

CONCEDENTE



CONCESSIONARIA



SOCIETÀ DI PROGETTO  
BREBEMI SPA

CUP E3 1 B05000390007

COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE  
DI CONNESSIONE TRA LE CITTÀ' DI  
BRESCIA E MILANO

PROCEDURA AUTORIZZATIVA D. LGS 163/2006  
DELIBERA C.I.P.E. DI APPROVAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO N° 42/2009

INTERCONNESSIONE A35-A4  
PROGETTO DEFINITIVO

INTERCONNESSIONE A35/A4

PARTE GENERALE

ELABORATI TIPOLOGICI

BARRIERE DI SICUREZZA

RELAZIONE TECNICA

PROGETTAZIONE:

VERIFICA:



**CONSORZIO B.B.M.**

PER IL CONSORZIO  
IL PROGETTISTA RESPONSABILE INTEGRAZIONE  
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE  
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S.P.A.  
DOTT. ING. PIETRO MAZZOLI  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PARMA N. 821

PER IL CONSORZIO  
IL DIRETTORE TECNICO  
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S.P.A.  
DOTT. ING. SABINO DEL BALZO  
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI POTENZA N. 631

APPROVATO SDF

I.D.	IDENTIFICAZIONE ELABORATO										PROGR.		DATA:	
	EMIT.	TIPO	FASE	M.A.	LOTTO	OPERA	PROG. OPERA	TRATTO	PARTI	PROGR.	PART. DOC.	STATO	REV.	MARZO 2015
60060	04	RC	D	0	00	00	002	00	BS	001	00	A	00	SCALA:

ELABORAZIONE PROGETTUALE				REVISIONE								
IL PROGETTISTA				N.	REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	DATA	CONTROLLATO	DATA	APPROVATO
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S. P.A. DOTT. ING. PIETRO MAZZOLI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PARMA N. 821				A	00	EMISSIONE	04/03/2015	DOMENICHINI	04/03/2015	MAZZOLI	04/03/2015	MAZZOLI

\_\_\_\_\_

IL CONCEDENTE

CONCESSIONI  
AUTOSTRADALI  
LOMBARDE

\_\_\_\_\_

IL CONCESSIONARIO

SOCIETÀ DI PROGETTO  
BREBEMI SPA

Società di Progetto  
Brebemi SpA

\_\_\_\_\_

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELLA SdP BREBEMI S.P.A. DENI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE  
THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF SdP BREBEMI S.P.A. UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTE BY LAW

## INDICE

<b>1. SCOPO DEL LAVORO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>3. DEFINIZIONE DEL TIPO E CLASSE DI BARRIERA.....</b>	<b>5</b>
3.1 CLASSIFICAZIONE DEI LIVELLI DI TRAFFICO .....	5
3.2 DATI DI TRAFFICO DELL'INFRASTRUTTURA .....	5
3.3 DEFINIZIONE DEI LIVELLI DI TRAFFICO.....	7
<b>4. DEFINIZIONE DEL TIPO E DELLA CLASSE DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA .....</b>	<b>8</b>
4.1 INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	8
4.2 LE CLASSI PREVISTE NEL PROGETTO DEFINITIVO .....	9
<b>5. CRITERI PER L'INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DI SICUREZZA .....</b>	<b>10</b>
<b>6. MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DA BORDO LATERALE.....</b>	<b>11</b>
6.1 PREMessa.....	11
6.2 CRITERI PER LA DEFINIZIONE DELLE MODALITÀ DI INSTALLAZIONE .....	11
6.3 VERIFICHE DELLE MODALITÀ D'INSTALLAZIONE SUI MARGINI LATERALI IN RILEVATO .....	13
<b>7. MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DA BORDO OPERA D'ARTE.....</b>	<b>16</b>
7.1 RICHIAMI NORMATIVI.....	16
7.2 CARATTERISTICHE DEI CORDOLI DELLE OPERE D'ARTE PREVISTI IN PROGETTO.....	16
7.3 CRITERI PER L'INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DA BORDO PONTE .....	16
<b>8. BARRIERE IN CORRISPONDENZA DI OSTACOLI.....</b>	<b>18</b>
8.1 OSTACOLI SUL BORDO LATERALE DELLA PIATTAFORMA STRADALE .....	18
8.2 PROTEZIONI IN CORRISPONDENZA DEGLI IMBOCCHI DELLE GALLERIE .....	19
8.3 PROTEZIONE DELLA PILA DEL PONTE CANALE ESISTENTE ALLA PROGRESSIVA 2+450 .....	19
8.4 PROTEZIONE DEL MARGINE TRA LE DUE RAMPE DELLA TANGENZIALE DI BRESCIA ALL'INTERNO ED IN APPROCCIO AL SOTTOPASSO DELLA A4 .....	20
8.5 PROTEZIONE DELLE CUSPIDI DI AVVIO DELLO SPARTITRAFFICO IN CORRISPONDENZA DELLA BARRIERA DI ESAZIONE .....	20
<b>9. ELEMENTI DI PROTEZIONE COMPLEMENTARI.....</b>	<b>20</b>
9.1 TERMINALI .....	20
9.2 TRANSIZIONI .....	21
<b>10. REQUISITI PRESTAZIONALI DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA DA INSTALLARE .....</b>	<b>22</b>

## 1. SCOPO DEL LAVORO

La presente relazione illustra il Progetto Definitivo (in breve PD) dell'installazione delle barriere di sicurezza stradali relative all'asse principale e gli svincoli dell'interconnessione delle autostrade A4 (Milano -Venezia) - A35 (Collegamento Autostradale di connessione tra le città di Brescia e Milano, denominata in seguito BBM).

L'Asse autostradale è compreso tra la SP19 (lato Ovest) e l'Autostrada A4, ed è caratterizzato da una sezione stradale di tipo A secondo il D.M. 6792 del 5.11.2001, costituita da:

- uno spartitraffico di larghezza 2.80 m;
- una banchina in sinistra di larghezza 0.70 m;
- due corsie di larghezza 3.75 m;
- una corsia di emergenza di larghezza 3.40 m nella carreggiata in direzione Brescia e larghezza 3.00 m nella carreggiata in direzione Milano.

Il tracciato dell'**asse principale**, nella sua **carreggiata in direzione Brescia** coincide con il tracciato dell'opera connessa, denominata Lotto 0A, della BBM, attualmente aperta al traffico (v. sezione tipo riportata in Figura 1 – carreggiata a destra nella sezione). Questa carreggiata è stata realizzata come parte di una strada tipo B. Per questa carreggiata il progetto definitivo di cui trattasi non prevede modifiche al tracciato ma solo la risagomatura della pavimentazione per adeguare le pendenze trasversali del piano stradale esistente alle pendenze che competono allo stesso in conseguenza del fatto che il Lotto 0A viene inglobato all'interno di un nuovo asse autostradale. Lungo il margine laterale destro della carreggiata in direzione Brescia sono presenti le barriere di sicurezza installate al momento della realizzazione del Lotto 0A (2012-2013). In questo tratto si è provveduto a verificare la rispondenza alla normativa vigente per assi autostradali delle barriere attualmente in opera, tenuto conto delle condizioni di traffico, diverse, a cui il Lotto 0A sarà soggetto in futuro e, ove necessario, ad adeguare ai criteri progettuali adattati per tutto il nuovo collegamento A4-A35. Lungo il Lotto 0A sono presenti due tratti di lunghezza ridotta, in cui, per esigenze di allargamento della piattaforma, il progetto definitivo prevede di rimodellare il margine esterno. Questi tratti sono stati considerati come tratti di nuova realizzazione e le barriere di sicurezza sono state ridefinite secondo i criteri descritti nella presente relazione.

La **carreggiata in direzione Milano** dell'**asse principale** è una carreggiata di nuova costruzione e per essa valgono i criteri riportati nella seguente relazione.

Il progetto del collegamento autostradale A4 - A35, si completa con:

- due svincoli esistenti, Travagliato Est e Travagliato Ovest, per i quali vale quanto detto per il Lotto 0A. Il presente PD, per questi svincoli, prevede solo piccoli tratti di ricucitura tra le barriere esistenti e l'asse principale;
- una interconnessione con l'attuale autostrada A4 costituita da 2 rampe di connessione con la direzione Venezia di nuova realizzazione, le cui barriere di sicurezza sono di nuova progettazione secondo i criteri adottati nella presente relazione;
- un collegamento con la Tangenziale di Brescia costituito da 2 rampe di nuova realizzazione, le cui barriere di sicurezza sono di nuova progettazione secondo i criteri adottati nella presente relazione.

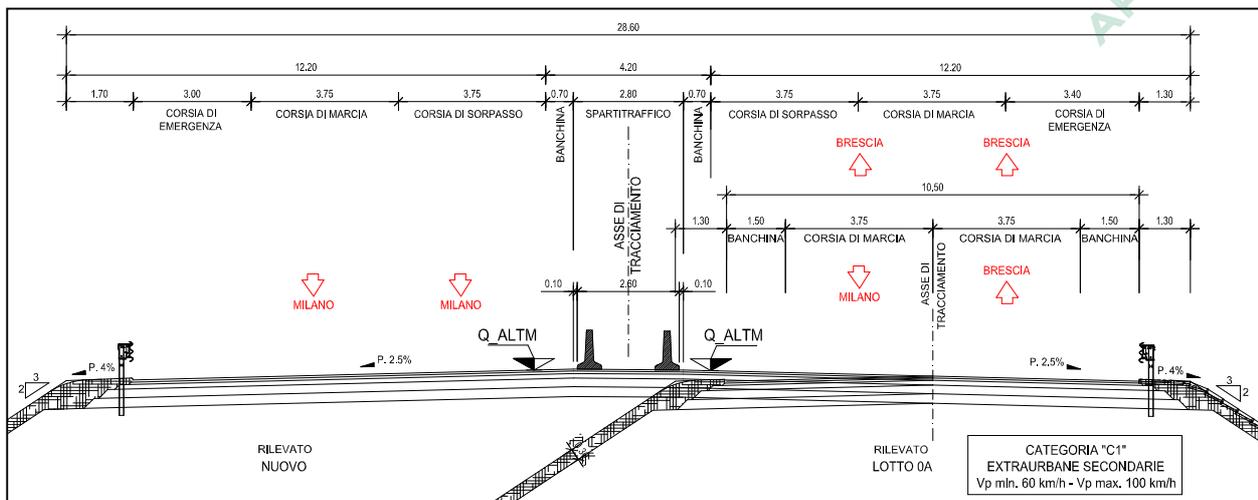


Figura 1: Sezione tipo asse principale in rilevato

Società di Progetto  
Brebemi SpA

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



	Doc. N. 60060-00002-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO	REV. 00	FOGLIO 4 di 24
--	---------------------------------	--------------------	------------	-------------------

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Il progetto delle barriere di sicurezza e degli altri dispositivi di ritenuta è stato sviluppato prendendo a riferimento le seguenti normative:

- RN\_1 D.M. 18.02.1992 n. 223 – Recante le Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere di sicurezza stradale;
- RN\_2 D.M. 21.06.2004 n. 2367 Recante le Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- RN\_3 D.M. 28.06.2011: Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale;
- RN\_4 EN 1317-1: 1998 Road restraint systems - Part 1: Terminology and general criteria for test methods [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-1:2000]
- RN\_5 EN 1317-2:1998 Road restraint systems - Part 2: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for safety barriers + EN 1317-2/A1:2006 [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-2:2007]
- RN\_6 EN 1317-3:2000 Road restraint systems - Part 3: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for crash cushions [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-3:2002];
- RN\_7 ENV 1317-4:2001 Road restraint systems - Part 4: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for terminals and transitions of safety barriers [pubblicata in Italia come UNI ENV 1317-4:2003];
- RN\_8 EN 1317-5:2007+A2:2012 Road restraint systems - Part 5: Product requirements and evaluation of conformity for vehicle restraint systems [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-5:2012];
- RN\_9 EN 1317-1: 2010 Road restraint systems - Part 1: Terminology and general criteria for test methods [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-1:2010]
- RN\_10 EN 1317-2:2010 Road restraint systems - Part 2: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for safety barriers + EN 1317-2/A1:2006 [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-2:2010]
- RN\_11 EN 1317-3:2010 Road restraint systems - Part 3: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for crash cushions [pubblicata in Italia come UNI EN 1317-3:2010];
- RN\_12 EN 12767:2007 Passive safety of support structures for road equipment - Requirements, classification and test methods [pubblicata in Italia come UNI EN 12767:2008]
- RN\_13 D.M. 5.11.2001 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e s.m.i. (cogente per le strade nuove e di riferimento per l'adeguamento delle strade esistenti);
- RN\_14 D.M. 19.4.2006 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali (cogente per le intersezioni nuove e di riferimento per l'adeguamento delle intersezioni esistenti).

Sono state applicate inoltre le indicazioni contenute nelle seguenti circolari, manuali e specifiche di progettazione, per quanto attinente ai dispositivi di ritenuta:

- C\_1 Circolare 25.08.2004 n. 3065 - Direttiva sui criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali (per quanto ancora applicabile);
- C\_2 Circolare 21.7.2010 n. 62032 - Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- C\_3 Circolare 05.10.2010 n. 0080173 - Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali. Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1, 2 e 3 in ambito nazionale.

Per quanto indicato nella Circolare 05.10.2010 n. 0080173 "Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali (C\_3). Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1, 2 e 3 in ambito nazionale" le norme comunitarie EN1317, parti 1, 2 e 3 aggiornate, pubblicate dall'UNI il 5 agosto 2010, non sono state applicate al presente progetto in quanto, affinché le stesse entrino in vigore è necessario un atto di recepimento da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. All'atto della redazione del presente progetto tale provvedimento non è stato ancora emanato e pertanto restano vigenti le precedenti versioni delle norme EN1317 di cui ai punti RN\_4, RN\_5 e RN\_6.

Con l'emanazione della norma EN 1317-5:2012 il riferimento per il rilascio delle marcature CE emesse successivamente al 1.1.2013 è costituito dalle norme emanate nel 2010 (RN\_9, RN\_10, RN\_11) e pertanto nella progettazione si è tenuto conto anche delle indicazioni fornite in queste norme, per quanto non in contrasto con quelle recepite del DM 21.6.2004.

Società di Progetto  
Brebemi SpA



### 3. DEFINIZIONE DEL TIPO E CLASSE DI BARRIERA

Il presente capitolo precisa i criteri secondo i quali è stata operata la definizione del tipo e della classe delle barriere.

#### 3.1 Classificazione dei livelli di traffico

Per la definizione delle classi di barriere da adottare in progetto risulta necessario, secondo quanto previsto dal D.M. 21.06.2004, definire, oltre alla classe funzionale ed alla destinazione delle protezioni (bordo rilevato, bordo ponte e spartitraffico), la classe di traffico a cui appartiene la strada oggetto di progettazione. La classe di traffico di un dato arco si definisce in funzione del Traffico Giornaliero Medio (TGM) bidirezionale (o totale ma monodirezionale nel caso di archi a senso unico di marcia) e della percentuale di veicoli pesanti (di massa > 3.5 t), secondo lo schema di Tabella 1.

Tabella 1: schema per la definizione dei livelli di traffico

Tipo di traffico	TGM bidirezionale	% VP
I	$\leq 1000$	qualunque
I	$> 1000$	$\%VP \leq 5$
II	$> 1000$	$5 < \%VP \leq 15$
III	$> 1000$	$\%VP > 15$

#### 3.2 Dati di traffico dell'infrastruttura

I Dati di traffico dell'infrastruttura, sono stati desunti dall'analisi trasportistica trasmessa da Bre.Be.Mi. che consente di determinare i valori di TGM bidirezionali e la percentuale di veicoli pesanti di massa superiore a 3.5 ton (in breve %VP), attesi sui diversi archi a partire dall'anno 2018 (anno in cui è previsto il regime ordinario del sistema viario di connessione) fino all'anno 2033 (anno di massima domanda).

Per le valutazioni relative alle barriere di sicurezza si è adottato l'orizzonte temporale di massima domanda, anno 2033. Lo schema sintetico dei vari Tratti di strada (A, B, C, D) e Svincoli (1, 2, 3) oggetto di studio è rappresentato in Figura 2.

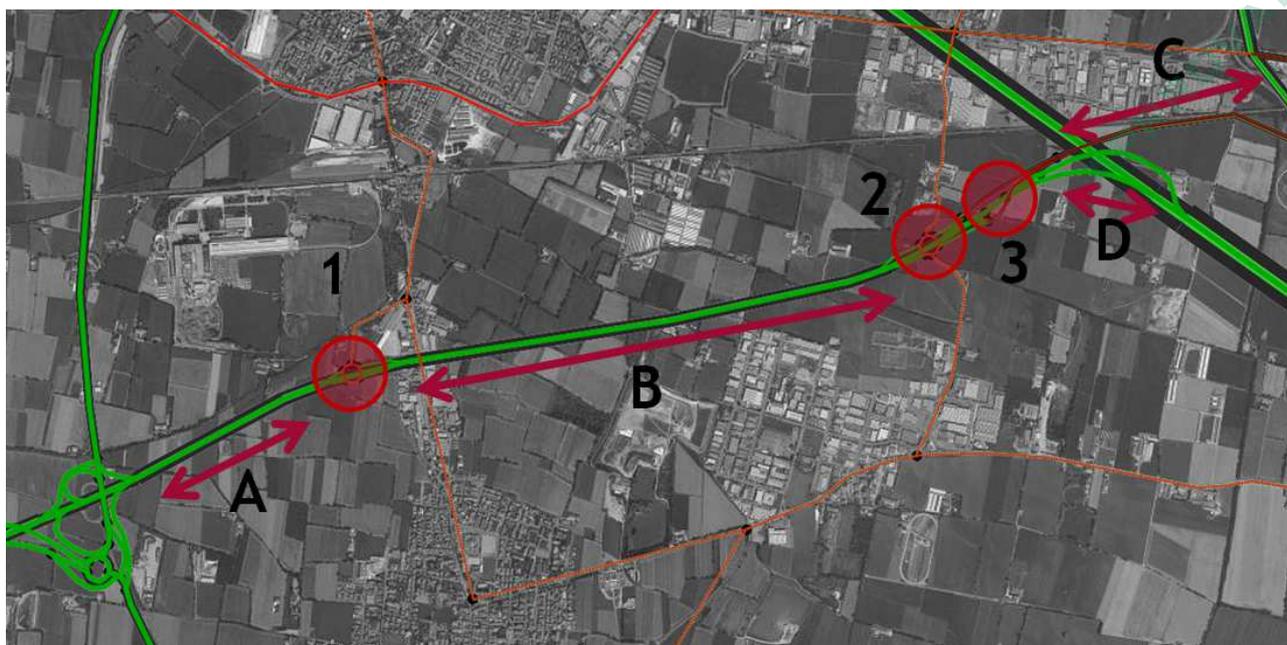


Figura 2: schema dei Tronchi stradali dello studio di traffico

Società di Progetto  
Brebemi SpA

Nelle seguenti Tabella 2, Tabella 3, Tabella 4 e Tabella 5 sono riportate le indicazioni dei traffici, rispettivamente delle Tratte dell'asse principale e degli svincoli.

Tabella 2: TGM e %VP dei Tratti dell'Asse principale

Tratta		Veicoli leggeri giornalieri (bidirezionale)	Veicoli pesanti giornalieri (bidirezionali)	Veicoli Totali	% VP
A	SP19 (Corda Molle) - Travagliato Ovest	45560	10920	56480	19%
B	Travagliato Ovest - Travagliato Est	36140	11320	47460	24%
C	Travagliato Est - Tangenziale Brescia	22000	5520	27520	20%
D	Travagliato Est - A4	11280	7960	19240	41%

Tabella 3: TGM e %VP delle rampe dello svincolo di Travagliato Ovest

	Rampa	Veicoli leggeri giornalieri	Veicoli pesanti giornalieri	Veicoli Totali	% VP
1	Diversione: dir. BS -Travagliato O	5950	135	6085	2%
2	Immissione: Travagliato O - dir. BS	1230	345	1575	22%
3	Diversione: dir. MI - Travagliato O	1230	345	1575	22%
4	Immissione: Travagliato O - dir. MI	5950	135	6085	2%

Tabella 4: TGM e %VP delle rampe dello svincolo di Travagliato Est

	Rampa	Veicoli leggeri giornalieri	Veicoli pesanti giornalieri	Veicoli Totali	% VP
1	Diversione: dir. BS -Travagliato O	4210	470	4680	10%
2	Immissione: Travagliato O - dir. BS	1260	50	1310	4%
3	Diversione: dir. MI - Travagliato O	1260	50	1310	4%
4	Immissione: Travagliato O - dir. MI	4210	470	4680	10%

Tabella 5: TGM e %VP collegamento con Tangenziale di Brescia

	Rampa	Veicoli leggeri giornalieri	Veicoli pesanti giornalieri	Veicoli Totali	% VP
1	Diversione: dir. BS - Tangenziale BS	11000	2760	13760	20%
2	Immissione: Tangenziale BS - dir. MI	11000	2760	13760	20%

### 3.3 Definizione dei livelli di traffico

La classe di traffico è definita in funzione del Traffico Giornaliero Medio annuo bidirezionale e della percentuale di veicoli con massa superiore a 3.5 t, dalle analisi riportate nel paragrafo 3.2.

In Tabella 6 sono sintetizzati i risultati dell'analisi effettuata per ogni Tronco/Rampa in progettazione.

Tabella 6: Definizione dei livelli di traffico per i diversi archi stradali in progetto

ASSE STRADALE	CLASSE FUNZIONALE	TGM_Medio_Annuo 2033 [veic/gg]	%VP	Classe di traffico da D.M. 21.06.2004
Asse Principale	A extraurbana	> 1000	Var 19% ÷ 41%	III
Svincolo Travagliato Ovest Rampa 1	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	2%	I
Svincolo Travagliato Ovest Rampa 2	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	22%	III
Svincolo Travagliato Ovest Rampa 3	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	22%	III
Svincolo Travagliato Ovest Rampa 4	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	2%	I
Svincolo Travagliato Est Rampa 1	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	10%	II
Svincolo Travagliato Est Rampa 2	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	4%	I
Svincolo Travagliato Est Rampa 3	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	4%	I
Svincolo Travagliato Est Rampa 4	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	10%	II
Connessione tangenziale BS Rampa 1	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	20%	III
Connessione tangenziale BS Rampa 2	Rampa di Svincolo di A extraurbana	> 1000	20%	III

## 4. DEFINIZIONE DEL TIPO E DELLA CLASSE DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA

### 4.1 Inquadramento normativo

Il D.M. 2367 del 21.6.2004 fornisce la classe minima da adottare per le barriere di sicurezza per le diverse destinazioni (spartitraffico, bordo laterale e bordo ponte) in funzione del livello di traffico e del tipo di strada, come riportato in Tabella 7.

Tipo di strada	Traffico	Destinazione barriere		
		Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 (*)	H2-H3 (*)	H3-H4 (*)
Strade extraurbane secondarie (C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

(\*) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista.

Tabella 7: classi minime di barriere ai sensi del DM 21.6.2004

La destinazione "Barriere bordo ponte" si riferisce solo ad "opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale", indipendentemente dalla loro altezza sul piano campagna. Come chiarito dalla Circolare 62032/2010 (C\_2) i muri di sostegno, che sono evidentemente opere di luce nulla, sono pertanto da equiparare anch'essi al bordo laterale, indipendentemente dall'altezza sul piano campagna e dalla loro estensione. In ogni caso i muri e le opere d'arte, indipendentemente dalla loro luce e dalla loro altezza sul piano campagna, devono essere sempre protetti con barriere di classe non inferiore ad H2.

Si evidenzia che il criterio definito dalla norma si riferisce alla luce dell'opera e non alla lunghezza dell'eventuale cordolo soprastante, che può interessare anche eventuali muri andatori. Nel caso in cui la barriera sia da installare su cordolo in cemento armato, la tipologia di barriera dovrà essere del tipo "da bordo opera d'arte" sebbene della classe corrispondente al bordo laterale, quindi già provata su cordolo in cemento armato (non una barriera provata su terra, installata successivamente su cordolo in cemento armato, circostanza che ne modificherebbe in modo sostanziale il funzionamento).

Il D.M. 21.6.2004 non prevede invece l'obbligo di protezione nel caso di sezione in trincea o di muri di controripa. In queste situazioni occorre valutare, caso per caso, le situazioni in cui risulti preferibile l'aggiunta di una protezione anche in considerazione della eventuale presenza di ostacoli (pali della luce, strutture di segnaletica non cedevoli, pile da ponte etc).

Analogamente non sono prescritte specifiche protezioni per le sezioni in galleria/sottopasso dove il profilo redirettivo richiesto dal D.M. 6792 del 5.11.2001 e s.m.i., per le gallerie/sottopassi realizzate su strade nuove, rappresenta, nella configurazione riportata, una mera configurazione geometrica dell'elemento marginale e non una barriera omologata o provata conformemente alle norme della serie UNI EN 1317. Viceversa la sezione iniziale di una galleria/sottopasso o di un muro di controripa, se non opportunamente sagomata (per evitare il possibile urto frontale), dovrà essere protetta ai sensi dell'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004.

Tali condizioni rappresentano le minime ammesse dalla norma e, come richiamato dall'art. 6 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004, "ove reputato necessario, il progettista potrà utilizzare dispositivi della classe superiore a quella minima indicata". È bene però rammentare che l'adozione in progetto di protezioni con classi superiori alle minime richieste dalla norma deve essere opportunamente giustificata dal progettista in funzione dell'effettivo stato dei luoghi, in quanto all'aumentare della classe aumenta, in generale, il livello di severità d'urto sugli occupanti dei veicoli leggeri. Contenerne un maggior numero di veicoli pesanti non equivale infatti a garantire una maggiore sicurezza se non si tiene conto al contempo del possibile incremento di danno sugli occupanti dei veicoli leggeri.

Per quanto attiene agli attenuatori d'urto testati ai sensi della norma EN1317-3 il D.M. 21.6.2004 prevede l'obbligo di impiego di questo tipo di dispositivi nel caso in cui sia presente l'inizio delle barriere in corrispondenza di cuspidi con la sola eccezione di cuspidi tra rampe percorse a velocità  $\leq 40$  km/h.

La classe minima per la protezione delle cuspidi è definita dal D.M. 21.6.2004 solo in funzione della velocità imposta nella strada da cui diverge la rampa, come mostrato in Tabella 8.

AMMINISTRATIVO SDP

Società di Progetto  
 Bremi SpA  


Velocità imposta nel sito da proteggere		Classe degli attenuatori
Con velocità	$V \geq 130$ km/h	100
Con velocità	$90 \leq V < 130$ km/h	80
Con velocità	$V < 90$ km/h	50

Tabella 8: classi minime di attenuatori ai sensi del DM 21.6.2004

Per quanto attiene ai terminali speciali testati ai sensi della norma ENV1317-4, che il D.M. 21.6.2004 ammette di utilizzare, laddove ritenuto necessario, in sostituzione dei terminali semplici, non testati ma progettati in modo da minimizzare il rischio di urto frontale contro l'elemento terminale, questi, se impiegati, dovranno essere di classe non inferiore alla minima di Tabella 9.

Velocità imposta nel sito da proteggere		Classe dei terminali
Con velocità	$V > 130$ km/h	P3
Con velocità	$90 \leq V < 130$ km/h	P2
Con velocità	$V < 90$ km/h	P1

Tabella 9: classi minime di terminali speciali testati ai sensi del DM 21.6.2004

## 4.2 Le classi previste nel Progetto Definitivo

In Tabella 10 sono sintetizzate le classi minime dei diversi dispositivi di ritenuta utilizzati nel PD nei tratti di nuova realizzazione che sono:

- la carreggiata in direzione Milano dell'asse principale;
- piccoli tratti della carreggiata in direzione Brescia dell'asse principale;
- ricuciture delle rampe degli svincoli di Travagliato Este e Travagliato Ovest;
- le rampe dello svincolo dell'interconnessione con l'Autostrada A4 e della tangenziale di Brescia;

Per questione di omogeneizzazione e per evitare discontinuità nel sistema di ritenuta non si prevede il cambio di classe su tratti di lunghezza inferiore a 100 m che ammettono una classe di barriera inferiore a quella corrente.

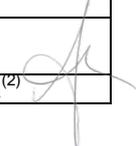
L'eventuale adozione locale di dispositivi di classe superiore, non dovuta ai motivi di omogeneizzazione sopra richiamati, è opportunamente motivata nella presente relazione.

Tabella 10: Classe minima delle barriere nei tratti di nuova costruzione

TIPO DI STRADA	DESTINAZIONE	Progetto Definitivo
Asse principale e rampe di svincolo	Bordo laterale con rilevato Hril < 1 m (in assenza di ostacoli non cedevoli) con fosso al piede profondo 0.50 m non rivestito	nessuna protezione
	Bordo laterale con rilevato Hril < 1 m (in assenza di ostacoli non cedevoli) con fosso al piede profondo 1 m	H2 <sup>(1)</sup>
	Bordo laterale con rilevato $3 \text{ m} \leq \text{Hril} \leq 1 \text{ m}$	H2 <sup>(1)</sup>
	Bordo laterale con rilevato Hril > 3 m	H3
	Bordo laterale in adiacenza all'opera d'arte ("ala")	Stessa classe dell'opera d'arte adiacente
	Opera d'arte di luce $L \leq 10$ m non sovrappassanti strade	H2
	Muri ed opere d'arte di luce $L \leq 10$ m sovrappassanti strade con larghezza della carreggiata > di 5 m	H3
	Opera d'arte di luce $10 < L \leq 100$ m non sovrappassanti strade con larghezza della carreggiata > di 5 m	H3
	Opera d'arte di luce $10 < L \leq 100$ m sovrappassanti strade con larghezza della carreggiata > di 5 m	H4
	Opera d'arte di luce $L > 100$ m	H4
	Spartitraffico	H4
	Protezione ostacoli	Classe corrente da rilevato
	Barriere per chiusura varchi	H2
	Attenuatori d'urto nelle cuspidi delle diversioni dall'asse	Classe 100
	Attenuatori d'urto nelle cuspidi delle diversioni interne agli svincoli	Classe 50
Trincea	Nessuna barriera <sup>(2)</sup>	

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA



	Doc. N. 60060-00002-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO	REV. 00	FOGLIO 10 di 24
--	---------------------------------	--------------------	------------	--------------------

#### NOTE

- (1) In presenza di strade, ferrovie, edifici, fiumi, canali, ecc. ad una distanza dal piede del rilevato stradale minore di 12 m è prevista una barriera di classe H3;  
 (2) classe corrente da rilevato, in presenza di ostacoli o "ali" di barriere precedenti o successive la trincea;

Come è possibile osservare dalla Tabella 6, alcune rampe degli svincoli di Travagliato Est e Travagliato Ovest hanno traffico inferiore traffico III dell'asse principale su cui è basata la Tabella 10. Essendo tali svincoli esistenti per essi il PD ha previsto solo ricuciture di tratti tra barriere esistenti e nuove operando con la classe minima H2 prevista per i margini laterali in rilevato.

Per la stazione autostradale, come indicato dall'Art. 6 del DM 21.06.2004, è stata adottata la protezione di classe minima N2.

## 5. CRITERI PER L'INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DI SICUREZZA

Al fine di consentire un corretto funzionamento delle barriere, il D.M. 21.6.2004 prevede che si estenda la protezione con una barriera della medesima classe per uno sviluppo sufficiente a garantire che la barriera funzioni opportunamente nel punto di inizio e di fine del tratto da proteggere. A monte del primo punto in cui la protezione deve esplicare il suo pieno funzionamento è stato pertanto previsto un tratto di barriera denominato "ala prima" e, analogamente, a valle è stata prevista una "ala dopo". Entrambe le "ali" sono caratterizzate dal medesimo livello di contenimento della barriera previsto nel tratto da proteggere.

Per quanto attiene allo sviluppo delle "ali" il D.M. 21.6.2004 prevede 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, integrando lo stesso dispositivo con eventuali ancoraggi e con i terminali semplici indicati nel certificato di omologazione, salvo diversa prescrizione del progettista secondo i criteri indicati nell'art. 6."* La circolare 62032/2010 chiarisce altresì 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. Nelle strade a senso unico di marcia la barriera dovrà in tutti i casi essere estesa oltre l'ultimo punto da proteggere, in modo da assicurare che le condizioni di funzionamento siano soddisfacenti in tutto il tratto di interesse."*

Per quanto attiene alla distanza tra il punto d'urto e l'elemento iniziale della barriera la norma EN1317-2 prevede che l'urto avvenga in un punto a circa un terzo della lunghezza della barriera di sicurezza dall'estremità di avvicinamento. Pertanto la misura di "ala prima" strettamente necessaria è stimabile in 1/3 della lunghezza minima di funzionamento (Lf).

Nel presente progetto sono state pertanto adottate le seguenti misure per le "ali":

- "ala prima" di un'opera d'arte sull'asse autostradale o su rampe monodirezionali:  $L1=2/3 Lf$  come da raccomandazione del D.M. 21.6.2004;
- "ala dopo" di un'opera d'arte sull'asse autostradale o su rampe monodirezionali:  $L2=1/3 Lf$ ;

Il valore di Lf (lunghezza di funzionamento) è stato adottato in progetto pari a 90 m in modo concorde con la quasi totalità delle lunghezze di crash test effettuate nei campi prova per la certificazione. Nel caso in cui la barriera in fornitura abbia una lunghezza minima di funzionamento (Lf) maggiore di 90 m, le previsioni progettuali dovranno essere adattate al valore di Lf e, di conseguenza, di  $L1 (=2/3 Lf)$  e di  $L2 (=1/3 Lf)$ , della barriera che si intende installare.

Secondo l'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al del D.M. 21.6.2004, lo sviluppo complessivo della barriera installata non deve essere comunque inferiore alla lunghezza di funzionamento (Lf).

L'art. 6 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.6.2004 prevede che, laddove non sia possibile installare un dispositivo con una lunghezza minima pari a quella effettivamente testata (per esempio ponti o ponticelli aventi lunghezze in alcuni casi sensibilmente inferiori all'estensione minima del dispositivo) sarà possibile installare una estensione di dispositivo inferiore a quella effettivamente testata, provvedendo però a raggiungere la estensione minima attraverso un dispositivo diverso (per esempio testato con pali infissi nel terreno), ma di pari classe di contenimento garantendo inoltre la continuità strutturale. L'estensione minima che il tratto di dispositivo "misto" dovrà raggiungere sarà costituita dalla maggiore delle lunghezze di funzionamento dei due tipi di dispositivo da impiegare. Ovviamente il riferimento all'estensione delle opere d'arte implica che il "non sia possibile" vada inteso non in senso assoluto ma relativamente allo stato dei luoghi previsto in progetto senza necessità di prevedere opere aggiuntive come la realizzazione di appositi cordoli su rilevato per l'installazione delle barriere di sicurezza del tipo "da bordo opera d'arte" sull'intera estesa della lunghezza minima di funzionamento. Nel caso di dispositivi "misti" l'estensione di "ala"

	Doc. N. 60060-00002-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO	REV. 00	FOGLIO 11 di 24
--	---------------------------------	--------------------	------------	--------------------

necessaria a garantire nel complesso la Lf non dovrà essere intesa come una barriera a sé stante (che a sua volta richiederebbe una lunghezza minima di Lf) ma come parte del sistema misto che nel suo complesso deve garantire la lunghezza minima di funzionamento maggiore tra quelle dei dispositivi da installare.

Per realizzare un dispositivo “misto” la barriera bordo opera d’arte e la barriera da bordo laterale devono garantire la continuità strutturale degli elementi longitudinali. Si considerano elementi longitudinali strutturalmente “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 longitudinali strutturali “resistenti” i correnti superiori con esclusiva funzione di antiribaltamento ed i correnti inferiori pararuota. La continuità degli elementi longitudinali delle 2 barriere può essere garantita anche se questi sono installati ad altezze leggermente diverse fermo restando che le transizioni dovranno essere realizzate secondo i criteri indicati nel paragrafo 9.2.

Il presente progetto è stato redatto considerando esclusivamente barriere che garantiscono la continuità strutturale in modo da contenere i costi, evitando la costruzione dei cordoli sul rilevato necessari ad estendere la barriera da opera d’arte lungo le “ali” di protezione di quest’ultime.

## 6. MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DA BORDO LATERALE

### 6.1 Premessa

Le prove di crash ai sensi della norma EN1317-2 sulle barriere da bordo laterale sono generalmente eseguite su terreni pianeggianti, con estensione dietro la barriera che, rispetto alle dimensioni della stessa, può essere considerata indefinita, caratterizzate da proprietà geotecniche elevate (generalmente terreni di classe A1-a).

Tali condizioni risultano in genere non realizzabili in pratica (in particolare per quanto attiene alla possibilità di avere un’estensione indefinita di terreno a tergo della barriera) dove, oltre ad avere larghezze del margine esterno contenute, si hanno, generalmente, materiali con caratteristiche meccaniche diverse da quelle considerate nelle prove d’urto.

Appare quindi evidente la necessità, già richiamata dall’art. 6 del DM 21.6.2004, di verificare la compatibilità delle modalità di installazione con quelle di crash ed eventualmente di adattare il supporto dei dispositivi alla sede stradale dove questi dovranno essere installati.

Il presente capitolo illustra i criteri adottati per condurre le suddette verifiche di compatibilità e, laddove dovesse risultare necessario, per adattare detti supporti alle diverse possibili configurazioni del margine esterno.

### 6.2 Criteri per la definizione delle modalità di installazione

Lo studio per definire le modalità di installazione nelle diverse condizioni ha riguardato due aspetti distinti:

- una verifica di natura geotecnica mirata a definire la profondità di infissione necessaria affinché il terreno risulti in grado di offrire una resistenza almeno pari a quella delle condizioni di riferimento;
- una verifica di natura geometrica per valutare le condizioni di rollo potenzialmente associabili ad un mezzo in svio per una data configurazione geometrica dell’arginello.

La verifica geotecnica è stata condotta schematizzando il terreno con il modello di Broms per valutare il momento resistente massimo offerto dal terreno. Ai fini della resistenza meccanica offerta dal terreno, sono state considerate come “equivalenti” due configurazioni alle quali può essere associato un pari momento resistente.

Il modello di Broms risulta applicabile, nella sua formulazione originaria, al caso di terreno indefinito (Figura 3). L’applicazione del modello ad un terreno con una configurazione diversa richiede la schematizzazione dei cunei di spinta passiva in uno spazio tridimensionale, come illustrato in Figura 4.

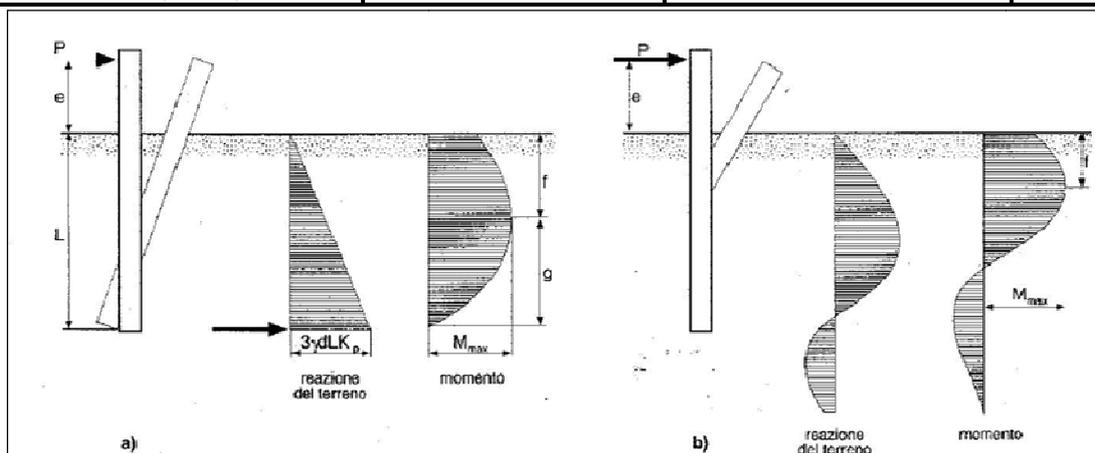


Figura 3: schematizzazione dell'azione del terreno su un palo infisso secondo Broms

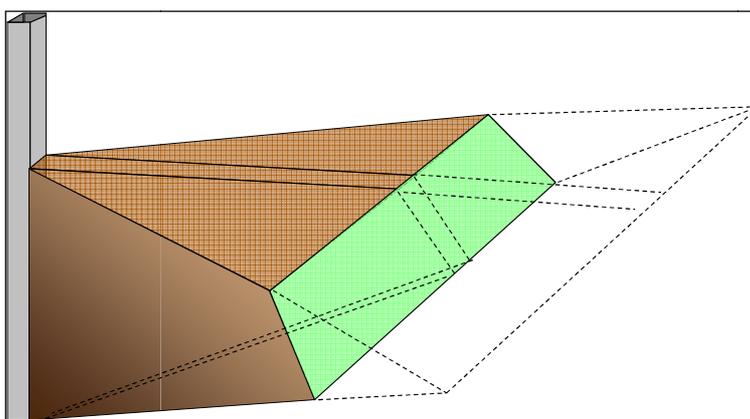


Figura 4: estensione del modello di Broms al caso di terreno con scarpata

Al diminuire della larghezza dell'arginello o all'aumentare della pendenza della scarpata il cuneo di spinta passiva si riduce ed è necessario aumentare la profondità di infissione del montante per garantire lo stesso momento resistente. Occorre però tener presente che, all'aumentare della profondità di infissione dei montanti, si abbassa la cerniera plastica ed aumenta la deformazione dinamica in superficie. Questo aumento è calcolato considerando l'entità dell'abbassamento del punto in cui si esplica il momento resistente massimo del terreno.

Considerando le variabilità intrinseche nel sistema e le tolleranze di installazione, gli eventuali allungamenti della profondità di infissione dei montanti sono definiti per step discreti di 10 cm considerando una tolleranza di  $\pm 5$  cm. Questo implica che nei casi in cui il calcolo dovesse restituire un allungamento necessario di 6 cm si prescriverà un allungamento di 10 cm. Viceversa si considera sufficiente il montante standard se l'allungamento teoricamente richiesto risulta inferiore a 5 cm.

La verifica del secondo aspetto, ossia la verifica di natura geometrica, è basata su considerazioni inerenti la stabilità trasversale del veicolo impattante che, a seguito dell'urto, si può trovare a percorrere la scarpata del rilevato per effetto della presenza di un margine esterno di dimensioni ridotte rispetto alla deformazione sotto urto della barriera.

Per verificare la stabilità del mezzo in svio sul margine laterale di progetto è possibile in generale fare riferimento all'angolo di inclinazione del mezzo ( $\alpha$ ) calcolato nell'ipotesi che il veicolo mantenga il contatto con la superficie stradale e con quella dell'arginello (o della scarpata) e che non avvenga la rottura dell'asse del veicolo stesso (v. Figura 5).

Nel caso specifico però, trattandosi di strade nuove, si è cautelativamente previsto che, fermo restando quanto prescritto dal D.M. 5.11.2001, lo spazio sub-orizzontale del margine esterno (distanza tra il limite esterno della banchina ed il vertice della scarpata, indicato con  $L_{arg}$  in Figura 5) sia mantenuto ad un valore tale da offrire le condizioni di stabilità per il veicolo in svio con una inclinazione nulla. Per ottenere tale condizione  $L_{arg}$  si è previsto cautelativamente che sia almeno pari alla deformazione dinamica calcolata con riferimento alla prova fatta con mezzo pesante ridotto della larghezza delle ruote che è fissabile in 70 cm, per le prove con veicoli pesanti o, in alternativa, alla deformazione dinamica rilevata con veicolo leggero (prova TB11), se maggiore. Tale valore (cautelativo rispetto alle indicazioni contenute nel Roadside Design Guide dell'AASHTO che considera come "ottimo" un arginello con soli 60 cm a tergo della barriera) è il valore recentemente assunto come riferimento nella bozza di revisione del DM 21.6.2004 elaborata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ed attualmente in fase di inchiesta pubblica. Detto valore minimo di  $L_{arg}$ , non dipende dalla pendenza della scarpata.

Per quanto concerne il mezzo in svio le verifiche sono state effettuate facendo riferimento alle caratteristiche dei veicoli pesanti adottati nella prova di crash-test TB51, TB61 e TB71.

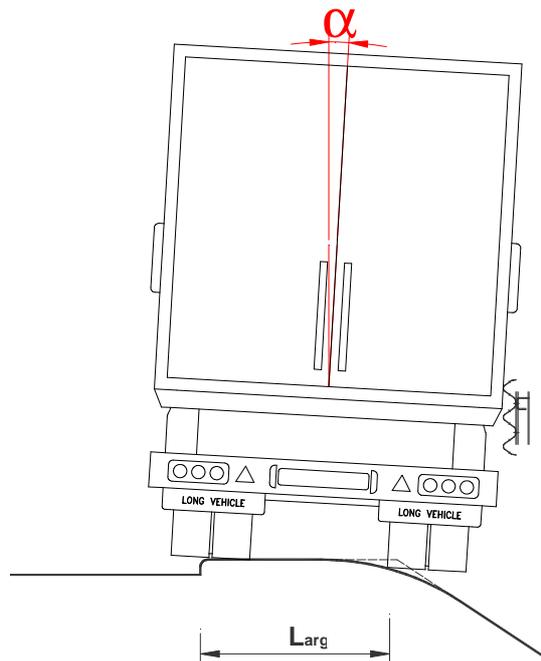


Figura 5: schema per la determinazione dell'angolo di inclinazione del mezzo in funzione della deformazione della barriera, della configurazione geometrica del mezzo e della larghezza del margine esterno

### 6.3 Verifiche delle modalità d'installazione sui margini laterali in rilevato

Per la protezione del margine laterale dell'asse principale e degli svincoli sono previste in progetto barriere di sicurezza di tipo metallico.

Lungo tutto l'asse principale e sugli svincoli, gli arginelli in cui vengono infissi i montanti dei dispositivi di ritenuta hanno una larghezza pari a:

- 1.70 m per la Nuova carreggiata in direzione Milano;
- 1.30 m per la carreggiata esistente in direzione Brescia, negli svincoli e nei tratti in cui non si interviene con lavorazioni.

La composizione stratigrafica (v. Figura 6) per le due tipologie di arginelli è di seguito descritta:

- una coltre vegetale con spessore nella parte superficiale non superiore a 15 cm (di cui 5 cm sopra la quota del piano stradale);
- un riempimento realizzato con materiale A1-a ben compattato<sup>(1)</sup>;
- il corpo del rilevato.

Società di Progetto  
Brebemi SpA

<sup>1</sup> In fase esecutiva dovrà essere specificato il parametro da controllare in opera per garantire un'adeguata compattazione.

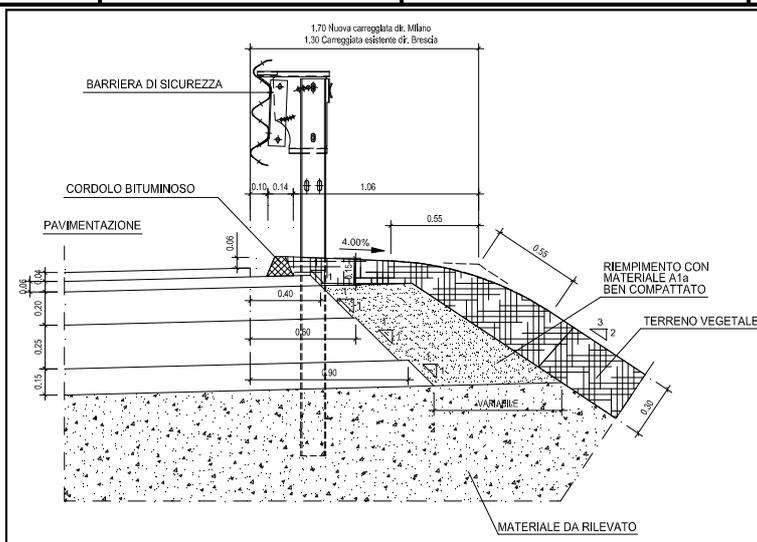


Figura 6: Configurazione del margine esterno di progetto per l'asse principale

Per completezza si è ritenuto opportuno effettuare una verifica della compatibilità delle caratteristiche geotecniche del supporto in opera rispetto a quelle di crash test mediante il metodo di calcolo sopra descritto.

In fase definitiva non sono previste barriere in fornitura, pertanto, ai fini della verifica sono state prese a riferimento barriere di sicurezza che rispondono ai requisiti prestazionali indicati nel capitolo 10, requisiti prestazionali desunti dalla serie di barriere da bordo laterale attualmente installate sull'opera connessa Lotto 0A. Le caratteristiche geotecniche del terreno del rilevato sono state definite considerando cautelativamente una coesione ( $c$ ) nulla, un angolo d'attrito ( $\varphi$ ) pari a  $33^\circ$  (angolo minimo per garantire la stabilità di una scarpata con pendenza di 2/3), ed un peso di volume ( $\gamma$ ) pari a  $18 \text{ kN/m}^3$ .

Per le caratteristiche dei terreni dei campi prova si è assunto un peso di volume ( $\gamma$ ) pari a  $19 \text{ kN/m}^3$  ed un angolo di attrito ( $\varphi$ ) pari a  $35^\circ$  come quello che tipicamente caratterizza i terreni usati nei siti di prova.

Il peso del contributo della coltre vegetale presente in opera è stato tenuto in conto considerando uno spessore di materiale costipato (con peso di volume di  $18 \text{ kN/m}^3$ ) avente un peso complessivo equivalente a 13 cm di materiale con peso di volume di  $16 \text{ kN/m}^3$ .

L'applicazione del modello descritto nel paragrafo 6.2 alle caratteristiche dei margini esterni sopra indicate porta ad allungamenti necessari nei montanti (per avere condizioni perfettamente equivalenti a quelle di crash) entro la tolleranza di  $\pm 5 \text{ cm}$  e pertanto è prevista l'infissione di montanti di tipo "standard".

Si chiarisce che i calcoli effettuati sono validi solo esclusivamente adottando barriere da bordo laterale che rispettano i requisiti riportati nel capitolo 10. Barriere di sicurezza con requisiti diversi da quelli esposti nel capitolo 10 potranno essere adottate previa verifica ed eventuale adattamento delle modalità di installazione secondo i criteri indicati nella presente relazione.

Nei tratti evidenziati nelle planimetrie di progetto con l'indicazione "Margine laterale esistente", tratti del margine del Lotto 0A di cui si prevede la sostituzione delle barriere senza interventi sulla tipologia di arginello, le modalità di installazione, dovranno essere verificate nella successiva fase di progettazione, trattandosi di arginelli esistenti che hanno conformazione stratigrafica differente rispetto a quella analizzata nel presente capitolo.

Tutte varie tipologia di modalità di installazione delle barriere da bordo laterale, sono rappresentate nella tavola "Modalità di installazione delle barriere" con i codici "A".

**Modalità di installazione delle barriere NELLO SPARTITRAFFICO**

Per la protezione dello spartitraffico dell'asse principale, che ha una larghezza di 2.80 m, è stata adottata una barriera di sicurezza di tipo New Jersey in calcestruzzo di classe H4 in configurazione bifilare, come indicato in Figura 7.

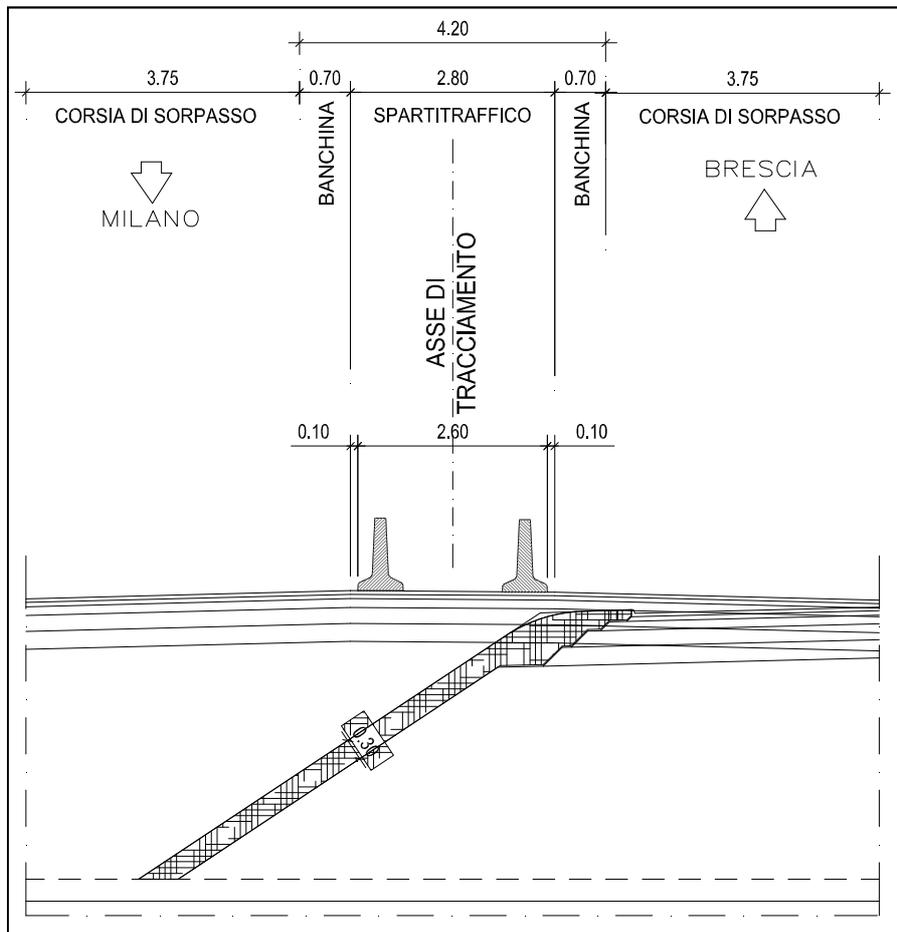


Figura 7: barriere di sicurezza adottate in PD nello spartitraffico

La barriera per spartitraffico bifilare con profilo New Jersey in calcestruzzo ad oggi disponibile in commercio (dotata di marcatura CE) è la Abesca ET100. La barriera è stata testata nel centro prove AISICO in configurazione bifilare con il fronte lato strada dei due filari ad una distanza di 2.60 m. Secondo quanto riportato nel report di crash test "Supplemento N°1 al Rapporto di Prova n°505" del 28.10.2010 tale dispositivo ha fatto rilevare nella prova con veicolo pesante una larghezza di lavoro del dispositivo normalizzata di 2.70 m. In considerazione della collocazione nello spartitraffico in cui l'urto può avvenire in entrambe le direzioni di traffico, per garantire la larghezza di lavoro su entrambe le carreggiate la barriera deve essere installata come da crash (fronte lato strada dei due filari ad una distanza di 2.60 m) ma per contenere la deformazione del dispositivo all'interno della larghezza dello spartitraffico<sup>2</sup> risulta necessaria una larghezza minima dello spartitraffico di 2.80 m, come previsto in progetto.

Società di Progetto  
Brebemi SpA

<sup>2</sup> Requisito richiesto dal DM 5.11.2001 (v. RN\_13).

## 7. MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DA BORDO OPERA D'ARTE

### 7.1 Richiami normativi

Ai sensi del D.M. 21.06.2004 le barriere di sicurezza devono essere installate conformemente con quanto realizzato in occasione del crash test effettuati per il rilascio della marcatura CE ai sensi delle norme EN1317.

Qualora le caratteristiche delle strutture su cui le barriere vengono installate siano differenti rispetto a quelle adottate nelle prove di crash per la marcatura CE, il sistema di protezione in opera può non risultare in grado di sviluppare il potere di contenimento dimostrato in occasione delle prove di crash stesse. Il sistema di ancoraggio va quindi modificato. Il progettista della installazione, così come previsto dall'Art. 6 del D.M. 21.06.2004, deve in questo caso dimostrare che le modificate condizioni di supporto garantiscano condizioni di funzionamento delle barriere sostanzialmente analoghe a quelle delle prove di crash.

Per effetto delle eventuali modifiche al sistema di supporto che si dovessero rendere necessarie le barriere non risultano più conformi con il prototipo sulla base del quale è stata rilasciata la marcatura CE ai sensi della norma EN1317-5 ed il produttore dovrà pertanto verificare l'eventuale necessità di acquisire la marcatura CE per "prodotto modificato" ai sensi dell'appendice A alla EN 1317-5.

### 7.2 Caratteristiche dei cordoli delle opere d'arte previsti in progetto

L'installazione delle barriere da bordo opera d'arte deve sempre avvenire ponendo il fronte delle lame delle barriere (filo fisso) coincidente con il fronte lato strada del cordolo di coronamento delle opere d'arte, in caso di assenza di una canalina di drenaggio delle acque superficiali, o deve coprire la canalina di drenaggio, ove questa è presente, come mostrato in Figura 8.

In generale le barriere sono testate su cordoli posti a raso (alla stessa quota della pavimentazione). In opera è necessario realizzare uno "scalino" con la parte superficiale del cordolo rialzata rispetto al piano stradale. Tale scalino dovrà avere una altezza non superiore alla tolleranza di installazione prevista dai produttori delle barriere da installare (tipicamente 4-5 cm). Nel caso di barriere già dotate di marcatura CE sia nella configurazione a raso che in quella con un cordolo di altezza maggiore di quella prevista in opera la barriera potrà essere considerata implicitamente compatibile con tutte le altezze dei cordoli intermedie.

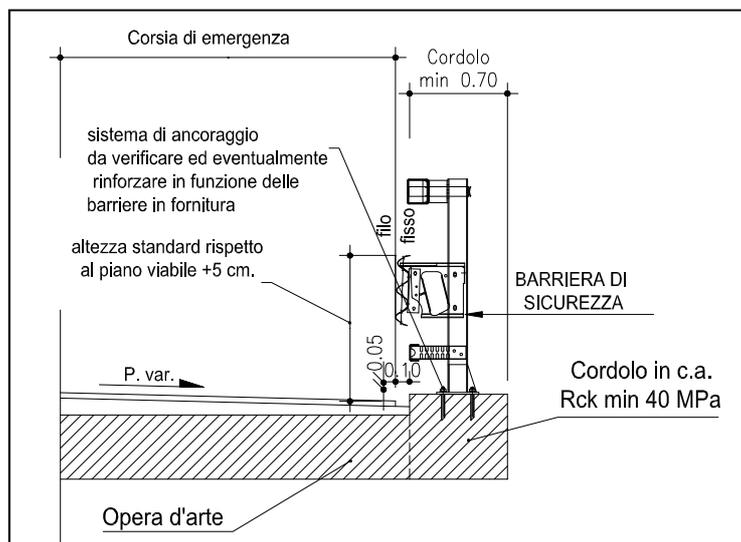


Figura 8: installazione standard delle barriere di sicurezza da bordo opera d'arte

### 7.3 Criteri per l'installazione delle barriere da bordo ponte

Il confronto tra le condizioni di installazione delle barriere in opera rispetto a quelle adottate durante la prova di crash potrebbe presentare difformità per 2 ordini di motivi:

- la classe del calcestruzzo in opera potrebbe essere minore di quella utilizzata nei campi prove dei crash test per l'omologazione e ciò porterebbe ad avere una resistenza minore degli ancoranti;

	Doc. N. 60060-00002-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO	REV. 00	FOGLIO 17 di 24
--	---------------------------------	--------------------	------------	--------------------

- la posizione della barriera rispetto al cordolo nella prova di crash potrebbe non corrispondere con quella prevista in opera (aggettante di 10 cm). Le barriere possono essere infatti testate con il fronte delle lame ad una distanza variabile rispetto al fronte interno (lato strada) del cordolo e ciò porta ad avere comportamenti diversi del sistema di ancoraggio.

La presenza di queste due possibili tipologie di difformità richiede di verificare, nell'installazione delle barriere bordo opera d'arte, se le caratteristiche standard del sistema di ancoraggio delle barriere che si intende utilizzare sono compatibili con il supporto a disposizione (se sono in grado, cioè, di offrire una resistenza almeno pari a quella mobilitata in sede di crash).

In fase di PD non è definito lo specifico prodotto da installare e, quindi, sono stati definiti in progetto i criteri per la scelta dei dispositivi adottabili sui cordoli di progetto senza necessità di adattamenti. In particolare, le barriere dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- essere testate su un cordolo con  $R_{ck} \leq 40$  MPa, con vuoto a tergo (nel caso remoto di barriere che prevedono l'estrazione dei tirafondi dal cls il cordolo in opera deve avere la stessa classe di resistenza di quello di crash e non superiore);
- con larghezza del cordolo efficace  $\leq 70$  cm, per le opere che non prevedono ostacoli a tergo;
- nel caso particolare di barriere testate con il fronte della lama arretrato rispetto al bordo lato strada del cordolo la profondità di infissione degli ancoranti anteriori deve essere minore o uguale alla distanza, in sezione trasversale, tra il fronte delle lame e gli ancoranti anteriori.
- la profondità di infissione degli ancoranti anteriori non superiore alla metà dello spessore del cordolo disponibile in opera.

Per cordolo efficace si intende la parte di cordolo collaborante ai fini strutturali del sistema di ancoraggio. Tale grandezza non necessariamente coincide con la larghezza del cordolo da crash e dipende dalla conformazione della barriera e dalla sua collocazione sul cordolo da crash. Tale grandezza può essere determinata, in prima approssimazione, come la somma delle tre dimensioni seguenti:

- lunghezza minore tra la profondità di infissione dell'ancorante anteriore e la distanza tra il fronte cordolo e la fila di ancoranti anteriori prevista in fase di crash test;
- distanza tra l'asse degli ancoranti anteriori e retro piastra (parte posteriore della piastra lato sbalzo);
- distanza tra retro piastra e fine del cordolo (lato sbalzo) indicata nei rapporti di prova.

Nel caso in cui la barriera in sede di crash sia installata su un cordolo di larghezza non superiore a quello previsto in opera (nel caso in esame 70 cm) e con la barriera posta in aggetto di 10 cm lato strada, la configurazione geometrica in opera potrà essere considerata compatibile con quella di crash, senza necessità di ulteriori valutazioni.

Nel caso di barriere che nella configurazione in opera, con lame aggettanti di 10 cm verso la strada rispetto al fronte del cordolo, che non rispettano la stessa distanza maggiore o al massimo uguale dei tasselli posteriori rispetto al retro del cordolo, rispetto a quanto previsto in fase di crash test, dovrà essere prevista apposita verifica a taglio connessa con la riduzione di larghezza resistente del cordolo a tergo della barriera. Solo nel caso di adozione di barriere che rispettano tutti i requisiti sopra indicati è possibile adottare in opera lo stesso sistema di ancoraggio previsto durante le prove di crash. In caso contrario occorre una verifica ed una eventuale modifica del sistema di ancoraggio che garantisca condizioni di funzionamento delle barriere sostanzialmente analoghe a quelle delle prove di crash. Tale verifica dovrà essere fatta a cura del fornitore delle barriere di sicurezza che dovrà verificare anche la eventuale necessità di procedere ad una marcatura CE per prodotto modificato del dispositivo per effetto della eventuale modifica introdotta al sistema di montaggio del dispositivo. In nessun caso potrà essere installata una barriera testata in condizioni meno vincolanti di quelle sopra esposte senza una verifica di conformità del supporto in opera con le condizioni di funzionamento durante il crash.

Nel caso in cui la profondità di infissione degli ancoranti anteriori dovesse risultare superiore alla metà dello spessore del cordolo la presenza della armatura strutturale nel cordolo delle opere d'arte rende altamente improbabile una rottura per "splitting" ma resta comunque a carico del fornitore verificare che l'altezza del cordolo sia compatibile con la minima prevista nel manuale di installazione delle barriere e, in caso contrario, verificare se si rendano necessarie eventuali modifiche al sistema di ancoraggio.

Nel caso di barriere da bordo opera d'arte con dispositivi "a sganciamento" (dove il montante si sgancia dalla piastra di ancoraggio per effetto dell'urto) la larghezza del cordolo a tergo della piastra di ancoraggio della barriera non dovrà essere comunque inferiore a quella che era presente durante le prove di crash, indipendentemente dall'esito delle verifiche strutturali e la classe del calcestruzzo in opera dovrà essere pari a quella del cordolo adottato nella prova di crash della barriera. Per le barriere "non a sganciamento" potranno essere ammessi cordoli di larghezza minore di quelli di crash ma, oltre alle verifiche di idoneità strutturale dell'ancoraggio, sarà necessario valutare la sufficienza della larghezza di cordolo a tergo delle piastre in funzione del comportamento delle barriere osservato durante le prove di crash.

Nel caso, remoto, di impiego di barriere aventi tirafondi per i quali sia previsto il distacco dal cordolo, dovrà essere verificato che la resistenza effettiva in opera dei tirafondi sia analoga a quella da crash e non sensibilmente superiore.

Per tutte le barriere da bordo ponte è ammesso il livello di severità dell'urto di classe B.

Per le barriere da opera d'arte previste nello spartitraffico, per dare continuità alla barriera con profilo New Jersey adottata nei tratti su rilevato, è stata prevista l'installazione della barriera New Jersey Bordo ponte di classe H4 della Abesca. Tale barriera è installabile sui cordoli di larghezza minima 70 cm ed Rck 40 MPa previsti in progetto. Il tipologico di installazione è rappresentato in Figura 9.

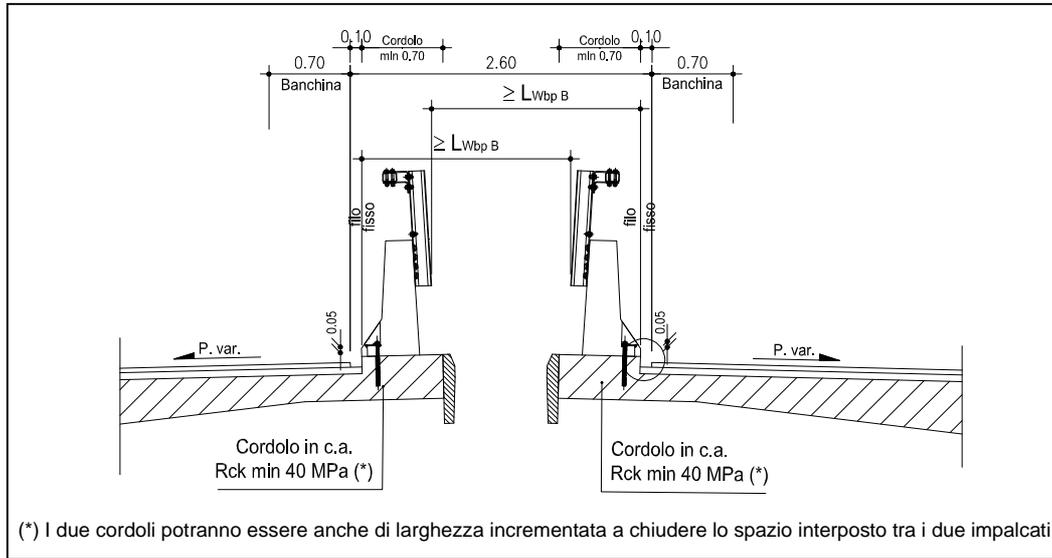


Figura 9: installazione standard delle barriere di sicurezza da opera d'arte nello spartitraffico

Tutte le varie tipologie di modalità di installazione delle barriere su opera d'arte, lungo i margini laterali e nello spartitraffico sono rappresentate nella tavola "Modalità di installazione delle barriere".

## 8. BARRIERE IN CORRISPONDENZA DI OSTACOLI

### 8.1 Ostacoli sul bordo laterale della piattaforma stradale

Lungo lo sviluppo dei bordi laterali del tratto stradale in esame sono presenti numerosi ostacoli. Questi sono rappresentati da cartelli di segnaletica, pali di illuminazione, montanti di portali di segnaletica, spalle e pile di cavalcavia e barriere acustiche.

Gli ostacoli citati sono caratterizzati dalla loro struttura e dalla collocazione rispetto alla piattaforma stradale (distanza dal margine) sulla base dei seguenti criteri:

- secondo la tipologia di struttura si possono considerare ostacoli che non necessitano di protezione con dispositivi di sicurezza le strutture di supporto aventi un momento di plasticizzazione alla base non superiore a 5.7 kN\*m (previa verifica che, in caso di caduta verso l'esterno della sede stradale non producano danni a terzi) e le strutture di sostegno testate ai sensi della EN 12767, e caratterizzate da:
  - ✓ una classe 100HE3, nelle sezioni autostradali e della viabilità interferita in trincea o in presenza di situazioni in cui la caduta della struttura all'esterno della sede stradale può causare danni a terzi;
  - ✓ una classe 100NE3, nelle sezioni autostradali e della viabilità interferita in rilevato in assenza di situazioni in cui la caduta della struttura all'esterno della sede stradale non può causare danni a terzi;
  - ✓ una classe almeno pari a 70LE3, nelle rotatorie e nei rami di approccio alle stesse in assenza di situazioni in cui la caduta della struttura all'esterno della sede stradale può causare danni a terzi.
  - ✓ una classe almeno pari a 70NE3, nelle rotatorie e nei rami di approccio alle stesse in assenza di situazioni in cui la caduta della struttura all'esterno della sede stradale non può causare danni a terzi.
- secondo la collocazione, si considerano ostacoli da proteggere solo quegli ostacoli che, non rientrando in una delle categorie di cui al punto precedente.

Per la protezione degli ostacoli si è adottata una barriera della classe corrente prevista in progetto (v. Tabella 10).

	Doc. N. 60060-00002-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO	REV. 00	FOGLIO 19 di 24
--	---------------------------------	--------------------	------------	--------------------

Tutti gli ostacoli quali cartelli di segnaletica, pali di illuminazione, montanti di portali di segnaletica, spalle e pile di cavalcavia e barriere acustiche sono stati posti nel progetto ad una distanza minima dal ciglio stradale di 2.10 m, compatibile con la deformazione delle barriere.

## 8.2 Protezioni in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie

Per le gallerie artificiali previste in progetto, è stata prevista la seguente protezione dell'imbocco:

**marginale laterale:** in progetto, all'interno della galleria, lungo il ciglio destro, è prevista la collocazione di un profilo redirettivo addossato al paramento verticale della galleria. A monte del portale di ingresso è presente uno sviluppo di 100 m di barriera di classe corrente per la protezione del bordo laterale a monte dell'ingresso. Prima dell'imbocco della galleria è prevista la realizzazione di un muro d'ala in c.a. sagomato, dello sviluppo di 10m, di altezza degradante con pendenza 3:1 da 3,00 m a 10 cm ed inclinato verso l'esterno della sede stradale con un angolo di 2° rispetto al bordo stradale. La riduzione di altezza del muro inizia ad 1 m di distanza rispetto al portale di ingresso. Il profilo redirettivo interno alla galleria prosegue lungo il muro d'ala avvicinandosi progressivamente alla parete verticale del muro (annullando cioè la distanza che è presente in galleria tra il retro del profilo redirettivo e la parete verticale). L'altezza del profilo redirettivo diminuirà progressivamente da 100 cm a 10 cm seguendo la riduzione di altezza del muro retrostante. La barriera presente lungo il bordo dell'autostrada a monte della galleria artificiale continua fino ad ancorarsi al profilo redirettivo nei pressi dell'imbocco della galleria. Il dettaglio della realizzazione della protezione è indicato con "Particolare 3" nella tavole dei tipologici di installazione delle barriere.

**marginale spartitraffico:** in progetto nelle gallerie in entrambe le carreggiate è prevista la collocazione sul margine interno di un profilo redirettivo in base a quanto previsto dal DM2001. La sagoma del profilo redirettivo coincide con quella della barriera NJ che viene collocata al di fuori della galleria. Per evitare che i veicoli in svio in prossimità dell'imbocco deformino la barriera e urtino la parete verticale del piedritto verrà realizzato un muro d'imbocco rastremato. Questo muro degrada a terra con pendenza massima di 1/3 a partire dal punto più alto del piedritto fino all'altezza di 1 m. In pianta le pareti verticali si allontanano progressivamente rispetto alla direzione di marcia dei veicoli con angolo a 2° fino a che la larghezza complessiva del muro non raggiunge il valore minimo di 20 cm. In fase esecutiva dovrà esser eventualmente studiato un sistema di irrigidimento dei moduli di barriera NJ prossimi all'imbocco per diminuire progressivamente la deformabilità della barriera. Il dettaglio della realizzazione della protezione è indicato con "Dettaglio 10" nella tavole dei tipologici di installazione delle barriere.

## 8.3 Protezione della pila del ponte canale esistente alla progressiva 2+450

In corrispondenza della progressiva 2+450 è stata riscontrata la necessità di preservare un'opera esistente non interessata da modifiche nell'ambito del presente PD. La pila dell'opera risulta posta lungo la trincea del margine in direzione Brescia, ad una distanza dal ciglio stradale di 1.30 m alla quota di 1.6 m dal piano pavimentato (quota dove viene valutata la posizione laterale massima della barriera) e ad una distanza di 0.97 m alla quota di 4.0 m (quota dove viene valutata la posizione laterale massima del veicolo o il VI, l'intrusione del veicolo). Nel tratto la classe di progetto delle barriere è H2, trattandosi di un tratto in trincea. Per la protezione della pila si è adottata una barriera da bordo laterale di classe incrementata, classe H3, che risulta avere, se urtata secondo la classe di progetto H2, una deformazione compatibile con l'ostacolo posto a tergo.

La barriera presa a riferimento<sup>3</sup> ha fatto registrare nella prova con veicolo pesante i seguenti valori di deformazione:

- ✓ W(H3) = 1.70 m
- ✓ VI(H3) = 1.70 m;

Società di Progetto  
Brebemi SpA

<sup>3</sup> Sono state adottate come riferimento le deformazioni della barriera H3BL attualmente installata sul margine del Lotto 0A, la CARH3BL3. Nel tratto potranno comunque essere installate barriere da bordo laterale che hanno caratteristiche equivalenti.

	Doc. N. 60060-00002-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO	REV. 00	FOGLIO 20 di 24
--	---------------------------------	--------------------	------------	--------------------

In questo caso la W di classe incrementata (H3) deve essere ricalcolata in modo tale da stimare la W rispetto all'urto corrispondente al livello di contenimento della classe di progetto (H2). La W corrispondente in classe H2 può essere calcolata come segue:  $W(H2) = [W(H3) - L_{barriera}] * 0.5 + L_{barriera}$  dove per  $L_{barriera}$  si intende la larghezza del dispositivo di ritenuta.

Mentre l'intrusione del veicolo VI in classe H2 può essere calcolata come segue:  $VI(H2) = VI * 0.5$

Da cui:

- ✓  $W(H2) = 0.99 \text{ m} < 1.30 \text{ m}$ , compatibile con la distanza dalla pila;
- ✓  $VI(H2) = 0.85 \text{ m} < 0.97 \text{ m}$ , compatibile con la distanza dalla pila;

#### 8.4 Protezione del margine tra le due rampe della tangenziale di Brescia all'interno ed in approccio al sottopasso della A4

Un altro punto in cui il progetto si interfaccia con un'opera esistente è all'interno dello scatolare che passa sotto il rilevato dell'Autostrada A4. Nello scatolare passano le due rampe da e per la tangenziale di Brescia, la sezione interna è stata divisa in modo da rendere le due carreggiate indipendenti, mediante un muro di larghezza 70 cm (massimo spazio disponibile tra le due carreggiate). Il muro è stato sagomato al piede con forma New Jersey, in modo da essere facilmente raccordato con i profili redirettivi posti nella trincea adiacente.

Per evitare il ribaltamento che in caso d'urto, il veicolo impattante può avere urtando un ostacolo indeformabile, si è provveduto ad adottare un'altezza minima del muro pari a 2 m.

#### 8.5 Protezione delle cuspidi di avvio dello spartitraffico in corrispondenza della barriera di esazione

Alla pk 5+240 dell'asse principale e all'intersezione tra le rampe da e per l'Autostrada A4 sono presenti le cuspidi di avvio delle barriere, per i veicoli provenienti/diretti al casello di esazione. Per la protezione delle cuspidi è stato previsto:

- all'inizio dello spartitraffico dell'asse, al km 5+240, per raccordare le barriere di sicurezza bifilari di tipo New Jersey previste nello spartitraffico, è stata operata una transizione che prevede, un tratto di rastremazione dei due filari di barriere con un angolo di 2° rispetto al verso di percorrenza, poi è stata previsto un tratto di barriera New Jersey monofilare (in continuo con il filare in direzione Milano) ed un ed un manufatto speciale di raccordo tra la barriera monofilare e il terminale speciale testato posto a protezione dell'avvio del New Jersey (quest'ultimo dovrà essere studiato in dettaglio con il fornitore delle barriere nelle fasi successive della progettazione). Trattandosi di un avvio di barriera New Jersey percorso dai veicoli in senso bidirezionale, si è prevista una protezione mediante un Terminale Speciale Testato di tipo "bifacciale", utilizzabile nello spartitraffico perchè potenzialmente urtabile su entrambi i lati;
- per la cuspidi tra le due rampe da e per l'Autostrada A4, si prevede sempre un tratto di barriera New Jersey monofilare che si raccorda alle barriere metalliche delle due rampe, mentre dal lato del piazzale, come per il punto precedente, l'avvio del monofilare New Jersey è previsto mediante un manufatto speciale di raccordo tra la barriera monofilare e il terminale speciale testato.

### 9. ELEMENTI DI PROTEZIONE COMPLEMENTARI

#### 9.1 Terminali

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

In linea prioritaria, dovranno essere utilizzati i sistemi terminali previsti dal produttore, a condizione che questi risultino inclinati verso l'esterno dell'arginello con un angolo di 5°. Non dovranno essere utilizzati terminali degradanti a terra che possono andare a configurare una "rampa di lancio" per un eventuale veicolo in svio.

I terminali semplici di cui sopra non sono parte del sistema testato ai sensi della norma EN1317-2 e non devono essere confusi con gli eventuali sistemi di ancoraggio che possono essere presenti durante il crash che, non essendo testati rispetto ad eventuali urti frontali, non garantiscono alcun livello di sicurezza come elementi terminali installati su strada.

In relazione al fatto che il blocco terminale, per quanto deviato verso l'esterno della strada, è costituito dagli stessi elementi longitudinali e dagli stessi montanti della barriera corrente, lo stesso è considerato come parte dello sviluppo di barriera indicato in planimetria fino all'elemento curvo, come mostrato in Figura 10 dove il punto finale considerato in progetto come "barriera corrente" è evidenziato con una freccia rossa.

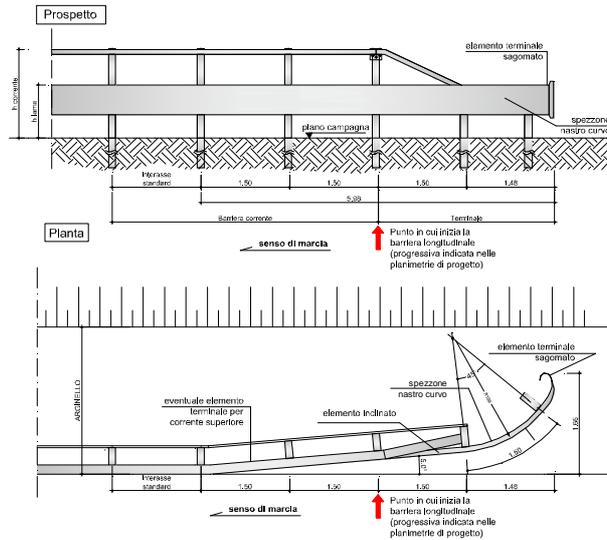


Figura 10: elemento terminale di avvio in rilevato

Gli elementi terminali di fine (Figura 11) possono essere usati solo come elementi di chiusura delle barriere nella direzione opposta al traffico (nelle carreggiate monodirezionali) o nel caso di fine delle barriere in un accesso privato sulla viabilità interferita (dopo aver deviato le barriere dalla carreggiata della strada ad uso pubblico). In nessun caso dovrà essere previsto un terminale di fine impianto esposto al traffico di uno qualunque dei sensi di marcia ammessi nelle strade ad uso pubblico. Per minimizzare gli effetti del possibile impatto contro questo elemento (nel caso di circolazione "anomala" in presenza di un cantiere o anche per urti a bassissime velocità) si è ritenuto comunque opportuno sostituire il tradizionale elemento terminale "a manina" con uno scatolare chiuso montato su una lama avente la parte terminale asolata.

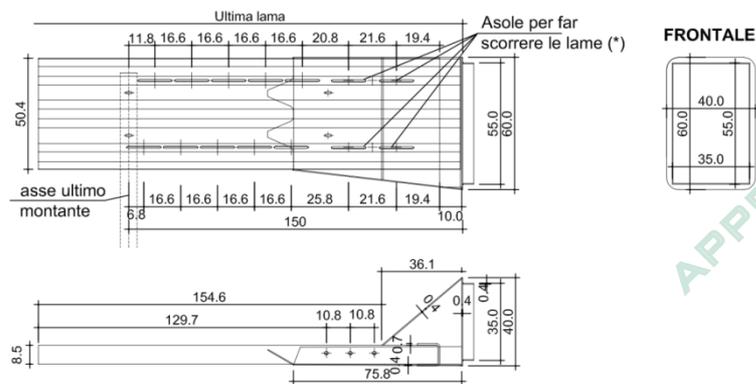


Figura 11: elemento terminale di fine impianto (tradizionale "a manina" non ammesso in progetto) a sx e soluzione prevista in PD a dx)

## 9.2 Transizioni

Le transizioni tra barriere di tipo diverso non sono attualmente prodotti soggetti a prova o a marcatura CE ma sono elementi di raccordo tra dispositivi diversi che devono rispondere a specifici requisiti di carattere geometrico e funzionale:

- La lunghezza della transizione dovrà essere almeno pari a 12.5 volte la differenza tra le deformazioni dinamiche delle due barriere accoppiate. Nel caso di barriere di classe diversa la lunghezza è definita come 12.5 volte la differenza tra la deflessione dinamica della barriera di classe inferiore e la deflessione dinamica della barriera di classe superiore normalizzata alla classe inferiore per mezzo dei seguenti coefficienti ( $C_D$ ):
  - ✓ H4 con H3:  $C_D = 0.9$
  - ✓ H4 con H2:  $C_D = 0.45$

Barriera di classe superiore  
Zaboni SPA

	Doc. N. 60060-00002-A00.docx	CODIFICA DOCUMENTO	REV. 00	FOGLIO 22 di 24
--	---------------------------------	--------------------	------------	--------------------

✓ H3 con H2:  $C_D = 0.5$

- La rigidezza all'interno di qualunque tipo di transizione dovrà variare gradualmente da quella del sistema meno rigido a quella del più rigido;
- Il collegamento tra gli elementi longitudinali "resistenti" delle 2 barriere deve essere fatto per mezzo di elementi di raccordo inclinati sul piano verticale di non più del 8% (circa 4.6°) e non più di 5° sul piano orizzontale. 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 "resistenti" i correnti superiori con esclusiva funzione di antiribaltamento (arretrato in modo sostanziale rispetto alla lama sottostante) ed i correnti inferiori pararuota;
- Il produttore dovrà garantire che la transizione proposta sia caratterizzata dalla continuità e dalla graduale variazione di resistenza e di rigidezza degli elementi longitudinali "resistenti";
- tutte le transizioni tra barriere metalliche di diverso tipo dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal produttore, curando che non rimangano in alcun caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere;
- l'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione dovrà avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal produttore, avendo cura di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione;
- nel caso particolare di transizioni tra barriere che prevedono il corrente superiore e barriere che non lo prevedono (ove necessario) quest'ultimo dovrà essere raccordato con un pezzo speciale terminale sagomato e vincolato al paletto della barriera senza corrente superiore ubicato al termine della transizione, a tergo della medesima.

Per quanto attiene alle "ali" delle opere d'arte possono essere adottati i "dispositivi misti" secondo il D.M. 21.6.2004 (barriera bordo ponte accoppiata a barriera bordo laterale o spartitraffico di pari classe) adottando come lunghezza di funzionamento (Lf) la maggiore tra quelle dei dispositivi da installare ed avendo cura di verificare che la transizione tra barriera bordo ponte e barriera da bordo laterale garantisca continuità strutturale.

In attesa della definizione normativa di una specifica modalità di prova per verificare l'effettiva sussistenza della continuità strutturale richiesta, una transizione potrà essere considerata "strutturalmente continua" laddove il sistema realizzato dall'affiancamento dei due dispositivi (bordo opera e bordo laterale o spartitraffico) preveda:

- l'utilizzo di barriere dello stesso materiale;
- la continuità degli elementi longitudinali "resistenti" che dovrebbero avere, in generale, lo stesso profilo. Tale requisito è inderogabile per la lama principale. Per gli altri potranno essere adottati pezzi speciali di raccordo;
- una differenza di quota tra gli elementi longitudinali "resistenti" delle 2 barriere non superiore a 20 cm.

In fase di Progettazione Esecutiva le transizioni dovranno essere evidenziate planimetricamente e il loro sviluppo dovrà essere calcolato sulla base della deformazione dinamica dei dispositivi da installare.

Nelle palnimerie di progetto le transizioni sono state indicate con una lunghezza di 4.5 m, lunghezza media di una lama.

Salvo condizioni specifiche da approvare preventivamente a cura della Direzione Lavori, è ammessa una transizione diretta tra due barriere di classe diversa solo se queste differiscono di non più di due classi (es: è ammessa H4 con H2 ma non con H1).

Per quanto attiene alle modalità di computo delle transizioni, che non costituiscono un prodotto a sé stante, è prassi computarle con la classe di barriera superiore (o con la barriera da bordo opera, nel caso di transizione tra bordo opera e bordo laterale) in quanto si tratta di pezzi speciali con caratteristiche strutturali intermedie tra le due. Dal punto di vista funzionale la transizione è però da equiparare alla barriera di classe inferiore e deve pertanto essere realizzata al di fuori delle "ali" o oltre l'ultimo punto che richiede la classe di protezione superiore.

## 10. REQUISITI PRESTAZIONALI DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA DA INSTALLARE

Nel Progetto Definitivo delle barriere di sicurezza dell'asse principale e degli svincoli sono previsti dispositivi aventi i requisiti prestazionali indicati in Tabella 11 ed aventi i valori di deformabilità riportati in Tabella 12.

Tutte le barriere da bordo laterale sono di tipo metallico a nastri. Le H2, H3 ed H4 devono essere tali da poter garantire la realizzazione di un dispositivo misto con le omologhe da bordo opera d'arte secondo i criteri dati nel paragrafo 5. Le barriere da bordo opera sono tutte del tipo metallico a nastri con eccezioni

Società di Progetto  
Ingegneri SPA



della barriera prevista nello spartitraffico dei ponti e dei viadotti per i quali è prevista una barriera in calcestruzzo di tipo New Jersey.

Tutti gli attenuatori d'urto previsti in progetto sono di tipo redirettivo (di classe 50 o 100 a seconda dei casi) con livello di severità dell'impatto non superiore a B.

Il dispositivo adottato per la protezione del varco apribile deve essere una barriera assoggettata a prove di crash ai sensi della norma ENV 1317-4, o alla norma eventualmente emessa dal CEN in sostituzione della ENV 1317-4, se pubblicata prima della fornitura dei dispositivi, in classe H2 con livello di severità dell'urto pari ad A.

Requisiti del Dispositivo	Classe minima	Destinazione	ASI	Altri Requisiti
a	N2	BL	A	Def. Dinamica $\leq 1.50$ m; larghezza montante $\leq 8$ cm; Infissione montante $\leq 0.91$ m; Larghezza barriera $\leq 0.30$ m; Baricentro lama $\leq 0.68$ m
b	H2	BL	A	Def. Dinamica $\leq 1.10$ m; larghezza montante $\leq 8$ cm; Infissione montante $\leq 0.91$ m; Larghezza barriera $\leq 0.30$ m; Baricentro lama $\leq 0.68$ m
c	H3	BL	A	Def. Dinamica $\leq 1.50$ m; larghezza montante $\leq 8$ cm; Infissione montante $\leq 0.74$ m; Larghezza barriera $\leq 0.30$ m; Baricentro lama $\leq 1.10$ m
d	H4	BL	A	Def. Dinamica $\leq 1.20$ m; larghezza montante $\leq 8$ cm; Infissione montante $\leq 0.74$ m; Larghezza barriera $\leq 0.30$ m; Baricentro lama $\leq 1.10$ m
e	H2	BL	A	$W \leq LW_{bl-A}$ [vedi NOTA 1]
f	H3	BL	A	$W \leq LW_{bl-A}$ [vedi NOTA 1]
g	H4	BL	A	$W \leq LW_{bl-A}$ [vedi NOTA 1]
h	H2	BP	$\leq B$	Prova di crash del dispositivo con larghezza del cordolo efficace $\leq 70$ cm e vuoto a tergo (**).
i	H3	BP	$\leq B$	Prova di crash del dispositivo con larghezza del cordolo efficace $\leq 70$ cm e vuoto a tergo (**).
j	H4	BP	$\leq B$	Prova di crash del dispositivo con larghezza del cordolo efficace $\leq 70$ cm e vuoto a tergo (**).
k	H2	BP	$\leq B$	$W \leq LW_{bp-B}$
l	H3	BP	$\leq B$	$W \leq LW_{bp-B}$
m	H4	BP	$\leq B$	$W \leq LW_{bp-B}$
n	H3	BP	$\leq B$	Dispositivo già testato con rete di protezione. Prova di crash del dispositivo con larghezza del cordolo efficace $\leq 70$ cm e vuoto a tergo (**).
o	H4	BP	$\leq B$	Dispositivo già testato con rete di protezione. Prova di crash del dispositivo con larghezza del cordolo efficace $\leq 70$ cm e vuoto a tergo (**).
p	H4	BL	A	$W \leq LW_{bl-A}$
q	H4	BP	$\leq B$	Prova di crash del dispositivo con larghezza del cordolo efficace $\leq 70$ cm e vuoto a tergo (**). $W \leq LW_{bp-B}$
r	qualunque	BL	A	$W$ leggero $\leq 1,40$ m
s	H4	SP	$\leq B$	Barriera New Jersey in cls; Tipo bifilare; larghezza dispositivo $\leq 2.60$ m; $W \leq 2.70$ m
t	H4	BP	$\leq B$	Barriera tipo New Jersey in calcestruzzo (H4NJ BPCLS); Prova di crash del dispositivo con larghezza del cordolo efficace $\leq 70$ cm e vuoto a tergo (**); $W \leq LW_{bp-B}$
u	H3	BP	$\leq B$	Barriera tipo polifunzionale (Barriera di sicurezza + barriera acustica); Prova di crash del dispositivo con larghezza del cordolo efficace $\leq 70$ cm e vuoto a tergo (**);
<p>NOTA 1: Si applica nel caso di ostacoli che potrebbero interferire con il corretto funzionamento delle barriere di sicurezza (barriere acustiche, pali di illuminazione, strutture portanti della segnaletica, reti di protezione, parapetti, muri, spalle e pile). Nel caso in cui il blocco di fondazione degli ostacoli a tergo non consenta la corretta infissione dei montanti si dovrà applicare il Dettaglio C.</p> <p>In presenza di ostacoli isolati ad una distanza compresa tra <math>LW_{bl-B}</math> e <math>LW_{bl-A}</math> potrà essere utilizzata una barriera con <math>ASI \leq B</math> e posizione laterale massima del dispositivo <math>\leq LW_{bl-B}</math>.</p> <p>In presenza di ostacoli ad una distanza compresa tra <math>LW_{bp-B}</math> e <math>LW_{bl-B}</math> dovrà essere adottato il dettaglio C.</p>				
<p>(*) - Ad eccezione delle barriere di classe N2, e tipo New Jersey in cls (requisiti s, t) dovranno essere impiegati dispositivi con nastro longitudinale principale a tripla onda, in modo da favorire il collegamento tra barriere di diversa tipologia.</p> <p>- Ad eccezione delle barriere di classe H2, dovranno essere impiegati dispositivi bordo laterale (BL) e bordo ponte (BP) strutturalmente continui (v. Nota 2, della tavola DETTAGLI)</p>				
<p>(**) Per cordolo efficace si intende la larghezza del cordolo collaborante ai fini del funzionamento del sistema di ancoraggio nella prova di crash. La distanza dei singoli ancoranti dai bordi del cordolo non deve essere minore dei valori di crash</p>				

Tabella 11: requisiti dei dispositivi

	N2	H2	H3	H4	H4NJ BPCLS
LWbl-A	1,70	1,30	1,70	1,70	-
LWbl-B	n.d.	n.d.	n.d.	1,80	-
LWbp-B	n.d.	1,60	1,70	1,70	1,60

Tabella 12: deformabilità dei dispositivi

Ai sensi del D.M. 28.6.2011 è stato previsto solo l'impiego di barriere di sicurezza ed attenuatori d'urto dotati, all'atto della fornitura, di marcatura CE ai sensi della norma EN 1317-5. Le barriere con rete integrata dovranno essere dotate di marcatura CE ai sensi della EN1317-5 nella configurazione con rete.

I terminali speciali testati da impiegare nel presente appalto da utilizzare, solo nelle situazioni puntuali dove è previsto in progetto o a seguito di specifica richiesta della DL, sono terminali speciali testati di tipo "bifacciale" da spartitraffico: per questi dispositivi le modalità di prova dovranno essere le A di cui al prospetto 1 della norma ENV 1317-4:2001 o equivalenti (Frontale 1/4 con disassamento veicolo verso il lato della strada; Laterale, 15°; Laterale, 165°). Il terminale dovrà essere appositamente progettato per essere usato nello spartitraffico e potenzialmente urtato su entrambi i lati.

Le barriere amovibili per varchi ed i terminali speciali testati previsti in progetto, per i quali, alla data di redazione del presente progetto, non è ancora prevista la marcatura CE ai sensi della norma EN 1317-4, dovranno essere dotati di omologazione, ai sensi del D.M. 2367 del 21.6.2004 o, in assenza di omologazione, dovranno essere stati sottoposti con esito positivo alle prove d'urto prescritte dalla norma ENV 1317-4, o alla norma eventualmente emessa dal CEN in sostituzione della ENV 1317-4, se pubblicata prima della fornitura dei dispositivi. In questo caso i rapporti di prova devono essere verificati, ai sensi del decreto ministeriale 21.6.2004 e del relativo allegato tecnico, da parte della stazione appaltante prima della fornitura dei prodotti da installare.

APPROVATO SDP

Società di Progetto  
Brebemi SpA

