



Sistemi a Pompa di Calore Elio-assistita

Relatore

Prof. GRECO Adriana

Co-Relatore

Ing. MASSELLI Claudia

Candidate

TAUSSI Claudia

N49/515

BRUNO Martina

N49/508



AGENDA

- **Energie rinnovabile (solare)**
- **Principio di funzionamento di una pompa di calore**
- **Impianti solari termici**
- **Impianti con pompa di calore elio-assistita**
- **Componenti**
- **Incentivi**



Energie rinnovabili:

- Fino ad oggi la maggior parte dell'energia elettrica è stata prodotta attraverso l'impiego di fonti fossili che, oltre a essere non-rinnovabili, generano ingenti quantità di CO₂, minacciando l'eco-sistema mondiale.
- Necessità di investire nell'ambito delle energie rinnovabili: report della Comunità Europea hanno rilevato che le energie rinnovabili possono provvedere a circa 3000 volte il fabbisogno energetico attuale.



La Comunità Europea dunque, spinta dai cambiamenti a livello climatico, ha scritto un'equazione di forte impatto:

$$20+20-20=2020$$

volendo con questa dichiarare di impegnarsi ad aumentare del 20% l'utilizzo delle fonti rinnovabili e del 20% l'efficienza energetica e a ridurre del 20% l'emissione di anidride carbonica entro il 2020.

- Come energie rinnovabili possiamo distinguere:

- le biomasse ;
- l'energia delle onde ;
- l'energia eolica ;
- l'energia geotermica ;
- l'energia solare .



L'energia solare :

La fonte di energia rinnovabile per eccellenza è il Sole, il quale è indirettamente il padre anche di tutte le altre forme di energia.

La cattura dell'energia solare può avvenire per:

- Il solare termico;
- l'effetto fotovoltaico.

I limiti legati all'impiego di questa risorsa sono quelli comuni a tutte le fonti di energia rinnovabile:

1. Dispersione: l'energia solare, per essere concentrata a livelli adatti alla produzione di energia fruibile, necessita dell'impiego di impianti che occupano una considerevole porzione di territorio.
2. Discontinuità: la radiazione solare è incostante in presenza ed intensità per sua stessa natura (alternanza giorno-notte, condizioni meteorologiche, cicli stagionali).



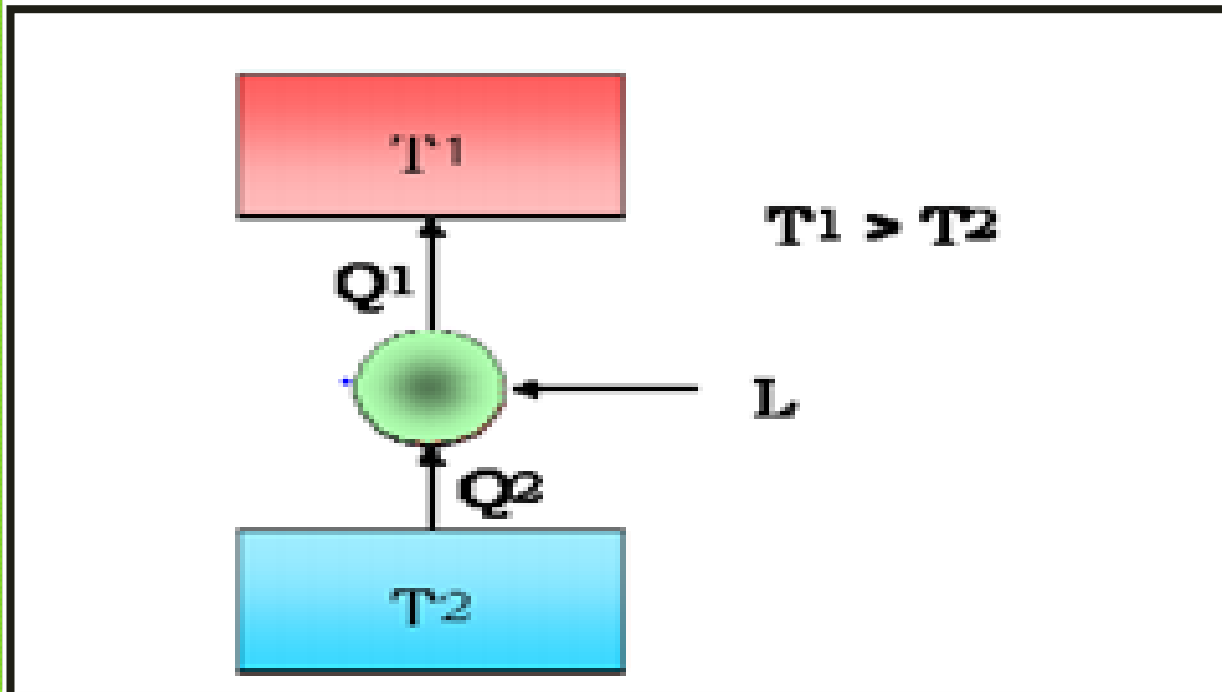
Pompe di calore :

- **La Legge 244 del 24 dicembre 2007** riconosce come fonte energetica rinnovabile e di conseguenza incentiva tale tecnologia.
- Un altro merito che va assegnato a questa tecnologia è il notevole contributo che essa apporta nella riduzione dei gas ad effetto serra, in particolare per quanto riguarda le emissioni di CO₂, rispetto ai sistemi di riscaldamento tradizionali.



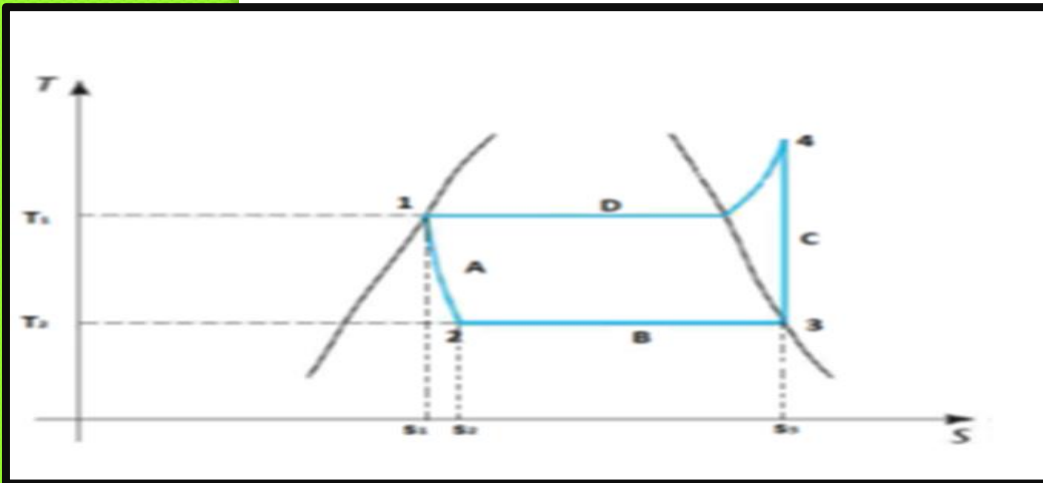
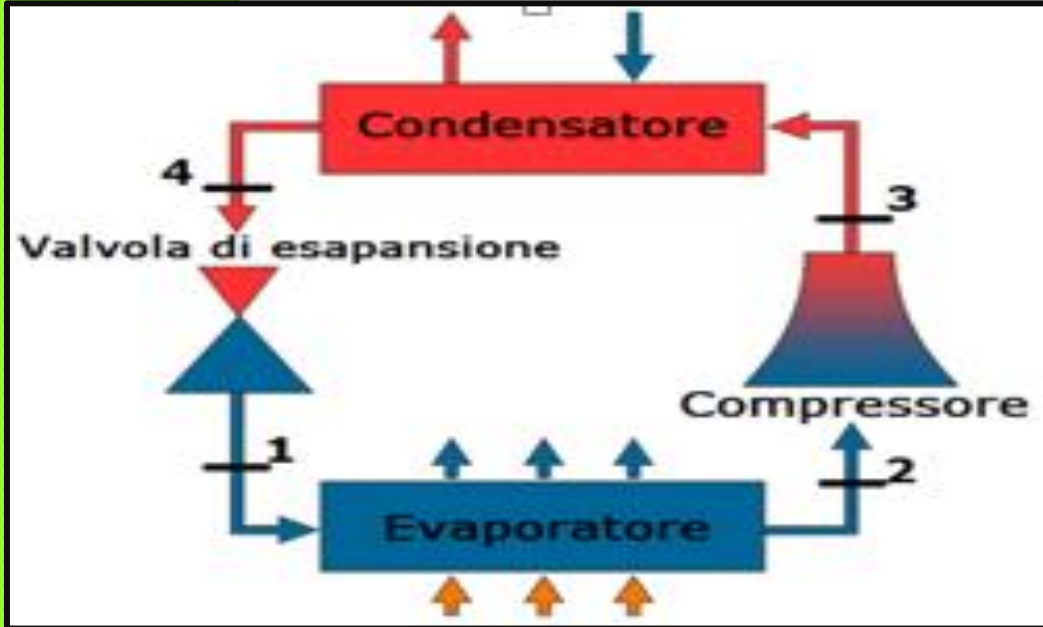
Principio di funzionamento di una pompa di calore:

Con il termine pompa di calore si intende un'installazione che, operando con continuità, preleva calore da una sorgente a temperatura più bassa, e lo rende disponibile per l'utilizzo ad una temperatura superiore.



È utilizzata per il riscaldamento di un ambiente interno (riscaldamento dell'aria) o dell'Acqua Calda Sanitaria (ACS)

Il ciclo inverso a compressione di vapore



1. **EVAPORATORE** : il calore viene trasferito al fluido frigorifero che evapora .
2. **COMPRESSORE** : il vapore viene compresso affinché raggiunga una pressione e temperatura maggiori.
3. **CONDENSATORE** : il vapore caldo condensa e cede calore utile all'impianto di distribuzione del calore.
4. **VALVOLA DI ESPANSIONE**: il fluido si espande alla temperatura e pressione richiesta dall'evaporatore.



COP di una pompa di calore

Le prestazioni di una pompa di calore si valutano attraverso il coefficiente di effetto utile (Coefficient Of Performance, COP) che è definito come il rapporto tra l'effetto energetico utile e l'energia necessaria per ottenerlo:

$$COP_{pc} = \frac{|Q_1|}{|L|}$$

 Q_1

calore fornito alla sorgente a temperatura più alta

 L

lavoro impiegato per effettuare la fornitura di calore

Il COP è variabile a seconda del tipo di pompa di calore e delle condizioni di funzionamento ed in genere ha valori prossimi a 3.

Fluidi di lavoro utilizzati :

- I vari refrigeranti vengono classificati in base al loro **ODP** (Ozone Depletion Potential). Attualmente si possono usare solo refrigeranti a ODP nullo.
- Il potenziale dei vari fluidi di effetto serra diretto è evidenziata dal valore di un altro indice, il **GWP** (Global Warming Potential).

Tradizionalmente i fluidi refrigeranti più comuni si possono raggruppare in tre grandi insiemi:

1. Refrigeranti sintetici:

possiamo distinguere tre sottogruppi:

CFC (cloro-fluoro-carburi) e HCFC (idro-cloro-fluoro-carburi) i quali dopo il protocollo di Montréal sono state vietati per il loro ODP.

HFC (idro-fluoro-carburi)

2. Refrigeranti naturali :

Idrocarburi (propano R290, metano R50)

Composti inorganici (ammoniaca R717, acqua R718, anidride carbonica R744)

3. Miscele

Una miscela è data dalla composizione di due o più fluidi puri.

Impianti solare termici :

Gli impianti solari termici sono dispositivi che permettono di catturare l'energia solare, immagazzinarla e usarla ai fini del riscaldamento dell'acqua sanitaria in sostituzione delle caldaie alimentate a gas naturale.



La radiazione solare riscalda un fluido termovettore che circola all'interno dei pannelli. Tale fluido, quindi, trasferisce il calore assorbito a un serbatoio di accumulo d'acqua .

Il sistema di accumulo serve perché in tal modo è possibile immagazzinare l'acqua calda in modo da poterla usare anche quando l'irradiazione solare è insufficiente.

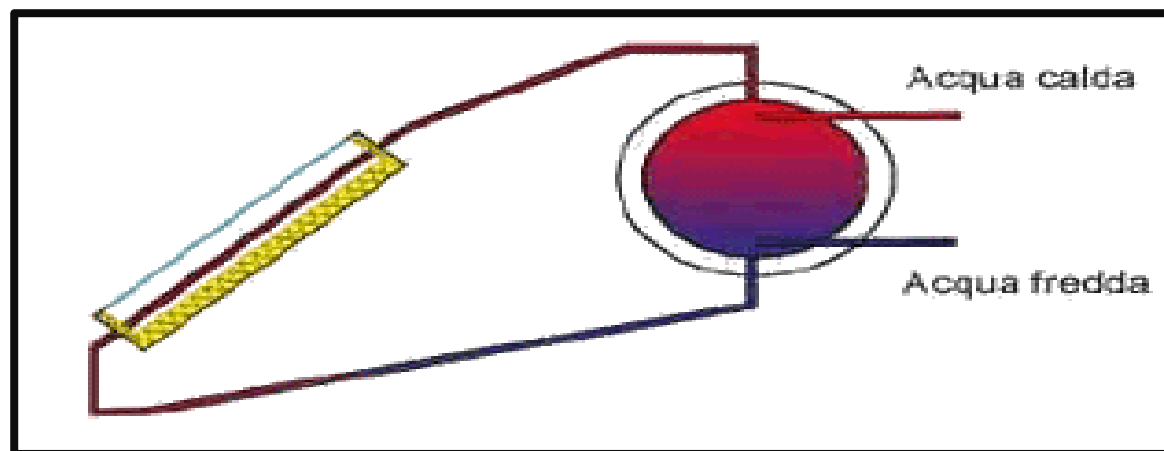
Tipologia di impianti solari termici :

Sistemi a Pompa di Calore Elioassistita



Una prima suddivisione degli impianti solari termici è in base al tipo di circolazione del fluido termovettore: a circolazione naturale o a circolazione forzata.

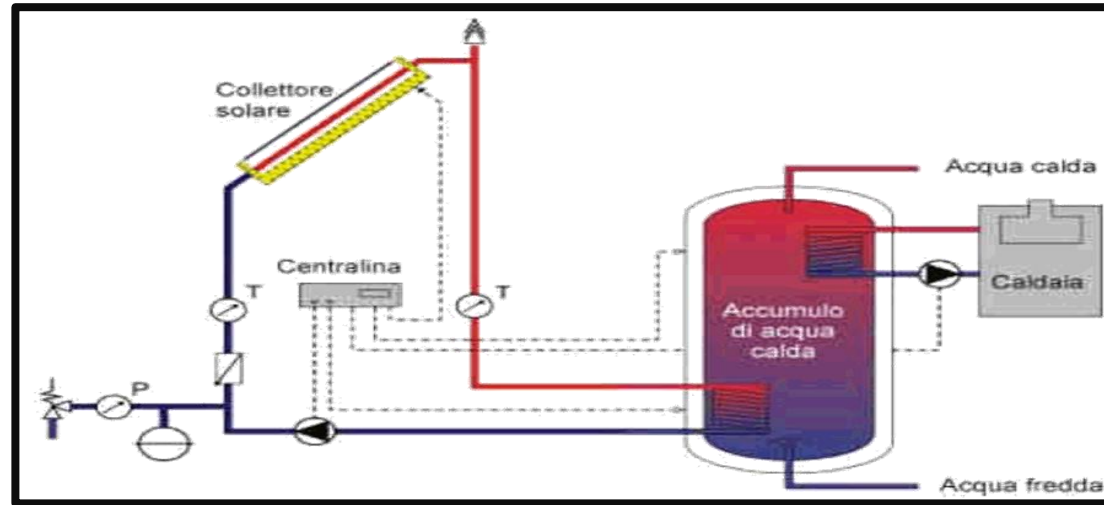
- **Impianto a circolazione naturale:** in questo tipo di impianto il fluido è l'acqua stessa che riscaldandosi sale per convezione naturale in un serbatoio di accumulo (boiler), che deve essere posto più in alto del pannello, dal quale viene poi distribuita alle utenze domestiche



I problemi possono riguardare: la dimensione dell'impianto (circolazione naturale adatta solo per le piccole utenze), e il forte impatto estetico (serbatoio a vista), in compenso però è molto semplice ed economico.



- **Impianto a circolazione forzata** :è formato da un collettore solare a sé stante, connesso attraverso un circuito ad un serbatoio localizzato nell'edificio. La pompa è comandata da una centralina elettronica che confronta il valore della temperatura in due punti del circuito e fornisce il consenso al passaggio del liquido nel circuito idraulico primario. Il calore viene quindi trasportato al serbatoio di accumulo e ceduto all'acqua sanitaria mediante uno scambiatore di calore.



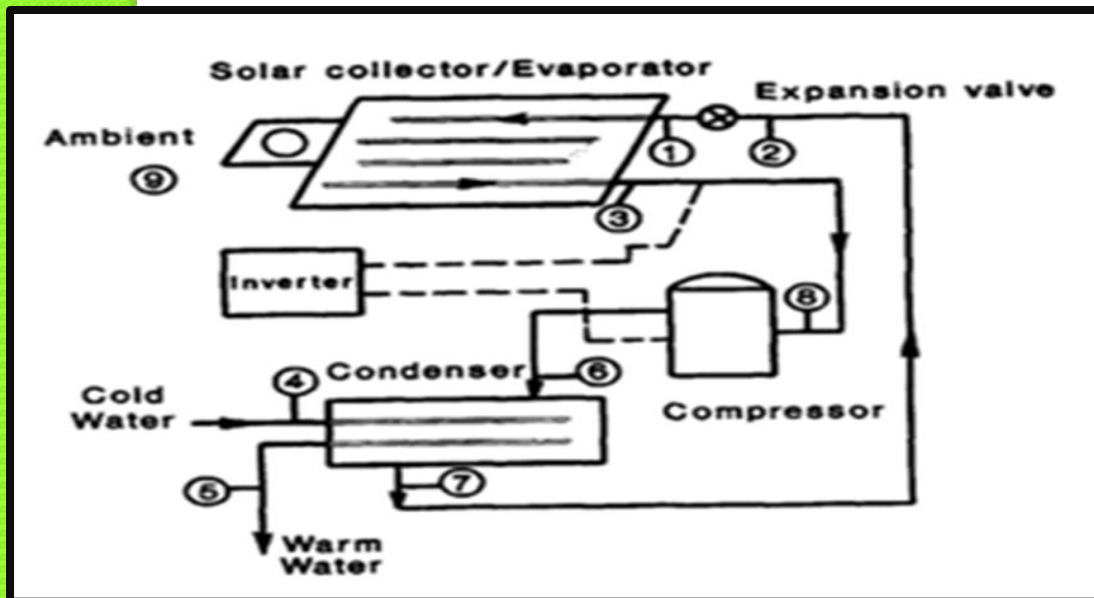
L'installazione dei sistemi a circolazione forzata è necessaria in tutte le situazioni in cui il serbatoio di accumulo dell'acqua non può essere posizionato ad un livello più alto dei pannelli solari. Sono più costosi e hanno bisogno di una buona manutenzione ma in compenso sono molto più efficienti .

Impianti di funzionamento a ciclo diretto e indiretto di una pompa elioassistita:



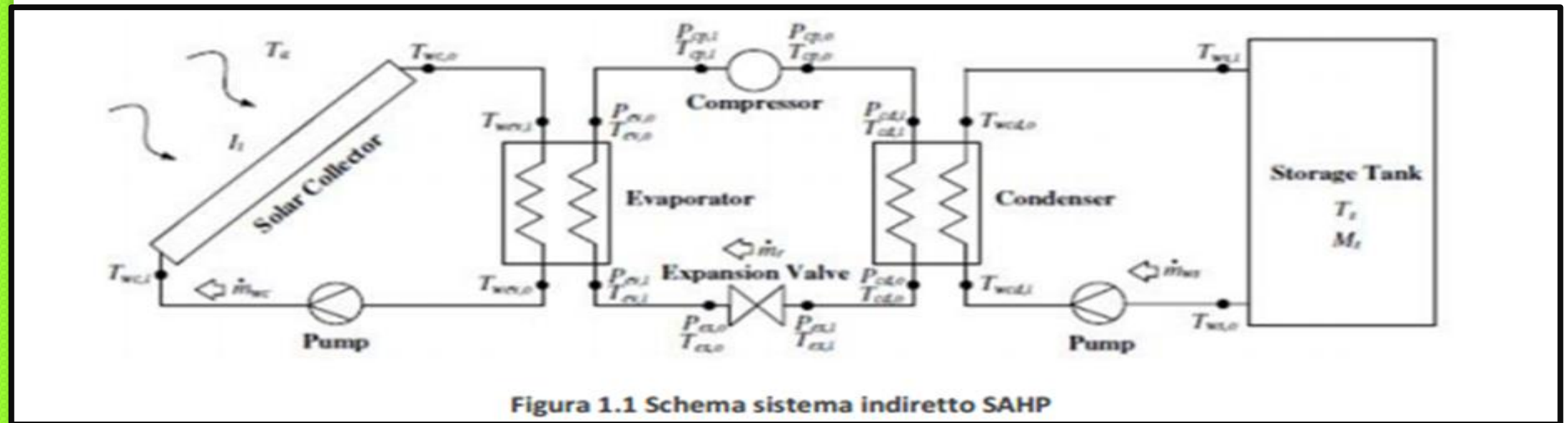
Una pompa di calore elio-assistita è una pompa di calore il cui evaporatore è accoppiato ad un collettore solare che produce aria/acqua calda. Il vantaggio consiste nella possibilità di poter sfruttare il calore a bassa temperatura. Nell'ambito delle pompe di calore elio-assistite sono individuabili due macro-categorie impiantistiche:

- **sistemi diretti**: sono caratterizzati dall'avere il circuito della parte solare direttamente integrato con quello della pompa di calore (HP), viene usato un collettore solare a due fasi che agisce direttamente da evaporatore.



Facendo funzionare il sistema con un compressore a numero di giri variabile e quindi utilizzando un **INVERTER** è possibile adeguarsi alla variazione di insolazione e temperatura esterna durante l'anno.

- **Sistemi indiretti**: Nel sistema SAHP a espansione indiretta c'è uno scambio intermedio tra l'acqua che circola nel circuito solare e il fluido frigorifero nell'evaporatore.

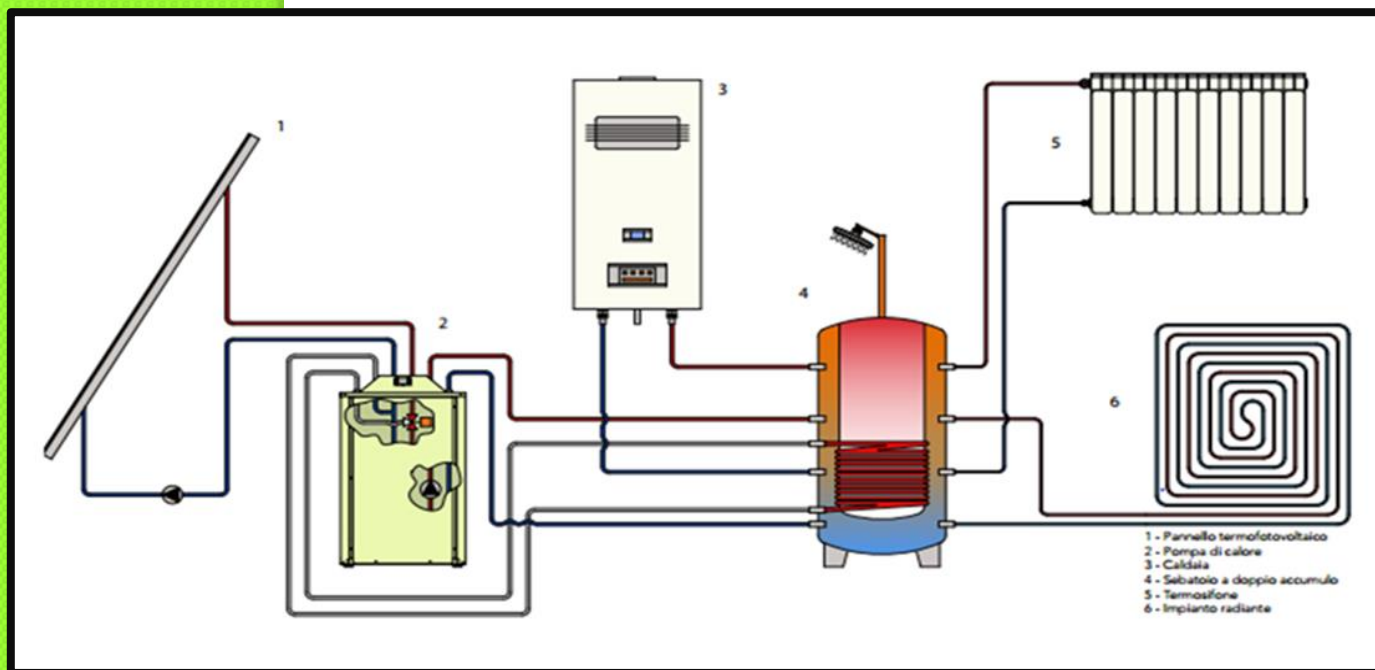


E' possibile suddividere il sistema in tre parti: il collettore solare, la pompa di calore a compressione di vapore, il serbatoio di accumulo. Quest'ultimo componente scambia calore con il fluido frigorifero dell'evaporatore. In tal modo il fluido refrigerante evapora sottraendo calore al fluido che circola nel circuito del collettore solare.

Sistemi a pompa di calore elio-assistita con pannelli fotovoltaici

L'integrazione del sistema termico e fotovoltaico, consente di massimizzare l'autoconsumo e l'efficienza della pompa di calore. Questo tipo di pannelli non soffre il problema della stagnazione e quindi non necessita di particolari manutenzioni o accorgimenti nei periodi di non utilizzo.

Schema di funzionamento di un circuito con pompa di calore ad espansione indiretta e pannelli fotovoltaici:

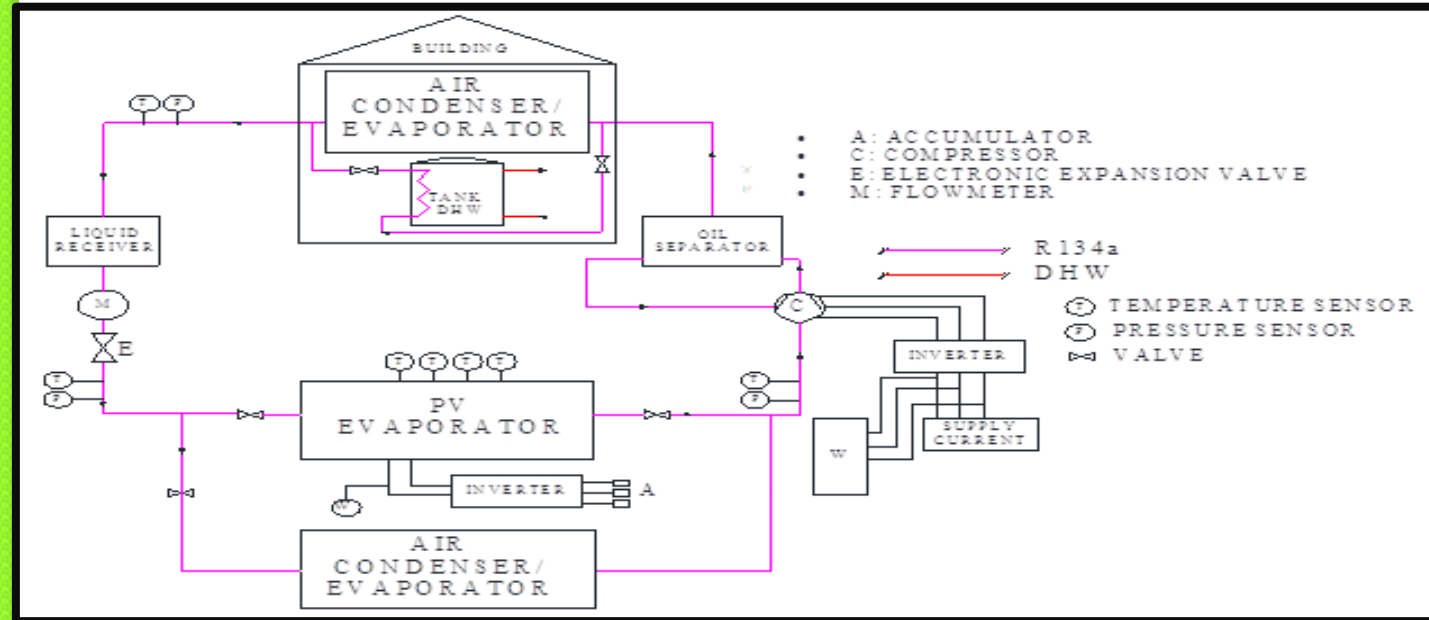


Durante il **funzionamento invernale** la pompa di calore assorbe energia dal pannello solare e riscalda l'acqua del serbatoio che si rende disponibile per l'impianto di riscaldamento e per l'acqua calda sanitaria contenuta in un secondo serbatoio interno al primo.

Nel **funzionamento estivo** il sistema provvede alla produzione di acqua calda sanitaria con il solo ausilio della pompa di calore.



Schema di funzionamento di un circuito con pompa di calore ad espansione diretta e pannelli fotovoltaici:



- un evaporatore ad aria ;
- un evaporatore PVT;
- un compressore;
- un condensatore ad aria ;
- una valvola di espansione elettronica;
- Inverter.

Il sistema è dotato di valvole in modo da poter operare in diversi modi durante tutto l'anno .

- Nel funzionamento invernale: è usato l'evaporatore PVT , invece per la produzione di acqua calda sanitaria si utilizza come condensatore il serbatoio di acqua oppure l'evaporatore ad aria.
- In estate :per il raffrescamento , l'evaporatore ad aria diventa il condensatore e il modulo PVT viene usato solo per produrre l'energia elettrica. Per il riscaldamento dell'acqua si usa l'evaporatore PVT .

Componenti delle SAHPs :

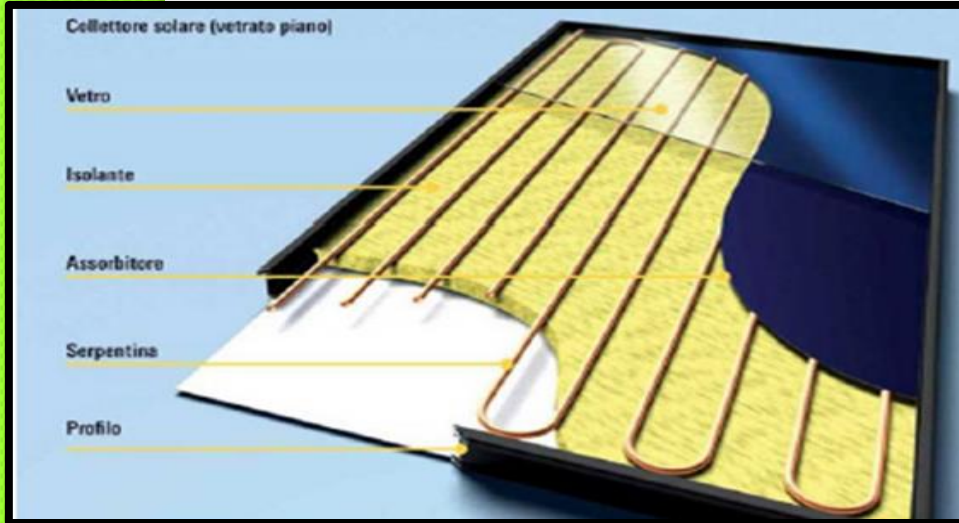
Sistemi a Pompa di Calore Elioassistita



- **Celle Fotovoltaiche**
- **Pannelli solari termici**
- **Sistemi Ibridi Fotovoltaico-Termici (PVT)**
- **Evaporatore**
- **Compressore**
- **Condensatore**
- **Inverter**
- **Valvola d'espansione**

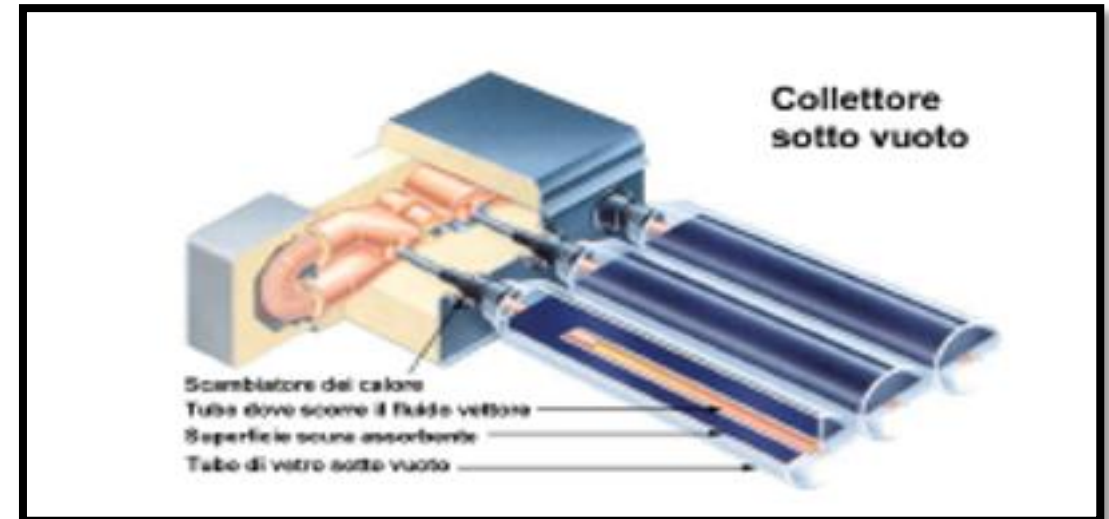
Pannelli solari termici :

Sistemi a Pompa di Calore Elioassistita



- **Pannelli piani vetrati:** La radiazione solare attraversa la superficie vetrata ed è assorbita dalla piastra metallica che si riscalda. Sul retro della piastra metallica, sono saldati i tubi in cui circola il fluido termo-vettore, che trasferisce il calore dal pannello al serbatoio di accumulo.

- **Pannelli sottovuoto:** sono caratterizzati da condotti di vetro posti sottovuoto, al cui interno sono posizionate le tubazioni che, assorbendo la radiazione solare, riscaldano il fluido termovettore.



CELLE FOTOVOLTAICHE

LUCE SOLARE → ENERGIA ELETTRICA

Materiale semiconduttore (silicio) con l'inserimento di **impurità** nella struttura cristallina del silicio (atomi di boro e di fosforo), in tal modo si genera un campo elettrico che permette la formazione di corrente elettrica quando la cella è esposta alla luce.

Quanta energia solare una cella fotovoltaica può trasformare in energia elettrica?

Rendimento di conversione η : rapporto tra la potenza elettrica netta in uscita e la potenza incidente:

$$\eta = \frac{W_p}{I \cdot A}$$



Sistemi Ibridi FotoVoltaico-Termici (PVT)

Sistemi a Pompa di Calore Elioassistita



Un pannello solare ibrido permette la conversione dell'energia irradiata dal sole in :

**ENERGIA
ELETTRICA**

ENERGIA TERMICA

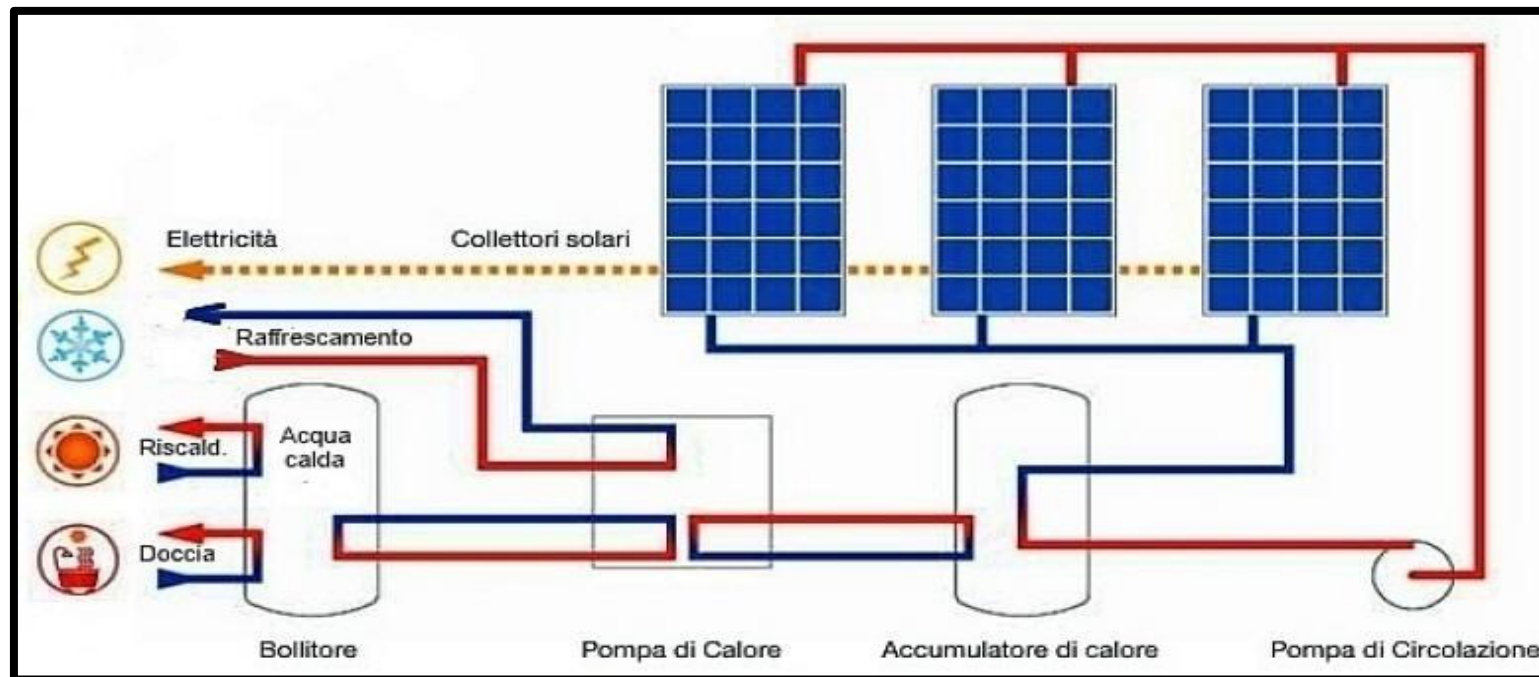
Coniuga l'effetto di un modulo fotovoltaico e di un pannello solare termico.





E' costituito da un collettore fotovoltaico al quale è associato uno scambiatore di calore in grado di riscaldare un fluido grazie alla parte di radiazione solare non convertita in energia elettrica.

Il tasso di conversione della radiazione solare in energia elettrica dipende dalla temperatura della cella solare (diminuisce all'aumento della temperatura).





Il principio che sta alla base di un componente ibrido PVT è il trasferimento dell'energia termica assorbita dalle celle fotovoltaiche a un fluido che ne permetta l'utilizzo successivo.

VANTAGGI

Riutilizzo sotto forma di energia termica di parte dell'energia solare non convertita in elettricità

Aumento dell'energia elettrica prodotta

Ottimizzazione dello spazio mediante l'implementazione di due sistemi di conversione dell'energia, in un unico componente



I Pannelli solari ibridi si preferiscono ai tradizionali pannelli solari termici, che a causa delle alte temperature di lavoro disperdono verso l'ambiente gran parte dell'energia captata.

***Rendimento globale
del sistema :***

$$\eta_{\text{tot}} = \eta_e + \eta_{\text{th}}$$

Utilizzi PVT:

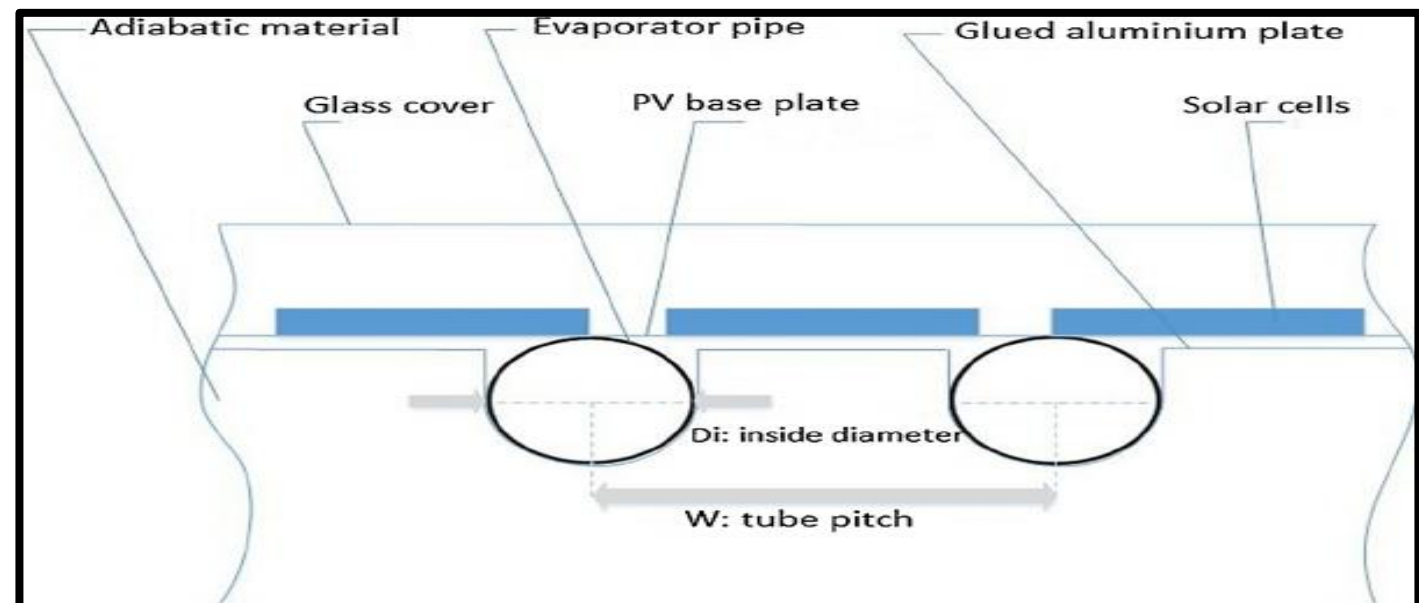
Sistemi a Pompa di Calore Elioassistita



- Produrre Acqua Calda Sanitaria (ACS)
- Riscaldare l'ambiente in inverno (impiegando una pompa di calore) ;
- Raffrescare l'ambiente in estate (con pompa di calore ad assorbimento) .

PV-EVAPORATOR

E' composto da pannelli termici collegati con al di sopra le celle fotovoltaiche, sul retro dei quali viene fatto aderire un tubo di rame, attraversato dal fluido refrigerante.



COMPRESSORE

Sistemi a Pompa di Calore Elioassistita



E' una macchina operatrice che innalza la pressione di un gas mediante l'impiego di energia meccanica

Uno dei fattori che influenza maggiormente il rendimento del sistema è la frequenza del compressore



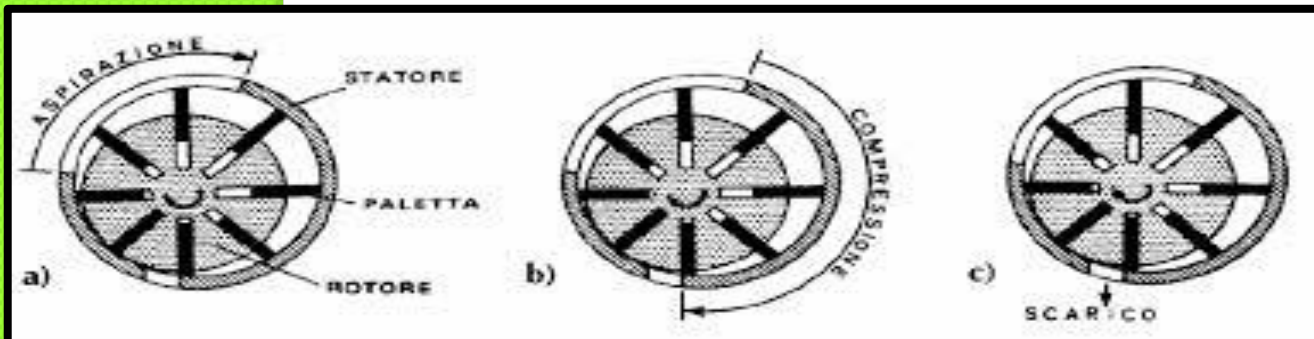
PER ALTE FREQUENZE :

- maggiore carico frigorifero
- maggiore temperatura di evaporazione
- miglior rendimento volumetrico del compressore



PER BASSE FREQUENZE :

- minor carico frigorifero
- minore consumo elettrico
- minore temperatura di evaporazione
- peggior rendimento volumetrico del compressore



INVERTER

Sistemi a Pompa di Calore Elioassistita



- Trasforma la corrente continua dei moduli fotovoltaici in comune corrente alternata di rete e la immette nella rete pubblica. Contemporaneamente controlla e monitora l'intero impianto, garantendo che i moduli fotovoltaici funzionino sempre al massimo delle loro prestazioni.
- Regola la velocità di rotazione del compressore modificando la frequenza del motore elettrico che alimenta il compressore. In tal modo consente un adeguamento del carico frigorifero al variare delle condizioni esterne.



Valvola d'espansione elettronica

L'utilizzo di questa valvola è particolarmente indicato sulle unità che si trovano ad operare in condizioni di carico termico molto variabile, come nel caso delle pompe di calore SAHPs.



L'impiego della valvola termostatica elettronica infatti permette di:

- massimizzare lo scambio termico all'evaporatore
- minimizzare i tempi di risposta alle variazioni del carico
- ottimizzare la regolazione del surriscaldamento garantendo la massima efficienza energetica

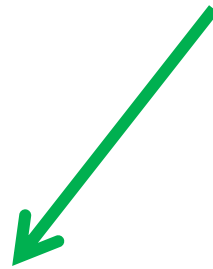


La convenienza del fotovoltaico: mito o realtà?

- **Oggi un impianto fotovoltaico costa un terzo, rispetto a solo una decina di anni fa.**
- **L'Italia in Europa è uno dei primi interpreti dell'obiettivo di maggior sostenibilità ambientale della produzione elettrica, attraverso l'impiego di fonti rinnovabili.**
- **Il Fotovoltaico oltre gli incentivi.**



INCENTIVI:



**VALORIZZAZIONE
DELL'ENERGIA CEDUTA
IN RETE**



AUTOCONSUMO



Il programma italiano che incentivava la produzione di energia elettrica è il **CONTO ENERGIA**.

Primo Conto Energia-DM 28/07/2005 :*Chi produce energia elettrica, per il suo autoconsumo, mediante un impianto fotovoltaico può accedere ai finanziamenti statali, l'utente incasserà un contributo direttamente proporzionale alla quantità di energia prodotta.*

Secondo Conto Energia D.M. 19/02/2007 : *applicazione della tariffa incentivante su tutta l'energia prodotta e non solo su quella autoconsumata.*

Terzo Conto Energia D.M. 6/08/2010;

Quarto Conto Energia D.M. 05/05/2011;

Quinto Conto Energia D.M. 5/07/2012 :

-La tariffa Omnicomprensiva

-La tariffa sull'Autoconsumo

(si è estinto il 6/07/2013 dopo che sono state esaurite le risorse finanziarie a disposizione)

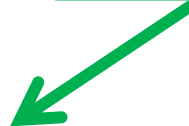


«Certificati Bianchi (28/12/12)»



**obiettivo europeo di ridurre il consumo di energia entro il 2020
(criteri per realizzare interventi di efficienza energetica e di produzione di
energia termica da fonti rinnovabili).**

INTERVENTI INCENTIVABILI :



**Sostituzione di impianti di
climatizzazione invernali esistenti
con impianti dotati di pompa di
calore**



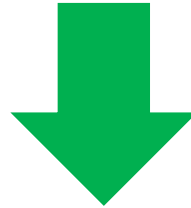
**Incremento dell'efficienza
energetica su edifici esistenti, dotati
di impianti di climatizzazione**



**Installazione di collettori solari termici abbinati
a sistemi di solar-cooling**



Nuova **Legge di stabilità** (28/12/2015) : sensibilità verso le tematiche dell'efficienza energetica e delle energie rinnovabili



- Incentivi fiscali 2016
- Detrazioni per gli interventi di efficientamento energetico e termico della casa
- Detrazioni per interventi di installazione di impianti da fonti rinnovabili ad uso domestico

Conto Termico (31/05/16) :

Sistemi a Pompa di Calore Elioassistita



regola l'incentivazione di impianti solari termici. Migliorando le prestazioni energetiche dei propri edifici:

- ***riducendo i costi dei consumi***
- ***recuperando in tempi brevi parte della spesa sostenuta***





Detrazioni sull'IRPEF (65%)



- installazioni di pannelli solari termici per la produzione di ACS;
- interventi di sostituzione di un impianto di riscaldamento tradizionale con un impianto a pompa di calore.

Conto Termico



- piccoli interventi per l'incremento dell'efficienza energetica e la produzione di energia termica da fonti rinnovabili.



Conviene ancora l'installazione di un impianto fotovoltaico?

Quanto costa l'energia acquistata dalla rete e pagata in bolletta?

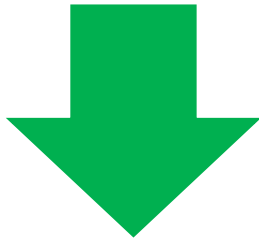
Quanto riesco ad autoconsumare?

- **Finché l'energia elettrica è prodotta nelle centrali a gas, a carbone o petrolio, il prezzo dell'elettricità è dipendente dal prezzo di importazione delle materie prime**
- **L'importazione dall'estero riduce il potere decisionale dell'Italia sui prezzi dell'energia**
- **La scarsità di risorse fossili porterà ad un ulteriore aumento del prezzo dell'energia in bolletta**
- **Il fotovoltaico risulterà tanto più conveniente quanto più sarà costosa la bolletta elettrica**



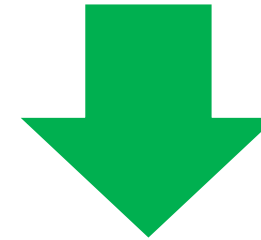
Col fotovoltaico si hanno 2 possibilità :

Produrre ed immettere in rete l'energia non immediatamente utilizzata



L'elettricità viene valorizzata meno di quanto viene effettivamente pagata in bolletta.

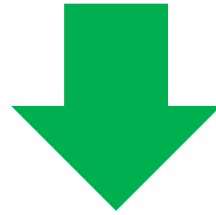
Produrre ed autoconsumare nel momento stesso della produzione



Evita l'acquisto di energia dalla rete elettrica e riduce le bollette in maniera immediata.



«Sistemi di Accumulo a Batterie»



Utilizza batterie in grado di stoccare temporaneamente l'energia prodotta. L'accumulo fotovoltaico permette di elevare il consumo dell'energia pulita auto-prodotta e di ridurre le bollette anche del 100%.



Il numero di nuovi impianti fotovoltaici è andato via via diminuendo a favore di una crescita di impianti dotati di accumulo.



Gli **impianti domestici** godono dei benefici fiscali anche per il nuovo anno (detrazioni fiscali Irpef sul 50% della spesa).



Gli **impianti aziendali** non godono più delle detrazioni fiscali ma hanno il vantaggio di autoconsumare nell'immediato gran parte dell'energia prodotta ottenendo maggiori risparmi.

CONCLUSIONI :



Vantaggi pompa di calore elioassistita con pannelli fotovoltaici :

Sfrutta il calore a bassa temperatura

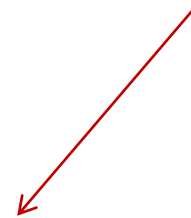


Incremento del livello termico



Incremento del **COP**

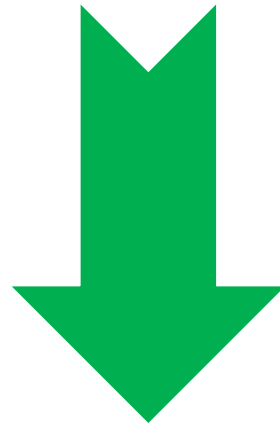
Sono state analizzate 2 diverse configurazioni di impianto : **DIRETTA** e **INDIRETTA**



- **Miglior rendimento termico dell'evaporatore ;**
- **Distribuzione di temperatura uniforme nel pannello termico**



Conviene installare un impianto fotovoltaico?



E' tanto più conveniente quanto è maggiore il costo della bolletta elettrica, ed il fattore di maggior convenienza è l' autoconsumo.



Grazie per l'Attenzione!