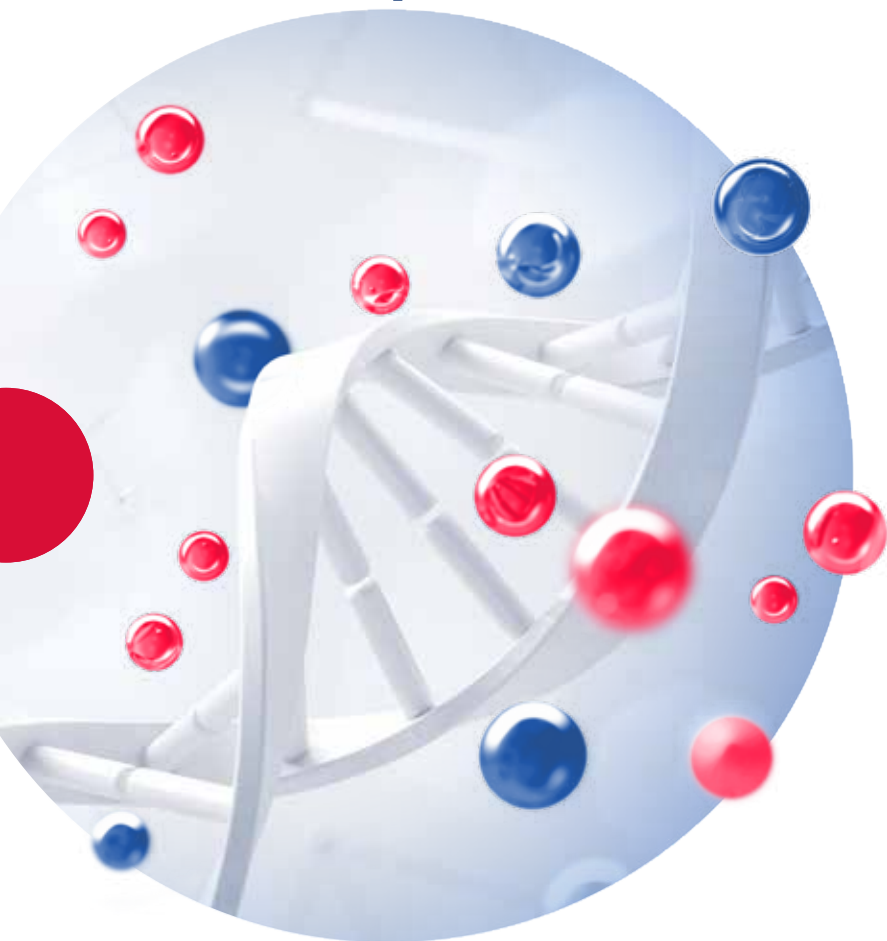


# Guida all'efficietamento energetico con i sistemi polivalenti EXP



RHOSS Guide - Indicatori Stagionali unità EXP

Indicatori stagionali dedicati

 **RHOSS**  
NIBE GROUP MEMBER

# Sommario



**1.**

## **Unità polivalenti**

**2.**

## **Contemporaneità di richiesta di servizi di riscaldamento e raffrescamento**

I limiti dell'attuale normativa europea

**3.**

## **Annual Performance Indicator**

Nuovo indicatore prestazionale per le unità polivalenti

**4.**

## **Configurazioni multi-unità**

La risposta alle nuove esigenze di servire carichi sbilanciati

**5.**

## **Come ottimizzare l'efficienza energetica delle configurazioni multi-unità**

Il Multi Technology Manager

**6.**

## **Applicazioni**

**7.**

## **Conclusioni**

## **Gruppo di lavoro**

Rhoss S.p.A

Politecnico di Torino – Gruppo TEBE @ IEEM

1.

# Unità polivalenti

## Le unità polivalenti sono **pompe di calore evolute**, dotate di recupero totale per la produzione di acqua fredda e calda in modo contemporaneo o indipendente durante tutto l'anno.

Sono state introdotte nel mercato da più di 20 anni e hanno riscosso sin da subito un gran successo per la loro **efficienza, versatilità e flessibilità** in ogni ambito applicativo.

Le unità polivalenti EXP System possono trovare la loro naturale collocazione negli **impianti a 4 tubi**, in cui vi è l'esigenza di condizionare e riscaldare durante tutto l'anno, piuttosto che negli **impianti a 2 tubi**, nei quali vi può essere la richiesta di soddisfare carichi di segno opposto nella stagione estiva e di solo riscaldamento nella stagione invernale.

C'è sempre maggiore attenzione da parte degli studi di progettazione a tematiche di efficientamento energetico del sistema edificio-impianto: le unità polivalenti possono rappresentare la chiave di volta per raggiungere gli obiettivi prefissati.

Le unità polivalenti, da sempre presenti nell'offerta di Rhoss, hanno seguito parallelamente lo sviluppo tecnologico delle unità frigorifere in questi anni. Dal cambio dei gas refrigeranti fino agli attuali low GWP a ridotto impatto ambientale, passando per l'evoluzione tecnologica dei componenti con soluzioni inverter ad alta efficienza energetica, fino all'incremento dei campi funzionali di lavoro per la produzione di acqua sempre più calda per i più svariati utilizzi.

**2.**

# Contemporaneità di richiesta di servizi di riscaldamento e raffrescamento

I limiti dell'attuale  
normativa europea

## Mancanza di indicatori

La capacità di fornire i servizi di riscaldamento e raffrescamento in modo indipendente o contemporaneo (non solo stagionalmente come le pompe di calore reversibili) rende l'unità polivalente una soluzione tecnologica promettente, soprattutto nel settore terziario e commerciale. L'uso di una unità polivalente EXP System, da sola o in combinazione con altri sistemi HVAC (ad esempio, refrigeratori, pompe di calore, ecc.), può offrire vantaggi significativi in termini di riduzione del consumo di energia elettrica con impatto sull'emissione di CO<sub>2</sub> equivalente, dei costi operativi e globali.

**Tuttavia, attualmente mancano indicatori in grado di valutare in modo completo i funzionamenti e i benefici delle unità polivalenti.**

Finora, infatti, le prestazioni delle unità polivalenti sono state valutate in termini dei ben noti indici stagionali SCOP (*Seasonal Coefficient of Performance*) e SEER (*Seasonal Energy Efficiency Ratio*), calcolati secondo la norma EN 14825. Se questi indici sono particolarmente utili per esprimere le potenzialità delle pompe di calore tradizionali, che forniscono un servizio per volta (raffrescamento o riscaldamento, a seconda della stagione considerata), SEER e SCOP non sono sufficienti per la valutazione delle prestazioni delle unità polivalenti quando forniscono un doppio servizio, raffrescamento e riscaldamento, in modo contemporaneo. La norma EN 14825 prevede che SEER e SCOP siano calcolati utilizzando carichi lineari, definendo il numero di ore delle stagioni di riscaldamento e raffrescamento e la fascia di temperatura di riferimento per il calcolo, in base a diverse condizioni climatiche.

i

### Criticità dell'approccio

Questo approccio presenta delle criticità se utilizzato per la valutazione delle prestazioni di un'unità polivalente. È infatti limitante considerare intervalli fissi di temperatura per la definizione delle curve di carico, nonché definire due stagioni di riscaldamento e raffrescamento separate e indipendenti; infatti, **utilizzando questo metodo, non è possibile tenere conto delle possibili richieste contemporanee di riscaldamento e raffrescamento, o considerare il numero di ore di contemporaneità, aspetti che rappresentano i principali vantaggi delle unità polivalenti.**





**3.**

# Annual Performance Indicator

Nuovo indicatore prestazionale  
per le unità polivalenti

## La metodologia

Per quantificare e valorizzare i benefici che l'uso di una tecnologia polivalente può offrire, **la collaborazione tra Rhoss S.p.A. e il Politecnico di Torino - Gruppo TEBE @ IEEM ha avuto l'obiettivo di sviluppare nuovi indicatori in grado di tenere conto delle ore di richiesta contemporanea dei servizi di riscaldamento e raffrescamento.**

La metodologia proposta è composta da due fasi:

**1.**

### **Sperimentazione numerica**

Necessaria per modellare l'accoppiamento tra i profili di carico e le dinamiche di funzionamento delle unità polivalenti;

**2.**

### **Definizione degli indicatori**

Finalizzata alla definizione di un insieme di metriche in grado di esprimere le prestazioni delle unità polivalenti, superando i limiti esistenti, e focalizzandosi sulle applicazioni in impianti a 4 tubi.

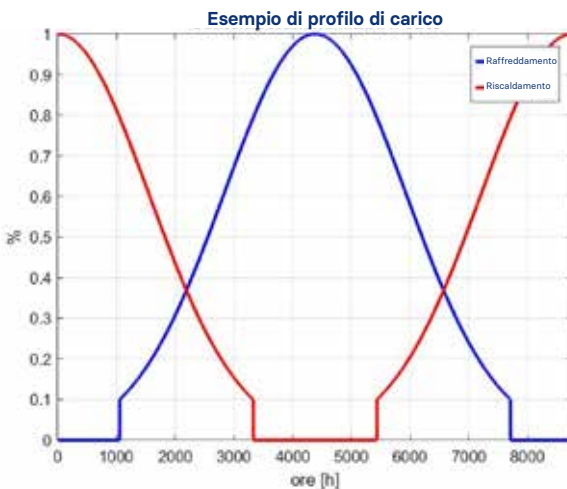
## 1.

## Modellazione numerica

La fase di modellazione numerica si sviluppa attorno a tre step metodologici, permettendo di: creare i profili di carico, definire le modalità di funzionamento delle unità e modellare l'accoppiamento carico-macchina, considerando i carichi parziali e la temperatura dell'aria esterna come parametri influenzanti. Questo step è propedeutico alla successiva fase di definizione degli indicatori prestazionali.

### Creazione profilo di carico

Al fine di generalizzare il quadro metodologico e distaccarsi da casi specifici, **i profili di carico di raffreddamento e riscaldamento sono distribuiti lungo le ore dell'anno secondo curve gaussiane teoriche e normalizzate**, consentendo la possibilità di avere richieste contemporanee e fissando una specifica percentuale di contemporaneità (i.e., numero di ore in cui sono richiesti contemporaneamente i servizi di riscaldamento e raffrescamento). Durante le ore di non contemporaneità, sono presenti solo carichi di raffreddamento e riscaldamento, mentre le ore di contemporaneità sono caratterizzate da richieste simultanee di riscaldamento e raffrescamento.



### Definizione **modalità di funzionamento**

Le caratteristiche tecniche dell'unità polivalente EXP System, consentono di operare secondo **tre modalità di funzionamento principali**:

**A1 o solo raffreddamento** (l'unità funziona come un refrigeratore tradizionale);

**A3 o solo riscaldamento** (la macchina funziona come una pompa di calore tradizionale);

**A2 o riscaldamento e raffrescamento combinati**. In quest'ultima modalità, l'unità polivalente permette il recupero di calore di condensazione durante la produzione di acqua refrigerata che altrimenti sarebbe sprecato.

### Accoppiamento **carico-macchina**

È stato creato un modello per caratterizzare il funzionamento delle unità polivalenti e sono state identificate **cinque possibili modalità di accoppiamento**:

**A1<sub>NCont</sub>** (solo raffrescamento in ore di non contemporaneità),

**A3<sub>NCont</sub>** (solo riscaldamento in ore di non contemporaneità),

**A2** (richiesta combinata di riscaldamento e raffreddamento),

**A2+A1<sub>Cont</sub>** (quando la modalità A2 richiede un'integrazione in modalità A1 per soddisfare la domanda di raffrescamento durante le ore di contemporaneità)

**A2+A3<sub>Cont</sub>** (quando la modalità A2 richiede un'integrazione in modalità A3 per soddisfare la domanda di riscaldamento durante le ore di contemporaneità)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>. Per maggiori dettagli sul modello numerico e sulla metodologia adottata, si consiglia di far riferimento alle pubblicazioni sul tema:

- Abbà, S. Cellura, S.P. Corgnati, S. Morassutti, L. Prendin. Overall energy performance of polyvalent heat pump systems. REHVA Journal 57, pp. 26-31, 2020.
- Abbà, G. Crespi, S.P. Corgnati, S. Morassutti, L. Prendin. Sperimentazione numerica delle dinamiche di funzionamento di sistemi polivalenti. 37° Convegno Nazionale AiCARR – Obiettivo 2030: Scenari, tecnologie e strategie per la sostenibilità energetica nella climatizzazione, Luglio 2020.
- G. Crespi, I. Abbà, S.P. Corgnati, L. Prendin, M. Babuin. Contemporary and unbalanced loads in buildings: new performance indicators. REHVA Journal 59, pp. 16-20, 2022.
- Abbà, G. Crespi. A Multi-criteria Assessment of HVAC Configurations for Contemporary Heating and Cooling Needs. NMP 2022, LNNS 482, pp. 1711-1720, 2022.
- G. Crespi, I. Abbà, S.P. Corgnati. Innovative metrics to evaluate HVAC systems performances for meeting contemporary loads in buildings. Energy Reports 8, pp. 9221-9233, 2022.

## 2.

### Indici prestazionali

Ispirandosi ai coefficienti attualmente esistenti per le pompe di calore, sono stati definiti **cinque indici prestazionali** per valutare le prestazioni per ogni modalità di funzionamento:

**SCOP<sub>nc</sub><sub>mode</sub>**

**SCOP<sub>c</sub><sub>mode</sub>**

**SEER<sub>nc</sub><sub>mode</sub>**

**SEER<sub>c</sub><sub>mode</sub>**

**S-EXP<sub>mode</sub>**

Ogni metrica è calcolata come il rapporto tra le richieste totali di energia e le rispettive energie elettriche assorbite per una specifica modalità di funzionamento. L'eventuale integrazione tramite un sistema di back-up elettrico (con efficienza unitaria) per le richieste di picco di riscaldamento è inclusa nel calcolo degli indicatori. Anche se alcune metriche (SCOP<sub>nc</sub><sub>mode</sub>, SCOP<sub>c</sub><sub>mode</sub>, SEER<sub>nc</sub><sub>mode</sub>, SEER<sub>c</sub><sub>mode</sub>) possono richiamare lo SCOP e il SEER basati su standard e noti in ambito commerciale, è importante notare che ci sono differenze nella loro definizione.

## Nascita dell'Annual Performance Indicator (API)

A partire dagli indicatori sviluppati, lo studio si è posto l'obiettivo principale di definire un **indice aggregato su base annuale**, in grado di esprimere in modo efficace le prestazioni delle unità polivalenti, e di permetterne il confronto con altri sistemi, anche tradizionali.

Nasce quindi l'Annual Performance Indicator (API), calcolato come la somma dei cinque indici precedentemente descritti, ciascuno pesato sulle ore di funzionamento dell'unità in ogni modalità operativa. In dettaglio, definendo P1, P2, P3, P4 e P5 come le frazioni di ore annuali in cui la polivalente opera rispettivamente in  $A3_{NCont}$ ,  $A1_{NCont}$ ,  $A2$ ,  $A3_{Cont}$  e  $A1_{Cont}$ , l'API è calcolato come segue:

$$API = P_1 \times SCOPnc_{mode} + P_2 \times SEERnc_{mode} + P_3 \times S-EXP_{mode} + P_4 \times SCOPc_{mode} + P_5 \times SEERC_{mode}$$

### Definizione degli indicatori prestazionali e dei pesi per ogni modalità di funzionamento

|                            |   |              |                 |   |
|----------------------------|---|--------------|-----------------|---|
| Ore di NON contemporaneità |    | $A3_{NCont}$ | $SCOPnc_{mode}$ | Ore di funzionamento della macchina in $A3_{NCont}$ ( $P_1$ ) |
|                            |    | $A1_{NCont}$ | $SEERnc_{mode}$ | Ore di funzionamento della macchina in $A1_{NCont}$ ( $P_2$ ) |
| Ore di contemporaneità     |  | $A2$         | $S-EXP_{mode}$  | Ore di funzionamento della macchina in $A2$ ( $P_3$ )         |
|                            |  | $A3_{Cont}$  | $SCOPc_{mode}$  | Ore di funzionamento della macchina in $A3_{Cont}$ ( $P_4$ )  |
|                            |  | $A1_{Cont}$  | $SEERC_{mode}$  | Ore di funzionamento della macchina in $A1_{Cont}$ ( $P_5$ )  |

4.

# Configurazioni multi-unità

La risposta  
alle nuove esigenze  
di servire carichi sbilanciati



## **Configurazioni multi-unità come risposta alle nuove esigenze di servire carichi sbilanciati**

Negli impianti moderni, anche per effetto delle normative che spingono sull'efficientamento dell'isolamento degli edifici, i carichi frigoriferi e termici da soddisfare sono sempre più sbilanciati.

Inoltre, negli impianti a 4 tubi, **l'esigenza di raffreddare e riscaldare in modo contemporaneo è aumentata nel corso degli anni**, spingendo l'utilizzo sempre più marcato delle unità polivalenti.

Questi due aspetti non sempre trovano la definizione di un'unica unità polivalente che soddisfi in modo totale e complessivo tutte le esigenze, portando spesso a sovradimensionare la scelta con aggravio di costi, e, in taluni casi, a diminuire l'elevata efficienza energetica dell'unità per la diminuzione del funzionamento contemporaneo nella produzione di acqua fredda e calda.

**Meglio sarebbe poter scegliere l'unità polivalente per soddisfare il minore fra i carichi frigoriferi/termici e integrare il carico rimanente con l'aggiunta di refrigeratori o pompe di calore**, rendendo necessario poter gestire unità di diversa tecnologia e potenzialità in modo efficiente e affidabile per soddisfare le richieste sbilanciate di carico da parte dell'utenza.

**Nasce così MTM – Multi Technology Manager che gestisce le unità scelte, in fase progettuale dell'impianto, per ottimizzare l'efficienza energetica globale del sistema.**

**5.**

# Come ottimizzare l'efficienza energetica delle configurazioni multi-unità

Il Multi Technology Manager

## II Multi Technology Manager

MTM – Multi Technology Manager è un **dispositivo per la gestione intelligente dei gruppi frigoriferi, pompe di calore ed unità polivalenti RHOSS** (fino a un massimo di 10 unità), con controllo delle singole unità in base al carico (frigorifero e termico) ed ottimizzazione del loro funzionamento, con l'obiettivo di massimizzarne la resa ed efficienza energetica, il tempo di lavoro, con garanzia di precisione delle temperature dei fluidi caldi e freddi prodotti.

**MTM** svolge la funzione di Manager controllando in modo diretto l'operatività delle unità collegate e delle sue componenti, utilizzando le specificità di ogni tecnologia per massimizzare l'efficienza energetica del **gruppo di unità**, minimizzandone il consumo energetico.



## Applicazione del **MTM**

MTM si può applicare negli impianti a:

**1.**

### **4 TUBI**

Impianto in cui è prevista la produzione di acqua fredda nel circuito principale, e calda nel circuito secondario/recupero, durante tutto l'anno;

**2.**

### **2 TUBI**

Impianto in cui è prevista la produzione di acqua fredda nella stagione estiva e calda nella stagione invernale, nel circuito principale;

**3.**

### **2 TUBI + ACS**

Impianto in cui è prevista la produzione di acqua fredda nella stagione estiva e calda nella stagione invernale, nel circuito principale; contemporaneamente vi può essere la richiesta di acqua calda per la produzione di ACS nel circuito secondario/recupero.

## Caratteristiche delle unità **utilizzate**

Le unità utilizzate possono essere diverse in termini di:

### **Tipologia**

(refrigeratori, pompe di calore reversibili, unità polivalenti EXP, ...)

### **Tecnologia utilizzata**

(compressori scroll, semiermetici vite, ON-Off e inverter, Turbocor)

### **Taglia**

MTM gestisce la sequenza/inserimento delle unità sulla base della valutazione del carico dell'impianto e la priorità è stabilita secondo logiche standard e logiche personalizzabili.

i

### **Nel caso di impianti con forti sbilanciamenti di carico frigorifero o termico**

la soluzione più efficiente è l'accoppiamento di unità polivalenti con refrigeratori o pompe di calore.

In questo caso, le logiche implementate **privilegiano il funzionamento delle unità polivalenti nella modalità di produzione combinata di freddo e caldo, lasciando al refrigeratore o pompa di calore l'integrazione dei carichi frigoriferi o termici in eccesso.**

# 6. Applicazioni

## Le prestazioni dei **sistemi multi-unità** sono migliori rispetto ai **sistemi con sola unità polivalente**?

Questa parte della ricerca ha l'obiettivo di valutare le potenzialità derivanti dall'accoppiamento delle unità polivalenti con altri sistemi HVAC, grazie ad efficienti sistemi di gestione e controllo, in grado di ottimizzare strategicamente l'utilizzo delle tecnologie in modo efficiente nel caso di carichi sbilanciati. L'analisi presenta un confronto tra configurazioni impiantistiche **mono-unità** (sola polivalente) e **multi-unità** (unità polivalente + refrigeratore/pompa di calore) in diverse condizioni di carico, comparando le prestazioni in termini energetici (API) ed economici (costo globale e payback time).

## Assunzioni

### 1. Clima

Strasburgo (clima "Average" secondo la norma EN 14825)

### 2. Contemporaneità di richiesta dei servizi di riscaldamento e raffreddamento

52% (media) - 4557 ore l'anno

### 3. Profili di carico

Curve gaussiane come definite da metodologia

### 4. Carichi sbilanciati

un carico pari al doppio dell'altro

- **Sbilanciamento verso freddo**

carico di raffreddamento pari al doppio del carico di riscaldamento

- **Sbilanciamento verso caldo**

carico di riscaldamento pari al doppio del carico di raffreddamento

### 5. Potenze massime richieste

Carichi alti: 600 kW

Carichi medi: 300 kW

### 6. Configurazioni impiantistiche (focus su impianti 4 tubi):

- **Mono-unità:** una sola unità polivalente

- **Multi-unità:** unità polivalente + refrigeratore o unità polivalente + pompa di calore, a seconda del tipo di sbilanciamento

### 7. Tipologia unità

Unità EXP System con tecnologia scroll e gas refrigerante R454B con Low GWP

Refrigeratori e pompe di calore con tecnologia scroll e gas refrigerante R32 con low GWP

|              |                                    | mono-unità                | multi-unità   |
|--------------|------------------------------------|---------------------------|---|
| Carichi alti | Sbilanciamento verso <b>freddo</b> | TXAETU 6660 (polivalente) | TXAETU 4370 (polivalente) + TCAETI 4280 (refrigeratore)   |
|              | Sbilanciamento verso <b>caldo</b>  | TXAETU 6660 (polivalente) | TXAETU 4370 (polivalente) + THAETI 4350 (pompa di calore) |
| Carichi medi | Sbilanciamento verso <b>freddo</b> | TXAETU 4330 (polivalente) | TXAETU 4160 (polivalente) + TCAETI 2160 (refrigeratore)   |
|              | Sbilanciamento verso <b>caldo</b>  | TXAETU 4330 (polivalente) | TXAETU 4160 (polivalente) + THAETI 4220 (pompa di calore) |



## Definizione delle configurazioni analizzate



L'unità polivalente è dimensionata per soddisfare tutti i servizi richiesti.



L'unità polivalente non è dimensionata per soddisfare tutti i servizi richiesti.

Il sistema necessita dell'integrazione di un refrigeratore per soddisfare i picchi di **richiesta di raffrescamento**.

Il refrigeratore funziona solo nelle modalità **A1<sub>NCont</sub>** e **A1<sub>Cont</sub>**

L'unità polivalente non è dimensionata per soddisfare tutti i servizi richiesti.

In particolare, il sistema necessita dell'integrazione di una pompa di calore per soddisfare i picchi di **richiesta di riscaldamento**. La pompa di calore funziona solo nelle modalità **A3<sub>NCont</sub>** e **A3<sub>Cont</sub>**

Nel caso delle configurazioni **multi-unità**, l'accoppiamento delle due macchine può essere facilmente gestito tramite il sistema di gestione MTM, che permette di decidere in modo efficiente la strategia di avviamento e funzionamento delle unità che compongono il sistema energetico in esame.

Per confrontare in modo coerente le varie alternative tecnologiche sono stati utilizzati profili di carico ideali (carichi gaussiani).

### Profili di carico utilizzati

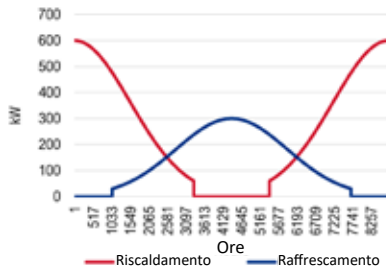
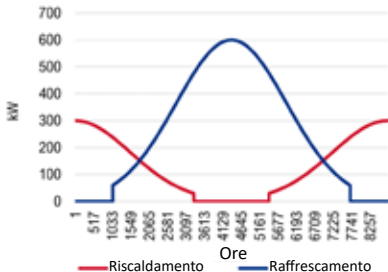
#### Sbilanciamento verso freddo

Richiesta raffrescamento >  
richiesta riscaldamento

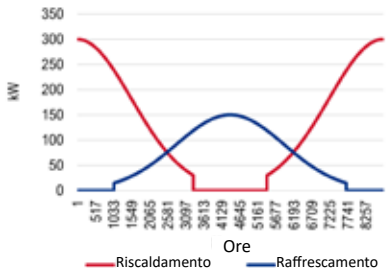
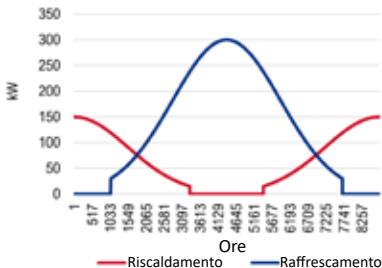
#### Sbilanciamento verso caldo

Richiesta riscaldamento >  
richiesta raffrescamento

Carichi alti



Carichi medi



Il confronto tra le configurazioni proposte viene presentato dal punto di vista energetico ed economico, usando i seguenti indicatori:

### **API**

per la valutazione delle prestazioni delle configurazioni impiantistiche.

### **Delta API ( $\Delta$ API)**

variazione percentuale tra l'API dell'alternativa multi-unità rispetto a quella della singola unità polivalente.

Un delta positivo indica che la configurazione multi-unità è più conveniente in termini energetici rispetto alla configurazione mono-unità polivalente.

### **Delta Costo Globale ( $\Delta$ CG)**

Il costo globale rappresenta il costo di una tecnologia nel suo ciclo di vita e include non solo il costo di investimento, ma anche i costi operativi annuali attualizzati<sup>2</sup>. Il  $\Delta$ CG rappresenta la variazione percentuale del costo globale dell'alternativa multi-unità rispetto a quella mono-unità polivalente.

Un delta negativo indica una convenienza economica della configurazione multi-unità.

### **Payback time (PBT)**

Definito come il rapporto tra il delta costo di investimento e il delta risparmio energetico delle due configurazioni. Questo indicatore è calcolabile solo nei casi in cui il costo di investimento delle multi-unità sia maggiore rispetto a quello della singola unità polivalente.

2. In questa applicazione i costi sono stati attualizzati con un tasso di interesse del 4%. I costi di investimento e di manutenzione delle macchine provengono da listino prezzi Rhoss S.p.A. ed il costo del sistema MTM è stato aggiunto solamente nel caso di configurazioni multi-unità. Per stimare il costo dell'energia si è fatto riferimento al prezzo dell'energia (€/kWh) dei primi trimestri del 2022 fornito da ARERA.

## Risultati indicatori prestazionali, energetici ed economici per i carichi alti

| Carichi alti [kW] | API mono-unità | API multi-unità | Δ API | Δ CG  | PBT [anni] |
|-------------------|----------------|-----------------|-------|-------|------------|
| 600 C – 300 H     | 5,118          | 5,280           | +3,2% | -3,4% | N.A.       |
| 300 C – 600 H     | 4,978          | 5,078           | +2%   | -2,7% | 3,10       |

C = Cooling H = Heating N.A. = Not available

## Risultati indicatori prestazionali, energetici ed economici per i carichi medi

| Carichi medi [kW] | API mono-unità | API multi-unità | Δ API  | Δ CG  | PBT [anni] |
|-------------------|----------------|-----------------|--------|-------|------------|
| 300 C – 150 H     | 4,581          | 4,970           | +8,5%  | -5,8% | N.A.       |
| 150 C – 300 H     | 4,451          | 4,943           | +11,1% | -7,7% | 2,61       |

C = Cooling H = Heating N.A. = Not available

L'applicazione della metodologia sviluppata dal Politecnico di Torino nel caso di carichi sbilanciati ha premiato le soluzioni ibride composte da polivalenti e refrigeratori o pompe di calore, a seconda dello sbilanciamento del carico.

**La configurazione multi-unità risulta sempre migliore rispetto alla configurazione mono-unità**, per entrambi gli sbilanciamenti (caldo o freddo) e indipendentemente dalle condizioni di carichi massimi. Questa convenienza energetica viene ben evidenziata dall'indicatore annuale API, il cui delta tra le configurazioni è sempre positivo, arrivando anche a superare il 10%. Il valore dell'indicatore è influenzato dalle condizioni di carico e dalle caratteristiche stesse delle macchine, in termini di efficienze ai carichi parziali alle diverse temperature aria ambiente.

Dal punto di vista economico, nei casi con sbilanciamento verso il freddo, i sistemi multi-unità, oltre ad essere più convenienti dal punto di vista dei consumi energetici, presentano costi di investimento minori rispetto alle configurazioni mono-unità polivalente: per questi casi, quindi, il payback time non viene calcolato.

Al contrario, nei casi con sbilanciamento verso il caldo, il sistema multi-unità ha un costo di investimento maggiore rispetto alla configurazione con la sola unità polivalente; solo in questi casi, quindi, è possibile calcolare il payback time, che risulta essere inferiore a tre anni. Nonostante il maggior investimento iniziale, il consumo elettrico (e il conseguente costo energetico) del sistema multi-unità è inferiore, con una conseguente maggiore convenienza in termini di costo globale.

## L'API riesce a valorizzare il tema della **contemporaneità**?

Focalizzando l'attenzione sulle configurazioni multi-unità, di cui si è precedentemente dimostrata la convenienza tramite i casi applicativi proposti, questa parte dello studio ha l'obiettivo di verificare la capacità dell'indicatore API di evidenziare l'effetto della contemporaneità sulle prestazioni delle macchine.

## Assunzioni

### 1. Clima

Strasburgo (clima "Average" secondo la norma EN 14825)

### 2. Contemporaneità di richiesta dei servizi di riscaldamento e raffrescamento

23% (bassa) - 1971 ore l'anno

52% (media) - 4557 ore l'anno

76% (alta) - 6691 ore l'anno

### 3. Profili di carico

Curve gaussiane come definite da metodologia

### 4. Carichi sbilanciati

un carico pari al doppio dell'altro

- **Sbilanciamento verso freddo**

carico di raffrescamento pari al doppio del carico di riscaldamento

- **Sbilanciamento verso caldo**

carico di riscaldamento pari al doppio del carico di raffrescamento

### 5. Potenze massime richieste

Carichi medi: 300 kW

### 6. Configurazioni impiantistiche (focus su impianti 4 tubi):

- **Multi-unità:** polivalente + refrigeratore o polivalente + pompa di calore, a seconda del tipo di sbilanciamento

### 7. Tipologia unità

Unità EXP System con tecnologia scroll e gas refrigerante R454B con Low GWP

Refrigeratori e pompe di calore con tecnologia scroll e gas refrigerante R32 con low GWP

|              |                                    | mono-unità                | multi-unità   |
|--------------|------------------------------------|---------------------------|---|
| Carichi medi | Sbilanciamento verso <b>freddo</b> | TXAETU 4330 (polivalente) | TXAETU 4160 (polivalente) + TCAETI 2160 (refrigeratore)   |
|              | Sbilanciamento verso <b>caldo</b>  | TXAETU 4330 (polivalente) | TXAETU 4160 (polivalente) + THAETI 4220 (pompa di calore) |

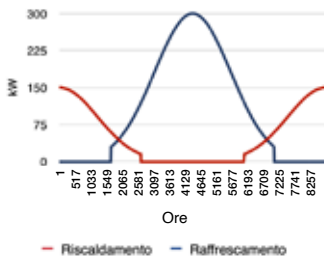
Per confrontare in modo coerente le varie alternative tecnologiche sono stati utilizzati profili di carico ideali (carichi gaussiani).

## Profili di carico in funzione della percentuale di contemporaneità

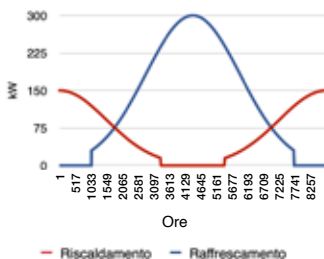
### Sbilanciamento verso freddo

Richiesta raffreddamento > richiesta riscaldamento

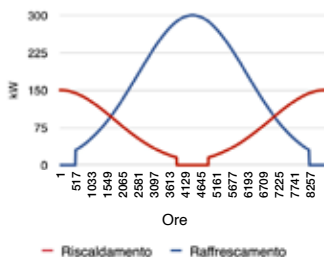
23%  
(contemporaneità bassa)



52%  
(contemporaneità media)



76%  
(contemporaneità alta)

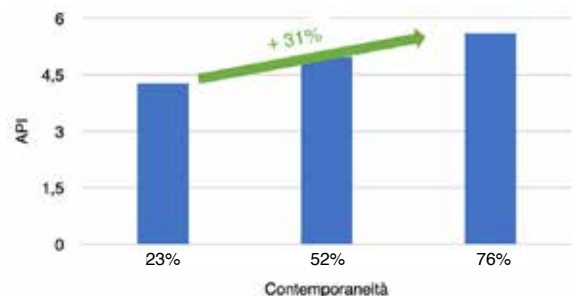




L'applicazione ha consentito di verificare l'efficacia dell'API nella valorizzazione della tematica della contemporaneità di servizio caldo e freddo, non opportunamente valutata dalle attuali normative.

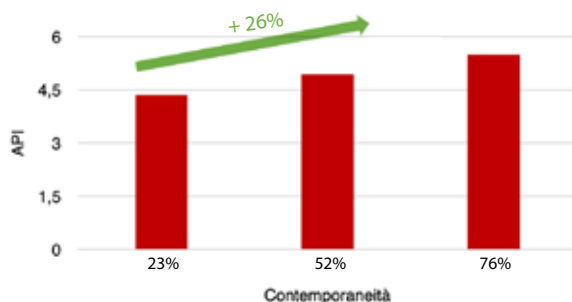
In particolare, l'indicatore aumenta in valore assoluto all'aumentare della contemporaneità, per tutte le casistiche di carico e di sbilanciamento dei carichi. Nei casi analizzati, per i sistemi multi-unità, il valore dell'API cresce di circa il 30% per entrambi gli sbilanciamenti (freddo e caldo).

### Sbilanciamento verso freddo



Variation of the API for multi-unit systems as a function of simultaneity: cold imbalance.

### Sbilanciamento verso caldo



Variation of the API for multi-unit systems as a function of simultaneity: hot imbalance.

7.

# Conclusioni

### 1.

L'indice API - Annual performance indicator - è in grado di **caratterizzare realisticamente il funzionamento di una unità polivalente**, dando evidenza delle prestazioni stagionali, rispetto ai limiti degli indici tradizionali.

### 2.

In presenza di carichi sbilanciati, aderenti alle applicazioni reali negli impianti a 4 tubi, si osserva che **la configurazione multi-unità ha un indice API migliore** rispetto all'utilizzo di una sola unità polivalente dimensionata sul carico massimo da soddisfare.

### 3.

**La soluzione multi-unità risulta più conveniente** dal punto di vista economico (minore costo globale).

### 4.

La variazione percentuale dell'indice API fra la configurazione multi-unità e la soluzione con un'unica unità polivalente è **influenzata dalla combinazione dei profili di carico scelti** e dall'accoppiamento delle unità selezionate per soddisfare i carichi richiesti dall'impianto.

### 5.

In linea con le aspettative, **nelle applicazioni 4 tubi** in cui l'utilizzo delle unità polivalenti è oramai una soluzione comunemente utilizzata, **l'indice API incrementa quando la percentuale di contemporaneità dei carichi aumenta**.



# New air for the future.

## **RHOSS S.P.A.**

Via Oltre Ferrovia, 32  
33033 Codroipo (UD) - Italy  
tel. +39 0432 911611  
rhoss@rhoss.com

## **RHOSS France**

Bat. Cap Ouest - 19 Chemin de la Plaine  
69390 Vourles - France  
tel. +33 (0)4 81 65 14 06  
rhossfr@rhoss.com

## **RHOSS Deutschland GmbH**

Hölzlestraße 23, D  
72336 Balingen, OT Engstlatt - Germany  
tel. +49 (0)7433 260270  
rhossde@rhoss.com

## **RHOSS Iberica Climatizacion, S.L.**

Frederic Mompou, 3 - Pta. 6ª Dpcho. B 1  
08960 Sant Just Desvern – Barcelona  
tel. +34 691 498 827  
rhossiberica@rhossiberica.com

**rhoss.com**



La RHOSS S.P.A. non si assume alcuna responsabilità per eventuali errori del presente stampato e si ritiene libera di variare senza preavviso le caratteristiche dei propri prodotti.