

Tecnologia GAHP: avanti tutta

Crescono le applicazioni delle pompe di calore ad assorbimento a gas (GAHP), che risultano vantaggiose in termini sia di prestazioni sia di sostenibilità. Un esperto di Robur ipotizza le potenzialità di sviluppo, in particolare nel miglioramento energetico di edifici residenziali esistenti.

di Marco Guerra (*)

(*) Esperto di Tecnologie dell'Assorbimento - Robur S.p.A. (www.robur.it)

Le pompe di calore ad assorbimento a gas (GAHP) costituiscono una tecnologia con grande potenzialità di sviluppo per migliorare l'efficienza energetica nel riscaldamento degli edifici residenziali esistenti. Rispetto ad una normale caldaia la pompa di calore GAHP garantisce un'efficienza di gran lunga superiore, permettendo di risparmiare fino al 50% di energia, e funzionando con gli stessi sistemi di distribuzione di calore già presenti negli edifici.

Produzione di calore efficiente

L'alimentazione di una caldaia è data dal calore ottenuto da combustione, che viene poi rilasciato in forma di calore utile [ad esempio verso il circuito d'acqua di un impianto di riscaldamento idronico]. La quantità di calore in uscita è pari alla quantità di calore in entrata meno le perdite di evacuazione dei fumi di scarico, e non può mai essere maggiore del calore in entrata.

Una pompa di calore a compressione è un dispositivo in cui energia meccanica (normalmente fornita tramite utilizzo di energia elettrica) alimenta un ciclo termodinamico

per "pompare" calore da una sorgente a bassa temperatura [ad esempio l'aria dell'ambiente esterno] ad uno scambiatore di calore a temperatura più elevata [ad esempio il circuito d'acqua di un impianto di riscaldamento idronico]. Il calore prodotto è dato dal calore pompato dalla fonte a temperatura inferiore più l'energia meccanica di alimentazione.

Una pompa di calore ad assorbimento a gas (GAHP nell'acronimo inglese) è un dispositivo in cui calore (normalmente fornito dalla combustione di una fonte primaria come il gas naturale) alimenta un ciclo termodinamico per "pompare" calore da una sorgente a bassa temperatura [ad esempio l'aria dell'ambiente esterno] ad uno scambiatore di calore a temperatura più elevata [ad esempio il circuito d'acqua di un impianto di riscaldamento idronico]. Utilizzata in un impianto di riscaldamento, la GAHP fornisce calore ad un'efficienza di gran lunga superiore rispetto ad una caldaia convenzionale e il calore utile erogato è la somma del calore in ingresso e del calore pompato dalla fonte a bassa temperatura meno le perdite di evacuazione dei fumi. Il calore prodotto è maggiore del calore di alimentazione in ingresso.

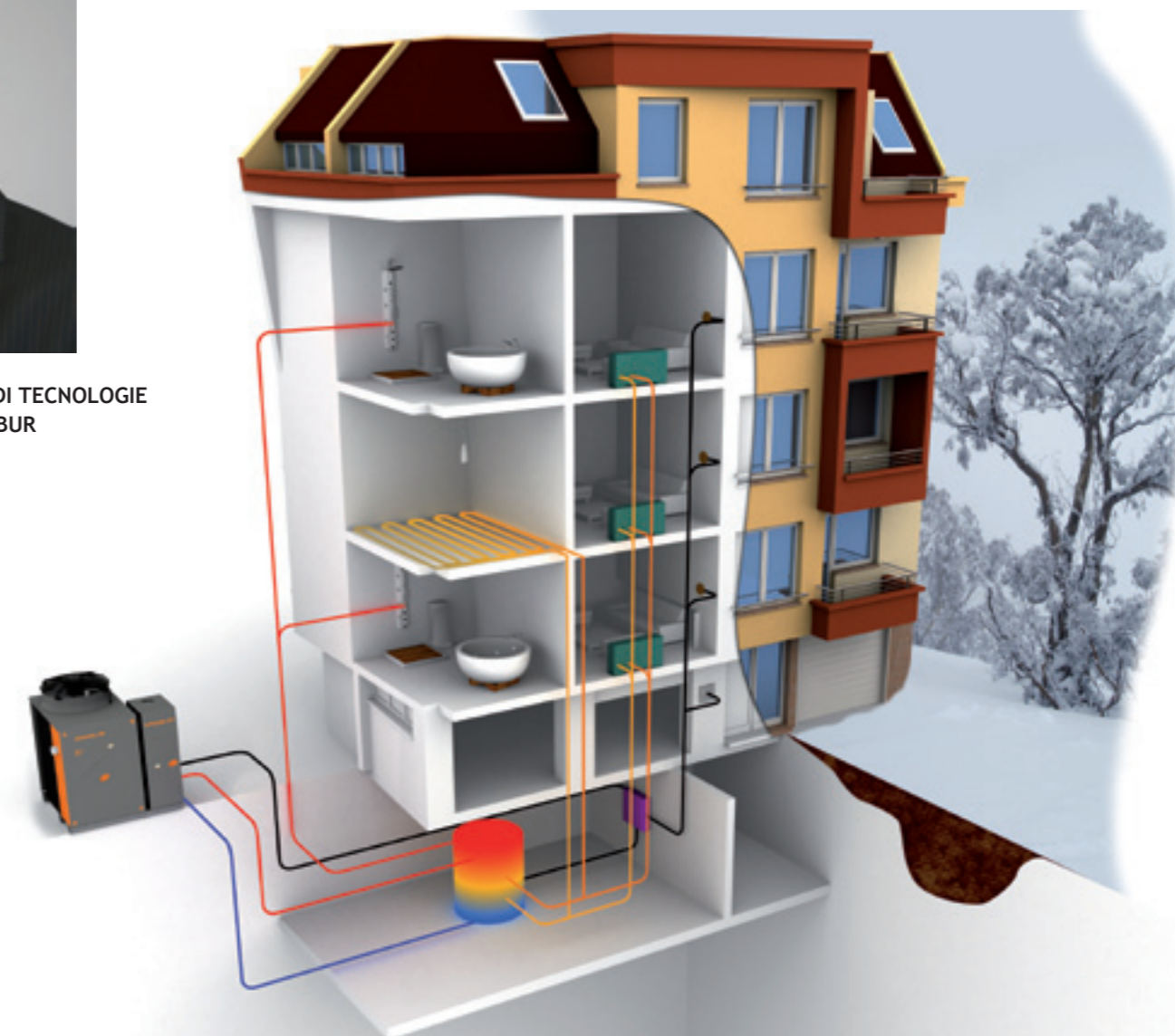
Efficienza energetica negli edifici

Molte iniziative europee (relazione finale ErP, piattaforma RHC, Ecolabel, il 7° Programma Quadro) hanno già riconosciuto nelle varie tecnologie per il riscaldamento in pompa di calore, e soprattutto nella GAHP, il potenziale necessario per realizzare una significativa riduzione del consumo energetico nel settore del riscaldamento degli edifici e della produzione di acqua sanitaria, che ammontano a circa 1/3 del consumo finale di energia in Europa. I nuovi impianti di riscaldamento con pompe di calore (utilizzati in edifici di nuova realizzazione o in edifici sottoposti a importanti ristrutturazioni) permettono di risparmiare fino al 50% di energia. Nella maggior parte dei Paesi europei le Pompe di Calore vengono già considerate come il "passo successivo" alle caldaie a condensazione nel raggiungimento di maggiori livelli di efficienza nei nuovi edifici.

Lo scenario è estremamente favorevole, ma è necessario affrontare con attenzione una serie di problematiche di natura non esclusivamente tecnologica per far sì che le pompe di calore diventino un prodotto vendibile sul mercato. In questa presentazione mi concentrerò principalmente sulle problematiche applicative. Nell'affrontare il problema del riscaldamento e della produzione di acqua calda sanitaria in Europa è importante sottolineare che il mercato residenziale rappresenta circa il 90% del fatturato. Di questa ingente quota, circa il 95% è costituito dal mercato delle ristrutturazioni/sostituzioni, ovvero sostanzialmente applicazioni per impianti idronici basati su radiatori e con temperature dell'acqua di riscaldamento superiori ai 70 °C. Questa è l'eredità del patrimonio immobiliare esistente in Europa dovuta all'uso per decenni di sistemi con caldaie a gas.



MARCO GUERRA, ESPERTO DI TECNOLOGIE DELL'ASSORBIMENTO DI ROBUR



REALIZZAZIONI DI PRESTIGIO

Fondata nel 1956, oggi Robur è un'azienda leader nella produzione di unità di riscaldamento a gas o di condizionamento, con la mission di offrire soluzioni efficienti dal punto di vista energetico che consentano un risparmio significativo sui consumi e contribuiscano a ridurre l'impatto ambientale. Nell'unità gestionale di Verdellino, nei pressi di Bergamo, sede della direzione nonché dell'unità produttiva, ROBUR ha sviluppato e implementato l'impegno verso una Qualità totale che caratterizza le linee di condotta qualitative e la mission dell'azienda.



HOLIDAY INN EXPRESS BERGAMO WEST, MOZZO (BG). SONO STATI INSTALLATI 5 GRUPPI AD ASSORBIMENTO PREASSEMBLATI COSTITUITI DA POMPE DI CALORE AD ARIA REVERSIBILI, REFRIGERATORI PER RAFFREDDAMENTO E CON RECUPERO DI CALORE. I GRUPPI SONO STATI POSIZIONATI SUL TETTO, EVITANDO L'UTILIZZO DI SPAZI TECNICI INTERNI.



CARREFOUR DI CUSAGO (MI) CON POMPE DI CALORE AD ASSORBIMENTO REVERSIBILI ROBUR A GAS METANO ED ENERGIA AEROTERMICA

La sfida dell'applicazione delle pompe di calore negli edifici residenziali esistenti

Nelle applicazioni per interventi di sostituzione degli impianti termici in edifici esistenti (retrofit) – ed è proprio qui, come abbiamo visto sopra, che c'è la maggiore possibilità di risparmio energetico – abbiamo individuato alcune sfide importanti per tutte le tecnologie del riscaldamento in pompa di calore:

1. Accesso ad una sorgente di energia termica a bassa temperatura: esistono differenti opzioni - aria esterna, calore geotermico, pannelli solari per l'inverno, acqua di falda e varie combinazioni di esse.
2. L'uso dei radiatori richiede temperature dell'acqua anche superiori ai 70 °C (soprattutto quando la temperatura esterna arriva a -20 °C).
3. Modulazione dell'efficienza termica: tipicamente la potenza massima delle caldaie installate in edifici residenziali unifamiliari è di circa

20 kW, modulabile fino a 4 kW nelle caldaie a condensazione più prestanti. La potenza massima viene normalmente erogata solamente durante la piccola frazione di ore all'anno in cui la temperatura esterna raggiunge il livello minimo.

4. Disponibilità di acqua calda sanitaria (ACS): l'impianto deve essere in grado di fornire ACS come servizio complementare, proprio come una normale caldaia.

5. Facilità di installazione: l'installatore medio deve essere in grado di installare correttamente il prodotto e di eseguirne la manutenzione. Il dispositivo deve essere posizionato dove era ubicata la caldaia che esso va a sostituire oppure rientrare nelle tipiche dimensioni di un dispositivo del genere. L'installazione all'esterno può risultare vantaggiosa, ma non sempre è possibile.

6. Rumorosità ridotta: il normale uso delle caldaie ha determinato il livello di rumorosità

accettabile per il riscaldamento da parte dei consumatori.

7. Funzionamento ad elevata efficienza: si devono garantire rendimenti elevati con un semplice sistema di controllo e un'interfaccia utente ancor più semplice. L'uso di comandi sofisticati non sarebbe accettato né dagli installatori né dagli utenti finali.

8. Quantità ridotta di emissioni dirette e indirette soprattutto nelle aree urbane (CO₂, NO_x e PM)

9. Disponibilità della tecnologia a prezzi che invogliano gli utenti finali ad sostituire la caldaia a fronte di un tempo di ammortamento ridotto (per il ridotto consumo rispetto alle normali caldaie) o di un investimento inferiore rispetto ad altre soluzioni per il riscaldamento con energia rinnovabile.

Vediamo ora come l'odierna tecnologia per il riscaldamento con pompe di calore è in grado di affrontare queste sfide.

Per le ristrutturazioni in edifici residenziali esistenti, l'unica fonte rinnovabile viabile è l'aria esterna con la possibile aggiunta di calore solare. Scavare pozzi geotermici o utilizzare acqua di falda è una opzione possibile nelle nuove costruzioni, mentre in quelle esistenti lo si può fare solo in "casi limite". Inoltre la sola installazione geotermica farebbe aumentare il costo dell'impianto con pompa di calore a livelli di gran lunga superiori rispetto a qualunque altra alternativa.

Allo stato attuale, con la tecnologia delle pompe di calore si possono raggiungere temperature superiori ai 70 °C solamente con cicli ad assorbimento acqua/ammoniaca, macchine a CO₂ o impianti a compressione bistadio.

E' possibile ottenere una combinazione di acqua per il riscaldamento ad alta temperatura con basse temperature della sorgente d'aria fornendo al contempo la massima potenza mediante l'impiego della tecnologia ad assorbimento oppure della pompa di calore a compressione abbinata ad una caldaia di backup. Anche la modulazione dell'efficienza è una caratteristica obbligatoria che peraltro è già disponibile nella GAHP. A nostro parere, la caldaia di backup è un concetto semplice, ma fa aumentare i costi e soprattutto rende il sistema di controllo molto più complesso [infatti l'efficienza energetica ed economica

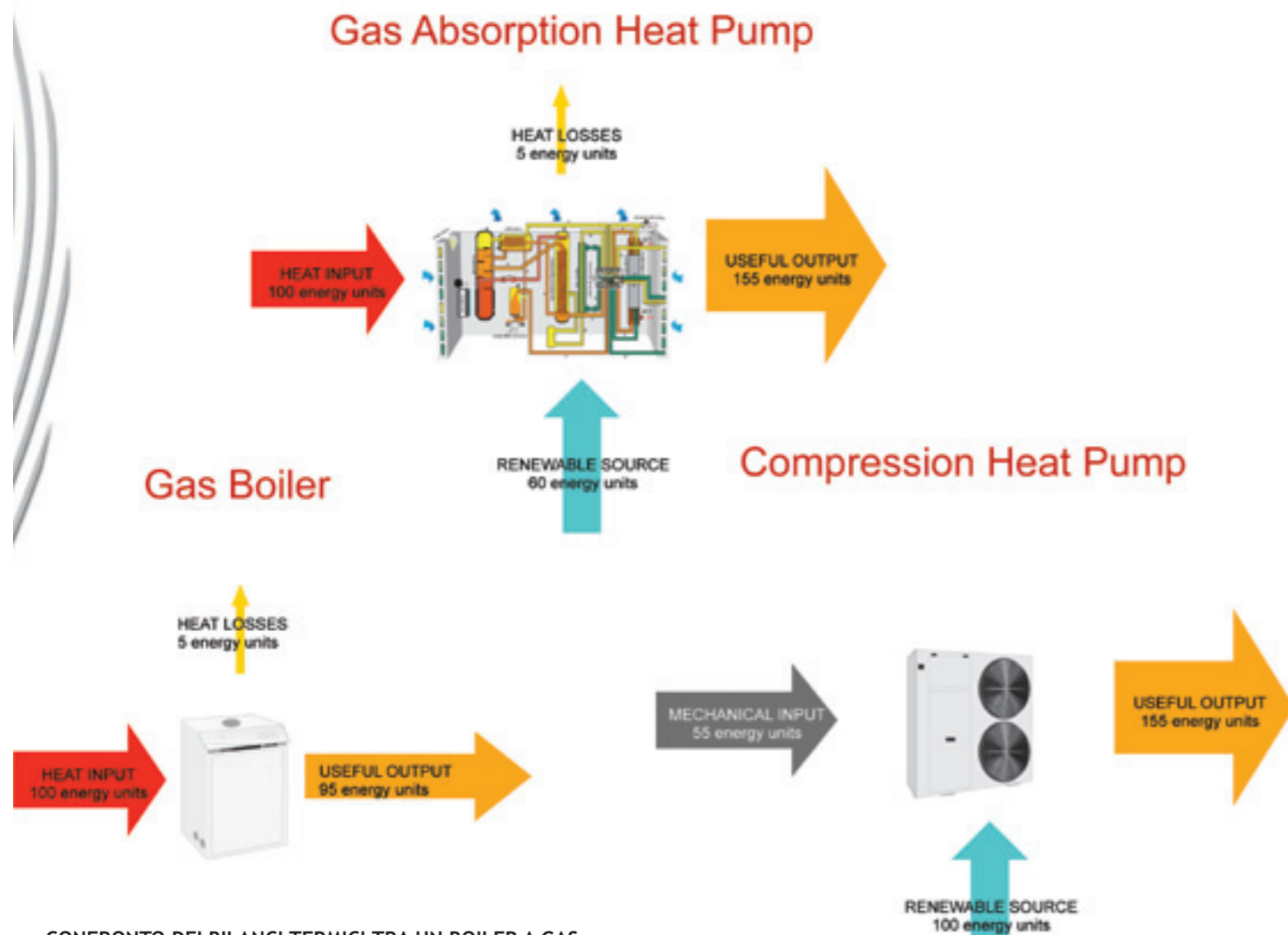
della pompa di calore dipende molto dalle impostazioni di accensione e spegnimento della caldaia].

Tra le criticità più comuni per la maggior parte degli impianti con pompa di calore vi sono l'installazione e le dimensioni. E' molto difficile riuscire a inserire la pompa di calore esattamente nell'alloggiamento della caldaia o avere dimensioni compatibili. Ora però esistono pompe di calore di nuova progettazione che offrono unità più compatte e leggere (l'obiettivo di arrivare a meno di 10 kg per kW di potenza erogata è già realistico).

La rumorosità e il consumo di energia ausiliaria delle future pompe di calore possono migliorare grazie ai recenti sviluppi nell'ambito dell'isolamento acustico, della geometria delle pale dei ventilatori, degli inverter ad elevata efficienza per i motori dei circolatori e dei ventilatori. Il costo di installazione delle pompe di calore (in generale) sarà comunque superiore rispetto al costo di installazione di una semplice caldaia, ma si può ipotizzare una sostanziale riduzione di questa differenza nel caso di grossi volumi di produzione.



SISTEMA GAHP DI ROBUR



CONFRONTO DEI BILANCI TERMICI TRA UN BOILER A GAS, UNA POMPA DI CALORE A COMPRESIONE E UN SISTEMA GAHP

Una tecnologia con molti vantaggi

Ecco alcune considerazioni specifiche sulla tecnologia con GAHP in cui si evidenziano gli aspetti che rendono la pompa di calore ad assorbimento ad acqua/ammoniaca a gas modulante con sorgente ad aria ad una delle tecnologie più promettenti nell'ambito dei futuri sviluppi per il miglioramento dell'efficienza energetica per il riscaldamento.

- Le GAHP esistenti offrono già livelli di efficienza tra i più alti raggiunti nei sistemi di riscaldamento.
- La tecnologia usa fluidi naturali, ovvero acqua + ammoniaca: ODP=0, GDP=0.
- Emissioni dirette e indirette: secondo gli ultimi dati pubblicati dalla Commissione Europea, se si prendono in considerazione tutte le emissioni (CO₂, NO_x e PM), la GAHP emerge già come la scelta "più pulita" fra le soluzioni per il riscaldamento.
- Le GAHP sono alimentate a gas, possono usare una sorgente ad aria esterna (e comunque mantenere alte efficienze) e garantire temperature dell'acqua oltre i 70 °C. Per que-

sti motivi, l'applicazione delle GAHP è molto simile a quella delle normali caldaie dal punto di vista della potenza erogata, della temperatura e del controllo.

- Il ciclo termodinamico è sigillato ermeticamente ed è sostanzialmente statico (una pompa che si riduce a due valvole e una membrana le uniche componenti meccaniche in movimento) per garantire una lunga durata e funzionamento senza manutenzione come nei sistemi di riscaldamento con caldaia.
- Le GAHP vengono già prodotte industrialmente e beneficiano della lunga esperienza sviluppata nell'industria dei refrigeratori ad assorbimento. I componenti del ciclo ad assorbimento sono in acciaio (mentre i componenti dei sistemi a compressione sono principalmente in rame). Questo richiede una progettazione processo di produzione specifici, ponendo così una barriera tecnologica. Una volta effettuato lo sviluppo, è possibile una notevole riduzione dei costi di produzione, considerando che l'acciaio costa da 1/5 a 1/8 rispetto al rame.

- Le GAHP sono alimentate a gas e pertanto non aumentano il carico sulla rete elettrica e non richiedono né la creazione di smart grid per la gestione dei carichi incrementali né il miglioramento dei sistemi di generazione e trasmissione per fornire la capacità supplementare.

- I fondamentali termodinamici dai cicli ad assorbimento sono noti fin dalla fine del 19° secolo. Tuttavia, esiste un enorme potenziale in termini di nuovi sviluppi della tecnologia delle pompe di calore ad assorbimento a gas. Solo pochi produttori e laboratori di ricerca/università hanno recentemente studiato questa tecnologia. Cosa succederebbe se a questa tecnologia venisse dedicata anche solo una piccola percentuale dello sforzo di ricerca e sviluppo speso per le caldaie o per i compressori?

- La tecnologia GAHP ha già raggiunto una GUE del 160% (alle condizioni nominali della norma EN12309). Un potenziale aumento dell'efficienza al 190% e più è già realizzabile con cicli avanzati (c'è già disponibile molta teoria su nuovi cicli ad assorbimento anche se molti di questi non sono mai stati sottoposti ad una vera simulazione completa né sono stati sviluppati a livello sperimentale).

- Le competenze richieste per lo sviluppo della tecnologia GAHP spaziano dai sistemi termodinamici alla chimica, dalla simulazione degli scambiatori di calore e di massa alla fluidodinamica, alla metallurgia e altro ancora. I nuovi posti di lavoro generati da tale sviluppo richiedono istruzione superiore, formazione ed esperienza. Sarà necessario creare un team dotato delle competenze fondamentali, il quale aggiungerà valore all'intera organizzazione disposta a investire su questo personale.

Abbiamo dunque esaminato le principali sfide del retrofit dei sistemi di riscaldamento in edifici esistenti e i vantaggi "chiave" e "unici" che la tecnologia GAHP è in grado di offrire nell'affrontare queste problematiche.

Una tecnologia con molte altre potenzialità

Infine vorrei aggiungere alcune considerazioni su ulteriori potenziali sviluppi dei cicli ad assorbimento ad acqua ammoniaca come ricaduta della tecnologia in altri campi di applicazione. Ecco due esempi:

- La tecnologia ad assorbimento ad acqua am-

moniaca è la base per nuovi cicli multistadio che possono essere azionati da calore di scarto a bassa temperatura per fornire condizionamento o refrigerazione gratuitamente. Sto personalmente seguendo lo sviluppo di un prototipo (dimostrativo) di refrigeratore raffreddato ad aria che usa un ciclo a doppio stadio ad acqua ammoniaca alimentato ad acqua fra 70 °C e 95 °C. Questo innovativo sviluppo potrebbe offrire numero nuove possibilità, come:

- Condizionamento automotive o refrigerazione per camion (usando l'acqua di raffreddamento del motore)
- Applicazioni di condizionamento alimentato da sistemi solari termici (collettori piani) o caldaie a biomassa
- Applicazioni di aria condizionata (senza l'uso di torri evaporative) basate sull'uso di reti di teleriscaldamento
- Applicazioni di trigenerazione per il crescente mercato della cogenerazione ad alta efficienza.

- La tecnologia dei cicli ad assorbimento ad acqua ammoniaca è alla base della famiglia di cicli di potenza Kalina, la più efficiente alternativa ai cicli Rankine (60+% della generazione di potenza elettrica al mondo) ad oggi.

IN CONCLUSIONE

La ricerca e lo sviluppo sulla tecnologia GAHP offrono all'industria del riscaldamento un'opportunità unica per:

- Garantire significativi risparmi energetici nel mercato europeo del riscaldamento e dell'ACS (35% dell'impiego finale di energia in Europa)
- Fornire una gamma di prodotti ad elevata efficienza (GUE=160%) adatti al mercato "reale" più esigente, ovvero quello delle ristrutturazioni/sostituzioni con i relativi vincoli
- Contribuire a modificare la capacità produttiva in eccesso del settore del riscaldamento verso un ambiente industriale ad alta tecnologia
- Creare posti di lavoro altamente qualificati e nuovo personale interno dotato di competenze specifiche
- Esplorare altre significative possibilità offerte dagli stessi fondamentali della tecnologia ad assorbimento.