

GLI IMPIANTI RESIDENZIALI NON CONNESSI ALLA RETE SONO PIÙ COMPLESSI DA REALIZZARE RISPETTO A QUELLI GRID-CONNECTED E RICHIEDONO L'UTILIZZO DI DISPOSITIVI PARTICOLARI, COME I REGOLATORI DI CARICA E GLI ACCUMULATORI. ECCO UNA RASSEGNA DEGLI ELEMENTI FONDAMENTALI DI CUI TENERE CONTO NEL CASO DI INSTALLAZIONI ISOLATE

www.shutterstock.com



COME SCEGLIERE GLI IMPIANTI ISOLATI

A CURA DI ROBERTO RIZZO
CONSULENZA TECNICA
MAURIZIO BATTISTELLA
(ENERECO SRL)



→ **Che cosa si intende per impianto fotovoltaico isolato e quali sono i suoi componenti principali?**

Si tratta degli impianti fv che non sono collegati alla rete elettrica nazionale e quindi forniscono direttamente tutta l'energia che producono alle utenze a cui sono collegate. In certe aree isolate, risulta più conveniente installare un impianto fv piuttosto che costruire le infrastrutture per il collegamento alla rete elettrica. Esempi di impianti isolati residenziali sono quelli in montagna (baite o rifugi) o in aree agricole non servite dalla rete. Altre applicazioni fv isolate non di tipo residenziale sono: telecomunicazioni (ripetitori radiotelevisivi e per la telefonia e stazioni di rilevamento e trasmissione dati); impianti di pompaggio dell'acqua e di irrigazione; campeggio, imbarcazioni e caravan; fornitura di elettricità nelle aree rurali dei Paesi in sviluppo. I componenti fondamentali di un impianto fv isolato residenziale sono:

■ **Moduli fotovoltaici** appositamente realizzati



Sistema fotovoltaico stand-alone del rifugio Biasi (Gruppo dello Stubai, Alto Adige).

per applicazioni stand-alone; in genere si usano moduli da 36 celle, che forniscono in uscita una tensione di 12 V, oppure da 72 celle, che forniscono 24 oppure 48 V (la scelta della tensione in uscita dipende dal tipo di batteria usata).

■ **Accumulatori:** servono a immagazzinare l'energia prodotta dal campo fotovoltaico per poi cederla

quando serve ai carichi elettrici (sistemi di illuminazione ed elettrodomestici). Rappresentano gli elementi più costosi di un impianto isolato anche a causa della loro limitata durata nel tempo, che generalmente varia tra i 7 e i 10 anni. Accumulatori collegati in serie formano una **batteria**.

■ **Regolatore di carica:** è l'unità elettronica che gestisce la carica e la scarica della batteria e l'energia consumata dai carichi elettrici.

■ **Inverter:** è il dispositivo elettronico che trasforma l'energia elettrica continua prodotta dal campo fv in corrente alternata; è necessario solo se si utilizzano carichi elettrici in corrente alternata.

→ **Qual è il costo indicativo di un impianto isolato?**

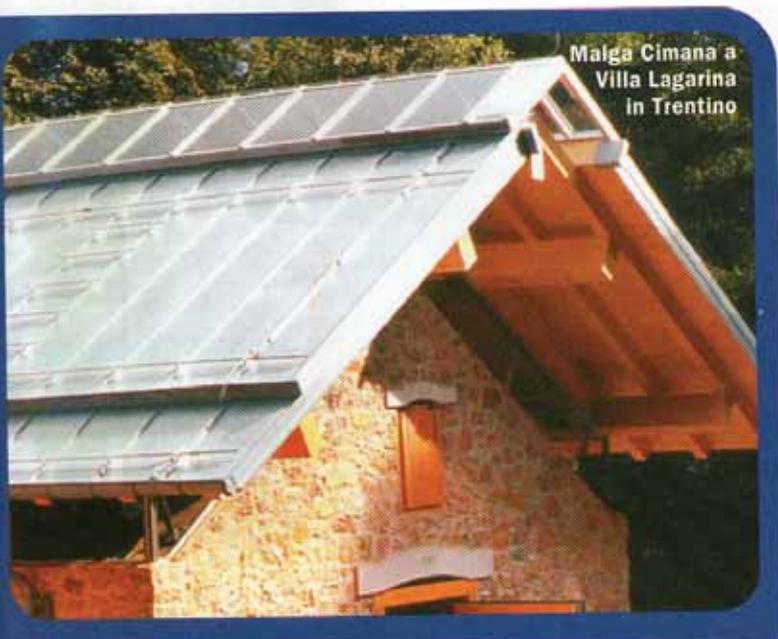
Per impianti fino a 3 kW il costo indicativo varia tra 10.000 e 15.000 euro per kW di picco, esclusa l'installazione. Per impianti

oltre i 3 kW è difficile scendere sotto i 10.000 euro al kW di picco, sempre esclusa l'installazione. Quest'ultima può incidere notevolmente nel caso di installazioni in località remote e di difficile accesso, come i rifugi o le baite in montagna, dove il materiale deve essere spesso trasportato via elicottero, con prezzi che possono arrivare anche ai 20 euro al minuto di volo.

Ricordiamo che la professionalità richiesta dalla tecnologia stand-alone è molto più specializzata e complessa di quella della tecnologia grid-connected e ha quindi bisogno di una grande sensibilità, acquisita sul campo in anni di esperienza.

→ **Perché i moduli per applicazioni stand-alone devono essere a 36 o 72 celle?**

Non tutti i moduli presenti sul mercato sono adatti per le applicazioni stand-alone. Infatti, se prendiamo come standard i 12 V come



Malga Cimana a Villa Lagarina in Trentino

tensione di sistema (batteria) e i multipli di questa tensione:

- 24 V: due batterie da 12 in serie oppure 12 elementi stazionari da 2 V in serie;
- 48 V: quattro batterie da 12 V in serie oppure 24 elementi stazionari da 2 V in serie;
- 120 V: dieci batterie da 12 V in serie oppure 60 elementi stazionari da 2 V in serie;

si ha che un tipico elemento di batteria (di tipo sta-

zionario, tubolare a vaso aperto ad acido libero) ha una tensione di fine carica di 2,45 V (la tensione di fine carica è la tensione a cui la batteria viene considerata completamente carica e quindi viene scollegata dal generatore fotovoltaico). In una batteria a 12 V (6 elementi) questa tensione arriva a $2,45 \times 6 = 14,7$ V. Per garantire questa tensione di fine carica è necessario usare un modulo che possa dare una tensione di massima potenza (V_{mp}) di almeno 17 V perché bisogna mantenere una tensione più elevata per permettere di avere la massima corrente di cari-

ca. Questa è proprio la caratteristica V_{mp} di un modulo a 36 celle. È chiaro quindi che per tensioni di batteria multiple di 12 V si dovranno usare:

- 24 V: due moduli da 36 celle in serie o uno da 72 celle;
- 48 V: quattro moduli da 36 celle o due da 72 celle;

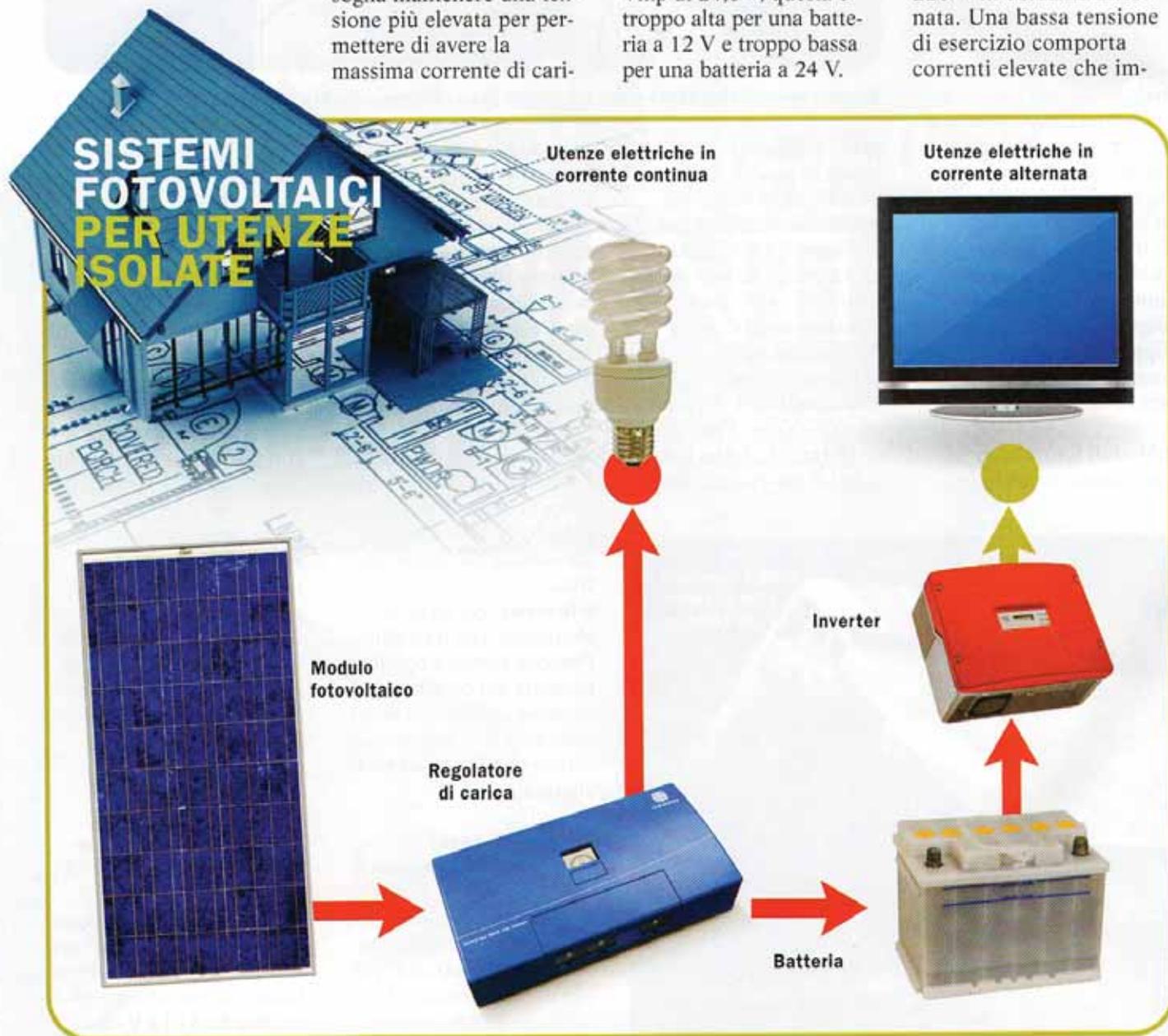
e via via così. Se prendiamo, tanto per fare un esempio, un modulo adatto alle applicazioni connesse alla rete con una tipica V_{mp} di 24,6 V, questa è troppo alta per una batteria a 12 V e troppo bassa per una batteria a 24 V.

Nel caso invece di un modulo con la V_{mp} di 28,7 V, questa sarà sempre alta per un sistema a 12 Vdc e ancora bassa per un sistema a 24 V.

➔ **Quali elementi vanno presi in considerazione per dimensionare correttamente un impianto fotovoltaico residenziale isolato?**

Per prima cosa va stabilita la tensione di esercizio in base ai carichi che si dovranno utilizzare: 12 V o suoi multipli in corrente continua oppure 110 o 220 V in corrente alternata. Una bassa tensione di esercizio comporta correnti elevate che im-

SISTEMI FOTOVOLTAICI PER UTENZE ISOLATE



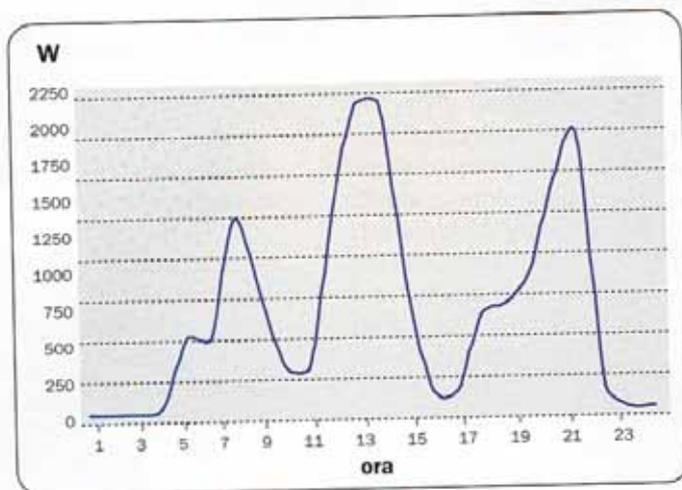


Grafico 1. Il profilo della potenza giornaliera richiesta dai carichi leggeri in un tipico rifugio di montagna.

plicano cavi di maggiore sezione e breve lunghezza per evitare eccessive cadute di tensione ai suoi capi e perdite consistenti di potenza; viceversa, elevate tensioni implicano

l'uso di costose protezioni fuori standard.

Normalmente si utilizzano i seguenti valori:

- da 50 a 500 Wp: 12 V
- da 0,5 a 1 kWp: 24 V
- da 1 kWp a 5 kWp: 48 V

- oltre i 5 kWp: 110 oppure 220 V

Un altro elemento importante è la stima del consumo giornaliero dei carichi elettrici, a cui vanno sommate le percentuali relative alle perdite e al rendimento dell'intero sistema elettrico. In base alla tipologia di carichi utilizzati (se in corrente continua o alternata) va anche deciso se si devono usare uno o più inverter.

Successivamente si calcola l'irraggiamento solare medio giornaliero al metro quadro a tilt dei moduli fotovoltaici, in base ai valori storici. Infine, si definisce la corrente di una stringa scegliendo il tipo di modulo fotovoltaico. In base a tutti questi

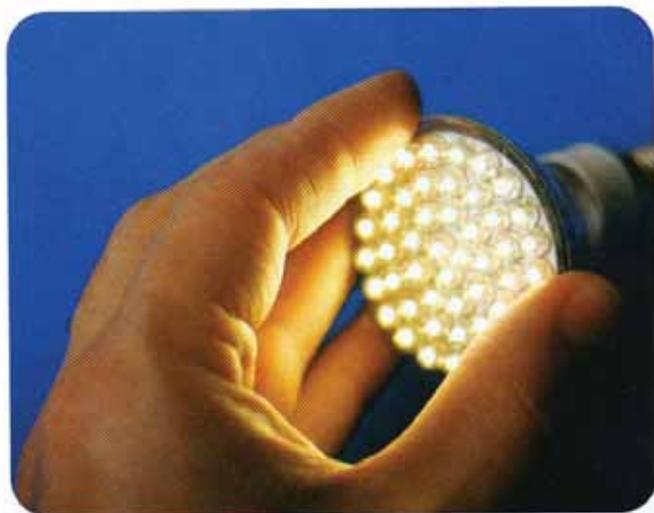
elementi e alla superficie disponibile per l'installazione solare, si può dimensionare correttamente l'impianto e stabilire se è necessario integrarlo con altre fonti energetiche.

➔ **Che tipi di carichi elettrici andrebbero utilizzati nel caso di impianto fv isolato?**

I carichi sono gli apparecchi elettrici che attacchiamo alla presa della corrente: lampade ed elettrodomestici, che possono essere in corrente continua o alternata. I carichi in corrente continua sono generalmente più costosi di quelli in corrente alternata ed è più difficile trovarli in commercio, ma hanno il vantaggio di evitare l'uso dell'inverter.

Un elemento importante della progettazione del sistema fv è la scelta della tensione nominale di esercizio



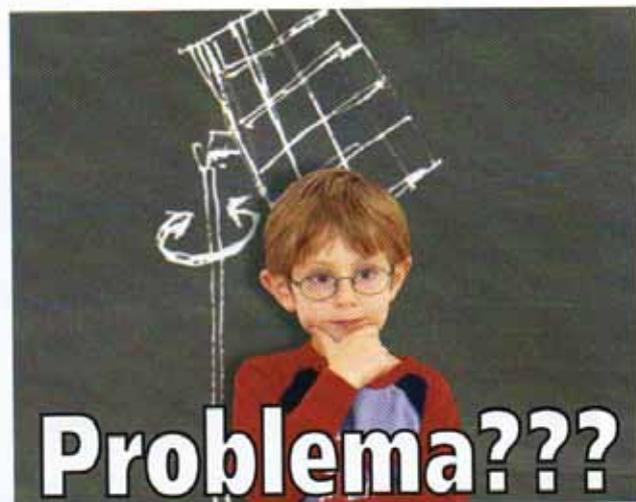


Faretto a luce LED.

Tanto più i carichi elettrici sono efficienti, tanto più piccolo sarà il campo fv necessario per alimentarli. Meglio quindi optare per lampadine a risparmio energetico piuttosto che quelle a incandescenza: una lampada fluorescente compatta a basso consumo da 7 - 11 W equivale a una a incandescenza da 40 - 60 W. In commercio si trovano anche faretto a LED ancor più efficienti, che costano alcune decine di euro ma durano oltre 50.000 ore. Un tipico faretto a LED da 3 W è equivalente a un faretto alogeno da 20 W. Generalmente gli elettrodomestici in corrente continua, come i frigoriferi e i televisori, sono più efficienti di quelli in corrente alternata perché realizzati appositamente per utenze isolate. Il costo di un frigorifero in corrente continua può andare da poche centinaia di euro per i modelli più piccoli (20-30 litri) a oltre 1.000 euro per quelli più grandi (oltre 100 litri) e con congelatore. In commercio ci sono anche frigoriferi che funzionano sia in corrente continua sia in corrente alternata.

→ **Che cosa sono i regolatori di carica?**

Nei sistemi isolati dalla rete elettrica, i regolatori di carica svolgono il compito di controllo dei flussi di energia tra il generatore fv, le batterie e i carichi elettrici. Un regolatore di carica è provvisto di sei morsetti: due di ingresso per il generatore fv, due in uscita verso i carichi. Possono regolare correnti da pochi A a oltre 100 A nel caso dei modelli più grandi. Grazie alla modalità "Pulse Width Modulation" (PWM), avviene il distacco graduale del generatore fv quando ci si avvicina alla tensione di fine carica della batteria, mentre la funzione "Low Voltage Disconnect" (LVD) impedisce la scarica eccessiva della batteria staccando il carico quando la tensione ai capi di quest'ultima scende al di sotto di un valore minimo. Per evitare che nei periodi di scarsa insolazione la batteria si scarichi alimentando il generatore fotovoltaico viene utilizzato un diodo, generalmente integrato nel re- >>>



Problema???

Soluzione:

un gruppo di rotazione per l'inseguimento!

- unità compatte pronte al montaggio
- ritorno libero grazie all'elevato fattore di riduzione
- carcassa chiusa completa di ralla integrata
- lunga durata di vita con minimo costo di manutenzione
- affermate nei pannelli solari da 30 a 140 m²



Disponibili in 7 taglie costruttive standard

Visitateci nel 2008 presso le seguenti fiere :
 Intersolar, Monaco di Baviera
 Solarexpo, Verona
 EuPVSEC, Valencia
 Solar Power, San Diego
 Energy 2008, Atene

IMO Italia
 Tel. +39 030 9823150
 Cell. +39 328 7554012
 Fax +39 030 983472
 E-Mail italy@goimo.com

www.goimo.com



Mana Sodda (Etiopia). Sistema SWP installato da Sasso srl di Cuneo. L'impianto solare assicura il fabbisogno di acqua potabile per una comunità isolata di 600 persone, con 30 m³ di acqua pompata al giorno.

Le tipologie di accumulatori per il fotovoltaico presenti sul mercato sono due: a piombo acido e al nichel-cadmio

golatore di carica, che blocca le correnti inverse. Esso è chiamato diodo di blocco e serve anche a impedire il passaggio di corrente tra le varie stringhe non equalizzate (vedi ultima domanda).

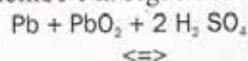
→ Quali sono le tipologie di accumulatori oggi in commercio per le applicazioni fv?

Le tipologie di accumulatori presenti sul mercato sono due: a piombo acido e al nichel-cadmio. Le più diffuse sono quelle a piombo acido perché meno costose: anche 4 volte meno di quelle nichel-cadmio. Queste ultime hanno però una vita media più lunga e di conseguenza il loro costo per ciclo di carica-scarica risulta solamente circa una volta e mezzo superiore. Hanno però lo svantaggio di contenere il cadmio, elemento che se non trattato correttamente è altamente inquinante, e sono meno versati-

li perché disponibili in un numero limitato di taglie.

→ Quali tipologie di accumulatori al piombo acido esistono sul mercato?

Gli accumulatori al piombo acido possono essere aperti (VLA: Vented Lead Acid) oppure ermetici (VRLA: Valve Regulated Lead Acid). Negli accumulatori ermetici l'elettrolita può essere liquido o in forma di gel. Per le applicazioni fotovoltaiche è importante distinguere tra i modelli delle piastre degli elettrodi positivi. I più comuni sono la piastra a griglia, la piastra tubolare e la piastra piana. La reazione di carica-scarica negli accumulatori al piombo è la seguente:



La reazione dal basso verso il basso è di scarica, dall'alto verso il basso è di carica. La reazione non è comple-

tamente reversibile perché piccole quantità di solfato di piombo si depositano agli elettrodi e non tornano in soluzione, processo chiamato solfatazione. Quando il solfato di piombo sugli elettrodi raggiunge un livello tale da non consentire più il processo di produzione dell'acido solforico, la batteria perde la capacità di accumulare energia e deve essere sostituita.

→ Che cosa si intende per capacità di una batteria?

La capacità della batteria è la quantità di energia

elettrica che può essere ottenuta scaricando la batteria a un determinato regime di corrente, fino a una tensione prestabilita, in numero di ore. La capacità di una batteria viene espressa in Ampere-ora e può essere espressa come C5 (5h) - C10 (10h) - C20 (20h) e C100 (100h). Per ottenere l'energia in Wattora è necessario moltiplicare la capacità in Ah per la tensione nominale. Facciamo due esempi nu- >>>



ACCUMULATORE PNF DI FIAMM

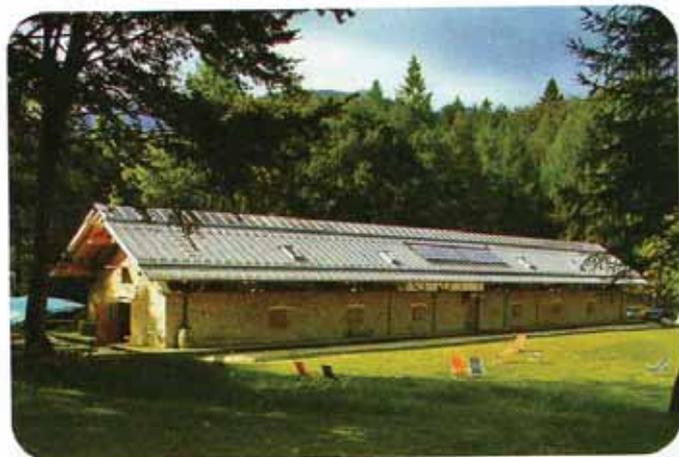


FOTO STUDIO LEONILALEONI

merici. Se una batteria ha una capacità pari a 200 Ah/C10 significa che può erogare 20 A di corrente continua per 10 ore e poi è da ritenersi scarica. Se una batteria ha una capacità pari a 200 Ah/C100 significa che può erogare 2 A di corrente continua per 100 ore e poi è da ritenersi scarica. Si ottiene così che una batteria da 200 Ah/C10 ha il 20% di capacità in più di una batteria da 200 Ah/C100, che deve quindi essere proposta a un costo inferiore.

➔ **Che cos'è la profondità di scarica di un accumulatore?**

È il rapporto tra l'energia effettivamente estraibile e quella che sarebbe possibile ricavare scaricandola al 100%. Tipicamente varia tra il 50% e l'80% e se non si raggiunge un'elevata profondità di scarica la vita della batteria aumenta fortemente. Da non confondere con la profondità di scarica ("Depth of Discharge" - DOD) è il rendimento di carica/scarica, che in genere è compreso tra il 70% e il 95% e che tiene conto del fatto che non tutta l'energia fotovoltaica fornita viene successivamente restituita. Il numero di cicli com-

pleti di carica/scarica varia tipicamente tra 100 e 800 prima dell'esaurimento dell'accumulatore.

➔ **Quali caratteristiche deve avere un accumulatore per applicazioni fv isolate?**

Un accumulatore, per essere idoneo all'impiego in sistemi fotovoltaici deve possedere i seguenti requisiti: elevata efficienza (rapporto energia fornita/energia immagazzinata); lunga durata in regime di frequenti cariche e scariche; elevata resistenza a grandi escursioni termiche (0 - 50°C); ridotta autoscarica (< 2% mese); elevato rapporto capacità/volume; scarsa manutenzione.

➔ **Che cos'è la "No Sun Condition"?**

La "No Sun Condition" si riferisce al numero di giorni di cattivo tempo (senza sole) durante cui la batteria deve mantenere la capacità di alimentare i carichi elettrici. Generalmente si sceglie la batteria di una capacità per cinque giorni senza sole. Ciò significa che se il consumo elettrico giornaliero è di 3 kWh, allora si sceglie una batteria della capacità di 15 kWh. Per sistemi di telecomunicazione dove i black-out

creano molti problemi, il valore standard di cinque giorni è portato a un minimo di sette, con un massimo di dieci giorni. È chiaro che più alto è il valore di giorni "no sun", più è necessario sovradimensionare il campo fotovoltaico per poi permettere alla batteria di ricaricarsi nonostante il consumo dei carichi elettrici installati.

➔ **Quale tipologia di batteria andrebbe preferita per piccoli impianti fotovoltaici isolati?**

Per i piccoli impianti isolati (tipicamente fino a 5 kWp) possono essere usate batterie 12 V monoblocco (cioè con un singolo elemento), con capacità che vanno dai 50 ai 300 Ah/C10. Vanno bene gli elementi a vaso aperto con elettrolita libero, ma possono essere usati anche monoblocchi di tipo ermetico stando però attenti al fatto che sono più delicati. Per le piccole applicazioni stand-alone gli accumulatori a gel andrebbero evitati perché estremamente delicati e il costo più alto rispetto alle stazionarie ad acido libero.

➔ **Quale tipologia di batteria andrebbe preferita per impianti fotovoltaici isolati di dimensioni medie e grandi?**

Per impianti di dimensioni medie e grandi, con capacità di batteria da 500

Ah/C10 in su, in genere si preferiscono elementi stazionari con piastre tubolari, sempre a vaso aperto perché permettono di forzare cariche e scariche senza problemi, sono meno delicate e possono arrivare a 2,7 V/elemento, tensione che consente di "equalizzare gli elementi". Dopo numerosi cicli di carica e scarica gli elementi in serie, non essendo perfettamente uguali e non avendo quindi tutti la stessa resistenza interna, soffrono di un fattore di sbilanciamento per cui tendono ad assumere differenti tensioni ai propri capi. Per questo motivo si possono trovare elementi a 2,2 V e altri a 1,8 oppure 2,4 V. Ciò a lungo andare limita l'efficienza della batteria e la soluzione ottimale in questi casi è una carica di equalizzazione che li porta tutti alla stessa tensione, forzando la corrente di carica fino a 2,7 V/elemento. Si può far questo con una batteria stazionaria a vaso aperto che sopporta tensioni di elemento fino a 2,7 V con la sola attenzione al rabbocco di acqua distillata, ma non si può fare con elementi ermetici (di qualunque tecnologia costruttiva siano) visto che la massima tensione di carica accettabile per questi elementi è di 2,38-2,4 V/elemento, pena lo sfiato delle valvole di protezione. ■

"COME SCEGLIERE"

NEL PROSSIMO NUMERO

- Dimensionamento, mutui, conto energia

