



UFFICIO SPECIALE PER LA PROGETTAZIONE

Convenzione n° 5 del 03 aprile 2019 tra il
Libero Consorzio Comunale di Trapani e
l'Ufficio Speciale per la Progettazione

REGIONE SICILIANA
PRESIDENZA



LIBERO CONSORZIO
COMUNALE DI TRAPANI

VISTI E APPROVAZIONI

Libero Consorzio Comunale di Trapani
5° Settore "Ufficio Tecnico, Viabilità ed
Infrastrutture Stradali - Edilizia Scolastica
e Patrimoniale - Protezione Civile"

VISTO

Si convalida e si esprime parere favorevole
all'approvazione

n. **26145** del **15/09/2020**

Il RUP

ing. Patrizia Murana

PROGETTO DEFINITIVO

Lavori di sistemazione delle condizioni di sicurezza della strada provinciale ex ASI

C.U.P. n.: H47H15001750002

C.I.G. n.: 8509375E61



B 04

**RELAZIONE SULLE BARRIERE DI
RITENUTA (GUARD-RAIL) ADOTTATE**

REVISIONE	DATA	SCALA
2°	10 LUG. 2020	

Gruppo di Progettazione:

Progettista ing. Raul Gavazzi

C.S.P. geom. Paolo Franzoni



VISTO

Il Dirigente

ing. Leonardo Santoro

Unione Europea
REPUBBLICA ITALIANA

Cod. Fisc. 80012000826 e P. IVA 02711070827



Regione Siciliana
Presidenza
Ufficio Speciale per la Progettazione

**Oggetto: Lavori di ripristino delle condizioni di sicurezza della strada provinciale ex
ASI**

Committente: Libero Consorzio Comunale di Trapani (ex art. 1 L.R. n. 15/2015)

Convenzione: del 02/04/2019 approvata con D.D.

U.S.P. n. 005/2019 del 03/04/2019

C.U.P. n. H47H15001750002

C.I.G. n. _____

PROGETTO ESECUTIVO

Rev. **02** del APRILE/2020 – Modifiche a seguito dei rilievi emersi in sede di verifica progettuale
Rapporto intermedio n. 1 - CV1026 del 17/10/2019 di PCQ Srl.

RELAZIONE SUI TIPI DI BARRIERE STRADALI ADOTTATE

Il Progettista
(ing. Raul Gavazzi)

INDICE

- 1. PREMESSE**
- 2. STATO DI CONSERVAZIONE DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA**
- 3. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO**
 - 3.1. Barriere di sicurezza
 - 3.2. Materiali:
 - 3.2.1. *Barriera bordo laterale di classe H1, tipo b) infissa su corpo stradale*
 - 3.2.2. *Barriera bordo ponte di classe H2, tipo c) installata su manufatto in cls*
 - 3.3. Considerazioni sulle normative
- 4. CRITERI DI SCELTA DELLE BARRIERE DI SICUREZZA**
 - 4.1. Funzionalità della barriera
 - 4.2. Localizzazione e definizione delle classi dei dispositivi di sicurezza
 - 4.3. Classi dei terminali
 - 4.4. Caratteristiche prestazionali
 - 4.4.1. *Livello di contenimento (Lc)*
 - 4.4.2. *Larghezza operativa (W)*
 - 4.5. Durabilità
- 5. CORRETTA POSA IN OPERA**
- 6. CONSIDERAZIONI FINALI**

1 - PREMESSE

La presente relazione è redatta in conformità a quanto richiesto dall'art. 2, commi 1 e 3, del caposaldo normativo costituito dal Decreto Ministero dei LL.PP. datato 18 febbraio 1992 n. 223, seppur successivamente aggiornato soprattutto per quanto attiene alle “*Istruzioni tecniche*”, per i progetti esecutivi relativi alle strade pubbliche extraurbane con velocità di progetto maggiore o uguale a 70 Km/h.

Nella presente vengono descritti i criteri e le scelte adottate riguardanti i tipi delle barriere stradali di sicurezza da dover impiegare. Mentre la loro ubicazione planimetrica ed i particolari costruttivi relativi alle opere complementari connesse sono trattati con allegati a parte.

Nell'ambito della sicurezza stradale, l'art. 3 del citato D.M. prevede che la protezione delle zone a rischio, come meglio identificate dalle “*Istruzioni tecniche*” di cui all'art. 8, dovrà essere attuata mediante l'utilizzo di dispositivi di ritenuta che abbiano conseguito il Certificato di idoneità tecnica, c.d. “*omologazione*”, rilasciato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti (di seguito M.I.T.) – Ispettorato circolazione e traffico.

Le normative in materia identificano e classificano a livello prestazionale i dispositivi di sicurezza stradali, le modalità di esecuzione delle prove in scala reale (crash test) ed i relativi criteri di accettazione, mentre è demandata al produttore dei dispositivi la responsabilità della rispondenza del prodotto fornito alle norme di omologazione.

Rimane a carico del progettista, ferme restando le limitazioni minime di legge, la corretta scelta dei dispositivi sicurvia da adottare in relazione alle specifiche caratteristiche del tracciato. In particolare, il tecnico identificherà la tipologia, la classe, il livello di contenimento, l'indice di severità, i materiali, le dimensioni, i vincoli, la larghezza di lavoro, ecc., tenendo conto dei seguenti parametri:

- Caratteristiche geometriche e plano-altimetriche del tracciato stradale;
- Velocità di progetto;
- Caratteristiche del volume di traffico veicolare TGM (fornite dal committente) e prevalenza dei mezzi che lo compongono;
- Destinazione ed ubicazione delle barriere;
- Statistiche di Incidentalità.

Pertanto, la scelta progettuale delle tipologie di barriere di sicurezza da adottare è in definitiva legata ad un'analisi complessiva di rischio di fuoriuscita dei veicoli in transito sul tratto di Strada Provinciale in territorio di Custonaci denominata “ex ASI”, al fine di realizzare accettabili condizioni di sicurezza per gli utenti che la percorrono.

Le barriere devono quindi essere idonee ad assorbire parte dell'energia cinetica di cui è dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri.

2. STATO DI CONSERVAZIONE DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA

Durante i sopralluoghi effettuati in loco si è proceduto, mediante ispezione visiva, alla valutazione dello stato di conservazione delle barriere stradali di sicurezza nel loro complesso, effettuando un rilievo delle criticità presenti.

In parte dei casi osservati, la criticità dei dispositivi è dovuta al mancato rispetto della altezza del piano viabile, principalmente causato dall'erosione delle scarpate su cui i guard rail sono infissi.

Ulteriori elementi di degrado dei dispositivi sono dovuti al disallineamento verticale causato dai danneggiamenti subiti a causa di urto nonché dal processo di ossidazione degli elementi a causa delle condizioni climatiche (nebbia salina) tipiche delle zone prossime alla costa.

3 – QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

3.1. Barriere di sicurezza

La normativa italiana a cui si è fatto riferimento per la progettazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza è di seguito riportata, secondo logica temporale:

Legge n. 922 del 29/11/1980 - *“Adesione all'accordo europeo sulle grandi strade a traffico internazionale”*;

Legge n. 689 del 24/11/1981 - *“Modifiche al sistema penale”*;

D.M. LL.PP. n. 223 del 18/02/1992 - *“Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”* e relativa Circolare Ministeriale n. 2595 del 09/06/1995;

D.Lgs. n. 285 del 30/04/1992 - *“Nuovo codice della strada”*;

D.P.R. n. 495 del 16/12/1992 - *“Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo codice della strada”*;

D.Lgs. n. 360 del 10/09/1993 - *“Disposizioni correttive ed integrative del Codice della strada”*;

Circolare Ministeriale n. 2357 del 16/05/1996 - *“Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale”*;

Circolare Ministeriale n. 4622 del 15/10/1996 - *“Istituti autorizzati all'esecuzione di prove di impatto su barriere stradali”*;

D.M. LL.PP. n. 4621 del 15/10/1996 - *“Aggiornamento periodico delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”*;

D.M. LL.PP. del 03/06/1998 - *“Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione”*;

D.M. LL.PP. del 11/06/1999 - *“Integrazione e modifiche al D.M. 03/06/1998”*;

D.M. Infrastrutture e Trasporti n. 6792 del 05/11/2001 - *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade” (Caratteristiche della piattaforma, in funzione della classificazione stradale, e la geometria dell'asse)*;

D.Lgs. n. 9 del 15/01/2002 - *“Disposizioni integrative e correttive del Nuovo codice della strada”*;

D.M. Infrastrutture e Trasporti n. 3639 del 23/12/2002 - *“Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”*;

D.M. Infrastrutture e Trasporti n. 67/S del 22/04/2004 - *“Modifica delle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”* dettate col D.M. n. 6792 del 05/11/2001;

D.M. Infrastrutture e Trasporti n. 2367 del 21/06/2004 - *“Aggiornamento delle istruzioni tecniche - Terminologia e criteri generali per i metodi di prova relativi alle barriere di sicurezza stradali – Norma UNI EN 1317 parti 1-2-3-4”*;

Direttiva M.I.T. n. 3065 del 25/08/2004 - *“Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”*;

D.M. Infrastrutture e Trasporti del 19/04/2006 - *“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni a raso”*;

Circolare Ministero dei Trasporti del 15/11/2007 - *“Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21/06/2004”*;

D.M. del 14 gennaio 2008 - *“Norme Tecniche per le Costruzioni” - punto 5.1.3 "Azioni sui ponti stradali" nel caso di protezioni da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.)*;

Circolare Ministeriale n. 62032 del 21/07/2010 - *“Uniforma le norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”*;

D.M. Infrastrutture e Trasporti del 28/06/2011 - *“Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”*;

Regolamento (UE) n. 305/2011, del Parlamento Europeo e del Consiglio, entrato in vigore dal 1 luglio 2013, che fissa *“Condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio”*;

D.M. del 17 gennaio 2018, *“Nuove norme Tecniche per le Costruzioni” - punto 5.1.3 "Azioni sui ponti stradali" nel caso di protezioni da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.)*;

D.M. Infrastrutture e Trasporti del 01/04/2019, pubblicato sulla G.U.R.I. del 17/05/2019 -

c.d. *“Salva motociclisti”*.

Il quadro normativo comunitario fa riferimento alle specifiche norme tecniche uniformate ed armonizzate UNI EN 1317 sulle *“Barriere di sicurezza stradali”*, suddivisa in 8 parti, che di seguito, ad ogni buon fine, vengono enunciate:

- UNI EN 1317-2:1998 - *“Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza”*;
- UNI EN 1317-1:2000 - *“Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova”*;
- UNI EN 1317-3:2002 - *“Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto”*;
- UNI ENV 1317-4:2003 - *“Parte 4: 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 1317-2:2007 - *“Parte 2 Aggiornamento: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza, inclusi i parapetti veicolari”*;
- UNI EN 1317-5:2008 - *“Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli”*;
- UNI EN 1317-6:2012 - *“Parte 6: Sistema di ritenuta dei pedoni – Parapetti pedonali”*;
- UNI EN 1317-7:2012 - *“Parte 7: Livello di contenimento, metodi di prova e criteri di accettazione per i terminali”*;
- UNI EN 1317-8:2012 - *“Parte 8: Sistemi di ritenuta stradali motociclisti in grado di ridurre la severità dell'urto del motociclista in caso di collisione con le barriere di sicurezza”*;
- UNE 135900:2008 - *“Metodo di prova di barriere per motociclisti”*.

Per certificare una barriera si fa riferimento alle prime 5 Parti della Norma UNI EN 1317 mentre per produrla e commercializzarla si fa riferimento alla Direttiva Comunitaria 305/2011.

Ciascun fabbricante nomina un Organismo Notificato che esegue:

- Le prove iniziali di tipo (ITT) crash test svolte in conformità con norme EN1317-5 su prototipo fornito dal fabbricante;
- L'ispezione iniziale dello stabilimento di produzione;
- L'ispezione annuale dello stabilimento di produzione e la verifica dei certificati FPC (sistema di controllo interno permanente).

Ciascuna barriera deve essere munita di Manuale di installazione che deve possedere i seguenti contenuti minimi:

- Denominazione del dispositivo, nome del laboratorio dove sono avvenuti i crash-test, Organismo Notificato che ha rilasciato la certificazione CE;
- Numero del certificato di omologazione;

- Disegni di assieme e di dettaglio del sistema, comprese tolleranze e pesi;
- Caratteristiche dei materiali, delle protezioni e dei valori delle coppie di serraggio;
- Caratteristiche del suolo o del sistema di fondazione;
- Disposizioni per l'installazione, manutenzioni e/o verifiche future;
- Durabilità e modalità di riciclaggio.

3.2. Materiali

Per la messa in sicurezza dei tratti saltuari considerati, è stata prevista l'installazione delle seguenti due tipologie di barriera stradale con profilo metallico a lame in acciaio zincato a caldo:

- Classe H1 (Livello di contenimento alto ≥ 127 kJ e larghezza operativa W5);
- Classe H2 (Livello di contenimento elevato ≥ 288 kJ e larghezza operativa W5)

3.2.1. Barriera bordo laterale di classe H1, tipo b) infissa su corpo stradale:

- Nastro tipo guard-rail a doppia onda in acciaio S420MC;

Paletti a profilo richiuso tipo C in acciaio S355MC, infissi mediante pressione meccanica (battipalo) direttamente nel terreno.

3.2.2. Barriera bordo ponte di classe H2, tipo c) installata su manufatto in cls:

- Nastro tipo guard-rail a tripla onda in acciaio S420MC;
- Paletti a profilo richiuso tipo C in acciaio S355MC, inghisati con getto di completamento in calcestruzzo o mediante piastra tirafondi.

Entrambe le tipologie di barriere sono composte da componenti aventi caratteristiche costruttive di seguito riportate:

- Nastro o lama in acciaio S420MC secondo norme UNI EN 10149-2:2013 (acciai laminati a caldo ad alto limite di snervamento per formatura a freddo), avente carico unitario di snervamento minimo di 420 N/MMq.;
- Paletti o montanti a profilo richiuso tipo C della dimensione di 100x50x5x25 mm. in acciaio S355MC secondo norme UNI EN 10149-2 aventi carico unitario di snervamento minimo di 355 N/mmq.
- Distanziatori e tutte le altre componenti la barriera in acciaio S275JR secondo norme UNI EN 10027-1 aventi carico unitario di snervamento minimo di 275 N/mmq.;
- Bulloneria in acciaio M16 classe 8.8 UNI 5588-6S;

- Rondelle standard in acciaio 17x30x3 mm. secondo norme UNI 6592, 18x48x4 mm. e 21x42x5 mm. secondo norme UNI 7989.

Il rivestimento per la protezione delle superfici dei profilati e degli accessori in acciaio sarà ottenuto mediante zincatura a caldo con qualità S355J0WP, facendo riferimento alle seguenti normative tecniche:

- CNR UNI 10011 - *“Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il collaudo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione”*;
- UNI EN 10025-1 - *“Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali – Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura”*;
- UNI EN 10025-5 - *“Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali – Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica”*;
- UNI EN ISO 1461/2009 - *“Norme internazionali per la zincatura a caldo”*, che definiscono gli spessori minimi necessari per considerare conforme lo strato protettivo di zinco.

3.3. Considerazioni sulle normative

Le seguenti considerazioni sono relative al quadro normativo attualmente in vigore per le barriere di sicurezza riassunto nel paragrafo 3.1.

Come già anticipato, l'impianto normativo generale per le barriere di sicurezza è ancora quello definito dal D.M. LL.PP. n. 223/1992, seppur successivamente più volte aggiornato soprattutto relativamente alle *“Istruzioni Tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego”*, previste all'art. 8 ed allegate allo stesso decreto.

Col D.M. LL.PP. del 03 giugno 1998 è stata introdotta una serie di istruzioni tecniche estremamente utili al progettista per la definizione delle classi minime delle barriere da adottare e delle relative modalità di prova per l'omologazione.

Il medesimo disposto normativo ha inoltre individuato chiaramente le zone da proteggere con i dispositivi di ritenuta:

- I margini di tutte le opere d'arte all'aperto (ponti, viadotti, sovrappassi e muri di sostegno);
- Lo spartitraffico ove presente;
- I margini laterali stradali delle scarpate con sezioni in rilevato dove il dislivello è $\geq 1,00$ mt. o tutte le scarpate con pendenza $\geq 2/3$;
- gli ostacoli fissi (frontali e laterali) e situazioni con esigenze particolari di contenimento che potrebbero costituire una situazione di pericolo (pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio, alberi, pali di illuminazione, supporti non cedevoli per segnaletica, corsi d'acqua,

edifici, etc.) o che si trovino ad una distanza inferiore a quella considerata di sicurezza.

Il D.M.I.T. del 21 giugno 2004, nel merito, ha contribuito con maggiore precisione alla definizione dei criteri progettuali ai quali il progettista dell'installazione deve riferirsi.

Una delle principali novità comprese nel citato disposto normativo è costituita inoltre dal fatto che, per le strade esistenti o per gli allargamenti in sede delle strade esistenti, come nel caso in oggetto, viene introdotto il concetto di “spazio di lavoro” delle barriere (inteso come larghezza del varco a tergo della barriera) necessario per la deformazione più probabile negli “incidenti abituali” della strada da proteggere, indicato come una frazione del valore della massima deformazione dinamica rilevato nei crash test.

Questo nuovo principio, che di fatto lascia una maggiore discrezionalità al progettista, si basa sulla definizione di “*deformazione più probabile*” e di “*incidente abituale*”, sull'utilizzo di dati statistici per la determinazione della massa del mezzo impattante, dell'angolo e della velocità d'urto associati ad una determinata probabilità di superamento ed infine sulla valutazione della deformata associabile all'incidente abituale come “frazione” della deformazione dinamica registrata in occasione dei crash test.

Va inoltre ricordato che il D.Mi.S.E. del 08 aprile 2010 – “*Elenco riepilogativo di norme concernenti l'attuazione della direttiva 89/106/CE relativa ai prodotti da costruzione*” ha ufficializzato il recepimento della norma armonizzata UNI EN 1317-5 anche in Italia, fissando come data di scadenza del periodo di coesistenza delle norme nazionali e delle norme europee l'1 gennaio 2011.

Da tale data la presunzione di conformità è quindi basata sulle specifiche tecniche armonizzate e pertanto risulta obbligatoria l'installazione di sole barriere di sicurezza stradali provviste di marcatura **CE**.

4 – CRITERI DI SCELTA DELLE BARRIERE DI SICUREZZA

Di seguito si specificano le caratteristiche “*prestazionali*” delle barriere scelte e di cui si riportano negli elaborati grafici i relativi schemi tipologici.

Si precisa che ove gli schemi individuino modelli di un determinato Produttore, deve essere assegnato a tali schemi esclusivamente un valore rappresentativo non determinante alcun vincolo contrattuale.

4.1. Funzionalità della barriera

Le barriere stradali reagiscono all'urto di un veicolo scomponendo l'energia di impatto in

svariate energie:

- energia per deformare/strappare dal supporto/tranciare i paletti;
- energia per deformare/allungare il nastro;
- energia per tranciare alcuni bulloni;
- energia potenziale considerando un leggero sollevamento del veicolo;
- energia di deformazione/assorbimento del veicolo stesso;
- energia cinetica residua del veicolo dopo l'urto.

4.2. Localizzazione e definizione delle classi dei dispositivi di sicurezza

Si premette che la Strada Provinciale denominata "ex ASI" nel comune di Custonaci, per il tratto dello sviluppo complessivo di 7.744 mt. (6.880+864 mt.) interessato dai lavori, per le proprie caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali è classificata ai sensi dell'art. 2 del Nuovo Codice della Strada (D. Lgs. n. 285/1992 e s.m.i.) come **strada extraurbana secondaria di tipo "C"**.

Mentre, per quanto riguarda la classificazione della strada in relazione ai dati statistici sul "Tipo di traffico" TGM (*Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi di marcia*), il 5° Settore dell'Ufficio Tecnico del Libero Consorzio Comunale (ex Provincia) di Trapani ha fornito l'informazione secondo la quale la strada in esame risulta essere classificata, ai sensi dell'articolo 6 delle "Istruzioni tecniche ..." del D.M.I.T. n. 2367/2004, di "**Tipo II**", con un numero di veicoli transitanti superiore a 1.000 e la presenza percentuale di automezzi pesanti con massa > 3,5 Tonnellate compresa tra il 5 ed il 15%.

Tab. 1 - "Tipo di traffico"

Tipo di traffico	TGM	% Veicoli con massa >3,5 T
I	≤1.000	qualsiasi
I	>1.000	≤5%
II	>1.000	5 < n ≤15%
III	>1.000	>15%

All'art. 4 del D.M. LL.PP. n. 4621 del 15/10/1996 e s.m.i. si ha la classificazione delle barriere stradali in funzione dello "Indice di severità", che viene definito come l'energia cinetica posseduta dal mezzo all'atto dell'impatto calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale alle barriere, così come di seguito elencata:

Tab. 2 - "Categorie di contenimento e corrispondenza tra le classi"

Classi minime	Indice di severità minimo	Classi omologate sulla base di crash-test	Livello di contenimento
Classe A1	40 KNm.	N1	Normale
Classe A2	80 KNm.	N2	Normale
Classe A3	130 KNm.	H1	Alto
Classe B1	250 KNm.	H2	Alto
Classe B2	450 KNm.	H3	Alto
Classe B3	600 KNm.	H4a/b	Molto alto

Il citato decreto del M.I.T. n. 2367/2004, limitandosi al caso di strada "extraurbana secondaria tipo C", fissa al medesimo art. 6 le seguenti classi minime di barriere stradali in funzione del tipo di traffico e destinazione:

Tab. 3 - "Barriere longitudinali"

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte L > 10 mt.
Strade extraurbane secondarie (C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3

Pertanto, in relazione ai dati parametrici forniti a questo Ufficio, la barriera stradale in acciaio tipo guard-rail, prevista a protezione del **bordo laterale** della carreggiata a servizio del transito autoveicolare non potrà avere caratteristiche inferiori alla **classe H1**.

Si è, pertanto, prevista l'installazione di barriere stradali di classe H1 per uno sviluppo complessivo di ml. 7.068, come si può evincere dalla planimetria esplicativa relativa alle tipologie ed alle lunghezze di posa.

La relativa voce (art. 6.5.1.2.) desunta dal "Prezzario Unico Regionale per i LL.PP. anno 2019", risulta contabilizzata al n. 24/24 del C.M.E.

Mentre, per quanto attiene i tratti relativi ai viadotti di luce superiore a mt. 10 ed altre opere d'arte si è prevista l'adozione della barriera **bordo ponte** di **classe H2**, con parapetto H > 1,10 mt., per uno sviluppo complessivo di ml. 900, così come può evincersi dalla planimetria di progetto.

La relativa voce (art. 6.5.1.6.) di "Elenco Prezzi" risulta contabilizzata al n. 25/25 del C.M.E.

Appare opportuno rappresentare che per alcuni tratti continui di guard rail, vincolati dalla preesistenza di accessi e passi carrabili, non sarà possibile il rispetto della lunghezza minima prevista nel rapporto di crash test relativo al certificato di omologazione; Per detta fattispecie la

ditta esecutrice sarà obbligata alla posa in opera con gli accorgimenti previsti dalle istruzioni dettate dal Fabbricante (o Mandatario) e dal relativo certificato di omologazione.

I dispositivi di sicurezza dovranno avere tutti dei livelli di larghezza operativa non superiore ai seguenti valori:

- classe **W5** per Barriere bordo laterale (H1) = Livello larghezza operativa **$W \leq 1,70$** mt.
- classe **W5** per Barriere bordo ponte (H2) = Livello larghezza operativa **$W \leq 1,70$** mt.

4.3. Classe dei terminali

Tab. 4 - “Terminali speciali testati ed attenuatori frontali” certificati UNI EN 1317-4 (non obbligatori)

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe dei terminali	Classe degli attenuatori
Con velocità > 130 Km/h	P3	100
Con velocità $90 < V < 130$ Km/h	P2	80
Con velocità <90 Km/h	P1	50

Alle estremità dei tratti di barriere laterali è stata prevista, in funzione della tipologia di strada e della velocità imposta nel sito da proteggere inferiore a 70 km/h, l'installazione di terminali *semplici* realizzati secondo le caratteristiche minime di seguito indicate:

- ancoraggio alla barriera mediante apposito pezzo speciale inclinato verso terra con angolo di circa 8-10°;
- lame inclinate della lunghezza minima a vista di 400 cm.;
- ancoraggio delle lame mediante palo intermedio ed alla estremità su terreno o su blocco di calcestruzzo interrato;
- deflessione delle lame verso l'esterno della carreggiata.

Tale tipologia conferirà anche una maggiore collaborazione alla rigidità della barriera nel tratto più breve nonché la possibilità di riduzione della lunghezza di ancoraggio delle barriere.

Il prezzo dei terminali semplici è contemplato, percentualmente, all'interno delle voci di “Elenco Prezzi” relative alla barriere di sicurezza utilizzate (artt. 6.5.1.2. e 6.5.1.6).

4.4. Caratteristiche prestazionali

Si prevede l'utilizzo di barriere aventi le seguenti caratteristiche prestazionali:

Tab. 5 - “Caratteristiche prestazionali”

Tipo di barriera classe	Livello di contenimento (Lc)	Categoria di severità urto	Indice di severità urto (ASI)	Deflessione dinamica max (Dm)	Classi di larghezza operativa di funzionamento (W)
H1 bordo laterale	Alto 127 kJ	A: sicuro	$ASI \leq 1$	1	$W \leq 1,70$ m (W5)

H2 bordo ponte	Elevato 288 kJ	A: sicuro	ASI ≤ 1	1	$W \leq 1,70$ m (W5)
-----------------------	----------------	-----------	--------------	---	----------------------

Nell'installazione sono tollerate piccole variazioni, rispetto a quanto indicato nei certificati di omologazione, conseguenti alla natura del terreno di supporto o alla morfologia della strada (art. 5, comma 5, delle Istruzioni tecniche) e che “per le strade esistenti o per allargamenti in sede di strade esistenti il progettista potrà prevedere la collocazione dei dispositivi con uno spazio di lavoro necessario per la deformazione più probabile negli incidenti abituali della strada da proteggere, indicato come una frazione del valore della massima deflessione dinamica rilevato nei crash test” (art. 6, comma 19, delle Istruzioni tecniche).

Se, dunque, piccole discrepanze nelle condizioni di vincolo delle barriere sono tollerate a livello normativo (quali l'infissione ridotta di qualche paletto, l'inserimento di parte dei paletti in conglomerati cementizi di canalette ovvero l'eliminazione di supporti localizzati conseguente alla coincidente presenza di caditoie per l'acqua o simili), l'installazione delle barriere in condizioni tali da avere una larghezza di lavoro inferiore a quella prevista nei certificati va invece giustificata analizzando l'urto più probabile per la strada in questione.

Il calcolo dell'urto più probabile si basa sulla determinazione statistica delle caratteristiche di massa e velocità dei veicoli in transito nonché dell'angolo di incidenza in caso d'urto.

Tab. 6 – “Livelli di contenimento”

Livello di contenimento		Prove di accettazione
Normale	N1	TB31
	N2	TB32 e TB11
Alto	H1	TB42 e TB11
	H2	TB51 e TB11
	H3	TB61 e TB11
Elevato	H4a - b	TB71/81 e TB11

Tab. 7 – “Descrizione delle prove d'urto dei veicoli (UNI EN 1317-2)

Tipo di Prova	Velocità di impatto Km/h	Angolo di impatto	Massa del veicolo Kg.	Tipo di veicolo
TB11	100	20°	900	automobile
TB31	80	20°	1.500	automobile
TB32	110	20°	1.500	automobile
TB42	70	15°	10.000	autocarro
TB51	70	20°	13.000	autobus
TB61	80	20°	16.000	autocarro
TB71	65	20°	30.000	autocarro pesante
TB81	65	20°	38.000	autocarro articolato

Tab. 8 - “Livelli di severità degli impatti”

Livelli di severità dell'urto	Valori degli indici di performance		
*** A	*ASI ≤ 1,0	e	**THIV < 33 Km/h
B	*ASI ≤ 1,4		
C	*ASI ≤ 1,9		

* ASI = *Indice di Severità della Accelerazione*

** THIV = *Indice di Velocità Teorica di impatto della testa*

*** N.B. - *Il livello di severità dell'urto A garantisce un maggiore livello di sicurezza per gli occupanti del veicolo che esce di strada rispetto ai livelli B e C che vengono preferiti quando altre considerazioni si equivalgono.*

Tab. 9 - *Studi di confronto su “Urto probabile”*

Urto probabile	Studi ANAS - autostrada	strada di montagna - tipo C
Massa media autovettura	900 Kg.	1.500 Kg.
Velocità di impatto	110 Km/h	70 Km/h
Angolo di impatto	14°	30°
Energia impatto	40KJ	80KJ
Livello di contenimento	≥ N2	≥ N2
Urto assimilabile ad un:	TB11	TB32

Da queste informazioni è possibile poi ricavare l'energia cinetica associata all'incidente abituale.

Da un'analisi condotta sul flusso veicolare transitante lungo la strada posta in esame si è potuto constatare che il traffico di mezzi pesanti circolanti nel territorio di Custonaci (che si rammenta essere il 2° bacino marmifero più importante del mondo dopo quello di Carrara, con circa 50 cave attive) è costituito in buona parte da veicoli a servizio dell'attività estrattiva, utilizzati per il trasporto dei materiali grezzi e lavorati estratti dalle locali cave di marmo nella zona a sud-est del Monte Cofano.

I veicoli utilizzati sono generalmente autocarri pesanti, a tre o più assi, aventi massa a pieno carico (PTT) di circa 30 Ton. e/o autocarri con rimorchio, a 4 o più assi, aventi massa a pieno carico (PTT) di circa 38 Ton.

Considerando l'attuale peso medio di un veicolo leggero pari a 1.250 kg, si è *cautelativamente* adottato un rapporto di massa media tra mezzi pesanti e mezzi leggeri di circa 24 volte (1.250 Kg. x 24 = 30.000 Kg.).

In virtù delle considerazioni riportate nel precedente paragrafo 4.2., secondo cui, in

relazione alla composizione del traffico veicolare (TGM), la strada in esame è classificata “**tipo II**” con percentuale di veicoli con massa superiore a 3,5 tonnellate tra il 5 ed il 15%, assumendo la medesima ipotesi statistica in termini di massa media delle autovetture e dei mezzi pesanti in transito, si può determinare l’entità della massa del veicolo medio che percorre la S.P. “ex ASI”, come di seguito indicato:

$$\text{Massa media} = \text{Mmed} = 1.250 \text{ kg} \times 85\% + 30.000 \text{ kg} \times 15\% = \mathbf{5.563 \text{ kg}}$$

In relazione alla velocità dei mezzi in transito lungo i tratti stradali oggetto di installazione delle barriere di sicurezza, non può che assumersi il valore massimo consentito di 70 Km/h, mediante apposizione di opportuna segnaletica verticale:

$$\text{Velocità max} = \text{V} = \leq \mathbf{70 \text{ km/h.}}$$

Per quanto riguarda l’angolo di incidenza, stante la geometria stradale che non presenta raggi di curvatura particolarmente ridotti, si ritiene congruo assumere il valore “standard” dei crash test:

- per classe H1 - α = **angolo di impatto pari a 15°**;
- per classe H2 - α = **angolo di impatto pari a 20°**.

L’energia cinetica associata all’urto abituale è determinata secondo la seguente formula:

$$\text{Ec} = \frac{1}{2} \times \text{Mmed} \times (\text{V} \times \text{sen } \alpha)^2$$

4.4.1. Livello di contenimento (Lc)

In applicazione a quanto sopra determinato, possiamo ottenere i seguenti risultati teorici:

$$\text{Lc (H1)} = \frac{1}{2} \times 5.563 \times (70/3,6 \times \text{sen } 15^\circ)^2 = \mathbf{70,45 \text{ kj}}$$

$$\text{Lc (H2)} = \frac{1}{2} \times 5.563 \times (70/3,6 \times \text{sen } 20^\circ)^2 = \mathbf{123,02 \text{ kj}}$$

e cioè, pari al **55,47%** dell’energia associata al livello di contenimento della classe **H1 (TB42 = 127,0 kj)** ed al **42,72%** dell’energia associata al livello di contenimento della classe **H2 (TB51 = 288,0 kj)**.

4.4.2. Larghezza operativa (W)

Tab. 10 - “Classi di larghezza operativa”

Classi di livelli di larghezza utile	Livelli di larghezza utile (W)
W1	$\leq 0,6 \text{ mt.}$
W2	$\leq 0,8 \text{ mt.}$

W3	≤1,0 mt.
W4	≤1,3 mt.
W5	≤1,7 mt.
W6	≤2,1 mt.
W7	≤2,5 mt.
W8	≤3,5 mt.

Per le tipologie di barriere da impiegare (H1 Bordo laterale ed H2 Bordo ponte) è stata adottata la classe W5 con livello di larghezza utile di 1,70 mt.

Ora, attribuendo un comportamento lineare alla massima deformazione dinamica, e scalandola dunque della medesima percentuale, si ottiene il seguente valore di deformazione dinamica (Sd):

- Per la barriera classe **H1** Bordo laterale associata all'*incidente abituale*:

$$\mathbf{Sd (H1)} = 1,7 \text{ m} \times 55,47\% = \mathbf{0,94 \text{ mt.}}$$

Quindi, sulla base di quanto previsto dall'art. 6 delle Istruzioni tecniche, aggiornate con DMIT n. 2367/2004, per quanto attiene l'adeguamento normativo delle strade esistenti, è possibile indicare una frazione ridotta (**Wr**)* del valore della massima deformazione dinamica rilevato in sede di omologazione delle barriere.

Pertanto, per lo "*spazio di lavoro*" a tergo della barriera stradale **H1**, si prevede una larghezza libera non inferiore a **0,90** metri.

- Mentre, per la barriera classe **H2** bordo ponte, associata all'*incidente abituale*:

$$\mathbf{Sd (H2)} = 1,7 \text{ m} \times 42,72\% = \mathbf{0,73 \text{ mt.}}$$

Analogamente, a tergo della barriera stradale **H2** si prevede uno *spazio di lavoro* libero di **0,70** metri.

*Wr = Livello di larghezza utile ridotto

4.5. Durabilità

La vita utile di una barriera è in funzione della classe di esposizione dei vari elementi costitutivi (paletti, nastri, distanziatori, bulloni e rondelle), e ad ogni classe di esposizione corrisponde una velocità di consumo del rivestimento protettivo in zinco.

Tab. 11 - "*Rivestimento con zincatura a norma UNI EN 1461*"

	Rivestimento locale (minimo)		Rivestimento medio (minimo)	
	gr./mq.	micron	gr./mq.	micron
Bulloneria	250	35	325	45

Profili	400	55	505	70
----------------	-----	----	-----	----

Per la zona in esame, considerati vari fattori incidenti quali la posizione in ambiente marino, la quota altimetrica, lo spessore dello strato protettivo di zinco, la piovosità tipica, l'acidità (PH) del calcestruzzo, le eventuali ulteriori protezioni della parte infissa del paletto, si è considerata una **Classe 4** con “*rischio di corrosione alto*” a cui corrisponde una velocità di consumo di zinco di circa 2 micron/anno.

Con tale esposizione, per spessori minimi di zinco conformi alle norme UNI EN ISO 1461 la vita utile di un impianto di barriere infisso su terra o inghisato su cordolo di calcestruzzo è di circa 40 anni.

5 – CORRETTA POSA IN OPERA

Ogni fornitura di barriere stradali deve essere dotata di una “*Dichiarazione di prestazione*” (DoP) emessa dal fabbricante per attestare che i prodotti sono conformi alle norme armonizzate EN1317-5 e che i prodotti riportino una stampigliatura di riconoscimento.

Alla fine della posa in opera delle barriere stradali, dovrà essere eseguita una verifica in contraddittorio tra il Responsabile tecnico della ditta installatrice ed il Direttore dei lavori che dovranno controfirmare un certificato di “*Corretta posa in opera*”, così come richiesto dagli artt. 5 della Circolare 2367 e 9 della Circolare 62032.

Per i lavori della catg. OS12-A (*Barriere e protezioni stradali*), ai fini del collaudo, l'esecutore deve presentare una certificazione del produttore dei beni oggetto della categoria attestante il corretto montaggio e la corretta installazione degli stessi, così come stabilito dall'art. 79, comma 17, del DPR n. 207/2010.

6 – CONSIDERAZIONI FINALI

La scelta progettuale delle barriere di sicurezza da installare a protezione del tracciato stradale in oggetto ha fatto riferimento al quadro normativo vigente, definendo, in ultima analisi, la classe minima di barriere di sicurezza da adottare per la specifica destinazione.

In relazione alla problematica, è stata poi condotta una analisi basata sull'urto più probabile che ha evidenziato l'adattamento da attuare compatibilmente con gli attuali standard di sicurezza previsti dalle normative vigenti.

A corollario ed a rafforzamento di quanto esposto si ritiene opportuno sottolineare come diversi studi statistici, alcuni dei quali pubblicati sulla stampa di settore, abbiano dimostrato come effettivamente “*l'urto più probabile*” sulle arterie autostradali (e quindi a maggior ragione sulle

strade extraurbane dove le velocità sono inferiori) risulti estremamente inferiore a quello “*standard*” previsto dalle norme italiane ed europee per i crash test.

In particolare da uno studio condotto dal prof. Marchionna e dall’ing. Perco dell’Università degli Studi di Trieste, pubblicato sulla rivista “*Le Strade*” n. 4/2009, è emerso come l’energia di impatto più probabile sia pari a 15,14 kj.

Ragionando in termini percentili, approccio che sembra ingegneristicamente più corretto e cautelativo, l’analisi citata ha evidenziato che nel 50% degli incidenti l’energia non supera i 26,35 kJ e che nel 90% degli urti l’energia risulta inferiore a 254,62 kJ (*valore inferiore a quello previsto per la classe di contenimento H2, assunta nella presente progettazione per le barriere di sicurezza bordo ponte*).

Per concludere, si sottolinea come i valori di energia, associata all’urto più probabile, espressi dallo studio citato, risultino molto modesti e decisamente inferiori a quello calcolato nella presente analisi e posto alla base della progettazione delle barriere di sicurezza lungo la S.P. ex ASI, pari a **Lc (H1) = 70,45 kj**, a cui statisticamente corrisponde oltre il 70% degli incidenti autostradali.

Infine, appare opportuno rappresentare che il Ministero delle Infrastrutture ha emesso il decreto 01/04/2019 pubblicato sulla G.U.R.I. del 17/05/2019 c.d. “*Salva motociclisti*” le cui disposizioni più *stringenti* entreranno in vigore a maggio del 2020. Tant’è che ad oggi, da una indagine di mercato effettuata presso i maggiori produttori del settore, non risultano ancora in commercio “Guard Rail” omologati alla nuova normativa.

Pertanto, in atto risulta non proponibile l’adeguamento normativo al suddetto D.M. “*Salva motociclisti*”, ma, successivamente in fase di esecuzione dei lavori, qualora l’Amministrazione committente lo si ritenga opportuno, verranno apportare le necessarie variazioni in corso d’opera.

Il progettista
(ing. Raul Gavazzi)

OSS.13 - E' necessario farsi trasmettere ufficialmente dal LCC di Trapani i dati statistici relativi al TGM ed alla percentuale di veicoli pesanti transitanti nel tratto di S.P. ex ASI, oggetto dei futuri lavori di adeguamento normativo, in quanto devono essere giustificati i dati posti alla base del calcolo per la scelta dei Guard Rail.

OSS.14 - E'