



Moderni impianti idronici in ambito alberghiero

Unità polivalenti e modulazione della portata d'acqua direttamente all'anello primario per quattro nuove strutture alberghiere a Mestre (VE)

*G. Curculacos, G. Turchetto, L. Zordan **

FINO A NON MOLTI ANNI FA gli impianti HVAC venivano concepiti e realizzati, nella maggior parte dei casi, con circuiti a portata d'acqua costante. Solo in tempi più recenti l'evoluzione tecnologica dei sistemi di produzione, pompaggio e regolazione ha portato alla realizzazione di impianti con portata d'acqua variabile, ma generalmente limitata al solo anello secondario.

L'adozione di sistemi a portata costante, considerando l'andamento climatico del Centro — Sud Europa e la conseguente forte variabilità della richiesta energetica degli involucri, equivale a far circolare nell'impianto un fluido vettore con un basso, se non bassissimo contenuto entalpico, per la maggior parte del tempo, con evidenti inefficienze e perdite economiche.

Lo sviluppo tecnologico, in particolare di hardware e software, permette oggi di adottare un approccio integrato alla progettazione impiantistica, realizzando sistemi di trasferimento dell'energia termofrigorifera alle utenze molto più efficienti, attraverso un unico anello primario, in cui è possibile realizzare una completa modulazione della portata d'acqua.

Noti in letteratura con l'acronimo VFPP (Variable Flow Primary Pumping), i sistemi idronici con modulazione della portata d'acqua direttamente al primario permettono di ottenere sia una sensibile riduzione dei costi d'esercizio (OpEx) che, in molti casi, un contenimento dell'investimento per la realizzazione dell'impianto stesso (CapEx), specialmente se quest'ultimo risulta di media — grande potenza ed è realizzato con più refrigeratori in parallelo.

L'intervento edilizio

Il caso studio in oggetto si riferisce a un'applicazione impiantistica afferente a un intervento edilizio di rilevante importanza, che ha visto la realizzazione di quattro nuove strutture ricettive a Mestre (Venezia), in un'area urbana denominata "Cà Marcello": intervento che rientra in un progetto molto più ampio di riqualificazione urbanistica avviato dal Comune di Venezia, nell'area immediatamente esterna alla stazione ferroviaria.

L'investimento, che ammonta a circa 75 milioni di Euro e che oltre alla



Figura 1 – Vista aerea prima dell’inizio dei lavori di riqualificazione, anno 2015 (fonte: Google earth)

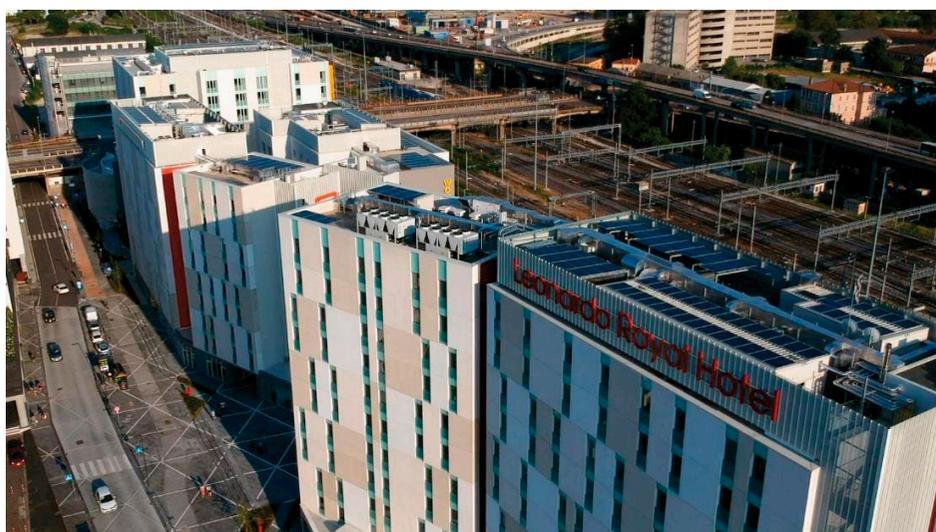


Figura 2 – Particolare di Leonardo Royal Hotel

Tabella 1 – Riferimenti e principali caratteristiche dei fabbricati oggetto dell’intervento edilizio

ATTIVITÀ RICETTIVO ALBERGHIERA			
Riferimento Fabbricato	Superficie [m ²]	N. Piani	N. camere/n. posti letto
R1	9.315	11	244 / 480
R2	6.130	9	208 / 416
R3	6.155	8	112 / 578
R4	7.360	10	175 / 494

ATTIVITÀ COMMERCIALI		
Riferimento Fabbricato	Superficie [m ²]	N. Piani
C1	530	1
C2	135	1
C3	85	1

PARCHEGGI		
Riferimento Fabbricato	Superficie [m ²]	N. Piani
P1 – Parcheggio Pubblico	8.700	5
P2 – Parcheggio Privato	9.015	6

Tabella 2 – Principali dati di calcolo e di simulazione energetica relativi al progetto base per Leonardo Royal Hotel

Descrizione	V [m ³]	S [m ²]	S/V [1/m]	Su [m ²]	θ _{int} [°C]	φ _{int} [%]
Condizionamento invernale	31.534	9.648	0,31	7.990	20,0	50,0
Condizionamento estivo	31.534	9.648	0,31	7.990	26,0	51,3

realizzazione di quattro strutture alberghiere per complessivi 3.000 posti letto, ha previsto anche la realizzazione di un parcheggio multipiano e una serie di sistemazioni accessorie, è stato sostenuto finanziariamente da un investitore austriaco che poi lo ha assegnato a una serie di brands internazionali quali Leonardo Hotels, il Gruppo Plateno, Stay City e Wombat’s Hostels.

Nel corso degli anni, prima dell’intervento di riqualificazione (Figura 1), questa area ha avuto diverse destinazioni d’uso tra cui parco ferroviario e poi luogo di ricovero e di riparazione dei treni, fino a essere poi totalmente dismessa, divenendo un quartiere con una forte sofferenza sia sul profilo sociale che funzionale.

Quindi l’intervento, benché abbia sicuramente introdotto degli elementi di complessità a livello di viabilità e comunicazione, ha comunque contribuito a riqualificare in modo significativo tutta l’area.

Gli hotel oggetto del progetto

Il progetto ha visto la realizzazione di quattro alberghi che insistono su nuove piastre commerciali, collegati con un passaggio pedonale direttamente alla stazione ferroviaria e che sono raccordati con dei parcheggi multipiano, sia di uso pubblico che a uso privato. La nostra attenzione si incentrerà in particolare su uno di questi alberghi, il Leonardo Royal Hotel, ovvero l’edificio di più ampia dimensione sia in volume che per quantità di camere, ma che presenta lo stesso schema impiantistico di tutti gli altri alberghi i quali — in sede di progetto — sono stati identificati come fabbricati R1, R2, R3, R4, con caratteristiche come dalla Tabella 1.

Il Leonardo Royal Hotel (R1), in Figura 2, si sviluppa su una superficie complessiva di circa 9.300 m², conta 11 piani e poco meno di 500 posti letto.

Il progetto preliminare

In Tabella 2 vengono riportati i principali dati di calcolo e di simulazione energetica relativi al progetto preliminare, validi ai fini della certificazione e basati sulla norma tecnica UNI TS 11300. Stiamo parlando quindi di un involucro con un volume di circa 32.000 m³, con indicatori di rapporto superficie disponibile su volume pari a 0,31 da cui si evince chiaramente l’entità e l’importanza del sistema.

Una considerazione interessante in ottica di ottimizzazione energetica globale estate/inverno, che potrebbe essere generalizzata a tutti i recenti edifici costruiti specialmente nel Nord Italia, riguarda le trasmittanze che l’attuale standard progettuale conduce a valori decisamente molto — se non troppo — bassi. Si veda la Tabella 3.

Quello che infatti sempre più frequentemente si rileva sul campo è che questa tipologia di nuovi edifici, dal punto di vista del fabbisogno energetico, sono praticamente tutti quasi autosufficienti in periodo invernale, ovvero soddisfano le condizioni climatiche interne richieste con i soli apporti endogeni o di irraggiamento. Parallelamente la

fase estiva diventa critica, con un costante incremento del fabbisogno frigorifero.

La quantità di aria esterna che necessariamente si deve trattare e immettere, pesa in modo significativo sul bilancio energetico complessivo dell'edificio; fortunatamente oggi giorno i sistemi di recupero utilizzati presentano efficienze molto elevate, soprattutto in fase invernale ma in quota parte anche in regime estivo, per cui gli edifici presentano dei profili di fabbisogno energetico (in particolar modo nella stagione invernale) fortemente limitati dalle caratteristiche delle trasmittanze e fortemente contenuti dalle caratteristiche dei sistemi di recupero. Si veda la Tabella 4 in merito al numero e alle portate d'aria di ricambio considerati nel progetto preliminare.

In Tabella 5 sono indicati i valori nominali di prestazione energetica per riscaldamento, per acqua calda sanitaria e per il raffrescamento, oltre che per la ventilazione, illuminazione e per altri tipi di servizi.

In questa fase iniziale del ciclo di progettazione, per quanto concerne la produzione e distribuzione dell'energia, lo schema ipotizzato prevedeva un sistema di distribuzione tradizionale, diverso quindi da quanto è stato poi implementato in fase di progetto esecutivo — costruttivo. La classificazione energetica A3 proposta (Figura 3), è stata poi confermata in sede di certificazione energetica APE, con un indicatore di fabbisogno di 250 kWh/m² anno.

In Tabella 6 viene riportato uno specchio riassuntivo dei carichi termici per riscaldamento e raffrescamento dell'intera struttura; si tratta di 110 kW di fabbisogno termico per il riscaldamento (simulazione invernale che non tiene conto degli apporti interni) e di un fabbisogno di 256 kW per il raffrescamento. Il trattamento dell'aria pesa per 332 kW per la fase di riscaldamento e 540 kW per la fase di raffrescamento; si può quindi notare come vi sia un netto sbilanciamento di fabbisogno verso il carico estivo.

Per quanto riguarda il recupero aeraulico, a fronte di una quantità di aria trattata da progetto di circa 58.000 m³/h (in questa fase preliminare non è stato considerato il trattamento estivo dell'ambiente cucina) e tenendo conto del fatto che siamo in presenza di unità di trattamento aria dotate di recuperatori statici a flussi incrociati, è stata imposta nella simulazione una efficienza di recupero aeraulico medio in fase invernale del 50%, mentre in periodo estivo è stata fissata una efficienza media di recupero di circa il 15%.

Da un punto di vista fisico, il progetto di base prevedeva l'impiego di due gruppi idronici polivalenti di potenza nominale pari a circa 370 kW frigoriferi l'uno, potenza termica nominale di circa 460 kW, operanti in parallelo e affiancati da un generatore termico modulare a gas per integrazione e backup. I gruppi termo frigoriferi prevedevano le pompe primarie a portata costante, installate a bordo unità.

Tabella 3 – Principali valori delle trasmittanze per Leonardo Royal Hotel (progetto preliminare – involucro edilizio)

Cod.	Descrizione	Trasmittanza U [W/m ² K]	Trasmittanza media [W/m ² K]
M1	Parete esterna	0,190	0,209
M2	Parete esterna setto cls	0,235	0,249
M6	Parete esterna setto cls cappotto esterno	0,214	0,228
P2	Solaio piano terra	0,162	0,190
P4	Solaio interpiano vs esterno	0,276	0,276
S2	Soffitto copertura	0,247	0,295

Tabella 4 – Ricambi d'aria considerati nel progetto preliminare per Leonardo Royal Hotel

Numero di ricambi d'aria (media nelle 24 ore)			
N.	Descrizione	Valore di progetto [Vol/h]	Valore medio 24 ore [Vol/h]
1	Zone comuni a ventilazione naturale	0,50	0,30

Portate d'aria di ricambio (solo nei casi di ventilazione meccanica controllata)

N.	Portata G [m ³ /h]	Portata G _R [m ³ /h]	η _T [%]
1	57.600	57.600	70%

dove:

G Portata d'aria di ricambio per ventilazione meccanica controllata

G_R Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso

η_T Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso

Tabella 5 – Indici di prestazione termica ed energetica del progetto preliminare di Leonardo Royal Hotel

Indici di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio		
Valore di progetto EP _{H,nd}	46,82	kWh/m ²
Valore limite EP _{H,nd,limite}	52,22	kWh/m ²
Verifica (positiva/negativa)	Positiva	

Indici di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio

Valore di progetto EP _{C,nd}	23,16	kWh/m ²
Valore limite EP _{C,nd,limite}	24,44	kWh/m ²
Verifica (positiva/negativa)	Positiva	

Indice di prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria non rinnovabile)

Valore di progetto EP _{gl,nr}	250,64	kWh/m ²
--	--------	--------------------

Indice di prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria)

Prestazione energetica per riscaldamento EP _H	78,58	kWh/m ²
Prestazione energetica per acqua calda sanitaria EP _w	92,07	kWh/m ²
Prestazione energetica per raffrescamento EP _C	91,54	kWh/m ²
Prestazione energetica per ventilazione EP _v	67,95	kWh/m ²
Prestazione energetica per illuminazione EP _L	48,30	kWh/m ²
Prestazione energetica per servizi EP _T	2,72	kWh/m ²
Valore di progetto EP _{gl,tot}	381,16	kWh/m ²
Valore limite EP _{gl,tot,limite}	442,94	kWh/m ²
Verifica (positiva/negativa)	Positiva	

Nelle esecuzioni di tipo alberghiero, specie se si opera in Veneto o comunque in pianura Padana, la scelta di affiancare un sistema di produzione termica tradizionale con caldaie alle pompe di

calore elettriche è ancor oggi giustificato dal fatto che in alcuni periodi dell'anno il clima locale è caratterizzato da svariate giornate mediamente

fredde (1÷4 °C) con fortissimi tassi di umidità e/o con presenza di nebbie: come noto la concomitanza di tali fattori in questi specifici range di temperatura/umidità risulta particolarmente critica per le macchine elettriche reversibili, in particolare dovuta all'elevata frequenza di intervento dei cicli di sbrinamento.

È stato quindi previsto che le

unità polivalenti siano utilizzate come fonte principale per fornire l'energia termica e l'energia frigorifera all'impianto, pre — riscaldando l'acqua calda sanitaria: esse scaricano l'energia su due sistemi di accumulo (caldo e freddo) che servono sia da inerziale che per modulare gli sbrinamenti, ma sono comunque affiancate per il riscaldamento, per i post — riscaldamenti e per la produzione di ACS da un sistema modulare a gas supplementare. La produzione termica è ovviamente gestita

in sequenza (anche nelle simulazioni di certificazione energetica) prediligendo in primis sempre il funzionamento delle unità polivalenti.

La variante d'impianto: il sistema "VFPP"

Rispetto al progetto iniziale è stata proposta all'investitore e poi realizzata una variante migliorativa che ci porta a ragionare su un impianto a portata d'acqua variabile a singolo anello primario "VFPP" che insiste direttamente sulle utenze, quindi con un unico sistema di pompaggio esterno modulante.

A garanzia della affidabilità del sistema e del successo dell'operazione, si è ritenuto corretto rivolgersi a un costruttore di gruppi frigoriferi in grado di fornire e garantire l'intero sotto — sistema idronico VFPP; non solo fornire, ma anche gestire, coordinare e modulare i gruppi polivalenti, le pompe centrifughe e i relativi inverter, le valvole di intercettazione e di bypass e in generale tutto quanto necessario, affinché il sistema gestisca autonomamente tutte le variabili in campo, evitando qualsiasi problema di interferenza, di interfaccia e in particolare di "pendolazione" che, in mancanza di un coordinamento complessivo, si potrebbe verificare, soprattutto in presenza di carichi fortemente parzializzati. In Figura 4 viene riportato uno schema di principio del sistema idronico "VFPP" abbinato a due unità polivalenti funzionanti in parallelo.

Un'altra variante che è stata introdotta — e questo ha comportato una modifica significativa della taglia dei gruppi frigoriferi polivalenti (Figura 5) — è stata la richiesta da parte del Brand di prevedere potenza sufficiente per la climatizzazione di tutta l'aria di rinnovo della cucina, quindi per aria di ventilazione ordinaria e di integrazione del flusso di cappa. Rispetto al prospetto preliminare si è reso necessario intervenire con un incremento della potenza frigorifera pari a ulteriori 250 kW: il fabbisogno estivo potenziale si è ovviamente portato a valori nettamente più alti e si è reso necessario un aumento della taglia dei gruppi polivalenti successivamente installati (vedi Tabella 7).

Nell'ambito della variante è stata inoltre prevista l'installazione di un set di strumenti per la misurazione puntuale dell'energia elettrica consumata (energy meter con trasformatori amperometrici) e dell'energia termica resa (misuratori di portata), in modo da poter determinare istante per istante i valori di EER e di COP del sistema: queste informazioni sono rese disponibili al gestore degli impianti, al fornitore del sistema frigorifero ed eventualmente a terzi, direttamente via WEB browser.

In Figura 6 è riportata la struttura progettuale dell'impianto di variante.

Come si può notare, i due sistemi di pompaggio a portata variabile (uno per il lato caldo e uno per il lato freddo) risultano esterni ai gruppi frigoriferi e sono posizionati sui ritorni dell'impianto; dal punto di vista tecnico questa è stata ritenuta

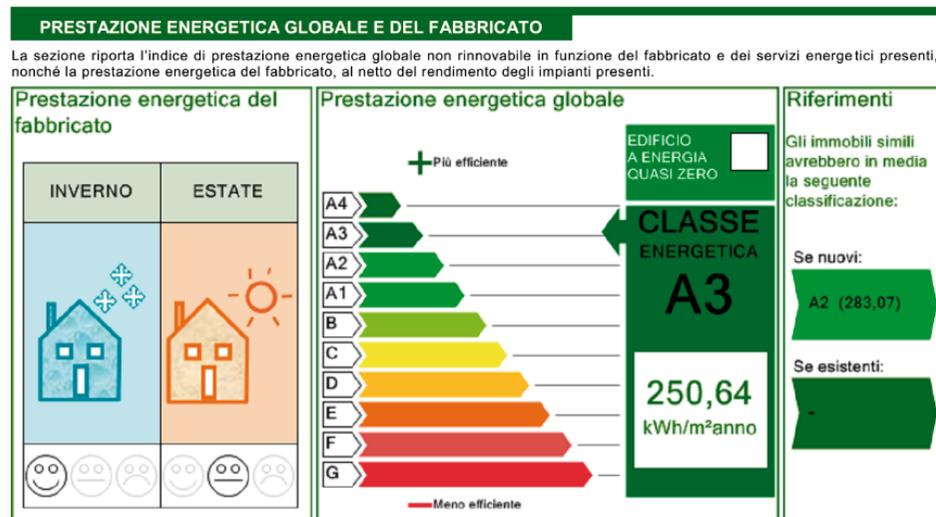


Figura 3 – Certificazione energetica

Tabella 6 – Valori di carico riassuntivi per riscaldamento e raffreddamento dell'intera struttura

	Carichi di progetto	
	Riscaldamento [kW]	Raffrescamento [kW]
Dispersioni/Aportanti	110	256
Trattamento Aria	332	540
Apporto Aria	-	-155
TOTALE	442	641

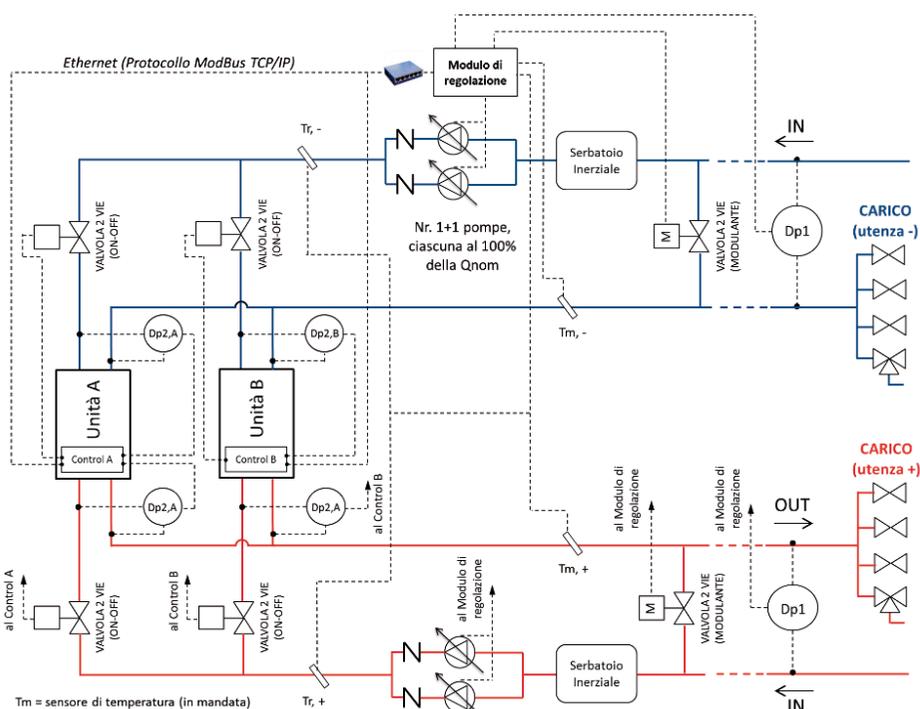


Figura 4 – Schema di principio del sistema idronico "VFPP" (Variable Flow Primary Pumping) per un impianto con nr. 2 unità polivalenti operanti in parallelo

la scelta migliore, al fine di consentire un lento e progressivo incremento della portata d'acqua durante la fase di avviamento e/o di inserzione dei gruppi, evitando quindi repentine riduzioni della portata d'acqua in fase transitoria.

I due rami di bypass, con le relative valvole modulanti, si possono individuare piuttosto facilmente nello schema. Da ultimo, anche i sistemi di accumulo sono entrambi posizionati sui ritorni.

La disposizione in copertura

In Figura 7 si riporta lo schema progettuale e la foto aerea relativi alla disposizione in copertura dei gruppi polivalenti e delle UTA, nonché alla distribuzione delle reti aeruliche e idrauliche.

Si nota che per motivi di spazio i gruppi polivalenti hanno necessariamente trovato una collocazione decentrata, sia rispetto alla posizione dalle centrali di trattamento aria (posizione individuata in coordinamento con l'architettura), sia rispetto al locale tecnico che ospita la sottostazione di pompaggio che quindi, come si vede, risulta piuttosto lontana dai gruppi stessi.

La posizione dei trasduttori di pressione

Un altro aspetto interessante riguarda la scelta della posizione dei trasduttori di pressione necessari al regolatore di sistema VFPP per modulare la portata d'acqua. Considerando infatti:

- l'architettura dell'impianto e le calate verticali principali;
- la posizione dei sistemi di produzione dell'energia e delle unità di trattamento aria;
- la posizione dei sistemi di accumulo e di pompaggio;
- i rami potenzialmente più sfavoriti in termini di perdite di carico;

si è deciso di implementare nr. 3+3 punti di lettura della pressione differenziale (tre per il lato caldo e tre per il lato freddo), come evidenziato in Figura 8. In un impianto così complesso infatti, una sola coppia di punti di misura non sarebbe sicuramente sufficiente a garantire la corretta regolazione: questo aspetto deve essere tenuto in attenta considerazione in fase di progetto, per garantire un adeguato funzionamento complessivo, senza andare ad inficiare le potenzialità insite nel sistema VFPP.

Il sistema VFPP è preso in carico da un PLC generale di regolazione e supervisione fornito direttamente dal costruttore dei gruppi frigoriferi: tale regolatore analizza tutti i parametri e i flussi d'acqua nei singoli gruppi, i differenziali di temperatura e di pressione, anche quelli delle sonde decentrate, (Cfr. DeltaT e DeltaP), integra tutte le informazioni e adatta il funzionamento del sistema alle effettive richieste, garantendo sempre anche una portata d'acqua minima attraverso gli scambiatori nelle condizioni di parzializzazione del carico. Si veda Figura 9.

Tutte le condizioni e variabili di funzionamento



Figura 5 – Gruppi frigoriferi polivalenti installati

Tabella 7 – Caratteristiche principali dei gruppi polivalenti installati presso Leonardo Royal Hotel

Descrizione	
Pompa di calore polivalente aria/acqua per impianti a 4 tubi del tipo ad alta efficienza energetica, con n. 4 compressori ermetici tipo "scroll" e ventilatori assiali. Unità in versione silenziosa LN operante con fluido R410A.	
Prestazioni dichiarate conformi a EN 14511-2011	
Potenza frigorifera nominale	411 kW
EER	3,06
Potenza termica nominale	433 kW
COP	3,28
Potenza frigorifera in modalità recupero totale	386 kW
Potenza termica in modalità recupero totale	504 kW
TER (Total Efficiency Ratio)	7,51

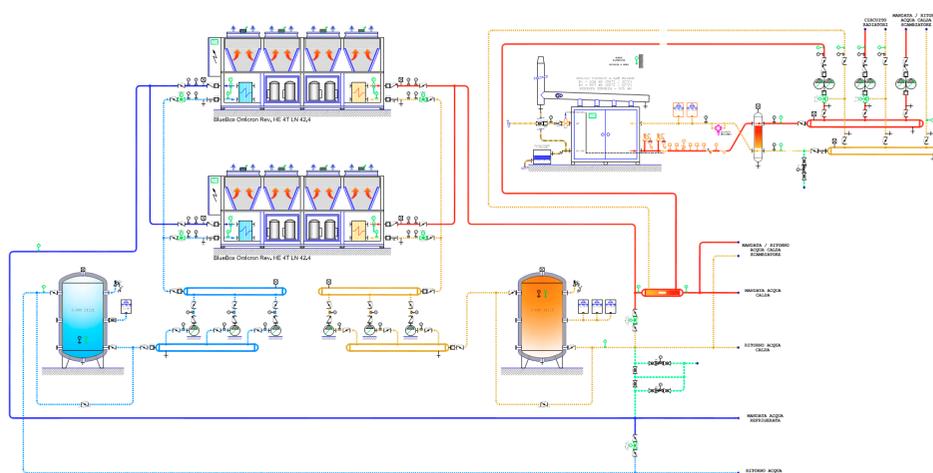


Figura 6 – Schema dell'impianto realizzato in variante migliorativa – portata variabile direttamente all'anello primario VFPP (Variable Flow Primary Pumping)

sono rese disponibili a un sinottico, il cui livello di approfondimento è personalizzabile in funzione del livello di dettaglio desiderato e del livello di autorità dell'utente

In estrema sintesi il plc di regolazione del sistema VFPP effettua:

- la gestione della termoregolazione dell'impianto

attraverso la lettura di apposite sonde di temperatura;

- la compensazione climatica (caldo e freddo) anche con controllo dei livelli igrometrici medi in ripresa;
- la gestione della portata d'acqua e quindi del sistema di pompaggio;

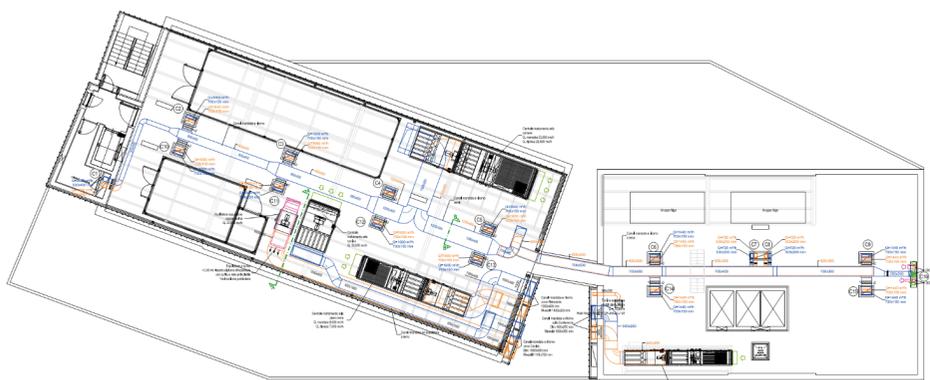


Figura 7 – Disposizione in copertura dei gruppi polivalenti, delle UTA con vista dei canali e delle reti idroniche (schema costruttivo e foto aerea)

- la gestione delle valvole di bypass ovvero delle portate minime d'acqua;
- la gestione, attraverso i gruppi frigoriferi, delle valvole di intercettazione su ciascun ramo;
- la supervisione (accessibile anche da remoto, via WEB browser);
- l'integrazione dei parametri di funzionamento e di campo, per la determinazione degli indici di efficienza puntuali;
- L'attivazione delle caldaie, decidendone l'impiego:
 - come sistema ausiliario (sostituzione);
 - come sistema di integrazione termica, che consente alle caldaie di attivarsi contestualmente al funzionamento delle unità polivalenti nel momento in cui — per qualche motivo — i sistemi in pompa di calore non riescono a soddisfare i livelli termici minimi sui collettori di mandata.

Analisi dei dati

Per quanti riguarda l'analisi dei dati, va premesso che quelli qui presentati non hanno valore di certificazione, perché ricavati con gli strumenti di misura e le sonde presenti a bordo delle macchine, la finalità, quindi, è quella di fare una valutazione qualitativa del comportamento del sistema; l'altra cosa da tener presente è che l'hotel durante l'arco temporale di acquisizione (estate — inverno 2019-20), ha operato sempre a carico sensibilmente ridotto e che poi, a cause delle circostanze legate alla pandemia, non è stato possibile continuare il monitoraggio che sarà tuttavia ripreso appena possibile.

Stagione Estiva

Analizzando i grafici dell'estate 2019 — quindi ad albergo avviato da poco — e osservando l'andamento della potenza frigorifera richiesta rispetto alla temperatura esterna (Figura 10), vediamo che esiste un comportamento omogeneo tra le due variabili, anche se le potenze richieste al sistema manifestano forte variabilità in funzione di condizioni climatiche e tasso di fruizione della struttura.

Si nota inoltre che il picco massimo di produzione di energia frigorifera è pari a circa 450 kW, quindi abbastanza lontano da quelle che erano le valutazioni iniziali, ma teniamo conto che l'hotel era sotto utilizzato e che anche le cucine non erano in pieno servizio. Purtroppo l'estate 2020 è stata fortemente influenzata dalla pandemia per cui non si è potuto per ora ripercorrere questa analisi.

Per quanto riguarda le efficienze di sistema, pur con i limiti legati agli errori strumentali dei dispositivi a bordo macchina, le registrazioni mostrano una coerenza degli andamenti dell'indice EER con le variazioni delle condizioni al contorno e un suo valore medio in linea con i dati teorici attesi. Si veda Figura 11.

Stagione Invernale

È interessante notare come in autunno inoltrato sia evidente una richiesta termica alle unità

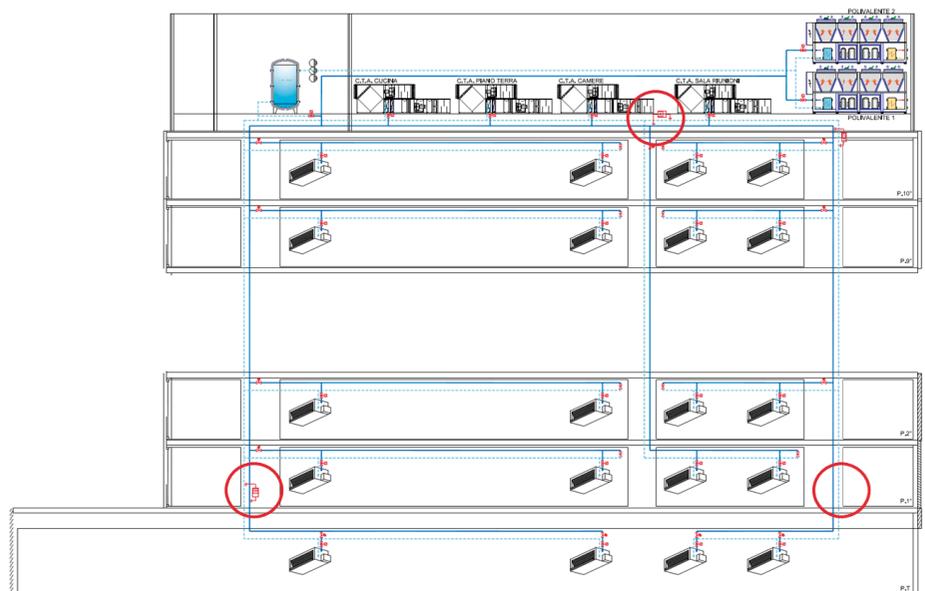


Figura 8 – Posizione dei punti di lettura della pressione differenziale previsti a progetto (cfr. circuito freddo)



Figura 9 – Sinottico del sistema di regolazione e di supervisione del sistema VFPP

polivalenti che — trascurando alcuni picchi — arriva al massimo solo a circa 140 kW ma con una presenza continua di fabbisogno frigorifero, non particolarmente elevata ma comunque costantemente presente. Si veda la Figura 12.

Relativamente all'efficienza energetica, la Figura 13 riporta un andamento di riferimento dei principali indici COP (Coefficient of Performance) e TER (Total Efficiency Ratio) nel mese di novembre: è interessante notare un coerente andamento con le condizioni al contorno, ma soprattutto la presenza sostanzialmente costante del recupero di calore, con una produzione di energia frigorifera derivata. Apparentemente il valore di EER risulta piuttosto basso, ma deve essere appunto considerato che nella stagione invernale la ragion d'essere prevalente dell'assorbimento elettrico dei gruppi è legata alla produzione di energia termica (caldo), mentre la frigorifera risulta essere un prodotto derivato e "gratuito", per cui l'identificazione dell'indice EER stesso perde di significato.

In pieno inverno (Figura 14 — dicembre) si è rilevata sempre una condizione di elevata parzializzazione, (con l'hotel che presentava un basso tasso di occupazione). In queste condizioni si nota che l'andamento del fabbisogno dei carichi termici non supera i 180÷200 kW, a fronte di temperature esterne prossime agli zero gradi, quindi vicine a quelle di progetto; inoltre, esiste anche a dicembre una — seppur minima quanto costante — presenza di fabbisogno frigorifero.

Le efficienze invernali riportate nella Figura 15 seguono un andamento omogeneo con le temperature esterne e si nota come COP e TER rilevati oscillano nell'arco di un range atteso. Anche qui si nota una costante, seppur minima, presenza di carico frigorifero con un indice EER derivato.

Aspetti in via di perfezionamento

La criticità principale che si sta analizzando in questo momento è legata, in primis all'elevata dimensione di sviluppo delle reti, aspetto che ha reso necessario prevedere dei punti di bypass terminali, per garantire che non ci siano degli elevati ritardi di fornitura dell'energia termica o frigorifera alle utenze terminali. La scelta progettuale di adottare dei sistemi di sfioro è in fase di approfondimento: si sta ragionando se inserire al posto dei sistemi di sfioro meccanici dei sistemi pilotati dalla regolazione dei ventilconvettori, in modo da definire un'apertura delle valvole (di sfioro) soltanto in condizioni di sovra alimentazione in termini di pressione, oppure in condizioni di chiusura di un numero importante di valvole terminali a 2 vie dei ventilconvettori stessi.

Conclusioni

I sistemi idronici a portata variabile VFPP rappresentano sicuramente una evoluzione in ambito impiantistico, con un approccio più moderno e attento alla distribuzione del carico termofrigorifero.

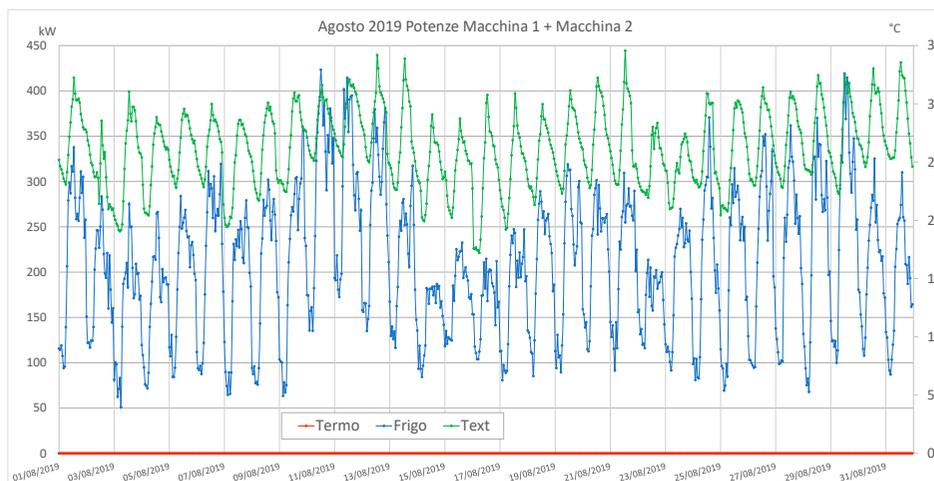


Figura 10 – Andamento della potenza frigorifera richiesta rispetto all'andamento della temperatura esterna

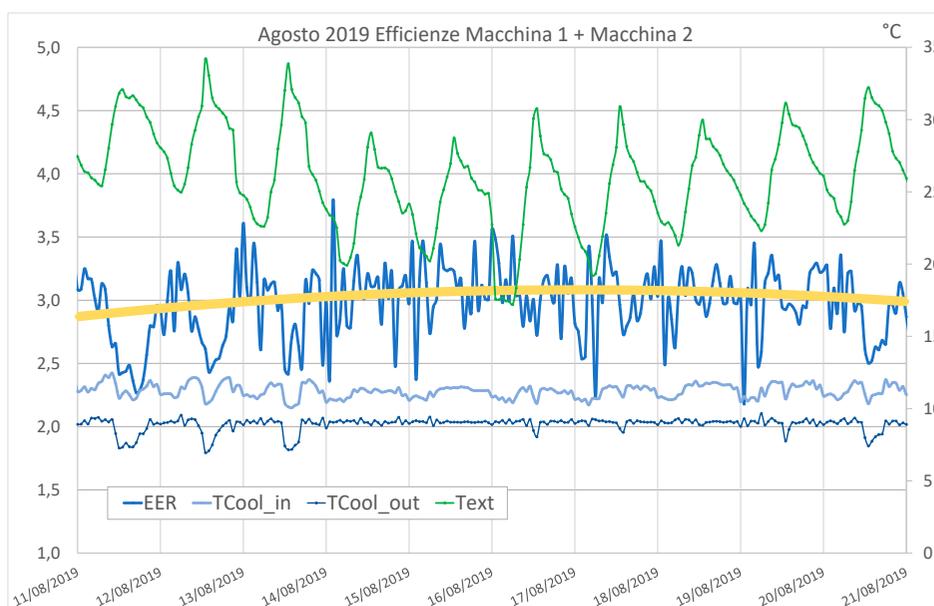


Figura 11 – Andamento dell'efficienza estiva EER di sistema (macchina 1 + macchina 2)

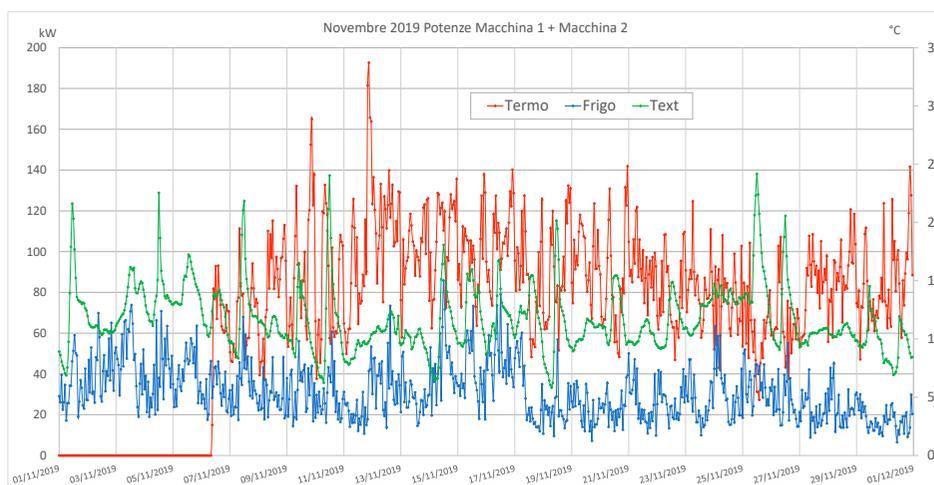


Figura 12 – Potenze termiche frigorifere rese dal sistema polivalente nel mese di novembre

L'esperienza (tutt'ora in corso) ha evidenziato una serie di vantaggi sia in termini di semplificazione impiantistica che di ottimizzazione energetica: tuttavia questi impianti richiedono necessariamente — più che altri — una solida e accurata progettazione iniziale, sia in termini di analisi dei flussi energetici che di distribuzione idronica, in modo

da strutturarli nel modo più bilanciato possibile.

Anche alla luce di quelli che sono i valori emersi dai monitoraggi in oggetto, dal punto di vista generale si conferma la necessità di riconsiderare le procedure di calcolo standard,

affinando la parte estiva, oggi basata ancora su sistemi che utilizzano valori medi; di qui la necessità di ripensare il dimensionamento di picco delle macchine termofrigorifere. La

nostra impiantistica deve necessariamente iniziare a ragionare sempre di più in termini di fabbisogno energetico estivo, e quindi anche i sistemi di produzione dovrebbero essere diversificati per garantire maggiori potenze disponibili in fase estiva,

riducendo le potenze — e quindi gli investimenti — in regime invernale. Inoltre, gli impianti realizzati per le strutture alberghiere come questa, con una occupazione fortemente variabile e che in alcuni periodi diventa estremamente ridotta, meriterebbero un frazionamento più spinto.

Attenzione dovrebbe essere posta anche alla produzione dei fluidi termo vettori a temperature le più adatte per l'uso, con differenziazione di quelle per terminali idronici e per le UTA.

Un ulteriore aspetto che andrebbe assolutamente approfondito e implementato, in quanto strettamente legato alle considerazioni sulla potenza assorbita (a sua volta connessa alla movimentazione dell'acqua), riguarda un'ipotesi di aumento dei salti termici dei circuiti perché, soprattutto in presenza di impianti che producono energia termo — frigorifera a bassa entalpia (ad esempio a 45 °C in inverno e a 7÷8 °C in estate), questi consentirebbero di ridurre la quantità di acqua da veicolare e quindi il consumo energetico.

In ottica di gestione, va sottolineata la decisiva importanza della supervisione e dell'analisi delle prestazioni estesa nel tempo, ossia l'importanza di una gestione reale dei sistemi di monitoraggio energetico: è fondamentale riuscire a convincere l'investitore a ragionare in termini di Opex e non solo Capex, installando i sistemi di monitoraggio e di supervisione necessari per rilevare le prestazioni e attivare anche delle logiche di conduzione dell'impianto che non si basino sulla banale manutenzione dei componenti, ma su un controllo accurato e attento di come l'impianto stesso si comporta e di quali interventi si possono implementare, nel tempo, per una continua ottimizzazione delle efficienze.

Da ultimo, sarà importante sfruttare l'opportunità di ripensare il concetto di efficienza energetica complessiva, adeguandolo alla meteorologia del paese di collocazione dell'edificio, sia nelle zone più a nord dell'Italia e — a maggior ragione — quelle che sono le zone più a sud, considerando che i nostri edifici non sono collocati nel Nord Europa e non necessitano quindi di prestazioni in regime invernale così spinte come quelle che la Normativa sembra voler costantemente portare a percorrere. ■

* *Giovanni Curculacos*, TFE Ingegneria SRL — Socio AiCARR
Gianluca Turchetto, TFE Ingegneria SRL
Luca Zordan, Swegon Italia — Socio e membro del Consiglio Direttivo AiCARR

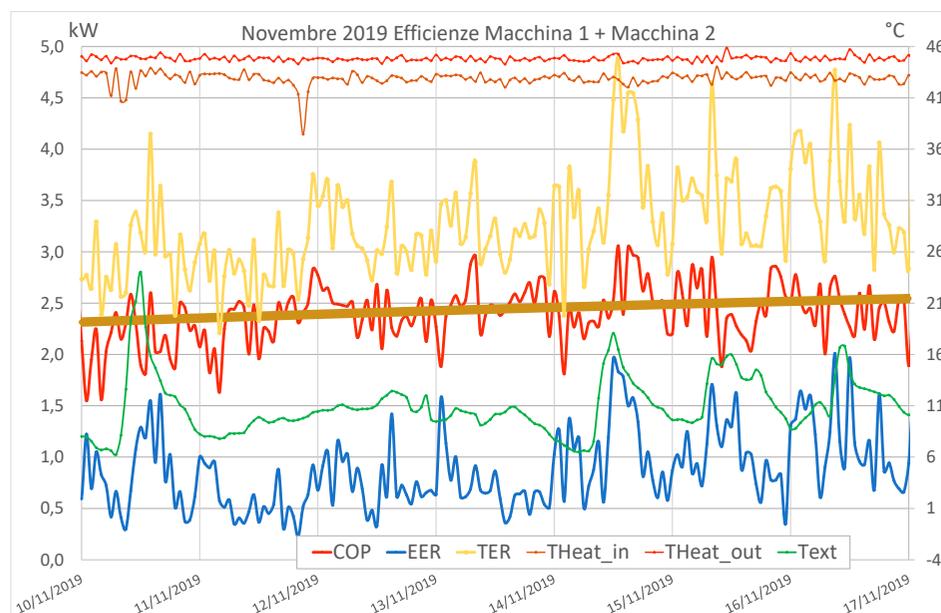


Figura 13 – Focus sui principali indici di efficienza rilevati a novembre, con EER derivato

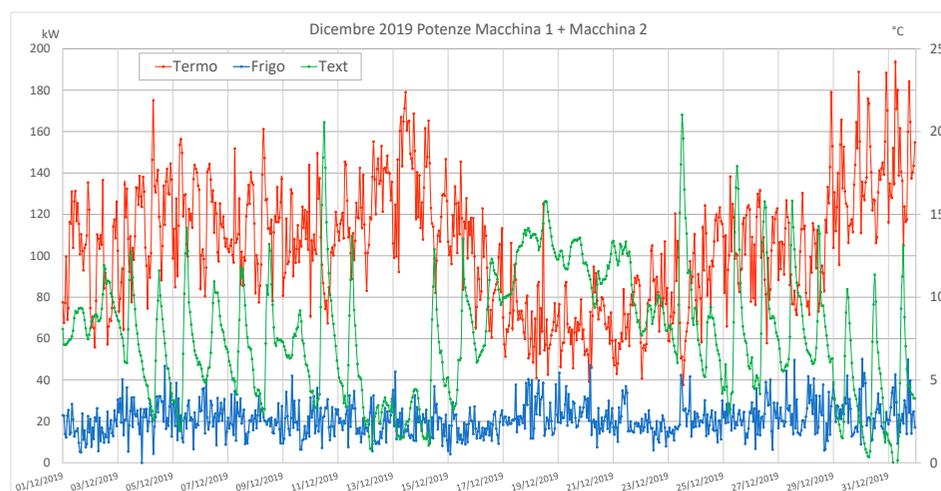


Figura 14 – Andamento delle potenze termiche e frigorifere in funzione della temperatura aria esterna (dicembre)

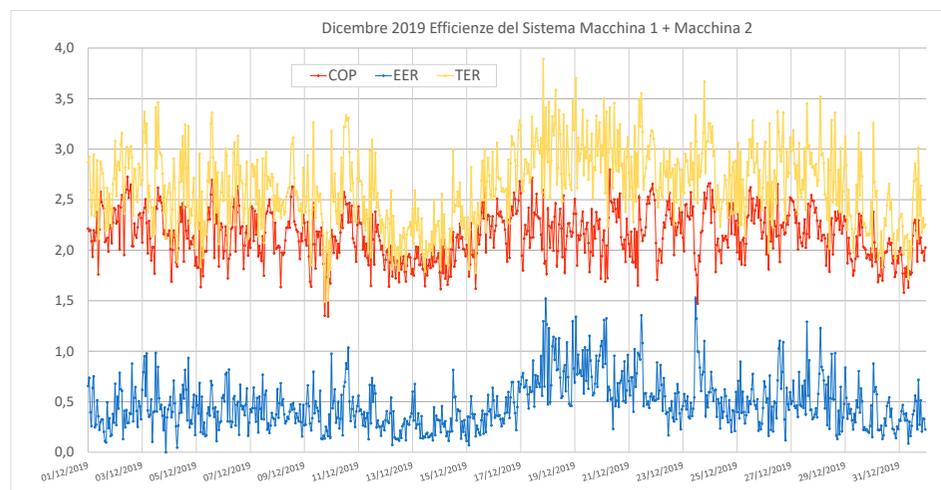


Figura 15 – Andamento degli indici di efficienza energetica rilevati a Dicembre (indice EER derivato)

BIBLIOGRAFIA

- Integrazione di sistema e modulazione della portata d'acqua nelle moderne centrali termofrigorifere – Ing. L. Zordan [2016]