

Impianti di Climatizzazione e Condizionamento

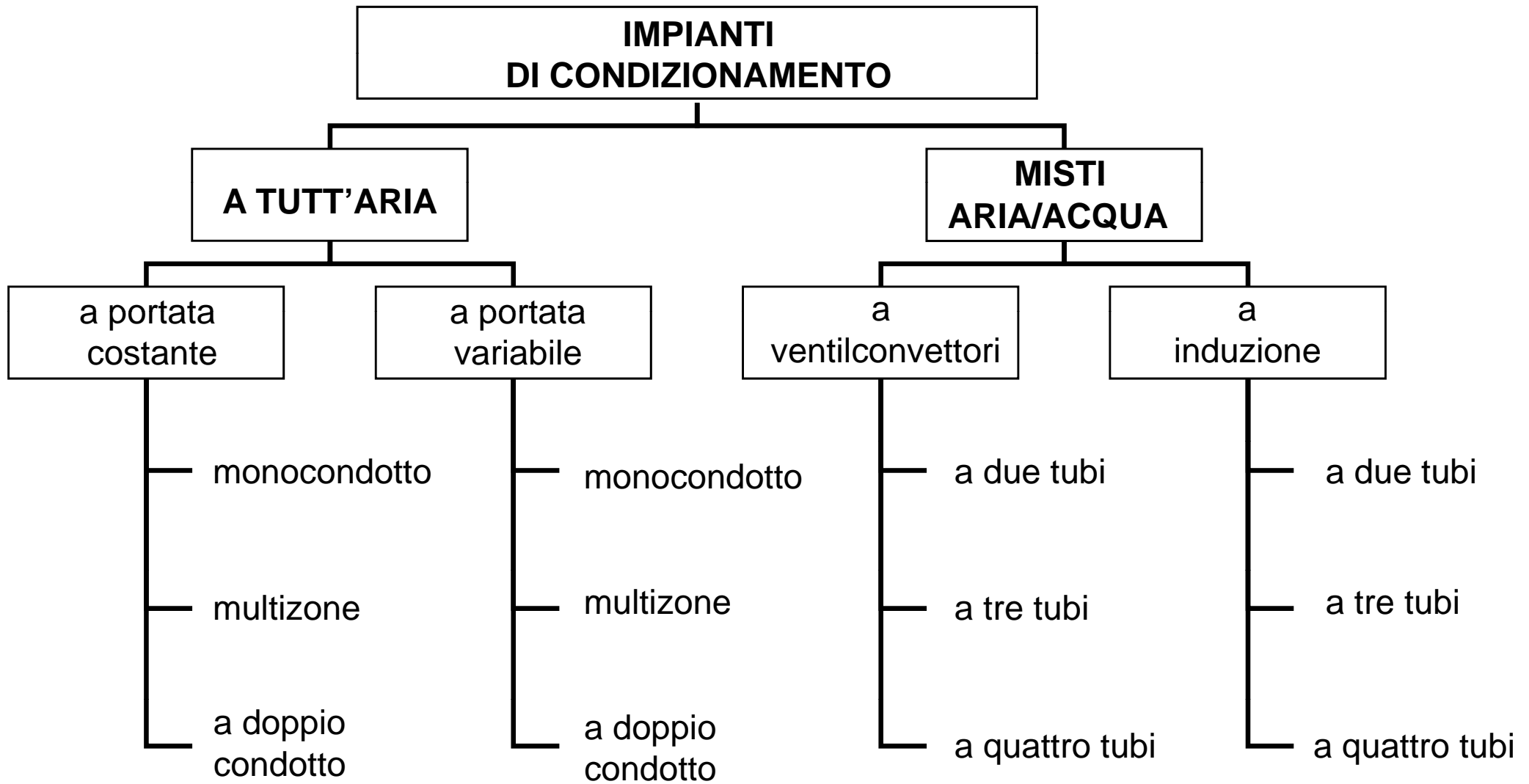
CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO

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:

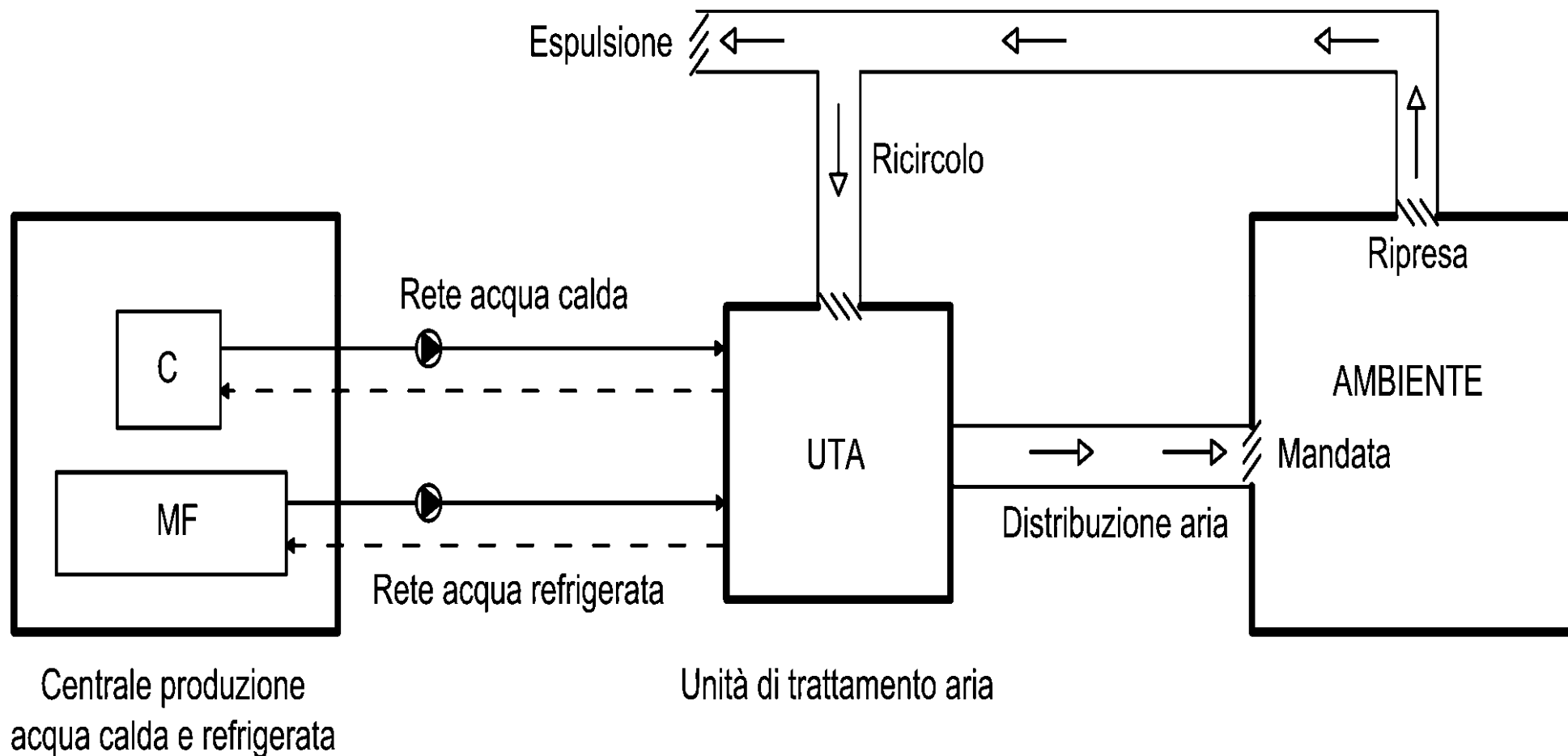
$$Q = G\rho\gamma(T_i - T_a)$$

in cui ρ e γ 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



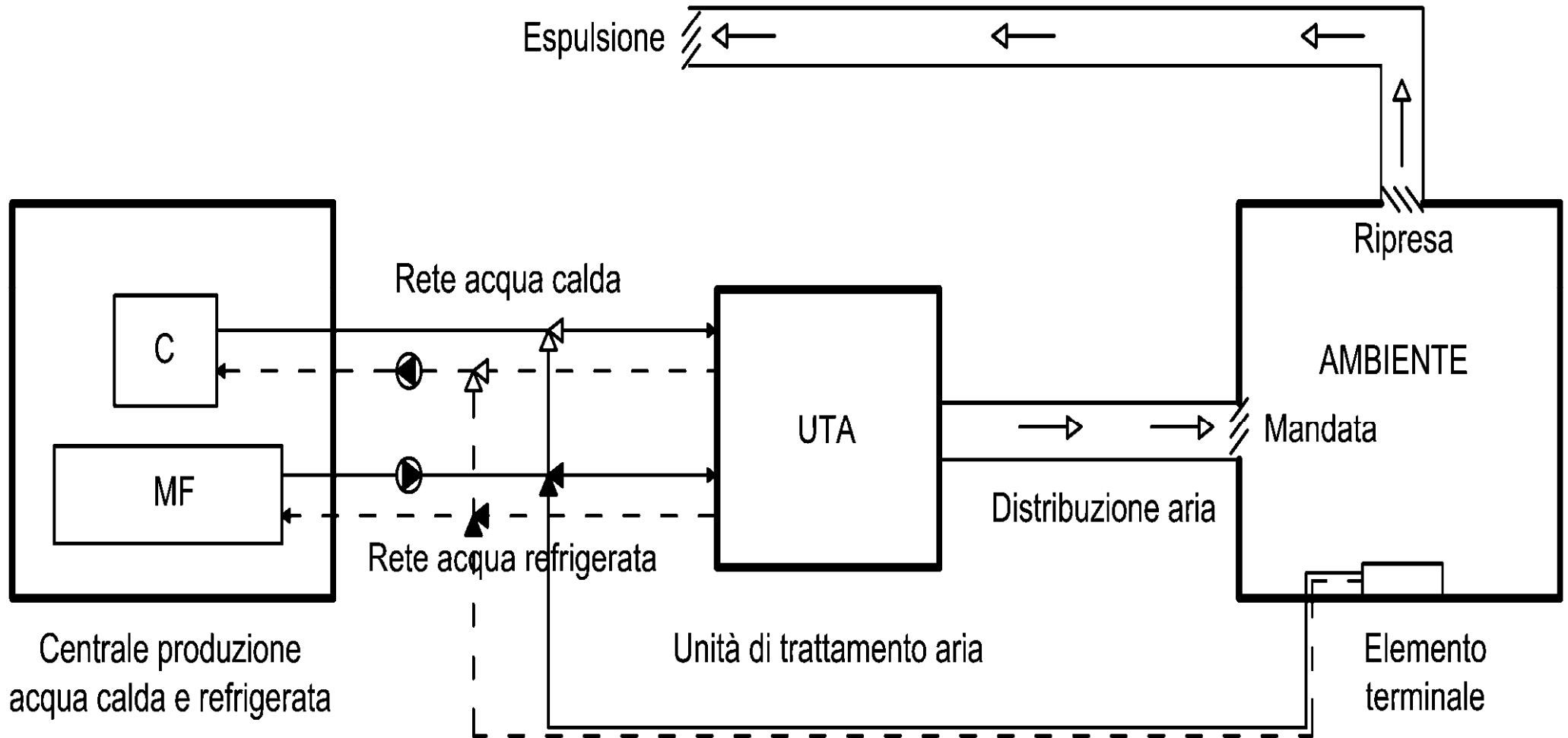
Schema di principio di un impianto a tutt'aria.

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

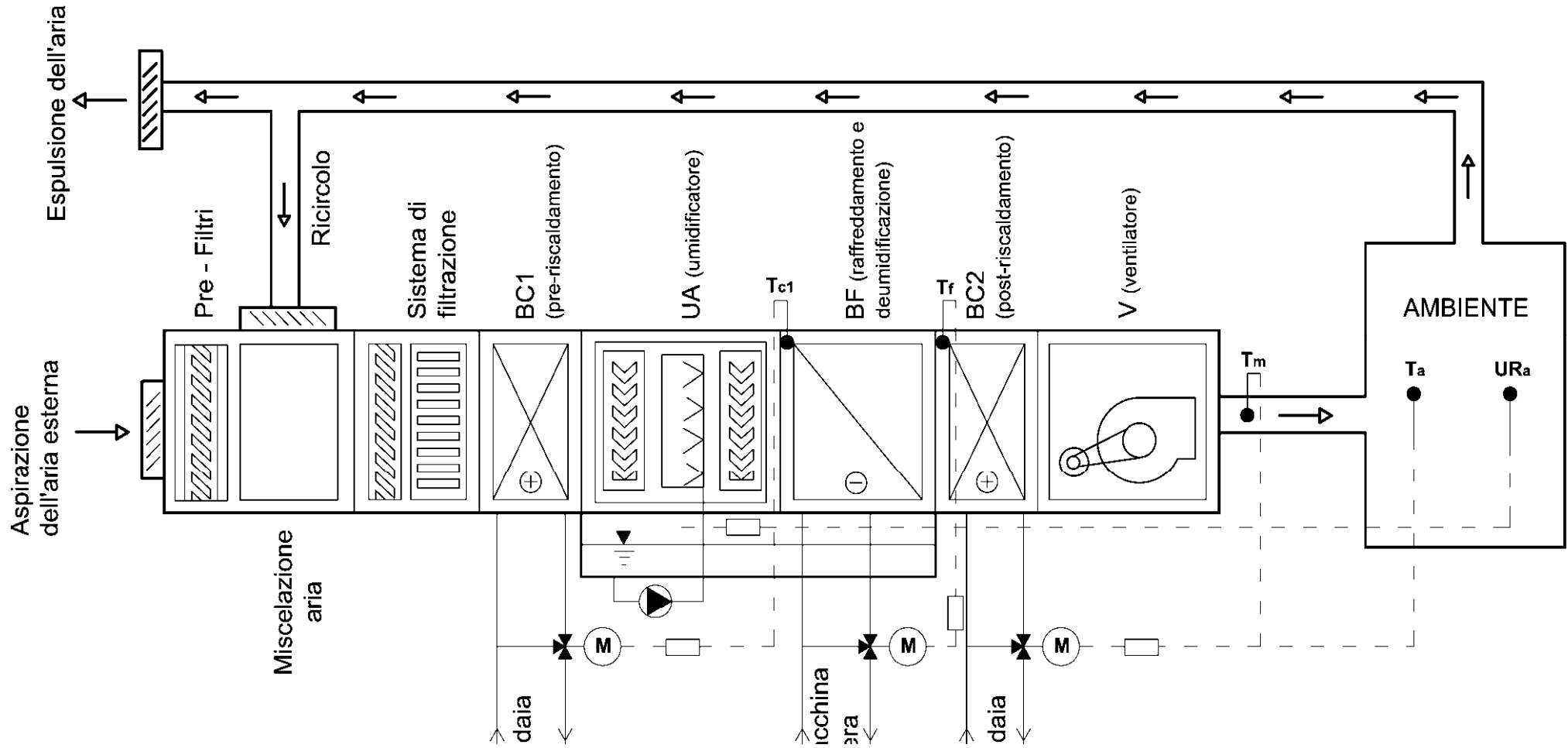
Sia gli impianti a portata costante che quelli a portata variabile possono presentare due diverse tipologie di sistemi di distribuzione dell'aria:

–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.

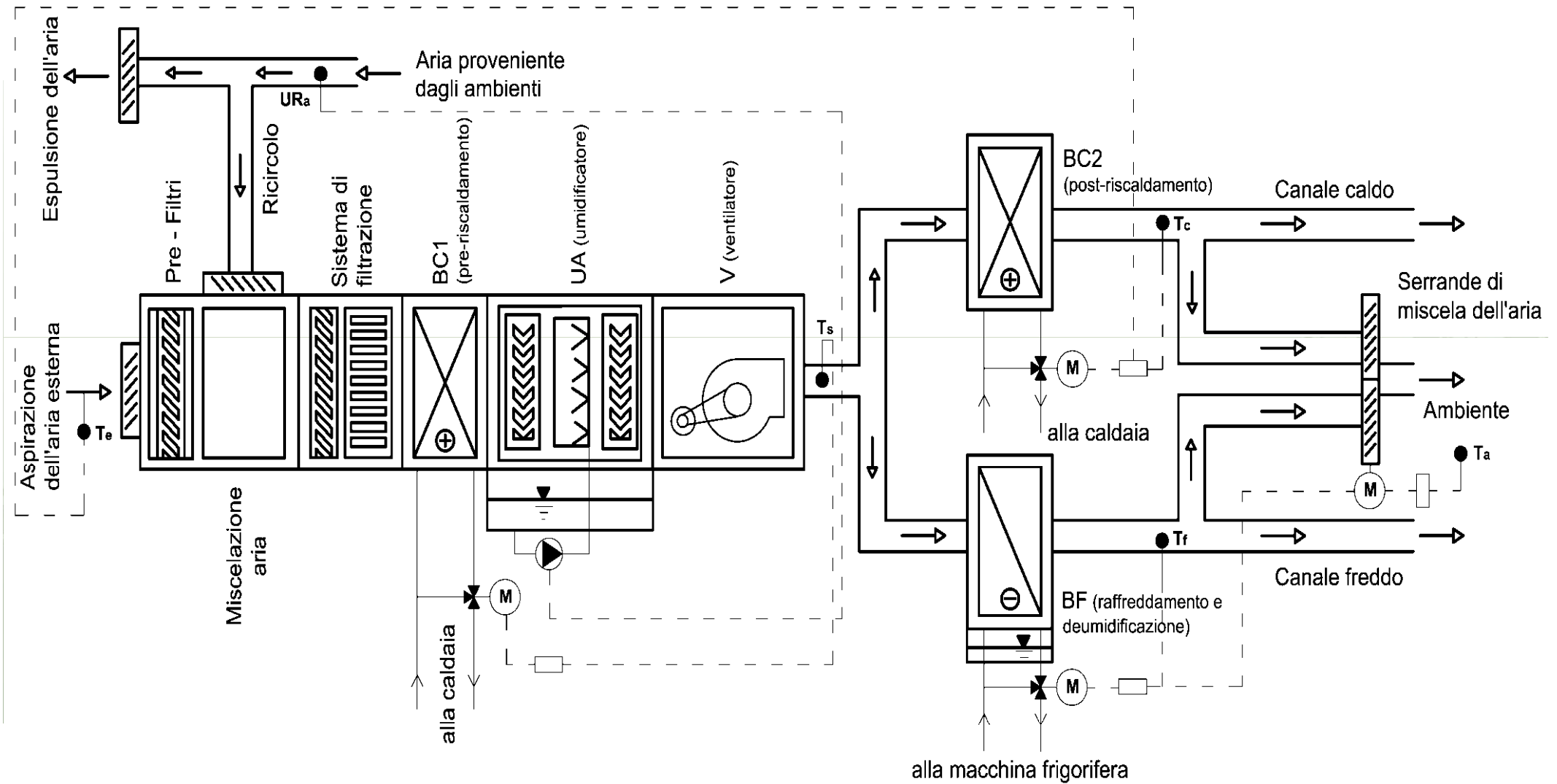
La portata d'aria è immessa nella scatola dalle due canalizzazioni mediante **serrande coniugate comandate da un termostato ambiente**, che regola la portata d'aria proveniente dai due canali in funzione della variazione di temperatura nell'ambiente da condizionare.

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

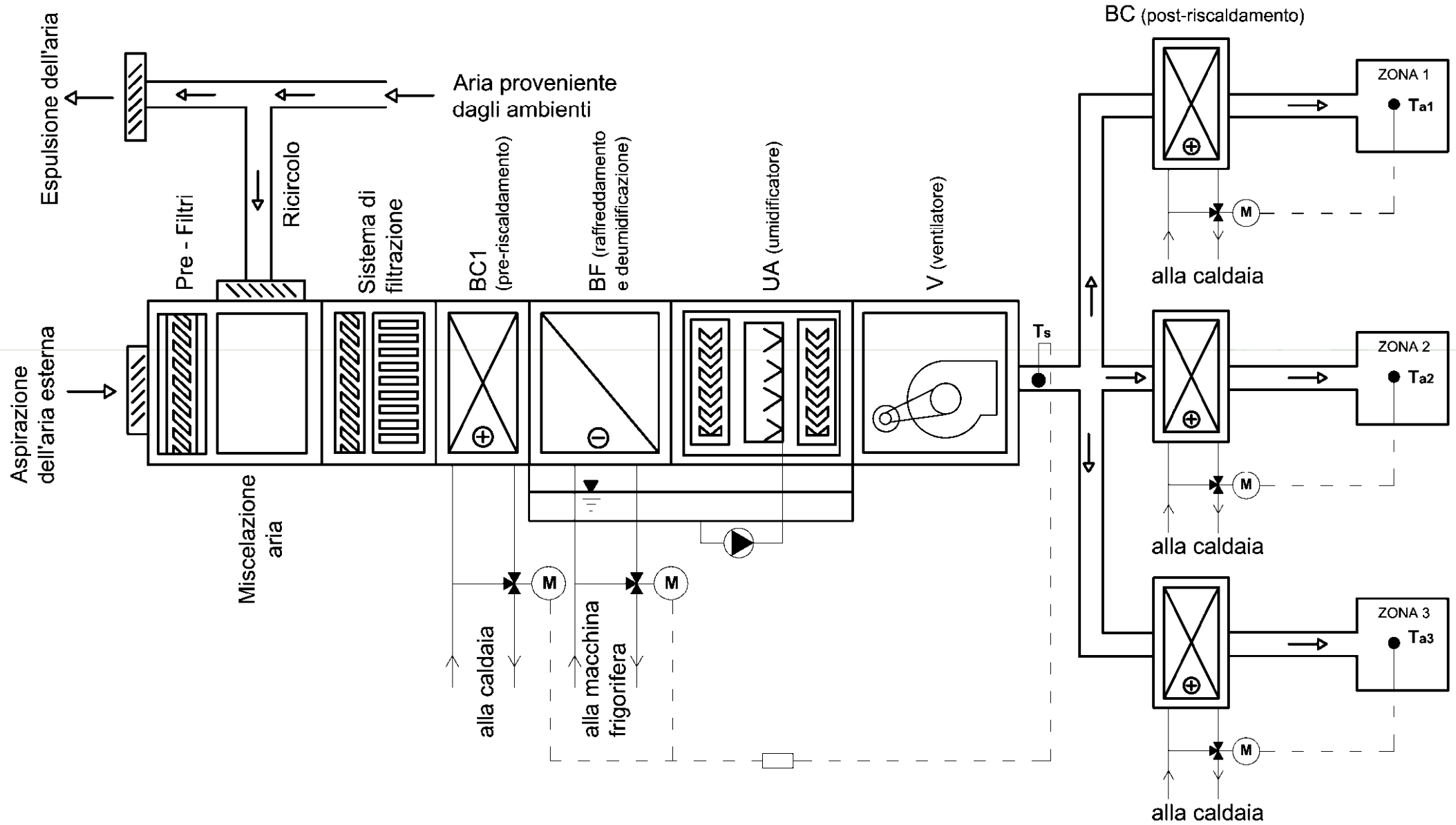
Un sistema che costituisce un compromesso tra gli impianti monocondotto e quelli a doppio condotto è costituito dai sistemi multizone.

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

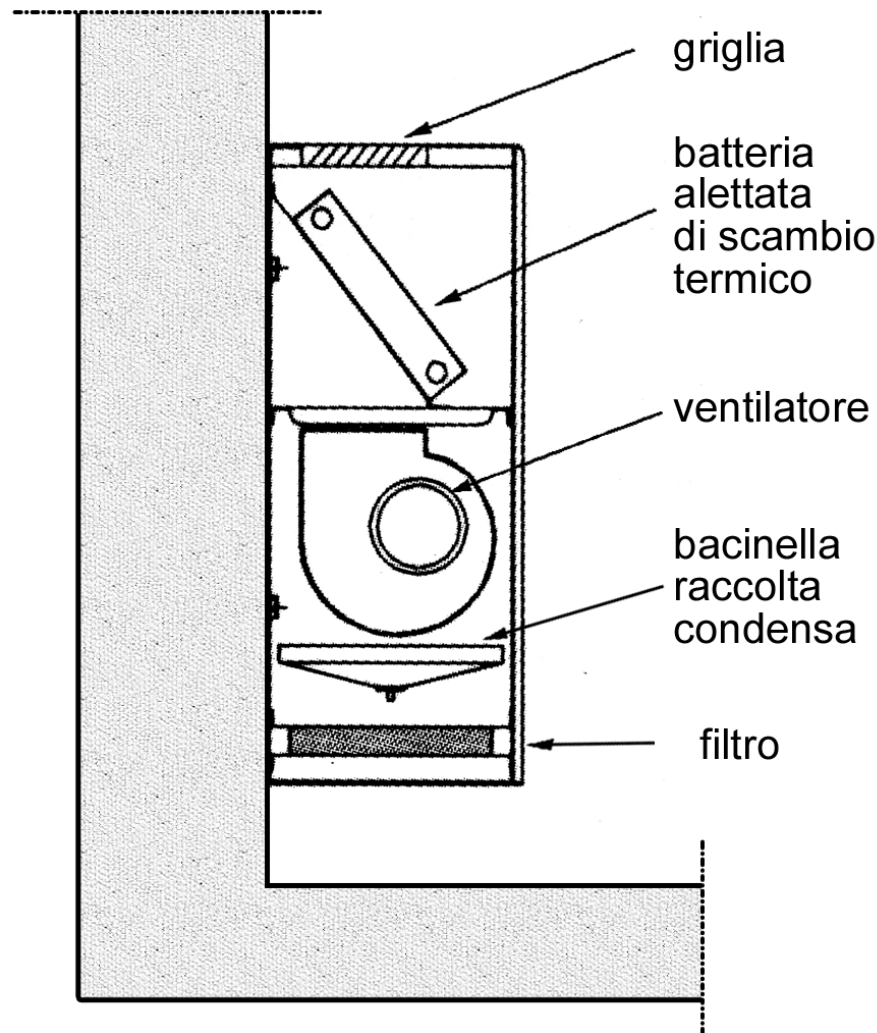
Negli impianti misti non viene effettuato il ricircolo; l'aria è pertanto estratta mediante torrini di estrazione collocati in corrispondenza dei servizi che, trovandosi in depressione, richiamano aria da tutti gli ambienti.

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;

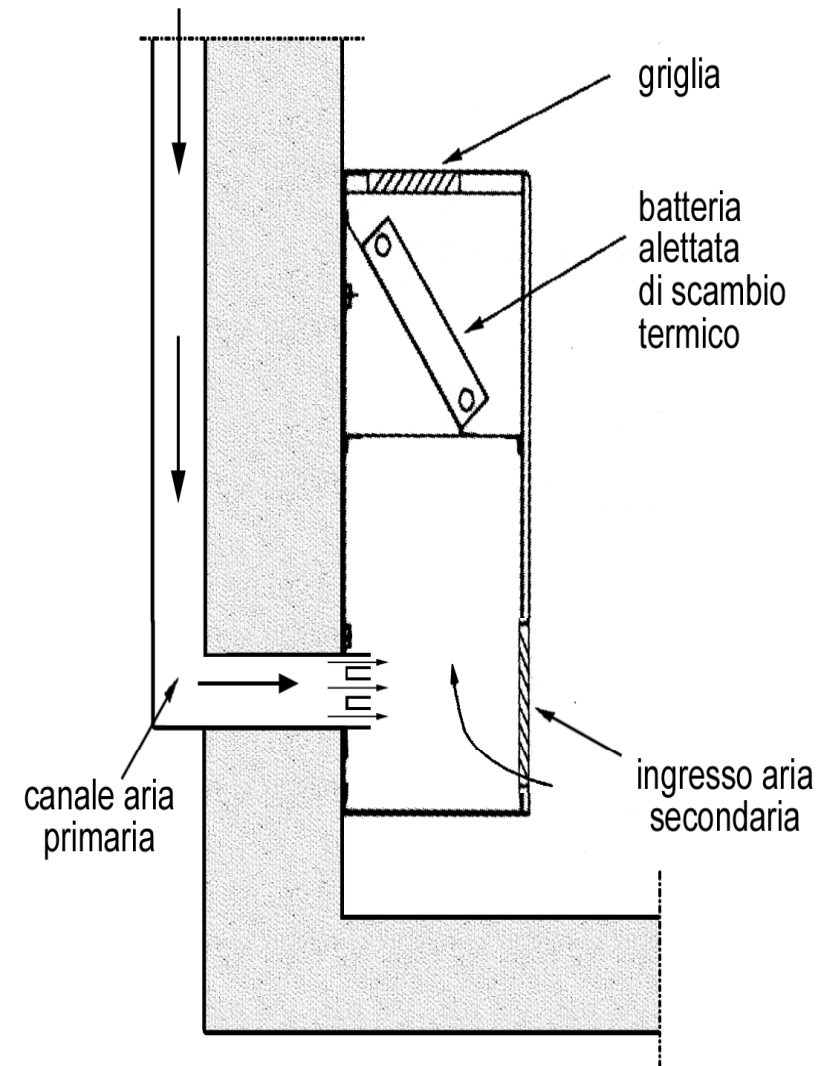
–a **rumorosità** dei ventilconvettori, che contengono parti in movimento;

–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.**

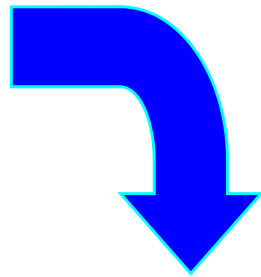
Oltre a fornire ai locali l'aria esterna di ventilazione (aria primaria), viene generato un moto indotto dall'aria ambiente (aria secondaria) che viene riscaldata o raffreddata da una batteria di scambio termico posta nell'induttore.

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

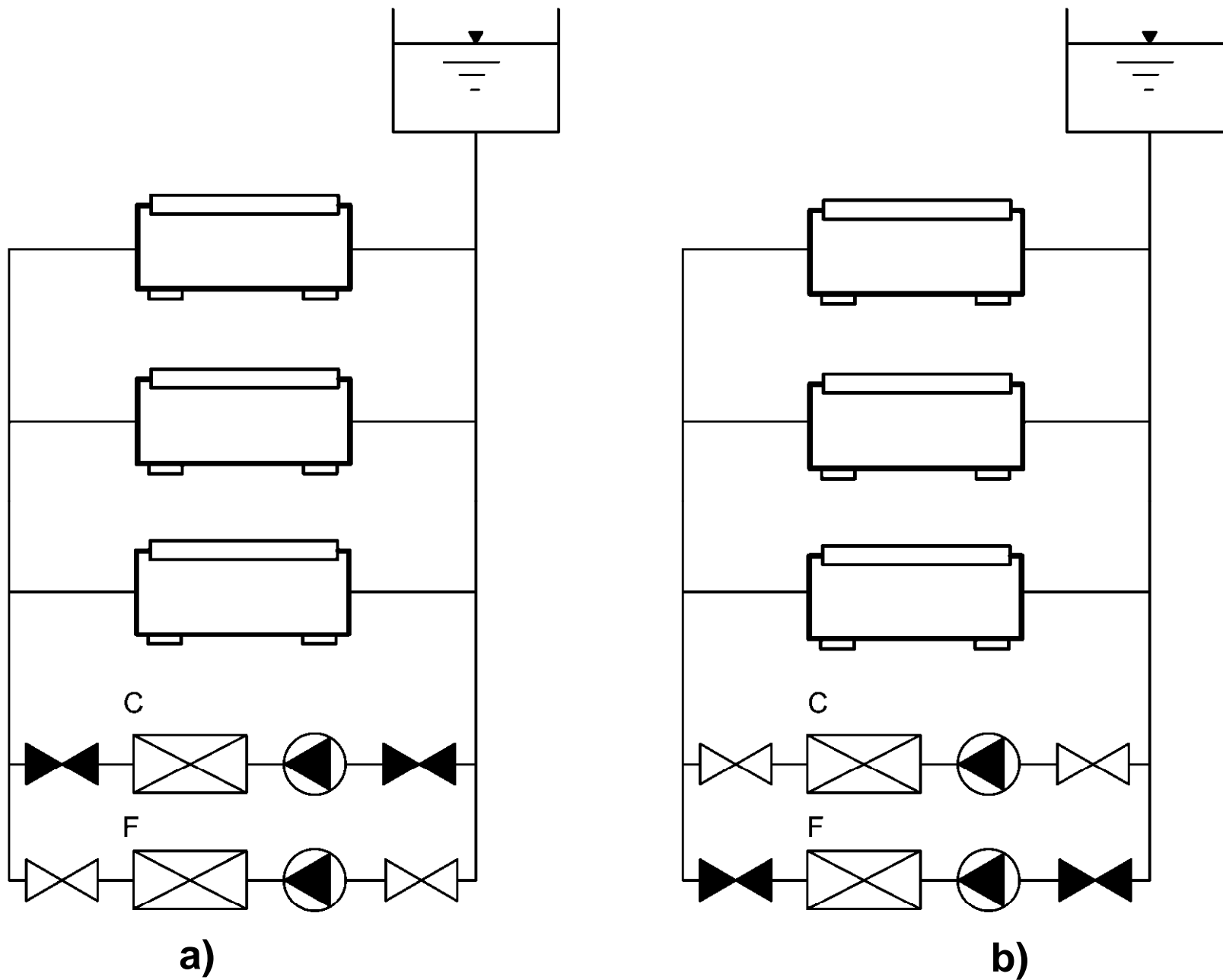
Sia negli impianti a ventilconvettori sia in quelli a induzione la distribuzione dell'acqua può avvenire con un sistema a due, tre o quattro tubi.

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.



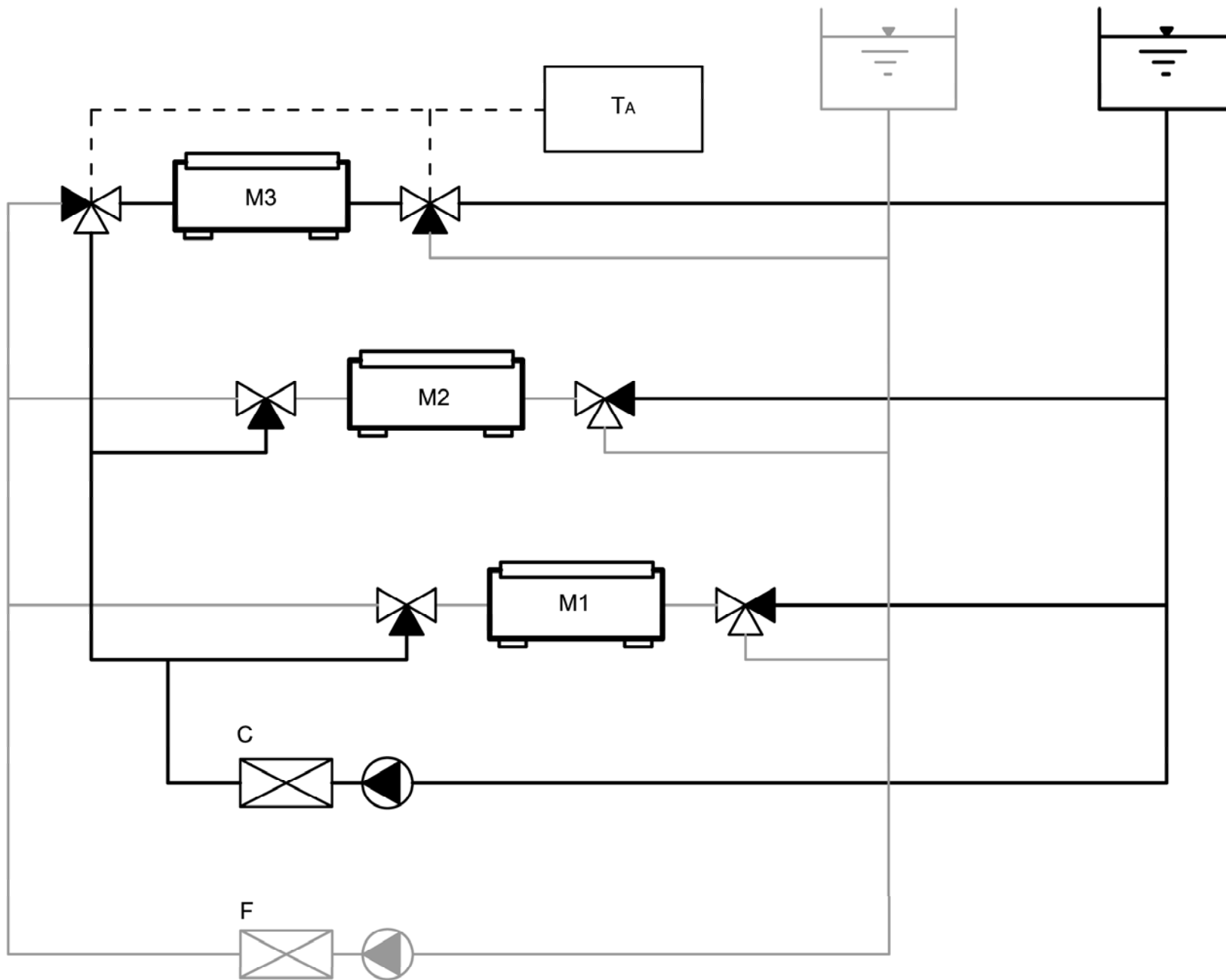
Impianto a ventilconvettori a due tubi alimentato dal circuito caldo (a) e dal circuito freddo (b).

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.