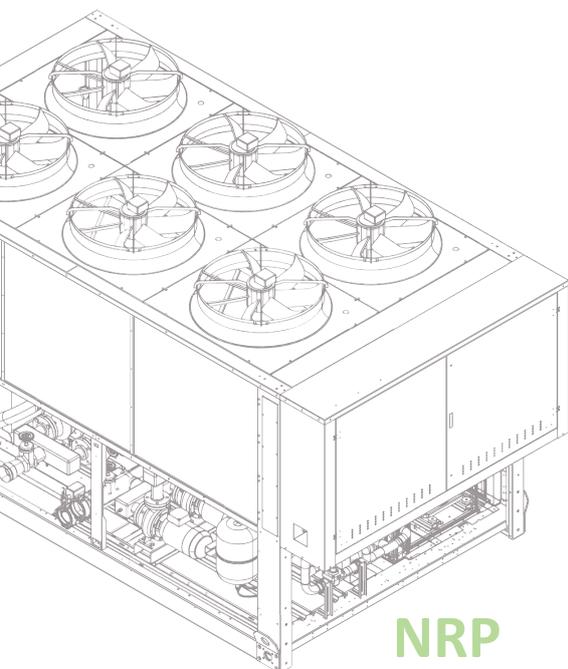


TECHNICAL **FOCUS**

IL RISPARMIO È NEL RECUPERO: POLIVALENTI NRP PER IMPIANTI A 2 TUBI



SOLUZIONI PER IL BENESSERE

Risparmio energetico e recupero di energia termica: impiego di macchine polivalenti per impianti idronici di climatizzazione a 2 tubi e produzione centralizzata di acqua calda sanitaria.

Questo documento riassume i vantaggi economici ed ambientali derivanti dall'impiego di macchine polivalenti per impianti a 2 tubi. Il risparmio energetico è legato principalmente al recupero di energia termica e alla produzione di acqua calda sanitaria nella stagione estiva, ma anche all'efficienza nel funzionamento come pompa di calore nella stagione invernale.

Le prestazioni di queste macchine, unite alla possibilità di rendere più semplici i collegamenti idraulici, le rendono particolarmente adatte all'impiego in edifici ad uso prevalentemente residenziale (alberghi, impianti centralizzati per condomini, comunità).

SOMMARIO

Capitolo 1	
Introduzione	4
Capitolo 2	
Polivalenti per impianti a 2 tubi: applicazioni e requisiti impiantistici	5
Capitolo 3	
I vantaggi energetici ed economici derivanti dall'impiego di polivalente NRP per impianti a 2 tubi.....	9
Capitolo 4	
Impiego di macchine polivalenti a 2 tubi in impianti ibridi con caldaia in integrazione o sostituzione.....	14
Capitolo 5	
Conclusioni	18



La collana "Technical Focus" ha lo scopo di offrire una esemplificazione a puro titolo indicativo dei possibili vantaggi derivanti dall'impiego delle soluzioni innovative Aermec.

Essendo i dati e i risultati presentati nella pubblicazione riferiti a edifici e situazioni specifiche, essi possono variare anche sostanzialmente a seconda delle applicazioni e della destinazione d'uso. Per questa ragione i calcoli e le considerazioni effettuate in questo documento non possono in nessun modo sostituirsi all'attività di progettazione del professionista termotecnico.

Aermec si riserva la facoltà di apportare in qualsiasi momento le modifiche ritenute necessarie per il miglioramento del prodotto con l'eventuale modifica dei dati pubblicati.

© 2013 Aermec, All right reserved.

PREMESSA

Nel Technical Focus n° "02" sono stati illustrati i vantaggi energetici, economici ed ambientali legati all'impiego di macchine polivalenti a 4 tubi.

Queste unità sfruttano in pieno l'esistenza di carichi di segno opposto legati alla climatizzazione di edifici sottoposti a forte influenza dell'irraggiamento.

Nella precedente pubblicazione è stato esaminato il caso applicativo di un palazzo ad uso uffici.

In questo Technical focus n° "03" viene preso in esame una tipologia differente di macchine polivalenti (polivalenti in impianti a 2 tubi) con caratteristiche costruttive e campi di applicazione differenti. Per queste macchine, il risparmio energetico è associato alla capacità di produrre acqua calda sanitaria in maniera gratuita (con recupero termico) o in condizioni estremamente vantaggiose per molti mesi all'anno, il loro impiego ha luogo in ambiti nei quali questa voce d'utenza ha un peso rilevante nella gestione dell'impianto (alberghi, condomini con produzione di caldo, freddo e A.C.S.).

È stato per tanto esaminato l'impiego di una polivalente a 2 tubi nel caso di un edificio ad uso alberghiero.



PERCHÈ LE POLIVALENTI HANNO SUCCESSO NEL MERCATO DELLA CLIMATIZZAZIONE?

I perchè dell'infiltrazione sul mercato di queste macchine sono le seguenti:

- Maggiore attenzione alle tematiche dell'efficienza energetica e del risparmio nella progettazione del sistema edificio-impianto → **valorizzazione del recupero di energia termica o frigorifera.**
- Evoluzione tecnologica del circuito frigorifero in generale a livello di componenti, di progettazione e di regolazione → **allargamento dei campi operativi delle macchine (temperature esterne e temperature acqua prodotta).**
- Maggiore conoscenza delle criticità che possono interessare il funzionamento delle macchine polivalenti, adozione di adeguati accorgimenti costruttivi e di regolazione da parte delle aziende produttrici, maggiore attenzione ai requisiti impiantistici da raccomandare ai progettisti d'impianto → **raggiungimento di livelli di affidabilità elevati.**
- Maggiore offerta sul mercato di questo tipo di prodotto → **maggiore competitività dei produttori in termini di prestazioni e posizionamento di prezzo.**

Capitolo 1 INTRODUZIONE

Presenti sul mercato della climatizzazione da più di 20 anni, le macchine polivalenti hanno avuto una diffusione crescente soprattutto negli ultimi anni, destando interesse crescente tra progettisti termotecnici e installatori.

Definiamo macchina polivalente un gruppo frigorifero in pompa di calore con recupero totale che, dotato di una architettura particolare del circuito frigorifero e di logiche di gestione specifiche e dedicate, è in grado di soddisfare contemporaneamente e in maniera autonoma a funzioni impiantistiche differenti.

Le macchine polivalenti si distinguono in base al tipo di impianto servito in due categorie, con caratteristiche costruttive e logiche di gestione differenti nei due casi:

- Polivalenti per impianti a 4 tubi, in grado di erogare contemporaneamente energia termica e frigorifera sui due circuiti dell'impianto e con qualunque grado di parzializzazione da essi richiesto.
- Polivalenti per impianti a 2 tubi, in grado di erogare potenza termica o frigorifera a un impianto a due tubi, e contemporaneamente quando richiesto energia termica ad un circuito idronico intermedio asservito alla preparazione di acqua calda sanitaria (del tipo con scambiatore intermedio e boiler a valle, o con accumulo di acqua tecnica e scambiatore istantaneo a valle).

Questa tipologia di impianto consente di ottenere i seguenti vantaggi:

- Notevole flessibilità di impiego, con possibilità di adattare rapidamente le condizioni ambiente dei vari locali al profilo di occupazione, soggetto a rapidi mutamenti.
- Razionale posizionamento delle macchine e dei componenti d'impianto a maggiore ingombro e conseguente riduzione dei vani tecnici dedicati.
- Incremento di efficienza legato alla scelta di tipologie di generatori ad elevatissimo contenuto tecnologico, spesso tecnicamente non disponibili o economicamente non sostenibili quando si fraziona la potenza su più macchine autonome di taglia più piccola.

Capitolo 2 POLIVALENTI PER IMPIANTI A 2 TUBI: APPLICAZIONI E REQUISITI IMPIANTISTICI

Nei moderni edifici ad uso residenziale, in particolare modo se sono adibiti ad uso alberghiero o ad ospitare comunità, la tipologia più diffusa di impianto prevede un sistema a ventilconvettori a 2 tubi per la climatizzazione estiva ed invernale, una o più UTA per il trattamento dell'aria primaria e i relativi canali e terminali di distribuzione, e una sezione dedicata alla produzione centralizzata dell'acqua calda sanitaria, con l'adozione di opportuni accumuli termici e di adeguati accorgimenti sulle modalità di preparazione e di distribuzione della stessa.

Le prestazioni di questi impianti possono essere incrementate in termini di efficienza energetica e di facilità di conduzione da parte del gestore grazie all'impiego di sistemi di regolazione integrati, eventualmente interfacciabili con sistemi BMS, i quali possono gestire le principali funzioni (regolazione dei ventilconvettori, interfaccia con i refrigeratori e con le pompe di calore, controllo delle pompe di zona, gestione della produzione di acqua calda sanitaria, dei recuperatori di calore, ecc).

L'architettura del circuito frigorifero di una macchina polivalente per impianti a 2 tubi e la sua logica di regolazione sono concepiti per soddisfare il carico termico o il carico frigorifero sul circuito idronico di climatizzazione con qualunque fattore di carico.

Esse gestiscono inoltre l'erogazione di potenza termica (da scambiatore dedicato) verso un circuito idronico intermedio dedicato alla preparazione dell'acqua calda sanitaria in funzione della richiesta, rilevata da sonde di temperatura poste sul circuito stesso o sull'accumulo termico.

La produzione di acqua calda sanitaria durante la stagione invernale avviene in normale funzionamento in pompa di calore sul circuito idronico intermedio acqua calda sanitaria (con set point dedicato, solitamente 55°C minimo, e precedenza sull'impianto).

Durante il funzionamento estivo invece l'erogazione di calore sull'utenza sanitaria avviene, quando è richiesta, per quanto possibile in recupero termico, in presenza contemporanea di carico frigorifero sull'impianto; quando la richiesta di energia frigorifera è assente o ridotta, la macchina è in grado di commutare uno o entrambi i circuiti frigoriferi in pompa di calore per i tempi opportuni e servire così entrambe le utenze nella proporzione di carico che si sta verificando.

**INTERFACCIA UTENTE pGD¹
per macchine polivalenti
serie NRP.**



E' proprio la modalit  di preparazione a.c.s. estiva che spiega gli elevati valori di efficienza energetica che caratterizzano gli impianti a 2 tubi con macchine polivalenti, dovuta al fatto che la preparazione di a.c.s. avviene in maniera gratuita (recupero) o comunque molto conveniente (nella modalit  di funzionamento in pompa di calore con temperature esterne elevate tipiche del periodo estivo o miti nella mezza stagione).

Le macchine polivalenti a 2 tubi sono in genere dotate di pi  circuiti frigoriferi, ciascuno dei quali pu  lavorare indipendentemente dall'altro in una di queste modalit :

- Raffrescamento, al servizio dell'impianto di climatizzazione in estate
- Riscaldamento in pompa di calore al servizio dell'impianto di climatizzazione in inverno, solitamente con produzione acqua a bassa temperatura e gestione dei cicli di sbrinamento necessari
- Riscaldamento in pompa di calore al servizio del circuito preparazione a.c.s., sia in estate che in inverno, con produzione acqua a temperatura pi  elevata da scambiatore dedicato e gestione dei cicli di sbrinamento necessari nella stagione invernale
- Recupero termico, con trasferimento di calore dal circuito di climatizzazione al circuito idronico preparazione a.c.s. , nella stagione estiva

La regolazione che gestisce le macchine soddisfa le richieste delle utenze nelle proporzioni corrette facendo lavorare opportunamente differenziati nel tempo i circuiti frigoriferi.

In funzione della stagione, della temperatura di set point del circuito idronico dedicato alla climatizzazione, della temperatura di set point dell'accumulo termico riservato all'acqua calda sanitaria, e della temperatura rilevata dalle sonde acqua opportunamente posizionate su questi due rami d'utenza, la logica di gestione stabilisce infatti quale modalit  di funzionamento   richiesta sui circuiti frigoriferi.

In particolare, in presenza di carichi di segno opposto (climatizzazione estiva e richiesta acqua calda sanitaria) stabilisce quale dei due   percentualmente maggiore, e determina di conseguenza il numero di compressori attivi o il grado di parzializzazione di eventuali compressori modulanti; in funzione del carico sull'altra utenza viene gestito lo stato di funzionamento dei circuiti frigoriferi e la tempistica tra le commutazioni di stato degli stessi.

Con lo scopo di limitare la frequenza con cui avvengono tali commutazioni di stato, come necessario per evitare eccessive sollecitazioni alla macchina,   assolutamente raccomandato dotare i due impianti idronici di un adeguata inerzia termica, cio  di un sufficiente contenuto d'acqua; si ottiene in tal modo il risultato di salvaguardare la macchina e di contenere le pendolazioni nella temperatura dell'acqua calda e refrigerata prodotta.

Tale accorgimento, richiesto anche nelle applicazioni di polivalenti per impianti a 4 tubi per gli stessi motivi (come già discusso in Technical Focus n°2), è essenziale per poter coniugare affidabilità e comfort.

A differenza del caso di semplici refrigeratori o pompe di calore, il contenuto d'acqua minimo raccomandato su entrambi i circuiti idronici di una macchina polivalente ha valori in generale più elevati ed il frazionamento della potenza su un numero maggiore di compressori scroll, o il ricorso a compressori modulanti non aiuta a ridurre il volume di acqua richiesto.

Indicativamente il quantitativo d'acqua minimo richiesto si aggira intorno ai $7 \div 10$ litri / kW di potenza frigorifera nominale della macchina, da verificare nel singolo caso sulle specifiche tecniche del costruttore; quantitativi d'acqua maggiori, se presenti, possono contribuire a ridurre ulteriormente le pendolazioni di temperatura dei circuiti.

Considerando il circuito idronico dell'impianto di climatizzazione a 2 tubi è fondamentale che nel computo della quantità d'acqua che costituisce il volano termico si consideri solo l'acqua sempre circolante sulla macchina, pertanto quella contenuta sul circuito primario e su eventuali derivazioni del secondario su cui è sempre presente circolazione di acqua da e verso la macchina.

Ciò rende non di rado opportuno ricorrere ad un accumulo inerziale opportunamente dimensionato sul circuito primario (tale accumulo potrebbe essere posizionato all'interno della macchina stessa, come accade ad esempio in alcune delle configurazioni disponibili per le polivalenti NRP).

Sulla sezione di impianto dedicata all'acqua calda sanitaria gran parte della quantità necessaria è normalmente contenuta nell'accumulo termico, presente in ogni caso per garantire l'autonomia nelle ore di punta nel prelievo.

Tali accumuli termici entrano certamente nel computo dell'inerzia quando la soluzione scelta è quella di prevedere un puffer (contenente acqua tecnica, non destinata direttamente al consumo), a valle del quale viene posto un circuito con scambiatore istantaneo che prepara l'a.c.s. nella portata richiesta (tale soluzione è riportata negli schemi di impianto delle figure 1 e 2).

Entrano nel computo anche nel caso venga scelta la soluzione di prevedere un circuito intermedio che si chiude su uno scambiatore (opportunamente dimensionato in base alla potenza termica della macchina) a valle del quale viene posizionato su circuito secondario un boiler destinato allo stoccaggio dell'a.c.s. già preparata e pronta al consumo.

In quest'ultimo caso, anche se fisicamente separata dal circuito idronico che fa capo direttamente alla macchina, l'a.c.s. fornisce l'inerzia al sistema a patto che le due pompe dei circuiti primario (polivalente-scambiatore intermedio) e secondario (scambiatore intermedio-boiler) siano sempre attive contemporaneamente; per poter soddisfare quest'ultima condizione senza dover mantenere sempre in funzione le due pompe è consigliabile posizionare la son-

da acqua circuito a.c.s. della macchina direttamente nel bollitore ad altezza opportuna e abilitare, in contemporanea all'erogazione di calore, il funzionamento delle pompe stesse; tale modalità è ovviamente prevista tra le impostazioni delle macchine polivalenti NRP. Volendo provvedere alla preparazione di a.c.s. con scambiatore intermedio e bollitore a valle è opportuno preveder un sistema di trattamento periodico antilegionella anche dell'accumulo; normalmente ciò prevede l'intervento (ad ore e giorni prestabiliti, solitamente di notte) di sorgenti integrative che portano la temperatura dell'acqua a valori superiori ai 65°C, normalmente non raggiungibili con la sola polivalente.

Anche se spesso sono trattamenti eseguite con l'ausilio di sistemi intergativi non energeticamente efficienti, ad esempio resistenze elettriche, hanno fortunatamente scarso peso sull'economia di gestione del sistema visto che la frazione di energia prodotta da esse periodicamente è una frazione molto bassa dell'energia totale prodotta.

Figura 1:
schema funzionale di impianto idronico per climatizzazione estiva ed invernale a 2 tubi e produzione centralizzata di a.c.s. con refrigeratore e caldaia.

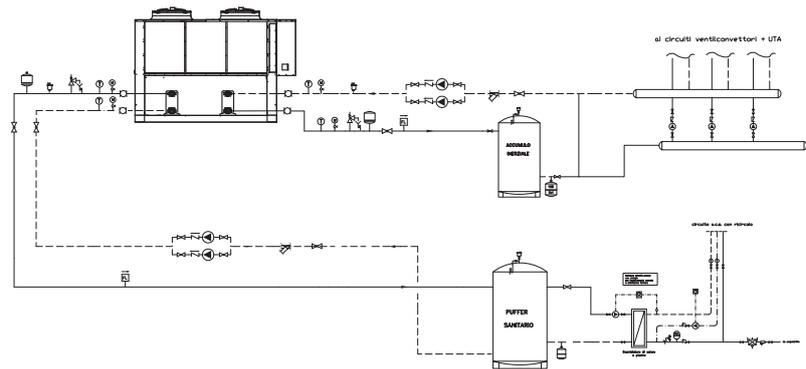
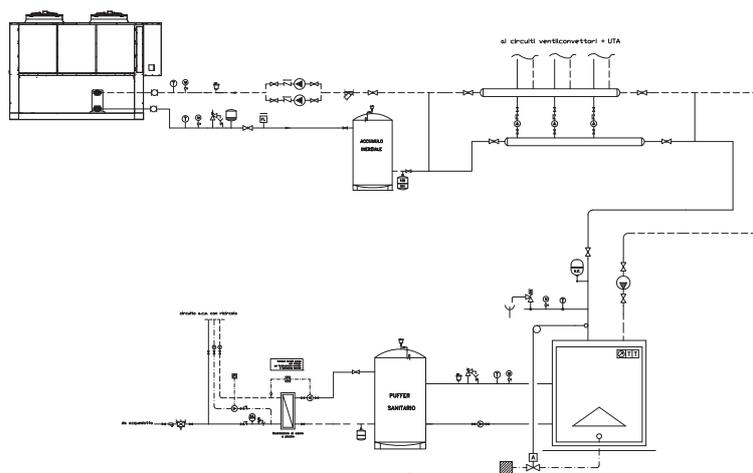


Figura 2:
schema funzionale di impianto idronico per climatizzazione estiva ed invernale a 2 tubi e produzione centralizzata di a.c.s. con polivalente NRP per impianti a 2 tubi.



Capitolo 3

I vantaggi energetici ed economici derivanti dall'impiego di polivalente NRP per impianti a 2 tubi.

Il caso preso in esame da questa analisi riguarda l'impianto al servizio di un albergo di media taglia (volume ambienti climatizzati 6000 mc circa, superficie calpestabile 1800 mc, 55 stanze, di costruzione abbastanza recente) ipotizzato posizionato, a parità di strutture edili e giacitura, in tre località assunte come rappresentative del clima delle tre aree principali della penisola italiana (Milano, rappresentativa dell'Italia settentrionale, Roma, rappresentativa dell'Italia centrale, e Palermo, rappresentativo dell'Italia meridionale).

L'impianto al servizio dell'albergo è del tipo a 2 tubi a ventilconvettori con UTA per il trattamento dell'aria primaria (con temperatura di set point estiva 7°C, ed invernale 45°C), e con sezione di preparazione a.c.s. centralizzata con accumulo termico (puffer) a valle del quale è dimensionato uno scambiatore rapido per la preparazione dell'a.c.s., e su cui fa capo l'impianto di ricircolo a.c.s.; la temperatura di funzionamento prevista sul circuito primario generatore – puffer sanitario è di 55°C.

Sono state confrontate, a parità di utenza, due possibili scelte di generatori di energia termo-frigorifera:

- refrigeratore al servizio dell'impianto di climatizzazione nella stagione estiva e centrale termica con caldaia a condensazione impiegata per la climatizzazione invernale e per la preparazione dell'a.c.s. in tutte le stagioni
- polivalente per impianto a 2 tubi al servizio dello stesso impianto in tutte le stagioni, in piena autonomia

Tale confronto, condotto considerando anche nella soluzione chiller + caldaia l'impiego di macchine attuali ed ad alta efficienza, vuole dimostrare la convenienza, ad esempio nei casi di sostituzione di macchine su impianti già esistenti e di ristrutturazioni, di scelta della soluzione NRP a più elevato contenuto tecnologico.

E' stato poi considerata, in una appendice dell'analisi svolta, la possibilità di fare ricorso, in climi più rigidi e meno favorevoli all'impiego delle pompe di calore, a soluzioni ibride caldaia- polivalente valutandone, nel caso di Milano, le conseguenze economiche.

Le macchine, nelle tre località campione, sono state dimensionate sulla base dei carichi di picco stimati, come di seguito riportato.

Generatori energia termo-frigorifera

città	P frigo kW	P termica kW	Soluzione tradizionale	Soluzione alta efficienza
Milano	210	238	NRL 0900 A + caldaia	NRP 1250 A2
Roma	225	190	NRL 0900 A + caldaia	NRP 1000 A2
Palermo	245	165	NRL 1000 A + caldaia	NRP 1000 A2

Il fabbisogno di energia termica per la produzione di a.c.s. è stato calcolato in 0,594 MWh termici/giorno, dovuto al consumo medio di 130 litri a.c.s. a 40°C al giorno per persona, con una permanenza media di 140 persone.

Il carico termico e frigorifero è stato considerato variabile ora per ora in base alla temperatura esterna, ed applicando il bin method per determinare la frequenza nell'anno di ogni condizione di temperatura esterna; tale ipotesi non è rigorosamente esatta a livello puntuale, soprattutto nella stagione estiva, ma mediamente più che accettabile considerando l'intero anno di funzionamento.

Il calcolo si riferisce ad un impianto funzionante 24 ore/giorno e 365 giorni/anno, come logico attendersi in base alla destinazione d'uso dell'edificio.

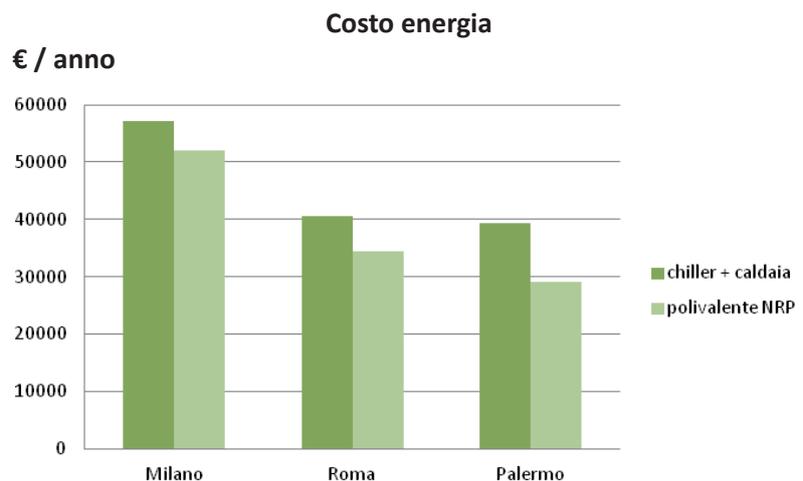
Ulteriori ipotesi di calcolo sono:

costo unitario energia elettrica 0,185 Euro/kWh

costo unitario gas naturale 0,62 Euro/Nmc

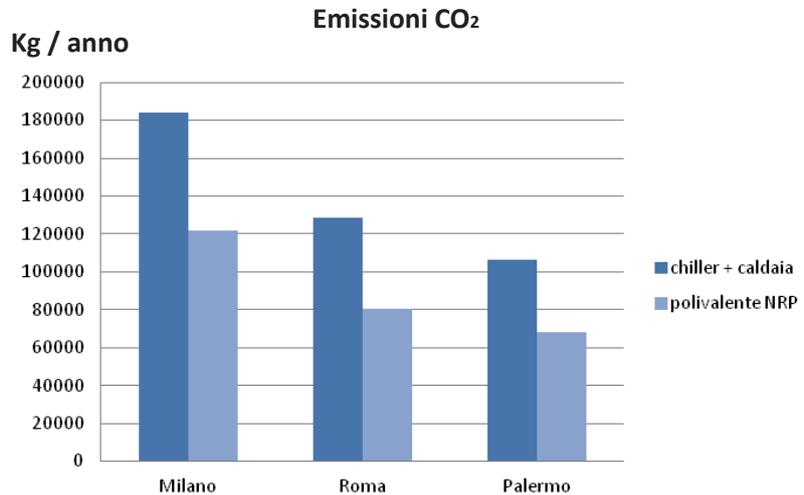
Si suppone che l'albergo usufruisca del taglio delle accise sul combustibile, come reso possibile dal D.Lgs 504/1995

Di seguito vengono riportati i costi annui legati alla fornitura di energia destinata ai servizi oggetto dell'analisi (climatizzazione e preparazione a.c.s.) nei due casi:



L'analisi mostra la convenienza netta dell'impiego della soluzione con polivalente NRP soprattutto al Centro-Sud, per la maggiore convenienza dell'impiego di una pompa di calore (quale la polivalente è di fatto nella stagione invernale) nei climi più miti e temperati, arrivando fino al 21% del risparmio nel caso di Palermo; tuttavia gli elevati valori di efficienza della NRP e la possibilità di produrre l'a.c.s. prevalentemente con recupero termico ed in ogni caso in condizioni di enorme vantaggio energetico per tutta la stagione del raffrescamento rendono tale soluzione nettamente più conveniente di quella tradizionale chiller + caldaia anche al Nord (nel caso di Milano il risparmio nel costo energia è di circa 8,8%).

Tale efficienza si rispecchia anche nella riduzione dell'inquinamento ambientale, come mostrano le stime sulle emissioni di CO₂ sotto riportate e sulla considerevole riduzione che deriva dalla scelta a più elevato contenuto energetico.



A completamento di quanto sopra riportato, e con l'obiettivo di considerare quale delle due soluzioni esaminate sia effettivamente quella più conveniente economicamente, è stata condotta una analisi LCC nelle tre località ipotizzate.

Nel compiere questa analisi consideriamo, oltre al costo energia, i costi di acquisto, installazione ed i costi presunti di manutenzione delle macchine e dei componenti che differenziano le due soluzioni; non considereremo in altre parole il costo di acquisto, installazione e manutenzione di quei componenti e quelle parti dell'impianto che sono comuni ai due casi (e che ovviamente non incidono in alcun modo sulla convenienza di una soluzione rispetto all'altra).

Nel computo dei costi iniziali e di manutenzione si considera quindi che l'impianto a valle della centrale termofrigorifera (riportata schematicamente nelle figure 1 e 2) non cambia nei due casi; i costi iniziali si riferiscono alla sola centrale termo-frigorifera, come pure i costi stimati di manutenzione.

Gli altri valori che sono stati impiegati nel calcolo (come descritto anche dalla EN 13779) sono i seguenti:

Tasso di interesse di mercato $r = 5\%$

Tasso reale di inflazione $i = 3,3\%$

Tasso reale di interesse $r_i = (r-i)/(1+i) = 1,64\%$

Durata ciclo di vita impianto $n = 15$ anni

Fattore di attualizzazione costi annui $fpv = (1-(1+r_i)^{-n})/r_i = 13,2$

LCC = Life Cycle Cost = $I + fpv (Co+Cm)$

I = costo iniziale

Co = costo annuo energia

Cm = costo annuo manutenzione

Zona climatica E



Di seguito vengono riportati i valori alla base del calcolo e le conclusioni sul Life Cycle Cost nelle tre località esaminate:

MILANO

Soluzione 1: REFRIGERATORE + CALDAIA

Refrigeratore NRL 0900 A, fornitura comprensiva di oneri accessori e ricarico medio dell'installatore.	41688 €
Gruppo termico a condensazione P termica utile 269 kW comprensivo di f.p.o. , completo di dispositivi di scarico fumi, adduzione gas e dispositivi di sicurezza per centrale termica a norma INAIL (secondo raccolta R – 2009)	22770 €
Costo manutenzione annuo stimato	2062 €

Soluzione 2: POLIVALENTE PER IMPIANTO A 2 TUBI + A.C.S.

Polivalente NRP 1250 A, fornitura comprensiva di oneri accessori e ricarico medio dell'installatore.	81025 €
Costo manutenzione annuo stimato	2025 €

Chiller NRL 0900 A + caldaia Polivalente NRP 1250 A2

I €	64458	81025
Co € / anno	57140	52063
Cm € / anno	2062	2025
LCC €	845924	794987

Nota:

Non è stato considerato il costo d'installazione della polivalente nel gruppo frigorifero, in quanto variabili in maniera considerevole da un caso all'altro. La differenza nel costo di installazione di un refrigeratore da una polivalente a parità di condizioni sono comunque limitate e non spostano significativamente i risultati del confronto.

ROMA

Soluzione 1: REFRIGERATORE + CALDAIA

Refrigeratore NRL 0900 A, fornitura comprensiva di oneri accessori e ricarico medio dell'installatore.	41688 €
Gruppo termico a condensazione P termica utile 204 kW comprensivo di f.p.o. , completo di dispositivi di scarico fumi, adduzione gas e dispositivi di sicurezza per centrale termica a norma INAIL (secondo raccolta R – 2009)	18677 €
Costo manutenzione annuo stimato	1931 €

Soluzione 2: POLIVALENTE PER IMPIANTO A 2 TUBI + A.C.S.

Polivalente NRP 1000 A, fornitura comprensiva di oneri accessori e ricarico medio dell'installatore.	
Polivalente NRP 1000 A2 + f.p.o. (circa 10%)	69266 €
Costo manutenzione annuo stimato	1730 €

Chiller NRL 0900 A + caldaia Polivalente NRP 1000 A2

I €	60635	69266
Co € / anno	42838	34393
Cm € / anno	1930	1730
LCC €	651573	546090

Nota:

Non è stato considerato il costo d'installazione della polivalente nel gruppo frigorifero, in quanto variabili in maniera considerevole da un caso all'altro. La differenza nel costo di installazione di un refrigeratore da una polivalente a parità di condizioni sono comunque limitate e non spostano significativamente i risultati del confronto.

PALERMO

Soluzione 1: REFRIGERATORE + CALDAIA

Refrigeratore NRL 1000 A, fornitura comprensiva di oneri accessori e ricarica medio dell'installatore.	44040 €
Gruppo termico a condensazione P termica utile 163 kW comprensivo di f.p.o. , completo di dispositivi di scarico fumi, adduzione gas e dispositivi di sicurezza per centrale termica a norma INAIL (secondo raccolta R – 2009)	14150 €
Costo manutenzione annuo stimato	1862 €

Soluzione 2: POLIVALENTE PER IMPIANTO A 2 TUBI + A.C.S.

Polivalente NRP 1000 A2, fornitura comprensiva di oneri accessori e ricarica medio dell'installatore.	
Polivalente NRP 1000 A2 + f.p.o. (circa 10%)	69266 €
Costo manutenzione annuo stimato	1730 €

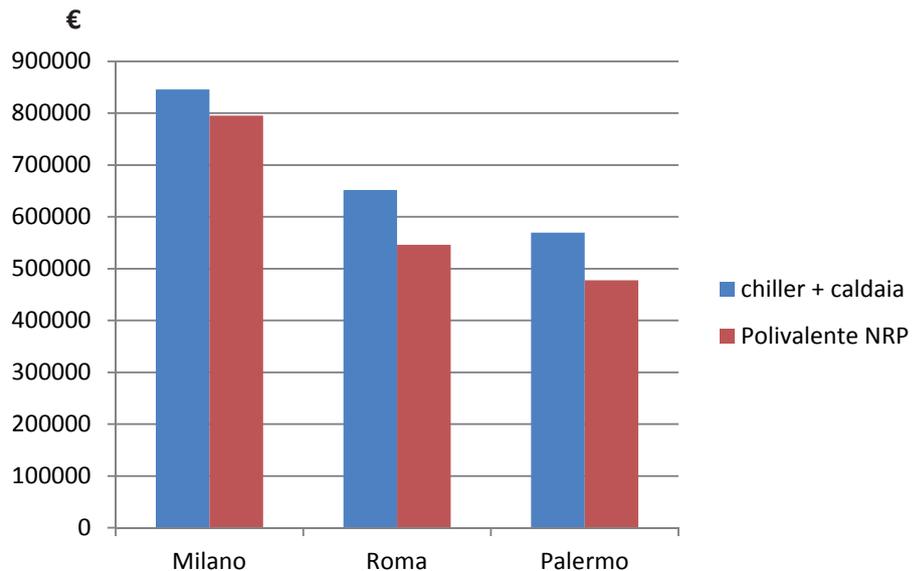
	Chiller NRL 1000 A + caldaia	Polivalente NRP 1000 A2
I €	58194	69266
Co € / anno	36871	29206
Cm € / anno	1862	1730
LCC €	569470	477621

Nota:

Non è stato considerato il costo d'installazione della polivalente nel gruppo frigorifero, in quanto variabili in maniera considerevole da un caso all'altro. La differenza nel costo di installazione di un refrigeratore da una polivalente a parità di condizioni sono comunque limitate e non spostano significativamente i risultati del confronto.

Nel grafico sottostante vengono riportate le conclusioni dell'analisi LCC, che rende evidente la convenienza economica complessiva della soluzione polivalente in tutte le località climatiche.

LCC (Life Cycle Cost)



Capitolo 4

Impiego di macchine polivalenti a 2 tubi in impianti ibridi con caldaia in integrazione o sostituzione.

La tecnologia delle pompe di calore ha conosciuto negli ultimi anni enormi progressi che hanno riguardato i componenti, la regolazione e gli accorgimenti costruttivi del circuito frigorifero. Ciò ha portato ad elevarne le prestazioni non solo in termini di efficienza ma anche e di limiti operativi, ed ha reso possibile l'impiego di queste macchine come generatori di calore anche in climi non del tutto favorevoli.

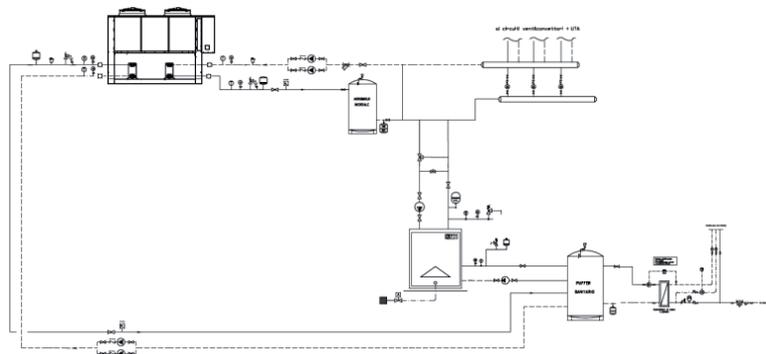
Ciò nonostante con temperature di progetto particolarmente impegnative o per applicazioni particolari che richiedono doppia sicurezza, alcuni progettisti valutano con favore la possibilità di prevedere un generatore tradizionale che possa intervenire in integrazione o sostituzione della pompa di calore in condizioni esterne particolarmente rigide, seppure poco frequenti.

Tale soluzione, oltre a conferire al sistema ulteriore robustezza a fronte di condizioni esterne limite, permette di utilizzare il generatore tradizionale in condizioni di temperatura esterna in cui è economicamente più vantaggioso, e se tale temperatura viene calcolata preventivamente in maniera avveduta, permette di ridurre la taglia della pompa di calore, che verrà dimensionata per essere autosufficiente fino ad una temperatura esterna (temperatura bivalente) più elevata della temperatura minima di progetto, compensando in parte l'aggravio di costo iniziale dovuto alla presenza del doppio generatore.

Un impianto ibrido di questo genere può essere realizzato anche abbinando la caldaia ad una macchina polivalente (sia per impianti a 4 tubi sul circuito idronico caldo che per impianti a 2 tubi, sull'utenza di climatizzazione nel periodo invernale e sul circuito preparazione a.c.s.).

Figura 3:

schema funzionale di impianto idronico di climatizzazione invernale ed estiva a 2 tubi con produzione centralizzata di a.c.s., con sistema di generazione di calore ibrido (polivalente NRP + caldaia)



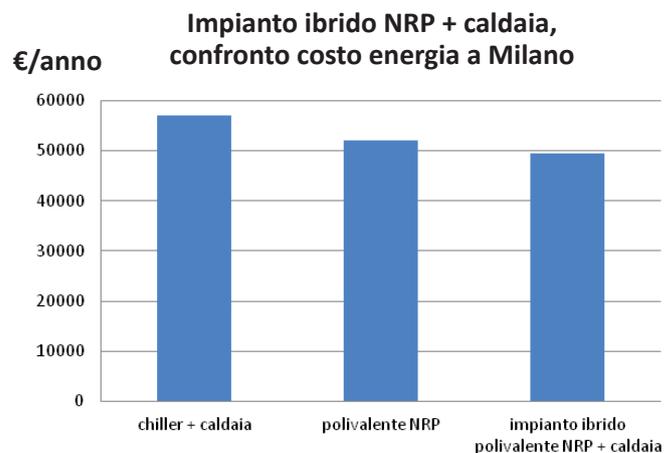
Nella figura 3 viene riportato uno schema funzionale applicabile ad un impianto di questo tipo, nel quale il circuito della caldaia viene posizionato con derivazione sulla mandata del circuito secondario, con una regolazione che ne determina il grado di spillamento in funzione della temperatura di mandata verso le utenze; tale configurazione di impianto può funzionare non solo in integrazione, come sembra progettato per fare, ma anche eventualmente in sostituzione (basterà prevedere con opportune regolazioni di disabilitare il funzionamento della polivalente al di sotto di una temperatura aria esterna conveniente).

L'integrazione (o eventualmente, con lo spegnimento della macchina polivalente al di sotto della temperatura esterna stabilito, la sostituzione) riguarda anche il funzionamento sulla sezione di preparazione a.c.s., ovviamente con l'accortezza di impostare i set di temperatura di acqua in uscita dalla centrale termica su valori compatibili con il funzionamento della polivalente.

E' lecito allora chiedersi se la scelta di un impianto ibrido in climi invernali piuttosto rigidi possa comportare, con una intelligente scelta della temperatura esterna di commutazione polivalente-caldaia, oltre alla maggiore robustezza ed affidabilità di funzionamento dell'impianto, anche un risparmio energetico che renda tale soluzione economicamente appetibile.

A tale scopo per l'edificio ad uso alberghiero dell'analisi precedente, nel caso di Milano, accanto alle soluzioni precedenti è stata considerata anche questa opzione, con l'ipotesi di un intervento della caldaia su entrambe le utenze durante il funzionamento invernale in sostituzione della polivalente al di sotto della temperatura esterna di 3°C.

Mantenendo le altre ipotesi sul costo delle forniture di energia elettrica e gas, e ovviamente considerando nel caso dell'impianto ibrido la presenza della centrale termica con la stessa potenza utile e portata termica del caso in cui era abbinata al refrigeratore, e di una polivalente dimensionata per essere autosufficiente fino alla temperatura bivalente stabilita, sono sotto riportati i costi annui energia, e come era lecito attendersi essi premiano la soluzione ibrida.



E' da valutare, in quanto per nulla ovvio, se i risparmi energetici e la minore taglia necessaria della polivalente rendano, nonostante il maggiore costo complessivo della centrale termo-frigorifera, l'impianto ibrido polivalente – caldaia effettivamente conveniente. A tale scopo l'analisi LCC per il caso di Milano è stata condotta anche per quest'ultima soluzione, con i valori di calcolo sotto riportati e confrontati con i casi già analizzati

Soluzione 1: REFRIGERATORE + CALDAIA

Refrigeratore NRL 0900 A, fornitura comprensiva di oneri accessori e ricarico medio dell'installatore.	41688 €
Gruppo termico a condensazione P termica utile 269 kW comprensivo di f.p.o. , completo di dispositivi di scarico fumi, adduzione gas e dispositivi di sicurezza per centrale termica a norma INAIL (secondo raccolta R - 2009)	22770 €
Costo manutenzione annuo stimato	2062 €

Soluzione 2: POLIVALENTE PER IMPIANTO A 2 TUBI + A.C.S.

Polivalente NRP 1250 A, fornitura comprensiva di oneri accessori e ricarico medio dell'installatore.	81025 €
Costo manutenzione annuo stimato	2025 €

Soluzione 3: POLIVALENTE PER IMPIANTI A 2 TUBI + A.C.S. E CALDAIA IN INTEGRAZIONE

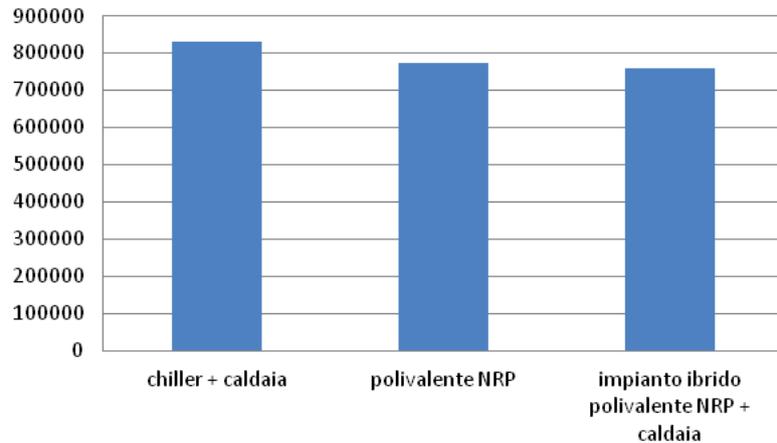
Polivalente NRP 1000 A, fornitura comprensiva di oneri accessori e ricarico medio dell'installatore.	69266 €
Gruppo termico a condensazione P termica utile 269 kW comprensivo di f.p.o. , completo di dispositivi di scarico fumi, adduzione gas e dispositivi di sicurezza per centrale termica a norma INAIL (secondo raccolta R - 2009)	22772 €
Costo manutenzione annuo stimato	2945 €

	Chiller NRL 0900 A + caldaia	Polivalente NRP 1250 A2	Polivalente NRP 1000A2 + caldaia
I €	64458	81025	92038
Co €/anno	57140	52063	49487
Cm €/anno	2062	2025	2945
LCC €	845924	794987	784140

Nota:

Non è stato considerato il costo d'installazione della polivalente nel gruppo frigorifero, in quanto variabili in maniera considerevole da un caso all'altro. La differenza nel costo di installazione di un refrigeratore da una polivalente a parità di condizioni sono comunque limitate e non spostano significativamente i risultati del confronto.

impianto ibrido NRP + caldaia, confronto LCC con le soluzioni precedenti



Effettivamente osserviamo che la soluzione ibrida ha un costi di ciclo vita inferiore anche alla soluzione della sola polivalente e risulta così anche economicamente del tutto vantaggiosa, come di seguito riportato.

Naturalmente non avremmo ottenuto lo stesso risultato sulla convenienza complessiva dell'impianto ibrido in climi più miti, laddove il modesto numero di ore all'anno in cui verrebbe impiegata la caldaia renderebbe effettivamente trascurabili i risparmi energetici, e su tali casi è pertanto inutile soffermarsi con valutazioni numeriche. La possibilità di avere una soluzione economicamente vantaggiosa, ma anche idonea a climi più rigidi, ed in linea con le direttive europee e le leggi italiane in tema di energie rinnovabili (direttiva 2002/91/CE e D. Lgs. 28/11) fa prevedere una crescente diffusione di questi impianti anche nelle zone d'Italia dal clima non proprio mite ed in gran parte dell'Europa continentale, ed è resa praticabile di fatto dall'estrema flessibilità degli impianti idronici, ben più adatti rispetto agli impianti ad espansione diretta ad integrare le pompe di calore con sorgenti integrative di qualsiasi genere.

Capitolo 5 Conclusioni

L'impiego di delle polivalenti, cioè di macchine ad altissima efficienza che ottimizzano il recupero termico presenta vantaggi energetici ed economici notevoli in presenza di carichi di segno opposto.

Ciò si verifica non solo nel caso delle polivalenti per impianti a 4 tubi nelle relative applicazioni, come già mostrato in Technical Focus n°2, ma anche nel caso di applicazioni per impianti a 2 tubi con preparazione centralizzata di a.c.s.

La possibilità di rendere massimo il recupero termico sull'utenza a.c.s., pur con un generatore completamente autosufficiente a coprirne la richiesta, rende la soluzione polivalente economicamente vantaggiosa nella gran parte delle località climatiche della penisola italiana.

La realizzazione di edifici con isolamenti sempre migliori porterà certamente a ridurre il peso energetico della richiesta di riscaldamento degli ambienti rispetto al fabbisogno totale di energia annuale, rendendo sempre più importante nel bilancio il risparmio ottenibile sulla produzione di a.c.s.

Questa tendenza è particolarmente evidente per le utenze alberghiere, come è stato mostrato nei paragrafi precedenti, ma riguarderà anche casi di edifici adibiti ad abitazione (condomini) di recente realizzazione, con impianto centralizzato di riscaldamento, raffrescamento e preparazione a.c.s. e distribuzione sulle cassette di contabilizzazione a capo di ogni unità residenziale.

La possibilità di realizzare inoltre impianti ibridi (in condizioni di convenienza economica, oltre che energetica) in località con condizioni climatiche più impegnative permette di estendere ulteriormente il campo di applicazione ed i vantaggi dell'impiego delle polivalenti, sfruttando in pieno la flessibilità tipica degli impianti idronici.

Aermec S.p.A. via Roma 996 - 37040 Bevilacqua (VR) Italy
T. +39 0442 633111 F. +39 0442 93730/93566
marketing@aermec.com
www.aermec.com

TNRP2UI_00