

SOLAR COOLING

Refrigerare con il sole

Questo articolo si riferisce alla refrigerazione di edifici o a una parte di questi con l'impiego dell'energia solare. La refrigerazione può essere ottenuta utilizzando macchine frigorifere alimentate da energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico, oppure con macchine frigorifere ad assorbimento che utilizzano il calore fornito dal sole. La refrigerazione solare acquista sempre più importanza nell'ambito della climatizzazione di edifici ad alta efficienza energetica come per esempio gli edifici passivi.

Fabbisogno di refrigerazione

Il maggior fabbisogno di refrigerazione lo si ha in un edificio in estate nelle ore verso e dopo mezzogiorno. A causa dell'inerzia termica dell'ambiente esterno e dell'edificio stesso, la massima temperatura si registra normalmente tre ore dopo mezzogiorno. Pertanto le ore in cui si ha il maggiore fabbisogno di refrigerazione proprio sono quelle dopo mezzogiorno.

La refrigerazione con impianti di climatizzazione convenzionali aumenta il consumo elettrico proprio nelle ore di punta giornaliera e quindi aumenta la necessaria potenza di produzione e di distribuzione dell'elettricità. Per questa ragione, l'elettricità che deve soddisfare la richiesta di punta è la più costosa.

La coincidenza del massimo giornaliero dell'irradiazione solare e della punta della richiesta di refrigerazione rende appropriata la refrigerazione mediante l'energia solare.

In un edificio si dovrebbero refrigerare solo quelle parti dove sussiste un reale rischio di surriscaldamento. Le maggiori fonti di calore sono il sole e il macchinario in funzione (apparecchiature elettriche ed elettroniche).

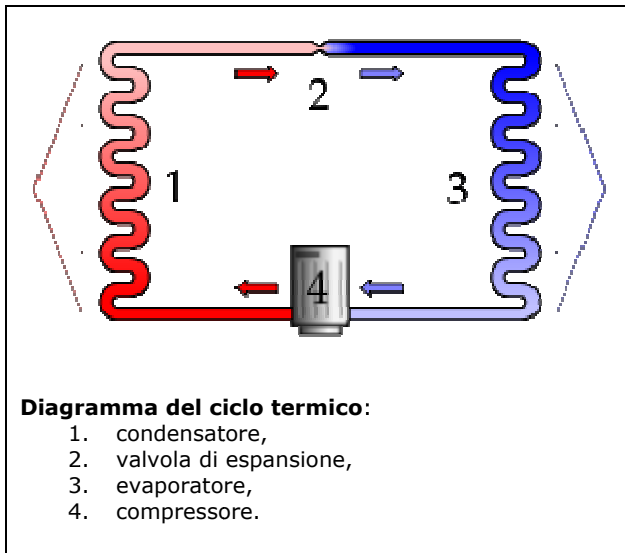
In ogni caso, conviene ridurre il fabbisogno di refrigerazione con adeguati interventi: miglioramento dell'isolamento termico dell'edificio, esclusione della penetrazione della luce solare diretta tramite opportune schermature e la riduzione delle cariche termiche da parte di fonti di calore interne (uso di lampadine a risparmio energetico, uso dei dispositivi di risparmio energetico delle apparecchiature elettroniche, ecc.)

Macchine frigorifere

La refrigerazione avviene solitamente tramite l'ausilio di macchine frigorifere che possono essere a compressione o ad assorbimento.

Nelle macchine frigorifere a compressione avviene un processo termodinamico ciclico, simile a quello che si ha in una pompa di calore con la differenza che il processo è inverso: il calore estratto dall'ambiente esterno non serve al riscaldamento, bensì il calore estratto dall'ambiente interno che viene smaltito nell'ambiente esterno. A questo fine si usano i cosiddetti fluidi refrigeranti, sostanze che, in condizioni di differente pressione, hanno anche differenti punti di ebollizione

e di condensazione. Fluidi refrigeranti sono, per esempio, l'ammoniaca (R717, NH₃), il biossido di carbonio (R744) e i clorofluorocarburi (CFC). I CFC, conosciuti anche con il nome di "freon", sono ormai stati abbandonati perché dichiarati responsabili del "buco nell'ozono", ovvero della degradazione dello strato di ozono nell'alta atmosfera alle alte latitudini.



Refrigerare con l'elettricità solare

Le macchine frigorifere a compressione sono normalmente elettriche. Sostituendo la corrente elettrica della rete con quella fornita da un impianto fotovoltaico, che trasforma l'energia solare in corrente elettrica, si può parlare di refrigerazione solare. Di solito, la corrente elettrica prodotta da impianti fotovoltaici va immessa nella rete elettrica e l'utente, la macchina frigorifera, va alimentata con la corrente fornita da questa rete. Così facendo, l'impianto solare può essere utilizzato durante tutte le

stagioni e non solo per la refrigerazione.

Il vantaggio di un tale sistema è quello che la produzione elettrica e la refrigerazione possono essere gestite separatamente e i due sistemi possono essere ampliati e potenziati indipendentemente.

Gli svantaggi sono invece che (1) la radiazione solare deve essere trasformata in elettricità per alimentare poi un processo termico, (2) che il rendimento delle celle fotovoltaiche è inferiore al 20 per cento e (3) che bisogna usare anche fluidi refrigeranti.

Refrigerare con il calore del sole

In questo metodo si usa il calore fornito dal sole per refrigerare. Nella refrigerazione con il calore solare si usano macchine frigorifere ad adsorbimento e ad assorbimento. Nell'assorbimento, sostanze liquide o gassose penetrano all'interno di un corpo solido o liquido che le assorbe. Nell'adsorbimento invece si depositano sostanze gassose o liquide per adesione alla superficie di un solido.

Il calore necessario proviene da collettori solari. L'uso di normali collettori solari che si trovano in commercio è possibile, ma normalmente si preferisce l'uso di collettori che abbiano un maggiore isolamento termico e siano coperti da lastre di vetro termoisolante. Nel caso di piccoli impianti sono in uso anche collettori a tubi sottovuoto.

I collettori usati hanno un rendimento fino al 70 per cento e pertanto si può tollerare un rapporto ($COP = \text{Coefficient of Performance}$) un po' meno vantaggioso tra calore smaltito ed energia impiegata in confronto a quello delle macchine frigorifere elettriche. Lo stesso collettore solare può essere usato anche per produrre acqua calda sia per usi domestici sia per il riscaldamento invernale.

Le macchine frigorifere ad assorbimento sfruttano il seguente principio: la temperatura necessaria per far evaporare un liquido diminuisce quando la pressione

viene abbassata. La bassa pressione assoluta nell'evaporatore fa evaporare il fluido refrigerante già a basse temperature.

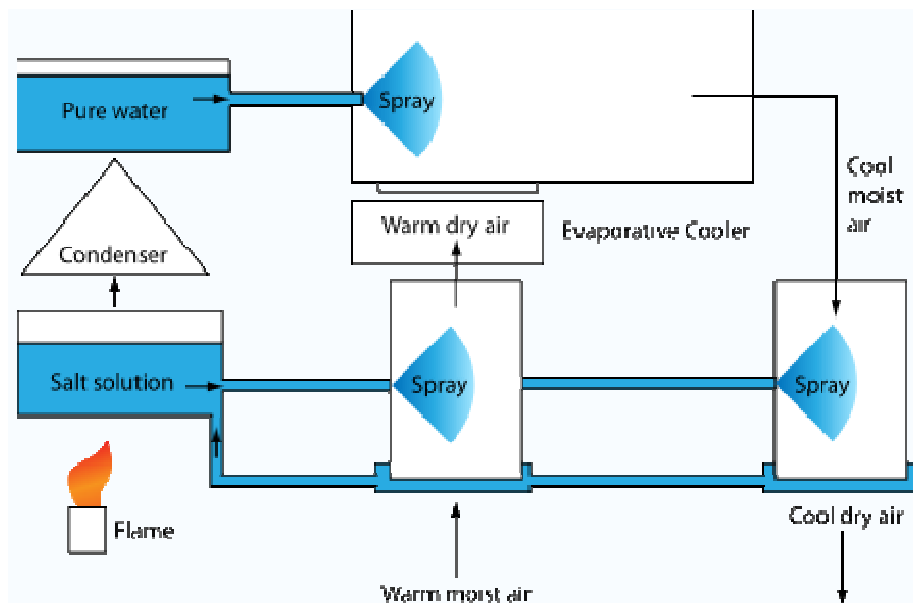
Una macchina frigorifera ad assorbimento sfrutta il calore di dissoluzione di un soluto in un solvente (generalmente acqua) che viene concentrato e diluito. Il più comune soluto usato nelle macchine frigorifere ad assorbimento è stato per molto tempo l'ammoniaca (NH_3). Oggi, al posto dell'ammoniaca, si usa anche una combinazione di litio e bromuro (LiBr).

Nel caso di una macchina ad assorbimento LiBr , in una camera dalla quale è stata evacuata l'aria, il solvente viene spruzzato su una serpentina metallica ed evapora alla temperatura di circa 3°C . Il calore necessario per l'evaporazione deriva dall'acqua nella serpentina che si raffredda e costituisce il freddo disponibile. Nel caso in cui il refrigerante dovesse raggiungere nell'evaporatore la pressione di saturazione, il processo di evaporazione s'interrompe. Pertanto, in un secondo passo, bisogna togliere continuamente il vapore dal fluido refrigerante. A questo fine si sfruttano le capacità di certe soluzioni saline di assorbire il vapore del refrigerante dall'aria. Questo passo avviene nel cosiddetto "assorbitore". Pertanto si parla di macchine refrigeranti ad assorbimento.

Il processo di assorbimento s'interrompe anche nel caso in cui la soluzione salina è satura del fluido refrigerante. Pertanto, in un terzo passo, bisogna togliere permanentemente il refrigerante dalla soluzione salina. A questo fine la soluzione salina arricchita con il refrigerante viene pompata nel cosiddetto generatore, dove, l'umidità, viene fatta evaporare a una temperatura tra 80° e 120° - quindi ad un livello di temperatura e di pressione sensibilmente più alto.

La soluzione salina, ora più concentrata, torna, nel circuito chiuso, all'assorbitore. In un ultimo passo, il vapore del fluido refrigerante proveniente dal generatore, con l'ausilio di acqua raffreddata in un circuito di raffreddamento, viene raffreddata fino alla temperatura iniziale, condensata e rimandata all'evaporatore. I sistemi termici di refrigerazione ad assorbimento possono essere a ciclo semplice, doppio e anche triplo. Più cicli si usano, più efficienti sono.

Nel caso di adsorbimento si usano assorbenti solidi quali silicagel o zeolite.



Schema del funzionamento di una macchina frigorifera ad assorbimento (come fonte di calore bisogna immaginarsi l'acqua calda prodotta da un collettore solare)

Assorbimento a ciclo chiuso

In questo processo l'aria è raffreddata da una macchina frigorifera ad assorbimento o adsorbimento tramite acqua fredda. L'aria non ha quindi contatto con la sostanza assorbente. Normalmente sono usate miscele di ammoniaca e acqua o soluzioni saline come Litio-Bromuro. Nel caso di adsorbimento si usano sostanze solide come gel di silice o zeolite e acqua come refrigerante. L'essiccamento dell'aria può avvenire, come nelle macchine frigorifere a compressione, tramite il raffreddamento sotto il punto di rugiada e un riscaldamento successivo.

Assorbimento a ciclo aperto

Nel caso di assorbimento a ciclo aperto l'aria viene essiccata tramite sostanze che assorbono umidità (p.es. gel di silice o zeolite). Dopodiché l'acqua viene nebulizzata e raffredda l'aria per evaporazione. L'assorbente viene poi essiccato (rigenerato) tramite calore secco. Nell'essiccazione si possono utilizzare sostanze solide o liquide (soluzioni con cloruro di calcio, cloruro di litio o litio bromuro).

Vantaggi e svantaggi della refrigerazione ad assorbimento

Uno dei vantaggi dell'assorbimento è che con questo si evita il processo termodinamicamente svantaggioso della produzione di energia elettrica. Il calore o le sostanze che assorbono umidità possono essere immagazzinati senza rilevanti perdite, ciò che diventa difficile se si usa l'elettricità.

Uno svantaggio è che l'impianto solare termico e l'impianto di climatizzazione devono essere progettati insieme, perché successivi adeguamenti e modifiche risultano difficili. Un altro svantaggio è l'elevato volume della parte refrigerante rispetto a quello che occupa una macchina frigorifera elettrica che è molto più compatta. Il fabbisogno energetico delle pompe e della regolazione può essere rilevante e deve essere pertanto considerato nel calcolo economico.