



Università degli Studi di Cagliari



FACOLTÀ DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA



Laurea in Architettura

DICAAR

LABORATORIO INTEGRATO DI PROGETTAZIONE TECNOLOGICA A.A. 2019-2020

modulo: **Termofisica dell'edificio**

Il fabbisogno energetico – UNI TS 11300:1
l'impianto di riscaldamento
Slide 1-28



Docente: ROBERTO RICCIU

ROBERTO RICCIU Laboratorio Integrato di Progettazione Tecnologica (Modulo di Termofisica dell'edificio) A.A. 2019-20

Gli impianti termici

Il punto di partenza: il fabbisogno

FABBISOGNO DI ENERGIA PER IL RISCALDAMENTO $Q_{H,nd}$	$Q_{H,tr}$ [kW h]	$Q_{H,ve}$ [kW h]	Q_{int} [kW h]	Q_{sol} [kW h]	Q_{gn} [kW h]	$Q_{H,ht}$ [kW h]	$Q_{H,nd}$ [kW h]
15 Novembre - 31 Marzo							
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;

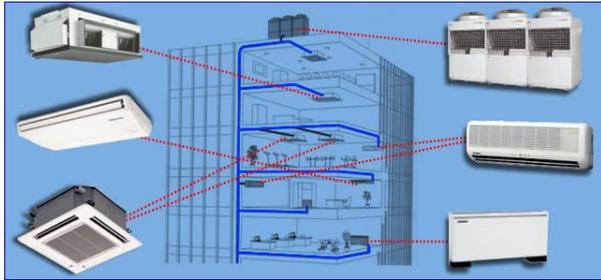
Q_{gn} sono gli apporti termici totali;

Q_{int} sono gli apporti termici interni;

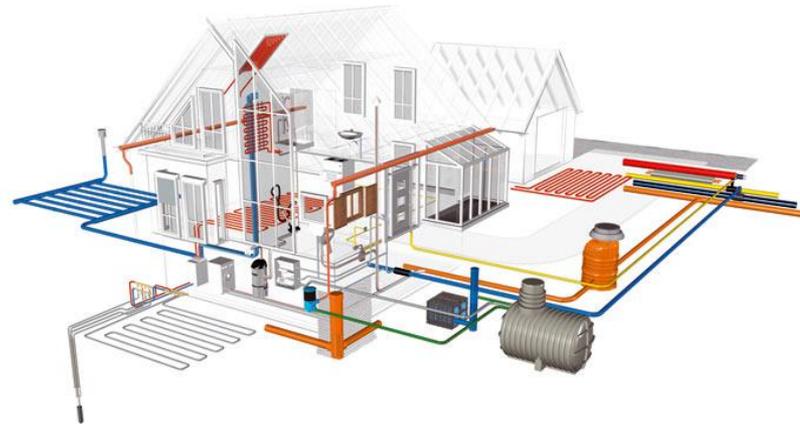
Q_{sol} sono gli apporti termici solari;

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

Gli impianti termici



I componenti degli impianti di condizionamento e riscaldamento



ROBERTO RICCIU Laboratorio Integrato di
Progettazione Tecnologica (Modulo di
Termofisica dell'edificio) A.A. 2019-20

Gli impianti termici

La trasmissione del calore in ambiente

La scelta del corpo scaldante è fondamentale per il benessere degli utenti, in coincidenza con il corretto impiego dell'energia.

Conduzione termica



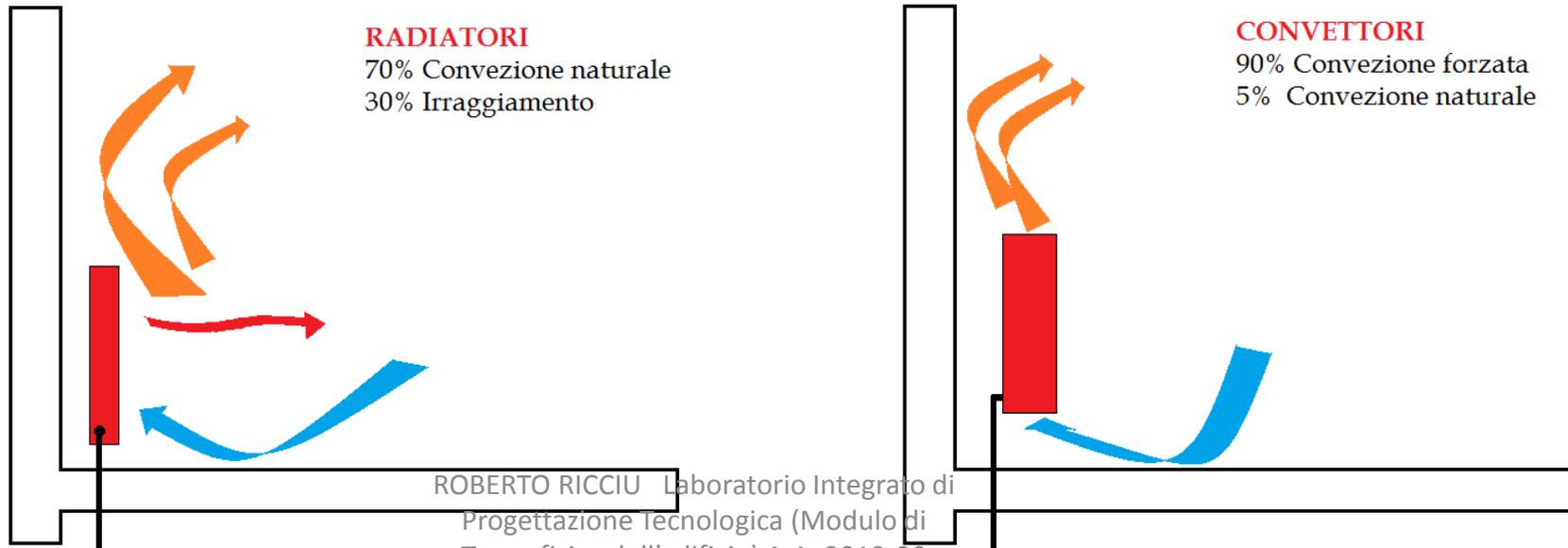
Quando due corpi sono a contatto diretto

Conduzione: unico esempio reale la boulette, ma non praticabile in grandi ambienti

Convezione + Irraggiamento: spesso in combinazione tra loro



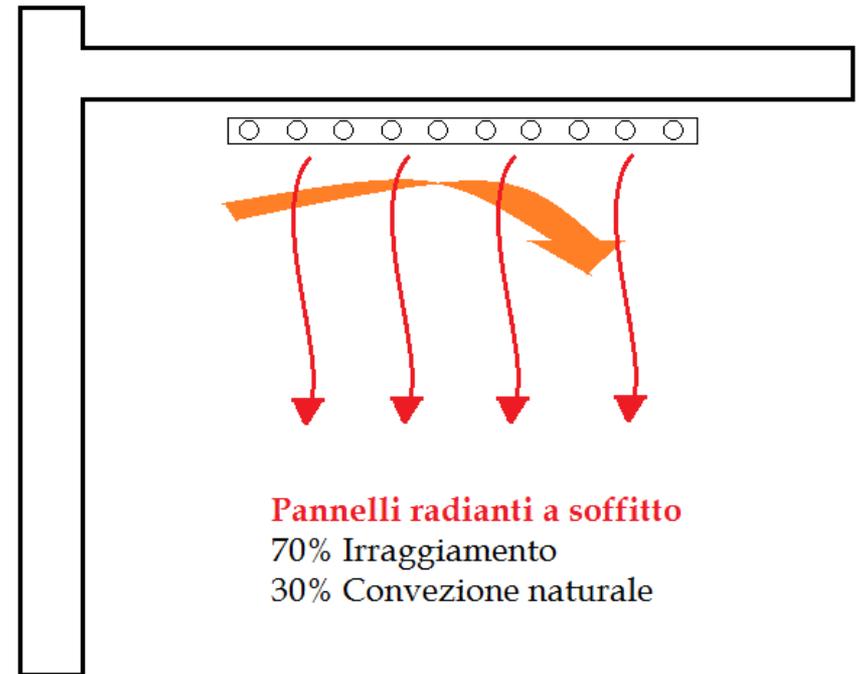
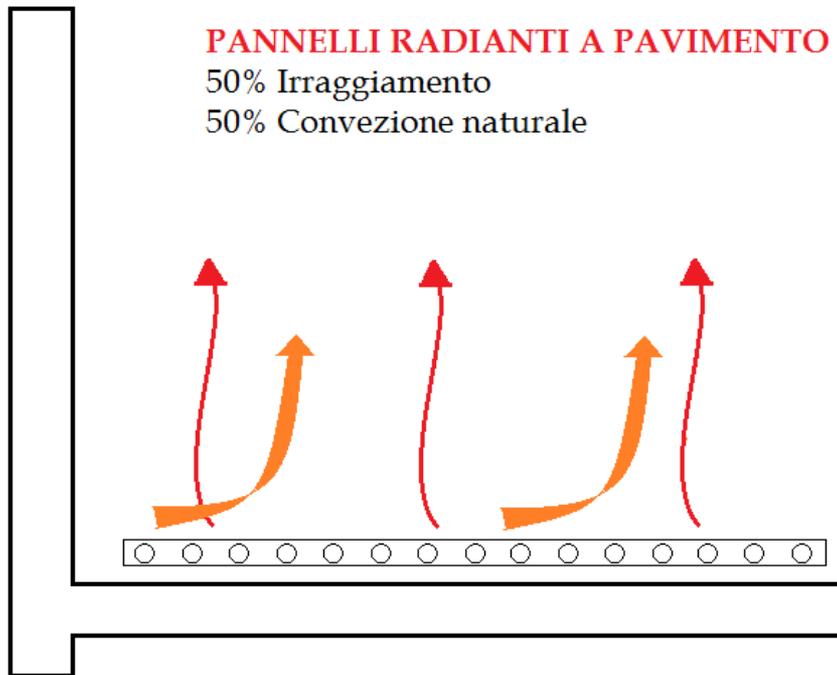
Il sistema a convezione per eccellenza è il riscaldamento a convettori in cui l'aria funge da fluido termovettore trasportando il calore dal corpo scaldante (batteria di scambio) al locale, per poi tornare al corpo scaldante.



Gli impianti termici

La trasmissione del calore in ambiente

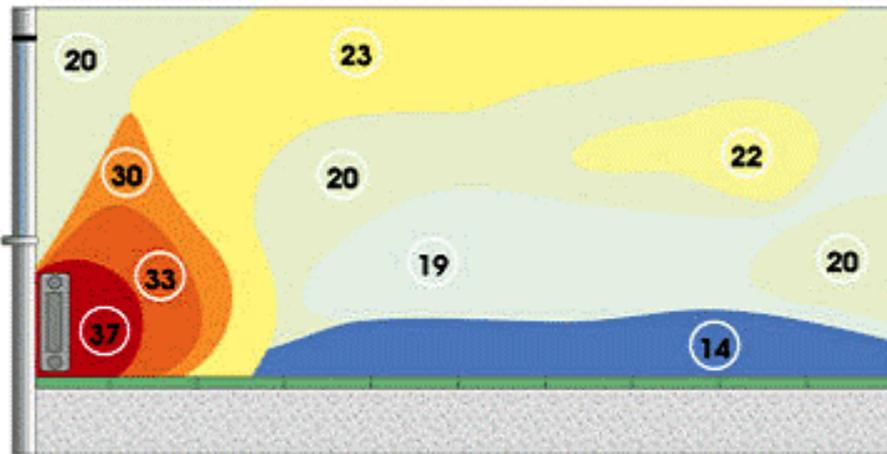
Il sistema radiante per eccellenza è rappresentato da pannelli o tubazioni annegati nelle strutture o appesi a pareti/soffitto



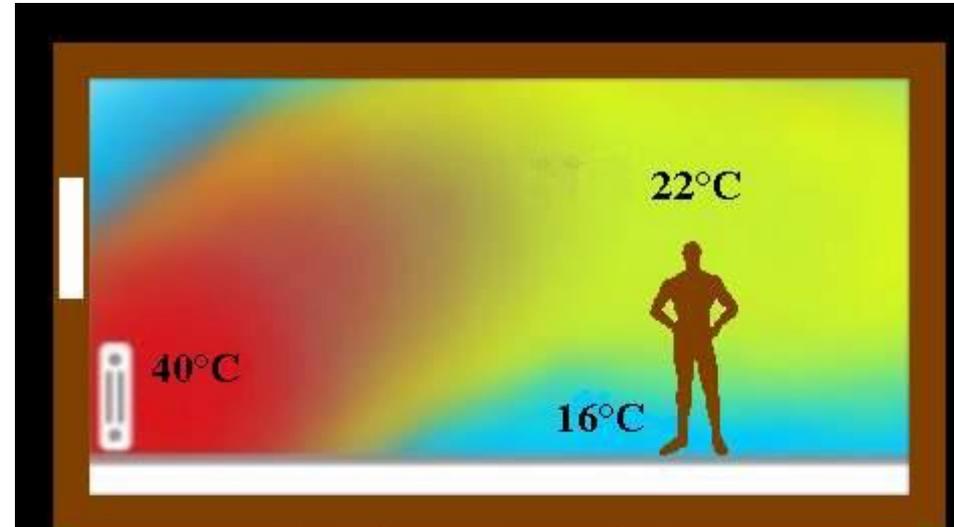
Gli impianti termici

La trasmissione del calore in ambiente

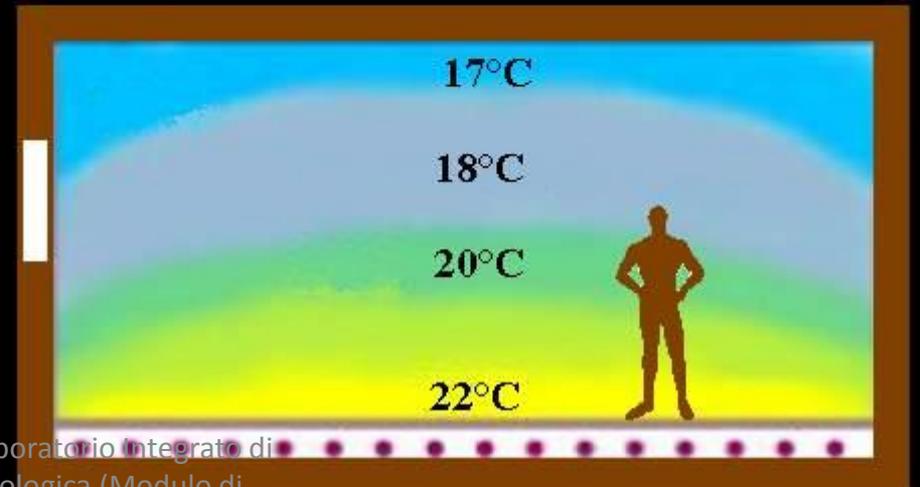
Il sistema a convezione (come per i radiatori) per contro **richiede un Δt** e causa un gradiente termico non trascurabile, anche in locali di altezza limitata



Il sistema radiante agisce **senza intermediario** e limita i fenomeni di stratificazione (non esiste un sistema unicamente radiante)



riscaldamento a radiatore



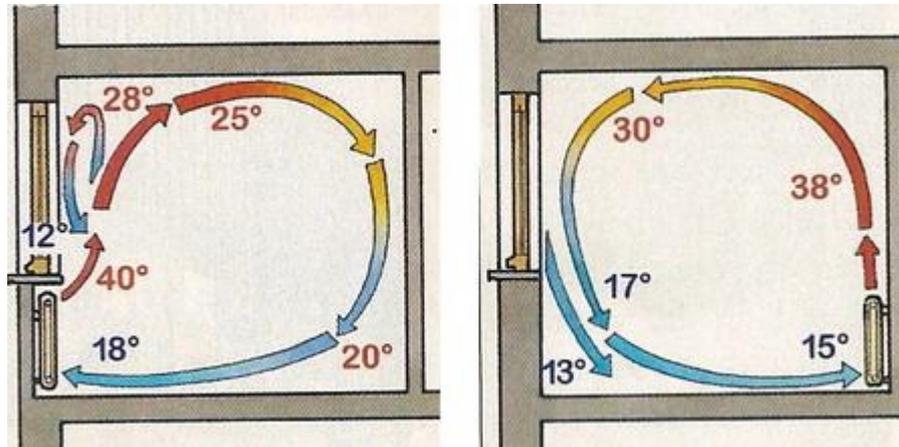
riscaldamento a pannelli radianti

Gli impianti termici

Caratteristiche di installazione dei corpi scaldanti

È consigliabile installare i radiatori sotto finestra o lungo le pareti esterne in modo da:

- contrastare meglio le correnti di aria fredda che si formano in corrispondenza di tali superfici
- migliorare le condizioni di benessere fisiologico limitando l'irraggiamento del corpo umano verso le zone fredde
- evitare o ridurre, nell'interno del corpo scaldante, l'eventuale formazione di condensa superficiale interna



- E' utile ricordare che :
 - nel prevedere la misura dei corpi scaldanti, si deve aggiungere almeno $7 \div 10$ cm per l'attacco e relativa valvola
 - all'altezza vanno aggiunti, in basso, almeno 10 cm per il passaggio dell'aria e per la pulizia e, in alto, almeno 15 cm per consentire il libero movimento ascensionale dell'aria calda
 - alla profondità vanno aggiunti almeno 3 cm di distanza dal filo della parete finita a cui si addossa il corpo scaldante

Gli impianti termici

Tipologie e materiali

Radiatori

I radiatori sono corpi scaldanti (ad elementi, a piastra, a tubi o a lamelle) che cedono calore per convezione naturale ed irraggiamento, e rappresentano un elemento fondamentale nel processo di cessione del calore all'ambiente; la loro scelta e la loro ubicazione hanno forti ripercussioni sul comfort degli occupanti e sul risparmio energetico. Non deve, però, comunque mai trasformarsi in un fattore di disturbo per l'arredamento o la pulizia domestica.

In base al materiale con cui sono costruiti possono essere suddivisi nei seguenti tipi: in **ghisa**, in **acciaio**, in **alluminio**.



Ghisa



Acciaio



Alluminio

Gli impianti termici

Tipologie e materiali

Radiatori in ghisa

Sono costituiti da elementi realizzati per fusione e assemblati con nipples. Al tradizionale modello a colonne si è aggiunto il modello a piastre che presenta anteriormente un'ampia superficie radiante e posteriormente una sezione atta a minimizzare lo scambio termico passivo con le pareti.

Aspetti Positivi

- non temono fenomeni corrosivi
- dilatandosi non causano rumori
- sono sempre componibili

Aspetti Negativi

- Maggior costo, soprattutto rispetto ai radiatori in acciaio in piastra e a colonne;
- Elevato peso che rende difficoltosa l'installazione;
- Fragilità che può essere causa di rotture in fase di montaggio;
- Elevata inerzia termica che può rendere meno



Gli impianti termici

Tipologie e materiali

Radiatori in acciaio

Sono realizzati mediante saldatura di lamiere stampate a due tubi. Possono essere a piastra, a colonne, a tubi o a lamelle.

Aspetti Positivi

- Costo contenuto: i tipi a piastra e a colonne sono i radiatori più economici;
- Limitato peso: a parità di resa termica pesano circa il 65-70% in meno dei radiatori in ghisa;
- Facile inserimento ambientale: la vasta gamma di tipi , di forme e di colori disponibili consente soluzioni estetiche facilmente integrabili nell'ambiente;
- Bassa inerzia termica nei tipi a piastra



ROBERTO RICCIU Laboratorio Integrato di
Progettazione Tecnologica (Modulo di
Termofisica dell'edificio) A.A. 2019-20

Gli impianti termici

Tipologie e materiali

Radiatori
in
acciaio



Aspetti Negativi

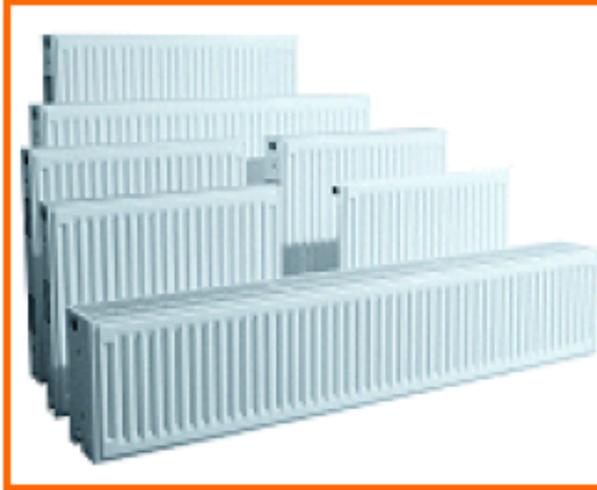
- Elevata inerzia nel tipo a colonne e a tubi cioè nei tipi che contengono molta acqua;
- Non sono componibili nei tipi a piastra, a lamelle e a colonne con elementi saldati;
- Possibili fenomeni di corrosione: senza adeguati rivestimenti superficiali questi radiatori sono facilmente esposti a corrosione esterna.

ROBERTO RICCIU Laboratorio Integrato di
Progettazione Tecnologica (Modulo di
Termofisica dell'edificio) A.A. 2019-20

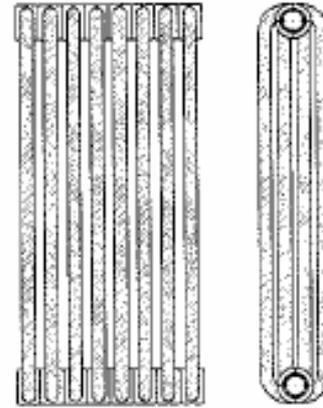
Gli impianti termici

Tipologie e materiali

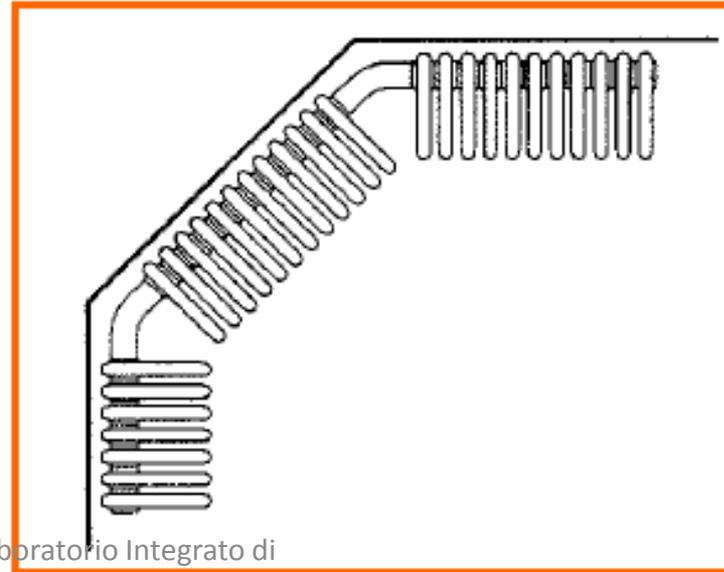
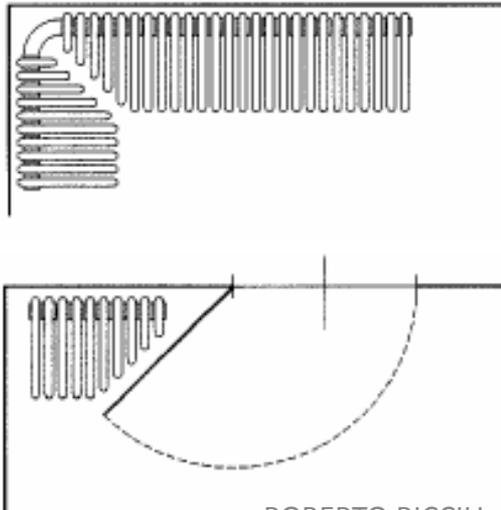
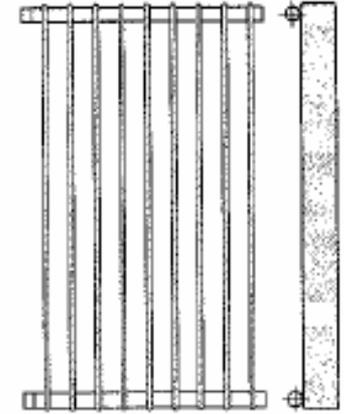
Radiatori
in
acciaio



tipo a tubi



tipo a lamelle



ROBERTO RICCIU Laboratorio Integrato di
Progettazione Tecnologica (Modulo di
Termofisica dell'edificio) A.A. 2019-20

Gli impianti termici

Radiatori in alluminio

Sono costituiti da elementi realizzati per estrusione o pressofusione e assemblati con nipples.

Aspetti Positivi

- Costo relativamente contenuto
- Leggerezza: a parità di resa termica pesano circa il 70-75% in meno dei radiatori in ghisa;
- Componibilità
- Limitata inerzia termica.

Aspetti Negativi

- Possibili fenomeni di corrosione interna: la presenza di alcali forti nell'acqua favorisce fenomeni di corrosione dell'alluminio: per questo motivo è opportuno evitare addolcimenti troppo spinti ed eventualmente ricorrere ad inibitori chimici.

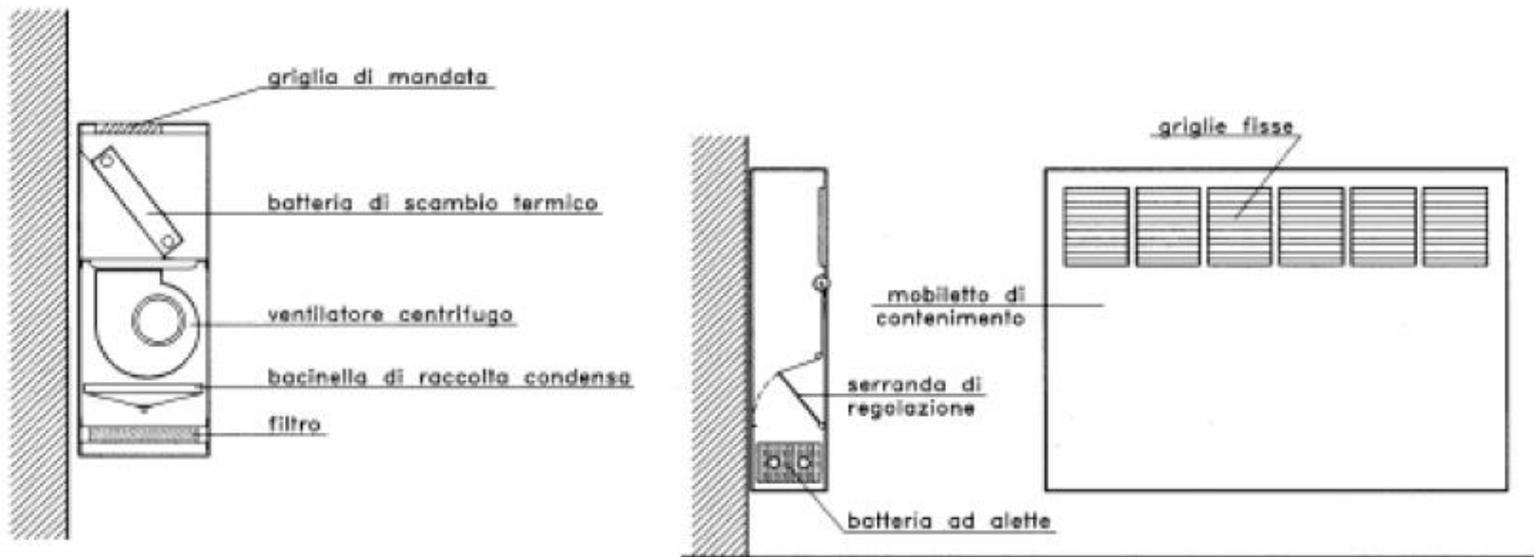


Gli impianti termici

Termoconvettori e ventilconvettori

Sono terminali che cedono o sottraggono calore all'ambiente per convezione naturale e forzata rispettivamente. Sono costituiti essenzialmente da:

- una o due batterie alettate di scambio termico
- ventilatori centrifughi o tangenziali (solo ventilconvettori)
- un filtro dell'aria
- una bacinella di raccolta condensa
- un involucro di contenimento (mobiletto)



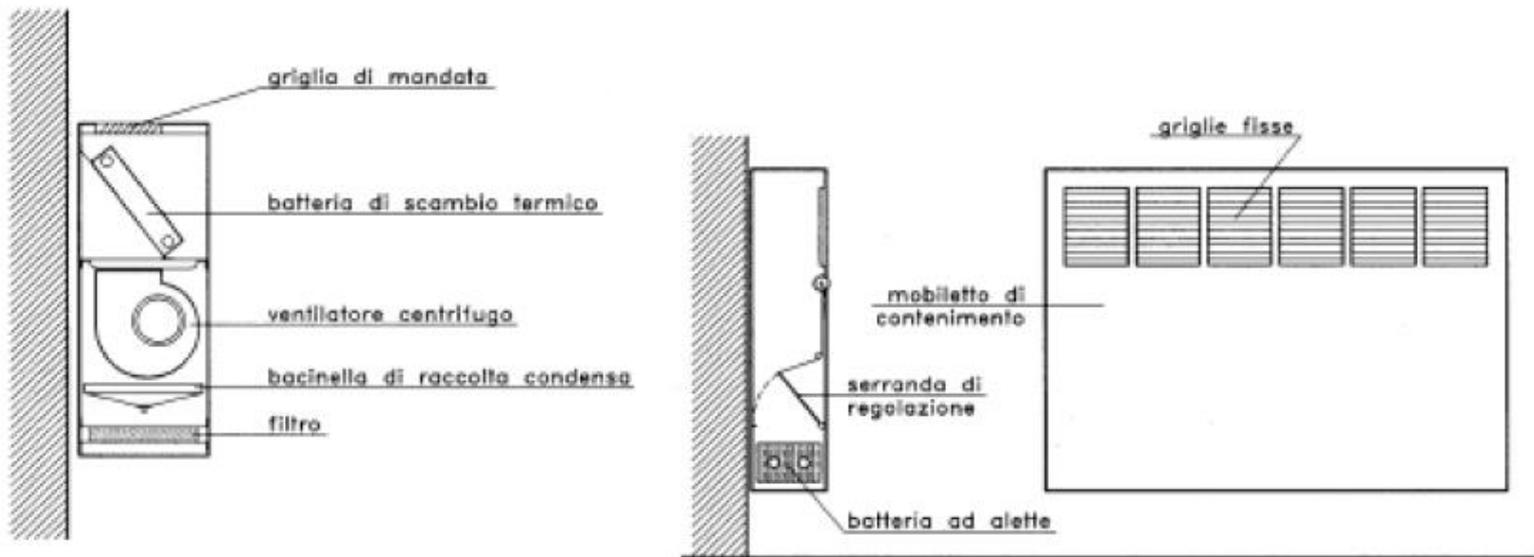
Ventilconvettore

Gli impianti termici

Termoconvettori e ventilconvettori

Si utilizzano per riscaldare e raffreddare abitazioni, uffici, sale di riunione, alberghi, ospedali, laboratori, ecc....

Per le temperature in ingresso e uscita dell'acqua dal terminale valgono le stesse considerazioni fatte per i radiatori.

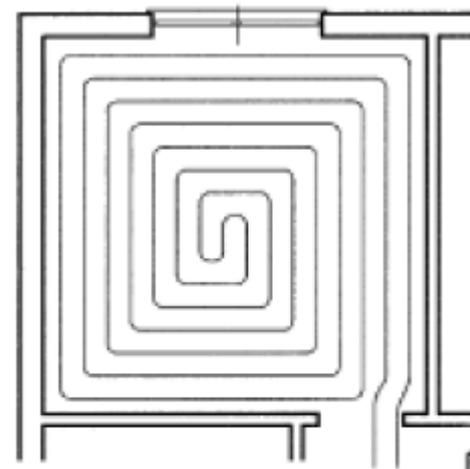
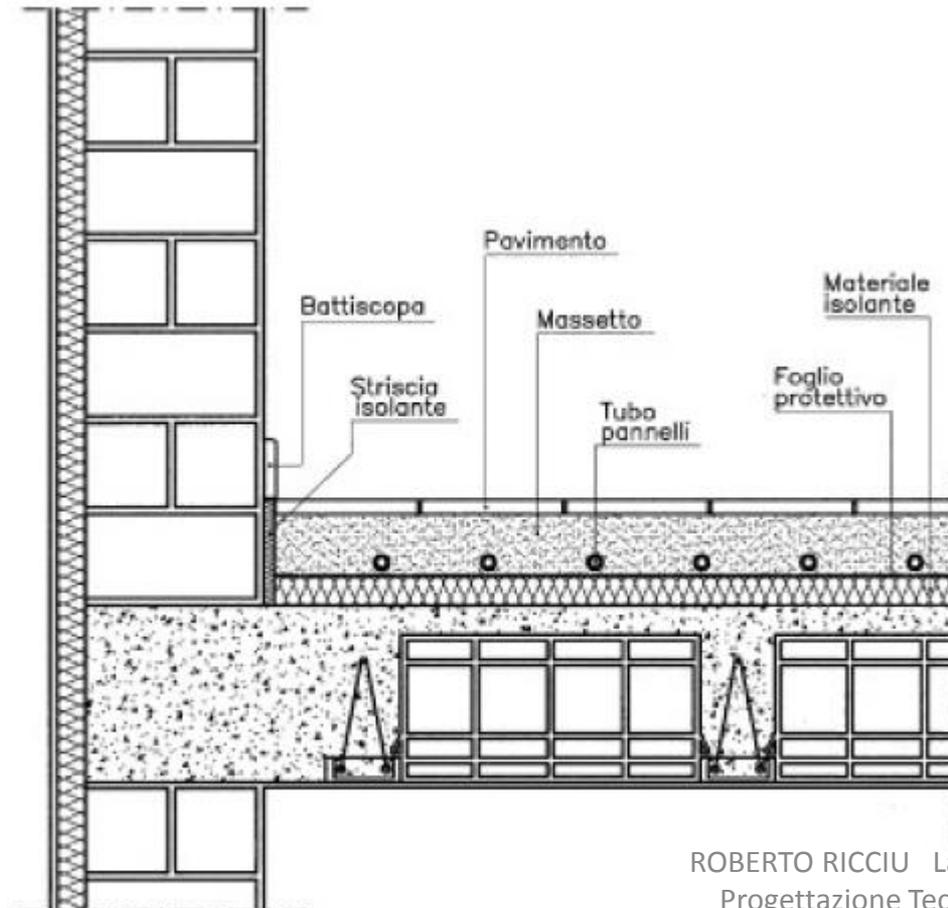


Ventilconvettore

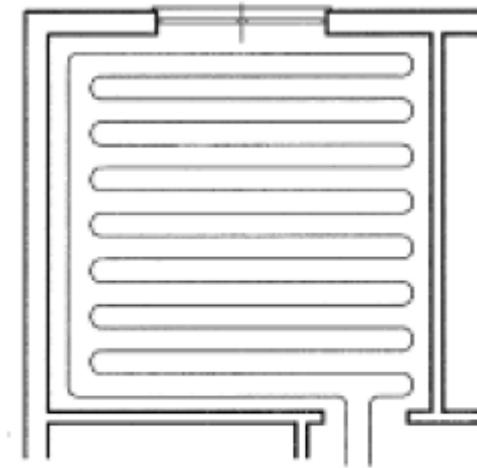
Gli impianti termici

Pannelli radianti

Si ottengono annegando nelle strutture murarie del pavimento o della parete dei tubi in materiale plastico (PEX) all'interno dei quali scorre acqua calda intorno ai 40°C .



Pannelli a spirale
con interasse costante



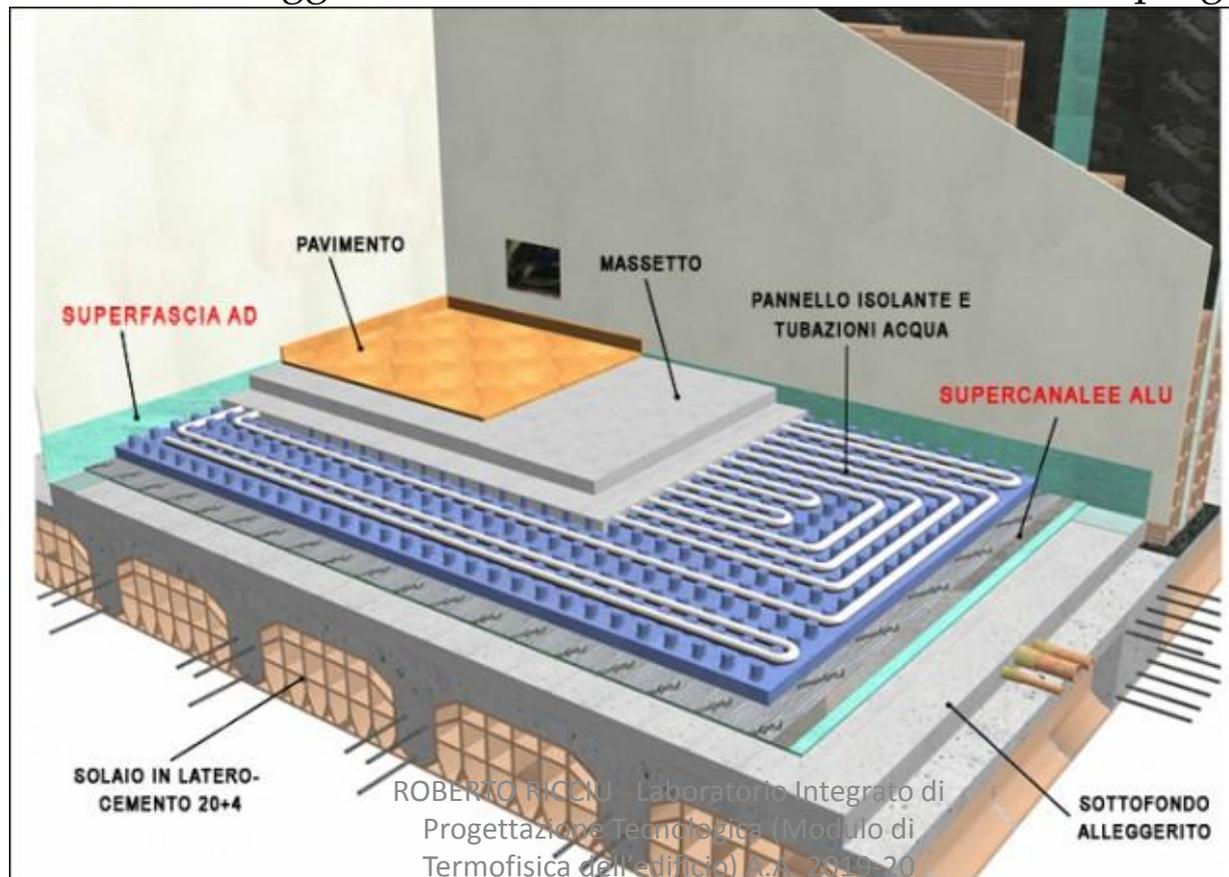
Pannelli a serpentine
con interasse costante

Gli impianti termici

Pannelli radianti

I principali vantaggi del riscaldamento a pannelli radianti rispetto all'utilizzo di radiatori o termoconvettori vanno dal *risparmio energetico* (10÷15%), *miglior qualità dell'aria*, date le basse temperature di esercizio che evitano la cottura del pulviscolo atmosferico, un *miglior benessere termico* e un *minor impatto ambientale* in quanto l'impianto risulta essere completamente nascosto.

Per contro si ha un maggior costo sia in fase di realizzazione che di progettazione.



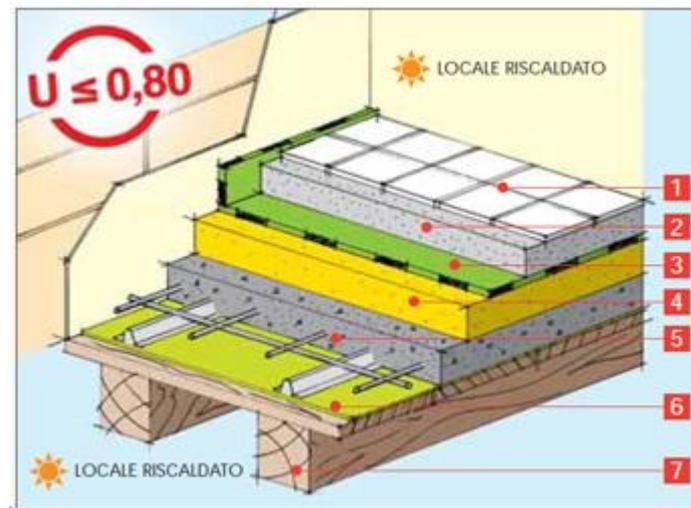
Gli impianti termici

Pannelli radianti



Soluzione commerciale per ambienti climatizzati con pannelli radianti a pavimento

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

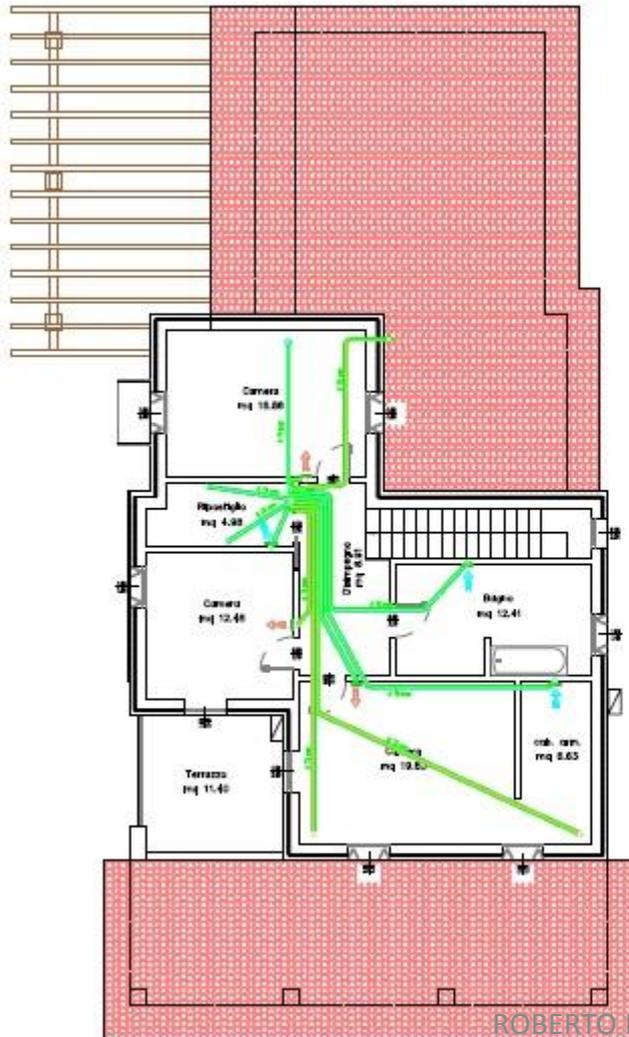


Soluzione commerciale per il recupero di vecchi solai in legno

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

Gli impianti termici

Esempio di Progetto impianto Termico per una abitazione di Classe A



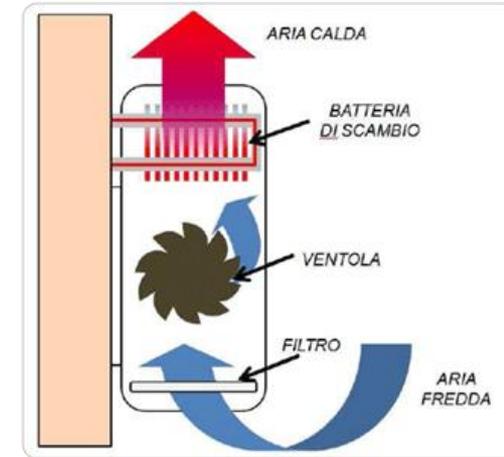
Sezione

Gli impianti termici

Terminali di erogazione



Bocchette in sistemi ad aria calda



Ventilconvettori / Termoconvettori

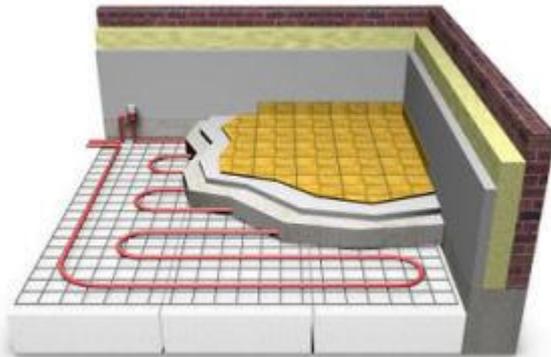


Gli impianti termici

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 RICCIU Laboratorio Integrato di Progettazione tecnologica (Modulo di Termofisica dell'edificio) A.A. 2019-20

Pannelli annegati a soffitto



Gli impianti termici

I criteri generali

Prima di procedere al dimensionamento dei radiatori da installare in un ambiente caratterizzato da un determinato fabbisogno di energia, è necessario introdurre ed illustrare i **principali parametri** che caratterizzano questo corpo scaldante, in particolare:

- potenza termica **nominale**
- **temperatura** di progetto del fluido termovettore
- potenza termica **effettiva**, ottenuta moltiplicando la nominale per:

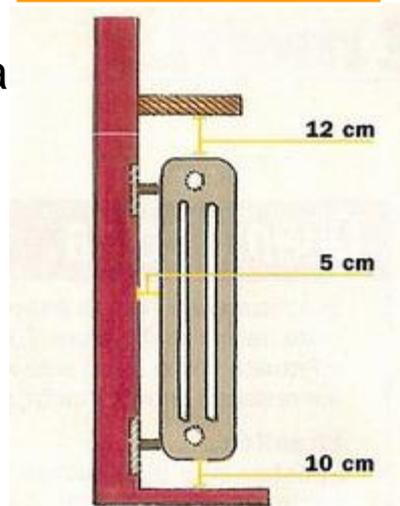
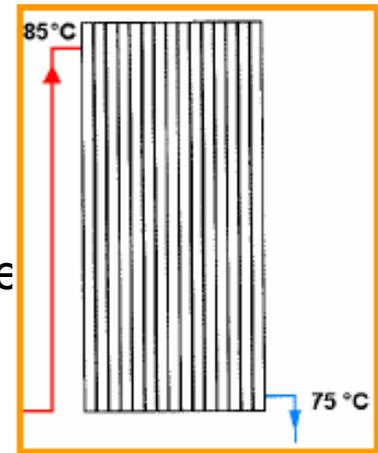
- fattore correttivo per la diversa temperatura dei fluidi
- fattore correttivo per effetto dell'altitudine
- fattore correttivo per protezione del radiatore
- fattore correttivo relativo alla tipologia di attacchi
- fattore correttivo relativo alla tipologia di vernice

Gli impianti termici

La potenza termica nominale

Il parametro **potenza termica nominale** definisce il valore della potenza termica scambiata da un radiatore con l'ambiente nelle condizioni standard o di prova. Le condizioni di prova sono definite dalla norma UNI EN 442 e sono principalmente:

- 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

Δ_{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

Normalmente è fornita dal produttore insieme ai dati dimensionali del corpo scaldante.

Il dato presente nel catalogo, solitamente espresso in Watt e Kcal/h, costituisce il punto di partenza del calcolo dei radiatori (fermo restando che sia precedentemente stata determinata la potenza termica necessaria ai singoli locali da riscaldare).



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	183	158	233	201	1,32929	1,00806
GL 700/80	790	80	95	700	1"	1,94	0,53	166	143	212	183	1,32907	0,91684
GL 600/80	690	80	95	600	1"	1,60	0,51	145	125	185	160	1,32879	0,80367
GL 500/80	590	80	95	500	1"	1,48	0,40	126	109	161	139	1,32855	0,69822
GL 350/80	440	80	95	350	1"	1,28	0,38	97	84	123	106	1,32817	0,53646
GL 350/80/D	440	80	180	350	1"	2,12	0,70	157	136	200	173	1,31832	0,90597
GL 200/80/D	290	80	180	200	1"	1,42	0,52	103	89	131	113	1,31521	0,60052

* 1 Watt = 0,863 Kcal/h

Gli impianti termici

La temperatura di progetto del fluido termovettore

Generalmente il valore di questo parametro viene impostato in un intervallo compreso tra 65°C e 75°C e questo perché l'esperienza insegna che valori più elevati:

- attivano forti moti convettivi e quindi contribuiscono al formarsi di zone con aria più calda a soffitto e più fredda a pavimento
- determinano una sensibile “cottura” del pulviscolo atmosferico e quindi causano irritazioni all'apparato respiratorio, nonché l'annerimento delle pareti dietro e sopra i corpi scaldanti (i cosiddetti baffi)

mentre, valori di progetto troppo bassi farebbero aumentare notevolmente il costo dell'impianto e l'ingombro dei radiatori

Gli impianti termici

La Potenza termica effettiva

Il parametro **potenza termica effettiva** definisce il valore della potenza termica che viene effettivamente scambiata dal radiatore con l'ambiente, nelle previste condizioni di posa.

Si tratta di una frazione della potenza termica “nominale”, viene calcolata applicando al valore di quest'ultima una serie di coefficienti riduttivi, che tengono conto dell'**altitudine**, della **temperatura** dell'acqua, della tipologia di **attacchi**, della **verniciatura** e della tipologia di **installazione**:

$$P_{\text{effettiva}} = P_{\text{nom}} \cdot (F_T \cdot F_{\text{alt}} \cdot F_{\text{inst}} \cdot F_{\text{attacchi}} \cdot F_{\text{vernice}}) \quad (W)$$

Nella pratica quindi sarà necessario provvedere in via preliminare alla determinazione del valore numerico dei cinque coefficienti citati, quindi moltiplicarli per il valore della potenza termica nominale.

Gli impianti termici

Il fattore correttivo F_T (temperatura)

Tiene conto delle variazioni di temperatura relative rispettivamente al fluido scaldante e all'ambiente (a numeratore), rispetto alle stesse temperature che vengono considerate nelle condizioni standard di prova (a denominatore):

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

E' quindi possibile impostare una tabella in formato excel e procedere al calcolo del fattore F_T per i vari valori di temperatura.

Gli impia

Il fattore

Tiene conto
scaldante e
vengono co

E' quindi po
del fattore F

Tm	Temperatura dell'aria															
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
40	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,30	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,16
41	0,42	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,30	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18
42	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,30	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22	0,21	0,19
43	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,30	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22	0,21
44	0,48	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,30	0,29	0,27	0,26	0,24	0,22
45	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,30	0,29	0,27	0,26	0,24
46	0,51	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,30	0,29	0,27	0,26
47	0,53	0,51	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,30	0,29	0,27
48	0,55	0,53	0,51	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,30	0,29
49	0,57	0,55	0,53	0,51	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32	0,30
50	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34	0,32
51	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37	0,35	0,34
52	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37	0,35
53	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39	0,37
54	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,41	0,39
55	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,41
56	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42
57	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,50	0,48	0,46	0,44
58	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,50	0,48	0,46
59	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,50	0,48
60	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51	0,50
61	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53	0,51
62	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55	0,53
63	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57	0,55
64	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,57
65	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59
66	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61
67	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63
68	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65
69	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67
70	1,00	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69
71	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71
72	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73
73	1,07	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77	0,75
74	1,09	1,07	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,77
75	1,11	1,09	1,07	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79
76	1,13	1,11	1,09	1,07	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81
77	1,15	1,13	1,11	1,09	1,07	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83
78	1,18	1,15	1,13	1,11	1,09	1,07	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85
79	1,20	1,18	1,15	1,13	1,11	1,09	1,07	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87
80	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94	0,91
81	1,24	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96	0,94
82	1,27	1,24	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04	1,02	1,00	0,98	0,96
83	1,29	1,27	1,24	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04	1,02	1,00	0,98
84	1,31	1,29	1,27	1,24	1,22	1,20	1,18	1,16	1,14	1,12	1,10	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98

ROBERTO RICCIU Laboratorio integrato di
Progettazione Tecnologica (Modulo di
Termofisica dell'edificio) A.A. 2019-20

Gli impianti termici

Il fattore correttivo F_{alt} (altitudine)

L'altitudine H relativa alla località dell'edificio incide sulla resa termica del radiatore, in quanto la densità dell'aria e, quindi, la sua capacità di trasporto del calore diminuisce man mano che cresce H , influenzando quindi sull'emissione termica del corpo scaldante.

In particolare l'espressione che viene sovente utilizzata è:

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

dove:

p_{mare} : pressione atmosferica al livello del mare = 101,3 kPa

p : pressione atmosferica della località di installazione (kPa), valutabile con:

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

con H espressa in m.

Gli impianti termici

Il fattore correttivo F_{inst} (installazione)

La trasmissione del calore dal radiatore all'ambiente viene fortemente influenzata dalla tipologia di installazione che viene adottata.

Si riscontrano, generalmente, quattro casi notevoli:

- 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 $F_{inst} = 0,95 - 1,00$



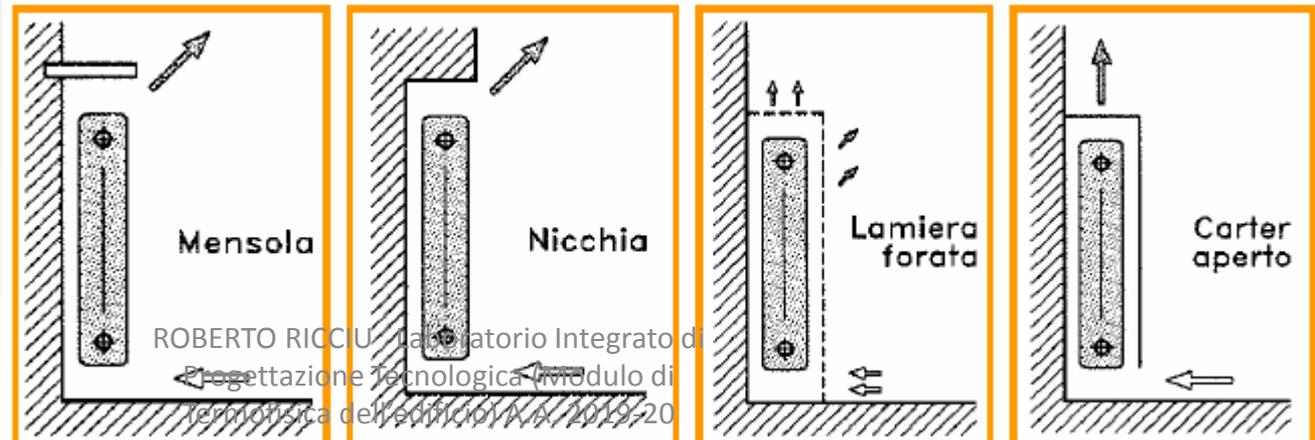
installazione con mensola



installazione a nicchia



installazione dietro lamiera perforata



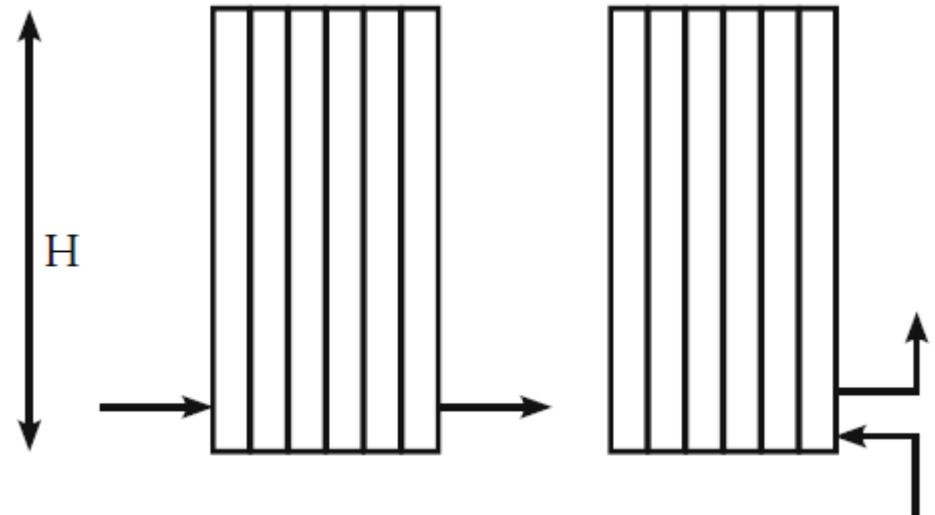
Gli impianti termici

Il fattore correttivo F_{attacchi} (attacchi)

Deve essere considerato nel caso in cui le condizioni degli attacchi (intesi come ingresso ed uscita) del radiatore siano differenti da quelle standard, per esempio **quando l'entrata e l'uscita sono entrambe in basso**.

I valori del fattore correttivo variano in funzione dell'altezza del radiatore, in particolare:

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



Gli impianti termici

Elementi per il montaggio



ROBERTO RICCIU Laboratorio Integrato di Progettazione Tecnologica (Modulo di Termofisica dell'edificio) A.A. 2019-20

Gli impianti termici

Il fattore correttivo F_{vernice} (verniciatura)

È il fattore che serve a determinare la potenza termica di un radiatore quando, dopo la prova di resa nominale, viene verniciato. Il suo valore tiene conto del fatto che la verniciatura diminuisce sensibilmente l'energia termica emessa per irraggiamento

Per vernici ad olio

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

Per vernici a base di alluminio o bronzo $F_{\text{vernice}} = 0,85 - 0,90$

Gli impianti termici

Esempio di dimensionamento

L'ambiente in cui è stato calcolato il fabbisogno iniziale è un locale, 10 metri per 5 metri, dotato di due finestre 2 metri per 1 metro ed una porta 2,2 metri per 1 metro.

Il locale si trova collocato al quarto piano di un edificio, a Cagliari (H~50 m sul livello del mare).

Dal catalogo si sceglie:

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	183	158	233	201	1,32929	1,00806
GL 700/80	790	80	95	700	1"	1,94	0,53	166	143	212	183	1,32907	0,91684
GL 600/80	690	80	95	600	1"	1,60	0,51	145	125	185	160	1,32879	0,80367
GL 500/80	590	80	95	500	1"	1,48	0,40	126	109	161	139	1,32855	0,69822
GL 350/80	440	80	95	350	1"	1,28	0,38	97	84	123	106	1,32817	0,53646
GL 350/80/D	440	80	180	350	1"	2,12	0,70	157	136	200	173	1,31832	0,90597
GL 200/80/D	290	80	180	200	1"	1,42	0,52	103	89	131	113	1,31521	0,60052

* 1 Watt = 0,863 Kcal/h

tenendo presenti le seguenti condizioni di installazione ed altezza:

- temperature coincidenti con le condizioni standard ($\Delta T=60^\circ \text{ C}$) 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	183	158	233	201	1,32929	1,00806
GL 700/80	790	80	95	700	1"	1,94	0,53	166	143	212	183	1,32907	0,91684
GL 600/80	690	80	95	600	1"	1,60	0,51	145	125	185	160	1,32879	0,80367
GL 500/80	590	80	95	500	1"	1,48	0,40	126	109	161	139	1,32855	0,69822
GL 350/80	440	80	95	350	1"	1,28	0,38	97	84	123	106	1,32817	0,53646
GL 350/80/D	440	80	180	350	1"	2,12	0,70	157	136	200	173	1,31832	0,90597
GL 200/80/D	290	80	180	200	1"	1,42	0,52	103	89	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 $F_{attacchi} = 1,0$

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

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 un fabbisogno 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

Il funzionamento in **regime intermittente** porta ad una efficienza minore dell'impianto, che viene considerata nella UNI 7357, imponendo una maggiorazione del fabbisogno calcolato.

La necessità di cautelarsi da errori e da situazioni ambientali straordinarie impone inoltre di attuare delle ulteriori correzioni: la norma UNI 10379 suggerisce una **maggiorazione** non inferiore al **20%**

Orientativamente se il fabbisogno è correttamente calcolato (dispersioni, ponti termici, isolamento) **può essere sufficiente una maggiorazione del 10%**

Gli impianti termici

Per riassumere sui corpi scaldanti

Per la determinazione della taglia e del numero dei corpi scaldanti è fondamentale il calcolo del fabbisogno energetico.

Non è possibile determinare la struttura dell'impianto ed il numero dei suoi radiatori tramite l'equivalenza tra il valore del volume scaldato ed un numero di potenza termica Volumetrico!

In fase di progetto dell'impianto si selezionano i componenti dai cataloghi commerciali. Così avviene per i generatori di calore, per le pompe e le soffianti, per le tubazioni e per i terminali.

Non è pensabile costruire un radiatore di superficie qualunque poiché avrebbe costi elevatissimi. Meglio selezionare i radiatori dai cataloghi commerciali dei vari fornitori. Questo fatto introduce tutta una serie di problemi per via della discretizzazione delle serie commerciali dei prodotti: se occorre un radiatore da 454 W occorre selezionare fra i due della serie commerciale disponibili di 400 e 500 W.

La collocazione in pianta dei radiatori deve essere ben studiata in funzione dell'arredamento, del senso di apertura delle porte e della disponibilità di allacciamento alla rete di distribuzione dell'acqua calda.

FINE