

Solare Termico

Quadro sintetico della tecnologia e degli impianti

La tecnologia per l'utilizzo termico dell'energia solare ha raggiunto maturità ed affidabilità tali da farla rientrare tra i modi più razionali e puliti per scaldare l'acqua o l'aria nell'utilizzo domestico e produttivo. La radiazione solare, nonostante la sua scarsa densità (che raggiunge $1\text{kW}/\text{m}^2$ solo nelle giornate di cielo sereno), resta la fonte energetica più abbondante e pulita sulla superficie terrestre. Il rendimento dei pannelli solari è aumentato di un buon 30 % nell'ultimo decennio, rendendo varie applicazioni nell'edilizia, nel terziario e nell'agricoltura commercialmente competitive. L'applicazione più comune è il [collettore solare termico](#) utilizzato per scaldare acqua sanitaria. Un metro quadrato di collettore solare può scaldare a $45\div 60$ °C tra i 40 ed i 300 litri d'acqua in un giorno a secondo dell'efficienza che varia con le condizioni climatiche e con la [tipologia di collettore](#) tra 30 % e 80%.

Le tecnologie per utilizzare l'energia solare per produrre calore sono di tre tipi: [a bassa](#), [media](#) ed [alta](#) temperatura.

Stato dell'arte

Nel mondo sono installati oltre 30 milioni di metri quadri di pannelli solari di cui 3 milioni nell'Unione europea.

In Italia l'applicazione dei pannelli solari per scaldare l'acqua può essere ancora molto potenziata. Nel 2000 sono stati installati circa 25.000 m^2 , molto pochi anche rispetto a paesi più freddi (per esempio l'Austria) ma più sensibili a questioni economico ambientali relative a questo settore. Il parco del solare termico in Italia è oggi di 350.000 m^2 , l'utilizzo maggiore è dovuto all'utenza domestica, ad impianti di prevalente utilizzo estivo ed alle piscine.

Applicazioni

Le applicazioni più comuni sono relative ad impianti per acqua calda sanitaria, riscaldamento degli ambienti e [piscine](#); sono in aumento casi di utilizzo nell'industria, nell'agricoltura e per la refrigerazione solare. I collettori solari ad aria calda si differenziano da quelli ad acqua per il fatto che in essi il fluido termovettore è costituito da aria. I campi d'applicazione per tali impianti sono tipicamente quelli di riscaldamento dell'aria per la climatizzazione ambientale e, in campo industriale, per i processi d'essiccazione di prodotti alimentari. Nel campo della climatizzazione ambientale il vantaggio di utilizzare i collettori ad aria consiste nel fatto che l'aria in essi riscaldata può essere inviata direttamente all'ambiente senza scambiatori di calore intermedi. Ciò permette un notevole aumento di efficienza del sistema, basti pensare che, di solito, con un sistema ad acqua, per riscaldare un ambiente a $20\div 22$ °C, occorre portare l'acqua almeno a $60\div 70$ °C. Il principio di funzionamento dei collettori ad aria è pressoché lo stesso di quelli ad acqua, ma i parametri di dimensionamento variano sostanzialmente, in quanto l'aria scambia calore con maggiore difficoltà dell'acqua. Occorre perciò assicurare all'aria un tempo di permanenza più lungo all'interno del collettore; per questo motivo il percorso di solito è tortuoso, per rallentare il flusso dell'aria. Per il resto, il collettore ad aria, come quello ad acqua, è costituito da una piastra captante, una o più coperture trasparenti e l'isolamento termico. I collettori solari per piscina possono fornire fino al 100% delle necessità termiche delle piscine. Sono inoltre i più semplici da installare della categoria. La combinazione di un sistema di riscaldamento solare e l'utilizzo di una copertura notturna può accrescere sensibilmente la lunghezza della stagione balneare con un incremento dei costi gestionali molto contenuto.

Potenzialità

Possibilità di copertura del fabbisogno energetico annuo mediante collettore solare termico

Le tipologie di collettori solari termici variano molto in termini di costo e di prestazioni. Per di più, essendo l'energia solare una fonte aleatoria sulla superficie terrestre, i collettori solari termici vanno realisticamente considerati integrativi rispetto alle tecnologie tradizionali; essi vanno quindi considerati capaci di fornire

direttamente solo parte dell'energia necessaria all'utenza, energia che altrimenti dovrebbe essere prodotta dalla caldaia tradizionale. La percentuale di energia termica prodotta annualmente da un collettore solare termico prende il nome di fattore di copertura del fabbisogno termico annuo.

A Roma, per un sistema che ottimizzi il rapporto costi/energia prodotta, questo fattore non supera il 65%. Questo limite è comune a moltissime tecnologie basate su fonti rinnovabili, il più delle volte caratterizzate da disponibilità aleatoria o periodica. A causa di ciò, con il crescere delle dimensioni dell'impianto, cresce il fattore di copertura del carico termico, ma la relazione tra il costo dell'energia e l'energia prodotta resta lineare fino al 55%÷60%. Superato questo valore, il costo continua ad aumentare linearmente con le dimensioni dell'impianto, mentre l'energia prodotta aumenta meno rapidamente, il che si traduce in un maggiore costo dell'unità di superficie di collettore. È per questo motivo che un collettore solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria dimensionato correttamente viene progettato per soddisfare il 60÷65% del fabbisogno termico.

Paragone tra diverse tipologie di impianti per la produzione di acqua calda

In ambito urbano l'acqua calda sanitaria è per la maggior parte dei casi prodotta con scaldabagni elettrici o caldaie a gas. La produzione di acqua calda sanitaria, con l'uso di energia elettrica dissipata dalla resistenza presente nello scaldabagno, risulta un processo costoso dai punti di vista energetico, ambientale ed economico, se confrontato con la produzione di acqua calda con caldaie a gas. L'introduzione aggiuntiva di un collettore solare termico, che sostituisca parte della produzione di calore, comporta benefici ancora maggiori. Di seguito vengono analizzati brevemente gli effetti energetici, economici ed ambientali che l'introduzione di tre diverse tipologie di impianti per il riscaldamento per acqua sanitaria possono conseguire, in relazione all'introduzione di un sistema solare termico attivo, in particolare si analizzeranno le seguenti possibili soluzioni:

1. sostituzione dello scaldabagno elettrico con un sistema integrato solare/gas
2. integrazione del sistema gas preesistente con impianto solare
3. integrazione del sistema elettrico con impianto solare (per impossibilità di sostituzione con sistema gas).

Il primo caso interessa molte utenze domestiche e pubbliche, di piccola taglia, che non hanno ancora affrontato la questione e, di conseguenza, potrebbero essere incentivate, in analogia con i provvedimenti sulle rottamazioni, ad una sostituzione dello scaldabagno elettrico. Nel secondo caso l'integrazione del sistema gas preesistente con impianto solare, prevede un costo di integrazione ridotto al minimo; si tratta di fatto di utenze che hanno già scelto il gas e potrebbero, con sistemi solari termici, risparmiare il 60 % annuo di gas combusto. Il terzo caso è relativo a realtà in cui il sistema di riscaldamento non può che essere elettrico, per ragioni urbanistiche o per la particolarità dell'utente; per esempio campi nomadi o altre strutture di accoglienza.

Per le tre soluzioni impiantistiche verrà eseguito, a scopo indicativo, un *bilancio energetico ed ambientale* (in termini di emissioni di CO₂ evitate).

Analisi energetica: calcolo dell'energia pro capite necessaria

In media, in Italia si consumano circa 50 litri al giorno di acqua calda sanitaria pro capite, alla temperatura di 45°C. Ipotizzando una temperatura dell'acqua proveniente dall'acquedotto pari a 15 °C si può calcolare il quantitativo pro capite Q, di energia termica necessaria:

$$Q = G \cdot c_s \cdot (T_u - T_a) = 50 \text{ l} \cdot 1 \text{ kcal/l } ^\circ\text{C} \cdot 30 \text{ } ^\circ\text{C} = 1500 \text{ kcal}$$

Avendo indicato con:

G, massa d'acqua da scaldare (l)

c_s, calore specifico dell'acqua (kcal/l)

T_u, temperatura di utilizzo, pari a 45°C

T_a, temperatura acqua dell'acquedotto (°C).

Caso di Produzione di acqua calda con scaldabagno elettrico

In questo caso, l'utilizzo di energia termica per produrre acqua sanitaria comprende una doppia trasformazione. In una prima fase occorre produrre energia elettrica (tipicamente, in centrali termoelettriche, più raramente in idroelettriche). L'energia elettrica prodotta, poi, trasportata all'utenza, dovrà a sua volta trasformarsi in energia termica per effetto Joule per essere conferita all'acqua. Per produrre con uno scaldabagno elettrico 1500 kcal (1,7 kWh termici) sono necessari circa 1,94 kWh elettrici, avendo stimato

l'efficienza di conversione dello scaldabagno elettrico pari al 90%. Mediamente, una famiglia di quattro persone utilizza, quindi, 7,74 kWh elettrici al giorno per la produzione di acqua calda sanitaria. Ma è da considerare che, per la produzione di ogni kWh elettrico, vengono consumati dal parco di centrali elettriche italiane, circa 2,54 kWh, sotto forma di energia primaria.

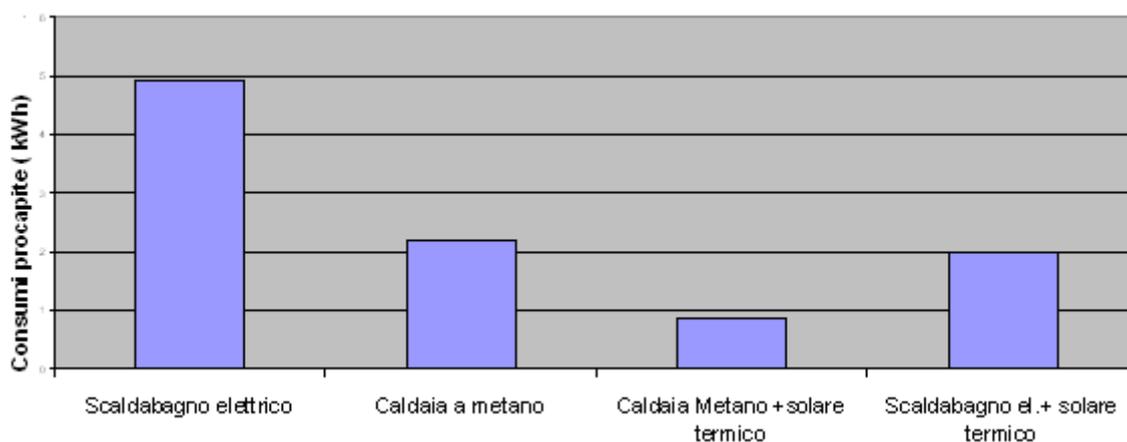
Considerando questa doppia trasformazione da energia primaria in energia elettrica e da elettrica a termica, emerge che, per produrre l'acqua calda necessaria giornalmente per soddisfare il fabbisogno pro capite sono necessarie $2,54 \cdot 1,94 = 4,93$ kWh primari equivalenti a **4.240 kcal**. In tal modo **solo il 35% dell'energia primaria consumata viene effettivamente utilizzata dall'utente. Nel caso, poi, di una famiglia di quattro persone, si arriva a 16.960 kcal/giorno, pari a 17,72 kWh (termici).**

Caso di produzione di acqua calda con caldaia a gas

Una caldaia a gas ha ovviamente una resa energetica diretta più alta, perché evita la conversione più energivora (e più exergivora), che consiste nel passaggio energia termica -> energia elettrica. Per questo la resa globale si aggira sull'80÷85%. La produzione di calore e il conseguente riscaldamento dell'acqua sanitaria avviene per combustione diretta del metano. **Nel caso peggiore di rendimento del 80%, per produrre 1500 kcal sono quindi necessarie in un giorno 1875 kcal (ossia 2,18 kWh). Nel caso di una famiglia di quattro persone si arriva a 7500 kcal/giorno.**

Confronto di consumi energetici tra i casi esaminati

La figura seguente mostra il risultato del confronto tra il fabbisogno energetico necessario per la produzione di acqua calda sanitaria con uno scaldabagno elettrico, con una caldaia a gas, un sistema caldaia gas/collettore solare termico ed un sistema scaldabagno elettrico/collettore solare termico, ferme restando le ipotesi sopra enunciate ed il quantitativo procapite di acqua necessaria.



Si osserva allora che, nel passaggio dalla soluzione con scaldabagno elettrico a quella con caldaia a gas integrata da collettori solari, il consumo energetico procapite passa da 4,93 a 0,87 kWh. E' il caso più interessante, dunque, che porta ad **una riduzione dell'82% del consumo energetico, a parità di servizio reso.**

Nel confronto tra il sistema basato sull'integrazione di collettore solare con una caldaia a gas e la caldaia stessa, si nota come il consumo passi da 2,18 kWh, per il caso della sola caldaia, a 0,87 kWh, per il sistema integrato. Nel passaggio dal solo scaldabagno elettrico ad uno scaldabagno integrato da collettori solari, il consumo energetico scende da 4,93 a 1,97 kWh.

Costi

Nel caso dei collettori solari il costo al metro quadro è, in realtà poco indicativo, poiché il vero costo deve essere correlato alla quantità di acqua calda prodotta in un anno. Una famiglia di 4 persone che consuma 50÷60 litri di acqua calda a persona ogni giorno, per un totale di 80÷100 mila litri annui spende circa 1 milione per riscaldare l'acqua con energia elettrica e 750.000 € se la scalda con caldaia a metano. Se l'impianto solare integra la caldaia per un 60÷70% il risparmio annuo oscilla tra 500 e 700 mila lire ed in 5 anni si ammortizza una spesa di 2,5 ÷ 3,5 milioni di lire. Le agevolazioni statali consentono, inoltre, di detrarre dalle tasse parte delle spese di acquisto e di installazione.

Vantaggi ambientali

Un primo indicatore di confronto tra le diverse tecnologie a disposizione può essere ritenuta la quantità di anidride carbonica mediamente immessa nell'ambiente per produrre, nelle stesse condizioni, acqua calda sanitaria. Nel corso dell'analisi energetica, si è stimato che il fabbisogno di energia elettrica di un'utenza monofamiliare (4 persone) per produrre acqua calda sanitaria con uno **scaldabagno elettrico** è pari a 7,74 kWh (elettrici) /giorno. In Italia, per produrre un kWh elettrico, le centrali termoelettriche emettono nell'atmosfera in media 0,58 kg di anidride carbonica (CO₂), uno dei principali gas responsabili dell'effetto serra [Dati ENEL 1999]. Pertanto, lo scaldabagno in esame è indirettamente responsabile dell'immissione nell'atmosfera di:

$0,58 \text{ kg CO}_2 / \text{kWh (elettrico)} \cdot 7,74 \text{ kWh (elettrici) /giorno} = 4,5 \text{ kg CO}_2/\text{giorno},$

Questo significa che, per la sola acqua calda sanitaria, utilizzando lo scaldabagno elettrico, una famiglia immette quotidianamente nell'ambiente 4,5 kg CO₂ (**con una media procapite di 1,125 kgCO₂/giorno**).

Nel caso di una **caldaia a metano**, nella combustione si formano 0,25 kg CO₂ per ogni kWh termico; una famiglia di 4 persone dà quindi origine alla seguente produzione giornaliera di anidride carbonica:

$0,25 \text{ kg CO}_2 \cdot 6,97 \text{ kWh (termici)} = 1,74 \text{ kg CO}_2 / \text{giorno}$

con **una media procapite di 0,435 kgCO₂/ giorno**.

Nel caso di **impianti ibridi solare /gas**, ossia impianti solari posti ad integrazione della caldaia a gas, assicurando lo stesso comfort durante tutto l'arco dell'anno, è possibile risparmiare, a Roma, il 60% del consumo di gas: la stessa famiglia produrrà, allora, giornalmente 0,69 kg CO₂, **con una media procapite di 0,174 kgCO₂/ giorno**.

La figura seguente riassume le emissioni di anidride carbonica generate nei diversi casi analizzati. La riduzione delle emissioni di CO₂ ottenuta con il sistema ibrido è notevole soprattutto rispetto al primo scenario: si passa da 1,125 kg di CO₂ emessi a 0,22 kg di CO₂, con una riduzione percentuale dell'80%. Tra il caso di impiego della caldaia a metano e quello di integrazione di questa con i collettori si verifica una riduzione, in valore assoluto, di 0,33 kg di CO₂ procapite, mentre lo scaldabagno elettrico, se impiegato con il solare, porta ad una riduzione di 0,675 kg di CO₂.

