



Solar Combisystems

Impianti solari termici per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria e degli ambienti

Indice

Indice	2
Background	2
Ringraziamenti	2
Impressum	2
Impianti solari combinati per uno sviluppo energetico sostenibile	3
Gli impianti solari combinati	4
Il riscaldamento solare in Italia.....	6
La tecnologia.....	8
Il dimensionamento	13
Quanta energia si risparmia.....	14
Economicità.....	16
Risultati e strumenti prodotti dalla IEA SH&C Task 26 e dal Progetto Altener Solar Combisystems	18
Conclusioni e raccomandazioni.....	19
Maggiori informazioni, pubblicazioni e download.....	20
Partner e finanziatori.....	20
Siti di riferimento per il solare termico	20
Fornitori di impianti solari combinati in Italia	20

Background

Gli **impianti solari combinati** sono installazioni solari per il riscaldamento di ambienti e per la produzione di acqua calda sanitaria per gli abitanti dell'edificio. Le fonti primarie di energia sono sia l'energia solare, sia una fonte ausiliare come la biomassa, il gas, il gasolio e l'elettricità, usata in forma diretta oppure attraverso una pompa di calore.

L'**IEA**, fondato nel 1974, è un ente autonomo nel quadro dell'Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). Ventiquattro paesi membri e la Commissione Europea sviluppano un ampio programma per la cooperazione in campo energetico.

IEA SH&C Task 26 è un importante progetto di ricerca sui programmi per il riscaldamento e il raffrescamento solari. Questo Task è composto da 35 esperti di 9 paesi europei e degli USA nonché da 16 industrie solari. L'obiettivo di questo progetto di ricerca è il costante sviluppo e l'ottimizzazione degli impianti combinati per case unifamiliari, gruppi di case unifamiliari e condomini, con i loro impianti di approvvigionamento termico.

Il **progetto europeo Altener 'Solar Combisystems'** è connesso all'IEA SH&C Task 26. Sono coinvolti nel progetto partner provenienti da Austria, Danimarca, Francia, Germania, Italia, Paesi Bassi e Svezia. Gli obiettivi sono il trasferimento e la divulgazione ai mercati nazionali dei risultati e delle conoscenze sviluppate dal Task 26, nonché la dimostrazione dell'economicità e delle ottime performance degli impianti solari combinati.

Ringraziamenti

Il progetto 'Solar Combisystems' è stato cofinanziato da:



Commissione Europea
DG TREN nell'ambito del
programma Altener



Regione Lombardia
D.G. Risorse Idriche e S.P.U.

Regione Lombardia



Provincia di Torino
Servizio Risorse Energetiche

I seguenti produttori e distributori di impianti solari combinati hanno collaborato attivamente alla realizzazione dei 15 impianti dimostrativi in Italia:



Enerpoint srl, Muggiò (MI)



Paradigma srl,
Ponte Caffaro (BS)



Solvis, Braunschweig (D)



Suntek srl, Brunico (BZ)



Wagner & Co, Coelbe (D)

Ringraziamo inoltre gli attuali proprietari e i finanziatori dei quindici impianti dimostrativi per la loro cordiale collaborazione.

I collaboratori Dr. Aris Aidonis, Prof. Livio Mazzarella e Sergio Clemente del Politecnico di Milano, Dipartimento Energetica hanno contribuito in maniera sostanziale al progetto con il loro supporto scientifico.

Impressum

Questa brochure è stata realizzata da



Ambiente Italia s.r.l.
Via Carlo Poerio 39, 20129 Milano
Tel. 02-27744-1, Fax 02-27744-222
info@ambienteitalia.it, www.ambienteitalia.it
Disponibile su: www.ambienteitalia.it

© 2003, Ambiente Italia srl

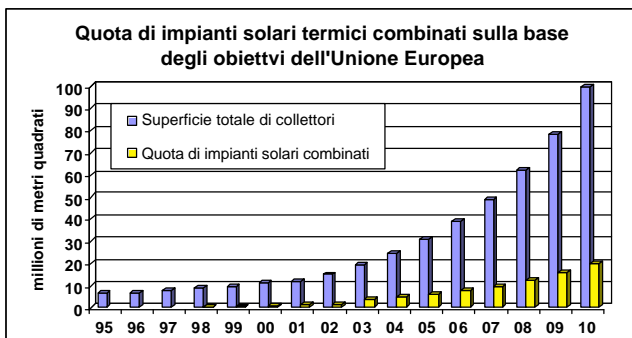
Impianti solari combinati per uno sviluppo energetico sostenibile

La crescente concentrazione di gas serra e il conseguente rischio di cambiamenti climatici rappresentano oggi uno dei maggiori problemi ambientali. Le cause di questi cambiamenti possono essere in gran parte ricondotte all'uso di energia, in particolare alle emissioni di CO₂ provenienti dalla combustione di carburanti fossili.

Secondo gli esperti, per proteggere il clima sarà necessario ridurre le emissioni di gas serra almeno del 50 % entro i prossimi 50 - 100 anni. Una tale riduzione delle emissioni implica la conversione a un sistema di approvvigionamento energetico sostenibile, basato sull'uso di energie rinnovabili, in particolare di energia solare.

La quantità di energia solare che incide globalmente sulla superficie terrestre è 10.000 volte maggiore del fabbisogno totale di energia primaria. Pertanto non vi è dubbio che sarebbe possibile, nei prossimi 50 - 100 anni, soddisfare quasi integralmente le necessità dei paesi industrializzati con fonti rinnovabili di energia.

L'obiettivo strategico della Commissione è quello di aumentare al 12 % entro il 2010 la quota di mercato delle energie rinnovabili negli stati membri. Il conseguente aumento annuo di superficie di collettori ammonterebbe al 20 %. Secondo queste stime nell'anno 2010 si arriverebbe a 100 milioni di m² di superficie installata. Per l'Italia, l'obiettivo fissato dal 'Libro Bianco delle Fonti Rinnovabili' e recepito dal CIPE è di 3 milioni di m² di superficie installata.



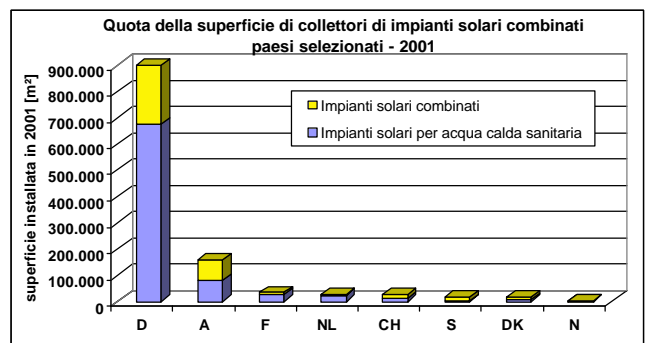
Obiettivi per superficie di collettori installata entro il 2010 nei paesi dell'Unione Europea e per percentuale di impianti combinati

Se l'uso diretto di energia solare per riscaldamento dovrà in futuro contribuire significativamente all'approvvigionamento energetico, sarà necessario sfruttare questa tecnologia in tutti i campi nei quali il suo utilizzo sembra oggi essere promettente.

Negli ultimi anni, in particolare, l'uso dell'energia solare per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria ha dimostrato come la tecnologia solare sia ormai matura e realizzabile dal punto di vista tecnico. In tutto il mondo, ogni giorno, migliaia di impianti evidenziano i benefici di questa fonte energetica pulita.

Motivati da questi successi, un numero sempre maggiore di costruttori sta considerando l'eventualità di usare energia solare per il riscaldamento degli ambienti. In molti paesi la domanda e l'offerta di impianti combinati per la preparazione di acqua calda e per il riscaldamento stanno per questo crescendo rapidamente.

Uno studio del 2001 ha rivelato che gli impianti combinati coprono già una considerevole quota di mercato in Germania, Austria, Svizzera, Danimarca e Svezia. In particolare in Svizzera e in Austria la superficie di collettori per impianti combinati raggiunge approssimativamente il 50 % di quella complessivamente installata.



Superficie di collettori solari destinata a impianti per l'acqua calda e a impianti combinati nei paesi selezionati, nell'anno 2001

Uno scenario realistico prevede che nei prossimi 10 anni circa il 20 % della superficie di collettori installata annualmente sarà utilizzata per sistemi combinati. Ciò significa che, in accordo con gli obiettivi della Commissione Europea, nei soli paesi dell'Unione verrebbero montati ogni anno circa 120.000 impianti combinati per un totale di 1,9 milioni di metri quadrati di collettori solari. (Fonte: W. Weiss: Promising market development for solar combisystems, AEE Intec, Gleisdorf, Austria, 2002)

La combinazione di edifici ben isolati, sistemi di riscaldamento a bassa temperatura e di impianti solari combinati consente di ridurre la domanda di energia per riscaldamento in case unifamiliari o plurifamiliari in modo semplice e a costi accettabili.

Questa brochure contiene le informazioni basilari relative all'uso e al funzionamento degli impianti combinati. Si propone inoltre di rispondere ai quesiti più importanti sul loro dimensionamento, sulla quantificazione del risparmio energetico e sul calcolo del rapporto costi-benefici. Ognuna delle pagine successive presenta uno dei 15 impianti dimostrativi realizzati nell'ambito del progetto europeo Altener 'Solar Combisystems'. (A pagina 8 si trovano informazioni sui dati relativi a tutti gli impianti). Di seguito sono riportati riferimenti a fonti autorevoli, pubblicazioni e software gratuiti realizzati nell'ambito del progetto Task 26, nonché una lista dei produttori di impianti solari combinati attivi sul mercato italiano.

Per un futuro energetico sostenibile!

Gli impianti solari combinati

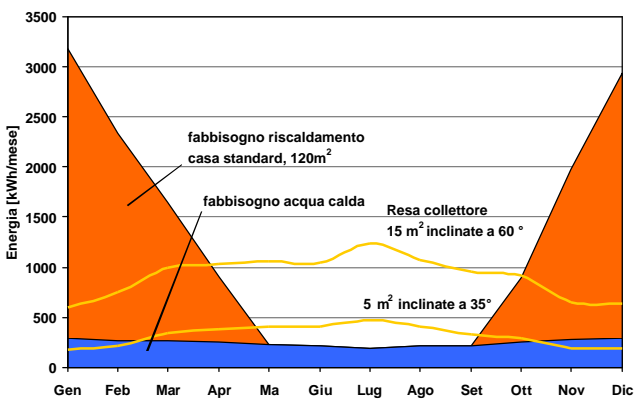
Gli impianti solari combinati riscaldano l'acqua per la cucina e il bagno e forniscono inoltre un contributo importante al riscaldamento degli ambienti, che è responsabile fino all'80 % del fabbisogno termico complessivo degli edifici residenziali. Impianti combinati con tali caratteristiche vengono proposti già da molti produttori. Questa tecnologia apre vaste possibilità di mercato, poiché offre al cliente l'opportunità di un maggiore sfruttamento dell'energia solare, ma anche la possibilità di integrare altri sistemi di produzione di calore, per esempio una stufa o una caldaia a legna. I costi aggiuntivi rispetto a un impianto per il riscaldamento della sola acqua sanitaria non sono eccessivi. L'offerta di questi impianti si estende dalla tecnologia semplice con basso livello di copertura del fabbisogno energetico complessivo fino a impianti con copertura intorno al 40-50 %.

Il riscaldamento solare è applicabile ovunque?

Gli impianti attualmente installati dimostrano come la tecnologia del riscaldamento solare sia valida anche per le condizioni climatiche tipiche dell'Europa centrale e settentrionale.

Tuttavia il dilemma del riscaldamento solare è noto: si vede nel grafico in calce che, mentre la maggior parte dell'energia per il riscaldamento degli ambienti è richiesta in inverno, in questo periodo la disponibilità di radiazione solare è piuttosto ridotta quasi ovunque.

Il massimo della radiazione si raggiunge durante i mesi estivi, quando di norma non è necessario riscaldare. Il fabbisogno di acqua calda sanitaria, invece, è costante durante tutti i mesi dell'anno e si sposa bene con il funzionamento degli impianti solari. Misurazioni della radiazione hanno tuttavia dimostrato come gli impianti combinati possano fornire un contributo importante al riscaldamento degli ambienti principalmente nelle stagioni intermedie, da marzo a maggio e da settembre a ottobre e nei giorni invernali soleggiati.

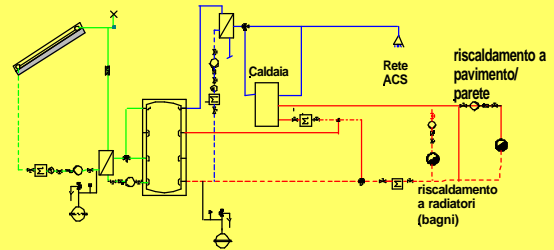


Fabbisogno di energia per il riscaldamento di ACS e degli ambienti e radiazione solare su una superficie inclinata per una tipica abitazione unifamiliare con i dati meteo di Torino

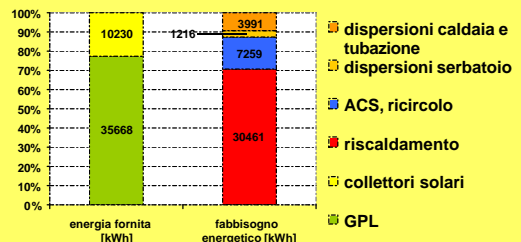
Cascina Paraccia (#1)



L'impianto solare termico è parte integrante del progetto di ristrutturazione della 'Cascina Paraccia' a Villarbasse, in provincia di Torino. I collettori solari (superficie collettore 23,1 m²) sono installati sul muro esterno del cortile con un'inclinazione di 70°. Sono collegati ad un serbatoio di 2000 litri con un'unità di produzione istantanea di acqua calda sanitaria. Gli ambienti sono riscaldati con un impianto radiante a bassa temperatura a pavimento e a parete. In estate il sistema fornisce acqua calda anche alla casa vicina.



Località	Villarbasse (TO)
N° abitanti	4
Superficie riscaldata	160 m ²
Fabbisogno energetico totale	37.719 kWh/a
Superficie collettori	23,1 m ²
Capacità serbatoio	2.000 l
Tipo riscaldamento	pavimento/parete
Costi impianto per m ² (IVA inclusa)	723 €/m ²
Produttore	Sonnenkraft
Risparmio energetico	9.465 kWh/a
	1.329 l GPL/a
	21 %
Emissioni CO ₂ evitate	2.139 kg/a



Condizioni per l'utilizzo di un impianto combinato

Nello studio di misure di risparmio energetico nell'edilizia è necessario considerare sia la riduzione del fabbisogno termico (coibentazione), sia l'aumento di efficienza degli impianti di produzione di calore, valutando anche l'ipotesi di integrarli con impianti solari. Per questo bisogna verificare se il fabbisogno termico può essere ridotto anche con interventi aggiuntivi di coibentazione, oppure se non è più conveniente sostituire la caldaia con una ad alto rendimento poiché qui, a parità di investimento, si possono raggiungere risparmi energetici più elevati. L'arte sta nel non tralasciare alcun aspetto.



Impianto solare combinato per una casa unifamiliare in Danimarca.
Superficie collettori: 26 m²

Un'ulteriore condizione per l'installazione di un impianto combinato è che il sistema di riscaldamento esistente nell'edificio sia a bassa temperatura, poiché minori sono le temperature di mandata e di ritorno nel circuito, maggiore è l'efficienza dell'impianto solare.

Negli edifici di nuova costruzione vengono raggiunte oggi temperature di mandata massime di 70 °C e di ritorno di 40 °C, oppure 50/30 °C se si scelgono termosifoni un po' più grandi o se la struttura viene coibentata meglio rispetto allo standard. L'impianto solare lavora in maniera ancora più efficiente con sistemi di riscaldamento a pavimento o a parete, che altro non sono che serpentine scaldanti ad ampia superficie disposte sotto l'intonaco oppure nel massetto del pavimento.

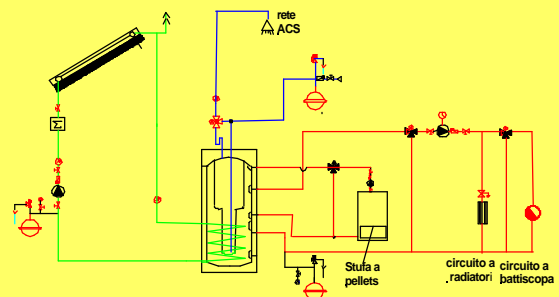


Impianto solare combinato per una casa unifamiliare in Svezia.
Superficie collettori: 18,5 m²

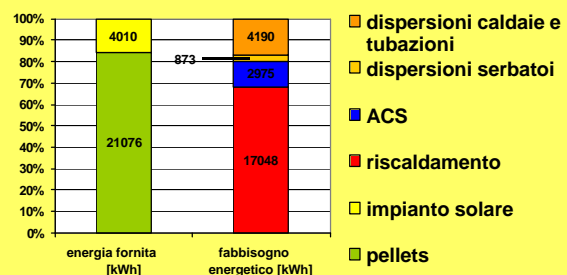
Borgata Argiassera (#2)



L'impianto solare termico è stato inserito nel progetto di ristrutturazione di una tipica casa di montagna a Bussoleno, in Val di Susa. Il collettore auto-costruito di 7,6 m² di superficie è perfettamente integrato nel tetto. Come fonte di energia ausiliaria viene utilizzata una stufa a pellets disposta nel soggiorno e collegata con un serbatoio tank-in-tank da 600 litri. Gli ambienti sono riscaldati in parte direttamente dalla stufa e in parte dal riscaldamento a battiscopa a bassa temperatura.



Località	Bussoleno (TO)
N° abitanti	4
Superficie riscaldata	90 m ²
Fabbisogno energetico totale	20.023 kWh/a
Superficie collettori	7,6 m ²
Capacità serbatoio	600 l
Tipo riscaldamento	Battiscopa
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	572 €/m ²
Produttore	auto-costruito
Risparmio energetico	3.239 kWh/a
	648 kg _{pellets} /a
	13 %





Impianto solare combinato per una casa unifamiliare in Austria.
Superficie collettori: 36 m²

I collettori dovrebbero essere disposti possibilmente con un angolo sull'orizzontale maggiore di 40°, per sfruttare in maniera ottimale il sole basso in inverno e per limitare le sovrapproduzioni estive. Per inclinazioni superiori a 40°, i collettori andrebbero orientati verso sud ± 45°. La soluzione migliore prevede l'integrazione dei collettori nelle facciate degli edifici.

- **esistenza di un rilevante fabbisogno di riscaldamento (superiore a 2000 gradi giorno)**
- **basse temperature di ritorno del circuito di riscaldamento (a pavimento o a parete)**
- **elevata inclinazione del collettore (40 – 90°)**
- **considerare altre misure passive**

Condizioni per l'utilizzo di un impianto combinato

Il riscaldamento solare in Italia

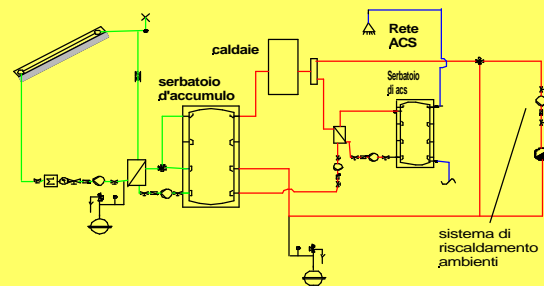
L'Italia offre condizioni meteorologiche molto favorevoli all'uso dell'energia solare. Il valore di insolazione è compreso tra 1.200 e 1.750 kWh/m² all'anno. Nonostante una differenza tra nord e sud intorno al 40 %, l'irraggiamento incidente su un m² rimane comunque maggiore del fabbisogno termico annuo pro capite necessario alla preparazione di acqua calda nel residenziale. A queste condizioni un impianto solare standard consente di risparmiare fino all'80 % dell'energia necessaria per la preparazione di acqua calda e fino al 40 % della domanda complessiva di calore per l'acqua calda e il riscaldamento degli ambienti.

Il riscaldamento solare ha però senso solo ove esista un rilevante fabbisogno di riscaldamento, che si estenda almeno da ottobre ad aprile. E' questo il caso del nord Italia ma anche di molte località montane del centro e del sud del paese. Il sito dovrebbe presentare almeno 2.000 gradi giorno, ovvero appartenere alle zone climatiche E o F, come definite dal Decreto Legge 412/93.

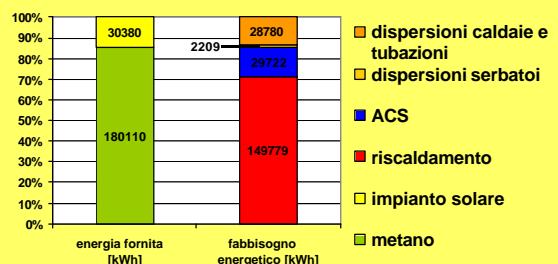
ASL 7, Chivasso (#3)



L'impianto solare termico è stato collocato sul tetto piano di una struttura pubblica di nuova costruzione (2.800 m² di superficie riscaldata) della ASL di Chivasso, in provincia di Torino. L'edificio ospita ambulatori, un consultorio e anche una scuola per infermieri. I collettori solari (60,8 m² di superficie) sono collegati ad un serbatoio tampone da 3 m³ che fornisce calore ad un serbatoio di acqua calda sanitaria da 1,5 m³. L'ambiente è riscaldato con ventilconvettori. In estate l'impianto fornisce calore anche al sistema di trattamento aria dell'impianto di condizionamento.



Località	Chivasso (TO)
N° abitanti	30 (personale)
Superficie riscaldata	2.800 m ²
Fabbisogno energetico totale	179.500 kWh/a
Superficie collettori	60,8 m ²
Capacità serbatoio	4.500 l
Tipo riscaldamento	ventilconvettori
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	532 €/m ²
Produttore	Wagner & Co
Risparmio energetico	33.463 kWh/a
	3.280 m ³ metano/a
	16 %
Emissioni CO ₂ evitate	6.893 kg/a



Condizioni tanto favorevoli sommate alla disponibilità di una tecnologia affidabile ed efficace conferiscono all'Italia un alto potenziale economico e tecnico per l'installazione di impianti solari combinati.

Nell'ambito del progetto Altener 'Solar Combisystems' sono stati realizzati e monitorati oltre 200 impianti nei paesi partecipanti. L'obiettivo era, da un lato, fare esperienza pratica nella realizzazione e nella gestione degli impianti e, dall'altro, verificarne il vantaggio in termini di costi-benefici tramite analisi e misure.

	Radiazione solare annua su una superficie inclinata a 45° [kWh/(m ² a)]	Fabbisogno termico per riscaldamento (gradi giorno) [gg]
Torino (Nord)	1.509	2.617
L'Aquila (Centro)	1.523	2.514
Potenza (Sud)	1.669	2.472

Tre tipiche località italiane con clima freddo e soleggiato



Impianto solare combinato per una casa unifamiliare in Savoia/Francia. Superficie collettori 15 m²

In Italia sono stati realizzati quindici impianti dimostrativi in stretta collaborazione con le aziende che partecipavano al progetto. Cinque di questi sono stati scelti tra le richieste di finanziamento alla regione Lombardia e altrettanti sono stati selezionati dalla Provincia di Torino attraverso un bando pubblico. Altri quattro impianti sono stati realizzati in diverse località piemontesi e uno a Bolzano.

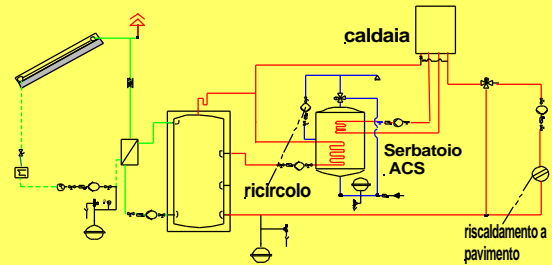
Questi impianti sono stati volutamente realizzati con componenti già oggi disponibili sul mercato. Non si tratta quindi di esperimenti di ricerca ma di sistemi normalmente realizzabili. Le migliori garanzie per il buon funzionamento di un impianto sono, oggi come in passato:

- Componenti solidi e di buona qualità
- Schemi di impianto comprovati e più semplici possibile (tenere conto dei consigli dei produttori)
- Evitare di sovradimensionare i collettori
- Installazione appropriata (coibentazione)

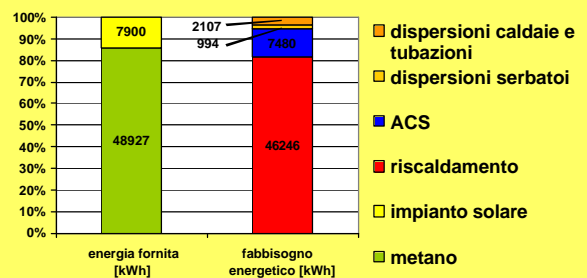
Moncalieri (#4)



A Moncalieri è stato modificato un impianto solare termico per l'acqua calda sanitaria costruito nel 1999. L'impianto integra una caldaia nuova a condensazione ed un impianto di riscaldamento a bassa temperatura di una cascina ristrutturata, situata su una collina a sud-ovest di Torino. 14 m² di collettori solari, collocati a terra, sono collegati ad un serbatoio tampone di 750 l mediante uno scambiatore di calore esterno. Il calore viene distribuito al serbatoio di acqua calda sanitaria da 500 l e all'impianto di riscaldamento a pavimento.



Località	Moncalieri (TO)
N° abitanti	4
Superficie riscaldata	324 m ²
Fabbisogno energetico totale	53.723 kWh/a
Superficie collettori	14 m ²
Capacità serbatoio	1250 l
Tipo riscaldamento	pavimento
Costi impianto per m ² (solo modifiche, IVA incl.)	223 €/m ²
Produttore	Menegatti
Risparmio energetico	5.440 kWh/a
	533 m ³ metano/a
	10 %
Risparmio energetico impianto solare e caldaia a condensazione	15.034 kWh/a
	1.473 m ³ metano/a
Emissioni CO ₂ evitate incl. caldaia a condensazione	1.121 kg/a
	3.098 kg/a



Ove possibile, nella progettazione dei quindici impianti dimostrativi si è optato per soluzioni dal costo limitato.

Le schede riportate in questa brochure contengono, oltre a una breve descrizione dell'impianto, anche il relativo schema di collegamento, nonché i dati più importanti riguardanti gli edifici e gli impianti stessi. Inoltre sono indicati anche i costi degli impianti.

Il risparmio energetico viene espresso in kWh (valori assoluti), in quantità di combustibile bruciato e come percentuale sul fabbisogno teorico senza impianto solare. Nei casi in cui l'impianto sia abbinato a una caldaia a condensazione si è calcolato anche il risparmio energetico per entrambe le misure.

Infatti nel caso in cui l'impianto è integrato con una caldaia efficiente, l'energia risparmiata è minore (poiché il calore è prodotto dalla fonte ausiliaria in maniera più efficiente). Per non penalizzare quindi i casi positivi, nei quali sono installate caldaie a condensazione (vedi impianti #4, #7, #8, #9, #14), all'interno delle schede il risparmio energetico dovuto alla caldaia a condensazione è stato riportato di fianco a quello da attribuire all'impianto solare.

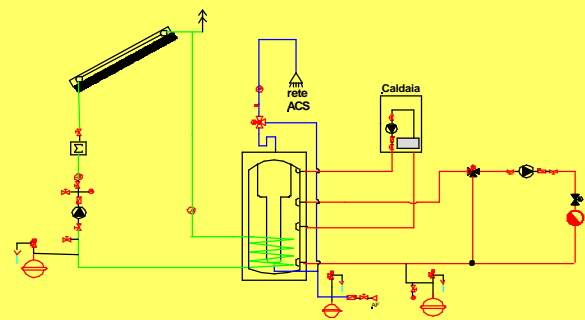
Per impianti con combinazione 'solare + biomassa' non sono forniti i valori di risparmio in termini di emissioni di CO₂, poiché il legno da questo punto di vista ha un bilancio 'neutrale' e viene quindi considerato come fonte rinnovabile.

	Nome e luogo	Superficie riscaldata	No persone	Superficie collettori	Capacità serbatoi
1	Cascina Paraccia (TO)	160 m ²	4	23,1 m ²	2000 l
2	Borgata Argiassera (TO)	90 m ²	4	7,6 m ²	600 l
3	ASL Chivasso (TO)	2800 m ²	30 persone staff, 100 pazienti	60,8 m ²	4500 l
4	Moncalieri (TO)	324 m ²	4	14 m ²	1250 l
5	Avigliana (TO)	110 m ²	4	10,7 m ²	800 l
6	Cà del Conte (PV)	290 m ²	4	23,1 m ²	2000 l
7	Paderno Franciacorta (BS)	70 m ²	3	18,5 m ²	2000 l
8	Magenta (MI)	400 m ²	4	14 m ² ETC	990 l
9	Albiolo (CO)	250 m ²	4	13,9 m ²	500 l
10	Menaggio (CO)	508 m ²	5	20,9 m ²	900 l
11	Mergozzo (VB)	160 m ²	2	9,6 m ²	600 l
12	Comignago (NO)	70 m ²	5	11,5 m ²	800 l
13	Revello (CN)	160 m ²	2	11,5 m ²	800 l
14	Bolzano	120 m ²	4	10,2 m ²	950 l
15	Nuova Terra (NO)	210 m ²	1-10	7,6 m ²	500 l

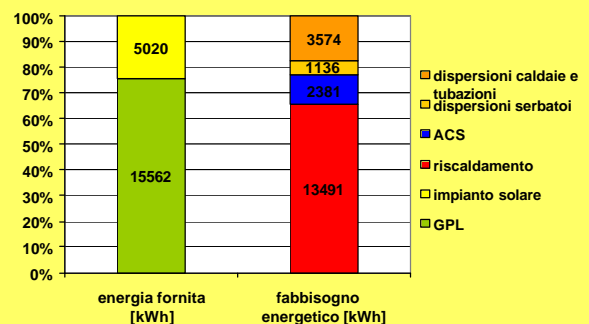
Tabella riassuntiva degli impianti del progetto Solar Combisystems

Avigliana (#5)

I collettori solari integrati nel tetto, con una superficie di 10,7 m², sono collegati ad un serbatoio tank-in-tank, per fornire calore sia per l'acqua calda sanitaria, sia per l'impianto di riscaldamento a pavimento, di una casa a schiera di nuova costruzione, in un'area residenziale nelle colline al sud della città di Avigliana, in provincia di Torino.

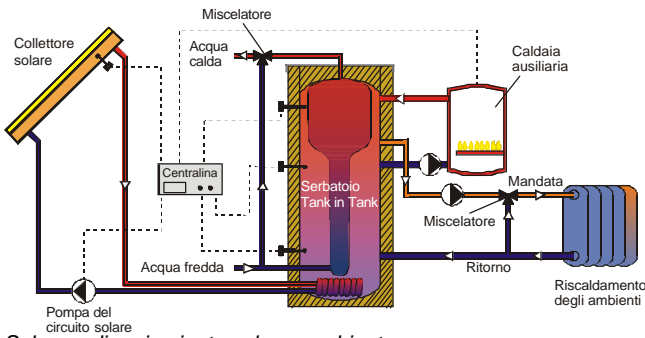


Località	Avigliana (TO)
N° abitanti	4
Superficie riscaldata	110 m ²
Fabbisogno energetico totale	15.872 kWh/a
Superficie collettori	10,7 m ²
Capacità serbatoio	800 l
Tipo riscaldamento	pavimento
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	634 €/m ²
Produttore	Sonnenkraft
Risparmio energetico	3.866 kWh/a
	543 l _{GPL} /a
	19,9 %
Emissioni CO ₂ evitate	874 kg/a



La tecnologia

Il mercato offre una grande varietà di tipologie di impianti solari combinati. L'accumulo tampone è l'unità termica centrale e come tale viene integrata nell'impianto di riscaldamento. Per portare a regime termico l'accumulo tampone, l'impianto solare riscalda la parte inferiore del serbatoio, mentre la caldaia e altri eventuali generatori di calore, per esempio una stufa a legna, vengono collegati alla parte superiore. Il circuito di riscaldamento è allacciato direttamente al serbatoio, mentre l'acqua sanitaria viene generalmente riscaldata indirettamente grazie a uno scambiatore.



Schema di un impianto solare combinato

Il compito di un impianto combinato è quello di fornire contemporaneamente calore a diverse temperature, da una parte al circuito dell'acqua sanitaria, dall'altra a quello del riscaldamento. Per questo è ovviamente possibile operare con due diversi serbatoi, ma la maggior parte dei produttori ricorrono a sistemi integrati con un serbatoio centrale.

Questi sistemi sfruttano il fenomeno della **stratificazione termica** dell'acqua. Una buona stratificazione si ripercuote positivamente sul funzionamento e sull'efficienza di un impianto solare.

Le principali caratteristiche degli impianti sono rappresentate dal **tipo di serbatoio**, dalla **gestione del sistema** e dall'**integrazione dei componenti**.

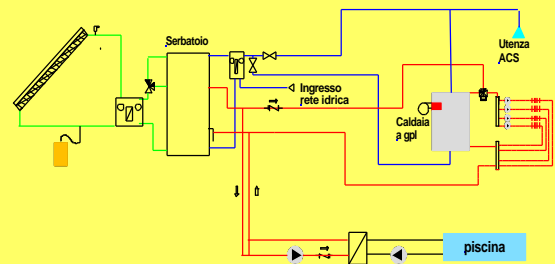


Impianto solare combinato per una casa unifamiliare in Svezia. Superficie collettori: 10 m²

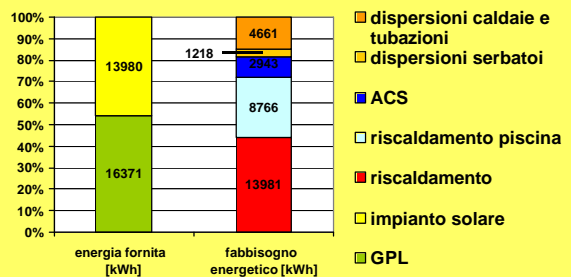
Cà del Conte (#6)



Il campo collettori (23,1 m² di superficie) è montato sul lato ovest dell'edificio di 'Ca del Conte' a Rivanazzano, in provincia di Pavia, utilizzato come seconda casa. L'impianto di riscaldamento deve mantenere durante l'inverno 290 m² di superficie abitabile ad una temperatura superiore a quella esterna. In estate l'impianto fornisce acqua calda sanitaria e riscalda la piscina di 68 m³ nel giardino della casa.



Località	Rivanazzano (PV)
N° abitanti	4
Superficie riscaldata	290 m ²
Fabbisogno energetico totale	25.690 kWh/a
Superficie collettori	23,1 m ²
Capacità serbatoio	2.000 l
Tipo riscaldamento	radiatori
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	861 €/m ²
Produttore	Sonnenkraft
Risparmio energetico	14.613 kWh/a
	2.052 l _{GPL} /a
	47,2 %
Emissioni CO ₂ evitate	3.303 kg/a



Riscaldamento dell'acqua sanitaria

In figura è rappresentata una tipica configurazione d'impianto con il cosiddetto 'swiss tank' o 'tank-in-tank', in cui il serbatoio per l'acqua sanitaria, dalla forma a imbuto, viene inserito nel serbatoio tampone (vedi impianti #2, #5, #7, #11, #12, #13). L'acqua sanitaria, contenuta nel serbatoio interno, può essere riscaldata nei periodi in cui non vi è domanda da parte dell'utenza, in modo che al momento della richiesta sia disponibile una quantità sufficiente di calore.



Impianto solare combinato per una casa unifamiliare in Austria.
Superficie collettori 8 m²

In alternativa l'acqua sanitaria viene riscaldata indirettamente mediante uno scambiatore di calore a immersione (vedi impianto #8), attraverso cui l'acqua scorre come nelle caldaie istantanee. I dispositivi più efficienti per il riscaldamento dell'acqua sanitaria sono moduli composti da uno scambiatore di calore a piastre esterno e da un regolatore di portata per la pompa inserita sul circuito primario (vedi impianti #1, #6, #14). Lo scambiatore può essere dimensionato in modo da permettere una trasmissione di calore molto elevata, cosicché la temperatura dell'acqua di ritorno all'accumulo sia di soli 5-10 °C superiore a quella dell'acqua fredda, con conseguenze positive sul funzionamento del collettore.

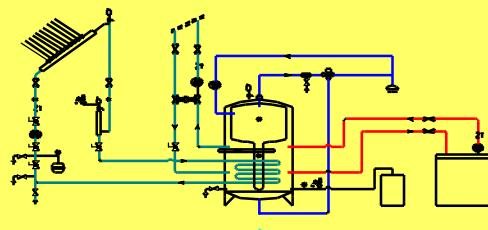


Impianto solare combinato per una casa unifamiliare in Germania.
Superficie collettori: 7,5 m²

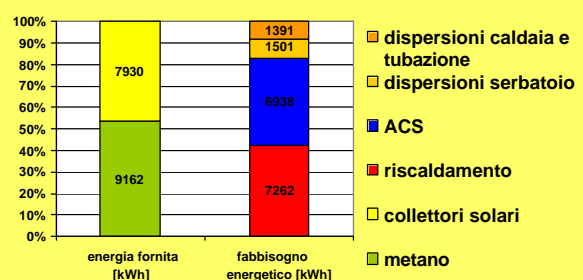
Paderno Franciacorta (#7)



Il campo collettori di 18,5 m² è installato con un'inclinazione di 55° sul tetto di una casa monofamiliare a Paderno Franciacorta, in provincia di Brescia. Il serbatoio tampone ha un volume di 2000 litri. L'impianto solare termico riscalda un ambiente di 70 m² e fornisce acqua calda sanitaria all'impianto dotato anche di ricircolo. Nel periodo estivo l'impianto fornisce acqua calda anche ad un vicino.

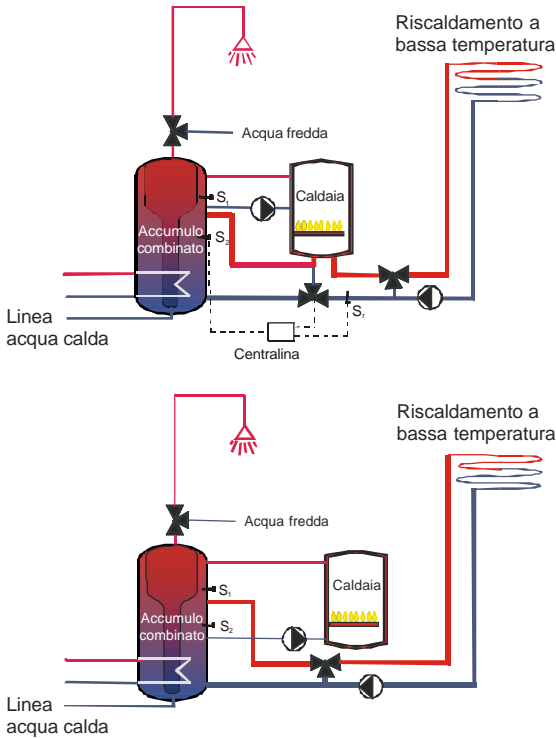


Località	Paderno Franciacorta (BS)
N° abitanti	3
Superficie riscaldata	70 m ²
Fabbisogno energetico totale	14.200 kWh/a
Superficie collettori	18,5 m ²
Capacità serbatoio	2.000 l
Tipo riscaldamento	Pavimento
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	1.409 €/m ²
Produttore	Enerpoint, Ruesch
Risparmio energetico	5.682 kWh/a
	557 m ³ metano/a
	38 %
Risparmio energetico impianto solare e caldaia a condensazione	8.301 kWh/a
	814 m ³ metano/a
Emissioni CO ₂ evitate	1.170 kg/a
incl. caldaia a condensazione	1.712 kg/a



Serbatoio tampone o integrazione in serie?

Un vantaggio degli impianti combinati è dato dal serbatoio tampone, che permette anche un migliore funzionamento della caldaia (vedi impianti #2, #5, #7, #8, #11, #13, #14). La caldaia non è, infatti, costretta ad accendersi continuamente a ogni minima richiesta di calore: è sufficiente che essa riscaldi tutta la parte superiore dell'acqua nel serbatoio tampone - la prima a essere erogata - e quindi può spegnersi per un lungo periodo.



Integrazione in serie e a tampone di un impianto solare combinato

In questo modo aumenta il rendimento della caldaia e si riducono le emissioni di sostanze inquinanti, che sono particolarmente elevate quando il bruciatore deve accendersi ripetutamente.

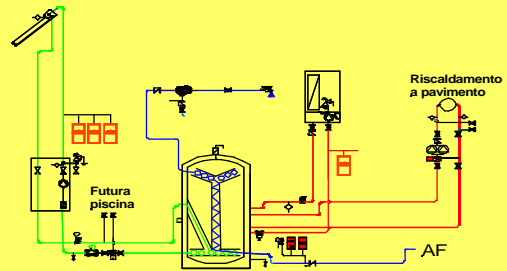
Per l'installazione a posteriori di un sistema combinato all'interno di un impianto di riscaldamento già esistente si presenta la possibilità, più economica, di posizionare il serbatoio tampone nel circuito del riscaldamento, ottenendo così un'integrazione solare in serie (vedi impianti #1, #4, #10, #15). In questo modo aumenta la temperatura dell'acqua di ritorno alla caldaia.

Il vantaggio consiste nella possibilità di un semplice collegamento nel ritorno del circuito con una valvola a tre vie e un regolatore differenziale di temperatura. Se esistono linee con radiatori e impianto sottopavimento, il serbatoio tampone, riscaldato con l'energia solare, viene integrato al meglio nel circuito che presenta la temperatura di ritorno inferiore. La regolazione del riscaldamento può essere mantenuta senza modifiche. Tuttavia, in questo modo, il serbatoio di accumulo non può più essere utilizzato come tampone per la caldaia.

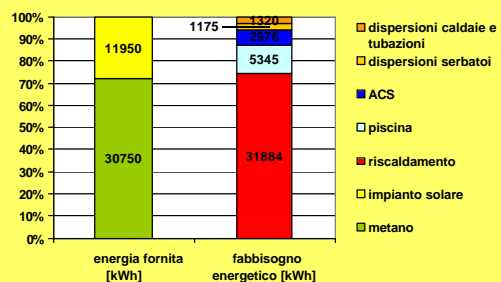
Magenta (#8)



L'impianto solare termico contribuisce alla produzione di acqua calda sanitaria e al riscaldamento degli ambienti di una casa bifamiliare situata a Magenta, in provincia di Milano. In estate l'impianto riscalda la piscina di 80 m³. I 14 m² di collettore solare a tubi sottovuoto sono situati sul tetto piano di un capannone industriale di fianco alla casa e collegati ad un innovativo serbatoio da 1.000 litri, che sfrutta la tecnologia low-flow (a bassa portata) per creare al suo interno una stratificazione termica ottimale. Per il riscaldamento ausiliario è utilizzata una caldaia a condensazione a metano. Gli ambienti sono riscaldati da un impianto a pavimento.



Località	Magenta (MI)
N° abitanti	4
Superficie riscaldata	400 m ²
Fabbisogno energetico totale	40.205 kWh/a
Superficie collettori	14,0 m ²
Capacità serbatoio	990 l
Tipo riscaldamento	pavimento
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	1.133 €/m ²
Produttore	Paradigma
Risparmio energetico	10.099 kWh/a
	990 m ³ metano/a
	24,7 %
Risparmio energetico impianto solare e caldaia a condensazione	17.307 kWh/a
	1.697 m ³ metano/a
Emissioni CO ₂ evitate incl. caldaia a condensazione	2.080 kg/a
	3.565 kg/a



Solare e biomassa

Di grande vantaggio è la configurazione di un impianto combinato integrato da un riscaldamento con caldaia a legna o a pellets (vedi impianti #2, #13), poiché in questo caso è comunque necessario un serbatoio tampone di accumulo per la caldaia a biomassa. La presenza dei collettori permette non solo di risparmiare energia ma anche di aumentare il comfort, per esempio quando la presenza del sole rende superfluo andare 'a fare legna'.

La tecnologia delle caldaie a legna e a pellets ha fatto negli ultimi anni enormi passi avanti: oltre all'aumento dei rendimenti e alla diminuzione delle emissioni nocive, si è raggiunta la completa automatizzazione di funzionamento e regolazione.



Riscaldamento 'solare e biomassa'

Un albero, durante la sua crescita, assorbe la stessa quantità di CO₂ che viene poi liberata dalla sua combustione e per questo non concorre, come invece i combustibili fossili, all'effetto serra.

Sole e legna si sposano quindi perfettamente, in particolare nelle stagioni intermedie. Il basso regime di funzionamento delle caldaie a biomassa che ne determina rendimenti minori, viene infatti evitato grazie alla presenza dell'impianto solare.

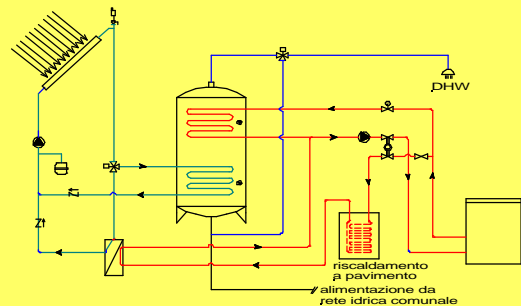
Che fare delle sovrapproduzioni estive?

Durante la progettazione di un impianto combinato bisogna prestare attenzione alle notevoli quantità di calore in esubero prodotte in estate, quando viene completamente a mancare la domanda di riscaldamento degli ambienti. In periodi di bel tempo questo può portare al raggiungimento, nel serbatoio, della temperatura massima consentita e al conseguente spegnimento della pompa del circuito dei collettori, che pure potrebbero fornire ancora energia. Si dice in questo caso che l'impianto va in 'stagnazione'. In linea di principio ciò non costituisce alcun problema, a condizione, però, che la pressione preimpostata nel circuito dei collettori e nel vaso di espansione sia stata definita correttamente: quando l'impianto va in stagnazione, infatti, tutto il contenuto del collettore evapora e il fluido deve essere completamente raccolto nel vaso d'espansione.

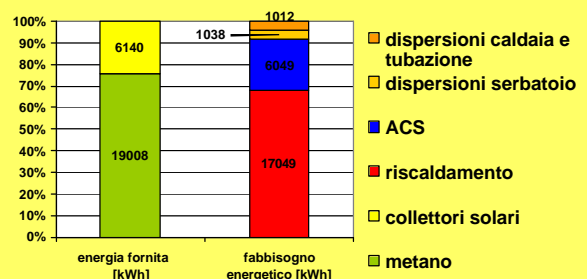
Albiolo (#9)



Il campo collettori di 13,5 m² è installato con un'inclinazione di 60° sul tetto di una casa unifamiliare ad Albiolo, in provincia di Como. I collettori forniscono calore ad un serbatoio di acqua calda sanitaria da 500 l oppure direttamente all'impianto sottopavimento delle stanze, secondo il principio del 'direct floor heating'.



Località	Albiolo (CO)
N° abitanti	4
Superficie riscaldata	250 m ²
Fabbisogno energetico totale	20.030 kWh/a
Superficie collettori	13,9 m ²
Capacità serbatoio	500 l
Tipo riscaldamento	pavimento
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	848 €/m ²
Produttore	Enerpoint Ruesch
Risparmio energetico	4.833 kWh/a
	474 m ³ metano /a
	20 %
Risparmio energetico impianto solare e caldaia a condensazione	9.040 kWh/a
	886 m ³ metano/a
Emissioni CO ₂ evitate	996 kg/a
incl. caldaia a condensazione	1.864 kg/a



In condizioni particolari il continuo verificarsi della stagnazione può causare un invecchiamento precoce di alcune parti. È consigliabile verificare con regolarità lo stato della miscela di glicole all'interno del circuito solare.



Impianto solare combinato con riscaldamento piscina per un albergo in Carinzia/Austria. Superficie collettori: 144 m²

Spesso si installano dispositivi per disperdere l'energia in surplus nei periodi estivi, come radiatori, camini oppure i collettori stessi azionati durante la notte. Il raffreddamento notturno riduce i problemi legati al surriscaldamento ma, allo stesso tempo, anche il rendimento medio annuo ed è pertanto sconsigliabile. È anche possibile installare un circuito di scarica, ovvero un tubo di polietilene interrato al di sotto oppure a fianco dell'edificio, che disperde il calore in eccesso nel periodo estivo.

L'applicazione risulta particolarmente vantaggiosa quando esiste un ulteriore fabbisogno a cui sopperire nel periodo estivo, per esempio il riscaldamento dell'acqua di una piscina (vedi impianti #6, #8, #10, #11).

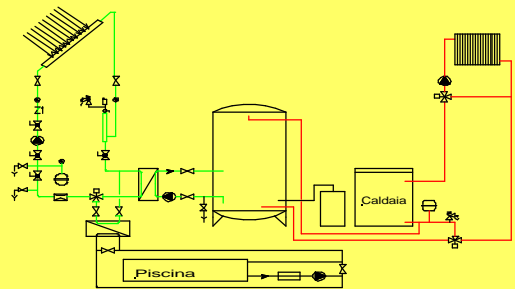


Impianto di Menaggio con integrazione della piscina all'aperto

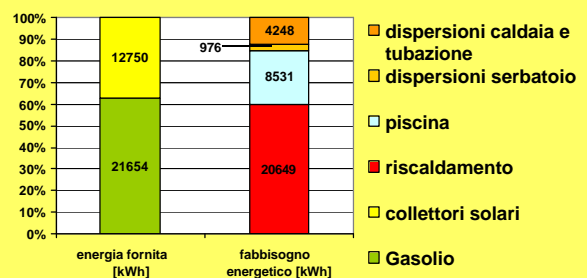
Menaggio (#10)



Il campo collettori (20,9 m² di superficie) è collocato nel giardino di una casa per vacanze a Menaggio sul lago di Como. L'impianto solare termico viene utilizzato per mantenere durante l'inverno gli ambienti ad una temperatura maggiore di quella esterna. In estate l'impianto riscalda la piscina, di 82 m³, anch'essa nel giardino della casa.



Località	Menaggio (CO)
N° abitanti	5
Superficie riscaldata	508 m ²
Fabbisogno energetico totale	29.180 kWh/a
Superficie collettori	20,9 m ²
Capacità serbatoio	900 l
Tipo riscaldamento	radiatori
Costi impianto per m ² (IVA inclusa)	975 €/m ²
Produttore	Enerpoint Ruesch
Risparmio energetico	13.456 kWh/a
	1.335 l _{gasolio} /a
	38 %
Emissioni CO ₂ evitate	4.198 kg/a



Il dimensionamento

Nelle case unifamiliari vengono installati usualmente impianti con superficie di collettori da 10 a 15 m² e con un volume di accumulo di 700 - 1000 l. Per il calcolo della superficie massima vale la seguente regola 'spannometrica': da 1,5 a 3 m² di collettori piani per ogni kW di assorbimento termico nominale dell'edificio. Per collettori a tubo sottovuoto è sufficiente il 70 % di tale superficie.

Si consiglia di non sovradimensionare il campo collettori. Solitamente basta aumentare la superficie non più di due, massimo tre volte rispetto a quella per la produzione di ACS, salvo in caso di fabbisogno estivo aggiuntivo come quello per una piscina.

Impianto ACS:	0,8 – 1,2 m ² /persona
Impianto combinato:	
inclinazione collettore (< 40°):	superficie _{ACS} x 2
inclinazione collettore (> 40° < 70°):	superficie _{ACS} x 3
inclinazione collettore (> 70° < 90°) o con integrazione piscina:	1,5 – 3 m ² /kW
capacità serbatoio	70 l/m ² collettore

Regole di dimensionamento di un impianto solare combinato

Si prenda come esempio una casa unifamiliare con quattro abitanti. L'assorbimento termico nominale dell'edificio sia pari a 10 kW. Per il dimensionamento di un impianto solare per la sola produzione di acqua calda sanitaria ci si può orientare a un valore di massima di 1 m² di superficie di collettori a persona. In questo esempio, quindi, 4 m². Per un impianto solare combinato è consigliabile, nel caso di un tetto con bassa inclinazione, raddoppiare la superficie (8 m²), nel caso, invece, di inclinazioni della falda superiori a 40°, si può arrivare a triplicarla (12 m²). Se i collettori sono integrati nella facciata dell'edificio, la sovrapproduzione di energia in estate non è rilevante e il dimensionamento può essere eseguito secondo l'assorbimento termico nominale dell'edificio, che porta in questo caso a quantificare la superficie di collettori in 15-30 m². Il volume del serbatoio di accumulo va scelto considerando ca. 70 litri per ogni metro quadro di superficie di collettori.

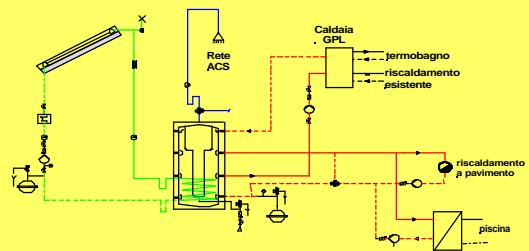


Impianto solare combinato per una casa unifamiliare in Finlandia. Superficie collettori 7,5 m²

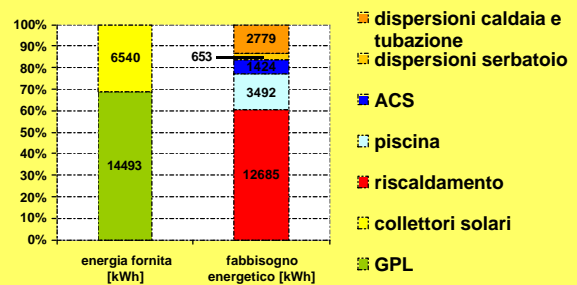
Mergozzo (#11)



L'impianto solare termico è collocato su un muro del giardino accanto ad una casa unifamiliare sita sul lago di Mergozzo, in provincia di Verbania. Il collettore è auto-costruito. La sua superficie è di 9,6 m², il volume del serbatoio è di 600 litri. L'impianto produce acqua calda sanitaria durante tutto l'anno. Durante la stagione invernale fornisce calore ad una parte dell'edificio attraverso un impianto di riscaldamento a pavimento. In estate riscalda la piscina del giardino, di 48 m³.

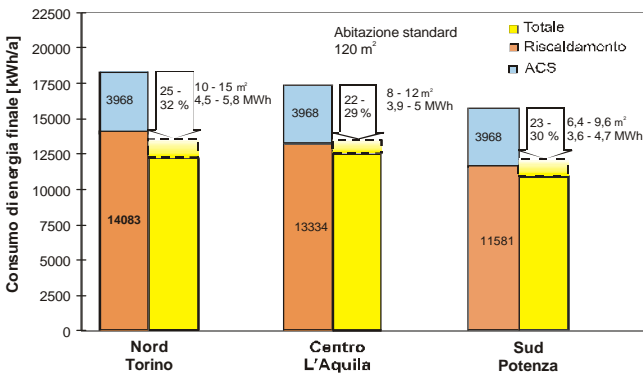


Località	Mergozzo (VB)
N° abitanti	2
Superficie riscaldata	160 m ²
Fabbisogno energetico totale	17.601 kWh/a
Superficie collettori	9,6 m ²
Capacità serbatoio	600 l
Tipo riscaldamento	pavimento
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	531 €/m ²
Produttore	auto-costruito
Risparmio energetico	6.970 kWh/a
	979 l _{GPL} /a
	32,5 %
Emissioni CO ₂ evitate	1.575 kg/a



Quanta energia si risparmia

Sulla base di un esempio è possibile quantificare il risparmio energetico ottenibile con un impianto solare. Come edifici modello abbiamo scelto case unifamiliari in zone del nord, del centro e del sud Italia con sufficiente fabbisogno termico. La figura mostra i benefici conseguenti all'installazione di un impianto solare combinato sul consumo originario di energia per il riscaldamento dell'acqua sanitaria e degli ambienti.



Risparmio energetico per un impianto solare combinato installato in località del nord, del centro e del sud Italia

Si vede come, a seconda della localizzazione e considerando un impianto combinato dimensionato secondo le regole riportate di qui sopra, si possano ottenere risparmi di combustibile di 400 – 550 kWh annui per ogni m² di collettori. Ciò corrisponde a 40 – 55 litri di gasolio, 40 – 55 m³ di gas metano ovvero 56 – 77 litri di GPL. Il risparmio di combustibile oscilla quindi, nel nostro esempio, tra 22 e 32 %.

Le conclusioni esposte sono avvalorate dalle misurazioni effettuate su 9 dei 15 impianti dimostrativi. Tutte queste misurazioni sono state eseguite in condizioni di funzionamento reali e i risultati sono stati successivamente confrontati con i dati di progetto. Tutti gli impianti, inoltre, sono stati installati correttamente. I valori misurati di resa energetica dei collettori corrispondono ai dati di progetto con scarti di ±25 %. Le cause di tali discrepanze vanno ricercate nella quasi totalità dei casi nelle differenze di fabbisogno termico rispetto ai valori di progetto.

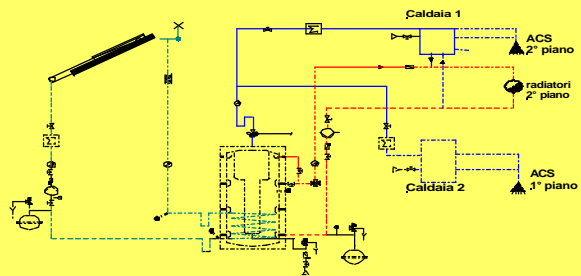


Impianto solare combinato per una casa a schiera in Olanda. Superficie collettori 4,1 m²

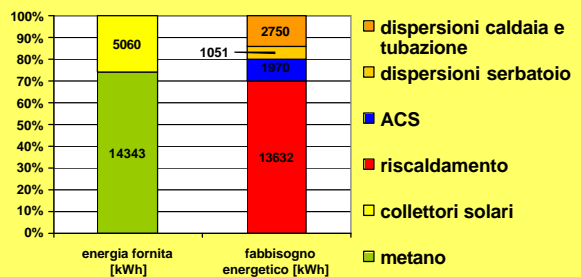
Comignago (#12)



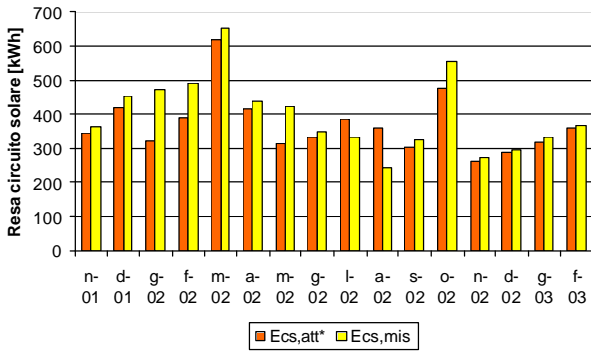
I collettori solari (11,5 m² di superficie) sono montati sul tetto della casa bifamiliare situata a Comignago, in provincia di Novara. Durante l'inverno l'impianto solare fornisce acqua calda sanitaria e riscaldamento al proprietario che occupa l'appartamento del primo piano. In estate anche la seconda famiglia usufruisce dell'acqua calda sanitaria. A causa dell'assenza del proprietario durante il giorno il riscaldamento è attivo in modalità 'solar only' tramite radiatori convenzionali



Località	Comignago(NO)
N° abitanti	5
Superficie riscaldata	70 m²
Fabbisogno energetico totale	15.602 kWh/a
Superficie collettori	11,5 m²
Capacità serbatoio	800 l
Tipo riscaldamento	radiatori
Costi impianto per m² (IVA inclusa)	325 €/m²
Produttore	Sonnenkraft
Risparmio energetico	4.771 kWh/a
	468 m³ metano/a
	25 %
Emissioni CO ₂ evitate	983 kg/a



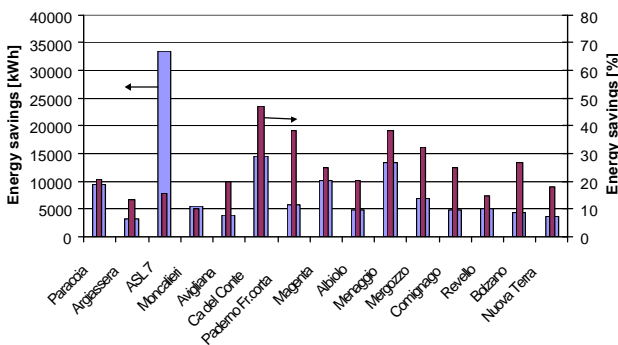
La figura seguente mostra, per l'impianto di Comignago, i valori di resa del circuito collettori misurati e quelli attesi, nel periodo compreso tra novembre 2001 e febbraio 2003. È evidente come i maggiori guadagni siano concentrati nel periodo di riscaldamento, in particolare nelle stagioni intermedie. In estate, invece, gli stessi guadagni risultano molto più contenuti per effetto del basso fabbisogno termico per acqua calda; anche il periodo di brutto tempo dell'inverno 2002 ha contribuito a ridurre sensibilmente i vantaggi dati dagli impianti.



Valori di resa del circuito collettori misurati e attesi per l'impianto di Comignago nel periodo tra novembre 2001 e febbraio 2003

La figura in calce mette a confronto i valori di risparmio energetico assoluto e relativo per i 15 impianti dimostrativi. Questi valori sono stati ottenuti attraverso simulazioni standardizzate al computer e confermati dal monitoraggio. I risparmi assoluti oscillano tra 3.239 kWh/a dell'impianto di 7,6 m² di Argiassera e 33,5 MWh/a di quello di 60,8 m² dell'edificio ASL a Chivasso.

La massima copertura relativa è stata raggiunta nell'impianto di Cà del Conte (23,1 m²): 47 % del fabbisogno energetico per acqua calda sanitaria, riscaldamento antigelo in inverno e riscaldamento di una piscina in estate.



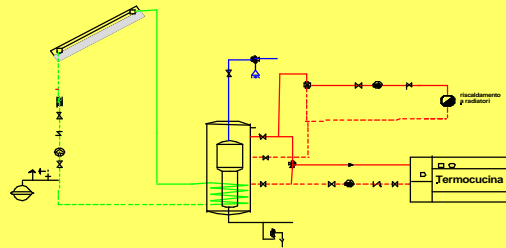
Risparmio energetico assoluto e relativo

Il guadagno energetico medio dei collettori per impianti combinati ammonta a 500 kWh/(m² a). Sistemi con integrazione del riscaldamento di piscine raggiungono valori medi di 650 kWh/(m² a).

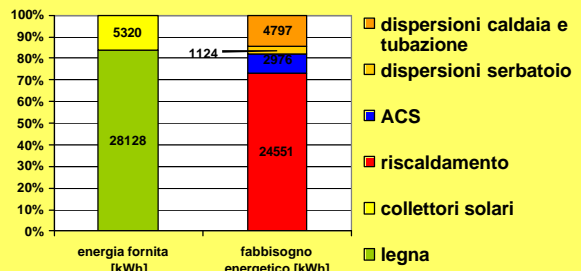
Revello (#13)



Un impianto termico 'solare+biomassa' è stato inserito nella ristrutturazione di una vecchia cascina utilizzata come bed&breakfast a Revello, in provincia di Cuneo. Il serbatoio da 800 litri è scaldato sia dai collettori solari (11,5 m² di superficie), sia da una tradizionale termocucina a legna. Il proprietario di casa regola manualmente la stufa a legna in relazione alla disponibilità dell'energia solare. Oltre al risparmio energetico ottenuto, l'impianto solare riduce significativamente il lavoro per rendere disponibile la legna da ardere.



Località	Revello (CN)
N° abitanti	2-6
Superficie riscaldata	160 m ²
Fabbisogno energetico totale	27.527 kWh/a
Superficie collettori	11,5 m ²
Capacità serbatoio	800 l
Tipo riscaldamento	radiatori
Costi impianto per m ² (IVA inclusa)	723 €/m ²
Produttore	Sonnenkraft
Risparmio energetico	5.021 kWh/a
	1.253 kg _{legna} /a
	15 %



Economicità

Il mercato offre oggi impianti combinati a costi compresi tra 750 e 1.000 €/m² di superficie di collettori, comprensivi di installazione e messa in opera. Mediamente, quindi, un impianto di 10 m² determina costi di investimento compresi tra 7.500 e 10.000 €.

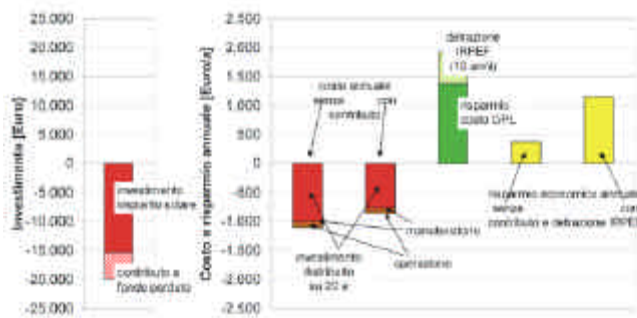
Il costo degli impianti realizzati nell'ambito del progetto è compreso tra 500 e 1.300 €/m². Va sottolineato come il costo d'impianto non vada necessariamente di pari passo con il risparmio ricavabile. Esso, infatti, dipende piuttosto dal dimensionamento del sistema rispetto al fabbisogno termico totale, dalla integrazione con il sistema tradizionale e dal rapporto tra fabbisogno estivo e invernale. Il risparmio energetico annuo oscilla tra 306 kWh/(m² a) e 729 kWh/(m² a). Elevati risparmi per metro quadrato si raggiungono in particolare quando, oltre al fabbisogno per acqua calda, ne esiste uno ulteriore (per esempio una piscina).

Verosimilmente il costo d'investimento per il risparmio annuale di 1 kWh di energia primaria ammonta a 1 - 3 €/ (kWh/a).

Gli esborsi legati alla manutenzione e al funzionamento dell'impianto si aggirano intorno ai 100 €/a. Alla somma di questi costi si contrappone tuttavia quella dei costi evitati, legati al risparmio di combustibile e quantificabili in 10 - 60 €/ (m² a), a seconda della qualità dell'impianto e del costo del combustibile.

Molte regioni italiane prevedono finanziamenti per l'installazione di impianti solari termici. Generalmente viene concesso il 30 % dei costi d'investimento a fondo perduto. Inoltre, per l'acquisto di un impianto solare, vale la riduzione dell'IVA al 10 % ed esiste la possibilità di detrarre dall'IRPEF il 36 % dell'investimento nell'arco di dieci anni.

Il seguente grafico evidenzia i costi d'investimento e i costi evitati sull'esempio di un impianto combinato di 23 m². I collettori forniscono calore al sistema di acqua calda sanitaria e a quello di riscaldamento a bassa temperatura; nei mesi estivi il calore in eccesso viene accumulato in una piscina. L'impianto convenzionale funziona a GPL.

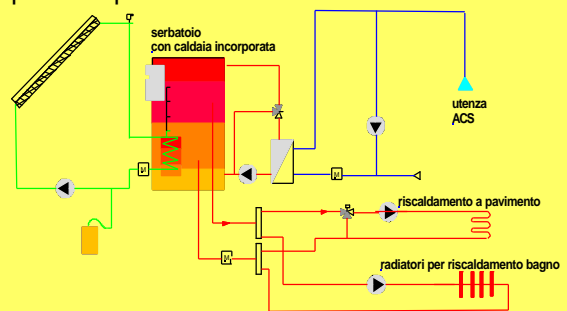


Costi (numeri negativi) e risparmi (numeri positivi) di un impianto solare combinato per a.c.s., riscaldamento e piscina

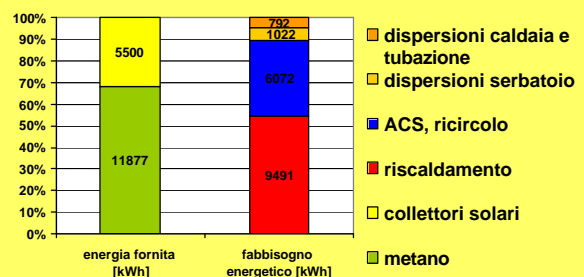
Bolzano (#14)



Il collettore solare (10,2 m² di superficie) è integrato nel tetto della casa unifamiliare situata a Bolzano. La centrale di riscaldamento consiste in un innovativo serbatoio che utilizza una tecnologia low-flow (a bassa portata) per realizzare una stratificazione termica ottimale all'interno del serbatoio. Inoltre il serbatoio contiene esso stesso la caldaia a condensazione a metano per l'integrazione. Gli ambienti sono riscaldati con un impianto a pavimento.



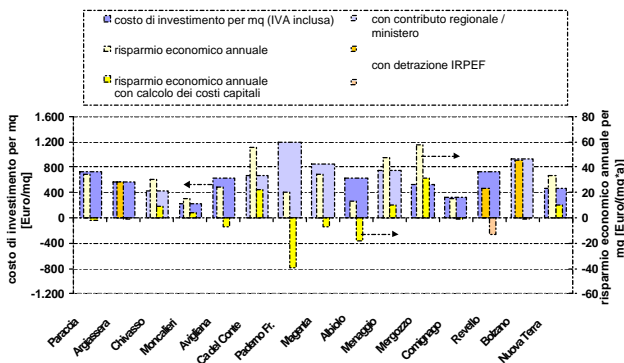
Località	Bolzano (BZ)
N° abitanti	4
Superficie riscaldata	120 m ²
Fabbisogno energetico totale	15.563 kWh/a
Superficie collettori	10,2 m ²
Capacità serbatoio	950 l
Tipo riscaldamento	pavimento
Costi impianto per m ² (senza caldaia, IVA inclusa)	1.334 €/m ²
Risparmio energetico	4.329 kWh/a
	424 m ³ metano/a
	27 %
Risparmio energetico impianto solare e caldaia a condensazione	7.189 kWh/a
	705 m ³ metano/a
	a
Emissioni CO ₂ evitate incl. caldaia a condensazione	892 kg/a
	1.482 kg/a



L'investimento iniziale per i 23 m² di collettori e per un serbatoio d'accumulo di 2 m³ ammonta a 18.100 € IVA esclusa, ovvero 20.700 € comprensivi dell'IVA ridotta al 10 %. Questo impianto ha avuto un finanziamento di 4.600 €.

Se si ripartisce il costo d'investimento sulla durata di vita tecnica dell'impianto, senza considerarne gli interessi, si ottiene un costo capitale annuo pari a 990 € senza e 765 € con il contributo a fondo perduto. Sommando a esso circa 100 € per la manutenzione e per l'esercizio dell'impianto, si raggiunge un costo annuo complessivo di 1.090 o 865 €/a. Il risparmio di GPL, per contro, ammonta a 1.374 €, quello dovuto alla riduzione fiscale nei primi 10 anni a 550 €. Sfruttando le possibilità del contributo a fondo perduto e la detrazione dell'IRPEF l'impianto solare consente un risparmio annuo di 1.160 €/a ma anche senza agevolazioni si ottiene un risparmio economico di circa 380 €/a.

Circa un terzo degli impianti installati nell'ambito del progetto Altener 'Solar Combisystems' hanno determinato risparmi annui dell'ordine di 10 - 30 € per metro quadrato di superficie di collettori (considerato anche il costo del capitale dell'investimento iniziale). Cinque impianti non hanno generato spese o guadagni aggiuntivi. Solo un terzo degli impianti si è rivelato economicamente non conveniente, per effetto di costi d'investimento elevati o di basse rese d'impianto. Inoltre la convenienza di queste soluzioni dipende fortemente dal prezzo del combustibile adottato: nel caso si tratti di GPL, i costi evitati sono decisamente più elevati rispetto al caso di gas o legna.



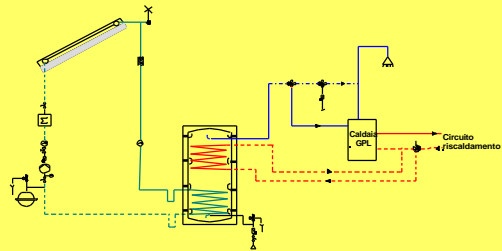
Costi d'investimento e risparmi annui degli impianti solari del progetto Solar Combisystems

Non bisogna tuttavia dimenticare che gli impianti solari combinati rappresentano, prima di tutto, una misura di risparmio energetico e andrebbero quindi confrontati con altre misure analoghe piuttosto che con i combustibili fossili.

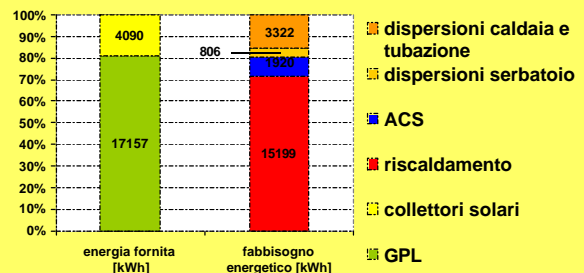
Nuova Terra (#15)



Lo scopo principale dell'impianto solare termico della casa dell'associazione 'Nuova Terra' (superficie collettore 7,6 m², volume serbatoio 500 litri) è di produrre acqua calda sanitaria per lo staff, le famiglie ospiti e i gruppi dei campi di lavoro che risiedono frequentemente nella casa. Nei periodi con un basso numero di visitatori il calore in eccesso è ceduto, attraverso il secondo scambiatore di calore del serbatoio, all'impianto di riscaldamento degli ambienti.



Località	Vaprio d'Agogna (NO)
N° abitanti	1-10
Superficie riscaldata	210 m ²
Fabbisogno energetico totale	17.118 kWh/a
Superficie collettori	7,6 m ²
Capacità serbatoio	500 l
Tipo riscaldamento	radiatori
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	456 €/m ²
Produttore	autocostruito
Risparmio energetico	3.739 kWh/a
	525 l _{GPL} /a
	18 %
Emissioni CO ₂ evitate	845 kg/a



Risultati e strumenti prodotti dalla IEA SH&C Task 26 e dal Progetto Altener Solar Combisystems

Già a partire dal 1990 l'industria ha iniziato a produrre una quantità sempre crescente di impianti combinati anche se all'inizio mancavano, in determinati settori, le conoscenze scientifiche basilari. I progetti erano fondamentalmente frutto delle conoscenze pratiche di installazione e non venivano mai ottimizzati con cura. Per questo si è resa necessaria la cooperazione tra più paesi, al fine di analizzare e rivedere una quantità molto maggiore di progetti e di idee. Dall'autunno 1998 fino a dicembre 2002, 35 esperti provenienti da nove stati europei e dagli USA, assieme a 16 imprese che operano nel campo dell'energia solare, hanno collaborato nel **gruppo di ricerca IEA SH&C Task 26**, allo scopo di sviluppare e ottimizzare gli impianti combinati per case unifamiliari e plurifamiliari.

Tutti i risultati di Task 26 sono raccolti nel **manuale di progettazione** per impianti combinati *'Solar Heating Systems for Houses'*, pubblicato da James and James, Londra.

Gli esperti di Task 26 hanno inoltre pubblicato più di 30 articoli sul tema del riscaldamento solare, nonché i risultati di sei Industry Workshop.

Nella progettazione di impianti combinati lo schema denominato **'FSC Procedure'** (fractional solar contribution) si sta rivelando uno strumento molto adeguato: presenta molte analogie con f-chart, il diffuso strumento per la progettazione di impianti solari di riscaldamento dell'acqua. Su questa base è stato realizzato anche il software **'CombiSun'**, ideato per architetti e ingegneri, che permette di dimensionare e confrontare tra loro diversi impianti combinati, in accordo con i requisiti noti, desunti dalla pratica.

Il progetto europeo **Altener 'Solar Combisystems'** è collegato all'IEA SH&C Task 26. Vi partecipano partner di Austria, Danimarca, Francia, Germania, Italia, Paesi Bassi e Svezia. Gli obiettivi del progetto consistono nel trasferire sui mercati nazionali le conoscenze acquisite da Task 26 e dimostrare la convenienza e i buoni risultati degli impianti combinati.

Sono stati realizzati, monitorati e analizzati oltre 200 sistemi dimostrativi nei sette paesi della comunità europea che hanno partecipato al progetto. Tutti questi impianti sono presentati sul sito del progetto, corredati da stime di costi e benefici.

Nel corso del progetto sono stati organizzati anche numerosi **workshop e seminari** a livello nazionale, tra cui il workshop Italiano tenutosi durante la fiera-convegno 'Solarexpo 2003' a Verona nel marzo 2003.

I risultati di Task 26 e del progetto Altener, assieme a diverse altre pubblicazioni e al software 'CombiSun', sono scaricabili dalle pagine internet citate in fondo.



Impianto solare combinato per una casa unifamiliare in Svezia. Superficie collettori: 12,4 m²

Conclusioni e raccomandazioni

Grazie al progetto Altener 'Solar Combisystems' è stato possibile ampliare sensibilmente le conoscenze nel campo del riscaldamento solare in Italia. Sono stati realizzati 15 sistemi solari combinati dimostrativi, in stretta collaborazione con i cofinanziatori Regione Lombardia e Provincia di Torino, con i produttori e con i proprietari stessi degli impianti. Si tratta in tutti i casi di impianti tecnologicamente avanzati, progettati e installati correttamente e, in ultimo, convenienti.

Il monitoraggio ha dimostrato come la tecnologia del solare combinato sia matura e come, in condizioni climatiche favorevoli (zone fredde e soleggiate al nord ma anche zone montane al centro e al sud dell'Italia), sia possibile raggiungere risparmi energetici del 15-30 %, in casi particolari anche del 40 %. Il guadagno solare di impianti combinati oscilla tipicamente tra i 400 e i 500 kWh/(m² a) e può arrivare fino a 650 kWh/(m² a) per sistemi con riscaldamento di piscina.

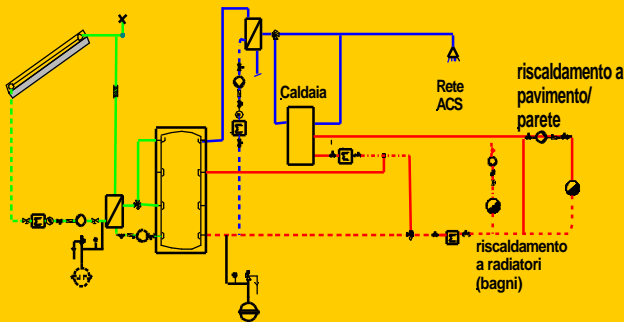
I costi variano tuttora sensibilmente da caso a caso. Impianti commerciali sono disponibili a un prezzo 'chiavi in mano' di circa 750 - 1.000 € per ogni metro quadrato di collettori. Per due terzi degli impianti dimostrativi, il bilancio economico è stato positivo o, al più, in pareggio (considerando anche i contributi pubblici e le riduzioni fiscali). I sistemi solari sono economicamente interessanti e competitivi, sia rispetto ad altre misure di risparmio energetico, sia rispetto a impianti per la sola preparazione di acqua calda.

In Italia una grande quantità di edifici esistenti e di nuova costruzione soddisfa le condizioni base per l'integrazione di un impianto solare combinato. Pertanto speriamo vivamente che questa brochure, con le sue informazioni e i suoi esempi di impianti, possa stimolare l'interesse nei confronti di questa tecnologia affascinante e amica dell'ambiente, sia tra i proprietari di edifici e gli imprenditori, sia tra tutti i professionisti ma anche tra chi è chiamato a prendere decisioni importanti in questo settore.

1. Cascina Paraccia



L'impianto solare termico è parte integrante del progetto di ristrutturazione della 'Cascina Paraccia' a Villarbasse, in provincia di Torino. I collettori solari (superficie collettore 23,1 m²) sono installati sul muro esterno del cortile con una inclinazione di 70°. Sono collegati ad un serbatoio di 2.000 litri con un'unità di produzione istantanea di acqua calda sanitaria. Gli ambienti sono riscaldati con un impianto radiante a bassa temperatura a pavimento e a parete. In estate il sistema fornisce acqua calda anche alla casa vicina.



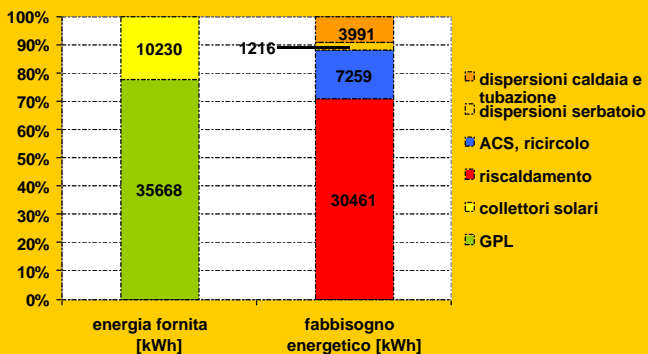
Oggetto:

Località	Villarbasse (TO)
N° abitanti	4
Superficie riscaldata	160 m ²
Temperatura di progetto	-8 °C
Gradi giorno	2.925 gg
Fabbisogno riscaldamento	30.461 kWh/a
Fabbisogno acs	4.405 kWh/a
Fabbisogno energetico totale (riscaldamento+ acs+ricircolo)	37.719 kWh/a



Impianto:

Superficie lorda collettore	25,7 m ²
Superficie di apertura collettore	23,1 m ²
Capacità serbatoio	2.000 l
Produttore	Sonnenkraft
Potenza nominale caldaia	23 kW
Tipo caldaia	murale a GPL
Tipo riscaldamento	pavimento / parete
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	723 €/m ²



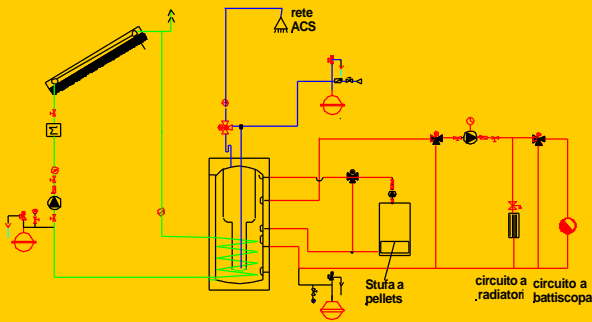
Dati energetici:

Risparmio energetico	9.465 kWh/a
	1.329 l _{GPL} /a
	13,3 %
Emissioni CO ₂ evitate	2.139 kg/a
Rendimento impianto solare	31 %

2. Borgata Argiassera



L'impianto solare termico è stato inserito nel progetto di ristrutturazione di una tipica casa di montagna a Bussoleno, in Val di Susa. Il collettore auto-costruito di 7,6 m² di superficie è perfettamente integrato nel tetto. Come fonte di energia ausiliaria viene utilizzata una stufa a pellets disposta nel soggiorno e collegata con un serbatoio tank-in-tank da 600 litri. Gli ambienti sono riscaldati in parte direttamente dalla stufa e in parte dal riscaldamento a battiscopa a bassa temperatura.



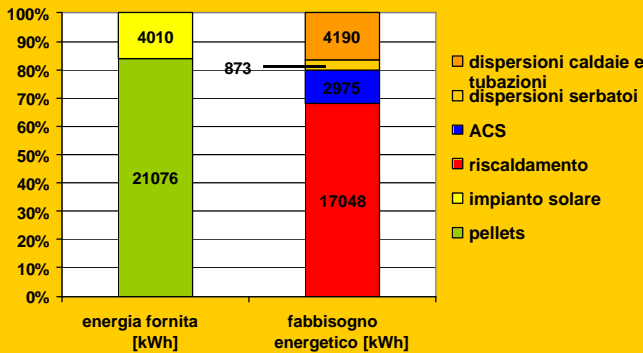
Oggetto:

Località	Bussoleno (TO)
N° abitanti	4
Superficie riscaldata	90 m ²
Temperatura di progetto	-8 °C
Gradi giorno	3.014 gg
Fabbisogno riscaldamento	17.048 kWh/a
Fabbisogno acs	2.975 kWh/a
Fabbisogno energetico totale (riscaldamento + acs)	20.023 kWh/a



Impianto:

Superficie di apertura collettore	7,6 m ²
Capacità serbatoio	600 l
Capacità serbatoio acs	170 l
Produttore	autocostruito
Potenza nominale caldaia	14 kW
Tipo caldaia	stufa a pellets
Tipo riscaldamento	battiscopa
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	572 €/m ²



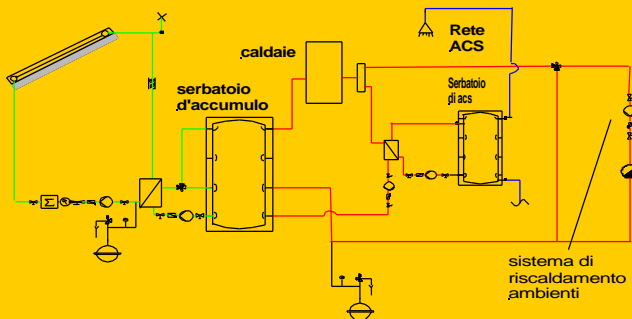
Dati energetici:

Risparmio energetico	3.239 kWh/a
	648 kg Pellets /a
	13,3 %
Rendimento impianto solare	28,4 %

3. A.S.L. 7, Chivasso



L'impianto solare termico è stato collocato sul tetto piano di una struttura pubblica di nuova costruzione (2.800 m² di superficie riscaldata) della ASL di Chivasso, in provincia di Torino. L'edificio ospita ambulatori, un consultorio e anche una scuola per infermieri. I collettori solari (60,8 m² di superficie) sono collegati ad un serbatoio tampone da 3 m³ e a un serbatoio di acqua calda sanitaria da 1,5 m³. L'ambiente è riscaldato con ventilconvettori. In estate l'impianto solare fornisce calore anche all'unità di trattamento aria dell'impianto di condizionamento.



Oggetto:

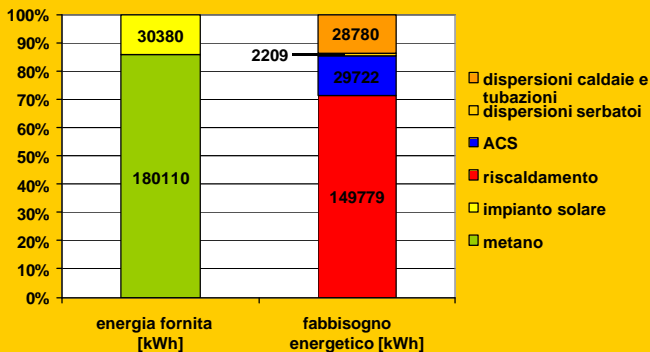
Località	Chivasso (TO)
N° abitanti	30 (personale)
Superficie riscaldata	2.800 m ²
Temperatura di progetto	-8 °C
Gradi giorno	2.222 gg
Fabbisogno riscaldamento	149.779 kWh/a
Fabbisogno acs	29.722 kWh/a
Fabbisogno energetico totale (riscaldamento+ acs+ ricicolo)	179.501 kWh/a

Impianto:

Superficie lorda collettore	68 m ²
Superficie di apertura collettore	60,8 m ²
Capacità serbatoio	3.000 l
Capacità serbatoio acs	1.500 l
Produttore	Wagner & Co
Potenza nominale caldaia	230 kW
Tipo caldaia	a basamento a metano
Tipo riscaldamento	ventilconvettori
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	532 €/m ²

Dati energetici:

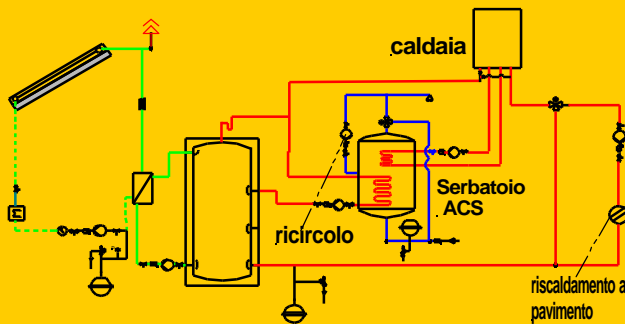
Risparmio energetico	33.463 kWh/a
	3.280 m ³ metano/a
	15,7 %
Emissioni CO ₂ evitate	6.893 kg/a
Rendimento impianto solare	36,5%



4. Moncalieri



A Moncalieri è stato modificato un impianto solare termico per l'acqua calda sanitaria costruito nel 1999. L'impianto integra una caldaia a condensazione ed un impianto di riscaldamento a bassa temperatura di una cascina ristrutturata, situata su una collina a sud-ovest di Torino. 14 m² di collettori solari collocati a terra sono collegati ad un serbatoio tampone di 750 l mediante uno scambiatore di calore esterno. Il calore viene distribuito al serbatoio di acqua calda sanitaria da 500 l ed all'impianto di riscaldamento a pavimento.



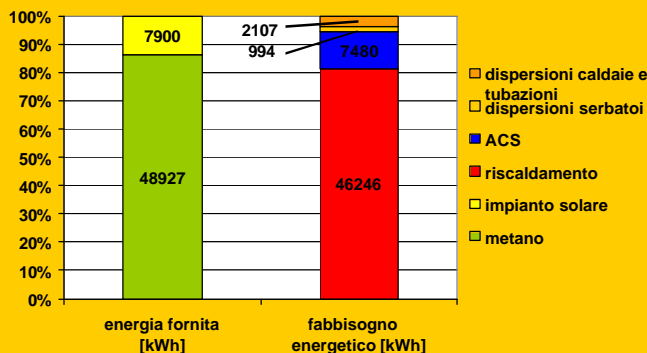
Oggetto:

Località	Moncalieri (TO)
N° abitanti	4
Superficie riscaldata	324 m ²
Temperatura di progetto	-8 °C
Gradi giorno	2.617 gg
Fabbisogno riscaldamento	46.246 kWh/a
Fabbisogno acs	4.448 kWh/a
Fabbisogno energetico totale (riscaldamento+ acs+ ricircolo)	53.723 kWh/a



Impianto:

Superficie di apertura collettore	14 m ²
Capacità serbatoio	750 l
Capacità serbatoio acs	500 l
Produttore	Menegatti
Potenza nominale caldaia	24 kW
Tipo caldaia	murale a metano
Tipo riscaldamento	pavimento
Costi impianto per m ² (solo modifiche, IVA incl.)	223 €/m ²

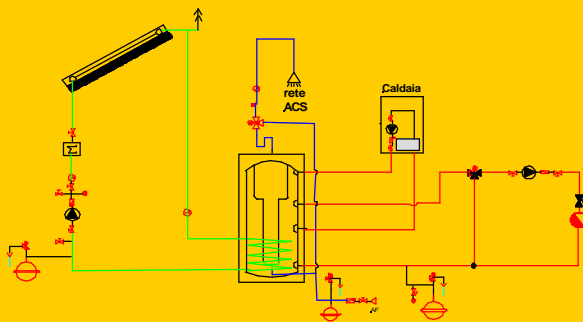


Dati energetici:

Risparmio energetico	5.440 kWh/a
	533 m ³ metano /a
	10 %
Risparmio energetico impianto solare e caldaia a condensazione	15.034 kWh/a
	1.473 m ³ metano /a
Emissioni CO ₂ evitate incl. caldaia a condensazione	1.121 kg/a
Rendimento impianto solare	27,2%

5. Avigliana

I collettori solari integrati nel tetto, con una superficie di 10,7 m², sono collegati ad un serbatoio tank-in-tank, per fornire calore sia per l'acqua calda sanitaria, sia per l'impianto di riscaldamento a pavimento, di una casa a schiera di nuova costruzione, in un'area residenziale nelle colline a sud della città di Avigliana, in provincia di Torino.

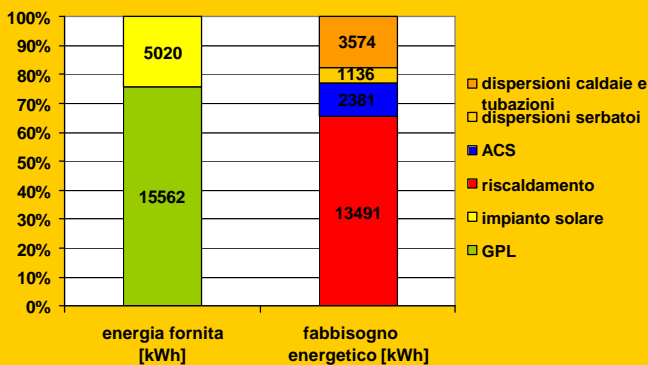


Oggetto:

Località	Avigliana (TO)
N° abitanti	4
Superficie riscaldata	110 m ²
Temperatura di progetto	-8 °C
Gradi giorno	2.928 gg
Fabbisogno riscaldamento	13.491 kWh/a
Fabbisogno acs	2.381 kWh/a
Fabbisogno energetico totale (riscaldamento+ acs)	15.872 kWh/a

Impianto:

Superficie lorda collettore	12,3 m ²
Superficie di apertura collettore	10,7 m ²
Capacità serbatoio	800 l
Capacità serbatoio acs	170 l
Produttore	Sonnenkraft
Potenza nominale caldaia	24 kW
Tipo caldaia	murale a GPL
Tipo riscaldamento	pavimento
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	634 €/m ²



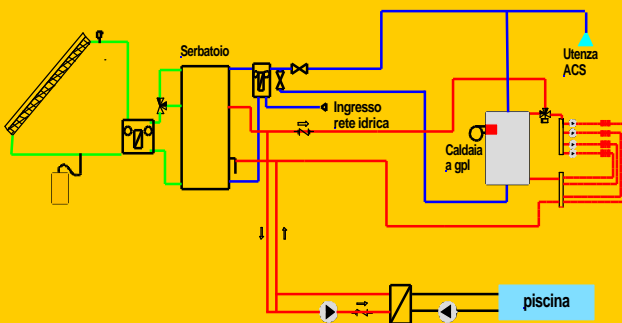
Dati energetici:

Risparmio energetico	3.866 kWh/a
	543 l _{GPL} /a
	19,9 %
Emissioni CO ₂ evitate	874 kg/a
Rendimento impianto solare	23,7%

6. Ca' del Conte



Il campo collettori (23,1 m² di superficie) è montato sul lato ovest dell'edificio di 'Ca del Conte' a Rivanazzano, in provincia di Pavia, utilizzato come seconda casa. L'impianto di riscaldamento deve mantenere durante l'inverno 290 m² di superficie abitabile a una temperatura superiore a quella esterna. In estate l'impianto fornisce acqua calda sanitaria e riscalda la piscina di 68 m³ nel giardino della casa.



Oggetto:

Località	Rivanazzano (PV)
N° abitanti	4
Superficie riscaldata	290 m ²
Temperatura di progetto	-5 °C
Gradi giorno	2.685 gg
Fabbisogno riscaldamento	13.981 kWh/a
Fabbisogno acs	2.943 kWh/a
Fabbisogno energetico totale (riscaldamento+ acs+ piscina)	25.690 kWh/a

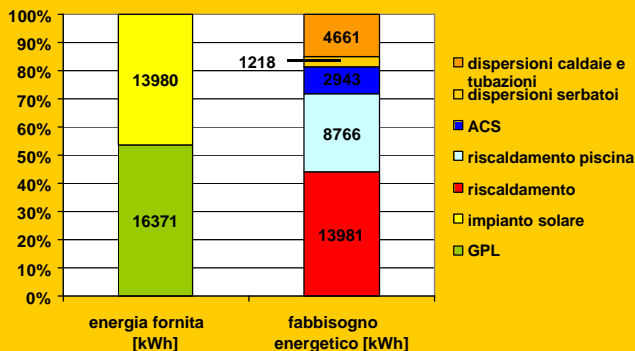


Impianto:

Superficie lorda collettore	25,7 m ²
Superficie di apertura collettore	23,1 m ²
Capacità serbatoio	2.000 l
Produttore	Sonnenkraft
Potenza nominale caldaia	23 kW
Tipo caldaia	GPL
Tipo riscaldamento	radiatori
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	861 €/m ²

Dati energetici:

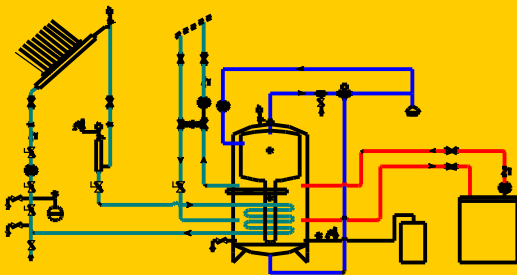
Risparmio energetico	14.613 kWh/a
	2.052 l _{GPL} /a
	47,2 %
Emissioni CO ₂ evitate	3.303 kg/a
Rendimento impianto solare	46,9 %



7. Paderno Franciacorta



Il campo collettori di 18,5 m² è installato con un'inclinazione di 55° sul tetto di una casa monofamiliare a Paderno Franciacorta, in provincia di Brescia. Il serbatoio tampone ha un volume di 2.000 litri. L'impianto solare termico riscalda un ambiente di 70 m² e fornisce acqua calda sanitaria all'impianto dotato anche di ricircolo. Nel periodo estivo l'impianto fornisce acqua calda anche ad un vicino.



Oggetto:

Località	Paderno Franciacorta (BS)
N° abitanti	3
Superficie riscaldata	70 m ²
Temperatura di progetto	-7 °C
Gradi giorno	2.446 gg
Fabbisogno riscaldamento	7.262 kWh/a
Fabbisogno acs	3.721 Wh/a
Fabbisogno energetico totale (riscaldamento+ acs+ ricircolo)	14.200 kWh/a

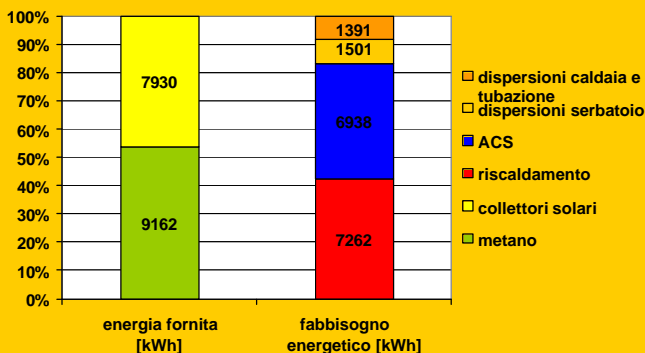


Impianto:

Superficie lorda collettore	19,6 m ²
Superficie di apertura collettore	18,5 m ²
Capacità serbatoio	2.000 l
Capacità serbatoio acs	300 l
Produttore	Enerpoint-Ruesch
Potenza nominale caldaia	27 kW
Tipo caldaia	metano
Tipo riscaldamento	pavimento
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	1.409 €/m ²

Dati energetici:

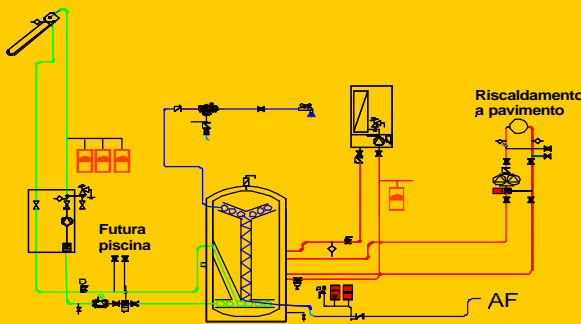
Risparmio energetico	5.682 kWh/a
	557 m ³ metano /a
	38,3 %
Risparmio energetico impianto solare e caldaia a condensazione	8.301 kWh/a
	814 m ³ metano /a
Emissioni CO ₂ evitate incl. caldaia a condensazione	1.170 kg/a
Rendimento impianto solare	22,5%



8. Magenta



L'impianto solare termico contribuisce alla produzione di acqua calda sanitaria e al riscaldamento degli ambienti di una casa bifamiliare situata a Magenta, in provincia di Milano. In estate l'impianto riscalda la piscina di 80 m³. I 14 m² di collettore solare a tubi sottovuoto sono situati sul tetto piano di un capannone industriale di fianco alla casa e collegati a un innovativo serbatoio da 1000 litri, che sfrutta la tecnologia low-flow (a bassa portata) per creare al suo interno una stratificazione termica ottimale. Per il riscaldamento ausiliario è utilizzata una caldaia a condensazione a metano. Gli ambienti sono riscaldati da un impianto radiante a pavimento.



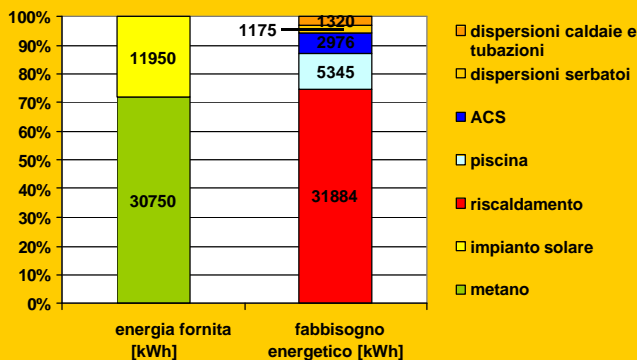
Oggetto:

Località	Magenta (MI)
N° abitanti	4
Superficie riscaldata	400 m ²
Temperatura di progetto	-5 °C
Gradi giorno	2.532 gg
Fabbisogno riscaldamento	31.884 kWh/a
Fabbisogno acs	2.976 kWh/a
Fabbisogno energetico totale (riscaldamento+acs+piscina)	40.205 kWh/a



Impianto:

Superficie lorda collettore	15,6 m ²
Superficie di apertura collettore	14,0 m ²
Capacità serbatoio	990 l
Capacità serbatoio acs	431 l
Produttore	Paradigma
Potenza nominale caldaia	9-28 kW
Tipo caldaia	metano
Tipo riscaldamento	pavimento
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	1.133 €/m ²



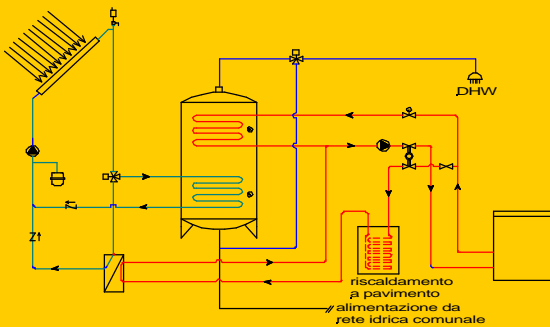
Dati energetici:

Risparmio energetico	10.099 kWh/a
	990 m ³ metano/a
	24,7 %
Risparmio energetico impianto solare e caldaia a condensazione	17.307 kWh/a
	1.697 m ³ metano/a
Emissioni CO ₂ evitate incl. caldaia a condensazione	2.080 kg/a
	3.565 kg/a
Rendimento impianto solare	49,7 %

9. Albiolo



Il campo collettori di 13,5 m² è installato con un'inclinazione di 60° sul tetto di una casa unifamiliare ad Albiolo, in provincia di Como. I collettori forniscono calore ad un serbatoio di acqua calda sanitaria da 500 l oppure direttamente all'impianto sottopavimento delle stanze, secondo il principio del 'direct floor heating'.



Oggetto:

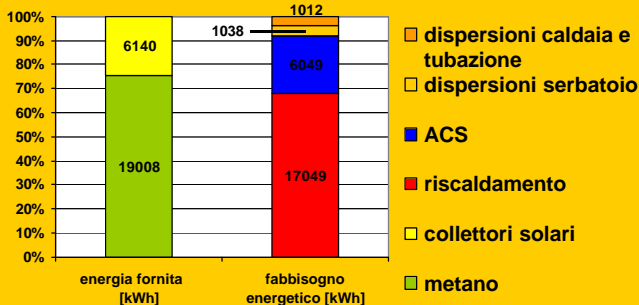
Località	Albiolo (CO)
N° abitanti	4
Superficie riscaldata	250 m ²
Temperatura di progetto	-5 °C
Gradi giorno	2.670 gg
Fabbisogno riscaldamento	17.054 kWh/a
Fabbisogno acs	2.976 kWh/a
Fabbisogno energetico totale (riscaldamento+acs+ricircolo)	20.030 kWh/a

Impianto:

Superficie lorda collettore	14,7 m ²
Superficie di apertura collettore	13,9 m ²
Capacità serbatoio acs	500 l
Produttore	Enerpoint, Ruesch
Potenza nominale caldaia	20 kW
Tipo caldaia	metano
Tipo riscaldamento	pavimento
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	848 €/m ²

Dati energetici:

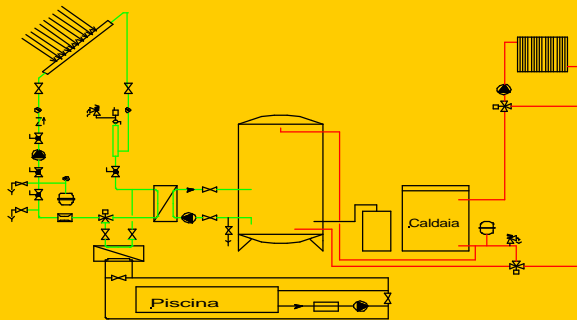
Risparmio energetico	4.833 kWh/a
	474 m ³ metano/a
	20,3 %
Risparmio energetico impianto solare e caldaia a condensazione	9.040 kWh/a
	886 m ³ metano/a
Emissioni CO ₂ evitate incl. caldaia a condensazione	996 kg/a
Rendimento impianto solare	1.864 kg/a
	26,2 %



10. Menaggio



Il campo collettori (20,9 m² di superficie) è collocato nel giardino di una casa per vacanze a Menaggio sul lago di Como. L'impianto solare termico viene utilizzato per mantenere durante l'inverno gli ambienti ad una temperatura maggiore di quella esterna. In estate l'impianto riscalda la piscina, di 82 m³, anch'essa nel giardino della casa.



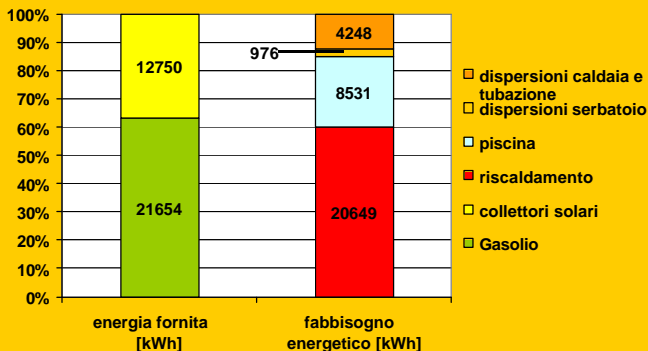
Oggetto:

Località	Menaggio (CO)
N° abitanti	5
Superficie riscaldata	508 m ²
Temperatura di progetto	-5 °C
Gradi giorno	2.222 gg
Fabbisogno riscaldamento	20.649 kWh/a
Fabbisogno acs	-
Fabbisogno energetico totale (riscaldamento+ piscina)	29.180 kWh/a



Impianto:

Superficie lorda collettore	22 m ²
Superficie di apertura collettore	20,9 m ²
Capacità serbatoio	900 l
Capacità serbatoio acs	-
Produttore	Enerpoint, Ruesch
Potenza nominale caldaia	73 kW
Tipo caldaia	gasolio
Tipo riscaldamento	radiatori
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	975 €/m ²



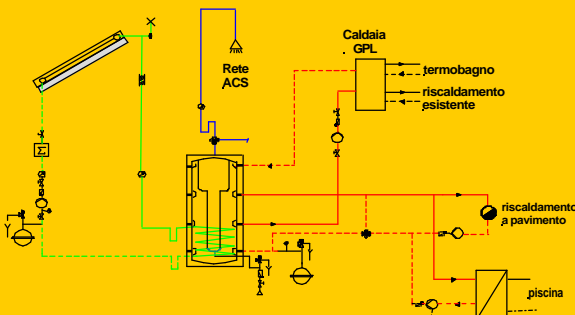
Dati energetici:

Risparmio energetico	13.456 kWh/a
	1.335 l _{gasolio} /a
	38,3 %
Emissioni CO ₂ evitate	4.198 kg/a
Rendimento impianto solare	45,3%

11. Mergozzo



L'impianto solare termico è collocato su un muro del giardino accanto ad una casa unifamiliare sita sul lago di Mergozzo, in provincia di Verbania. Il collettore è auto-costruito. La sua superficie è di 9,6 m², il volume del serbatoio è di 600 litri. L'impianto produce acqua calda sanitaria durante tutto l'anno. Durante la stagione invernale fornisce calore a una parte dell'edificio attraverso un impianto di riscaldamento a pavimento. In estate riscalda la piscina del giardino, di 48 m³.



Oggetto:

Località	Mergozzo (VB)
N° abitanti	2
Superficie riscaldata	160 m ²
Temperatura di progetto	-5 °C
Gradi giorno	2.426 gg
Fabbisogno riscaldamento	12.685 kWh/a
Fabbisogno acs	1.424 kWh/a
Fabbisogno energetico totale (riscaldamento+piscina+acs)	17.601 kWh/a

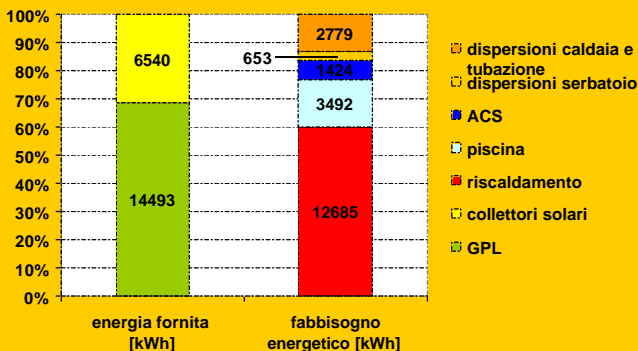


Impianto:

Superficie lorda collettore	10,3 m ²
Superficie di apertura collettore	9,6 m ²
Capacità serbatoio	600 l
Capacità serbatoio acs	170 l
Produttore	auto-costruito
Potenza nominale caldaia	25 kW
Tipo caldaia	GPL
Tipo riscaldamento	pavimento
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	531 €/m ²

Dati energetici:

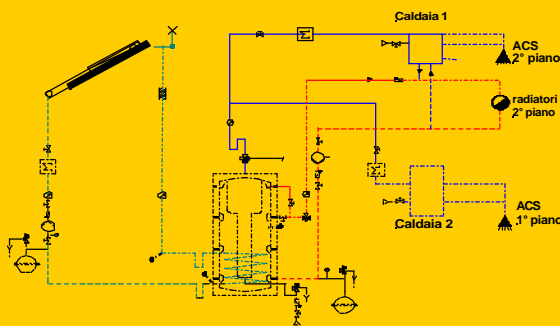
Risparmio energetico	6.970 kWh/a
	979 l _{GPL} /a
	32,5 %
Emissioni CO ₂ evitate	1.575 kg/a
Rendimento impianto solare	48,3%



12. Comignago



I collettori solari (11,5 m² di superficie) sono montati sul tetto della casa bifamiliare situata a Comignago, in provincia di Novara. Durante l'inverno l'impianto solare fornisce acqua calda sanitaria e riscaldamento al proprietario che occupa l'appartamento del primo piano. In estate anche la seconda famiglia usufruisce dell'acqua calda sanitaria. A causa dell'assenza del proprietario durante il giorno il riscaldamento è attivo in modalità 'solar only' tramite radiatori convenzionali.



Oggetto:

Località	Comignago (NO)
N° abitanti	5
Superficie riscaldata	70 m ²
Temperatura di progetto	-5 °C
Gradi giorno	2.580 gg
Fabbisogno riscaldamento	13.632 kWh/a
Fabbisogno acs	1.970 kWh/a
Fabbisogno energetico totale (riscaldamento+acs)	15.602 kWh/a

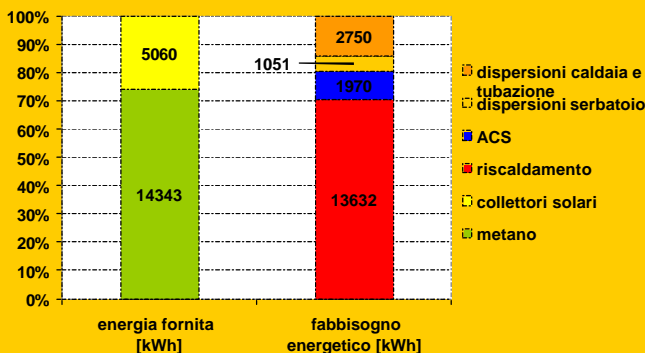


Impianto:

Superficie lorda collettore	12,8 m ²
Superficie di apertura collettore	11,5 m ²
Capacità serbatoio	800 l
Capacità serbatoio acs	170 l
Produttore	Sonnenkraft
Potenza nominale caldaia	21 kW
Tipo caldaia	metano
Tipo riscaldamento	radiatori
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	325 €/m ²

Dati energetici:

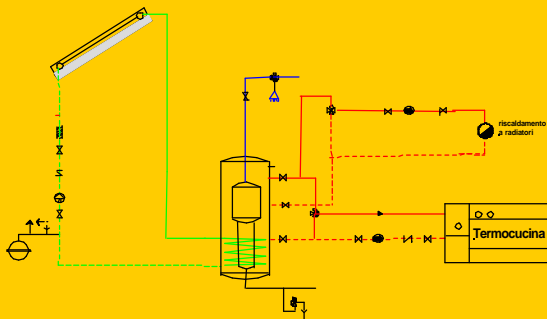
Risparmio energetico	4.771 kWh/a
	468 m ³ metano/a
	25 %
Emissioni CO ₂ evitate	983 kg/a
Rendimento impianto solare	29,1 %



13. Revello

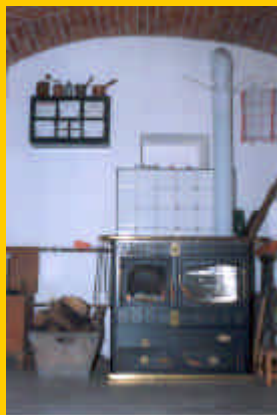


Un impianto termico 'solare+biomassa' è stato inserito nella ristrutturazione di una vecchia cascina utilizzata come bed&breakfast a Revello, in provincia di Cuneo. Il serbatoio da 800 litri è scaldato sia dai collettori solari (11,5 m² di superficie), sia da una tradizionale termocucina a legna. Il proprietario di casa regola manualmente la stufa a legna in relazione alla disponibilità dell'energia solare. Oltre al risparmio energetico ottenuto, l'impianto solare riduce significativamente il lavoro per rendere disponibile la legna da ardere.



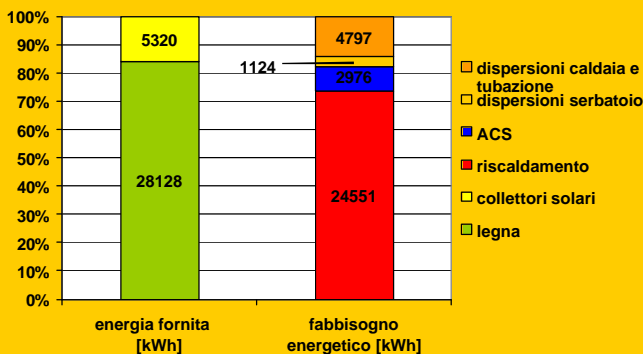
Oggetto:

Località	Revello (CN)
N° abitanti	2-6
Superficie riscaldata	160 m ²
Temperatura di progetto	-10 °C
Gradi giorno	2.735 gg
Fabbisogno riscaldamento	24.551 kWh/a
Fabbisogno acs	2.976 kWh/a
Fabbisogno energetico totale (riscaldamento+ acs)	27.527 kWh/a



Impianto:

Superficie lorda collettore	12,8 m ²
Superficie di apertura collettore	11,5 m ²
Capacità serbatoio	800 l
Capacità serbatoio acs	170 l
Produttore	Sonnenkraft
Potenza nominale caldaia	25 kW
Tipo caldaia	termocucina a legna
Tipo riscaldamento	radiatori
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	723 €/m ²



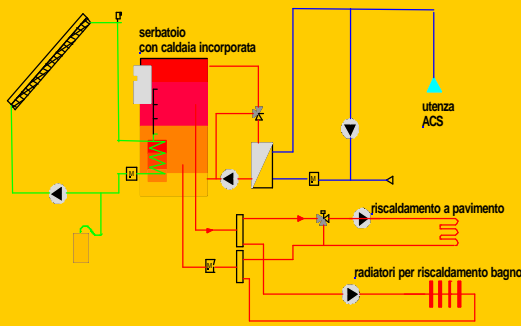
Dati energetici:

Risparmio energetico	5.021 kWh/a
	1.253 kg legna/a
	15,1 %
Rendimento impianto solare	28,5 %

14. Bolzano



Il collettore solare (10,2 m² di superficie) è integrato nel tetto della casa unifamiliare situata a Bolzano. La centrale di riscaldamento consiste in un innovativo serbatoio che utilizza una tecnologia low-flow (a bassa portata) per realizzare una stratificazione termica ottimale all'interno del serbatoio. Inoltre il serbatoio contiene esso stesso la caldaia a condensazione a metano per l'integrazione. Gli ambienti sono riscaldati con un impianto a pavimento.



Oggetto:

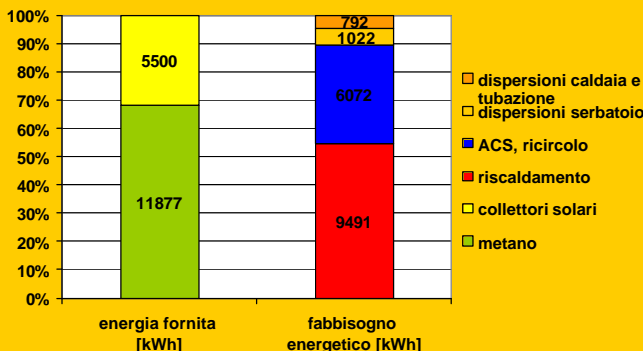
Località	Bolzano (BZ)
N° abitanti	4
Superficie riscaldata	120 m ²
Temperatura di progetto	-15 °C
Gradi giorno	2.791 gg
Fabbisogno riscaldamento	9.491 kWh/a
Fabbisogno acs	2.966 kWh/a
Fabbisogno energetico totale (riscaldamento+ acs+ ricircolo)	15.563 kWh/a

Impianto:

Superficie lorda collettore	11 m ²
Superficie di apertura collettore	10,2 m ²
Capacità serbatoio	950 l
Produttore	Solvis
Potenza nominale caldaia	5-20 kW
Tipo caldaia	metano
Tipo riscaldamento	pavimento

Dati energetici:

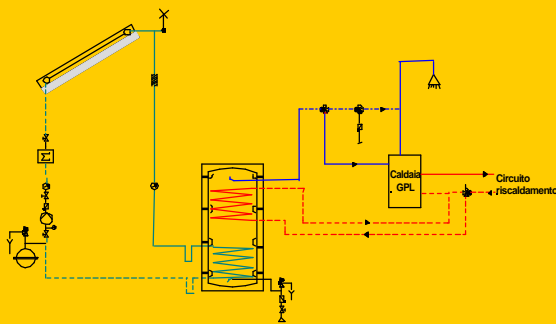
Risparmio energetico	4.329 kWh/a
	424 m ³ metano/a
	26,7 %
Risparmio energetico impianto solare e caldaia a condensazione	7.189 kWh/a
	705 m ³ metano/a
Emissioni CO ₂ evitate incl. caldaia a condensazione	892 kg/a
Rendimento impianto solare	1.482 kg/a
	27,8%



15. Nuova Terra



Lo scopo principale dell'impianto solare termico della casa dell'associazione 'Nuova Terra' (superficie collettore 7,6 m², volume serbatoio 500 litri) è di produrre acqua calda sanitaria per lo staff, le famiglie ospiti e i gruppi dei campi di lavoro che risiedono frequentemente nella casa. Nei periodi con un basso numero di visitatori il calore in eccesso è ceduto, attraverso il secondo scambiatore di calore del serbatoio, all'impianto di riscaldamento degli ambienti.



Oggetto:

Località	Vaprio d'Agogna(NO)
N° abitanti	1-10
Superficie riscaldata	210 m ²
Temperatura di progetto	-5 °C
Gradi giorno	2.559 gg
Fabbisogno riscaldamento	15.199 kWh/a
Fabbisogno acs	1.919 kWh/a
Fabbisogno energetico totale (riscaldamento+ acs)	17.118 kWh/a



Impianto:

Superficie lorda collettore	8,3 m ²
Superficie di apertura collettore	7,6 m ²
Capacità serbatoio	500 l
Capacità serbatoio acs	500 l
Produttore	auto-costruito
Potenza nominale caldaia	35 kW
Tipo caldaia	GPL
Tipo riscaldamento	radiatori
Costi impianto per m ² (IVA incl.)	456 €/m ²

Dati energetici:

Risparmio energetico	3.739 kWh/a
	525 l GPL/a
	17,9 %
Emissioni CO ₂ evitate	845 kg/a
Rendimento impianto solare	32,9%

