aver fissato il gancio al tetto.

Una volta rimessa la tegola al suo posto si avrà un tetto uniforme dal quale fuoriescono dei ganci in metallo sui quali andranno attaccate le staffe di fissaggio dei pannelli fotovoltaici sul tetto.

Le staffe vengono fissate orizzontalmente in modo da formare una struttura “di appoggio” orizzontale: alcune staffe in metallo, parallele fra loro, sulle quali andranno fissate altre staffe perpendicolari.

Si costruisce, insomma, l'intelaiatura in acciaio o alluminio sul quale andrà montato il campo fotovoltaico.

Fissaggio dei pannelli fotovoltaici sui tetti piani o a terra

In questo caso i pannelli devono essere montati su supporti rialzati per dare la giusta inclinazione ai moduli. A volte, per evitare di bucare il tetto vengono utilizzati dei sistemi “a zavorra”, altre volte, vengono fissate le strutture bucando il soffitto (o il terreno) sottostante. Nel caso di tetti piani il lavoro di foratura deve essere fatto con maggiore attenzione perchè non ci sono le delle tegole a proteggere il sottotetto dall’acqua. Bisogna prestare particolare attenzione a conservare la giusta tenuta all’acqua piovana.

In genere si sconsiglia di bucare il tetto, ma tutto dipende, com’è ovvio, dal tipo di tetto piano, che può essere lamierato o in cemento. Tra le diverse soluzioni si preferiscono, ove possibile, le zavorre per evitare di bucare il tetto.

La soluzione con zavorra, invece, come detto, evita all’installatore di bucare il tetto, ma poggia le strutture sulla copertura semplicemente zavorrandole con un peso: si può usare terra, ghiaia, calcestruzzo o cemento.

Angolo di inclinazione dei pannelli

Un altro elemento da considerare, quando si monta un impianto fotovoltaico è l'angolo di inclinazione dei pannelli.

I pannelli solari infatti raggiungono il massimo della loro efficienza quando sono perpendicolari ai raggi del sole. Naturalmente questa è una condizione che si verifica raramente, sia nel corso di una giornata, sia durante l'anno solare. Bisogna quindi fare in modo che i pannelli siano orientati in maniera tale da poter sfruttare la luce del sole in ogni momento del giorno e in ogni stagione dell'anno.

Come si può stabilire quindi l'angolazione ottimale del pannello?

Per determinare l'angolazione ottimale del tuo pannello solare devi tenere conto sia della parte del mondo in cui ti trovi sia del periodo dell'anno in cui vuoi ottenere il massimo rendimento dell'impianto.

Determinare l'angolo di inclinazione ottimale dei pannelli

Come regola generale, i pannelli solari dovrebbero essere più verticali durante l'inverno, per massimizzare la resa quando il sole è più basso e più orizzontali durante l'estate, quando il sole è più alto.

Il metodo più semplice per calcolare (anche se in modo approssimativo) l'angolo di inclinazione ottimale del pannello solare si basa sulla latitudine.

I pannelli solari dovrebbero quindi un angolo di inclinazione differente in estate e in inverno corrispondente a:

1. INVERNO: latitudine dell'impianto + 15 gradi
2. ESTATE: latitudine dell'impianto - 15 gradi

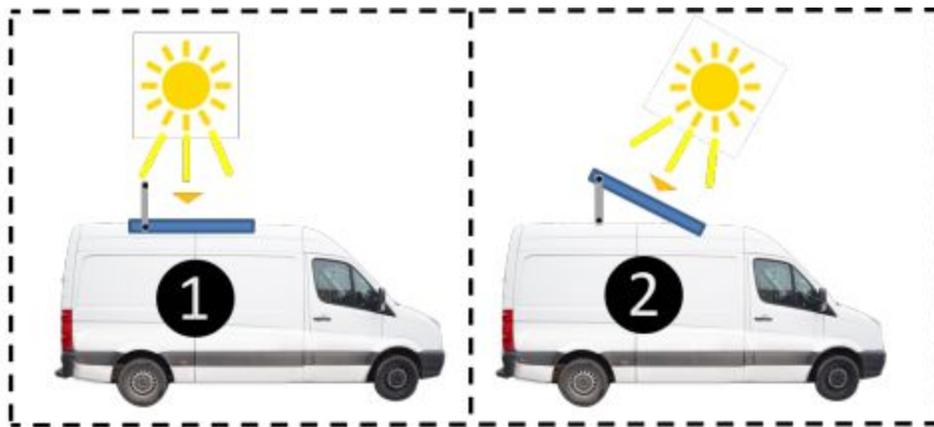
Ad esempio, se la tua latitudine è di 34° , l'angolo di inclinazione ottimale per i tuoi pannelli solari durante l'inverno sarà $34 + 15 = 49^\circ$.

L'angolo di inclinazione ottimale estivo, invece, sarà di $34 - 15 = 19^\circ$.

In questo modo di solito si massimizza la produzione energetica annuale.

Montaggio dei pannelli con angolo regolabile

Se stai pensando di installare il tuo impianto solare su un camper o una roulotte, puoi costruire una struttura di supporto che ti consenta di trarre il massimo della luce solare durante ogni periodo dell'anno. Con un paio di staffe in alluminio puoi costruire un supporto ad L nel quale dovrai praticare una serie di fori che ti consentiranno di posizionare il pannello con angolature diverse durante l'estate, l'inverno, l'autunno e la primavera.



Ovviamente con questa soluzione non è possibile sollevare i pannelli se le condizioni meteorologiche sono sfavorevoli o quando si è in viaggio. In caso di vento molto forte, è necessario lasciarli piatti sul tetto. Tuttavia, se le condizioni sono belle, soleggiate e non c'è vento, puoi sollevare i pannelli e massimizzare la quantità di energia solare che puoi generare.

Ombreggiamento dei pannelli

I pannelli solari producono la maggior parte dell'energia solare durante il giorno. Tuttavia, l'ombreggiamento può avere un impatto enorme sulle prestazioni dei moduli fotovoltaici. Un malinteso comune è pensare che un ombreggiamento parziale non influisca sulle prestazioni dei pannelli solari. I moduli solari fotovoltaici, infatti, sono costituiti da una serie di celle collegate tra loro in un collegamento in serie. Ciò riduce notevolmente le prestazioni del modulo solare, anche quando la parte più piccola del modulo solare è all'ombra.

Un altro possibile problema con l'ombreggiamento parziale è il surriscaldamento. A causa dell'ombreggiamento parziale, una parte del modulo solare genera meno energia rispetto all'altra parte non in ombra. Poiché la potenza generata nelle parti ombreggiate e non ombreggiate è diversa, ciò porta al surriscaldamento, che a sua volta riduce la potenza complessiva del modulo solare.

Posizionare il modulo solare in maniera tale che nessuna parte sia in ombra è il modo migliore per evitare la perdita di prestazioni. Tuttavia, questo non è sempre possibile.

Installare le batterie

Prima dell'installazione

Prima di installare le batterie, potrebbe essere necessario ricaricarle. Puoi farlo in due modi. È possibile caricare le batterie con un caricabatterie o installare il sistema e lasciare che i moduli solari le carichino completamente per circa un giorno prima di avviare il resto del sistema. Ti consiglio inoltre di apporre un adesivo con una data di installazione su ogni batteria. Questo ti sarà utile per la manutenzione e la risoluzione dei problemi negli anni successivi.

Posizionare le batterie

Le batterie devono essere posizionate in modo che stiano in piedi e che non rischino di cadere. Possibilmente, devono essere poste lontano da luoghi frequentati da bambini e in ogni caso lontane da fonti di calore. Inoltre è meglio non poggiare direttamente le batterie su un pavimento di cemento. Durante i mesi invernali infatti, una lastra di cemento può diventare estremamente fredda e il suo effetto di raffreddamento può influire negativamente sulle batterie. Meglio montare le batterie su un pavimento o uno scaffale in legno.

Ventilazione

L'area in cui si posizionano le batterie deve essere sufficientemente ventilata. Infatti le batterie rilasciano idrogeno, che è più leggero dell'aria. Il gas quindi tende a salire. La ventilazione deve essere progettata in modo tale che l'idrogeno possa fuoriscire quando sale. In altre parole è sempre bene avere una finestra vicino alla batteria.

Accessibilità

È importante che l'area in cui si posiziona la batteria sia facilmente accessibile, non solo perché questo agevolerà il tuo lavoro quando installerai le batterie (tenendo presente che le batterie stesse sono pesanti) ma anche quando dovrai effettuare dei controlli di routine.

Isolamento

Come già accennato, le batterie dovrebbero essere sufficientemente isolate dal caldo e dal freddo. Bisogna evitare di metterle in posti che si possono riscaldare o raffreddare facilmente. Per migliorare l'isolamento si possono mettere delle lastre di polistirolo ai lati della batteria. La parte superiore invece non deve essere mai coperta in quanto ciò impedirebbe una corretta ventilazione e potrebbe addirittura causare cortocircuiti (se il materiale che si utilizza è conduttivo).

Installare il controller solare

Come ultimo passaggio dovrai installare il controller solare e l'inverter (se hai previsto di usarne uno). Questi dispositivi dovrebbero essere montati vicino alle batterie (possibilmente entro un metro per mantenere il cavo più corto possibile).

Per quanto riguarda il controller, devi fare in modo che esso sia posizionato in un luogo tale da poter ricevere contemporaneamente i cavi elettrici in uscita dai moduli e quelli in entrata verso le batterie e/o eventuali parallelatori (necessari qualora si voglia poter ricaricare con lo stesso impianto sia batterie servizi che motore). Inoltre, nel caso non dovesse essere già integrato nel controller, sarà opportuno posizionare in una zona facilmente accessibile e visibile anche un display remoto capace di visualizzare tutti i dati elettrici del sistema.

I modelli base dei regolatori di carica solare hanno solitamente un'entrata (alla quale andrà collegato il modulo) e due uscite, una per il pacco batterie e l'altra per piccoli servizi (ad esempio una lampadina). Si consiglia di non collegare carichi pesanti a questa uscita perché causerebbero il blocco del regolatore. Ricordati inoltre di fare sempre riferimento alle caratteristiche riportate sui manuali tecnici dei prodotti acquistati.

Alcuni regolatori di carica solare prevedono una quarta uscita che consente di collegare anche la seconda batteria (solitamente una batteria motore). Il display presente sul regolatore ti permetterà di monitorare le informazioni riguardanti sia i pannelli (produzione in watt e ampere) che le batterie (livelli di carica). Nel caso in cui il regolatore non fosse munito di display, è possibile acquistarlo a parte.

Tieni presente inoltre che i passaggi per il collegamento dei pannelli al regolatore cambiano se l'impianto è costituito da uno o da più moduli fotovoltaici.

Collegamento di un impianto singolo

Se hai deciso di installare un solo pannello, non sarà difficile riuscire a collegarlo al regolatore. Innanzitutto, dovrai far passare i cavi dall'esterno all'interno dell'abitacolo o della casa. Per fare questo, sarà sufficiente realizzare un piccolo foro sul tetto sul quale andrai ad applicare il passacavo a due vie nel quale saranno già stati inseriti i cavi del pannello. Una volta all'interno dell'abitacolo o della casa, i cavi potranno essere collegati al regolatore tramite l'apposito ingresso. Molto probabilmente i cavi del pannello non saranno sufficientemente lunghi e avrai bisogno di aggiungere una prolunga. Per una totale sicurezza dell'impianto, si consiglia di collegare i cavi alle rispettive prolunghie a mezzo di connettori MC4 (il 90% dei pannelli li prevede già in dotazione) oppure tramite morsettiera standard

.

Collegamento di due o più pannelli in parallelo

Se invece hai deciso di installare due pannelli, il collegamento risulterà leggermente più complicato perché dovrai unire i cavi dei moduli prima di collegarli al regolatore. Questo può essere fatto in perfetta sicurezza utilizzando i connettori MC4 sdoppiatori o parallelatori.

Per quanto riguarda i cavi negativi, ti basterà collegarli alle due entrate (maschio) del connettore, lasciando l'uscita (femmina) per il cavo di collegamento al regolatore. La stessa operazione dovrà essere effettuata per i cavi positivi (in questo caso il connettore avrà due entrate femmina e un'uscita maschio).

Tuttavia in questo caso, prima di effettuare il collegamento al connettore, si consiglia di installare anche dei diodi di blocco schottky. Questi dispositivi hanno la funzione di impedire la circolazione di correnti anomale all'interno di una stringa di moduli in parallelo in cui esiste una differenza di tensione e quindi di evitare che un ritorno di corrente danneggi i moduli. Esistono principalmente due tipi di diodi usati in ambito fotovoltaico. La versione di base è molto economica ma la sua installazione richiede buone competenze elettroniche oltre al possesso da parte dell'utente dell'attrezzatura necessaria per la stagnatura.

Se non sei un esperto, ti consiglio di utilizzare i connettori DMC4 con diodo che, anche se più costosi, forniscono una maggiore praticità.

Una volta effettuati i collegamenti così detti "a T" o in parallelo, potrai collegare i cavi all'apposito ingresso presente sul regolatore. Se il tuo impianto è costituito da più di due pannelli, il procedimento da seguire sarà molto simile, cambierà solo il tipo di connettore da utilizzare.

Installare l'inverter

Generalmente si usa collegare l'inverter direttamente alle batterie e non all' uscita carichi del regolatore di carica. Molti inverter in commercio utilizzano una sorgente di elettricità a 12 V, come quella della batteria di un'automobile, mentre altri richiedono 24 V. Pertanto, se hai una batteria da 12 V e l'inverter è del primo tipo, non ci sono problemi, altrimenti dovrai collegare due batterie in serie. Per collegare l'inverter alla batteria o alle batterie, ti basterà semplicemente collegare l'ingresso rosso "lato batteria" dell'inverter con il polo positivo della batteria, e l'ingresso nero con il polo negativo della batteria, o della seconda batteria se hai due batterie in serie. A questo punto, se le batterie sono cariche, è possibile collegare all'inverter un carico funzionante alla tensione alternata di 230 V (ad es. una radio, un ventilatore, etc.) e accendere l'inverter.

Per quanto riguarda il luogo di installazione dell'inverter tieni sempre presente quanto già ricordato in precedenza, ovvero che questi dispositivi possono diventare molto caldi durante l'uso e deve essere fornita una ventilazione adeguata. Di solito sono montati verticalmente su una parete per garantire la ventilazione naturale. In genere, insieme agli inverter viene fornita una guida all'installazione che dovrai leggere perché il modello che hai acquistato potrebbe avere dei requisiti di installazione particolari.

Alcuni inverter richiedono un collegamento a terra. In tal caso, dovrai collegare un cavo di messa a terra verde-giallo da 2,5 mm² dall'inverter al picchetto di messa a terra.

Dopo aver installato il controller e l'inverter, puoi collegare i cavi negativi alla batteria. Quindi scollegare i cavi positivo e negativo dalla stringa solare e collegare il cavo negativo dalla stringa solare al controller solare.

Messa in servizio dell'impianto

Dopo aver verificato la corretta esecuzione di tutti i collegamenti elettrici presenti nell'impianto, occorre metterlo in servizio seguendo la

seguinte procedura di attivazione:

- alimentare il regolatore di carica (morsetti con il simbolo della batteria) tramite il collegamento della/delle batteria/e;
- accertarsi che l'indicazione dello stato di carica della batteria sia indicato dal regolatore di carica tramite LED o display, a seconda del modello di apparecchio utilizzato;
- collegare i pannelli al regolatore di carica;
- accertarsi che l'indicazione di collegamento e di carica batteria da parte del pannello, sia indicato dal regolatore di carica tramite LED o display a seconda del modello di apparecchio utilizzato;
- collegare le utenze elettriche a bassa tensione all'uscita del regolatore di carica (morsetti con il simbolo della lampadina);

Se l'inverter è presente nell'impianto:

- collegare i cavi di alimentazione in corrente continua dell'inverter alla/alle batteria/e;
- accendere l'inverter con l'interruttore posto sull'apparecchio e accertarsi che la spia di indicazione (o le informazioni fornite dal display, se presente), indichino la corretta e completa accensione dell'inverter.
- collegare le utenze elettriche funzionanti a 230Volt all'uscita dell'inverter.

Manutenzione dell'impianto

Se sei arrivato fino a questo punto, ora è probabile che tu abbia già installato il tuo impianto solare. Per concludere questo libro voglio quindi fornirti qualche ultimo suggerimento riguardante la manutenzione del tuo impianto. Il fotovoltaico ha un lungo ciclo vita ma una scarsa (o assente) manutenzione può ridurre drasticamente la sua efficienza. Agenti atmosferici, l'usura del tempo e lo smog causano un calo della produzione del tuo impianto. Spesso viene sottovalutata l'importanza di una corretta manutenzione e il fatto che al calo della produzione corrisponde un calo del risparmio economico. In questo articolo troverai le risposte alle domande più frequenti sulla manutenzione per il fotovoltaico e uno sconto del 20% su un intervento ordinario con pulizia.

Manutenzione ordinaria

La manutenzione ordinaria dell'impianto fotovoltaico comprende tutte le attività di controllo visivo dei componenti dell'impianto fotovoltaico e verifica della produzione tramite test. Un buon contratto di manutenzione include sempre questi servizi:

- Controllo e serraggio delle bullonerie di ancoraggio dei moduli alla struttura
- Controllo integrità del vetro dei moduli solari
- Controllo dei cavi e delle scatole di giunzione
- Prove di funzionamento degli interruttori di protezione
- Pulizia delle apparecchiature
- Verifica della produzione dell'impianto in funzione dell'irraggiamento istantaneo

È importante includere anche una pulizia annuale dei pannelli con macchina idropulitrice. Durante l'anno sui moduli fotovoltaici si depositano foglie, smog e polvere che fanno perdere fino al 25% di efficienza all'impianto. Oltre al conseguente danno economico, la sporcizia aumenta il rischio di avaria e il pericolo di incendio. La manutenzione con pulizia è un piccolo investimento annuale – vedremo più avanti i costi della manutenzione per fotovoltaico – per tenere le prestazioni dell'impianto elevate e avere un risparmio economico sul lungo termine.

Manutenzione straordinaria

La manutenzione straordinaria dei pannelli fotovoltaici comprende gli interventi di sostituzione dei componenti principali dell'impianto. L'inverter, il cuore elettrico del fotovoltaico, è il componente più soggetto a manutenzione straordinaria. Anche gli interventi di ammodernamento e modifica dell'impianto sono considerati manutenzione straordinaria, ad esempio:

- Aumento di potenza dell'impianto fotovoltaico
- Aggiunta di batterie per accumulo
- Spostamento dei moduli fotovoltaici

Monitoraggio dell'impianto

La manutenzione dell'impianto fotovoltaico non è obbligatoria, ma raccomandata, per gli impianti fotovoltaici con potenza minore di 11,08 kW. Gli impianti con potenza superiore a 11,08 kW hanno l'obbligo di controllo dei sistemi di interfaccia tra inverter e rete connessi, come da delibera 78/2016 dell'Autorità per l'Energia Elettrica. La revisione dell'interfaccia deve essere effettuata ogni 5 anni da tecnici qualificati che devono rilasciare una scheda firmata da inviare al gestore di rete. In caso di mancato controllo il gestore di rete può procedere alla sospensione degli incentivi e al distacco dell'impianto fotovoltaico.

Il monitoraggio: la migliore prevenzione per il tuo impianto fotovoltaico.

Monitorare costantemente la produzione del proprio impianto previene il rischio di danni e malfunzionamenti. Tutti i moderni inverter offrono la possibilità di monitorare 24 ore su 24 la produzione da remoto tramite app e computer. In tempo reale si può controllare quanta energia viene prodotta e quanta consumata, oppure la quota conservata nelle batterie per accumulo. Il confronto tra i dati di produzione e la producibilità media per la zona d'installazione è il primo indicatore dello stato dell'impianto fotovoltaico.

**TI È PIACIUTO QUESTO LIBRO?
LASCIA UNA RECENSIONE SU
AMAZON!**

**Il libro non ti è piaciuto?
Hai consigli o suggerimenti?
Scrivi a
anteprime.editoriali@gmail.com**

[1] Unità di misura del lavoro e dell'energia, pari al lavoro compiuto dalla forza di 1 newton per spostare un corpo di 1 m lungo la sua linea d'azione; si identifica con l'energia che si dissipa in 1 secondo sotto forma di calore, quando una corrente avente l'intensità di 1 ampere percorre un conduttore di resistenza pari a 1 ohm; simbolo J.

[2] La misura prende il nome da Georg Simon Ohm (1784-1854), il fisico tedesco che studiò il rapporto tra tensione, corrente e resistenza e che formulò la cosiddetta legge di Ohm.

[3] Importante! Più breve è il periodo di scarica/carica, minore è la durata della batteria. Come regola generale, per una durata ottimale della batteria, la corrente di carica/scarica non deve superare 1/10 della sua capacità. Ciò significa che per una batteria della capacità di 55 Ah, la corrente di carica non deve superare i 5,5 amp.