

Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	SCOPO DEL LAVORO E LIMITI DI INTERVENTO	4
3	SCOPO DEL LAVORO E LIMITI DI INTERVENTO	5
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	6
5	SCELTA DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA	7
6	CORPO STRADALE	8
6.1	BARRIERE PER BORDO LATERALE IN SEDE NATURALE	8
6.1.1	Definizione del tipo e della classe delle barriere.....	8
6.1.2	Modalità d'installazione delle barriere per bordo laterale.....	9
6.2	BARRIERE PER IL BORDO LATERALE DELLE OPERE D'ARTE	11
6.2.1	Modalità d'installazione delle barriere per i bordi laterali delle opere d'arte.....	12
6.3	BARRIERE IN PRESENZA DI OSTACOLI	13
6.3.1	Ostacoli sul bordo laterale.....	13
6.4	DISPOSITIVI DI RITENUTA COMPLEMENTARI	14
6.4.1	Transizioni.....	14
6.4.2	Collegamenti alle barriere esistenti.....	15
6.4.3	Terminali semplici.....	15
6.5	RETI DI PROTEZIONE.....	16

Indice delle Tabelle e delle Figure

TABELLA 6-1. CRITERI DI SCELTA PER BARRIERE BORDO LATERALE – CLASSE DI TRAFFICO II	9
FIGURA 6-1. CONFIGURAZIONE DELL'ARGINELLO ASSUNTA COME RIFERIMENTO	10
FIGURA 6-2. SCHEMA PER LA DETERMINAZIONE DELL'ANGOLO DI INCLINAZIONE DEL MEZZO IN FUNZIONE DELLA DEFORMAZIONE DELLA BARRIERA, DELLA CONFIGURAZIONE GEOMETRICA DEL MEZZO E DELLA LARGHEZZA DELL'ARGINELLO	11

1 PREMESSA

Per definire le soluzioni tecniche alla base del presente progetto, il Progettista ha preso a riferimento le principali tipologie di barriere, installabili secondo normativa vigente, presenti sul mercato. Quanto rappresentato negli elaborati del progetto delle barriere di sicurezza rappresenta pertanto una esemplificazione atta a definire compiutamente il progetto.

L'Appaltatore dovrà, presentando ai sensi di legge il relativo progetto, individuare ed utilizzare, previa autorizzazione della Direzione Lavori, barriere installabili secondo quanto previsto dalla normativa vigente (ai sensi del D.M. 28.06.2011 (Gu. n. 233 del 06.10.2011), dovranno essere installate barriere marcate CE) che possano garantire prestazioni analoghe secondo i criteri definiti nel presente progetto. In conseguenza, tutti i disegni e i dettagli costruttivi dovranno, in fase costruttiva, essere adeguati alle caratteristiche delle barriere effettivamente utilizzate.

Sarà onere dell'Appaltatore/Installatore dimostrare, con specifici relazioni di calcolo e disegni costruttivi che la barriera che propone di utilizzare garantisca, nella configurazione reale del supporto in sito, un funzionamento analogo a quello certificato dalle prove di crash. Ai fini dell'accettazione della barriera proposta, la Direzione Lavori si riserva in ogni caso di richiedere eventuali crash test con barriera installata nella suddetta configurazione reale del supporto (con pavimentazione, arginello e scarpata come da progetto).

2 SCOPO DEL LAVORO E LIMITI DI INTERVENTO

Il presente documento è riferito al progetto delle barriere di sicurezza relativo alla progetto definitivo del lotto di completamento della Variante di Rastignano che costituisce una nuova direttrice di scorrimento nel quadrante Sud-Ovest della viabilità dell'hinterland bolognese che mette in diretto e veloce collegamento la vallata del Savena con la rete principale urbana di Bologna e con il sistema tangenziale – autostrada.

L'asse principale dell'intervento è riconducibile a una strada extraurbana secondaria (classe C, secondo il D.Lgs. n.285 del 30 Aprile 1992 "Nuovo Codice della Strada"), connessa alla rete stradale locale esistente attraverso nuove intersezioni a raso; gli assi secondari sono invece assimilabili a strade locali di tipo F.

Gli esatti confini dell'area d'intervento per il progetto delle barriere di sicurezza sono riportati nelle relative planimetrie di progetto.

La presente relazione è redatta conformemente a quanto richiesto dall'art. 2 del Decreto 18 febbraio 1992 n. 223.

3 SCOPO DEL LAVORO E LIMITI DI INTERVENTO

Per lo sviluppo del progetto sono state effettuate le attività preliminari relative all'acquisizione dei seguenti dati contenuti all'interno degli elaborati di progetto, riguardanti l'andamento planimetrico, altimetrico, sezioni tipo e sezioni correnti:

- l'altezza dei rilevati, la pendenza delle scarpate e la larghezza degli arginelli;
- le caratteristiche geometriche dei cordoli di bordo delle opere d'arte (ponti, viadotti, sottovia, tombini);
- gli ostacoli lungo il bordo dell'autostrada (barriere acustiche, cartelli di segnaletica, pali d'illuminazione, manufatti vari, ecc.);

Nello sviluppo del progetto delle barriere sono state svolte le seguenti attività:

- definizione della classe minima delle barriere di sicurezza per i diversi elementi infrastrutturali presenti in progetto;
- definizione delle modalità d'installazione dei diversi tipi di barriera previsti, in funzione delle caratteristiche costruttive dei bordi stradali e delle opere d'arte nonché della presenza di barriere antifoniche o altri ostacoli a bordo strada.

Il progetto è corredato dai seguenti elaborati grafici:

- Planimetria di progetto e rimozioni;
- Tipologici barriere e reti di protezione;
- Schemi di installazione;
- Tipologici dispositivi complementari.

4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- A1. Direttiva del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 3065 del 25.08.2004.
"Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".
- A2. D.M. 21 giugno 2004 (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".
- A3. D.M. 18 febbraio 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.
- A4. D. Lg.vo n. 285/92 e s.m.i..
Nuovo codice della Strada.
- A5. D.P.R. n. 495/92 e s.m.i..
Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.
- A6. D.M. 5 novembre 2001, n. 6792.
Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade.
- A7. Autostrade per l'Italia - Spea
"Monografia di progetto n. 2 BARRIERE DI SICUREZZA", Rev. Maggio 2012.
- A8. Circolare Ministero dei Trasporti del 15.11.2007 *"Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21.06.2004".*
- A9. Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21.07.2010 *"Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".*
- A10. Norme UNI EN 1317 "Barriere di sicurezza stradali":
-UNI EN 1317-1:2010: *"Sistemi di ritenuta stradali - Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova";*
-UNI EN 1317-2:2010: *"Sistemi di ritenuta stradali - 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: *"Sistemi di ritenuta stradali - Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto";*
-UNI ENV 1317-4:2003 *"Barriere di sicurezza stradali - 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 *"Sistemi di ritenuta stradali - Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli".*
- A11. DM 28.06.2011 (G.U. n. 233 del 06.10.2011)
"Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale".
- A12. *"Manuale di progettazione delle opere civili"* di R.F.I del 29.12.2015.

5 SCELTA DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA

Le soluzioni progettuali esposte nei documenti di progetto sono dimensionate e verificate in relazione alle principali tipologie di barriere installabili secondo normativa presenti sul mercato.

Dato che il progetto riguarda l'installazione di manufatti prefabbricati e che le caratteristiche dei supporti (arginelli, cordoli di opere d'arte, testa dei muri di sostegno) influenzano le modalità d'installazione dei manufatti stessi, non potendo prescrivere in progetto l'impiego di prodotti commerciali specifici, si è operato secondo i criteri di seguito precisati:

- tutte le soluzioni previste in progetto sono state studiate in modo da essere adeguate alle caratteristiche di almeno due barriere installabili secondo normativa presenti sul mercato. Pertanto, si precisa che laddove i disegni e i dettagli costruttivi indicati nel progetto delle barriere fanno riferimento alle caratteristiche costruttive di specifici modelli di barriere, questi **hanno un valore puramente indicativo, utile solo ad identificare la soluzione progettuale proposta. Di conseguenza, tutti i disegni e i dettagli costruttivi dovranno, in fase costruttiva, essere adeguati alle caratteristiche delle barriere effettivamente installate.** Le soluzioni tecniche dovranno però rispettare tutti i criteri progettuali e prestazionali prescritti nel presente progetto;
- per consentire comunque, in fase costruttiva, l'utilizzo di qualsiasi tipo di barriera impiegabile al momento dell'appalto, negli elaborati che costituiscono il progetto sono stati definiti i criteri prestazionali che devono essere rispettati, indipendentemente dal tipo di barriera utilizzata.

Ne consegue che l'Appaltatore in generale e il/i progettista/i dei dispositivi saranno tenuti a rendere disponibili:

- 1) gli elaborati costruttivi e che dipendono dalle caratteristiche dei dispositivi scelti (transizioni, terminali, cuspidi, schema di montaggio attenuatori d'urto) accompagnati da opportune relazioni tecnico-illustrative e di calcolo e/o verifica (ad es. idoneità del sistema di ancoraggio) e da elaborati planimetrici in cui si indicano, tra l'altro, i modelli di barriere, il tipo di transizione, terminale, cuspidi ecc (con rimandi agli specifici elaborati);
- 2) tutte le certificazioni previste. Nel merito si rappresenta che ai sensi del DM 28.06.2011 "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale" l'Appaltatore dovrà rendere disponibile alla Stazione appaltante quanto meno:
 - certificato CE di conformità,
 - dichiarazione CE di conformità (o dichiarazione CE di prestazione),
 - report crash test,
 - manuale per l'utilizzo e l'installazione dei dispositivi di ritenuta, con i contenuti minimi di cui all'All.1 del citato decreto.

Nei casi in cui i criteri progettuali fanno riferimento alla larghezza operativa W (vedi Norma EN 1317-2), questa deve essere intesa in maniera conforme al significato attribuito ad oggi a tale grandezza dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ai fini dell'omologazione dei dispositivi di ritenuta e a quanto indicato nel doc. in rif. A9, ossia come lo spazio occupato in condizioni dinamiche dal complesso barriera-veicolo; quindi, di fatto, come la grandezza maggiore tra la massima posizione laterale della barriera e la massima posizione laterale del veicolo. Qualora tale definizione dovesse essere modificata, il requisito progettuale dovrà comunque intendersi riferito al maggiore tra i due valori misurati durante la prova d'urto.

6 CORPO STRADALE

6.1 BARRIERE PER BORDO LATERALE IN SEDE NATURALE

6.1.1 Definizione del tipo e della classe delle barriere

Come anticipato al capitolo 2 l'asse principale è progettato come strada extraurbana secondarie (classe C, secondo il D.Lgs. n.285 del 30 Aprile 1992 "Nuovo Codice della Strada"). Nel tratto in oggetto, sono previste condizioni di traffico di tipo II secondo il D.M. del 21.06.2004. Infatti i valori di TGM sono maggiori di 1000 veicoli/giorno e la percentuale di veicoli pesanti ricade nell'intervallo compreso tra il 5 e il 15% indicato nella norma. Di conseguenza, nel definire le classi minime di contenimento da prevedere lungo i bordi laterali dell'infrastruttura in oggetto, si è fatto riferimento a quanto previsto dal D.M. 21.06.2004 per strade extraurbane secondarie (classe C) e condizioni di traffico di tipo II. Pertanto la classe minima di contenimento per le barriere da installare lungo il bordo laterale è, in linea con quanto indicato dal citato D.M., H1.

Sugli assi secondari (assimilabili a strade locali tipo F), nei brevi tratti di raccordo delle intersezioni a raso di connessione all'asse principale, si è prevista laddove necessario (ad es. a estensione delle protezioni di ostacoli laterali quali pali di illuminazione) l'installazione dispositivi di ritenuta della medesima classe prevista sull'asse principale, ciò in linea con il criterio di uniformità di cui all'art.6 del D.M. 21.06.2004 che al riguardo esplicita quanto segue:

"Per motivi di ottimizzazione della gestione della strada, il progettista cercherà di minimizzare i tipi da utilizzare seguendo un criterio di uniformità".

Fa eccezione la viabilità di collegamento al campo sportivo, viabilità indipendente dall'asse principale, dove sono state previste barriere di classe N2 in linea con quanto indicato dal D.M.21.06.2004 per strade locali tipo F e condizioni traffico di tipo II.

In approccio alle opere d'arte protette con barriere H2 bordo ponte la classe delle barriere da bordo laterale è stata incrementata ad H2 (concetto di "ali funzionali" delle opere d'arte). Lo stesso concetto è stato utilizzato per le protezioni in corrispondenza dell'opera d'arte principale "viadotto di Rastignano", dove vista l'importanza dell'opera, e ritenendo prioritario il contenimento dei veicoli in relazione al rischio che questi possano finire sugli edifici e viabilità sottostanti, è stato previsto in progetto l'impiego di barriere con livello di contenimento più alto, ovvero di classe H3 sull'opera e nei relativi tratti in rilevato in approccio (concetto di "ali funzionali" delle opere d'arte – vedi anche quanto meglio precisato al riguardo al paragrafo 6.2.1). Analogamente, in corrispondenza del tratto di scavalco e affiancamento ($L < 30$ m) alla ferrovia Bologna-Firenze, è stata prevista in progetto la protezione del bordo laterale con barriere di classe superiore e pari a H4 in linea con i criteri indicati nel "Manuale di progettazione delle opere civili" di R.F.I. (ed. 29.12.2015; doc in rif. A12).

La tipologia delle barriere per bordo laterale è quella di barriere metalliche a nastri e a paletti infissi, caratterizzate da un livello di severità di classe A. Le barriere metalliche dovranno avere larghezza totale del dispositivo non inferiore a 30cm, per consentirne la corretta installazione in relazione alla presenza sul margine stradale di cordolature ed altri elementi facenti parte del sistema di smaltimento idraulico delle acque di piattaforma. Ad eccezione delle barriere di classe N2 e H1, dovranno essere impiegati dispositivi con nastro longitudinale principale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia.

Per le barriere di sicurezza metalliche di tipo infisso da doversi installare su bordo rilevato dovranno essere impiegati dispositivi con infissione minima pari a 90 cm.

La protezione del rilevato dovrà essere realizzata garantendo sempre la lunghezza minima di funzionamento (L_f ca. 90m), delle barriere che si prevede di impiegare, grandezza indicata nel certificato di crash test. Considerato che le viabilità in oggetto sono strade a doppio senso di marcia e che quindi, le medesime estensioni delle protezioni andranno realizzate a monte e a valle delle zone da proteggere (riguardo a tali zone si veda quanto indicato in tabella seguente), in progetto è stata prevista un'installazione di barriera su ambo i lati quanto meno pari alla grandezza risultante dalla maggiore tra L_1 (lunghezza di barriera interessata dall'urto) e L_{pu} (lunghezza di barriera prima dell'urto), grandezze desumibili dai certificati di crash test dei

dispositivi che si prevede di impiegare. Ciò è in linea con quanto indicato nel doc. in rif. A9, che al riguardo esplicita che:

“Il citato art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. indica che “Le protezioni dovranno in ogni caso essere effettuate per una estensione almeno pari a quella indicata nel certificato di omologazione, ponendone circa due terzi prima dell’ostacolo (...omissis...)”. Si richiama l’attenzione sul fatto che l’estensione minima pari a quella indicata nel certificato di omologazione ha valore prescrittivo mentre il posizionamento di due terzi prima ha carattere indicativo. Il progettista può stabilire lo sviluppo di barriera da porre a monte dell’ostacolo, tenendo conto delle modalità con cui sono state effettuate le prove sulla barriera per l’omologazione e della morfologia della strada. Nelle strade a doppio senso di marcia, dove non è possibile individuare il tratto “prima dell’ostacolo”, le medesime protezioni andranno realizzate da entrambi i lati dell’ostacolo, fermo restando il vincolo dell’estensione minima di barriera da installare.”

Pendenza delle scarpate	Altezza del rilevato (m)	Strada extraurbana secondaria (C)
		Classe barriera
4/7	≤ 3	nessuna protezione ⁽¹⁾ ⁽²⁾
4/7	> 3	min. H1 ⁽³⁾

(1) In presenza di strade, ferrovie, edifici, fiumi, canali, ecc. ad una distanza dal confine stradale minore di 30 m (fascia di rispetto) deve essere sempre prevista una barriera di classe minima H1 e N2 sulla viabilità di collegamento al campo sportivo.

(2) Al fine di evitare continue discontinuità nella protezione del margine laterale, anche i tratti in rilevato non richiedenti la protezione secondo i criteri indicati in tabella, dovranno comunque essere protetti se di sviluppo inferiore a 100 m.

(3) N2 sulla viabilità di collegamento al campo sportivo

Tabella 6-1. Criteri di scelta per barriere bordo laterale – Classe di traffico II

Nelle sezioni in trincea non è stata prevista alcuna protezione del margine laterale; i dispositivi di ritenuta sono stati comunque previsti nei casi in cui erano presenti elementi di cui si rende necessaria la protezione o in relazione alla necessità di realizzare una estensione degli impianti nei tratti immediatamente adiacenti al fine di garantirne il corretto funzionamento. In questi ultimi ambiti è prevista una sistemazione in trincea priva di cunetta triangolare che consente la posa della barriera con fronte lama a filo ciglio pavimentato analogamente alla sezioni in rilevato (per maggiore chiarezza si vedano i dettagli “D” dell’elaborato “Tipologici barriere e reti di protezione” e lo schema “S10a” dell’elaborato “Schemi di installazione”).

6.1.2 Modalità d’installazione delle barriere per bordo laterale

L’art. 6 del D.M. 21.06.2004 prescrive di adattare il supporto dei dispositivi di ritenuta alle caratteristiche della sede stradale ove questi sono installati.

Ai fini dell’installazione delle barriere da bordo laterale con paletti infissi, le dimensioni geometriche previste dalla norma adottate in progetto (vedi Figura 6-1) sono considerate sufficienti a ripristinare in opera le condizioni di installazione delle barriere adottate in occasione delle prove d’urto¹.

Pertanto, stanti le suddette condizioni, tutte le barriere potranno essere installate con paletti aventi una profondità d’infissione pari a quella riportata nei certificati di crash test.

¹ Cfr. anche doc.in rif. A7, Cap. 7

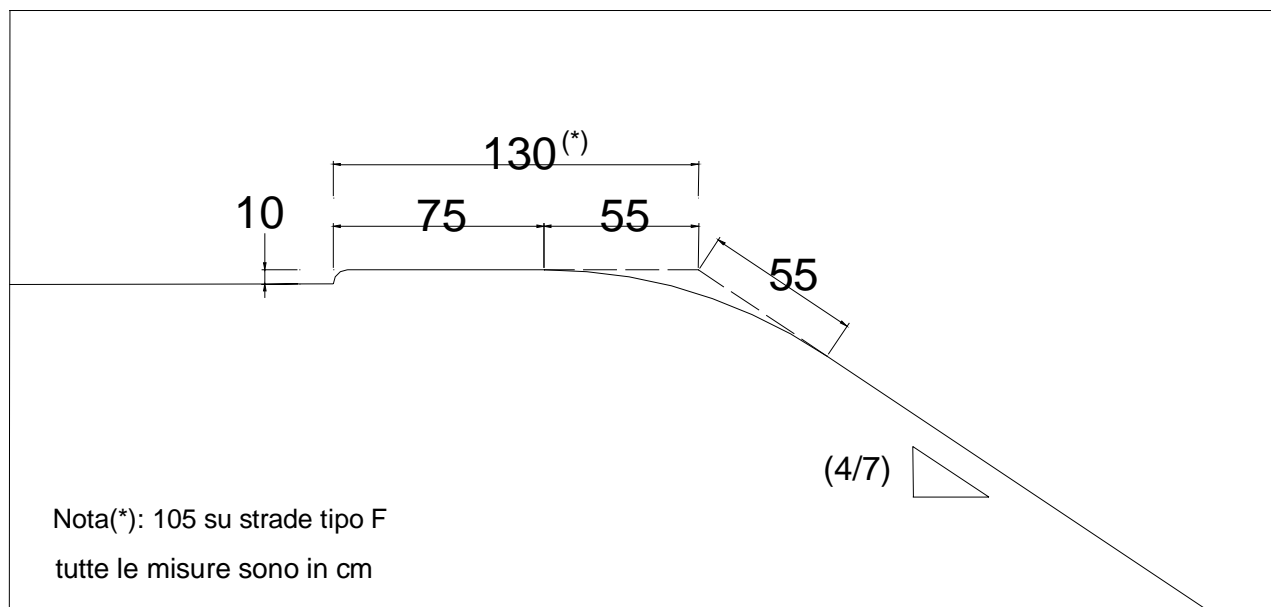


Figura 6-1. Configurazione dell'arginello assunta come riferimento

Per quanto riguarda le considerazioni legate alla stabilità trasversale (rollio ed eventuale ribaltamento) dei veicoli che urtano le barriere e che, in relazione all'ampiezza della deformazione dinamica delle stesse a seguito dell'urto, si possono trovare a percorrere con una o due ruote la scarpata del rilevato a valle dell'arginello (vedi Figura 6-2), si è riscontrato che, con l'arginello della larghezza minima di 1.30m previsto in progetto (1.05m sulle viabilità tipo F), considerando le principali tipologie di barriere installabili secondo normativa vigente, presenti sul mercato e con valori di deformazione dinamica $D_{din} \leq 1.80m$ (requisito richiesto in progetto), nessuna di queste porta a valori dell'accelerazione trasversale conseguenti al fenomeno di rollio maggiori di quelli limiti per il ribaltamento in fase dinamica (0,2 – 0,3 g). Pertanto, anche sotto questo aspetto non si pongono condizioni particolari all'installazione delle barriere da bordo laterale.

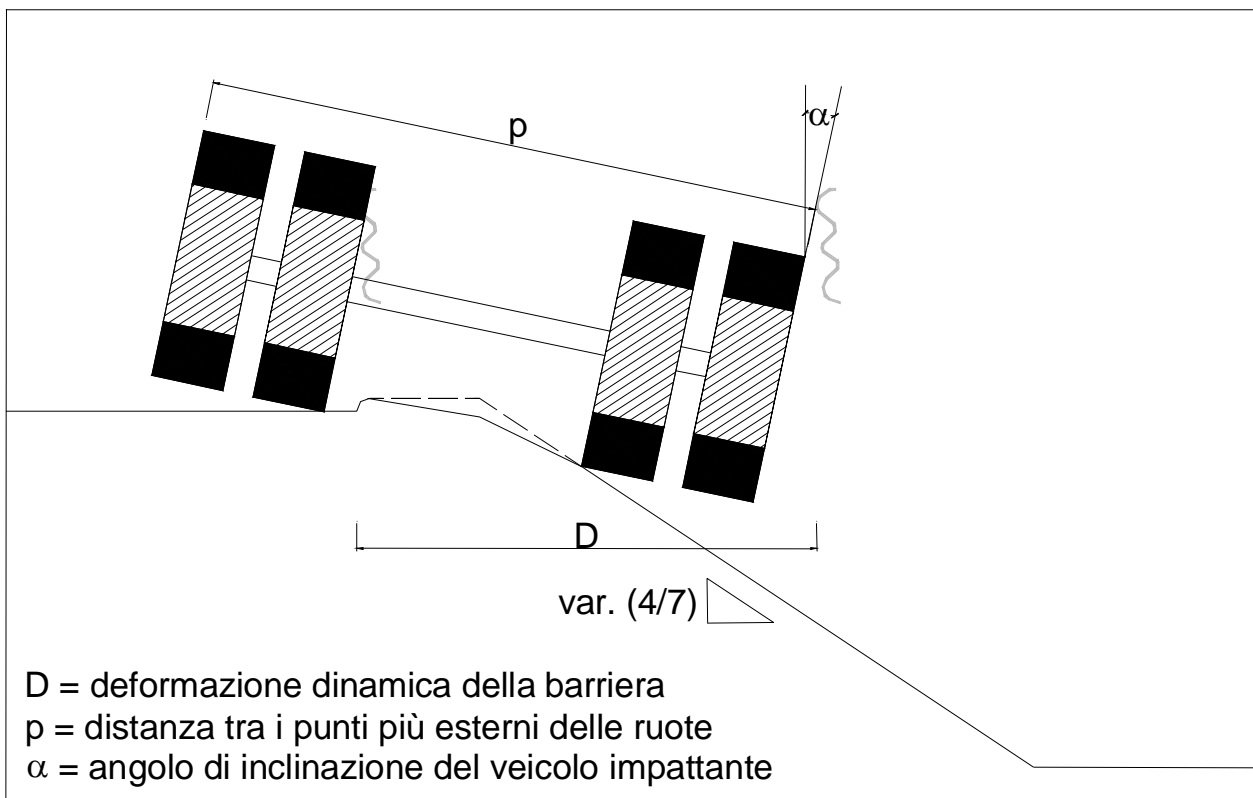


Figura 6-2. Schema per la determinazione dell'angolo di inclinazione del mezzo in funzione della deformazione della barriera, della configurazione geometrica del mezzo e della larghezza dell'arginello

6.2 BARRIERE PER IL BORDO LATERALE DELLE OPERE D'ARTE

Come già detto ai paragrafi precedenti l'asse principale dell'intervento è riconducibile a una strada extraurbana secondaria (classe C, secondo il D.Lgs. n.285 del 30 Aprile 1992 "Nuovo Codice della Strada"), connessa alla rete stradale locale esistente attraverso nuove intersezioni a raso; gli assi secondari sono invece assimilabili a strade locali di tipo F. Di conseguenza, in linea con quanto previsto dal D.M. 21.06.2004 per strade extraurbane secondaria (classe C) e strade locali (classe F) in condizioni di traffico di tipo II, la classe minima di contenimento prevista in progetto per le barriere di sicurezza di tipo bordo ponte da prevedere lungo i bordi delle opere d'arte, è H2.

Fa eccezione la protezione prevista in corrispondenza dell'opera d'arte principale "viadotto di Rastignano", dove vista l'importanza dell'opera, e ritenendo prioritario il contenimento dei veicoli in relazione al rischio che questi possano finire sugli edifici e viabilità sottostanti, è stato previsto in progetto l'impiego di barriere con livello di contenimento più alto, ovvero di classe H3 sull'opera e nei relativi tratti in rilevato in approccio (concetto di "ali funzionali" delle opere d'arte – vedi anche quanto meglio precisato al riguardo al paragrafo 6.2.1).

La tipologia delle barriere su opera d'arte è quella di barriere metalliche a nastri di tipo bordo ponte, preferibilmente caratterizzate da classe di severità A. Potrà essere adottata una barriera con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi della classe e del materiale previsti e con le caratteristiche di deformazione compatibili con le larghezze dei cordoli previsti in progetto (ovvero con la distanza da eventuali ostacoli) rientrante nella classe A.

6.2.1 Modalità d'installazione delle barriere per i bordi laterali delle opere d'arte

Lo sviluppo complessivo delle barriere a protezione delle opere d'arte dovrà essere commisurato a quello indicato nel certificato di crash test (lunghezza di funzionamento L_f). Nel definire in progetto l'estensione delle barriere prima e dopo l'opera d'arte, come già anticipato al paragrafo 6.1.1 (a cui si rimanda per maggiore dettaglio) si è tenuto in conto che le viabilità in oggetto sono strade a doppio senso di marcia e che quindi, ai sensi della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 62032 del 21.07.2010 (doc. in rif. A9), le medesime protezioni andranno realizzate da entrambi i lati dell'opera d'arte.

Di conseguenza, si è prevista un'installazione di barriera su ambo i lati dell'opera d'arte quanto meno pari alla grandezza risultante dalla maggiore tra L_1 (lunghezza di barriera interessata dall'urto) e L_{pu} (lunghezza di barriera prima dell'urto), grandezze desumibili dai certificati di crash test dei dispositivi che si prevede di impiegare. Lo sviluppo complessivo della protezione non dovrà in ogni caso risultare inferiore alla lunghezza minima di installazione (L_f ca. 90m) relativa allo sviluppo totale del dispositivo che compone il sistema misto.

Secondo quanto previsto dal D.M. 21.06.2004 all'art. 6, l'estensione della protezione dell'opera a monte ed a valle, potrà essere realizzata attraverso un dispositivo diverso (testato con pali infissi nel terreno), di pari classe di contenimento (o di classe ridotta - H3 nel caso di affiancamento a barriere bordo ponte di classe H4), andando a realizzare una transizione strutturalmente continua (transizione speciale), in grado cioè di trasferire gli sforzi ed evitare una significativa differenza di deformazione laterale. In questo caso la lunghezza della barriera installata nel sistema misto dovrà essere almeno pari alla maggiore delle lunghezze di funzionamento dei 2 dispositivi installati.

La transizione sarà considerata strutturalmente continua laddove il sistema realizzato dall'affiancamento dei due dispositivi (bordo opera e bordo laterale) preveda:

- l'utilizzo di barriere dello stesso materiale;
- la continuità degli elementi longitudinali resistenti².

In alternativa potrà essere valutata l'opportunità di modificare, innalzandola oltre il valore minimo indicato in progetto, la classe di contenimento di una o di entrambe le barriere contigue così da trovare un accoppiamento che garantisca i suddetti requisiti.

La rigidità dei singoli dispositivi del sistema misto dovrà essere confrontabile (valori di deformazione dinamica simili³); in caso contrario la barriera più deformabile dovrà essere irrigidita nelle parti terminali che precede la transizione.

Diversamente da quanto suddetto, la transizione non potrà essere considerata strutturalmente continua e pertanto la protezione dei tratti a monte e a valle dovrà essere realizzata con la stessa barriera prevista sull'opera, andando a realizzare sul rilevato adiacente alla spalla un cordolo con idonee caratteristiche geometriche e strutturali; in alternativa potrà essere interposta una barriera a paletti infissi con elementi longitudinali resistenti simili alla barriera installata sull'opera, per una estensione a monte e a valle dell'opera come indicato negli schemi da S2 a S3 dell'elaborato "Schemi di installazione" che accompagna il progetto.

In ogni caso, sarà onere dell'appaltatore in generale e del progettista del dispositivo in particolare verificare l'effettiva compatibilità del sistema di ancoraggio delle barriere di sicurezza bordo ponte che si prevede di impiegare con le caratteristiche geometriche e strutturali dei supporti (cordoli di opere d'arte, muri di sostegno, cordoli gettati in rilevato).

Sulle opere d'arte, in presenza dei giunti di dilatazione andranno individuati gli eventuali adattamenti dei dispositivi di ritenuta (ad esempio soluzioni standard quali fori asolati per le barriere metalliche), anche sulla

² Si considerano elementi longitudinali resistenti la lama principale a tripla onda, l'eventuale lama secondaria sottostante o soprastante la lama principale, ed i profilati aventi funzione strutturale. Non sono considerati elementi strutturali i correnti superiori con esclusiva funzione di antiribaltamento ed i correnti inferiori para ruota. La continuità degli elementi longitudinali delle 2 barriere può essere garantita anche se questi sono installati ad altezze diverse. In questo caso dovranno essere utilizzati elementi di raccordo inclinati con un angolo $\leq 4^\circ$ rispetto al piano stradale.

³ Nel caso di collegamento tra barriera bordo ponte di classe H4 e barriera bordo laterale di classe H3 si dovrà tenere conto che la deformazione misurata deriva da urti con caratteristiche diverse. Deve essere pertanto valutata per una delle due barriere una deformazione equivalente in modo di riferirsi ad un'unica tipologia di urto.

base di quanto previsto dai manuali di installazione, affinché questi possano assecondare le escursioni di progetto nella combinazione risultata più gravosa tra le condizioni ultime statiche (S.L.U.) e quelle sismiche allo Stato Limite di Danno (S.L.D.), ove considerate. In linea generale è opportuno evitare soluzioni che consentano scorrimenti tra gli elementi solidali alla struttura a cavallo del giunto maggiori dell'escursione di progetto per l'opera d'arte e comunque non superiormente limitati (per assenza di un sistema di fine corsa).

Per giunti di escursione significativa che possono avere ampiezze superiori a quelle gestibili con soluzioni standard, dovranno essere progettate soluzioni ad hoc in fase di progetto costruttivo, a cura dell'Appaltatore in generale e del progettista del dispositivo in particolare, sulla base delle caratteristiche del giunto e delle barriere che si intendono impiegare.

Per maggiori dettagli circa le suddette modalità di installazione si rimanda agli schemi da S2 ad S3 contenuti negli elaborati "Schemi di installazione" e alle transizioni dell'elaborato "Tipologici dispositivi complementari".

6.3 BARRIERE IN PRESENZA DI OSTACOLI

Lungo i bordi laterali della viabilità in progetto sono presenti ostacoli rappresentati da cartelli e portali di segnaletica, pali di illuminazione, e barriere antifoniche.

La tipologia delle barriere a protezione degli ostacoli è quella di barriere metalliche a nastri. Dove previsto l'impiego di barriere a paletti infissi (tipo bordo laterale) i dispositivi impiegati dovranno essere caratterizzati da un livello di severità di classe A; dove la protezione verrà realizzata con barriera tipo bordo ponte (installata su cordolo in c.a.), questa dovrà essere preferibilmente caratterizzata da classe di severità A. Potrà essere adottata in progetto una barriera con livello di severità d'urto B nel caso in cui non risultino disponibili dispositivi rientranti in classe A, compatibili con le specifiche di progetto.

Ad eccezione delle barriere di classe N2 e H1, dovranno essere impiegati dispositivi con nastro longitudinale principale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia.

6.3.1 Ostacoli sul bordo laterale

Per la protezione di detti ostacoli si è agito in progetto come segue:

- a) *Sostegni di cartelli di segnaletica verticale Ø60mm (con momento di plasticizzazione alla base non superiore a 5.7 kNm)*

Trattasi di ostacoli leggeri che, se rotti a seguito dell'urto, non creano danni per perdita di funzionalità e non sono in grado di costituire pericoli significativi né per l'utenza stradale né per l'utenza esterna, né sono in grado di influenzare il funzionamento delle barriere nel caso in cui queste siano presenti; di conseguenza, in presenza di questi non è prevista alcuna protezione specifica. Laddove i sostegni in oggetto ricadono in tratti in cui il progetto ha già previsto l'impiego di dispositivi di ritenuta (ad esempio in rilevato e/o a protezione di altri ostacoli), sarà previsto il mantenimento del tipo e della classe di barriera corrente, senza requisiti aggiuntivi ed indipendentemente dalla distanza esistente tra questa e i cartelli di segnaletica suddetti.

- b) *Montanti verticali di targhe su strutture monopalo:*

I montanti verticali di targhe su strutture monopalo saranno ubicati ad una distanza non inferiore a 2.10m e protetti con dispositivi da bordo laterale di classe minima H1 e larghezza operativa non superiore a W6.

- c) *Pali d' illuminazione*

Tali ostacoli saranno ubicati ad una distanza non inferiore a 2.10m e protetti con dispositivi da bordo laterale di classe minima H1 e larghezza operativa $W \leq 2.10m$.

d) Barriere antifoniche

Trattasi di ostacoli che possono influenzare il funzionamento delle barriere e che, se rotti a seguito di urto con veicolo in svio, possono produrre pericoli indiretti all'utenza stradale e nell'ambiente esterno circostante la strada. Pertanto, nei tratti in cui è presente una barriera antifonica ad una distanza minima di 2.10 m dal fronte lama barriera, sarà prevista la protezione con dispositivi di classe minima H1 su bordo rilevato e classe minima H2 su opera d'arte, e con larghezza operativa non superiore a W6.

Con riferimento al viadotto Rastignano è prevista una barriera antifonica ad una distanza minima di 1.70 m dal fronte lama barriera che è verrà protetta con barriere metalliche bordo ponte di classe H3 e con larghezza operativa non superiore a 1.70m.

Nel definire in progetto l'estensione delle barriere prima e dopo gli ostacoli, si è tenuto in conto che trattasi di strade a doppio senso di marcia e che quindi, ai sensi della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 62032 del 21.07.2010 doc. in rif. A9, le medesime protezioni andranno realizzate da entrambi i lati dell'ostacolo. Di conseguenza, si è prevista un'installazione di barriera su ambo i lati quanto meno pari alla grandezza risultante dalla maggiore tra L1 (lunghezza di barriera interessata dall'urto) e Lpu (lunghezza di barriera prima dell'urto), grandezze desumibili dai certificati di crash test del dispositivo che si prevede di impiegare. Lo sviluppo complessivo della protezione non dovrà in ogni caso risultare inferiore alla lunghezza minima di installazione.

Per maggiori dettagli circa le suddette modalità di installazione si rimanda anche allo schema S7 dell'elaborato "schemi di installazione".

6.4 DISPOSITIVI DI RITENUTA COMPLEMENTARI

Oggetto del presente paragrafo sono sia dispositivi di ritenuta ai sensi della EN1317 (attenuatori d'urto, transizioni, terminali speciali) che gli elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza.

Per quanto riguarda i primi si rappresenta che ad oggi solo per gli attenuatori d'urto risulta l'obbligatorietà del marchio CE, mentre per transizioni e terminali speciali non è possibile la marcatura CE considerato che la EN 1317-4 che ne stabilisce i requisiti per la valutazione di conformità è norma volontaria.

Nel seguito si riportano pertanto le modalità di installazione e requisiti dei dispositivi di ritenuta complementari (come da classificazione prestazionale individuata dalle EN1317/3 e EN1317/4), laddove questi non siano univocamente esplicitati dal D.M. 21.06.2004.

Per quanto attiene agli elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza verranno fissati requisiti geometrici e funzionali minimi (anche di carattere prestazionale) che dovranno trovare riscontro in fase realizzativa nel progetto tecnico a cura del progettista del dispositivo. Tale impostazione vale anche per le transizioni, per le quali ad oggi esiste un numero molto limitato di dispositivi testati dal vero e dotati di relativa documentazione e non vi sono all'interno della normativa (sia nazionale che europea) indicazioni e/o regole di buona progettazione condivise.

6.4.1 Transizioni

Le transizioni (standard) tra barriere di diverso tipo e classe dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal costruttore, curando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere.

I raccordi tra elementi longitudinali posti ad altezze e posizioni in pianta differenti dovranno essere risolti mediante elementi inclinati verticalmente e orizzontalmente, con angolo d'inclinazione, rispetto all'allineamento degli elementi adiacenti, non superiore a 4°.

L'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione dovrà avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal costruttore, utilizzando accorgimenti volti a scongiurare la possibilità di un urto diretto contro la parte terminale dell'elemento, ad esempio prevedendo di arretrare l'elemento stesso

rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione, di inclinarlo fino a terra o andandolo a collocare dietro agli elementi longitudinali correnti.

Per le transizioni (speciali) da realizzare per l'estensione della protezione delle opere d'arte nei tratti a monte e a valle dell'opera stessa, si rimanda a quanto specificato al par. 6.2.1.

L'appaltatore (delle barriere di sicurezza), a valle della scelta dei dispositivi commerciali che prevede di impiegare, dovrà provvedere a far studiare, a cura del progettista del dispositivo, le transizioni previste in progetto e dovrà fornire il relativo progetto corredato di relazione tecnica ed elaborati grafici⁴.

Per maggiori dettaglio si rimanda alle specifiche transizioni contenute nell'elaborato "transizioni" facente parte del presente progetto.

6.4.2 Collegamenti alle barriere esistenti

I criteri previsti per le transizioni tra dispositivi di progetto saranno validi in generale anche per il collegamento con le barriere esistenti in corrispondenza dei limiti di intervento del progetto delle barriere di sicurezza.

Per quanto attiene a tali collegamenti, in relazione alle effettive caratteristiche dei dispositivi in opera dovrà essere garantita quantomeno la continuità dell'elemento principale e utilizzati accorgimenti volti a scongiurare che il dispositivo di ritenuta diventi esso stesso elemento di pericolo.

L'interruzione di elementi longitudinali secondari dovrà avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal costruttore, utilizzando accorgimenti volti a scongiurare la possibilità di un urto diretto contro la parte terminale dell'elemento, ad esempio prevedendo di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione, di inclinarlo fino a terra o andandolo a collocare dietro agli elementi longitudinali correnti.

L'appaltatore (delle barriere di sicurezza), a valle della scelta dei dispositivi commerciali che prevede di impiegare, dovrà provvedere a far studiare, a cura del progettista del dispositivo, le soluzioni previste in progetto e dovrà fornire il relativo progetto corredato di relazione tecnica ed elaborati grafici⁵.

6.4.3 Terminali semplici

Qualsiasi interruzione della continuità longitudinale delle barriere esposte al flusso di traffico dovrà essere dotata di un sistema terminale che impedisca l'urto frontale dei veicoli contro la parte iniziale della barriera.

Il terminale di inizio impianto delle barriere metalliche dovrà essere costituito da elementi inclinati trasversalmente verso l'esterno del corpo stradale, secondo le indicazioni contenute negli elaborati di progetto. In particolare, lo stesso sarà costituito da una lama standard di barriera deviata verso l'esterno della carreggiata con angolo di inclinazione pari a 5° e da un elemento iniziale calandrato con raggio di curvatura pari a 1.80m e lungo 1.50m (1 campata) più terminale (manina).

Non potranno essere impiegati dispositivi che prevedono ancoraggi terminali (utilizzati in fase di prova) non compatibili con la suddetta configurazione (ad esempio terminali degradanti ed infissi nel terreno) a meno che non sia data evidenza nella relativa documentazione tecnica che il terminale non assolve alla funzione di ancoraggio di estremità o che i dispositivi non siano ricondotti a prodotti modificati ai sensi della EN 1317-5.

Nel merito si ribadisce quanto precisato nel doc. in rif. A9 e cioè che *"i terminali semplici non devono essere confusi con gli ancoraggi terminali che possono essere utilizzati in fase di prova, secondo quanto previsto dall'art. 5.3.2 della norma UNI EN 1317-2. Questi ultimi hanno lo scopo di sviluppare tensione ma non di assicurare soddisfacenti condizioni di sicurezza derivanti dall'eventuale impatto contro il terminale e, se usati nella prova, devono essere impiegati anche nelle installazioni su strada"* laddove il progetto non preveda soluzioni alternative per garantire il corretto funzionamento delle barriere.

⁴ La direzione Lavori si riserverà il diritto di accettare la soluzione proposta a seguito della verifica della documentazione fornita.

⁵ La direzione Lavori si riserverà il diritto di accettare la soluzione proposta a seguito della verifica della documentazione fornita.

I terminali semplici, intesi come normali elementi iniziali di una barriera di sicurezza, potranno essere sostituiti o integrati alle estremità di barriere laterali con terminali speciali testati secondo UNI EN 1317-4, installabili secondo normativa vigente, e di classe adeguata in base alla velocità imposta nel sito da proteggere.

Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico elaborato "tipologici dispositivi complementari" facente parte del progetto delle barriere di sicurezza.

6.5 RETI DI PROTEZIONE

Le reti di protezione sono state previste in progetto con lo scopo di perseguire le seguenti finalità:

- Al fine di evitare lo scavalco del dispositivo di ritenuta in situazioni in cui il vuoto retrostante non è direttamente percepibile dall'utente (ad esempio lato spartitraffico su opere d'arte ad impalcati separati affiancati) o con funzione di parapetto per garantire opportune condizioni di sicurezza in presenza di spazi pedonabili a tergo del dispositivo.
- Al fine di evitare la caduta di materiale nello spazio sottostante e/o il lancio di oggetti.

Di conseguenza le reti sono state poste nei seguenti casi:

- in corrispondenza di opere d'arte e muri di sostegno in presenza di attraversamenti o affiancamenti di strade ed edifici.
- lungo i bordi delle opere con cordolo di larghezza tale che al netto della barriera di sicurezza rimanga uno sbalzo di larghezza compatibile con un passaggio uomo ($\geq 0.60\text{m}$).
- nel tratto in affiancamento stretto ($L < 16.50\text{m}$) alla ferrovia Bologna-Firenze.

Tutte le reti di protezione sono state estese in progetto oltre il punto da proteggere per almeno 10m a monte e a valle dello stesso.

In particolare, in corrispondenza di opere d'arte in linea ponti e muri di sostegno in presenza di attraversamenti, o in affiancamento di strade e edifici, sono state previste reti di protezione di altezza 2 metri "tipo A" con pannelli a maglie 50x50mm agganciate mediante staffe di collegamento direttamente alla barriera di sicurezza. Per tali ambiti si dovranno impiegare esclusivamente dispositivi di sicurezza bordo ponte testati dal vero nella configurazione con rete a tergo e in tale configurazione dotati di marchiatura CE. L'appaltatore potrà quindi prevedere l'utilizzo di reti di tipologia diversa da quella rappresentata nel dettaglio tipologico di progetto in linea con quanto previsto per la rete del dispositivo di ritenuta marcato CE. La rete dovrà però rispettare i requisiti minimi di altezza ($H_{\min} = 2.00\text{ m}$) e di larghezza massima delle maglie previsti nel tipologico; per le altre specifiche riportate nel tipologico, così come per l'interasse dei montanti del pannello di rete, fa fede quanto previsto per la rete del dispositivo marcato CE. Laddove non siano già previsti dal produttore delle barriere, i progetti costruttivi dovranno in ogni caso prevedere dei cavi laschi ancorati alle estremità con funzione di impedire la caduta dei pannelli nello spazio sottostante a seguito dell'eventuale distacco di quest'ultimi dai montanti in caso d'urto.

In corrispondenza del Viadotto Rastignano, nel tratto con marciapiede privo di protezione acustica, sono state previste in continuità con le barriere acustiche reti autoportanti alte 2 metri con funzione anche di parapetto "tipo B". In corrispondenza di tali reti, che prevedono pannelli a maglie 50x50 agganciate a montanti IPE 100 ancorati con piastra al cordolo del muro e che possono influenzare il funzionamento delle barriere di sicurezza, dovranno essere impiegati dispositivi con larghezza operativa $W \leq 1.70\text{ m}$ compatibile con la distanza effettiva dell'ostacolo.

Infine in corrispondenza del tratto di scavalco e affiancamento stretto ($L < 16.50\text{ m}$) alla ferrovia Bologna-Firenze, in linea con i criteri indicati nel "Manuale di progettazione delle opere civili" di R.F.I. (ed. 29.12.2015; doc in rif. A12), è stata prevista in progetto l'installazione di una rete autoportante "tipo F" con altezza rispetto al piano viabile di 2.00m e con la parte bassa con lamiera ceca zincata fino all'altezza di 1.00m dal piano viabile e parte restante con pannelli a maglie 50x50, la rete è inoltre completata nella parte alta di un'ulteriore aggetto a 45° verso la sede stradale per una lunghezza di 80cm. In corrispondenza di tali reti, che possono influenzare il funzionamento delle barriere di sicurezza, dovranno essere impiegati dispositivi con larghezza operativa $W \leq 2.10\text{ m}$ compatibile con la distanza effettiva dell'ostacolo.