

IMPIANTO SOLARE TERMICO

IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO

arch. Ph.D. Concetta Marino

ing. Ph.D. Francesco De Falco

**Versione leggermente modificata
dall'ing. Ph.D. Diana D'Agostino
per gli A.A. 2020/2021 e seguenti**

OBBLIGO DELLE FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

La prima Legge emanata per favorire lo sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili è stata la **L. 10/91**.

Attualmente, il **D.Lgs 28/2011**, noto come Decreto Rinnovabili, per edifici di nuova costruzione o soggetti a rilevante ristrutturazione, prevede di coprire, con impianti di produzione di **energia termica** da fonti rinnovabili:



- 1) almeno il 50 % dei consumi di energia per la produzione di **ACS** con fonti rinnovabili;
- 2) almeno il 50 % dei consumi di energia previsti per **ACS + riscaldamento + raffrescamento** con risorse rinnovabili;

Nota: occorre soddisfare sia 1) che 2).

Obbligo di produrre **energia elettrica** da fonti rinnovabili mediante impianti con una **potenza elettrica minima pari a $P=S/K$** dove S (m^2) è la superficie in pianta dell'edificio (proiezione del piano più grande sul terreno) e K (m^2/kW) è un coefficiente che assume differenti valori in funzione del periodo in cui viene richiesto il titolo edilizio (attualmente pari a 50).

CONVERSIONE DELL'ENERGIA SOLARE



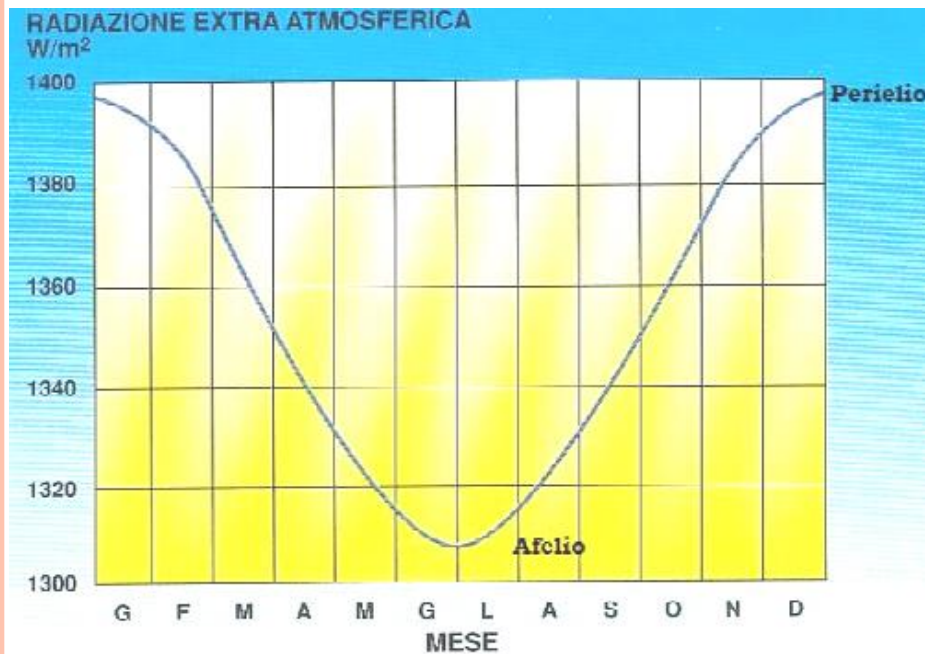
•Impianto solare termico

converte l'energia solare radiante in energia termica e la trasferisce ad un fluido termovettore (per acs oppure acs+riscaldamento).

•Impianto solare fotovoltaico

converte l'energia solare radiante in energia elettrica (per tutti i servizi in cui serve l'energia elettrica).

ENERGIA RADIANTE DISPONIBILE FUORI DELL'ATMOSFERA



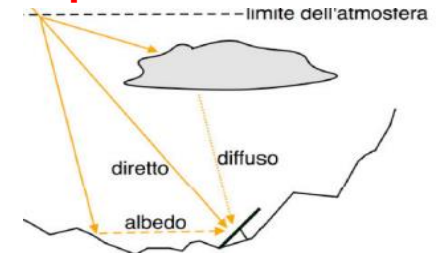
Costante solare G

Irradiazione solare media annua fuori dall'atmosfera su una superficie ortogonale ai raggi solari = **$1370 W/m^2$**

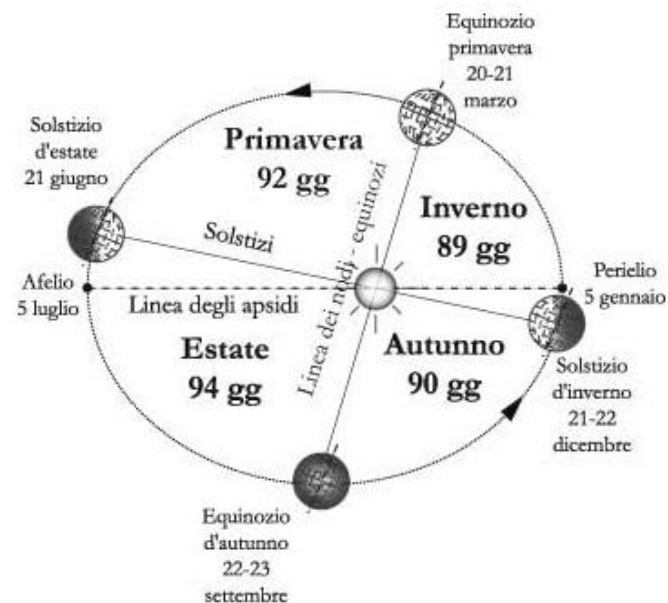
Fonte: appunti del Corso di Energetica, prof. Dentice, Università di Napoli Federico II, DII

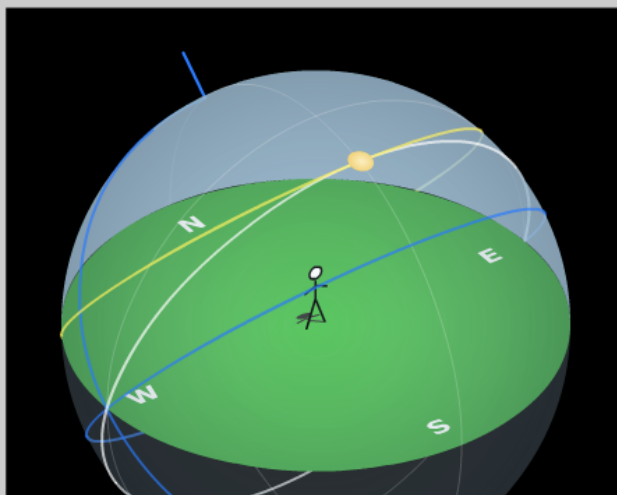
Nell'attraversare l'atmosfera, la radiazione solare è in parte:

- 1) Assorbita
- 2) Trasmessa
- 3) Riflessa



Pertanto, si considera un irraggiamento globale massimo, sulla superficie terrestre, pari a **$1000 W/m^2$**





Time and Location Controls

the day of year: 21 June

Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |

the time of day: 12:00

the observer's latitude: 40.8 ° N

12 am 12 pm 6 am 6 pm

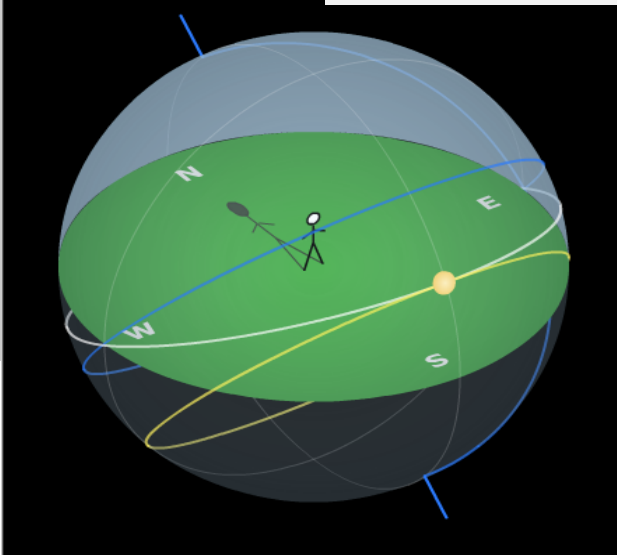
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

W E N S

L'ECLITTICA
è il cammino
apparente
che il Sole
traccia nel
cielo durante
l'anno.

Motions of the Sun Simulator

<http://astro.unl.edu/naap/motion3/animations/sunmotions.swf>



the day of year: 21 December

Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |

the time of day: 12:00

the observer's latitude: 40.8 ° N

12 am 12 pm 6 am 6 pm

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

W E N S

Estate: i
raggi sono
quasi
perpendicola
ri alla
superficie
terrestre.

Inverno: i
raggi sono
obliqui alla
superficie
terrestre.

4

Information

The horizon diagram is shown for an observer at latitude 40.8° N on 21 December at 12:00 (12:00 PM).

advanced

sun's hour angle: 0h 1m

sidereal time: 18h 2m

equation of time: 1:38

☐ show analemma

sun's altitude: 25.8°

sun's azimuth: 180.4°

sun's right ascension: 18h 0m

sun's declination: -23.4°

Animation Controls

start animation

animation mode:

☒ continuous ☐ loop day

☐ step by day

animation speed: 3.0 hrs/sec

slower faster

☐ use lower quality graphics when animating to improve performance

General Settings

- ☒ show the sun's declination circle
- ☒ show the ecliptic
- ☐ show month labels
- ☒ show underside of celestial sphere
- ☒ show stickfigure and its shadow

dragging the sun's disk changes the ...

- ☒ time of day
- ☐ day of year

PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (PVGIS)

JRC
EUROPEAN COMMISSION

Sistema informazioni geografiche per il fotovoltaico, mappe interattive

EUROPA > CEE > CCR > IE > RE > SOLAREC > PVGIS > Mappe interattive >

Contatto Avviso legale importante

Calcolatrice FV Irraggiamento mensile Irradianza giornaliera

"Ispra, Italy" "45.256N, 16.9589E" 46.639, 2.197

Cerca

Europe Africa

Map showing solar radiation (Irraggiamento globale mensile) across Europe and surrounding regions. The map is color-coded by radiation levels, ranging from 200 to 2000 kWh/m². Major cities and countries are labeled.

Dati irraggiamento globale mensile

- ☒ Irraggiamento orizzontale
- ☒ Irraggiamento ottimale
- ☒ Irraggiamento ad angolo scelto: 90 gradi
- ☐ Turbidità Linke
- ☐ Irraggiamento dif./globale
- ☒ Inclinazione ottimale

Dati temperatura esterna mensili

- ☐ Temperatura media di giorno
- ☒ Media giornaliera di temperatura
- ☒ Numero di gradi-giorni di riscaldamento

Formati output

- ☐ Mostra grafici
- ☐ Mostra orizzonte
- ☒ Pagina web
- ☐ File testo
- ☐ PDF

Calcola [aiuto]

POWERED BY Google

PVGIS © European Communities 2001-2007
D. Bazarson, Geocentre Consulting, PPWK, Tele Atlas, Transnavicom, Europa Technologies - Termini e condizioni d'uso

Radiazione solare Temperatura Altre mappe

200 650 1100 1550 2000 [kWh/m²]

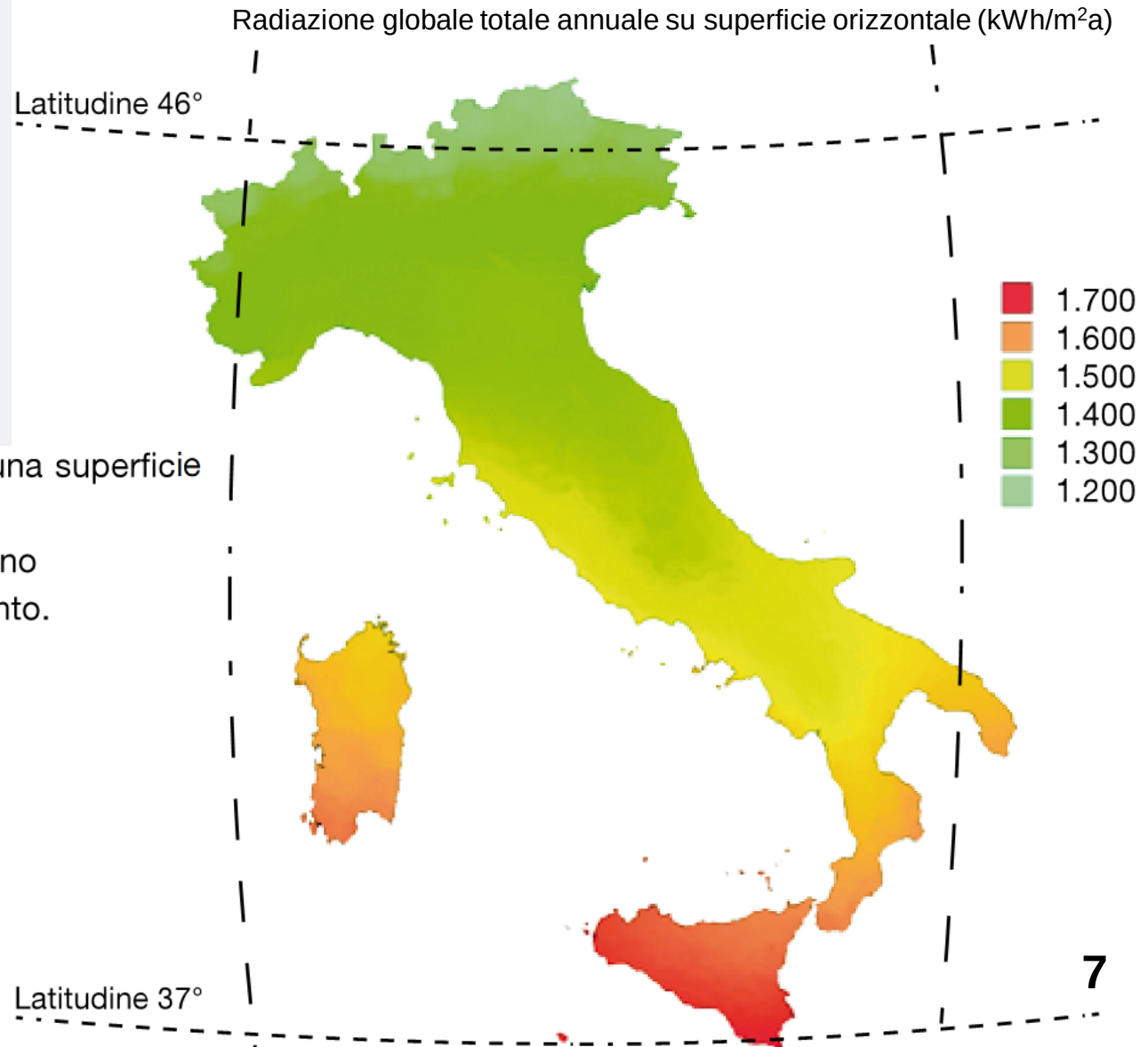
<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

ENERGIA RADIANTE DISPONIBILE SULLA SUPERFICIE TERRESTRE

Disponibilità

dipende da latitudine, dall'inclinazione della superficiale, orientamento, dall'ora, dal giorno, dal mese e dalle condizioni atmosferiche.

Il territorio italiano copre una superficie che indicativamente va:
dalla latitudine 46° - Bolzano
alla latitudine 37° - Agrigento.



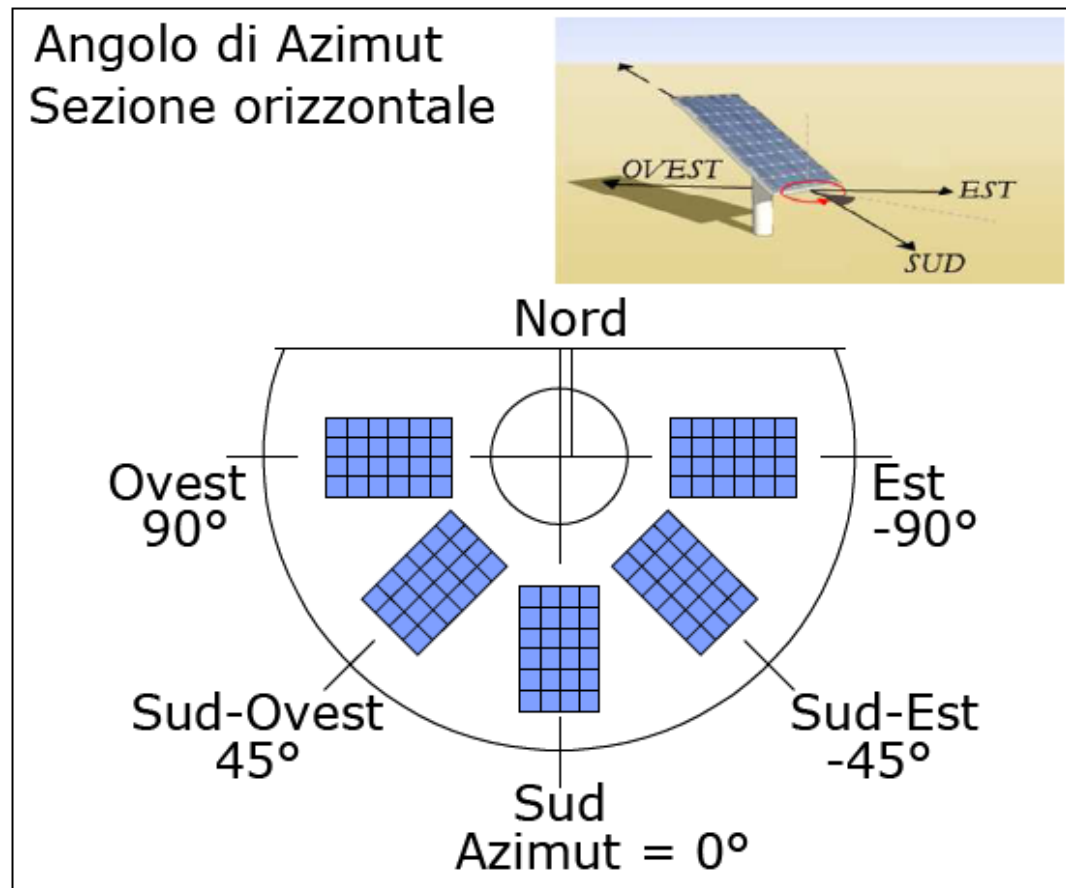
Per dati di irraggiamento vedere Norma UNI 10349

ENERGIA RADIANTE DISPONIBILE IN FUNZIONE DELLE CONDIZIONI ATMOSFERICHE

Condizioni atmosferiche								
Radiazione solare	cielo sereno	nebbia	nuvoloso	disco solare giallo	disco solare bianco	sole appena percettibile	nebbia fitta	cielo coperto
								
globale	1000 W/m ²	600 W/m ²	500 W/m ²	400 W/m ²	300 W/m ²	200 W/m ²	100 W/m ²	50 W/m ²
diretta	90%	50%	70%	50%	40%	0%	0%	0%
diffusa	10%	50%	30%	50%	60%	100%	100%	100%

ANGOLO DI AZIMUT

L'angolo di **azimut** definisce l'**orientamento** del pannello solare rispetto all'esposizione **Sud** (azimut pari a 0°), che rappresenta l'**esposizione ottimale** per un pannello solare...NEL NOSTRO EMISFERO!



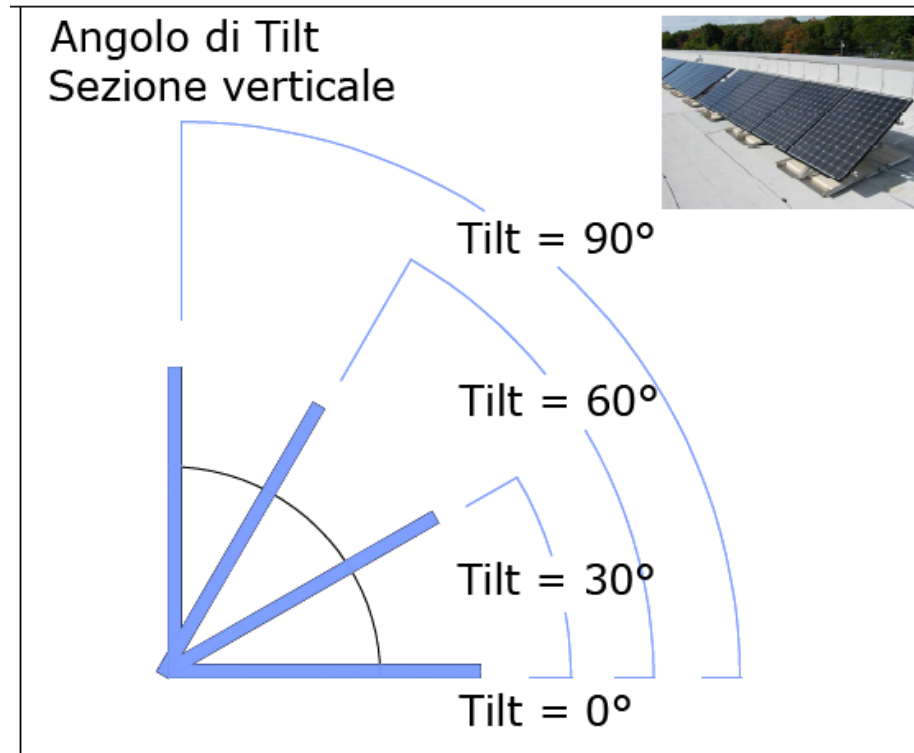
ANGOLO DI TILT

L'angolo di tilt definisce l'inclinazione del pannello solare rispetto al piano orizzontale.

L'inclinazione ottimale:

- LATITUDINE** + 10° (per massimizzare lo sfruttamento in **inverno**)
- LATITUDINE** - 10° (per sfruttare la radiazione durante l'intero **arco annuale**).

In Italia risultano ottimali angoli di tilt compresi tra i 30° ed i 35° .



SCELTA DELL'AZIMUT E TILT OTTIMALI

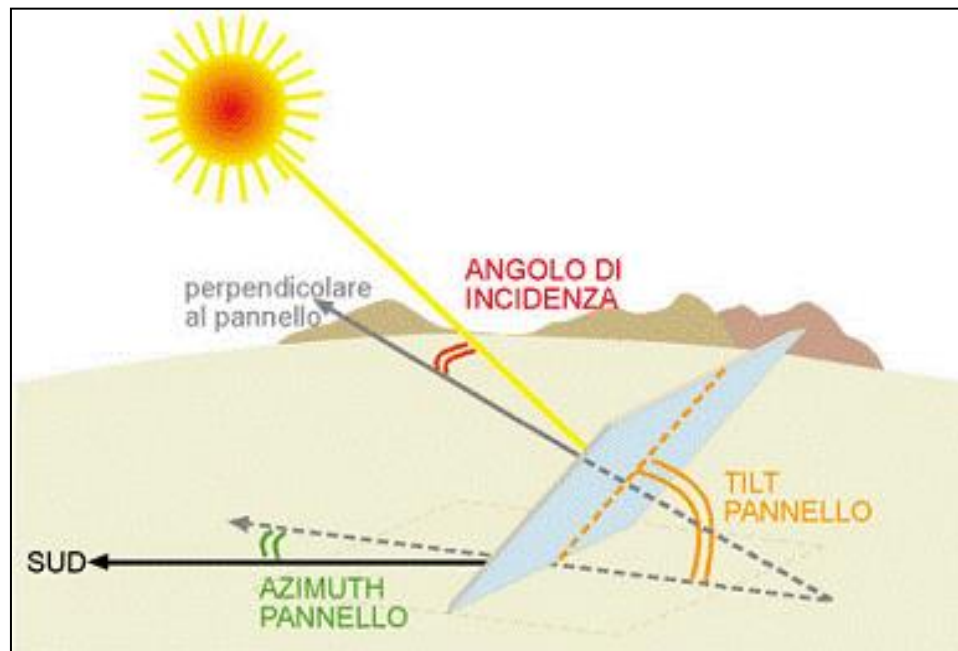
La scelta dipende da:

1) Dimensionamento impianto solare termico:

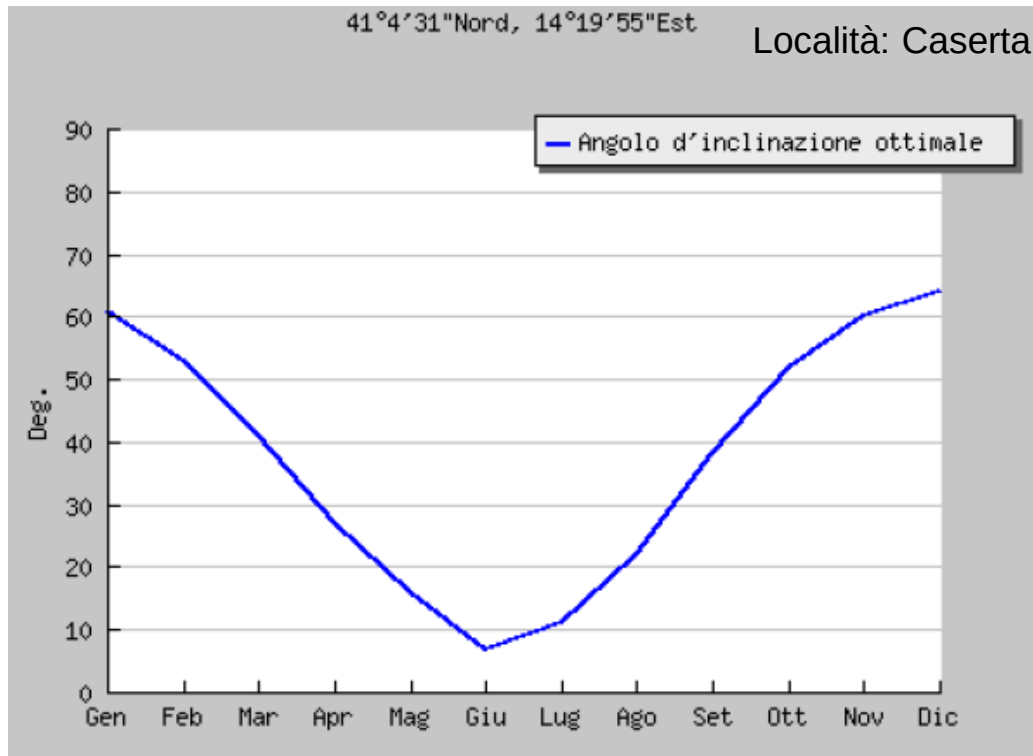
-si orientano le scelte in funzione del **fabbisogno stagionale di ACS**

2) Dimensionamento impianto fotovoltaico:

-si orienta la progettazione in modo da **massimizzare la produzione annua di energia elettrica** (perché in questo caso la rete nazionale elettrica può diventare un serbatoio nel quale immettere energia elettrica prodotta e non auto-consumata).



INCLINAZIONE OTTIMALE



Il valore ottimale dell'angolo di tilt varia nel corso dell'anno:

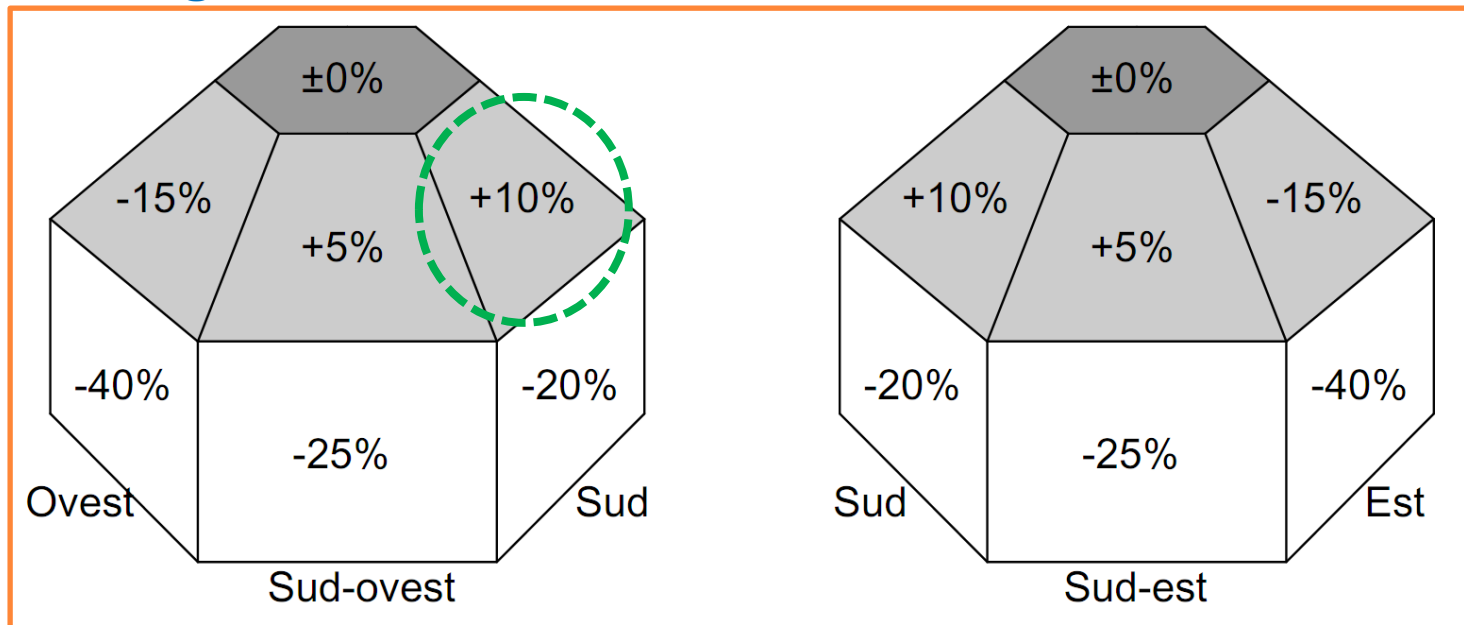
- nei mesi **estivi** il **tilt** assume valori molto **piccoli** (sole alto all'orizzonte)
- nei mesi **invernali** il **tilt** assume valori molto **grandi** (sole basso all'orizzonte)

ENERGIA CAPTABILE – INCIDENZA DI AZIMUT E TILT

Per azimut e tilt ottimali, l'energia radiante captata da una superficie è **maggiore di circa il 10%** rispetto all'energia captata dalla medesima superficie disposta orizzontalmente.

Per azimut compreso tra -45° (Sud-Est) e $+45^\circ$ (Sud-Ovest), ed angolo di tilt **ottimale**, la radiazione captata nell'arco dell'anno diminuisce, con **perdite di circa il 5% rispetto** ad un'esposizione a 0° (Sud).

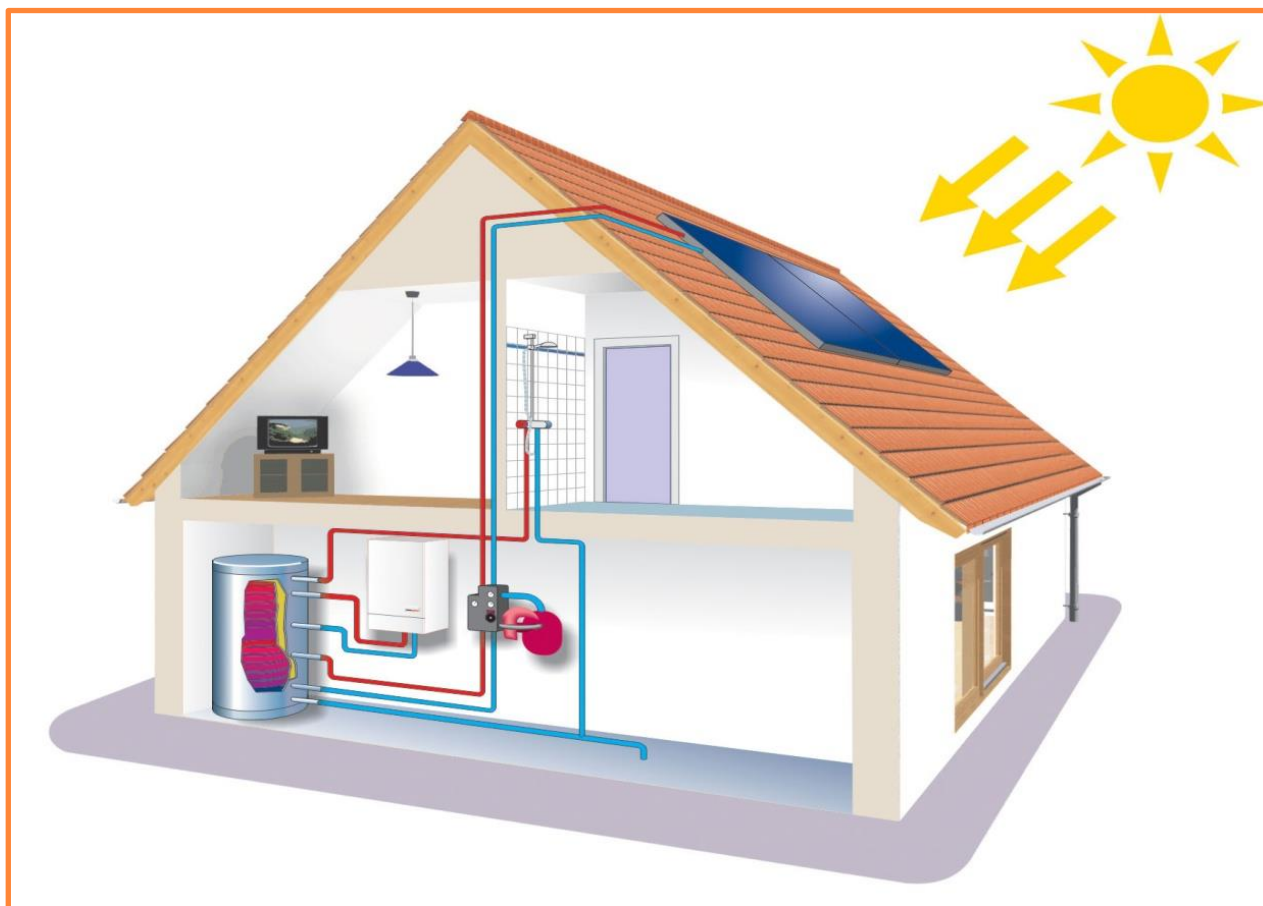
Per azimut pari a -90° (Est) e $+90^\circ$ (Ovest) comportano **riduzioni di energia solare radiante captata fino al 40%** rispetto all'esposizione orizzontale, a seconda dell'angolo di tilt.



variazioni percentuali dell'energia radiante captata rispetto ad una superficie orizzontale

IMPIANTO SOLARE TERMICO

Mediante **collettori solari** è possibile sia produrre **ACS**, sia operare un **preriscaldamento del fluido** utilizzato come vettore dell'energia termica in un impianto di **riscaldamento**.



POSIZIONAMENTO DEI COLLETTORI SOLARE TERMICI

	RICHIESTA DI A.C.S. COSTANTE TUTTO L'ANNO	RICHIESTA DI A.C.S. PRETTAMENTE ESTIVA	RICHIESTA DI A.C.S. PRETTAMENTE INVERNALE
<i>Angolo di inclinazione (tilt) ottimale</i>	$40^\circ < \beta < 60^\circ$	$25^\circ < \beta < 35^\circ$	$65^\circ < \beta < 90^\circ$
<i>Angolo di esposizione (azimut) ottimale</i>	Ottimale $-30^\circ < \alpha < 30^\circ$ Soddisfacente $-60^\circ < \alpha < 60^\circ$		



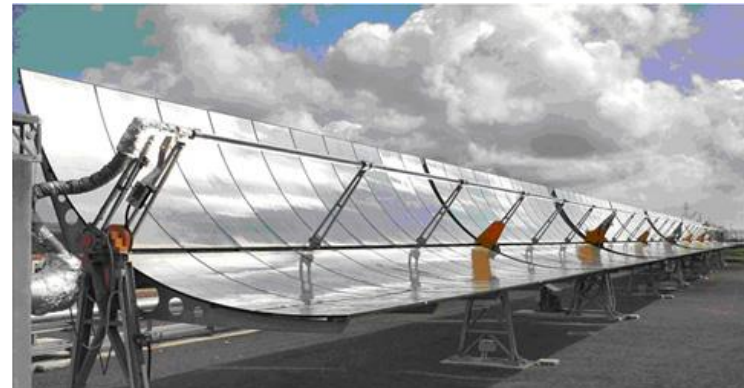
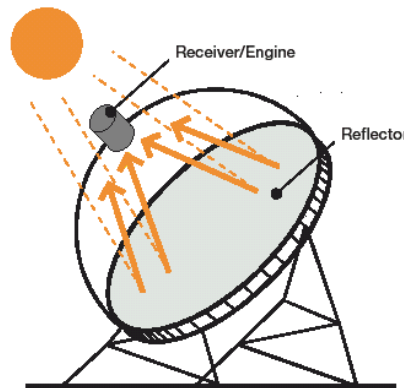
CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI SOLARI TERMICI

Gli impianti solari termici sono normalmente **classificati in funzione della temperatura di esercizio del fluido termovettore.**

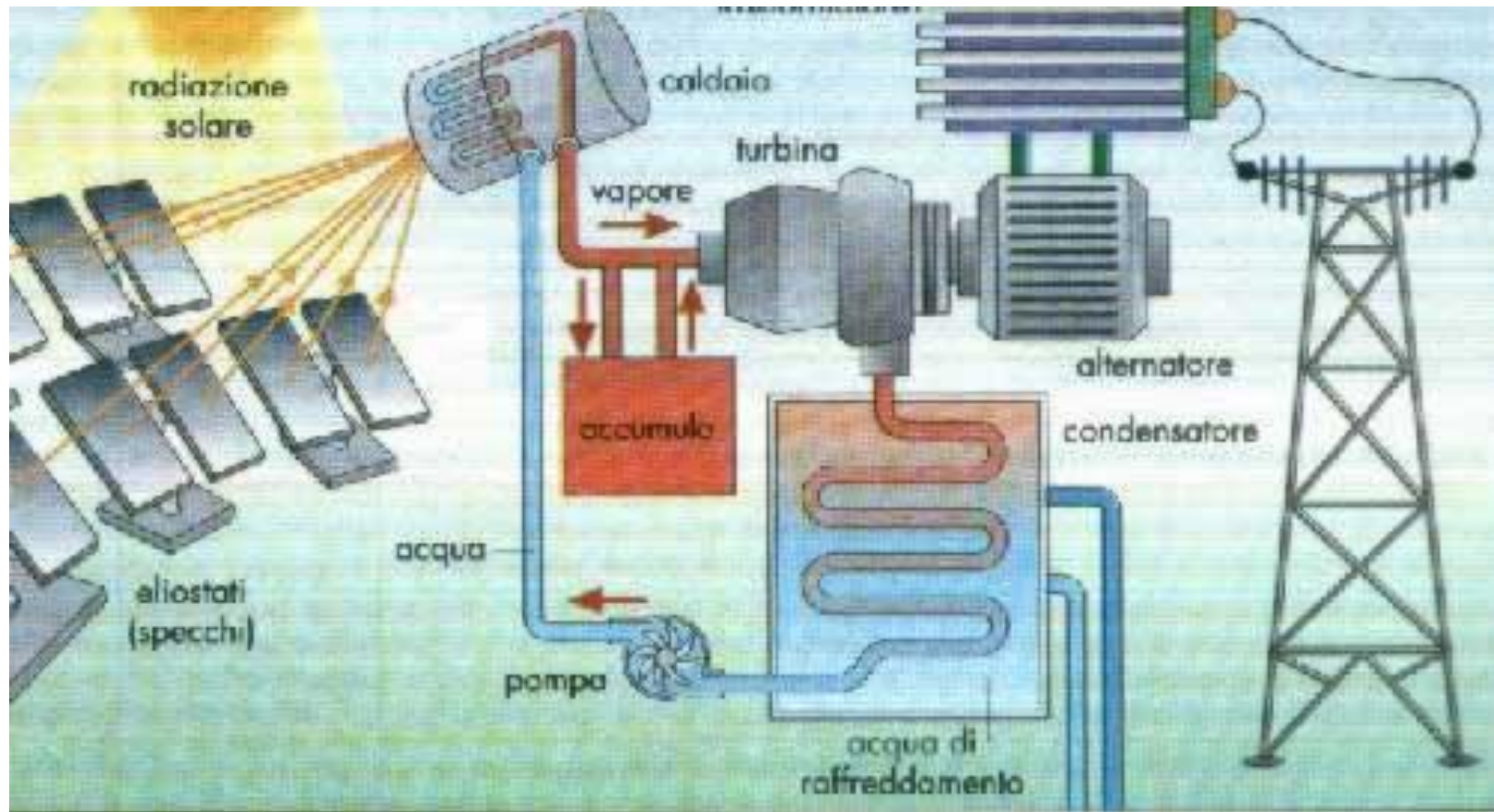
Gli impianti utilizzati in ambito civile sono classificati come **“impianti a bassa temperatura”** ($T_{\text{fluido}} < 120\text{ °C}$).

Gli impianti utilizzati in processi industriali sono classificati come **“impianti a media temperatura”** (T_{fluido} compresa tra ca. 120°C - 500°C).

Per **“impianti ad alta temperatura”** ($T_{\text{fluido}} > \text{ca. } 500\text{ °C}$) si intendono le applicazioni in cui l'energia connessa alla radiazione solare è convertita in energia caratterizzata da livelli termici molto elevati, al fine di consentire il funzionamento di **turbine a vapore** per la **produzione di energia elettrica**. La radiazione captata è in genere concentrata mediante specchi e concentratori parabolici, lineari o concentrici; quando la conversione mira alla produzione di energia elettrica solitamente si parla di **impianti solari termodinamici**.



CENTRALE SOLARE TERMODINAMICA



IMPIANTI SOLARI A BASSA TEMPERATURA

I sistemi solari termici a bassa temperatura, in configurazioni impiantistiche più complesse, possono essere adoperati, oltre che per il **riscaldamento dell'acqua ad uso sanitario**, anche per integrazione all'impianto di **riscaldamento** avente come generatore principale una pompa di calore o caldaia (comunque nel caso di corpi scaldanti a bassa temperatura, come pannelli radianti o fan-coil).

Inoltre, gli impianti solari a bassa temperatura possono essere convenientemente usati per il **riscaldamento di piscine** e per la **fornitura di calore di processo** per applicazioni industriali.

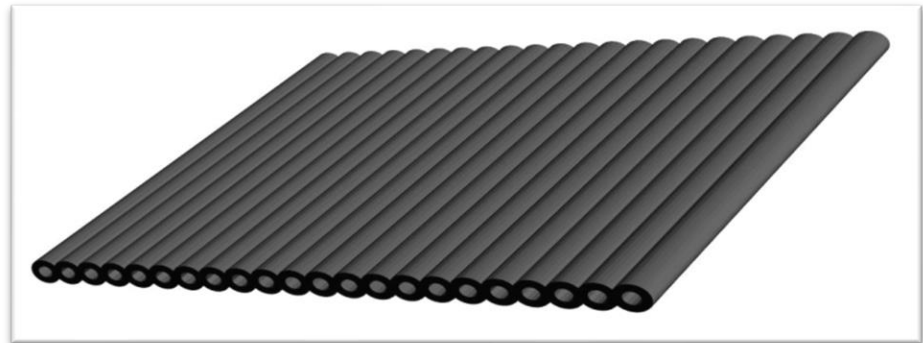


Un impianto solare solitamente ha una **vita utile di funzionamento** intorno ai **15 - 20 anni**. Il risparmio energetico conseguibile dall'utilizzo di un impianto solare termico consente un **recupero dell'investimento** mediamente stimabile intorno ai **3-5 anni**, in funzione del **sito** di installazione, del profilo di utilizzo da parte dell'**utenza** e, ovviamente, dal **costo iniziale** sostenuto.

Una ulteriore classificazione (slide successive) è quella che riguarda il **tipo di collettore** utilizzato dall'impianto solare termico.



1. I collettori in materiale plastico (PVC, polipropilene, neoprene, etc.) costituiscono la soluzione più economica, adatta prevalentemente per la stagione estiva, in quanto l'assenza di copertura vetrata ed isolamento comporta dispersioni termiche troppo elevate per un uso con basse temperature esterne. L'acqua da riscaldare attraversa direttamente il pannello, evitando i costi e le complicazioni impiantistiche dello scambiatore. Essa rappresenta pertanto la soluzione ideale per gli stabilimenti balneari, i campeggi, le piscine scoperte e le residenze di villeggiatura estiva.

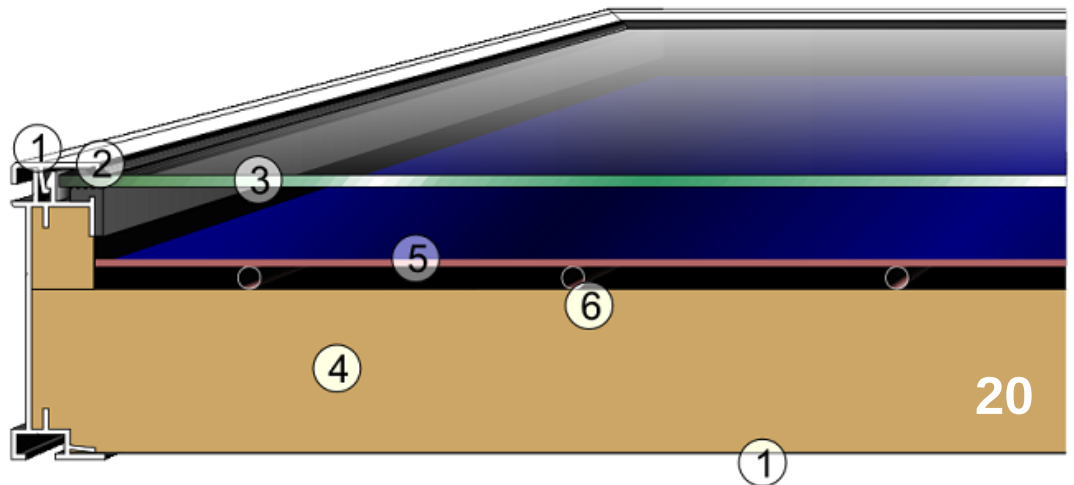


2. I collettori piani con copertura vetrata sono la tecnologia più diffusa e più adattabile (costano circa 500€/m²). Offrono una resa buona tutto l'anno. Sono disponibili in varie soluzioni che si distinguono per la selettività della piastra assorbente, per i materiali (rame, acciaio inox e alluminio anodizzato) e per l'essere idonee all'uso in impianti a circolazione forzata o naturale. Possono produrre acqua calda con rese accettabili fino a 60/70 °C.

Sono costituiti da:

- **un assorbitore metallico** (in rame, alluminio o acciaio) che incorpora anche i tubi di passaggio del fluido vettore;
- **una lastra in vetro o in plastica** con buona trasparenza alle radiazioni emesse dal sole ed elevata opacità a quelle emesse dall'assorbitore;
- **un pannello di materiale isolante**, posto sotto l'assorbitore;
- **un involucro di contenimento** per proteggere i componenti di cui sopra e limitare le dispersioni termiche del pannello.

1. Scatola
2. Guarnizione impermeabilizzante
3. Rivestimento trasparente
4. Isolamento termico
5. Placca assorbente di rame
6. Tubi di rame

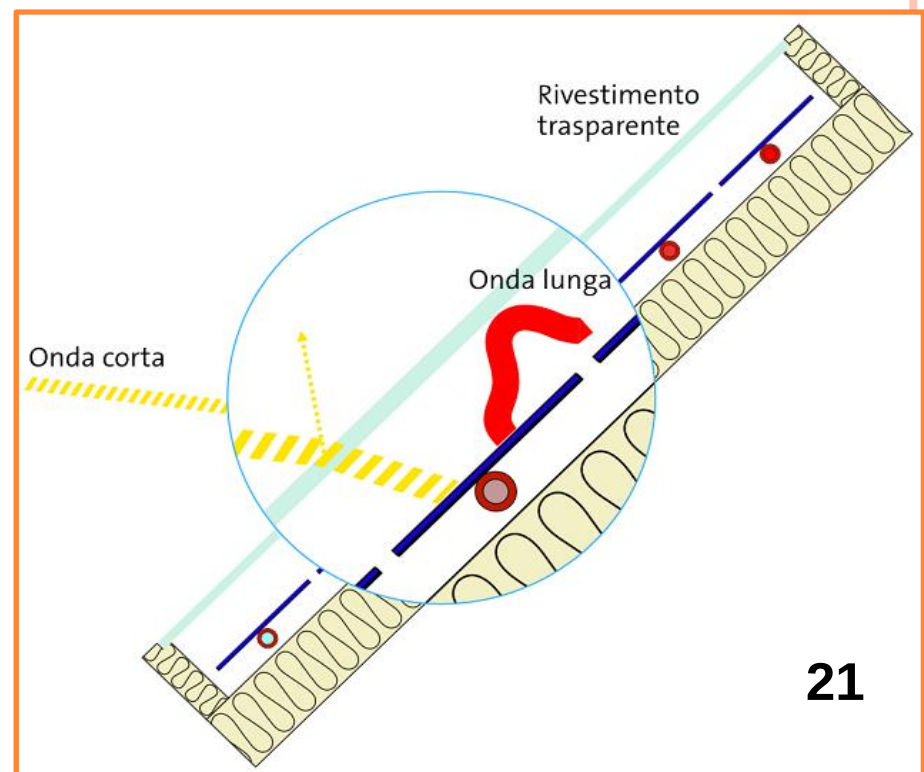
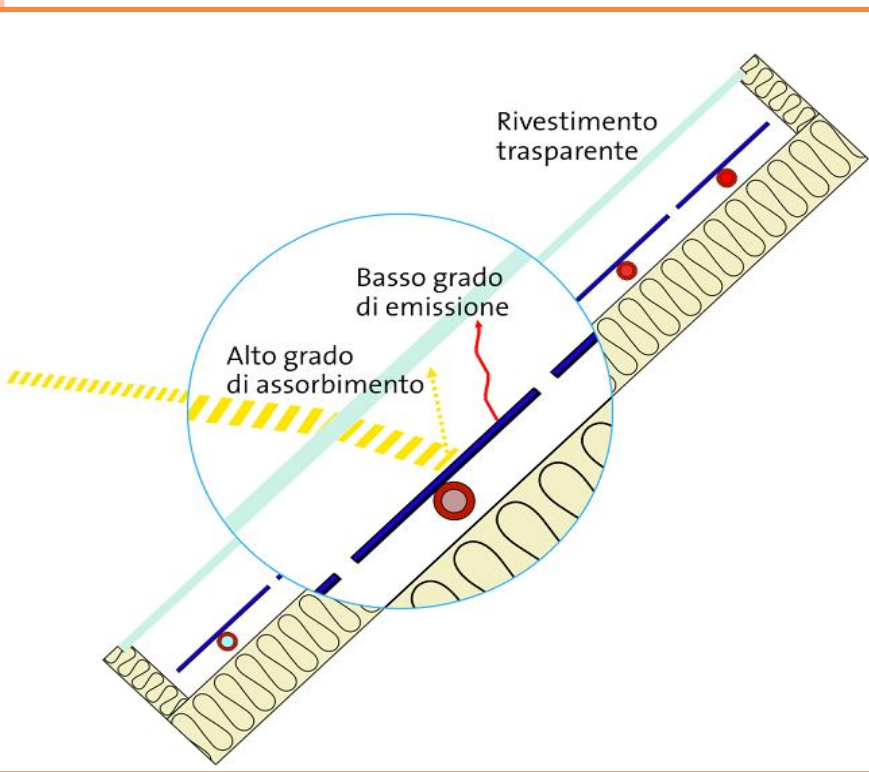


IL COSTO FINALE DELL'IMPIANTO (COMPRESA INSTALLAZIONE): 700-800 €/m²

ASSORBITORE METALLICO E CHIUSURA TRASPARENTE

L'assorbitore metallico è trattato superficialmente in modo da conferirgli **elevato assorbimento** radiazione solare, **bassa emissività** per la radiazione infrarossa.

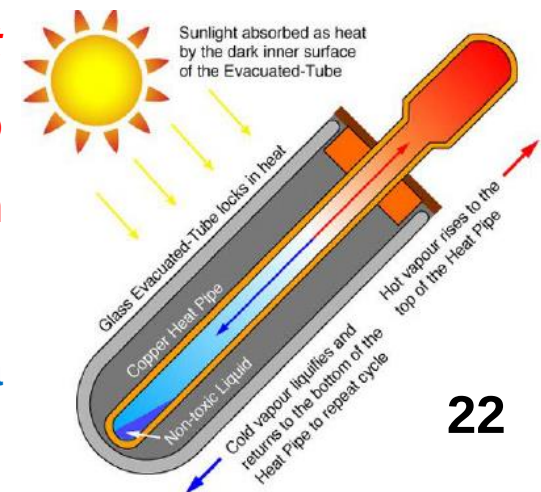
La lastra in vetro o in plastica è **trasparente** alle lunghezze d'onda tipiche della radiazione solare, ed **opaca** alla radiazione infrarossa (effetto serra).



3. I **collettori sottovuoto** presentano, soprattutto in climi rigidi, le performance migliori e possono produrre acqua calda fino a **120 °C**. Rappresentano la tecnologia più costosa (**700-800€/m²**). Sono composti da serie parallele di particolari tubi di vetro. **Ogni tubo vetrato contiene al proprio interno un altro tubo concentrico, trattato con vernice selettiva di colore scuro, che attira e cattura la radiazione solare grazie all'assorbitore. Tra i due tubi viene realizzato il vuoto, in modo da limitare le perdite convettive.**



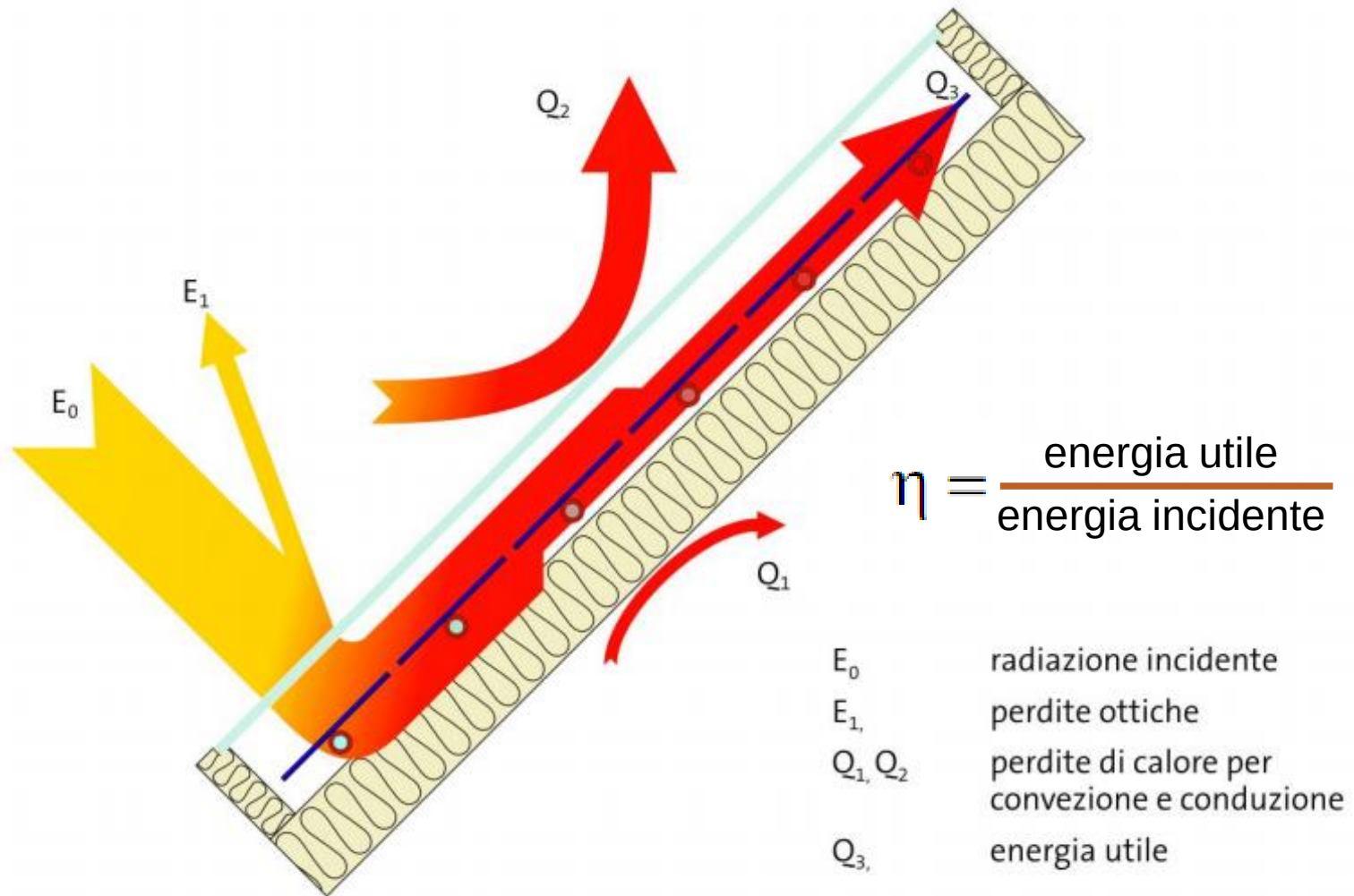
La modalità di trasporto del calore più diffusa è a **“heat pipe”** (condotto termico): all'interno di ogni tubo di vetro è presente uno speciale tubo di rame, riempito con soluzione alcolica, che evapora a basse temperature. Il vapore sale lungo l'heat pipe, si raffredda e condensa cedendo calore al fluido termovettore.



22

IL COSTO FINALE DELL'IMPIANTO (COMPRESA INSTALLAZIONE): 900-1.000 €/m²

FLUSSI ENERGETICI IN UN COLLETTORE



RENDIMENTO DI UN COLLETTORE SOLARE

Il rendimento di un collettore solare indica la percentuale di energia solare incidente sulla superficie di riferimento del collettore che può essere trasformata in energia termica utile. Dipende dalle condizioni operative del collettore.

Secondo la norma **UNI EN 12975** l'espressione analitica della curva di rendimento è:

$$\eta = \eta_0 - a_1(T_m - T_a) / G - a_2 G (T_m - T_a)^2 / G^2$$

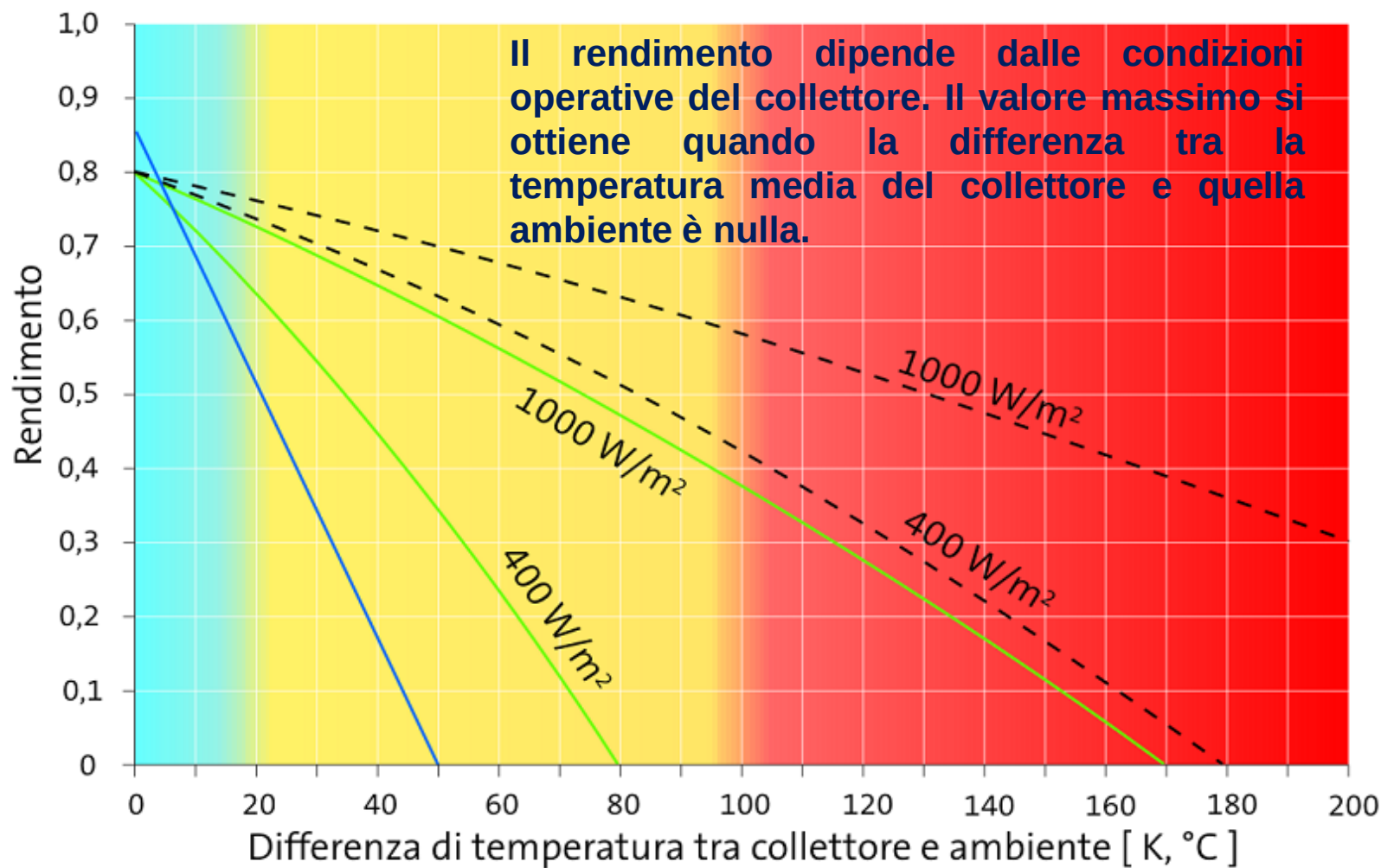
- a_1, a_2 = coefficienti di dispersione termica
- η_0 = rendimento ottico

} valori reperibili sulla scheda tecnica del collettore

Definizione del rendimento	$\eta = \dot{Q} / A \cdot G$
Potenza termica del collettore	$\dot{Q}$
Superficie di riferimento	A
Irradiazione solare (800 W/m ² in condizioni di test)	G
Intensità di radiazione solare sulla superficie di riferimento	A · G

Temperatura all'ingresso del collettore	T_{in}
Temperatura all'uscita del collettore	T_{ex}
Temperatura dell'ambiente	T_a
Temperatura media del collettore	$T_m = (T_{in} + T_{ex}) / 2$

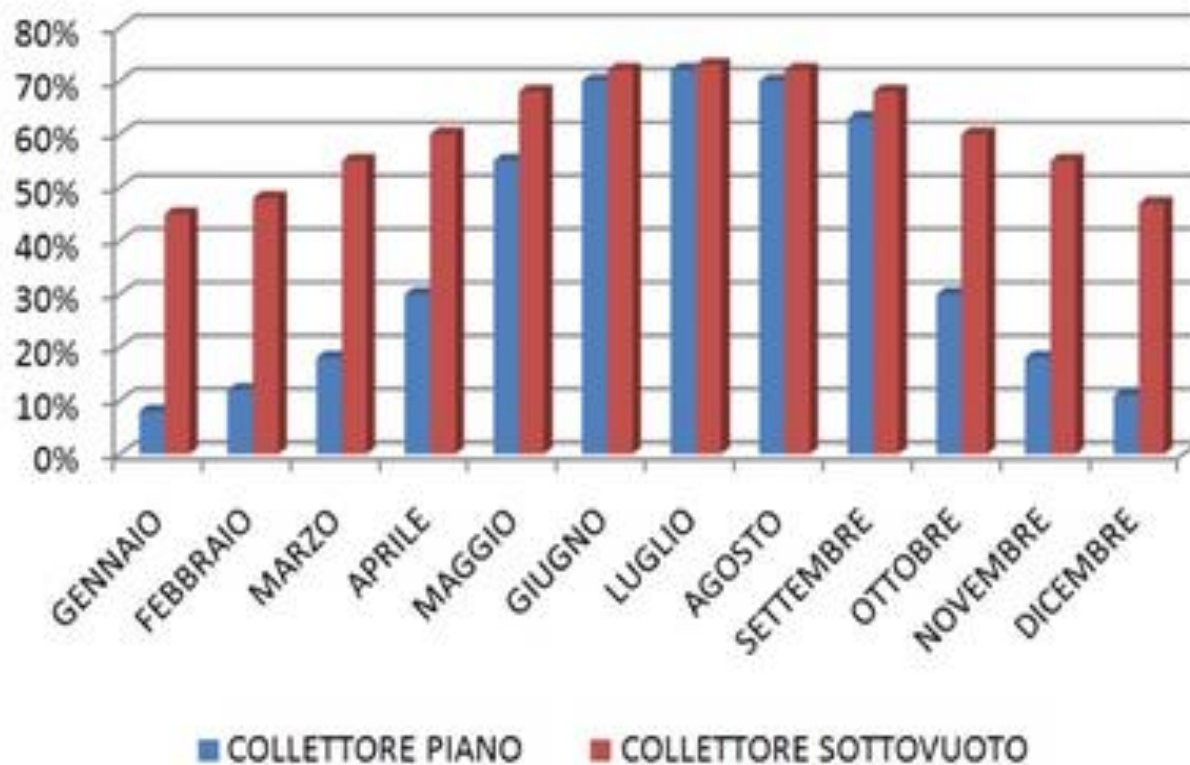
CURVE DI RENDIMENTO



- Collettore per piscina
- Collettore piano
- - - Collettore sotto vuoto

- 0 - 20 K Riscaldamento di piscine
- 20 - 100 K Acqua calda e riscaldamento
- > 100 K Calore di processo

SOTTOVUOTO VS PIANO



L'impiego di collettori solari sottovuoto con **riflettore CPC**, abbinati ad un impianto standard, consente un **risparmio di energia per ACS fino all' 80%**; mentre, considerando **ACS + riscaldamento il risparmio complessivo può superare il 40%.**

RIFLETTORE CPC



REGOLE PRATICHE SULLA PROGETTAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE TERMICO

E' molto importante dimensionare correttamente la superficie captante necessaria, onde sfruttare al massimo l'energia solare senza incorrere in costi di impianto proibitivi. Non è consigliabile mirare al soddisfacimento del 100% del fabbisogno energetico annuale delle utenze: conseguire l'autosufficienza energetica anche nei mesi invernali comporterebbe un notevole surplus energetico nei mesi estivi, ed un impianto costoso e di difficile ammortamento.

Nel caso di utenze monofamiliari, conviene coprire con l'impianto solare il 50-60% del fabbisogno energetico, lasciando ad una fonte integrativa (ad esempio una caldaia a gas) il compito di coprire le punte di carico nei mesi invernali o nelle giornate di cattivo tempo.

DIMENSIONAMENTO PANNELLI ED ACCUMULO

*SUPERFICI NETTE PANNELLI PIANI
CORRELATE AL FABBISOGNO GIORNALIERO
DI ACQUA CALDA A 45°C*

<i>Italia Nord</i>	<i>1,2 m²</i>	<i>per fabbisogno 50 l/giorno</i>	
<i>Italia Centro</i>	<i>1,0 m²</i>	<i>" "</i>	<i>" "</i>
<i>Italia Sud</i>	<i>0,8 m²</i>	<i>" "</i>	<i>" "</i>

*Nota:
Per pannelli a tubi sotto vuoto, le superfici sopra
riportate possono essere ridotte del 20%.*

*FABBISOGNO GIORNALIERO
DI ACQUA CALDA A 45°C*

Abitazioni civili

<i>Comfort elevato</i>	<i>75 l/(persona/giorno)</i>
<i>Comfort medio</i>	<i>50 l/(persona/giorno)</i>
<i>Comfort basso</i>	<i>35 l/(persona/giorno)</i>
<i>Lavatrice</i>	<i>20 l/(1 lavaggio giorno)</i>
<i>Lavastoviglie</i>	<i>20 l/(1 lavaggio giorno)</i>

Volume dei serbatoi d'accumulo

Si può determinare in base a valori variabili da 50 a 60 litri per metro quadrato di pannelli. E quindi si può ritenere valida la seguente formula:

$$V = (50 \div 60) \cdot S$$

Dove: **V** = Volume del serbatoio, l
S = Superficie netta dei pannelli, m²

UNI 9182 – INDICAZIONI SUL FABBISOGNO GIORNALIERO DI ACS

FABBISOGNI MEDI GIORNALIERI DI ACQUA CALDA A 40 °C

Riferiti ad una persona

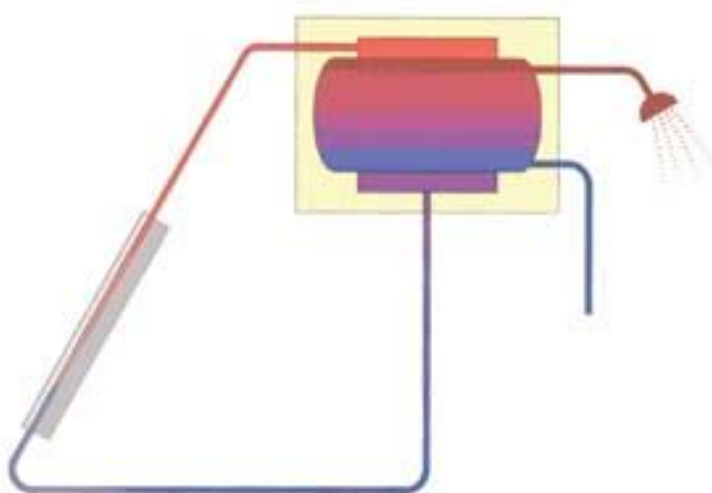
Utenza	l/persona-giorno
Case di abitazioni ^{*)}	
- di tipo popolare	da 40 a 50
- di tipo medio	da 70 a 80
- di tipo di lusso	da 150 a 200
Alberghi e pensioni	
- camere con servizi dotati di vasca	da 180 a 200
- camere con servizi dotati di doccia	130
- camere con lavabo e bidet	60
Uffici	da 15 a 200
Ospedali e cliniche	da 130 a 150
Centri sportivi	da 50 a 60
Spogliatoi di stabilimenti	da 30 a 50
^{*)} I valori indicati devono essere moltiplicati per i fattori correttivi riportati nei prospetti seguenti per tenere conto del numero degli alloggi, delle dimensioni di ogni alloggio e del tenore di vita dell'utente.	

CIRCOLAZIONE DEL FLUIDO TERMOMETTORE

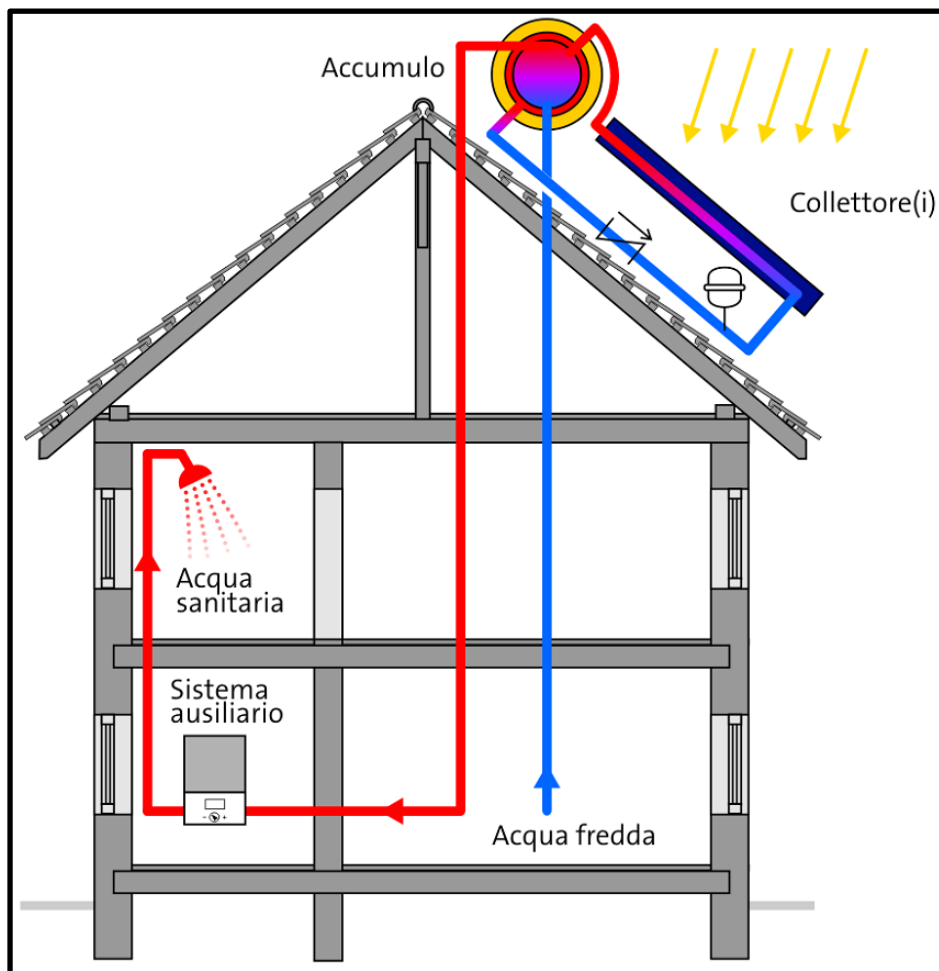
1. **Circolazione naturale (solo ACS):** il fluido vettore è movimentato dalle **differenze di densità dovute al riscaldamento** all'interno del collettore. Il fluido riscaldato tende a spostarsi nelle zone più alte del circuito chiuso, movimentando tutto il liquido in esso contenuto. Analogo fenomeno avviene all'interno del bollitore, in cui l'immissione di acqua da rete avviene dal basso, mentre in alto è spillata l'acqua riscaldata all'interno del serbatoio, a cui il fluido vettore proveniente dai collettori ha ceduto energia.
2. **Circolazione forzata (ACS e/o riscaldamento):** una **pompa elettrica muove il fluido primario** all'interno del circuito. Il funzionamento della pompa è controllato dalla centralina solare. In particolare, in una configurazione semplice e piuttosto comune, la centralina aziona la pompa allorché esiste una significativa differenza di temperatura tra il fluido all'interno dei collettori e quello all'interno del serbatoio di accumulo.

TIPOLOGIE IMPIANTISTICHE

Impianto a circuito aperto (collettori solari in materiale plastico):
generalmente questo sistema è utilizzato per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria delle **docce di impianti con utilizzo stagionale** (per esempio per stabilimenti balneari o campeggi) o per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria ad uso domestico con *utilizzo stagionale*.

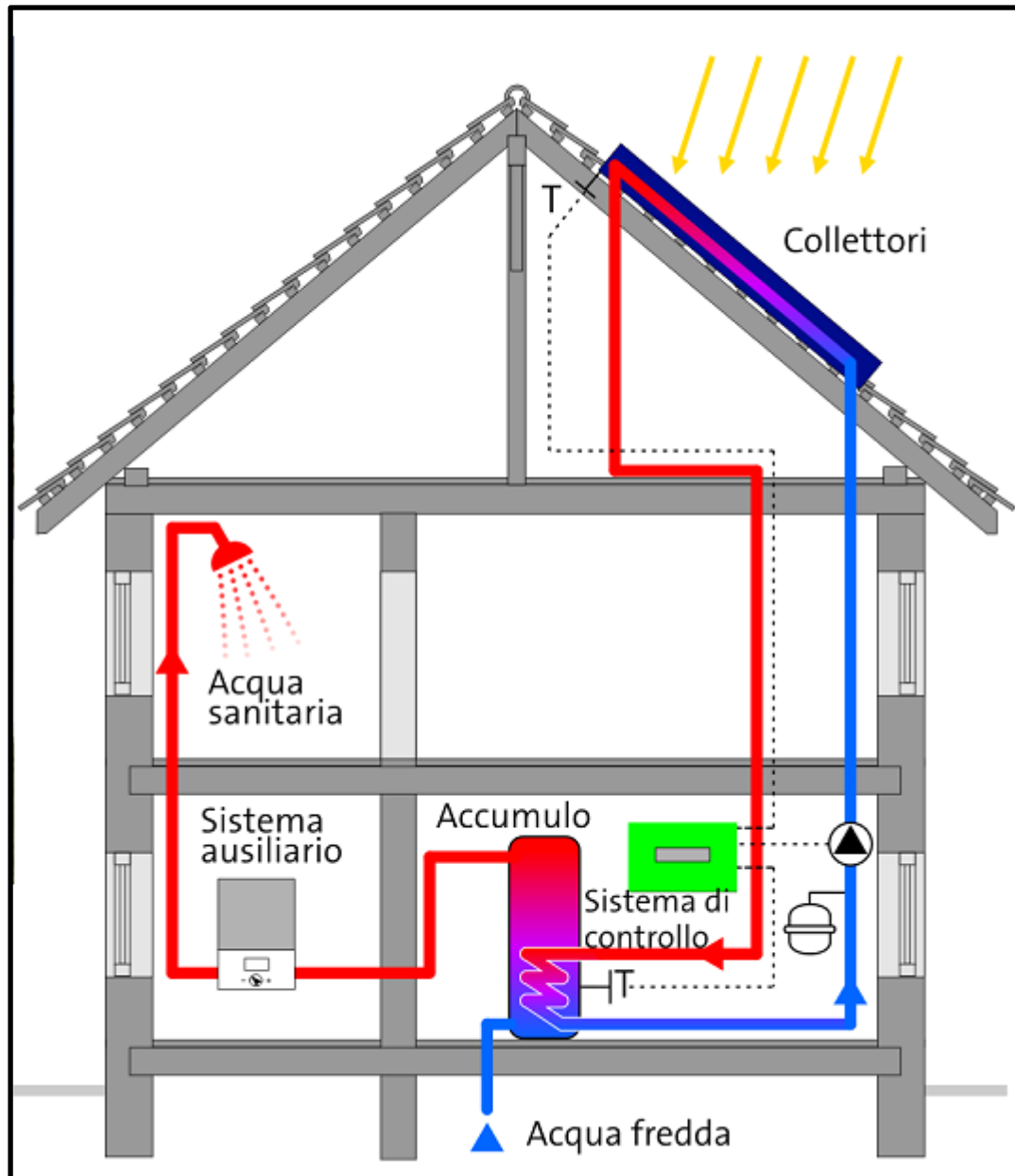


Circuito chiuso a circolazione naturale Generalmente questo sistema è utilizzato per impianti per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria ad uso domestico, con utilizzo annuale.



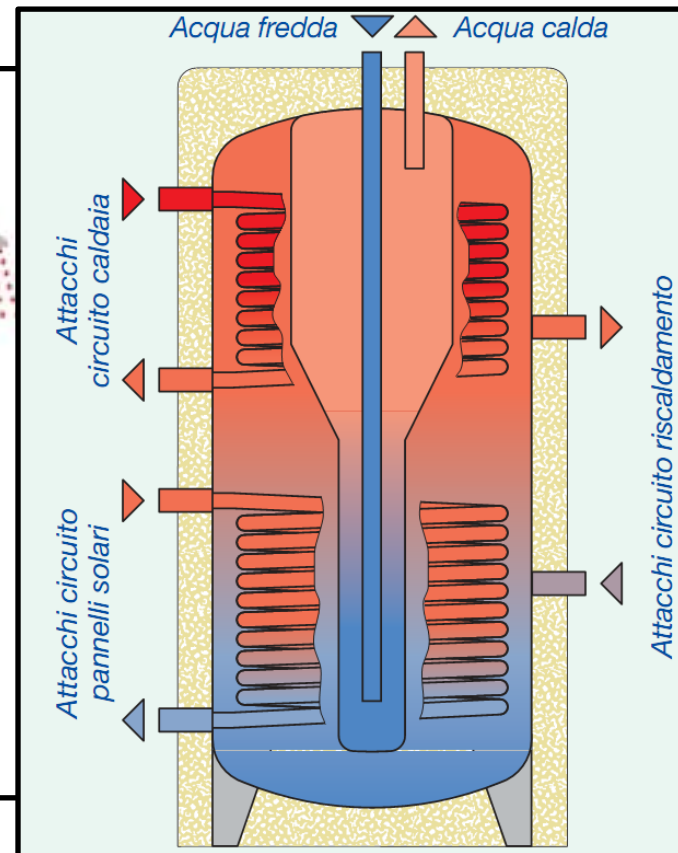
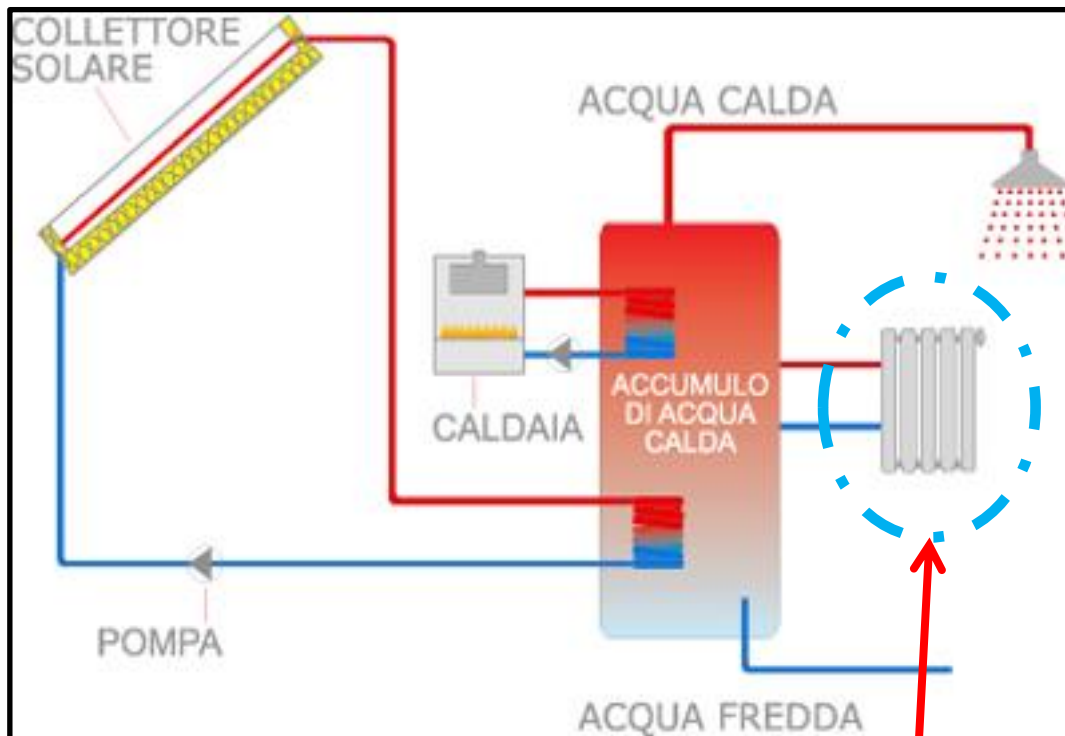
**NOTA BENE:
SE L'ANGOLO DI TILT È PARI
A ZERO (PANNELLI DISPOSTI
SUL PIANO ORIZZONTALE),
LA CIRCOLAZIONE
NATURALE NON PUO'
AVVENIRE!!!**

Circuito chiuso a circolazione forzata



Generalmente questo sistema è utilizzato per impianti per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria ad uso domestico, con utilizzo annuale. E' possibile utilizzare l'energia solare anche per il riscaldamento ambientale.

Circuiti combinati ACS e riscaldamento ambientale



ATTENZIONE: impianti a bassa temperatura
(es. impianti a pannelli radianti)

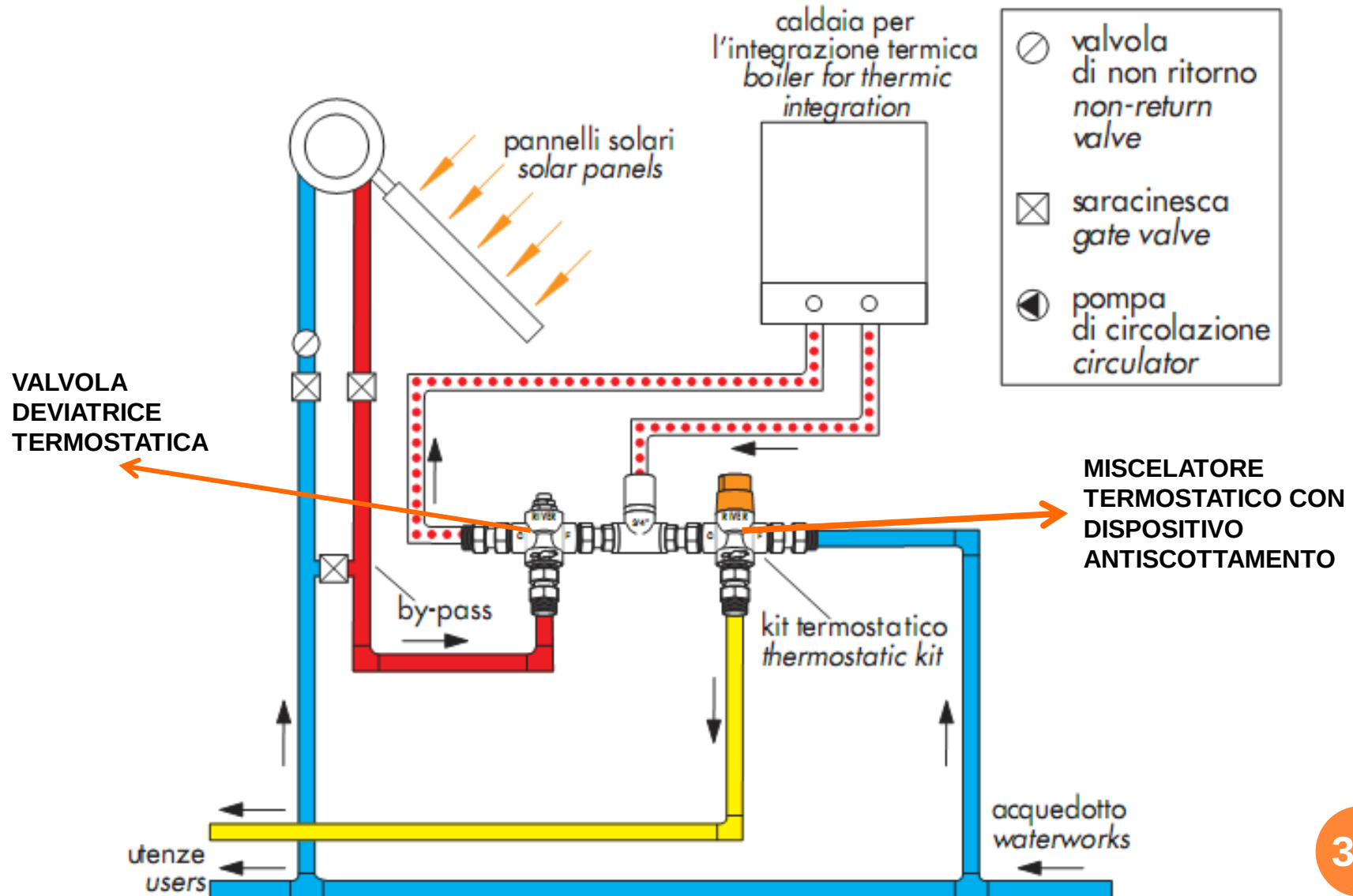
CONTEMPORANEITA' TRA PRODUZIONE DI ACS ED UTILIZZO RISCHIO LEGIONELLA

Negli impianti solare termici, l'energia è il più delle volte trasferita ad **acqua calda ad uso sanitario**, che deve essere necessariamente adoperata dalle utenze in **breve tempo**.

Per evitare il rischio di proliferazione della **legionella**, negli **impianti con accumulo superiore a 400 litri** occorre mantenere il contenuto d'acqua a 60°C almeno una volta al giorno (le centraline possono essere programmate per eseguire il ciclo antilegionella automaticamente).

Diviene, quindi, necessario progettare l'impianto in funzione della domanda, non solo in termini di bilancio di energia richiesta ed energia prodotta, ma anche con molta attenzione alla **contemporaneità** tra conversione energia solare – energia termica e utilizzo di quest'ultima.

Collegamento con kit termostatico con integrazione termica



Collegamento impianto solare – caldaia VALVOLA DEVIATRICE TERMOSTATICA

■ devia automaticamente l'acqua calda proveniente dal pannello alla caldaia solo quando è necessario inteararne la temperatura



■ temperatura massima di entrata acqua calda 110°C e taratura fissa di uscita

■ elemento termostatico anti-calcare con risposta ultra rapida

R 00400

MISCELATORE TERMOSTATICO CON DISPOSITIVO ANTISCOTTAMENTO



- dispositivo antiscottatura con blocco dell'erogazione seguendo le indicazioni della normativa EN 1111

Tempo di esposizione per riportare ustione parziale

Temperatura	Adulti	Bambini 0-5 anni
70°C	1 s	--
65°C	2 s	0,5 s
60°C	5 s	1 s
55°C	30 s	10 s
50°C	5 min	2,5 min

Collegamento impianto solare – caldaia con integrazione termica Kit premontato

Kit termostatico premontato per il collegamento facilitato dal pannello solare alla caldaia di integrazione termica

Pre-assembled thermostatic kit for facilitate connection from the solar panel to the boiler for thermic integration



R 00440

■ temperatura di
entrata 110°C e
valvola a 3 vie
con taratura fissa
*inlet temperature
110°C and 3 way val-*

■ miscelatore ter-
mostatico anti-
scottatura e anti-
calcare
anti-scalding and

ECOBONUS E ALTRI INCENTIVI

Consiste in un contributo pari al massimo il 50-60% degli investimenti sostenuti, che viene erogato con rate annuali (dipende dal tipo di intervento).

In riferimento alla produzione di energia termica da fonti rinnovabili, sono **incentivabili** i seguenti interventi di piccole dimensioni:

- sostituzione di impianti** di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzando **pompe di calore** elettriche o a gas, anche geotermiche;
- sostituzione di impianti** di climatizzazione invernale o di riscaldamento delle serre esistenti con impianti di climatizzazione invernale dotati di generatore di calore alimentato a **biomassa**;
- installazione di collettori solari termici**, anche abbinati a sistemi di **solar cooling**;
- sostituzione di scaldacqua elettrici** con **scaldacqua a pompa di calore**.



SOLARE FOTOVOLTAICO

Un impianto fotovoltaico permette di convertire direttamente l'energia solare in **energia elettrica in corrente continua (CC)**.

Ciò avviene grazie all'**effetto fotovoltaico**, che si manifesta nei materiali detti «**semiconduttori**»; il più utilizzato è il **silicio**.

I **vantaggi** della tecnologia fotovoltaica possono riassumersi in:

- assenza di qualsiasi tipo d'emissione inquinante;
- risparmio dei combustibili fossili in fase di esercizio;
- estrema affidabilità poiché non esistono parti in movimento;
- **vita utile superiore a 20 anni con bassi costi di manutenzione;**
- **modularità** del sistema (per aumentare la taglia basta aumentare il numero dei moduli).

PRINCIPALI TIPOLOGIE DI MODULI FOTOVOLTAICI

FILM SOTTILE

silicio amorfo



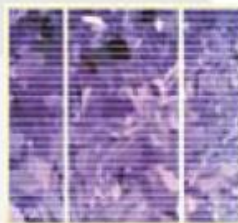
- Colore: nero

Deposito di polvere di silicio su vetro: OTTIMO PER LUCE DIFFUSA (es. calcolatrice!)

Efficienza 11%

Costo 0,80 €/Wp
E' il meno costoso, ma con l'installazione si supera, generalmente, il costo totale di un impianto con silicio monocristallino o policristallino

POLICRISTALLINO



- Colore: blu

Cristalli disorientati : BUON COMPROMESSO per luce diffusa e diretta

Efficienza 13-15%

SunPower: Costo 1,02 €/Wp

MONOCRISTALLINO



- Colore: grigio-nero

Cristalli orientati: OTTIMO x LUCE DIRETTA

Efficienza 14-16%

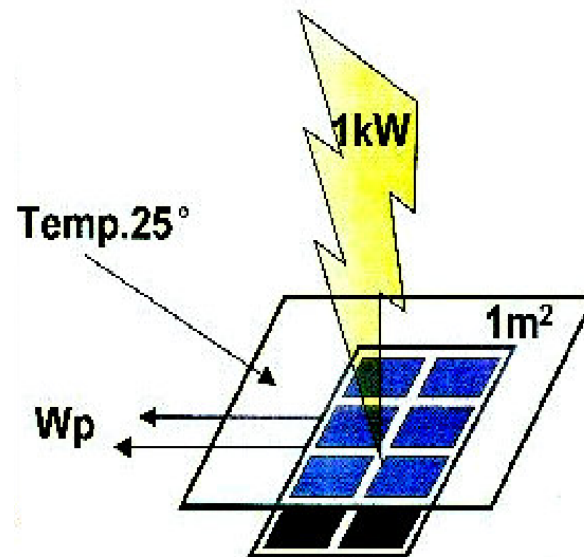
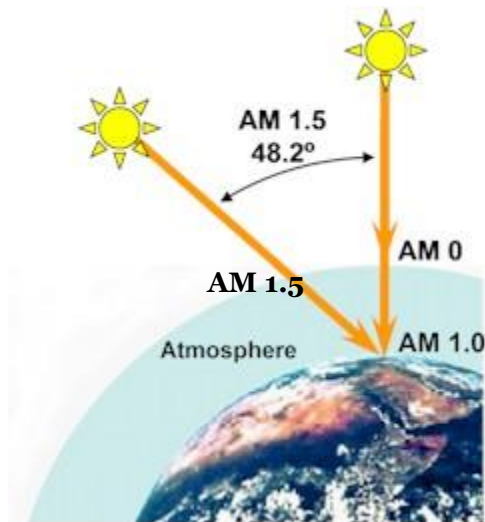
SunPower: Costo 1,02 €/Wp

Costi relativi ai soli moduli FV

POTENZA DEI MODULI FOTOVOLTAICI

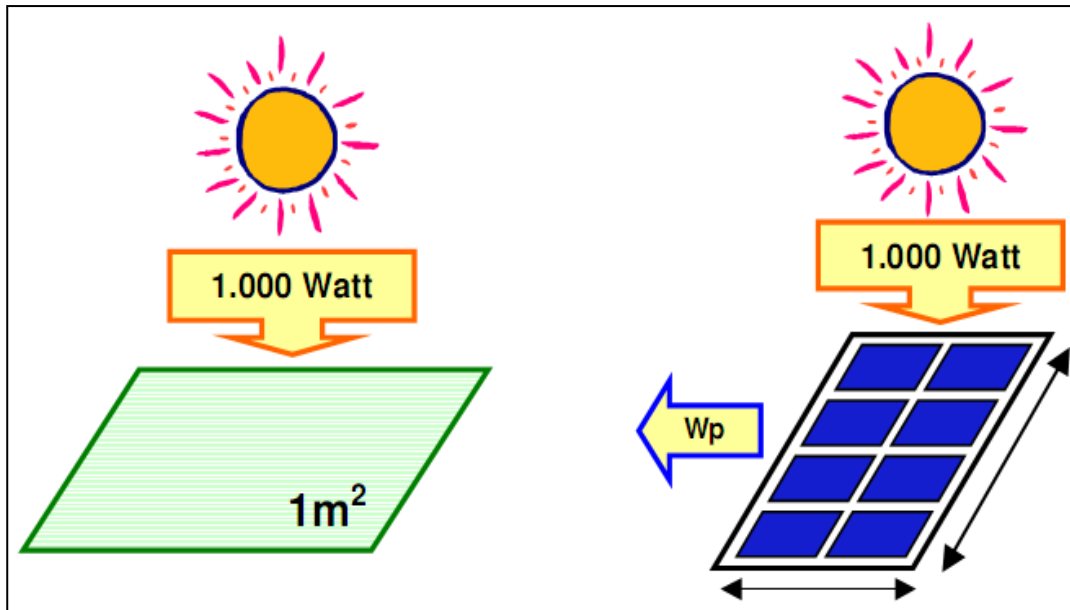
La potenza di un modulo fotovoltaico si esprime in **watt di picco (Wp)**. È un valore di riferimento che definisce il **massimo della potenza** espressa dal modulo nelle **condizioni standard di test (STC)**, ovvero:

- 1) Temperatura delle celle: **25°C**
- 2) Irradianza: **1.000 W/m²**
- 3) Spettro –Air Mass: **AM 1,5** (dà un'indicazione della lunghezza percorsa dalla radiazione solare attraverso l'atmosfera, e caratterizza lo spettro solare dopo che la radiazione solare ha attraversato l'atmosfera).



EFFICIENZA DEI MODULI FOTOVOLTAICI

L'**efficienza** di un modulo fotovoltaico in STC è data dal rapporto percentuale tra la sua potenza di picco ed il prodotto dell'irradianza (1000 W/m^2 in STC) e la superficie stessa del modulo.



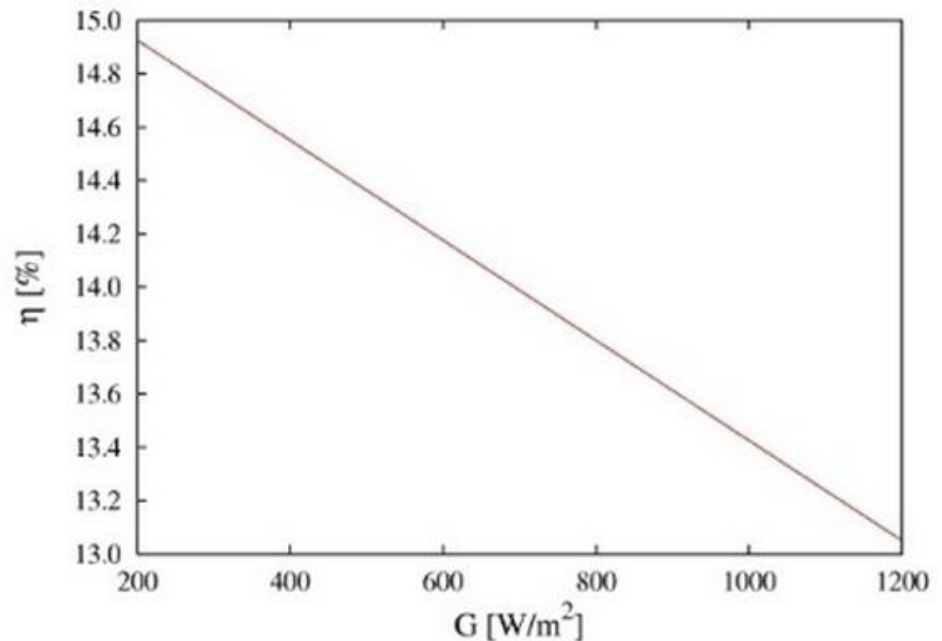
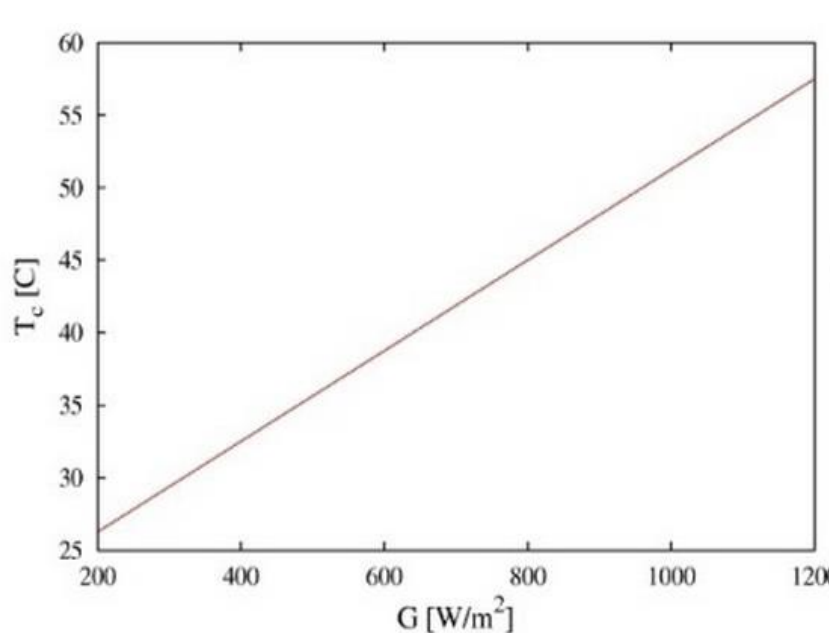
$$\text{Efficienza} = \frac{\text{Potenza di picco (W}_p\text{)}}{A_{\text{modulo}} * \text{Irradianza}}$$

I moduli fotovoltaici in commercio hanno un'efficienza tipicamente compresa tra l'11% ed il 16%.

IL RENDIMENTO DIPENDE DALLE CONDIZIONI DI ESERCIZIO

Maggiore è la temperatura delle celle fotovoltaiche e minore sarà il rendimento del modulo.

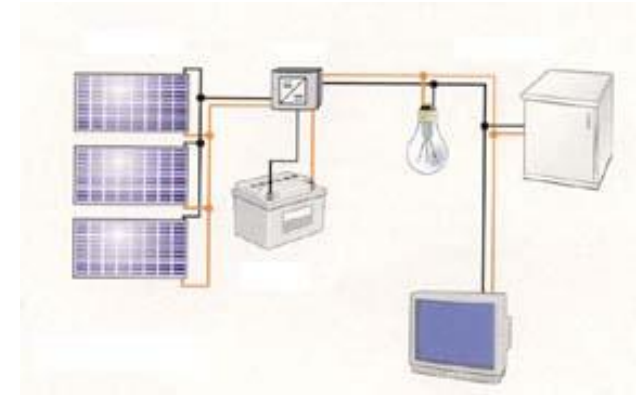
Nelle condizioni standard 25 °C si ha il massimo rendimento delle celle.



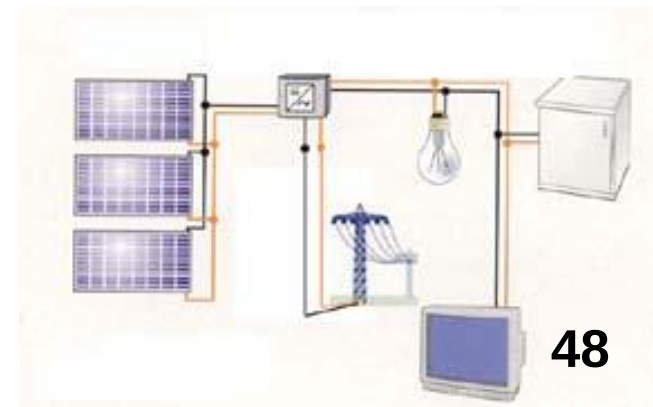
CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

Gli impianti fotovoltaici si distinguono in due categorie principali, a seconda del **tipo di accumulo utilizzato per lo stoccaggio dell'energia**.

1) Negli impianti FV dove non è presente la rete elettrica, l'accumulo dell'energia prodotta si realizza mediante l'utilizzo di **batterie**: si parla di **impianti FV isolati** (stand alone).

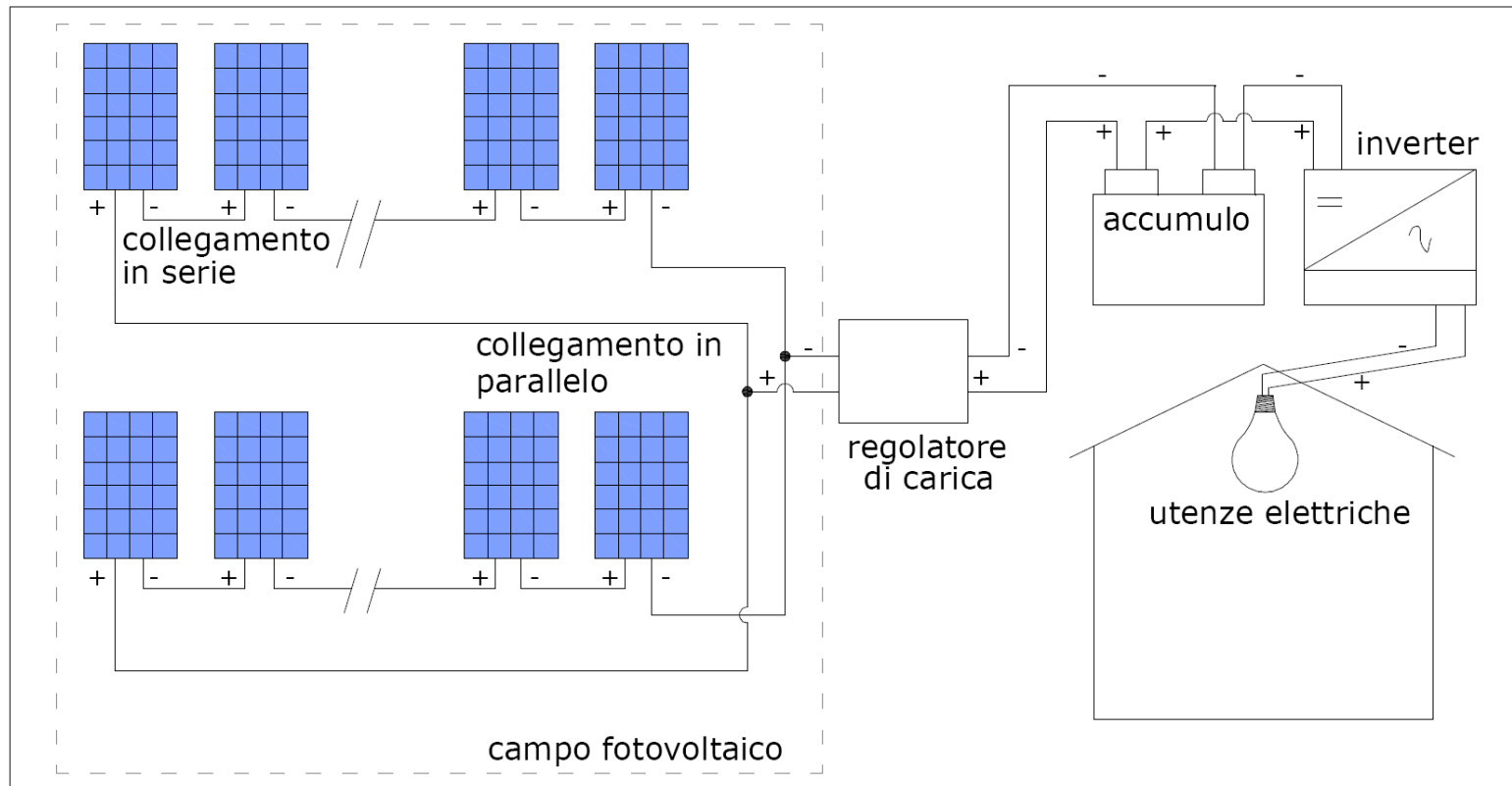


2) Negli impianti FV in zone raggiunte dalla rete elettrica, è **la rete stessa che funziona da accumulatore**: si parla allora di **impianti fotovoltaici in rete** (grid-connected).



IMPIANTO ISOLATO

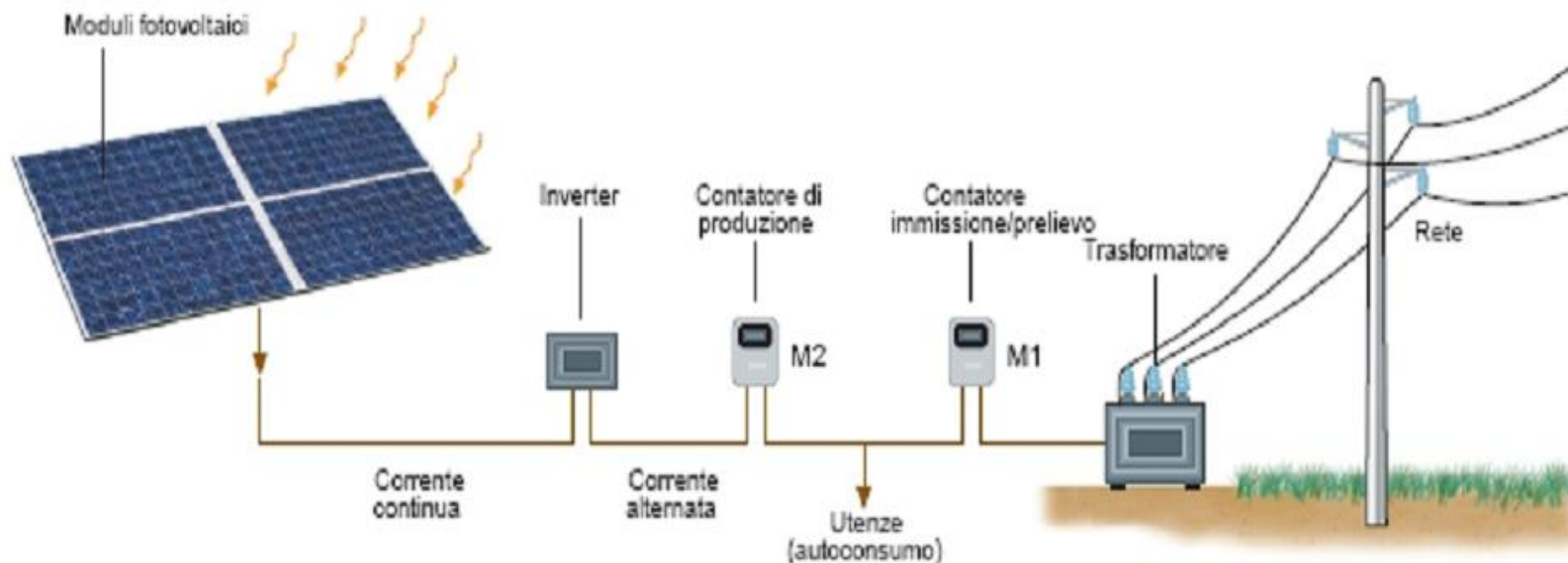
L'energia elettrica prodotta dai FV carica le batterie, normalmente a **12-24 Volt**. E' possibile utilizzare apparecchiature speciali che operano in tali condizioni. Altrimenti, è necessario anche un **inverter** che trasforma la **CC** in **CA a 220 Volt**. E' necessario il **regolatore di carica** che stabilizza la corrente trasformata e protegge i quadri elettrici.



IMPIANTO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE

Questo tipo di impianto fotovoltaico produce corrente elettrica che viene immessa, una volta **convertita in CA a 220 Volt**, nella rete elettrica. La **rete** diviene un **grande serbatoio** nel quale immettere l'energia elettrica prodotta con le FER.

Si rendono necessari una serie di **dispositivi elettronici di controllo, regolazione e contabilizzazione**.



INSEGUITORI SOLARI MONOASSIALI E BIASSIALI

La funzione di un **inseguitore solare** è quella di **aumentare la producibilità** dei pannelli fotovoltaici per mezzo di sistemi elettrici ed elettronici che seguono la traiettoria del sole, **ruotando il piano dei moduli sull'asse azimutale (MONOASSIALI**, in questo caso l'angolo di tilt è fisso) **o sugli assi azimutale e zenitale (BIASSIALI)** in modo che l'**angolo di incidenza** tra i raggi solari e la superficie dei collettori sia sempre **ottimale**.

Vantaggi: Rispetto ad un sistema fisso, la **producibilità** del sistema può aumentare fino a circa il 30% (+10/20 % per quelli monoassiali, + 20/30 % per quelli biassiali).

Svantaggi: Costo più elevato, maggiori oneri di manutenzione e minore affidabilità a causa della presenza di parti meccaniche.



DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

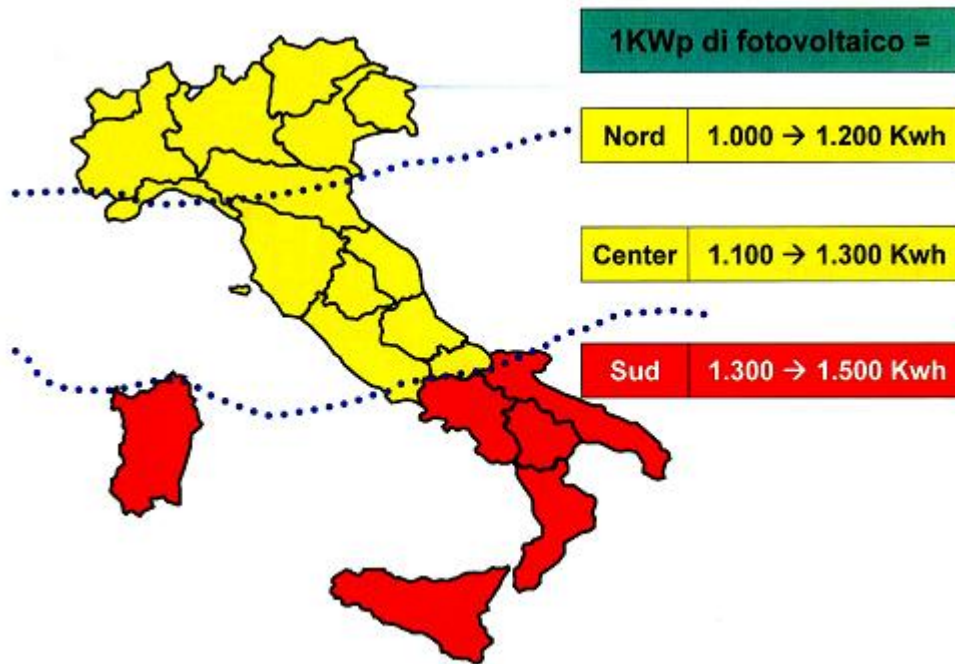
A differenza degli impianti solare termici, gli **impianti fotovoltaici** possono essere dimensionati in modo da soddisfare il 100% del **fabbisogno di un'utenza**. L'eventuale surplus di produzione può essere venduto/scambiato con la rete elettrica nazionale oppure andare costituire una sorta di “salvadanaio”, dal quale è possibile attingere in caso di bisogno (frequenti picchi di prelievo, fermo impianto, etc.).

CONSUMI MEDI DI ENERGIA ELETTRICA

In un'abitazione dove vivono 4 persone ed i consumi elettrici sono moderati (lampadine a basso assorbimento, no condizionatori, riscaldamento e fornelli a metano), normalmente sono necessari **1.500-2.500 kWh/anno**.

Se non sussistono le condizioni anzidette, i consumi annui aumentano fino a circa **3.000-4.000 kWh/anno**, che è il **consumo tipico di una famiglia italiana**.

PRODUCIBILITA' DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI IN ITALIA



- ❑ Impianto fotovoltaico da 1 kWp;
- ❑ Moduli in silicio cristallino;
- ❑ Esposizione a Sud;
- ❑ Inclinazione 30°;
- ❑ Assenza di ombreggiamenti.

❑ Gli impianti generalmente producono circa i $\frac{3}{4}$ della resa annuale nel semestre estivo ed $\frac{1}{4}$ nel semestre invernale.

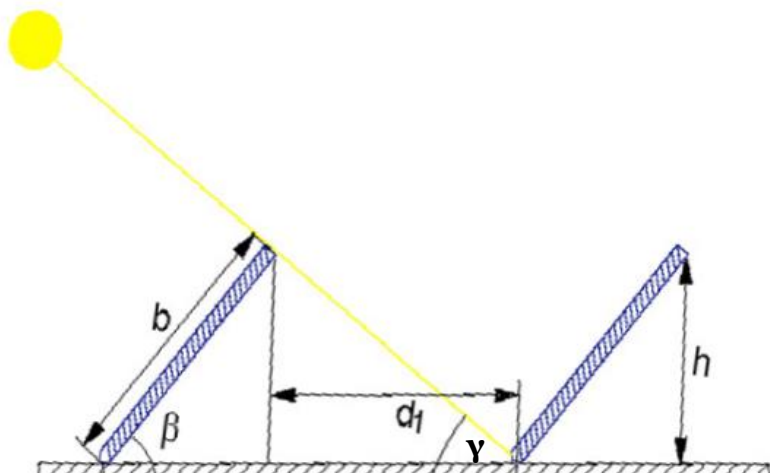
SUPERFICI E FENOMENI DI OMBREGGIAMENTO

Per ogni kWp di potenza installata sono necessari circa 5/6 m² di moduli.

In caso di installazione **su superficie piana**, la superficie occupata dall'impianto sarà maggiore della superficie dei moduli, al fine di evitare il reciproco **ombreggiamento** tra **file** di moduli parallele, che dovranno essere **opportunamente distanziate**.

Il criterio di calcolo è quello di evitare che nel solstizio d'inverno a mezzogiorno le file di moduli non si ombreggino reciprocamente.

La distanza raccomandata (d_1) è una funzione dell'angolo d'inclinazione β , dell'angolo solare γ il 21 dicembre alle ore 12:00, e dell'altezza d'installazione (b) del modulo.



DISTANZA MINIMA

$$\gamma_{\min} = (90^\circ - \text{Latitudine} - 23,4^\circ)$$

$$d_1 = b * \text{sen}(\beta) / \tan(\gamma_{\min})$$

ESEMPI DI MODULI ATTUALMENTE SUL MERCATO

SUNPOWER 315 19.3%



1559 x1049

Electrical Data		
Measured at Standard Test Conditions (STC): irradiance of 1000/m ² , air mass 1.5g, and cell temperature 25° C		
Peak Power (+/-5%)	P _{max}	315 W
Rated Voltage	V _{mp}	54.7 V
Rated Current	I _{mp}	5.76 A
Open Circuit Voltage	V _{oc}	64.6 V
Short Circuit Current	I _{sc}	6.14 A
Maximum System Voltage	IEC, UL	1000 V, 600 V
Temperature Coefficients		
	Power	-0.38% /°C
	Voltage (V _{oc})	-176.6 mV/°C
	Current (I _{sc})	3.5 mA/°C
Series Fuse Rating		15 A
Peak Power per Unit Area		193 W/m ² , 17.9 W/ft ²
CEC PTC Rating		291.6 W

Fonte: RSE SpA

ESEMPI DI MODULI ATTUALMENTE SUL MERCATO



SANYO HIP-215NKHE1 17,2%

Modelli HIP-xxxNKHE1			
Dati elettrici	215	210	205
Potenza massima (Pmax) [W]	215	210	205
Tensione alla massima potenza (Vpm) [V]	42,0	41,3	40,7
Corrente alla massima potenza (IpM) [A]	5,13	5,09	5,05
Tensione di circuito aperto (Voc) [V]	51,6	50,9	50,3
Corrente di corto circuito (Isc) [A]	5,61	5,57	5,54
Potenza minima garantita (Pmin) [W]	204,3	199,5	194,8
Valutazione della protezione da sovracorrente max. [A]	15		
Tolleranza di resa [%]	+ 10/-5		
Massima tensione di sistema [Vdc]	1000		
Coefficiente della temp. di Pmax [%/°C]	-0,30		
Voc [V/°C]	-0,129	-0,127	-0,126
Isc [mA/°C]	1,68	1,67	1,66
Nota 1: Condizioni standard: Massa d'aria 1,5; irraggiamento = 1000 W/m², temperatura della cella = 25 °C.			
Nota 2: I valori della tabella sopraindicata sono valori nominali.			

Fonte: RSE SpA

FILM SOTTILE

Efficienze misurate su moduli in film sottile di tipo commerciale (2008)

Produttore	Tecnologia	Potenza mod.	Efficienza
		(W)	%
Sulfurcell	CIS	60	7,4
Wurth Solar	CIGS	80	11
First Solar	CdTe	80	11
Mitsubishi HI	a-Si/uc-Si	150	9,5
Kaneka	a-Si/uc-Si	125	10,2
United Solar Ovonics	a-Si/a-SiGe	136	6,3
Schott Solar	a-Si	97	5,3

Copertura a falde: impianto fotovoltaico su edificio

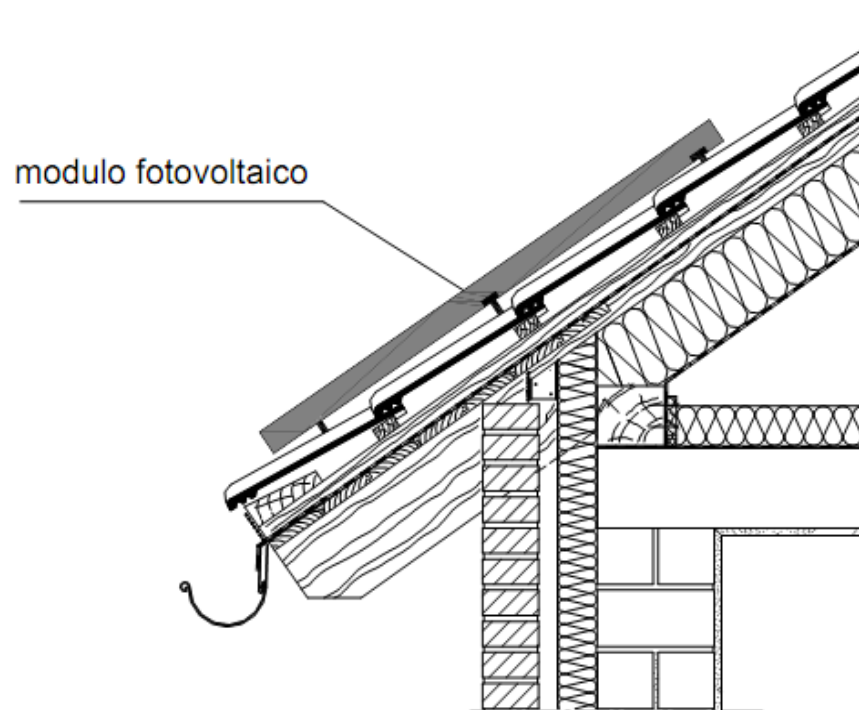


Figura 6 - Esempio di schema costruttivo di un impianto fotovoltaico installato su tetto a falda classificabile nella categoria "su edifici"

ESEMPI DI INSTALLAZIONE

**impianto
fotovoltaico
su edificio**



impianto fotovoltaico su edificio



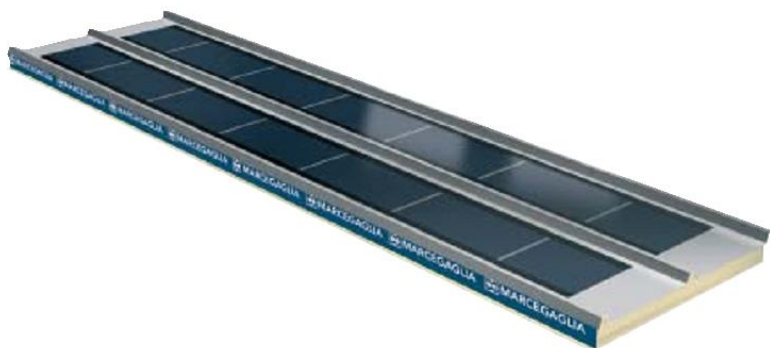
impianto fotovoltaico su edificio





**Impianto
solare
integrato con
caratteristiche
innovative**

**Guaine
impermeabilizzanti
con moduli solari in
silicio amorfo**



**Coperture metalliche
con laminati
fotovoltaici in silicio
amorfo, coibentati.**

**Impianto solare
integrato con
caratteristiche
innovative**



impianto fotovoltaico su edificio

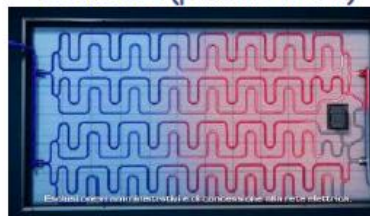


BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAIC (BIPV), SISTEMI IBRIDI

ONYX
(vetrocamera)



BEGHELLI (pannello ibrido)



METRA (shaders)



SCHÜCO (vetri, facciate continue, ...)



Solar Café a Kirchgarten (D). Particolare della facciata fotovoltaica inclinata. Fonte: catalogo Photowatt

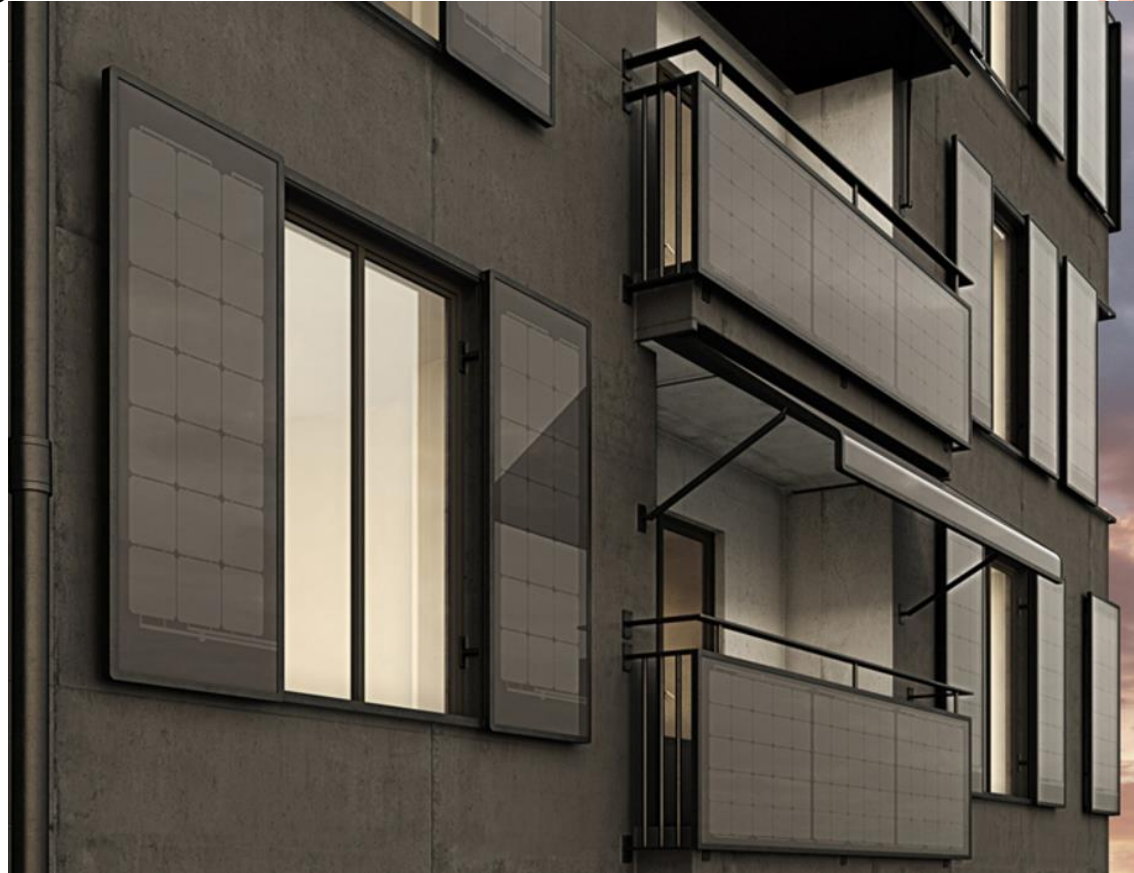
Impianto solare integrato con caratteristiche innovative



Impianto solare integrato con caratteristiche innovative

Svezia: integrazione fotovoltaico con le facciate delle abitazioni (balconi, tende e finestre).

Un edificio con una superficie totale di circa 2.600 m² con negozi, cantine e vano scala, genererà circa 72.543 kWh all'anno.



**“altro” impianto
fotovoltaico: i moduli
non sono complanari
alla falda**



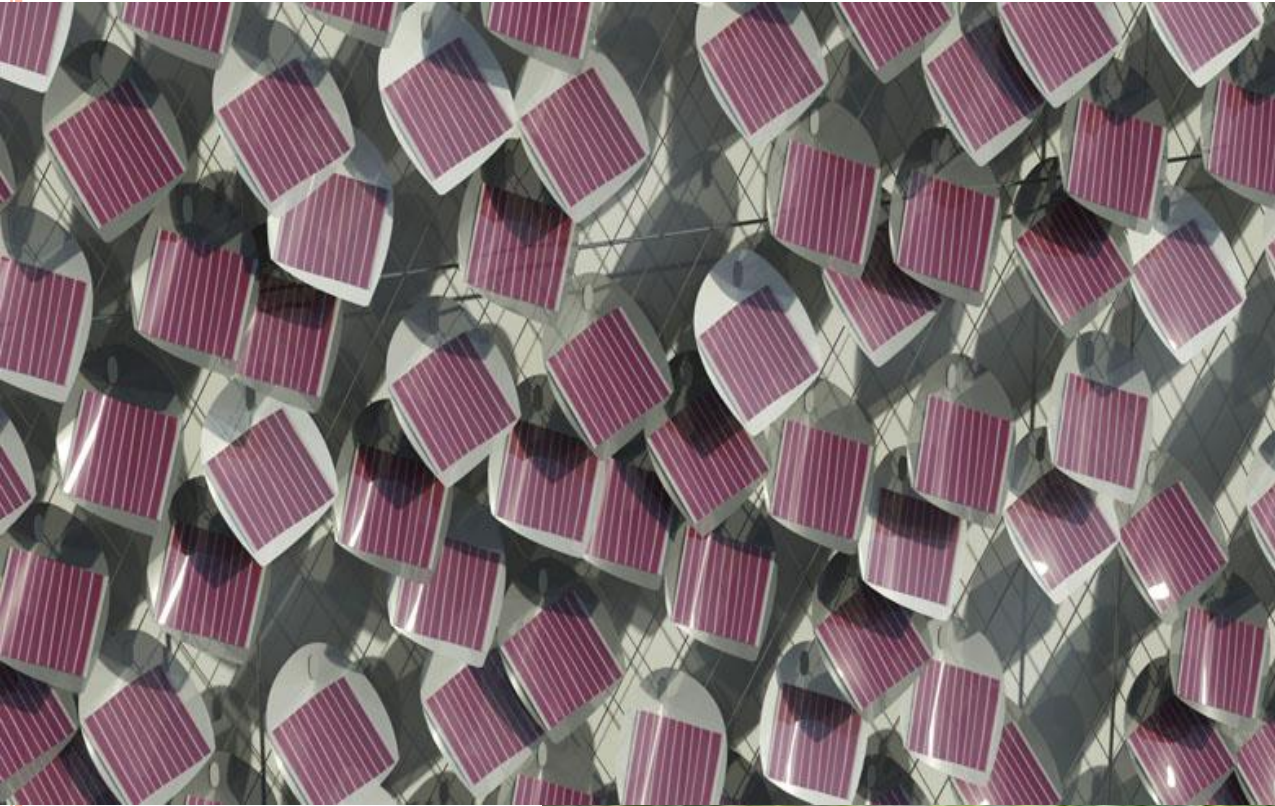
**“altro” impianto
fotovoltaico: i moduli
non sono complanari
alla falda**



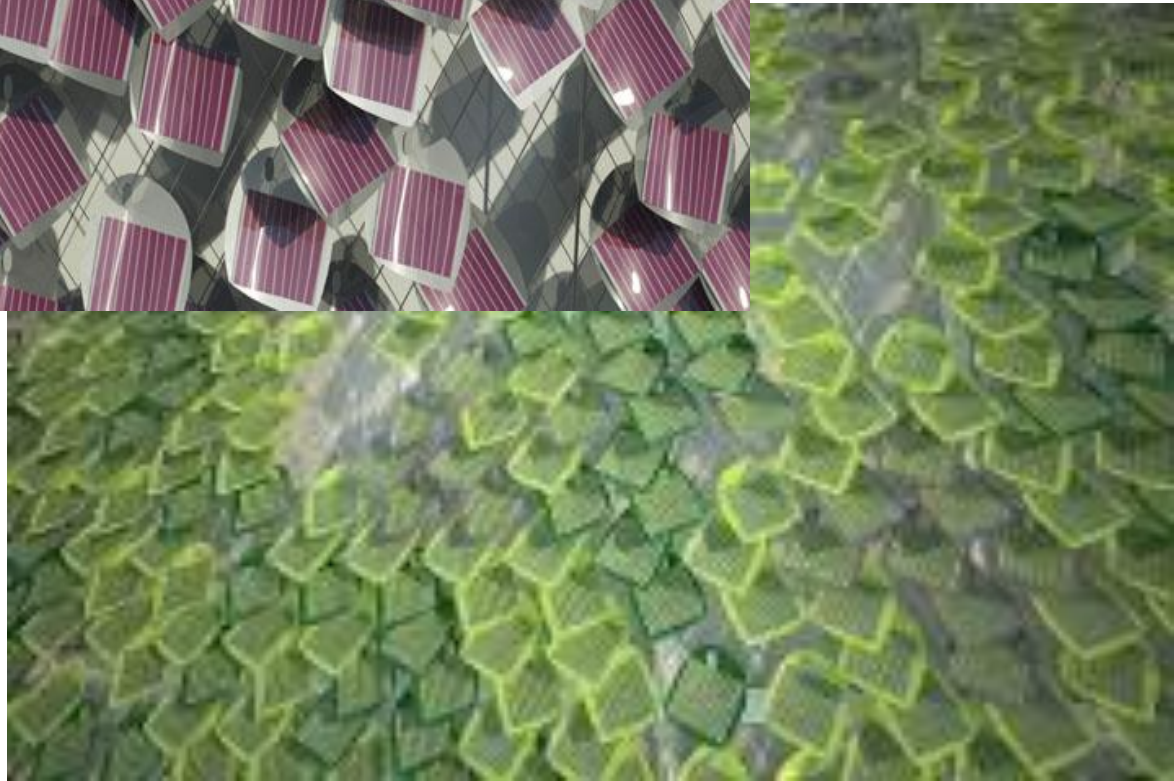
“altri” impianti fotovoltaici innovativi



“altri” impianti fotovoltaici innovativi



Edera fotovoltaica...una pelle sostenibile e modulare, facilmente manutenibile

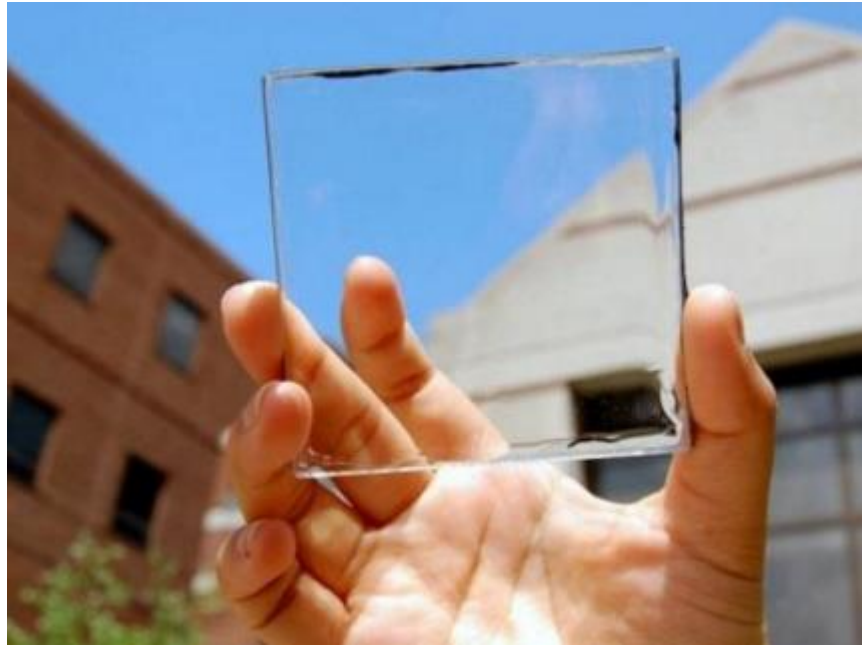


“altri” impianti fotovoltaici innovativi

Fotovoltaico trasparente

Diverse tecnologie: fotovoltaico trasparente in **gel di silicio**, fotovoltaico trasparente a **base organica** e fotovoltaico trasparente a base di **grafene**.

VETRO FOTOVOLTAICO TRASPARENTE



“altri” impianti fotovoltaici innovativi

Fotovoltaico sferico

1. **Modulo curvo** che risolve il problema di inseguire il sole.
2. Celle solari – **microsfere**: sono delle sferette fotovoltaiche (raggio 1 mm) di **silicone** (inventate e prodotte dalla Kyosemi Corporation). Le sfere sono composte da strati concentrici in cui la funzione di quelli più esterni è di concentrare la luce sul centro, dove alloggia il sistema fotovoltaico.



“altri” impianti fotovoltaici innovativi

Veneziane fotovoltaiche



“altri” impianti fotovoltaici innovativi

Pavimento fotovoltaico

Il primo vetro fotovoltaico adatto
agli standard della edilizia

“Mattonelle con trattamento anti scivolo,
di colori e retro illuminate grazie
all'energia che producono”

facciata

parasole

lucernario modula

**PAVIMENTO
FOTOVOLTAICO**
disponibile nel mercato

**AMPIA GAMMA
DI COLORI DISPONIBILI**

“altri” impianti fotovoltaici innovativi

Pavimento fotovoltaico



L'Università George Washington (UGW) ha collaborato con Onyx Solar® nell'installazione del primo pavimento fotovoltaico installabile al mondo, ubicato nel Campus di Scienza e Tecnologia di Ashburn, in Virginia (Stati Uniti).

Le piastrelle antiscivolo e semitrasparenti che formano il pavimento convertono la radiazione solare in energia grazie all'uso di semiconduttori. La potenza totale installata è pari a 406 Wp, sufficiente per alimentare le 480 luci LED che retro illuminano il pavimento.

ONYX SOLAR®

Grazie ai miglioramenti realizzati dal Dipartimento di R&D innovazione della compagnia, questa soluzione raggiunge i più alti standard tecnici: rispetta le normative antiscivolo e sopporta fino a 400 kg nelle prove di carico. La sua installazione è molto semplice, viene collocata con i piedini di appoggio, come un pavimento tecnico.

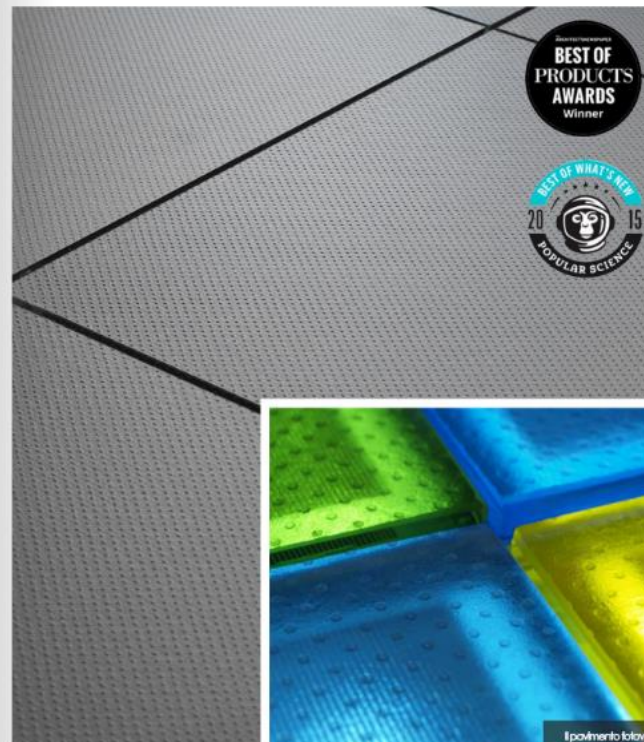
Onyx Solar® è stata premiata in diverse occasioni per aver sviluppato e brevettato il primo pavimento fotovoltaico antiscivolo del mondo.



“

Questa installazione è un grande esempio dell'impegno dell'Università per la sostenibilità e un riflesso della mentalità dell'istituzione, sempre con una chiara visione di futuro”.

Eric Selbst, responsabile del Piano d'Organizzazione del Territorio di UGW.



Il pavimento fotovoltaico di Onyx Solar® è disponibile in un'ampia gamma di colori e trasparenze.

ONYX SOLAR®

“altri” impianti fotovoltaici innovativi

Vetri in silicio amorfo con diversi gradi di trasparenza

34 PROGETTI E RIFERIMENTI

Salamanca

MERCATO DI BEJAR

LUCERNARIO FOTOVOLTAICO



DATI TECNICI:

- 176 M2
- 8.811 kWh
- 502 Punti luce
- 5.903 CO2
- 5 Barili

STUDIO DI FATTIBILITÀ DI LUCERNARI IN SILICIO AMORFO A SALAMANCA

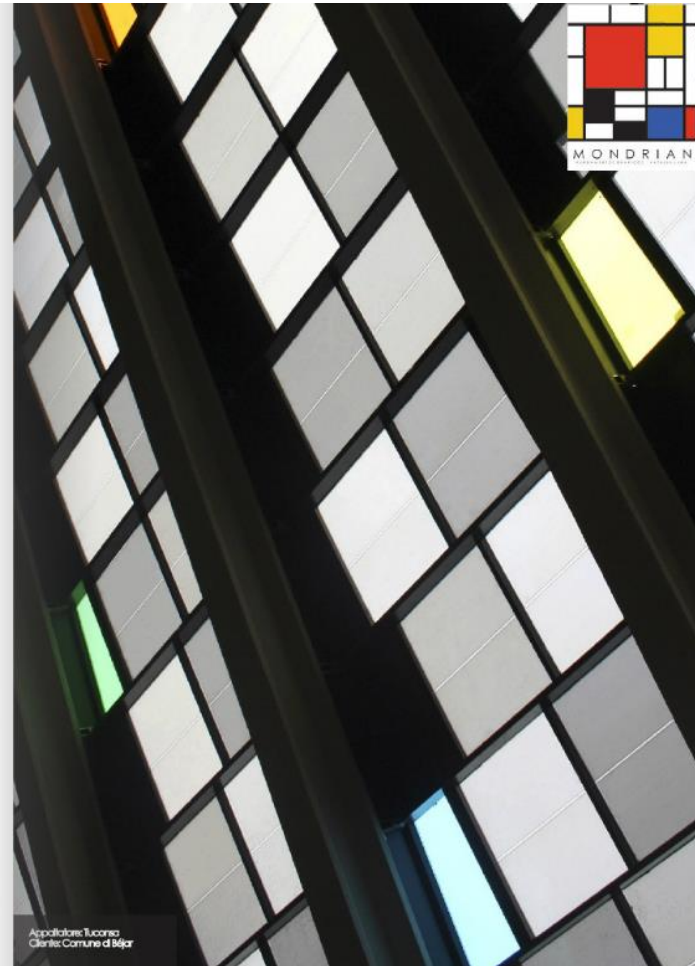
- < 0,02€ Costo dell'energia
- 34% Riduzione del fabbisogno per la climatizzazione
- 55% Tasso interno di rendimento
- < 2 anni Payback

Scalco sullo studio completo.

Riabilitazione dello storico Mercato di Abastos, di Béjar a Salamanca (Spagna), attraverso l'installazione di un lucernario fotovoltaico di 176m². Il lucernario abbinava vetri in silicio amorfo con diversi gradi di trasparenza e colori che formano un mosaico ispirato nel neoplasticismo di Piet Mondrian. Inoltre, grazie ad una potenza installata pari a 4,7 kWp è in grado di produrre quasi 9.000 kWh di energia l'anno ed evitare l'emissione di 6 tonnellate di CO₂.

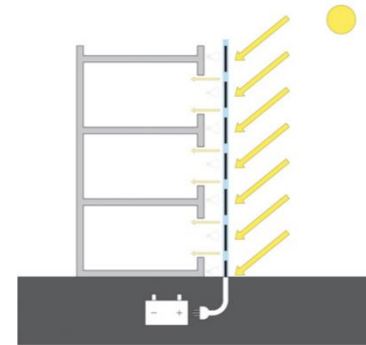
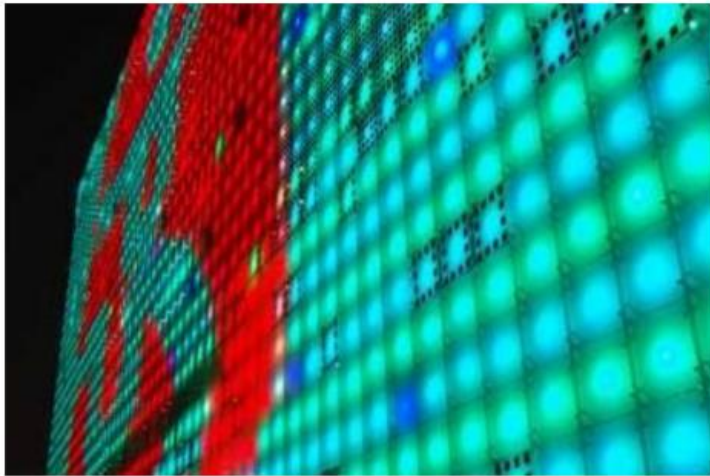
Una parte dell'energia prodotta viene accumulata in batterie e un'altra viene utilizzata direttamente dalla rete per il consumo del proprio edificio.

ONYX SOLAR®



“altri” impianti fotovoltaici innovativi

Zero Energy Media Wall (1/2)



“altri” impianti fotovoltaici innovativi

Zero Energy Media Wall (2/2)



Zero Energy Media Wall a Pechino (progetto di Simone Giostra & PartnersArchitects in collaborazione con la Schüco International KG, Sunways AG):

Facciata continua realizzata su un complesso edilizio dedicato all'arte digitale e ai media.

L'impianto fotovoltaico prodotto con moduli di produzione della Suntech China è stato integrato in un grande display a LED (2200 m² ed è composto da circa 2300 tessere costituite da pannelli in vetro.

Ogni pannello è costituito da una sorta di “sandwich” di lastre che hanno funzioni diverse: di sicurezza e di isolamento. Sono presenti nei pannelli:

- un film opacizzante in pvb (polivinilbutirrale) che diffonde la luce naturale;
- piccole celle fotovoltaiche (34.200) che generano l'energia elettrica per accendere i faretto LED collocati nell'intercapedine. Il sistema è completamente autosufficiente.



STRUMENTI PER IL DIMENSIONAMENTO DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO

STRUMENTO GRATUITO

PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (PVGIS)

Sono qui illustrate le funzionalità di un sito web sviluppato dalla comunità europea con funzionalità avanzate e dati estremamente affidabili.

ENTE SVILUPPATORE: Institute for Energy del Joint Research Center (JRC) della comunità europea



JOINT RESEARCH CENTRE
Institute for Energy and Transport (IET)

European Commission > JRC > IET > PVGIS

[Interactive maps](#)

[Country maps](#)

[FAQ](#)

[Solar radiation](#)

[Temperature](#)

[About PVGIS](#)

[Publications](#)

[Download](#)

[Sitemap](#) | [Legal notice](#) | [Contact](#) | [Search on EUROPA](#) | [English \(en\)](#)

Interactive maps and animations

Here you can find web applications to browse and query GIS databases of solar radiation and other climatic parameters. The data make it possible to estimate PV electricity generation at any location in two regions:

- **Europe**
- **Africa, Mediterranean Basin and South-West Asia**

A location can be chosen either by browsing/zooming and clicking on a map, entering an address, or by directly setting latitude/longitude values. Read more information about the [database](#) and the [applications](#).

- **solar irradiation data** utility [\[Europe\]](#) [\[Africa\]](#)

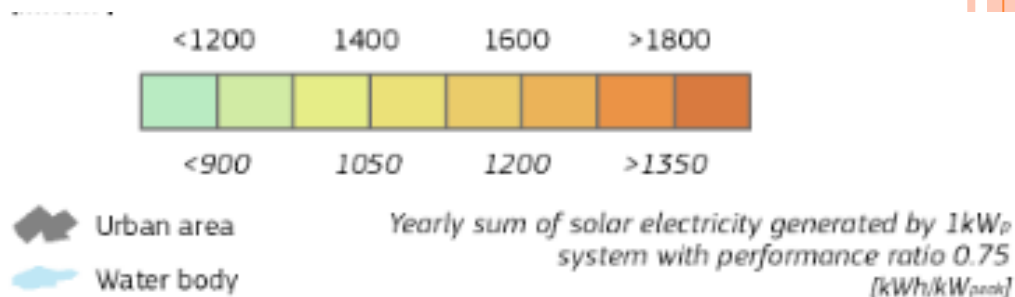
This application provides **monthly and yearly averages** of global irradiation at horizontal and inclined surfaces, as well as other climatic and PV-related data (Linke turbidity, ratio diffuse/global irradiation and optimum inclination angle of the surface). For a chosen location, these parameters are displayed in a separate window as a table and graphs. An estimation of the deficit in yearly horizontal irradiation due to terrain

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

IRRADIAZIONE SOLARE GLOBALE E POTENZIALE ELETTRICO

Global irradiation and solar electricity potential
Horizontally mounted photovoltaic modules

ITALY / ITALIA



http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmeps/eu_cmsaf_hor/G_hor_IT.png

PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (PVGIS)

Sono qui illustrate le funzionalità di un sito web sviluppato dalla comunità europea con funzionalità avanzate e dati estremamente affidabili.

ENTE SVILUPPATORE:

Institute for Energy del Joint Research Center (JRC) della comunità europea

CLICK



You are here: EC / JRC / IE / RE / SOLAREC / PVGIS / Home Important legal notice

PVGIS Home
Interactive maps
Country maps
FAQ
Solar radiation
Temperature
About PVGIS
Download
Site map
Joint Research Centre

Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)

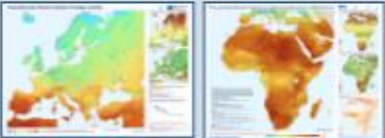
Geographical Assessment of Solar Resource and Performance of Photovoltaic Technology

Interactive access to solar resource and photovoltaic potential:

 **Europe**  **Africa**

See also aggregated data of solar and PV potential for **European countries and regions**.
The **old system** with French, German Italian, Spanish, and Slovak language interface still works.

Posters and maps of solar resource and photovoltaic electricity potential (Europe, Africa)



PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM (PVGIS)

JRC
EUROPEAN COMMISSION

Sistema informazioni geografiche per il fotovoltaico, mappe interattive

EUROPA > CEE > CCR > IE > RE > SOLAREC > PVGIS > Mappe interattive >

Contatto Avviso legale importante

Europe Africa

"Ispra, Italy" "45.256N, 16.9589E" 46.639, 2.197

Cerca

Dati irraggiamento globale mensile

- ☒ Irraggiamento orizzontale
- ☒ Irraggiamento ottimale
- ☒ Irraggiamento ad angolo scelto: 90 gradi
- ☐ Turbidità Linke
- ☐ Irraggiamento dif./globale
- ☒ Inclinazione ottimale

Dati temperatura esterna mensili

- ☐ Temperatura media di giorno
- ☒ Media giornaliera di temperatura
- ☒ Numero di gradi-giorni di riscaldamento

Formati output

- ☐ Mostra grafici
- ☐ Mostra orizzonte
- ☒ Pagina web
- ☐ File testo
- ☐ PDF

Calcola [aiuto]

POWERED BY Google

PVGIS © European Communities 2001-2007
© Basarion, Geocentre Consulting, PPWK, Tele Atlas, Transnavicom, Europa Technologies - Termini e condizioni d'uso

Radiazione solare Temperatura Altre mappe

200 650 1100 1550 2000 [kWh/m²]

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>

PVGIS

JRC **CM SAF** **Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps**

EUROPA > EC > JRC > IE > RE > SOLAREC > PVGIS > Interactive maps > europe **Contact** **Important legal notice**

Europe Africa-Asia

e.g., "Ispra, Italy" or "45.256N, 16.9589E"

napoli

Latitude: Longitude:

cursor position: 59.413, 20.583
selected position: 40.852, 14.268

PV Estimation Monthly radiation Daily radiation Stand-alone PV

Performance of Grid-connected PV

Radiation database: Classic PVGIS [\[What is this?\]](#)
PV technology: Crystalline silicon

Installed peak PV power kWp
Estimated system losses [0;100] %

Fixed mounting options:
Mounting position: Building integrated
Slope [0;90] ° ☐ Optimize slope
Azimuth [-180;180] ° ☐ Also optimize azimuth
(Azimuth angle from -180 to 180, East=-90, South=0)

Tracking options:
☐ Vertical axis Slope [0;90] ° ☐ Optimize
☐ Inclined axis Slope [0;90] ° ☐ Optimize
☐ 2-axis tracking

Horizon file Nessun file selezionato

Output options
☐ Show graphs ☐ Show horizon
☒ Web page ☐ Text file ☐ PDF

[\[help\]](#)

Angolo di tilt
Inseguimento solare

Map **Satellite**

Giugliano in Campania
Mugnano di Napoli
Casoria
Volla
San Giorgio a Cremano
Ercolano
Vesuvio

Google

Map data ©2016 Google Termini e condizioni d'uso Segnala un errore nella mappa

Solar radiation **Temperature** **Other maps**

PVGIS

Performance of Grid-connected PV

NOTE: before using these calculations for anything serious, you should read [\[this\]](#)

PVGIS estimates of solar electricity generation

Location: 40°51'6" North, 14°16'5" East, Elevation: 18 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-classic

Nominal power of the PV system: 1.0 kW (crystalline silicon)

Estimated losses due to temperature and low irradiance: 15.5% (using local ambient temperature)

Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.8%

Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%

Combined PV system losses: 29.4%

Fixed system: inclination=35°, orientation=0°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	2.01	62.2	2.66	82.4
Feb	2.35	65.7	3.16	88.5
Mar	3.18	98.6	4.42	137
Apr	3.84	115	5.43	163
May	3.98	123	5.73	178
Jun	4.14	124	6.08	182
Jul	4.17	129	6.14	190
Aug	4.12	128	6.14	190
Sep	3.72	112	5.41	162
Oct	3.24	101	4.60	143
Nov	2.36	70.7	3.22	96.7
Dec	1.90	58.9	2.54	78.6
Yearly average	3.26	99.0	4.64	141
Total for year	1190		1690	

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

E_m : Average monthly electricity production from the given system (kWh)

H_d : Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

H_m : Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m²)

NAPOLI

ation System - Interactive Maps 

Contact Important legal notice

PV Estimation Monthly radiation Daily radiation Stand-alone PV

Performance of Grid-connected PV

Radiation database: Classic PVGIS [\[What is this?\]](#)

PV technology: Crystalline silicon

Installed peak PV power 1 kWp

Estimated system losses [0;100] 14 %

Fixed mounting options:

Mounting position: Building integrated

Slope [0;90] 35 ° ☐ Optimize slope

Azimuth [-180;180] 0 ° ☐ Also optimize azimuth

(Azimuth angle from -180 to 180. East=-90, South=0)

Tracking options:

☐ Vertical axis Slope [0;90] 0 ° ☐ Optimize

☐ Inclined axis Slope [0;90] 0 ° ☐ Optimize

☐ 2-axis tracking

Horizon file Scegli file Nessun file selezionato

Output options

☐ Show graphs ☐ Show horizon

☒ Web page ☐ Text file ☐ PDF

Calculate [\[help\]](#)

PVGIS NAPOLI

Fixed system: inclination=35°, orientation=0°

Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	2.01	62.2	2.66	82.4
Feb	2.35	65.7	3.16	88.5
Mar	3.18	98.6	4.42	137
Apr	3.84	115	5.43	163
May	3.98	123	5.73	178
Jun	4.14	124	6.08	182
Jul	4.17	129	6.14	190
Aug	4.12	128	6.14	190
Sep	3.72	112	5.41	162
Oct	3.24	101	4.60	143
Nov	2.36	70.7	3.22	96.7
Dec	1.90	58.9	2.54	78.6
Yearly average	3.26	99.0	4.64	141
Total for year		1190		1690

**Vertical axis tracking system optimal
inclination=1°**

Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	2.37	73.3	3.19	99.0
Feb	2.74	76.7	3.76	105
Mar	3.84	119	5.42	168
Apr	4.94	148	7.00	210
May	5.31	165	7.61	236
Jun	5.78	173	8.43	253
Jul	5.69	176	8.33	258
Aug	5.53	171	8.23	255
Sep	4.73	142	6.91	207
Oct	3.94	122	5.69	176
Nov	2.82	84.6	3.94	118
Dec	2.25	69.9	3.08	95.5
Yearly average	4.17	127	5.98	182
Total for year		1520		2180

ESEMPIO DI DIMENSIONAMENTO

Fabbisogno di energia elettrica dell'edificio ipotizzato: 40.000 kWh

Producibilità elettrica impianto FV con moduli fissi a 35° esposti a sud: 1.190 kWh/kW_p

$$40.000 \text{ kWh} / 1.190 \text{ kWh/kW}_p = 34 \text{ kW}_p$$

Scelta tipologia modulo fotovoltaico:
 $34000 \text{ W}_p / 327 \text{ W}_p = 104 \text{ moduli}$

Dati tecnici di un modulo FV con alte prestazioni energetiche:

DATI ELETTRICI		
	E20-327	E19-320
Potenza nominale ¹² (P _{nom})	327 W	320 W
Tolleranza di potenza	+5/-0%	+5/-0%
Efficienza media del modulo ¹³	20,4%	19,8%
Tensione al punto di massima potenza (V _{mpp})	54,7 V	54,7 V
Corrente al punto di massima potenza (I _{mpp})	5,98 A	5,86 A
Tensione a circuito aperto (V _{oc})	64,9 V	64,8 V
Corrente di cortocircuito (I _{sc})	6,46 A	6,24 A
Tensione massima del sistema	1000 V IEC & 600 V UL	
Corrente massima del fusibile	20 A	
Coeff. temp. potenza	-0,38% / °C	
Coeff. temp. tensione	-176,6 mV / °C	
Coeff. temp. corrente	3,5 mA / °C	

Valore Attuale Netto (VAN) 1/2

Il VAN è un metodo largamente adoperato per valutare la convenienza di un impianto fotovoltaico. Più in generale, è utile nella scelta tra ipotesi di investimento alternative. Di norma, tra gli investimenti alternativi, verrà considerato più conveniente quello che ha un VAN più alto. Il VAN di un investimento è il valore attuale della serie di flussi di cassa da esso generati in periodi futuri, attualizzati attraverso l'utilizzo di un tasso di sconto. Nel caso in cui il soggetto che valuta l'investimento sia un comune cittadino, il tasso di sconto può essere posto pari all'inflazione monetaria o pari al tasso di un investimento a basso rischio in titoli di stato.

Il VAN può essere calcolato numericamente grazie alla seguente

forr ' ,

$$VAN = -C_0 + \sum_{k=1}^n \frac{C_k}{(1 + r_w)^k}$$

- C_0 = Costo iniziale del nuovo impianto
- C_k = Flusso di cassa all'anno k
- n = Tempo espresso in anni di vita utile dell'impianto
- r_w = Tasso di sconto

Valore Attuale Netto (VAN) 2/2

Si realizza un impianto fotovoltaico il cui costo iniziale è di € 500. Dopo l'avvio, l'impianto genera dei flussi di cassa positivi, tranne al quarto anno, quando si prevede di effettuare una onerosa manutenzione straordinaria.

Anno	0	1	2	3	4	5
Flussi di cassa	- € 500	€ 300	€ 120	€ 150	- € 80	€ 200

È conveniente realizzare l'impianto?

Un investitore poco accorto sommerebbe algebricamente i flussi di cassa, ottenendo che l'impianto rende in 5 anni **€ 190**. La realtà è ben diversa, e per rendersene conto basta riflettere sul fatto che una somma di denaro disponibile in un periodo futuro vale meno della stessa somma disponibile oggi.

Una valutazione più corretta può essere effettuata con il calcolo del VAN. Ipotizzando un tasso di sconto del 7% si ha:

$$\text{VAN} = -500 + 300/(1,07) + 120/(1,07)^2 + 150/(1,07)^3 - 80/(1,07)^4 + 200/(1,07)^5 = \text{€ } 88,20$$

91

Realizzare l'impianto fotovoltaico è certamente conveniente, ma in misura nettamente minore a quanto stabilito con il primo metodo, che è tanto più fuorviante quanto più è lungo l'orizzonte temporale dell'investimento considerato .

Diana.dagostino@unina.it
concetta.marino@unina.it
francescodefalco@gmail.com

