

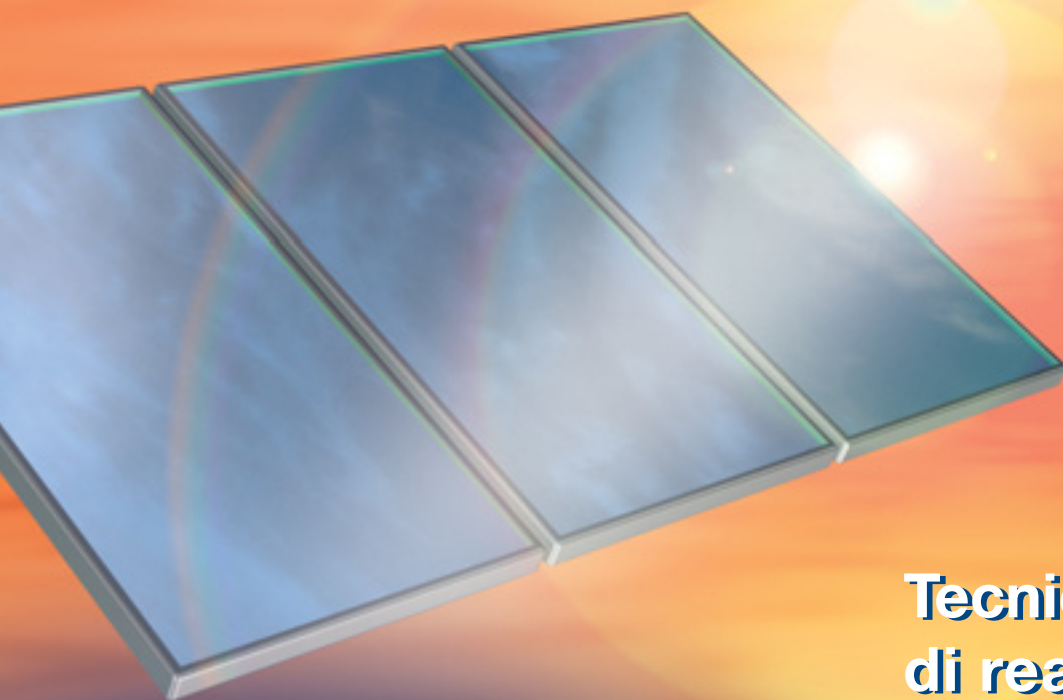
dicembre 2005

29

Idraulica

PUBBLICAZIONE PERIODICA DI INFORMAZIONE TECNICO-PROFESSIONALE

GLI IMPIANTI A PANNELLI SOLARI



**Tecniche e schemi
di realizzazione**

G. CALEFFI



Direttore responsabile:
Marco Caleffi

Responsabile di Redazione:
Fabrizio Guidetti

Hanno collaborato a questo
numero: Mario Doninelli,
Marco Doninelli
Ezio Prini
Claudio Ardizzoia

Idraulica
Pubblicazione registrata presso
il Tribunale di Novara
al n. 26/91 in data 28/9/91

Editore:
Poligrafica Moderna S.p.A. Novara

Stampa:
Poligrafica Moderna S.p.A. Novara

**Basi cartografiche di proprietà e
per concessione dell' Istituto
Geografico De Agostini.**

**Copyright Idraulica Caleffi. Tutti i
diritti sono riservati. Nessuna
parte della pubblicazione può
essere riprodotta o diffusa senza il
permesso scritto dell'Editore.**

CALEFFI S.P.A.

S.R. 229, N. 25

28010 Fontaneto d'Agogna (NO)
TEL. 0322-8491 FAX 0322-863305
info@caleffi.it www.caleffi.it

Sommario

- 3 **Gli impianti solari**
- 4 **Il sole e la sua offerta di energia**
- 6 **I pannelli solari termici - tipologie di maggior utilizzo**
- 8 **Serbatoi d'accumulo dell'energia solare**
- 10 **Regolazione del circuito solare**
- 12 **Regolazione dell'acqua calda sanitaria**
- 14 **Regolazione degli impianti combinati**
- 16 **Luogo e modalità di installazione
dei pannelli solari**
- 18 **Grandezze di base per dimensionare gli impianti a
pannelli**
- 20 **Circolazione del fluido vettore**
- 21 **Collegamento e bilanciamento dei pannelli**
- 22 **Possibili casi di surriscaldamento**
- 24 **Componenti e dimensionamento del circuito solare**
- 27 **Impianti sanitari che utilizzano energia solare**
- 28 **Schema: Impianto solare per produzione acqua
calda sanitaria con caldaia a terra
dotata di accumulo**
- 29 **Schema: Impianto solare per produzione acqua
calda sanitaria con integrazione di calore
nel serbatoio di accumulo**
- 30 **Schema: Impianto solare centralizzato
per produzione acqua calda sanitaria
con distribuzione ad impianti autonomi**
- 31 **Schema: Impianto solare a doppio serbatoio
d'accumulo e scambiatore di calore**
- 32 **Linea solare**
- 33 **Gruppi di circolazione**
- 34 **Regolatore di temperatura differenziale**
- 35 **Valvole a sfera motorizzate**

GLI IMPIANTI SOLARI

Ingg. Marco e Mario Doninelli dello studio S.T.C.

Sono ormai abbastanza chiari i segni di un rinnovato interesse per l'energia solare. Non si avvertiva più niente di simile dagli anni Settanta: vale a dire dagli anni della prima grave crisi petrolifera.

Allora furono molte le speranze riposte in questa forma di energia pulita, facilmente disponibile e praticamente inesauribile.

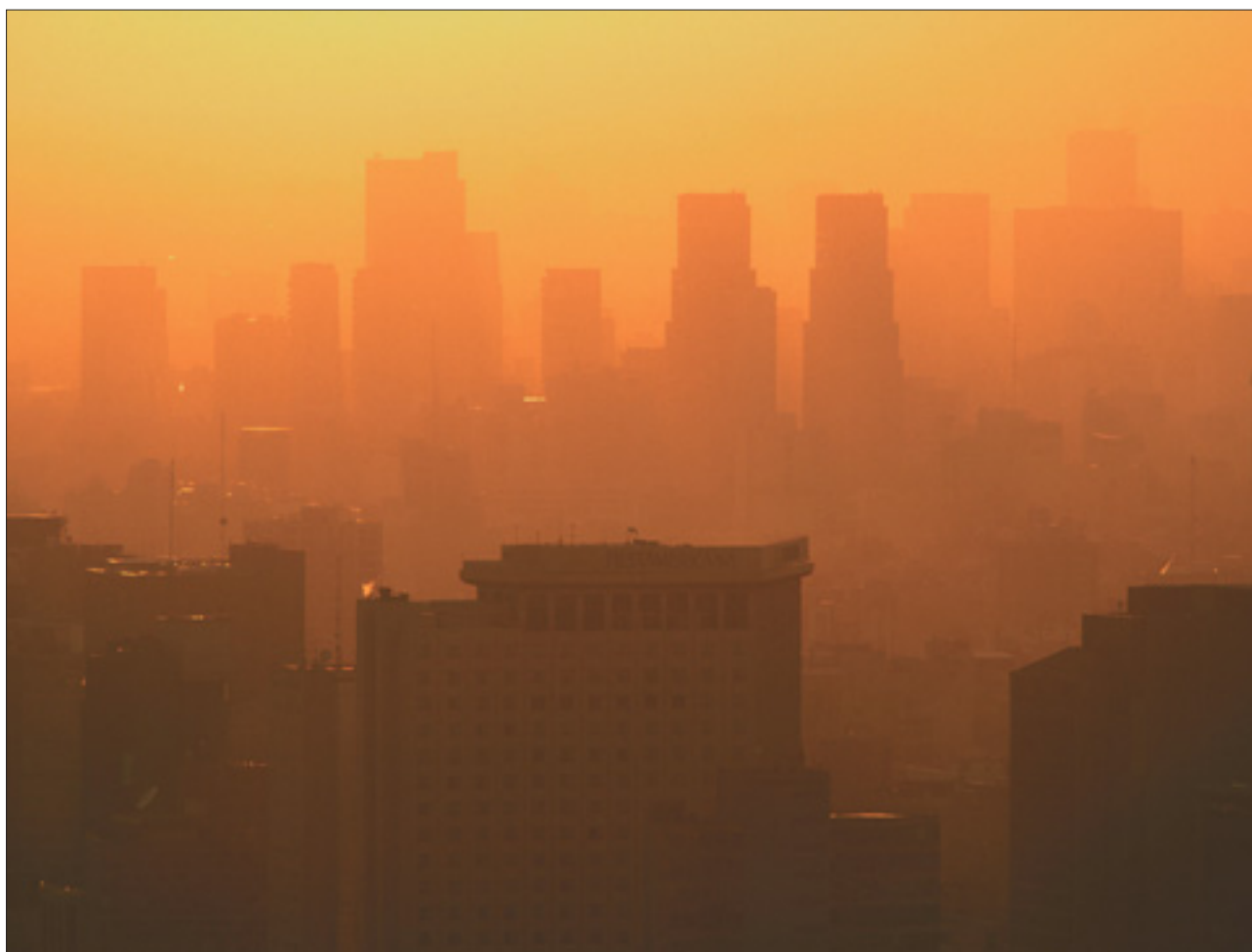
I risultati ottenuti furono però molto deludenti, sia a causa di aspettative teoriche troppo ottimistiche, sia a causa di errori tecnici. Infatti, come vedremo nelle pagine che seguono, la realizzazione di questi impianti è facile e semplice solo in apparenza.

Oggi siamo comunque in grado di evitare gli errori del passato. Tuttavia ciò non basta ad assicurare una rinascita certa e stabile del solare, perché i suoi costi sono ancora assai elevati. Sono necessari anche adeguati incentivi, giustificati dal fatto che il solare può limitare il consumo dei combustibili fossili, che ormai stanno compromettendo i delicati equilibri termici e biologici del nostro pianeta.

Va considerato che la difesa dell'ambiente e della nostra salute non può essere lasciata unicamente alle leggi di mercato, perché il mercato ignora queste realtà di primaria importanza. Ignora, ad esempio, i danni causati dallo smog, oppure quelli connessi alla troppa anidride carbonica immessa nell'atmosfera. E pertanto non può porvi rimedio.

Spetta dunque ai poteri pubblici correggere queste carenze: ad esempio, incentivando l'uso di energie meno dannose di quelle finora imposte proprio dalle leggi di mercato. E in merito c'è da augurarsi che anche il nostro Paese sappia imboccare la via giusta, abbandonando politiche e metodi che ci hanno saldamente relegato agli ultimi posti in Europa.

Forse (ma si sa le cose semplici non piacciono ai nostri legislatori) basterebbe andare a vedere cosa hanno fatto in Germania, in Austria o in Svizzera: Paesi con "meno sole" del nostro, ma dove il solare è di gran lunga più diffuso.



IL SOLE E LA SUA OFFERTA DI ENERGIA

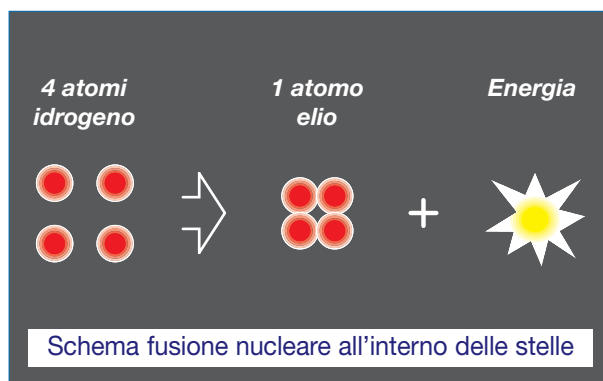
Il sole è costituito da una grande massa incandescente con volume 1.300.000 volte superiore a quello della terra e con temperature che possono raggiungere i 16.000.000°C.

La superficie di tale massa emette, in modo pressoché costante, radiazioni elettromagnetiche la cui potenza è pari a circa 400.000 miliardi di miliardi di kW: più o meno la potenza ottenibile facendo esplodere ogni secondo 3.500 miliardi di bombe uguali a quella di Hiroshima. E una tale potenza, i cui valori vanno ben oltre la nostra capacità di immaginazione, ha, come la bomba di Hiroshima, origine nucleare.

Sul sole, infatti, avvengono continue fusioni nucleari che trasformano quattro nuclei di idrogeno (il costituente principale del sole) in un nucleo di elio. La massa di quest'ultimo è inferiore a quella data dalla somma dei nuclei di idrogeno e la differenza è trasformata in energia. Le fusioni nucleari sono autoregolate in modo tale da garantire un'emissione di energia sostanzialmente stabile nel tempo.

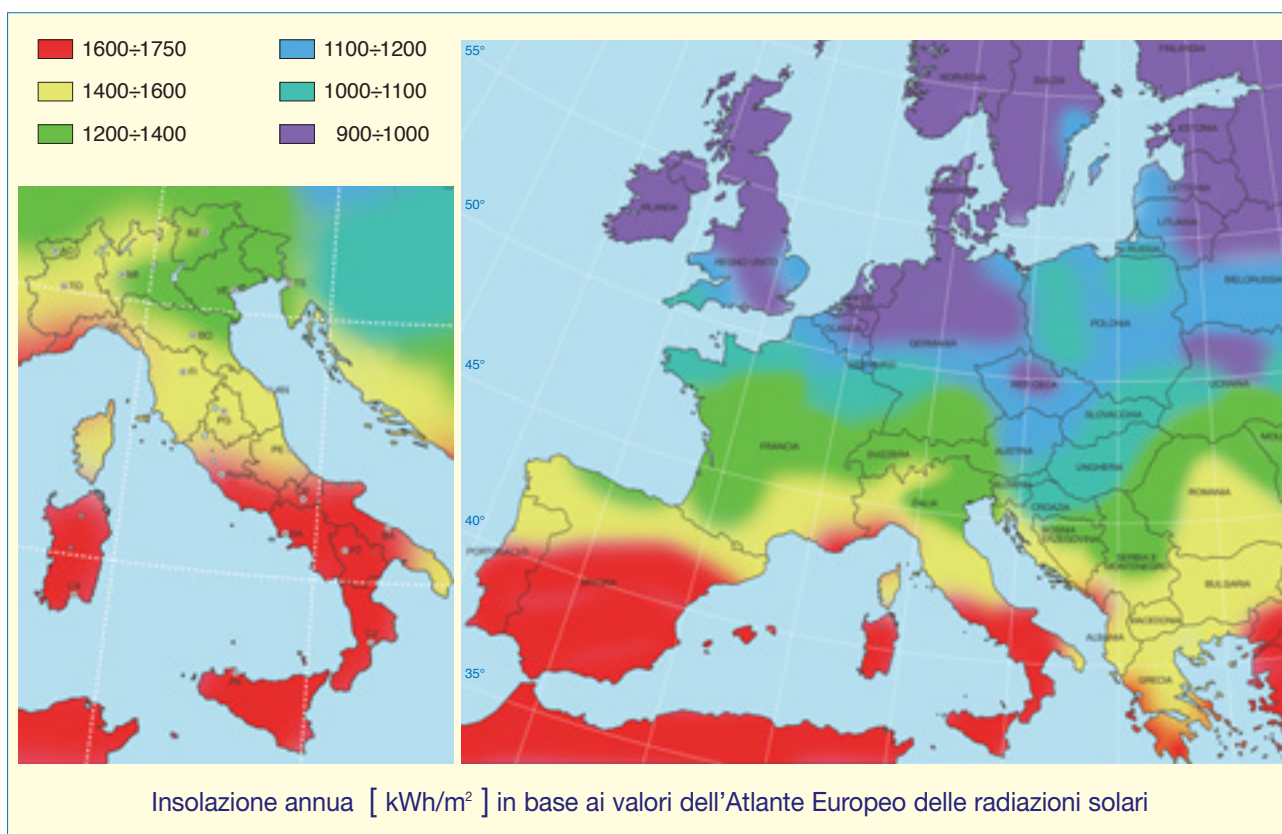
Naturalmente le riserve di idrogeno che il sole può utilizzare non sono illimitate.

Comunque per altri 5 miliardi di anni non dovrebbero esserci problemi. Poi il sole diventerà lentamente meno luminoso e si spegnerà.



Valori della radiazione solare

Prima di entrare nell'atmosfera terrestre, la radiazione solare ha una potenza (valutata rispetto ad una superficie ad essa perpendicolare) di circa 1.350 W/m². Sulla terra, invece, la sua potenza è sensibilmente inferiore in quanto l'atmosfera agisce da filtro nei confronti dei raggi solari. I normali valori sono circa 1.000 W/m² con cielo sereno, 100÷150 W/m² con cielo coperto.



Insolazione annua

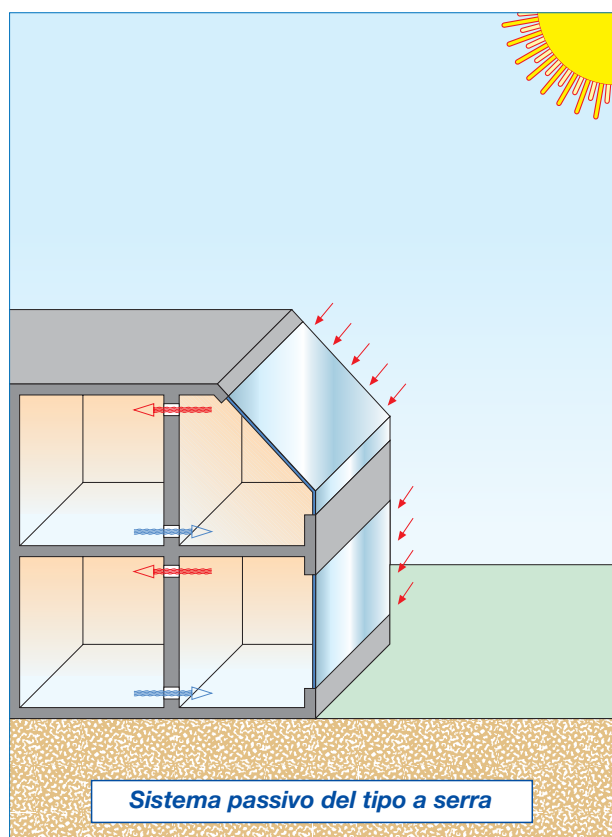
È la quantità di energia solare che, nel corso di un intero anno, può essere captata da una superficie unitaria rivolta a Sud. Il suo valore dipende dalle caratteristiche climatiche del luogo e dalla sua posizione: latitudine, longitudine, altezza sul livello del mare.

Conoscere questa grandezza serve a quantificare l'energia termica ottenibile (in un certo luogo) con un impianto solare e quindi a valutare se risulta conveniente o meno la sua realizzazione.

Una delle fonti più autorevoli in merito è senz'altro **l'Atlante Europeo delle Radiazioni Solari** i cui dati, relativi a rilievi condotti su base decennale, sono raccolti in mappe e tabelle.

L'Atlante Europeo delle Radiazioni Solari riporta i valori dell'insolazione annua non solo in relazione alle principali località europee, ma anche in base all'orientamento e all'inclinazione della superficie unitaria rispetto al piano orizzontale.

Nella pagina a lato, sono riportate indicazioni relative all'insolazione annua nei Paesi europei riferite ad una superficie unitaria rivolta a Sud e inclinata di un angolo pari alla latitudine del luogo. Come d'altra parte è facile prevedere, i valori relativi al nostro Paese (specie se confrontati con la maggior parte degli altri Paesi europei) evidenziano situazioni molto favorevoli all'uso del solare.



Sistemi di utilizzo dell'energia solare

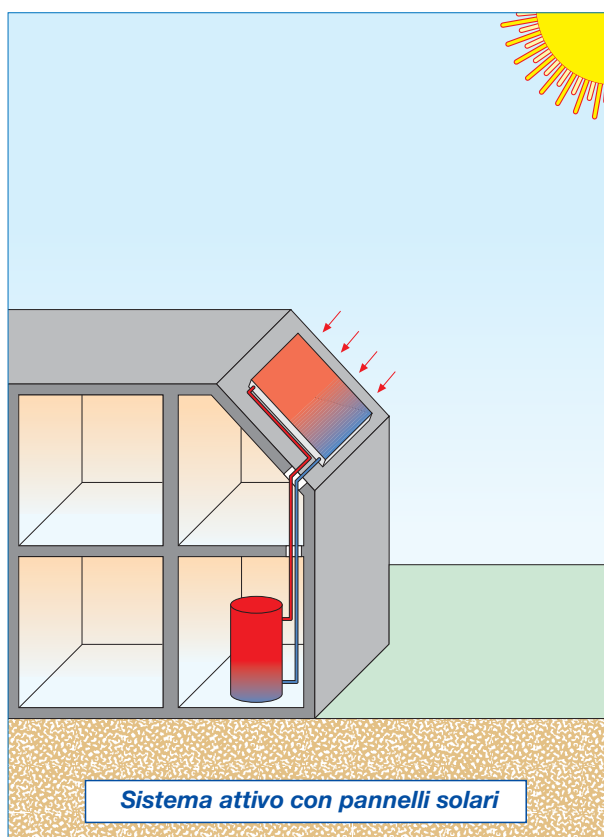
Per lo sfruttamento dell'energia solare si utilizzano sistemi normalmente definiti passivi o attivi.

I sistemi passivi sono quelli che si avvalgono di mezzi e accorgimenti strettamente integrati negli edifici e che per il loro funzionamento non richiedono fonti di energia esterne. Ad esempio, sono quelli che prevedono l'uso di serre, lucernari, frangisole, superfici riflettenti, oppure strutture ad elevata inerzia termica, quali i muri di Trombe, i muri a cambiamento di fase e le pareti ad acqua.

I sistemi attivi sono, invece, quelli che si avvalgono di veri e propri impianti tecnici di supporto, con mezzi per captare, convertire, trasportare e utilizzare l'energia solare. Sono, in pratica i sistemi a pannelli fotovoltaici e termici.

I pannelli fotovoltaici trasformano direttamente l'energia solare in energia elettrica.

I pannelli (o collettori) termici trasformano, invece, l'energia solare in calore, che può essere sfruttato, ad esempio, per attivare turbine di speciali centrali elettriche, oppure per eseguire trattamenti industriali e agricoli, oppure ancora per produrre acqua calda sanitaria e riscaldare ambienti. Ed è essenzialmente di questi pannelli e di quest'ultimo impiego che ci occuperemo nelle pagine che seguono.



I PANNELLI SOLARI TERMICI TIPOLOGIE DI MAGGIOR UTILIZZO

Possono essere ad alta o a bassa temperatura.

I **pannelli ad alta temperatura** sono dotati di specchi per concentrare i raggi solari. Il loro costo, assai elevato, li rende convenienti solo per esigenze particolari e alquanto limitate.

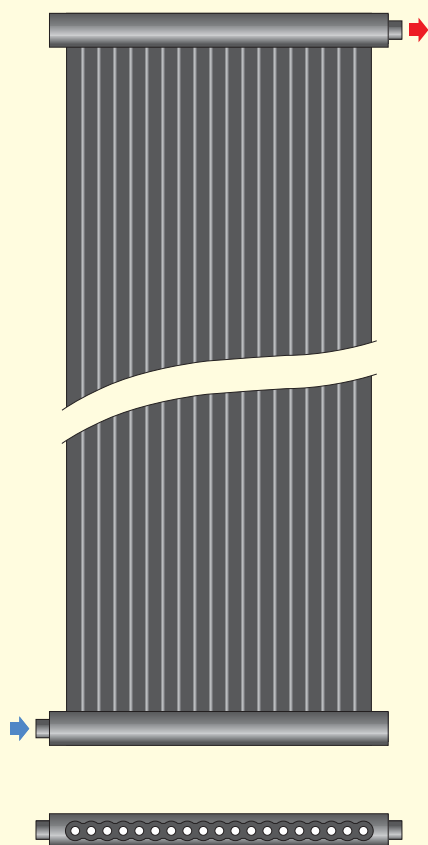
I **pannelli a bassa temperatura** sono costituiti da semplici assorbitori. Sono utilizzati soprattutto per produrre acqua calda e riscaldare ambienti, e possono essere così suddivisi:

Pannelli a fluido liquido senza protezione

Sono costituiti da un **assorbitore realizzato in materiale plastico**. Per mancanza di copertura non sono in grado di superare i $40\div 45^{\circ}\text{C}$. Per questo, in pratica, sono utilizzati prevalentemente per riscaldare piscine.

Il basso costo è il loro principale vantaggio. Sono però soggetti a problemi di "invecchiamento" che dipendono sia dai materiali, sia dalla tecnologia utilizzati per la loro produzione.

Pannello a fluido liquido senza protezione



Pannelli a fluido liquido con protezione

Sono costituiti da:

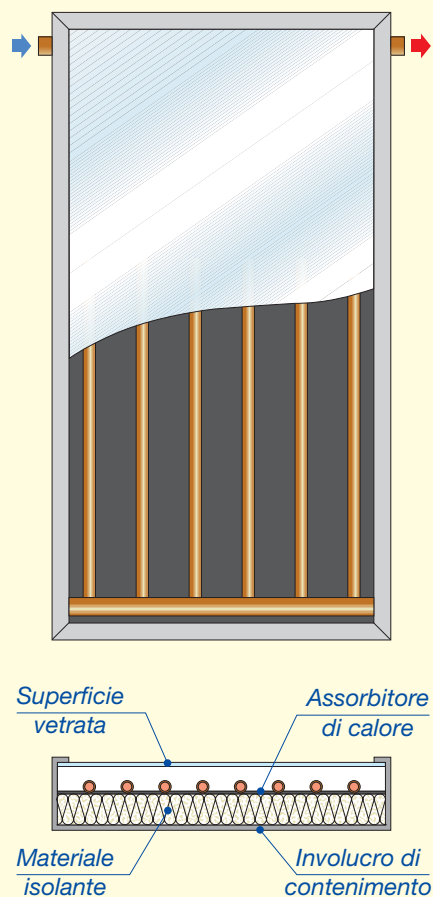
- un **assorbitore metallico** (in rame, alluminio o acciaio) che incorpora anche i tubi di passaggio del fluido vettore;
- una **lastra in vetro o in plastica** con buona trasparenza alle radiazioni emesse dal sole ed elevata opacità a quelle emesse dall'assorbitore;
- un **pannello di materiale isolante**, posto sotto l'assorbitore;
- un **involucro di contenimento** per proteggere i componenti di cui sopra e limitare le dispersioni termiche del pannello.

Questi pannelli possono produrre acqua calda fino a $90\div 95^{\circ}\text{C}$. La loro resa diminuisce però in modo sensibile oltre i $65\div 70^{\circ}\text{C}$.

Non richiedono soluzioni d'uso complesse, hanno un buon rendimento e costi relativamente bassi. Per tali motivi sono i pannelli maggiormente utilizzati negli impianti civili.

Per impianti di piccole dimensioni sono disponibili anche con serbatoio incorporato.

Pannello a fluido liquido con protezione



Pannelli a fluido liquido con tubi sotto vuoto

Sono costituiti da una serie di tubi in vetro sottovuoto all'interno dei quali sono posti assorbitori a strisce.

È una tecnica costruttiva che consente di limitare le dispersioni termiche dei pannelli ed assicurare, pertanto, rendimenti più elevati: **caratteristica che può risultare molto utile nelle zone con basse temperature esterne.**

I pannelli con tubi sottovuoto possono produrre acqua calda fino a temperature di 115÷120°C: cioè fino a temperature che possono essere utilizzate in campo industriale, alimentare e agricolo, oppure per produrre acqua refrigerata con l'aiuto di appositi gruppi frigoriferi.

Il costo assai elevato è il principale limite di questi pannelli.

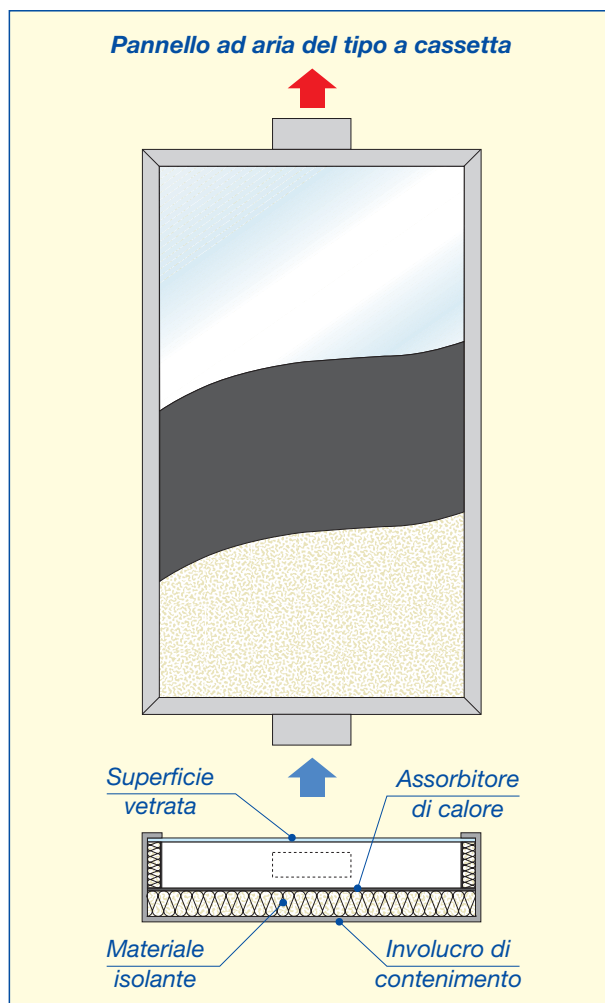
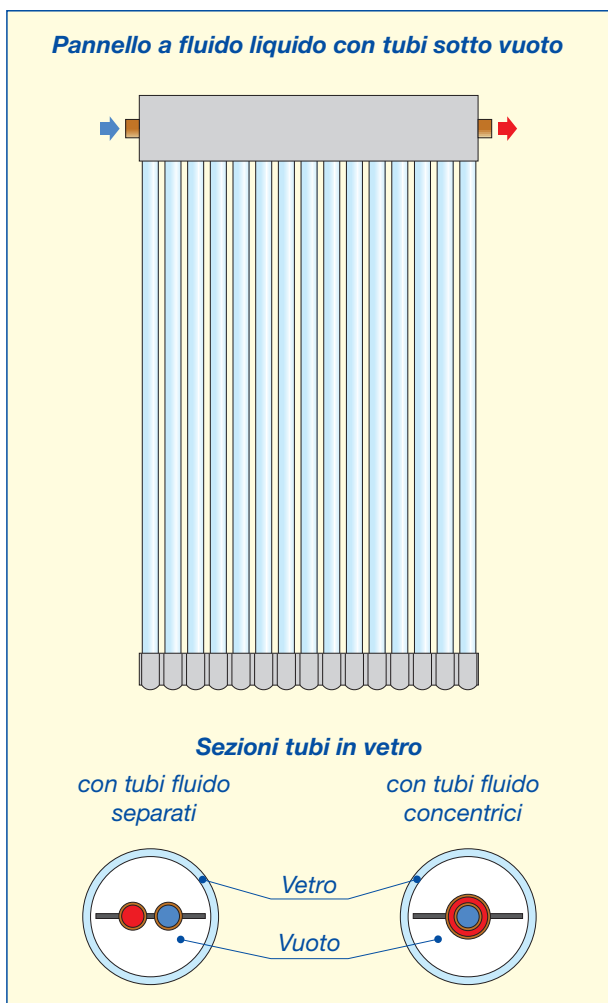
Pannelli ad aria del tipo a cassetta

Sono costituiti da un contenitore a scatola con **superficie superiore trasparente** (in vetro o in plastica) e con **isolamento termico sia sul fondo che sulle pareti laterali.**

L'assorbitore è una semplice lastra metallica (in acciaio o in rame) sopra cui, e talvolta anche sotto, scorre libero un flusso d'aria.

Questi pannelli non hanno una resa elevata in quanto l'aria è un vettore poco idoneo a scambiare e a trasportare calore. Tuttavia hanno il vantaggio di costare poco e di non richiedere l'intervento di uno scambiatore. Inoltre sono molto leggeri e, a differenza dei pannelli con fluido vettore liquido, non sono esposti a pericoli di congelamento o di ebollizione.

Sono utilizzati soprattutto per riscaldare aria ambiente e per essiccare prodotti agricoli.



SERBATOI D'ACCUMULO DELL'ENERGIA SOLARE

L'energia solare non è sempre disponibile. Di conseguenza, per poter utilizzare i servizi ad essa connessi in modo continuo serve l'aiuto di sistemi d'accumulo: sistemi che possono essere realizzati con sostanze liquide, solide (ad esempio pietre o ciottoli) oppure a scambio di fase (ad esempio sali fusi).

Di seguito considereremo solo sistemi con serbatoi che contengono acqua: in pratica gli unici adottati in impianti solari ad uso civile.

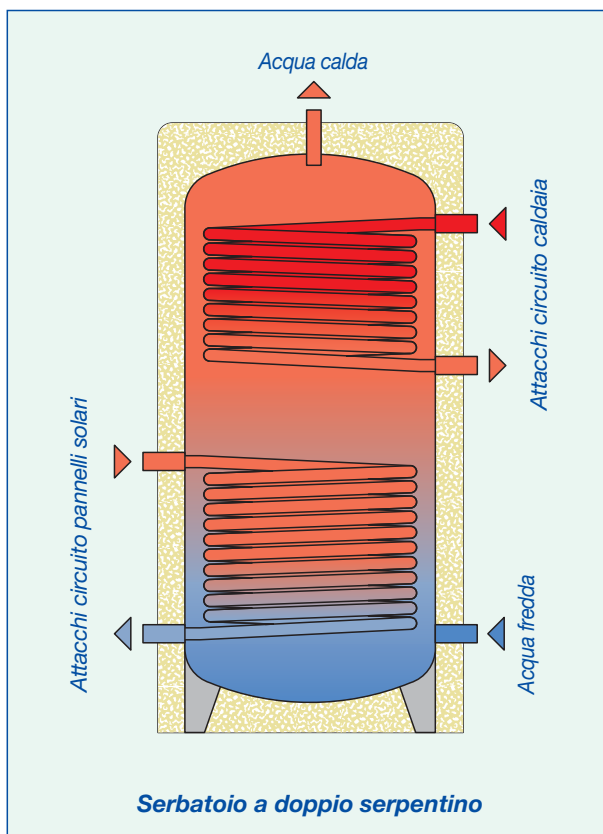
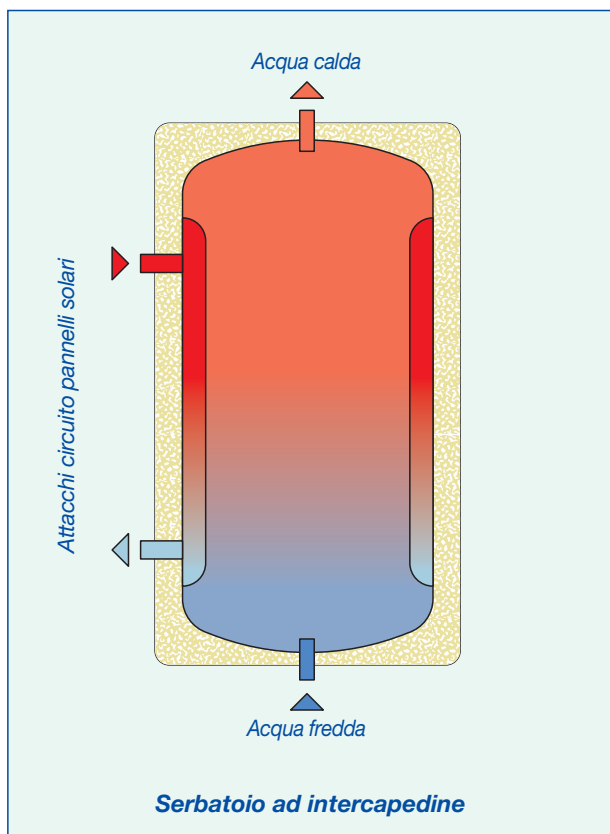
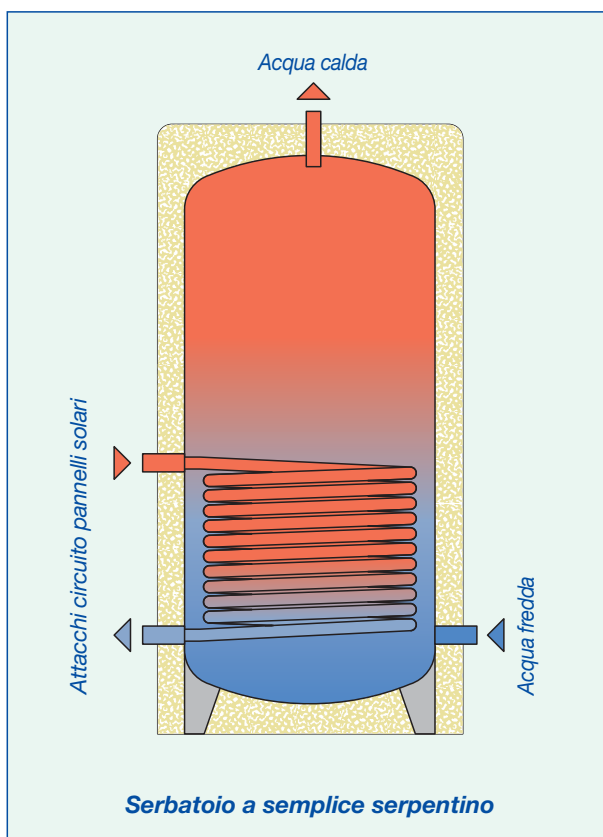
Serbatoi ad intercapedine

Presentano, in corrispondenza della loro superficie laterale, un'intercapedine entro cui può circolare il fluido proveniente dai pannelli. Sono utilizzati soprattutto in impianti di piccole dimensioni.

Serbatoi a serpentine

Possono essere a semplice o a doppio serpentino. Quelli a semplice serpentino servono solo ad accumulare calore.

Quelli a doppio serpentino servono, invece, anche per riscaldare l'acqua (se necessario) fino alla temperatura d'uso richiesta. Sono utilizzati in impianti di piccole e medie dimensioni.



Serbatoi combinati

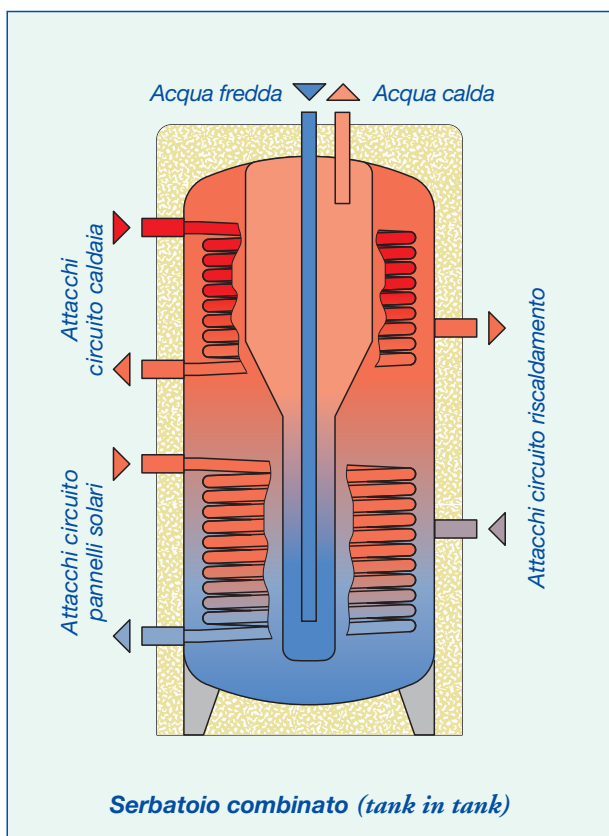
Sono serbatoi a doppio contenitore chiamati anche “*tank in tank*” che in inglese significa “serbatoio nel serbatoio”. Sono utilizzati in **impianti solari combinati**: cioè in impianti solari che **provvedono sia alla produzione di acqua calda sanitaria sia al riscaldamento**.

Il serbatoio grande contiene l’acqua che serve a far funzionare l’impianto di riscaldamento. Quello piccolo contiene, invece, l’acqua che serve ad alimentare l’impianto sanitario.

I serbatoi “*tank in tank*” **rendono più facile e semplice la realizzazione degli impianti solari combinati in quanto consentono di allacciare direttamente al serbatoio tutti i circuiti**, e cioè:

- il circuito solare,
- il circuito di integrazione calore della caldaia,
- il circuito dell’impianto di riscaldamento,
- il circuito dell’acqua calda sanitaria.

Sono serbatoi utilizzati soprattutto in impianti di piccole e medie dimensioni.



Serbatoi senza scambiatori interni

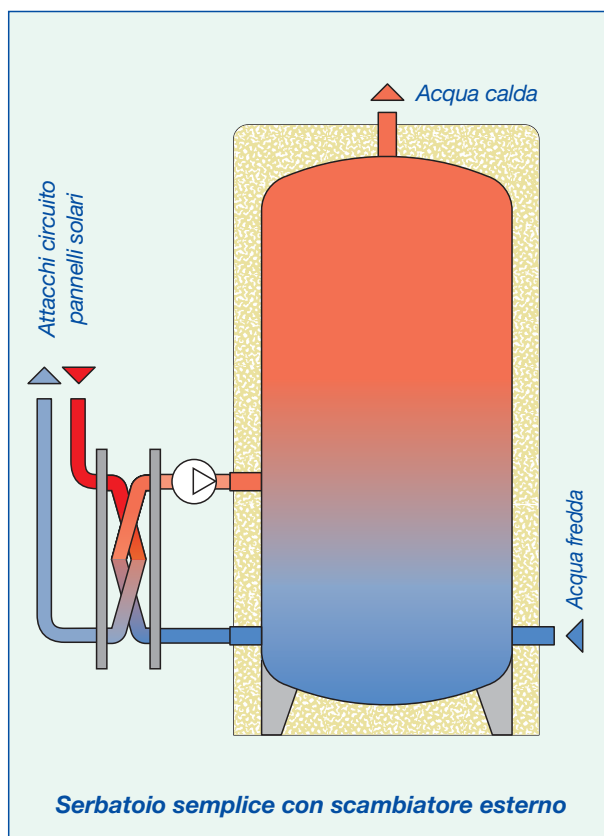
Sono costituiti da semplici serbatoi d’accumulo. Lo scambio termico col fluido proveniente dai pannelli è realizzato con scambiatori esterni a piastre o a fascio tubiero.

Gli scambiatori a piastre sono più compatti. Quelli a fascio tubiero, avendo sezioni di passaggio più ampie, sono meno esposti ai pericoli di “blocco” dovuti a incrostazioni e depositi di sporco.

Rispetto a quelli interni, l’uso degli scambiatori esterni:

- consente lo scambio termico di potenze più elevate;
- dà la possibilità di servire più serbatoi con un solo scambiatore;
- facilita, data l’autonomia dei serbatoi dagli scambiatori, la realizzazione di varianti ed integrazioni del sistema di accumulo.

Questi serbatoi e il relativo sistema di scambio termico sono utilizzati in impianti di medie e grandi dimensioni.



REGOLAZIONE DEL CIRCUITO SOLARE

È una regolazione che si basa essenzialmente sull'uso di **termoregolatori differenziali**: strumenti costituiti da:

- un **regolatore** che consente di impostare la differenza di temperatura (Δt) voluta;
- **due sonde** atte a rilevare la temperatura dei pannelli e del serbatoio d'accumulo.

Se tra i pannelli e il serbatoio, le sonde registrano differenze di temperatura superiori al (Δt) di taratura del regolatore, la pompa del circuito solare viene attivata, in caso contrario resta disattivata.

Per la taratura dei termoregolatori differenziali è consigliabile adottare valori di (Δt) variabili da 5 a 8°C. Simili intervalli di temperatura sono necessari per tener adeguatamente conto:

1. delle perdite di calore che si verificano lungo i tubi del circuito solare;
2. della necessità di avere (affinché avvenga uno scambio di calore significativo) un salto termico di qualche grado agli attacchi dello scambiatore;
3. del fatto che l'impianto deve essere messo in funzione solo quando l'energia utile è superiore a quella consumata dalla pompa di circolazione.

Di seguito passeremo brevemente in rassegna gli schemi più utilizzati per regolare i circuiti solari.

Regolazione con termostato

[schema 1]

Entrambe le pompe sono attivate o disattivate da un semplice termostato. È una regolazione, in pratica, utilizzata solo per riscaldare piscine.

Regolazione con termoregolatore differenziale

[schema 2]

Se la differenza di temperatura fra le sonde S_1 e S_2 supera il Δt impostato, la pompa è attivata, in caso contrario resta disattivata.

Regolazione con termoregolatore differenziale

e valvola di by-pass modulante [schema 3]

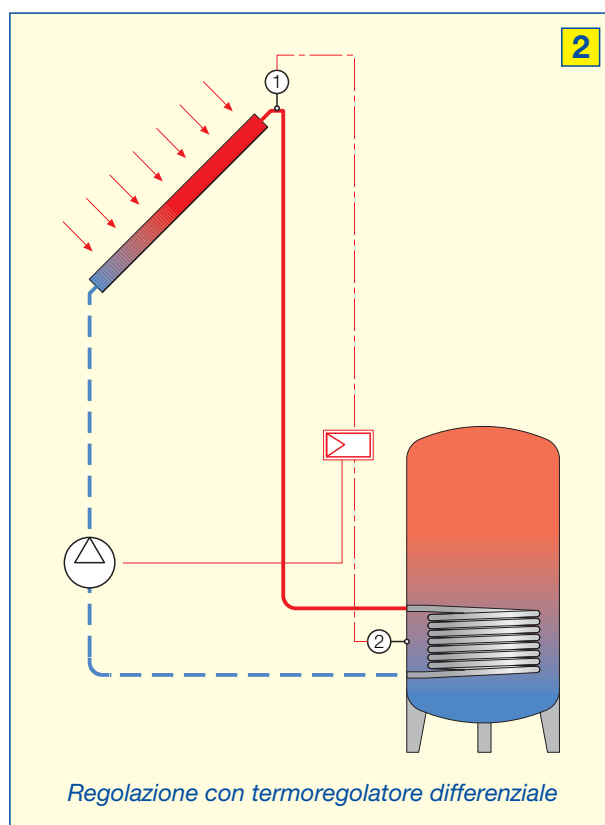
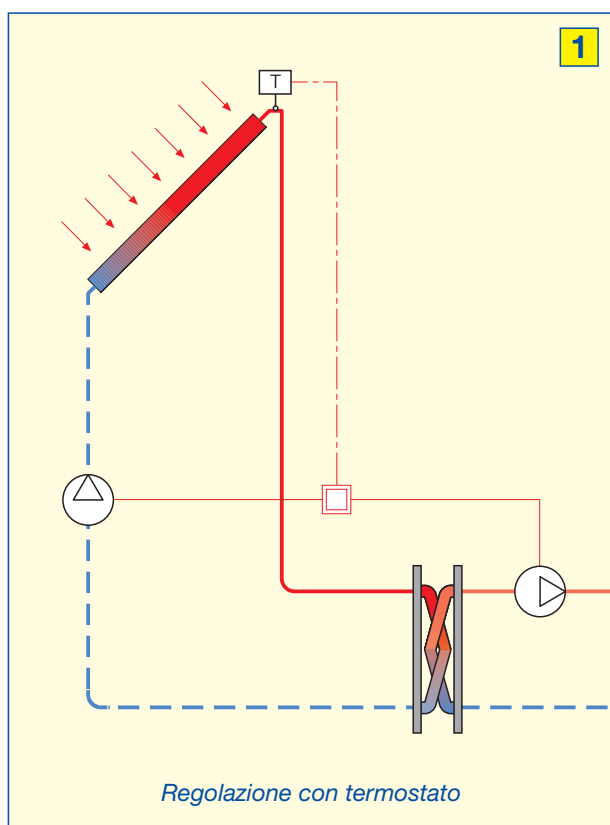
Il regolatore agisce sulla pompa come nel caso precedente, inoltre (azionando la valvola di by-pass) mantiene costante il Δt prefissato.

È una regolazione che migliora lo scambio termico fra pannelli e accumulo. Tuttavia, per il suo costo elevato, è utilizzata solo in impianti medio-grandi.

Regolazione con termoregolatori differenziali

e scambiatore di calore esterno [schema 4]

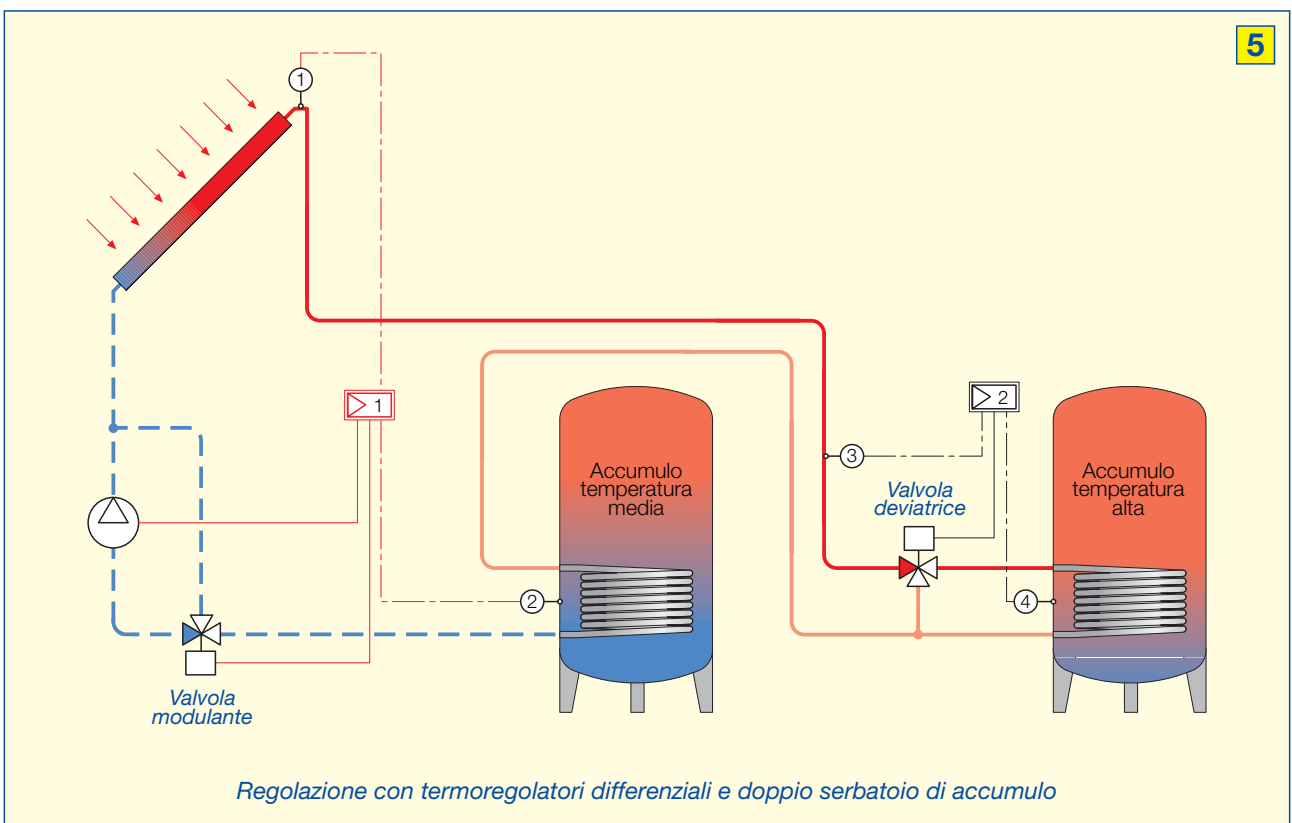
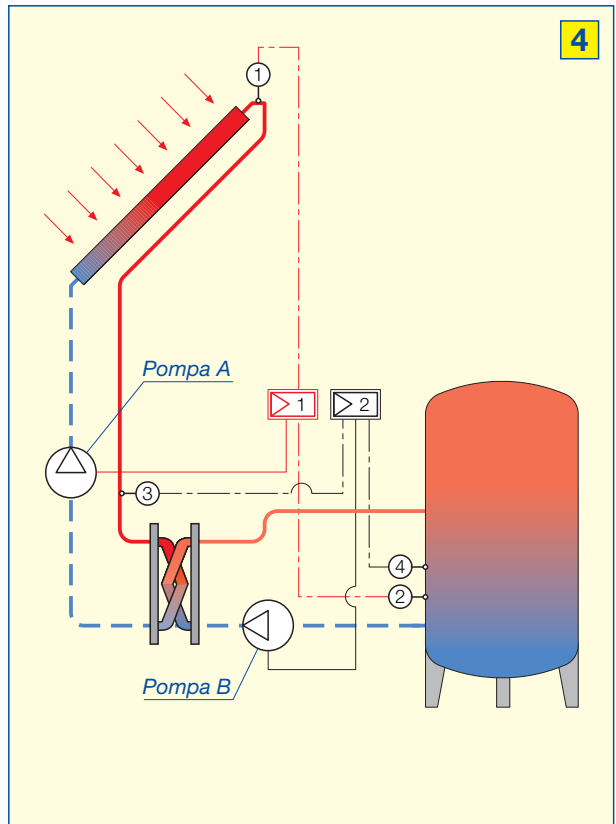
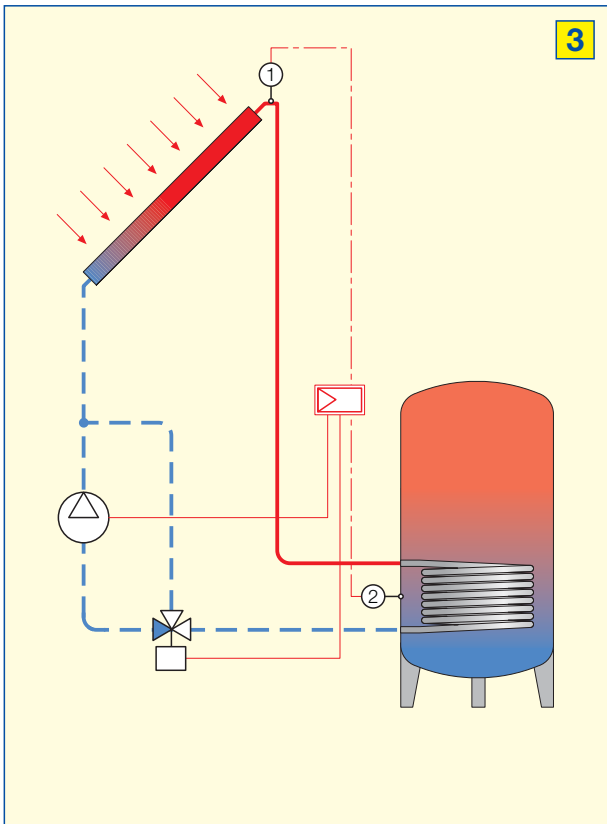
La pompa **A** è attivata solo quando la differenza di temperatura fra le sonde S_1 e S_2 supera il valore Δt_1 . La pompa **B** è attivata solo quando la differenza di temperatura fra le sonde S_3 e S_4 supera il valore Δt_2 .



Regolazione con termoregolatori differenziali e doppio serbatoio d'accumulo [schema 5]

Il primo regolatore agisce sulla pompa e sulla valvola modulante in modo analogo a quanto visto per lo schema 3.

Il secondo regolatore apre, invece, la valvola a tre vie deviatrice (facendo passare il fluido proveniente dai pannelli nel serpentino del serbatoio ad alta temperatura) solo se la temperatura della sonda S_3 supera quella della sonda S_4 .



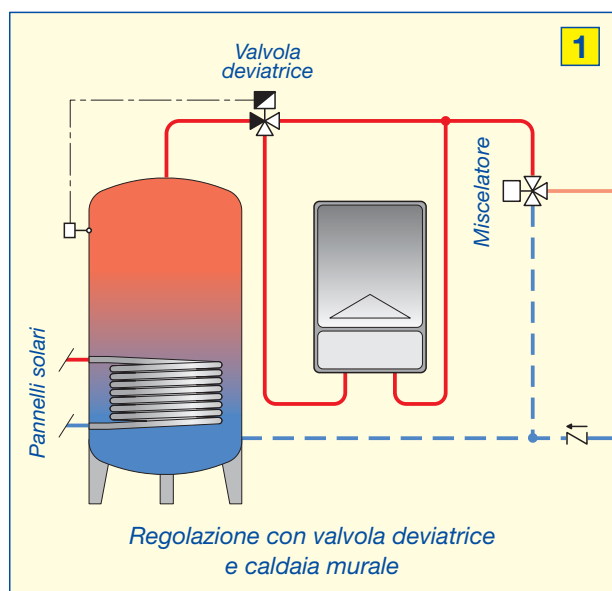
REGOLAZIONE DELL'ACQUA CALDA SANITARIA

Questi i principali schemi utilizzati:

Regolazione con valvola deviatrice e caldaia murale [schema 1]

Se l'acqua proveniente dal serbatoio d'accumulo è a temperatura inferiore a quella richiesta (e impostata sul termostato) la valvola deviatrice manda l'acqua alla caldaia. In caso contrario, la valvola manda direttamente l'acqua al miscelatore.

Nota: Per evitare pericolosi surriscaldamenti si devono utilizzare solo murali con sistemi che regolano direttamente (e non in base alla portata) la temperatura dell'acqua sanitaria.



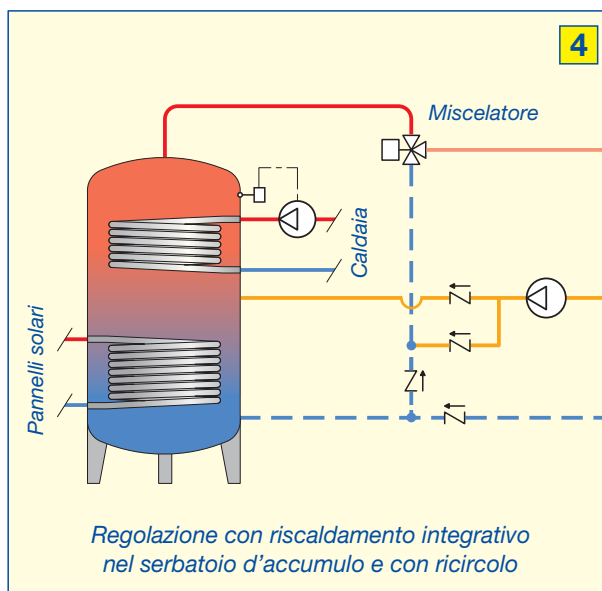
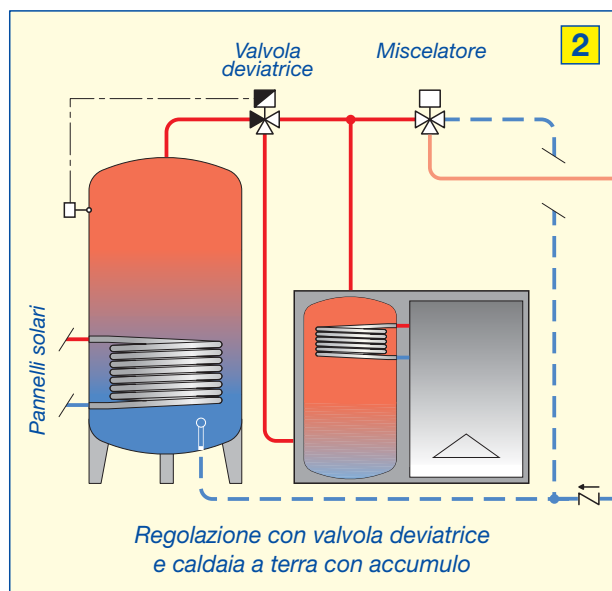
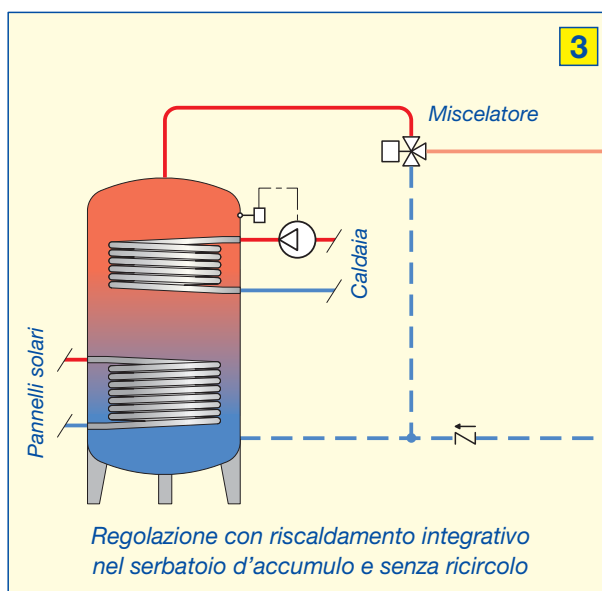
Regolazione con valvola deviatrice e caldaia a terra con accumulo [schema 2]

È una regolazione che funziona in modo simile a quella dello schema 1.

Per queste caldaie non sussistono, però, i pericoli di surriscaldamento considerati per le murali, in quanto la temperatura dell'accumulo è regolata da appositi termostati interni alle caldaie stesse.

Regolazione con riscaldamento integrativo nel serbatoio d'accumulo [schema 3 e 4]

Se la temperatura dell'acqua scende al di sotto del suo valore di utilizzo, un termostato (tarato in base a tale temperatura) attiva la pompa del riscaldamento integrativo effettuato nella parte alta del serbatoio per sfruttare al meglio la stratificazione dell'acqua.



Va, comunque, considerato che il riscaldamento integrativo attuato direttamente nel serbatoio d'accumulo fa crescere la temperatura di tutta l'acqua contenuta nel serbatoio stesso: fatto che può limitare la quantità di calore scambiabile fra i pannelli e l'accumulo.

Regolazione con doppio bollitore e valvola deviatrice [schema 5 e 6]

Come negli schemi 1 e 2, la valvola deviatrice ha il compito di stabilire se l'acqua derivata dal serbatoio solare ha bisogno o meno di un riscaldamento integrativo.

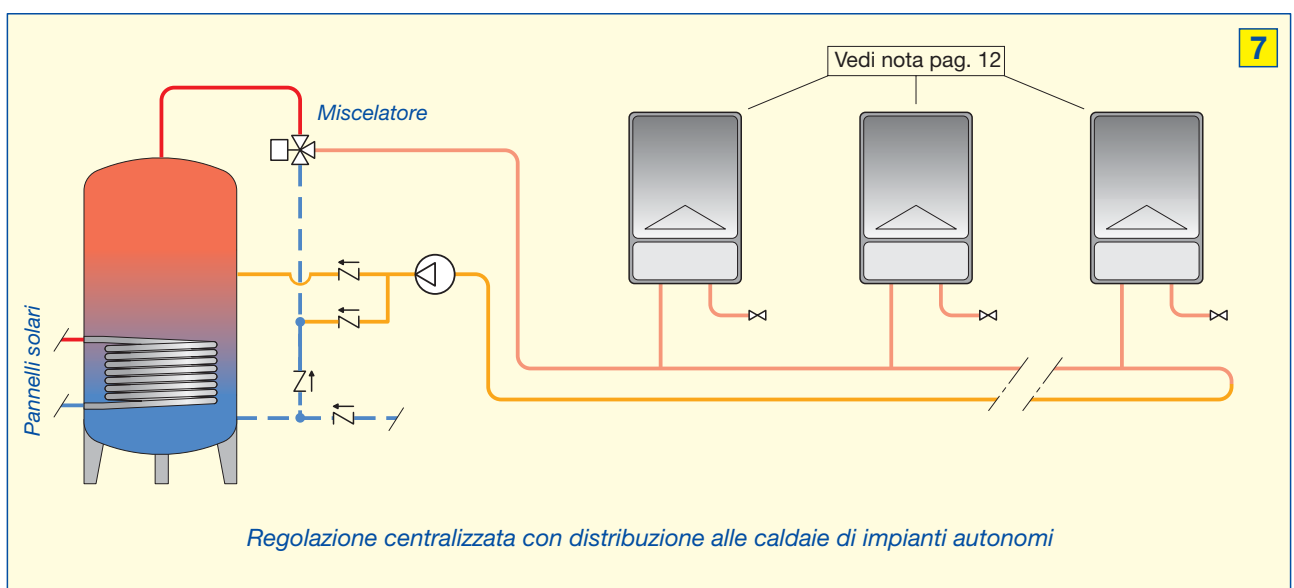
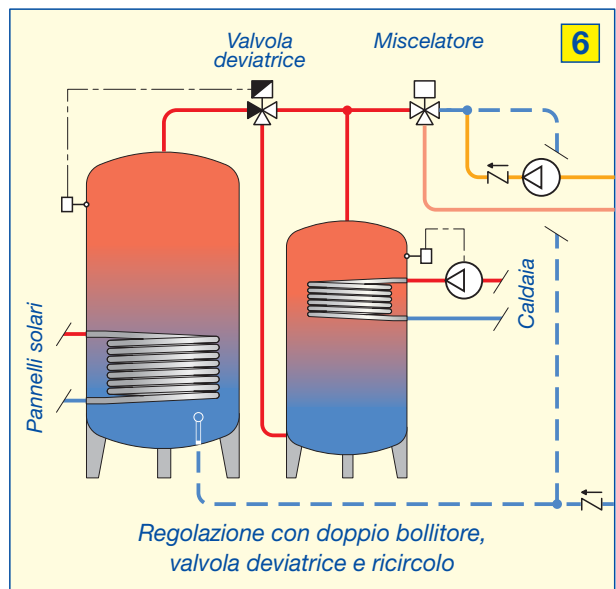
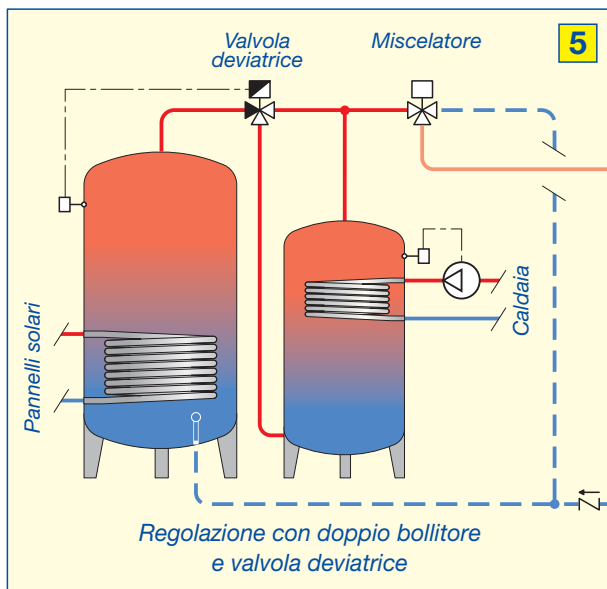
Il serbatoio solare agisce da preriscaldatore e ciò consente di evitare gli inconvenienti di cui sopra. Può, cioè, partire a freddo ed accumulare calore anche a bassa temperatura.

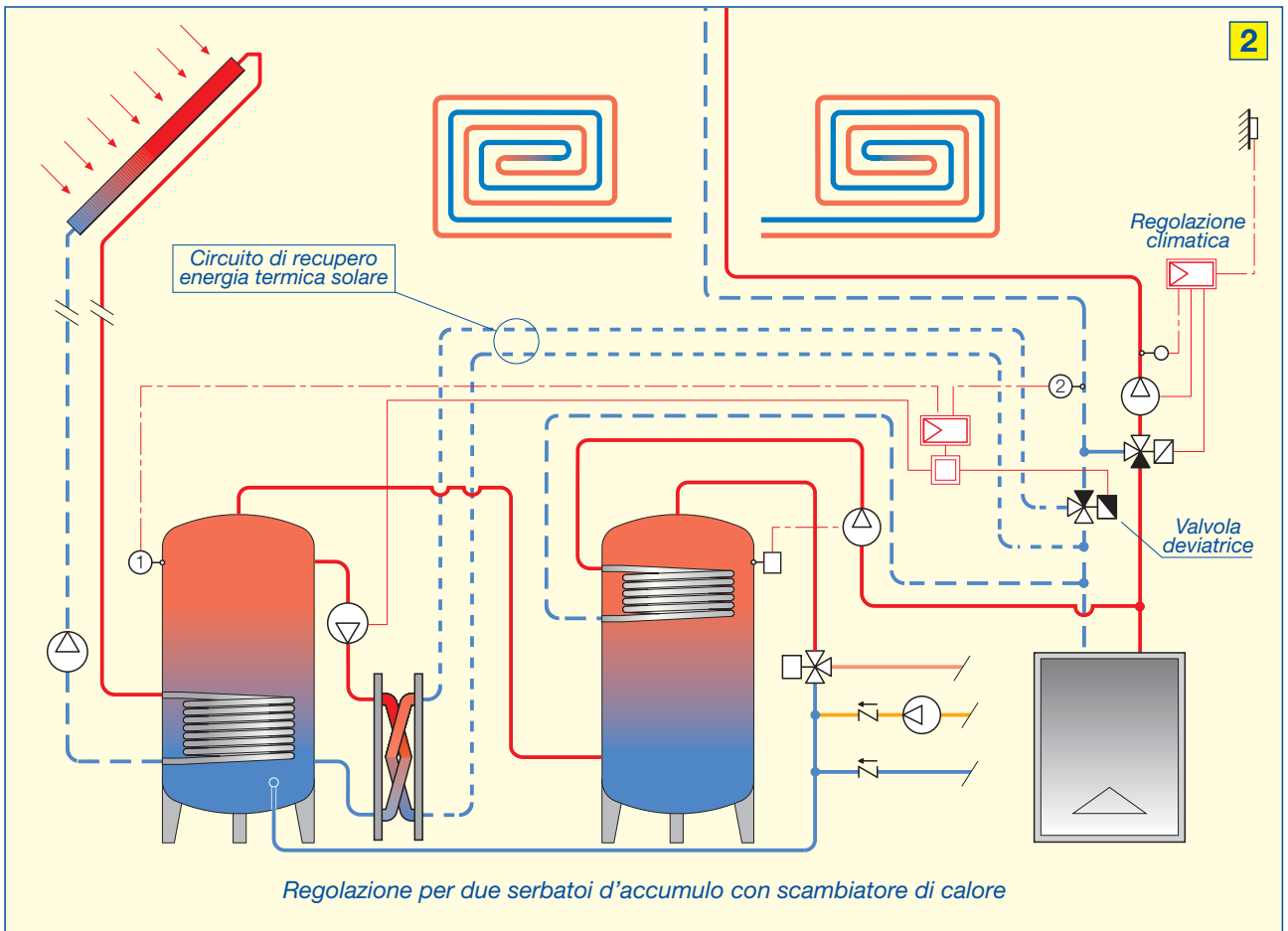
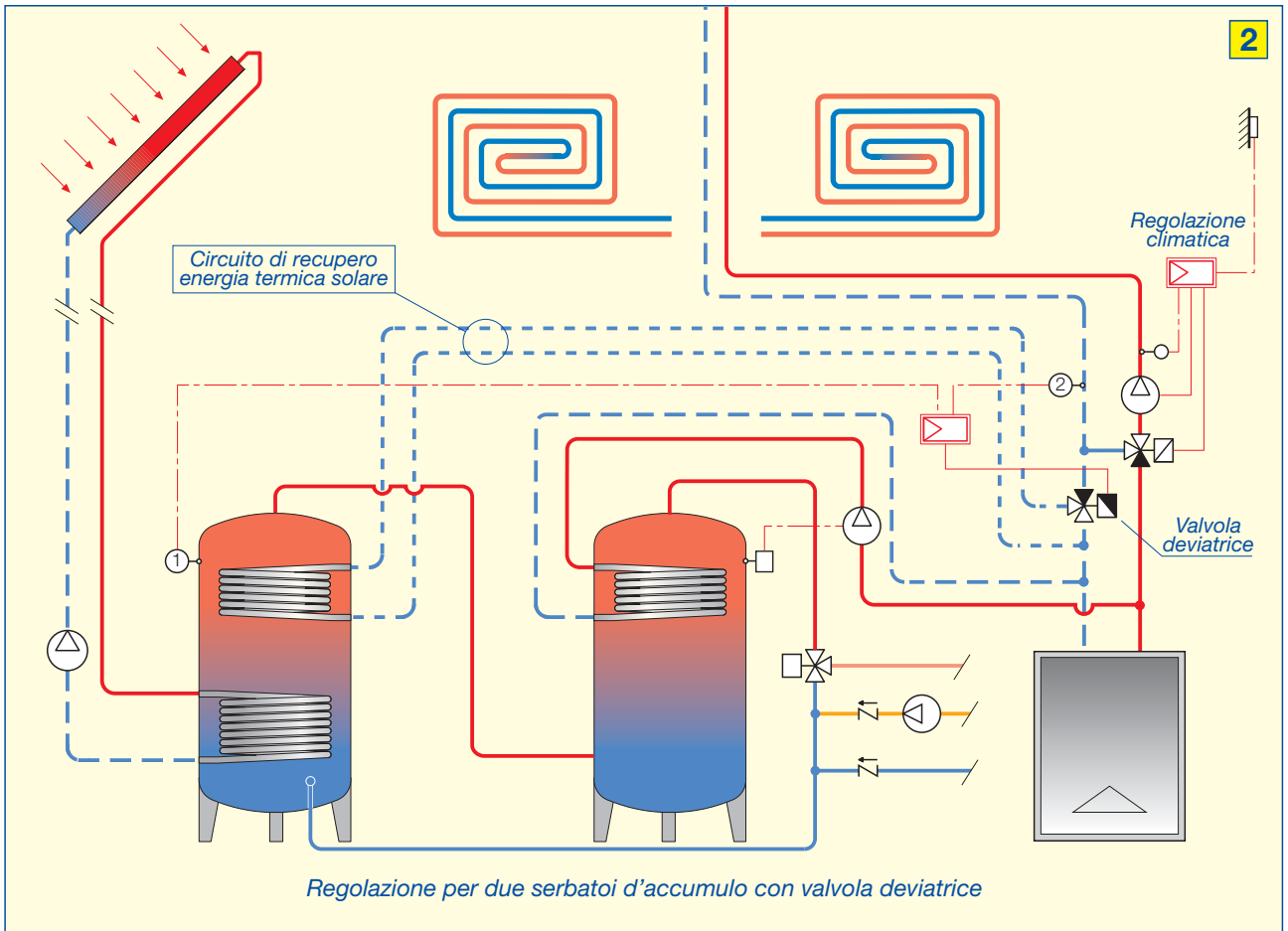
Queste regolazione sono utilizzate soprattutto in impianti medio-grandi.

Regolazione centralizzata con distribuzione alle caldaie di impianti autonomi [schema 7]

È una soluzione che consente di produrre acqua calda con un impianto solare centralizzato e di distribuirla poi ad impianti autonomi. Consente anche di contabilizzare l'energia termica di origine solare ceduta ad ogni alloggio.

Per evitare forti surriscaldamenti dell'acqua erogata dalle murali d'alloggio (ved. nota pag. 12) vanno utilizzate solo caldaie idonee.





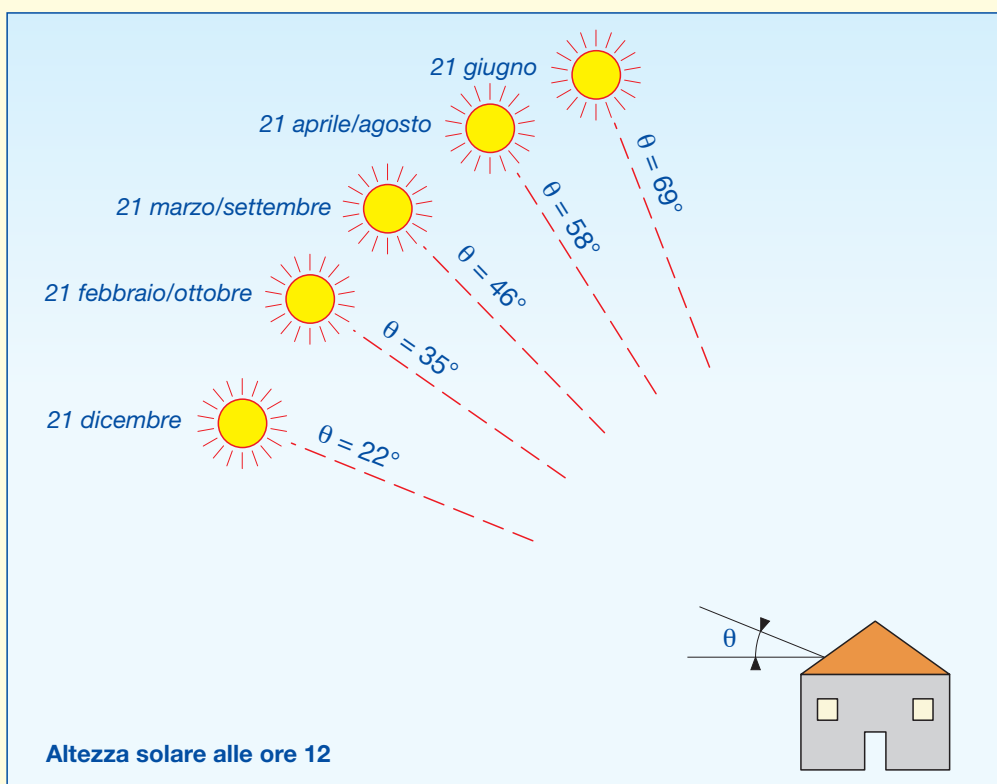
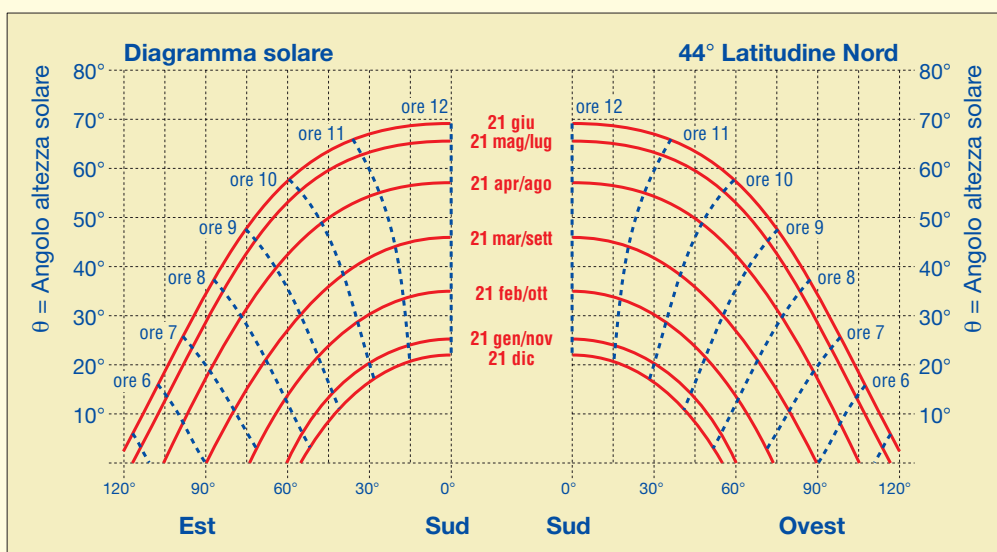
LUOGO E MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DEI PANNELLI SOLARI

I pannelli solari devono essere installati su superfici in grado di garantire **una buona insolazione, un ancoraggio sicuro e un'adeguata manutenzione.**

Per ottenere **una buona insolazione** sono tre gli aspetti da considerare: (1) la formazione di possibili zone d'ombra, (2) l'angolo di orientamento dei pannelli e (3) il loro angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale.

Zone d'ombra

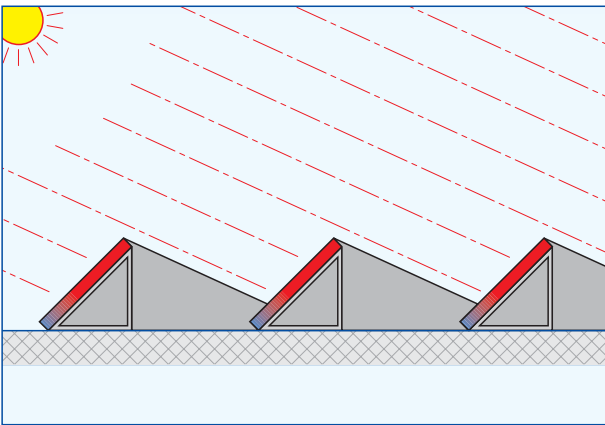
L'ambiente circostante può indurre ombre sui pannelli, riducendo in tal modo la loro resa. **Pertanto, prima di decidere dove installare i pannelli, bisogna verificare se ci sono ostacoli in grado di impedire o limitare l'irraggiamento diretto:** ostacoli, ad esempio, costituiti da edifici, muri, alture o anche da vegetazione d'alto fusto. In ogni caso, l'ombra indotta da tali ostacoli **deve essere molto limitata o di breve durata, per non penalizzare troppo la resa dei pannelli.**



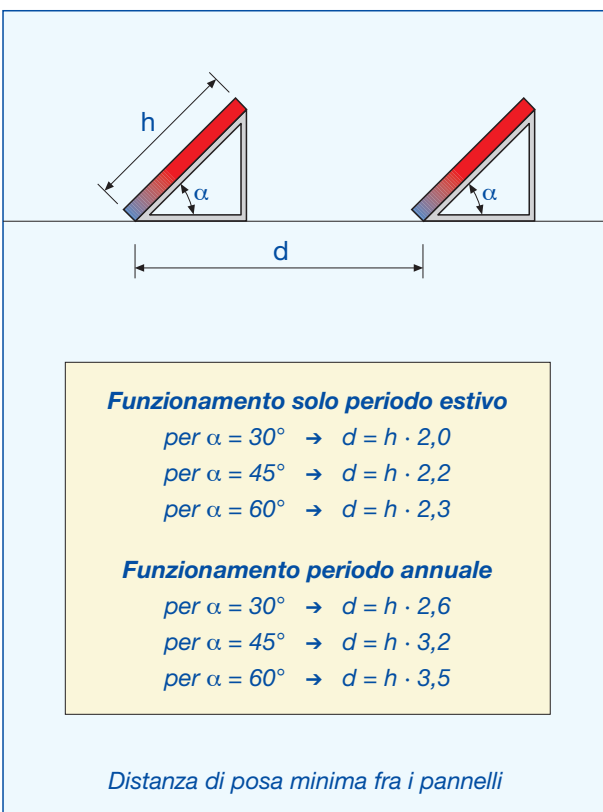
L'esistenza o meno di ombre provocate da ostacoli e la loro durata nel tempo può essere determinata con l'aiuto di diagrammi solari, in grado di darci la posizione del sole relativamente ad ogni giorno dell'anno e ad ogni ora.

Il diagramma solare riportato nella pagina a lato è riferito ad una latitudine di 44° Nord, più o meno la latitudine di Milano.

Oltre alle ombre indotte dall'ambiente circostante, vanno considerate anche quelle che i pannelli possono proiettare su se stessi quando sono disposti a schiera.



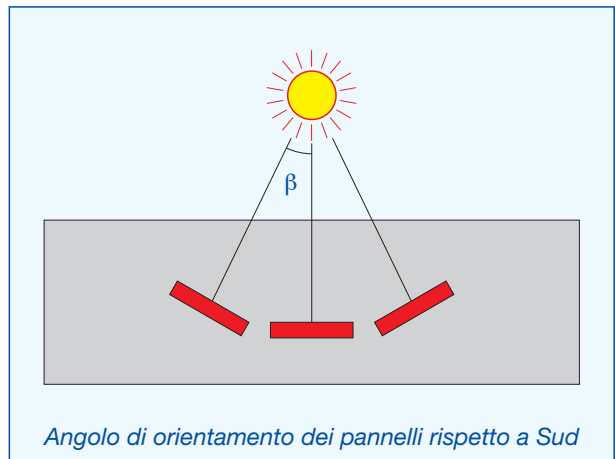
Alle latitudini del nostro Paese, per evitare tali ombre possono essere adottate, tra schiera e schiera, le distanze minime deducibili dalla tabella sotto riportata.



Angolo di orientamento

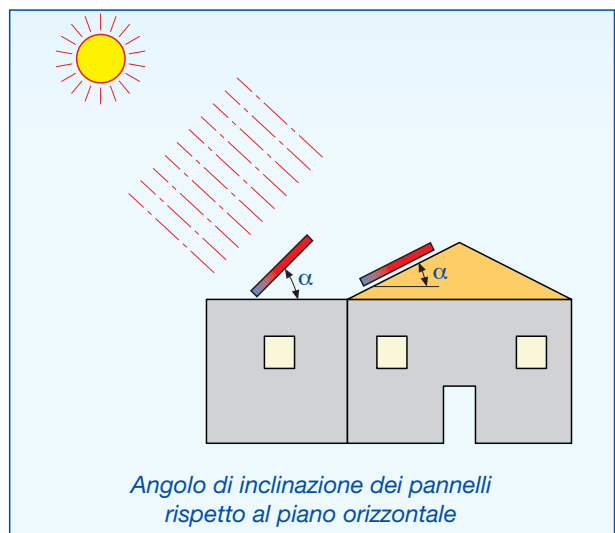
Nel nostro emisfero l'orientamento ideale dei collettori è quello rivolto a Sud. Tuttavia **anche orientamenti diversi non sono particolarmente penalizzanti**.

Ad esempio con variazioni d'orientamento di $\pm 30^\circ$ rispetto a Sud, l'energia solare annua ricevuta diminuisce solo del 2,5%, mentre con variazioni di $\pm 45^\circ$ diminuisce del 3÷4%.



Angolo di inclinazione

Se i pannelli sono posti su un tetto inclinato, in genere conviene mantenere la stessa inclinazione del tetto.



Se, invece, i pannelli sono posti su superfici piane, alle nostre latitudini conviene assumere i seguenti angoli di inclinazione:

$\alpha = 20\div 40^\circ$ per impianti a funzionamento estivo

$\alpha = 50\div 65^\circ$ per impianti a funzionamento invernale

$\alpha = 40\div 60^\circ$ per impianti a funzionamento annuo

GRANDEZZE DI BASE PER DIMENSIONARE GLI IMPIANTI A PANNELLI

Sono quattro le **grandezze di base** che servono a dimensionare gli impianti a pannelli solari:

1. **la superficie dei pannelli,**
2. **la potenza specifica di progetto,**
3. **il salto termico del fluido vettore,**
4. **il volume dei serbatoi d'accumulo.**

Di seguito prenderemo in esame tali grandezze e considereremo i valori che ad esse possono essere assegnati.

Superficie dei pannelli

Per determinare in modo coerente e rigoroso il valore di questa grandezza si dovrebbe procedere nel seguente modo:

1. ipotizzare più soluzioni con superfici dei pannelli variabili: ad esempio, in grado di coprire il 20, 40, 60 e 80% del fabbisogno termico totale richiesto;
2. determinare i costi di realizzazione e di manutenzione degli impianti in base alle soluzioni ipotizzate;
3. quantificare, sempre per tali soluzioni, i risparmi di combustibile ottenibili e i relativi benefici economici su base annua;
4. confrontare fra loro i costi e i benefici economici di cui sopra al fine di determinare i tempi di ammortamento delle diverse soluzioni;
5. scegliere infine, in funzione di tali valori, la soluzione ritenuta più conveniente.

Si tratta però di operazioni che dipendono da molti parametri non sempre facili da determinare con certezza, quali ad esempio: la resa effettiva dei collettori, l'efficienza del sistema di regolazione e le reali modalità d'uso dell'impianto.

Inoltre per calcolare i tempi d'ammortamento, è necessario conoscere come varierà nel tempo il costo del combustibile di riferimento. Cioè, è necessario conoscere come varierà nel tempo un valore senz'altro largamente indeterminato, in quanto dipende da imprevedibili scelte d'ordine politico ed economico.

Ragione per cui, in genere, conviene determinare la superficie dei pannelli solari in base a dati medi predefiniti, derivati comunque da operazioni simili a quelle sopra descritte.

Impianti per acqua calda sanitaria

Per impianti si può utilizzare la tabella di seguito riportata, dove le superfici nette dei pannelli sono date in funzione del fabbisogno giornaliero d'acqua calda a 45°C.

SUPERFICI NETTE PANNELLI PIANI CORRELATE AL FABBISOGNO GIORNALIERO DI ACQUA CALDA A 45°C

<i>Italia Nord</i>	1,2 m²	<i>per fabbisogno 50 l/giorno</i>
<i>Italia Centro</i>	1,0 m²	<i>“ “ “ “</i>
<i>Italia Sud</i>	0,8 m²	<i>“ “ “ “</i>

Nota:

Per pannelli a tubi sotto vuoto, le superfici sopra riportate possono essere ridotte del 20%.

Il fabbisogno giornaliero di acqua calda può essere a sua volta determinato con i seguenti valori:

FABBISOGNO GIORNALIERO DI ACQUA CALDA A 45°C

Abitazioni civili

<i>Comfort elevato</i>	<i>75 l/(persona/giorno)</i>
<i>Comfort medio</i>	<i>50 l/(persona/giorno)</i>
<i>Comfort basso</i>	<i>35 l/(persona/giorno)</i>
<i>Lavatrice</i>	<i>20 l/(1 lavaggio giorno)</i>
<i>Lavastoviglie</i>	<i>20 l/(1 lavaggio giorno)</i>

Pensioni e Agriturismo

<i>Livello elevato</i>	<i>75 l/(persona/giorno)</i>
<i>Livello medio</i>	<i>50 l/(persona/giorno)</i>

Hotel e Ristoranti

<i>Comfort elevato</i>	<i>75 l/(persona/giorno)</i>
<i>Comfort medio</i>	<i>50 l/(persona/giorno)</i>
<i>Comfort basso</i>	<i>35 l/(persona/giorno)</i>

Servizio cucina

<i>Servizio medio</i>	<i>10 l/(giorno/pasto)</i>
<i>Servizio elevato</i>	<i>15 l/(giorno/pasto)</i>

Se, per la distribuzione dell'acqua calda, è previsto un circuito di ricircolo devono essere messe in conto anche le sue dispersioni termiche.

Impianti combinati

Per impianti combinati in edifici ad uso abitativo termicamente ben isolati e riscaldati con sistemi a bassa temperatura, si può far riferimento alla tabella sotto riportata, dove le superfici dei pannelli sono date in funzione della superficie abitata.

EDIFICI AD USO ABITATIVO SUPERFICI NETTE PANNELLI PIANI

Impianti di piccole dimensioni

Italia Nord 0,90 ÷ 0,70 m² ogni 10 m² sup. abitata

Italia Centro 0,75 ÷ 0,60 m² " " " " "

Italia Sud 0,65 ÷ 0,50 m² " " " " "

Impianti medio-grandi

Italia Nord 0,75 ÷ 0,60 m² ogni 10 m² sup. abitata

Italia Centro 0,60 ÷ 0,50 m² " " " " "

Italia Sud 0,50 ÷ 0,40 m² " " " " "

Nota:

Per pannelli a tubi sotto vuoto, le superfici sopra riportate possono essere ridotte del 20%.

Per impianti combinati in edifici ad uso comune (Ospedali, Case di riposo, Scuole, Case dello studente, Hotel, Pensioni, Alberghi, Uffici, ecc ...) la superficie dei pannelli può essere determinata considerando tassi di copertura del fabbisogno termico totale variabili dal 20 al 30%.

Impianti per piscine

Per impianti adibiti al riscaldamento di piscine, le superfici nette dei pannelli possono essere determinate in base ai seguenti valori.

RISCALDAMENTO PISCINE SUPERFICI NETTE PANNELLI PIANI

Piscine esterne 0,60 ÷ 0,40 m² ogni m² sup. piscina

Piscine coperte 0,40 ÷ 0,30 m² ogni m² sup. piscina

Potenza specifica di progetto

È la potenza captabile e trasferibile al fluido vettore da un metro quadrato di pannello con insolazione massima. Serve (come vedremo in seguito) a determinare la portata del circuito solare e a dimensionare il relativo scambiatore di calore.

Il valore di questa grandezza dipende da molteplici fattori quali: l'insolazione massima del luogo, la tipologia e le caratteristiche costruttive dei pannelli, gli angoli di orientamento e inclinazione, le temperature dell'aria esterna e di funzionamento dell'impianto. Tuttavia, senza significativi errori, per pannelli piani con copertura trasparente, si può assumere il seguente valore:

$$q = 400 \text{ (kcal/h)/m}^2$$

Salto termico del fluido vettore

È il salto termico di progetto fra l'entrata e l'uscita del fluido vettore dai pannelli. Come nel caso precedente il suo valore serve essenzialmente a determinare la portata del circuito solare e a dimensionare il relativo scambiatore di calore.

Per questa grandezza si può assumere il seguente valore:

$$\Delta t = 10^\circ\text{C}$$

Volume dei serbatoi d'accumulo

Si può determinare in base a valori variabili da 50 a 60 litri per metro quadrato di pannelli. E quindi si può ritenere valida la seguente formula:

$$V = (50 \div 60) \cdot S$$

Dove: **V** = Volume del serbatoio, m³

S = Superficie netta dei pannelli, m²

CIRCOLAZIONE DEL FLUIDO VETTORE

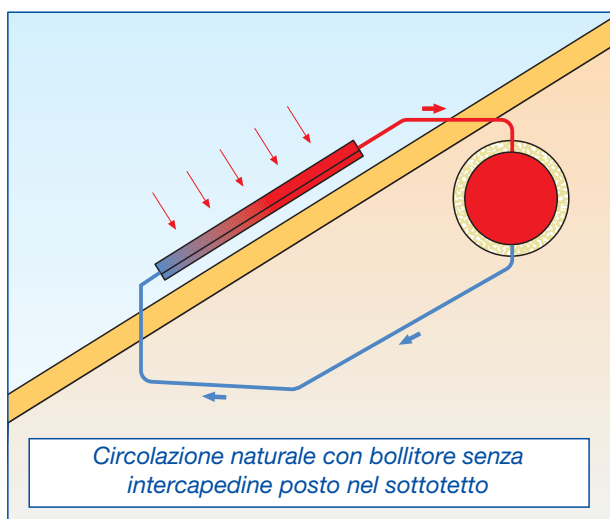
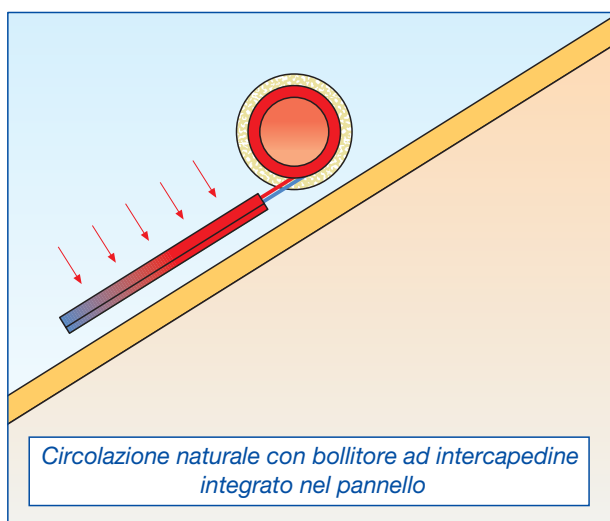
La circolazione del fluido vettore, cioè del fluido che ha il compito di portare l'energia termica captata dai pannelli ai serbatoi d'accumulo, può essere di tipo naturale o forzato.

Circolazione naturale

È una circolazione che avviene senza aiuto di pompe.

Il fluido vettore riscaldandosi all'interno dei pannelli diventa più leggero del fluido contenuto nei serbatoi. Può pertanto attivare una circolazione naturale uguale a quella con cui funzionano i vecchi impianti a termosifoni.

Naturalmente affinché una simile circolazione possa avvenire i serbatoi di accumulo devono essere posti più in alto dei pannelli, come indicato nei due schemi sotto riportati.

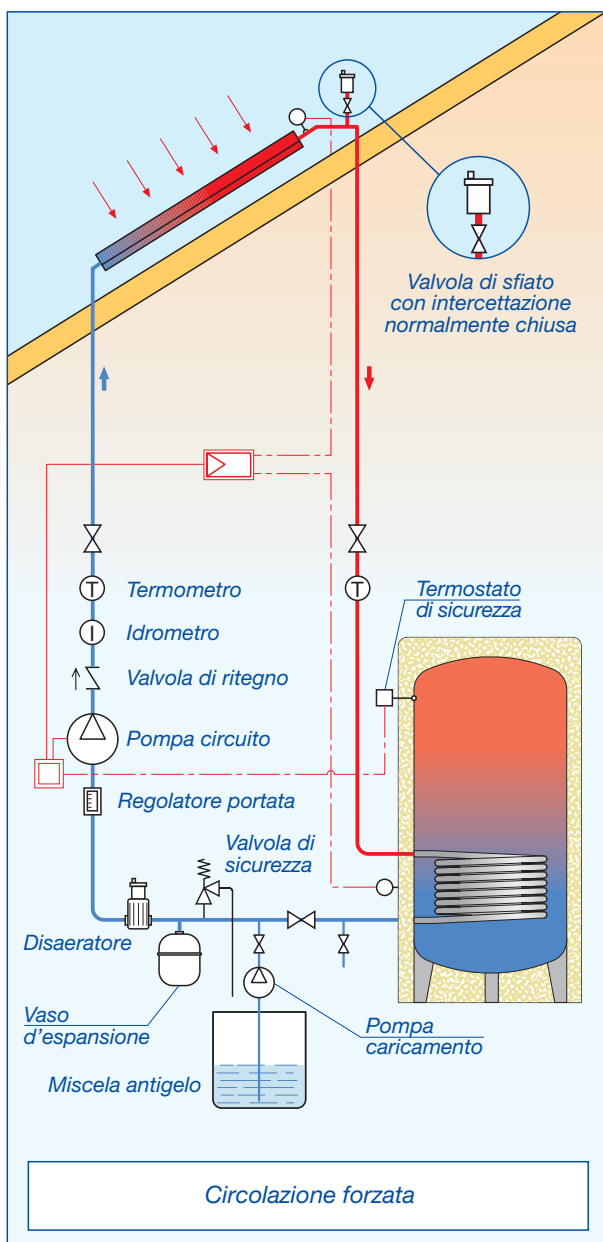


Il principale limite di questi impianti consiste proprio nel dover installare i serbatoi più in alto dei collettori: cosa che li rende, in pratica, proponibili solo in impianti di piccole dimensioni.

Circolazione forzata

È una circolazione che avviene con l'aiuto di pompe, attivate (come già visto) solo quando nei pannelli il fluido vettore si trova ad una temperatura più elevata rispetto a quella dell'acqua contenuta nei serbatoi d'accumulo. Ovviamente in questi impianti non ci sono vincoli per l'ubicazione dei serbatoi.

Lo schema che segue riporta i principali componenti (in parte già visti e in parte presentati nelle pagine che seguono) di un impianto solare con funzionamento a circolazione forzata.



COLLEGAMENTO E BILANCIAMENTO DEI PANNELLI

Nel collegare fra loro più pannelli si devono garantire **flussi bilanciati e basse perdite di carico**: aspetto quest'ultimo che serve a limitare i consumi delle pompe.

Batterie di pannelli montati in serie possono garantire flussi bilanciati. Tuttavia, dopo un certo numero di pannelli (in genere 4 o 5, dipende dalle caratteristiche costruttive) **tali batterie presentano**

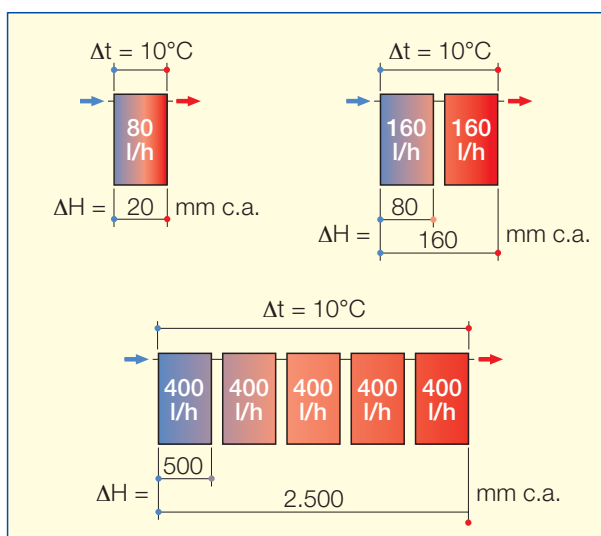
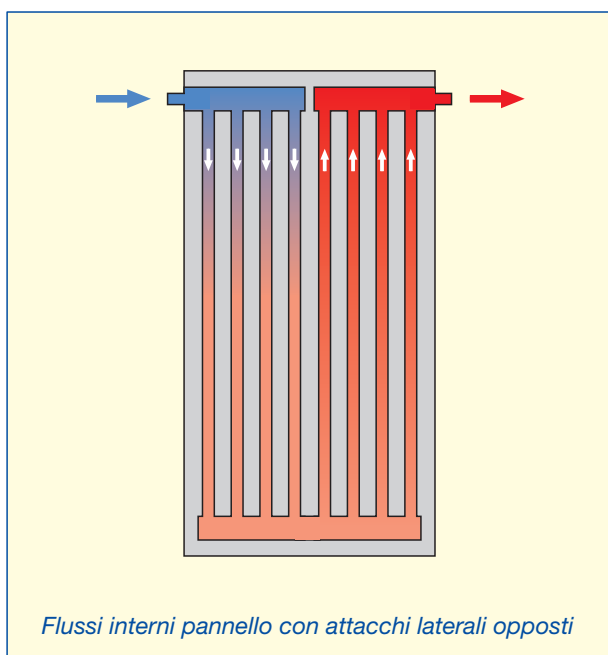
perdite di carico troppo elevate, come evidenzia l'esempio di seguito riportato.

Per il pannello di base (con superficie netta 2 m²) sono state considerate le seguenti caratteristiche:

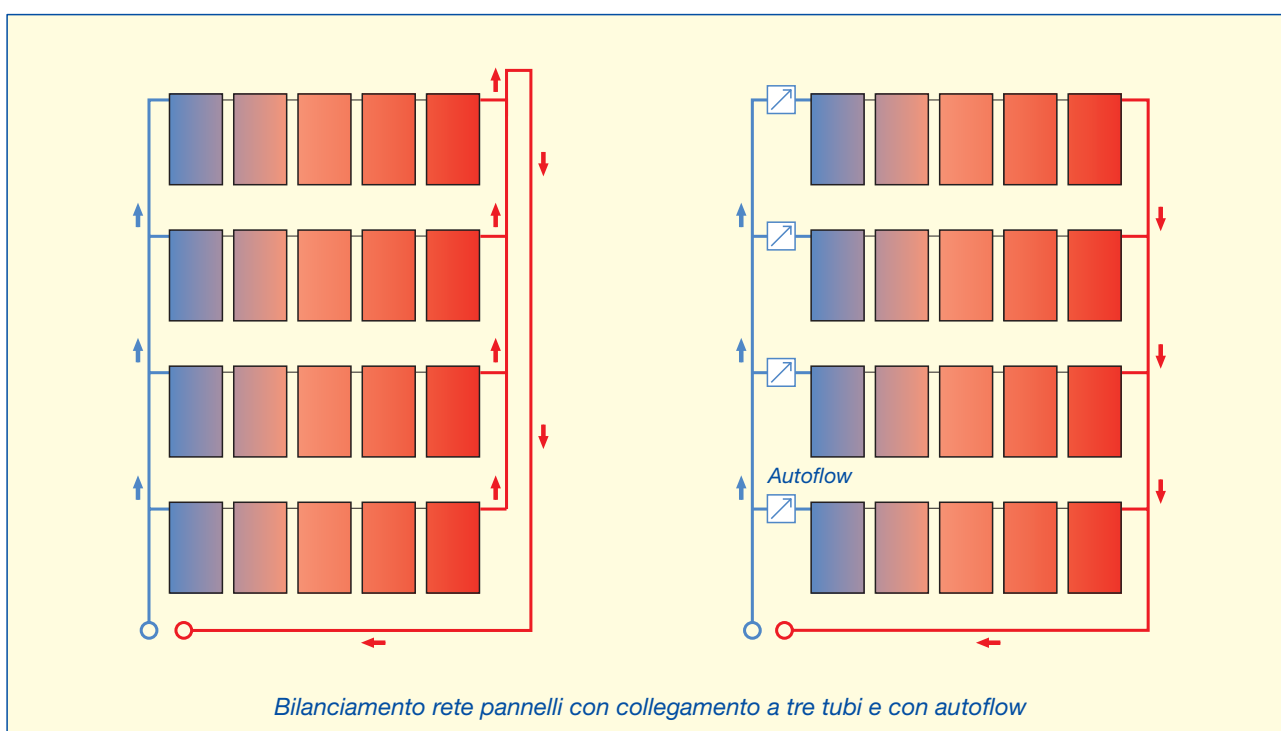
- $G_p = 80$ l/h portata
- $H_p = 20$ mm c.a. perdite di carico

Per il calcolo delle perdite di carico H al variare della portata G è stata utilizzata la formula:

$$H = (G^2 / G_p^2) \cdot H_p$$



Le batterie di pannelli in serie possono poi essere collegate fra di loro in parallelo sia con circuiti compensati a tre tubi sia con circuiti a due tubi bilanciati con valvole di taratura o autoflow.



POSSIBILI CASI DI SURRISCALDAMENTO

Con forte insolazione e utilizzo limitato, negli impianti solari possono insorgere problemi di surriscaldamento, in quanto il calore che i pannelli cedono all'impianto non può essere bloccato se non con accorgimenti alquanto complessi e costosi. Il surriscaldamento può interessare sia i serbatoi d'accumulo, sia il circuito solare.

Surrisaldamento dell'acqua nei serbatoi d'accumulo

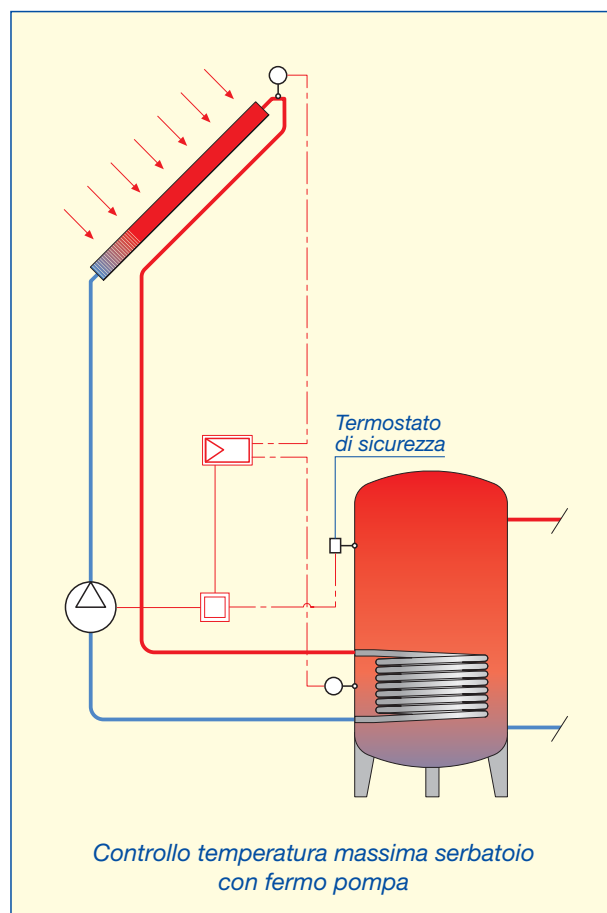
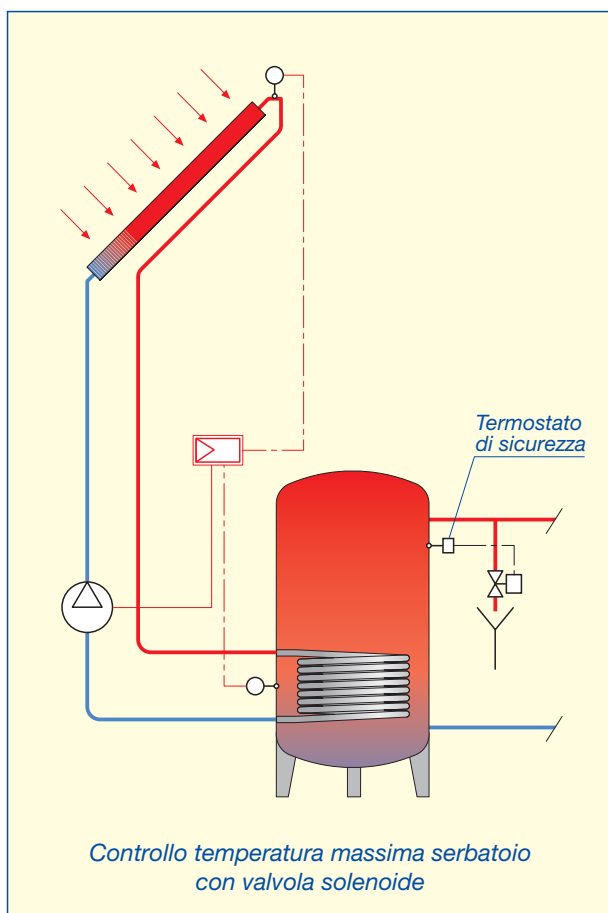
L'acqua contenuta nei serbatoi d'accumulo non può superare la temperatura massima riportata sui certificati di omologazione: valore che dipende dai materiali con cui sono costruiti i serbatoi e dai loro rivestimenti interni. Superare la temperatura massima ammessa può recare grave danno sia alla tenuta dei serbatoi sia alla potabilità dell'acqua. Per evitare questi pericoli si possono utilizzare le due soluzioni di seguito riportate:

La prima, mediante l'azione combinata di un termostato e di una valvola elettrica a due vie, consente di scaricare all'esterno l'acqua del serbatoio quando viene superata la temperatura ammessa. L'acqua calda che fuoriesce richiama acqua fredda e ciò comporta un abbassamento di temperatura.

Il principale limite di questa soluzione sta nel fatto che utilizzare e smaltire acqua potabile per attuare un'azione di raffreddamento non è molto corretto dal punto di vista ecologico. Inoltre può essere contrario a norme e regolamenti riguardanti l'uso dell'acqua potabile.

La seconda soluzione utilizza un termostato, o una sonda di sicurezza, per fermare la pompa del circuito solare al superamento del limite ammesso.

Va considerato, tuttavia, che questa seconda soluzione non è in grado, come la prima, di risolvere in modo definitivo il problema del surriscaldamento. In pratica si limita a spostarlo dal serbatoio d'accumulo al circuito solare.



Surriscaldamento del circuito solare

A pompa ferma, cioè senza le dispersioni del serbatoio d'accumulo, **le temperature del fluido all'interno del circuito solare** (e in particolare all'interno dei pannelli) **crescono sensibilmente, stabilizzandosi solo quando lo stesso circuito disperde energia termica pari a quella captata dai pannelli.**

In tal caso si ha equilibrio, mancanza di crescita: vale a dire stagnazione. **Ed è per questo che la temperatura raggiunta si dice di stagnazione.**

Normalmente si possono raggiungere **temperature di stagnazione di circa 140-150°C**, ma non sono da escludere valori anche assai più elevati. E ciò provoca la vaporizzazione e l'ebollizione del fluido vettore. **In relazione a questi fenomeni, se viene utilizzato un fluido antigelo bisogna evitare due possibili gravi inconvenienti: la sua fuoriuscita e il suo degrado.**

La fuoriuscita del fluido va evitata in quanto a temperature superiori ai 115÷120°C le normali miscele antigelo **subiscono alterazioni permanenti che le rendono molto aggressive.** Quindi se fuoriescono dall'impianto, possono **recar danno ai manti e alle guaine di impermeabilizzazione oppure corrodere scarichi e pluviali.**

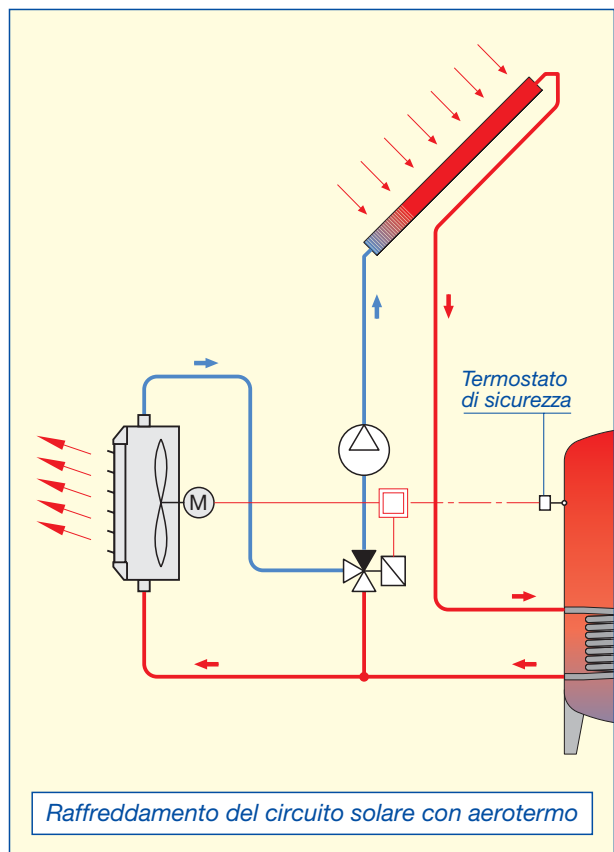
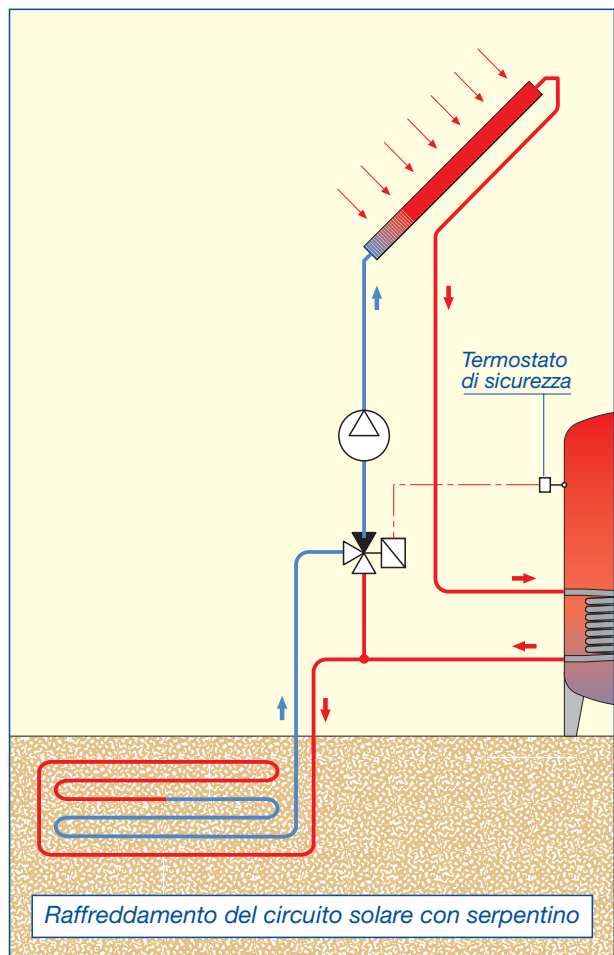
Per il degrado del fluido va considerato che le alterazioni di cui sopra compromettono anche **le sue capacità di difesa antigelo.**

Negli impianti piccoli questi problemi si possono risolvere (come vedremo meglio in seguito) dimensionando in modo opportuno i sistemi di sicurezza, espansione ed eliminazione dell'aria, e ricorrendo inoltre ad una manutenzione attenta. In particolare vanno tenute sotto controllo (con analisi almeno biennali) le caratteristiche chimiche del fluido antigelo e in caso di necessità bisogna intervenire con integrazioni o sostituzioni complete del fluido stesso.

Negli impianti medio-grandi, in genere, **conviene smaltire direttamente l'eccesso di calore.**

Gli schemi di seguito riportati rappresentano due possibili soluzioni. Come mezzi di smaltimento del calore la prima utilizza serpentini interrati, la seconda un aeroterma.

Si tratta di soluzioni che risolvono in maniera soddisfacente il problema del surriscaldamento e che non incidono in modo significativo sul costo totale dell'impianto.



COMPONENTI E DIMENSIONAMENTO DEL CIRCUITO SOLARE

Per scegliere e dimensionare i principali elementi di un circuito solare si può procedere nel seguente modo:

Fluido vettore

Dove sussiste pericolo di gelo, nel circuito solare devono essere utilizzate miscele antigelo, con protezione estesa fino ad una temperatura di 10°C inferiore a quella considerata per il calcolo delle dispersioni termiche.

Tubazioni

Devono resistere, con i relativi pezzi speciali, alle temperature e pressioni che si riscontrano negli impianti solari. Pertanto non possono essere utilizzati tubi in plastica né multistrato.

Non possono essere utilizzati neppure i tubi zincati, in quanto oltre i 60°C sono esposti a fenomeni di dezincatura, specie in presenza di sostanze antigelo.

Il dimensionamento delle tubazioni può essere effettuato col metodo delle perdite di carico lineari costanti, considerando: (1) portate pari a 40 l/h per ogni metro quadrato di pannelli, (2) perdite di carico lineari variabili da 10 e 15 mm c.a./m.

Il valore delle portate è ottenuto dal rapporto fra la potenza specifica di progetto ($q = 400 \text{ (kcal/h)/m}^2$) e il salto termico del fluido vettore ($\Delta t = 10^\circ\text{C}$): grandezze già considerate a pagina 19.

Se si utilizzano miscele antigelo va tenuto conto che le loro perdite di carico sono sensibilmente superiori a quelle dell'acqua (ved. 1° Quaderno o Tabelle perdite carico acqua, sito Internet Caleffi).

Isolamento termico delle tubazioni

Possono essere adottati gli stessi tipi e spessori previsti dalla legge 10.

Nei tratti di percorso esterno, il materiale isolante deve essere protetto (1) dalle infiltrazioni d'acqua, (2) dal possibile precoce invecchiamento provocato dai raggi solari e (3) dal degrado che può essere causato da topi e uccelli. Ad esempio, si può ricorrere a protezioni in lamiera zincata o in alluminio.

Pompe di circolazione

Vanno dimensionate in base alla portata richiesta dal circuito solare e alla relativa prevalenza: cioè in base alla prevalenza che serve per vincere le resistenze opposte al moto del fluido dai pannelli, dai tubi, dagli scambiatori di calore, dai pezzi speciali, ecc....

Regolatori di portata

Possono essere utilizzati regolatori sia di tipo statico che dinamico: I regolatori di tipo statico (regolatori a lettura diretta e valvole di taratura) richiedono una regolazione "in loco". Quelli di tipo dinamico (autoflow) sono invece autoregolanti.

Scambiatori di calore

Possono essere (come già visto) interni o esterni ai serbatoi d'accumulo.

Gli scambiatori interni a tubi lisci possono essere dimensionati in base ad una superficie di scambio termico pari a circa il 35÷40% della superficie netta dei pannelli.

Gli scambiatori esterni (a fascio tubiero o a piastre) non possono, invece, essere dimensionati in base a semplici relazioni. A tale scopo servono le tabelle o il software dei Produttori e la conoscenza delle seguenti grandezze:

– Potenza termica

Può essere determinata con la relazione:

$$Q = q \cdot S = 400 \cdot S$$

dove:

Q = Potenza termica dello scambiatore, kcal/h

q = Potenza specifica di progetto, (kcal/h)/m²

S = Superficie netta dei pannelli, m²

– Temperature del circuito solare

50°C = Temperatura entrata, °C

40°C = Temperatura uscita, °C

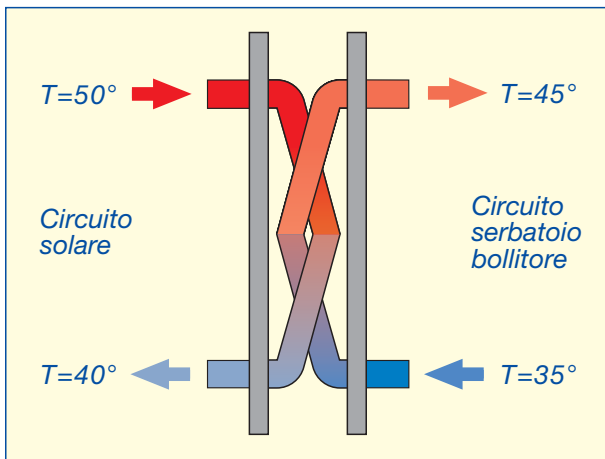
– Temperature del circuito serbatoio

45°C = Temperatura entrata, °C

35°C = Temperatura uscita, °C

– Perdite di carico

È consigliabile adottare sia per il circuito solare che per quello del serbatoio valori limitati per non dissipare troppa energia con le pompe.



Vasi d'espansione

Negli impianti solari che possono andare in stagnazione (per evitare fuoriuscite del fluido) i vasi d'espansione devono essere in grado di contenere sia le dilatazioni del fluido sia il vapore che può formarsi.

Per dimensionare vasi di espansione capaci di tali prestazioni, si può dapprima calcolare il loro volume utile (cioè il volume di fluido che essi devono contenere) con la formula:

$$V_U = (V_C \cdot e + V_P) \cdot k$$

dove:

V_U = Volume utile del vaso di espansione, l

V_C = Contenuto di fluido nel circuito solare, l

e = Coefficiente di dilatazione del fluido,
 $e = 0,045$ per l'acqua,
 $e = 0,070$ per miscela acqua-glicole,

V_P = Contenuto di fluido nei pannelli solari, l

k = Costante di sicurezza,

$k = 1,1$ valore normalmente assunto.

Si può determinare poi il volume nominale o commerciale con la formula utilizzata per il calcolo dei normali vasi di espansione, e cioè:

$$V_N = V_U \cdot (P_F + 1) / (P_F - P_I)$$

dove:

V_N = Volume nominale del vaso di espansione, l

V_U = Volume utile del vaso di espansione, l

P_I = Pressione iniziale, vale a dire la pressione di riempimento dell'impianto, bar
 Valore consigliato: Pressione statica + 0,5 bar

P_F = Pressione finale, bar

Valore consigliato:

Pressione apertura valv.sicurezza - 0,5 bar

Note:

- Per proteggere le loro membrane, è bene installare i vasi di espansione sul ritorno del circuito solare, con tubo di collegamento rivolto verso il basso e senza isolamento termico;

- È consigliabile utilizzare vasi di espansione dimensionati come proposto nella pagina a lato (cioè in grado di contenere sia la dilatazione del fluido sia il vapore che può formarsi nei pannelli) anche in impianti con sistema di raffreddamento esterno a serpentine o con aerotermo.

Serve come misura di sicurezza per far fronte ad una eventuale bruciatura della pompa oppure al blocco o alla staratura della valvola deviatrice.

Esempio di calcolo

Calcolare il vaso di espansione richiesto da un circuito solare che utilizza miscela antigelo e ha le seguenti caratteristiche:

8 Numero pannelli solari

2,0 l Contenuto fluido di ogni pannello

24,0 l Contenuto fluido tubazioni, scambiatore di calore e altri componenti circuito solare.

1,5 bar Pressione iniziale

5,5 bar Pressione finale

In base a tali dati e con riferimento alle formule e relativi simboli della pagina precedente, risulta:

- Contenuto di fluido nei pannelli solari:

$$V_P = 8 \cdot 2,0 = 16 \text{ l}$$

- Contenuto di fluido nel circuito solare:

$$V_C = 16,0 + 24,0 = 40 \text{ l}$$

- Volume utile del vaso di espansione:

$$V_U = (40 \cdot 0,07 + 16) \cdot 1,1 = 20,7 \text{ l}$$

- Volume commerciale del vaso di espansione:

$$V_N = 20,7 \cdot (5,5 + 1) / (5,5 - 1,5) = 34 \text{ l}$$

Il valore calcolato porta alla scelta di un vaso di espansione commerciale da 35 l.

Valvole di sicurezza

È consigliabile utilizzare valvole di sicurezza con elevato valore (5-6 ate) di apertura sia per limitare le dimensioni dei vasi di espansione, sia per tener elevata la temperatura di ebollizione del fluido vettore.

La miscela antigelo che può uscire dalla valvola non deve essere scaricata nella rete fognaria. Pertanto si deve prevedere un contenitore di raccolta, ad esempio la tanica del fluido antigelo.

Valvole di sfiato

Vanno poste nelle zone più alte del circuito e dove possono formarsi sacche d'aria. La loro funzione è solo quella di eliminare l'aria in fase di riempimento e di avvio dell'impianto.

Dopo tale fase le valvole di sfiato devono essere chiuse in quanto potrebbero far uscire il fluido vettore sotto forma di vapore. Devono, pertanto, essere montate con rubinetti di intercettazione.

Sia le valvole di sfiato che i rubinetti (lavorando in zone di possibile ebollizione della miscela antigelo) devono resistere fino a temperature di 200°C e a pressioni di almeno 10 bar.

Disaeratori

Per una buona disaerazione del circuito solare anche in fase di funzionamento è consigliabile utilizzare disaeratori automatici, da installarsi sul ritorno (cioè dopo lo scambiatore di calore) e nella zona bassa del circuito solare, dove non può formarsi vapore.

Valvole di ritegno

Servono ad evitare le circolazioni parassite che possono attivarsi quando il fluido contenuto nel serpentino del serbatoio d'accumulo è più caldo di quello contenuto nei pannelli: ad esempio durante periodi di scarsa insolazione o di notte.

Sono in pratica circolazioni naturali che trasformano i pannelli da captatori in dispersori di calore e ad esse va addebitato il cattivo funzionamento di molti impianti solari.

Per evitare simili circolazioni si possono utilizzare valvole tipo ballstop (cioè valvole di intercettazione con ritegno incorporato) oppure valvole di ritegno a peso o a disco con molla.

Dato il basso costo delle valvole ball-stop, per maggior sicurezza, è bene installare tali valvole sia sull'andata che sul ritorno del circuito solare.

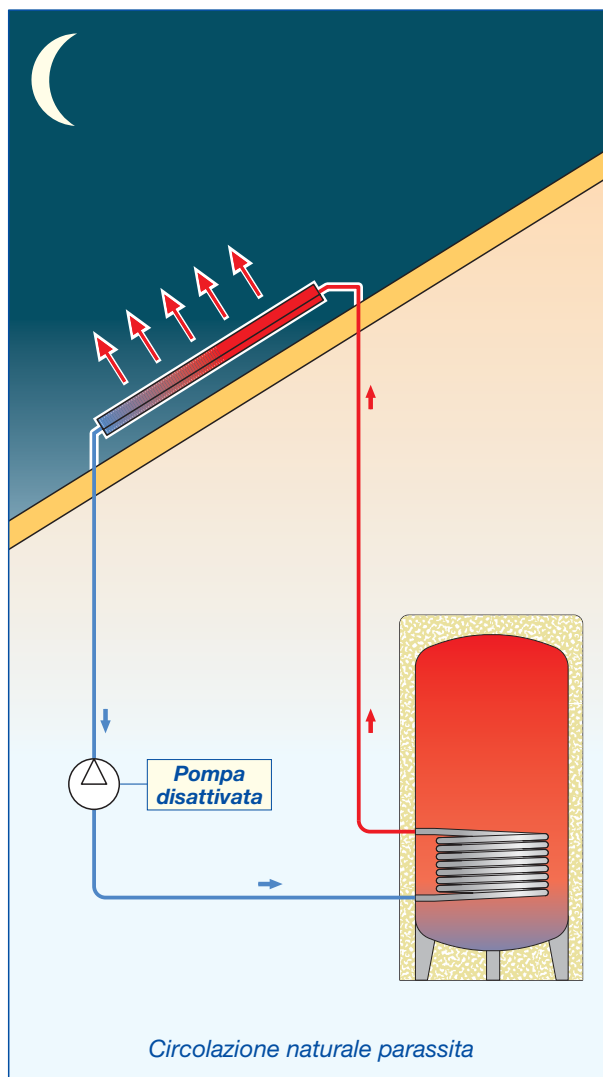
Va comunque considerato che le valvole di ritegno non garantiscono una protezione sicura contro le circolazioni parassite, perché sporco e incrostazioni possono compromettere la loro tenuta e consentire trafileamenti.

Sifoni di protezione

Hanno forma ad U e sono talvolta posti sia a monte che a valle degli scambiatori di calore. Possono servire (in supporto e non in alternativa alle valvole di ritegno) come ulteriore garanzia contro l'instaurarsi delle circolazioni parassite.

Elettrovalvole di protezione

Anche queste valvole sono utilizzate, come i sifoni, in supporto e non in alternativa alle valvole di ritegno. La loro azione è abbinata a quella della pompa. Sono aperte a pompa attiva e chiuse a pompa disattiva.



IMPIANTI SANITARI CHE UTILIZZANO ENERGIA SOLARE

Questi impianti devono essere realizzati con componenti che hanno le seguenti caratteristiche:

Serbatoi d'accumulo

Devono poter funzionare a temperature non inferiori a 75-80°C. Non sono pertanto utilizzabili serbatoi in acciaio zincato in quanto, come già detto, oltre i 60°C sono esposti a fenomeni di dezincatura.

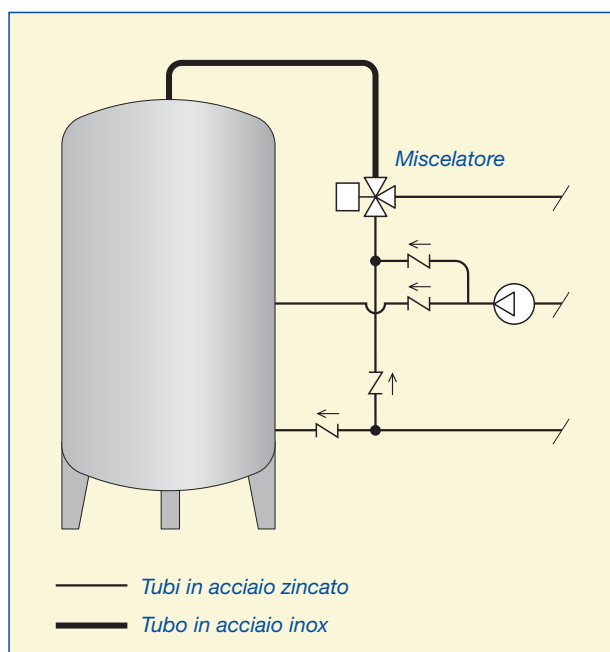
Se destinati a contenere acqua calda sanitaria, i serbatoi devono essere specificatamente omologati per tale uso. Inoltre i tipi realizzati con materiali che possono subire corrosioni galvaniche, devono essere protetti con appositi catodi.

In particolare si deve evitare la corrosione del serpentino perché comporterebbe il mescolamento del fluido vettore con l'acqua sanitaria.

Tubazioni

Il tubo che collega il serbatoio solare al miscelatore non può essere realizzato in acciaio zincato in quanto l'acqua convogliata può superare i 60°C: cioè il limite di dezincatura.

Se la rete di distribuzione è in acciaio zincato, il collegamento non può essere realizzato neppure in rame, in quanto potrebbero insorgere corrosioni di tipo galvanico. È però possibile utilizzare l'acciaio inox.



Valvole temperatura/pressione

Per la protezione dei serbatoi d'accumulo possono essere utilizzate anche **valvole combinate** in grado di intervenire quando **l'acqua supera determinati valori sia di temperatura che di pressione**.

Queste valvole, dovendo tener sotto controllo i valori di temperatura massima, vanno poste alla sommità dei serbatoi d'accumulo.

Naturalmente il loro uso è possibile solo in impianti i cui componenti (il discorso riguarda soprattutto i serbatoi) sono garantiti per pressioni e temperature di esercizio non inferiori a quelle d'intervento delle valvole stesse.

Miscelatori

Idonei miscelatori vanno interposti fra i serbatoi e le reti di distribuzione, dato che negli impianti solari possono essere raggiunte temperature molto elevate anche nei serbatoi d'accumulo dell'acqua sanitaria.

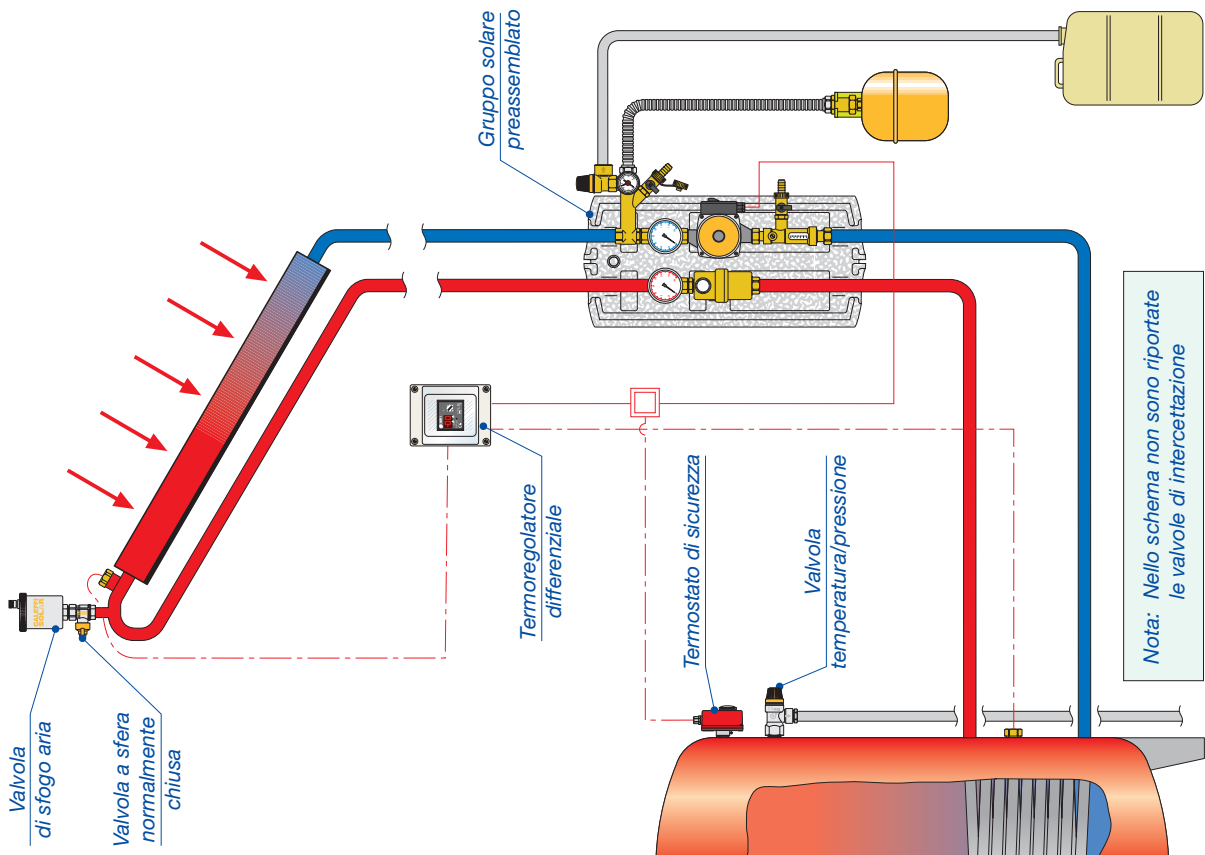
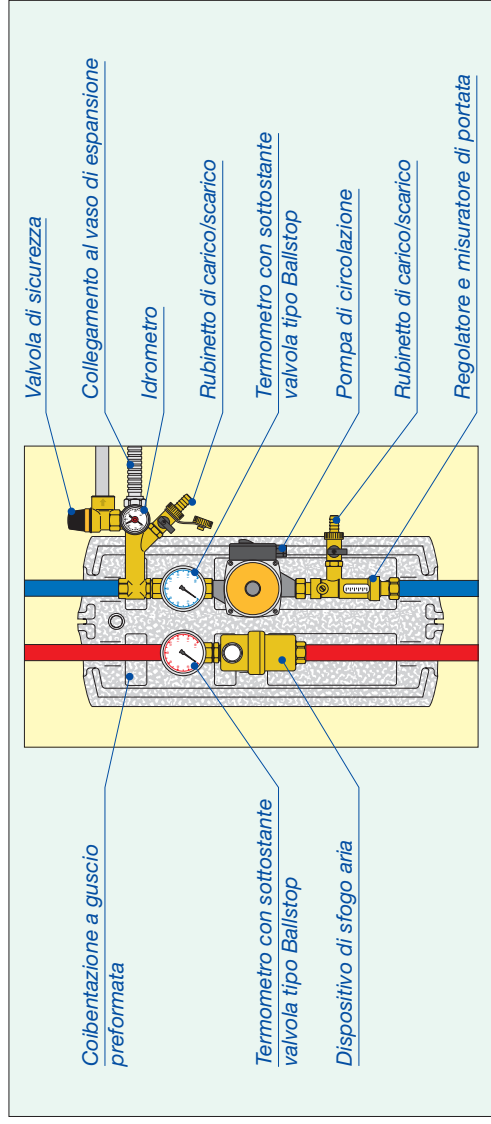
Per quanto riguarda la temperatura dell'acqua calda in entrata, **il campo di funzionamento di questi miscelatori non deve essere inferiore a 85÷90°C**.

Un campo esteso a valori più elevati consente comunque maggior sicurezza considerando il fatto che non sono da escludere guasti o starature dei sistemi che servono a limitare la temperatura dell'acqua all'interno dei serbatoi.

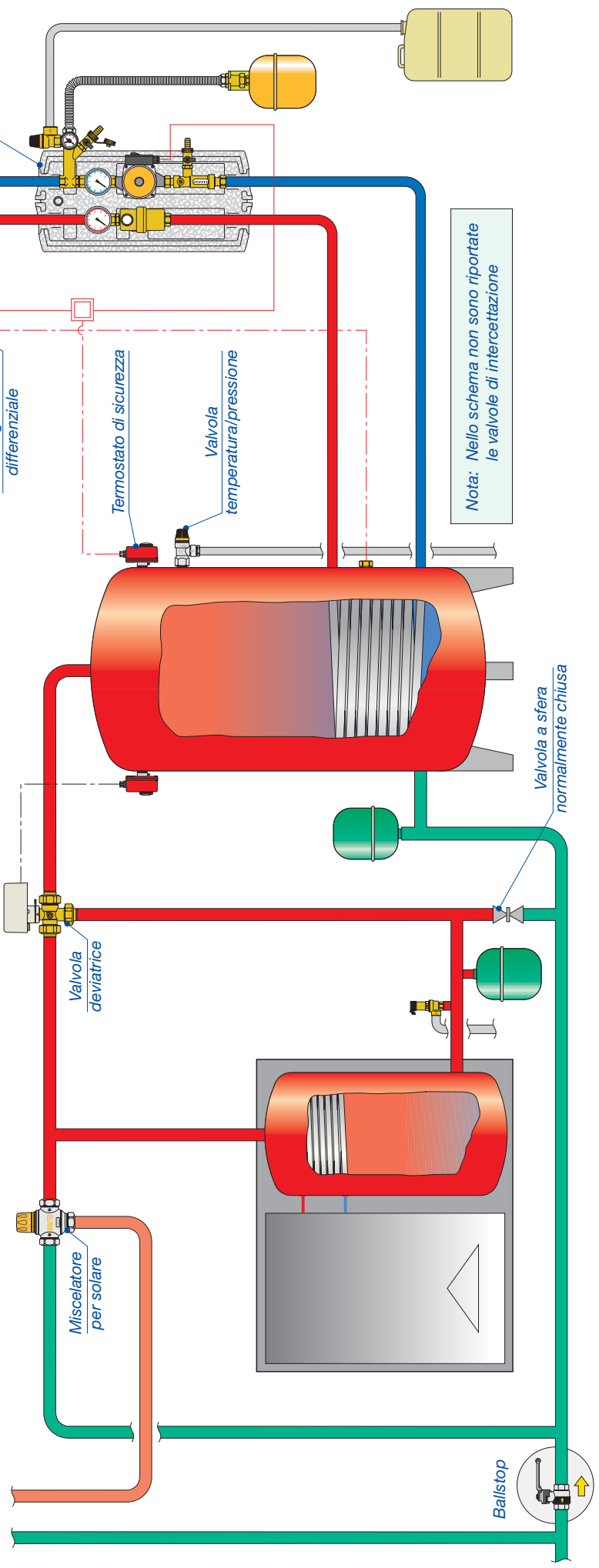
Trattamenti antilegionella

Anche negli impianti solari vanno adottate le necessarie misure antilegionella (ved. Idraulica 23). **Col solare, però, bisogna riservare molta attenzione alla scelta della temperatura minima di disinfezione**, perché il suo valore potrebbe aver riflessi non secondari sulla resa dei pannelli (ved. nota pag. 13 in merito al riscaldamento integrativo dei serbatoi d'accumulo).

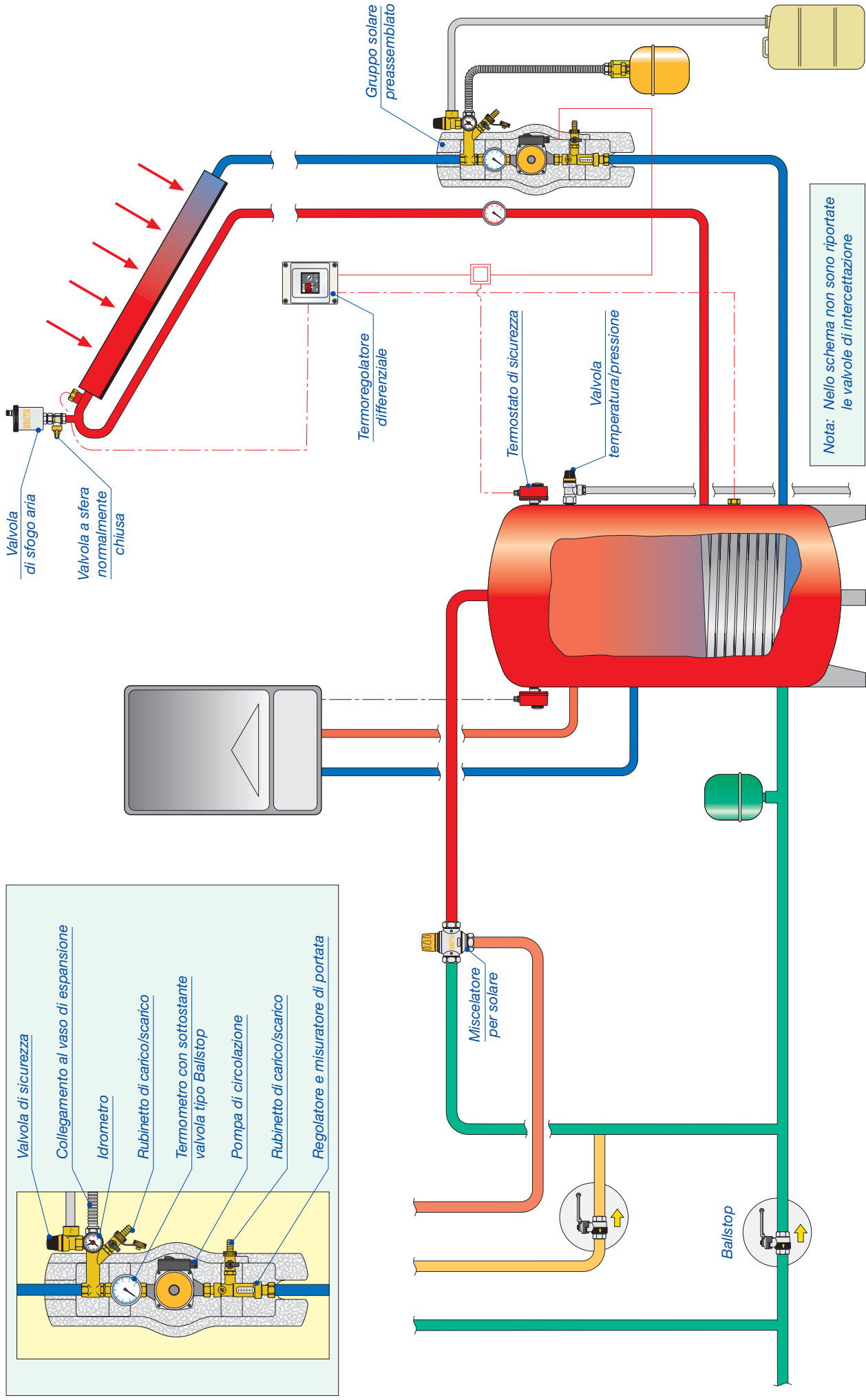
Ed è questa una scelta strettamente legata al bilanciamento delle colonne di ricircolo (ved. Idraulica 23, pag. 18 e 19): argomento su cui torneremo nel prossimo numero di Idraulica.



Nota: Nello schema non sono riportate le valvole di intercettazione

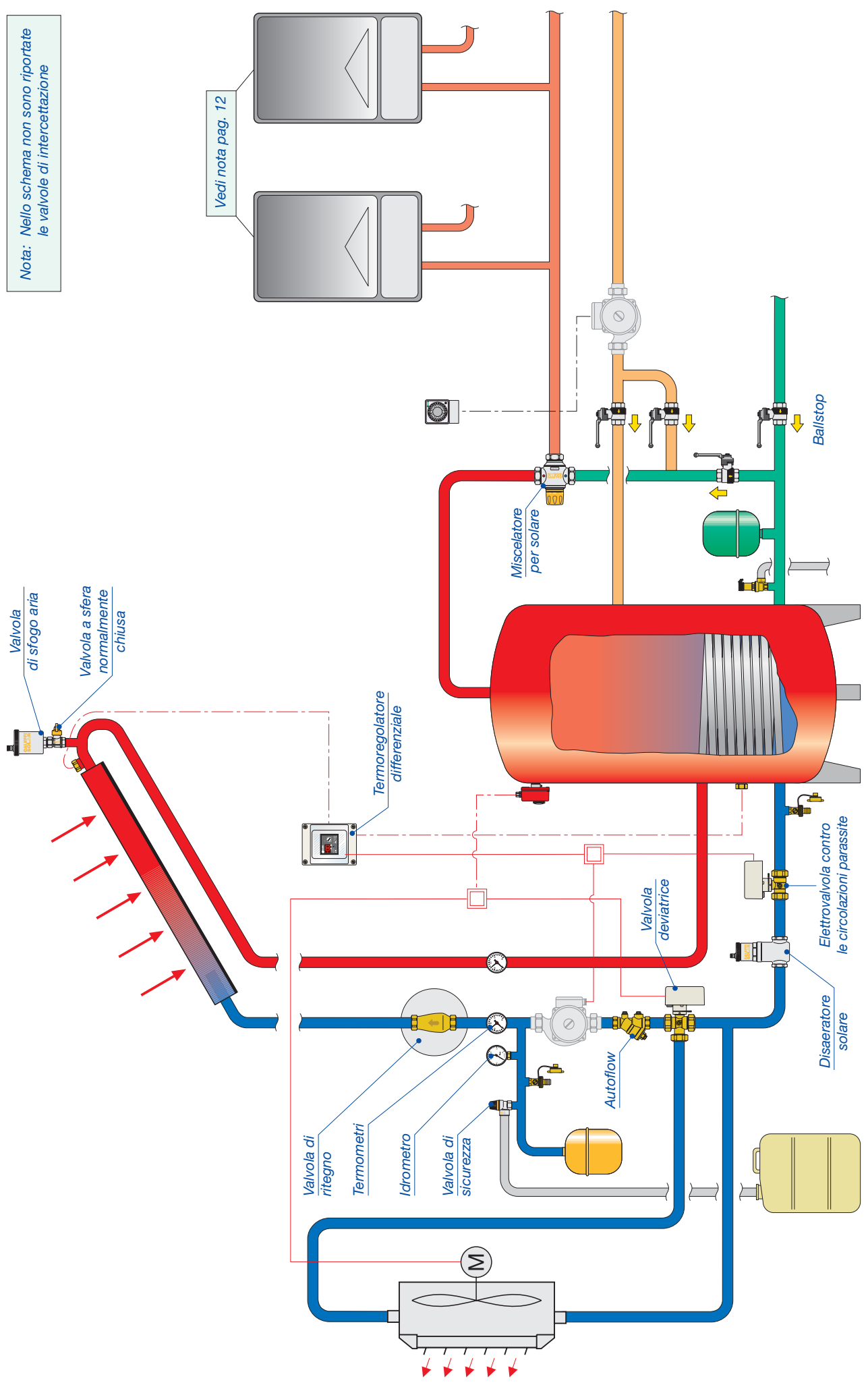


Impianto solare per produzione acqua calda sanitaria con caldaia a terra dotata di accumulo



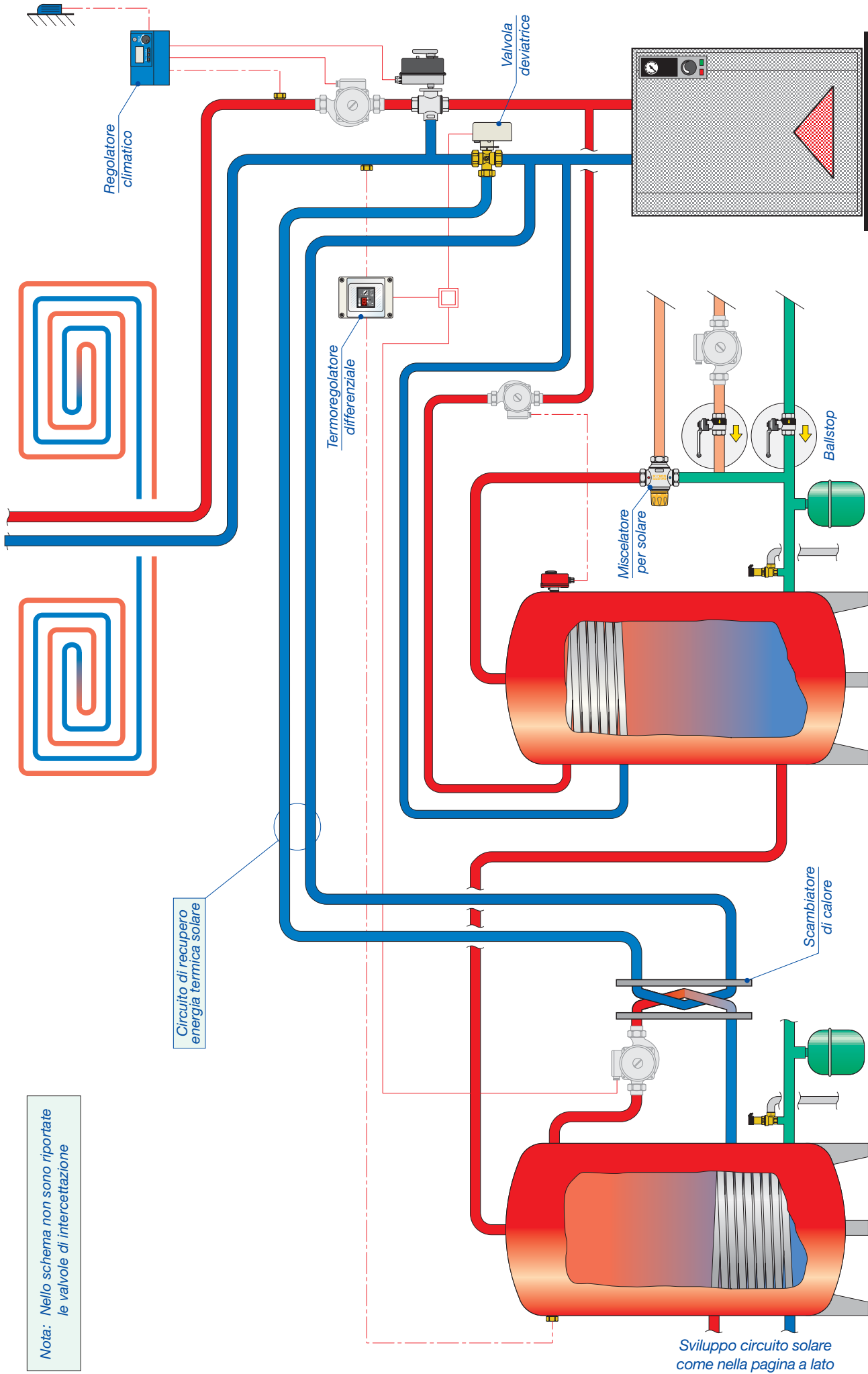
Impianto solare per produzione acqua calda sanitaria con integrazione di calore nel serbatoio di accumulo

Nota: Nello schema non sono riportate le valvole di intercettazione



Vedi nota pag. 12

Impianto solare centralizzato per produzione acqua calda sanitaria con distribuzione ad impianti autonomi



Nota: Nello schema non sono riportate le valvole di intercettazione

Impianto solare combinato a doppio serbatoio d'accumulo e scambiatore di calore

Valvole di sfogo aria automatiche



250

depl. 01089

Valvola automatica di sfogo aria.
Pmax d'esercizio: 10 bar.
Pmax di scarico: 5 bar.
Campo di temperatura: -30÷200°C.

Codice

250031 3/8" M



Rubinetto d'intercettazione per valvola sfogo aria serie 250.
Pmax d'esercizio: 10 bar.
Campo di temperatura: -30÷200°C.

Codice

R29284 3/8" M x 3/8" F



251 DISCALAIR

Valvola automatica di sfogo aria.
Pmax d'esercizio: 10 bar.
Pmax di scarico: 10 bar.
Campo di temperatura: -30÷200°C.

Codice

251004 1/2" F



251 DISCAL

Disaeratore.
Pmax d'esercizio: 10 bar.
Pmax di scarico: 10 bar.
Campo di temperatura: -30÷200°C.

Codice

251003 3/4" F

Miscelatori termostatici



2521

depl. 01127

Miscelatore termostatico regolabile.
Pmax d'esercizio: 14 bar.
Tmax ingresso: 100°C.
Campo di regolazione della temperatura: 30÷65°C.

Codice

Kv (m³/h)

252140 1/2" 2,6

252150 3/4" 2,6



2523

depl. 01129

Miscelatore termostatico con cartuccia intercambiabile.
Pmax d'esercizio: 14 bar.
Tmax ingresso: 110°C.
Campo di regolazione della temperatura: 30÷65°C.

Codice

Kv (m³/h)

252340 1/2" 4,0

252350 3/4" 4,5

Dispositivi di sicurezza



253

depl. 01089

Valvola di sicurezza.
PN 10.
Campo di temperatura: -30÷160°C.
Potenzialità di scarico: 50 kW.
Omologata TÜV secondo SV100 7.7
n° TÜV 01.SOLAR 02.146.



Codice

253043 1/2" F x 3/4" F 3 bar

253044 1/2" F x 3/4" F 4 bar

253046 1/2" F x 3/4" F 6 bar

253048 1/2" F x 3/4" F 8 bar

253040 1/2" F x 3/4" F 10 bar



309

depl. 01130

Valvola di sicurezza combinata TP (temperatura e pressione).
Temperatura di taratura: 90°C.
Potenzialità di scarico: 1/2" - 3/4" x Ø 15: 10 kW.
3/4" x Ø 22: 25 kW.
Certificate a norma EN 1490 tarature: 4 - 7 - 10 bar.



Codice

309430 1/2" M x Ø 15 3 bar

309440 1/2" M x Ø 15 4 bar

309460 1/2" M x Ø 15 6 bar

309470 1/2" M x Ø 15 7 bar

309400 1/2" M x Ø 15 10 bar

309542 3/4" M x Ø 15 4 bar

309530 3/4" M x Ø 22 3 bar

309560 3/4" M x Ø 22 6 bar

309570 3/4" M x Ø 22 7 bar

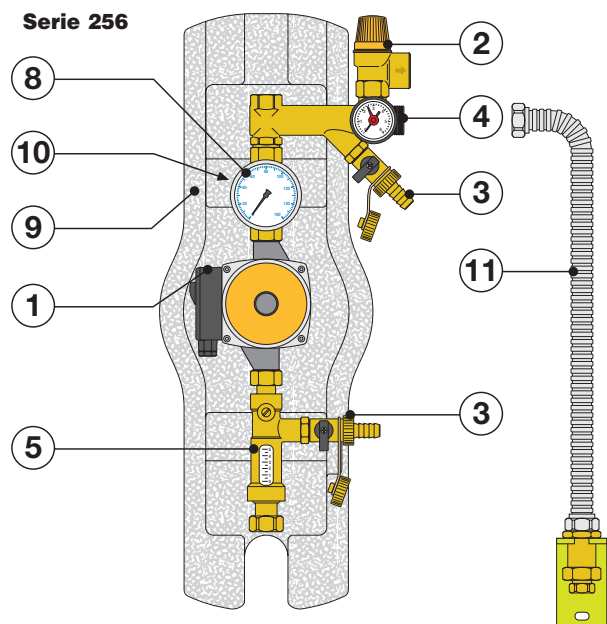
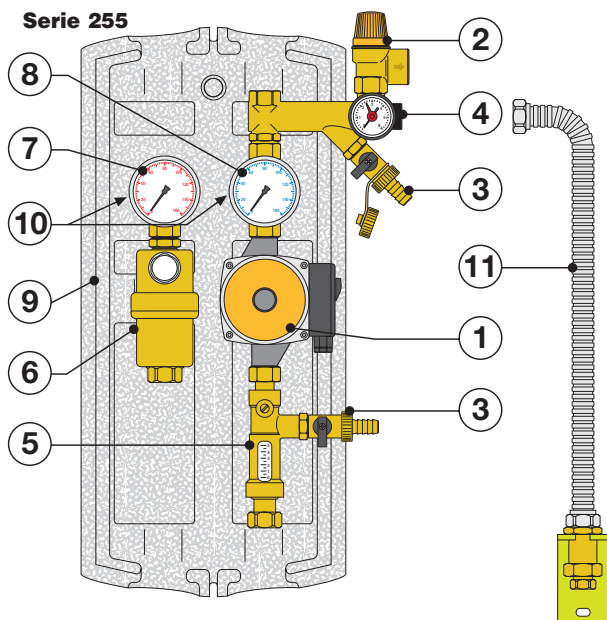
309500 3/4" M x Ø 22 10 bar

Gruppi di circolazione

serie 255 - 256

CALEFFI
SOLAR

CALEFFI



Componenti caratteristici

- 1) Pompa di circolazione Grundfos Solar 15-60
- 2) Valvola di sicurezza per impianti solari serie 253
- 3) Rubinetto di carico/scarico
- 4) Raccordo portastrumenti con manometro
- 5) Regolatore di portata con flussometro
- 6) Dispositivo di sfogo aria
- 7) Termometro di mandata
- 8) Termometro di ritorno
- 9) Coibentazione a guscio preformata
- 10) Valvola di intercettazione con ritegno
- 11) Kit di collegamento per vaso di espansione (opzionale)

Funzione

Il gruppo di circolazione viene utilizzato sul circuito primario degli impianti solari per la regolazione della temperatura all'interno del bollitore.

La pompa all'interno del gruppo viene attivata dal segnale proveniente dal regolatore di temperatura differenziale. Inoltre, nello stesso gruppo, sono inseriti i dispositivi di sicurezza e funzionali per il controllo ottimale del circuito.

Gamma prodotti

Cod. **255056** Gruppo di circolazione per impianti solari, collegamento andata e ritorno

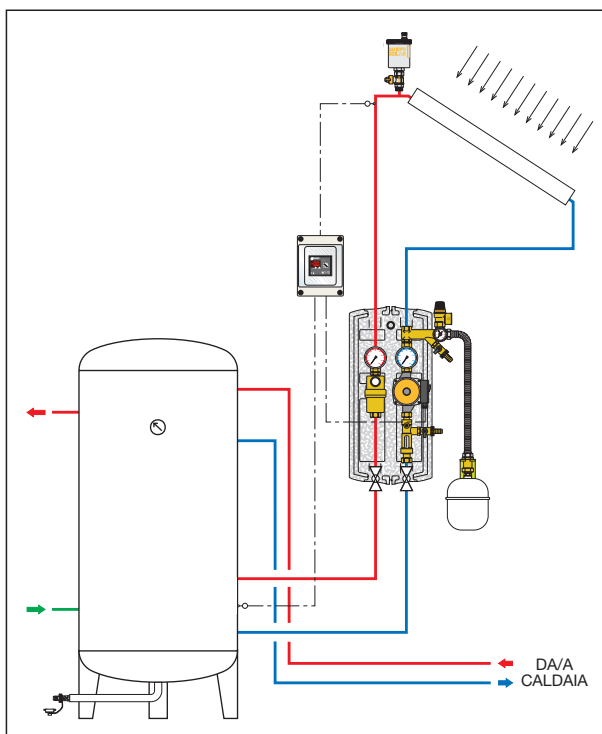
Cod. **256056** Gruppo di circolazione per impianti solari, collegamento ritorno

Cod. **255001** Kit di collegamento per vaso d'espansione

Caratteristiche tecniche

Fluido d'impiego:	acqua, soluzioni glicolate
Max percentuale di glicole:	50%
Pressione max di esercizio:	10 bar
Campo di temperatura valvola di sicurezza:	-30÷160°C
Taratura valvola di sicurezza:	6 bar (per altre tarature vedi serie 253)
Scala flussometro:	1÷13 l/min
Temperatura max flussometro:	120°C
Scala termometro:	0÷160°C
Attacchi:	3/4" F

Schema applicativo

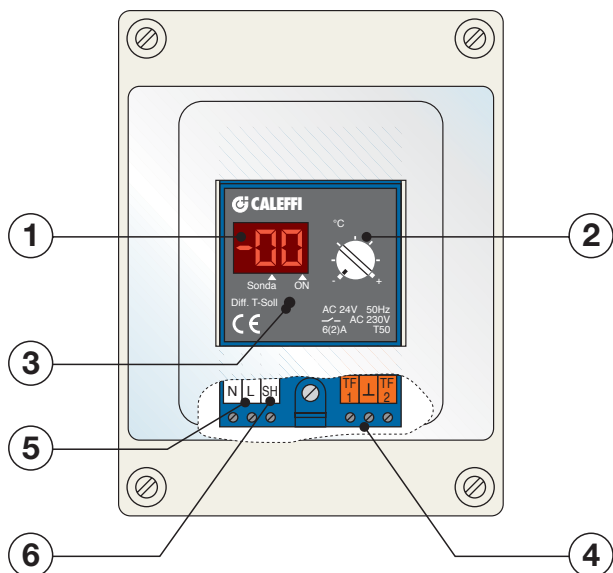


Regolatore di temperatura differenziale

serie 257

CALEFFI
SOLAR

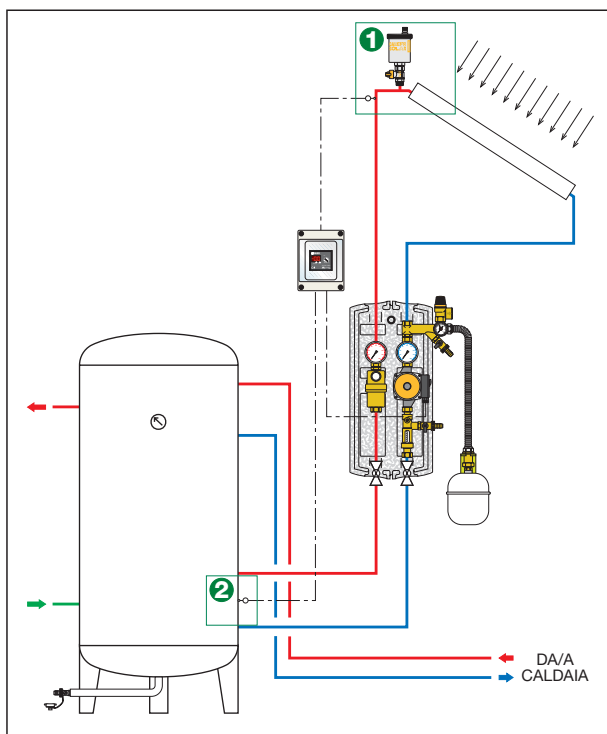
CALEFFI



Componenti caratteristici

- 1) Display indicatore temperatura differenziale e temperature singole sonde
- 2) Potenziometro per impostazione del valore di temperatura differenziale di intervento
- 3) Tasto per scelta visualizzazione parametri di funzionamento
- 4) Collegamento alle sonde temperatura
- 5) Alimentazione elettrica
- 6) Uscita relè

Schema applicativo



Funzione

Il regolatore acquisisce i segnali di temperatura provenienti dalle sonde posizionate all'uscita dal pannello e nel bollitore. Il regolatore calcola la differenza tra le due temperature e, per confronto con il valore di set impostato, comanda la pompa di circolazione del circuito primario solare.

Gamma prodotti

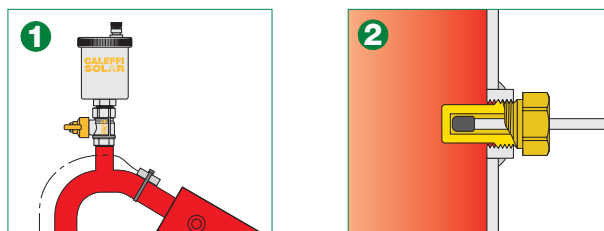
- Cod. **257000** Regolatore di temperatura differenziale per impianti solari, con uscita a relè
- Cod. **150009** Sonda a contatto per regolatore
- Cod. **150006** Sonda ad immersione per regolatore
- Cod. **150029** Pozzetto per sonda ad immersione
- Cod. **257001** Scatola di contenimento con barra DIN

Caratteristiche tecniche

Alimentazione elettrica:	230 V \pm 6%-50 Hz
Assorbimento nominale:	1,45 VA
Portata contatti in commutazione:	6 A (230 V)
Campo ΔT impostabile:	2÷20 K
Isteresi:	2 K (\pm 1 K)
Temperatura ambiente:	T50
Test d'isolamento:	4 kV
Ingombro:	3 TE (DIN 43880)-3 posizioni barra DIN

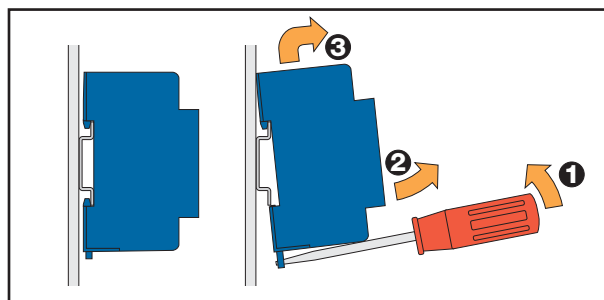
Sonde di temperatura

Il regolatore può essere abbinato sia a sonde di temperatura del tipo a contatto che ad immersione.



Montaggio

Il regolatore è predisposto per il montaggio su barra DIN, in scatola di contenimento o in armadio elettrico.

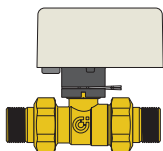


Valvole a sfera motorizzate

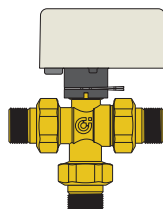
serie 6442 - 6443 - 6444



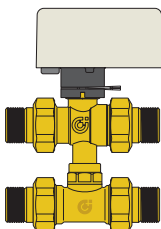
Serie 6442



Serie 6443



Serie 6444



Funzione

Le valvole a sfera motorizzate permettono l'intercettazione automatica dei circuiti idraulici negli impianti di climatizzazione o solari.

Le valvole a sfera motorizzate hanno assenza di trafilamento, brevi tempi di manovra (apertura - chiusura valvola), capacità di funzionamento con pressioni differenziali elevate, basse perdite di carico. Sono inoltre dotate di attuatore adattabile a qualsiasi tipo di comando a 3 contatti per un controllo completo in fase di apertura e chiusura.

Conformità direttive europee

Marchio CE direttive 89/336 CE e 73/23 CE.

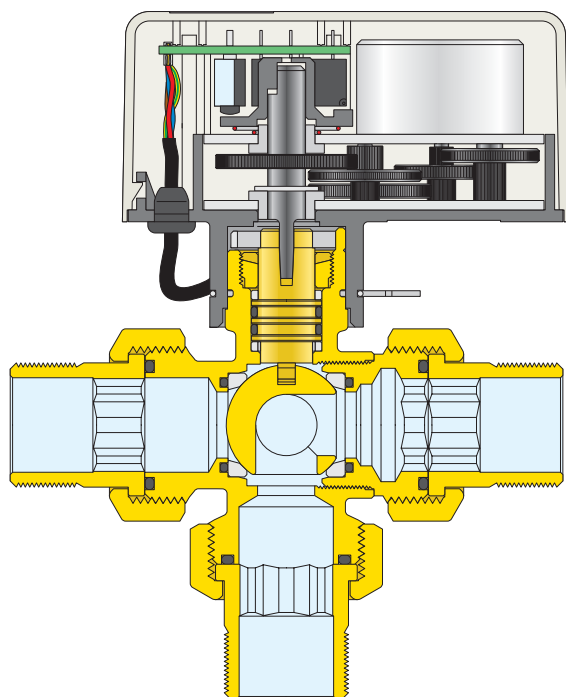
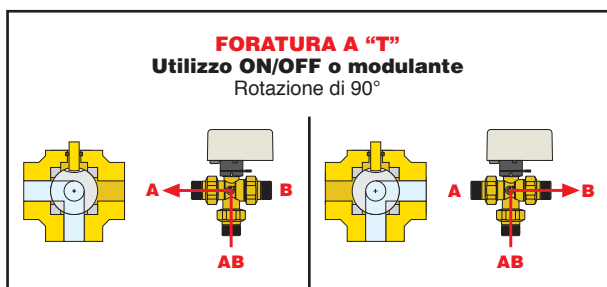


Gamma prodotti

Serie 6442 Valvola di zona a sfera a due vie motorizzata con comando a 3 contatti

Serie 6443 Valvola di zona a sfera a tre vie deviatrice motorizzata con comando a 3 contatti

Serie 6444 Valvola di zona a sfera a tre vie con tee di by-pass telescopico motorizzata con comando a 3 contatti

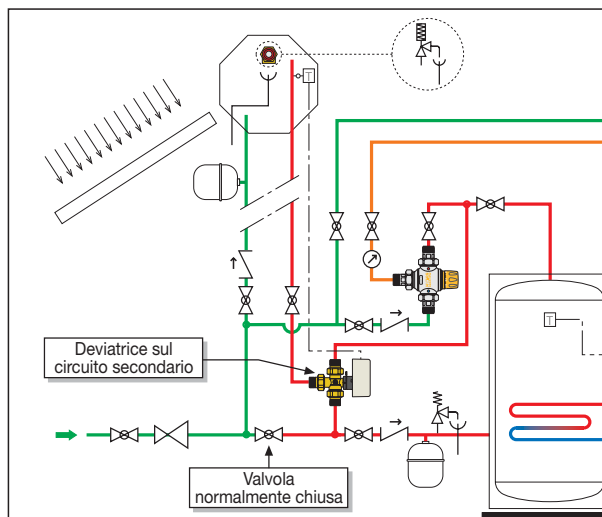


Caratteristiche tecniche

Fluidi di impiego: acqua, soluzioni glicolate
Max percentuale di glicole: 50%
Pressione massima d'esercizio: 10 bar
Campo temperatura: -5÷110°C
Pressione differenziale massima: 10 bar
Attacchi: - serie 6442 e 6444 1/2", 3/4 e 1" M a bocchettone
- serie 6443 1/2" e 3/4" M a bocchettone

Motore sincrono
Alimentazione elettrica: 230 V (± 10%), 24 V (± 10%) - 50÷60 Hz
Potenza assorbita: 4 VA
Portata dei contatti del microinterruttore ausiliario: 0,8 A (230 V)
Grado di protezione: IP 44 (orizzontale) - IP 40 (verticale)
Tempo di manovra: 40 s
Campo di temperatura ambiente: 0÷55°C
Coppia di spunto dinamico: 8 N·m
Lunghezza cavo di alimentazione: 100 cm

Schema applicativo



CATTURARE ENERGIA NON BASTA. BISOGNA SAPERLA REGOLARE.



Componenti per impianti solari - CALEFFI SOLAR

www.caleffi.it

Le serie di prodotti Caleffi Solar sono state specificamente realizzate per l'utilizzo sui circuiti degli impianti solari, dove il fluido può operare ad elevate temperature.

- Valvole di sicurezza
- Valvole automatiche di sfogo aria con intercettazione
- Disaeratori
- Miscelatori termostatici
- Gruppi di circolazione

CALEFFI SOLUTIONS MADE IN ITALY

 **CALEFFI**
Hydronic Solutions