
SOLARE FOTOVOLTAICO

Rovigo - 7 marzo 2007

Energia Solare

L'**energia solare** presenta evidenti **vantaggi**:

- è pulita
- è gratuita
- è **rinnovabile** (e quindi inesauribile per definizione)

e qualche **svantaggio**:

- è "diluata" (rispetto al contenuto energetico delle fonti fossili)
- è discontinua
 - per l'alternarsi del giorno e della notte
 - e il succedersi delle stagioni
- l'intensità della radiazione solare varia con la latitudine

Impianto Fotovoltaico

Impianto di produzione di **energia elettrica**
mediante conversione diretta della radiazione solare

Tecnologia Fotovoltaica

Vantaggi della tecnologia fotovoltaica

- **assenza di emissioni inquinanti**
- **risparmio di combustibili fossili**
- **non esistono parti in movimento**
 - **maggiore affidabilità/durata degli impianti**
 - **impianti silenziosi**
 - **costi di esercizio e manutenzione ridotti al minimo**
- **modularità del sistema**
 - **per aumentare la potenza dell'impianto è sufficiente aumentare il numero dei moduli**
- **generazione distribuita: l'energia può essere prodotta in impianti di piccola taglia (anche domestica) e diffusi nel territorio**
 - **minori perdite nella fase di distribuzione (elettrodotti, ecc..)**
 - **minori problemi di "sicurezza" (es: terrorismo)**

Svantaggi della tecnologia fotovoltaica

- **elevato costo d'installazione**

Radiazione Solare

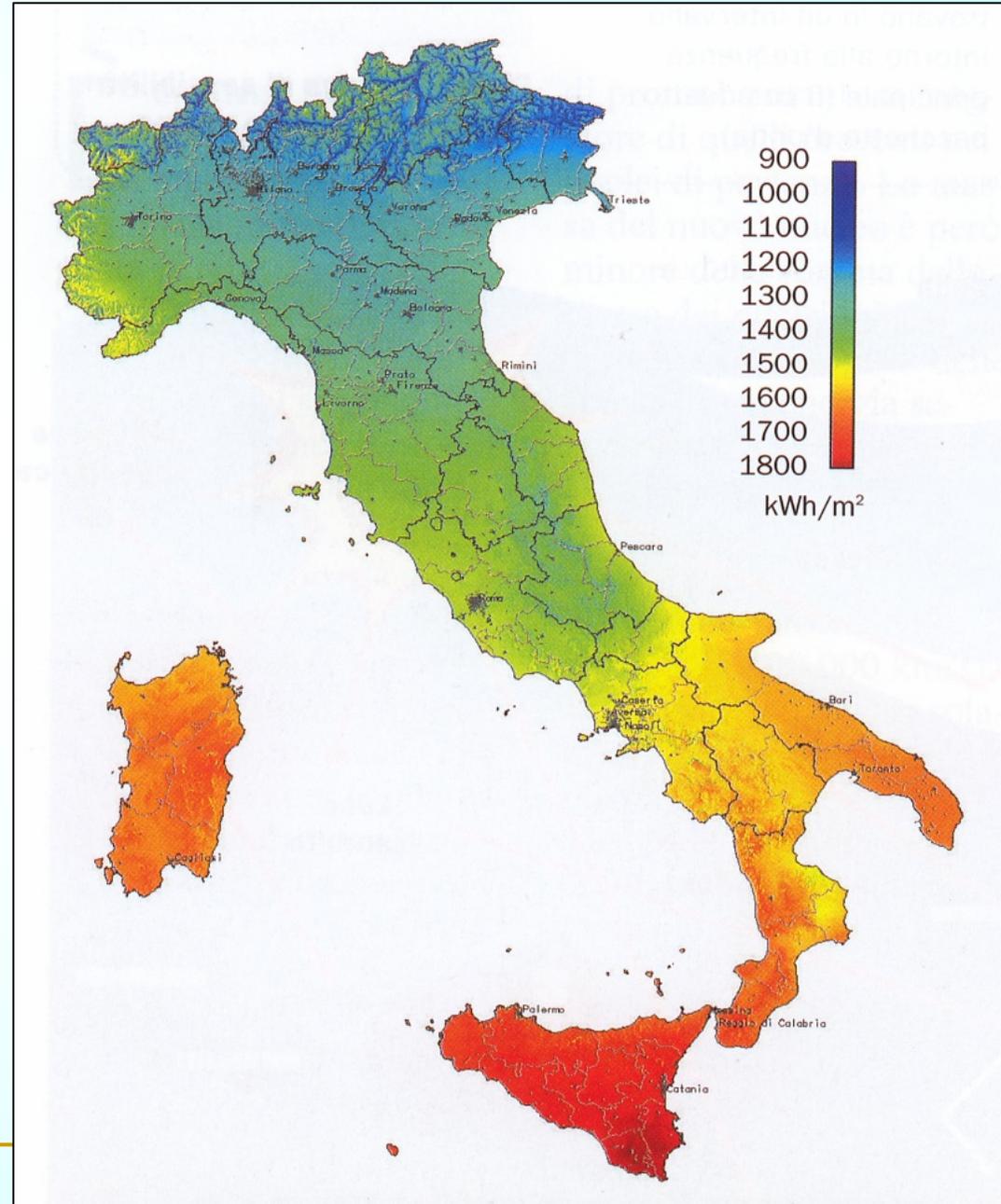
nelle migliori condizioni meteorologiche

la quantità di energia solare che si riversa sulla terra

è valutabile intorno ai **1000 W/m²**

su superfici perpendicolari ai raggi solari, al livello del mare

Irraggiamento solare globale su un piano orizzontale in Italia →



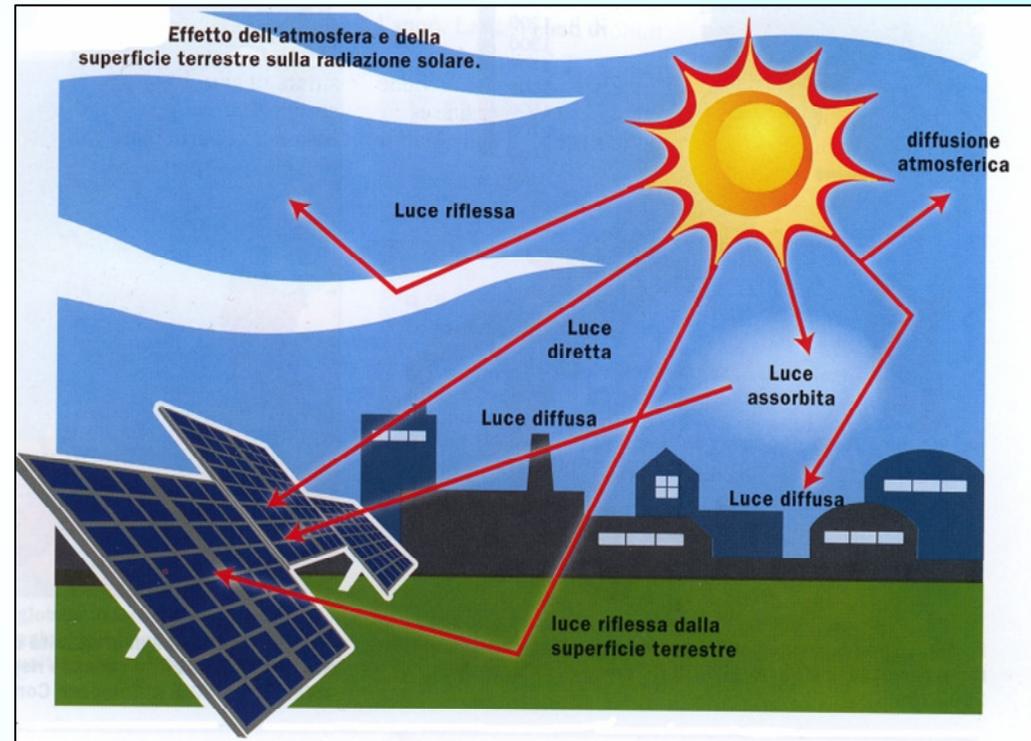
Radiazione Solare (2)

La radiazione solare che raggiunge la superficie terrestre si distingue in:

radiazione diretta
radiazione diffusa

La radiazione diretta colpisce una qualsiasi superficie con un unico e ben preciso angolo d'incidenza

La radiazione diffusa incide sulla stessa superficie con angoli diversi



Una superficie inclinata può ricevere, inoltre, la **radiazione riflessa** da terreno, specchi d'acqua o altre superfici orizzontali
Tale contributo è chiamato **albedo**

Radiazione Solare (3)

Le proporzioni tra radiazione diretta, diffusa ed albedo dipendono:

- **dalle condizioni meteo**

Giornata nuvolosa: radiazione totalmente diffusa

Giornata serena: la componente diretta può arrivare al 90%

- **dall'inclinazione della superficie**

una superficie orizzontale riceve la massima radiazione diffusa e la minima riflessa se non ci sono oggetti a ad una quota superiore

- **dalla presenza di superfici riflettenti**

Massimo contributo è dato dalle superfici chiare

la radiazione riflessa aumenta in inverno per effetto della neve, diminuisce d'estate per l'effetto di assorbimento dell'erba o del terreno

Posizione ottimale

(maggior captazione dell'energia solare)

Superficie orientata a sud

massimizza la radiazione captata nell'arco della giornata

Angolo di inclinazione pari alla latitudine del sito

rende minime le variazioni dovute al succedersi delle stagioni

cella fotovoltaica

La conversione della radiazione solare in una corrente elettrica avviene nella cella fotovoltaica.

La cella è un dispositivo costituito da una sottile fetta di un materiale semiconduttore, quasi sempre il silicio

spessore cella: 0.25 - 0.35 mm

forma: generalmente quadrata (per ottimizzare lo spazio)

superficie di circa 100 cm²

Perché il silicio?

- è **disponibile** sul nostro pianeta in quantità praticamente illimitata
- è **largamente utilizzato nell'industria elettronica** che, con la rapida espansione degli ultimi decenni, ha agevolato lo sviluppo degli attuali metodi di raffinazione, lavorazione e drogaggio.
Inoltre, gli scarti della lavorazione dei componenti elettronici possono essere riciclati dall'industria fotovoltaica che tollera maggiori concentrazioni di impurità, rispetto ai valori richiesti dall'industria elettronica

Modulo Fotovoltaico

Le celle fotovoltaiche collegate elettricamente tra loro formano i moduli.

I moduli possono essere utilizzati singolarmente o collegati tra loro.

Il numero di celle presenti in ogni modulo assume generalmente valori standard:

36 celle - 1 x 0.5 m

64 celle - 0.8 x 0.8 m

72 celle - 1 x 1 m

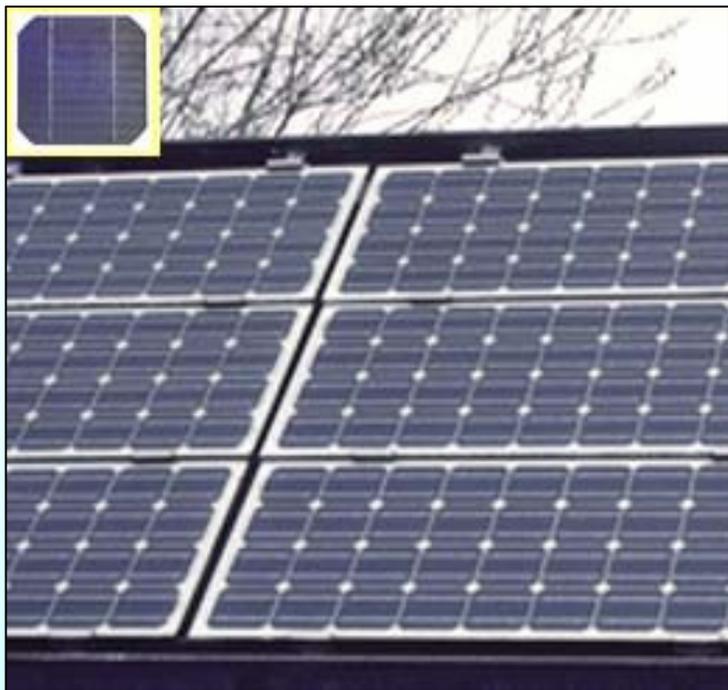


L'industria fotovoltaica produce oggi moduli di dimensioni e potenze diverse (72 celle - 150 W); L'area dei più diffusi in commercio varia dai 0,5 m² ai 1,3 m²

La caratteristica elettrica principale di un modulo fotovoltaico è la **Potenza di Picco** (Wp o kWp): potenza erogata alle condizioni standard STC
Irraggiamento = 1000 W/m² Temperatura = 25 °C A.M. = 1,5

A.M. : Air Mass; A.M.=1 spessore di atmosfera standard attraversato dai raggi solari

Silicio Monocristallino



Cella di colore blu scuro uniforme

lato cella: 8 - 10 cm

modulo rigido

efficienza: 15 - 18 %

superficie di 1 kW: 8 mq

Silicio Policristallino



Cella di colore azzurro

lato cella: 12 - 15 cm

modulo rigido

efficienza: 12 - 14 %

superficie di 1 kW: 8 - 10 mq

Silicio Amorfo



**Cella di colore blu scuro uniforme
modulo rigido o flessibile**

**può essere incollata su differenti
superfici (**anche curve**) e si presta
molto bene per sostituire elementi
costruttivi (**interventi integrati**)**

efficienza: < 10 %

superficie di 1 kW: 8 - 10 mq

Generatore Fotovoltaico

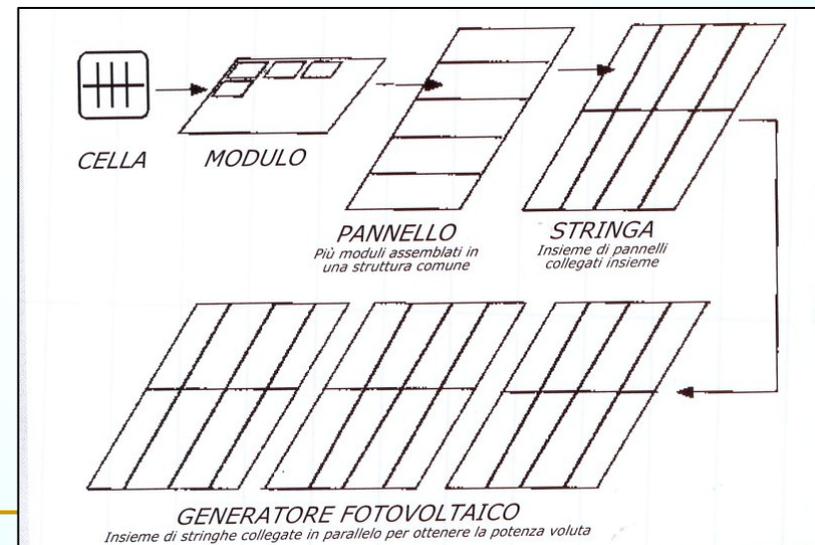
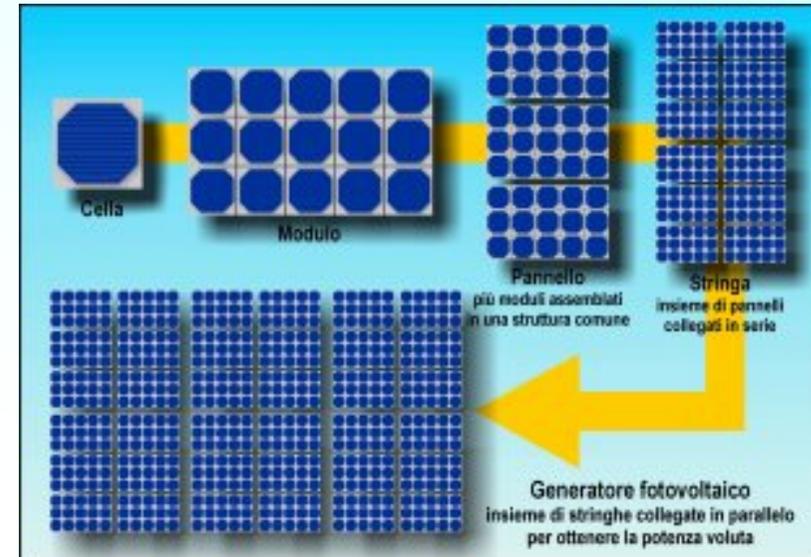
E' costituito dall'insieme dei moduli fotovoltaici opportunamente collegati in serie o in parallelo in modo da realizzare le condizioni operative desiderate.

L'elemento base è il **modulo**

Più moduli assemblati tra loro formano il **pannello**

Più moduli o pannelli collegati **in serie** formano la **stringa**

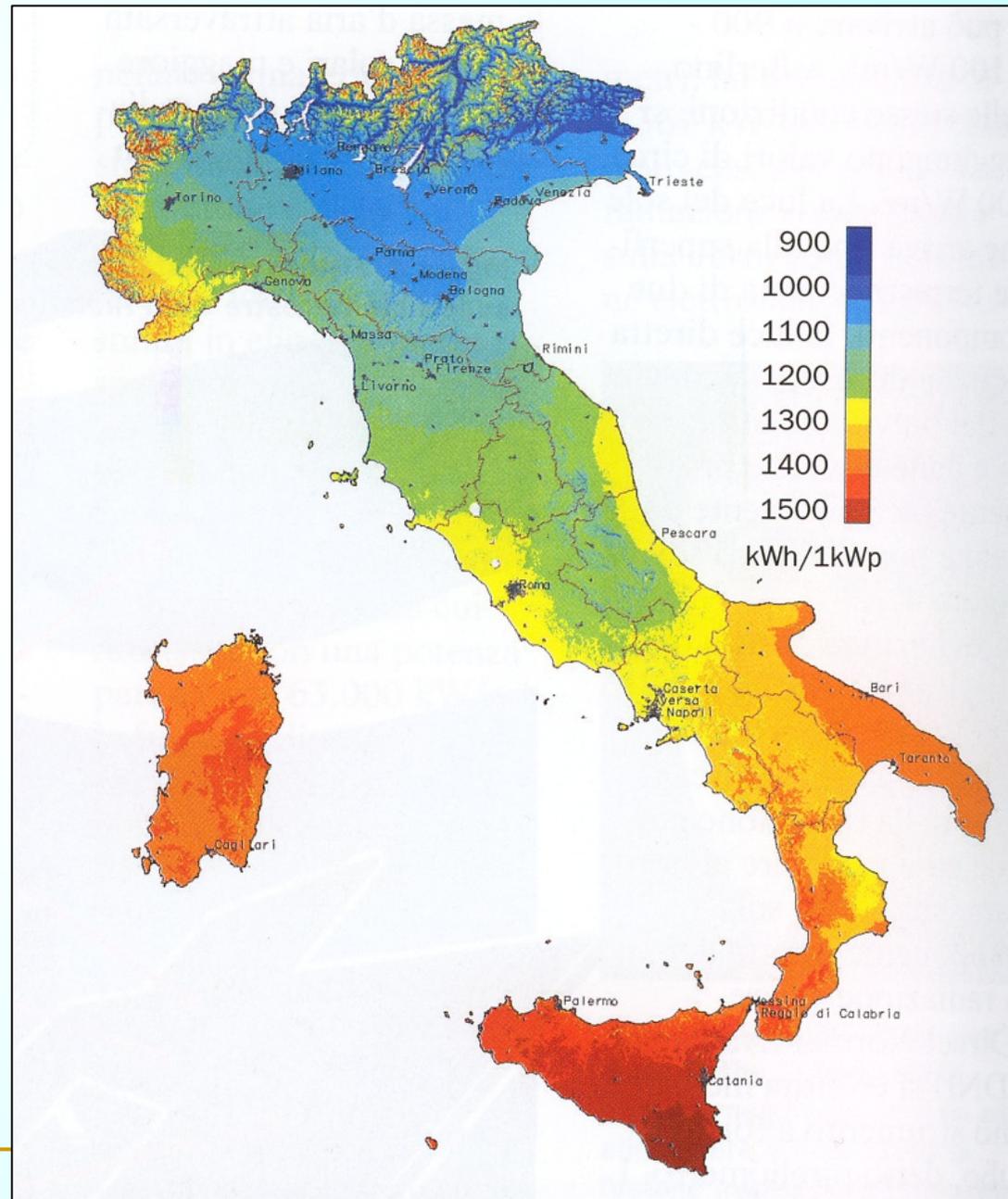
Più stringhe collegate **in parallelo** realizzano il **generatore**



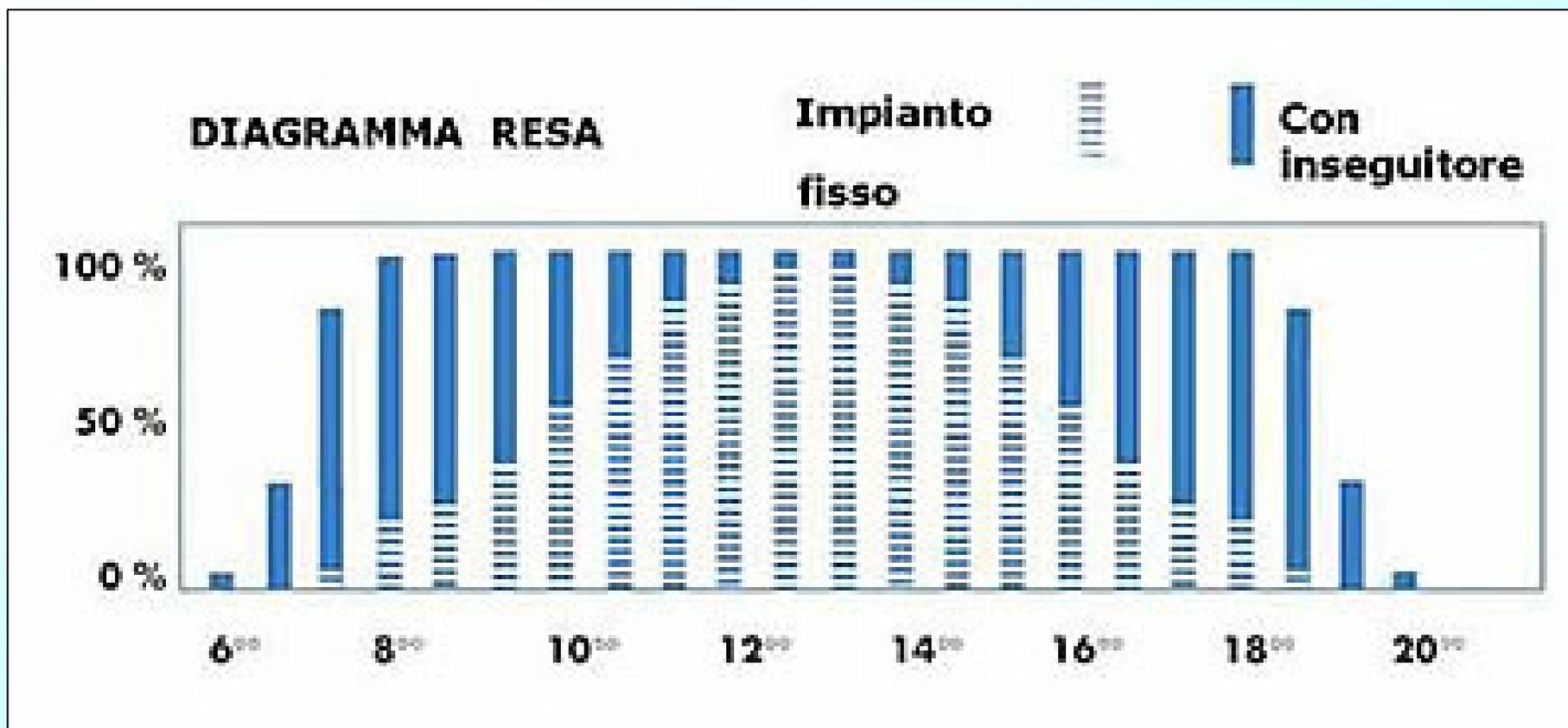
Quanta energia produce un impianto fotovoltaico?

un impianto da 1 kW con orientamento ottimale
inclinazione ottimali
assenza di ombreggiamento,
Nord 1.100-1300 kWh/anno
Centro 1.300-1500 kWh/anno
Sud 1.600-1800 kWh/anno

Produzione di un 1 kW
con inclinazione ottimale
in Italia →



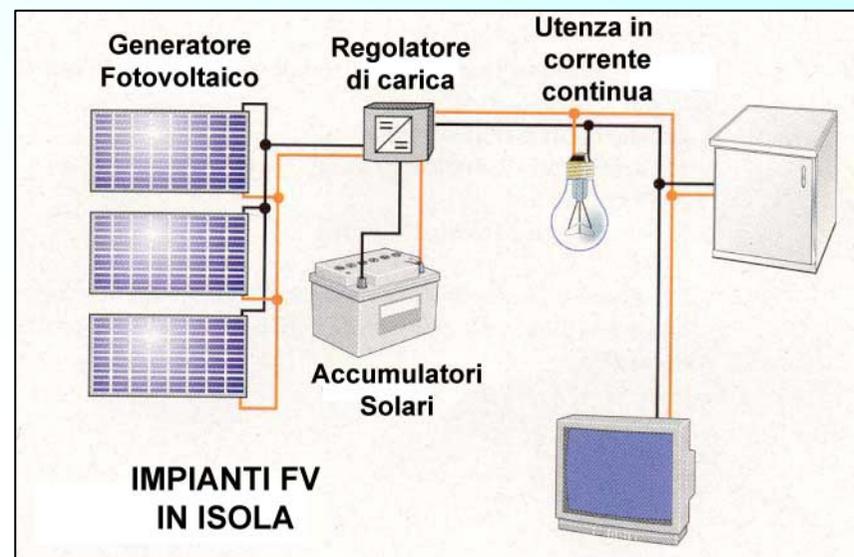
“Si può dare di più...”



Impianti ad isola (stand alone)

L'elettricità prodotta dal generatore viene **accumulata in batterie**.

Vengono utilizzati per **utenze con basso consumo energetico, difficilmente collegabili alla rete** perché ubicate in aree scomode (es. baite) oppure distanti più di 3 km dalla rete elettrica.

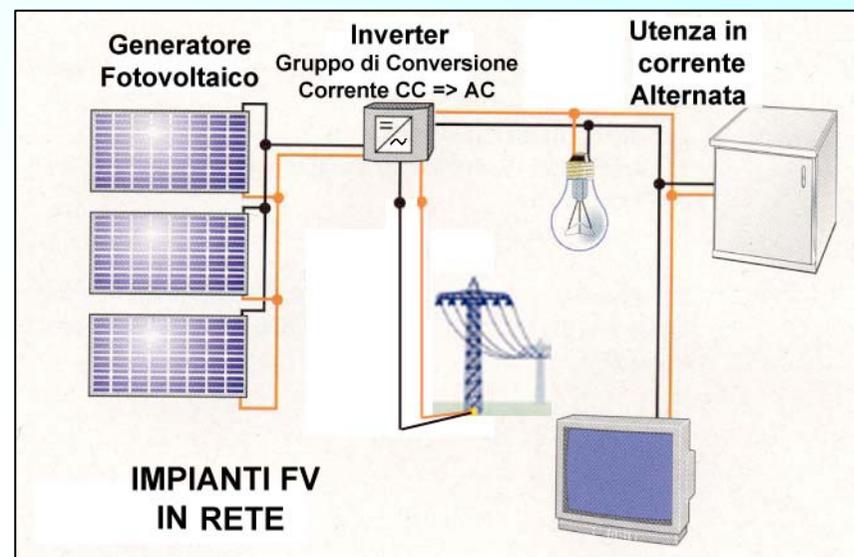


Altri tipici impianti ad isola sono installati su **barche e camper** e per l'azionamento di passaggi a livello isolati. Sempre più diffusi i **lampioncini fotovoltaici** per l'illuminazione pubblica ma anche per giardini privati. Un settore in enorme espansione è quello della richiesta di energia elettrica nei paesi in via di sviluppo, non ancora dotati di una rete elettrica estesa. La conservazione di vaccini e medicinali in ambienti refrigerati e le stazioni di pompaggio dell'acqua sono tra gli usi più frequenti nelle zone aride africane.

Impianti connessi in rete (grid connected)

Impianti che immettono nella rete urbana l'energia elettrica prodotta, energia che viene poi prelevata nel momento del bisogno.

Esistono centrali elettriche fotovoltaiche, sistemi inseriti negli edifici, integrazioni nelle facciate di case e palazzi oltre ai classici pannelli sul tetto delle case residenziali.

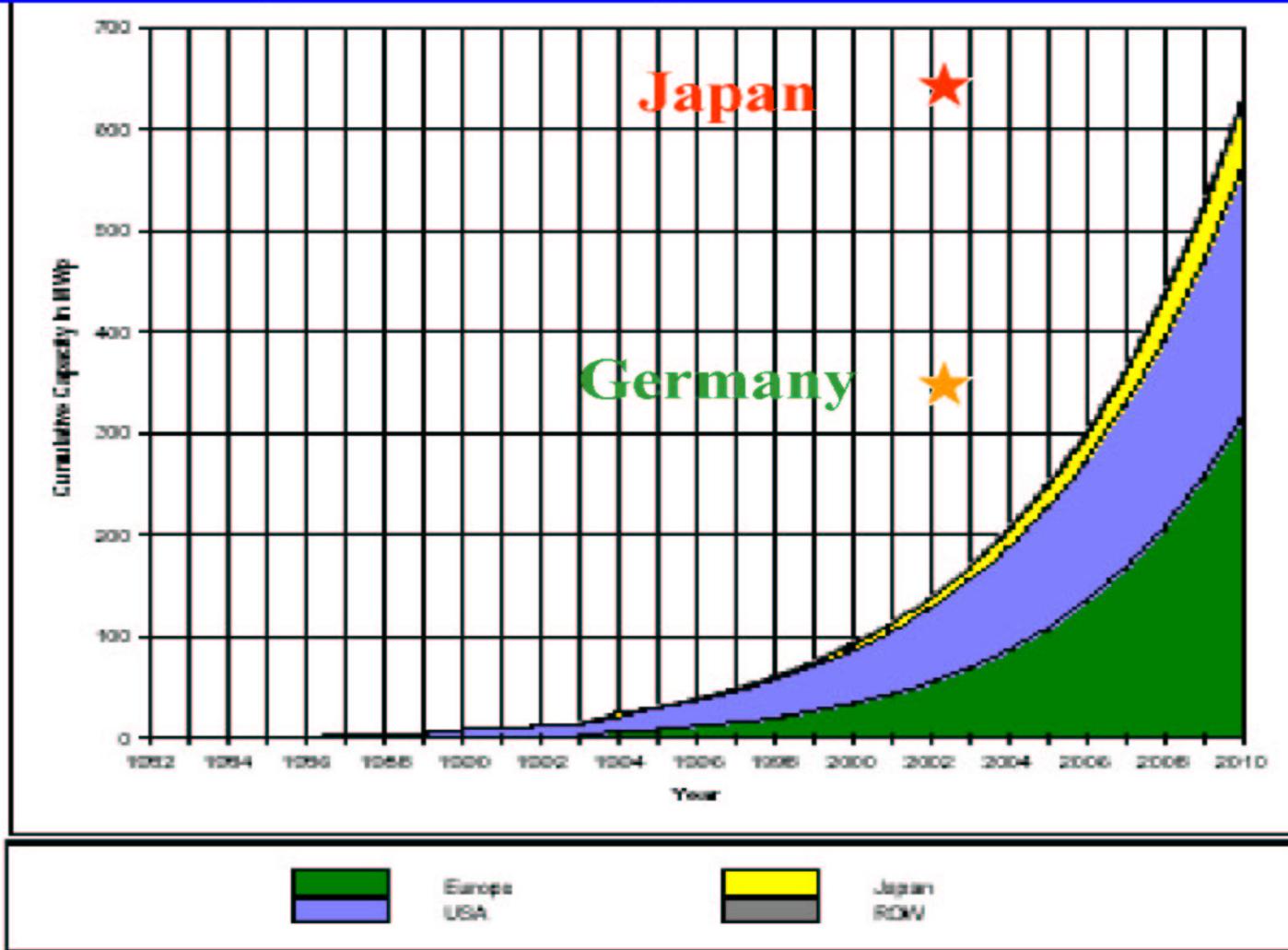


Uno dei problemi fondamentali del fotovoltaico è convertire la corrente continua erogata dal sistema solare in corrente alternata di tensione e frequenza uguali a quelli della corrente di rete.

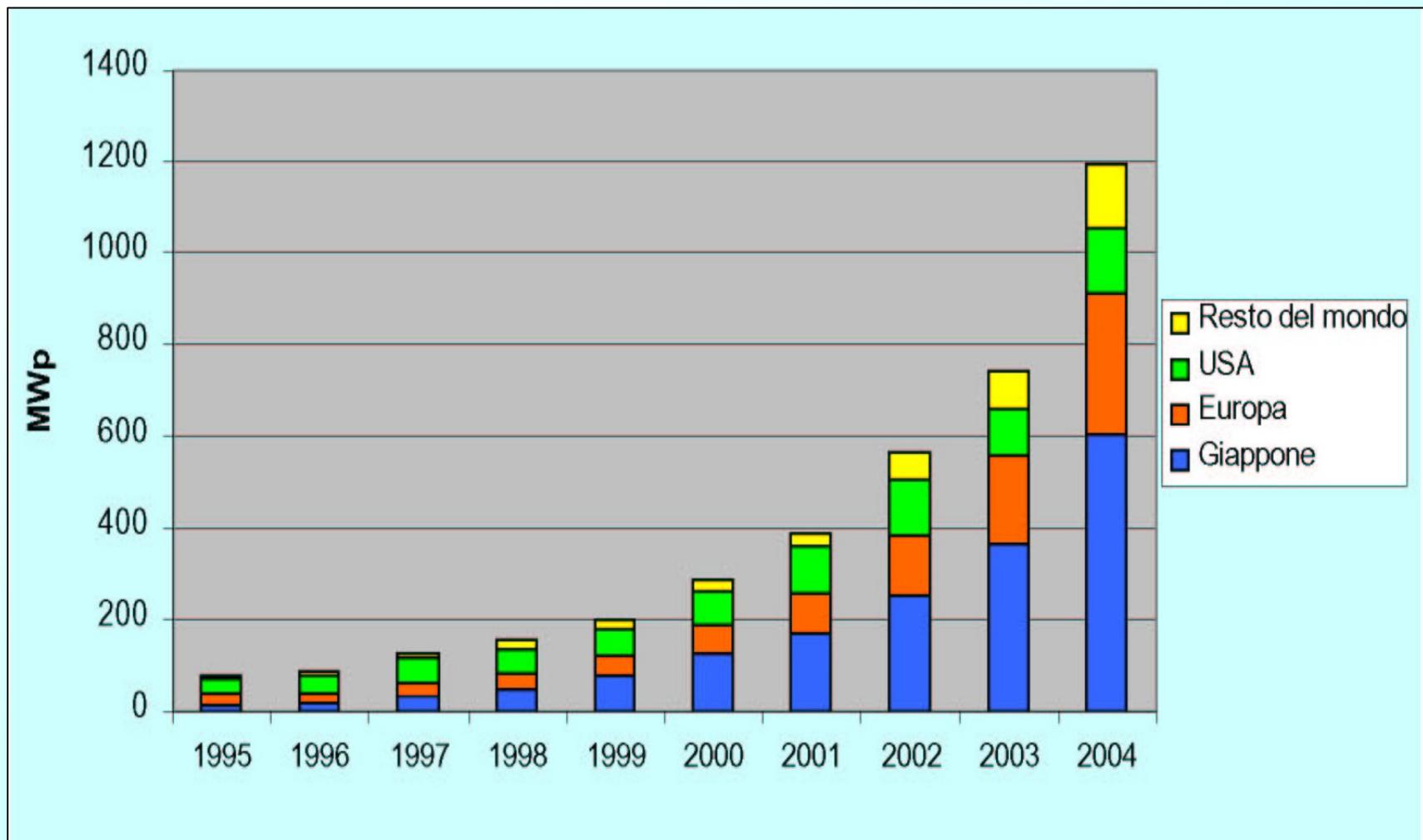
Per questo si utilizzano gli "inverter", apparecchiature elettroniche che convertono la tensione continua in una tensione alternata idonea alla rete e all'alimentazione degli apparati funzionanti a 50 Hz.

lo sviluppo del fotovoltaico

Solare negli edifici (previsioni e realtà)



lo sviluppo del fotovoltaico (2)



potenza installata nel 2004

PHOTOVOLTAIC POWER INSTALLED IN EUROPEAN UNION AND IN SWITZERLAND DURING THE YEAR 2004 (IN MWp)*

Pays	Puissances installées en 2004 en MWc		
	réseau	hors réseau	Total
Allemagne	360,000	3,000	363,000
Luxembourg	13,000	0,000	13,000
Espagne	10,485	1,300	11,785
France	5,114	0,760	5,874
Pays-Bas	4,250	0,050	4,300
Italie	4,000	0,300	4,300

potenza cumulativa 2004

<i>PV CAPACITY INSTALLED IN EUROPEAN UNION AND SWITZERLAND IN 2003 AND IN 2004* (IN MWP)</i>			
Pays	Puissances installées fin 2004		
	réseau	hors réseau	Total
Allemagne	768,000	26,00	794,000
Pays-Bas	43,010	4,730	47,740
Espagne	25,044	13,652	38,696
Italie	18,300	12,000	30,300
Luxembourg	26,000	0,000	26,000
France	9,000	11,12	20,119
Autriche	17,510	2,322	19,833
Lituanie	0,000	0,017	0,017
Malte	0,009	0,000	0,009
Lettonie	0,000	0,004	0,004
Estonie	0,000	0,002	0,002
Total U.E.	919,861	84,202	1004,063
Suisse	19,900	3,100	23,000

per approfondimenti

- **www.enea.it**
- **www.ilsolea360gradi.it**
- **www.isesitalia.it**
- **www.adiconsum.it**

fiere

- **SOLAR EXPO** Verona 19-21 aprile 2007
 - **PVtech** Roma e Milano settembre-ottobre
-

grazie dell'attenzione
