

Corso di

IMPIANTI TECNICI per l'EDILIZIA

IMPIANTI RISCALDAMENTO
Corpi scaldanti



Prof. Paolo ZAZZINI
Dipartimento INGEO
Università "G. D'Annunzio" Pescara
www.lft.unich.it

Il progetto di un impianto di riscaldamento prevede come primo passo il dimensionamento dei TERMINALI (CORPI SCALDANTI):

elementi che **distribuiscono agli ambienti il calore** *prodotto nel generatore e trasportato lungo la rete* di distribuzione

Si distinguono alcune tipologie di corpi scaldanti che differiscono per le **modalità con cui scambiano calore** con l'ambiente:

Radiatori

Termoconvettori

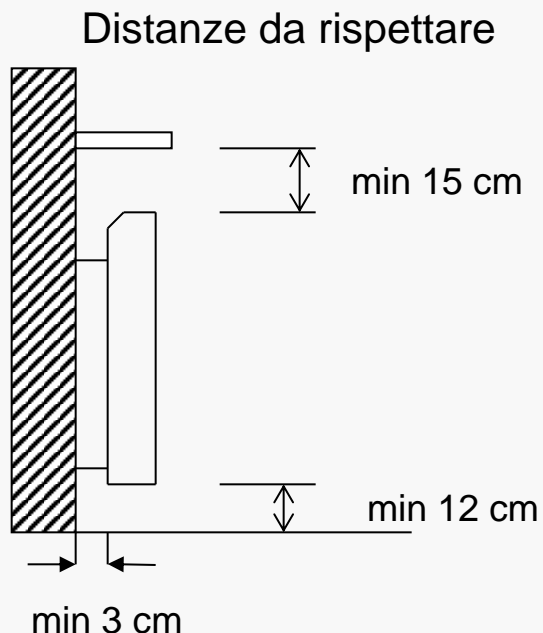
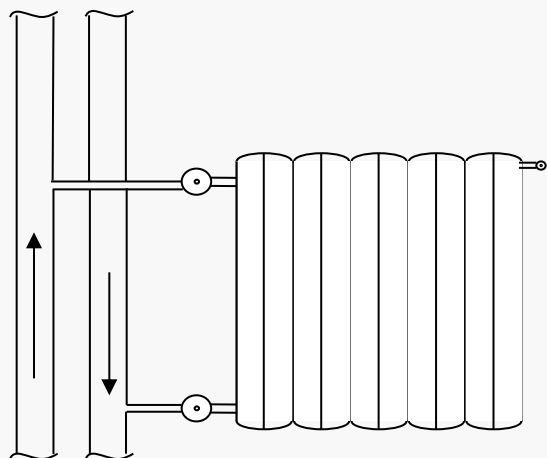
Ventilconvettori

Aerotermi

Pavimenti radianti

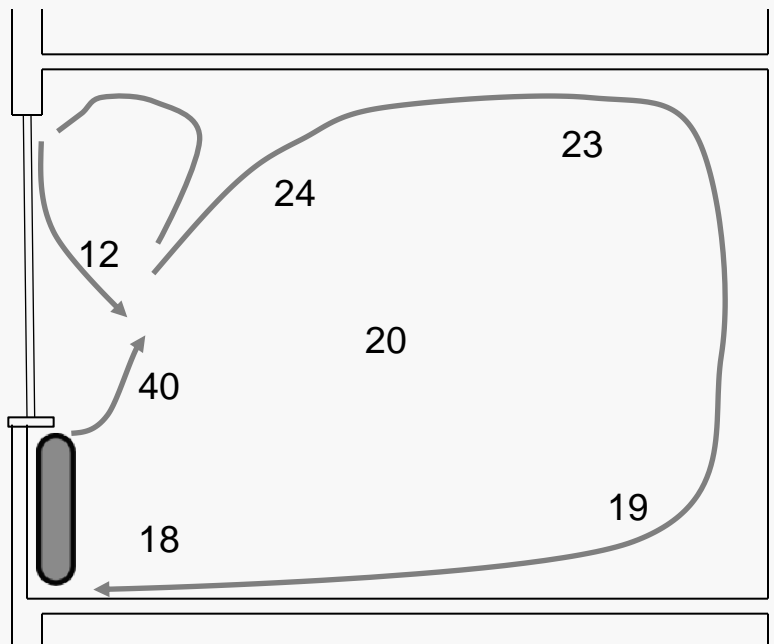
Radiatori

Corpi scaldanti più diffusi impropriamente detti radiatori: attraverso le pareti degli elementi sono a diretto contatto con l'ambiente al quale cedono calore prevalentemente per convezione ($\approx 70\%$), in parte per irraggiamento ($\approx 30\%$)

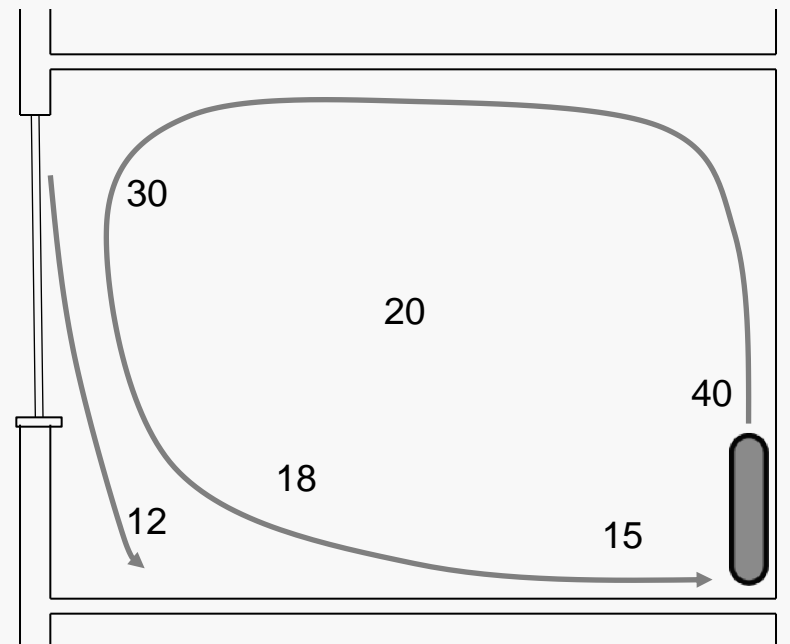


Installazione migliore sulle pareti esterne, in particolare su quelle più disperdenti, meglio sotto le finestre, sfruttando lo spazio non occupabile da altri componenti di arredo, per **bilanciare l'effetto di parete fredda ed il flusso d'aria fredda verso il pavimento.**

MOVIMENTI TIPICI DELL'ARIA IN AMBIENTE CON RADIATORI



Installazione corretta del radiatore



Installazione non ottimale del radiatore

Meglio evitare:

l'installazione **dentro una nicchia** se la parete è non isolata poiché aumentano le dispersioni per il ridotto spessore della parete.

la **copertura con mobiletti chiusi** perché ostacola lo scambio radiativo e convettivo e comporta una sensibile diminuzione della resa termica (20-30%).

Quando è inevitabile posizionarli su una parete interna conviene sfruttare gli spazi dietro la porta (per motivi di ingombro)

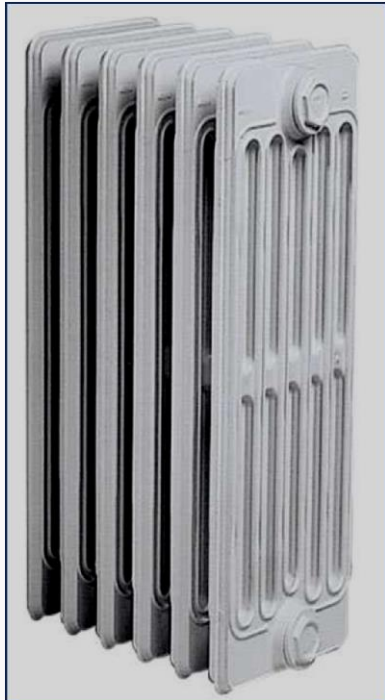
Alcuni inconvenienti:

La presenza di radiatori in un ambiente, con temperatura superficiale molto diversa da quella dell'aria può dar luogo a **condizioni di discomfort locale (asimmetria di irraggiamento termico)**.

Formazione di **aloni scuri** sulla parete sopra il radiatore per la combustione del pulviscolo presente nell'aria.

Radiatori in ghisa

A colonna



A piastra



Corpi **modulari** composti in modo da rispondere alle diverse esigenze di richiesta termica degli ambienti in cui sono installati

Molto pesanti e ad **elevata inerzia** termica

Tempi lunghi di messa a regime

Mantenimento della temperatura di comfort più a lungo dopo lo spegnimento dell'impianto

Radiatori in acciaio



Corpi scaldanti più leggeri ed economici di quelli in ghisa, quindi caratterizzati da **minore inerzia termica**.

Non sono componibili perché costituiti da **elementi saldati** tra di loro.

Soggetti a **problemi di corrosione** hanno **una vita media più breve** dei radiatori in ghisa.

Radiatori in alluminio



Particolarmente **leggeri e resistenti** alla corrosione.

Caratterizzati da **elementi modulari** possono essere assemblati in numero dipendente dalla potenza termica da fornire all'ambiente

Inerzia termica molto bassa: vanno rapidamente a regime ma mantengono poco il regime termico dopo lo spegnimento dell'impianto

COSTANTE DI TEMPO

L'inerzia termica di un corpo scaldante dipende dalla sua **massa** e dal **contenuto d'acqua**. Si misura con la **costante di tempo CT**, che è una caratteristica propria del corpo scaldante

Costante di tempo:

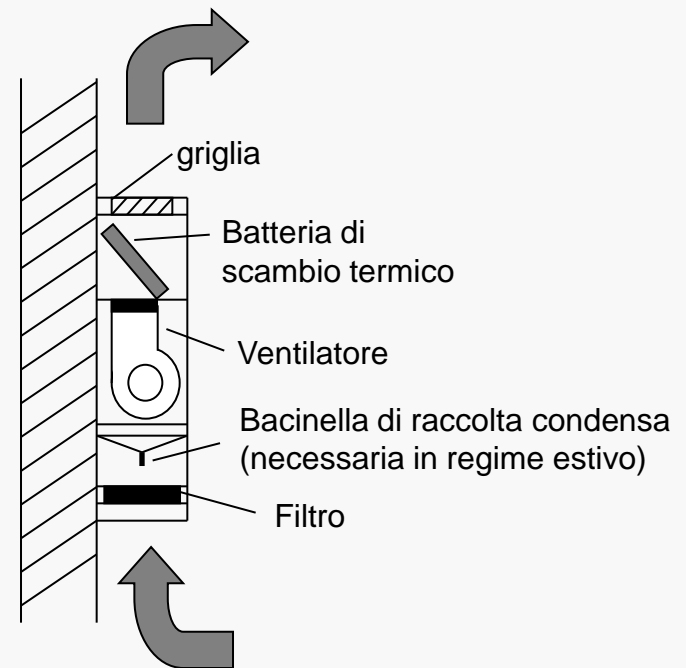
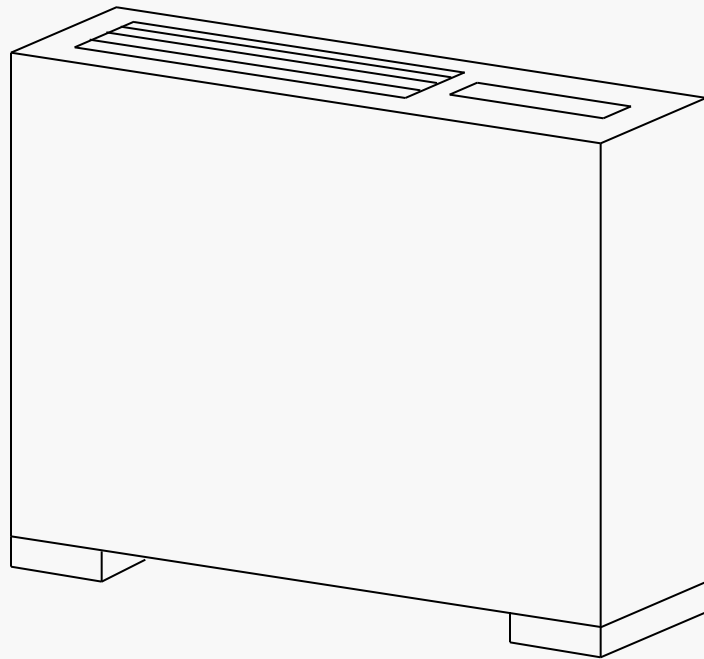
Tempo necessario perché la **temperatura** del corpo scaldante **si abbassi** di una quantità pari al **63,2%** della sua **temperatura iniziale**.

Tipologia di corpo scaldante	Valori tipici della costante di tempo (h)
Radiatore in ghisa	1÷1,2
Radiatore in acciaio	0,7÷0,8
Radiatore in alluminio	0,4
Ventilconvettore	0,03
Pavimento radiante	10
Soffitto radiante	4÷8
Strisce radianti	0,8÷1,3

Valore ottimale: 1 h

Ventilconvettori

Mobiletto metallico con aperture inferiore e superiore contenente una batteria di scambio termico (tubi alettati) attraversando la quale l'aria spinta dal ventilatore sottostante acquisisce calore (per convezione forzata) e viene espulsa attraverso l'apertura superiore



Possono funzionare con tutta aria di ricircolo o con immissione di aria esterna regolata da una serrandina.

Lavorano con **temperature dell'acqua di 40-60 °C**, per cui, rispetto ai radiatori, sono caratterizzati da **minori dispersioni termiche** lungo la rete di distribuzione e non comportano la formazione di aloni neri sulla parete.

Usati negli **impianti di climatizzazione misti** (aria-acqua) per riscaldare o raffrescare in varie tipologie

Verticale



Orizzontale

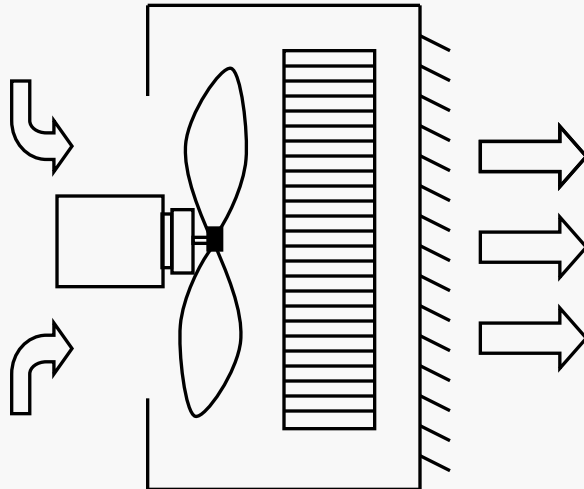


A cassetta o da soffitto



Condizioni di esercizio	T_{in}	T_{out}
Regime invernale	45°C	40°C
Regime estivo	7°C	12°C

Aerotermi



Apparecchi destinati al riscaldamento di ambienti di grosse dimensioni dove **non è richiesto un grado di comfort elevato** (capannoni industriali, palestre, piscine)

Utilizzano il meccanismo della **convezione forzata** per cui movimentano aria e sono caratterizzati da **bassi valori dell'inerzia termica**

Realizzati da un **contenitore in lamiera d'acciaio** con **apertura anteriore** dotata di **deflettori direzionali** che contiene una **batteria di scambio termico** (tubi alettati) ed un **ventilatore elicoidale** elettrico.

L'aria, opportunamente movimentata dal ventilatore viene spinta attraverso la batteria calda, dove assorbe calore, verso la sezione di uscita dove viene immessa in ambiente.

Pavimenti radianti



Una **serpentina di tubi** è annegata nella soletta di cls sotto il pavimento

Un opportuno **strato di isolante** inibisce il flusso termico verso il basso

All'interno dei tubi metallici (rame, acciaio) o plastici (polietilene reticolato, polipropilene) scorre **acqua a bassa temperatura** (35-45 °C)

Il corpo scaldante è costituito dall'intera struttura cui l'acqua contenuta nei tubi cede calore



INERZIA MOLTO ELEVATA

Lo strato di **materiale isolante**, oltre a ridurre le dispersioni verso il basso, **diminuisce l'inerzia termica** del sistema

I tubi possono essere fissati con **ganci** ad una **rete metallica** sottostante o **aggraffati sul materiale isolante** realizzato in pannelli con opportune **bugnature equidistanziate**.



Le disposizione delle bugne è tale da consentire la realizzazione di serpentine con **diversi interassi multipli della distanza di base**

A **valori maggiori dell'interasse** corrisponde una **minore quantità di calore** fornita per unità di superficie.

Un **valore eccessivo** dell'interasse comporta una **scarsa uniformità di temperatura superficiale**.

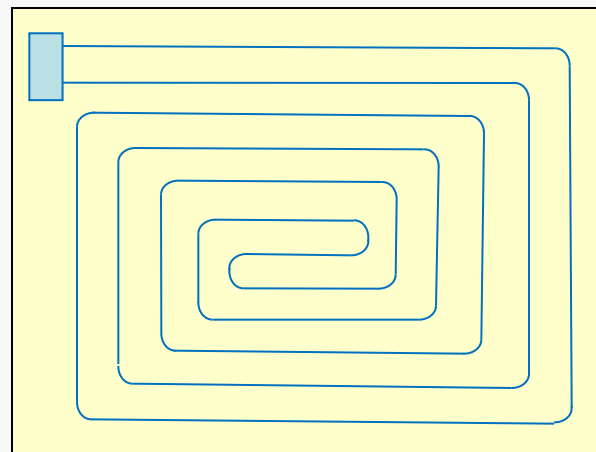
Solitamente si adottano interassi che vanno dai **15 ai 30 cm**.

Distribuzione del tubo nell'ambiente a partire da un collettore

A spirale



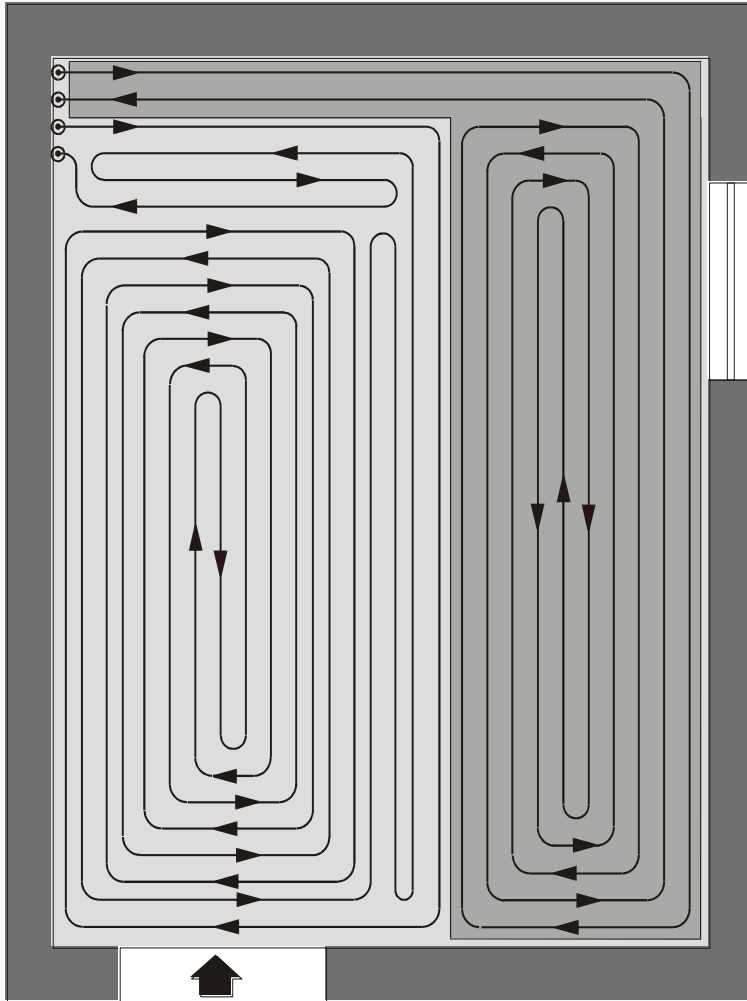
A chiocciola



La distribuzione a **chiocciola** consente una **maggiore uniformità** della temperatura superficiale del pavimento poiché **ogni tratto del tubo di mandata** è sempre accoppiato ad un **tratto del tubo di ritorno**.

Generalmente si utilizzano **matasse** di tubi della lunghezza di **50 – 100 m**.

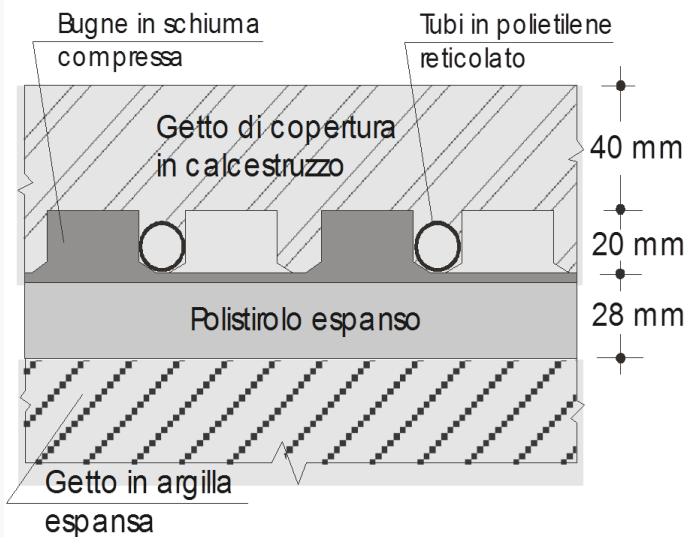
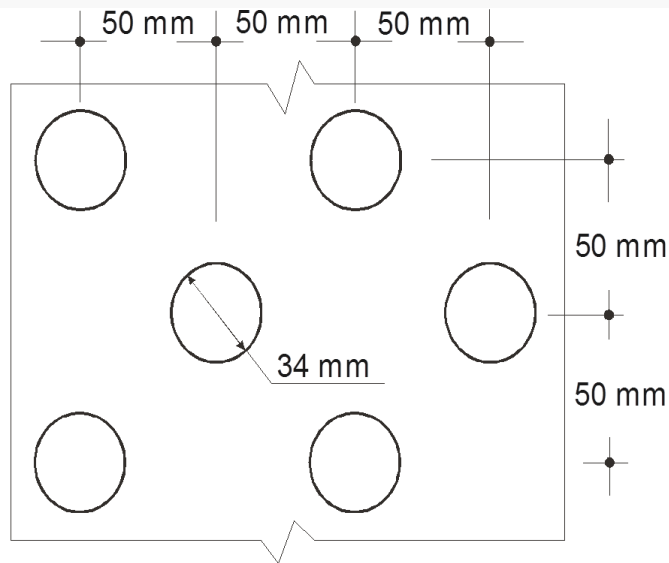
Nel caso di **più ambienti da servire** (zone) un **collettore complanare** raccoglie le mandate ed i ritorni delle serpentine che vanno a **servire le varie zone** in cui è suddiviso l'unico grande ambiente.



- Pannello radiante 1 (7.7 m² ; L= 50 m)
- Pannello radiante 2 (12.3 m² ; L= 92 m)

Ambiente di prova a pianta rettangolare (5x4 m) in cui vengono monitorate durante la stagione di riscaldamento tutte le grandezze termodinamiche atte a qualificare il comportamento termico del sistema.

L'ambiente è riscaldato da un **pavimento radiante** realizzato con tubi in polietilene reticolato (**interasse 15 cm**) disposti secondo due serpentine asservite allo stesso collettore di mandata e ritorno.



Getto di argilla espansa (40 cm) poggiato sul terreno

Lastra di polistirolo espanso (28 mm)

Struttura bugnata in schiuma rivestita da pellicola plastica di protezione (20 mm) che consente un efficace bloccaggio del tubo e lo protegge nel corso delle successive fasi:

buona resistenza al calpestio

passo 5 cm \Rightarrow interassi multipli di 5 cm

Tubi in polietilene reticolato

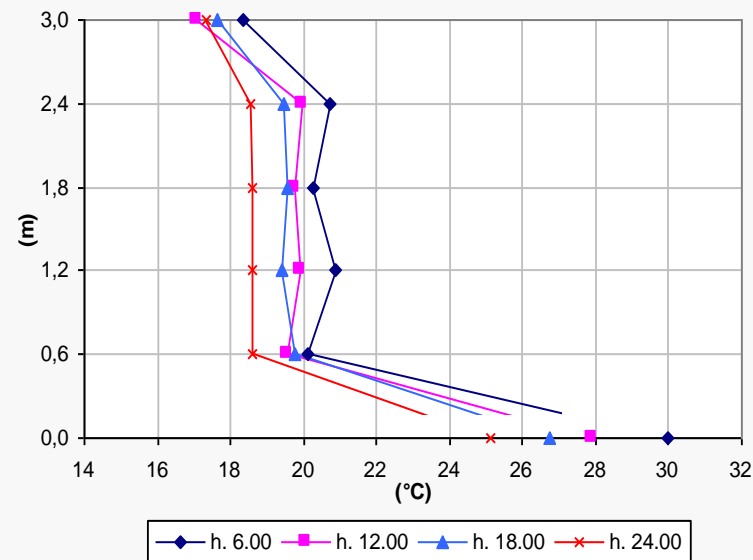
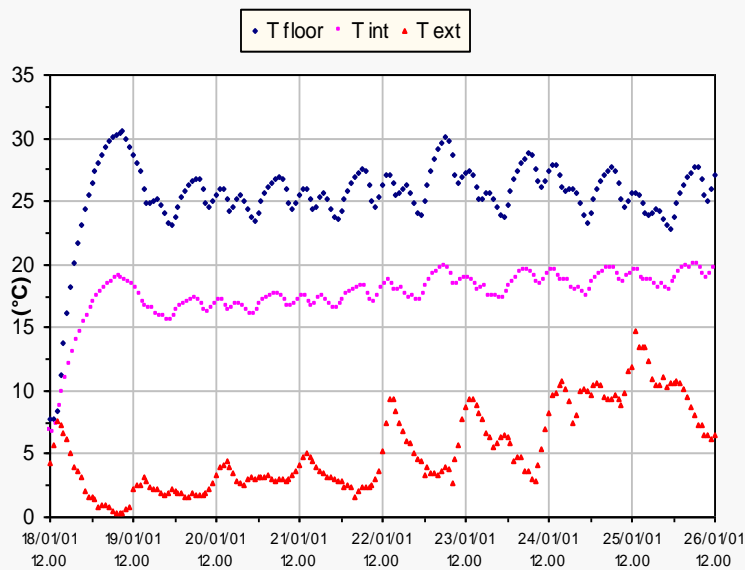
(Φ_{est} = 16 mm, spessore 2 mm)

Strato di calcestruzzo ad elevata conducibilità

Assenza di pavimentazione

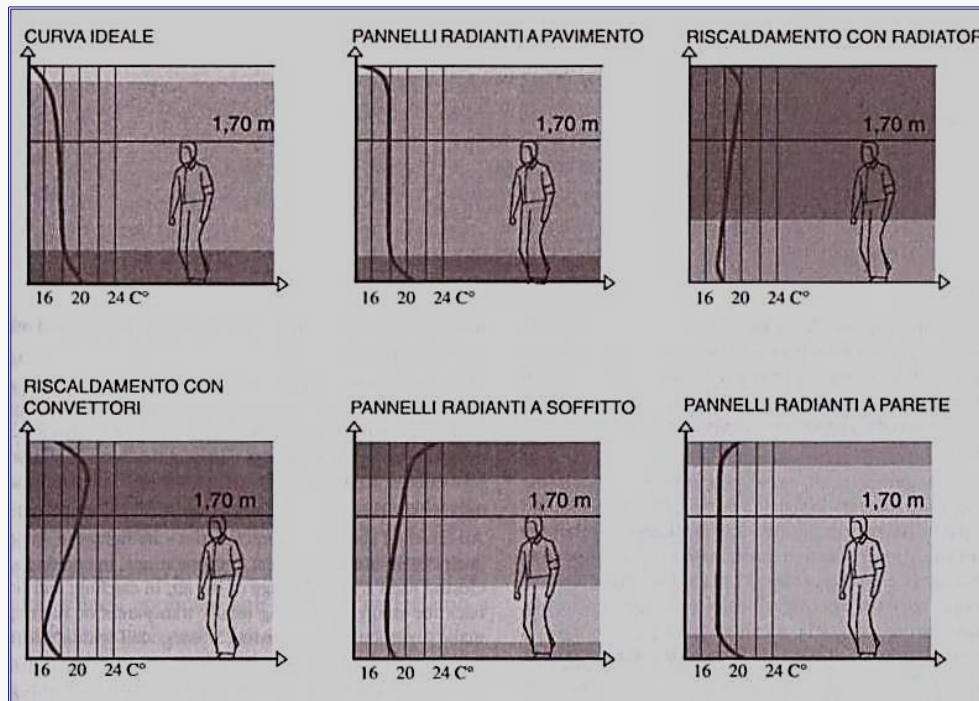
I risultati mostrano un comportamento termico tipico di strutture radianti, caratterizzato da **elevata inerzia termica**, quindi **tempi di messa a regime piuttosto lunghi (24 h)**

Il gradiente termico verticale viene misurato in quattro punti distanziati di 60 cm l'uno dall'altro: i risultati mostrano un **andamento del profilo termico verticale molto vicino a quello ottimale**.



Grazie all'**aumento della temperatura media radiante**, la **temperatura dell'aria** può essere mantenuta a **valori più bassi** di quelli solitamente raggiunti nei sistemi tradizionali, con evidenti **implicazioni sul risparmio energetico ottenibile**.

Gradiente termico verticale con diverse tipologie di corpi scaldanti



I corpi scaldanti tradizionali generano un gradiente termico verticale opposto a quello ottimale, mentre i **pavimenti radianti** consentono di realizzare un **gradiente termico simile a quello ottimale**.

Il gradiente ottimale fa **ridurre le dispersioni verso l'esterno** poiché riscalda prevalentemente la zona occupata.

Con i **corpi scaldanti tradizionali** viene riscaldato a **temperature maggiori il volume dell'ambiente non occupato con aumento delle dispersioni**.

Confronto con i sistemi tradizionali

Vantaggi:

*Non comportano **ingombri** per l'ambiente al contrario dei corpi scaldanti tradizionali*

*Riscaldamento di una **grossa superficie a bassa temperatura** (<30 °C):*

Temperatura media radiante più elevata e minore temperatura dell'aria
Minori dispersioni termiche

Gradiente termico verticale preferito dagli occupanti

Assenza di moti convettivi naturali ⇒ ulteriore diminuzione delle dispersioni ed annullamento dei problemi igienici (movimentazione di polveri, formazione di aloni dietro i corpi scaldanti;

Riscaldamento delle superfici vetrate per assorbimento di radiazioni infrarosse

*Adozione di **generatori di calore non tradizionali** (pompe di calore sistemi di recupero dell'energia solare)*

Svantaggi:

Elevata inerzia termica

I pavimenti radianti sono dotati di una elevata **massa termica** costituita dalla **pavimentazione più la rete di tubi e la caldaia**, per cui hanno **tempi di messa a regime e tempi di risposta alla regolazione termica molto lunghi**.

Questo comporta **notevoli difficoltà nella regolazione**, per cui risultano **adatti nelle zone climatiche dalla C alla F**, caratterizzate da temperature invernali basse e **lievi oscillazioni termiche**, mentre sono **poco indicati nelle zone climatiche A e B**, caratterizzate da temperature più elevate e **più intense oscillazioni termiche**.

Difficoltà nella manutenzione

Di fatto sono **impossibili interventi di manutenzione non invasivi**, o meglio **non distruttivi**, per cui è necessario che l'impianto sia progettato e realizzato in modo da **durare più a lungo della vita media del pavimento dell'edificio in cui è installato**