



ASSOVETRO

Associazione Nazionale degli Industriali del Vetro

VADEMECUM

Sollecitazione di natura
termica del vetro

Rischio di rottura
in finestre e facciate



VADEMECUM

Sollecitazione di natura termica del vetro

Rischio di rottura in finestre e facciate

0. Premessa
1. Introduzione
2. Fondamenti della
sollecitazione termica
3. Indicazioni per la progettazione
4. Indicazioni per l'installazione
5. Indicazioni per l'utilizzo
6. Conclusioni

Struttura

0. - Premessa

1. - Introduzione

2. - Fondamenti della sollecitazione termica

3. - Indicazioni per la progettazione

3.1 - Indicazioni per il progettista

3.1.1 - Dimensionamento della lastra in relazione ai carichi

3.1.2 - Valutazione del carico termico

(1) Radiazione solare: esposizione e intensità della radiazione solare incidente

(2) Inclinazione della facciata

(3) Valore di assorbimento energetico da parte del vetro, trattamenti superficiali

(4) Rivestimenti con film

(5) Variazione della temperatura esterna, ombre proiettate sul vetro

(6) Precauzioni per applicazioni in climi freddi

(7) Impiego di vetrate triple

(8) Tipo di telaio

(9) Riscaldamento localizzato (radiatori...), variazioni della temperatura interna dell'abitazione, oggetti o strutture

(10) serramenti scorrevoli sovrapponibili senza adeguata areazione

3.2 - Specifiche per i capitolati

3.3 - Suggerimenti per il cantiere

3.3.1- Lo stoccaggio del materiale in cantiere

3.3.2- Precauzioni durante i lavori di cantiere

4. Indicazioni per l'installazione

4.1 - Indicazioni per il montaggio

- (1) Ridurre al minimo i rischi di danneggiamento da movimentazione
- (2) Non sottoporre il vetro a carichi meccanici che superino i limiti ammessi
- (3) La vetrata isolante deve evitare l'irrigidimento del telaio su cui è montata
- (4) La vetrata isolante deve essere montata integra e senza danneggiamenti preesistenti

4.2 - Il montaggio a regola d'arte

5. Indicazioni per l'utilizzatore

5.1 - Istruzioni per l'uso

- (1) Prestare attenzione quando sul vetro si applicano coloranti o collanti o adesivi
- (2) Prestare attenzione quando sul vetro si applicano film di rivestimento
- (3) Evitare ombreggiamenti parziali
- (4) Evitare l'accumulo di calore sul vetro dovuto a oscuranti interni
- (5) Evitare l'accumulo di calore a causa di corpi riscaldanti, illuminanti o arredi imbottiti collocati a ridosso del vetro

vetro

5.2 - Consigli per la pulizia

6. Conclusioni

PREMESSA

Questa breve pubblicazione, realizzata con il contributo e supporto tecnico-scientifico della Stazione Sperimentale del Vetro, si propone di introdurre i concetti di base relativi alle sollecitazioni di natura termica che possono essere indotte nel vetro per effetto dell'esposizione alla radiazione solare o a causa di disomogenei o localizzati riscaldamenti/raffreddamenti.

Tenendo in considerazione esperienze nazionali e straniere, viene fornita una panoramica dei fattori da prendere in considerazione e dei consigli utili per affrontare correttamente il problema.

INTRODUZIONE

Il processo di diffusione del vetro come materiale costruttivo fondamentale, adatto a garantire le prestazioni sia energetiche che statiche dei serramenti e delle facciate, non conosce soluzioni di continuità.

Tecnologie innovative ampliano non solo il repertorio di opportunità realizzative ed architettoniche delle costruzioni in vetro, ma offrono nuovi spazi alla realizzazione di concetti costruttivi d'avanguardia e dall'elevato comfort abitativo.

Il vetro interpreta e realizza come nessun altro materiale le funzioni più disparate grazie alle sue proprietà - trasparenza, durezza, resistenza alle intemperie ed all'irraggiamento solare. Per questo motivo vetri ad elevate prestazioni termiche vengono utilizzati come materiali termicamente isolanti. Con il miglioramento dei requisiti prestazionali del prodotto e con la progressiva diffusione di vetrate isolanti anche triple, i rischi di raggiungere gradienti termici elevati sono aumentati, ciò anche in relazione alle diverse tipologie di rivestimento applicato sulle lastre, della composizione delle vetrate isolanti stesse e delle sempre più diversificate tipologie costruttive.

2. Fondamenti della sollecitazione termica

Il vetro viene definito generalmente come un materiale fragile, la cui rottura avviene, senza segnali premonitori, al superamento dei limiti caratteristici del materiale. Questo accade quando carichi che possono avere origine differente (meccanica, termica, ecc) raggiungono un certo valore critico. Particolarmente subdole e spesso di difficile quantificazione sono le sollecitazioni termiche. Un riscaldamento omogeneo del vetro non rappresenta di regola alcun problema, mentre in presenza di un carico termico non omogeneo si generano tensioni tali che possono condurre a rottura.

Come la maggior parte dei materiali, anche il vetro è soggetto al fenomeno della dilatazione termica, che avviene com'è noto, a seguito di un innalzamento di temperatura; se accade che due zone della stessa lastra raggiungono temperature molto diverse tra loro e, quindi, il gradiente termico aumenta, la zona a temperatura superiore tende a dilatarsi mentre l'altra, a temperatura inferiore, oppone resistenza alla dilatazione. Questo causa la genesi di sforzi di trazione nella parte più fredda della lastra che possono portare alla rottura.

Va detto che le sollecitazioni di natura termica prese in esame possono essere molto diverse a seconda non solo dello stato termico del componente, ovvero delle differenze di temperature tra varie zone della

lastra di vetro, ma anche a seconda della tipologia e della geometria della vetrata (larghezza, spessore, presenza di intercalare o di rivestimenti, vetro camera, struttura di sostegno o di supporto, ecc), e questo in relazione al diverso stato termico generato da uno specifico stato ambientale ma anche allo stato tensionale conseguente; è infatti evidente che con le dimensioni e la tipologia della vetrata – vetro stratificato, vetro isolante, ecc – cambiano la conducibilità termica, l'emissività, il fattore solare, ecc., ma anche le caratteristiche deformazionali-elastiche e resistenziali. In generale si può comunque dire che laddove si generano più elevati gradienti termici (come nel caso delle vetrate isolanti) maggiore è il rischio di arrivare alla rottura.

E' utile altresì richiamare all'attenzione che i carichi termici qui in questione non sono quelli responsabili di uno shock termico, ovvero quelli che possono determinare una variazione repentina di temperatura tale da causare la rottura del vetro, e specificato dalla norma EN 572 e quantificata per il vetro di silicato sodico-calcico in 40°K ; la rottura per shock termico avviene in genere quando un oggetto di vetro viene raffreddato molto velocemente e quindi porzioni dello stesso si trovano in uno stato di coazione che porta la superficie in uno stato di tensione superiore alla resistenza del materiale.

Nel caso delle sollecitazioni di natura termica, invece, lo stato tensionale si manifesta in tempi relativamente lunghi e quasi mai istantaneamente a causa di differenti temperature nella stessa lastra.

Per esempio, in una lastra normalmente intelaiata sul perimetro l'area del vetro esposta ad una radiazione solare diretta assorbe calore e, di conseguenza, aumenta la sua temperatura mentre la parte vicina al bordo presenta una temperatura inferiore in quanto viene schermata dal telaio. La differenza di dilatazione termica che avviene tra le due zone della lastra, induce una tensione (ovvero un carico di trazione) sul bordo che può portare alla frattura. Tale frattura è ben identificabile in quanto ha origine dal bordo del vetro e si sviluppa ortogonalmente rispetto al bordo del vetro (90° attraverso lo spessore e 90° rispetto alla direzione del bordo - vedi figura 2). Eventuali diramazioni della frattura possono avvenire in funzione dell'intensità delle tensioni termiche ad una certa distanza dal bordo (spesso anche di soli pochi mm). Alcune fratture possono proseguire serpeggiando al confine tra zona calda e zona fredda. Nel caso in cui il bordo del vetro presenti difettosità variamente causate o sopravvenute, l'innescò di tali rotture può avvenire anche con gradienti di temperatura relativamente bassi. Un'ulteriore causa di rottura è la concentrazione di calore collegabile a corpi posizionati, anche temporaneamente, nelle immediate vicinanze del vetro.

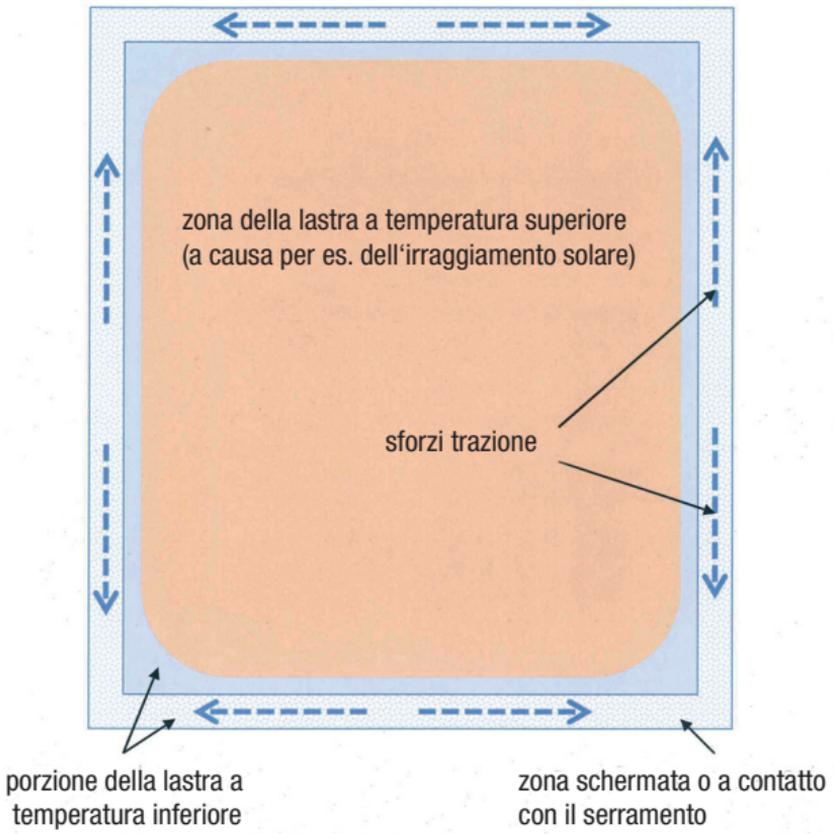


Figura 1: Esempio di una sollecitazione termica in una lastra di vetro

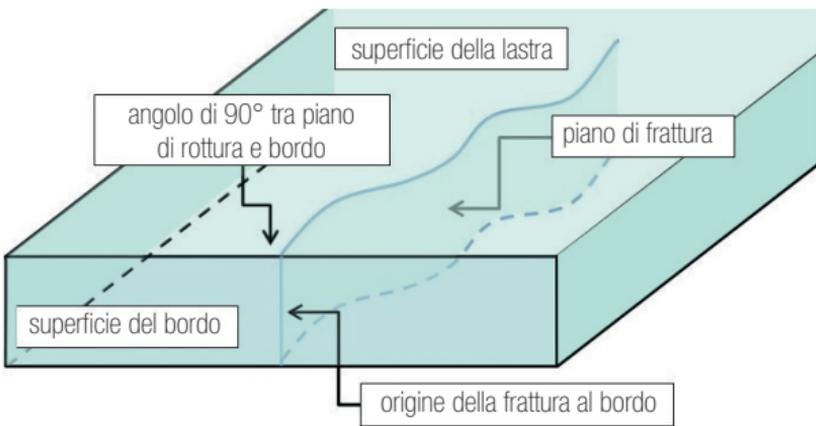


Figura 2: Conformazione della rottura per sbalzo termico

3. Indicazioni per la progettazione

3.1 - Indicazioni per il progettista

Nelle moderne finestre e facciate, il vetro rappresenta un elemento fondamentale, destinato a sopportare carichi di diverso tipo. Nelle normali applicazioni è sufficiente attenersi alle normative e alle disposizioni di legge attualmente vigenti in materia. La presenza di carichi aggiuntivi, determinati da particolari condizioni strutturali o applicative, richiede invece una maggiore attenzione e l'adozione di ulteriori misure e provvedimenti in sede sia di progettazione sia di utilizzo.

Come detto in precedenza non è facile prevedere o stimare le sollecitazioni di natura termica in una vetrata; tuttavia in termini del tutto generali è possibile affermare che le vetrate isolanti per loro stessa natura sono soggette a carichi termici superiori, correlati ai più elevati differenziali di temperatura tra lastra interna e lastra esterna e conseguentemente tra varie porzioni delle singole lastre.

3.1.1 - *Dimensionamento della lastra in relazione ai carichi*

Scelto il tipo di vetro da impiegare ai fini della sicurezza (vedi UNI 7697), la dimensione della lastra ed il suo spessore devono essere adeguati alla situazione di carico presente secondo il rapporto tecnico UNI TR 11463 Oltre a tener conto dei tradizionali carichi neve, carico vento e carichi climatici, è necessario prestare attenzione anche ad eventuali

carichi termici. Carichi eccessivi, determinati ad esempio dalla mancata valutazione delle sollecitazioni termiche, possono comportare la rottura del vetro.

3.1.2 - Valutazione del carico termico

(1) Radiazione solare: esposizione e intensità della radiazione solare incidente

L'intensità della radiazione solare dipende dalla posizione geografica dell'edificio (latitudine, altitudine, zona urbana o non), dall'orientamento e dall'inclinazione della facciata (Nord, Sud, Est, Ovest), dalla stagione e dall'ora di esposizione, oltre che da altri fattori come la nuvolosità, l'inquinamento atmosferico, la riflessione del terreno o di altre strutture adiacenti.

(2) Inclinazione della facciata

Tanto più la superficie vetrata risulta inclinata (fino all'orizzontale), tanto più l'incidenza della radiazione su questa aumenta, in quanto l'inclinazione della vetrata influenza in modo determinante l'energia che viene accumulata nella vetrata stessa e di conseguenza la temperatura che questa raggiunge, a seconda delle stagioni.

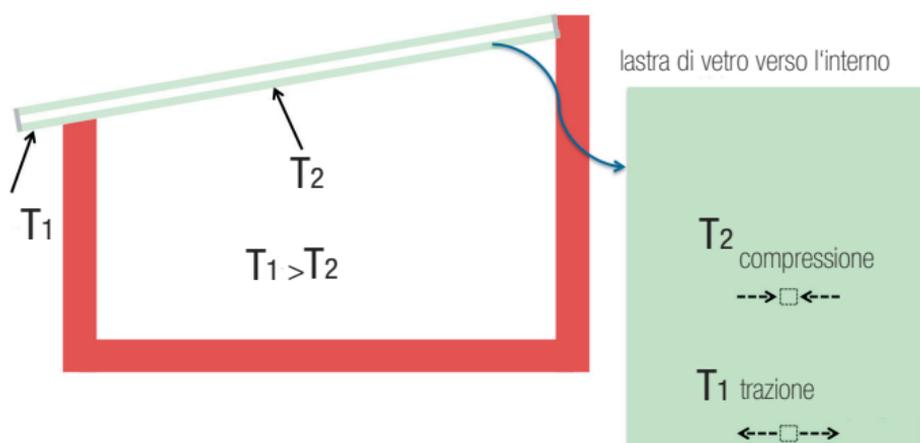


Figura 3. Carichi di origine termica generati nella lastra interna di una vetrocamera a causa della differente temperatura tra bordo esposto all'ambiente esterno (temperatura = T_1) e faccia a contatto con ambiente interno (temperatura = T_2)

(3) Valore di assorbimento energetico da parte del vetro isolante, presenza di trattamenti superficiali (coating, smaltature, serigrafie, ecc...).

Le sollecitazioni termiche tendono a crearsi in particolare nei vetri ad assorbimento energetico elevato, quali vetri colorati in massa o rivestiti con coating assorbenti.

L'utilizzo di vetro a basso assorbimento energetico, quale il vetro extrachiaro a basso contenuto di ferro, riduce i rischi di rotture per sollecitazioni di natura termica.

Nel caso dei vetri dotati di armatura metallica l'accoppiamento dei due materiali (vetro e metallo) con coefficienti di dilatazione diversi può indurre localmente carichi tensionali aggiuntivi e aumentare il rischio di rottura.

(4) Rivestimenti con film (pellicole adesive)

Il rivestimento dei vetri con pellicola adesiva o anche con vernice può dare origine a sollecitazioni termiche, in particolare nel caso di colori scuri. Di conseguenza, la probabilità di rottura aumenta e questo è un ulteriore fattore da valutare in sede di progettazione.

(5) Variazione della temperatura esterna, ombre proiettate sul vetro (da frangisole, parti di edificio, ecc...)

L'intensità e la variazione della radiazione dipende dalla stagione e dall'ora di esposizione, oltre che da altri fattori, quali quelli meteorologici, strutture adiacenti, ecc. Al mattino, in presenza di temperature dell'aria esterna basse e di irraggiamento solare, accade che il bordo della vetrata, inserito nella scanalatura del telaio rimanga ad una temperatura più bassa rispetto al centro della lastra irraggiata.

Allo stesso modo, si generano sollecitazioni termiche quando il vetro risulta parzialmente ombreggiato, ad esempio da un albero, da altri edifici, da pilastri, o da dispositivi oscuranti esterni. La superficie ombreggiata può presentare una temperatura significativamente inferiore rispetto alla zona esposta alla radiazione solare diretta.

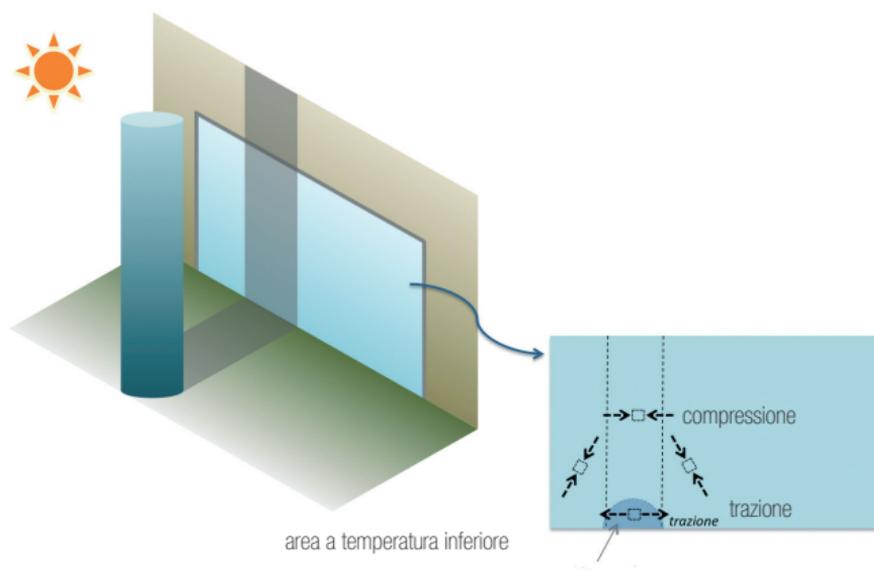


Figura 4. Carichi di origine termica generati in una vetrata esposta al riscaldamento da parte della radiazione solare ma schermata localmente dalla presenza di un pilastro.

(6) Precauzioni per applicazioni in climi freddi

In climi freddi è possibile che, durante la notte, avvengano rotture per sollecitazione termica nella lastra posizionata all'interno, a diretto contatto con l'ambiente riscaldato.

Le basse temperature esterne raffreddano i telai e di conseguenza il bordo del vetro, mentre la parte centrale del vetro mantiene una temperatura più calda. Questo rischio può essere limitato utilizzando materiali a bassa conducibilità termica per il serramento e per il profilo distanziatore tra le lastre.

(7) Impiego di vetrate triple

Nelle vetrate triple, specie se composte con più lastre rivestite con coating, si realizzano condizioni di sollecitazione termica particolarmente elevate.

Laddove le specifiche progettuali richiedano l'impiego di vetro camera triplo, per prevenire il rischio di rotture è opportuno, in sede di progettazione, valutare la necessità di eventuali lavorazioni aggiuntive, come un'accurata molatura dei bordi o il trattamento termico.

In alcuni casi anche l'utilizzo di vetro extrachiaro a basso contenuto di ferro riduce il rischio di rottura della lastra centrale.

(8) Tipo di telaio

Tipologia e caratteristiche termiche del telaio e del distanziatore condizionano direttamente la temperatura del bordo del vetro e possono così influenzare il rischio di rottura per sollecitazioni di natura termica. Telai ad elevata inerzia termica accentuano questi gradienti termici creando condizioni di maggiore sollecitazione termica, circostanza che se abbinata a situazioni di conduzione di calore potrebbe determinare un ulteriore abbassamento della temperatura del bordo del vetro.

(9) Riscaldamento localizzato (radiatori, tubi radianti ad alta temperatura, etc.), variazione della temperatura interna dell'abitazione (fan-coils o surriscaldamenti localizzati), oggetti o strutture che trattengono o riflettono il calore sul vetro (tende, veneziane, ostruzioni retrostanti, etc.)

In linea generale è necessario evitare l'accumulo di calore nell'ambiente interno in prossimità delle vetrate. Anche la presenza di oggetti adiacenti al vetro può provocare un riscaldamento disomogeneo della lastra e la conseguente rottura. La superficie libera del vetro deve essere esposta al clima interno in maniera omogenea. Nel caso in cui sia stata programmata, in sede di progettazione, una protezione antiabbagliamento interna, questa dovrà essere installata a sufficiente distanza dalla lastra di vetro, per consentire un idoneo ricambio d'aria.

Corpi riscaldanti come i termosifoni o i ventilconvettori possono rappresentare una ulteriore causa di riscaldamento disomogeneo della superficie vetrata, e devono pertanto essere posizionati ad un'adeguata distanza dal vetro. Nel caso in cui venga utilizzato un vetro trattato termicamente tale distanza può essere tuttavia ridotta.

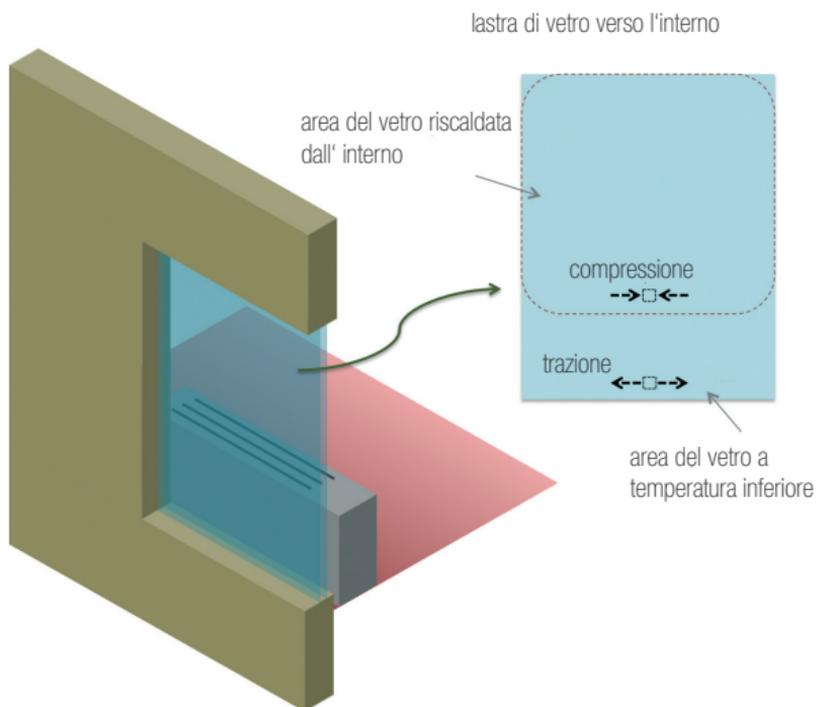


Figura 5. Carichi di origine termica generati nella lastra interna di una vetrocamera a causa della presenza di un ventilconvettore posizionato nelle immediate vicinanze del vetro e che lo riscalda non omogeneamente.

(10) Serramenti scorrevoli sovrapponibili senza adeguata aereazione.

Quando viene progettata una porta o una finestra scorrevole realizzata con vetro isolante, in sovrapposizione con un altro elemento vetrato, si deve tener presente che tra questi elementi si viene a formare una camera aggiuntiva. In conseguenza della radiazione solare nella camera d'aria non solo aumenta la temperatura ma il calore si disperde difficilmente, esponendo in tal modo gli elementi vetrati ad un'ulteriore sollecitazione termica e quindi a rischio di rottura. Pertanto occorre valutare le tipologie di vetro più idoneo da utilizzarsi.

3.2 - Specifiche per i capitolati

Nel caso in cui situazioni di carico termico risultino prevedibili e inevitabili già in sede di progettazione, è possibile ridurre il rischio di rotture valutando il ricorso alle lavorazioni del bordo di qualità elevata

(molatura), l'impiego di vetro extrachiario con basso contenuto di ferro, oppure, nei casi più critici, di vetro indurito o temprato.

I capitolati devono contenere indicazioni precise sulla tipologia, sugli spessori e sulle lavorazioni del vetro, le quali dovranno essere determinate preventivamente sulla base delle condizioni di utilizzo

3.3 Suggerimenti per il cantiere

3.3.1 Stoccaggio del materiale in cantiere

Le vetrate vanno conservate, opportunamente distanziate tra loro, coperte, areate e protette dall'irraggiamento solare diretto, in caso contrario si possono verificare condizioni critiche le quali possono favorire una rottura termica. Bisogna proteggere non solo la superficie ma soprattutto il bordo del vetro da danneggiamenti.

3.3.2 Precauzioni durante i lavori di cantiere

Durante il periodo di esercizio del cantiere, la presenza di impalcature temporanee può generare ombre statiche sulle superfici vetrate che potrebbero portare a rotture per sbalzo termico. Queste possono essere evitate schermando totalmente il vetro con l'utilizzo di materiale opaco, soluzione che consente anche di proteggere la superficie del vetro da danneggiamenti e contaminazioni occasionali.

Nel caso in cui, successivamente alla installazione di finestre e vetrate, venga effettuata una qualunque lavorazione che implichi elevate temperature in prossimità dei vetri, la superficie vetrata andrà adeguatamente protetta.

4. Indicazioni per l'installazione

4.1 - Indicazioni per il montaggio

Al fine di ridurre il rischio di rottura del vetro a causa di carichi termici, è opportuno gestire la manipolazione, il trasporto e l'installazione delle vetrate isolanti in modo tale da ridurre al minimo le sollecitazioni. A tale scopo, vanno tenuti in considerazione, in particolare, i seguenti criteri:

(1) Ridurre al minimo i rischi di danneggiamento da movimentazione del vetro isolante

Dopo la verifica della qualità e dell'integrità della vetrata isolante fornita (a tal riguardo vedi anche UNI/TR 11404), successive movimentazioni potrebbero far aumentare i rischi di danneggiamento del vetro soprattutto sui bordi. Una vetrata isolante che presenti difetti sui bordi intervenuti successivamente alla accettazione, non deve essere montata.

(2) Non sottoporre il vetro a carichi meccanici che superino i limiti ammessi

Allo scopo di evitare i possibili rischi di rottura, il montaggio della vetrata isolante sul telaio deve essere effettuato utilizzando adeguati tasselli, nel rispetto delle necessarie tolleranze perimetrali. Anche nel posizionamento e fissaggio del fermavetro deve essere prestata attenzione affinché non venga danneggiato il bordo del vetro.

(3) La vetrata isolante deve evitare l'irrigidimento del telaio su cui è montata.

Dato l'aumento delle dimensioni e del peso delle vetrate attualmente richieste, al fine di garantire la funzionalità del sistema risulta impossibile evitare

completamente un irrigidimento del telaio. Tale irrigidimento non deve tuttavia compromettere il requisito di base di cui al precedente criterio (2).

(4) La vetrata isolante deve essere montata integra e senza danneggiamenti preesistenti

La frattura termica può avvenire anche prima che il vetro sia montato, nel caso in cui questo sia stoccato all'aperto e senza le necessarie protezioni dall'irraggiamento solare. Particolare attenzione va prestata ai bordi del vetro. I bordi che presentano lesioni, quali ad esempio le scheggiature, possono, in seguito a sollecitazioni, provocare la rottura del vetro. Di conseguenza, è necessario prevenire il danneggiamento dei bordi in sede d'installazione, ed evitare il montaggio di vetrate isolanti danneggiate. Risulta evidente l'importanza dello stato del bordo nel vetro ai fini della resistenza alle sollecitazioni termiche e conseguentemente l'importanza del grado di finitura del bordo stesso in funzione del tipo di applicazione e del carico termico di progetto. E' compito del progettista indicare il grado di finitura del bordo del vetro in funzione dei carichi complessivi previsti (statici, termici e climatici)

Nel caso di vetrate isolanti con lastre sfalsate di più di 2 mm il posizionamento del vetro sul tassello non garantisce una distribuzione uniforme dei carichi ma induce sforzi aggiuntivi su una delle lastre; è quindi opportuno evitare di installare unità con lastre sfalsate oltre la misura indicata.

Se si curano questi aspetti, le sollecitazioni sul vetro diminuiscono. Tuttavia, ciò non autorizza a trascurare tutti gli altri elementi che possono dare origine a rotture per carico termico.

4.2 - Il montaggio a regola d'arte

Per il montaggio della vetrata isolante all'interno del telaio, vanno seguite le norme in vigore, e possono essere prese a riferimento le "Linee guida per il montaggio delle vetrate isolanti" elaborate e promosse da Assovetro.

5. Indicazioni per l'utilizzatore

5.1 - Istruzioni per l'uso

Al fine di evitare che la durabilità della vetrata sia compromessa da rotture inaspettate, è necessario evitare di imporre ulteriori carichi termici sui vetri per tutto il ciclo di vita del prodotto. Sfortunatamente, per i non addetti ai lavori è molto difficile valutare il carico termico massimo a cui può resistere il vetro in ogni singolo caso. Solo al momento della rottura diventa evidente che tali limiti sono stati superati. Di conseguenza, è importante acquisire familiarità con una serie di situazioni, riportate di seguito, e condizioni che potrebbero comportare l'inevitabile incremento delle sollecitazioni termiche a carico dei vetri installati.

(1) Prestare attenzione quando sul vetro si applicano coloranti o collanti o adesivi.

L'applicazione di adesivi e pitture, soprattutto di colore scuro, su vetri esposti all'irraggiamento solare diretto comporta sempre un riscaldamento differenziato della lastra, dando origine a sollecitazioni termiche che aumentano il rischio di rottura del vetro.

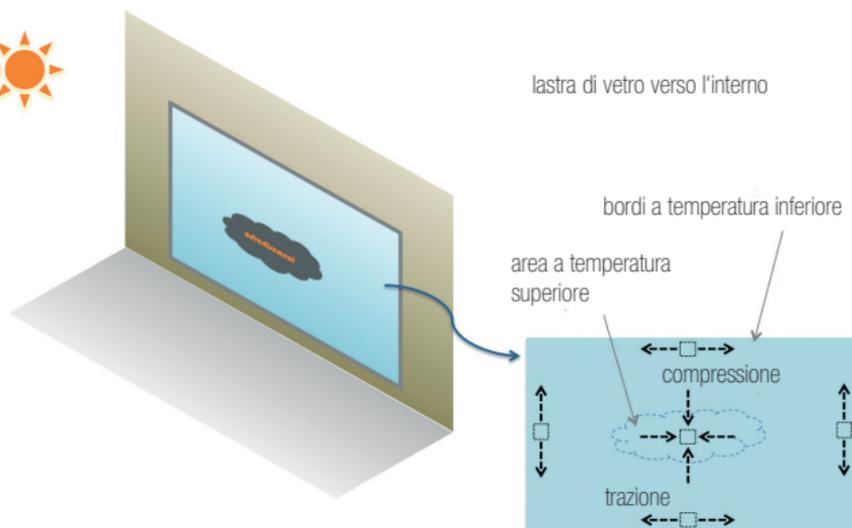


Figura 6. Carichi di origine termica generati in una vetrata esposta al riscaldamento da parte della radiazione solare; la pellicola applicata sulla superficie esterna di colore scuro causa un surriscaldamento localizzato del vetro

(2) Prestare attenzione quando sul vetro si applicano film di rivestimento.

L'allestimento del vetro mediante l'applicazione di rivestimenti (sia pure occasionali), anche al fine di ottenere una protezione solare aggiuntiva, o un messaggio pubblicitario, richiede prudenza. Molto spesso questi film comportano un notevole incremento dell'assorbimento delle radiazioni solari da parte del vetro, e possono generare surriscaldamenti disomogenei tali da produrre un aumento delle sollecitazioni termiche e, quindi, il rischio di rottura della lastra.

(3) Evitare ombreggiamenti parziali.

Se una lastra è in parte esposta alla luce solare diretta e in parte ombreggiata, si ha sempre un differenziale del carico termico sul vetro. I vetri parzialmente ombreggiati presentano un riscaldamento disomogeneo che può divenire pericoloso. Le sollecitazioni che si vengono a creare sul vetro in seguito a tale fenomeno dipendono, tra le altre cose, dall'intensità della radiazione solare, dalla capacità del vetro di assorbire la radiazione e dalla suddivisione geometrica tra aree esposte alla luce solare ed aree ombreggiate. L'ombreggiamento parziale, nei limiti del possibile, deve essere evitato anche attraverso l'utilizzo oculato delle schermature esterne comunemente disponibili sul mercato. È bene inoltre prestare attenzione anche ad ombreggiamenti parziali che si creano per presenza di arredi o di piante.

(4) Evitare l'accumulo di calore sul vetro dovuto a oscuranti interni.

Quando si verifica un accumulo di calore direttamente sul vetro, si determina un incremento delle sollecitazioni termiche a carico del vetro stesso. Un esempio tipico di tale situazione è rappresentato dall'applicazione (in un tempo differito rispetto al montaggio) di un dispositivo oscurante all'interno di un locale al fine di migliorare la protezione solare e l'antiabbagliamento (ad esempio tendaggi pesanti). Se non si presta attenzione a garantire una ventilazione adeguata o una sufficiente distanza nell'applicazione del sistema oscurante dal vetro, l'irraggiamento solare potrebbe generare sollecitazioni termiche superiori al previsto e, di conseguenza, provocare la rottura del vetro.

(5) Evitare l'accumulo di calore a causa di corpi riscaldanti, illuminanti o arredi imbottiti collocati a ridosso del vetro.

Bisogna evitare che si verifichi un differenziale di calore provocato da radiatori, fissi o mobili, o da altri sistemi riscaldanti o raffreddanti posizionati troppo vicini al vetro. Anche nelle vetrature a filo pavimento si può generare un accumulo di calore nel caso in cui mobili imbottiti o oggetti di colore scuro (cuscini, vasellame, ecc...) siano collocati troppo vicino al vetro. In tutte queste situazioni, risulta difficile, se non impossibile, valutare il carico termico massimo che il vetro è in grado di sopportare. In caso di dubbio si raccomanda quindi di evitare condizioni critiche come queste.

5.2 - Consigli per la pulizia

Pulire il vetro senza generare sollecitazioni termiche. Anche il lavaggio del vetro dovrebbe avvenire in maniera tale da ridurre al minimo le sollecitazioni; va quindi evitato l'utilizzo di acqua eccessivamente calda (o eccessivamente fredda d'estate) e, soprattutto, di vapore.

6. Conclusioni

Le cause che possono portare alla rottura del vetro sono, in generale, tutte quelle che determinano una sollecitazione, termica o meccanica, eccessiva nell'elemento vetrato. Il livello di resistenza limite si raggiunge più facilmente in presenza di difetti citati in questa linea guida, che possono essere propri del prodotto o causati da inadeguata manipolazione o posa in opera del componente finito. Anche una non oculata progettazione può essere causa di rotture.

Le sollecitazioni termiche rappresentano solo una parte dei carichi a cui può essere soggetta una vetratura. Questi possono sommarsi alle tensioni di altra natura (per esempio tensioni interne di natura meccanica) portando alla rottura della lastra.

Al fine di evitare i rischi di rotture a causa di sollecitazioni di natura termica del vetro è necessario seguire un'attenta valutazione delle possibili variabili ambientali (riscaldamento localizzato, ombreggiamento, ecc) ed una consapevole progettazione, che preveda la scelta di un prodotto idoneo e di qualità (vetri e serramenti), un montaggio a regola d'arte ed un utilizzo corretto da parte del consumatore.



finito di stampare: febbraio 2013