

Introduzione ai sistemi fotovoltaici

Effetto fotovoltaico

La conversione dell'energia elettromagnetica proveniente dal sole in energia elettrica tramite l'effetto fotovoltaico si basa sulle proprietà dei materiali semiconduttori, che hanno caratteristiche intermedie tra i metalli e gli isolanti. Il semiconduttore più usato è il **silicio**. Allo stato non "eccitato" il silicio non è conduttore, ma fornendogli una certa quantità di energia (energia solare) può generare carica elettrica e quindi produrre energia elettrica. L'atomo di silicio ha 14 elettroni, di cui 4 costituiscono legami covalenti tra un atomo e quelli adiacenti. Normalmente il silicio non è conduttore perché i suoi 4 elettroni più esterni sono imprigionati nella banda di valenza e non possono fare sì che ci sia conduzione di elettricità. Se a questi elettroni viene fornita energia essi sono in grado di abbandonare la banda di valenza e di passare a quella di conduzione.

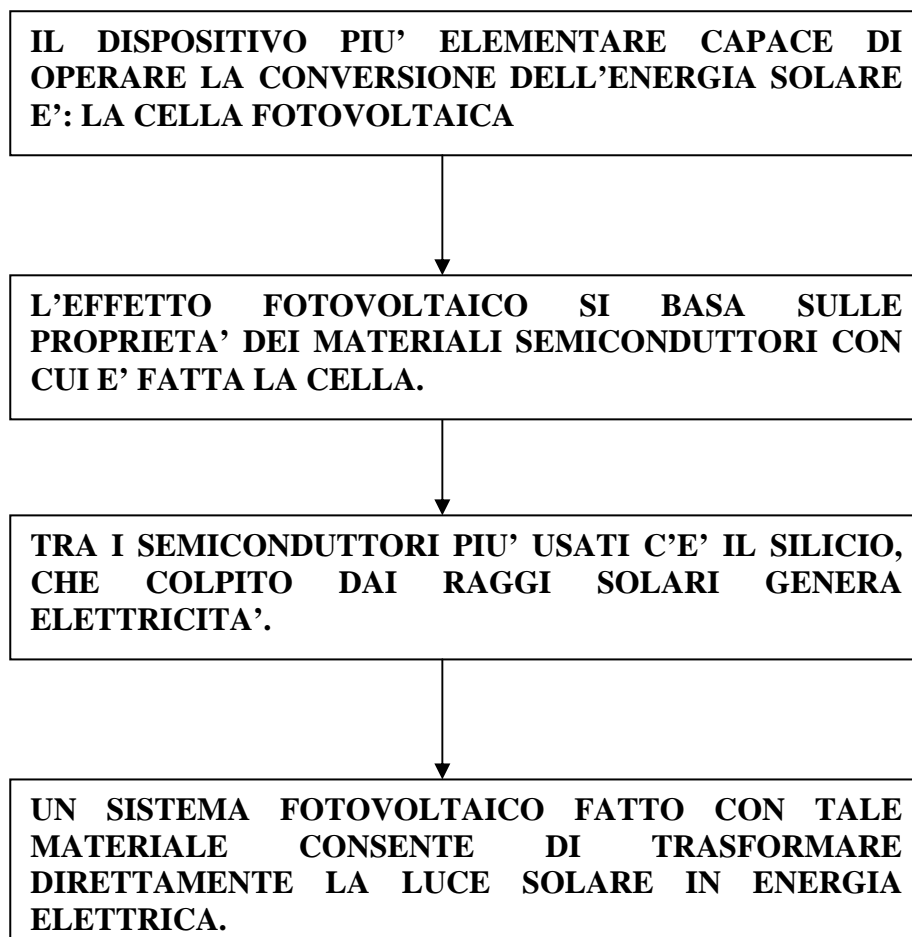


Figura 1: SCHEMA DI UN SISTEMA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DAL SOLE



La cella fotovoltaica

L'elemento a base dei dispositivi fotovoltaici è la **cella fotovoltaica**. Essa può avere varie misure ed essere realizzata in vari materiali. Per quasi la totalità dei casi si tratta di celle in silicio, che può essere di diverso genere: policristallino, monocristallino e amorfo. Una forma tipica delle celle è quella quadrata, con una superficie di circa 100 centimetri quadrati, ma si realizzano anche celle di dimensioni maggiori. Esponendo alla luce solare la cella si innesca il meccanismo di produzione di energia elettrica. Il buon funzionamento della cella dipende, oltre dal tipo di materiale con cui viene costruita, da due importanti parametri:

- Intensità della radiazione luminosa;
- Temperatura della cella.

Dato che tale dispositivo è alimentato da una fonte variabile come la radiazione solare bisogna riferirsi a delle "condizioni particolari" ben precise per valutarne le prestazioni. Queste vengono chiamate **condizioni standard** e sono:

- Intensità della radiazione solare: 1000 W/m²;
- Temperatura della cella: 25 °C;
- Spettro solare: AM1,5

Infatti la potenza generata dalla cella è espressa in **Watt di picco (Wp)**, cioè la potenza generata nelle condizioni standar sopra specificate.

Il modulo fotovoltaico

A partire dalle celle finite si costituiscono i **moduli**. Nella realizzazione dei moduli si cerca di proteggere le celle dagli agenti atmosferici mediante la realizzazione di un "sandwich" composto, andando dalla parte esterna a quella interna, dei seguenti elementi:

- Lastra di vetro: deve assicurare un' elevata trasmittanza ed una buona resistenza meccanica;
- Foglio sigillante: garantisce la tenuta agli agenti esterni ed assicura un buon isolamento dielettrico (EVA: acetato viniletilenico).
- Cella fotovoltaiche;
- Altro foglio sigillante: per garantire la tenuta delle celle agli agenti esterni anche sull'altro lato;
- Strato posteriore: altro vetro oppure un isolante (Tedlar).

VETRO
FOGLIO SIGILLANTE
CELLA FOTOVOLTAICA
FOGLIO SIGILLANTE
VETRO O ISOLANTE

Figura 2: STRATI CHE COMPONGONO UN MODULO FOTOVOLTAICO

Materiali impiegati

La buona efficienza dei pannelli e di conseguenza la buona resa dell'impianto è legata, oltre alla radiazione luminosa e alla temperatura della cella, alla qualità dei materiali e alla tecnologia di produzione dei pannelli stessi. Ad esempio il vetro (spessore di circa 4mm), che deve assolvere alla funzione di permettere il passaggio della luce e proteggere la parte attiva, viene temprato. Le caratteristiche meccaniche del vetro superiore devono essere tali da assicurarne la calpestabilità e resistere a condizioni metereologiche particolarmente severe, come la caduta di grandine. La sua trasmittanza, cioè la capacità di essere attraversato dalla luce solare, deve essere molto superiore a quella dei comuni vetri in commercio, altrimenti pregiudicherebbe il rendimento complessivo del modulo. A tale scopo si adottano composizioni con basso contenuto di ferro. Inoltre le condizioni operative nelle quali si svolge parte del processo di costruzione, detto laminazione, di un modulo fotovoltaico hanno un forte impatto sulle prestazioni e sull'affidabilità nel tempo del prodotto finito. Altro parametro importante è il tipo di silicio adottato per costruire le celle, dal quale dipende l'efficienza dei moduli. L'efficienza di conversione per celle in silicio monocristallino arriva anche al 18%, mentre per il silicio policristallino non supera il 14%.

Da tutto ciò si può concludere che è molto importante ai fini di una buona resa dell'impianto il tipo di fornitura dei pannelli fotovoltaici.

Tipo di modulo	Efficienza dei moduli
Silicio monocristallino	14-17%
Silicio policristallino	11-14%
Silicio amorfo	5-7%

Figura 3: EFFICIENZA DEI MODULI FOTOVOLTAICI IN FUNZIONE DEL TIPO DI SILICIO

Il generatore fotovoltaico

Il generatore fotovoltaico è il cuore del sistema di produzione dell'energia elettrica mediante radiazione solare. Esso genera una corrente continua che poi viene trasformata in alternata. La configurazione più comune di collegamento tra i moduli fotovoltaici in un impianto fotovoltaico è quella in cui stringhe di moduli in serie vengono connesse in parallelo. Un insieme di moduli collegati in serie (**stringhe**) e parallelo formano un **campo** fotovoltaico.

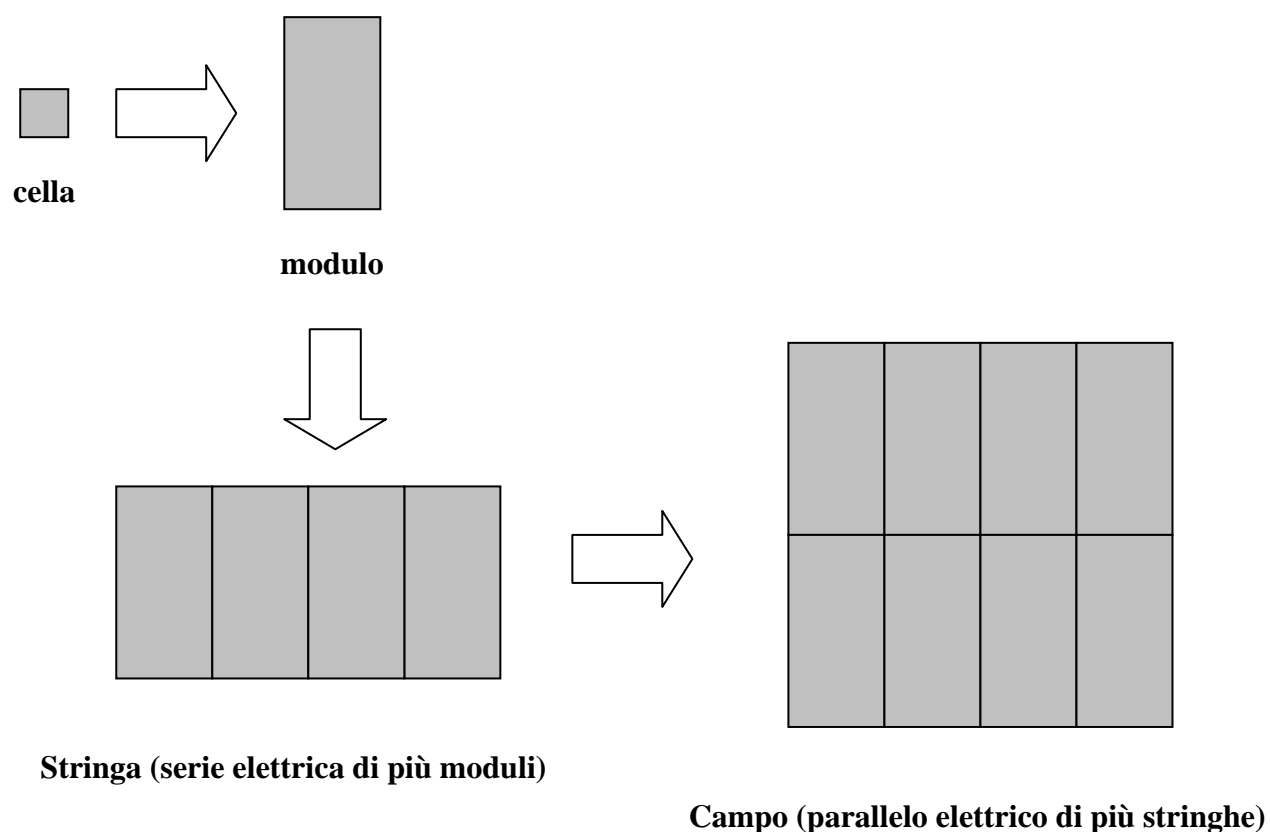


Figura 4: CONFIGURAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Sistema fotovoltaico

I sistemi fotovoltaici possono essere di due tipi:

- Sistemi isolati ("stand alone");
- Sistemi connessi in rete ("grid connected").

I primi devono coprire la totalità della domanda energetica dell'utente e prevedono per questo un sistema di accumulo a batterie che garantisca l'erogazione di corrente anche nelle ore di minore illuminazione o di buio. Il sistema isolato è costituito da:

- Pannelli fotovoltaici;
- Regolatore di carica;
- Batteria;
- Inverter (converte la corrente da continua in alternata).

I sistemi connessi alla rete cedono ad essa l'eccedenza di energia generata nelle ore di sole e ne acquistano nelle ore in cui il generatore non è sufficiente a coprire il fabbisogno energetico dell'utenza. I sistemi connessi alla rete dispongono perciò di due contatori per valutare i flussi di energia elettrica nelle due direzioni. Nel complesso un sistema connesso alla rete è composto dagli stessi componenti descritti per un sistema isolato tranne che per le batterie di accumulo, di cui non ha più bisogno dato che può erogare o assorbire potenza direttamente dalla rete elettrica dell'ente distributore (ENEL o ACEA).

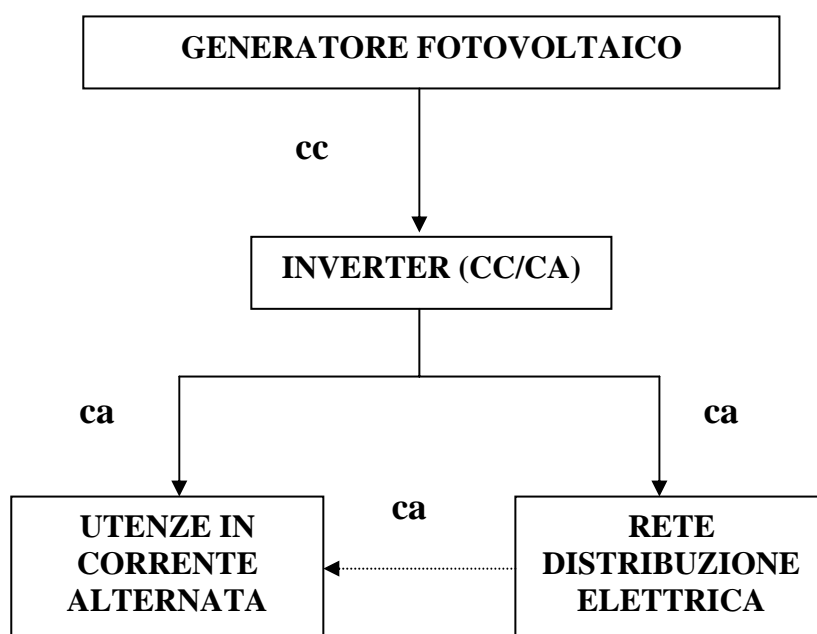


Figura 5: SCHEMA A BLOCCHI DI UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CONNESSO IN RETE



Le applicazioni della tecnologia fotovoltaica

Le applicazioni a cui si presta tale tecnologia sono numerosissime e vanno dai dispositivi di potenza pari a pochi centesimi di watt (calcolatrici ed orologi) fino a centrali elettriche di diversi MWp.

In passato, visti i costi proibitivi che caratterizzavano questi sistemi, si sono sviluppate soprattutto le applicazioni di piccola taglia che non richiedevano investimenti onerosi. Man mano che i costi dei moduli sono diminuiti, si sono affermate applicazioni di taglie sempre crescente fino ad arrivare negli anni novanta alle centrali fotovoltaiche. Queste hanno dimostrato che con tecnologie fotovoltaiche è possibile produrre facilmente potenze di entità qualsiasi. Inoltre oggi è possibile usufruire degli incentivi economici del "Conto Energia" proposto dal GRTN, che permette di ammortizzare l'intero costo dell'impianto in circa 10 anni.

Energia prodotta da un sistema fotovoltaico

L'energia che un impianto fotovoltaico riesce a produrre dipende da numerosi parametri, i più importanti dei quali sono:

- Estensione impianto: superficie captante in m²;
- Condizioni di insolazione nel sito di installazione: radiazione solare incidente al suolo;
- Posizione dei moduli nello spazio: inclinazione e orientamento della superficie captante;
- Efficienza dei moduli;
- Efficienza del resto del sistema (cavi, inverter, ecc.).

A parità di altre condizioni, l'energia ottenibile da un impianto fotovoltaico cresce con la sua superficie utile. Per quanto riguarda le condizioni di insolazione si preferiscono ovviamente siti ad alto irraggiamento.

ZONA	RADIAZIONE (kWh)	ENERGIA PRODOTTA DA 1kWp (kWh/m ² anno)
Nord Italia	1500	1500
Centro Italia	1700	1700
Sud Italia	1900	1900

Figura 6: ENERGIA PRODOTTA DA UN kWp IN BASE ALLA RADIAZIONE DEL SITO



Manutenzione

E' consigliabile una manutenzione preventiva da effettuare con cadenza almeno annuale. La maggior parte delle verifiche può essere fatta da personale non esperto in tecnologia fotovoltaica, purché addestrato ad operare su circuiti elettrici.

La manutenzione sui singoli moduli non richiede la messa fuori servizio dell'impianto e consiste in una ispezione visiva per verificare la presenza di eventuali danneggiamenti ai vetri, il deterioramento dei materiali usati per l'isolamento e l'eccessiva sporcizia del vetro. La manutenzione delle stringhe viene invece effettuata dal quadro elettrico in continua e consiste nel verificare le grandezze elettriche. Anche il resto dell'impianto presenta sicuramente una scarsa manutenzione in quanto di tipo statico. Si può concludere che l'intero impianto presenta una manutenzione poco onerosa e molto semplice da svolgere.

Conto energia

Il Ministero delle Attività Produttive ha emanato il 28 Luglio 2005 il decreto denominato "Conto Energia", che definisce i criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici. L'incentivo in Conto Energia è studiato per garantire un'equa remunerazione dei costi d'investimento e quindi permette di ammortizzare l'intero costo dell'impianto in alcuni anni, in generale stimati in circa 10.

L'impianto, in base alla normativa citata, godrà di una tariffa incentivante sulla produzione di energia elettrica, per 20 anni, pari a 0,46 €/kWh e della possibilità di cedere le eccedenze al gestore della rete secondo le modalità ed alle condizioni fissate dall'Autorità per l'Energia ed il Gas ai sensi dell'art.13 comma 3 del Decreto Legislativo 29 dicembre 2003 , n. 387.

In pratica, nelle ore di esposizione solare oltre a vedersi riconosciuto il compenso per tutta l'energia prodotta, l'utenza potrà consumare interamente l'energia elettrica prodotta dal proprio impianto, mentre quando l'esposizione solare è nulla o non è sufficiente, oppure se l'utenza richiede più energia di quella che l'impianto è in grado di fornire, sarà la rete elettrica che garantirà l'approvvigionamento dell'energia elettrica necessaria.

Nel caso in cui l'impianto solare produca più energia di quella richiesta dall'utenza, essa può essere immessa in rete. In questo caso si parla di cessione delle "eccedenze" alla rete elettrica locale, tale energia contabilizzata da un secondo contatore sarà venduta al Gestore della rete a tariffe prefissate dall'Autorità per l'Energia ed il Gas (0,095 €/kWh).

Quindi i ricavi dell'impianto saranno di due tipi :

- Conto Energia;
- Risparmio sulla bolletta energetica.

Usufruendo di tale decreto si può ottenere un rendimento economico di interesse pari a circa il 10% annuo sull'investimento fatto.

Inoltre si possono avere soluzioni di finanziamento bancario, infatti le banche sono molto favorevoli a questi tipi di soluzioni in quanto si trovano di fronte ad una rendita sicura garantita da un ente come il GRTN.