

# Impianti di Climatizzazione e Condizionamento

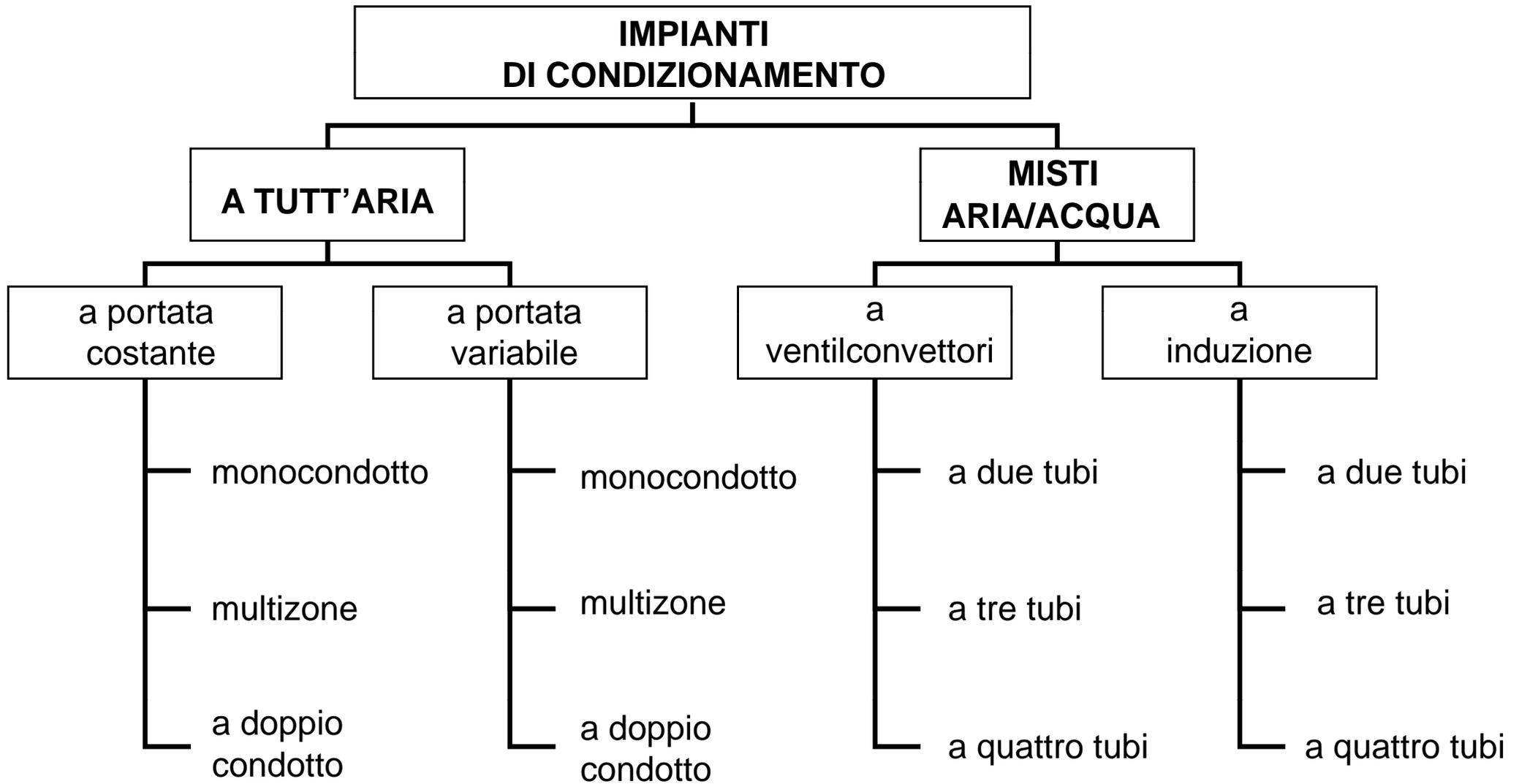
## **CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO**

# Premessa

Gli impianti sono realizzati con lo scopo di mantenere all'interno degli ambienti confinati condizioni termoigrometriche adeguate alla loro destinazione d'uso

Possono essere classificati in:

1. **impianti di riscaldamento** (controllo della temperatura dell'aria in condizioni invernali);
2. **impianti di climatizzazione** (controllo della temperatura dell'aria in condizioni sia invernali che estive);
3. **impianti di condizionamento** (controllo di temperatura, umidità relativa, velocità e purezza dell'aria in condizioni sia invernali che estive);
4. **-apparecchi autonomi** (controllo della temperatura dell'aria in un numero limitato di locali, in condizioni sia invernali che estive).



## Impianti tutt'aria

Il controllo di tutte le grandezze microclimatiche (temperatura, umidità relativa, purezza e velocità dell'aria) è effettuato mediante l'impiego di aria; la regolazione può avvenire con una variazione della temperatura di immissione (**impianti a portata costante**) oppure con una variazione della portata dell'aria (**impianti a portata variabile**).

La potenza termica  $Q$  fornita e/o sottratta da una data portata d'aria  $G$  è:

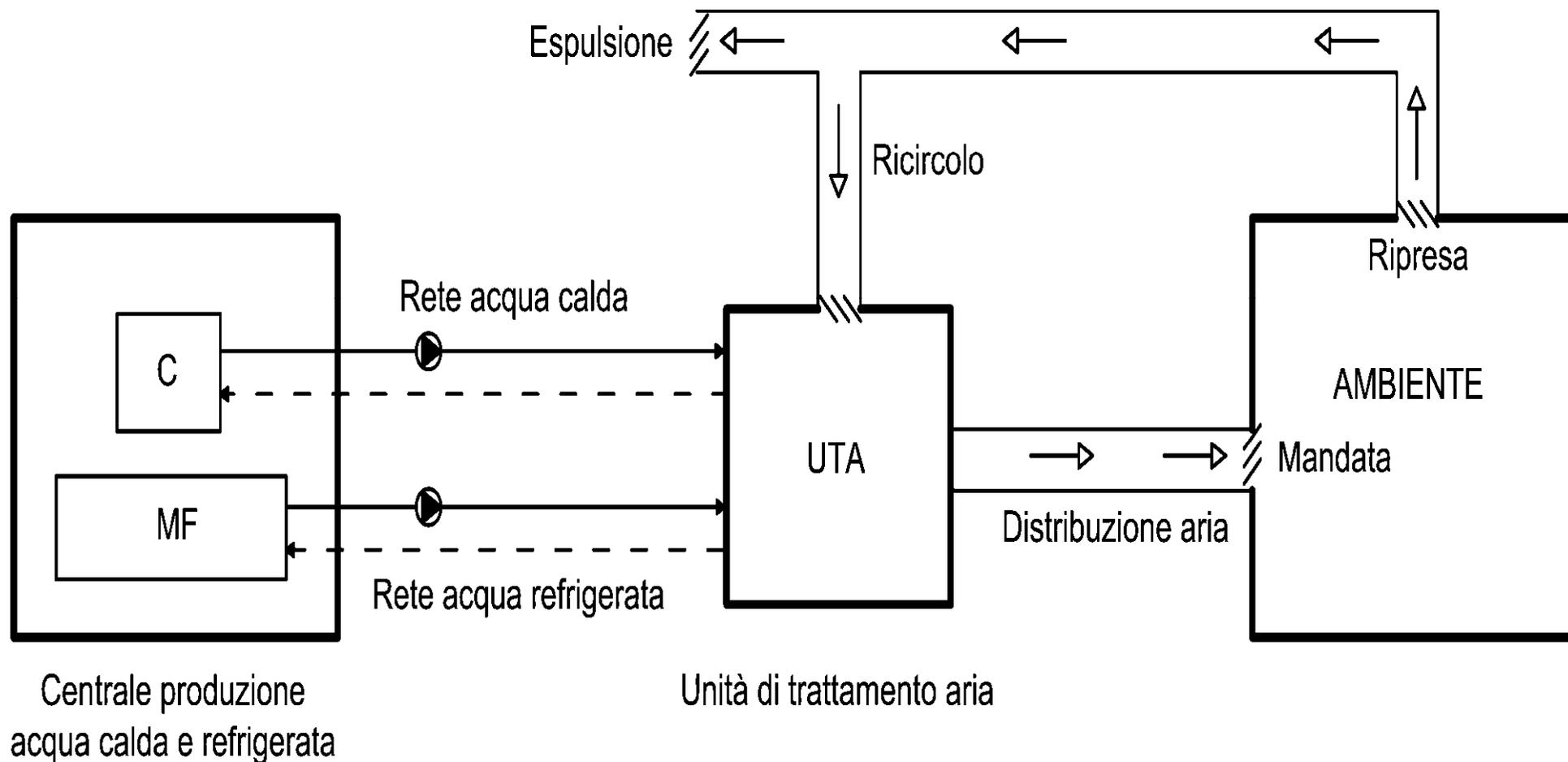
$$Q = G\rho\gamma(T_i - T_a)$$

in cui  $\rho$  e  $\gamma$  sono densità e calore specifico dell'aria e  $T_i$  e  $T_a$  sono rispettivamente la temperatura dell'aria di immissione e dell'aria ambiente

Per variare  $Q$ , nella regolazione dell'impianto si possono variare:

- $T_i$  (impianti a portata costante);
- $G$  (impianti a portata variabile).

# Impianti tutt'aria



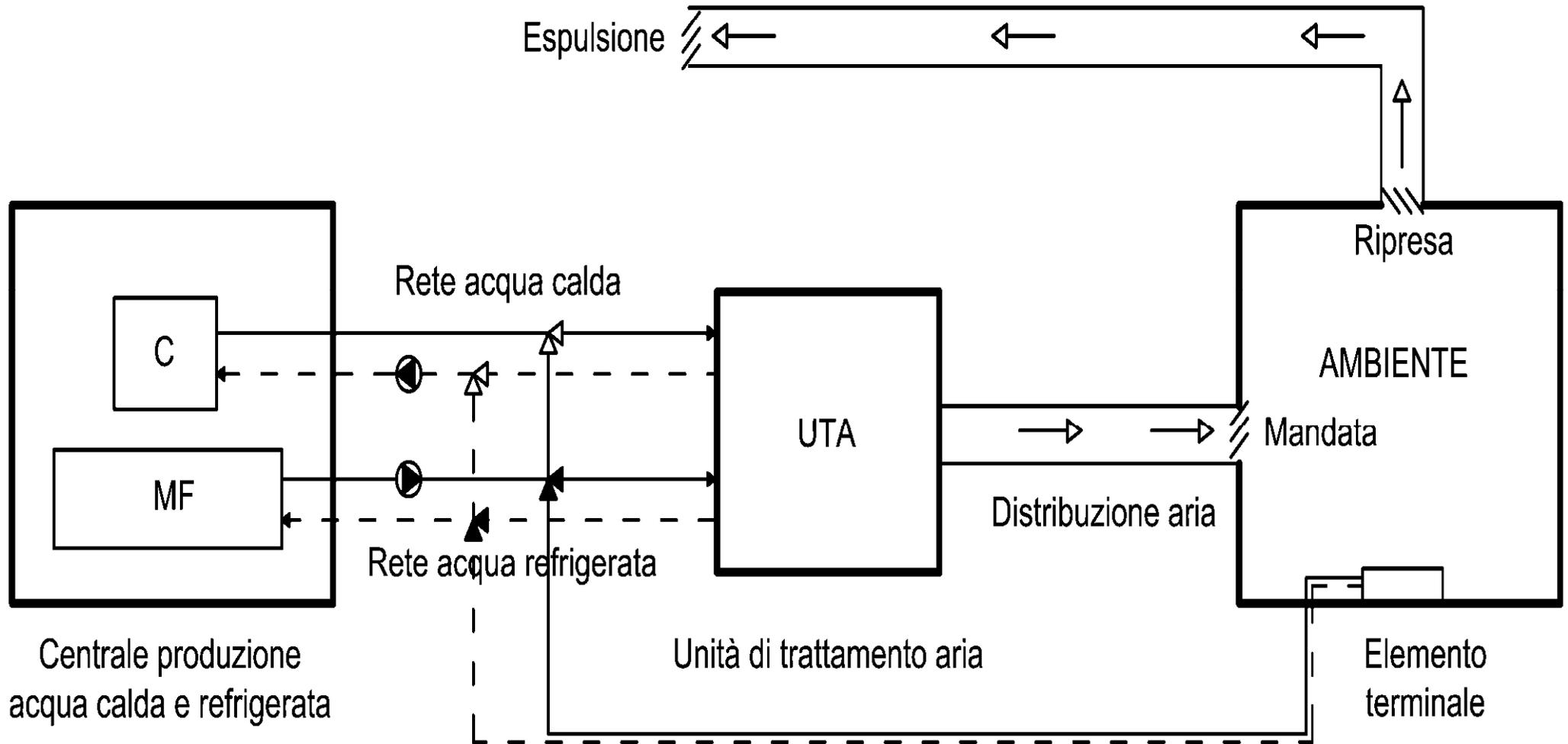
*Schema di principio di un impianto a tutt'aria.*

## Impianti misti aria-acqua

- L'aria ha lo scopo di assicurare il giusto grado di purezza dell'aria ambiente, l'adeguato tasso di umidità e di controllare la velocità;
- la temperatura è controllata mediante la presenza di terminali disposti in ambiente, costituiti essenzialmente da una batteria di scambio termico alimentata ad acqua;**
- la regolazione della temperatura avviene localmente intervenendo sugli elementi terminali.

Per quanto riguarda il trattamento e la distribuzione in ambiente dell'aria il sistema è perfettamente analogo a quello relativo agli impianti a tutt'aria.

# Impianti misti aria-acqua



*Schema di principio di un impianto misto aria/acqua.*

# Scelta del tipo di impianto

## Impianti tutt'aria

Sono utilizzati in edifici dove il volume da condizionare è costituito da **grandi ambienti con condizioni termoigrometriche di progetto uniformi** (teatri, cinema, auditorium, ecc.), che pertanto possono essere garantite mediante l'introduzione di aria in condizioni di temperatura e umidità relativa prefissate.

## Impianti misti aria-acqua

Gli impianti misti sono realizzati in edifici dove il **volume da condizionare è frazionato in un numero elevato di ambienti** come edifici residenziali, uffici, scuole, ecc.

# IMPIANTI A TUTT'ARIA

## Impianti a portata costante

L'aria è inviata agli ambienti mediante un sistema di distribuzione costituito da una rete di canali di mandata e dai relativi terminali di immissione (bocchette, anemostati, diffusori lineari).

Dove è possibile il ricircolo, è presente anche un sistema di bocchette e canalizzazioni di **ripresa**, che convogliano parte dell'aria ambiente di nuovo nell'unità di trattamento aria, per essere poi ricircolata.

un'unità di trattamento (UTA) è composta dalle seguenti sezioni:

- serrande;
- sistema di filtrazione;
- batteria di pre-riscaldamento;
- sezione di umidificazione;
- batteria di raffreddamento e deumidificazione;
- batteria di post-riscaldamento;
- ventilatore di mandata.

## Impianti a portata costante

- Gli impianti a portata costante hanno il vantaggio di essere sistemi **semplici**, dal punto di vista sia dell'installazione sia della distribuzione.
- Consentono inoltre di impiegare direttamente aria esterna per il raffreddamento, quando le condizioni termoigrometriche della stessa lo consentono (free cooling), e di controllare la qualità dell'aria ambiente mediante adeguata ventilazione.
- La regolazione è generalmente del tipo a punto fisso.

## Impianti a portata variabile

- L'aria è inviata negli ambienti mediante un sistema di distribuzione e, laddove presente, di ripresa, analogo a quello degli impianti a portata costante.
- La regolazione della potenza termica ceduta o sottratta all'ambiente avviene mediante variazione della portata d'aria immessa.

**Vantaggi:** il trattamento di una portata d'aria ridotta può consentire un significativo risparmio energetico e questo spiega la diffusione di tale tipologia di impianto negli ultimi anni.

**Svantaggi:** la **riduzione di portata è al massimo del 25 – 30 %** del valore nominale, pertanto a volte non è possibile controbilanciare variazioni maggiori del carico termico;

tali impianti sono quindi realizzati generalmente in locali caratterizzati da variazioni contenute del carico termico.

## Impianti a portata variabile

- L'UTA è costituita dagli stessi elementi di quella impiegata negli impianti a portata costante.
- **Il ventilatore di mandata è a numero di giri variabile, per consentire la variazione della portata d'aria;** tale variazione, in passato, avveniva mediante serrande sulla mandata e alette direzionali sull'aspirazione, oggi si impiegano degli inverter per la variazione della velocità del ventilatore.
- Particolare attenzione va posta nella scelta del ventilatore e dei terminali di immissione, nonché nella progettazione della rete di distribuzione dell'aria, all'interno della quale si hanno delle **variazioni di pressione conseguenti alle variazioni di portata, che devono essere opportunamente assorbite.**

## Sistemi monocondotto e a doppio condotto

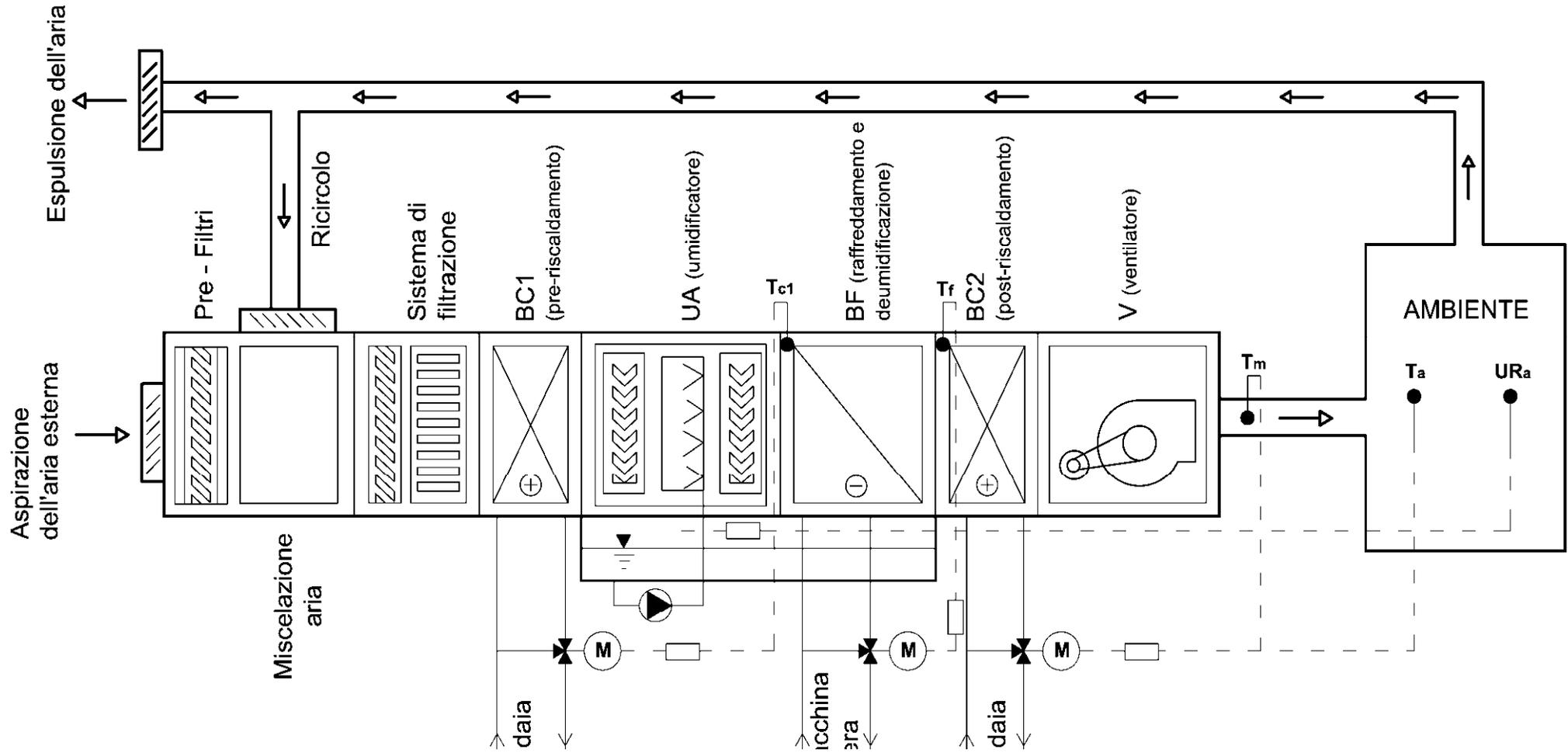
Sia gli impianti a portata costante che quelli a portata variabile possono presentare due diverse tipologie di sistemi di distribuzione dell'aria:

–monocondotto;

–a doppio condotto.

- Negli impianti monocondotto l'aria, trattata centralmente, è inviata negli ambienti mediante un'unica canalizzazione;
- Consente il controllo delle condizioni termoigrometriche di ambienti singoli, più o meno ampi, o comunque con caratteristiche omogenee del carico termico.

# Impianto a tutt'aria monocondotto



## ***Impianto a tutt'aria a doppio condotto***

Qualora l'edificio **non sia costituito da un singolo ambiente o da zone con carichi termici omogenei e sincronizzati** (es. edifici con zone a differente esposizione, con valori del carico termico massimo contemporaneo possono verificarsi in ore diverse della giornata, soprattutto nelle stagioni intermedie) possono adottarsi impianti a doppio condotto.

Impiegano **due canali di distribuzione dell'aria: uno per l'aria calda e uno per l'aria fredda, prodotte contemporaneamente nell'unità di trattamento dell'aria.**

In inverno e nelle stagioni intermedie la portata totale, trattata inizialmente in un canale unico (pre-riscaldamento e umidificazione), è suddivisa in due canali, in uno dei quali è raffreddata (canale freddo) mentre nell'altro è riscaldata (canale caldo).

L'aria immessa in ambiente è costituita da una miscela delle due correnti d'aria, effettuata in una **scatola di miscelazione** collocata in prossimità di ciascun ambiente.

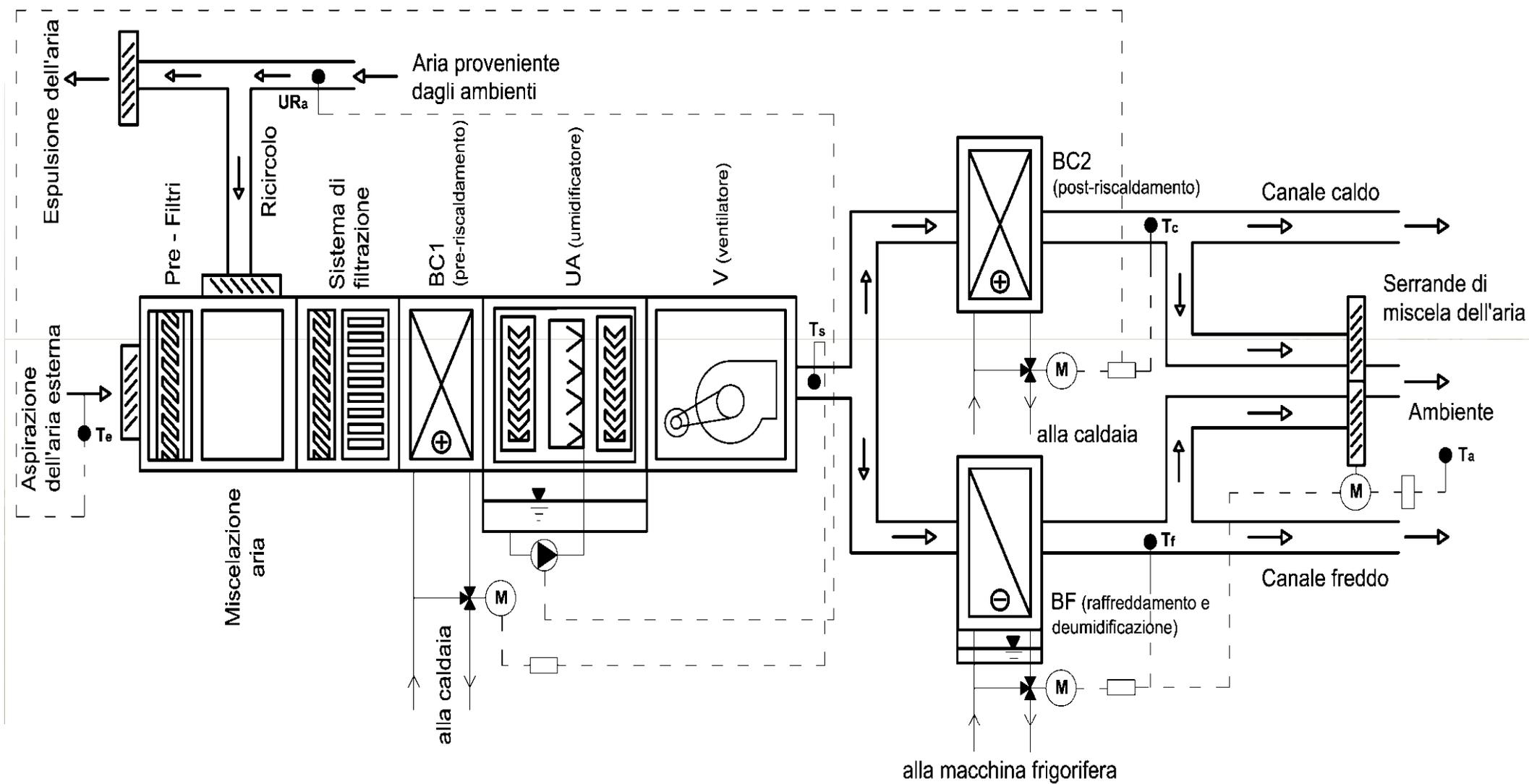
La portata d'aria è immessa nella scatola dalle due canalizzazioni mediante **serrande coniugate comandate da un termostato ambiente**, che regola la portata d'aria proveniente dai due canali in funzione della variazione di temperatura nell'ambiente da condizionare.

In questo modo l'impianto è in grado di compensare contemporaneamente carichi termici e frigoriferi.

In estate i pre-trattamenti nel canale unico non sono effettuati.

I sistemi a doppio condotto hanno lo **svantaggio di essere più costosi** (costi di installazione e esercizio).

# Impianto a tutt'aria a doppio condotto



## Sistemi multizone

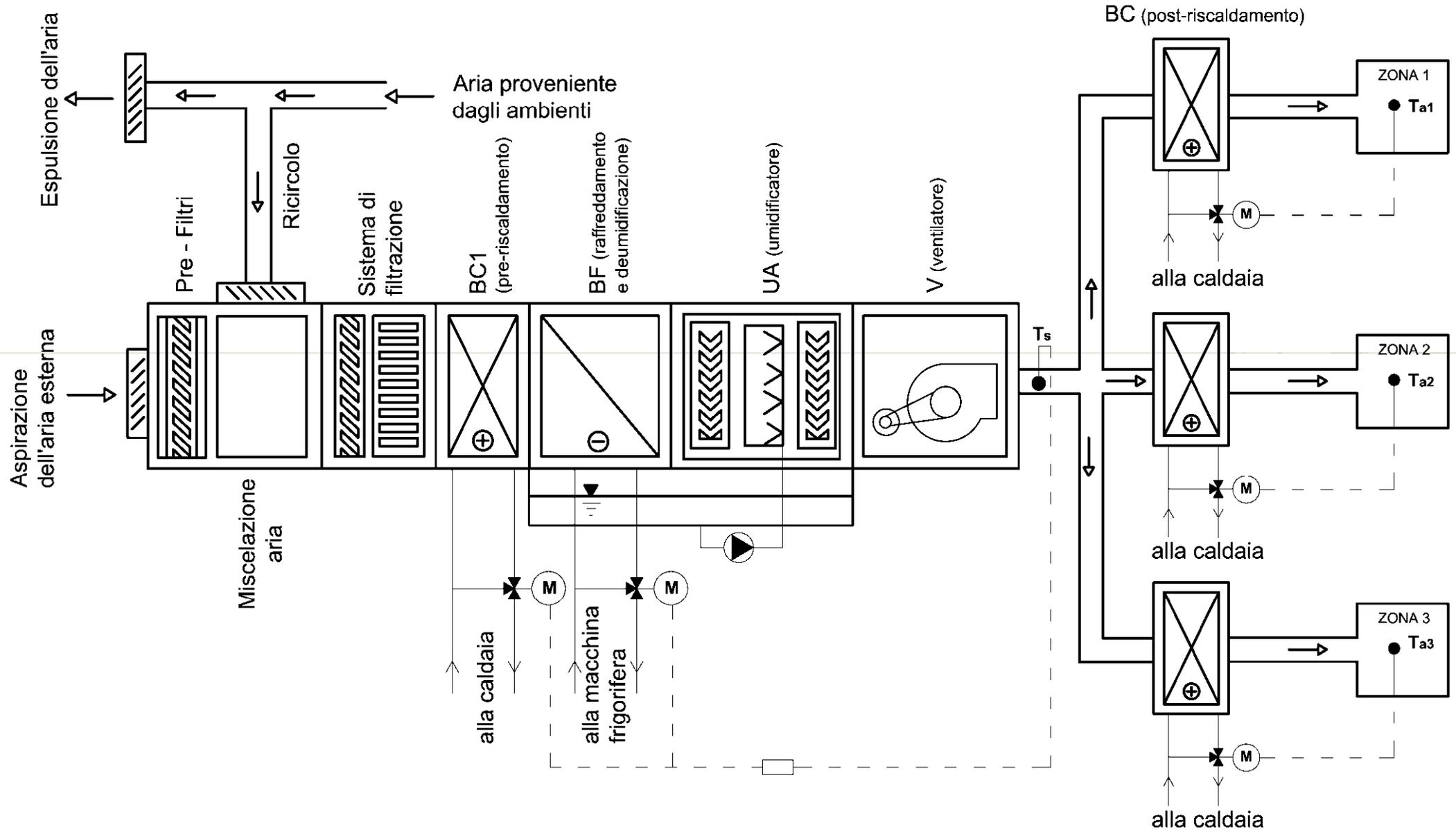
Un sistema che costituisce un compromesso tra gli impianti monocondotto e quelli a doppio condotto è costituito dai sistemi multizone.

Possono essere impiegati nel caso di edifici molto grandi, in cui è possibile individuare zone termoigrometriche con diversità d'impiego o di esposizione.

**L'aria è trattata centralmente e distribuita con la stessa umidità specifica, ma ad una temperatura diversa a seconda delle zone.**

Tutti i trattamenti dell'aria, tranne il post-riscaldamento, sono effettuati centralmente; a valle dell'umidificatore adiabatico la portata d'aria è suddivisa in funzione delle esigenze delle diverse zone individuate all'interno dell'edificio ed è trattata in altrettante batterie di post-riscaldamento di zona.

# Impianto a tutt'aria a portata costante multizone.



## Impianti di condizionamento misti aria-acqua

L'immissione di aria (detta **aria primaria**) consente il controllo dell'umidità relativa, della velocità e della purezza dell'aria ambiente; la circolazione di acqua all'interno di opportuni elementi terminali consente il controllo localizzato della temperatura dell'aria ambiente.

- **L'ingombro dei canali per la distribuzione dell'aria è minore** rispetto agli impianti a tutt'aria, essendo la portata necessaria al controllo di umidità relativa e purezza generalmente inferiore rispetto a quella necessaria al controllo della temperatura.
- **Il controllo locale della temperatura influenza il valore dell'umidità relativa dell'aria** che, essendo controllato centralmente, può assumere valori al di fuori di quelli ottimali quindi occorre che i carichi latenti non risultino eccessivi, al fine di consentire un miglior controllo dell'umidità relativa.
- L'elevata portata d'aria primaria che si renderebbe necessaria vanificherebbe il vantaggio delle dimensioni contenute dei canali di distribuzione, tipico di queste soluzioni.

## Impianti di condizionamento misti aria-acqua

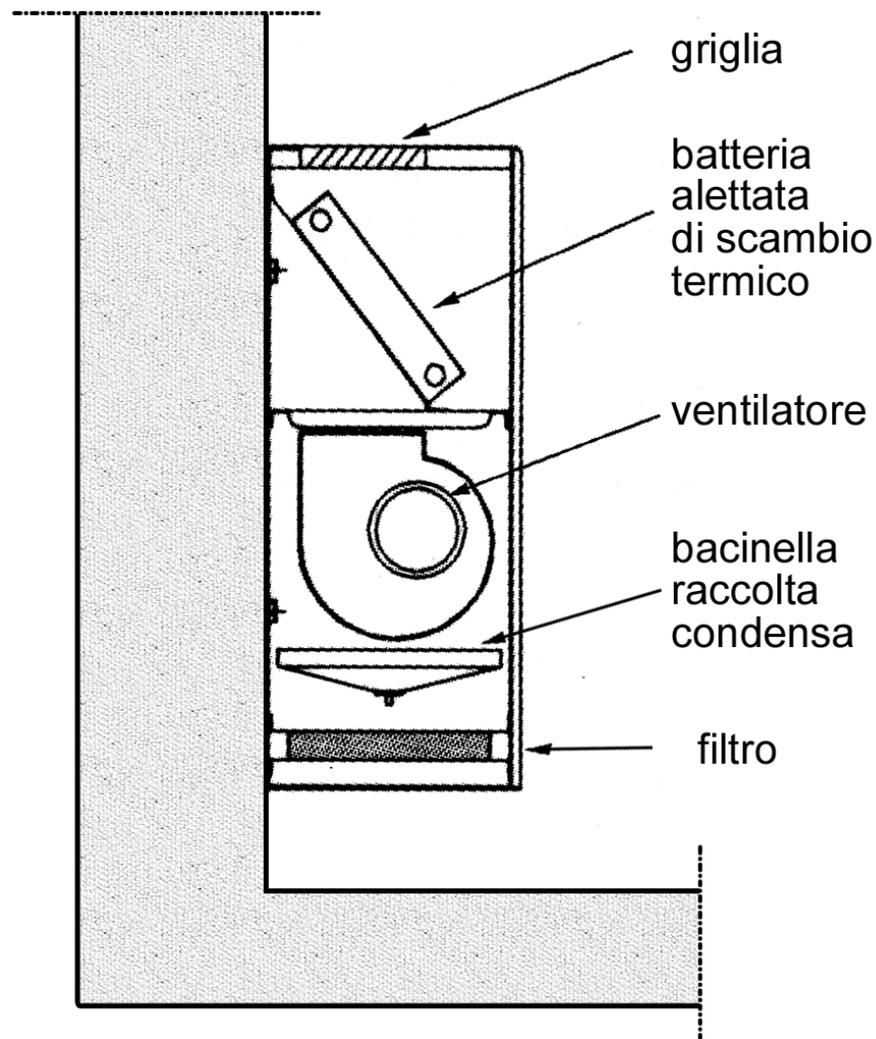
Negli impianti misti non viene effettuato il ricircolo; l'aria è pertanto estratta mediante torrini di estrazione collocati in corrispondenza dei servizi che, trovandosi in depressione, richiamano aria da tutti gli ambienti.

L'aria è generalmente fatta fluire attraverso i corridoi, nei quali transita attraverso opportune griglie di transito installate nelle porte dei singoli ambienti.

In base alle caratteristiche degli elementi terminali, possono essere classificati in:

- impianti con ventilconvettori;
- impianti a induzione.

## VENTILCONVETTORI



*Elementi terminali di un impianto misto aria/acqua: venticonvettore*

Sono elementi terminali che cedono o sottraggono calore all'ambiente per convezione forzata.

L'aria ambiente è fatta circolare dal ventilatore attraverso la batteria di scambio termico alimentata ad acqua calda o refrigerata (inverno/estate), con la quale scambia calore per convezione forzata.

L'aria primaria è distribuita a bassa velocità e a portata costante.

La regolazione dell'aria primaria avviene imponendo all'aria in uscita valori costanti di temperatura e umidità relativa al variare delle condizioni esterne.

**In inverno si invia aria a temperatura a 20-22 °C, mentre in estate tale valore diventa 25 °C se è presente il postriscaldamento, oppure circa 16 °C.**

### Svantaggi:

–la **deumidificazione incontrollata** sulla **batteria fredda**, da cui consegue un'inaccurata regolazione dell'umidità relativa attraverso l'aria primaria. Per limitare questo inconveniente conviene dimensionare le batterie del freddo dei ventilconvettori per una **temperatura d'alimentazione dell'acqua pari a 11-13 °C**, in modo da limitare la condensazione nei terminali e affidare completamente il controllo dell'umidità all'aria primaria;

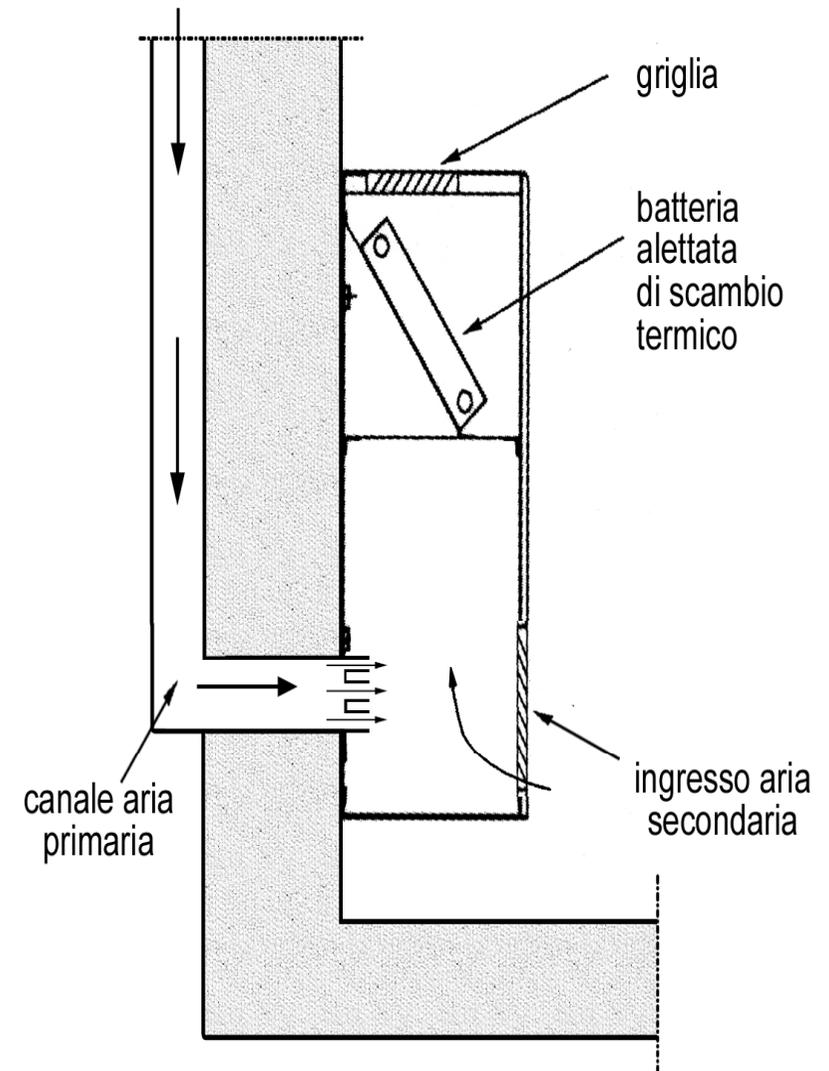
–a **rumorosità** dei ventilconvettori, che contengono parti in movimento;

–la necessità di **manutenzione** dovuta alla presenza di una linea elettrica, un elettroventilatore con commutatore di velocità, una o due batterie di scambio termico e una o due valvole a più vie soggette a perdite, un filtro da pulire periodicamente, uno scarico per l'acqua di condensazione, un'apparecchiatura locale di regolazione.

I mobiletti ad induzione impiegano un **getto d'aria primaria ad alta velocità e pressione per trascinare l'aria ambiente.**

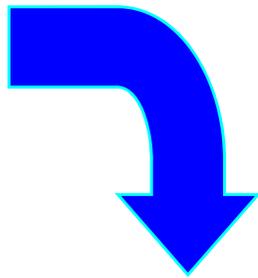
Oltre a fornire ai locali l'aria esterna di ventilazione (aria primaria), viene generato un moto indotto dall'aria ambiente (aria secondaria) che viene riscaldata o raffreddata da una batteria di scambio termico posta nell'induttore.

Possono presentare problemi di **rumorosità** dovuti al transito dell'aria primaria attraverso gli ugelli, a velocità relativamente elevata.



*Elementi terminali di un impianto misto aria/acqua: mobiletto a induzione (b).*

L'aria è immessa attraverso bocchette posizionate all'ingresso dei locali, al di sopra delle porte, nel caso degli impianti a induzione l'aria primaria deve essere addotta all'elemento terminale mediante un canale che, nella maggior parte dei casi deve attraversare il locale per giungere al mobiletto a induzione, di solito posizionato dal lato opposto rispetto alle porte e alle dorsali del sistema di distribuzione (sotto-finestra).



**Maggiore ingombro da parte dell'impianto**, con la necessità di realizzare controsoffitti all'interno dei locali e con incrementi nei costi di installazione.

## **Impianti a due, a tre o quattro tubi**

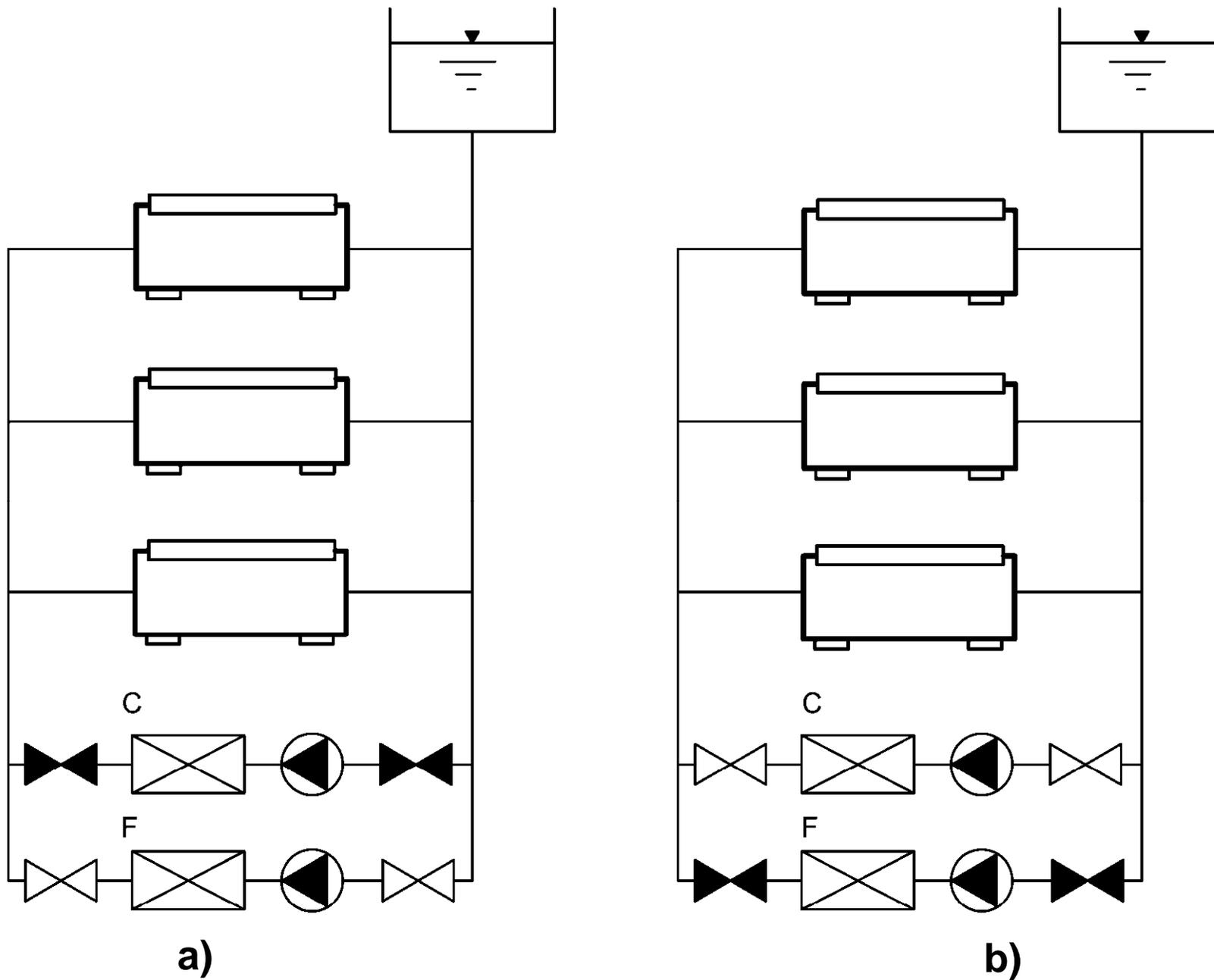
Sia negli impianti a ventilconvettori sia in quelli a induzione la distribuzione dell'acqua può avvenire con un sistema a due, tre o quattro tubi.

### **Sistemi a due tubi**

I singoli elementi terminali sono collegati alla centrale di trattamento dell'acqua con un **circuito a due tubi del tutto analogo a quello utilizzato per gli impianti di riscaldamento.**

Tutti gli elementi terminali sono contemporaneamente o riscaldati o raffreddati, mentre potrebbe essere necessario un contemporaneo raffreddamento in alcune zone e un riscaldamento in altre.

Quando si passa dal funzionamento invernale a quello estivo o viceversa si effettua la **commutazione** del circuito.



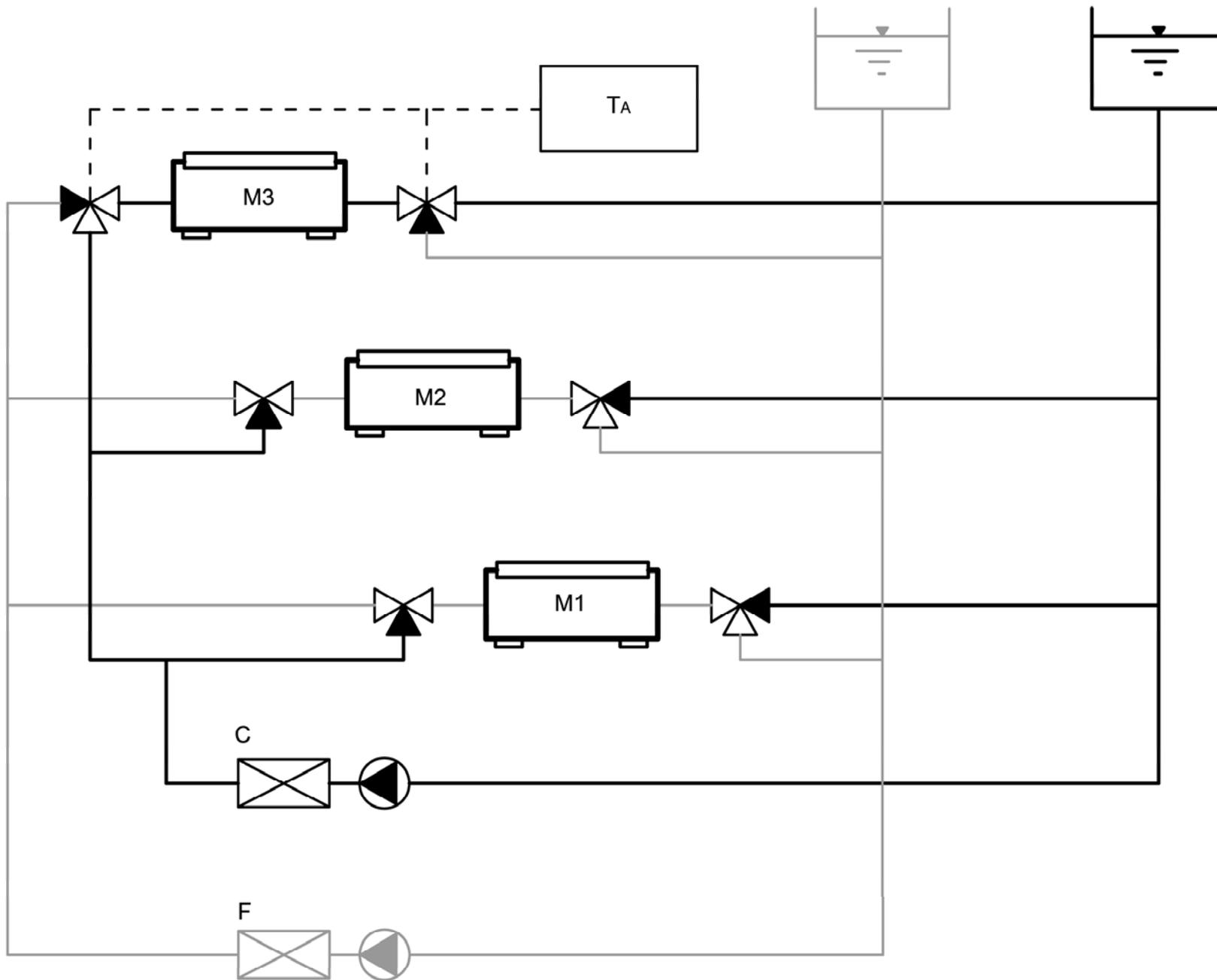
*Impianto a ventilconvettori a due tubi alimentato dal circuito caldo (a) e dal circuito freddo (b).*

## Sistemi a tre tubi

- Per evitare la commutazione e consentire il contemporaneo riscaldamento e raffrescamento di ambienti diversi (che potrebbe rendersi necessario in locali con diversa esposizione, soprattutto nelle stagioni intermedie), si adottano sistemi a tre o quattro tubi.
- Gli elementi terminali, tramite una **valvola deviatrice a tre vie**, sono collegati a entrambi i circuiti dell'acqua calda e refrigerata; **è così possibile che alcuni terminali siano riscaldati mentre altri contemporaneamente sono raffreddati, realizzando una regolazione a più zone.**
- Tutte le uscite dei ventilconvettori, sia caldi sia freddi, possono confluire in un unico condotto di ritorno che porta alla caldaia e alla macchina frigorifera.
- Si ha **un notevole dispendio di energia in quanto l'acqua di ritorno si porta ad una temperatura intermedia tra quella calda e quella refrigerata e deve essere poi trattata in centrale**, con un considerevole salto termico.

## Sistemi a quattro tubi

- Oltre a mantenere completamente separati i circuiti dell'acqua calda e refrigerata, questi sistemi hanno elementi terminali che presentano **due batterie, una per l'acqua calda e una per quella refrigerata, collegate ai rispettivi circuiti.**
- Delle due batterie entra in funzione di volta in volta quella in grado di soddisfare le richieste termiche di ciascun ambiente.
- Tali sistemi risultano **molto più costosi** di quelli a due tubi in quanto presentano un doppio circuito e degli elementi terminali molto più complessi, essendo dotati di due batterie ( Sono l'equivalente degli impianti a tutt'aria a doppio condotto).
- Inserendo sulle uscite una valvola a tre vie deviatrice, azionata in parallelo a quella in ingresso, si possono tenere separati il circuito caldo da quello freddo in tutto lo sviluppo della rete. Il **termostato ambiente che agisce sulle valvole d'ingresso e d'uscita le commuterà contemporaneamente**, inviando tutte le uscite fredde alla rete fredda e tutte quelle calde alla rete calda.



*Impianto a ventilconvettori a quattro tubi: M1 e M2 sono alimentati dal circuito freddo, M3 da quello caldo.*