

## RICERCA

# Progetto europeo per la climatizzazione solare

Un progetto finanziato dalla Comunità Europea ha individuato le migliori configurazioni impiantistiche per macchine ad assorbimento di piccola taglia in impianti solari termici, utilizzati per il riscaldamento, il raffrescamento e la preparazione di acqua calda sanitaria.

La necessità di garantire, all'interno degli edifici, livelli di confort ambientali sempre più elevati, si è tradotta in un forte incremento delle vendite di apparati destinati al condizionamento estivo ed invernale degli edifici. Indice di un accresciuto standard di vita tra le mura domestiche è anche il forte consumo energetico che negli ultimi anni si è registrato nel settore residenziale in tutta Europa: circa il 49% del consumo energetico totale. Un'indagine condotta su 15 paesi dell'Unione Europea ha messo inoltre in luce che per il solo condizionamento estivo si consumano circa 90 TWh di energia elettrica, di cui 33 TWh imputabili alla Spagna, 27 TWh all'Italia e 10 TWh alla Francia. Negli ultimi anni, 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

incentivata soprattutto dalla contemporaneità tra elevata radiazione solare e domanda frigorifera. Tali macchine possono essere efficacemente inserite in impianti detti solar combi plus, in cui l'energia solare è utilizzata sia per la produzione di acqua calda sanitaria, sia per il riscaldamento e il raffrescamento ambientale. Fino a qualche anno fa, sul mercato erano presenti soltanto produttori di macchine frigorifere ad assorbimento di grossa taglia (>100 kW frigoriferi). Attualmente si sono invece rese disponibili anche macchine di piccola taglia, con potenza compresa tra i 5 kW e i 30 kW (figura 1).

Gli alti costi di investimento, tuttavia, uniti alla mancanza di esperienza nella progettazione di sistemi solar combi plus e quindi al notevole impegno effuso nel dimensionamento ed integrazione dei componenti d'impianto, rappresentano il principale ostacolo alla diffusione di questo tipo di macchine. L'utilizzo di soluzioni impiantistiche standardizzate ridurrebbe considerevolmente i tempi ed i costi di progettazione delle singole applicazioni, costituendo la base sulla quale definire sistemi commercializzabili su larga scala.

## Il progetto

Il progetto "Solar Combi+", sovvenzionato dalla Commissione Europea all'interno dello schema di finanziamento Intelligent Energy Europe (IEE – Contratto numero: EIE/07/158/SI2.466793), ha avuto proprio l'obiettivo di identificare un numero limitato di configurazioni impiantistiche per sistemi solar combi plus caratterizzati da una potenza frigorifera fino a 20 kW. Il lavoro ha visto coinvolti cinque partner industriali, produttori di macchine ad assorbimento (Sortech, Climatewell, Fagor/Rotartica,

Roberto Fedrizzi - EURAC Research, Bolzano



1 Macchina ad assorbimento installata in un impianto solar combi plus (Ebner Solartechnik).

Solution, SonnenKlima), e sette partner di ricerca (Eurac, Tecsol, AEE-Intec, Ikerlan, CRES, University of Bergamo, Fraunhofer-ISE). Lo studio è partito con la definizione di due configurazioni impiantistiche (rappresentate in figura 2) determinate da esigenze tecniche e di mercato. Le due configurazioni si equivalgono ad eccezione della posizione del boiler di backup: nella configurazione a), esso è posto in serie ai sistemi di distribuzione dell’acqua calda per il riscaldamento e sanitaria; nella configurazione b), esso è invece inserito in un circuito separato dal principale. Ciascun partner industriale ha optato per la configurazione che, tra le due, meglio si adatta alle caratteristiche operative della propria macchina ad assorbimento. Su tali configurazioni è stata condotta un’estensiva campagna di simulazioni numeriche eseguite in TRNSYS, al variare di una serie di parametri di progetto:

- tipo di 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;
- volume dell’accumulo.

Per quanto riguarda la collocazione geografica, sono state studiate tre località europee, rappresentative di aree climatiche caratterizzate da differenti carichi termici di riscaldamento e raffrescamento; in particolare sono state considerate Napoli, Toulouse (sud della Francia) e Strasburgo (Francia centrale). Sono state inoltre 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 ed invernale ed una costruzione adibita ad ufficio. Fissate le caratteristiche costruttive degli edifici ed 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 Toulouse e 11,5 kWh/m²/a per Napoli. Non è stato previsto alcun consumo di acqua calda sanitaria in relazione all’applicazione

**Tab. 1 - Carichi termici relativi alle tre applicazioni individuate. I carichi termici variano in funzione delle condizioni climatiche caratteristiche della collocazione geografica.**

	Ufficio		Applicazione residenziale con fabbisogno “alto”		Applicazione residenziale con fabbisogno “basso”	
	Riscaldamento (kWh/m²/a)	Raffrescamento (kWh/m²/a)	Riscaldamento (kWh/m²/a)	Raffrescamento (kWh/m²/a)	Riscaldamento (kWh/m²/a)	Raffrescamento (kWh/m²/a)
Strasburgo	69	34	-	-	-	-
Toulouse	34	50	46	6	25	6
Napoli	9	81	21	18	9	18

all'applicazione ufficio. Poiché per le simulazioni sono state prese come riferimento cinque macchine frigorifere commerciali di potenza nominale diversa, la dimensione degli edifici è stata scalata in funzione della potenza frigorifera di riferimento delle stesse. In questo modo si è reso possibile un confronto tra le prestazioni dei sistemi con macchine diverse. L'area dei collettori e la dimensione del serbatoio di accumulo sono state, a loro volta, scalate in funzione di tale parametro: il primo parametro è stato fatto variare tra 2 e 5 m²/kW, mentre valori utili per il secondo sono stati considerati compresi tra 25 e 75 litri per unità di superficie di collettore.

La combinazione di tutte le variabili sopra descritte, ha portato ad effettuare circa 2500 simulazioni numeriche i cui risultati in termini di prestazioni energetiche e be-

nefici ambientali sono stati utilizzati per la selezione di un numero ridotto di soluzioni impiantistiche standard. Tra tutti i parametri calcolati, tre sono stati presi a riferimento per tale valutazione:

- frazione solare totale;
- efficienza elettrica totale;
- percentuale di energia primaria risparmiata annualmente.

La frazione solare totale 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 indica quanta energia elettrica è stata complessivamente utilizzata per coprire i carichi. Infine, la percentuale di energia primaria risparmiata annualmente 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:

$$PES_{rel} = \frac{PE_{trad} - PE_{SC+}}{PE_{trad}}$$

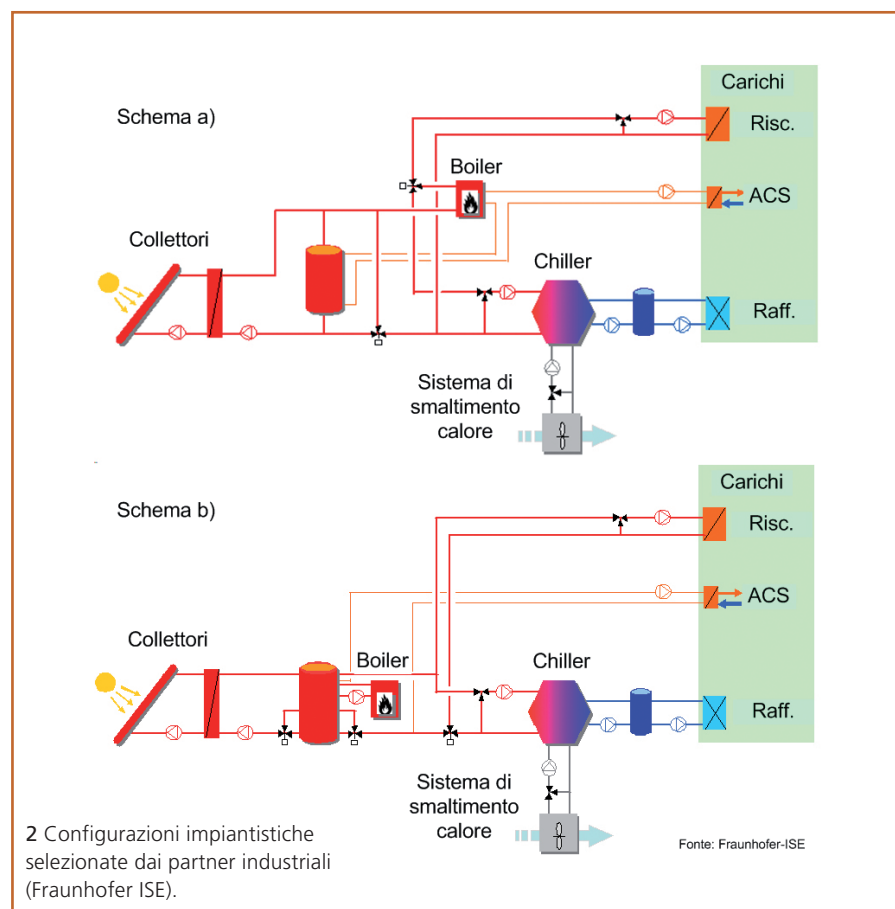
### I risultati dello studio

Per ogni set di variabili esaminate, sono state estratte le tre migliori configurazioni che massimizzano ognuno dei parametri di confronto menzionati.

L'analisi mostra come le dimensioni di 5 m²/kW e 75 l/m² rispettivamente del campo collettori e dell'accumulo sono quelle che permettono le performance migliori in tutte le situazioni considerate. 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 4 m²/kW; nel caso trattato, infatti, l'impiego dell'impianto per il riscaldamento invernale rende necessario l'impiego di proporzioni maggiori. Aree ancora maggiori (fino a 7 m²/kW) darebbero luogo a risultati moderatamente migliori, difficilmente giustificabili in virtù di costi di investimento fortemente accresciuti (+10÷15%).

In generale, gli impianti caratterizzati dalle migliori prestazioni sono quelli asserviti ad applicazioni in cui un'elevata radiazione solare è abbinata ad elevati carichi legati al raffrescamento estivo e a moderati carichi relativi al riscaldamento ed 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%.

I parametri che maggiormente influenzano le prestazioni del sistema sono il tipo di collettori ed il sistema di smaltimento





3 Online tool per la diffusione dei risultati ottenuti mediante le simulazioni.

del calore. I collettori a tubi sotto vuoto permettono risparmi di energia primaria superiori rispetto a quelli ottenibili con collettori piani (mediamente +15÷30%),

in virtù delle temperature più elevate ottenibili; tale incremento è pagato attraverso un considerevole aumento dei costi di investimento legati a questa tecnologia. Lo

studio non dimostra una netta superiorità di una tecnologia di smaltimento del calore sulle altre. Esso però mette in luce come l'energia elettrica utilizzata per la conduzione di tale componente può contribuire in modo estremamente significativo ai consumi di energia "fossile" dell'impianto: un utilizzo inadeguato di questo componente rispetto alle reali necessità di impianto può facilmente annullare il risparmio di energia ottenibile con una macchina frigorifera ad assorbimento rispetto ad una macchina tradizionale a compressore.

Maggiori informazioni sulle prestazioni degli impianti in esame sono indicate nei rapporti pubblicati sul sito del progetto ([www.solarcombiplus.eu](http://www.solarcombiplus.eu)). In particolare, tutti i dati relativi alle configurazioni impiantistiche standard individuate sono riportati in un database interrogabile online. Lo strumento, sviluppato per divulgare i risultati del lavoro, permette di scegliere la zona climatica dell'installazione, il tipo di applicazione, di collettore, sistema di distribuzione e smaltimento del calore, tra quelli presi in considerazione (vedi figura 3). In funzione delle scelte effettuate esso rende disponibile i risultati delle simulazioni in termini di frazione solare totale, frazione solare relativa ai carichi di raffrescamento, energia primaria risparmiata, guadagno solare ed efficienza elettrica totale. In questo modo, gli effetti di diverse scelte tecnologiche sono facilmente esaminabili da parte di professionisti del settore e utenti finali, che hanno quindi a disposizione un semplice strumento di indirizzo al dimensionamento d'impianto.

### Bibliografia

European Solar Thermal Technology Platform Federation (ESTTP), 2006, "Solar Heating and Cooling for a Sustainable Energy Future in Europe".

Adnot, J., et al., 2003, "Energy Efficiency and Certification of Central Air Conditioners (EECCAC)", Final Report – Vol. 1., Armines, Paris.