

0054

01

4

A

20

20

00

02

CODICE COMMESSA

LOTTO

FASE

TITOLO

REV

CUP: H76G19000120003

Scala:

DOC



Provincia di BRESCIA

AREA TECNICA E DELL'AMBIENTE
SETTORE DELLE STRADE E DEI TRASPORTI

SPBS 345 "DELLE TRE VALLI" - MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEL PONTE AL KM 90+770 IN COMUNE DI CIVIDATE CAMUNO (cod.manufatto BSSPEXSS345_P021)

PROGETTO ESECUTIVO

INQUADRAMENTO GENERALE

Relazioni

Relazione specialistica progetto barriere sicurezza

Progettista e
responsabile
integrazione
prestazioni
specialistiche:



R.U.P.
Ing. Giuseppe Ongaro

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA
0	EMISSIONE	N. SOTTURA	SALVADORI R.	SALVADORI R.	GIUGNO 2021
1	REVISIONE	N. SOTTURA	SALVADORI R.	SALVADORI R.	DIC. 2021

1	INTRODUZIONE	2
2	NORME DI RIFERIMENTO	4
3	SEZIONI TIPICHE DI INTERVENTO	5
3.1	Sezione in rilevato	5
4	CRITERI DI SCELTA DELLE BARRIERE E DELLE TRANSIZIONI.....	8
4.1	Barriere.....	8
4.1.1	Scelta in funzione del tipo di strada e traffico	8
4.1.2	Indice di severità dell'urto (ASI)	9
4.1.3	Spazi operativi.....	9
4.2	Requisiti delle transizioni.....	10
4.3	Terminali.....	11
5	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA	12
5.1	Verifica interazione paletto/terreno su bordo rilevato (PHLT)	12
5.2	Verifica dell'efficienza dei tirafondi su opera d'arte	13
6	DEFINIZIONE DELLE TRANSIZIONI E DEI COLLEGAMENTI	14
6.1	Lunghezza minima dei collegamenti e delle transizioni	15

1 INTRODUZIONE

La presente relazione riguarda l'installazione delle barriere di ritenuta dei veicoli nell'ambito dei lavori di Manutenzione straordinaria del ponte al km 90+770 in Comune di Civate Camuno (BS) codice manufatto SSPEXSS345_P021.

Questo elaborato deve essere considerato quindi come un complesso di indicazioni di dettaglio con relativa tavola planimetrica allegata facente parte del progetto esecutivo, relativamente alle specificità delle singole barriere metalliche installate (interventi locali, quali transizioni e collegamento delle barriere BP sui cordoli, verifiche delle lunghezze di installazione delle barriere proposte).

Nell'installazione delle barriere si considerano i seguenti aspetti di ordine generale:

- Per la tolleranza di posa delle barriere BL si fa riferimento alla norma EN1317-1:2010 che indica le tolleranze del baricentro dei veicoli leggeri (tab. 1) con i quali eseguire le prove di crash in un valore compreso in $\pm 10\%$ rispetto ad altezze di $0.49 \div 0.53$ m definite, ottenendo variazioni di $\pm 49 \div 53$ mm e giustificando quindi la tolleranza di posa verticale in ± 50 mm;
 - Per la tolleranza di posa delle barriere BP si fa riferimento alle Istruzioni Progettuali per le Protezioni di Sicurezza Passive redatte da ANAS SpA (Direzione Centrale Ricerca e Nuove Tecnologie – CSS Settore opere di sicurezza) nel luglio 2013 che cita al § 7.5 “.... Un sopralzo tra cordolo e pavimentazione fino a 10 cm *non è tale da modificare significativamente il comportamento dell'autovettura*, con le barriere da bordo ponte riportate in figura 7.1, e quindi si potrà installare la barriera senza richiedere alcuna modifica alla geometria della stessa ...”
 - Si considera nell'installazione dei DRV quanto indicato all'Art. 5 delle Istruzione allegate al DM 21/06/2004 n. 2367 che cita:
“Nell'installazione sono tollerate piccole variazioni, rispetto a quanto indicato nei certificati di omologazione, conseguenti alla natura del terreno di supporto o alla morfologia della strada (ad esempio: infissione ridotta di qualche paletto o tira fondo; inserimento di parte dei paletti in conglomerati cementizi di canalette; eliminazione di supporti localizzati conseguente alla coincidente presenza di caditoie per l'acqua o simili)”.
-

2 NORME DI RIFERIMENTO

- DM delle Infrastrutture e dei Trasporti del 03/06/1998, n. 3256 "Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale"
 - DM delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21/06/2004, n. 2367 "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali"
 - Circolare Esplicativa n. 62032 del 21/07/2010 "Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali"
 - DM delle Infrastrutture e dei Trasporti del 28/06/2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale"
 - EN 1317-1 "Road restraint systems – Part 1: Terminology and general criteria for test method"
 - EN 1317-2 "Road restraint systems – Part 2: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for safety barriers including vehicles parapets"
 - prEN 1317-4 "Road restraint systems – Part 4: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for transitions and removable barrier sections"
 - EN 1317-5 "Road restraint systems – Part 5: Product requirements and evaluation of conformity for vehicle restraint systems"
 - DM delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle *Norme Tecniche per le Costruzioni* (G.U. n. 42 del 20/02/2018 - SO)
 - CSLLPP - Circolare 21 gennaio 2019, n.7. – Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle *Norme Tecniche per le Costruzioni* di cui al DM 17/01/2018 (G.U. n. 35 del 11/02/2019 – SO)
 - EOTA TR 023 – Assessment of Post-Installed Rebar Connections
 - EOTA TR 029 – Design of Bonded Anchors
 - 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
-

3 SCELTA DELLE BARRIERE E DELLE TRANSIZIONI

4.1 Barriere

4.1.1 Scelta in funzione del tipo di strada e traffico

La scelta di una barriera dipende principalmente dalla categoria di strada e di traffico prevalente e dalla percentuale di mezzi pesanti facendo riferimento alle categorie di Tabella 4-1.

La Tabella 4-2 riporta i livelli di contenimento delle barriere in funzione della tipologia di strada, di traffico e di posizionamento nella carreggiata stradale (ST = spartitraffico; BL = bordo laterale su rilevato; BP = bordo ponte su cordolo per opere con luce superiore a 10 m).

Tipo traffico	TGM	% Veicoli con M > 35 kN
I	≤ 1000	qualsiasi
I	> 1000	≤ 5
II		> 5 ≤ 15
III		> 15

Tabella 4-1 - Classi di traffico (DM 21/06/2004 n. 2367)

Tipo di strada	Traffico	Barriera ST	Barriera BL	Barriera BP
Autostrade (A) e Strade Extraurbane Principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3 - H4	H2 - H3	H3 - H4
Strade extraurbane secondarie (C) e Strade Urbane di Scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade Urbane di quartiere (E) e Strade Locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

Tabella 4-2 - Criteri di scelta del Livello di Contenimento della barriera (DM 21/06/2004 n. 2367)

I veicoli da utilizzare per la sperimentazione e definizione dell'indice principale delle barriere, che corrisponde alla componente normale, allo sviluppo della barriera, dell'Energia Cinetica Impressa dall'urto e che definisce il Livello di Contenimento della barriera [$I_s = \frac{1}{2} m (v \sin \alpha)^2$ dove m è la massa del veicolo, v la velocità di impatto e α l'angolo di incidenza rispetto allo sviluppo della barriera] viene riportata in Tabella 4-3. Sono previsti anche le classi di contenimento L, derivanti dalle H, che riguardano barriere che hanno superato anche il test T32 oltre ai test previsti per la classe specifica.

La tratta di strada oggetto di progettazione è stata definita come Strada di tipo F extraurbana (classificazione da Provincia BS – Tav. PTVE), con volumi di traffico ipotizzati superiori a 1.000 veicoli/giorno, di cui circa il 10% di veicoli pesanti.

Le barriere utilizzate in progetto, cioè H1 bordo laterale su rilevato e H2 bordo ponte sul manufatto oggetto di intervento, sono compatibili con un tipo di traffico II per Strade extraurbane secondarie (F).

Si consideri che su tutta la tratta di progetto la Vmax prevista è pari a 50 Km/h.

In Tabella 1-1 vengono riportati i dati prestazionali richiesti per le barriere metalliche di nuovo impianto previste in progetto; queste barriere dovranno essere dotate di Certificato di Costanza della Prestazione (CdP).

DRV	Ps (*)	CdP	LC	W _n	D _n	VI _n	ASI
			(-)	(m)	(m)	(m)	(-)
H1	BR	//////////////////// ////	H1	1.0(W ₃)	0.8	1.3(VI ₅)	A
H2	BP	//////////////////// ////	H2	1.3(W ₄)	1.0	1.2(VI ₅)	B
(*) Posizione BP = Bordo Ponte/BR = Bordo Rilevato							

Tabella 1-1- Caratteristiche delle barriere di nuovo impianto

prova	V	Angolo d'urto	Massa	Is	tipo	Lc
	(km/h)	(°)	(kg)	kJ		
TB11	100	20	900	41	autovettura	H(tutte), N2
TB21	80	8	1300	6	autovettura	T1 / T3
TB22	80	15	1300	22	autovettura	T2
TB31	80	20	1500	43	autovettura	N1
TB32	110	20	1500	82	autovettura	N2
TB41	70	8	10000	37	autocarro	T3
TB42	70	15	10000	127	autocarro	H1
TB51	70	20	13000	287	autobus	H2
TB61	80	20	16000	462	autocarro	H3
TB71	65	20	30000	572	autocarro	H4a
TB81	65	20	38000	725	autoarticolato	H4b

Tabella 4-3 - Parametri per la definizione dei livelli di contenimento (EN 1317-2)

4 SEZIONI TIPICHE DI INTERVENTO

Vengono illustrate le sezioni tipologiche presenti in progetto con indicate le tipologie di barriere proposte.

Gli spazi di lavoro delle barriere non sono esplicitati nel progetto grafico, mancando peraltro ostacoli fissi lungo il tragitto.

Sezione in rilevato (Barriera H1BL)

In via del tutto generale si rileva, per le sezioni di bordo rilevato, la presenza di arginelli di dimensione indicativa pari a 1 m e formati superficialmente da terreno vegetale con uno strato sottostante presunto di materiale da rilevato stabilizzato.

La barriera scelta progettualmente per la sezione corrente in rilevato è di livello di contenimento H1; l'impianto che verrà installato dovrà essere una barriera già testata ai sensi della UNI EN 1317-2, al bordo di una scarpata, con materiali (assenza di coltre vegetale) e geometria (distanza dal ciglio) analoghi a quelli posti in opera. La verifica finale dell'efficienza dell'impianto potrà essere supportata da prove di carico orizzontale a rottura su paletti di sacrificio che ne individuino il corretto comportamento.

In Figura 3-1 viene riportato lo schema di installazione di un impianto “tipo”.

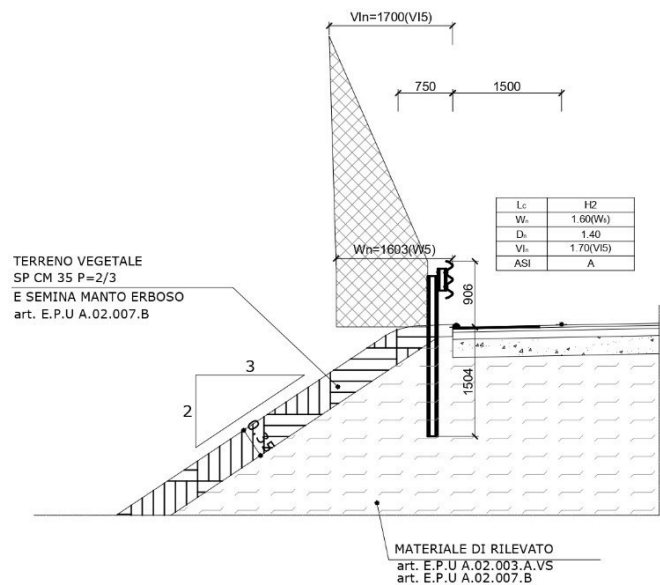


Figura 3-1 – Schema di installazione impianto “tipo” senza ostacolo fisso.

Sezione su opera d'arte (Barriera H2BP)

Per l'installazione delle barriere sull'opera d'arte occorre garantire l'incastro dei montanti, attraverso i tirafondi, ai nuovi cordoli del ponte. Con tale obiettivo si è scelta una tipologia di barriera H2BP a tripla onda come sotto indicato. In Figura 3-3 sono individuate le barriere H2BP proposte.

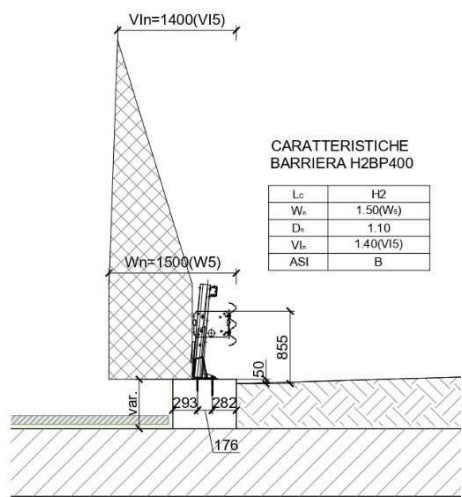


Figura 3-3 – Sezione H2PB (su ponte)

4.1.2 Indice di severità dell'urto (ASI)

Nel caso di veicoli leggeri, acquistano particolare rilevanza i danni subiti dagli utenti presenti nell'abitacolo, gli indicatori e le soglie sono rappresentati dagli indici ASI (Acceleration Severity Index) e THIV (Theoretical Head Impact Velocity) riportati in Tabella 4-4. Un livello di severità A prevede un minore danno per gli utenti del veicolo leggero, in tal senso è rilevante quanto riportato nel DM 03/06/1998, n. 3256 che all'Art. 6 cita: *"Tutte le barriere ed i dispositivi di ritenuta ed attenuazione di tutte le classi di barriere devono corrispondere ad un indice ASI minore o uguale a 1 ottenuto con un'autovettura (...NdT TB11...). È ammesso un indice ASI fino a 1.4 per le barriere ed i dispositivi destinati a punti particolarmente pericolosi nei quali il contenimento del veicolo in svio diviene un fattore essenziale ai fini della sicurezza"*.

Livello di Severità dell'urto		
A	ASI ≤ 1.0	THIV ≤ 33 km/h
B	ASI ≤ 1.4	
C	ASI ≤ 1.9	

Tabella 4-4 - Indici di severità dell'urto (EN 1317-2)

La scelta operativa di un progetto di Sicurezza Stradale risulta quindi quella di utilizzare barriere con ASI A, limitando l'utilizzo di barriere in ASI B al caso di barriere in bordo ponte, in genere più rigide per conformazioni di vincolo di quelle in Bordo Laterale.

4.1.3 Spazi operativi

La collocazione delle barriere sulla carreggiata stradale, considerando la presenza di eventuali ostacoli laterali alla carreggiata (armature stradali, pile di viadotti, ostacoli puntuali in genere) richiede la conoscenza della classe di deformazione intesa come larghezza operativa di lavoro (W = spostamento subito dalla barriera durante l'urto misurato tra il nastro anteriore e l'elemento posteriore estremo della barriera mentre la deflessione dinamica D rappresenta lo spostamento massimo subito dalla barriera) ed intrusione del veicolo (VI massima deflessione dinamica tra il nastro anteriore e la posizione esterna raggiunta dal veicolo, per tutta la sua altezza, durante l'urto).

Gli indici e le classi sono riassunti in Tabella 4-5 con riferimento allo schema grafico di Figura 4-1.

Larghezza operativa	
W1	$WN \leq 0.6 \text{ m}$
W2	$WN \leq 0.8 \text{ m}$
W3	$WN \leq 1.0 \text{ m}$
W4	$WN \leq 1.3 \text{ m}$
W5	$WN \leq 1.7 \text{ m}$
W6	$WN \leq 2.1 \text{ m}$
W7	$WN \leq 2.5 \text{ m}$
W8	$WN \leq 3.5 \text{ m}$

Intrusione del veicolo	
VI1	$VIN \leq 0.6 \text{ m}$
VI2	$VIN \leq 0.8 \text{ m}$
VI3	$VIN \leq 1.0 \text{ m}$
VI4	$VIN \leq 1.3 \text{ m}$
VI5	$VIN \leq 1.7 \text{ m}$
VI6	$VIN \leq 2.1 \text{ m}$
VI7	$VIN \leq 2.5 \text{ m}$
VI8	$VIN \leq 3.5 \text{ m}$
VI9	$VIN > 3.5 \text{ m}$

Tabella 4-5 - Classi di deformabilità (EN 1317-2)

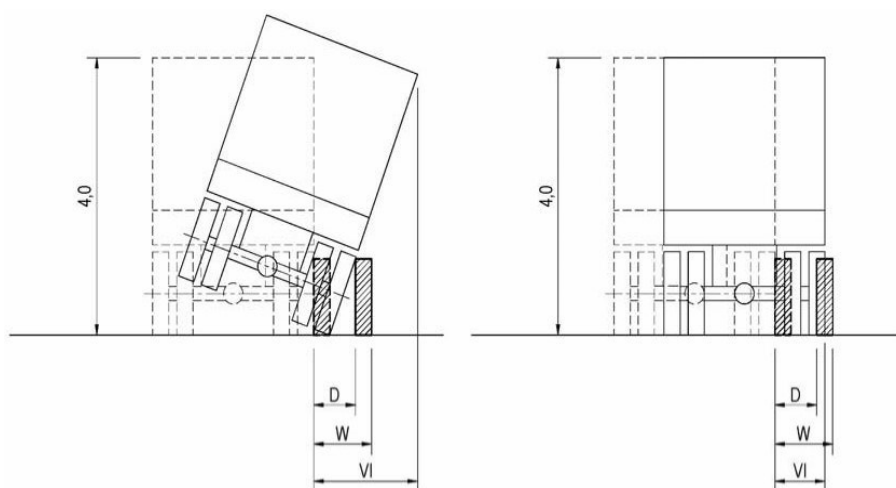


Figura 4-1 - Deformazione dinamica (D), Spazio operativo (W) e Intrusione del veicolo (VI)

La deformata permanente è lo spazio occupato dalla barriera, in via permanente, dopo l'urto e deve risultare inferiore alla distanza da ostacoli fissi posti oltre il limite di carreggiata.

Gli unici ostacoli fissi lungo la tratta in progetto sono localizzati sul bordo esterno e sono costituiti da saltuari pali di sostegno della segnaletica verticale di piccolo diametro che non costituiscono ostacolo alla deformazione dell'impianto. Si suggerisce comunque per le barriere H1 bordo laterale di utilizzare un $W= 0.8$ o $W=1$.

4.2 Requisiti delle transizioni

Per transizione si intende l'elemento lineare di connessione tra due barriere di livello di contenimento differente. Il dimensionamento delle transizioni, qualora il livello di contenimento tra le due barriere principali della transizione sia non superiore ad una classe (Assessment method B2) o a due classi (Assessment method B3), potrà essere svolto in via semplificata e dovrà essere conforme alle seguenti prescrizioni (prEN1317-4. Annex A):

- 1) Tutti gli elementi longitudinali di ogni barriera dovranno essere collegati da transizioni. La resistenza assiale di ogni connessione non dovrà essere inferiore alla resistenza dell'elemento longitudinale principale della barriera con livello di contenimento inferiore. Ciò dovrà essere dimostrato da sperimentazione o da calcoli. Sperimentazione e calcoli dovranno includere la valutazione di azioni combinate (trazione e flessione) se sviluppate durante l'impatto.
- 2) Lungo lo sviluppo della transizione l'altezza dei profili degli elementi longitudinali dovranno variare con continuità da una barriera all'altra, senza discontinuità e con pendenza non superiore al valore di 8%.
- 3) Lungo lo sviluppo della transizione la posizione laterale degli elementi longitudinali anteriori (lato veicolo)

dovranno variare con continuità da una barriera all'altra, senza discontinuità e con angolo (lato veicolo) non superiore a 5°.

- 4) Lungo lo sviluppo della barriera la rigidità laterale del sistema di contenimento dovrà variare gradualmente da una barriera all'altra. Ciò dovrà essere dimostrato da sperimentazione o da calcoli. Se la rigidità flessionale oppure il momento limite allo snervamento di uno o più elementi di due barriere consecutive differiscono più del 50% della rigidità maggiore, la lunghezza della transizione non dovrà essere inferiore a 6 m.
- 5) La lunghezza della transizione non dovrà essere inferiore della differenza della deflessione dinamica normalizzata delle due barriere, misurata sul crash test rilevante, ridotta al livello di contenimento inferiore tra le due barriere e divisa per 0.08.

Per comparare la Deflessione Dinamica Normalizzata di una barriera con un'altra appartenente alla classe immediatamente inferiore, la prima dovrà essere moltiplicata del fattore di riduzione di Tabella 4-6. I fattori di riduzione permettono di valutare, con approssimazione accettabile, la deflessione dinamica normalizzata di una barriera in corrispondenza del livello di contenimento della barriera immediatamente inferiore. Le barriere di livello H ed L potranno essere considerate equivalenti nell'utilizzo dei fattori di riduzione.

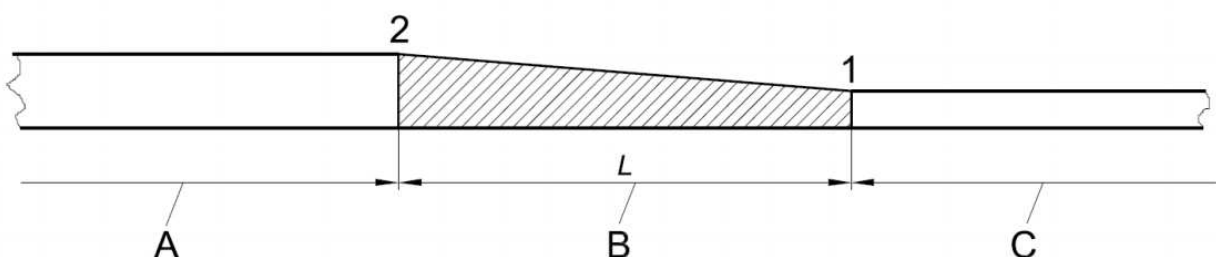
Classe di contenimento	Crash test	Fattore di riduzione
H4b	TB81	1.0
H4a	TB71	
H3	TB61	0.9
H2	TB51	0.5
H1	TB42	0.9
N2	TB32	0.8
N1	TB31	0.8

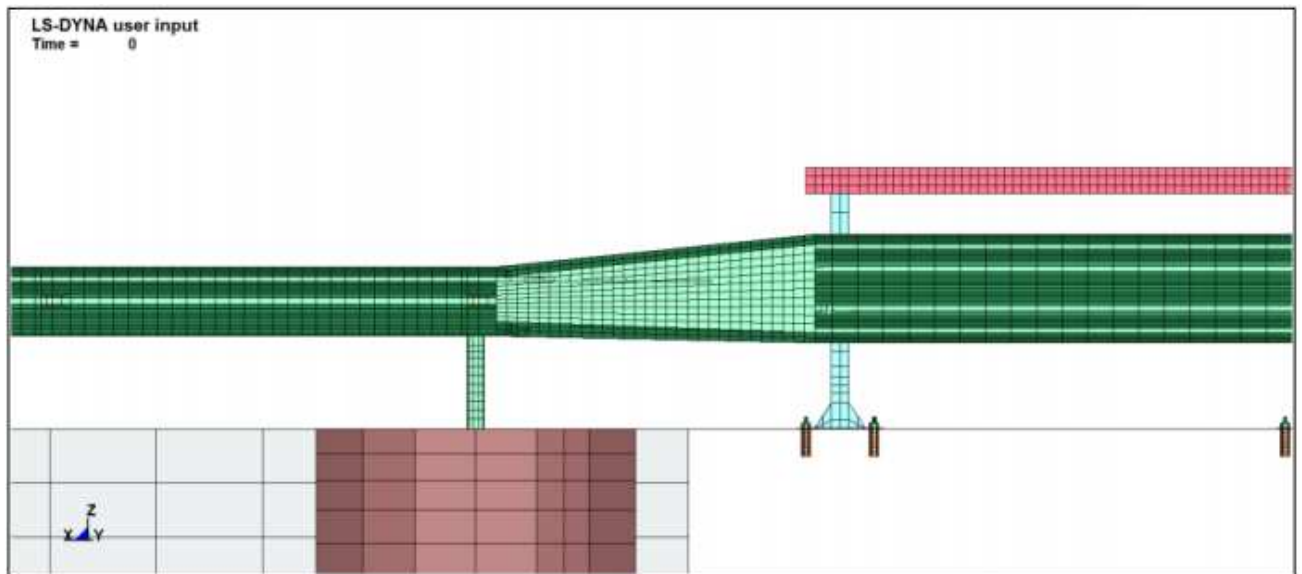
Tabella 4-6 - Fattori di riduzione per la deflessione dinamica

Lunghezza di una Transizione

Legenda

- A Barriera B
- B Transizione
- C Barriera A





Elementi di transizione lungo la tratta in progetto.

Sono previsti due elementi di transizione, uno con impianto esistente a due onde ed uno con nuovo impianto H1:

- uno tra H2 Bordo ponte di nuova installazione e doppia onda esistente Bordo laterale su rilevato lungo la strada provinciale SP345



- uno tra H2 bordo ponte di nuova installazione e H1 bordo ponte di nuova realizzazione



4.3 Terminali

I terminali semplici, definiti come normali elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza possono essere sostituiti con terminali speciali testati secondo UNI ENV 1317-4. Le classi di prestazione di un terminale vengono definite da prove di crash test effettuate con veicoli leggeri (massa da 900 a 1500 kg) ed impatti a velocità variabili da 80 a 110 km/h (prEN 1317-7, UNI ENV 1317-4).

In Tabella 4-7 vengono riportate le classi di prestazione richieste in funzione del sito da proteggere ai sensi del DM 21/06/2004 n. 2367.

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe dei terminali
$V \geq 130 \text{ km/h}$	P3
$90 \leq V < 130 \text{ km/h}$	P2
$V < 90 \text{ km/h}$	P1

Tabella 4-7 - Criteri di scelta dei Terminali speciali testati (DM 21/06/2004 n. 2367)

Le procedure di crash test per i terminali, fissate nella UNI ENV 1317-4 prevedono quattro classi prestazionali, aggiungendo la classe P4 (T110 secondo la ridefinizione della prEN 1317-7) che prevede modalità di crash test con veicoli di massa fino a 1500 kg (rispetto ai 1300 kg previsti per la classe P3 o T100 secondo le indicazioni della prEN1317-7) e con velocità di impatto fino a 110 km/h (rispetto ai 100 km/h previsti per la classe P3).

Nel tratto in esame non sono presenti terminali speciali in quanto non si rilevano situazioni di particolare pericolosità, soprattutto per la mancanza di ostacoli laterali fissi e per il limite di velocità fissato a 50 Km/h.

Come terminali di inizio e fine impianto H1 su bordo laterale, verranno utilizzati quelli previsti nel crash test dell'impianto prescelto dall'Appaltatore. Potrebbe essere a favore di sicurezza inclinare verso esterno carreggiata gli elementi iniziali / terminali di impianto.

5 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

Nel caso in cui il Direttore dei lavori ritenga di eseguire test sulle barriere poste in opera per testarne l'efficienza e la compatibilità con quanto previsto dal crash test di riferimento, si forniscono di seguito alcune indicazioni generali circa i metodi di verifica utilizzabili.

5.1 Verifica interazione paletto/terreno su bordo rilevato (PHLT)

La prova viene eseguita per la verifica del vincolo delle barriere stradali metalliche in corrispondenza dei margini stradali in sezioni in rilevato. Si tratta di una prova statica a rottura a controllo di deformazione che prevede, attraverso la definizione della curva carico cedimento in due distinti punti del paletto, la restituzione del modello di comportamento dell'interazione terreno/struttura e il carico resistente del sistema paletto/arginello. In via del tutto generale, in assenza di indicazioni dirette del produttore, il carico orizzontale dovrà essere quello corrispondente al valore di carico che determina il valore di momento massimo corrispondente al limite di snervamento (valutato con resistenza dell'acciaio al 95° percentile) della sezione del paletto in acciaio, nelle condizioni geometriche e stratigrafiche di crash test, in un terreno con angolo di resistenza al taglio non inferiore a 35°.

La prova viene eseguita su paletti di sacrificio, con sezione identica a quella del DRV installato, e con lunghezza complessiva data dalla somma tra la profondità di infissione prevista dall'installazione e il punto di applicazione del carico (altezza minima derivante dal confronto tra 1 m e l'altezza massima del dispositivo meno 0.10 m – UNI EN 1991-2) a cui sommare 0.05÷0.10 m per la configurazione del collegamento con i dispositivi di prova.

Per l'esecuzione della prova è previsto l'utilizzo, quale mezzo di contrasto, della gru montata sull'autocarro utilizzato per il trasporto del battipalo che installerà i paletti di sacrificio.

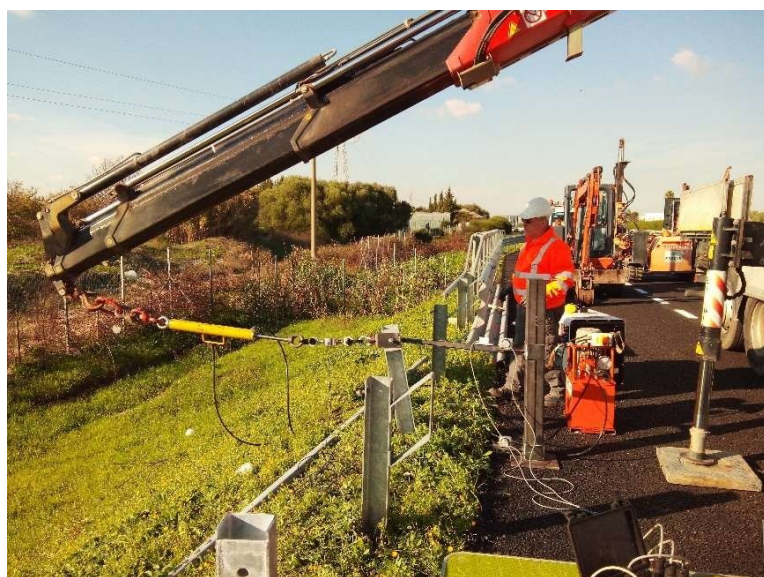


Figura 5-1 – Esecuzione di una prova PHLT

Preliminarmente vengono rilevate con misure speditive, l'altezza del punto di applicazione del carico, la profondità di infissione del paletto e le condizioni geometriche al contorno (larghezza dell'arginello, pendenza della scarpata, distanza dal ciglio). Il carico viene impresso a velocità costante $v = 20 \text{ mm/s}$ mediante un pistone idraulico a doppia azione capace di sviluppare carichi a trazione fino a 70 kN. Il pistone viene controllato da una centralina oleodinamica azionata da un motore elettrico trifase, di potenza 3 kW, che alimenta una pompa di portata 2l/min capace di erogare una pressione massima di 400 bar. La misura delle azioni impresse viene definita per mezzo di una cella di carico a doppia azione con portata 100 kN.

Le deformazioni vengono controllate mediante due estensimetri a filo con deformazione massima di 1000 mm, fissati su una mensola di riscontro con supporti mobili ad altezza variabile. Il primo estensimetro è posizionato in corrispondenza del punto di applicazione del carico al paletto e il secondo in prossimità del piano di installazione del paletto. Completa la strumentazione di misura un inclinometro fissato ad un'asta telescopica incernierata alle due

estremità: sia sul paletto di prova che sulla mensola di contrasto.

La strumentazione di misura (cella di carico, estensimetro e inclinometro) è collegata ad una Unità di Acquisizione Dati (UAD) digitale che rileva le grandezze con frequenza di 40 Hz.

La prova permette di individuare in continuo la misura degli spostamenti in corrispondenza del punto di applicazione del carico ed in corrispondenza del piano di installazione ($u1$ e $u0$), lo spostamento verticale in corrispondenza del punto di applicazione del carico ($v1$), l'azione orizzontale generata dagli spostamenti impressi (F).

Al completamento della prova, a seguito dell'estrazione del paletto si rilevano, con misure speditive, il punto di eventuale flessione del paletto ($c1$), misurato dalla base del paletto.

Le grandezze rilevate sono riportate schematicamente in figura.

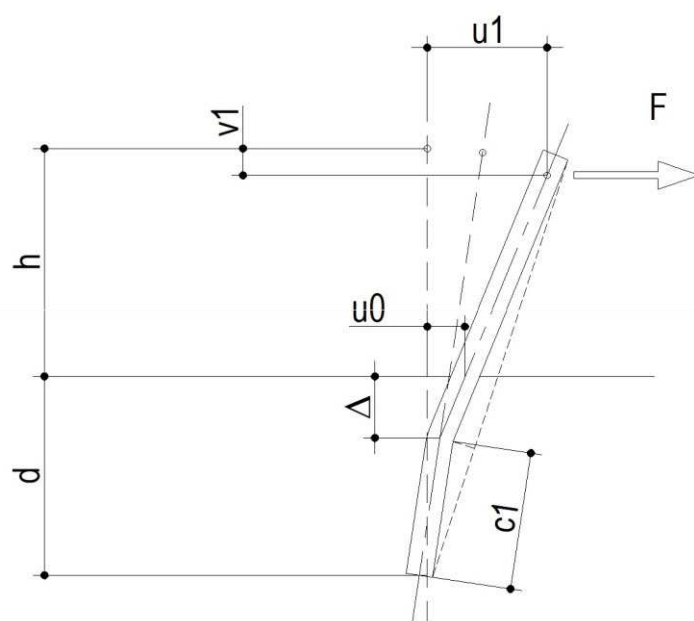


Figura 5-2 – Nomenclatura della deformata di una prova PHLT

5.2 Verifica dell'efficienza dei tirafondi su opera d'arte

Le barriere installate su bordo ponte richiedono, poiché i cordoli di installazione risultano difforni da quelli utilizzati per il "crash test", una verifica della resistenza a pull-out dei tirafondi indirizzata al dimensionamento degli stessi affinché sia garantita la tenuta del vincolo su opera d'arte.

Le prove verranno eseguite mediante un martinetto cavo con sezione 100 cm^2 , da 400 kN , con carico impresso, a velocità costante di deformazione ($v \leq 5 \text{ mm/s}$), e rilevato da una cella di carico da 500 kN . Le deformazioni verranno rilevate da estensimetri ad ago con corsa massima di 100 mm . La cella di carico e gli estensimetri sono collegati ad una unità di acquisizione dati (UAD) con frequenza di lettura non inferiore a 20 Hz .

Il martinetto viene controllato da una centralina oleodinamica azionata da un motore elettrico trifase, di potenza 3 kW , che alimenta una pompa di portata 2 l/min capace di erogare una pressione massima di 400 bar .

I carichi limite ai tirafondi sono quelli forniti dal costruttore.

6 DEFINIZIONE DELLE TRANSIZIONI E DEI COLLEGAMENTI

Di seguito si forniscono gli elementi base per guidare il Direttore dei lavori e l'Appaltatore nella scelta commerciale degli elementi di transizione e di collegamento tra barriere di classe differente o per la progettazione degli stessi qualora non disponibili sul mercato.

Considerando le indicazioni di cui al § 4.2 che richiama le indicazioni di cui al prEN 1317-4 Annex A, si precisano i seguenti punti con riferimento ai calcoli per la determinazione della lunghezza della transizione:

- 1) Le connessioni degli elementi longitudinali vengono eseguite mediante due transizioni, in ingresso ed in uscita, con nastri a tripla onda della stessa dimensione e stesso grado di acciaio, soddisfano quindi il requisito di connessione con resistenza non minore della barriera di classe inferiore;
- 2) La variazione in altezza dei profili degli elementi orizzontali (h_{max}) deve variare con continuità e con pendenza inferiore al valore 8%. La lunghezza della transizione dovrà quindi risultare superiore al valore L_1 richiamato nelle tabelle seguenti;
- 3) Gli elementi orizzontali risultano a filo con il ciglio per entrambe le barriere e quindi risulta la variazione inferiore al 5%. Nel caso di barriere ST la valutazione della lunghezza viene definita dal valore L_4 ;
- 4) La rigidità laterale delle barriere viene definita dal valore di deflessione dinamica o dall'azione limite valutata con lo schema di cui al punto 4). La variazione della deflessione dinamica conseguente all'infittimento dei paletti può essere determinato con ragionevole approssimazione utilizzando l'espressione (Pernetti, 2012)¹: $D_{red} = (i_{red} / i_0)^{0.62} D_0$ dove D_{red} rappresenta la deflessione dinamica ridotta corrispondente all'interasse i_{red} mentre i_0 e D_0 rappresentano rispettivamente l'interasse e la deflessione dinamica di partenza della barriera di riferimento (quella di minore livello di contenimento o BL se di medesima classe di contenimento);
- 5) La variazione di rigidità flessionale della barriera dipende dall'interdistanza dei paletti (i_p) e dalla resistenza flessionale del nastro, secondo uno schema di trave continua caricata in corrispondenza del paletto centrale (si considera una porzione di barriera di 2 campate) con un'azione concentrata applicando l'analisi limite (tramite il bilancio energetico definito via Principio dei Lavori Virtuali).

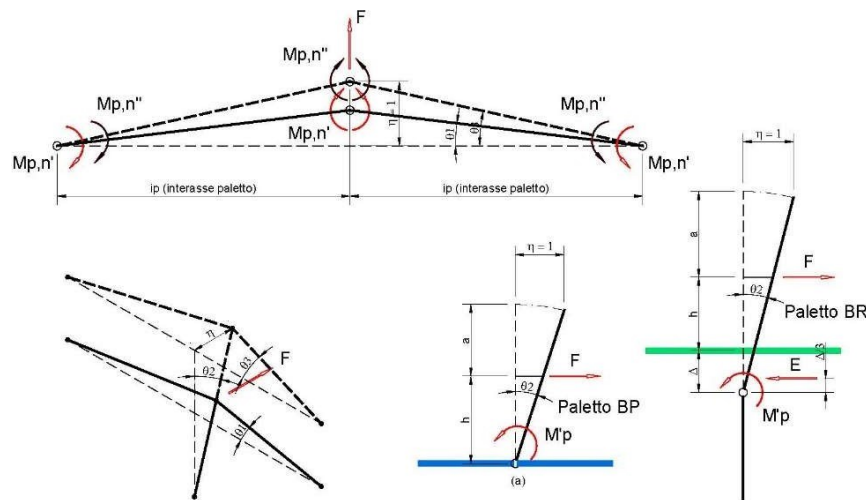


Figura 6-1 – Schema di cinematismo di collasso per porzione di barriera

La rigidità della barriera (carico limite) in regime plastico risulta:

$$F = \frac{M'_p}{h + \frac{2}{3} \cdot \Delta} + \frac{4}{i_p} \cdot \left[\frac{M'_{p,n} \cdot (h + \Delta) + M''_{p,n} \cdot (h + a + \Delta)}{h + \Delta} \right]$$

- per barriere ad un solo corrente su BR: $a = 0, M''_{p,n} = 0$
- per barriere ad un solo corrente su BP: $a = 0, M''_{p,n} = 0, \Delta = 0$
- per barriere a doppio corrente su BP: $\Delta = 0$

Nel caso di barriere BP, nel caso la sezione debole non coincida con l'incastro, occorre sostituire ad h il valore $h - s$ essendo s l'altezza dell'inizio della sezione debole dall'incastro.

¹ Perneti, M (2012) "La Protezione dei Margini Stradali", ACAI.

- 6) La deflessione dinamica della barriera (D) di classe superiore, rapportata al test della barriera di classe inferiore, il cui valore normalizzato risulta dato dal valore D_n , viene calcolato con riferimento alla tabella 3.6. La variazione delle deformazioni dinamiche normalizzate al livello di contenimento inferiore delle barriere diviso 0.08 risulta data dal valore L_3 richiamato nelle tabelle seguenti.

La lunghezza della transizione minima (L_T) risulta dal valore massimo tra le lunghezze L_1 , L_2 e L_3 rapportata per eccesso al modulo di nastro tripla onda utilizzato.

6.1 Lunghezza minima dei collegamenti e delle transizioni

In Tabella 6-1 sono riassunte le valutazioni relative alla definizione delle transizioni e della loro lunghezza minima sulla base di valori rilevabili nelle barriere in commercio. Variazioni superiori possono dipendere da effettive esigenze costruttive del produttore (calandrature in tratti curvi, assestamento e collegamento di elementi per raccordi verticali e orizzontali). Tali indicazioni andranno poi inserite nelle reali forniture seguendo lo schema di dimensionamento precedentemente descritto.

IDE	DRV	LC	h_{max} (m)	i_p (m)	D (m)	D_n (m)	L_1 (m)	L_2 (m)	L_3 (m)	L_{min} (m)
T1	H2BP500	H2	0.88	2.13	0.60	0.60	0.38	6.00	10.00	10.00
	H2brl126	H2	0.91	2.00	1.40	1.40				
T2	H2BP400	H2	1.10	2.67	1.10	1.10	2.38	--	3.75	6.00
	H2brl126	H2	0.91	2.00	1.40	1.40				
T3	H2brl126	H2	0.91	2.00	1.40	(1.26)	2.00	6.00	4.50	4.50
	H1BL500	H1	0.75	3.56	0.90	0.90				
T4	H3BP400	H3	1.57	2.13	0.70	(0.35)	8.25	6.00	13.13	13.13
	H2brl126	H2	0.91	2.00	1.40	1.40				

Tabella 6-1 - Determinazione lunghezza minima dei collegamenti e delle transizioni

ALLEGATO – ELABORATO GRAFICO

