

CITTA' DI
VENEZIA



Città di Venezia
Area Lavori Pubblici Mobilità e Trasporti
Settore Attuazione Opere Strategiche, Nuove Opere Viarie
e Gestione Strade di Collegamento Principali
Servizio Manutenzione Viabilità Principale

Direttore: Ing. Simone Agrondi
Responsabile Unico del Progetto: Ing. Marco Scattolin

Titolo intervento

Manutenzione Straordinaria Complementare Viabilità Principale
(C.I. 15417)

Fase

Progetto Esecutivo

Ambito di intervento

Viabilità di collegamento principale

Progetto



Ing. Michele GRANZIERO
Piazza G. D'Annunzio, 7 - 30036 S.Maria di Sala VE
tel/fax 0415781162 - E.mail info@studiogranziero.it
Cod. Fisc. GRNMHL62C06Z133I P.IVA 03180570271



Titolo

Relazione specialistica opere in c.a.

Data prima emissione
Dicembre 2024

Revisione
prima emissione 03.12.2024

Redatto
M.Granziero

Verificato

Approvato

Scala

Elaborato

Revisione

PE. 02.2

1.Premessa

La presente relazione si riferisce agli interventi strutturali necessari per la sostituzione della barriera di sicurezza esistente nel tratto di cavalcaferrovia su via Corso del Popolo in carreggiata Est a Mestre (VE).



Localizzazione ortofoto



Particolare elemento da sostituire

Obiettivo della progettazione è la sostituzione dell'esistente barriera, in analogia peraltro all'intervento già

realizzato in carreggiata Ovest, con installazione quindi di barriera di sicurezza H4 bordo ponte.

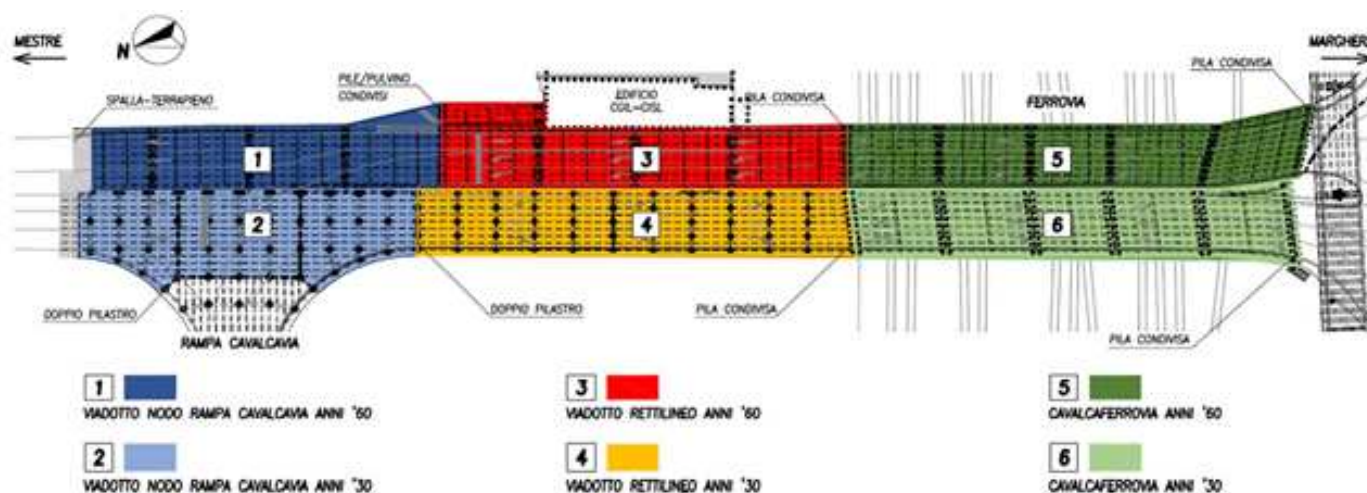
Onde evitare di alterare equilibri statici del manufatto esistente e nel contempo dare rispetto alla normativa vigente in materia di installazione di barriere per la tipologia che si andrà ad installare, si prevede, anche qui in analogia con il già realizzato intervento in carreggiata Ovest, la realizzazione a ridosso dell'esistente cordolo di una cordolo di inghisaggio della nuova barriera che comporterà una lieve e ininfluente modifica della larghezza delle corsie stradali esistenti.

La barriera sarà installata quindi su un cordolo in calcestruzzo armato, opportunamente dimensionato e vincolato alla sottostante opera da ferri inghisati.

L'intervento sulla struttura in c.a. si configura come intervento locale ai sensi del paragrafo 8.4.1 delle NTC 2018 e conseguentemente non necessita di collaudo statico.

2. Identificazione della struttura esistente – stato di fatto

Il manufatto esistente, nel suo insieme, si conforma come un insieme di strutture di diversa datazione storica così identificate:



La carreggiata oggetto di intervento di sostituzione della barriera è quella sopra identificata con i numeri 3-5, ovvero la carreggiata Est percorsa a senso unico dal traffico proveniente da Sud verso Nord (Corso del Popolo); essa risulta indipendente dalla carreggiata Ovest, in quanto sia la struttura del ponte risulta differente, sia è presente uno spartitraffico in barriere di sicurezza che impedisce la comunicazione delle due carreggiate.

La sezione trasversale risulta composta da un marciapiede laterale rialzato avente larghezza complessiva che va dai ml. 2.33 nella zona in curva a ml. 1.09 di fronte alla zona adibita ad attività

commerciale, passando per ml. 1.40 sopra ponte (misure da fronte cordolo lato strada a parapetto); il marciapiede è costituito da un cordolo di bordo esterno di cm. 20 circa sul quale trova collocazione un parapetto in tubolare di acciaio a tre elementi orizzontali; in corrispondenza dei binari della ferrovia è presente una protezione in lamiera di acciaio in parte piena e in parte a rete, agganciata al parapetto tramite staffaggio sui tubolari. Il corpo centrale è costituito da un vano cavo con copertura in coppelle di calcestruzzo prefabbricate.

Verso strada il marciapiede risulta bordato da un cordolo avente larghezza cm.30 circa sul quale risulta installata l'esistente barriera metallica a doppia onda di tipo Morteo e pali tipo IPE 160. Essendo stata oggetto di vari ripristini, la barriera saltuariamente presenta montanti o tipologie di nastri differenti dall'originale: questo è dovuto alla difficoltà nel reperimento del profilo Morteo in commercio, che ha portato all'uso di un nastro a doppia onda per l'esecuzione degli interventi di ripristino.

Al termine del tratto soprastante i binari ferroviari, è presente l'accesso per una zona con attività commerciali che impone l'interruzione del segmento con barriera di sicurezza al fine di permettere l'ingresso all'area; la larghezza di tale varco risulta pari a circa ml. 7.72.

La presenza del varco suddivide l'installazione in due tratti distinti: il primo, provenendo da sud, possiede i requisiti per soddisfare l'installazione del tratto minimo di tutte le barriere di sicurezza attualmente in commercio, essendo maggiore di ml. 100, e sarà caratterizzato in ingresso da una transizione con la barriera esistente e in uscita da un terminale semplice in quota. Il secondo, compreso tra la zona di accesso e quella di uscita dall'area commerciale, possiede una lunghezza pari a circa ml. 53, vincolando pertanto l'estensione dei dispositivi di sicurezza; il tratto sarà dotato da ambo le estremità di terminali testati.

Le due zone verranno trattate con approcci separati, essendoci infatti condizioni e necessità differenti: sulla ferrovia, in analogia con la carreggiata Ovest e le direttive di RFI, la classe di protezione sarà H4; a protezione della zona commerciale invece, non sussistendo queste necessità, ma essendo prioritaria la garanzia di maggior visibilità possibile in fase di immissione in strada, verrà adottato un dispositivo H2 dotato di minor altezza, con accorgimenti terminali per ridurre al minimo l'ingombro del dispositivo.

3. Normativa

La strada in questione può essere classificata come Strada Urbana di Scorrimento (D), in quanto dotata attualmente di tre corsie per senso di marcia separate da uno spartitraffico invalicabile con velocità di progetto compresa tra 50 e 80 km/h. Nel tratto di che trattasi, essendo l'area all'interno del centro abitato e in zona di svicolo, il limite di velocità imposto risulta di 50 Km/h.

Nel rispetto dei disposti di cui all'articolo 2 comma 1 del D.M. 223/92 che recita *“I progetti esecutivi relativi alle strade pubbliche extraurbane ed a quelle urbane con velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h devono comprendere un apposito allegato progettuale, completo di relazione motivata sulle scelte, redatto da un ingegnere, riguardante i tipi delle barriere di sicurezza da adottare, la loro ubicazione e le opere complementari connesse (fondazione, supporti, dispositivi di smaltimento delle acque, ecc.), nell'ambito della sicurezza stradale”...* omissis... la presente relazione, oltre a inquadrare l'ambito di intervento e a definire altri aspetti relativi alla progettazione vuole ottemperare alla prescrizione normativa di cui sopra in quanto, che nel caso di specie, l'intervento si configura relativo a dispositivi di sicurezza. Conseguentemente, si ritiene opportuno richiamare la principale normativa in materia di barriere di sicurezza stradale e strutture:

1. Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni”
2. Circolare Ministeriale 11 febbraio 2019 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni
3. UNI EN 1992-4:2018 - Eurocodice 2- Progettazione delle strutture di calcestruzzo- Parte 4: Progettazione degli attacchi per utilizzo nel calcestruzzo
4. D.M. 18/02/1992, n. 223 (G.U. n. 63 del 16/03/92) Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.
5. D.M. 21/06/2004, n. 2367 (G.U. n. 182 del 05/08/04) Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale.
6. D.Lvo n. 285/92 e s.m.i. Nuovo Codice della Strada.
7. D.P.R. n. 495/92 e s.m.i. Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.
8. D.M. 05/11/2001, n. 6792 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
9. Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 62032 del 21/07/2010 Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.
10. Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti del 28/06/2011 (G.U. n. 233 del 06/10/11) Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale.
11. Norme UNI EN 1317 Barriere di sicurezza stradali
 - UNI EN 1317-1: 2010 “Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova”;

- UNI EN 1317-2: 2010 “Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d’urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari”;
 - UNI EN 1317-3: 2010 “Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d’urto”;
 - UNI ENV 1317-4: 2003 “Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d’urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza”;
 - UNI EN 1317-5: 2012 “Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli”.
12. Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 28/06/2011: “disposizioni sull’uso e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”
13. Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 01/04/2019: “dispositivi stradali di Sicurezza per i motociclisti (DSM)”
14. EN ISO/IEC 17025:2017 - Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura
15. Proposte di aggiornamento Norme UNI EN 1317 Barriere di sicurezza stradali
- prEN 1317-4: 2012 “Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d’urto e metodi di prova per transizioni e sezioni rimovibili di barriere”
 - prEN 1317-7: 2012 “Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d’urto e metodi di prova per terminali di barriera”
16. UNI CEN/TR16303:2012 Linee guida per la meccanica computazionale di prove d’urto sul sistema di ritenuta del veicolo – Informazioni di riferimento comune e relazione;
17. UNI CEN/TR16303-2:2012 – Linee guida per la meccanica computazionale di prove d’urto sul sistema di ritenuta del veicolo – Modelli e verifica del veicolo
18. UNI CEN/TR16303-3:2012 – Linee guida per la meccanica computazionale di prove d’urto sul sistema di ritenuta del veicolo – Modelli e verifica dell’articolo di prova
19. UNI CEN/TR16303-4:2012 – Linee guida per la meccanica computazionale di prove d’urto sul sistema di ritenuta del veicolo – Procedure di validazione
20. Rapporto tecnico UNI/TR 11785 Documento tecnico di supporto per la redazione del manuale per l’utilizzo e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradali su rilevato (Ed. maggio 2020)
21. Notification draft 2014/483_I_IT Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Decreto Dirigenziale relativo all’aggiornamento delle “istruzioni tecniche inerenti l’uso e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradale” (Numero di notifica alla CE 2014/483/I del 06/10/2014: non ancora emanato ma con parere del CSLLPP n. 14/2013 dell’adunanza del 02/2014).

4. Individuazione della Barriera da installarsi

Con riferimento alla specifica relazione di progetto per l'individuazione della barriera da installarsi facente parte integrante, si desume che, anche al fine di adottare il massimo livello di sicurezza nel tratto, si adotta:

- A. per il **tratto 1** l'uso di barriera **H4 bordo ponte**, anche in analogia a quanto adottato per la carreggiata Ovest nel precedente recente intervento.

Si prevede quindi una installazione del dispositivo al di fuori del marciapiede, mediante realizzazione di un nuovo cordolo in c.a. a ridosso dell'esistente con lieve e non sostanziale restringimento delle corsie.

Il nuovo cordolo, verrà realizzato in rialzo di cm. 15 dal piano viabile per cui si prevede che la barriera venga installata con tale dislivello a 0,15 m..

Quindi si riportano in sintesi gli esiti sulle caratteristiche della barriera da installarsi:

CARATTERISTICHE DISPOSITIVO DI PROGETTO	
Livello di contenimento	H4
Larghezza operativa W	<W5
Altezza di installazione (da livello piano viabile)	+0,15 m.

L'intervento proposto richiede la demolizione della sovrastruttura stradale e la realizzazione di un nuovo cordolo di fondazione in calcestruzzo armato che consenta il corretto ancoraggio del dispositivo tramite barre filettate inghisate con resina.

- B. per il **tratto 2** l'uso di barriera **H2 bordo ponte**, che avendo un'altezza inferiore a quella H4 bp, permette maggiore visibilità all'accesso frontista esistente.

Si prevede quindi anche qui una installazione del dispositivo al di fuori del marciapiede, mediante realizzazione di un nuovo cordolo in c.a. a ridosso dell'esistente con lieve e non sostanziale restringimento delle corsie.

Il nuovo cordolo, verrà realizzato in rialzo di cm. 10 dal piano viabile per cui si prevede che la barriera venga installata con tale dislivello a 0,10 m..

Quindi si riportano in sintesi gli esiti sulle caratteristiche della barriera da installarsi:

CARATTERISTICHE DISPOSITIVO DI PROGETTO	
Livello di contenimento	H2
Larghezza operativa W	<W4
Altezza di installazione (da livello piano viabile)	+0,10 m.

L'intervento proposto richiede la demolizione della sovrastruttura stradale e la realizzazione di un nuovo cordolo di fondazione in calcestruzzo armato che consenta il corretto ancoraggio del dispositivo tramite barre filettate inghisate con resina.

I limiti di intervento sono stati identificati in prossimità del giunto Sud del manufatto in prossimità del semaforo (provenendo da Venezia quale limite di competenza).

Il posizionamento del cordolo su strada permette di garantire la richiesta fruibilità del marciapiede: i dispositivi risulteranno quindi posizionati con un'altezza massima di circa 0,10/0,15 m rispetto al piano viario, non compromettendo le loro prestazioni in quanto appositamente studiati in tale configurazione.

5. Barriera tipologica H4 bordo ponte e H2 bordo ponte

Al fine di realizzare un corretto dimensionamento del cordolo, nonché di valutare adeguate transizioni, si prevede l'utilizzo di barriere tipologiche, identificate con la H4 Safestar 431b di produzione Saferoad per il tratto 1 e H2 Safestar 231 b di produzione Saferoad per il tratto 2. Questa selezione, oltre a non voler limitare l'appaltatore nella scelta di un differente dispositivo, in quanto è libero di valutare differenti opzioni purché in linea con quanto richiesto in termini di parametri prestazionali, viene adottata in similitudine a quella da poco adottata nell'intervento in carreggiata Ovest. Di seguito si illustrano le verifiche del sistema di ancoraggio ai sensi dell'Eurocodice UNI EN 1992-4:2018, ricavando le sollecitazioni agenti dalla barriera tipologica: qualora l'appaltatore fornisse un differente dispositivo, sarà suo onere la verifica della congruenza tra sistema di ancoraggio e cordolo dimensionato, quest'ultimo realizzato in calcestruzzo C40/50, Rck 45 MPa, di dimensioni 0,55x0,30 m per la barriera H4 e 0.55x0.25 per la barriera H2.

a) Coefficienti per azioni eccezionali

La sollecitazione derivante dall'urto rientra nell'ambito di sollecitazioni eccezionali. Come suggeriscono le

indicazioni al punto 2.6.1 e 4.1.4 del D.M. 2018, si adottano i seguenti coefficienti per tale combinazione:

$$\gamma_G = 1$$

$$\gamma_Q = 1$$

e per i materiali

$$\gamma_M = 1$$

Per quanto riguarda i coefficienti relativi alle verifiche del sistema di ancoraggio, si farà riferimento al prospetto 4.1 dell'Eurocodice 2, in funzione della resina tipologica utilizzata per il dimensionamento del sistema, nonché alla nota del § 4.4.2.2. dove si richiede l'utilizzo dei coefficienti riportati nella normativa nazionale.

In questo caso, il coefficiente γ_C che nel prospetto 4.1 è pari a 1,2, verrà adottato pari a 1, in accordo con il punto 4.1.4 della normativa nazionale D.M. 2018.

Segue Prospetto 4.1 UNI EN 1992-4:2018

2.4.2.4(1)	Nota	Si adottano i valori contenuti nel Prospetto 2.1N:		
		Prospetto 2.1N: Coefficienti di sicurezza parziali per gli stati limite ultimi per i materiali		
		Situazioni di progetto	γ_c per il calcestruzzo	γ_s per gli acciai da armatura ordinaria
		Persistenti e transitorie	1,5*	1,15
		Eccezionali	1,0	1,0

* Nel caso di elementi piani (solette, pareti, ...) gettati in opera e con spessori minori di 50 mm, si assume $\gamma_c = 1,875$

prospetto 4.1 Valori raccomandati di coefficienti parziali

Modalità di rottura	Coefficiente parziale	
	Situazioni di progetto permanenti e transitorie	Situazione di progetto accidentale
Rottura dell'acciaio - ancoranti		
Trazione	$= 1,2 \times f_{yk}/f_{yk} \geq 1,4$	$= 1,05 \times f_{yk}/f_{yk} \geq 1,25$
Taglio con e senza braccio di leva	$\gamma_{Me} = 1,0 \times f_{yk}/f_{yk} \geq 1,25$ quando $f_{yk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$ e $f_{yk}/f_{yk} \leq 0,8$ $= 1,5$ quando $f_{yk} > 800 \text{ N/mm}^2$ oppure $f_{yk}/f_{yk} > 0,8$	$= 1,0 \times f_{yk}/f_{yk} \geq 1,25$ quando $f_{yk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$ e $f_{yk}/f_{yk} \leq 0,8$ $= 1,3$ quando $f_{yk} > 800 \text{ N/mm}^2$ oppure $f_{yk}/f_{yk} > 0,8$
Rottura dell'acciaio - profili di ancoraggio		
Trazione negli ancoraggi e nei bulloni testa a martello	$= 1,2 \times f_{yk}/f_{yk} \geq 1,4$	$= 1,05 \times f_{yk}/f_{yk} \geq 1,25$
Taglio con e senza braccio di leva nei profili di ancoraggio	$\gamma_{Me} = 1,0 \times f_{yk}/f_{yk} \geq 1,25$ quando $f_{yk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$ e $f_{yk}/f_{yk} \leq 0,8$ $= 1,5$ quando $f_{yk} > 800 \text{ N/mm}^2$ oppure $f_{yk}/f_{yk} > 0,8$	$= 1,0 \times f_{yk}/f_{yk} \geq 1,25$ quando $f_{yk} \leq 800 \text{ N/mm}^2$ e $f_{yk}/f_{yk} \leq 0,8$ $= 1,3$ quando $f_{yk} > 800 \text{ N/mm}^2$ oppure $f_{yk}/f_{yk} > 0,8$
Connessione tra ancoraggio e canale in trazione e taglio	$\gamma_{Me,ca} = 1,8$	$= 1,6$
Rottura locale dell'ancoraggio con bullone testa a martello mediante piegatura dell'orlo in trazione e taglio	$\gamma_{Me,l} = 1,8$	$= 1,6$
Piegatura del canale	$\gamma_{Me,flex} = 1,15$	$= 1,0$
Rottura dell'acciaio - armatura supplementare		
Trazione	$\gamma_{Me,rs} = 1,15^{a)}$	$= 1,0$
Rottura correlate al calcestruzzo		
Rottura del cono di calcestruzzo	$\gamma_{Me} = \gamma_c \times \gamma_{rest}$	$= \gamma_c \times \gamma_{rest}$
Rottura del bordo di calcestruzzo	$= 1,5^{a)}$	$= 1,2^{a)}$
Rottura per blow-out, rottura per pry-out del calcestruzzo	γ_c per la riparazione sismica e il rafforzamento delle strutture esistenti vedere le norme della serie EN 1998	per la riparazione sismica e il rafforzamento delle strutture esistenti vedere le norme della serie EN 1998
	$\gamma_{rest} = 1,0$ per ancoranti a piolo e profili di ancoraggio che soddisfano i requisiti del punto 4.6 (in trazione e taglio) $\geq 1,0$ per ancoranti post-inseriti in trazione, vedere la pertinente Specifica tecnica di prodotto europea $= 1,0$ per ancoranti post-inseriti in taglio	
Rottura per splitting (spacco) del calcestruzzo:	$\gamma_{Me,p} = \gamma_{Me}$	
Rottura per sfilamento e combinata per sfilamento e rottura del calcestruzzo	$\gamma_{Me,p} = \gamma_M$	

a) I valori sono in conformità alla EN 1992-1-1.

b) Momento di plasticizzazione del montante per barriera H4

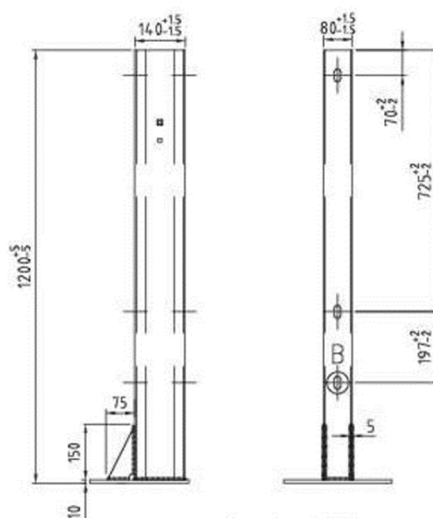
La trasmissione del carico sul cordolo, derivante dall'impatto del veicolo con la barriera, avviene tramite il montante della stessa.

L'azione che il singolo palo è in grado di trasferire agli ancoraggi dipende strettamente dalla sua capacità di plasticizzazione, ovvero la massima sollecitazione che il montante può trasmettere durante l'urto.

Il momento di plasticizzazione viene ricavato ipotizzando che tutte le fibre della sezione del palo raggiungano la tensione di snervamento; la determinazione del momento permette poi l'identificazione della forza d'urto, applicata ad una determinata altezza. Le norme tecniche affermano, al §5.1.3.10, recitano "il sistema di forze orizzontali...deve essere applicato ad una quota h , misurata dal piano viario, pari alla minore delle dimensioni h_1 e h_2 , dove (h_1 =altezza della barriera-0,10m) e $h_2=1,00$ m".

Il dispositivo bordo ponte tipologico H4 SafeStar 431b è caratterizzato da un palo con sezione a "C" 140x80x30x5 mm realizzato in acciaio S355JR, con un'altezza massima di 1,20 m (dall'estradosso del cordolo) e da un passo dei montanti di 1,33 m. Il montante della barriera è inoltre dotato di fazzoletti di irrigidimento alla base, per un'altezza di 150 mm dall'estradosso della piastra (di spessore 10 mm).

Rifacendosi a quanto riportato nella norma sopracitata, la forza d'urto verrà applicata all'altezza h_2 , ovvero di 1,00 m. Per tener conto dei fazzoletti di irrigidimento si fa riferimento al principio della gerarchia delle resistenze, secondo cui la cerniera plastica non può formarsi alla base in quanto i fazzoletti aumentano in maniera consistente la rigidezza della sezione. Si assisterà quindi alla formazione della zona plasticizzata immediatamente sopra le flange irrigidenti, diminuendo quindi il braccio della forza d'urto. L'estradosso del cordolo risulta rialzato di massimo 0,15 m rispetto al piano viario.



Palo Barriera tipologica H4 BP W3 SafeStar 431b

Di seguito verrà adottato un approccio di calcolo del momento di plasticizzazione che va a considerare le condizioni reali del materiale e di comportamento del dispositivo.

Il momento di plasticizzazione del montante, secondo le precedenti considerazioni, è dato dalla formula:

$$M_{pl} = 2 \cdot S \cdot f_{y,s} = W_{pl} \cdot f_{y,s}$$

dove:

$2 \cdot S = W_{pl}$ modulo di resistenza plastico (83804 mm³ per sezione a "C"140x80x30x5 mm)

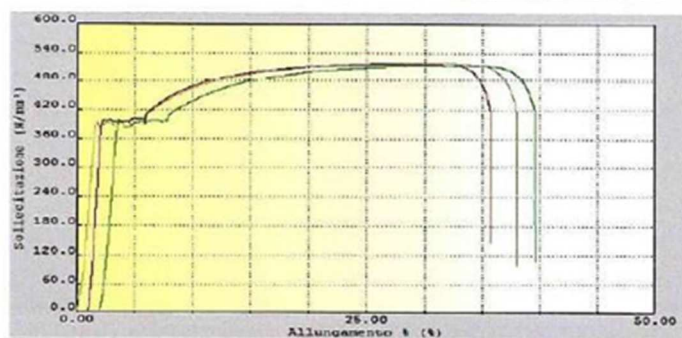
S momento statico di snervamento

$f_{y,s}$ tensione di snervamento

Per quanto riguarda la tensione di snervamento si fa riferimento a quella reale riportata nel report del crash test della barriera H4 SafeStar 431b, nella sezione relativa ai dati dei pali di prova, pari a 396,36 MPa.

GENERAL INFORMATION										
Client	Saferoad RRS GmbH					Crash test:	2262-2264			
Origin of samples:	CENTRO PROVE AISICO					Laboratory of test:	LABORATORIO AISICO			
Receipt date of samples:	2021, 09 th December					Element:	C post			

LABORATORY DATA										
Type of material:		STEEL								
N°	Sample code	SAMPLE				TENSILE DATA				
		Parallel length L _e (mm)	Thickness a ₀ (mm)	Width b ₀ (mm)	Cross-section S _e (mm ²)	R _{0.2} (N/mm ²)	R _{eL} (N/mm ²)	R _{eH} (N/mm ²)	R _m (N/mm ²)	A ⁽¹⁾ (%)
1	MAT508-C n° 1	290	5.08	25.05	127.25	393.00	382.75	399.16	512.69	39.79
2	MAT508-C n° 2	290	5.08	25.04	127.20	395.94	389.32	398.23	515.91	35.33
3	MAT508-C n° 3	289	5.09	25.03	127.40	386.09	383.49	391.69	517.28	38.97
Average						391.68	385.19	396.36	515.29	38.03
Uncertainty ⁽²⁾						-	-	-	-	-



Estratto risultati prove di laboratorio su pali di crash-test H4 SafeStar 431b

Il momento di plasticizzazione del montante risulta quindi:

$$M_{pl} = W_{pl} \cdot f_{y,s} = 33,22 \text{ kNm}$$

Per ottenere la forza d'urto, applicata a 1,00 m d'altezza dal piano viario, si deve dividere il momento plastico per il braccio della forza: in questo caso, avendo una piastra di 10 mm e un irrigidimento di 150 mm, e considerando che è presente un gradino di altezza massima pari a 150 mm, il braccio per sviluppare un momento di 33,22 kNm in corrispondenza della sezione di plasticizzazione (immediatamente sopra agli elementi di irrigidimento) è pari a $b = 1,00 - (0,15 + 0,01 + 0,15) = 0,69 \text{ m}$. Di conseguenza si avrà un taglio di:

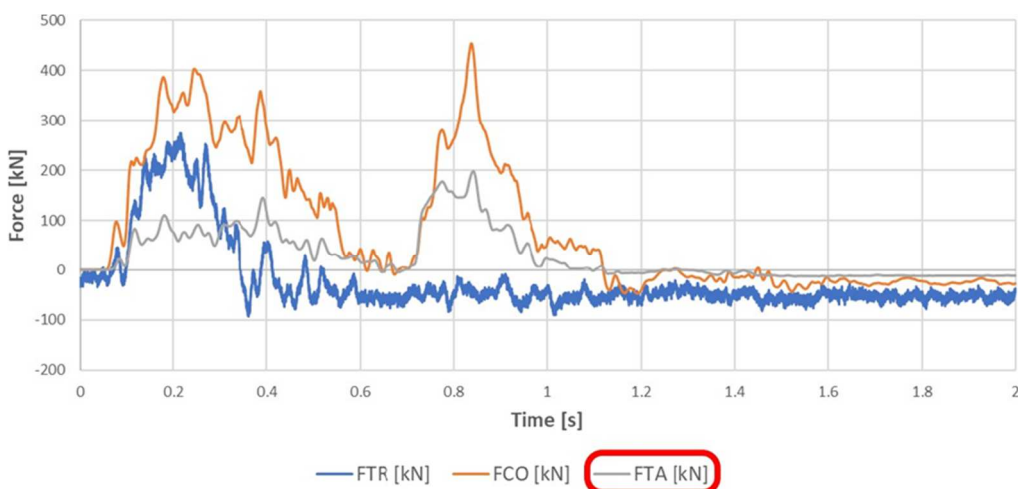
$$F_{urto} = V_{ed} = \frac{M_{pl}}{b} = 0,69 = 48,14 \text{ kN}$$

Il momento in corrispondenza della piastra della barriera sarà quindi:

$$M_{ed} = F_{urto} \cdot (1,00 - 0,15) = 40,92 \text{ kNm}$$

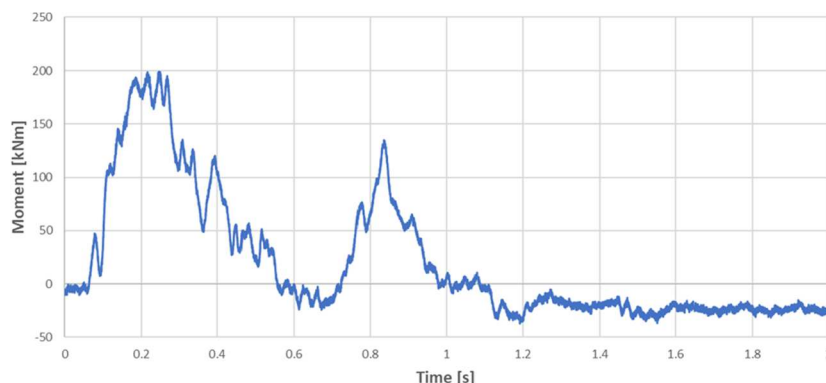
Si vuole porre l'attenzione sul fatto che il paragrafo 5.1.3.10 delle NTC 2018, "Azioni sui parapetti e urto di veicolo in svio q_8 ", in assenza di differenti valutazioni, andrebbe a considerare un fattore di sovrarresistenza pari a $F_s = 1,5$, applicabile al momento di plasticizzazione teorico, il quale però andrebbe a penalizzare notevolmente il calcolo delle sollecitazioni agenti sulla barriera (considerando il palo realizzato in acciaio S355JR, quindi utilizzando una $f_{y,s} = 355 \text{ MPa}$). Il medesimo paragrafo della NTC 2018 specifica che il sistema di forze orizzontali potrà essere valutato sulla base di risultanze sperimentali ottenute nel corso di prove d'urto dal vero, mediante l'utilizzo di strumentazione idonea a registrare l'evoluzione degli effetti dinamici. Per la barriera in questione si può fare riferimento alle analisi delle forze trasmesse al cordolo dovute all'impatto del veicolo di prova in sede di crash-test, rilevate tramite apposite celle di carico.

Di seguito i risultati di tali analisi in termini di forza orizzontale e di momento.



Estratto risultati forze trasmesse al cordolo in sede di crash-test

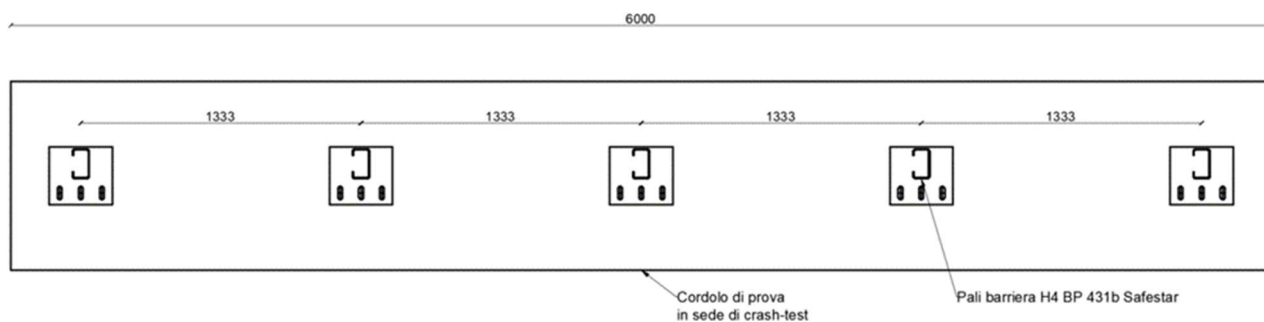
Il precedente grafico riporta una forza massima orizzontale rilevata pari a 198 kN.



Estratto risultati momenti trasmessi al cordolo in sede di crash-test

Il precedente grafico riporta un momento massimo pari a 199 kNm.

A fronte di tali risultati, considerando che il cordolo di prova ha una lunghezza di 6,00 m e che l'interasse dei pali della barriera H4 SafeStar 431b è di 1,33 m, tali sollecitazioni possono considerarsi ripartite in n°5 montanti.



Schema cordolo di prova in sede di crash-test

Per cui, per ciascun montante:

$$F_{orizz.} = 198/5 = 39,60 \text{ kN}$$

$$M = 199/5 = 39,80 \text{ kNm}$$

I valori sopra riportati, possono quindi ritenersi confrontabili con le sollecitazioni $V_{ed} = 48,14 \text{ kN}$ e $M_{ed} = 40,92 \text{ kNm}$ calcolate precedentemente; pertanto, a favore di sicurezza, si farà riferimento ai valori ottenuti considerando il reale valore di snervamento dell'acciaio utilizzato per la barriera di sicurezza, anziché i valori determinati mediante misurazione dinamica durante la prova d'urto.

c) Verifica sistema di ancoraggio per barriera H4

La barriera tipologica H4 SafeStar 431b è dotata di una piastra rettangolare 300x275 mm con 3 tirafondi M20 cl.8.8 con infissione $h_{eff}=180$ mm. La resina utilizzata per gli inghisaggi è del tipo HILTI HIT-RE 500 V4 (dotata di Specifica Tecnica di Prodotto Europea).

Il supporto, verrà realizzato in calcestruzzo C45/50 (Rck 50 MPa).

Di seguito si farà riferimento ad una larghezza minima del cordolo di 0,55 m e ad un'altezza minima di 0,30 m.

Il supporto è rialzato di 0,15 m rispetto al piano viabile.

La barriera verrà posizionata con il filo lama arretrato di 0,05 m rispetto al filo cordolo, ovvero con la posizione dei tirafondi a 270 mm dal bordo anteriore del cordolo.

Le sollecitazioni a cui il montante è sottoposto sono pari a quelle ricavate precedentemente, ovvero:

$$M_{ed} = 40,92 \text{ kNm}$$

$$V_{ed} = 48,14 \text{ kN}$$

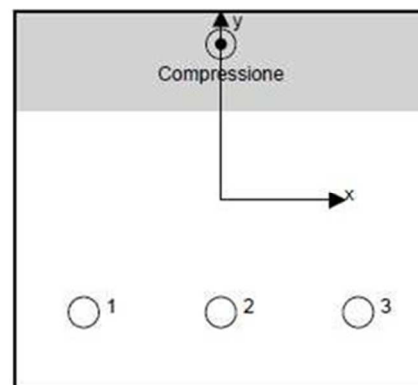
2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	69,853	16,047	0,000	16,047
2	69,853	16,047	0,000	16,047
3	69,853	16,047	0,000	16,047

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,65 [%]
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 19,62 [N/mm²]
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0,0/0,0): 0,000 [kN]
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(150,0/251,3): 209,560 [kN]



La resistenza a trazione e a taglio verrà affidata interamente ai tre tirafondi anteriori tesi M20 cl. 8.8. Di conseguenza, le sollecitazioni di trazione sui tre tirafondi anteriori sono le seguenti:

$$N_{ed}^h = 69,85 \text{ kN}$$

$$N_{ed}^g = 209,56 \text{ kN}$$

Lo sforzo di taglio suddiviso sui tre ancoranti anteriori sarà:

$$V_{ed}^h = 16,04 \text{ kN}$$

$$V_{ed}^g = 48,14 \text{ kN}$$

I calcoli sono stati svolti con software dedicato "Profis Engineering", e sono riportati nell'Allegato A della

presente relazione con il report fornito dal programma.

Di seguito alcuni parametri geometrici considerati:

$h_{eff} = 180 \text{ mm}$ inghisaggio minimo dei tirafondi (maggiorati) anteriori sottoposti a trazione

$h_{min} = h_{ef} + 2d_0 = 224 \text{ mm}$ valore minimo elemento in calcestruzzo (dove $d_0 = 22 \text{ mm}$, diametro nominale del foro, secondo specifica tecnica di prodotto europea della resina ipotizzata)

$h = 300 \text{ mm}$ altezza utile calcolata come lo spessore minimo offerto del cordolo.

Si riporta di seguito un estratto, con i risultati delle verifiche combinate, ambedue soddisfatte. A fronte di ciò, la barriera tipologica può essere installata sul nuovo cordolo di fondazione.

5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.3)

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,535	0,205	2,000	33	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

Rottura del calcestruzzo

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,813	0,375	1,500	97	OK

$$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1,0$$

d) Momento di plasticizzazione montante barriera H2

La barriera tipologica utilizzata per i calcoli è tipo H2 BP Safe Star 231b di produzione Saferoad: è caratterizzata da un'altezza massima di 1,10 m dall'estradosso del cordolo e da un passo dei montanti di 2,25 m. Il palo della barriera è costituito da un montante a C 125x62,5x25 sp.5 in acciaio S235JR, irrigidito alla base con fazzoletti d'acciaio per un'altezza di 160 mm. Rifacendosi a quanto riportato nella norma, la forza d'urto verrà applicata all'altezza h_2 , ovvero di 1,00 m. Si consideri poi un fattore di sovrarresistenza pari a $F_s=1,5$ (paragrafo 5.1.3.10 delle NTC 2018, "Azioni sui parapetti e urto di veicolo in svio q8") da applicare al momento di plasticizzazione trovato (non sono disponibili, come nel caso della barriera H4, dati specifici sulle forze trasmesse dal cordolo in fase di crash, pertanto verrà utilizzato il coefficiente 1,5).

Per tener conto dei fazzoletti di irrigidimento si fa riferimento al principio della gerarchia delle resistenze, secondo cui la cerniera plastica non può formarsi alla base in quanto i fazzoletti aumentano in maniera consistente la rigidezza della sezione. Si assisterà quindi alla formazione della zona plasticizzata immediatamente sopra le flange irrigidenti, diminuendo quindi il braccio della forza d'urto. Un ulteriore parametro da tenere in considerazione è il gradino tra cordolo e piano viario, in questo caso pari a 10 cm, il quale contribuirà all'aumento della forza agente sul dispositivo.

Premesso ciò, assumendo che l'urto venga applicato ad una quota di 1,00 m dal piano viario, ed interessi il montante con le caratteristiche appena descritte, si avrà:

$$M_{pl,H2} = W_{pl} \cdot f_{y,s} \cdot F_s = 13,75 \cdot 1,5 = 20,62 \text{ kNm}$$

$$F_{urto,H2} = V_{ed,H2} = \frac{M_{pl,H2}}{(1,00 - 0,16 - 0,10)} = 27,86 \text{ kN}$$

$$M_{ed,H2} = V_{ed,H2} \cdot (1,00 - 0,10) = 25,08 \text{ kNm}$$

e) Verifica sistema di ancoraggio barriera tipologica H2

La barriera tipologica H2 SafeStar 231b è dotata di una piastra rettangolare con 4 tirafondi M20 cl.8.8 con infissione $h_{eff}=180$ mm. La resina tipologica utilizzata per gli inghisaggi è del tipo HILTI HIT-RE 500 V4 (dotata di Specifica Tecnica di Prodotto Europea).

Il supporto verrà realizzato in calcestruzzo C40/50 (Rck 50 MPa).

Di seguito si farà riferimento ad una larghezza minima del cordolo di 0,55 m e ad un'altezza minima di 0,30 m.

Il supporto è rialzato di 0,10 m rispetto al piano viabile.

La barriera verrà posizionata con il filo lama arretrato rispetto al filo cordolo, in modo da combaciare linearmente con la posizione della lama della barriera H4, ovvero con la posizione dei tirafondi a 190 mm dal bordo anteriore del cordolo.

Le sollecitazioni a cui il montante è sottoposto sono pari a quelle ricavate precedentemente, ovvero:

$$V_{ed,H2} = 27,86 \text{ kN}$$

$$M_{ed,H2} = 25,08 \text{ kNm}$$

La resistenza a trazione verrà affidata interamente ai due tirafondi anteriori tesi M20 cl. 8.8, mentre la resistenza a taglio a tutti e 4 i tirafondi.

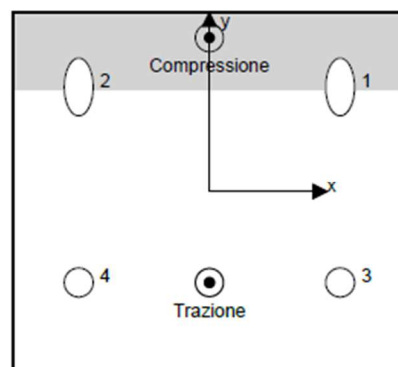
2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,000	0,000	0,000	0,000
3	66,858	13,930	0,000	13,930
4	66,858	13,930	0,000	13,930

Max. concrete compressive strain: 0,51 [‰]
 Max. concrete compressive stress: 15,29 [N/mm²]
 Resulting tension force in (x/y)=(0,0/-69,5): 133,715 [kN]
 Resulting compression force in (x/y)=(0,0/118,1): 133,715 [kN]



$$N_{ed}^h = 66,85 \text{ kN}$$

$$N_{ed}^g = 133,71 \text{ kN}$$

Lo sforzo di taglio suddiviso sui due ancoranti anteriori sarà:

$$V_{ed}^h = 13,93 \text{ kN}$$

$$V_{ed}^g = 27,86 \text{ kN}$$

I calcoli sono stati svolti con software dedicato "Profis Engineering", e sono riportati nell'Allegato B della relazione sulle barriere con il report fornito dal programma.

Di seguito alcuni parametri geometrici considerati:

$h_{eff} = 180 \text{ mm}$ inghisaggio minimo dei tirafondi anteriori sottoposti a trazione

$h_{min} = h_{ef} + 2d_0 = 224 \text{ mm}$ valore minimo elemento in calcestruzzo (dove $d_0 = 22 \text{ mm}$, diametro nominale del foro, secondo specifica tecnica di prodotto europea della resina ipotizzata)

$h = 300 \text{ mm}$ altezza utile calcolata come lo spessore minimo offerto del cordolo.

A favore di sicurezza, il cordolo verrà considerato nel calcolo con un $R_{ck}=30 \text{ MPa}$, in modo da computare anche la soletta come collaborante. In fase operativa, sarà necessario verificare che il cls della soletta fornisca valori di resistenza cubica maggiori o uguali a 30 MPa .

Si riporta di seguito un estratto, con i risultati delle verifiche combinate, ambedue soddisfatte. A fronte di ciò, la barriera tipologica può essere installata sul nuovo cordolo di fondazione.

5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.3)

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,512	0,178	2,000	30	OK

$$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1,0$$

Rottura del calcestruzzo

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,947	0,229	1,000	98	OK

$$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1,0$$

6. Relazione illustrativa dei materiali

Nell'esecuzione del nuovo cordolo che funge da base di inghisaggio della barriera Bordo ponte, è previsto l'impiego dei seguenti materiali:

- Inerti costituiti da sabbia e ghiaia ben lavati, privi di residui limo-argillosi e in quantità, dosature e granulometrie tali da assicurare al conglomerato le caratteristiche meccaniche e resistenti richieste;
- Acqua potabile o comunque priva di solfuri, cloruri e altre impurità, dosata in rapporto alla quantità e al tipo di cemento e inerti usati in modo da assicurare, con la lavorabilità richiesta dall'impiego specifico del conglomerato, la resistenza di progetto;

PRESCRIZIONI MATERIALI

CLASSIFICAZIONE DEL CALCESTRUZZO E REQUISITI

CALCESTRUZZO PER CORDOLO

CALCESTRUZZO DI CEMENTO TIPO	:	PORTLAND-42.5
RESISTENZA CARATTERISTICA R_{ck}	:	50 N/mm ² Classe C40/50
CLASSE DI ESPOSIZIONE	:	XD3 (determinata secondo UNI 206-1/UNI 11104)
RAPPORTO A/C MASSIMO	:	0,45
CLASSE DI CONSISTENZA	:	S3
DIAMETRO MASSIMO AGGREGATI	:	11 mm

CLASSIFICAZIONE DELL'ACCIAIO PER CALCESTRUZZO E REQUISITI

ACCIAIO TIPO	:	Feb 44k CONTROLLATO
TENSIONE CARATTERISTICA DI SNERVAMENTO	:	$f_{yk} > 430$ N/mm ²
COPRIFERRO MINIMO SPESSORE	:	4,00 cm

Per materiali e per modalità esecutive, quando non direttamente oggetto di particolari disposizioni del Direttore dei lavori o del progettista, si rimanda a quanto stabilito dalle Norme Tecniche e dalle relative Istruzioni emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici.

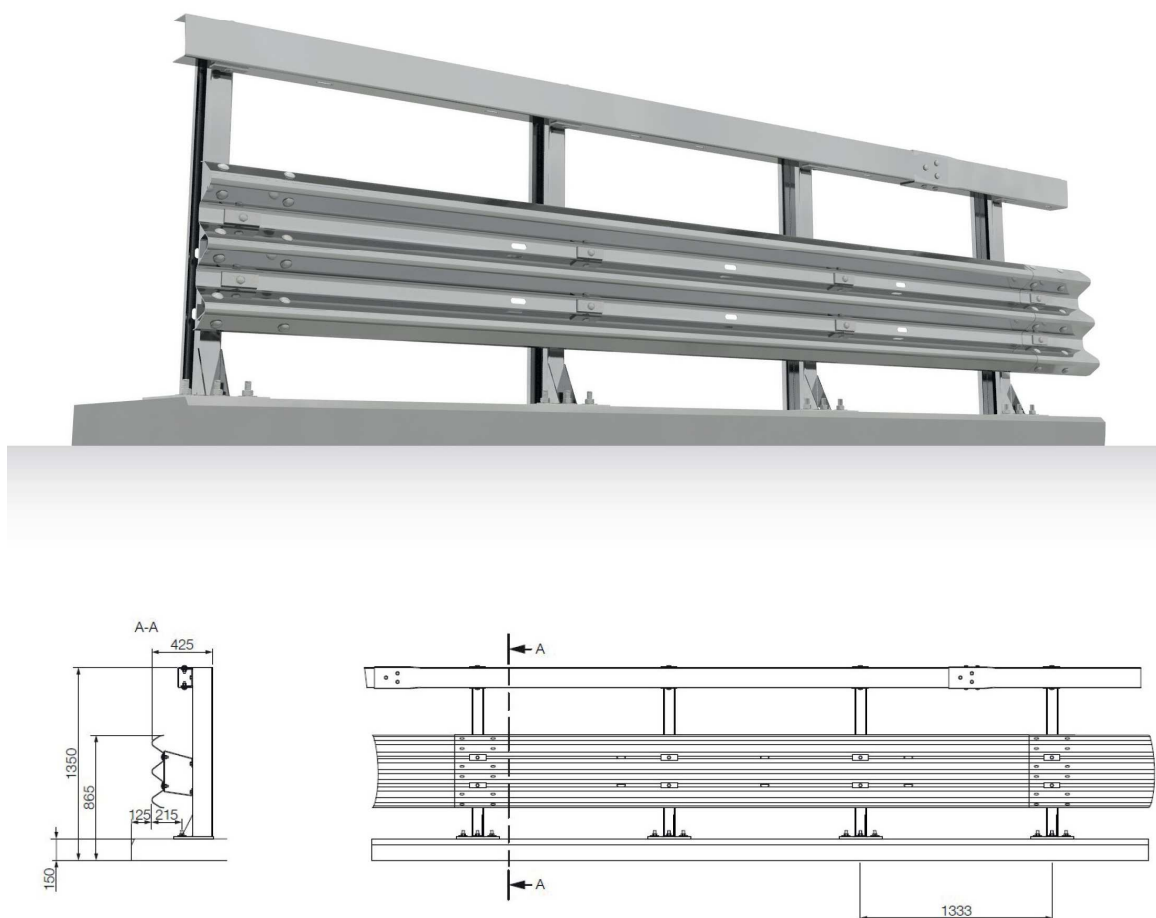
Le caratteristiche del calcestruzzo e dell'acciaio utilizzate nel calcolo e nella verifica delle sezioni sono conformi a quanto disposto dalla normativa richiamata in precedenza.

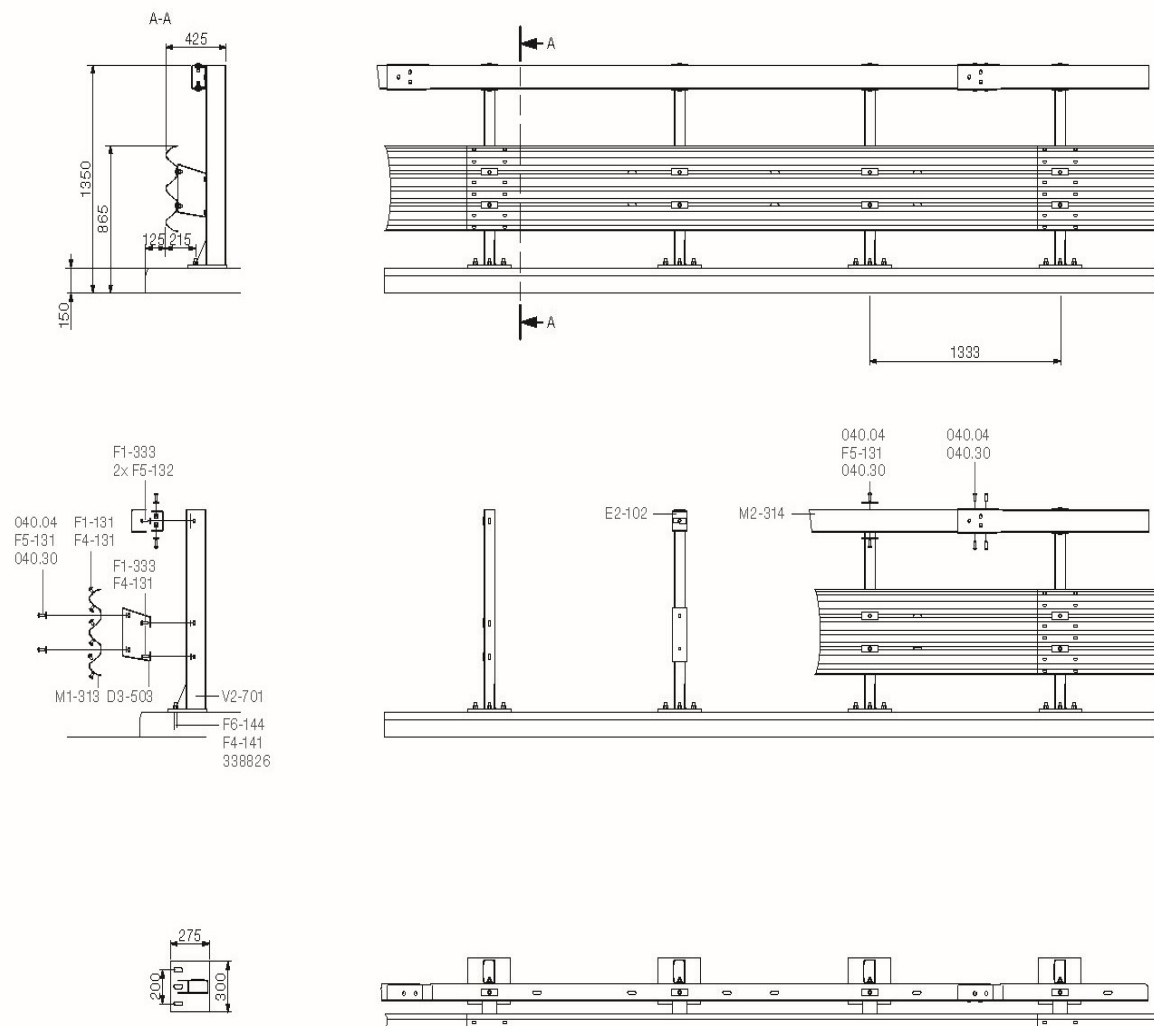
7. Componentistica barriera stradale H4

Trattasi di barriera Bordo Ponte tipo H4b W3 a tripla onda (prodotto non vincolante per l'appaltatore, in caso di scelta diversa dovranno comunque essere garantiti i requisiti prestazionali).

H4b | W3 | B | VI6

SafeStar  431b



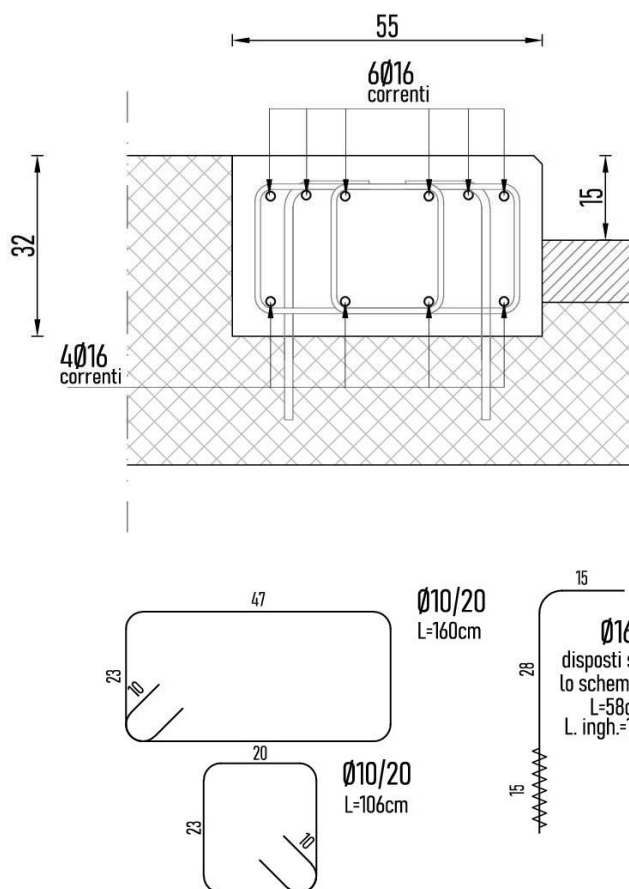


8. VERIFICHE BARRIERA H4

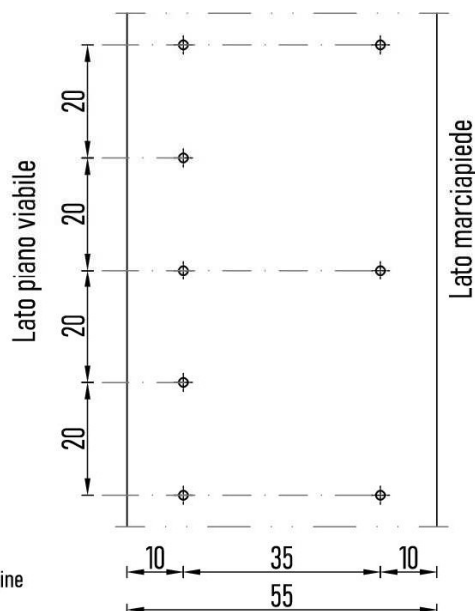
a. Verifica ancoraggio alla sottostruttura

L'ancoraggio alla sottostruttura si realizza mediante barre di inghisaggio $\varnothing 16$ di classe B450C ancorate con resina HIT- RE 500 V3, disposte secondo quanto rappresentato nello schema che segue.

Particolare armatura
cordolo in c.a. 1:10



Particolare pianta
inghisaggi 1:10



Si considerano a favore di sicurezza gli inghisaggi presenti sulla larghezza pari a 1.00 m. Queste le sollecitazioni agenti sulla sezione di base del cordolo di larghezza pari a 1.00 m

$$V_{sd} = 48.14 \text{ kN}$$

$$M_{sd} = 40.92 \text{ kNm} + 48.14 \times 0.35 \text{ m} = 57.77 \text{ kNm}$$

Le calcolazioni sono state condotte con il software Profis Engineering di Hilti. L'analisi è stata effettuata su un modulo di larghezza 40 cm. Le sollecitazioni riportate nell'allegato si riferiscono quindi ad una larghezza di 40 cm.

$$V_{sd} = 48.14 \text{ kN/m} \times 0.4 \text{ m} = 19.25 \text{ kN} \rightarrow 20 \text{ kN} \quad (20/3 = 6.67 \text{ kN/ancoraggio})$$

$$M_{sd} = 57.77 \text{ kNm/m} \times 0.4 \text{ m} = 23.10 \text{ kNm} \rightarrow 24 \text{ kNm}$$

Le sollecitazioni sugli ancoranti si ripartiscono come nel seguito descritto.

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	28,041	6,667	0,000	6,667
2	28,041	6,667	0,000	6,667
3	1,939	6,667	0,000	6,667

Compressione max. nel calcestruzzo:

0,13 [‰]

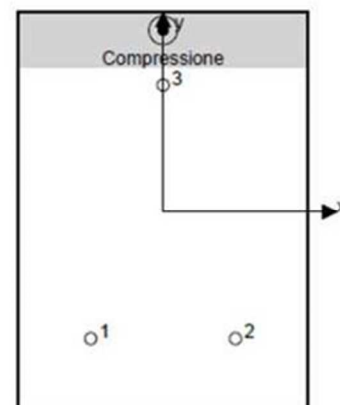
Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo:

3,92 [N/mm²]

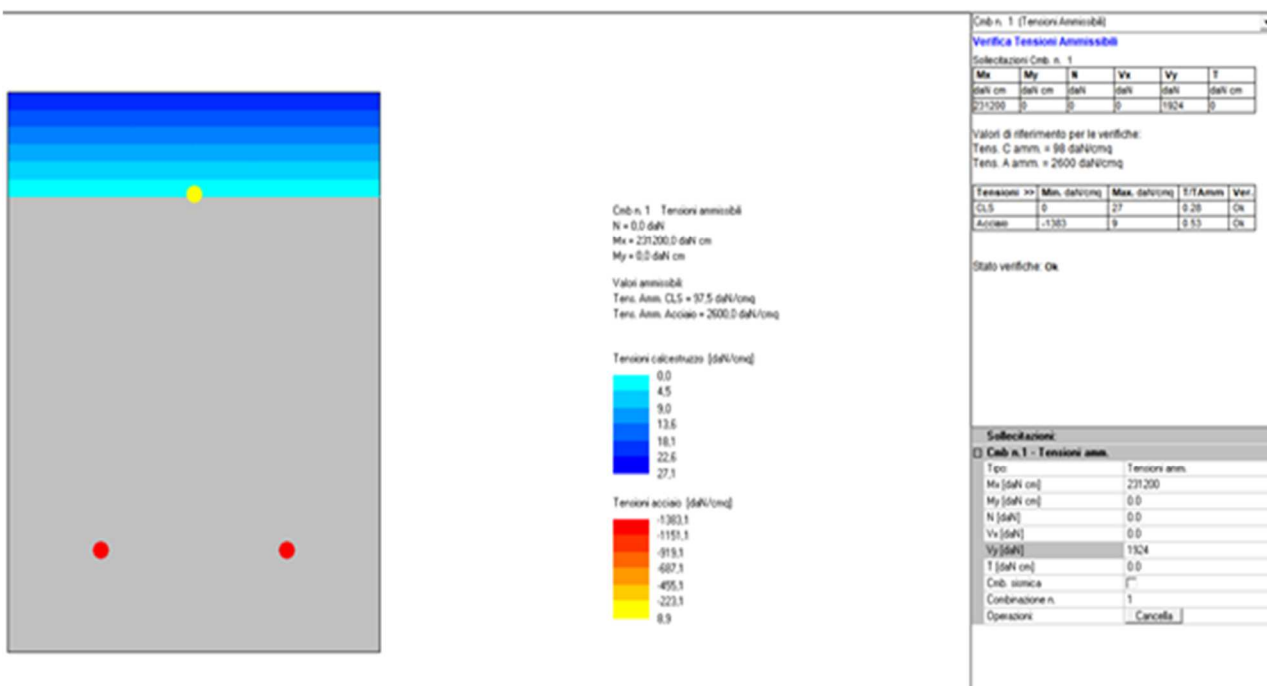
risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0,0/0,0):

0,000 [kN]

risultante delle forze di compressione (x/y)=(200,0/525,3): 58,022 [kN]

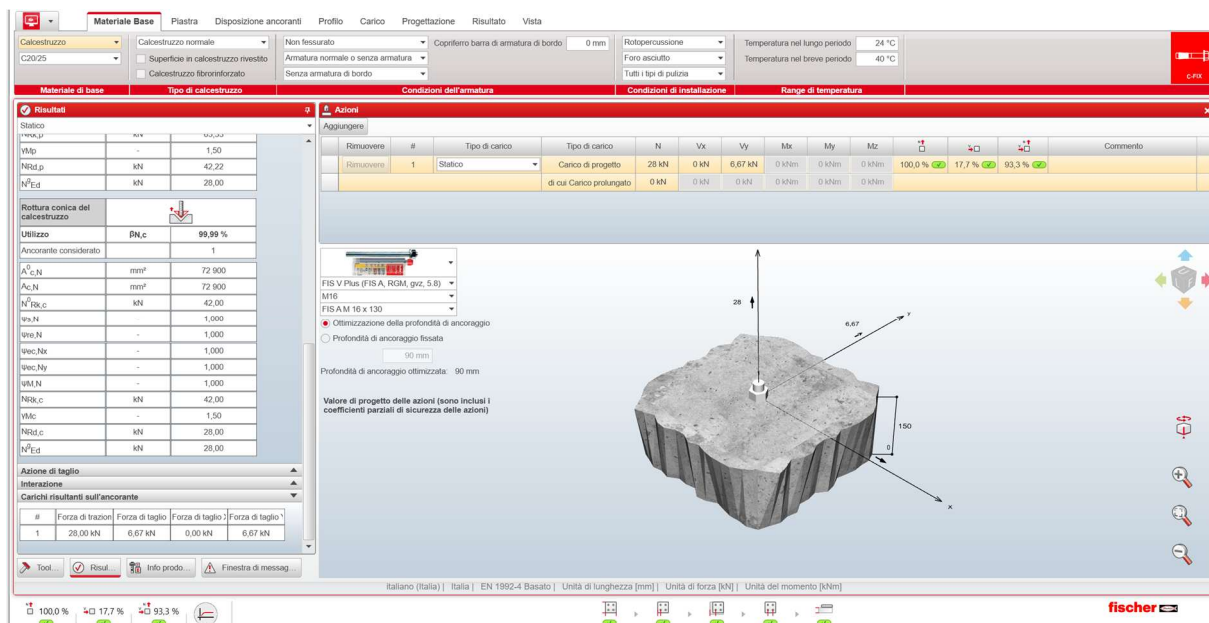


b.Verifiche indipendenti



$$N_{sd} = 1383,1 \cdot 2,01 / 100 = 27,80 \text{ kN}$$

Stante l'assenza allo stato attuale di campionamento dei calcestruzzi della soletta, per definire la classe di resistenza del calcestruzzo, in questa fase si ipotizza per la verifica in via cautelativa uno spessore di soletta di cm. 16 e un calcestruzzo classe C20/25 sicuramente inferiore a quello che si andrà a rilevare una volta eseguiti i carotaggi di campionamento. Tali assunzioni, permettono in caso di risultati positivi di non avere in corso d'opera necessità di ulteriori e maggiori oneri anche economici da supportare.



Il valore di 28 kN risulta soddisfatto, apparentemente senza margine.

In realtà $N_{Rk,c} = 42 \text{ kN}$ e si può ragionevolmente utilizzare i valori delle azioni eccezionali e dei parametri resistenti $\gamma_c = 1,0$, pertanto il margine di sicurezza vale $42/28 = 1.5$.

Il dimensionamento del fissaggio a terra viene effettuato con la massima sollecitazione che il montante del guard rail è in grado di trasmettere. In buona sostanza si piega il montante prima di portare a rottura il sistema di ancoraggio (con un margine di sicurezza circa 1.5)

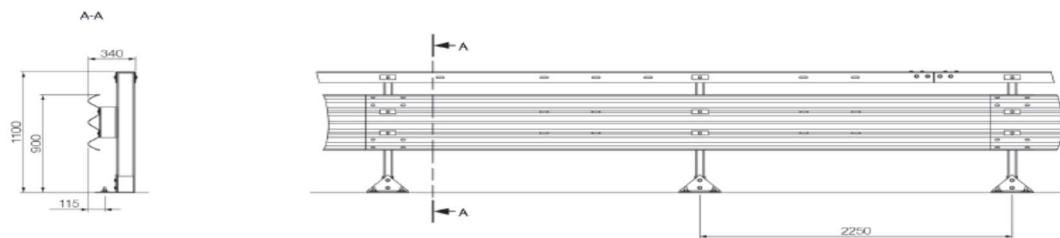
Un crash test coinvolge tempi di deformazione, plasticizzazioni diffuse etc. e non semplice analizzarlo con modelli analitici. Per questo motivo la massima sollecitazione che il montante è in grado di esplicitare appare ragionevolmente accurata per modellare la sollecitazione.

9. Componentistica barriera stradale H2

Trattasi di barriera Bordo Ponte tipo H2bp W4 a tripla onda (prodotto non vincolante per l'appaltatore, in caso di scelta diversa dovranno comunque essere garantiti i requisiti prestazionali).

H2 | W3 | B | VI3

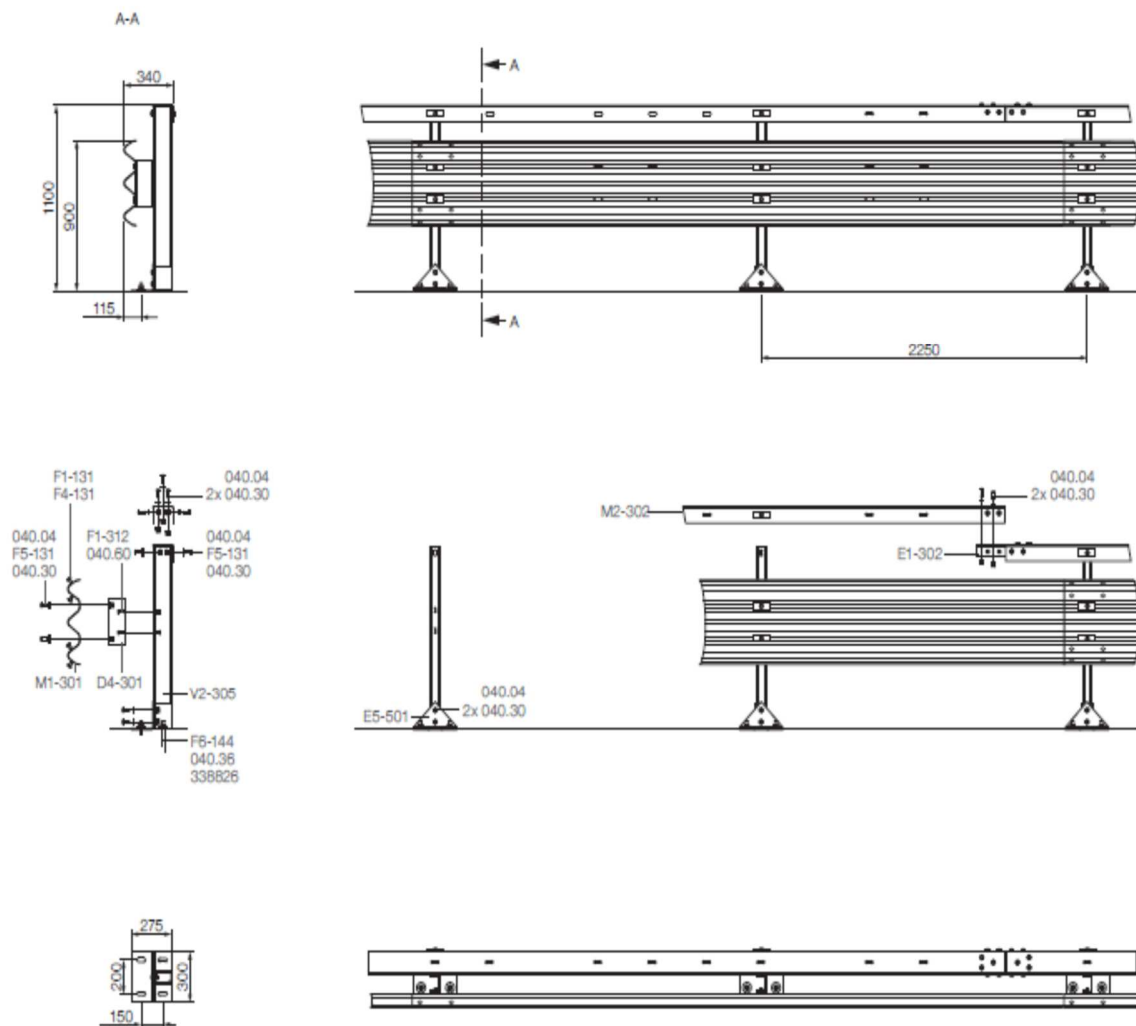
SafeStar  231b



TECHNICAL SPECIFICATIONS

Working width (m)	Dyn. deflection (m)	Vehicle intrusion (m)
1.00	0.80	1.00
Construction width (m)	Construction height (m)	Post distance (m)
0.34	1.10	2.25
Application area anchored	Type Single	Test length (m)
		54.00

c

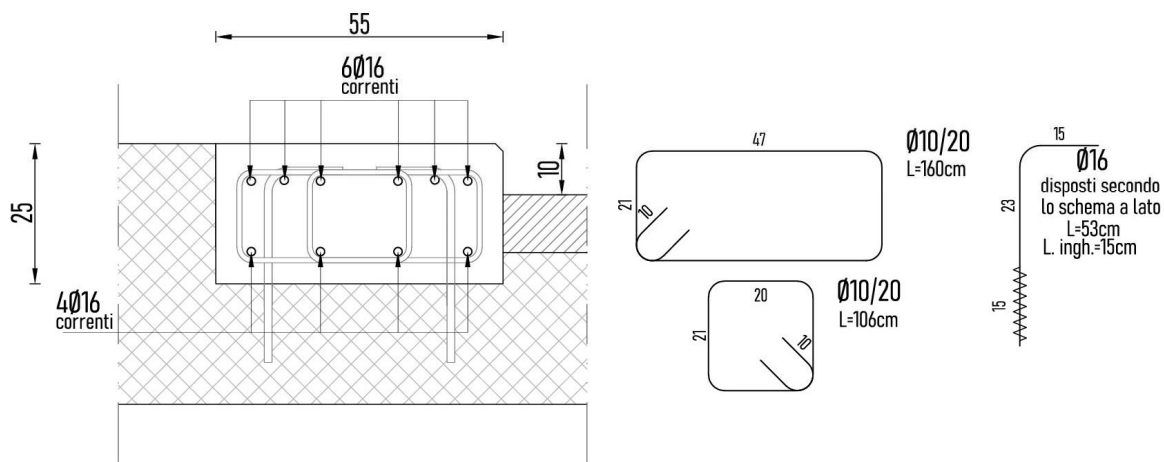


10. VERIFICHE BARRIERA H2

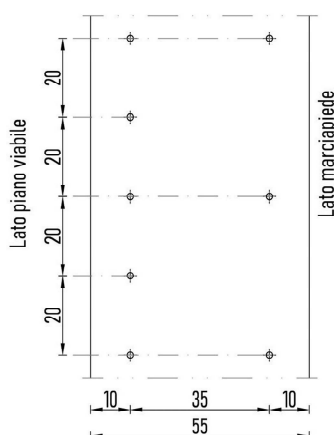
c. Verifica ancoraggio alla sottostruttura

L'ancoraggio alla sottostruttura si realizza mediante barre di inghisaggio $\varnothing 16$ di classe B450C ancorate con resina HIT- RE 500 V3, disposte secondo quanto rappresentato nello schema che segue.

Particolare armatura
cordolo in c.a. - Tratto 2 1:10



Particolare pianta
inghisaggi 1:10



Si considerano a favore di sicurezza gli inghisaggi presenti sulla larghezza pari a 1.00 m. Queste le sollecitazioni agenti sulla sezione di base del cordolo di larghezza pari a 1.00 m

$$V_{sd} = 27.86 \text{ kN}$$

$$M_{sd} = 25.08 \text{ kNm} + 27.86 \times 0.35 \text{ m} = 34.83 \text{ kNm}$$

Le calcolazioni sono state condotte con il software PRO_VLIM e C-FIX di FIXPERIENCE di FISCHER. L'analisi è stata effettuata su un modulo di larghezza 40 cm. Le sollecitazioni riportate nell'allegato si riferiscono quindi ad una larghezza di 40 cm.

$$V_{sd} = 27.86 \text{ kN/m} \times 0.4 \text{ m} = 11.14 \text{ kN} \rightarrow 12 \text{ kN} \quad (12/3 = 4 \text{ kN/ancoraggio})$$

$$M_{sd} = 34.83 \text{ kNm/m} \times 0.4 \text{ m} = 13.93 \text{ kNm} \rightarrow 14 \text{ kNm}$$

Il valore di 16.83 kN risulta soddisfatto, apparentemente con sfruttamento del 71.72%.

In realtà $N_{Rk,c} = 35.20$ kN e si può ragionevolmente utilizzare i valori delle azioni eccezionali e dei parametri resistenti $\gamma_c = 1,0$, pertanto il margine di sicurezza vale $35.20/16.83 = 2.09$.

La verifica risulta soddisfatta.

Il dimensionamento del fissaggio a terra viene effettuato con la massima sollecitazione che il montante del guard rail è in grado di trasmettere. In buona sostanza si piega il montante prima di portare a rottura il sistema di ancoraggio (con un margine di sicurezza circa 2)

Un crash test coinvolge tempi di deformazione, plasticizzazioni diffuse etc. e non semplice analizzarlo con modelli analitici. Per questo motivo la massima sollecitazione che il montante è in grado di esprimere appare ragionevolmente accurata per modellare la sollecitazione.

11. CONCLUSIONI

Quanto sopra sviluppato è ovviamente vincolato alla scelta della barriera individuata come campione per le suesposte verifiche.

Qualora, come nella facoltà dell'appaltatore, si optasse per un prodotto di pari caratteristiche ma di diverso fornitore e quindi con crash test e valori diversi, preliminarmente il progettista costruttivo dovrà aggiornare dette verifiche con i valori effettivi del prodotto in installazione.

Tale onere è previsto tra quelli posti a carico dell'appaltatore dal Capitolato Speciale d'Appalto.

SOMMARIO

1.	Premessa	1
2.	Identificazione della struttura esistente – stato di fatto	2
3.	Normativa	3
4.	Individuazione della Barriera da installarsi	6
5.	Barriera tipologica H4 bordo ponte e H2 bordo ponte	7
a)	Coefficienti per azioni eccezionali	7
b)	Momento di plasticizzazione del montante per barriera H4	9
c)	Verifica sistema di ancoraggio per barriera H4	13
d)	Momento di plasticizzazione montante barriera H2	14
e)	Verifica sistema di ancoraggio barriera tipologica H2	15
6.	Relazione illustrativa dei materiali	17
7.	Componentistica barriera stradale H4	18
8.	VERIFICHE BARRIERA H4	19
a.	Verifica ancoraggio alla sottostruttura	19
b.	Verifiche indipendenti	21
9.	Componentistica barriera stradale H2	22
10.	VERIFICHE BARRIERA H2	24
c.	Verifica ancoraggio alla sottostruttura	24
11.	CONCLUSIONI	27