

FARAONE
INFORMA

*Le nuove norme UNI
e il CNR hanno creato
un vero scompiglio
sull'uso del vetro.*

ECCO COSA CHIEDONO!

Teoria o Pratica?

**RISPOSTE DAI TEST
REALI EFFETTUATI NEL
FARAONE LAB!**

*Tabella Guida alla
scelta dei vetri.*

**ZERO PREOCCUPAZIONI
SUI VETRI DA USARE.**

**UN DOCUMENTO
CHE VALE ORO**

20

10/2014

**GUIDA ALLA
SCELTA DEI
VETRI NELLE
BALAUSTRE
SECONDO
NORME UNI
7697:2014
E LE
"ISTRUZIONI"
DEL CNR DT
210/2013**



TEORIA *O* PRATICA?

A cura dell'Ing. Gabriele Romagnoli
(Ufficio Tecnico Faraone)

NORME UNI E CNR LE PRINCIPALI NOVITA'

Istruzioni **CNR-DT 210/2013**
(entrata in vigore 05/12/2013)

- . STATO LIMITE DI COLLASSO (VERIFICA POST-ROTTURA)
- . GERARCHIA STRUTTURALE
- . ROBUSTEZZA E RIDONDANZA
- . LIMITAZIONI DI DEFORMABILITÀ

Norma **UNI 7697:2014**
(entrata in vigore 22/05/2014)

- . CLASSE DI PRESTAZIONE A SECONDA DELLA DESTINAZIONE D'USO DEL VETRO
- . STABILITÀ DELLO STRATIFICATO IN CASO DI ROTTURA DI TUTTE LE LASTRE
- . PROVA DEL PENDOLO SU BALAUSTRINE IN ACCORDO ALLA UNI EN 12600
- . SCELTA VETRO E INTERCALARE NEL REQUISITO POST-ROTTURA

INDICE

pag. 5	Le norme Uni e CNR
pag. 6	Il vetro
pag. 10	Le balaustre in vetro
pag. 14	Le istruzioni del CNR DT 210/2013
pag. 22	La normativa UNI 7697:2014
pag. 26	TEORIA. Balaustre in vetro: verifica
pag. 27	Verifica: vetro
pag. 29	Verifica: alluminio
pag. 31	Verifica: fissaggi
pag. 32	PRATICA. Verifica sperimentale
pag. 34	PROVE DI LABORATORIO Faraone LAB
pag. 36	GUIDA ALLA SCELTA DEI VETRI
pag. 38	PROVE DI SPINTA. Ninfa ³
pag. 42	PROVE DI SPINTA. Ninfa 90
pag. 44	PROVE DI SPINTA. Ninfa 50
pag. 46	PROVE DI SPINTA. Ninfa 3.3 (CNR)

IL VETRO

Il vetro è il materiale fragile per antonomasia e la sua rottura avviene in modo aleatorio. A differenza dei materiali duttili (acciaio, alluminio) nei quali predomina la fase plastica prima della rottura del materiale, il vetro (analogamente al legno) presenta un comportamento elastico fino a rottura improvvisa. I grafici sforzo/deformazione sotto mostrano il generico comportamento di materiali duttili e fragili, evidenziando le varie fasi di carico. (Fig.1)

Data la natura fragile del materiale e la sua mancanza di capacità di adattamento plastico, non è possibile trascurare gli effetti locali, come ad esempio le concentrazioni di tensione in prossimità di cricche, fori o zone di contatto con altri materiali. Pertanto il progetto degli elementi di vetro e delle loro connessioni presenta notevoli specificità che richiedono grande attenzione nella concezione dei dettagli e delle tolleranze costruttive. La rottura delle ve-

trazioni è legata principalmente a cause "interne" ed "esterne", o entrambe. (Tab. 1)

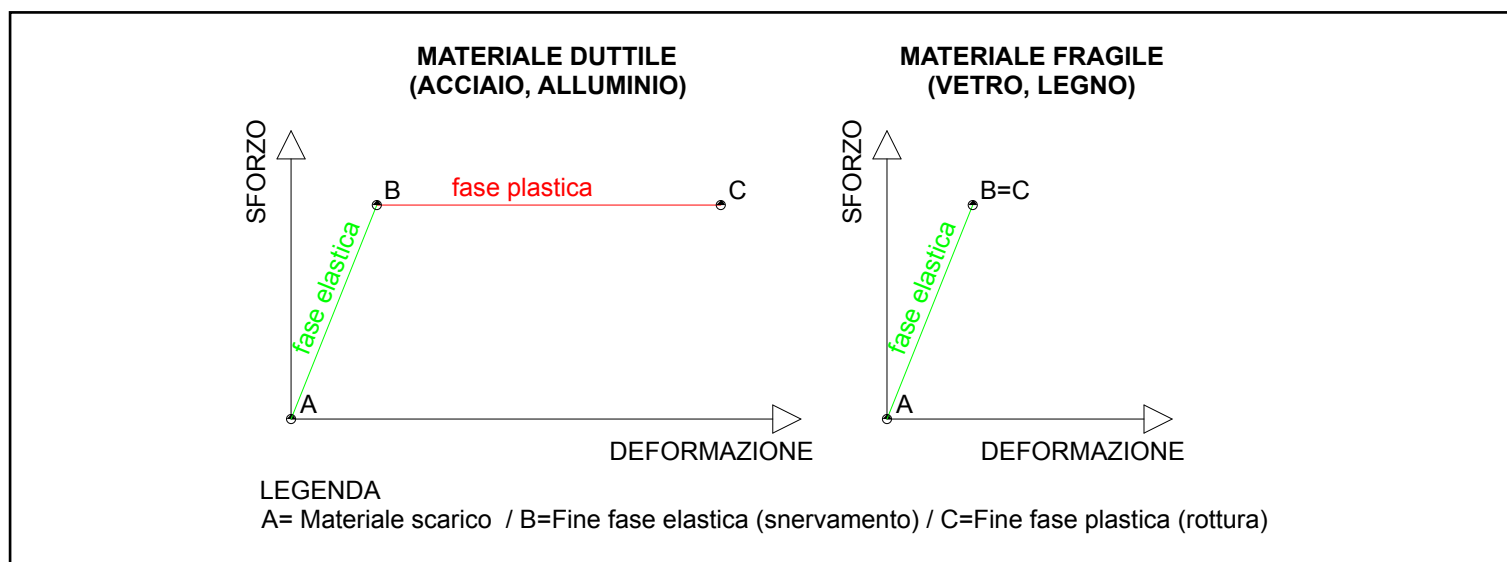


Fig.1

ESTERNE (difficilmente prevedibili)				INTERNE (prevedibili)		
cause	Impurità fisiologicamente presenti nel 3% delle forniture di vetro	Presenza di tendaggi, vegetazione, edifici limitrofi	Eccessivo assorbimento energetico	Vincoli e fissaggi troppo rigidi o disposti in maniera errata	Errata progettazione	Lavorazione e taglio del vetro
effetti	Inclusioni di solfuro di nichel (NiS)	Ombre differenziate	Shock termici	Pressione eccessiva ai bordi/fori o sui vincoli	Carichi non correttamente trasferiti	Microfessure ai bordi
rimedi	Trattamento HST (Heat Soak Test). Riduce il rischio ma non lo elimina	Prevedere le ombre sui vetri in base ad orientamento e latitudine	Evitare esposizione diretta al sole per lunghi periodi e colori scuri dei vetri	Prediligere vincoli elastici e/o isostatici	Prevedere spessori adeguati alle azioni di carico	Molatura a filo lucido di bordi e fori per ridurre le cricche

Tab.1

TIPOLOGIE DI VETRO

La maggior parte del vetro prodotto è denominato "float" (dall'inglese "galleggiare") perché, una volta fuso, viene fatto galleggiare su un bagno di stagno fuso e fatto raf-

freddare in atmosfera controllata. In questo modo il vetro si solidifica gradualmente per poi essere riscaldato nuovamente per avere due superfici lisce e perfettamente parallele. Gli spessori standard di produzione del vetro float sono

2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 22 e 25 mm.

I vetri per edilizia possono distinguersi a seconda delle lavorazioni che possono modificare le proprietà meccaniche e di rottura del vetro. (Tab.2)

VETRO	TRATTAMENTO	RESISTENZA CARATTERISTICA	ROTTURA
ricotto	Lento processo di raffreddamento.	45 MPa	Grandi frammenti taglienti.
indurito	Raffreddamento più rapido rispetto al vetro ricotto.	70 MPa	
temperato termicamente	Riscaldamento fino a 650°C e poi rapido raffreddamento.	120 MPa	Piccoli frammenti di scarsa pericolosità.
indurito chimicamente	Vetro immerso in un bagno di sali genera uno stato di compressione esterna.	150 MPa	Grandi frammenti taglienti.

Tab.2

I processi di tempra, inducono ad arte uno stato di autotensione caratterizzato da compressioni superficiali, che risulta benefico in quanto provoca la chiusura delle microcricche da cui propagano le fratture. Fig. 2: Pertanto i vetri temprati hanno una resistenza caratteristica a trazione 2,7 volte maggiore rispetto ad un vetro ricotto e 1,6 volte maggiore rispetto ad un vetro indurito; inoltre offrono migliori prestazioni agli shock termici. D'altro canto tali vetri non possono essere tagliati, segati, forati né lavorati dopo l'operazione di tempra.

STRATIFICA

La stratifica permette di solidarizzare due o più lastre di vetro mediante uno o più fogli di intercalare, in genere polimerico. Tale unione avviene solitamente con un procedimento ad alta pressione e temperatura realizzato in autoclave. Un vetro stratificato, rispetto ad un monolitico, è più affidabile in termini di sicurezza,

in quanto l'intercalare mantiene aderenti i frammenti anche dopo la rottura del vetro, riducendo il rischio di lesioni e conferendo all'insieme una residua consistenza post-rottura. (Fig. 3)

Gli intercalari si possono distinguere in rigidi ed elastici. Più l'intercalare è rigido (e rimane tale alle alte temperature) e più permette la solidarizzazione delle lastre in vetro.

Il coefficiente di trasferimento del taglio rappresenta la capacità dell'intercalare di solidarizzare le lastre; i casi limite sono rappresentati nella Fig. 4.

Fig. 4A: coefficiente di trasferimento del taglio pari a zero. Le lastre si inflettono scorrendo una sull'altra. E' il caso di un PVB a temperatura $\geq 30^{\circ}\text{C}$

Fig. 4B: coefficiente di trasferimento del taglio pari a uno. Le lastre si inflettono come se fossero saldate. E' il caso di un SG a temperatura $\leq 10^{\circ}\text{C}$

La principale peculiarità dell'intercalare è quella di trasferire gli

sforzi di taglio tra le lastre in vetro inflesse. Pertanto il modulo di taglio (denominato "G" e definito in MegaPascal) rappresenta la principale caratteristica di resistenza di un intercalare per stratifica e decresce sensibilmente all'aumentare della temperatura e del tempo di applicazione del carico. Questo è dovuto alle caratteristiche intrinseche dei polimeri che hanno un comportamento viscoso fortemente dipendente da temperatura e durata del carico. (Tab. 3)

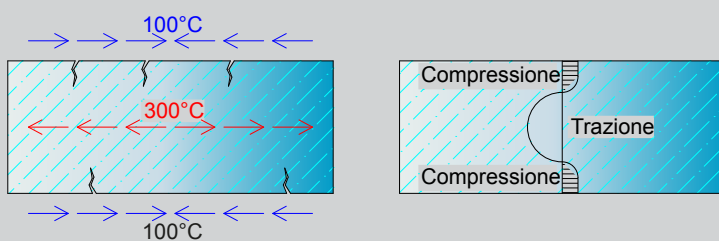


Fig.2

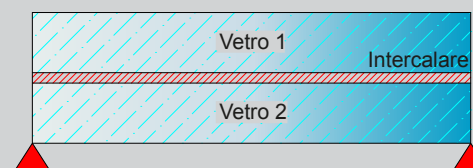


Fig.3

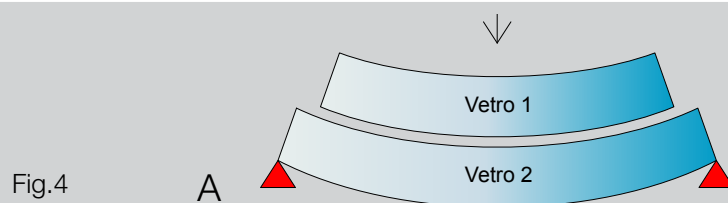
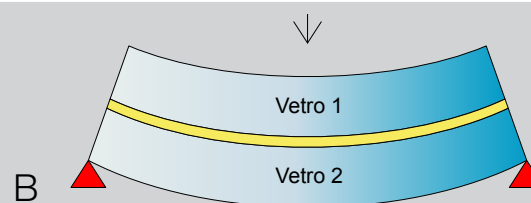


Fig.4

A



B

RESISTENZA DEL VETRO

La resistenza del vetro, poiché determinata dalla forte sensibilità alla presenza di microdifetti superficiali, dipende da molti fattori. Inoltre, i difetti superficiali possono aumentare ed accrescersi a causa di trattamenti quali abrasione, serigrafia, smaltatura, etc. Di conseguenza, nella calibrazione dei coefficienti parziali nel metodo di verifica devono essere considerate le variazioni d'intensità e di durata del carico, le condizioni di finitura e di invecchiamento.

Le istruzioni CNR DT210/2013 definiscono la resistenza di progetto a trazione del vetro con una formula che tiene conto delle diverse variabili che entrano in gioco:

$$f_{g,d} = \frac{k_{mod} * k_{ed} * k_{sf} * \lambda_{ga} * \lambda_{gl} * f_{g,k}}{R_M * \gamma_M} \quad (1)$$

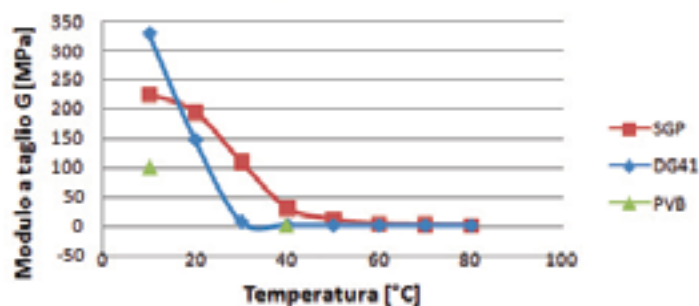
$$+ \frac{k'_{ed} * k_v * k_{sf} * (f_{b,k} - f_{g,k})}{R_{M,v} * \gamma_{M,v}} \quad (2)$$

I vari fattori possono essere così definiti:

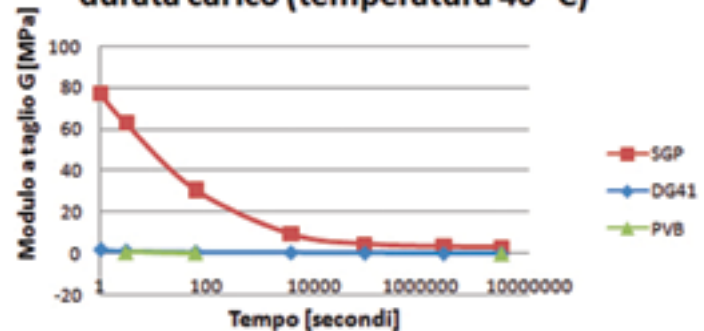
- . k_{mod} durata del carico
- . k_{ed} e k'_{ed} finitura del bordo della lastra e dalla distanza di eventuali fori dal bordo
- . k_{sf} profilo superficiale del vetro
- . k_v processo di tempra (orizzontale o verticale)
- . λ_{ga} e λ_g dimensioni della lastra e lunghezza del bordo
- . $f_{b,k} = 45 \text{ MPa}^{(3)}$, valore caratteristico nominale della tensione resistente a trazione per flessione del vetro ricotto
- . $f_{g,k} = 120 \text{ MPa}^{(3)}$, valore caratteristico della resistenza a flessione del vetro a seguito del trattamento di rafforzamento (tempra o indurimento)
- . R_M e γ_M coefficiente parziale e coefficiente moltiplicativo per la resistenza del vetro ricotto
- . $R_{M,v}$ e $\gamma_{M,v}$ coefficiente parziale e coefficiente moltiplicativo per la resistenza del vetro soggetto a trattamento termico (tempra o indurimento)



Modulo a taglio al variare della temperatura (durata carico 60 sec.)



Modulo a taglio al variare della durata carico (temperatura 40 °C)



Tab.3

(1) Contributo del vetro Float

(2) Contributo dei trattamenti termici (tempra o indurimento)

(3) Vedi valori tab 2 a pagina precedente

LE BALAUSTRE IN VETRO

SI DEFINISCE **BALAUSTR** (**O PARAPETTO**) IL SISTEMA DI PROTEZIONE PER EVITARE LA CADUTA, COSTITUITO DALL'ASSEMBLAGGIO DI DIVERSI ELEMENTI (PASSAMANO, COLONNA O PANNELLI, PIANTONI) REALIZZATI CON MATERIALI DIVERSI, FORMANTI UNA BARRIERA AD ANDAMENTO ORIZZONTALE (UNI 10809:1999).

1 SENZA PASSAMANO

Il vetro assolve sia la protezione contro la caduta nel vuoto sia la resistenza al carico orizzontale da progetto (carico di folla). Assenza di elemento di prevenzione alla caduta nel vuoto nel caso di collasso.



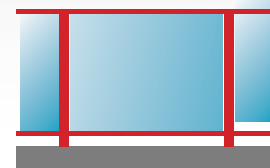
2 CON PASSAMANO

Il passamano garantisce il carico orizzontale di progetto, anche in caso di collasso di una delle lastre. Il vetro deve comunque resistere all'urto accidentale di una persona.



3 PASSAM. + STRUTTURA

Il vetro ha sola funzione di tamponamento ed è vincolato su due o più lati. Il vetro deve comunque resistere all'urto accidentale di una persona.



Tab.4

ATTUALE SITUAZIONE NORMATIVA

Ultimamente in Italia c'è stata una sorta di rivoluzione per quanto riguarda il panorama normativo sugli elementi strutturali in vetro. Attualmente le norme cogenti a riguardo sono (in ordine cronologico):

- >**UNI 10806:1999** - Determinazione resistenza a carichi statici distribuiti;
- >**UNI 10807:1999** - Determina-

zione resistenza a carichi dinamici;

- >**UNI 10809:1999** - Ringhiere, balaustre o parapetti prefabbricati;
- >**UNI EN 12600:2004** - Prova del pendolo (vetro per edilizia);
- >**DM 14/01/2008** e relativa **circolare n°617 del 02/02/2009** Norme tecniche per le costruzioni;
- >**Istruzioni CNR-DT210/2013** - Istruzioni per la progettazione di strutture in vetro (dicembre 2013);
- >**UNI 7697:2014** - Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie (maggio 2014).

DM 14/01/2008

Il **DM 14/01/2008** o "norme tecniche per le costruzioni" è la legge che **definisce i carichi e le verifiche sulle strutture in Italia**. D'altra parte **tale norma non contempla**, in modo particolare, **strutture in vetro e alluminio**, rimandando ad altri documenti di comprovata validità tra cui **norme UNI e istruzioni CNR** (cap. 12).

La norma stabilisce che i carichi orizzontali lineari H_k [kN/m] devono essere applicati a pareti alla quota di 1,20 m dal rispettivo piano di calpestio ed a parapetti o mancorrenti alla

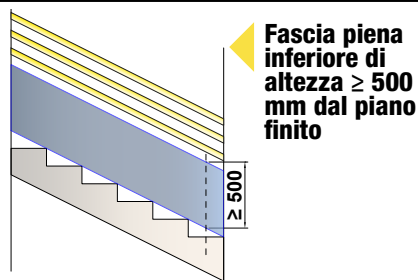
ALTEZZA MINIMA

	Uso pubblico	Uso privato principale	Uso privato secondario
H min ringhiere	100 cm*	100 cm*	90 cm
H min ringh. o balaustre	100 cm*	100 cm*	90 cm
H min passamano	90-100 cm*	90 cm	90cm

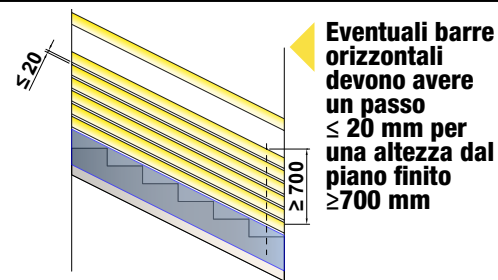
* Al momento della pubblicazione della presente norma, è in vigore il DM 14 giugno 1989 n°236, capo IV punto 8,1,10.

Dunque l'altezza minima è di 100 cm dal piano di calpestio. Fanno eccezione i regolamenti edilizi di alcuni Comuni come, ad esempio, quello di Milano che prevede un'altezza minima di 110 cm dal piano finito.

SCALABILITA'

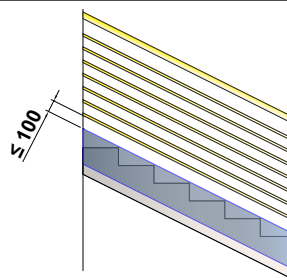


Fascia piena inferiore di altezza ≥ 500 mm dal piano finito



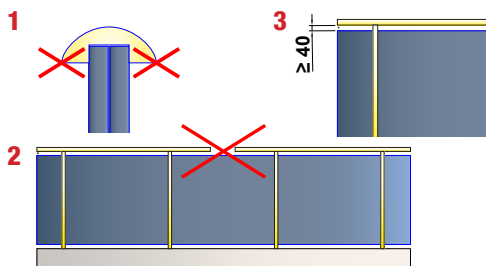
Eventuali barre orizzontali devono avere un passo ≤ 20 mm per una altezza dal piano finito ≥ 700 mm

INATTRAVERSABILITA'



I parapetti devono essere inattraversabili, in qualsiasi punto, da una sfera di 100 mm di diametro

IMPUGNABILITA' DEL PASSAMANO



Il passamano non deve presentare parti taglienti (1) e deve essere continuo in modo da evitare interruzioni di scivolamento della mano (2). Inoltre devono esserci almeno 4 cm di luce libera tra passamano e qualsiasi altro elemento ad esso affiancato (3).

quota del bordo superiore.

Il soddisfacimento della prescrizione può essere documentato anche per via sperimentale, e comunque mettendo in conto i vincoli che il manufatto possiede e tutte le risorse che il tipo costruttivo consente.

Per quanto riguarda i carichi statici lineari distribuiti sulle balaustre (HK), esistono soltanto le cat. C2 e C3 secondo DM 14/01/2008.

Vedi la tabella a pagina seguente.

Solo nella cat. C2 si parla di balconi, ballatoi e scale, categoria relativa ai parapetti.

Dunque **le spinte possono essere 2 kN/m o 3 kN/m perché**, interpre-

tando la norma, **balconi, ballatoi e scale sono suscettibili di affollamento** (a prescindere che siano residenziali, uffici, negozi etc) mentre i parapetti posti in ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone sono di cat. C3.

Limitatamente ai carichi orizzontali lineari (verifiche locali), dato il loro valore molto severo sia in funzione dell'applicazione che paragonandolo a quello di altri Paesi europei, secondo la Faraone è sensato considerarli come carichi nominali e non caratteristici. Infatti i carichi tabellati nel DM 14/01/2008 sono determinati dal Legislatore e non derivano da un

approccio statistico.

Ciò non toglie che è onere del progettista decidere se amplificare o meno (mediante il coefficiente $\gamma_o=1,5$ relativo ai soli SLU) i carichi forniti dalla norma che, si ricorda, sono comunque valori minimi. L'attuale dubbio interpretativo riguardo il carico da applicare sui parapetti verrà presumibilmente risolto nell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni. Infatti nel nuovo DM (che probabilmente uscirà in via definitiva nel 2015) sarà prevista, per ogni destinazione d'uso, la sottocategoria "Scale comuni, balconi e ballatoi" con i relativi carichi orizzontali.

**LA FARAONE È STATA
LA PRIMA AZIENDA
IN ITALIA
AD EVIDENZIARE E
PROMUOVERE
LE NORMATIVE SU
BALAUSTRINE E
RINGHIERE.**

Le normative sulla resistenza delle ringhiere (D.M. del 14/01/2008) non sono chiare! La Faraone, nel 2011 tramite l'UnCSAAL, ha interpellato il Ministero dei Lavori Pubblici che ha dichiarato, solo verbalmente, che: "le ringhiere devono avere una resistenza minima alla spinta di 200 Kg al metro lineare".

ESTRATTO DALLA GAZZETTA UFFICIALE

CAT.	AMBIENTI	Qk [kN/m ²]	Qk [kN]	Hk [kN/m]
C	Ambienti suscettibili di affollamento. Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi;	4,00	4,00	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.	5,00	5,00	3,00

Solo nella categoria c2 / c3 si parla di balconi, scale comuni, etc. pertanto esistono solo resistenze da 200 e 300 kg.



ATTENZIONE ALLE NORMATIVE IN VIGORE IN ITALIA.

Le più restrittive al mondo sulle balaustre in vetro

CNR DT-210/2013.

ISTRUZIONI CNR DT-210/2013 (ENTRATA IN VIGORE IL 05/12/2013)

MOLTE LE NOVITÀ INTRODOTTE DAL DOCUMENTO CNR E TUTTE HANNO UNA RIPERCUSSIONE SENSIBILE SULLA DETERMINAZIONE DELLA TIPOLOGIA DI VETRO DA IMPIEGARE NELLE VARIE APPLICAZIONI

1 GERARCHIA STRUTTURALE

Classe di importanza del vetro a **seconda della destinazione d'uso della struttura**

2 ROBUSTEZZA E RIDONDANZA STRUTTURALE

- a) Prevedere **percorsi strutturali alternativi** per il carico **in caso di rottura di un elemento strutturale**;
- b) **Uso del vetro stratificato o elementi di protezione** contro la caduta di frammenti di vetro.

3 POST-ROTTURA*

- a) **Stato limite di collasso**: verificare lo stratificato anche in caso di rottura di una lastra;
- b) **Progettazione "fail safe"** (rottura protetta): la crisi di uno o più dei suoi componenti non compromette la sicurezza dell'intera struttura.

4 DEFORMABILITÀ*

Limite deformativo in esercizio per strutture in vetro (balaustre, solai, facciate, etc..).

* Requisiti più importanti per la progettazione

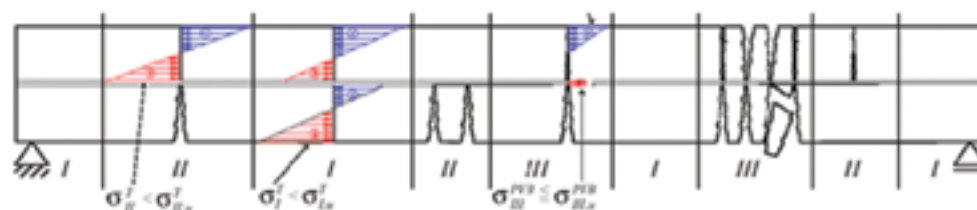
COSA CAMBIA?

Una novità introdotta dal CNR210 è lo stato limite di collasso (SLC) valido anche per le balaustre, in quanto appartenenti alla classe 2. Tale stato limite prevede la verifica del parapetto anche in caso di rottura di una lastra. **La questione che lascia perplessi è la verifica SLC con le stesse azioni dello**

SLU (2 e 3 kN/m) derivanti da un tempo di ritorno di 10 anni su un parapetto in cui una lastra è rotta (di solito il vetro viene sostituito in tempi ragionevoli dell'ordine delle settimane, non 10 anni!). Pertanto la verifica allo SLU diventerebbe obsoleta in quanto sempre meno vincolante rispetto allo SLC.

POST-ROTTURA

Una lastra inflessa di vetro stratificato, caricata in modo progressivo, presenta tre fasi



1
**DUE
LASTRE
INTEGRE**

Entrambe le lastre sono intatte. Il comportamento dei vetri è elastico lineare.



2
**UNA
LASTRA
ROTTA**

Lastra tesa rotta. La trazione è assorbita dall'intercalare plastico ed in parte dal vetro integro. Comportamento elasto-fragile.



3
**DUE
LASTRE
ROTTI**

Entrambe le lastre sono rotte. L'unico elemento resistente alla trazione è l'intercalare plastico (in questo caso rigido). I brandelli di vetro incollati dalla parte del carico sono compressi. Comportamento plastico-viscoso (a seconda del tipo di intercalare)

COME PROGETTARE UN VETRO ALLO STATO LIMITE DI COLLASSO (SLC) SECONDO CNR-DT210?

1
PREVEDERE LA ROTTURA PREMATURA DI UN VETRO DELLO STRATIFICATO, APPLICANDOVVI I CARICHI AMPLIFICATI SECONDO DM 14/01/2008.

2
PREDILIGERE L'UTILIZZO DI VETRI RICOTTI E INDURITI CON INTERCALARE RIGIDO RISPETTO AI TEMPRATI CON PVB POICHÉ LE GRANDI DIMENSIONI DEI FRAMMENTI MANTENGONO UNA BUONA ADESIONE (VEDERE TABELLA SEGUENTE TRATTA DAL PARAGRAFO 3.1.4 DEL CNR).

<p>vetro 1 RICOTTO + RICOTTO</p>	<p>In generale buona prestazione, principalmente grazie alle grandi dimensioni dei frammenti, che mantengono una buona adesione, anche se va considerato che i bordi taglienti delle fratture possono talvolta danneggiare l'intercalare.</p>
<p>vetro 2 INDURITO + INDURITO</p>	<p>Prestazione paragonabile al "Ricotto + Ricotto"</p>
<p>vetro 3 TEMPERATO + TEMPERATO</p>	<p>Scarsa prestazione con intercalari deformabili (es. PVB). La prestazione migliora all'aumentare della rigidità dell'intercalare (es. Polimeri ionoplastici). I frammenti, piccoli e non taglienti, non danneggiano l'intercalare ma sono maggiormente soggetti a distacchi.</p>
<p>vetro 4 TEMPERATO + INDURITO</p>	<p>Prestazione intermedia. In generale un buon compromesso fra capacità portante post-rottura e rischi indotti dalla frammentazione.</p>
<p>vetro 5 TEMPERATO + INDURITO CHIMICAMENTE</p>	<p>Buona prestazione in quanto frammenti di grandi dimensioni. Da considerarsi comunque con grande cautela in quanto la rottura è estremamente fragiel e l'improvviso rilascio di energia può provocare il collasso</p>

Tabella 3.2 da paragrafo 3.1.4 del CNR-DT210/2013

SCEGLIERE UN VETRO SECONDO I TEST DEL FARAONE LAB

SECONDO L'ESPERIENZA FARAONE I VETRI RICOTTI E I VETRI INDURITI DA UN LATO GARANTISCONO LA STABILITÀ DELLA BALAUSTRATA CON ENTRABI I VETRI ROTTI, DALL'ALTRO NON DANNO ALTRETTANTA SICUREZZA PER PROVE DI SPINTA E D'URTO SECONDO LE NORMATIVE VIGENTI IN ITALIA, RISPETTO AI VETRI TEMPRATI.

<p>vetro 1 RICOTTO + RICOTTO</p>	<p>Scarsa prestazione per parapetti incastrati alla base, resistenza ridotta di 3 volte rispetto al Temperato + Temperato, a parità di spessore del vetro. Inoltre, una volta rotte le lastre, i grandi frammenti taglienti danneggiano in modo irreversibile l'intercalare facendo cadere i vetri.</p>
<p>vetro 2 INDURITO + INDURITO</p>	<p>Scarsa prestazione per parapetti incastrati alla base, resistenza ridotta della metà rispetto al Temperato + Temperato. Inoltre, una volta rotte le lastre, i grandi frammenti taglienti danneggiano in modo irreversibile l'intercalare facendo cadere i vetri.</p>
<p>vetro 3 TEMPERATO + TEMPERATO</p>	<p>Buona prestazione, soprattutto in parapetti con fissaggio puntuale. A seconda della rigidità del profilo di incastro e del tipo di intercalare, possono essere raggiunte resistenze alla spinta di 6 kN/m senza rottura delle lastre. Nella remota ipotesi di rottura di entrambe le lastre, la resistenza a ulteriori carichi è zero con intercalari deformabili (PVB, EVA) e maggiore di 0,4 kN/m con intercalari rigidi (SentryGlas, XLAB o similare).</p>
<p>vetro 4 TEMPERATO + INDURITO</p>	<p>Prestazione intermedia. In generale un buon compromesso fra capacità portante post-rottura e rischi indotti dalla frammentazione. Con intercalari deformabili ed entrambe le lastre rotte il pannello resta in piedi, pur non garantendo alcuna ulteriore resistenza alla spinta.</p>

IN CASO DI VINCOLI PUNTUALI?

IN CASO DI VINCOLI PUNTUALI, PREDILIGERE L'USO DI DISPOSITIVI PASSANTI CHE EVITINO LO SFILAMENTO DEL VETRO ROTTO (VEDERE TABELLA DA PARAGRAFO 3.1.4 DEL CNR).

1	vincolo APPOGGIO CONTINUO SUL PERIMETRO	▶	Prestazione in generale buona, che migiora all'aumentare della profondità di appoggio.
2	vincolo VETRAZIONI CON BORDI INCOLLATI AL TELAIO	▶	Prestazione in generale buona, in quanto l'incollaggio del bordo della vetrazione, se correttamente dimensionato, garantisce il mantenimento delle condizioni di vincolo della lastra in caso di rottura.
3	vincolo APPOGGIO SU DUE LATI	▶	Da considerare con cautela. Deve essere dimensionata accuratamente la profondità di appoggio per il rischio di caduta nel caso di forti inflessioni come quelle che si manifestano nella post-rottura dei vetri
4	vincolo APPOGGIO PUNTUALE CON DISP. PASSANTI, BORCHIE E FORI CILINDRICI	▶	Buona prestazione, in quanto la borchia impedisce lo sfilamento del vetro rotto. La prestazione migliora all'aumentare della resistenza dell'intercalare.
5	vincolo APPOGGIO PUNTUALE CON DISP. PASSANTI E FORI SVASATI	▶	Da considerare con cautela, in quanto in caso di rottura localizzata del vetro all'appoggio, il fissaggio non ostacola lo sfilamento. Se ne sconsiglia l'applicazione nel caso di lastre appese (aggancio all'estradosso della lastra)
6	vincolo APPOGGIO PUNTUALE CON "MORSETTO"	▶	Da considerare con cautela. Da valutare con attenzione l'ammorsamento, per contenere i rischi di distacco nel caso di forti inflessioni.
7	vincolo APPOGGIO PUNTUALE CON FORO PASSANTE SOLO UNO STRATO	▶	Da considerare con cautela per il pericolo di sfilamento nel caso di rottura localizzata del vetro.

Tabella 3.3 da paragrafo 3.1.4 del CNR-DT210/2013

RESISTENZA ALL'IMPATTO UNA GARANZIA!

PER PARAPETTI E BARRIERE GARANTIRE RESISTENZA ALL'IMPATTO SECONDO UNI 7697 E UNI EN 12600. IL VETRO MONOLITICO È PREVISTO SOLTANTO QUANDO NON C'È CADUTA NEL VUOTO (VEDERE TABELLA DA PARAGRAFO 3.1.4 DEL CNR).

TIPO DI VETRO	Natura dei componenti	Elemento verticale	Classe prestazionale minima di resistenza all'impatto di cui alla UNI 12660 secondo la UNI 7697	
Tabella 3.7 da paragrafo 3.1.4 del CNR-DT210/2013*	vetro Monolitico	Temperato	SI Se la rottura del componente non comporta cadute nel vuoto	In funzione dell'applicazione, secondo quanto previsto dalla norma UNI 7697.
	vetro Stratificato	Temperato / Temperato Temperato / Indurito Temperato / Ricotto Indurito / Indurito Indurito / Ricotto Ricotto / Ricotto	SI Per i parapetti a fissaggio puntuale delle vetrazioni vedere Tabelle 3.5 - 3.6 - 3.7 in funzione del tipo di foratura prevista dal fissaggio utilizzato	(Esempio: classe 1(B)1 in caso di rischio di caduta nel vuoto)
Tabella secondo i TEST del FARAONE LAB	vetro Monolitico	Temperato	SI Se la rottura del componente non comporta cadute nel vuoto	Vedere prospetti della UNI 7697:2014
	vetro Stratificato	Temperato / Temperato	SI	La classe 1B1 è molto vincolante, prevedendo un impatto violento (vedere paragrafo successivo).
		Temperato / Indurito Temperato / Ricotto	SI avendo cura di posizionare il temprato a lato interno balaustra	
Indurito / Indurito Indurito / Ricotto Ricotto / Ricotto	NO non garantisce la resistenza a spinta e urti secondo norme vigenti in Italia			

* La UNI 7696 indica di impiegare il vetro stratificato nel caso in cui si possa verificare la caduta nel vuoto.

QUALI SONO I LIMITI DI DEFORMABILITÀ?

UN'ALTRA IMPORTANTE NOVITÀ DEL DOCUMENTO CNR DT 210 È LA LIMITAZIONE DI DEFORMABILITÀ DI PARAPETTI E BALAUSTRINE IN VETRO. I LIMITI DI DEFORMAZIONE IMPOSTI SONO RIPORTATI NELLA TABELLA AL CAPITOLO 7 DEL DOCUMENTO CNR.

TIPO DI VETRO	SPOSTAMENTO MASSIMO AL BORDO LIBERO DI UN PARAPETTO DI H <i>d</i>	MASSIMO SPOSTAMENTO ASSOLUTO AMMESSO
Singolo - Parapetto incastrato al piede (h parapetto)	$d/50$	25 mm ⁽¹⁾

LASTRA TRIPLO 10



(1) Da BS 6180:2011 §8.5.1

LIMITI DI DEFORMABILITÀ NELLA PRATICA

1 Parapetti di altezza (*d*) compresa tra 1 e 1,25 m -> Freccia massima calcolata come $d/50$ (compresa tra 20 e 25 mm)

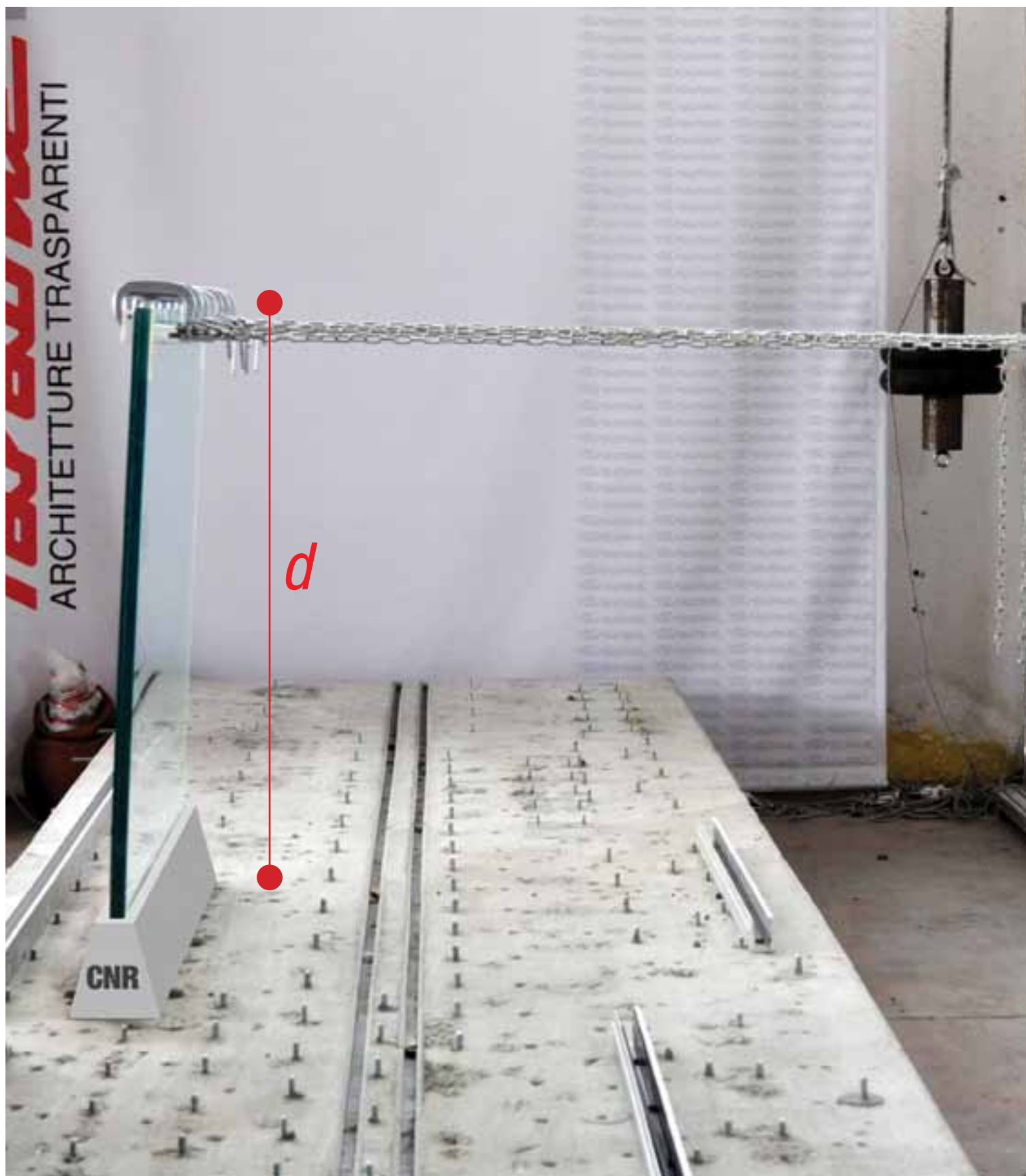
2 Parapetti di altezza (*d*) > 1,25 m -> Freccia massima 25 mm

Negli esempi di calcolo il CNR considera il pannello di vetro perfettamente incastrato alla base senza tenere conto del profilo di alluminio.

Quindi le inflessioni calcolate analiticamente sono minori di quelle che si avrebbero nella realtà perché non tengono in considerazione l'apertura del profilo d'alluminio ed i "giochi" dovuti ai fissaggi ed eventuali registri.

Elenco di prove sperimentali da pag. 32

TALI VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ SONO MOLTO RESTRITTIVE, IMPONENDO DEI LIMITI CHE NELLA REALTÀ VENGONO SEMPRE SUPERATI (CON CARICHI AL METRO MAGGIORI DI 200 KG/M). C'E' INOLTRE DA AGGIUNGERE CHE **TALI LIMITI NON AUMENTANO LA SICUREZZA DELLA STRUTTURA** IN QUANTO TENDONO AD UN IRRIGIDIMENTO DEL PROFILO DI INCASTRO ALLA BASE, SFAVORENDO LA LASTRA IN VETRO.



UNI 7697:2014.

NORMATIVA UNI 7697 (ENTRATA IN VIGORE IL 22/05/2014)

LE NOVITÀ INTRODOTTE DAL DOCUMENTO UNI
RIGUARDANO LA SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI VETRO A
SECONDA DELLA PRESTAZIONE MINIMA RICHIESTA

Al **Prospetto 1** della norma si riportano le prestazioni minime dei vetri applicati a parapetti/balaustre

Applicazioni vetrarie (elenco indicativo e non limitativo)		Punti pertinenti ad azioni e/o sollecitazioni principali	Punti pertinenti a danni e/o rischi	LASTRA vetro stratificato di sicurezza	LASTRA vetro temprato di sicurezza
5 - In parapetti o balaustre	5A - Fissaggio su tutto il perimetro	6.1 6.7	7.2	1B1*	
	5B - Altri tipi di fissaggio	6.1 6.7	7.2	1B1* PR	

Da notare che il caso 5A in cui il vetro è fissato su tutto il perimetro non si riscontra quasi mai nella realtà delle balaustre in vetro (ci dovrebbe essere un telaio staticamente indipendente che accolga il vetro all'interno di apposite sedi).

La norma individua le sollecitazioni alle quali la balaustra deve far fronte:

6.1) Carichi dinamici: climatici, vento, folla, traffico pedonale,

onde di pressione e depressione;

6.7) Urti dovuti all'impatto di una persona (secondo UNI EN 12600)

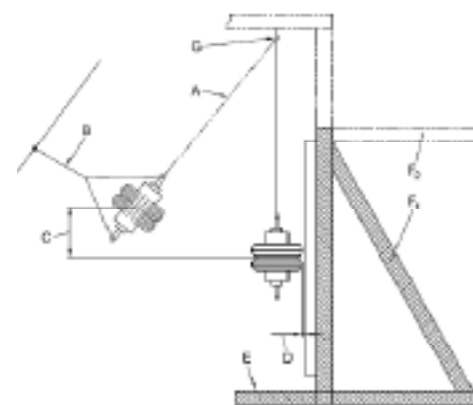
La stessa norma considera i rischi conseguenti alla rottura dei vetri:

7.2) Caduta nel vuoto da una altezza maggiore di 1 m.

* L'ACRONIMO "1B1" INDICA MODALITÀ DI ROTTURA E PRESTAZIONI A SEGUITO DELL'IMPATTO, IN PARTICOLARE

1	La lastra non si rompe o si rompe come un vetro di sicurezza con una altezza di caduta del pendolo di 1200 mm
B	La modalità di rottura del vetro è tipica del vetro stratificato
1	La lastra non si rompe o si rompe come un vetro stratificato di sicurezza mantenendo una residua capacità di contenimento con una altezza di caduta del pendolo di 1200 mm

LA PRESTAZIONE MINIMA 1B1 È DEFINITA NELLA NORMA UNI EN 12600. IL PENDOLO PER LA PROVA HA UNA MASSA DI 50 KG ED È COSTITUITO DA DUE PNEUMATICI IN PRESSIONE CHE IMPATTANO AL CENTRO DELLA BALAUSTRINA IN VETRO



Questa prova simula l'impatto/urto accidentale di un essere umano sul vetro. L'energia di impatto è calcolata con la formula dell'energia potenziale:

$$E_{\text{pot}} = m * g * h = 600 \text{ J}$$

La velocità di impatto del pendolo è calcolata mediante la formula dell'energia cinetica, applicando la legge di conservazione dell'energia

$$E_{\text{cin}} = 1/2 * m * v^2 = 600 \text{ J}$$

$$v = 4,9 \text{ m/s} = 17,5 \text{ Km/h}$$

Variando la massa del corpo che impatta, a parità di energia di impatto, si possono ricavare le relative altezze di caduta come nel grafico a lato.

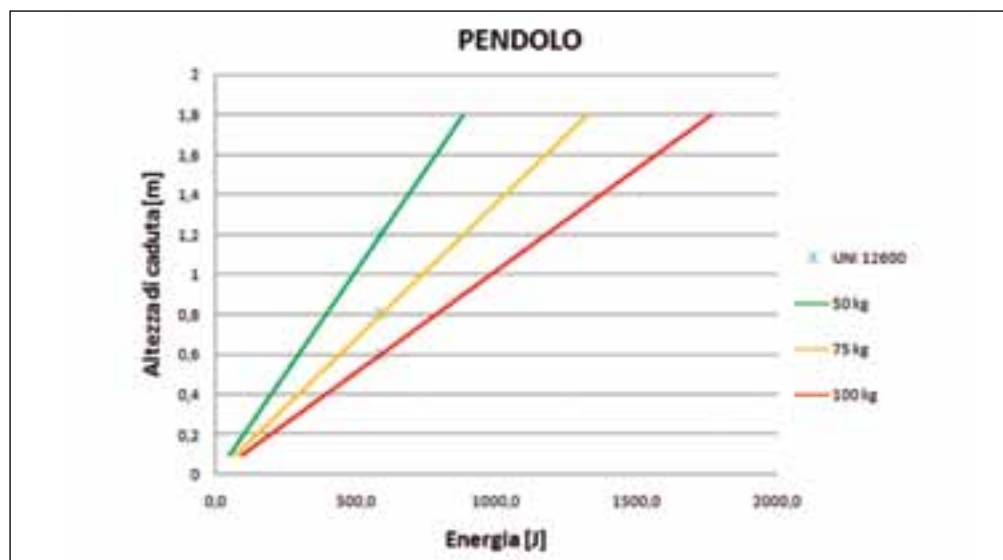
In termini meramente pratici, l'impatto del pendolo sulla balaustrina secondo UNI EN 12600 e UNI 7697, equivale ad una persona di

75 kg di peso che urta il parapetto ad una velocità di 14,3 km/h. Rispetto alla versione precedente del 2007, nella quale si parlava del solo requisito prestazionale 1B1 per i parapetti con funzione anti caduta, questa nuova UNI introduce un nuovo requisito per le balaustre denominato "PR" (post-rottura).

Ciò implica che i vetri impiegati per realizzare i parapetti non de-

vono crollare immediatamente nel caso in cui tutte le lastre risultino rotte.

Si tratta di garantire un adeguato comportamento "post-rottura" mediante la scelta accorta di vetri ricotti, induriti, temprati combinati e vincolati opportunamente prevedendo l'impiego di intercalari polimerici adatti (di seguito si riporta la nota 4 al prospetto 1 della UNI 7697:2014).



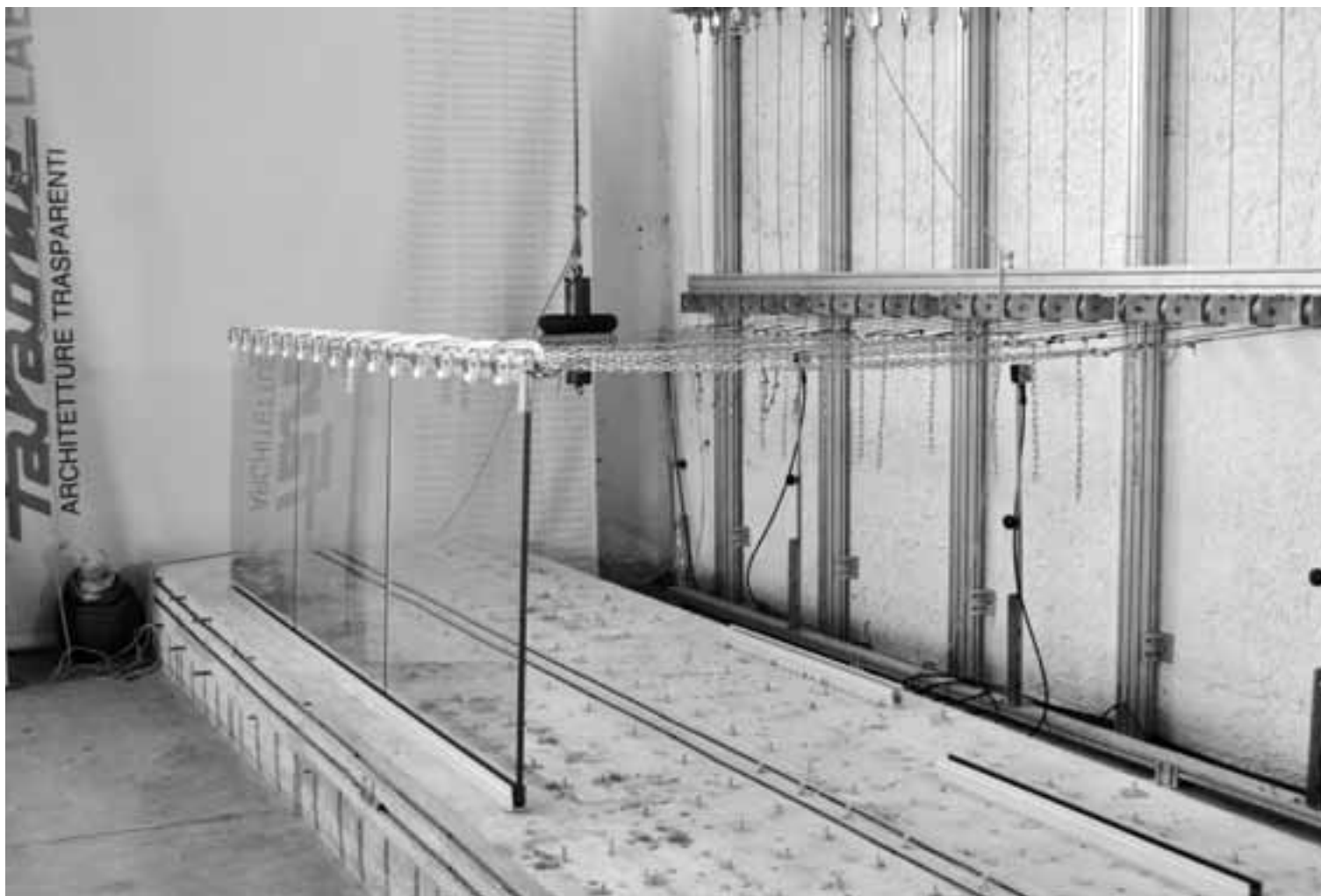
Nota4 - Per tutte le lastre componenti le vetrate alle quali è assegnata la sigla PR (post rottura) è necessario limitare il rischio di collasso immediato post rottura. Si assume che la resistenza residua post rottura possa essere ottenuta con l'utilizzo di lastre di vetro stratificato che siano composte da almeno uno dei seguenti elementi: vetro ricotto, vetro indurito, intercalare rigido che resti tale alle temperature di impiego della vetrata. Nei casi critici si consiglia di eseguire la verifica in condizioni reali. Per intercalare rigido si intende quello appartenente alla famiglia 3, così come definito nel prEN 16613:2013. Dunque, riguardo i parapetti in vetro, **questa normativa non contempla l'utilizzo di entrambe le lastre**

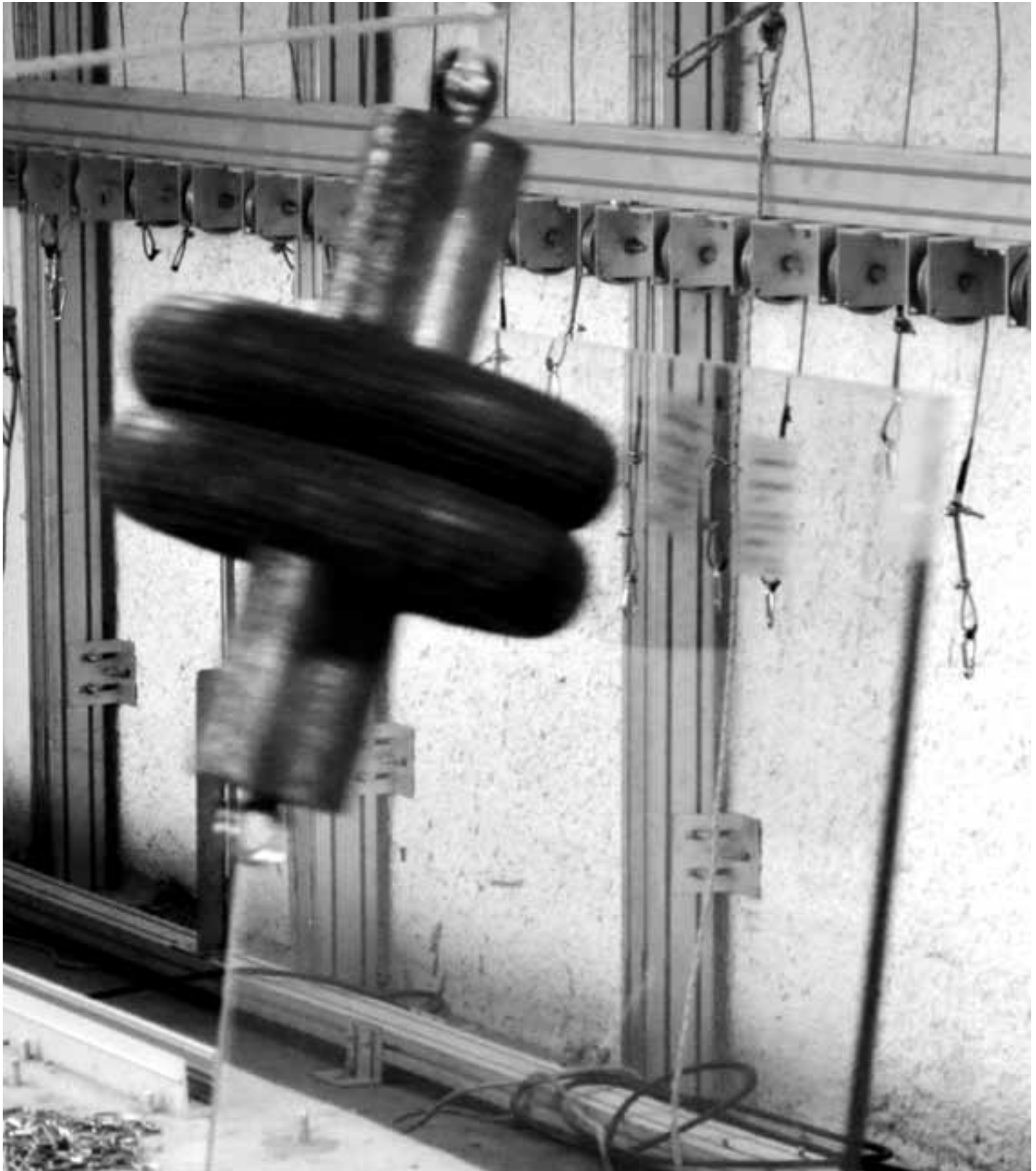
temprate con intercalare deformabile (PVB) ma prevede l'utilizzo di almeno uno dei seguenti elementi nello stratificato: vetro ricotto, vetro indurito, intercalare rigido.

Nonostante quest'obbligo, **Faraone consiglia l'uso di vetri temprati abbinati al passamano in quanto garantiscono una maggiore resistenza alla spinta e agli urti. Infatti, anche in caso di rottura di entrambe le lastre, i vetri restano saldamente incollati al passamano, che ne evita il collasso repentino. Inoltre viene favorito il trasferimento dei carichi lineari alle lastre integre adiacenti, garantendo la "ridondanza di sistema" ed ottenendo il soddisfacimento della verifica allo stato limite di collasso (SLC) secondo CNR-DT210/2013.**

ULTERIORI
INDICAZIONI DELLA
NORMA RIGUARDO I
PARAPETTI:

- **LO SPESSORE DELL'INTERCALARE TRA I VETRI DEVE ESSERE $\geq 0,76$ mm;**
- **PER I PARAPETTI A FISSAGGIO PUNTUALE È OBBLIGATORIO ESEGUIRE IL TRATTAMENTO HST SUI VETRI TEMPRATI TERMICAMENTE.**

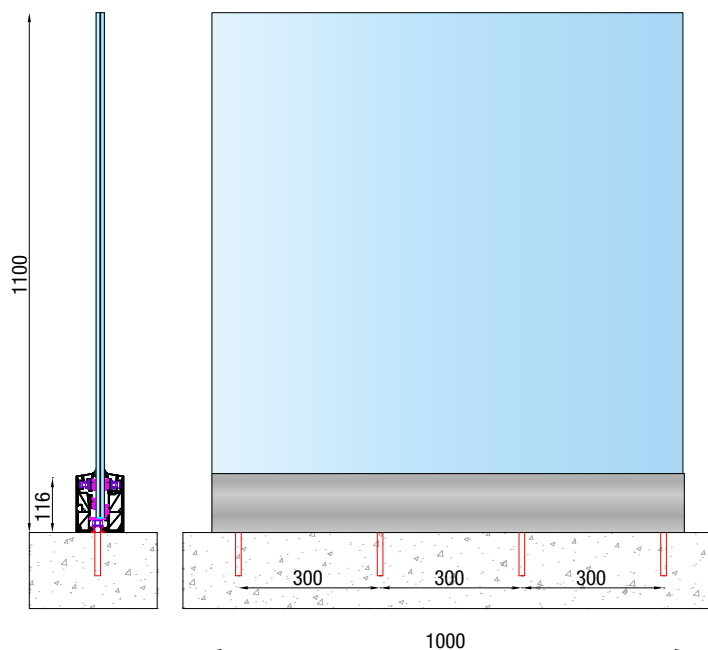




TEORIA.

BALAUSTRE IN VETRO: LA VERIFICA ANALITICA DELLE BALAUSTRE.

Esempio: un parapetto in vetro incastrato alla base in un profilo d'alluminio **tipo Ninfa3**



Altezza parapetto

1,1 m

Larghezza modulo vetro

1 m

Categoria ambiente di installazione

Cat C2 Balcone

Resistenza alla spinta

2 kN/m

Tipologia vetro

Temp + Temp

Spessore lastra

8 + 8 mm

Tipologia intercalare

SentryGlas

Spessore intercalare

1,5 mm

Tipologia fissaggi

Astina M12 con chimico

interasse fissaggio

300 mm

IDENTIFICAZIONE DELLA VITA DI PROGETTO DEL PARAPETTO E LA CLASSE DI CONSEGUENZA

Categoria vita di progetto	Vita di progetto	Esempi
1	10	Strutture temporanee ⁽¹⁾
2	10-25	Pareti strutturali (cuscinetti, appoggi)
3	15-30	Strutture agricole o simili
4	50	Edifici, strutture comuni
5	100	Edifici monumentali, ponti, altre strutture civili

⁽¹⁾ Strutture o pareti di strutture che possono essere smontate con lo scopo di essere poi riusate non devono essere considerate temporanee

Classe per verifica post-rottura ⁽¹⁾	Classe per verifica pre-rottura ⁽¹⁾	Classe per verifica post-rottura
Elementi verticali ⁽²⁾ vincolati in modo continuo sui bordi	1	1/NV ⁽³⁾
Elementi verticali ⁽²⁾ con vincoli puntuali	2/1	1/NV ⁽³⁾
Coperture orizzontali ⁽²⁾	2	2/1
Parapetti con pericolo di caduta	2	2/1
Pinne (o coste) di rinforzo	2	2/1
Solai, travi portanti	2	2
Pilastri	3 studi specifici con metodi di livello II o livello III	2 con le azioni della pre-rottura

⁽¹⁾ All'interno della stessa categoria, la scelta della classe di verifica più o meno restrittiva dipende dall'importanza dell'opera, dalla pericolosità in caso di collasso del vetro, e del fatto che siano previste/prevedibili contromisure immediate di salvaguardia che riducano le conseguenze del collasso (puntellature, protezioni, recinzioni).

⁽²⁾ Un elemento è considerato verticale se l'angolo che il suo piano forma con la verticale è minore di 15°. Un elemento che non ricade in questa definizione è considerato orizzontale.

⁽³⁾ La sigla NV indica "Nessuna Verifica". Quando la rottura del vetro presenta dei rischi trascurabili per danni e perdite di vite umane, la verifica post-rottura può essere omessa.

Il parapetto ha una vita di progetto di 50 anni e classe di conseguenza 2 allo SLU e classe di conseguenza 1 allo SLC (come definite al paragrafo 3.2.1. del documento CNR-DT210/2013).

Il valore di progetto (di calcolo) della resistenza a trazione per flessione del vetro $f_{g,d}$, da considerare per le verifiche agli SLU, sulla base delle indicazioni del CNR-DT 210/2013, può essere assunta della forma:

$$f_{g,d} = \frac{k_{mod} * k_{ed} * k_{sf} * \lambda_{ga} * \lambda_{gl} * f_{g,k}}{R_M * \gamma_M} + \frac{k'_{ed} * k_v * k_{sf} * (f_{b,k} - f_{g,k})}{R_{M,v} * \gamma_{M,v}}$$

Per durata di carico 30 secondi si hanno i seguenti termini:

- $k_{mod} = 0,78$
- $k_{ed} = k'_{ed} = 1$
- $k_{sf} = k_v = 1$
- λ_{ga} e $\lambda_{gl} = 1$

- $f_{g,k} = 45 \text{ MPa}$
- $f_{b,k} = 120 \text{ MPa}$
- $\gamma_M = 2,5$
- $\gamma_{M,v} = 1,35$
- $R_M = 0,7$ e $R_{M,v} = 0,9$ per classe di conseguenza 1
- $R_M = 1$ e $R_{M,v} = 1$ per classe di conseguenza 2

Dunque si assume la resistenza del vetro pari a:

- $f_{g,d} = 69,6 \text{ MPa}$ Per classe di conseguenza 2
- $f_{g,d} = 81,8 \text{ MPa}$ Per classe di conseguenza 1

Si ipotizza un ambiente di cat. C2 quindi con carico nominale $H_k=2$ kN/m posto a 1,1 m. Dunque il momento all'incastro è di 2,2 kNm per metro lineare.

Lo spessore efficace dello stratificato sarà una via di mezzo tra 8 e 17 mm, a seconda del tipo di intercalare.

Il metodo "Enhanced effective thickness" è una procedura abbastanza complessa per l'individuazione dello spessore efficace del vetro stratificato in base alla capacità di trasferimento degli sforzi di taglio da parte dell'intercalare. Tale metodo tiene conto del tipo di intercalare (spessore e rigidità), del tempo di applicazione del carico, della temperatura di esercizio e delle modalità di vincolo.

Senza scendere troppo nei dettagli e rimandando alla letteratura specifica, si possono calcolare gli spessori efficaci rispettivamente per la deformazione e per lo sforzo come (vedere istruzioni CNR-DT210/2013):

$$\tilde{h}_d = \sqrt{\frac{1}{\frac{\eta}{h_1^3 + h_2^3 + 12I_s} + \frac{1-\eta}{h_1^3 + h_2^3}}}$$

$$\tilde{h}_s = \sqrt{\frac{1}{\frac{2\eta/h_{i,2}}{h_1^3 + h_2^3 + 12I_s} + \frac{h_2}{h_1^3}}}$$

In cui è interessante il calcolo del coefficiente di trasferimento del taglio tra le lastre pari a:

$$\eta_{i,2} = \frac{1}{1 + \frac{Eh_{int} J_{int} A^* \Psi}{G_{int} b J_{gl}}}$$

Considerando un SG a 30° con durata di applicazione del carico 30 secondi si ha un modulo a taglio dell'SG pari a $G=110$ MPa ed un relativo coefficiente di trasferimento del taglio pari a $\eta=0,98$.

Gli spessori efficaci secondo il metodo "Enhanced effective thickness" sono:

. $h_w=16,3$ mm per il controllo dell'inflessione;

. $h_\sigma=16,5$ mm per il controllo della sollecitazione.

VERIFICHE VETRO

VERIFICA SLU

La massima tensione di trazione può essere calcolata semplicemente come da scienza delle costruzioni.

$$\sigma_{\max} = \frac{6 M_{\max}}{h^2 b} = 48,5 \text{ MPa} < f_{g,d} = 69,6 \text{ MPa} \quad \text{OK}$$

VERIFICA SLE (CNR DT210/2013)

La massima freccia può essere calcolata semplicemente come da scienza delle costruzioni.

$$w_{\max} = \frac{l^3 H_k}{\frac{h_w^3 b}{12} 3E} = 35 \text{ mm} > w_{\text{lim}} = \frac{1100}{50} = 22 \text{ mm} \quad \text{NO}$$

NOTA: Questo limite ($w_{\text{lim}}=d/50$) è molto restrittivo ed è sempre superato per parapetti in vetro con i carichi secondo DM 14/01/2008. Tuttavia, adottando particolari accorgimenti nell'incastro a terra del vetro, è possibile validare la verifica. ⁽¹⁾

VERIFICA SLC (CNR DT210/2013)

In condizioni post rottura, rimane una sola lastra da 8 mm. La massima tensione di trazione può essere calcolata semplicemente come da scienza delle costruzioni.

$$\sigma_{\max} = \frac{6 M_{\max}}{8^2 b} = 206 \text{ MPa} < f_{g,d} = 81,8 \text{ MPa} \quad \text{NO}$$

NOTA: Chiaramente questa è la verifica più stringente ma non ha senso verificare una balaustra in condizioni post-rottura con gli stessi carichi dello SLU (2 kN/m in questo caso). Ad ogni modo, in via sperimentale, è possibile validare tale verifica (sempre con intercalare rigido) senza l'utilizzo di una ulteriore lastra e/o del passamano. ⁽¹⁾

(1) Vedere le prove sperimentali al capitolo successivo

ALLUMINIO - Proprietà meccaniche dei prodotti estrusi di alluminio secondo CNR-DT 208/2011

Il tipo di alluminio utilizzato nell'estrusione per la realizzazione del profilo Ninfa3 è una lega 6060 T6 dalle seguenti proprietà meccaniche

LEGA EN AW-	Semilavorato	Stato Fisico	Spessore mm	f_0	f_u	A %	$f_{0,haz}$	$f_{u,haz}$	Fattore HAZ		BC	n_p		
				N/mm ²			50		$\rho_{0,haz}$	$\rho_{u,haz}$				
6060	EP,ET,ER/B	T5	$t \leq 5$	120	160	8	50	80	0.42	0.50	B	17		
	EP		$5 < t \leq 25$	100	140	8			0.50	0.57			B	14
	EP,ET,ER/B	T6	$t \leq 3$	150	190	8	60	100	0.40	0.53	A	20		
	EP,ET,ER/B		$3 < t \leq 15$	140	170	8			0.43	0.59			A	24
	DT		$t \leq 20$	160	215	12			0.38	0.47			A	16
	EP,ET,ER/B		T64	$t \leq 15$	120	180			12	60			100	0.50
	EP,ET,ER/B	T66	$t \leq 3$	160	215	8	65	110	0.41	0.51	A	16		
	EP		$5 < t \leq 15$	150	195	8			0.43	0.56			A	18

Dunque le resistenze caratteristiche, rispettivamente di snervamento e ultima, sono:

$$f_{y,k} = 150 \text{ MPa}$$

$$f_{u,k} = 190 \text{ MPa}$$

Il coefficiente parziale di sicurezza agli stati limite ultimi per la resi-

stenza del materiale in prossimità dei fori in collegamenti bullonati è pari a:

$$\gamma_M = 1,1$$

Il modulo di Young (E_{AL}) e il modulo di Poisson (ν_{AL}) dell'alluminio 6060

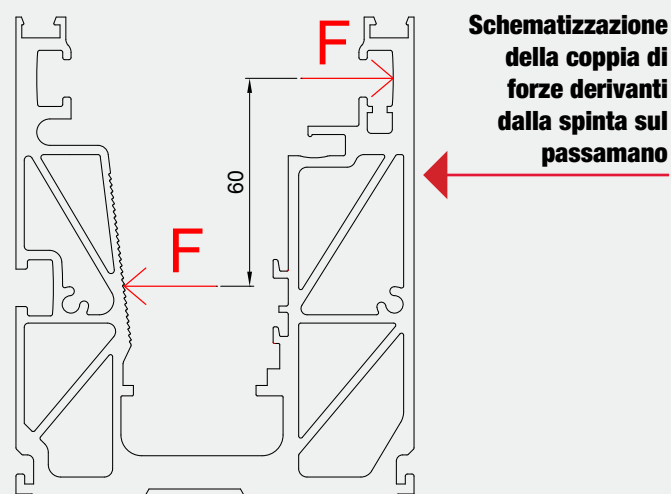
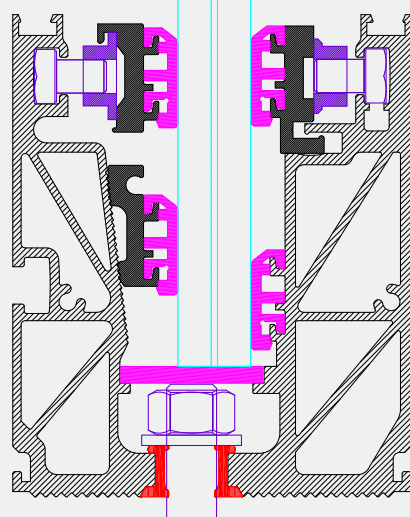
T6 valgono, rispettivamente:

$$E_{AL} = 70000 \text{ MPa}$$

$$\nu_{AL} = 0,3$$

Per la verifica di tale profilo si ricorre all'ausilio di un programma FEM, simulando la spinta sulla balaustra con una coppia di forze opposte ed il fissaggio a terra con un elemento avente la stessa rigidità della barra filettata.

Profilo Ninfa3 con vetro 8+8, guarnizioni, registri e pressore



Le reazioni sugli appoggi del vetro (registri superiori e cuneo inferiore) possono essere calcolate come il rapporto del momento flettente all'incastro di base (M_{max}) con la distanza (d) tra gli appoggi stessi:

$$F = M_{max}/d = 37 \text{ kN / m} \quad (1)$$

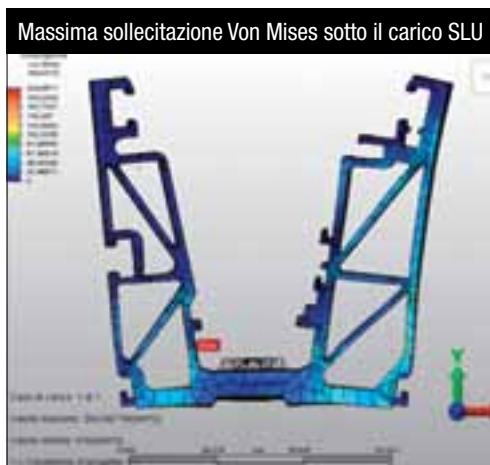
Dall'output del programma FEM si hanno i risultati seguenti.

La massima sollecitazione Von Mises derivante dalla singolarità della mesh è di:

$$\sigma_{max} = 205 \text{ MPa}$$

La massima sollecitazione Von Mises alla base del profilo (lungo le ali) è di:

$$\sigma_{max} = 123 \text{ MPa} < f_{g,d} = 136 \text{ MPa}$$



(1) Su un metro lineare di balaustra.

Le azioni sui fissaggi, rispettivamente di taglio e trazione, sono le seguenti:

$V=0,7$ kN

$T=15$ kN

Questi valori risultano verificati utilizzando barre M12 inghisate con resina chimica nel cls di classe minima C25/30 (Vedi tabella a lato)

TIPOLOGIE DI ANCORAGGI	
Barre	M12 classe 5.8
Lunghezza di ancoraggio nel CA	150 mm
Spaziatura tra le barre	300 mm
Distanza dal bordo	60 mm
Spessore CA	300 mm
CARICHI SLU	
Sforzo assiale sul singolo tassello T [kN]	15
Sforzo di taglio sul singolo tassello V [kN]	0,7
RESISTENZA A TRAZIONE	
Rottura acciaio	28,7 kN
Rottura ad estrazione	15,2 kN
Rottura per formazione cono nel cls	26,4 kN
Rottura per fessurazione del cls (splitting)	21,8 kN
MINIMA N_{Rd}	15,2 kN
RESISTENZA A TAGLIO	
Rottura acciaio	16,8 kN
Rottura ad estrazione con leva	63,4 kN
Rottura bordo cls	60,8 kN
Rottura per fessurazione del cls (splitting)	7 kN
MINIMA V_{Rd}	7 kN
VERIFICHE	
TRAZIONE PURA	0,99 < 1 OK
TAGLIO PURO	0,10 < 1 OK
TRAZIONE E TAGLIO COMBINATO	1,09 < 1,2 OK

PRATICA.

LE BALAUSTRINE IN VETRO: LA VERIFICA SPERIMENTALE DELLE BALAUSTRINE.

Da sempre Faraone ha svolto assidue e costanti campagne sperimentali sui parapetti vetrati, corredate da certificazioni timbrate da laboratori autorizzati, diventando leader nella sicurezza e punto di riferimento in Italia.

La validità della prova sperimentale rispetto al calcolo analitico è esplicitata al paragrafo 3.1.4.1 del DM 14/01/2008:

3.1.4.1 Carichi variabili orizzontali

I carichi variabili orizzontali (lineari) indicati nella Tab. 3.1.II, devono essere utilizzati per verifiche locali e non si sommano ai carichi utilizzati nelle

verifiche dell'edificio nel suo insieme.

I carichi orizzontali lineari Hk devono essere applicati a pareti - alla quota di 1,20 m dal rispettivo piano di calpestio - ed a parapetti o mancorrenti - alla quota del bordo superiore. In proposito deve essere precisato che tali verifiche locali riguardano, in relazione alle condizioni d'uso, gli elementi verticali bidimensionali quali tramezzi, pareti, tamponamenti esterni, comunque realizzati, con esclusione di divisori mobili (che comunque devono garantire sufficiente

stabilità in esercizio).

Il soddisfacimento della prescrizione può essere documentato anche per via sperimentale, e comunque mettendo in conto i vincoli che il manufatto possiede e tutte le risorse che il tipo costruttivo consente.

Le prove eseguite sui campioni di balaustra, rigorosamente fissati ad una platea in cemento armato di classe C25/30, si dividono sostanzialmente in tre diverse tipologie:

- . prove statiche pre-rottura
- . prove statiche post-rottura
- . prove dinamiche con pendolo

FARAONE[®] LAB

L'IMPIANTO

- dimensioni dell' *impianto pari a 5,5 x 2 metri*
- **fissaggio delle balaustre su una base in cemento simile ad un terrazzo** (non su trave di ferro)
- prova di spinta con display per lettura dei relativi Kg.
- prova dei sistemi di fissaggio (meccanico e con chimico)
- laser frontale per leggere la flessione della balaustra
- stampa automatica del ciclo della prova, compresa la flessione e la differenza di distanza (con relativa certificazione della prova fatta da Abruzzo Test come ente autorizzato)
- prova del pendolo (sacco e ruota)

IMPORTANTE

Attenzione ai fissaggi su base in cemento: i tasselli meccanici M10 e fissaggi con M8 + chimico possono sfilarsi.

NUOVA CERTIFICAZIONE

Tutte le prove sono state aggiornate con fissaggi su cemento.



80 partecipanti all'inaugurazione del nuovo impianto durante il 2° Meeting Faraone Expert



PROVE DI LABORATORIO.

NELLE TABELLE SEGUENTI VENGONO RIPORTATE LE PROVE EFFETTUATE SUI PARAPETTI FARAONE, IN RIFERIMENTO ALLE NUOVE NORMATIVE PRECEDENTEMENTE ELENcate.

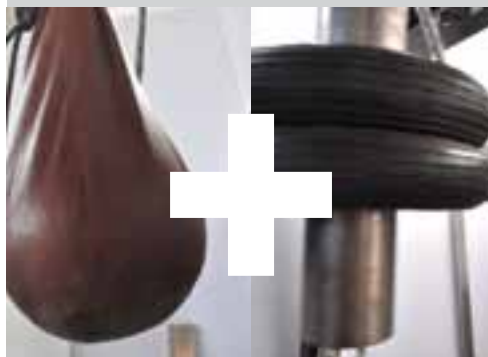
PROVE STATICHE PRE-ROTTURA



1. Il campione viene sottoposto alla spinta di 2 o 3 kN/m a seconda della destinazione d'uso del parapetto.

URTO: PROVE DINAMICHE CON PENDOLO

SACCO/RUOTA



2. Il campione viene sottoposto a urto secondo UNI 10807:1999 con pendolo morbido da una altezza di 300 mm a centro lastra e a livello passamano.

3. Il campione viene sottoposto a urto secondo NF P01-013 con pendolo morbido da una altezza di 1200 mm a centro lastra e a livello passamano

4. Il campione viene sottoposto a urto secondo UNI EN 12600:2004 con pendolo rigido da una altezza di 1200 mm a centro lastra (requisito 1B1 secondo UNI 7697:2014).

PROVE STATICHE POST-ROTTURA

SPINTA LASTRE ROTTE



5. A seguito della rottura di una lastra, il campione viene sottoposto a spinta come previsto dal CNR-DT210 (stato limite di collasso)

6. Rompendo entrambe le lastre, viene verificato se il pannello di vetro collassa immediatamente come previsto dalla UNI 7697 ("PR" post rottura).

OGNI MODELLO DI BALAUSTR A FARAONE È SOTTOPOSTO A QUESTE 6 PROVE IN SEQUENZA.



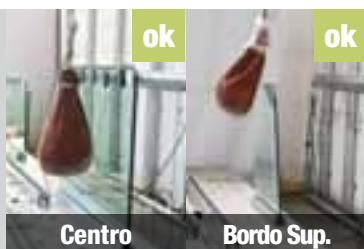
SENZA PASSAMANO



CON PASSAMANO

VERIFICHE

Resistenza SLU secondo DM14/01/2008 per carichi di 2 kN/m o 3 kN/m a seconda della destinazione d'uso
 Freccia SLE secondo CNR-DT210/2013 minore di d/50 (d=altezza parapetto)



Centro Bordo Sup.

NO PASSAMANO
Sacco morbido 50 Kg

Norma	Altezza caduta
UNI 10807	300 mm (150 J)
NF P01:013	1200 mm (600 J)



Centro

NO PASSAMANO
Ruota rigida 50 Kg

Norma	Altezza caduta
UNI 7697 e UNI EN 12600	1200 mm (600 J)



Centro Bordo Sup.

CON PASSAMANO
Sacco morbido 50 Kg

Norma	Altezza caduta
UNI 10807	300 mm (150 J)
NF P01:013	1200 mm (600 J)



Centro

CON PASSAMANO
Ruota rigida 50 Kg

Norma	Altezza caduta
UNI 7697 e UNI EN 12600	1200 mm (600 J)



ROTTURA UNA LASTRA



SENZA PASSAMANO



CON PASSAMANO

VERIFICHE

Resistenza SLC secondo CNR-DT210/2013 per carichi di 2 kN/m o 3 kN/m a seconda della destinazione d'uso.

informazioni che valgono oro

GUIDA

ALLA SCELTA DEI VETRI NELLE BALAUSTRE SECONDO NORME UNI 7697:2014 E LE "ISTRUZIONI" DEL CNR DT 210/2013

STELLE	SISTEMI FARAONE	CARATTERISTICHE VETRI E INTERCALARE	A Pendolo corpo molle UNI 10807 150 J	B Pendolo corpo molle 600 J	C Pendolo corpo rigido UNI 12600 600 J (1B)	D Spinta SLU ⁽⁰⁾ DM2008 Cat. C2 (2 kN/m)	E Spinta SLU ⁽⁰⁾ DM2008 Cat. C3 (3 kN/m)	F Spinta SLC ⁽²⁾ CNR 210 Cat. C2 (2 kN/m)	G Spinta SLC ⁽²⁾ CNR 210 Cat. C3 (3 kN/m)	H Requisito "PR" UNI 7697 (P, I, R) ⁽³⁾
★ ⁽⁰⁾ ★	Ninfa 50 con passamano	8 (temprato) / 8 (indurito). 2 (PVB / EVA / DG41) ^(*) H vetro=1000 mm	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓ (PASS)
★ ★ ★	Borchie tipo Alba (o similari)	10 (temprato) / 10 (indurito). 4 (PVB / EVA / DG41) ^(*) H vetro=1400 mm	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓ (IND)
	Borchie tipo Alba (o similari) con passamano	10 (temprato) / 10 (temprato). 4 (PVB / EVA / DG41) ^(*) H vetro=1400 mm	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓ (PASS)
	Borchie tipo Alba (o similari)	10 (temprato) / 10 (temprato). 4 (SGP / X-LAB) H vetro=1400 mm	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✓ (RIG)
★ ★ ★ ★	Ninfa 3, Ninfa 90, Ninfa 50, Ninfa 170, Ninfa 190	8 (temprato) / 8 (indurito). 2 (PVB / EVA / DG41) ^(*) H vetro=1100 mm (800 mm Ninfa 50; 1200 mm Ninfa 190)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓ (IND)
	Ninfa 3, Ninfa 90, Ninfa 50, Ninfa 170, Ninfa 190 con passamano	8 (temprato) / 8 (temprato). 2 (PVB / EVA / DG41) ^(*) H vetro=1100 mm (800 mm Ninfa 50; 1200 mm Ninfa 190)	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓ (PASS)
	Ninfa 3, Ninfa 90, Ninfa 50, Ninfa 170, Ninfa 190	8 (temprato) / 8 (temprato). 2 (SGP / X-LAB) H vetro=1100 mm (800 mm Ninfa 50; 1200 mm Ninfa 190)	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓ (RIG)
★ ★ ★ ★	Ninfa 3, Ninfa 170, Ninfa 190	10 (temprato) / 10 (indurito). 4 (PVB / EVA / DG41) ^(*) H vetro=1100 mm (1200 mm Ninfa 190)	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓ (IND)
	Ninfa 3, Ninfa 170, Ninfa 190 con passamano	10 (temprato) / 10 (temprato). 4 (PVB / EVA / DG41) ^(*) H vetro=1100 mm (1200 mm Ninfa 190)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓ (PASS)
	Ninfa 3, Ninfa 170, Ninfa 190	10 (temprato) / 10 (temprato). 4 (SGP / X-LAB) H vetro=1100 mm (1200 mm Ninfa 190)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ (RIG)
★ ★ ★ ★ ★ ★	Ninfa 3.3 CNR	8 (temprato) / 8 (indurito) / 8 (temprato). 2 (PVB / EVA / DG41) H vetro=1100 mm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓ (IND)
	Ninfa 3.3 CNR	8 (temprato) / 8 (temprato) / 8 (temprato). 2 (SGP / X-LAB) H vetro=1100 mm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓ (RIG)
	Ninfa 3.3 CNR	10 (temprato) / 10 (indurito) / 10 (temprato). 4 (PVB / EVA / DG41) H vetro=1100 mm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ (IND)
	Ninfa 3.3 CNR	10 (temprato) / 10 (temprato) / 10 (temprato). 4 (SGP / X-LAB) H vetro=1100 mm	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ (RIG)

(0): Valido in assenza di caduta nel vuoto (recinzioni, bordo piscina, etc.); (1): Stato Limite Ultimo; (2): Stato Limite di Collasso; (3): "PR" = Post Rottura; (4): Stato Limite di Esercizio; **Pass** = Passamano; **Rig** = Plastico Rigido; **Ind** = Vetro Indurito

LA SICUREZZA SI MISURA IN STELLE.

I risultati e i valori riportati nella tabella sono frutto di una serie di prove effettuate in laboratorio, con sistemi di produzione FARAONE.

ATTENZIONE. *faraone.it*

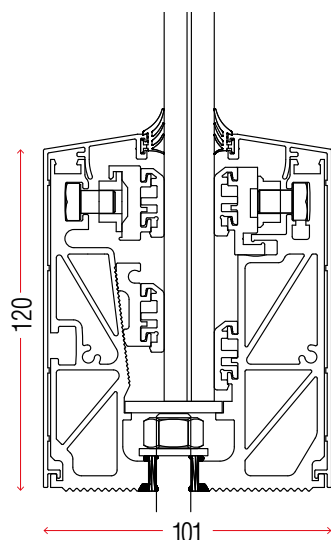
Eventuali modifiche ai sistemi e ai vetri potrebbero far variare le prestazioni. Troverete la tabella sempre aggiornata sul nostro sito internet.

I Freccia SLE ⁽⁴⁾ CNR-210 Cat. C2 minore di 22 mm	L Freccia SLE ⁽⁴⁾ CNR-210 Cat. C3 minore di 22 mm	M Carico pre rottura [kN/m]	N Carico ultimo post rottura con martello [kN/m]	O Ulteriore resistenza post-critica dopo rottura di tutte le lastre.
✗	✗	1,5	0,8	OK Il passamano permette ai vetri di rimanere incollati allo stesso.
✗	✗	1,8	0,8	NO Nessuna ulteriore protezione.
✗	✗	2,2	1,0	OK Il passamano evita la caduta nel vuoto e i vetri rotti rimangono incollati allo stesso.
✗	✗	2,2	1,0	NO Nessuna ulteriore protezione.
✗	✗	2,5	1,0	NO Nessuna ulteriore protezione.
✗	✗	3,0	1,5	OK Il passamano evita la caduta nel vuoto e i vetri rotti rimangono incollati allo stesso.
✗	✗	3,5	2,6 XLAB 3,2 SGP	OK  
✗	✗	4,0	1,5	NO Nessuna ulteriore protezione.
✗	✗	4,5	2,5	OK Il passamano evita la caduta nel vuoto e i vetri rotti rimangono incollati allo stesso.
✗	✗	4,5	3,2 XLAB 4 SGP	OK  
✗	✗	5,0	2,5	NO Nessuna ulteriore protezione.
✓	✗	5,0	3,5	OK  
✓	✓	6,0	4,0	NO Nessuna ulteriore protezione.
✓	✓	6,0	4,5	OK  

LEGENDA

prestazione	descrizione
A	Il parapetto non subisce danni a seguito della prova del pendolo molle da 50 kg secondo UNI 10807:1999. (energia 150 J, altezza di caduta 300 mm al centro e bordo lastra)
B	Il parapetto non subisce danni a seguito della prova del pendolo molle da 50 kg secondo norma francese NF P01:013. (Energia 600 J, altezza di caduta 1200 mm al centro e bordo lastra)
C	Il parapetto non subisce danni a seguito della prova del pendolo rigido da 50 kg secondo UNI EN 12600:2004. (presidio anticaduta 1B1, energia 600 J, altezza di caduta 1200 mm al centro lastra)
D	Il parapetto non subisce danni irreversibili (Stato Limite Ultimo) e presenta deformazioni accettabili (Stato Limite Esercizio) sotto il carico variabile orizzontale lineare dell'ambiente C2 ai sensi del DM 14/01/2008 (carico nominale di 2 kN/m applicato sul passamano)
E	Il parapetto non subisce danni irreversibili (Stato Limite Ultimo) e presenta deformazioni accettabili (Stato Limite Esercizio) sotto il carico variabile orizzontale lineare dell'ambiente C3 ai sensi del DM 14/01/2008 (carico nominale di 3 kN/m applicato sul passamano)
F	A seguito della rottura di una lastra il parapetto non subisce ulteriori danni irreversibili (Stato Limite Collasso – CNR DT210/2013) sotto il carico variabile orizzontale lineare dell'ambiente C2 ai sensi del DM 14/01/2008 (carico nominale di 2 kN/m applicato sul passamano)
G	A seguito della rottura di una lastra il parapetto non subisce ulteriori danni irreversibili (Stato Limite Collasso – CNR DT210/2013) sotto il carico variabile orizzontale lineare dell'ambiente C3 ai sensi del DM 14/01/2008 (carico nominale di 3 kN/m applicato sul passamano)
H	A seguito della rottura di entrambe le lastre, il parapetto non collassa immediatamente, soddisfacendo il requisito "PR" (post rottura) imposto dalla UNI 7697:2014. (pacchetto stratificato composto da almeno uno dei seguenti elementi: vetro ricotto, vetro indurito, intercalare rigido)
I	Il parapetto di altezza h=1100 mm si deforma meno di h/50=22 mm (Stato Limite Esercizio - CNR DT210/2013) sotto il carico variabile orizzontale lineare dell'ambiente C2 ai sensi del DM 14/01/2008 (carico nominale di 2 kN/m applicato sul passamano)
L	Il parapetto di altezza h=1100 mm si deforma meno di h/50=22 mm (Stato Limite Esercizio - CNR DT210/2013) sotto il carico variabile orizzontale lineare dell'ambiente C3 ai sensi del DM 14/01/2008 (carico nominale di 3 kN/m applicato sul passamano)
M	Resistenza con entrambe le lastre integre al carico statico lineare dei kN/m indicati
N	Resistenza dopo rottura intenzionale (mediante martello) della lastra temprata interna (lastra tesa) al carico statico lineare dei kN/m indicati
O	Ulteriore resistenza post-critica dopo rottura intenzionale di tutte le lastre (mediante martello). Criterio "fail safe" OLTRE il CNR DT210/2013 e UNI 7697:2014

(*): L'intercalare DG41, pur avendo una temperatura di transizione vetrosa minore del Sentry Glas, appartiene comunque alla famiglia dei plastici rigidi. Pertanto può essere utilizzato abbinato ai vetri temprati secondo UNI 7697:2014 garantendo la stabilità post-rottura del pannello con entrambi i vetri rotti (senza alcuna resistenza ulteriore alla spinta).



NINFA³

CON INTERCALARE **DEFORMABILE** (EVA/PVB)

Alluminio lega	6060 T6
Base x Altezza profilo	100 x 120 mm
Spessore vetro	da 10+10+1,52 a 8+8+1,52 temprato + indurito
Altezza vetro	1100 mm
Fissaggi certificati	Barra M12 con resina chimica
Passo fissaggi	da 200 a 300 mm

PRE-ROTTURA

Vetro 8.8 EVA **1000x1100 mm no passamano**



SLU DM	Rispondente alla Cat.C2
SLE CNR	Deformata 98 mm a 2,2 kN/m

Vetro 10.10 EVA **1000x1100 mm no passamano**



SLU DM	Rispondente alle Cat.C3
SLE CNR	Deformata 110 mm a 3 kN/m

POST-ROTTURA

rottura manuale di una lastra temprata

Vetro 8.8 EVA **1000x1100 mm no passamano**



SLC CNR	Resistenza di 1 kN/m ⁽⁰⁾
UNI	Entrambe le lastre rotte rimangono in verticale

Vetro 10.10 EVA **1000x1100 mm no passamano**



SLC CNR	Resistenza di 1,5 kN/m ⁽⁰⁾
UNI	Entrambe le lastre rotte rimangono in verticale

PROVE DI URTO

	Vetro 8.8 EVA 1000x1100 mm no passamano	Vetro 10.10 EVA 1000x1100 mm no passamano
UNI 10807:1999 ⁽¹⁾	ok Nessun danno	ok Nessun danno
NF P01:013 ⁽²⁾	ok Nessun danno	ok Nessun danno
UNI EN 12600:2004 e UNI 7697:2014 ⁽³⁾	? N.P.	ok Nessun danno

Norme indicate con i seguenti acronimi:

DM: per indicare le norme tecniche per le costruzioni italiane DM 14/01/08;

CNR: per indicare le istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di costruzioni con elementi strutturali in vetro CNR DT-210/2013;

UNI: per indicare la normativa sulla sicurezza nelle applicazioni vetrarie UNI 7697:2014

UNA LASTRA VIENE ROTTA PRIMA DI ESEGUIRE LA PROVA SUL POST-ROTTURA



Vetro 8.8 EVA **1000x1100** mm con passamano



SLU DM Rispondente alle Cat.C2

SLE CNR Deformata 115 mm a
2,2 kN/m

Vetro 10.10 EVA **1000x1100** mm con passamano



SLU DM Rispondente alle Cat.C3

SLE CNR Deformata 105 mm a 3 kN/m

Vetro 8.8 EVA **1000x1100** mm con passamano



SLC CNR Resistenza di 1,5 kN/m ⁽¹⁾

UNI Entrambe le lastre rotte
rimangono in verticale

Vetro 10.10 EVA **1000x1100** mm con passamano



SLC CNR Resistenza di 2,5 kN/m ⁽¹⁾

UNI Entrambe le lastre rotte
rimangono in verticale

Vetro 8.8 EVA **1000x1100** mm con passamano

ok Nessun danno

ok Nessun danno

ok Nessun danno

Vetro 10.10 EVA **1000x1100** mm con passamano

ok Nessun danno

ok Nessun danno

ok Nessun danno

⁽⁰⁾ Dopo la rottura della lastra temprata

⁽¹⁾ Energia 150 J, altezza di caduta 300 mm

⁽²⁾ Energia 600 J, altezza di caduta 1200 mm

⁽³⁾ 1B1 energia 600 J, altezza di caduta 1200 mm

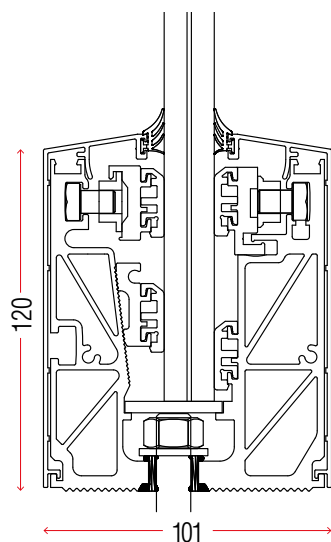
CONCLUSIONI

Il profilo "NINFA³" con intercalari deformabili (EVA, PVB), grazie alle sue maggiori dimensioni e la sezione appositamente ottimizzata, garantisce resistenze alla spinta superiori a 3 kN/m.

Le guarnizioni interne si adattano a spessori vetro che vanno dagli 8+8 mm (resistenza alla spinta di 2 kN/m) ai 10+10 mm (resistenza alla spinta di 3 kN/m).

Grazie alla coppia di registri superiori permette la messa a piombo del vetro ed il pressore interno ne garantisce la stabilità.

Qualora il profilo venga posizionato all'esterno, la guarnizione alla base evita le infiltrazioni d'acqua a livello dei fissaggi, evitandone la corrosione. Nonostante l'obbligo, imposto dalla UNI 7697:2014, di utilizzo di vetri induriti con intercalari deformabili (EVA, PVB) si consiglia l'utilizzo di vetri temprati abbinati al passamano per garantire un adeguato comportamento post rottura.



NINFA³

CON INTERCALARE **RIGIDO** (XLAB/SentryGlas/DG41)

Alluminio lega	6060 T6
Base x Altezza profilo	100 x 120 mm
Spessore vetro	10+10+1,52 temprato + temprato
Altezza vetro	1100 mm
Fissaggi certificati	Barra M12 con resina chimica
Passo fissaggi	200 mm

PRE-ROTTURA

Vetro 10.10 SG **1000x1100** mm no passamano



SLU DM	Rispondente alle Cat. C3
SLE CNR	Deformata 98 mm a 3,2 kN/m

Vetro 10.10 XLAB **1000x1100** mm no passamano



SLU DM	Rispondente alle Cat. C3
SLE CNR	Deformata 117 mm a 3,2 kN/m

POST-ROTTURA

rottura manuale di una lastra temprata

Vetro 10.10 SG **1000x1100** mm no passamano



SLC CNR	Resistenza di 4 kN/m ⁽⁰⁾
UNI	Entrambe le lastre rotte rimangono in verticale - PR 0,4 kN/m

Vetro 10.10 XLAB **1000x1100** mm no passamano



SLC CNR	Resistenza di 3,2 kN/m ⁽⁰⁾
UNI	Entrambe le lastre rotte rimangono in verticale - PR 0,8 kN/m

PROVE DI URTO

	Vetro 10.10 SG 1000x1100 mm no passamano	Vetro 10.10 XLAB 1000x1100 mm no passamano
UNI 10807:1999 ⁽¹⁾	ok Nessun danno	ok Nessun danno
NF P01:013 ⁽²⁾	ok Nessun danno	ok Nessun danno
UNI EN 12600:2004 e UNI 7697:2014 ⁽³⁾	ok Nessun danno	ok Nessun danno

Norme indicate con i seguenti acronimi:

DM: per indicare le norme tecniche per le costruzioni italiane DM 14/01/08;

CNR: per indicare le istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di costruzioni con elementi strutturali in vetro CNR DT-210/2013;

UNI: per indicare la normativa sulla sicurezza nelle applicazioni vetrarie UNI 7697:2014

UNA LASTRA VIENE ROTTA PRIMA DI ESEGUIRE LA PROVA SUL POST-ROTTURA



Vetro 10.10 DG41 **1000x1100** mm no passamano



SLU DM Rispondente alle Cat.C3

SLE CNR Deformata 100 mm a
3,2 kN/m

Vetro 10.10 DG41 **1000x1100** mm no passamano



SLC CNR Resistenza di 2 kN/m ⁽⁰⁾

UNI Entrambe le lastre rotte
rimangono in verticale

Vetro 10.10 DG41 **1000x1100** mm no passamano

ok Nessun danno

ok Nessun danno

ok Nessun danno

⁽⁰⁾ Dopo la rottura della lastra temprata

⁽¹⁾ Energia 150 J, altezza di caduta 300 mm

⁽²⁾ Energia 600 J, altezza di caduta 1200 mm

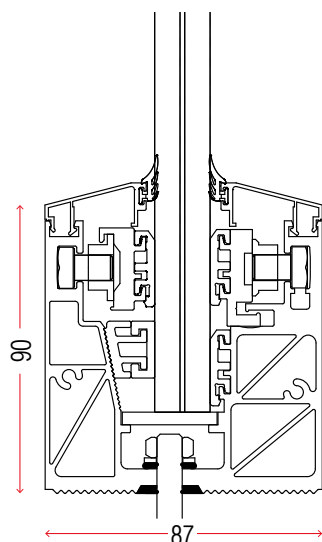
⁽³⁾ 1B1 energia 600 J, altezza di caduta 1200 mm

CONCLUSIONI

Il profilo “**NINFA³**” con intercalari rigidi (**SG, XLAB, DG41**), grazie alle sue maggiori dimensioni e la sezione appositamente ottimizzata, garantisce resistenze alla spinta superiori a 4 kN/m.

Grazie alla coppia di registri superiori permette la messa a piombo del vetro ed il pressore interno ne garantisce la stabilità.

Qualora il profilo venga posizionato all'esterno, la guarnizione alla base evita le infiltrazioni d'acqua a livello dei fissaggi, evitandone la corrosione. Il profilo, abbinato a vetri 10+10 con intercalari rigidi, è pensato per quelle applicazioni in cui l'esigenza è quella di garantire alte resistenze a spinta e urti, anche in caso di rottura accidentale di una lastra (come previsto da CNR-DT210/2013). Inoltre, senza utilizzo di passamano, gli intercalari rigidi garantiscono resistenze di circa 0,5 kN/m anche con entrambe le lastre temprate rotte.



NINFA 90

CON INTERCALARE DEFORMABILE (EVA/PVB) E RIGIDO (XLAB)

Alluminio lega	6060 T6
Base x Altezza profilo	87 x 90 mm
Spessore vetro	8+8+1,52 temprato + indurito
Altezza vetro	1100 mm
Fissaggi certificati	Barra M10 con resina chimica
Passo fissaggi	300 mm

PRE-ROTTURA

Vetro 8.8 EVA 1000x1100 mm no passamano	
	
SLU DM	Rispondente alle Cat.C2
SLE CNR	Deformata 170 mm a 2,2 kN/m

Vetro 8.8 XLAB 1000x1100 mm no passamano	
	
SLU DM	Rispondente alle Cat.C2
SLE CNR	Deformata 163 mm a 2,2 kN/m

POST-ROTTURA

rottura manuale di una lastra temprata

Vetro 8.8 EVA 1000x1100 mm no passamano	
	
SLC CNR	Resistenza di 0,5 kN/m ⁽⁰⁾
UNI	Entrambe le lastre rotte rimangono in verticale

Vetro 8.8 XLAB 1000x1100 mm no passamano	
	
SLC CNR	Resistenza di 2,8 kN/m ⁽⁰⁾
UNI	Entrambe le lastre rotte rimangono in verticale ed hanno una resistenza di 0,8 kN/m

PROVE DI URTO

UNI 10807:1999 ⁽¹⁾	ok	Nessun danno
NF P01:013 ⁽²⁾	ok	Nessun danno
UNI EN 12600:2004 e UNI 7697:2014 ⁽³⁾	?	N.P.

Vetro 8.8 XLAB 1000x1100 mm no passamano	ok	Nessun danno
	ok	Nessun danno
	ok	Nessun danno

Norme indicate con i seguenti acronimi:

DM: per indicare le norme tecniche per le costruzioni italiane DM 14/01/08;

CNR: per indicare le istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di costruzioni con elementi strutturali in vetro CNR DT-210/2013;

UNI: per indicare la normativa sulla sicurezza nelle applicazioni vetrarie UNI 7697:2014

UNA LASTRA VIENE ROTTA PRIMA DI ESEGUIRE LA PROVA SUL POST-ROTTURA



Vetro 8.8 EVA 1000x1100 mm con passamano



SLU DM Rispondente alle Cat.C2

SLE CNR Deformata 171 mm a
2,2 kN/m

Vetro 8.8 EVA 1000x1100 mm con passamano



SLC CNR Resistenza di 1,5 kN/m ⁽⁰⁾

UNI Entrambe le lastre rotte
rimangono in verticale

Vetro 8.8 EVA 1000x1100 mm con passamano

ok Nessun danno

ok Nessun danno

ok Nessun danno

⁽⁰⁾ Dopo la rottura della lastra temprata

⁽¹⁾ Energia 150 J, altezza di caduta 300 mm

⁽²⁾ Energia 600 J, altezza di caduta 1200 mm

⁽³⁾ 1B1 energia 600 J, altezza di caduta 1200 mm

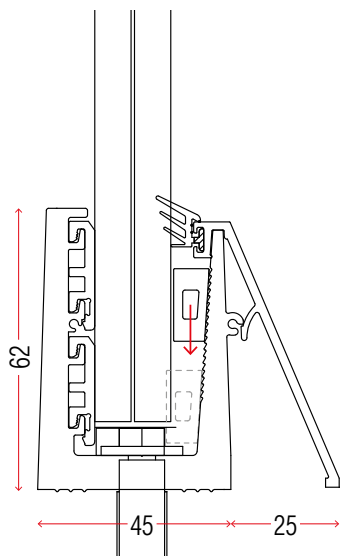
CONCLUSIONI

Il profilo "NINFA 90" è il più compatto della famiglia Ninfa, con una sezione pressoché quadrata.

Grazie alla coppia di registri superiori permette la messa a piombo del vetro 8+8 ed il pressore interno ne garantisce la stabilità. E' adatto per resistenze alla spinta di 2 kN/m con altezza vetro massima di 1100 mm.

Qualora il profilo venga posizionato all'esterno, la guarnizione alla base evita le infiltrazioni d'acqua a livello dei fissaggi, evitandone la corrosione.

La finitura anodizzata 15 micron del profilo lo rende particolarmente adatto ad applicazioni all'esterno, in ambienti molto aggressivi contenenti umidità, salsedine e fumi industriali.



NINFA 50

CON INTERCALARE DEFORMABILE (EVA/PVB)

Alluminio lega	6060 T6
Base x Altezza profilo	42 x 62 mm
Spessore vetro	8+8+1,52 temprato + indurito
Altezza vetro	da 600 a 1000 mm
Fissaggi certificati	Fisher FBS 8X110
Passo fissaggi	da 250 a 300 mm

PRE-ROTTURA

Vetro 8.8 EVA **1000x600** mm no passamano



SLU DM	Rispondente alle Cat.C2 e C3
SLE CNR	Deformata 32,5 mm a 2 kN/m Deformata 68 mm a 3,2 kN/m

Vetro 8.8 EVA **1000x800** mm no passamano



SLU DM	Rispondente alle Cat.C2
SLE CNR	Deformata 91,5 mm a 2,2 kN/m

POST-ROTTURA

rottura manuale di una lastra temprata

Vetro 8.8 EVA **1000x600** mm no passamano



SLC CNR	Resistenza di 0,5 kN/m ⁽⁰⁾
UNI	Entrambe le lastre rotte rimangono in verticale

Vetro 8.8 EVA **1000x800** mm no passamano



SLC CNR	Resistenza di 0,5 kN/m ⁽⁰⁾
UNI	Entrambe le lastre rotte rimangono in verticale

PROVE DI URTO

	Vetro 8.8 EVA 1000x600 mm no passamano	Vetro 8.8 EVA 1000x800 mm no passamano
UNI 10807:1999 ⁽¹⁾	ok Nessun danno	ok Nessun danno
NF P01:013 ⁽²⁾	ok Nessun danno	ok Nessun danno
UNI EN 12600:2004 e UNI 7697:2014 ⁽³⁾	ok Nessun danno	ok Rottura pressore PVC interno

Norme indicate con i seguenti acronimi:

DM: per indicare le norme tecniche per le costruzioni italiane DM 14/01/08;

CNR: per indicare le istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di costruzioni con elementi strutturali in vetro CNR DT-210/2013;

UNI: per indicare la normativa sulla sicurezza nelle applicazioni vetrarie UNI 7697:2014

UNA LASTRA VIENE ROTTA PRIMA DI ESEGUIRE LA PROVA SUL POST-ROTTURA



Vetro 8.8 EVA **1000x800** mm con passamano



SLU DM Rispondente alle Cat.C2

SLE CNR Deformata 100,5 mm a 2,2 kN/m

Vetro 8.8 EVA **1000x1000** mm con passamano



SLU DM n.d.

SLE CNR Deformata 84 mm a 1,5 kN/m

Vetro 8.8 EVA **1000x800** mm con passamano



SLC CNR Resistenza di 1,5 kN/m⁽⁰⁾

UNI Entrambe le lastre rotte rimangono in verticale

Vetro 8.8 EVA **1000x1000** mm con passamano



SLC CNR Resistenza di 0,8 kN/m⁽⁰⁾

UNI Entrambe le lastre rotte rimangono in verticale

Vetro 8.8 EVA **1000x800** mm con passamano

ok Nessun danno

ok Nessun danno

ok Nessun danno

Vetro 8.8 EVA **1000x1000** mm con passamano

ok Nessun danno

ok Nessun danno

n.d.

CONCLUSIONI

Il profilo "NINFA 50" è l'ideale per essere installato sopra muretti di almeno 250 mm di altezza oppure come barriera protettiva in assenza di caduta nel vuoto (ad esempio bordo piscine).

Il vetro utilizzato è sempre un 8+8 temprato-indurito con EVA o PVB, avendo l'accortezza di posizionare il vetro temprato internamente alla balaustra.

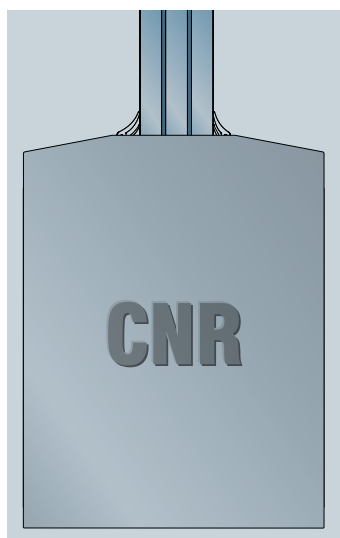
Il profilo, in virtù della sua elasticità, si comporta molto bene sia in fase di spinta che nei confronti di urti. Date le ridotte dimensioni del profilo è bene valutare con accortezza l'idoneità del supporto di base (acciaio, C.A., legno) poiché gli sforzi di trazione sui tasselli è molto elevato. Pertanto non è ammissibile il fissaggio su laterizi, sia pieni che forati.

⁽⁰⁾ Dopo la rottura della lastra temprata

⁽¹⁾ Energia 150 J, altezza di caduta 300 mm

⁽²⁾ Energia 600 J, altezza di caduta 1200 mm

⁽³⁾ 1B1 energia 600 J, altezza di caduta 1200 mm



NINFA 3.3 - CNR

CON INTERCALARE DEFORMABILE (EVA/PVB) E RIGIDO (XLAB)

Alluminio lega	6060 T6
Base x Altezza profilo	100 x 150 mm
Spessore vetro	da 10+10+1,52 temp+ind+temp 8+8+1,52 temp+temp+temp
Altezza vetro	1100 mm
Fissaggi certificati	Barra M12 con resina chimica
Passo fissaggi	da 200 a 300 mm

PRE-ROTTURA

Vetro 8.8.8 T+I+T EVA 1000x1100 mm	
	
SLU DM	Rispondente alle Cat. C3
SLE CNR	Deformata 26 mm a 2 kN/m Deformata 42 mm a 3 kN/m

Vetro 8.8.8 T+T+T XLAB 1000x1100 mm	
	
SLU DM	Rispondente alle Cat. C3
SLE CNR	Deformata 20 mm a 2 kN/m Deformata 35 mm a 3,2 kN/m

POST-ROTTURA rottura manuale di una lastra temprata

Vetro 8.8.8 T+I+T EVA 1000x1100 mm	
	
SLC CNR	Resistenza di 2,5 kN/m ⁽⁰⁾
UNI	Tutte le lastre rotte rimangono in verticale

Vetro 8.8.8 T+T+T XLAB 1000x1100 mm	
	
SLC CNR	Resistenza di 3,5 kN/m ⁽⁰⁾
UNI	Tutte le lastre rotte rimangono in verticale - PR 1 kN/m

PROVE DI URTO

UNI 10807:1999 ⁽¹⁾	ok	Nessun danno
NF P01:013 ⁽²⁾	ok	Nessun danno
UNI EN 12600:2004 e UNI 7697:2014 ⁽³⁾	ok	Nessun danno

Vetro 8.8.8 T+T+T XLAB 1000x1100 mm	ok	Nessun danno
	ok	Nessun danno
	ok	Nessun danno

Norme indicate con i seguenti acronimi:

DM: per indicare le norme tecniche per le costruzioni italiane DM 14/01/08;

CNR: per indicare le istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di costruzioni con elementi strutturali in vetro CNR DT-210/2013;

UNI: per indicare la normativa sulla sicurezza nelle applicazioni vetrarie UNI 7697:2014

UNA LASTRA VIENE ROTTA PRIMA DI ESEGUIRE LA PROVA SUL POST-ROTTURA



Vetro 10.10.10 **T+I+T** EVA **1000x1100** mm



SLU DM

Rispondente alle Cat.C3

SLE CNR

Deformata 11 mm a 2 kN/m
Deformata 18 mm a 3,2 kN/m

Vetro 10.10.10 **T+T+T** XLAB **1000x1100** mm



SLU DM

Rispondente alle Cat.C3

SLE CNR

Deformata 10 mm a 2 kN/m
Deformata 18 mm a 3,2 kN/m

Vetro 10.10.10 **T+I+T** EVA **1000x1100** mm



SLC CNR

Resistenza di 4,0 kN/m⁽⁰⁾

UNI

Tutte le lastre rotte rimangono in verticale

Vetro 10.10.10 **T+T+T** XLAB **1000x1100** mm



SLC CNR

Resistenza di 4,5 kN/m⁽⁰⁾

UNI

Tutte le lastre rotte rimangono in verticale - **PR 1,2 kN/m**

Vetro 10.10.10 **T+I+T** EVA **1000x1100** mm

ok

Nessun danno

ok

Nessun danno

ok

Nessun danno

Vetro 10.10.10 **T+T+T** XLAB **1000x1100** mm

Nessun danno

Nessun danno

Nessun danno

CONCLUSIONI

Il profilo "**NINFA 3.3 - CNR**" nasce per i progettisti più esigenti, validando anche le verifiche più restrittive imposte dalle istruzioni CNR-DT210/2013.

E' un profilo "massivo", capace di accogliere ben tre lastre in vetro da 10 mm. La resistenza alla spinta, con tutte le lastre integre, supera i 6 kN/m e la deformata sotto un carico di 3,2 kN/m è inferiore a 20 mm. Se si rompesse accidentalmente una lastra (indifferentemente interna o esterna), la resistenza residua sarebbe sempre maggiore di 3 kN/m (per singole lastre da 10 mm).

⁽⁰⁾ Dopo la rottura della lastra temprata

⁽¹⁾ Energia 150 J, altezza di caduta 300 mm

⁽²⁾ Energia 600 J, altezza di caduta 1200 mm

⁽³⁾ 1B1 energia 600 J, altezza di caduta 1200 mm



1. Si rispettano in Italia le normative sulle balaustre e ringhiere?
2. Quanti conoscono il decreto ministeriale del 14/01/2008?

Ci sono in commercio prodotti che vengono etichettati, pubblicizzati e venduti, che però non rientrano assolutamente in queste normative.

TALI NORMATIVE ESISTONO A LIVELLO NAZIONALE!

2009



Dirittamento dal Ministero dei Lavori Pubblici tramite FUNCSAAL

Ringhiere a Norma!

chi rispetta la normativa sulle ringhiere???

chi conosce il d.m del 14/01/2008 in vigore dal 01/07/2009???

Faraone informa 10/2011

07

2010



02/2012
11
NON TESTARE LA SICUREZZA SULLA TUA PELLE

Approfitta della rottamazione di vecchie ringhiere: incentivi statali con detrazione al 50%

IN QUESTO NUMERO

GUIDA PER IL CONTROLLO DELLA SICUREZZA DI RINGHIERE E BALAUSTRE

ESEMPI REALI LE NORMATIVE I NOSTRI TEST

2012



01/2014
20
GUIDA ALLA SCELTA DEI VETRI NELLE BALAUSTRE SECONDO NORME UNI 7697:2014 E LE "ISTRUZIONI" DEL CNR DT 210/2013

Le norme UNI e il CNR hanno creato un vero scompiglio sull'uso del vetro
ECCO COSA CHIEDONO!

Tanti dubbi? Pochissime RISPOSTE DAI TEST REALI EFFETTUATI NEL FARAONE LAB!

Un documento che vale oro
ZERO PREOCCUPAZIONI SUI VETRI DA USARE.

2014

NORMATIVE: PERCHÈ RIVOLGERSI A FARAONE?

Ogni anno la Faraone investe in R&D e Prove Reali per poter offrire ai propri clienti soluzioni e prodotti in totale rispetto delle Normative Vigenti in ogni Paese.

Bibliografia

1. CNR – DT210/2013 - Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di costruzioni con elementi strutturali in vetro (2013);
2. DM 14/01/2008 - Norme tecniche per le costruzioni (2009);
3. UNI 7697:2014 - Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie (2014);
4. UNI 10809:1999 - Ringhiere, balaustre o parapetti prefabbricati;
5. UNI EN 12600:2004 – Prova del pendolo (vetro per edilizia) (2004);
6. PARAPETTI VETRATI: criteri progettuali. Ufficio Tecnico UNCSAAL (2014);
7. Documento UX67: parapetti e ringhiere. Ufficio Tecnico UNCSAAL (2014);
8. Catalogo Generale Fischer S.r.l. (2014)

Progetto Grafico

Roberto Volpe - Ufficio di Comunicazione Faraone

Testo

a cura dell'Ing. Gabriele Romagnoli - Ufficio Tecnico Faraone

Foto

Faraone

Tutti i diritti sono riservati

Faraone s.r.l.

Zona Industriale Salino

64018 Tortoreto Lido (TE) Italy

T. +39 0861 784200

F. +39 0861781035

E-MAIL. faraone@faraone.it

WEB. www.faraone.it

FARAONE® TOUR 2015

IL GRAND TOUR FARAONE IN 26 TAPPE.

Teoria o Pratica?

Corso gratuito sulle nuove normative Uni e istruzioni CNR.
Le "case decappottabili".



09/02	BARI	23/04	TORINO
10/02	NAPOLI	24/04	GENOVA
11/02	ROMA CENTRO	04/05	VICENZA
12/02	ROMA SUD	05/05	VENEZIA
13/02	PESCARA	06/05	BOLZANO
23/02	ANCONA	07/05	PORDENONE
24/02	RIMINI	07/09	SALERNO
25/02	BOLOGNA	08/09	COSENZA
26/02	FIRENZE	09/09	CATANZARO
27/02	PERUGIA	10/09	CATANIA
20/04	BRESCIA	11/09	PALERMO
21/04	MILANO	24/09	CAGLIARI
22/04	LUGANO	25/09	OLBIA

SCARICA IL PROGRAMMA SU www.faraone.it

Dopo l'esperienza dei Meeting Regionali Faraone 2005 e 2007, sulle Facciate in vetro a Fissaggio Puntuale, il successo si è ripetuto anche nel 2010 e nel 2012 con una tematica interessante e attuale: Normative sulle Balaustre e Ringhiere. Grande l'interesse dei partecipanti, 70% progettisti e restante 30% addetti ai lavori, alle varie prove dimostrative di resistenza alla rottura dei vetri eseguite dal vivo.



FARAONE®
ARCHITETTURE TRASPARENTI

italian style



FARAONE S.r.l.

VIA PO, 12
64018 TORTORETO (TE) ITALY
TEL. +39 0861.784200

www.faraone.it

**PER EVITARE ATTESE AL
CENTRALINO CONSIGLIAMO DI
INVIARE E-MAIL O FAX**

faraone@faraone.it

FAX +39 0861.781035