

Efflorescenze

A dispetto dell'innovazione dei materiali e dell'evoluzione delle tecniche costruttive, la presenza di acqua (allo stato liquido o aeriforme) rappresenta la principale causa di degrado delle murature: l'eccedenza di acqua determina, infatti, delle alterazioni fisico-chimiche dei materiali che influiscono sulla durabilità, sull'aspetto, sulla resistenza meccanica e termica delle strutture. In particolare, la conoscenza del comportamento igrometrico può eliminare l'insorgenza di fenomeni quali l'efflorescenza

L'igroscopicità di un materiale dipende in modo fondamentale dalla microstruttura dello stesso ed è funzione, in particolare, della quantità, della dimensione e della distribuzione dei pori nello stesso, oltre che della umidità relativa dell'ambiente: più i pori sono di diametro ridotto, più il fenomeno può verificarsi anche a basse umidità relative.

Pertanto, la quantità di vapore acqueo assorbito, in condizione di equilibrio, sarà tanto maggiore:

- quanto minori sono la quantità dei pori aperti e le dimensioni dei pori chiusi;
- quanto maggiori sono la superficie specifica dei pori e la percentuale di pori nanometrici (10-50 nm).

Il laterizio, così come le malte, è un materiale la cui maggiore o minore porosità dipende dalla costituzione chi-

mico-fisica e, per le argille in particolare, anche dalla temperatura di cottura: l'aumento della temperatura di cottura aumenta i grandi pori a discapito dei piccoli pori e dei canali capillari. Il laterizio è caratterizzato dalla presenza di pori chiusi (porosità chiusa) e comunicanti tra loro per mezzo di canali capillari (porosità aperta).

Relativamente alla adesione tra malta e laterizio, una porosità troppo accentuata può comportare la presenza di un eccesso d'acqua nell'elemento bagnato e quindi una difficoltà di posa dovuta allo scivolamento, oppure, nel caso esso non sia stato bagnato, può provocare una rapida asciugatura della malta che, a causa della cosiddetta bruciatura, non è in grado di effettuare regolarmente la presa. È però altrettanto vero che un laterizio poco poroso avrebbe delle difficoltà ad ade-

rire alla malta. Nelle murature l'acqua può diffondersi per la permeabilità al vapore e attraverso meccanismi di assorbimento. L'acqua assorbita per capillarità penetra fin tanto che si stabilisce un equilibrio fra forza di gravità e forze capillari di tensione superficiale. L'assorbimento per capillarità si verifica solo al di sotto di determinati diametri dei pori, dei canali e delle fessurazioni del materiale. Innalzamenti significativi dell'acqua assorbita si hanno solo in presenza di pori con diametri non superiori a 10^{-4} m e l'altezza è tanto maggiore quanto più piccolo è il diametro dei canali capillari.

La prova di assorbimento dell'acqua può essere effettuata per immersione completa dell'elemento o immergendo solo parzialmente e per un tempo determinato il campione in esame (prova di imbibizione o di adescamento): questo secondo sistema, che aiuta a

chiarire il fenomeno della capillarità nei materiali a struttura microporosa, consente di determinare la quantità di acqua assorbita esprimendola in percentuale del peso di laterizio allo stato asciutto.

L'assorbimento nei materiali porosi può avvenire anche per osmosi ed elettrosmosi. Questo fenomeno è dovuto a differenze di concentrazione dei sali veicolati con l'acqua assorbita per capillarità e accumulati in alcuni pori del materiale, in corrispondenza delle zone di evaporazione. L'osmosi tende a ridurre queste differenze; contemporaneamente, si crea un campo elettrico che causa ulteriori movimenti dell'acqua per elettrosmosi.

Meccanismi di penetrazione dell'acqua nelle pareti Un esempio tipico di assorbimento per capillarità è quello dell'acqua proveniente dal suolo, che può risalire dai piani interrati e dal piano terra per umidità ascendente. Tali infiltrazioni, fra le più rilevanti per gli edifici antichi, sono dovute ad una non corretta esecuzione delle impermeabilizzazioni e dei drenaggi a terra. Nelle murature in laterizio, la quantità di acqua presente dopo la ultimazione dei lavori è dovuta alla malta, all'acqua di bagnatura degli elementi, alla reazione chimica di presa della calce idrata e all'acqua atmosferica assorbita in cantiere durante lo stoccaggio dei materiali e la loro messa in opera. Il tempo occorrente per smaltire per evaporazione tale acqua dipende dal tipo di materiale (porosità e permeabilità), dallo spessore della parete (la velocità di smaltimento è inversamente proporzionale al quadrato dello spessore), dalla presenza o meno di strati di rivestimento impermeabili al vapore d'acqua e dalla messa in opera troppo affrettata degli strati specializzati. Lo smaltimento dell'umidità di costruzione interessa un periodo compreso tra 6 e 24 mesi. Rispetto all'essiccazione dell'acqua di costruzione, i materiali porosi a buona capillarità

(laterizio, fibre di legno e sughero, malta di calce, ecc.) si comportano meglio di quelli a cattiva capillarità (conglomerato cementizio, cemento cellulare, malta di cemento, lana di roccia, tufo, ecc.) che quindi impiegano molto più tempo ad asciugarsi.

Cause dell'efflorescenza Con il termine efflorescenza (dal latino *efflorescere*, cominciare a fiorire, venir fuori) si indica la proprietà di alcuni composti cristallini (sali) di perdere, se esposti all'aria, l'acqua di composizione divenendo opachi e riducendosi in polvere. Comunemente, per efflorescenze si intendono quei depositi di sostanze, di colore biancastro e aspetto cristallino, polverulento o (più raramente) filamentoso, che si manifestano sulle murature dovute ai sali solubili che migrano in superficie quando l'acqua nella quale sono contenuti si dissolve evaporando nell'atmosfera.

Quando l'acqua evapora e il muro si asciuga, i sali in essa contenuti si concentrano in superficie, poiché la stessa acqua evaporando li porta verso l'esterno, diventando deposito. La loro presenza sulle superfici dipende, quindi, sia dal grado di solubilità propria di ogni composto, sia dalla maggiore o minore quantità d'acqua necessaria per solubilizzarli. Inoltre, le variazioni della temperatura, l'evaporazione del solvente (acqua) e l'abbassamento dell'umidità relativa nell'atmosfera circostante, sono fattori che possono produrre l'aumento della concentrazione della soluzione e la conseguente cristallizzazione delle specie saline.

Le efflorescenze sono essenzialmente dovute:

- *ai sali contenuti negli elementi in laterizio.* Alcune argille, ad esempio, contengono pirite. Se, in fase di produzione, la temperatura di cottura dei mattoni è bassa, si possono formare sali alcalini e magnesio in grado di causare efflorescenze.

In effetti, una semplice prova (saturazione del mattone con acqua distillata) permette di sapere se i laterizi contengono sali efflorescenti;

- *ai leganti.* Alcuni cementi contengono del solfato di sodio che può causare importanti efflorescenze. L'incertezza relativa alla malta è aumentata dopo l'apparizione di quella pronta all'uso. Tali leganti, infatti, contengono degli additivi chimici che ne ritardano la presa e ne migliorano le prestazioni. Anche se i produttori di malte pronte all'uso provano ad evitare l'impiego di componenti efflorescenti, non si può escludere che, per tale tecnica industriale (relativamente recente), una composizione inadeguata sia da escludere. Si deve tenere conto che una malta industriale non possiede sempre la stessa composizione. Secondo la stagione nella quale sono forniti, i ritardanti di presa devono essere dosati diversamente per compensare l'influenza della temperatura e la tenuta all'umidità dell'aria. In inverno, si può arrivare ad aggiungere dei sali "antigelo";

- *alla reazione dei leganti con il laterizio.* Queste sono sicuramente le efflorescenze più comuni. Il cemento contiene del gesso che si può parzialmente dissolvere in presenza di molta acqua. Al momento della presa del cemento, si forma l'idrato di calcio che



Addensamento di sali verso la superficie esterna di una muratura.



Particolare di una muratura interessata dalla presenza di efflorescenze saline.



Nel caso di una efflorescenza particolarmente forte è addirittura possibile distinguere i cristalli.



Muratura faccia a vista con diffusi fenomeni di efflorescenza.

attacca i silicati alcalini del laterizio formando gli idrati alcalini (di potassio e di sodio); tali idrati reagiscono con il solfato di calcio (poco solubile) e formano i solfati di potassio e di sodio (molto solubili) che provocano efflorescenza.

Si deve evitare di utilizzare più acqua nella malta di quella che è strettamente necessaria e, soprattutto, impedire che la muratura fresca assorba una ulteriore quantità di acqua piovana. L'unica possibilità di proteggere una muratura appena realizzata è di coprirla: se ciò non avviene, il rischio della formazione di efflorescenze aumenta concretamente. Ciò non significa che una muratura troppo umida dia luogo necessariamente alle efflorescenze: altri elementi intervengono nella causa determinante l'efflorescenza, quali il periodo di asciugatura, la velocità alla quale tale asciugatura avviene ed i cicli di saturazione-asciugatura della muratura.

Patologie da efflorescenza L'efflorescenza è una manifestazione che altera principalmente l'aspetto delle murature faccia a vista, dal momento che il deposito avviene in superficie: molto più di rado la cristallizzazione può avvenire in profondità, provocando il distacco delle parti più superficiali. La scagliatura del materiale, che prende il nome di criptoefflorescenza o di subefflorescenza, può essere facilmente confusa con quella

provocata dal gelo.

Il fenomeno deve essere comunque tenuto sotto controllo anche nei casi di murature intonacate poiché la cristallizzazione dei sali in superficie può comportare una espansione che può essere la causa di distacco dell'intonaco stesso.

Il meccanismo di degrado è conseguente alla pressione di cristallizzazione dei sali; alcuni hanno la caratteristica di aumentare notevolmente il loro volume nel corso del passaggio alla fase solida, in seguito all'evaporazione del solvente, e spesso le pressioni esercitate all'interno dei pori sono tali da superare la capacità di resistenza del materiale. Il risultato è la continua erosione degli strati superficiali.

Vale la pena ricordare che, oltre agli inconvenienti estetici, la presenza di efflorescenza denuncia una situazione igrometrica che sicuramente penalizza le prestazioni termoisolanti delle strutture di confine. L'abbassamento della temperatura ambientale e, in particolare, della temperatura superficiale interna di una parete può essere provocata dalla presenza di acqua che penetra nei pori del materiale così da sostituire l'aria e aumentare la conduttività termica del materiale stesso (l'acqua ha una conduttività termica che è pari a circa 23 volte quella dell'aria).

Spesso l'efflorescenza viene erroneamente abbinata con il salnitro (nome

popolare del nitrato di potassio). Quest'ultimo, diffuso soprattutto negli edifici rurali e nelle cantine, è una combinazione di nitrato di potassio, calcio e magnesio che si trova nel terreno e che può migrare nelle murature non correttamente impermeabilizzate, favorito dalla continuità esistente tra i vari strati. Si tratta di un sale che, generalmente, si forma in seguito al processo di decomposizione di materie organiche.

Il diffuso nitrato di calcio cristallizza in condizioni ambientali normali ed è fortemente igroscopico, per cui provoca sulla muratura una fascia umida mentre la parte sottostante appare asciutta e non degradata. A differenza delle efflorescenze, il salnitro non sparisce quando i sali scompaiono.

Risolvere le efflorescenze L'analisi delle prestazioni igrometriche dei materiali da costruzione è fondamentale per assicurare una corretta progettazione dell'involucro esterno e per garantire quelle condizioni di benessere fisiologico per gli utenti dell'edificio. Impedire (o almeno ridurre) la formazione di efflorescenze è importante per garantire la "durabilità" in opera del laterizio (per sua "natura" particolarmente lunga).

La prima regola è quella di utilizzare unicamente prodotti di qualità: mattoni faccia a vista ben cotti (sono regolarmente testati per quanto concerne la presenza di eventuali sali ef-

florescenti), cementi senza sali alcalini efflorescenti, acqua e sabbia adatte, additivi che non provocano efflorescenze, ecc.

Frequentemente, nei cantieri si trovano cementi e malte di cui non sempre si conosce l'effettiva composizione: quanto detto vale anche e maggiormente per la scelta della sabbia (si ricordi che la sabbia di mare, ad esempio, contiene sempre una certa quantità di sali).

Gli attori demandati alla verifica delle materie e dei componenti presenti in cantiere dovrebbero richiedere maggiori informazioni e garanzie sui prodotti; purtroppo, nella pratica corrente nel mondo delle costruzioni si preferisce accettare materiali e componenti senza porsi troppe domande.

La seconda regola consiste nell'assicurare, per evitare la migrazione di sali, che le murature, appena eseguite o ancora in corso di realizzazione, siano protette dagli agenti atmosferici. È necessario, inoltre, adottare le necessarie precauzioni per evitare colate di calcestruzzo su una muratura di mattoni.

Teoricamente, si possono ridurre le efflorescenze utilizzando della calce come legante, al posto del cemento. In effetti, la calce ha una composizione molto più semplice del cemento e la possibilità di evitare dei sali efflorescenti è quindi maggiore. Una muratura che è stata eseguita con una malta di calce deve essere comunque protetta dalla pioggia, in quanto esiste il rischio che il latte di calce coli sulla superficie dei mattoni e vi si fissi: in tal caso, non si tratta di vere e proprie efflorescenze, sebbene il risultato finale sia visibilmente molto simile, ma di depositi persistenti. Nei Paesi Bassi, dove si usa generalmente una malta bastarda, esiste l'abitudine di pulire la muratura fresca con una soluzione acida allo scopo di eliminare al meglio i depositi di calcio prima del loro indurimento definitivo. Per risolvere il problema delle efflo-

scenze a posteriori, possono essere applicati (con la necessaria cautela) dei detergenti che, per effetto della loro debole acidità e del loro potere di sciogliere i sali, permettono la pulizia della superficie coinvolta. A scopo protettivo, possono, inoltre, essere utilizzati dei sigillanti idrorepellenti, ma permeabili al vapore, che impediscono l'ingresso di acqua dall'esterno. Tali accorgimenti possono tuttavia dare luogo a serie criticità: ad esempio, in caso di risalita capillare non efficacemente impedita o in presenza di inconvenienti simili.

Per ridurre a monte la possibilità che il fenomeno dell'efflorescenza si verifichi, direttamente in fase di produzione del manufatto, gli elementi in laterizio possono essere resi completamente idrofughi (soluzione adottata prevalentemente per gli elementi usati per pavimentazioni esterne) con un processo di impermeabilizzazione per im-

mersione.

L'aspetto più significativo delle efflorescenze resta comunque il fatto che, nella peggiore delle ipotesi, trattandosi di un fenomeno innocuo, esse, nella grande maggioranza dei casi, vengono lavate dalle acque meteoriche fino a sparire in via definitiva quando tutti i sali presenti nella muratura saranno espulsi. ¶

Bibliografia

- Acocella A., *L'architettura del mattone faccia a vista*, Laterconsult, Roma 1989.
 Amerio C., Canavesio G., *Tecniche ed elementi costruttivi*, Società Editrice Internazionale, Torino 2000.
 Brambilla G., *Il manuale del mattone faccia a vista*, Edizioni Later-service, Roma 2000.
 Baratta A., *Pareti leggere e stratificate in laterizio*, Edizioni Later-service, Roma 2006.
 Fabbri B., Dondi M., *La produzione del laterizio in Italia*, Faenza Editrice, Faenza (Ra) 1995.
 Torricelli M. C., Del Nord R., Felli P., *Materiali e tecnologie dell'architettura*, Edizioni Laterza, Bari 2001.

Identificazione dei principali sali igroscopici solubili.

	Gruppo solfati	Gruppo nitrati	Gruppo cloruri
Cause di presenza	umidità ascendente inquinamento atmosferico industriale condensazione superficiale	umidità ascendente inquinamento atmosferico da fertilizzanti condensazione superficiale	costituzione chimica umidità ascendente venti marini condensazione superficiale
Zone tipiche di presenza	diffuse	terreni agricoli o ad uso zootecnico terreni con presenza di concimaie	zone limitrofe a coste marine
Effetti	capacità di cristallizzazione forte aumento di volume innesco di ulteriori fenomeni igroscopici	capacità di forte assorbimento di acqua reattività igroscopica in tutto l'arco dell'anno vita di reattività limitata nel tempo	capacità di forte assorbimento di acqua scarsa reattività igroscopica
Danni evidenti	scagliatura del materiale corrosione per effetto di aggressione chimica atmosferica presenza di acido solforico	bagnatura accentuata delle zone aggredite problemi di gelività spaccatura e disgregazione progressiva	bagnatura delle zone colpite
Identificazione visiva	corrosioni superficiali sotto forma di sabbia o sgretolamento sollevamento pittura distacco intonaci rottura del materiale coinvolto	concentrazione di umidità in zone ondegianti o puntiformi	cristallizzazioni visibili di gusto salato cristallizzazioni aghiformi anche di notevole lunghezza (barbe)