VOLUME 20

Le caratteristiche dei vetri per la serramentistica in PVC

PVC FORUM ITALIA
CENTRO DI INFORMAZIONE SUL PVC

LE CARATTERISTICHE DEI VETRI PER LA SERRAMENTISTICA IN PVC

Diritti d'autore:
Il presente documento è proprietà intellettuale dell'autore e/o di PVC FORUM ITALIA (www.pvcforum.it)
Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione dell'autore.

PVC FORUM ITALIA
a cura di
Marco Piana

Edizione 2022

Sommario

INTRODUZIONE 4
CARATTERISTICHE DEI VETRI 5
La trasmittanza luminosa 5
Fattore solare 5
Trasmittanza termica 6
Isolamento acustico 6
Indice di sicurezza del vetro 6
TIPOLOGIE DI VETRI 7
Vetri Isolanti 7
Vetri a controllo solare selettivo 8
Vetro riflettente 10
Vetri insonorizzanti 11
Vetri antinfortunistica 13
Vetri di sicurezza o antisfondamento 14
I GAS ALL'INTERNO DELLE VETRATURE 16
RIFERIMENTI NORMATIVI 17

INTRODUZIONE

Per il progettista e il consumatore finale la scelta del serramento coinvolge differenti argomenti da affrontare con competenza e professionalità. La qualità è di certo una delle primarie ma non solo per il serramento inteso come materiale con cui si realizzano il profilo, altrettanto importante sono i vari aspetti da considerare dei vetri per finestre performanti che rispondano meglio alle esigenze che la normativa prevede.

Questi infatti occupano la maggior parte della superficie dell'infisso e sono determinanti per:

- l'isolamento termico e il risparmio energetico che ne deriva;
- l'isolamento acustico;
- la luminosità degli ambienti;
- la sicurezza della casa contro i tentativi di effrazione.

Tutti questi aspetti contribuiscono a migliorare il comfort abitativo e la vivibilità della casa considerando il serramento nel suo insieme e certamente i profili in PVC sono il completamento ottimale per realizzare una finestra di qualità e di elevata prestazione.

Innanzitutto bisogna sapere che oggi, diversamente dal passato, non si parla più di vetri, ma di vetrocamera, ovvero di un sistema costituito da 2 o più lastre di vetro distanziate tra loro da una canalina per formare uno spazio (camera), che serve a migliorare l'isolamento termico e acustico.

Questa camera viene solitamente riempita di gas che ha lo scopo di innalzare ulteriormente le proprietà termiche della finestra, rispetto alle intercapedini riempite con semplice aria. Maggiore è lo spazio tra le lastre, ovvero l'intercapedine, più aumenta la capacità isolante del serramento.

Anche il materiale con cui è fatta la canalina per realizzare l'intercapedine è importante: di fatto, le canaline sono fatte di acciaio inox (al contrario di quanto si realizzava in precedenza utilizzando l'alluminio) proprio per eliminare i ponti termici, in modo tale da ridurre il fenomeno della condensa sui vetri. I distanziatori non sono uniti da punti di giuntura ma sono piegati, ciò aumenta ulteriormente l'isolamento termico e la durata dell'infisso.

Oltre all'intercapedine, se si desidera migliorare l'isolamento termico, si deve considerare anche lo spessore dei vetri: più sono spessi, più la casa sarà meglio isolata dal caldo torrido estivo o dal freddo invernale.

CARATTERISTICHE DEI VETRI

Quando si pensa ad un vetro si immagina che le funzioni che debba svolgere siano principalmente quelle di far entrare la luce ma il serramento oggi si è trasformato in una vera macchina multifunzionale: protegge dal vento, dalla pioggia, dal freddo, dal caldo e dai rumori esterni e dai pericoli esterni evitando l'ingresso di malintenzionati o anche di animali più o meno graditi.
Dunque, un buon vetro, per essere considerato tale, deve avere:

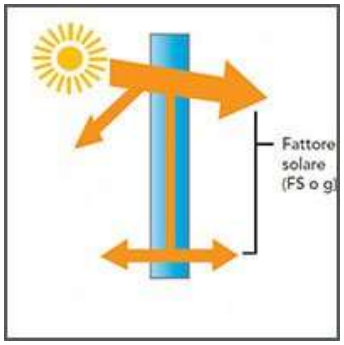
- una buona trasmittanza luminosa;
- un fattore solare ottimale;
- un buon indice di isolamento termico;
- un buon valore di isolamento acustico;
- un indice di sicurezza elevato.

La trasmittanza luminosa

La trasmittanza luminosa "TL" è quella grandezza fisica che calcola la quantità di luce visibile che passa attraverso il vetro. Più è alto l'indice TL maggiore sarà la luce che entrerà.
Questo fattore è chiaramente influenzato dal tipo di vetro che si decide di installare, dal numero e dallo spessore delle lastre.

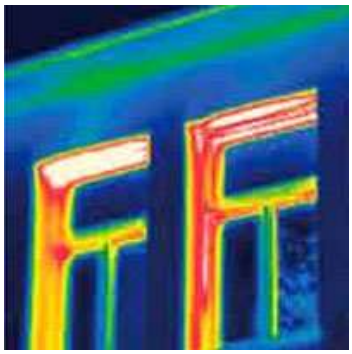
Fattore solare

La dicitura "FS" o "G" indica invece il fattore solare cioè la quantità di calore che entra dal vetro nella nostra casa ed è fondamentale che sia bilanciato per permettere la creazione di un microclima ottimale sia in inverno che in estate.



Trasmittanza termica

La trasmittanza termica è quella grandezza fisica che misura la quantità di calore medio che intercorre tra due ambienti che hanno temperature differenti e l'unità di misura è il W/m^2K. Solitamente questo valore viene indicato con Ug dove "U" indica la trasmittanza termica e "g" il vetro o vetratura (dall'inglese glass o glazing).



Isolamento acustico

L'isolamento acustico "Rw" si calcola in decibel e misura la percezione del rumore. Ad un elevato valore di Rw corrisponderà una casa molto silenziosa. Secondo la normativa italiana, una casa deve avere un potere fonoassorbente di 40 decibel.

Indice di sicurezza del vetro

Per finire, un buon vetro deve essere antieffrazione e per essere definito tale vengono eseguite delle prove di forza sul vetro che vanno dalla P1A (sicurezza minima) alla P8B (sicurezza massima, adatta per banche, ambasciate, caserme di polizia…).

TIPOLOGIE DI VETRI

In commercio esistono varie tipologie di vetro tra cui:

- vetri isolanti
- vetri a controllo solare o selettivo
- vetri riflettenti
- vetri insonorizzanti
- vetri antinfortunistico
- vetri di sicurezza

Vetri Isolanti

Vetrate isolanti con vetri basso emissivi consentono di contenere all'interno dell'edificio il calore in inverno riducendone la dispersione esterna.

In questo modo si ottiene una riduzione delle emissioni di CO_2 nell'atmosfera e pertanto una diminuzione dell'effetto serra e del surriscaldamento del pianeta con tutte le implicazioni pericolose. E si riducono anche i costi della bolletta energetica.

Ci sono tre modi di propagazione attraverso cui il vetro scambia calore con l'ambiente esterno:

- per conduzione: il trasferimento avviene attraverso un corpo, oppure attraverso due corpi a contatto tra loro, senza trasferimento di materia.
- per convezione: il trasferimento avviene attraverso un corpo solido e uno fluido, liquido o gassoso, ed è accompagnato da un trasferimento di materia.
- per irraggiamento: il trasferimento per irraggiamento avviene attraverso onde elettromagnetiche tra due corpi a temperature diverse.

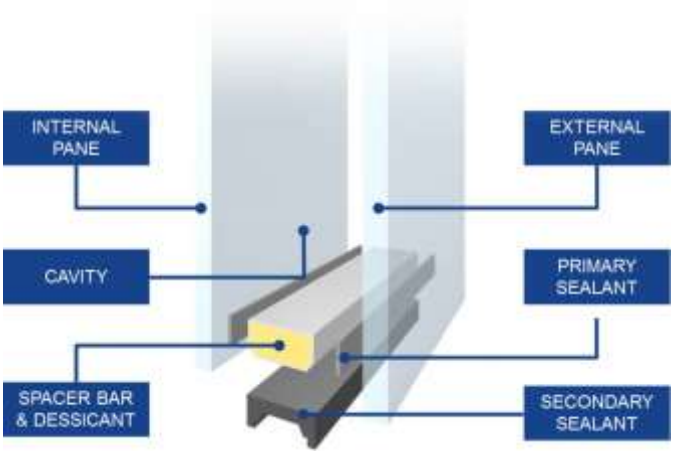
Gli scambi di calore che avvengono tra una vetrata e l'ambiente esterno si esprimono con il valore Ug, che rappresenta il valore di trasmittanza termica della vetrata, ossia il flusso di calore che attraversa 1 m^2 di superficie vetrata quando la differenza di temperatura tra interno ed esterno è pari a 1°C. Maggiore è l'Ug della vetrata, maggiore sarà la dispersione termica.

Poiché un normale vetro da 4 mm non ha alcun potere isolante, per aumentare l'isolamento si può utilizzare una vetrata isolante.

Il principio della vetrata isolante consiste nel racchiudere tra due lastre di vetro un'intercapedine d'aria immobile e asciutta per evitare gli scambi termici per convezione, sfruttando la scarsa conduttività termica dell'aria.

Inoltre si riducono ulteriormente gli scambi per convezione sostituendo l'aria racchiusa tra le due lastre con un gas più pesante a conduttività termica inferiore (principalmente Argon) e inserendo una canalina distanziatrice (che riduce gli scambi per conduzione) in materiale termoisolante.
Con quest'accortezza, la trasmittanza termica di una vetrata passa da un Ug di 5,8 W/m^2K a 2,7 W/m^2K.

Ma in alcuni casi, per esempio in determinate zone climatiche, un doppio vetro non basta per dimezzare ulteriormente le dispersioni termiche. Allora è necessario utilizzare una terza lastra che forma un'altra camera riempita con gas Argon, arrivando in questo modo a un Ug di 0,6 W/m^{2}K.



Esempi delle tipologie di vetro con le relative trasmittanze termiche:

- vetro singolo: 5 W/m² K.
- vetro doppio senza trattamento basso emissivo da 2,5 a 2,8 W/m² K
- vetro doppio con trattamento basso emissivo 1,4 W/m² K
- vetro doppio con gas argon: 1,1 W/m² K.
- vetro triplo con doppio trattamento basso emissivo e gas argon: 0,5/0,6 W/m² K.

Vetri a controllo solare selettivo

I vetri a controllo solare o selettivi consentono di respingere il calore durante i periodi caldi dell'anno, senza il bisogno di utilizzare elementi oscuranti, come persiane e tapparelle, ma allo stesso tempo consentono il passaggio della luce solare.

Questo tipo di vetri incorpora infatti strati invisibili di particolari materiali che hanno la proprietà di consentire il passaggio della luce solare, respingendone però il calore. In tal modo il vetro cattura il calore e lo rilascia a poco a poco verso l'esterno, senza permettere che penetri all'interno della casa, consentendo spazi luminosi ma molto più freschi rispetto a quello che accadrebbe con un vetro normale.

Una protezione dal sole ottimale tiene fuori il calore e contribuisce a migliorare il comfort abitativo. Il vetro controlla l'irraggiamento solare mediante la riflessione, la trasmissione e l'assorbimento.

Ai fini del controllo solare, questi termini sono così definiti:

- riflessione: la quantità di luce riflessa all'esterno;
- assorbimento: la quantità di energia solare assorbita dal vetro;
- trasmissione diretta: la quantità di energia solare trasmessa direttamente attraverso il vetro;
- trasmissione totale (conosciuta anche col nome di valore g o Fattore Solare): la quantità di energia solare trasmessa attraverso il vetro. Questo valore include la trasmissione diretta e l'energia assorbita, re-irradiata nell'edificio.

La caratteristica dei vetri selettivi è quella di trasmettere perfettamente la radiazione luminosa e di respingere invece la radiazione infrarossa, soprattutto quella a lunghezza d'onda più bassa (detta radiazione termica). Lasciando passare una buona quantità di luce naturale, il vetro esercita però un'azione di schermo dai raggi UV ed infrarossi. In questo modo, oltre a risparmiare, si avranno spazi interni luminosi e molto più freschi rispetto all'utilizzo di un vetro tradizionale.

Più è basso il fattore solare (FS o valore g), meno calore proveniente dal sole entrerà in casa. Quindi con l'impiego di vetri a controllo solare selettivi è possibile evitare anche l'utilizzo di sistemi schermanti, come tende, persiane e tapparelle.

Un vetro con un buon controllo solare solitamente ha un fattore che va dal 20% al 40%. Nelle città del Sud verranno chiaramente utilizzati fattori solari molto bassi. In quelle del Nord, i vetri che hanno una percentuale di circa il 30% sono considerati buone soluzioni.

Più un vetro è selettivo, più questo è in grado di "scegliere" le onde di calore rispetto alle onde di luce trasmesse ad una diversa frequenza.

Questa capacità di selezione è espressa dall'indice di selettività, il cui valore esprime la trasmissione della luce diviso la percentuale di calore: ad esempio 70% di trasmissione di luce diviso 40% di percentuale di calore è uguale a 1,75. Un vetro classico ha proprio questo indice pari a 1,75, è un selettivo classico e viene chiamato anche 70/40.

Esistono vetri selettivi molto più performanti come i 60/28, ovvero 60% di trasmissione di luce diviso 28, pari a 2,14 che attualmente è il massimo della selettività raggiungibile presente oggi sul mercato.

Per abbassare di un 1 °C la temperatura di una stanza è richiesto il triplo dell'energia di quella necessaria per riscaldarla di 1°C. I moderni vetri a controllo solare offrono una straordinaria opportunità per prevenire il surriscaldamento degli ambienti. Con un irraggiamento solare di pari intensità (1), i vetri ad elevata protezione solare garantiscono una trasmissione (4) e un assorbimento (3) minori e una riflessione (2) maggiore rispetto ai vetri a leggero controllo solare. Grazie al valore g ridotto, viene respinto gran parte del calore che colpisce la lastra.

Vetro con una leggera protezione dal sole

Vetro con un'elevata protezione dal sole

Vetro riflettente

I vetri riflettenti presentano delle particolari pellicole che riflettono verso l'esterno i raggi del sole.

Essi possono anche creare una barriera visiva da un lato, consentendo visibilità e luminosità dal lato opposto. Hanno infatti effetto specchiante e sono molto utili per assicurare la privacy.

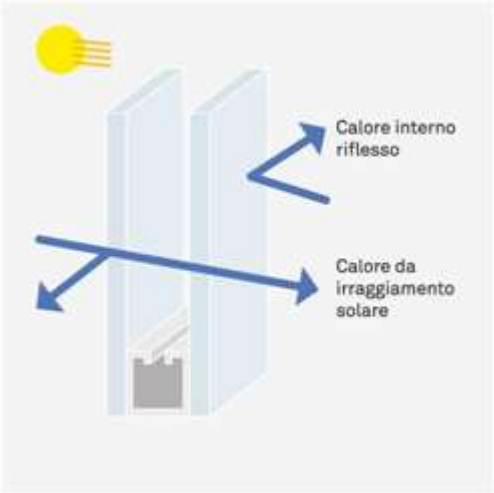
Si tratta di vetri piani su cui è stata aggiunta una laminatura metallica per limitare la trasmissione energetica della radiazione solare e il cosiddetto effetto serra.

Sono molto usati nelle facciate delle costruzioni destinate ad uso pubblico e commerciale, poiché sfruttano le proprietà riflettenti della laminatura per evitare gli sguardi indiscreti all'interno dell'ambiente vetrato.

La superficie della lastra viene resa riflettente mediante il deposito di metalli o ossidi metallici in linea (per pirolisi), per polverizzazione catodica in campo elettromagnetico (processo magnetronico) o con procedimento Sol Gel. È possibile inoltre rendere riflettenti i cristalli mediante l'applicazione di pellicole sintetiche applicate sulle lastre anche successivamente alla loro posa in opera. Entrambi i procedimenti possono essere applicati su lastre chiare o colorate.

In commercio esistono svariati tipi di vetri riflettenti, tra loro diversificati sia per il processo tecnologico di produzione, sia per le caratteristiche fisico-tecniche ed energetiche. Con questi vetri il 30% circa dell'energia solare è riflessa, mentre il 40% attraversa il vetro. Il rimanente 30% è assorbito dal vetro, che si riscalda momentaneamente, e poi ritrasmette una parte del calore all'interno e una parte all'esterno. Alla fine, l'energia riflessa dal vetro è circa il 50% del totale. La luce visibile è invece immediatamente riflessa per il 30%. Anche se può sembrare poca, questa luce riflessa basta a creare l'effetto specchio. Il restante 70% di luce viene trasmesso all'interno e serve a illuminare l'ambiente.

Da notare, infine, che di sera (quando negli uffici si accendono le luci) l'effetto specchio si inverte: essendoci più luce all'interno che all'esterno, i vetri diventano specchi per chi è dentro, e trasparenti per chi guarda da fuori.



Vetri insonorizzanti

Per chi abita in città nel centro storico oppure nei pressi di una stazione ferroviaria, di un aeroporto o di una strada molto trafficata, c'è un fattore critico da prendere in considerazione parlando di finestre: si tratta del rumore.

Gran parte di questo infatti passa attraverso gli infissi, dall'esterno verso l'interno, se questi non sono stati progettati, realizzati e posati in modo da ottenere un buon isolamento.
Un elevato inquinamento acustico può seriamente compromettere la qualità della vita, non consentendovi di riposare adeguatamente, comportando molto stress e impedendo di vivere normalmente.

Il vetro antirumore ha in genere uno spessore che oscilla dagli 8 ai 12 millimetri, mentre se si considera una vetrocamera fonoassorbente si ha la possibilità di scegliere lastre singole o doppie. È necessario sigillare il vetro alla finestra onde evitare che si riveli un ponte acustico. In ogni caso i migliori vetri antirumore sono stratificati e presentano tra strato e strato una o più pellicole. Inserendo tra le lastre della vetrocamera un gas come l'argon, si otterrà un significativo isolamento termoacustico.

In alternativa è possibile optare per doppie finestre antirumore, con vetrocamera a lastre singole o accoppiate. Le più efficaci sono quelle in cui la lastra esterna ha spessore maggiore rispetto a quella interna.
I migliori infissi antirumore, però, sono certamente quelli dotati di vetro stratificato con strato di materiale fonoassorbente (PVB, polivinilbutirrale).

Livello rumore esterno	Livello rumore massimo consigliato	Valore d'isolamento acustico consigliato per le finestre*
	Zona notte: 25-30 dB	32 dB
	Zona giorno: 30-35 dB	25 dB
	Zona lavoro: 35-50 dB	25 dB
zona residenziale circa 60 dB		
	Zona notte: 25-30 dB	40 dB
	Zona giorno: 30-35 dB	35 dB
	Zona lavoro: 35-50 dB	32 dB
centro citta circa 70 dB		
	Zona notte: 25-30 dB	45 dB
	Zona giorno: 30-35 dB	40 dB
	Zona lavoro: 35-50 dB	35 dB
zona industriale oltre 70 dB		
		* livello di rumore che la finestra riesce ad isolare

Il vetro rappresenta un'importante porzione dell'involucro edilizio e concorre in modo significativo alla prestazione acustica delle facciate. A tal proposto, le nuove normative definiscono chiaramente in termini numerici quale deve essere il valore di isolamento acustico Rw del vetro che dipende sostanzialmente dai seguenti fattori:

- massa del vetro (maggiore è lo spessore del vetro maggiore sarà l'isolamento acustico);
- spessore dell'intercapedine (maggiore sarà lo spessore dell'intercapedine maggiore sarà l'isolamento acustico, anche se in termini minimi);
- utilizzo di plastici acustici in vetri stratificati.

COMPOSIZIONE VETRO	Rw (C; Ctr) [dB]
Float 4mm	29 (-2; -3)
Float 8mm	32 (-2; -3)
Stratificato 4+4.1	33 (-1; -3)
Stratificato 4+4.1 PVB acustico	38 (-1; -4)
Stratificato 4+4.1 PVB acustico / 12 / Stratificato 3+3.1	42 (-1; -5)
Stratificato 5+5.1 PVB acustico / 16 / Stratificato 4+4.1 PVB acustico	46 (-1; -5)

L'Rw è l'abbattimento acustico: diminuzione della potenza sonora avvertibile, direttamente proporzionale al Potere Fonoisolante del materiale/sistema.

Il vetro stratificato a isolamento acustico è composto da due o più lastre di vetro unite tra loro da una o più pellicole di PVB, le quali agiscono come ammortizzatore tra le due lastre di vetro e impediscono la vibrazione riducendo il problema della frequenza critica e di conseguenza le cadute alle alte frequenze.

Le vetrate isolanti acustiche basso emissive sono la soluzione ideale per tutte le applicazioni in aree a diversi livelli di rumorosità. Le medesime vetrate trovano un'ideale applicazione come copertura, che consente di attenuare notevolmente il rumore da impatto della pioggia.

Indice di riduzione acustica			Peso	Sp.	Vetro esterno		Int.	Gas	Vetro interno
Rw	**C**	**Ctr**	**Kg/m2**	**mm**	**Tipologia**	**mm**	**mm**		**mm**
38	**-2**	**-4**	**31**	**19**	monolitico temprato	4	6	ARIA	8,5
39	**-2**	**-4**	**34**	**20**	monolitico temprato	5	6	ARIA	8,5
40	**-2**	**-4**	**36**	**21**	monolitico temprato	6	6	ARIA	8,5
41	**-2**	**-6**	**37**	**27**	stratificato 33.1	6,4	12	ARIA	8,5
42	**-2**	**-6**	**42**	**29**	stratificato 55,1	10,4	12	ARIA	6,5
43	**-3**	**-9**	**37**	**39**	stratificato 33.1	6,4	24	ARGON	8,5
44	**-2**	**-5**	**46**	**31**	monolitico temprato	10	12	ARGON	8,5
45	**-2**	**-6**	**47**	**34**	stratificato 55.1	10,4	15	ARGON	8,5
46	**-2**	**-6**	**54**	**37**	stratificato 213	12,8	15	ARGON	8,8
47	**-2**	**-7**	**53**	**36**	stratificato 66.1	12,5	15	ARGON	8,8
48	**-3**	**-7**	**58**	**47**	stratificato 66.1	12,5	24	ARGON	10,5
49	**-2**	**-7**	**54**	**42**	stratificato 66.2	12,8	20	ARGON	8,8
50	**-2**	**-7**	**53**	**45**	stratificato 66.2	12,8	24	ARGON	8,5
51	**-2**	**-5**	**68**	**47**	stratificato 88.2	16,8	20	ARGON	10,5

La tabella riporta una sintesi di varie tipologie di vetri con aria e con gas con vari spessori interni e esterni.

Vetri antinfortunistica

Semplificando, un vetro si può definire antinfortunistico, o "di sicurezza", quando la sua rottura non produce frammenti taglienti.

Attualmente installare i vetri antinfortunistici è obbligatorio in alcune specifiche applicazioni, sia che si tratti di vetri stratificati che vetri temperati.

Tale obbligo è regolato dalla norma UNI 7697 relativa ai criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie. Si tratta di una normativa italiana, tra le più rigide nella Comunità Europea, che tutela prima di tutto l'utilizzatore e la sua sicurezza, poi il produttore e l'installatore per evitare incidenti potenzialmente gravi se non letali.

Esistono due principali vetri antinfortunistici:

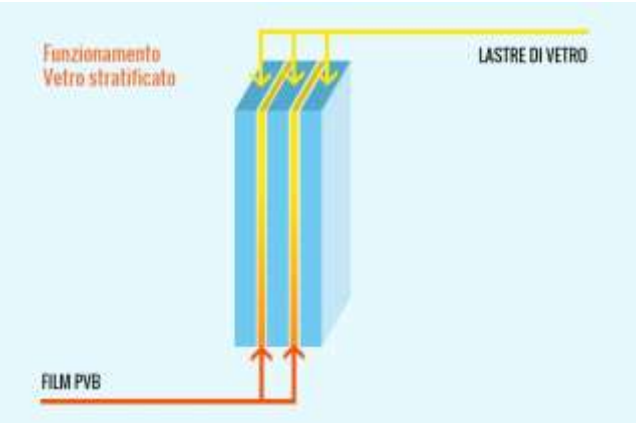
1- I vetri temperati sono delle lastre di vetro che vengono temperate in forni specifici, subendo un trattamento di circa 600/700 gradi centigradi. Questo trattamento rende il vetro molto duro, aumentando la resistenza alla rottura di 6/7 volte rispetto a una lastra senza trattamento.

Nell'eventualità di una rottura, si creeranno dei piccolissimi frammenti non pericolosi. Per tale motivo si tratta anche di un vetro antinfortunistico.

Il vantaggio principale è che il peso complessivo degli infissi viene ridotto. Infatti nelle misure "normali" si può montare un vetro 4T-16-4T (dove "T" sta a indicare proprio il termine "temperato"), quindi abbiamo 8mm totali di vetro, contro 12mm totali di vetro, ad esempio, della composizione stratificata 33.1/16/33.1.

L'impiego di una vetrocamera temperata di contro comporta un piccolo peggioramento a livello acustico. Se volessimo ottenere un miglioramento acustico, esistono tuttavia dei vetri stratificati specifici. Il trattamento termico del temperato può inoltre causare dei piccoli disturbi visivi.

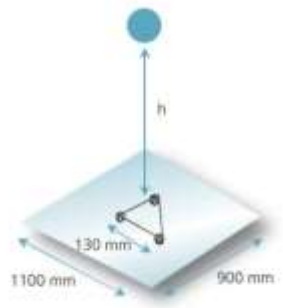
2- I vetri stratificati sono dei vetri accoppiati tra loro con una lamina interna chiamata PVB. Tale lamina trasparente è realizzata con un materiale plastico che unisce le due lastre di vetro tra loro. In caso di rottura, i due vetri rimangono incollati tra loro creando un effetto ragnatela. Pertanto i vetri stratificati rientrano nella categoria dei vetri antinfortunistici.



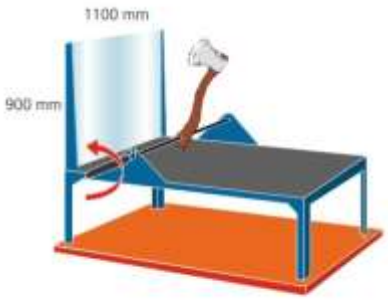
Vetri di sicurezza o antisfondamento

La norma EN 12600 classifica i vetri in base all'impatto (o urto) di un corpo morbido. Si tratta praticamente di un test che viene eseguito con un impattatore che permette di classificare i prodotti rispetto ai rischi di ferite e cadute nel vuoto. Rispondendo a tale norma, i vetri temperati possono raggiungere una classe 1C3, 1C2 o 1C1, mentre per i vetri stratificati le classi sono 2B2 e 1B1.

La norma EN 356 “Vetro di sicurezza – Prove e classificazione di resistenza contro l’attacco manuale” definisce metodi di prova per classificare i vetri in funzione delle loro proprietà antieffrazione. Sono definite otto classi, in ordine crescente di resistenza; le prime 5 classi, da P1A a P5A, si basano sulla prova di caduta di una sfera d’acciaio di 4,1 kg, le altre 3 classi, da P6B a P8B, si basano su una sfera con l’ascia.



Prova della palla d'acciaio EN 356



Prova dell'ascia EN 356

Nelle prove con la sfera, un provino di 1100 mm x 900 mm è posizionato orizzontalmente e deve sopportare gli impatti di una sfera del peso 4,1 kg portati a triangolo al centro del vetro (13 cm distanza tra gli impatti). Il numero di impatti e l’altezza di caduta variano a seconda della classe.

Classe di resistenza secondo EN 356

Prova	Classe	Descrizione della prova
Sfera	P1A	3 impatti della sfera in caduta da 1500 mm
	P2A	3 impatti della sfera in caduta da 3000 mm
	P3A	3 impatti della sfera in caduta da 6000 mm
	P4A	3 impatti della sfera in caduta da 9000 mm
	P5A	3x3 impatti della sfera in caduta da 9000 mm
Ascia	P6B	30-50 colpi di martello e di ascia
	P7B	51-70 colpi di martello e di ascia
	P8B	> 70 colpi di martello e di ascia

La prova con la sfera è considerata riuscita se la sfera non riesce mai ad attraversare interamente il provino nei 5 secondi successivi all’impatto.

Nella prova con l’ascia, il provino di 1100 mm X 900 mm è posizionato in verticale; in un primo momento i diversi vetri del provino vengono rotti a martellate (minimo 12 colpi); in seguito, si cerca di praticare un’apertura al centro del vetro mediante colpi d’ascia.

La prova è considerata riuscita se la parte (di dimensione 400 mm X 400 mm) colpita con l’ascia non si stacca completamente dal resto del provino.

I GAS ALL'INTERNO DELLE VETRATURE

Nonostante le basse differenze in termine di costi tra l'inserimento di aria normale o di gas argon all'interno della vetrocamera, oggigiorno c'è ancora chi la utilizza.
L'impiego del gas argon all'interno di una vetrocamera aumenta le sue prestazioni termiche.
Un altro fattore importante da tenere in considerazione per una vetrata isolante, sia che si tratti di un doppio vetro sia che si tratti di un triplo vetro, è il gas utilizzato al suo interno.

Allo stato attuale, il gas argon è il più impiegato all'interno della vetrocamera poiché fornisce orientativamente prestazioni superiori di oltre il 20% rispetto all'uso della semplice aria. L'argon si trova in natura in quantità di poco inferiore all'1%.

Il kripton invece è un gas nobile come l'argon, ma è presente in quantità molto inferiore. Presenta prestazioni isolanti superiori rispetto al gas argon, ma che sono di rilievo soltanto in determinate condizioni.

Più è minore lo spessore della canalina di una vetrocamera, più si fanno notare le prestazioni del gas kripton rispetto all'argon. In linea di massima, le differenze prestazionali iniziano a diventare evidenti con misure delle canaline inferiori a 12 mm. Con canaline di maggior spessore (quali 14 e 16 mm), i valori di trasmittanza termica dei due gas sono abbastanza equivalenti. Con canaline sotto i 10 mm, le prestazioni del gas kripton possono essere anche del 50% superiori a quelle del gas argon.

Il maggiore costo del gas kripton rispetto alla sua controparte è giustificabile quindi soltanto in determinate condizioni e solo se strettamente necessario.

Tabella riassuntiva con le varie tipologie di gas all'interno:

GLASS TRANSMITTANCE (Ug value) DEPENDING ON GAS FILL AND CAVITY THICKNESS					
triple pane, 18 mm cavities		Ug		variation	
4le/18/4/18/4le	AIR	0,7004	W/m2K	0%	(baseline)
4le/18Ar/4/18Ar/4le	ARGON	0,5640	W/m2K	-19%	
4le/18Kr/4/18Kr/4le	KRYPTON	0,5487	W/m2K	-22%	
4le/18Xe/4/18Xe/4le	XENON	0,5639	W/m2K	-19%	
triple pane, 12 mm cavities		Ug			
4le/12/4/12/4le	AIR	0,9503	W/m2K	36%	
4le/12Ar/4/12Ar/4le	ARGON	0,7156	W/m2K	2%	
4le/12Kr/4/12Kr/4le	KRYPTON	0,5269	W/m2K	-25%	
4le/12Xe/4/12Xe/4le	XENON	0,5414	W/m2K	-23%	

RIFERIMENTI NORMATIVI

UNI EN ISO 12543-6:2022
Vetro per edilizia - Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza - Parte 6: Aspetto

UNI EN ISO 12543-5:2022
Vetro per edilizia - Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza - Parte 5: Dimensioni e finitura dei bordi

UNI EN ISO 12543-4:2022
Vetro per edilizia - Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza - Parte 4: Metodi di prova per la durabilità

UNI EN ISO 12543-3:2022
Vetro per edilizia - Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza - Parte 3: Vetro stratificato

UNI EN ISO 12543-2:2022
Vetro per edilizia - Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza - Parte 2: Vetro stratificato di sicurezza

UNI EN ISO 12543-1:2022
Vetro per edilizia - Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza - Parte 1: Definizioni e descrizione delle parti componenti

UNI 7697:2021
Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie

UNI EN 13123 – 1
Requisiti e classificazioni di porte e finestre sulla resistenza all'esplosione

UNI EN 13124 – 1
Metodi di prova di resistenza all'esplosione

UNI EN 15998:2020
Vetro per edilizia - Sicurezza in caso di incendio, resistenza al fuoco - Metodologia di prova del vetro a scopo di classificazione

UNI EN 16613:2019
Vetro per edilizia - Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza - Determinazione delle proprietà meccaniche dell'intercalare

UNI EN 17074:2019
Vetri per edilizia - Dichiarazione ambientale di prodotto - Regole che disciplinano le categorie di prodotti in vetro piano

UNI EN 16612:2019
Vetro per edilizia - Determinazione della resistenza delle lastre di vetro ai carichi laterali tramite metodi di calcolo

UNI EN 12758:2019
Vetro per edilizia - Vetrazioni e isolamento acustico per via aerea - Descrizioni del prodotto, determinazione delle proprietà e regole di estensione

UNI EN 12150-1:2019
Vetro per edilizia - Vetro di silicato sodo-calcico di sicurezza temprato termicamente - Parte 1: Definizione e descrizione

UNI EN 12898:2019
Vetro per edilizia - Determinazione dell'emissività

UNI EN 1279-6:2018
Vetro per edilizia - Vetrate isolanti - Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche

UNI EN 1279-5:2018
Vetro per edilizia - Vetrate isolanti - Parte 5: Norma di prodotto

UNI EN 1279-4:2018
Vetro per edilizia - Vetrate isolanti - Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo e degli inserti

UNI EN 1279-3:2018
Vetro per edilizia - Vetrate isolanti - Parte 3: Prove d' invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas

UNI EN 1279-2:2018
Vetro per edilizia - Vetrate isolanti - Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua

UNI EN 1279-1:2018
Vetro per edilizia - Vetrate isolanti - Parte 1: Generalità, descrizione del sistema, regole per la sostituzione, tolleranze e qualità visiva

UNI EN 1096-4:2018
Vetro per edilizia - Vetri rivestiti - Parte 4: Norma di prodotto

UNI 11678:2017
Vetro per edilizia - Elementi di tamponamento in vetro aventi funzione anticaduta - Resistenza al carico statico lineare ed al carico dinamico - Metodi di Prova

UNI EN 16477-1:2017
Vetro per edilizia - Vetri verniciati per uso negli interni - Parte 1: Requisiti

UNI EN 15681-2:2017
Vetro per edilizia - Prodotto di base, vetro silico-allluminoso - Parte 2: Norma di prodotto

UNI 11666:2017
Vetro per edilizia - Vetro verniciato per uso esterno - Requisiti estetici, di durabilità, meccanici e metodi di prova

UNI 11463:2016
Vetro per edilizia - Determinazione della capacità portante di lastre di vetro piano applicate come elementi aventi funzione di tamponamento - Procedura di calcolo

UNI 11649:2016
Vetro per edilizia - Lavorazioni del bordo delle lastre in vetro piano - Termini e definizioni

UNI EN 14179-1:2016
Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza di silicato sodo calcico temprato termicamente e sottoposto a "heat soak test" - Parte 1: Definizione e descrizione

UNI EN 12488:2016
Vetro per edilizia - Raccomandazioni per la messa in opera - Principi di posa per vetrate verticali ed inclinate

UNI EN 572-8:2016
Vetro per edilizia - Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico - Parte 8: Forniture in dimensioni fisse

UNI EN 572-1:2016
Vetro per edilizia - Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico - Parte 1: Definizioni e proprietà generali fisiche e meccaniche

UNI EN 15681-1:2016
Vetro per edilizia - Prodotto di base, vetro silico-alluminoso - Parte 1: Definizioni e proprietà generali fisiche e meccaniche

UNI EN 1096-5:2016
Vetro per edilizia - Vetri rivestiti - Parte 5: Metodo di prova e classificazione delle prestazioni per le superfici rivestite dei vetri auto-pulenti

UNI EN 15755-1:2015
Vetro per edilizia - Vetri con pellicola polimerica adesiva - Parte 1: Definizioni e requisiti

UNI EN 15752-1:2015
Vetro per edilizia - Pellicola polimerica adesiva - Parte 1: Definizioni e requisiti

UNI 10818:2015
Finestre, portefinestre, porte e chiusure oscuranti - Ruoli, responsabilità e indicazioni contrattuali nel processo di posa in opera

UNI EN 13022-1:2014
Vetro per edilizia - Vetrate strutturali sigillate - Parte 1: Prodotti di vetro per sistemi di vetrate strutturali sigillate, per vetrate supportate e non supportate, monolitiche e multiple

UNI EN 13022-2:2014
Vetro per edilizia - Vetrate strutturali sigillate - Parte 2: Regole di posa

UNI EN 15683-2:2014
Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza di silicato sodo-calcico profilato temprato termicamente - Parte 2: Valutazione della conformità/Norma di prodotto

UNI EN 15683-1:2013
Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza di silicato sodo-calcico profilato temprato termicamente - Parte 1: Definizione e descrizione

UNI EN 15682-2:2013
Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza di silicato alcalino temprato termicamente sottoposto a "heat soak test" - Parte 2: Valutazione della conformità/Norma di prodotto

UNI EN 15682-1:2013
Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza di silicato alcalino temprato termicamente sottoposto a "heat soak test" - Parte 1: Definizione e descrizione

UNI EN 572-7:2012
Vetro per edilizia - Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico - Parte 7: Vetro profilato armato e non armato

UNI EN 572-6:2012
Vetro per edilizia - Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico - Parte 6: Vetro stampato armato

UNI EN 572-5:2012
Vetro per edilizia - Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico - Parte 5: Vetro stampato

UNI EN 572-4:2012
Vetro per edilizia - Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico - Parte 4: Vetro tirato

UNI EN 572-3:2012
Vetro per edilizia - Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico - Parte 3: Vetro lustro armato

UNI EN 572-2:2012
Vetro per edilizia - Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico - Parte 2: Vetro float

UNI EN 13541:2012
Vetro per edilizia - Vetrate di sicurezza - Prove e classificazione della resistenza alla pressione causata da esplosioni

UNI EN 1096-3:2012
Vetro per edilizia - Vetro rivestito - Parte 3: Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe C e D

UNI EN 1096-2:2012
Vetro per edilizia - Vetro rivestito - Parte 2: Requisiti e metodi di prova per rivestimenti di classe A, B e S

UNI EN 1096-1:2012
Vetro per edilizia - Vetro rivestito - Parte 1: Definizioni e classificazione

UNI EN 1863-1:2012
Vetro per edilizia - Vetro di silicato sodo-calcico indurito termicamente - Parte 1: Definizione e descrizione

UNI EN 13024-1:2012
Vetro per edilizia - Vetro di borosilicato di sicurezza temprato termicamente - Parte 1: Definizione e descrizione

UNI EN 675:2011
Vetro per edilizia - Determinazione della trasmittanza termica (valore U) - Metodo dei termoflussimetri

UNI EN 674:2011
Vetro per edilizia - Determinazione della trasmittanza termica (valore U) - Metodo della piastra calda con anello di guardia

UNI EN 673:2011
Vetro per edilizia - Determinazione della trasmittanza termica (valore U) - Metodo di calcolo

UNI EN 410:2011
Vetro per edilizia - Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate

UNI EN 15434:2010
Vetro per edilizia - Norma di prodotto per sigillante strutturale e/o resistente ai raggi UV (per impiego in vetrate strutturali sigillate e/o in vetrate isolanti con sigillante esposto)

UNI EN 1036-2:2008
Vetro per edilizia - Specchi di vetro float argentato per uso in interni - Parte 2: Valutazione di conformità; norma di prodotto

UNI EN 1036-1:2008
Vetro per edilizia - Specchi di vetro float argentato per uso in interni - Parte 1: Definizioni, requisiti e metodi di prova

UNI EN 1051-2:2008
Vetro per edilizia - Mattoni di vetro per pareti e pavimentazioni - Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto

UNI EN 14321-2:2006
Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza a matrice alcalina temprato termicamente - Parte 2: Valutazione della conformità/Norma di prodotto

UNI EN 14321-1:2005
Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza a matrice alcalina temprato termicamente - Parte 1: Definizione e descrizione

UNI EN 14449:2005
Vetro per edilizia - Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza - Valutazione della conformità/Norma di prodotto

UNI EN 14179-2:2005
Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza di silicato sodo calcico temprato termicamente e sottoposto a "heat soak test" - Parte 2: Valutazione della conformità/Norma di prodotto

UNI EN 572-9:2005
Vetro per edilizia - Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico - Parte 9: Valutazione della conformità/ Norma di prodotto

UNI EN 1863-2:2005
Vetro per edilizia - Vetro di silicato sodo-calcico indurito termicamente - Parte 2: Valutazione della conformità Norma di prodotto

UNI EN 14178-2:2005
Vetro per edilizia - Prodotti di base di vetro a matrice alcalina - Parte 2: Valutazione della conformità/Norma di prodotto

UNI EN 14178-1:2005
Vetro per edilizia - Prodotti di base di vetro a matrice alcalina - Parte 1: Vetro float

UNI EN 13024-2:2005
Vetro per edilizia - Vetro di borosilicato di sicurezza temprato termicamente - Parte 2: Valutazione della conformità/Norma di prodotto

UNI EN 12337-2:2005
Vetro per edilizia - Vetro di silicato sodo-calcico indurito chimicamente - Parte 2: Valutazione della conformità/ Norma di prodotto

UNI EN 12150-2:2005
Vetro per edilizia - Vetro di silicato sodo-calcico di sicurezza temprato termicamente - Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto

UNI EN 1051-1:2005
Vetro per edilizia - Diffusori di vetro per pareti e pavimentazioni - Parte 1: Definizioni e descrizione

UNI EN 1748-2-2:2005
Vetro per edilizia - Prodotti di base speciali - Parte 2-2: Vetro ceramica - Valutazione della conformità/Norma di prodotto

UNI EN 1748-2-1:2005
Vetro per edilizia - Prodotti di base speciali - Vetro ceramica - Parte 2-1: Definizioni e proprietà generali fisiche e meccaniche

UNI EN 1748-1-2:2005
Vetro per edilizia - Prodotti di base speciali - Vetri borosilicati - Parte 1- 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto

UNI EN 1748-1-1:2005
Vetro per edilizia - Prodotti di base speciali - Vetri borosilicati - Parte 1- 1: Definizioni e proprietà generali fisiche e meccaniche

UNI EN 12603:2004
Vetro per edilizia - Procedure di validità dell'aggiustamento e intervalli di confidenza dei dati di resistenza del vetro per mezzo della legge di Weibull

UNI EN 12600:2004
Vetro per edilizia - Prova del pendolo - Metodo della prova di impatto e classificazione per il vetro piano

UNI EN ISO 14438:2003
Vetro per edilizia - Determinazione di valore di bilancio energetico - Metodo di calcolo

UNI EN 356:2002
Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza - Prove e classificazione di resistenza contro l'attacco manuale

UNI EN 1288-5:2001
Vetro per edilizia - Determinazione della resistenza a flessione del vetro - Prova con doppi anelli concentrici su provini piani, su piccole superfici sollecitate

UNI EN 1288-4:2001
Vetro per edilizia - Determinazione della resistenza a flessione del vetro - Prova su vetro profilato

UNI EN 1288-3:2001
Vetro per edilizia - Determinazione della resistenza a flessione del vetro - Prova con provino supportato in due punti (flessione in quattro punti)

UNI EN 1288-2:2001
Vetro per edilizia - Determinazione della resistenza a flessione del vetro - Prova con doppi anelli concentrici su provini piani, su grandi superfici sollecitate

UNI EN 1288-1:2001
Vetro per edilizia - Determinazione della resistenza a flessione del vetro - Principi fondamentali delle prove sul vetro

UNI EN 1063:2001
Vetro per edilizia - Vetrate di sicurezza - Classificazione e prove di resistenza ai proiettili

UNI EN 12337-1:2001
Vetro per edilizia - Vetro di silicato sodo-calcico indurito chimicamente - Definizione e descrizione

Legge n. 447 del 26 ottobre 1995 - Legge quadro sull'inquinamento acustico

CHI SIAMO

Il PVC Forum Italia (www.pvcforum.it) è l'associazione italiana che riunisce le principali aziende di produzione, compoundazione e trasformazione del PVC, i produttori di additivi e di macchine trasformatrici.
Con sede a Milano, il PVC Forum è parte del Network europeo dei PVC forum collegati a ECVM (European Council of Vinyl Manufacturers), l'associazione europea dei produttori di PVC, a sua volta divisione dell'associazione dei produttori europei di materie plastiche (PlasticsEurope).

Al suo interno opera il Gruppo Serramenti e Avvolgibili in PVC (SIPVC), il principale e più numeroso gruppo di settore costituito da aziende associate che rappresentano una significativa parte della filiera italiana del serramento e degli oscuranti in PVC.

A tutela dell'immagine e della qualità e sostenibilità del serramento in PVC, il Gruppo fornisce in modo sistematico consulenza tecnica, aggiornamento normativo, tutela del mercato, formazione e informazione a tutte le aziende associate.