

**ENERGIE RINNOVABILI  
FOTO VOLTAICO**



**SHARP**

**INDICE DEI CONTENUTI**

00.	PREMESSA .....	3
01.	L'AMBIENTE .....	4
02.	SALVAGUARDARE L'AMBIENTE.....	5
03.	L'ENERGIA .....	6
04.	FONTI DELL'ENERGIA ELETTRICA .....	7
05.	FOTO VOLTAICO .....	8
06.	IL SOLE INESAURIBILE FONTE DI ENERGIA PULITA .....	9
07.	MISURE DI GRANDEZZA ELETTRICHE .....	10
08.	FONTI ENERGETICHE E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA	11
8.1	Rinnovabili.....	11
8.2	Combustibili fossili.....	14
8.3	Nucleare .....	15
8.4	Assimilate alle rinnovabili .....	15
09.	PRODUZIONE E CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA IN ITALIA...	16
10.	LA RADIAZIONE SOLARE .....	17
11.	DAL SILICIO ALLE CELLE FOTOVOLTAICHE .....	18
12.	CELLE FOTOVOLTAICHE .....	19
12.1	Celle Foto voltaiche di silicio cristallino.....	20
13.	AMORFO - FILM SOTTILE.....	21
14.	FOTOVOLTAICO STATO DELL'ARTE .....	22
14.1	Tecnologia a Film Sottile.....	22
14.2	Celle al silicio Amorfo (a-Si).....	23
14.3	Celle CIS .....	23
14.4	Celle CdTe .....	23
14.5	Celle Organiche .....	23
14.6	Concentratori della luce solare .....	24
15.	MODULI FOTO VOLTAICI .....	25
16.	CARATTERISTICHE DEL MODULO FOTO VOLTAICO .....	26
17.	POTENZA DI PICCO.....	27
18.	EFFICIENZA DI CONVERSIONE.....	28
19.	IL GENERATORE FOTOVOLTAICO .....	29
20.	INVERTER .....	30
21.	COSA E' UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	31
21.1	impianto foto voltaico per una abitazione .....	31
21.2	I componenti di un impianto foto voltaico .....	31
21.3	Costi di un impianto foto voltaico .....	32
21.4	Ciclo di vita di un impianto foto voltaico.....	33
21.5	Spazio necessario per generare 1 KWp.....	33
21.6	Moduli necessari per generare 1 KWp .....	33
22.	QUANTA ENERGIA PRODUCE UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO ....	34
23.	VANTAGGI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	36
24.	APPLICAZIONI .....	37

---

24.1 Sistemi ( stand alone ) .....	37
24.2 Sistemi ( grid connected ) .....	38
25. PRODUZIONE MONDIALE DEL FOTOVOLTAICO .....	39
26. IL CONTO ENERGIA.....	40
27. SINTESI DEL NUOVO CONTO ENERGIA .....	41
27.1 Tipologie impianti .....	41
27.2 Categorie di potenza installata.....	42
27.3 Tariffe conto energia .....	42
27.4 Come procedere per accedere alle tariffe .....	42
27.5 Scambio sul posto Net Metering .....	43
27.6 Vendita di energia elettrica .....	43
27.7 Scambio sul posto Net Metering o Vendita dell'energia ?.....	44
27.8 Valutazioni sul ritorno dell'investimento.....	44

## 00. PREMESSA



Il tema energia sta monopolizzando l'attenzione dell'ambientalisti, della politica, degli industriali e della finanza, sia per l'impatto sull'ambiente, per la competitività, per uno sviluppo sostenibile e per la creazione di nuovi posti di lavoro.

Il tema dell'energia è tornato prepotentemente al centro dall'attenzione per l'impatto sull'ambiente con particolare attenzione ai cambiamenti climatici, per far fronte ad uno sviluppo sostenibile e per ridurre la dipendenza energetica dai paesi esportatori.

In un periodo di particolare tensione verso le fonti energetiche ( disponibilità, costi, sostenibilità ambientale ) si registra un crescente interesse verso le tutte le forme di energia alternative e rinnovabili.

Questo opuscolo vuole essere una semplice raccolta di informazioni per meglio capire cosa sono le fonti rinnovabili legate alla produzione di energia elettrica ed una guida per diffondere la conoscenza di alcuni aspetti tecnici ed economici de moduli **foto voltaici**

**Mauro Sgherri**

**Sharp Italia - Solar Division**

## 01. L'AMBIENTE

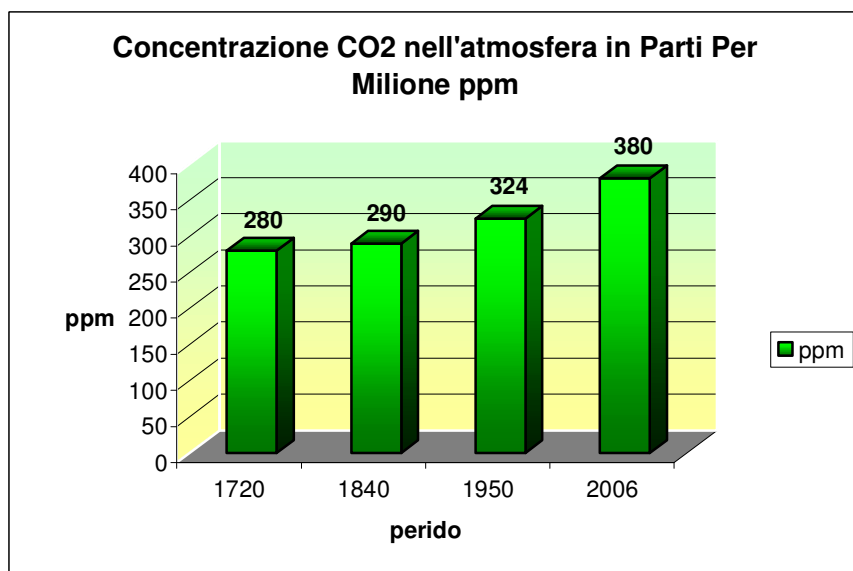
L'impatto delle attività umane e gli effetti sul clima sono stati oggetto di lunghi studi, il quadro allarmante dei risultati sugli effetti dell'aumento della temperatura "Riscaldamento Globale" sono stati sottovalutati nonostante gli evidenti fenomeni in continuo aumento, come la costante riduzione della calotta polare artica di circa il 2,7% ogni dieci anni a partire dal 1978, negli ultimi 42 anni l'aumento della temperatura media degli oceani fino a 3000 metri di profondità causa una espansione termica dell'acqua marina che si traduce ad un innalzamento medio del livello di circa 1,8 mm all'anno.

Ma i dati che ci fanno riflettere di più sono i cambiamenti meteorologici che evidenziano cambiamenti di tendenze climatiche, nella frequenza, nella distribuzione e nella intensità delle precipitazioni.

Gli eventi estremi come gli uragani hanno registrato un forte aumento circa 25 nel 2005.

### Uno dei principali responsabili dell'effetto serra è l'anidride carbonica CO<sub>2</sub>

La concentrazione nell'atmosfera di anidride carbonica CO<sub>2</sub>, secondo il 4° rapporto sul clima della IPCC ( Intergovernmental Panel on Climate Change ) ha presentato un quadro allarmante; nell'era pre-agricola la presenza della CO<sub>2</sub> era di circa 265 ppm (parti per milione) e fino al 1720 è rimasta attorno alle 280 ppm, in 120 anni dal 1720 al 1840 la crescita è stata del +3%, dal 1840 al 1950 in 110 anni la crescita è stata tra del +12%, dal 1950 al 2006, in 56 anni la crescita è stata de +17 %. Nel 2006, specifica il rapporto la concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera ha raggiunto i 380 ppm.



Il 2007, coincide con il decennale del Protocollo di Kyoto, dovrebbe essere l'anno:

**dell'ambiente,  
dell'efficienza energetica  
delle fonti rinnovabili.**

La Commissione della Comunicazione sulla politica energetica dell' UE ha come obiettivo di ridurre del 20% entro il 2020 le emissioni di gas serra rispetto al 1990.

Attualmente l'umanità immette in atmosfera circa 23 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub> secondo lo scenario di Green pace Energy (R)evolution, tale quantità è destinata a raddoppiare entro il 2050 se non poniamo dei rimedi.

## 02. SALVAGUARDARE L'AMBIENTE

L'effetto Serra, le piogge acide, lo smog, le polveri sottili i mutamenti climatici devono farci riflettere sull'uso delle risorse per produrre energia. Per arrestare la deforestazione e rigenerare gli equilibri naturali **non ci si può affidare soltanto alle logiche di mercato che tende a raggiungere il massimo profitto con soluzioni a basso costo.**

Le scelte tecnologiche per la produzione di energia dovranno considerare tra i "costi" anche i danni causati all'ambiente.

**Occorre utilizzare fonti energetiche rinnovabili per favorire soluzioni non nocive all'ambiente.**

### Il Protocollo di Kyoto

Nel 1997, a Kyoto in Giappone, è stato firmato un protocollo per diminuire i gas-serra. Il protocollo fissa un impegno globale di riduzione di almeno il 5,2% rispetto al 1990 delle emissioni dei paesi industrializzati da realizzarsi entro il 2012.

**L'Italia** ha assunto l'impegno di ridurre l'emissione di gas ad effetto serra **del 6,5%** con delibera CIPE del 19 Dicembre 2002 entrata in vigore **il 16 Febbraio 2005**

**L'Europa** si è impegnata a ridurre l'emissione di gas ad effetto serra **del 20%** entro il 2020.



Il **16 Febbraio 2005** entra in vigore il Protocollo di Kyoto sottoscritto da 141 nazioni per fronteggiare il problema del mutamento climatico della terra e trovare un **armonia tra le esigenze dell'industria e quelle della natura.**

Gli impegni internazionali assunti dall'Italia nell'ambito della Conferenza di Kyoto per limitare le emissioni di gas serra, hanno stimolato la possibilità di utilizzare fonti energetiche rinnovabili.

### LA TERRA E' MALATA

Il Protocollo di Kyoto In vigore da solo 3 anni, è il primo passo verso la cura.



### 03. L'ENERGIA

**L'Energia** è la capacità di un corpo o di un sistema fisico a compiere un lavoro, e si può manifestare in diverse forme ne citiamo alcune pertinenti all'argomento trattato

**Energia Meccanica:** se viene associata al lavoro di un corpo (massa) e si divide in due rami:

**Cinetica** energia sviluppata da un corpo in movimento

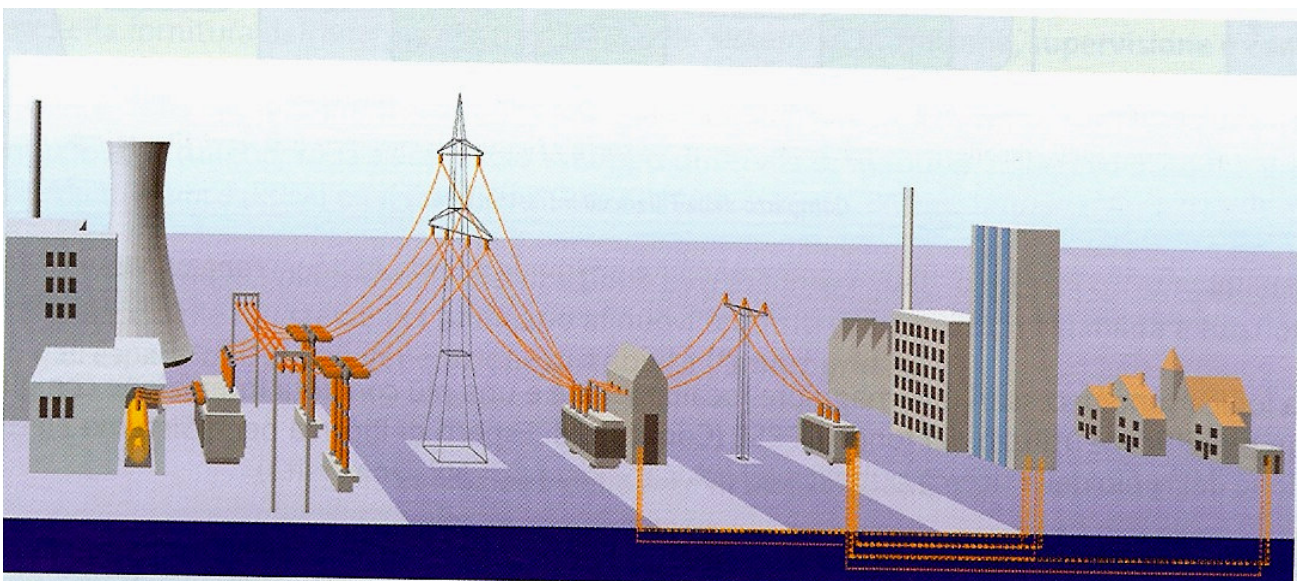
**Potenziale** energia sviluppata dalla posizione di un corpo rispetto ad un altro punto di riferimento.

**Energia Chimica :** energia liberata o assorbita in conseguenza della rottura dei legami tra gli atomi delle molecole che reagiscono e della costituzione dei legami delle nuove molecole che si formano, normalmente si manifesta sotto forma di calore (**Termochimica**) o di radiazioni luminose di natura elettromagnetica che si propagano alla velocità della luce (**termoraggianti**).

**L' Energia Elettrica** è l' energia prodotta da generatori di corrente, può essere trasportata e facilmente trasformata in altre energie. Le sue applicazioni industriali e domestiche sono molto numerose.

L'energia Elettrica ha assunto una importanza vitale nell'economia e nello sviluppo della società. Lo sviluppo tecnologico è caratterizzato da una crescente automazione. Il fabbisogno di energia è in costante aumento, non solo per lo sviluppo tecnologico ma anche per migliorare le condizioni di vita dei popoli meno sviluppati.

Oggi l'energia elettrica viene prodotta in gran parte bruciando combustibili fossili. La combustione genera enorme quantità di sostanze inquinanti che rendono irrespirabili le città, inquinano le acque, le foreste e sono la causa principale dell'effetto serra.



#### 04. FONTI DELL'ENERGIA ELETTRICA

L'energia elettrica, sviluppata agli inizi del 1900, ha assunto una importanza enorme per lo sviluppo della società moderna , basti pensare che nel 1945 in Italia si producevano circa 80 milioni di KWh ed oggi superiamo i 300.000 miliardi di KWh.

A seconda delle fonti da cui trae origine si può classificare in:

**Idrica:** ottenuta dalla caduta per gravità di masse d'acqua.

**Termica:** ottenuta dalla combustione di combustibili solidi, liquidi gassosi.

**Geotermica:** ottenuta dalla utilizzazione di vapori d'acqua ad alta pressione presenti nel sottosuolo (Soffioni)

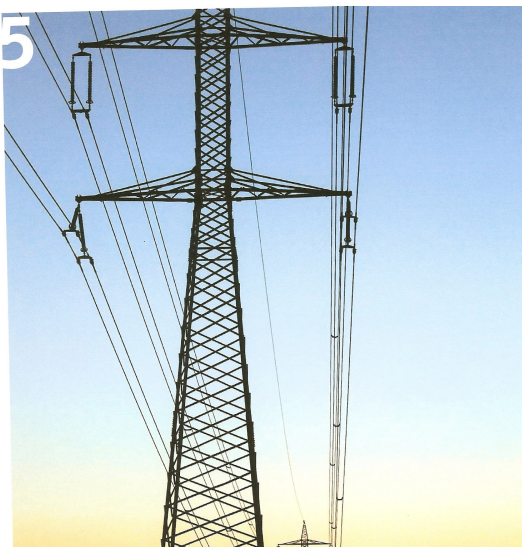
**Nucleare:** ottenuta dalla trasformazione di nuclei atomici ( Fissione – Fusione nucleare )

**Rinnovabili** ottenuta da fonti derivate dall'attività del sole, si dicono inesauribili perche si riproducono ad un ritmo superiore al loro consumo.

Da qualche anno l'umanità cerca di trovare soluzioni alternative ai combustibili solidi, liquidi e gassosi investendo in tecnologie orientate allo sfruttamento delle fonti rinnovabili .

L'energia elettrica prodotta dal **foto voltaico** fa parte di queste soluzioni

Proprio al foto voltaico è dedicato questo opuscolo con particolare riferimento alla radiazione solare, alla tecnologia ed alle sue applicazioni.





## 05. FOTO VOLTAICO

Il termine **foto voltaico** deriva dall'unione di due parole **“Photo”** dal greco phos (**Luce**) e **“Volt” (elettricità)** che prende le sue radici da Alessandro Volta il primo a studiare il fenomeno elettrico. Il termine foto voltaico significa letteralmente :

**“elettricità dalla luce”**

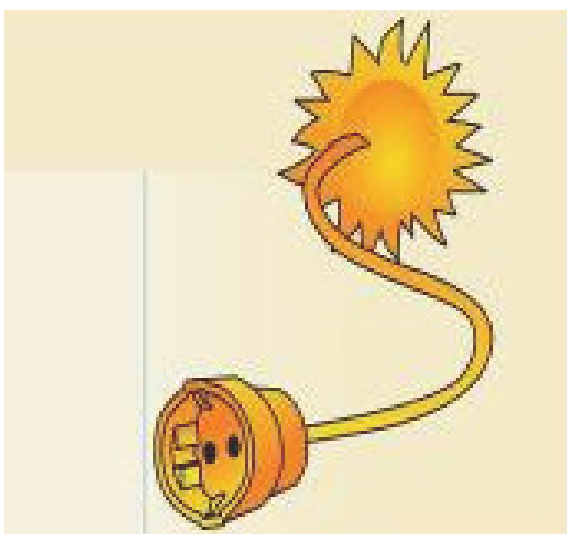
Il foto voltaico è la tecnologia che permette di produrre energia elettrica mediante la conversione diretta della luce del sole senza l'uso di combustibili e senza parti meccaniche in movimento.

Il Sole è la risorsa energetica meglio diffusa su tutto il pianeta, la luce del sole (irradiazione) è la fonte di energia pulita, rinnovabile ed inesauribile per eccellenza.

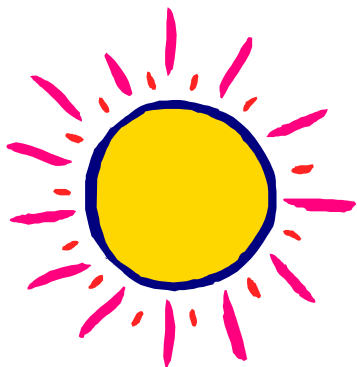
Oggi la tecnologia moderna ci offre gli strumenti che ci permettono di utilizzare la luce del sole per ottenere l'energia elettrica necessaria.

Il Foto voltaico non può sostituire al 100% la produzione di energia elettrica necessaria, perché la fonte che l'alimenta non è continua 24 ore su 24 , ma può dare un grande contributo limitando aumenti di produzione elettrica attraverso la combustione di carbone, petrolio, e gas, dando una mano all'economia creando nuovi posti di lavoro, e riducendo notevolmente l'emissione nell'atmosfera di sostanze nocive alla salute ed all'ambiente.

**IL FOTOVOLTAICO PUO' CAMBIARE IL MONDO**



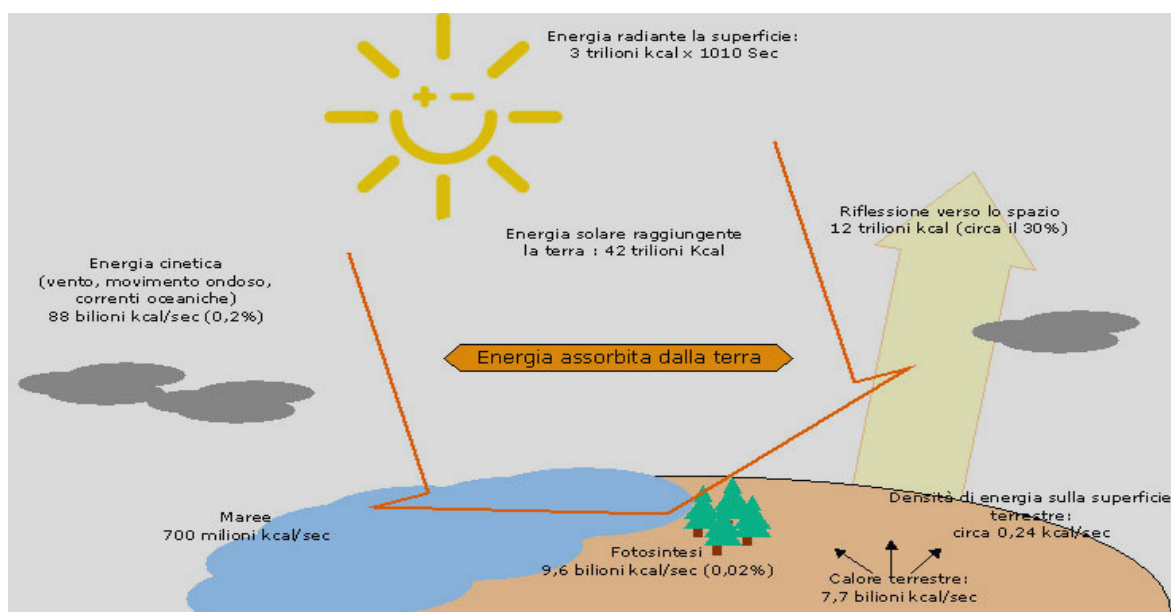
## 06. II SOLE INESAURIBILE FONTE DI ENERGIA PULITA



Il Sole è la stella centrale del nostro sistema planetario, emana luce e calore da **4,55 miliardi di anni** da una distanza media di **149,6 milioni di Km**. All'interno del sole si raggiungono altissime temperature circa **15 milioni** di gradi che uniti all'enorme pressione innescano processi di **fusione nucleare**. Attraverso **2** cicli di fusioni nucleari **l'idrogeno** si trasforma in **elio**. Due nuclei atomici si fondono per formare un unico nucleo. La massa del nuovo nucleo è minore della somma delle masse dei due nuclei che l'hanno generata, la massa mancante (**energia liberata**) si spinge verso lo strato esterno della superficie del sole (fotosfera) da cui fuoriesce con una potenza di circa **63.000 KW/m<sup>2</sup>** dopo un

viaggio di circa 150 milioni di Km la radiazione solare raggiunge la terra con una potenza di circa **1.365 KW/m<sup>2</sup>**. La radiazione elettromagnetica è formata da particelle elementari di energia luminosa dette **fotoni**.

**La parte di energia solare che riesce a raggiungere la terra in un'ora equivale al consumo energetico di tutto il mondo di un anno.**



Le radiazioni emesse dal sole sotto forma di luce e calore possono essere utilizzate:

**La luce** può essere trasformata direttamente in elettricità per mezzo dei pannelli foto voltaici.

**Il calore** può essere utilizzato per il riscaldamento dell' acqua per mezzo di pannelli solari

## 07. MISURE DI GRANDEZZA ELETTRICHE

La seguente tabella aiuta il lettore a capire i termini e le misure espresse in questo opuscolo

GRANDEZZA	SIMBOLO	UNITÀ DI MISURA
Corrente	<b>A</b>	Ampere
Tensione	<b>V</b>	Volt
Potenza Elettrica	<b>W</b> <b>KW</b> <b>MW</b> <b>GW</b>	Watt Chilo watt = 1.000W = $10^3$ Watt Megawatt = 1.000.000 W = 1.000 KW = $10^6$ Watt Giga watt = 1.000.000.000W = 1.000.000KW = $10^9$ Watt
Lavoro elettrico W (energia)	<b>Wh</b> <b>KWh</b> <b>MWh</b>	Watt ora = 0,001KWh Chilowattora = 1.000 Wh Megawattora = 1.000.000 Wh = 1.000 KWh
Potenza irraggiamento solare	<b>W/m<sup>2</sup></b>	Watt al metro quadrato
Potenza della radiazione solare	<b>W</b>	Watt
Potenza irraggiamento solare	<b>W/m<sup>2</sup></b>	Watt al metro quadrato
Radiazione globale	<b>W/m<sup>2</sup> x a</b>	Watt al metro quadrato e all'anno

### Watt = Unità di misura per la potenza

Watt prende il nome da James Watt, a lui si deve l'introduzione dell'unità di potenza elettrica

Energia: rappresenta la capacità di un sistema di compiere lavoro ed è pari alla potenza erogata moltiplicata per il tempo dell'erogazione. Generalmente si misura in **J (Joule)**; quella elettrica si misura il Wh ( Wattora ) ed equivale all'energia resa disponibile da un dispositivo che eroga potenza in Watt per un ora.

L'energia di 1.000 Watt ora (1KWh) rappresenta la capacità di svolgere un lavoro pari ad 1 KW per la durata di 1 ora

Multipli	Simbolo	Fattore	Potenza decimale
<b>WATT</b>	<b>W</b>	1	
<b>KILOWATT</b>	<b>KW</b>	1.000	$10^3$
<b>MEGAWATT</b>	<b>MW</b>	1.000.000	$10^6$
<b>GIGAWATT</b>	<b>GW</b>	1.000.000.000	$10^9$
<b>TERAWATT</b>	<b>TW</b>	1.000.000.000.000	$10^{12}$

## 08. FONTI ENERGETICHE E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

8.1) **Rinnovabili,**

8.2) **Combustibili fossili,**

8.3) **Nucleare,**

8.4) **Assimilate alle rinnovabili**

### 8.1 Rinnovabili

La luce, il calore del sole , il vento, l'acqua sono **fonti** energetiche naturali a nostra disposizione hanno il vantaggio di essere gratuite ed inesauribili.

Alcune fonti rinnovabili come la **luce del sole**, il calore del sole, l'idrogeno, il vento e l'acqua sono fonti di energia **verdi per eccellenza** perché non inquinanti , altre come quelle definite **bio masse** (rami secchi dei boschi, scarti della lavorazione del legno, residui dell'agricoltura, etc.) utilizzate per produrre energia attraverso processi chimici e combustione salvaguardano l'ambiente in quanto le emissioni di CO<sub>2</sub> sono pari alla quantità di anidride carbonica assimilata. Alcune piante oleaginose come la colza, la soia il girasole sono classificate tra le rinnovabili perché hanno un potere energetico che può essere trasformato in combustibile ( **il biodiesel**).

**Le tecnologie più utilizzate per ricavare energia elettrica da fonti rinnovabili sono:**



### FOTOVOLTAICO

#### **Energia elettrica dalla luce del sole**

La tecnologia fotovoltaica permette di trasformare direttamente la luce in energia elettrica, sfruttando le proprietà dei materiali semiconduttori come il silicio.



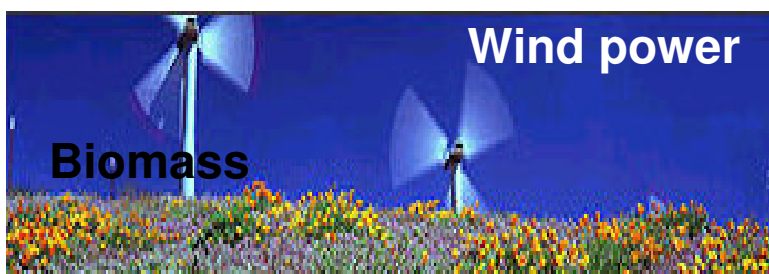
### SOLARE TERMICO

#### **Acqua calda dal calore del sole**

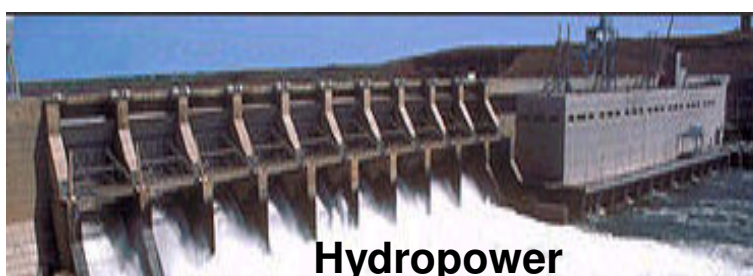
I pannelli solari (collettori) servono a catturare l'energia del sole e a convertirla in **calore** (conversione fototermica), l'energia viene inviata ad un fluido termovettore che circola all'interno del collettore stesso il collettore è collegato con un serbatoio d'acqua con il quale avviene lo scambio di calore tra il fluido termovettore e l'acqua contenuta nel serbatoio. Cedendo il calore ricevuto dal sole il fluido riscalda l'acqua contenuta nel serbatoio ad una temperatura tra i 60° - 70 °C. L'acqua calda prodotta viene utilizzata per usi sanitari, scaldare piscine etc.

**Biomass****BIOMASSE**

Il termine biomassa comprende tutti i tipi di materiale organico. Attualmente gli impianti alimentati con biomasse utilizzano come combustibile sottoprodotti o rifiuti di altre lavorazioni, scarti dell'agricoltura, dell'allevamento, dell'industria, etc. Per citare alcuni esempi ci sono **impianti** che utilizzano residui forestali e scarti industriali del settore legno e arredamento, **impianti** che utilizzano scarti dell'industria agro-alimentare quali sansa, paglia, lolla, semi etc. **impianti** che utilizzano biomasse da rifiuti urbani( In questo caso vedere i **termovalorizzatori** ).

**Biomass****Wind power****EOLICO****Energia Elettrica dal vento**

Il vento è generato dal calore del sole , enormi masse d'aria si riscaldano e salgono verso gli strati alti dell'atmosfera richiamando enormi masse d'aria fredda si generano spostamenti di grandi volumi d'aria che danno origine ai venti. Per mezzo di **aereogeneratori**, simili a grandi mulini, che convertono l'energia cinetica **dei venti** in energia meccanica che viene utilizzata per produrre energia elettrica tramite alternatori collegati a dei rotor. Fattorie eoliche si concentrano in zone più favorite dai venti.

**Hydropower****IDROELETTRICO****Idroelettriche ( Energia elettrica dall'acqua )**

Al pari del vento, la pioggia è generata dal sole . L'acqua degli oceani e dei mari evapora ed il vapore forma le nuvole che vengono trasportate dal vento lontano dalle zone di evaporazione. Incontrando aria più fredda il vapore contenuto nelle nuvole si condensa e precipita al suolo sottoforma di pioggia, grandine o neve. L'acqua piovana può essere raccolta in grandi invasi artificiali, Le centrali Idroelettriche sono le più conosciute, sfruttano la forza dell'acqua che viene fatta cadere in una condotta forzata dove fa girare una turbina abbinata ad un alternatore, che ruotando produce energia elettrica. Esistono centrali che sfruttano bassi livelli ma grandi portate d'acqua, ed altre che sfruttano alti livelli e minor portata d'acqua. L'energia elettrica prodotta dalle centrali idroelettriche oltre ad essere un energia verde per eccellenza è anche la meno costosa



## GEOTERMICO

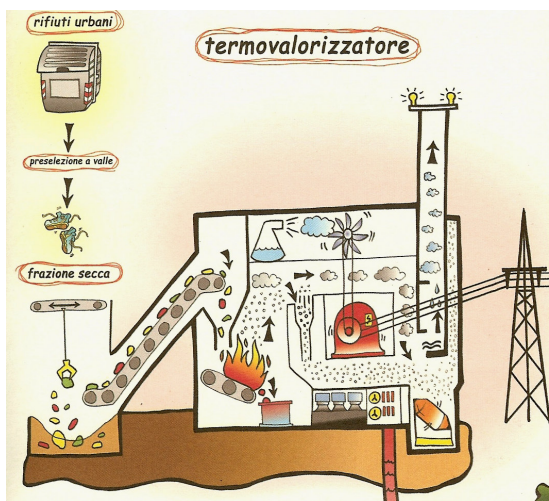
### Energia elettrica da vapori naturali

La Geotermia sfrutta il calore che giunge dal centro della terra. Il nostro pianeta dopo la sua formazione, ha mantenuto all'interno un'elevata temperatura, il calore immagazzinato nella crosta terrestre fluisce, in alcune zone, verso l'esterno con l'ausilio di fluidi vettori come l'acqua ed il vapore e può essere utilizzato per la produzione di energia attraverso centrali geotermiche che utilizzano il vapore per produrre energia elettrica e l'acqua calda per il riscaldamento.

Larderello in Toscana è l'esempio più conosciuto con circa **316 MW** di energia elettrica prodotta.

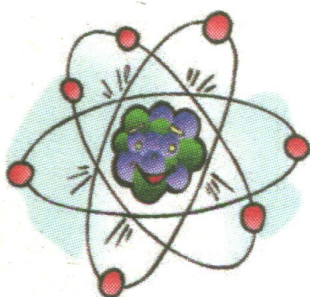
### Termovalorizzatori ( energia elettrica da rifiuti )

I rifiuti rappresentano un problema per il genere umano, ogni cittadino produce annualmente circa **500 Kg.** di rifiuti. Per avere un'idea della dimensione del problema basta moltiplicare tale quantità per il numero di abitanti. Uno dei sistemi per smaltire i rifiuti è quello di utilizzarli come combustibili.



**Termovalorizzatori** sono impianti complessi per produrre energia elettrica e termica utilizzando come fonte energetica la parte dei rifiuti che non può essere recuperata o riciclata. I rifiuti appositamente pre-selezionati e trattati vengono bruciati, producono vapore che aziona una turbina collegata ad un alternatore per produrre energia elettrica. Il calore generato anziché essere disperso nell'ambiente viene recuperato per alimentare una rete di teleriscaldamento per questo vengono anche chiamati **impianti di cogenerazione da rifiuti**. Sono dotati di sistemi per ridurre gli effetti inquinanti.

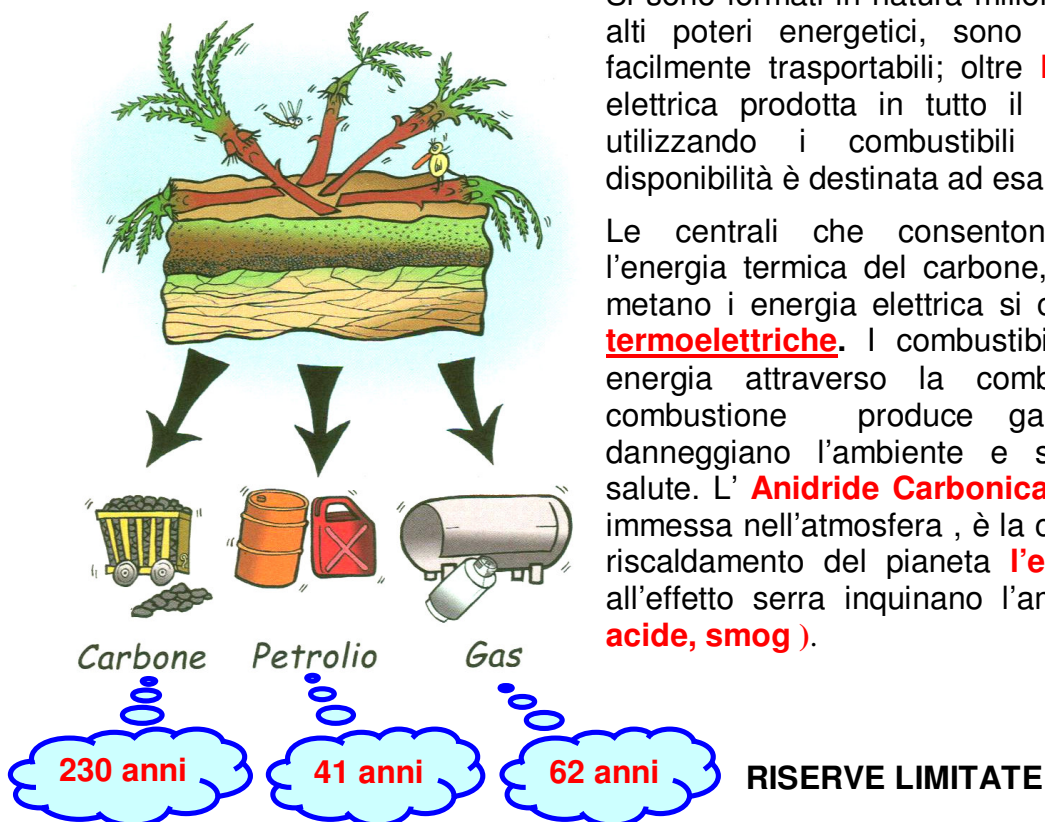
Un esempio è il termovalorizzatore di Bolzano realizzato dalla SNAMPROGETTI ( Gruppo ENI ) E' formato da due linee che oltre a smaltire 400 tonnellate al giorno di rifiuti è in grado di produrre 2,8 MW (prima linea) e 3,3MW (seconda linea).



### Idrogeno ( Energia elettrica dall'idrogeno )

L'idrogeno è l'elemento più diffuso al mondo ed è l'elemento principale delle stelle. L'idrogeno da solo non esiste in natura, lo si può ricavare dall'acqua, dal gas, etc. L'idrogeno ricavato dall'acqua per mezzo di energia ricavata dal fotovoltaico è una fonte energetica pura. L'idrogeno prodotto viene immagazzinato in apposite contenitori e trasformato in energia elettrica attraverso celle a combustibile, gli unici prodotti di questa combustione sono: corrente elettrica, e vapore acqueo.

## 8.2 Combustibili fossili



Si sono formati in natura milioni di anni fa, hanno alti poteri energetici, sono immagazzinabili e facilmente trasportabili; oltre l' **80%** dell'energia elettrica prodotta in tutto il mondo è ottenuta utilizzando i combustibili fossili. La loro disponibilità è destinata ad esaurirsi nel tempo.

Le centrali che consentono di trasformare l'energia termica del carbone, del petrolio e del metano in energia elettrica si chiamano **centrali termoelettriche**. I combustibili fossili generano energia attraverso la combustione. La loro combustione produce gas inquinanti che danneggiano l'ambiente e sono dannosi alla salute. L' **Anidride Carbonica ( CO<sub>2</sub> )**, una volta immessa nell'atmosfera, è la causa principale del riscaldamento del pianeta **l'effetto serra**. Oltre all'effetto serra inquinano l'ambiente ( **piogge acide, smog** ).

Le risorse energetiche a disposizione del nostro pianeta si stanno rapidamente riducendo.

La dipendenza dai paesi produttori, ed i problemi politico economici fanno lievitare i prezzi che si riflettono su tutti i prodotti derivati.

**Un KWh** utilizzato e prodotto da una centrale termoelettrica equivale a circa **530g** di Anidride Carbonica **CO<sub>2</sub>** immessa nell'atmosfera. Se si calcola il Nr. KWh consumati soltanto in Italia e si trasformano in CO<sub>2</sub> si ha subito un'idea della catastrofica situazione verso la quale stiamo andando.

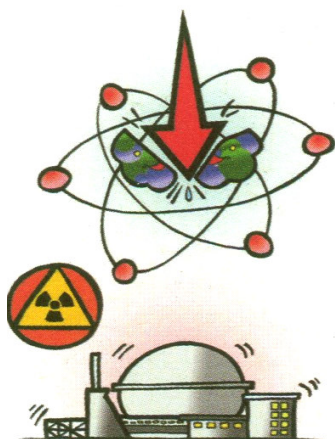
### L'impatto ambientale dei combustibili fossili

Oltre all'effetto serra l'uso dei combustibili fossili provoca altri tipi di inquinamento:

**Piogge acide:** si formano quando gli ossidi di zolfo generati dalla combustione del carbone e dei derivati del petrolio, combinandosi con il vapore acqueo generano molecole di acido solforico e acido nitrico.

**Lo Smog:** è costituito dai fumi generati dalla combustione di carbone e derivati del petrolio, che per effetto di reazioni chimiche formano una miscela di fumo e nebbia. Lo Smog tende a formarsi nelle aree urbane dove l'aria è più stagnante.

### 8.3 Nucleare



L'atomo è la più piccola parte in cui può essere suddiviso un elemento chimico ed è formato da un nucleo costituito da protoni, neutroni, ed elettroni. Ogni volta che i nuclei subiscono una trasformazione, avviene una liberazione di energia :

**Fusione Nucleare: unione di due nuclei in uno**

**Fissione Nucleare: scissione di un nucleo in due**

Nella trasformazione la massa dei nuovi nuclei generati è inferiore a quella che li hanno generati, la differenza viene liberata sotto forma di energia

Oggi il **6%** dell'energia elettrica prodotta a livello mondiale proviene dal nucleare, in Francia rappresenta il **70%**, nell'unione Europea rappresenta il **14%**.

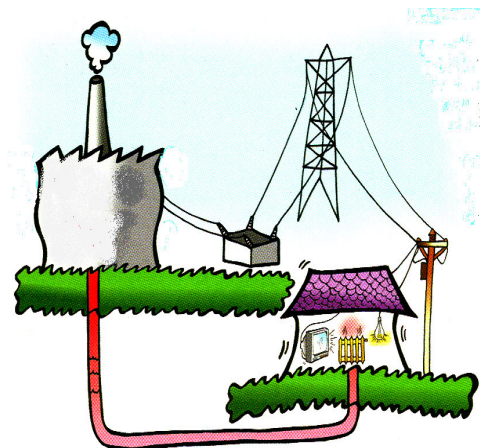
Le centrali sfruttano l'energia generata dalla reazione di fissione nucleare. L'Uranio ha la capacità di scindersi in elementi più leggeri sprigionando energia, il calore che si sprigiona viene utilizzato per produrre vapore che, a sua volta viene utilizzato per produrre energia elettrica tramite turbine ed alternatori.

L'impatto ambientale delle centrali nucleari è costituito da 2 tipi di rischio,

[rischio di incidente e di fuga di materiale radioattivo](#)  
[smaltimento delle scorie radioattive.](#)

### 8.4 Assimilate alle rinnovabili

Sono fonti energetiche non rinnovabili vengono assimilate alle rinnovabili per incentivare l'uso razionale delle risorse utilizzate. Le centrali termoelettriche hanno rendimenti molto bassi circa il **40%** (solo poco più di un terzo del combustibile viene trasformato in energia). Il termine **cogenerazione** indica la produzione combinata in un unico processo di energia elettrica e di energia termica. Il calore prodotto viene utilizzato per produrre acqua calda per alimentare una rete di **Tele-riscaldamento**.



Il **Teleriscaldamento** distribuisce attraverso una rete di tubazioni isolate termicamente fino agli edifici allacciati, qui attraverso un scambiatore di calore (installato al posto della caldaia) cede il proprio calore all'impianto condominiale, una volta ceduto il calore l'acqua ritorna alla centrale per continuare il ciclo.



## 09. PRODUZIONE E CONSUMO DI ENERGIA ELETTRICA IN ITALIA

### FABBISOGNO = 325.357 GWh

L'Italia soddisfa gran parte del proprio fabbisogno con centrali termoelettriche utilizzando il petrolio, gas e carbone.

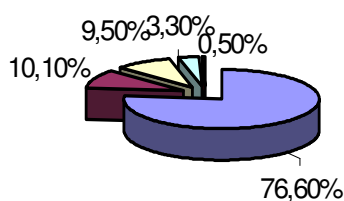
Il bilancio energetico evidenzia la forte dipendenza dell'Italia dai combustibili fossili, e dalle importazioni di energia elettrica per coprire i fabbisogni.



Bilancio dell'energia elettrica in Italia (GWh)	Giga Watt h	Peso
Produzione termica lorda	247.652	82%
Produzione da fonti rinnovabili lorda	55.669	18,%
<b>Totale produzione lorda</b>	<b>303.321</b>	<b>100%</b>
Consumi destinati ai servizi ausiliari e pompaggi	-23.599	
<b>Totale produzione netta</b>	<b>279.722</b>	
Fabbisogno totale netto	<b>325.357</b>	
Importazioni	<b>45.635</b>	

Fonte dati : GSE 2004

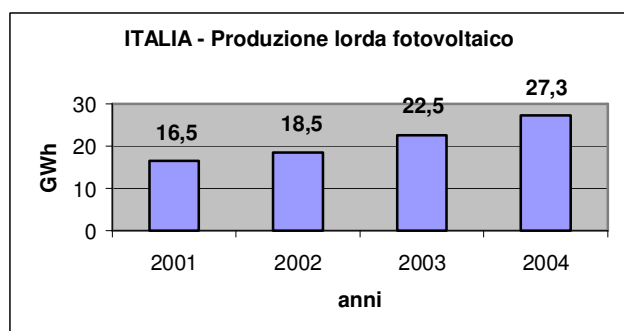
### Italia 2004 Produzione da fonti rinnovabili



- Idroelettrico
- Biomasse
- Geotermia
- Eolico
- Fotovoltaico

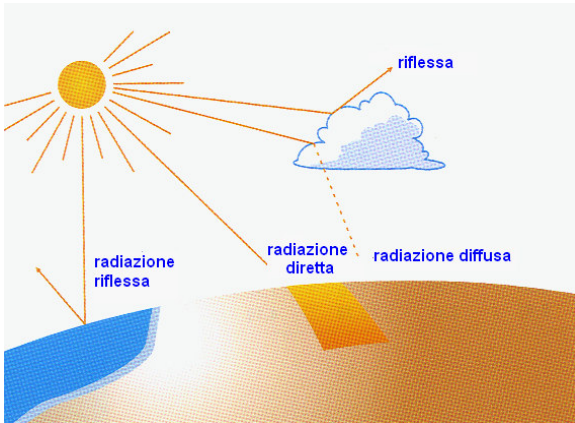
Secondo i dati censiti dal **GSE** la produzione totale lorda di energia elettrica da fonti rinnovabili **nel 2004** è stata di circa **55.669 GWh**, pari a circa il **18%** del totale di energia elettrica lorda prodotta così suddivisi:

(Il GSE nelle statistiche del settore elettrico non considera gli impianti fotovoltaici non censiti).



Produzione di Energia Elettrica da fotovoltaico, fonte **ENEA**, considerando anche i dati non censiti nelle statistiche del settore elettrico.

## 10. LA RADIAZIONE SOLARE



Non tutta l'energia liberata dal sole raggiunge la superficie terrestre, una parte viene riflessa nello spazio, una parte viene diffusa in tutte le direzioni ed è quella che produce **il colore azzurro del cielo**. La parte che raggiunge la superficie terrestre rappresenta circa il **55%** del totale.

La **radiazione solare** viene misurata tramite uno strumento chiamato **piranometro** ed è espressa in **Watt/m<sup>2</sup>**. La radiazione solare che raggiunge la superficie terrestre può essere; **diretta, diffusa o riflessa**. La radiazione diretta colpisce una superficie con un unico angolo di

incidenza, quando il sole si trova allo **zenit** l'irradiazione è circa **1.000 watt per m<sup>2</sup>**, quella diffusa e quella riflessa incidono sulla superficie con angolazioni ed intensità diverse.

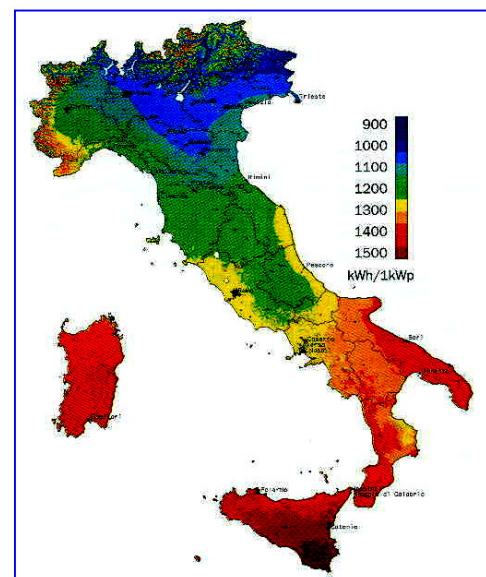
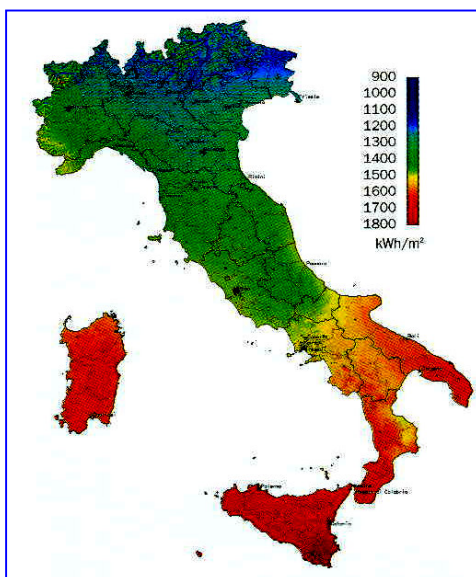
La **quantità** della radiazione solare varia principalmente in funzione della latitudine (massima all'equatore, minima ai poli) a causa della differente inclinazione con cui i raggi del sole giungono al suolo. A maggior inclinazione corrisponde anche un maggior spessore di **atmosfera attraversata** ( **Air Mass = AM** ), la quantità di irradiazione varia anche in funzione delle condizioni atmosferiche ( **Clima** ), l'altitudine, le stagioni e l'alternarsi del giorno e della notte.

**L'Italia** ha una ottima insolazione, ideale per l'utilizzo di tutte le tecnologie in grado di sfruttarla. La quantità di radiazione solare è dovuta oltre alla latitudine a due elementi che caratterizzano il nostro clima e la nuvolosità ; il mediterraneo e l'arco alpino.

Per calcolare quanto produce un sistema fotovoltaico occorre conoscere l'irraggiamento globale espresso in **KWh/m<sup>2</sup>** figura di sinistra.

**Irraggiamento solare globale  
1KWp**

**Produzione in KWh di un impianto da**



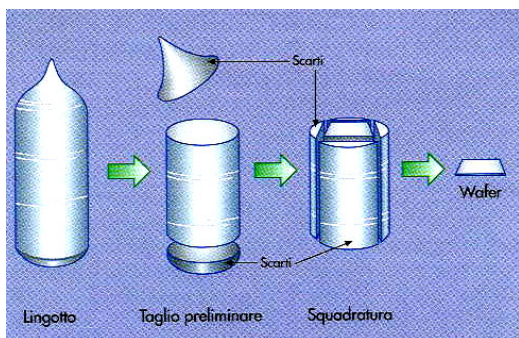
**Fonte**

**PVGIS© European Communities**

## 11. DAL SILICIO ALLE CELLE FOTOVOLTAICHE

Il Silicio è il materiale più utilizzato per la produzione delle celle fotovoltaiche (oltre il 90% dei moduli in commercio sono in silicio), questo materiale non esiste in forma pura perché reagisce con l'Ossigeno e lo si trova in natura sotto forma di Ossido di Silicio ( $\text{SiO}_2$ ) o di composti contenenti Si come la sabbia, il quarzo e l'argilla, dopo l'ossigeno è l'elemento più abbondante sulla terra. Il Silicio viene estratto dalle miniere e deve essere reso puro attraverso diversi processi chimici. Ci sono vari gradi di purezza; per l'industria FV il grado di purezza deve essere **99,9%** ( **Silicio di grado solare** )

Nell'industria fotovoltaica viene utilizzato nella sua forma cristallina (mono e poli) ed in quella amorfa, nella forma cristallina gli atomi di Si sono ordinati in maniera regolare, mentre nella forma amorfa (come il vetro) sono distribuiti in maniera casuale. Circa il **72%** del Silicio con il grado di purezza più elevato viene utilizzato per l'industria elettronica (Semiconduttori).



Il lingotto di mono cristallino normalmente ha un diametro di 20 cm, alto un metro e pesa da 70 a 75 Kg

Ai lingotti di silicio una volta raffreddati viene tagliata la testa e la coda ( scarti utilizzati dall'industria FV ) quindi vengono sagomati e tagliati a fette "wafer" che costituiscono la base per le celle finite. Gli scarti di questo processo sono altissimi dal 25 al 30% che incidono notevolmente sui costi.

Si calcola che nel **2005** la produzione mondiale di silicio ad alto grado di purezza sia stata di circa **30.000** tonnellate.

L'industria FV utilizza circa il **30%** della produzione mondiale + il **10%** degli scarti dei semiconduttori ( testa /coda ) In questi ultimi anni il FV sta invertendo la tendenza assorbendo la quantità maggiore di silicio prodotto.

**10.000** tonnellate di silicio di grado solare equivalgono a circa **1.000 MW** di celle solari.

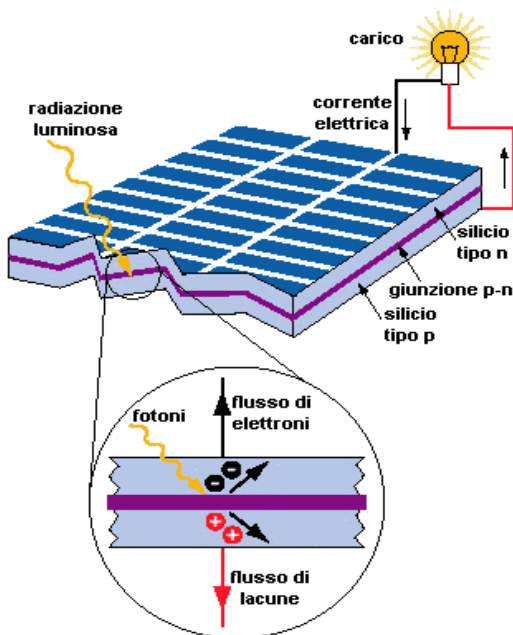
Sono nate nuove fabbriche per produrre lingotti di silicio di grado solare per garantire un aumento della produzione fotovoltaica, i primi effetti di questa nuova produzione si avranno fra qualche anno (2008), una fabbrica chimica richiede qualche anno per entrare a regime. La Sharp per aumentare la produzione ridotto lo spessore del wafer ed ha aperto una fabbrica per produrre lingotti riciclando gli scarti di produzione.

## 12. CELLE FOTOVOLTAICHE

La più piccola unità che consente di trasformare direttamente la luce del sole in energia elettrica è la **“cella foto voltaica”**, costituita da un materiale semiconduttore opportunamente trattato e di spessore molto sottile, **wafer** ( 200 -250 $\mu$  )

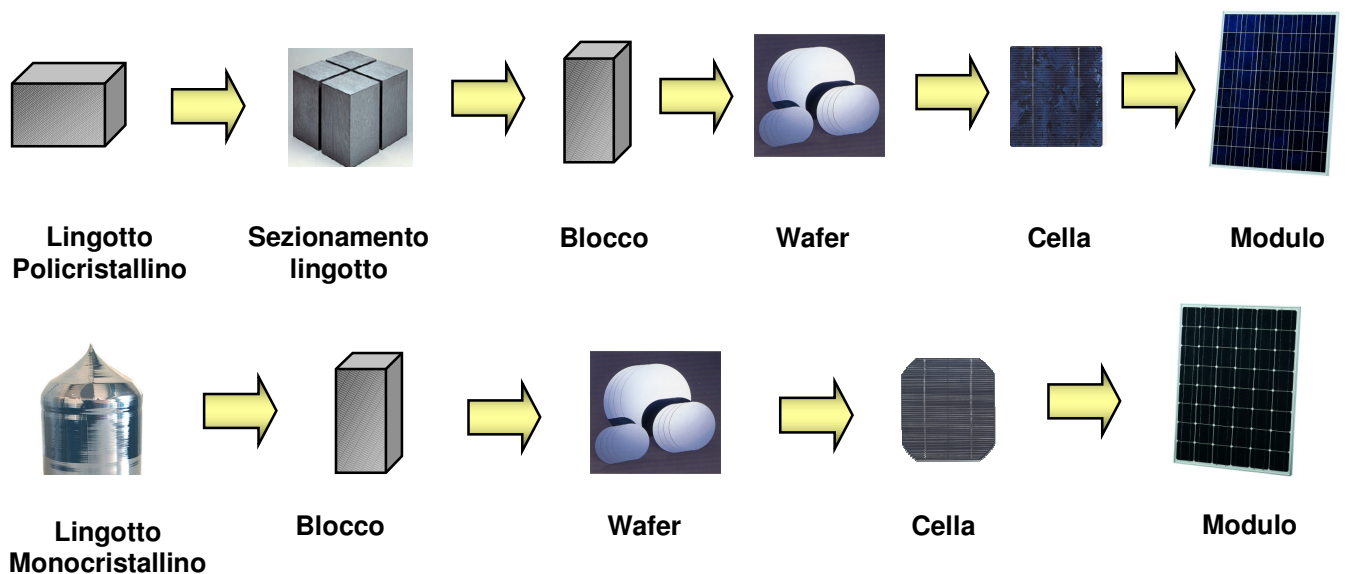
La materia prima, più utilizzata, per la produzione delle celle fotovoltaiche è il **silicio**. Attraverso complesse lavorazioni l'ossido di silicio (**SiO<sub>2</sub>**) viene trasformato in un lingotto, il lingotto viene sezionato, i blocchi ottenuti vengono tagliati in wafers mediante seghe a multifili diamantati che tagliano contemporaneamente tutto il blocco.

Le due facce del wafer vengono drogate con atomi di fosforo e boro in modo da ottenere la giunzione di due strati con proprietà elettriche opposte, strato positivo **P** strato negativo **N**. nasce la cella foto voltaica.



La cella fotovoltaica è sostanzialmente un diodo cioè una giunzione **PN** tra due semiconduttori **P** ed **N**. I **fotoni** presenti nella radiazione luminosa separano gli **“elettroni”** dagli atomi di silicio, formando le **“lacune”**. Gli **elettroni** sono carichi negativamente e le **lacune** sono cariche positivamente; le coppie elettrone – lacuna create per effetto fotoelettrico, migrano nel campo elettrico della giunzione e generano in un circuito esterno la corrente elettrica. La cella foto voltaica è anche detta **foto-pila** o **batteria solare**.

### FOTOVOLTAICO PROCESSO PRODUTTIVO



## 12.1 Celle Foto voltaiche di silicio cristallino

Il silicio è costituito da un insieme di atomi (o molecole) legati tra loro in modo rigido . Nel **silicio cristallino** gli atomi sono disposti regolarmente.

Da differenti tipi di silicio e di lavorazione si ottengono **due tipi** di lingotti **uno** a forma di parallelepipedo dal quale si ottengono celle **policristalline**, riconoscibili dal colore blue cangiante e dalla forma squadrata e ed **uno** cilindrico dal quale si ottengono celle **monocristalline** riconoscibili dal colore scuro e di forma esagonale o circolare . Normalmente la tensione continua ottenuta da una cella è circa **0,5Volt**. Le celle possono avere diverse dimensioni in funzione del loro utilizzo.



**Policristalline**



**Monocristalline**

La tecnologia per ridurre i costi è orientata ad aumentare **l'efficienza** della cella ed a ridurre lo spessore del wafer.

Tipo Cella	Efficienza Cella	Efficienza Modulo
Monocristallino	24%	13 – 17%
Policristallino	18%	11 – 14%

**Quando si parla di efficienza occorre distinguere l'efficienza delle celle , del modulo e del sistema.**

Ridurre lo spessore delle celle significa produrre più celle con minor quantità di silicio. Oggi la quantità di silicio prodotto è inferiore alla domanda del mercato I produttori tecnologicamente più avanzati stanno riducendo lo spessore dagli attuali **200µ/250µ** a **160µ /180µ**

**Silicio policristallino**



Nel processo produttivo il silicio poli viene versato in blocchi che hanno una forma quadra. I blocchi raffreddati vengono tagliati in lingotti e quindi sezionati in Wafer da **200µ / 250µ**. Il silicio poli cristallino ha una grana più grossa del silicio mono

**Silicio monocristallino**



Con un processo produttivo più complesso, dal silicio fuso, vengono ottenuti dei lingotti cilindrici di silicio mono cristallino. al cilindro viene data una forma esagonale e quindi sezionato in wafer sottili

### 13. AMORFO - FILM SOTTILE

Il silicio amorfo è caratterizzato dal modo disordinato in cui gli atomi o le molecole sono legati tra di loro. Utilizzando il Silicio Amorfo non si può parlare di celle, in quanto si tratta di **strati sottili** di silicio amorfo applicati su superfici più grandi delle normali celle. Esistono in produzione vari tipi ( **a-Si** ) **Silicio Amorfo**) già utilizzato per alimentare calcolatrici, orologi da polso ,etc ( **a-Si +  $\mu$ -Si** ) **Silicio Amorfo + Silicio Cristallino**) tecnologia **tandem** si utilizzano due celle in doppia giunzione che aumentano l'efficienza , ( **CSI** ), **CIGS** Copper Indium Diselenide e ( **CdTe** ) Cadmium Telluride ).

#### Film sottile



Per la produzione di questi moduli, il materiale base viene vaporizzato e depositato su lastre di vetro o lamine di altro materiale. Lo strato di silicio ha uno spessore di circa **2 $\mu$**  ovvero oltre

100 volte più sottile dello strato ottenuto con celle di silicio cristallino, per questo motivo questi moduli vengono chiamati a Film Sottile.

L'utilizzo di questi moduli sta crescendo enormemente e oggi i moduli vengono prodotti su scala industriale. Il Film sottile è stato sino ad oggi sottovalutato per l'efficienza.

Il Film Sottile presenta molti vantaggi che devono essere considerati:

Non richiede inclinazioni come il cristallino quindi più adattabile alle superfici.

Non diminuisce la produzione con l'aumentare della temperatura.

Si degrada immediatamente subito dopo la produzione e resta stabile nel tempo.

Sfrutta meglio la luce diffusa e riflessa

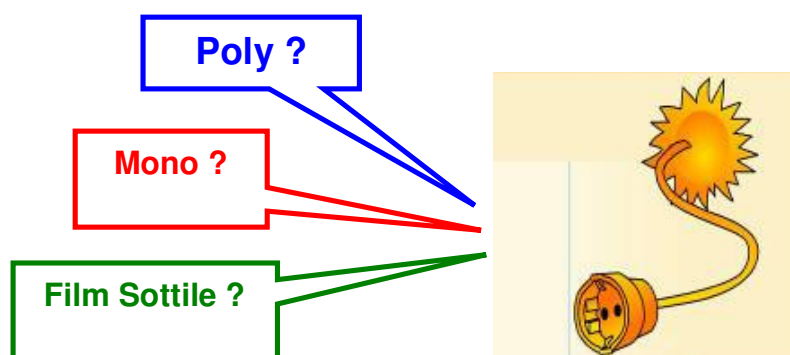
Non risente delle zone di ombra.

Può essere installato in orizzontale ed in verticale ( Coperture architettoniche )

Usa più ore di luce ( Inizia a produrre prima al mattino e termina più tardi la sera )

Produce anche con cielo nuvoloso

E' opportuno, per ottenere il massimo della produzione elettrica, valutare le condizioni climatiche del sito prima di selezionare il tipo di modulo da utilizzare. L'irradiazione (diretta/diffusa), la temperatura, l'umidità ed il vento, e solo dopo selezionare il modulo che più si adatta all'ambiente e che può garantire una maggiore produzione.



## 14. FOTVOLTAICO STATO DELL'ARTE

La tecnologia del foto voltaico si è sviluppata alla fine degli **anni 50** con i primi programmi spaziali per i quali occorreva una fonte di energia **affidabile ed inesauribile**. I primi moduli fotovoltaici fanno la loro comparsa nel **1963**. Tra le prime aziende a sviluppare la tecnologia del fotovoltaico va ricordata la **SHARP** che ha iniziato la ricerca nel **1959**, oltre a contribuire ai programmi spaziali ha progettato, costruito ed introdotto sul mercato mondiale le prime celle fotovoltaiche.

L'energia fotovoltaica è attualmente prodotta con tecnologie basate essenzialmente sul Silicio Cristallino (**cSi**) ad elevata purezza. Nel settore spaziale viene utilizzato l'Arseniuro di Gallio (**GaAs**)

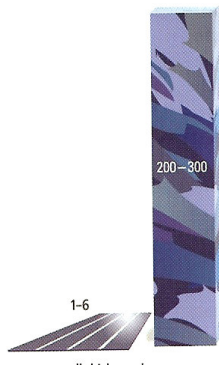
Il Silicio dopo l'Idrogeno è l'elemento più presente sul nostro pianeta, per essere utilizzato nel **FV** deve essere puro. L'industria dei computer è il più grande utilizzatore sino ad oggi di silicio puro per la produzione dei semiconduttori (circa l' 80% ). Le aziende del FV utilizzavano gli scarti ( la testa e la coda del lingotto ). La domanda del FV è cresciuta enormemente, si prevede il sorpasso, come consumo tra il 2007 e il 2008.

La tecnologia utilizzata nel fotovoltaico ha raggiunto prestazioni vicine ai limiti fisici oggi è difficile aspettarsi risultati eclatanti in termini di aumento dell'efficienza nella conversione della luce del sole in energia elettrica e nella riduzione dei costi.

La ricerca si sta orientando a soluzioni in grado di ridurre il costo dei moduli che rappresenta circa il **65%** del costo di un impianto , aumentando il rendimento, riducendo lo spessore delle celle per ridurre la quantità di silicio utilizzata, utilizzare altri materiali semiconduttori, ( es: Materiali Organici - nano tecnologie ) proporre nuove tecnologie e sviluppare metodi di produzione più economici.

### 14.1 Tecnologia a Film Sottile

La produzione di celle a film sottile nasce negli anni **1990**, il metodo usato è l'applicazione di un sottile strato di materiale semiconduttore, su un substrato ( nella maggior parte dei casi di vetro ) attraverso processi di vaporizzazione, spruzzo, o vasche elettrolitiche. I materiali oggi usati sono: Silicio amorfo, Silicio Cristallino, CIS (Copper Indium Diselenide) e CdTe ( Cadmium Telluride ) sono i più usati come materiale semiconduttori per la loro caratteristica di assorbire la luce e trasformarla in energia con un sottilissimo strato.



La motivazione principale dell'uso della tecnologia a Film Sottile è il minor impiego di materiale semiconduttore **1-2  $\mu\text{m}$**  contro i **200  $\mu\text{m}$  / 250  $\mu\text{m}$**  delle celle normali di cristallino. Inoltre occorre considerare il minor costo dei processi di produzione e la possibilità di avere moduli trasparenti per coperture e facciate.

## 14.2 Celle al silicio Amorfo (a-Si)

Il silicio amorfo (a-Si) attualmente è il materiale più utilizzato dopo il silicio cristallino. L'efficienza dei moduli a film sottile di silicio amorfo è ancora molto bassa (4, 7% ). Esistono in commercio prodotti sviluppati a struttura mista a celle multi-giunzione (microcristallino + amorfo). Usando più superfici di diverso materiale si ottiene un più ampio spettro del livello assorbente della luce con possibilità di sfruttare più fotoni aumentando l'efficienza del modulo.

Sharp ha sviluppato un modulo a film sottile combinando una cella di silicio amorfo con una cella di silicio cristallino a doppia giunzione. “ **thin-film tandem cells** “ Utilizzando questa tecnologia ha ottenuto un'efficienza di conversione di circa l' **8,5%** con l'obiettivo di arrivare e superare il **10%** nel 2007.

## 14.3 Celle CIS

Il materiali utilizzati per la deposizione dello strato sono **CIS** ( **C**opper-**I**ndium-**S**elenide ) o **CIGS** ( **C**opper-**I**ndium-**G**allium- **S**elenide )

Questa tecnologia è la più promettente dal punto di vista dell'efficienza in laboratorio il rendimento dei moduli può raggiungere il 13% .

I limiti sono dovuti alla scarsa disponibilità, alla tossicità di alcuni componenti ed agli elevati costi di produzione.

## 14.4 Celle CdTe

Le Celle al Telloruro di Cadmio (**CdTe**) hanno il vantaggio di poter essere realizzate con processi semplici e con buone prestazioni, ma poiché utilizzano componenti tossici sono penalizzati dalle normative europee.

## 14.5 Celle Organiche

Sono in fase di studio e di maturazione tecnologica **celle fotovoltaiche organiche “Dye sensitized” DSSC** che utilizzano processi elettrochimici simili a quelli di fotosintesi clorofilliana delle foglie degli alberi. La parte fotoelettrica attiva è costituita da un pigmento organico, da ossido di titanio (TiO<sub>2</sub>) e da un elettrolita. Il pigmento assorbe la radiazione solare e gli altri componenti estraggono la carica per produrre elettricità.

Il materiale organico che in questo momento sembra promettere ottimi risultati è il mirtillo. In questo momento la ricerca è focalizzata sulla stabilità e sulla durata dei risultati.

Nel 2005 la produzione del foto voltaico è stata di 1.7 GW la crescita prevista è di circa il 25% all'anno. Se la previsione è rispettata nel 2015 si avrebbe una produzione di circa 12GW mentre la domanda sul mercato dovrebbe essere di circa 25GW. Da questo si può intuire l'importanza ed il contributo delle nuove tecnologie. La più accreditata in questo momento è l'utilizzo massiccio della tecnologia a film sottile

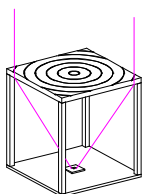


## 14.6 Concentratori della luce solare

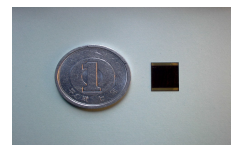
Questa tecnologia si basa sul principio di concentrare la luce verso piccole celle a multi giunzione dato il forte calore che si sviluppa occorrono celle all' Arseniuro di Gallio (**GaAs**). La concentrazione è ottenuta tramite lenti di **Fresnel** che oggi raggiungano fattori di concentrazione fino a mille soli. Con questa tecnologia si ottiene un'efficienza della cella fino al 40%

Considerato le ridotte dimensioni delle celle il costo del semiconduttore viene drasticamente ridotto. I limiti di questa tecnologia sono dovuti alla necessità di un sistema di inseguimento solare tanto più complesso quanto più alto è il livello di concentrazione, e dalla necessità della luce solare diretta.

Sono indicati per zone con radiazione solare diretta molto intensa come il Sud Italia



**Lente di Fresnel**



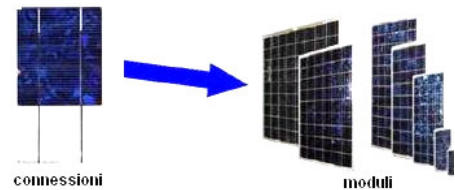
**Dimensioni cella  
7mm x 7 mm**

La Sharp sta introducendo sul mercato Spagnolo ed Italiano a titolo sperimentale dei concentratori che utilizzano le lenti di Fresnel a concentrazione di **700 soli** con celle all'arseniuro di gallio che permettano al concentratore una potenza di picco di **2,9 KW**. Sono in fase di produzione concentratori delle stesse dimensioni con potenza di picco di **3,8KW**.

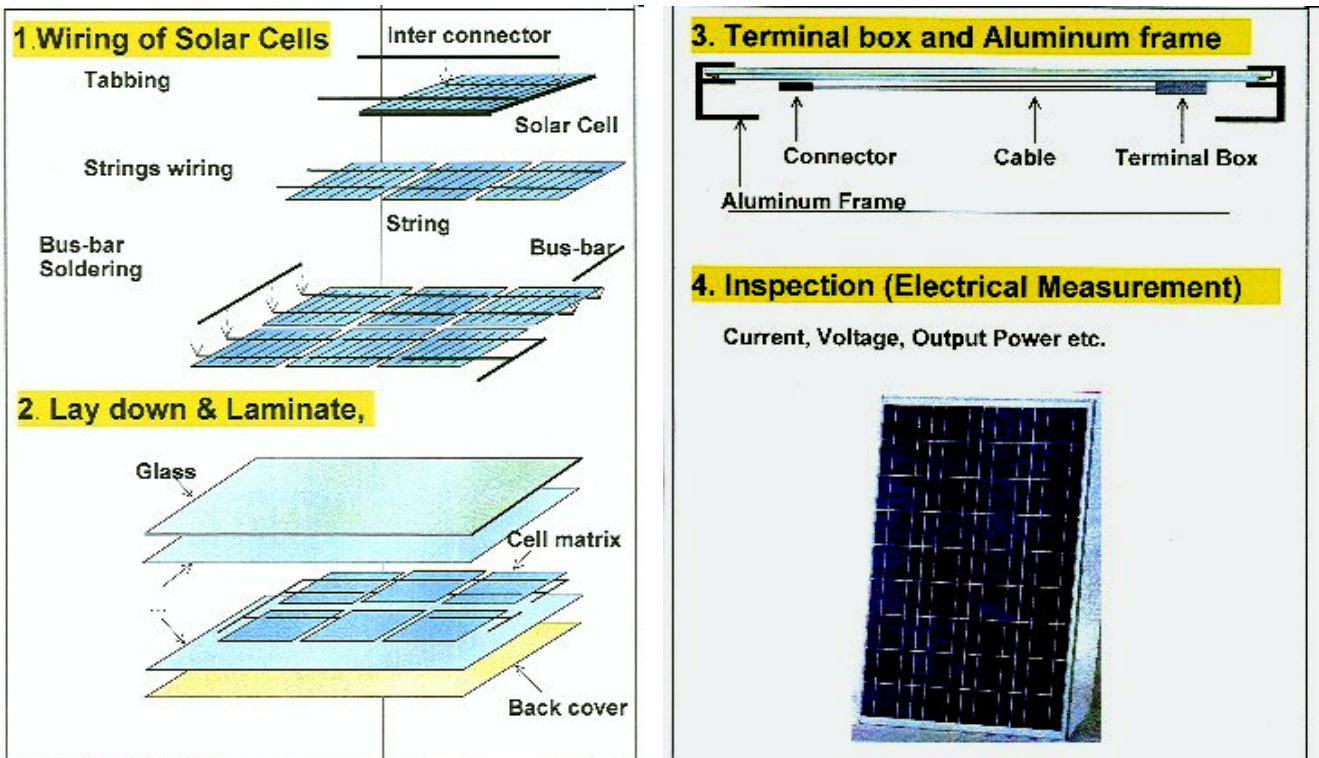
I concentratori sono formati da 27 moduli con un totale di 270 celle e da sistemi elettronici ad inseguimento solare per garantire la concentrazione della luce diretta.

Anche questa tecnologia contribuirà allo sviluppo del fotovoltaico.

## 15. MODULI FOTO VOLTAICI



Il modulo è il componente principale di un impianto FV, formato da più celle collegate tra loro in modo da ottenere valori di tensione e corrente adatti ai comuni impieghi. Nel modulo le celle sono protette dagli agenti atmosferici da un vetro e sul lato posteriore da materiali isolanti e plastici.



Le Inter-connessioni saldate alla superficie di ogni cella sono essenziali per collegare le celle tra di loro. Le celle vengono protette da due strati di **EVA** ( **E**tilene **V**inyl **A**cetate ) Oltre a proteggere le celle gli strati di EVA ritardano il fenomeno d'ingiallimento dovuto ai raggi UV. La superficie anteriore viene protetta con una lastra di vetro temperato con elevate caratteristiche ottiche che oltre a proteggere il modulo dagli agenti atmosferici trattiene la luce e riduce l'effetto di riflessione. La superficie posteriore viene protetta con uno strato plastificato per rendere il modulo impermeabile all'ossigeno ed all'acqua.

Il processo di laminazione permette di ottenere un corpo unico compatto e sigillato, una cornice in alluminio tiene ben saldi tutti gli elementi del modulo, la cornice permette di collegare il modulo ad altri moduli tramite dei fori.

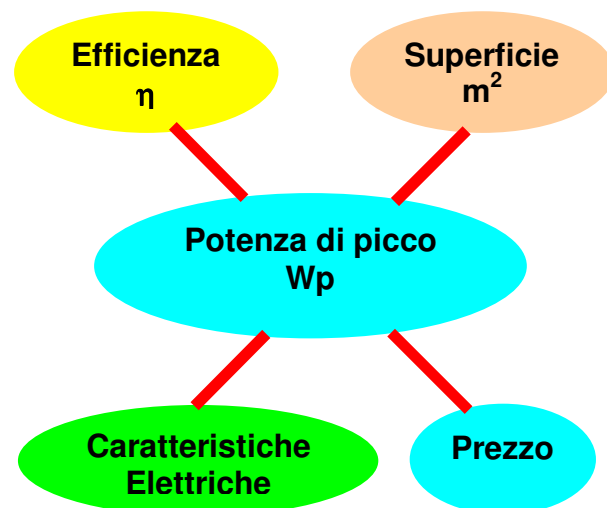
Una scatola di connessione, saldata e sigillata nella parte posteriore del modulo permette il collegamento elettrico con altri moduli.

E' previsto che un impianto foto voltaico duri per alcuni decenni, di conseguenza è di grande importanza la qualità dei materiali utilizzati per la fabbricazione.

## 16. CARATTERISTICHE DEL MODULO FOTO VOLTAICO

Per valutare un modulo foto voltaico occorre conoscere le sue caratteristiche e le sue prestazioni elettriche.

Descrizione		Simbolo
Tipo celle	Mono/Poly	
Numero celle	nr	
Dimensioni cella	mm	
Potenza massima di picco	Watt	$W_p$
Tensione a circuito Aperto	Volt	$V_{oc}$
Corrente di corto circuito	Ampere	$I_{sc}$
Tensione alla massima potenza	Volt	$V_{pm}$
Corrente alla massima potenza	Ampere	$I_{pm}$
Efficienza della cella	$\eta_c$	%
Efficienza del modulo	$\eta_m$	%
Altezza	mm	
Larghezza	mm	
Profondità	mm	
Peso	Kg	
Tolleranza	%	



I Watt di picco ( $W_p$ ) si ottengono moltiplicando la corrente alla massima potenza ( $I_{pm}$ ) per la tensione alla massima potenza ( $V_{pm}$ )

Il prezzo di un modulo normalmente viene espresso in € x Watt.

Il Modulo deve essere certificato ( Rispetto delle normative IEC 61215 ) e la classe di isolamento ( Safety Class II ). Le certificazioni vengono rilasciate da Istituti accreditati.

Oltre alle caratteristiche elettriche e le specifiche tecniche occorre conoscere anche i parametri delle condizioni ambientali ( Limiti di temperatura e di umidità entro i quali il modulo può operare ) Normalmente i moduli possono operare da  $-40^\circ$  a  $90^\circ$  °C con un massimo di umidità fino al 90%.

Un elemento importante per il dimensionamento del sistema e la scelta dell'inverter è l'influenza della temperatura sulle prestazioni elettriche. Le case produttrici indicano una serie di coefficienti in % di quanto possono variare la tensione, la corrente ed i Watt di picco col variare della temperatura rispetto ai  $25^\circ$  C.

### Con l'aumentare della Temperatura

$\alpha I_{sc}$  - Corrente aumenta leggermente

$\alpha V_{oc}$  - Tensione cala leggermente

$\alpha P_m$  - Potenza cala leggermente ( è il risultato di  $I_{sc} \times V_{oc}$  )

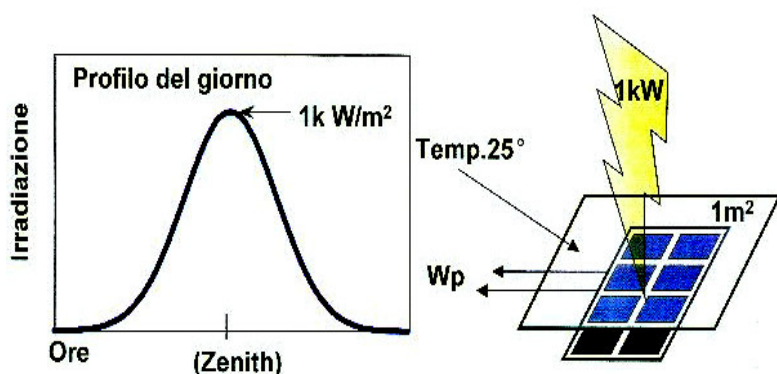
## 17. POTENZA DI PICCO

I Watt di picco (**Wp**) sono un valore di riferimento che definisce il massimo della potenza espressa dal modulo nelle condizioni standard **STS ( Standard Test Conditions )**:

Temperatura delle celle = 25 °C

Irradiazione solare = 1.000 W/m<sup>2</sup>

Spectrum – Air Mass = AM 1,5



Per calcolare quanti moduli occorrono per un impianto si divide il Nr dei Watt richiesti per il valore di picco del modulo scelto (Es: **1.000 Wp : 175Wp = 5,71 moduli** ) Il Valore di picco è molto importante è un impegno del costruttore che certifica i suoi dati. Oltre alle condizioni Standard ci sono altre varianti che possono

influenzare la potenza di picco, per esempio **la tolleranza ( % +/- )** dichiarata dal costruttore. Il nuovo sistema di incentivazione chiamato **conto energia** premia la produttività quindi è molto importante la qualità del modulo.

I moduli dovrebbero essere accompagnati da:

### CERTIFICAZIONI

**IEC 61215** per i moduli di Silicio Cristallino o **IEC 61646** per i moduli a Film Sottile e la **Safety Class II**

La potenza di picco dichiarata dal costruttore la si può controllare dalle caratteristiche elettriche e tecniche del modulo:

Moltiplicando la Tensione alla max. potenza (Vpm) x La **Corrente alla max. potenza (Ipm)**

Calcolando l'area in m<sup>2</sup> del modulo e moltiplicarla per la **% d'efficienza** del modulo dichiarata dal produttore

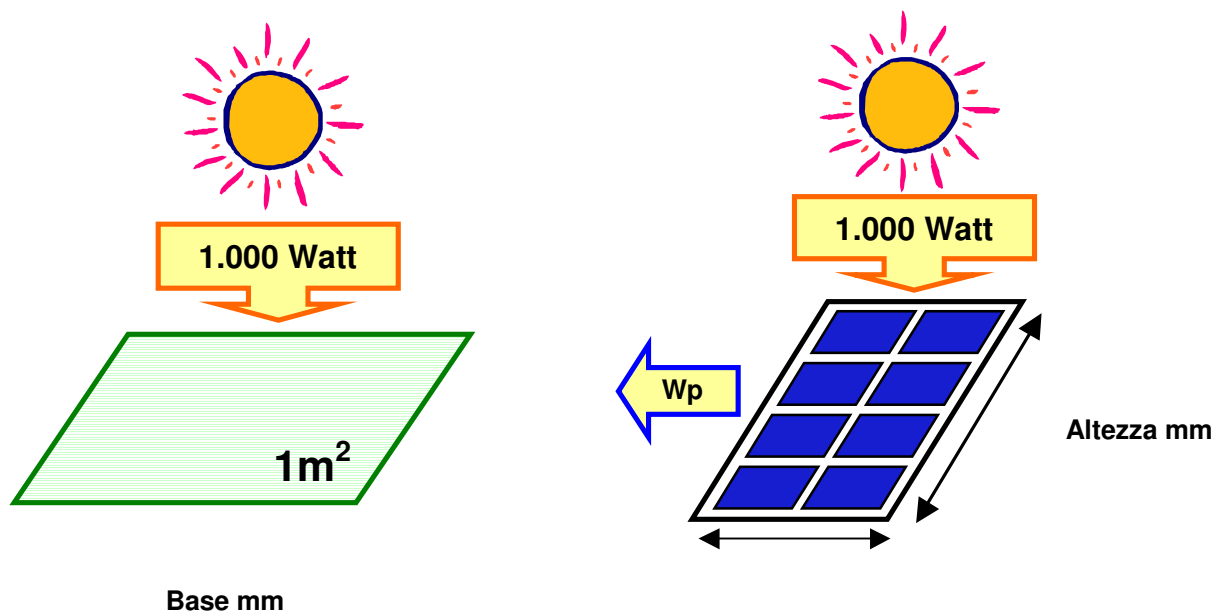
### Incidenza della tolleranza sulla potenza di picco (WP):

**+/- 5%** significa che un modulo da 175 Wp potrebbe avere una potenza di picco da 166,25 Wp a 183,75 Wp

**+/- 10%** significa che un modulo da 175 Wp potrebbe avere una potenza di picco da 157,50 Wp a 192,5 Wp

## 18. EFFICIENZA DI CONVERSIONE

L'efficienza di conversione è il rapporto espresso in % tra l'energia solare raccolta dalla superficie di un modulo fotovoltaico e la potenza di picco **Wp** prodotta.



$$\text{Efficienza del modulo} = \frac{\text{Potenza di picco (Wp)} \times 100}{\text{Area del modulo m}^2}$$

**Il sole allo Zenit alle condizioni standard irradia 1.000 Watt per m<sup>2</sup> se un modulo di 1m<sup>2</sup> avesse una potenza di picco di 1.000 Wp avrebbe un'efficienza del 100%**

Oggi i moduli in commercio in silicio cristallino hanno un'efficienza tra il **12%** ed **16%**.  
L'efficienza di un modulo determina i m<sup>2</sup> necessari per fare i KWp richiesti. ( da 7 m<sup>2</sup> a 8,2 m<sup>2</sup> per avere 1 KWp se si utilizzano moduli in silicio monocristallino)

Non tutti i fotoni penetrano all'interno della cella, parte vengono riflessi, parte incidono sulla griglia metallica

Non tutti i fotoni hanno l'energia sufficiente per rompere il legame tra elettrone e nucleo

Non tutte le coppie elettrone-lacuna vengono raccolte dal campo elettrico di giunzione

Non tutta la corrente generata fluisce verso il carico

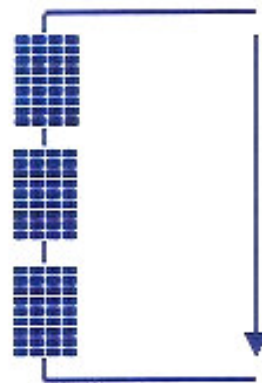
## 19. IL GENERATORE FOTOVOLTAICO

Il generatore elettrico è costituito da uno o più moduli per fornire la potenza elettrica richiesta dall'utilizzatore.

**La stringa** è l'insieme dei moduli collegati elettricamente in serie fra loro per ottenere la tensione richiesta.

**Collegando in serie i moduli si forma la Stringa**

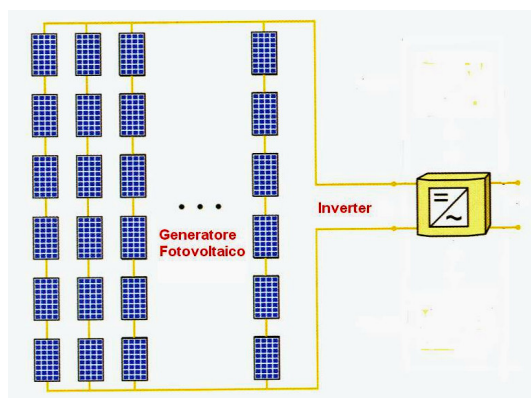
**Totale Corrente** = Corrente di max potenza del modulo (**ipm**)  
**Totale Tensione.** = Somma delle tensioni dei singoli moduli (**Vpm**)



**Collegando in parallelo più Stringhe di moduli si forma il generatore foto voltaico**

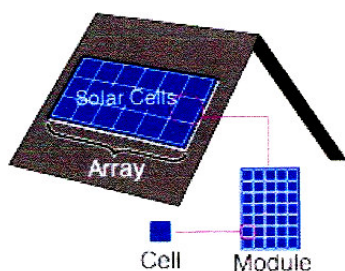
**Corrente Tot** = Somma delle Correnti delle singole **stringhe** (**ipm**)

**Tensione Tot.** = Tot **V** di una singola Serie (**Vpm**)



Ciascuna stringa deve essere provvista di un diodo di blocco. Le stringhe vengono collegate in parallelo ad un quadro di campo collegato a sua volta ad un gruppo di conversione "**inverter**" che trasforma la corrente continua prodotta dai moduli in **corrente alternata**. Il quadro di parallelo, il sistema di conversione ed il quadro di consegna devono essere dotati di tutte le protezioni ai vari livelli richieste dalle norme di sicurezza.

La formazione delle stringhe è importante per il dimensionamento dell'impianto e la scelta dell'**inverter**.

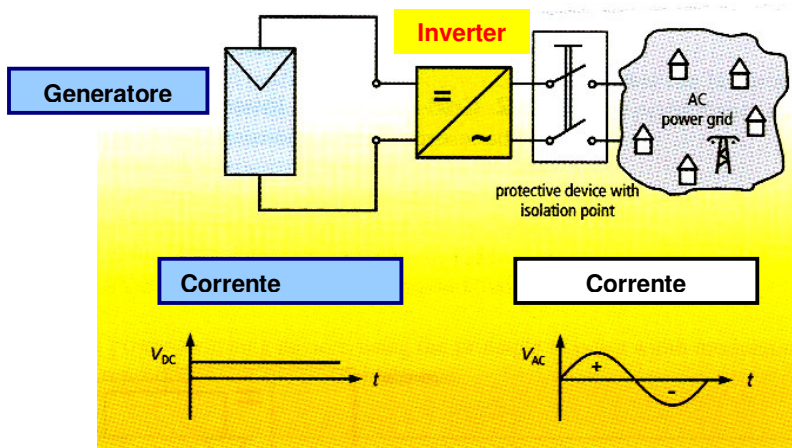


Per rendere compatibile l'energia generata dai moduli fotovoltaici con gli elettrodomestici e le apparecchiature utilizzate nelle abitazioni, occorre trasformare la corrente da continua in alternata alla frequenza ed alla tensione di funzionamento della nostra rete elettrica. Questo si ottiene interponendo tra i moduli e la rete **un Inverter**.

## 20. INVERTER

Il generatore fotovoltaico produce **corrente continua**, per utilizzare l'energia elettrica prodotta ed immetterla nella rete di distribuzione occorre trasformarla in **corrente alternata**, con caratteristiche di ampiezza e frequenza adatte alla rete elettrica. L' **Inverter** è un dispositivo elettronico in grado di convertire la **corrente continua**, in **corrente alternata**.

In base al tipo di energia generata gli inverter possono essere **inverter trifasi** normalmente riservati ad impianti di maggiore potenza ed **inverter monofasi** od **inverter di stringa**.



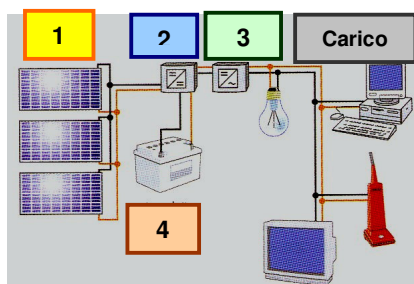
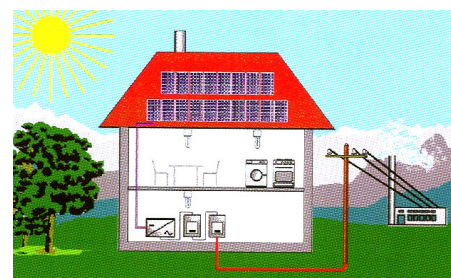
**Adatta la corrente e la tensione del generatore a quella della rete**  
**Controlla e gestisce l'intero sistema**

**Protegge contro guasti, sovratensioni e sovraccarichi**

Esistono vari tipi di **INVERTER** e molti costruttori, il progettista dovrà scegliere l'Inverter dimensionandolo all'impianto tenendo in considerazione tutti gli imprevisti e l'escursioni termiche previste nella zona.

Gli **INVERTER Grid - connected** vengono utilizzati negli impianti collegati alla rete e devono essere conformi alle norme ed alle prescrizioni richieste dal gestore della rete. ( Per Es. impianti < a 20Kwp Norme CEI e DK 5950 )

**L'inverter è un componente molto importante per l'efficienza, la produttività e l'affidabilità dell'impianto.**



Gli **inverter Stand-alone** vengono utilizzati per impianti collegati ad accumulatori ( Batterie ) e necessitano di un regolatore di carica. Alcuni inverter possono avere le due funzioni incorporate

- 1 - Generatore FV
- 2 - Regolatore di carica
- 3 - Inverter Stand-alone
- 4 - Batteria/e

## 21. COSA E' UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

E' un impianto per la produzione di energia elettrica per mezzo di moduli foto voltaici. La tecnologia foto voltaica permette di trasformare direttamente l'energia solare incidente sulla superficie terrestre in energia elettrica, sfruttando le proprietà del Silicio.

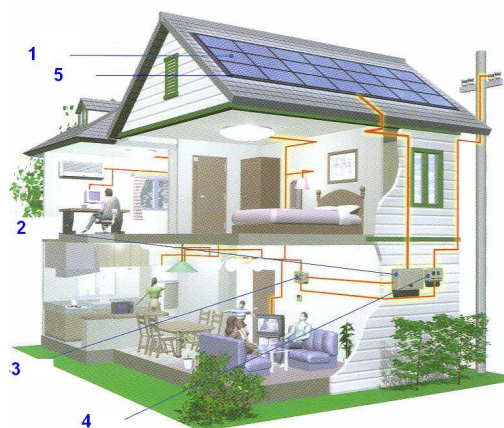
### 21.1 impianto foto voltaico per una abitazione

Normalmente un impianto foto voltaico per una abitazione è compreso tra 1 e 5KWp in funzione dei consumi annuali. Il costo chiavi in mano di un impianto foto voltaico di piccola taglia, connesso alla rete e compreso tra i 6.500. € ed i 7.000 € + IVA 10% per ogni KW di picco installato.

1. Moduli foto voltaici
2. Inverter
3. Quadri Elettrici, Cavi
4. Contatori (misuratori di energia )
5. Strutture di sostegno, telai

#### Varie:

Cavi + materiale elettrico  
Sistema di controllo  
Manodopera  
Progetto



Il progetto richiede anche:

Verifica energia richiesta  
Calcolo irradiazione locale, temperatura  
Ricerca della soluzione ottimale , in termini di produttività, efficienza, costo ed affidabilità  
Configurazione dell'impianto  
Calcolo dell'energia prodotta in un anno

### 21.2 I componenti di un impianto foto voltaico

#### Moduli Foto voltaici

Costituiscono l'elemento principale dell'impianto e rappresentano circa il **63%** del costo dell'impianto

#### Inverter

E' un dispositivo elettronico che consente di adeguare l'energia elettrica Prodotta dai moduli (continua) alle esigenze delle apparecchiature elettriche e della rete ( alternata con una frequenza di 50 Hz ) L'inverter sono comprensivi di dispositivi di protezione e d'interfaccia che determinano lo spegnimento dell'impianto in caso di necessità rappresentano circa il **13%** del costo dell'impianto

#### Sistema di Controllo

E' un dispositivo elettronico che comunica con l'inverter e con eventuali sensori accessori (misure meteorologiche ed elettriche ) che permette di tenere sottocontrollo il funzionamento dell'impianto (produzione etc ) e può essere collegato con una stazione remota per eventuali monitoraggi.

#### Misuratori di Energia

Contatori sono degli apparati che vengono installati sulle linee elettriche e misurano l'energia che li attraversa, conteggiano l'energia prodotta dall'impianto, quella consumata e quella immessa nella rete.



**Strutture di sostegno moduli**

Sono le strutture che sostengono i moduli e provvedono all'inclinazione ed all'orientamento. Possono essere in acciaio zincato o alluminio e vengono ancorate sulla superficie di installazione e rappresentano circa l' **8%** del costo dell'impianto

**Sviluppo Progetto**

La progettazione di un impianto foto voltaico oltre al progetto stesso, alla corrispondenza dei requisiti richiesti, all'assistenza burocratica e finanziaria ( presentazione domande, documenti, allacciamento alla rete ) Deve seguire i lavori di montaggio e di allacciamento alla rete Le spese di progettazione rappresentano circa l' **5%** del costo dell'impianto

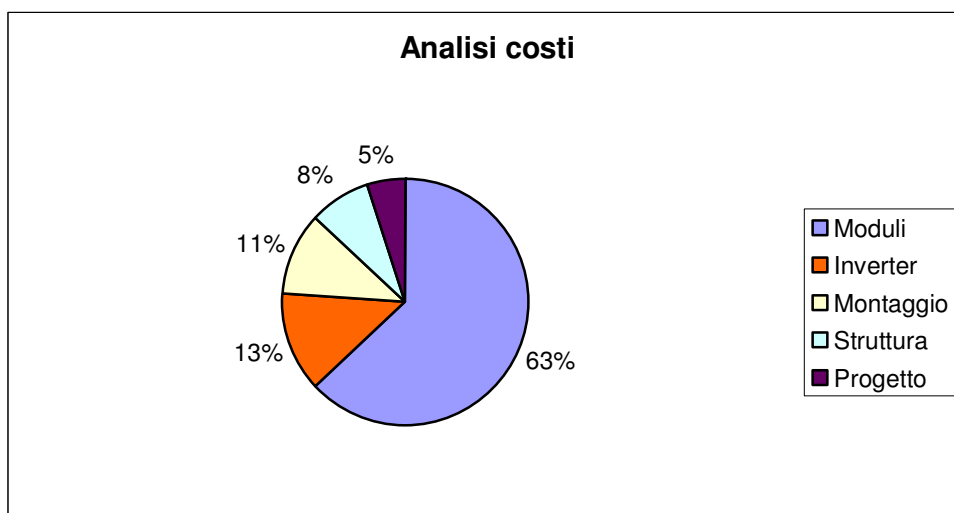
**Manodopera Montaggio**

Le operazioni di montaggio devono essere fatte da personale qualificato con tutte le protezioni richieste dalla legge, si lavoro su materiale elettrico e spesso a diversi metri dal suolo. Le spese di montaggio rappresentano circa l'**11%** del costo dell'impianto

### 21.3 Costi di un impianto foto voltaico

Il costo indicativo nel 2006 **“chiavi in mano”** per un impianto foto voltaico è di circa **5.500 / 7.000 € + IVA 10%** per ogni **1KW di picco**. Il costo può subire variazioni in base alla dimensione, in presenza di impedimenti tecnici, fabbricati nuovi, posa in opera integrazione della copertura, installazione al suolo, costi di allacciamento alla rete, distanza moduli dall'inverter, utilizzo di attrezzature particolari per il montaggio.

Per avere una idea dei principali costi che compongono un impianto la seguente tabella può essere di aiuto



**Attenzione:** Una corretta valutazione del costo può essere fatta solamente a valle di un sopralluogo da un esperto che valuti accuratamente tutte le caratteristiche del sito d'installazione.

## 21.4 Ciclo di vita di un impianto foto voltaico

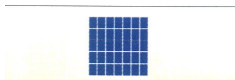


Un impianto foto voltaico è un sistema completamente modulare, la sostituzione di un qualsiasi componente è facile e veloce ( Se prevista in fase di progettazione )

Normalmente si usa accreditare una vita complessiva di 25 anni per analisi tecniche ed economiche. Se si considerano separatamente i principali componenti si hanno:

- **I moduli hanno durata da 25 a 30 anni con una diminuzione delle prestazioni energetiche inferiore al 20% . La garanzia dei fornitori di moduli arriva a coprire 25 anni.**
- **Gli inverter apparecchi elettronici ad elevata tecnologia hanno una durata leggermente inferiore a quella dei moduli**

## 21.5 Spazio necessario per generare 1 KWp

La seguente tabella può essere utile per calcolare la superficie necessaria a realizzare un impianto della potenza di **1KWp** sulla base del materiale utilizzato per le produrre le celle.

MATERIALE UTILIZZATO	m <sup>2</sup> PER PRODURRE 1KW <sub>p</sub>	
Monocristallino	da 7 a 9 m <sup>2</sup>	
Policristallino	da 8 a 11 m <sup>2</sup>	
Thin Film Tandem Cell (Sharp)	da 11 a 13 m <sup>2</sup>	

E' uso comune definire : **1KWp = circa 10m<sup>2</sup> di Moduli Fotovoltaici**

Per sapere esattamente quanto spazio occupano leggere nelle caratteristiche tecniche le dimensioni del modulo normalmente espresse in **mm** calcolare la superficie del modulo quindi moltiplicare per il numero dei moduli e si ottiene la superficie necessaria. Considerare anche lo spazio della struttura di sostegno.

## 21.6 Moduli necessari per generare 1 KWp

1 KW = 1.000 Watt. una volta definiti i KWp necessari, dividere i KWp per la potenza di picco in Watt del modulo scelto.

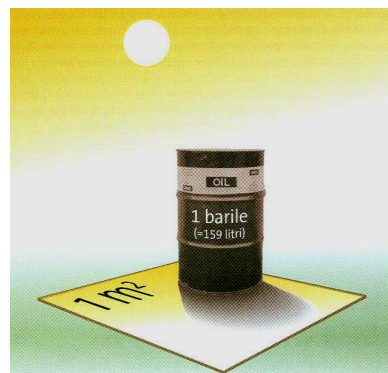
**Es: modulo da 185Wp**

**1.000W : 185Wp = 5,4 Moduli ( 185Wp x 5,4) = 999Wp ( 5 0 6 Moduli )**

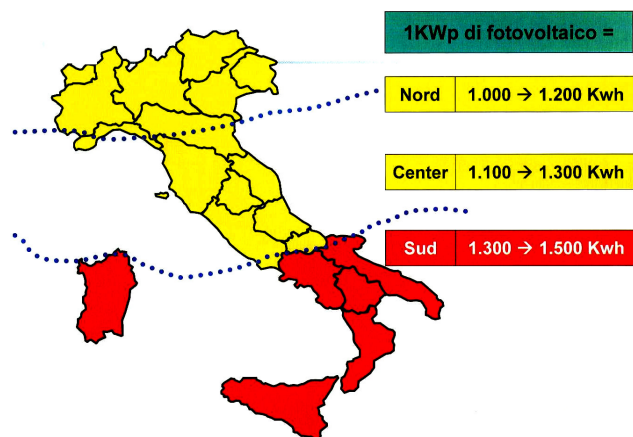
## 22. QUANTA ENERGIA PRODUCE UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'Italia è conosciuta come il paese del sole. Il sole rappresenta una fonte importante di energia rinnovabile, costante e affidabile.

L'Italia ha una radiazione solare compresa tra i **1.350** ai **1.950 KWh/m<sup>2</sup>** all'anno, corrisponde al contenuto energetico di **un barile di petrolio** all'anno per ogni metro quadrato di terreno. Il barile di petrolio, il cui prezzo ci ossessiona continuamente, corrisponde a 159 litri.



Il contenuto energetico della radiazione solare sommato nel corso di un anno, varia da zona a zona, ci sono alcune zone nel Nord Italia con una radiazione solare superiore alla media.



Per avere una idea di quanti **KWh** produce "mediamente" in un anno un impianto foto voltaico di **1 KWp**, si può far riferimento alla foto di sinistra . Considerando esposizione a Sud, inclinazione 30° e assenza di ombreggiamenti.

**Nord Italia = da 1.100KWh a 1.200KWh**

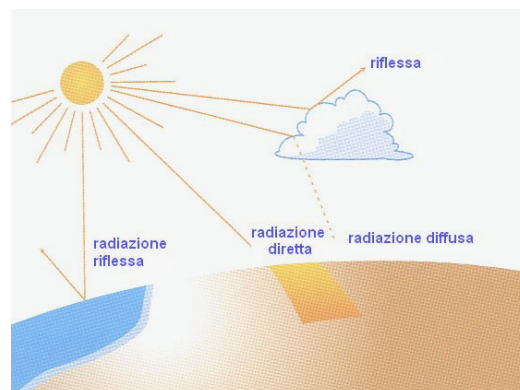
**Centro Italia = da 1.200KWh a 1.300KWh**

**Sud Italia = da 1.300KWh a 1.500KWh**

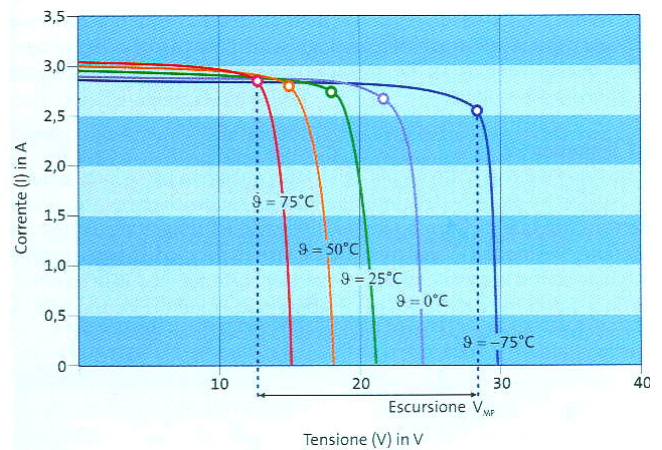
Questi dati si basano su statistiche di lungo periodo. Le rese degli impianti possono variare annualmente di circa il 10% in + o in - . Gli impianti generalmente producono circa i  $\frac{3}{4}$  della resa annuale nel semestre estivo ed  $\frac{1}{4}$  nel semestre invernale.

### I Principali elementi che influenzano le prestazioni dei moduli foto voltaici sono :

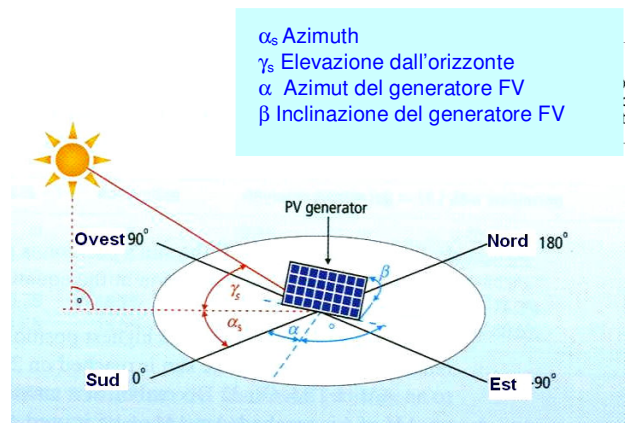
**IRRAGGIAMENTO:** i moduli producono energia elettrica non solo quando sono irradiati da luce diretta ma anche quando ricevono luce diffusa o riflessa. L'irraggiamento influisce sulla corrente, la tensione non subisce variazioni significative. Esistono tabelle che permettono di stimare quanti **KWh x m<sup>2</sup>** vengono irraggiati per località e per mese. Dati raccolti da centri di ricerca come ENEA, CNR, etc.



**TEMPERATURA** : Le variazioni di temperatura influiscono sia sulla **corrente (Ampere)** che sulla **tensione ( Volt )**. Con l'aumentare della temperatura oltre i 25° C **diminuisce la tensione** ed **aumenta la corrente** ). La temperatura incide in misura superiore sulla tensione ed in misura minore sulla corrente. La potenza di picco è data dal prodotto di questi due elementi. Normalmente per i moduli in silicio cristallino l'aumento della temperatura comporta un calo della potenza di circa lo **0,5%** per ogni grado di temperatura superiore al valore di riferimento ( 25° C. )



**INCLINAZIONE** : L'ottimale delle prestazioni si otterrebbe con il modulo perpendicolare ai raggi del sole. Ci sono impianti con dispositivi ad inseguimento dei raggi solari. In Italia l'impianto lo si espone a Sud con un angolo che può variare da 30° a 40° in funzione della località (latitudine). Per inclinazioni inferiori 30° o superiori a 60° occorre considerare dei fattori correttivi per valutare la produzione dell'impianto. Per esempio ( rivestimenti di facciate, strutture architettoniche )



**ZONE D'OMBRA** : Evitare di collocare i moduli in vicino ad oggetti, piante e costruzioni che possano creare zone di ombra, permanenti o momentanee sui moduli. Gli ombreggiamenti potrebbero influire negativamente sulle prestazioni dell'impianto. Il menome degli ombreggiamenti è dinamico, le ombre si muovono seguendo l'orientamento del sole, tale movimento può essere previsto e calcolato con esattezza.



Gli ombreggiamenti occasionali come: polvere, foglie, neve, escrementi di uccelli, etc l'effetto sarà tanto minore quanto più efficiente sarà il sistema di auto pulizia. Normalmente lo sporco viene rimosso dall'acqua piovana in funzione dell' angolo di inclinazione.

## 23. VANTAGGI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

### COSTRUIAMO IL NOSTRO FUTURO SOSTENIBILE

Installare un impianto foto voltaico è una scelta responsabile, perché rispetta l'ambiente, contribuisce a ridurre lo sfruttamento delle risorse naturali ( Gas, petrolio, carbone ) riduce le emissioni dei gas responsabili dell'effetto serra e dell'inquinamento atmosferico e grazie alle tariffe incentivanti , garantite per 20 anni, rappresenta un investimento vantaggioso. Gli investimenti e le rese sono chiari e calcolabili a lungo termine.

La tecnologia foto voltaica è affidabile, poco suscettibile a guasti e richiede pochissima manutenzione.

Produce energia elettrica direttamente dove serve

E' modulare e facilmente espandibile

Ha una elevata durata di vita ed un degrado di circa il 20% entro 25 anni

Consente di sfruttare superfici non utilizzabili per altri scopi.

Porta sostanziali miglioramenti alle condizioni di vita delle popolazioni dove non esiste una rete elettrica nazionale.

Produce energia elettrica senza utilizzare componenti in movimento.

Non necessita di combustibili fossili.( solo la luce del sole: gratuita)

Migliora l'ambiente: non produce rumore non spreca risorse, non immette gas inquinanti e non disperde calore.

Contribuisce a ridurre l'effetto serra.

Da un contributo al fabbisogno energetico.

Da un valore aggiunto all'edificio.

Sviluppa un grande mercato con investimenti e posti di lavoro.

Sviluppo socio economico eco-compatibile

Infonde cultura di ottimizzazione dei consumi

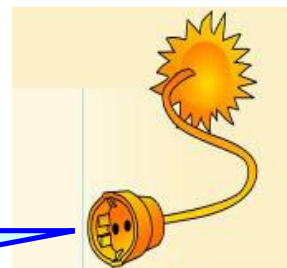
Dal punto di vista economico è un investimento a lungo termine, si acquista in anticipo l'energia elettrica che si consumerà nei prossimi decenni, col vantaggio di avere un costo fisso, indipendentemente da crisi economiche ed energetiche.

*Installare un impianto foto voltaico fa nascere una nuova sensibilità nell'utilizzo razionale dell'energia e si riducono notevolmente i consumi superflui*

Il basso impatto ambientale e la riduzione di immissioni di gas che producono l'effetto serra porteranno ad un miglioramento della qualità della vita.

**1 KWh di fotovoltaico evita di immettere nell'atmosfera 530gr di Anidride Carbonica**

**La natura è il bene più prezioso che abbiamo**



## 24. APPLICAZIONI

Le applicazioni del foto voltaico sono già numerose ed hanno un potenziale illimitato. Le prime applicazioni erano destinate alle aziende spaziali e ad alimentare le calcolatrici. Oggi il campo delle applicazioni spazia in moltissimi settori.

<b>Da 0 a 40 Watt</b>	<b>Calcolatrici, radio, giocattoli, piccoli segnali luminosi, carica batterie portatili, etc.</b>
<b>Da 60 a 200 Watt</b>	<b>Sistemi di Illuminazione, segnalazioni stradali, carica batterie per camper, barche, sistemi rilevazione dati, etc.</b>
<b>Da 500 a 1.000 Watt</b>	<b>Piccoli sistemi di pompaggio, piccoli sistemi per edifici isolati</b>
<b>Da 1KW a 10 KW</b>	<b>Edifici connessi alla rete elettrica, impianti stand alone, ripetitori di segnali, etc.</b>
<b>Da 10 KW a 100 KW</b>	<b>Medi sistemi connessi alla rete elettrica, residenziali, industria etc.</b>
<b>Fino a 1000 KW</b>	<b>Grandi sistemi connessi alla rete elettrica, capannoni industriali, centrali elettriche, integrati negli edifici (facciate, coperture )</b>

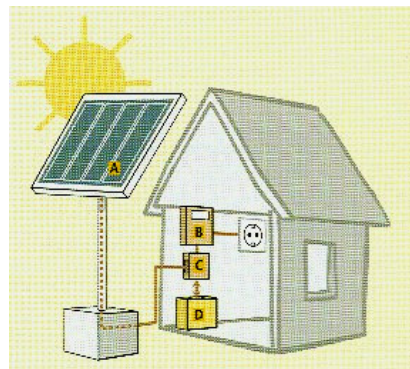
La più diffusa classificazione dei sistemi foto voltaici è basata sull' utilizzo o il non utilizzo della rete di distribuzione dell'energia elettrica.

Si parla quindi di sistemi autonomi ( **stand alone** ) e sistemi connessi alla rete elettrica ( **grid connected** )

### 24.1 Sistemi ( **stand alone** )

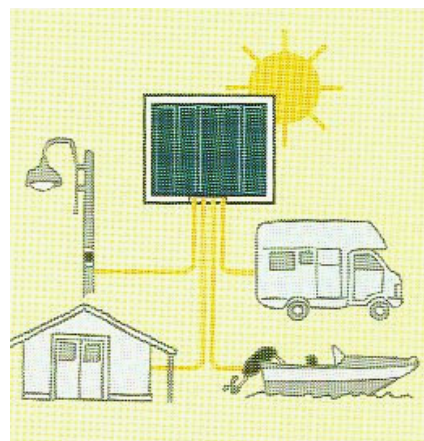
Impianti foto voltaici non connessi alla rete elettrica nazionale, nei quali l'energia elettrica prodotta viene direttamente consumata dall'utente e la parte in eccedenza viene accumulata in apposite batterie, che la renderanno disponibile nelle ore in cui manca l'insolazione.

Vengono utilizzati dove non arriva la rete elettrica, o dove sarebbe troppo costoso farla arrivare.



**Le principali applicazioni per utenze isolate sono:**

Case isolate, Rifugi, Baite, Siti archeologici  
 Pompaggio dell'acqua nell'agricoltura  
 Illuminazione stradale e giardini  
 Segnaletica stradale, aeroporti e porti  
 Alimentazione di ripetitori radio, di stazioni di rilevamento, di apparecchi nel settore delle comunicazioni.  
 Carica batterie, nella marina, camper, tempo libero, installazioni militari  
 Alimentazione di apparecchi per mercati ambulanti  
 Giocattoli, orologi, alimentazione telecamere per la sorveglianza, cancelli elettrici, ecc.



## 24.2 Sistemi ( **grid connected** )

Impianti foto voltaici collegati direttamente alla rete elettrica di distribuzione che garantisce l'alimentazione delle utenze anche in assenza di sole.

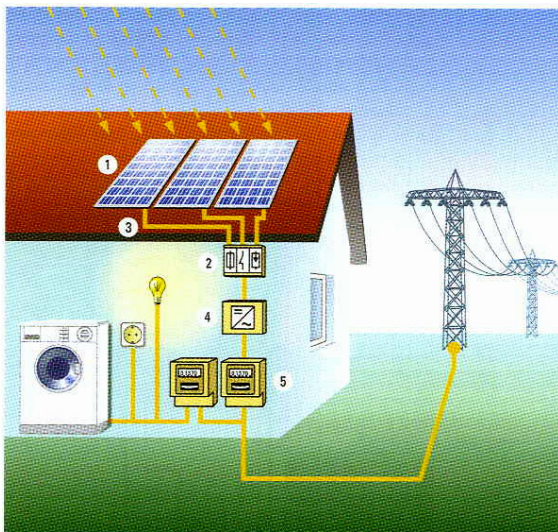
Si suddividono in due grandi categorie:

Impianti collegati alla rete elettrica di distribuzione **in bassa tensione**.

Impianti collegati alla rete elettrica di distribuzione **in media tensione**.

Queste tipologie di impianti sono il mercato trainante per la diffusione su larga scala del foto voltaico.

### **in bassa tensione**



### **in media tensione**



Chiunque abbia la disponibilità di spazi idonei ( un tetto, terreno, capannoni, etc ) può trarre vantaggio dall'installazione di un impianto foto voltaico )

Le tipologie applicative si moltiplicano ogni giorno abbinando i requisiti energetici e tecnici a quelli architettonici:

#### **Tipologie integrate alle architetture**

Coperture  
Facciate  
Elementi di rivestimento  
Frangi sole

#### **Tipologie integrate alle infrastrutture urbane**

Pensiline  
Barriere antirumore  
Coperture di parcheggi

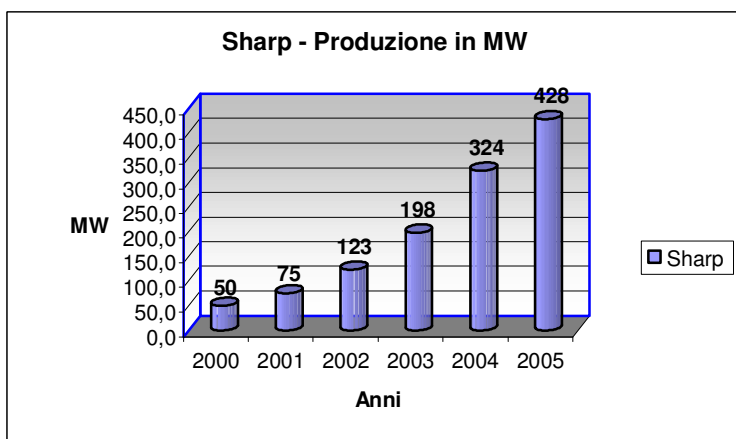
## 25. PRODUZIONE MONDIALE DEL FOTOVOLTAICO

La produzione mondiale del foto voltaico continua la sua crescita storica che è passata da **88,6 MW** nel **1996** a **1.194 MW** nel **2004**.

Nella produzione il Giappone si conferma Leader, Il **rapporto PV NEWS VOL 24, Marzo 2006** ( vedi tabelle e grafici ) mette in evidenza il primato, è importante notare la crescita dell'Europa. Tra le altre la Cina sta assumendo un ruolo importante.

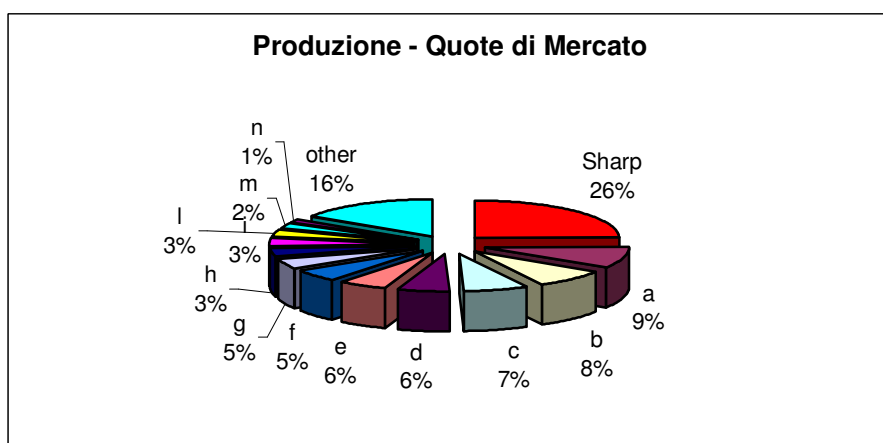
### PRODUZIONE MONDIALE IN MW.

Paese	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
<b>Giappone</b>	<b>21</b>	<b>35</b>	<b>49</b>	<b>80</b>	<b>129</b>	<b>172</b>	<b>251</b>	<b>365</b>	<b>602</b>	<b>833</b>
Europa	19	30	34	40	61	86	135	210	314	452
U.S.	39	51	54	61	75	100	121	103	139	153
Altre	10	10	18	20	23	41	53	81	140	289
<b>Totale</b>	<b>89</b>	<b>126</b>	<b>155</b>	<b>201</b>	<b>288</b>	<b>399</b>	<b>560</b>	<b>759</b>	<b>1.195</b>	<b>1.727</b>



La **Sharp** ha una esperienza di oltre **46** anni nel Fotovoltaico, iniziata nel lontano **1959** con la progettazione delle prime celle solari

La **SHARP** si conferma leader mondiale, tra i produttori, con il **25%** di quota di mercato





## 26. IL CONTO ENERGIA

### Breve storia

L'Italia nel **2001** per promuovere il foto voltaico ha introdotto un sistema incentivi basato sul capitale investito ( **Programma tetti** ) con un contributo fino al 75% della spesa.

Nel settembre **2005** veniva introdotta una nuova legge basata su un meccanismo di incentivazione della energia prodotta mediante impianti foto voltaici definito come ( **Conto Energia** ) con tariffe diversificate a seconda della potenza dell'impianto.

Nel Marzo **2007** sono state introdotte radicali modifiche tramite un nuovo decreto che semplifica, snellisce e migliora la legge precedente.

### Quadro Normativo e Legislativo

- a) Direttiva Europea 2001/77/CE del 27/09/2001
- b) Decreto Legislativo n. 387 del 29/12/2003
- c) Delibera **AEEG** del 28/02/2005
- d) Decreto **MAP** del 28/07/2005
- e) Delibera **AEEG** n. 188/05 del 14/09/2005
- f) Delibera **AEEG** n. 281/05
- g) Decreto **MAP** del 06/02/2006
- h) Delibera **AEEG** n. 28/06 del 10/02/2006
- i) Delibera **AEEG** n. 40/06 del 24/02/2006
- j) Decreto Conto Energia Marzo 2007 ( Il ministro dello sviluppo economico )

**AEEG** = Autorità per l' **E**nergia **E**lettrica e il **G**as

**MAP** = Ministero **A**ttività **P**roductive

L'autorità per l'energia elettrica e il gas con delibera **n°188**, pubblicata il 14 Settembre 2005 ha individuato ne **GSE** ( **G**estore del **S**istema **E**lettrico ) il soggetto attuatore del nuovo programma d'incentivazione



*Il Ministro  
dello Sviluppo  
Economico*

### NUOVO DECRETO 2007

**Il 20 Febbraio 2007 è stato firmato il nuovo Conto Energia il 23 Febbraio il testo è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 45.**

## 27. SINTESI DEL NUOVO CONTO ENERGIA

Il 20 Febbraio 2007 è stato firmato il nuovo Conto Energia il 23 Febbraio il testo è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 45. Riportiamo qui di seguito in rapida sintesi alcune novità. La caratteristica fondamentale di questo sistema è quella di dare un contributo sull'energia elettrica prodotta dall'impianto con una tariffa incentivante. La tariffa incentivante può essere concessa a tutti gli impianti foto voltaici di potenza superiore ad 1KWp. L'ente pubblico preposto ad erogare questo incentivo è il **GSE**. La nuova legge prevede che la richiesta al **GSE** per la concessione della tariffa debba essere fatta immediatamente dopo l'entrata in esercizio (allacciamento alla rete elettrica del gestore locale).

### 27.1 Tipologie impianti

Nel nuovo decreto vengono definite **3** tipologie di impianti foto voltaici collegati alla rete

**1**

#### **NON INTEGRATI & a terra**

Impianti a terra

Impianti non complanari alle superfici su cui sono fissati

Incluse le coperture di strutture già esistenti: barriere acustiche, pensiline, tettoie, coperture parcheggi, sistemi ad inseguimento installati a terra

**2**

#### **PARZIALMENTE INTEGRATI Su edifici**

Impianti su tetti o terrazze di edifici e fabbricati

Impianti complanari alle superfici su cui sono fissati

**3**

#### **INTEGRAZIONE ARCHITETTONICA**

I moduli sostituiscono i materiali di rivestimento di tetti, coperture, facciate di edifici e fabbricati (avendo la stessa inclinazione architettonica)

I moduli ed le strutture di supporto costituiscono la struttura di copertura di pensiline, pergole e tettoie.

I moduli costituiscono la parte trasparente o semi trasparente facciate o lucernari devono garantire l'illuminazione naturale interna dell'edificio I moduli sostituiscono la parte fono assorbente delle barriere acustiche.

## 27.2 Categorie di potenza installata

Le tariffe incentivanti sono state fissate in base a **3** categorie di potenza installata

Viene stabilito un **Minimo** ( 1KWp)

Non viene fissato un **Massimo**

Da 1 a 3 KWp
Da 3 a 20 KWp
Oltre 20 KWp

## 27.3 Tariffe conto energia

Sulla base delle tipologie degli impianti e sulla base della potenza installata vengono applicate le seguenti tariffe.

Tabella 1

Tipologie impianti per potenza in KWp	3 - Integrazione architettonica	2 - Parzialmente Integrati	1 -Non integrati
Da 1 a 3 KWp	0,49 € x KWh	0,44 € x KWh	0,40 € x KWh
Da 3 a 20 KWp	0,46 € x KWh	0,42 € x KWh	0,38 € x KWh
Oltre 20 KWp	0,44 € x KWh	0,40 € x KWh	0,36 € x KWh

La tariffa assegnata dal **GSE** avrà la durata di **20 anni** e rimarrà costante per tutto il periodo.

A partire dal 1° gennaio 2009 le tariffe subiranno una riduzione del 2%

A partire dal 2009 verranno emanati ogni 2 anni dei nuovi decreti per aggiornare le tariffe.

**Le tariffe saranno maggiorate del + 5%  
Nei seguenti casi**

Quando la maggior parte dell'energia elettrica prodotta viene consumata

Su alcuni edifici pubblici ( Scuole, strutture sanitarie pubbliche, su edifici pubblici di comuni con meno di 5.000 abitanti

Per impianti integrati installati su aziende agricole, ed in caso di bonifiche da eternit

## 27.4 Come procedere per accedere alle tariffe

- Si inoltra **al gestore della rete** ( il distributore locale di energia elettrica ) **il progetto preliminare** dell'impianto richiedendo la connessione alla rete. Se l'impianto ha una potenza compresa tra 1 e 20 KWp occorre precisare se ci si vuole avvalere del servizio di "**Scambio sul posto**"
- A impianto ultimato si trasmette al gestore di rete la **comunicazione di fine lavori**
- Entro 60 giorni dalla data di entrata in esercizio dell'impianto si deve inoltrare al **GSE** (Gestore del Servizio Elettrico): **la richiesta di concessione della tariffa** e la **documentazione finale di entrata in esercizio**.
- IL **GSE** entro 60 giorni dalla data di ricevimento della richiesta di accesso alla tariffa incentivante, **comunica al titolare** dell'impianto **la tariffa riconosciuta**.

## 27.5 Scambio sul posto Net Metering

il **Net Metering** o scambio di energia alla pari è un meccanismo che regola l'immissione ed il prelievo dell'energia elettrica dalla rete. (**Delibera AEEG 224/200 e 28/26**). E' un servizio erogato dalla società elettrica che esegue l'allacciamento dell'impianto fotovoltaico alla rete pubblica.

L'energia (**KWh**) prodotta dall'impianto e non assorbita dall'utente viene immessa in rete e misurata da un apposito contatore. Alla fine dell'anno la società elettrica effettua il conguaglio tra energia assorbita ed energia immessa, all'utente viene rimborsata una quota dell'energia assorbita pari a quella immessa in rete durante l'arco dell'anno.

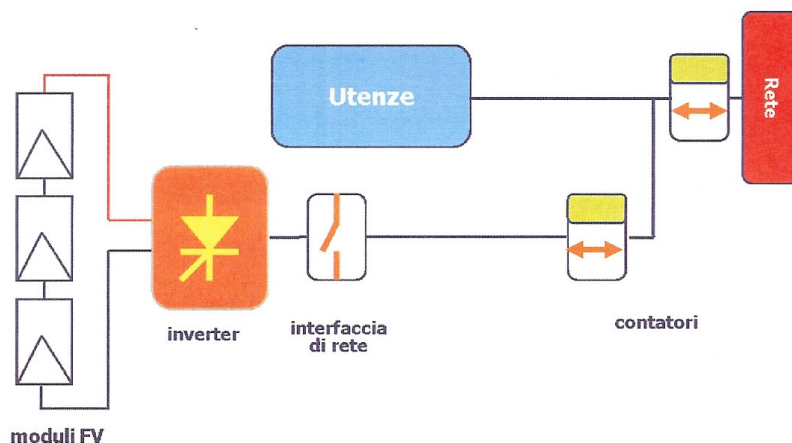
## 27.6 Vendita di energia elettrica

La parte di energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico che non viene consumata dall'utente viene ceduta alla rete elettrica di distribuzione. Tale quota può essere venduta alla società elettrica ad un prezzo stabilito dall'Autorità dell'Energia Elettrica e del Gas.

Per poter vendere l'energia elettrica è necessario:

- avere una partita IVA
- stipulare ogni anno una convenzione con la società elettrica che ha un costo variabile in funzione dell'energia venduta
- espletare le pratiche per l'officina elettrica ( **per impianti superiori a 20 KWp** )

### Schema semplificato di un impianto connesso alla rete



Oltre alle tariffe incentivanti vedi tabella 1, nella valutazione economica dell'impianto, occorre tenere in considerazione anche i seguenti benefici:

- Costo dell'energia elettrica consumata ( **da 0,15 a 0,20 € per KWh** )
- Prezzo di acquisto di mercato dell'energia prodotta ( **da 0,070 a 0,095 € per KWh** ) da parte del gestore della rete locale per l'energia prodotta e non consumata.

## 27.7 Scambio sul posto Net Metering o Vendita dell'energia ?

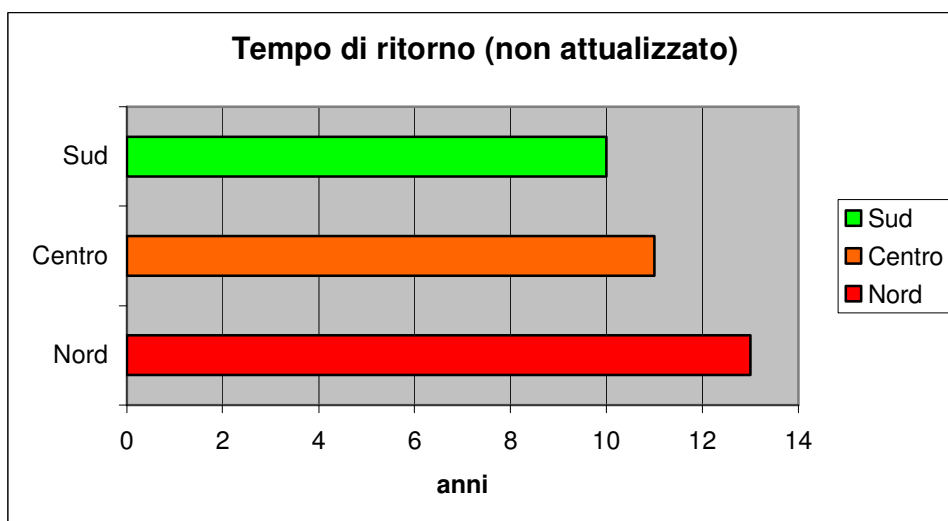
Il proprietario di un impianto con potenza da 1KWp a 20KWp ha dei benefici economici maggiori nello scegliere il Net Metering se la quantità di energia elettrica prodotta dall'impianto non supera i propri consumi su base annua. Col Net Metering si semplificano inoltre tutti gli adempimenti amministrativi ed i costi connessi.

## 27.8 Valutazioni sul ritorno dell'investimento

Prendiamo come esempio un impianto da 3 KWp installato sul tetto di un edificio con le seguenti caratteristiche:

- **Costo chiavi in mano 19.500 Euro + IVA (10%)**
- **Ricavi 0,44 € per KWh prodotto (per 20 anni)**
- **Risparmio sulla bolletta 0,18 € per KWh per tutta la vita utile dell'impianto ( Net Metering )**
- **Costi di manutenzione 100€ / anno**
- **Costi di esercizio 55€ / anno**

### Risultati



Il grafico mostra un calcolo approssimativo del tempo di ritorno non attualizzato dell'investimento a seconda del luogo dell'installazione.

I ricavi annui derivanti dal funzionamento dell'impianto ( incentivo tariffa GSE + risparmio sulla bolletta elettrica ) potrebbero essere di circa:

<b>SUD</b>	<b>2.200 € / anno</b>
<b>CENTRO</b>	<b>2.000 € / anno</b>
<b>NORD</b>	<b>1.700 € / anno</b>

*Attenzione gli esempi sono riportati a titolo esplicativo. Per avere informazioni complete, sui costi, sulla produzione, sugli incentivi e sui finanziamenti del conto energia rivolgersi al vostro esperto di zona*