

## Utilizzo dell'energia elettrica e solare per la climatizzazione estiva

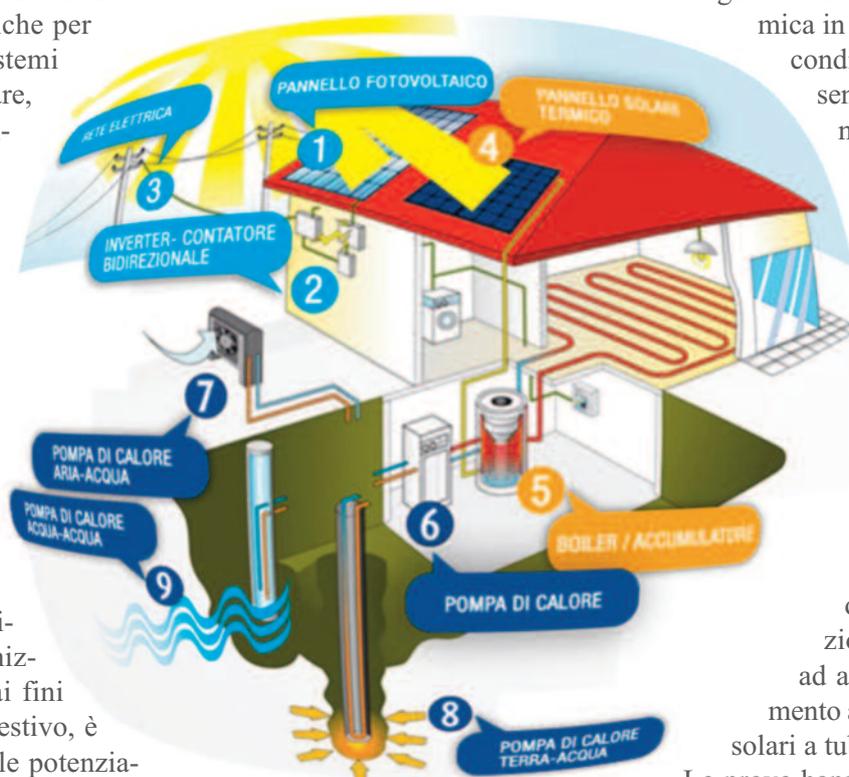
### Scenario di riferimento

Negli ultimi anni diverse attività di ricerca e sviluppo hanno studiato processi innovativi per il condizionamento degli edifici basati su tecnologie che utilizzano l'energia solare (solar cooling). 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 del picco di domanda elettrica con il periodo di massima disponibilità di energia solare. Attualmente esistono diverse componenti tecnologiche per la realizzazione di sistemi di raffrescamento solare, tuttavia non esiste ancora una soluzione tecnologica integrata di facile applicazione, con il risultato che gli impianti di questo tipo sono ancora per lo più di tipo sperimentale e come tali molto costosi e poco competitivi. Per migliorare la competitività di tali sistemi, oltre a ottimizzarne le prestazioni ai fini del condizionamento estivo, è necessario indagarne le potenzialità d'impiego invernale integrando diverse tipologie di collettori solari con dispositivi innovativi quali pompe di calore elioassistite, macchine ad assorbimento o pompe di calore a CO<sub>2</sub>. In tal modo si potrà ottimizzare il processo di climatizzazione nell'arco di tutto l'anno solare in ogni condizione climatica del Paese.

### Obiettivi

Il progetto ha lo scopo di definire e sviluppare un sistema integrato robusto, competitivo e di riferimento per il "sistema Italia", in grado di assolvere l'intero compito della climatizzazione, estiva e invernale. A tal fine si è ritenuto di dover procedere nello sviluppo di:

- Componenti innovativi e competitivi, in grado di fornire adeguate prestazioni a costi contenuti;
- Tecnologie integrate di climatizzazione che consentano la selezione della migliore soluzione tecnico-economica in relazione alle diverse condizioni climatiche presenti nel territorio nazionale.



### Risultati

**Messa in funzione e analisi sperimentale di pompa di calore ad assorbimento del tipo acqua-ammoniaca**

È stato installato un test rig per impianti di solar cooling funzionanti con macchine ad adsorbimento/assorbimento accoppiate a collettori solari a tubi evacuati.

Le prove hanno evidenziato che la macchina frigorifera può essere alimentata dai collettori in condizioni d'irraggiamento normale; se la temperatura di produzione dei collettori si mantiene sotto gli 80 °C si deve ricorrere a una caldaia d'integrazione o al calore immagazzinato nel sistema di accumulo.

### **Analisi sperimentale sugli heat pipe**

Sono state eseguite prove sperimentali sull'impianto denominato TOSCA (Thermalfluid-dynamics Of Solar Cooling Apparatus), che hanno consentito di analizzare l'andamento dei coefficienti di scambio termico e della resistenza termica totale del dispositivo in funzione del grado di riempimento, della potenza elettrica fornita, della portata di fluido refrigerante.

### **Monitoraggio dell'Edificio F51 C. R. ENEA Casaccia**

Nella stagione invernale 2010-2011 è stata completata la campagna di monitoraggio invernale sull'impianto di solar cooling installato a servizio dell'edificio F51.

La sperimentazione ha verificato l'affidabilità, la versatilità e in generale la fattibilità (anche economica) di questa tipologia d'impianto.

L'efficienza del sistema si è mantenuta su valori molto elevati e sicuramente superiori a molte altre applicazioni di fonti rinnovabili.

Le misurazioni effettuate nel periodo di prova mostrano che l'energia solare captata dai pannelli ha provveduto al riscaldamento dell'edificio per il 40%, con punte del 50% nei mesi di febbraio e marzo.

### **Analisi sperimentale del prototipo di macchina elio assistita**

È stata completata e messa in servizio la facility per la prova di impianti a pompa di calore elioassistiti. I test condotti nel periodo invernale sull'impianto hanno indicato un incremento dell'efficienza della macchina installata: aumentando la temperatura d'ingresso al secondario da 5 °C a circa 20 °C, il COP passa da 2,6 a circa 3,3 crescendo di circa il 27%.

Nella campagna di test condotta nel periodo estivo si è valutata l'opportunità di sfruttare i collettori solari come dissipatori di calore per il fluido avviato al condensatore della pompa di calore. L'analisi dei dati consentirà



*Facility di test per pompe di calore elioassistite*

di confrontare questa soluzione progettuale con quelle utilizzando sonde geotermiche per la fornitura di calore al secondario della pompa di calore.

### **Sviluppo di una facility per la caratterizzazione di sistemi solar cooling**

Presso l'edificio F92 del CR ENEA Casaccia è stato installato un impianto di solar heating and cooling a servizio di una pompa di calore ad assorbimento acqua-ammoniaca di tipo reversibile per la realizzazione di un sistema di condizionamento innovativo.

L'edificio da condizionare è costruito su tre livelli per ognuno dei quali è stata prevista una gestione autonoma



*Impianto di solar heating and cooling innovativo a servizio dell'edificio F92 del CR ENEA Casaccia*

del sistema di climatizzazione.

La pompa di calore adottata, progettata e costruita presso il CR ENEA Casaccia, sarà in grado di utilizzare l'acqua calda prodotta dai pannelli solari durante il periodo invernale quale sorgente per l'evaporatore, che verrà riscaldato da una corrente a bassa temperatura (~20 °C).

### **Analisi sperimentale di una pompa di calore a CO<sub>2</sub> (R744)**

L'utilizzo della CO<sub>2</sub> come fluido refrigerante consente il funzionamento della pompa di calore anche a temperature esterne prossime a -25 °C ossia in zone climatiche "rigide", dove le tradizionali pompe di calore hanno il problema dello sbrinamento delle batterie esterne. L'impianto è stato progettato e realizzato, presso l'area dell'edificio F92 del CR ENEA Casaccia, con l'obiettivo di produrre acqua calda e acqua fredda per la climatizzazione annuale di un locale di prova appositamente strumentato e con utenza simulata. I flussi termici e di massa uscenti dalla pompa di calore sono avviati all'UTA e ai fan coils, a servizio del locale di prova, da un sistema di monitoraggio e controllo di temperatura e umidità.

### **Geodatabase open source dei Dati geo-litologici nazionali**

È stato reso accessibile via web il geodatabase open source dei Dati geo-litologici nazionali. Il geodatabase, che sarà integrato con stratigrafie rappresentative di quattro aree scelte nelle città di Palermo, Napoli, Roma e Milano, rappresenta un importante strumento d'informazione condivisa, a supporto della diffusione della tecnologia delle pompe di calore geotermiche.

### **Sperimentazione e qualificazione di collettori solari a media temperatura**

Le attività presso il laboratorio solare del CR ENEA Trisaia hanno riguardato la modellazione teorica delle diverse tipologie di concentratori abbinata ad analisi termofluidodinamiche e ottiche e alla verifica sperimentale di componenti commerciali e/o prototipi in fase di sviluppo.

Le analisi teoriche condotte con l'ausilio dei modelli matematici sviluppati hanno fornito una serie d'indicazioni sulle modifiche da apportare al sistema ottico di concentrazione e alla configurazione del ricevitore termico per una ottimizzazione complessiva dei prototipi. Sono stati inoltre condotti una serie di test su differenti tipologie di collettori a concentrazione per applicazioni a media temperatura commerciali con lo scopo di qualificare i suddetti



*Facility di test pompa di calore a CO<sub>2</sub> (R744)*

componenti in conformità alla normativa tecnica di settore.

### **Analisi e caratterizzazione energetica degli accumuli termici per applicazioni solari**

Presso il Laboratorio di qualificazione dei collettori e sistemi solari del CR ENEA Trisaia è stata realizzata una piattaforma sperimentale costituita da due circuiti di prova da utilizzarsi per l'effettuazione dei test di carica e scarica del serbatoio solare.



*Area esterna del laboratorio solare a media temperatura*



*Sala controllo*



*Vista frontale del circuito di prova ad olio diatermico*



*Vista laterale del circuito di prova ad olio diatermico*

*Laboratorio di sperimentazione e qualificazione collettori solari a media temperatura del CR ENEA Trisaia*

### **Realizzazione di un circuito di test per prove indoor su collettori solari**

È stata realizzata la parte termo-idraulica di un stazione di prova indoor basata su un simulatore solare, per dotare il laboratorio solare del CR ENEA Trisaia di un impianto sperimentale per l'esecuzione di test indoor in condizioni controllate.

### **Sviluppo di modelli predittivi di richiesta energetica per la climatizzazione**

Le attività svolte hanno riguardato lo sviluppo delle metodologie di modellazione predittiva del sistema edificio-climatizzazione, attraverso cui si vuole ottenere un ulteriore margine di efficienza ma anche garantire la robustezza complessiva del sistema. In particolare è stata sviluppata una metodologia innovativa per la previsione a breve termine della richiesta energetica di un edificio complesso e è stata effettuata la sperimentazione su un edificio ENEA. L'approccio sviluppato raggiunge un'accuratezza maggiore rispetto ai metodi di previsione convenzionali e sfrutta maggiormente l'aggiunta di dati esterni, come ad esempio il numero degli occupanti dell'edificio.

### **Metodologia di ottimizzazione multi obiettivo della regolazione**

È stato studiato e sviluppato un sistema intelligente di monitoraggio energetico-ambientale per edifici a destinazione d'uso terziaria e progettata l'architettura del sistema di monitoraggio per un caso reale. Parallelamente, è stato condotto uno studio riguardante lo sviluppo di procedure di analisi a supporto di attività diagnostiche, basate sui dati acquisiti dai monitoraggi e finalizzate al miglioramento delle prestazioni energetiche e alla qualità climatica degli ambienti confinati. È stato eseguito uno studio sulle tecniche di modellazione e sulle strategie di controllo e gestione per l'ottimizzazione delle prestazioni energetiche e la riduzione dei consumi per una specifica soluzione tecnologica (solar cooling) di la climatizzazione ambientale.

### **Diffusione dei risultati**

Per la diffusione dei risultati è stato allestito un sito web dedicato ai "Sistemi di climatizzazione estiva ed invernale assistiti da fonti rinnovabili" <http://climatizzazioneconfontirinnovabili.enea.it/>

Inoltre, in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Geologiche dell'Università degli Studi di Roma "Roma TRE" è stato allestito un portale che rende fruibile in ambiente G.I.S. una banca dati per lo sfruttamento delle risorse geotermiche a bassa entalpia (<http://www.litologia-geotermia.enea.it/>).



*Facility per l'analisi sperimentale della pompa di calore ad assorbimento del tipo acqua-ammoniaca*



*Area di ricerca: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica  
Progetto 3.4: Utilizzo dell'energia elettrica e solare per la climatizzazione estiva  
Referente: A. Calabrese – [andrea.calabrese@enea.it](mailto:andrea.calabrese@enea.it)*