



ABBELLISCONO,
MA LA LORO
INSTALLAZIONE
NON È SOLO
UNA QUESTIONE
DI ESTETICA
E VI SPIEGHIAMO
PERCHÉ

LA PARTE MOBILE DELLE CASE: TUTTE LE VARIABILI POSSIBILI DEI SERRAMENTI (PARTE IV)

Serramenti e sistemi oscuranti sono soggetti a una serie di normative legate alla loro duplice natura di componenti edilizi e di prodotti destinati alla vendita diretta al cliente privato, di solito, con la relativa installazione.

In questo senso, essi devono rispettare sia le normative sui materiali da costruzione sia quelle norme volte alla protezione dell'utente finale. Alla luce di queste premesse appare chiaro come risulti un quadro normativo abbastanza complesso. Si cercherà di rappresentare tale quadro per sommi capi, mirando piuttosto alla spiegazione degli aspetti essenziali delle norme più rilevanti e significative. In questa quarta ed ultima parte ci occuperemo dei materiali, dei metodi di posa e della verifiche di collaudo.



Il Nautilus entrò sott'acqua; io e gli altri prendemmo posto davanti alle finestre.

Jules Verne - Ventimila leghe sotto i mari

Come più volte richiamato nelle puntate precedenti, tra la parte muraria dell'involucro edilizio e il serramento si viene a creare una discontinuità nei materiali e una discontinuità geometrica negli spessori.

Inoltre, per agevolare le operazioni di montaggio, è in genere prevista una luce libera, di solito denominata fuga, che può essere passante o cieca.

Ovviamente, questa discontinuità rappresenta un serio pericolo al mantenimento delle prestazioni del serramento e pertanto sarà

necessario porre in essere tutti gli accorgimenti di cui si è parlato precedentemente per evitare infiltrazioni, spifferi e cedimenti.

In questo capitolo si prenderà in considerazione la realizzazione pratica della sigillatura del giunto, mediante l'uso di materiali appositi, in grado di impedire completamente il passaggio di aria, acque e rumore.

Va osservato che, mentre la progettazione del giunto, cioè la scelta del tipo di connessione che più si addice alla struttura e al contesto, è innegabilmente un'attività

PENSARE
CHE UNA
SIGILLATURA
TROPPO PERFETTA
RENDA L'AMBIENTE
INSALUBRE
È UN ERRORE
GROSSOLANO

in capo al progettista, l'esecuzione di dettaglio del giunto secondo una certa metodologia e con l'utilizzo di certi materiali è assegnata alla norma citata al produttore dei serramenti; nessuno meglio del produttore conosce le caratteristiche dei manufatti e le prestazioni che vanno garantite, quindi è suo compito dettare le specifiche di posa che rispondano a quanto previsto dal progettista che ha sviluppato le considerazioni di cui si è discusso nel capitolo precedente.

Probabilmente, in qualità di produttore di serramenti avrà sviluppato nel tempo una serie di metodologie in grado di adattarsi a ciascuna esigenza o, in mancanza di una metodologia specifica alla situazione, possiederà la necessaria esperienza per valutare correttamente quale soluzione scegliere tra quelle note e sperimentate.

È bene precisare che esiste una corrente di pensiero ancora abbastanza radicata che assegna all'imperfetta sigillatura del giunto la funzione di garantire un certo ricambio d'aria: secondo questa linea di pensiero, serramenti troppo performanti, postati in modo completamente sigillato, rendono l'ambiente interno poco salubre.

Il problema di garantire il corretto ricambio d'aria è tutt'altro che marginale e proprio l'importanza del controllo degli scambi tra interno ed esterno, che deve essere accurato e flessibile, porta alla considerazione esattamente opposta: il serramento deve essere stagno e impervio, perché solo in questo caso i sistemi di regolazione delle qualità dell'aria interna possono essere efficaci. Che si tratti di semplici abitudini all'apertura delle ante o complessi sistemi di clima-

tizzazione dell'aria, l'efficacia di un sistema di regolazione è legata alla possibilità di controllare la circolazione dell'aria; la presenza di spifferi indeterminati in quantità e in posizione, assolutamente incontrollabili in quanto nascosti e fissi, vanifica ogni possibilità di regolazione del comfort interno, porta a sprechi intollerabili di energia per il riscaldamento e rende critica la prestazione acustica.

Può invece essere una decisione progettuale, cioè calibrata al contesto e alle condizioni di utilizzo, la scelta tra sistemi a giunto aperto, impermeabili su entrambi i fronti interno ed esterno o a giunto aperto, sigillati sul lato interno ma in grado di traspirare verso l'esterno; questo consente alla connessione di allontanare l'eventuale condensa formatasi nell'interstizio.

Vi è infatti da ricordare che lungo la profondità del giunto, la temperatura scenderà con ogni probabilità al di sotto delle condizioni di saturazione, almeno nei mesi critici: un giunto aperto sarà in questo caso in grado di favorire la rapida rievaporazione dell'eventuale condensato.

Si verificano invece situazioni architettoniche molto critiche dove un giunto chiuso, sigillato e impervio anche sul lato esterno, offre migliori garanzie di tenuta ed è quindi da preferire.

In ogni caso, la filosofia di realizzazione del giunto dovrebbe prevedere tre distinti piani di schermo, rispettivamente per le infiltrazioni d'acqua, per l'isolamento termico e per la diffusione di vapore.

Di norma, si cercherà di fermare l'acqua all'esterno, il



vapore all'interno e concentrare il gradiente di temperatura in corrispondenza dello strato isolante della parete muraria così da formare un pannello continuo.

Il giunto murario presenta almeno una parte rivolta all'esterno, soggetta agli sbalzi di temperatura, alle aggressioni da parte dei raggi UV che tendono a rompere le catene polimeriche dei sigillanti provocandone l'invecchiamento; inoltre, esso deve essere in grado di compensare le variazioni dimensionali degli elementi del telaio soggetto a sbalzi di temperatura; il fenomeno è più marcato e con conseguenze più pericolose nei giunti privi di battuta, che presentano la fuga passante.

Una caratteristica fondamentale del giunto sarà quindi legata alla sua capacità di mantenere le condizioni di elasticità e tenuta

UNA CORRETTA
POSA IN OPERA
TIENE CONTO DELLE
SCELTE MIGLIORI
FRA PRODOTTI
SIGILLANTI,
RIEMPITIVI
E ANCORANTI



per un tempo indefinito, senza che si creino fratture o lacerazioni; sarà quindi d'obbligo l'utilizzo dei materiali sigillanti e adesivi appositamente formulati per le condizioni d'uso previste.

I materiali sigillanti e riempitivi

Per la corretta posa in opera dei serramenti sono oggi disponibili numerosi materiali sigillanti, studiati specificatamente per la realizzazione di giunti di collegamento per serramenti; purtroppo non è infrequente vedere utilizzati per pura comodità materiali generici con caratteristiche opposte a quelle desiderabili per lo specifico impiego.

In via generale, è possibile dividere i materiali sigillanti, riempitivi e ancoranti. Quali **sigillanti**,

con il compito di impedire le infiltrazioni, si avranno:

- sigillante a basso modulo elastico per la realizzazione di giunti in fughe di 5-10 mm, resistenti nel tempo;
- sigillante per esterni per la sigillatura di fughe di spessore piccolo o nullo, che presenti una buona resistenza all'abrasione;
- primer per sigillanti per migliorare l'aderenza su superfici metalliche verniciate a polvere e in tutti gli altri casi segnalati dal produttore;
- bande adesive di opportuna altezza, in grado di coprire serramento, controtelaio e opera muraria, con funzione di barriera vapore più o meno accentuata a seconda che si voglia realizzare un giunto chiuso o un giunto aperto;
- mastici idraulici in pasta o in strisce per la sigillatura del traverso inferiore del serramento con eventualmente una breve risalita lungo i montanti.

Quali **riempitivi**, allo scopo di saturare tutto lo spazio lasciato tra il telaio del serramento e il controtelaio o il vano murario, si avranno:

- schiume poliuretatiche elastiche a basso modulo, in grado di riempire le cavità senza generare eccessive spinte sulle pareti e con una buona elasticità residua al termine della polimerizzazione, in grado di compensare le variazioni dimensionali del vano o del manufatto, dovute agli sbalzi termici; l'elasticità dovrà essere garantita nel tempo, così da scongiurare fessurazioni e sfarinamenti che lascerebbero vani vuoti nel giunto;
- nastri di schiuma poliuretatica precompressa e termoespandente, che si espande al contatto

con l'umidità dell'aria e in pochi minuti riempie completamente tutto lo spazio disponibile; rispetto alle schiumate hanno il vantaggio di garantire la continuità del riempimento su tutto il perimetro;

- cordoni e strisce di materiale naturale, quale fibra legno o lana, in forma comprimibile da utilizzarsi come riempitivo in alternativa alle schiume poliuretatiche quando si vuole evitare in modo assoluto l'utilizzo di sostanze nocive all'ambiente sia nella fase di installazione sia nel ciclo produttivo;
- fondogiunto in polietilene in grado di offrire un appoggio sicuro al sigillante in caso di fuga larga e di non aderire allo stesso causando tensioni aggiuntive nel caso di spostamenti delle due facce della fuga.

Quali **ancoranti**, cioè composti destinati a offrire una prestazione meccanica necessaria alla messa in opera di cardini e altri elementi, si avranno:

- malte acriliche bicomponenti a presa rapida per il fissaggio di cardini e tasselli;
- malte cementizie di diversa formulazione, a presa rapida o normale a seconda dell'applicazione.

Quali elementi di fissaggio meccanico si sono già citati nel precedente capitolo anche metalliche, viti normali e tutto filetto.

Una considerazione generale sull'uso dei **materiali per la posa** in opera riguarda l'aspetto ecologico delle applicazioni, con particolare attenzione a:

- rilascio di sostanze dannose in tre momenti distinti cioè durante la posa, nel corso della vita utile dell'edificio o in presenza di eventi eccezionali (incendi);

UN BUON
SIGILLANTE
DEVE GARANTIRE
L'ASSOLUTA
ASSENZA
DI RILASCIO
DI SOSTANZE
NOCIVE

• sostenibilità ambientale dei cicli di produzione, uso e smaltimento dei componenti utilizzati e dei loro imballi;

Riguardo ai sigillanti, è da notare che un buon numero di prodotti in commercio è classificato come nocivo durante l'utilizzo e pertanto andranno prese tutte le precauzioni durante la manipolazione; è invece da escludere l'utilizzo di formulazioni che non siano in grado di garantire la totale assenza di rilasci dannosi durante la vita utile, cioè a polimerizzazione avvenuta. Infine, andrà controllato anche il comportamento in caso di incendio, sia riguardo alle capacità estinguenti sia riguardo alle qualità e quantità dei gas che possono sprigionarsi per effetto della combustione: tutte queste informazioni sono riportate sulla scheda tecnica.

Per quanto riguarda la sostenibilità ambientale, se una caratteristica desiderabile dei prodotti da impiegarsi nei giunti è la totale inalterabilità nel tempo, la cosa è decisamente in contrasto con concetti quali la biodegradabilità: infatti, la maggioranza dei prodotti utilizzati non è biodegradabile, anzi è formulata per risultare inalterabile nel tempo.

La dispersione dei materiali nell'edificio è oltretutto molto frazionata, fatta di piccole quantità distribuite su ampie superfici, per cui risulta anche difficile immaginare una qualsiasi forma di smaltimento differenziato in sede di demolizione.

Queste considerazioni hanno portato allo studio di materiali altrettanto validi, ma di origine naturale, con un'impronta ambientale molto più ridotta e con

caratteristiche di biodegradabilità; si consideri che esistono protocolli di posa che richiedono esplicitamente l'uso di questi materiali biocompatibili.

I SIGILLANTI

I moderni sigillanti utilizzati nella posa in opera del serramento appartengono sostanzialmente alla classe dei siliconi (polisossani), dei poliacrilati.

Si tratta di composti che polimerizzano al contatto con l'umidità dell'atmosfera con rilascio di acido acetico o di acqua.

Esistono in commercio decine di formulazioni diverse sulle quali non è il caso di soffermarsi, se non per annotare quali sono le caratteristiche desiderabili e le controindicazioni più evidenti di ciascuna famiglia.

In via generale, si può affermare che quanto maggiore è l'escursione dimensionale che il giunto deve prevedere (e per alcuni materiali si è visto che le

variazioni dimensionali indotte dalle escursioni termiche possono essere notevoli), tanto migliore deve essere il modulo elastico del sigillante, cosicché non si generino eccessive

tensioni interne che porterebbero alla lacerazione del cordolo o al suo distacco dalle pareti del giunto.

È anche buona norma che il sigillante possa liberamente ridurre la sua sezione per effetto dell'allargamento del giunto; se, come si può osservare nella figura di pag. 445 (a), lo stiramento viene

impedito da un'adesione anche sul terzo lato, si possono generare tensioni eccessive che portano alla lacerazione del materiale e quindi alla possibilità di infiltrazioni; al contrario, (b), quando il sigillante aderisce su un supporto in grado di assecondarne il ritiro, le tensioni interne non portano alla lacerazione: per questo motivo, è consigliato l'utilizzo di un fondo giunto in polietilene come base d'appoggio per le sigillature soggette a forte escursione dimensionale.

Al contrario, per le sigillature di minima escursione, quando è richiesta una maggiore resistenza meccanica, si utilizzeranno sigillanti con moduli elastici molto più alti, in grado di mantenere la loro conformazione nel tempo e di resistere meglio a graffi, piccoli urti, abrasioni causati dal vento e dalla polvere.

La scelta di tipo sigillante dovrà tener conto della natura fisica dei materiali che si vanno a congiungere, con particolare riguardo alla capacità di adesione sui sup-

porti e al rilascio di oli di polimerizzazione che potrebbero diffondersi nel supporto e generare aloni indesiderati.

L'applicazione avviene per estrusione con pistola manuale o elettrica da contenitori di forma cilindrica con-

tenenti una quantità di prodotto in grado di essere consumata in tempi non troppo lunghi; infatti i prodotti sono soggetti a invecchiamento e, se non adeguatamente conservati, perdono parte delle loro proprietà.

Una volta estruso dai beccucci a perdere, il materiale inizia la polimerizzazione che avviene

Più le escursioni termiche sono elevate, tanto migliore deve essere il modulo elastico del sigillante

LA SCHIUMA
POLIURETANICA
SVOLGE
LA FUNZIONE
DI SATURARE
TUTTI GLI SPAZI
VUOTI
DELLA FUGA

in tempi brevi, dipendenti dalle condizioni climatiche.

L'aspetto finale potrà essere più o meno trasparente; in alternativa, esistono alcuni prodotti verniciabili o prodotti già colorati in pasta per migliorare il risultato estetico, soprattutto nelle giunzioni a vista.

LE SCHIUME POLIURETANICHE

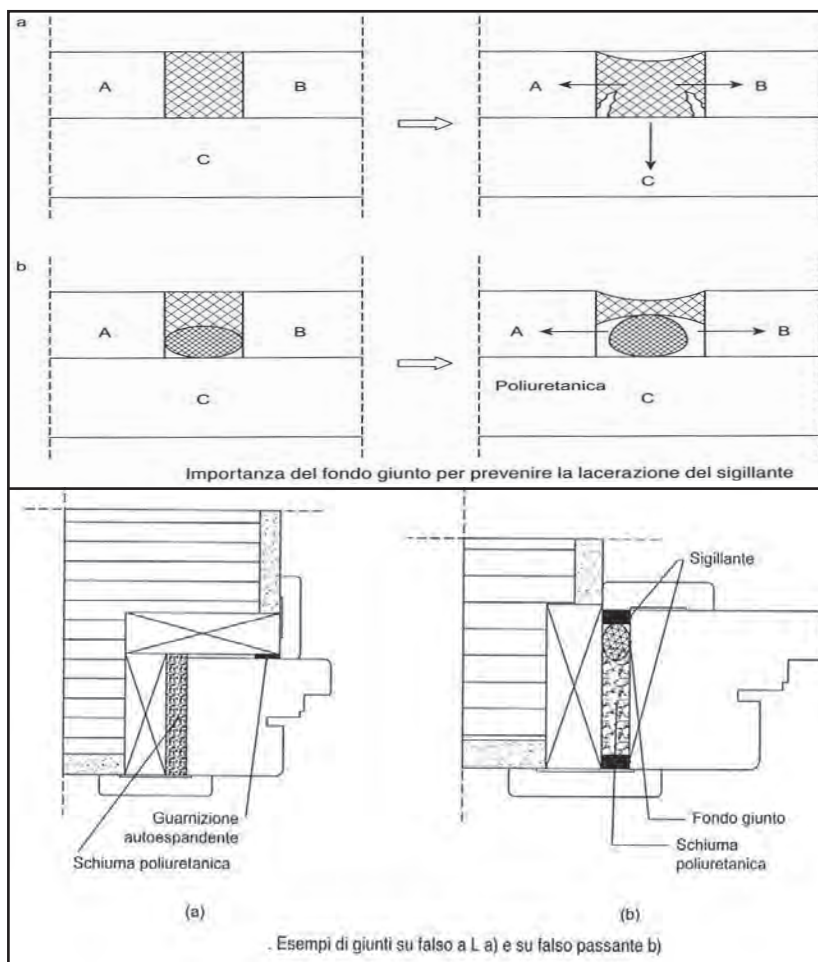
Nel giunto, la schiuma poliuretana svolge l'importante funzione di saturare tutti gli spazi vuoti della fuga, aumentando di parecchie volte il proprio volume per effetto della polimerizzazione e aderendo in modo stabile alle varie facce del giunto, anche se conformato ad angolo.

Il materiale estruso da pistole manuali munite di un ugello abbastanza sottile da inserirsi in profondità nella fuga, in modo che l'aumento di volume avvenga nella direzione dell'operatore che può quindi facilmente controllare la quantità di prodotto iniettato.

Le schiume specifiche per la posa dei serramenti generano una spinta abbastanza limitata sui bordi della fuga, in modo da evitare flessioni dai montanti dei telai, e sono formulate in modo da mantenere un'elevata capacità elastica anche a polimerizzazione completamente avvenuta, così da scongiurare il pericolo di infragilimento che porterebbe a una successiva fessurazione.

SCHEMI DI POSA

Esistono numerosi schemi di realizzazione del giunto, che utilizzano diversi materiali e disposti in



maniera differente. La filosofia di realizzazione del giunto deve essere improntata ai seguenti principi:

- il giunto deve essere riempito per tutto il suo sviluppo, perché i vuoti di materiali costituiscono ponti acustici notevoli;
- il giunto deve mantenere l'elasticità necessaria a compensare gli spostamenti relativi tra le parti;
- il giunto deve realizzare due piani possibilmente distinti per la resistenza alle infiltrazioni dell'acqua (lato esterno) e la resistenza al passaggio del vapore (lato interno).

In particolare, quest'ultimo punto merita un approfondimento.

Nella situazione termica che si verrà a creare nelle normali

condizioni invernali, a cavallo del giunto, si avrà una differenza di temperatura di parecchi gradi centigradi e quindi al suo interno esisterà il concreto pericolo di formazione di condensa interstiziale: sarà quindi importante impedire il passaggio del vapore acqueo dall'ambiente interno a quello esterno mediante una barriera vapore e/o garantire che l'eventuale condensa possa rievaporare verso l'esterno senza provocare deterioramenti nei materiali (soprattutto se si tratta di materiali sensibili all'umidità come il legno) o favorire la formazione di muffe all'interno del giunto in zone non immediatamente visibili.

Per questo scopo, si utilizza-

NELLA STESURA
DEI MATERIALI
NON È ACCETTABILE
LA SOLUZIONE
DI CONTINUITÀ,
PENA IL NON
SODDISFACIMENTO
DELLE PRESTAZIONI

no bende impregnate che presentano differenti valori di permeabilità al vapore e resistenza all'acqua.

Le bende devono essere abbastanza alte da poter abbracciare anche lo spessore del controtelaio, migliorando la tenuta anche dell'interfaccia tra controtelaio e muratura.

Gli schemi di montaggio mostrati nella pagina precedente sono alcuni tra quelli correttamente utilizzati; come si può notare, non tutti soddisfano le condizioni sopraesposte.

In nessun caso, potrà però essere accettato che vi sia soluzione di continuità nella stesura del materiale, perché, in questo caso, la prestazione acustica ne verrebbe penalizzata e vi sarebbe il rischio di infiltrazioni di acqua; purtroppo, per una serie di ragioni tra le quali il costo dei materiali e il tempo necessario a posarli correttamente, non è infrequente vedere giunti realizzati in modo assolutamente errato e questo si riflette negativamente sulle prestazioni e le specifiche del manufatto.

Per quanto riguarda la necessaria elasticità che il nodo deve mantenere per assecondare le variazioni dimensionali del manufatto e gli inevitabili assestamenti della struttura, è fondamentale che vengano rispettate le quote e le tolleranze indicate dai produttori dei serramenti; in via generale, la distanza tra telaio e controtelaio varia in funzione del materiale, del suo stato superficiale e dell'ampiezza del serramento.

Distanze maggiori devono essere previste per serramenti in PVC (con elevato coefficiente di dilatazione termica), soprattutto se di colore scuro (che risentono

maggiormente dell'insolazione) e di grandi dimensioni.

Esecuzione del montaggio

L'esecuzione del montaggio in opera viene compiuta da personale specializzato, seguendo le istruzioni impartite dall'azienda produttrice dei serramenti che le ha concordate con il progettista, secondo le indicazioni della norma UNI 10818 e salvo diversi accordi: infatti, in alcuni casi è il produttore stesso dei serramenti che si incarica della posa dei controtelai ed esegue direttamente le operazioni di montaggio in opera e sigillatura.

Controllo dei materiali

Ai sensi della UNI 10818, punto 7.2, all'installatore compete il controllo della quantità, della tipologia e della rispondenza dei materiali a quanto previsto in contratto, nonché la verifica con la direzione lavori che i vani murari e il fissaggio dei falsi rispettino le condizioni pattuite.

Posizionamento dell'infisso e fissaggio preliminare

Verificata l'idoneità dell'infisso al rispettivo vano murario, si procede alla pulizia delle superfici del vano destinate a fornire la base per gli aggrappaggi.

Si passa alla stesura del cordolo di silicone sulla soglia (che verrà schiacciato dal gocciolatoio o da traverso inferiore) avendo cura di raccordarlo fin contro l'angolo di battuta.

Se lo schema di montaggio lo prevede, si provvede al posizionamento sull'infisso del nastro



poliuretano autoespandente.

Si colloca l'infisso in posizione verticale (verificando la perfetta messa a piombo) e lo si fissa con gli appropriati cunei.

Si procede ad avvitarne tutte le viti di fissaggio, avendo cura di non esercitare sforzi di trazione eccessivi che potrebbero flettere il montante; per evitare questo, in presenza di fughe più larghe del dovuto, non è da escludere l'interposizione di piccoli spessori; questi spessori sono spesso presenti nel caso di telai in metallo o in PVC e sono di solito già montati nelle apposite sedi: vanno avvitati tramite una chiave esagonale fino a che la boccola eserciti la necessaria pressione; successivamente, il telaio sarà fissato al vano murario o al controtelaio con le opportune viti.

LA PERFETTA
TENUTA DELLE
GUARNIZIONI
È UN ALTRO
ELEMENTO
DA TENERE
SEMPRE
IN CONSIDERAZIONE



Nel caso di montaggio del telaio completamente all'esterno della muratura, perché venga poi annegato nel cappotto esterno, il telaio del serramento viene direttamente avvitato alla muratura tramite squadrette di opportuna lunghezza con l'ausilio di tasselli ad espansione.

Sigillatura dei giunti

A seconda della geometria del giunto, si avranno tre schemi di sigillatura:

- falso a L;
- falso piatto;
- montaggio esterno.

• Falso a L

Il serramento poggia stabilmente contro la battuta, con il

tamponamento autoespandente che nel frattempo si sarà espanso; con la pistola opportunamente regolata si passa a riempire la fuga laterale con la schiuma poliuretana, nel modo più completo possibile avendo però cura che il materiale espanso non sporga dalla profondità.

• Falso piatto

Va anzitutto posato il fondo giunto in polietilene, inserendolo da lato esterno con l'aiuto di una spatola. Nel caso di montaggio tutto all'esterno, si provvederà anzitutto a stendere un cordolo continuo di schiuma espandente su tutto il profilo esterno, che verrà coperto da una benda impermeabile destinata a essere a sua volta nascosta alla vista dalla successiva posa dello strato isolante di cappotto: sul lato interno, invece, si andrà a posare una benda con funzione di barriera al vapore, destinata ad essere coperta dalla posa di un coprifiolo; dal lato interno si procederà a mettere la schiuma, avendo cura di lasciare lo spazio in superficie per alloggiare il sigillante interno.

Una volta che la schiuma si sarà sufficientemente rassodata, sarà possibile sigillare internamente ed esternamente con sigillante a basso modulo; lo spessore del cordolo da sigillante dovrà essere circa la metà della fuga che viene sigillata.

• Montaggio esterno

Nel caso di montaggio tutto all'esterno, si provvederà alla posa di una banda impermeabile sul lato esterno, ben aderente al telaio e alla muratura, e alla posa di una banda con funzione di barriera vapore sul lato interno; tra le due bande è possibile estrarre

un'opportuna quantità di schiuma poliuretana.

Montaggio e verifica delle ante

Una volta fissato il telaio, si possono montare le ante mobili sui rispettivi cardini o sulla ferramenta prevista e si verificano le regolazioni, le aperture, la perfetta tenuta delle guarnizioni, gli ingombri e le eventuali interferenze.

Le ante si devono muovere liberamente e non richiedere sforzi per essere accostate, in quanto dimostrerebbero il mancato allineamento degli assi delle cerniere; se montate su asse verticale, non devono mostrare tendenza ad aprirsi o a chiudersi che dimostrerebbe un marcato fuori piombo dei montanti.

Finitura

Il montaggio va rifinito con la stesura di un velo esterno di sigillante ad alto modulo alla base del traverso inferiore della finestra e del gocciolatoio della portafinestra.

Quando schiuma e silicone si sono completamente asciugati, si procede al posizionamento dei coprifioli interni e/o esterni chiodati, incollati o incastrati.

Nel caso di controtelai che presentano aletta metallica e quindi non richiedono il posizionamento dei coprifioli esterni, si provvederà alla sigillatura con sigillante ad alto modulo.

Eventuale posa dei vetri

Nel caso in cui le ante siano sprovviste di superfici vetrate,

A SECONDA
DEL DISEGNO
DEL SERRAMENTO
LA SIGILLATURA
DEI VETRI
PUÒ AVVENIRE
IN MODO
DIVERSO

queste andranno posate sul serramento finito.

Rimossi i listelli fermavetro, si posizionano i cunei di regolazione e si appoggia il vetrocamera verificando l'esistenza di una fuga perimetrale regolare di 2-5 mm.

Si mettono in posizione i listelli fermavetro verificando che il filo interno sia allineato con la superficie dell'anta e si passa alla chiodatura, all'avvitatura o all'inserimento a scatto dei profili nelle rispettive sedi.

A seconda del disegno del serramento e della soluzione prevista in fase costruttiva, la sigillatura dei vetri potrà avvenire in diversi modi:

- con sigillante siliconico su filo visibile della lastra, in apposita cava prevista in lavorazione, sul lato esterno o su entrambi i lati: rappresenta la soluzione più adatta nei serramenti con telai in legno e presenta il vantaggio di una veloce esecuzione e di una facile sostituzione della lastra;

- con sigillante in battuta: un cordolo continuo di silicone viene steso su tutta la battuta esterna, in modo assolutamente continuo e nella quantità prevista dal produttore; la lastra viene permanentemente incollata al telaio dell'anta con vantaggi dal punto di vista statico e svantaggi per quanto riguarda la sua eventuale sostituzione;

- con l'inserimento di apposite guarnizioni: è la soluzione più frequentemente adottata per i telai in PVC e alluminio, ma in questi casi la vetrocamera viene montata abitualmente in fase di produzione e i serramenti arrivano in cantiere completi; in alcuni profili in PVC la guarnizione è coestrusa con il

profilo del serramento e la saldatura negli angoli viene realizzata con cura in fase di assemblaggio.

INTRODUZIONE **ALLA MISURA** **DELLE PRESTAZIONI** **DELLA POSA**

Il mondo che ruota intorno alle costruzioni edili è da sempre abituato a una chiara distinzione tra momenti progettuali, momenti esecutivi e passi di verifica e collaudo: l'opera edile viene progettata da uno o più soggetti con differenti competenze e attribuzioni, viene costruita sotto la supervisione e la responsabilità di un soggetto diverso e finalmente controllata in un momento e sotto una responsabilità distinta.

Per quanto riguarda invece i componenti dell'involucro, in particolare degli elementi che sono oggetto di questa trattazione come i serramenti e le chiusure esterne, le cose stanno in modo molto diverso.

La fase di progettazione si limita spesso alla sola indicazione delle misure architettoniche dei vani da coprire, la fase esecutiva della posa è demandata a personale specializzato e la fase di verifica e collaudo è spesso completamente assente.

Anche per quanto riguarda il produttore dei serramenti, la fase progettuale è di solito limitata, concentrata in quei pochi momenti della vita aziendale nei quali si devono prendere decisioni su materiali e profili.

Parlare quindi di prove di

collaudo specifiche in cantiere o in laboratorio che riguardino esplicitamente la fase di posa in opera è quantomeno strano o poco comune: si è più volte messo in luce che la posa procede per consuetudini e la prova di accettazione è sostanzialmente sostituita dall'assenza di contestazioni da parte del cliente finale.

Si è anche però più volte insistito sul concetto secondo il quale questo modo di procedere per abitudini rischia di andare in crisi a causa delle innumerevoli novità introdotte in questi ultimi anni e che riguardano molti aspetti relativi al prodotto serramento, ma soprattutto i sistemi di posa atti a garantire certe specifiche progettuali.

Nei capitoli precedenti si sono visti sistemi di sigillatura del giunto molto differenti sia per materiali impiegati sia per la logica di realizzazione sia per i relativi costi di esecuzione: poter disporre di sistemi affidabili per

la verifica sul campo o in laboratorio della bontà del giunto diventa quindi una necessità anche per qualificare in modo oggettivo la soluzione utilizzata ed eventualmente giustificare il maggior impegno

richiesto.

Dalle disposizioni normative che riguardano la posa, richiamate e discusse nei capitoli precedenti, si evince che non vi sono obblighi specifici né nei procedimenti da utilizzare né nei controlli da eseguire, quindi una fase di verifica del sistema di posa avverrà necessariamente sulla base di un proto-

Purtroppo la fase di progettazione si limita spesso alla sola indicazione delle misure architettoniche

LA GARANZIA
DELLA
CORRETTEZZA
DEL SISTEMA
DI POSA SI BASA
SUL RISPETTO
DELLA NORMATIVA
COMUNITARIA

collo volontario, sottoscritto dalle parti, qualificante per entrambe nei confronti di terzi e tanto più valido quanto più oggettivo.

Si possono concettualmente individuare due percorsi diversi per arrivare a oggettivare le prestazioni di un sistema di posa: un percorso diretto di misura puntuale e specifica delle prestazioni dell'opera nel suo complesso - quindi un collaudo vero e proprio in cantiere - e un percorso indiretto di verifica a priori della funzionalità del sistema di posa se uno o più pezzi campione presso un laboratorio, con successivo impegno a rispettare le condizioni di trasferibilità atte a garantire l'ottenimento in opera delle stesse prestazioni misurate in laboratorio.

È evidente che i due percorsi sono molto diversi per approccio, impegno, costi e risultati.

Effettuare misure in cantiere consente di certificare quella soluzione specifica, in quel contesto, in una visione globale che comprende in un'unica misura tutte le cause di perdita di impermeabilità: essa è quindi al tempo stesso oggettiva e sicura per il cliente finale, ma di poco ausilio alle figure professionali coinvolte nel processo per migliorare la qualità del proprio lavoro e difficilmente le indicazioni ottenute in cantiere potranno essere d'aiuto in situazioni diverse.

Effettuare misure in laboratorio, invece, si rivela sicuramente più utile in via progettuale perché consente di analizzare ciascun aspetto che riguarda la posa in opera preso singolarmente, senza la sovrapposizione e l'interferenza di altri elementi di disturbo: è quindi possibile migliorare la comprensione di ciascun fenome-



... ma dianzi farò alcuni esperimenti, avendo io per principio citar prima i fatti sperimentali... Ed io credo che questo metodo sia sempre da seguirsi in ogni riciercamento dei fenomeni.

Leonardo da Vinci - Trattato della pittura

no e studiare la migliore soluzione, da generalizzare poi in tutte le situazioni.

Inoltre, i test di laboratorio possono essere ripetuti nel tempo, eventualmente sottoponendo i campioni a cicli di invecchiamento accelerato (temperature, pressioni meccaniche, lampade UV), per poter garantire che la prestazione venga mantenuta nel tempo, cosa che è virtualmente impossibile per le prove in cantiere.

Ovviamente, al termine dei cicli di prova in laboratorio, andranno individuati uno standard esecutivo e un meticoloso manuale di posa, che garantiscano il trasferimento della soluzione prescelta e validata in laboratorio ai singoli casi di cantiere; per inciso questo problema è lo stesso che il produttore deve affrontare ogni giorno per garantire che la qualità del campione di serramento provato in laboratorio sia la stessa della

produzione corrente.

Percorso indiretto di assicurazione delle prestazioni

La garanzia della correttezza del sistema di posa e della sua capacità di rispondere alla specifica normativa che richiede che il manufatto posato abbia caratteristiche simili a quelle del manufatto campione testato durante le prove ITT viene determinato durante una o più prove di laboratorio che riproducono fedelmente le prove di permeabilità all'aria, tenuta all'acqua e resistenza al carico del vento su un campione che comprende il serramento montato in opera su un giunto simulante nel modo più fedele possibile la situazione di cantiere.

Lo scopo immediato è assicurare che il sistema di posa prescelto non introduca nessuna debolezza nell'insieme serramento + giunto. Si effettueranno le prove

LE PROVE
DI COLLAUDO
DEVONO TENERE
CONTO
DI UNA CORRETTA
TENUTA
AD ACQUA
E VENTO

di permeabilità all'aria (come visto in precedenza) e verrà assegnata una corrispondente classe di tenuta (convenzionale) che, nelle intenzioni, non dovrebbe essere inferiore a quella del solo serramento.

Successivamente, ci condurrà una prova di tenuta all'acqua e si assegnerà una classe convenzionale di tenuta; il metodo di prova consente di attribuire l'eventuale infiltrazione allo specifico elemento del giunto e favorisce quindi il processo di risoluzione dei problemi.

Infine, si condurrà una prova di carico al vento. Il campione con il relativo giunto murario potrà essere trasferito quindi in camera riverberante per la prova acustica come descritta precedentemente.

L'insieme delle prove certifica, seppur con un protocollo non ufficiale, che il sistema di posa è in grado di rispettare le prescrizioni richieste dalla norma e cioè di non causare degrado prestazionale rispetto a quanto misurato sul solo serramento.

Una volta accertato questo, particolare cura va posta nel garantire che quanto messo in opera dal laboratorio sia correttamente trasferito in cantiere, dove le condizioni sono molte diverse, l'ambiente lavorativo è differente, gli operatori sono diversi e diversamente motivati. Vanno compiutamente ed esaustivamente classificati i materiali da utilizzarsi, verificando che rispondano a caratteristiche prestazionali minime che possano assicurare la durabilità delle prestazioni.

Le procedure da impiegarsi in ciascuna fase dovranno essere descritte agli operatori in modo puntuale, allo scopo di rendere

il processo di posa il più standardizzato possibile, evitando gli errori che derivano dall'utilizzo di materiali simili o ritenuti simili e che invece hanno prestazioni in parte differenti oppure metodi e sequenze di posa diverse da quelle utilizzate per il campione.

Va steso un adeguato percorso formativo per garantire che ciascun operatore, che sostanzialmente si trova a operare in assenza di controlli, comprenda appieno l'importanza della posa in opera e rispetti le procedure decise e approvate che hanno portato ai risultati delle prove di laboratorio.

I METODI DIRETTI DI MISURA IN CANTIERE

Introduzione alle misure in cantiere

Misurare direttamente in cantiere le prestazioni del sistema edificio rappresenta senza dubbio il metodo più immediato per qualificare il sistema di posa; la misura effettuata è specifica, immediatamente riferibile e tiene conto di tutte le possibili situazioni succedutesi nella costruzione dell'opera.

A questo beneficio si contrappone lo svantaggio che, davanti a soluzioni di non conformità, le soluzioni che vengono elaborate non sono così facilmente trasferibili a tutti gli altri cantieri.

Inoltre, la misurazione in cantiere è possibile solo per un limitato numero di parametri, di solito molti meno di quanti non se ne possano verificare in laboratorio.

Infine, dal momento che le procedure di misura sono molto

diverse da quelle che sono state usate per certificare il prodotto, i risultati non sono immediatamente confrontabili.

Da ultimo, le misure di cantiere si riferiscono necessariamente a tutto l'edificio e pertanto l'attribuzione di eventuali difetti non è così univoca e immediata come sarebbe auspicabile.

Pur con queste remore, le prove in cantiere vengono sempre più spesso inserite nei capitolati di fornitura o nei protocolli di certificazione per l'attribuzione di specifiche classi di merito dell'edificio (una per tutte la certificazione CasaClima), perché hanno l'innegabile vantaggio di essere chiare e di fornire una rappresentazione della situazione molto vicina a quanto desidera un qualunque cliente, quasi mai interessato a prestazioni teoriche di laboratorio, ma molto attento alle prestazioni del suo immobile.

Il blower door test

Il blower door test è un metodo di misura delle qualità dell'involucro edilizio per quanto riguarda la permeabilità all'aria.

L'intero edificio o parte di esso vengono chiusi e sigillati e un'apertura, di solito una porta, di cui il nome del test, viene sostituita da un apparecchio in grado di immettere o aspirare aria in modo controllato e misurato.

Dopo un primo test generale di controllo che consente l'individuazione di tutte le perdite più evidenti ed evitabili, la prova vera e propria consiste nell'applicare una pressione negativa da zero a 50 Pa, a cui si giunge tramite un aumento progressivo di 10 Pa,

IL BLOWER DOOR
TEST
MISURA LA QUALITÀ
DEL'INVOLUCRO
EDILIZIO
PER LA
PERMEABILITÀ
ALL'ARIA

misurando il volume di aria totale in m³/h e rapportandolo al volume totale dell'ambiente considerato per ottenere il numero di ricambi ora, cioè il numero di volte in cui, in teoria, tutta l'aria dell'ambiente viene completamente ricambiata in un'ora. Più il valore è basso migliore è il comportamento dell'involo. La prova viene ripetuta anche in pressione positiva, cioè pompando l'aria dall'esterno verso l'interno per evidenziare eventuali asimmetrie.

La prova viene generalmente effettuata al termine della costruzione, ma non è raro il caso in

cui se ne eseguano altre durante i lavori, quando è ancora possibile porre rimedio e difetti che dovranno emergere.

In questi casi, messo l'ambiente sotto pressione, per l'individuazione dei punti di entrata dell'aria, è possibile aiutarsi con pistole a fumo o con l'uso di una termocamera che può mettere in evidenza punti freddi o caldi causati dagli spifferi.

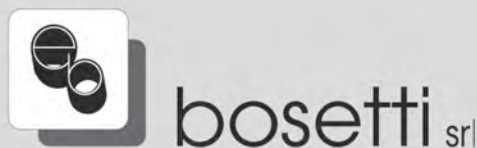
A scopo diagnostico, il test è spesso eseguito anche su edifici esistenti, in quanto la sua esecuzione non comporta particolari lavori di preparazione. In questo caso,

l'obiettivo è quello di orientare eventuali lavori di risarcimento verso certi interventi piuttosto che altri.

È opportuno evidenziare che il blower door test è obbligatorio nel protocollo CasaClima per l'ottenimento della classificazione.

La termografia

I principi su cui si basa l'analisi termografica sono stati brevemente esposti nelle puntate precedenti; ogni corpo nero a una determinata temperatura emette una radiazione elettromagnetica



MANUFATTI E PREFABBRICATI IN CEMENTO . IMPIANTI DEPURAZIONE ACQUE

25077 Roè Volciano (BS)
Tel. 0365 556509/556137 - Fax 0365 556884
www.bosettisrl.it - info@bosettisrl.it

L'ANALISI
TERMOGRAFICA
CONSENTE
DI OTTENERE
IN POCHI MINUTI
RISPOSTE CORRETTE
SULLA QUALITÀ
DEGLI AMBIENTI

secondo uno spettro la cui forma dipende esclusivamente dalla temperatura stessa; per i corpi non idealizzabili come neri, si deve introdurre un parametro di riduzione chiamato emissività che dipende fortemente dalle caratteristiche superficiali dei materiali che li compongono.

Quindi, in via teorica, la temperatura di una superficie può facilmente essere determinata a distanza e in modo complessivo punto per punto, solo analizzando la sua emissione all'infrarosso.

Va comunque tenuto presente che un certo numero di fattori complica però l'analisi termografica.

Anzitutto, le differenze di temperatura tra un punto e l'altro sono di pochi gradi, quindi l'energia totale emessa differisce solo leggermente tra un punto e l'altro.

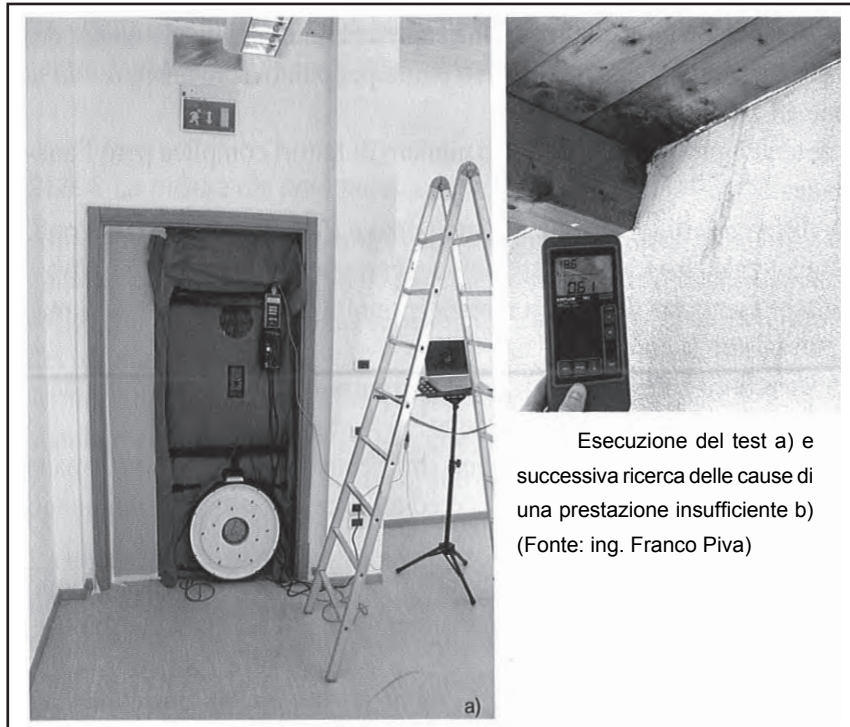
Inoltre, l'emissività propria di ciascun materiale, molto diversa tra materiali magari vicini, può falsare la corretta lettura.

Infine, l'aria stessa o il sole o altre fonti di raggi infrarossi possono confondere le immagini.

Ciononostante la termografia costituisce uno strumento assai immediato, capace di intercettare e presentare in modo sintetico ed efficace l'essenza del fenomeno termico in atto al momento dell'analisi.

Per confronto, si immagini la lunghezza di indagine e la difficoltà di esposizione degli stessi fenomeni se si volessero usare strumenti più precisi quali i termoflussimetri.

L'indagine con la termocamera eseguita in momenti favorevoli, correttamente interpretata da un tecnico preparato, consente,



Esecuzione del test a) e successiva ricerca delle cause di una prestazione insufficiente b)
(Fonte: ing. Franco Piva)

in pochi minuti e con pochissimo disturbo, di effettuare diagnosi precise anche se quasi esclusivamente qualitative sui difetti dell'involucro o degli impianti dal punto di vista della dispersione del calore e orientare quindi gli interventi correttivi.

La misura dei parametri acustici

Alla luce di quanto esposto precedentemente, relativamente alle norme sul comportamento acustico degli edifici, la valutazione finale della prestazione può essere eseguita unicamente con una serie di prove sul campo, atte a determinare il valore dei parametri acustici previsti.

Ai fini della trattazione, l'unico parametro di interesse è l'isolamento acustico standardizzato di facciata $D_{2m,nT,W}$ si ottiene dai valori misurati per bande di

frequenza della grandezza:

$$D_{2m,nT,W} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \log(T/T_0) \text{dB}$$

dove

$L_{1,2m}$ = livello di pressione sonora L_1 (esterno) alla distanza di 2 metri dalla parete

L_2 = medio della pressione sonora interna, corretto per il rapporto tra il tempo di riverbero dell'ambiente ricevente T e il tempo di riverbero standard di 0,5 s (T_0).

Operativamente si procede collocando una sorgente di rumore in grado di generare un'elevata pressione sonora alla distanza di circa 8-10 metri dalla parete oggetto di misura, in una posizione tale da garantire un angolo di incidenza pari a 45° .

All'esterno andranno collocati appositi microfoni alla distanza di 2 metri dalla parete e in posizioni tali da non subire indesiderati echi provenienti da oggetti

L'INDAGINE
ACUSTICA
SI EFFETTUA
POSIZIONANDO
MICROFONI
IN POSIZIONI
CHE SONO
PREDETERMINATE

e sporgenze. All'interno verranno collocati i microfoni di lettura, in numero congruo in funzione delle dimensioni dell'ambiente e in posizioni significative a seconda della presumibile provenienza del rumore.

Dal confronto tra i livelli di pressione interna ed esterna, corretti per il tempo di riverbero precedentemente misurato e le curve campione di isolamento acustico, si ottiene il valore cercato.

La misura è complessiva e tiene conto di tutti gli elementi della facciata che si sta valutando, sia quelli geometrici che quelli strutturali quali i componenti che costituiscono i tamponamenti.

È spesso opportuno che al termine della prova vera e propria e quale che ne sia il risultato, si proceda a effettuare indagini empiriche mirate a isolare quali componenti determinino la prestazione complessiva; di solito, si spostano i microfoni interni nelle immediate vicinanze dei vari elementi o delle loro interconnessioni e si evidenziano quindi i problemi elencati, che possono eventualmente essere corretti.

Non si trascuri che in questo senso la classificazione acustica sarà molto più selettiva di quanto non lo sia la classificazione energetica, per la quale, al contrario, non è prevista alcuna verifica finale per l'impossibilità di disporre di un metodo sperimentale sufficientemente affidabile e adatto alle condizioni cantiere.

Angelo Deldossi

ingegnere e costruttore
(fine - le precedenti puntate
nei numeri di marzo, aprile
e giugno 2013)

