

Sistemi integrati in pompa di calore a CO₂



Paolo Artuso

*National Research Council,
Construction Technologies Institute*



Armin Hafner

*Norwegian University of Science and
Technology, Department of Energy and
Process Engineering*



Silvia Minetto



Giacomo Tosato



Antonio Rossetti



Sergio Marinetti

*Consiglio Nazionale delle Ricerche,
Istituto per le Tecnologie della Costruzione*

Per hotel installati nell'ambito del progetto MultiPACK: dati dal campo

INTRODUZIONE

La Commissione Europea ha recentemente espresso il bisogno di una campagna di rinnovamento per rendere più ecologico il patrimonio edilizio che risulta essere responsabile di circa il 40% dell'intero consumo energetico e del 36% di emissione di gas ad effetto serra.

L'incremento dell'efficienza energetica risulta dunque uno dei principi cardine da impiegare nella futura riqualificazione e progettazione degli edifici tra il 2030 ed il 2050.

Essendo la decarbonizzazione delle operazioni di raffrescamento e riscaldamento identificata come una delle sette aree di intervento, le tecnologie a pompa di calore rappresentano un'opportunità per rendere il riscaldamento indipendente dai combustibili fossili.

Il regolamento F-Gas ed i protocolli internazionali, come l'emendamento di Kigali al Protocollo di Montreal, richiedono l'identificazione di una soluzione globale a lungo termine e sostenibile in termini di emissioni dirette ed indirette. Al fine di soddisfare tali esigenze, ricercatori ed industria vengono spinti a valutare sempre più l'uso della CO₂ in sistemi a pompa di calore, essendosi dimostrata una soluzione efficiente nel caso di riscaldamento a basse temperature in edifici ad elevate prestazioni ed in casi dove è presente una elevata domanda di acqua calda sanitaria (ACS); il ciclo transcritico risulta infatti particolarmente adatto alla produzione di acqua calda sanitaria ad elevata temperatura.

Il progetto H2020 MultiPACK si pone come obiettivo quello di installare unità integrate per riscaldamento,

raffrescamento e produzione di acqua calda sanitaria: le macchine installate si basano su tecnologia a CO₂ ed utilizzano l'eiettore bifase per assicurare una buona efficienza del sistema anche ad elevate temperature del refrigerante in uscita dal gas-cooler. Il totale di unità installate dal progetto MultiPACK è 6, 3 delle quali sono state destinate ad Hotel. Al fine di valutarne la performance sul campo, le unità installate sono state monitorate durante il funzionamento; la documentazione delle prestazioni reali svolge anche la funzione di incrementare la fiducia nella tecnologia presa in esame, con l'obiettivo di aiutare a superare le barriere non legate alla tecnologia che possono inibire l'adozione a soluzioni efficienti già disponibili nel settore HVAC&R, come precedentemente dimostrato dal progetto EU Super Smart.

Questo articolo presenta il lay-out di due unità installate in due diversi hotel Italiani: differendo in dimensioni, impiego e lay-out, le due unità provano come i sistemi integrati a CO₂ siano in grado di fatto di soddisfare le peculiarità ed i bisogni richiesti dal settore. I dati raccolti durante la campagna sperimentale vengono presentati per analizzare l'operatività sul campo e valutare la prestazione.

DESCRIZIONE DELLE INSTALLAZIONI MULTIPACK

Le unità integrate presentate in questo studio si trovano in due zone turistiche del Nord Italia: Lago di Garda (IMPIANTO I) e Val Gardena, Dolomiti (IMPIANTO II).

Il carico di progetto per cui sono stati dimensionati i due impianti è riportato in Tabella 1. La prestazione delle unità installate è stata valutata equipaggiando i sistemi di sonde di pressione, sonde di temperatura,

	IMPIANTO I	IMPIANTO II
Luogo	Lago di Garda	Val Gardena
Tipo di richiesta	Raffrescamento/Riscaldamento ACS(DHW)	Raffrescamento + ACS (DHW)
Sorgente Termica/Pozzo	Acqua di falda	Aria
Carico di progetto	Raffrescamento 20 kW @ 12/7°C Riscaldamento 25 kW @ 30/55°C ACS 30 kW @ 65°C	Raffrescamento 150kW @ 12/7°C ACS. Recupero di calore @ 60°C

Tabella 1: Dimensionamento degli impianti I e II



Figura 1a: Unità installata nell'impianto del Lago di Garda (IMPIANTO I)



Figura 1b: Unità installata nella zona della Val Gardena (IMPIANTO II)

misuratori di potenza elettrica e misuratori magnetici di portata sul circuito dell'acqua.

IMPIANTO I

Questo sistema può utilizzare acqua di falda come pozzo o sorgente termica. La pompa di calore è inoltre fornita di un sistema a multi-eiettore bifase per l'espansione del refrigerante ed il recupero di lavoro di espansione. Il lay-out innovativo della macchina è caratterizzato dalla presenza di due evaporatori: il primo evaporatore funziona secondo il principio della circolazione naturale. Il secondo evaporatore invece si trova nella linea di aspirazione del sistema multi-eiettore che alimenta dunque lo scambiatore. L'unità è provvista di un modulo idronico composto da valvole a tre vie che possono modificare il flusso dell'acqua in maniera tale da passare all'acqua di falda o all'impianto HVAC a seconda della richiesta di raffrescamento dell'edificio.

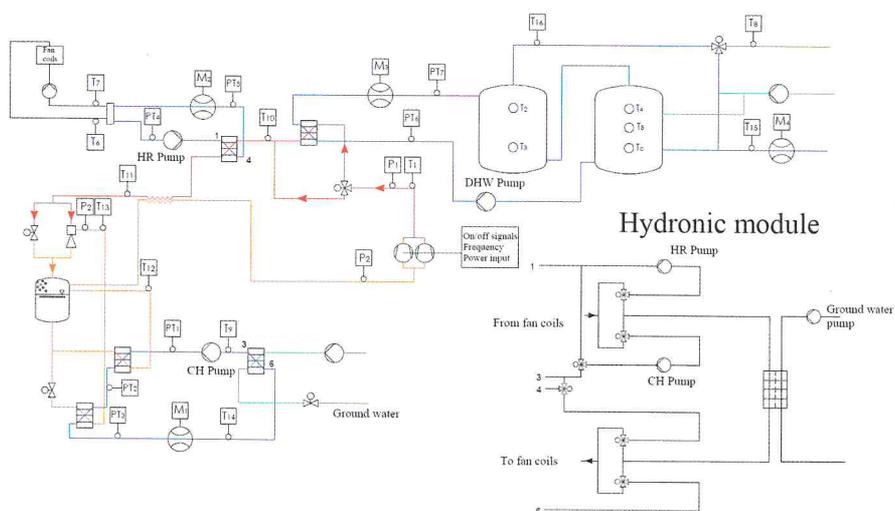


Figura 2: Impianto MultiPACK Lago di Garda- IMPIANTO I

La richiesta di riscaldamento o di raffrescamento delle stanze dell'hotel è soddisfatta da fan coil alimentati dal circuito idronico stesso implementato all'interno dell'edificio. Infine, oltre ad assicurare riscaldamento e raffrescamento, l'unità installata produce acqua calda sanitaria e la accumula in due serbatoi connessi in serie per favorire la stratificazione. Il lay-out

semplificato dell'impianto è presentato in Fig.2.

IMPIANTO II

L'unità installata funziona in modalità chiller, integrando la produzione simultanea di acqua calda sanitaria a 60 °C. Il fine è quello di produrre acqua

refrigerata per il raffreddamento di aree specifiche dell'hotel di lusso, recuperando, quando necessario, il calore assorbito per produrre acqua calda sanitaria.

L'acqua calda eventualmente prodotta viene accumulata in serbatoi stratificati ed integra il servizio di riscaldamento che invece è basato sull'utilizzo di combustibili fossili. Un gas-cooler remoto è designato infine per rigettare all'esterno il calore assorbito quando la produzione di acqua calda sanitaria non è richiesta. Lo stesso lay-out composto da due evaporatori descritto precedentemente (uno a circolazione naturale ed uno alimentato dalla linea di aspirazione del sistema multi-eiettore) è implementato anche in questo impianto. Lo schema semplificato dell'impianto è presentato in Fig. 3.

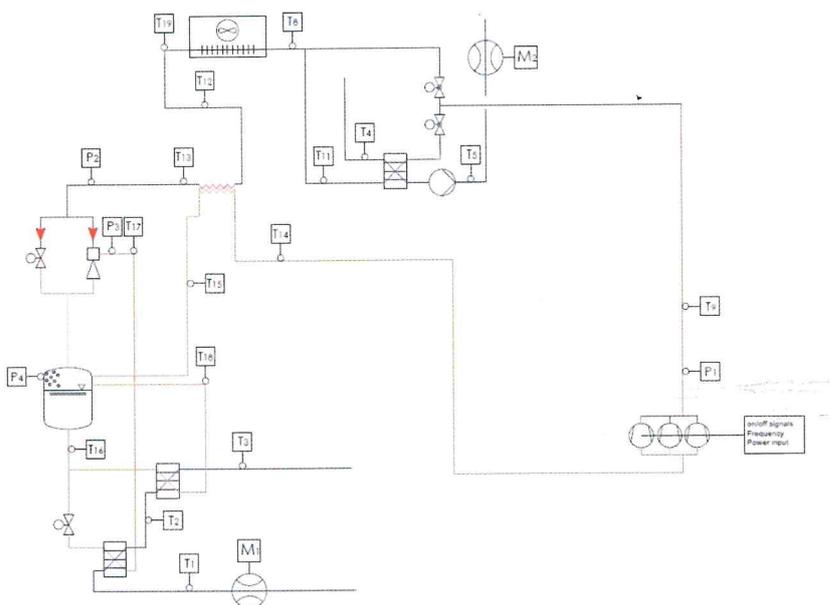


Figura 3: Impianto MultiPACK Val Gardena- IMPIANTO II

DATI RACCOLTI SUL CAMPO

IMPIANTO I

I dati raccolti sono stati analizzati ed elaborati. Le Figure 4a e 4b riportano il funzionamento della macchina durante la fornitura di riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria nella giornata del 15 ottobre 2020. Come si può osservare dalle figure, acqua calda sanitaria e riscaldamento sono entrambi forniti in modalità ON/OFF. Il motivo è dato dal fatto che la richiesta è risultata essere significativamente più bassa del valore di design stabilito in sede di progetto.

La temperatura della sorgente termica (acqua di falda) può essere considerata stabile, mentre l'alta pres-

sione raggiunge un picco di circa 100 bar in entrambi i funzionamenti. La performance del sistema è infine identificata in termini di COP, definito dal rapporto tra effetto utile e potenza elettrica misurata in input al rack di compressione.

IMPIANTO II

Il funzionamento della macchina in modalità chiller è attivo solo durante i mesi estivi: è stato dunque considerato un periodo di tempo che va da giugno ad agosto 2020.

Il COP in questo caso include tutti gli effetti utili forniti dal sistema (potenza di raffreddamento e potenza di produzione di acqua calda sanitaria) mentre la spesa è data dalla sola potenza elettrica misurata in input al rack di compressione.

Ad ogni modo, durante il 2020, non è stato registrata alcuna richiesta di acqua calda sanitaria nel periodo considerato. Inoltre, a causa del ridotto carico termico rispetto al valore di design previsto di 150 kW, l'evaporatore situato nella linea di aspirazione dell'eiettore non è funzionante. Il chiller, dunque, produce acqua refrigerata tramite il solo evaporatore a circolazione naturale.

Le Figure 5a e 5b mostrano un ciclo ON/OFF registrato durante la giornata del 7 agosto 2020.

Nelle figure sono rappresentate le temperature, le pressioni operative e le corrispondenti potenze di raffreddamento e potenza elettrica in input al rack di compressione.

Quando il compressore si accende, dopo un breve periodo di regime transitorio, il sistema raggiunge con-

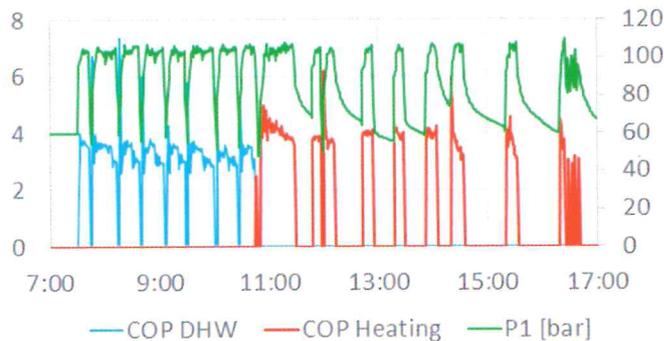
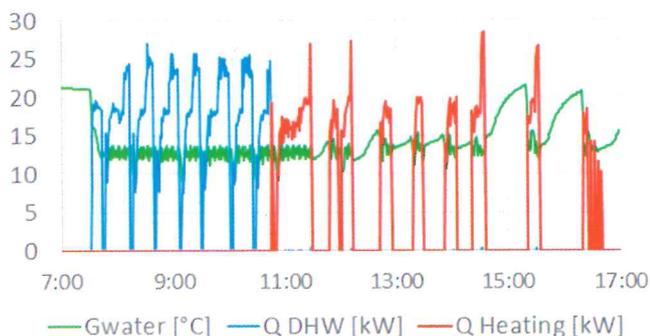


Figura 4a: IMPIANTO I-ACS (Q DHW), Richiesta di riscaldamento (Q Heating) e temperatura dell'acqua di falda (Gwater) durante il 15 ottobre 2020

Figura 4b: IMPIANTO I-COP durante la produzione di DHW e riscaldamento (Heating), alta pressione (P1) durante il 15 ottobre 2020

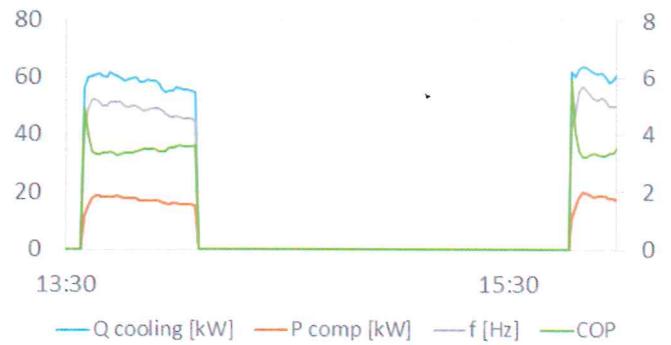
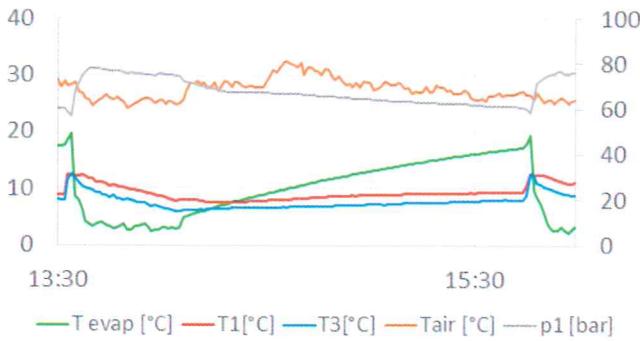


Figura 5a: Temperatura di saturazione all'evaporatore a circolazione naturale (T evap), ingresso acqua refrigerata (T1) ed uscita (T3), temperatura aria esterna (T air) e pressione di mandata del compressore (p1) il giorno 7 agosto 2020

Figura 5b: Potenza di raffreddamento (Q cooling), Potenza in input ai compressori (P comp) e frequenza del compressore modulato dall'inverter (f) durante il 7 agosto 2020

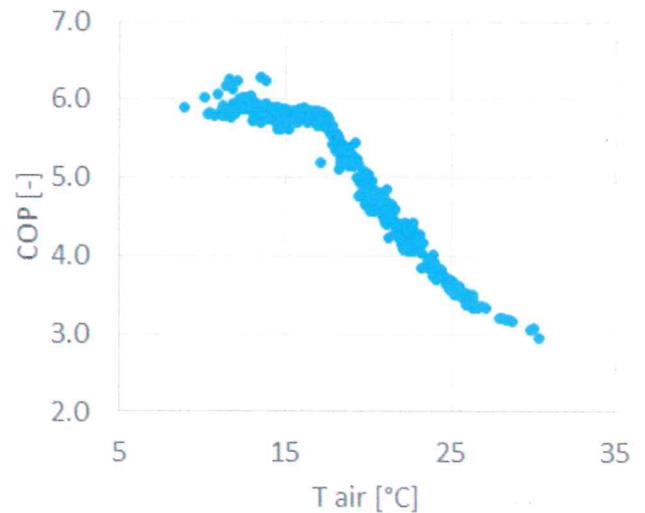
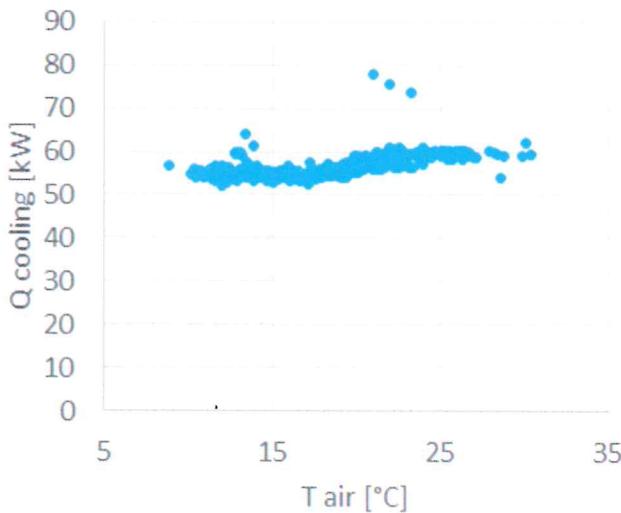


Figura 6a: Capacità frigorifera in condizioni di stabilità, estate 2020

Figura 6b: COP in condizioni di stabilità, estate 2020

dizioni di funzionamento stabile per circa 20 minuti. Tutti i dati raccolti durante il periodo estivo (giugno-agosto 2020) sono stati elaborati con il fine di identificare intervalli di funzionamento stabile della macchina che consentano dunque di calco-

lare un valore associato di COP. Le Figure 6a e 6b riportano dunque il valore di capacità frigorifera e COP valutati all'interno di intervalli di funzionamento stabile dell'impianto, espressi in funzione della temperatura dell'ambiente esterno.

CONCLUSIONI

Il Progetto MultiPACK ha fornito l'opportunità di installare e monitorare sistemi HVAC integrati destinati ad installazioni presso hotel. La campagna sperimentale ha validato il loro funzionamento e la prestazione, dimostrando contemporaneamente l'affidabilità dei singoli componenti e dell'intera unità.



ECONORMA S.a.s
Prodotti e Tecnologie per l'Ambiente



1983
2021
ANNIVERSARY

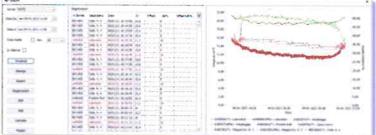
Monitoraggio wireless
Temperatura / U.R.%
Segnali di processo



NOVITA' -
Data Logger FT-300 - RF
Memoria letture: **500.000**
Può essere inserito in un sistema wireless o come normale datalogger.



Time	Tair	T1	T3	Qcooling	Pcomp	f	COP
13:30	25	10	15	55	15	55	3.5
14:00	24	11	16	58	16	58	3.6
14:30	23	12	17	60	17	60	3.7
15:00	22	13	18	62	18	62	3.8
15:30	21	14	19	65	19	65	3.9



ECONORMA Sas - Via Olivera 52
31020 SAN VENDEMIANO (TV)
Tel. 0438.409049 info@econorma.com
www.econorma.com

Argomento trattato al
19° convegno europeo
Nazioni Unite-IIR-AREA-CSG-ATF
dello scorso 10-11 giugno







