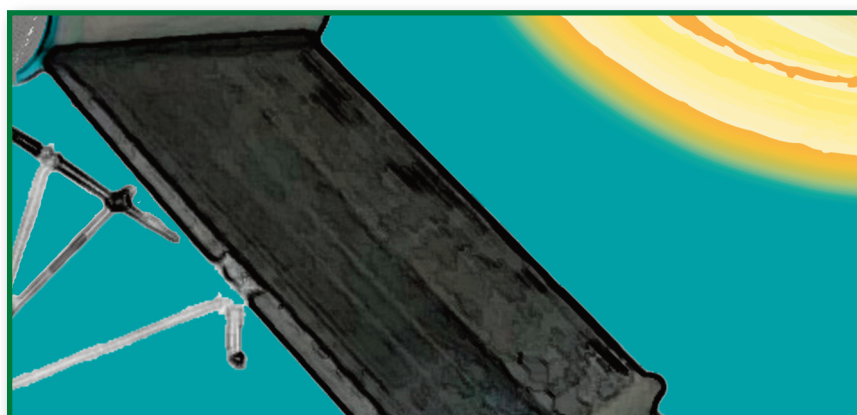




## Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione

### SCENARIO DI RIFERIMENTO

La volontà di 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. Il progetto di ricerca ha lo scopo 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 socioeconomico 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 energetiche 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:

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:

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 vi-

viamo 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 tale contesto l'obiettivo del progetto è quello di sviluppare componenti innovativi e competitivi, in grado di fornire adeguate prestazioni a costi contenuti ed una varietà di soluzioni tecnologiche che consenta la scelta impiantistica ottimale in funzione della taglia dell'impianto, del tipo di fonte energetica disponibile, di output energetico richiesto e per ogni situazione climatica presente nel territorio nazionale.

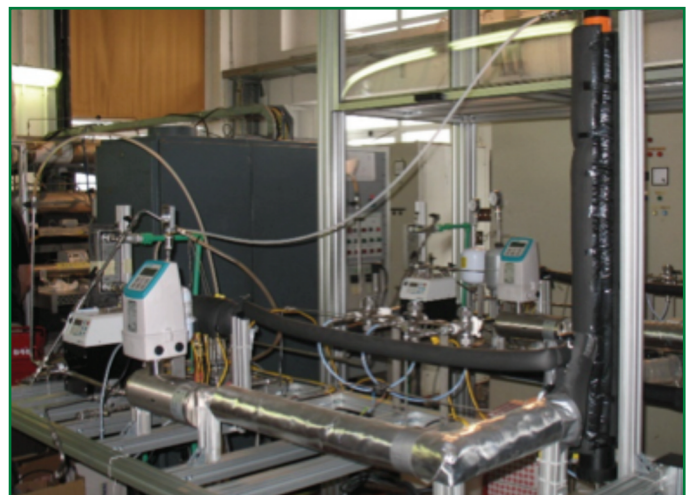
*Blocchetto di schiuma di SiC e provino di schiuma riempita con la paraffina A46, in fase di preparazione per il test sperimentale*

## RISULTATI

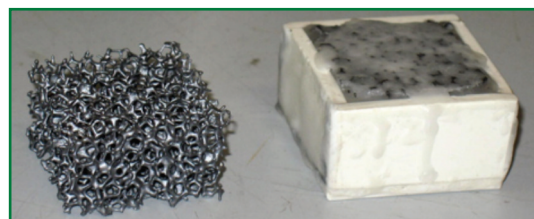
### Sperimentazione e qualificazione di componenti e sistemi

L'attività riguarda la progettazione, realizzazione, messa in funzione e l'analisi sperimentale dei prototipi di componenti innovativi costituenti il sistema integrato in grado di assolvere l'intero compito della climatizzazione sia estiva che invernale. In particolare gli aspetti principali della ricerca sono:

- evoluzione tecnologica dell'accumulo termico del tipo a cambiamento di fase (Phase Change Material) installato nell'impianto di solar heating and cooling realizzato a servizio dell'edificio F92. Sono investigati nuovi materiali a cambiamento di fase in grado di assicurare performance più elevate in termini velocità di risposta del PCM alla variazione di temperatura del fluido primario all'interno del quale sono immersi, e con caratteristiche tali da massimizzare le prestazioni complessive considerando sia il funzionamento invernale (Tottimale = 46 °C) che estivo (Tottimale = 88 °C);
- studio e applicazione delle vapor chamber in sistemi solari termici. Le vapor chamber sono una nuova e avanzata applicazione di scambio termico derivante dalla più ben nota tecnologia degli Heat Pipe. Le vapor chamber sono capaci di elevatissimi flussi di scambio termico, anche pari a circa 350 W/cm<sup>2</sup>. L'attività riguarda lo studio e la rea-



*Impianto HETNA-PCM e, a destra, un tubo contenente il PCM S46*



lizzazione delle vapor chamber e di un innovativo prototipo di collettore solare termico che le utilizza, consentendo di eliminare la necessità di avere l'antiestetico accumulo separato esterno (bollitore) integrandolo nel collettore stesso e permettendone l'installazione anche nelle località in cui il regolamento comunale prevede esplicitamente il divieto di installazione di collettori solari termici con serbatoio di accumulo esterno;

- ottimizzazione delle prestazioni di un prototipo di condizionatore d'aria compatto, alimentato ad energia solare, progettato per la ventilazione, la deumidificazione ed il raffreddamento di utenze di tipo residenziale. Si tratta di un sistema compatto Solar DEC (denominato FREESCO) di piccola taglia a letti fissi raffreddati, che ospita nella parte sottostante il collettore solare ad aria tutti i componenti necessari al suo corretto funzionamento (due letti adsorbenti raffreddati, una piccola torre di raffreddamento integrata, due scambiatori evaporativi a pacco, due ventilatori, due circolatori d'acqua e alcuni ausiliari necessari alla realizzazione del processo di trattamento). Le attività di ricerca saranno finalizzate alla realizzazione del set-up sperimentale, al monitoraggio e all'analisi dei dati sperimentali di funzionamento di un innovativo impianto sperimentale di trattamento dell'aria alimentato ad energia solare che utilizzi questo sistema: l'impianto avrà una massima potenza di raffreddamento pari a circa 2 kW (Test= 35 °C, RHest = 50%, Tlocale = 27 °C, RHlocale = 50%) ed una portata d'aria immessa in ambiente pari a 500 m<sup>3</sup>/h.



*Prototipo collettore solare termico: test preliminari*

### **Facility per la caratterizzazione di componenti solari per applicazioni a media ed alta temperatura**

L'attività riguarda l'analisi sperimentale e la qualificazione di componenti solari a concentrazione ottimizzati per applicazioni a media temperatura da destinarsi ai settori della climatizzazione residenziale, commerciale e terziaria, alla produzione di freddo in ambito industriale e alla produzione di calore per alimentare processi co-generativi ad uso industriale.

In particolare è stata svolta una attività di ricerca, sperimentazione e qualificazione di componenti solari a concentrazione ottimizzati per applicazioni distribuite di piccola taglia a media temperatura destinati sia alla climatizzazione degli ambienti in ambito residenziale, commerciale e terziario, sia alla produzione di freddo in ambito industriale. Tali concentratori possono essere utilizzati anche per fornire calore a processi co-generativi nelle attività industriali quando richiesto. In particolare verranno analizzate le prestazioni energetiche di concentratori di piccola taglia (micro-PTC, micro-LF e CPC) al fine di analizzarne le potenzialità e le eventuali criticità in vista di un loro utilizzo negli ambiti sopra descritti. Verranno messe a punto metodiche e tecniche di analisi ottiche e termofluidodinamiche che tengano conto della particolarità dei componenti da testare soprattutto per quanto riguarda gli aspetti del sistema ottico di concentrazione (misura della radiazione solare concentrata, analisi delle imperfezioni ottiche ecc.); In parallelo è stato completato lo sviluppo, la caratterizzazione e la sperimentazione di concentratori solari modulari compatti che utilizzano ottiche di piccole dimensioni accoppiati a ricevitori basati sulla tecnologia dei mini e micro-canali.

### **Sviluppo e sperimentazione di pompe di calore elettriche di nuova generazione**

Sono stati effettuati test in camera climatica di due prototipi di macchine a compressione di vapore (uno operante con R290 e uno con R134a) al fine di determinarne le prestazioni energetiche nelle condizioni operative previste dalle normative vigenti.

È stato effettuato uno studio teorico-sperimentale sull'ottimizzazione del funzionamento di pompe di calore a CO<sub>2</sub> con radiatori ad elevato salto termico. Questo tipo di elementi è studiato e progettato per funzionare con salti termici elevati, prossimi a 50 °C, con valvole di regolazione termostatiche tradizionali



e/o prototipi di valvole di regolazione elettroniche, che saranno anch'esse testate nel corso dell'attività. L'impiego di tale tecnologia può essere molto redditizio, in quanto le pompe di calore a CO<sub>2</sub> che hanno la caratteristica di produrre acqua ad alta temperatura, oltre 70 °C, mantengono prestazioni molto elevate a patto di mantenere la temperatura dell'acqua di ritorno al condensatore/gas cooler a livelli piuttosto bassi, dell'ordine dei 30 °C. Obiettivo di questa ricerca è quello di valutare sperimentalmente le performance di tali macchine per il riscaldamento domestico, in impianti a radiatori tradizionali in sostituzione delle tradizionali caldaie a gas.

### **Partecipazione a gruppi di lavoro internazionali e comunicazione e diffusione dei risultati**

Sono svolte sia attività specifiche di comunicazione e diffusione dei risultati ottenuti nel progetto che il supporto ai Ministeri competenti attraverso la partecipazione a gruppi di lavoro internazionali. In quest'ambito ENEA partecipa, quale rappresentante italiano nell'ambito IEA, ai lavori dell'Implementing Agreement "Solar Heating and Cooling", in particolare alle TASK 42 "Compact Thermal Energy Storage: Material Development and System Integration" (attività nell'ambito della WGB-Numerical Modeling Session), Task 48 "Quality assurance and support measures for Solar Cooling" e Task 51 "Solar energy and urban planning". Inoltre, ENEA partecipa ai meeting preparatori di una nuova task IEA SHC denominata "New generation solar cooling systems" cui prenderà parte attivamente.



*Predisposizione dei test di percezione visiva con all'interno inseriti i Macbeth Color Checker*



*installazione su cui sono state eseguite le sperimentazioni in campo e relativo dettaglio dell'apparecchiatura utilizzata per il monitoraggio della radiazione solare*



*Vista prospettica del locale di prova dell'impianto Solar DEC FREESCO*



*Facility di prova con pompa di calore a CO<sub>2</sub> abbinata a radiatori a elevato salto termico*

*Area di ricerca: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica  
Progetto C.3: Utilizzo del calore solare e ambientale per la climatizzazione  
Referente: N. Calabrese, andrea.calabrese@enea.it*