

# Pompe di calore elio-assistite: i problemi nel passaggio da impianti dimostrativi al mondo reale

L'impianto pilota del Palazzetto  
dello Sport Palacus

Luca A. Tagliafico, Vincenzo Bianco, Alessandro Cavalletti,  
Chiara Marafioti, Annalisa Marchitto, Federico Scarpa  
Università degli Studi di Genova, Gruppo ÀUGERE

**G**li impianti a Pompa Di Calore ElioAssistita (PCEA) sono costituiti da una Pompa Di Calore (PDC) il cui evaporatore è interfacciato con un campo solare termico, che ne aumenta il coefficiente di prestazione medio stagionale (SCOP). Si ha quindi una configurazione dove i benefici potenziali risultano essere molto maggiori rispetto alle classiche configurazioni adottate per gli impianti rinnovabili in edifici civili. Tuttavia, si riduce la capacità dell'impianto di garantire i fabbisogni termici in caso di malfunzionamento, blocco o assenza di una parte dello stesso (tipicamente la sorgente rinnovabile). Tale eventualità, non trascurabile nel caso di una PCEA, è implicitamente compensata dal livello di elevata maturità tecnologica del dispositivo unitamente alla semplicità dell'impianto per le applicazioni classiche (es. caldaie a gas).

# Migliorare la qualità dell'aria è la nostra missione.

Deparia dal 1996 fornisce soluzioni innovative ed efficienti per il **controllo e abbattimento delle emissioni inquinanti in atmosfera**, adatti a una vasta gamma di applicazioni e processi industriali, contribuendo così a uno sviluppo industriale sostenibile e consapevole. Offriamo soluzioni tecnologiche personalizzate, accompagnando i nostri clienti in tutto il life cycle del prodotto, dall'installazione al training, dal monitoraggio all'assistenza continua in tutto il mondo.

## SOLUZIONI

TRATTAMENTO  
EMISSIONI ODORIGENE

TRATTAMENTO  
EMISSIONI VOC

TRATT. GAS DI SCARICO  
MOTORI ENDOTERMICI

TRATTAMENTO NEBBIE  
OLEOSE

TRATTAMENTO  
EMISSIONI COMPLESSE

## CAMPI DI APPLICAZIONE

SETTORI: • CHIMICO • FARMACEUTICO • BIOGAS E BIOENERGIE • ALIMENTARE  
• VERNICIATURA E RIVESTIMENTI • MECCANICA

L'impianto pilota del Palazzetto dello Sport Palacus dell'Università di Genova è costituito da un sistema tradizionale a caldaie a gas per il riscaldamento/produzione di Acqua Calda Sanitaria, ACS al quale è stato accoppiato un sistema a PCEA con pannelli ibridi (fotovoltaici e termici). La sfida consiste nel suo utilizzo su media scala (54kW), a servizio di una struttura operativa reale (Figura 1), usando componenti disponibili sul mercato, non specificamente progettati. Tale impianto rappresenta un tentativo di avvicinare le pompe di calore elioassistite alla produzione competitiva, incrementando il suo TRL (Technological Readiness Level).

La compresenza delle vecchie caldaie serve ad una piena funzionalità dell'impianto in ogni condizione climatica e una migliore resilienza in caso di rottura o manutenzione di una parte di esso.

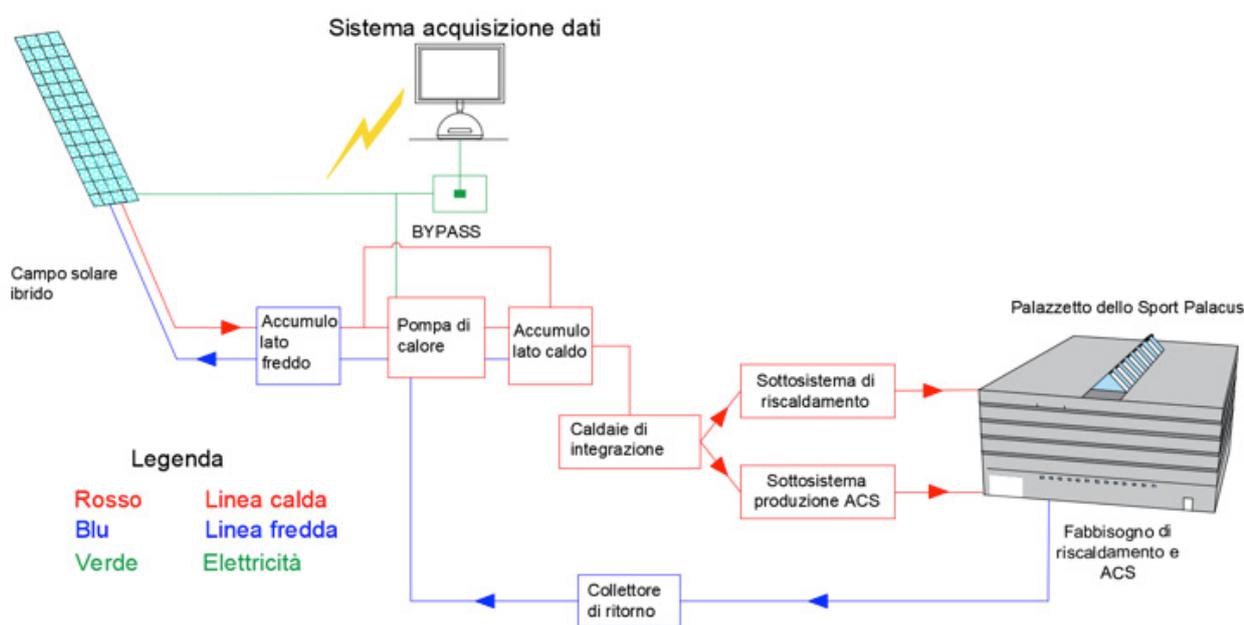


Figura 1. Rappresentazione schematica dell'impianto pilota PCEA al Palacus Carmine Romanzi dell'Università degli Studi di Genova

Il campo solare ibrido (120 m<sup>2</sup> – 50 kW<sub>T</sub> – 20 kW<sub>E</sub> di potenzialità di picco) fornisce:

- energia elettrica alla PDC (potenza nominale termica 62 kW<sub>T</sub> con relativa potenza richiesta di picco di 12 kW<sub>E</sub>) ed ai suoi componenti
- energia termica per scaldare l'interfaccia di scambio con l'evaporatore.

L'acqua tecnica raccolta nell'accumulo lato caldo della PDC viene quindi inviata al sottosistema di riscaldamento o di produzione ACS a seconda delle richieste dell'utenza. È presente inoltre un bypass per collegare direttamente l'accumulo lato freddo con quello lato caldo per temperature dall'acqua in arrivo dai pannelli solari elevate (es. durante il periodo estivo).

Il sistema di acquisizione dati e controllo (SCADA – Data Acquisition and Control System) monitora e gestisce l'impianto tramite una PLC con controlli e dati storicizzati accessibili da remoto.

Un impianto classico (es. caldaie a gas) è solitamente equipaggiato con DAS estremamente basilari, poiché l'impianto ed i suoi componenti non richiedono significativi controlli. Invece, le di-

mensioni, il numero di elementi da gestire (circa 50 punti di misura e 15 di controllo) e le possibili modalità di funzionamento dell'impianto pilota richiedono la presenza di un sistema di controllo ed acquisizione avanzato. In aggiunta, i sistemi a PCEA funzionano quasi sempre in regime transitorio, difficilmente gestibile manualmente dal personale. Serve quindi un significativo livello di automazione per il controllo continuo di diversi parametri e la regolazione automatica dell'impianto.

## Dal prototipo all'impianto pilota, effetto scala?

In base alla esperienza acquisita sul campo, il punto critico si concretizza nel passaggio dal prototipo ad impianto pilota su scala reale (Figura 2) e può essere articolata in due aspetti principali:

- Problematiche legate alla complessità di impianto: l'interazione di tutti i diversi componenti (campo solare, PDC, caldaie, bypass) in funzione della domanda reale dell'utenza e delle condizioni ambientali esterne deve essere fronteggiata con un livello di gestione automatizzata adeguato. Tali problematiche rimanevano quiescenti negli stadi precedenti dove l'attenzione era principalmente incentrata sull'impianto e non sul contesto ove questo si inseriva (interazione con impianti esistenti, fabbisogni reali tempo-varianti dell'utenza e condizioni variabili ambientali).

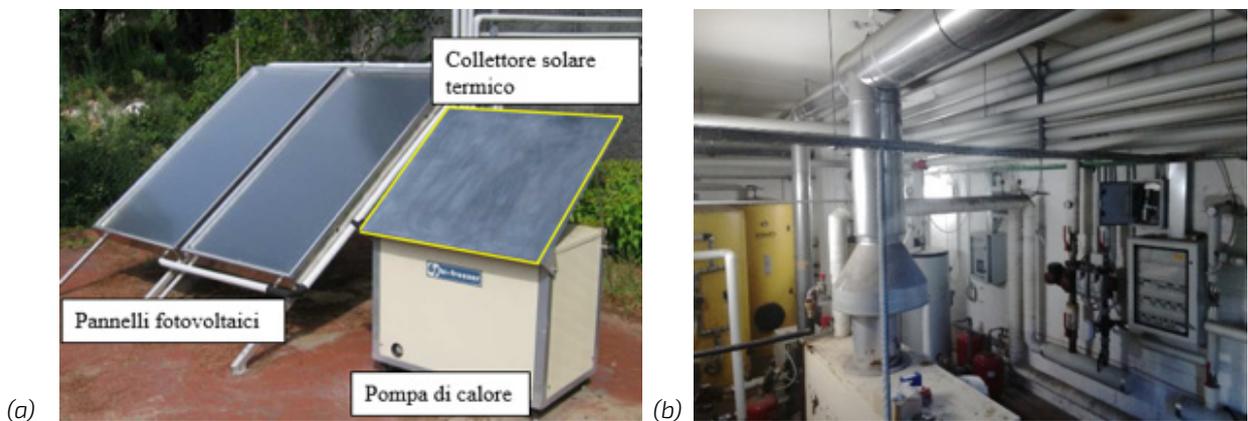


Figura 2. Confronto tra il prototipo (a) e una vista del vano tecnico dell'impianto pilota Palacus (b)

- Accettazione da parte degli utenti: il presupposto fondamentale affinché un impianto raggiunga le prestazioni stimate è che venga fatto funzionare. Nel caso di problematiche riscontrate (per esempio riavvio manuale della PDC per black-out elettrico), lo staff tecnico dei manutentori preferisce disattivare la parte innovativa e sfruttare solamente le caldaie tradizionali. Tale situazione è comune quando ci si interfaccia con impianti di elevata complessità, per carenza sia di esperienza del personale tecnico a gestire tecnologie innovative sia di automatizzazione dell'impianto che richiede ancora un eccessivo intervento umano. Il DAS deve essere quindi concepito come efficace strumento di auto-controllo e diagnosi ai manutentori, oltre alle sue interessanti applicazioni accademiche.

## Gestione dell'impianto con il sistema di acquisizione e controllo

Gli elementi dello SCADA (es. PLC, sensori) fin dalla nascita dell'impianto sono stati predisposti per applicare in maniera autonoma diversi regimi di funzionamento (es. solo produzione di ACS, produzione di ACS e riscaldamento con funzionamento congiunto della PDC e della caldaia, funzionamento delle sole caldaie). Ciascun regime sfrutta diversi criteri di autoregolazione, permettendo di eseguire autonomamente determinate funzioni (circa 25) a seconda delle condizioni al contorno (es. gestione bypass estivo, trattamento anti-legionella, integrazione con le caldaie a gas).

Lo SCADA segnala l'insorgere di warning mostrati dalla PLC al personale (es. alta pressione alla PDC). Il sistema di monitoraggio permette di essere costantemente aggiornato introducendo nuovi criteri di regolazione ed estendendo la rete di acquisizione a nuovi sensori installati successivamente alla costruzione dell'impianto.

Il contributo dello SCADA si è rivelato fondamentale anche per l'analisi a posteriori di blocchi e comportamenti anomali dell'impianto, permettendo di introdurre modifiche impiantistiche adeguando il sistema di monitoraggio alle criticità emerse dalla conduzione dell'impianto e non completamente previste in fase progettuale. Infine la storicizzazione dei periodi di funzionamento dei diversi componenti permette un approccio di manutenzione predittiva.

## Conclusioni

Una strada per rendere più competitiva la tecnologia delle PCEA è l'implementazione di SCADA, sfruttando anche la riduzione dei costi di mercato dei sensori e dispositivi di controllo. L'aspetto economico non è infatti trascurabile, considerando che il costo di materiale e progettazione SCADA può raggiungere anche un quinto del costo totale dell'impianto. La maggiore autonomia gestionale e un minore numero di eventi che richiedano gli interventi di operatori e/o manutentori rappresenta la chiave per gestire sia la complessità dell'impianto sia i problemi di accettazione da parte degli utenti finali. Per tale motivo, i principali interventi all'impianto dal suo collaudo (2013) ad oggi sono stati volti ad un costante aggiornamento ed implementazione dello SCADA migliorandone la capacità di auto-gestione dell'impianto in termini di auto-diagnosi e controllo. A lungo termine, lo SCADA non dovrà essere solo riferito all'impianto nella sua intera estensione, ma dovrà rappresentare la sintesi di una progettazione integrata che coinvolga l'edificio in tutta la sua interezza, sia lato impiantistico (es. illuminazione, riscaldamento, domotica) sia lato dei fabbisogni (es. controllo temperature interne e condizioni termo-igrometriche).

Il Gruppo di ricerca ÀUGERE (AUGmentation techniques for Energy, Refrigeration and Environment) opera nell'Università di Genova dall'inizio degli anni 2000, sviluppando studi e tecnologie nel campo della refrigerazione a compressione di vapore, della refrigerazione magnetica, delle fonti rinnovabili, dell'energetica degli edifici e della gestione dell'energia (energy forecasting, energy planning) anche ai fini delle studi sulla transizione energetica sostenibile.

## Ringraziamenti

L'impianto del Palacus è stato sviluppato con il cofinanziamento di FSE Regione Liguria, Bando Azione 2.1 "Efficienza Energetica e Produzione di Energia da Fonti Rinnovabili - Enti Pubblici" - Posizione n.2, incluso nel PRIN 2015 MIUR n. 2015M8S2PA "Clean Heating and Cooling Technologies for energy efficient smart grid". Il sistema di controllo e monitoraggio è stato completato con il co-finanziamento dell'Università di Genova nel contesto del Progetto "Grandi Attrezzature" 2018, DR n. 3404, 19/07/2018 ed il Progetto CARIGE 2018/0012.

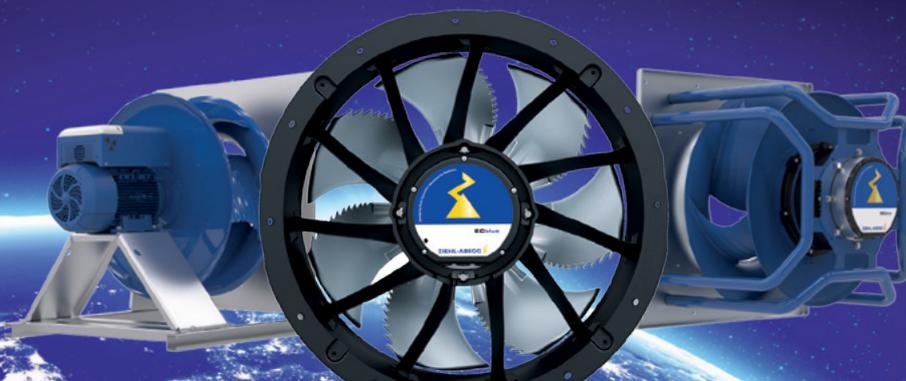
# The Royal League

of fans



## I pionieri dell'efficienza

motori EC con inverter integrato



**ZA bluefin PMblue**  
Max  $\eta$  = 79%

**ZA plus EC blue**  
-30% assorbimento energetico

**ZA bluefin EC blue**  
-40% assorbimento energetico



The Royal League nella ventilazione, nei controlli e negli azionamenti