



COMUNE
di PADOVA

MESSA A NORMA DELLE BARRIERE METALLICHE
TANGENZIALE SUD-EST DI PADOVA (PD)
da pk 6+500 a pk 7+100

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTISTA:

Ing. Stefano CALVI
Ordine Ingegneri di Venezia n° 4512



CIQuadro S.T.P. a r.l.

Sede legale:
Via Monte Verena, 14/1
30030 Pianiga (VE)
C.F.-P.IVA: 04572280271
email: info@ciquadrostp.it
pec: pec@pec.ciquadrostp.it

Sede operativa:
Via Germania, 16/9
35010 Vigonza (PD)

COMMITTENTE:
Comune di Padova – Settore Lavori Pubblici
via Tommaseo, 60
35131 Padova

PROTOCOLLO

DATA Maggio 2022

RELAZIONE GENERALE ILLUSTRATIVA

NUMERO ELABORATO

2

CODICE PROGETTO

NOME FILE

PE-C086-EG-02-A_Relazione generale illustrativa

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

PROG E C086

CODICE
ELAB.

PE-C086-EG-02

A

--

C

B

A

Aggiornamento prezzi

01/07/2022

M.G.

S.C.

S.C.

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

Sommario

1.	Introduzione.....	2
2.	Normativa	3
2.1.	Normativa	3
2.2.	Documentazione di riferimento	4
3.	Connotazione ruoli all'interno del quadro normativo	4
4.	Criteri di scelta delle barriere	6
4.1.	Dispositivi stradali di sicurezza per motociclisti (DSM).....	9
5.	Descrizione stato di fatto	10
5.1.	Sottoservizi	13
6.	Descrizione scelte progettuali.....	13
6.1.	Transizioni.....	16
6.1.1	Transizioni T1a e T1b.....	16
6.1.2	Transizione T2.....	17
6.1.3	Collegamento T3	17
6.1.4	Transizioni T4a e T4b.....	17
6.2.	Terminali	17
6.2.1	Terminale mitred M1	18
6.2.2	Terminale speciale.....	18
6.3.	Installazione barriera in adiacenza ai portali	20
6.4.	Sistemi di rinforzo a supporto dei pali delle barriere su rilevato.....	22
7.	Tempi di realizzazione ed importi contrattuali.....	23

1. Introduzione

La presente relazione illustra le scelte progettuali effettuate per un intervento di riqualificazione ed adeguamento di barriere di sicurezza attraverso l'installazione di nuovi dispositivi testati e marcati CE; il sito è localizzato in corrispondenza della Tangenziale Sud-Est di Padova, approssimativamente tra le progressive 6+500 e 7+100 (Corso Argentina e Corso Kennedy, tratto compreso tra le uscite n°13 verso Corso Stati Uniti), di competenza del Comune di Padova.

La strada è caratterizzata da un tracciato a doppia carreggiata con due corsie per senso di marcia, con presenza di un cavalcavia situato sopra Corso Stati Uniti, e l'intervento comprende i bordi laterali sia della carreggiata in direzione Padova Sud (carreggiata Sud) che quella in direzione Padova Est (carreggiata Nord).



Figura 1-1: Zona di intervento

Il progetto deriva da un generale processo di interventi avviati dall'Amministrazione Comunale mirati alla riqualificazione dei sistemi di protezione, come appunto i dispositivi di ritenuta, lungo la strada ad alto scorrimento, allo scopo di incrementare la sicurezza della circolazione stradale.

L'intervento relativo alla presente relazione prevede la rimozione delle barriere metalliche su rilevato e bordo ponte (lungo il cavalcavia) esistenti, e l'installazione lungo il lato destro delle viabilità principali di nuove barriere di sicurezza con livello di contenimento H3 e H4, e lungo il lato sinistro delle viabilità secondarie (svincoli) di nuovi dispositivi di sicurezza di classe H2; saranno inoltre previsti dei dispositivi speciali di ritenuta (terminali speciali).



2. Normativa

Si riporta di seguito un elenco della principale normativa in materia di barriere di sicurezza stradale, specificando che per ogni testo deve essere fatto riferimento all'ultima revisione disponibile. Oltre alle norme si riportano inoltre altri documenti che fanno riferimento a standard o codici di buona pratica, documenti prenormativi o rapporti tecnici di orientamento.

2.1. Normativa

1. 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.
2. 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.
3. D.Lvo n. 285/92 e s.m.i. Nuovo Codice della Strada.
4. D.P.R. n. 495/92 e s.m.i. Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.
5. D.M. 05/11/2001, n. 6792 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
6. 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.
7. 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.
8. 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".



9. Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 28/06/2011: “disposizioni sull’uso e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”
10. Codice dei contratti pubblici, decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50;
11. Regolamento di attuazione ed esecuzione del Codice dei contratti, DPR 5 ottobre 2010, n. 207.
12. Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 01/04/2019: “dispositivi stradali di Sicurezza per i motociclisti (DSM)”
13. EN ISO/IEC 17025:2017 - Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e taratura

2.2. Documentazione di riferimento

14. 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”
15. 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;
16. 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
17. 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
18. UNI CEN/TR16303-4:2012 – Linee guida per la meccanica computazionale di prove d’urto sul sistema di ritenuta del veicolo – Procedure di validazione
19. 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)
20. 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 CSLPP n. 14/2013 dell’adunanza del 02/2014)

3. Connotazione ruoli all’interno del quadro normativo

La strada oggetto di intervento è localizzata, nel tratto di interesse, in ambito extraurbano, con velocità di progetto maggiore di 70 km/h (Tab. 3.4.a – composizione della carreggiata, D.M. 6792 del 5/11/2001, Norme



funzionali e geometriche per la costruzione delle strade). Ai sensi dell'art. 2, c. 1 del D.M. 18/02/1992 N. 223, *“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 (fondazioni, supporti, dispositivi di smaltimento delle acque, ecc.), nell'ambito della sicurezza stradale”*.

Nei progetti relativi a strade ad uso pubblico che non rientrano invece nel campo di applicazione delle norme richiamate, tenuto conto delle specifiche condizioni locali in termini di configurazione dello stato dei luoghi e di circolazione, qualora sia previsto anche un intervento sui margini o sui dispositivi di ritenuta, il progettista dovrà comunque valutare le situazioni ove si rendono necessarie protezioni in relazione alla presenza od all'insorgenza di condizioni di potenziale pericolo (Circolare Min. 62032 21/07/10).

La norma prevede quindi che un ingegnere in fase di progetto esecutivo debba considerare alcuni aspetti assumendo un ruolo frequentemente identificato in modi diversi:

- Il progettista deve curare il corretto inserimento dei dispositivi di sicurezza nel tessuto viario (Art. 4 c. 2 D.M. 18/02/92, n. 223);
- Il progettista della sistemazione dei dispositivi di ritenuta identificherà le zone da proteggere per le finalità di cui all'art. 2, definite, come previsto dal decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223 e successivi aggiornamenti e modifiche (Art. 3. Istruzioni Tecniche DM 2367/04);
- Sarà in particolare controllata la compatibilità dei carichi trasmessi dalle barriere alle opere con le relative resistenze di progetto (Art. 6. Istruzioni Tecniche DM 2367/04);
- Per la composizione del traffico, in mancanza di indicazioni fornite dal committente, il progettista provvederà a determinarne la composizione sulla base dei dati disponibili o rilevabili sulla strada interessata (traffico giornaliero medio), ovvero di studio previsionale (Art. 6. Istruzioni Tecniche DM 2367/04);
- Il progettista delle applicazioni dei dispositivi di sicurezza di cui all'art. 2 del D.M. 223/92 nel prevedere la protezione dei punti previsti nell'art. 3 definirà le caratteristiche prestazionali dei dispositivi da adottare secondo quanto indicato nelle presenti istruzioni e in particolare la tipologia, la classe, il livello di contenimento, l'indice di severità, i materiali, le dimensioni, il peso massimo, i vincoli, la larghezza di lavoro tenendo conto della loro congruenza con il tipo di supporto, il tipo di strada, le manovre ed il traffico prevedibile su di essa e le condizioni geometriche esistenti. (Art. 6. Istruzioni Tecniche DM 2367/04);
- Per motivi di ottimizzazione della gestione della strada, il progettista cercherà di minimizzare i tipi da utilizzare seguendo un criterio di uniformità (Art. 6. Istruzioni Tecniche DM 2367/04);
- in presenza di sezioni stradali con dislivello tra colmo dell'arginello e piano campagna inferiore ad 1 metro, oppure con pendenza della scarpata inferiore a 2/3, sarà responsabilità del progettista valutare la necessità o meno di dotare il margine laterale di barriera stradale, in funzione, ad esempio, della geometria della



strada, dell'altezza del rilevato e dell'eventuale presenza di ostacoli in prossimità della sede stradale e/o della scarpata (Circolare Min. 62032 21/07/10 - par. 4).

Quanto sopra riportato rappresenta quindi gli oneri del progettista esecutivo richiesto all'art. 2 del DM 223/92, che portano allo sviluppo del progetto a base di gara. A seguito dell'aggiudicazione dei lavori viene individuato l'appaltatore che deve realizzare l'intervento a regola d'arte. Secondo la giurisprudenza, l'appaltatore risponde comunque dei vizi dell'opera se, fedelmente eseguendo il progetto e le indicazioni ricevute, non ne segnali eventuali carenze ed errori, il cui controllo e la cui correzione rientra nella sua prestazione. Analoga responsabilità incombe sull'appaltatore nel caso in cui egli non abbia rilevato i vizi pur potendo e dovendo riconoscerli in relazione alla perizia ed alla capacità tecnica da lui esigibili nel caso concreto.

I dispositivi oggetto di installazione vengono forniti dal produttore che è responsabile della rispondenza del prodotto fornito alle norme di omologazione/certificazione (Art. 4 c. 2 D.M. 18/02/92, n. 223). Per la produzione di serie delle barriere di sicurezza e degli altri dispositivi di ritenuta, i materiali ed i componenti dovranno avere le caratteristiche costruttive descritte nel progetto del prototipo allegato ai certificati di omologazione/certificazione, nei limiti delle tolleranze previste dalle norme vigenti o dal progettista del dispositivo all'atto della richiesta di omologazione (Art. 5. Istruzioni Tecniche DM 2367/04).

All'interno del quadro precedentemente descritto può essere evidenziata una criticità insita nel fatto che il progettista esecutivo non può identificare chiaramente prodotti esistenti sul mercato, bensì deve stabilire le prestazioni richieste alle barriere da fornire, compatibili con lo stato dei luoghi. Per quanto precede risulta indispensabile che in fase di esecuzione dei lavori l'appaltatore, individuato un possibile prodotto compatibile con il progetto esecutivo, proceda all'aggiornamento di quest'ultimo andando a dettagliare a livello costruttivo le soluzioni previste. L'appaltatore, dopo l'approvazione di quello che viene comunemente definito **“progetto costruttivo”** o **“progetto esecutivo di dettaglio”**, nella realizzazione dovrà attenersi al documento approvato.

Il progettista della sistemazione dovrà avere la qualifica di ingegnere iscritto all'albo degli Ingegneri sezione A – Settore “Civile e Ambientale”. La precedente assunzione trova riscontro in quanto suggerito nel “Notification draft 2014/483_I_IT” del 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 CSLPP n. 14/2013 dell'adunanza del 02/2014).

4. Criteri di scelta delle barriere

Per strade con velocità di progetto superiore a 70 km/h la scelta delle barriere di sicurezza avviene tenendo conto della loro destinazione ed ubicazione, del tipo e delle caratteristiche della strada, nonché di quelle del traffico che la interessa. Al fine della determinazione del livello di contenimento si farà comunque riferimento alla normativa disponibile.



Ai fini applicativi il traffico viene classificato in tre livelli in funzione dei volumi e della composizione dei mezzi circolanti, nel modo seguente:

- ❖ **Traffico tipo I:** quando il TGM è minore o uguale a 1000 veicoli/giorno con qualsiasi percentuale di veicoli pesanti o maggiore di 1000 veicoli/giorno con presenza di veicoli di massa superiore a 3,5 ton minore o uguale al 5% del totale;
- ❖ **Traffico tipo II:** quando, con TGM maggiore di 1000 veicoli/giorno, la presenza di veicoli di massa superiore a 3,5 ton sia maggiore del 5% e minore o uguale al 15% del totale;
- ❖ **Traffico tipo III:** quando, con TGM maggiore di 1000 veicoli/giorno, la presenza di veicoli di massa superiore a 3,5 ton sia maggiore del 15% del totale.

In funzione del tipo di strada, traffico e destinazione, la tabella A, riportata all'art. 6 dell'allegato al D.M. 21/06/2004, stabilisce le classi minime delle barriere da impiegare. Il parametro TGM rappresenta il "traffico giornaliero medio" che percorre la sede stradale, misurato in veicoli/giorno.

Tabella A - Classi minime delle barriere di sicurezza (Tabella A. art. 6 allegato D.M. 21/06/2004)

Tipo di strada	Traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte (1)
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4(2)	H2-H3(2)	H4
Strade extraurbane secondarie (C) e Strade Urbane di Scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade extraurbane di quartiere (E) e locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2
(1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale.				
(2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista				

Per la tratta in questione non sono stati resi disponibili i dati di traffico, ma si ritiene comunque plausibile assumere un traffico TGM di tipo III, in quanto la rete in oggetto è una strada extraurbana di elevata importanza e con intensa frequentazione di veicoli leggeri e di mezzi pesanti (con un volume di traffico pesante >15%): l'assunzione, suggerisce di usufruire delle condizioni più penalizzanti proposte da normativa, progettando a vantaggio di sicurezza.

Secondo quanto riportato nel progetto di fattibilità tecnico-economica (datato 12/10/2021) erano state indicate:



- barriere su rilevato di classe H3 (W4), specificando che per la categoria di strada sarebbe sufficiente la classe H2, ma che si preferisce uniformare l'intervento con quanto già posto in opera con quanto già realizzato in altri interventi previsti dall'Amministrazione Comunale in tratti di strada vicini.
- barriere su bordo ponte di classe H3 (W4).

Con le indicazioni precedenti si poteva dedurre che nel progetto di fattibilità tecnico-economica, con riferimento alla precedente Tabella A, la strada oggetto di intervento sia stata classificata come Extraurbana Secondaria (tipo C).

Secondo il D.M. 6792 del 5/11/2001 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade - la categoria C (Extraurbana Secondaria) prevede una configurazione ad unica carreggiata, mentre il tratto oggetto di intervento è caratterizzato da carreggiate separate: per questo motivo si ritiene più adeguata una classificazione in Extraurbana Principale (tipo **B**), andando in questo modo a progettare a vantaggio di sicurezza per quanto riguarda la classe di contenimento dei dispositivi di sicurezza.

Quindi, in presenza di una Strada Extraurbana Principale (Strada tipo B) la tabella A precedentemente riportata indica per le barriere di sicurezza le seguenti classi minime in funzione della destinazione:

- Bordo ponte: classe H4
- Bordo rilevato classe H2 o H3
- Spartitraffico classe H3 o H4

La progettazione in questione fa riferimento a tratti di bordo rilevato e bordo ponte, per cui:

- per il bordo ponte si assume la classe di contenimento **H4**. La scelta trova giustificazione nella presenza di viabilità sottostante il viadotto oggetto di intervento caratterizzata da traffico elevato, pertanto è opportuno il ricorso al massimo contenimento previsto dalla vigente normativa. Per garantire la sicurezza della sede stradale sottostante si prevede di utilizzare un dispositivo con integrato un pannello in rete metallica (maglia min. 50x50 mm, filo sp. 3 mm) zincato a caldo. Non essendoci particolari interferenze o ostacoli si prevede l'utilizzo di un dispositivo caratterizzato da larghezza di lavoro inferiore o uguale a 1,3 m (W4) e VI4. Tali misure sono riferite al dispositivo in assenza del pannello rete.
- per il bordo rilevato la normativa richiede barriere di classe H2 o H3, con scelta della classe destinata al progettista. In questo caso si valuta per la viabilità principale l'adozione del livello di contenimento **H3**, mantenendo una continuità con la classe dei dispositivi recentemente installati nei tratti di viabilità principale vicini, anche per garantire adeguata continuità strutturale con il dispositivo di classe H4 sul manufatto. Dal punto di vista prestazionale si prevede l'utilizzo di un dispositivo con larghezza di lavoro inferiore a 1,3 m (W4), intrusione veicolare inferiore a 1,6 m (VI5), deformazione dinamica inferiore ad 1 m.
- Lungo le rampe di svincolo, sul lato sinistro, si prevede l'utilizzo di un dispositivo di contenimento un livello di contenimento **H2**, caratterizzato da una larghezza di lavoro inferiore a 1,6 m (W5), intrusione



veicolare inferiore a 1,7 m (VI5), larghezza di lavoro associata all'urto TB11 inferiore o uguale a 60 cm. Tale dispositivo dovrà essere in possesso di prove di impatto dal vero eseguite su terreno con presenza di scarpata e scarse caratteristiche meccaniche (forza di caratterizzazione con prova HEB120 ai sensi dell'UNI/TR 11785:2020 non superiore a 7,9 kN, secondo criterio di accettabilità);

- Lungo le rampe di svincolo, in corrispondenza dell'inizio delle medesime, sono presenti due portali segnaletici a bandiera, con plinto in cls in posizione interferente con l'infissione dei pali delle barriere, pertanto si è prevista l'installazione di due brevi tratti di barriera bordo ponte di classe H2, direttamente collegata ai plinti stessi. Considerata la limitata estensione dell'installazione si prevede che tale dispositivo abbia caratteristiche analoghe a quello della barriera da rilevato cui si collega, soprattutto in termini di larghezza di lavoro per urto del veicolo leggero (60 cm).

4.1. Dispositivi stradali di sicurezza per motociclisti (DSM)

Si ritiene importante una valutazione in merito all'utilizzo di dispositivi di protezione per motociclisti, in quanto il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 01/04/2019: *“Dispositivi stradali di Sicurezza per i motociclisti (DSM)”* ha introdotto alcune regole per l'utilizzo di tali dispositivi. In particolare, l'art. 3 *“Individuazione delle zone da proteggere”* delle istruzioni tecniche indica che devono essere montati sulle barriere discontinue installate o da installare lungo il ciglio esterno della carreggiata su tutte le strade ad uso pubblico aperte al transito di veicoli a motore, nei tratti di curva circolare, di cui al D.M. 5 novembre 2001, della singola carreggiata, caratterizzati da un raggio minore di 250 m.

Per poter installare una nuova barriera di sicurezza dotata di dispositivo DSM è necessario che, ai sensi dell'art. 4 delle istruzioni tecniche, il prodotto nel suo complesso sia in possesso di marcatura CE ai sensi della norma UNI EN 1317-5. Per i dispositivi di sicurezza considerati all'interno del presente lavoro non risulta ad oggi siano disponibili in commercio almeno due prodotti in possesso della prevista marcatura CE complessiva. L'art. 4 del citato decreto prescrive che *“l'applicazione di un DSM ad una barriera di sicurezza marcata CE comporta in via generale una modifica del prodotto. La barriera così modificata deve quindi essere valutata dall'Organismo notificato ai sensi della norma UNI EN 1317-5, in relazione alla marcatura CE”*.

A fronte di quanto premesso, allo stato attuale dell'arte in materia di barriere di sicurezza non è possibile prevedere l'installazione dei dispositivi in questione lungo la rete stradale oggetto di analisi.

In aggiunta a quanto precede è possibile analizzare le prescrizioni dell'art. 3, che al comma 1 identifica le barriere da proteggere come quelle installate lungo il ciglio esterno della carreggiata su tutte le strade, caratterizzato da un raggio minore di 250 m, per i casi previsti dall'art. 2 del DM 223/92. Il comma 2 specifica, inoltre, che i dispositivi devono essere installati, oltre al caso precedentemente indicato (strade con velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h), anche nelle intersezioni in corrispondenza delle quali si siano verificati nel triennio cinque incidenti con morti e/o feriti, che abbiano visto il coinvolgimento di motoveicoli e/o ciclomotori.

Considerando che non sono presenti punti con raggio di curvatura minore di 250 m, non si prevede l'installazione di dispositivi per motociclisti lungo la viabilità oggetto di intervento.

5. Descrizione stato di fatto

La zona di intervento è racchiusa tra gli svincoli dell'uscita 13, comprendendo sia il lato destro della viabilità principale della Tangenziale Sud-Est di Padova (in entrambe le carreggiate), sia il lato sinistro (per un tratto limitato) degli svincoli di uscita ed immissione.



Figura 5-1: Cuspide carreggiata nord

Da segnalare la presenza di embrici posizionati circa ogni 20 m.

In corrispondenza del ponte sopra Corso Stati Uniti, è attualmente installata (in continuità con il dispositivo in rampa di salita) una barriera a doppia onda con corrimano, riconducibile ad una normativa non più vigente. Tale dispositivo è installato tramite pali inghisati su un cordolo in calcestruzzo armato di larghezza in sommità di 0,25 m, che presenta uno scalino dal piano viario di circa 0,11 m. La lunghezza di tale cordolo è di 57,50 m. La soletta del cavalcavia ha uno spessore di circa 0,16 m. Attualmente in corrispondenza dell'estradosso interno del cordolo esistente sono

Partendo dalla carreggiata nord (direzione Padova Est), è attualmente installata una barriera obsoleta riconducibile ad una normativa non più vigente (circolare Zamberletti), con nastro a doppia onda, la quale, in corrispondenza dello svincolo forma una cuspide stretta, proseguendo per un breve tratto lungo il lato sinistro della corsia di uscita (interrompendosi con un terminale a manina). Nella parte interna della cuspide, è presente un portale segnaletico di grandi dimensioni estremamente vicino alle barriere (soprattutto per quanto riguarda il lato della viabilità secondaria). Proseguendo lungo la rampa di salita del cavalcavia lungo la viabilità principale, continua l'installazione del medesimo dispositivo a doppia onda (per una lunghezza complessiva di circa 294 m) fino all'inizio del ponte: in tale tratto di salita è presente un arginello di dimensioni che si aggirano mediamente sui 110-120 cm (misura che va da filo asfalto all'incirca al punto di



Figura 5-2: Barriera su ponte carreggiata nord

presenti dei chiusini/griglie ammalorati di circa 0,20 m di larghezza (due lungo la carreggiata nord) per gli scarichi delle acque meteoriche, i quali saranno da ripristinare. Sull'estradosso esterno, a tergo del cordolo, sono presenti canalette contenenti cavidotti, per le quali si rende necessaria una preventiva sistemazione mediante sostituzione delle staffe, propedeuticamente all'esecuzione della lavorazione di demolizione e ricostruzione del cordolo.

Continuando lungo la rampa di discesa della carreggiata nord la barriera attualmente installata (in continuità con quella sul ponte) torna ad essere la medesima del tratto in salita per una lunghezza complessiva di circa 271,50 m, interrompendosi con un terminale semplice a manina: in tal caso l'arginello presenta dimensioni che si aggirano mediamente sui 110-130 cm. Anche lungo la rampa di discesa sono presenti embrici circa ogni 20 m.



Figura 5-3: Cuspidine carreggiata sud

Passando alla carreggiata sud opposta (direzione Padova Sud), la configurazione di installazione delle barriere risulta essere circa la medesima della carreggiata nord. Il dispositivo attualmente installato è sempre del tipo rispondente alla circolare Zamberletti, con nastro a doppia onda, con presenza di una cuspidine stretta in corrispondenza dello svincolo, ed a tergo un portale segnaletico di grandi dimensioni. Come per la carreggiata nord, il portale è estremamente vicino alle barriere esistenti (soprattutto per quanto riguarda il lato della viabilità secondaria, lungo il quale la barriera prosegue per un breve tratto interrompendosi con un terminale a manina). Riportandosi sulla viabilità principale (lungo la rampa di salita) il dispositivo si estende per circa 270 m, arrestandosi con un terminale a manina in prossimità dell'inizio del ponte. L'arginello ha una larghezza di circa 160-200 cm.

Si osserva che lungo il viadotto sono presenti dei giunti di dilatazione sulla pavimentazione, mentre non sono stati realizzati analoghi dispositivi sulle barriere di sicurezza, sia di vecchia concezione, sul margine destro, che di recente installazione, in spartitraffico. Tale situazione suggerisce la considerazione che i dispositivi di sicurezza sono in grado di assorbire le dilatazioni termiche del viadotto, pertanto si ritiene preferibile non procedere alla realizzazione di giunti sulla barriera di sicurezza. Quest'ultima potrebbe non essere in grado di compensare lo scorrimento del viadotto in caso di evento sismico significativo, ma si ritiene che tale situazione potrebbe generare al più un danno localizzato al dispositivo con imbozzamento degli elementi longitudinali, senza pregiudizio per la funzionalità della sede stradale, ma, al più con necessità di un intervento di semplice manutenzione, ma garantendo un miglior garanzia di funzionamento del dispositivo per tutta la vita utile.

In corrispondenza del ponte sopra Corso Stati Uniti, inizia, con un terminale semplice a manina, l'installazione del medesimo dispositivo a doppia onda con corrimano, obsoleto ed ammalorato, presente sulla carreggiata opposta, con pali inghisati su un cordolo in calcestruzzo armato di lunghezza 57,50 m e larghezza in sommità di 0,25 m, con uno scalino dal piano viario di circa 0,11 m. La soletta del cavalcavia ha uno spessore di circa 0,16 m. L'installazione del tratto di barriera su ponte si conclude con un terminale a manina. Anche in carreggiata sud, in corrispondenza dell'estradosso interno del cordolo esistente sono presenti due chiusini/griglie ammalorati di circa 0,20 m di larghezza per gli scarichi delle acque meteoriche, i quali saranno da ripristinare.



Figura 5-4: Barriera su ponte carreggiata sud



Figura 5-5: Barriera a protezione autovelox

Continuando lungo la rampa di discesa della carreggiata sud la barriera a doppia onda tipo Zamberletti attualmente installata, si estende per un tratto di circa 68,00 m, interrompendosi a tergo di un'ulteriore un tratto di circa 84,00 m (con terminali interrati mitred) di dispositivo a tripla onda di più recente installazione (identificabile come barriera H2BL1000 IMEVA), a protezione di un autovelox con pannello a messaggio variabile. Successivamente riprende l'installazione della barriera a doppia onda tipo Zamberletti per una lunghezza di circa 156,00 m, interrompendosi con un terminale semplice a manina. Lungo la rampa di discesa (tranne che per un breve tratto finale) è presente una cunetta gettata in opera della larghezza di circa 65 cm con cordolata di altezza circa 0,14 m.

Fare riferimento agli elaborati “PE-C086-ET-01-A_Planimetria stato di fatto”, “PE-C086-ET-03-A_Sezioni stato di fatto e di progetto” e “PE-C086-ET-04-A_Rilievo fotografico” per avere una migliore comprensione dello stato attuale.



5.1. Sottoservizi

In fase di rilievo è stata riscontrata la presenza di vari sottoservizi: lungo la corsia di emergenza della carreggiata nord (direzione Padova Est) è infatti presente una traccia su asfalto, segno della presenza di impianti; inoltre, in prossimità dell'inizio del cavalcavia è presente un pozzetto di ispezione (al di fuori della sede stradale), in cui presumibilmente passano i sottoservizi descritti precedentemente e che fuoriescono dal terreno per continuare lungo il ponte attraverso le canalette presenti a tergo del cordolo. Tali cavidotti, alla fine del ponte, tornano ad essere interrati, e presumibilmente proseguono lungo la corsia di emergenza (per la presenza di una traccia sulla sede stradale), incontrando circa a metà della rampa di discesa un altro pozzetto di ispezione.

Da un primo riscontro presso i vari enti gestori tali cavidotti sono gestiti dalla società AceGasApsAmga, la quale ha fornito delle planimetrie dell'andamento dei sottoservizi.

Lungo la zona di intervento non si esclude la presenza di altri sottoservizi relativi ad altri enti gestori (gas, telefono, elettricità), con i quali sono state attivate le procedure di verifica. In ogni caso, prima dell'inizio dei lavori, sarà comunque necessario ripetere le attività di tracciamento e richiedere un sopralluogo con tecnici dei vari enti gestori per la corretta identificazione del percorso dei sottoservizi, al fine di non incombere in interferenze con l'installazione dei dispositivi di sicurezza. Per l'esatta individuazione delle interferenze in fase esecutiva potrebbe essere necessario procedere all'esecuzione di saggi di scavo puntuali.

Fare riferimento all'elaborato "*PE-C086-ET-09-A_Sottoservizi*", contenente le planimetrie fornite dai vari enti gestori, per avere una maggiore comprensione della situazione dei sottoservizi.

6. Descrizione scelte progettuali

Secondo quanto riportato nel §4, il livello minimo di contenimento delle barriere su rilevato è l'H2-H3 (con scelta lasciata al progettista); in particolare si predispongono tratti di barriera H2 su rilevato per i tratti lungo la viabilità secondaria e barriera H3 su rilevato per i tratti lungo la viabilità principale. Per quanto riguarda i dispositivi da installare lungo il cavalcavia si assume la classe di contenimento H4 bordo ponte.

Partendo dalla cuspide esistente in direzione di marcia verso nord, si prevede la rimozione del dispositivo a doppia onda esistente, e si predispone l'installazione, in posizione più a monte rispetto alla cuspide attuale, di un terminale speciale testato (T110), da cui partirà, lungo il lato sinistro dello svincolo di uscita, un modulo di barriera H2 BL, un modulo di transizione, un modulo di barriera H2 bordo ponte da installare sul plinto di fondazione del portale segnaletico, un altro modulo di transizione, e circa 49,5 m di dispositivo tipo H2 su rilevato testata in condizioni di arginello e terreno con scarse caratteristiche meccaniche, che andrà ad interrompersi con un terminale "mitred" interrato (circa 9 m). Come indicato in precedenza la barriera dovrà essere stata testata su terreno di scarse caratteristiche meccaniche (forza di caratterizzazione con prova



HEB120 ai sensi dell'UNI/TR 11785:2020 non superiore a 7,9 kN, secondo criterio di accettabilità). In fase esecutiva sarà necessario eseguire fisicamente tale prova per avere evidenza del valore prevedibile.

La scelta di anticipare la posizione della cuspidi, rispetto allo stato preesistente dell'installazione, trova giustificazione nel tentativo di garantire maggior protezione al portale segnaletico esistente, anche dal lato situato lungo la corsia di svincolo. Posizionando il terminale lungo la zebrata è possibile raccordarlo con la nuova barriera di classe H2 che dovrà essere collocata a 60 cm dal portale, corrispondente alla larghezza di lavoro del dispositivo con urto TB11, veicolo leggero. Tale valutazione comporterà la necessità di un leggero spostamento della linea bianca di margine.

Tornando lungo il lato destro della viabilità principale, a partire dal terminale speciale T110, si prevede un collegamento in 8,50 m con il dispositivo tipo H3 BL, il quale prosegue lungo tutta la rampa di salita per circa 287,50 m. Il dispositivo in questione dovrà essere integrato con apposito sistema di rinforzo dei pali, come più dettagliatamente descritto (cfr. §6.4), dove alla fine si incontra un modulo di transizione con il successivo dispositivo bordo ponte. In corrispondenza del cavalcavia si prevede lo smontaggio della barriera a doppia onda esistente e la demolizione del cordolo esistente, e la conseguente realizzazione di un nuovo cordolo in c.a. (che si ancorerà alla soletta esistente tramite ferri di ripresa) sul quale verrà installato il dispositivo di sicurezza classe H4 bordo ponte con rete di protezione, previo preventivo riposizionamento delle canalette dei sottoservizi esistenti. Inoltre, lungo l'installazione sono presenti due punti di raccolta delle acque meteoriche (uno circa all'inizio del cavalcavia ed uno circa alla fine), i quali verranno mantenuti e ripristinati tramite nuova griglia: in tali zone limitate, il nuovo cordolo subirà una riduzione di larghezza con conseguente interruzione delle barre longitudinali, le quali verranno saldate a dei ferri piegati ad "omega" (vedere l'elaborato "*PE-C086-ET-06-A_Dettagli costruttivi cordoli*" per avere una più chiara comprensione del dettaglio).

Proseguendo verso la rampa di discesa si prevede un modulo di transizione tra il dispositivo H4 BP e il dispositivo H3 BL, il quale prosegue per circa 258,50 m (con integrazione di appositi sistemi di rinforzo per i pali del dispositivo, §6.4), fino ad arrivare alla transizione con la barriera H2 BL, attraverso l'installazione di un elemento speciale di raccordo a 180° che costituirà la nuova cuspidi; la barriera tipo H2 BL per arginello prosegue poi lungo il lato sinistro dello svincolo di immissione per circa 60 m, fino ad arrestarsi con un terminale speciale T80.

Passando ora alla carreggiata sud opposta la situazione di progetto risulta essere speculare a quella della carreggiata nord: si prevede la rimozione di tutte le barriere esistenti, con conseguente demolizione e rifacimento del cordolo in corrispondenza del cavalcavia, e nuova installazione di nuovi dispositivi di sicurezza.

Partendo dalla cuspidi esistente in direzione di marcia verso sud, si predispone l'installazione, in posizione più a monte rispetto alla cuspidi attuale, di un terminale speciale testato (T110), da cui partirà, lungo il lato sinistro dello svincolo di uscita, un modulo di barriera H2 BL, un modulo di transizione, un modulo di barriera



H2 bordo ponte da installare sul plinto di fondazione del portale segnaletico, un altro modulo di transizione, e circa 49,5 m di dispositivo tipo H2 su rilevato per arginello, il quale andrà a finire con un terminale “mitred” interrato (circa 9 m). Anche in questo caso la scelta di anticipare la posizione della cuspidi, rispetto allo stato preesistente dell’installazione, trova giustificazione nel tentativo di garantire maggior protezione al portale segnaletico esistente, anche dal lato situato lungo la corsia di svincolo. Posizionando il terminale lungo la zebrata è possibile raccordarlo con la nuova barriera di classe H2 che dovrà essere collocata a 60 cm dal portale, corrispondente alla larghezza di lavoro del dispositivo con urto TB11, veicolo leggero. Tale valutazione comporterà la necessità di un leggero spostamento della linea bianca di margine.

Tornando lungo il lato destro della viabilità principale, a partire dal terminale speciale T110, si prevede anche in questo caso un collegamento in 8,50 m con il dispositivo tipo H3 BL, che prosegue lungo tutta la rampa di salita per circa 263,50 m, dove alla fine è presente un modulo di transizione con il successivo dispositivo bordo ponte. Sul cavalcavia si predispone la realizzazione di un nuovo cordolo in c.a. (che si ancorerà alla soletta esistente tramite ferri di ripresa) sul quale verrà installato il dispositivo di sicurezza classe H4 bordo ponte con rete di protezione. Anche in questo lato sono presenti due punti di raccolta delle acque meteoriche (uno circa all’inizio del cavalcavia ed uno circa alla fine), i quali verranno mantenuti e ripristinati tramite nuova griglia: come già detto in precedenza, in tali zone limitate, il nuovo cordolo subirà una riduzione di larghezza con conseguente interruzione delle barre longitudinali, le quali verranno saldate a dei ferri piegati ad “omega” (vedere “*PE-C086-ET-06-A_Dettagli costruttivi cordoli*” per avere una più chiara comprensione del dettaglio).

Infine, proseguendo verso la rampa di discesa della carreggiata sud, si prevede un modulo di transizione tra il dispositivo H4 BP e il dispositivo H3 BL, il quale prosegue per circa 279,00 m (con integrazione di appositi sistemi di rinforzo per i pali del dispositivo, §6.4), fino ad arrivare alla transizione con la barriera H2 BL, attraverso l’installazione di un altro elemento speciale di raccordo a 180° che costituirà la nuova cuspidi; anche in questo caso, la barriera tipo H2 BL da arginello prosegue poi lungo il lato sinistro dello svincolo di immissione per circa 60 m, fino ad arrestarsi con un terminale speciale T80. Lungo la rampa di discesa della carreggiata sud si sottolinea la presenza di una cunetta alla francese con cordonata di fronte ai pali della barriera, come rappresentato nelle sezioni trasversali. Il dispositivo proposto dall’appaltatore tra quelli esistenti in commercio dovrà considerare la presenza di tale elemento.

Nei soli tratti in corrispondenza delle attuali cuspidi (svincoli di uscita) i dispositivi previsti saranno installati su asfalto: sarà onere dell’appaltatore stabilire le idonee condizioni di installazione in funzione dei dispositivi da lui individuati e proporre gli eventuali adattamenti.

La lunghezza dei tratti di progetto e i vari dettagli costruttivi sono riportati negli elaborati “*PE-C086-ET-02-A_Planimetria di progetto*”, “*PE-C086-ET-03-A_Sezioni stato di fatto e di progetto*”, e “*PE-C086-ET-06-A_Dettagli costruttivi cordoli*”.



6.1. Transizioni

La funzione di una connessione/transizione è quello di consentire la graduale variazione di rigidità nel passaggio da un dispositivo all'altro. La situazione più critica è quella nella quale il dispositivo più deformabile precede quello più rigido, in quanto potrebbero verificarsi strappi degli elementi longitudinali o impuntamenti contro l'inizio del tratto più rigido. La transizione deve essere valutata considerando il livello di contenimento della barriera di classe inferiore tra quelle connesse, valutando qual è l'energia di assorbimento prevista per il dispositivo.

Nell'ambito normativo, il tema delle transizioni risulta tuttora non sufficientemente trattato: si può fare riferimento alla norma DM 21.06.2004 recante le "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali" nel quale si indica genericamente che il collegamento tra differenti dispositivi deve avvenire garantendo la continuità strutturale. La norma UNI ENV 1317-4 afferma che *"lo scopo della transizione è quello di fornire un cambiamento graduale dalla prima alla seconda barriera al fine di prevenire i pericoli connessi a una variazione improvvisa"*. Si indica inoltre che *"la connessione tra due barriere aventi la medesima sezione trasversale e prodotte con il medesimo materiale e diverse nella larghezza di lavoro in misura non maggiore di una classe, non deve essere considerata una transizione"*.

Si rimanda all'elaborato *"PE-C086-ET-05-A_Dispositivi, transizioni e terminali"* per il dettaglio delle soluzioni individuate.

L'esatta conformazione delle transizioni di seguito descritte è necessariamente funzione delle caratteristiche dei prodotti che verranno proposti dall'appaltatore, che dovrà quindi proporre analogamente le soluzioni per le situazioni analizzate nel progetto costruttivo richiesto.

6.1.1 Transizioni T1a e T1b

Le transizioni T1a e T1b collegano le barriere tipo H2 BL (W5) e tipo H2 BP (W4), e viceversa; la normativa ENV1317-4 specifica che il passaggio di due barriere con la medesima sezione trasversale, lo stesso materiale, e una differenza di larghezza di lavoro di non più di una classe, può non essere considerato transizione, e quindi non è sottoposto a particolari valutazioni per valutare l'attendibilità di una transizione, secondo la proposta di norma prEN1317-4. Le barriere in questione rispecchiano i requisiti citati, e sono dotate del medesimo livello di contenimento (H2), pertanto il loro collegamento può essere più correttamente definito come "connessione tra barriere".

Tale connessione, a seconda del senso di marcia, si sviluppa in un totale di 4,50 m, ovvero un modulo di barriera con interasse dei pali a 1,50 m e con raccordo altimetrico del nastro.



6.1.2 Transizione T2

La transizione T2 collega le barriere tipo H3 W4 e tipo H2 W5: si assiste, nel primo modulo, all'abbassamento del nastro a doppia onda superiore, e, nel secondo modulo, all'innalzamento del nastro a tripla onda per portarsi in quota con la H2.

Il collegamento non avviene propriamente in maniera standard (con nastri dritti), ma con un elemento speciale a 180° (che costituisce una nuova cuspide).

L'estensione della transizione è pari a 8,50 m.

6.1.3 Collegamento T3

Il collegamento T3 prevede, secondo il senso di marcia, il passaggio tra il terminale testato T110 e la barriera tipo H3 W4, ed avviene in maniera simile e speculare alla transizione T2 precedente: a partire dall'elemento di collegamento del terminale speciale è presente un modulo di barriera senza corrente superiore (e senza adeguamento altimetrico del nastro a tripla onda), e successivamente un ulteriore modulo di barriera, dove si assiste all'innalzamento del nastro a doppia onda superiore per portarsi alla quota prevista per la barriera tipo H3 BL.

L'estensione del collegamento è pari a 8,50 m.

6.1.4 Transizioni T4a e T4b

Le transizioni T4a e T4b prevedono, secondo il senso di marcia, il collegamento tra la barriera tipo H3 BL (W4) su rilevato e la barriera tipo H4 BP (W5), e viceversa. Tale connessione (differenza di una classe di larghezza di lavoro, medesimo materiale e sezione trasversale) si sviluppa in un totale di 4,50 m, e, nel caso di passaggio tra H3-H4 (T4a) si ha un unico modulo di barriera con pali ad interasse 1,50 m, in cui avviene il passaggio tra nastro a doppia onda e trave superiore tramite un elemento speciale di raccordo e il successivo innalzamento della trave superiore fino a portarsi all'altezza della H4. La soluzione T4b (H4-H3) risulta essere speculare.

Si predispone la realizzazione del nuovo cordolo con un gradino di 7 cm rispetto al piano viabile.

6.2. Terminali

In merito all'installazione dei terminali delle barriere di sicurezza, si fa riferimento all'art. 6 "criteri di scelta dei dispositivi di sicurezza stradale" delle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali" allegate al Decreto Ministeriale n° 2367 del 21/06/2004. In tale articolo si precisa che i terminali semplici, definiti come normali elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza, possono essere sostituiti o integrati alle estremità di barriere laterali con terminali speciali testati secondo UNI EN 1317-4, di tipo omologato. In questo caso, la scelta avverrà tenendo conto delle loro



prestazioni e della destinazione ed ubicazione. I terminali speciali si distinguono dai terminali semplici per la loro capacità di contenere l'urto frontale e laterale del veicolo in svio.

Di seguito vengono descritti nel dettaglio i tipologici dei terminali semplici e speciali adottati.

6.2.1 Terminale mitred M1

Il tipologico individua un terminale mitred interrato di fine tratta all'estremità della barriera tipo H2 BL (W5), posto lungo gli svincoli di uscita, lato sinistro; la soluzione prevede in circa 9,00 m il progressivo abbassamento dei nastri con progressiva infissione dei montanti. La funzione di tale elemento è quella di sviluppare tensione nel nastro in caso di impatto sulla barriera, senza costituire un pericolo per gli utenti della sede stradale in quanto posto al termine dell'installazione in senso di marcia.

6.2.2 Terminale speciale

Con riferimento all'art. 6 "criteri di scelta dei dispositivi di sicurezza stradale" delle "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali" allegate al Decreto Ministeriale n° 2367 del 21/06/2004, la scelta di terminali speciali testati secondo UNI EN 1317-4, di tipo omologato, avverrà tenendo conto delle loro prestazioni e della destinazione ed ubicazione, secondo tabella C.

Tabella C - Terminali speciali testati

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe dei terminali
Con velocità v maggiore o uguale 130 km/h	P3
Con velocità 90 minore o uguale v minore 130 km/h	P2
Con velocità v minore 90 km/h	P1

La norma in questione risale al 2004 ma nel frattempo si sono resi disponibili nuovi prodotti riferiti a proposte di aggiornamento della norma: infatti oggi i terminali speciali sono testati secondo le norme ENV1317-4 e/o prEN1317-7, come evidente anche nei capitolati ed elenchi prezzi ANAS utilizzati come basi per molte progettazioni.



G.03.025	TERMINALI SPECIALI Fornitura e posa in opera di terminali speciali stradali testati presso centri prova accreditati secondo normativa europea ENV1317-4 e/o prEN1317-7; completi di rapporto di prova e manuale di installazione; costituiti da moduli compressibili, paletti, guide in acciaio o di altro materiale previsto riportato nel rapporto di prova, che operano dissipando l'energia cinetica di impatto del veicolo urtante mediante deformazione progressiva dei moduli compressibili. Gli elementi devono essere costituiti dai materiali indicati nei Rapporti di prova; in caso di uso di acciai, essi dovranno essere zincati a caldo con una quantità di zinco secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN ISO 1461. Compreso di bulloneria varia, supporti di ancoraggio al suolo e/o di blocco del movimento ed ogni parte speciale metallica, così come riportato nei rapporti di prova redatti da centri prova certificati. Esclusi le connessioni con barriere stradali di sicurezza di classi e tipologie diverse che saranno compensati con i relativi prezzi di elenco.
G.03.025.1	FORNITURA Franco cantiere.
G.03.025.1.a	- CLASSE DI PRESTAZIONE T50
G.03.025.1.b	- CLASSE DI PRESTAZIONE P2/T80
G.03.025.1.c	- CLASSE DI PRESTAZIONE P4/T110

Figura 6-1: Estratto elenco prezzi ANAS NC-MP 2022

È importante definire le differenze tra classi di prestazione dei dispositivi testati secondo ENV1317-4 e prEN1317-7, secondo la seguente tabella:

Classe di velocità	ENV 1317-4	prEN 1317-7
50 km/h	-	T50
80 km/h	P1	-
	P2	T80
100 km/h	P3	T100
110 km/h	P4	T110

Tabella – Classi di prestazione terminali speciali

Nel caso in esame, considerate le varie classi di prestazione dei terminali speciali (secondo ENV 1317-4 e prEN1317-7) e le caratteristiche delle zone di interesse, si prevede l'installazione alle estremità delle barriere di progetto di terminali speciali T110 (in corrispondenza delle cuspidi in viabilità principale), e di terminali speciali T80 (in corrispondenza degli inizi tratta delle barriere tipo H2 W5 lungo il lato sinistro degli svincoli di immissione).

Il collegamento alle barriere di progetto avviene tramite un elemento speciale metallico di raccordo.



6.3. Installazione barriera in adiacenza ai portali

Come indicato in precedenza, lungo l'area di intervento si rileva la presenza di due portali segnaletici che non possono essere rimossi. Si rende quindi necessario considerare la presenza di tali manufatti nella definizione delle barriere di sicurezza utilizzabili. Lo stato attuale consente di osservare alcune criticità che devono essere gestite:

- Distanza tra filo interno barriera lato asse principale e portale pari a circa 120 cm;
- Distanza tra filo interno barriera lato svincolo e portale pari a circa 15 cm;
- Posizione del portale a ridosso dell'attuale cuspid.

Tale situazione comporta il fatto che i portali sono posizionati in modo tale che anche le nuove barriere non avranno gli spazi sufficienti a garantire le massime prestazioni previste per i dispositivi, pertanto, non potendo rimuovere l'ostacolo, sarà necessario fare riferimento a soluzioni di compromesso, quali quelle stabilite con la presente progettazione.

La situazione più importante è ovviamente quella relativa alla barriera di classe H3, a margine dell'asse principale. In questo caso è stato disposto l'utilizzo di un dispositivo di classe H3, superiore al livello minimo indicato dalla norma (H2) per la strada in questione, caratterizzato da una larghezza di lavoro di 1,3 m. Il posizionamento in opera dovrà rispettare tale condizione. Per offrire inoltre una maggior rigidità al sistema si prevede di dimezzare il passo dei montanti per il dispositivo installato di fronte all'ostacolo, avendo eventualmente l'accortezza di non collegare i distanziatori aggiuntivi ai nastri, per non penalizzare l'urto dei veicoli leggeri.

Ulteriori considerazioni devono essere effettuate con merito all'installazione della barriera tipo H2 BP (W4): il dispositivo è previsto ad una distanza, presa dal filo lama, di 0,60 m dal portale segnaletico; l'ostacolo risulterà quindi all'interno della larghezza di lavoro del veicolo pesante, $W4 \leq 1,3m$, e formalmente non compatibile con il dispositivo in questione. Si dovrà fare riferimento a quello che viene definito "urto probabile". L'art. 6 delle istruzioni tecniche allegate al DM 2367/2004 stabilisce che *"per le strade esistenti o per allargamenti in sede di strade esistenti il progettista potrà prevedere la collocazione dei dispositivi con uno spazio di lavoro (inteso come larghezza del supporto a tergo della barriera) necessario per la deformazione più probabile negli incidenti abituali della strada da proteggere, indicato come una frazione del valore della massima deformazione dinamica rilevato nei crash test"*.

L'utilizzo della verifica di un dispositivo di sicurezza mediante il riferimento alle condizioni di "urto probabile" presenta la criticità della connotazione di tale evento. Per poter infatti associare un'energia d'urto alle reali condizioni della strada sarebbe necessario disporre di una serie di dati statistici relativi ad incidenti avvenuti lungo la viabilità oggetto di analisi, nonché tipologia dei veicoli presenti e velocità media degli stessi. Le informazioni elencate non sono generalmente disponibili, a meno della presenza di studi dedicati.

Per ovviare a tale situazione ANAS Spa, nel documento “Contenuti minimi del progetto di sistemazione su strada dei dispositivi di sicurezza passiva – Caso delle barriere a nastri e paletti” sviluppato dalla “Direzione Centrale Ricerche e Nuove Tecnologie - Settore Barriere di Sicurezza Stradale”, edizione luglio 2015, ha formulato alcune considerazioni. Tale documento fa riferimento alle caratteristiche dell’urto abituale calcolato dalla Società Autostrade per l’Italia S.p.a., come di seguito rappresentato nella successiva tabella.

Energia KJ	Massa Kg	Velocità Km/ora	Angolo gradi
15,137	1.450	76	12.5

Tabella – Caratteristiche dell'incidente abituale

Nel documento ANAS si precisa che “*visto che il parco macchine circolante in Italia è di circa 34 milioni di autovetture, su un totale di 45 milioni di veicoli e che di questi 34 milioni, circa 24 sono costituiti da vetture di massa inferiore a 1200 kg, si può ipotizzare che l’incidente abituale avvenga ad una di queste macchine che costituiscono il 53% del parco circolante. Ad una velocità di 110-120 km/h con angoli di impatto più elevati 13-14° di come abitualmente accade nella maggior parte degli incidenti; queste condizioni di urto portano ad un’energia di circa 40 kJ, quella corrispondente alla prova TB11 del crash test di verifica*”.

La precedente trattazione considera quindi un urto con energia di impatto E di circa 40 kJ

$$E = \frac{1}{2} M (V \sin \alpha)^2$$

Dove

M: massa del veicolo 1200 kg

V: velocità di urto 120 km/h

 α : angolo di impatto 14°

Per la certificazione di una barriera di sicurezza, ai sensi della norma UNI EN 1317-2 è necessario che il dispositivo sostenga con esito positivo almeno due prove di impatto dal vero. Una prima prova, denominata TB11 (con un veicolo di massa 900 kg – velocità 100 km/h – angolo 20°) ed una seconda prova con un veicolo di massa maggiore, in funzione del livello di contenimento cercato (es. TB42 per la classe H1, TB51 per la classe H2). La successiva tabella riporta tutte le tipologie di prove possibili per i veicoli durante i crash test ai sensi della norma UNI EN 1317-2.



Test	Impact speed km/h	Impact angle °	Total mass kg	Type of vehicle
TB 11	100	20	900	Car
TB 21	80	8	1 300	Car
TB 22	80	15	1 300	Car
TB 31	80	20	1 500	Car
TB 32	110	20	1 500	Car
TB 41	70	8	10 000	Rigid HGV
TB 42	70	15	10 000	Rigid HGV
TB 51	70	20	13 000	Bus
TB 61	80	20	16 000	Rigid HGV
TB 71	65	20	30 000	Rigid HGV
TB 81	65	20	38 000	Articulated HGV

Tabella – Condizioni di impatto di prova ai sensi della UNI EN 1317-2

Considerando l'urto previsto per la prova TB11, risulta un'energia E pari a 41 kJ, pertanto analoga a quella considerata da ANAS come urto più probabile. Come indicato la prova TB11 è prevista per tutti i dispositivi installabili su strada, pertanto i risultati sono disponibili nel relativo report di crash test. Tale aspetto ha suggerito ad ANAS la possibilità di associare in prima analisi la condizione di urto più probabile a quella della prova TB11.

Seguendo l'approccio descritto, valutato che il dispositivo di classe H2 si trova lungo la corsia di svincolo nella quale vige il limite di 50 km/h e considerato che con l'arretramento della cuspidi si è ridotta la probabilità di urto contro il supporto, si è ritenuto accettabile procedere con l'installazione della nuova barriera di sicurezza a distanza di 60 cm dall'ostacolo.

6.4. Sistemi di rinforzo a supporto dei pali delle barriere su rilevato

Per quanto riguarda l'installazione di barriere di classe H3 su rilevato, pur in assenza di prove di caratterizzazione del terreno esistente nel sito specifico è possibile effettuare le seguenti considerazioni:

- La presenza di uno strato superficiale di terreno vegetale rende difficile ritenere che le caratteristiche meccaniche del rilevato possano essere compatibili con quelle dei dispositivi testati in condizioni di terreno piano;
- Recenti prove eseguite dalla stazione appaltante in limitrofo tratto di strade avente caratteristiche geometriche analoghe e risalente allo stesso momento di costruzione della strada, hanno dimostrato che il terreno non risulta idoneo all'installazione di barriere testate con presenza di arginello e terreno con caratteristiche meccaniche non molto elevate.

A fronte di quanto precede si ritiene necessario sin da subito prevedere l'utilizzo di un sistema ausiliario per incrementare le caratteristiche meccaniche del terreno nell'interazione con il palo della barriera. Essendo tale soluzione direttamente correlata alla tipologia di prodotto proposto dall'appaltatore nella sua interazione con



il terreno reale, si ritiene indispensabile eseguire una prova su strada per la verifica e dimensionamento del sistema proposto, che dovrà poi confluire nel progetto costruttivo delle installazioni, più volte richiamato.

La documentazione presentata dovrà chiarire che la soluzione proposta non costituisce modifica di prodotto ai sensi della vigente normativa (UNI EN 1317-5) o dovrà essere prevista nella certificazione del prodotto.

Dal punto di vista operativo la soluzione con profili ausiliari metallici ha il vantaggio di non richiedere particolari interventi sul terreno e di poter essere realizzata con semplici cantierizzazioni su una carreggiata per volta, consentendo una adeguata pianificazione delle installazioni.

Tale sistema di rinforzo sarà applicato ai pali del dispositivo tipo H3 BL su rilevato lungo la viabilità principale, per una lunghezza totale di circa 1140,50 m.

In alternativa alla soluzione con profilo ausiliario era stata considerata anche la sostituzione del terreno esistente con materiale a migliori prestazioni, quali ad esempio il misto cementato. Si è però ritenuta non percorribile tale strada a causa delle difficoltà insite in tale lavorazione lungo una strada aperta al traffico. In particolare, la realizzazione del misto cementato avrebbe richiesto la preventiva rimozione della barriera di sicurezza esistente, l'esecuzione dello scavo a sezione obbligata con smaltimento del materiale di risulta, la stesa di nuovo materiale e la finale installazione delle barriere di sicurezza. La gestione delle fasi di lavoro in sicurezza avrebbe richiesto l'installazione di un cantiere permanente e con tempistiche nettamente più lunghe di quelle ipotizzate per la lavorazione individuata in progetto.

7. Tempi di realizzazione ed importi contrattuali

Per la realizzazione dell'intervento è stato redatto uno specifico elaborato progettuale: "*PE-C086-ET-08-A_Programma lavori*"; sono stati stimati **110 (centodieci)** giorni naturali consecutivi, a decorrere dal verbale di consegna, nei quali sono stati considerati adeguatamente giorni di tempo avverso ed imprevisti. Lo svolgimento dei lavori sarà previsto nei giorni feriali dalle ore 9,30 alle ore 16,30, previa chiusura della corsia di marcia (lasciando aperta al traffico la corsia di sorpasso), in accordo con la polizia municipale.

Il costo degli interventi, comprensivo della realizzazione delle opere civili, dell'installazione delle barriere su rilevato e bordo ponte, dell'installazione dei terminali testati, e della realizzazione delle transizioni, ammonta a un totale di **€ 406.248,41 (€ quattrocentoseimiladuecentoquarantotto/41)**. Tale importo deriva dal computo metrico "*PE-C086-EE-02-A_Computo metrico estimativo*", elaborato facendo riferimento agli elenchi prezzi della regione Veneto 2022, ovvero il più recente al momento della stesura del progetto.

La designazione delle opere in appalto risulta la seguente:



OS 12A - BARRIERE STRADALI DI SICUREZZA		Euro	400 210,87
	Di cui oneri sicurezza	Euro	18 778,29
		Incidenza sul totale	94%
OG3 - Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, metropolitane		Euro	26 037,54
	Di cui oneri sicurezza	Euro	1 221,71
		Incidenza sul totale	6%
	TOTALE	Euro	426 248,41

Le cifre del presente quadro indicano gli importi presunti delle varie categorie di lavoro e possono variare tanto in più quanto in meno per effetto di variazioni nelle rispettive quantità e ciò tanto in via assoluta che nelle reciproche proporzioni.