



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CASSINO
Facoltà di Economia
Polo di Terracina

AIMSME
Accademia Italiana delle
Scienze Merceologiche

XXIII Congresso Nazionale delle Scienze Merceologiche

*Qualità, ambiente e valorizzazione
delle risorse territoriali*



ATTI DEL CONVEGNO

LA TECNOLOGIA DEL SOLARE TERMICO E LA SUA APPLICAZIONE NEI RIFUGI DI MONTAGNA - L'INDAGINE IN VALLE D'AOSTA (NOTA 1)

RICCARDO BELTRAMO*, PIETRO BAROLO*, STEFANO DUGLIO*

Abstract

In the present work, the authors provide indications about the solar thermic technology and its application to the mountain huts. In particular, the attention is focused on the standards adopted for its installation in a "typical" mountain hut: homely management, 30 beds with a simple service.

Introduzione

L'utilizzo delle tecnologie ecoefficienti per la produzione di energia sta sempre di più interessando il comparto dell'offerta turistica legata ai rifugi di montagna.

La particolare ubicazione dei rifugi ha comportato in passato, e comporta tuttora, una serie di problematiche derivanti dalla disponibilità delle risorse, tra le quali quelle energetiche, e dalla difficoltà di raggiungimento delle strutture, che comporta sforzi logistici ed economici per garantire un'offerta che sia di elevata qualità per l'ospite.

Non bisogna stupirsi, quindi, se gli stessi rifugi, *in primis* quelli delle varie sezioni del Club Alpino Italiano, ma anche dei privati, sono stati sempre molto sensibili alle opportunità legate all'utilizzo delle nuove tecnologie per la produzione di energia elettrica e termica.

Inoltre, a considerazioni di natura economica si affianca da diversi anni anche un'accresciuta attenzione ambientale, derivante in parte dalle pressioni dell'opinione pubblica e delle associazioni che operano e tutelano la montagna, oltre che da alpinisti e gestori particolarmente sensibili a questi temi.

Con il progetto legato alla predisposizione di un "Osservatorio tecnologico e gestionale per le Strutture ricettive alpine d'alta quota", promosso dalla Fondazione Montagna Sicura di Courmayeur, condotto dal Dipartimento di Scienze Merceologiche della Università di Torino in collaborazione con la Fondazione stessa, con il supporto economico della Compagnia di San Paolo di Torino e dell'Assessorato Territorio, Ambiente e Opere pubbliche della Regione Autonoma Valle d'Aosta nell'ambito del programma Interreg III A Alcotra, si è avuto modo di constatare come la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili sia una realtà consolidata nei rifugi alpini della Valle d'Aosta.

Infatti, su 35 strutture che nell'ambito dei lavori dell'Osservatorio sono state schedate secondo una *Check-list tecnologica e gestionale per i rifugi alpini*, preparata e somministrata a tutti i rifugi della Valle d'Aosta, è risultato come solo 1 rifugio intervistato utilizzi esclusivamente un gruppo elettrogeno per la produzione di energia elettrica. Per contro, è stata censita la presenza di 19 impianti fotovoltaici e 11 impianti micro-idroelettrici (1).

Tuttavia, non deve essere trascurata la gestione dell'energia termica, sia per il riscaldamento dei locali, sia per la fornitura di acqua calda.

L'oggetto del presente lavoro riguarderà nel dettaglio la produzione di energia termica per il riscaldamento dell'acqua nei rifugi alpini. In particolare, si indagherà la tecnologia del solare termico, fornendo delle indicazioni sugli impianti e sul dimensionamento per una struttura ricettiva alpina.

* Dipartimento di Scienze Merceologiche dell'Università di Torino, Piazza Arbarello, 8 - 10122 Torino, 011.670.57.18-13-16, riccardo.beltramo@unito.it, pietro.barolo@unito.it, duglio@econ.unito.it

Il solare termico

I processi di fusione dell'idrogeno che avvengono nel sole provocano l'emissione di radiazioni solari elettromagnetiche verso la Terra. L'intensità della radiazione solare è calcolata secondo due grandezze, definite irraggiamento (misurato in kW/m^2) e insolazione (misurata in kWh/m^2 giorno)¹.

La tecnologia del solare termico è una particolare tecnologia che permette di utilizzare la potenza radiante del sole al fine di riscaldare un fluido.

In particolare, l'energia del sole, che giunge sulla Terra come energia radiante, può essere concentrata attraverso dei mezzi ottici e può essere trasformata in energia termica legata alla vibrazione di atomi e molecole di materia, grazie ad un *collettore solare*.

L'energia termica, quindi, seguendo uno dei principi base della termodinamica, per cui avviene la trasmissione di calore da un corpo caldo ad uno freddo, si trasmette dal corpo caldo (il collettore solare) ad un corpo più freddo (fluido termoconvettore da riscaldare).

Esistono diverse tipologie di collettori solari e, quindi, diverse tecnologie per permettere la conversione dell'energia solare in energia termica e, quindi, in calore per riscaldare l'acqua, ma di norma si tende a distinguere fra (2):

- Collettore solare piano.
- Collettore solare a concentrazione.
- Collettore a tubi sottovuoto.

I **collettori solari piani** - detti anche a piastra - sono costituiti da un involucro ove è inserito un assorbitore, di norma una lastra metallica captante ad alto potere assorbente, ad esempio in rame, sulla quale sono saldati dei tubi. L'involucro è coibentato ai lati e sul fondo, mentre frontalmente presenta una copertura semitrasparente, di solito in vetro, che permette il passaggio dei raggi solari e, nel contempo, ostacola in parte le dispersioni di calore verso l'esterno, per convezione e per irraggiamento, aumentando ulteriormente la temperatura. I collettori solari piani sono quelli che hanno trovato maggior distribuzione in commercio.

I **collettori a concentrazione** ottimizzano la concentrazione dell'energia solare in un punto definito, detto fuoco, grazie alla loro caratteristica di essere concavi. Una differenza fondamentale rispetto a quelli piani è che funzionano esclusivamente con la luce solare diretta, mentre quelli piani possono sfruttare anche la luce solare incidente. Hanno dei rendimenti più alti rispetto ai collettori a piastra, ma anche dei costi maggiori.

I **collettori a tubi sottovuoto** sono composti da una serie di tubi - di norma in vetro - in cui si trova l'assorbitore. All'interno dei tubi viene creato il vuoto, quindi l'assorbitore si trova ad essere in condizione di sottovuoto. Il vantaggio rispetto ai collettori solari piani è nel fatto che nella condizione di sottovuoto non si verificano perdite di calore per convezione e la resa del collettore migliora. I costi sono maggiori rispetto ai collettori piani.

Il collettore solare è il cuore dell'impianto solare termico; tali impianti si dividono in due principali categorie:

- Circolazione naturale.
- Circolazione forzata.

Nella **circolazione naturale** l'impianto non comprende componenti elettrici od elettromeccanici: nei tubi del collettore solare è immesso un liquido termoconvettore (normalmente una soluzione acquosa di glicole propilenico, che opportunamente dosata resiste a temperature anche di $-30\text{ }^\circ\text{C}$). Esso, scaldandosi con i raggi solari, riduce la sua

¹ L'irraggiamento esprime la potenza istantanea della radiazione solare: in condizioni ottimali, il suo valore è di 1.000 W/m^2 . L'insolazione, invece, indica l'energia media giornaliera.

densità, diventa più leggero e tende *naturalmente* a salire verso un serbatoio ove è immessa l'acqua da riscaldare.

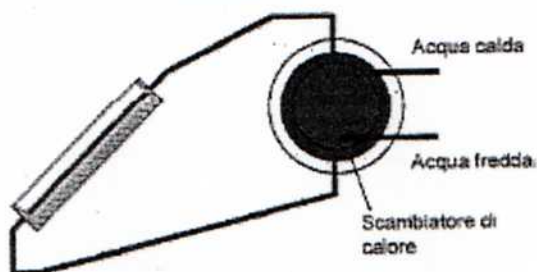
Grazie alla presenza di uno scambiatore di calore, il glicole viene a contatto con l'acqua senza miscelarsi ad essa e cede il suo calore.

In questo modo, l'acqua si riscalda. Il fluido, scaldando l'acqua, si raffredda ritornando nei pannelli solari per iniziare un nuovo ciclo, che è un ciclo a circuito chiuso e continuo.

In tale impianto il serbatoio deve essere sempre posto sopra il collettore solare e a breve distanza dallo stesso. Normalmente, tale tipologia viene utilizzata per strutture sportive, alberghi, campeggi, comunità e in case di privati.

Lo schema di funzionamento è riportato in Figura 1 (3).

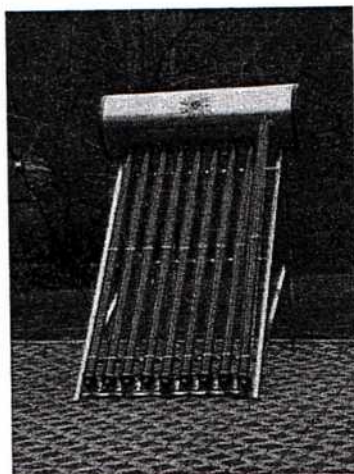
Figura 1 - Schema di funzionamento di un impianto a circolazione naturale



(Fonte: Pauschinger T., Ménard M., Schulz M., *Impianti solari termici. Manuale per la progettazione e costruzione, Versione 2.0, Gennaio 2002, 2.3*)

In Figura 2, invece, si riporta uno dei molti modelli di impianti solari termici a circolazione naturale presenti sul mercato.

Figura 2 - Modello di impianto solare termico a circolazione naturale con collettore a tubi sottovuoto



(Fonte: arch. Dipartimento di Scienze Merceologiche)

Nella **circolazione forzata** - rappresentata in Figura 3 (4) - la differenza fondamentale è data dal fatto che la circolazione del fluido avviene grazie alla presenza di una pompa elettrica,

azionata a mezzo di una centralina. La pompa elettrica si mette in funzione solo quando si raggiunge una determinata differenza di temperatura fra il fluido contenuto nel collettore solare (sempre una soluzione acquosa di glicole propilenico) e l'acqua del serbatoio; la temperatura può essere impostata dall'utente.

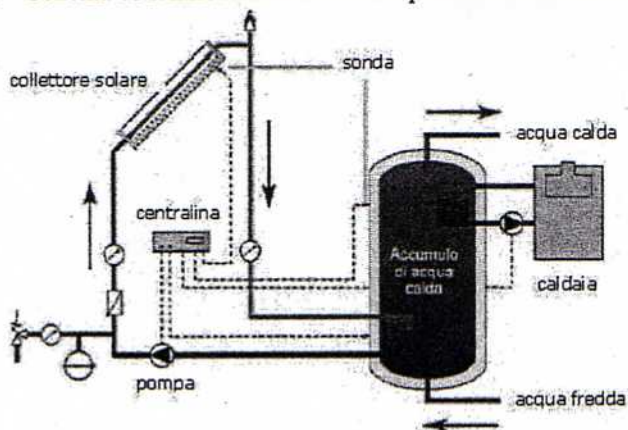
In questo caso, a differenza della circolazione naturale, il serbatoio non deve essere necessariamente posto nelle vicinanze e sopra il collettore solare: grazie alla pompa, infatti, il glicole è convogliato al serbatoio che può essere posto a distanze maggiori.

D'estate tali impianti sono in grado di sopperire, se opportunamente dimensionati, a tutte le necessità di una struttura; d'inverno ciò difficilmente avviene: per questo motivo sono normalmente associati ad una caldaia. In questo caso il pannello solare serve per preriscaldare l'acqua: quando la temperatura dell'acqua nel serbatoio scende sotto il livello impostato dall'utente, si attiva la caldaia, che funge da riscaldamento ausiliario.

Anche d'inverno, quindi, si ha un vantaggio perché si registra un minor consumo di combustibile, dovendo la caldaia portare alla temperatura desiderata acqua già pre-riscaldata dal collettore solare.

Il campo di applicazione della circolazione forzata è il mantenimento della temperatura delle piscine, i condomini ed il settore industriale, con ampio utilizzo anche nel settore residenziale.

Figura 3 - Schema di funzionamento di un impianto a circolazione forzata



(Fonte: <http://www.ilportaledelsole.it>)

I componenti delle due tipologie di impianto, quindi, differiscono in:

1. Serbatoio: nella circolazione naturale normalmente il serbatoio è orizzontale e posto al di sopra del collettore, mentre nella circolazione forzata è verticale e posizionato nel punto più conveniente.
2. Pompa elettrica: è presente solo nella circolazione forzata e permette la circolazione della miscela glicole-acqua dal collettore al serbatoio e viceversa, indipendentemente da dove sia ubicato lo stesso.
3. Centralina elettrica: è presente solo nella circolazione forzata e regola il funzionamento della pompa elettrica.

Un'ulteriore e fondamentale differenza fra circolazione naturale e forzata è nel fatto che in quest'ultima la presenza di una centralina e di una pompa obbligano l'impianto ad essere alimentato ad energia elettrica. Nella circolazione naturale, invece, l'impianto non ha bisogno di energia elettrica. Ne consegue che i rifugi alpini non collegati ad una rete elettrica che

decidano di installare un impianto a circolazione forzata devono anche provvedere alle necessità energetiche per far funzionare l'impianto.

Criteri di dimensionamento dell'impianto solare per i rifugi alpini: alcuni cenni

Per dimensionare opportunamente un impianto solare termico, il primo passo consiste nella stima del **fabbisogno giornaliero di acqua calda**.

In un'abitazione domestica, il fabbisogno di acqua calda rimane pressoché costante e dipende dal numero di persone che compongono l'unità abitativa. Di norma, il consumo giornaliero pro-capite di acqua a 45 °C assume il valore compreso fra 35 l (persona/giorno) e 75 l (persona/giorno).

In edifici che svolgono funzione di ricettività turistica, invece, il calcolo del fabbisogno è più complesso. Per dimensionare opportunamente un impianto solare termico, il fabbisogno giornaliero di acqua calda dovrebbe essere valutato sulla presenza media di persone nel periodo di massima affluenza turistica (di solito, da Maggio ad Agosto). La Tabella 1, riporta alcuni valori che si trovano in letteratura (3).

Tabella 1 - Consumo d'acqua calda pro-capite a giorno nelle strutture ricettive

Livello di comfort	Consumo
Ostello della gioventù	35 l (persone e giorno)
Standard semplice	40 l (persone e giorno)
Standard alto	50 l (persone e giorno)
Standard molto alto	80 l (persone e giorno)

(Fonte: elaborazione su Pauschinger T., Ménard M., Schulz M., *Impianti solari termici. Manuale per la progettazione e costruzione, Versione 2.0, Gennaio 2002, 4.2*)

Per una struttura ricettiva, poi, è anche particolarmente importante valutare il fabbisogno d'acqua calda derivante dall'attività di ristorazione, che può assumere i seguenti valori:

- Pasto semplice: 10 l (pasto).
- Pasto a più portate: 15 l (pasto).

Infine, potrebbe essere anche aggiunto il fabbisogno degli elettrodomestici come lavatrici e lavastoviglie, stimabile in 20 l di acqua calda a ciclo per entrambe.

Per i rifugi alpini, le classi di appartenenza potrebbero essere assimilabili alle prime tre classi riportate in Tabella 1 ovvero "Ostello della gioventù", "Standard semplice" e "Standard alto", in base alla tipologia di servizio offerto dal rifugio (possibilità o meno di usufruire della doccia calda, disponibilità di acqua calda per tutta la giornata, ecc.).

In base alla classe in cui può inserirsi ed al numero medio di ospiti del rifugio, che andrebbe calcolato sulla base della particolare alta stagione del rifugio (normalmente, quindi, dalla metà di Luglio alla metà di Agosto), si può calcolare il fabbisogno giornaliero di acqua calda per i soli ospiti (pernottamento e ristorazione - di norma un solo pasto, la sera, e la colazione), cui va aggiunto quello derivante dalla conduzione (numero di persone) della struttura e dell'utilizzo di lavatrici, lavabicchieri e lavastoviglie.

Ad esempio, se si suppone un rifugio a conduzione familiare (3 persone), da 30 posti letto appartenente alla categoria "Standard semplice" che ha una lavastoviglie ed una lavatrice, il fabbisogno di acqua calda giornaliero assume il seguente valore (al giorno):

1. Fabbisogno per la conduzione (supposto con "Standard alto"): 50 l x 3 persone = 150 l

2. Fabbisogno per gli ospiti (30 persone al giorno): 40 l x 30 persone	= 1.200 l
3. Fabbisogno per la ristorazione: 15 l x 30 persone	= 450 l
4. Lavastoviglie (utilizzata una volta al giorno)	= 20 l
5. Lavatrice (utilizzata due volte alla settimana)	= 6 l
Fabbisogno totale di acqua calda	= 1.826 litri

Fatto questo primo passo, è necessario procedere al **dimensionamento del collettore solare**. Solitamente, nel Nord Italia il valore di riferimento per dimensionare un collettore è di 1 m² ogni 50 l/giorno di fabbisogno di acqua calda (al Centro Italia è di 0,75 m², mentre al Sud Italia è di 0,55 m²).

Quindi, per garantire 1.826 l/giorno di acqua calda, sarebbero necessari circa 37 m² di collettore solare (circa 27 m² al Centro e circa 20 m² al Sud).

Naturalmente, tali dimensionamenti dipendono in parte dall'efficienza dell'impianto, influenzata anche dal posizionamento del collettore solare. Il collettore, per garantire la massima efficienza, deve essere posizionato rivolto verso Sud, con un'inclinazione intorno a 45°². Scostamenti da tale valore diminuiscono l'efficienza dell'impianto, rendendo necessario un sovradimensionamento del collettore rispetto all'impianto ideale.

Per calcolare la capacità del **serbatoio** ci si riferisce empiricamente al rapporto di 50-70 l per m² di superficie del collettore solare piano. Riprendendo l'esempio, se si è al Nord e si necessita di 37 m² di collettore solare, il serbatoio dovrà avere una capienza (ipotesi intermedia) di 2.200 l circa.

Si sottolinea che, in accordo con le ipotesi adottate, i dimensionamenti sopra riportati si riferiscono ad un impianto in grado di sopperire **completamente** al fabbisogno d'acqua calda; qualora si desideri provvedere alla produzione di acqua calda con soluzioni ibride, le componenti dell'impianto solare subiranno una riduzione dimensionale: in ogni caso la tecnologia del solare termico permetterebbe di compensare in parte le necessità di acqua calda, con un conseguente risparmio economico, un minor consumo di risorse non rinnovabili (GPL, gasolio, ecc.) ed un minor impatto ambientale in termini di emissioni atmosferiche.

Bibliografia

- (1) Beltramo R., Duglio S., Giovinazzo A., *Produzione di energia elettrica e fattori inquinanti nei rifugi alpini della Valle d'Aosta*, Atti del XXII Congresso Nazionale di Scienze Merceologiche, 2-4 marzo 2006, Roma.
- (2) Proserpi M., Minelli C., *Progetto RUE & RES Dissemination - Solare termico*, Febbraio 2003.
- (3) Pauschinger T., Ménard M., Schulz M., *Impianti solari termici. Manuale per la progettazione e costruzione*, Versione 2.0, Gennaio 2002.
- (4) <http://www.ilportaledelsole.it>.

² L'inclinazione del collettore solare termico dipende dalla latitudine del luogo ove esso è posizionato. Nelle Alpi la latitudine ha una forbice che va da 44 a 47°; la Valle d'Aosta si trova ad una latitudine di 45°.