

Test
in consumatori

periodico settimanale di informazione
e studi su consumi, servizi, ambiente

Anno XVIII - Supplemento al numero 44 - 21 luglio 2006
Spedizione in abbonamento postale D.L. 353/2003
(conv. in L. 46/2004) art. 1, comma 2, DCB Roma

**LA GUIDA
DEL CONSUMATORE**
Adiconsum

Energia dal sole

Pannelli solari e sistemi fotovoltaici

Progetto "Mi manda Adiconsum"

**ADICONSUM**
associazione difesa
consumatori e ambiente

CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA
ARTIGIANATO ED AGRICOLTURA
NAPOLI



Energia dal sole

Pannelli solari e sistemi fotovoltaici

Testi di
Pieraldo Isolani



TEST noi consumatori - anno XVIII - supplemento al numero 44 - 21 luglio 2006

Direttore: Paolo Landi • **Direttore responsabile:** Francesco Guzzardi • **Comitato di redazione:** Paolo Landi, Angelo Motta, Fabio Picciolini • **Progetto grafico e impaginazione:** Claudio Lucchetta • **Amministrazione:** Adiconsum, Via Lancisi 25, 00161 Roma • **Registrazione Tribunale di Roma** n. 350 del 9.06.88 • **Spedizione in abbonamento postale** D.L. 353/2003 (conv. in L. 46/2004) art. 1, comma 2, DCB Roma • **Stampa:** Arti Grafiche S. Lorenzo, Via dei Reti 36, 00185 Roma • **Finito di stampare** in novembre 2006

Introduzione

La Conferenza di Kyoto ha impegnato tutti i Paesi a sviluppare le fonti energetiche rinnovabili ed a contenere il consumo di combustibili fossili per ridurre le emissioni inquinanti in atmosfera che provocano il pericoloso effetto serra.

Inoltre, il costo sempre crescente dell'energia propone con forza un uso intelligente e razionale di questa preziosa risorsa, evitando gli sprechi e incentivando i comportamenti finalizzati al risparmio energetico.

Su questi temi è importante informare i consumatori in modo corretto e completo, poiché la salvaguardia dell'ambiente e l'uso razionale dell'energia possono essere conseguiti solo con la partecipazione convinta di tutti i cittadini.

Adiconsum, con questa pubblicazione, intende contribuire a questo scopo.

Sommario

Introduzione	3
Il sole: un amico caldo e generoso	5
I pannelli solari	8
Tipologie di collettori solari termici.....	10
L'installazione dei pannelli solari	14
Riscaldare le case con il sole	24
I pannelli solari per le utenze stagionali.....	26
Installare i pannelli solari è conveniente	29
L'energia elettrica fotovoltaica	31
Gli impianti fotovoltaici	36
Sistemi fotovoltaici connessi in rete	39
Sistemi fotovoltaici isolati.....	42
Costi e prospettive del fotovoltaico	45
Vendere alla rete l'elettricità in eccesso: il "Conto energia"	47

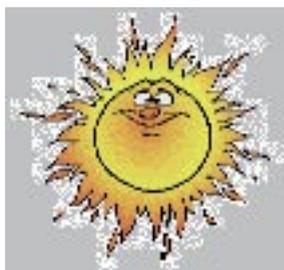
Il sole: un amico caldo e generoso

I combustibili fossili inquinano

Per vivere abbiamo bisogno di energia: per millenni l'uomo ha potuto contare solo sull'energia prodotta con la propria forza, sul lavoro degli animali e sul fuoco per scaldarsi.

Poi ha imparato a bruciare i combustibili fossili per procurarsi energia: prima il carbone, poi il petrolio, il metano.... ed i residui della combustione hanno cominciato ad invadere l'atmosfera e ad inquinarla.

Ma è soprattutto nell'ultimo secolo, con lo sviluppo economico dei paesi occidentali, che l'inquinamento atmosferico ha raggiunto livelli enormi e pericolosi per l'intera umanità.



L'energia elettrica in gran parte prodotta con combustibili fossili, l'uso degli autoveicoli e degli aerei come mezzi di trasporto, il riscaldamento degli edifici, la produzione industriale: tutte queste attività emettono nell'atmosfera un'enorme quantità di sostanze inquinanti che creano un'immensa cappa che rende irrespirabili

le città, inquina le foreste e le produzioni agricole, e produce quell'effetto serra che tende a modificare il clima del pianeta.

I popoli che vivono in Africa, in Asia e nell'America Latina in condizioni di miseria e di sottosviluppo, per migliorare le loro condizioni di vita avranno bisogno di consumare crescenti quantità di energia, che a loro volta provocheranno livelli di inquinamento sempre più elevati.

Dal sole energia rinnovabile

L'energia solare, associata all'enorme flusso di radiazioni emesso dal sole e catturato dal nostro pianeta è all'origine della vita, ne permette il perpetuarsi e ritma il tempo dei cicli biologici e delle stagioni. Da sempre l'uomo ha riposto nel sole speranze, bisogni di sicurezza e prosperità ed ha usato la sua energia come fonte di calore e di luce.

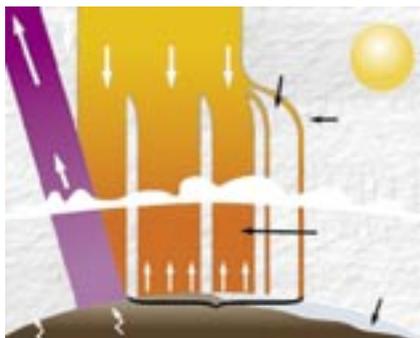


Diagramma qualitativo del flusso di energie che investono la Terra, in Terawatt/anno, *Le Scienze*, novembre 1990.

L'energia solare è la fonte più diffusa sulla terra: rinnovabile, disponibile, gratuita e in quantità largamente superiore ai fabbisogni energetici della popolazione mondiale. Il suo sfruttamento tuttavia presenta problemi tecnici ed economici che rendono non semplici le possibilità pratiche di impiego. Oggi utilizziamo solo una modestissima parte dell'enorme quantità di energia che ci giunge dal sole e la strada da percorrere è ancora lunga per sfruttare l'energia solare su grande scala. In prospettiva l'energia irradiata dal sole, assumerà un ruolo significativo, per consentire quell'inversione di tendenza che è indispensabile per l'ecologia del pianeta.

Sviluppare l'energia solare

Per porre rimedio al pericoloso inquinamento del pianeta occorre ridurre le emissioni inquinanti e indirizzare i consumi energetici verso un modello di sviluppo sostenibile, che privilegi le fonti energetiche rinnovabili e specialmente lo sfruttamento dell'energia solare.

In Italia, diversamente da altri paesi, la maggior parte dell'energia consumata è prodotta con combustibili fossili:

- per il 55,6% con combustibili derivati dal petrolio (benzina, gasolio, olio combustibile, ecc.)
- per il 26,1% con il gas metano
- per l'8% con il carbone
- per il 10% da centrali idroelettriche
- solo lo 0,3% con fonti energetiche rinnovabili (energia solare, eolico, geotermia, ecc.)

Nonostante le difficoltà tecniche di sfruttare appieno le potenzialità dell'energia solare, negli altri paesi europei gli impianti solari,

termici e fotovoltaici, sono più numerosi che in Italia: ad esempio, gran parte dell'Europa - dalla Germania alla Grecia, dall'Austria alla Spagna - è coperta di pannelli solari ed i programmi che incentivano l'installazione dei moduli fotovoltaici stanno dando buoni risultati.

Naturalmente l'energia solare non può sostituire quella prodotta con i combustibili fossili, ma, come dimostra l'esperienza europea, può efficacemente integrare il fabbisogno energetico delle famiglie.

Con questa **Guida del consumatore** Adiconsum intende divulgare la conoscenza dei più importanti aspetti tecnici ed economici delle apparecchiature che sfruttano l'energia solare: **i pannelli solari** ed **i moduli fotovoltaici**.

La guida si propone di informare le famiglie sui vantaggi dei sistemi solari, affinché valutino la possibilità di utilizzarli. Si rivolge agli amministratori locali, per sollecitarli a sfruttare le incentivazioni esistenti e ad installare gli impianti solari nelle scuole e negli altri edifici pubblici.

La guida, infine, vuole essere uno strumento a servizio del mondo della scuola, per sollecitare il corpo insegnante a diffondere fra i giovani studenti la cultura del risparmio energetico e del consumo ecologico e compatibile. Nei capitoli successivi si affrontano gli aspetti tecnici ed economici collegati alla installazione dei pannelli solari per ottenere acqua calda per usi sanitari e dei moduli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica.



I pannelli solari

Il pannello raccoglie l'energia del sole

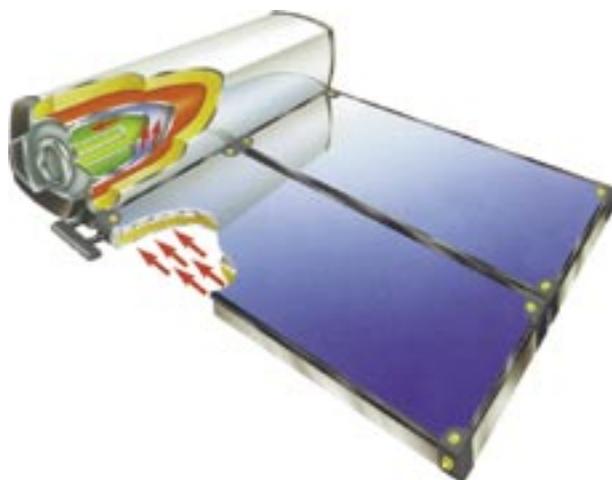
Il pannello solare (collettore) serve a catturare l'energia che dal sole giunge sulla terra e a convertirla in calore (conversione fototermica). Tale energia viene poi inviata ad un **fluido termovettore** che circola all'interno del collettore stesso o del tubo di calore.

La caratteristica principale che identifica la qualità di un collettore solare è l'**efficienza**, intesa come **capacità di conversione dell'energia solare in energia termica**.

Nei pressi del collettore solare viene collocato il serbatoio di accumulo dell'acqua calda, ove avviene lo scambio di calore fra il fluido termovettore e l'acqua contenuta nel serbatoio. Cedendo il calore ricevuto dal sole allo scambiatore di calore, il fluido riscalda l'acqua contenuta nel serbatoio ad una temperatura che può raggiungere anche 60 -70°C (l'acqua che utilizziamo per fare la doccia non supera i 40-45°C)..

È necessario che il serbatoio abbia una capacità di circa 50 - 80 litri, per ogni metro quadrato di superficie solare installata.

L'acqua calda prodotta sarà utilizzata per gli usi sanitari di casa, oppure per le esigenze di alberghi, scuole, campings, per riscaldare le piscine o gli impianti di balneazione, ecc..

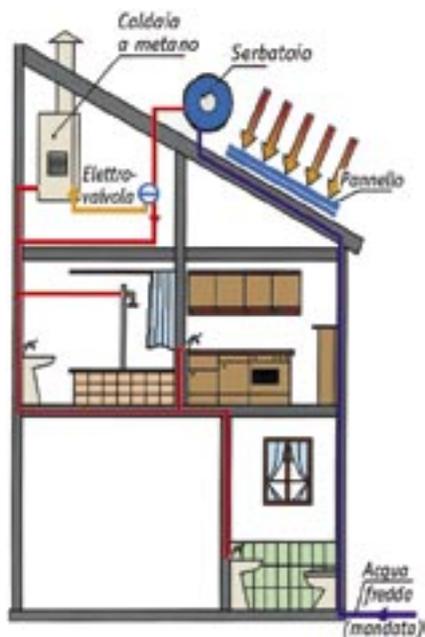


Schema di funzionamento del pannello solare a circolazione naturale.

Acqua calda anche quando il sole non c'è

Il pannello solare produce acqua calda durante il giorno, nelle giornate di sole e, in minor misura, anche con il cielo nuvoloso.

Quindi, per poter disporre sempre di acqua calda è indispensabile ricorrere a soluzioni integrative della radiazione solare. In una utenza domestica, ciò può essere realizzato sostanzialmente in due modi.



Schema di collegamento del sistema solare alla caldaia a gas

1. Se nella casa già esiste una caldaia istantanea a gas a controllo elettronico per la produzione dell'acqua calda sanitaria, è possibile collegare il sistema solare all'impianto termico esistente. L'acqua scaldata nel pannello passerà attraverso una elettrovalvola che la invierà direttamente all'utenza domestica. Nel caso in cui tale temperatura fosse inferiore ai 40-50°C, l'acqua preriscaldata sarà inviata alla caldaia, che avrà così facilitato il riscaldamento. Questa soluzione permette di risparmiare sulla bolletta del gas, di allungare la vita della caldaia

e di disporre di acqua calda utilizzando al massimo le capacità del pannello solare.

2. Se non è possibile collegarsi alla caldaia a gas, occorre inserire nel serbatoio una resistenza elettrica di almeno 1 kW con termostato tarato a circa 40°C, che interviene quando la temperatura dell'acqua scende al di sotto.



Serbatoio con resistenza elettrica

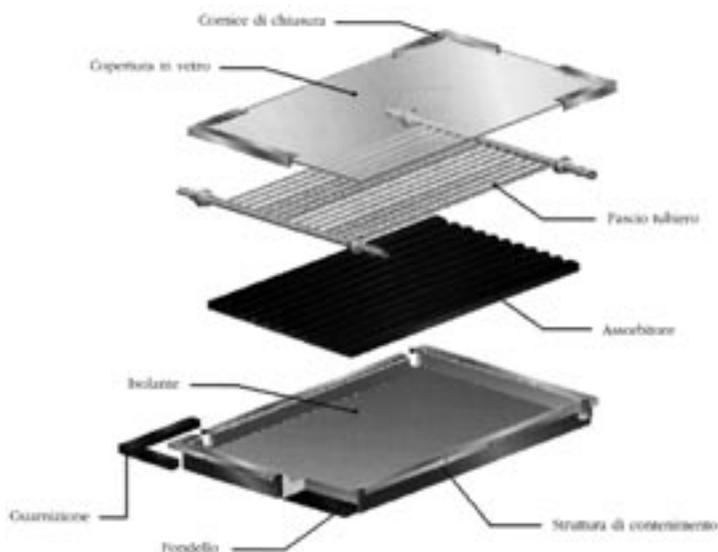
Tipologie di collettori solari termici

Una breve trattazione delle diverse tipologie costruttive dei pannelli solari servirà ad aiutare i consumatori a compiere scelte consapevoli e ragionate sulla base delle peculiari esigenze di ciascuno. Infatti, le differenze (di tecnologie costruttive, di materiali impiegati, di costo, ecc.), anche sostanziali, fra i vari pannelli, servono a dare le risposte più appropriate alle differenti esigenze degli utenti e alle diverse possibili condizioni di installazione e di impiego. Di seguito si illustrano le caratteristiche di alcune tipologie principali.

Collettori solari piani vetrati

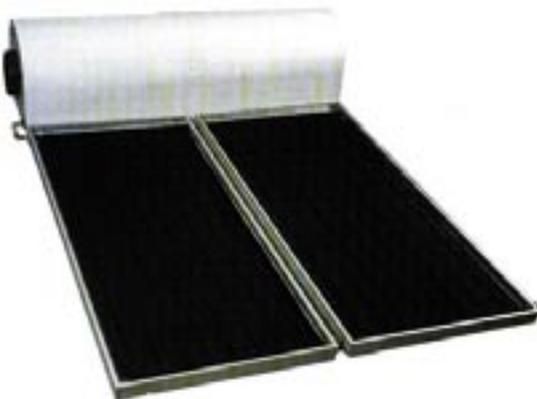
Il pannello solare classico (*collettore piano vetrato*) raccoglie l'energia del sole attraverso:

- un **assorbitore**, costituito da una lastra simile ad un radiatore, all'interno del quale è inserito un **fascio di tubi** in cui scorre il fluido termovettore del circuito primario, destinato ad essere riscaldato dal sole. Tale fluido è costituito normalmente da acqua addizionata con antigelo propilenico atossico, per tollerare il freddo invernale senza congelarsi.



Sezione di pannello solare piano

- una **lastra di vetro**, posta superiormente all'assorbitore, che protegge l'apparato e permette il passaggio dei raggi solari. L'assorbitore, scaldandosi, riemette energia in forma di radiazione infrarossa, che è trattenuta all'interno dal vetro e provoca una specie di effetto serra.
- un **isolante termico** (in fibra di vetro o in poliuretano espanso) posto nella parte sottostante del pannello, per ridurre le dispersioni di calore.
- una **scocca** in lamiera, collocata posteriormente al collettore che assembla le parti e conferisce al pannello robustezza e stabilità.



Collettore solare selettivo

I collettori solari a piastra selettiva subiscono un trattamento

elettro-chimico che consente di ottenere una superficie di colore nero, con alto coefficiente di assorbimento e basso coefficiente di riflessione, che permette di raggiungere un buon rendimento anche durante i mesi invernali. L'installazione dei pannelli a superficie selettiva, per il loro elevato rendimento, è consigliata quando si prevede di utilizzarli tutto l'anno.

Collettori solari sottovuoto

Sono progettati con lo scopo di ridurre le dispersioni di calore verso l'esterno. Infatti il calore raccolto da ciascun elemento (**tubo sottovuoto**) viene trasferito alla **piastra**, generalmente in rame, presente all'interno del tubo. In tal modo il fluido termovettore si riscalda e, grazie al vuoto, minimizza la dispersione di calore verso l'esterno. Essi si presentano come tubi di vetro contenenti un elemento assorbitore di calore, al cui interno la pressione dell'aria è ridottissima, così da impedire la cessione del calore. A questo scopo, in fase di assemblaggio, l'aria tra assorbitore e vetro di copertura viene aspirata. L'involucro deve assicurare una tenuta perfetta, che rimanga tale nel tempo.

I pannelli solari sottovuoto hanno un ottimo rendimento in tutti i mesi dell'anno e sono particolarmente adatti ad essere installati nelle zone ad insolazione medio-bassa, anche con condizioni climatiche rigide.



Collettori solari sottovuoto installati sul tetto

Pannelli solari con serbatoio integrato

Nei pannelli con serbatoio integrato l'assorbitore di calore ed il serbatoio di accumulo sono compresi in un unico oggetto e l'energia solare giunge direttamente a scaldare l'acqua accumulata. Per effetto del principio che l'acqua calda tende a salire e quella fredda a scendere, si viene a creare all'interno del serbatoio un moto cosiddetto convettivo che distribuisce il calore captato a tutta la massa d'acqua.

Questi collettori solari, formati da un unico blocco, sono di facile trasportabilità e di altrettanto facile installazione ed hanno un costo relativamente basso. Alcuni di essi non sono idonei all'utilizzo nelle località ove l'inverno è lungo e rigido, perché il loro rendimento in quel periodo è scarso e perché l'acqua contenuta nel serbatoio potrebbe congelarsi e rovinare il pannello. Sono comunque disponibili sul mercato anche sistemi compatti adatti per ogni condizione climatica.



Pannello solare compatto con serbatoio integrato

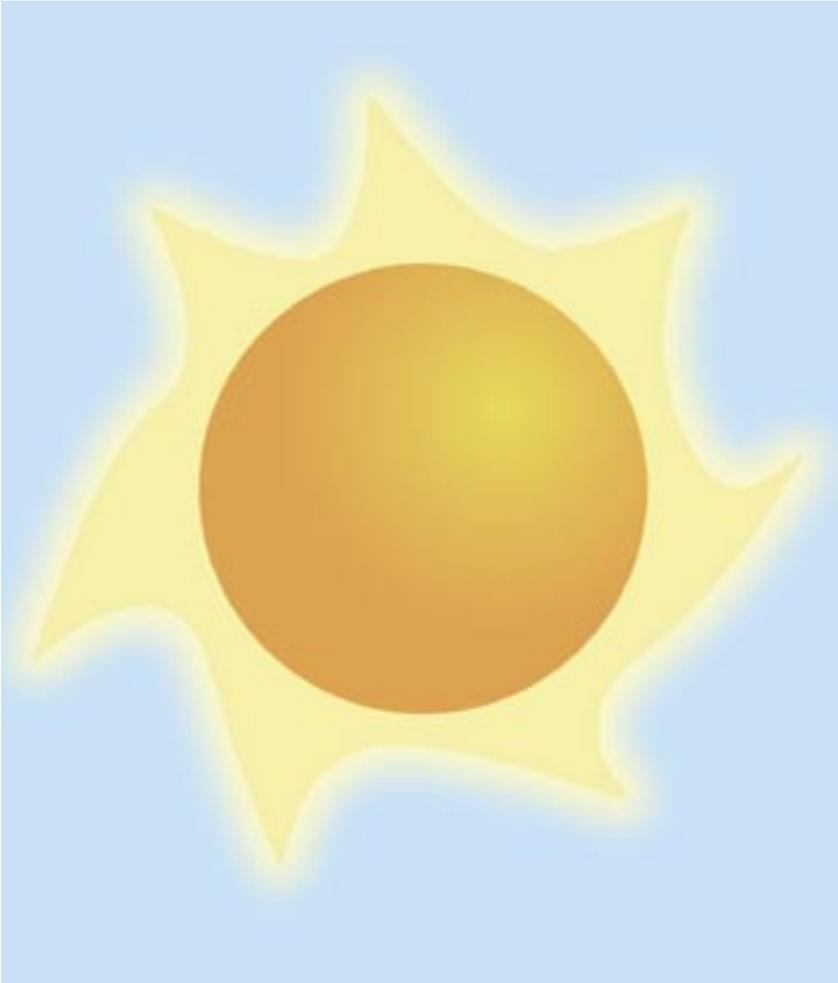
Pannelli solari scoperti

I pannelli solari scoperti sono privi di vetro e l'acqua passa direttamente all'interno dei tubi del pannello, dove viene riscaldata direttamente dai raggi solari ed è pronta per essere usata.

Essi sono adatti nella stagione estiva per il riscaldamento di piscine scoperte, per fornire acqua calda alle docce negli stabilimenti balneari, nei campeggi, ecc.

Non essendo coibentati, funzionano con una temperatura ambiente di almeno 20°C e producono acqua calda a circa 40°C.

Il loro costo è abbastanza basso e l'installazione è talmente semplice da poter essere fatta da soli.



L'installazione dei pannelli solari

Il dimensionamento dei pannelli solari

Per calcolare le dimensioni dei pannelli solari da installare si deve tener conto del prevedibile consumo di acqua calda della famiglia o delle altre strutture a cui serve. Ad esempio, si stima che in una famiglia, mediamente, il consumo di acqua calda è di circa 30-50 litri/giorno a persona.

L'acqua calda prodotta da un pannello solare varia in funzione di diversi elementi: il posizionamento, la zona geografica, la radiazione solare giornaliera, ecc. In media si può considerare una produzione di acqua di 80-100 litri/giorno, alla temperatura di 40°C, per ogni metro quadrato di pannello installato.

Per riscaldare l'acqua del serbatoio occorre circa mezza giornata di sole nel periodo estivo ed una giornata nel periodo invernale. La temperatura dell'acqua raggiungibile nelle giornate di pieno sole è di circa 40°C in inverno e di circa 60-80°C in estate.

Tenendo conto delle variabili prima indicate, nella tabella seguente proponiamo uno schema di dimensionamento del serbatoio e dei pannelli solari:

Abitazioni civili - uso annuale - orientamento Sud		
Numero di persone	capacità del boiler	metri quadrati di pannelli
1÷3	130÷150	1,8÷2,6
3÷5	200÷300	3,6÷5,2
6÷8	300÷450	5,4÷7,8

Una soluzione per ogni situazione

Tutti gli edifici che dispongono di uno spazio soleggiato (tetto inclinato, tetto terrazzato, giardino, ecc.) possono essere dotati di un impianto solare per la produzione di acqua calda sanitaria.

Il costo dell'installazione è tanto più basso quanto più facile è l'accesso a tali luoghi. Un tetto terrazzato o un giardino ben soleggiato sono in genere da preferire, ma va bene anche un tetto con tegole.

Occorre prestare particolare attenzione a posizionare nel modo migliore il pannello solare. Bisogna scegliere la posizione che offre la migliore insolazione, ma anche le zone più facilmente accessibili e meno critiche negli ancoraggi, perché così si risparmia sui costi di installazione.



I pannelli solari devono essere rivolti preferibilmente verso Sud, con una tolleranza di deviazione verso Est o verso Ovest di 30° , ed essere inclinati di circa $35-40^\circ$ rispetto al piano orizzontale. Tale oscillazione terrà conto della posizione geografica: l'optimum è 30° per l'Italia meridionale e $35-40^\circ$ per l'Italia settentrionale.

Ogni installazione di pannelli solari presenta problemi specifici, tutti risolvibili, ma che vanno affrontati consultando e chiedendo preventivi di spesa ad imprese e installatori qualificati.

PRIMA DI ACQUISTARE UN SISTEMA SOLARE

- consultare una impresa qualificata
- farsi rilasciare una dichiarazione scritta su quanta acqua calda il pannello è in grado di produrre
- chiedere sempre che il preventivo di spesa sia comprensivo dei costi di installazione

Installare un sistema solare...

... negli edifici in costruzione

La cosa migliore è progettare le nuove case prevedendo tutti i collegamenti e gli accorgimenti necessari per l'installazione di un sistema solare. Un corretto inserimento del pannello solare nell'edificio consente di ottenere il massimo rendimento con la minima spesa di installazione.

Tutte le nuove case, comprese quelle in ristrutturazione, dovrebbero essere predisposte per ricevere i pannelli solari. Tale predisposizione ha un costo trascurabile e l'installazione di un impianto solare farebbe risparmiare molti soldi durante l'esercizio della casa. I pannelli solari possono essere installati in tutti gli edifici: dalle villette alle case plurifamiliari, sino ai condomini.



... nelle case con tetto a tegole

Per prima cosa occorre verificare l'orientamento del tetto. La posizione più vantaggiosa è quella rivolta verso Sud. Ma anche nelle case in cui le falde del tetto siano orientate verso Sud-Est o verso Sud-Ovest il pannello potrà essere posizionato sul tetto.

È importante che la falda del tetto sia inclinata di almeno 35° rispetto al piano orizzontale. Bisogna fare attenzione che, in nessun mese dell'anno, vi siano ombre che coprano il pannello dai raggi del sole.



Attenzione

Nelle città d'arte i regolamenti edilizi pongono ostacoli, o addirittura vietano la installazione dei pannelli solari sui tetti.

In alcune zone montane ed in quelle di interesse artistico la legge vieta di posizionare i serbatoi di accumulo dell'acqua sul tetto delle case: in taluni casi si può integrare il serbatoio nell'edificio o nel sottotetto.

... nelle case con tetto terrazato

L'installazione dei pannelli solari su un tetto a terrazza è la soluzione più facile perché offre la certezza di poter orientare il collettore solare verso sud con l'inclinazione ottimale, riduce al minimo i costi di installazione e consente un'agevole manutenzione.



... nel giardino

Fra le diverse zone dove si può installare un sistema solare c'è il giardino, per quelle case che hanno disponibile un'area verde non coperta da ombre. Ove possibile, l'installazione del sistema solare in giardino è da preferire in quanto è di facile esecuzione ed è poco costosa.



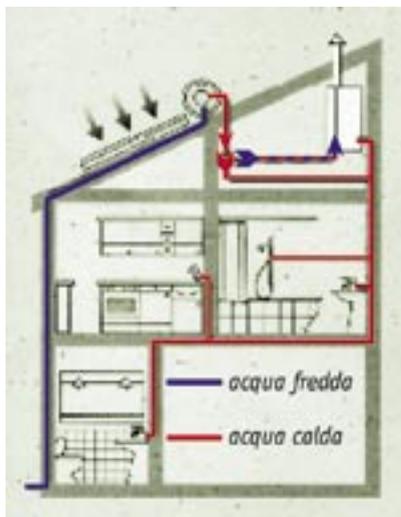
Impianti a circolazione naturale

Gli impianti a circolazione naturale sono molto semplici, richiedono scarsa manutenzione e possono essere realizzati impiegando qualunque tipo di pannelli solari.

Tutti i sistemi a circolazione naturale si basano sul principio che il fluido del circuito primario, riscaldato dal sole, diminuisce la propria densità, diventa più leggero e sale verso l'alto, provocando un movimento naturale del fluido medesimo. Negli impianti a circolazione naturale il serbatoio di accumulo dell'acqua deve essere sempre posizionato più in alto del pannello ed a breve distanza dal medesimo.

La migliore soluzione tecnica ed estetica è il posizionamento del serbatoio di accumulo nel sottotetto ad una quota superiore rispetto a quella del pannello solare. Ciò permette di ridurre al minimo le dispersioni termiche e di avere un facile accesso al serbatoio per eventuali manutenzioni ed integrazioni del liquido del circuito primario.

L'applicazione tipica dei sistemi a circolazione naturale è la produzione di acqua calda per uso sanitario.



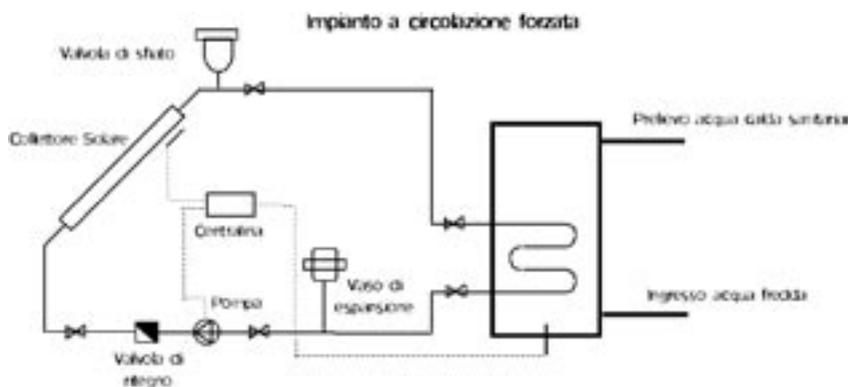
Impianto a circolazione naturale con il serbatoio dell'acqua posizionato più in alto del pannello solare



Collettore solare con il serbatoio nel sottotetto.

Impianti a circolazione forzata

Il principio di funzionamento di un impianto a circolazione forzata differisce da quello a circolazione naturale per il fatto che il fluido contenuto nel collettore solare scorre nel circuito chiuso per effetto della spinta fornita da una pompa comandata da una centralina (o termostato), attivata a sua volta da sonde poste sul collettore e nel serbatoio.



Le applicazioni tipiche della circolazione forzata sono, oltre alla produzione di acqua calda per uso sanitario nei casi in cui la circolazione naturale non è applicabile, il riscaldamento ambientale, il mantenimento in temperatura dell'acqua di piscina, l'acqua calda nei condomini e nell'industria.

I sistemi a circolazione forzata sono più complessi di quelli a circolazione naturale e devono essere installati da personale specializzato. Sono un po' più costosi, ma in cambio offrono una maggiore efficienza perché rendono più rapida la circolazione del fluido, con conseguente maggiore assorbimento della radiazione solare. Inoltre il serbatoio è disposto all'interno dell'edificio dove si registra una minore dispersione termica ed una migliore accessibilità per la manutenzione.

I sistemi a circolazione forzata vanno installati:

- quando il serbatoio non può essere collocato al di sopra del pannello solare;
- negli impianti di maggiori dimensioni;
- quando è richiesta una elevata precisione di intervento.

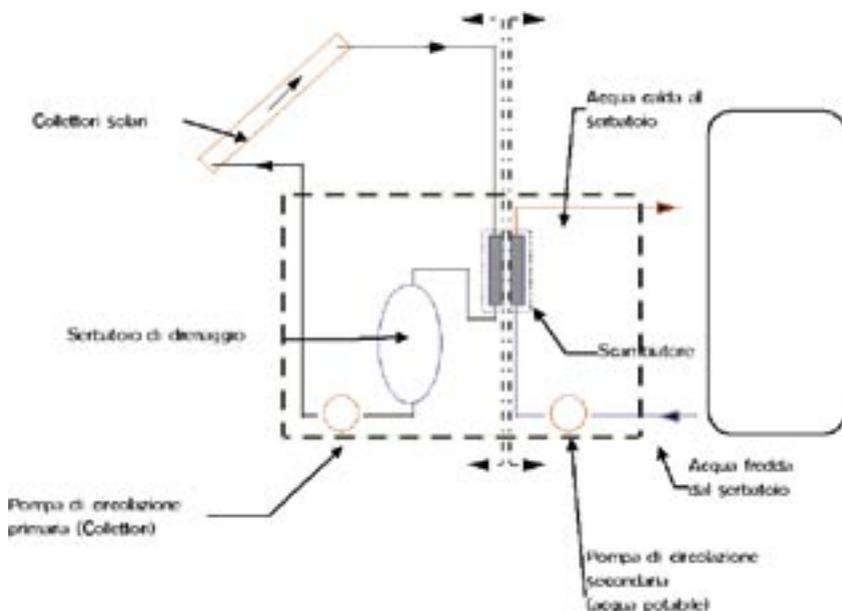
Impianti a circolazione forzata a svuotamento

Gli impianti a circolazione forzata a svuotamento permettono di risolvere il problema del surriscaldamento del fluido termovettore, che può verificarsi quando il calore generato dal sistema solare non viene utilizzato per un lungo periodo di tempo ed il fluido può raggiungere temperature estremamente alte.

Quando si dovessero raggiungere temperature attorno a 160/170 °C il fluido antigelo si trasforma chimicamente e cessa di svolgere la funzione antigelo, mettendo così a rischio il corretto funzionamento dell'impianto nel periodo invernale.

Negli impianti forzati a svuotamento ciò non accade in quanto, ad impianto fermo, il fluido termovettore defluisce dai collettori all'interno di un serbatoio di drenaggio, poiché le pompe di circolazione si fermano, così da permettere al fluido presente nel circuito di tornare nel serbatoio di drenaggio.

Di seguito è riportato uno schema che mostra il principio di funzionamento di un impianto a svuotamento.



Acqua calda per i condomini

Particolare attenzione è necessaria nella progettazione degli impianti per la produzione di acqua calda per i condomini, specialmente in quelli che superano i tre piani. Dallo schema esposto nella figura A, in cui sono stati utilizzati impianti a circolazione naturale, si intuisce che gli utenti avranno una lunga attesa prima di ricevere l'acqua calda dal boiler solare posto sul terrazzo, con un conseguente inutile spreco d'acqua. Inoltre, il costo dell'installazione dell'impianto risulta elevato per il notevole fascio di tubazioni (isolate termicamente) necessarie a collegare i singoli boiler ai rispettivi appartamenti.

Figura B

Estate: a chiusa, b aperta
Inverno: a aperta, b chiusa
f ingresso fredda
c uscita calda
1 collettori solari
2 accumulatori solari
3 circolatore solare
4 termostato differenziale

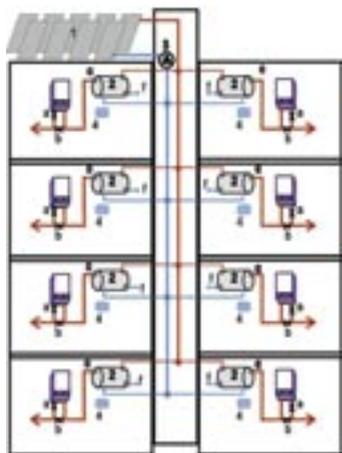
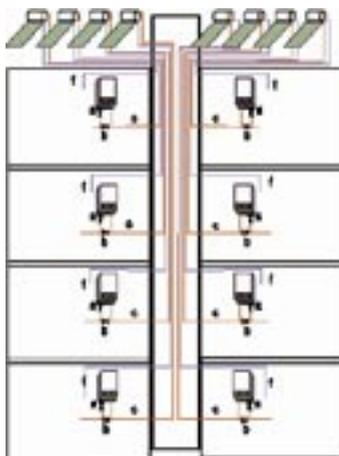


Figura A

Estate: a chiusa, b aperta
Inverno: a aperta, b chiusa
f ingresso fredda
c uscita calda



Inoltre, ogni pannello solare fornisce acqua calda solo ad un appartamento: pertanto se esso è vuoto o il numero di utenti è inferiore a quello di previsione progettuale il suo eccesso di energia non viene utilizzato. Per risolvere questi problemi si possono utilizzare altre due tipologie d'impianto solare.

Nella prima tipologia, esposta nella figura B, ciascuna famiglia ha nel proprio appartamento un boiler di 120-150 lt, il quale eroga immediatamente l'acqua calda. Tutti i boiler dei vari appartamenti sono collegati a due soli tubi, uno di mandata ed uno di ritorno, a loro volta collegati ai pannelli solari dislocati sul terrazzo.

Il numero di pannelli deve essere tale che la superficie captante non sia inferiore a 2 m² per ciascuna famiglia tipo, costituita da quattro persone.

Ciascun boiler è dotato di una centralina elettronica che misura continuamente la temperatura dello stesso e quella dei pannelli solari: appena nel boiler si verifica una differenza di temperatura prestabilita, la centralina apre l'elettrovalvola e avvia un circolatore che trasferisce l'acqua calda prodotta dai pannelli del parco solare nel proprio boiler.

L'impianto illustrato nella figura C, è costituito da un unico boiler per tutto il condominio e da un numero di pannelli solari dimensionati in funzione del numero di utenti. Il boiler può essere messo sia sul terrazzo che nella centrale termica.

La radiazione solare riscalda il liquido contenuto nei pannelli solari. L'aumento di temperatura viene rilevato dalla centralina elettronica che, confrontandola con quella proveniente dal boiler, dà il via al circolatore e quindi allo scambio termico che riscalda l'acqua del boiler.

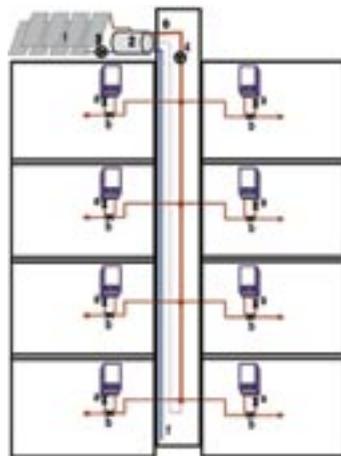
Questo impianto è dimensionato per fornire acqua calda in modo autosufficiente nei mesi primaverili, estivi ed autunnali, mentre nel periodo invernale esso preriscalda l'acqua utilizzata poi dalla caldaia a gas, che ne incrementa la temperatura solo del residuo valore occorrente.

I vantaggi di questa tecnologia sono:

- la presenza di un unico anello per la distribuzione dell'acqua calda permette a tutti gli utenti, anche quelli del piano terra, di usufruirne immediatamente;
- il boiler di accumulo di grosse dimensioni ha una minore superficie di contatto con gli agenti atmosferici e di conseguenza una minore dispersione termica;
- minori costi di installazione per la presenza di un unico tubo di alimentazione dell'acqua fredda ed uno di distribuzione dell'acqua calda;

Figura C

*Estate: a chiusa, b aperta
Inverno: a aperta, b chiusa
f ingresso fredda
c uscita calda
1 collettori solari
2 accumulatori solari
3 circolatore solare
4 ricircolo*



- la non contemporaneità dell'utilizzo di acqua calda da parte degli utenti, prolunga il periodo di autosufficienza.
- la presenza di uno o due boiler di adeguata capacità, invece di tanti boiler quanti sono gli appartamenti, rende più economico il sistema.

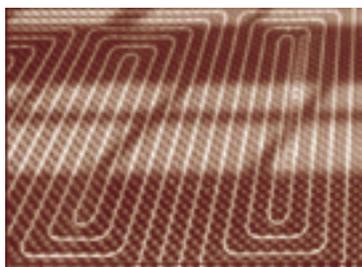
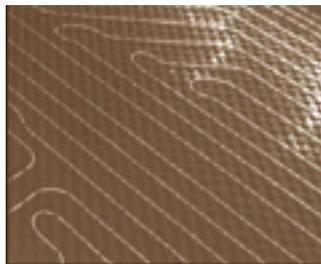
Speciali contatori di sottrazione, posti in ogni singola abitazione, permettono di misurare e di contabilizzare la quantità d'acqua calda consumata da ogni famiglia.

Gli impianti sono integrati con una caldaia a gas che interviene nelle giornate piovose o ad elevata nuvolosità, per assicurare al condominio l'acqua calda in ogni momento.

Riscaldare le case con il sole

Il riscaldamento a pavimento

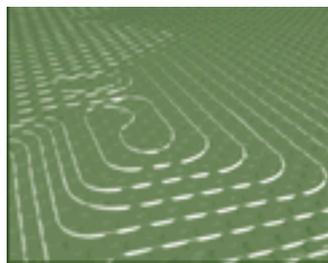
Il riscaldamento solare degli ambienti rappresenta una grande potenzialità di sviluppo del solare termico. Attualmente le possibilità pratiche sono limitate al riscaldamento con sistemi a bassa temperatura: impianti a pavimento, oppure a parete.



Infatti, nei sistemi di riscaldamento che utilizzano i radiatori in ghisa o alluminio, la temperatura dell'acqua che viene richiesta è molto alta e non può essere fornita dai pannelli solari.

Gli impianti di riscaldamento a pavimento, oppure a parete, invece, per riscaldare gli ambienti a 20°C, utilizzano acqua calda attorno ai 40°C. Questa temperatura coincide con quella raggiungibile con i sistemi termici solari, anche nei periodi invernali.

Nei riscaldamenti a bassa temperatura gli elementi radianti, costituiti da tubi in polipropilene, vengono inseriti sotto il pavimento, o nella parete, in modo da coprire l'intera superficie. Questa tecnologia, oltre ad un notevole risparmio energetico, rende la casa



meno secca e più salubre.



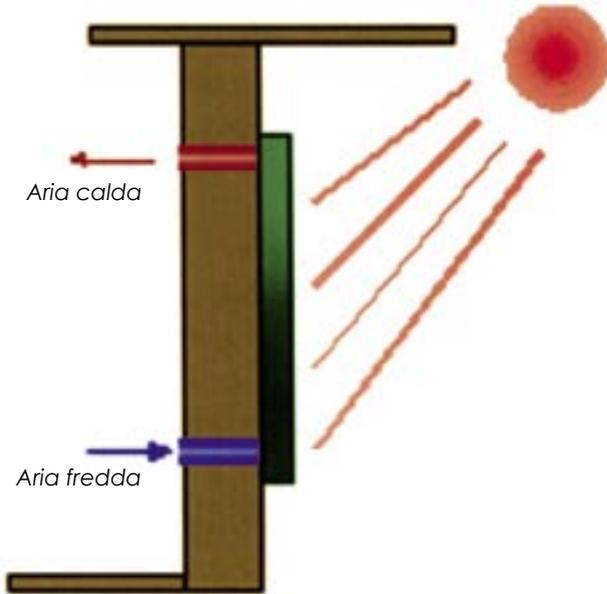
I collettori solari vanno sempre integrati con un impianto termico tradizionale, per esempio una caldaia a gas o a gasolio, per assicurare in ogni circostanza il calore richiesto.

I pannelli solari ad aria calda

I pannelli solari ad aria calda possono essere efficacemente impiegati per integrare l'impianto di riscaldamento domestico. Questi hanno caratteristiche simili a quelle dei normali pannelli solari, tranne per il fatto che in essi circola aria, anziché acqua.

L'aria viene fatta circolare all'interno del collettore attraverso percorsi tortuosi che ne rallentano il flusso e gli permettono di assorbire al meglio il calore della radiazione solare, per essere successivamente inserita nei locali da riscaldare.

Questa tecnologia, integrata con un generatore termico tradizionale che entra in funzione quando l'insolazione non è sufficiente, è adatta, oltre che per il riscaldamento degli ambienti domestici, anche per l'essiccazione dei prodotti alimentari.



Schema di un sistema di riscaldamento con pannello solare ad aria

I pannelli solari per le utenze stagionali

Riscaldamento delle piscine

una piscina scoperta non riscaldata ha un ciclo annuale di temperatura che varia a seconda del clima e dell'ubicazione geografica: tuttavia, nella maggior parte dei casi, l'attività delle piscine scoperte è limitata ai soli tre mesi estivi. Riscaldando l'acqua con un impianto solare, si può allungare la fruibilità fino a cinque o sei mesi. L'esigenza del riscaldamento è particolarmente sentita per le piscine ubicate in collina o in montagna, ove il raffreddamento notturno dell'acqua è maggiore.



Una piscina richiede generalmente di mantenere la temperatura dell'acqua attorno ai 25 - 28°C. Per mantenere questa temperatura, l'acqua della piscina viene fatta circolare in uno scambiatore di calore dove è messa a contatto termico con il fluido termovettore riscaldato dall'impianto solare. In questi impianti si utilizzano sistemi a circolazione forzata (meglio se a svuotamento) con collettori a superficie selettiva, in modo da ridurre la superficie di pannelli solari necessaria.

Analoghi impianti solari possono essere installati anche per riscaldare le piscine coperte. Ovviamente, dato che le piscine coperte sono utilizzate tutto l'anno, è necessario che il sistema solare sia sempre affiancato da un sistema di riscaldamento tradizionale.

Poiché l'acqua di una piscina coperta necessita di essere riscaldata anche nei mesi estivi, in quanto non può godere del calore diretto del sole, l'integrazione dell'impianto di riscaldamento tradizionale con un adeguato sistema termico solare, è sicuramente sempre conveniente.



Docce calde nei camping e negli stabilimenti balneari

La fornitura di acqua calda per le docce nei camping e negli stabilimenti balneari è un servizio sempre più richiesto, che qualifica queste strutture. In queste situazioni è possibile adottare pannelli solari molto particolari, realizzati in materiale plastico (polipropilene). Essi sono formati da tubicini a sezione circolare, dove circola l'acqua che viene riscaldata dall'azione del sole.

L'impianto solare è abbastanza semplice: è composto da un sistema a circolazione forzata e da un serbatoio di accumulo. L'acqua fredda viene inviata da una pompa all'interno dei pannelli, riscaldata e accumulata nel serbatoio, pronta per essere usata.

La manutenzione dei pannelli solari

Negli impianti solari a circolazione forzata è necessario far eseguire periodicamente la manutenzione ad imprese qualificate.

La pompa e la centralina elettronica che regola il flusso del liquido nel circuito primario devono essere sempre efficienti. Il blocco della circolazione può provocare l'ebollizione del liquido primario con danni, anche gravi, al pannello solare.

In caso di guasto alla centralina o di blocco della pompa del liquido, occorre coprire le superfici dei collettori solari e chiamare il tecnico. Anche in caso di prolungate assenze, è consigliabile coprire i pannelli.



Gli impianti solari a circolazione naturale sono meno soggetti a malfunzionamenti. Servono soltanto periodici controlli, che possono essere fatti direttamente dal proprietario, per verificare il corretto funzionamento dell'impianto. Il circuito

primario di un sistema solare, pur essendo sigillato, può avere perdite accidentali (difetti di caricamento, sfiati per sovrappressioni, allentamento dei giunti in ragione del gelo o del surriscaldamento, ecc.). In questo caso occorre rabboccare il liquido con miscela antigelo.

Occorre anche controllare che la circolazione naturale non trovi ostacoli nel circuito. Se, ad esempio, il liquido dovesse diminuire per evaporazione dopo un lungo periodo di non utilizzo dell'acqua calda (ferie estive), si può formare una bolla d'aria che ostruisce il circuito. In questo caso è necessario intervenire, direttamente o chiamando un tecnico, per eliminare l'ostacolo.

Consigli pratici di manutenzione

- Controllare spesso il livello del liquido del circuito primario e, in caso di perdite accidentali, rabboccarlo con una miscela di antigelo diluito in acqua (il dosaggio è scritto sulle confezioni).
- In previsione di assenze prolungate è opportuno coprire i pannelli per proteggerli dai raggi solari.
- Ispezionare i pannelli solari dopo lunghi periodi di non utilizzo e controllarne il funzionamento.
- Cambiare totalmente il liquido antigelo almeno ogni 5 anni.
- Una volta all'anno pulire dalla polvere le superfici dei collettori solari.
- Evitare che si formi la condensa all'interno dei pannelli vetrati, praticando eventualmente dei piccoli fori nella parte superiore ed inferiore del pannello.
- Verificare ogni 3 anni l'anodo al magnesio del serbatoio.
- In caso di rottura accidentale del vetro del pannello, in attesa di sostituire il vetro rotto, occorre subito proteggere il pannello dalla pioggia con un telo trasparente, in quanto la pioggia provoca un rapido e grave danneggiamento del pannello.
- Gli impianti solari a circolazione forzata devono essere controllati almeno una volta all'anno da un tecnico specializzato, per eseguire gli interventi di manutenzione necessari.

Installare i pannelli solari è conveniente

Risparmiare energia rispettando l'ambiente

La giustificazione razionale di un impianto solare deriva da considerazioni economiche ed ecologiche. Il minor inquinamento dell'ambiente ed il risparmio energetico che si ottiene utilizzando l'energia solare rappresentano vantaggi per tutta la collettività, la cui valutazione è lasciata alla sensibilità individuale di ciascuno.

Riguardo alla convenienza economica, occorre considerare che la resa di un sistema solare termico dipende da vari fattori: condizioni climatiche locali, area geografica, tipo di collettore solare, ecc.

Per fare un calcolo del risparmio ottenibile dall'installazione di un impianto solare è necessario calcolare la quantità di combustibile necessaria per conseguire la stessa produzione termica ottenuta con il solare. I calcoli di questo tipo sono piuttosto complessi e devono comprendere tutte le variabili che vi concorrono.

A scopo indicativo, per dare un'idea dei risparmi ottenibili da un impianto solare termico, si forniscono i seguenti dati relativi a buona parte dell'area geografica italiana.

Produzione di energia da un sistema solare: **850 kWh/mq**

I risparmi conseguibili sono equivalenti a:

- 91 litri di olio combustibile
- 101 mc di gas naturale
- 940 kWh di elettricità
- 306 kg di riduzione di emissioni di CO₂

Sempre a titolo indicativo, prendiamo ad esempio il caso in cui i pannelli solari sostituiscano la produzione di acqua calda di uno scaldabagno elettrico. Immaginiamo una famiglia di 4 persone, il cui consumo medio di acqua calda è stimato in circa 150/200 litri al giorno.

Per mantenere costantemente l'acqua ad una temperatura di 40°C, si consumano circa 2.000/2.500 kWh l'anno. Poiché una famiglia di 4 persone posiziona il proprio consumo massimo di elettricità nell'ultimo scaglione tariffario, il costo di ogni kWh è di circa 0,18 euro. La spesa annua di energia elettrica sarà quindi di circa 350-400 euro.

Il sistema solare copre mediamente il 70% del fabbisogno di acqua calda e quindi il risparmio, in termini di energia elettrica non consumata, sarà di 250-280 euro all'anno. Nel caso in cui il fabbisogno di acqua calda sia soddisfatto con una caldaia a gas, poiché il gas metano è meno costoso dell'energia elettrica, il risparmio sarà un pò inferiore.

Considerando sette anni per recuperare il costo dell'investimento, in tale periodo si potranno ammortizzare circa 1.750 - 2.000 euro, che generalmente sono sufficienti per installare un sistema solare termico adeguato ad una famiglia di 4 persone. Dopo l'acqua calda sarà quasi gratuita.

Le applicazioni termiche dell'energia solare richiedono un investimento iniziale più elevato rispetto ad un impianto termico tradizionale. Tuttavia, una volta che il sistema solare è stato installato, le spese di funzionamento sono minime (modesti costi per le manutenzioni periodiche ed il controllo del sistema). I combustibili fossili invece devono essere pagati in proporzione al consumo.

L'energia elettrica fotovoltaica

La cella fotovoltaica: come funziona

La parola fotovoltaico deriva da **photo = luce** e **voltaico = elettricità** e significa elettricità prodotta attraverso la luce. L'effetto fotovoltaico si basa sulla capacità di alcuni semiconduttori, come il silicio, di generare direttamente energia elettrica quando vengono esposti alla radiazione solare.

La conversione della radiazione solare in energia elettrica avviene nella **cella fotovoltaica**, che è l'elemento base del processo di trasformazione della radiazione solare in energia elettrica.

La luce è composta da particelle, i fotoni, che trasportano energia. Quando un fotone con sufficiente energia colpisce la cella, viene assorbito dai materiali semiconduttori e libera un elettrone. L'elettrone, una volta libero, lascia dietro di sé una carica positiva detta lacuna. Quindi, quanto maggiore sarà la quantità di fotoni che colpiscono la cella, tanto più numerose saranno le coppie elettrone-lacuna generate per effetto fotovoltaico e quindi più elevata la quantità di corrente prodotta.



Come è fatta la cella fotovoltaica

La cella fotovoltaica è un dispositivo costituito da una sottile fetta di un materiale semi-conduttore, molto spesso il silicio. Si tratta dello stesso silicio adoperato dall'industria elettronica, il cui costo è, tuttavia, molto alto. Attualmente il materiale più utilizzato è il **silicio mono-cristallino** che ha una resa ed una durata superiori a qualunque altro tipo di silicio:

- **Silicio Mono-cristallino:** Resa energetica fino 15 - 17 %
- **Silicio Poli-cristallino:** Resa energetica fino 12 - 14 %
- **Silicio Amorfo:** Resa energetica meno del 10 %

La cella fotovoltaica è fatta da un wafer di silicio, generalmente di forma quadrata, con circa 10 cm di lato e di uno spessore che varia fra i 0,25 ai 0,35mm, con una superficie pari a circa 100 cm².



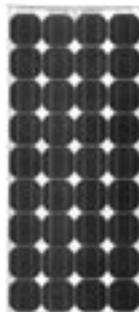
Cella fotovoltaica

Il modulo fotovoltaico

Le celle solari costituiscono un prodotto intermedio: forniscono valori di tensione e corrente limitati in rapporto a quelli normalmente richiesti dagli apparecchi utilizzatori, sono estremamente fragili, elettricamente non isolate e prive di un supporto meccanico. Esse vengono quindi assemblate in modo da costituire un'unica struttura: il **modulo fotovoltaico**, che diventa una struttura robusta e maneggevole.

I moduli possono avere dimensioni diverse: i più diffusi sono costituiti da 36 celle collegate elettricamente in serie, con una superficie che varia dai 0,5 m² ai 1,3 m². Le celle sono assemblate fra uno strato superiore di vetro ed uno strato inferiore di materiale plastico (Tedlar). Il semilavorato così preparato viene posto in un forno ad alta temperatura, sotto vuoto spinto. Il risultato è un blocco unico laminato in cui le celle sono annegate nel materiale plastico fuso.

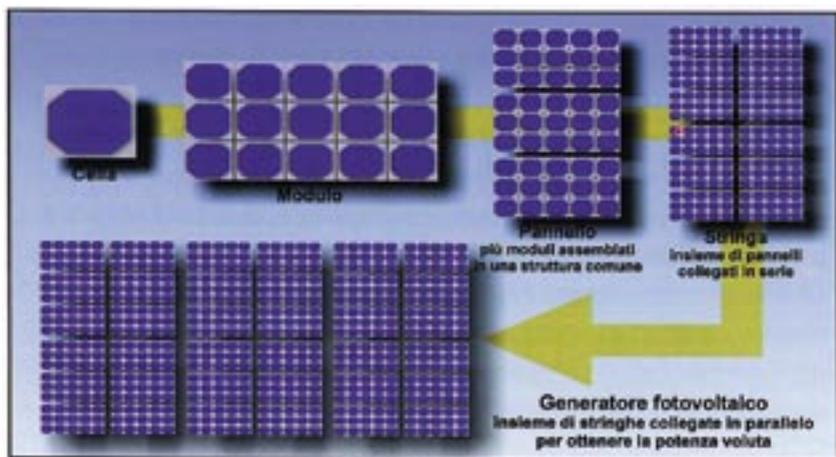
A questo punto vengono aggiunte le cornici, generalmente in alluminio, in modo da conferire una adeguata resistenza meccanica e di garantire molti anni di funzionamento. Nella parte posteriore del modulo è aggiunta una scatola di giunzione in cui vengono alloggiati i diodi di by-pass ed i contatti elettrici.



Modulo fotovoltaico

Il generatore fotovoltaico

Più moduli fotovoltaici assemblati meccanicamente tra loro formano il pannello, mentre un insieme di moduli o pannelli, collegati elettricamente in serie, formano la stringa. Più stringhe collegate in parallelo, in modo da ottenere la potenza desiderata, costituiscono il **generatore fotovoltaico**. Così il sistema elettrico è in grado di fornire le caratteristiche di tensione e di potenza richieste per le diverse applicazioni.



I moduli fotovoltaici che realizzano il generatore, sono montati su una struttura meccanica in grado di sostenerli ed orientata in modo da massimizzare l'irraggiamento solare.

La quantità di energia prodotta da un generatore fotovoltaico varia in funzione del soleggiamento e della latitudine della località. Per ottenere il massimo rendimento, i moduli vanno orientati verso Sud, con un angolo di inclinazione sull'orizzonte, in Italia, di 32 - 45 gradi.

La produzione di energia elettrica fotovoltaica, essendo collegata alla luce solare, non è costante, ma è condizionata dall'alternanza

giorno/notte, dai cicli delle stagioni, dalla variazione delle condizioni meteorologiche. Inoltre il generatore fotovoltaico fornisce corrente elettrica in continua.

Spesso queste caratteristiche non si adattano alle necessità degli utenti che, in genere, hanno l'esigenza di disporre di corrente elettrica alternata, a valori costanti di tensione. Pertanto il trasferimento dell'energia dal sistema fotovoltaico all'utenza, avviene attraverso ulteriori dispositivi necessari per trasformare ed adattare la corrente continua prodotta dai moduli alle esigenze di utilizzo: il più significativo è un dispositivo statico (**Inverter**), che converte la corrente continua in corrente alternata.



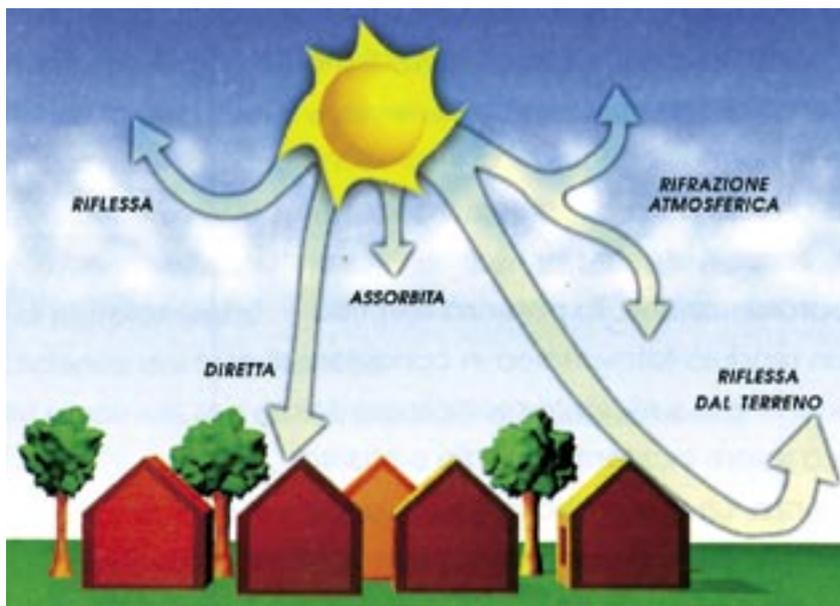
Alcuni tipi di inverter

Quanta energia produce un sistema fotovoltaico

La quantità di energia elettrica prodotta da un sistema fotovoltaico dipende sostanzialmente dall'efficienza dei moduli e dall'insolazione, ovvero dalla radiazione solare incidente.

La radiazione solare incidente sulla terra ha un valore variabile in funzione della distanza fra la Terra ed il Sole, ovvero della latitudine della località ove sono installati i moduli fotovoltaici. Anche l'inclinazione dei moduli è importante: una corretta inclinazione influisce notevolmente sulla quantità di energia solare captata e quindi sulla quantità di energia elettrica generata.

La presenza dell'atmosfera, infine, comporta una serie di fenomeni sulla radiazione incidente, tra i quale l'effetto di filtro che riduce considerevolmente l'intensità della radiazione al suolo e la frammentazione della luce.



A titolo indicativo si calcola che alle latitudini dell'Italia centrale, un metro quadrato di moduli fotovoltaici di buona qualità, possa produrre in media:

0,35 kWh/giorno nel periodo invernale

0,65 kWh/giorno nel periodo estivo

⇒ ≈ 180 kWh/anno

Gli impianti fotovoltaici

Cos'è un sistema fotovoltaico?

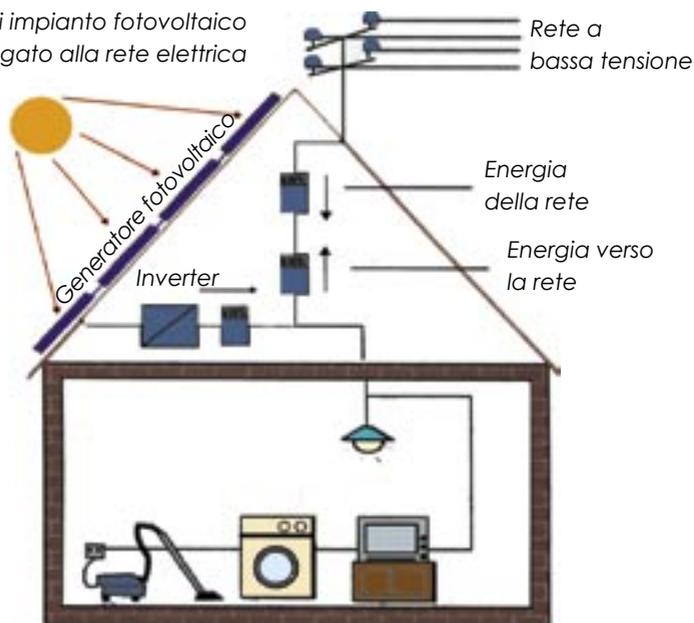
Si definisce **impianto o sistema fotovoltaico** un insieme di componenti meccanici, elettrici ed elettronici che concorrono a captare e trasformare l'energia solare disponibile, rendendola utilizzabile sotto forma di energia elettrica.

Tali sistemi, indipendentemente dal loro utilizzo e dalla taglia di potenza, possono essere divisi in due categorie:

- **sistemi connessi in rete** (*grid connected*)
- **sistemi isolati** (*stand alone*)

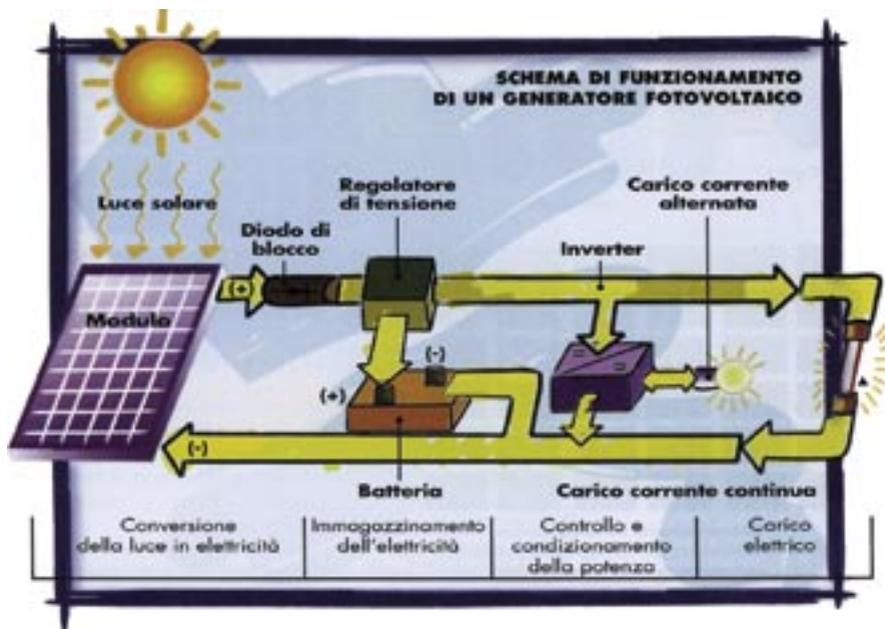
Sistemi connessi in rete (*grid connected*). I sistemi connessi in rete sono collegati permanentemente alla rete elettrica nazionale. Nelle ore di insolazione scarsa o nulla, quando il generatore fotovoltaico non produce energia sufficiente a coprire la domanda di elettricità, è la rete a fornire l'energia richiesta. Viceversa, se durante le ore di insolazione il sistema fotovoltaico produce più energia elettrica di quanto sia richiesto, il surplus viene trasferito alla rete.

Schema di impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica



Una decisione dell'Autorità per l'energia permette agli operatori che gestiscono sistemi fotovoltaici di collegarsi con la rete elettrica nazionale. Sulla base delle misurazioni effettuate da un contatore ed ai prezzi stabiliti dall'Autorità medesima, si può vendere alla Società elettrica l'eventuale energia prodotta in eccesso e rifornirsi alla rete quando la quantità di energia autoprodotta fosse insufficiente.

Sistemi isolati (*stand alone*). Gli impianti isolati si utilizzano normalmente per elettrificare le utenze con bassissimi consumi di energia che non rendono conveniente il costo dell'allacciamento, e per quelle difficilmente collegabili alla rete perché ubicate in aree poco accessibili: già con distanze superiori ai 3 Km dalla rete elettrica, potrebbe essere conveniente l'installazione di un sistema fotovoltaico per alimentare una abitazione.



Nei sistemi fotovoltaici isolati è necessario immagazzinare l'energia elettrica per garantire la continuità dell'erogazione anche nei momenti in cui non viene prodotta dal generatore fotovoltaico. L'energia viene accumulata da una serie di **batterie**, dimensionate in modo da garantire una sufficiente autonomia per i periodi in cui il sistema fotovoltaico non produce corrente. La tecnologia attuale permette di avere a disposizione batterie al piombo acido, di lunga

vita (oltre i 6 anni), con esigenze di manutenzione quasi nulle. Negli impianti isolati occorre installare anche un **regolatore di carica**, che serve sostanzialmente a preservare le batterie da un eccesso di carica del generatore fotovoltaico e da un eccesso di scarica dovuto all'utilizzazione. Entrambe le condizioni sono nocive per corretta funzionalità e la durata degli accumulatori.

Nei sistemi isolati è necessario che il generatore fotovoltaico venga dimensionato in modo tale da permettere, durante le ore di insolazione, sia l'alimentazione del carico elettrico richiesto, che la ricarica delle batterie di accumulo.



Regolatore di carica

Sistemi fotovoltaici connessi in rete

Le centrali elettriche fotovoltaiche

Le centrali fotovoltaiche sono molto costose e perciò tutti gli impianti realizzati sinora sono sperimentali, costruiti da Enti pubblici con incentivazioni statali.

Oltre al costo occorre anche considerare il notevole spazio necessario per realizzare una centrale elettrica di media potenza.

Per ottenere una centrale da un megawatt, capace di fornire energia ad un migliaio di utenti, occorre un'area grande come quattro campi di calcio. L'impegno del territorio è dovuto per metà dalle aree effettivamente occupate dai moduli fotovoltaici ed il resto per evitare l'ombreggiamento reciproco delle file di moduli.



I sistemi fotovoltaici integrati negli edifici

La possibilità di collegare i sistemi fotovoltaici alla rete apre nuove prospettive per l'inserimento dei moduli fotovoltaici negli edifici.

Negli ultimi tempi, architetti ed ingeneri hanno realizzato progetti che integrano, con ottimo impatto visivo, i sistemi fotovoltaici nelle strutture esterne degli edifici (terrazze, tetti, facciate, ecc) dimostrando che il fotovoltaico è una tecnologia perfettamente integrabile in ogni tipologia edilizia.

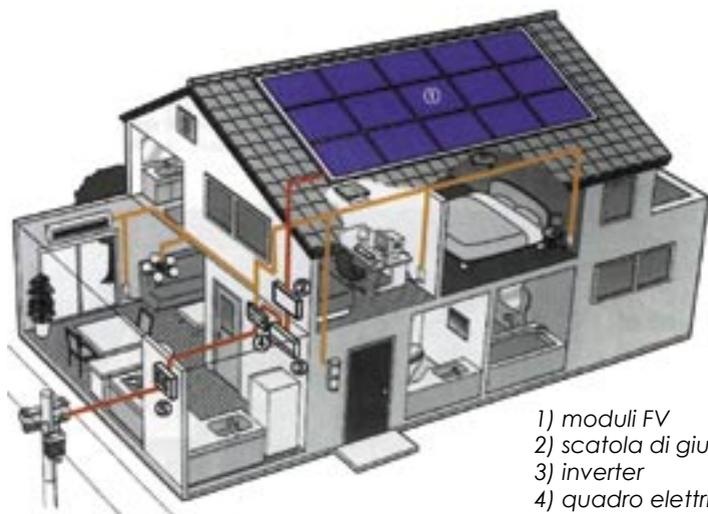


In prospettiva questi tipi di impianti potrebbero integrare in modo significativo l'energia elettrica prodotta dalle grandi centrali, sviluppando così un modo di generazione elettrica diffuso nel territorio, rinnovabile, ecologico e non inquinante.

Per dare un'idea delle superfici necessarie ai sistemi fotovoltaici, bisogna tener presente che per disporre di 1.000 watt di potenza di picco, sufficienti a far funzionare gli apparecchi elettrici principali di una piccola abitazione, servono 20 - 24 moduli, corrispondenti a 10 - 12 mq di superficie.

L'integrazione dei moduli fotovoltaici negli edifici offre altri vantaggi

1. Utilizzo dell'energia elettrica nello stesso luogo dove viene prodotta. L'aumento dei condizionatori d'aria per il raffrescamento estivo, sta provocando rilevanti problemi per il notevole incremento dei picchi di domanda di energia elettrica nei periodi estivi. Lo sviluppo nelle aree urbane dei sistemi fotovoltaici integrati negli edifici, sarebbe una valida soluzione per ridurre la domanda di picco ed evitare la costruzione di nuove centrali termoelettriche e gli impatti ambientali che ne conseguono. Inoltre, produrre energia elettrica nello stesso luogo dove viene consumata, ridurrebbe le perdite dovute alla distribuzione.



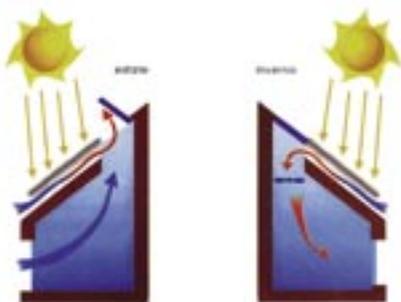
Schema di impianto di un sistema FV collegato alla rete.

2. Risparmio di materiali di rivestimento dell'edificio. I moduli fotovoltaici installati nelle facciate dell'edificio esposte a Sud, oltre a produrre energia, sostituiscono i materiali di rivestimento dell'edificio. Fra i vantaggi di questa soluzione occorre calcolare il risparmio del costo economico ed ambientale derivante dal mancato impiego dei materiali di rivestimento.



Moduli fotovoltaici come rivestimento di un edificio

3. Recupero dell'energia termica. Un modulo fotovoltaico esposto al sole si riscalda e, in determinate condizioni, può raggiungere temperature vicine anche agli 80°C. D'inverno il calore può essere raccolto dall'aria fatta circolare forzatamente in una intercapedine ricavata sotto il modulo, ed immessa in un ambiente per riscaldarlo. D'estate l'aria calda viene espulsa verso l'esterno.



Schema di recupero dell'energia termica

4. Pannelli fotovoltaici come frangisole. I pannelli fotovoltaici possono essere anche installati come frangisole per ombreggiare le superfici vetrate degli edifici esposti a Sud. Così si riduce il caldo estivo e quindi il carico elettrico necessario per l'impianto di condizionamento. Allo stesso tempo si produce energia elettrica che può essere utilizzata per alimentare l'impianto di condizionamento medesimo.



Moduli fotovoltaici come frangisole

Sistemi fotovoltaici isolati

Nuovi spazi per la tecnologia fotovoltaica

Attorno a noi sta crescendo un mercato diffuso della tecnologia fotovoltaica. Sono le piccole celle che servono per alimentare calcolatrici tascabili, orologi, radio portatili, giocattoli, ecc., che hanno completamente sostituito le vecchie batterie, inquinanti e deperibili.

La tecnologia fotovoltaica sta conquistando spazi sempre più ampi anche in quelle situazioni in cui il sistema fotovoltaico è l'alternativa più conveniente, se non l'unica, per dotare di corrente elettrica utenze particolari.

I moduli fotovoltaici trovano diffusione commerciale in tutti i casi in cui è necessario dotare di corrente elettrica case, lampade, motori, ripetitori televisivi, ecc., situati in località isolate, per le quali il collegamento alla rete elettrica comporterebbe costi troppo elevati, rispetto alle piccole quantità di energia richieste.

In questi casi il fotovoltaico sostituisce i gruppi elettrogeni, elimina il problema del rifornimento di combustibile ed offre indubbi vantaggi economici ed ambientali.

Case isolate. Le abitazioni rurali e le case per vacanze isolate, oppure i rifugi di montagna sono gli utilizzatori più diffusi del fotovoltaico per applicazioni residenziali. Sono già stati installati circa 10.000 impianti, soprattutto nell'Italia meridionale.



Lampioni e segnalazioni stradali. Lampioni per l'illuminazione, segnalazioni stradali, azionamento di pompe per l'irrigazione, sono altre applicazioni che permettono un utilizzo economico del fotovoltaico.

Camper e barche. Il fotovoltaico può essere usato convenientemente per ricaricare le batterie di servizio di roulotte, caravan e imbarcazioni

da diporto. L'impiego di due moduli da 90Wp installati sul tetto di un caravan o su una barca, consente di alimentare tutti i carichi elettrici, compreso il frigorifero.



Ponti radio, ripetitori televisivi, sistemi di segnalazione e di raccolta dati. Per le caratteristiche di affidabilità e la capacità di funzionamento completamente automatico, le applicazioni di maggior successo del fotovoltaico nel campo industriale riguardano:

- l'alimentazione dei ponti radio fissi per telefonia, dei ripetitori televisivi e dei sistemi di telefonia satellitare portatili;
- i sistemi di segnalazione della navigazione marittima (come le boe luminose) ed aerea, collocati in località isolate;
- le stazioni per la raccolta dei dati sismici, climatici e ambientali o per il rilevamento di incendi o di nebbia;
- l'azionamento di passaggi a livello isolati.



Le applicazioni nei paesi in via di sviluppo. Nei paesi in via di sviluppo si moltiplica il numero dei casi in cui un impianto fotovoltaico può rispondere alla domanda di energia elettrica diffusa sul territorio. Impianti fotovoltaici con potenza dell'ordine della decina di chilowatt sono capaci di alimentare un piccolo villaggio isolato. La conservazione di vaccini e medicinali in ambienti refrigerati e le stazioni di pompaggio dell'acqua, sono fra gli impieghi più frequenti nelle zone aride dell'Africa.



Costi e prospettive del fotovoltaico

Il costo di un impianto fotovoltaico

Un impianto fotovoltaico richiede un forte impegno di capitale iniziale, anche se successivamente le spese di gestione e di manutenzione sono molto basse.

L'analisi di tutti gli aspetti economici relativi ad un impianto fotovoltaico è assai complessa. In particolare ogni applicazione deve essere valutata nel suo specifico contesto, tenendo conto soprattutto dell'energia elettrica prodotta, della durata dell'impianto (stimata intorno ai 25 anni), delle difficoltà di collegamento alla rete elettrica, degli incentivi disponibili, ecc..

Indicazione di massima dei costi di un impianto fotovoltaico (per kWp installato)

- Impianti integrati negli edifici (o connessi a rete) \approx € 8.000/kWp (Iva esclusa)
- Impianti per utenze isolate \approx € 10.000/kWp (Iva esclusa)

In taluni casi l'investimento iniziale è già ammortizzato in quanto il costo per l'allacciamento elettrico sarebbe superiore a quello dell'installazione di un impianto solare fotovoltaico.

Nella maggior parte dei casi però un impianto fotovoltaico ha un costo per kWh prodotto notevolmente superiore al costo del kWh acquistato dalla rete elettrica. Ne consegue che la convenienza all'installazione di un impianto fotovoltaico dipende fortemente dalle incentivazioni pubbliche.

Per poter ottenere un costo per kWh prodotto da un impianto fotovoltaico, paragonabile al costo del kWh acquistato dalla rete, è necessario intervenire con contributi finanziari superiori al 70-80% dell'investimento.

In ogni caso, lo sviluppo del fotovoltaico è legato ad una drastica riduzione dei costi attuali.

La manutenzione

- Il fotovoltaico è un sistema statico, cioè senza parti meccaniche in movimento.
- Il generatore fotovoltaico generalmente non richiede manutenzione, salvo una saltuaria pulizia, con un panno bagnato, della superficie anteriore dei moduli. Questa pulizia serve per ripristinare la trasparenza originaria del vetro che può essere attenuata da veli di polvere.
- Il regolatore di carica non richiede alcuna manutenzione.
- Se la batteria d'accumulo è del tipo a Pb-acido non sigillata, bisogna controllare il livello del liquido una volta all'anno. Occorre anche mantenere una buona pulizia sui contatti fra i morsetti ed i capicorda dei cavi di collegamento, applicando periodicamente un velo di vaselina. La batteria va installata in luoghi sufficientemente ombreggiati e ventilati.
- Bisogna controllare periodicamente che i cavi di collegamento fra il generatore fotovoltaico, la batteria ed il regolatore siano in perfetto stato. Controllare anche che cause accidentali non provochino incisioni sull'isolante esterno.

Vendere alla rete l'elettricità in eccesso: il "Conto energia"

Per la prima volta in Italia sarà possibile vendere alla rete l'energia prodotta attraverso il fotovoltaico: basterà installare dei pannelli solari e vendere l'energia che non viene consumata. Gli impianti che potranno essere realizzati sono distinti secondo tre differenti taglie: da 1 a 20 kW di potenza, da 20 a 50 kW, da 50 a 1000 kW.

Particolare cura è stata dedicata nel favorire la semplificazione delle procedure per avere diritto all'incentivo prevedendo 4 bandi all'anno. Per i piccoli e medi (da 1 a 50 kW) basterà presentare una semplice domanda con un progetto preliminare mentre per i grandi (da 50 a 100 kW) è prevista una gara per innescare un processo di competitività tecnologica.

Tutta l'energia elettrica prodotta dai sistemi fotovoltaici (misurata tramite un contatore che verrà installato a valle del sistema) verrà pagata per 20 anni con una tariffa molto interessante:

- 0,45 euro/kWh per gli impianti da 1 a 20 kW,
- 0,47 euro/kWh nel caso di impianti da 20 a 50 kW,
- 0,50 euro/kWh nel caso di impianti da 50 a 100 kW.



La stessa energia elettrica da fonte fotovoltaica potrà essere usata per alimentare le utenze di casa e quando l'impianto produrrà più energia di quella che serve in quel momento, l'energia elettrica solare verrà immessa nella rete elettrica locale, venendo conteggiata da un ulteriore apposito contatore.

I costi dell'incentivazione degli impianti fotovoltaici saranno coperti con un prelievo sulle tariffe elettriche di tutti i consumatori, che comunque non dovrebbe superare la cifra di 0,0014 € (poco meno di 3 lire) per ogni kWh.

Progetto finanziato interamente da



**CAMERA DI COMMERCIO INDUSTRIA
ARTIGIANATO ED AGRICOLTURA
NAPOLI**

Promosso e realizzato da



Titolo Progetto "Mi manda Adiconsum"

**Responsabile
Luigi Matera**

**Coordinamento scientifico
Rossella Colantuono**