

Webinar  
STADI E SICUREZZA:  
SISTEMI DIVISORI, PARAPETTI E BALAUSTR

**PANORAMA NORMATIVO  
SULLE BALAUSTR**  
**STADI E TRIBUNE**

Ing. Gabriele Romagnoli

TSPORT  
SPORT & IMPIANTI

21/11/2022

[www.sporteimpianti.it](http://www.sporteimpianti.it)

IN COLLABORAZIONE CON

**Faradome**  
ARCHITETTURE TRASPARENTI  
Italian style

# MANUALE VETRO & IMPIANTI SPORTIVI

Il mondo dei parapetti va sempre di più a “complicarsi”:

- Molte norme e istruzioni;
- Poca chiarezza;
- E' richiesta una buona preparazione tecnica di base a tutti gli specialisti del settore (dal posatore al commerciale al progettista).



# ARGOMENTI TRATTATI

1. **Introduzione:** il vetro;
2. **DM 17/01/2018** – Norme tecniche per le costruzioni;
3. **Norme UNI** (UNI 7697 e UNI11678);
4. **Requisiti** dei parapetti in stadi e tribune: **EN 13200-3**
5. **Realizzazioni:** lavori Faraone;

# INTRODUZIONE: IL VETRO

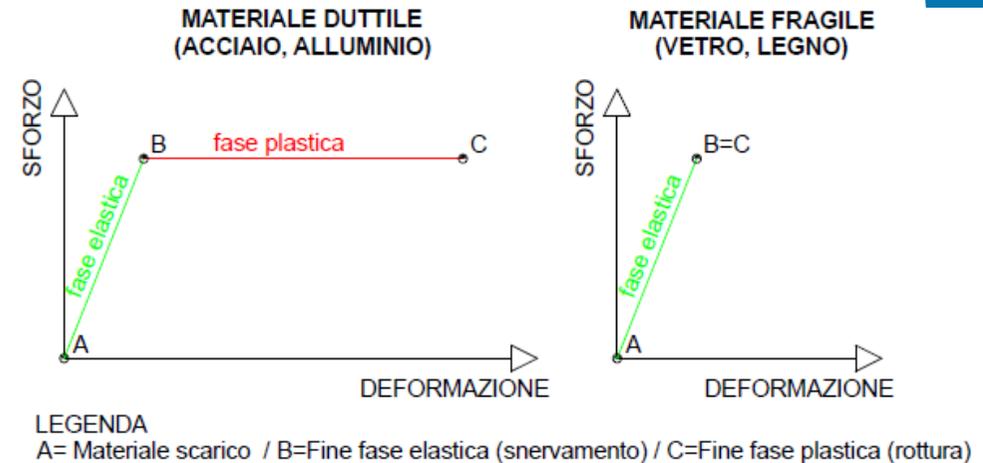
# IL VETRO

Il vetro è un materiale intrinsecamente **fragile**, pertanto non dà segnali della sua imminente rottura.

Il suo comportamento sotto carico è elastico lineare fino a **rottura improvvisa**.

Non presenta fase plastica tipica dei materiali duttili come l'alluminio.

Le principali tipologie di vetro si distinguono in:



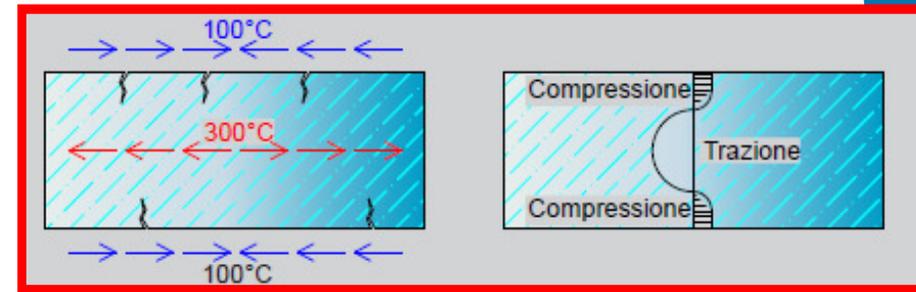
VETRO	TRATTAMENTO	RESISTENZA CARATTERISTICA	ROTTURA
<b>ricotto</b>	Lento processo di raffreddamento.	45 MPa	Grandi frammenti taglienti.
<b>indurito</b>	Raffreddamento più rapido rispetto al vetro ricotto.	70 MPa	
<b>temperato termicamente</b>	Riscaldamento fino a 650°C e poi rapido raffreddamento.	120 MPa	Piccoli frammenti di scarsa pericolosità.

# IL VETRO

Il processo di tempra comporta:

- ❑ Compressioni sulla superficie del vetro che risultano benefiche in quanto provocano la chiusura delle microcricche da cui propagano le fratture;
- ❑ Aumento della resistenza meccanica a flessione e trazione e migliore comportamento nei confronti degli sbalzi termici.

Questo stato tensionale genera un accumulo di energia elastica che viene rilasciata improvvisamente quando il vetro viene rotto. Per questo, in caso di rottura, si formano una moltitudine di piccoli frammenti non taglienti.



# IL VETRO

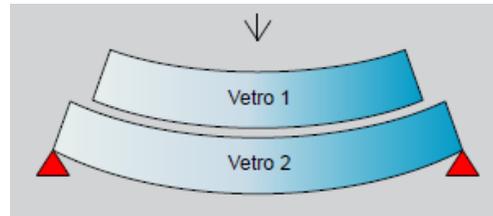
La **stratifica** permette di unire tra loro due o più lastre di vetro mediante dei fogli di intercalare, in genere polimerico.

Stratificare due o più vetri è un modo intelligente per conferire **duttilità** ad un materiale per sua natura fragile (lo stesso principio vale per il legno lamellare).

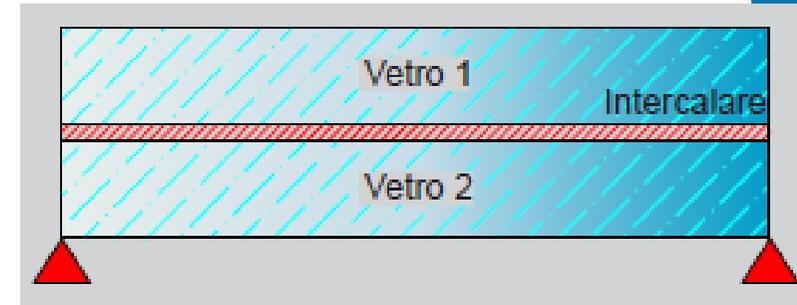
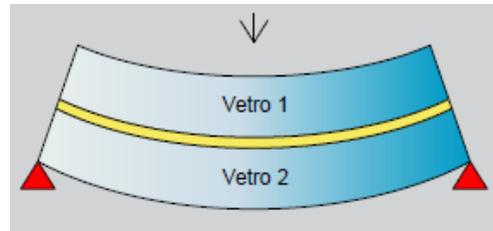
Gli **intercalari** per la stratifica si distinguono sostanzialmente in due macro-categorie:



**Elastici (PVB, EVA)**



**Rigidi (SentryGlas, Saflex DG41, X-Lab)**

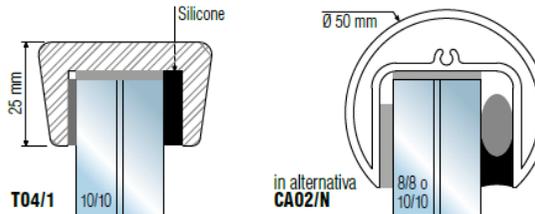


La principale peculiarità dell'intercalare è quella di trasferire gli sforzi di taglio tra le lastre inflesse.

I valori di resistenza dell'intercalare decrescono sensibilmente all'aumentare della temperatura e del tempo di applicazione del carico.

# LE BALAUSTRE IN VETRO

**CORRIMANO  
(eventuale)**



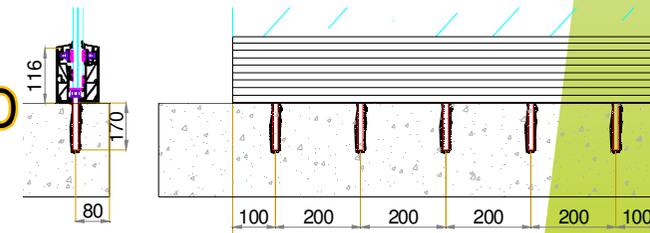
**PANNELLO IN VETRO  
STRUTTURALE**



**PROFILO DI BASE  
IN ALLUMINIO**



**FISSAGGIO  
A TERRA**



# **DM 17/01/2018**

# **NORME TECNICHE PER LE**

# **COSTRUZIONI**

# DM 17/01/2018

Il DM 17/01/2018 o “norme tecniche per le costruzioni” è la legge che definisce i carichi e le verifiche sulle strutture in Italia. E' la normativa **cogente** che va necessariamente applicata sulle strutture e, quindi, anche sui parapetti.

**Secondo il DM17/01/2018** i carichi nominali da applicare sulle balaustre sono, a seconda della destinazione d'uso:

**2 kN/m per le categorie A, B, C1, C2;**

**3 kN/m per le categorie C3, C4, C5.**

Tali carichi orizzontali lineari sono da applicare su corrimano oppure a pareti a quota 1,2 m.

**Per la verifica di resistenza (stato limite ultimo - SLU)** i carichi sopra vanno amplificati mediante un fattore di sicurezza 1,5, quindi:

**Categorie A, B, C1, C2 (con amplificazione SLU) - 3 kN/m;**

**Categorie C3, C4, C5 (con amplificazione SLU) - 4,5 kN/m.**

# DM 17/01/2018

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale</b>			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	<b>Uffici</b>			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b>			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00

Nel nuovo DM 17/01/2018, per ogni categoria è riportato l'ambiente di destinazione d'uso **Scale comuni, balconi, ballatoi** (assoluta novità rispetto al precedente DM 14/01/2008).

Altra novità sono i carichi antropici orizzontali lineari sui parapetti per le Cat. A e B, pari a **2 kN/m**.  
Per la Cat. C (ambienti suscettibili di affollamento) la norma riporta un generico **≥ 2 kN/m (a seconda della categoria d'uso servita)**

Nel DM18 vengono differenziati molti più ambienti di destinazione d'uso per la Cat. C rispetto al vecchio DM08.

# **UNI 7697:2015**

# **UNI 11678:2017**

# NORME UNI

Sono indicazioni **non cogenti**, non sono equiparabili al Decreto Ministeriale.  
Per quanto riguarda i parapetti in vetro, in ordine cronologico abbiamo:

- **UNI 10809:1999** - Ringhiere, balaustre o parapetti prefabbricati. **Definisce i requisiti geometrico-prestazionali** delle balaustre (altezza minima, scalabilità, inattraversabilità, impugnabilità del passamano);

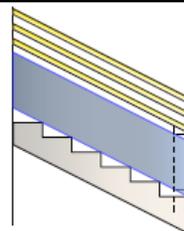
## ALTEZZA MINIMA

	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

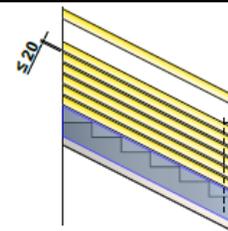
\* Al momento della pubblicazione della presente norma, è in vigore il DM 14 giugno 1989 n°236, capo IV punto 8,1,10.

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'

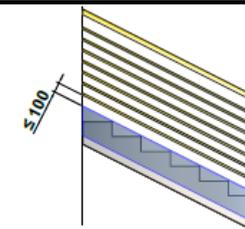


Fascia piena inferiore di altezza  $\geq 500$  mm dal piano finito



Eventuali barre orizzontali devono avere un passo  $\leq 20$  mm per una altezza dal piano finito  $\geq 700$  mm

## INATTRAVERSABILITA'



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

# NORME UNI

- **UNI 7697:2015 - Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie.**

Definisce principalmente la scelta della tipologia di vetro da impiegare a seconda della prestazione minima richiesta. Nel prospetto 1 della norma sono riportate le classi minime di prestazione per i vetri delle balaustre ed il criterio PR:

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
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

La sigla “1B1” è ora riferita alla tipologia di vetro e intercalare in quanto le prove di urto sono ben definite nella nuova UNI 11678:2017 (non c'è più spazio all'interpretazione...)

La sigla “PR” (post-rottura) implica che i vetri impiegati per realizzare i parapetti **non devono collassare immediatamente nel caso in cui tutte le lastre risultino rotte.**



# NORME UNI

- **UNI 7697:2015 - Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie.**

Cosa vuol dire garantire il “PR” (post-rottura)?



Vetri temprati stratificati con PVB e rottura accidentale di entrambe le lastre.

**Criterio PR non garantito: le lastre collassano sotto il peso proprio (effetto “lenzuolo”).**



Vetri temprati stratificati con XLAB, rottura controllata di entrambe le lastre e prova di spinta sul pannello di vetro rotto.

**Criterio PR garantito: non solo le lastre non collassano sotto il peso proprio ma è possibile aggiungere un carico orizzontale lineare senza che avvenga il collasso.**

# NORME UNI

Quindi quale tipologia di vetro e intercalare utilizzare in accordo a UNI 7697?

Possiamo stilare una "classifica", dalla peggiore alla migliore soluzione:

## 1 – TEMPRATO-INDURITO CON PVB O EVA

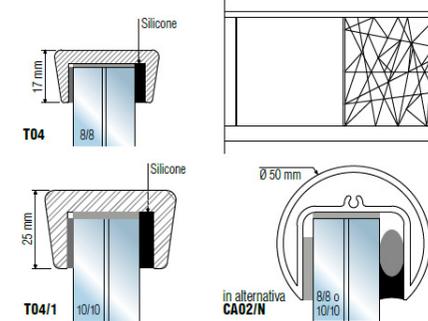
- Garantisce il PR;
- E' economico.

- Indurito meno resistente del 40% rispetto al temprato;
- Non possiede resistenza residua dopo la rottura;
- Rottura in grandi lastre potrebbe lacerare l'intercalare non garantendo il PR;
- Incertezza nella corretta posa (indurito nella parte esterna).

## 2 – TEMPRATO-TEMPRATO CON PVB O EVA E CORRIMANO

- Garantisce il PR;
- Permette trasferimento dei carichi;
- Protegge bordo vetro e intercalare.

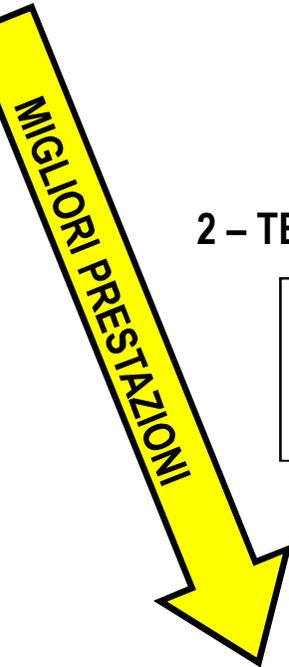
- Non piace agli architetti (mancanza trasparenza).



## 3 – TEMPRATO-TEMPRATO CON SG O XLAB

- Garantisce il PR;
- Ha resistenza residua dopo rottura;
- Maggiore resistenza e rigidità del vetro.

- E' costoso.



# NORME UNI

NON SEMPRE E' FACILE DISTINGUERE IL CORRIMANO...



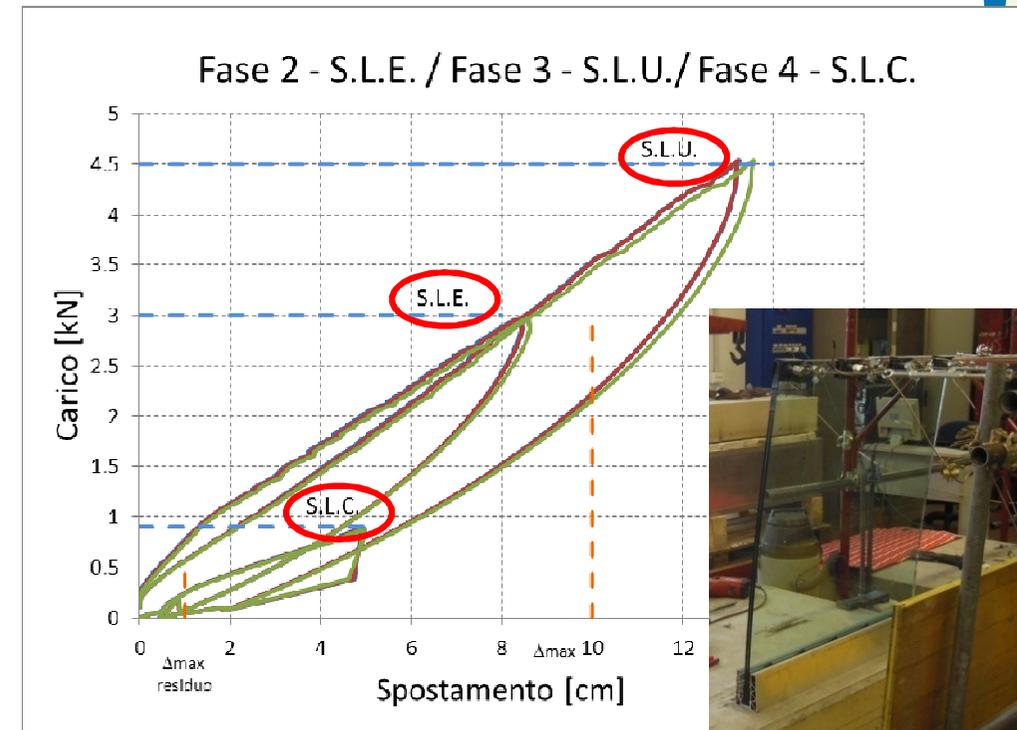
# NORME UNI

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

Definisce i metodi di prova per determinare il comportamento ai carichi statici linearmente distribuiti e ai carichi dinamici di elementi di tamponamento in vetro avente funzione di anticaduta. La norma è entrata ufficialmente in vigore in data 11/05/2017.

La UNI 11678 in sintesi, prevede:

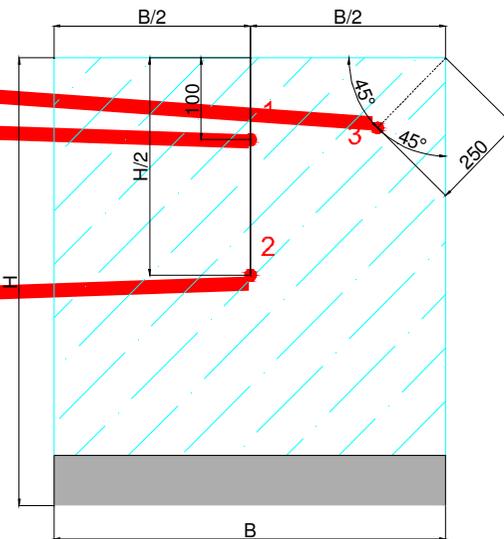
- Flessione massima del vetro in esercizio pari a **100 mm** e flessione residua dopo 15 min dalla rimozione del carico pari a **10 mm**;
- Controllo della resistenza allo Stato limite Ultimo con amplificazione del carico di esercizio mediante **fattore di sicurezza pari a 1,5**. Pertanto il carico di 200 kg/m della Cat. C2 viene portato a 300 kg/m e il carico di 300 kg/m della Cat. C3 viene portato a 450 kg/m;
- Controllo della resistenza allo Stato limite di Collasso mediante **rottura indotta** di una lastra;



# NORME UNI

- Prova di impatto da corpo duro per la verifica di resistenza del vetro agli urti accidentali di elementi metallici;
- Prova di impatto da corpo semirigido che non era chiara ed esplicita nella UNI7697 mentre ora diventa obbligatoria, con determinazione esatta delle altezze di caduta (a seconda della destinazione d'uso) e dei punti di impatto del pendolo.

La prova di impatto da corpo semirigido prevede 3 urti in successione nei seguenti punti:



# **INSTALLAZIONI PER GLI SPETTATORI: EN 13200-3**

# EN 13200-3

La EN 13200-3 specifica i requisiti di progettazione per la **disposizione e le caratteristiche di prodotto degli elementi di separazione** all'interno delle installazioni per spettatori in luoghi ricreativi come **stadi e palazzetti dello sport**.

Secondo la EN 13200-3 gli elementi di separazione in uno stadio si suddividono in:

- barriere perimetrali esterne;
- barriere nell'area di attività;
- elementi di segregazione;
- **barriere anti-schiacciamento;**
- **barriere davanti e dietro i posti a sedere;**
- **barriere nelle gallerie degli spettatori;**
- ingresso e cancelletti girevoli;
- porte di uscita e cancelli;
- barriere temporanee;
- **barriere davanti alla scena.**

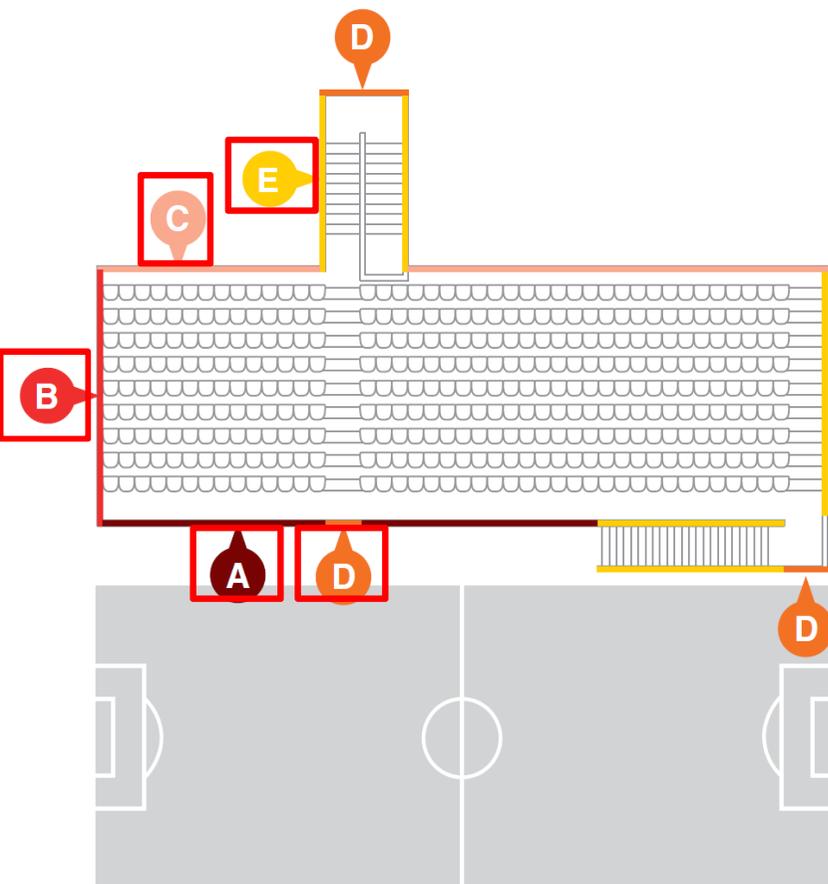
# EN 13200-3

## Requisiti generali di progettazione dei parapetti secondo la EN 13200-3:

- Altezza delle barriere **non inferiore a 1,1 m**;
- **La flessione deve essere limitata** in modo da non allarmare gli utilizzatori;
- La barriera finita **non deve presentare bordi taglienti** o sporgenze che possano causare lesioni alle persone o danneggiare l'abbigliamento o altri oggetti;
- La progettazione deve garantire la manutenzione in sicurezza delle barriere. Si deve considerare la possibilità di **manomissioni o vandalismi**;
- Tutte le aree di osservazione degli spettatori devono garantire una **vista chiara e senza ostacoli** dell'intera area di attività;
- Nelle barriere perimetrali esterne si dovrebbero considerare anche gli aspetti relativi alla sicurezza, in particolare la facilità con cui oggetti indesiderati possono essere fatti entrare o uscire dall'impianto.

# EN 13200-3

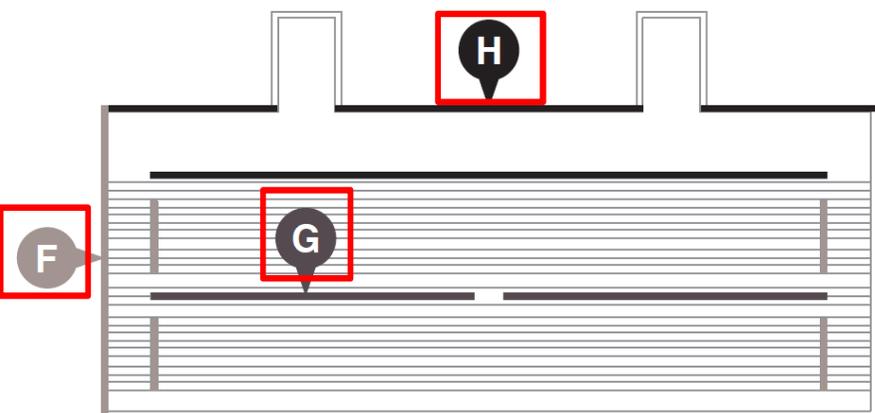
Carichi orizzontali per le barriere con posti a sedere fissi:



TIPO	CAT. EN 1991-1-1	Descrizione	Carico orizzontale lineare	Carico uniformemente distribuito	Altezze
A <sub>ROF</sub>	C5	Barriere di fronte ad una fila di sedili con rischio di caduta nel vuoto	2 kN/m	2 kN/mq	1,1 m
B	C2	Barriere adiacenti alla fine di una fila di sedili	1 kN/m	0,8 kN/mq	1,1 m
C	C2	Barriere dietro ad una fila di sedili	1 kN/m	0,8 kN/mq	1,1 m
D <sub>ROF</sub>	C5	Barriere ai piedi di una scala, allineate ad angolo retto rispetto alla direzione di movimento degli spettatori e con rischio di caduta nel vuoto	3 kN/m	2 kN/mq	1,1 m
E	C5	Barriere laterali, allineate parallelamente rispetto alla direzione di movimento degli spettatori	2 kN/m	2 kN/mq	1,1 m

# EN 13200-3

Carichi orizzontali per le barriere con posti in piedi:



TIPO	CAT. EN 1991-1-1	Descrizione	Carico orizzontale e lineare	Carico uniformemente distribuito	Altezza
F	C5	Barriere di corridoi con posti in piedi, allineate ad angolo retto rispetto alla direzione di movimento degli spettatori	3 kN/m	2 kN/mq	1,1 m
G	-	Barriere anti-schiacciamento	-	-	1,1 m
H	C5	Barriere per le gallerie per gli spettatori	2 kN/m	2 kN/mq	1,1 m

# EN 13200-3

## Barriere anti schiacciamento:

Le barriere anti schiacciamento sono elementi di separazione previsti in aree con posti in piedi per evitare pericoli derivanti dalla pressione della folla.

I fattori che determinano il carico orizzontale imposto sulle barriere anti-schiacciamento sono:

- Angolo di inclinazione della terrazza o pendenza di visibilità;
- Distanza orizzontale tra le barriere.

All'aumentare della pendenza delle aree con posti in piedi è necessario ridurre la distanza tra le barriere.

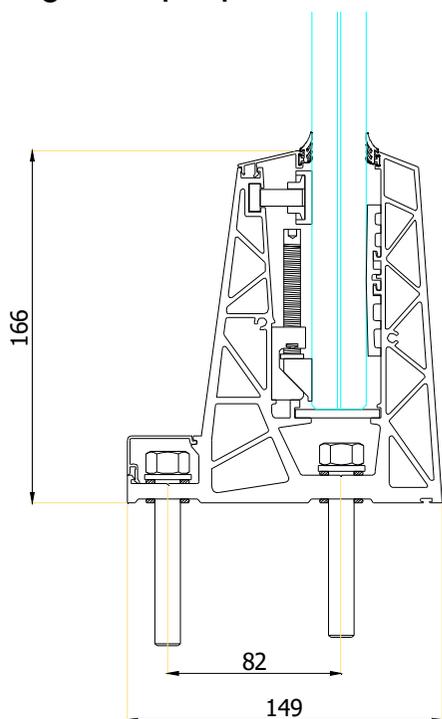
Il carico orizzontale lineare massimo caratteristico consentito sulle barriere anti-schiacciamento è 5 kN/m. Oltre tale carico sussiste il rischio di lesioni fisiche per gli spettatori.

ANGOLO DI INCLUNAZIONE TERRAZZA O PENDENZA DI VISIBILITÀ	DISTANZA ORIZZONTALE TRA LE BARRIERE				
5°	5,0 m	4,0 m	3,3 m	3,0 m	2,0 m
10°	4,3 m	3,4 m	2,9 m	2,6 m	1,7 m
15°	3,8 m	3,0 m	2,6 m	2,3 m	1,5 m
20°	3,4 m	2,7 m	2,3 m	2,0 m	1,3 m
25°	3,1 m	2,5 m	2,1 m	1,8 m	1,2 m
Carichi orizzontali imposti consigliati	Lunghezza 5,0 kN/m	Lunghezza 4,0 kN/m	Lunghezza 3,4 kN/m	Lunghezza 3,0 kN/m	Lunghezza 2,0 kN/m

# EN 13200-3

## Ninfa Stadio Faraone:

E' un profilo massivo, appositamente ideato per stadi e tribune, abbinato a vetri temprati stratificati 12+12 SG ha le seguenti proprietà

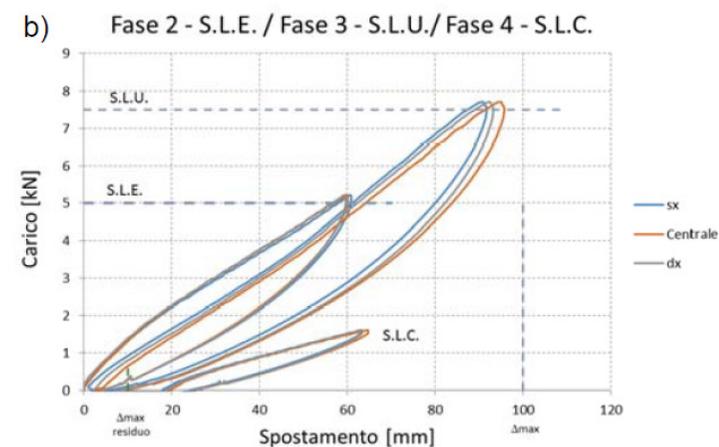


FASE	Livello di carico	Spostamento (mm)			
		CENTRALE	SX	DX	Media
FASE 1	Precarico (1.5kN/m)	13.30	13.15	12.67	13.04
FASE 1	Precarico (1.5kN/m) dopo 5'	13.39	13.09	12.77	13.08
FASE 1	Precarico residuo	0.59	0.56	0.53	0.56
FASE 2	S.L.E. (5kN/m)	60.71	59.87	59.37	59.98
FASE 2	S.L.E. (5kN/m) dopo 5'	60.87	60.06	59.64	60.19
FASE 2	S.L.E. residuo dopo 15'	2.01	2.27	2.03	2.11
FASE 3	S.L.U. (7.5kN/m)	90.73	94.78	92.42	92.64
FASE 3	S.L.U. (7.5kN/m) dopo 5'	91.75	95.73	93.21	93.56
FASE 3	S.L.U. residuo	17.75	19.23	18.82	18.60

Flessione di 60 mm a 5 kN/m (altezza vetro 1,1 m)

Flessione di 93 mm a 7,5 kN/m (altezza vetro 1,1 m)

**Pertanto il profilo Ninfa Stadio è idoneo ad essere utilizzato all'interno di stadi e come barriera anti-schiacciamento in accordo alla UNI 13200-3.**



# REALIZZAZIONI E TEST IN CANTIERE

# STADIO DI BERGAMO

## GEWISS STADIUM



Anno: 2020

Profilo e vetro: Ninfa5 con 10(T)+10(T)+1,52 SG  
(bordo campo)

Ninfa195 con 10(T)+10(T)+1,52 SG (tribune)

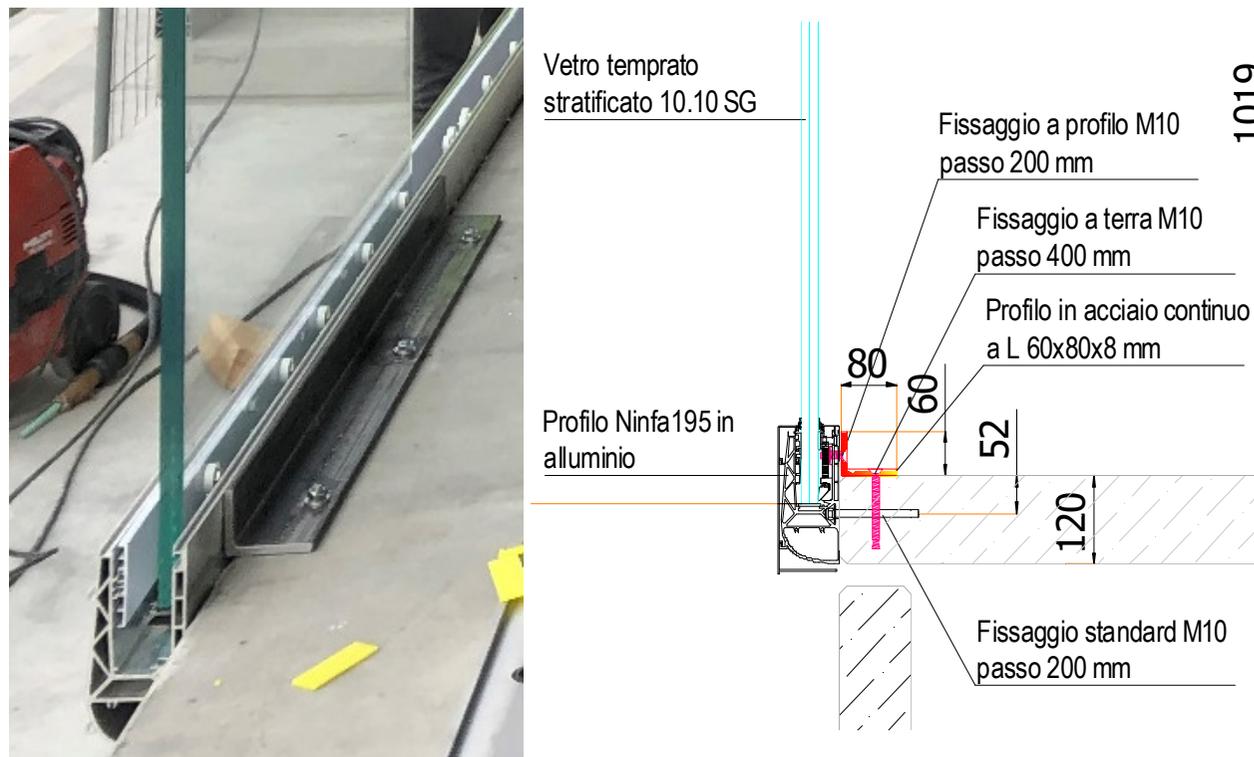


# STADIO DI BERGAMO

## GEWISS STADIUM

Dettagli e soluzioni custom

Prove di carico in cantiere



# STADIO DI UDINE



Anno: 2015

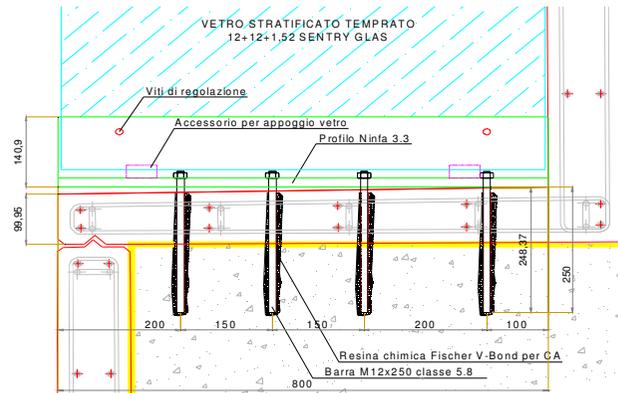
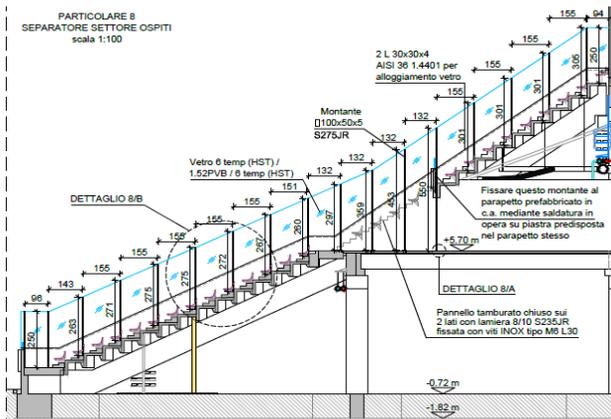
**Profilo e vetro:** Ninfa90 con 8(T)+8(T)+1,52 SG (bordo campo)

Ninfa 3.3 con 12(T)+12(T)+1,52 SG (separatori di settore)



# STADIO DI UDINE

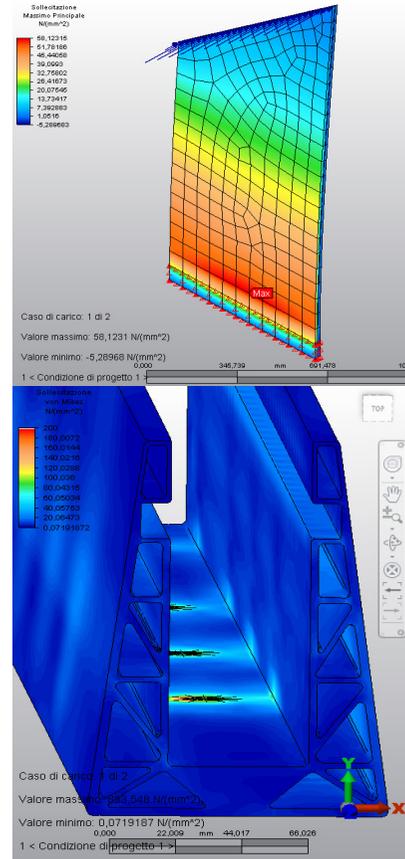
Disegni dettagliati e soluzioni custom:



Prove di carico in cantiere:



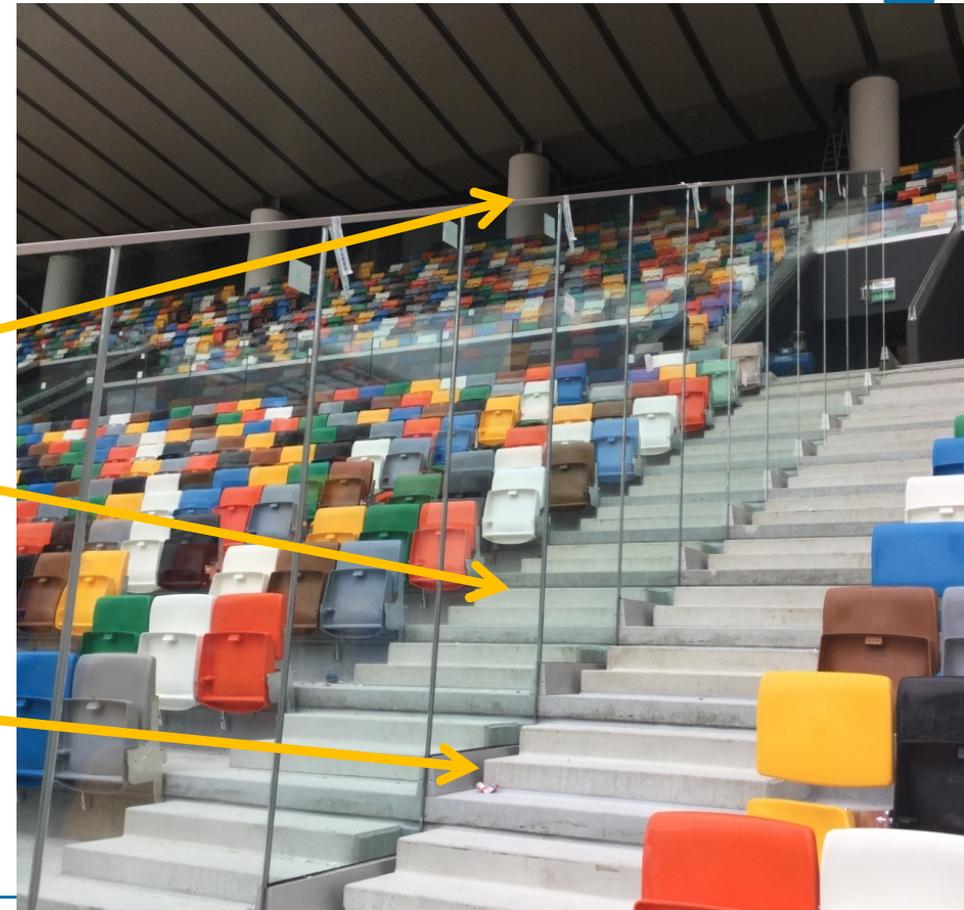
Analisi FEM statiche e dinamiche:



# STADIO DI UDINE

ALLO STADIO DI UDINE, PER I SEPARATORI DI SETTORE DI ALTEZZA MASSIMA 2,7 METRI, SONO STATI ADOTTATI QUESTI ACCORGIMENTI

- corrimano continuo incollato al bordo superiore dei vetri, in modo da creare una sorta di "controvento";
- intercalare rigido SG in modo da ridurre la flessibilità del vetro;
- profilo che garantisca un maggior grado di incastro (ad esempio, Ninfa3.3 riempito resina chimica bicomponente);



# STADIO DI TIRANA

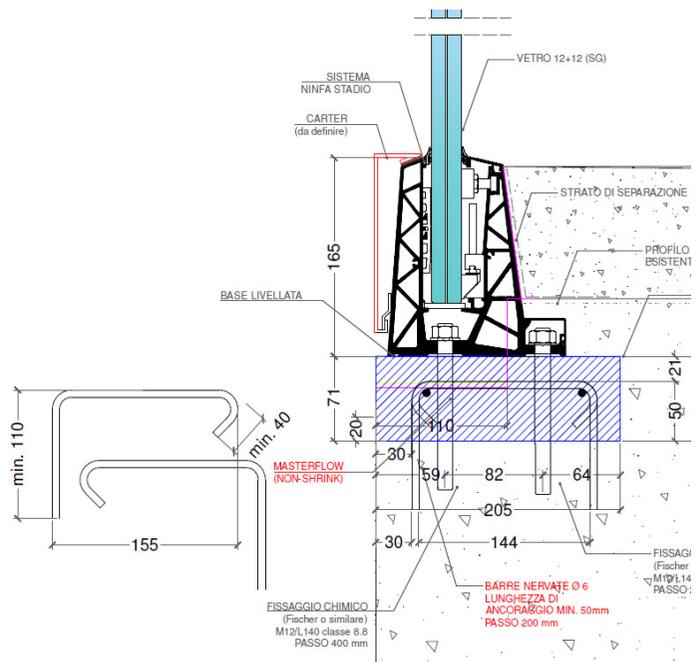
Anno: 2018

Profilo e vetro: Ninfa Stadio con 12(T)+12(T)+1,52 SG

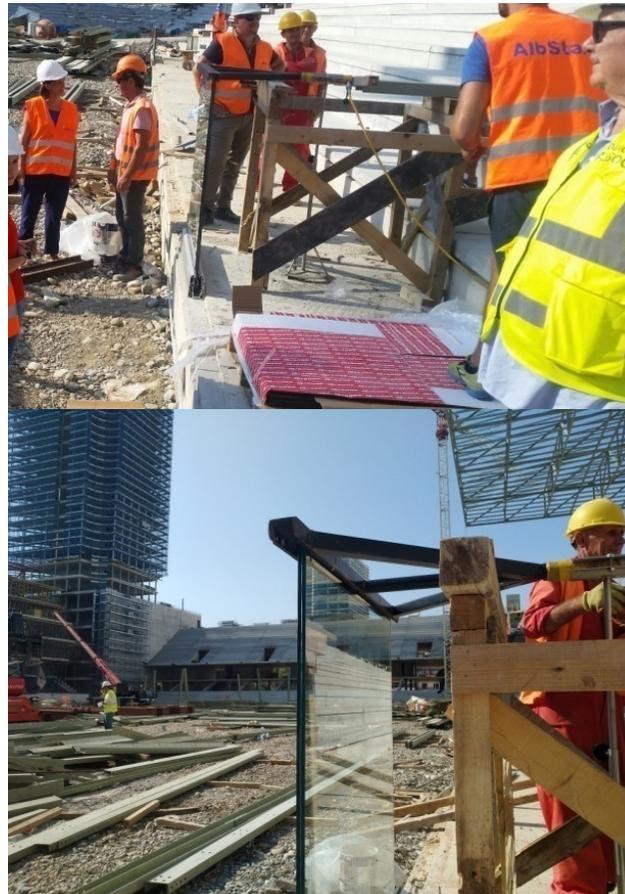


# STADIO DI TIRANA

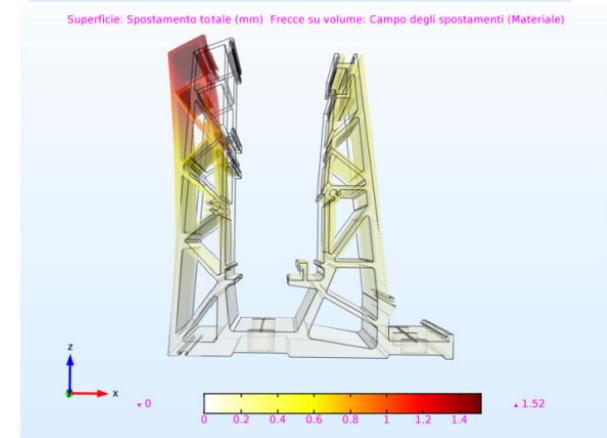
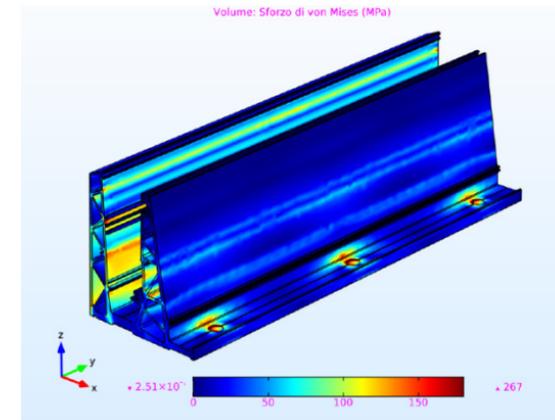
Disegni dettagliati e soluzioni custom:



Prove di carico in cantiere:



Analisi FEM statiche:



# STADIO DI FOGGIA



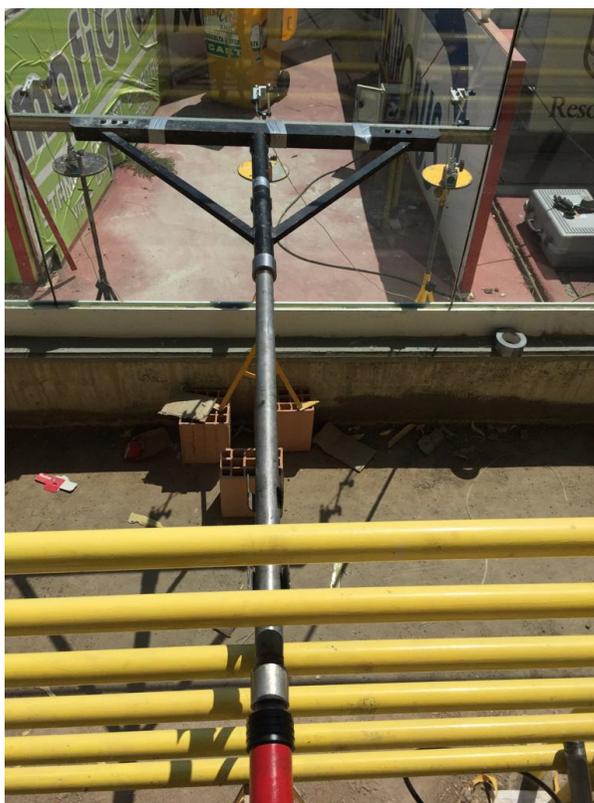
Anno: 2018

Profilo e vetro: Ninfa 3.3 con 12(T)+12(T)+1,52 SG  
(bordo campo)



# STADIO DI FOGGIA

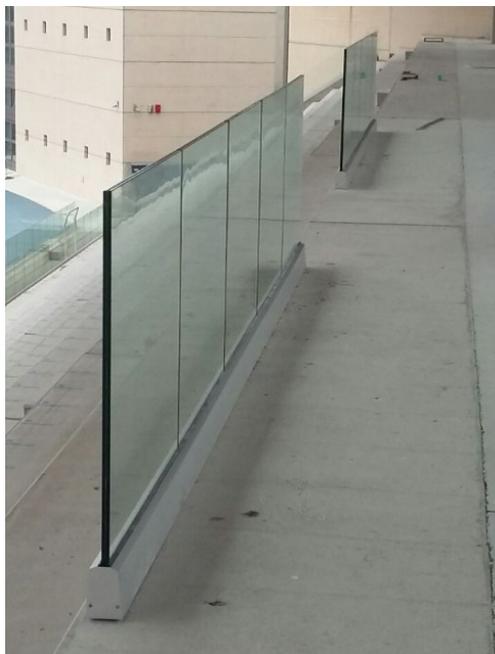
Prove di carico in cantiere:



# STADIO “GREZAR” DI TRIESTE

Anno: 2018

Profilo e vetro: Ninfa 4 con 10(T)+10(T)+1,52 SG



# STADIO “GREZAR” DI TRIESTE

Prove di carico in cantiere:



Webinar  
STADI E SICUREZZA:  
SISTEMI DIVISORI, PARAPETTI E BALAUSTR

**PANORAMA NORMATIVO  
SULLE BALAUSTR**  
**STADI E TRIBUNE**

Ing. Gabriele Romagnoli

TSPORT  
SPORT & IMPIANTI

21/11/2022

[www.sporteimpianti.it](http://www.sporteimpianti.it)

IN COLLABORAZIONE CON

**Faradome**  
ARCHITETTURE TRASPARENTI  
Italian style