



**DOMANDE E RISPOSTE SUI PICCOLI SISTEMI
SOLARI PER L'ACQUA CALDA SANITARIA AD
UTILIZZO DOMESTICO**

www.barsol.it

SOMMARIO

PREMESSA	3
1. Materiali usati nei sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria	4
1.1 Copertura frontale trasparente del collettore	4
1.2 Rivestimenti selettivi per assorbitori	4
1.3 Materiali isolanti per collettori solari	5
1.4 Uso del rame per l'assorbitore	5
1.5 Materiali isolanti per serbatoi di accumulo di acqua calda	6
1.6 Protezione dalla corrosione dei serbatoi di accumulo di acqua calda	6
2. Installazione dei sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria	8
2.1 Sistemi solari per utenti degli appartamenti più bassi degli edifici	8
2.2 Ricircolo dell'acqua calda sanitaria	8
2.3 Orientamento del collettore solare	9
2.4 Inclinazione del collettore solare	9
2.5 Vacanza estiva	10
2.6 Condizioni di congelamento	10
2.7 Possibili problemi dei sistemi a circuito chiuso (perdite nell'acqua calda)	10
3. Questioni generali legate ai sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria	11
3.1. Standard sulle prestazioni ed affidabilità dei prodotti solari	11
3.2 Uso dell'acqua calda in condominio, incluso il lavaggio di indumenti e stoviglie ..	12
3.3 Uso di acqua calda per persona	13
3.4 Sistemi per la produzione di acqua calda sanitaria di tipo diretto (a circuito aperto) e indiretto (a circuito chiuso)	13
3.5 Principio di funzionamento del termosifone	14
3.6 Principio di funzionamento dei sistemi a circolazione forzata	15
3.7 Uso di serbatoi ad espansione nei sistemi solari termici a circuito chiuso	15
4. Prestazioni dei sistemi solari per la produzione di acqua calda sanitaria	15
4.1. Tipico profilo di estrazione	15
4.2 Perdite notturne di acqua calda dal serbatoio di accumulo	17
4.3 Efficienza termica del collettore solare	17
4.4 Fare buon uso del sole	18
4.5 Prestazioni annuali attese	18
5. Dati meteorologici	19
5.1. Temperatura dell'acqua della rete idrica	19
5.2 Energia solare	20
5.3 Temperatura ambiente	21

PREMESSA

Questo documento rappresenta una guida per la preparazione di materiale di tipo formativo/informativo sui sistemi solari domestici per la produzione di acqua calda sanitaria, da parte di Barsol Italia S.r.l.

Il documento comprende cinque diverse categorie di domande sui sistemi domestici per l'acqua calda sanitaria che riguardano:

- Materiali utilizzati in sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria
- Installazione dei sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria
- Questioni generali sui sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria
- Prestazioni dei sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria
- Dati meteorologici

Ogni specifico produttore, importatore o promotore potrà scegliere la parte di testo che meglio si adatta ai suoi prodotti ed ampliarla, se lo ritiene opportuno.

Sarà inoltre possibile inserire domande aggiuntive, sia sui propri specifici prodotti, o anche legate al confronto con i prodotti dei principali competitori, sottolineando i vantaggi ottenibili con i propri prodotti.

1. Materiali usati nei sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria

1.1 Copertura frontale trasparente del collettore

Perché nella produzione dei collettori solari viene impiegato vetro temperato da 4mm, a basso contenuto di ossido di ferro?

Il vetro temperato spesso 4 mm presenta una resistenza all'usura più elevata del vetro comune, dunque la possibilità di rotture viene quasi eliminata. Inoltre, nel raro caso di rottura, il vetro si frantuma in pezzi molto piccoli del tutto inoffensivi (come avviene con i vetri delle auto) offrendo quindi garanzie di sicurezza in caso di incidenti.

Il vetro temperato a basso contenuto di ossido di ferro offre una trasmittanza alla radiazione solare più elevata del vetro comune, quindi fornisce ai collettori solari prestazioni più elevate.

Si fa notare che l'aspetto verdastro del vetro comune (se guardato di lato) è dovuto alla presenza di ossidi di ferro.

1.2 Rivestimenti selettivi per assorbitori

Perché utilizzare un rivestimento selettivo per l'assorbitore?

I principali componenti di un collettore solare sono la struttura, la copertura trasparente e l'assorbitore. L'assorbitore è la parte interna del collettore, costituita da una lastra assorbente nera (aletata) e tubi di rame, ben assemblati alle alette.

Quando il collettore solare è esposto al sole, l'intensità dell'irraggiamento solare che investe il collettore penetra attraverso il vetro, e viene assorbita dalla lastra nera che quindi si scalda. A questo punto, il fluido vettore termico (acqua o acqua e antigelo, ecc.) che scorre nei tubi dell'assorbitore viene a sua volta riscaldato attivando il trasferimento di energia all'acqua contenuta nel serbatoio di accumulo.

Quando c'è luce solare ed il collettore solare è operativo, la lastra assorbente nera è calda. Come ogni superficie nera calda, l'assorbitore emette radiazione termica verso l'ambiente circostante, generando una perdita di calore dalla copertura trasparente frontale del collettore solare e dunque abbassando le sue prestazioni.

Il rivestimento selettivo utilizzato nell'assorbitore riduce considerevolmente queste perdite per radiazione termica, aumentando l'efficienza del collettore solare, perché presenta un'emettanza molto più bassa rispetto ad un comune assorbitore nero caldo. Va sottolineato che il rivestimento selettivo assorbe radiazione solare allo stesso modo di una superficie nera

I collettori solari dotati di un rivestimento selettivo nell'assorbitore operano con efficienze maggiori nelle aree ad irraggiamento solare piuttosto basso (ad es. nel nord Europa). Essi sono inoltre più efficienti per il riscaldamento dell'acqua a temperature superiori ai 60 °C -70 °C, impiegate principalmente nell'industria.

I rivestimenti selettivi vengono applicati alla superficie dell'assorbitore attraverso un processo chimico (non si tratta di una vernice). Il costo di un assorbitore con rivestimento selettivo è più elevato di quello di un assorbitore semplicemente dipinto di nero.

1.3 Materiali isolanti per collettori solari

Perché nei collettori vengono impiegati due tipi di isolanti termici (lana di roccia e poliuretano)?

I collettori solari fanno parte dei sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria. Quando l'acqua nel sistema non viene utilizzata (periodi di vacanza, ecc.), l'acqua nel serbatoio di accumulo raggiunge temperature elevate. La temperatura dell'assorbitore del collettore, durante il giorno, è più elevata di quella dell'acqua nel serbatoio. In certe circostanze, gli assorbitori verniciati di nero possono raggiungere temperature dell'ordine dei 150 °C (in un assorbitore con rivestimento selettivo si possono raggiungere i 200 °C). L'elevata temperatura che un collettore può raggiungere (temperatura di stagnazione) viene presa in considerazione per l'identificazione dell'isolante appropriato.

L'uso di poliuretano e lana di roccia è considerato la migliore combinazione isolante:

- Il **poliuretano** è un materiale fortemente isolante e offre un isolamento equivalente a spessori più contenuti. Inoltre non è soggetto a condensa ed è leggero. La resistenza alla temperatura del poliuretano dipende dal tipo, ma si tratta di temperature inferiori ai 150 °C.
- La **lana di roccia** è un materiale isolante che resiste bene a temperature molto elevate: Esso viene inserito tra l'assorbitore ed il poliuretano per limitare la temperatura alla quale il poliuretano è esposto.

Come risultato, la combinazione di poliuretano e lana di roccia fornisce un forte isolamento termico, che contribuisce a generare collettori di efficienza più elevata e di lunga durata.

1.4 Uso del rame per l'assorbitore

Perché si usa il rame nella produzione dell'assorbitore dei collettori solari?

L'assorbitore di un collettore solare può essere costruito con una vasta gamma di materiali. Gli assorbitori a sandwich sono composti da lamine di acciaio. In altri casi rame o tubi di acciaio vengono dotati di alette in rame, alluminio o acciaio.

Tra i materiali menzionati, il rame ha le migliori proprietà di trasferimento termico. Quindi per la costruzione di un assorbitore ne è necessaria una minore quantità (rispetto ad altri materiali), con il risultato di avere assorbitori più leggeri e di costo minore.

L'uso del rame nella costruzione di un assorbitore fornisce al prodotto maggiore affidabilità e durata, in quanto il rame può sopportare l'azione corrosiva dell'acqua calda (tubi di rame) o di altri ambienti corrosivi (alette).

Un collettore con un assorbitore d'acciaio a sandwich è pesante. Oltre a creare problemi in

fase di trasporto e manipolazione a causa del suo peso, esso fornisce al sistema solare per l'acqua calda sanitaria prestazioni termiche ridotte.

Questo dipende da come funziona il sistema solare domestico per l'acqua calda sanitaria. Di giorno la radiazione solare scalda prima l'assorbitore, poi l'acqua nel serbatoio di accumulo comincia a scaldarsi. Sul finire del giorno, la massa dell'assorbitore si raffredda e la rispettiva radiazione termica viene emessa e ceduta all'ambiente circostante. Dunque più grande è la massa dell'assorbitore, maggiore è l'energia solare usata per scaldarla ed alla fine ceduta all'ambiente. Lo stesso processo avviene durante il giorno sia in periodi soleggiati che nuvolosi.

1.5 Materiali isolanti per serbatoi di accumulo di acqua calda

Perché il poliuretano viene impiegato per l'isolamento dei serbatoi di accumulo di acqua calda?

Il poliuretano è un materiale fortemente isolante e offre un isolamento equivalente a spessori più contenuti. Inoltre non è soggetto a condensa ed è leggero e rigido. Tipi comuni di poliuretano possono sopportare temperature elevate sulla superficie esterna del serbatoio di accumulo di acqua calda.

Bisogna notare che molti serbatoi sono dotati di una doppia camicia che agisce da scambiatore termico. In questo caso, la temperatura della superficie esterna del serbatoio in fase di esercizio del sistema solare può essere superiore a 100 °C.

Tutti i produttori che impiegano poliuretano per l'isolamento dei serbatoi di accumulo di acqua calda, realizzano spessori che variano esclusivamente tra 50 mm e 70 mm. Spessori di 50 mm sono considerati adeguati. La forma circolare del serbatoio si presta molto bene alla costruzione di stampi in poliuretano a costi relativamente bassi.

1.6 Protezione dalla corrosione dei serbatoi di accumulo di acqua calda

Come vengono protetti dalla corrosione i serbatoi di accumulo di acqua calda?

I serbatoi di accumulo di acqua calda dei sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria devono essere costruiti per sopportare la pressione dell'acqua proveniente dall'acquedotto municipale e l'azione corrosiva dell'acqua calda sanitaria.

Uso di acciai dolci e smalti vetrosi

L'acciaio dolce è il materiale più comunemente usato per la costruzione di serbatoi di accumulo di acqua calda, perché può resistere alle specifiche di pressione richieste (6 bar e oltre) con spessori del serbatoio di 2-3 mm a costi ragionevoli

La protezione dalla corrosione nel lato interno del serbatoio a contatto con l'acqua è ottenuta con l'uso di un rivestimento in smalto vetroso, sempre che:

- L'acciaio sia adatto alla smaltatura in vetro

- La saldatura sia appropriata allo smalto (le saldature dovrebbero essere più sottili dalla parte dell'acqua)
- La fabbricazione del serbatoio di accumulo sia compatibile con il processo di smaltatura
- L'applicazione della smaltatura vetrosa avvenga seguendo attentamente tutte le procedure richieste
- Sia fornita protezione catodica.

Va notato che la smaltatura viene applicata in due strati. Lo strato di base aderisce all'acciaio ed il rivestimento coprente sostiene l'azione corrosiva dell'acqua calda.

Anni di consolidata esperienza hanno mostrato che i serbatoi di accumulo di acqua calda adeguatamente costruiti e smaltati, con un anodo al magnesio per la protezione catodica (che protegge le aree che dovessero restare scoperte dallo smalto) sono prodotti affidabili e di lunga durata (decenni). E' solo necessario ispezionare regolarmente la funzionalità dell'anodo (specialmente all'inizio).

Uso di acciaio inossidabile

L'uso dell'acciaio inossidabile richiede una qualità di acciaio appropriata ed un sofisticato processo di saldatura, altrimenti c'è il rischio di rotture per fessurazione. Le fessurazioni nei serbatoi di accumulo sono dovute a due fattori:

- pressione all'interno del serbatoio dovuta all'acqua fornita dalla rete idrica municipale che deforma l'acciaio inossidabile
- presenza nell'acqua di differenti elementi corrosivi, attivi solo quando il serbatoio è sotto pressione.

Dunque la tesi che "i serbatoi di accumulo in acciaio inossidabile non si rompono, così come non si rompono i tegami" è confutabile, dato che i tegami non sono sottoposti a pressione.

Uso di acciaio dolce e di un serbatoio interno di materiale resistente alla corrosione

La protezione dalla corrosione dei serbatoi di accumulo di acqua calda fatti in acciaio dolce si può ottenere anche con l'uso di un serbatoio interno di materiale resistente alla corrosione. Per la costruzione del serbatoio interno sono state usate lamine sottili di rame (Nord Europa) e materiali polimerici (Europa, USA).

La forma esterna del serbatoio interno è simile alla forma interna del serbatoio di acciaio dolce. La pressione dell'acqua calda nel serbatoio interno viene trasferita alla parte esterna del serbatoio di acciaio. Il serbatoio di acciaio non essendo a contatto con l'acqua calda è protetto dalla sua azione corrosiva.

Il materiale del serbatoio più interno dovrebbe sopportare le elevate temperature previste per l'acqua e dovrebbe essere fisiologicamente inerte e compatibile ad entrare in contatto diretto con il cibo.

Misure speciali dovrebbero essere adottate per evitare la creazione del vuoto dentro il serbatoio interno quando viene usata l'acqua calda. L'installazione di un rompivuoto nella condotta di fornitura dell'acqua fredda è una di queste misure.

Uso del rame

L'uso del rame è un'alternativa dispendiosa per i serbatoi di accumulo che devono sopportare la pressione dell'acqua proveniente dalla rete idrica municipale. Il rame spesso 1 mm è stato usato, soprattutto a Cipro, in casi in cui il sistema solare domestico per l'acqua calda sanitaria attinge l'acqua da un serbatoio all'aria aperta, collocato un po' più in alto del sistema solare domestico per l'acqua calda sanitaria, introducendo problemi estetici.

2. Installazione dei sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria

2.1 Sistemi solari per utenti degli appartamenti più bassi degli edifici

Gli occupanti degli appartamenti dei piani bassi di un condominio possono usare i sistemi solari per l'acqua calda sanitaria?

Consideriamo il caso di un condominio di cinque piani, ed un utente che abita al secondo piano. Quanto l'utente apre il rubinetto dell'acqua calda, in relazione alla lunghezza totale della tubatura, verranno erogati inizialmente circa 3-6 litri d'acqua, prima che l'acqua calda raggiunga l'utente al secondo piano. Tale quantità d'acqua è relativamente piccola se confrontata con il consumo di acqua per la vasca da bagno o per il lavaggio di indumenti o stoviglie.

Naturalmente, per altri usi che richiedono quantitativi di acqua inferiori, 3-6 litri potrebbero sembrare una quantità considerevole. Il problema può essere limitato con un buon isolamento delle tubature di fornitura dell'acqua calda. Nel caso degli appartamenti posti ai piani più bassi, il quantitativo di acqua iniziale è un po' maggiore.

In conclusione gli occupanti degli appartamenti dei piani bassi di un condominio possono usare i sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria. In ogni caso è obbligo del venditore informare il consumatore del consumo iniziale di acqua, prima che l'acqua calda raggiunga l'appartamento.

2.2 Ricircolo dell'acqua calda sanitaria

Che cos'è il ricircolo dell'acqua calda? Viene raccomandato?

Esistono sistemi solari per l'acqua calda sanitaria (di tipo termosifone) che vengono montati (sia il collettore che il serbatoio di accumulo dell'acqua calda) sui tetti (normalmente piatti) delle case o dei condomini. In questi casi l'acqua calda viene prelevata direttamente dal serbatoio.

Esistono anche sistemi solari per l'acqua calda sanitaria che hanno il collettore montato sul tetto, ma hanno il serbatoio di accumulo dell'acqua calda ad un piano più basso come il piano terra o interrato. In questi casi è necessaria una pompa per trasferire l'energia dal collettore al serbatoio di accumulo, mentre un termostato differenziale (sistema di regolazione) controlla l'attività della pompa. Di solito questi sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria hanno una capacità maggiore di quella di un semplice sistema a termosifone (in quanto l'area del collettore è più ampia ed il serbatoio più grande).

Comunemente nel caso in cui il serbatoio è installato nel piano interrato si usano serbatoi di

energia tripli (boiler), che possono essere connessi a:

- collettori solari
- sistema di riscaldamento degli ambienti (corpo scaldante ausiliario, quando il sistema di riscaldamento degli ambienti è acceso)
- corrente elettrica (corpo scaldante ausiliario, quando il sistema di riscaldamento degli ambienti è acceso)

Con questi serbatoi di energia tripli è possibile usare un'altra pompa, che eroga acqua calda (usata per impieghi domestici) ai vari punti di consumo nella casa e la riporta al serbatoio con un sistema di tubature adeguato. In questo modo il consumatore ha immediata disponibilità di acqua calda e non deve aspettare. Questo sistema di distribuzione dell'acqua calda (pompa, tubazioni), anche noto come sistema di ricircolo, è utilizzato negli hotel ed in altri simili strutture di grande dimensione.

La circolazione costante di acqua calda sanitaria nella rete di distribuzione causa perdite termiche. Da calcoli effettuati in piccoli e grandi hotel, si evince che circa il 20% - 30% dell'energia totale impiegata per il riscaldamento dell'acqua viene persa nella rete di distribuzione. Inoltre in molti casi quando l'hotel è solo parzialmente occupato, le perdite nella rete di distribuzione possono raggiungere il 50% del totale.

Nei casi in cui viene usato o sta per essere installato un sistema di distribuzione dell'acqua calda con pompa di ricircolo, ci deve essere:

- un buon isolamento delle tubature di distribuzione dell'acqua calda
- una limitazione nel tempo di utilizzo della pompa di ricircolo in relazione alle condizioni di esercizio (inserimento di un tempo di spegnimento o altro metodo).

E' obbligo del progettista, ovvero dell'installatore/venditore, informare il consumatore delle considerevoli perdite nella rete di distribuzione dell'acqua calda, in modo che il consumatore possa decidere se installare o meno il sistema di ricircolo.

2.3 Orientamento del collettore solare

E' noto che i collettori solari per l'acqua calda sanitaria devono essere orientati a sud (nell'emisfero settentrionale). Cosa accade quando questo non è possibile? Fino a che punto l'orientamento può divergere dal sud senza causare bassi livelli di efficienza?

Una divergenza fino a 20° dall'orientamento verso sud introduce una riduzione molto piccola dell'irraggiamento solare sul collettore piano. Per divergenze superiori e fino a 45°, la riduzione è dell'ordine del 15% in inverno e relativamente piccola (circa il 5%) in estate.

2.4 Inclinazione del collettore solare

La maggioranza dei sistemi solari per l'acqua calda sanitaria presentano collettori con un angolo di 45° rispetto al piano orizzontale. Se vogliamo montare un collettore su un tetto con una pendenza maggiore o minore (tipicamente sistemi a circolazione forzata) si verificheranno problemi funzionali o riduzione di efficienza?

Quando l'inclinazione è tra i 25° e i 50°, c'è un cambiamento nel guadagno energetico

annuale, che comunque non supera il 5%. E' dunque possibile montare un collettore su tetti con pendenze comprese tra i 25° e i 50°, senza di fatto avere problemi di efficienza o malfunzionamenti.

2.5 Vacanza estiva

Durante l'estate, gli occupanti di un condominio saranno assenti per un certo periodo di vacanza. E' necessario in tali periodi coprire i collettori dei sistemi solari per l'acqua calda sanitaria?

Quando in estate l'acqua nel sistema solare per l'acqua calda sanitaria non viene utilizzata, la temperatura dell'acqua nel serbatoio di accumulo raggiunge temperature elevate (dell'ordine dei 90°C - 130°C). I sistemi solari per l'acqua calda sanitaria sono progettati per sopportare alte temperature. Il consumatore quindi non è obbligato a coprire il collettore, quando è assente. La copertura del collettore, comunque, potrebbe prevenire il raggiungimento di tali elevati livelli di temperatura dell'acqua nel serbatoio di accumulo.

Per approfondire l'argomento su come coprire i pannelli solari termici

<http://www.barsol.it/tapparelle-solari.php>

2.6 Condizioni di congelamento

Le previsioni del tempo indicano che nella mia zona ci saranno delle gelate. Che cosa devo fare per proteggere in mio sistema solare per l'acqua calda sanitaria?

Nel caso in cui il consumatore possieda un sistema a circuito chiuso, egli non deve fare nulla in caso di gelate nella sua zona. L'installatore durante l'installazione o nel corso delle operazioni di regolare manutenzione ha inserito nel circuito chiuso una soluzione di acqua e liquido antigelo nella corretta proporzione per quella zona climatica specifica.

Nelle zone in cui la possibilità di congelamento è rara, è possibile installare sistemi solari per l'acqua calda sanitaria a circuito aperto. Se è stato realizzato un sistema di scarico, il consumatore procederà allo scarico del sistema solare per l'acqua calda sanitaria, seguendo le istruzioni dell'installatore. Se il sistema di scarico non esiste, il consumatore dovrà richiedere l'assistenza del fornitore del sistema solare (in particolare del suo agente locale).

2.7 Possibili problemi dei sistemi a circuito chiuso (perdite nell'acqua calda)

Nel circuito chiuso è presente una soluzione di acqua e liquido antigelo. Cosa succede se il circuito chiuso genera perdite nell'acqua calda? Può costituire un pericolo per la salute dell'utilizzatore dell'acqua?

Nel circuito chiuso è presente una soluzione di acqua e antigelo. Il contenuto di antigelo dipende dalla temperatura ambiente minima prevedibile, in inverno, nell'area in cui il sistema solare per l'acqua calda sanitaria è installato.

La pressione all'interno del circuito chiuso del collettore di norma è sempre inferiore alla

pressione all'interno del serbatoio di accumulo di acqua calda (pressione della rete idrica). Se, quindi, il circuito chiuso si rompe, la soluzione non si infiltrerà nell'acqua per uso domestico, ma si verificherà l'opposto. Anche se la pressione della rete idrica cala e la soluzione acqua-antigelo dovesse infiltrarsi nelle tubature della rete, questo non costituirebbe problema in quanto il liquido antigelo impiegato non è tossico.

3. Questioni generali legate ai sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria

3.1. Standard sulle prestazioni ed affidabilità dei prodotti solari

Esistono norme o standard sulle prestazioni, l'affidabilità e la costruzione dei prodotti solari?

Esistono standard internazionali ed europei sulle prestazioni, l'affidabilità e la costruzione dei collettori solari e dei sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria.

Lo standard (ISO 9459-2 o EN 12976-2) riguarda le prestazioni dei sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria e fornisce una serie di prove, misurazioni e calcoli. Esso richiede, inoltre, la pubblicazione di un Rapporto di Prova, che include dati come:

- l'energia ottenuta dal consumatore,
- il volume disponibile di acqua calda ad una specifica temperatura (35 °C e 40 °C),
- la temperatura massima dell'acqua calda,

che il sistema solare per l'acqua calda sanitaria fornisce durante tutti i mesi dell'anno.

Il Rapporto di Prova include anche informazioni utili per il costruttore (e non solo) circa le prestazioni del sistema solare per l'acqua calda sanitaria (profili di temperature dell'acqua di estrazione, perdite termiche notturne nel serbatoio, esistenza di condizioni di flusso inverso).

Altri due standard (ISO 9806-1 e EN 12975-2) interessano l'efficienza dei collettori usati nei sistemi solari per l'acqua calda sanitaria. I metodi per la determinazione delle prestazioni dei collettori solari in condizioni stazionarie (prove in esterno con radianza naturale o in interno con radianza simulata) sono quasi le stesse nei due standard.

Lo standard (ISO 9806-2 o EN 12975-2), riguarda le prove di affidabilità dei collettori solari soggetti ad una serie di test (penetrazione della pioggia, esposizione al sole per periodi prolungati, altro). L'affidabilità del collettore può essere esaminata nelle condizioni climatiche avverse alle quali esso è normalmente sottoposto.

Ci sono, inoltre, una serie di standard che riguardano la progettazione del serbatoio di accumulo dell'acqua calda, i metodi di protezione dalla corrosione e altri materiali utilizzati nei componenti dei sistemi solari per l'acqua calda sanitaria.

3.2 Uso dell'acqua calda in condominio, incluso il lavaggio di indumenti e stoviglie

In un condominio dove può essere usata l'acqua calda derivante da un sistema solare per l'acqua calda sanitaria?

L'acqua calda nel settore residenziale è usata al fine di soddisfare i seguenti bisogni:

- in cucina, principalmente per la lavastoviglie (20%-25% del totale del fabbisogno di acqua calda)
- per il lavaggio degli abiti, principalmente per la lavatrice (30%-35% del totale del fabbisogno di acqua calda)
- per il bagno / doccia.

L'uso dell'acqua calda prodotta da un sistema solare domestico pone alcune difficoltà nel lavaggio automatico di piatti e vestiti. Tali difficoltà vengono discusse qui di seguito, insieme alle raccomandazioni per superarle.

Lavastoviglie

L'acqua calda prodotta da un sistema solare domestico **non può** essere usata direttamente da una lavastoviglie. La ragione è che il costruttore della lavastoviglie specifica una temperatura massima dell'acqua di alimentazione, usualmente dell'ordine di 60°C. Un sistema solare domestico in estate, in alcune condizioni (limitato uso di acqua calda) può sviluppare temperature superiori a 60°C (anche fino a 90°).

Un **dispositivo di miscelazione** installato all'uscita dell'acqua calda dal sistema solare domestico può regolare la temperatura dell'acqua calda in modo che questa non superi i 60°C. In queste condizioni i sistemi solari per l'acqua calda sanitaria possono essere usati per alimentare le lavastoviglie. Allo stesso tempo l'utilizzatore dell'acqua calda viene protetto da temperature superiori a 60°C, che potrebbero causare scottature.

I dispositivi di miscelazione vengono impiegati in molte applicazioni dell'acqua calda nelle grandi installazioni, ma sono piuttosto costosi. Esistono miscelatori semplici e di costo contenuto che possono essere usati nei sistemi solari domestici. Il loro costo è inferiore ai 50 Euro.

Lavatrice

L'acqua calda prodotta da un sistema solare domestico può essere usata nelle lavatrici, quando queste sono dotate **di due ingressi di alimentazione**, uno per l'acqua calda ed uno per l'acqua fredda. Queste lavatrici sono disponibili sul mercato ed il loro costo non è molto più alto di quello delle lavatrici con un unico ingresso di alimentazione (acqua fredda). Il loro ciclo di lavaggio è più veloce, perché non è necessario il tempo per il riscaldamento dell'acqua.

La promozione delle lavatrici con due ingressi di alimentazione può aumentare l'uso di energia erogata da un sistema solare domestico. La rapidità del ciclo di lavaggio è un vantaggio aggiuntivo.

3.3 Uso di acqua calda per persona

Quanta acqua calda consuma giornalmente una persona?

Grazie ad opportune misurazioni effettuate in condomini dotati di sistemi solari per l'acqua calda sanitaria, si è stabilito che il consumo medio di acqua calda per persona è dell'ordine di 40 litri al giorno. Questo valore si riferisce alla quantità di acqua calda prelevata direttamente dal serbatoio di accumulo del sistema solare termico, prima della miscelazione con acqua fredda. Tale quantitativo include l'acqua calda solare usata da lavatrice e lavastoviglie.

Questi dati aiutano a determinare la dimensione del sistema solare per l'acqua calda sanitaria. Ad esempio, il fabbisogno completo (compreso l'uso in lavatrice e lavastoviglie) di una famiglia di 4 persone può essere coperto da un sistema solare per l'acqua calda sanitaria da 160 litri. Si dovrebbe inoltre prendere in considerazione il fabbisogno dell'intero nucleo familiare che può risultare ridotto, rispetto alla somma di quelli dei singoli individui, per cui un fabbisogno giornaliero di circa 120 litri potrebbe essere sufficiente.

La tabella che segue orienta alla scelta iniziale di un sistema solare termico per uso domestico, in base al numero dei componenti del nucleo familiare:

Membri della famiglia	Volume del serbatoio (litri)	Area del collettore(m ²)
2 -4	150	2.0
4 - 6	200	2.5
6 - 7	300	3.5

3.4 Sistemi per la produzione di acqua calda sanitaria di tipo diretto (a circuito aperto) e indiretto (a circuito chiuso)

Esistono sistemi per la produzione di acqua calda sanitaria di tipo diretto (a circuito aperto) e indiretto (a circuito chiuso). Che cosa sono e quale tipo è consigliato per l'utilizzo nella mia abitazione?

Sistemi solari per la produzione di acqua calda sanitaria di tipo indiretto (a circuito chiuso)

L'uso di uno scambiatore termico nel serbatoio di accumulo di acqua calda di un sistema la produzione di acqua calda sanitaria a circuito chiuso consente l'uso di un fluido vettore termico distinto (dall'acqua calda) per trasferire calore dal collettore solare al serbatoio di accumulo. In questo caso l'acqua calda per il consumatore non passa attraverso il collettore.

Nei sistemi a circuito chiuso, il fluido vettore termico può contenere l'antigelo. In questo modo è possibile, utilizzando le corrette proporzioni, proteggere efficacemente il sistema solare termico dal gelo, che potrebbe intervenire nell'area in cui il sistema è installato.

Di regola si dovrebbe raccomandare l'uso di sistemi la produzione di acqua calda sanitaria a circuito chiuso.

Sistemi solari per la produzione di acqua calda sanitaria di tipo diretto (a circuito aperto)

In un sistema per la produzione di acqua calda sanitaria a circuito aperto, l'acqua calda per il consumatore passa attraverso il collettore. In questo caso ci sono due problemi:

- Il sistema per la produzione di acqua calda sanitaria non è protetto automaticamente dalle gelate. Il consumatore deve quindi intervenire, svuotando il sistema (con l'aiuto di opportune valvole e ventilazione ad aria, che devono essere installate al momento dell'installazione del sistema solare stesso)
- Nelle zone caratterizzate da climi molto rigidi i depositi possono bloccare i tubi di rame dell'assorbitore. Come conseguenza si verifica un costante calo di efficienza del sistema solare termico.

Un sistema per la produzione di acqua calda sanitaria a circuito aperto dovrebbe essere usato solo in aree con limitate probabilità di gelo. Nei rari casi di condizioni di gelo si raccomanda che esistano valvole e ventilazione ad aria per drenare (svuotare) il sistema per la produzione di acqua calda sanitaria. Il problema dei depositi nel caso di acqua dura non è facilmente affrontabile.

3.5 Principio di funzionamento del termosifone

Come funziona un semplice sistema solare per la produzione di acqua calda sanitaria montato sul tetto piatto di una casa?

Un sistema solare la produzione di acqua calda sanitaria è composto da uno o più collettori solari e dal serbatoio di accumulo dell'acqua calda, che viene montato sopra il collettore.

I principali componenti del collettore solare sono la struttura portante, l'isolante, la copertura trasparente e l'assorbitore. L'assorbitore è la parte interna del collettore e consiste di alette nere e tubi di rame ben saldati insieme.

Quando il collettore solare è esposto al sole, la radiazione solare che investe il collettore attraversa il vetro e viene assorbita dalle alette nere che quindi si scaldano. Conseguentemente anche il fluido vettore termico (acqua o acqua ed antigelo) che si trova nei tubi dell'assorbitore viene scaldato e trasferisce l'energia all'acqua nel serbatoio di accumulo.

Il fluido circola automaticamente all'interno dei tubi di rame dell'assorbitore e nello scambiatore termico del serbatoio di accumulo. La circolazione si basa sul fatto che l'acqua, quando viene riscaldata, diventa più leggera. Questo flusso di fluido all'interno del sistema solare per la produzione di acqua calda sanitaria è noto come naturale o flusso termosifonico.

Affinché il sistema solare per l'acqua calda sanitaria funzioni correttamente, è necessario che il serbatoio di accumulo sia posto sopra il collettore. Se non c'è una differenza di altezza adeguata, è stato osservato che il sistema solare per l'acqua calda sanitaria cede la sua temperatura nel corso della notte. Questo si deve ad un fenomeno detto flusso inverso, per cui si verificano condizioni che consentono al fluido del collettore di muoversi all'interno delle tubature dell'assorbitore in senso opposto rispetto a quello normale in fase di esercizio. Dunque il fluido caldo scorre verso il collettore, dove man mano si raffredda.

3.6 Principio di funzionamento dei sistemi a circolazione forzata

Che cosa sono i sistemi solari per l'acqua calda sanitaria con pompa (sistemi a circolazione forzata)?

Oltre ai sistemi solari la produzione di acqua calda sanitaria a circolazione naturale, ci sono anche casi in cui i collettori solari sono montati sul tetto, ma il serbatoio di accumulo dell'acqua calda è situato altrove, ad esempio al piano terra o nelle fondamenta della casa. In questo caso è necessaria una pompa per far circolare il fluido scaldante. Si richiede inoltre un sistema di controllo (di solito in termostato differenziale) che consenta alla pompa di operare solo quando è necessario (quando c'è luce solare, ecc.).

Questi sistemi sono noti come sistemi solari la produzione di acqua calda sanitaria a circolazione forzata. Essi vengono installati in singole abitazioni, hotel, industrie, ecc.

3.7 Uso di serbatoi ad espansione nei sistemi solari termici a circuito chiuso

Perché è necessario l'uso di un serbatoio ad espansione nei sistemi solari per la produzione di acqua calda sanitaria a circuito chiuso?

Di giorno, quando un sistema solare per la produzione di acqua calda sanitaria a circuito chiuso è attivo, il fluido vettore termico gradualmente si scalda, finché ad un certo punto, nel pomeriggio, raggiunge la sua temperatura massima. Comunque, a causa del riscaldamento, il fluido nel circuito chiuso si espande ed il suo volume aumenta (l'espansione delle miscele acqua-antigelo è superiore a quella dell'acqua semplice). Il serbatoio ad espansione subisce questo aumento volumetrico del fluido nel circuito chiuso, senza lo sviluppo di pressioni elevate nel circuito chiuso stesso.

4. Prestazioni dei sistemi solari per la produzione di acqua calda sanitaria

4.1. Tipico profilo di estrazione

Un sistema solare per l'acqua calda sanitaria è esposto al sole per l'intero giorno. Quando si preleva l'acqua calda alla fine del giorno, come varia la temperatura? Qual è l'impatto delle stagioni (estate, inverno)?

Nel pomeriggio di un giorno di sole, quando l'acqua calda viene estratta da un sistema solare per la produzione di acqua calda sanitaria, si osserva che la temperatura dell'acqua calda all'inizio rimane costante in una certa porzione del volume totale del serbatoio di accumulo.

Le misurazioni hanno mostrato che la temperatura dell'acqua calda sanitaria, durante l'estrazione da un tipico sistema solare per l'acqua calda sanitaria rimane costante per il 70 - 80% del volume del serbatoio di accumulo. Questa percentuale varia con la stagione dell'anno.

Un diagramma tipico della temperatura dell'acqua calda di sistema solare per la produzione di acqua calda sanitaria (profilo della temperatura di estrazione) è mostrato in Figura 4.1. La stessa figura mostra anche la temperatura dell'acqua della rete idrica comunale con la quale il sistema solare termico viene alimentato.

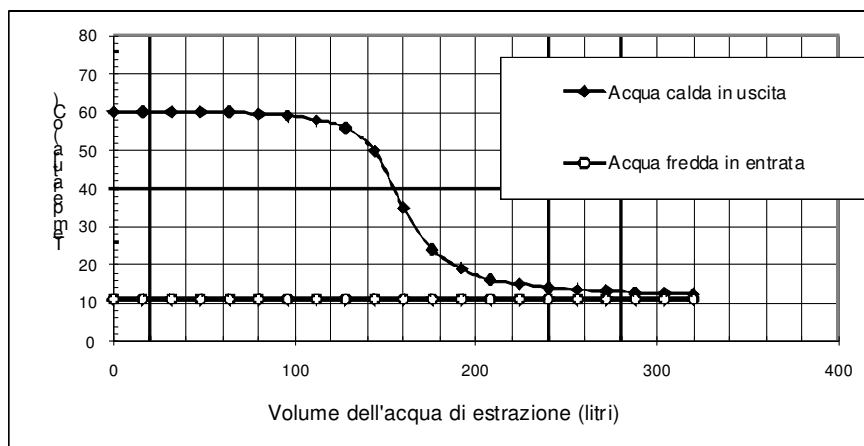


Figura 4.1: Temperatura dell'acqua calda di un sistema solare per l'acqua calda sanitaria con un serbatoio da 150 litri

Dalla Figura 4.1 si evince che ovviamente la temperatura dell'acqua calda si mantiene superiore a quella dell'acqua fredda fino ad un volume di 300 litri (il serbatoio di accumulo è da 150 litri). Ciò è dovuto alla miscelazione dell'acqua calda nel serbatoio con l'acqua fredda che entra nel serbatoio durante l'estrazione.

La temperatura massima dell'acqua calda che un sistema solare per la produzione di acqua calda sanitaria fornisce in un giorno specifico dipende da:

- la disponibilità di energia solare in quel giorno particolare
- la temperatura ambiente dell'aria
- la temperatura dell'acqua fredda al mattino di quel particolare giorno

Dunque se il sistema solare termico al mattino è pieno di acqua fredda dalla rete idrica comunale, ci si aspetta che l'acqua calda raggiunga temperature dell'ordine di:

- 75°C - 95°C durante giornate soleggiate primaverili/estive
- 40°C - 50°C durante giornate soleggiate invernali.

Nei casi in cui il serbatoio di accumulo contenga acqua calda dal giorno precedente, ci si possono attendere anche temperature superiori.

Diagrammi come quello in Figura 4.1 vengono inclusi nei Rapporti di Prova di un sistema solare per la produzione di acqua calda sanitaria, testato secondo lo standard relativo alle sue prestazioni (ISO 9459-2, o EN 12976-2). Vedi anche il paragrafo 3.1.

4.2 Perdite notturne di acqua calda dal serbatoio di accumulo

Di quanti gradi scende, durante la notte, la temperatura dell'acqua calda di un sistema solare termico ad uso domestico?

Ci sono molti casi in cui durante la notte si può trovare acqua calda nel serbatoio di accumulo di un sistema solare termico. Ciò accade o quando l'acqua non viene utilizzata o quando si utilizza un riscaldatore elettrico ausiliario.

E' normale durante la notte, quando le temperature ambiente sono basse, avere perdite termiche dal serbatoio di accumulo, che causano una diminuzione nella temperatura dell'acqua.

Se la temperatura dell'acqua nel serbatoio di accumulo di un sistema solare per la produzione di acqua calda sanitaria, alla sera, è di 50-60°C, alla mattina del giorno successivo, in funzione della stagione, si registrerà un calo di 4-6°C.

Informazioni circa le perdite termiche notturne nei serbatoi di accumulo di acqua calda sono incluse nel Rapporto di Prova del sistema solare per la produzione di acqua calda sanitaria, testato secondo lo standard relativo alle sue prestazioni (ISO 9459-2, o EN 12976-2).

4.3 Efficienza termica del collettore solare

Che cos'è l'efficienza termica del collettore solare?

Un collettore solare deve assorbire la radiazione solare e trasferire l'energia assorbita ad un fluido vettore termico con il minimo di perdite termiche. L'efficienza termica del collettore è definita come rapporto tra l'energia trasferita al fluido rispetto alla corrispondente energia solare.

L'efficienza termica del collettore è alta quando la temperatura di esercizio è bassa. Al contrario, la sua efficienza è bassa quando la temperatura di esercizio è alta. Nel secondo caso, a temperature elevate il collettore cede energia all'ambiente circostante da tutti i lati, ed in particolare attraverso la copertura trasparente.

Informazioni circa l'efficienza termica del collettore solare per la produzione di acqua calda sanitaria, sono incluse nel Rapporto di Prova secondo lo standard relativo alle sue prestazioni (ISO 9806-1, or EN 12975-2).

Quando l'acqua calda del sistema solare per la produzione di acqua calda sanitaria è usata durante il giorno, il giorno successivo, al crescere della radianza solare, il collettore solare opera a temperature basse dal momento che l'acqua nel serbatoio di accumulo è piuttosto fredda. Dunque l'efficienza è alta. Al contrario, di pomeriggio, quando l'acqua nel serbatoio di accumulo è stata scaldata, il collettore opera a temperature elevate e quindi ad un livello di efficienza più basso, d'altronde ha già scaldato l'acqua. Se in un momento intermedio della giornata viene prelevata dell'acqua, il collettore alla fine della giornata avrà raggiunto un rendimento energetico più elevato.

Se toccando con la mano la copertura trasparente del collettore, si rileva che è calda, significa

che sta lavorando ad una temperatura elevata e quindi non efficientemente. In questo caso, o l'acqua nel serbatoio è ancora calda oppure il sistema a circuito chiuso non funziona adeguatamente. Di conseguenza il collettore non produce energia.

4.4 Fare buon uso del sole

Come posso usare il mio collettore solare efficientemente?

Un collettore solare presenta una efficienza termica elevata quando opera a temperature basse. Dunque il primo criterio è che l'acqua nel serbatoio di accumulo sia ad una temperatura bassa durante il giorno, quando l'irraggiamento solare comincia ad aumentare.

Così, se c'è bisogno di usare il riscaldatore elettrico ausiliario durante la notte, si raccomanda di usare l'acqua calda entro alla mattina del giorno successivo. In questo modo il collettore potrà ricominciare a lavorare a temperatura di esercizio bassa e quindi con maggiore efficienza.

Un altro consiglio è di usare l'acqua calda durante il giorno e non tutta insieme durante la sera o il giorno successivo, In questo caso, si sono misurati livelli di efficienza più alti di circa il 20-25%.

4.5 Prestazioni annuali attese

Quanta energia ci si aspetta che venga erogata in un anno da un sistema solare per la produzione di acqua calda sanitaria? Quali sono gli assunti più rilevanti?

Lo standard (ISO 9459-2 / EN 12976-2), riguardo le prestazioni dei sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria, fornisce nel relativo Rapporto di Prova i valori attesi di:

- energia che il sistema dovrebbe erogare
- quantità disponibile di acqua calda a temperatura specifica 35°C - 40°C
- massima temperatura dell'acqua calda

durante tutti i mesi dell'anno, normalmente per tre città di uno specifico paese.

Il rendimento energetico (mensile, annuo) è determinato, nel Rapporto di Prova, nel caso di un solo prelievo di acqua alla fine della giornata e nelle seguenti tre condizioni di carico:

- prelievo di un volume del serbatoio
- prelievo finché la temperatura dell'acqua calda raggiunge i 35°C
- prelievo finché la temperatura dell'acqua calda raggiunge i 40°C.

In queste condizioni, la fornitura di energia attesa è dell'ordine di 500 kWh - 800 kWh all'anno per metro quadrato di area di collettore. Maggiori informazioni sono incluse nel relativo Rapporto di Prova messo a disposizione dal produttore del sistema solare per la produzione di acqua calda sanitaria.

5. Dati meteorologici

Un sistema solare per l'acqua calda sanitaria è alimentato con acqua proveniente dalla rete idrica cittadina e, con l'aiuto del sole, riscalda l'acqua che può quindi essere usata per il fabbisogno di una famiglia.

5.1. Temperatura dell'acqua della rete idrica

Come varia la temperatura dell'acqua della rete idrica cittadina durante l'anno? Come questo influenza il funzionamento del mio sistema solare domestico per l'acqua calda?

La temperatura dell'acqua della rete idrica cittadina non rimane costante durante l'anno. Tipicamente in inverno la temperatura è dell'ordine di 10°C, mentre in nei mesi estivi le temperature dell'acqua possono superare i 25°C.

La Figura 5.1 sotto mostra un esempio di valori medi mensili della temperatura dell'acqua della rete idrica cittadina

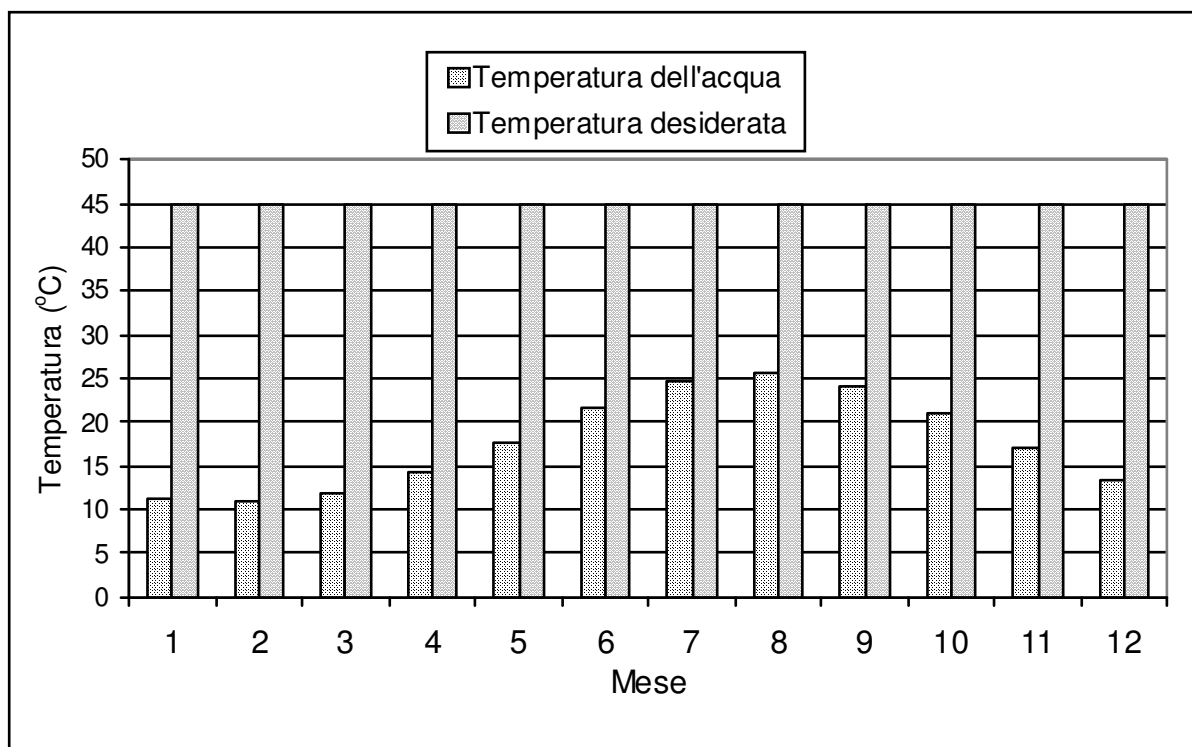


Figura 5.1 Valori medi mensili di temperatura dell'acqua della rete idrica di una città campione

L'acqua calda deve essere a una temperatura di circa 45°C per poter essere utilizzata per i fabbisogni della famiglia. Dunque in inverno la temperatura dell'acqua deve essere innalzata di 30°C - 35°C, mentre in estate di 15°C - 20°C, ovvero la metà di quanto richiesto in inverno.

La temperatura che l'acqua di un sistema solare per l'acqua calda sanitaria raggiunge alla fine di una giornata di sole dipende anche dalla temperatura diurna dell'acqua della rete idrica cittadina. Più alta è la temperatura iniziale dell'acqua e più elevata sarà anche la sua temperatura finale.

Se consideriamo due città dello stesso paese, una a nord e l'altra a sud, l'acqua della rete cittadina in genere è più fredda per la città settentrionale. In queste condizioni il sistema solare per l'acqua calda sanitaria al sud produrrà acqua più calda e sembrerà più efficiente. In realtà entrambi i sistemi solari domestici forniranno all'acqua la stessa quantità di energia solare.

5.2 Energia solare

Come varia l'energia solare durante l'anno?

Un sistema solare per l'acqua calda sanitaria riscalda l'acqua con l'aiuto dell'energia solare. L'energia solare disponibile varia durante l'anno. E' alta in estate e bassa in inverno (circa 1/3 dei valori estivi).

La Figura 5.2 mostra un esempio di valori medi mensili dell'energia solare giornaliera che investe un collettore piano in una data città.

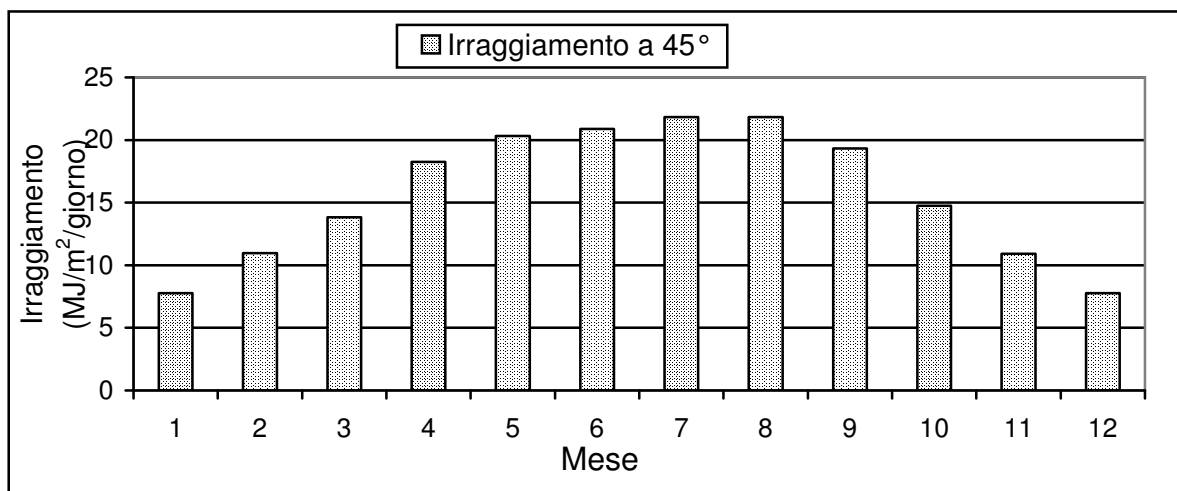


Figura 5.2. Valori medi mensili dell'energia solare giornaliera (collettore inclinato 45°)

Osservando le Figure 5.1 e 5.2, si può notare che in inverno, quando l'acqua è fredda, c'è poca energia solare disponibile. Al contrario in estate, quando l'acqua cittadina è più calda, c'è abbondanza di energia solare.

E' ovvio che in inverno l'impiego di un riscaldatore ausiliario è necessario, soprattutto in presenza di tempo nuvoloso. Nei giorni assolati, peraltro, il contributo dei sistemi solari al riscaldamento dell'acqua può essere considerevole.

5.3 Temperatura ambiente

Come varia la temperatura ambiente durante l'anno? Come questo influenza il funzionamento del mio sistema solare domestico per l'acqua calda?

Un altro parametro che incide sul funzionamento dei sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria è la temperatura ambiente dell'aria. Più bassa è la temperatura ambiente dell'aria, più elevate sono le perdite di calore dal collettore solare e dall'acqua calda nel serbatoio di accumulo verso l'ambiente circostante. Questo significa che in inverno le basse temperature ambiente dell'aria contribuiscono a ridurre il rendimento energetico dei sistemi solari domestici per l'acqua calda sanitaria.

La Figura 5.3 mostra un esempio di valori medi mensili della temperatura giornaliera ambiente dell'aria in una data città.

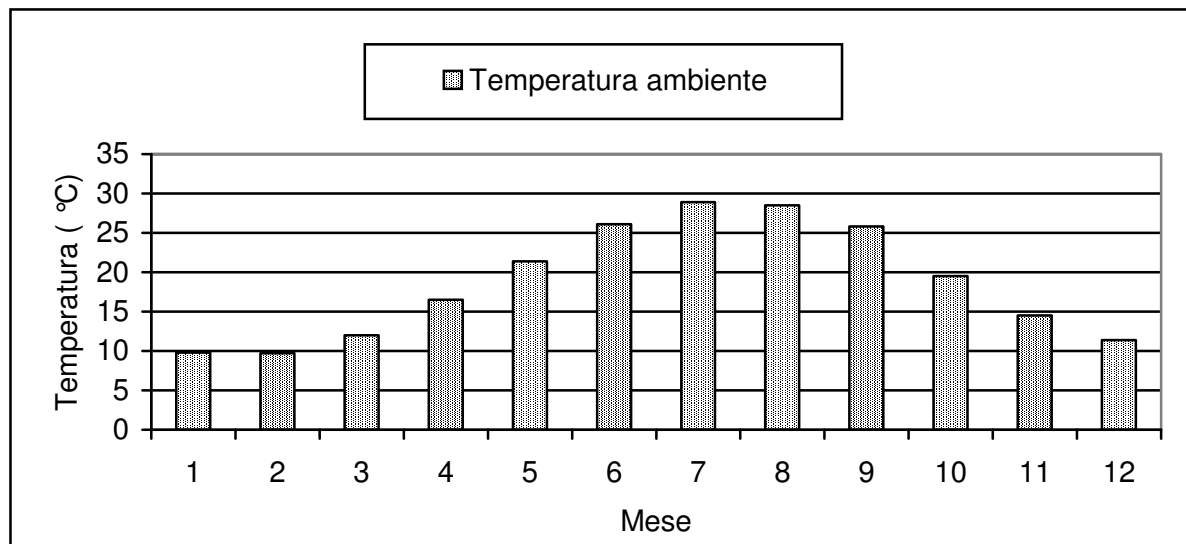


Figure 5.3 Valori medi mensili della temperatura ambiente giornaliera dell'aria in una data città.

