



## Il vetro e la sicurezza

Prevenzione degli  
infortuni

*Bollettino tecnico*



PILKINGTON



*St. Enoch's Centre, Glasgow*

# Introduzione

Il concetto di “sicurezza” copre un insieme quanto mai vasto di applicazioni per ciò che concerne il vetro. In particolare possono essere distinti due campi generali che riguardano la sicurezza nei confronti delle azioni involontarie (prestazione antiinfortunio) e quella relativa all’azione volontaria di terzi (resistenza all’attacco manuale, lancio di oggetti, attacco balistico, ecc.).

La seguente pubblicazione si occuperà della prima categoria di applicazioni.

Applicazione	Antiinfortunio	Azione di terzi
Impatto umano (vetrate)	•	
Impatto umano (arredamento)	•	
Vetrate in copertura	•	
Protezione dalla caduta nel vuoto	•	
Vetro antieffrazione		•
Vetro antiproiettile		•
Vetro antiesplorazione		•
Protezione di dati		•
Visione unidirezionale		•
Manifestazioni	•	



# Prevenzione degli infortuni

La sicurezza contro gli infortuni messa in relazione al vetro si può esprimere come la necessità di utilizzare prodotti che riducano la possibilità di gravi ferite da taglio.

## Classificazione del vetro di sicurezza in relazione agli infortuni

Quando si parla di impatto umano contro una vetrata, il carico da considerare è quello che una persona può sviluppare involontariamente in un urto accidentale con la lastra. Proprio l'accezione del termine "accidentale" rende complesso quantificare il carico che va considerato.

Le variabili in relazione con questa possibilità sono le seguenti:

- Altezza e peso dell'individuo
- Parte del corpo che impatta contro la lastra (mano, gamba, testa, busto, e relativa durezza)
- Velocità con cui il corpo colpisce la lastra
- Angolo di impatto, ad esempio 90° (normale al vetro) o 5° (di striscio rispetto alla superficie)

L'unica conclusione certa che se ne trae è che l'impatto è relativo ad un corpo semi rigido che agisce su un'area relativamente ridotta e non chiaramente definita.

La durata dell'azione del carico dovrebbe essere breve anche se di difficile quantificazione. In tanti anni è stata raccolta una quantità considerevole di dati relativi alla sicurezza umana e le analisi hanno fornito informazioni su:

- Età e sesso di chi viene coinvolto negli incidenti
  - Il tipo e la posizione delle vetrate che hanno provocato l'infortunio
- Questo ha portato a determinare una quantificazione dell'energia sviluppata in un incidente del genere.

## Metodi di classificazione

La normativa europea di riferimento per la classificazione dei vetri di sicurezza è la EN 12600 "Glass in building – Pendulum test – Impact test method and classification for flat glass". Essa richiede che il vetro per essere classificato o **non si rompa o si rompa in maniera sicura** se colpito con impatto pendolare da un doppio pneumatico del peso di 50 kg. Questo tipo di prova di urto è pensata per simulare un contatto accidentale tra lastra e corpo umano. Tre sono le classificazioni raggiungibili, a seconda della rispettiva altezza di caduta sopportata. Ogni classe è definita da un numero a cui corrisponde un'altezza di caduta – 1 per 1200 mm, 2 per 450 mm e 3 per 190 mm – e da due lettere che contraddistinguono il tipo di rottura avvenuto.

La EN 12600 definisce il concetto di **rottura sicura** facendo riferimento ai risultati del test d'impatto del pendolo.

- Il vetro temprato si rompe in maniera sicura quando i frammenti sono sufficientemente piccoli dopo la prova, cioè i 10 pezzi più grandi esenti da fessurazioni hanno un peso totale inferiore a quello equivalente di  $6500 \text{ mm}^2$  del campione di prova originale
- Il vetro laminato, dopo la prova, deve impedire il passaggio di una sfera di diametro  $76 \text{ mm}$  sollecitata da una forza di  $25 \text{ N}$ , e il peso totale dei frammenti staccatisi dal campione per effetto dell'impatto, non deve superare quello equivalente di  $10000 \text{ mm}^2$  del campione di prova originale. Il frammento più grande staccatosi non deve comunque avere un peso superiore a quello equivalente di  $4400 \text{ mm}^2$  del campione di prova originale.

La misura standard dei campioni di prova è pari a  $1938 \times 876 \text{ mm}$ . I campioni da testare per ciascuna classe sono 4.





*Photography supplied courtesy of Laminated Glass Information Centre*

# Prestazioni del vetro

## Vetro ricotto

Il vetro ricotto viene prodotto procedendo - immediatamente dopo alla sua solidificazione, quando si trova ancora ad alta temperatura – ad un lento raffreddamento in regime termico attentamente controllato allo scopo di ridurre al minimo le tensioni interne del materiale. Il risultato è un vetro che può essere tagliato e lavorato. E' di fatto il prodotto base, il vetro “ordinario” che esce dall’impianto di produzione e viene immagazzinato in pacchi di lastre. Il vetro realizzato con processo float si può dunque considerare vetro ricotto. Le lastre saranno successivamente tagliate a misura ed eventualmente sottoposte ad ulteriori lavorazioni (tempra, laminazione, foratura, molatura del bordo, ecc). Il vetro ricotto non è in genere considerato un vetro di sicurezza.

## Vetro temprato di sicurezza

Il vetro temprato di sicurezza è prodotto riscaldando il vetro ricotto fino a circa 620°C, temperatura alla quale il vetro inizia a diventare molle. Le superfici a questo punto vengono raffreddate rapidamente e questo tipo di processo crea uno stato di compressione sulla superficie della lastra.

L’effetto è un aumento fino a cinque volte della resistenza a flessione del vetro, mentre la maggior parte delle altre caratteristiche rimangono immutate rispetto a quelle del ricotto. Quando si rompe, il vetro temprato forma piccoli frammenti (chiamati generalmente “dadi”). Non avendo questi piccoli pezzi i bordi taglienti o le punte acuminate tipiche del vetro ricotto, il vetro temprato è generalmente considerato come un vetro di sicurezza. Dal momento che questi dadi possono raramente provocare tagli a cose o persone, è molto difficile che essi siano causa di infortuni o ferite, ammesso che abbiano misure sufficientemente contenute. Il vetro temprato di sicurezza dev’essere tagliato a misura e sottoposto alle lavorazioni – finitura del bordo, foratura, ecc. – prima del processo di tempra vero e proprio, dal momento che tentare di lavorare il materiale a processo concluso porta all’immediata rottura (il vetro “scoppia” in piccoli pezzi). La normativa di riferimento per il vetro silicato sodio-calcico di sicurezza temprato termicamente è la EN 12150



*Fragmented toughened glass*

## Vetro indurito termicamente

Il vetro indurito termicamente è prodotto con un processo simile alla tempra termica. La resistenza a flessione ottenibile è però all'incirca metà di quella del vetro temprato; d'altra parte la distorsione superficiale risulta inferiore. Il prodotto è utilizzato principalmente per prevenire problemi di stress termico e dove le caratteristiche di sicurezza tipiche del vetro temprato non siano richieste. Questo prodotto non soddisfa i requisiti di rottura sicura per il vetro dal momento che la sua tipologia di rottura ricalca quella del vetro ricotto. La normativa di riferimento per il vetro di silicato sodio-calcico indurito termicamente è la EN 1863.



## Vetro armato

Si tratta di un prodotto che è stato considerato vetro di sicurezza per molti anni. Le maglie metalliche del vetro armato tendono a tenere insieme il vetro anche dopo rottura. Questa caratteristica è stata particolarmente sfruttata in coperture vetrate e, in particolare, nelle protezioni antifuoco. In realtà il vetro armato non può essere considerato come vero e proprio vetro di sicurezza.

Potrebbe essere una sorpresa per molti il fatto che il vetro armato non sia più resistente dal punto di vista meccanico rispetto al vetro float. Quest'idea errata nasce probabilmente dall'inesatta associazione al cemento armato in cui l'acciaio migliora notevolmente la resistenza del prodotto.

Se sottoposto al test del pendolo, il vetro armato non ha buone performance in quanto il vetro rotto tende a tagliare la maglia metallica. L'utilizzo di una maglia più robusta e più spessa ha consentito a Pilkington **Pyroshield**<sup>TM</sup> (vetro armato) di raggiungere la classe di sicurezza C secondo la normativa BS 6206.



Pilkington **Pyroshield** Safety impact test to BS 6206

## Vetro laminato

Il vetro laminato consiste in una o più lastre di vetro e/o materiale plastico incollate e separate l'una dall'altra per mezzo di un materiale intercalare.

Il vetro laminato è generalmente costituito da vetro ricotto, sebbene possa essere anche prodotto con vetro temprato, indurito o armato. Non è più resistente del vetro di cui è costituito e si rompe nelle medesime condizioni. Tuttavia, quando il vetro laminato giunge a rottura, i frammenti di vetro tendono ad aderire al materiale intercalare plastico. E sebbene il vetro in sé stesso possa essere vetro ricotto, in caso di rottura, i bordi taglienti non risultano generalmente esposti.

Le prestazioni del vetro dipendono molto dal tipo di intercalare, e ce ne sono tipologie differenti.

Il più comune è il PVB (polivinilbutirale) in fogli, che aderisce molto bene al vetro, conferisce uno spessore uniforme al laminato e consente un buon assorbimento energetico. Il vetro laminato Pilkington **Optilam**<sup>TM</sup>, ottiene generalmente almeno la classe 2B2 secondo la già citata EN 12600, a seconda del tipo e spessore di vetro e PVB utilizzati.

Alcuni prodotti vetrari con superfici non uniformi (ad esempio certi tipi di vetro stampato), non sono facili da laminare con PVB.

Per questi tipi di vetro un'alternativa può essere rappresentata dall'utilizzo di resine cast-in-place (CIP). Il processo di fabbricazione richiede sostanzialmente che la resina sia versata tra due lastre di vetro predisposte alla distanza desiderata, fino a riempire completamente l'intercapedine tra le due. La resina viene quindi fatta polimerizzare per formare un intercalare in grado di assorbire energia. L'adesione al vetro è buona ma lo spessore del laminato tende a non essere uniforme. L'intercalare CIP non ha inoltre le stesse ottime caratteristiche di assorbimento di energia tipiche del PVB.

Altri tipi di intercalare, non specificatamente studiati per applicazioni di sicurezza contro impatto umano, vengono utilizzati per il vetro. Intercalari utilizzati per ragioni puramente estetiche e decorative possono non dare prestazioni di sicurezza contro gli impatti, sebbene molti siano in grado di fornirle entrambe. Altri intercalari utilizzati per prodotti vetrari resistenti al fuoco, ad esempio Pilkington **Pyrostop**<sup>TM</sup>, vengono progettati in prima istanza per fornire resistenza al fuoco anche se alcune tipologie di prodotto hanno anche caratteristiche di sicurezza.

*Questa pubblicazione fornisce una descrizione generale del prodotto e dei materiali.  
E' responsabilità dell'utilizzatore di questo documento assicurare che il loro uso  
sia appropriato per ciascuna particolare applicazione e che tali applicazioni siano in accordo  
con tutte le norme legislative locali e nazionali, con le normative tecniche, con i  
codici pratici e gli altri requisiti.*

*Pilkington Italia Spa con la presente declina ogni responsabilità  
per qualunque errore od omissione proveniente da questa pubblicazione  
e per qualunque conseguenza da esso derivato.*

*I nomi dei prodotti Pilkington mostrati in **Futura Heavy** sono marchi  
registrati del Gruppo Pilkington.*



**PILKINGTON**

**Pilkington Italia Spa**

Via delle Industrie, 46 30175 Porto Marghera (Ve)

Tel 041 5334911 Fax 041 5317687