

Manuale e misure per ottimizzare gli impianti di refrigerazione

Grazie a istruzioni di facile comprensione, a validi suggerimenti e utili informazioni, apprenderà ad applicare le principali misure del controllo in 5 fasi e a conoscerne costi e redditività. Potrà stabilire velocemente quali misure di ottimizzazione sono adatte al suo caso. Scoprirà quando è il caso di coinvolgere uno specialista del freddo e saprà collaborare con quest'ultimo in modo competente.



Nel manuale trova le informazioni riguardanti i seguenti temi:

- 02 Informazioni relative agli investimenti e al risparmio
- 03 Misura 1: Pulizia scambiatori di calore
- 07 Misura 2: Ottimizzazione uso calore residuo
- 08 Misura 3: Ottimizzazione sbrinamento elettrico
- 10 Misura 4: Ottimizzazione regolazione punti di raffreddamento
- 11 Misura 5: Ottimizzazione comando ventilatori
- 12 Misura 6: Regolazione impianti di condizionamento
- 14 Misura 7: Impostazione corretta valvola di espansione
- 15 Informazione: Differenze di temperature negli scambiatori di calore

Quanto costa e quali sono i benefici?

Per quanto riguarda l'applicazione delle misure di ottimizzazione, a ogni gestore sorge una prima domanda: quanto costa e quanto posso risparmiare? Affinché Lei, in qualità di responsabile della refrigerazione, possa avere un primo punto di riferimento riguardo alle spese d'investimento, ai possibili risparmi e alla durata di ammortamento, degli esperti hanno valutato i suddetti dati per impianti di tre grandezze diverse:

impianto piccolo = 10 kW freddo
impianto medio = 100 kW freddo
impianto grande = 200 kW freddo

Nota: queste informazioni si riferiscono a un trend medio. A dipendenza della situazione, nella sua impresa potrà ottenere più o meno risparmio, o potrà trovarsi ad affrontare più o meno spese. Di conseguenza, queste indicazioni non sostituiscono una consulenza individuale o un calcolo dei costi e dei benefici da parte di uno specialista.



Misura 1: pulizia dello scambiatore di calore

Col tempo i raffreddatori ad aria e i condensatori lamellari si sporcano. Si forma una pellicola di sporco sullo scambiatore d'aria, che non cessa di espandersi. Ciò rende difficoltoso lo scambio di calore, e porta a un consumo energetico maggiore e a dei costi più alti. Inoltre, nella pellicola di sporco potrebbero accumularsi batteri e spore e, specialmente nel settore delle derrate alimentari, causare seri problemi d'igiene. È raccomandabile prestare particolare attenzione alla pulizia dello scambiatore di calore.

Con quale frequenza si deve pulire lo scambiatore di calore?

È raccomandabile pulire regolarmente tutti gli scambiatori di calore. L'intervallo tra una pulizia e l'altra dipende molto dall'influenza dell'ambiente. Così gli evaporatori della zona di rifornimento in cui arrivano i camion si sporcano velocemente a causa dei gas di scarico dei mezzi di trasporto e della polvere del legno delle palette. Anche la polvere di farina, la terra sull'insalata, i vapori dei grassi, i pelucchi nel caso delle lavanderie, oppure le piume nel caso dei mattatoi possono portare a un alto grado di sporco nei raffreddatori. Al contrario, l'ambiente in un deposito di formaggi è esposto a un basso grado di sporcizia.

Valori indicativi per l'intervallo tra una pulizia e l'altra

- luoghi con molte impurità: 1x all'anno
- ambiente di derrate alimentari esposto a un alto grado di sporco: 1x all'anno
- ambiente di derrate alimentari esposto a un medio grado di sporco: 1x ogni 2 anni
- ambiente di derrate alimentari esposto a un basso grado di sporco: 1x ogni 3 anni

Quadro d'insieme delle diverse possibilità di pulizia per una selezione di scambiatori di calore

Scambiatore di calore	Metodo di pulizia					
	Applicazione/tipo	Superficie	Vapore	Pulizia ad alta pressione (Acqua)	Acqua (canna dell'acqua)	Aria compressa
1. Raffreddatore ad aria (evaporatore)						
con lamelle	umida	sì	sì	fino a 30 cm	no	no
liscio (mobile refrigerante)	umida	a determinate condizioni	no	sì	no	no
2. Condensatore						
all'interno	secca	sì	a determinate condizioni	sì	sì, fino a 30 cm (nuvola di polvere)	sì, fino a 10 cm
all'esterno	secca	sì	sì	fino a 30 cm	sì	sì, fino a 10 cm

Quali metodi di pulizia si sono dimostrati validi?

Vapore ad alta pressione: lo scambiatore di calore (anche quello termico) viene pulito con il vapore a circa 90° C. In questo modo i batteri vengono eliminati ad ampio raggio. Bisogna prestare attenzione a non esporre l'evaporatore troppo a lungo ad alte temperature poiché ciò potrebbe danneggiare il fluido refrigerante.¹

Impianti a CO₂ devono essere puliti soltanto con il metodo del vapore ad alta pressione da specialisti con esperienza.

Idropulitrice ad alta pressione: è possibile effettuare la pulizia con un'idropulitrice ad alta pressione. L'importante è mantenere il getto d'acqua in posizione perpendicolare rispetto all'evaporatore affinché le lamelle non si deformino.¹

Aria compressa: laddove lo sporco non è incollato, conviene utilizzare il metodo della pulizia ad aria compressa. L'importante è che il soffio d'aria venga mantenuto in posizione perpendicolare rispetto all'evaporatore, affinché le lamelle non si deformino. Da notare: quando si opera all'interno l'aria compressa soffia la polvere nel locale. Questo è un problema quando si è in presenza di derrate alimentari.¹

Acqua della rete idrica: Il metodo della pulizia ad acqua della rete idrica (canna dell'acqua) funziona con gli evaporatori umidi che presentano una profondità massima di 30 cm.

Pennello e aspirapolvere: per quanto riguarda i condensatori che presentano una profondità inferiore ai 30 cm, la pulizia (depolverazione) dev'essere effettuata con un pennello e con un aspirapolvere. Questo metodo non è appropriato per i raffreddatori che presentano una superficie umida.

¹ Segua assolutamente con attenzione le direttive del costruttore per quanto riguarda i metodi di pulizia ad alta pressione. Generalmente esse informano sulla distanza minima da rispettare (per esempio 200 mm) a dipendenza della pressione massima, e sull'inclinazione da mantenere (per esempio in posizione verticale rispetto al fascio dei tubi, con una variazione massima di +/- 5° C).



Foto: Sporco su un raffreddatore ad aria, le lamelle si stanno intasando.

Come pulire un evaporatore?

L'aria condensa sull'evaporatore, che rimane sempre un po' umido. Di conseguenza le particelle impure dell'aria vi rimangono incollate. Per la pulizia proceda come segue:

1. Sbrinare l'evaporatore
2. Staccare l'elettricità dall'evaporatore (eseguire senza corrente). Spegnerne il ventilatore e togliere l'elettrovalvola per impedire al raffreddatore di gelare durante il lavoro (il resto dell'impianto frigorifero può rimanere in funzione).
3. Smontare il ventilatore, togliere la bacinella di raccolta
4. Avvolgere l'evaporatore in una pellicola di plastica per proteggere l'ambiente dalla sporcizia.
5. Pulire le lamelle da entrambe le parti (pulizia in controcorrente)
6. Per la pulizia si utilizzi un prodotto leggero, sgrassante e biodegradabile. Deve anche essere compatibile sia con le derrate alimentari sia con il rame e l'alluminio.
7. Pulire la bacinella di raccolta e il sifone, poi rimontare il tutto.
8. Pulire le pale e le griglie, poi rimontarle.
9. Rimettere in funzione l'evaporatore, inserire la elettrovalvola, allacciare l'evaporatore all'elettricità.

⚠ Il momento migliore per pulire i condensatori è dopo il periodo di pollinazione (giugno).

Come pulire un condensatore situato all'esterno

I condensatori situati all'esterno si sporcano con le particelle dell'aria circostante, come polvere, pollini, foglie o gas di scarico. Per la pulizia proceda come segue:

1. Spegnerne il condensatore e il ventilatore e staccare la corrente.
2. Smontare il ventilatore.
3. Pulire dalle due parti le lamelle con il vapore, l'aria compressa o l'idropulitrice (pulizia in controcorrente).
4. Per la pulizia si utilizzi un prodotto leggero, sgrassante e biodegradabile. Deve anche essere compatibile sia con le derrate alimentari sia con il rame e l'alluminio.
5. Pulire il telaio e le griglie.
6. Rimettere in servizio il condensatore e il ventilatore.

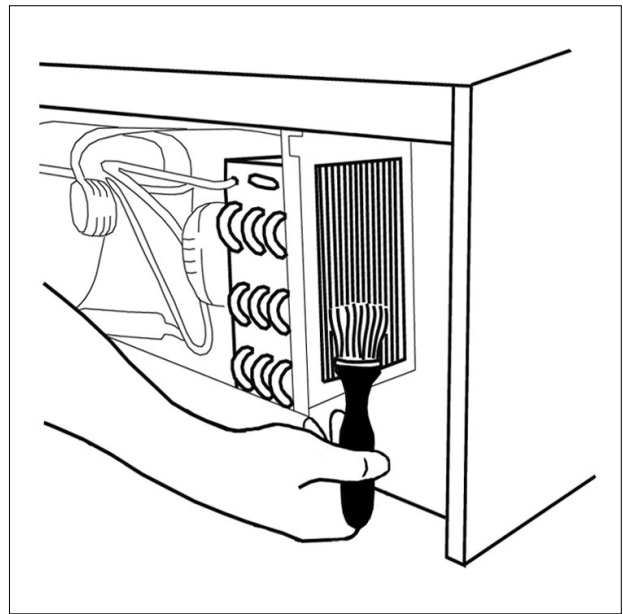



Figura: pulizia di un condensatore con l'utilizzo di un pennello e di un aspirapolvere.

Lamelle deformate – che cosa fare?

Se le lamelle dello scambiatore sono deformate, il flusso d'aria non può più passare nella sua totalità. Il rendimento cala e l'efficienza energetica ne risente. Le deformazioni sono causate da danni meccanici (per esempio il getto d'acqua dell'idropulitrice è stato mantenuto in posizione obliqua rispetto alle lamelle). Se più di un quarto delle lamelle è deformato, è meglio raddrizzarle per migliorare l'efficienza dello scambiatore e dell'impianto di refrigerazione.

Le lamelle deformate possono essere raddrizzate con il cosiddetto pettine per lamelle. Se non si dovesse disporre di un pettine per lamelle e le lamelle dovessero essere molto deformate, è possibile raddrizzarle a mano. Si raddrizzi una lamella alla volta con l'aiuto di una pinza e di un cacciavite. È utile sapere che questo procedimento richiede molto tempo.

- ✔ Le ditte specializzate offrono un servizio di sbrinamento per armadi refrigeranti. Altre ditte sono specializzate nella pulizia professionale di evaporatori, condensatori e raffreddatori a circuito chiuso.

 **Importante:** Richiedere l'intervento di uno specialista per la pulizia delle torri di raffreddamento. La pulizia delle torri di raffreddamento è un lavoro complesso, che richiede la conoscenza della qualità dell'acqua (durezza, dosaggio, inoculazione). Eventuali tentativi autonomi possono rivelarsi costosi. Infatti il deterioramento della torre di raffreddamento a seguito di una manovra errata può costare fino a 100'000 franchi. Si richieda l'intervento di uno specialista che si occupi regolarmente della pulizia delle torri di raffreddamento.

Condensatori degli armadi refrigeranti

Il condensatore degli armadi refrigeranti si sporca con l'aria impura interna, che porta il grasso e la polvere nello scambiatore d'aria. Lo sporco che si trova sul condensatore degli armadi refrigeranti è solitamente asciutto.

1. Svuotare l'apparecchio.
2. Disattivare l'apparecchio. Impianto centrale: spegnere l'interruttore principale.
3. Smontare la griglia o la copertura.
4. Pulire il condensatore a secco.
 - rimuovere la polvere dalle lamelle di raffreddamento e con un aspirapolvere aspirare la polvere.
 - eventualmente spolverare il raffreddatore con l'aria compressa (attenzione: ciò può provocare una nube di polvere).
5. Pulire l'interno del telaio e la griglia, rimontare la griglia.
6. Mettere in servizio l'apparecchio.
7. Rimettere i prodotti all'interno dell'apparecchio.

Pulizia del condensatore degli armadi refrigeranti

L'evaporatore si sporca di polvere, di derrate alimentari, di grasso, di etichette o supporti dei prezzi caduti all'interno dell'apparecchio.

1. Svuotare l'apparecchio.
2. Disattivare l'apparecchio. Impianto centrale: spegnere l'interruttore principale.
3. Smontare il rivestimento in lamiera del fondo/griglie per accedere alla camera di vaporizzazione.
4. Pulire l'evaporatore con l'acqua e una spugna. Rimuovere le etichette e le etichette dei prezzi incollate sull'evaporatore.
5. Pulire con acqua calda la vaschetta di raccolta dell'acqua proveniente dallo sbrinamento e lo scolo dell'acqua (se presente).
6. Pulire l'interno del telaio e la griglia, poi rimontare il rivestimento in lamiera del fondo.
7. Rimettere in servizio il mobile refrigerato.
8. Rimettere i prodotti nel mobile refrigerato.

Ogni due anni si dovrebbe smontare la parete posteriore per pulire il condotto di aerazione.

Quanto costa e a cosa porta?

Grandezza dell'impianto	piccolo	medio	grande
Pulizia per ogni raffreddatore (CHF)	800	2400	3800
Numero di raffreddatori (Pezzo)	2	12	20
Risparmio di energia (CH/anno)	200	1500	2200
Ammortamento (anni)	4	<2	<2

Misura 2: ottimizzazione dello sfruttamento del calore residuo

Se si sfrutta il calore residuo dell'impianto di refrigerazione, si contribuisce a ridurre i costi energetici per il riscaldamento dell'edificio, dell'acqua calda o del calore di processo. Affinché ciò sia redditizio, l'impianto di refrigerazione e le utenze del calore residuo devono funzionare simultaneamente. Spesso, in pratica, ciò non avviene: il calore residuo non è sfruttato in maniera ottimale o genera costi indesiderati.

Funzionamento a temperature più basse possibili

Più bassa è la temperatura del calore residuo, migliore è il rendimento dell'installazione. Per questo si verifichi la temperatura richiesta dal ricettore di calore residuo e si abbassi la temperatura al minimo. Si avanzi con precauzione fino al punto ottimale: si abbassi la temperatura di condensazione di 1°C, si aspetti qualche giorno tenendo in osservazione le applicazioni e i locali esposti. Si ripeta l'operazione finché non giungano dei reclami, o fin a quando non si riescano più a contenere le temperature per le applicazioni e i locali esposti. A questo punto si alzi la temperatura di 1°C (un passo indietro).

Nei periodi in cui non c'è la necessità di sfruttare il calore residuo, non alzare le temperature di condensazione più del necessario.

Si accerti che la temperatura di condensazione venga alzata manualmente soltanto se il calore residuo può essere sfruttato al 100%. Nei periodi in cui questo calore non viene sfruttato, ma evacuato verso l'esterno, l'impianto di refrigerazione non deve funzionare a una temperatura di condensazione superiore al necessario.

⚠ Se l'impianto di refrigerazione deve funzionare a una temperatura di condensazione più elevata per sfruttare il calore residuo, ne consegue un consumo supplementare di energia del 2,5% per ogni grado in più. Il calore residuo, in questo caso, non è gratuito. Accanto alle spese di ammortamento dell'investimento, appaiono anche i costi supplementari energetici del funzionamento.

ⓘ Suggerimento supplementare. Prenda in considerazione l'installazione di un sistema di sfruttamento del calore residuo.

Se il calore residuo del suo impianto di refrigerazione non viene sfruttato, è raccomandabile prendere in considerazione l'installazione di un sistema di recupero del calore residuo. Il presupposto fondamentale è la necessità di calore nelle immediate vicinanze dell'impianto – sia per riscaldamento, sia per la produzione di acqua calda o per il preriscaldamento (nel caso di macellerie, cucine industriali), per il riscaldamento delle rampe, per il calore di processo (lavanderie) o per altri utilizzi. Se avesse necessità di calore, proceda come segue:

1. Esami quali fonti di calore sono a disposizione nell'azienda (impianti di refrigerazione, installazioni ad aria compressa, calore di processo proveniente da forni, processi di fusione,...).
2. Determini quali fonti di calore forniscono calore nel periodo in cui ce n'è bisogno e quali rispettano meglio le esigenze di temperatura richieste da queste fonti.
3. Per questa variante richieda un preventivo per un'installazione e un calcolo della redditività (costi/benefici) dello sfruttamento del calore residuo.

Misura 3: ottimizzare lo sbrinamento elettrico

Se l'impianto di refrigerazione sbrina troppo spesso, si consuma inutilmente elettricità. Se l'impianto, invece, sbrina troppo raramente, l'evaporatore (raffreddatore) si copre di ghiaccio, la trasmissione di calore peggiora e l'impianto diviene inefficiente. Grazie a una corretta regolazione del processo di sbrinamento, o all'apporto di un dispositivo di sbrinamento che si mette in funzione a seconda della richiesta, il consumo energetico per lo sbrinamento diminuisce fino al 50%.

Regola generale: l'impianto di refrigerazione non dovrebbe sbrinarsi più di 2 volte al giorno. Potrebbe però essere che i locali con un tasso di umidità elevato (per esempio rampe di scarico in estate) necessitino di sbrinare più spesso.

✔ Il termostato di sbrinamento non fa scattare il processo di sbrinamento, ma misura la temperatura durante lo sbrinamento e segnala il momento in cui l'evaporatore è privo di ghiaccio.

i Sbrinamento con l'aria di circolazione nei locali con una temperatura superiore a 4°C

Non è necessario uno sbrinamento elettrico nei locali con una temperatura superiore a 4°C – lo sbrinamento può essere effettuato con l'aria di circolazione. Disconnetta dalla rete la resistenza elettrica riscaldante, affinché durante lo sbrinamento funzioni soltanto il ventilatore, e l'evaporatore sia sbrinato dall'aria di circolazione.

i In caso di sostituzione, esaminare diverse alternative

Se è prevista una sostituzione del dispositivo di sbrinamento, esamina le soluzioni alternative, come il glicole riscaldato dal calore residuo o lo sbrinamento con gas caldi.

La sonda di sbrinamento si trova al posto giusto?

Se intorno alla sonda c'è del ghiaccio, malgrado si trovi in una zona senza gelo, significa che si trova nel posto sbagliato. La sonda segnala troppo presto che l'evaporatore è sbrinato. Per questo dovrebbe trovarsi in un posto ghiacciato (di norma in una zona di iniezione) e va spostata a seconda delle esigenze. Soltanto in questo modo si può essere certi che l'evaporatore è completamente privo di ghiaccio dopo lo sbrinamento, e può quindi funzionare in maniera efficiente.




Figura: evaporatore ghiacciato. L'aria attraversa soltanto una parte della superficie.

Regolazione corretta del termostato di sbrinamento

L'obiettivo è quello di trovare la temperatura di sbrinamento minima, in cui dopo lo sbrinamento non ci sia più ghiaccio sull'evaporatore. Proceda come segue:

1. In caso di ghiaccio sull'evaporatore, avviare lo sbrinamento. Non appena il ghiaccio si è sciolto per intero, misuri la temperatura a livello delle lamelle.
2. Configurare la temperatura misurata come nuova temperatura di sbrinamento al termostato. Se tale temperatura non viene raggiunta nel tempo prestabilito (per esempio 45 minuti), il processo di sbrinamento viene terminato.
3. Introduca il tempo di sgocciolamento (per esempio 5 minuti).
4. Fissare il tempo di congelamento in modo che il ventilatore si rimetta in funzione quando la temperatura superficiale dell'evaporatore sia di -2°C (altrimenti l'acqua non sgocciolata che si trova ancora tra le lamelle verrà nebulizzata all'interno del locale).
5. Il raffreddamento si rimette in funzione.

 **Suggerimento per gli investimenti**
È il caso di sostituire il dispositivo di sbrinamento?

Alcuni vecchi sistemi attivano lo sbrinamento dopo un tempo ben definito, sia che ci sia effettivamente la richiesta, sia che non ci sia. Se prevede di sostituire il dispositivo di sbrinamento, prenda in considerazione il montaggio di un comando che sbrina soltanto in caso di necessità.

Variante A: Contatore del tempo di funzionamento dell'evaporatore

Il dispositivo conteggia il tempo di funzionamento dell'evaporatore e attiva lo sbrinamento soltanto dopo un certo tempo.

Variante B: sbrinamento a richiesta

Il dispositivo misura e analizza la pressione del sistema e le temperature. I valori misurati permettono di determinare se l'evaporatore è ghiacciato, e attivare lo sbrinamento.

Grandezza dell'impianto	piccola	media	grande
Investimento aggiuntivo A/B (CHF)	2000	10'000	15'000
Risparmio di energia (CHF/anno)	500	3000	4800
Ammortamento (anni)	4	3,5	3

Misura 4: ottimizzazione regolazione punti di raffreddamento


Il compressore monostadio si mette in funzione e si spegne più di 6 volte all'ora? A causa di un'accensione o spegnimento continui, diversi punti di raffreddamento di minore importanza generano l'accensione o lo spegnimento involontari del compressore? Questo funzionamento cadenzato riduce la durata di vita del compressore e l'efficienza energetica dell'impianto.

Prevedere un dispositivo di blocco

Verifichi il comando per capire se il suo impianto funziona in modo cadenzato (se si spegne e accende più di 6 volte all'ora). Finché non c'è un carico minimo, i singoli punti di raffreddamento di minore importanza non dovrebbero avere la possibilità di attivare l'impianto frigorifero.

Trasformando il comando nel vano elettrico, può regolare la potenza in modo tale che il compressore si metta in funzione soltanto in caso di carico ideale.

Grandezza dell'impianto	piccola	media	grande
Punti di raffreddamento (unità)	2	5	**
Investimento per punto freddo (CHF)	800	1200	**
Risparmio energetico (CHF/anno)	150	950	**
Ammortamento (anni)	5	1,5	**


 Nel caso di impianti regolati da un convertitore di frequenza, la regolazione dei punti freddi non è più una priorità, siccome l'impianto si adegua automaticamente alle necessità.

** Misura non sensata per grandi impianti.

Montaggio della regolazione di frequenza per l'accensione.

Se è prevista la sostituzione del sistema di regolazione, esamini la possibilità di montare un sistema di regolazione di frequenza per l'accensione. Esso assicura che il compressore non si possa accendere più di 6 volte all'ora. In questo modo si mantiene la qualità del compressore, si riducono le onerose punte di consumo di corrente e il rendimento è più efficiente.

Grandezza dell'impianto	piccola	media	grande
Punti di raffreddamento (unità)	2	5	**
Investimento (CHF)	800	1200	**
Risparmio energetico (CHF/anno)	150	950	**
Ammortamento (anni)	5	1,5	**

 **Suggerimento per gli investimenti.** In caso di sostituzione del compressore: scegliere un modello con convertitore di frequenza

Se è prevista la sostituzione del compressore, prenda in considerazione il montaggio di un compressore con un convertitore di frequenza (CF) integrato. All'acquisto è sicuramente più costoso di un compressore tradizionale. Però, grazie al convertitore di frequenza, la potenza del compressore si adegua alla richiesta effettiva, previene basse temperature di evaporazione e il rendimento dell'impianto aumenta fino al 15%. Nel caso di impianti con diversi compressori, è sufficiente che uno solo sia munito di un convertitore di frequenza.

Grandezza dell'impianto	piccola	media	grande
Costi aggiuntivi (CHF)	2000	3500	3500
Risparmio energetico (CHF/anno)	500	4000	5300
Ammortamento (anni)	4	1	<1

Ulteriori benefici

Il funzionamento con un convertitore di frequenza fino a 60 Hz permette di scegliere un compressore più piccolo.

Misura 5: ottimizzazione del comando dei ventilatori

I ventilatori dei raffreddatori a circuito chiuso consumano dall'8 al 15% (in casi estremi fino al 30%) di elettricità di tutto l'impianto di refrigerazione. Al contempo le basse temperature di condensazione e di raffreddamento a circuito chiuso sono un presupposto per il funzionamento efficiente dell'impianto, poiché per ogni grado di temperatura di condensazione o di raffreddamento a circuito chiuso in meno, si risparmia il 2,5% di energia.

Ottimizzare il punto di accensione dei ventilatori dei condensatori.

Verifichi l'ordine di accensione dei ventilatori dei condensatori. Il ventilatore accanto all'allacciamento (ventilatore 1: per l'entrata e l'uscita del fluido frigorifero, rispettivamente dello scambiatore di calore) deve venire acceso per primo e spento per ultimo. L'ultimo ventilatore (n) viene spento per primo, e acceso per ultimo. È sulla base delle ore di funzionamento dei ventilatori che si può riconoscere se sono regolati in maniera giusta.



Mirare a basse temperature di condensazione e di raffreddamento a circuito chiuso.

Si accerti che ogni condensatore e ogni raffreddatore a circuito chiuso aspiri aria fresca. Il posto ideale per il blocco dello scambiatore di calore è un metro sopra il pavimento. Inoltre, non dovrebbe venire aspirata aria riscaldata da un altro scambiatore di calore (cortocircuito). Se così fosse, provveda a montare una protezione in lamiera, oppure a spostare il blocco dello scambiatore di calore.

i Suggerimento per gli investimenti.
Controllo dei ventilatori a comando elettronico (EC)

Se è il caso di sostituire un ventilatore, scelga un motore altamente efficiente (IE 3). Nella pratica, i ventilatori EC (electronically commutated motor) si sono dimostrati validi. Si distinguono per la gestione parsimoniosa dell'energia e la loro notevole regolabilità. Grazie a un sistema elettronico di comando integrato, i motori EC possono adattare in continuo, la loro velocità di rotazione alle esigenze di potenza. Funzionano a rendimento elevato anche nelle zone di carico parziale. È per questo che, nel caso di potenza identica, consumano nettamente meno energia rispetto ai comandi a corrente alternativa (AC).

Se è prevista la sostituzione di un vecchio ventilatore, chiedi un'offerta anche per la variante con un motore EC.

Misura 6: regolazione degli impianti di condizionamento

Gli specialisti implicati nei progetti degli impianti di condizionamento sono tanti e con diverse qualifiche. Architettura, riscaldamento, ventilazione, come anche illuminazione, ombreggiamento e regolazione (MCR – misura/comando/regolazione) influenzano il fabbisogno di freddo e la progettazione degli impianti di refrigerazione. Nel caso di una collaborazione di così tante discipline diverse, è probabile che non tutte le interfacce trovino una soluzione ottimale. Oppure che nel caso di cambiamenti progettuali i parametri non vengano aggiornati. Quindi, nell'ambito dell'ottimizzazione degli impianti di refrigerazione, vale la pena includere la regolazione degli impianti di condizionamento.

Controllo del valore di rilascio dell'impianto di condizionamento

Nel caso il valore di rilascio dell'impianto di condizionamento sia regolato a un livello troppo basso, l'impianto di refrigerazione si mette in funzione anche se non c'è realmente la richiesta. Siccome non esiste un giusto valore di rilascio per un impianto, avanzi prudentemente fino al punto ottimale. Proceda come segue:

1. Durante la stagione più calda (estate) alzi il valore di rilascio di 0,5°C.
2. Aspetti qualche giorno (caldo) e osservi i locali più esposti (sale informatiche, uffici che sono rivolti verso sud) prestando attenzione agli eventuali reclami degli utenti.
3. Ripeta questa operazione, finché i reclami cessino, oppure finché le temperature in questi locali esposti non possono più essere contenute.
4. A questo punto riduca il valore di rilascio di 0,5°C (un passo indietro).

Questo procedimento iterativo le permetterà di trovare il valore di rilascio ottimale.

Controllo del punto di transizione del raffreddamento libero (Free-Cooling).

Determini il migliore punto di transizione per passare dal raffreddamento libero al raffreddamento meccanico. Proceda come indicato al punto 1. Alzi il punto di transizione poco per volta e osservi le reazioni.

Evitare un riscaldamento e un raffreddamento simultaneo

La situazione ideale è quella in cui un locale non viene simultaneamente riscaldato e raffreddato. Con un dispositivo di blocco si può evitare la situazione di riscaldamento e raffreddamento simultaneo. Esso dovrebbe disporre di una costante di tempo o di una isteresi che permetta di prevenire una commutazione troppo corta (oscillazione).

Il dispositivo di blocco può essere realizzato dal sistema di controllo o attraverso un relé di commutazione. In caso di mancanza di un dispositivo di blocco, verifichi se un fornitore specialista in MCR può installarlo a posteriori.

Controllo valori teorici e funzione delle temperature dell'acqua fredda.

Nel caso di temperature esterne elevate, l'impianto di condizionamento (refrigerante a soffitto, pannello refrigerante, raffreddatori, ...) richiede una potenza superiore, quindi delle temperature di acqua fredda più basse. Nel caso di temperature esterne meno elevate, si può utilizzare una temperatura di acqua fredda più alta. La regolazione della temperatura di acqua fredda in rapporto alla temperatura esterna presente viene detta «rapporto alla temperatura esterna». Questo rapporto permette di fare funzionare la macchina frigorifera con una temperatura di acqua fredda più elevata possibile. Nel caso di temperature di acqua fredda elevate, la macchina frigorifera funziona in maniera più efficiente e più economica.


Regoli la curva di raffreddamento del regolatore, affinché essa si adatti automaticamente alle diverse temperature esterne sia in inverno, sia in estate. In questo modo la temperatura di acqua fredda fornita dalla macchina frigorifera corrisponde esattamente alla temperatura richiesta dal sistema di diffusione (plafone raffreddante, pannello refrigerante, attivazione dei componenti eccetera).

Raffreddamento libero («naturale»)

Il raffreddamento libero («Free cooling») il raffreddamento senza l'intervento di una macchina frigorifera.

Sistema indiretto: l'acqua fredda viene raffreddata dall'aria esterna per mezzo di un sistema di raffreddamento a circuito chiuso. Nel caso di temperature esterne basse, la temperatura di acqua fredda è talmente bassa da cedere l'energia frigorifera direttamente al circuito di acqua fredda tramite uno scambiatore di calore. La macchina frigorifera non è più necessaria.

Sistema diretto: durante la notte l'aria fresca esterna entra nel locale (ventilazione, finestre aperte, ...). Grazie all'inerzia termica dello stabile, si può evitare l'operazione di raffreddamento durante il giorno.

 Nel limite del possibile bisogna evitare di alzare la temperatura di acqua fredda a posteriori (per esempio da 6 a 8°C): ciò, infatti, «annienta» l'energia. È meglio regolare la temperatura di acqua fredda della macchina frigorifera direttamente sul valore superiore (8°C).

Misura 7: regolazione corretta della valvola di espansione

Generalmente si monta la valvola di espansione con dei valori di fabbrica, che nella maggioranza dei casi non vengono adattati all'impianto. È molto probabile che i valori di surriscaldamento siano regolati per un funzionamento senza rischi, cioè a una temperatura di surriscaldamento eccessiva, e non per un funzionamento ottimizzato in rapporto all'installazione. Vale dunque la pena che uno specialista regoli correttamente questi valori.

Valvola di espansione elettronica

Nel caso di una valvola di espansione elettronica (VEE) è possibile regolare in maniera semplice e precisa il surriscaldamento a livello del regolatore. Chieda a uno specialista di regolare il surriscaldamento a livello della valvola di espansione su 4–5 K.

Grandezza dell'impianto	piccola	media	grande
Numero VEE (unità)	2	12	20
Investimento (CHF)	400	1200	2000
Risparmio energetico (CHF/anno)	200	1900	2600
Ammortamento (anni)	2	<1	<1

Valvola di espansione termostatica

La regolazione di una valvola d'espansione termostatica (VET) richiede molto tempo: lo specialista del freddo deve attendere 15 minuti dopo ogni cambiamento, finché il processo torni a essere stabile. Siccome soltanto pochi proprietari di impianti sono disposti a remunerare questo tempo, di solito l'impianto è regolato per funzionare in tutta sicurezza. Chieda a un esperto di regolare il surriscaldamento a livello della valvola d'espansione su 6–7 K.

Grandezza dell'impianto	piccola	media	grande
Numero VET (unità)	2	12	20
Investimento (CHF)	800	4800	8000
Risparmio energetico (CHF/anno)	200	1900	2600
Ammortamento (anni)	4	2,5	3

⚠ Se la condensazione è stata ottimizzata in modo che la temperatura minima di condensazione si trova tra 15° C e 30° C, la valvola di espansione termostatica non può più compiere la sua funzione di regolazione. Un indicatore per questo fatto è che il condotto di iniezione non ghiaccia più in maniera regolare. In questo caso bisogna sostituire la valvola di espansione termostatica con una elettronica. Soltanto la valvola di espansione elettronica permette di ottenere i vantaggi energetici di una condensazione a basse temperature.

📌 **Suggerimento per gli investimenti:**
Sostituire una valvola di espansione termostatica con una valvola di espansione elettronica.

Se prevede di sostituire la valvola di espansione termostatica, oppure se la condensazione è stata ottimizzata in modo che la temperatura di condensazione è inferiore a 30° C, prenda in considerazione il rimpiazzo con un modello elettronico.

Grandezza dell'impianto	piccola	media	grande
Numero VEE (unità)	2	12	20
Costi aggiuntivi (CHF)	3000	14'000	20'000
Risparmio energetico (CHF/anno)	400	3700	5300
Ammortamento (anni)	7	<4	<4

Sui siti internet di diversi fornitori troverà dei calcolatori che le permettono di regolare correttamente la sua valvola di espansione.

Informazione: scambiatori di calore e differenze di temperatura

A quali differenze di temperatura si raggiunge uno scambio ottimale di energia, senza che il consumo ulteriore di energia da parte dei gruppi ausiliari come le pompe e i ventilatori pesi sul bilancio, mentre i costi di investimento rimangano contenuti? A titolo indicativo si può fare riferimento alle seguenti differenze di temperatura per gli scambiatori di calore più comuni. (Fonte: VDMA 24247-8)

1. Evaporatore (raffreddatore)

1.1 Raffreddatore ad aria	Differenza di temperatura $dt = t_{\text{aria}} (\text{entrata evaporatore}) - t_o (\text{temperatura di evaporazione})$			
	Scambiatore di calore	Metodo di lavoro	dt autorizzato	dt da raggiungere
	lamellare	a secco	☒ 10K ¹	☒ 7K ²
	lamellare	a immersione	☒ 8K	☒ 5K

1 con valvola di espansione termostatica 2 con valvola di espansione elettronica

1.2 Raffreddatore a liquidi	Differenza di temperatura $dt = t_{\text{fluido frigorifero}} (\text{uscita evaporatore}) - t_o (\text{temperatura di evaporazione})$			
	Scambiatore di calore	Metodo di lavoro	dt autorizzato	dt da raggiungere
	a piastre	a secco	☒ 6K	☒ 2 bis 4K
	a fascio tubiero	a secco o a immersione	☒ 5K	☒ 3K

2. Condensatore

2.1 Secco	Differenza di temperatura $dt = t_{\text{aria}} (\text{entrata condensatore}) - t_c (\text{temperatura di condensazione})$			
	Scambiatore di calore	Metodo di lavoro	dt autorizzato	dt da raggiungere
	lamellare	a secco	☒ 13K	☒ 8K

2.2 Raffreddato a liquidi	Differenza di temperatura $dt = t_{\text{termovettore}} (\text{uscita condensatore}) - t_c (\text{temperatura di condensazione})$			
	Scambiatore di calore	Metodo di lavoro	dt autorizzato	dt da raggiungere
	a piastre	raffreddato a liquido	☒ 5K	☒ 1 bis 2K
	a fascio tubiero	raffreddato a liquido		☒ 2K

3. Raffreddatore a circuito chiuso

3.1 Lamellare	Differenza di temperatura $dt = t_{\text{aria}} (\text{entrata raffreddatore}) - t_{\text{termovettore}} (\text{uscita raffreddatore})$			
	Scambiatore di calore	Metodo di lavoro	dt autorizzato	dt da raggiungere
	lamellare	a secco	☒ 8K	☒ 6K

3.2 Raffreddatore a circuito	Differenza di temp. $dt = t_{\text{termovettore}} (\text{entrata raffreddatore a circuito chiuso}) - \text{temp. del bulbo umido}$			
	Scambiatore di calore	Metodo di lavoro	dt autorizzato	dt da raggiungere
	lbrido	a secco e umido	☒ 10K	☒ 6 bis 8K

Può trovare ulteriori informazioni sulla campagna efficienza per il freddo sul sito www.freddoefficiente.ch

La campagna efficienza per il freddo mostra agli operatori degli impianti di refrigerazione e agli specialisti del freddo come ottimizzare i loro impianti di refrigerazione esistenti e come pianificare e realizzare in modo sostenibile nuovi sistemi. Al contempo la campagna sensibilizza gli installatori e i progettisti degli impianti di refrigerazione sul tema dell'efficienza energetica e rinforza le loro competenze in tale ambito.

La campagna è un progetto di partenariato tra l'Associazione svizzera del freddo ASF e l'Ufficio federale dell'energia UFE. Inoltre il progetto beneficia di un supporto finanziario e tecnico di numerosi partner:

Sponsor Oro



Sponsor Argento



Sponsor Bronzo



Nell'ambito della campagna efficienza per il freddo esistono diverse documentazioni e informazioni per gli operatori degli impianti di refrigerazione. Tutte le informazioni sono a disposizione gratuitamente sul sito www.freddoefficiente.ch

SvizzeraEnergia
Ufficio federale dell'energia UFE
Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen
Indirizzo postale: CH-3003 Berna

Infoline 0848 444 444
infoline.svizzeraenergia.ch

svizzeraenergia.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch
ch.linkedin.com/company/energieschweiz