

# A SOFFITTO E A PARETE

**Il radiante si propone come un sistema completo ed efficace di climatizzazione degli ambienti, non solo a pavimento. I criteri di progetto e i prodotti sul mercato**

Giuliana Iannaccone

A differenza di quanto avviene a pavimento, la superficie del soffitto si presenta sostanzialmente libera, con pochissimi vincoli di natura strutturale ed architettonica (basti considerare, ad esempio, quelli legati alla presenza di arredi).

L'installazione di pannelli radianti, sia per il raffreddamento che per il riscaldamento, è quindi particolarmente indicata in questo tipo di applicazione considerando anche il fatto che gli elementi impiantistici possono essere integrati all'interno dei componenti edilizi, realizzando superfici senza interruzioni e maggiormente sfruttabili.

Le migliori prestazioni sono offerte dai sistemi a soffitto per il raffreddamento estivo, così come dai sistemi a pavimento per il riscaldamento invernale. In estate è molto interessante l'effetto barriera attiva generato dal posizionamento dei pannelli radianti all'intradosso della copertura assorbendo gran parte del carico incidente e passante per conduzione. In prossimità di vetrate, ampie finestrate, i pannelli sono in grado di assorbire meglio il maggior carico convettivo e radiante da esse prodotto. L'insieme di tali fattori permette di raggiungere rese unitarie molto elevate fino a 150-200 W/m<sup>2</sup>.

I soffitti radianti trovano diversi campi di utilizzo: il settore terziario, gli ambienti residenziali, le strutture alberghiere ed ospedaliere.

Negli uffici, i sistemi a soffitto metallico e con bassa inerzia vengono generalmente usati sia per il riscaldamento che per il raffreddamento. Il sistema è costituito da colonne montanti di alimentazione della rete orizzontale a soffitto che, a sua volta, alimenta le singole zone o i singoli uffici. La regolazione può essere fatta agendo sulla parte idraulica del sistema ed intercettando l'aria quando le zone non vengono utilizzate e può avvenire o per singolo ufficio o per zone.

**A parete** Un tipico schema di un "radiante" a parete: serpentine e collettori a muro. La superficie verticale diventa essa stessa radiante in caso di difficoltà di utilizzo da pavimento, o come integrazione degli impianti a pavimento (Rehau).



In ambito residenziale ed alberghiero, la soluzione più generalizzata è quella che utilizza i pannelli in gesso rivestito. Il controllo dell'umidità e il ricambio di aria possono essere ottenuti mediante una canalizzazione per il trattamento dell'aria primaria in grado di garantire la portata di aria di rinnovo prevista.

Esistono due principali modalità di installazione dei sistemi a soffitto: in aderenza alle strutture oppure a controsoffitto.

Nel primo caso i pannelli (rete di tubi capillari) possono essere applicati direttamente al soffitto grezzo mediante barre di modulazione e staffe e successivamente intonacati. Questo tipo di soluzione si presenta di più difficile realizzazione ed è meno versatile.

Nel secondo caso, più diffusi, i moduli radianti preassemblati sono fissati sulla struttura metallica del controsoffitto.

Come per qualunque tipo di controsoffitto anche la struttura metallica del soffitto radiante può essere sia aderente che ribassata rispetto all'intradosso esistente; la seconda alternativa è da preferire perché agevola le operazioni di

Abbiamo pubblicato sul numero 322 di Modulo un articolo dedicato ai sistemi radianti a pavimento. In Modulo 318 è consultabile un articolo sul tema delle Travi fredde per confronti e analogie.

manutenzione e controllo.

I moduli radianti possono essere anche di metallo, acciaio o alluminio (come, ad esempio, i film radianti).

Un'altra tipologia è costituita dai controsoffitti realizzati con lastre di gesso rivestito nelle quali è già integrato il circuito capillare, in genere tubi di PVB, inserito all'interno di apposite scanalature. Lo stesso tipo di elemento viene utilizzato per impianti a parete.

Un aspetto particolarmente importante da valutare per garantire le condizioni di comfort desiderate all'interno dei singoli ambienti è la regolazione. Come già accennato nel caso di uffici, in presenza anche di un unico soffitto radiante, la regolazione può essere effettuata per zone o anche ambiente per ambiente (in presenza di locali separati come, ad esempio, stanze d'albergo o di ospedale).

I tipi di regolazione sono di due tipologie principali, legate al tipo di distribuzione scelto: distribuzione a collettori, con regolazione dei singoli circuiti con attuatori elettrotermici, e distribuzione con stacchi diretti dalla dorsale con regolazione con valvole di zona a due o tre vie.

Il primo tipo di regolazione viene utilizzato quando serve una gestione individuale. Vari locali sono collegati ad un unico collettore e i circuiti sono regolati singolarmente attraverso attuatori termoelettrici comandati dai singoli

termostati ambiente.

Il secondo tipo di distribuzione è, invece, adatto ad ambienti di maggiori dimensioni con regolazione di zona. La superficie è divisa in varie zone, ognuna delle quali è comandata da una valvola di zona controllata, a sua volta, da un termostato di zona.

Esistono poi situazioni intermedie, nel caso, ad esempio, di locali non molto grandi regolati singolarmente, ma disposti in modo simmetrico rispetto ad un corridoio. La soluzione più utilizzata prevede stacchi diretti dalla dorsale, ma installando su ogni stacco una valvola di zona comandata dal termostato ambiente.

Soluzioni innovative di regolazione sono quelle realizzate mediante apparecchi in tecnologia "bus" che offrono vantaggi rilevanti rispetto alle soluzioni tradizionali.

Grazie alla tecnologia bus, l'installazione è semplificata, il cablaggio necessario al collegamento

## Sistemi a soffitto

1. Curva delle temperature nel caso di un pavimento e di un soffitto radiante. La curva di temperatura in rosso è quella del sistema radiante, quella tratteggiata blu si riferisce al riscaldamento per convezione. In entrambi i casi è evidente che la distribuzione del calore non presenta asimmetrie tra la testa ed i piedi degli occupanti (Hora).

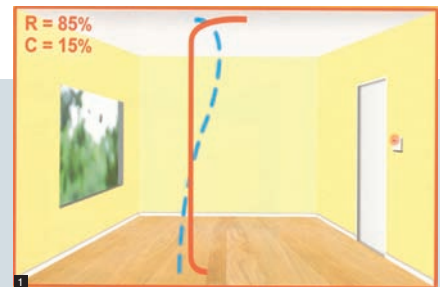
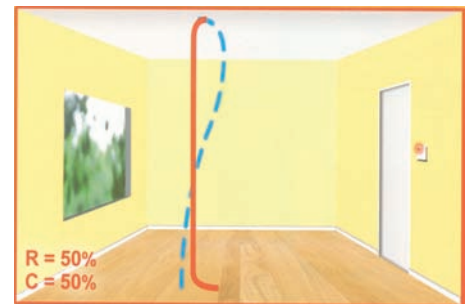
In alto: temperatura del plafone: 22 °C, temperatura del pavimento: 26 °C, temperatura dell'ambiente: 20 °C.

Al centro: temperatura del plafone: 35 °C, temperatura del pavimento: 22 °C, temperatura dell'ambiente: 20 °C.

2. Quadrotto di RDZ. Il sistema prevede un pannello unico (60x60 cm) costituito da materiale isolante (40 mm) che alloggia al proprio interno le tubazioni. Il tutto è rivestito da un preintonaco fibro rinforzato che aumenta i rendimenti termici. Quadrotto viene fornito con uno speciale strato di collante che ne consente l'accoppiamento con qualsiasi controsoffitto metallico 60 x 60 cm (RDZ).



3. Il sistema è costituito da un isolante minerale con scanalature per incastrarsi sulla struttura portante del controsoffitto in gesso rivestito accoppiato con una pellicola termica. La pellicola è costituita da un nastro metallico di grande lunghezza disposto con una greccatura, laminato con termosaldatura in un involucro plastico multistrato. Questo processo le conferisce alcune importanti caratteristiche, come l'assenza di campi magnetici, del rischio di corrosione ed una perfetta risposta agli shock dielettrici. Il sistema così configurato consuma poca energia e richiede poca manutenzione (Hora).



dei dispositivi è notevolmente ridotto ed ogni dispositivo può essere collegato al cavo bus senza una sequenza predeterminata.

Tale soluzione conferisce grande flessibilità al sistema: grazie alla sua modularità, un impianto può essere dimensionato correttamente in base alle effettive esigenze del cliente in un dato periodo e successivamente ampliato senza problemi.

La possibilità di interfacciare in locale o in remoto offre nuove opportunità di ottimizzazione del funzionamento dell'impianto, oltre a migliorare la sua manutenzione e la gestione degli allarmi. Con apparecchi intelligenti è possibile inoltre ottimizzare il benessere ambientale e controllare ogni ambiente separatamente, ottenendo significativi risparmi in termini energetici (cfr. il volume I soffitti radianti pubblicato a cura di Giacobini SpA).

## I sistemi a parete

Le superfici verticali, soprattutto negli ambienti di piccole e medie dimensioni, costituiscono una percentuale molto elevata della superficie totale interna, pertanto si prestano molto bene ad essere utilizzate come superfici radianti. Rispetto ai sistemi precedentemente presi in esame, ai fini dello scambio radiante esse consentono un ottimo fattore di vista con gli occupanti se questi sono operativi (in piedi o seduti).

L'assenza di contatto diretto tra l'occupante e l'elemento radiante permette di raggiungere temperature superficiali più elevate rispetto ad altre disposizioni. Dal punto di vista prestazionale, quindi, un pannello a parete presenta un potenziale di resa molto più elevato rispetto a quelli a pavimento, sia in riscaldamento che in raffrescamento.

Tuttavia alcuni vincoli di non secondaria impor-

## Condense ed altri problemi del radiante a freddo

**Un colloquio che chiarisce gli ambiti di sviluppo, i problemi e i limiti di un sistema di climatizzazione complesso, ad alto livello di efficienza. Roberto Messina risponde alle domande di Modulo**

**Modulo:** Abbiamo visto che i nodi problematici sono, nel caso estivo, il controllo delle condense e in certi casi una certa complessità del controsoffitto, che spesso nasconde impiantistica varia, ha problemi di ispezionabilità ecc; quali sono le strategie progettuali in questo senso?

**R. Messina:** Il problema del controllo della condensa su pannelli radianti in freddo è ancora oggetto di approcci diversi a seconda della cosiddette "scuole di pensiero"; in realtà l'esperienza da noi raggiunta con la FCC del gruppo Permasteelisa (oltre 2500 impianti funzionanti a partire dal '91) riporta sul piano della concretezza tale problema grazie ad un know-how che ha confermato la corretta modalità di effettuazione di tale controllo. In sintesi si tratta di regolare in continuo la temperatura di mandata dell'acqua ai pannelli in funzione dell'umidità dell'aria (temperatura di rugiada) e di una serie di parametri fisici del pannello stesso; in questo modo viene evitata la formazione di condensa anche in caso di blocco del trattamento dell'aria, di apertura di finestre o di forte aumento dell'affollamento.

Per quanto riguarda la complessità del controsoffitto va detto innanzitutto che in un impianto di climatizzazione radiante ben ottimizzato le esigenze di ispezionabilità sono

fortemente ridimensionate rispetto a quelle di un sistema a tutt'aria. L'esperienza sino ad oggi acquisita ci ha permesso di risolvere molto bene le esigenze dei progettisti garantendo flessibilità e configurabilità.

**Modulo:** Quali sono le innovazioni più significative?

**R. Messina:** Riguardano sicuramente la regolazione che deve garantire: performance del sistema, semplicità di installazione, apertura verso sistemi terzi. Fra le novità la gestione di impianti radianti a 4 tubi, capaci di cambiare automaticamente la funzionalità caldo-freddo, utile in edifici vetrati di grandi dimensioni con affacci contrapposti.

Importante è però anche la messa a punto di sistemi che favoriscono la diffusione dell'aria di rinnovo in modo efficiente e flessibile; è il caso di un sistema di pavimento sopraelevato per uffici a doppia intercapedine che consente una drastica riduzione della canalizzazione, una migliore eliminazione dei contaminanti, la possibilità di modificare facilmente in qualsiasi momento la posizione dei diffusori e delle torrette elettriche.

Grazie a questa soluzione il sistema radiante è in grado di esprimere un grande potenziale applicativo, con notevoli vantaggi rispetto all'impiantistica tradizionale.

**Modulo:** E' ragionevole pensare a un notevole sviluppo dei sistemi a soffitto/parete? Se sì, con quali limiti?

**R. Messina:** Ritengo che l'esigenza di coniugare un comfort termico sempre più fisiologico con il risparmio energetico non

possa che favorire lo sviluppo di tali sistemi, anche perché i margini di miglioramento dell'efficienza dei sistemi a tutt'aria sono ormai trascurabili mentre già ora sono possibili risparmi del 50% con l'impiego della climatizzazione radiante (RayConditioning).

I limiti di impiego non sono molti e principalmente di tipo artistico dal momento che sono le superfici il principale elemento di scambio termico.

Ma il vero limite è ancora la scarsa conoscenza e competenza degli operatori che comunque si sta evolvendo sempre più in questa direzione.

**Modulo:** Quali consigli darebbe a un architetto che approcci il sistema in fase iniziale di progettazione?

**R. Messina:** Per un architetto è più facile prendere confidenza con i sistemi radianti, compresa la parte che riguarda il trattamento dell'aria, in modo da facilitarne ed ottimizzarne l'impiego.

Personalmente sono convinto che l'architetto dovrebbe acquisire quel tanto di formazione che, pur non trasformandolo in termotecnico, lo metterebbe però in condizione di integrarsi meglio con esso.

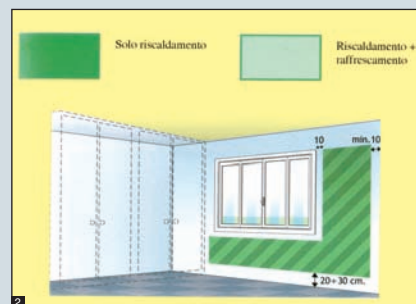
FCC, anche in quanto facente parte del gruppo Permasteelisa, mantiene molti contatti con gli architetti ai quali fornisce supporto progettuale di base e corsi di formazione. Il mio libro "Capire il comfort" può pure essere uno strumento culturale utile anche all'architetto; ho comunque in mente un volume pensato proprio per loro, e che spero di far uscire l'anno prossimo.

## Sistemi a parete

1. Analisi termografica all'infrarosso di un ambiente di tipo residenziale in fase estiva con pannelli radianti a parete. Vista con persona in abbigliamento estivo normale (R. Messina op. cit.).



2. Il posizionamento di superfici radianti intorno alle finestre contribuisce alla riduzione delle asimmetrie radianti e convettive determinate dalla loro presenza. Le distanze indicate in figura servono a tenere conto dei vincoli strutturali, impiantistici ed architettonici delle pareti (R. Messina op. cit.).



3. Il sistema Ecotermo di Calor Eco è un sistema di riscaldamento radiante costituito da piccoli tubi in rame nei quali circola acqua calda a bassa temperatura. Sono utilizzati prevalentemente tubi in rame



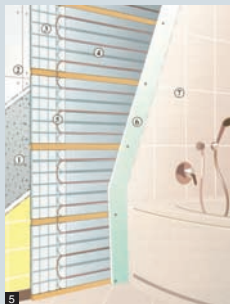
cotto con diametri variabili da 12 a 20 mm, che vengono posti in opera direttamente sui muri grezzi e rivestiti successivamente con intonaco a base di calce. Nel caso di ristrutturazioni di muri con intonaci in buono stato, si praticano delle piccole scanalature dove verranno alloggiati le tubazioni e ricoperte con intonaco traspirante a base di calce. Quest'ultimo è inoltre necessario per permettere la fuoriuscita dell'umidità (vapore d'acqua) durante il funzionamento dell'impianto. Il sistema è particolarmente proponibile nel caso di recupero edilizio di

edifici esistenti, in quanto elimina il problema dell'umidità senza dover ricorrere ad altri costosi interventi (Calor Eco).

4. Rehau offre due soluzioni di sistemi di riscaldamento a parete: un riscaldamento a parete costruito ad umido ed un sistema ad elementi a parete prefiniti (KES). Le due immagini illustrano due esempi di applicazione a parete in umido su due differenti tipi di supporto murario (Rehau).



5. Il sistema Velta Siccus Wall di Velta viene utilizzato in abbinamento a contro-pareti realizzate con pannelli per la posa a secco. La struttura di supporto è costituita da un telaio in legno. Dopo aver posizionato il pannello presagomato in polistirolo, si installano le lamelle termoconduttrici in alluminio. Il tubo PE-Xa viene assicurato nello speciale profilo ad omega delle lamelle termoconduttrici (Velta).



6. Si tratta di moduli in cartongesso speciale, da 15 mm di spessore, dove sono incorporate dei tubi in rame opportunamente dimensionati in modo da formare una piastra radiante omogenea.

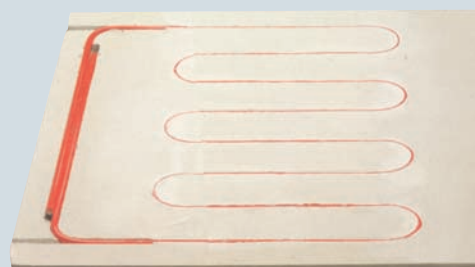
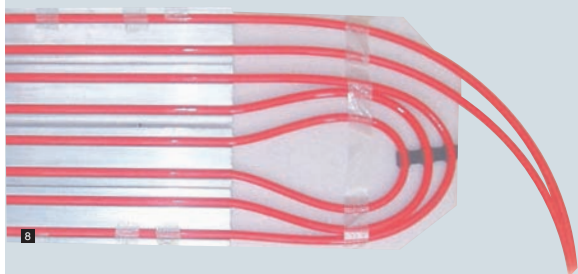
Al cartongesso è accoppiata una lastra isolante in polistirene espanso sinterizzato di 3 cm di spessore che garantisce la perfetta tenuta termica del pacchetto annullando la dispersione (Easykit).



7. Sistema radiante WD-10 di Chemidro. E' costituito da un pannello in cartongesso dello spessore di 15 mm che presenta una scanalatura su una faccia dove è inserito un tubo in PB (Chemidro).

8. Il sistema di riscaldamento e raffreddamento radiante a soffitto CD-4 di Chemidro è formato da un insieme di moduli radianti preassemblati fissati sulla struttura metallica del controsoffitto.

I moduli sono costituiti da profili metallici presagomati per l'inserimento del tubo in PB. Sulla parte superiore dei profili metallici, il modulo è isolato con un pannello in polistirene espanso di 20 mm (Chemidro).



tanza ne limitano l'impiego come, ad esempio, la presenza di finestre, la presenza di arredi, la necessità di foratura per la sospensione di quadri, pensili, ecc.

Le soluzioni possibili offerte dal mercato sono oggi numerose e di fatto le forature possono essere facilmente realizzate senza difficoltà con utensili e modalità appropriati.

Una preliminare e fondamentale distinzione deve essere fatta tra le pareti perimetrali, disperdenti, e quelle divisorie, tendenzialmente adiabatiche. Le pareti perimetrali sono quelle più direttamente esposte alle variazioni delle condizioni climatiche esterne.

Esse sono quindi soggette a variazioni della temperatura superficiale interna che causano l'instaurarsi di asimmetrie termiche. L'eventuale presenza di pannelli radianti le trasforma in elementi attivi in grado di realizzare – come già evidenziato per i sistemi a soffitto - un effetto barriera rispetto al flusso che per conduzione si viene a instaurare fra l'interno e l'esterno. Tale flusso conduttivo riduce il suo campo di azione tra la superficie esterna e il piano dei tubi che, contenendo il fluido termovettore, trasferiscono il differenziale energetico direttamente al generatore lasciando così la temperatura superficiale interna

simile a quella delle altre superfici con una conseguente elevata simmetria radiante (cfr. Messina, 2004, pagg. 39-40). Diversamente dai pannelli a pavimento, i pannelli a parete, se installati sulle superfici disperdenti, introducono l'importante vantaggio dell'effetto barriera attiva che consente il raggiungimento di più elevati livelli di comfort.

Le pareti interne possono essere assimilate al pavimento a causa dell'assenza dell'effetto barriera: è consigliabile, perciò, utilizzare queste superfici come integrazione oppure quando è possibile sfruttare entrambi i lati di una parete divisoria.

Dal punto di vista costruttivo i pannelli a parete possono avere due differenti tipi di posa: la posa sotto intonaco o la posa a secco, generalmente con lastre di gesso rivestito.

Nel primo caso la tubazione viene ancorata direttamente alla parete grezza, un tamponamento in laterizio forato o una muratura piena esistente, mediante apposite barre di fissaggio o tasselli.

L'intonaco viene effettuato a mano con un impasto di sabbia e calce naturale e presenta uno spessore finale di circa 3-3,5 cm posato in due mani. Dopo la stesura della prima mano si frattazza una rete da intonaco su cui si può quindi

## Tecnologia radiante e risparmio energetico

**Con Michele Carlini, delegato regionale Aicarr, Modulo ha indagato le potenzialità di sviluppo del sistema radiante anche in relazione alle esigenze di contenimento energetico**

**Modulo:** Lei vanta un'esperienza ventennale nella progettazione di impianti di climatizzazione radiante. Come si è evoluta la tecnologia in questo arco di tempo?

**M. Carlini:** Le realizzazioni di impianti radianti di una certa importanza nell'era moderna sono state fatte a partire dagli anni '50 e '60: erano tipologie di impianto realizzate con tubazioni in acciaio di cui si trovano diverse applicazioni tuttora funzionanti. Ma è stato sicuramente lo sviluppo tecnologico dei materiali plastici, dei componenti e soprattutto dei sistemi elettronici di controllo e regolazione che ha consentito l'applicazione diffusa di questa tipologia d'impianto. Lo sviluppo poi dei generatori di calore del tipo a condensazione con il conseguente incremento dei rendimenti di produzione ha creato questa sinergia tra il concetto di efficienza energetica e l'impianto radiante.

**Modulo:** I sistemi radianti si stanno progres-

sivamente evolvendo dalla applicazione a pavimento, a quella a soffitto o a parete. Sulla base della sua esperienza quali sono i vantaggi o le problematiche di ognuna?

**M. Carlini:** La differenza sostanziale tra i vari sistemi radianti è rappresentata sicuramente dalla loro diversa inerzia termica: gli impianti a pavimento attivano termicamente il massetto e quindi una massa maggiore rispetto ai sistemi a parete o a soffitto, che risultano invece installati sia direttamente sottointonaco, sia in pannelli prefabbricati in cartongesso/gesso o addirittura in pannelli metallici e che presentano quindi una inerzia decisamente minore.

Dato che l'inerzia termica determina la rapidità di risposta del sistema di regolazione rispetto alle mutate condizioni nell'ambiente in funzione della variabilità dei carichi interni ed esterni, in molti casi sono preferibili impianti a bassa inerzia per ridurre le perdite termiche in ambiente e migliorare contestualmente l'efficienza energetica del sistema edificio/impianto.

L'elevata inerzia termica, le ridotte rese in raffreddamento estivo e le problematiche connesse alle finiture superficiali possono essere considerati i limiti maggiori degli impianti a

pavimento rispetto agli altri sistemi radianti.

Gli impianti radianti a parete sono soggetti invece ad un elevato rischio di danneggiamento dovuto molto banalmente all'installazione di librerie, mensole o quadri e ad una disposizione generalmente rigida degli arredi che non devono mai schermare le superfici attivate termicamente.

Nell'impianto a soffitto invece l'unico problema da risolvere è la sovrapposizione con gli eventuali corpi illuminanti: in fase progettuale e realizzativa è possibile trovare le soluzioni corrette, più difficile risulta però garantire un'eventuale flessibilità successiva all'installazione.

È necessario comunque che per ogni progetto vengano valutate le peculiarità dei diversi sistemi radianti: i limiti intrinseci di una tipologia di impianto radiante possono essere vincolanti in determinati casi come anche assolutamente ininfluenti o trascurabili in altri.

**Modulo:** Quali possono essere considerati tuttora i limiti (culturali, economici, ecc.) legati alla diffusione di tali tecnologie?

**M. Carlini:** Dal punto di vista culturale l'utente è ancora imbarazzato dal fatto che il suo benessere termico viene garantito da un

### Caratteristiche e vantaggi dei sistemi di posa in opera

Posa sotto intonaco	Posa a secco
Previene umidità in parete. L'installazione di un tubo di rame nella muratura crea barriera termica nel tratto di muro in cui l'umidità risale. Si favorisce l'asciugatura del muro.	Migliorano le prestazioni energetiche dell'intero sistema.
I pannelli vanno posizionati sulle superfici disperdenti con adeguato strato isolante sul retro del circuito idraulico.	Raffrescamento estivo: il circuito deve essere combaciante con il pannello affinché lo scambio avvenga solo per conduzione.

applicare la finitura.

Nei pannelli radianti il circuito idraulico può essere sia in rame che in materiale plastico (ad esempio il PE-Xa) e si presenta con due principali configurazioni di posa: a serpentino e in parallelo. Per l'utilizzo nel caso di raffrescamento estivo con pannelli di gesso rivestito, è fondamentale che il circuito sia coeso con il pannello in modo che lo scambio tra i due avvenga esclusivamente per conduzione.

Un grande vantaggio offerto dall'utilizzo di sistemi radianti a parete è offerto nei confronti della prevenzione dall'umidità. L'installazione delle tubazioni riscaldanti in rame nella muratura, spe-

cie se a ridosso del terreno, crea una barriera termica nel tratto di muro ove l'umidità risale, favorendo così la progressiva asciugatura spontanea del muro.

La forza di capillarità diminuisce infatti con l'aumentare della temperatura.

Come si è visto, la posizione ideale di un pannello a parete è sulle superfici disperdenti; in questo caso è però necessaria la presenza di un adeguato strato isolante sul retro del circuito idraulico in modo da indirizzare il flusso termico solo sul lato utile.

Nel caso di pannelli sotto intonaco, lo strato isolante può essere quello previsto generalmente per le pareti perimetrali, cioè a intercapedine o a cappotto. In alternativa può essere posto immediatamente sotto le tubazioni delle quali costituisce il supporto.

Le due modalità si differenziano, sul piano prestazionale, per la differente massa che il pannello assume e che ne influenza sensibilmente il fattore di risposta.

Utilizzando pannelli con posa a secco è possibile migliorare notevolmente le prestazioni energetiche dell'intero sistema, potendo fare affidamento su prodotti industrializzati, di qualità controllata e certificata, con prestazioni costanti.

impianto "invisibile": l'impatto visivo e fisico intrinseco di un radiatore o di un ventilconvettore trasmette una sicurezza emotiva che l'impianto radiante, annegato nella struttura edilizia, non può dare.

Il limite economico sussiste sicuramente: gli impianti radianti restano ancora più costosi rispetto ad impianti tradizionali, anche se, in una valutazione complessiva, il benessere termico che tali impianti sono in grado di assicurare sta acquistando un peso sempre maggiore.

**Modulo:** In che modo gli impianti di climatizzazione radiante (sia d'inverno che d'estate) possono contribuire alla efficienza e al risparmio energetico degli edifici?

**M. Carlini:** Gli impianti radianti sono per definizione impianti "a bassa temperatura" o, in analogia, impianti "ad alta temperatura" nel caso del condizionamento estivo. Il fatto quindi di poter alimentare questi impianti con fluidi a temperature più moderate rispetto ad impianti tradizionali comporta un netto miglioramento degli indici di rendimento sia dei generatori di calore sia dei gruppi frigoriferi, oltre ad una significativa riduzione delle dispersioni termiche nelle reti distributive.

Un altro effetto importante è legato ai livelli della temperatura dell'aria in ambiente ed alla sensazione di comfort. Il parametro che individua la condizione di benessere termico è costituito dalla "temperatura operativa": in un ambiente termicamente moderato può essere considerato come la media aritmetica tra la temperatura media radiante di tutte le superfici (pavimento, pareti, soffitto) e la temperatura dell'aria. Gli impianti radianti rendendo attive ampie superfici all'interno di un ambiente, permettono di ridurre, a parità di temperatura operativa e quindi di sensazione di benessere, la temperatura dell'aria ambiente. In termini pratici, un impianto radiante consente una riduzione della temperatura dell'aria di almeno un grado, cosa che, p.es. per i dati climatici di Bolzano, comporta un risparmio energetico per il riscaldamento invernale pari indicativamente al 6% del fabbisogno annuo.

**Modulo:** Il protocollo CasaClima ha segnato una svolta nel modo di progettare e costruire nel territorio della Provincia di Bolzano e soprattutto nella evoluzione della domanda da parte degli stessi utenti che testimonia una maggiore consapevolezza per le proble-

matiche ambientali ed energetiche. In tale contesto, come si collocano le tecnologie di climatizzazione radiante?

**M. Carlini:** Il fatto che, attraverso il protocollo CasaClima, si sia iniziato a costruire involucri edilizi particolarmente efficienti dal punto di vista termico, ha consentito di ridurre drasticamente le potenze necessarie al riscaldamento invernale ed al raffrescamento estivo. Ciò ha permesso l'applicazione delle tipologie impiantistiche di tipo radiante, la cui diffusione era precedentemente frenata soprattutto dal limite di resa termica e frigorifera intrinseco a tali sistemi.

I livelli di temperatura particolarmente moderati del fluido termovettore nei sistemi radianti stanno consentendo inoltre di applicare tecnologie e soluzioni impiantistiche alternative ed innovative: numerosi esempi di impianti con pompe di calore abbinate a sonde geotermiche, impianti solari termici ad integrazione del riscaldamento invernale, gruppi frigoriferi con raffrescamento evaporativo, testimoniano le ancora ampie possibilità di sviluppo della tecnologia impiantistica a servizio dell'uomo e del suo benessere nel rispetto di un concetto di ottimizzazione energetico-ambientale complessiva.