

# Impianti HVAC Riscaldamento, Ventilazione, Aria Condizionata Progettazione e Manutenzione igienica

## **ASPETTI IMPIANTISTICI PARTE 2**

Ing. Giovanni Andrea Pol

# OBIETTIVO DELL'INTERVENTO



Focus sui sistemi impiantistici e sugli elementi costituenti gli impianti HVAC, sulla qualità dell'aria negli ambienti indoor e le problematiche connesse, partendo dalla progettazione.

# ARGOMENTI TRATTATI

## PARTE 1

- IL MICROCLIMA
- IL COMFORT
- L'ARIA UMIDA E IL DIAGRAMMA PSICROMETRICO
- TRASFORMAZIONI PSICROMETRICHE

## PARTE 2

- LA CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI TERMICI PER IL TRATTAMENTO DEL MICROCLIMA
- MACCHINE PER IL TRATTAMENTO DELL'ARIA
- CASI PRATICI



# CONDIZIONI DI ESERCIZIO DEGLI IMPIANTI PERIODO INVERNALE ED ESTIVO

La climatizzazione dell'aria prevede una serie di trattamenti che hanno come fine quello di ottenere nell'ambiente climatizzato condizioni ottimali di temperatura ed umidità. Tali trattamenti fanno riferimento ad aria che, nelle applicazioni tipiche del condizionamento, può essere considerata come una miscela binaria di gas perfetti: aria secca e vapor d'acqua.

Sulla base di studi e ricerche eseguite, si è individuata la “zona del benessere” relativamente alle condizioni dell'aria nell'ambiente occupato.

In particolare, si è visto che il sistema di termoregolazione dell'organismo umano trova il suo equilibrio ideale quando in ambiente le condizioni termoigrometriche assumono valori entro intervalli ben definiti:

Condizioni Ambiente	Estate	Inverno
Ta	24 ÷ 26 °C	18 ÷ 22 °C
$\varphi$	40 ÷ 60 %	40 ÷ 60 %

Naturalmente, il benessere ottimale si ottiene anche tenendo nella giusta considerazione, come indicato nelle slides precedenti, la velocità e la purezza dell'aria.

# LA CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO

**Impianti di climatizzazione (UNI 10339):** *“Sistemi che effettuano il controllo continuativo delle “condizioni termiche, igrometriche, di qualità e di movimento dell’aria comprese entro i limiti richiesti per assicurare il benessere alle persone*

## **Scopo fondamentale:**

- **Realizzare e mantenere** nel tempo **condizioni di benessere termoisgrometrico** all’interno degli edifici per un agevole svolgimento delle attività in condizioni di comfort per gli occupanti.

Controllano i parametri che influenzano il benessere ambientale, in particolare:

- **Temperatura ambiente,**
- **Umidità relativa**
- **Velocità**
- **Purezza dell’aria.**

# IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE



**Invernale**

**Riscaldamento** se operano solo sulla temperatura invernale

**Termoventilazione** se controllano temperatura inv. e qualità dell'aria

**Climatizzazione** se controllano tutti e 3 i parametri



**Estivo**

**Raffrescamento** se operano su temperatura e umidità (latente e sensibile)

**Climatizzazione** se controllano tutti e tre i parametri

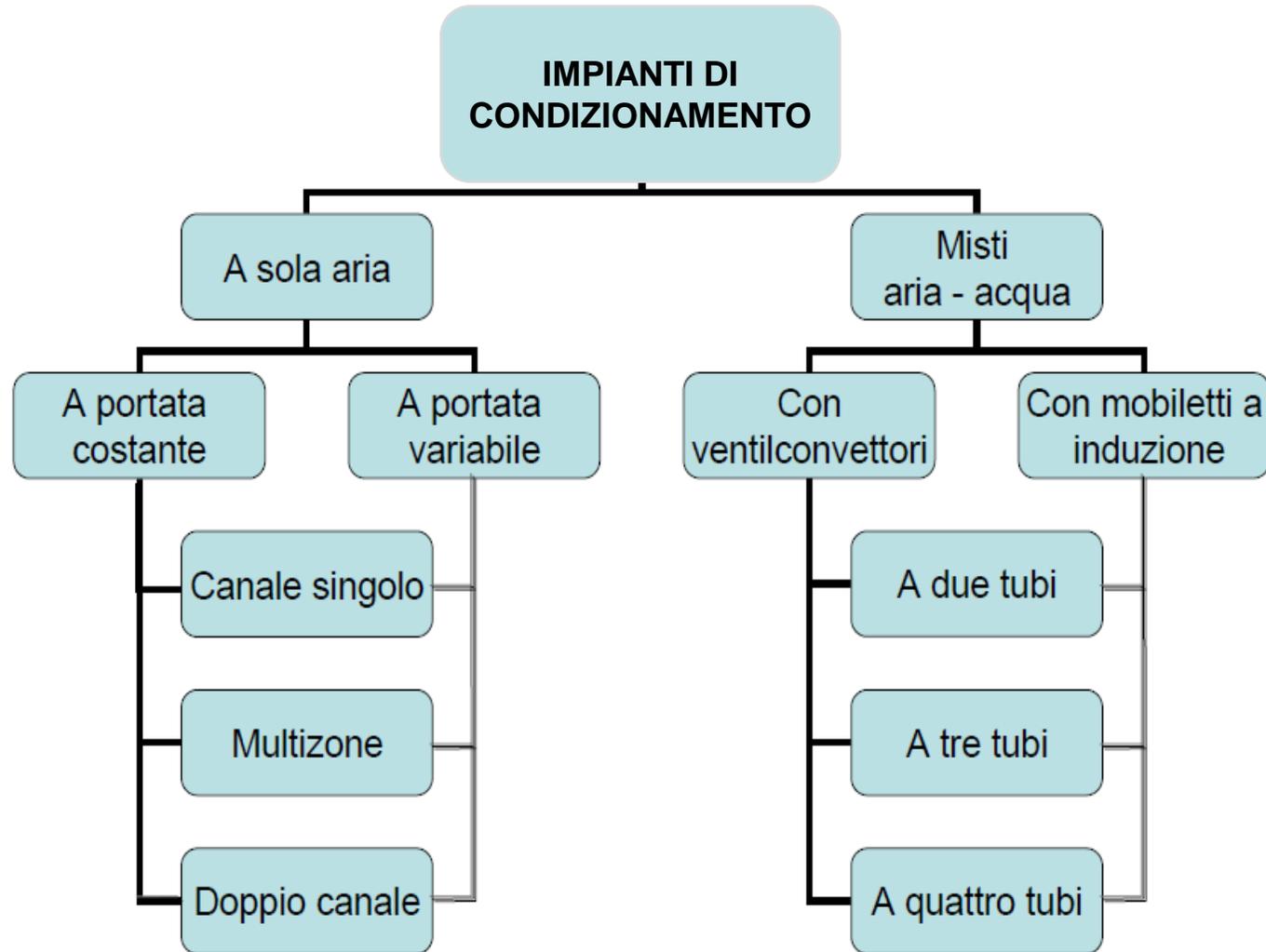
# LA CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

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:

- **impianti di riscaldamento** (controllo della temperatura dell'aria in condizioni invernali);
  - **impianti di condizionamento** (controllo di temperatura, umidità relativa, velocità e purezza dell'aria in condizioni sia invernali che estive);
  - **impianti di climatizzazione** (controllo di temperatura, umidità relativa, velocità e purezza dell'aria in condizioni sia invernali che estive anche per singola grandezza);
  - **impianti di ventilazione meccanica controllata (VMC)** consentono il ricambio d'aria con l'ambiente esterno in modo controllato senza sprechi di energia;
  - **apparecchi autonomi** (controllo della temperatura dell'aria in un numero limitato di locali, in condizioni sia invernali che estive).
-

# CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO



# IMPIANTI IDRONICI

Il fluido termovettore è acqua che viene riscaldata o raffreddata ed inviata alle unità terminali (fan coil, pavimenti radianti).

Per il sistema a fan coil durante il periodo estivo l'acqua deve essere a temperatura talmente bassa da agire sull'umidità dell'aria.

La temperatura ambiente viene ben controllata ma l'umidità è controllata in maniera poco precisa.



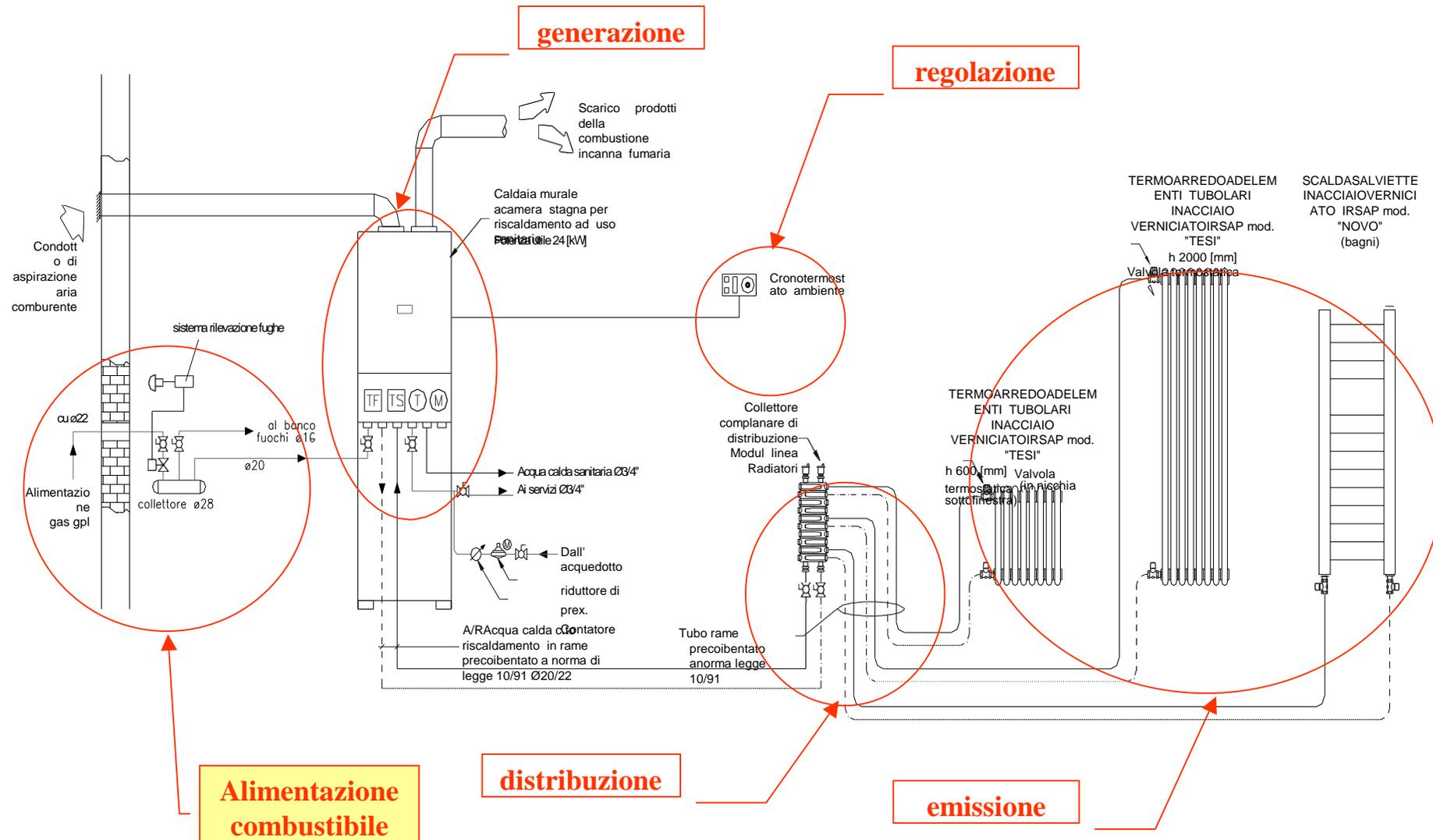
# Componenti Impianti Idronici

Tali impianti usano come fluido vettore termico l'acqua riscaldata o raffrescata.

Sono essenzialmente costituiti da:

1. Un sistema di alimentazione e distribuzione del combustibile
2. Un generatore di calore (caldaia) e/o da un gruppo frigorifero (chiller) o pompa di calore (pdc);
3. Scambiatori di calore;
4. Tubazioni e collettori per collegare il generatore ai terminali;
5. Elettropompe per la movimentazione del fluido;
6. Sistema di regolazione e controllo;
7. Terminali d'impianto che erogano il caldo/freddo all'ambiente da climatizzare.

# Schema funzionale impianto idronico residenziale tipico



# SISTEMA DI DISTRIBUZIONE

## Tubazione ed isolamento



# Tubazioni

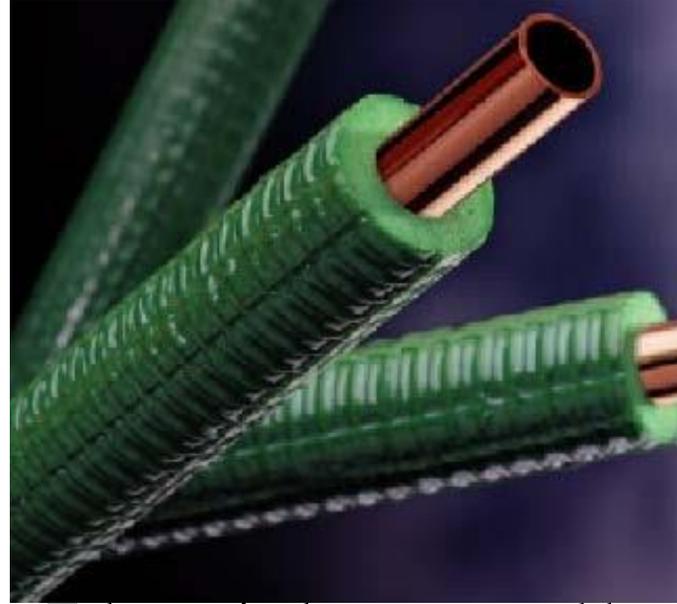
Le tubazioni degli impianti autonomi sono essenzialmente dei seguenti tipi:

- in rame;
- in acciaio (carbonio, nero o zincato)
- in polipropilene (per acqua acqua calda sanitaria);
- in polipropilene reticolato (anche per riscaldamento);
- in polipropilene del tipo sfilabile.

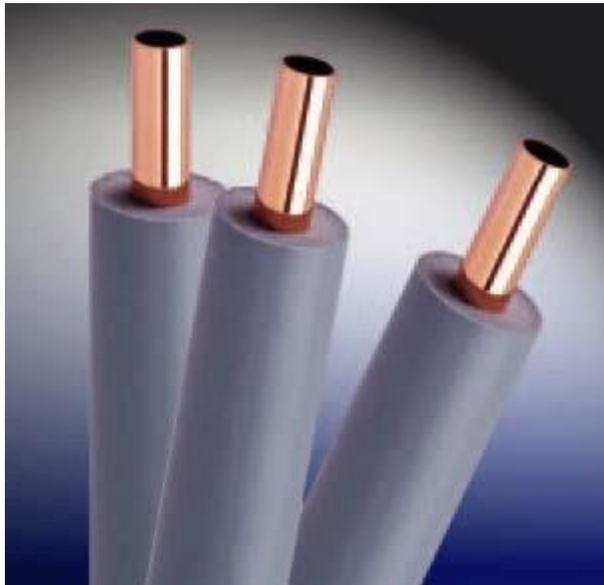
# Tipologie produttive



Tubo rivestito in PVC



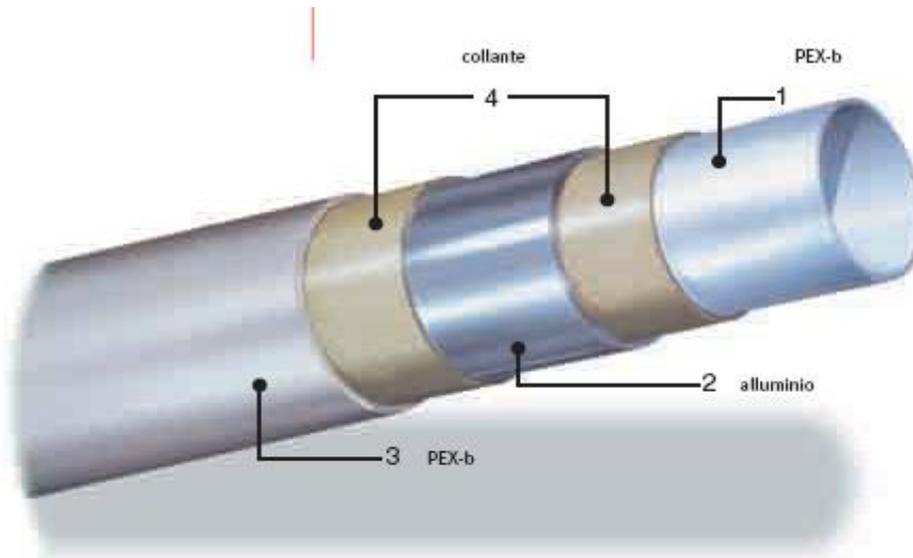
Tubo preisolato acqua calda



Tubo preisolato per  
acqua refrigerata

# SISTEMA DI DISTRIBUZIONE

## Tubazione ed isolamento

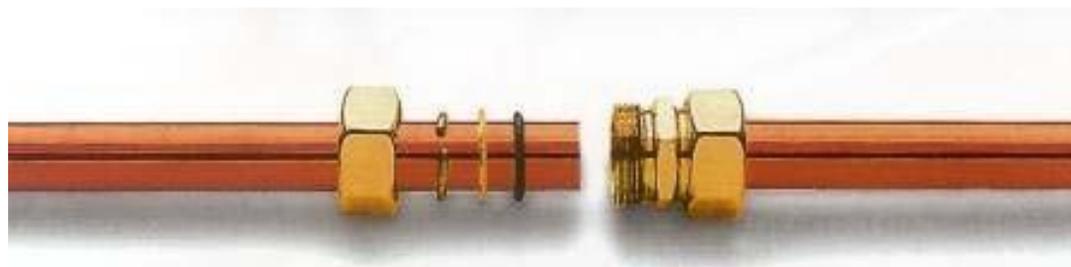


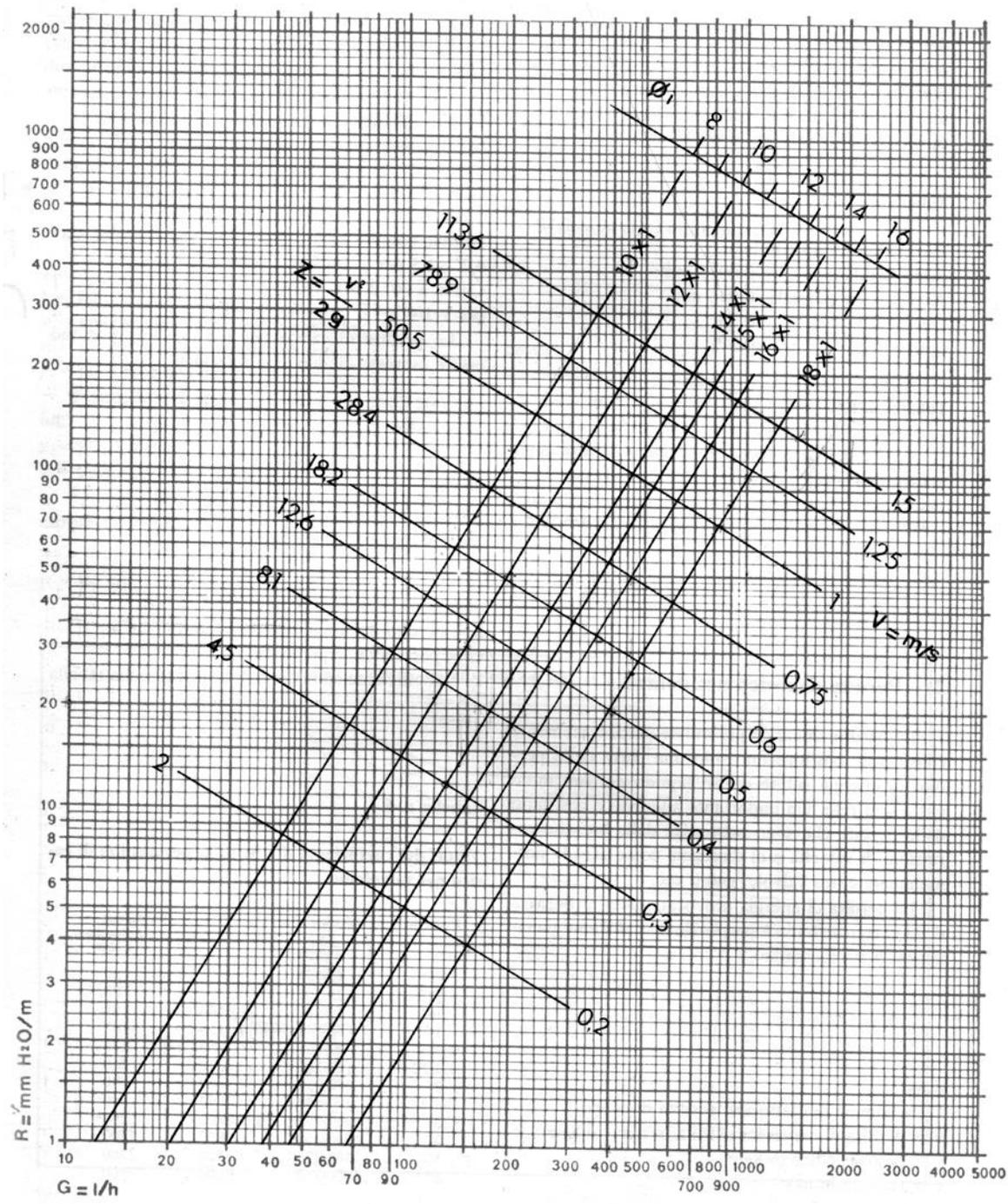
# Giunzioni a caldo: saldatura



LEGHE D'APPORTO E DECAPANTI		
OPERAZIONE	BRASATURA DOLCE (CONSIGLIATA)	BRASATURA FORTE
Temperatura di fusione del metallo d'apporto	< 450°C 	> 450°C 
Lega	Stagno-Rame: 240°C Stagno-Argento: 230°C	Rame-Fosforo: 730°C** Rame-Zinco-Argento: 700°C Argento-Rame-Zinco: 685°C
Flusso brasante	Conformarsi alle prescrizioni del fabbricante del metallo d'apporto. (La pasta decapante deve comunque essere idrosolubile)	Conformarsi alle prescrizioni del fabbricante

# Giunzioni a freddo





**Perdite di carico continue  
tubi in rame  
(acqua a 70 °C)**

NB. 1 mmH<sub>2</sub>O = 10 Pa

**Velocità consigliate: Fino a 14 mm  
0,50 m/s  
da 14 a 20 mm 0,65 m/s  
da 20 a 22 mm 0,80 m/s**

**Per circuiti in pressione non superare  
60 mmH<sub>2</sub>O/m**

# Esempio di dimensionamento di tubazione

A partire dalla relazione :

$$P = G c_p \Delta T \quad (\text{kcal/h})$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ Kcal/h} &= 1,163 \text{ W} \\ 1 \text{ W} &= 0,86 \text{ kcal/h} \end{aligned}$$

con :

$G$  = portata acqua espressa in lt/h

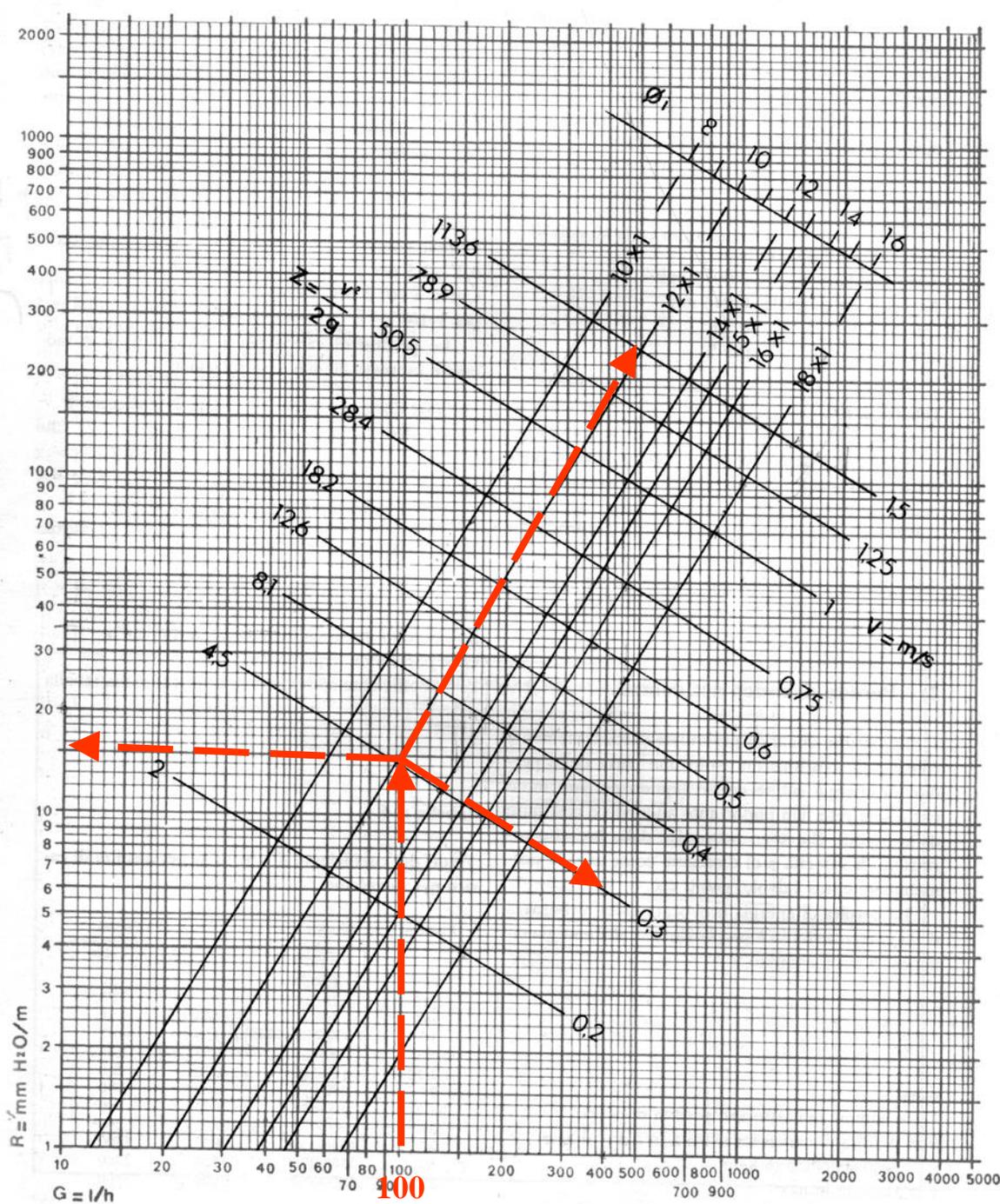
$c_p = 1 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C}$  (calore specifico dell'acqua)

$\Delta T$  = salto termico andata/ritorno (valore tipico =  $10 \text{ } ^\circ\text{C}$   
con un massimo fino a  $15 \text{ } ^\circ\text{C}$ )

Si ricava che :

$$G = P/c_p \Delta T \quad (\text{lt/h})$$

# Esempio



Posto P = 1000 kcal/h  
calcolare la portata d'acqua  
**G** ed il corrispondente  
diametro della tubazione :

$$G = 1000/10 = 100 \text{ lt/h}$$

usando l'apposita tabella si  
sceglie un tubo 12/10 con :

-velocità di circa 0,3 m/s

-una perdita di carico  
continua di 15 mmH<sub>2</sub>O/m

**Velocità consigliate: Fino a**  
**14 mm            0,50 m/s**  
**da 14 a 20 mm 0,65 m/s**  
**da 20 a 22 mm 0,80 m/s**

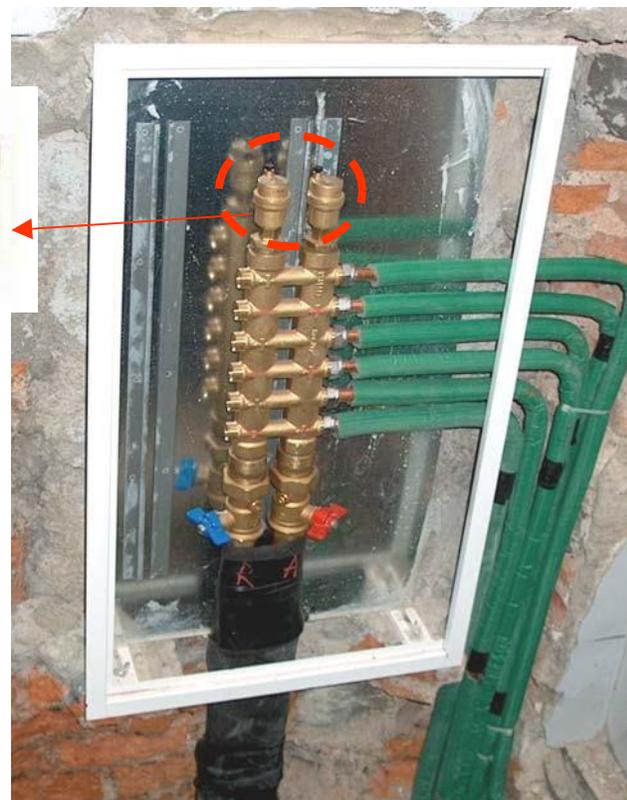
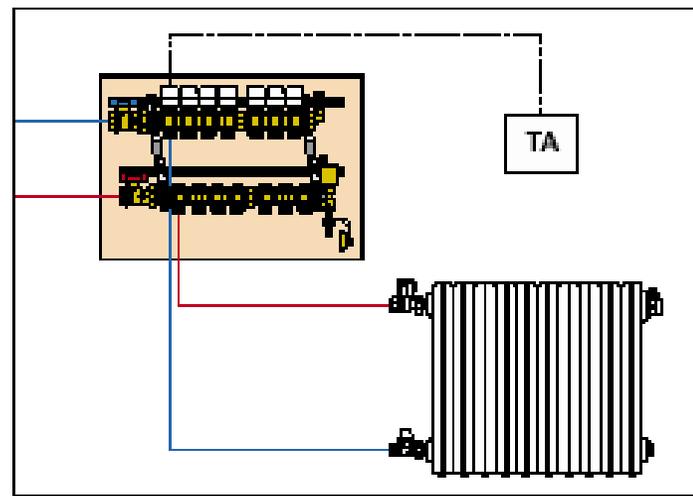
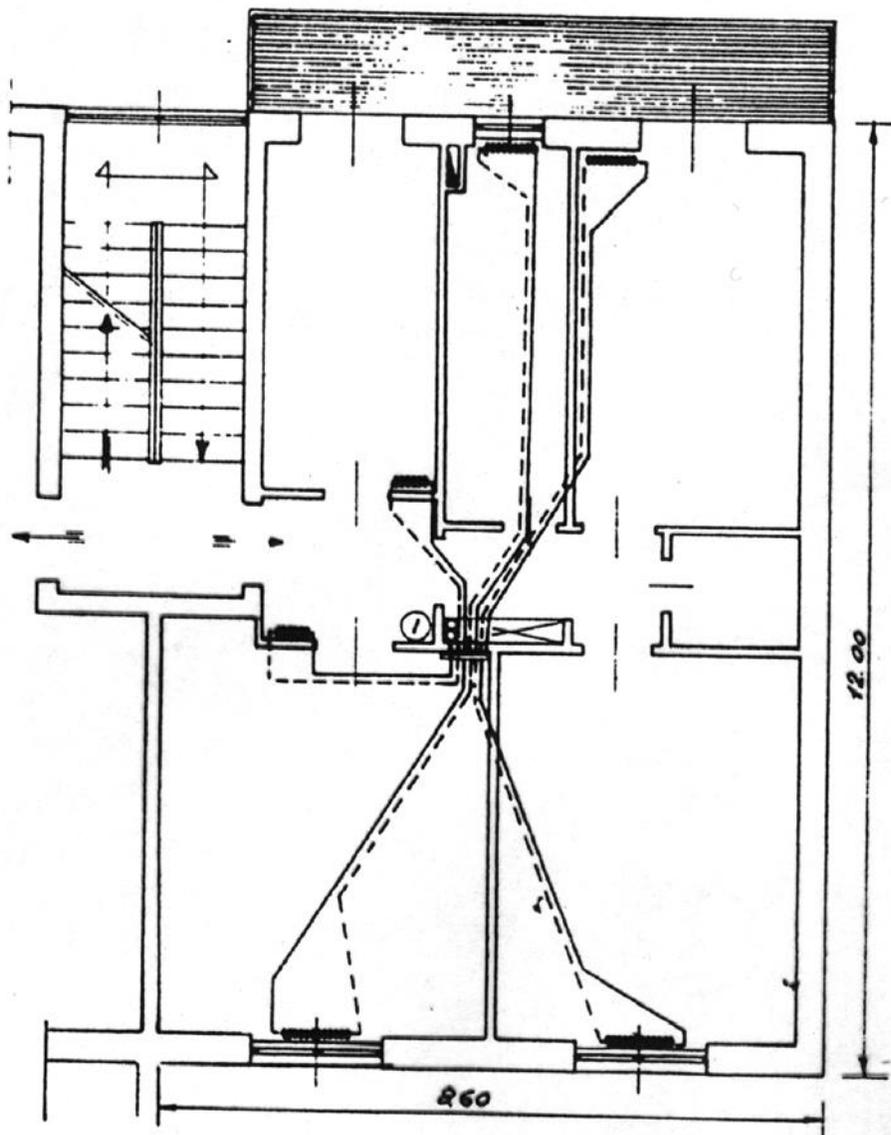
**Per circuiti in pressione Non**  
**superare 60 mmH<sub>2</sub>O/m**

# Impianti a due tubi con collettori

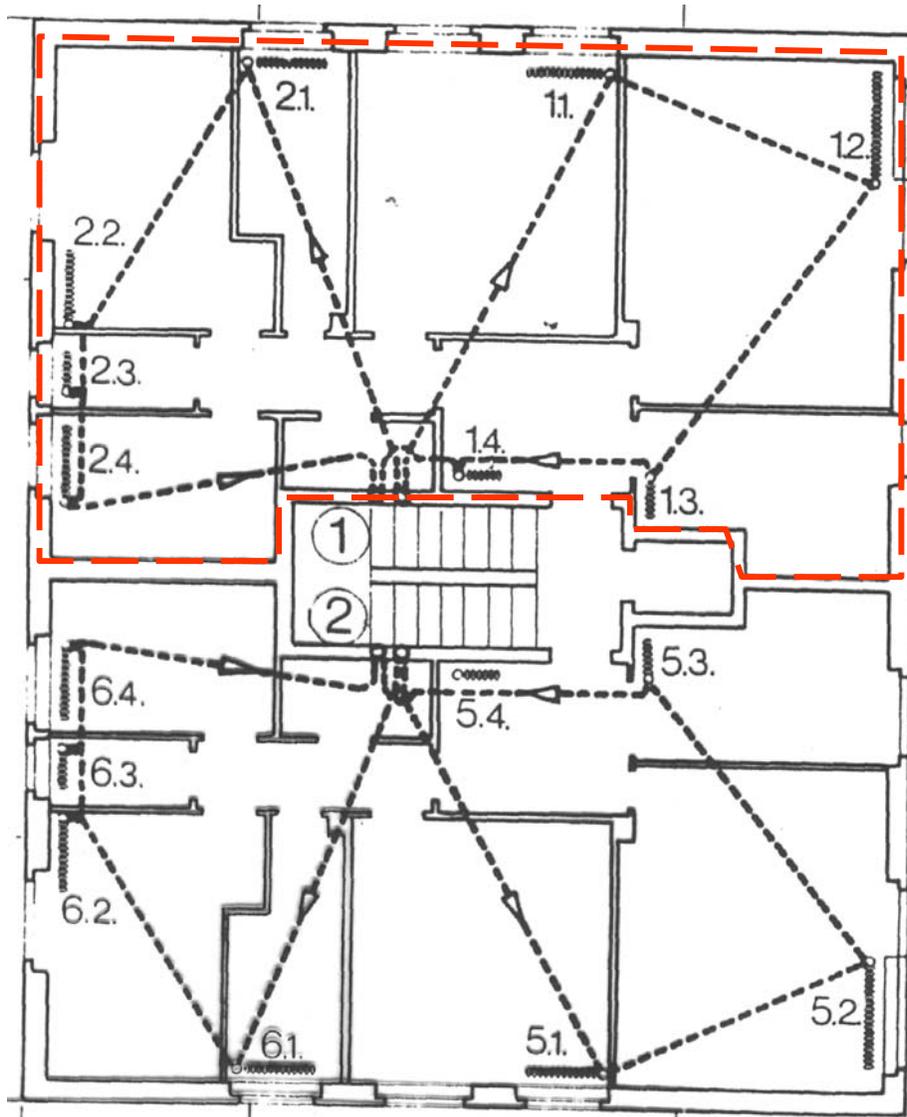
Tale tipologia distributiva raccoglie il maggior successo per i seguenti motivi:

- per la semplicità di realizzazione;
- per la possibilità di tarare facilmente le portate grazie all'allacciamento diretto andata/ritorno per ciascun terminale;
- per le dimensioni ridotte delle tubazioni;
- per la possibilità di intercettare l'impianto in caso di sostituzione o riparazione di un terminale;
- per la possibilità di realizzare impianti con tubazioni di estensione ridotta e pertanto, se predisposte, *sfilabili dal massetto dove sono alloggiate.*

# Schema funzionale



# Impianto monotubo: schema distributivo

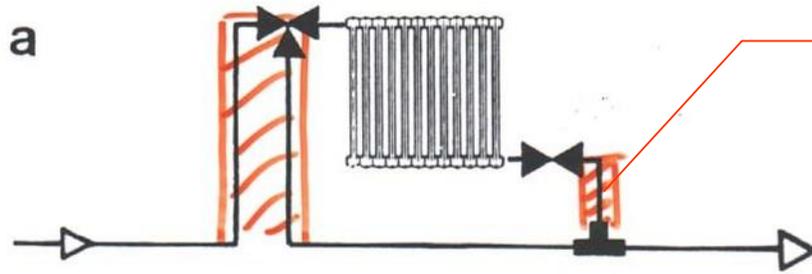


Uno dei vantaggi principali consiste nella riduzione delle tubazioni: in molti casi di ristrutturazione dove non si prevede il rifacimento dei pavimenti è spesso l'unica soluzione possibile.

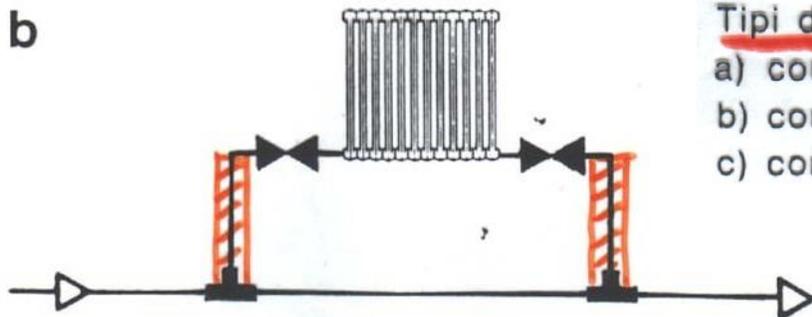
In figura con tratto rosso è rappresentato il percorso alternativo andata+ritorno con tracce lungo le pareti.

Potenza massima per anelli monotubo in rame con salto termico A/R = 12 °C	
Diametro esterno (mm)	Potenza massima (Watt)
12	3800
14	5000
16	6900
18	9700

# Impianti monotubo



Traccia nella muratura

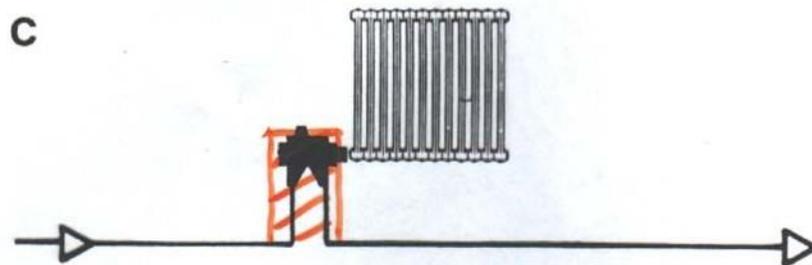


Tipi diversi di impianti monotubo

a) con valvola a tre vie, detentore e Te di reimmissione

b) con due detentori, Te di prelievo e Te " "

c) con valvola a 4 vie



a) Alimentazione in serie

b) Alimentazione in derivazione

c) Alimentazione mista

# Impianti centralizzati

Costituiscono l'alternativa agli impianti autonomi.

Per tali impianti la normativa vigente prescrive l'obbligo di contabilizzazione indipendente dei consumi per ciascuna unità immobiliare.

Ciò comporta la necessità di ricorrere a sistemi con distribuzione a zone ovvero con:

- produzione centralizzata del calore;
- gestione autonoma dell'impianto nell'ambito delle modalità stabilite dal condominio.

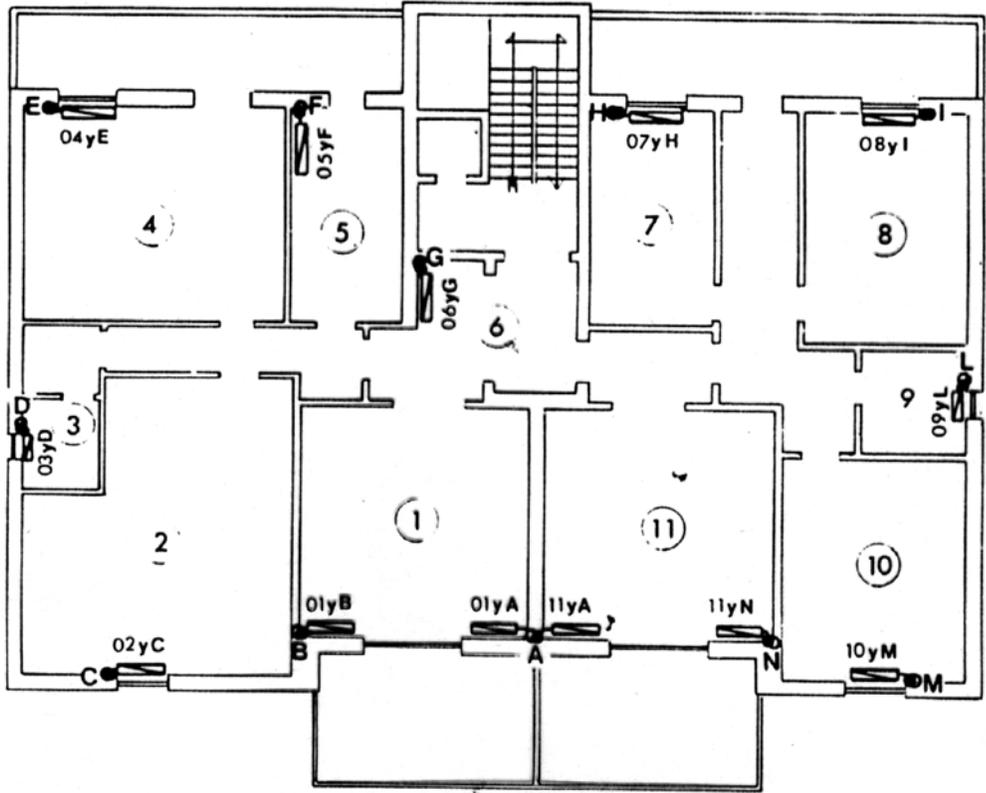
Dal punto di vista economico rappresentano sicuramente un vantaggio rispetto agli impianti autonomi, ed anche una limitazione ai consumi e all'inquinamento ambientale, essendo soggetti a controlli più rigorosi.

# Impianti centralizzati di vecchio tipo

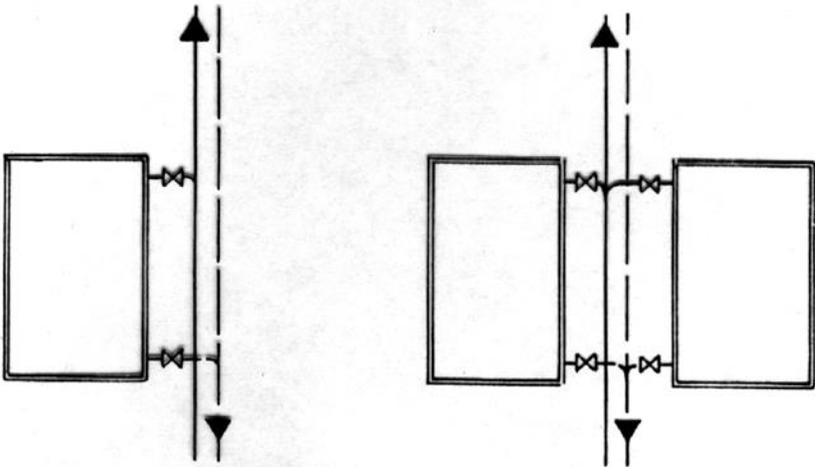
La loro sostituzione con impianti autonomi è stata incoraggiata dalla normativa in materia di risparmio energetico, che ha consentito la trasformazione degli impianti con la semplice maggioranza dei condomini anziché con l'unanimità.

La distribuzione avviene normalmente con colonne montanti che alimentano in colonna i vari terminali, non consentendo così di suddividere le spese del riscaldamento in base agli effettivi consumi ma semplicemente in base alle tabelle millesimali di proprietà, o al numero di elementi scaldanti installati, o alla superficie dell'alloggio.

**Schema circuito  
distributivo-funzionale  
vecchio impianto  
centralizzato**



**PIANTA PIANO TIPO**

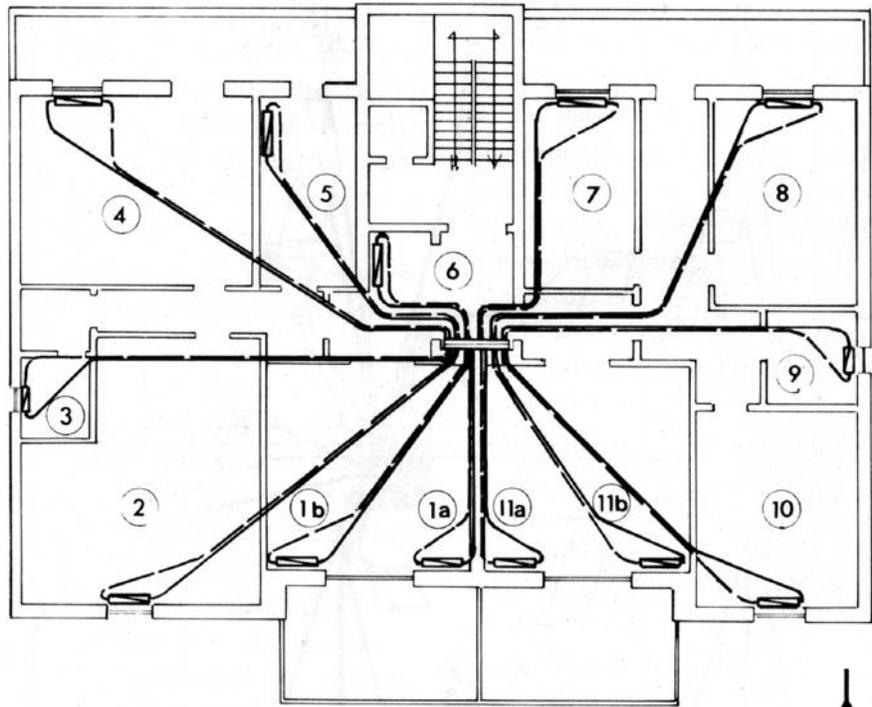


**ATT. ALLE COLONNE MONTANTI DI:**

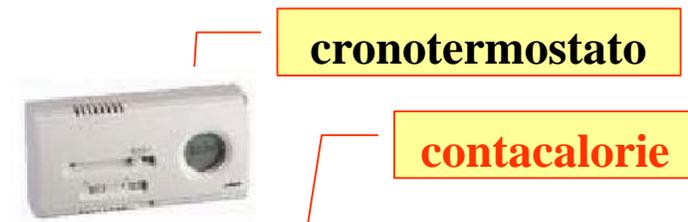
**UN CORPO SCALDANTE**

**DUE CORPI SCALDANTI**

# Impianto centralizzato a zone

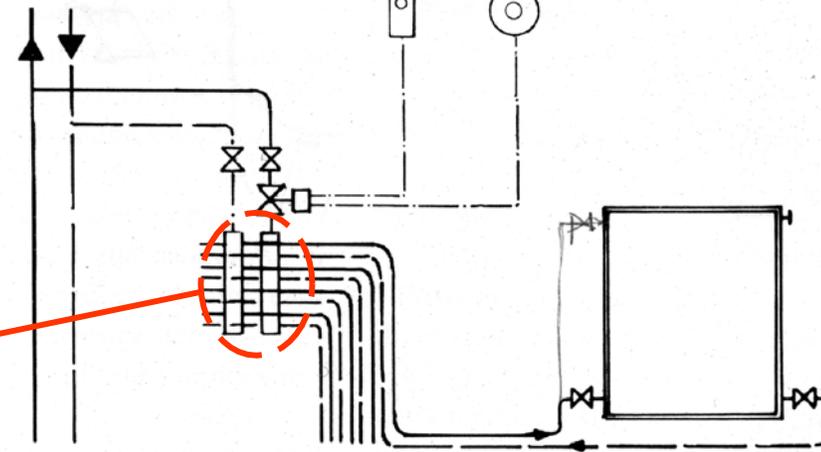


PIANTA PIANO TIPO



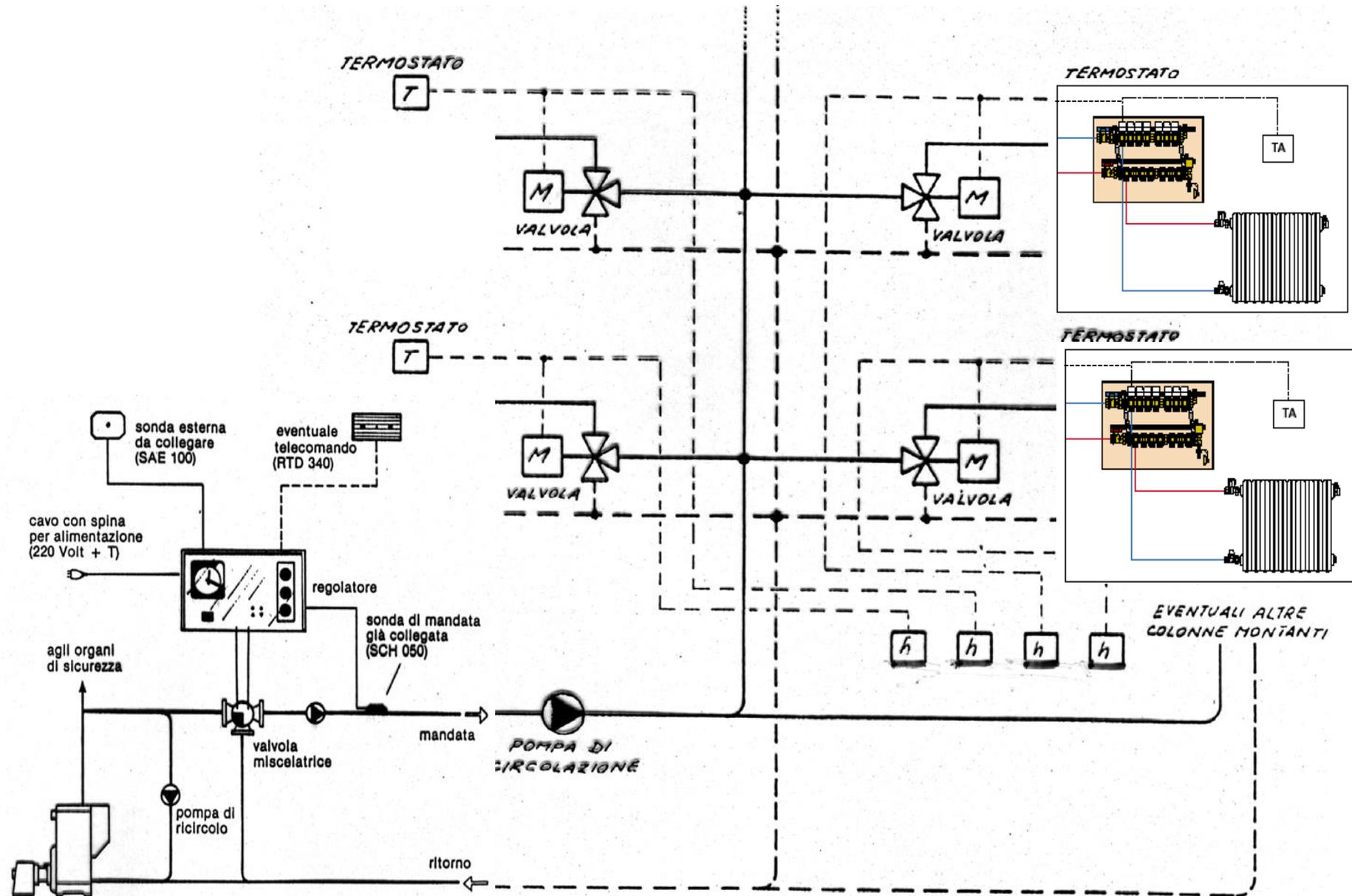
cronotermostato

contacalorie

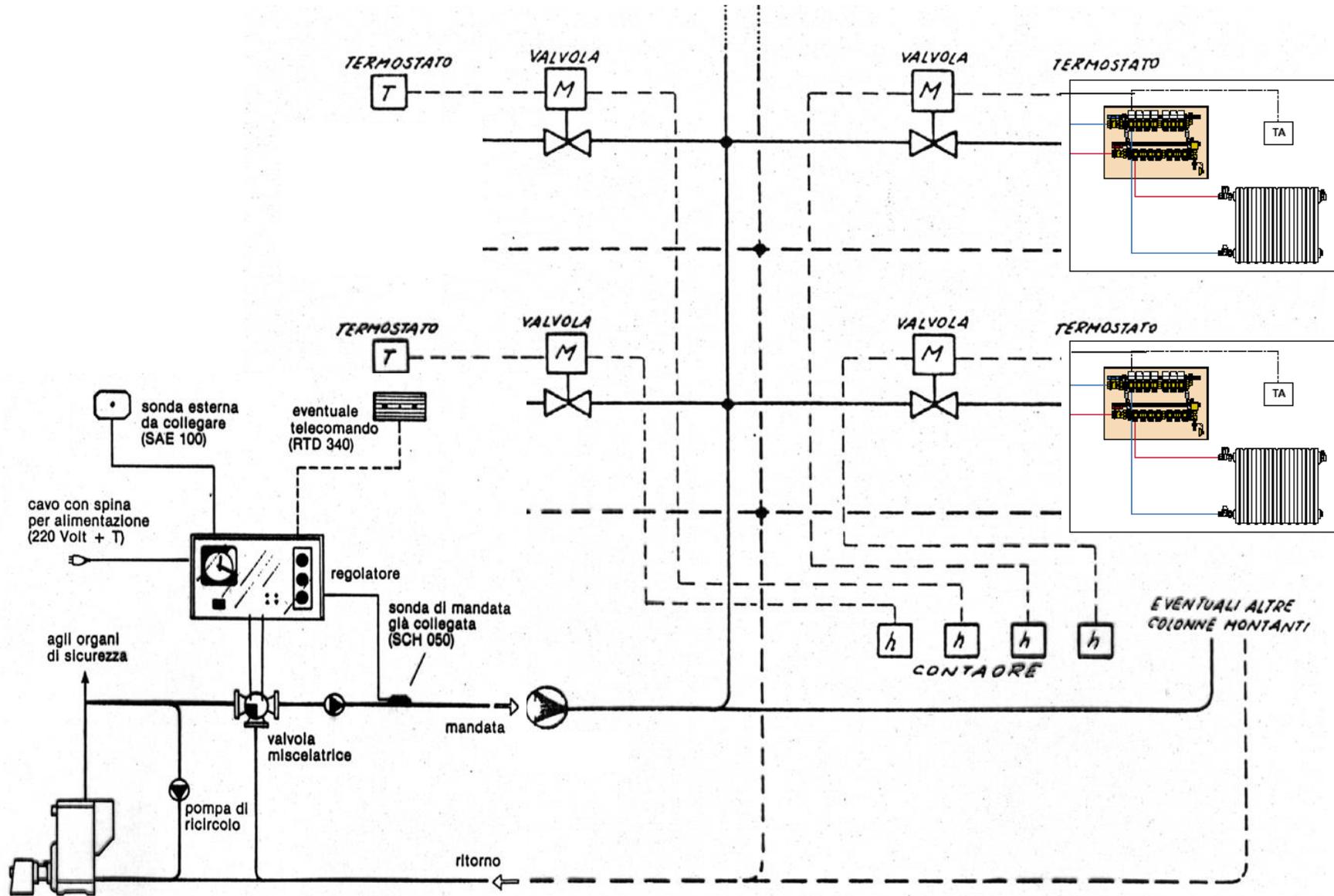


COLLEGAMENTO ALLE COLONNE MONTANTI

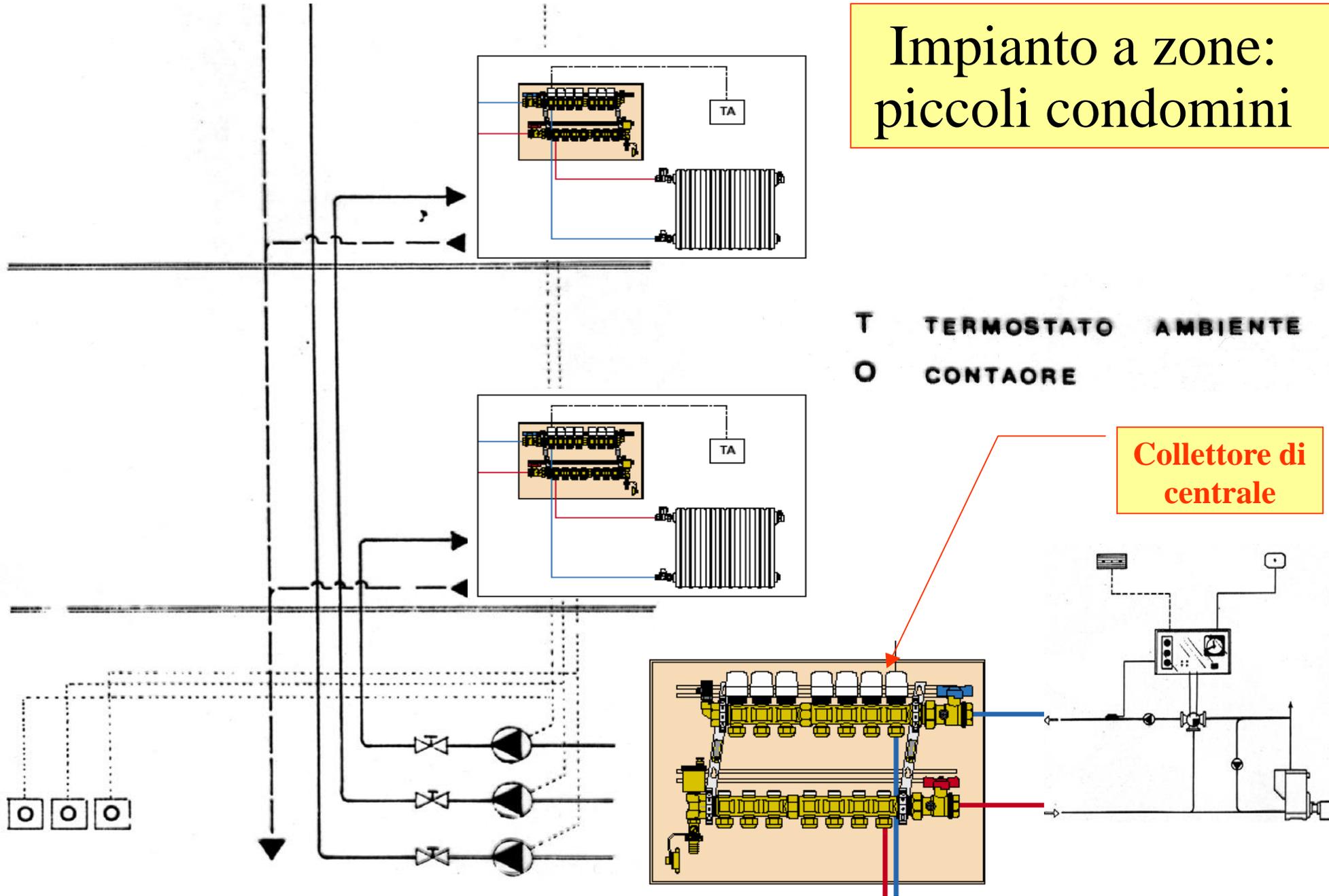
# Schema funzionale impianto a zone



# Schema funzionale impianto a zone



# Impianto a zone: piccoli condomini



# Terminali d'impianto

I terminali più diffusi sono:

- radiatori (alluminio, ghisa, acciaio);
- ventilconvettori (esterni e da incasso);
- pannelli radianti (a pavimento o soffitto).

# Radiatori

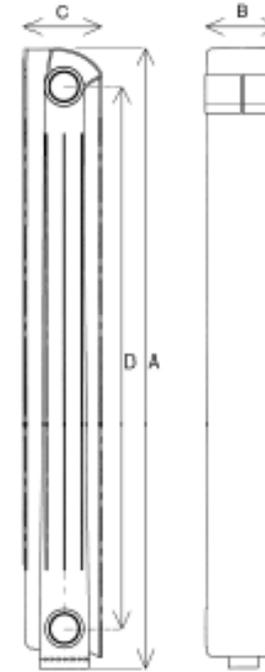
Gli impianti a radiatori sono tra i più diffusi:

- per la loro semplicità d'installazione;
- per l'assenza di manutenzione;
- per i costi limitati.

Presentano tuttavia una regolazione limitata, l'ingombro in ambiente e talvolta, esteticamente, difficoltà d'inserimento.

Dal punto di vista energetico devono essere alimentati con acqua a temperatura piuttosto elevata (70-80 °C) e pertanto non si accoppiano felicemente con caldaie a condensazione, con pompe di calore, con l'uso dell'energia solare .

# Radiatori in alluminio



Modello	Dimensioni in mm.				Ø attacchi	Peso a vuoto Kg circa	Contenuto acqua in litri	Potenza termica UNI EN 442				Esponente n.
	A altezza totale	B lunghezza	C profondità	D interasse				T 50°C		T 60°C		
								Watt	Kcal/h	Watt	Kcal/h	
KLASS 800	882	80	80	800	1"	1,95	0,58	<b>162</b>	<b>140</b>	207	178	1,33906
KLASS 700	782	80	80	700	1"	1,73	0,54	<b>148</b>	<b>127</b>	189	162	1,34059
KLASS 600	682	80	80	600	1"	1,58	0,50	<b>132</b>	<b>113</b>	168	144	1,32865
KLASS 500	582	80	80	500	1"	1,41	0,44	<b>116</b>	<b>100</b>	147	126	1,30020
KLASS 350	432	80	80	350	1"	1,04	0,37	<b>85</b>	<b>73</b>	108	93	1,29157

# Rese termiche per $\Delta T$ diversi da $50^{\circ}\text{C}$

esempio di calcolo per  $\Delta T$  diversi da  $50^{\circ}\text{C}$

Se desiderate conoscere una potenza termica con  $\Delta T$  diverso da  $\Delta T$  50 bisogna utilizzare la seguente formula:

$$P = P_{50} \left(\frac{\Delta t}{50}\right)^n$$

Per esempio, per il modello 600:

$$P \text{ termica a } \Delta t 60^{\circ}\text{C} = 132 \left(\frac{60}{50}\right)^{1,32865} = 168 \text{ Watt}$$

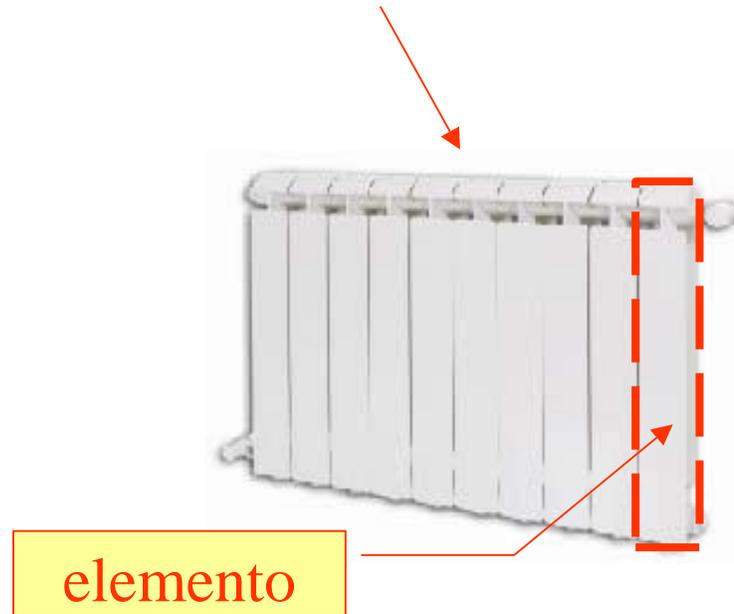
N.B. con acqua 55-45 (DT  $30^{\circ}$ )  
la resa si dimezza  $(30/50)^{1,32865} = 0,5$

Modello	Dimensioni in mm.				$\varnothing$ attacchi	Peso a vuoto Kg circa	Contenuto acqua in litri	Potenza termica UNI EN 442				Esponente n.
	A altezza totale	B lunghezza	C profondità	D interasse				T $50^{\circ}\text{C}$		T $60^{\circ}\text{C}$		
								Watt	Kcal/h	Watt	Kcal/h	
KLASS 800	882	80	80	800	1"	1,95	0,58	<b>162</b>	<b>140</b>	207	178	1,33906
KLASS 700	782	80	80	700	1"	1,73	0,54	<b>148</b>	<b>127</b>	189	162	1,34059
KLASS 600	682	80	80	600	1"	1,58	0,50	<b>132</b>	<b>113</b>	168	144	1,32865
KLASS 500	582	80	80	500	1"	1,41	0,44	<b>116</b>	<b>100</b>	147	126	1,30020
KLASS 350	432	80	80	350	1"	1,04	0,37	<b>85</b>	<b>73</b>	108	93	1,29157

# Dimensionamento

Il dimensionamento dei radiatori in alluminio avviene esclusivamente in funzione dell'altezza e del numero degli elementi: ad esempio si debbano fornire 1600 W

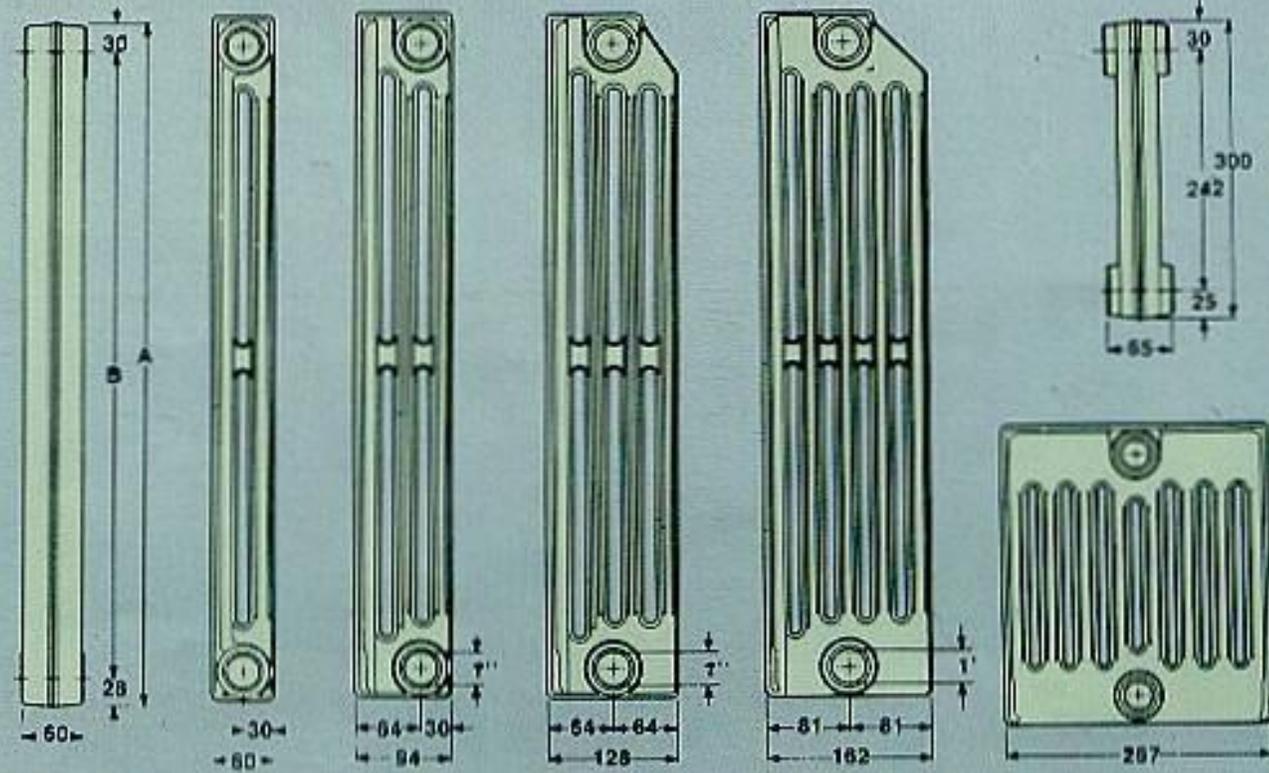
Usando il tipo Klass 800, altezza 882 mm, resa 162 W/elemento si ha :  $1600/162 = \underline{n^{\circ} 10 \text{ elementi}}$  (arrotondamento superiore)



# Radiatori in ghisa

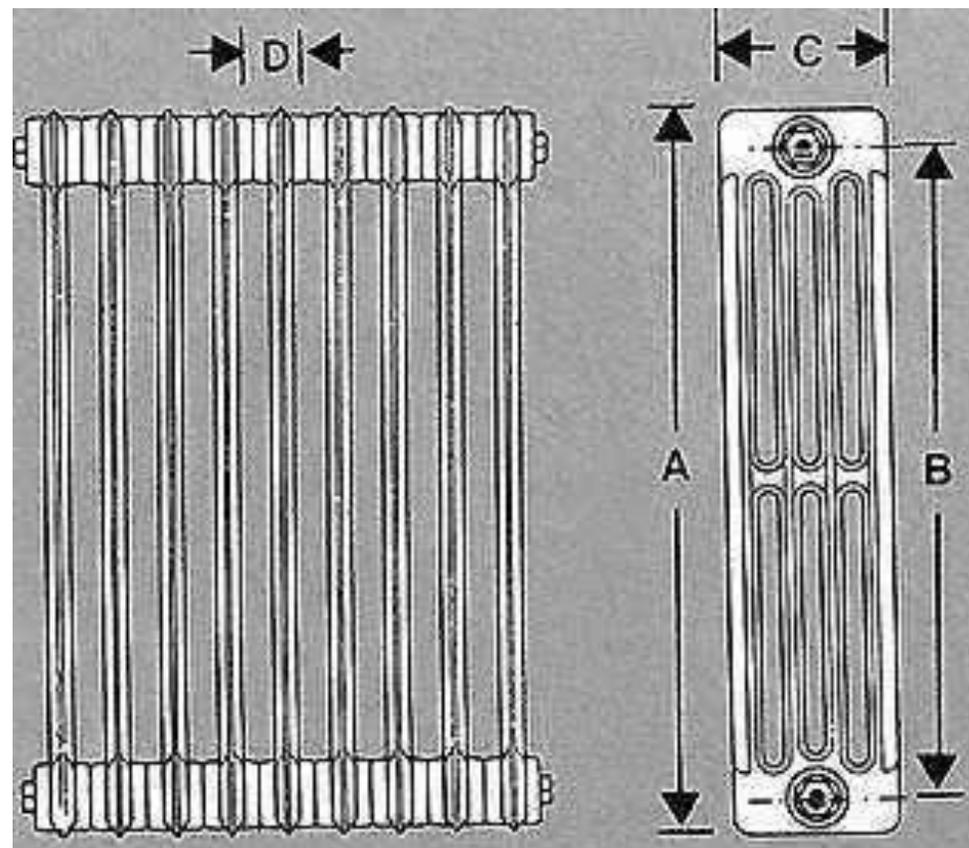


\* Valori di emissione termica ottenuti secondo prove effettuate presso la camera di prova del Politecnico di Milano.

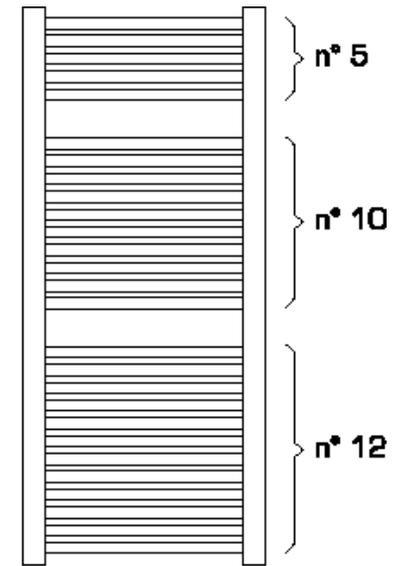
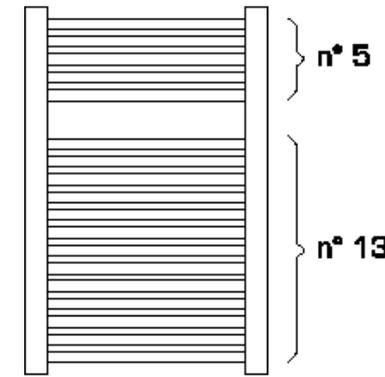
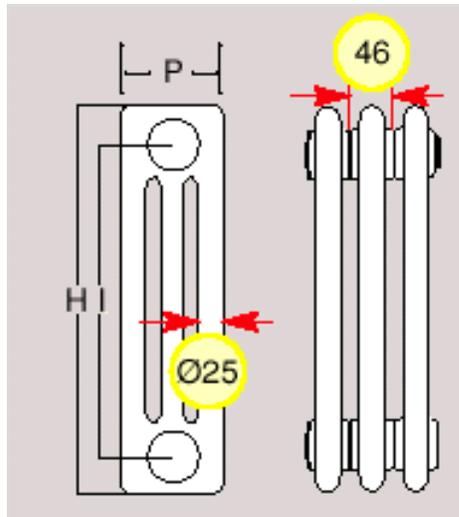


\*\*\*  
**ENI442**

# Radiatori classici in ghisa



# Radiatori in acciaio



# Dimensionamento

Il dimensionamento dei radiatori in ghisa e acciaio avviene oltre che in funzione dell'altezza e del numero degli elementi anche in funzione del numero di colonne: ad esempio si debbano fornire 1600 W

Usando il tipo Tema 871, altezza 871 mm, 3 colonne resa 100 W/elemento

si ha :  $1600/100 = \underline{n^{\circ} 16 \text{ elementi}}$

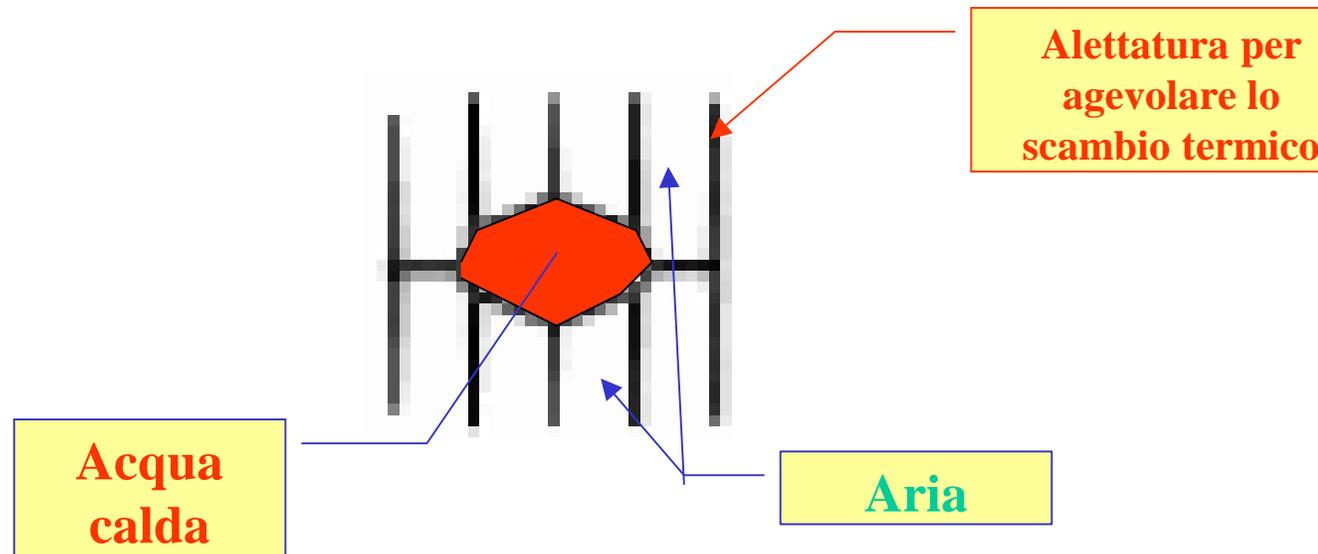


MODELLO	PROFOND.	ALTEZZA	INTERASSE	MOZZO	DIAMETRO	CONTEN.	MASSA	ESPO.NENT.
					ATTAC.	ACQUA		N°
	mm	mm	mm	mm / e le m	p o llici	litri/ e le m	kg/ e le m	
TE M A 2- 558	60	558	500	60	1"	0, 52	3 ,40	1 ,288
TE M A 2- 681	60	681	623	60	1"	0, 58	3 ,90	1 ,287
TE M A 2- 871	60	871	813	60	1"	0, 71	5 ,00	1 ,300
TE M A 3- 400	94	400	342	60	1"	0, 52	3 ,78	1 ,295
TE M A 3- 558	94	558	500	60	1"	0, 73	4 ,80	1 ,302
TE M A 3- 640	94	640	581	60	1"	0, 75	5 ,30	1 ,306
TE M A 3- 681	94	681	623	60	1"	0, 80	5 ,70	1 ,312
TE M A 3- 790	94	790	731	60	1"	0, 90	6 ,50	1 ,315
TE M A 3- 871	94	871	813	60	1"	1, 00	6 ,80	1 ,315
TE M A 4- 558	128	558	500	60	1"	0,82	5 ,80	1 ,299
TE M A 4- 681	128	681	623	60	1"	0,97	7 ,00	1 ,337
TE M A 4- 871	128	871	813	60	1"	1,21	8 ,62	1 ,331

# Modalità di scambio termico

I radiatori scambiano calore con l'aria ambiente prevalentemente per convezione naturale e pertanto per un buon funzionamento è necessario non ostacolare il moto naturale ascendente dell'aria. In particolare se viene ostacolato il moto convettivo naturale si hanno penalizzazioni nella resa termica, con la necessità di dover aumentare il numero degli elementi per compensare tale riduzione.

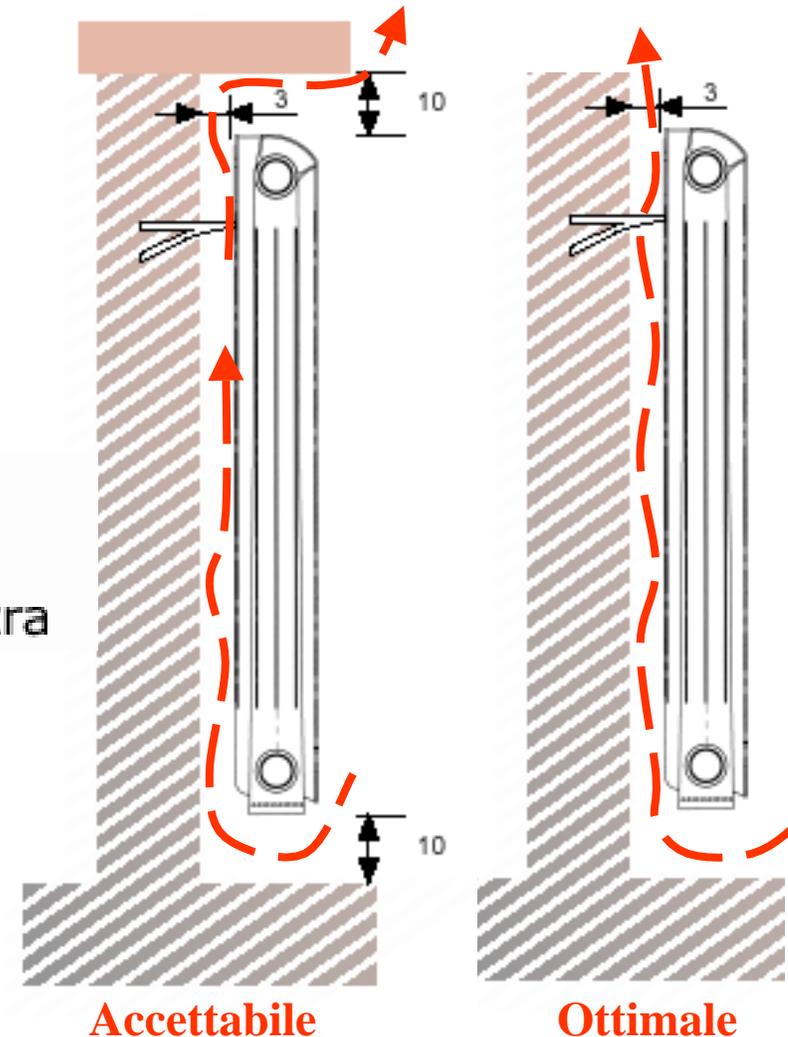
Per agevolare la cessione del calore è inoltre necessario aumentare la superficie di scambio termico, e ciò si ottiene mediante opportune alettature degli elementi, analoghe a quelle delle batterie.



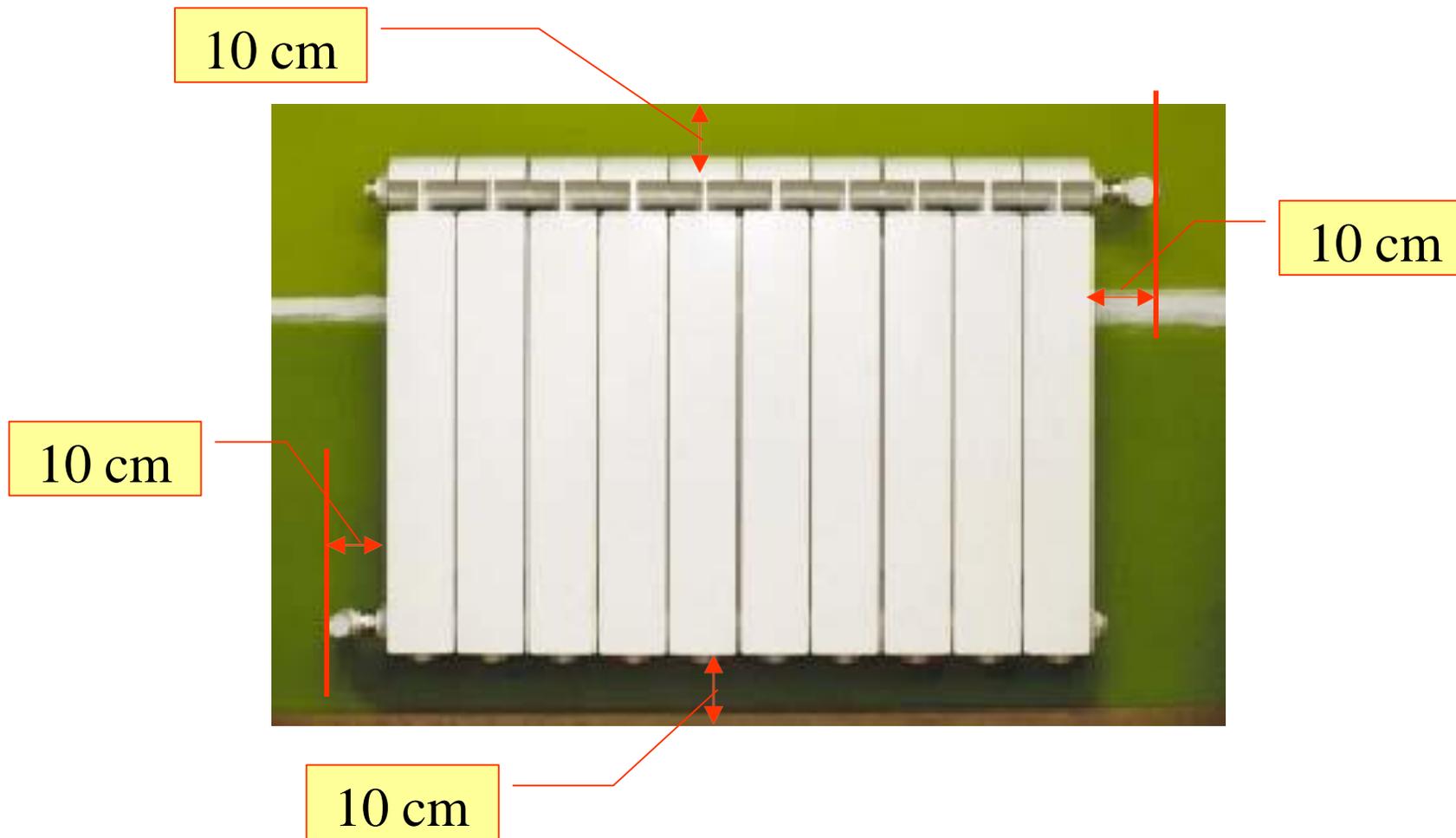
# Installazione ottimale

Per evitare eccessive penalizzazioni nella resa termica è necessario rispettare le seguenti modalità di installazione:

- ≥ cm. 3 dalla parete
- ≥ cm. 10 dal pavimento
- ≥ cm. 10 dalla mensola o sottofinestra

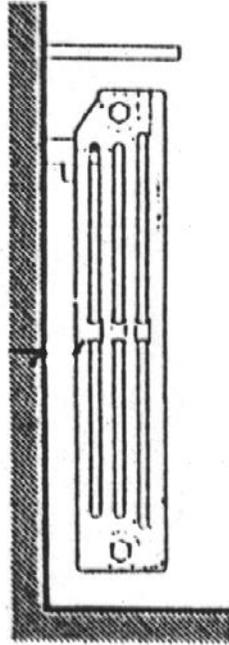


# Dimensioni d'ingombro reali



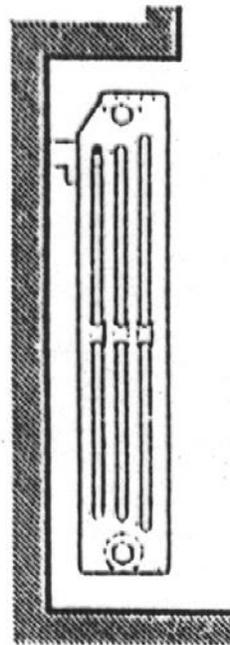
# Riduzione rese termiche

**mensola**



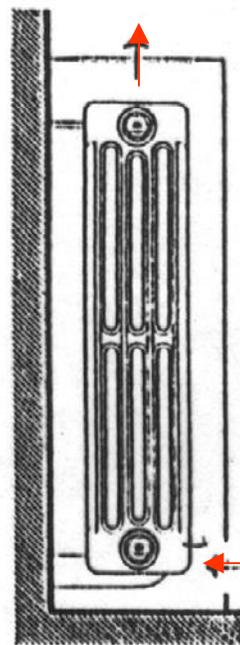
**-4%**

**nicchia**



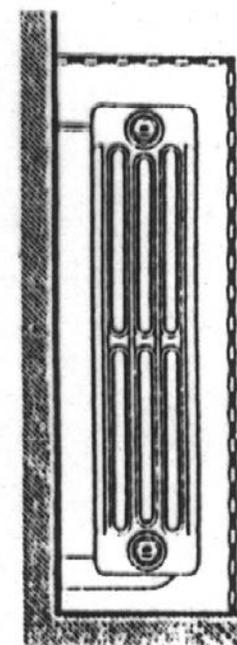
**-7%**

**copertura in lamiera**



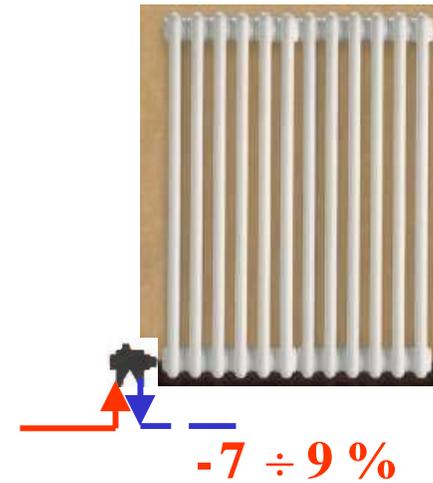
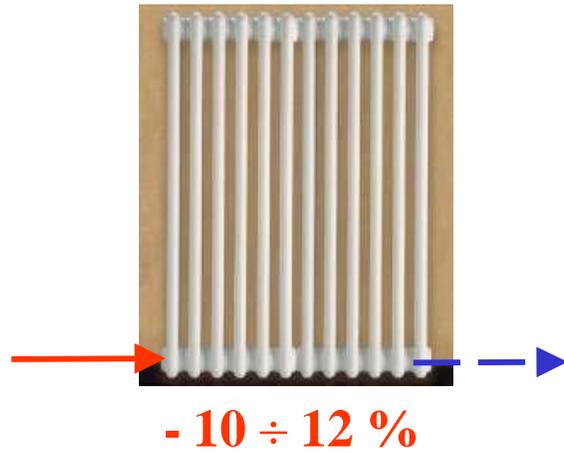
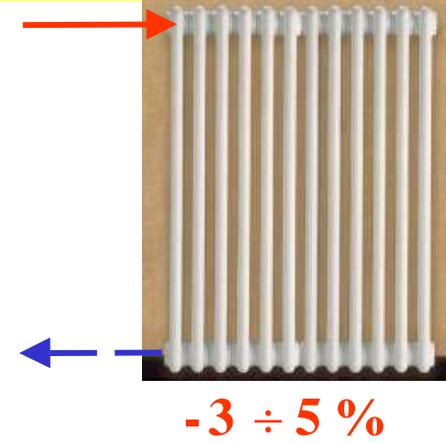
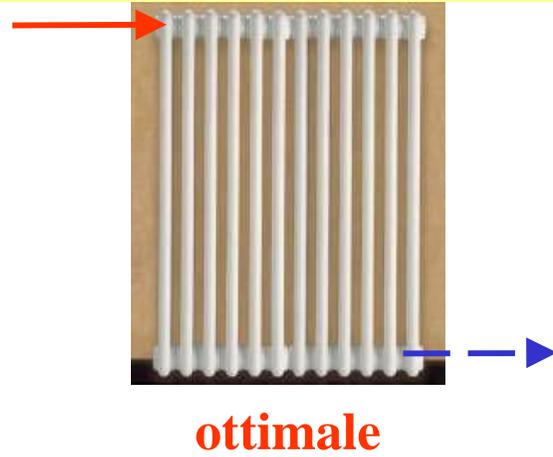
**-2 ÷ 5%**

**copriradiatore**

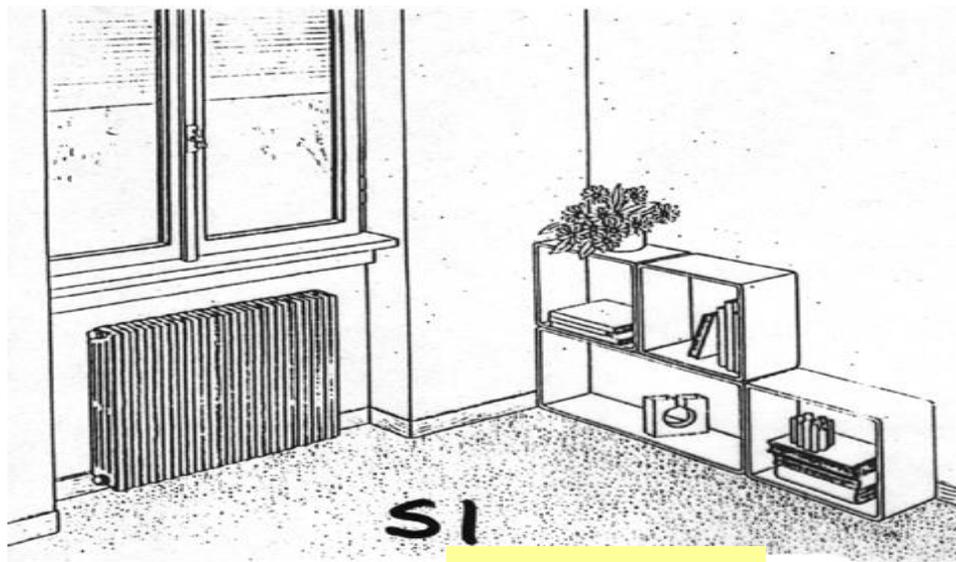


**-20 ÷ 30%**

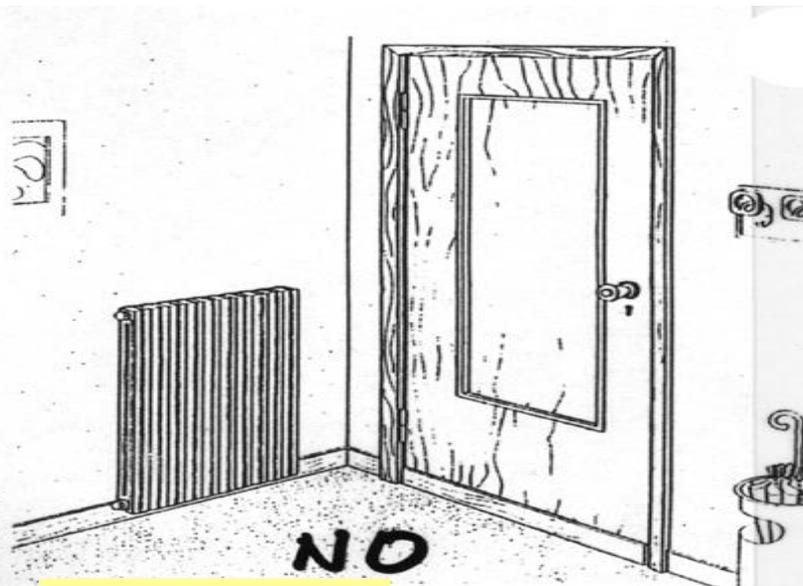
# Riduzione in funzione degli attacchi



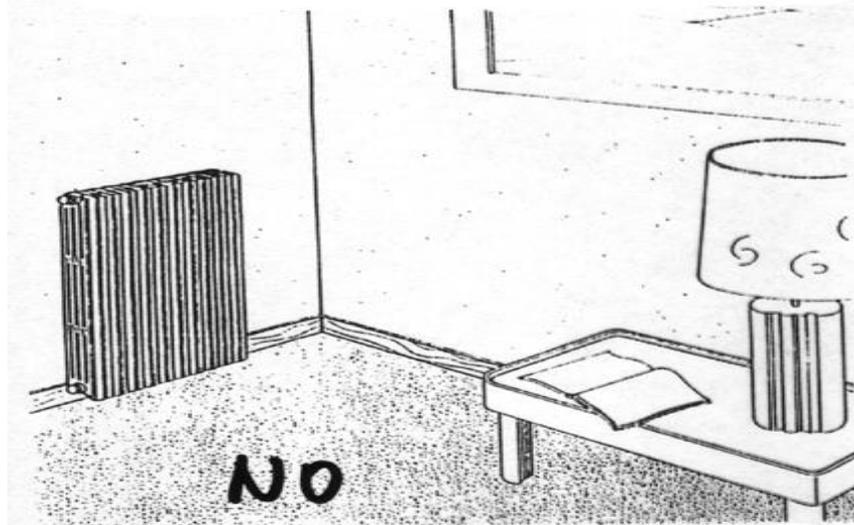
# Errori di posizione



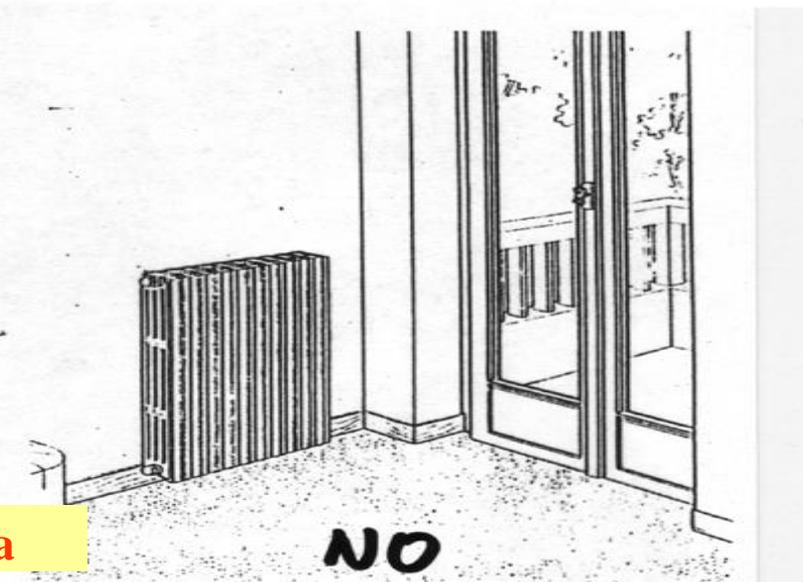
sottofinestra



Dietro una porta



Parete interna



# Ventilconvettori (fan coils)

Gli impianti a ventilconvettori si stanno sempre più affermando nelle residenze per le seguenti ragioni:

- possibilità di utilizzo anche per il raffrescamento;
- maggiori possibilità di regolazione anche con telecomando;
- possibilità di alimentazione con acqua a bassa temperatura.

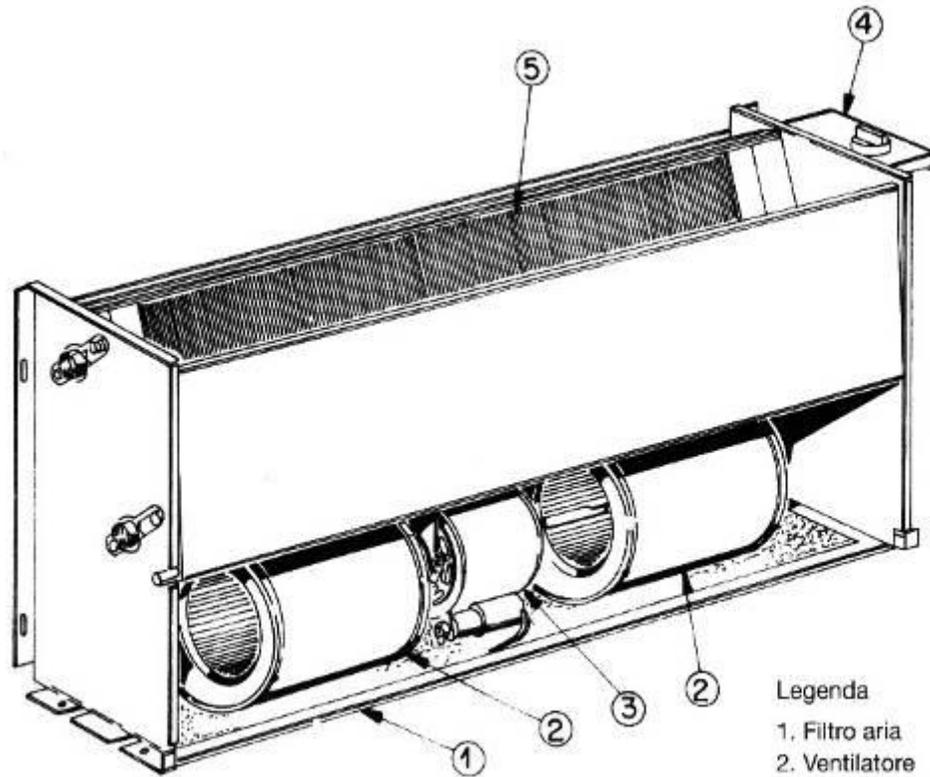
Rispetto ai radiatori gli aspetti più interessanti sono dovuti al raffrescamento estivo e alla doppia possibilità di regolazione della temperatura ambiente sia agendo sull'acqua che sulla velocità dell'aria.

Essi possono inoltre essere posti in controsoffitto o in alto a parete, ed essere canalizzati per realizzare un impianto di termoventilazione.

Dal punto di vista energetico sono alimentati con acqua a temperatura piuttosto bassa (40 - 50 °C) e pertanto si accoppiano felicemente con caldaie a condensazione, con pompe di calore, con l'uso dell'energia solare.

Gli svantaggi di tali apparecchi consistono nel maggior costo, nella necessità di pulire periodicamente i filtri dell'aria e nella rumorosità prodotta.

# I VENTILCONVETTORI (FAN COIL)



Mobiletto ventilconvettore (*fan-coil*)

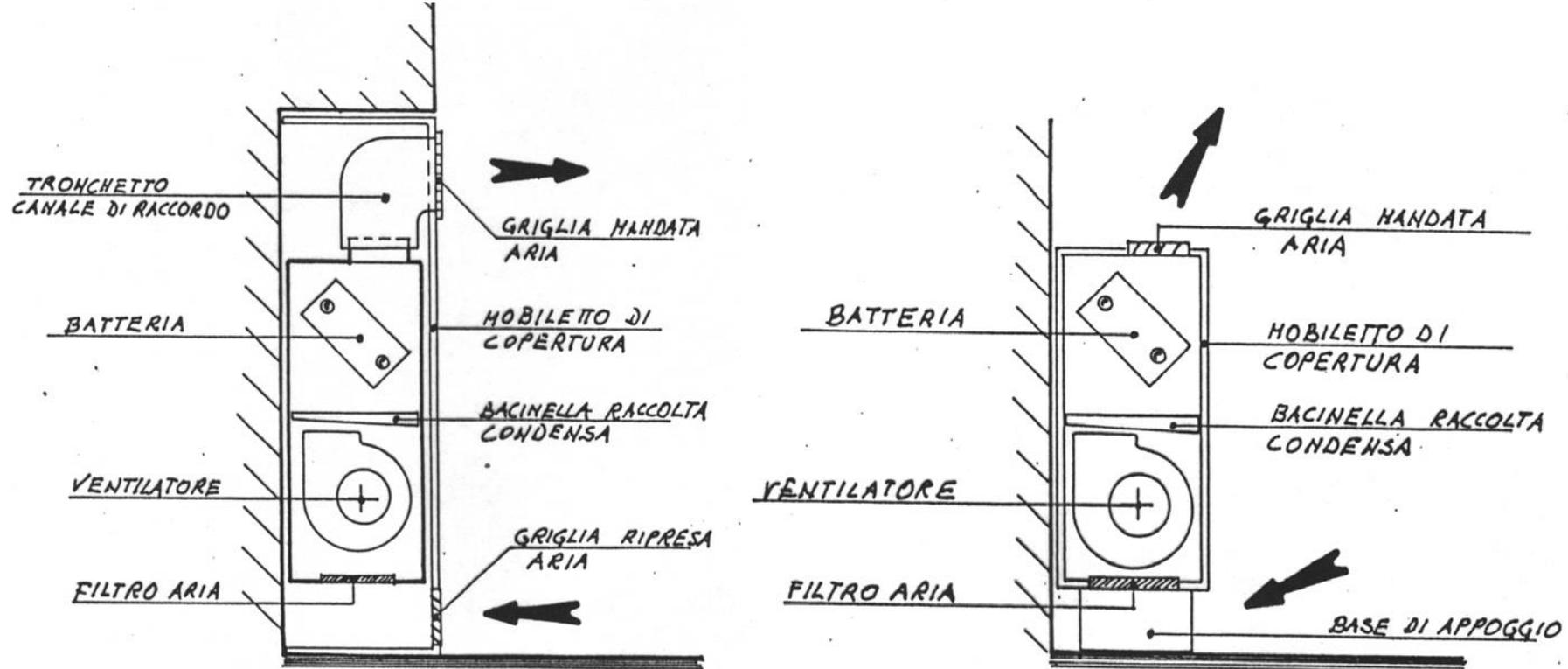
## Legenda

1. Filtro aria
2. Ventilatore
3. Motore elettrico
4. Pannello comandi
5. Batteria di scambio

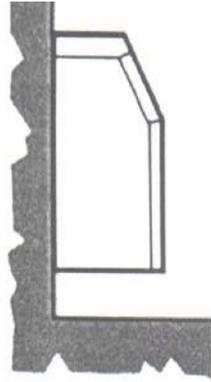


# Schema funzionale dell'apparecchio

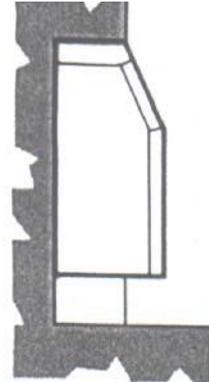
Lo scambio termico è di tipo a convezione forzata: l'aria aspirata dalla parte bassa del mobiletto da un ventilatore centrifugo investe la batteria nella quale scorre **acqua calda** d'inverno e **acqua fredda** d'estate. La resa termica è quindi molto superiore rispetto ai radiatori.



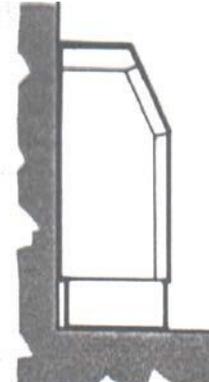
# Schemi installativi a pavimento



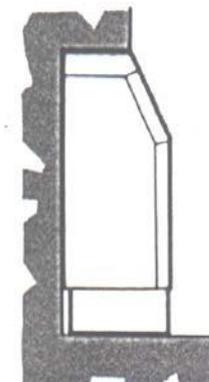
Sospeso alla parete  
in vista



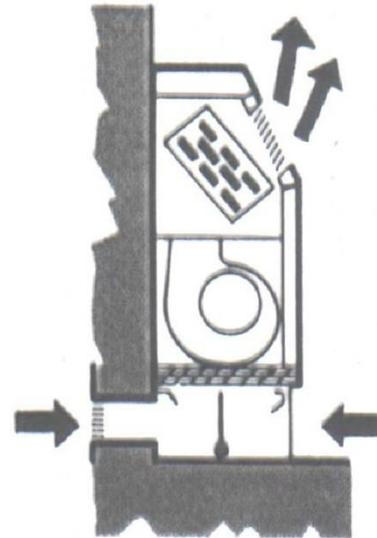
Sospeso alla parete  
in nicchia



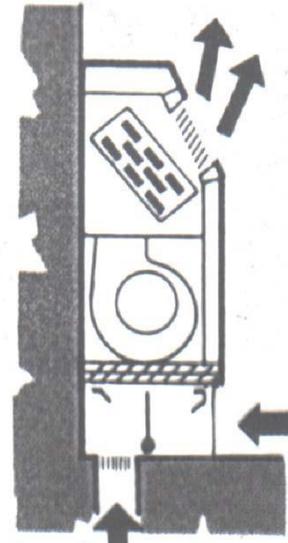
In vista  
con zoccoli



In nicchia  
con zoccoli

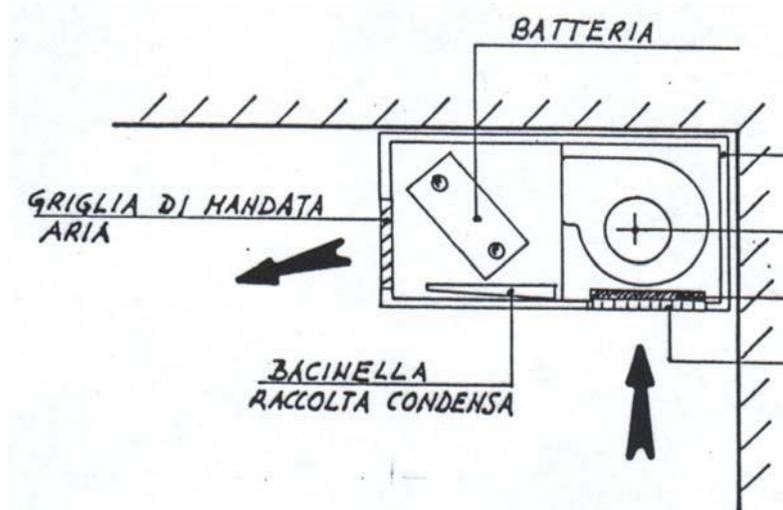


Serranda SP  
con presa aria  
dal muro



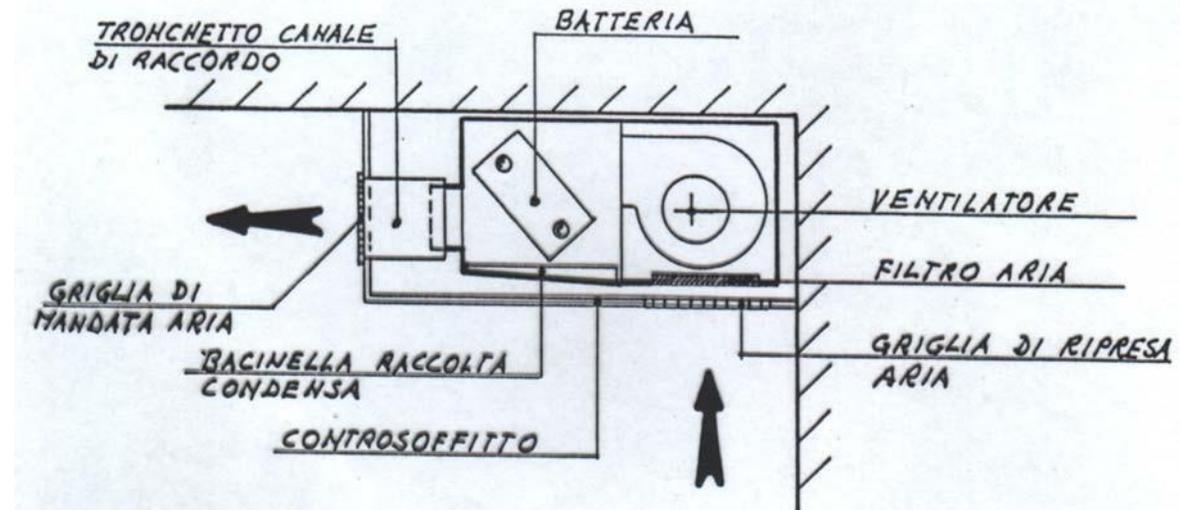
Serranda SP  
con presa aria  
dal pavimento

# Schemi installativi a soffitto



**Ventilconvettore a soffitto  
In vista**

**Ventilconvettore a soffitto  
canalizzato**



# Apparecchi da pavimento

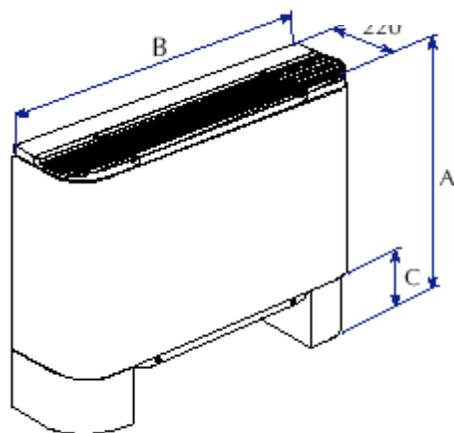


FCS-U

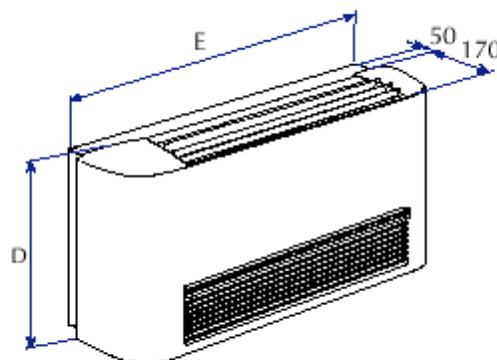


FCS-A

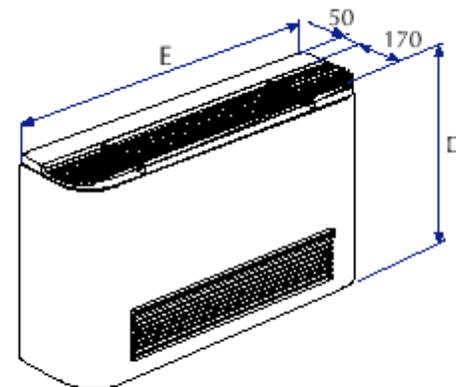
## Dati dimensionali (mm)



FCS A



FCS U 22 - 32 - 42 - 50



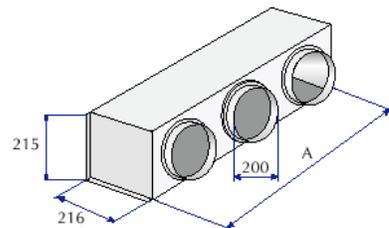
FCS U 62 - 82

Mod FCS		22 A	32 A	42 A	50 A	62 A	82 A
Altezza	A	563	563	563	563	688	688
Larghezza	B	750	980	1200	1200	1320	1320
Peso (senza zoccoli)	C	105	105	105	105	125	125
Peso (senza zoccoli)	kg	15	20	24	24	34	34
Mod FCS		22 U	32 U	42 U	50 U	62 U	82 U
Altezza	D	520	520	520	520	590	590
Larghezza	E	750	980	1200	1200	1320	1320
Peso	kg	15	20	24	24	34	34

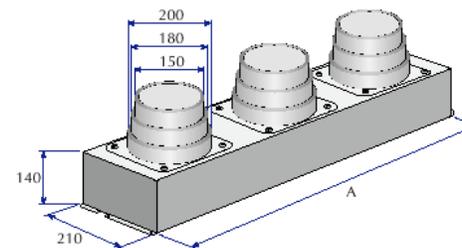
# Ventilconvettore da incasso nel controsoffitto



PA - PLENUM DI ASPIRAZIONE



PM - PLENUM DI MANDATA



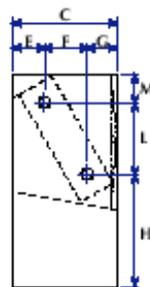
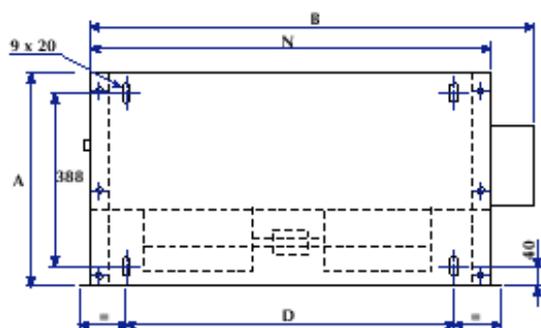
FCS-P

PA	22	32	42	62
A	500	731	951	1072
Bocchette	2	2	3	4

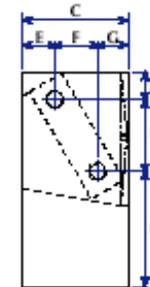
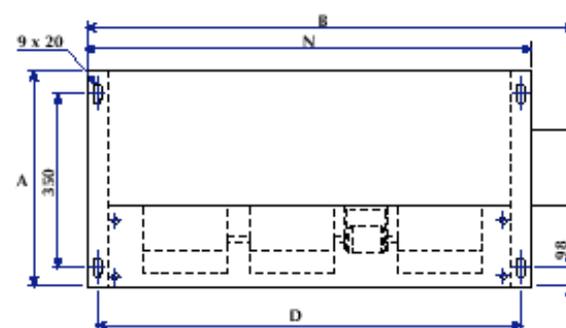
PM	22	32	42	62
A	522	753	973	1094
Bocchette	2	2	3	4

## Dati dimensionali (mm)

FCS P 22 - 32 - 42 - 50

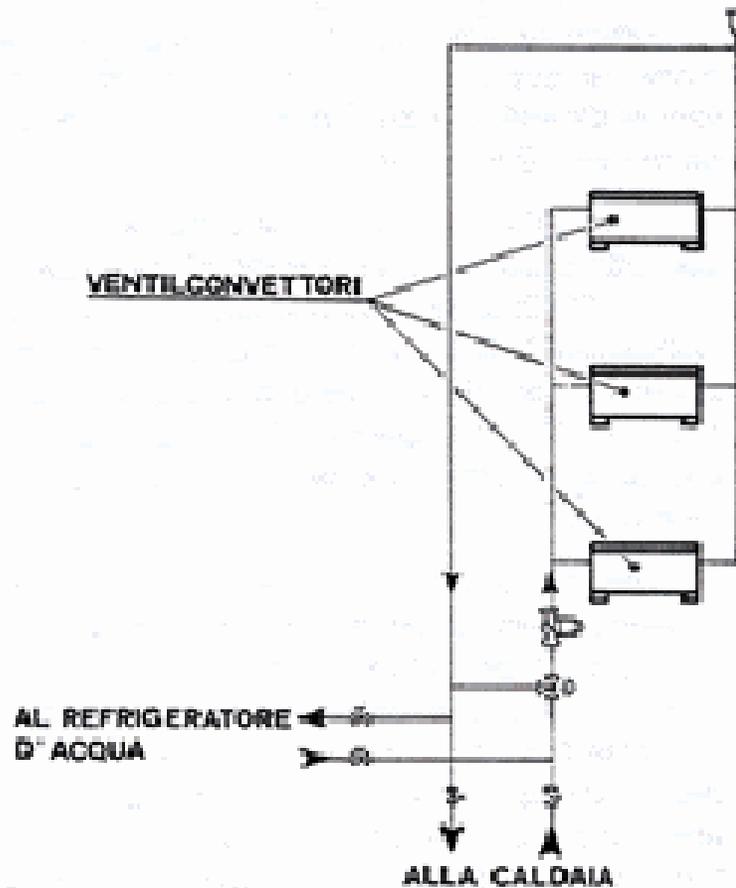


FCS P 62 - 82



FCS P	22	32	42	50	62	82
A	453	453	453	453	558	558
B	562	793	1013	1013	1147	1147
C	216	216	216	216	216	216
D	440	671	891	891	1102	1102
E	41	41	41	41	41	41
F	101	101	101	101	107	107
G	74	74	74	74	68	68
H	260	260	260	260	273	273
L	144	144	144	144	253	253
M	49	49	49	49	32	32
N	522	753	973	973	1122	1122
Peso (Kg)	13	18	22	22	33	33

# Schema funzionale del circuito



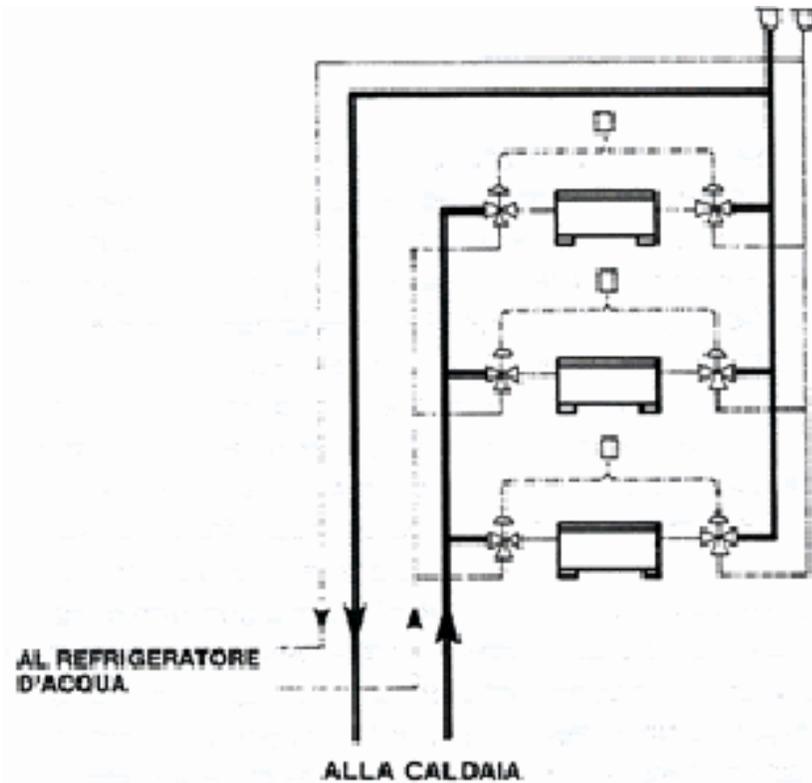
**A due tubi**

Il circuito di alimentazione dei terminali può essere alimentato in regime invernale dalla caldaia e in estate dal gruppo frigorifero; in alternativa si può utilizzare una pompa di calore.

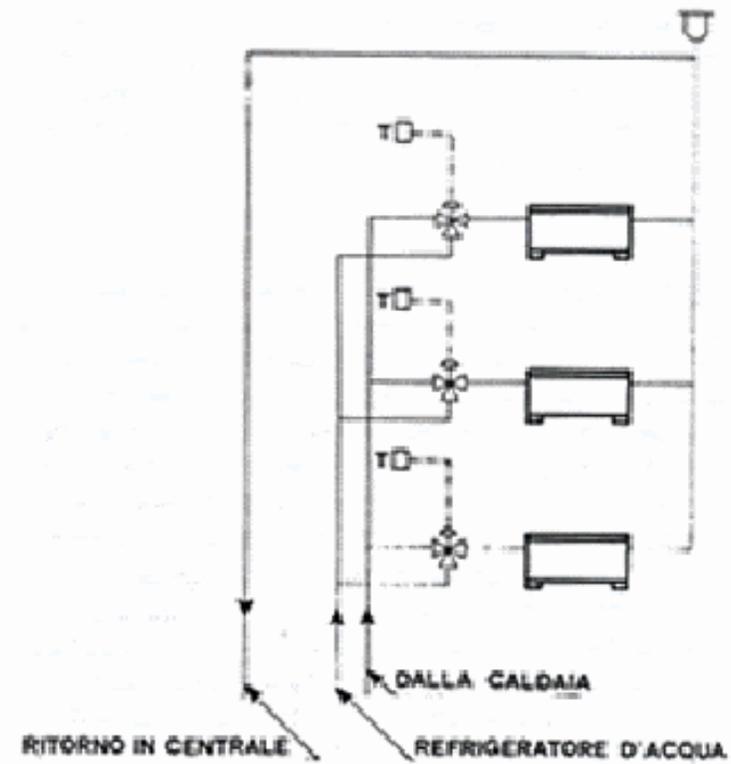
# Impianto a 3 e 4 tubi

Il termostato ambiente agirà contemporaneamente sulle due valvole consentendo di alimentare le singole utenze o con acqua calda o con acqua refrigerata.

Con questo tipo di impianti è possibile ottenere contemporaneamente il riscaldamento ed il raffreddamento in zone diverse in relazione ai carichi dei singoli ambienti.



**A quattro tubi**



**A tre tubi**

# Pannelli radianti

Gli impianti a pannelli radianti si stanno affermando solo negli ultimi anni in quanto non erano molto usati nelle residenze specialmente nelle zone più temperate. Dopo un iniziale successo negli anni 60 sono stati abbandonati per i numerosi difetti, oggi sostanzialmente eliminati, a partire dal rischio della corrosione e da dimensionamenti errati.

I principali vantaggi sono:

- possibilità di utilizzo anche per il raffrescamento (in forma limitata con acqua a 16 – 20 °C);
- ottenimento di migliori condizioni di benessere con costi contenuti;
- alimentazione con acqua a bassa temperatura.

Normalmente sono posti sottopavimento o a soffitto.

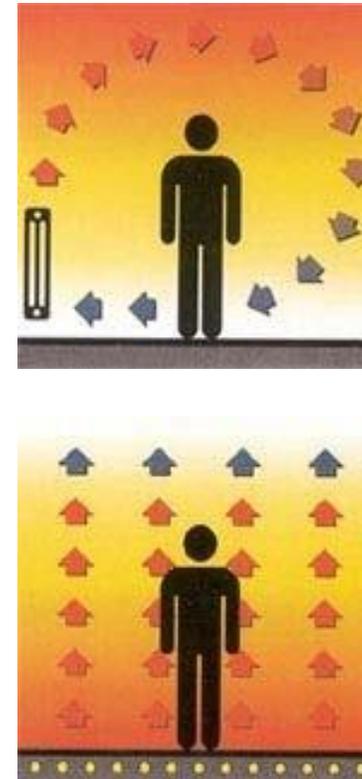
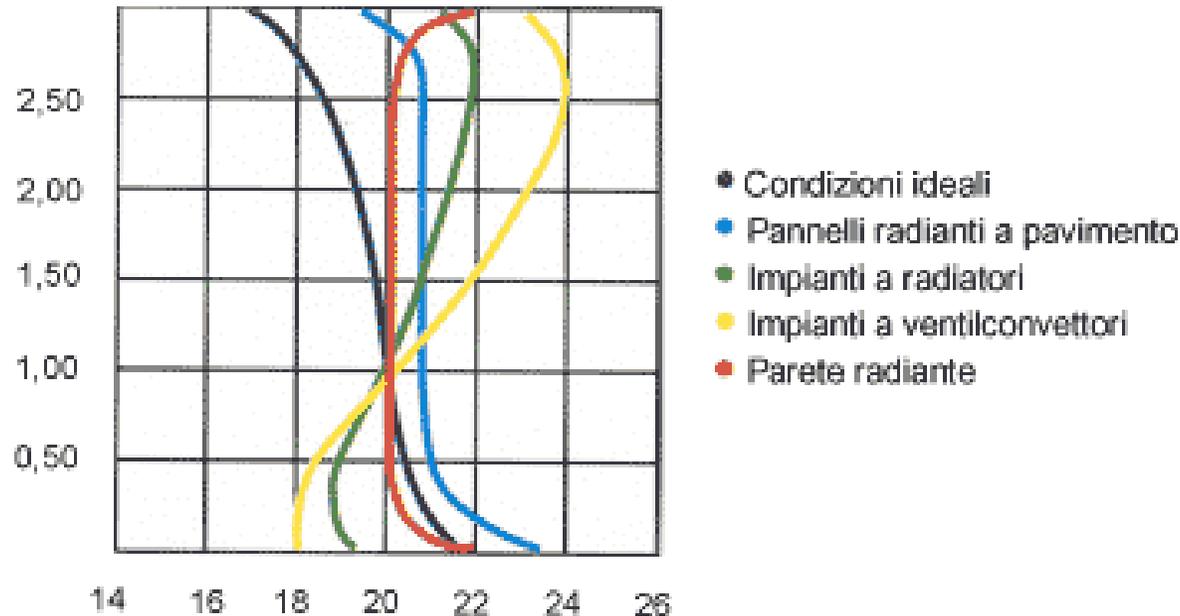
Dal punto di vista energetico sono alimentati con acqua a bassa temperatura (30 – 45 °C) e pertanto si accoppiano felicemente con caldaie a condensazione, con pompe di calore, con l'uso dell'energia solare.

Gli svantaggi di tali apparecchi consistono nel maggior costo, nella rigidità installativa (l'impianto non segue eventuali spostamenti di pareti interne), ed in una maggiore inerzia termica, che li penalizza nelle zone più calde.

# Prestazioni in benessere

Il sistema a pannelli radianti garantisce un riscaldamento uniforme, grazie all'irraggiamento, che fornisce un COMFORT MAGGIORE, pur mantenendo basse le temperature dell'ambiente. Si contiene il problema dei moti convettivi dell'aria, del ricircolo di polveri e delle asimmetrie di temperature provocate dai radiatori tradizionali.

L'acqua circola nei serpentine tra i 30 e i 45°C, in modo che la temperatura della superficie del pavimento risulti intorno ai 24-25 °C, al fine di ottenere le migliori condizioni di comfort. Il limite massimo accettabile per la temperatura superficiale è di 29 °C.



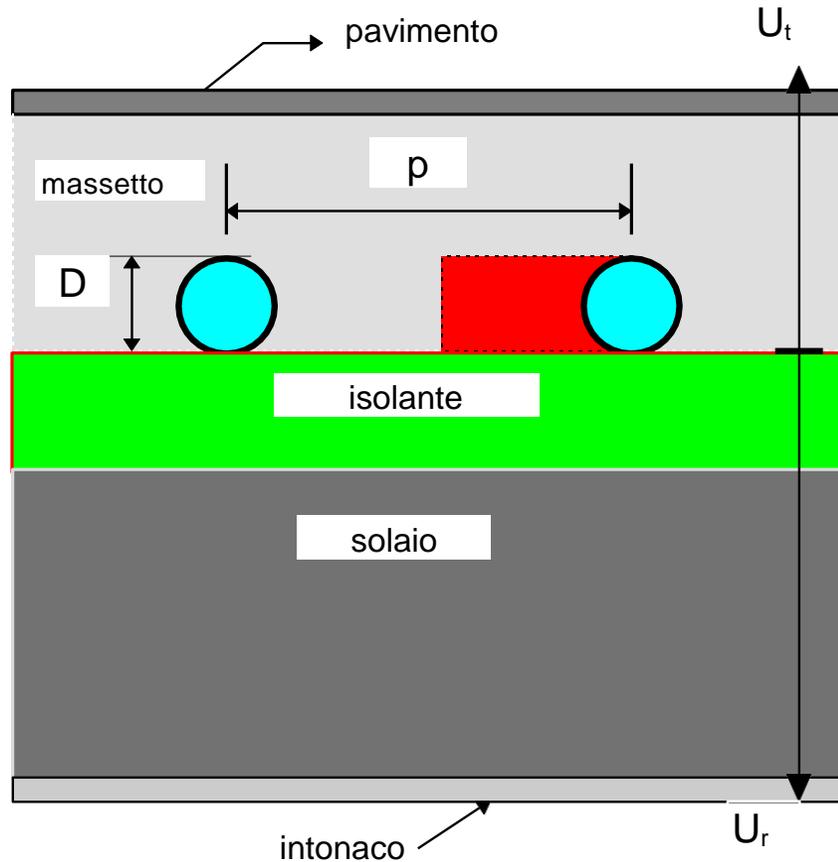
Convezione

$$P_C = hS (T_1 - T_2)$$

Irraggiamento

$$P_i = \epsilon \sigma S (T_1^4 - T_2^4)$$

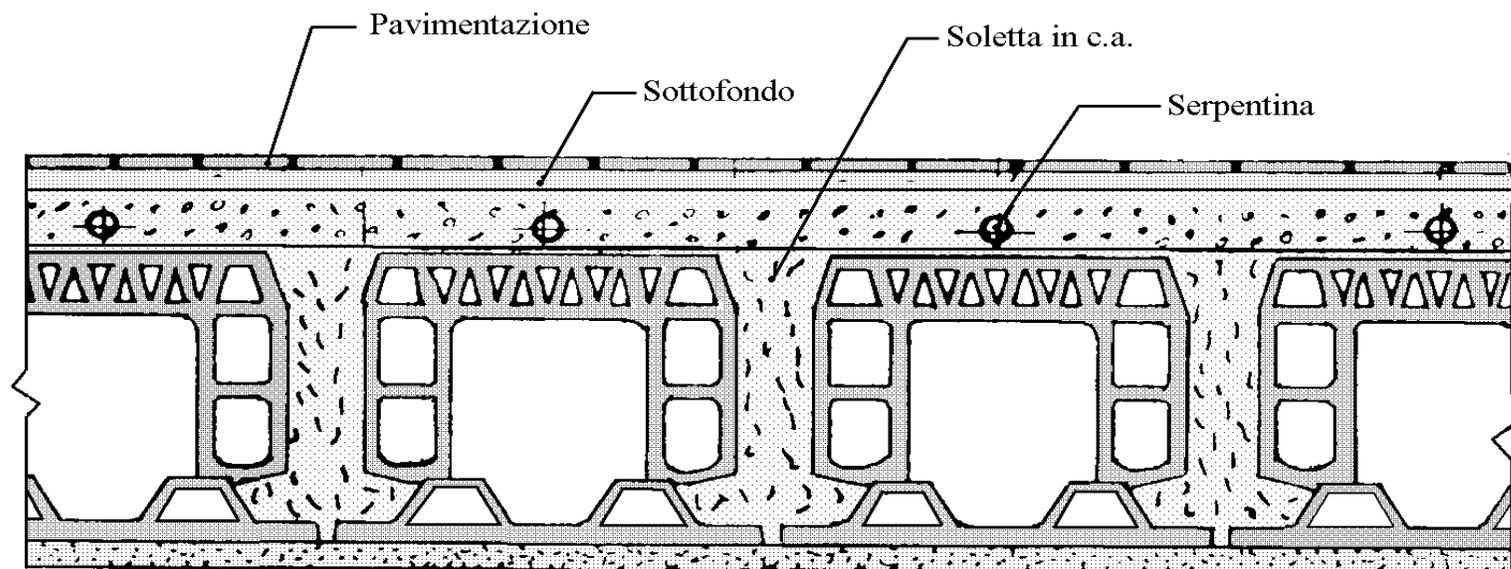
# Caratteristiche prestazionali



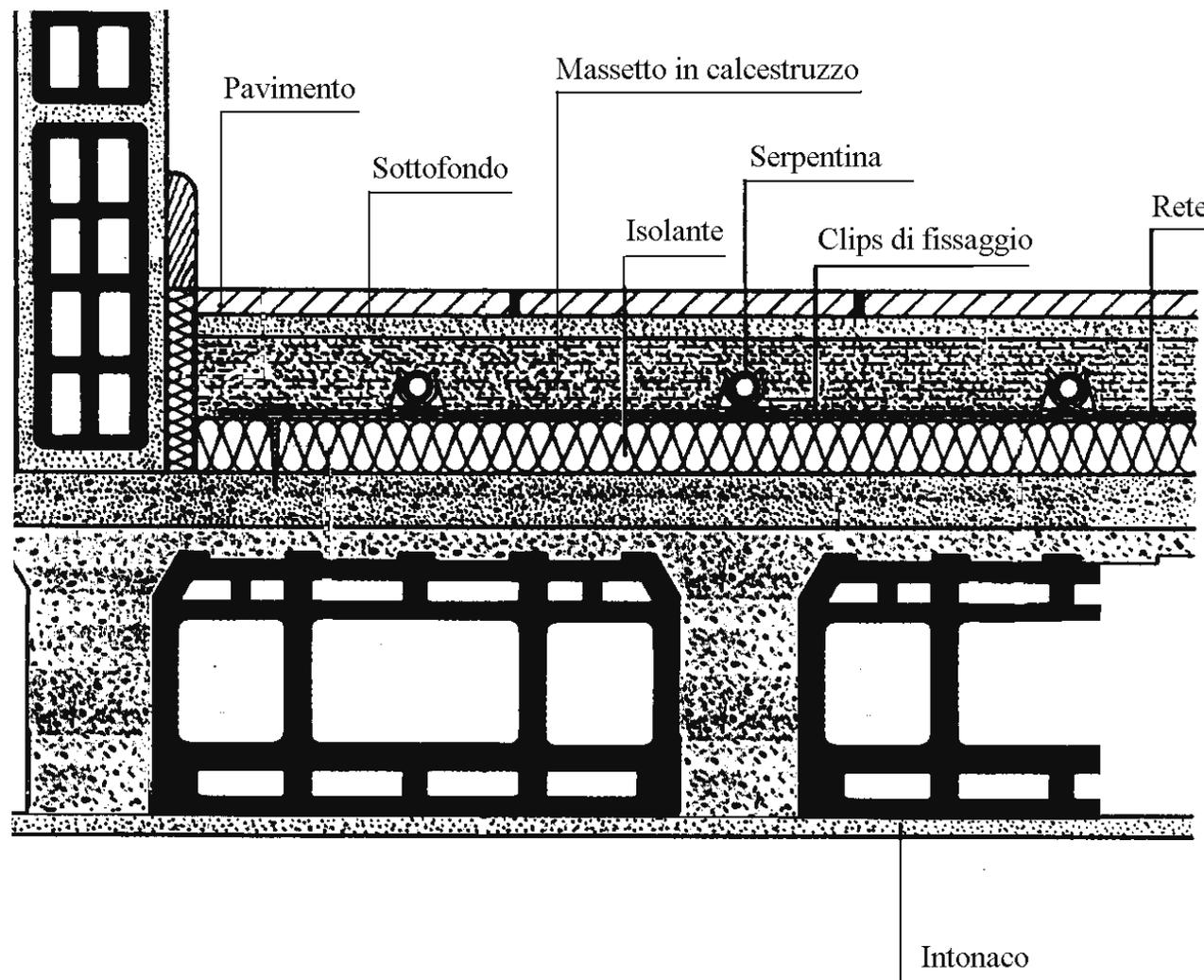
Il pannello radiante è costituito dal sistema soletta + tubazioni annegate nella stessa. La resa del pannello  $U_t$  dipende :

- dal passo  $p$  tra i tubi;
- dal diametro  $D$  delle tubazioni,
- dalla conducibilità termica del massetto e del pavimento;
- dall'isolamento termico sottostante al pannello;
- dalle caratteristiche del solaio di base.

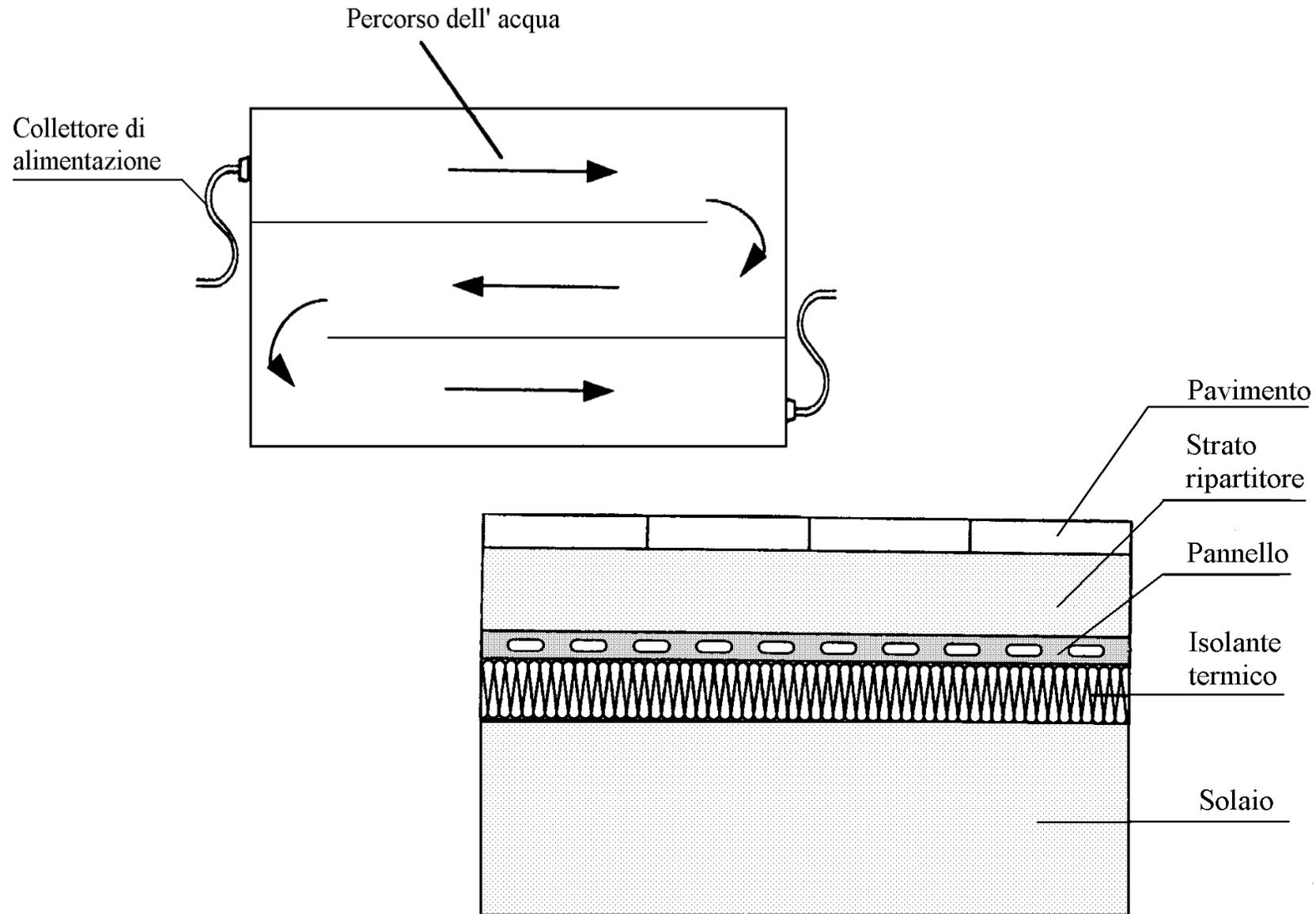
## Pannello a pavimento incorporato nel getto del solaio



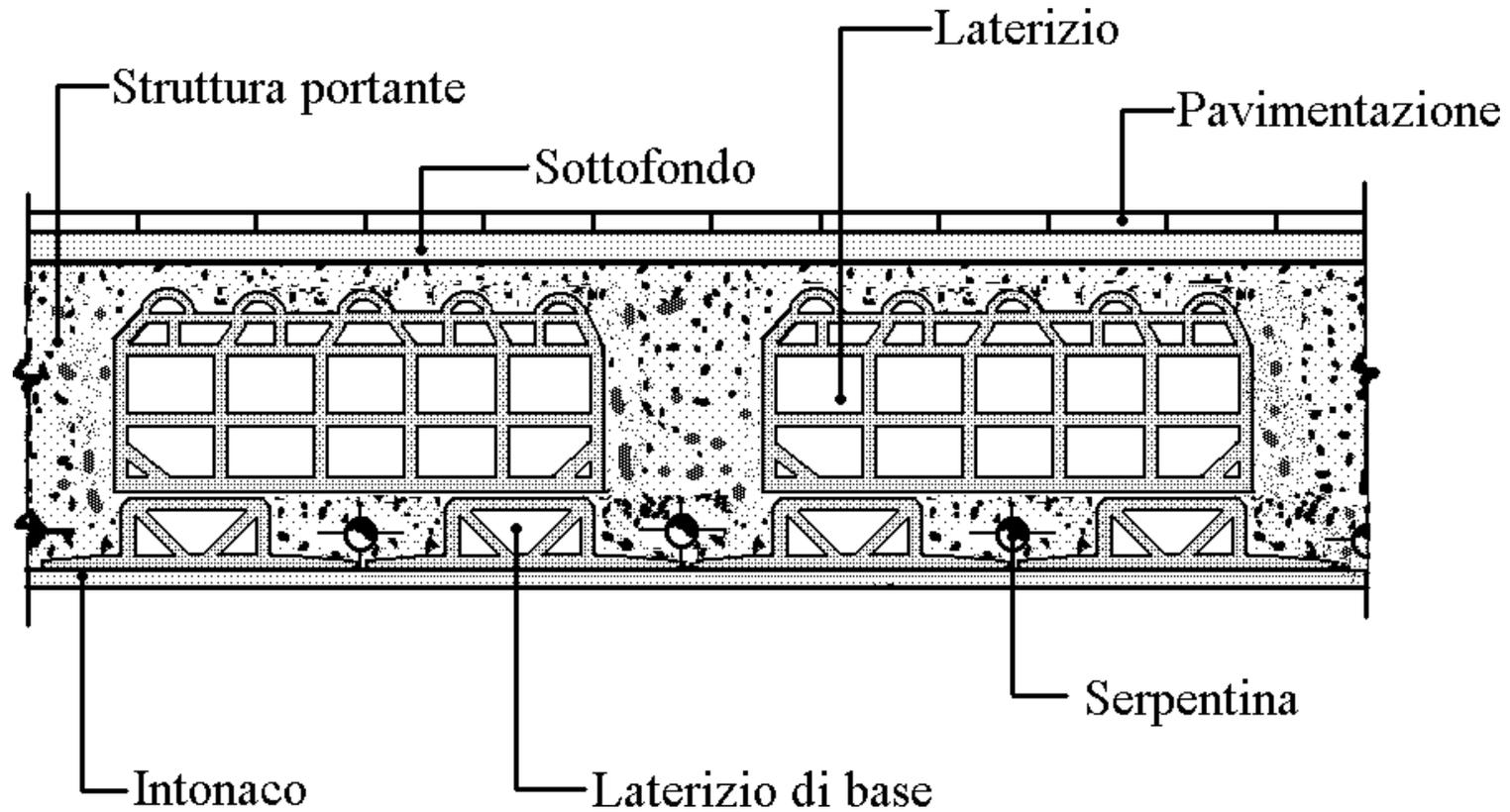
# Pannello a pavimento incorporato nel massetto



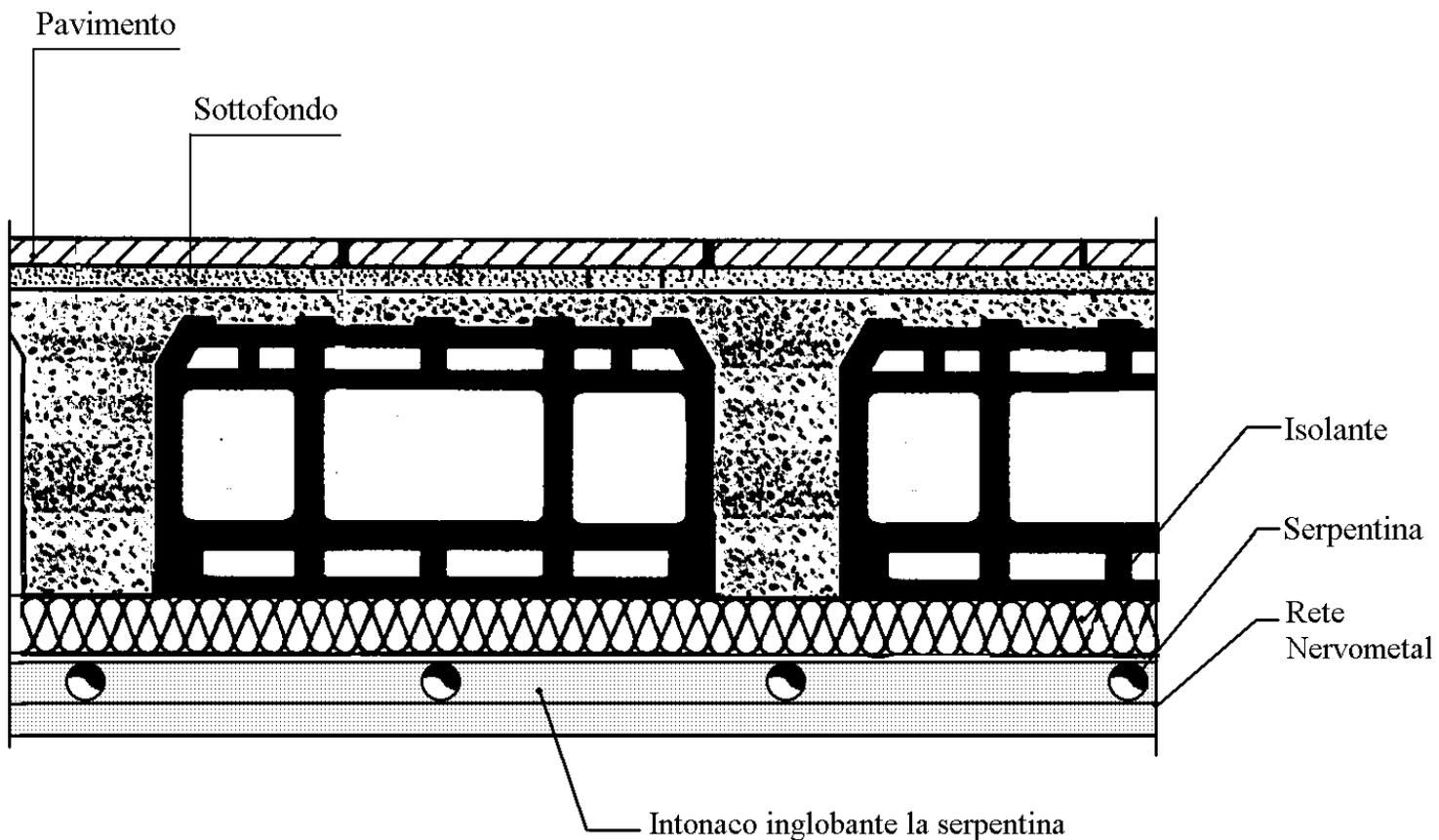
# Pannello in materiale plastico estruso



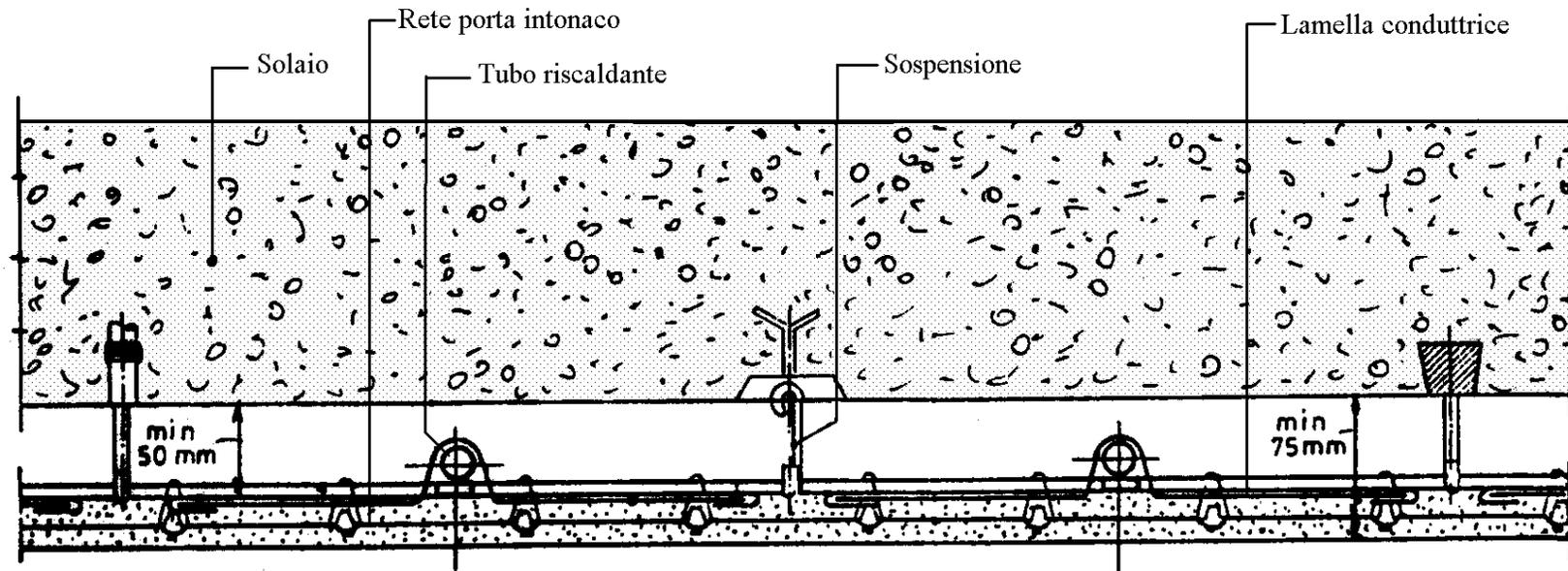
## Pannello radiante a soffitto incorporato nel solaio



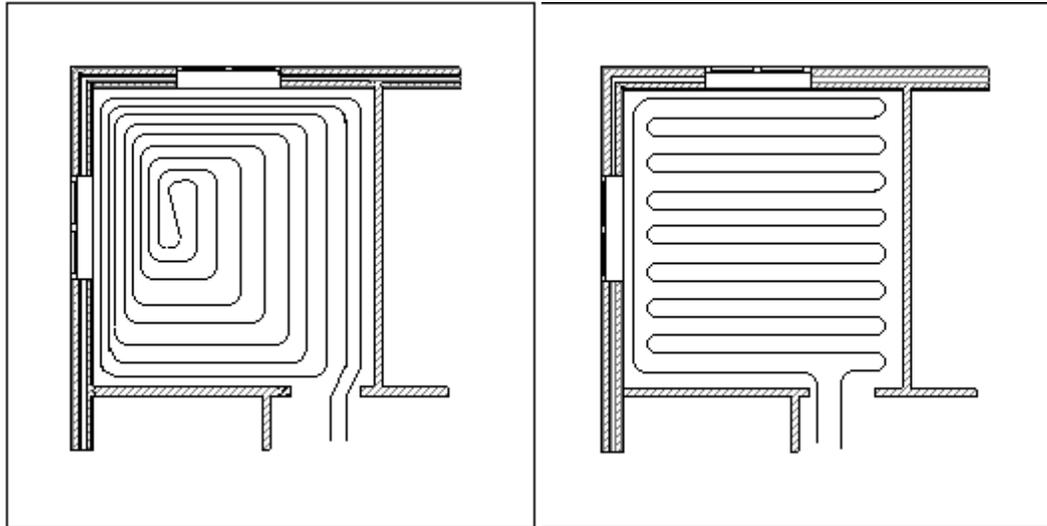
## Pannello radiante a soffitto applicato dopo il getto del solaio



# Pannello radiante a controsoffitto in lastre di cartongesso



# Schema distributivo pannelli a pavimento



**Posa a chiocciola**

**posa a serpentina**



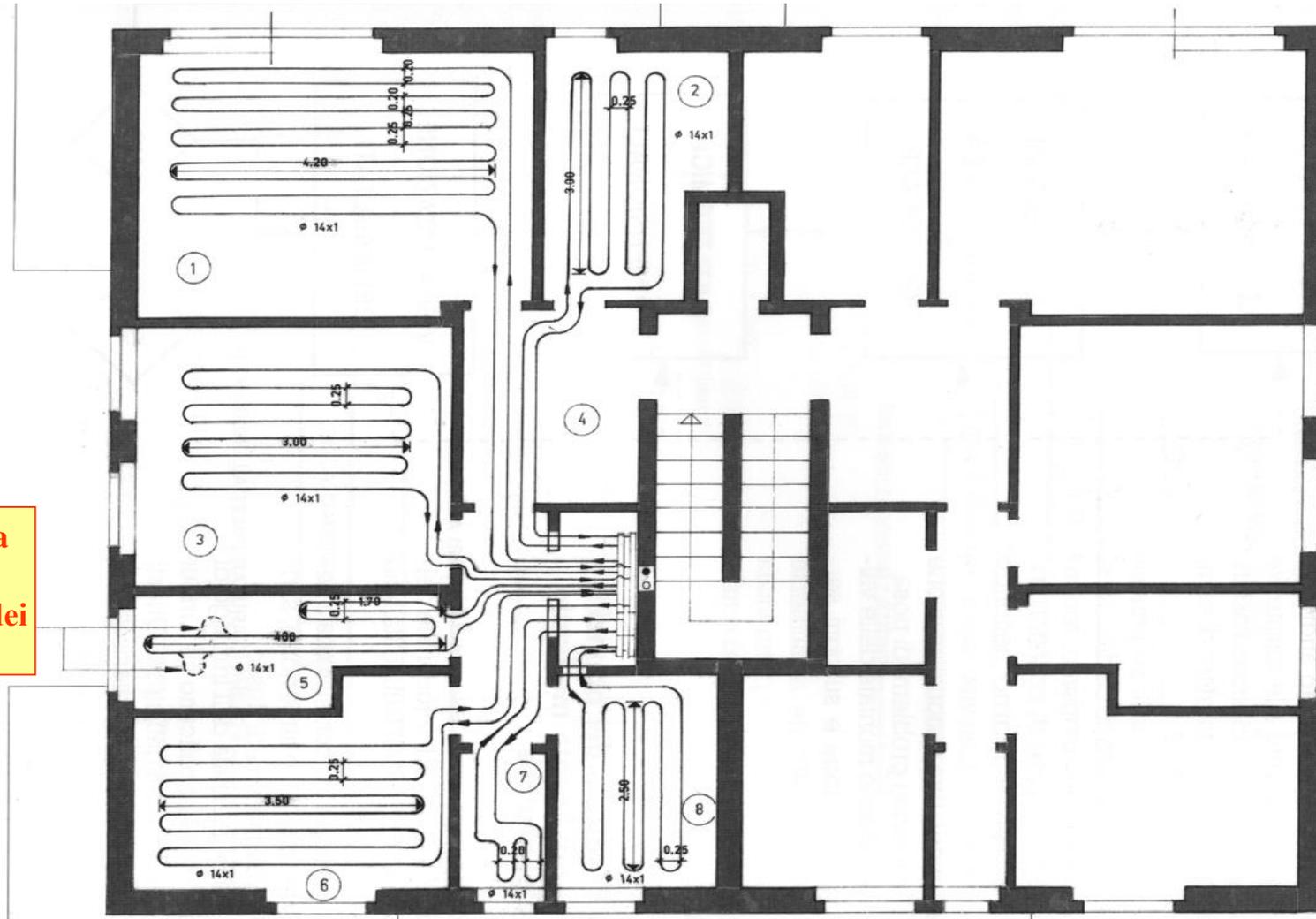
Le geometrie di posa più utilizzate sono "chiocciola" o "serpentina".

La disposizione a chiocciola è consigliata negli edifici con permanenza costante di persone ed in edifici con maggiori dispersioni in quanto il calore è distribuito più omogeneamente.

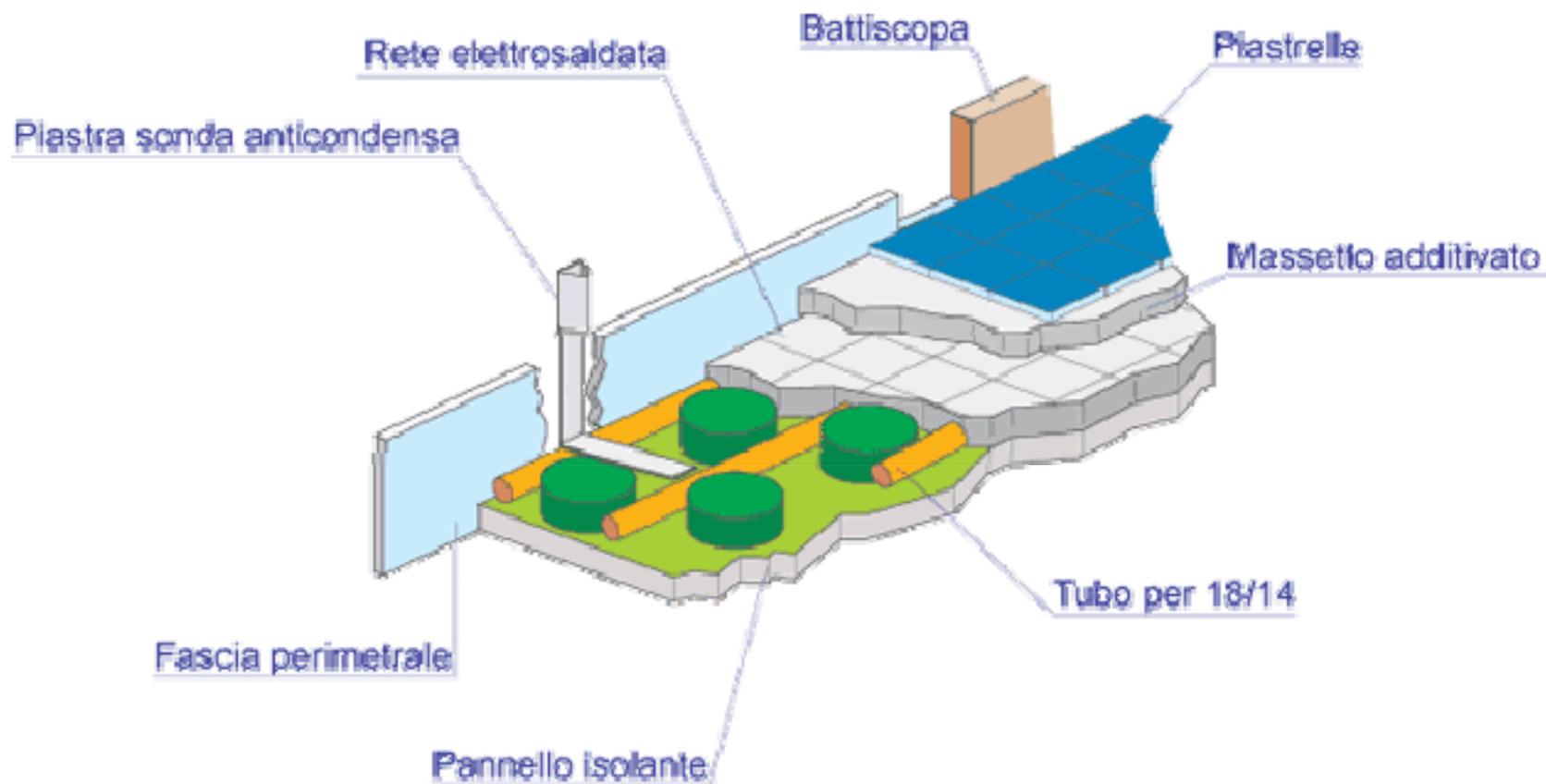
Il passo di posa varia in funzione delle superfici disperdenti dei locali, ma comunque tipicamente compreso tra 10 e 20 cm.

# Pannelli radianti alimentati da collettore

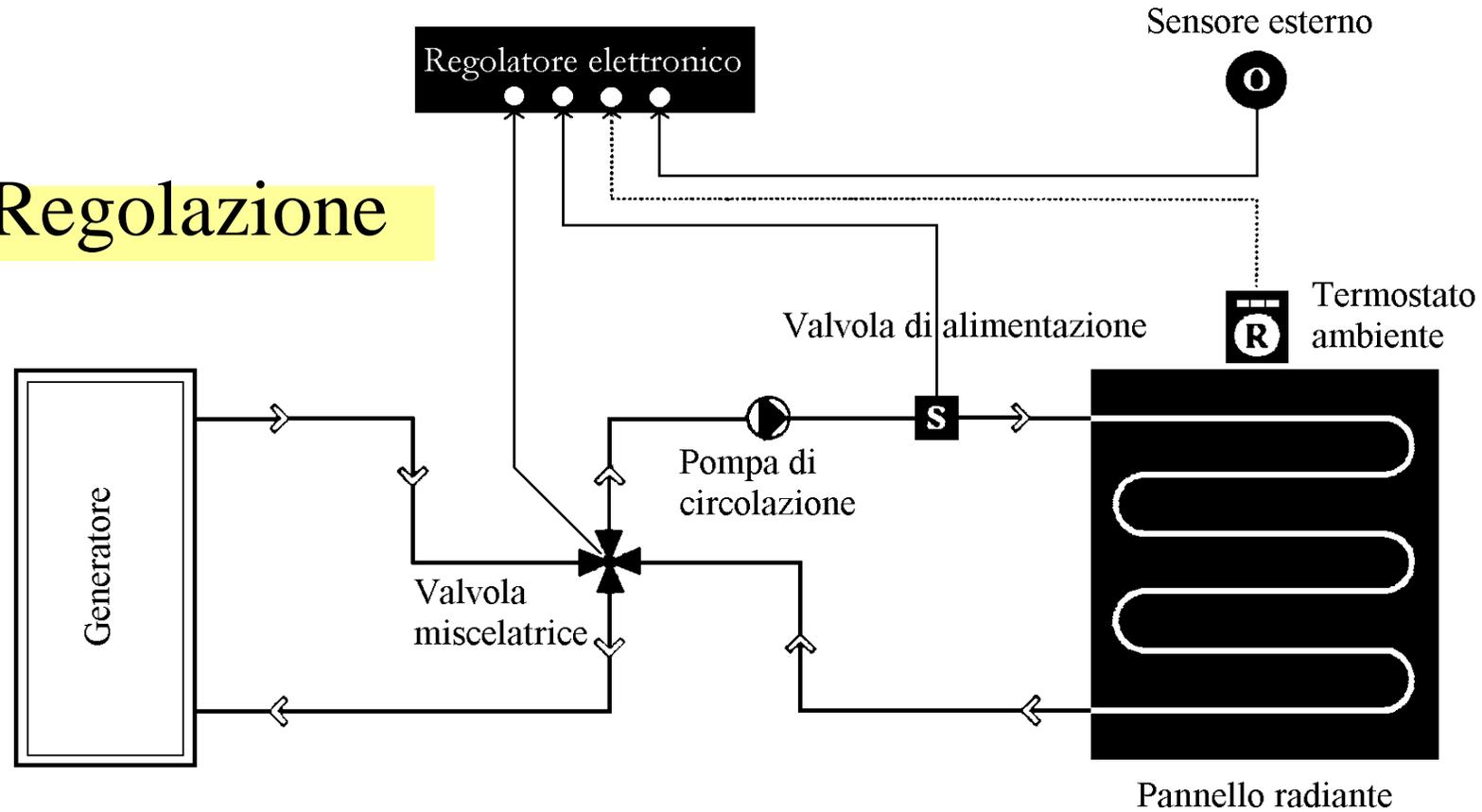
La serpentina può seguire l'ingombro dei sanitari



# Schema di posa su base di montaggio isolante prefabbricata



# Regolazione



**La realizzazione di un efficiente sistema di regolazione è fondamentale negli impianti a pannelli radianti.**

**Poichè gli impianti in esame sono generalmente caratterizzati da una certa inerzia (risposte lente alle variazioni climatiche) è consigliato un sistema di regolazione del generatore, con sonda climatica esterna, per adeguare rapidamente la temperatura di mandata dell'acqua alle variazioni della temperatura esterna.**

# Rese termiche con pavimento in ceramica

## Rese superficiali con rivestimento ceramica 10 mm

<b>DATI DI PROGETTO</b>	u.m.	q.tà
Spessore massetto sopra i tubi	cm	6
Temperatura del locale da riscaldare	°C	20
Temperatura del locale sottostante	°C	10
Temperatura di mandata $T_v$	°C	37
Temperatura di ritorno $T_r$	°C	32
Resistenza termica rivestimento	$m^2/KW$	0,016
Conduttività massetto	$W/mK$	1,28
Resistenza termica totale verso il basso	$m^2/KW$	1,723

Passo (cm)	5	7,5	10	15	20	22,5	30	35
Resa sup. $W/m^2$	92,34	86	81,12	71	63	58	46	43
Temp. sup. (°C)	28,2	27,5	27	26,5	25,5	25	24	23

# Rese con pavimento in legno

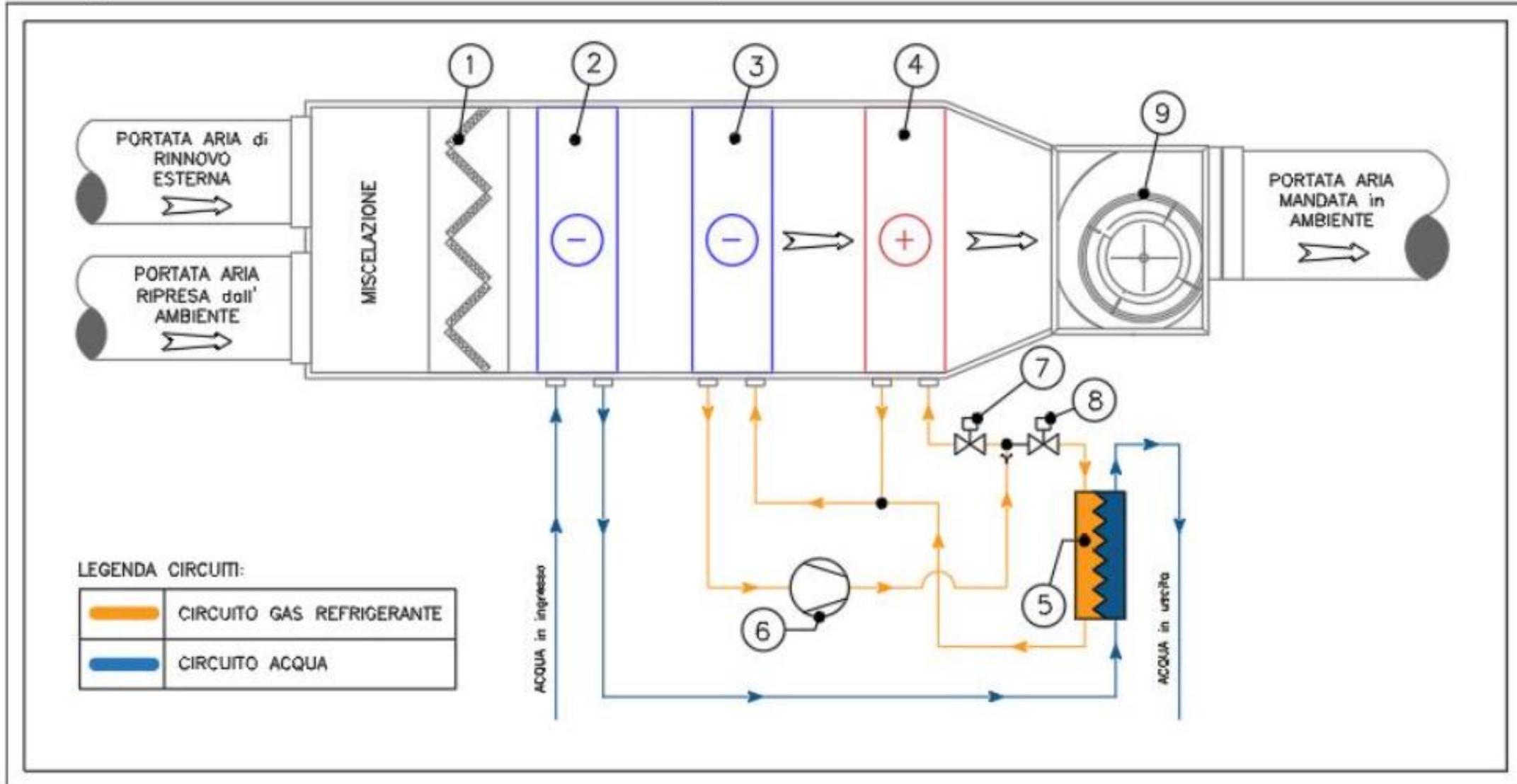
## Rese superficiali con rivestimento legno 12 mm

<b>DATI DI PROGETTO</b>	u.m.	q.tà
Spessore massetto sopra i tubi	cm	6
Temperatura del locale da riscaldare	°C	20
Temperatura del locale sottostante	°C	10
Temperatura di mandata $T_v$	°C	37
Temperatura di ritorno $T_r$	°C	32
Resistenza termica rivestimento	$m^2/KW$	0,06
Conduttività massetto	$W/mK$	1,28
Resistenza termica totale verso il basso	$m^2/KW$	1,723

Passo (cm)	5	7,5	10	15	20	22,5	30	35
Resa sup. $W/m^2$	70	67	62,11	56	50,21	48	41	36
Temp. sup. (°C)	26,5	26	25,8	25,3	24,8	24,5	24	23



# RAFFRESCAMENTO RADIANTE : DEUMIDIFICATORE CON POSSIBILITA' DI RINNOVO ARIA



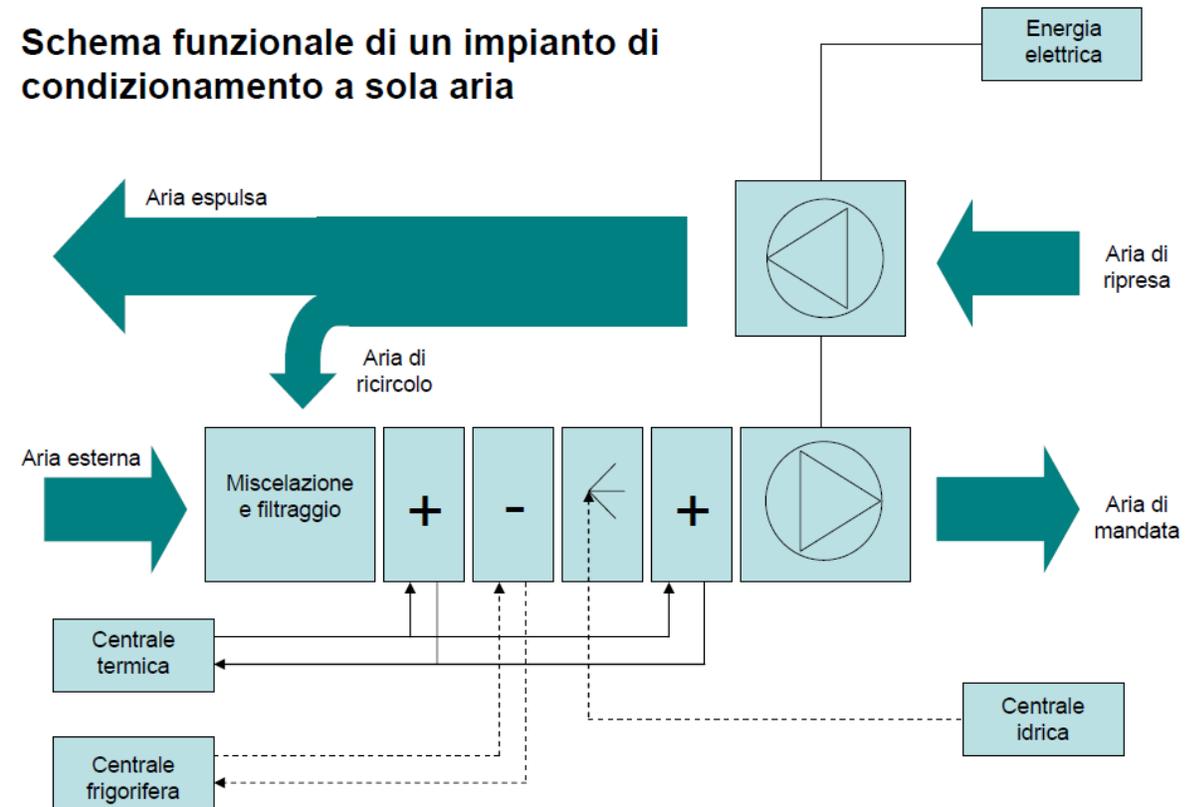
# IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO A TUTTA ARIA

**Potenza termica** fornita o sottratta ad un ambiente da una portata d'aria  $G_a$  [kg/s]

$$\dot{Q} = G_a \cdot c_{pa} \cdot (t_i - t_a)$$

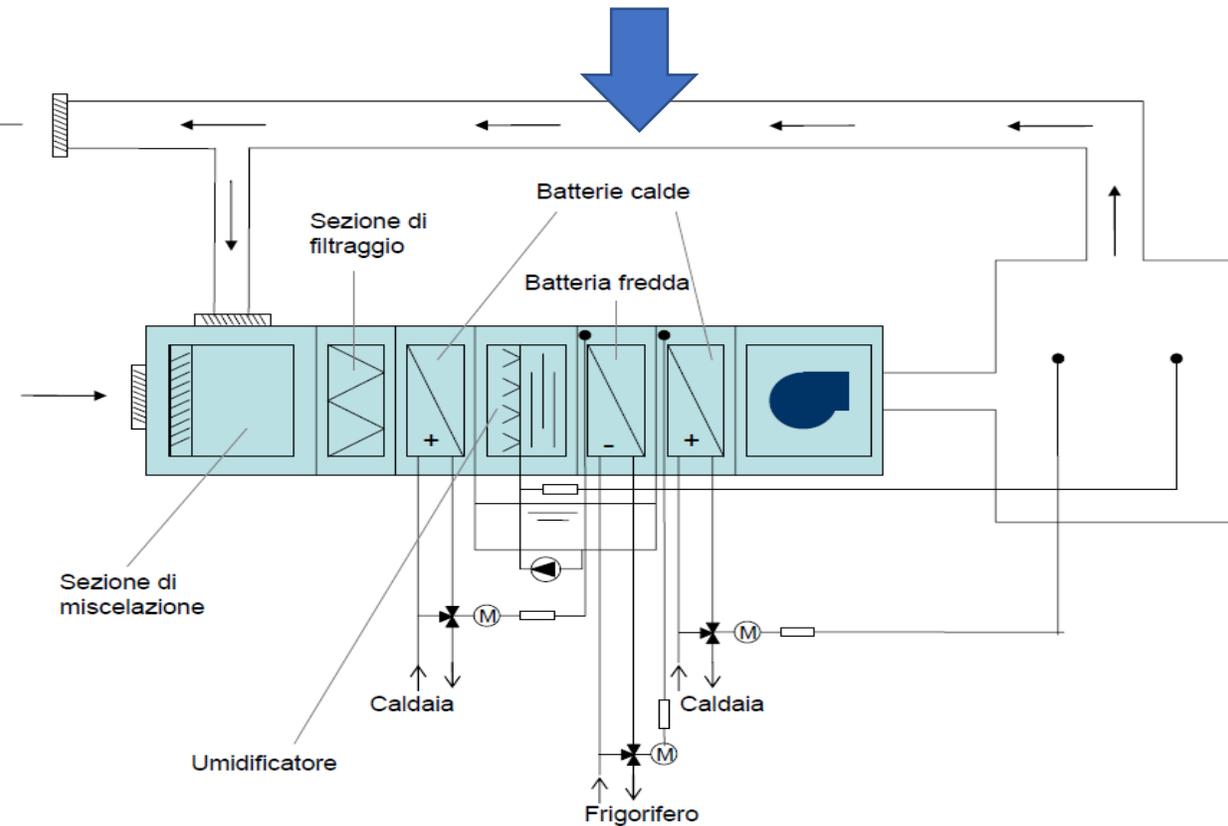
- $t_i$ : temperatura di introduzione [°C]
- $t_a$ : temperatura ambiente [°C]
- $c_{pa}$ : calore specifico dell'aria [1,005 kJ/kg K o 0,241 Kcal/kg K]

Schema funzionale di un impianto di condizionamento a sola aria



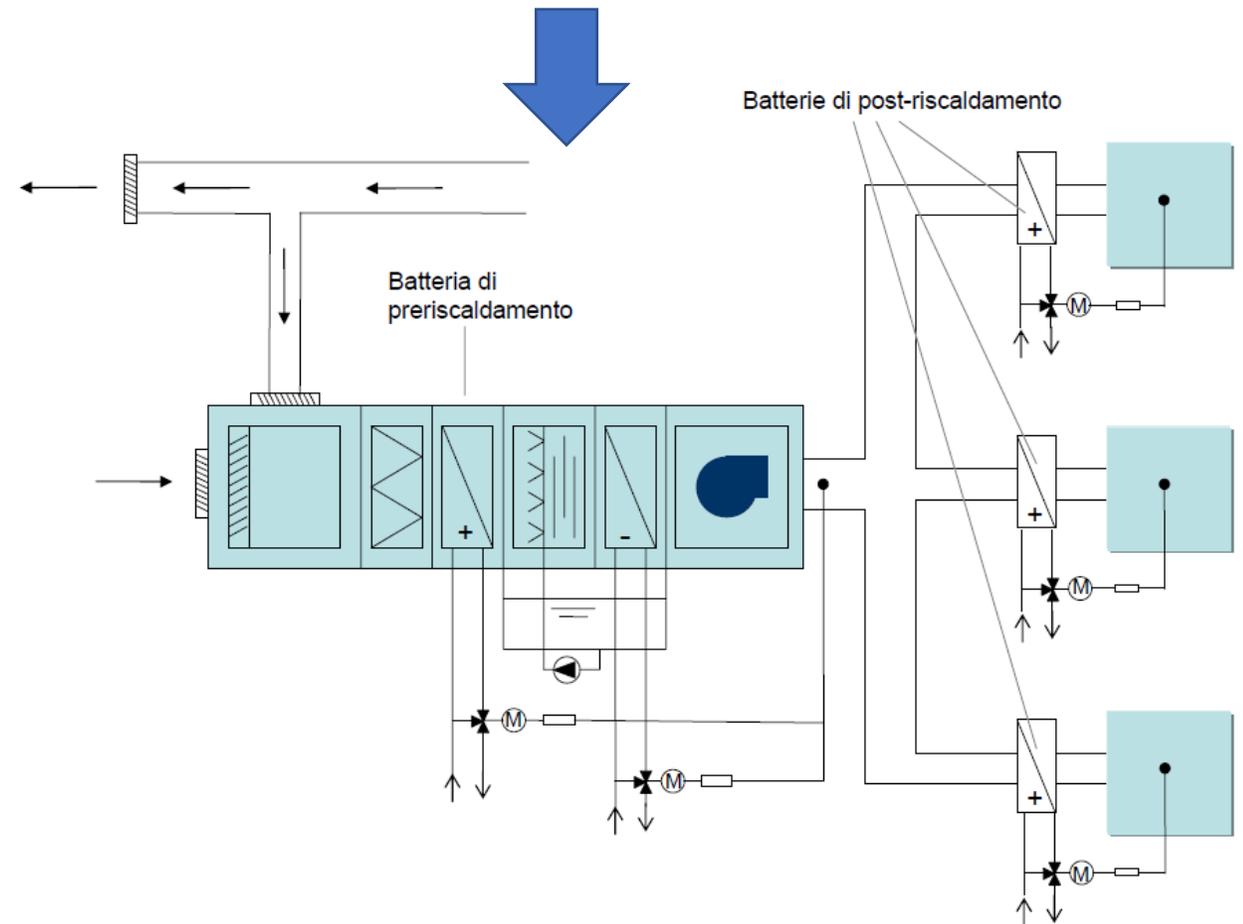
# IMPIANTI A TUTT'ARIA A PORTATA COSTANTE A CANALE SINGOLO

- Gli impianti a **canale singolo** sono adatti a climatizzare **ambienti singoli di grosse dimensioni** (es. sale per conferenze, teatri, cinema etc.) o **più ambienti con esigenze di carico uniformi** (zone termiche).
- Tutta l'aria viene trattata allo stesso modo nell'**unità di trattamento aria** e portata nelle **condizioni di introduzione** (ti e xi).
- Ogni ambiente riceve una **quantità d'aria proporzionale** al proprio **carico termico**.



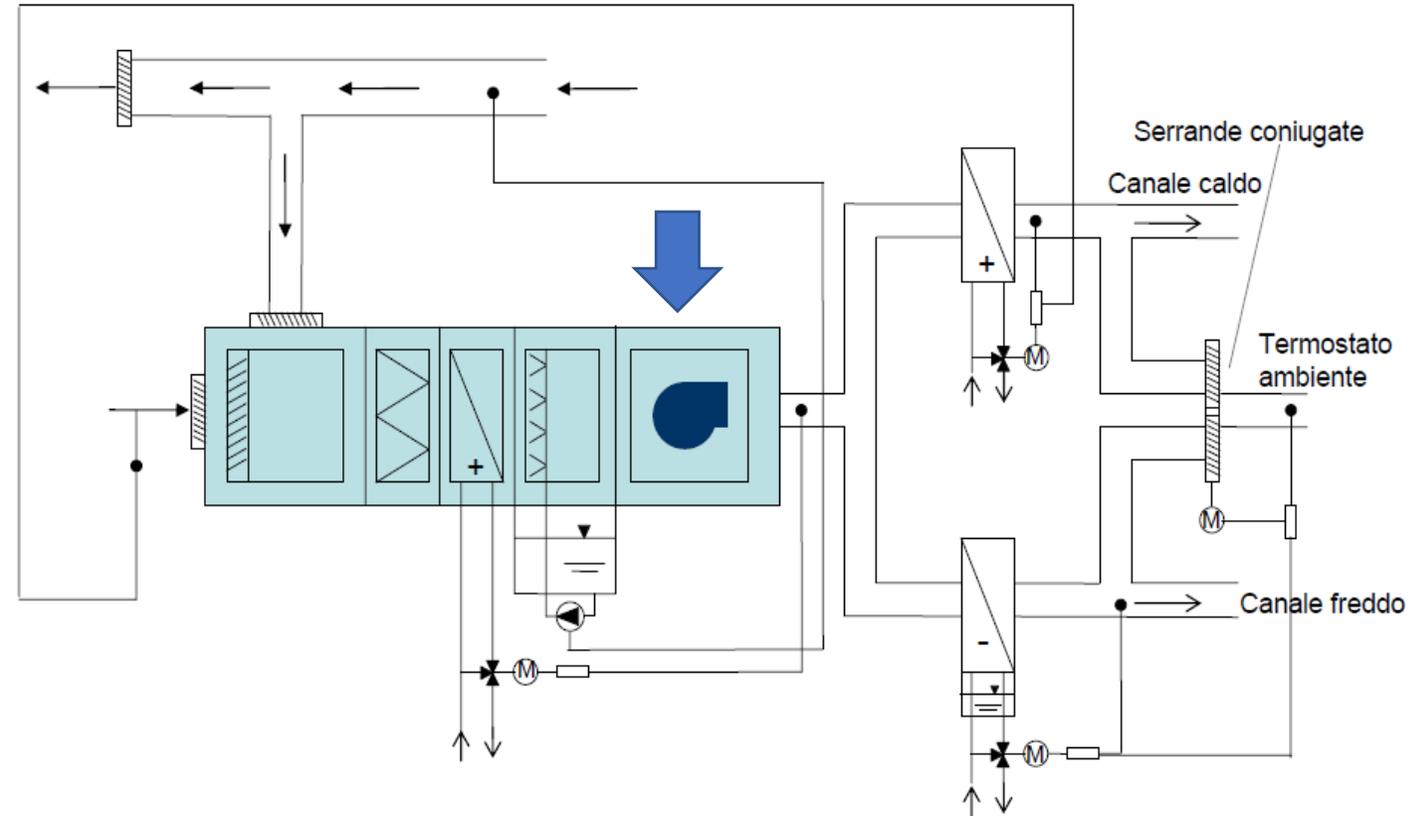
# IMPIANTI A SOLA ARIA A PORTATA COSTANTE CON POST-RISCALDAMENTO DI ZONA

- **Esigenze diverse** di zone diverse dello stesso edificio (es. **carichi non contemporanei**).
- **Trattamento comune dell'aria** in centrale ed un **post-riscaldamento** in prossimità di **ciascuna zona** realizzato mediante una **batteria calda** sul **canale di mandata** dell'aria.



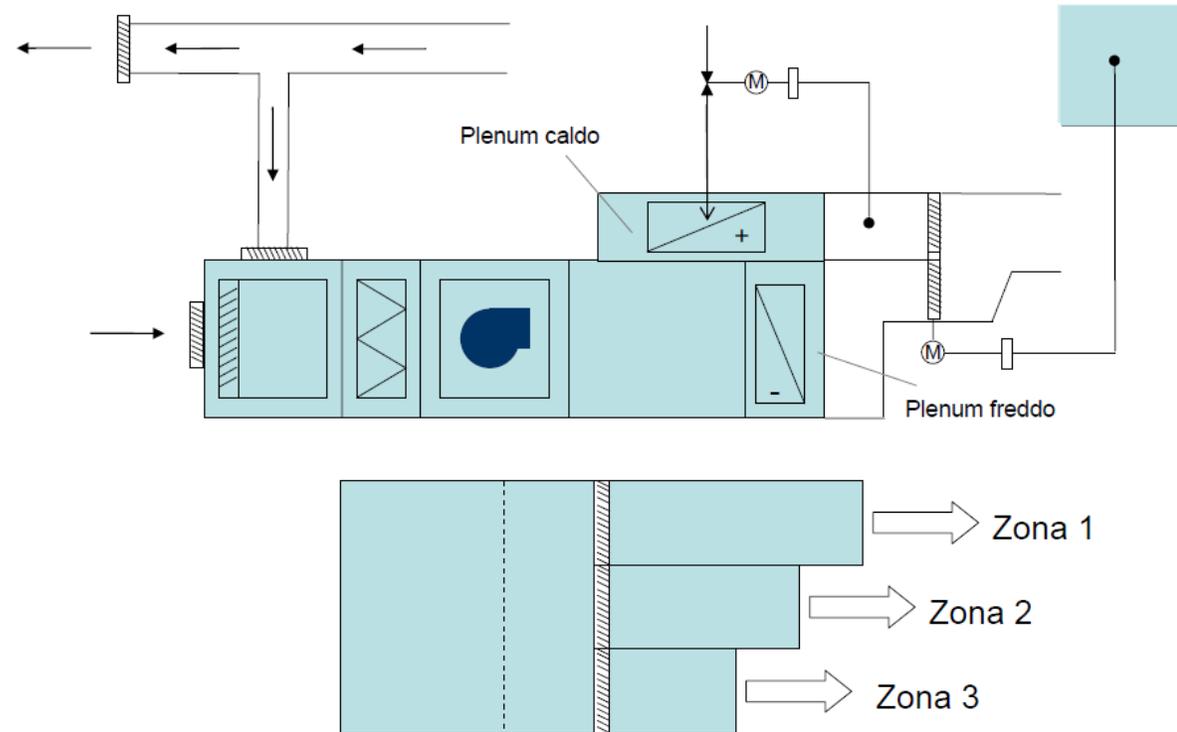
# IMPIANTI A SOLA ARIA A DOPPIO CANALE

- Sono costituiti da **due canali**, uno per l'**aria calda** e l'altro per l'**aria fredda** prodotte entrambe nell'UTA.
- Un impianto di questo tipo è in grado di **compensare contemporaneamente** sia **carichi termici** che **frigoriferi**



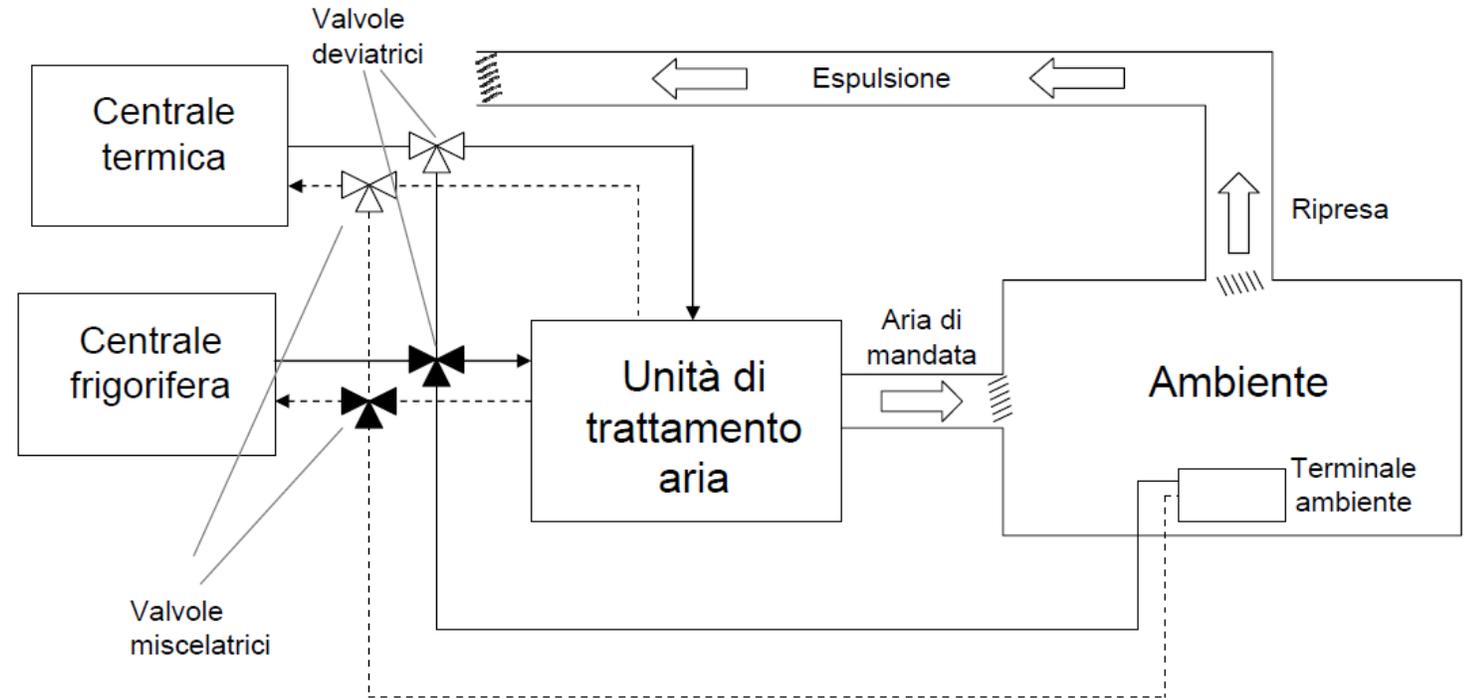
# IMPIANTI A TUTT'ARIA A PORTATA COSTANTE MULTIZONE

- I **plenum** caldo e freddo sono **suddivisi in un numero di settori pari alle zone** da servire
- In questo modo si distribuiscono alle varie zone **portate d'aria a temperature diverse** in funzione delle **specifiche richieste delle singole zone.**
- La portata dell'impianto è pari alla **somma delle portate** di tutte le zone, mentre
- la potenza termica e frigorifera devono corrispondere al **carico massimo contemporaneo delle zone.**



# IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO MISTO ARIA-ACQUA

- L'aria serve a controllare la **purezza**, l'**umidità relativa** e la **velocità** dell'aria ambiente,
- mentre l'**acqua**, distribuita in appositi terminali di scambio termico posti in ambiente, serve a controllare la **temperatura dell'aria**, regolata localmente sui terminali stessi



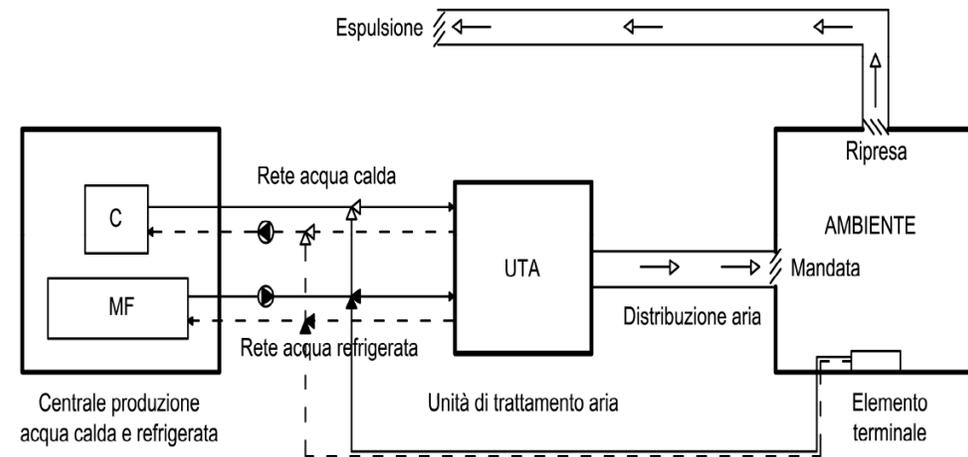
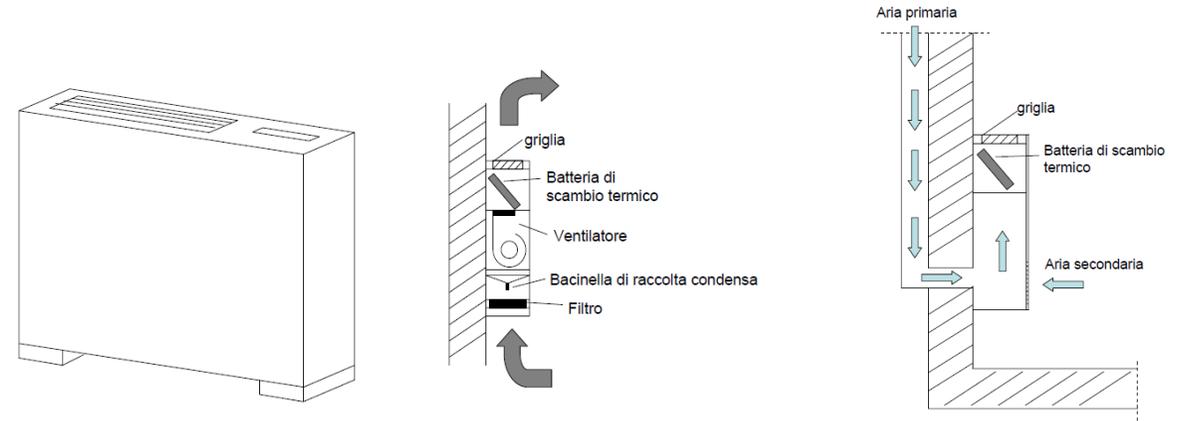
Più **adatti** a climatizzare **edifici frazionabili** in più ambienti con **esigenze di carico diverse** (edifici residenziali, uffici, scuole...)

# IMPIANTI MISTI ARIA - ACQUA

- Sono impianti che utilizzano contemporaneamente sia l'aria che l'acqua come fluidi termovettori.
- L'acqua serve a controllare la temperatura ambiente mentre un'opportuna portata d'aria viene immessa per regolare l'umidità relativa.

Si classificano in:

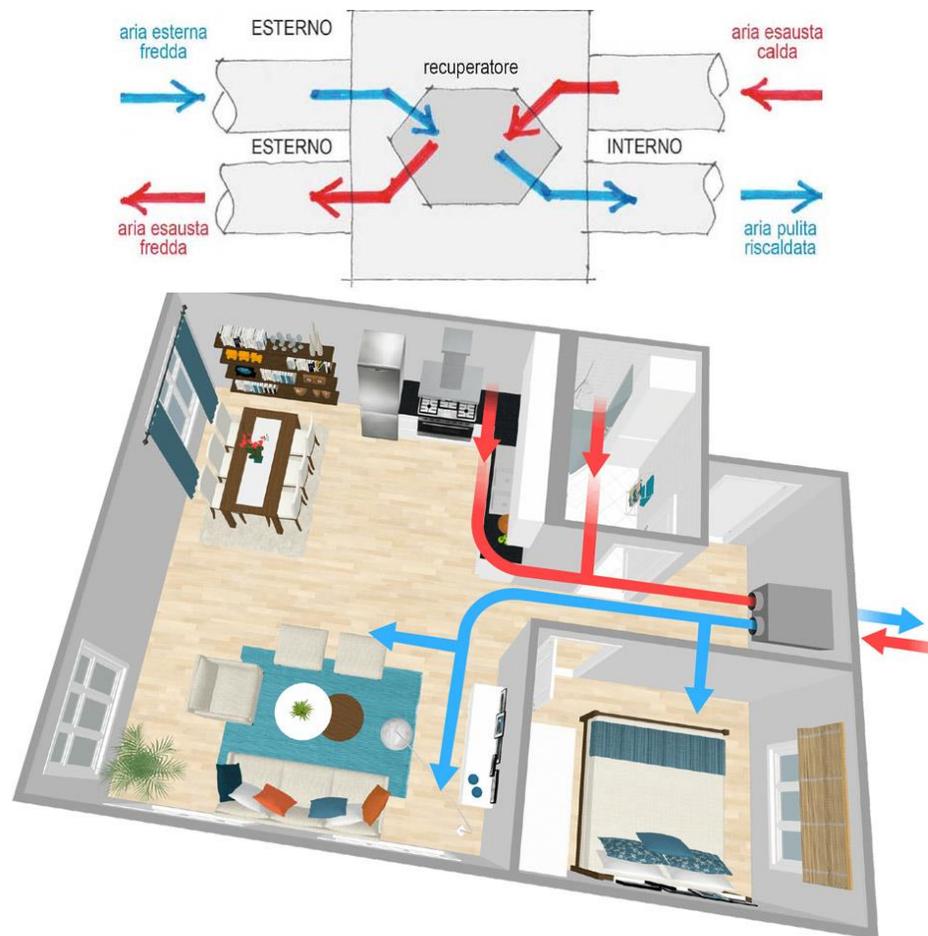
- Impianti con **ventilconvettori (fan-coil)**
- Impianti con **mobiletti ad induzione**



Schema di principio di un impianto misto aria/acqua.

# IMPIANTO VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA

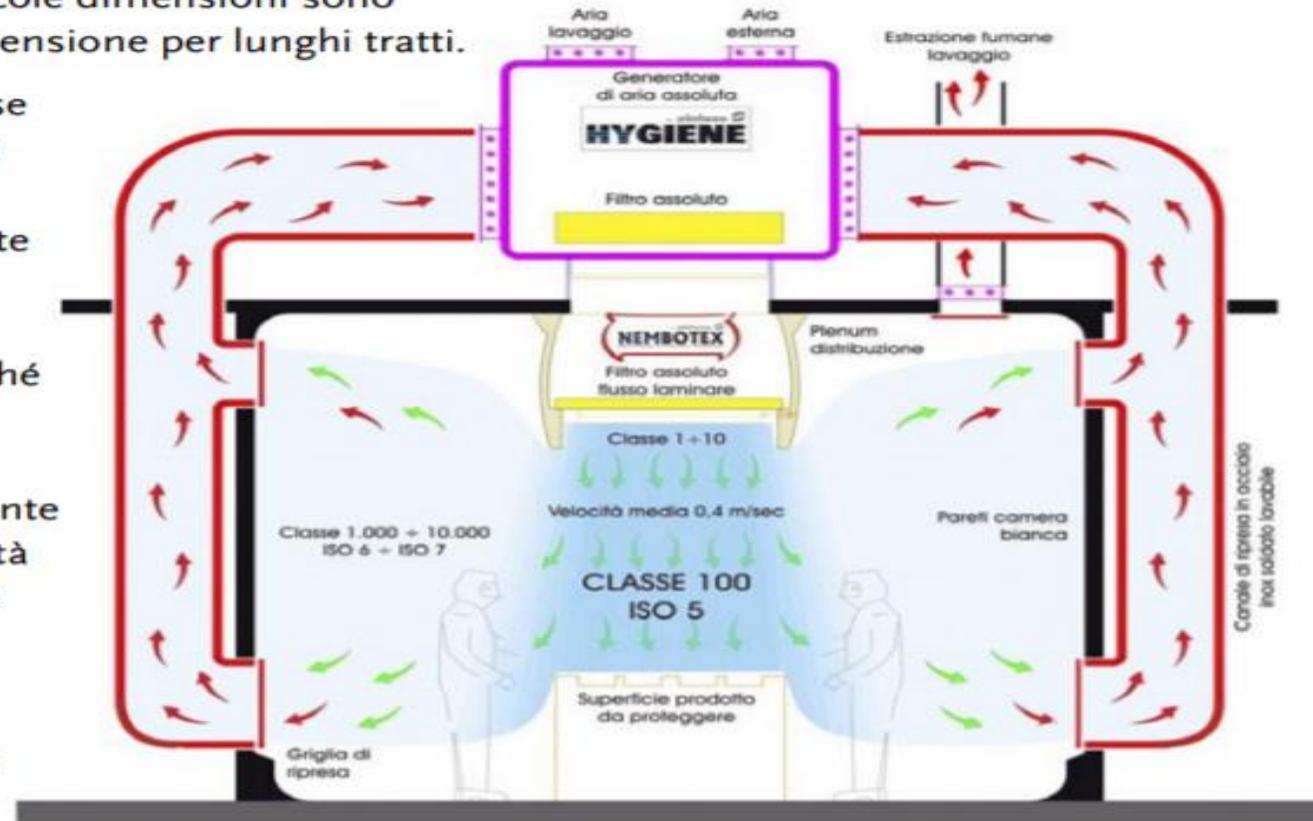
L'aria esterna, filtrata dagli inquinanti, viene immessa negli ambienti attraverso appositi dispositivi e, dopo aver assorbito gli inquinanti degli ambienti, viene espulsa all'esterno.



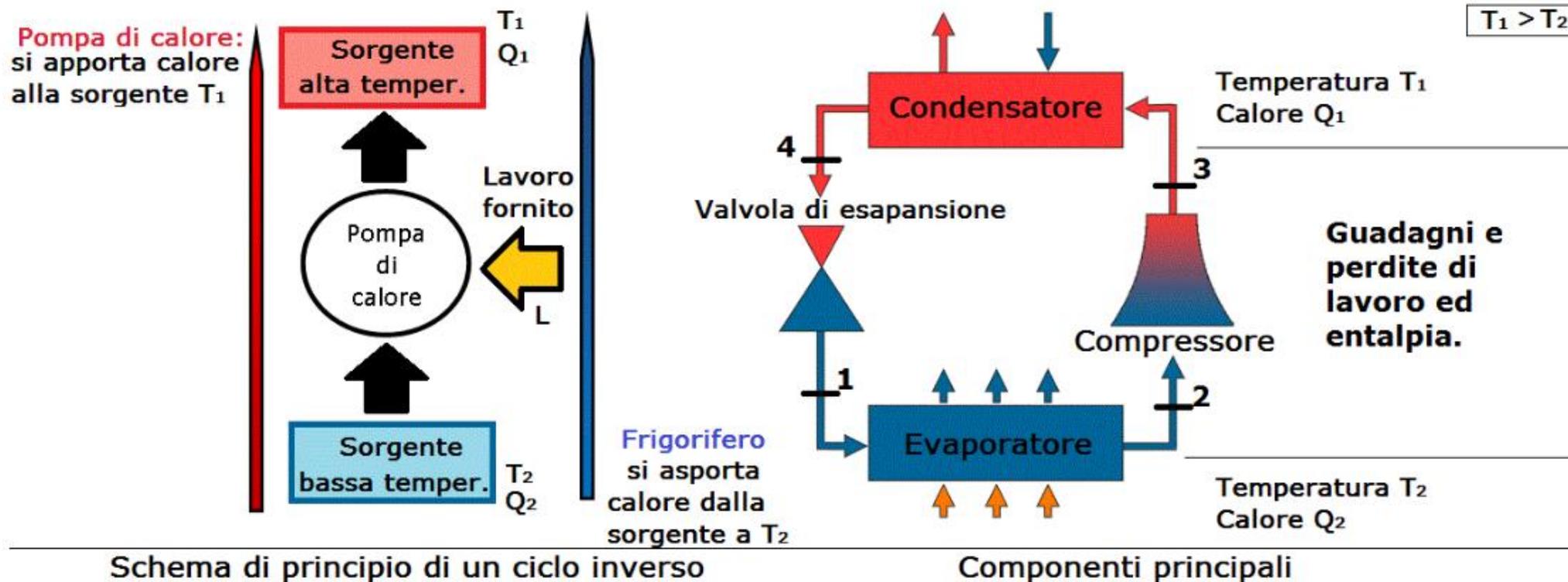
# IMPIANTI SICURI – CAMERE BIANCHE

## GLI EFFETTI DEL FLUSSO LAMINARE

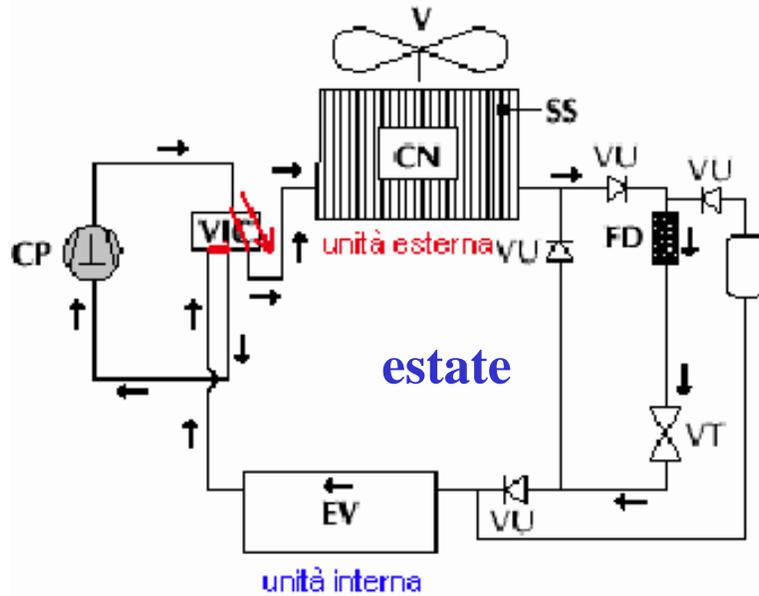
- Le particelle di piccole dimensioni sono mantenute in sospensione per lunghi tratti.
- Le particelle emesse da una sorgente di contaminazione vengono allontanate senza essere distribuite nell'ambiente perché i filotti fluidi si muovono nello spazio parallelamente agli altri alla velocità di 0.5 m/sec senza influenzarsi.
- All'interno di una porzione di spazio attraversata da un flusso laminare si potranno trovare solo i contaminanti passati attraverso il filtro.



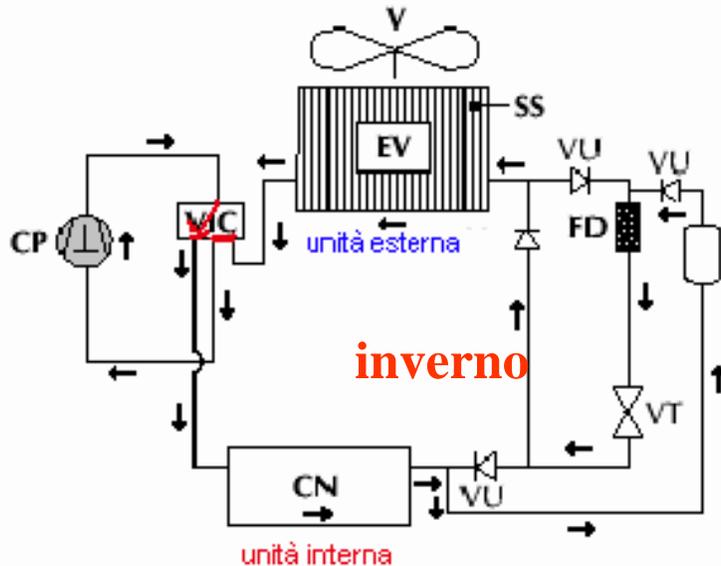
# POMPA DI CALORE REVERSIBILE



# Impianti a pompa di calore ad espansione diretta



- CP: Compressore
- CN: Condensatore
- VT: Valvola di laminazione Termostatica
- EV: Evaporatore
- VIC: Valvola Inversione Ciclo a 4 vie
- VU: Valvola unidirezionale (ritegno)
- FD: Filtro Deidratare: elimina eventuali tracce di umidità



# Impianti ad espansione diretta - Generalità

Gli impianti per appartamenti sono usualmente costituiti da una unità esterna e da una a quattro unità interne. Tipiche caratteristiche dei componenti sono:

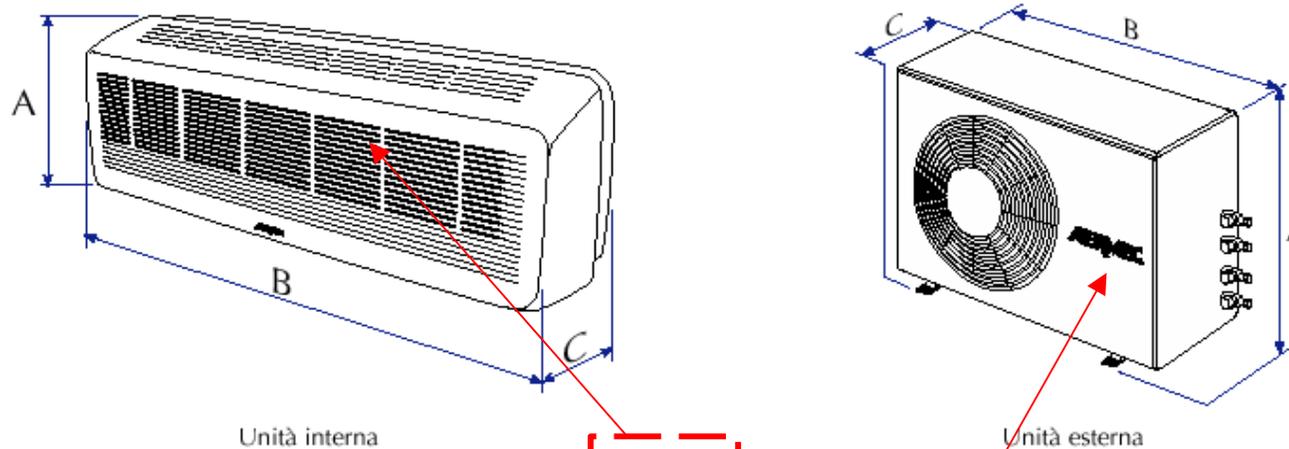
- gas refrigerante R410A o R32
- Unità esterna con compressore rotativo
- Controllo a microprocessore
- Telecomandi a raggi infrarossi con display a cristalli liquidi per il controllo di tutte le funzioni
- Timer per la programmazione del funzionamento
- Programma di funzionamento notturno
- Programma di funzionamento in deumidificazione
- Programma di funzionamento in automatico con commutazione riscaldamento / raffreddamento
- Funzione di autodiagnosi
- Funzionamento silenzioso
- Filtro aria
- Unità interna:alette di mandata aria orientabili in orizzontale e in verticale
- Unità interna:alette deflettrici verticali motorizzate azionabili da telecomando
- Linee frigorifere fino a 15 m

# Dati Tecnico-dimensionali

## Dati tecnici

Unità esterne	Cp* n.	unità interne in funzione n.	Potenza frigorifera	Potenza assorbita	Classe energetica	Potenza termica	Potenza assorbita	Classe energetica
			W	W		W	W	
MGH 1402C	1	1 0702E	2755	1350	G	2931	1450	G
		2 0702E + 0702E	4220	1450	C	4279	1350	D

## Dati dimensionali (mm)

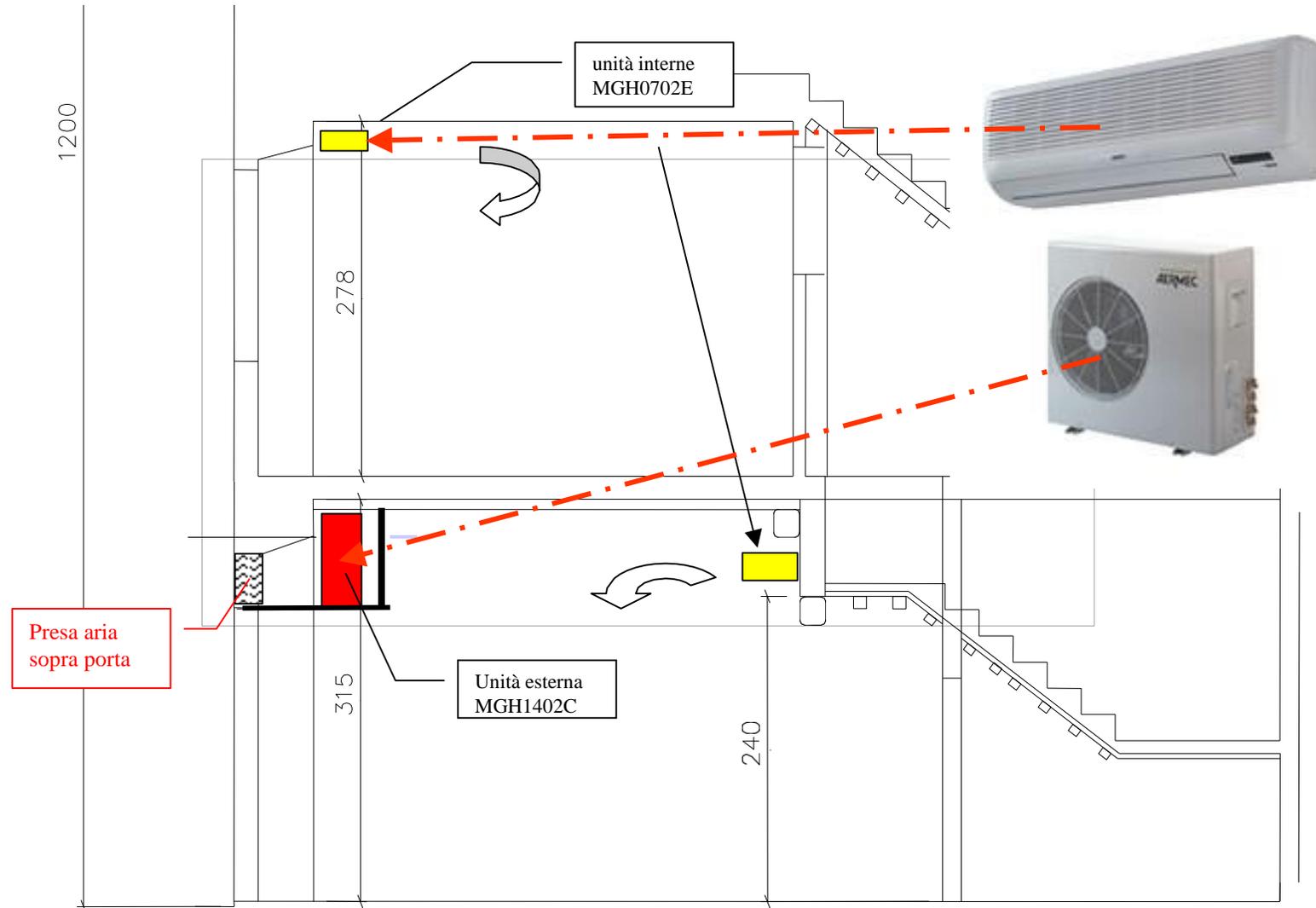


	MGH	0603E	0604E	0702E	0803E	0903E	0952E	1203E	1204E
Altezza	A	260	260	260	260	260	262	285	285
Larghezza	B	824	802	824	824	802	802	900	900
Profondità	C	155	155	155	155	155	165	156	156
Peso	kg	7	7	7	7	7	7	8	8

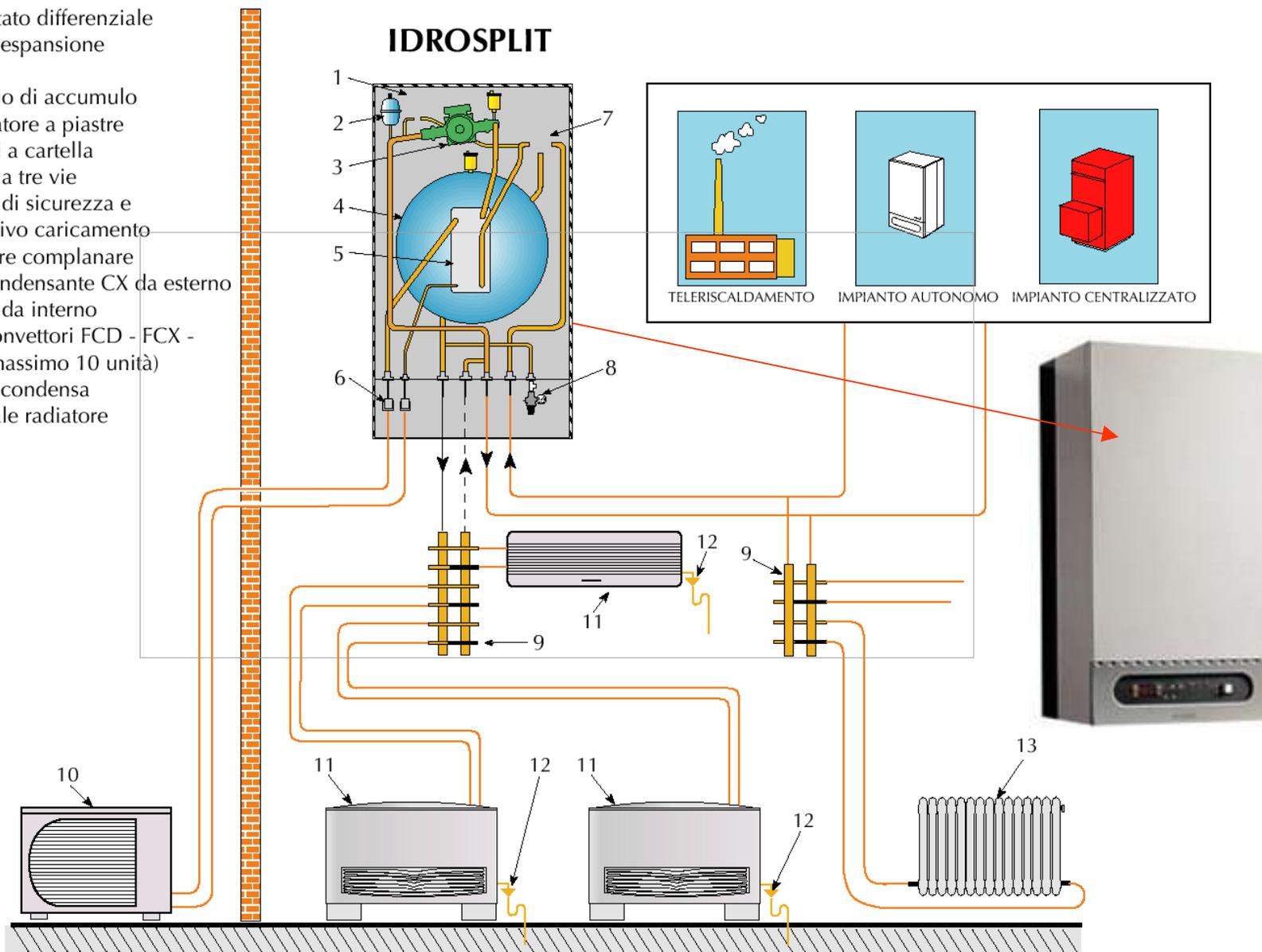
	MGH	1402C	1902C	2003C	3003C	3004C
Altezza	A	555	655	655	1060	1060
Larghezza	B	801	870	870	870	870
Profondità	C	262	320	320	320	320
Peso	kg	48	62	66	68	80

# Schema distributivo



# Impianto espansione diretta con modulo idronico

- 1 pressostato differenziale
- 2 vaso di espansione
- 3 pompa
- 4 serbatoio di accumulo
- 5 evaporatore a piastre
- 6 attacchi a cartella
- 7 valvola a tre vie
- 8 valvola di sicurezza e dispositivo caricamento
- 9 collettore complanare
- 10 motocondensante CX da esterno o CWX da interno
- 11 ventilconvettori FCD - FCX - FCW (massimo 10 unità)
- 12 scarico condensa
- 13 eventuale radiatore



*...Grazie per l'attenzione!*