



per una migliore qualità del vivere  
*Società Cooperativa a r.l.*

# ACQUA CALDA DAL S LE

**I PANNELLI SOLARI AUTOCOSTRUITI  
LA PROGETTAZIONE  
DELL'IMPIANTO**

**MANUALE N° 1**

**A cura dell'Ing. Natale Sartori**

**KOSMÒS scrl**

**Versione 1 del 28 febbraio 2004**

**KOSMÒS scarl**

**Via Feldi, 7 – 38030 Roverè della Luna (TN)**

**Tel. 0461 659064, Fax 0461 659003, Cell. 320 0443800**

**E-mail: [info@kosmositalia.it](mailto:info@kosmositalia.it) - WEB: [www.kosmositalia.it](http://www.kosmositalia.it)**

## SOMMARIO

<b>PREMESSA E RINGRAZIAMENTI.....</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>6</b>
<b>PRESENTAZIONE KOSMÒS SCARL.....</b>	<b>8</b>
<b>PERCHE' COSTRUIRE DA SOLI I PROPRI PANNELLI SOLARI? .....</b>	<b>9</b>
VANTAGGI PER L'UTENTE FINALE .....	9
VANTAGGI PER L'AMBIENTE.....	9
VANTAGGI DELL'AUTOCOSTRUZIONE .....	10
<b>LA STORIA DELL'AUTOCOSTRUZIONE DEI PANNELLI SOLARI.....</b>	<b>11</b>
<b>RICONOSCIMENTI E CERTIFICATI DEI COLLETTORI AUTOCOISTRUITI.....</b>	<b>12</b>
<b>CARATTERISTICHE COLLETTORE SOLARE K16.....</b>	<b>13</b>
TIPO.....	13
<b>GLOSSARIO .....</b>	<b>14</b>
<b>INTRODUZIONE ALL'IMPIANTO SOLARE .....</b>	<b>15</b>
USO DEI COLLETTORI SOLARI .....	15
COLLETTORI SOLARI E RISCALDAMENTO DEI LOCALI .....	15
POSIZIONAMENTO DEI PANNELLI SOLARI.....	16
<b>DESCRIZIONE IMPIANTO GENERALE .....</b>	<b>17</b>
DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELL'IMPIANTO .....	18
<b>ESEMPI DI REALIZZAZIONI .....</b>	<b>24</b>
<b>ORIENTAMENTO ED INCLINAZIONE .....</b>	<b>25</b>
<b>DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>27</b>
CONSUMO DI ACQUA CALDA .....	27
IL VOLUME DEL BOLLITORE .....	27
LA SUPERFICIE DEL COLLETTORE SOLARE .....	27
SCAMBIATORE DI CALORE E SEZIONE DELLE TUBATURE.....	28
IL SERBATOIO D'ESPANSIONE .....	28
<b>SISTEMI E COLLEGAMENTI .....</b>	<b>29</b>
SISTEMI DI COLLEGAMENTI.....	31
IL COMPENSO DI DILATAZIONE.....	32
<b>RESA ENERGETICA DEI PANNELLI AUTOCOISTRUITI K 16 .....</b>	<b>33</b>

**I PANNELLI SOLARI AUTOCOISTRUITI  
LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO**

---

<b>PUBBLICAZIONI, MODULISTICA E LINK UTILI .....</b>	<b>37</b>
PUBBLICAZIONI .....	37
MODULISTICA.....	37
LINKS .....	37
<b>DUBBI E/O CHIARIMENTI .....</b>	<b>39</b>

## **PREMESSA E RINGRAZIAMENTI**

Il presente manuale ha l'obiettivo di presentare i vantaggi nell'utilizzo dell'energia solare per la produzione di acqua calda sanitaria e di fornire alcune indicazioni sulla progettazione e dimensionamento di un impianto solare termico utilizzando i pannelli solari autocostruiti K16. È indirizzato sia agli autocostruttori, che agli impiantisti ed idraulici in quanto vi sono specifiche note da prendere in considerazione in fase di progettazione e di installazione dell'impianto.

Il presente documento è frutto della collaborazione tra KOSMÒS scarl e AFB Arbeiter – Freizeit – und Bildungsverein di Bolzano e fa parte di una miniserie che Kosmòs ha dedicato all'autocostruzione dei pannelli solari termici:

- Kosmòs scarl – Manuale N° 1 - I pannelli solari autocostruiti - La progettazione dell'impianto
- Kosmòs scarl – Manuale N° 2 - I pannelli solari autocostruiti - Installazione e manutenzione
- Kosmòs scarl – Manuale N° 3 - I pannelli solari autocostruiti – Le agevolazioni.

Parte del contenuto è infatti tratto dal materiale che AFB ha messo (e mette tuttora) a disposizione di coloro che si sono cimentati con l'autocostruzione dei pannelli solari nel corso dei 13 anni di attività, durante i quali sono stati realizzati circa 30.000 metri quadrati di pannelli autocostruiti.

Per una maggiore diffusione dell'utilizzo dei pannelli solari autocostruiti, Kosmòs ha deciso di pubblicare e di rendere disponibile il presente manuale anche in Internet, dando la possibilità alle persone interessate di scaricarlo gratuitamente dal sito della Cooperativa: [www.kosmositalia.it](http://www.kosmositalia.it).

Oltre a ringraziare AFB, si ringraziano i soci della Kosmòs che – a titolo di volontariato - con il loro lavoro ed il loro entusiasmo hanno permesso di far decollare anche in Trentino il progetto "Acqua calda dal sole" per la promozione e la diffusione dell'autocostruzione dei pannelli solari.

Un grazie anche agli "autocostruttori" che hanno realizzato ed installato i nostri pannelli solari, contribuendo a promuovere – attraverso il "passaparola" – la qualità e l'efficienza degli impianti e che, tramite segnalazioni e suggerimenti, hanno partecipato al miglioramento del presente manuale.

*Gilberto Preghenella*

Il Presidente Kosmòs scarl



## **INTRODUZIONE**

Da decenni si parla di esaurimento, nel breve periodo, delle scorte di petrolio... non sappiamo esattamente quando ma, è sicuro, prima o poi tale risorsa finirà così come il carbone ed il gas naturale. Non è tanto importante la quantificazione esatta delle risorse rimanenti, ma è un fatto incontestabile che questi combustibili – in tempi più o meno brevi - non saranno più disponibili per la produzione di energia. E' questo un buon motivo per pensare all'utilizzo delle energie alternative, e in considerazione del fatto che ogni nuova fonte di energia ha bisogno di decenni per arrivare a coprire una parte significativa del fabbisogno energetico di un paese, è assolutamente necessario aumentare significativamente la ricerca, lo sviluppo e l'utilizzo di forme di energia rinnovabili. Si tenga inoltre presente che il biossido di carbonio (o anidride carbonica CO<sub>2</sub>) - emesso dalla combustione di petrolio, gas e carbone - è il principale responsabile del cosiddetto "effetto serra". Anche a questo proposito dobbiamo creare delle alternative che siano ecologicamente ed economicamente sostenibili.

All'ombra della crisi energetica, della continua e crescente distruzione dell'ambiente, dell'eccessivo e dannoso utilizzo di energia (nucleare e dal petrolio) e grazie alla crescente sensibilità della popolazione verso l'ambiente, si sta riqualificando una fonte vecchia di miliardi di anni: **il sole**.

Uno dei grandi vantaggi dell'energia solare è quello di essere a disposizione illimitatamente nel tempo in quanto la riserva di energia solare non può esaurirsi in periodi rilevanti della storia umana. Inoltre l'energia solare irradiata sulla terra è di circa 15.000 volte superiore alle attuali necessità dell'umanità.

Considerando poi che "**il sole non manda fatture**", perché non approfittarne?

L'utilizzo dell'energia solare per la produzione di acqua calda sanitaria è un'alternativa particolarmente sostenuta a livello di politica energetica ed ambientale.

Con l'utilizzo dei collettori solari si riduce di almeno due terzi il consumo di combustibili tradizionali ed il conseguente danno ambientale; se si ricorre all'autocostruzione va inoltre considerato che i costi d'acquisto dei collettori sono circa 1/3 rispetto agli equivalenti prodotti in commercio aventi un paragonabile grado di efficienza.

Il "Fai da te", un hobby che per milioni di persone è diventato occupazione sensata del tempo libero, si presta ottimamente - con un po' di abilità ed istruzione tecnica - anche nell'autocostruzione di collettori solari dove si ottengono risultati sbalorditivi.

Il "Fai da te" fornisce ampia soddisfazione per il lavoro effettuato i cui risultati si possono apprezzare giorno per giorno, si risparmiano soldi e – non ultimo - l'esperienza insegna che nei corsi di autocostruzione si instaurano molti contatti e nuove amicizie.

Il corso di autocostruzione è un esempio di attenzione verso l'ambiente in quanto chi lo frequenta ha un rapporto diretto con l'impianto da costruire e questo comportamento è la base per il funzionamento efficiente di un impianto solare. La partecipazione ad un corso di autocostruzione genera direttamente un comportamento attento al risparmio energetico oltre alla comprensione dell'utilità dell'impianto.

I collettori prodotti industrialmente sono spesso troppo cari per molte famiglie. Per questo Kosmòs promuove l'autocostruzione che consente di limitare decisamente i costi grazie a tre fattori:

**I PANNELLI SOLARI AUTOCOSTRUITI  
LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO**

---

- Kosmòs è una cooperativa senza scopo di lucro che utilizza l'attività di molti volontari
- gli acquisti dei componenti dei pannelli e dell'impianto (rame, isolante, legname, vetro, centraline, ecc.) vengono gestiti direttamente con i produttori eliminando i diversi intermediari
- buona parte del lavoro di costruzione e di assemblaggio viene svolto direttamente dai corsisti.

Se si aggiunge a questi la possibilità di ottenere lo sgravio IRPEF e, in diverse regioni/provincie italiane anche specifici contributi od agevolazioni, ecco che questa tecnologia solare diventa non solo comprensibile ed interessante, ma anche decisamente economica.

*Ing. Natale Sartori*

Vice Presidente Kosmòs scarl



## **PRESENTAZIONE KOSMÒS SCARL**

Nel 1996 si è costituita la Cooperativa Kosmòs, che ha scelto come proprio motto "Per una migliore qualità del vivere".

La Cooperativa opera nel campo della ricerca, del supporto, della valorizzazione artistica, del ripristino e salvaguardia dell'ambiente e del territorio, della bioarchitettura, dell'architettura specie regionale, della cultura popolare ed alternativa con particolare riguardo al mondo giovanile e alla cultura femminile. Si occupa anche di attività di ricerca sull'utilizzo dei nuovi materiali, sulle potenzialità dei materiali tradizionali e delle sostanze naturali nelle applicazioni contemporanee, con l'intenzione di fornire idee, suggerimenti, tecniche e strumenti per migliorare la qualità della vita.

Tra le attività prioritarie della Cooperativa troviamo l'organizzazione e la gestione di manifestazioni, convegni e iniziative corsuali rivolti alla formazione professionale ed alla promozione culturale/educativa.

All'interno di Kosmòs operano le professionalità più svariate: architetti, ingegneri, giornalisti, produttori di beni culturali, insegnanti ed artigiani; si tratta di una "partnership" di professionisti che lavorano in équipe, con i metodi dell'interdisciplinarietà e della multidisciplinarietà, per affrontare i problemi in maniera complessa e considerarli sotto vari punti di vista, vengono inoltre mantenuti continui contatti con associazioni e centri di studio e ricerca sia nazionali che internazionali. La Cooperativa Kosmòs, con sede legale in Bolzano e sede operativa in Trentino (a Roverè della Luna), opera in tutta la regione.

Ha realizzato vari corsi ed iniziative in diversi settori quali il vivere eco-compatibile, la casa sana e sicura, la bioarchitettura, gli infortuni domestici, la riduzione ed il riciclaggio dei rifiuti, il risparmio energetico.

Nel 1997 ha portato a Trento, con il patrocinio della Provincia Autonoma di Trento e della Presidenza della Regione Trentino Alto Adige, MOBIL: una mostra itinerante sul risparmio energetico e sull'utilizzo delle energie alternative all'interno delle abitazioni.

Tra gli interventi più interessanti - progettati e realizzati da Kosmòs - spicca il corso di formazione per neodiplomati e laureati "Fare impresa per produrre cultura – agenti di sviluppo territoriale" (600 ore teorico-pratiche) svoltosi a Cimego nel 1999 con il finanziamento della Provincia Autonoma di Trento e del Fondo Sociale Europeo e finalizzato alla formazione di una nuova figura professionale in grado di proporre iniziative concrete sul territorio per uno sviluppo sostenibile in armonia con l'ambiente, la cultura e le tradizioni locali.

Nel 2001, con il contributo della Fondazione Cassa di Risparmio di Trento e Rovereto, dell'Assessorato Provinciale all'Ambiente, dell'Assessorato Provinciale all'Urbanistica, Fonti Energetiche e Riforme Istituzionali e dei Comuni di Rovereto, Cles e San Michele All'Adige, ha progettato e realizzato un ciclo di serate ripetuto in più località del Trentino dal titolo "Casa, salute ed ambiente; come migliorare la qualità della vita all'interno delle mura domestiche".

Dal 2002 Kosmòs è impegnata nella realizzazione del progetto "Acqua calda dal sole" che ha l'obiettivo di promuovere e diffondere, anche in Trentino, la cultura dell'energia solare come fonte energetica alternativa e l'autocostruzione di pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria.

## **PERCHE' COSTRUIRE DA SOLI I PROPRI PANNELLI SOLARI?**

Molte sono le motivazioni che portano alla scelta di installare i pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria; oltre ai vantaggi per l'ambiente non vanno dimenticati i vantaggi economici, aspetto, quest'ultimo, che diventa ancora più evidente con l'autocostruzione.

### **Vantaggi per l'utente finale**

- ❑ Uso di tecnologia semplice e collaudata da decenni
- ❑ Installazione semplice
- ❑ Non è necessario essere un tecnico od un artigiano
- ❑ Garanzia di resa e di durata
- ❑ Possono essere utilizzati in combinazione a qualsiasi altro sistema di riscaldamento
- ❑ Spese di funzionamento bassissime (pochi euro all'anno di energia elettrica per il funzionamento della pompa ed il reintegro dell'antigelo)
- ❑ Minima manutenzione (pulizia saltuaria del vetro e controllo del grado di concentrazione dell'antigelo)
- ❑ Costi decisamente sostenibili ed alla portata di tutti
- ❑ Tempi di ammortamento ridotti a pochi anni che consentono di ottenere successivamente acqua calda completamente GRATIS; il risparmio economico annuale può andare indicativamente dai 60 € per ogni metro quadrato di pannello solare installato se ad integrazione di una preesistente caldaia unifamiliare a gas, fino ai 130 € per metro quadrato se invece i pannelli affiancano l'utilizzo di un precedente scaldabagno elettrico (fonte Agenzia Energetica Provincia di Pisa S.r.l. - Sportello Energetico).

### **Vantaggi per l'ambiente**

L'utilizzo dei pannelli solari porta ad un notevole risparmio di combustibile evitando quindi la produzione e la dispersione in atmosfera di enormi quantità di sostanze a vario titolo dannose per l'ambiente.

Basti pensare che 1 m<sup>2</sup> di collettore solare permette ogni anno di risparmiare circa 100 litri di petrolio e conseguentemente di evitare la diffusione in atmosfera di:

- ❑ **315 Kg di CO<sub>2</sub>** (anidride carbonica – la maggior responsabile dell'effetto serra)
- ❑ **600 g di SO<sub>2</sub>** (anidride solforosa – responsabile delle piogge acide in quanto – combinandosi con il vapore acqueo nell'atmosfera – dà origine all'acido solforoso ed all'acido solforico)
- ❑ **400 g di NO<sub>x</sub>** (ossidi di azoto – responsabili di infiammazioni all'apparato respiratorio)



## I PANNELLI SOLARI AUTOCOISTRUITI LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

- ❑ **70 g di polveri** (dannose per l'apparato respiratorio).

Fonte: Provincia Autonoma di Trento – Servizio Energia - Opuscolo "L'utilizzazione dell'energia solare per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria".

### Vantaggi dell'autocostruzione

Con il progetto "Acqua calda dal sole" si propone l'autocostruzione dei pannelli, che consente di ottenere una riduzione dei costi superiore anche al 50-60% rispetto ai prodotti commerciali. Ciò è possibile grazie ai seguenti motivi:

- ❑ Kosmòs è una cooperativa **SENZA SCOPO DI LUCRO** che opera per la promozione delle energie rinnovabili; le ricariche effettuate sui materiali sono minime e, soprattutto, finalizzate ad autofinanziare la realizzazione di serate gratuite alla popolazione, il coinvolgimento di scuole, associazioni ed altre realtà.
- ❑ I materiali vengono acquistati direttamente dal produttore in grandi quantità ottenendo prezzi davvero competitivi.
- ❑ La manodopera è fornita direttamente dalle persone che partecipano ai corsi di autocostruzione e che, successivamente, provvedono alla messa in opera dei pannelli.
- ❑ E' possibile accedere sia agli sgravi IRPEF che ai contributi previsti da molte provincie/regioni relativamente agli interventi legati al risparmio energetico.

Evidenziamo inoltre come la giornata di autocostruzione è un modo per costruire con le proprie mani qualche cosa di estremamente pratico e funzionale, di fare qualche cosa di utile per se e per l'ambiente, di conoscere persone nuove e lavorarci assieme.

## **LA STORIA DELL'AUTOCOISTRUZIONE DEI PANNELLI SOLARI**

Nel 1983 nasceva in Stiria (Austria) l'autocostruzione dei collettori solari che, dopo alcuni anni di ricerca, sviluppo e diffusione, ha portato a notevoli risultati.

Nel 1990 un piccolo gruppo di persone dell'Alto Adige ha partecipato in Carinzia ad un corso di istruzione per responsabili dei gruppi di autocostruzione.

In seguito veniva fondato nel luglio 1992 il Forum Energetico Altoatesino (VAE) che ha promosso e promuove tuttora l'autocostruzione dei pannelli solari in tutto il territorio altoatesino.

Il VAE ha ottenuto in Alto Adige un enorme successo che ha permesso di realizzare in circa un decennio oltre 28.000 metri quadrati di pannelli solari autocostruiti; un terzo di tutti i pannelli solari presenti in provincia di Bolzano. Le attività del VAE continuano tuttoggi in Alto Adige.

Nel 2001 la Cooperativa Kosmòs ha cominciato ad interessarsi all'esperienza altoatesina e si è attivata per poter portare tale iniziativa in Trentino.

Dopo aver partecipato ad alcuni corsi di autocostruzione, aver ottenuto il riconoscimento dei pannelli autocostruiti da parte del Servizio Energia della Provincia Autonoma di Trento per l'ammissibilità al contributo provinciale ed aver acquistato le attrezzature necessarie, Kosmòs ha iniziato alla fine dell'estate 2002 ad effettuare incontri informativi gratuiti per promuovere l'autocostruzione dei pannelli.

Nell'autunno 2002 sono iniziati i primi corsi di autocostruzione ed i primi pannelli autocostruiti hanno cominciato a funzionare anche in Trentino.

Dal 2003 il progetto "Acqua calda dal sole", come è stato denominato da Kosmòs, è supportato dalla Rete Trentina di Educazione Ambientale – emanazione dell'Agenzia Provinciale dell'Ambiente della Provincia Autonoma di Trento – che collabora all'organizzazione logistica degli incontri effettuati sul territorio trentino.

## **RICONOSCIMENTI E CERTIFICATI DEI COLLETTORI AUTOCOSTRUITI**

- Premio europeo di ecologia ambientale
- Premio austriaco per la riduzione dei problemi energetici
- 07/1992 - Certificato di prova ISO ITC 180 SC5, ITR Istituto di Ricerca dell'Università di Rapperswil (CH)
- 1993 - Certificato di prova DIN 4754 Parte 4 (ISHF)– Hannover
- 09/1993 - Certificato di collaudo da parte del Dr.Ing. Ferdinand Tavernini (iscrizione all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bolzano – nr. 760)
- 1994 - Premio italiano Eurosolar
- Collaudo ufficiale e riconoscimento dell'ente per il risparmio energetico in Alto Adige
- 2002 – ammissione al contributo provinciale per il risparmio energetico da parte del Servizio Energia della provincia Autonoma di Trento

## CARATTERISTICHE COLLETTORE SOLARE K16

<b>Tipo</b>	<b>VAE-K16</b>
<b>Struttura collettore</b>	<b>collettore piano</b>
<b>Materiali assorbenti</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❑ <b>lastra di rame spessore 0,2 mm</b></li><li>❑ <b>tubo di rame diametro esterno 10,0 mm</b></li></ul>
<b>Materiali del collettore</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❑ <b>telaio in legno</b></li><li>❑ <b>vetro temperato da 4 mm</b></li><li>❑ <b>tubo di raccordo in rame</b></li><li>❑ <b>lana di roccia da 4 cm</b></li><li>❑ <b>silicone resistente alla temperatura ed ai raggi UV</b></li></ul>
<b>Peso</b>	<b>circa 48 kg</b>
<b>Misure esterne</b>	<b>204 x 78 x 11,5 cm</b>
<b>Superficie assorbimento</b>	<b>1,39 m<sup>2</sup> per collettore</b>
<b>Fattore di dispersione (k)</b>	<b>4,59 (DIN) - 5,4 (ISO) senza vento</b>
<b>Fattore di conversione (<math>\eta</math>)</b>	<b>0,797 (DIN), 0,751 (ISO)</b>
<b>Approvazioni</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❑ <b>DIN 4754 Parte 4 (ISHF) Hannover</b></li><li>❑ <b>ISO ITC 180 SC5, ITR Rapperswil CH</b></li></ul>
<b>Riconoscimenti</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>❑ <b>Premio europeo per l'ambiente</b></li><li>❑ <b>Premio austriaco per la domanda di energia</b></li><li>❑ <b>Premio italiano Eurosolar 1994</b></li></ul>
<b>Collaudatore</b>	<b>Ing. Ferdinand Tavernini (Sluderno)</b>

## GLOSSARIO

In questa sezione vengono riportati i principali termini utilizzati nel manuale e relativi all'impianto solare per la produzione dell'acqua calda sanitaria proposto da Kosmòs.

<b>Angolo azimutale</b>	vedasi "Orientamento"
<b>Angolo con l'orizzonte</b>	vedasi "Inclinazione"
<b>Assorbitore</b>	superficie in rame verniciata di nero, alla quale è saldata una serpentina, sempre di rame, nella quale scorre il fluido utilizzato per lo scambio termico
<b>Batteria di pannelli</b>	insieme dei pannelli solari affiancati l'uno all'altro ed inseriti in un unico telaio di supporto. La batteria di pannelli "standard" è composta da 5 pannelli solari affiancati ed ha una dimensione complessiva di 205,5x384,5 cm.
<b>Collettore solare</b>	vedasi "Pannello solare"
<b>Inclinazione</b>	(o Angolo con l'orizzonte) – angolo di inclinazione dei pannelli solari rispetto al terreno (es. 0° = pannelli solari posti in piano parallelamente alla superficie del terreno)
<b>Orientamento</b>	(o angolo azimutale) – angolo di scostamento, espresso in gradi sessagesimali, rispetto all'esposizione a SUD. Ad esempio i collettori solari rivolti a SUD hanno un orientamento di 0°, in quelli rivolti ad EST o ad OVEST l'orientamento è di 90°.
<b>Pannello solare</b>	(o collettore solare) – elemento in grado di captare l'energia solare e di cederla ad un fluido capace, a sua volta, di riscaldare l'acqua. Il singolo pannello, in questo contesto, è inteso come l'insieme isolante-assorbitore-vetro che, inserito nello specifico telaio di supporto, costituisce un elemento dell'intera batteria di pannelli solari.
<b>Telaio</b>	struttura in legno che funge da supporto strutturale e di contenimento per i pannelli solari. E' formato da un tavolato inferiore sul quale vengono ancorati dei listoni perimetrali sagomati e dei separatori longitudinali, sempre in legno, che fungono da distanziatori tra i vari pannelli.

## **INTRODUZIONE ALL'IMPIANTO SOLARE**

### **Uso dei collettori solari**

I pannelli solari vengono utilizzati solitamente per la preparazione di acqua calda sanitaria destinata ad essere usata per bagno, doccia, lavaggio stoviglie, ecc.

Anche il riscaldamento delle piscine è uno dei possibili utilizzi dei collettori solari, in quanto la maggiore offerta di energia solare estiva consente di riscaldare in breve tempo grandi masse d'acqua.

Nei mesi invernali il ricavo di energia termica attraverso i pannelli solari è ancora sufficiente per il preriscaldamento dell'acqua che dev'essere solo, per quanto necessario, ulteriormente riscaldata dalla caldaia o da altra fonte energetica.

Per avere a disposizione abbastanza acqua calda anche nei giorni poveri di sole, l'impianto dovrebbe essere dotato di grande serbatoio (sono consigliati 100 litri a persona).

L'isolazione del serbatoio è un altro fattore molto importante; un rivestimento adeguato consente infatti di perdere solamente pochi gradi centigradi (un paio circa) nelle 24 ore.

All'acqua calda sanitaria possono essere collegate anche le lavatrici e le lavastoviglie che sono grandi consumatrici di acqua calda e di energia elettrica (utilizzata in grande quantità proprio per il riscaldamento dell'acqua). Gli elettrodomestici devono però essere predisposti per l'entrata diretta di acqua calda. In questo caso i vantaggi sono molteplici: sensibile risparmio di energia elettrica, diminuzione drastica dei tempi di lavaggio, minor usura degli elettrodomestici.

### **Collettori solari e riscaldamento dei locali**

I collettori solari possono essere utilizzati anche per il riscaldamento dei locali. In questo caso è necessario utilizzare il calore in esubero immagazzinato durante l'estate, attraverso un vaso di accumulo di elevata capacità, per la stagione invernale.

La premessa per tale sistema di riscaldamento è tuttavia un edificio ben isolato (a basso consumo energetico) che necessita di poco calore per equilibrare le inevitabili perdite. Per regola viene concepito un riscaldamento d'ambiente "parzialmente solare" che viene sostenuto da un'altra fonte energetica (caldaia, termocucina o altro).

Nonostante tutto sono ancora necessari, a seconda della superficie e del comportamento dell'utilizzatore, superfici di pannelli elevate e volume del vaso di accumulo di diverse migliaia di litri; in questo caso è necessario un accurato dimensionamento dell'impianto da parte di un termotecnico.

Come sistema di cessione del calore, il riscaldamento parziale solare richiede un funzionamento dell'impianto di riscaldamento a bassa temperatura così come previsto negli impianti di riscaldamento a pavimento od a parete dove la temperatura dell'acqua calda si aggira intorno ai 30°C.

## I PANNELLI SOLARI AUTOCOISTRUITI LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

---

### **Posizionamento dei pannelli solari**

Normalmente i pannelli solari vengono montati sul tetto "a falda" con inserimento (non sovramontaggio) direttamente nel tetto – in sostituzione del manto di copertura - consentendo la migliore soluzione dal punto di vista estetico e paesaggistico.

Se l'orientamento o l'inclinazione del tetto non è favorevole per il montaggio di pannelli, questi possono essere collocati vicino all'edificio su dei supporti adatti. In ogni caso è importante che la distanza tra il pannello solare ed il serbatoio (bollitore) sia la minore possibile, che le tubature siano ben isolate (minimo 3 cm.) e che i collettori e le tubazioni siano agevolmente raggiungibili per eventuali riparazioni dopo il montaggio. Una attenta isolamento è più che mai necessaria in quanto, a differenza del tetto dove pannelli e tubature sono inseriti in una struttura già di per sé isolata, la perdita di calore potrebbe essere sensibile.

In sintesi va detto che grandi divergenze dalla inclinazione ideale o orientamento verso sud vengono corrette da un maggiore dimensionamento della superficie di pannelli (come spiegato più avanti). Un collettore autocostruito costa sempre meno che sistemi di fissaggio sul tetto che correggono l'inclinazione o dispositivi di orientamento verso il sole realizzabili solo con notevoli spese.

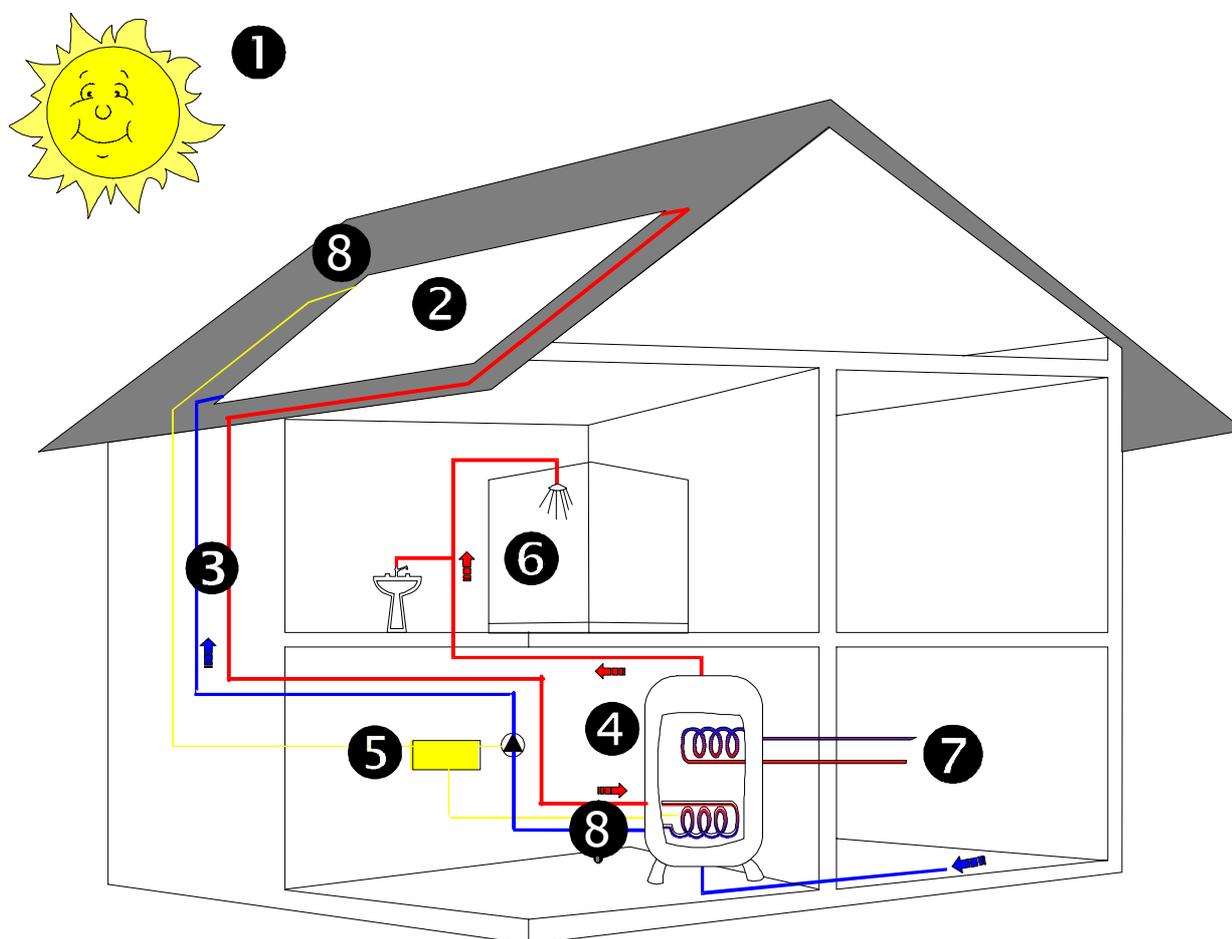
In sintesi, se si può è preferibile installare i pannelli solari direttamente nel tetto; in alternativa il posizionamento a terra funziona altrettanto bene pur comportando la realizzazione e messa in opera delle necessarie strutture di supporto e di un'adeguata isolamento termica.

## DESCRIZIONE IMPIANTO GENERALE

Da milioni di anni, e ancora per milioni di anni, il sole ha irradiato ed irraderà sulla Terra enormi quantità di energia; basti pensare che, in un anno, l'energia solare che raggiunge il suolo è pari a circa 178.000 milioni di milioni di Watt che corrispondono a 10.000 volte l'attuale consumo di energia da parte dell'intera umanità.

Una delle caratteristiche peculiari di tale energia, rispetto ad esempio all'energia elettrica o all'utilizzo dei combustibili fossili, è quella di essere decentralizzata ovvero disponibile sul luogo dove viene utilizzata.

La Figura 1 mostra, in maniera molto sintetica, la costituzione di un impianto per la produzione e la distribuzione dell'acqua calda sanitaria.



*Figura 1 – Impianto generale*

- |          |                          |          |                             |
|----------|--------------------------|----------|-----------------------------|
| <b>1</b> | Energia solare irradiata | <b>5</b> | Centralina elettronica      |
| <b>2</b> | Collettore solare        | <b>6</b> | Acqua calda                 |
| <b>3</b> | Andata/ritorno primario  | <b>7</b> | Riscaldamento complementare |
| <b>4</b> | Bollitore                | <b>8</b> | Sonde temperatura           |

## I PANNELLI SOLARI AUTOCOISTRUITI LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

L'energia solare irradiata dal sole (❶) viene in parte assorbita dalla batteria di collettori solari (❷) installati sul tetto dell'abitazione.

Nella batteria di collettori solari giunge, attraverso l'impianto idraulico (❸), il fluido termovettore freddo che, passando nelle serpentine dell'assorbitore, si riscalda e attraverso una pompa viene riportato all'interno del bollitore (❹) dove cede calore all'acqua calda sanitaria.

Il controllo dell'intero impianto è gestito da un'apposita centralina elettronica (❺) che attiva l'impianto in presenza di condizioni favorevoli di temperatura, misurate attraverso un sistema di sonde (❻) posizionate sia nel bollitore che sui pannelli solari.

L'acqua calda sanitaria così prodotta (❻) può essere utilizzata all'interno dell'abitazione.

In caso di maltempo prolungato e nel periodo invernale, può essere necessario l'utilizzo di un'altra sorgente di calore supplementare (❼) per raggiungere la temperatura desiderata all'interno del bollitore.

### Descrizione dettagliata dell'impianto

La Figura 2 illustra più in dettaglio la composizione ed il funzionamento dell'impianto.

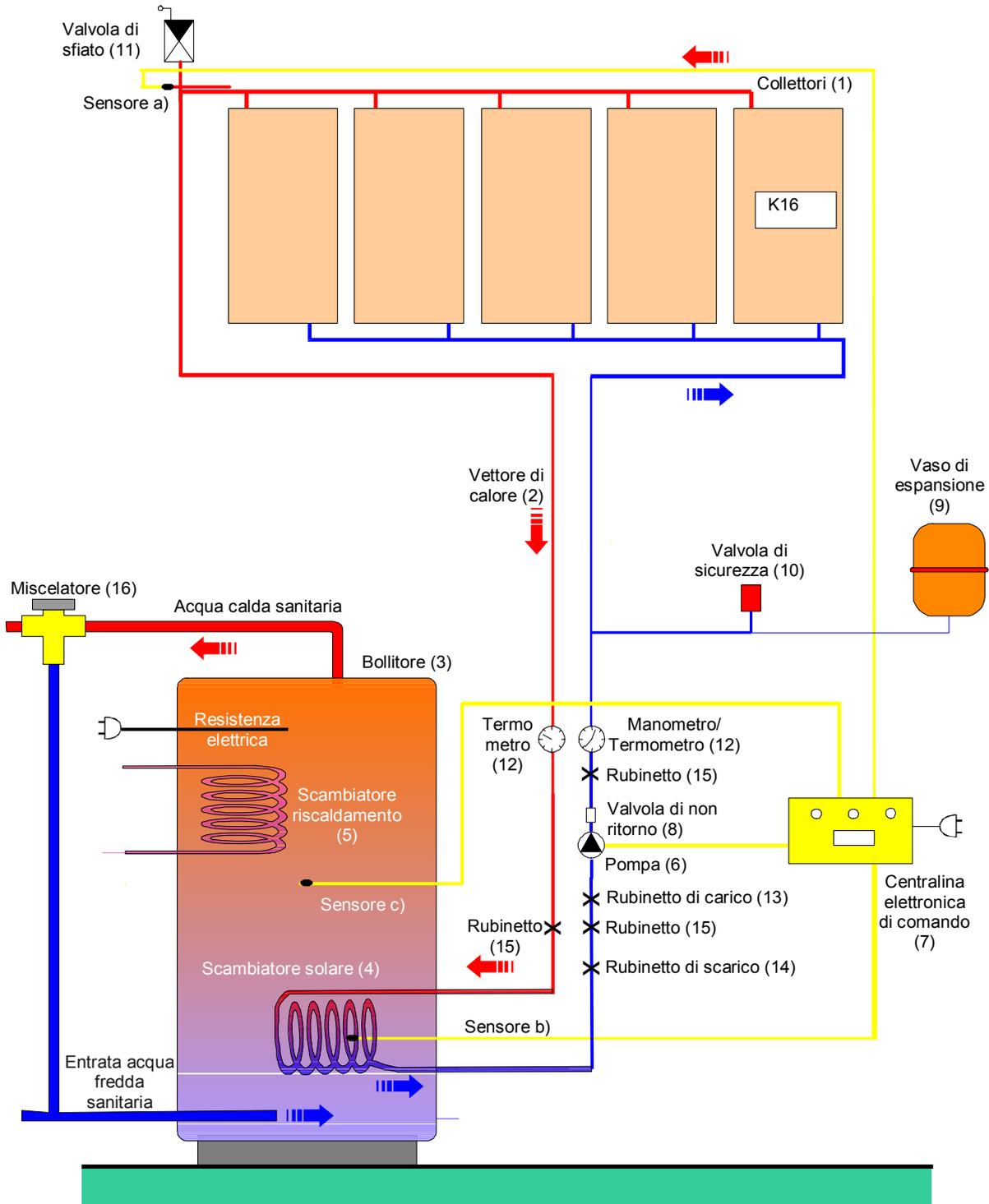
L'energia solare irradiata viene trasformata in calore nel collettore (1). Questo calore riscalda un fluido antigelo contenuto nelle tubature (2) e da questo viene trasportato in un bollitore/serbatoio (3). Qui - attraverso uno scambiatore termico - il calore viene ceduto all'acqua sanitaria e quindi utilizzato. Il bollitore termico deve essere correttamente dimensionato, in modo da permettere di avere sempre una scorta di acqua calda per più giorni.

La presenza di un impianto di riscaldamento complementare (es. caldaia a gas o a gasolio, termocucina, resistenza elettrica), permetterà di avere a disposizione acqua calda sanitaria anche in periodi di maltempo continuato o durante la stagione invernale. Si fa comunque presente che, anche in caso di cielo leggermente coperto o in inverno, i pannelli solari funzionano ugualmente anche se non arrivano al rendimento massimo; l'impianto di riscaldamento complementare entrerà in funzione per integrare unicamente la parte di energia termica non fornita dai pannelli.

Passando nello scambiatore di calore del bollitore, il liquido vettore si raffredda cedendo calore all'acqua calda sanitaria e ritorna quindi al collettore posto sul tetto. Nella maggior parte dei casi il liquido viene sospinto da una pompa (6). Un'apparecchiatura di comando, la centralina elettronica (7), fa sì che la pompa sia azionata solamente quando la temperatura dell'acqua nel collettore è superiore alla temperatura dell'acqua presente nel bollitore (temperature rilevate con appositi sensori). In caso di arresto dell'impianto, la valvola di non ritorno (8) impedisce il riflusso in alto del liquido caldo verso il collettore freddo causato dalla gravità, p.e. durante la notte. Si consiglia di installare un sifone di circa 30 cm di altezza sul tubo di ritorno al bollitore per ovviare ad eventuali perdite o malfunzionamenti della valvola di non ritorno.

Attraverso il vaso d'espansione (9), la pressione dell'impianto viene tenuta stabile e le variazioni del volume dovute alla dilatazione del fluido termovettore vengono compensate. La misura standard per l'impianto autocostruito di una casa monofamiliare è di circa 18-25 litri.

## Schema di un impianto solare K16



*Figura 2 – Schema impianto solare*

## I PANNELLI SOLARI AUTOCOISTRUITI LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

Una valvola di sicurezza (10) fa sì che in caso di alta pressione nelle tubature (a causa di temperature troppo elevate) il liquido in eccesso possa fuoriuscire in un contenitore apposito e successivamente essere recuperato e rimesso in circolo. La valvola di sicurezza deve aprirsi con una pressione di 6,0 Bar.

### **PROPOSTA KOSMÒS:**

- pressione iniziale a freddo = 1,8 Bar
- pressione vaso di espansione 2,5 Bar
- Pressione massima impianto = 3,0 Bar
- Pressione valvola di sicurezza = 6,0 Bar
- Pressione di esercizio < 2,5 Bar

Una valvola automatica o manuale di sfiato (11) va installata sul punto più alto delle tubature, dopo l'ultimo collettore, in modo che l'aria presente nelle tubature possa fuoriuscire.

La valvola deve infatti eliminare le piccole bolle d'aria che si formano durante il riempimento dell'impianto ed il successivo esercizio. L'aria accumulata diventa un problema quando, raccogliendosi nei punti più alti dell'impianto, può bloccare completamente il passaggio dell'acqua. Sono oggi in commercio diversi tipi di valvole di sfiato; la soluzione più economica e allo stesso tempo efficace è la valvola di sfiato manuale (del tipo installato su molti radiatori).

**N.B. In caso di acquisto del gruppo bollitore-pompa-centralina proposto da Kosmòs, tale accorgimento non è necessario in quanto lo sfiato automatico è integrato direttamente nel gruppo pompa.**

Due termometri ed un manometro (12) posti nelle tubature di flusso e riflusso fanno parte della dotazione di base dell'impianto. Con questi si può leggere direttamente la temperatura del fluido che va al collettore e la stessa può essere confrontata con la temperatura del fluido proveniente dai pannelli solari. Per mezzo del manometro è inoltre possibile conoscere la pressione del sistema, per cui un'eventuale perdita di fluido può essere velocemente segnalata.

Attraverso il rubinetto di carico (13) e quello di scarico (14) l'impianto può essere riempito ed assistito. I tre rubinetti di bloccaggio (15) consentono sia il carico che uno smontaggio selettivo della rubinetteria.

I rubinetti di bloccaggio servono per interrompere la circolazione nel caso si dovessero effettuare delle riparazioni, senza la necessità di dover svuotare l'intero sistema.

Per esempio il primo rubinetto viene montato tra quello di riempimento e quello di scarico per poter chiudere il circuito tra i due fino al riempimento del fluido termovettore.

Il secondo rubinetto viene montato nel tubo di ritorno (direzione bollitore-collettore) sopra il gruppo pompa e prima della diramazione verso la valvola di sicurezza.

## I PANNELLI SOLARI AUTOCOISTRUITI LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

Il terzo rubinetto viene montato sul tubo di portata poco prima dello scambiatore di calore. In questa maniera possono essere sostituiti sia il bollitore che lo scambiatore di calore senza dover svuotare l'intero impianto.



**Attenzione!** I rubinetti non devono assolutamente separare il collettore dai dispositivi di sicurezza (valvole di sicurezza e vaso di espansione) e vanno conseguentemente inseriti prima della diramazione verso tali dispositivi.

La valvola di non ritorno (8) evita che il liquido possa scorrere nella direzione inversa. Ciò è possibile quando la pompa è spenta e la temperatura nello scambiatore di calore è superiore alla temperatura del fluido contenuto nei collettori (ad esempio di notte o nelle giornate piovose). Per effetto della differenza di densità, l'acqua calda tende naturalmente a fluire verso l'alto. Questo viene evitato con la valvola di non ritorno. Posizionando un piccolo sifone sul bollitore si ottiene lo stesso risultato. Per garantire una lunga durata della pompa, è consigliabile il montaggio di un adeguato commutatore di protezione del motore.

La centralina elettronica di comando (7) è il cervello dell'impianto solare; serve per attivare la pompa che mette in moto il fluido termovettore solo quando la temperatura del liquido nei collettori è superiore a quella dell'acqua nel bollitore. Le temperature in questione si misurano attraverso appositi sensori (termosonde) collocati sul punto più alto dei pannelli (sensore "a") e nel bollitore (sensori "b" e "c").

Normalmente è sufficiente una centralina elettronica piuttosto semplice. Esistono in commercio vari modelli tra cui quelli con indicazione digitale, varie funzioni di lettura, possibilità di collegamento a più bollitore, gestione di più termosonde, ecc.

Le principali caratteristiche della centralina elettronica di comando sono:

- Limitazione della temperatura massima nel bollitore
- Regolizzazione del delta termico tra collettore e bollitore
- Possibilità di azionamento manuale della pompa
- Spie di controllo del corretto funzionamento.

La centralina elettronica di controllo non deve essere collegata direttamente alla rete elettrica, ma deve essere connessa tramite una spina o interruttore per permetterne la disattivazione nel caso di interventi sul bollitore o sull'impianto.

I sensori di temperatura (o termosonde) vengono solitamente forniti insieme alla centralina elettronica di comando in quanto devono essere tarati reciprocamente.

Il compito dei sensori è quello di rilevare la temperatura e di inviare tale dato alla centralina elettronica di comando.

I sensori per il bollitore sono solitamente inseriti in guscio a immersione di acciaio inossidabile, ottone cromato o rame.

Il sensore "a", dovendo registrare la temperatura più alta del circuito, va collocato sul punto più alto in prossimità all'uscita dell'acqua calda dell'ultimo collettore (vedere fase n. 7 "Saldatura collettore solare/tubi di raccordo" nel Manuale "Installazione e manutenzione").

## I PANNELLI SOLARI AUTOCOISTRUITI LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO

Passiamo ora al bollitore (o serbatoio). Il bollitore per la raccolta dell'acqua calda è, assieme ai pannelli, una delle parti fondamentali di un impianto solare.

La giusta scelta e dimensionamento del bollitore sono essenziali per consentire un corretto accumulo di acqua calda da utilizzarsi anche per più giornate.

Di seguito viene descritto il tipo di bollitore più diffuso, ovvero un serbatoio verticale con scambiatori di calore interni.

I bollitori verticali hanno il vantaggio che il fluido termovettore riscaldato dal sole viene immesso – tramite un'apposita serpentina utilizzata come scambiatore termico - nel punto più basso. L'acqua sanitaria si riscalda e tende naturalmente a salire a causa della differenza di densità raccogliendosi nella parte superiore del bollitore. Nel bollitore viene così a formarsi una stratificazione di temperatura dell'acqua sanitaria dal basso verso l'alto.

In commercio esistono bollitori di caratteristiche, strutture e materiali molto diversi.

Ne esistono anche in acciaio vetrificato e in materiali sintetici. I bollitori sono soggetti alla corrosione in caso di piccoli danneggiamenti; i fenomeni corrosivi possono essere tenuti sotto controllo attraverso un apposito anodo sacrificale montato direttamente nel corpo del bollitore.

I bollitori in materiale sintetico sono utilizzati raramente nonostante l'economicità.

Per la trasmissione di calore si utilizzano solitamente degli scambiatori posizionati all'interno del bollitore e costituiti da serpentine metalliche di sezione circolare o ellittica.

Gli scambiatori in acciaio inox sono meno soggetti a depositi calcarei, ma risultano però considerevolmente più cari.

L'isolazione nel caso di serbatoi vetrificati è solitamente di schiuma sintetica in Poliuretano di almeno 6 cm. Nei bollitori di acciaio inossidabile l'isolazione viene normalmente realizzata con schiuma sintetica soffice sempre di Poliuretano di almeno 10 cm.



**Attenzione!** Sono in commercio diversi tipi di bollitori di considerevoli differenze di qualità e prezzo. Essendo nell'autocostruzione proprio il bollitore l'investimento più oneroso c'è da valutare un buon rapporto prezzo-rendimento. Informatevi e chiedete diversi preventivi. Il bollitore più costoso non sempre è il migliore!

Tutte le tubature ed il bollitore devono essere bene isolate per evitare sprechi inutili (da 1 a 2 cm di isolante – adatti alle temperature fino a 200°C - per le tubature, da 5 a 8 cm per il bollitore). **N.B.** Una buona isolazione è **fondamentale** per la resa dell'intero impianto solare.

Inoltre è consigliabile installare un miscelatore (16) in uscita dal bollitore per evitare che si raggiungano inutilmente temperature elevate al rubinetto domestico.

Si consiglia, dove possibile, di installare il bollitore nella vicinanza dei collettori solari perché le temperature in gioco sono più elevate che non nell'impianto domestico tradizionale e quindi le perdite di calore nel trasporto dell'acqua possono essere sensibili. Dove non sia possibile, si dovrà prevedere una maggiore isolazione delle tubature che vanno dal pannello al bollitore.



### **Nota per l'idraulico**

**Non bisogna assolutamente impiegare materiali zincati nel circuito solare se si usa una miscela di acqua e glicole come fluido termovettore.**

Con alcuni giorni di scarsa irradiazione solare, o nel periodo invernale, l'energia necessaria per la fornitura di acqua calda non riesce ad essere totalmente prodotta dall'impianto solare e pertanto è necessario integrare l'impianto con una fonte di riscaldamento supplementare. Questo riscaldamento aggiuntivo ha lo scopo di elevare alla temperatura minima desiderata (es. 45°C) l'acqua sanitaria già pre-riscaldata dall'impianto solare. Questo procedimento può essere regolato in modo ottimale direttamente tramite la centralina elettronica di comando dell'impianto solare.

E' importante che il riscaldamento supplementare consenta il preriscaldamento tramite i collettori solari e fornisca solo la differenza di calore mancante per raggiungere la temperatura desiderata.

A questo scopo lo scambiatore di calore del circuito solare è da inserire nel punto più freddo del bollitore (in basso) e quello relativo al riscaldamento supplementare va collocato nella parte superiore dell'impianto consentendo di riscaldare solo la quantità di acqua già preriscaldata dall'impianto solare e raccoltasi in alto. Ciò determina il grado di efficienza ottimale dell'impianto solare.

Come riscaldamento supplementare sono utilizzati i seguenti sistemi: gasolio, gas, legna o trucioli (pallet), resistenza elettrica, ecc. (specialmente con la resistenza elettrica – dato l'elevato consumo energetico che ne deriva - è opportuno che vengano riscaldati solo i 100 litri in alto per coprire unicamente la momentanea necessità di acqua calda.

## **ESEMPI DI REALIZZAZIONI**

Di seguito si riportano alcuni esempi di installazione dei pannelli solari K16.



Residence – 25,2 m<sup>2</sup> di pannelli

Da notare come i pannelli siano stati messi anche intorno al lucernario.



Villetta monofamiliare – 11,2 m<sup>2</sup> di pannelli



Villetta monofamiliare – 9,8m<sup>2</sup> di pannelli



Abitazione – 9,8 m<sup>2</sup> di pannelli

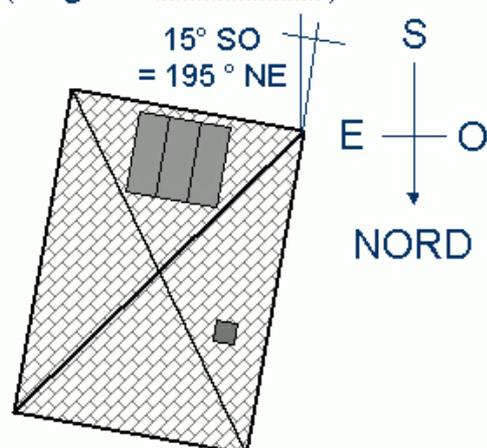
## ORIENTAMENTO ED INCLINAZIONE

Parametri importanti per il dimensionamento di ogni singolo impianto sono l'orientamento dei collettori e la loro inclinazione. Nell'eventualità in cui sia inevitabile un'elevata divergenza dall'orientamento o dal grado d'inclinazione ideali, si dovrà sopperire al decremento di rendita dimensionando l'impianto in modo adeguato.

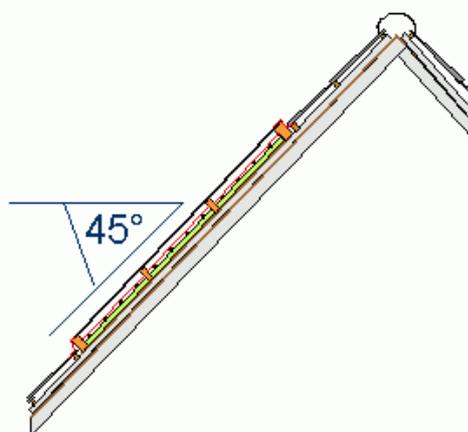
L'orientamento ottimale, per i collettori solari, è quello in cui la superficie captante è rivolta verso sud. Uno scostamento nell'orientamento dei collettori fino a  $30^\circ$  verso est o verso ovest è comunque poco significativo. Con un orientamento di  $30^\circ$  la ricezione dei raggi diminuisce circa del 10%; poco di più con uno scostamento di  $45^\circ$  circa.

Nell'impossibilità di installare i pannelli solari a sud, è consigliabile rivolgerli verso ovest piuttosto che verso est, in quanto al pomeriggio la temperatura esterna è più elevata (maggior resa dei pannelli) e normalmente i consumi di acqua calda sono maggiori la sera e la mattina successiva.

### Orientamento (angolo azimutale)



### Inclinazione (angolo con l'orizzonte)



L'inclinazione ottimale dei collettori è quella che li rende perpendicolari al raggio di sole incidente. Di conseguenza è differente a seconda della stagione, in quanto il sole, d'estate, è più alto rispetto all'orizzonte che d'inverno. Con un orientamento verso

sud ed una inclinazione tra i  $20^\circ$  e  $30^\circ$  della superficie captante rispetto al terreno, durante il semestre estivo, si avrà il maggior guadagno energetico. Durante i mesi invernali l'angolo ottimale con l'orizzonte è invece di circa  $68^\circ$ , perché alla nostra latitudine, alle ore 12.00 del 21 dicembre, i raggi solari colpiscono la terra con un'inclinazione di  $22^\circ$ .

Con un'inclinazione compresa tra i  $40^\circ$  e i  $45^\circ$  si potrà quindi avere un tempo di sfruttamento più lungo e ottimale possibile, pervenendo ad una mediazione tra le inclinazioni ideali estive e invernali. D'estate si avrà comunque un'eccedenza di energia solare e quindi il minor grado di efficienza potrà essere accettato, in cambio di uno maggiore nei periodi primaverili e autunnali.

Si deve inoltre tenere presente che l'inclinazione dei tetti negli edifici tradizionali trentini varia tra i  $19^\circ$  e i  $24^\circ$  (35% e 45%) e che, con Delibera della Giunta Provinciale n. 1835 del 20 luglio 2001, i pannelli solari dovranno essere adagiati completamente sulle falde del tetto evitando di far loro assumere pendenze e orientamenti diversi, disposti in modo ordinato e

**I PANNELLI SOLARI AUTOCOSTRUITI  
LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO**

compatto, scegliendo le falde meno esposte alla vista comprese in un orientamento di più o meno 45° dal sud, oppure dovranno essere inseriti nell'architettura dell'edificio fin dal suo progetto iniziale, prevedendo pareti inclinate o superfici continue (o comunque collocati su supporti idonei a fianco dell'edificio).

Nella tabella successiva, fornita dall'Istituto di ricerca "Ambiente Italia", si riporta il rendimento (valore massimo = 1) dei collettori solari in funzione dell'orientamento rispetto al sud (angolo azimutale) e rispetto all'angolo con l'orizzonte (inclinazione).

A seconda dei due valori relativi al posizionamento dei collettori solari, se ne ricava il rendimento. Il numero di collettori solari da utilizzare va quindi calcolato dividendo il numero di collettori teorici necessari a seconda del numero di utenti da servire, per il rendimento trovato.

Ad esempio, se fossero necessari 5 pannelli solari, disponendo di un orientamento di 45° ed un'inclinazione di 60° ottengo un fattore correttivo di 0,90.

$$5 / 0,90 = 5,56$$

In questo caso, per sopperire all'orientamento ed all'inclinazione non del tutto favorevoli, dovrei installare 5,56 collettori solari; in pratica installando un collettore solare in più rispetto a quelli previsti ho più che sopperito alla non ottimale esposizione dei pannelli.

Orientamento SUD = 0° E/O = 90°	Angolo di inclinazione						
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
0°	0.89	0.97	1.00	0.99	0.93	0.83	0.69
15°	0.89	0.96	1.00	0.98	0.93	0.83	0.69
30°	0.89	0.96	0.99	0.97	0.92	0.82	0.70
45°	0.89	0.94	0.97	0.95	0.90	0.81	0.70
60°	0.89	0.93	0.94	0.92	0.87	0.79	0.69
75°	0.89	0.91	0.91	0.88	0.83	0.76	0.66
90°	0.89	0.88	0.87	0.83	0.78	0.71	0.62

*Fonte: Impianti solari termici – Manuale per la progettazione e costruzione – Ambiente Italia – Versione 2.0 – Gennaio 2002*

In considerazione di quanto sopra detto, può essere utilizzato lo schema semplificato di seguito riportato.

## **DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO**

### **Consumo di acqua calda**

Per il dimensionamento dell'impianto è estremamente importante conoscere il fabbisogno domestico di acqua calda, quanto più esattamente possibile. Il seguente prospetto dà un'indicazione dei quantitativi di acqua calda necessari per diversi impieghi. Se ne deduce che una persona consuma in media circa 50 litri d'acqua calda al giorno, quindi una famiglia composta da quattro persone avrà indicativamente una necessità giornaliera di 200 litri di acqua calda.

### **Calcolo del consumo dell'acqua calda**

<b>Disposizioni</b>	<b>Consumo</b>	<b>Temperatura necessaria dell'acqua</b>
1 lavaggio delle mani	3 -5 litri	40°C
1 bagno	80 litri	40°C
1 doccia	30 - 45 litri	40°C
1 lavaggio dei capelli	10 - 15 litri	40°C
1 lavaggio delle stoviglie	15 - 20 litri	50°C

### **Il volume del bollitore**

Una volta riusciti a determinare il fabbisogno giornaliero di acqua calda, è possibile stabilire il volume di capacità del bollitore, che dovrebbe ammontare a due/tre volte il fabbisogno giornaliero per poter accumulare l'eccesso di acqua calda che verrà utilizzata durante le giornate cupe e piovose. Durante le giornate di sole, infatti, l'impianto produce più energia di quanta ne venga consumata; questa energia in eccesso è in grado di scaldare dell'acqua supplementare e dunque di fornire calore durante le giornate povere di rendita.

### **La superficie del collettore solare**

Fondamentale è il dimensionamento della superficie captante del collettore che deve almeno fornire l'energia necessaria per scaldare giornalmente, ad un minimo di 45° C, l'acqua fredda presente nel bollitore.

Il dimensionamento si differenzia tra i vari tipi di collettori in base al diverso grado di efficienza che, in ogni caso, non è costante, ma segue una linea di rendimento che dipende da molti fattori. Solamente se si conoscono i molteplici fattori in gioco (es. orientamento, inclinazione e superficie dei collettori solari, temperatura esterna media, isolamento tubature, lunghezza tubature) è possibile indicare – e solo per il caso specifico - il grado d'efficienza.

La regola empirica, collaudata da oltre un decennio di esperienza in Alto Adige ed all'estero, suggerisce di installare all'incirca 1,5 m<sup>2</sup> di superficie captante di pannelli "autocostruiti" a

persona. Questa scelta, abbinata ad un bollitore di opportuna capacità, assicura la fornitura di acqua calda sanitaria per più giorni anche in caso di cielo coperto o di maltempo.

### **Calcolo del volume del bollitore e delle dimensioni per il collettore autocostruito K16**

<b>Persone</b>	<b>Volume del bollitore</b>	<b>Superficie del collettore</b>	<b>Collettori autocostruiti</b>
<b>1</b>	100 litri	Circa 1,5 m <sup>2</sup>	1
<b>4</b>	400/500 litri	Circa 6 m <sup>2</sup>	4/5
<b>8</b>	800 litri	Circa 12 m <sup>2</sup>	8

### **Scambiatore di calore e sezione delle tubature**

È bene prestare molta attenzione al dimensionamento dello scambiatore di calore visto che questo è fondamentale per l'efficienza dell'impianto. La seguente regola ci offre un criterio di massima: ¼ di superficie di collettore in caso di scambiatore a piastra in acciaio inox e 1/3 di superficie di collettore in caso di scambiatore a coste di rame o scambiatore a serpentina in acciaio.

Per garantire un flusso ottimale attraverso i collettori, le tubature di afflusso devono essere adeguatamente dimensionate in relazione alla superficie captante. Fino a 10 m<sup>2</sup> di collettori autocostruiti si può utilizzare un tubo da Ø 18 mm, oltre i 10 m<sup>2</sup> è consigliabile un tubo da Ø 22 mm. In caso di elevate distanze pannelli-bollitore, può essere utile usare un tubo con Ø 22 mm anche per superfici del collettore di 6 - 7,5 m<sup>2</sup>.

<b>Superficie del collettore</b>	<b>Volume del bollitore</b>	<b>Scambiatore solare</b>	<b>Sezione della tubatura (Ø)</b>
6 - 7,5 m <sup>2</sup>	400 litri	1,8 m <sup>2</sup>	18 mm
9 -12 m <sup>2</sup>	500 litri	2,5 m <sup>2</sup>	22 mm
12 -15 m <sup>2</sup>	800 litri	3,6 m <sup>2</sup>	22 mm

### **Il serbatoio d'espansione**

Il serbatoio d'espansione serve per compensare la variazione di volume/pressione causata dalle variazioni termiche all'interno del circuito solare.

Per un impianto standard (cinque pannelli solari) si consiglia un serbatoio d'espansione di 18 litri; per impianti maggiori, consultate il Vs idraulico di fiducia.

## SISTEMI E COLLEGAMENTI

### Collettore K16

L'assorbitore è composto da 2 lamiere di rame di spessore 0,2 mm accostate verticalmente, sulle quali viene saldata una serpentina tubolare, sempre in rame Ø esterno 10 mm. Dopo la saldatura e la pulitura, la lamiera dell'assorbitore viene coperta da una vernice solare speciale.

A causa del piccolo diametro del tubo in rame (10 mm), il collettore K16 non è idoneo ad essere installato per il funzionamento a convezione naturale; il liquido circolante va quindi mosso da una pompa.

Il collettore K16 deve sempre essere montato in verticale (vedi illustrazione a lato), con i pannelli innestati in parallelo. Può essere scelta una quantità qualsiasi di collettori.

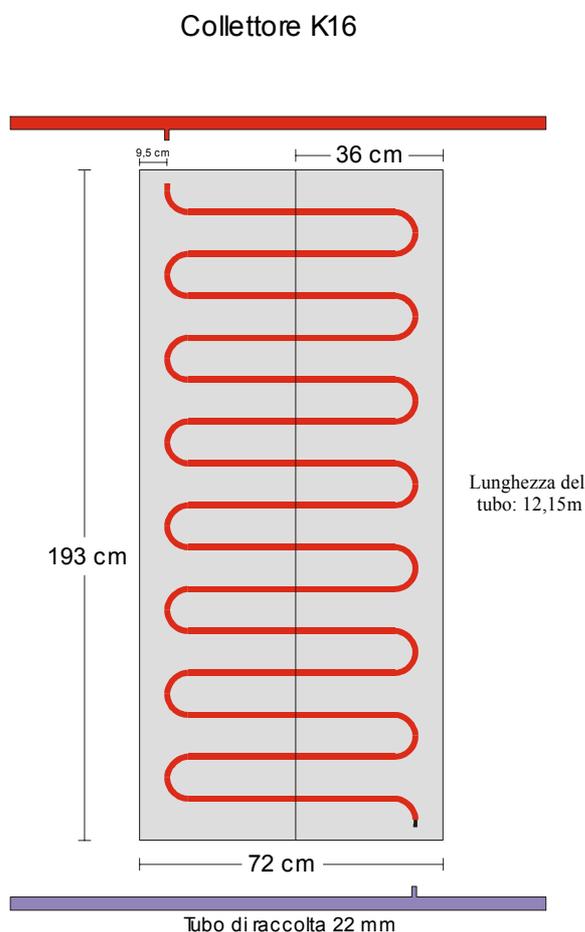


Figura 3 - Misure del collettore K16

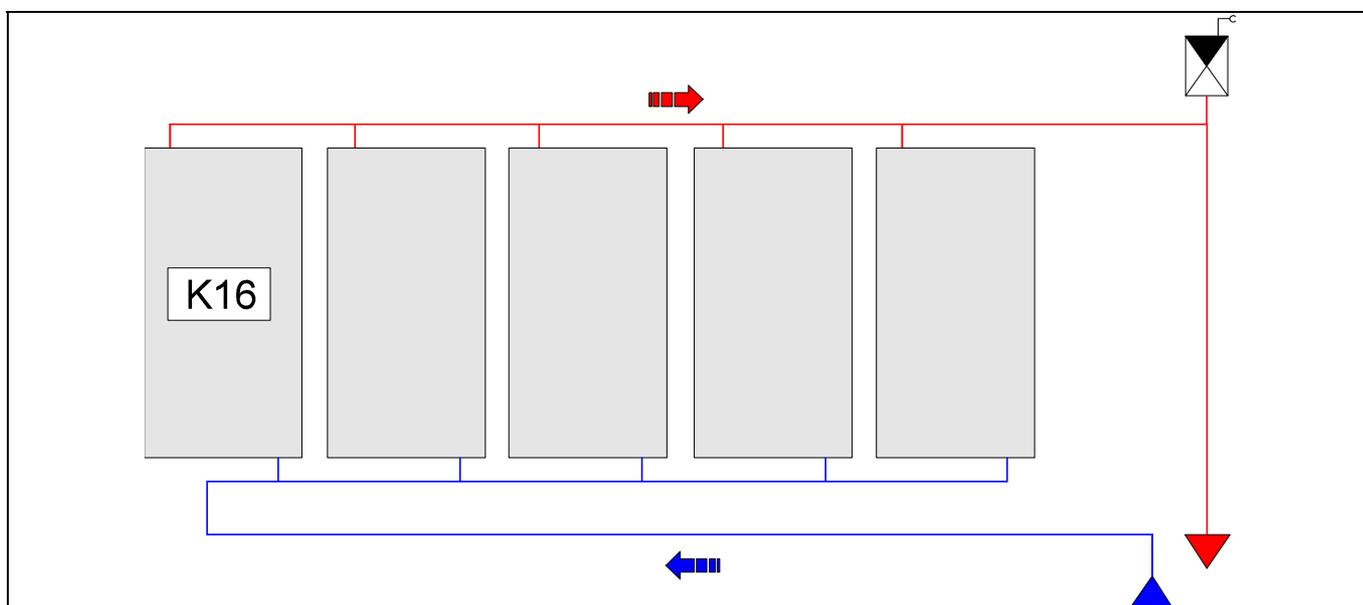
**Nota Bene:**

Di seguito sono riportati alcuni schemi di collegamento dei collettori per le combinazioni più utilizzate.



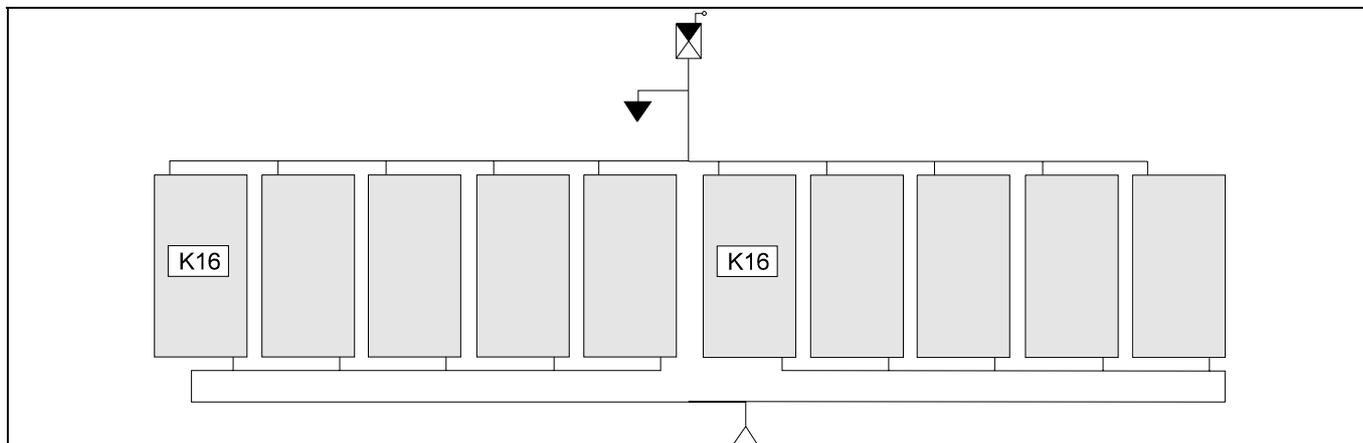
In tutti gli schemi viene riportato anche lo sfiato di sicurezza da posizionarsi nel punto più alto dell'impianto che permette, nella fase di riempimento dell'impianto, di sfiatare i pannelli.

Tale sfiato NON è necessario se viene montato anche il gruppo pompa e sicurezza proposti da Kosmòs in quanto viene fornito un apposito degasatore che provvede a sfiatare l'impianto all'occorrenza.

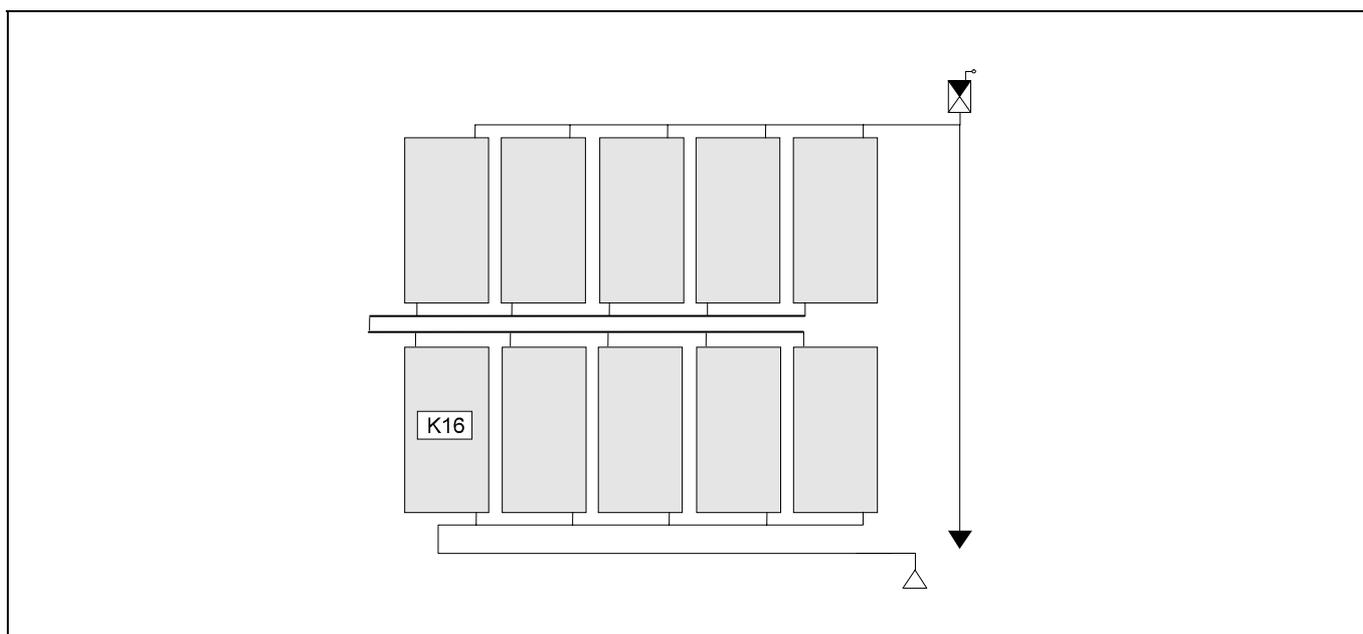


*Figura 4 - Collegamento dei collettori K16*

## Sistemi di collegamenti



*Figura 5 – collegamento di 10 pannelli solari in due batterie affiancate*



*Figura 6 – Collegamento di dieci pannelli solari in due batterie sovrapposte*

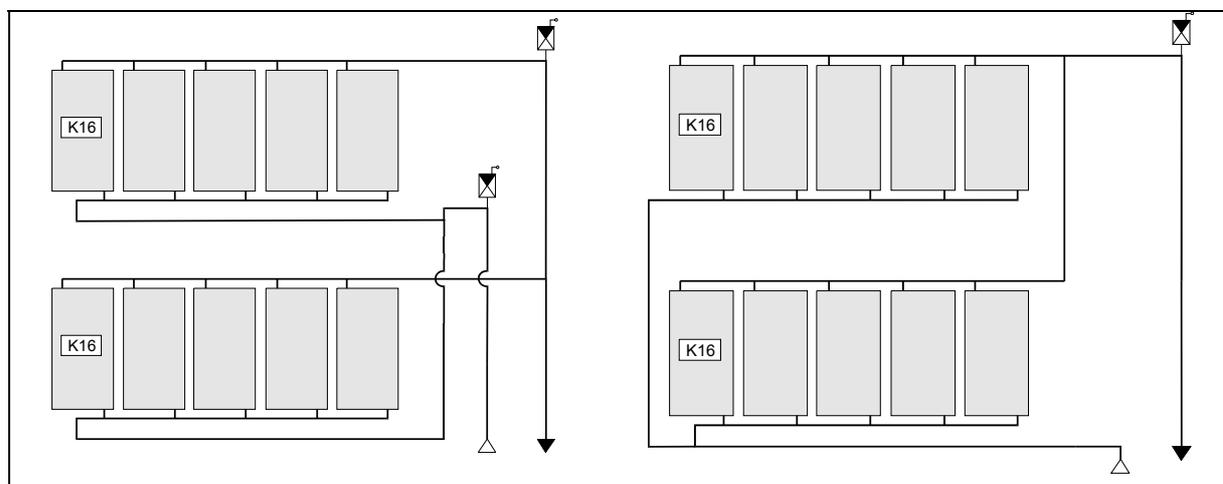


Figura 7 – Collegamento di venti pannelli solari

### Il compenso di dilatazione

Dato che la dilatazione del rame durante il riscaldamento non è irrilevante (1,7 mm/metro lineare con una variazione di temperatura di 100°C), ai tubi più lunghi bisogna dare una possibilità di dilatazione, altrimenti, a causa della tensione, si possono creare delle crepe nelle tubature o nei raccordi, così come nei punti di giunzione. Per evitare questo c'è la possibilità di installare un compensatore di dilatazioni (tubature ermetiche fuse) oppure un giunto (o curva) di dilatazione.

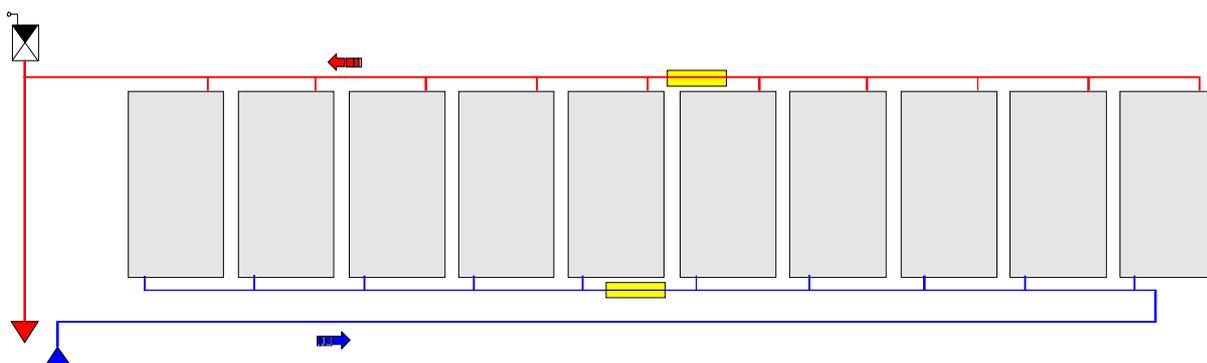


Figura 8 – Compenso di dilatazione

## RESA ENERGETICA DEI PANNELLI AUTOCOISTRUITI K 16

La resa energetica dell'impianto a pannelli solari autocostruiti dipende da una serie di fattori di seguito elencati:

- Situazione climatica della località
- Condizioni di irraggiamento del luogo specifico di installazione
- Rendimento energetico del collettore
- Capacità di trasporto energetico del liquido termovettore
- Serbatoio dell'acqua calda (volume e coibentazione)
- Isolazione termica delle tubazioni di collegamento tra pannelli e bollitore
- Isolazione generale dell'impianto di distribuzione dell'acqua calda nell'ambiente di utilizzo
- Utilizzo dell'acqua calda anche per servizi domestici diversi (lavastoviglie, lavatrice, ecc.)
- Presenza di miscelatori che limitano lo spreco di acqua calda
- Comportamento generale dell'utente servito.

Tutti gli elementi sopra esposti devono essere valutati dettagliatamente, se si vuole stabilire con precisione quale percentuale di fabbisogno di acqua calda si riesce a coprire tramite un impianto solare. Tuttavia, per effettuare un calcolo approssimativo circa la resa energetica dell'impianto si può procedere come segue.

***In condizioni di bel tempo***, la radiazione solare disponibile sulla superficie terrestre è mediamente pari a 800 Watt/m<sup>2</sup>. Ciò vale per una superficie piana, orientata ortogonalmente al fascio di luce incidente. Il rendimento energetico di un collettore solare autocostruito si assesta intorno al 40% nel periodo invernale e circa al 55% nel periodo estivo (e si può calcolare un rendimento intermedio, del 48%, in primavera e autunno). Poiché la superficie captante netta del collettore è di circa 1,40 m<sup>2</sup>, si può pervenire al rendimento medio di ciascun collettore installato.

Esempio:

Impianto di n° 5 collettori (7 m<sup>2</sup>), orientati a sud e inclinati di 25° rispetto al piano orizzontale  
(*Dati AFB – Bolzano*)

Stagione	Irraggiamento	Rendimento	Superficie captante	Potenza
Inverno	800 Watt/m <sup>2</sup>	40%	7,00 m <sup>2</sup>	2,24 Kilowatt
Primavera e autunno	800 Watt/m <sup>2</sup>	48%	7,00 m <sup>2</sup>	2,69 Kilowatt
Estate	800 Watt/m <sup>2</sup>	55%	7,00 m <sup>2</sup>	3,08 Kilowatt

**I PANNELLI SOLARI AUTOCOISTRUITI  
LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO**

Un impianto composto quindi da n° 5 collettori genera, nel periodo invernale, la potenza di 2,24 kW.

Per la funzionalità dell'impianto non è tuttavia determinante la sola potenza, bensì l'energia che si riesce a trasportare ed immagazzinare come accumulo di acqua calda nel bollitore. Ciò dipende essenzialmente dalle ore disponibili di irraggiamento nelle varie stagioni.

La tabella sottostante esemplifica la disponibilità di irraggiamento nei singoli mesi dell'anno e rispecchia la situazione media alle nostre latitudini, in presenza di rilievi montagnosi.

<b>Mese</b>	<b>Irraggiamento giornaliero</b>	<b>Potenza pannello</b>	<b>Produzione energetica giornaliera</b>	<b>Produzione energetica mensile</b>
Gennaio	3 ore	2,3 kW	6,9 kWh	213,9 kWh
Febbraio	3 ore	2,3 kW	6,9 kWh	213,9 kWh
Marzo	4 ore	2,7 kW	10,8 kWh	334,8 kWh
Aprile	6 ore	2,7 kW	16,2 kWh	486 kWh
Maggio	7 ore	2,7 kW	18,9 kWh	585,9 kWh
Giugno	8 ore	3,1 kW	24,8 kWh	744 kWh
Luglio	8 ore	3,1 kW	24,8 kWh	768,8 kWh
Agosto	7 ore	3,1 kW	21,7 kWh	672,7 kWh
Settembre	6 ore	2,7 kW	16,2 kWh	486 kWh
Ottobre	5 ore	2,7 kW	13,5 kWh	418,5 kWh
Novembre	4 ore	2,7 kW	10,8 kWh	324 kWh
Dicembre	3 ore	2,3 kW	6,9 kWh	213,9 kWh
<b>Annualmente</b>				<b>5.462,4 kWh</b>

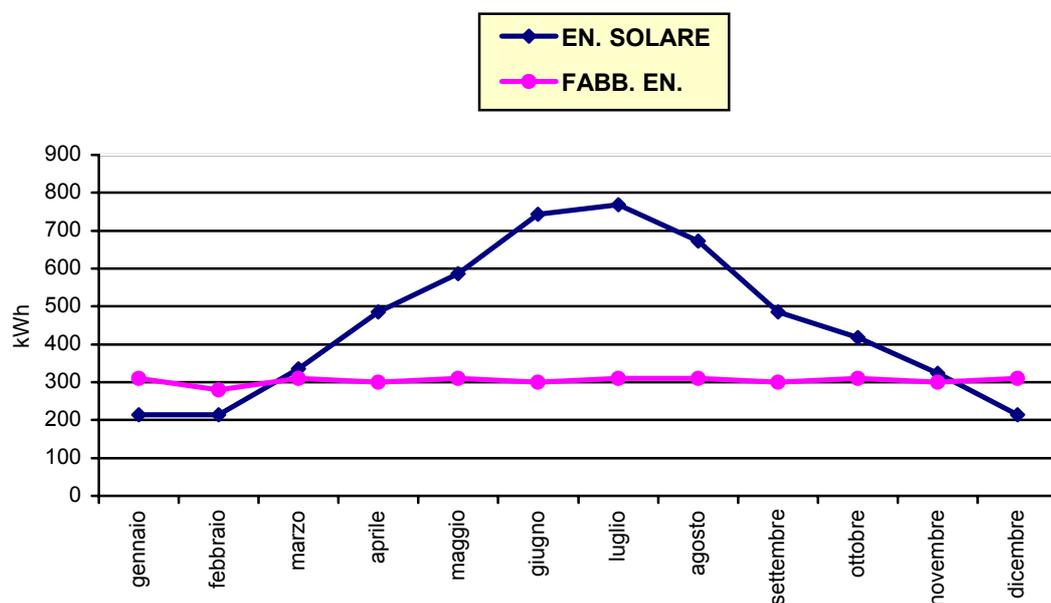
*Dati AFB - Bolzano*

Il fabbisogno energetico giornaliero pro capite, per il riscaldamento di acqua calda sanitaria, può essere considerato costante durante tutto l'anno e fissato in almeno 2,5 kWh, necessari per il riscaldamento di 50 litri di acqua sanitaria a circa 60°. Un nucleo familiare composto da 4 persone abbisogna quindi di una quantità di energia giornaliera di almeno 10,0 kWh. Nella stagione estiva, tuttavia, non è possibile utilizzare tutta l'energia prodotta dall'impianto a pannelli solari. Di conseguenza gli esuberanti dovranno essere detratti dalla effettiva produzione energetica disponibile.

La tabella seguente riporta la situazione di energia disponibile prodotta dall'impianto autocostruito e la richiesta di un nucleo familiare di 4 persone:

**I PANNELLI SOLARI AUTOCOISTRUITI  
LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO**

Mese	Produzione energetica mensile disponibile	Fabbisogno energetico mensile del nucleo	Avanzo o disavanzo	Percentuale di copertura	Effettivo utilizzo energetico solare mensile
Gennaio	213,9 kWh	310 kWh	-96,1 kWh	69 %	213,9 kWh
Febbraio	213,9 kWh	280 kWh	-66,1 kWh	76 %	213,9 kWh
Marzo	334,8 kWh	310 kWh	+24,8 kWh	108 %	310 kWh
Aprile	486 kWh	300 kWh	+186 kWh	162 %	300 kWh
Maggio	585,9 kWh	310 kWh	+275,9 kWh	189 %	310 kWh
Giugno	744 kWh	300 kWh	+444 kWh	248 %	300 kWh
Luglio	768,8 kWh	310 kWh	+458,8 kWh	248 %	310 kWh
Agosto	672,7 kWh	310 kWh	+362,7 kWh	217 %	310 kWh
Settembre	486 kWh	300 kWh	+186 kWh	162 %	300 kWh
Ottobre	418,5 kWh	310 kWh	+108,5 kWh	135 %	310 kWh
Novembre	324 kWh	300 kWh	+24 kWh	108 %	300 kWh
Dicembre	213,9 kWh	310 kWh	-96,1 kWh	69 %	213,9 kWh
<b>Annualmente</b>	<b>5.462,4 kWh</b>	<b>3.650 kWh</b>	<b>+1.812,4 kWh</b>	<b>150 %</b>	<b>3391,7 kWh</b>



*Figura 9 – resa energetica dei pannelli solari nell'arco dell'anno*

Il nucleo familiare esemplificato può quindi utilizzare, annualmente, circa 3.392 kWh di energia solare, pari al 93 % del fabbisogno.

La quantificazione di elettricità o combustibile fossile risparmiato dipende dal grado di utilizzo dell'impianto tradizionale e dalle caratteristiche tecniche del medesimo. Ma i vantaggi offerti

**I PANNELLI SOLARI AUTOCOISTRUITI  
LA PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO**

---

dall'impianto solare non dovrebbero essere valutati solo in termini di tornaconto economico, ma anche come riduzione di fumi e di anidride carbonica, che con un impianto solare verrebbe totalmente eliminata.

Inoltre, un impianto autocostruito, abbatte di per sé una notevole fascia di costi, spostamenti e mediazioni che incidono sul bilancio energetico finale del prodotto. Vengono poi impiegati materiali estremamente semplici, disassemblabili e riutilizzabili (legno, vetro, rame), che rendono questo prodotto essenziale e di facile manutenzione.

## **PUBBLICAZIONI, MODULISTICA E LINK UTILI**

### **Pubblicazioni**

GUIDA ALLE AGEVOLAZIONI FISCALI PER LE RISTRUTTURAZIONI EDILIZIE PER IL 2004/2005 - Associazione Costruttori Edili ed Affini di Venezia e provincia (A.C.E.A.) (scaricabile dal sito <http://www.enea.it/com/web/pubblicazioni/opuscol.html>)

MANUALE PER L'AUTOCOSTRUZIONE DI COLLETTORI SOLARI - Ambiente Italia – Febbraio 2001 (scaricabile dal sito <http://www.ambienteitalia.it/solare/download/>)

IMPIANTI SOLARI TERMICI – manuale per la progettazione e costruzione – Ambiente Italia – Versione 2.1 – Maggio 2003 (scaricabile dal sito [http://www.ambienteitalia.it/solare/download/Manuale%20Impianti%20Solari%20Termici%20V21%20\(Light\).pdf](http://www.ambienteitalia.it/solare/download/Manuale%20Impianti%20Solari%20Termici%20V21%20(Light).pdf))

DELIBERA DELLA GIUNTA PROVINCIALE 20 luglio 2001, n. 1835, "Indirizzi per l'installazione dei pannelli e collettori solari", pubblicata sul Bollettino Ufficiale n. 32/I-II del 07 agosto 2001.

### **Modulistica**

Moduli per la richiesta di contributo alla Provincia Autonoma di Trento

<http://www.provincia.tn.it/energia/risparmio/risparmio.htm>

### **Links**

Servizio Energia della Provincia Autonoma di Trento. E' possibile consultare diverso materiale e scaricare la legge provinciale sul risparmio energetico, la modulistica e le istruzioni alla compilazione.

<http://www.provincia.tn.it/energia/>

Sito dell'Istituto di Ricerca Ambiente Italia srl di Milano.

Vi si trova diverso materiale sulle energie alternative e su altri progetti di interesse ambientale.

Da questo sito è possibile scaricare due manuali, ben fatti, sulla costruzione dei pannelli solari e sulla progettazione e realizzazione dell'intero impianto solare.

<http://www.ambienteitalia.it>

Sito dell'Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente

<http://www.enea.it>

Associazione Italiana Solare Termico

<http://www.assolterm.it/>

International Solar Energy Society-Sezione Italia

<http://www.isesitalia.it>

European Soltherm Initiative

<http://www.soltherm.org/>

Solar Expo 2002 –Mostra e Convegno Internazionale sulle Energie Rinnovabili e Alternative,  
Verona

<http://www.solarexpo.com/>

Ministero dell'Ambiente – Fonti rinnovabili

[http://www.minambiente.it/Sito/settori\\_azione/iar/FontiRinnovabili/Home.asp](http://www.minambiente.it/Sito/settori_azione/iar/FontiRinnovabili/Home.asp)

target GmbH, Germania

<http://www.targetgmbh.de/de/index.html>

International Solar Energy Society

<http://www.ises.org/ises.nsf!Open>

Laboratorio di qualificazione collettori e sistemi solari di Rapperswil-Germania

<http://www.spf.ch>

Solar and other Energy Systems

<http://www.solar.ariadne-t.gr>

## **DUBBI E/O CHIARIMENTI**

In caso di dubbi sulle indicazioni contenute nel presente manuale o qualora necessitassero ulteriori chiarimenti, contattateci ai seguenti recapiti:

**KOSMÒS scrl**

**Via Feldi, 7 – 38030 Roverè della Luna (TN)**

**Tel. 0461 659064, Fax 0461 659003, Cell. 320 0443800**

**E-mail: [info@kosmositalia.it](mailto:info@kosmositalia.it) - WEB: [www.kosmositalia.it](http://www.kosmositalia.it)**

E' inoltre gradita ogni segnalazione utile a migliorare il presente manuale.