

HELTY

Guida anti-muffa



Guida alla VMC

Le muffe rientrano sicuramente fra i problemi più diffusi e fastidiosi che colpiscono le nostre case. Il fenomeno della formazione di muffe è molto frequente ed è presente dappertutto fin dai tempi più antichi. Addirittura, la Sacra Bibbia nel Libro del Levitico cita Dio che si

rivolse a Mosè e ad Aronne dando loro delle specifiche indicazioni per l'eliminazione della "lebbra dei muri" che in alcune traduzioni viene invece chiamata anche "piaga", "tigna" o, più precisamente "muffa".



Fig. 11 Le muffe, come tanti altri microrganismi sono presenti in natura in numerosi ecosistemi dove fanno parte di svariate catene alimentari. Hanno sempre bisogno di umidità per crescere e in alcuni casi si insediano insieme ad altri organismi.

Cosa sono

Le muffe sono dei microrganismi che appartengono al più ampio gruppo dei funghi, detti anche miceti, il quale annovera oltre 100.000 specie classificate comprendenti anche i lieviti, anche se si ritiene che complessivamente il loro numero sia molto più alto. Si tratta di attività biologiche molto diversificate e capaci di vivere in condizioni particolarmente difficili, in natura si chiamano anche "organismi decompositori" proprio perché sono in grado di cibarsi di quasi tutti i composti presenti negli ecosistemi.

Sono state fra i primi colonizzatori del pianeta terra e si sono sviluppate quando la nostra atmosfera era ancora una miscela venefica di azoto, ammoniaca, metano, anidride carbonica e altri gas che non

consentivano nessun'altra forme di vita. Le varie specie di muffe si sono adattate e specializzate a vivere e proliferare in contesti molto diversi e in determinate nicchie biologiche, sfruttando al massimo ogni opportunità fornita dall'ambiente nel quale si trovano.

Ad esempio, le muffe che si sviluppano sulle superfici dei muri sono diverse rispetto a quelle presenti sui formaggi e sono ancora diverse da quelle che si formano sui capi in pelle o di lana all'interno degli armadi. In natura troviamo inoltre delle muffe che attaccano solo alcune piante o alcuni substrati e lo fanno esclusivamente in determinate condizioni ambientali e climatiche.

Un'altra particolarità poco conosciuta delle muffe è che spesso nel corso del loro sviluppo mettono in atto delle forme più o meno articolate e complesse di convivenza con altre specie, aventi lo scopo di favorire la loro sopravvivenza. Praticamente si tratta di più specie, anche batteriche, che trovano il modo di vivere insieme, realizzando un sistema biologico più complesso capace di portare dei vantaggi reciproci ai vari organismi coinvolti. La simbiosi è solo una di queste straordinarie modalità di adattamento naturale alle condizioni ambientali, che nel loro complesso realizzano le cosiddette catene alimentari, dove le varie specie lottano per la sopravvivenza in tutti i modi possibili e immaginabili, comprese alcune forme di relazione e di collaborazione reciproca. Attualmente, secondo dati forniti dall'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) si ritiene che siano circa 300 le specie di muffe che, in condizioni diverse, possono svilupparsi negli ambienti domestici. Fra queste sono circa 60 quelle più diffuse e all'interno di queste sono 5 quelle che sono presenti quasi sempre.

La riproduzione delle muffe avviene tramite spore, cioè attraverso delle minuscole cellule riproduttrici, che impropriamente possiamo assimilare ai semi delle piante, le quali vengono liberate nell'aria in base alla fase del ciclo biologico del microrganismo. La quantità di spore che viene liberata dalle muffe è veramente molto alta, infatti queste sono sempre presenti nell'aria, sia all'interno degli edifici che all'esterno, al punto che ciascuno di noi in condizioni normali mediamente respira fra le 10 e le 10.000 spore al giorno, che diventano molte di più se si vive in locali o in ambienti fortemente contaminati. Inoltre, le spore restano sospese nell'aria per tempi molto lunghi e se non trovano le condizioni per svilupparsi possono restare attive per diversi anni, pronte a proliferare non appena trovano sufficiente umidità. Contrariamente a ciò che si pensa, la massima presenza di spore nell'aria si riscontra nelle campagne e nelle zone dove si svolgono delle attività agricole, infatti una delle patologie umane legate all'inalazione delle spore di muffa, l'aspergillosi, in origine veniva contratta solo dai contadini, mentre oggi si è diffusa anche in ambito domestico abitativo.



Fig. 1.2 Muffe che hanno aggredito un mosaico di un edificio storico.

Trattandosi di attività biologiche particolarmente resistenti, che sono in grado di sopravvivere e di riprodursi in condizioni estreme, non dobbiamo stupirci se poi ce le ritroviamo dappertutto. Le muffe per vivere hanno bisogno veramente di molto poco, bastano soltanto una superficie sulla quale insediarsi (non si sviluppano in aria) e un po' di umidità. Non hanno neppure bisogno di cibo perché a questi straordinari microrganismi sono sufficienti anche le minime quantità di nutrienti contenute nella polvere dell'aria per poter sopravvivere e per riprodursi. Molte muffe inoltre generano delle sostanze acide capaci di corrodere i supporti sui quali si sono insediate, dai quali traggono nutrimento. Capita abbastanza spesso di notare che le superfici dove si sono formate le muffe, mostrano i segni della corrosione anche dopo la loro eliminazione e pulizia. Frequentemente i danni causati dalle muffe sui materiali e sugli arredi sono irreversibili e spesso sono di entità particolarmente elevata.



Fig. 1.3 Le muffe sono in grado di trarre nutrimento da innumerevoli sostanze, infatti in biologia vengono considerate come degli ottimi organismi decompositori.



Fig. 1.4 Purché ci sia un po' di umidità, le muffe sono in grado di insediarsi su quasi tutte le superfici, nutrendosi anche solo della polvere contenuta nell'aria.



Fig. 1.5 Alcune muffe sono estremamente dannose per gli edifici, e sono in grado di causare dei danni molto seri in tempi brevi. La *Serpula lacrymans* è un tipo di fungo che aggredisce il legno, comprese le strutture portanti, causandone rapidamente la distruzione.

Perché si formano

Le muffe si formano solo quando le condizioni ambientali ne consentono la crescita.

Più precisamente si formano solo se esistono le condizioni che permettono alla spora di svilupparsi e di creare un nuovo organismo capace di riprodursi. Il processo è molto simile a quello di molte attività vegetali, dove il ciclo vitale si completa quando il seme trova le condizioni per diventare la pianta che poi a sua volta produrrà altri semi. Quali sono queste condizioni?

Molto semplicemente, banalmente sono solo tre:

1. Presenza di un supporto
2. Umidità sufficientemente alta
3. pH in superficie abbastanza basso

Cosa significa? Ecco di seguito la spiegazione dettagliata:

1. È necessaria una superficie di supporto, perché le muffe non si sviluppano nell'aria ma hanno bisogno di "attaccarsi" su qualcosa che eventualmente poi possa anche diventare nutrimento per effetto della già descritta aggressione acida. Le muffe preferiscono attecchire su materiali dei quali poi si potranno cibare, come ad esempio la cellulosa, il legno, i capi in pelle, i tessuti in generale e alcune pitture acriliche frequentemente utilizzate nell'edilizia.



Fig. 1.6 La muffa si forma sul soffitto a causa delle basse temperature superficiali dovute alle infiltrazioni d'aria provenienti dal cassonetto dell'avvolgibile. Essendo disturbate dalle correnti d'aria, preferiscono insediarsi a una certa distanza dalla fonte dello spiffero.

2. L'umidità dell'aria o della superficie sulla quale le muffe si sviluppano, ha un'importanza fondamentale nel processo di formazione di tutti i microrganismi in generale. Senza l'acqua non è possibile alcun tipo di forma vivente. Se l'umidità dell'aria o quella delle superfici non sono abbastanza alte, le muffe non si possono sviluppare. Ora è importante sapere quali sono i valori di soglia, cioè i valori dell'umidità al di sotto della quale la muffa non si forma in nessun caso, mentre se questi vengono superati, la proliferazione diventa possibile.

Occorre però fare prima una piccola precisazione.

Le muffe, in funzione della loro attitudine a svilupparsi in funzione dell'umidità, si suddividono in tre gruppi. Le muffe idrofile, o colonizzatori terziari, che hanno bisogno di acqua liquida o di umidità relativa molto alta e comunque superiore al 90%. I colonizzatori secondari che si sviluppano in condizioni intermedie cioè con l'UR fra l'80 ed il 90%, e i colonizzatori primari, o muffe xerofile, che si sviluppano con valori di UR dell'80% e superiori. Le tre categorie di muffe appena elencate, si comportano in modo diverso. Sono diversi anche i tempi e le loro modalità di formazione e di proliferazione. Le muffe idrofile per esempio, si formano preferibilmente in presenza di acqua liquida, che generalmente ha origine infiltrativa o condensativa, in tempi molto brevi. Bastano sole 48 h di presenza continuativa di acqua liquida su una qualsiasi superficie per osservare le primissime forme di sviluppo delle muffe idrofile. Le muffe xerofile invece, possono svilupparsi anche in assenza di acqua liquida, purché in prossimità della superficie vi sia un valore di UR almeno dell'80%, per tempi abbastanza lunghi, nell'ordine di almeno qualche settimana. I colonizzatori secondari mostrano invece un comportamento intermedio.

Come spesso accade negli edifici ad uso abitativo, le condizioni termoigrometriche e più in particolare i valori di Umidità Relativa cambiano in continuazione, quindi si ha la possibilità di avere la formazione di tutt'e tre i gruppi di muffe, che volta per volta si attivano oppure che rimangono vivi ma non vitali in funzione dell'umidità dell'ambiente, pronti a riprendere forza e vigore appena l'umidità ridiventa sufficiente, in funzione delle loro esigenze naturali. Perciò se manteniamo in casa il valore dell'UR al di sotto dell'80%, le muffe non hanno la possibilità di formarsi?

Non è esattamente così.

Il limite dell'80% minimo di UR, ripetiamo, per tempi sufficientemente lunghi nell'ordine delle settimane o mesi, si riferisce all'aria che si trova in prossimità della superficie sulla quale la muffa si andrà a formare e non alla UR media dell'aria all'interno del locale.

Cosa cambia?

Immaginiamo di avere i valori di umidità dell'aria all'interno del locale pari al 60% con una temperatura di 20°C, si tratta di condizioni termoigrometriche abbastanza buone che spesso troviamo nelle abitazioni nel regime invernale.

Poiché le dispersioni termiche, cioè i flussi di calore in uscita, avvengono attraverso l'involucro edilizio, cioè tetto, pareti e pavimenti, è logico aspettarsi che le loro superfici siano più fredde rispetto all'aria interna, perché il calore si trasferisce spontaneamente dai punti con temperatura più alta verso quelli con temperatura più bassa.

Quando la nostra aria interna, che si trova a 20°C con l'UR del 60%, si porta a contatto della muratura più fredda, mentre l'aria si raffredda la sua UR aumenta. Si tratta di un fenomeno fisico naturale che riguarda il comportamento delle miscele di aria e di vapore, compreso il vapore acqueo. Se la temperatura della superficie è molto bassa, il valore di UR localizzato dell'aria tende a raggiungere il 100% e a questo punto avviene la condensa, cioè la formazione di acqua liquida. La temperatura alla quale avviene la formazione di acqua liquida, cioè di condensa, è detta "punto di rugiada".



Fig. 1.7 Con i valori di umidità dell'aria superiori all'80% la formazione di muffa nei locali diventa non solo probabile, ma addirittura certa.



Fig. 1.8 Il valore ottimale di Umidità Relativa dell'aria interna nelle abitazioni è del 50%, se si riesce a mantenerla su questo livello, la formazione di muffe diventa molto improbabile e quasi impossibile.

Poiché le dispersioni termiche, cioè i flussi di calore in uscita, avvengono attraverso l'involucro edilizio, cioè tetto, pareti e pavimenti, è logico aspettarsi che le loro superfici siano più fredde rispetto all'aria interna, perché il calore si trasferisce spontaneamente dai punti con temperatura più alta verso quelli con temperatura più bassa.

Quando la nostra aria interna, che si trova a 20°C con l'UR del 60%, si porta a contatto della muratura più fredda, mentre l'aria si raffredda la sua UR aumenta. Si tratta di un fenomeno fisico naturale che riguarda il comportamento delle miscele di aria e di vapore, compreso il vapore acqueo. Se la temperatura della superficie è molto bassa, il valore di UR localizzato dell'aria tende a raggiungere il 100% e a questo punto avviene la condensa, cioè la formazione di acqua liquida. La temperatura alla quale avviene la formazione di acqua liquida, cioè di condensa, è detta "punto di rugiada".

Nella tabella vediamo chiaramente cosa accade in un ambiente, quando l'aria a 20°C e con l'UR del 60% si trova a contatto di superfici con temperature più basse. Man mano che si abbassa la temperatura delle superfici, progressivamente si osserva un aumento dei valori di UR. In questo caso, cioè per l'aria a 20°C con l'UR del 60%, il valore del punto di rugiada è di 11,6°C. Ciò significa che se nei locali ci sono delle superfici con valori di temperatura pari o inferiori al punto di rugiada, avverrà la formazione di condensa e conseguentemente si svilupperanno le muffe, in questo caso idrofile. Invece sulle superfici dove le temperature sono comprese fra il punto di rugiada, che abbiamo detto essere di 11,6°C, ed i circa 15°C (corrispondenti a circa l'80%), pur con diverse modalità e in tempi più lunghi si formeranno le altre muffe, cioè i colonizzatori secondari e primari. Un altro elemento da tenere presente è che le muffe domestiche prediligono ambienti bui o comunque con poca luce e con ventilazione ridotta. Questo spiega perché l'interno degli armadi rappresenta per le muffe una condizione straordinariamente favorevole per la loro proliferazione.



Fig. 1.9 Nelle cucine e nei locali dove l'umidità è molto alta, le muffe si formano soprattutto dietro i mobili e gli armadi e da qui rilasciano continuamente le spore che spesso provocano problemi di salute anche seri agli occupanti.

temp. aria ambiente	UR aria ambiente	temp. aria superficie	UR aria in superficie
20°C	60%	18°C	67%
20°C	60%	16°C	76%
20°C	60%	14°C	86%
20°C	60%	12°C	97%

3. Materiali di supporto sufficientemente acidi, le superfici sulle quali le muffe possono insediarsi, in funzione della loro composizione chimica possono creare ambienti acidi, neutri oppure basici. Affinché ciò possa avvenire, i materiali devono essere solubili in acqua, anche se in misura molto bassa. Il dato che indica il livello di acidità o di basicità di una soluzione è il valore del pH.

È una scala di valori che va da 0 a 14, dove il pH 7 rappresenta il dato medio, cioè della soluzione neutra, da 7 a 0 le soluzioni sono via via più acide, mentre da 7 a 14 sono via via più basiche. Come riferimento prendiamo il succo di limone, che è una soluzione molto acida con pH nell'ordine di circa 2,5 e la candeggina, prodotto molto basico che ha un pH di circa 12. Le muffe possono svilupparsi sulle superfici che hanno un pH variabile fra circa 3-4, fino a circa 11 ma preferiscono valori leggermente acidi compresi fra 5 e 7. L'acqua che si forma dalla condensa ha un pH di circa 5,6 che è perfetto per favorire la proliferazione delle muffe sulle superfici.

Se i supporti presentano valori di pH in soluzione sufficientemente basici, le muffe non si possono insediare e né tanto meno proliferare, se invece le superfici sono neutre oppure leggermente acide, le condizioni per il loro sviluppo diventano molto favorevoli. Questo non significa che se le superfici

sono basiche, come ad esempio le pareti tinteggiate con pura calce naturale sulle quali il pH del materiale fresco è di circa 13 per poi diventare di 10,5 quando si completano le reazioni di indurimento, le muffe non si potranno mai formare. Basterà che nel tempo sulle stesse superfici si vada a formare un leggero strato di polvere, di sporco o un deposito di particolato che le muffe avranno la possibilità di usare quello strato come supporto, eventualmente aggredendolo e cibandosene, senza entrare in contatto con le sostanze basiche del supporto. Questo spiega perché le muffe si sviluppano più facilmente sui locali sporchi e polverosi, proprio perché i depositi di polvere diventano oltre che uno strato sul quale insediarsi, anche un elemento del quale cibarsi. Negli archivi e nelle biblioteche questo problema è particolarmente sentito, proprio perché in questi ambienti le polveri sono prevalentemente composte da particelle di carta, cioè da cellulosa e da colla, che sono molto gradite alle muffe. Anche gli zoccolini battiscopa sono molto apprezzati dalle muffe, perché la cellulosa contenuta nel legno e la colla che viene utilizzata per la loro realizzazione costituiscono un ottimo alimento anche per altre attività biologiche infestanti come batteri e insetti xilofagi, cioè che si nutrono di legno.

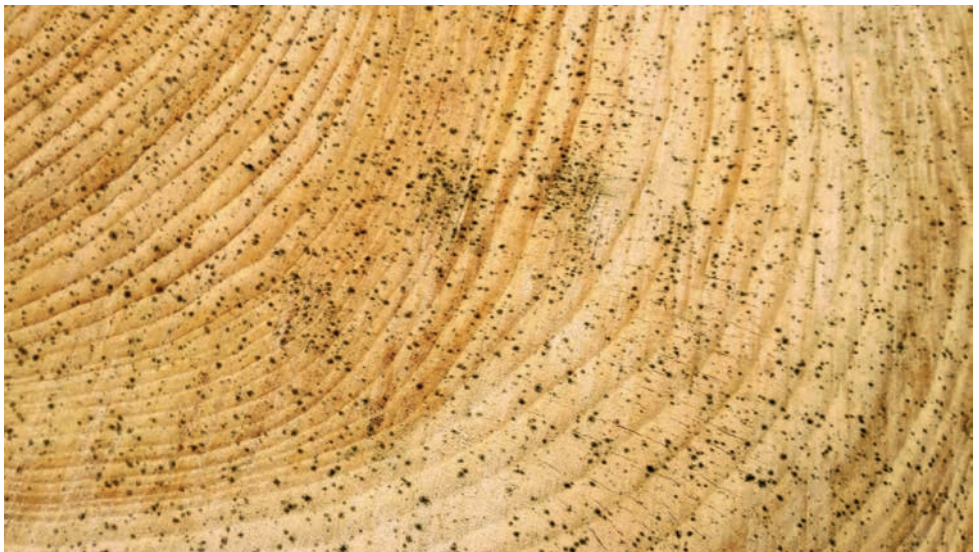


Fig. 1.10 Il legno e la cellulosa sono fra i nutrienti preferiti dalle muffe.

Perché fanno male alla salute

La tossicità e la pericolosità delle muffe è nota da molto tempo, basti pensare che già nella Sacra Bibbia venivano considerate al pari della lebbra o di una piaga, al punto da rendere la casa impura. Infatti, le muffe non sono soltanto una sgradevole manifestazione estetica, non è solo il fastidio di avere una parete sporca o macchiata. Il danno che queste arrecano è prevalentemente di natura sanitaria sui soggetti esposti e solo in secondo luogo, in termini di gravità ed effetti si possono anche elencare i danni alle cose. Vediamo ora quali sono gli effetti delle muffe sulle persone.

La quasi totalità dei danni alla salute umana provocati dalle muffe è da ricondursi a patologie che con diversi livelli di gravità e intensità colpiscono l'apparato respiratorio. Più raramente interessano anche gli occhi causando irritazioni oculari e la pelle con manifestazioni di svariata natura. Per inciso occorre tener presente che nell'aria sono sempre presenti quantità variabili di polveri, di diversa composizione, forma e dimensione. Respirare polveri è sempre dannoso per la salute umana, di qualsiasi natura e tipologia esse siano, più sono piccole e più riescono ad andare in profondità nell'albero bronchiale, risultando perciò più lesive per l'organismo. Le polveri, che vengono chiamate anche "particolato", da particola = particella o particellato, possono avere diversa composizione chimica e in funzione di questa possono esercitare effetti molto diversi fra loro. Alcune sono cancerogene, come le fibre di amianto, altre come le particelle di silicio provocano malattie anche gravi come la silicosi, altre ancora sono inerti e pur non reagendo con l'organismo, tendono ad accumularsi, ad irritare le mucose e a ridurre la funzionalità di bronchi e polmoni. Una frazione del particolato totale, è costituita dal cosiddetto particolato biologico, che consiste nelle polveri di origine biologica, prevalentemente composte da spore di muffe, da pollini e da altri microrganismi come virus e batteri che spesso si trovano nell'aerosol aerodisperso.

Le spore delle muffe sono uno dei costituenti del particolato biologico e sono capaci di causare danni a breve e a lungo termine agli organismi esposti, prevalentemente a carattere evolutivo progressivo, con

rari episodi di esiti fatali. Le patologie più frequenti, nel caso di esposizione a quantitativi rilevanti di spore respirate, sono legate a irritazioni delle mucose, asma, allergizzazione, sensibilizzazione, tossicosi, malessere generale e nei casi più gravi anche infezioni polmonari. L'organismo che si trova sotto stress per il contatto continuo con le spore tossiche, mette in atto dei meccanismi di difesa che possono dar luogo a effetti collaterali indesiderati come le allergie.

Molto spesso i soggetti che si sono trovati esposti per tempi abbastanza lunghi alle spore sono diventati ipersensibili e in occasione di una nuova esposizione, anche se a quantità minime per le quali altri soggetti non hanno alcun sintomo, sviluppano reazioni molto intense con conseguenze talvolta molto gravi. I soggetti maggiormente colpiti dagli effetti tossici derivanti dall'esposizione alle spore sono quelli più deboli come i bambini, gli anziani, i diabetici, i lungodegenti, chi assume terapie chemioterapiche, cortisoniche o di alcuni altri farmaci oltre a tutti coloro che hanno il sistema immunitario debilitato o depresso.

Anche un evento traumatico come per esempio un lutto, una separazione, un licenziamento o uno stato di depressione, possono facilmente debilitare il sistema immunitario umano al punto da renderlo più esposto alle patologie respiratorie causate dalle spore. Occorre precisare che quasi tutte le patologie causate dall'esposizione alle spore, hanno la tendenza a cronicizzare cioè a produrre danni di lungo termine, anche permanenti, di difficile guarigione e regressione. Molto spesso alcune situazioni di malessere generalizzato, come affaticamento, emicrania, secchezza della pelle, disturbi del sonno o dell'umore, difficoltà a mantenere l'attenzione e la concentrazione, sono disturbi causati dall'esposizione alle spore delle muffe, ma molto difficilmente se ne riconosce il nesso di causalità. Esistono poi i casi estremi, per fortuna rari, dove soggetti con quadri clinici già compromessi, perciò fortemente debilitati, possono subire dei danni molto gravi da alcune muffe, soprattutto del genere *Aspergillus*, capaci anche di causarne il decesso.

Quali danni creano alla casa



Fig. 1.11 Opera d'arte seriamente danneggiata dalle muffe.

I danni causati dalle muffe agli arredi e a tutto ciò che è presente in casa sono purtroppo molto frequenti.

Spesso ci sarà capitato di dover buttare via dei capi di abbigliamento, magari in pelle oppure delle scarpe perché le muffe li hanno attaccati al punto da renderli inutilizzabili. Frequentemente anche il contenuto degli armadi si riempie di muffe in tempi abbastanza rapidi, soprattutto nei mesi freddi, nei locali interrati o in quelli non sufficientemente ventilati. Anche le derrate alimentari, essendo costituite da sostanze nutrienti diventano un facile bersaglio per le muffe, che sono in grado di attaccarle e di renderle inservibili molto velocemente. Nei casi più gravi le muffe danneggiano in maniera irreparabile anche altri oggetti di uso comune o che sono presenti in casa, che si trovano perciò esposti all'aggressione biologica. Non è raro infatti che quadri, tessuti, libri, opere d'arte e altri oggetti di valore vengano gravemente deteriorati dagli attacchi biologici. Una materia di studio ai corsi di restauro delle migliori accademie che si occupano di tutela del patrimonio artistico è appunto il biodeterioramento, a testimonianza del fatto che si tratta di un argomento estremamente importante.

Inoltre, l'umidità eccessiva riduce drasticamente la vita utile dei componenti elettronici contenuti nei computer, schede e memorie elettroniche, televisori, impianti domotici e quant'altro e favorisce l'ossidazione dei metalli danneggiando anche oggetti di valore come gioielli, orologi, armi antiche, fregi e altre opere d'arte.

Nei musei di tutto il mondo, per eliminare le condizioni che in qualche modo possano consentire il degrado di quanto vi è contenuto, si effettua il controllo continuo e ininterrotto dei parametri termoigrometrici ambientali, con particolare riferimento all'umidità relativa. I sistemi di controllo dell'umidità presenti nei musei sono allarmati proprio perché se per un qualsiasi motivo i valori di UR dell'aria all'interno degli ambienti dovessero superare i valori limite per tempi sufficientemente lunghi, i danni arrecati dalle muffe alle opere custodite sarebbero inestimabili. In alcuni casi, per fortuna rari, è capitato che l'eccessiva umidità ambientale negli edifici ad uso abitativo, abbia provocato la formazione di muffa all'interno delle casseforti, con l'inevitabile distruzione del loro contenuto.

Più frequentemente invece, capita di dover buttar via materassi completi di reti, armadi, comodini, poltrone, divani e relativi accessori come coperte, cuscini e teli di rivestimento.



Fig. 1.12 Il retro dei mobili e degli armadi sono le zone preferite dalle muffe.

Oltre ai danni elencati, non dobbiamo dimenticare che le muffe spessissimo si insediano sulle superfici delle pareti domestiche, soprattutto negli angoli in alto a contatto con i solai, o dietro i mobili e più in generale nei punti di maggior dispersione termica, perciò più freddi. In questi casi

oltre all'operazione di bonifica, che deve sempre essere effettuata quando l'edificio è pesantemente contaminato dalle muffe e dalle loro spore, si dovrà necessariamente ripristinare la pittura ed eventualmente anche le superfici di supporto se sono state corrose a fondo.

Quali danni creano alla casa

Prevenire la contaminazione da muffe è sempre e comunque la soluzione migliore, sia sugli edifici nuovi che su quelli già vissuti, per la tutela della salute degli occupanti e per evitare il danneggiamento di arredi, corredi e suppellettili varie. La scelta più sensata è quella di impedire alle spore di trovare le condizioni adatte al loro insediamento e al successivo sviluppo. Non ha nessun senso lasciare che la muffa possa svilupparsi, magari per non aver messo in atto alcuni semplici accorgimenti atti a prevenirla, per poi dover combattere lungamente e duramente per debellarla, con il rischio di dover buttare via nel frattempo vestiti, scarpe, mobili e materassi contaminati. La prevenzione delle muffe in realtà è una pratica relativamente semplice, che attraverso alcuni semplici accorgimenti può essere eseguita da chiunque. Come è stato spiegato precedentemente, le muffe per potersi insediare e sviluppare hanno bisogno di molto poco: una superficie chimicamente non basica, umidità e un minimo di nutrienti. Controllando questi elementi, con i dovuti accorgimenti, è possibile creare le condizioni per evitare le contaminazioni di muffe in casa e più in generale negli ambienti dove

queste tendono a insediarsi. Per quanto riguarda la prevenzione delle muffe sui muri, sui soffitti e su tutte le superfici dell'edificio, il suggerimento è quello di evitare l'utilizzo di pitture acriliche o di pitture non traspiranti. Contrariamente a ciò che si crede, la traspirabilità delle pitture e degli intonaci, non ha la funzione di favorire l'eliminazione dell'umidità attraverso i muri. Praticamente, se si usano un intonaco e una pittura traspiranti al posto di analoghi prodotti non traspiranti, la quantità di vapore acqueo eliminato attraverso le murature cambia molto poco e ai fini della riduzione di umidità in casa, tale soluzione non ha alcuna utilità pratica. L'utilizzo di pitture di pura calce naturale, o comunque a base di calce sono sempre da preferire, perché il supporto contenente calce si porta ad un pH di equilibrio di circa 10,5, che è incompatibile con la formazione di muffe. Immaginiamo quindi di ricoprire tutte le superfici murarie ed i soffitti con dei materiali antimuffa come ad esempio la calce o con dei prodotti antimuffa o meglio ancora con soluzioni specifiche di rivestimenti in silicato di calcio o nanotecnologici o in sali d'argento.

Abbiamo risolto il problema?

ASSOLUTAMENTE NO!

In questo caso, è vero che le superfici interne dell'involucro edilizio sono inattaccabili dalla muffa, ma è altrettanto vero che l'intero contenuto della casa, cioè i mobili, i letti, il vestiario, le scarpe e persino i giocattoli dei bambini, si trovano esposti alla contaminazione da attività biologiche, che principalmente sono le muffe, gli acari e i batteri. Impiegare intonaci di calce o pannelli di silicato di calcio sulle murature e pitture di

calce naturale, è senz'altro una buona pratica per evitare l'insorgenza di contaminazioni da muffe superficiali, ma spesso non basta.

I valori soglia dell'umidità relativa dell'aria che consentono la formazione e lo sviluppo di attività biologiche sono:

- per le muffe almeno l'80% di UR,
- per gli acari almeno il 65% di UR,
- per i batteri almeno il 51% di UR.



Fig. 1.13 Nei musei l'umidità dell'aria deve sempre essere mantenuta bassa per evitare che le muffe possano danneggiare le opere d'arte e i materiali custoditi. Se una mummia viene custodita in un ambiente sufficientemente asciutto, le muffe non si formano, neppure dopo migliaia di anni e nonostante sia rivestita di cotone cioè di cellulosa, che di per sé rappresenta un ottimo cibo per le muffe.

Perciò, se anche si dovessero ricoprire tutte le superfici della casa con materiali antibatterici e antimuffa, come ad esempio la calce, il silicato di calcio o i sali d'argento, senza limitare l'umidità dell'aria interna, in tempi più o meno lunghi la contaminazione da acari potrà considerarsi non solo possibile o probabile, ma addirittura certa. Senza escludere la concreta possibilità di formazione di muffe all'interno degli armadi, sui capi in pelle, nelle scarpe e più in generale su tutti quei materiali che costituiscono un prezioso nutrimento per questi fastidiosi decompositori naturali. Sicuramente è buona norma realizzare l'involucro dell'edificio in maniera tale da renderlo ben isolato termicamente, cioè poco disperdente. In questo modo ci si assicura che le temperature superficiali delle pareti e dei soffitti, siano sufficientemente alte da impedire la formazione di acqua condensata e meglio ancora dei valori di UR localizzati inferiori all'80% in prossimità delle superfici. Ma non basta. Un dato molto importante da tener presente, riguarda la quantità di vapore acqueo che quotidianamente vengono prodotte ed evacuate in casa. Mediamente le attività umane che si svolgono

all'interno di un edificio abitativo, producono quantitativi di vapore acqueo variabili fra i 2 ed i 3 litri per ciascun occupante. Si intende con ciò tutto il vapore generato dalla respirazione, traspirazione della pelle, igiene personale, cottura dei cibi, asciugatura della biancheria, lavaggio dei pavimenti ecc. Questi valori dipendono molto dalle abitudini degli occupanti e dalla presenza di piante, acquari o di animali domestici e del tasso di occupazione dell'edificio, cioè dal tempo che si passa in casa in percentuale rispetto alle 24 ore. Considerando una famiglia media di 2 adulti e di due minori, con un tasso di occupazione di circa il 60%, cioè 14 ore passate in casa contro 10 passate fuori, i quantitativi di umidità immessa nell'edificio, variano fra i 9 ed i 12 litri d'acqua sotto forma di vapore acqueo.

Negli edifici situati al piano terra e nei seminterrati, con particolare riferimento a quelli di una certa età, si devono considerare anche gli apporti di umidità da risalita e di quella diffusiva proveniente dal contatto col terreno che tendono ad aggravare ulteriormente la situazione.

Ovviamente, se tutto il vapore prodotto viene prontamente evacuato, il livello di umidità presente all'interno dell'edificio tenderà a mantenersi stabile, se la quantità immessa supera quella evacuata, i valori di UR interna tenderanno a crescere e viceversa tenderanno a ridursi. La quasi totalità dei fenomeni di formazione di muffe e condense negli edifici, è dovuta all'umidità in eccesso derivante dallo sbilanciamento fra vapore immesso nell'edificio e quello evacuato.

Una situazione ricorrente è quella dove l'apertura delle finestre non viene effettuata con la necessaria regolarità e frequenza. Conseguentemente alla continua produzione di vapore correlata alle attività che si svolgono nell'edificio, i valori di UR tendono a portarsi su valori piuttosto alti, al punto da consentire e favorire la proliferazione di attività biologiche infestanti. La soluzione migliore è sempre quella che prevede il bilanciamento continuo fra vapore prodotto e quello evacuato a saldo zero. Praticamente si deve "lavar via" tutto il vapore in eccesso man mano che questo viene creato, appunto per

Come si correggono

Se gli ambienti abitativi, oppure quelli dei locali dove vengono custoditi materiali di diversa natura, sono contaminati da muffe, occorre innanzitutto agire in tempi molto rapidi. Il primo motivo è perché il loro sviluppo tende ad essere progressivo, cioè tale da occupare spazi via via più estesi sempre più rapidamente. Il secondo invece è per limitare e ridurre al massimo i tempi di esposizione all'azione tossica delle spore sulle persone. Più tempo si passa a respirare spore e più danni verranno arrecati a chi occupa o utilizza i locali contaminati.

Più spore si formano nell'ambiente interno e maggiori saranno le probabilità che queste possano colonizzare ulteriori spazi e altre superfici fino a quel momento ancora non contaminate. Perciò: eliminare il prima possibile le condizioni di rischio e pericolo per le persone e contemporaneamente evitare la progressione delle contaminazioni. La correzione dei problemi di muffa deve necessariamente agire su due fronti. Il primo

evitare il suo accumulo. In assenza di umidità in eccesso, la formazione di muffe sarà semplicemente impedita, venendo a mancare l'elemento fondamentale che ne consente la proliferazione, cioè l'acqua.

Il valore ideale di UR da mantenere costantemente all'interno dell'edificio, secondo la normativa italiana è del 50% con oscillazioni possibili del 10% in più o in meno. La norma svizzera per esempio è più restrittiva e indica come valore ottimale il 40%, sempre con oscillazioni di più o meno il 10%.

Come è possibile garantire che tutto il vapore generato in casa venga prontamente e continuamente evacuato?

Si può, anzi si deve, perché l'alternativa è quella di riempire la casa di muffe, acari e batteri in tempi più o meno rapidi e di andare in contro a problemi di salute anche seri, con possibili evoluzioni croniche. Aerare o ventilare la casa è in assoluto la scelta più sana, più sensata e più economica che si possa fare per evitare la formazione di muffe e condense in casa.

è quello di eliminare le cause che hanno consentito e reso possibile lo sviluppo delle attività biologiche, in questo modo vengono meno le condizioni per una nuova contaminazione futura.

Contemporaneamente o al massimo subito dopo, occorre bonificare i locali, le superfici e gli oggetti contaminati, che contengono ancora abbondanti quantità di spore sia sotto forma di particolato depositato che aerodisperso. Queste spore, se non vengono eliminate, rendono malsano l'ambiente per tempi anche molto lunghi e avranno la tendenza a creare nuove contaminazioni in futuro. Dopo aver individuato la causa che ha scatenato la formazione delle muffe, che quasi sempre è riconducibile o comunque è correlata alla insufficiente aerazione, si procederà dove necessario all'installazione di un sistema automatico di ventilazione che vada a sopperire alle carenze di ricambio d'aria dei locali.

I sistemi automatici di ventilazione consentono di allontanare l'umidità in eccesso contenuta nell'aria interna, mantenendo stabilmente bassi i valori dell'UR e tali da impedire la formazione di muffe e di acari negli ambienti abitativi. In alcuni casi, per eliminare le condizioni che favoriscono la formazione di muffe e di condense, occorrerà migliorare le prestazioni termiche dell'involucro edilizio, in altre parole si dovranno realizzare delle opere di isolamento termico dell'edificio. Queste potranno essere sia estensive come ad esempio il cappotto, l'isolamento in copertura o l'insufflaggio in intercapedine, che localizzate come ad esempio la correzione attiva o passiva dei ponti termici.

Quando si procede alla bonifica degli ambienti contaminati da muffe, è importante ricordare che devono essere eliminate tutte le cause di rischio e pericolo per le persone legate alla presenza di spore. Si dovranno innanzitutto pulire le superfici esclusivamente a umido, preferibilmente con una soluzione di bicarbonato di sodio, per evitare di disperdere in aria le spore che si trovano depositate sugli oggetti. Successivamente si provvederà alla pulizia profonda dei locali mediante l'utilizzo di un aspirapolvere con filtro HEPA. I filtri di questa categoria (dall'inglese High Efficiency Particulate Air filter) sono in grado di trattenere le spore al loro interno, evitando di reimmetterle nell'aria. Tutti i tessuti, i capi di vestiario e gli oggetti che si trovano nei locali contaminati dovranno essere lavati con acqua corrente



o in alternativa puliti mediante aspirazione profonda e successivamente strofinati con un panno umido. Il personale che effettua la bonifica dovrà indossare adeguati dispositivi di protezione individuale come guanti, occhiali, mascherina e tuta usa e getta per limitare al massimo il rischio di contaminazione biologica. In altri stati, le attività di bonifica e di pulizia dei locali contaminati dalle muffe, possono essere effettuati solo da personale adeguatamente formato e preparato, trattandosi di lavorazioni che espongono il lavoratore alla possibile insorgenza di malattie croniche come asma, allergie e sensibilizzazioni. Dopo aver eliminato le cause di formazione della muffa, che come si è detto è quasi sempre riconducibile alla scarsa aerazione e/o alla necessità di correzione termica dell'edificio e dopo aver effettuato la bonifica cioè eliminato tutte le spore presenti nei locali, si dovrà agire sulle superfici murarie.

Se la pittura esistente è di tipo acrilico non traspirante è preferibile asportarla e sostituirla con una traspirante o di pura calce naturale oppure a base di calce. La traspirabilità della pittura non ha nessuna influenza sulla capacità delle pareti di far fuoriuscire l'umidità dall'edificio, ma svolge un'altra funzione utile che è quella di consentire all'intonaco di assorbire la condensa per poi restituirla, realizzando localmente un benefico effetto tampone. Si comporta un po' da ammortizzatore dei picchi di umidità ambientale.

Fig. 114 Nei ponti termici, cioè nelle zone più fredde dell'edificio, facilmente si forma la condensa che a sua volta diventa la causa di sviluppo delle muffe.

Praticamente la pittura traspirante lascia passare verso l'intonaco la condensa che si forma in superficie, evitando così la presenza di acqua liquida che ricordiamo favorisce la rapida formazione delle muffe idrofile. Benché le pitture traspiranti siano molto valide per far fronte ai picchi di presenza di vapore, ai fini del bilancio dei flussi di umidità, cioè di quella generata in casa in conseguenza delle attività umane rispetto a quella evacuata con l'aerazione, il loro impiego non ha alcun effetto utile. Se invece si dovesse decidere di non sostituire la vecchia pittura con una nuova, si suggerisce l'applicazione a finire di una soluzione satura di acqua e sali di boro, preferibilmente tetraborato di potassio. I sali di boro hanno delle spiccate proprietà antibatteriche e antifungine e a differenza di altri prodotti utilizzati per lo stesso scopo, non emanano alcun odore e non sono minimamente tossici.

In caso di contaminazioni ambientali molto consistenti, è possibile effettuare un'operazione di bonifica più spinta che consiste nella ionizzazione con ozono.

Sostanzialmente si tratta della disinfezione totale dell'ambiente mediante l'uso di un'apparecchiatura che emette ozono, cioè un gas che è costituito da 3 atomi di

ossigeno, anziché da due come l'ossigeno che respiriamo. Il terzo atomo è instabile e tende a staccarsi dalla molecola formando ossigeno atomico, estremamente reattivo e in grado di ossidare quasi tutte le sostanze esistenti in natura. Durante questo processo, detto appunto di ozonizzazione, si osserva un drastico abbattimento di tutto il particolato aerodisperso, la disinfezione spinta di qualsiasi attività biologica presente nell'aria (virus, batteri, spore ecc.) e l'eliminazione degli odori. L'ozono oltre ad essere velenoso è un forte irritante per le mucose e per le vie respiratorie, durante la sua emissione e ancora per qualche tempo dopo l'intervento non è possibile stazionare nei locali. È da tener presente che molti materiali vengono corrosi irreparabilmente o decolorati dall'ozono, perciò il suo impiego deve essere limitato solo ai casi di reale necessità. Per esempio, nei musei, negli archivi e dove sono custodite delle opere d'arte o comunque beni di valore, l'ozonizzazione non viene praticata. Recentemente sono state sviluppate delle tecnologie alternative che sono in grado di ionizzare gli ambienti senza ozono, cioè in maniera molto più attenuata, eliminando ugualmente gli elementi che si intende abbattere, come spore, virus e batteri, ma in tempi più lunghi, consentendo allo stesso tempo l'occupazione e l'utilizzo dei locali.



Fig. 1.15 Interessante situazione dove la formazione di muffa è avvenuta in corrispondenza di una tubazione di acqua fredda. Praticamente, l'abbassamento di temperatura localizzato dovuto al flusso di acqua fredda, ha causato la condensa in superficie, sulla quale ha poi attecchito la muffa solo in prossimità dei tubi.