



## Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione

### SCENARIO DI RIFERIMENTO

La spinta a investire nelle attività di ricerca per l'utilizzo del calore solare nella climatizzazione deriva dai crescenti costi dell'energia e dal sempre più evidente impatto sull'ecosistema mondiale dell'inquinamento e dei cambiamenti climatici connessi con le tecnologie di produzione dell'energia attualmente utilizzate. In particolare, una riflessione per la tutela e la preservazione dell'ambiente per le generazioni future si impone riguardo l'uso di fonti primarie quali i combustibili fossili, gasolio e gas, per il riscaldamento e la climatizzazione.

L'obiettivo del progetto, in prosecuzione di quanto realizzato nelle precedenti annualità, è principalmente quello di incrementare il livello di sostenibilità energetica del comparto residenziale, intendendo con il termine sostenibilità energetica la produzione e lo sfruttamento dell'energia in modo da consentire un miglioramento ambientale e socio-economico sia per la singola utenza, sia per il sistema (produttivo e utilizzatore) globale.

La notevole importanza del progetto può essere resa evidente dicendo che, a livello quantitativo, il comparto residenziale è responsabile del 40% del consumo energetico globale nell'Unione Europea (secondo la Direttiva Europea 2010/31/UE del 19 maggio 2010). Per questo motivo, come riportato nella medesima Direttiva, "la riduzione del consumo energetico e l'utilizzo di energia da fonti rinnovabili nel settore dell'edilizia costituiscono misure importanti e necessarie per ridurre la dipendenza energetica dell'Unione e le emissioni di gas a effetto serra". Un'ulteriore problematica legata alle richieste ener-

getiche del comparto residenziale è posta dalla crescente proliferazione di impianti di condizionamento dell'aria in tutti i paesi industrializzati. Questo, come ancora riportato nella direttiva succitata, "pone gravi problemi di carico massimo (in particolare nel periodo estivo, quando, più in generale, aumentano anche le necessità di alimentazione della catena del freddo), che causano un incremento del costo dell'energia elettrica e uno squilibrio del bilancio energetico". Per ridurre tali problematiche, oltre agli interventi suggeriti dalla Direttiva citata, finalizzati al miglioramento delle prestazioni termiche degli

edifici durante il periodo estivo, si deve promuovere un uso razionale e maggiormente responsabile delle fonti energetiche (rinnovabili e non) disponibili.

Per questi motivi, il progetto è indirizzato verso l'approfondimento di quelle attività teoricamente in grado di ridurre al minimo il contributo delle fonti energetiche tradizionali per il riscaldamento degli ambienti, per il raffrescamento degli stessi e per la produzione di acqua calda sanitaria, massimizzando il ricorso alle fonti energetiche di tipo rinnovabile.

In linea generale, seguendo anche quanto proposto nella ASHRAE Green Guide (2006) si possono indicare le seguenti linee guida per la realizzazione di una catena energetica di tipo sostenibile:

- efficiente sfruttamento delle risorse naturali non rinnovabili, del suolo, dell'acqua e sfruttamento delle energie rinnovabili in sito in modo da ottenere un consumo netto di energia nullo o comunque la minimizzazione del consumo di risorse naturali;



- minimizzazione delle emissioni che impattano negativamente sugli ambienti confinati in cui viviamo e sull'atmosfera del pianeta (il particolato aerodisperso, le piogge acide e tutte le emissioni che influiscono sulla qualità dell'aria interna, sull'effetto serra e sul riscaldamento globale);
- minimizzazione dello scarico di rifiuti solidi e liquidi (scarti, rifiuti domestici, liquami e acque meteoriche) e contenimento delle infrastrutture necessarie per la loro rimozione;
- minimizzazione dell'impatto negativo sugli ecosistemi locali;
- massimizzazione della qualità degli ambienti confinati (in particolare qualità dell'aria e comfort termico).

## OBIETTIVI

Il proposito del progetto di ricerca è quello di mostrare come l'utilizzo appropriato delle fonti di energia rinnovabile disponibili e l'adozione di sistemi produttivi integrati, in grado di sfruttare in maniera ottimale tutti i flussi termici prodotti, possano soddisfare i punti sopra indicati consentendo di ottenere i desiderati risultati di risparmio, efficienza energetica e salvaguardia ambientale.

L'impiego dell'energia solare nella stagione estiva per il condizionamento dell'aria costituisce una soluzione tecnica molto interessante dal punto di vista energetico, vista la coincidenza della domanda di climatizzazione con la disponibilità di energia solare.

Lo sviluppo delle tecnologie di solar heating & cooling e il raggiungimento di elevati livelli di produttività e affidabilità può consentire l'impiego di tali sistemi anche in ambito industriale, laddove sia richiesta una produzione di calore di processo a media temperatura.

Oltre che alla climatizzazione elio-assistita, le tecnologie solari termiche a bassa e media temperatura possono contribuire in maniera sostanziale allo sviluppo e diffusione di sistemi combinati per la produzione di calore ed elettricità (CHP - Combined Heat Power). In quest'ambito, una delle soluzioni tecnologiche più promettenti da indagare e sviluppare è rappresentata dai sistemi integrati co- e tri-generativi di piccola taglia alimentati da fonti rinnovabili e in particolare da energia solare, mediante collettori a concentrazione da abbinare a micro-impianti a fluido organico (ORC) per la produzione congiunta di calore/freddo ed elettricità. La scelta della tecnologia solare a concentrazione più idonea per tale tipologia di applicazione si basa sul livello di temperatura di

progetto dell'impianto, per cui potranno essere presi in considerazione sia concentratori basati su ottiche "non-imaging" del tipo a CPC sia concentratori parabolici lineari o a lenti di Fresnel.

Facility di prova dei componenti d'impianto (ad es. pannelli solari termici, scambiatori di calore, sistemi di dissipazione passiva ecc.) e impianti pilota di tipo sperimentale a servizio di utenze reali o simulate, a suo tempo realizzate presso i Centri Ricerche ENEA di Casaccia e di Trisaia, consentono di valutare e rendere più performanti le diverse tecnologie emergenti nell'ambito della climatizzazione ambientale.

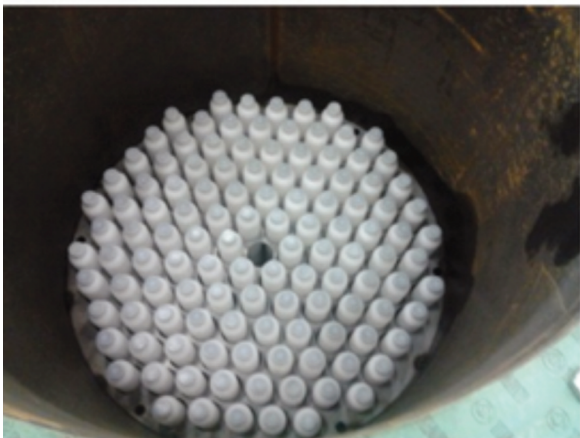
Queste attività di ricerca sono quindi finalizzate allo sviluppo di un ventaglio di soluzioni valide e performanti che tengano conto delle zone climatiche dove le stesse amplificano ed esaltano i vari punti di eccellenza di ciascuna tecnologia. L'energia elettrica, abbinata e non all'energia resa disponibile dal sole, può quindi essere un'ottima alternativa ai combustibili fossili che in alcuni casi possono del tutto essere sostituiti dall'accoppiamento di questi due tipi di energia.

## RISULTATI

L'attività sulla climatizzazione innovativa si è sviluppata su due linee di attività fondamentali, concentrando gli sforzi e le risorse verso la realizzazione di laboratori e lo sviluppo di componenti innovativi:

- La prima linea è quella dello sviluppo e qualificazione di tecnologie per lo sfruttamento della componente rinnovabile per il condizionamento estivo. In particolare vengono studiate pompe di calore ad assorbimento, pompe elettriche elio-assistite, heat pipe, pompe di calore a CO<sub>2</sub>, sistemi desiccant, pompe di calore geotermiche. A questo scopo si realizzano impianti prototipali, laboratori di qualificazione e si partecipa attivamente a network di ricerca internazionali (IEA).
  - La seconda linea di attività riguarda la costruzione di sistemi integrati robusti e competitivi che assolvano per intero il compito della climatizzazione, sia estiva che invernale, e della produzione di acqua calda sanitaria. In questo contesto si sviluppano: sistemi integrati pilota e dimostratori a servizio di edifici e utenze reali; sistemi di controllo e ottimizzazione in linea della integrazione tra sistema di climatizzazione ed edificio; sistemi di teleriduzione diagnostica con sistemi di monitoraggio remoto.
- Nell'ambito della sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi sono state effettuate progettazione, realizzazione, messa in funzione e analisi





*Sistema di accumulo PCM, vista dall'alto del serbatoio*

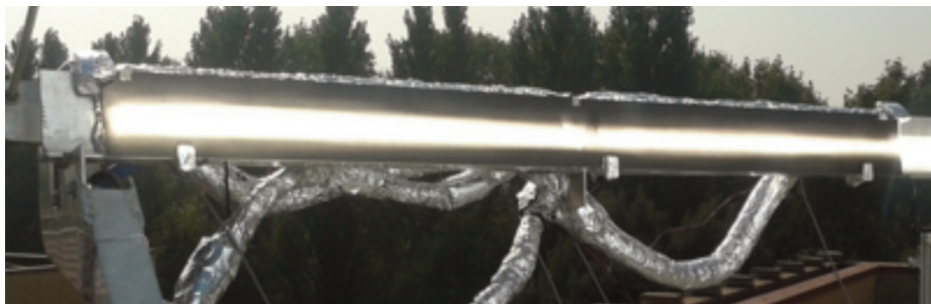
sperimentale del funzionamento di prototipi di componenti costituenti il sistema integrato in grado di assolvere l'intero compito della climatizzazione sia estiva che invernale. È stato quindi integrato nell'impianto di solar heating & cooling a servizio dell'edificio F92 del CR Casaccia un accumulo termico a cambiamento di fase (PCM) ed effettuata una campagna di prove sperimentali di un impianto di solar cooling a servizio di una serra per colture intensive; sono state sviluppate logiche di regolazione progettate ad hoc per impianti di solar heating & cooling e per impianti a pompa di calore a compressione e per finire è stata effettuata l'analisi di sensibilità del sistema per stabilire, ai fini dell'effettiva fattibilità economica, le soglie di costo iniziale dei vari componenti degli impianti sperimentali.

Riguardo le facility per la caratterizzazione di componenti solari per applicazioni a media e alta temperatura, sono state effettuate l'analisi sperimentale e la qualificazione di componenti solari a concentrazione



*Prototipo di concentratore solare a specchi parabolici con inseguimento su due assi con fuoco lineare*

ottimizzati per applicazioni a media temperatura e la messa a punto della facility di test per prove indoor su collettori solari. In particolare le attività si sono focalizzate su: sperimentazione e qualifica di componenti solari a concentrazione ottimizzati per applicazioni distribuite di piccola taglia a media temperatura, specialmente nei settori industriale, commerciale e terziario; studi per valutare le potenzialità di applicazione di sistemi co- e tri-generativi di piccola taglia che utilizzano mini e micro CSP abbinati a cicli a fluido organico (ORC); messa a punto della facility di test per prove indoor su collettori solari, implementando un sistema (“cielo artificiale”) in grado di riprodurre lo scambio radiativo nell’infrarosso che avviene tra un collettore e la volta celeste nelle ore di insolazione.

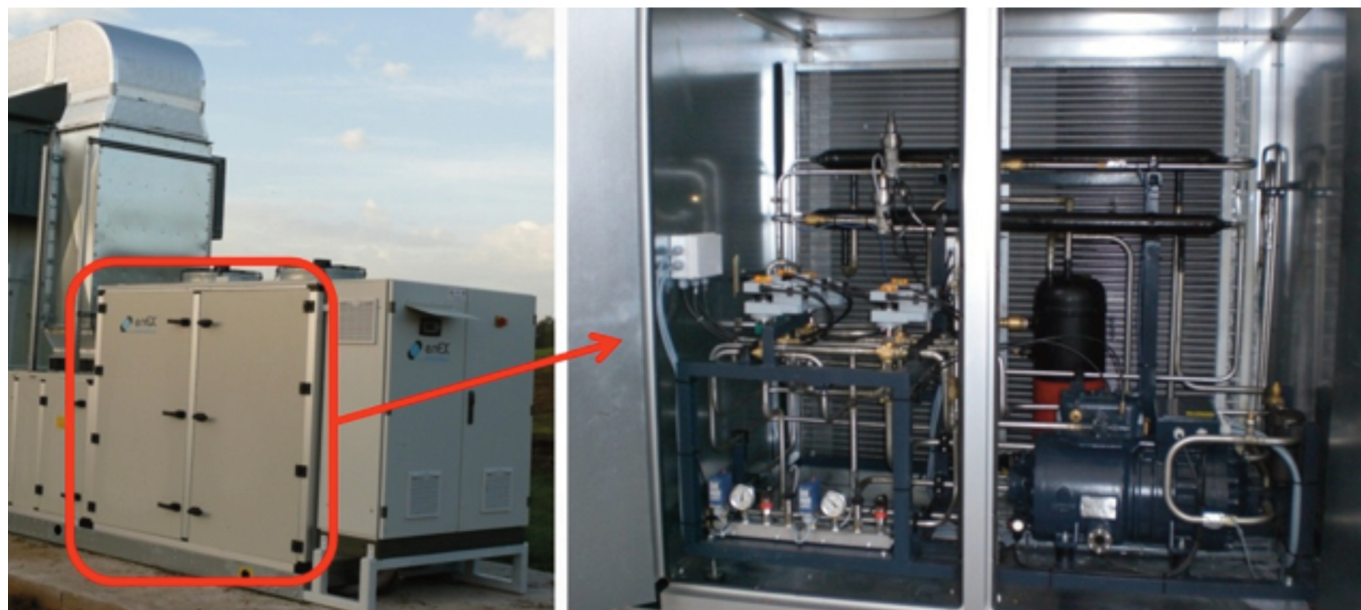


*Prototipo di ricevitore termico a minicanali, installato sul concentratore, durante una prova*

Nell’ambito dello sviluppo e sperimentazione di pompe di calore elettriche di nuova generazione sono state effettuate progettazione, realizzazione, messa in funzione e analisi sperimentale del funzionamento di pompe di calore elettriche di nuova generazione, che utilizzano fluidi refrigeranti a basso impatto ambientale. In particolare è stata realizzata una macchina fri-

gorifera sperimentale di piccola potenza ( $P_f = 3,0$  kW) per la prova e la verifica prestazionale di differenti fluidi frigoriferi utilizzati nelle pompa di calore a compressione. È stata realizzata una campagna di prove sperimentali di un prototipo di pompa di calore a  $CO_2$  (R744) invertibile del tipo aria-aria, dedicato alla climatizzazione di gallerie commerciali e grossi edifici del terziario che si trovano in zone climatiche rigide.

Infine è stato effettuato uno studio di fattibilità per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) in modalità istantanea a mezzo di una pompa di calore a  $CO_2$  (R744) e sviluppo di un sistema di accumulo a forte stratificazione dell’acqua calda prodotta.



*Pompa di calore aria – aria ad R744 ( $CO_2$ )*

Area di ricerca: Razionalizzazione e risparmio nell’uso dell’energia elettrica  
 Progetto C.3: Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione  
 Referente: A. Calabrese, [andrea.calabrese@enea.it](mailto:andrea.calabrese@enea.it)