

Condensa e muffe, quali le cause e i possibili rimedi

La formazione di condensa, di muffe o di efflorescenze, è spesso causata dall'umidità sulle superfici esterne delle murature, conseguenza diretta delle precipitazioni atmosferiche che possono penetrare anche per tutto lo spessore della muratura stessa per via di scarsa o non corretta coibentazione/isolamento, ma anche dalla presenza di ponti termici nella struttura, finanche dalle cattive abitudini degli occupanti che non provvedono alla corretta areazione/ricambio d'aria degli ambienti abitativi.

Come eliminare
la presenza di
condensa

Come prevenire
la formazione di muffe

Contributo a cura di

Angelo Pesce

PROGETTAZIONE

Condensa e muffe, le cause e i possibili rimedi

La formazione di condensa, di muffe o di efflorescenze, è spesso causata dall'umidità sulle superfici esterne delle murature, conseguenza diretta delle precipitazioni atmosferiche che possono penetrare anche per tutto lo spessore della muratura stessa per via di scarsa o non corretta coibentazione/isolamento, ma anche dalla presenza di ponti termici nella struttura, finanche dalle cattive abitudini degli occupanti che non provvedono alla corretta areazione/ricambio d'aria degli ambienti abitativi.

Angelo Pesce
Consulente tecnico

La contaminazione da muffa e condensa degli ambienti, oltre a generare deterioramenti delle finiture interne (intonaci) e degli arredi, può rappresentare anche una minaccia per la salute degli occupanti (irritazioni agli occhi e alla pelle, patologie allergiche, asma, bronchiti croniche). Ma il fattore principale che ne causa la formazione, è certamente l'umidità; vediamo adesso nel dettaglio le definizioni specifiche (figura 1).

Le definizioni e il diagramma di Glaser

1. Umidità:

- › può provenire dalle fondazioni per risalita o dall'assenza di un vespaio sotto il pavimento di cantine o interrati (o dalla mancanza di adeguata impermeabilizzazione) o per infiltrazione dai tetti o dalle pareti se gli intonaci non sono adeguati;
- › l'umidità non è soltanto la causa di mag-

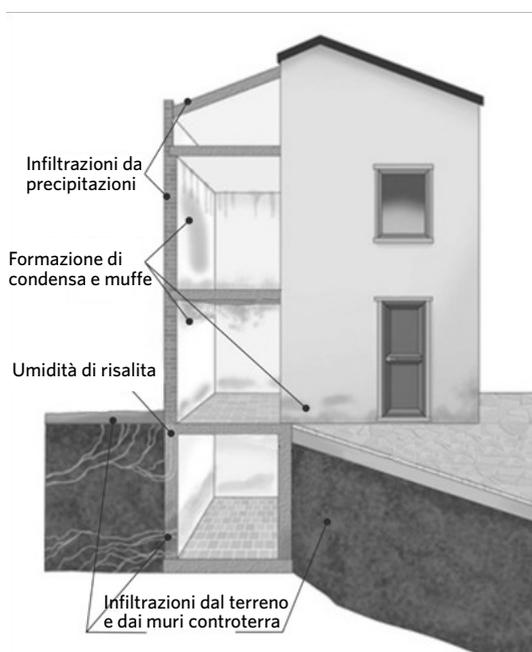


Figura 1 - La formazione di condensa e di muffe è legata alla presenza di umidità riveniente da infiltrazioni (nel terreno, nelle murature esterne, nei solai di copertura), ma anche dalla presenza di ponti termici nella struttura, da carenza di coibentazione, da scarsa o totale mancanza di areazione dei locali.
(Rielaborazione immagine tratta da *ediltecnico.it*)

giore disagio in casa, ma anche di degrado delle murature, delle finiture, degli arredi e della formazione di efflorescenze o subflorescenze, alterazioni biologiche (macchie verdi), reazioni chimiche (sgretolamento).

2. **Muffe:**

- › sono funghi che troviamo spesso sulle pareti delle abitazioni umide; derivano dalle spore vegetali presenti nell'aria: se trovano l'acqua per germogliare, fioriscono sulle pareti umide con danni estetici ma soprattutto per la salute degli occupanti; infatti, non è solo la macchia sulla parete il problema, ma piuttosto lo sono i composti volatili emessi dai microorganismi e cioè spore, piccole cellule e altro pulviscolo che, attraverso la respirazione, si depositano nei polmoni (e dunque anche nel naso e nella gola), ma anche nella pelle e negli occhi. Se il disagio per alcuni può essere impercettibile, per altri può essere grave e comportare infezioni e malessere prolungato. Va ricordato, a tal proposito, che il Ministero della Salute è da tempo impegnato nello studio delle cause e dei rimedi della cosiddetta "Sindrome da Edificio Malato" (*Sick Building Syndrome – SBS*): la presenza di condensa e di muffa nelle pareti, è uno dei motivi principali di danni alla salute causati nelle abitazioni; i sintomi più diffusi sono: stanchezza cronica, irritazioni, mal di testa, dolori articolari, predisposizione alle infezioni.

La Sindrome indica un quadro sintomatologico ben definito, che si manifesta in un elevato numero di occupanti gli edifici moderni o recentemente ristrutturati, dotati di impianti di ventilazione meccanica e di condizionamento d'aria globale (senza immissione di aria fresca dall'esterno), adibiti sia a edifici pubblici che a civile abitazione. Fattori legati agli edifici, ai sistemi di condizionamento e di ventilazione, ai programmi di manutenzione,

al tipo e all'organizzazione del lavoro e anche a fattori personali, svolgono certamente un ruolo rilevante. Da numerose indagini in edifici in cui sono stati segnalati problemi di salute o di comfort, è emerso che il problema prevalente (in quasi la metà dei casi) era costituito da una ventilazione inadeguata. Molti composti chimici presenti nell'aria indoor, sono noti o sospettati di causare irritazione o stimolazione dell'apparato sensoriale e possono dare vita a un senso di disagio e ad altri sintomi comunemente presenti nella cosiddetta SBS.

L'umidità non è la causa diretta di questi problemi, ma crea un ambiente, crea delle condizioni favorevoli all'attività biologica dei microorganismi. L'assenza di umidità impedisce la vita dei microorganismi, che non crescono e non si riproducono. Non muoiono però: semplicemente sospendono le proprie attività vitali (anche per diversi anni) in attesa che tornino condizioni favorevoli per proliferare^[1].

3. **Condensa:**

- › è un fenomeno naturale che si presenta ogni volta che l'acqua evapora e si mescola all'aria;
- › l'umidità presente nell'ambiente viene smaltita attraverso un'adeguata ventilazione, ma se quest'ultima non è sufficiente, una parte del vapore passa attraverso i muri dove incontra una certa resistenza R, fino ad evaporare all'esterno; laddove il rivestimento esterno è impermeabile (ceramica, intonaci plastici o guaina impermeabilizzante) e dunque non consente il passaggio del vapore, questo resta nella struttura muraria causando la formazione di condensa;
- › può formarsi sulla superficie (*condensa superficiale*), ma anche all'interno dei muri (*condensa interstiziale*) ed è la più insidiosa perchè nascosta; col tempo provoca for-

1. Savegnano S., "Condensa e muffa: come si originano?", in www.fratellipellizzari.it/blog

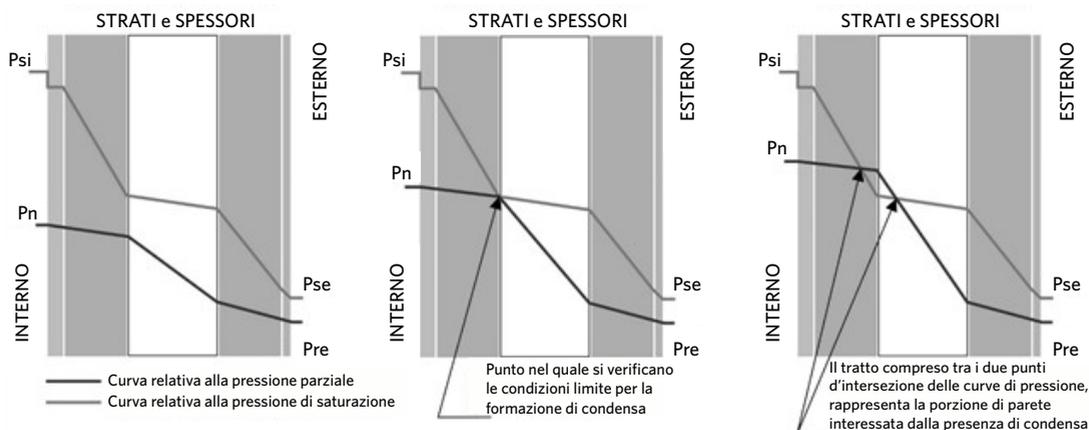


Figura 2 - Confrontando la curva delle pressioni parziali (P_r) con la curva delle pressioni di saturazione (P_s) all'interno dei vari strati del muro, si possono verificare vari casi: 1) a sx: e due curve non hanno punti di intersezione, e quindi non vi sono pericoli di formazione di condensa; 2) al centro: le due curve hanno un punto di tangenza, in questo caso si sono verificate le condizioni per la formazione di condensa in un punto e quindi basterà una diminuzione della temperatura o un aumento della pressione relativa per provocare la comparsa di rugiada; 3) a dx: le due curve hanno più punti di intersezione, in questo caso il tratto compreso tra il punto di inizio e il punto finale della zona di ipotetica intersezione rappresenta il tratto della muratura nel quale avviene la formazione di condensa. (Rielaborazione immagini tratte da www.pontarolo.com)

mazione di muffe, può corrodere le tubazioni, creare rischi agli impianti elettrici, sgretolare gli intonaci, provocare efflorescenze; quest'ultimo tipo di condensa, quella interstiziale, si studia con il metodo descritto nella UNI EN ISO 13788, chiamato "Metodo di Glaser" che consente, fissate le condizioni termoigrometriche interne ed esterne, di verificare se in una struttura piana, supposta inizialmente asciutta, possa verificarsi condensazione di vapore.

In assenza di fenomeni di condensazione all'interno della struttura, l'andamento della pressione di vapore attraverso gli strati di una struttura è sempre una funzione lineare della resistenza. Se durante il processo di trasmissione del vapore, in qualche punto si raggiungono condizioni di saturazione, si può avere condensazione del vapore e formazione di acqua liquida. Secondo il metodo di Glaser^[2], l'andamento della pressione di vapore in una qualunque parete può essere

stabilito, anche nel caso di formazione di condensa, mediante un semplice procedimento grafico (diagramma di Glaser).

Questo diagramma permette di dimensionare la parete sia per quanto riguarda gli spessori degli strati, sia per quello che riguarda la scelta dei materiali che la compongono, in base alle caratteristiche di permeabilità degli stessi.

I parametri igrometrici relativi ai singoli strati della parete necessari per la configurazione del diagramma, sono:

- > temperatura all'interno di ogni singolo strato;
- > pressione parziale di ogni strato;
- > pressione di saturazione alle varie temperature;
- > resistenza al vapore dei singoli strati.

Noti questi parametri, si può costruire il relativo schema composto dalla curva delle pressioni di saturazione (P_s) e dalla curva delle pressioni parziali (P_r) (figura 2).

Le tipologie di umidità

L'umidità nelle costruzioni dunque, oltre a raffigurare un sintomo inequivocabile di degrado e di insalubrità dell'ambiente abitativo, è uno dei fenomeni più frequenti e può manifestarsi sotto diversi aspetti. L'origine può risiedere semplicemente nel cattivo funzionamento di alcuni componenti della struttura (coperture e terrazze, superfici murarie esterne, impianti sanitari, scarichi pluviali e fognari ecc.) che richiedono interventi di manutenzione o di ripristino per eliminarne le cause; poi vi è l'umidità di risalita

che rappresenta una delle cause più frequenti di degrado degli edifici e di difficile soluzione perché investe i muri di fondazione e comporta il disfacimento degli intonaci e delle malte leganti della muratura. La presenza di umidità provoca di conseguenza fenomeni di condensa con relativa formazione di muffe o efflorescenze in ambienti saturi di aria calda e umida, delimitati da pareti più fredde, la cui soluzione è da ricercarsi in interventi di isolamento delle pareti.

Analizziamo le varie tipologie di umidità attraverso una descrizione schematica (*tabella 1*).

TABELLA 1 - TIPOLOGIA DI UMIDITÀ

Ascendente <i>(si manifesta costantemente durante tutto il corso dell'anno)</i>	› Fenomeno di risalita capillare nelle murature a contatto con terreno umido o falda acquifera.	
Da acqua meteorica	› Umidità su superfici esterne delle murature, conseguenza diretta delle precipitazioni atmosferiche che possono penetrare anche per tutto lo spessore della muratura.	queste cause sono di origine episodica, legate ad eventi stagionali e straordinari
Da condensazione	› Fenomeno superficiale ed interstiziale delle pareti. In un bagno, in una cucina o in un seminterrato, le macchie e gli aloni di umidità si manifestano in inverno, a causa dell'umidità di condensa, ossia l'umidità sotto forma di vapore che, toccando una superficie fredda, si trasforma in acqua, oppure a causa della rottura o l'intasamento delle tubature che vanno dal tetto verso il suolo; › l'umidità di condensa può formarsi anche al di sotto dei pavimenti, ad esempio sotto le mattonelle, dove la muffa tra le fughe ne crea il distacco, o sotto un rivestimento in parquet, dove si verificano rigonfiamenti dei listelli di legno.	

Vi sono poi altre tipologie di umidità di natura episodica ma ugualmente dannose per la struttura e il benessere degli occupanti (*tabella 2*).

TABELLA 2 - ALTRE TIPOLOGIE DI UMIDITÀ DI NATURA EPISODICA

Di origine accidentale	› Provocata da infiltrazioni e perdite in corrispondenza di quelle parti della costruzione a diretto contatto con acqua, quali murature confinanti con terreni umidi, cisterne, impianti idrosanitari, scarichi, pluviali, coperture. Uno dei casi più frequenti è la rottura idraulica: la causa scatenante rinviene o da possibili errori nella fase di realizzazione degli impianti idraulici o per mancanza di manutenzione (soprattutto nei casi di impianti piuttosto datati, in cui il rischio di usura è abbastanza frequente).	
Da fattori elettrochimici/fisici	› A volte la molecola dell'acqua viene veicolata (o attratta) all'interno di una muratura, da vari fattori di natura elettro-chimici ed elettro-fisici in grado, anche, di amplificare alcuni fenomeni umidi. Questi fenomeni possono essere provocati dalla presenza di impianti di antenna per telefonia mobile o da radiotrasmittitori televisivi o radiofonici che creano campi di interferenza. In determinate circostanze, i campi elettromagnetici, elettrostatici, magnetici e altri campi energetici in natura, possono aumentare e attirare l'umidità nel muro: questi influiscono sulle forze molecolari, amplificando l'azione di risalita capillare.	

Igroscopica da sali	› I sali presenti nella superficie del substrato della muratura, assorbono l'umidità dell'aria e bagnano la superficie dell'intonaco: i sali, essendo igroscopici, si sciolgono creando macchie di umidità nelle murature e nei pavimenti non isolati. Una muratura datata, ad esempio, oggetto di umidità di risalita riveniente dal terreno, pur se sottoposta ad interventi di risanamento, potrebbe ripresentare compromissioni dello strato di intonaco di nuova posa: la muratura resta infatti comunque compromessa dai sali portati dall'acqua del terreno e dai sali che si trovano all'interno del materiale da costruzione; questi sali si depositano maggiormente nella zona di evaporazione dell'acqua e nonostante un prosciugamento interno della muratura comunque ben riuscito, nello strato di finitura restano residui di sali capaci di assorbire l'umidità ambientale; in ragione di ciò, nonostante un efficace risanamento, la muratura potrebbe risultare asciutta all'interno, ma umida sullo strato di intonaco
Da lavori edili	› questa umidità rinviene da lavorazioni del manufatto edilizio e dalle fasi realizzative che comportano utilizzo di grande quantità di acqua: i materiali di solito impiegati, per via della loro porosità, trattengono a lungo l'acqua che, a causa dei tempi ristretti di cantiere, non riesce ad essere totalmente espulsa. Quest'acqua dunque è causa di umidità residua che a lungo andare si presenterà sulla superficie del manufatto.

Il segnale eloquente della presenza di umidità, dunque, è la formazione di macchie, efflorescenze e muffe dannose, oltre che per le strutture (la costante umidità può provocare danni permanenti agli elementi costruttivi), anche per il benessere abitativo e la salute delle persone (la formazione di microrganismi crea pericoli di infezioni e malattie allergiche).

Quando l'aria è satura di umidità, il vapore condensa e la parete si bagna, danneggiando gli intonaci e facendo proliferare le muffe: con una frequente ventilazione degli ambienti, la condensa può essere smaltita, ma in caso contrario, penetra nella parete fino ad evaporare all'esterno. Solitamente si manifesta negli angoli delle stanze a ridosso dei solai (soprattutto nella stagione invernale), o nelle pavimentazioni controterra prive di isolamento termico (prevalentemente in estate). Un ambiente salubre che permetta di vivere nel giusto confort, deve avere un tasso d'umidità inferiore al 60% e le pareti devono avere temperature omogenee e costanti.

Come eliminare la presenza di condensa e prevenire la formazione di muffe

Tralasciando le possibili soluzioni per evitare/eliminare la presenza di umidità, causa primaria della formazione di efflorescenze,

muffe, condensa e macchie sulle pareti, analizziamo schematicamente alcuni possibili interventi atti ad eliminare la condensa e prevenire la conseguente formazione di muffe.

Per **rimuovere** la condensa, cioè l'umidità sulle superfici che crea un microclima perfetto per la generazione e la proliferazione delle muffe, è bene eseguire alcune operazioni:

- › bonificare, per mezzo di azione chimica e meccanica le pareti, con l'impiego di prodotti fortemente alcalini;
- › creare sulle murature un ambiente ostile allo sviluppo e alla formazione eventuale delle muffe successivamente all'intervento di bonifica;
- › eliminare i ponti termici causa di condensa: gli angoli degli edifici per natura sono ponti termici "geometrici", sui quali si possono depositare umidità e formare muffa, a meno che non si provveda con un isolamento supplementare.

Ma è possibile anche attuare una serie di **azioni preventive** che impediscano (o per lo meno scongiurino) la formazione di condensa e quindi di muffe. Innanzitutto è necessario **ventilare** abbondantemente e frequentemente i locali, cercando di rispettare i criteri di risparmio energetico. La **ventilazione** è fondamentale: spesso aumentare la temperatura

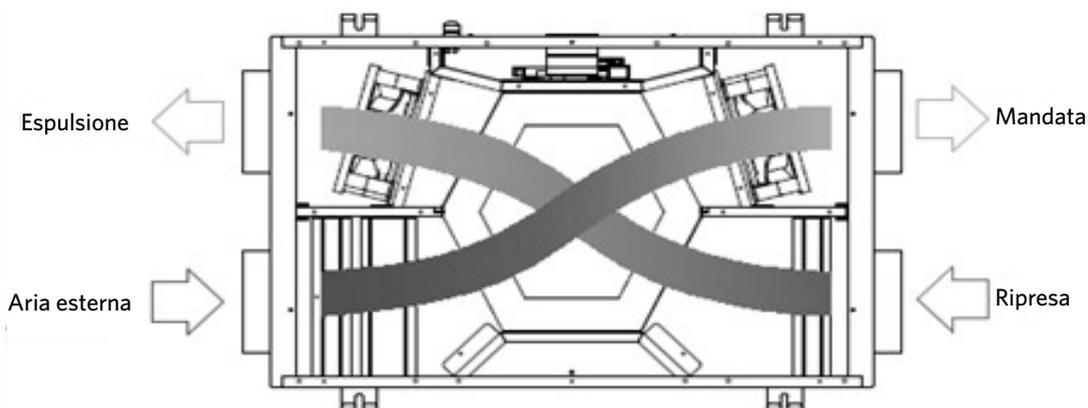


Figura 3 - A sx la sezione dall'alto di un'unità di ventilazione a soffitto. L'aria viziata ed esausta viene aspirata dall'ambiente, tramite una rete di condotti e terminali, sino al punto di ripresa sull'unità. Una volta filtrata (in modo da tenere sempre pulito lo scambiatore) l'aria di ripresa transita attraverso il recuperatore; dopo il passaggio nello scambiatore l'aria viziata viene espulsa all'esterno, mentre l'aria fresca entra nell'unità dal punto di presa aria esterna, viene filtrata in modo da eliminare le impurità, e giunge allo scambiatore di calore. A questo punto viene riscaldata nella stagione invernale e raffreddata in quella estiva. Nella foto di dx, invece, è rappresentato un recuperatore di calore per ambiente a flusso d'aria reversibile, impiegato laddove, per motivi tecnici, non è possibile inserire un vero impianto di ventilazione meccanica controllata. (Immagini tratte da Wawin-VMC, *Ventilazione Meccanica Controllata. Guida prodotto*)

delle pareti con l'isolamento non basta; occorre migliorare la ventilazione per rendere salubre l'ambiente, introducendo aria esterna che d'inverno è più secca in modo da diluire l'aria interna. Sarebbe consigliabile dotarsi di un sistema d'aspirazione continua (che ne assicura l'efficacia), dal bagno e dalla cappa della cucina (quest'ultima si collega ad una canna di esalazione). Spesso la semplice apertura delle finestre per ventilare gli ambienti non è sufficiente, per cui si può provvedere all'installazione di apposite bocchette (nelle stanze come sui serramenti o sui cassonetti) per l'immissione di aria nuova. Si tratta di **ventilazione meccanica** che, soprattutto nella nuova edilizia con protocolli di isolamento molto elevati che garantiscono risparmio energetico ma limitano il ricambio d'aria, è in grado di immettere aria ricca di ossigeno e di smaltire quella ricca di umidità, migliorando il microclima interno e la salubrità dei locali.

Questa ventilazione meccanica può sostituire quella naturale (ottenibile con l'apertura delle finestre) immettendo negli ambienti

aria ossigenata, filtrata e ad una temperatura prossima a quella interna (mantenendo così costante la temperatura, senza dispersione di calore, inevitabile con l'apertura delle finestre). Ci sono unità di ventilazione meccanica che si limitano ad estrarre l'aria interna, espellendola all'esterno, con dispersione di calore durante l'inverno; quelle che lavorano correttamente (VMC, ventilazione meccanica controllata), invece, prevedono anche il recupero del calore: attraverso l'impiego di uno scambiatore, i flussi d'aria in uscita e quelli in entrata si incrociano (senza mescolarsi) e la temperatura dell'aria esterna in immissione si alzerà fino a raggiungere all'incirca (4-5° di differenza) quella interna (figura 3).

Il sistema si sviluppa in maniera assolutamente non invasiva, lasciando a vista solo gli elementi terminali, ha un funzionamento semplice, con costi di esercizio e manutenzione minimi.

Altra operazione preventiva da compiere per evitare formazione di condensa, è quella di mantenere costante il **regime di conduzione dell'impianto di riscaldamento** se

l'edificio non è ben coibentato e privo di ponti termici (quando si abbassa la temperatura in casa spegnendo l'impianto, il vapore accumulato, trovandosi alla temperatura di "rugiada", condensa con conseguente formazione di muffa).

Ancora, provvedere con buoni **isolamenti delle parti esterne** (muro, soffitto, pavimento) a produrre alte temperature sulle superfici interne: essendo la differenza tra la temperatura dell'aria al centro del locale e delle superfici minore di 4°C, è meno facile la formazione di condensa e quindi di muffa.

Infine, impiegare **materiali con capacità**

di assorbimento del vapore per pareti, soffitti, superfici e arredamento (evitare rivestimenti sintetici, carta da parati, pavimenti in PVC ecc.). A tal fine è importante sapere che vi sono alcune **tipologie di intonaci** che rispondono **aprestazioni speciali**: sono prodotti in genere premiscelati a secco, in grado di soddisfare specifiche esigenze e che possono, laddove non è possibile intervenire sulla parte strutturale dell'immobile, garantire soluzioni mirate per l'umidità di risalita, le dispersioni termiche, la formazione di condensa, ecc. (tabella 3).

TABELLA 3 - TIPOLOGIE DI INTONACI CHE RISPONDONO A PRESTAZIONI SPECIALI

Intonaco deumidificante e risanante	<ul style="list-style-type: none"> › Riparano la struttura muraria dall'azione disgregatrice dell'umidità; › favoriscono l'evaporazione dell'umidità presente nella muratura (non eliminando la causa all'origine).
Intonaco impermeabilizzante o idrorepellente	<ul style="list-style-type: none"> › Proteggono le murature dalla penetrazione dell'acqua, assicurando comunque la traspirabilità dell'intera muratura; › questi intonaci osmotici di impermeabilizzazione, modificano il sistema cristallino della superficie, saturandone la porosità e rendendo impermeabile l'intera struttura dell'intonaco; › sono accompagnati da intonaci macroporosi e deumidificanti.
Intonaco termoisolante	<ul style="list-style-type: none"> › Migliorano le prestazioni termiche e acustiche delle pareti; › vengono impiegati generalmente per realizzare sistemi di isolamento "a cappotto", che consistono in un rivestimento esterno delle murature con materiali isolanti naturali, per aumentare l'inerzia termica delle costruzioni.
Intonaco con ridotte microfessurazioni	<ul style="list-style-type: none"> › consente di realizzare superfici intonacate con piccoli spessori meccanicamente molto resistenti; › la sua struttura contrasta la formazione di micro fessurazioni causate dal ritiro della malta per dilatazioni termiche e/o piccoli assestamenti, evitando le possibili infiltrazioni di acqua.

Alla base del problema condensa, dunque, c'è quasi sempre (escludendo i casi di rottura di tubazioni e quindi perdite accidentali che favoriscono l'umidità di risalita), un problema di isolamento dovuto o ad errori di progettazione o ad una non corretta realizzazione, che causa il passaggio e l'accumulo di umidità in alcuni punti della struttura.

A volte l'isolamento potrebbe risultare del tutto assente, ma la comparsa di condensa e la relativa formazione di muffe o efflorescenze può anche essere causata dal-

la presenza di **ponti termici**, cioè un punto tra la parte interna e quella esterna di una muratura nella quale risulta assente l'isolamento e dunque avviene il passaggio dell'umidità (negli angoli o nei giunti, ad esempio, la muffa è indice di ponte termico fra la trave e i pilastri). Questo problema è causa sia della formazione di muffa e dunque di insalubrità dell'ambiente, sia di dispersione termica (con aggravio sul riscaldamento).

Spesso il problema condensa viene ag-

gravato dai fattori climatici: forti escursioni termiche, basse temperature, piovosità e scarsa insolazione consentono il proliferare di macchie di muffa in mancanza di un adeguato isolamento. È importante dunque intervenire sulla struttura con opere di **isolamento delle parti esterne (parete ventilata)**, che contribuisce al controllo delle caratteristiche igrotermiche della parete mediante ricambi d'aria naturali o forzati; **isolamento a cappotto**, che consente

l'eliminazione di tutti i punti freddi, aumentando la capacità di accumulo termico dell'edificio); con **isolamento delle pareti dall'interno** (contropareti); **isolamento dei solai** (guaine impermeabilizzanti); **isolamento termico in intercapedine** (interposizione di materiale isolante, lastre rigide o granulati sfusi o insufflaggio di schiume isolanti fra una parete di tamponamento esterna di maggior dimensione e una parete interna di sezione minore).