

allegato n. <b>8.1</b>	titolo abbreviato: <b>SP EX SS N 415 - LOTTO 3</b>	
---------------------------	---	--



**PROVINCIA DI CREMONA**  
**SETTORE INFRASTRUTTURE STRADALI**

**S.P. ex S.S. n. 415 "PAULLESE"**  
**AMMODERNAMENTO TRATTO "CREMA-SPINO D'ADDA"**

**LOTTO N. 3 - "NUOVO PONTE SUL FIUME ADDA"**  
**LAVORI DI RADDOPPIO DEL PONTE SUL FIUME ADDA**  
**E DEI RELATIVI RACCORDI IN PROVINCIA DI CREMONA E LODI**

0	prima emissione			MAGGIO 2016
emissione	descrizione	disegnato	data emissione	
livello: <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		codice CUP: <b>G41B03000270002</b>		
elaborato: <b>RELAZIONE TECNICA DELLE BARRIERE DI SICUREZZA</b>		codice: <b>SS415-D-U-150</b>		
		allegato n.:	scala:	
		<b>8.1</b>		
IL PROGETTISTA SPECIALISTICO	IL PROGETTISTA GENERALE	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	data	
(Ing. Davide Pisana)	(Ing. Davide Pisana)	(Ing. Roberto Vanzini)	<b>27 MAG. 2016</b>	
Percorso file: U:\avori\091\Projects\SS415\PONTE SPINO\Definitivo_CRIB.1_RELAZIONE TECNICA DELLE BARRIERE DI SICUREZZA.doc				

## INDICE

<b>1) Scopo del lavoro .....</b>	<b>2</b>
<b>2) Normativa di riferimento .....</b>	<b>2</b>
<b>3) Criteri di scelta secondo la normativa vigente .....</b>	<b>3</b>
<b>4) Barriere di sicurezza di progetto .....</b>	<b>7</b>
<b>5) Barriere antirumore .....</b>	<b>8</b>

## 1) Scopo del lavoro

La presente relazione illustra il progetto definitivo dell'installazione delle barriere di sicurezza stradale che si prevedono di adottare nell'ambito dei lavori di raddoppio del ponte sul fiume Adda e dei relativi raccordi in Provincia di Cremona e Lodi.

L'intervento di raddoppio prevede l'allargamento in sede dell'esistente ex S.S. n. 415 per uno sviluppo di circa 1.600 m portando la strada da una a due corsie per senso di marcia in prosecuzione del tratto già oggetto di riqualifica in territorio cremonese. Per il tratto a scavalco del fiume Adda è prevista la realizzazione di un nuovo ponte che verrà collocato tra quello attualmente in servizio e il ponte storico in muratura anch'esso oggetto di lavori di consolidamento e restauro nell'ambito della presente progettazione definitiva.

Le barriere di sicurezza del ponte attualmente in servizio ad una corsia per senso di marcia verranno sostituite e adeguate alla vigente normativa.

L'attuale riqualifica della ex statale interesserà anche due sottopassi: il primo sul lato cremonese già realizzato nell'ambito dei lavori del 2° Lotto Dovera – Spino d'Adda e il secondo, in territorio lodigiano (a seguire denominato sottopasso di *Bisnate*), da realizzare nell'ambito della presente progettazione.

Saranno, altresì, realizzate delle strade di servizio, per garantire i transiti dei mezzi agricoli e dei velocipedi.

L'asse stradale sarà caratterizzato da una sezione tipo B1 (strade extraurbane principali), con velocità massima consentita pari a 110 km/h.

## 2) Normativa di riferimento

Come indicato nella recente Circolare Ministeriale del 21.07.2010 *"Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali"*, le prescrizioni tecniche che dirigono la progettazione e l'installazione dei dispositivi di sicurezza sono fondamentalmente contenute nella seguente normativa di riferimento:

- **D.M. 18.02.1992 n. 223** *"Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza"* (G.U. 16.03.1992, n. 63);
- **D.M. 03.06.1998 n. 3256** *"Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza. Prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione"* (G.U. 29.10.1998, n. 453);
- **D.M. 11.06.1999 n. 3606** *"Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, omologazione e impiego delle barriere stradali di sicurezza"*;
- **D.M. 21.06.2004 n. 2367** *"Aggiornamento delle 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"* (G.U. 05.08.2004, n. 182);
- **D.M. 28.06.2011** *"Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale"* (G.U. 06.10.2011, n. 233);
- **Circolare 25.08.2004 n. 3065** *"Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali"*;
- **Circolare 05.10.2010 Prof n. 80173** *"Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali. Aggiornamento norme comunitarie UNI EN 1317, parti 1, 2 e 3 in ambito nazionale"*;
- **Circolare 21.07.2010 Prof n. 62032** *"Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali"*;
- **UNI EN 1317-1** *"Barriere di sicurezza stradali: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova"*;
- **UNI EN 1317-2** *"Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza"*;
- **UNI EN 1317-3** *"Barriere di sicurezza stradali: classi di prestazioni, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto"*;
- **UNI EN 1317-4** *"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** "Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per i sistemi di contenimento dei veicoli".
- **D.M. 05.11.2001** "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
- **D.M. 19.04.2006** "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";

### 3) Criteri di scelta secondo la normativa vigente

La presente progettazione rientra nel campo di applicazione previsto dall'art.2 del D.M. 223/1992 in quanto trattasi di "adeguamento di tratti significativi di tronchi stradali esistenti".

Nelle costruzioni stradali, le barriere di sicurezza e gli altri dispositivi di ritenuta sono posti in opera essenzialmente al fine di realizzare per gli utenti della strada accettabili condizioni di sicurezza in rapporto alla configurazione del solido stradale e delle sue pertinenze, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.

Le scelte progettuali sono state effettuate nel rispetto dei riferimenti normativi vigenti in materia e in analogia ai criteri tecnico - funzionali già adottati nell'ambito degli interventi di adeguamento della Paulese 1° lotto tra Crema e Dovera e del 2° lotto tra Dovera e Spino d'Adda.

Le barriere sono classificate in relazione a tre parametri principali, che vengono rilevati con particolari tecniche di misura durante le prove di crash-test e che definiscono oggettivamente il comportamento del dispositivo:

- il Livello di Contenimento;
- il Livello di Severità dell'Impatto;
- la Deformazione, espressa dalla larghezza operativa.

In conformità al D.M. 03.06.1998, integrato e modificato dal successivo D.M. 11.06.1999 e dal successivo D.M. n. 2367 del 21.06.2004, le zone da proteggere con appositi dispositivi di ritenuta riguardano i seguenti elementi:

- i margini di tutte le opere d'arte all'aperto quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna;
- lo spartitraffico ove presente;
- il margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m; quando le scarpate presentano pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi di materiale pericoloso o simili);
- gli ostacoli fissi (frontali o laterali) che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, etc, ed i manufatti, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, etc, che in caso di fuoriuscita o urto dei veicoli potrebbero subire danni comportando quindi pericolo anche per i non utenti della strada.

L'art. 1 del D.M. 21.06.2004, divide i dispositivi di ritenuta, a seconda della loro destinazione ed ubicazione, nelle seguenti tipologie:

- a) barriere centrali da spartitraffico;
- b) barriere laterali;
- c) barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.;
- d) barriere o dispositivi per punti singolari, quali barriere per chiusura varchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, letti di arresto o simili, terminali speciali, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, dispositivi per zone di transizione e simili.

Fatta eccezione per le barriere di cui al punto c), per le quali devono comunque essere usate protezioni delle classi H2, H3, H4, la scelta dei dispositivi di sicurezza deve essere operata tenendo conto della loro destinazione e ubicazione, del tipo e delle caratteristiche dell'infrastruttura stradale, nonché di quelle di traffico che interesserà la generica strada.

Le barriere, in relazione al Livello di contenimento Lc, vengono così classificate:

CLASSE	LIVELLO DI CONTENIMENTO	
	Lc	Tipologia di contenimento
<b>N1</b>	44 kJ	minimo
<b>N2</b>	82 kJ	medio
<b>H1</b>	127 kJ	normale
<b>H2</b>	288 kJ	elevato
<b>H3</b>	463 kJ	elevatissimo
<b>H4</b>	572 kJ	per tratti ad altissimo rischio

In base all'art. 2 del D.M. 03.06.1998 n.3256 il livello di contenimento è definito come l'energia cinetica posseduta dal mezzo all'atto dell'impatto (calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale al dispositivo) espressa dalla seguente relazione:

$$Lc = \frac{1}{2} M (v \sin \Phi)^2$$

dove:

Lc = livello di contenimento [kJ];

M = massa del veicolo [t];

v = velocità di impatto [m/s];

$\Phi$  = angolo d'impatto.

Nello specifico, in ragione del Traffico Giornaliero Medio TGM e della percentuale di veicoli con massa superiore a 3500 kg, il tipo traffico, che determina la scelta della barriera, sarà distinto nei seguenti livelli:

Livello di traffico	TGM	% veicoli con massa > 3,5 t
<b>I</b>	≤ 1000	Qualsiasi
<b>I</b>	> 1000	≤ 5
<b>II</b>	> 1000	5 < n ≤ 15
<b>III</b>	> 1000	> 15

La tabella che segue riporta invece in funzione del tipo di strada, del livello di traffico e della destinazione del dispositivo, le classi minime da impiegare:

Tipo di strada	Livello di traffico	Destinazione barriera		
		spartitraffico	bordo laterale	bordo ponte <sup>(1)</sup>
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	<b>H3-H4 <sup>(2)</sup></b>	<b>H2-H3 <sup>(2)</sup></b>	<b>H3-H4 <sup>(2)</sup></b>
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

(1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale

(2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista

Per quanto attiene alla severità degli urti il D.M. 21.06.2004 prevede che le barriere siano classificate in funzione dei valori assunti dagli indici:

- A.S.I. – Indice di Severità della Accelerazione
- T.H.I.V. – Indice di Velocità Teorica della Testa
- P.H.D. – Indice di Decelerazione della Testa dopo l'Impatto

come definiti nelle norme UNI EN 1317 parti 1 e 2.

In particolare la norma UNI EN 1317-2 prevede la seguente classificazione delle barriere in termini di severità degli urti:

Livello di severità dell'urto	Valori degli indici		
A	A.S.I. ≤ 1.0	T.H.I.V. ≤ 33 km/h	P.H.D. ≤ 20g
B	A.S.I. ≤ 1.4		

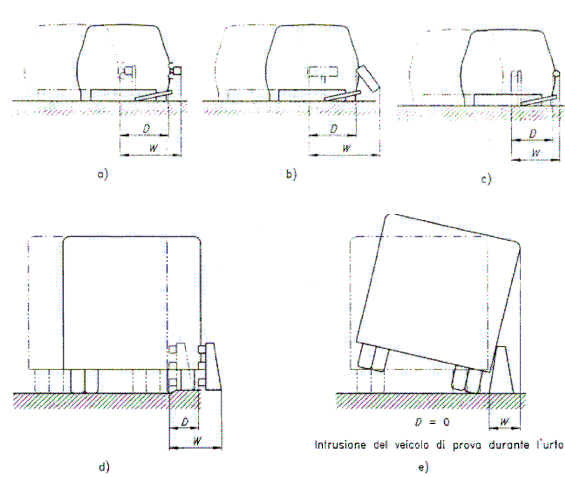
La citata UNI EN 1317-2 chiarisce inoltre che:

- *"il livello di severità d'urto A garantisce un maggior livello di sicurezza per gli occupanti di un veicolo che esce di strada rispetto al livello B e viene preferito quando altre considerazioni si equivalgono";*
- *"in luoghi pericolosi specifici in cui il contenimento di un veicolo che esce di strada (come un camion di trasporto pesante) è la considerazione principale, può essere necessario adottare e installare una barriera di sicurezza senza un livello di severità d'urto specifico. I valori degli indici registrati nella prova della barriera di sicurezza, tuttavia, devono essere citati nel resoconto di prova".*

In termini di deformabilità si fa invece riferimento a due parametri desunti dalle prove di crash-test:

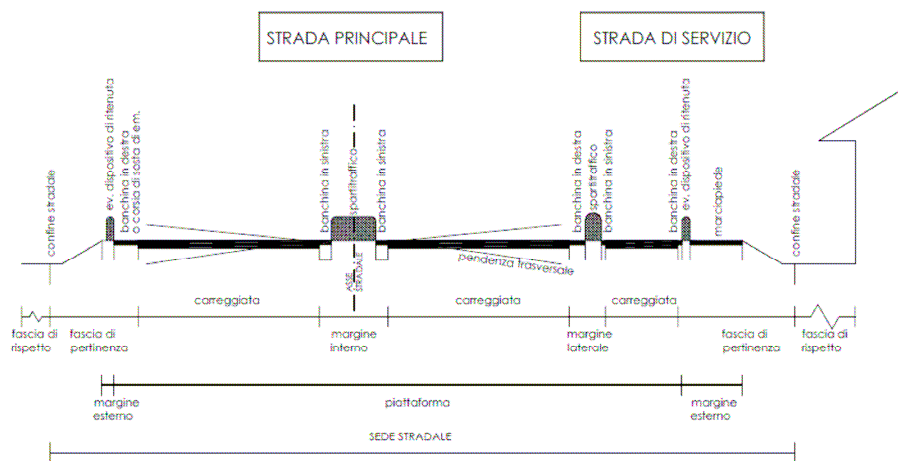
- la deflessione dinamica D è lo spostamento dinamico laterale massimo del lato della barriera rivolto verso il traffico;
- la larghezza operativa o larghezza utile W definita come la distanza tra la posizione iniziale del frontale del sistema di contenimento e la massima posizione dinamica di qualsiasi componente principale del sistema; se il corpo del veicolo si deforma dietro la barriera di sicurezza, cosicché quest'ultima non può essere usata per la misurazione della larghezza operativa, deve essere presa in alternativa la posizione laterale massima di qualunque parte del veicolo.

Classi dei Livelli di Larghezza Utile	Livelli di Larghezza Utile W [m]
W1	$W \leq 0.6$
W2	$W \leq 0.8$
W3	$W \leq 1.0$
W4	$W \leq 1.3$
W5	$W \leq 1.7$
W6	$W \leq 2.1$
W7	$W \leq 2.5$
W8	$W \leq 3.5$



Deflessione dinamica ( $D$ ) e Larghezza operativa ( $W$ )

Per quanto riguarda, infine, l'installazione, si precisa che ai sensi del D.M. 05.11.2001, il dispositivo di ritenuta deve essere "contenuto all'interno dello spartitraffico o del margine esterno alla piattaforma". Il significato dei termini è chiarito dall'illustrazione, contenuta nello stesso decreto e di seguito riportata:



Definizione illustrativa degli elementi componenti lo spazio stradale

Ai fini dell'individuazione della tipologia di barriere da adottare sono stati considerati il Traffico Giornaliero Medio (TGM), la percentuale di veicoli con massa > 3500 kg, la pendenza delle scarpate, l'altezza del rilevato stradale.

Sono stati inoltre presi in considerazione i seguenti aspetti puntuali al fine di valutare le larghezze operative da garantire per ciascuna tipologia di barriera tale da non avere alcuna interazione con gli elementi esterni alla sede stradale in caso di svio del veicolo:

- presenza di elementi rigidi quali pali di illuminazione, testate di manufatti, muri di sostegno;
- presenza di recinzioni e parapetti;
- presenza di fossi irrigui e accessi carrai.

In corrispondenza di cordoli di manufatti o di muri di sostegno ove non sia possibile installare un dispositivo bordo ponte con una lunghezza minima pari a quella effettivamente testata, in conformità all'art. 6 del D.M. 21.06.2004, si prevede di raggiungere l'estensione minima attraverso una barriera bordo laterale di pari classe di contenimento (o di classe ridotta - H3 - nel caso di affiancamento a barriere bordo ponte di classe H4), garantendo inoltre la continuità strutturale. L'estensione minima che il tratto di dispositivo "misto" dovrà raggiungere sarà costituita dalla maggiore delle lunghezze prescritte nelle omologazioni dei due tipi di dispositivo da impiegare.

#### 4) Barriere di sicurezza di progetto

Nei mesi di agosto e settembre 2015 sono state effettuate due campagne di rilievo dei dati di traffico veicolare in corrispondenza della progressiva km 17+400 circa della Paullese nel tratto immediatamente successivo (in direzione Lodi) rispetto al limite dell'intervento di raddoppio che ha interessato il lotto Il Dovera – Spino d'Adda.

I dati rilevati sono stati i seguenti:

- 18-24 agosto 2015: TGM = 17.952 vv/g; veicoli pesanti = 13,8 %
- 15-21 settembre 2015: TGM = 27.308 vv/g; veicoli pesanti = 15,5 %

Verificato che il primo rilievo risulta influenzato dal periodo di scarico legato alla chiusura di gran parte delle attività per la stagione estiva, per la viabilità principale si assume, pertanto, un livello di traffico di tipo III (TGM > 1000, percentuale veicoli pesanti maggiore del 15%).

##### Barriere bordo laterale

**H2 BL W4 in acciaio:** in presenza di margini laterali con e senza ostacoli quali pali di illuminazione, recinzioni e parapetti (gli elementi rigidi saranno comunque posizionati ad una distanza minima di 1,50 m dal ciglio bitumato della banchina destra e pertanto risulteranno esterni alla larghezza operativa della barriera W4 che è pari a 1,3 m);

**H3 BL W5 in acciaio:** in continuità a passaggi su cordoli di opere d'arte (sottopasso di Spino d'Adda e sottopasso per Bisnate) per garantire la lunghezza minima di funzionamento in caso di installazione di barriere bordo ponte classe H4 per sviluppi inferiori a quelle corrispondenti al crash-test; come elementi di transizione tra barriera bordo ponte in classe H4 e barriera bordo laterale in classe H2 (anche nel caso di lunghezze di installazione su opera d'arte superiori alla lunghezza minima di funzionamento per garantire un passaggio graduale tra i diversi livelli di contenimento e le diverse geometrie degli elementi).

##### Barriere bordo ponte

**H4 BP W4 in acciaio:** lungo i margini esterni di entrambe le carreggiate in corrispondenza del ponte sul fiume Adda e in presenza di passaggi su cordoli di opere d'arte (sottopasso di Spino d'Adda e sottopasso per Bisnate);

**H4b BP W5 monofilare New Jersey:** lungo i margini interni di entrambe le carreggiate in corrispondenza del ponte sul fiume Adda (tipo ABESCA NJBPH4 con corrimano in acciaio);

**H3 BP W5 in acciaio:** in corrispondenza di passaggi su cordoli di opere d'arte (muri di sostegno, muri di testate manufatti).

##### Barriere spartitraffico

**H4b W7 monofilare New Jersey:** lungo i tratti in rilevato (tipo ABESCA ET100-H4b profilo simmetrico) L'impiego della barriera monofilare necessita di uno spazio disponibile per la deformazione così individuato:

$$S = 2 \times W - D$$

con

W = larghezza operativa da crash-test (per barriera modello ET100 H4b si ottiene W = 250 cm)

D = larghezza barriera (per barriera modello ET100 H4b pari a 62 cm)

Si ottiene

$S = 2 \times W - D = 438$  cm contenuto entro la larghezza complessiva di 450 cm disponibile tra le due linee di margine delle corsie di sorpasso.

Relativamente alle barriere tipo New Jersey, le transizioni lungo i margini interni della piattaforma stradale, tra il profilo monofilare spartitraffico e le barriere bordo ponte saranno realizzate con elementi di raccordo speciali previsti dalle ditte produttrici delle barriere stradali.



### Attenuatori d'urto

In corrispondenza del passaggio da singola carreggiata a doppia carreggiata, sul versante lodigiano, in testata allo spartitraffico si prevede l'installazione di un attenuatore d'urto di **classe 80** testato secondo la norma EN 1317-3.

### Transizioni

Le transizioni tra barriere in acciaio di classe o destinazione diversa (bordo ponte / bordo laterale) dovranno essere realizzate attraverso pezzi speciali che garantiscano la continuità strutturale curando i dettagli in modo da assicurare, sempre entro certi limiti, il contenimento dei danni dovuti a urti per fuoriuscite di veicoli dalla carreggiata.

Indicazioni ed elaborati grafici dettagliati su tali elementi sono rimandate al successivo livello di progettazione.

### Procedure d'installazione

La posa delle barriere tipo bordo ponte sul ponte esistente sul fiume Adda dovrà essere preceduta dalla rasatura dei cordoli in c.a. esistenti. Al fine di verificare le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo di tali cordoli, su cui dovranno essere fissati i nuovi dispositivi bordo ponte, si dovranno eseguire, preliminarmente all'inghisaggio dei tirafondi, delle prove di pull out lungo entrambi i lati della carreggiata in ragione di almeno una ogni 50 m di sviluppo.

Le lunghezze dei dispositivi indicate negli elaborati 8.2 e 8.3, allegati al Progetto Definitivo dell'opera, sono state calcolate facendo riferimento alle lunghezze minime di installazione previste nelle prove dal vero (crash test) delle barriere di sicurezza stradale in acciaio della ditta Marcegaglia s.p.a..

L'eventuale utilizzo di dispositivi di altro fabbricante dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione dei Lavori previa verifica delle lunghezze minime di installazione previste nelle relative prove di crash test.

Per la produzione di serie delle barriere di sicurezza e degli altri dispositivi di ritenuta, i materiali ed i componenti dovranno avere le caratteristiche costruttive descritte nel progetto del prototipo allegato ai certificati di omologazione, nei limiti delle tolleranze previste dalle norme vigenti.

Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta omologati ed installati dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante la denominazione della barriera o del dispositivo omologato, il numero di omologazione ed il nome del produttore.

## **5) Barriere antirumore**

Come specificato nello studio sull'impatto acustico dell'opera allegato al presente progetto definitivo (elaborato 5.3 "VALUTAZIONE D'IMPATTO ACUSTICO") e redatto dal Dott. Folco de Polzer, *"nel D.M. 29/11/2000, gli interventi diretti sui ricettori sono elencati fra le possibilità di ottenere il risanamento di edifici abitativi. Inoltre il D.P.R. 142/04, indica che l'obiettivo da raggiungere con il risanamento attraverso gli interventi sui ricettori, è quello di 45 dB nel periodo notturno..."*.

Nello stesso studio è stata fatta un'indagine sui serramenti delle abitazioni in corrispondenza delle quali si sono riscontrate i superamenti dei limiti, verificando che si tratta di serramenti in buone condizioni, moderni, con doppi vetri, strutture in legno, pvc, alluminio, perciò dotati di guarnizioni, come tutte le forniture in tempi recenti.

Pertanto, essendo emerso dalle conclusioni di detta valutazione d'impatto acustico che, per il combinato disposto dei due decreti sopra citati, tutti gli edifici per i quali vi sono superamenti in facciata, possono essere considerati già risanati, non verranno installate barriere antirumore.