## UMIDITA' E MUFFA NEGLI EDIFICI: I RISCHI PER LA SALUTE

*a cura dell'Associazione Nazionale "Donne Geometra – Esperti Edificio Salubre – Gas Radon" del Consiglio Nazionale dei Geometri e Geometri Laureati*

INDICE

Premessa
L'umidità negli edifici
- Il processo di condensazione e l'origine delle muffe negli ambienti confinati
- Il ruolo della progettazione e dei materiali edili

Le cause dell'umidità
- Umidità di costruzione
- Umidità meteorica
- Umidità da condensazione (superficiale o interstiziale), i ponti termici e le barriere al vapore
- Umidità accidentale (perdite, allagamenti)
- Umidità ascendente o da risalita capillare e cenni di intervento

L'Umidità negli edifici: danni e contenzioso. Alcune sentenze
Conclusioni

### PREMESSA

Gli edifici sono degli ecosistemi vivi, costellati di microclimi e nicchie ecologiche che possono influenzare la salute e il benessere di chi li abita: esseri umani, animali domestici o persino indesiderati. L'entità di questa influenza dell'ambiente è direttamente proporzionale alla parte del tempo che trascorriamo al loro interno[1], dove l'inquinamento può essere fino a cinque volte superiore a quello esterno e la nostra esposizione ad agenti nocivi può essere da 10 a 50 volte maggiore, come affermato dall'*Organizzazione Mondiale della Sanità*. La presenza di queste sostanze nocive dipende da fattori microclimatici, ovvero dalle condizioni ambientali che regolano gli scambi termici con l'ambiente circostante. *Umidità, temperatura, luminosità* e *ventilazione*[2] sono le variabili che maggiormente influenzano il *comfort termico* delle persone all'interno degli ambienti chiusi.

L'umidità eccessiva può influire sia sulle strutture abitative che sulla salute degli abitanti. Sulle prime favorisce la crescita di muffe e batteri, che rendono insalubre l'ambiente arricchendolo di composti organici volatili o vere e proprie tossine che, a loro volta, possono provocare reazioni allergiche o malattie respiratorie in chi vi soggiorna. Considerato l'impatto sanitario, la durata di fruizione di una costruzione e le ripercussioni a lungo termine sull'uomo, la muffa costituisce il principale problema epidemiologico e medico derivante dagli ambienti confinati, condizione che i progettisti e i costruttori hanno l'obbligo di prevenire con adeguate soluzioni tecniche e tecnologiche. L'*Organizzazione Mondiale della Sanità* indica nelle varie pubblicazioni che circa il 50% degli edifici abitati è caratterizzato dall'umidità eccessiva e vivere o lavorare in un edificio danneggiato dall'umidità può indurre una vasta gamma di disturbi che vanno dalla semplice e abbastanza comune cefalea, ai sintomi neurologici[3], fino a quadri rari ma mortali rappresentati dalle polmoniti emorragiche. Oltre ai quadri acuti, risultano fortemente impattanti anche quadri clinici cronici quali la riduzione delle capacità di concentrazione e dell'apprendimento scolastico[4]. L'umidità eccessiva è un fattore sfavorevole che può influenzare negativamente anche la durabilità e l'estetica degli edifici.

Per contrastare queste criticità, diventa imprescindibile mettere in atto provvedimenti preventivi come una corretta ventilazione e l'impiego di tecniche di isolamento efficaci, oltre al monitoraggio regolare e alla manutenzione degli ambienti. Queste strategie non solo migliorano

[1] Il 60% del tempo viene trascorso a casa, il 30% a lavoro e il restante 8% all'interno di altre strutture o nei mezzi di trasporto.

[2] TC 156 - Ventilation for buildings. Il principio della ventilazione naturale si basa sull'effetto del vento e dell'effetto camino, l'aerazione è il ricambio dell'aria attraverso l'azione manuale su aperture non progettate per la funzione di rinnovo dell'aria, il principio della ventilazione meccanica (VMC) si basa solamente sul funzionamento di ventilatori.

[3] Jouni Lohi Università di Helsinki | HY · Dipartimento di Patologia

[4] B. Robert Crago,Michael R. Gray, Lonnie A. Nelson, Marilyn Davis, Linda Arnold, Jack D. Thrasher

la longevità delle costruzioni ma contribuiscono anche a ridurre le dispute giudiziali e i costi sociali associati al degrado degli edifici causato dall'umidità. Con le nuove necessità di contenimento energetico, la crescente urbanizzazione, i cambiamenti climatici e la graduale vetustà del parco immobiliare accresce il rischio di un'eccessiva umidità ambientale, con i rischi sopra evidenziati. Per i professionisti dell'edilizia, affrontare queste problematiche fin dalle prime fasi di progettazione, prevenire danni e problemi correlati, adottando un approccio scientifico e multidisciplinare costituisce un importante atto di responsabilità professionale e sociale.

## L'UMIDITA' NEGLI EDIFICI

La gestione dell'umidità rappresenta da sempre una questione delicata nella progettazione e manutenzione del costruito, che esige una comprensione approfondita dei vari fenomeni coinvolti, fondamentali per preservarne l'integrità strutturale, l'architettura e gli aspetti igienico-sanitari. Il risultato di questo sforzo è il raggiungimento della conformità alle normative che regolano il settore edilizio, come il Decreto Ministeriale Sanità del 5 luglio 1975 e l'art. 24 del D.P.R. 380/2001 (modificato dal d.lgs. n.222 del 2016) che fissa i requisiti per il *certificato di agibilità*.
Nel campo della valutazione e della diagnosi, occorre agire con cautela per evitare errori anche di interpretazione, che possano compromettere la corretta gestione dei problemi. Una buona aerazione e ventilazione, la valutazione del ruolo dell'umidità nell'equilibrio dell'ambiente interno e una progettazione mirata possono prevenire numerosi danni. Tuttavia, quando l'umidità supera i livelli fisiologici, è essenziale agire tempestivamente per salvaguardare la salute degli occupanti e l'integrità strutturale degli immobili. Nonostante l'uso di prodotti innovativi e tecnologie sofisticate, non sempre si ottengono i risultati sperati. Infatti, le soluzioni definitive non sono applicabili indistintamente ad ogni problematica relativa all'umidità, dipendendo da diversi fattori, quali la tipologia dell'edificio, i materiali utilizzati, l'ubicazione, il clima, le proprietà del suolo e la topografia, la ventilazione, l'isolamento termico, la conduzione, la manutenzione, ecc.
La crescente necessità di rendere gli edifici ermetici, dovuta alle sempre più stringenti leggi sull'efficienza energetica con una riduzione dei ricambi d'aria senza che vi siano dei correttivi per la salute degli occupanti, può portare a un'accentuazione del problema dell'umidità. Questo delicato capitolo della pratica costruttiva richiede competenza e figure professionali adeguatamente formate e qualificate, tra questi menzioniamo gli Esperti in Edificio Salubre attivi su tutto il territorio nazionale.

### *Il processo di condensazione e l'origine delle muffe negli ambienti confinati*

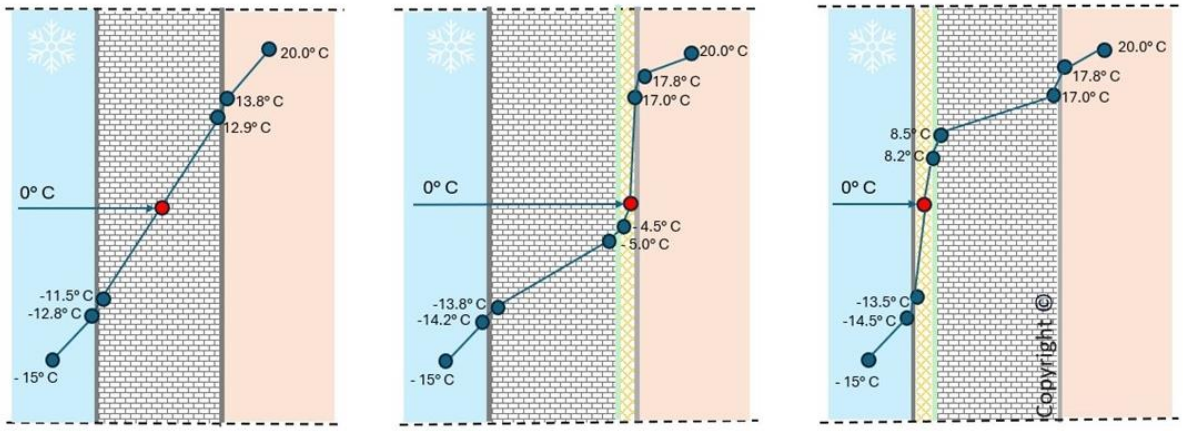
Una delle cause più comuni di umidità negli edifici è la *condensa* che è il terreno su cui possono crescere le muffe. Il processo di *condensazione* avviene quando si presentano una delle presenti condizioni:

- la quantità di vapore acqueo presente nell'aria ha raggiunto il livello di saturazione;
- la temperatura superficiale di un elemento edilizio è inferiore alla *temperatura di rugiada*[5] dell'aria che lo circonda.

La condensa, anche se non immediatamente visibile, può contribuire alla crescita di muffe nei materiali porosi, dove i tempi di proliferazione delle spore sono più lunghi in quanto l'acqua viene assimilata dai pori dei materiali e passa facilmente da una saturazione totale ad una parziale. La bassa *inerzia termica* dell'ambiente confinato e il riscaldamento periodico sono gli altri fattori che creano un ambiente idoneo alla formazione della condensa e della muffa.
L'inerzia termica, si riferisce alla capacità di un materiale o di una struttura di assorbire calore e di variare la propria temperatura più o meno lentamente in risposta a cambiamenti della temperatura esterna o a una fonte interna di calore o raffreddamento. Ad esempio, nelle realizzazioni dell'isolamento termico, quando il cappotto è esterno non influisce sullo

[5] Con questo termine si identifica la temperatura alla quale l'aria diventa satura di vapore acqueo e questo passa dallo stato di vapore a quello liquido, generando rugiada, brina e, appunto, condensa. Per conoscere il punto di rugiada dell'aria in un ambiente con determinati valori di temperatura e umidità, si utilizza il diagramma psicrometrico sul quale è possibile individuare le proprietà dell'aria (miscela aria acqua) a pressione costante. Fig.2

spostamento del punto di rugiada e riscalda l'intera parete, le masse murarie si scaldano e si raffreddano seguendo le oscillazioni delle temperature esistenti nell'immobile stesso, permettendo una variazione di temperatura graduale, con l'esclusione di brusche oscillazioni che alimenterebbero i fenomeni condensativi. Al contrario, con l'isolamento interno la parete si raffredda su tutto lo spessore e il punto di rugiada si sposta in prossimità dei vani abitati, le pareti seguono le oscillazioni delle temperature esterne e non essendo presenti all'interno masse rilevanti capaci di accumulare calore, le variazioni di temperatura saranno più marcate e rapide, creando un ambiente ideale per i fenomeni di condensazione dovuti alla variazione dell'*Umidità Relativa*. (Fig.1).




**Edificio senza isolamento termico.** In un edificio senza isolamento termico si verificano notevoli perdite termiche. Le pareti si congelano: il punto di congelamento si trova approssimativamente al centro della parete.

**Edificio con isolamento interno.** L'isolamento interno può limitare le perdite di calore, ma non può impedire al gelo di penetrare nelle pareti. La costruzione non beneficia dell'accumulo di calore, quindi i vani si riscaldano e si raffreddano rapidamente. I vapori condensano tra l'isolamento e la parete, fornendo le condizioni ideali per la formazione della muffa.

**Edificio con isolamento esterno.** Poiché il punto di congelamento si trova nell'isolamento, le pareti non congelano. La costruzione viene riscaldata e il calore può accumularsi. Le perdite termiche sono minime.

*Figura 1. Esempi di isolamento termico*

I fenomeni della condensa si manifestano sui soffitti, pareti, vetri e possono essere presenti anche all'interno dei cassonetti per le tapparelle, i vani delle finestre scarsamente isolati dove l'umidità relativa può salire fino al 100% e quindi il vapore, letteralmente, *condensa*.
In questo *ambiente favorevole*, le *spore*[6] presenti nell'aria si depositano e trovano le condizioni ottimali per germinare e proliferare.
Per passare dallo stato di spora a quello di cellula vegetativa le muffe richiedono umidità in eccesso, calore e un tempo che va da circa 12 ore fino ad alcuni giorni. Di conseguenza se una superficie è bagnata e si provvede ad asciugarla prima delle 12 ore, il processo di proliferazione della muffa viene interrotto, diversamente si corre il rischio della colonizzazione.
In alcuni casi, si può manifestare una condensa *superficiale* e in altri invece una di tipo *interstiziale* (Fig.2.).
La prima avviene quando la temperatura di una qualsiasi superficie dell'involucro edilizio risulta inferiore o uguale alla temperatura di rugiada dell'aria in esso contenuta (il fenomeno in ambiente domestico è quello della formazione delle goccioline sui vetri), mentre la seconda si verifica soprattutto in inverno, attraverso gli elementi strutturali o edilizi che separano gli ambienti interni dall'esterno, che sono caratterizzati da temperature e livelli di umidità diversi.

[6] Le spore sono uno stadio del fungo e delle muffe in grado di resistere per lungo tempo in condizioni inospitali (assenza di nutrienti, bassa umidità e temperature rigide). Esse sono ubiquitarie (in un metro cubo possono variare fra le 100 e le 10.000, con valori più alti in estate e in autunno), possono resistere per un tempo indefinito e in condizioni favorevoli possono rivegetare in un'ora.

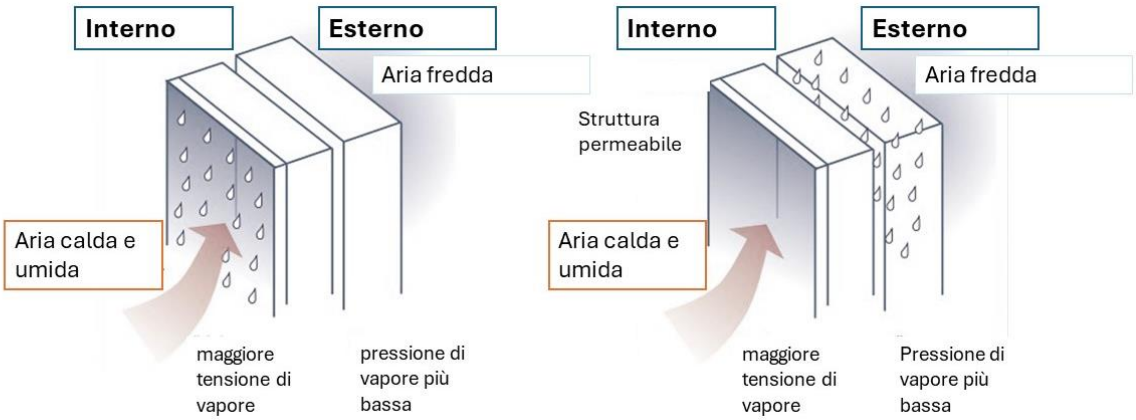



*Figura 2. Rappresentazione della condensa superficiale e interstiziale*

Questa condensazione si riscontra all'interno degli elementi strutturali, come le murature, per via di una progettazione impropria, dove spesso si sottovaluta la capacità dei materiali porosi di traspirare il vapore, permettendo così che questo condensi all'interno di essi, alterandone le proprietà specifiche ed in particolar modo le capacità di isolamento. Sulle superfici porose assorbenti, come il *cemento, gesso, massetti cementizi, legno, ecc.,* la condensazione non è immediatamente visibile, diversamente dalle superfici non assorbenti, come *vetri, metalli, superfici smaltate, lastre in pietra* dove è immediatamente riconoscibile.
La corretta stratificazione nell'architettura dell'involucro edilizio è cruciale per prevenire la condensazione interstiziale, che può compromettere l'integrità strutturale e la qualità dell'aria interna. Seguendo il principio di posizionare i materiali permeabili al vapore verso l'esterno e quelli meno permeabili verso l'interno, si ottimizza la diffusione del vapore e si minimizza il rischio di condensa. Inoltre, posizionando i materiali con maggiore resistenza termica all'esterno, si migliora l'isolamento dell'edificio, contribuendo così all'efficienza energetica e al *comfort* abitativo. La norma UNI EN ISO 13788 identifica il "*rischio muffa*" quando l'Umidità Relativa sulla superficie dell'involucro edilizio è uguale o superiore all'80%, (per periodi di tempo prolungati) e la temperatura critica minima si attesta intorno a 16°C circa[7]. Secondo lo standard ASHRAE 55-92, un UR del 70% è considerato il limite inferiore per il rischio di sviluppo di muffe. Questo significa che ambienti con un UR superiore al 70% possono diventare terreno fertile per la loro riproduzione, specialmente se l'UR si avvicina o raggiunge il 100%. Una combinazione di controllo dell'umidità, ventilazione adeguata e manutenzione preventiva sono quindi essenziali a prevenire la formazione di muffe. La "muffa" è un termine non propriamente scientifico utilizzato per identificare circa 100000 specie di funghi pluricellulari che crescono nell'ambiente e particolarmente in alcuni edifici sotto forma di vegetazioni di varia grandezza e colore, quasi sempre macchie maleodoranti, sfocate e talvolta tossiche. Tra queste, l'*Alternaria* è nota per essere una causa comune di allergie, con un picco di concentrazione durante i mesi estivi. L'*Aspergillus*, invece, è nota per le sue spore ubiquitarie e per essere un tipo di muffa tossica, responsabile di una polmonite in individui immunocompromessi e con patologie polmonari preesistenti. Il *Penicillium*, riconoscibile per le sue tonalità vivaci, ha avuto un impatto positivo

[7] L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha fornito dei valori di riferimento che indicano quale sia il tasso di umidità ideale per un'abitazione. Questi dati sono stati definiti sulla base del rapporto tra temperatura e umidità ideale in casa. Nello specifico, a fronte di una temperatura pari a 18°C, l'OMS identifica come tasso ideale un'umidità compresa tra il 60% e il 70%. Se la temperatura fosse di 19°C, l'umidità in casa dovrebbe essere compresa tra il 50% e il 70%. A 20°C, dovrebbe essere compresa tra il 40% e il 70%. Salendo a 22°C, tra il 40% e il 60% e, se la temperatura supera i 24°C, l'umidità ideale in casa dovrebbe essere compresa tra il 30% e il 40%.

nella medicina grazie alla scoperta della penicillina, derivata dalle sue micotossine e utilizzata come antibiotico. *Lo Stachybotrys*, conosciuto come muffa nera, è un genere di fungo che si sviluppa su materiali ricchi di cellulosa ed ha guadagnato notorietà per la sua tossicità. La specie *S. chartarum*, in particolare, determina con le sue tossine una pericolosa forma di emorragia polmonare infantile[8], riscontrata per la prima volta a Cleveland (Ohio), negli anni '90.[9]
In funzione della loro tendenza a svilupparsi in funzione dell'umidità, le muffe si suddividono in tre gruppi:

- *muffe idrofile*: hanno bisogno di acqua liquida o di umidità relativa molto alta, superiore al 90% e possono formarsi in soli due giorni;
- *colonizzatori secondari*: si sviluppano con umidità relativa fra l'80 ed il 90%;
- *colonizzatori primari o muffe xerofile*: non necessitano di acqua liquida, ma possono proliferare con un'umidità relativa dell'80% per periodi prolungati.

Per quanto possa sembrare professionale identificare e combattere i ceppi di muffe chiaramente patogene, va considerato che nell'aria sono veicolati molteplici ceppi di spore il cui potenziale patogeno è impossibile da determinare. Pertanto, nella strategia generale occorre considerare che ogni crescita di muffe è potenzialmente pericolosa se in quell'ambiente vi si trascorre un certo periodo di tempo e che sia giustificata la prevenzione in ogni ambiente abitato.
Per conoscere le relazioni tra le condizioni di umidità e temperatura dell'aria interna e per il calcolo della soglia di allarme lo strumento più utile è il *diagramma psicrometrico*[10] (Fig.3).

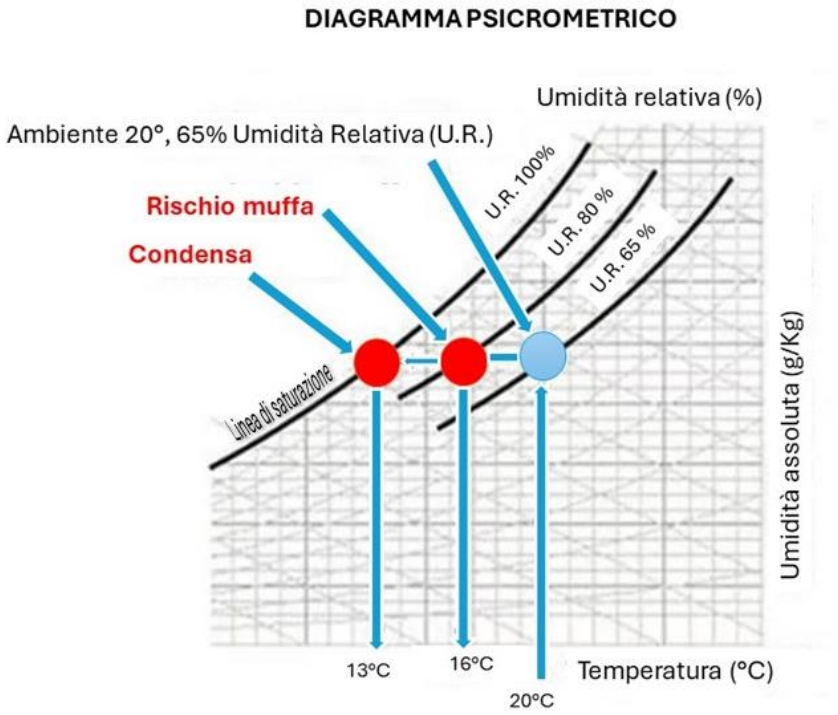



*Figura.3. Diagramma psicrometrico con le soglie del "rischio muffa" (16°-U.R. 80%) e di "condensazione" (13° -U.R. 100%)*

[8] Biologia (Basilea) 2022 marzo; 11(3): 352.Aggiornamento su *Stachybotrys chartarum*: muffa nera percepita come tossigena e potenzialmente patogena per l'uomo. Mariusz Dyląg, Klaudyna Spychała, Jessica Zielinski, Dominik Łagowski, e Sebastian Gnat

[9] L'emorragia polmonare idiopatica è stata diagnosticata in 37 neonati nell'area di Cleveland, Ohio, tra il 1993 e il 1998. Panoramica delle indagini sull'emorragia polmonare tra i neonati a Cleveland, Ohio. D G Dearborn, I Yike, W G Sorenson, M J Miller e R A Etzel

[10] Il diagramma psicrometrico è un grafico nel quale sono tracciate un insieme di curve rappresentative delle proprietà dell'aria, relative ad una condizione di pressione standard. In particolare, sono rappresentate: temperatura di bulbo asciutto sull'asse orizzontale (°C), umidità assoluta dell'aria sull'asse verticale (g/kg), umidità relativa con curve che crescenti procedendo da sinistra a destra (%), entalpia con linee decrescenti procedendo da sinistra a destra (kJ/kg). Queste curve, note due proprietà, permettono di conoscere le altre due perché, individuato il punto rappresentativo dello stato termodinamico dell'aria, è possibile leggere gli altri valori sugli assi di riferimento o sulle scale inclinate.

Le condizioni ambientali che facilitano la comparsa delle muffe sulle pareti possono essere così riassunte:

- presenza di spore;
- temperatura compresa fra 15° e 30°, con una crescita ottimale fra i 20°C ed i 25°C;
- presenza di umidità e un fondo nutritivo di materiale organico sulle pareti.

Vista l'ubiquitaria presenza di spore e materiale organico negli ambienti confinati, l'umidità provocata dalla condensa superficiale ed interstiziale è il vero fattore limitante della crescita delle muffe negli edifici. Pertanto, la sua modulazione deve essere valutata preventivamente sia in una progettazione ex novo, che in fase di riqualificazione degli immobili esistenti. Fig.4

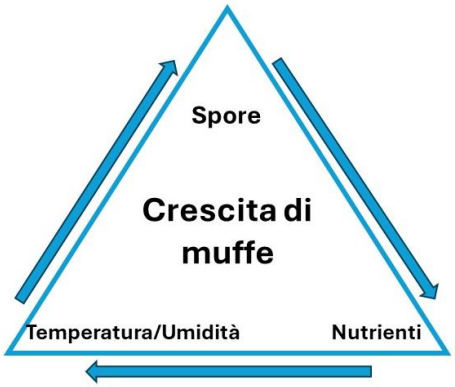



*Figura 4. L'attività riproduttiva delle muffe*

Anche il *pH* delle superfici può influenzare la loro crescita, infatti la proliferazione aumenta nei substrati leggermente acidi (pH inferiore a 7), pertanto mantenere un ambiente ventilato con superfici neutre o leggermente alcaline può contribuire a prevenire la loro formazione.
Per un ambiente salubre e privo di umidità, secondo l'American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), l'intervallo ideale di umidità relativa in inverno deve essere compreso tra il 40% al 50%, mentre la temperatura interna deve essere mantenuta costante tra i 19-22 gradi centigradi; in estate l'intervallo dell'umidità relativa deve essere compreso tra il 50-60% e la temperatura tra i 24-26°C, combinati ad un continuo ricambio d'aria[11].
Al di sotto del 40%, l'aria è considerata troppo secca per la crescita delle muffe, ma questo non equivale ad un'aria salubre, in quanto la permanenza in questi ambienti genera tosse, recrudescenza dell'asma, gola secca, epistassi (sangue dal naso) e altri sintomi.
Il ricambio dell'aria è garanzia di riduzione dell'umidità e in genere di una buona qualità della stessa. Una ventilazione insufficiente crea anche accumuli di inquinanti interni con importanti ripercussioni sulla salute e sulla qualità di vita[12].

### *Il ruolo della progettazione e dei materiali edili*

La fase di progettazione assume un ruolo cruciale nel garantire un'efficace prevenzione delle condense e dell'umidità. In questa fase, è essenziale pianificare sistemi di ventilazione adeguati a regolare la temperatura di ogni ambiente e selezionare accuratamente i materiali in grado di garantire le giuste proprietà termiche e di permeabilità al vapore. Inoltre, è indispensabile posizionare correttamente le fonti di calore per garantire un ambiente confortevole e salubre. La scelta dei materiali edili rientra tra le fasi delicate prima di ogni intervento. I materiali utilizzati in edilizia presentano diversi gradi di *igroscopicità*, ovvero la capacità di scambiare vapore acqueo con l'aria in termini di velocità e quantità. La temperatura e la composizione chimica del materiale influenzano queste proprietà. I materiali altamente igroscopici possono assorbire grandi quantità di vapore acqueo dall'aria circostante, per poi rilasciarlo gradualmente creando così un effetto di *raffreddamento evaporativo*. Tra i materiali più igroscopici ci sono l'*argilla*, la *terra cruda*, *silicato*

[11] DPR 16 Aprile 2013, n. 74
[12] Edifici 2023, 13, 1600 9 di 20 [2,13,34]

*di calcio*, *gesso* e in generale tutte le sostanze silicee o silicatiche, ai quali si aggiungono quelli di origine vegetale *(cellulosa*, *legno*, *fibre tessili)*, e quelli di origine animale *(lana di pecora)*. Tuttavia, la curva di assorbimento igroscopico e il successivo rilascio da parte dei materiali non seguono la stessa traiettoria. Infatti, un materiale che è originariamente asciutto tende ad assorbire l'umidità dall'aria man mano che l'umidità relativa ambientale aumenta. Quando i valori tornano a quelli originari, il materiale conserva una quantità di umidità per l'effetto dell'*isteresi igroscopica*. Una gestione avveduta del vapore all'interno di spazi confinati deve tener conto anche dell'inerzia igroscopica dei materiali, onde mitigarne le oscillazioni cicliche e impedire l'eccessivo superamento di valori di picco.
La quantità di umidità che entra nell'edificio dovrà corrispondere a quella che esce, in casi nei quali subentra uno squilibrio occorre intervenire con sistemi correttivi, come ad esempio la ventilazione meccanica controllata (VMC).
Le valutazioni sono sempre molto complesse. Ad esempio, in *autunno le temperature si abbassano gradualmente* e l'*umidità cresce con l'aumentare della pioggia*, di conseguenza questa alza l'umidità relativa e le temperature medio basse riducono il tasso di evaporazione, formando un accumulo d'acqua per igroscopicità nei materiali da costruzione sotto forma di piccoli cristalli di ghiaccio, che a sua volta possono amplificare problemi strutturali o di degrado. In *primavera con l'aumentare delle temperature i cristalli si sciolgono rapidamente passando allo stato liquido*, il materiale rilascia l'acqua trattenuta, dando molto spesso origine al *rigonfiamento* e lo "*sfogliamento"* dell'intonaco ammalorato, oppure al distacco di alcune parti di esso e alla formazione di crepe e fessurazioni.
Questi materiali, in grado di assorbire l'umidità, possono arrivare a contenere una quantità significativa di acqua, che in casi estremi raggiunge diversi litri per metro quadrato.
I sottotetti, i tetti, le contropareti, le intercapedini, sono le parti più esposte e vulnerabili.
Un esame scrupoloso va rivolto anche fenomeno dell'*idrofilia* che tende a creare problemi molto simili a quelli dell'igroscopicità. Solitamente i materiali idrofili hanno una scarsa propensione a rilasciare l'acqua accumulata, cioè una volta impregnati non favoriscono l'evaporazione. Alcuni esempi sono il *cartongesso*, la *pietra naturale*, il *legno non trattato*, la *lana di pecora*, *ecc*.
In presenza di umidità interna, è altresì necessario evitare l'uso di rivestimenti non permeabili al vapore acqueo. Questi rivestimenti possono impedire la normale evaporazione dell'umidità della massa muraria, aumentando così il rischio che essa si accumuli all'interno della struttura creando un ambiente favorevole alla formazione di muffe. I rivestimenti non permeabili al vapore acqueo, come *smalti*, *pitture polimeriche filmogene*, *tappezzerie*, *piastrelle*, *rivestimenti plastici* e simili, possono impedire alla parete il fenomeno della *"traspirabilità"*, ovvero la capacità di rilasciare l'umidità accumulata dall'interno verso l'esterno.
Gli edifici fino ad oggi sono stati costruiti con diverse modalità, diversi materiali, diversa filosofia costruttiva, diverse tecnologie.
Quelli realizzati fino al *'900* sono stati concepiti come *permeabili all'acqua* e realizzati con materiali traspiranti, consentendo così ad una grande percentuale di umidità di evaporare liberamente. Diversamente, gli edifici più recenti per soddisfare le esigenze energetiche sono stati ideati per essere a *tenuta* utilizzando tecniche e materiali per tenere completamente fuori l'umidità. In ogni fase di riqualificazione del costruito, sia riferita ai vecchi edifici, che a quelli più recenti è necessario analizzare le caratteristiche estrinseche ed intrinseche, fare una serie di valutazioni per poi individuare i materiali di intervento e le tecniche di risanamento con particolare riguardo ai problemi legati all'umidità, garantendo così la durabilità e il *comfort* degli occupanti.
L'*intonaco di cemento*, ad esempio, è molto meno traspirante dell'*intonaco* a base di *calce*, il che aumenta l'umidità compresa quella di risalita in un muro, dopo una ristrutturazione, un ammodernamento o un restauro. L'aggiunta di cemento alle malte di calce nel tempo è stata una pratica comune per aumentare la resistenza iniziale dell'agglomerato edile; tuttavia, molti studi hanno rilevato che proporzioni elevate di questo materiale, possono compromettere la durabilità e causare danni alle strutture murarie sensibili ai solfati.

Quando siamo davanti ad un intervento di risanamento in presenza di umidità, il cemento non è la soluzione ottimale. Bisogna constatare purtroppo, che la maggior parte degli intonaci *"per il risanamento dei muri umidi",* contiene dal 5% al 20% di questa sostanza.
In Italia è in uso la commercializzazione degli intonaci per il risanamento di muri umidi con una etichettatura non chiara. Infatti, vengono mercificati intonaci "a base di calce idraulica naturale" *(Hydraulic Limes, HL, che possono contenere cemento)*, quelli "di sola calce idraulica naturale" NHL 5 *(Natural Hydraulic Limes, NHL, che non lo contengono)*.
In base alla norma UNI EN 459-1:2010, solo i prodotti ottenuti con la cottura di marne naturali, oppure di mescolanze omogenee di pietre calcaree e di materie argillose possono essere indicati come NHL. Le calci idrauliche naturali sono altresì distinte in: NHL 2.0, 3.5 e 5 sulla base della resistenza meccanica a 28 giorni, misurata in Newton/mm$^2$.
Alla luce di queste conoscenze, occorre leggere diligentemente la composizione riportata nelle schede tecniche del prodotto e se non si è in presenza di un intonaco classificato *NHL5* e quindi di *sola calce*, occorre mettere in preventivo che il risultato finale di un intervento sarà sicuramente diverso da quello ottenuto con il prodotto siglato *HL*, che *può contenere cemento*.
Gli *intonaci* tradizionali a *calce pozzolanica* romana (Fig. 4 in verde), offrono una piena traspirabilità e resistenza all'acqua, non si alterano in presenza dei sali, garantiscono la giusta traspirabilità all'involucro edilizio, preservandolo anche nel tempo. E' bene accertarsi sulla loro provenienza, evitando così che si possano impiegare materiali con la presenza di radionuclidi di origine naturale.

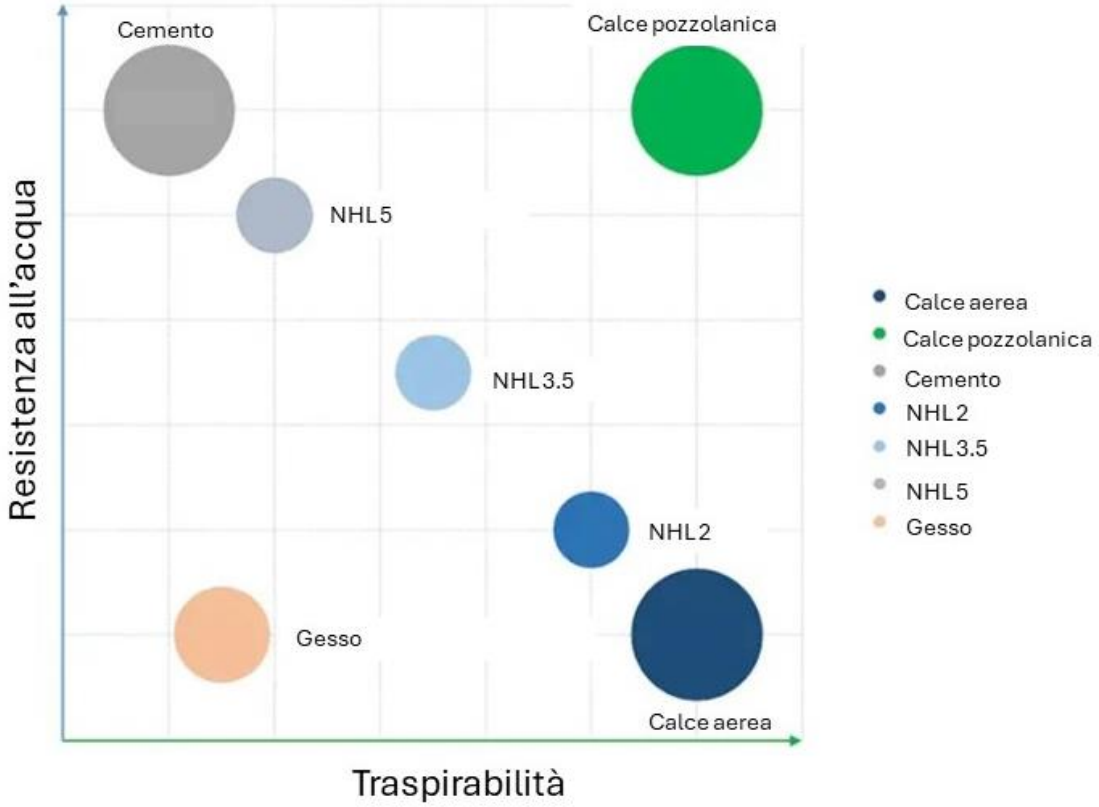



*Figura 5. Resistenza di alcuni tipi di intonaci a base di calce*

L'uso di pozzolana nelle malte di calce è una pratica consolidata che migliora significativamente le proprietà del materiale stesso. Quando questa viene aggiunta alla calce, si ottengono silicati e alluminati di calcio che, con la loro stabilità, migliorano la durabilità dell'involucro edilizio. Questo processo riduce il rischio di danni causati dal gelo ed estende la vita utile della malta. La pozzolana aumenta la densità e la resistenza alla compressione dei materiali: quelli più morbidi, come *la polvere di mattoni cotti* (a temperature inferiori ai 950°C), *tendono a creare malte più permeabili e flessibili*, *adatte per restauri conservativi*. Al contrario, l'uso di *materiali pozzolanici*

*duri* può dare origine a *malte più rigide* e quindi meno compatibili nel restauro e risanamento degli edifici storici.
Oggi è sempre più in uso ricorrere anche al *cartongesso* per risolvere i problemi di umidità. Purtroppo, la sua natura porosa e igroscopica può renderlo suscettibile alla crescita di muffe in ambienti umidi. Il cartone, infatti che funge da rivestimento esterno per le lastre di cartongesso, può fornire un substrato organico per il nutrimento e la crescita delle spore, specialmente quando esposto a umidità costante o infiltrazioni d'acqua.
Anche quando si utilizzano le lastre di cartongesso "verde", che sono progettate per resistere meglio all'umidità, si può occultare temporaneamente il problema, ma non lo si risolve alla radice.

## LE CAUSE DELL'UMIDITA'

Qualsiasi tipo di danno o difetto costruttivo che permetta all'acqua liquida di entrare nelle parti che costituiscono un edificio, come nei problemi di impermeabilizzazione della copertura, delle pareti, dei balconi o dei locali interrati, genera le condizioni favorevoli allo sviluppo delle muffe.
Limitandoci agli aspetti costruttivi, un elemento murario si considera *"patologicamente umido"* quando *l'acqua* presente nel suo tessuto *supera il 3%.* (Tabella 1)
Tale condizione determina, nei manufatti edilizi, fenomeni associati quali le *efflorescenze*, *subflorescenze* e la proliferazione di organismi *biodeteriogeni*[13] come muffe e alghe, nonché la corrosione dei materiali metallici e il deterioramento dell'isolamento termico, con conseguenti danni strutturali ed estetici, carenti condizioni igienico-sanitarie, limiti alla durabilità, stabilità, idoneità e funzionalità dell'immobile.

| **Classificazione igienica delle murature in funzione del contenuto ponderale d'acqua** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tipo di muratura** | **Asciutta** (umidità propria) | **Asciutta** (igienicamente) | **Tollerabile** (igienicamente | **Umida** Patologicamente) | **Molto Umida** |
| *Mattoni comuni* | 1% | sino al 3% | sino al 4% | 4-9% | >9% |
| *Pietrame leggero* | <4% | sino al 6% | sino al 7% | 6-15% | >15% |

*(Tabella 1). (G.I. Massari – Risanamento igienico dei locali umidi – HOEPLI)*

Escludendo alcuni rari casi di umidità causati da altri fenomeni più complessi, l'umidità con conseguente sviluppo di muffe deriva da tre tipi di eventi:

- *Infiltrativi:* in cui l'acqua penetra attraverso difetti o danni strutturali nell'involucro dell'edificio, come tetti danneggiati, crepe nelle pareti o giunti mal sigillati;
- *Igroscopici:* quando l'umidità presente nell'aria viene assorbita dai materiali da costruzione;
- *Condensativi:* se il vapore acqueo contenuto nell'aria si condensa su superfici fredde all'interno della struttura, come ad esempio le finestre, quando le pareti esterne non sono isolate.

Più nel dettaglio, e anche ai fini di una razionale soluzione, queste cause possono essere raggruppate nelle tipologie che seguono (Fig.6):

- Umidità di costruzione;
- Umidità meteorica (infiltrazioni dalla copertura, serramenti, murature, ecc.);
- Umidità da condensazione (superficiale o interstiziale);
- Umidità accidentale (perdite, allagamenti);
- Umidità ascendente o da risalita capillare;
- Umidità da terrapieno.

[13] I biodeteriogeni sono quegli organismi e/o quelle comunità microbiche in grado di provocare il biodeterioramento dei monumenti architettonici e artistici

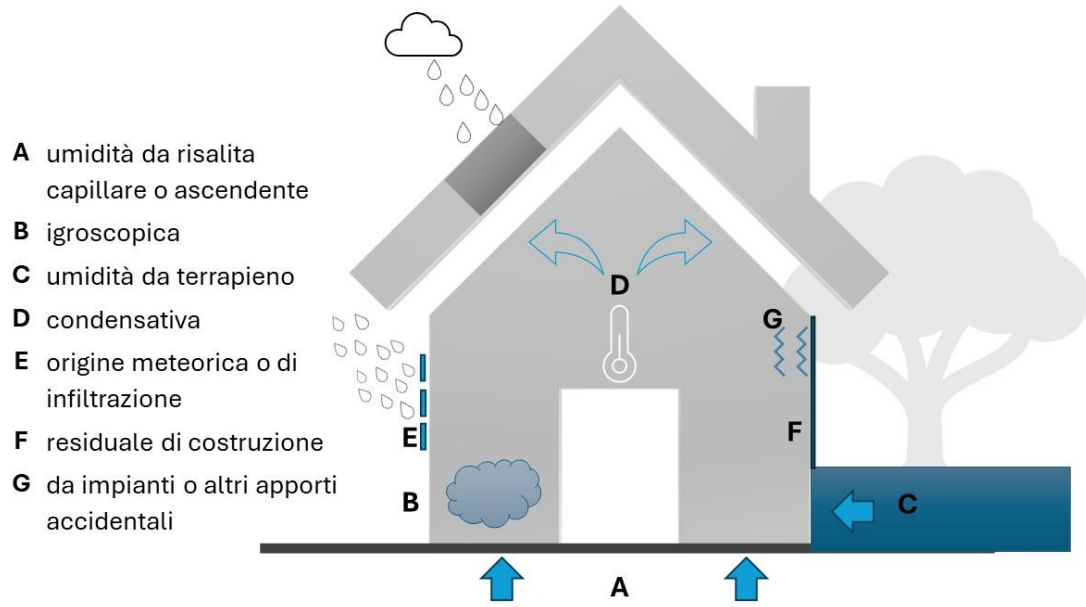



Figura 6. Le cause più comuni dell'umidità negli edifici

### *Umidità di costruzione*

L'*umidità di costruzione* è un fenomeno comune che si verifica nelle strutture durante e subito dopo i lavori di costruzione o ristrutturazione. È principalmente dovuto alla presenza di acqua impiegata nella preparazione dei materiali e alla sua successiva evaporazione nelle fasi di consolidamento. In queste circostanze è imprescindibile assicurare un adeguato prosciugamento dei muri per evitare problemi futuri. Fattori che possono accelerare il processo di asciugatura includono una buona esposizione al sole (l'estate è la stagione più favorevole) e una idonea aerazione degli ambienti, l'uso di riscaldamento ben calibrato e dimensionato.
Quando le opere cantieristiche sono terminate è appropriato garantire un sufficiente periodo di tempo prima di consentire l'occupazione dell'immobile da parte delle persone, non solo per l'umidità, ma anche perché a conclusione dei lavori gli ambienti sono predisposti alla presenza di maggiori concentrazioni dei *Composti Organici Volatili* (VOC, come la formaldeide sostanza cancerogena presente in molti materiali edili, infissi, serramenti, arredi ecc.).
Il prosciugamento di una muratura umida è un processo tecnico che richiede attenzione nei dettagli. In assenza di fattori variabili e di disturbo, come l'esposizione, la salinità e le differenze di potenziale, il processo è guidato da un *coefficiente (p)* caratteristico (Tabella 2) per ogni tipo di muratura. Inoltre, lo *spessore (s)* dell'elemento murario, espresso in centimetri, gioca un ruolo cruciale. Il *tempo (t)* necessario affinché lo stesso si asciughi è proporzionale al quadrato dello spessore moltiplicato per il coefficiente p, tipico di ogni materiale.
La formula pertinente riflette queste relazioni e serve come guida per i professionisti del settore.

$$t = p\ x\ S^2$$

| **Coefficiente di prosciugamento murario "p"** | |
|---|---|
| Malte ed intonaci di calce aerea | 0,25 |
| Muratura di mattoni (medio) | 0,28 |
| Malte di perlite, vermiculite | 1,20 |
| Murature di pietre calcaree (medio) | 1,20 |
| Calcestruzzo cellulare | 1,20 |
| Calcestruzzo di pomice | 1,40 |
| Calcestruzzo ordinario | 1,60 |

*Tabella 2. Coefficiente di prosciugamento murario "p"*

*Umidità meteorica*

L'umidità meteorica di origine episodica è naturale e diretta conseguenza delle precipitazioni atmosferiche, che possono avere effetti significativi sugli elementi strutturali degli edifici. Nelle pareti, l'acqua viene assorbita attraverso i pori dei materiali, diffondendosi all'interno della struttura. Può inoltre verificarsi per la penetrazione dell'acqua piovana risorgente (di rimbalzo) in terreni rigidi, così come può generarsi attraverso gli impedimenti del regolare scambio igroscopico delle murature stesse. L'umidità meteorica è favorita dalla forza del vento che spinge la pioggia contro le pareti esterne e dalla capillarità dei materiali di costruzione che facilita il trasporto dell'acqua all'interno delle murature. Una volta che la pioggia entra in contatto con le pareti, l'acqua viene assorbita attraverso i pori dei materiali e si diffonde all'interno. Per mitigare questi problemi, è necessario applicare un intonaco di qualità con proprietà traspiranti e idrorepellenti. Nei casi in cui l'applicazione di intonaco non sia fattibile, come nelle murature a faccia vista, è cruciale sigillare accuratamente i giunti con la malta prevenendo ulteriori infiltrazioni. Oltre che nelle pareti, l'acqua può entrare attraverso i tetti deteriorati o danneggiati e attraverso fessurazioni o altri tipi di dissesti strutturali. Le infiltrazioni possono verificarsi anche attorno alle cornici, i marcapiani, le soglie e i timpani di porte e finestre a causa di movimenti strutturali o il deterioramento dei materiali. Ogni sistema di riparazione deve considerare le condizioni specifiche di utilizzo e l'aspettativa di vita dell'intervento. Occorre poi effettuare almeno annualmente i controlli per la manutenzione dei sistemi che proteggono l'edificio dalle precipitazioni.

*Umidità da condensazione (superficiale o interstiziale), i ponti termici e le barriere al vapore*

L'*umidità da condensazione* (superficiale o interstiziale) e i *ponti termici*[14] rappresentano sfide significative nel settore dell'edilizia e del *comfort* abitativo. La condensa si verifica quando l'umidità nell'aria si deposita su superfici fredde, portando a problemi sia strutturali che igienici. I ponti termici, d'altra parte, sono aree dove l'isolamento della struttura edilizia è insufficiente, provocando perdite di energia e calore. Affrontare questi ostacoli richiede una progettazione meticolosa, l'impiego di materiali isolanti di alta qualità e un'attenta realizzazione dei dettagli costruttivi. Se i ponti termici non sono adeguatamente trattati, può verificarsi condensa superficiale, che porta alla formazione di umidità sulle superfici. Un ponte termico può anche incrementare la quantità di calore che si disperde attraverso le pareti. Pertanto, occorre identificare e correggere tempestivamente queste criticità per assicurare il massimo del *comfort* abitativo e l'efficienza energetica dell'edificio stesso.

I ponti termici si distinguono principalmente in due categorie:

- i ponti termici di struttura, o materiale,
- i ponti termici di forma, o geometrici.

I primi si verificano quando elementi con diversa conduttività termica si incontrano, come nel caso di una apertura di una finestra in un muro, incrementando il flusso termico attraverso l'edificio. I secondi (Fig.7), sono tipicamente associati alla presenza di spigoli o angoli acuti nell'architettura dell'edificio stesso, che causano un addensamento delle isoterme e un conseguente aumento del flusso termico.

La conoscenza e l'attenzione ai "ponti termici" è molto importante, poiché permette di selezionare le tecniche costruttive e i materiali ideali per ogni specifico contesto, migliorando l'isolamento termico e riducendo le perdite energetiche.

La severità giuridica verso i progettisti e costruttori negligenti nella gestione dell'umidità e della muffa nelle abitazioni è in aumento; risolvere il problema dei "ponti termici" è diventato un

[14] Riferimenti Normativi Ponti Termici: UNI/TS 11300, UNI EN ISO 14683, UNI EN ISO 10211, UNI EN ISO 10221, UNI EN ISO 10077, UNI EN ISO 13788, D.lgs 311/06, D.P.R. 59/2009.

aspetto prioritario sia in fase di progettazione che di esecuzione dei lavori soprattutto quando si tratta di edifici residenziali o destinati a luoghi di lavoro.

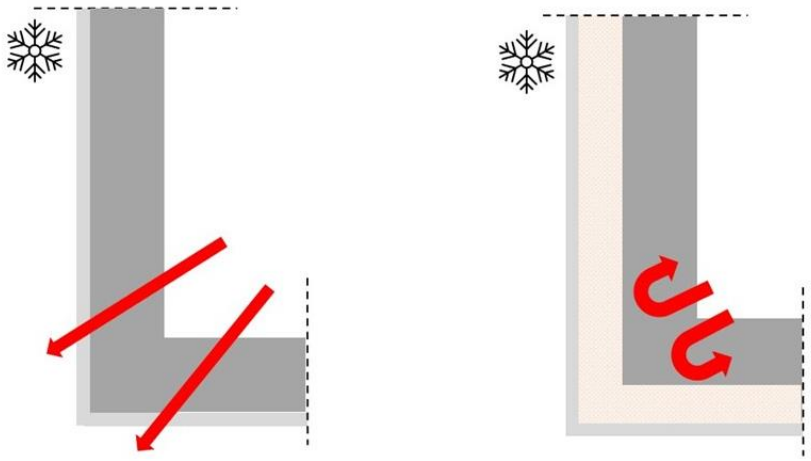


*Figura 7. Ponte termico geometrico e ponte termico corretto*

Tra le scelte progettuali, una particolare attenzione va rivolta anche alle *barriere al vapore* usate solitamente per proteggere l'isolamento termico di una struttura, impedendo così al vapore acqueo di raggiungere il punto di rugiada e quindi di condensare. L'assorbimento di acqua che si verifica solitamente nello strato isolante intermedio, può rovinare la coibentazione, che generalmente è costituita da materiali che tendono ad ammuffire o che invecchiano velocemente se tenuti umidi.
Nelle nuove costruzioni, è utile scegliere materiali che permettano una buona traspirabilità e, se necessario, è consigliabile utilizzare una membrana che *"freni"*, ma non *"blocchi"*, il passaggio del vapore stesso.
La diversità tra *freno al vapore* e *barriera al vapore* è legata al grado di permeabilità. *(Fig.8)*.
Il freno vapore è impermeabile all'acqua e parzialmente impermeabile al vapore, il suo impiego riduce la sua migrazione del vapore nello spessore della parete ed elimina il rischio di condensa.
Diverso è il comportamento delle barriere al vapore, che risultano completamente impermeabili ad acqua e vapore e vengono impiegate per evitare che il vapore acqueo raggiunga il materiale isolante e la struttura, eludendo così la formazione di condensa superficiale o interstiziale.
Questa classificazione è stabilita da una norma, la UNI 11470, che definisce le modalità applicative degli schermi e le membrane traspiranti sintetiche (secondo la UNI EN 13859-1 e la UNI EN 13984) e il loro utilizzo su copertura a falda, su supporti continui o discontinui o a contatto diretto con isolante termico.

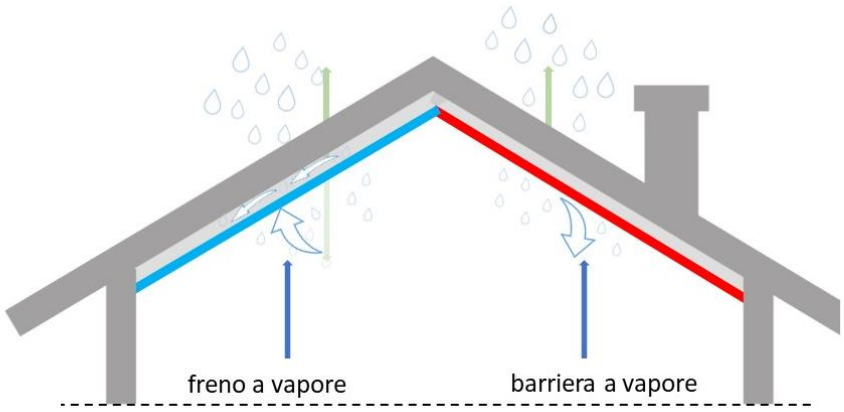



*Figura 8. Freno al vapore e barriera al vapore*

*Umidità accidentale (perdite, allagamenti)*

L'umidità accidentale rappresenta un tipo di umidità che si verifica all'interno degli edifici a seguito di eventi non previsti, quali il danneggiamento di condotti pluviali, la rottura di serbatoi d'acqua, impianti idrosanitari o il malfunzionamento degli impianti di adduzione e scarico. 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). Questi incidenti possono causare danni significativi alla struttura, agli arredi e possono anche favorire la crescita di muffe e batteri. È indispensabile intervenire tempestivamente per identificare la fonte dell'umidità accidentale e ripararla, al fine di prevenire la diffusione del danno.

*Umidità ascendente o da risalita capillare e cenni di intervento*

L'umidità di risalita è un problema comune negli edifici storici e può presentarsi anche in quelli moderni senza una adeguata impermeabilizzazione. Si riconosce dalle macchie e dal deterioramento delle superfici. È basilare identificare la fonte dell'umidità per trattare efficacemente il problema, che può derivare da *acque disperse* o *di falda*, alla quale si aggiungono fenomeni atmosferici e stagionali, abbinati alla capacità di assorbimento dei materiali edili utilizzati.

Il fenomeno delle acque disperse è spesso attribuibile a incidenti come rotture fognarie o scarso drenaggio delle piogge. L'umidità sui muri, particolarmente sui perimetrali, indica la presenza di acque disperse. Queste situazioni, causate da difetti strutturali o manutenzione inadeguata, sono risolvibili una volta identificata la fonte.

L'umidità da falda freatica attinge dal continuo strato d'acqua sotterranea alimentato sia dalle precipitazioni che dallo scioglimento delle nevi. Una volta assorbita dal terreno, penetra fino a incontrare uno strato impermeabile che la costringe a raccogliersi sopra di esso. Se la falda freatica si trova a poca profondità, ad esempio 4-5 metri sotto la superficie, può risalire più o meno velocemente a seconda della capillarità del suolo.

La manifestazione della capillarità gioca un ruolo cruciale nell'umidità delle murature. Questa è la principale responsabile delle macchie che si osservano sia nei piani interrati che nelle strutture sopraelevate. La capillarità permette all'acqua di contravvenire alla gravità e risalire attraverso i muri, causando danni e degrado. Il fenomeno della capillarità nei materiali da costruzione è notevole, specialmente in quelli igroscopici. La capacità di trattenere acqua può essere rilevante, arrivando al 30% del volume, il che significa che un metro cubo di muratura potrebbe contenere fino a 300 kg di acqua.

I materiali edili ricoprono un ruolo importante nel fenomeno fisico della capillarità, quelli più diffusi come il *calcestruzzo*, il *laterizio* e *la pietra*, sono contraddistinti dalla particolarità della "*porosità*" e grazie a questa loro caratteristica intrinseca, l'umidità risale al loro interno. Minore è il diametro dei capillari, maggiore è il livello di risalita raggiunto dall'umidità nei muri, il quale può superare anche il metro.

Inoltre, i *sali solubili* (primariamente cloruri, solfati, nitriti e nitrati) presenti nel terreno e disciolti nell'acqua che risale lungo i capillari del materiale, cristallizzano una volta raggiunta la superficie a causa dell'evaporazione dell'acqua, e dando così origine alle efflorescenze saline, provocando il distacco delle parti più superficiali della costruzione, come gli intonaci e le pitture. Questo evento si manifesta sotto forma di *"polvere bianca"* sulle strutture murarie e sulle superfici intonacate ed a volte anche sulle fughe dei pavimenti ceramici, Le efflorescenze sono meno dannose delle *sub* – efflorescenze, dove i sali cristallizzando all'interno della muratura, creano una continua variazione di volume, che disgrega i materiali della costruzione e può provocare anche danni statico/strutturali.

I rimedi contro la presenza di sali nella muratura si basano principalmente sulla conversione irreversibile dei sali igroscopici solubili in acqua, in cristalli non igroscopici ed insolubili in acqua, quindi con perfetta stabilità dimensionale. Tali reazioni possono avvenire imbibendo la superficie della muratura con delle soluzioni acquose contenenti appropriati reattivi chimici; i cristalli prodottisi dalla reazione del prodotto creano ostacolo al percorso dell'acqua nei capillari,

impedendole di continuare il percorso sotto forma di liquido e costringendola ad evaporare prima di arrivare alla superficie.
Interventi manutentivi inappropriati[15] nelle pareti, come l'applicazione di rivestimenti di vario tipo (piastrelle, pietre o intonaci impermeabili), possono aggravare il problema, aumentando l'umidità di risalita.
Anche le condizioni di ventosità e di soleggiamento favoriscono la velocità di evaporazione dell'umidità e, quindi, agiscono sull'innalzamento o sulla riduzione del livello dell'umidità di risalita. L'evaporazione aumenta da tre a cinque volte sotto l'azione di un vento non eccessivamente forte, da due a tre sotto l'azione del sole.
La tecnologia del recupero edilizio fornisce oggi diverse soluzioni al problema dell'umidità di risalita, che vanno attentamente valutati e realizzati da professionisti specializzati, tra queste:

- *gli interventi meccanici:* ovvero il taglio della parete alla base con l'inserimento di materiali che bloccano la risalita dell'umidità. Trattasi comunque di un sistema invasivo che può comportare lesioni, cedimenti o assestamenti della struttura, non adatto in zona sismica.
- *intonaci evaporanti:* grazie alla loro velocità di evaporazione, hanno la capacità di assorbire rapidamente l'acqua dalle pareti e di rilasciarla nell'ambiente circostante attraverso un processo di evaporazione accelerata. Tuttavia, è importante notare che questa tecnica non risolve il problema alla radice. Sebbene gli intonaci evaporanti possano rendere le pareti apparentemente asciutte per un certo periodo di tempo, l'umidità all'interno della muratura non viene eliminata completamente. Ciò significa che l'interno della struttura rimane costantemente umido, con conseguenti problemi come la dispersione termica e l'accumulo di sali sulla superficie degli intonaci, causando la ripresa dei fenomeni disgregativi e rendendo necessaria un'ulteriore azione correttiva.
- *Interventi chimici:* consistono nella creazione di una barriera chimica all'interno della muratura, per impedire il passaggio dell'umidità. Ci sono diverse tecniche e prodotti chimici utilizzati per creare questa barriera, tra cui: iniezioni di resine, rivestimenti impermeabilizzanti, sigillanti.
- *vespai areati e convogliatori:* questi sistemi di aerazione, che si possono ottenere con svariate metodologie, tra le quali canalette con griglie, incanalamenti d'aria tra vespai areati e murature esterne, sifoni aeratori passanti, non passanti, inseriti a varie angolazioni con alette elicoidali ecc., non rimuovono la risalita dell'acqua per capillarità nelle pareti. Questo perché il contatto della muratura con il terreno rimane invariato, il che significa che l'umidità può ancora salire attraverso la struttura per capillarità. Inoltre, l'uso di tali dispositivi può perfino accelerare il degrado delle superfici murarie, poiché favoriscono un maggiore accumulo di sali sugli elementi murari. Nonostante ciò, l'utilizzo di vespai areati può portare notevoli vantaggi, specialmente per quanto riguarda le pavimentazioni, che tendono a risultare più asciutte e meglio isolate termicamente. Sebbene i vespai areati possano offrire vantaggi in termini di asciugatura e isolamento termico delle pavimentazioni, è importante considerare attentamente tutti gli effetti sulle pareti e prevedere le misure aggiuntive per proteggere le strutture dalle infiltrazioni di d'acqua.

Per combattere l'umidità presente nel suolo, è necessario in sede progettuale adottare misure preventive. Sistemi come drenaggi e intercapedini possono ridurre il contatto tra parete ed acque disperse.
Nei processi di recupero o di ristrutturazione è importante saper distinguere l'origine delle criticità, per poter mettere in atto sistemi correttivi efficienti.

## L'UMIDITA' NEGLI EDIFICI: DANNI E CONTENZIOSO. ALCUNE SENTENZE

L'umidità in eccesso in un ambiente edilizio può indurre danni fisici, ma può anche manifestare danni biologici o chimici. Gli impatti diretti e immediati includono effetti strutturali, microbiologici, chimici o estetici. Le conseguenze indirette includono gli effetti sulla salute e i costi di bonifica o

[15] Le superfici esterne degli edifici: degradi, criteri di progetto, tecniche di manutenzione. Paolo Gasparoli 2002

riparazione. A causa della complessità della valutazione, non esiste una base concordata per determinare la gravità del danno sia dal punto di vista ingegneristico che da quello sanitario.
È comunque evidente che le problematiche connesse all'umidità in campo edilizio coinvolgono sia l'immobile che la salute degli occupanti, diritto fondamentale che trascende qualsiasi accordo che possa limitare o escludere la responsabilità. Tutti gli attori coinvolti nella costruzione e gestione degli edifici, dal progettista al venditore, devono essere consapevoli della loro esposizione legale. Garantire che un edificio sia sicuro e privo di difetti non è solo una questione di conformità tecnica, ma anche un impegno etico verso il benessere di chi lo abiterà.
L'invasione dell'umidità per effetto di *"trasudo"* dalle pareti rappresenta una delle principali cause di contenzioso tra proprietari, inquilini e condomini. Infatti, costituisce un *"deterioramento rilevante"* un *"vizio"*, che può essere invocato legittimamente dal conduttore per richiedere la risoluzione del contratto ai sensi dell'*art. 1578 del codice civile*. [16]
In Italia, con molte sentenze è stato riconosciuto il diritto a un risarcimento per danni patrimoniali e alla salute causati dalla presenza di muffa in edifici umidi. L'umidità può anche essere annoverata tra i gravi difetti dell'edificio, e il progettista con l'appaltatore rispondono di conseguenza dei difetti costruttivi riguardanti l'opera *ex art.1669 c.c*.

Di seguito alcune sentenze relative ad ambienti insalubri riconducibili all'umidità.

- **Corte di Cassazione, Sez. III Civile, sentenza 29, maggio 26 agosto.2014, n. 18247_** Il condominio non destini al portiere un alloggio insalubre, perché se il dipendente si ammala, o si aggrava una malattia che già aveva, i proprietari dovranno risarcirlo del danno biologico. Ciò è stato sentenziato dalla corte di Cassazione, nel valutare un ricorso di una donna di Roma che ha portato in Tribunale l'Ente Nazionale di Previdenza e Assistenza per Farmacisti che le aveva assegnato come alloggio del portiere un seminterrato umido, tanto che i sintomi della sua artrosi si erano aggravati.
- **Sentenza n. 1230 del 7 maggio 2013, Tribunale di Monza-ai sensi dell'art. 2051 c.c._**Il Condominio, quale custode delle parti comuni, risponde in via autonoma dei danni patrimoniali e non patrimoniali subiti dal Condominio a causa di infiltrazioni di acqua provenienti dalle pareti perimetrali comuni, salvo la prova del caso fortuito. A sua volta il Condominio potrà rivalersi nei confronti dell'impresa che ha edificato l'immobile per la responsabilità extracontrattuale relativi ai vizi di costruzione ex art. 1669 c.c. chiedendo la manleva di quanto liquidato a favore del danneggiato. I condomini hanno diritto alla liquidazione equitativa del danno non patrimoniale per i 5 anni passati in un immobile che, a causa delle infiltrazioni è risultato essere non adeguato alla funzione abitativa. Tanto risulta peraltro dalla documentazione medica prodotta in giudizio che attesta l'insorgenza di una forma allergica riconducibile direttamente alla presenza di muffe proliferate a causa della umidità.
- **Corte di Cassazione, Sez. III, Sentenza del 28 settembre 2010, n. 20346** "se l'immobile è affetto da umidità, il giudice può decretare il risarcimento danni (dovuti all'ammuffimento dei suppellettili) in favore dell'inquilino a carico del proprietario, anche quando il locatario risulta sfrattato per non aver pagato i canoni mensili. L'invasione dell'umidità per effetto di 'trasudo' dalle pareti costituisce un "deterioramento rilevante", un "vizio" che incide sulla funzionalità strutturale dell'immobile impedendone il godimento; in presenza di tale vizio il conduttore può legittimamente invocare la risoluzione del contratto ai sensi dell'art. 1578 del codice civile". Se si può appurare che l'umidità e la muffa presenti sui muri dipendono da gravi difetti, ai sensi dell'art.1669 c.c., che non solo incidono sulla stabilità dell'edificio (la legge parla appropriatamente di pericolo di rovina dell'immobile), ma che possono consistere in tutte quelle alterazioni che, pur riguardando anche una sola parte dell'opera, incidono sulla struttura e funzionalità globale, menomando apprezzabilmente il godimento dell'opera stessa, si ha

[16] Corte di cassazione, Sez. III, Sentenza del 28 settembre 2010, n. 20346

diritto ad un risarcimento dei danni stimabile in danni diretti e in minor valore dell'immobile.

- **Corte di Cassazione, Sez. II, Civ., Sentenza 15 aprile 1999 n. 3753** L'umidità conseguente a inadeguata coibentazione delle strutture perimetrali di un edificio, può integrare, ove sia compromessa l'abitabilità e il godimento del bene, configurandosi come grave difetto dell'edificio ai fini della responsabilità del costruttore ex art. 1669 c.c.. Il diritto del committente si prescrive in un anno dalla denuncia, che deve essere avanzata, a pena di decadenza, entro un anno dalla scoperta del danno lamentato.
- **Corte di cassazione che, con la sentenza 38559/14**_Il locatore di un immobile è responsabile per i danni alla salute subiti dal conduttore nel corso del contratto e dovuti alle condizioni abitative dell'alloggio. La responsabilità del locatore per i danni derivanti dall'esistenza dei vizi sussiste anche in relazione ai quelli preesistenti la consegna del bene ma manifestatisi successivamente a essa nel caso in cui il locatore poteva conoscere la loro esistenza usando l'ordinaria diligenza. Il locatore è tenuto a risarcire il danno alla salute subito dal conduttore in conseguenza delle condizioni abitative dell'immobile locato quand'anche tali condizioni fossero note al conduttore al momento della conclusione del contratto, in quanto la tutela del diritto alla salute prevale su qualsiasi patto interprivato di esclusione o limitazione di responsabilità. Va detto che il formarsi della *muffa* sulla pareti di casa può dipendere sia dalle cattive abitudini di chi vi abita (insufficiente areazione dei locali, collocazione degli stendini all'interno della casa, ecc.) sia dalla mancata manutenzione da parte del proprietario di casa.L'articolo 1587, comma 1, numero 1, Codice civile, dispone che «il conduttore deve prendere in consegna la cosa e osservare la diligenza del buon padre di famiglia nel servirsene per l'uso determinato nel contratto o per l'uso che può altrimenti presumersi dalle circostanze». Solo ove la muffa possa ricondursi ai vizi della cosa locata, potrà applicarsi la disposizione di cui all'articolo 1578, Codice civile, per il quale «*se al momento della consegna la cosa locata è affetta da vizi che ne diminuiscono in modo apprezzabile l'idoneità all'uso pattuito, il conduttore può domandare la risoluzione del contratto o una riduzione del corrispettivo, salvo che si tratti di vizi da lui conosciuti o facilmente riconoscibili. Il locatore è tenuto a risarcire al conduttore i danni derivati da vizi della cosa, se non prova di avere senza colpa ignorato i vizi stessi al momento della consegna». L'articolo 1581, Codice civile dispone a sua volta che «le disposizioni degli articoli precedenti si osservano, in quanto applicabili, anche nel caso di vizi della cosa sopravvenuti nel corso della locazione».*
- **Giudice di Pace, Forlì, sez. penale, sentenza 20/12/2016 n° 824_** Il venditore di un immobile risponde per i vizi e difetti delle lesioni cagionate. La controversia in esame riguarda le lesioni subite da alcuni minori, figli di una signora che aveva acquistato un immobile nell'anno 2007 per adibirlo a residenza familiare, che manifestava una copiosa infiltrazione che causava muffe e umidità. Tale vizio costruttivo - mai risolto dai venditori - è stato causa di infezioni alle vie respiratorie dei figli della donna, la quale, esasperata dal continuo ricorso alle cure mediche, per le lesioni subite dai figli, si è rivolta all'autorità giudiziaria. La sentenza in commento appare degna di nota poiché affronta il problema del rapporto di causalità tra la condotta omissiva dei venditori circa il porre rimedio a problematiche dell'immobile da loro alienato e le lesioni subite dagli occupanti per l'esposizione ad ambienti insalubri.

## CONCLUSIONI

La corretta gestione dell'umidità negli edifici è cruciale per la salute pubblica.
Considerando l'impatto sanitario per tutta la durata di fruizione di una costruzione e le ripercussioni a lungo termine sull'uomo, la muffa costituisce il principale problema epidemiologico e medico derivante dagli ambienti confinati, che i progettisti e i costruttori hanno l'obbligo di prevenire, rilevare e correggere con soluzioni tecniche e materiali adeguati.
Seguendo le linee guida dell'EPA *(Environmental Protection Agency degli Stati Uniti)* e dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, è possibile ridurre significativamente i rischi per la salute della popolazione legati alla presenza di muffe e umidità. L'uso di materiali igroscopici e

traspiranti, sistemi di ventilazione adeguati e il mantenimento di un'umidità relativa inferiore al 60%, con una temperatura tra i 18° e i 22° sono alcune delle misure efficaci per creare ambienti più sani e prevenire molte patologie.
La gestione dell'umidità negli edifici è una sfida complessa che richiede un approccio integrato e multidisciplinare fin dalle prime fasi di studio progettuali. La diagnosi accurata delle cause di umidità è un idoneo supporto per sviluppare strategie di intervento mirate, che non solo preservano l'integrità strutturale degli edifici estendendone la durata, ma migliorano anche la qualità dell'aria interna.
Il paradigma emergente nell'edilizia e nella gestione degli immobili enfatizza il benessere e la salute degli utenti, integrando tecnologie avanzate nella riqualificazione e il monitoraggio ambientale.
L'umidità eccessiva è un nemico silenzioso per gli edifici e la legislazione italiana fornisce strumenti per tutelare proprietari e inquilini. La normativa è chiara nel delineare i diritti e le responsabilità, assicurando che la qualità abitativa e il *comfort* nelle abitazioni non siano compromesse neanche dai difetti costruttivi.