

Dossier

Pompe di calore

**Progetto
RES & RUE Dissemination**

Realizzato da
DOMOTECNICA

A cura di:

Ing. Giorgio Acerbi

• **INDICE**

1. LA POMPA DI CALORE.....	5
2. CICLI FRIGORIFERI A COMPRESSIONE MECCANICA E AD ASSORBIMENTO	6
2.1. Ciclo a compressione meccanica	6
2.2. Ciclo ad assorbimento	8
3. TIPOLOGIE DI POMPE DI CALORE.....	10
4. POMPE DI CALORE ACQUA-ACQUA ED ACQUA-ARIA	11
5. POMPE DI CALORE ARIA-ARIA.....	12
6. CONDIZIONATORI E POMPE DI CALORE ARIA-ARIA MONOBLOCCO	16
7. POMPE DI CALORE ARIA/ACQUA	20
8. POMPE DI CALORE REVERSIBILI	22
9. POMPE DI CALORE A GAS (AD ASSORBIMENTO).....	23
9.1. Basso impegno elettrico	23
9.2. Rendimento costante nel tempo.....	23
9.3. Unità compatta per la produzione termica e frigorifera.....	24
9.4. Manutenzione ridotta	25
9.5. Utilizzo di fluidi frigorigeni non dannosi.....	25
10. FLESSIBILITÀ, REGOLAZIONE MODULARE E RISPARMIO ENERGETICO	26
11. LA POMPA DI CALORE NELLE RISTRUTTURAZIONI	27
• INDIRIZZI UTILI	29

1. La pompa di calore

Le pompe di calore sono macchine termiche che operano trasferendo calore da una sorgente fredda ad una calda. Lo schema di funzionamento è quello di un condizionatore che lavora *a rovescio*.

Le macchine presenti sul mercato hanno comunemente campi di azione tra gli 0 ed i 120 gradi e possono quindi essere impiegate per il riscaldamento ambiente, per la produzione di acqua calda sanitaria e per i processi industriali che necessitano di calore a bassa temperatura.

La funzione delle pompe di calore è per l'85% quella di produrre calore a bassa temperatura, ma in certi casi svolgono la funzione aggiuntiva di mantenimento del freddo in certe aree, contribuendo anche ad una migliore redistribuzione del calore tra i vari ambienti climatizzati.

Le pompe di calore fanno parte del mercato della climatizzazione degli ambienti e del trattamento dell'aria. Infatti, costituiscono un'area del più ampio insieme costituito dai condizionatori, a loro volta parte del più generale mercato del trattamento dell'aria.

Generalmente gli acquirenti si orientano verso una soluzione condizionatore + pompa di calore, dato il modesto sovracosto richiesto per tale opzione. La caratteristica più importante che il prodotto deve avere è l'affidabilità, cioè la pompa non si deve rompere e deve funzionare con una manutenzione minima.

La quota delle pompe di calore sul fatturato aziendale delle imprese costruttrici è modesta ed è trainata dal più forte peso dei condizionatori. Tuttavia il loro peso segna nel complesso un trend di crescita medio negli ultimi quattro anni del 15%; si tratta quindi di una crescita consistente, che indica un buono stato di salute del settore.

2. Cicli frigoriferi a compressione meccanica e ad assorbimento

Con il termine **gruppi refrigeratori d'acqua e a pompa di calore** si classificano tutte le macchine frigorifere che sono in grado di produrre acqua refrigerata per uso commerciale sino a +5°C e/o acqua calda sino alla temperatura di +45°C/48°C.

I circuiti frigoriferi più diffusi e utilizzati appartengono a due grandi classi:

- circuiti a ciclo di compressione meccanica;
- circuiti a compressione termica o ad assorbimento.

I due tipi di ciclo differiscono per il modo con cui viene loro fornita l'energia per l'innalzamento della pressione del fluido refrigerante: meccanica nel ciclo comunemente detto a **compressione**, termica nel ciclo indicato ad **assorbimento**.

2.1. Ciclo a compressione meccanica

Nel ciclo a compressione meccanica si distinguono due rami: uno ad alta pressione (scarico del compressore, condensatore, prima della regolatrice) ed uno a bassa pressione (a valle della regolatrice, evaporatore, aspirazione del compressore).

I compressori che realizzano il ciclo frigorifero, sono quasi sempre direttamente accoppiati ad un motore elettrico. Essi si possono suddividere in due grandi categorie: *semiermetici e ermetici*. A loro volta entro ciascuna di queste categorie si possono avere compressori *alternativi* (a pistoncini) oppure *rotativi* (a vite, scroll, ecc.). Attualmente la tecnologia si è concentrata sui compressori rotativi in quanto più silenziosi, affidabili e con buoni rendimenti.

La *Figura 1* a pagina seguente descrive il funzionamento del ciclo a compressione meccanica. In essa si vede come nell'*evaporatore 1* il fluido frigorifero riceve il calore dal corpo solido o fluido che si vuol raffreddare, e, assorbendo calore, passa dallo stato liquido a quello di vapore saturo e poi lievemente surriscaldato. In questo stato (gas lievemente surriscaldato) il fluido frigorifero esce dall'*evaporatore 1* e viene aspirato dal *compressore 2*.

Il *compressore 2* aumenta la pressione e il surriscaldamento del fluido frigorifero e lo invia al *condensatore 3*. Il tratto di tubo che va dal *compressore 2* al *condensatore 3* è molto caldo (fino a 120 °C), e ciò è indizio di buon funzionamento dell'impianto.

Se questo tubo, toccandolo, risulta freddo, indica un cattivo funzionamento dell'impianto (al compressore torna gas umido e non surriscaldato) con resa molto bassa o nulla e pericolo di rottura delle valvole.

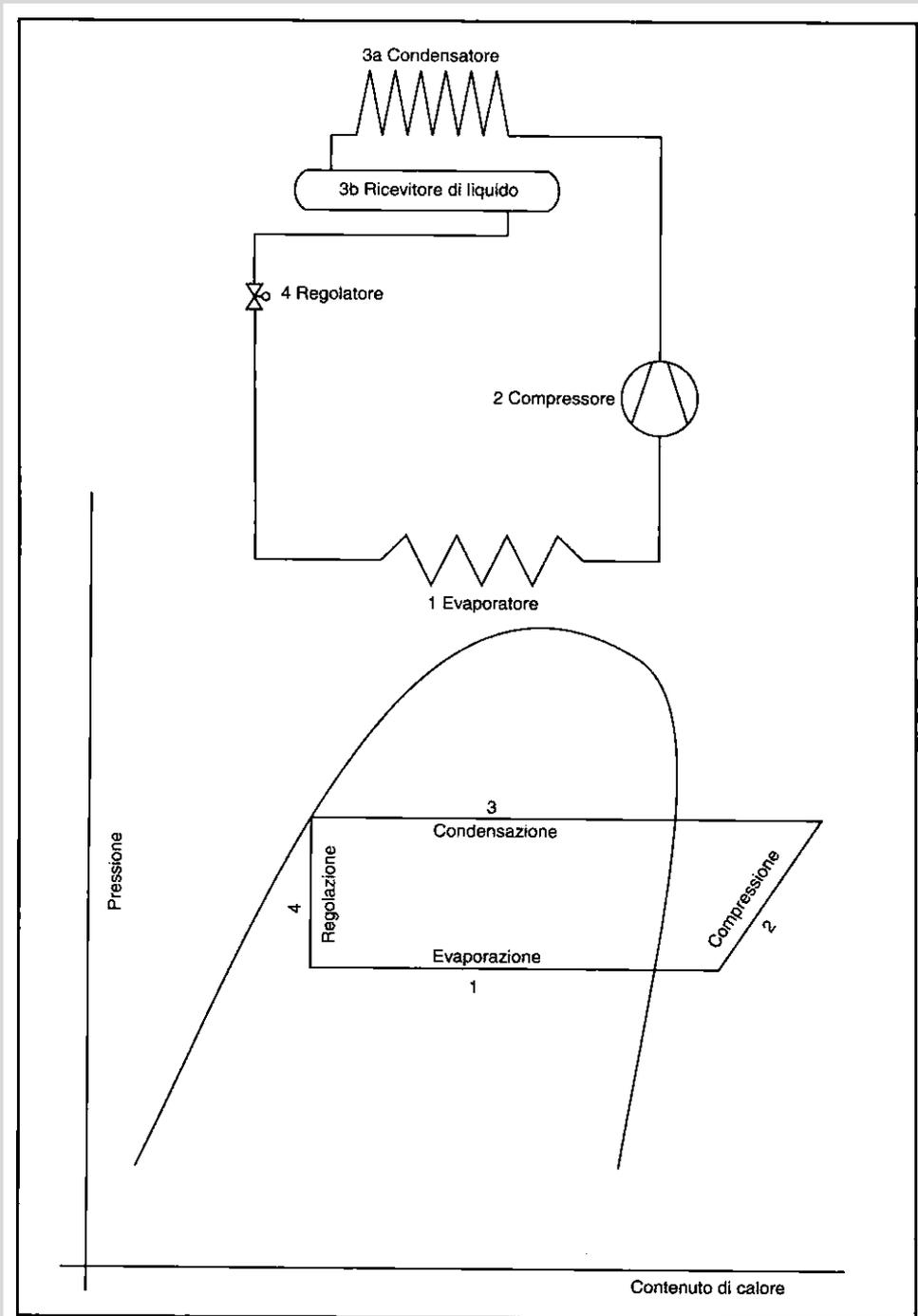


Fig. 1 - Diagramma del ciclo a compressione meccanica.
 Schema di compressione meccanica

Nel *condensatore 3* il gas frigorifero viene prima desurriscaldato e poi condensa, ossia torna allo stato liquido, sotto l'azione combinata della pressione che gli ha impartito il compressore e del raffreddamento operato dall'acqua o dall'aria che circolano nel condensatore asportando il calore dal circuito frigorifero.

Nella grande maggioranza dei casi il liquido condensato viene raccolto per caduta in un serbatoio che è posto sotto il condensatore detto ricevitore di liquido.

È evidente come nel condensatore il fluido frigorifero compresso sia soggetto a una pressione più elevata di quella a cui si trova nell'evaporatore. Per inviare il liquido stesso all'evaporatore occorre un organo che riduca la pressione del liquido dal valore che esso ha nel condensatore a quello che avrà nell'evaporatore.

Questo organo è la *valvola regolatrice* o *laminatrice* 4. In essa il liquido è obbligato a passare attraverso un ugello molto piccolo. Per superare questo ostacolo al liquido occorre dell'energia. Questa energia la fornisce il fluido stesso a spese del proprio calore interno (entalpia), per cui si raffredda, diminuendo la propria pressione.

Questa è la ragione per cui il liquido prima della regolatrice è relativamente caldo mentre dopo di essa è sensibilmente freddo. Se la sua temperatura (che è poi la temperatura di evaporazione) è di 0 °C o superiore, il tubo dopo la regolatrice è bagnato di condensa, ma se la sua temperatura è inferiore allo 0 °C il tubo si copre di brina. Se si tocca il tubo con un dito umido si nota una certa resistenza a staccare il dito dopo qualche secondo perché tra dito e tubo l'umidità è congelata. È un modo molto empirico che si usava una volta per rendersi conto se l'effetto frigorifero fosse buono.

Dalla *valvola regolatrice* 4 il fluido allo stato liquido e freddo passa nell'evaporatore 1 dove riprende il ciclo descritto.

2.2. Ciclo ad assorbimento

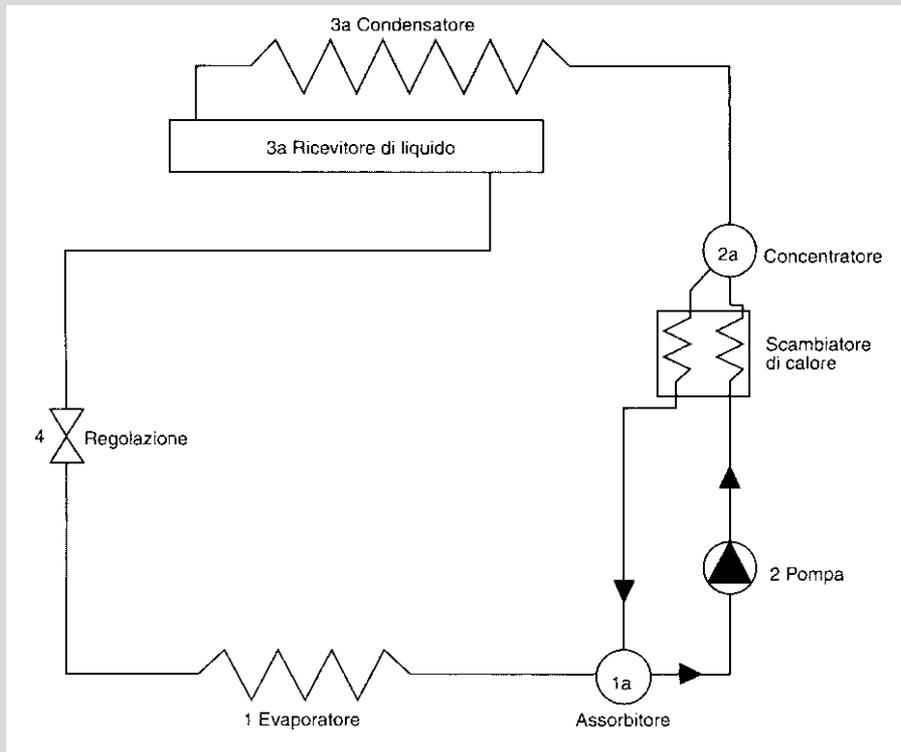
Il ciclo ad assorbimento ha in comune con quello a compressione meccanica tre componenti: il condensatore, la regolatrice, l'evaporatore, ma ne differisce profondamente per il modo di trasferimento del fluido frigorifero e quindi del calore dall'evaporatore al condensatore e, in certi casi per il livello delle pressioni in gioco.

Nella macchina ad assorbimento sono presenti i cicli di due fluidi: quello del *frigorifero* e quello del *liquido assorbitore*: ad esempio i cicli ammoniaca (frigorifero) acqua (assorbitore), oppure quello acqua (frigorifero) e bromuro di litio (assorbitore). I due cicli si intersecano perché il fluido frigorifero in certe parti del circuito si scioglie nel fluido assorbitore, in altre se ne distacca, e in altre ancora agisce indipendentemente.

Anche nella macchina ad assorbimento si distinguono due rami: uno a maggior pressione (*condensatore* e *concentratore*) e uno a minor pressione (*evaporatore* e *assorbitore*).

Nel ciclo ad assorbimento acqua/bromuro di litio, le pressioni, sia nel ramo ad alta che a bassa, sono molto inferiori a quella atmosferica per cui tutta la macchina deve essere stagna e non permettere infiltrazioni d'aria che sarebbero molto nocive. Questa è la ragione per cui gli interventi sulla macchina vanno compiuti da personale non solo specializzato, ma anche

Fig. 2 - Schema della macchina ad assorbimento



attrezzato convenientemente. Il rapporto tra la alta pressione (102 millibar) e la bassa (8,9 millibar) è elevato (11,46).

In una macchina funzionante con acqua e ammoniaca i valori delle pressioni in gioco sono simili a quelle di un impianto a compressione meccanica ad ammoniaca, ed agiscono tra gli stessi limiti di temperatura.

3. Tipologie di pompe di calore

Il ciclo frigorifero che si sviluppa tramite un fluido (gas Freon R22 – R 124 – R 407 C – R 134 A, ecc.) che cambia agevolmente di stato, quando lo si comprime, oppure quando lo si lascia espandere, riesce a trasferire calore da un corpo (evaporatore) ad un altro (condensatore) durante la produzione di freddo, oppure viceversa durante la produzione di caldo (pompa di calore).

La vasta disponibilità di apparecchiature si articola pertanto sulla combinazione di queste due possibilità operative applicate ai fluidi secondari disponibili. In particolare si usa classificare le pompe di calore secondo la natura della sorgente fredda e di quella calda, che possono essere aria oppure acqua.

Tipologie di pompe di calore

- **Acqua-acqua**; dove verrà riscaldata acqua trasferendo calore da altre acque.
- **Acqua-aria**; dove verrà riscaldata aria attingendo calore da acqua.
- **Aria-aria**; dove verrà riscaldata aria trasferendo calore da altra aria.
- **Aria-acqua**; dove verrà riscaldata acqua attingendo calore da aria

In questa classificazione il primo termine sta ad indicare la sorgente fredda ed il secondo quella calda.

4. Pompe di calore acqua-acqua ed acqua-aria

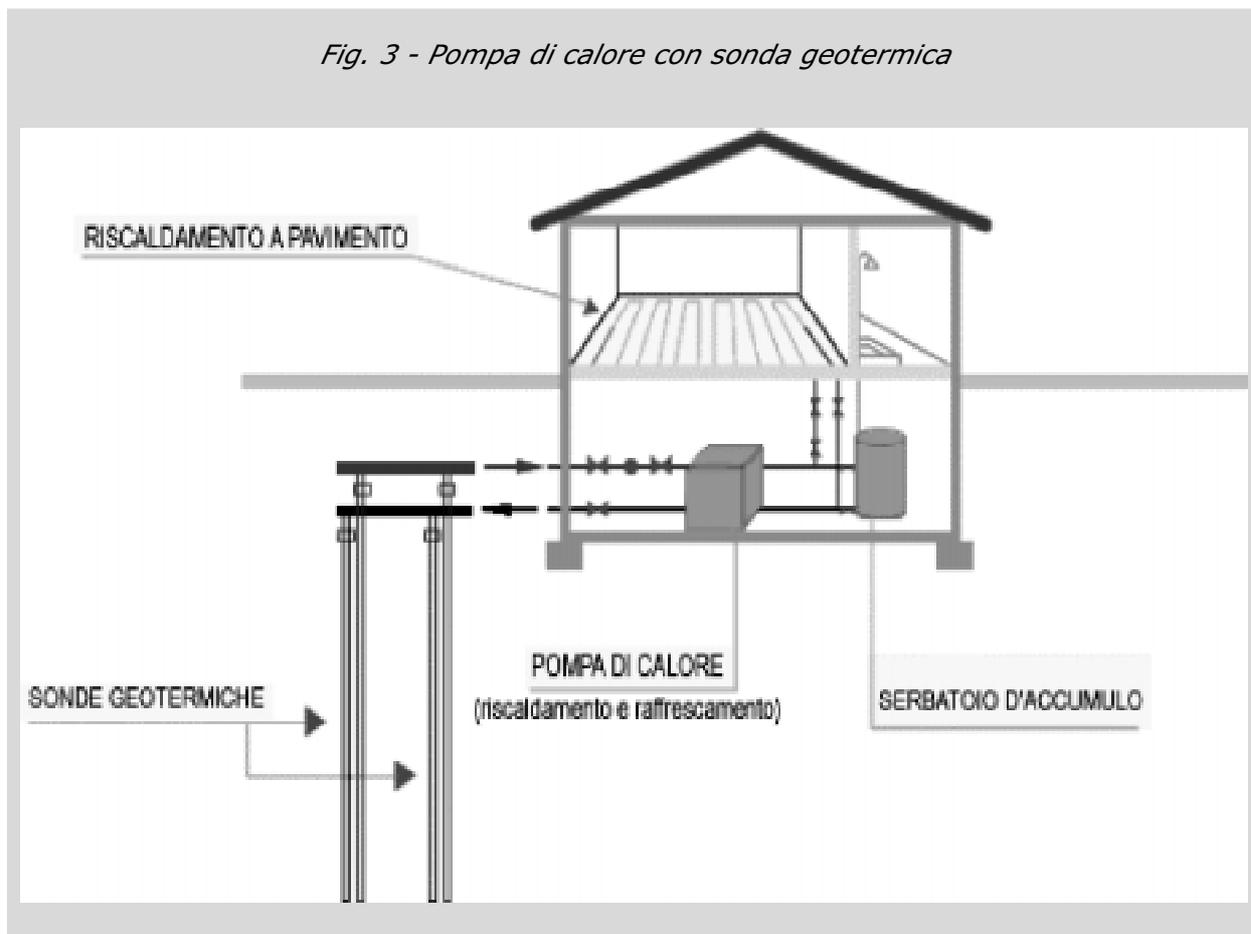
L'acqua rappresenta la sorgente calda ideale, purtroppo non sempre è facilmente reperibile. Una versione particolare di questo tipo di pompe di calore è quella che sfrutta come fonte di calore l'energia geotermica che dal nucleo terrestre si irradia verso la superficie.

In questo caso la pompa di calore riscalda l'acqua dell'impianto di riscaldamento e trova applicazione soprattutto abbinata ad impianti che funzionino a bassa temperatura ottenendo un rapporto estremamente vantaggioso tra energia fornita ed energia elettrica assorbita.

I principali vantaggi derivanti dall'utilizzo della pompa di calore e dallo sfruttamento dell'energia geotermica sono legati agli aspetti economici, ecologici e di sicurezza dell'impianto. Il risparmio è di circa il 60% - 70% rispetto ai comuni combustibili, mentre per quanto concerne l'aspetto ecologico si possono eliminare sia le emissioni sia gli odori.

L'impianto non prevede l'utilizzo di caldaie e serbatoi nelle vicinanze della casa a tutto vantaggio della sicurezza e consente inoltre una totale autonomia.

Di seguito viene riportato lo schema relativo a questo tipo di impianto.



5. Pompe di calore aria-aria

Contrariamente all'acqua calda, l'aria è facilmente reperibile, ma la variabilità della temperatura e dell'umidità riducono il rendimento medio delle pompe.

Il 95% delle di pompe di calore installate in Italia utilizza come sorgente fredda l'aria e in particolare l'84% dei pezzi (il 58% in termini di fatturato) è costituito dalla tipologia aria/aria. All'interno di questa tipologia, lo schema più diffuso prevede l'utilizzo di split. Con tale denominazione vengono classificate tutte le macchine ad espansione diretta di gas freon, costituite da una unità *motocondensante* (o *motoevaporante* in pompa di calore) e da una o più unità interne, anche variamente configurate, collegate alla unità esterna medesima.

Le unità esterne, sia *mono* che *multi*, sono generalmente raffreddate ad aria ed hanno la possibilità di essere variamente collocate (a pavimento, a parete, a tetto, ecc.) direttamente all'aperto. Anche i terminali interni sono ampiamente assortiti: ne esistono per essere collocati a parete (sia in basso che in alto), a soffitto da canalizzare, da incasso, ecc.

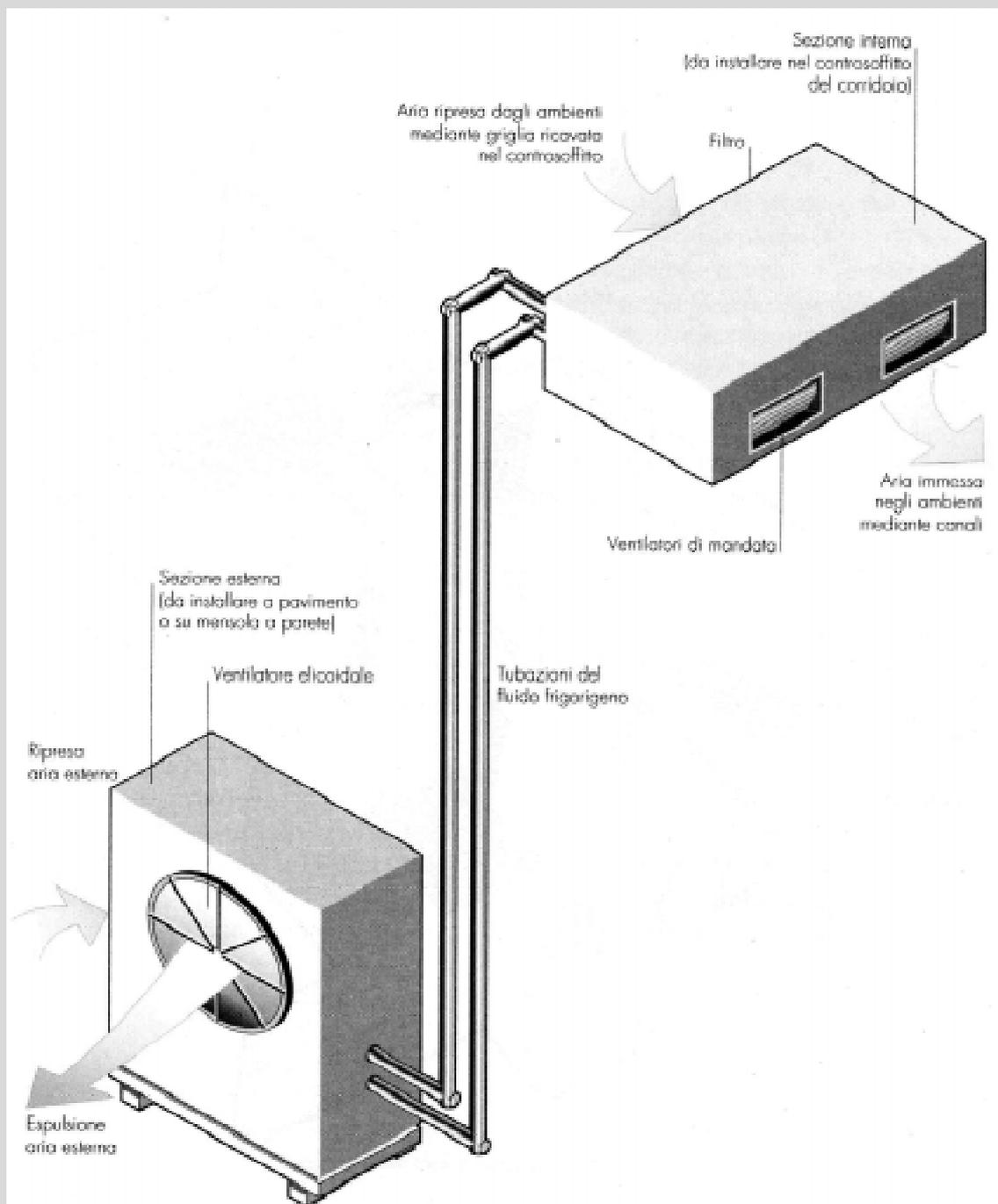
Il condizionatore o la pompa di calore schematizzati in *Figura 4* (vedi pagina seguente), sono costituiti da due sezioni separate e raccordate tra loro da una tubazione in rame, entro cui circola il fluido frigorifero. La sezione esterna, detta comunemente *motocondensante*, contiene essenzialmente il compressore e una batteria di scambio termico, avente funzione di condensatore in ciclo di raffrescamento, oppure di evaporatore, durante la stagione invernale, in fase di riscaldamento (versione a pompa di calore). Completano l'equipaggiamento dell'unità esterna un ventilatore elicoidale, necessario a garantire una determinata portata d'aria attraverso le alette della batteria di scambio termico, il dispositivo di espansione del fluido refrigerante e, nella versione a pompa di calore, la valvola di inversione del ciclo.

La sezione interna, detta anche *evaporante*, comprende una batteria di scambio termico, con funzione di evaporatore in ciclo di raffrescamento, oppure di condensatore nel funzionamento a pompa di calore, nonché uno o più ventilatori centrifughi; a corredo della sezione interna, è presente anche un filtro, avente lo scopo di trattenere le impurità dell'aria ripresa dagli ambienti.

La *Figura 5* (a pagina 14) mostra un tipico esempio di installazione dell'apparecchiatura e del relativo sistema di distribuzione. Come si può notare, la sezione esterna è posizionata sul balcone, ma sono possibili, a seconda dei casi, anche soluzioni differenti. Ad esempio il montaggio su mensole ancorate a una parete esterna, oppure, nel caso di appartamenti ubicati all'ultimo piano dell'edificio, l'installazione sul terrazzo di copertura (i costruttori forniscono la distanza e il dislivello massimi da non superare tra l'unità esterna e l'unità interna).

La sezione interna va invece inserita, in posizione orizzontale, generalmente nel controsoffitto del corridoio oppure in un locale di servizio. Le tubazioni del fluido frigorifero corrono a ridosso di pareti e solai, oppure incassate nelle murature.

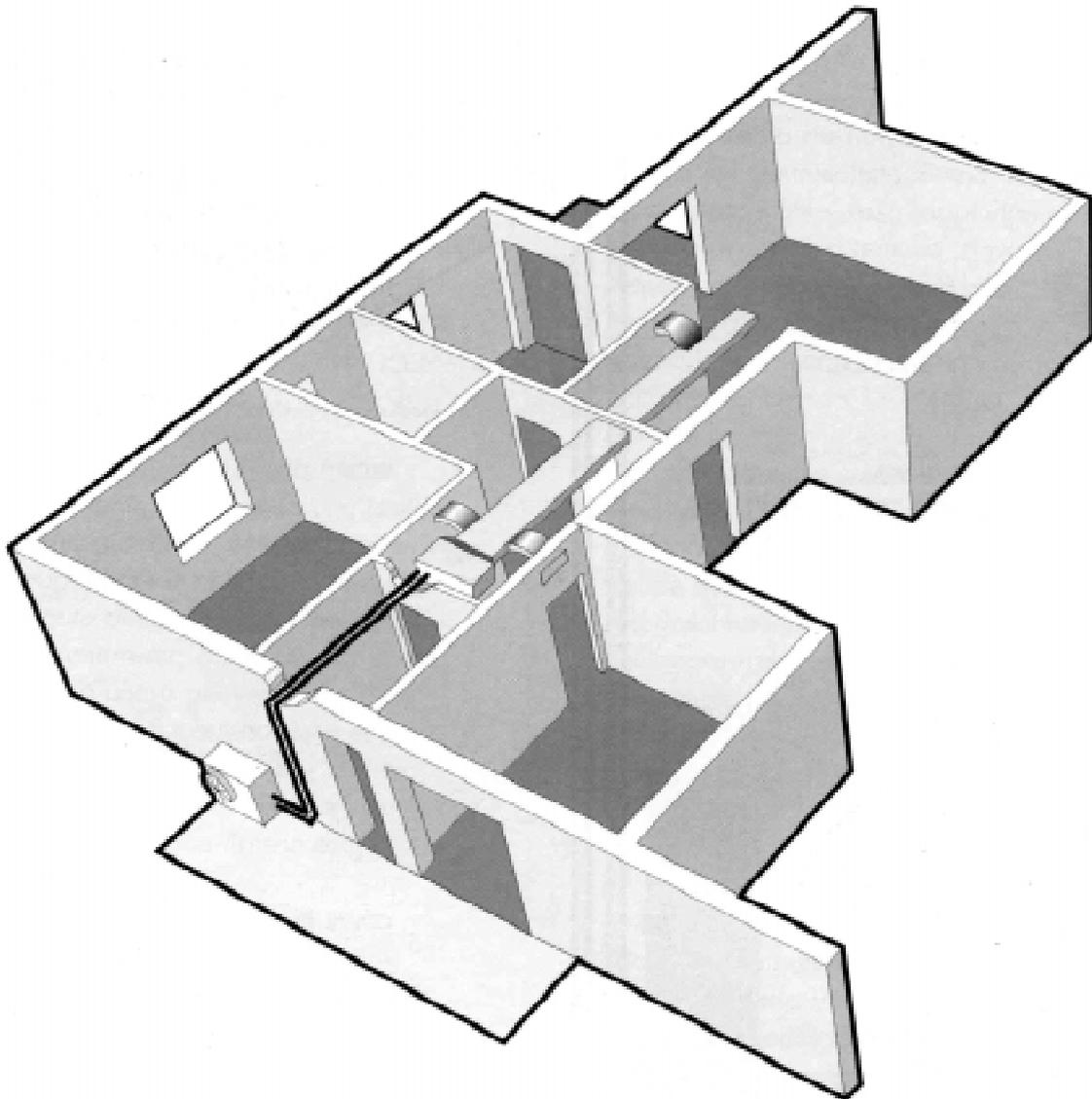
Fig. 4 - Condizionatore o pompa di calore a due sezioni (split) canalizzabile



Il condizionatore o la pompa di calore sono costituiti da due sezioni separate e raccordate tra loro da una tubazione in rame, entro cui circola il fluido frigorifero. La sezione esterna contiene il compressore e una batteria di scambio termico attraversata, grazie all'intervento di un ventilatore, da una portata d'aria che consente lo scambio con l'esterno.

La sezione interna comprende una batteria di scambio termico e uno o più ventilatori di mandata dell'aria agli ambienti.

Fig. 5 - Esempio di installazione del condizionatore o pompa di calore a due sezioni (split) canalizzabile



La sezione esterna è posizionata sul balcone, mentre la sezione interna è inserita nel controsoffitto del corridoio. L'aria, ripresa dagli ambienti tramite griglie di transito ricavate nelle porte, perviene nel corridoio e viene aspirata dalla sezione interna mediante una griglia inserita nel controsoffitto; dopo aver attraversato un filtro, essa raggiunge la batteria di scambio termico, all'uscita della quale viene insufflata all'interno di apposite canalizzazioni inserite nel controsoffitto e distribuita ai vari ambienti mediante bocchette orientabili ricavate nelle pareti.

L'aria ripresa dagli ambienti, preferibilmente tramite griglie di transito ricavate nelle porte, perviene nel corridoio e viene aspirata dalla sezione interna mediante una griglia inserita nel controsoffitto. Dopo aver attraversato il filtro, essa raggiunge la batteria di scambio termico, dove viene opportunamente riscaldata (versione a pompa di calore) o raffreddata a seconda del tipo di trattamento richiesto.

Durante la stagione estiva, a seguito del raffrescamento, si ottiene anche un gradevole effetto di deumidificazione dell'aria; l'acqua, trattenuta sulle alette fredde della batteria, viene raccolta in una vaschetta inserita all'interno dell'apparecchiatura e quindi allontanata mediante una sottile tubazione in materiale plastico.

L'aria, in uscita dalla batteria, viene infine insufflata all'interno di apposite canalizzazioni inserite nel controsoffitto dei corridoi e distribuita ai vari ambienti mediante bocchette orientabili ricavate nelle pareti. I canali dell'aria sono tradizionalmente realizzati in sottile lamierino di acciaio, ma di recente si registra pure un'ampia diffusione di leggere canalizzazioni, costituite da materiale coibente rivestito da fogli di alluminio. Sono presenti in commercio anche condotti dell'aria a sezione circolare in materiale plastico flessibile, che consentono una posa in opera estremamente rapida.

Per quanto concerne le bocchette, esse sono generalmente di forma rettangolare, costruite in alluminio o in acciaio e, se richiesto, colorabili in tinta con le pareti; sono anche possibili soluzioni di forma differente, per meglio integrarsi nell'architettura degli interni.

La regolazione dell'apparecchiatura, in funzione delle condizioni di carico, è attuata centralmente, mediante un unico termostato generalmente installato nel corridoio, agente con logica intermittente sull'alimentazione elettrica del compressore. Per meglio adattare l'erogazione della potenza termica o frigorifera alle effettive necessità, il ventilatore della sezione interna è inoltre dotato di un commutatore di velocità, generalmente a tre posizioni, azionabile comodamente dall'utente con apposito comando a distanza.

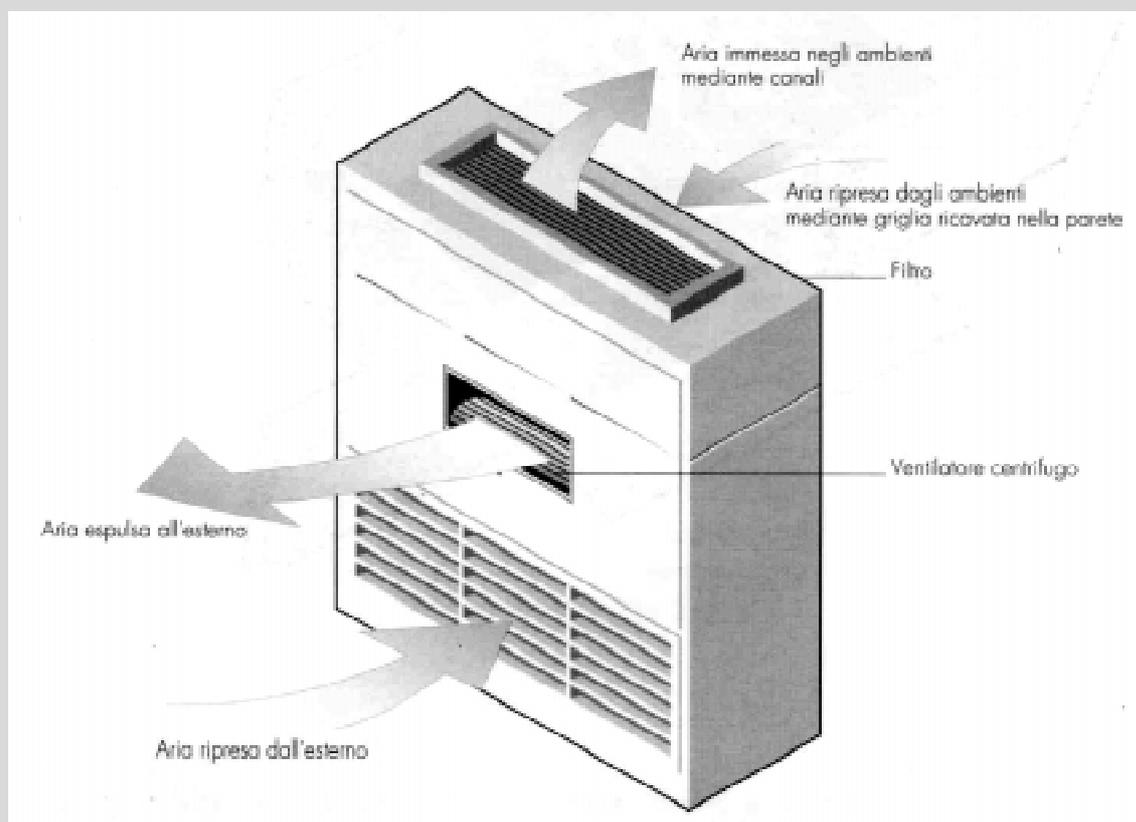
6. Condizionatori e pompe di calore aria-aria monoblocco

Il condizionatore d'aria o la pompa di calore aria-aria schematizzati in Figura 6 sono realizzati in unità monoblocco a basamento per installazione all'interno; sono pure presenti sul mercato analoghe apparecchiature, da installare al soffitto in posizione orizzontale.

La macchina contiene al proprio interno tutto il circuito frigorifero, costituito dal compressore, dalle batterie di scambio termico (evaporatore e condensatore), dal dispositivo di espansione del fluido refrigerante e, nella versione a pompa di calore, dalla valvola di inversione del ciclo.

Le Figure 7, 8 e 9 mostrano diversi esempi di installazione delle pompe di calore aria/aria.

Figura 6 – Condizionatore o pompa di calore aria-aria monoblocco



*Figura 7 - Esempio di installazione
del condizionatore o pompa di calore aria-aria monoblocco*

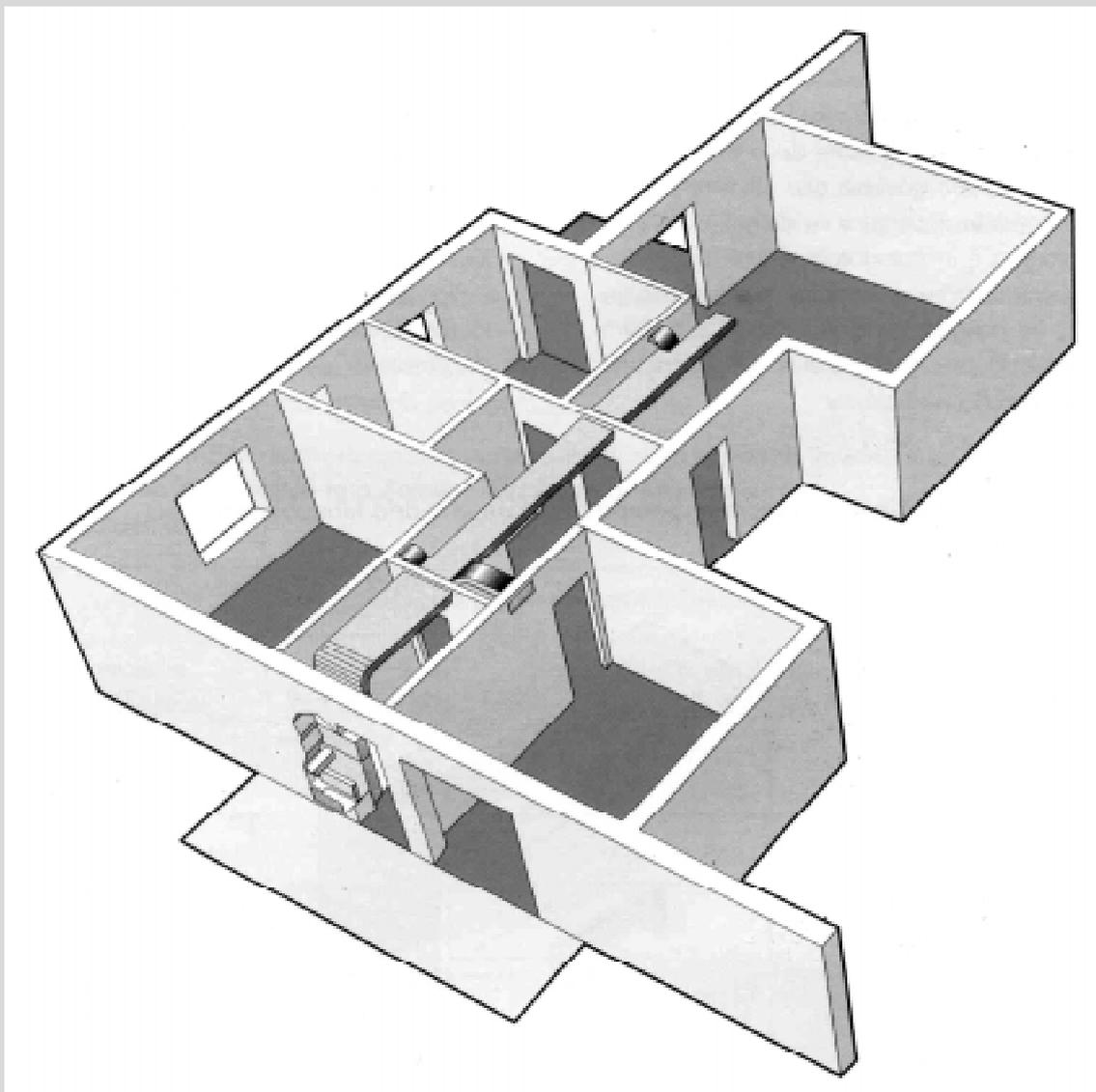


Figura 8 - Condizionatore o pompa di calore multi-split

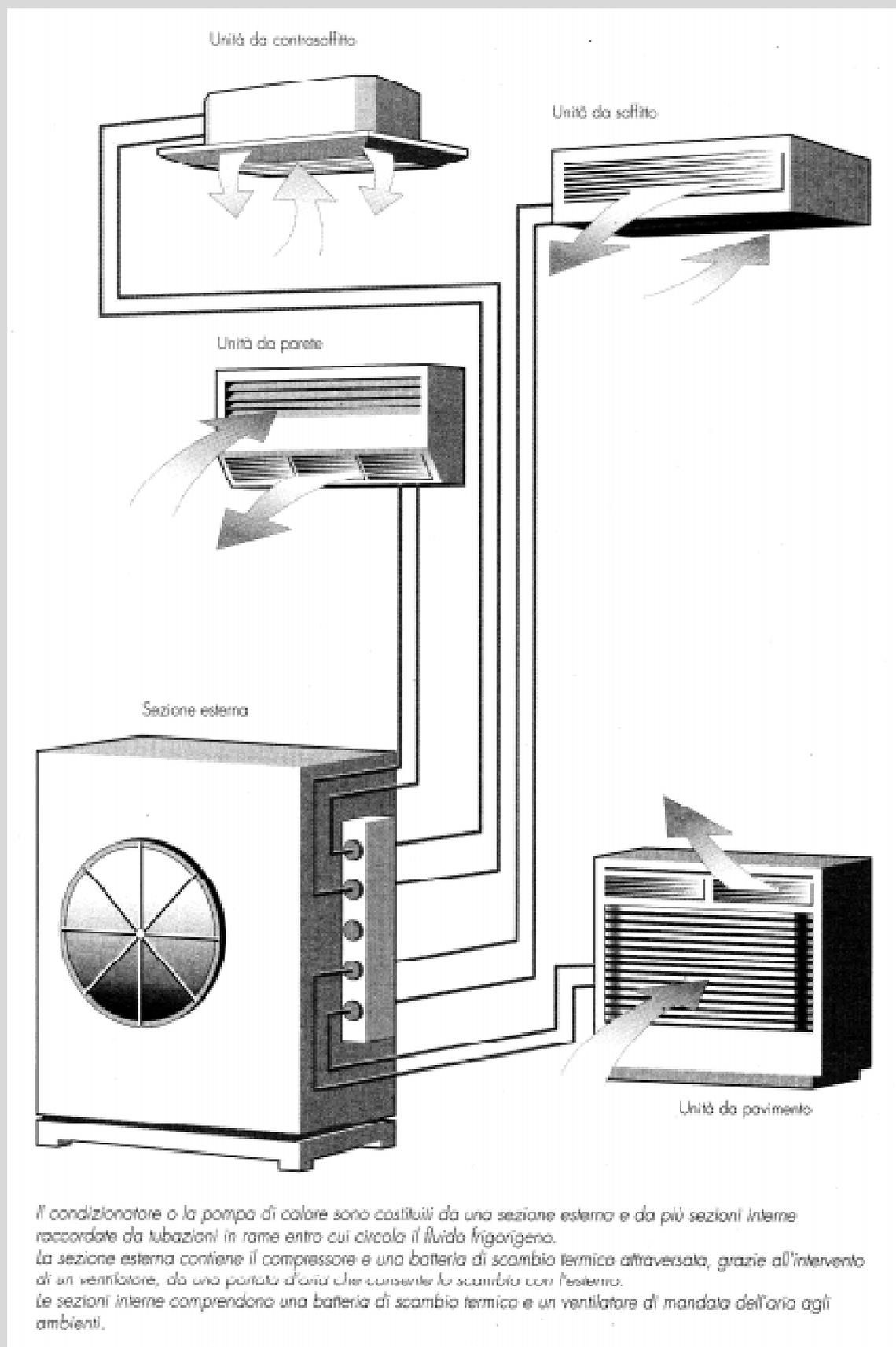
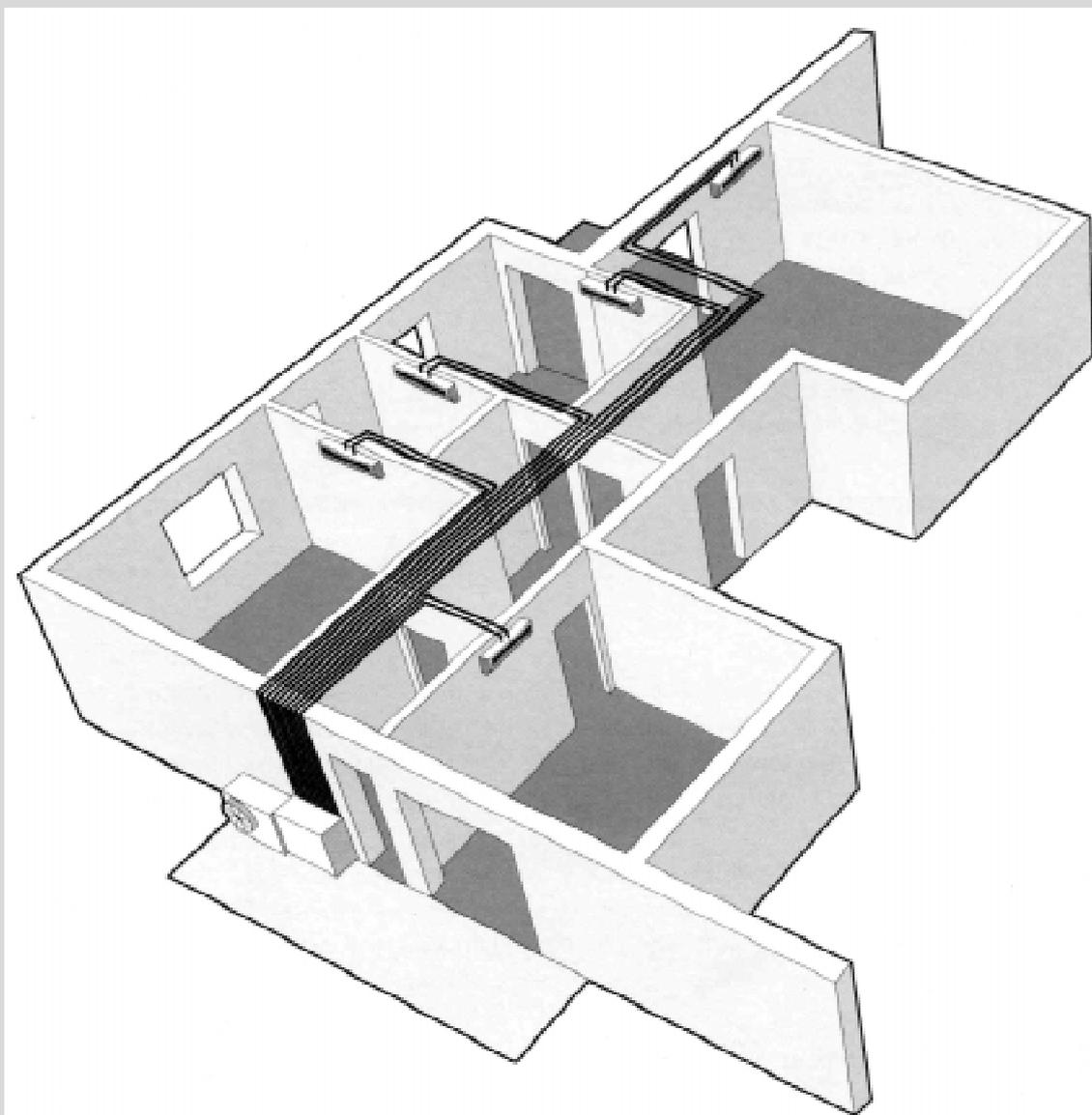


Figura 9 - Esempio di installazione del condizionatore o pompa di calore multi-split



La sezione esterna è posizionata sul balcone, mentre le sezioni interne sono installate nei diversi locali serviti. L'aria, aspirata dall'ambiente mediante il ventilatore della sezione interna e opportunamente filtrata, perviene alla relativa batteria di scambio termico, all'uscita della quale viene immessa nuovamente in ambiente.

7. Pompe di calore aria/acqua

Le pompe di calore di tipo aria-acqua totalizzano sul mercato italiano solamente il 12% in termini di pezzi venduti, ma, considerando il fatturato totale, realizzano una quota pari al 37%. Ciò perché si tratta di macchine medio-grandi (20-30 kW in media contro i 5-10 delle macchine aria-aria) che costano mediamente 4-5 volte di più delle apparecchiature aria-aria.

Le Figure 10 e 11 riportano lo schema della pompa di calore aria - acqua e un esempio di installazione delle apparecchiature

Figura 10 - Schema pompa di calore aria-acqua

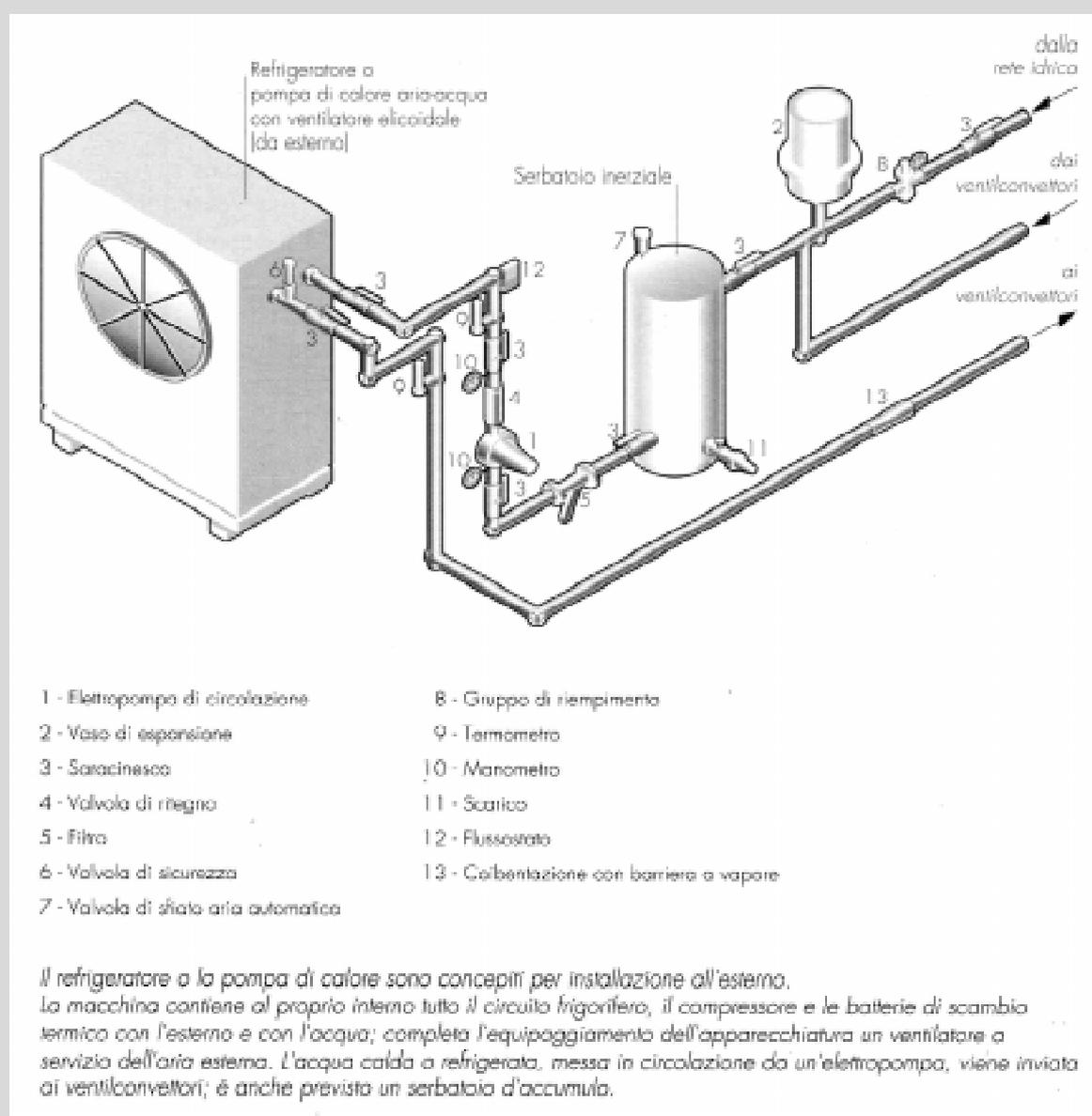
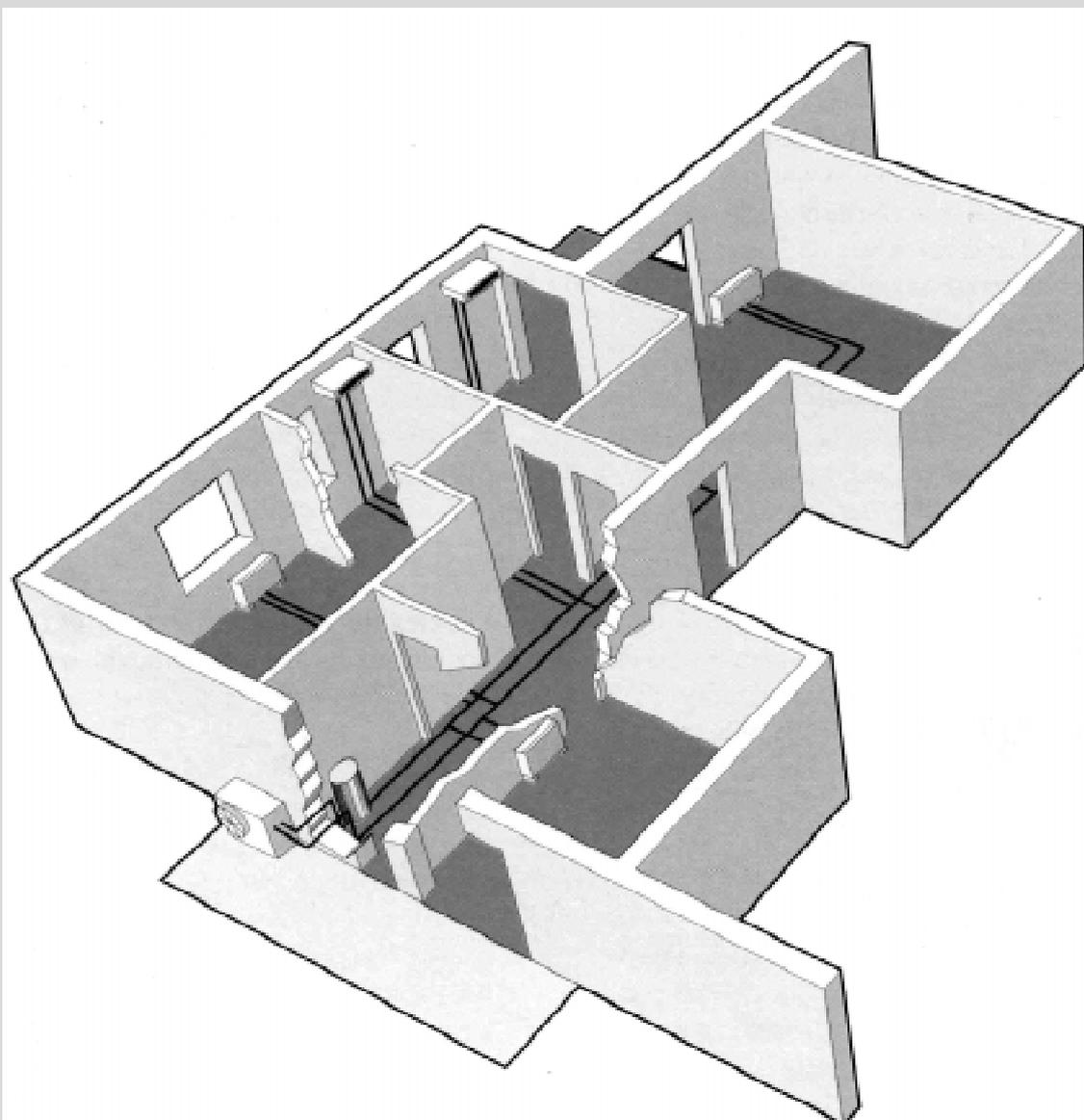


Figura 11 - Esempio di installazione del refrigeratore o pompa di calore aria-acqua con ventilatore elicoidale



L'apparecchiatura è posizionata sul balcone, mentre il serbatoio è installato in un locale di servizio.
L'acqua calda o refrigerata viene distribuita, mediante una rete di tubazioni, alle batterie dei ventilconvettori presenti nei diversi locali serviti.
L'aria, aspirata dall'ambiente mediante il ventilatore del ventilconvettore e opportunamente filtrata, perviene alla relativa batteria di scambio termico, all'uscita della quale viene immessa nuovamente in ambiente.

8. Pompe di calore reversibili

Si è detto che la pompa di calore non è altro che un condizionatore che funziona a rovescio e non vi sono difficoltà tecnologiche ad invertire il ciclo e a far funzionare la macchina stessa come un condizionatore.

Infatti la maggior parte delle pompe di calore presenti sul mercato sono *reversibili*, cioè possono funzionare indifferentemente come condizionatore o come pompa di calore. Questa doppia funzionalità è l'elemento di traino dello sviluppo del settore.

La principale motivazione di acquisto di questa macchina è infatti quella del condizionamento estivo. Dato però che il sovracosto per disporre della reversibilità è modesto, molti acquirenti preferiscono aggiungere anche questa funzionalità, anche se il suo uso prevalente resterà il raffrescamento. Ciò vale soprattutto per le macchine di piccola taglia aria-aria, destinate alla climatizzazione dell'ambiente.

9. Pompe di calore a gas (ad assorbimento)

9.1. Basso impegno elettrico

È noto che un sistema di produzione di acqua refrigerata in modo tradizionale, che utilizza cioè un compressore mosso da un motore elettrico, necessita per il suo funzionamento di una fonte di energia elettrica piuttosto considerevole.

A ciò si provvede adeguando il valore di potenza elettrica impegnata in funzione della richiesta elettrica del refrigeratore.

Ma non sempre tale adeguamento è fattibile (per mancanza di disponibilità di potenza della rete elettrica) e comunque l'adeguamento è molto spesso piuttosto oneroso, in quanto comporta l'impegno di un contatore elettrico maggiorato (per potenze impegnate medio-piccole), fino ad arrivare all'obbligo della costruzione di una cabina elettrica (per potenze medio alte).

Il sistema ad assorbimento ROBUR utilizza come fonte energetica primaria per il suo funzionamento, gas combustibile (metano o G.P.L.), mentre richiede una potenza elettrica di molto inferiore rispetto ad un chiller elettrico di pari potenza frigorifera. Ad esempio: mentre un chiller elettrico da 75.000 frig/h assorbe circa 35 kW di potenza elettrica, ad un refrigeratore ROBUR di pari potenza frigorifera, necessitano solo 4 kW.

Tutto questo avvantaggia sia il costo impiantistico del refrigeratore ad assorbimento, che quello gestionale. Infatti, ricordiamo che i costi energetici contemplano il pagamento di oneri fissi che sono, in linea generale, proporzionali alla potenza impegnata, e di oneri variabili con il consumo.

9.2. Rendimento costante nel tempo

La convenienza economica di una macchina frigorifera si misura anche in funzione della variazione di rendimento nel tempo.

L'efficienza di un refrigeratore nell'arco della sua vita è ovviamente legata a diversi fattori, tra i quali spicca, come in altre tecnologie, il decadimento meccanico. L'usura e la rottura delle parti in movimento creano una diminuzione del rendimento globale degli apparecchi, che può incidere anche notevolmente se il numero di anni di funzionamento è medio-alto (20 anni e oltre).

La tecnologia utilizzata per i refrigeratori ad assorbimento ha tenuto conto anche di questo importante fattore. Questo refrigeratore è una macchina di tipo statico. Infatti, la parte in movimento nel ciclo termodinamico si limita ad una sola: una pompa che tiene in movimento il fluido refrigerante. La mancanza di pistoni, valvole di tenuta, organi rotanti, ecc. (tipici di un sistema a compressione tradizionale) sostituiti con un sistema statico, permette di garantire un rendimento costante nel tempo.

Ma è soprattutto la mancanza di perdite all'interno del circuito refrigerante a far prevalere nettamente il refrigeratore ad assorbimento a gas sui sistemi elettrici. Studi di enti indipendenti britannici (test commissionati nel 1997 all'"Energy Technology Support Unit" dal "Department of the Environment, Transport and the Regions" del Regno Unito) hanno dimostrato che nei sistemi tradizionali elettrici, perdite di fluido del 15%, generano diminuzioni di potenza frigorifera del 45%. Ciò significa poter prendere in considerazione, nella progettazione del sistema ad assorbimento, solo la potenza frigorifera strettamente necessaria, senza introdurre nel calcolo sovradimensionamenti che tengano conto della diminuzione di efficienza del sistema refrigerante.

Ricordiamo infine che il complesso di apparecchiature che formano il circuito è costituito in pratica da un unico elemento in quanto ogni componente è saldato all'atto della costruzione dell'apparecchio. Per questo motivo si definisce il circuito frigorifero di tipo *sigillato*, a vantaggio dell'efficienza del sistema che non ha perdite di fluido per trafileamenti causati da giunzioni, guarnizioni, ecc.

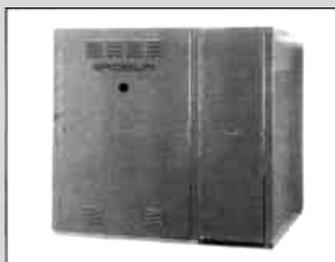
9.3. Unità compatta per la produzione termica e frigorifera

Per poter soddisfare le esigenze di riscaldamento invernale (ed eventualmente anche quelle di produzione di acqua calda sanitaria), sono disponibili oltre alle unità per il solo condizionamento, unità termofrigorifere denominate AYF ed RTYF (dall'inglese All Year, cioè per tutto l'anno). Queste unità si diversificano da quelle per il solo raffreddamento, per la presenza, all'interno del monoblocco, di una caldaia ad alto rendimento per la produzione di acqua calda alternativamente o contemporaneamente al funzionamento della sezione condizionamento.

Figura 12 - Unità RTCF 300-00



Figura 13 - Unità AYF 68-108/2



Si realizza in questo modo un'apparecchiatura che utilizza vantaggiosamente il combustibile gassoso (metano o G.P.L.) sia per la produzione del freddo (attraverso il ciclo ad assorbimento) sia per la produzione del caldo (attraverso il modulo di riscaldamento).

9.4. Manutenzione ridotta

La manutenzione ordinaria necessaria ai refrigeratori ad assorbimento è limitata, grazie alle caratteristiche del ciclo termodinamico già descritte. Essa si riassume in pratica nella pulizia della batteria di condensazione e nel controllo delle apparecchiature elettriche all'inizio di ogni stagione.

I sistemi elettrici tradizionali necessitano invece di una serie di operazioni di manutenzione aggiuntive quali il controllo dei componenti interni del circuito frigorifero sottoposti a maggiore usura (compressore, valvole termostatiche, ecc.), oltre alle ricariche periodiche del fluido frigorifero.

9.5. Utilizzo di fluidi frigoriferi non dannosi

I refrigeratori con ciclo a compressione utilizzano normalmente fluidi sintetici, appartenenti alle famiglie dei CFC (clorofluorocarburi) o degli HCFC (idroclofluorocarburi). Tali fluidi, è stato accertato, sono tra i responsabili del deterioramento dello schermo protettivo di ozono presente nella stratosfera terrestre.

Per tale motivo è in atto, sia a livello europeo che a livello nazionale, una regolamentazione per la progressiva messa al bando dei CFC ed HCFC, che condurrà nel giro di pochi anni (2014 per la vigente normativa europea e 2008 per la attuale normativa italiana) alla loro totale eliminazione.

Questa tendenza testimonia una crescente sensibilità per la salvaguardia dell'ambiente da parte della comunità internazionale. Ma soprattutto sta a significare che il futuro di questi fluidi sintetici è ormai segnato, ed il loro utilizzo dovrà essere dismesso e sostituito da fluidi non nocivi per l'ambiente.

Nei cicli frigoriferi ad assorbimento si prevede invece, come fluido frigorifero, una soluzione composta da acqua e ammoniacale. L'ammoniaca, presente normalmente in natura, non solo non deteriora l'ozono, ma non provoca nemmeno l'effetto serra. Se scaricata in atmosfera essa si combina con acqua e anidride carbonica e forma composti innocui, disperdendosi rapidamente.

10. Flessibilità, regolazione modulare e risparmio energetico

Nel calcolo termotecnico, necessario per la definizione della potenza frigorifera da installare, viene solitamente considerato il carico massimo richiesto, in modo da soddisfare le esigenze climatiche interne anche nelle condizioni più sfavorevoli. Tale calcolo comporta conseguentemente una disponibilità frigorifera non necessaria per un certo periodo, più o meno lungo, di funzionamento (funzionamento a carico parziale).

Per una conveniente gestione dell'impianto, perciò, questo dovrebbe essere in grado di adeguare progressivamente la potenza resa in funzione della richiesta effettiva, senza alterare il suo rendimento.

È bene quindi installare refrigeratori di piccola-media potenzialità, abbinabili, in modo da poter fare fronte ad una richiesta di potenza frigorifera anche di grande entità, garantendo allo stesso tempo la massima modularità e la costanza di rendimento: fattori entrambi che consentono di minimizzare i consumi energetici.

La concezione impiantistica basata su moduli refrigeratori multipli, infatti, permette il funzionamento completamente indipendente tra di loro, in modo da erogare la potenza frigorifera strettamente necessaria, senza troppo frequenti variazioni di funzionamento, con conseguenti inutili sprechi di combustibile e di produzione frigorifera.

Un altro importante aspetto da evidenziare, che rende conveniente il sistema modulare, è la garanzia che anche un'eventuale avaria di un apparecchio, non compromette il funzionamento dell'intero impianto, grazie al fatto che i restanti apparecchi continuano a funzionare regolarmente.

Questo aspetto è tanto importante quanto il ruolo che ricopre il condizionamento dell'aria. Infatti, le applicazioni in locali di particolare destinazione d'uso (quali centri elaborazione dati, alberghi, locali pubblici, banche, usi tecnologici, ecc.) richiedono la garanzia assoluta di continuità nell'erogazione frigorifera.

Il sistema frigorifero deve essere scelto e realizzato per poter essere il più flessibile possibile. Si dovrebbero preferire quelle apparecchiature che consentono, quando è necessario, di integrare la potenza frigorifera con unità supplementari in fasi successive, senza particolari modifiche dell'impianto esistente e lasciando invariate le unità già installate.

11. La pompa di calore nelle ristrutturazioni

Nel caso di ristrutturazioni e di sostituzioni dell'impianto di riscaldamento, conviene prendere in considerazione l'installazione di una pompa di calore, con funzioni di riscaldamento supplementare, coadiuvante del riscaldamento tradizionale (caldaie a gasolio, a gas o a legna ed anche un caminetto ad aria calda).

Il sistema di riscaldamento bivalente è un'alternativa che vale sempre la pena di essere presa in considerazione, perché permette di ridurre il consumo di combustibile. Inoltre le pompe di calore sono adatte sia agli impianti a termosifoni, sia a quelli a pannelli inseriti nei pavimenti e possono pertanto essere installate tanto nelle nuove costruzioni, quanto nelle ristrutturazioni.

In caso di risanamento di un impianto di riscaldamento esistente è necessario chiarire i problemi di carattere strutturale, le caratteristiche del sistema di riscaldamento precedente e la fonte naturale di energia a cui fare ricorso. Quest'ultima ed il tipo di pompa di calore più adatti dipendono dalla posizione dell'edificio e dal fatto che si tratti di una nuova costruzione o di una ristrutturazione.

Infine, laddove è possibile utilizzare la pompa di calore per sostituire completamente il sistema di riscaldamento tradizionale, si eliminano totalmente i combustibili e quindi la combustione, garantendo un elevato standard di sicurezza. Di conseguenza non sono necessari l'allacciamento alla linea del gas, l'approntamento di un locale esterno adibito a centrale termica, o di serbatoi per l'accumulo del combustibile (gasolio, GPL, ecc.), ma è sufficiente l'allacciamento elettrico.

L'impianto di riscaldamento in pompa di calore, grazie alla sua facilità d'installazione, può essere considerato la soluzione ideale anche nelle ristrutturazioni, in quanto risolve i problemi legati alla disponibilità di spazio, alle canne fumarie e in generale ai vincoli strutturali che costituiscono problematiche particolarmente evidenti soprattutto in caso di ristrutturazioni nei centri storici.

• **Indirizzi utili**

Gli operatori istituzionali

AUTORITÀ PER L'ENERGIA ELETTRICA E IL GAS

Piazza Cavour, 5 - 20121 Milano
tel: 02 655651 (centralino) - fax: 02 65565222 / 02 65565266
www.autorita.energia.it

MINISTERO DELL'AMBIENTE

Via Cristoforo Colombo, 44 - 00154 Roma
tel: 06 57221
www.minambiente.it

MINISTERO DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

Servizio Risparmio Energetico e Fonti Rinnovabili

Via Molise, 2 - 00187 Roma
tel: 06 47051 (centralino) - 4705 2023
www.minindustria.it

ENEA - Divisione Fonti Rinnovabili

Via Anguillarese, 301 - 00060 S. Maria di Galeria (RM)
tel: 06 30481
www.enea.it

Alcuni operatori del settore

DOMOTECNICA ITALIANA srl

Via Alfieri, 1 - 31015 CONEGLIANO (TV)
Tel. 0438 3644 - Fax 0438 418080
e-mail: info@domotecnica.it
sito: www.domotecnica.it

HAIER A/C (ITALY) TRADING Spa

Via Marconi, 96 - 31020 REVINE LAGO (TV)
Tel. 0438 929139 - Fax 0438 929811
e-mail: o.zanella@masterservice.net
sito: www.masterservice.net (password: service - login: air)

CLIMAVENETA

Via Seitz, 47 - 31100 TREVISO
Tel. 0422 413439 - Fax 0422 412627
e-mail: delonghi.service@delonghi.it
sito: www.climaveneta.it

TECHNIBEL

Via Varese, 90 - 21013 GALLARATE (VA)
Tel. 0331 755111 - Fax 0331 755229
e-mail: info@technibel.com
sito: www.technibel.com

ECOFLAM Spa

Via Roma, 64 - 31023 RESANA (TV)
Tel. 0423 715345 - Fax 0423 480009
e-mail: lgiurgola@ecoflam.it
sito: www.ecoflam.it

OLIMPIA SPLENDID Spa

Via Guido Rossa, 1/3 - 42044 GUALTIERI (RE)
Tel. 0522 22601 - Fax 0522 828117
e-mail: olimpia@olimpiasplendid.it
sito: www.olimpiasplendid.com

LAMBORGHINI Spa

Via Statale, 342 - 44040 SANT'AGOSTINO (FE)
Tel. 0532 359811 - Fax 0532 359952
e-mail: info@lamborghinicalor.it
sito: www.lamborghini.it

ACCORRONI

Via Pignaccio, 25 - 66027 OSIMO (AN)
Tel. 0717 23991 - Fax 0717 133153
e-mail: accorroni@accorroni.it
sito: www.accorroni.it

mitsubishi electric

Centro Direzionale Colleoni - Palazzo Perseo Ingresso 2
Via Paracelo, 12 - 20041 AGRATE BRIANZA (MI)
Tel. 039 60531 - Fax 039 6053223
sito: www.mitsubishielectric.it

DAIKIN AIR CONDITIONING ITALY Spa*Sede Centrale:*

Via Trebbia, 20 - 20135 MILANO
Tel. 02 584551 - Fax 02 58317313

Sede di Roma:

Via della Maglianella, 65T - 00166 ROMA
Numero verde: 800 770066
e-mail: info@sit7.com
sito: www.daikin.it