Ottimizzazione degli impianti di refrigerazione misure e potenzialità

Manuale completo per personale del settore del freddo



svizzeraenergia

Introduzione

Importanza

La lista delle misure tecniche d'ottimizzazione degli impianti di refrigerazione esistenti è un inventario delle possibili misure da adottare per una gestione razionale dell'energia. Questo manuale intende essere un documento di base e non ha «carattere direttivo», si tratta piuttosto di un compendio delle misure di ottimizzazione destinato al personale specializzato.

Il manuale parte dai difetti o problemi degli impianti di refrigerazione ed elenca le misure corrispondenti da prendere in vista della loro riparazione (ottimizzazione). Questo approccio metodologico comporta che alcune misure siano menzionate più volte e la lista sia, di conseguenza, molto vasta in quanto un difetto e la misura corrispondente possono comparire in punti diversi.

Pubblico di riferimento

La lista di misure si rivolge al personale specializzato in impianti di refrigerazione che opera nel servizio assistenza e che desidera farsi un'idea generale sulle possibili misure di ottimizzazione. Il manuale serve anche come opera di consultazione per il personale specializzato dei gestori responsabili del funzionamento e della manutenzione degli impianti di refrigerazione.

Poiché molte misure interessano il circuito frigorifero, è indispensabile che il personale specializzato disponga di un'autorizzazione speciale per l'uso dei prodotti refrigeranti.

Risparmio potenziale e costi

Per permettere una valutazione sommaria delle misure, è stato assegnato a ogni misura un risparmio potenziale e relativi costi per la messa in opera. Queste informazioni sono stime approssimative. I valori reali possono divergere da queste cifre a seconda del tipo di impianto. In ogni caso è raccomandabile analizzare i risparmi e i costi specifici in funzione dell'oggetto e stabilire un rapporto costi/benefici.

Risparmio potenziale

●○○○ = basso
●●○○ = medio
●●●○ = alto
●●●● = molto alto

Costi per la messa in opera

Poiché i costi per l'eliminazione dei difetti dipendono, fra l'altro, dalle dimensioni dell'impianto di refrigerazione, sono stati stimati i costi per impianti di tre diverse dimensioni (fino a 15 kW, fra 15 e 80 kW e superiori a 80 kW).

■□□ = meno di 1000.–
■■□ = 1000 e 5000.–
■■■ = oltre 5000.–

Rispettare la concezione specifica dell'oggetto

L'oggetto dell'ottimizzazione è un impianto di refrigerazione esistente il quale era stato progettato a regola d'arte e i singoli componenti (per es. scambiatori di calore) erano stati dimensionati in maniera specifica per quell'oggetto dal progettista. L'ottimizzazione deve tenere in considerazione la concezione originaria. A tale proposito devono essere consultati i valori originari contenuti nella documentazione di progettazione dell'impianto. Questi servono come base per valutare se sussistono difetti o dimensionati.

Esempio: differenza di temperatura (ΔT) in uno scambiatore di calore lamellare modello a immersione

Differenza di temperatura misurata: 8 K
Valore teorico della differenza di temperatura secondo il dimensionamento: 5 K

Valori di riferimento per la differenza di temperatura (ΔT) su il dimensionamento a pieno carico (secondo VDMA):
- molto buono: ΔT inferiore a 3 K
- accettabile: ΔT fra 3 K e 8 K
- scarso: ΔT superiore a 8 K

I valori di riferimento sono riportati come informazione supplementare con lo scopo di semplificare la valutazione dei valori di dimensionamento.

La differenza di temperatura misurata di 8 K è, nell'esempio, chiaramente superiore al valore di dimensionamento di 5 K. Con l'ottimizzazione è possibile riportare la differenza di temperatura nell'intervallo dei 5 K. Tuttavia, a causa del dimensionamento originario, non è possibile raggiungere valori di trasmissione molto buoni. Se si desiderano valori migliori (per es. inferiori a 3 K) è necessario sostituire lo scambiatore di calore. Dovrà essere valutato ogni singolo caso per stabilire se tale investimento è conveniente.

Simboli, Abbreviazioni

T	temperatura (°C)
ΔT	differenza di temperatura
K	Kelvin
°C	gradi Celsius
VE	valvola d'espansione termostatica
VEE	valvola di espansione elettronica
CF	convertitore di frequenza
VDMA 24247	scheda di standardizzazione parte 8 dell'Associazione tedesca di costruttori di macchine e impianti per scegliere il giusto scambiatore di calore
SIA 382-1	norma SIA: Impianti di climatizzazione – Basi generali ed esigenze
IE3	classe di efficienza dei motori elettrici si basa sul regolamento UE sulla progettazione ecocompatibile dei motori. Dal 2017 in Svizzera tutti i motori fra 0.75 kW e 375 kW devono corrispondere almeno alla classe di efficienza premium IE3.

ⓘ Informazioni supplementari sulla misura

Indice

06 1. Uso del freddo con evaporazione diretta
06 1.1 Celle frigorifere e di surgelazione
09 1.2 Banchi frigo e congelatori
12 1.3 Impianti con evaporatore raffreddato ad aria (modalità di funzionamento a secco)
14 1.4 Impianti con evaporatore raffreddato ad aria (modalità di funzionamento per immersione)
15 1.5 Freddo di processo

16 2. Utilizzo del freddo con fluido di raffreddamento
16 2.1 Raffreddatore ad aria
17 2.2 Impianti con raffreddatore del fluido (scambiatore di calore a placche)
18 2.3 Impianti con raffreddatore del fluido (scambiatore di calore a fascio tubiero)
19 2.4 Climatizzazione
21 2.5 Accumulatore di freddo
22 2.6 Rete di trasporto del freddo

25 3. Sbrinamento
25 3.1 Sbrinamento

27 4. Circuito frigorifero
27 4.1 Compressore
27 4.2 Valvola di espansione
28 4.3 Fluido refrigerante
29 4.4 Condotte e rubinetteria
30 4.5 Comando del compressore

31 5. Cessione di calore con impianti di raffreddamento a condensazione diretta
31 5.1 Dissipazione del calore tramite condensatore raffreddato ad aria
33 5.2 Uso del calore

34 6. Cessione di calore con impianti di raffreddamento con fluido trasportante calore
34 6.1 Condensazione con scambiatore di calore a placche
35 6.2 Condensazione con scambiatore di calore a fascio tubiero
36 6.3 Rete di trasporto del calore
37 6.4 Uso del calore residuo
38 6.5 Dissipazione del calore tramite raffreddatore a secco
39 6.6 Dissipazione del calore tramite raffreddatore ibrido

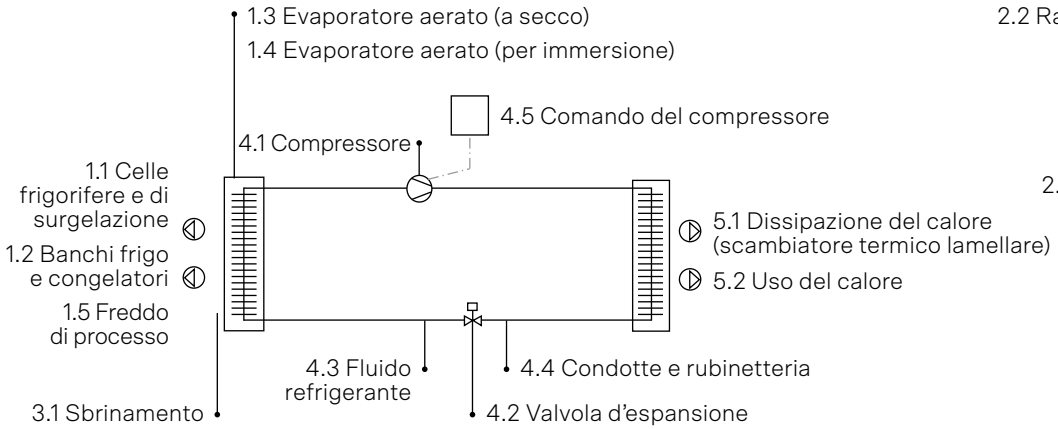
41 7. Free-Cooling
41 7.1 Free-Cooling (raffreddamento libero)

42 8. Regolazione e comandi
42 8.1 Regolazione sovraordinata
42 8.2 Strumentazione

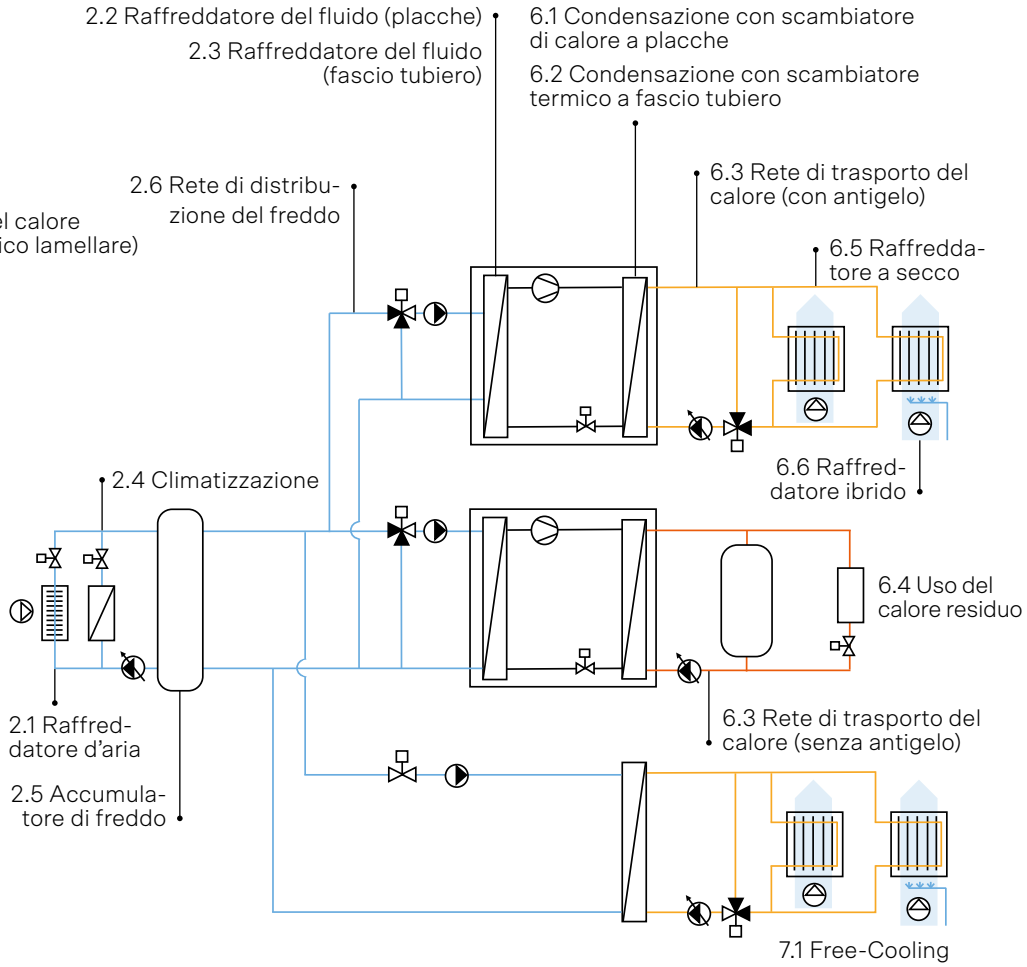
43 9. Varie
43 9.1 Utensili e materiale
43 9.2 Manutenzione ordinaria e straordinaria

Panoramica dei sistemi

Impianto di raffreddamento con evaporazione diretta e condensazione diretta



Impianto di raffreddamento con trasporto del freddo e del calore



Colore dei fluidi

- Fluido refrigerante
- Fluido di raffreddamento
- Fluido termovettore
- Fluido termovettore con antigelo

Elenco di possibili errori e misure

1. Uso del freddo con impianto a evaporazione diretta

1.1 Celle frigorifere e di surgelazione

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Porte non ermetiche					
→ Rendere stagne le porte.	●●○○	■□□	■■□	■■□	
→ L'apertura delle porte è più grande del necessario.	●●○○	■■■	■■■	■■■	
Assenza di un collegamento carico/scarico isolante per camion					
→ Installare il collegamento per i camion (investimento).	●●●○	■■■	■■■	■■■	
Si depositano prodotti caldi					
→ Lasciare raffreddare a temperatura ambiente le merci il più possibile prima di depositarle.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
Uso errato della cella frigorifera					
→ Prescrivere e rispettare i limiti d'impilamento affinché l'aria fredda possa circolare. Riempimento corretto della cella frigorifera (la merce non deve essere impilata troppo stretta o troppo in alto) l'evaporatore risp. il raffreddatore dell'aria devono essere collocati e orientati in modo tale da sfruttare l'effetto Coanda. ⓘ Applicare delle marcature affinché l'aria possa circolare correttamente. ⓘ Non bloccare l'immissione o l'estrazione dell'aria con delle merci.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
Apporto di calore non voluto					
→ Spegnere l'illuminazione (montare dei rilevatori di movimento). ⓘ Osservate le norme, in particolare i requisiti per l'illuminazione d'emergenza.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
→ Sostituire l'illuminazione presente (lampade) con una più efficiente (per esempio luci a LED).	●●○○	■□□	■□□	■□□	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Celle frigorifere inutilizzate					
→ Spegnere le celle frigorifero inutilizzate.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
Celle di surgelazione inutilizzate (costruzione massiccia)					
→ Alzare a –5 °C la temperatura teorica dei locali di surgelazione a costruzione massiccia non utilizzati. ⓘ In caso d'arresto completo delle celle di surgelazione (costruzione massiccia), esiste il rischio che l'acqua ghiacciata rimasta nell'involucro si scongeli, si accumuli nella parte bassa e geli nuovamente al momento della rimessa in servizio, sollevando il suolo. ⓘ Le celle di surgelazione (modello cella in cella), invece, possono essere completamente spente.	●●○○	■□□	■□□	■□□	Celle frigo e di congelazione 7 suggerimenti per il risparmio energetico
Porte aperte					
→ Informazione e formazione del personale. ⓘ Spesso il personale lascia le porte aperte per comodità. Talvolta le porte vengono lasciate aperte anche per paura: il personale teme di ritrovarsi intrappolato nelle camere di refrigerazione e surgelazione e di non poter più uscire.	●●●○	■■□	■■□	■■□	Celle frigo e di congelazione 7 suggerimenti per il risparmio energetico
→ Montare una parete deflettrice per l'aria, barriere d'aria sulla porta, tende a bande verticali o porte battenti. ⓘ Anche l'azionamento delle pareti deflettrici o delle barriere d'aria sulla porta richiede energia. Il calore necessario (aria) può, anche in questo caso, provenire eventualmente dall'utilizzo del calore (residuo). Le barriere d'aria sono, spesso, più convenienti (in quanto non necessitano di canalizzazione per l'aria e il montaggio è più semplice). Inoltre sono più confortevoli.	●●●○	■■■	■■■	■■■	
→ Installare un allarme che scatti se la porta rimane aperta oltre un certo periodo.	●●●○	■■□	■■□	■■□	
→ Installare un tasto che spenga automaticamente la ventilazione all'apertura della porta e la riaccenda dopo un tempo prestabilito dalla chiusura della porta.	●●●○	■□□	■□□	■□□	
Il locale è eccessivamente raffreddato					
→ Chiarire quale temperatura di raffreddamento è richiesta dalla merce e adattarla all'effettivo fabbisogno. ⓘ Al cambio di utilizzo, spesso, viene lasciato il vecchio valore teorico (più basso), la temperatura non viene adeguata al nuovo fabbisogno. ⓘ Fissare i limiti dei valori mirati affinché l'utente non possa abbassare il valore teorico.	●●○○	■□□	■□□	■□□	Celle frigo e di congelazione 7 suggerimenti per il risparmio energetico
→ Controllare il posizionamento del sensore di temperatura e se i locali sono grandi utilizzare più sensori.	●●○○	■□□	■□□	■□□	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Disposizione sfavorevole del locale					
→ Cella frigorifera accanto a un locale caldo (riscaldamento): in occasione della prossima ristrutturazione spostare la cella frigorifero (investimento)	●●●○	■■■	■■■	■■■	
→ Celle frigorifero sparse nell'edificio: in occasione della prossima ristrutturazione collocare le celle frigorifero una accanto all'altra (investimento)	●●●○	■■■	■■■	■■■	
→ Dotare le celle di surgelazione di chiuse, portelli refrigerati. Oppure installare pareti deflettrici risp. barriere d'aria sulla porta (investimento).	●●●○	■■■	■■■	■■■	
Cattivo isolamento della cella frigorifero					
→ Ottimizzare l'isolamento termico del locale/dell'edificio (investimento) ⓘ La presenza ripetuta di muffe può essere indicatrice di ponti termici.	●●●○	■■■	■■■	■■■	
Muffe nella cella frigorifero La formazione di muffe è problematica da un punto di vista igienico. Se l'impianto di raffreddamento è sovradimensionato, si avranno corte durate di funzionamento. Un impianto correttamente dimensionato è in funzione dalle 12 alle 18 ore al giorno. Installare un contatore delle ore d'esercizio e controllare la durata di funzionamento dell'impianto.					
→ Verificare che la ventilazione agisca in tutto il locale e che non ci siano punti «morti». In caso contrario riposizionare le vetrine.	●●●○	■■■	■■■	■■■	
Uno dei consumatori è nettamente meno efficiente rispetto a tutti gli altri					
→ Eliminare, sostituire o ottimizzare il consumatore meno efficiente, quello che richiede la temperatura di evaporazione più bassa.	●●○○	■■□	■■□	■■□	
Il termostato della cella frigorifero è collocato in un punto sbagliato					
→ Collocare il termostato in un punto dove la misurazione sia rappresentativa (cioè non direttamente sul soffiaggio o vicino alla porta). Verificare che il valore impostato corrisponda alla temperatura ambiente.	●●●○	■□□	■□□	■□□	

1.2 Banchi frigo e congelatori (mobili, vetrine, banchi)

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Apparecchi pronti da collegare: condensatore sporco					
→ Pulire il condensatore (rimuovere la polvere e lo sporco).	●●●○	■□□	■□□		Manuale e misure per ottimizzare gli impianti di refrigerazione
Porte non ermetiche					
→ Rendere stagne le porte.	●○○○	■□□	■■□		
→ Riparare il meccanismo di chiusura.	●○○○	■□□	■□□		
Le porte rimangono spesso aperte					
→ Informazione e formazione del personale.	●●○○	■□□	■□□		Armadi frigo e di congelazione 7 suggerimenti per il risparmio energetico
→ Installare un allarme che invia una segnalazione acustica se la porta rimane aperta oltre un certo periodo. ⓘ Intervento possibile in teoria, ma in pratica costoso e soggetto a errori.	●●●○	■■□	■■□		
Sono depositati prodotti caldi					
→ Disporre solo merci raffreddate nei mobili frigorifero. ⓘ I banchi frigo non sono pensati per raffreddare ma per mantenere la temperatura. ⓘ Trasportare la merce all'interno di box isolanti o borse frigorifero e non carrelli aperti.	●●○○	■■□	■■□		
→ La merce che non deve essere raffreddata non va riposta nel banco frigo. ⓘ Molti prodotti, come per esempio la carne secca confezionata in atmosfera protettiva, non devono essere raffreddati in negozio. Il produttore provvede, comunque, a etichettare il prodotto con la relativa temperatura di conservazione.	●●○○	■■■	■■■		Armadi frigo e di congelazione 7 suggerimenti per il risparmio energetico
Carico non corretto degli apparecchi (i prodotti sono impilati troppo vicini e troppo in alto)					
→ Prescrivere e rispettare i limiti d'impilamento affinché l'aria fredda possa circolare. ⓘ Applicare le marcature affinché il personale riconosca facilmente lo spazio utile.	●●○○	■□□	■□□		Armadi frigo e di congelazione 7 suggerimenti per il risparmio energetico

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Formazione di neve, funzionamento continuo dell'apparecchio o mancato raggiungimento della temperatura					
→ Apporto di calore non voluto 1: Regolare le serrande del sistema d'aereazione (aerazione dell'edificio) in modo che non sia soffiata aria (calda) nell'impianto di refrigerazione. Controllo con test di fumo. ⓘ Nella maggior parte dei casi le bocchette dell'aria sono correttamente regolate al momento del collaudo finale dell'impianto di refrigerazione. Spesso, però, il controllo dopo 1 o 2 anni rileva che la direzione è stata modificata e dall'impianto di aerazione viene ora soffiata solo aria (calda) direttamente nei banchi frigo e nei congelatori. Molti gestori non sono consapevoli delle conseguenze.	●●●●	■■□		■■□	
→ Apporto di calore non voluto 2: Aria dei «banchi di refrigerazione» fuoriesce e fluisce in altri settori refrigerati. Installare l'apparecchio (mobile) di refrigerazione (per esempio durante le promozioni) in modo che l'aria calda di scarico non soffi sugli impianti di refrigerazione. ⓘ Segnalare la direzione del soffio dell'aria calda con una freccia ben visibile affinché il cliente possa prestarvi attenzione al momento del posizionamento stagionale.	●●●○	■□□		■□□	Armadi frigo e di congelazione 7 suggerimenti per il risparmio energetico
→ Apporto di calore non voluto 3: Riscaldamento dovuto all'illuminazione Evitare di illuminare localmente l'apparecchio frigorifero o sostituire le lampadine alogene con dei LED.	●●○○	■■□		■■□	
Apparecchi di refrigerazione riempiti male					
→ Spegnere gli apparecchi frigoriferi non utilizzati.	●●●○	■□□		■□□	
Barriere d'aria delle vetrine danneggiate					
→ Evitare la circolazione d'aria attraverso il magazzino con una porta a chiusura rapida in quanto la corrente d'aria danneggia la barriera d'aria delle vetrine facendovi così entrare aria calda.	●●○○	■■■		■■■	
L'apparecchio frigorifero è «aperto» anche quando non è utilizzato					
→ Coprire gli apparecchi durante la notte. ⓘ Se le coperture devono essere chiuse dal personale, questo può comportare problemi d'accettazione (mancanza di tempo per ricoprire i mobili).	●●●○	■■□		■■□	Armadi frigo e di congelazione 7 suggerimenti per il risparmio energetico
→ Coprire gli apparecchi durante il fine settimana e nei giorni festivi. ⓘ Coprire sempre gli apparecchi al di fuori degli orari di apertura e adattare i valori impostati della generazione del freddo al carico (fortemente) ridotto (aumentare di conseguenza la temperatura di evaporazione).	●●●●	■■□		■■■	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
→ Se possibile, togliere la merce (di norma prodotti freschi) dalle vetrine per la vendita e depositarla nella cella frigorifero al di fuori degli orari di apertura e spegnere le vetrine.	●●●●	■■	■■■		
→ Installare un coperchio sui banchi di congelamento. ⓘ I coperchi scorrevoli in vetro dovrebbero essere la norma oggi. Queste coperture riducono il numero di sbrinamenti riducendo così il consumo di energia.	●●●●	■■	■■■		
→ Installare un coperchio sui banchi di raffreddamento.	●●●●	■■	■■■		Dotare il banco di congelamento plus di sportelli di vetro
→ Installare sportelli o coperture avvolgibili sulle vetrine refrigeranti. ⓘ Sportelli in vetro isolante che chiudono le vetrine refrigeranti riducono il fabbisogno di freddo fino al 45%. Di conseguenza le dimensioni dell'impianto possono essere ridotte a condizione che anche la temperatura di evaporazione possa essere innalzata. Ciò è relativamente semplice: basta prevedere un secondo valore teorico per l'esercizio notturno e accoppiarlo all'illuminazione del locale. Non appena la sera la luce si spegne, l'impianto passa alla modalità notturna.	●●●●	■■	■■■		Dotare il banco di congelamento plus di sportelli di vetro
L'apparecchio è eccessivamente raffreddato					
→ Chiarire quale temperatura di raffreddamento è richiesta dalla merce e adattarla all'effettivo fabbisogno. Al cambio di utilizzo, spesso, viene mantenuto il vecchio valore (basso) e vi è un inutile consumo di energia. ⓘ È possibile richiedere al fornitore le tabelle con le temperature di raffreddamento.	●●●●	■■■	■■■		Armadi frigo e di congelazione 7 suggerimenti per il risparmio energetico
→ Controllare la posizione del sensore della temperatura teorica dell'apparecchio. Il sensore è stato collocato secondo la documentazione del costruttore ed è in grado di rilevare correttamente la temperatura?	●●●●	■■■	■■■		Armadi frigo e di congelazione 7 suggerimenti per il risparmio energetico
Isolamento insufficiente dell'apparecchio pronto da collegare					
→ Sostituire l'apparecchio.	●●●●	■■	■■■		

1.3 Impianti con evaporatore aerato a lamelle con modalità di funzionamento a secco

Differenza di temperatura della trasmissione di calore conforme a VDMA 24247-8, pagina 13

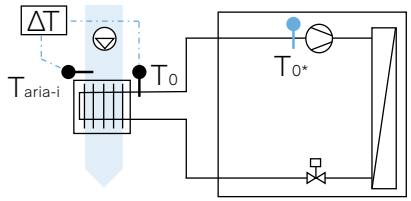
$\Delta T = T_{aria\text{-}i} - T_0$

$T_{aria\text{-}i}$ = temperatura dell'aria ingresso evaporatore
T_0 = temperatura di evaporazione del fluido refrigerante all'uscita dell'evaporatore

T_{0*} se la temperatura di evaporazione viene misurata all'ingresso del compressore (T_{0*}), ΔT può essere 1–2 K più alto.

Valore di riferimento ΔT per nuovi impianti a pieno carico con VE molto buono = ΔT inferiore a 8 K
con VEE molto buono = ΔT inferiore a 5 K

Importante: La differenza di temperatura non deve essere confusa con la temperatura di surriscaldamento impostata sul posto ($\Delta T_{surriscaldamento}$).



Manuale e misure per ottimizzare gli impianti di refrigerazione

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Sugli impianti dotati di valvola d'espansione termostatica VE la trasmissione di calore è carente e può essere ottimizzata. Cercare il valore teorico della differenza di temperatura (ΔT) del dimensionamento originario e confrontarlo con la differenza di temperatura attuale. In caso di scostamento:					
→ Pulire l'evaporatore.	●●○○	■□□	■■□	■■□	
→ Impostare correttamente il surriscaldamento adattando il «Segnale minimo stabile» SMS del surriscaldamento. ⓘ Spesso le VE non sono impostate correttamente perché la loro regolazione richiede molto tempo.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
→ Controllare il dimensionamento della VE e, se questo non è corretto, sostituirla con una nuova.	●●○○	■□□	■■□	■■□	
→ Verificare la posizione del sensore e, se questo misura nel punto sbagliato, collocarlo correttamente.	●●○○	■■□	■■□	■■□	
→ Controllare che le condizioni d'esercizio (alimentazione, ecc.) non siano variate e impostare il surriscaldamento secondo le esigenze attuali.	●●○○	■□□	■□□	■□□	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Sugli impianti dotati di valvola d'espansione termostatica VE la trasmissione di calore è carente a causa del dimensionamento originario. Lo scambiatore di calore, originariamente, era stato concepito per una differenza di temperatura teorica nettamente sopra i 10 K (valore di riferimento per un impianto nuovo molto buono).					
→ Verificare se conviene sostituire l'evaporatore (investimento).	●●○○	■■■	■■■	■■■	
Sugli impianti dotati di valvola d'espansione elettronica VEE la trasmissione di calore è carente e può essere ottimizzata. Cercare il valore teorico della differenza di temperatura (T) secondo il dimensionamento originario e confrontarlo con la differenza di temperatura attuale. In caso di scostamento:					
→ Pulire l'evaporatore.	●●○○	■□□	■■□	■■□	
→ Impostare correttamente il surriscaldamento. Con un proprio manometro allineare e calibrare i valori del trasduttore di pressione e del sensore del gas aspirato. L'esperienza dimostra che, spesso, i trasduttori di pressione sono utilizzati senza controllare i valori. ⓘ Spesso si suppone che con le VEE l'ottimizzazione della temperatura sia automatica. Ciò è vero però solo con le VEE che hanno una modalità di funzionamento additivo. L'esperienza pratica dimostra che, spesso, il montatore del sistema refrigerante non sceglie questa modalità di funzionamento additivo e, di conseguenza, non vi è un'ottimizzazione automatica dell'impianto.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
→ Verificare la posizione del sensore e, se questo misura nel punto sbagliato, collocarlo correttamente.	●●○○	■■□	■■□	■■□	
→ Errori (nella misurazione del valore) del trasduttore di misurazione della pressione: controllare il trasduttore di misurazione della pressione. ⓘ Controllare e calibrare una volta all'anno il trasduttore di pressione.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
Sugli impianti dotati di valvola d'espansione elettronica VEE la trasmissione di calore è carente a causa del dimensionamento originario. Lo scambiatore di calore, originariamente, era stato concepito per una differenza di temperatura teorica nettamente sopra i 7 K (valore di riferimento per un impianto nuovo molto buono).					
→ Verificare se conviene sostituire l'evaporatore (investimento).	●●○○	■■■	■■■	■■■	Manuale e misure per ottimizzare gli impianti di refrigerazione

1.4 Impianti con evaporatore aerato a lamelle con modalità di funzionamento per immersione

Differenze di temperatura della trasmissione di calore conforme a VDMA 24247-8, pagina 14

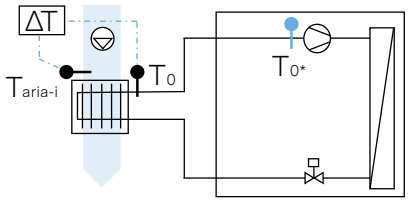
$\Delta T = T_{aria\text{-}i} - T_0$

$T_{aria\text{-}i}$ = temperatura dell'aria ingresso evaporatore
T_0 = temperatura di evaporazione del fluido refrigerante all'uscita dell'evaporatore

T_{0*} se la temperatura di evaporazione viene misurata all'ingresso del compressore (T_{0*}), T può essere 1–2 K più alta.

Valori di riferimento per impianto nuovo a pieno carico	molto buono	ΔT inferiore a 3 K
	accettabile	ΔT fra 3 K e 8 K
	scarso	ΔT superiore a 8 K

Importante: la differenza di temperatura non deve essere confusa con la temperatura di surriscaldamento impostata sul posto ($\Delta T_{surriscaldamento}$).



Manuale e misure per ottimizzare gli impianti di refrigerazione

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
La trasmissione di calore è carente e può essere ottimizzata Cercare il valore teorico della differenza di temperatura (ΔT) secondoil dimensionamento originario e confrontarlo con la differenza di temperatura attuale. In caso di scostamento:					
→ Pulire l'evaporatore.	●●○○	■□□	■■□	■■□	
La trasmissione di calore è carente a causa del dimensionamento originario Lo scambiatore di calore, originariamente, era stato concepito per una differenza di temperatura teorica nettamente sopra i 3 K (valore di riferimento per un impianto nuovo molto buono).					
→ Verificare se conviene sostituire l'evaporatore (investimento).	●●○○	■■■	■■■	■■■	
→ Controllare che le condizioni d'esercizio (alimentazione, ecc.) non siano variate e impostare il surriscaldamento secondo le esigenze attuali.	●●○○	■□□	■□□	■□□	

1.5 Freddo di processo

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Si depositano prodotti caldi					
→ Raffreddare i prodotti a temperatura ambiente prima della loro refrigerazione. ⓘ Ripensare i processi e prevedere una refrigerazione per fasi. Negli impianti di piccole dimensioni questa versione è piuttosto cara. Negli impianti più grandi questa soluzione può essere economicamente interessante. ⓘ Fanno eccezione quegli alimenti che devono essere raffreddati il più velocemente possibile per rispettare le norme igieniche.	●●●○	■■□	■■■	■■■	
La temperatura ambiente è troppo bassa per l'utilizzo					
→ Chiarire le esigenze.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
Uno dei consumatori è nettamente meno efficiente rispetto a tutti gli altri					
→ Eliminare, sostituire o ottimizzare il consumatore meno efficiente, quello che presenta le temperature di evaporazione o dell'acqua fredda più basse.	●●○○	■■□	■■□	■■□	

2. Utilizzo del freddo in impianti con fluido di raffreddamento

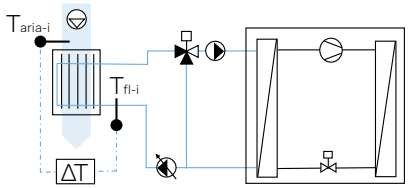
2.1 Raffreddatore ad aria con scambiatore lamellare

Differenze di temperatura della trasmissione di calore conforme a VDMA 24247-8, pagina 15

$\Delta T = T_{aria\text{-}i} - T_{fl\text{-}i}$

$T_{aria\text{-}i}$ = temperatura dell'aria all'ingresso del raffreddatore
$T_{fl\text{-}i}$ = temperatura del fluido di raffreddamento all'ingresso del raffreddatore d'aria

Valori di riferimento ΔT per impianti nuovi a pieno carico	molto buono	ΔT inferiore a 7 K
	accettabile	ΔT fra 7 K e 10 K
	scarso	ΔT superiore a 10 K



Manuale e misure per ottimizzare gli impianti di refrigerazione

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
La trasmissione di calore è carente e può essere ottimizzata. Cercare il valore teorico della differenza di temperatura (ΔT) secondo il dimensionamento originario e confrontarlo con la differenza di temperatura attuale. In caso di scostamento:					
→ Pulire il raffreddatore.	●●○○	■■□	■■□	■■■	
La trasmissione di calore è carente a causa del dimensionamento originario Lo scambiatore di calore, originariamente, era stato concepito per una differenza di temperatura teorica nettamente sopra i 7 K (valore di riferimento per un impianto nuovo molto buono).					
→ Verificare se conviene sostituire il raffreddatore (investimento).	●●○○	■■■	■■■	■■■	
Il ventilatore è in cattivo stato					
→ Pulire, lubrificare le pale.	●●○○	■■□	■■□	■■□	
→ Controllare il cuscinetto (motore, ruota delle pale): sostituire il ventilatore.	●●○○	■■□	■■□	■■□	
Alimentazione d'aria con un tubo tessile: raffreddatore d'aria ghiacciato					
→ Pulire (lavare) il tubo tessile.	●●○○	■□□	■■□	■■□	
→ Sostituire il ventilatore con un modello più potente.	●●○○	■■□	■■□	■■■	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Calo di temperatura nel locale (formazione di muffe nella cella frigorifero)					
→ Posizionamento inadeguato del raffreddatore d'aria nel locale che provoca un circolo d'aria non omogeneo nello spazio: montare un raffreddatore supplementare.	●●○○	■■□	■■■	■■■	
→ L'aria non è abbastanza deumidificata.	●○○○	■□□	■■□	■■□	
→ Potenza di raffreddamento scarsa: montare un raffreddatore supplementare.	●○○○	■■□	■■□	■■■	

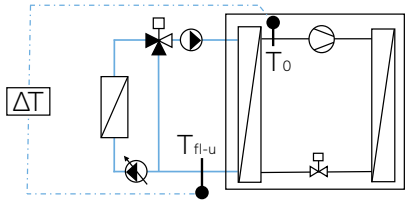
2.2 Impianti con raffreddatore del fluido e scambiatore di calore a placche

Differenze di temperatura della trasmissione di calore conforme a VDMA 24247-8, pagina 16

$\Delta T = T_{fl-u} - T_0$

T_{fl-u} = temperatura del fluido di raffreddamento all'uscita dell'evaporatore
T_0 = temperatura di evaporazione del fluido refrigerante all'uscita dell'evaporatore

Valori di riferimento ΔT per impianti nuovi a pieno carico		
	molto buono	ΔT inferiore a 2 K
	accettabile	ΔT fra 2 K e 6 K
	scarso	ΔT superiore a 6 K



Manuale e misure per ottimizzare gli impianti di refrigerazione

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
La trasmissione di calore è carente e può essere ottimizzata Cercare il valore teorico della differenza di temperatura (ΔT) secondo il dimensionamento originario e confrontarlo con la differenza di temperatura attuale. In caso di scostamento:					
→ Pulire il raffreddatore, modelli avvitati: aprire e pulire meccanicamente.	●●○○	■■□	■■□	■■■	
La trasmissione di calore è carente a causa del dimensionamento originario Lo scambiatore di calore, originariamente, era stato concepito per una differenza di temperatura teorica nettamente sopra i 2 K (valore di riferimento per un impianto nuovo molto buono).					
→ Verificare se conviene sostituire il raffreddatore (investimento).	●●○○	■■■	■■■	■■■	

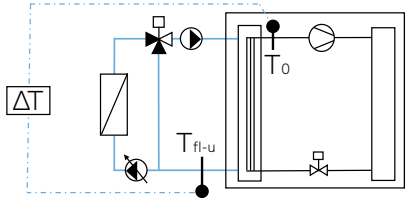
2.3 Impianti con raffreddatore del fluido e scambiatore di calore a fascio tubiero

Differenze di temperatura della trasmissione di calore conforme a VDMA 24247-8, pagina 18

$\Delta T = T_{fl-u} - T_0$

T_{fl-u} = temperatura del fluido di raffreddamento all'uscita dell'evaporatore
T_0 = temperatura di evaporazione del fluido refrigerante all'uscita dell'evaporatore

Valori di riferimento ΔT per impianti nuovi a pieno carico		
	molto buono	ΔT inferiore a 3 K
	accettabile	ΔT fra 3 K e 5 K
	cattivo	ΔT superiore a 5 K



Manuale e misure per ottimizzare gli impianti di refrigerazione

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
La trasmissione di calore è carente e può essere ottimizzata Cercare il valore teorico della differenza di temperatura (ΔT) il dimensionamento originario e confrontarlo con la differenza di temperatura attuale. In caso di scostamento:					
→ Pulire il raffreddatore – modelli avvitati: aprire e pulire meccanicamente – modelli saldati: pulire chimicamente	●●○○	■■□	■■□	■■■	
La trasmissione di calore è carente a causa del dimensionamento originario Lo scambiatore di calore, originariamente, era stato concepito per una differenza di temperatura teorica nettamente sopra i 3 K (valore di riferimento per un impianto nuovo molto buono).					
→ Verificare se conviene sostituire l'evaporatore (investimento).	●●○○	■■■	■■■	■■■	
→ Verificare la possibilità di sostituzione con uno scambiatore a placche.	●●○○	■■□	■■■	■■■	

2.4 Climatizzazione

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Consumatori non necessari in funzione					
→ Controllare i consumatori, spegnere quelli che non servono.	●●○○	■■□	■■□	■■■	
Aria troppo secca nel locale					
→ L'aria è troppo deumidificata. Verificare i valori teorici dell'acqua fredda ⓘ Osservare i valori di riferimento SIA per un'aerazione confortevole.	●●○○	■■□	■■□	■■■	vedere anche Sintesi SIA 382-1 di Svizzera Energia
L'impianto in funzione non è adattato all'effettivo fabbisogno					
→ Verificare il fabbisogno in caso di basse temperature esterne, reimpostare il limite di raffreddamento.	●●○○	■■□	■■□	■■■	
→ Cambiamento dei valori teorici, vale a dire cambiamento per le diverse modalità di funzionamento (estate/inverno).	●●○○	■■□	■■□	■■■	
→ Ridurre il fabbisogno di freddo dell'impianto di refrigerazione tramite raffreddamento adiabatico (depuratori d'aria), vale a dire il valore teorico di igrometria viene allineato in base alla temperatura esterna.	●●○○	■■□	■■□	■■■	
L'impianto di raffreddamento è acceso al di fuori degli orari di utilizzo (in funzione inutilmente)					
→ Adattare l'orario di funzionamento dell'impianto di refrigerazione alle esigenze dei consumatori (impostare correttamente il timer differenziando fra giorno/notte; giorni feriali/fine settimana; giorni festivi).	●●○○	■■□	■■□	■■■	
Uno dei consumatori è nettamente meno efficiente rispetto a tutti gli altri. Identificare il consumatore più inefficiente che richiede la temperatura di evaporazione più bassa e capire perché la temperatura di evaporazione è così bassa e se è possibile alzarla.					
→ Ottimizzare il consumatore in modo tale da aumentare la temperatura.	●●○○	■■□	■■□	■■■	
→ Se ciò non è possibile, verificare la possibilità di una sostituzione (investimento).	●●○○	■■□	■■□	■■■	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Cattivo funzionamento del comando/della regolazione					
→ Verificare valori teorici/funzioni teoriche, adattare eventualmente al fabbisogno effettivo (nessuna miscela). Configurare la regolazione in maniera da evitare, durante i momenti di transizione, che riscaldamento e refrigerazione funzionino contemporaneamente.	●●●●	■□□	■□□	■□□	
→ Controllare che il comando «sblocco impianto di refrigerazione» sia impostato correttamente. Se lo sblocco avviene a temperature esterne troppo basse, impostare una «temperatura di accensione» più alta.	●●●●	■□□	■□□	■□□	
→ Verificare la gestione dell'accumulatore e il funzionamento idraulico – Coordinamento con riscaldamento, aerazione	●●○○	■□□	■□□	■□□	
→ Verificare il comportamento dinamico della regolazione. ⓘ Durante quasi ogni intervento per problemi di temperatura, il tecnico procede modificando inutilmente le impostazioni causando così uno «squilibrio» al sistema.	●●○○	■□□	■□□	■■□	
Ridurre al minimo i flussi di massa					
→ Misurare lo scarto di temperatura sul consumatore, se possibile aumentare, cioè: >6K. ⓘ Sovente in contraddizione con un cattivo scambio termico. In presenza di coperture refrigeranti controllare l'eventuale formazione di condensa (per es. se l'aria calda esterna entra nel locale).	●●○○	■□□	■□□	■■□	
→ Servire i consumatori con flusso di massa variabile riducendo così le quantità d'acqua. ⓘ Sovente in contraddizione con un cattivo scambio termico. In presenza di coperture refrigeranti controllare l'eventuale formazione di condensa.	●●○○	■■□	■■□	■■□	
→ Esaminare le «miscele», eventualmente aumentare la temperatura dell'evaporatore (efficienza, coefficiente di performance). ⓘ Valutare un impianto separato per quegli utilizzi che necessitano una temperatura più bassa.	●●●●	■□□	■□□	■□□	
→ Verificare l'efficienza risp. il coefficiente di performance. ⓘ vedere anche SIA 382-1.	●●●○	■□□	■■□	■■□	vedere anche Sintesi SIA 382-1 di Svizzera Energia
Riscaldamento e raffreddamento contemporaneo					
→ Regolare il sistema di gestione tecnica dell'edificio o, se è inesistente, assicurare un sistema di blocco reciproco tale da evitare il funzionamento contemporaneo del riscaldamento e del raffreddamento.	●●●●	■□□	■■□	■■■	

2.5 Accumulatore di freddo

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Alternanza					
→ Verificare i comandi dell'accumulatore e impostare correttamente.	●○○	■□□	■■■	■■■	
→ Ridurre la potenza frigorifera tramite un convertitore di frequenza e ridurre, così, al minimo i cicli di funzionamento.	●○○	■■□	■■■	■■■	
→ L'accensione e lo spegnimento frequente (cicli) dell'evaporatore indicano che l'accumulatore di freddo è troppo piccolo. Se possibile, installare accumulatori più grandi.	●○○	■■■	■■■	■■■	
La pompa di carico dell'accumulatore (pompa dell'acqua fredda) trasporta troppa acqua					
→ Verificare le impostazioni e impostare correttamente la pompa.	●○○	■■■	■■■	■■■	
La pompa del generatore è accesa ininterrottamente					
→ Verificare le impostazioni e impostare correttamente la pompa.	●○○	■■■	■■■	■■■	
Problemi di stratificazione nell'accumulatore di freddo					
→ Non è stato effettuato alcuna equilibratura idraulica: effettuare tale equilibratura. Verificare le impostazioni della pompa del fluido di raffreddamento. ⓘ Regola generale: la portata del generatore dovrebbe essere il 5% superiore a quella dei consumatori.	●○○	■■□	■■□	■■□	Vedere anche il manuale «Fondamentaux d'Hydraulique Pratique (Principi di idraulica pratica)»
→ In caso contrario l'accumulatore di freddo è sottodimensionato. Se possibile, installare accumulatori più grandi.	●○○	■■■	■■■	■■■	
→ Con gli accumulatori realizzati specificatamente per un oggetto è possibile che una costruzione non idonea dell'accumulatore comporti problemi di stratificazione. Sostituire l'accumulatore.	●○○	■■■	■■■	■■■	
→ Una velocità troppo bassa dell'acqua nell'accumulatore impedisce una stratificazione attiva. Rimuovere i possibili ostacoli quali deflettori e aumentare il flusso.	●○○	■■□	■■■	■■■	
→ Una velocità troppo elevata di ingresso dell'acqua nell'accumulatore (superiore a 0.3 m/s) causa turbolenze e distrugge la stratificazione. Ridurre la velocità dell'acqua o aumentare la tubazione di raccordo. ⓘ Le velocità di flusso sono, spesso, difficilmente rilevabili (eventualmente calcolare in base alla quantità d'acqua e al diametro della tubatura).	●○○	■■□	■■■	■■■	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Temperature di evaporazione troppo basse nell'accumulatore di ghiaccio					
→ Verificare se lo scambiatore di calore è sporco e, all'occorrenza, pulirlo.	●○○	■□□	■□□	■□□	I diversi modelli di accumulatori di ghiaccio (piastre DX/KTS, tubi, ecc.) non sono trattati in questa sede.

2.6 Rete di trasporto del freddo

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Mancanza di isolamento delle condotte					
→ All'occorrenza migliorare l'isolamento delle condotte, dei serbatoi e dei rubinetti.	●○○	■□□	■■□	■■■	
Formazione di condensa sull'isolamento					
→ In caso di isolamento insufficiente, aumentarne lo spessore o sostituirlo. Verificare che la distanza tra le condotte sia sufficiente e che ci sia un'adeguata circolazione di aria.	●○○	■□□	■■□	■■■	
La perdita di pressione nello scambiatore di calore è superiore a 0,8 bar					
→ Controllare eventuale presenza di sporco	●○○	■■□	■■□	■■■	vedere DIN 2440, Recknagel Taschenbuch für Heizung und Klima (Manuale tascabile per il riscaldamento e la climatizzazione Recknagel) e VDMA 24247
La perdita di pressione nella rete di distribuzione è superiore a 1,5 bar/m (150 Pa/m)					
→ Controllare eventuale presenza di sporco, sostituire il fluido refrigerante.	●○○	■■□	■■□	■■■	
→ Verificare la perdita di pressione nelle tubature e, all'occorrenza, sostituire.	●○○	■■□	■■□	■■■	
→ L'assenza di componenti (consumatori, celle frigorifere) comporta un aumento della velocità dell'acqua e un maggiore calo di pressione nel sistema in caso di collegamento in serie dei consumatori oppure secondo il sistema Tichelmann.	●○○	■□□	■□□	■□□	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
La potenza delle pompe è superiore all'1% della potenza di condensazione a pieno carico In generale le pompe devono presentare un'efficienza elevata (IE3).					
→ Verificare il dimensionamento, eventualmente impostare un livello basso.	●●○○	■□□	■■□	■■□	
→ Adattare il controllo delle pompe, eventualmente equipaggiare con convertitore di frequenza.	●●○○	■■□	■■□	■■□	
Il fluido di raffreddamento si è modificato chimicamente (concentrazione inibitori)					
→ Sostituire il liquido di raffreddamento o ripristinare la giusta concentrazione di inibitori.	●●○○	■■□	■■□	■■■	
Fluido di raffreddamento con inibitore					
→ Misurare la concentrazione degli inibitori e, al bisogno, ripristinare la giusta concentrazione. ⓘ Quando viene ordinato il fluido di raffreddamento indicare esplicitamente gli inibitori (non indicare solo il contenuto di glicole)	●○○○	■■□	■■□	■■■	
La concentrazione di glicole è troppo elevata					
→ Verificare la concentrazione di glicole. ⓘ Con una concentrazione di glicole troppo alta, la capacità calorifica del fluido di raffreddamento si abbassa e la viscosità si riduce.	●○○○	■□□	■□□	■□□	
Scarto della temperatura del fluido di raffreddamento inferiore a 4 K Uno scarto troppo piccolo comporta una maggiore portata e un maggior consumo di energia delle pompe di circolazione. Esempio: con uno scarto di 6 K la portata è del 100%. Se lo scarto si riduce a 3 K, la portata deve essere aumentata al 200%.					
→ Qualora debbano essere allacciati o staccati dei consumatori, la potenza del gruppo frigorifero e la portata delle pompe devono essere verificate e adattate (eventualmente reimpostare il convertitore di frequenza o sostituire la pompa).	●●●○	■□□	■□□	■□□	
Scarto della temperatura del fluido di raffreddamento superiore a 8 K Uno scarto eccessivo comporta eventualmente una temperatura di evaporazione più bassa e un maggior fabbisogno energetico.					
→ Se sono stati aggiunti altri consumatori, il sistema idraulico deve essere riequilibrato e la portata delle pompe deve essere controllata.	●●●○	■■□	■■□	■■□	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
→ Controllare, sostituire il raffreddatore d'aria e le pompe.	●●●○	■■□	■■■	■■■	
→ Controllare le portate variabili.	●●●○	■□□	■□□	■□□	
Oscillazione delle temperature, la macchina scatta					
→ Sono impiegati sistemi di azionamento e valvole troppo lenti? Sostituire con modelli più veloci.	●○○○	■■□	■■□	■■□	
→ Sostituire le pompe sbagliate o sovradimensionate risp. ridurre ovvero regolare con un convertitore di frequenza.	●○○○	■■□	■■□	■■□	
→ Verificare il funzionamento dello scambio idraulico. Se questo è sotto- o sovradimensionato, modificare lo scambio in maniera tale da far funzionare la macchina a lungo e ridurre al minimo l'accensione e lo spegnimento.	●○○○	■■□	■■□	■■□	
→ L'impianto di refrigerazione è sovradimensionato? Ridurre la potenza del compressore con un convertitore di frequenza (CF).	●○○○	■■■	■■■	■■■	
Errore a livello di circuiti e/o dell'integrazione idraulica					
→ Verificare il buon funzionamento dei circuiti idraulici e correggere se necessario.	●●○○	■□□	■■□	■■□	
Rubinetteria/raccordi e componenti sovradimensionati					
→ Controllare che il dimensionamento sia idoneo rispetto all'impiego effettivo, adattare al bisogno e/o sostituire con componenti di giuste dimensioni.	●●○○	■■□	■■□	■■□	
→ Verificare e/o ottimizzare la potenza della pompa.	●●○○	■□□	■□□	■■□	
Distribuzione mal dimensionata					
→ Controllare la rete di distribuzione e adattare la potenza delle pompe al fabbisogno, eventualmente sostituire con pompe a velocità variabile.	●●○○	■■□	■■□	■■■	
→ Eseguire l'equilibratura del sistema idraulico.	●○○○	■■□	■■□	■■□	
Calo di pressione tramite le valvole troppo alto					
→ Dimensionare correttamente la valvola. ⓘ Necessità di una forte autorità della valvola per una regolazione precisa.	●○○○	■■□	■■□	■■□	

3. Sbrinamento

3.1 Sbrinamento

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
L'evaporatore sbrina più di 2 volte al giorno (lamelle ghiacciate permanentemente)					
→ Ottimizzare l'operazione di sbrinamento, eventualmente con uno sbrinamento a richiesta (nuovo regolatore di refrigerazione, utilizzare un dispositivo di sbrinamento intelligente).	●●●○	■□□	■□□	■■□	Manuale e misure per ottimizzare gli impianti di refrigerazione
→ Piazzare correttamente il sensore.	●●○○	■■□	■■■	■■■	
→ La distanza tra le lamelle è troppo piccola, lo scambiatore termico deve essere cambiato.	●●○○	■■□	■■■	■■■	
Il consumo energetico dello sbrinatore è troppo elevato					
→ Pareti mancanti: equipaggiare l'evaporatore con dei tubi tessili (shut-up) che chiudono l'evaporatore quando il ventilatore non è più in funzione.	●●○○	■■■	■■■	■■■	
→ Installare sul lato di aspirazione dell'evaporatore un arco (cofano) che trattiene il calore durante l'operazione di sbrinamento (riduce anche la formazione di ghiaccio).	●●○○	■■□	■■■	■■■	
→ Durante il processo di sbrinamento le pareti non chiudono più a tenuta stagna: riparare le pareti (principalmente nei progetti industriali).	●●●○	■□□	■■□	■■□	
Orari di sbrinamento mal regolati (non in base al fabbisogno)					
→ Regolare correttamente gli orari di sbrinamento.	●●●○	■□□	■□□	■□□	
La mandata del riscaldamento funziona permanentemente					
→ Installare un comando che attivi il riscaldamento solo su richiesta oppure usare un cavo riscaldante autoregolato.	●○○○	■□□	■■□	■■□	Manuale e misure per ottimizzare gli impianti di refrigerazione
→ Far funzionare la resistenza di sbrinamento parallelamente alla mandata del riscaldamento oppure prevedere lo spegnimento differito di quest'ultima.	●○○○	■□□	■□□	■□□	
→ Eventualmente i il riscaldamenti delle vasche non sono sempre necessari (es. per delle celle frigorifere a 0 °C).	●●○○	■□□	■□□	■□□	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Condotte calde non coibentate					
→ Isolare le tubazioni calde e ridurre il più possibilele tratte in locali e zone raffreddate.	●○○○	■□□	■■□	■■□	
Spessore medio della brina (ghiaccio sedimentato) superiore a 0,5 mm					
→ Installare un sistema di sbrinamento su richiesta.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
L'impianto non è equipaggiato con un sistema di sbrinamento su richiesta e la temperatura della superfice delle lamelle è in media inferiore a 0 °C					
→ Installare o controllare il sistema di sbrinamento su richiesta.	●●○○	■■□	■■□	■■□	

4. Circuito frigorifero

4.1 Compressore

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
La piastra della valvola è usurata					
→ Sostituire la piastra della valvola. Le valvole a lamelle non stagne riducono l'efficienza energetica dell'impianto. ⓘ Nel settore della congelazione la piastra della valvola deve essere sostituita ogni 3 anni.	●○○○	■□□	■■□	■■□	
Il riscaldamento del carter funziona in continuo					
→ Adattare il comando in maniera tale che il riscaldamento del carter funzioni solo se necessario.	●●○○	■□□	■■□	■■□	
I ventilatori ausiliari che servono a raffreddare il compressore sono sempre attivi					
→ Impostare i ventilatori ausiliari in modo che funzionino unicamente quando il compressore è in funzione.	●●○○	■□□	■□□	■■□	

4.2 Valvola d'espansione

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Funzionamento instabile dell'impianto					
→ La valvola d'espansione o l'ugello sono troppo grandi: sostituire con valvole/ugelli delle giuste dimensioni.	●●○○	■□□	■■□	■■□	
→ Anche la formazione di gas flash produce questo effetto, in altre parole verificare il sottoraffreddamento (filtro essiccatore, tenore di fluido frigorifero, ecc.)	●●○○	■□□	■■□	■■□	
→ Regolare correttamente la valvola di espansione elettronica VEE e controllarla regolarmente.	●●○○	■□□	■□□	■□□	Manuale e misure per ottimizzare gli impianti di refrigerazione
→ Verificare la posizione del sensore e, se questo misura nel punto sbagliato, collocarlo correttamente.	●●○○	■■□	■■□	■■□	
Valvola d'espansione termostatica VE: **Il segnale minimo stabile (MSS) del surriscaldamento è troppo alto** Un MSS troppo alto non consente di sfruttare in maniera ottimale l'evaporatore comportando così tempi troppo lunghi per la generazione di freddo ovvero impedendo di raggiungere la temperatura desiderata.					
→ Controllare se la valvola d'espansione o l'ugello sono sottodimensionati e, eventualmente, sostituire con una valvola o un ugello di dimensioni corrette.	●○○○	■□□	■■□	■■□	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Valvole di espansione sporche e mal regolate					
→ Smontare, pulire, rimontare e regolare correttamente le valvole d'espansione.	●●○○	■□□	■□□	■■□	
Temperatura d'evaporazione troppo bassa secondo il manometro					
→ Sostituire la valvola esistente con un modello elettronico (VEE).	●●○○	■■□	■■□	■■□	
→ Circolazione dell'aria ostacolata: pulire e accatastare correttamente le merci.	●●●○	■□□	■□□	■□□	
Le temperature di surriscaldamento sono impostate in maniera errata					
→ La valvola d'espansione utilizzata non è idonea per il fluido refrigerante impiegato. – Sostituire la valvola presente con un modello elettronico (VEE) – Controllare il fluido refrigerante (è stato inserito il fluido giusto?)	●●○○	■□□	■■□	■■□	
Nessuna manutenzione al galleggiante ad alta pressione per il fluido refrigerante					
→ La manutenzione deve includere anche la revisione regolare dei galleggianti ad alta pressione per il fluido refrigerante.	●●●○	■□□	■■□	■■□	

4.3 Fluido refrigerante

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
I parametri di gestione non sono rispettati perché si è usato un fluido refrigerante sbagliato					
→ Sostituire il fluido refrigerante.	●○○○	■■□	■■■	■■■	
Gas estraneo (aria) nel sistema					
→ Spurgare l'aria dal circuito. ⓘ La formazione di gas estraneo (di solito aria) nel fluido refrigerante può avvenire durante l'assistenza in seguito a un errore oppure si può verificare in impianti che funzionano sotto vuoto (per es. impianti NH_3).	●●●○	■■□	■■■	■■■	
Concentrazione errata di fluido refrigerante con miscele HFC					
→ Sostituire il fluido refrigerante (HFC).	●○○○	■■□	■■■	■■■	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Fluido refrigerante sbagliato					
→ Sostituire il fluido refrigerante.	●○○○	■■□	■■■	■■■	

4.4 Condotte e rubinetteria

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Evaporazione non uniforme (alimentazione evaporatore)					
→ Sostituire la valvola d'espansione o regolarla correttamente.	●●●○	■■□	■■□	■■■	
→ Con gli scambiatori di calore a placche o a fascio tubiero controllare l'isolamento dell'evaporatore.	●○○○	■□□	■■□	■■□	
→ Smontare lo scambiatore termico per gas aspirati (se possibile). ⓘ L'efficienza dello scambiatore termico per gas aspirati varia in funzione del fluido refrigerante.	●●○○	■□□	■□□	■■□	
Il filtro d'aspirazione (FA) non è stato smontato dopo l'avviamento					
→ Smontare il filtro dopo l'avviamento (corpo vuoto).	●●●○	■□□	■■□	■■□	
L'installazione non è stagna (elettrovalvola, filtri, valvole di isolamento)					
→ Rendere stagno.	●○○○	■□□	■■□	■■□	
Lo scarto di temperatura a livello del disidratatore indica una caduta di pressione troppo elevata					
→ Sostituire il disidratatore.	●○○○	■□□	■■□	■■□	
Collettore troppo piccolo					
→ Montare un collettore supplementare o sostituirlo con uno più grande.	●●○○	■■□	■■□	■■■	
Chiusura parziale della rubinetteria d'arresto					
→ Controllare le valvole (per es. valvole d'aspirazione) e verificare che il passaggio sia al 100%.	●○○○	■□□	■□□	■□□	
Elevate perdite di pressione nel sistema					
→ Ridurre al minimo le perdite di pressione (condotte, scambiatori termici, ecc.).	●●●○	■■□	■■□	■■■	

4.5 Comando del compressore

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Un compressore grande alimenta più utilizzatori piccoli (pertanto il compressore funziona spesso in regime di carico parziale)					
→ Verificare la possibilità di regolare la potenza con un convertitore di frequenza (CF), il disinserimento della testa del cilindro o una soluzione specifica studiata dal costruttore.	●●●○	■■□	■■■	■■■	
→ Sostituire il compressore grande con più compressori piccoli che possono essere azionati al bisogno.	●●●○	■■□	■■■	■■■	
Il compressore si attiva e disattiva più di 6 volte all'ora (sfruttamento a orario cadenzato)					
→ Equipaggiare con convertitore di frequenza (CF), la regolazione di potenza tramite disinserimento della testa del cilindro o una soluzione specifica studiata dal costruttore.	●●●○	■■□	■■■	■■■	
→ Controllare funzionamento e regolazione della valvola d'espansione.	●●○○	■□□	■■□	■■□	
→ Sostituire la valvola d'espansione termostatica VE con una valvola d'espansione elettronica (VEE).	●●●○	■■□	■■□	■■■	
→ Montaggio di un limitatore di corrente d'avviamento.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
→ Verificare lo scaglionamento del sistema di regolazione di potenza, eventualmente bloccare il livello di minor carico o attivare lo «sfruttamento consecutivo». ⓘ Scegliere le strategie di regolazione che sincronizzino sistematicamente la potenza del compressore con la potenza frigorifera richiesta, non solo tramite accoppiamento sbagliato della pressione d'aspirazione o della temperatura d'entrata	●●○○	■□□	■□□	■□□	
Regolazione della potenza grazie a un bypass dei gas caldi I bypass dei gas caldi regolano la potenza «distruggendo» l'energia.					
→ Regolazione della potenza tramite disinserimento della testa del cilindro.	●●●●	■■□	■■■	■■■	
→ Regolazione della potenza tramite convertitore di frequenza.	●●●●	■■□	■■■	■■■	
L'impianto è concepito soltanto per un funzionamento senza problemi di vista energetico (ma non efficiente da un punto di vista energetico)					
→ Sensibilizzare il gestore nei confronti dell'efficienza energetica del suo impianto di refrigerazione. Al momento della consegna delle specifiche deve richiedere ai fornitori (azienda di refrigerazione, fornitore delle macchine, tecnici dell'assistenza) un funzionamento efficiente da un punto di vista energetico.	●○○○	■■□	■■■	■■■	Controllo annuale del freddo
→ Rafforzare la consapevolezza dei tecnici addetti all'assistenza in merito al funzionamento efficiente da un punto di vista energetico dell'impianto di refrigerazione.	●○○○	■■□	■■■	■■■	

5. Cessione di calore con impianti di raffreddamento a condensazione diretta

5.1 Condensazione diretta con scambiatore di calore lamellare a secco raffreddato ad aria

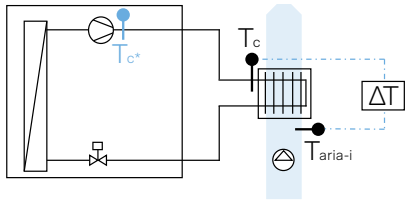
Differenze di temperatura della trasmissione di calore conforme a VDMA 24247-8, pagina 22

$\Delta T = T_{aria\text{-}i} - T_C$

$T_{aria\text{-}i}$ = temperatura dell'aria all'ingresso del condensatore
T_C = temperatura di condensazione del fluido refrigerante all'ingresso del condensatore

Nota: se la temperatura di condensazione viene misurata all'uscita del compressore (T_{C*}), lo scarto ΔT può essere superiore di 1–2 K.

Valori di riferimento ΔT per impianti nuovi a pieno carico		
	molto buono	ΔT inferiore a 6 K
	accettabile	ΔT fra 6 K e 11 K
	scarso	ΔT superiore a 11 K



Manuale e misure per ottimizzare gli impianti di refrigerazione

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
La trasmissione di calore è carente e può essere ottimizzata Cercare il valore teorico della differenza di temperatura (ΔT) secondo il dimensionamento originario e confrontarlo con la differenza di temperatura attuale. In caso di scostamento:					
→ Pulire. ⓘ Un indicatore della presenza di sporco sono molti interventi dell'assistenza in estate.	●●●○	■□□	■□□	■■□	
→ Controllare che il ventilatore non sia difettoso e se sì farlo riparare o sostituire.	●○○○	■□□	■□□	■■□	
→ Controllare la collocazione del condensatore: lavora sempre in direzione opposta a quella del vento? È troppo vicino a una parete rivolta a sud?	●○○○	■■□	■■□	■■□	
→ Usare l'unità frigorifera con pressioni di condensazione variabili (se fattibile).	●●○○	■■□	■■□	■■□	
→ Sostituire i ventilatori. ⓘ Rispettare il livello sonoro	●●●○	■■□	■■□	■■□	
→ Verificare la posizione del sensore e, se questo misura nel punto sbagliato, collocarlo correttamente.	●●○○	■■□	■■□	■■□	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
La trasmissione di calore è carente a causa del dimensionamento originario Lo scambiatore di calore, originariamente, era stato concepito per una differenza di temperatura teorica nettamente sopra i 8 K (valore di riferimento per un impianto nuovo molto buono).					
→ Verificare se conviene sostituire il condensatore (investimento).	●●○○	■■■	■■■	■■■	
Il sottoraffreddamento non funziona correttamente					
→ Verificare il sottoraffreddamento del fluido refrigerante.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
Nel condensatore c'è aria È un problema soprattutto negli impianti NH_3 che lavorano con pressione negativa (t0 <–33 °C).					
→ Valutare il montaggio di uno spurgatore (spurgo automatico)	●●●●	■■□	■■■	■■■	
Si verificano spesso guasti ad alta pressione perché la temperatura di condensazione è troppo elevata					
→ Controllare la regolazione, reimpostare i parametri, aggiornare il software. ⓘ Eseguire la misurazione per almeno un'ora, poi valutare i dati.	●●●●	■■□	■■□	■■□	
→ Controllare e calibrare una volta all'anno il trasduttore di pressione.	●●●○	■■□	■■□	■■□	
→ Verificare la collocazione: – I condensatori sono posizionati troppo vicini fra di loro? – Vi è un cortocircuito dell'aria?	●●●●	■■□	■■■	■■■	
→ Verificare se c'è un corto circuito a livello del rigetto del calore di scarto ed eventualmente posizionare un altro condensatore. ⓘ Effettuare le misurazioni con sensore di temperatura o termocamera.	●●●●	■■□	■■■	■■■	
→ Verificare se c'è un errore di progettazione ed eventualmente modificare l'installazione.	●●●●	■■■	■■■	■■■	
Il ventilatore è sempre acceso ed è inefficace					
→ Verificare se il comando del ventilatore è difettoso e farlo riparare/cambiare.	●●●○	■□□	■□□	■■□	
→ Regolare nuovamente il comando (mettere a punto).	●●●○	■□□	■□□	■□□	
→ Sostituire il ventilatore esistente con un altro ventilatore dotato di motore EC. ⓘ In generale i sistemi di azionamento devono presentare un'efficienza elevata.	●●●○	■■□	■■■	■■■	
→ Installare un CF (convertitore di frequenza).	●●●○	■■□	■■■	■■■	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
La temperatura di condensazione non viene regolata in base alla temperatura esterna.					
→ Regolare la temperatura di condensazione in funzione della temperatura esterna.	●●●○	■□□	■□□	■□□	

5.2 Uso del calore

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Lo sfruttamento del calore è installato, ma non è attivo					
→ Attivare l'uso del calore.	●●●●	■□□	■□□	■□□	
Il mantenimento del livello di condensazione avviene tramite un regolatore a pressione dinamica nel sistema dei fluidi refrigeranti Sugli impianti nuovi non impiegare il regolatore a pressione dinamica.					
→ Se possibile, regolare il mantenimento di livello tramite il sistema idraulico.	●○○○	■■□	■■□	■■□	
I sistemi di trasmissione ausiliaria non sono azionati al bisogno					
→ Impiegare pompe e ventilatori regolati. ⓘ Spesso conviene solo in caso di difetti.	●○○○	■■□	■■□	■■□	
Free-Cooling ha la priorità					
→ Adattare il comando in modo che il calore venga dissipato tramite Free-Cooling solamente quando non ce n'è bisogno.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
Lo scambiatore termico dell'uso del calore è stato collegato in modo errato					
→ Sistemare l'allacciamento.	●●●○	■■□	■■□	■■□	

6. Cessione di calore negli impianti di raffreddamento con fluido trasportante calore

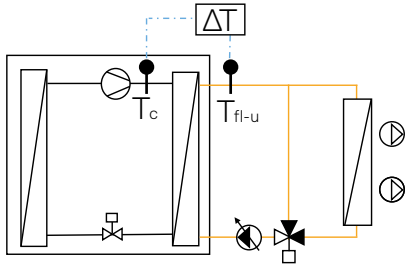
6.1 Condensazione con scambiatore di calore a placche

Differenze di temperatura della trasmissione di calore conforme a VDMA 24247-8, pagina 26

$\Delta T = T_{fl-u} - T_C$

T_{fl-u} = temperatura del fluido trasportante calore all'uscita del condensatore
T_C = temperatura di condensazione del fluido refrigerante all'ingresso del condensatore

Valori di riferimento ΔT per impianti nuovi a pieno carico		
	molto buono	ΔT inferiore a 2 K
	accettabile	ΔT fra 2 K e 5 K
	scarso	ΔT superiore a 5 K



Manuale e misure per ottimizzare gli impianti di refrigerazione

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
La trasmissione di calore è carente e può essere ottimizzata Cercare il valore teorico della differenza di temperatura (ΔT) nel dimensionamento originario e confrontarlo con la differenza di temperatura attuale. In caso di scostamento:					
→ Pulire lo scambiatore di calore a placche.	●●●○	■□□	■■□	■■□	
→ Usare l'unità frigorifera con pressioni di condensazione variabili.	●●○○	■■□	■■□	■■□	
La trasmissione di calore è carente a causa del dimensionamento originario Lo scambiatore di calore, originariamente, era stato concepito per una differenza di temperatura teorica nettamente sopra i 2 K (valore di riferimento per un impianto nuovo molto buono).					
→ Verificare se conviene economicamente sostituire il condensatore (investimento).	●●○○	■■■	■■■	■■■	

6.2 Condensazione con scambiatore di calore a fascio tubiero

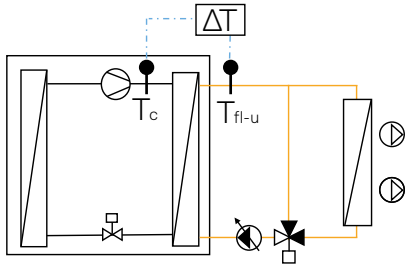
Differenza di temperatura ΔT della trasmissione di calore conforme a VDMA 24247-8, pagina 27

$\Delta T = T_{fl\text{-}u} - T_C$

$T_{fl\text{-}u}$ = temperatura del fluido trasportante calore all'uscita del condensatore
T_C = temperatura di condensazione del fluido refrigerante all'ingresso del condensatore

Valori di riferimento ΔT per impianti nuovi a pieno carico con salamoia usata come fluido refrigerante e scambiatore termico in rame

molto buono	ΔT inferiore a 2 K
accettabile	ΔT fra 2 K e 3 K
scarso	ΔT superiore a 3 K



Manuale e misure per ottimizzare gli impianti di refrigerazione

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
La trasmissione di calore è carente e può essere ottimizzata Cercare il valore teorico della differenza di temperatura (ΔT) nel dimensionamento originario e confrontarlo con la differenza di temperatura attuale. In caso di scostamento:					
→ Pulire e decalcificare lo scambiatore di calore a fascio tubiero.	●●●○	■□□	■■□	■■□	
La trasmissione di calore è carente a causa del dimensionamento originario Lo scambiatore di calore, originariamente, era stato concepito per una differenza di temperatura teorica nettamente sopra i 2 K (valore di riferimento per un impianto nuovo molto buono).					
→ Verificare se conviene economicamente sostituire il condensatore (investimento).	●●○○	■■■	■■■	■■■	

6.3 Rete di trasporto del calore

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
La perdita di pressione lato acqua è troppo alta La perdita di pressione attraverso il condensatore non dovrebbe superare 0.3 bar (valore di riferimento)					
→ Controllare la quantità d'acqua.	●○○○	■□□	■□□	■□□	
→ Controllare lo sporco e pulire i filtri e il filtro a flusso magnetico o installarlo se questo non è presente. ⓘ La maggior parte dei filtri per lo sporco sono lavabili.	●○○○	■□□	■□□	■□□	
La concentrazione di glicole è troppo elevata (bassa capacità calorifera)					
→ Verificare la concentrazione di glicole con un'analisi. ⓘ La concentrazione minima deve rispettare le indicazioni del fornitore di glicole.	●○○○	■□□	■□□	■□□	
La pompa di raffreddamento è sempre in funzione					
→ Verificare il comando e la selezione del livello di funzionamento della pompa di raffreddamento. ⓘ In generale i sistemi di azionamento devono presentare un'efficienza elevata.	●●●○	■□□	■□□	■□□	
Scarto della temperatura del fluido trasportante calore Lo scarto ideale del fluido trasportante calore è compreso fra 4 e 8 K. Il valore teorico della condensazione o di di uscita dal raffreddatore deve essere comandato in base alla temperatura esterna e, in caso d'utilizzo del calore (di scarto), essere aumentato unicamente se tutto il calore può essere riutilizzato. Controllare il dimensionamento originario nella documentazione e confrontare con lo scarto attuale.					
Se lo scarto è inferiore a quanto progettato in origine					
→ Verificare il dimensionamento della pompa e del condensatore.	●●●○	■□□	■□□	■□□	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Se lo scarto è superiore a quanto progettato in origine					
→ Verificare le impostazioni della pompa e della valvola a 3 vie.	●●●○	■□□	■□□	■□□	
→ Controllare il condensatore.	●●●○	■□□	■□□	■□□	
→ Verificare la quantità d'acqua.	●●●○	■□□	■□□	■□□	
→ Controllare e pulire il filtro per lo sporco.	●●●○	■□□	■□□	■□□	
→ Controllare tutti i componenti magnetici (pompe, filtro di flusso magnetico, ecc.) e rimuovere i depositi di magnetite. ⓘ I componenti magnetici attraggono la magnetite (ferro e ossigeno) nelle reti di distribuzione del caldo senza antigelo.	●●●○	■■□	■■□	■■□	

6.4 Uso del calore residuo

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Il calore non è utilizzato					
→ Verificare se il calore può essere riutilizzato totalmente o in parte per acqua calda sanitaria, riscaldamento dell'edificio, delle rampe d'accesso, riscaldamento di piscine coperte, ecc. e se possibile integrarlo.	●●●●	■■■	■■■	■■■	
Funzionamento difettoso dell'evacuatore del calore residuo (messaggi di guasto ripetuti)					
→ Adattare l'esercizio al fabbisogno effettivo.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
→ Controllare il funzionamento dell'accumulatore.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
→ Adattare il livello di temperatura dei consumatori al livello di temperatura del calore generato.	●●●○	■□□	■□□	■■□	
L'utilizzo del calore non funziona correttamente					
→ Adattare l'esercizio al fabbisogno effettivo.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
→ Controllare il funzionamento del desurriscaldatore (se presente).	●●○○	■□□	■□□	■□□	
→ Aumentare le temperature di condensazione solo se sussiste un fabbisogno di calore.	●●○○	■□□	■□□	■□□	

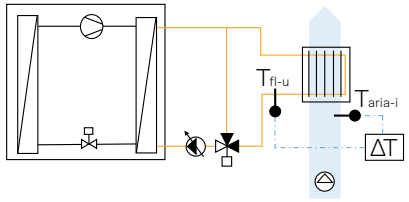
6.5 Dissipazione del calore tramite raffreddatore a secco

Differenze di temperatura della trasmissione di calore conforme a VDMA 24247-8, pagina 30

$\Delta T = T_{aria\text{-}i} - T_{fl\text{-}u}$

$T_{aria\text{-}i}$ = temperatura dell'aria all'ingresso del raffreddatore
$T_{fl\text{-}u}$ = temperatura del fluido termovettore all'uscita del raffreddatore

Valori di riferimento ΔT per impianti nuovi a pieno carico		
	molto buono	ΔT inferiore a 6 K
	accettabile	ΔT fra 6 K e 8 K
	scarso	ΔT superiore a 8 K



Manuale e misure per ottimizzare gli impianti di refrigerazione

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
La trasmissione di calore è carente e può essere ottimizzata. Cercare il valore teorico della differenza di temperatura (ΔT) nel dimensionamento originario e confrontarlo con la differenza di temperatura attuale. In caso di scostamento:					
→ Verificare la concentrazione di glicole.	●●●○	■□□	■□□	■□□	
→ Pulire il raffreddatore.	●●●○	■□□	■■□	■■□	
→ Usare l'unità frigorifera con pressioni di condensazione variabili (determinate dalla concezione).	●●○○	■■□	■■□	■■□	
La trasmissione di calore è carente a causa del dimensionamento originario Lo scambiatore di calore, originariamente, era stato concepito per una differenza di temperatura teorica nettamente sopra i 2 K (valore di riferimento per un impianto nuovo molto buono).					
→ Verificare se conviene economicamente sostituire il raffreddatore (investimento).	●●○○	■■■	■■■	■■■	

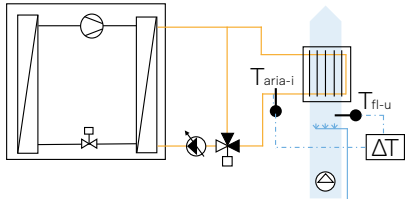
6.6 Dissipazione del calore tramite raffreddatore ibrido

Differenze di temperatura della trasmissione di calore conforme a VDMA 24247-8, pagina 31

$\Delta T = T_{aria\text{-}i} - T_{fl\text{-}u}$

$T_{aria\text{-}i}$ = temperatura di bulbo umido all'ingresso del raffreddatore
$T_{fl\text{-}u}$ = temperatura del fluido trasportante calore all'uscita dell'evaporatore

Valori di riferimento ΔT per impianti nuovi a pieno carico		
	molto buono	ΔT inferiore a 6 K
	accettabile	ΔT fra 6 K e 10 K
	scarso	ΔT superiore a 10 K



Manuale e misure per ottimizzare gli impianti di refrigerazione

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
La trasmissione di calore è carente e può essere ottimizzata Cercare il valore teorico della differenza di temperatura (ΔT) nel dimensionamento originario e confrontarlo con la differenza di temperatura attuale. In caso di scostamento:					
→ Verificare le temperature (fluido termovettore aria ambiente) e possibilmente cercare di ottenere piccole differenze di temperatura fra l'uscita del condensatore e la temperatura del condensatore. → Verificare la concentrazione di glicole.	●●●○	■□□	■□□	■□□	
→ Pulire il raffreddatore.	●●●○	■□□	■■□	■■□	
→ Usare l'unità frigorifera con pressioni di condensazione variabili (dipende dal dimensionamento).	●●○○	■■□	■■□	■■□	
La trasmissione di calore è carente a causa del dimensionamento originario Lo scambiatore di calore, originariamente, era stato concepito per una differenza di temperatura teorica nettamente sopra i 6K (valore di riferimento per un impianto nuovo molto buono).					
→ Verificare se conviene economicamente sostituire il raffreddatore (investimento).	●●○○	■■■	■■■	■■■	
Il riscaldamento del bacino funziona in continuazione					
→ Verificare il valore d'accensione/spegnimento del riscaldamento del bacino e/o regolarlo correttamente.	●○○○	■□□	■□□	■□□	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Comando difettoso dei ventilatori Al raffreddatore serve fino al 50% della corrente elettrica di tutto l'impianto di refrigerazione. Assicurarsi che l'efficienza dei ventilatori sia elevata (IE3 minimo).					
→ Verificare la commutazione parallela, cioè ottimizzare la commutazione per livelli ovvero l'azionamento parallelo in funzione del rapporto potenza d'immissione/potenza di raffreddamento (superfice più grande).	●●●○	■□□	■□□	■□□	
→ Verificare la corretta sequenza della regolazione di potenza dei giri di raffreddamento.	●●●○	■□□	■□□	■■□	
→ Verificare la regolazione della potenza nei raffreddatori a secco (tutti i ventilatori inizialmente al livello 1).	●●○○	■□□	■□□	■□□	
→ Montare dei ventilatori con motore EC.	●●○○	■■□	■■□	■■■	
→ Verificare la conversione dei ventilatori (per es. sostituire i motori con motori EC oppure installare un CF).	●●○○	■■□	■■□	■■■	
→ Verificare il valore d'inserimento (temperatura) del ventilatore di raffreddamento ed eventualmente correggere.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
Problemi al momento dello spurgo					
→ Verificare il funzionamento dello spurgo, verificare il volume dello spurgo ed eventualmente correggere.	●○○○	■□□	■□□	■□□	
→ Verificare la compatibilità ambientale del prodotto utilizzato per lo spurgo.	●○○○	■□□	■□□	■□□	
→ Verificare le misure del valore di referenza.	●○○○	■□□	■□□	■□□	
Corrosione nei sistemi chiusi Individuabile con analisi dell'acqua.					
→ Pulire lo scambiatore di calore.	●○○○	■■□	■■□	■■□	
→ Sostituire l'acqua.	●○○○	■■□	■■□	■■□	
Fouling nei sistemi aperti Individuabile con analisi dell'acqua.					
→ Pulire lo scambiatore di calore.	●○○○	■■□	■■□	■■□	

7. Free-Cooling

7.1 Free-Cooling (raffreddamento libero)

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Funzionamento difettoso					Studio ZHAW
→ Adattare i valori teorici di temperatura al fabbisogno effettivo.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
→ Controllare l'efficienza (rendimento netto).	●●○○	■■□	■■□	■■□	
→ Determinare e correggere il punto d'inversione ottimale del funzionamento.	●●●○	■■□	■■□	■■□	
Integrazione mal risolta per ragioni di costi					
→ Verificare l'integrazione ed eseguirla correttamente.	●●●○	■■■	■■■	■■■	
Dimensionamento insufficiente dello scambiatore termico					
→ Sostituire lo scambiatore termico.	●●●○	■■■	■■■	■■■	
La funzione free-cooling è installata, ma non attivata					
→ Controllare e attivare il free-cooling.	●●●○	■□□	■□□	■□□	

8. Regolazione e comandi

8.1 Regolazione sovraordinata

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Funzionamento a pendolo e continua accensione e spegnimento					
→ Tramite la tecnica di regolazione accordare fra di loro il generatore e i consumatori.	●●○○	■□□	■□□	■□□	Vedere studio zhaw o manuale Climatizzazione
Funzionamento difettoso					
→ Adattare i valori teorici di temperatura al fabbisogno effettivo.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
→ Controllare l'efficienza (rendimento netto).	●●○○	■■□	■■□	■■□	
→ Determinare e correggere il punto d'inversione ottimale del funzionamento.	●●●○	■■□	■■□	■■□	
Impostazione fissa della temperatura di raffreddamento La temperatura minima di condensazione dipende dai limiti di impiego dei componenti utilizzati (valvola d'espansione, compressore, ecc.).					
→ La temperatura di raffreddamento deve essere regolata gradualmente in base alla temperatura esterna.	●●○○	■□□	■□□	■□□	
La gestione dell'accumulatore è stata impostata male					
→ Controllare e impostare correttamente la gestione dell'accumulatore.	●●○○	■□□	■□□	■□□	Studio ZHAW

8.2 Strumentazione

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Il comportamento in esercizio non è conosciuto, manca il monitoraggio della performance Sapere come si comporta un impianto è la premessa di ogni intervento di ottimizzazione. L'indice di efficienza energetica (EER) può essere monitorato anche con semplici strumenti e non solo utilizzando fluidi. Ciò che conta è riuscire a riconoscere tempestivamente i cambiamenti di stato.					Documento di base per garanzia di prestazioni, pagina 5
→ Con i fluidi: installare un contatore del freddo e una misurazione elettrica per macchine di raffreddamento (monitoraggio EER)	●○○○	■■□	■■■	■■■	
→ Installare un monitoraggio permanente dell'efficienza (monitoraggio EER).	●○○○	■■□	■■■	■■■	

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Valori caratteristici mancanti					
→ Determinazione del coefficiente di performance stagionale (calcolo e misura).	●○○○	■■□	■■□	■■□	

9. Varie

9.1 Utensili e materiale

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Il montatore non è ben attrezzato					
→ Procurarsi gli utensili idonei (termometro, manometro, ecc.).	●●●○	■□□	■□□	■□□	
→ Calibrare gli utensili.	●●●○	■□□	■□□	■□□	
Danni da corrosione nell'impianto					
→ Procurarsi un detergente idoneo.	●○○○	■□□	■□□	■□□	

9.2 Manutenzione ordinaria e straordinaria

Difetti – Problemi	Risparmio potenziale	Quanto costa la riparazione? fino a 15 kW	15–80 kW	da 80 kW	Osservazioni
Il gestore non conosce il proprio «obbligo alla manutenzione ordinaria»					
→ Informare il gestore in merito ai suoi obblighi di manutenzione dell'impianto. ⓘ Il CO stabilisce, all'art. 58, l'obbligo di manutenzione.					Impianti di climatizzazione ben mantenuti: più affidabilità e meno guasti.
Il gestore pensa che la garanzia comprenda anche le prestazioni di manutenzione					
→ Informare il gestore circa la differenza fra manutenzione e garanzia.					Impianti di climatizzazione ben mantenuti: più affidabilità e meno guasti.

Appunti

Appunti

Appunti

Grazie agli esperti

Prima redazione maggio 2011

La prima Lista delle misure tecniche era stata elaborata in occasione della campagna Efficienza per il freddo (2010–2014) nel 2012 con workshop di esperti. Avevano partecipato alla prima stesura le esperte e gli esperti seguenti:

- Daniel Baumann, SVK Obmann BBK c/o Alpiq West
- Urs Berger, Migros-Genossenschafts-Bund
- Hans-Peter Broger, EWZ
- Egon Buchgeher, Güntner AG & Co. KG
- Jerzy Bystranowski, Digitel SA
- Paul Du Toit , Frigo-Consulting AG
- Robert Dumortier, Gerichtsexperte Wärmepumpe/Kälte-Klimatechnik
- Sabine Focke, Alfa Laval Mid Europe GmbH
- David Freléchox, New Frigotech SA
- Adrian Grossenbacher, Ufficio federale dell'energia
- Pius Gruber, SVK Obmann TL c/o Kälte 3000
- Andres Hegglin, Wurm (Schweiz) AG
- Norbert Heinemann, W. Wettstein AG
- Albrecht Höpfer, Bitzer Kühlmaschinen GmbH & Co. KG
- Konrad Imbach, SVK
- Markus Kielnhofer, Güntner AG & Co. KG
- Thomas Lang, zweiweg gmbh (moderazione))
- Rolf Löhrer, Scheco AG
- Salvatore Lombardi, Cofely AG
- Andreas Meier, Mayekawa Intertech AG
- Benoît Olsommer, Carrier Réfrigération
- Rainer Pelzl, Bitzer Kühlmaschinen GmbH & Co. KG
- Richard Phillips, Ufficio federale dell'energia
- Pascal Sanktjohanser, GEA Küba GmbH
- Beat Schmutz, SSP Kälteplaner AG
- Berthold Schnase, Bock Kältemaschinen GmbH
- Jörg Schwarz, CSL Behring AG
- Daniel Sommer, SVK
- Marc Stampfler, Christof Fischer Kälte-Klima AG

Riadattamento e precisazioni 2019

Nel 2019, su incarico dell'Ufficio federale dell'energia, la lista delle misure tecniche esistente è stata rivista da un gruppo di esperti. Hanno partecipato a questo lavoro gli esperti seguenti:

- Martin Stettler, Ufficio federale dell'energia
- Lukas Portenier, Coolplan GmbH
- Robert Dumortier, Gerichtsexperte Wärmepumpe/Kälte-Klimatechnik
- Adrian Waser, Wolf (Schweiz) AG
- Thomas Lang, zweiweg gmbh (moderazione)

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

11.2024