



Comune
di Padova



NICOLETTA
PAIARO
Comune di
Padova
28.09.2026
09:34:44
GMT+02:00



I CICLI AFFRESCATI
DEL XIV SECOLO DI PADOVA

STRATEGIE PER LA VALUTAZIONE DELL'IMPATTO PERCETTIVO E DEI VALORI SENSIBILI DEL CENTRO STORICO DI PADOVA

QUADERNI TECNICI: **QUADERNO 5**



GIUGNO 2026

Ordine degli Architetti
Pianificatori, Paisaggisti e
Conservatori Provincia di Venezia
MARISA FANTIN
Architetto

Marisa Fantin
Ordine Architetti P.P.C. -
Provincia di Venezia
Architetto
23.09.2026 15:32:23
GMT+02:00

QUADERNO TECNICO N° 5

IL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTI E RELATIVE SCHEDE TECNICHE

INDICE

INTRODUZIONE	2
Capitolo 1 - Il sistema edificio-impianti	2
1.1 Necessità di un rilievo particolareggiato a base della progettazione impiantistica	2
1.2 Excursus sintetico sulle modalità di intervento impiantistico	4
1.3 Impianti elettrici	4
1.4 Impianti idro-sanitari.....	5
1.5 Riduzione degli impianti di climatizzazione e potenziamento della ventilazione naturale	5
1.6 Impianti antincendio	6
1.7 Ascensori e montacarichi	6
1.8 Impianti di riscaldamento/climatizzazione	7
1.8.1 Le priorità poste a base della scelta dell'impianto	8
1.9 Tipologie di intervento possibili	8
1.9.1 Edificio con preesistente impianto autonomo di riscaldamento a termosifoni senza particolari vincoli	8
1.9.2 Edificio senza preesistente impianto autonomo di riscaldamento e senza particolari vincoli	9
1.9.3 Edificio con o senza preesistente impianto autonomo di riscaldamento, ma con vincoli	10
1.10 Problematiche insite nell'utilizzo di pompe di calore in edifici in Centro Storico.....	10
2 Schede Tecniche	12
2.1 Termosifoni a bassa temperatura anche per climatizzazione estiva	12

2.2	Pompa di calore senza unità esterna	13
2.3	Pannelli radianti elettrici	16
2.4	Pompe di calore con acqua ad alta temperatura.....	17
2.5	I sistemi radianti per la climatizzazione	18
2.6	Impianti radianti a pavimento con lastre con basso spessore.....	20
2.7	Impianti di riscaldamento radianti elettrici a basso spessore	21

INTRODUZIONE

Questo Quaderno approfondisce i sistemi tecnici per la climatizzazione più idonei ad un corretto efficientamento energetico di edifici storici e/o storicizzati. In relazione a questo si consiglia, prima di approfondire questo quaderno, di leggere con attenzione i primi 3 quaderni prodotti.

Per meglio supportare chi si avvicina a questo tematismo sono state prodotte delle schede tecniche su possibili sistemi di climatizzazione, meglio utilizzabili al posto di quelli più tradizionali, in edifici storici. I sistemi illustrati non esauriscono naturalmente tutte le soluzioni possibili, ma vogliono solo dare una esemplificazione di tipologie di impianti per la climatizzazione spesso poco conosciuti e quindi poco utilizzati.

Capitolo 1 - Il sistema edificio-impianti

Dopo aver affrontato il tema dell'efficientamento energetico dell'involucro edilizio degli edifici storici, questo Quaderno approfondisce l'approccio metodologico e progettuale alla riqualificazione degli impianti, con particolare attenzione agli impianti di climatizzazione, alle possibili soluzioni innovative e alla riduzione delle emissioni di CO₂.

1.1 Necessità di un rilievo particolareggiato a base della progettazione impiantistica

Nell'ottica precedentemente indicata del minore intervento possibile, poiché è sempre preferibile utilizzare nella realizzazione/riqualificazione degli impianti tecnici canali e tracce già esistenti invece di aprirne nuovi; di qui la necessità, in relazione agli edifici storici, di realizzare prioritariamente un accurato rilievo "impiantistico", utile a mettere in risalto:

- ✓ il percorso degli eventuali vecchi impianti, in modo da poter eventualmente utilizzare gli stessi passaggi e scarichi;
- ✓ le vecchie canne fumarie, talvolta rimaste nei muri anche dopo la soppressione in epoche precedenti, di una stufa o di un camino (di solito sono identificabili attraverso il segno di lievi fessure verticali su tutta l'altezza, che segnano il vuoto dentro la parete in quanto zone con una rigidità diversa rispetto al muro pieno). Queste sono potenzialmente utilizzabili anche per scarichi e passaggi verticali, nel caso dell'inserimento di un nuovo bagno o di nuove canalizzazioni e passaggi impiantistici;
- ✓ identificare dei punti di sensibilità statica, dove in nessun caso si devono aprire nuove tracce o aperture.

Una seconda conseguenza dell'approccio al progetto impiantistico è il fatto che la progettazione impiantistica dovrebbe essere disegnata in dettaglio in relazione alla struttura storica, non limitata ai soliti schemi con indicazioni dimensionali, usualmente utilizzati per la progettazione degli impianti nei nuovi edifici, modalità che non tiene conto del rapporto dell'impiantistica con il tessuto fisico dell'edificio.

In relazione a questo può essere utile riprendere le parole della ricercatrice Dora Francese: *“è auspicabile un'indagine approfondita sulle prestazioni rispetto al benessere e al rapporto instaurato con l'ambiente esterno della fabbrica esistente, indagine mirata a valutare i livelli di vivibilità attuali e a ricercare eventuali soluzioni compatibili sia con gli aspetti storico artistici, laddove presenti, sia con le caratteristiche vocazionali e prestazionali intrinseche dell'edificio nelle condizioni attuali” e, ancora “preservare anche i principi tecnici e i sistemi costruttivi consentirebbe di salvaguardare insieme con gli edifici anche i segni della cultura materiale e i principi di controllo climatico insiti”* (Francese D., *Il benessere negli interventi di recupero edilizio*, Padova 2002).

In relazione all'attenersi al requisito di minimo intervento (vedi il Quaderno Tecnico n° 3), questo è fortemente condizionato dalla preliminare decisione circa la destinazione d'uso, originaria o di progetto, da attribuire all'edificio oggetto di studio. Una nuova configurazione, derivata da un intervento minimale, dovrebbe essere: efficace, durevole, flessibile ed economicamente conveniente.

Si dovrà ricercare la migliore soluzione cercando di sfruttare le caratteristiche tecnico-costruttive dell'edificio (ad esempio, nel caso dell'inserimento di cablaggi o tubature, utilizzando per il passaggio dei cavi, intercapedini già esistenti fra i muri o nei sottotetti, oppure addirittura rinunciando ai cavi, utilizzando, ove possibile, sistemi wireless per le comunicazioni, o altre soluzioni tecnologicamente avanzate).

Nell'ambito della tecnologia dell'architettura, un'importante chiave di lettura è rappresentata dalla corretta valutazione e dal rispetto dell'originario funzionamento energetico dell'edificio, analizzato attraverso una idonea conoscenza delle caratteristiche degli involucri di chiusura e dei materiali costituenti, di qui l'utilità della simulazione dinamica.

1.2 Excursus sintetico sulle modalità di intervento impiantistico

La funzione di questo breve excursus è quella di evidenziare quanto la tecnologia e le applicazioni da questa derivanti, anche da altri campi applicativi, possono apportare positivi contributi alle soluzioni per l'inserimento dell'impiantistica negli edifici storici. L'evoluzione tecnologica consente, in alcuni casi, di affrontare problemi difficili correlati alle disposizioni di salvaguardia e ai non sempre coerenti requisiti dell'adeguamento normativo da applicare all'edilizia storica.

L'approccio metodologico alla progettazione degli impianti dovrà partire dal presupposto di non alterare in modo sostanziale il bene stesso, cosa che invece accade quando ci si ponga l'obiettivo, errato alla radice, di 'adeguarlo' in tutto e per tutto alle norme ed alle esigenze odierne, come se si trattasse di una nuova costruzione o anche d'un sito di recente urbanizzazione. Quest'ultimo atteggiamento forzerebbe il bene tanto da renderlo irriconoscibile, distruggendolo nella sostanza e facendogli perdere identità e specifiche qualità.

Ciò significa che i requisiti richiesti all'edificio nel suo complesso ed alle diverse tipologie impiantistiche entreranno a far parte del metodo stesso a cui improntare la progettazione, in termini di compatibilità con la preesistenza, di confronto e di ottimizzazione fra requisiti di progetto e requisiti offerti dall'edificio storico oggetto dell'intervento.

Quanto sopra in ragione di tutte le singole tipologie impiantistiche: per l'adduzione e deduzione di fluidi, per l'adduzione e deduzione di energia, per il sollevamento e il trasporto di persone o cose, per la protezione degli utenti, per l'accessibilità, per la comunicazione, per la climatizzazione indoor e la maggiore efficienza energetica e via dicendo. Il tutto al fine dichiarato di minimizzare l'impatto sulla consistenza edilizia storica. A seguire qualche breve indicazione in relazione alle diverse tipologie di impianti.

1.3 Impianti elettrici

Uno dei requisiti più importanti, dal punto di vista statico e conservativo è di evitare di aprire nuove tracce nelle murature. La soluzione più semplice è la conduzione dei cablaggi, all'interno di un profilo/canalina, a livello del battiscopa (oppure seguire un altro elemento decorativo, marcapiano, ecc. delle specchiature parietali).

In casi particolari (con livello di calpestio non ben definito, per esempio nei casi di recupero di rustici in precedenza destinati ad attività produttive, si potrebbe anche progettare un sistema a pavimento, con pavimento sospeso o con dei binari nascosti.

Nel caso di superfici di particolare pregio, si dovrebbero utilizzare dei sistemi di illuminazione che non interferiscono con i campi decorativi tramite fissaggi o interruttori a muro: come, per esempio, dei corpi illuminanti sospesi su dei binari-trave (appoggio dei binari a muro da studiare da caso a caso) oppure dei corpi da terra (con delle tighe verticali e diffusore nella parte sommitale), ecc.

1.4 Impianti idro-sanitari

La progettazione dovrebbe tener presente, in relazione all'inserimento di nuovi passaggi tecnologici e alla realizzazione di nuovi bagni e/o locali tecnici, alcuni criteri di base:

- posizionamento tale da sfruttare, per gli scarichi, cavedi esistenti oppure canne fumarie non più in uso;
- se le superfici sono decorate, nel caso della necessità di inserire un bagno in un ambiente, è preferibile utilizzare un sistema di “blocco bagno” distaccato dalle strutture antiche, delimitato con strutture leggere; il piano di calpestio del bagno potrebbe essere rialzato rispetto al piano di pavimentazione della camera, in modo da avere uno spessore all'interno del quale possono essere alloggiate le tubature in orizzontale, senza interferire con l'antico solaio.

1.5 Riduzione degli impianti di climatizzazione e potenziamento della ventilazione naturale

È più indicato, nel caso di edifici storici, utilizzare le risorse ambientali offerte dalla conformazione stessa dell'edificio e del suo intorno microclimatico (approccio bioclimatico), riducendo al minimo le nuove tecnologie:

- utilizzare schermature solari (persiane, scuri, tendaggi esterni, ecc.) per ridurre gli apporti solari e il conseguente surriscaldamento degli ambienti in estate, piuttosto che ricorrere al condizionamento;
- utilizzare sistemi naturali di ventilazione che sfruttano le differenze naturali di pressione, con piccoli accorgimenti e modifiche agli infissi: per esempio utilizzare alcuni elementi decorativi nella parte bassa delle porte decorate per inserire delle griglie di presa d'aria, mentre nella parte alta, presso gli infissi delle finestre, oppure attraverso colonne di ventilazione, rendere alcune parti comunicanti con l'ambiente esterno.

1.6 Impianti antincendio

Nella scelta dell'impianto antincendio, laddove richiesto dalla destinazione d'uso, sono importanti e da tener conto, dal punto di vista conservativo, diversi aspetti:

- problemi connessi all'inserimento: l'impatto fisico sulla materia (alloggiamento di tubature, condutture, sensori, ecc.),
- l'effetto delle sostanze utilizzate per lo spegnimento dell'incendio sui beni da conservare.

Svantaggi/aspetti problematici

Per esempio nel caso di impianti a sprinkler (ad acqua), l'acqua erogata dall'impianto può determinare danni ai mobili e alle decorazioni a secco, in relazione alla quantità d'acqua e alla durata dell'intervento; nel caso di affreschi o elementi decorativi in pietra il dilavamento non si presenta come un pericolo rilevante, invece lo sbalzo termico, con conseguente contrazione rapidissima dopo la dilatazione a contatto con l'incendio, può causare una fessurazione diffusa del materiale, fino alla disgregazione completa di alcune parti.

Esempi di tecnologie

Tecnologie degli impianti antincendio consigliate in genere dai produttori per inserimento in palazzi storici, da valutare da caso a caso come scelta progettuale, sono per esempio:

- l'impianto a sistema "water mist", acqua nebulizzata e azoto, con il risultato di una nebbia fredda che assorbe calore, evapora e sottrae l'ossigeno dall'ambiente.
- I sistemi di spegnimento a gas chimici (idrofluorocarburi ed assimilati) e inerti (argon, azoto, CO₂ e miscele degli stessi). Tale scelta va attentamente valutata in caso di presenza di persone, perché alcuni dei gas rimangono a lungo nell'atmosfera.

1.7 Ascensori e montacarichi

L'inserimento di ascensori, visto che implica il taglio di solai ed eventualmente sistemi voltati, intervento che può determinare una discontinuità nel sistema di irrigidimento orizzontale, va valutata sempre considerando l'equilibrio statico complessivo. Si deve tener conto del fatto che, nel caso di sistemi voltati, la localizzazione delle aree dove si possono aprire dei vani senza danneggiare l'equilibrio complessivo è da stabilire in relazione allo schema statico della volta.

Per quanto riguarda gli ascensori, sono da considerare i seguenti elementi:

- la presenza o meno del locale macchine;

- il sistema portante dell'ascensore e i tamponamenti, per esempio in aree con superfici parietali di pregio, è da considerare il fatto che le strutture in vetro antisfondamento, trasparenti, lasciano aperta la visuale.

Conservazione di ascensori d'epoca

Anche gli ascensori d'epoca rientrano nella categoria degli impianti da tutelare come testimonianza di tecnologia; ovviamente, nel caso di una "carcassa" storica di interesse artistico, la conservazione della materia della stessa assume pertanto particolare importanza; le scelte riguardanti l'impianto di elevazione in sé vanno prese considerando però, in primo luogo, la sicurezza delle persone.

1.8 Impianti di riscaldamento/climatizzazione

Questa tipologia di impianti è probabilmente quella più complessa da affrontare, sia per la scelta dei componenti e del sistema di climatizzazione, sia per la definizione del sistema di alimentazione energetica. Occorre inoltre soddisfare gli standard di benessere igrotermico e di qualità dell'aria interna richiesti dalla normativa o dalle esigenze di adeguamento normativo richiesto dalla destinazione d'uso scelta.

In funzione della tipologia di impianto prescelta, questa determinerà: i consumi energetici, la possibilità di avere solo la climatizzazione invernale o, quella estiva ed invernale, le migliori condizioni di benessere climatico indoor, una modalità di climatizzazione più coerente con la tipologia dell'edificio, la sua destinazione d'uso e la salubrità e benessere psico-fisico e delle persone.

È importante sottolineare che: qualsiasi scelta di impianto riesce ad ottimizzare i consumi energetici, solo a seguito di un intervento finalizzato a garantire un buon grado di isolamento termico delle pareti e delle coperture.

La scelta della tipologia di impianto utilizzabile dovrà tenere conto di:

- La volontà di mantenere o modificare il vettore energetico: elettricità o metano o altro combustibile fossile presente (gpl, legna, ecc.),
- eventuale acqua calda proveniente da un impianto di teleriscaldamento;
- possibilità di utilizzare un impianto preesistente, ovviamente a seguito di un intervento di adeguamento alle necessità e normative contemporanee;
- prevedere l'installazione di un nuovo impianto di climatizzazione;
- cambiare il vettore energetico preesistente con energia elettrica, eventualmente provenienti da fonte rinnovabile.

A seguire verranno evidenziate, in funzione delle diverse scelte possibili, tipologie di impianto di climatizzazione innovative e/o alternative a quelle tradizionalmente utilizzate, capaci di garantire una maggiore efficienza energetica e/o una migliore qualità ambientale indoor e/o outdoor.

In relazione alla produzione di energia da fonti rinnovabili, a seguire verrà dedicato un capitolo specifico che terrà conto di quanto normative e regolamenti nazionali, regionali e comunali consentono.

1.8.1 Le priorità poste a base della scelta dell'impianto

La scelta della tipologia di impianto verrà fatta dando priorità a impianti di climatizzazione:

- ✓ di tipo radiante (a soffitto – parete – pavimento – misti), i più capaci di creare le migliori condizioni di benessere psico-fisico;
- ✓ capaci di utilizzare efficacemente energia proveniente da fonti rinnovabili;
- ✓ caratterizzati dal minore impatto possibile sui caratteri dell'edificio;
- ✓ coerenti con gli interventi di efficientamento energetico degli edifici eventualmente realizzati.

1.9 Tipologie di intervento possibili

1.9.1 Edificio con preesistente impianto autonomo di riscaldamento a termosifoni senza particolari vincoli

Nel caso di un impianto alimentato a metano, in un edificio che non presenti particolari vincoli, le scelte possibili sono le seguenti:

- a) sola sostituzione della caldaia preesistente con una caldaia a condensazione o con pompa di calore ibrida: in assenza di ulteriori interventi, l'alternativa principale consiste nel miglioramento delle caratteristiche di isolamento termico dell'involucro disperdente;
- b) sostituzione della caldaia preesistente con una caldaia a condensazione o con pompa di calore ibrida e sostituzione dei corpi scaldanti con radiatori dimensionati per funzionare a bassa temperatura, vedi:
 - ✓ scheda tecnica su termosifoni a bassa temperatura: da preferire ai termosifoni ad alta temperatura perché viene incrementata la componente radiante rispetto alla convettiva del riscaldamento;
- c) sostituzione della caldaia preesistente con pompa di calore aria/acqua e sostituzione dei corpi scaldanti per il solo riscaldamento invernale con termosifoni a bassa temperatura, vedi:
 - ✓ scheda tecnica sulle pompe di calore acqua aria con o senza la possibilità di utilizzare un'unità esterna;

- ✓ scheda tecnica su termosifoni a bassa temperatura;
- d) sostituzione della caldaia con pompa di calore acqua/aria e sostituzione dei corpi scaldanti con unità singole per la climatizzazione ambienti estate/inverno, vedi:
 - ✓ scheda tecnica sulle pompe di calore acqua/aria per edifici senza possibilità di utilizzare un'unità esterna e senza possibilità di prevedere fori su nessuna muratura esterna;
- e) sostituzione della caldaia con pompa di calore aria/acqua ad alta temperatura, senza sostituzione dei termosifoni vedi:
 - ✓ scheda tecnica sulle pompe di calore aria/acqua ad alta temperatura per edifici con possibilità di utilizzare un'unità esterna.
 - ✓ In relazione a questa tipologia di soluzione per evidenziare come ENEA in collaborazione con l'Università degli Studi di Padova, nell'ambito della Ricerca di Sistema Elettrico Nazionale (RdS) ha di recente messo a disposizione una App gratuita "<http://www.pdc-tool.enea.it/>" che consente di valutare in maniera semplice se sia possibile sostituire la caldaia a combustibile con una pompa di calore elettrica, senza modificare il circuito idraulico o i radiatori, con importanti vantaggi in termini di maggiore efficienza energetica e comfort domestico.
- f) sostituzione della caldaia con caldaia a condensazione o con pompa di calore aria/acqua (con o senza possibilità di utilizzo di una unità esterna) e sostituzione dei corpi scaldanti con un impianto di tipo radiante: a pavimento, o a parete o a soffitto, vedi:
 - ✓ scheda tecnica sulle pompe di calore aria/acqua per edifici con o senza possibilità di utilizzare un'unità esterna;
 - ✓ schede tecniche sugli impianti radianti: a pavimento, parete, o soffitto;
 - ✓ scheda tecnica impianti di climatizzazione radianti a micro-capillari (impianti a foglia): a soffitto, a parete o a pavimento.

1.9.2 Edificio senza preesistente impianto autonomo di riscaldamento e senza particolari vincoli

Per questa tipologia di edificio, laddove si intende realizzare un nuovo impianto di climatizzazione le scelte possibili sono:

- tutte quelle prima viste dalla b) alla d), ovviamente non facendo riferimento alla sostituzione, ma alla nuova installazione di generatori di calore e impianti;
- tenendo conto sia della volontà da parte dell'amministrazione comunale che, delle nuove direttive UE che prevedono nel prossimo futuro il solo utilizzo di energia elettrica, saranno da privilegiare le soluzioni d) ed f);

- in assenza di precedente impianto è ipotizzabile anche un impianto di riscaldamento con piastre radianti elettriche e/o termosifoni elettrici.

1.9.3 Edificio con o senza preesistente impianto autonomo di riscaldamento, ma con vincoli

In questo caso saranno da prevedere e privilegiare gli interventi precedentemente previsti dalle lettere: c) – d) – f), individuando in funzione delle caratteristiche dell'edificio e la tipologia di vincolo quella più idonea.

In caso di edifici sprovvisti di impianto di riscaldamento:

- non si parlerà di sostituzione ma di installazione di una pompa di calore;
- diventa ipotizzabile un impianto di riscaldamento con piastre radianti elettriche e/o termosifoni elettrici;
- se presente almeno una superficie orizzontale o verticale non vincolata si potranno utilizzare anche impianti radianti coerenti alla superficie non vincolata.

1.10 Problematiche insite nell'utilizzo di pompe di calore in edifici in Centro Storico

In relazione ai cambiamenti climatici la scelta di passare ad una completa elettrificazione dei sistemi di climatizzazione, in sostituzione di quelli a combustibili fossili è stata già fatta: dapprima a livello comunitario e ora, di fatto, recepita in Italia. A fronte di questa scelta già dal 2025, lo stato italiano non incentiva più la sostituzione di caldaie tradizionali con caldaie a condensazione, ma solo la loro sostituzione con pompa di calore.

La scelta di questa tecnologia di impianto può risultare particolarmente semplice ed efficace per i nuovi edifici, è più problematica e, da prevedere con attenzione in caso di ristrutturazione, lì dove:

- non si ipotizza la sostituzione di vecchi impianti a termosifone
- non vi siano sufficienti spazi per il posizionamento delle nuove componenti impiantistiche
- non vi è la possibilità di utilizzare energia elettrica da rinnovabili
- non è possibile posizionare unità esterne delle PdC, ecc.

L'intervento è da eseguire ancora con maggiore attenzione in relazione al loro uso in edifici storici e/o vincolati, specie in Centro Storico lì dove la necessità di utilizzare impianti di climatizzazione a bassa temperatura e la difficoltà di collocare le unità esterne possono porre non pochi problemi.

Ancora per evidenziare come, se utilizzate per produrre acqua calda, le pompe di calore possono essere integrate con altri impianti eventualmente preesistenti come caldaie tradizionali o a

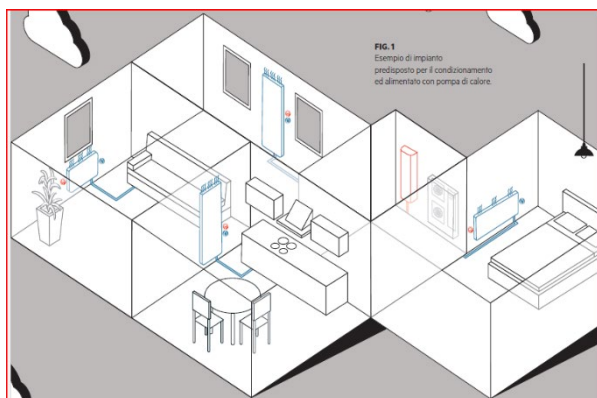
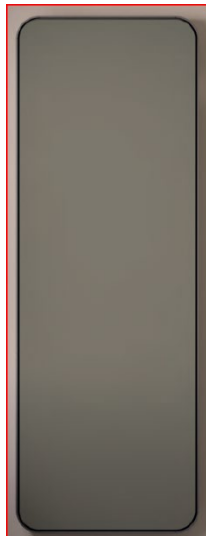
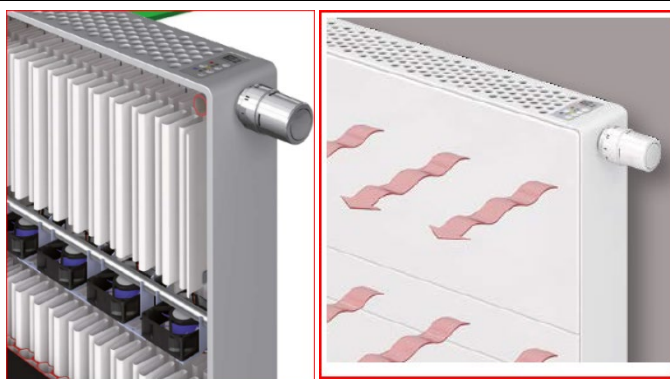
collettori solari termici inoltre, con l'installazione di un impianto fotovoltaico si riduce sensibilmente l'impatto dell'edificio sull'ambiente insieme al costo dell'energia utilizzata.

Utilizzare pompe di calore alimentate da energia solare, sia essa fotovoltaica o termica, migliora sensibilmente l'efficienza energetica dell'edificio fino ad arrivare alla definizione di NZEB, ovvero edifici ad elevata efficienza energetica il cui funzionamento richiede una quantità di energia minima.

In relazione a queste complesse problematiche, oggi la tecnologia, consente di affrontarle e risolverle efficacemente attraverso dispositivi tecnologici di ultima generazione: a seguire, attraverso schede di dettaglio verranno illustrate alcune modalità di risoluzione di alcune delle problematiche sopra evidenziate.

2 Schede Tecniche

2.1 Termosifoni a bassa temperatura anche per climatizzazione estiva



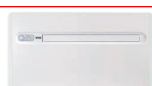
Termosifoni a bassa temperatura

I termosifoni sono i terminali del sistema di riscaldamento più diffusi. Su impianti tradizionali funzionano con temperature di mandata di 65/70°C, con una differenza tra la temperatura media dell'acqua e dell'aria intorno ai 50°C. Il mantenimento di tale differenza di temperatura richiede una grande quantità di energia che rende questa tipologia di impianto poco idonea all'utilizzo di pompe di calore tradizionali. Esistono sul mercato termosifoni più prestazionali che assicurano un efficace riscaldamento anche in presenza di pompa di calore, poiché queste consentono una buona efficienza energetica con salti termici più bassi e con temperature di mandata più basse (45 ÷ 55 °C). Con questa modalità di funzionamento, i radiatori garantiscono un risparmio energetico e un incremento della componente radiante del riscaldamento, migliorando la qualità indoor degli ambienti. Possono funzionare anche in presenza di un impianto con caldaia a condensazione, con un buon risparmio energetico e minori emissioni di CO₂. Esistono tipologie di termosifoni a bassa temperatura abbinati a un sistema di ventilatori, per ridurre i tempi di riscaldamento; se abbinati a pompe di calore, garantiscono anche un efficace raffrescamento estivo. In questa situazione sono spesso forniti di una componente elettronica evoluta capace di gestire automaticamente la parte radiante e la sezione ventilante, sia in funzionalità caldo che freddo, garantendo sempre il comfort richiesto. L'utilizzo dei radiatori a bassa temperatura implica poche lavorazioni, un maggior comfort interno, un buon risparmio e la possibilità di climatizzazione estiva. Questi terminali sono fra i più flessibili, si possono facilmente regolare attraverso valvole manuali, comandate da remoto o gestite da un sistema BACS, ottenendo un rapido adeguamento alle condizioni dell'ambiente anche per singolo locale. Gli svantaggi di un radiatore a bassa temperatura sono: la necessità di una loro dimensione generalmente maggiori, una minore rapidità di risposta del sistema e un costo mediamente più alto.

2.2 Pompa di calore senza unità esterna



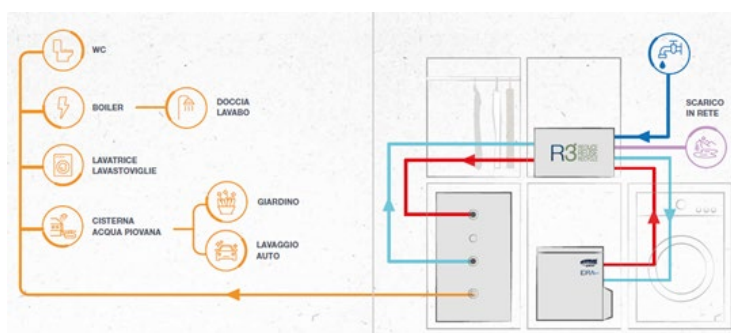
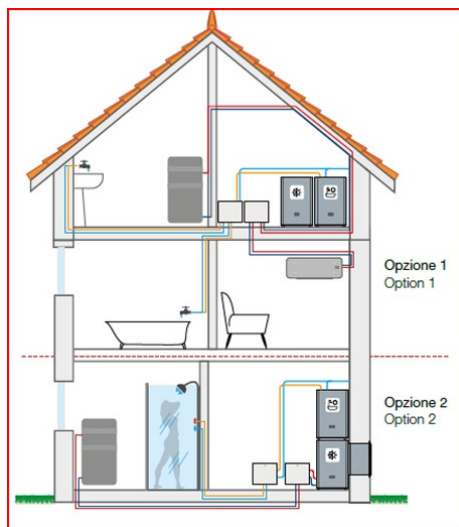
CLIMATIZZATORE
SENZA UNITÀ ESTERNA



Pompa di calore senza unità esterna

I climatizzatori senza unità esterna (monoblocco), offrono soluzioni di climatizzazione senza la necessità di installare unità esterne. Possono essere aria/aria o aria/acqua e risultano essere particolarmente adatti per edifici storici e/o dove non sono consentite modifiche in facciata. Questi climatizzatori integrano tutte le componenti necessarie per il loro funzionamento in un unico blocco che viene installato all'interno dell'edificio. L'aria viene aspirata, riscaldata e/o raffreddata tramite un ciclo frigorifero, e quindi restituita all'ambiente. La parte eccedente dell'aria calda viene espulsa all'esterno attraverso condotti collegati all'esterno mediante apposite aperture nella muratura. Vi sono modelli che richiedono un apparecchio per ciascun ambiente e altri con moto condensante abbinabile a diverse unità interne o anche a impianti di tipo radiante. È importante considerare la gestione della condensa generata dal processo di raffreddamento. A differenza dei climatizzatori con unità esterna, questi modelli necessitano di soluzioni alternative quali:

- 1) Vaschetta di raccolta interna che deve essere svuotata periodicamente. È una soluzione semplice ma richiede manutenzione regolare.
- 2) Scarico diretto, possono essere collegati direttamente a uno scarico domestico, come il sifone del lavandino, per un'eliminazione automatica della condensa.
- 3) Evaporazione automatica attraverso tecnologie che favoriscono l'evaporazione della condensa, riducendo la necessità di intervento manuale. Sono da preferire griglie esterne basculanti che si aprono solo quando la macchina è in funzione; questo garantisce un miglior comfort interno e ancora minore visibilità all'esterno. Le griglie esterne solitamente possono essere dipinte con i



colori della facciata, così da ridurre la percezione visiva dell'installazione dalla strada.

Pompa di calore monoblocco ad acqua senza necessità di fori all'esterno

Sono disponibili sul mercato sistemi di climatizzazione con moto condensante acqua-aria – acqua-acqua a scomparsa che utilizza l'acqua come scambio termico e che non necessitano di fori all'esterno. Alcuni produttori hanno adottato i principi di Reduce, Reuse, Recycle in relazione al concetto di circolarità dell'acqua. Sono sistemi che in un'ottica di uso efficiente e circolare della risorsa idrica, sono in grado di recuperare l'acqua utilizzata dal climatizzatore che viene accumulata e riutilizzata più volte per la stessa PdC e infine reimpiegata in modo da costituire una riserva di acqua calda sanitari a disposizione dei servizi domestici. Qualora l'edificio sia dotato di un sistema di recupero delle acque piovane, l'acqua recuperata può alimentare un impianto ad anello che integra la pompa di calore acqua-aria e il serbatoio d'acqua, creando un sistema che può contribuire a ottimizzare lo scambio energetico e ridurre sia i consumi energetici sia il ricorso all'acqua a perdere, in una logica di utilizzo circolare della risorsa.

Pompa di calore monoblocco con ventilazione meccanica controllata - VMC

Questa tipologia di PdC oltre ad avere la possibilità di riscaldare, raffrescare e produrre acqua calda sanitaria, integra all'interno anche un sistema di Ventilazione Meccanica Controllata. L'immissione di aria nell'apparecchio avviene con un unico canale, la geometria costruttiva e il lavoro di tre diversi ventilatori, uno per la pompa di calore e altri due per il prelievo e l'espulsione dell'aria dall'impianto di ventilazione, consentono di avere flussi di aria indipendenti e correttamente calibrati.



Pompa di calore monoblocco con utilizzo dell'aria esausta dell'abitazione come sorgente termica primaria, eliminando completamente l'unità esterna

Prima di installarli verificare il livello di rumorosità interna spesso leggermente maggiore di quella degli split tradizionali

2.3 Pannelli radianti elettrici



Pannelli radianti elettrici

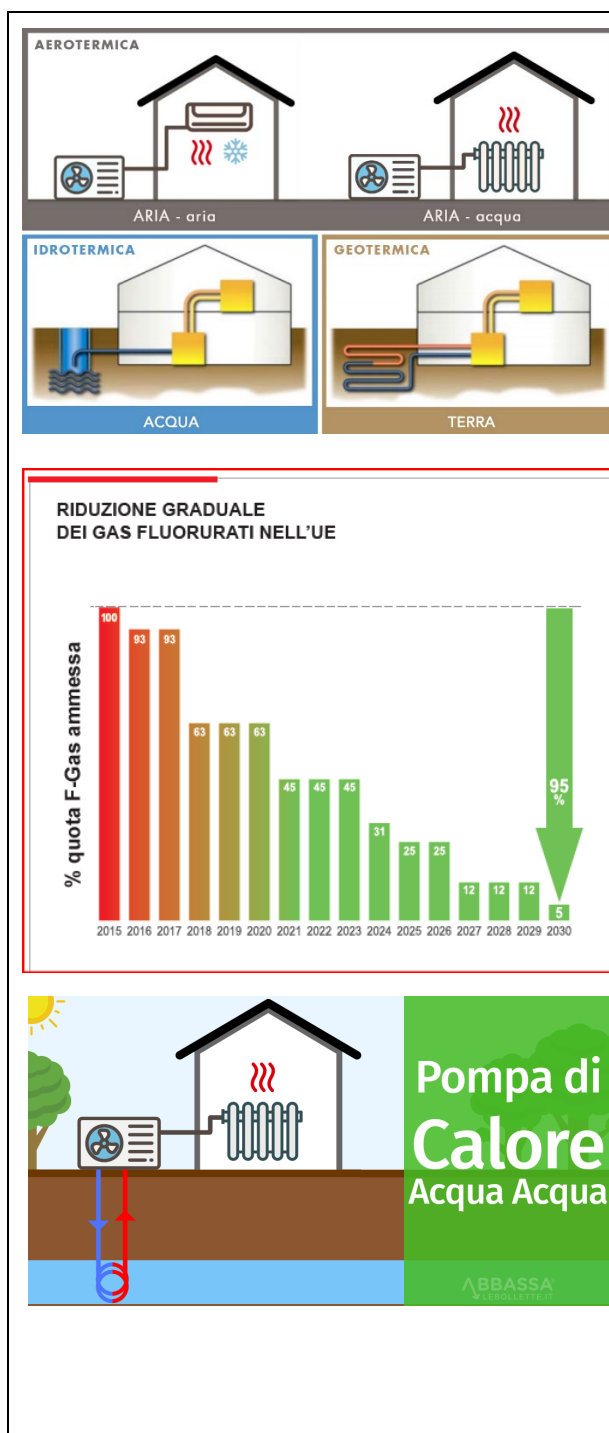
In edifici con la necessità di ridurre al minimo gli interventi sulle pareti e/o sul pavimento, una opportunità di riscaldamento degli ambienti può essere dato dall'utilizzo di pannelli radianti elettrici. I radiatori elettrici di ultima generazione sono prodotti cosiddetti "a calore dolce" (noti anche come radiatori a secco o a fluido). Sono costituiti da un corpo riscaldante che accumula calore tramite una resistenza per poi rilasciarlo gradualmente ed omogeneamente.

Funzionando a basse temperature, questi radiatori offrono comfort e una piacevole sensazione di calore diffuso in modo costante, uniforme ed omogeneo in tutto l'ambiente. Va installato un radiatore per ciascun ambiente da riscaldare. I radiatori elettrici di nuova generazione si caratterizzano per comfort elevato, semplicità di utilizzo e risparmio energetico. Alcune unità sono dotate di un doppio elemento riscaldante (radiante e convettivo), spesso questi radiatori integrano un sistema di controllo tramite Wi-Fi.

Possono essere utilizzati anche pannelli radianti elettrici a infrarosso che abbinano un consumo energetico ridotto, ad una immediata applicazione. Hanno un consumo energetico che varia in base alla loro potenza nominale, solitamente tra i 300W e gli 800W.

Un modello da 600W, ad esempio, consuma 0,60 kWh. Il consumo energetico può essere ridotto attraverso una corretta regolazione della temperatura mediante . In presenza di impianto fotovoltaico i costi energetici, come quelli ambientali si riducono significativamente.

2.4 Pompe di calore con acqua ad alta temperatura



Pompe di calore per termosifoni con acqua ad alta temperatura

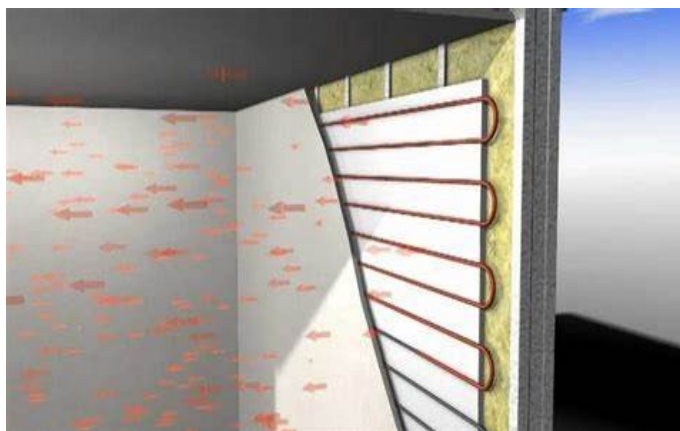
Sono progettate per interventi su edifici con impianti termici a termosifoni ad alta temperatura che non possono essere sostituiti. L'energia viene prelevata dall'aria o dal suolo, e poi trasformata in calore utilizzabile all'interno dell'edificio; in questo modo, non è necessario apportare modifiche strutturali significative all'edificio.

Queste PdC possono lavorare a temperature di mandata superiori ai 60°C, rendendole compatibili con i sistemi di riscaldamento tradizionali. Inoltre, possono contribuire a ridurre i consumi energetici, anche se l'efficienza complessiva dipenderà dalle specifiche condizioni dell'edificio. Questa tipologia di pompe di calore solitamente usa come gas refrigerante l'R290 che è un refrigerante naturale con un potenziale di riscaldamento globale (GWP) molto basso, pari a 3, circa 1/225 rispetto all'R32. L'R290 è inoltre un refrigerante con buone caratteristiche termodinamiche, un elevato calore latente di evaporazione e con la possibilità di ridurre la quantità di refrigerante necessaria nel sistema. Grazie a tutto ciò, l'introduzione di R290 può contribuire alla riduzione delle emissioni di gas serra e al miglioramento dell'efficienza energetica.

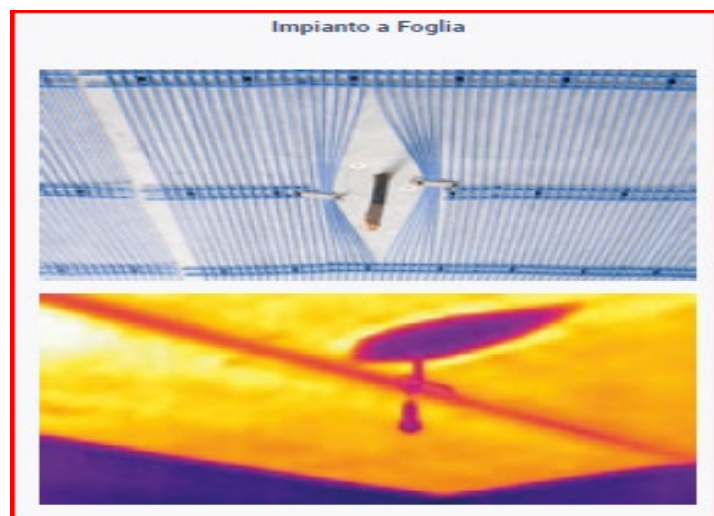
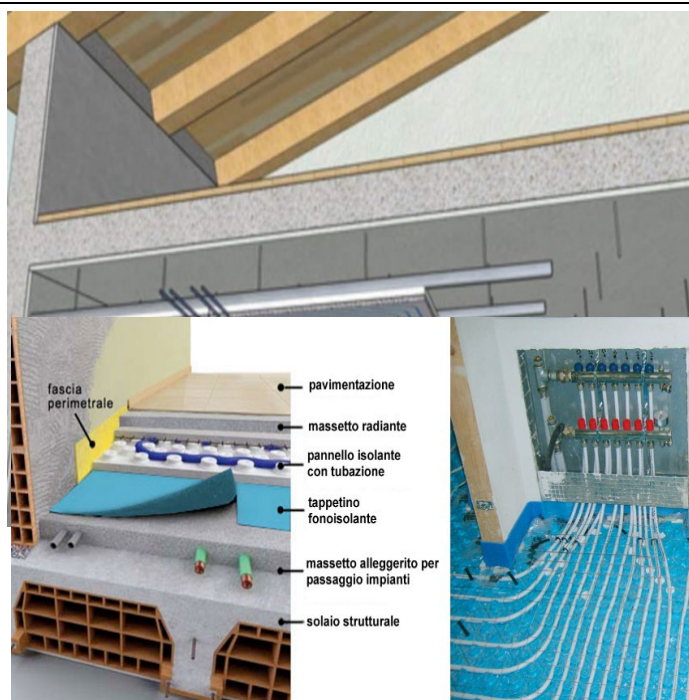
Prima di procedere con l'installazione di una pompa di calore ad alta temperatura, è importante valutare alcuni aspetti, tra i quali:

- il fabbisogno energetico dell'edificio, laddove in presenza di molte dispersioni termiche, l'efficienza del sistema potrebbe risentirne;
- la verifica di un adeguato spazio disponibile per l'unità esterna;
- la potenza elettrica necessaria;
- attenzione alle norme antincendio.

2.5 I sistemi radianti per la climatizzazione



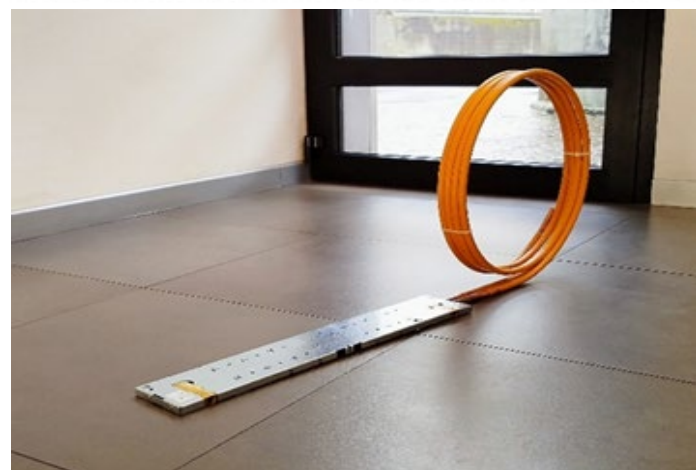
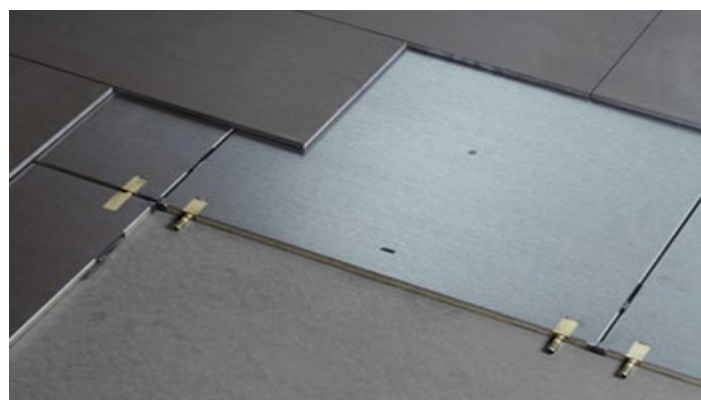
I sistemi radianti per la climatizzazione: integrano in un unico terminale riscaldamento e raffrescamento per elevati livelli di comfort e risparmio energetico. Rappresentano oggi la soluzione impiantistica di maggiore interesse negli interventi di ristrutturazione. Possono essere realizzati: a pavimento, parete e soffitto, anche abbinandoli tra loro: pavimento-parete, soffitto-parete. Quelli a pavimento sono la tipologia più diffusa, seguono i sistemi a soffitto e infine vi sono i sistemi a parete che spesso vengono utilizzati ad integrazione delle altre due tipologie quando non vi è abbastanza superficie da attivare, oppure quando vi sono problematiche da risolvere come ad esempio ponti termici. Questo in edifici storici consente di scegliere su quale delle superfici interne è più opportuno intervenire. I sistemi di emissione radianti, in particolar modo quelli a pavimento e a soffitto garantiscono un elevato livello di comfort ambiente per l'assenza di correnti di aria e di rumori legati all'impianto. Possono essere divisi in: sistemi radianti idronici (con fluido termovettore acqua) e sistemi radianti elettrici. Gli idronici prevedono tubazioni (serpentine) in materiale plastico annegate in pavimenti, pareti, soffitti. All'interno delle tubazioni l'acqua lavora a circa 30-35 °C per il riscaldamento e per raffrescamento a circa 18°C). Queste temperature di lavoro li rendono ideali per l'integrazione con sistemi di generazione a pompa di calore e con le energie rinnovabili. I sistemi radianti possono essere suddivisi in altre due categorie: quelli ad alto spessore (quelli tradizionali) e quelli a basso spessore e bassa inerzia, che sono quelli su cui oggi il mercato si sta orientando, specie nelle ristrutturazioni. Principali caratteristiche dei sistemi a basso spessore sono il minore spessore rispetto ai sistemi tradizionali e la bassa inerzia che consente un rapido raggiungimento della temperatura superficiale e della temperatura dell'aria in ambiente. Gli impianti ad elevata inerzia termica (di fatto sono quelli a pavimento) sono caratterizzati da una capacità di accumulare e trattenere



il calore per un periodo più lungo, in questa tipologia di impianti è fondamentale la scelta del sottofondo da prevedere. Questo tipo di sistema radiante è particolarmente indicato per appartamenti con spazi ampi e per un utilizzo continuativo del riscaldamento. Tuttavia, richiede più tempo per raggiungere la temperatura desiderata e percepibile. Gli impianti a bassa inerzia termica (sia a pavimento che a soffitto) sono in grado di reagire in modo più rapido alle variazioni di temperatura. Questa tipologia è consigliata per ambienti più piccoli o per utenti che desiderano una regolazione rapida e precisa della temperatura. Questi sistemi riscaldano l'ambiente rapidamente e sono ideali per case in cui il riscaldamento viene acceso e spento frequentemente. I sistemi radianti a soffitto possono essere metallici, in cartongesso (controsoffitti) oppure realizzati in opera. Le tipologie di sistemi radianti a soffitto sono molteplici e, da un punto di vista normativo sono descritte nelle norme UNI EN 1264-1 e UNI EN ISO 11855 per i sistemi in aderenza e, nella norma ISO 18566 per i sistemi con intercapedine d'aria. L'intercapedine che viene a crearsi spesso viene utilizzata per il passaggio delle tubazioni/condotti dei sistemi ad aria, elettrici, antincendio e di illuminazione. Un recente studio ha dimostrato che la sola riqualificazione impiantistica basata sugli impianti radianti, abbinati a pompa di calore e a un sistema di ventilazione meccanica controllata, permette il raggiungimento della classe energetica minima richiesta dalla nuova EPBD.

Particolarmente indicati per gli edifici storici sono gli impianti radianti a micro-capillari, anche detti a foglia. Questi impianti si caratterizzano per avere uno spessore dei pannelli estremamente limitato (mediamente di 3 mm), essere flessibili adattandosi a qualunque superficie e posizione, quindi anche alle volte, un basso contenuto di acqua, un passo estremamente ridotto che consente la migliore distribuzione del calore o della sua sottrazione in estate. Possono essere posizionati sia a soffitto, a parete e a pavimento.

2.6 Impianti radianti a pavimento con lastre con basso spessore



Impianti radianti a lastre con basso spessore:

Rappresentano una tecnologia molto recente e di facile utilizzo anche in edifici storici, laddove consentono di sostituire i vecchi impianti a termosifoni con impianti radianti senza praticamente nessun intervento murario.

Sono costituiti da un sistema prefabbricato e modulare, composto da una superficie in acciaio alla quale è resa solidale una serpentina in rame e ottone per la trasmissione del fluido. Sono alimentati ad acqua a bassa temperatura e si installano a secco e non necessitano di massetto. I materiali utilizzati sono ad alta conducibilità termica e, nella parte inferiore di ciascun modulo, è presente un pannello isolante integrato in materiale composito.

Hanno mediamente uno spessore di 12 mm e le lastre componenti possono:

- essere incollate sui pavimenti esistenti con le lastre già predisposte per la posa di piastrelle e rivestimenti incollati;
- essere posate flottanti; in questo caso, il sistema può essere dotato di un tappetino di insonorizzazione e compensazione in neoprene, sono predisposti per la posa diretta su di essi di parquet, PVC, LVT e pavimenti simili.

Il sistema viene assemblato seguendo lo schema predefinito di progetto, inserendo in serie i vari moduli da 60×60 cm o 60×120 cm che vengono collegati all'impianto tramite modulo di connessione rapida filo-pavimento.

Data la leggerezza che li contraddistingue (circa 12 Kg/mq), generalmente non richiedono interventi di consolidamento aggiuntivi, fermo restando l'esito delle necessarie verifiche strutturali.

2.7 Impianti di riscaldamento radianti elettrici a basso spessore



Impianti radianti elettrici a basso spessore

Il riscaldamento elettrico a pavimento rappresenta una soluzione innovativa, alternativa ai sistemi radianti idronici tradizionali.

Coniuga ridotti costi di installazione (sino al 50%), alta efficienza energetica, ridotti costi di gestione e facilità di installazione.

Al contrario dei sistemi idronici che disperdono energia lungo la distribuzione e richiedono energia per le pompe di circolazione, questi sistemi non presentano dispersioni, evidenziando una efficienza energetica del 100%.

Sono disponibili sia per applicazioni sottopavimento a umido che, sotto pavimentazioni a secco (parquet, laminato, moquette o PVC).

Tra i vantaggi che presentano è possibile evidenziare:

- comfort radiante percepito in pochi minuti;
- installazione rapida e senza necessità di lavorazioni a umido;
- nessuna necessità di manutenzione vista l'assenza di meccanismi in movimento o fluido nelle tubazioni;
- Integrazione BACS con controllo stanza per stanza e per l'ottimizzazione dei carichi e lo sfruttamento del fotovoltaico.

Hanno spessori millimetrici che permettono la loro posa sopra vecchie pavimentazioni e, a differenza del riscaldamento idronico (ad acqua), non c'è rischio di perdite o allagamenti.

Possono inoltre essere realizzati anche a parete o a soffitto ma, al contrario degli impianti idronici che consentono anche la climatizzazione, questi sistemi sono solo per riscaldamento invernale.