

Sistemi Solar Combi plus: il condizionamento solare a portata di mano

Roberto Fedrizzi, EURAC Research di Bolzano
Giuseppe Franchini, Università degli Studi di Bergamo

Nell'ultimo decennio, la necessità di garantire all'interno degli edifici livelli di confort ambientale sempre più elevati si è tradotta in un forte incremento delle vendite di apparati destinati al condizionamento estivo e invernale. Alla base dell'accresciuto standard di vita tra le mura domestiche vi è, secondo l'*European Solar Thermal Technology Platform* (ESTTP), anche il forte consumo energetico registratosi da qualche anno nel settore residenziale europeo: circa il 49% del totale.

In un tale contesto, l'energia solare ha trovato applicazione anche in sistemi per la produzione di acqua fredda (macchine frigorifere ad assorbimento) destinata ai sistemi di condizionamento ambientale, applicazione resa appetibile soprattutto grazie alla sostanziale contemporaneità tra elevata radiazione solare e domanda frigorifera. Tali macchine sono efficacemente inserite in impianti cosiddetti *solar combi plus*, che sono in grado di utilizzare l'energia solare sia per la produzione di acqua calda sanitaria, che per il riscaldamento e il raffrescamento ambientale.

Fino a qualche anno fa, il tipico impiego dei collettori solari – salvo rare eccezioni – era finalizzato alla sola produzione di acqua calda sanitaria, con un dimensionamento a saturazione degli impianti per il fabbisogno estivo e invernale quindi con un significativo vincolo sull'estensione delle superfici captanti. L'utilizzo della risorsa solare anche per la climatizzazione estiva, invece, consente oggi di giustificare l'installazione di grandi superfici di collettori, che possono essere sfruttate per un numero di ore/anno molto maggiore rispetto agli impieghi tradizionali.

Attualmente si sono rese disponibili unità di piccola taglia, con potenza compresa tra i 5 kW e i 20 kW. Tuttavia, gli alti costi di investimento uniti alla mancanza di esperienza nella progettazione di sistemi *solar combi plus* e al notevole impegno effuso nel dimensionamento e integrazione dei componenti d'impianto, rappresentano il principale ostacolo alla diffusione di

questo tipo di macchine. L'utilizzo di soluzioni impiantistiche standardizzate può contribuire a ridurre considerevolmente i tempi e i costi di progettazione delle singole applicazioni, favorendo una commercializzazione su larga scala. E proprio la promozione di impianti solari standardizzati di piccola taglia (fino a una capacità frigorifera di 20 kW) per la preparazione di acqua calda sanitaria, riscaldamento invernale e raffrescamento estivo è alla base del progetto *Solar Combi+*, sovvenzionato dall'*Intelligent Energy Europe*¹ a cui hanno partecipato cinque produttori di macchine ad assorbimento e sette centri di ricerca da tutta Europa.

Lo studio è partito con la definizione di configurazioni impiantistiche determinate da esigenze tecniche e di mercato, come illustrato nella *Figura 1*. In particolare, lo *Schema a)* possiede un serbatoio centrale con differenti zone termiche per il riscaldamento, la produzione di acqua calda e la fornitura di acqua calda per la macchina frigorifera. Questo serbatoio è collegato sia ai collettori solari che a una caldaia di backup. Per regolare la temperatura dell'acqua nel serbatoio, una valvola permette di prelevare il flusso di ritorno ai collettori sia dal centro che dal fondo del serbatoio e ciò consente di raggiungere più velocemente i

livelli di temperatura necessari per il funzionamento della macchina frigorifera. Allo stesso modo, il flusso di ritorno dalla macchina frigorifera o dal sistema di riscaldamento può essere ricondotto al serbatoio a differenti altezze a seconda del suo livello di temperatura, permettendo una stratificazione ottimale.

Lo *Schema b)*, invece, è adattato al mercato spagnolo dove non è consentito l'utilizzo di una caldaia ausiliaria per il riscaldamento del serbatoio solare. Quindi, la caldaia è collegata in serie al serbatoio stesso.

Su tali configurazioni è stata, poi, condotta un'estensiva campagna di simulazioni numeriche eseguite mediante un software di simulazione dinamica, il TRNSYS, al variare di una serie di parametri di progetto: macchina ad assorbimento, applicazione, collocazione geografica dell'applicazione, sistema di distribuzione (*fan coils* o pavimenti radianti), tipo di collettore solare (collettori piani o a tubi evacuati), sistema di smaltimento del calore (torre evaporativa, scambiatore acqua/aria o scambiatore ibrido), area del campo di collettori e volume dell'accumulo.

Con riguardo alla collocazione geografica, sono state analizzate tre località europee rappresentative di aree climatiche

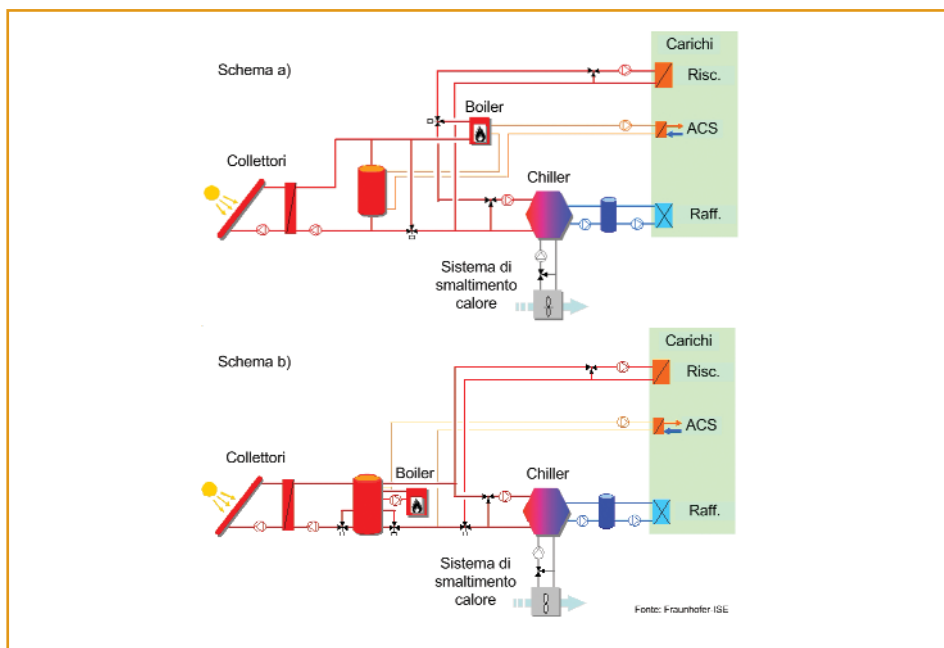


Figura 1: Configurazioni impiantistiche selezionate dai partner industriali.
Fonte: Fraunhofer ISE.

	Ufficio		Applicazioni residenziali con fabbisogno "alto"		Applicazioni residenziali con fabbisogno "basso"	
	Riscaldam. (kWh/m ² /a)	Raffrescam. (kWh/m ² /a)	Riscaldam. (kWh/m ² /a)	Raffrescam. (kWh/m ² /a)	Riscaldam. (kWh/m ² /a)	Raffrescam. (kWh/m ² /a)
Strasburgo	69	34	-	-	-	-
Toulouse	34	50	46	6	25	6
Napoli	9	81	21	18	9	18

Tabella 1: Carichi termici relativi alle tre applicazioni considerate. I carichi termici variano in funzione delle condizioni climatiche caratteristiche della collocazione geografica. Fonte: IEA Task 32 e Task 38.

caratterizzate da differenti carichi termici di riscaldamento e raffrescamento: Napoli, Tolosa (Francia) e Strasburgo (Francia Centrale). Inoltre, sono state scelte tre applicazioni di piccola taglia, con diversi fabbisogni energetici in termini di acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento: due edifici residenziali con diverso consumo energetico estivo e invernale e una costruzione adibita a uffici.

Fissate, dunque, le caratteristiche costruttive degli edifici e il loro utilizzo, i consumi energetici sono stati stimati in funzione del clima di riferimento. La *Tabella 1* riporta i carichi termici relativi a riscaldamento e raffrescamento; per quanto riguarda il fabbisogno di acqua calda sanitaria, sono stati stabiliti circa 12,5 kWh/m²/a per Tolosa e 11,5 kWh/m²/a per Napoli. Non è stato previsto alcun consumo di acqua calda sanitaria in relazione all'applicazione ufficio.

L'area dei collettori e la dimensione del serbatoio di accumulo sono state scalate in funzione della potenza frigorifera della macchina di volta in volta considerata. Il primo parametro è stato variato tra 2 e 5 m²/kW, mentre il secondo tra 25 e 75 litri per unità di superficie di collettore.

I risultati delle simulazioni in termini di prestazioni energetiche e benefici ambientali sono stati utilizzati per la selezione delle migliori configurazioni. Tra tutti i parametri calcolati, sono stati presi a riferimento per tale valutazione: la frazione solare totale, che rende conto della percentuale di carico complessivo (produzione di acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento) che è coperta attraverso lo sfruttamento della fonte solare; l'efficienza elettrica totale, che indica quanta energia elettrica è stata complessivamente utilizzata per coprire i carichi; la percentuale di energia primaria risparmiata annualmente, che permette di confrontare i consumi energetici complessivi relativi al sistema *solar combi plus* (comprensivi dei contributi legati alle pompe di circolazione, ai ventilatori del sistema di smaltimento del calore, ecc.) con quelli di un sistema tradizionale di riferimento.

Per ogni set di variabili esaminate, sono state estratte le configurazioni che massimizzano ognuno dei parametri di confronto menzionati. Risultano ben dimensionati quei sistemi costituiti da aree captanti con superfici comprese tra 4 e 5 m²/kW di capacità frigorifera e un accumulo con volume compreso tra 50 e 75 l/m² di area captante. Il rispetto di queste regole permette di intercettare un elevato quantitativo di energia solare e rende il sistema efficiente in termini di energia primaria risparmiata.

Tali misure sono leggermente maggiori rispetto a quelle solitamente riscontrate in impianti di *solar cooling* (solo raffrescamento ambientale), nei quali l'area dei collettori si aggira attorno a 3-4 m²/kW di capacità frigorifera; nel caso trattato, infatti, l'impiego dell'impianto anche per il riscaldamento invernale rende necessario l'impiego di proporzioni maggiori.

In generale, gli impianti caratterizzati dalle migliori prestazioni sono quelli asserviti ad applicazioni in cui un'elevata radiazione solare è abbinata a elevati carichi legati al raffrescamento estivo e a moderati carichi relativi al riscaldamento e alla produzione di acqua calda sanitaria, ovvero quelli in cui si verifica un'elevata contemporaneità tra energia disponibile e necessaria. Nei casi più vantaggiosi, si sono accertati valori di frazione solare totale maggiori dell'80%, congiuntamente a risparmi di energia primaria nell'ordine del 60%.

In termini di prestazioni, i sistemi a pavimento o soffitto radiante sono più efficienti rispetto ai sistemi ad aria forzata, poiché la temperatura dell'acqua alla distribuzione è maggiore.

La strategia di controllo influenza le prestazioni del sistema sia in termini di frazione solare, che di energia primaria risparmiata; per questo l'adattamento del sistema di controllo alla macchina frigorifera e alla configurazione impiantistica permette un potenziale significativo di miglioramento delle prestazioni.

Particolare attenzione va posta al controllo di pompe di distribuzione e sistema di smaltimento del calore; un utilizzo inadeguato di quest'ultimo componente rispetto alle reali necessità di impianto può facilmente annullare il risparmio di energia ottenibile con una macchina frigorifera ad assorbimento rispetto a una macchina tradizionale a compressore.

Per massimizzare il risparmio di energia primaria è inoltre buona norma progettare il sistema senza alimentare la macchina ad assorbimento mediante la caldaia di *backup*, se questa fa uso di combustibili fossili. Al suo posto, può essere adottata una caldaia a biomassa, oppure una macchina frigorifera a compressione, il cui funzionamento interviene quando la fonte solare è insufficiente.

Per informazioni:
www.solarcombiplus.eu

Note:
1. Contratto numero:
EIE/07/158/SI2.466793