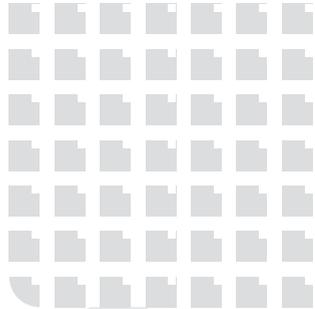




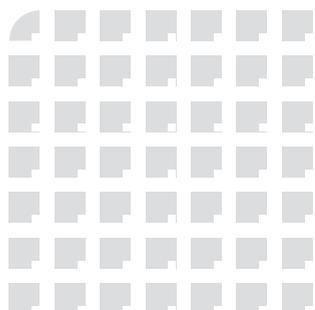
Collana **Software**
Applicativi per il settore edile



Studio Energy

SOLARE TERMICO

**Dimensionamento degli impianti
a circolazione naturale
con il software TERMICO V2**



Studio Energy
SOLARE TERMICO

ISBN 13 978-88-8207-332-9
EAN 9 788882 073329

Software, 43
Prima edizione, aprile 2009

Studio Energy

Solare termico : software per il dimensionamento degli impianti a circolazione naturale / Studio Energy. – Palermo: Grafill, 2009
(Software ; 43)

ISBN 978-88-8207-332-9

1. Sole – Energia – Utilizzazione.

621.47 CDD-21

SBN Pal0216967

CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

© **GRAFILL S.r.l.**

Via Principe di Palagonia 87/91 – 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313

Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

Finito di stampare nel mese di aprile 2009

presso **Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l.** Via del Cavaliere, 93 – 90011 Bagheria (PA)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

SOMMARIO

PREFAZIONE	p.	5
1. LA RADIAZIONE SOLARE	"	6
2. COMPONENTI E SISTEMI	"	10
3. GUIDA ALL'INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE "TERMICO V2"	"	15
3.1. Introduzione al software TERMICO V2	"	15
3.2. Requisiti per l'installazione del software	"	15
3.3. Procedura per la richiesta della password utente	"	15
3.4. Procedura per l'installazione del software	"	16
3.5. Procedura per la registrazione del software	"	16
4. GLI INCENTIVI STATALI	"	18
5. IL MANUALE DEL SOFTWARE "TERMICO V2"	"	21
5.1. Introduzione	"	21
5.2. Architettura del programma	"	21
5.3. Dati Progetto	"	21
5.4. Componenti	"	25
5.5. Calcoli	"	27
5.6. Dati Economici	"	27
5.7. Grafici	"	28
5.8. Guida ai comandi	"	28
<i>Menu File</i>	"	28
<i>Update</i>	"	28
<i>Documentazione</i>	"	29
<i>Stampe</i>	"	29
<i>Librerie</i>	"	29

6. ESEMPI PRATICI	p.	30
6.1. Impianto di piccole dimensioni	~	30
6.2. Impianto di medie dimensioni.....	~	47
 LICENZA D'USO	~	63
 SCHEDA DI REGISTRAZIONE	~	64

PREFAZIONE

Il presente testo è stato redatto per fornire una guida utile agli operatori del settore, installatori, progettisti, rivenditori, corredata da un supporto informatico, quale il software **TERMICO V2**.

La versione allegata al testo permette di dimensionare gli impianti a circolazione naturale ed è perfettamente funzionante senza limitazioni.

Gli esempi riportati nel presente manuale sono contenuti nel file d'installazione del software **TERMICO V2** e possono essere trovati nella sottocartella *Lavori* della directory principale del programma.

Capitolo 1

LA RADIAZIONE SOLARE

La radiazione solare è generata dai processi di fusione che avvengono al centro del sole. Tale fusione avviene tra due nuclei di idrogeno a formare un atomo di elio, con cui vengono liberate enormi quantità di energia, perché la massa dell'atomo di elio è minore rispetto alla somma delle due masse dei nuclei di idrogeno.

Questa differenza di massa viene trasformata in energia secondo la legge $E = m \cdot c^2$, tale energia corrisponde ad una massa pari a 4 milioni di tonnellate il secondo.

La fusione genera un flusso di gas d'alta energia che dal centro del sole si sposta verso la superficie, generando in questo modo la radiazione solare. La potenza della radiazione sulla superficie solare è di 63 MW/m^2 . Quindi da ogni m^2 di superficie solare vengono emessi in un'ora 63.000 kWh , che corrispondono all'energia contenuta in 6.300 litri di gasolio.

La distanza esistente tra il sole e la terra è di circa 150 milioni di chilometri e la potenza della radiazione solare equivale mediamente a 1367 W/m^2 (costante solare).

A tale proposito bisogna considerare tre particolarità, che rendono il nostro sistema dinamico:

- l'asse di rotazione della Terra è inclinato di $23,5^\circ$ rispetto al piano dell'orbita;
- durante la rotazione la direzione dell'asse terrestre rimane inalterata durante tutto il percorso;
- il movimento della Terra attorno al sole provoca l'alternarsi delle stagioni e la variazione dell'altezza del sole sopra l'orizzonte.

Queste caratteristiche causano la variazione dell'angolo di incisione della radiazione solare sulla Terra, di più o meno $23,5^\circ$, in base alle stagioni. L'intensità della radiazione solare, quindi, non è costante durante l'anno.

La radiazione solare può essere di tre tipi: diretta, diffusa o riflessa. La radiazione diretta è quella che raggiunge direttamente il suolo, la radiazione diffusa è quella presente anche in assenza di insolazione, quindi non colpisce direttamente il suolo; la radiazione riflessa o albedo invece, rappresenta la quantità di radiazione diffusa o diretta che viene riflessa dal suolo o dalle superfici circostanti sulla superficie presa in considerazione.

La posizione del sole è definita da due angoli: l'azimut e l'altezza (o tilt).

L'altezza è l'angolo formato tra la direzione dei raggi solari e il piano orizzontale e si misura in senso orario. Questo varia tra -90° (Nadir) e $+90^\circ$ (Zenit).

L'Azimut (A) è la distanza angolare tra il punto Nord e il piede dell'astro, misurata in senso orario, e varia tra 0° e 360° .

La posizione del sole rispetto alla Terra varia e di conseguenza varia l'incidenza dei raggi solari sulla superficie interessata.

La maggiore captazione di energia solare dipende dunque dall'orientamento e dall'inclinazione delle superfici. Una superficie riceve il massimo degli apporti se i raggi solari incidono in maniera perpendicolare su di essa, cosa che accade in estate.

Nelle abitazioni private, l'energia necessaria per riscaldare l'acqua è di circa 1000 kWh per persona all'anno. In base alle condizioni climatiche italiane, la superficie di collettore necessaria oscilla tra 0,5 m² a persona per il Meridione e 1 m² a persona per il Settentrione.

Nell'Italia meridionale, non ci sono reali fenomeni di gelo, quindi per il riscaldamento di acqua calda sanitaria a livello domestico si possono utilizzare impianti compatti ad accumulo integrato e impianti a circolazione naturale.

Se i collettori possiedono una superficie più ampia ed esistono sistemi di riscaldamento centralizzati, è meglio utilizzare impianti a circolazione forzata. È opportuno, in zone che presentano fenomeni di gelo, miscelare il fluido termovettore del circuito con un antigelo.

Mediante gli impianti solari termici è possibile riscaldare gli ambienti impiegando impianti combinati per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria e degli ambienti. L'uso di tali impianti è consigliabile se sono state già apportate delle modifiche di riqualificazione energetica all'edificio, che prevedano un sistema di riscaldamento a bassa temperatura. Per il riscaldamento di un edificio l'area di collettore necessaria varia da 1,5 a 3 m²/kW di potenza nominale.

La superficie di un impianto di grandi dimensioni va dai 100 m² ai 1000 m². Questi impianti possono essere utilizzati in vari ambiti: grandi edifici multifamiliari, per le reti di teleriscaldamento, negli ospedali, nelle residenze per gli anziani o per studenti e negli impianti turistici.

Con impianti di questo genere il rientro dell'investimento è maggiore, in quanto il costo stesso dell'impianto diminuisce grazie alle dimensioni, senza che l'efficienza venga penalizzata.

In questi impianti l'energia solare termica prodotta nelle stagioni più calde la si può immagazzinare, per utilizzarla nelle stagioni più fredde. In questo modo si riesce a coprire anche dell'80% il fabbisogno termico dell'utenza.

L'applicazione di questi impianti su complessi di edifici ne amplifica la resa, connettendoli tra loro attraverso una rete di distribuzione del calore, che vada a soddisfare il fabbisogno termico del gruppo di edifici, il quale arriva a superare i 1500 MWh all'anno.

Il fabbisogno termico di una piscina varia in base alla temperatura desiderata ed al volume d'acqua della piscina. Il riscaldamento delle piscine, mediante impianto solare termico, è una scelta molto vantaggiosa in quanto vi è un ritorno economico molto redditizio, basti pensare che, il costo dell'impianto e di manutenzione sono inferiori al costo evitato del combustibile fossile. Questo è possibile grazie a vari motivi: in estate vi è simultaneità tra la domanda termica e la massima radiazione solare; la temperatura di impiego è bassa, quindi si possono utilizzare collettori senza involucro e senza copertura vetrata, risparmiando sul costo ed infine, se l'impianto è ben dimensionato, non c'è bisogno di un impianto di riserva.

Dimensionamento di massima di impianti solari per piscine	Impianto per piscine all'aperto
Superficie collettore piano (m ² per ogni superficie piscina)	0,5-1
Copertura solare (%)	70-90

Nelle strutture turistiche l'impiego di acqua calda è molto elevato, considerando la necessità per gli ospiti, la cucina e i lavaggi. L'utilizzo di impianti solari si abbina bene alla disponibilità di energia solare e poiché, solitamente, le strutture turistiche si trovano in aree isolate, dove il costo dell'energia tradizionale risulta più alto, diventa più conveniente adoperare impianti solari.

L'uso dell'energia solare termica in ambito agricolo è interessante soprattutto in due settori: l'essiccazione di prodotti agro-alimentari ed il riscaldamento di serre. È interessante vedere l'utilizzo dell'energia solare da parte degli essiccatori a bassa energia, i quali utilizzano acqua leggermente riscaldata, in combinazione con impianti ausiliari di calore.

La tabella seguente fornisce un'indicazione del fabbisogno di acqua calda sanitaria a seconda della destinazione d'uso.

Dimensionamento di massima di impianti per la produzione di ACS	Impianto per utenze familiari	Impianto per utenze plurifamiliari	Impianto per strutture ricettive
Superficie collettore piano (m ² /persona)	0,7-1,2	0,5-1	–
Superficie collettore sottovuoto (m ² /persona)	0,5-0,8	0,4-0,7–	
Superficie collettore piano (m ² per ogni 100 l di consumo medio ACS)	–	–	0,5-1
Superficie collettore sottovuoto (m ² per ogni 100 l di consumo medio ACS)	–	–	0,4-0,7
Volume serbatoio di accumulo (litri/persona)	50-70	50-70	–
Volume serbatoio di accumulo (litri di accumulo per ogni 100 l di consumo medio ACS)	–	–	50-80
Copertura ACS con solare (%)	60-80	50-70	40-60

Per un'utenza domestica, il calcolo del fabbisogno termico deve essere effettuato partendo dai consumi di acqua calda sanitaria per persona, che si aggirano intorno ai 30-60 litri al giorno, a una temperatura di 45°C.

Nel caso in cui si decidesse di produrre acqua calda anche per il riscaldamento degli ambienti, tale valore deve essere aumentato tenendo conto del volume degli ambienti da riscaldare e dei valori di trasmittanza che questi possiedono.

Inoltre se si vuole utilizzare l'acqua calda proveniente dall'impianto solare nei vari elettrodomestici che ne richiedono l'uso (come lavatrice o lavastoviglie) il fabbisogno di acqua calda previsto deve essere aumentato almeno di 20 litri per ogni lavaggio.

Nel caso di strutture ricettive (alberghi, ospedali, ecc.) il dimensionamento va eseguito considerando i mesi di massima ricettività, quindi di massimo consumo, durante i quali l'impianto deve essere autosufficiente.

Durante i mesi con minore insolazione, il sistema verrà integrato da un impianto ausiliario: caldaia a gas, a biomassa, sistema elettrico, in base alle esigenze dell'utenza.

Il serbatoio di accumulo va dimensionato in base alla richiesta di acqua calda dell'utenza, quindi in base al fabbisogno di quest'ultima.

Il numero dei collettori varia in base alla zona geografica, alla disponibilità di energia solare.

Il calcolo dell'irraggiamento sul piano dei collettori può essere effettuato secondo quanto stabilito dalla norma UNI 8477, a partire dai dati sull'orizzonte desunti dalla norma UNI 10349 o dalle pubblicazioni dell'ENEA "La radiazione solare globale al suolo in Italia".

	Litri/giorno procapite	kcal/giorno procapite	MJ/giorno procapite	kWh/giorno procapite	NOTE Litri/giorno procapite
Abitazione	50	1650	6,9	1,92	–
Ospedale	60	1980	8,29	2,30	Per posto letto
Case di riposo	40	1320	5,52	1,53	–
Scuole	5	165	0,69	0,192	–
Caserme	30	990	4,14	1,15	–
Industrie	20	660	2,76	0,767	–
Uffici	5	165	0,69	0,192	–
Campeggi	30	990	4,14	1,15	Per persona
Hotel alta categoria	160	5280	22,1	6,14	Per stanza
Hotel bassa categoria	100	3300	13,82	3,84	Per stanza
Palestre	35	1155	4,84	1,34	Per utilizzatore
Lavanderie	6	198	0,83	0,23	Per kg lavato
Ristoranti	10	330	1,38	0,38	Per pasto
Bar	2	66	0,27	0,076	Per consumazione

Capitolo 2

COMPONENTI E SISTEMI

L'elemento principale di un impianto solare termico è il collettore o pannello solare. Questo è costituito da una piastra captante, la quale assorbe energia solare e la converte in calore: conversione foto-termica. Questa energia viene trasmessa ad un fluido termovettore, che circola all'interno del collettore stesso.

Esistono vari tipi di collettori:

- collettori solari piani (bassa temperatura);
- tubi collettori a vuoto (media temperatura);
- collettori a concentrazione (alta temperatura).

	Temperatura	Utilizzo
<i>A bassa temperatura</i>	< 100° C	Produzione di acqua calda sanitaria o riscaldamento edifici
<i>A media temperatura</i> (forni solari)	Tra 100° C e 250° C	Processo industriale
<i>Ad alta temperatura</i> (collettori parabolici)	Il fluido viene portato allo stato di vapore	Generazione di energia elettrica, produzione di calore di processo per l'industria chimica

I collettori solari piani si suddividono a loro volta in vetrati e scoperti. I collettori vetrati sono composti principalmente da una copertura in vetro ed una piastra captante, isolata termicamente nella parte inferiore e lateralmente, contenuti in una cassa di metallo o di plastica.

I collettori scoperti, invece sono solitamente costituiti da materiale plastico e sono direttamente esposti alla radiazione solare.

I collettori solari sottovuoto sono costituiti da un certo numero di tubi in vetro sottovuoto, che minimizzano la dispersione del calore, in quanto il calore viene raccolto da ogni tubo e trasmesso alla piastra di rame presente al suo interno, in questo modo il fluido si riscalda e il vuoto, esistente tra assorbitore e copertura trasparente, impedisce la dispersione del calore verso l'esterno. Questi impianti sono più efficienti dei collettori vetrati piani perché, diminuendo la dispersione, il rendimento è maggiore ma, nel contempo, sono più costosi e più fragili.

I collettori a concentrazione sono costituiti da uno specchio o da lenti ottiche che fanno confluire i raggi solari verso l'assorbitore, nel quale scorre il fluido termovettore. Questi impianti assorbono solo la radiazione diretta, quindi hanno bisogno di dispositivi che mantengano la superficie riflettente ortogonale alla direzione dei raggi solari.

La scelta di una tecnologia rispetto ad un'altra è da relazionare al tipo di utenza da soddisfare e alla temperatura di cui l'utenza ha bisogno. Sicuramente le ultime due tecnologie sono da riferirsi a un'utenza industriale.

Settore	Processi	Temperatura (°C)	Tipo di collettore
Fabbricazione della birra e lavorazione del malto	Bollitura del mosto	100	Collettori piani
	Lavaggio bottiglie	60	
	Raffreddamento	90	
	Essiccazione	60	
Caseario	Pastorizzazione	62-85	Collettori piani Tubi sottovuoto
	Sterilizzazione	130-150	
Conservazione del cibo	Sterilizzazione	110-125	Tubi sottovuoto
	Pastorizzazione	< 80	Collettori piani
	Cottura	70-98	
Carne	Lavaggio, sterilizzazione e pulitura	< 90	Collettori piani
	Cottura	90-100	
Vino e bibite	Lavaggio delle bottiglie	60-90	Collettori piani
	Raffreddamento	85	
Tessile	Lavaggio, candeggio ed essiccazione	< 90	Collettori piani Tubi sottovuoto
	Cottura	140-200	
Automobilistico	Asciugatura della vernice	160-220	Tubi sottovuoto
	Sgrassatura	35-55	Collettori piani
Cartiero	Cottura della pasta di legno	170-180	Tubi sottovuoto
	Riscaldamento dell'acqua di alimentazione	< 90	Collettori piani
	Candeggio	130-150	Tubi sottovuoto
	Essiccazione	130-160	
Conciatura	Umidificazione	165-180	Tubi sottovuoto
Sughero	Essiccazione, cottura	40-155	Tubi sottovuoto

Schema della tipologia di collettore in relazione all'attività

Gli impianti solari termici, in base alla configurazione dell'impianto, si distinguono in impianti a circuito aperto e in impianti a circuito chiuso. Nel primo caso l'acqua calda di destinazione è quella che circola direttamente nel collettore, che raggiunta la temperatura desiderata arriva all'utenza.

Nel secondo caso sono presenti due circuiti: il circuito primario, caratterizzato dal fluido caldo che passa attraverso il collettore e lo scambiatore, ed il secondario, che preleva il calore dal serbatoio e lo distribuisce all'impianto sanitario.

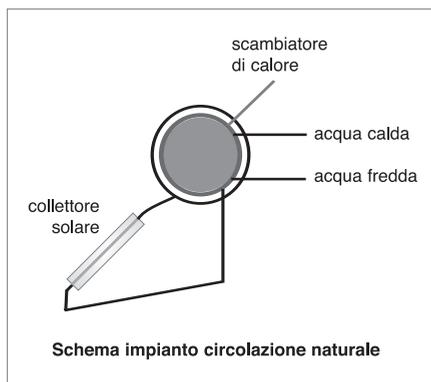
La circolazione del fluido termovettore all'interno del circuito solare può essere naturale o forzata.

Nel caso della circolazione naturale viene sfruttata la legge fisica secondo la quale, alzando la temperatura del fluido termovettore ne diminuisce la densità, quindi il fluido caldo all'interno del collettore è più leggero del fluido freddo presente nel serbatoio, pertanto tale differenza di densità crea una circolazione naturale del fluido termovettore.

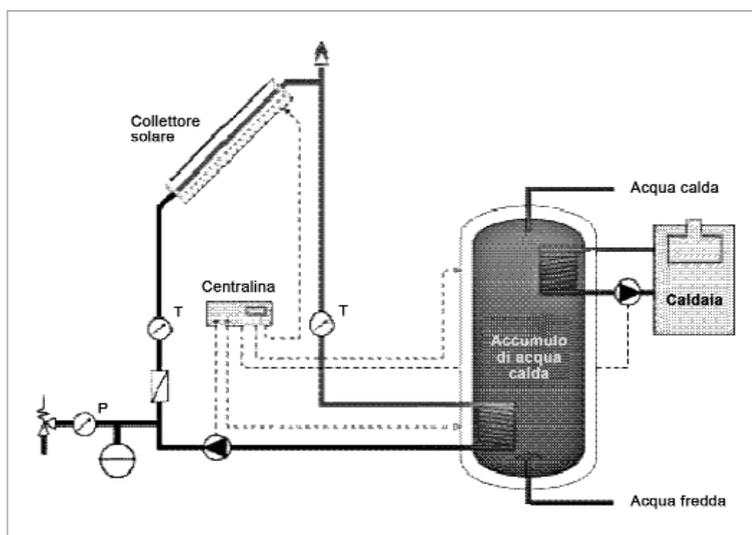
Per favorire questo tipo di circolazione il serbatoio va posto in un punto più alto rispetto al collettore, in modo che la forza gravitazionale spinga verso il basso il fluido riscaldatosi nel serbatoio.

I componenti di un impianto a circolazione naturale sono:

- uno o più collettori solari;
- serbatoio di accumulo;
- uno o più scambiatori di calore.



La differenza che caratterizza un impianto a circolazione forzata da uno a circolazione naturale è l'utilizzo di un motore elettrico, la pompa di circolazione (o circolatore), che viene azionato da una centralina di comando. La centralina aziona la pompa quando viene informata dal regolatore differenziale di temperatura, il quale legge la temperatura all'interno del collettore e quella all'interno del serbatoio e dà il consenso non appena la temperatura all'interno del collettore è superiore di 5-10 °C rispetto a quella di riferimento impostata nel serbatoio di accumulo. Il calore quindi, viene portato al serbatoio di accumulo e ceduto all'acqua sanitaria mediante uno scambiatore di calore.



Schema di funzionamento di un impianto a circolazione forzata

Un impianto a circolazione forzata è composto da:

- uno o più collettori solari;
- serbatoio di accumulo;
- un circuito idraulico, che comprende tubazioni, pompa di circolazione, valvole, vaso di espansione;
- sistema di regolazione elettronico: centralina e sensori.

Il serbatoio di accumulo è indispensabile considerando la variabilità della radiazione solare, in funzione delle caratteristiche climatiche e meteorologiche ed anche considerando la necessità di utilizzare l'acqua calda in un periodo successivo rispetto alla sua produzione.

Il serbatoio è coibentato, garantendo il mantenimento di una temperatura dell'acqua adeguatamente elevata, nonostante ci siano giornate in assenza di insolazione.

Il serbatoio è da dimensionare in base all'utenza ed alle condizioni climatiche del luogo, ma si può considerare, che per applicazioni domestiche, un volume del serbatoio corrispondente a circa 50- 70 l/m² di superficie captante.

Il serbatoio di accumulo può contenere al suo interno uno o più scambiatori termici.

Lo scambiatore termico permette il riscaldamento dell'acqua all'interno dell'accumulatore, infatti, il calore prodotto nel circuito primario viene trasferito al circuito secondario per riscaldare l'acqua.

Nel caso di impianti semplici, come sono quelli delle case unifamiliari, di solito vengono impiegati scambiatori termici a tubi lisci o corrugati posti all'interno del serbatoio, mentre negli impianti più grandi si utilizzano scambiatori di calore esterni a piastre o a fasci di tubi.

Si deve considerare che la superficie dello scambiatore di calore dovrebbe essere circa il 40% della superficie del collettore.

Per gli impianti più grandi, lo scambiatore esterno va dimensionato in base alla potenza massima che i collettori possono trasmettere.

Per le tubature del circuito primario si possono utilizzare tubi di rame o tubi corrugati flessibili di acciaio inossidabile.

Con i tubi corrugati inox c'è una maggiore perdita di pressione rispetto ai tubi con le pareti interne lisce, di conseguenza la sezione deve essere maggiore.

Il diametro dei tubi in rame è da dimensionare in base al flusso scelto, come chiarisce la seguente tabella:

<i>Flusso [l/h]</i>	<i>Diametro esterno x spessore [mm]</i>
< 240	16 x 1
240 - 410	18 x 1
410 - 570	22 x 1
570 - 880	28 x 1,5
880 - 1450	35 x 1,5

Diametro consigliato per i tubi del circuito solare

La valvola di sicurezza e il vaso espansore devono essere tarati l'una in base all'altro. Il vaso di espansione è collegato al circuito primario ed ha la funzione di compensare eventuali aumenti di pressione all'interno del circuito, nel caso in cui le temperature diventassero troppo elevate.

I vasi espansori devono contenere il volume di espansione del fluido termovettore prodotto dalla dilatazione termica, ma in stato di surriscaldamento devono anche contenere il volume completo del fluido che circola nel collettore.

La valvola di sicurezza interviene se il vaso espansore non riesce a contenere questo volume. Le membrane nei vasi espansori devono resistere al fluido termovettore ed essere idonee alla pressione massima ammissibile fissata tramite la valvola di sicurezza a 6 bar.

Alla centralina di regolazione sono collegati due sensori di temperatura: il primo è posizionato all'interno del collettore, nel punto più caldo del circuito primario, mentre il secondo nel serbatoio di accumulo, all'altezza dello scambiatore di calore del circuito solare. I valori derivanti dai sensori vengono confrontati da un'apparecchiatura di controllo: un relè che attiva la pompa.