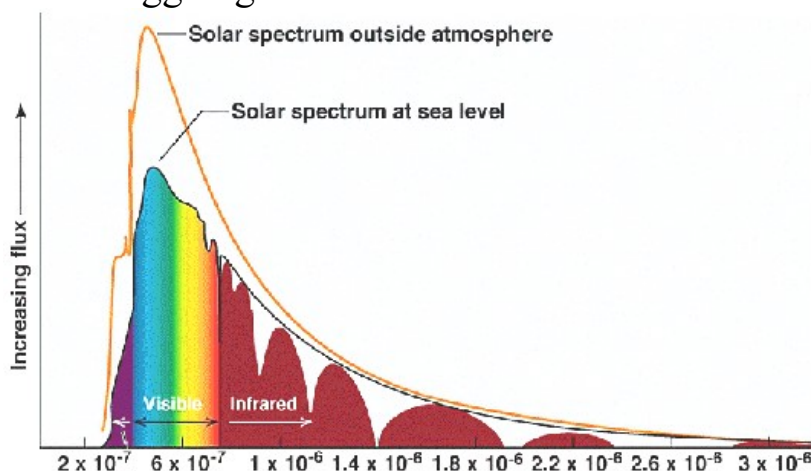


## Pannelli solari termici

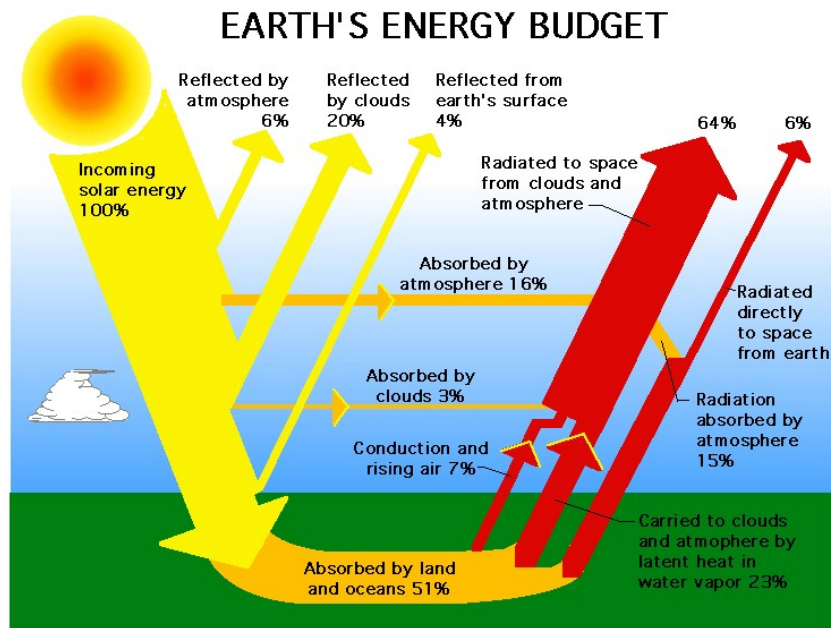
- I pannelli solari termici trasformano l'energia solare in energia termica
- l'energia termica può essere utilizzata per
  - riscaldamento
  - Acqua Calda Sanitaria ( ACS )
- Soluzioni avanzate consentono anche di ottenere
  - raffreddamento (Solar Cooling)
  - produzione di energia elettrica (non fotovoltaica)
- Le prime due soluzioni sono le più classiche

## Radiazione Solare

- La radiazione solare extraterrestre è simile a quella di un corpo nero alla temperatura di 5800 K (legge di Planck)
- La radiazione viene filtrata nel passaggio nell'atmosfera
  - extraterrestre ha un valore di  $1367 \text{ W/m}^2$
  - sulla superficie raggiunge valori minori di  $1000 \text{ W/m}^2$



## Effetto dell'atmosfera



## Tipo di radiazione

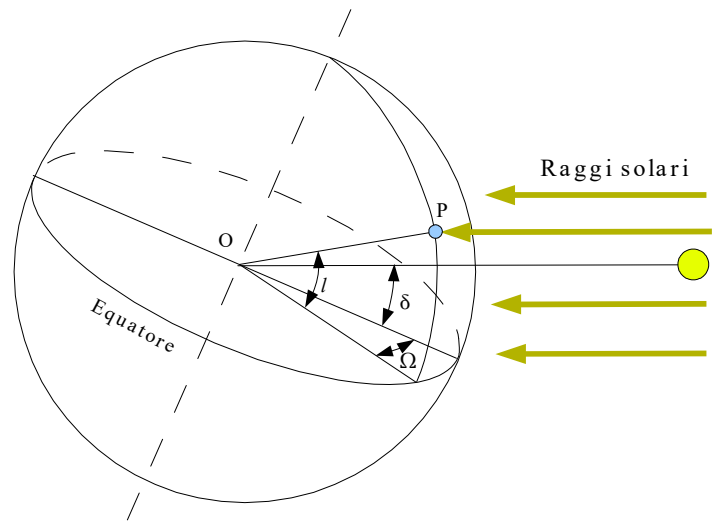
- La radiazione si può suddividere in diretta e diffusa
- La radiazione diretta incide sulle superficie con la direzione dei raggi solari
- La radiazione diffusa deriva dai fenomeni di diffusione e scatternig nell'atmosfera

Intensità approssimata della radiazione solare.

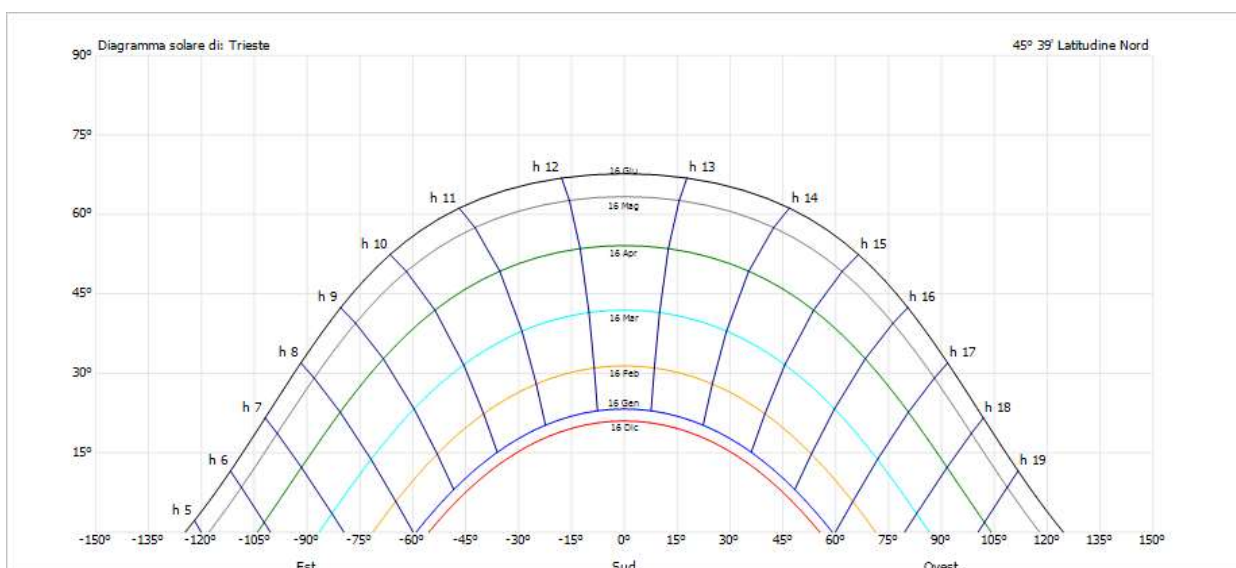
Radiazione solare	Condizioni atmosferiche							
	Cielo sereno	Nebbia	Nuvvoloso	Disco solare giallo	Disco solare bianco	Sole appena percettibile	Nebbia fitta	Cielo coperto
globale	1000 W/m <sup>2</sup>	600 W/m <sup>2</sup>	500 W/m <sup>2</sup>	400 W/m <sup>2</sup>	300 W/m <sup>2</sup>	200 W/m <sup>2</sup>	100 W/m <sup>2</sup>	50 W/m <sup>2</sup>
diretta	90%	50%	70%	50%	10%	0%	0%	0%
diffusa	10%	50%	30%	50%	90%	100%	100%	100%

## Coordinate solari

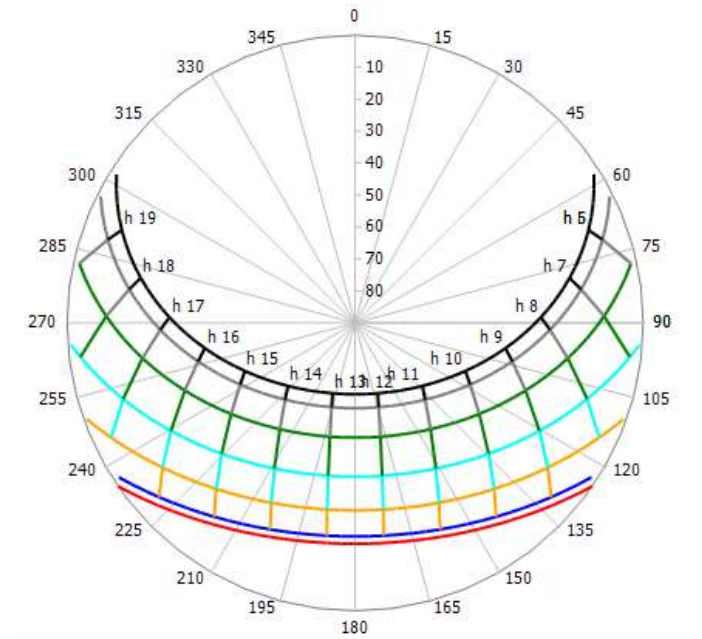
- Si fa riferimento alle coordinate geografiche
- Si identificano gli angoli
  - $l$  : latitudine
  - $\delta$  : declinazione
  - $\Omega$  : angolo orario



## Percorsi solari – diagramma cilindrico

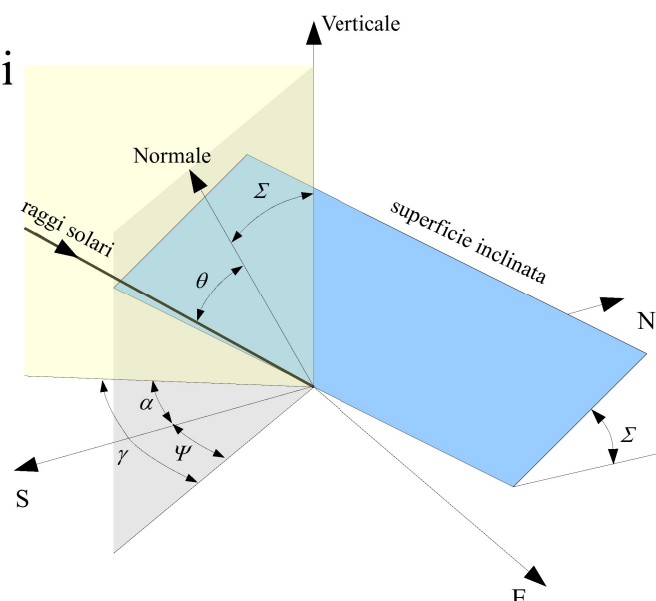


## Percorsi solari - diagramma polare

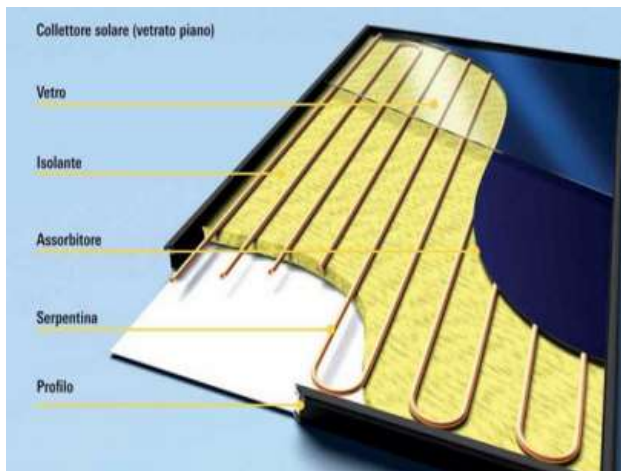


## Coordinate superfici inclinate

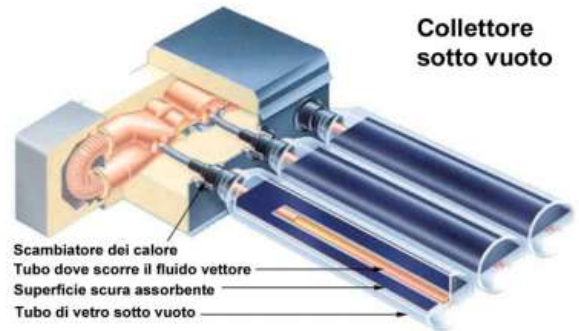
- Per superfici inclinate si definisce la posizione relativa tra la superficie ed il sole
- Si introducono ulteriori angoli
  - $\Psi$ : azimut della superficie
  - $\Sigma$ : inclinazione
  - $\theta$ : angolo di incidenza
  - $\gamma$ : azimut superficie sole



## Struttura di un Pannello Solare



Pannello piano

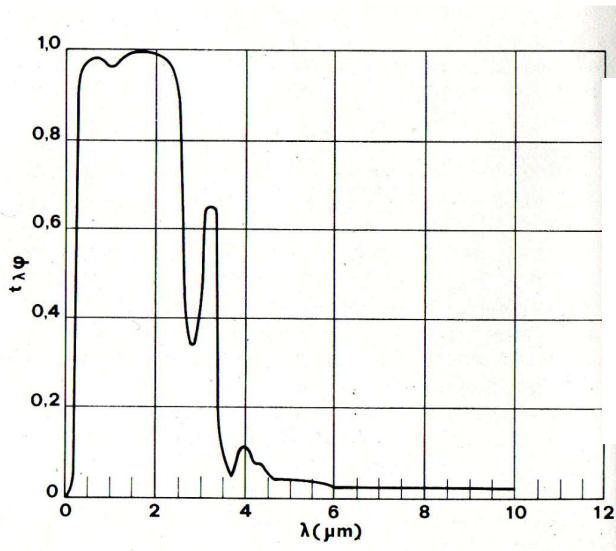


Tubi sottovuoto

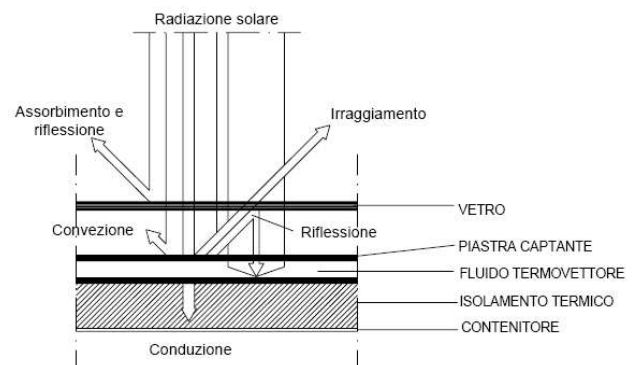


## Energia assorbite dal pannello

Coefficiente trasmissione del vetro



Flussi di energia nel pannello



## Tipologie di pannello



Piano circolazione naturale



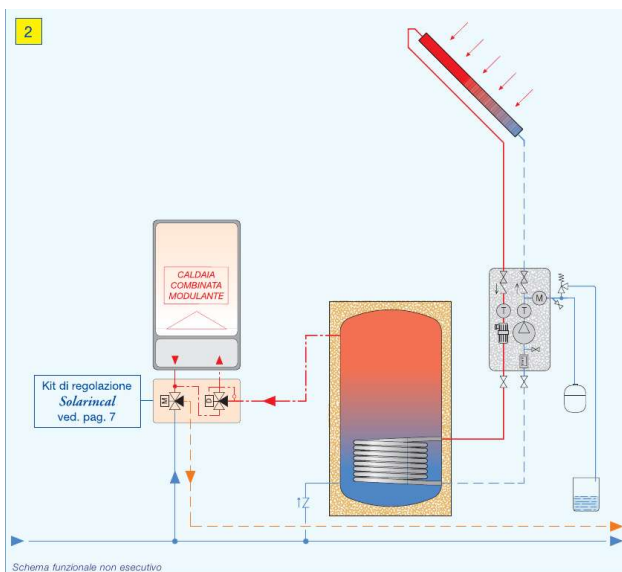
Piano circolazione forzata



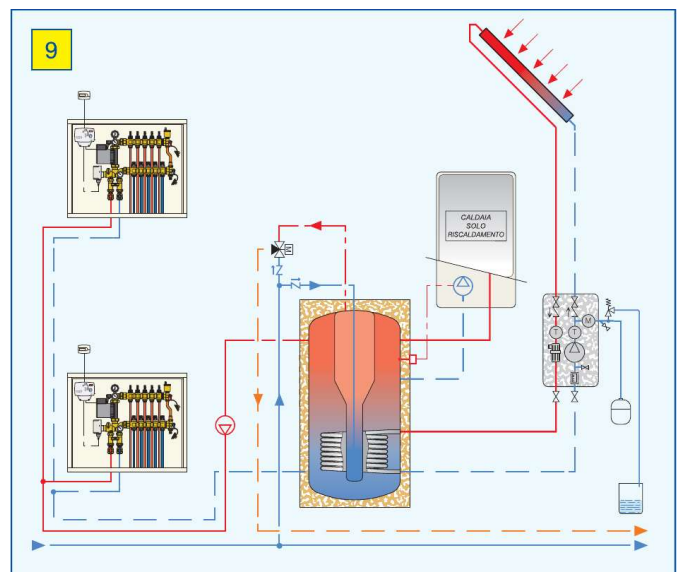
Tubi sottovuoto

## Tipologie di impianto

### Produzione ACS

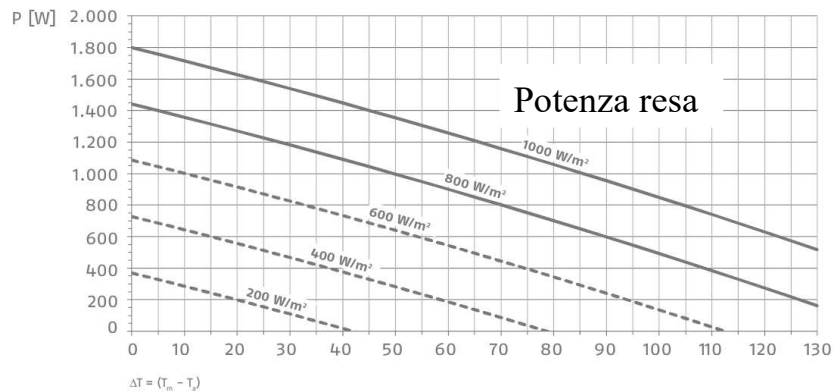


### Produzione ACS e riscaldamento

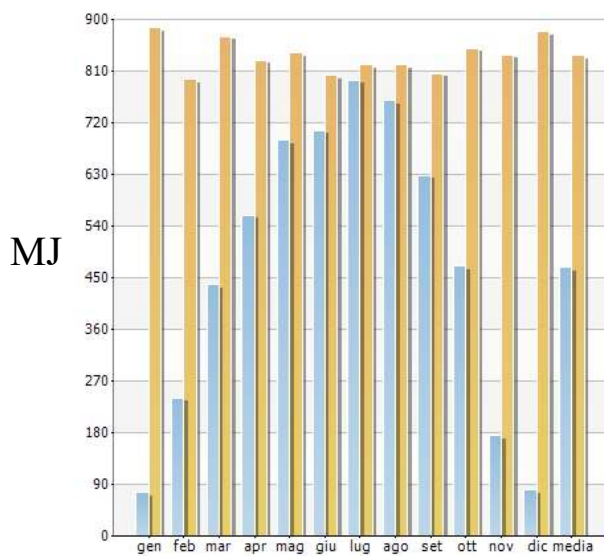


## Esempio Applicazione

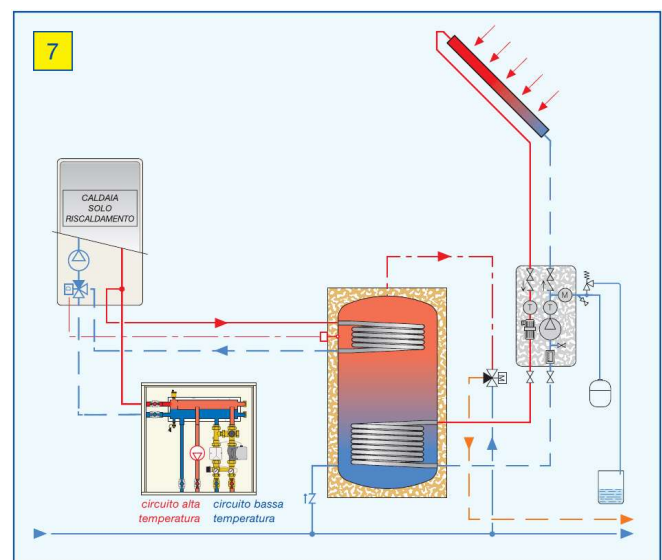
PARAMETRI DEL COLLETTORE	
Superficie esterna: 2,43 m <sup>2</sup>	Superficie d'apertura: 2,19 m <sup>2</sup>
Superficie assorbente: 2,19 m <sup>2</sup>	Numero di pannelli: 2
Superficie totale di captazione: 4,40 m <sup>2</sup>	
Azimut della superficie rispetto al sud g: 0,00 °	Inclinazione della superficie sul piano orizzontale b: 30,00 °
Volume Accumulo	300 l



## Risultati



■ Produzione  
■ Fabbisogno ACS





## Confronto inclinazioni

