

La Guida del Vetro 2017

MANUALE TECNICO PER
VETRAI, SERRAMENTISTI, PROGETTISTI

Skyway Monte Bianco
Studio Progetti Cillara Rossi
plus E on Clearvision

AGC

GLASS UNLIMITED

Il vostro fornitore

La presente Guida, che ha scopo meramente informativo, vuole fornire una panoramica generale delle caratteristiche dei prodotti vetrari e delle relative prestazioni, supportando i professionisti, progettisti e direttori dei lavori, oltre al cliente finale, nella scelta del vetro più rispondente alle esigenze della committenza e più indicato rispetto ai vari ambiti di applicazione.

Laddove, per i motivi meglio esplicitati nel prosieguo della presente Guida, le normative in materia richiedano l'applicazione di vetri con caratteristiche specifiche (ad esempio: temprati o stratificati per vetri di sicurezza) per completezza d'informazione si sono richiamate in generale le norme di riferimento (ad esempio la norma UNI 7697/2015) al fine di qualificare meglio la tipologia di vetro maggiormente indicata per l'applicazione al caso specifico; si sono poi illustrati i criteri di scelta dei vari prodotti a seconda delle condizioni ed ambiti di applicazione ed infine le potenziali criticità che si potrebbero verificare.

Laddove nella Guida siano riportate, in forma maggiormente tecnica e non solo descrittiva, le caratteristiche dei vari prodotti, si precisa che i dati riportati non devono intendersi sostitutivi, derogativi, modificativi o integrativi rispetto a quelli presenti nelle normative del settore ed in particolare rispetto alle norme UNI citate, a cui comunque ci si dovrà riferire per maggior completezza.

Stante il carattere e le finalità della presente Guida, resta inteso che solo gli utenti/professionisti cui è diretta, o i clienti finali, sono responsabili per il corretto utilizzo delle indicazioni ivi riportate che, come si è detto, intendono fornire informazioni di carattere generale ed esemplificazioni rispetto alle varie applicazioni, senza pretese di esaustività e tenendo conto delle conoscenze/esperienze e delle normative in vigore al momento della sua pubblicazione.

Le informazioni contenute nella presente Guida sono state riportate in buona fede e con la massima accuratezza possibile. AGC non può, in alcun modo, esser ritenuta responsabile in relazione ad eventuali danni riferibili ad inesattezze nelle informazioni e/o errori e/o omissioni di stampa o altro. Resta inteso che AGC assume la responsabilità per i prodotti che fornisce avuto riguardo alle sue condizioni generali di vendita ed in ogni caso trasformatori e installatori sono interamente responsabili della lavorazione ed installazione del vetro, compresa la compatibilità dei vari materiali utilizzati. Il contenuto della presente Guida è protetto dalle leggi in materia di diritto d'autore e di proprietà intellettuale e riporta informazioni su materiale di proprietà di AGC.

La Guida non può essere riprodotta, in qualsiasi forma e modalità, anche parzialmente, senza il preliminare consenso scritto di chi l'ha predisposta.

Mauro Lardini
Marketing & Communication Manager
AGC Flat Glass Italia

Torri San Benigno - MSC
5+1AA
Stopsol SS Dark Blue
Planibel Dark Blue
Sunergy Dark Blue



Zaventem Brussels Airport
Chapman Taylor
Lacobel T Cool White

INDICE

Halio	06
-------------	----

Come scegliere i vetri 10

I 4 valori prestazionali	11
Sicurezza	12
Isolamento termico invernale	20
Isolamento termico estivo	22
Isolamento acustico	28

La descrizione di capitolato 32

Edifici Residenziali	33
Uffici	36
Centri Commerciali	36
Ospedali	37
Scuole	37
Palestre	38
Negozi / Showroom	38
Banche	39
Coperture	39

Le criticità del vetro 40

Suggerimenti in cantiere	41
Shock Termico	42
Inclusioni di solfuro di Nickel	44

La qualità delle vetrate 46

Effetti ottici	47
Esame della qualità	48
Tolleranze dei difetti	49

T.A.S. gli esperti rispondono 50

Normative e documenti tecnici 52

Rispetto dell'ambiente 53

Halio, il vetro di domani

Assomiglia a un vetro comune, ma Halio™ è dotato di un sistema intelligente in grado di colorarsi di grigio neutro per fornire privacy e una protezione antiriflesso con schermatura solare, automatica o a comando. Integrando gli ultimi ritrovati tecnologici, Halio offre il sistema di gestione della luce naturale più efficiente e sensibile al mondo. Grazie alla sua intuitiva interfaccia utente, Halio inaugura un'era di finestre e pareti interattive per abitazioni residenziali e immobili commerciali.

Trasforma istantaneamente gli spazi abitativi in rifugi di luce naturale, offrendo comfort, privacy e un grande senso di benessere. Halio è la prima tecnologia di colorazione intelligente in grado di fornire un prodotto di fatto indistinguibile dal comune vetro trasparente.

Con la sua colorazione uniforme e una reattività immediata, Halio offre agli architetti e ai progettisti un prodotto versatile per creare interni ed esterni ancora più sorprendenti, soddisfacendo inoltre le disposizioni nazionali in materia di efficienza energetica. Le tonalità in grigio neutro di Halio si sposano con qualsiasi colore o stile di abitazione o immobile.



Halio può essere programmato per reagire alle condizioni atmosferiche, in funzione del momento della giornata o della posizione del sole durante il giorno. Può essere azionato manualmente, con comandi vocali o comandi intuitivi installati a parete. La colorazione è immediata e Halio offre la possibilità di arrestarla quando viene raggiunto il livello di oscuramento desiderato. Nelle grandi vetrate, dal soffitto al pavimento, le tonalità di grigio più scure sono ottenute in meno di cinque minuti.

Nella tonalità più scura, Halio fornisce livelli di privacy che non sono possibili con il vetro tradizionale. Quando è utilizzato come pareti interne, Halio crea spazi aperti dinamici, inondati di luce, che possono diventare oscurati a comando, una soluzione perfetta per sale riunioni e uffici privati.

La luce naturale è una delle caratteristiche più apprezzate nelle abitazioni e anche negli uffici; di conseguenza il vetro è sempre più presente nella progettazione architettonica, ma una maggiore superficie vetrata fa entrare più luce (calore, abbagliamento, eventuali danni agli interni), oltre a non garantire la privacy.

Sino ad oggi, abbiamo controllato la luce del sole e la privacy con tende, frangisole o oscuranti avvolgibili, con Halio, non saranno più necessari altri sistemi per controllare gli apporti energetici oltre al semplice vetro.



Il vetro con sistema di colorazione intelligente Halió offre ai proprietari di abitazioni residenziali e agli occupanti di immobili commerciali un controllo completo su quando e quanta luce naturale lasciar entrare negli ambienti.

Le finestre Halió possono colorarsi in modo indipendente o a gruppi. Halió è progettato per funzionare in modo semplice come un interruttore. È un sistema autonomo che offre agli utenti molteplici opzioni di controllo da un'app su smartphone ai comandi a parete disegnati in modo elegante. Può anche essere attivato mediante comandi vocali. Caratterizzato da livelli di codifica e sistemi di protezione tipici delle banche, Halió interagisce in modo trasparente con famosi sistemi di gestione di abitazioni ed edifici.

Halió è indicato per coloro che vogliono il massimo in termini di tecnologia, comfort, controllo energetico solare, privacy e la possibilità della più alta trasmissione luminosa naturale. Il tutto in un unico vetro.





Come scegliere i vetri

Sono molte le caratteristiche del vetro in edilizia, sia che venga utilizzato in un grattacielo, che per le finestre di una casa residenziale. Di certo, anche nell'immaginario comune, si è passati dal considerare il vetro, da semplice elemento di tamponamento, a materiale capace di offrire il più importante contributo in termini di isolamento termico.

Come scegliere il vetro più adatto?

I quattro requisiti di base che devono essere sempre tenuti in considerazione sono:

- sicurezza;
- isolamento termico invernale;
- isolamento termico estivo;
- isolamento acustico.

I 4 valori prestazionali

La **sicurezza** è regolamentata da una norma molto chiara: UNI 7697, che indica per ogni specifica applicazione in edilizia un vetro che sia "**non pericoloso**" in caso di rottura. È bene evidenziare che gli ambienti domestici, sono i luoghi dove si verificano il maggior numero di incidenti. Per questa ragione la UNI 7697 prevede dei vetri di sicurezza anche in applicazioni residenziali.

L'**isolamento termico invernale**, ovvero l'efficienza prestazionale invernale (E_{Pi}), di una vetratura è indicata dal valore "**Ug**". Più il valore è basso e più il vetro isola. Una vetratura con valore Ug pari a "**1,0**" significa che disperde 1,0 Watt per ogni metro quadro di vetro, moltiplicati per ogni grado di temperatura differente tra interno ed esterno.

L'**isolamento termico estivo**, ovvero l'efficienza prestazionale estiva (E_{Pe}), di una vetratura è indicata dal fattore solare "**FS**". Il fattore solare ("valore g") o come è definito all'estero SHGC (solar heat gain coefficient) indica la percentuale di calore che il vetro lascia entrare rispetto all'irraggiamento solare. Più la percentuale del "fattore solare" è bassa, più il vetro protegge gli ambienti abitativi dal calore esterno. Per questo motivo il "fattore solare" incide sui costi di raffrescamento: meno calore solare, meno utilizzo di condizionatori o sistemi di raffrescamento.

L'**isolamento acustico** è una prerogativa imprescindibile tra le caratteristiche offerte dal vetro, non solo in quanto è richiesto dal D.P.C.M. del 5 dicembre del 1997, ma diventa un'evidente opportunità per poter garantire comfort, specialmente in applicazioni residenziali e commerciali, quando queste sono collocate in aree soggette ad un alto inquinamento acustico, come centri città, aree limitrofe ad aeroporti, stazioni e strade ad alto scorrimento.



Sicurezza

La norma UNI EN 12600 comunemente chiamata anche "Prova del pendolo" classifica i vetri in funzione del comportamento e della modalità di rottura dopo l'impatto di un pendolo che simula l'urto di un corpo molle, ovvero dell'urto di una persona.



Il test utilizza un dispositivo di simulazione composto da una struttura che sostiene il vetro ed un peso di $50 \pm 0,1$ kg con due speciali pneumatici. La classificazione delle prestazioni di un vetro è espressa utilizzando due cifre e una lettera nel seguente ordine $\alpha(\beta)\Phi$ dove:

α indica l'altezza di caduta SICURA

la classe maggiore tra le tre altezze di caduta durante la quale il vetro non si rompe o si rompe in conformità ad un vetro sicuro. Per rottura sicura si intende una rottura di tipo * o **.

β è il tipo di rottura

Φ indica l'altezza di caduta INTEGRA

la classe maggiore tra le tre altezze di caduta durante la quale il vetro non si rompe o si rompe in conformità ad un vetro integro. Per rottura integra si intende una rottura di tipo *.

Tipologia di rottura per la valutazione delle altezze α e Φ :

Altezze di caduta del pendolo:

1 = 1200 mm; 2 = 450 mm; 3 = 190 mm:

Rottura di tipo *

Appaiono crepe, ma nessun taglio o apertura all'interno della quale non possa penetrare una sfera di diametro 76 mm con una forza massima di 25 N. Se si staccano particelle, il peso non deve superare la massa equivalente a 10.000 mm² del provino originale.

Tipologia di rottura tipica del vetro stratificato

Rottura di tipo **

Il provino si disintegra e il peso delle 10 particelle più grandi non supera la massa equivalente a 6500 mm² del provino originale

Tipologia di rottura tipica del vetro temprato termicamente.

Tipo di frammentazioni per la valutazione di β :



A

Tipica del vetro ricotto, indurito o temprato chimicamente. La frammentazione non è di sicurezza: presenta crepe con frammenti separati.



B

Tipica del vetro stratificato. La frammentazione è integra: le fessure ed i frammenti rimangono uniti e non si separano.



C

Tipica del vetro temprato termicamente. Disintegrazione totale in piccole particelle che sono relativamente innocue.

frammentazioni non di sicurezza

frammentazioni di sicurezza

Alcuni esempi:

un **vetro stratificato** è **classificato 1B1** se resiste ad un impatto senza permettere la penetrazione anche da un'altezza di 1200 mm;

un **vetro stratificato** è **classificato 2B2** se resiste ad un impatto senza permettere la penetrazione anche da un'altezza di 450 mm;

un **vetro temprato termicamente** è **classificato 1C1** se resiste senza rompersi ad un impatto da un'altezza di 1200 mm;

un **vetro temprato termicamente** è **classificato 1C2** se resiste senza rompersi ad un impatto da un'altezza 450 mm. Da un'altezza di 1200 mm si romperà in conformità alla frammentazione sicura.

Alcune considerazioni:

nella formula $\alpha(\beta)\Phi$, rappresentando " α " la rottura sicura ed essendo sempre sicuro (anche dopo rottura) un vetro temprato raggiungerà sempre il valore massimo alla lettera " α ", dunque sarà classificato come: 1C3, 1C2 o 1C1;

nella formula $\alpha(\beta)\Phi$, rappresentando " Φ " la rottura integra ed essendo sempre sicuro un vetro integro, un vetro stratificato avrà sempre i due numeri uguali prima e dopo la lettera: 3B3, 2B2, 1B1.

Sicurezza: UNI 7697

Il vetro di un infisso si può rompere per molte ragioni: un colpo d'aria, una rottura causata da un urto accidentale, un tentativo di effrazione ed altro ancora, ma ciò che importa è che, una volta rotto, il vetro non diventi pericoloso. Il vetro di sicurezza quando si rompe non da origine a spigoli vivi: questi tipi di vetri sono **stratificati** o **temprati termicamente**.

La stratificazione (o laminazione) consiste nell'assemblaggio di due o più vetri tra loro mediante uno o più plastici invisibili, in caso di rottura il vetro è tenuto insieme dal plastico: un chiaro esempio è il parabrezza delle auto.

La tempra termica consiste nel raffreddare bruscamente il vetro precedentemente riscaldato in un apposito forno. Grazie alle sollecitazioni interne intrinseche al processo, in caso di rottura, il vetro temprato si rompe in piccoli frammenti non taglienti.

La normativa italiana, **UNI 7697**, prevede vetri di sicurezza in diverse applicazioni ed è responsabilità del vetraio e del serramentista fornire al consumatore soluzioni che rispondano a quanto previsto dalla regolamentazione.

Le tipologie rappresentate in seguito sono puramente indicative ed illustrano solo una delle possibili letture di alcune delle voci contenute nei prospetti della **UNI 7697**.

Per qualunque informazione o necessità relativamente alla sicurezza ed alla lettura della **UNI 7697** contattare l'ufficio tecnico scrivendo a: tas.italia@eu.agc.com

LEGENDA per le illustrazioni



Vetro di sicurezza. La definizione comprende sia il vetro stratificato che temprato



Vetro stratificato. La voce prevede solo i vetri aventi un intercalare plastico

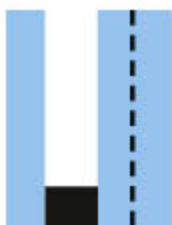


Vetro stratificato 1B1. La voce prevede i vetri stratificati classificati 1B1 secondo EN 12600

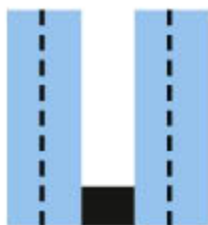


Vetro stratificato 2 pvb. La voce prevede solo i vetri stratificati con plastico minimo 0,76 mm

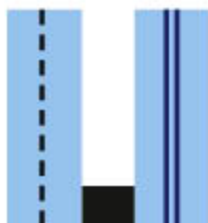
Applicazioni residenziali



Le **finestre** in ambienti residenziali devono avere all'interno un **vetro di sicurezza** (stratificato o temprato).



Le **porte finestre**, che sono accessibili da entrambi i lati, devono avere **vetro di sicurezza** sia interno che esterno (stratificato o temprato).



Le **finestre**, con lato inferiore ad altezza minore uguale di 1 metro che proteggono dalla caduta nel vuoto, necessitano di un **vetro con almeno 2 pvb**.



Altre applicazioni



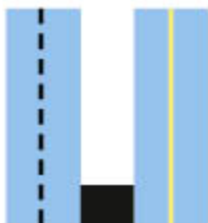
VETRINE

Per le **vetrine** di negozi ed attività è richiesto **vetro stratificato classe 1B1** sia all'interno che all'esterno.



PARAPETTI

I parapetti intelaiati sul perimetro devono avere un vetro stratificato con almeno 2 pvb. Altri fissaggi necessitano di un vetro stratificato con un elemento rigido. AGC suggerisce STRATOBEL STRONG. **Consultare uno strutturista.**



AMBIENTI COMUNI

In ambienti comuni, residenziali o commerciali il vetro interno dev'essere **stratificato**, mentre l'esterno di **sicurezza**.

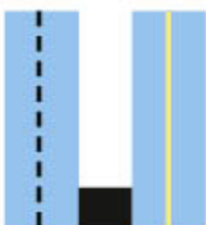


Altri edifici



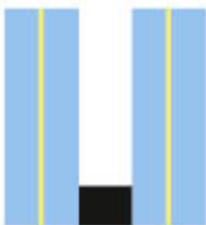
UFFICI

I vetri degli uffici devono avere le stesse caratteristiche dei vetri per residenziale: **vetro di sicurezza solo all'interno.**



OSPEDALI

In ospedali, centri commerciali, edifici adibiti ad attività sportive, cinema e palestre il vetro interno deve essere **stratificato**, l'esterno di **sicurezza** (stratificato o temprato).



SCUOLE

In asili e in scuole di ogni grado è richiesto l'utilizzo di **vetri stratificati**. Per applicazioni con il lato inferiore ad altezza minore uguale di 1 metro, utilizzare vetri classificati 1B1 sia all'interno che all'esterno.



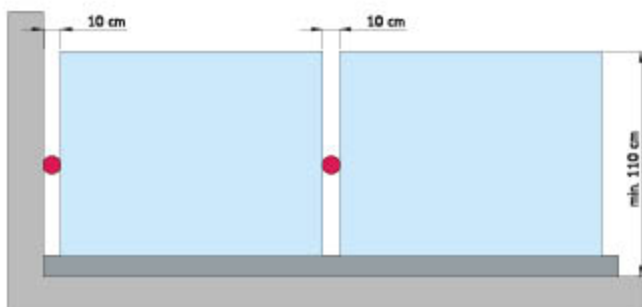
Parapetti in vetro Stratobel Strong

Requisiti di base

In ogni luogo accessibile alle persone per un uso ordinario dove ci sia la presenza di un dislivello maggiore di 1 metro risulta necessario prevenire il rischio di caduta nel vuoto con una barriera o un sistema di protezione. Questo è l'obiettivo che ci si pone nella progettazione e nell'installazione di un parapetto.

L'altezza minima del parapetto è 110 cm dal piano di calpestio, dev'essere inattraversabile in qualsiasi suo punto da una sfera di 10 cm di diametro e deve essere impedita la scalabilità, pertanto non presentare strutture che ne possano agevolare la scalabilità. In funzione del tipo di fissaggio e del contesto si suggerisce di testare Stratobel Strong 66.2, 88.2 o 1010.2.

AGC Flat Glass Italia ha testato parapetti realizzati con Stratobel Strong presso i laboratori del Politecnico di Milano. Per conoscere i rapporti di prova contattare il nostro ufficio tecnico.



● Gli spazi tra le lastre devono impedire il passaggio di una sfera di 10 cm di diametro

Determinazione dei carichi da applicare D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche sulle Costruzioni"

Nella Tabella 3.1. II sono elencati i valori dei carichi variabili da applicare alle varie tipologie di strutture a seconda della destinazione d'uso.

In progettazione, durante il collaudo o test i carichi indicati sono da applicare alle verifiche d'esercizio (SLE) e, per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU), devono essere amplificati mediante un coefficiente parziale $\phi_i = 1.5$

I carichi orizzontali lineari H_k devono essere applicati alla quota del bordo superiore in caso di parapetti e, nel caso di pareti verticali, alla quota di 1.20 m dal rispettivo piano di calpestio.

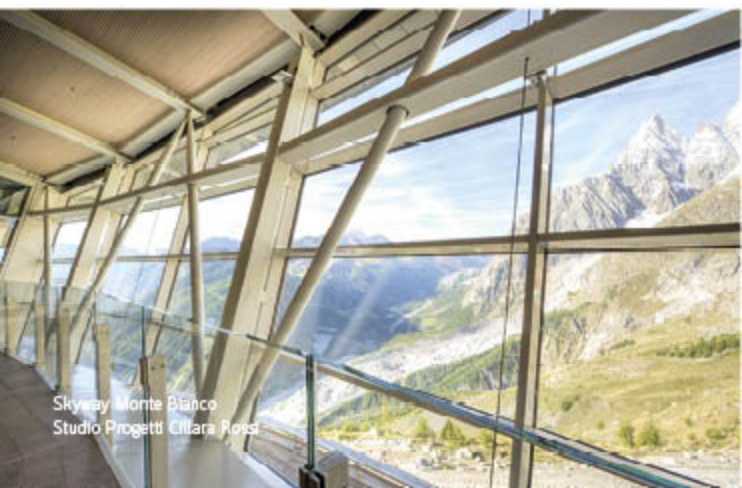
Estratto Tabella 3.1.II - Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

Cat.	Ambienti	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi, (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	1.00
B	Uffici	
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	1.00 1.00
C	Ambienti suscettibili di affollamento	
	Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole	1.00
	Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi	2.00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	3.00

Norme tecniche di riferimento

- UNI 11463:2017 Vetro per edilizia - Elementi in vetro aventi funzione anticaduta resistenza al carico statico lineare ed al carico dinamico - Metodi di Prova
- UNI 7697:2015 Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie
- UNI EN12600:2004 Prova del pendolo metodo della prova di impatto e classificazione per il vetro piano
- UNI 10806:1999 Determinazione della resistenza meccanica ai carichi statici distribuiti
- UNI 10807:1999 Determinazione della resistenza meccanica ai carichi dinamici
- UNI 10809:1999 Dimensioni, prestazioni meccaniche e sequenza delle prove
- CNR-DT 210/2013 Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di costruzioni con Elementi Strutturali di Vetro

L'unico tipo di vetro ammesso
per l'applicazione in parapetti è quello
STRATIFICATO DI SICUREZZA



Proprietà del materiale

Stratobel Strong è un vetro stratificato mediante un interlayer molto più rigido degli intercalari di PVB solitamente utilizzati nei vetri laminati sicurezza.

La sua composizione più resistente garantisce di fatto migliori proprietà meccaniche e permette di ridurre pesi in diverse applicazioni quali divisori per interni, parapetti o all'interno di vetrate isolanti.

Loading Tipo di carico	Load duration Tempo di carico	Temperature range Intervallo di temperatura	Young's modulus E (MPa)	Family type prEN16613-2 015
Carico folla al corrimano Categoria C2	30 sec.	0°C to 30°C	117	2

La temperatura superficiale massima consentita per Stratobel Strong è compresa tra 70°C e 90°C a seconda di altre condizioni come la durata dell'esposizione e l'indice di umidità relativa. L'aspetto estetico del prodotto potrebbe essere influenzato dalla lunga esposizione in ambiente caldo e/o umido.



STRATOBEL STRONG è certificato
Cradle to Cradle™ Bronze.

Isolamento termico invernale

L'efficienza prestazionale invernale del vetro è indicata dal valore **Ug**. Il valore **Ug** indica quanto calore il vetro disperde, quindi più il valore è minimo, tanto più un vetro isola e tanto più si risparmia sui costi di riscaldamento. È possibile aumentare la capacità d'isolare della vetrata combinando più intercapedini e vetri **bassoemissivi**. Anche mediante l'utilizzo di gas nobili come Argon o Krypton si migliorano le capacità isolanti delle vetrate isolanti.

Una piccola spesa per un grande risparmio.

Un vetro singolo da 4 mm ha un valore **Ug** di $5,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Ogni metro quadro di vetro disperde oltre 5 Watt per ogni grado di temperatura differente da quella esterna.

Una vetrata isolante 4-16-4 mm senza vetri bassoemissivi ha un valore **Ug** di $2,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, ma utilizzando un **vetro bassoemissivo** e gas Argon (90%) all'interno della camera si può raggiungere un valore **Ug** fino a $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Il miglior valore di trasmittanza termica che attualmente viene raggiunto è di **Ug** $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ottenuto combinando tre vetri, due dei quali **bassoemissivi**.

Tra una vetrata tripla ed un vetro singolo si migliora di oltre 10 volte l'isolamento termico e quindi si riducono di 10 volte i costi di riscaldamento per coprire tali dispersioni.

La differenza prestazionale tra una vetrata isolante (**Ug** 1,0) ed una tripla (**Ug** 0,5) è notevole e conveniente. Aggiungendo solo una lastra di vetro bassoemissivo al "pacchetto vetrato", e quindi con un piccolo costo aggiuntivo, il vetro raddoppierà le proprie prestazioni d'isolamento. Di conseguenza i costi di riscaldamento dovuti alle dispersioni dei vetri si dimezzeranno.

Esempi

Ug 1,0 W/(m²K)

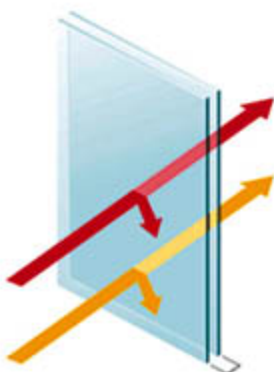
Vetrata isolante con due vetri di cui uno bassoemissivo

Esempio di struttura

vetro esterno: 33.1 Stratobel

camera: 16 mm Gas Argon 90%

vetro interno: 33.1 Stratobel con bassoemissivo **iplus Top 1.0**



Ug 0,5 W/(m²K)

Vetrata isolante con tre vetri di cui due bassoemissivi

Esempio di struttura

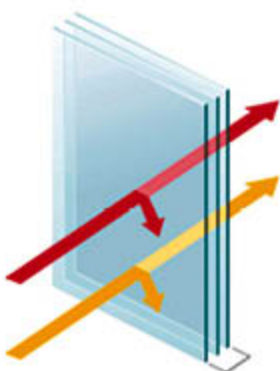
vetro esterno: 33.1 Stratobel con bassoemissivo **iplus I-Top**

camera: 16 mm Gas Argon 90%

vetro interno: 4 mm Planibel

camera: 16 mm Gas Argon 90%

vetro interno: 33.1 Stratobel con bassoemissivo **iplus Top 1.0**



Vetrata isolante 0.9

Ug 0,9 W/(m²K)

Vetrata isolante con due vetri di cui due bassoemissivi

Esempio di struttura

vetro esterno: 33.1 Stratobel con bassoemissivo **iplus Energy N**

camera: 16 mm Gas Argon 90%

vetro interno: 44.1 Stratobel con bassoemissivo

Planibel G fasT in pos. 4



Isolamento termico estivo

Un aspetto meno noto al mercato, ma molto importante, è la capacità del vetro di isolare anche dal calore esterno, ovvero proteggere i nostri ambienti dall'irraggiamento solare esterno nei mesi estivi.

Un vantaggio sia di comfort abitativo che economico se si pensa alla possibilità di un minor uso dei sistemi di climatizzazione o condizionamento.

Oggi, infatti, i vetri più tecnologici possono evitare l'utilizzo di schermature, come persiane o tapparelle, basti pensare ai vetri utilizzati nei grattacieli.

Questa tecnologia è alla portata di ogni tipo di applicazione anche in ambiente residenziale ed in Italia è regolamentata.

Quanto calore il vetro lascia entrare dall'esterno ci viene indicato dal valore del **Fattore Solare** (FS o SF) chiamato talvolta anche "*Valore g*".

Il valore del Fattore Solare è espresso in percentuale e indica la quantità di energia entrante: FS=33 significa che il vetro farà entrare il 33% di energia solare. Più il Fattore Solare è alto e più il vetro lascerà passare calore.

Nella valutazione in situazioni particolari per esposizione, per ubicazione (sud Italia) o per installazione (coperture), è importante scegliere vetri con Fattore Solare molto più basso, fino e oltre il 15%.

La Selettività

La Selettività di un vetro è semplicemente il rapporto tra la **trasmissione luminosa** ed il **fattore solare**.

Comunemente, ma anche erroneamente, solo alcuni vetri vengono chiamati *Selettivi*, in realtà **tutti i vetri sono selettivi**, l'importante è capire **quanto siano selettivi**.

Un vetro che ha trasmissione luminosa (TL) uguale a 70% e fattore solare (FS) uguale a 45% avrà una selettività pari a 1,55 (70 diviso 45 è uguale a 1,55).

Ad esempio:

una vetrata isolante con ***iplus I-Top***

TL = 79% FS = 61% Selettività = 1,29

una vetrata isolante con ***iplus Light***

TL = 65% FS = 41% Selettività = 1,58

"iplus Light" è un vetro **più selettivo** di ***"iplus I-Top"***.

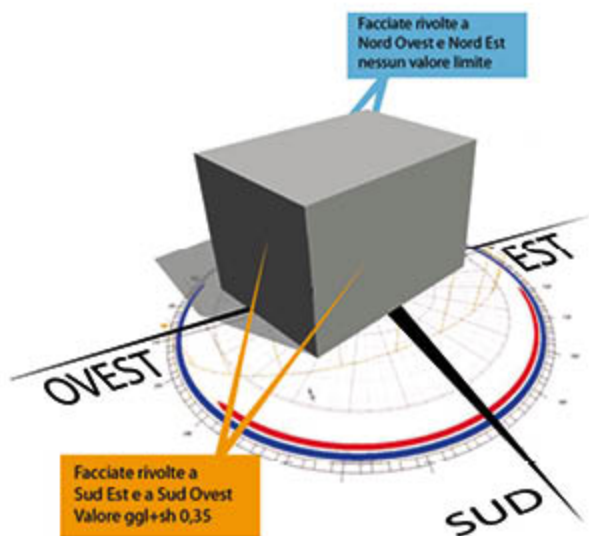
Più l'indice di selettività si avvicina al valore "2" più il vetro è "selettivo", capace quindi di selezionare le diverse lunghezze d'onda emesse dal sole, lasciando passare la maggior percentuale possibile di **luce visibile** e vietando l'accesso alla maggior quantità di **energia**.

Il valore g_{gl+sh} 35%

Il decreto del 26 giugno 2015 definisce le modalità di applicazione della metodologia di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici, ivi incluso l'utilizzo delle fonti rinnovabili, nonché le prescrizioni e i requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche degli edifici e unità immobiliari, nel rispetto dei criteri generali di cui all'art. 4, comma 1, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.

I suddetti criteri generali si applicano agli edifici pubblici e privati, siano essi edifici di nuova costruzione o edifici esistenti sottoposti a ristrutturazione. Il fine del decreto è esser guida ad una progettazione più consapevole relativamente all'energia che consumano gli edifici. Il valore risultante di tale progettazione, definito come $EP_{gl,nren}$, è espresso in kWh/m^2 ed indica la prestazione energetica annua dell'edificio ovvero il fabbisogno di energia primaria annuale globale. Il valore $EP_{gl,nren}$ indica quanto sia virtuoso in termini energetici un immobile inserendolo in una nuova scala prestazionale formata da 10 classi:

A4, A3, A2, A1, B, C, D, E, F, G (dalla più alla meno efficiente).



Il Decreto Energetico D.M. 26/06/2015 ha, inoltre, introdotto nuovi limiti energetici e metodologie di calcolo:

- Fattore di trasmissione globale di energia $g_{gl+sh} \leq$ a **35%** per tutte le vetrazionorientate da Est a Ovest passando per Sud;
- Nuovi limiti d'isolamento termico **U** del serramento completo.

Il valore g_{gl+sh} , che indica la percentuale di energia entrante dalle vetrazioni considerando anche il contributo di eventuali sistemi schermanti filtranti (secondo UNI/TS 11300-1), è assimilabile al **Fattore Solare** dei vetri contenuto nelle schede tecniche (secondo UNI EN 410) moltiplicato per il fattore di esposizione F_w .

Nella peggior condizione di irraggiamento (Luglio) il coefficiente F_w è pari a 0.915.

$$FS\ 38\% * FW\ 0.915 = 34,7\ g_{gl+sh}$$

È possibile affermare che un vetro con **FS 38%** rispetta la relazione $g_{gl+sh} \leq 0.35$ imposta dai Requisiti Minimi del D.M. 26/06/2015.

Al fine di raggiungere i nuovi limiti di isolamento termico **U**, AGC Flat Glass Italia offre l'opportunità di scegliere tra le possibili soluzioni, la vetrata isolante monocamera da **Ug 0.9 W/m²K** ottenibile grazie al contributo del coating Planibel G fasT da posizionare in faccia 4, ovvero rivolto all'interno dell'ambiente.

Indicato per ristrutturazioni, assicura un maggior livello di isolamento termico rispetto alle vetrate isolanti tradizionali, con uno spessore complessivo ridotto e un peso inferiore (da 1,5 a 2 volte più leggero rispetto alla tripla vetrata).

Isolamento acustico

L'isolamento acustico delle vetrate garantisce un notevole valore aggiunto in termini di comfort e questo è molto percepito laddove si riscontri un forte inquinamento acustico.

Per questa ragione, oltre ad indicare nella pagina accanto i valori d'isolamento acustico standardizzato di facciata ($D_{2m,nT}$), descritti nel Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 5 dicembre 1997, consigliamo per specifiche applicazioni, come edifici esposti ad emissioni sonore prodotte da traffico stradale, di sensibilizzare il cliente su questo aspetto proponendo vetrazioni con prestazione maggiore di quella indicata.

L'indice acustico fornito nelle schede tecniche e nelle successive pagine è riferito ad una vetrata avente dimensione 1230x1480 mm (EN ISO 10140-3), installata in particolari condizioni e testata presso uno specifico laboratorio. Le effettive prestazioni in opera possono variare in funzione di molti elementi: le reali dimensioni della vetrata, dall'ambiente, dalle sorgenti di rumore, etc...

Per i valori certificati comunicati da AGC la tolleranza sul dato sarà di +/- 1 dB.

Le composizioni che seguono illustrano in maniera indicativa gli spessori e le configurazioni necessarie per raggiungere determinate performance.

Per ricevere specifiche indicazioni, certificazioni o delucidazioni sull'argomento è possibile contattare il nostro ufficio tecnico all'indirizzo:

tas.italia@eu.agc.com

Isolamento richiesto in facciata



Categoria A Edifici adibiti a residenza o assimilabili

40 dB



Categoria B Edifici adibiti ad uffici o assimilabili

42 dB



Categoria C Edifici adibiti ad alberghi, pensioni e assimilabili

40 dB



Categoria D Edifici adibiti ad ospedali, case di cura e assimilabili

45 dB



Categoria E Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

48 dB



Categoria F Edifici adibiti a attività di culto, sportive o assimilabili

42 dB



Categoria G Edifici adibiti ad: attività commerciali o assimilabili

42 dB

Configurazioni per raggiungere 40 dB

◀ il plastico è da intendersi acustico Stratophone

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
6	20	44.2	35
8	12	66.2	33
6	12	44.2 ◀	27
44.2	20	33.2	36
66.2	12	33.2	32

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
33.2	9	4	9	33.2 ◀	36

Configurazioni per raggiungere 42 dB

◀ il plastico è da intendersi acustico Stratophone

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
6	15	66.2 ◀	34
33.2 ◀	15	33.2 ◀	29
33.2	20	44.2 ◀	36
55.2	20	44.2	40
66.2	15	44.2	37

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
33.2 ◀	9	4	9	33.2 ◀	36

Configurazioni per raggiungere 44 dB

◀ il plastico è da intendersi acustico Stratophone

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
8	20	55.2 ◀	39
44.2 ◀	15	33.2 ◀	31

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
44.2 ◀	12	4	12	44.2 ◀	46

Configurazioni per raggiungere 45 dB

◀ il plastico è da intendersi acustico Stratophone

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
66.2	12	44.2 ◀	34

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
8	16	6	16	55.2 ◀	57

Configurazioni per raggiungere 46 dB

◀ il plastico è da intendersi acustico Stratophone

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
10	16	55.2 ◀	37
88.2	15	66.2	45
88.2	15	55.2 ◀	43

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
44.2 ◀	12	4	12	55.2 ◀	48

Configurazioni per raggiungere 47 dB

◀ il plastico è da intendersi acustico Stratophone

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
66.1 ◀	12	44.1 ◀	33

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
66.2 ◀	16	4	16	44.2 ◀	58

Configurazioni per raggiungere 48 dB

◀ il plastico è da intendersi acustico Stratophone

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
88.2 ◀	15	33.2 ◀	39

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
66.2 ◀	12	6	12	44.2 ◀	52

Configurazioni per raggiungere 49 dB

◀ il plastico è da intendersi acustico Stratophone

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
66.2 ◀	12	66.2 ◀	38

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
66.1 ◀	12	6	12	66.1 ◀	55

Configurazioni per raggiungere 50 dB

◀ il plastico è da intendersi acustico Stratophone

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
44.2 ◀	20	66.2 ◀	42
88.2 ◀	15	44.2 ◀	41
66.2 ◀	16	66.2 ◀	42

Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Camera mm	Vetro mm	Spessore mm
88.2 ◀	12	6	12	55.2 ◀	58

La descrizione di capitolato

La descrizione di capitolato è la definizione in forma scritta delle necessità sia tecniche che estetiche richieste al materiale da utilizzare.

Le descrizioni di seguito riportate sono da intendersi a titolo generico e indicativo. In funzione di regolamentazioni regionali o di esigenze locali più specifiche potrebbe essere necessario prevedere vetri con differenti prestazioni.

Edificio Residenziale

Descrizione vetrata isolante:

Vetrata isolante costituita esternamente da un vetro stratificato 44.1 composto da due vetri ricotti da 4 mm uniti tra loro mediante un foglio di pvb da 0,38 mm.

Intercapedine 16 mm riempita ad Argon 90%

Vetro interno bassoemissivo magnetronico 44.1 composto da due vetri ricotti da 4 mm uniti tra loro mediante un foglio di pvb acustico da 0,50 mm.

Coating bassoemissivo Ug 1,0 W/(m²K) in faccia 3 (#3).

Valori prestazionali consigliati:

Sicurezza: 1B1 UNI EN 12600 vetro interno

Trasmittanza Termica Ug: 1,0 W/(m²K) EN 673

Fattore Solare: minore uguale 45% EN 410

Riduzione Acustica: 42 dB EN ISO 10140-3

Descrizione vetrata isolante Tripla:

Vetrata isolante tripla costituita esternamente da un vetro stratificato bassoemissivo magnetronico 44.1 composto da due vetri ricotti da 4 mm uniti tra loro mediante un foglio di pvb da 0,38 mm. Coating bassoemissivo Ug 1,1 W/(m²K) in faccia 2 (#2)

Intercapedine 16 mm riempita ad Argon 90%

Vetro centrale 6 mm temprato o Low-Iron molato a filo grezzo sul perimetro. Intercapedine 16 mm riempita ad Argon 90%.

Vetro interno stratificato bassoemissivo magnetronico 44.1 composto da due vetri ricotti da 4 mm uniti tra loro mediante un foglio di pvb acustico da 0,50 mm.

Coating bassoemissivo Ug 1,0 W/(m²K) in faccia 5 (#5).

Valori prestazionali consigliati:

Sicurezza: 1B1 UNI EN 12600 vetro interno

Trasmittanza Termica Ug: 0,5 W/(m²K) EN 673

Fattore Solare: minore uguale 40% EN 410

Riduzione Acustica: 42 dB EN ISO 10140-3

Edificio Residenziale

Descrizione vetrata isolante selettiva:

Vetrata isolante costituita esternamente da un vetro stratificato bassoemissivo magnetronico 66.1 composto da due vetri ricotti da 6 mm uniti tra loro mediante un foglio di pvb da 0,38 mm.

Coating bassoemissivo selettivo

Ug 1,0 W/(m²K) in faccia 2 (#2)

Intercapedine 16 mm riempita ad Argon 90%.

Vetro interno 44.1 composto da due vetri ricotti da 4 mm uniti tra loro mediante pvb acustico da 0,50 mm.

Valori prestazionali consigliati:

Sicurezza: 1B1 UNI EN 12600 vetro interno

Trasmittanza Termica Ug: 1,0 W/(m²K) EN 673

Fattore Solare: minore uguale 35% EN 410

Riduzione Acustica: 46 dB EN ISO 10140-3

Descrizione vetrata isolante ultraleggera:

Vetrata isolante costituita esternamente da un vetro stratificato 22.1 composto da due vetri da 2 mm uniti tra loro mediante pvb acustico da 0,50 mm.

Intercapedine 16 mm riempita ad Argon 90%

Vetro interno stratificato bassoemissivo magnetronico 33.1 composto da due vetri ricotti da 3 mm uniti tra loro mediante pvb acustico da 0,50 mm.

Coating bassoemissivo Ug 1,0 W/(m²K) in faccia 3 (#3).

Valori prestazionali consigliati:

Sicurezza: 1B1 UNI EN 12600 vetro interno

Trasmittanza Termica Ug: 1,0 W/(m²K) EN 673

Fattore Solare: minore uguale 47% EN 410

Riduzione Acustica: 40 dB EN ISO 10140-3

Peso: 25 kg/m²

Edificio Residenziale

Descrizione vetrata antieffrazione:

Vetrata isolante costituita esternamente da un vetro stratificato bassoemissivo magnetronico 44.1 composto da due vetri ricotti da 4 mm uniti tra loro mediante un foglio di pvb acustico da 0,50 mm.

Coating bassoemissivo Ug 1,1 W/(m²K) in faccia 2 (#2)

Intercapedine 16 mm riempita ad Argon 90%

Vetro interno 44.4 composto da due vetri da 4 mm uniti mediante pvb da 1,52 mm.

Valori prestazionali consigliati:

Sicurezza: 1B1 *UNI EN 12600* vetro interno

Trasmittanza Termica Ug: 1,1 W/(m²K) *EN 673*

Fattore Solare: minore uguale 49% *EN 410*

Riduzione Acustica: 42 dB *EN ISO 10140-3*

Resistenza agli attacchi: P4A *EN 356*

Descrizione vetrata anti-condensa:

Vetrata isolante costituita esternamente da un vetro stratificato bassoemissivo magnetronico 44.1 composto da due vetri ricotti da 4 mm uniti tra loro mediante un foglio di pvb da 0,38 mm.

Doppio coating iplus AF anticondensa Ug 1,0 W/(m²K) in faccia 1 (#1) ed in faccia 2 (#2)

Intercapedine 16 mm riempita ad Argon 90%

Vetro interno 44.1 composto da due vetri ricotti da 4 mm uniti tra loro mediante pvb acustico da 0,50 mm.

Valori prestazionali consigliati:

Sicurezza: 1B1 *UNI EN 12600* vetro interno

Trasmittanza Termica Ug: 1,0 W/(m²K) *EN 673*

Fattore Solare: minore uguale 40% *EN 410*

Riduzione Acustica: 42 dB *EN ISO 10140-3*

Coating anticondensa AF in faccia 1 (#1)

Uffici

Descrizione vetrata isolante selettiva:

Vetrata isolante costituita esternamente da un vetro selettivo magnetronico 8 mm temprato HST. Coating selettivo tipo

Stopray Smart 51/33 in pos. 2 (#2)

Intercapedine 20 mm riempita ad Argon 90%

Vetro interno 44.1 composto da due vetri ricotti da 4 mm uniti tra loro mediante pvb acustico da 0,50 mm.

Valori prestazionali consigliati:

Sicurezza: 1B1 *UNI EN 12600* vetro interno

Trasmittanza Termica Ug: 1,1 W/(m²K) *EN 673*

Fattore Solare: minore uguale 33% *EN 410*

Riduzione Acustica: 42 dB *EN ISO 10140-3*

Centri commerciali

Descrizione vetrata isolante anti-effrazione:

Vetrata isolante costituita esternamente da un vetro selettivo magnetronico 10 mm temprato HST. Coating selettivo tipo

Stopray Smart 51/33 in pos. 2 (#2)

Intercapedine 20 mm riempita ad Argon 90%

Vetro interno 66.4 composto da due vetri ricotti da 6 mm uniti tra loro mediante pvb 1,52 mm.

Valori prestazionali consigliati:

Sicurezza: 1B1 *UNI EN 12600* vetro interno

Trasmittanza Termica Ug: 1,1 W/(m²K) *EN 673*

Fattore Solare: minore uguale 33% *EN 410*

Riduzione Acustica: 42 dB *EN ISO 10140-3*

Resistenza agli attacchi: P4A *EN 356*

Ospedali

Descrizione vetrata isolante acustica:

Vetrata isolante costituita esternamente da un vetro stratificato 66.1 composto da due vetri ricotti da 6 mm tra loro mediante pvb acustico 0,50 mm.

Intercapedine 16 mm riempita ad Argon 90%

Vetro interno stratificato bassoemissivi magnetronico 44.1 composto da due vetri ricotti da 4 mm uniti tra loro mediante pvb acustico da 0,50 mm.

Coating bassoemissivo Ug 1,0 W/(m²K) in faccia 3 (#3)

Valori prestazionali consigliati:

Sicurezza: 1B1 *UNI EN 12600* vetro interno

Trasmittanza Termica Ug: 1,0 W/(m²K) *EN 673*

Fattore Solare: minore uguale 45% *EN 410*

Riduzione Acustica: 48 dB *EN ISO 10140-3*

Scuole

Descrizione vetrata isolante acustica:

Vetrata isolante costituita esternamente da un vetro stratificato selettivo 66.2 composto da due vetri ricotti da 6 mm tra loro mediante pvb acustico 0,76 mm. Coating bassoemissivo selettivo Ug 1,0 W/(m²K) in faccia 2 (#2)

Intercapedine 20 mm riempita ad Argon 90%

Vetro interno stratificato 44.2 composto da vetri ricotti da 4 mm uniti tra loro mediante pvb acustico da 0,76 mm.

Valori prestazionali consigliati:

Sicurezza: 1B1 *UNI EN 12600* vetro interno

Trasmittanza Termica Ug: 1,0 W/(m²K) *EN 673*

Fattore Solare: minore uguale 35% *EN 410*

Riduzione Acustica: 50 dB *EN ISO 10140-3*

Palestre

Descrizione vetrata isolante:

Vetrata isolante costituita esternamente da un vetro stratificato bassoemissivo magnetronico 44.2 composto da due vetri ricotti da 4 mm uniti tra loro mediante pvb acustico da 0,76 mm. Coating bassoemissivo Ug 1,1 W/(m²K) in faccia 2 (#2).

Intercapedine 16 mm riempita ad Argon 90%.

Vetro interno antieffrazione 44.4 composto da due vetri ricotti da 4 mm uniti mediante pvb acustico da 1,52 mm.

Valori prestazionali consigliati:

Sicurezza: 1B1 *UNI EN 12600* vetro interno

Trasmittanza Termica Ug: 1,1 W/(m²K) *EN 673*

Fattore Solare: minore uguale 50% *EN 410*

Riduzione Acustica: 44 dB *EN ISO 10140-3*

Resistenza agli attacchi: P4A *EN 356*

Vetrine negozi / Showroom

Descrizione vetrata isolante:

Vetrata isolante costituita esternamente da un vetro stratificato low-Iron 66.2 composto da due vetri ricotti da 6 mm uniti tra loro mediante pvb da 0,76 mm.

Intercapedine 20 mm riempita ad Argon 90%.

Vetro interno stratificato low-Iron 44.2 bassoemissivo composto da due vetri da 4 mm uniti tra loro mediante pvb da 0,76 mm.

Coating bassoemissivo Ug 1,1 W (m²K) in faccia 3 (#3).

Valori prestazionali consigliati:

Sicurezza: 1B1 *UNI EN 12600* vetro interno

Trasmittanza Termica Ug: 1,1 W/(m²K) *EN 673*

Fattore Solare: minore uguale 60% *EN 410*

Riduzione Acustica: 42 dB *EN ISO 10140-3*

Trasmissione Luminosa: maggiore uguale 80%

Indice di resa colore: maggiore uguale 98%

Banche

Descrizione vetrata isolante:

Vetrata isolante costituita esternamente da un vetro stratificato bassoemissivo magnetronico 66.2 composto da due vetri ricotti da 6 mm uniti tra loro mediante pvb acustico da 0,76 mm. Coating bassoemissivo selettivo tipo iplus Light Ug 1,0 W/(m²K) in faccia 2 (#2)

Intercapedine 16 mm riempita ad Argon 90%

Vetro interno antieffrazione 66.8 composto da due vetri ricotti da 6 mm uniti mediante pvb acustico da 3,04 mm.

Valori prestazionali consigliati:

Sicurezza: 1B1 UNI EN 12600 vetro interno

Trasmittanza Termica Ug: 1,0 W/(m²K) EN 673

Fattore Solare: minore uguale 35% EN 410

Riduzione Acustica: 42 dB EN ISO 10140-3

Resistenza agli attacchi: P6B EN 356 / UNI 7697 2015

Vetri in copertura

Descrizione vetrata isolante:

Vetrata isolante costituita esternamente da un vetro selettivo magnetronico specifico per coperture 10 mm temprato HST. Coating selettivo tipo **Stopray Smart 30/20** in faccia 2 (#2)

Intercapedine 20 mm riempita ad Argon 90%

Vetro interno 88.4 composto da due vetri ricotti da 8 mm uniti tra loro mediante pvb da 1,52 mm.

Valori prestazionali consigliati:

Sicurezza: 1B1 UNI EN 12600 vetro interno

Trasmittanza Termica Ug: 1,1 W/(m²K) EN 673

Fattore Solare: minore uguale 20% EN 410

Riduzione Acustica: non richiesta in copertura

Gli spessori andranno dimensionati per resistere al carico della neve e all'impatto con la grandine.

Le criticità del vetro

Più un vetro è performante più questo è sottoposto a sollecitazioni di diversa natura.

Sollecitazioni che stressano il vetro e possono inficiare sull'aspetto estetico, sulle caratteristiche prestazionali e persino portarlo a rottura.

In questo capitolo analizziamo i casi più frequenti di criticità sui vetri.

Suggerimenti in cantiere

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

Nello stoccaggio in cantiere, prima della posa in opera, proteggere le vetrate da contaminazioni e urti e la sigillatura del bordo dall'irraggiamento del sole e dal calore.



Durante il periodo di cantiere valutare anche la presenza di impalcature temporanee che potrebbe generare ombre statiche sulle superfici vetrate tali da indurre a rotture per stress termico. Anche in questo caso è possibile evitare 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.

Shock Termico

L'esposizione del vetro a fonti di calore o alla radiazione solare può indurre lo stesso a rotture per stress termico (o shock termico). L'intensità della sollecitazione termica è maggiore dove è maggiore la differenza di temperatura in un'area della lastra. Spesso l'area del vetro più sollecitata è il bordo perché il perimetro del vetro schermato dal telaio è molto vicino alla superficie esposta alla radiazione solare. La differente espansione tra area calda e fredda introduce una tensione nel vetro che, se supera la tensione di rottura, provoca una frattura da shock termico.

Le cause di rottura per shock termico sono sempre da imputare al calore, ma possono essere inoltre dovute a diversi motivi: da un errore nella progettazione, come ad esempio nel prevedere sistemi d'irraggiamento molto vicini al vetro, fino ad un utilizzo non consono dell'utilizzatore finale, come l'applicare adesivi ai vetri.



Le valutazioni del rischio di shock termico sono alla base di una buona progettazione con il vetro. L'intensità della radiazione solare è dovuta alla dislocazione geografica, all'orientamento, alla stagione, all'ora del giorno, alla nuvolosità, all'inquinamento atmosferico, all'inclinazione della vetrata e alle riflessioni e coni d'ombra dell'ambiente adiacente.

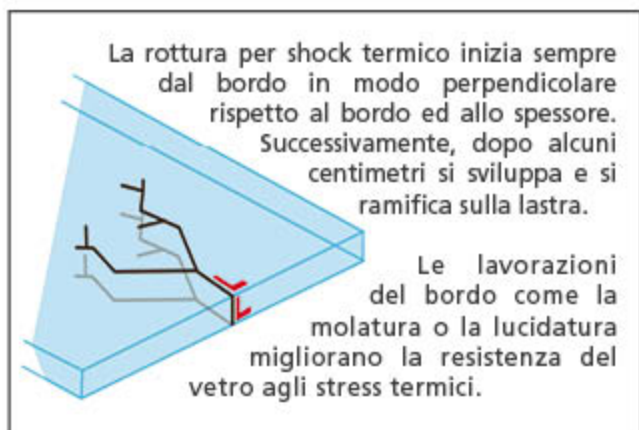
Determinato l'irraggiamento occorre valutare il tipo di vetro ed il suo assorbimento energetico (AE). Tanto più è alto l'assorbimento tanto più sarà alta la temperatura del vetro e, di conseguenza, tanto maggiore lo stress termico. I fattori che incrementano l'aumento dell'assorbimento energetico sono la colorazione, la presenza ed il tipo di coating e gli spessori.

Vanno inoltre ad incrementare la quantità di calore assorbito dal vetro oggetti posti vicino alla superficie interna del vetro come tendaggi, pannelli a tutt'altezza, controsoffitti sospesi, condotti di un sistema interno di riscaldamento, colonne interne o bordi di gradini sul pavimento.

Condizioni di bordo del vetro

Dal momento che la tensione di trazione è indotta sui bordi del vetro, la tensione di rottura è generalmente influenzata dall'estensione e dalla posizione di difetti su di esso, pertanto il trattamento del bordo della lastra è importante per ridurre il rischio di rottura.

AGC Flat Glass Italia supporta la progettazione offrendo al mercato valutazioni di rischio shock termico. Per una consulenza scrivere a tas.italia@eu.agc.com

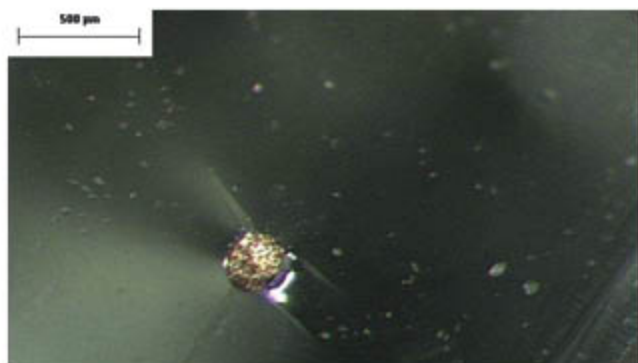


La soluzione: il vetro low-iron

La rottura per shock termico è direttamente collegata all'assorbimento energetico. Un vetro che ha un assorbimento energetico molto basso limita in maniera considerevole il rischio di rottura. In presenza di elementi che potrebbero causare la frattura consigliamo l'utilizzo di vetri AGC Planibel Clearvision a basso contenuto di ferro e, quando non sia possibile far altrimenti, sarà indispensabile ricorrere alla tempratura o all'indurimento termico dei vetri.

Inclusioni di solfuro di Nickel

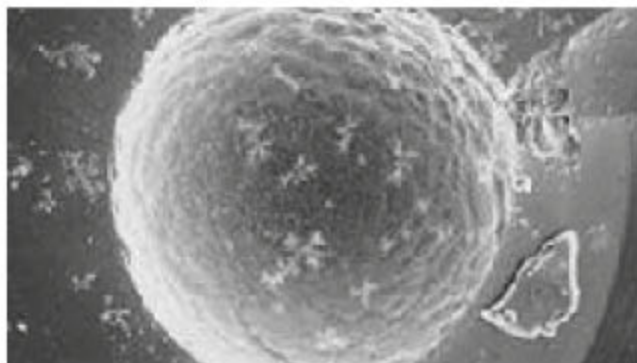
Il vetro può contenere inclusioni di varia natura, proveniente dalle materie prime, rottame di vetro o dallo stesso impianto di produzione. Tra questi, troviamo il solfuro di nichel (NiS). Queste inclusioni possono avere una dimensione da circa 80 micron a 500 micron.



Essi hanno la particolarità di avere una struttura cristallina diversa che a bassa ed alta temperatura varia il volume.

Fenomeno

Quando il vetro subisce un raffreddamento lento come nel caso della produzione del vetro (per questo il vetro float si chiama anche vetro ricotto), tutte le particelle di NiS hanno il tempo di raggiungere la loro struttura a bassa temperatura durante il raffreddamento del vetro.



La variazione di volume delle inclusioni possono essere assorbite dal vetro e non costituiranno un pericolo anche in futuro. Nel caso di vetri temperati termicamente, invece, il NiS raggiunge la sua struttura stabile a temperatura elevata all'inizio del processo di raffreddamento quando la temperatura del vetro è di circa 650 °C, ma il rapido raffreddamento che ne segue non lascia il tempo al NiS per raggiungere la sua struttura stabile a bassa temperatura. La sua trasformazione di volume

continuerà quindi quando il vetro avrà già terminato il suo processo di tensionamento dovuto alla tempra ed il relativo aumento di volume causerà la spontanea rottura della lastra di vetro.

In questo caso, troviamo una rottura caratteristica a forma di farfalla.



Il fenomeno è inerente al vetro temprato termicamente, e non è considerato un difetto del vetro.

Queste inclusioni non sono molto frequenti, ma una di esse può influenzare un certo numero di vetri che verranno poi temprati termicamente ed usati per il medesimo edificio. Le percentuali di inclusioni aumentano quando la superficie e lo spessore delle vetrate sono più importanti.

Prevenzione

Al fine di evitare o di limitare al minimo tali rischi di rottura spontanea, esistono due soluzioni:

- 1) perseguire strade alternative alla tempra termica, come l'utilizzo di vetri stratificati, anche stratificati con pvb più rigido come Stratobel Strong oppure utilizzando vetri a basso contenuto ferroso come Planibel Clearvision;
- 2) se è necessario il vetro temprato termicamente si può ricorrere ad un processo chiamato "Heat Soak Test" (HST) regolamentato dalla norma UNI EN 14179. Questo processo consiste nel porre il vetro in un forno ad una temperatura di fase, per un periodo determinato, per consentire e velocizzare la trasformazione di volume del NiS. L'eventuale rottura una volta terminato il test sarà dovuta alla possibile presenza delle particelle di NiS.

La qualità delle vetrate

Le trasformazioni possono caratterizzare le vetrate trasparenti con fenomeni ottici di distorsione o deformazione. In questo breve capitolo vengono trattati alcuni di questi effetti ricordando che, per unificare sul mercato i criteri di accettabilità dei vetri, è stato pubblicato da UNI il Rapporto Tecnico UNI/TR 11404.

Effetti ottici sulle vetrate

Dalle valutazioni della qualità visiva sono esclusi una serie di fenomeni fisici ed inevitabili che possono essere osservati sulla superficie del vetro come interferenze ed effetti visivi tipici delle vetrate multiple, anisotropie, condensa e wettability.

Frangere di Brewster (UNI EN 1279-1)

È un particolare effetto ottico che avviene quando le due o più superfici di una vetrata sono quasi perfettamente parallele creando righe di colore variabile come conseguenza della scomposizione dello spettro della luce. Questi fenomeni **non sono da considerarsi difetti**.

Anisotropia (UNI EN 12150-1)

I processi di tempra e di indurimento termico producono all'interno del vetro zone diversamente tensionate che appaiono come zone colorate anche note come "macchie di leopardo". L'effetto diventa più evidente angolando la visione oppure attraverso lenti polarizzate. Questi fenomeni **non sono da considerarsi difetti**.



"Wettability" delle superfici

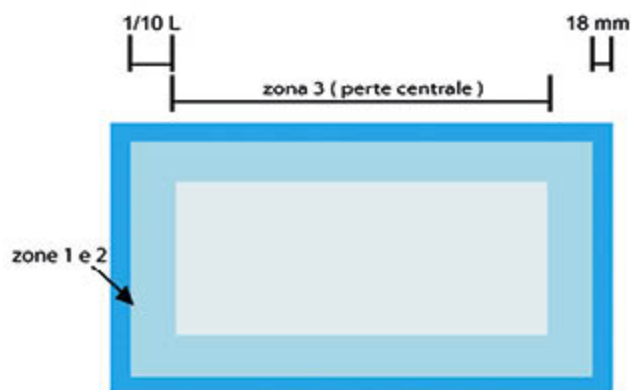
Quando sulle superfici esterne delle vetrate in presenza di condensa, pioggia o acqua per pulizia emergono tracce o impronte riconducibili alle impronte dei rulli, etichette, ventose, sostanze lucidanti, etc...

Esame della qualità ottica

Come indicato dalla norma UNI/TR 11404, relativamente alla qualità ottica delle vetrate isolanti, in primo luogo è bene definire come le vetrazioni vadano valutate. I vetri, infatti, vanno osservati ad occhio nudo in trasparenza ovvero guardando lo sfondo e non la superficie, posti ad una distanza di almeno un metro in posizione eretta ed ortogonale rispetto alla vetrata ed osservando dall'interno verso l'esterno con un'illuminazione naturale.

Per valutare il grado di percezione del difetto, la vetrata dovrà essere scomposta idealmente in tre "zone":

- 1 sul bordo: una cornice larga 18 mm, dove non possono esser contestati difetti salvo i danni meccanici dei bordi;
- 2 sul perimetro: la superficie descritta con il 10% dell'altezza e della larghezza del vetro (15% per vetrate superiori a 4 m²). In quest'area la valutazione è meno severa;
- 3 nella parte centrale: in quest'area la valutazione richiede criteri severi.



Tolleranze dei difetti

Per tutte le aree, come precedentemente descritte, la norma indica a seconda della superficie vetrata ($\leq 1\text{m}^2$, $> 1\text{m}^2$, $> 2,5\text{m}^2$, $> 4\text{m}^2$) le tolleranze ammissibili per ogni tipologia di difetto come inclusioni, residui, bolle, punti, macchie e graffi. Sono inoltre specificate le dimensioni totali e massime del singolo graffio. In ogni caso nella norma si specifica inoltre che nessun difetto di dimensione maggiore di 2 mm è ammissibile nella "zona 3", la più severa al controllo visivo.

Alcuni esempi

Zona 2 (bordo perimetrale)

Inclusioni, bolle, punti macchie, ecc.

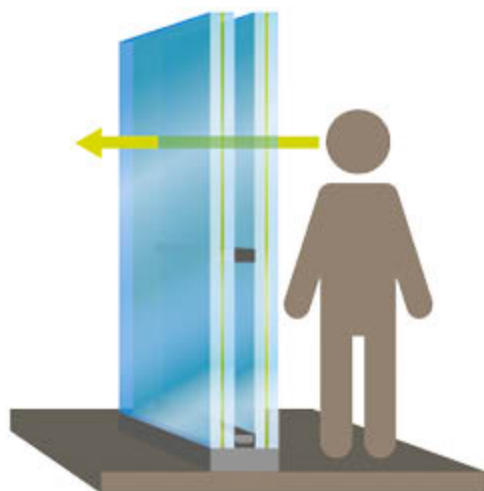
In una lastra di dimensione minore di $2,5\text{ m}^2$ sono ammissibili un massimo di 5 difetti minori di 2 mm

Zona 3 (parte centrale)

Inclusioni, bolle, punti macchie, ecc.

In una lastra di dimensione superiore ai 4 m^2 sono ammissibili 5 difetti minori di 2 mm + 1 per ogni ulteriore m^2

Le indicazioni sopra riportate sono state fornite al fine di supportare la lettura della norma UNI/TR 11404, pertanto tali dati non devono intendersi sostitutivi, derogativi, modificativi o integrativi rispetto a quelli presenti nella normativa a cui comunque ci si dovrà riferire.



I vetri vanno osservati ad occhio nudo, guardando in trasparenza ovvero attraverso il vetro, dall'interno verso l'esterno con illuminazione naturale e stando eretti di fronte ad essi ad un metro di distanza.

T.A.S. gli esperti rispondono

La continua ricerca architettonica verso soluzioni più innovative, superfici vetrate sempre più ampie e le regolamentazioni sempre più restrittive sono stati gli elementi che hanno indotto AGC, a costituire anche in Italia un dipartimento tecnico dedicato al vetro destinato al settore edile.

La divisione T.A.S. (Technical Advisory Service) supporta, nella fase progettuale, attraverso calcoli specifici, architetti, progettisti, serramentisti, vetriere ed uffici tecnici.

T.A.S. gli esperti rispondono

Il servizio T.A.S. è mirato alla scelta del vetro più idoneo a specifiche applicazioni e si occupa esclusivamente di valutazioni correlate al vetro abbracciando un ampio raggio di tipologie di calcolo:

È possibile richiedere al TAS AGC documenti e certificazioni quali:

- schede spettrofotometriche;
- prestazioni di isolamento termico;
- classificazione vetri stratificati;
- indici acustici;
- rilascio documentazione per Leed

TAS fornisce il corretto dimensionamento e la stratigrafia delle vetrate in relazione a:

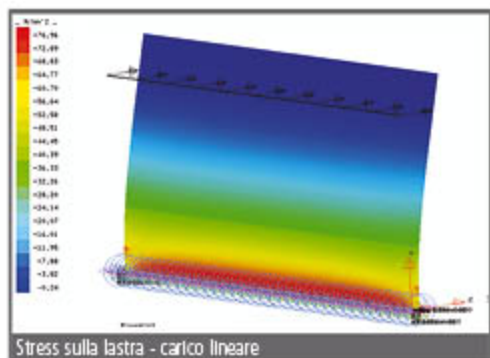
- norme cogenti e sicurezza;
- carico vento;
- carico neve;
- carichi lineari;
- carichi puntuali

TAS analizza i progetti valutando le possibili criticità:

- irraggiamento solare;
- shock termico;
- temperature massime dei vetri;
- temperature massime dei sigillanti;
- temperatura pvb;
- massimo stress delle lastre;
- massima deformazione delle lastre

È possibile contattare il TAS AGC anche per ulteriori servizi quali:

- organizzazione di seminari tecnici;
- richiesta di materiale informativo;
- richiesta di campionature.



Normative e documenti tecnici

UNI 7697 - 2015

Criteri di sicurezza per le applicazioni in vetro

EN 12600

Sicurezza semplice

EN 356

Antieffrazione

D.P.C.M. 5/12/1997

Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici

EN 12150

Vetro di sicurezza temprato termicamente

UNI EN 13363

Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate.
Calcolo della trasmittanza solare e luminosa.

EN 14179

Vetro di silicato sodio-calco di sicurezza temprato termicamente e sottoposto a Heat Soak Test

UNI/TR 11404

Qualità ottica e visiva delle vetrate isolanti

CNR-DT 210

Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Costruzioni con Elementi Strutturali di Vetro

UNI/TS 11300-1

Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

UNI EN 410

Vetro per edilizia - Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate

UNI 11463:2017

Vetro per edilizia - Elementi in vetro aventi funzione anticaduta resistenza al carico statico lineare ed al carico dinamico -
Metodi di Prova

Rispetto dell'ambiente

Un valore fondamentale

Fra le nostre priorità abbiamo l'obiettivo di massimizzare l'efficienza energetica dei nostri impianti di produzione del vetro. AGC è leader nei vetri con coating, una tipologia di vetri che contribuisce direttamente a ridurre il consumo di energia: con i rivestimenti superisolanti è necessaria una minore quantità di energia per il riscaldamento, mentre con i rivestimenti a controllo solare si risparmia sull'energia utilizzata per la climatizzazione.

La politica ambientale di AGC Glass Europe si prefigge due obiettivi principali:

- sviluppare nuovi prodotti con prestazioni ambientali migliorate durante l'intero ciclo di vita, compresa la fase del riciclaggio;
- attuare processi di produzione che contribuiscono a salvaguardare l'ambiente mediante il ricorso alle migliori tecnologie pulite disponibili attualmente.

Certificazione Cradle to Cradle

Attraverso la certificazione, le organizzazioni ottengono il diritto di utilizzare il marchio Cradle to Cradle.

Riprogettare i prodotti, i processi di produzione e di gestione aziendali è l'unica maniera per agire nel modo giusto. Vi sono quattro livelli di certificazione: base, argento, oro e platino.

AGC è la prima e unica azienda produttrice di vetro in Europa che ha ottenuto la certificazione Cradle to Cradle per il vetro piano, arrivando al livello 'argento'. Ulteriori informazioni sul sito www.yourglass.com
Certificazione che contribuisce all'assegnazione dei crediti LEED.







AGC

AGC

AGC FLAT GLASS ITALIA
Market Italia Office
20121 - Milano - Via F. Turati, 7
Tel. +39 02 62690110

Per contattare il nostro ufficio tecnico:
tas.italia@eu.agc.com

Il vostro fornitore