



SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

MATERIA: TECNOLOGIA - A cura del Prof. F. Olati

Con questo modulo conoscerai:

- ❖ **I vari modi di utilizzare l'irraggiamento solare**
- ❖ **Le caratteristiche dei vari tipi di pannelli solari**

ENERGIA SOLARE - PANNELLI FOTOVOLTAICI

1. Gli impianti fotovoltaici

Gli impianti fotovoltaici servono per trasformare l'irraggiamento solare in energia elettrica usufruibile per tutte le normali attività domestiche. Possono essere installati sul tetto delle abitazioni o ovunque ci sia un'esposizione diretta ai raggi solari (es. terrazze, cortili, terreni, pensiline, ecc.).

Gli impianti fotovoltaici sono formati da:

- o **moduli fotovoltaici** (i pannelli veri e propri)
- o **inverter** (un dispositivo che converte la corrente continua prodotta dai moduli in corrente alternata, per far funzionare le apparecchiature elettriche domestiche)
- o **componentistica elettrica** (interruttori, cavi, quadro elettrico per misurare la quantità di energia elettrica prodotta dall'impianto)
- o **strutture di ancoraggio** dei moduli fotovoltaici al tetto (staffe, viti, morsetti...)

L'energia elettrica prodotta dall'impianto, in eccesso rispetto al consumo medio dell'utente calcolato sulle ultime bollette prima dell'installazione, **viene venduta alla società elettrica (Enel, Acea, etc.) come credito da applicare sulla bolletta elettrica complessiva di ogni anno**. Questo sistema si chiama **"conto energia"**: attualmente è concesso, al massimo, di compensare il costo della propria bolletta elettrica nell'arco dell'anno. Inoltre, esistono incentivi economici concessi dallo Stato per coloro che installano impianti fotovoltaici.

Agli impianti fotovoltaici è possibile collegare delle batterie che accumulano l'energia prodotta in eccesso e non utilizzata nel momento in cui viene prodotta per utilizzarla in un secondo momento (ad esempio in caso di black out).

Il **dimensionamento dell'impianto fotovoltaico**, sia dal punto di vista delle sue dimensioni complessive che per la potenza (W) generata, **varia soprattutto in base ai consumi (abitudini energetiche) di ogni famiglia**: un impianto da 1.900 W può produrre energia sufficiente per coprire un'abitazione con un consumo annuale di circa 2.700 KWh, quindi un'abitazione di 4 persone con attenti consumi elettrici.

La **dimensione fisica** dei pannelli da installare sul tetto dipende dalla tecnologia utilizzata dai pannelli: per la stessa famiglia, che vive a Roma ed ha una casa a tetto piano, ci sarebbe bisogno di circa 28 mq di pannelli fotovoltaici.

2. Celle e moduli fotovoltaici

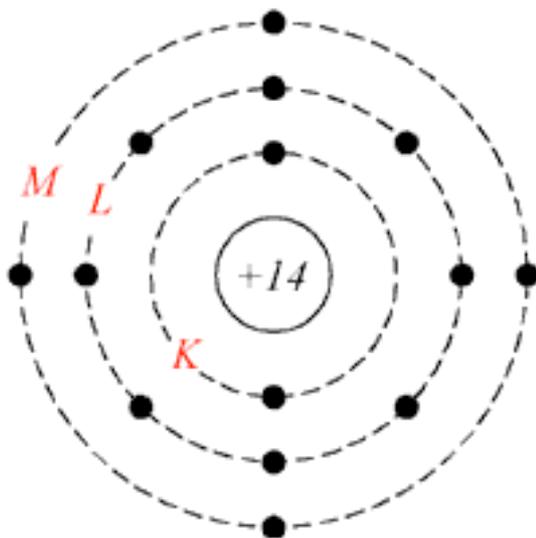
Le **celle fotovoltaiche** possono essere collegate tra loro **"in serie"** o contemporaneamente sia **"in serie"** che **"in parallelo"**, e formano un circuito elettrico. Più celle fotovoltaiche formano un **modulo fotovoltaico**.

I moduli fotovoltaici oggi più comuni sono costituiti da 48-72 celle.

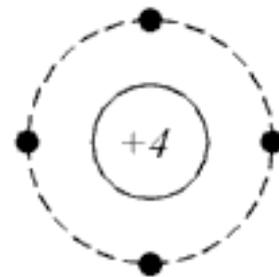
La potenza prodotta dal singolo modulo fotovoltaico, ed il suo rendimento, dipendono principalmente da quattro fattori:

- o **Tecnologia:** il rendimento di conversione (percentuale di energia contenuta nelle radiazioni solari che viene trasformata in energia elettrica disponibile) per celle commerciali al silicio è in genere compresa tra il 13% e il 20 %, mentre realizzazioni speciali di laboratorio hanno raggiunto valori del 32,5 %.
- o **Orientamento:** il massimo rendimento dei pannelli solari si ottiene quando le radiazioni solari irradiano in modo diretto e perpendicolare. L'orientamento ottimale varia nel corso della giornata. Per questa ragione gli impianti solari più avanzati sono dotati di automatismi mobili in grado di far girare i pannelli per seguire il cammino del sole.
- o **Inclinazione:** l'inclinazione ottimale è determinata dalla latitudine del sito in cui è ubicato l'impianto e dal periodo dell'anno. In Italia si utilizza una inclinazione di montaggio dei pannelli di 30 gradi.
- o **Ambiente:** latitudine e longitudine, ostacoli che creano ombra...

La **modularità** dei pannelli fotovoltaici consente una vasta flessibilità di impiego. **I moduli possono essere combinate sulla base delle reali esigenze energetiche dell'utenza o sulle caratteristiche della superficie destinata all'impianto.**



modello completo dell'atomo di silicio



modello semplificato dell'atomo di silicio

3. Conversione della radiazione solare in energia elettrica

Fin qui abbiamo descritto gli aspetti tecnici e pratici di scelta e installazione di un impianto fotovoltaico. Facciamo adesso un passo indietro per descrivere gli elementi fisici che consentono il funzionamento di un pannello solare.

Dal punto di vista tecnologico, oggi, esistono due sistemi di produzione delle celle solari:

- o **a silicio amorfo** (meno efficiente)
- o **a silicio monocristallino** (più efficiente, consente a parità di potenza sviluppata, di avere impianti di dimensioni più ridotte)

Il flusso luminoso proveniente dal sole (**radiazione solare**) investe il **materiale semiconduttore** del pannello solare, normalmente realizzato utilizzando il **silicio** (drogato con il boro).

Gli elettroni posizionati nell'orbita più esterna dell'atomo di silicio del pannello solare sono quelli che determinano la conduzione elettrica. Gli altri elettroni con orbita più interna sono invece fortemente legati al nucleo dell'atomo e non partecipano alla conduzione. Il movimento degli elettroni esterni continua fin quando è presente l'irraggiamento solare.

4. Tipi di impianti fotovoltaici

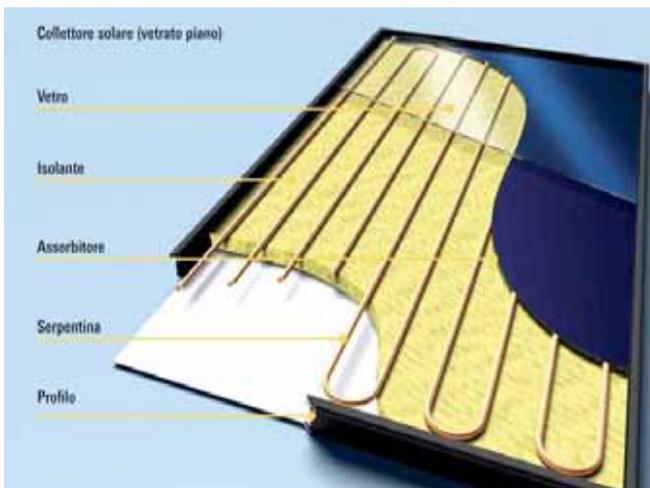
I sistemi solari fotovoltaici si dividono in:

- o **Sistemi "stand alone" (isolati):** questi sistemi non sono connessi alla rete elettrica nazionale, pertanto non cedono l'energia prodotta in eccesso alla rete ma la accumulano in appositi accumulatori locali. L'energia immagazzinata consentirà l'erogazione in un secondo tempo (es. illuminazioni stradali in zone di montagna). **Questi sistemi hanno l'indubbio vantaggio di fornire energia elettrica in luoghi ancora scoperti dalla rete elettrica e risolvere quindi il problema delle utenze difficili** (il cui costo di allacciamento alla rete elettrica è elevato);
- o **Sistemi "grid connect":** questi sistemi hanno un collegamento diretto con rete elettrica e possono scambiare energia elettrica (es. vendendo alla rete nazionale l'energia prodotta in eccesso dai pannelli solari rispetto al consumo).

ENERGIA SOLARE - PANNELLI SOLARI TERMICI

1. I pannelli solari termici permettono di riscaldare l'acqua sanitaria per l'uso quotidiano senza utilizzare gas o elettricità. Si basano su un principio molto semplice: utilizzare il calore proveniente dal Sole e utilizzarlo per il riscaldamento o la produzione di acqua calda che può arrivare fino a 70° in estate, ben al di sopra dei normali 40°-45° necessari per una doccia. **Entro certi limiti sono pertanto un efficace sostituto dello scaldabagno elettrico o della caldaia a gas per generare acqua calda per lavare piatti, fare la doccia, il bagno ecc.**

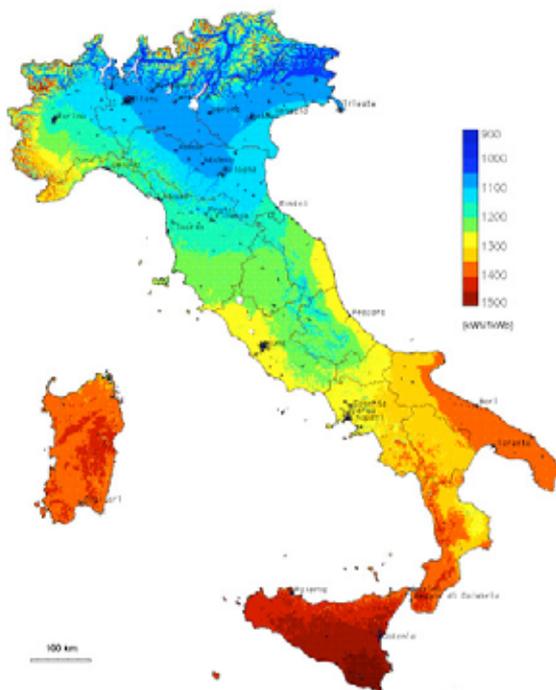
2. Come funziona un pannello solare termico



Un pannello solare termico (o collettore solare) è composto da un radiatore in grado di assorbire il calore dei raggi solari e trasferirlo al serbatoio di acqua. La circolazione dell'acqua dal serbatoio al rubinetto domestico è realizzata mediante circolazione naturale o forzata, in quest'ultimo caso il pannello solare integra una pompa idraulica con alimentazione elettrica. Il fluido "vettore", quindi l'acqua, entra fredda all'interno del pannello, scorre naturalmente o forzatamente

all'interno di un tubo di rame che per la sua forma viene detta "serpentina" ed infine entra calda all'interno del serbatoio, pronta per essere usata.

Il pannello solare, il serbatoio e le tubazioni presenti nel pannello solare termico devono essere "coibentati" ovvero isolati termicamente in modo da ridurre al minimo le dispersioni di calore e migliorare il rendimento del pannello stesso.



In Italia godiamo di un'insolazione media di 1500 kWh/m² ogni anno. Anche ipotizzando un rendimento medio dei pannelli solari termici, 160.000 mq di pannelli solari installati in una qualsiasi regione italiana farebbero risparmiare in bolletta circa 8 milioni di metri cubi di metano altrimenti utilizzati per alimentare le caldaie a gas o circa 80 Gwh di energia elettrica degli scaldabagno elettrici.

3. Quanto tempo occorre per riscaldare l'acqua

Un pannello solare termico impiega circa 10 ore per riscaldare l'acqua del serbatoio. Il periodo di tempo necessario è fortemente variabile in base all'esposizione solare, alla stagione, alle condizioni meteorologiche e alla latitudine. **Quando il cielo è coperto e in inverno il rendimento dei pannelli solari cala dall'80% al 40%.** Nelle ore notturne è soltanto possibile utilizzare l'acqua riscaldata precedentemente nelle ore del giorno. Una volta esaurita occorrerà attendere di nuovo il sorgere del giorno e le ore necessarie per riscaldare nuovamente l'acqua. Per queste ragioni è **consigliabile abbinare il pannello solare termico a una caldaia a gas.**

4. Quanti pannelli solari sono necessari per riscaldare l'acqua

Il numero dei pannelli solari termici è determinato dalle esigenze dell'utenza e dal clima del luogo. Un pannello termico della dimensione di un metro quadro riesce a soddisfare in media 80-130 litri d'acqua calda al giorno alla temperatura media di 40°. Il consumo medio di acqua calda per persone è di circa 30-50 litri al giorno, pertanto un metro quadro di pannello dovrebbe soddisfare le esigenze d'acqua calda di 1-2 persone.

5. I pannelli di notte e nelle giornate di maltempo

Le principali domande di chi si interessa per la prima volta ai pannelli solari termici sono del tipo: "e quando piove? quando è nuvoloso? di notte?". La tecnologia ha superato da tempo questi handicap. **L'acqua sanitaria riscaldata viene mantenuta in serbatoi coibentati per garantire un'autonomia per molte ore.** Non si spiegherebbe altrimenti perché molti paesi europei con un livello di insolazione molto inferiore all'Italia abbiano già investito nei pannelli solari termici molto più del nostro paese del sole.

6. I pannelli solari e la caldaia

I pannelli solari termici non sono un sostituto della caldaia ma un sistema complementare per ridurre il consumo di gas necessario per il riscaldamento dell'acqua sanitaria. Anche in presenza di pannelli solari termici è quindi opportuno far installare una caldaia a gas o uno scaldabagno elettrico. In molti casi è possibile collegare in serie il pannello solare e la caldaia in modo da far lavorare di meno quest'ultima e risparmiare sul consumo di gas. Quest'ultima soluzione garantisce la produzione d'acqua calda in qualsiasi momento e di fronteggiare qualsiasi situazione d'emergenza.



7. I modelli in commercio

I principali modelli di pannelli solari termici sono distinti in due gruppi diversi:

- pannelli solari vetrati
- pannelli solari sottovuoto

I pannelli solari vetrati sono composti da un serbatoio ad accumulo di acqua e dal pannello stesso. Il vetro (di colore scuro, per assorbire la maggior qualità possibile di irraggiamento) protegge il radiatore interno e la sua trasparenza consente alla luce di entrare nella parte interna del pannello dove i raggi infrarossi sono trattenuti per agevolare il riscaldamento dell'acqua. La capacità di trattenere i raggi all'interno del pannello, determina in modo diretto il suo rendimento. Prima di installare un pannello solare con serbatoio integrato è però necessario verificare che il tetto regga abbondantemente il peso del serbatoio a pieno carico.

I pannelli solari sottovuoto offrono rendimenti superiori rispetto ai pannelli solari vetrati. I tubi di vetro sottovuoto che li compongono impediscono la cessione e la dispersione del calore. Sono pertanto indicati per garantire buone prestazioni anche in condizioni climatiche molto rigide. Vengono quindi maggiormente impiegati nei Paesi nordici.

ENERGIA SOLARE - IMPIANTI TERMODINAMICI



Impianto PCS per prova componenti solari (Centro Ricerche ENEA Casaccia)

Progetto Archimede

L'Enea ha recentemente ripreso un progetto sviluppato negli anni '80 adattandolo con le tecnologie moderne: il "progetto Archimede". **Il progetto ha previsto la costruzione di un sistema di specchi parabolici in grado di concentrare i raggi solari verso un unico punto della loro superficie. In questo modo gli specchi sono in grado di aumentare la captazione di energia di 100 volte rispetto ad un sistema tradizionale.** In corrispondenza di ogni specchio vi è un tubo all'interno del quale scorre acqua o fluidi appositamente studiati. L'energia termica prodotta, porta il fluido allo stato gassoso. Turbine mosse dal vapore trasformano l'energia termica in cinetica, ed infine in energia elettrica mediante gli stessi principi di una centrale elettrica tradizionale.

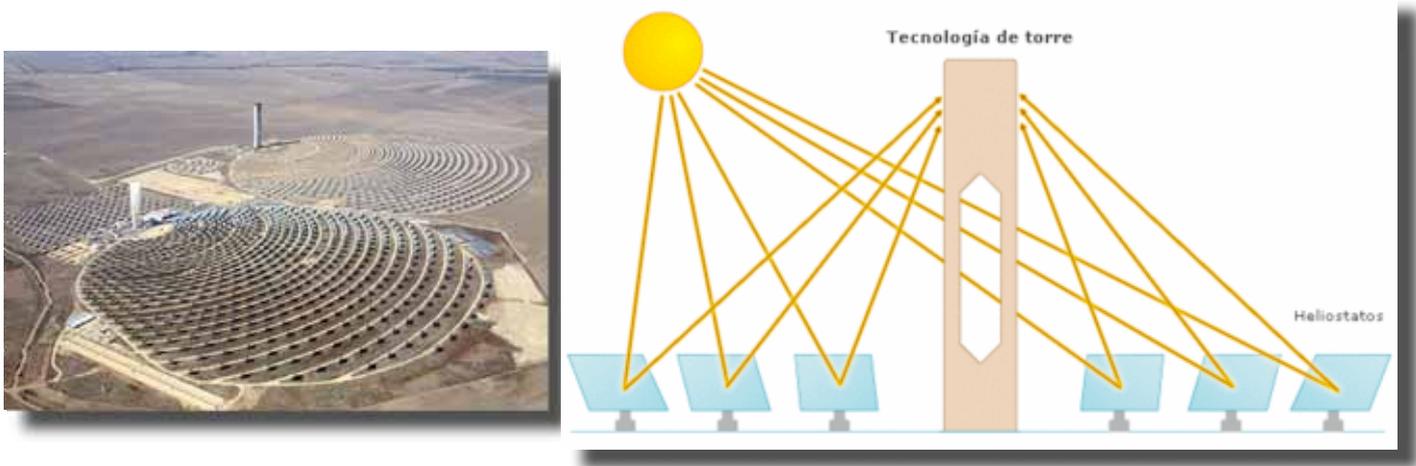
L'energia termica è immagazzinata in modo da poter utilizzare il calore anche in un momento diverso da quello in cui lo si produce. In tale modo la disponibilità di energia elettrica è a ciclo continuo.

L'idea è semplice e antica. Il progetto Archimede prende il nome dal grande scienziato che 2000 anni fa mise in scacco i nemici della sua città, Siracusa, utilizzando grandi specchi ustori, fatti in bronzo. La costruzione del campo solare è proprio in Sicilia, nelle stesse terre in cui visse Archimede e la centrale è operativa dal 2007.

Il sistema del "Solare di Archimede" ha il vantaggio di essere ecocompatibile e più efficiente nei costi. Secondo l'opinione di [Carlo Rubbia](#) (presidente ENEA e premio Nobel per la fisica), i costi di produzione sono simili a quelli dei combustibili fossili

ma l'energia prodotta sarà "pulita". Vantaggi a cui si aggiunge una minore dipendenza dall'estero del nostro paese per l'importazione di energia o di greggio.

ENERGIA SOLARE - SPECCHI E TORRI SOLARI A CONCENTRAZIONE



Gli specchi solari e le torri a concentrazione sono un'idea italiana, del prof. Carlo Rubbia, ma che sta avendo fortuna in altri Paesi, come la Spagna. Una centrale di questo tipo è composta da un grande numero di specchi piani, detti **eliostati**, orientati in modo tale da riflettere la luce del sole in direzione della sommità di una torre, alla sommità della quale è posto uno specchio che raccoglie il calore che arriva dagli eliostati. Il calore viene poi trasformato in vapore e, successivamente, in energia elettrica.

Uno degli impianti più importanti di questo tipo si trova a Siviglia e consente di alimentare ben 153.000 abitazioni con un risparmio di 185.000 tonnellate di Co2 emessa annualmente.