



FACOLTÀ DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA



Laurea in Architettura

DICAAR

**CORSO DI IMPIANTI PER LA SOSTENIBILITA' ENERGETICA  
DEGLI EDIFICI**

**A.A. 2020/21 – primo semestre**

**Il fabbisogno energetico parte 1 – UNI TS 11300:1  
l'impianto di riscaldamento  
Slide 1-46**

*Docente: ROBERTO RICCIU*

# Gli impianti termici

## Il punto di partenza: il fabbisogno

FABBISOGNO DI ENERGIA PER IL RISCALDAMENTO $Q_{H,nd}$	$Q_{H,tr}$	$Q_{H,ve}$	$Q_{int}$	$Q_{sol}$	$Q_{gn}$	$Q_{H,ht}$	$Q_{H,nd}$
15 Novembre - 31 Marzo	[kW h]	[kW h]	[kW h]	[kW h]	[kW h]	[kW h]	[kW h]
NOVEMBRE	909,28	137,80	150,37	84,21	234,59	1047,08	828,74
DICEMBRE	2505,57	379,71	310,77	71,14	381,91	2885,28	2515,75
GENNAIO	2995,79	454,00	310,77	78,96	389,73	3449,79	3070,02
FEBBRAIO	2726,08	413,13	290,72	88,08	378,80	3139,21	2771,10
MARZO	2314,93	350,82	310,77	103,89	414,66	2665,75	2268,14

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \times Q_{gn} = (Q_{H,tr} + Q_{H,ve}) - \eta_{H,gn} \times (Q_{int} + Q_{sol})$$

$Q_{H,nd}$  è il fabbisogno ideale di energia termica dell'edificio per riscaldamento;

$Q_{H,ht}$  è lo scambio termico totale nel caso di riscaldamento;

$Q_{H,tr}$  è lo scambio termico per trasmissione nel caso di riscaldamento;

$Q_{H,ve}$  è lo scambio termico per ventilazione nel caso di riscaldamento;

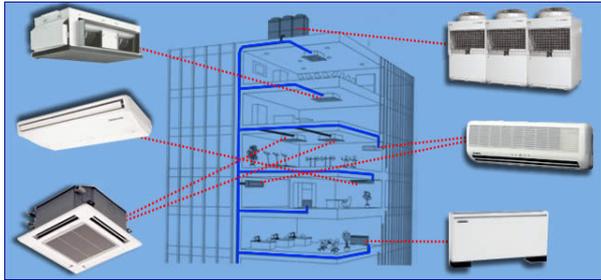
$Q_{gn}$  sono gli apporti termici totali;

$Q_{int}$  sono gli apporti termici interni;

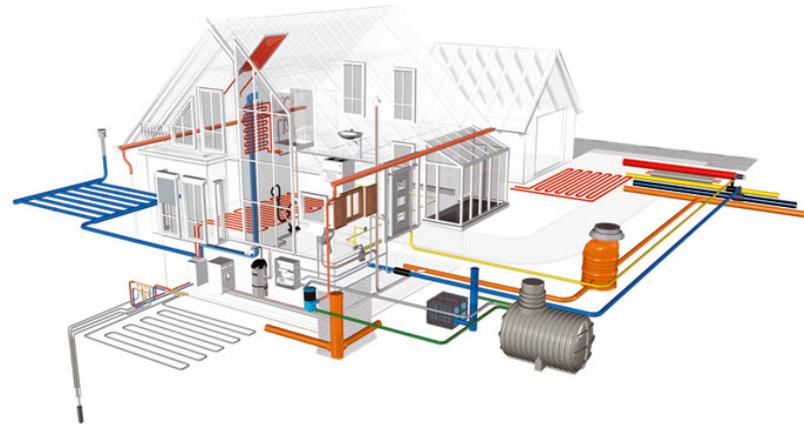
$Q_{sol}$  sono gli apporti termici solari;

$\eta_{H,gn}$  è il fattore di utilizzazione degli apporti termici;

# Gli impianti termici



## I componenti degli impianti di condizionamento e riscaldamento



# Gli impianti termici

## La trasmissione del calore in ambiente

Conduzione termica

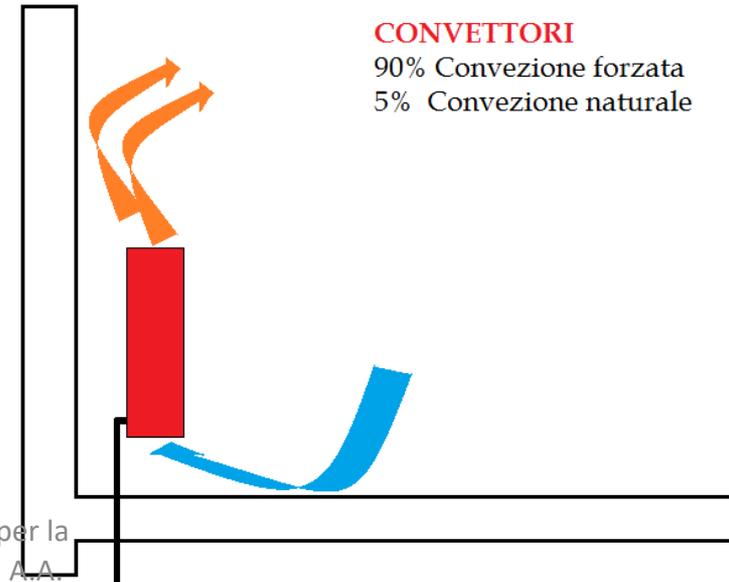
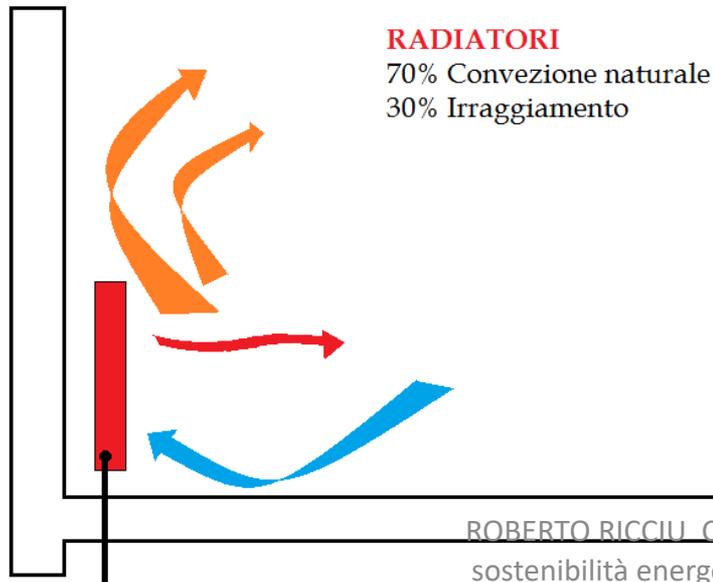


Quando due corpi sono a contatto diretto

Conduzione

Convezione + Irraggiamento

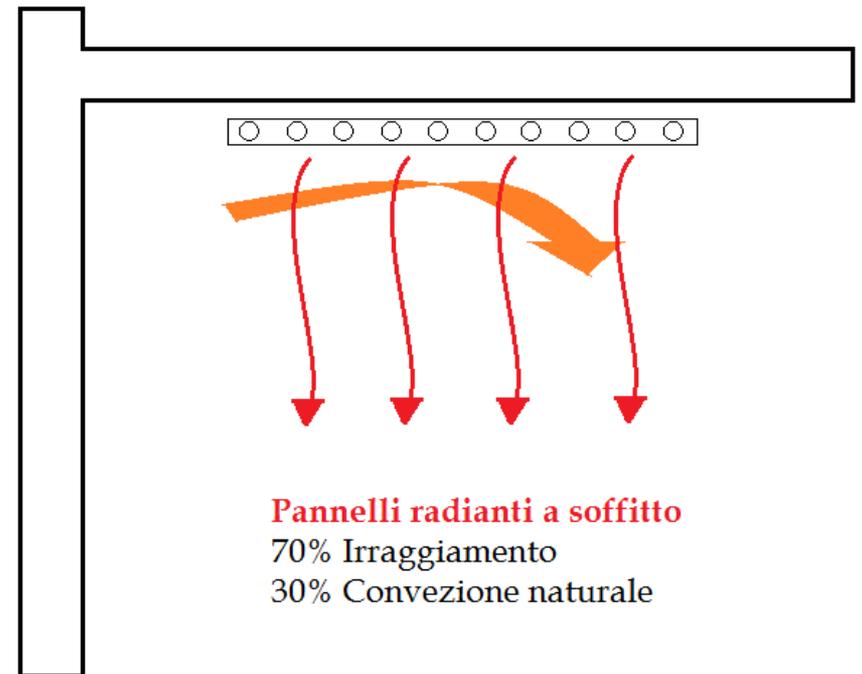
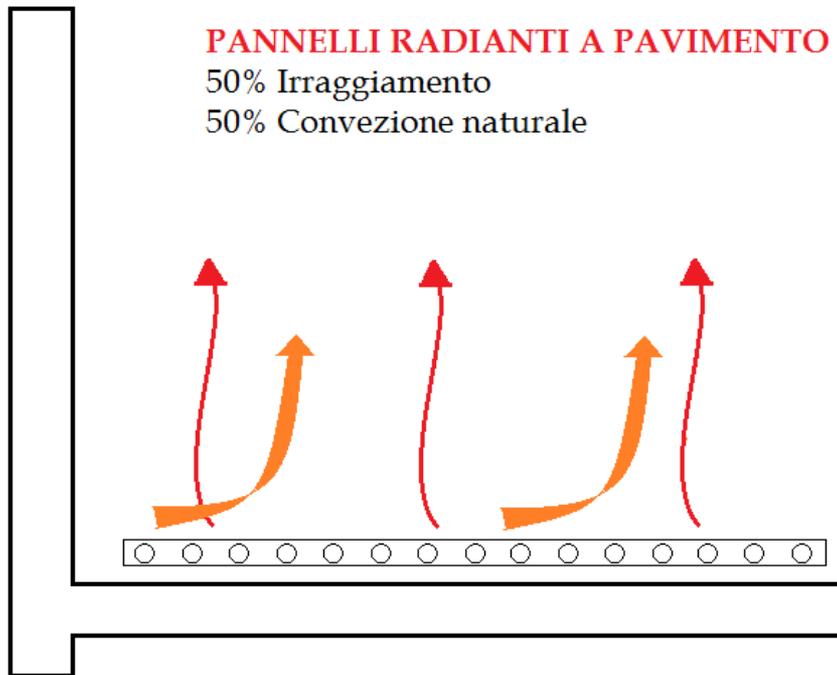
Il sistema a convezione per eccellenza



# Gli impianti termici

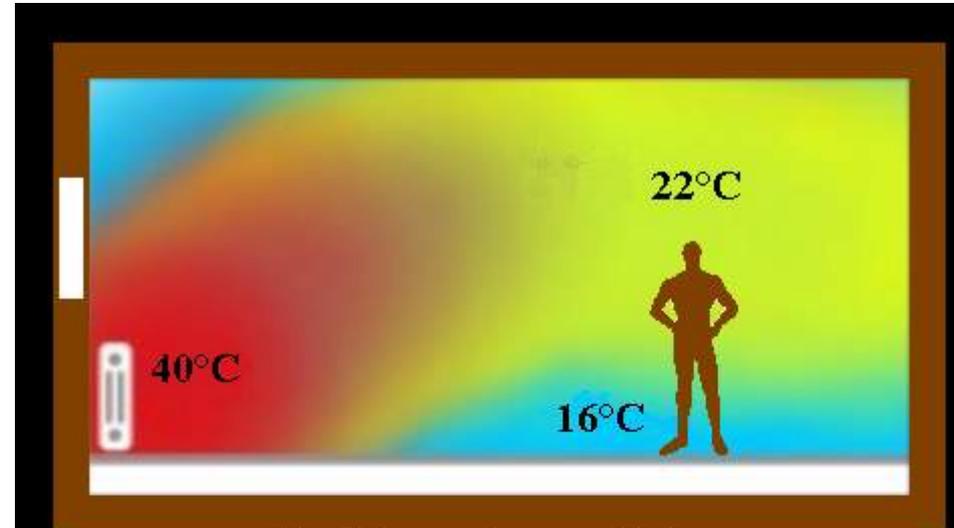
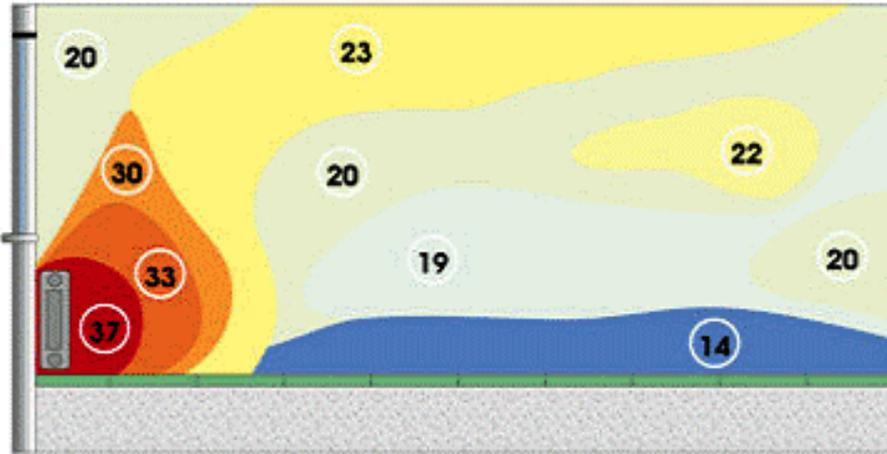
## La trasmissione del calore in ambiente

Il sistema radiante per eccellenza

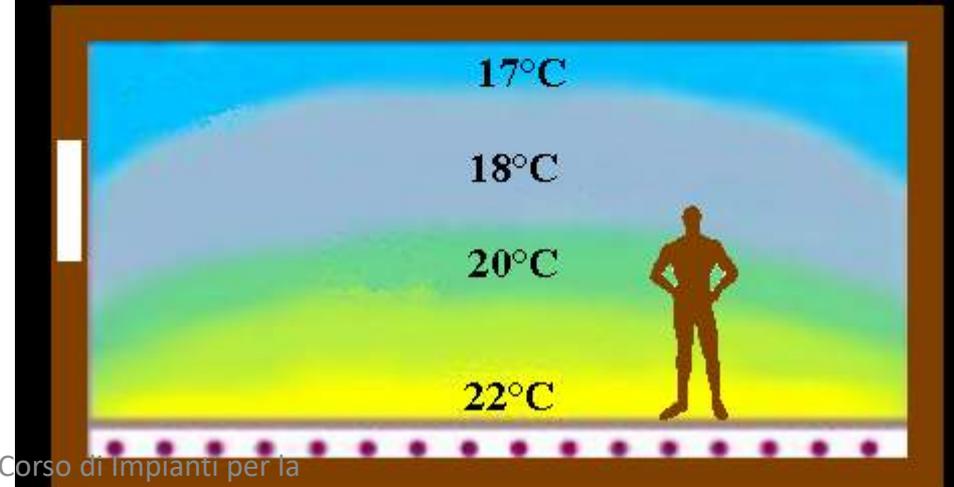


# Gli impianti termici

## La trasmissione del calore in ambiente



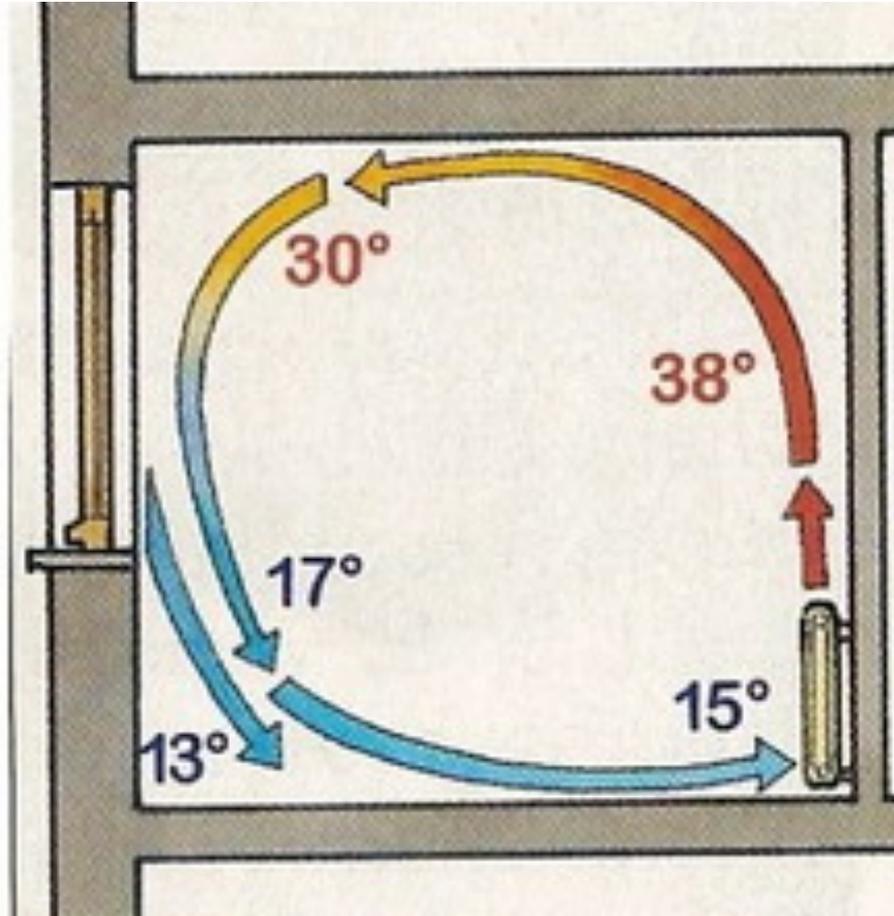
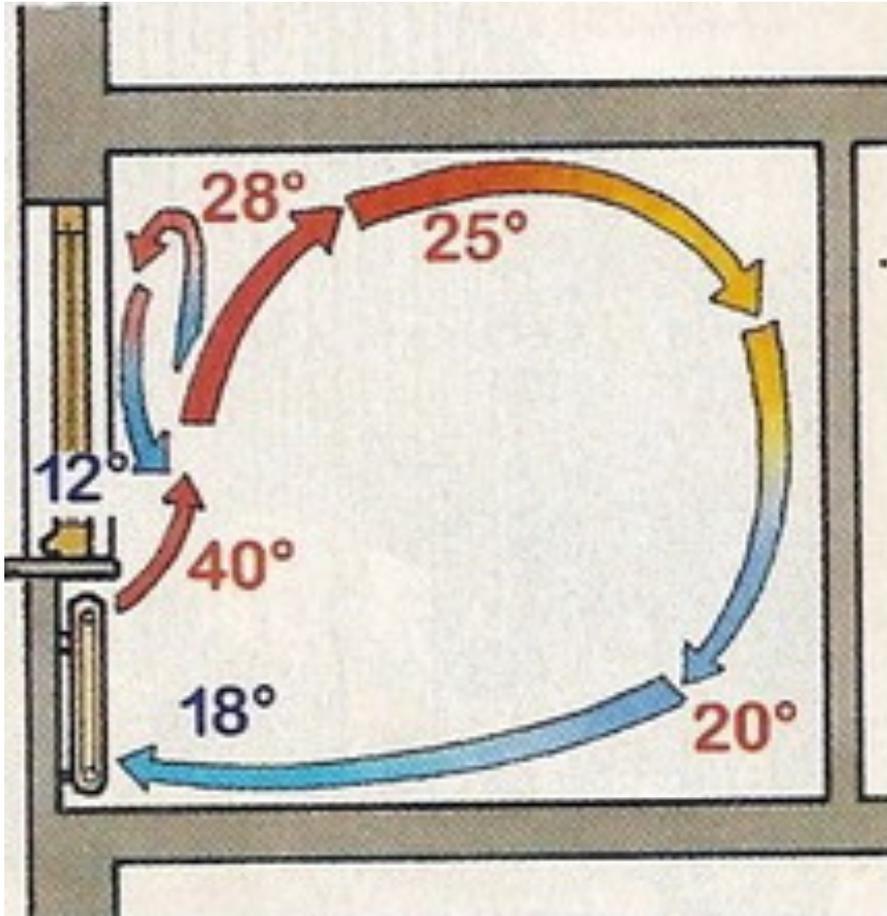
riscaldamento a radiatore



riscaldamento a pannelli radianti

# Gli impianti termici

## Caratteristiche di installazione dei corpi scaldanti



# Gli impianti termici

## Tipologie e materiali



**Ghisa**



**Acciaio**



**Alluminio**

# Gli impianti termici

## Tipologie e materiali

Radiatori  
in  
ghisa



# Gli impianti termici

## Tipologie e materiali

Radiatori  
in  
ghisa

# Gli impianti termici

## Tipologie e materiali Radiatori in acciaio



# Gli impianti termici

## Tipologie e materiali

Radiatori  
in  
acciaio



er la  
A.A.

# Gli impianti termici

## Tipologie e materiali

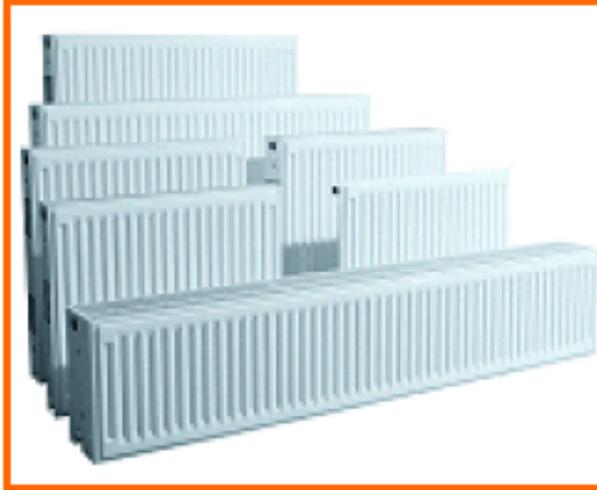
Radiatori  
in  
acciaio



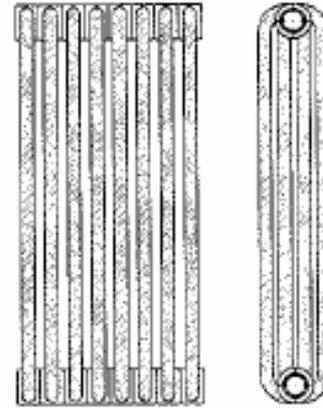
# Gli impianti termici

## Tipologie e materiali

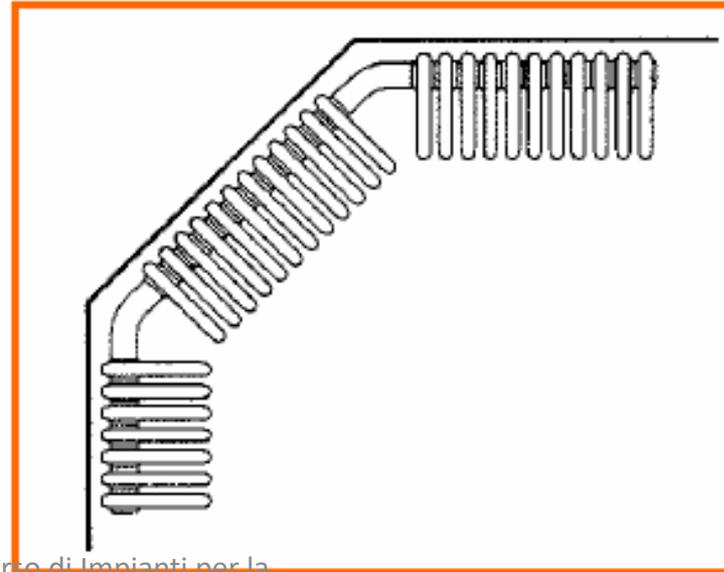
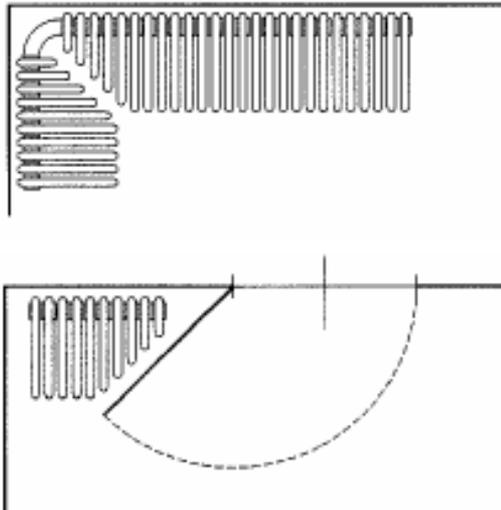
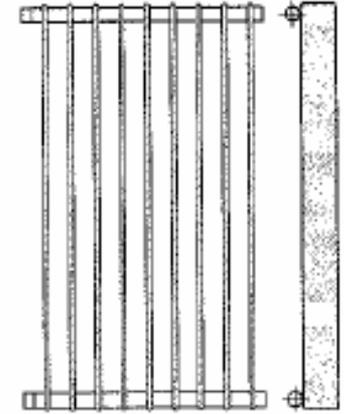
Radiatori  
in  
acciaio



tipo a tubi



tipo a lamelle



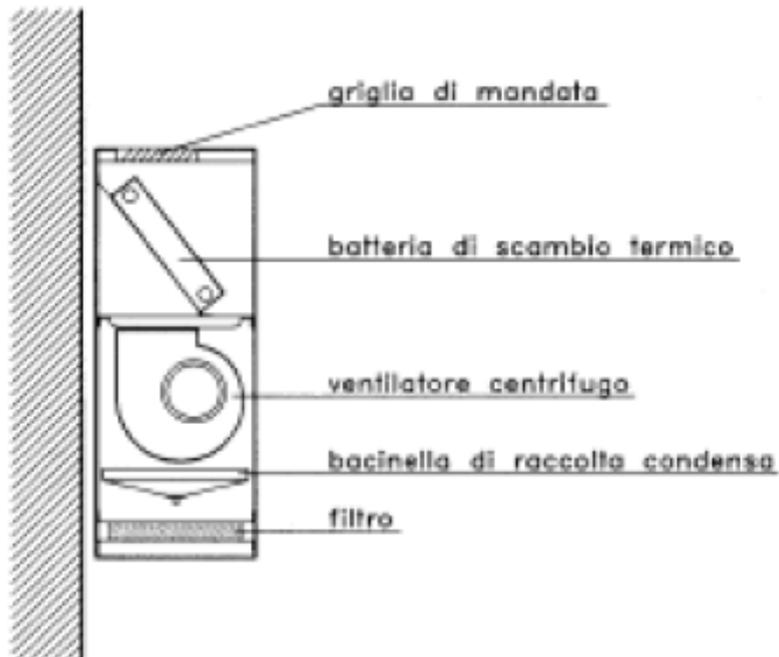
# Gli impianti termici

Radiatori  
in  
alluminio

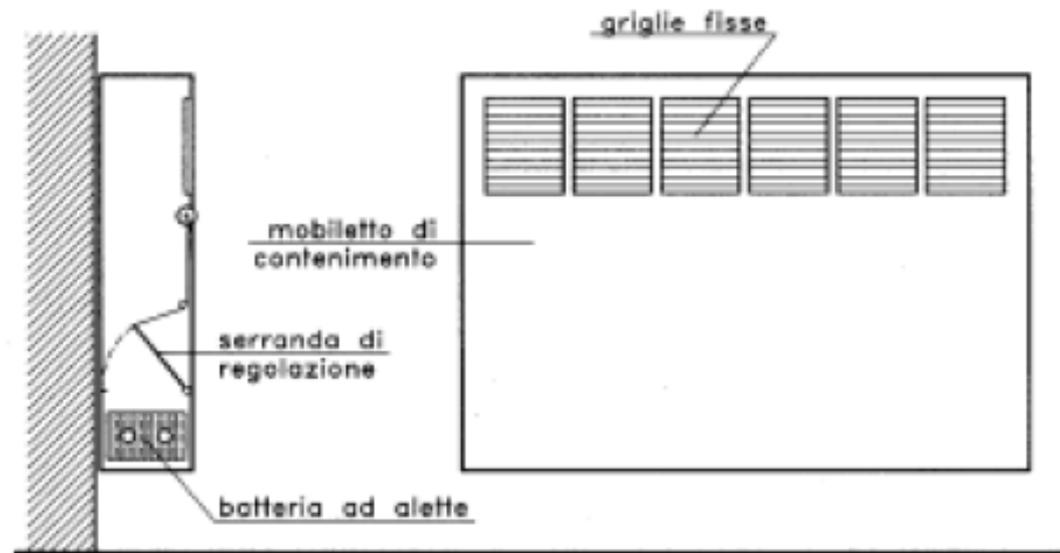


# Gli impianti termici

## Termoconvettori e ventilconvettori



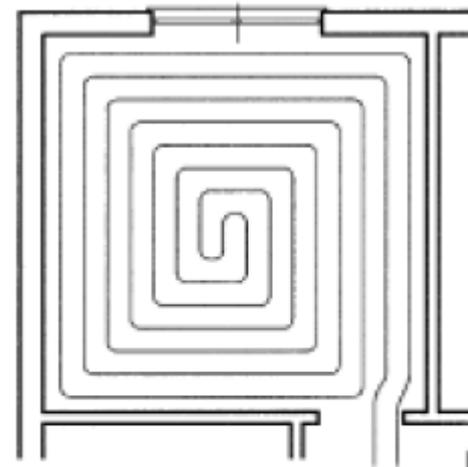
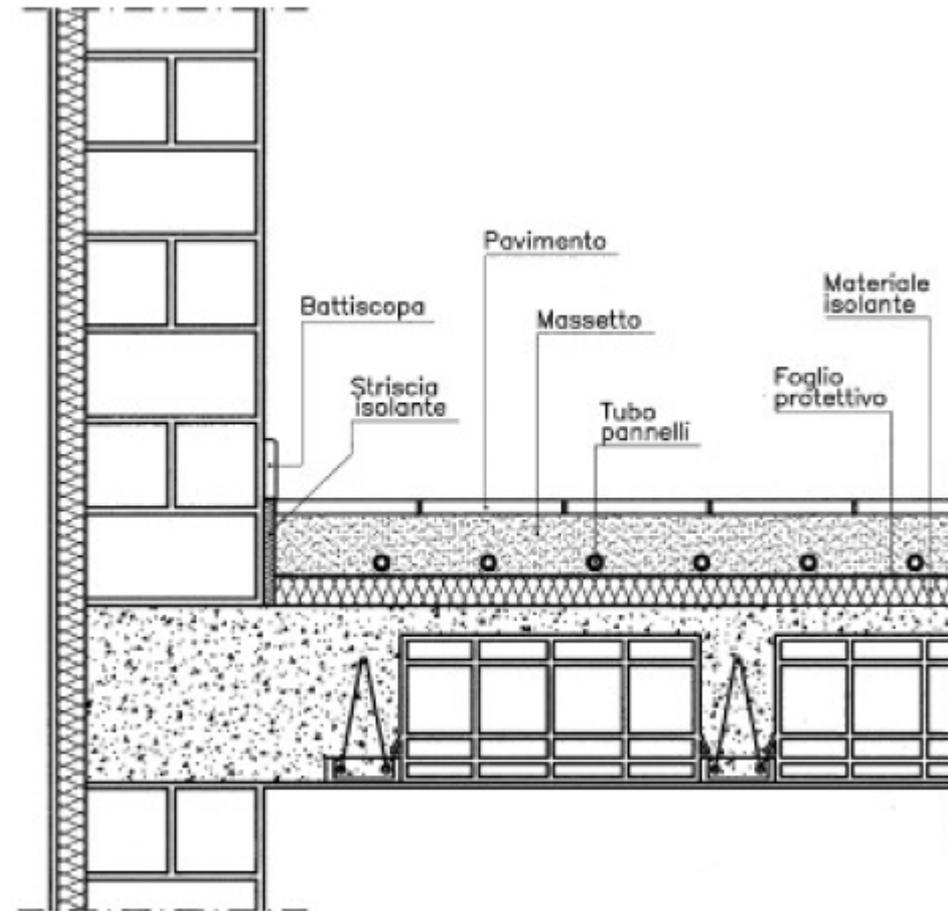
Ventilconvettore



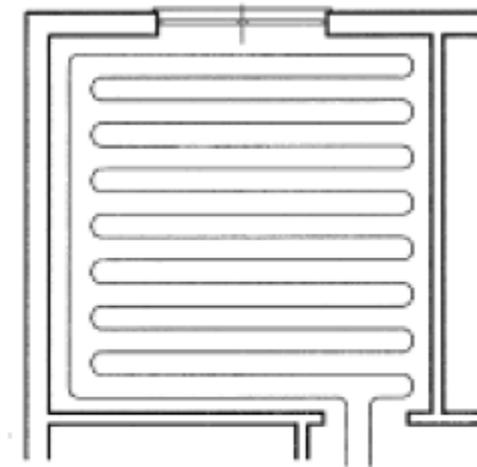
Termoconvettori a mobiletto

# Gli impianti termici

## Pannelli radianti



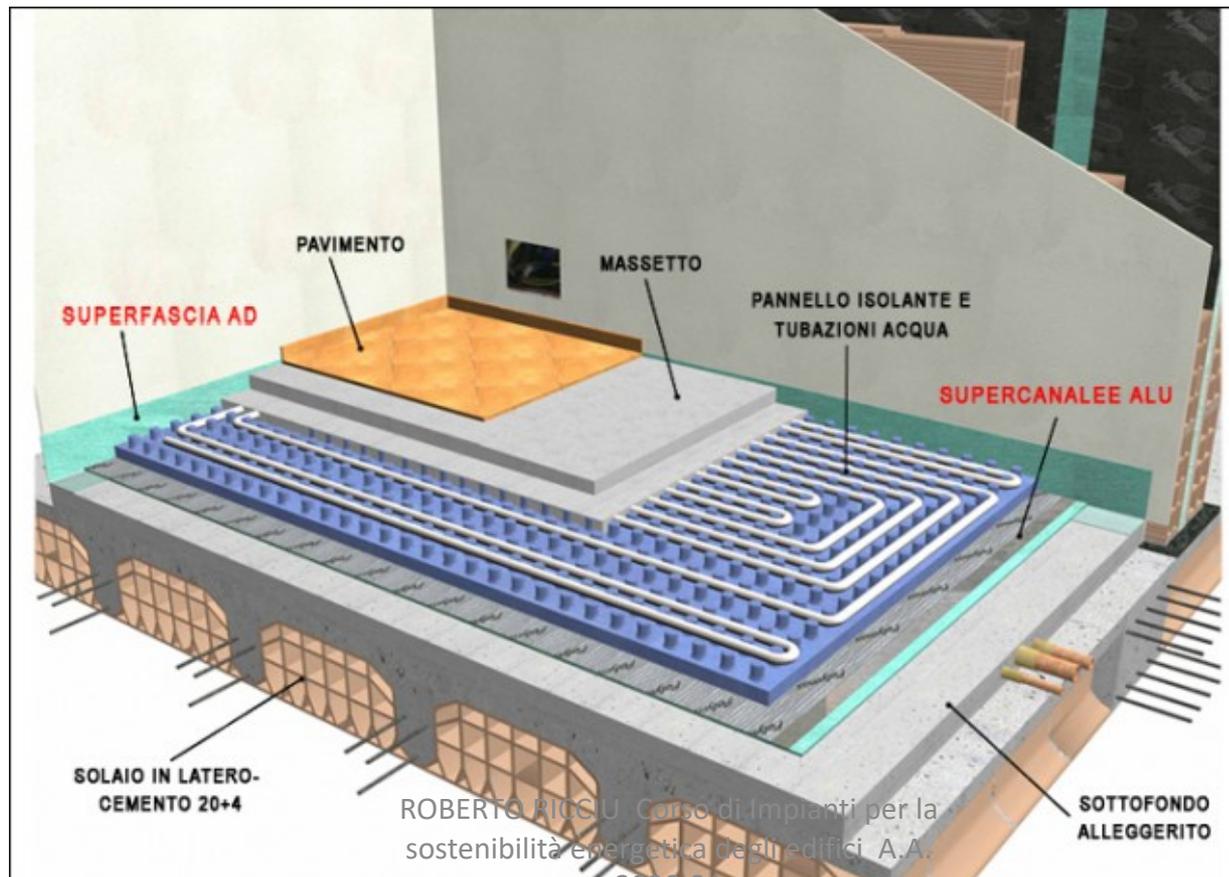
Pannelli a spirale  
con interasse costante



Pannelli a serpentine  
con interasse costante

# Gli impianti termici

## Pannelli radianti



ROBERTO RICCIU Corso di Impianti per la  
sostenibilità energetica degli edifici A.A.

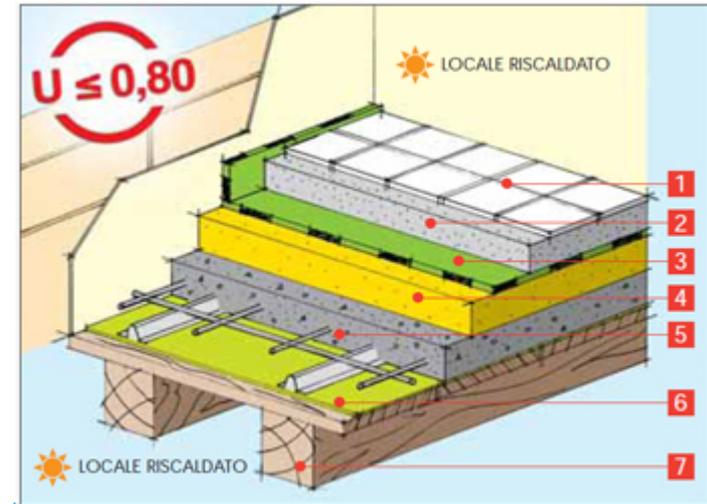
2020-21

# Gli impianti termici

## Pannelli radianti



1. Pavimentazione
2. SABBIA E CEMENTO SUPERCEM PRONTO
3. Sistema di riscaldamento
4. Materassino fonoisolante
5. PAVIFOND REVOLUTION
6. Barriera al vapore
7. Soletta mista

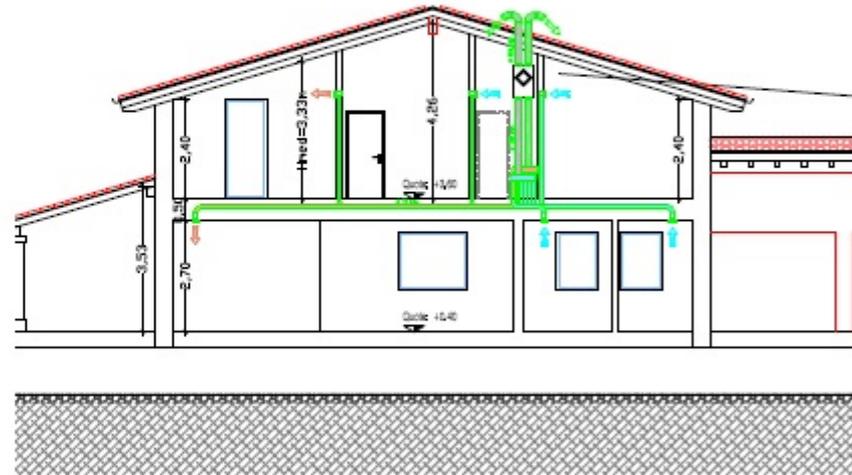
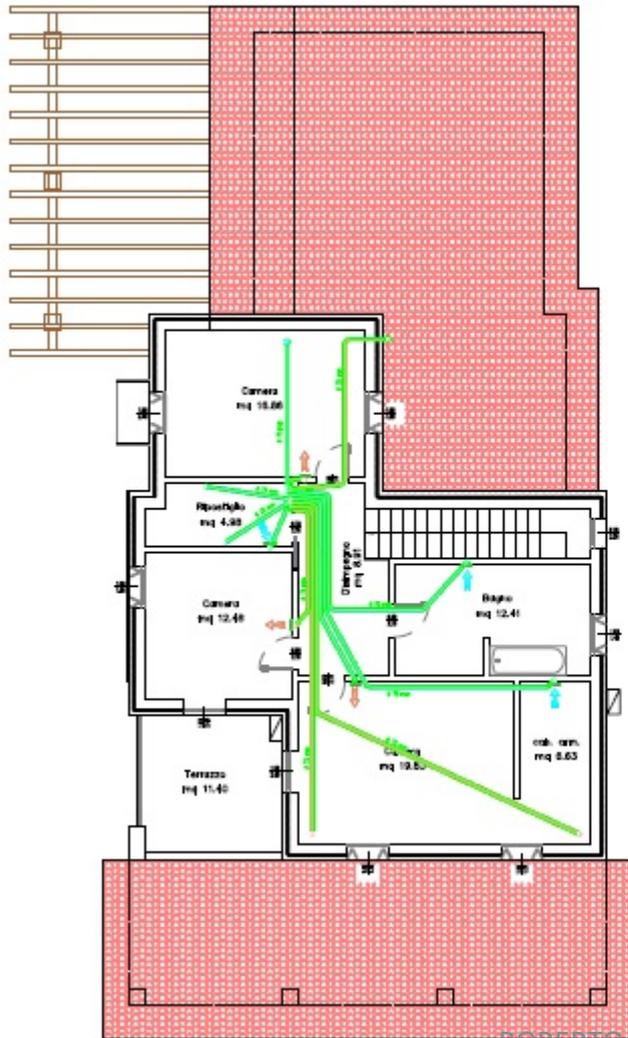


1. Pavimentazione
2. SABBIA E CEMENTO SUPERCEM PRONTO
3. Materassino fonoisolante
4. PAVIFOND REVOLUTION
5. BETONVER 1500
6. Barriera al vapore
7. Solaio in legno



# Gli impianti termici

## Esempio di Progetto impianto Termico per una abitazione di Classe A



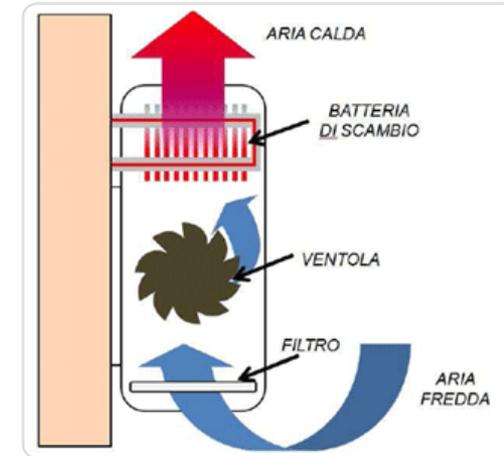
Sezione

# Gli impianti termici

## Terminali di erogazione



Bocchette in sistemi ad aria calda



Ventilconvettori / Termoconvettori

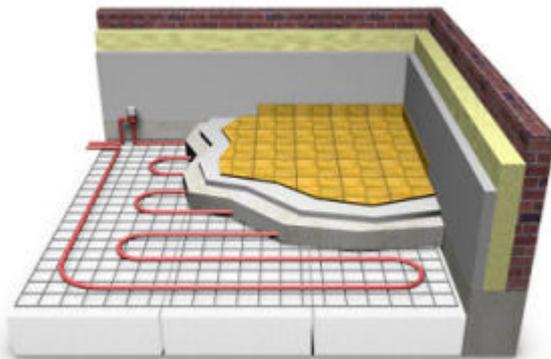


# Gli impianti termici

## Terminali di erogazione



Pannelli a parete



Pannelli isolati annegati a pavimento

Pannelli annegati a pavimento (*non tengono conto delle perdite di calore non recuperate dal pavimento verso il terreno*)

ROBERTO RIGGILLI Corso di Impianti per la sostenibilità energetica degli edifici A.A. 2020-21

2020-21

Pannelli annegati a soffitto



# Gli impianti termici

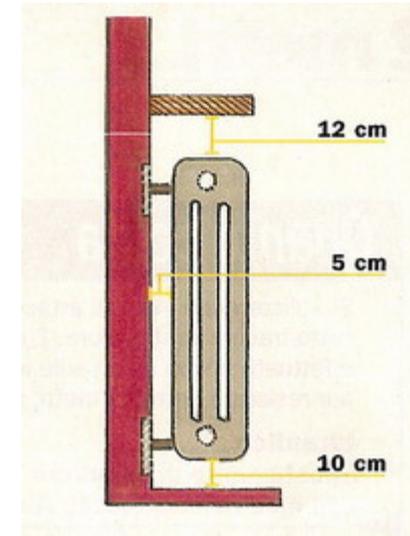
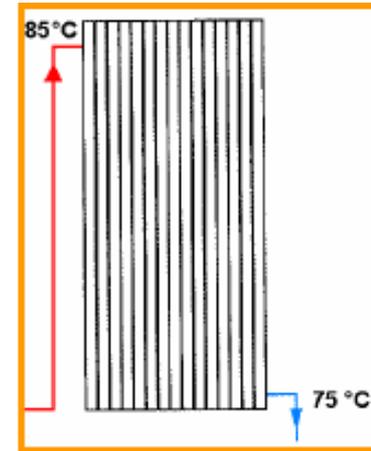
## I criteri generali

- potenza termica **nominale**
- **temperatura** di progetto del fluido termovettore
- potenza termica **effettiva**, ottenuta moltiplicando la nominale per:
  - fattore correttivo per la diversa temperatura dei fluidi
  - fattore correttivo per effetto dell'altitudine
  - fattore correttivo per protezione del radiatore
  - fattore correttivo relativo alla tipologia di attacchi
  - fattore correttivo relativo alla tipologia di vernice

# Gli impianti termici

## La potenza termica nominale

- temperatura dei fluidi:
  - $t_e = 85 \text{ }^\circ \text{C}$  (temperatura di entrata del fluido termovettore)
  - $t_u = 75 \text{ }^\circ \text{C}$  (temperatura di uscita del fluido termovettore)
  - $t_a = 20 \text{ }^\circ \text{C}$  (temperatura dell'aria nell'ambiente di installazione)
- caratteristiche di installazione del corpo scaldante:
  - distanza dalla parete = 5 cm
  - distanza dal pavimento = 12 cm
  - per sporgenze al di sopra o a fianco del radiatore è consigliata una distanza di rispetto non inferiore a 10 cm
- tipologia collocazione degli attacchi delle tubazioni:  
***entrata in alto – uscita in basso*** dallo stesso lato
- pressione atmosferica di prova: pressione al livello del mare  
1 atm = 101,3 kPa



# Gli impianti termici

## La potenza termica nominale

L'espressione per il calcolo della potenza termica nominale è data dalla:

$$Q_n = c \cdot (\Delta_{tn})^n$$

$c/Km$  rappresenta una costante tipica di ciascun radiatore

$\Delta_{tn}$  rappresenta la differenza di temperatura media tra la superficie del radiatore e l'ambiente

$n$  è un coefficiente che dipende dallo scambio termico del corpo scaldante.

# Gli impianti termici

## La potenza termica nominale



Modello	Dimensioni in mm.				Ø attacchi	Peso a vuoto Kg circa	Contenuto acqua in litri	Potenza termica EN 442				Esponente n.	Coefficiente Km
	A	B	C	D				ΔT 50°C		ΔT 60°C			
	altezza totale	lunghezza	profondità	interasse				Watt	*Kcal/h	Watt	*Kcal/h		
GL 800/80	890	80	95	800	1"	2,20	0,55	<b>183</b>	<b>158</b>	233	201	1,32929	1,00806
GL 700/80	790	80	95	700	1"	1,94	0,53	<b>166</b>	<b>143</b>	212	183	1,32907	0,91684
GL 600/80	690	80	95	600	1"	1,60	0,51	<b>145</b>	<b>125</b>	185	160	1,32879	0,80367
GL 500/80	590	80	95	500	1"	1,48	0,40	<b>126</b>	<b>109</b>	161	139	1,32855	0,69822
GL 350/80	440	80	95	350	1"	1,28	0,38	<b>97</b>	<b>84</b>	123	106	1,32817	0,53646
GL 350/80/D	440	80	180	350	1"	2,12	0,70	<b>157</b>	<b>136</b>	200	173	1,31832	0,90597
GL 200/80/D	290	80	180	200	1"	1,42	0,52	<b>103</b>	<b>89</b>	131	113	1,31521	0,60052

\* 1 Watt = 0,863 Kcal/h

## **La temperatura di progetto del fluido termovettore**

**La temperatura di progetto del fluido termovettore**

**La Potenza termica effettiva**

**La temperatura di progetto del fluido termovettore**

**La Potenza termica effettiva**

**Il fattore correttivo  $F_T$  (temperatura)**

$$F_T = \left( \frac{T_m - T_a}{80 - 20} \right)^{1,3}$$



# Gli impianti termici

**La temperatura di progetto del fluido termovettore**

**La Potenza termica effettiva**

**Il fattore correttivo  $F_T$  (temperatura)**

$$F_T = \left( \frac{T_m - T_a}{80 - 20} \right)^{1,3}$$

**Il fattore correttivo  $F_{alt}$  (altitudine)**

$$F_{alt} = \frac{p_{mare}}{1,3 \cdot p_{mare} - 0,3 \cdot p}$$

$$p_{(H)} = 101,3 - 0,0113 \cdot H$$

# Gli impianti termici

## Il fattore correttivo $F_{inst}$ (installazione)

- installazione con mensola  $F_{inst} = 0,95 - 0,97$
- installazione con nicchia  $F_{inst} = 0,92 - 0,94$
- installazione con lamiera perforata  $F_{inst} = 0,80 - 0,85$
- installazione con carter aperto  $F_{inst} = 0,95 - 1,00$



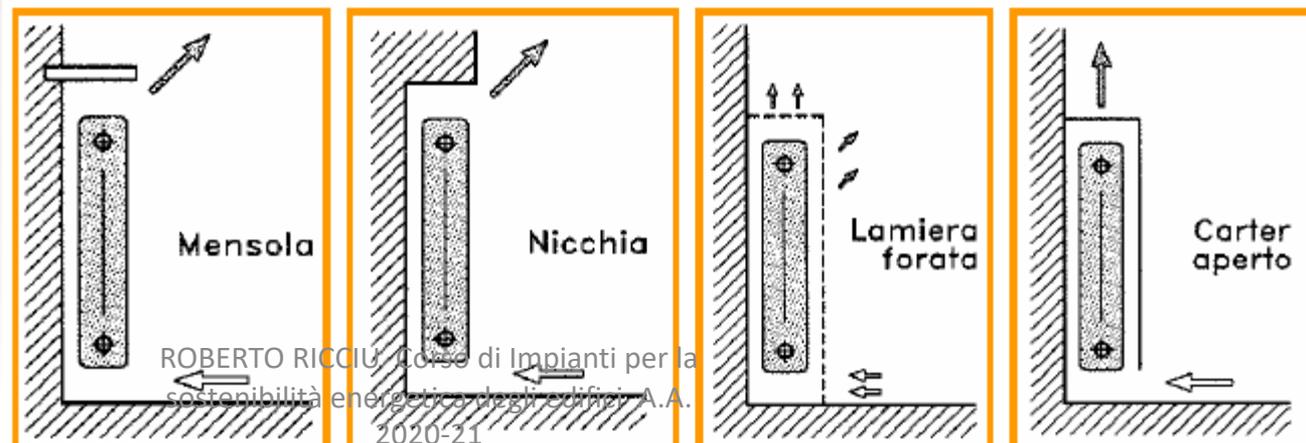
installazione con mensola



installazione a nicchia



installazione dietro lamiera perforata

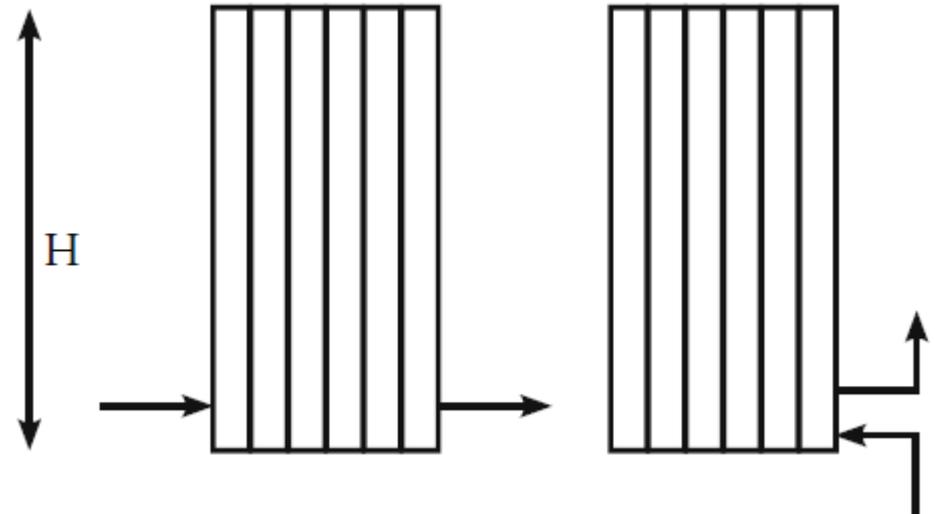


# Gli impianti termici

## Il fattore correttivo $F_{\text{attacchi}}$ (attacchi)

Valori del fattore correttivo

$H < 1,2 \text{ m}$	$F_{\text{attacchi}} = 1$
$1,2 \leq H \leq 1,8$	$F_{\text{attacchi}} = 0,95 - 0,98$
$H > 1,8$	$F_{\text{attacchi}} = 0,9$



# Gli impianti termici

**La temperatura di progetto del fluido termovettore**

**La Potenza termica effettiva**

**Il fattore correttivo  $F_T$  (temperatura)**

$$F_T = \left( \frac{T_m - T_a}{80 - 20} \right)^{1,3}$$

**Il fattore correttivo  $F_{alt}$  (altitudine)**

$$F_{alt} = \frac{p_{mare}}{1,3 \cdot p_{mare} - 0,3 \cdot p}$$

$$p_{(H)} = 101,3 - 0,0113 \cdot H$$

**Il fattore correttivo  $F_{inst}$  (installazione)**

**Il fattore correttivo  $F_{attacchi}$  (attacchi)**

# Gli impianti termici

## Elementi per il montaggio



ROBERTO RICCIU Corso di Impianti per la  
sostenibilità energetica degli edifici A.A.  
2020-21

## Il fattore correttivo $F_{\text{vernice}}$ (verniciatura)

Vernici ad olio

$$F_{\text{vernice}} = 1$$

Vernici a base di alluminio o bronzo

$$F_{\text{vernice}} = 0,85 - 0,90$$

# Gli impianti termici

**La temperatura di progetto del fluido termovettore**

**La Potenza termica effettiva**

**Il fattore correttivo  $F_T$  (temperatura)**

$$F_T = \left( \frac{T_m - T_a}{80 - 20} \right)^{1,3}$$

**Il fattore correttivo  $F_{alt}$  (altitudine)**

$$F_{alt} = \frac{p_{mare}}{1,3 \cdot p_{mare} - 0,3 \cdot p}$$

$$p_{(H)} = 101,3 - 0,0113 \cdot H$$

**Il fattore correttivo  $F_{inst}$  (installazione)**

**Il fattore correttivo  $F_{attacchi}$  (attacchi)**

**Il fattore correttivo  $F_{vernici}$  (verniciatura)**

# Gli impianti termici

## Esempio di dimensionamento

Dal **Fabbisogno** di un ambiente di dimensioni 10 x 5 m, con due finestre 2 x 1 m e porta 2,2 x 1 m si ricava una potenza di: **770 W**  
a Cagliari (H~50 m sul livello del mare).

Dal catalogo:

Modello	Dimensioni in mm.				Ø attacchi	Peso a vuoto Kg circa	Contenuto acqua in litri	Potenza termica EN 442				Esponente n.	Coefficiente Km
	A altezza totale	B lunghezza	C profondità	D interasse				ΔT 50°C		ΔT 60°C			
								Watt	*Kcal/h	Watt	*Kcal/h		
GL 800/80	890	80	95	800	1"	2,20	0,55	<b>183</b>	<b>158</b>	233	201	1,32929	1,00806
GL 700/80	790	80	95	700	1"	1,94	0,53	<b>166</b>	<b>143</b>	212	183	1,32907	0,91684
<b>GL 600/80</b>	<b>690</b>	<b>80</b>	<b>95</b>	<b>600</b>	<b>1"</b>	<b>1,60</b>	<b>0,51</b>	<b>145</b>	<b>125</b>	185	160	1,32879	<b>0,80367</b>
GL 500/80	590	80	95	500	1"	1,48	0,40	<b>126</b>	<b>109</b>	161	139	1,32855	0,69822
GL 350/80	440	80	95	350	1"	1,28	0,38	<b>97</b>	<b>84</b>	123	106	1,32817	0,53646
GL 350/80/D	440	80	180	350	1"	2,12	0,70	<b>157</b>	<b>136</b>	200	173	1,31832	0,90597
GL 200/80/D	290	80	180	200	1"	1,42	0,52	<b>103</b>	<b>89</b>	131	113	1,31521	0,60052

\* 1 Watt = 0,863 Kcal/h

- temperature coincidenti con le condizioni standard ( $\Delta T=60^\circ$  C) per acqua ed aria
- altitudine località edificio 50 m sul livello del mare
- installazione con mensola
- radiatore verniciato ad olio
- attacchi standard

# Gli impianti termici

## Esempio di dimensionamento

Potenza nominale 233 W (condizioni standard)

Modello	Dimensioni in mm.				Ø attacchi	Peso a vuoto Kg circa	Contenuto acqua in litri	Potenza termica EN 442				Esponente n.	Coefficiente Km
	A altezza totale	B lunghezza	C profondità	D interasse				ΔT 50°C		ΔT 60°C			
								Watt	*Kcal/h	Watt	*Kcal/h		
GL 800/80	890	80	95	800	1"	2,20	0,55	<b>183</b>	<b>158</b>	233	201	1,32929	1,00806
GL 700/80	790	80	95	700	1"	1,94	0,53	<b>166</b>	<b>143</b>	212	183	1,32907	0,91684
GL 600/80	690	80	95	600	1"	1,60	0,51	<b>145</b>	<b>125</b>	185	160	1,32879	0,80367
GL 500/80	590	80	95	500	1"	1,48	0,40	<b>126</b>	<b>109</b>	161	139	1,32855	0,69822
GL 350/80	440	80	95	350	1"	1,28	0,38	<b>97</b>	<b>84</b>	123	106	1,32817	0,53646
GL 350/80/D	440	80	180	350	1"	2,12	0,70	<b>157</b>	<b>136</b>	200	173	1,31832	0,90597
GL 200/80/D	290	80	180	200	1"	1,42	0,52	<b>103</b>	<b>89</b>	131	113	1,31521	0,60052

\* 1 Watt = 0,863 Kcal/h

Fattori correttivi:

-altitudine località edificio 50 m sul livello del mare

$$F_{alt} = \frac{101,3}{1,3 \cdot 101,3 - 0,3 \cdot (101,3 - 0,0113 \cdot 50)} = \frac{101,3}{131,69 - 30,22} = 0,998$$

- installazione con mensola  $F_{inst} = 0,95$

- radiatore verniciato ad olio  $F_{vernice} = 1,0$

- attacchi standard  $F_{attacchi} = 1,0$

$$F_{corr} = 0,998 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1 = \mathbf{0,948}$$

ROBERTO RICCIU Corso di Impianti per la  
sostenibilità energetica degli edifici A.A.

# Gli impianti termici

## Esempio di dimensionamento

Potenza nominale 233 W (condizioni standard)

$$F_{\text{corr}} = 0,998 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 1 = \mathbf{0,948}$$

Il corpo scaldante trasmette, dunque, meno del 95% della potenza nominale, ovvero

$$P_{\text{effettiva}} = (P_{\text{nominale}} * F_{\text{corr}}) = 233 * 0,948 = \mathbf{221[W]}.$$

Nell'ipotesi di potenza necessaria di 770 W

Il numero dei radiatori (della tipologia scelta) da installare è quindi pari a:

$$N = \frac{P_{\text{fabbisogno}}}{P_{\text{effettiva}}} = \frac{770}{221} \approx 4$$

## Maggiorazione della potenza calcolata

Se il numero di corpi scaldanti è maggiore di UNO si definisce per ognuno di essi la frazione di potenza che deve erogare.

Per la disposizione dei corpi scaldanti, ci si regola sistemandoli in genere lungo le pareti esterne sotto le finestre

## Maggiorazione della potenza calcolata

Se **Regime intermittente**: UNI 7357, non inferiore al **20%**

# Gli impianti termici

## **Per riassumere sui corpi scaldanti**

fabbisogno energetico -> Determinazione della taglia -> numero dei corpi scaldanti

In fase di progetto dell'impianto si selezionano i componenti dai cataloghi commerciali.

Non è pensabile costruire un radiatore qualunque

La collocazione in pianta dei radiatori deve essere studiata

- in funzione dell'arredamento,
- del senso di apertura delle porte
- della disponibilità di allacciamento alla rete di distribuzione dell'acqua calda.

**FINE**