

PRODUZIONE EFFICIENTE DEL FREDDO

I PRINCIPI SECONDO LA SIA 382/1



PER GARANTIRE ANCHE IN ESTATE AMBIENTI ABITATIVI GRADEVOLI A CONSUMI RIDOTTI, È NECESSARIA UN'ABILE COMBINAZIONE TRA BUONA COSTRUZIONE, BASSI APPORTI TERMICI INTERNI E USO DI RAFFREDDAMENTO NATURALE (FREECOOLING). SE GLI APPORTI TERMICI INTERNI SONO MOLTO ELEVATI, L'IMPIANTO DEL FREDDO DEVE ESSERE PROGETTATO, INSTALLATO E FUNZIONANTE IN MODO OTTIMALE.

Il calcolo del fabbisogno della potenza di raffreddamento è effettuato secondo la norma SIA 382/2 e il quaderno tecnico SIA 2044. Da questi risulta che la climatizzazione debba essere considerata come sistema completo, a cui appartengono il locale raffreddato, la distribuzione, l'accumulo, la produzione, il dissipatore nonché un recupero del calore residuo. Il presente foglio informativo espone i principi sulla produzione di freddo contenuti nella norma SIA 382/1.

Importante: il presente opuscolo non sostituisce la norma SIA 382/1. Per progettare correttamente un impianto devono essere rispettati i requisiti di questa norma.

Norma SIA 382/1

La norma SIA 382/1, in vigore dal 1° luglio 2014, vale per tutti gli impianti di ventilazione e climatizzazione negli edifici. I principi per la produzione del freddo sono elencati al capitolo 5.6 e nell'allegato C. Parte centrale della norma sono i limiti per la temperatura minima dell'acqua di raffreddamento, i requisiti di efficienza dell'impianto nonché le condizioni standard secondo cui è valida questa direttiva. Per le macchine del freddo ad aria con potenza inferiore ai 12 kW, la norma non contiene direttive.



svizzera energia

Il nostro impegno: il nostro futuro.

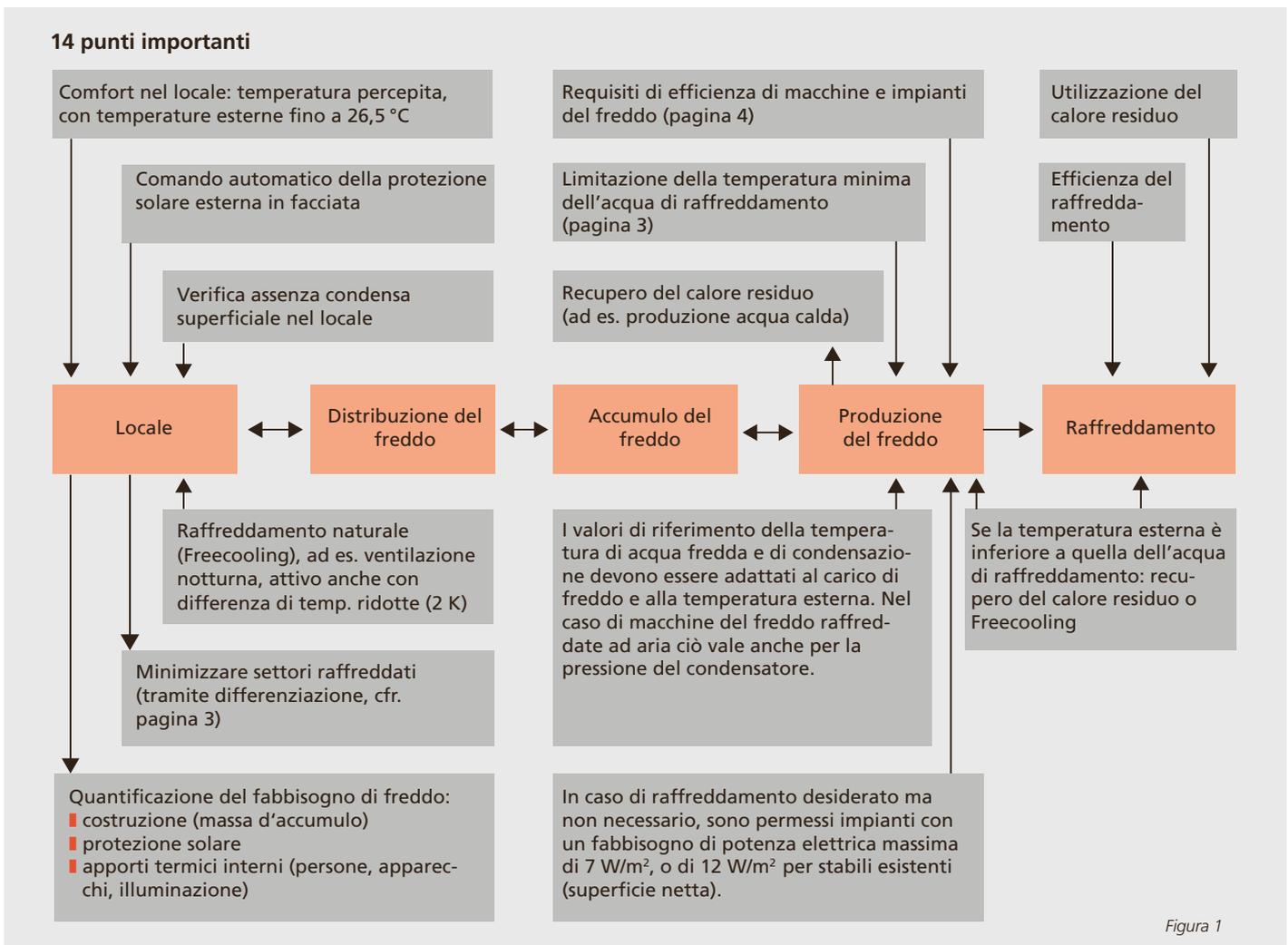


Figura 1

LOCALE

- La norma SIA 382/1 fornisce le basi decisionali per la climatizzazione: locali con apporti interni molto elevati (su base giornaliera) necessitano di un raffreddamento. Se gli apporti termici sono medi o bassi, il raffreddamento è «desiderato» o «non necessario». In entrambi questi casi sono unicamente permessi impianti a bassa potenza.
- Fattori importanti che influiscono sul fabbisogno di freddo sono la protezione solare, l'inerzia termica dell'edificio e gli apporti interni (apparecchi ecc.).
- Nel limite del possibile sono da prevedere sistemi di protezione solare esterni con valore «g» basso.
- I locali possono essere raffreddati direttamente in modo naturale (Freecooling, ad es. tramite raffrescamento notturno).

DISTRIBUZIONE DEL FREDDO

- Per la distribuzione della potenza del freddo può essere utilizzata l'immissione d'aria tramite impianto di ventilazione, ma unicamente per ragioni igieniche, fino ad un determinato quantitativo di volume d'aria esterna. Se questa non è sufficiente, conviene utilizzare un sistema a distribuzione d'acqua.
- Le condotte di acqua di raffreddamento ed i canali con aria fredda devono essere isolati e resi ermetici alla diffusione del vapore (acqua di condensa, assorbimento di calore; per canali d'aria è ammesso solo isolamento esterno).

ACCUMULO DEL FREDDO

- Gli accumulatori sono un complemento interessante per la produzione di freddo, poiché impediscono l'accensione e lo spegnimento troppo frequente della macchina.
- Grossi accumulatori di freddo sono sensati per sfruttare impianti fotovoltaici, aumentando la quota di autoconsumo di elettricità.



PRODUZIONE DEL FREDDO

Le temperature dal lato freddo della macchina del freddo dovrebbero essere le più alte possibili, quelle dal lato del calore le più basse possibili. La norma SIA 382/1 limita le temperature dell'acqua di raffreddamento a

- 14°C per impianti senza deumidificazione,
- 10°C per impianti con deumidificazione parziale,
- 6°C per impianti con deumidificazione controllata (vedi fig. 2).

Per un raffreddamento con un geocooling, solette raffreddanti o solette termoattive (TABS), la temperatura dell'acqua di raffreddamento dev'essere di almeno 16°C. Temperature superficiali inferiori al punto di condensa portano alla formazione di condensa.

Produzione del freddo con macchine condensate ad acqua

Sistemi di produzione del freddo ad acqua devono raggiungere assolutamente i valori EER, EER+ e ESEER elencati nella tabella a pagina 4. I fabbricanti devono documentarli con condizioni definite standard. I coefficienti di prestazione devono inoltre essere maggiori a carico ridotto – con temperatura di raffreddamento inferiore – paragonati a quelli a pieno carico.

Produzione del freddo con macchine condensate ad aria

Sistemi di produzione del freddo condensati ad aria hanno dal lato freddo (evaporatore) un circuito intermedio, da cui l'evaporatore estrae caldo ottenendo perciò un effetto raffreddante nel circuito intermedio. Dal lato caldo (condensatore) il circuito d'acqua di raffreddamento non ha circuito intermedio. Per i sistemi di produzione del freddo condensati ad aria valgono i valori di potenza EER e ESEER secondo la tabella a pagina 4, per l'intero impianto del freddo – il cosiddetto circuito dell'acqua di raffreddamento. Questo include

- il condensatore diretto con i ventilatori dal lato dissipazione,
- la centralina di comando,
- le pompe e
- ev. accumulatore del freddo.

Termini importanti

Coefficiente di prestazione: rapporto tra potenza netta prodotta e assorbimento elettrico della macchina del freddo, incluso il convertitore di frequenza. In questo rapporto non è considerato il fabbisogno di potenza della pompa dell'acqua di raffreddamento.

EER, Energy Efficiency Ratio: coefficiente di prestazione a pieno carico della macchina del freddo in modalità raffreddamento (figura 3).

EER+: coefficiente di prestazione a pieno carico della macchina del freddo, incluso il fabbisogno di potenza per il raffreddamento. Pompe e ventilatori di questo circuito sono parti integranti dello stesso e devono essere considerati nell'EER+ (controllare documenti del fabbricante); cfr. figura 3.

ESEER, European Seasonal Energy Efficiency Ratio: coefficiente di prestazione stagionale annuo della macchina del freddo a carico parziale. Ponderazione: 3% con carico al 100%, 33% con carico al 75%, 41% con carico al 50% e 23% con carico al 25% (con raffreddamento corrispondente).

Eurovent: classifica gli apparecchi di climatizzazione e altri servizi energetici in classi di efficienza dalla A++ alla G secondo criteri EER. In Svizzera sono permessi impianti ad acqua fino alla categoria D mentre ad aria solo fino alla categoria B.

COP: coefficiente di prestazione in modalità riscaldamento. Il COP è equivalente all'EER ed è utilizzato per le pompe di calore e include la potenza del motore della macchina. Per questo, teoricamente con la stessa efficienza, il COP è di un'unità maggiore in confronto all'EER.

Valori limite e mirati: i valori limite devono essere rispettati. La norma SIA 382/1 fornisce anche valori mirati come riferimento per buoni impianti. Chi ricerca l'eccellenza negli impianti del freddo s'indirizza verso i valori mirati SIA 382/1.

Osservazioni alla tabella «requisiti energetici»

- I valori limite si riferiscono alla potenza per la produzione del freddo. Con valori di potenza intermedi i valori limite devono essere interpolati linearmente.
- Questi requisiti valgono con condizioni standard definite secondo la norma SN EN 14511 (dati standardizzati a pieno carico secondo fabbricante): componenti non imbrattati; temperatura acqua fredda tra 12 °C e 7 °C; temperatura del fluido di raffreddamento per le macchine del freddo ad acqua tra 30 °C e 35 °C; temperatura esterna di bulbo secco per macchine del freddo condensate ad aria di 35 °C (che non corrispondono di regola alle condizioni d'esercizio).

- Entrambi EER e ESEER devono essere rispettati.
- I valori limite EER e ESEER valgono con una temperatura di 32 °C e un'umidità relativa di 40 % dell'aria esterna. La temperatura di raffreddamento effettiva dell'impianto dev'essere determinata in base alle condizioni presenti all'ubicazione.
- Carico parziale: a 50 % della potenza frigorifera dell'impianto bisogna considerare una temperatura ridotta del fluido raffreddamento di 22 °C (entrata del condensatore). Come valori di riferimento delle condizioni esterne valgono per l'evaporatore del dissipatore 24 °C e 50 % di umidità relativa, come anche 18 °C per dissipatore a secco.

Figura 3

Limiti del sistema EER+ per macchine del freddo ad acqua

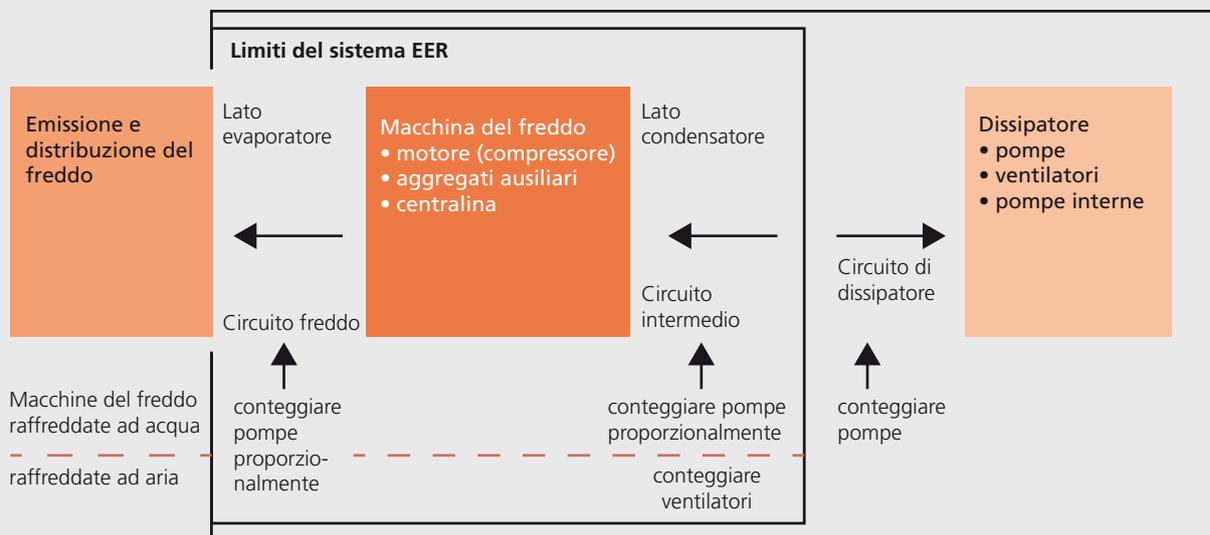


Figura 3: limiti di sistema per il calcolo di EER risp. EER+ secondo la norma SIA 382/1: il fabbisogno elettrico delle pompe deve essere conteggiato proporzionalmente nel circuito del freddo e in quello intermedio, il fabbisogno elettrico dei ventilatori nel circuito intermedio e delle pompe nel dissipatore dev'essere completamente conteggiato poiché è rilevante per rispettare i requisiti energetici. In approssimazione le quote del fabbisogno elettrico di pompe e ventilatori devono essere determinate in proporzione alla perdita di pressione del segmento interessato (evaporatore e condensatore).

Requisiti energetici dei produttori del freddo condensati a condizioni standard					
Potenza frigorifera della macchina del freddo	≤12 kW	100 kW	300 kW	600 kW	≥1000 kW
Macchine del freddo condensate ad acqua					
Valore limite EER (pieno carico)	3,85	4,25	4,65	5,05	5,50
Valore limite ESEER (carico pieno e parziale)	4,30	4,80	5,50	6,10	6,70
Classe Eurovent (EN 14511) di riferimento	D	C	B	A	A+
Macchine del freddo condensate ad acqua, incluso dissipatore (pompe e ventilatori)					
Valore limite EER+ a pieno carico	3,10	3,20	3,30	3,50	3,70
Valore limite EER+ a carico del 50 %	4,40	4,70	5,30	5,80	6,00
Macchine del freddo condensate ad aria					
Potenza frigorifera della macchina del freddo	12 kW	100 kW	300 kW	600 kW	≥1000 kW
Valore limite EER (pieno carico)	2,90	3,10	3,20	3,40	3,50
Valore limite ESEER (carico pieno e parziale)	3,80	4,00	4,20	4,40	4,60
Classe Eurovent (EN 14511) di riferimento	B	A	A+	A++	A++

UTILIZZO DEL CALORE RESIDUO E FREECOOLING

- Per aumentare l'efficienza di un impianto di raffreddamento, è possibile scegliere tra tre gruppi di misure (figure 4 e 5).
- Non appena lo stabile necessita di calore, l'utilizzo del calore residuo della macchina del freddo funzionante è prioritario in confronto al Freecooling indiretto, poiché il calore può essere utilizzato nell'edificio.

FREECOOLING DIRETTO NEL LOCALE

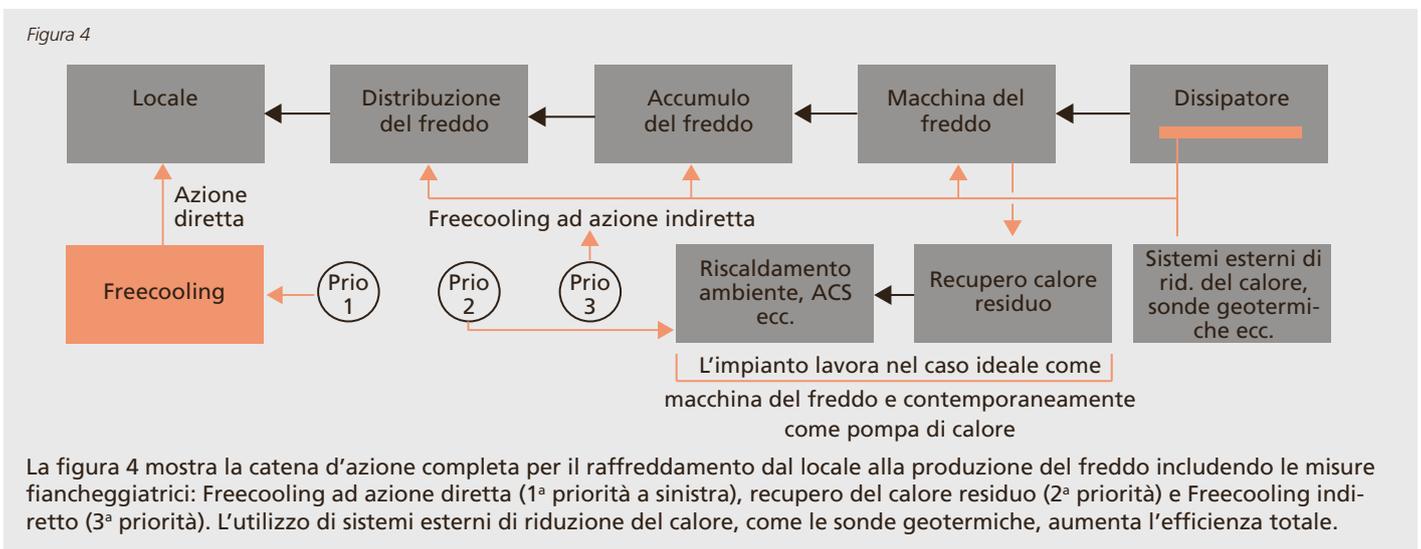
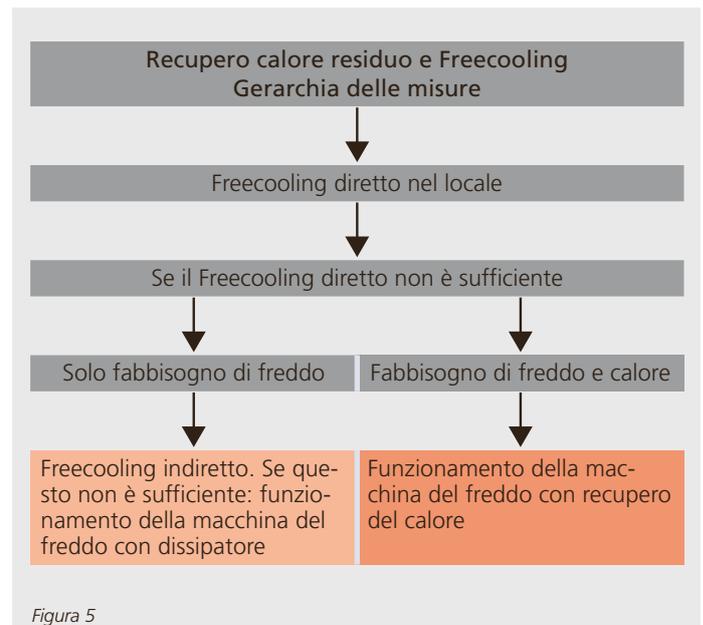
- L'aria fresca esterna può raffrescare direttamente un locale. In questo modo la temperatura del locale come pure la massa termica attivabile di pavimenti, soffitti e pareti diminuiscono.
- Questa variante di Freecooling è possibile con una differenza minima di temperatura – di regola di 2 K a 3 K.
- Il volume totale dell'aria, dall'immissione all'espulsione, deve essere quantificato.
- Un sistema semplice ed efficace è il raffrescamento notturno di locali (con ricambio d'aria maggiore di 3).

FREECOOLING INDIRECTO

- Nel funzionamento Freecooling, il freddo arriva nella macchina frigo, nell'accumulatore di freddo o nella distribuzione del freddo attraverso il raffreddatore o attraverso una superficie di calore esterno. In questo modo il compressore della macchina non funziona, o viene utilizzato parzialmente. Unicamente le pompe e i ventilatori di distribuzione sono in funzione.
- Questa variante di Freecooling utilizza installazioni esistenti della produzione del freddo o della sua distribuzione per raffreddare indirettamente (figura 4). Spesso, nell'unità di dissipatore di una macchina del freddo ad acqua, è installato un circuito di Freecooling. Questo circuito permette un funzionamento in parallelo sia della macchina del freddo sia dell'installazione di Freecooling. Se la temperatura esterna è sufficientemente bassa,

il Freecooling può coprire l'intero fabbisogno di freddo, cosicché la macchina del freddo non funziona.

- Per edifici collegati ad una rete di anergia, l'utilizzo di sistemi esterni di riduzione del calore è particolarmente interessante.
- Il limite per un funzionamento efficiente del Freecooling indiretto si ha con differenze di temperatura tra aria esterna e acqua di raffreddamento di 7 K.
- A volte il fabbisogno totale di freddo è coperto con un circuito ad acqua di Freecooling nel raffreddatore. Questa situazione può capitare in inverno, mentre nelle stagioni intermedie la produzione del freddo ed il Freecooling coprono assieme, o alternatamente, il fabbisogno di freddo. In estate il compito spetta principalmente alla macchina del freddo (figura 5).



UTILIZZO DEL CALORE RESIDUO

- L'utilizzo di macchine del freddo è sensato nel caso in cui il Freecooling diretto non copra sufficientemente il fabbisogno di freddo necessario e conseguentemente vi sia un fabbisogno di calore. Dal lato del condensatore della produzione di freddo sarà quindi fornito calore che può essere facilmente utilizzabile ad esempio per riscaldare acqua sanitaria o per riscaldamento ambiente.
- «Se la macchina è utilizzata contemporaneamente anche come pompa di calore, allora l'utilizzo dell'energia elettrica è ottimizzato al meglio. (...) Se l'impianto lo permette sia tecnicamente che a livello pratico ed economico, il calore residuo della macchina dev'essere utilizzato. Questo riguarda soprattutto gli impianti utilizzati tutto l'anno» (norma SIA 382/1, cifra 5.6.1.2).
- La maggior parte delle leggi energetiche cantonali prescrivono l'utilizzo di calore residuo, a condizione che sia «tecnicamente e operativamente possibile ed economicamente sopportabile».
- Basse temperature di raffreddamento sono spesso in conflitto con le condizioni esterne predominanti. Questo si applica pure per l'utilizzo del recupero del calore residuo al fine di produrre acqua calda o di riscaldamento con temperature richieste fino a 60 °C. Con un dessuriscaldatore che sottrae calore al fluido refrigerante al condensatore, è disponibile calore a temperature chiaramente più elevate.

Per il Freecooling, rispettivamente per il recupero del calore residuo, conviene utilizzare il più possibile una infrastruttura esistente: finestre, vani d'aerazione, canali e vani tecnici, scambiatori di calore, condotte d'acqua fredda, ecc.

Raffreddare con l'energia solare

La produzione del freddo si basa su un circuito del freddo che necessita di una forza motrice: nelle macchine del freddo con compressore questa proviene da un motore elettrico. Il fabbisogno elettrico può essere coperto da un impianto fotovoltaico. Il freddo può essere inoltre prodotto dal calore solare a condizione che la macchina del freddo funzioni secondo i principi dell'assorbimento o dell'adsorbimento. In entrambi i casi la produzione del freddo è collegata ad un impianto con collettori solari o con un processo industriale (calore residuo). Che si tratti di calore o elettricità solare, l'effetto utile avviene contemporaneamente.

EFFICIENZA DEL RAFFREDDAMENTO

- L'efficienza del raffreddamento è valutata con il FAE, Fattore d'amplificazione elettrotermica del sistema. FAE è il rapporto tra la potenza di raffreddamento e il fabbisogno di potenza dei componenti collaboranti (pompe, rispettivamente ventilatori; vedi tabella sotto).

Efficienza del raffreddamento e domanda d'acqua di raffreddamento – Valori di riferimento secondo la norma SIA 382/1 (a pieno carico)

	Ventilatori raffreddamento	Pompe del raffreddamento	Pompe acqua fredda
Fattore d'amplificazione elettrotermica (FAE)	oltre 28	oltre 85	oltre 65
Quota di potenza elettrica dei componenti della potenza di raffreddamento	massimo 3,6 %	massimo 1,2 %	massimo 1,5 %

Riduzione di carichi termici

Apporti interni ed esterni aumentano il fabbisogno di freddo. Con una buona protezione solare, una elevata massa termica di un edificio, con apparecchi e illuminazione efficienti si riducono enormemente i carichi di freddo. È molto efficace non immettere ulteriore calore all'interno del sistema di raffreddamento: ad esempio, con temperature esterne elevate, è positivo ridurre la quantità d'aria esterna non raffreddata in entrata. Questo può avvenire automaticamente tramite la centralina della ventilazione.