

I QUADERNI TECNICI

PER LA SALVAGUARDIA DELLE INFRASTRUTTURE



VOLUME VI
DISPOSITIVI DI RITENUTA STRADALE

• PREFAZIONE

Al fine di incrementare i livelli di sicurezza delle proprie infrastrutture, ANAS S.p.A., ormai da diversi anni, ha promosso specifiche azioni per tutelare la sicurezza e l'incolumità degli utenti della strada, con particolare attenzione ai motociclisti.

Il sesto volume dei quaderni tecnici di ANAS affronta, proprio in questa prospettiva, il tema delle barriere di sicurezza stradali.

ANAS ha in corso, sulla rete stradale nazionale principale, l'ammodernamento dell'infrastruttura anche con barriere di sicurezza dotate del sistema di tutela dei motociclisti.

Si tratta, quindi, di un piano strategico con importanti ricadute sociali ed economiche, derivanti dalla riduzione attesa del numero complessivo di incidenti gravi, in particolar modo di quelli che coinvolgono i motociclisti.

Si è ritenuto pertanto di fornire uno strumento utile ai tecnici impegnati nella progettazione, nell'esecuzione e nel collaudo delle barriere di sicurezza; il presente quaderno rappresenta anche un ausilio per le attività di installazione su strada dei dispositivi di ritenuta e per le attività di controllo in cantiere da parte dei tecnici che intervengono quotidianamente nella direzione dei lavori.

Il documento è articolato in diverse sezioni ed analizza in maniera operativa la procedura per la scelta dei dispositivi di ritenuta, le norme e le disposizioni di riferimento; sono stati inoltre affrontati alcuni punti singolari che risultano ricorrenti sulla viabilità in gestione di ANAS e, per ognuno di essi, viene descritta una proposta risolutiva sulla base delle recenti esperienze del settore specialistico della Direzione Operation e Coordinamento Territoriale di ANAS.

Per la redazione di questo volume si ringrazia l'ing. Nicola Dinnella, Responsabile dell'Unità Barriere di Sicurezza della Direzione Operation e Coordinamento Territoriale, i suoi collaboratori, gli ingg. Chiappone, Barucca, Montisci, Sparatore, Lo Porto, nonché l'ing. Fusani, l'ing. Laporta, l'ing. Avanzi, l'arch. Grecco ed i Responsabili delle Aree Compartimentali.

Marzo 2019

Il Direttore

Ing. Ugo Dibennardo

SOMMARIO

Prefazione	1
1 Il quadro di riferimento europeo	5
2 Il nuovo approccio di ANAS	6
2.1 Valutazione dei Dispositivi di ritenuta	8
2.1.1 Obiettivi	8
2.1.2 Dati anagrafici e strutturali	8
2.1.3 Stato di conservazione	10
3 I dispositivi di ritenuta stradale	13
3.1 Introduzione	13
3.2 Classificazione delle barriere di sicurezza	13
3.3 La Normativa europea	15
3.4 Certificazione	16
3.5 Produzione e commercializzazione	16
3.6 Analisi del quadro normativo italiano	16
3.6.1 Il D.M 18/2/1992 n. 223	16
3.6.2 Il D.M. del 3 giugno 1998	17
3.6.3 Il D.M. 21/06/2004 n. 2367	18
3.6.4 La circolare n° 104862 del 15/11/2007	18
3.6.5 La Circolare n° 62032 del 21/7/2010	19
3.6.6 Il D.M. 28/6/2011	19
4 Prove d'urto e marcatura CE	20
4.1 Livello di contenimento Lc	21
4.2 Livelli di severità	24
4.3 Deflessione dinamica, larghezza operativa, intrusione	25
5 Il progetto di sistemazione su strada	28
5.1 Normativa di riferimento e criteri di scelta	28
5.2 Analisi del tratto di strada oggetto di studio e criteri di scelta	30
5.3 Verifica del supporto di impianto	32
5.4 Lunghezza minima del dispositivo da installare	33

5.5 Protezione ostacoli fissi e punti singolari	34
5.6 Elaborati progettuali minimi	35
6 Procedura per la scelta dei dispositivi di ritenuta	38
7 Indagini necessarie	43
7.1 Indagini preliminari per le barriere con montanti infissi	43
7.2 Indagini preliminari per le barriere su cordolo	46
7.3 Definizione delle indagini necessarie	47
8 Protezione dei punti singolari	49
8.1 Terminali	50
8.2 Attenuatori d'urto	55
8.3 Transizioni	60
8.4 Chiusura varchi	67
9 Computo metrico estimativo	70
9.1 Gli esempi ricorrenti	74
Bibliografia	78
Norme di riferimento	79
Indice delle figure	81
Indice delle tabelle	83
Allegato A - Scheda di ispezione delle barriere stradali	84
Allegato B - La gamma di barriere ANAS	85

1 • IL QUADRO DI RIFERIMENTO EUROPEO

La Commissione Europea, attraverso il recente documento "L'Europa in movimento" pubblicato il 17 maggio 2018, intende rinnovare gli obiettivi di forte riduzione di morti e feriti gravi per incidente nelle strade mettendo contestualmente in atto una serie di strategie per una mobilità più sicura.

Con riferimento alla sicurezza stradale, la Commissione Europea sta incoraggiando l'adozione di un approccio sistematico basato sul cosiddetto Safe System Approach in cui le conseguenze degli incidenti vengono mitigate operando sia sul veicolo che sull'infrastruttura.

Con particolare riferimento alle infrastrutture è stata avanzata una proposta di revisione della Direttiva di gestione delle sicurezza delle Infrastrutture (2008/96/CE) e della Direttiva sulla sicurezza delle gallerie (2004/54/CE) da implementare anche oltre l'itinerario della rete stradale trans-europea TEN, per far sì che la maggior parte delle strade extraurbane dei Paesi Membri siano costantemente monitorate e sottoposte regolarmente a processi di controllo per la sicurezza - Road Safety Audits - al fine di ridurre il numero di tratte ad elevato rischio di incidente, migliorare i livelli di sicurezza intrinseci dell'infrastruttura, rendendola in grado di attenuare gli errori umani e mitigare le loro conseguenze.

Infine sono raccomandate azioni di educazione, controllo, sensibilizzazione a comportamenti responsabili di tutti gli utenti della strada, perché un sistema di mobilità sostenibile potrà essere realizzato solo raggiungendo livelli ottimali di prestazione delle tre componenti che interagiscono in equilibrio dinamico: l'uomo, il veicolo, l'infrastruttura e ambiente.

Per monitorare i progressi dei Paesi dell'Unione europea sono in via di definizione indicatori di prestazione della sicurezza stradale – SPI Safety Performance Indicators – che anche l'Italia dovrà prepararsi a fornire con cadenza annuale.

Operando quindi sulle diverse componenti di traffico, prime tra cui una migliore costruzione dei veicoli e un'infrastruttura stradale più avanzata e sicura, si può contribuire insieme a ridurre l'impatto e le conseguenze degli incidenti stradali.

2 • IL NUOVO APPROCCIO DI ANAS

Il nuovo modello concettuale RAM dedicato alla manutenzione straordinaria programmata della rete infrastrutturale ANAS si basa su singoli modelli RAM locali – risk based, specifici per ogni categoria di asset, che consentiranno di calcolare indicatori sintetici in grado di rappresentare lo stato di conservazione e funzionalità dell'opera o di altri elementi analizzati. Ciò permetterà di effettuare una classificazione dello stato (funzionale/degrado) dell'elemento stradale all'interno della medesima categoria, la cui programmazione afferisce unicamente ad una specifica area funzionale di ANAS.

Le informazioni prodotte dai singoli modelli locali saranno acquisite da un modello RAM Globale il quale integrerà gli indicatori acquisiti dai modelli RAM Locali con altre informazioni (ubicazione delle singole opere sul territorio, indicatori di importanza delle strade, stato del territorio, stato della programmazione MO/MP, Parametri/Vincoli impostati dall'utente, valore economico degli asset) al fine di effettuare una programmazione degli interventi di manutenzione complessiva della rete, programmazione multi-asset.

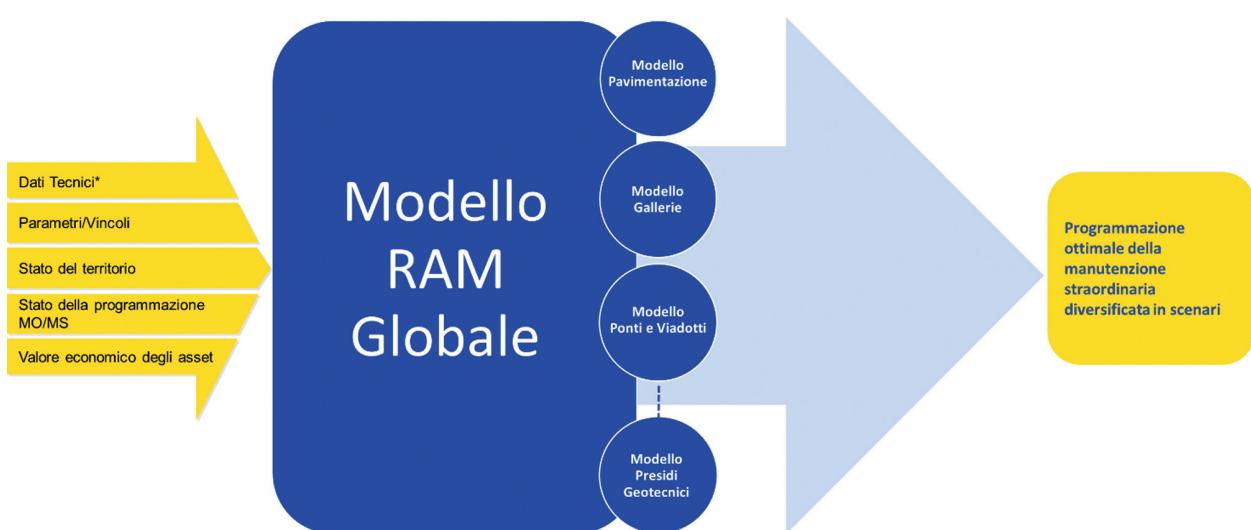


Figura 2-1: Schema logico del modello RAM

Con specifico riferimento alla sicurezza stradale, ANAS ha avviato un apposito programma di investimento finalizzato alla riduzione del numero di tratte ad elevato rischio di incidente, migliorando pertanto i livelli di sicurezza intrinseci dell'infrastruttura, con particolare riferimento agli interventi di adeguamento delle barriere di sicurezza.

In tale contesto si inseriscono le ispezioni di sicurezza, utili ad individuare e risolvere le situazioni potenzialmente generatrici di incidenti.

L'allegato A in appendice è stato redatto al fine di consentire agli operatori su strada una valutazione puntuale sullo stato di conservazione e/o efficienza dei dispositivi di ritenuta installati su tutta la rete in gestione di ANAS.

All'interno del processo volto alla definizione dei diversi livelli di priorità di intervento, particolare importanza assumono le **attività di controllo ed ispezione** dello stato dei dispositivi di ritenuta stradale, finalizzati ad un miglioramento dell'efficacia e alla gestione ottimizzata degli investimenti.

Gli importanti investimenti in manutenzione della rete previsti nel Piano Pluriennale si accompagnano per ANAS ad una rinnovata visione di gestione della strada, orientata alla programmazione degli interventi secondo obiettivi prestazionali e scenari di rischio standardizzati sulla rete.

Perseguire la manutenzione programmata della strada significa superare la logica dell'intervento episodico o emergenziale e saper "leggere" i caratteri dell'infrastruttura e degli eventi che su questa o al suo interno si verificano, per intervenire prevenendo le criticità di sicurezza, confort o funzionalità della rete.

La conoscenza dell'infrastruttura e del territorio a questa limitrofo, con le sue evoluzioni di assetto idrogeologico, è dunque un prerequisito indispensabile per attuare un efficace processo di pianificazione degli investimenti e programmazione degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Nel Piano Industriale ANAS 2016–2020, è prevista la realizzazione di un modello per la pianificazione e la gestione degli interventi di Manutenzione Straordinaria (Sistema RAM). Questa iniziativa ha consentito di avviare dal 2016 una radicale trasformazione del sistema di gestione e sorveglianza delle diverse opere e componenti costituenti l'infrastruttura stradale.

Questo sistema opera su due diversi livelli: a livello di singola opera (tratto omogeneo di barriera stradali) o a livello di infrastruttura generale (Network Level).

Nel primo approccio si considera ogni singolo tratto omogeneo di barriera, isolata dalla rete a cui appartiene, al fine di valutare la vita residua della stessa ed il grado di funzionalità residuo; il secondo, invece, considera le tratte omogenee inserite nel contesto stradale complessivo e nel territorio circostante, fornendo un indice che permette il confronto tra le varie tratte presenti lungo la rete di riferimento, al fine di individuare le priorità di intervento di manutenzione straordinaria, in funzione sia della condizione della singola tratta sia della sua importanza in termini di viabilità sulla rete.

2.1 Valutazione dei Dispositivi di ritenuta

2.1.1 Obiettivi

Al fine del calcolo dello stato complessivo dell'asset Dispositivi di ritenuta, sono stati strutturati due alberi decisionali che permetteranno di valutare separatamente i fattori che concorrono alla determinazione del degrado delle barriere stradali di sicurezza. In particolare (Figura 2-2):

- Dati anagrafici e strutturali, ossia elementi riguardanti le caratteristiche costruttive dell'opera;
- Stato di conservazione (o degrado), ovvero la "fotografia" sullo stato attuale della struttura, ottenibile tramite ispezione visiva dei difetti di tutti gli elementi costituenti l'opera;

La Figura di seguito riportata è esemplificativa del modello concettuale per l'asset Dispositivi di ritenuta:

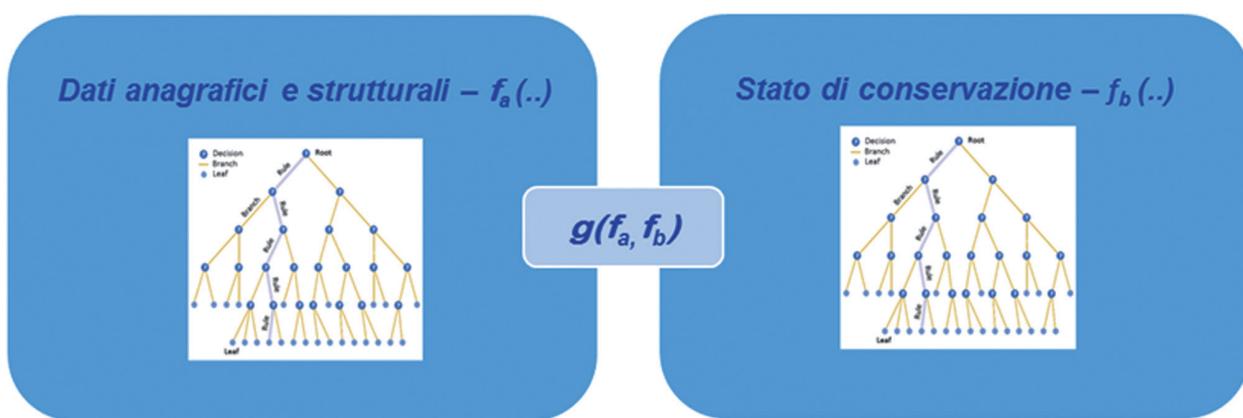


Figura 2-2: Modello per la valutazione dello stato complessivo dei dispositivi di ritenuta

2.1.2 Dati anagrafici e strutturali

Come anticipato, i dati anagrafici e strutturali prendono in esame tutti le caratteristiche costruttive presenti nell'opera, al fine di identificarne la tipologia e funzionalità, valutarne l'età e stabilirne i requisiti alla normativa vigente all'epoca della sua installazione (con relativa certificazione).

La Tabella 2-1 presenta i livelli decisionali, i sotto-livelli e le fasce di identificazione delle opere, nonché i Pesi (PV) associati agli elementi di ciascun livello utili ai fini del calcolo dello stato di conservazione:

ANNO DI INSTALLAZIONE (RIF. NORMATIVO) (LIVELLO 1)		ASSENZA CERTIFICAZIONI (LIVELLO 2)			TIPOLOGIA E FUNZIONE BARRIERA (LIVELLO 3)				
		ASSENZA CRASH TEST, OMologazione o MARCatura CE	ASSENZA DICHIARAZIONE DI CORRETTA INSTALLAZIONE (DCI)	TIPOLOGIA FUNZIONE (TF)		CLASSE DI CONTENIMENTO (CC)			
DESCRIZIONE	PESO	DESCRIZIONE	PESO	DESCRIZIONE	PESO	DESCRIZIONE	PESO	DESCRIZIONE	PESO
PRIMA DEL 1987 (A1)	1.5	PROGETTO (C1)	1.5	SI (Y)	1.1	BORDO LATERALE (BL)	1.05	N1 (T1)	1
DAL 1987 AL 1992 (A2)	1.3	BARRIERE VERIFICATE CON SOLO CRASH TEST (C2)	1.4	NO (N)	1.0	BORDO PONTE (BP)	1.15	N2 (T2)	1.05
DAL 1992 AL 2007 (A3)	1.15	BARRIERE VERIFICATE CON CRASH TEST E OMOLGAZIONE (C3)	1.15			SPARTI-TRAFFICO (S)	1.1	H1 (T3)	1.07
DAL 2007 AL 2011 (A4)	1.05	BARRIERE Dotate DI "MARCatura CE" (C4)	1.0			PUNTI SINGOLARI (PS)	1.0	H2 (T4)	1.10
DOPO IL 2011 (A5)	1.0	PRESENZA DELLA CERTIFICAZIONE (C0)	1.0					H3 (T5)	1.12
								H4 (T6)	1.15

Tabella 2-1: Categorie di Dati Anagrafici e Strutturali in Dispositivi di Ritenuta

La combinazione dei pesi attribuiti all'Anno di installazione e all'assenza di certificazione (crash test, omologazione o marcatura CE), consente di ricavare un indicatore di Rispetto della Normativa (RN) che andrà applicato al calcolo definitivo dello stato di conservazione ai fini dell'individuazione delle priorità di intervento. Il risultato della combinazione dei suddetti pesi (vedi Tabella 2-1) sono riportati nella seguente Tabella 2-2:

		CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI RISPETTO DELLA NORMATIVA (RN)				
		ASSENZA DI CERTIFICAZIONE				
ANNO DI INSTALLAZIONE		C0	C1	C2	C3	C4
	A1	1.5	2.25	NA	NA	NA
	A2	1.3	1.95	NA	NA	NA
	A3	1.15	1.72	1.61	1.32	NA
	A4	1.05	1.58	1.47	NA	NA
	A5	1.0	1.5	NA	NA	1.0

Tabella 2-2: Pesi associati agli elementi strutturali nei Dispositivi di Ritenuta

Per fare un esempio, si consideri la situazione in cui si rilevi una barriera costruita in data antecedente

LE BARRIERE DI SICUREZZA

al 1987 (A1) e che non possiede un Progetto (C1). Siamo nella condizione in cui dovrà essere applicato un coefficiente “peggiorativo” di 2.25 (nella Tabella 2-2 identificato dalle coordinate A1, C1) che andrà quindi ad incidere sulla determinazione della priorità di intervento stabilita per questo asset.

I casi in cui la combinazione dia come risultato “na” sono quelli impossibili da realizzare secondo le normative vigenti nell’anno di installazione della barriera. Per es. non può esistere una barriera di sicurezza antecedente all’anno 1987 (A1) provvista di marcatura CE (C4), perciò la combinazione dei pesi non può proprio essere presa in considerazione. Viceversa, come si nota dai valori riportati sempre in Tabella 2-2, in presenza di certificazione riferita all’anno di installazione (C0), il coefficiente RN sarà sempre pari a quello dell’anno di installazione.

2.1.3 Stato di conservazione

Di seguito, viene presentato il modello di calcolo proposto per la valutazione dello stato di conservazione dei dispositivi di ritenuta. A tal fine viene proposto, così come per le opere complementari, il rilievo delle criticità sulla base dell’attività di vigilanza effettuata quotidianamente dalle Aree Compartmentali per la sorveglianza dell’asset.

Come anticipato, lo stato di conservazione rappresenta una “fotografia” dello stato attuale della struttura tramite ispezione visiva dei difetti di tutti gli elementi costituenti l’opera. In fase di ispezione, vengono posti in evidenza tutti i difetti dell’opera che si sono verificati con l’usura e l’utilizzo. In particolare lo stato di conservazione di un dispositivo di ritenuta comprende due livelli:

- Altezza minima della barriera dal piano viabile;
- Presenza di eventuali danneggiamenti o deterioramenti visibili.

La Tabella 2-3 riepiloga in dettaglio i livelli decisionali e le fasce di identificazione delle opere con riferimento ai due requisiti di conformità sopra esposti:

RISPETTO DELL’ALTEZZA DEL PIANO VIABILE (LIVELLO 1)	DANNEGGIAMENTI/DETERIORAMENTI VISIBILI (ISPEZIONE VISIVA) (LIVELLO 2)
SI (Y)	NESSUN DIFETTO RILEVATO (D1)
NO (N)	ELEMENTI VISIBILI MANCANTI (D2)
	OSSIDAZIONE (D3)
	DISALLINEAMENTI VERTICALI/ORIZZONTALI (D4)
	DEGRADO SUPERFICIALE CLS (D5)
	EROSIONE SCARPATE (D6)

Tabella 2-3: Categorie di Stato di Conservazione in Dispositivi di Ritenuta

Per la suddetta attività di sorveglianza è stata predisposta una scheda speditiva (riportata Figura 2-3) da utilizzarsi in fase di Ispezione per il rilievo delle criticità, unitamente ad un algoritmo di calcolo per la valutazione dello stato di conservazione dell'opera.

SCHEDA DI ISPEZIONE - DISPOSITIVI DI RITENUTA																																																																																																															
Codice Strada			Area Compartmentale																																																																																																												
Progr. Inizio (km)			Nucleo																																																																																																												
Progr. Fine (km)			Classe Strada																																																																																																												
Carreggiata			TGM																																																																																																												
																																																																																																															
DISPOSITIVI DI RITENUTA																																																																																																															
Anno installazione																																																																																																															
Tipologia Barriera	New Jersey	Guard Rail																																																																																																													
	BL	BP	SPARTITRAFFICO																																																																																																												
	N1	N2	H1	H2	H3	H4																																																																																																									
Certificazione																																																																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 20%;">1 <i>Guard Rail (metallico)</i></th> <th rowspan="2" style="width: 20%;">NP</th> <th colspan="3" style="text-align: center;">Pessimo</th> <th style="width: 10%;">Ottimo</th> </tr> <tr> <th style="width: 10%;">H</th> <th style="width: 10%;">L</th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Altezza della lama dal piano viabile</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Larghezza arginello</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Componenti barriera (lama, paletti, correnti)</td> <td style="text-align: center;">(i)</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Ancoraggi (piastre e tirafondi)</td> <td style="text-align: center;">(i)</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Unioni bullonante</td> <td style="text-align: center;">(i)</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Cordoli c.a.</td> <td style="text-align: center;">(i)</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">2 New Jersey (cls)</td> </tr> <tr> <td>Calcestruzzo</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Ancoraggi (piastre e tirafondi)</td> <td style="text-align: center;">(i)</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Mancorrente superiore</td> <td style="text-align: center;">(i)</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td>Manicotti</td> <td style="text-align: center;">(i)</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">Stato di degrado complessivo</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">■ ■ ■ ■</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">Si richiede ispezione approfondita</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">■ SI ■ NO</td> </tr> <tr> <td colspan="6"> Data _____ Sorvegliante _____ (nome) _____ (firma) Capo Nucleo per approvazione _____ (nome) _____ (firma) </td> </tr> </tbody> </table>						1 <i>Guard Rail (metallico)</i>	NP	Pessimo			Ottimo	H	L			Altezza della lama dal piano viabile		0	0	0	0	Larghezza arginello		0	0	0	0	Componenti barriera (lama, paletti, correnti)	(i)	0	0	0	0	Ancoraggi (piastre e tirafondi)	(i)	0	0	0	0	Unioni bullonante	(i)	0	0	0	0	Cordoli c.a.	(i)	0	0	0	0	2 New Jersey (cls)						Calcestruzzo		0	0	0	0	Ancoraggi (piastre e tirafondi)	(i)	0	0	0	0	Mancorrente superiore	(i)	0	0	0	0	Manicotti	(i)	0	0	0	0	Stato di degrado complessivo						■ ■ ■ ■						Si richiede ispezione approfondita						■ SI ■ NO						Data _____ Sorvegliante _____ (nome) _____ (firma) Capo Nucleo per approvazione _____ (nome) _____ (firma)					
1 <i>Guard Rail (metallico)</i>	NP	Pessimo			Ottimo																																																																																																										
		H	L																																																																																																												
Altezza della lama dal piano viabile		0	0	0	0																																																																																																										
Larghezza arginello		0	0	0	0																																																																																																										
Componenti barriera (lama, paletti, correnti)	(i)	0	0	0	0																																																																																																										
Ancoraggi (piastre e tirafondi)	(i)	0	0	0	0																																																																																																										
Unioni bullonante	(i)	0	0	0	0																																																																																																										
Cordoli c.a.	(i)	0	0	0	0																																																																																																										
2 New Jersey (cls)																																																																																																															
Calcestruzzo		0	0	0	0																																																																																																										
Ancoraggi (piastre e tirafondi)	(i)	0	0	0	0																																																																																																										
Mancorrente superiore	(i)	0	0	0	0																																																																																																										
Manicotti	(i)	0	0	0	0																																																																																																										
Stato di degrado complessivo																																																																																																															
■ ■ ■ ■																																																																																																															
Si richiede ispezione approfondita																																																																																																															
■ SI ■ NO																																																																																																															
Data _____ Sorvegliante _____ (nome) _____ (firma) Capo Nucleo per approvazione _____ (nome) _____ (firma)																																																																																																															

Figura 2-3: Scheda per il rilievo delle criticità dei dispositivi di ritenuta

Per la determinazione dello stato di conservazione è necessario definire degli opportuni pesi per i vari elementi. Nel caso dei dispositivi di ritenuta i pesi (PV) sono stati differenziati in base alla tipologia di dispositivi considerato, ovvero Guard Rail e New Jersey, come espresso in Tabella 2-4.

TIPOLOGIA DI BARRIERA			
GUARD RAIL	PESO (PI)	NEW JERSEY	PESO (PI)
COMPONENTI BARRIERA (LAMA, PALETTI, CORRENTI)	3	CALCESTRUZZO	7
ANCORAGGI (PIASTRA E TIRAFONDI)	10	ANCORAGGI (PIASTRA E TIRAFONDI)	10
UNIONI BULLONATE	10	MANCORRENTE SUPERIORE	10
CORDOLI IN CA	8	MANICOTTI	10

Tabella 2-4: Pesi associati agli elementi strutturali dei dispositivi di ritenuta

Il giudizio di insieme sullo stato di conservazione generale dell'opera è dato dall'Indice di Degrado dell'Opera (IDOp), calcolato come da formula a lato:

$$IDOp = \frac{\sum (PV * P_{Elem})}{\sum P_{Elem}}$$

Sulla base del valore assunto dall'IDOp, si dovrà poi prevedere un intervento con urgenza nel breve, medio o lungo periodo.

	DESCRIZIONE	IDOp
ROSSO	INTERVENTO URGENTE	IDOp > 6
ARANCIO	INTERVENTO BREVE TERMINE	4 < IDOp ≤ 6
GIALLA	INTERVENTO MEDIO TERMINE	3 < IDOp ≤ 4
VERDE	INTERVENTO LUNGO TERMINE	IDOp ≤ 3

Tabella 2-5: Urgenza dell'intervento sulla base dell'indice di degrado dell'opera

Le priorità di intervento - a livello di asset specifico (Project Level) - saranno quindi individuate attraverso:

- Rilievo criticità attraverso ispezione speditiva;
- Individuazione dell'Indice di degrado dell'opere attuale (IDOp) che esprime, come detto, un giudizio di insieme sullo stato di conservazione generale dell'opera;
- Valutazione delle caratteristiche di installazione della barriera. In particolare sarà attribuito un peso maggiore (Coefficiente di installazione, CI=1,2) alle barriere installate su rilevati con altezza maggiore di 2 metri o su opera d'arte di altezza superiore a 5 metri;
- Combinazione dei fattori peggiorativi riferiti alla mancanza dei riferimenti anagrafici e strutturali, quali: rispetto della normativa (RN), tipologia e funzione della barriera (TF e CC), dichiarazione di corretta installazione (DCI);
- Individuazione della rilevanza del degrado (IRD) come da formula seguente:

$$IRD = IDOp * CI * RN * DCI * TF * CC$$

3 • I DISPOSITIVI DI RITENUTA STRADALE

3.1 Introduzione

L'incremento della sicurezza delle infrastrutture stradali può essere ottenuto operando simultaneamente sui fattori che incidono sulla sicurezza attiva della strada e su quella passiva.

La sicurezza attiva è influenzata da tutti quei provvedimenti che mirano ad aumentare la probabilità che non si verifichino incidenti stradali (tracciati coerenti, ben leggibili, adeguate visuali libere per l'arresto, adeguatezza della segnaletica stradale, buona aderenza offerta dalla pavimentazione, illuminazione notturna, etc.).

I presidi utilizzati per garantire adeguati livelli di sicurezza passiva dell'infrastruttura, in genere, invece, non mirano alla riduzione del numero di incidenti stradali ma vengono posti in opera con l'intento di mitigare i danni, alle persone ed alle cose, derivanti dal verificarsi di un incidente.

Tra i dispositivi di sicurezza passiva, un ruolo di eminente importanza è rivestito dai **dispositivi di ritenuta** che, come indicato dalla Normativa Italiana, sono posti in opera essenzialmente al fine di realizzare per gli utenti della strada e per gli esterni eventualmente presenti, accettabili condizioni di sicurezza in rapporto alla configurazione della strada, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.

Tali caratteristiche funzionali presuppongono che i dispositivi di ritenuta devono essere idonei ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in moto prima dell'impatto e, contemporaneamente, limitare gli effetti nocivi, derivanti dell'urto, sui passeggeri. Inoltre, a seguito dell'impatto, il veicolo in svio non deve valicare la barriera (cioè al fine di preservare tutto quello che si trova oltre la struttura di contenimento) e deve rientrare gradualmente in carreggiata in modo da non interferire, per quanto possibile, coi veicoli in transito e con le altre componenti di traffico ammesse in strada.

3.2 Classificazione delle barriere di sicurezza

È consuetudine, anche con riferimento a ciò che prescrive la normativa italiana (art. 1 D.M. 21/06/2004), classificare le barriere di sicurezza in relazione alla loro **destinazione ed ubicazione**.

LE BARRIERE DI SICUREZZA

Considerate le diverse zone che possono necessitare di una specifica protezione, le barriere si distinguono in:

- barriere centrali da spartitraffico;



- barriere bordo laterale;



- barriere per opere d'arte
(ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.);



- barriere, o dispositivi, per punti singolari come quelle utilizzate per la chiusura di vanchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, terminali speciali, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, dispositivi per zone di transizione e simili.

In funzione del materiale costituente la barriera è possibile la seguente classificazione:

- acciaio;
- calcestruzzo;
- in legno (con anima in acciaio)
laddove le esigenze ambientali lo richiedano [1].



Inoltre, i materiali con cui sono costruite le barriere di sicurezza debbono rispondere a imprescindibili requisiti di resistenza meccanica e durabilità, oltre ad avere caratteristiche di compatibilità ambientale e pregi estetici, quando richiesti [2].

Nella loro configurazione più tradizionale le barriere metalliche sono costituite dai seguenti elementi strutturali:

- montanti: infissi su terra o vincolati con bulloni al supporto;
- nastro/i: generalmente costituito/i da una o più lamiere sagomate a doppia o tripla onda;
- correnti longitudinali: elementi disposti parallelamente al nastro, inferiori (pararuota) o superiori (in corrispondenza delle opere d'arte);
- distanziatori: se presenti, posti tra i nastri e i montanti e con funzione di dissipare l'energia di urti leggeri e garantire l'effetto di risalita del nastro durante l'urto al fine di impedire lo scavalcamen-to della barriera;
- diagonali di controvento, se presenti;
- bulloneria di collegamento e vincolo;
- supporti per l'ancoraggio o per l'infissione dei montanti.

3.3 La Normativa europea

Il quadro normativo comunitario fa riferimento alla Norma UNI EN 1317 "Barriere di sicurezza stra-dali", suddivisa in 8 Parti:

Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova;

Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari;

Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di pro-va per attenuatori d'urto;

Parte 4: Linee guida per la meccanica computazionale di prove d'urto sul sistema di ritenuta del veicolo - Procedure di validazione;

Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento di veicoli;

Parte 6: Sistema di ritenuta dei pedoni - Parapetti pedonali;

Parte 7: Livello di contenimento, metodi di prova e criteri di accettazione per i terminali;

Parte 8: Sistemi di ritenuta stradali motociclisti in grado di ridurre la severità dell'urto del moto-ciclista in caso di collisione con le barriere di sicurezza.

3.4 Certificazione

Per certificare una barriera si fa riferimento alle prime **5 parti** della Norma **UNI EN 1317**.

3.5 Produzione e commercializzazione

Per produrre e commercializzare una barriera si fa riferimento alla **Direttiva Comunitaria 305/2011**.

3.6 Analisi del quadro normativo italiano

L'iter normativo in ambito nazionale in materia di dispositivi di ritenuta stradale risulta alquanto complesso ed articolato in quanto si sono succedute nel corso degli anni numerosi decreti normativi oltre che diverse circolari ministeriali. Nel seguito si cercherà di sintetizzare il quadro normativo nazionale evidenziando gli aspetti e le parti normative di interesse per il progettista del Piano di Sistemazione su Strada.

3.6.1 Il D.M 18/2/1992 n. 223

La prima vera regola tecnica per la progettazione, validazione ed installazione delle barriere di sicurezza risale al 1992, anno in cui fu emanato il “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”.

Con il D.M. 223/92 il problema barriere di sicurezza viene affrontato per la prima volta da un punto di vista “prestazionale” in termini di:

- adeguatezza strutturale della barriera, senza distacco di elementi
- contenimento dei veicolo, senza ribaltamento a scavcamento
- sicurezza per gli occupanti del veicolo
- traiettoria di rinvio del veicolo $< 1/3$ angolo di impatto

Di seguito vengono sintetizzati gli articoli di interesse per le finalità suseinte.

ART. 2 D.M. 223 DEL 18.02.1992

Un aspetto di fondamentale importanza che viene introdotto nel presente decreto prevede che, per le nuove strade pubbliche extraurbane e per quelle urbane con velocità **di progetto maggiore o uguale a 70 km/h**, nonché nei casi di adeguamento di tratti significativi di tronchi stradali esistenti, oppure nei casi di ricostruzione e riqualificazione di parapetti di ponti e viadotti situati in posizione “pericolosa per l’ambiente esterno alla strada e per l’utente stradale”, **i progetti esecutivi debbano essere obbligatoriamente dotati di un elaborato progettuale redatto da un ingegnere professionista**.

ALLEGATO 1 DEL D.M. 223 DEL 18.02.1992

Di seguito sono sintetizzati i contenuti dell’allegato 1 del presente decreto utili al progettista del PSS.

Art 1. Classificazione delle barriere di sicurezza in Spartitraffico, Bordo Laterale, Bordo Ponte, punti singolari;

Art 2. Finalità delle barriere stradali “redirezione del mezzo e assorbimento della aliquota più alta possibile dell’energia nell’urto”;

Art 3. Individuazione delle zone da proteggere;

Art 4. Indice di severità degli impatti, ossia l’energia cinetica posseduta dal mezzo all’atto dell’impatto calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale alle barriere $Is = \frac{1}{2} (P/g) (v \sin \theta)^2$;

Art 5. Materiali costituenti le barriere;

Art 6. Classificazione delle barriere in relazione all’ “Indice di severità” A1, A2, A3, B1, B2, B3 con Is tra 5 e 1000 KNm;

Art 7. Criteri di scelta delle barriere di sicurezza in ragione del Tipo di Traffico;

Art 8. Procedure per l’omologazione;

Art 9. Modalità di prova delle barriere e criteri di giudizio ai fini dell’omologazione.

3.6.2 Il D.M. del 3 giugno 1998

Le modifiche e le integrazioni introdotte dalla presente normativa riguardano in particolare l’introduzione di nuovi sistemi di ritenuta quali gli attenuatori d’urto e i terminali speciali. Inoltre, vengono definiti nuovi indici e parametri per la classificazione e la valutazione prestazionale dei dispositivi, primi fra tutti il **Livello di contenimento (Lc)** e l’**Indice di severità dell’accelerazione (ASI)**, di cui si dirà in seguito.

3.6.3 Il D.M. 21/06/2004 n. 2367

Con il presente decreto viene introdotta una nuova integrazione della norma che comporta un aggiornamento delle precedenti istruzioni tecniche e il recepimento ufficiale delle norme UNI EN 1317 (nelle parti 1, 2, 3, 4) che individuano la *“classificazione prestazionale dei dispositivi di sicurezza nelle costruzioni stradali, le modalità di esecuzione delle prove d’urto e i relativi criteri di accettazione”*. Nello specifico, particolare attenzione va rivolta alla modifica dell’art. 4 che, ai fini della classificazione della severità degli impatti, prevede di utilizzare:

- l’Indice di Severità della Accelerazione, **A.S.I.**;
- l’Indice di Velocità Teorica della Testa, **T.H.I.V.**;
- l’Indice di Decelerazione della Testa dopo l’Impatto, **P.H.D.**, come definiti nelle norme UNI EN 1317, parte 1 e 2.

ART. 6 DEL DM N.2367 DEL 21/06/04

Con particolare riferimento alle attività e alle verifiche che devono essere sviluppate dall’ingegnere progettista della sistemazione dei dispositivi di ritenuta stradale, si richiama l’attenzione su quanto prescritto dall’**art. 6** delle Istruzioni Tecniche allegate al DM n.2367 del 21/06/04.

In particolare, il progettista deve porre attenzione, nella stesura degli elaborati a:

- Ubicazione delle protezioni;
- Definizione delle classi di contenimento;
- Definizione del materiale;
- Definizione delle modalità di installazione;
- Definizione dei requisiti prestazionali;
- Scelta dei dispositivi accessori;
- Realizzazione dei drenaggi.

3.6.4 La circolare n° 104862 del 15/11/2007

Nella presente circolare vengono chiariti gli aspetti legati alla scadenza delle omologazioni dei dispositivi di ritenuta e della certificazione degli stessi.

Nello specifico, i dispositivi di ritenuta, che dovranno rispondere alle norme UNI EN 1317, parti 1, 2,

3 e 4, vengono certificati tramite i rapporti di crash test rilasciati da campi prova dotati di certificazione secondo le norme ISO EN 17025.

3.6.5 La Circolare n° 62032 del 21/7/2010

Di notevole interesse è la Circolare n° 62032 del 21/7/2010 con la quale il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha chiarito alcune questioni sollevate dagli operatori del settore sulla corretta applicazione delle norme relative alla progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.

Gli aspetti trattati riguardano il campo di applicazione del D.M. 18/2/1992, le tipologie di barriera, la destinazione e gli sviluppi minimi delle installazioni, la classe minima del dispositivo, la corretta applicazione della larghezza operativa e dello spazio di lavoro, la protezione di punti singolari, l'adattamento dei dispositivi alla sede stradale e la conformità degli stessi e delle modalità di installazione (Manuale per l'utilizzo e l'installazione del prodotto).

3.6.6 Il D.M. 28/6/2011

Il 28/6/2011 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti emana il D.M. "Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale", necessario per regolamentare la transizione verso la marcatura CE per la caratterizzazione dei prodotti. In esso si stabilisce che, in virtù della norma europea armonizzata EN 1317, dal 1/1/2011 **i dispositivi di ritenuta utilizzati e installati debbono essere dotati di marcatura CE** rilasciata da un organismo notificato e di dichiarazione CE di conformità rilasciata dal produttore o dal mandatario.

Il Decreto prevede anche l'aggiornamento delle Istruzioni tecniche per l'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale, riguardante anche i controlli in fase di accettazione e di installazione dei dispositivi medesimi, precisando che nel frattempo **restano in vigore le Istruzioni del D.M. 21/6/2004.**

4 • PROVE D'URTO E MARCatura CE

I dispositivi di ritenuta stradale, in accordo con le norme italiane ed europee che richiedono la **marcatura CE**, devono essere sottoposti, preliminarmente al loro impiego, a una serie di crash test che ne certifichino le prestazioni, raffrontandole ai requisiti imposti dalle norme stesse.

In sintesi, le prove di crash test sono necessarie a verificare i seguenti requisiti fondamentali di un dispositivo di ritenuta stradale:

- la **capacità di contenimento** del veicolo di progetto;
- il corretto rinvio del veicolo sulla carreggiata in seguito all'urto;
- la minimizzazione dei rischi di lesioni per gli occupanti dei mezzi leggeri attraverso la limitazione delle decelerazioni.

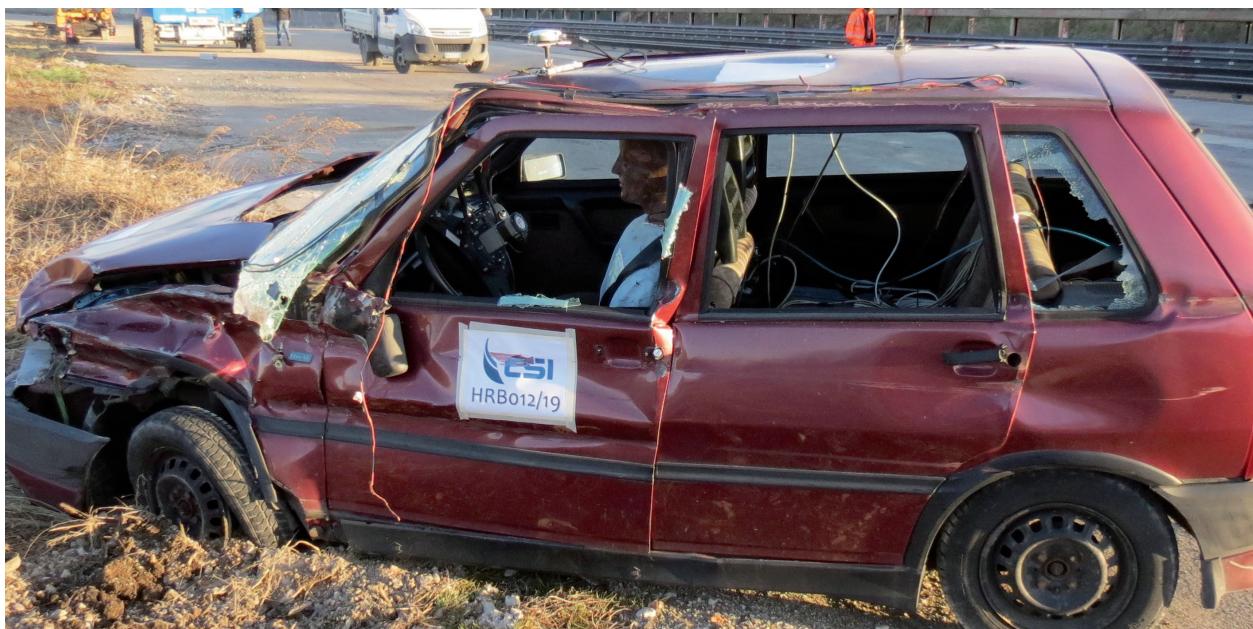


Figura 4-1: Prova di crash test (Prova TB 11)

4.1 Livello di contenimento Lc

Il livello di contenimento rappresenta l'energia cinetica posseduta dal mezzo all'atto dell'impatto, calcolata con riferimento alla componente della velocità ortogonale alle barriere, espressa da:

$$Lc = 1/2 M (v \operatorname{sen} \theta)^2$$

Dove:

- Lc = livello di contenimento [kJ]
- M = massa del veicolo [t]
- v = velocità d'impatto [m/s]
- θ = angolo d'impatto

Con riferimento ai livelli di contenimento, la normativa europea attuale prevede i seguenti livelli di contenimento suddivisi in 4 gruppi:

- contenimento con angolo basso (livelli T1, T2 e T3)
- contenimento normale (livelli N1 e N2),
- contenimento più elevato (livelli H1, L1, H2, L2, H3 e L3)
- contenimento molto elevato (livelli H4a, H4b, L4a, L4b).



Figura 4-2: Verifica contenimento, prova tipo TB 81

LE BARRIERE DI SICUREZZA

Ai livelli di contenimento corrispondono diverse prove d'urto, eseguite con diversi veicoli, velocità, angolo d'urto e massa totale, così da conseguire i vari livelli energetici.

CLASSE BARRIERA	PROVA EFFETTUATA	VELOCITÀ [KM/H]	ANGOLO DI IMPATTO [°]	MASSA DEL VEICOLO [KG]	TIPO DI VEICOLO
N1	TB31	80	20	1500	AUTOVETTURA
N2	TB11	100	20	900	AUTOVETTURA
	TB32	110	20	1500	
H1	TB11	100	20	900	AUTOCARRO
	TB42	70	15	10000	
H2	TB11	100	20	900	AUTOCARRO O AUTOBUS
	TB51	70	20	13000	
H3	TB11	100	20	900	AUTOCARRO
	TB61	80	20	16000	
H4A	TB11	100	20	900	AUTOCARRO
	TB71	65	20	30000	
H4B	TB11	100	20	900	AUTOARTICOLATO
	TB81	65	20	38000	

Tabella 4-1: Livelli di contenimento, Tab. A del DM 3 giugno 1998

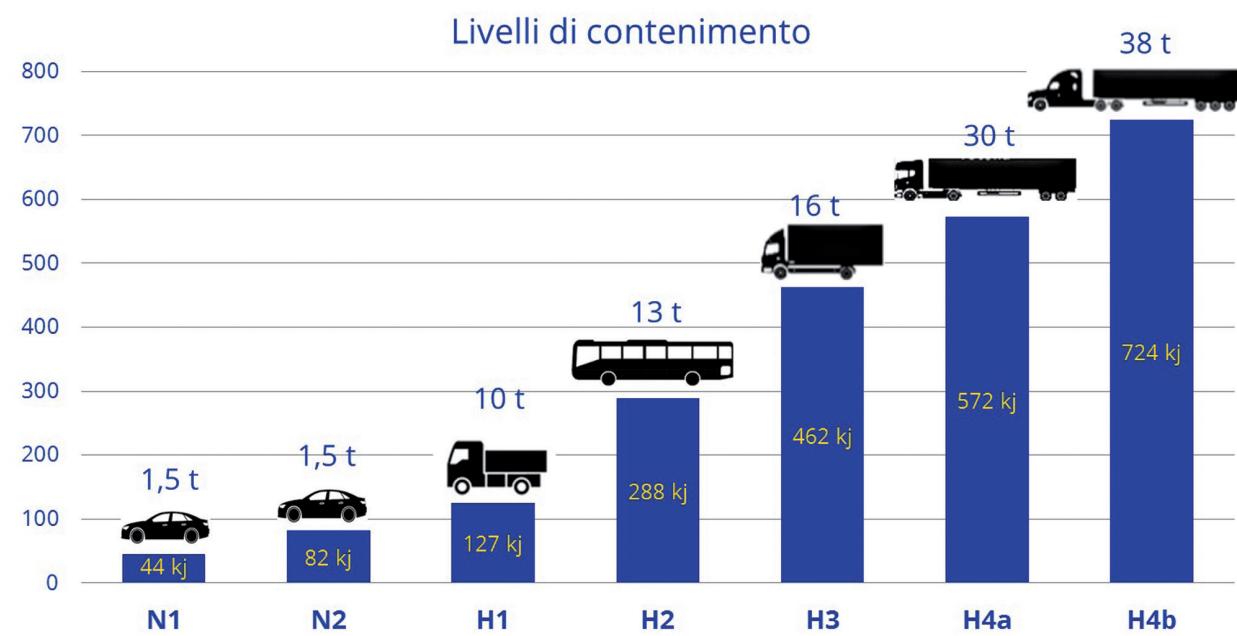


Figura 4-3: Livelli di contenimento e mezzi impiegati nelle diverse prove

Con specifico riferimento ai parametri registrati nelle prove di crash test delle barriere di tipo ANAS, sono state eseguite delle rappresentazioni grafiche che forniscono delle informazioni di immediata consulta-

zione valide sia per il progetto che per la eventuale verifica del funzionamento dei dispositivi di ritenuta. A tal proposito, il grafico seguente mostra l'andamento del livello di contenimento Lc [kJ] al variare della velocità V [km/h] e dell'angolo di impatto θ [°] per la prova eseguita su un veicolo leggero di massa pari 900 kg.

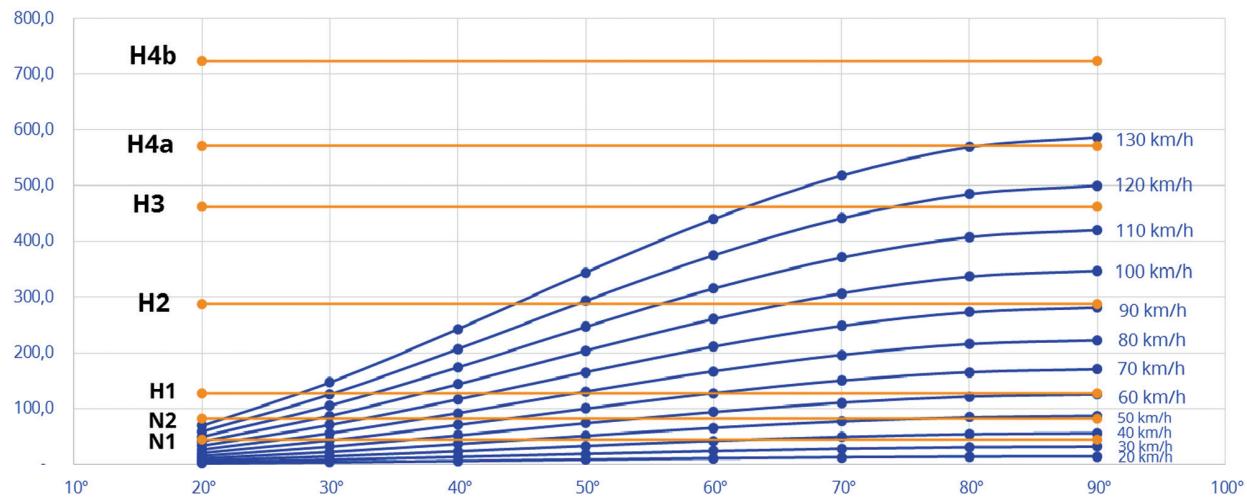


Figura 4-4: Lc [kJ] al variare di V [km/h] e θ [°]

Nel seguente grafico viene invece sintetizzato l'andamento del livello di contenimento Lc [kJ] al variare della massa M [kg] e dell'angolo di impatto θ [°] di diversi veicoli pesanti che impattano ad velocità costante di 65 km/h.

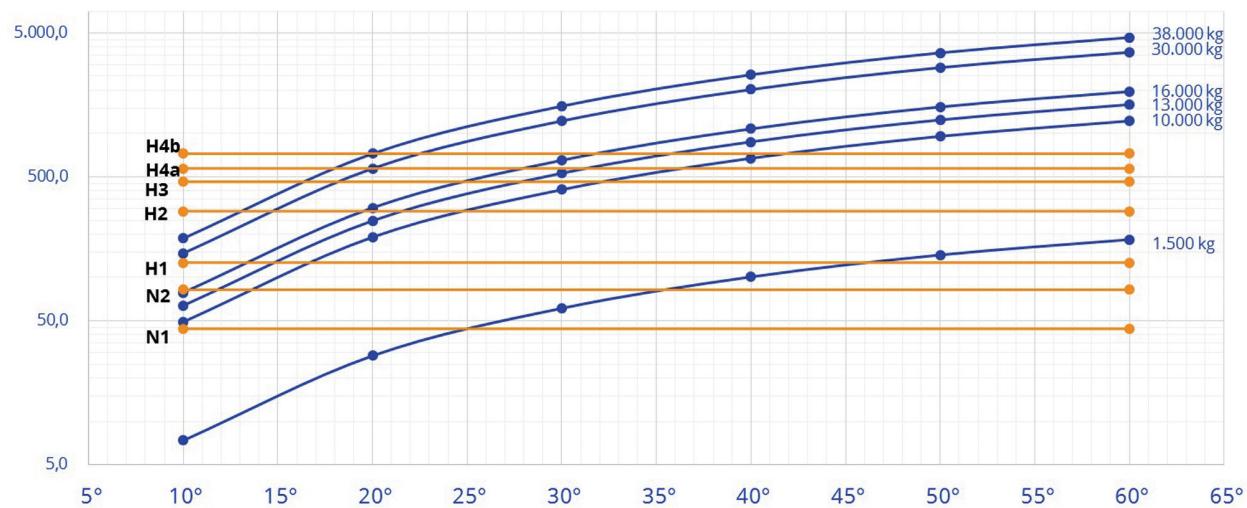


Figura 4-5: Andamento di Lc [kJ] al variare di M [kg] e θ [°]

4.2 Livelli di severità

Per quanto concerne la **severità dell'urto**, si fa riferimento agli indici di severità che forniscono una misura probabilistica del rischio di lesione per gli occupanti dei veicoli leggeri. A tal proposito i parametri più diffusi e rappresentativi sono l'**ASI** e il **THV**.



Figura 4-6: Verifica Livello di severità (prova TB11)

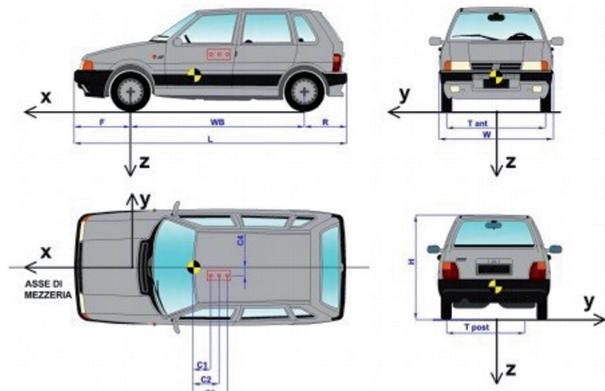


Figura 4-7: Dimensioni del veicolo (prova TB11)

L'**ASI** (Acceleration Severity Index) esprime il livello di accelerazioni subite dagli occupanti del veicolo, considerati seduti, con cinture di sicurezza allacciate:

$$ASI(t) = \sqrt{\left(\frac{a_x}{12g}\right)^2 + \left(\frac{a_y}{9g}\right)^2 + \left(\frac{a_z}{10g}\right)^2}$$

dove $a_x(t)$, $a_y(t)$, $a_z(t)$ sono le tre componenti dell'accelerazione, variabili nel tempo, determinate su un intervallo mobile di 50 ms, mentre i valori a denominatore rappresentano le componenti delle accelerazioni massime tollerabili dal corpo umano.

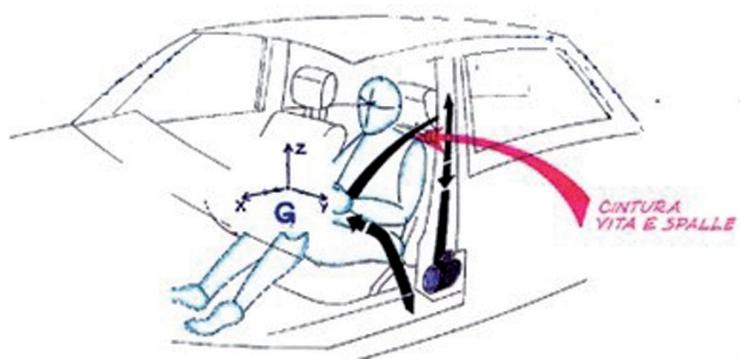


Figura 4-8: Valutazione dell'indice ASI

Il **THIV** (Theoretical Head Impact Velocity) rappresenta invece la velocità teorica con cui la testa impatta su un'ipotetica superficie interna del veicolo alla fine del tempo di volo.

Per la valutazione del THIV si utilizza un modello nel quale la testa dell'occupante, anche durante l'urto del veicolo, continua il suo moto imperturbato, presupponendo che prima dell'impatto l'occupante ed il veicolo siano in moto con la medesima velocità.

Attraverso l'integrazione delle accelerazioni a_x e a_y del veicolo, e la sua velocità angolare intorno all'asse di imbardata, si calcola il tempo di volo, cioè il tempo che la testa impiega per raggiungere la parete laterale o la parete anteriore, poste, rispettivamente, alle distanze nominali di 0.3 m e 0.6 m dalla testa stessa:

$$THIV(t) = \sqrt{v_x^2(T) + v_y^2(T)}$$

Dove:

$v_x(t)$ e $v_y(t)$ sono le velocità (km/h) relative del corpo rispetto al veicolo riferite agli assi x e y.

Nella tabella 1 viene sintetizzato il livello di severità dell'urto in funzione degli indici ASI e THV descritti.

LIVELLO DI SEVERITÀ DELL'URTO	INDICI
A	ASI $\leq 1,0$ 1,0 $<$ ASI $\leq 1,4$ 1,4 $<$ ASI $\leq 1,9$
B	
C	

*Per quanto concerne il parametro THIV le norme prescrivono un valore massimo pari a 33 km/h per le barriere di sicurezza (UNI EN 1317-2) e 44 km/h per attenuatori e terminali (UNI EN 1317-3 e 4).

Tabella 4-2: Livelli di severità dell'urto

Infine, un ulteriore parametro che viene valutato al fine di salvaguardare gli occupanti dell'autovettura è rappresentato dall'indice di deformazione del veicolo (**Vehicle Cockpit Deformation Index, VCDI**) che esprime attraverso un codice alfanumerico la posizione e l'estensione della deformazione dell'abitacolo interno dell'autovettura.

4.3 Deflessione dinamica, larghezza operativa, intrusione

I risultati delle prove di crash test forniscono importanti parametri utili alla descrizione delle geometrie di deformazione del sistema di ritenuta in seguito ad un urto [3]. I parametri relativi agli

LE BARRIERE DI SICUREZZA

spostamenti trasversali degli elementi della barriera e del veicolo sono: **la deflessione dinamica (Dm), la larghezza operativa (Wm) e l'intrusione del veicolo (Vlm).**

I valori assunti da tali parametri sono molto importanti nella fase di progettazione dei dispositivi di ritenuta in quanto consentono di definire le distanze da mantenere davanti agli ostacoli per permettere al sistema di fornire adeguate prestazioni.

DEFLESSIONE DINAMICA (DM)

La deflessione dinamica è definita come "il massimo spostamento dinamico trasversale del fronte del sistema di contenimento".

LARGHEZZA OPERATIVA (WM)

La larghezza operativa è definita come "la distanza tra la posizione iniziale del fronte del sistema di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema".

INTRUSIONE DEL VEICOLO (VIM)

L'intrusione del veicolo, tipica degli autocarri, misura la distanza tra la posizione iniziale del fronte lato strada della barriera di sicurezza e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del veicolo.

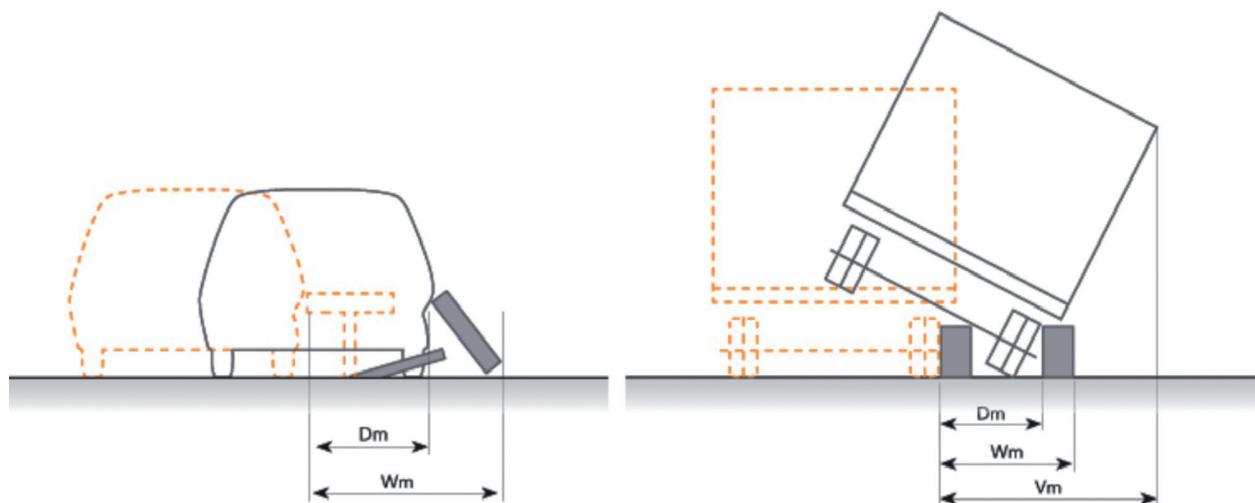


Figura 4-9: Schemi per la misura dei parametri geometrici Dm, Wm, Vlm

I parametri suesposti, misurati nel corso delle prove di crash test, devono essere riportati nei rapporti di prova sia come valori effettivi che come valori normalizzati. Questi ultimi consentono la classificazione così come previsto dalla normativa vigente e riportato nelle tabelle seguenti (cfr. Tab. 1 e 2).

CLASSI CON LARGHEZZA OPERATIVA NORMALIZZATA	LIVELLI DI LARGHEZZA OPERATIVA NORMALIZZATA	CLASSI DI INTRUSIONE VEICOLO NORMALIZZATI	LIVELLI DI INTRUSIONE VEICOLO NORMALIZZATI
W1	$W_N \leq 0,6 \text{ M}$	VI1	$VI_N \leq 0,6 \text{ M}$
W2	$W_N \leq 0,8 \text{ M}$	VI2	$VI_N \leq 0,8 \text{ M}$
W3	$W_N \leq 1,0 \text{ M}$	VI3	$VI_N \leq 1,0 \text{ M}$
W4	$W_N \leq 1,3 \text{ M}$	VI4	$VI_N \leq 1,3 \text{ M}$
W5	$W_N \leq 1,7 \text{ M}$	VI5	$VI_N \leq 1,7 \text{ M}$
W6	$W_N \leq 2,1 \text{ M}$	VI6	$VI_N \leq 2,1 \text{ M}$
W7	$W_N \leq 2,5 \text{ M}$	VI7	$VI_N \leq 2,5 \text{ M}$
W8	$W_N \leq 3,5 \text{ M}$	VI8	$VI_N \leq 3,5 \text{ M}$
		VI9	$VI_N > 3,5 \text{ M}$

Tabella 4-3: Livelli di larghezza operativa e di intrusione normalizzata

5 • IL PROGETTO DI SISTEMAZIONE SU STRADA

Una volta definite le tipologie e le classi dei dispositivi per la messa in sicurezza di tutti gli elementi da proteggere nella specifica strada è necessario predisporre un progetto, denominato Piano di Sistemazione su Strada, che giustifichi e descriva nel dettaglio l'intervento stesso. Le indicazioni contenute nel P.S.S. sono valide sia per le strade esistenti che per quelle di nuova realizzazione.

Entrando nello specifico della redazione del P.S.S., al fine di motivare in maniera chiara e esaustiva le scelte progettuali, sarà necessario allegare elaborati grafici con le opportune scale che evidenzino:

- Classi di contenimento in funzione al tipo di traffico esistente/previsto;
- Valutazione dello stato dei luoghi e del supporto sul quale dovrà essere installato il dispositivo di sicurezza a nastri e paletti verificando l'assimilabilità dei terreni in situ con quelli relativi ai valori dei crash test;
- Accorgimenti da apportare ai supporti o alla barriera in caso di difformità con quelli utilizzati nei crash test per ottenere la certezza dell'equivalenza nei comportamenti;
- Lunghezze delle tratte di installazione dei dispositivi;
- Indicazione, sia dell'ubicazione che della relativa lunghezza, delle transizioni di collegamento tra le barriere di nuovo impianto e quelle esistenti, descrivendo le soluzioni previste;
- Punti di inizio e fine tratta con annessi i terminali adeguati, che siano essi semplici o speciali;
- Individuazione dei punti singolari quali cuspidi, interferenze con opere d'arte o ostacoli non eliminabili allegando un descrizione dettagliata del criterio che si vuole adopera per ovviare al problema.

5.1 Normativa di riferimento e criteri di scelta

La relazione del presente progetto deve essere redatta in conformità a quanto richiesto dall'art. 2 del Decreto 18 febbraio 1992 n. 223 e s.m.i. Il più recente riferimento normativo è il Decreto Ministeriale 2367 del 21 giugno 2004 dal titolo "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali".

I due decreti definiscono i criteri di scelta delle classi di contenimento, della loro ubicazione nonché dei criteri di apposizione dei dispositivi; inoltre vengono recepite le norme UNI 1317 Parti 1-2-3-4

che individuano la classificazione prestazionale dei dispositivi di sicurezza nelle costruzioni stradali, le modalità di esecuzione delle prove d'urto e i relativi criteri di accettazione.

Con la successiva Circolare Ministeriale 62032 del 21 luglio 2010 si indica che il progettista del P.S.S. può derogare dalle prescrizioni sopracitate, in particolare riguardo ai punti singolari su strade esistenti, esponendo le varie motivazioni, giustificate dalle reali condizioni del sito da proteggere. Altra considerazione fondamentale di cui tener conto nella suddetta circolare è la distinzione tra "larghezza operativa" e "spazio di lavoro"; al riguardo si precisa che:

- il concetto di spazio di lavoro si riferisce alle condizioni di appoggio del veicolo in svio, affinché queste siano sufficienti per il corretto funzionamento della barriera, mentre la deformazione dinamica e la larghezza operativa si riferiscono al comportamento del sistema in presenza di un veicolo in svio anche nelle sue parti in elevazione;
- lo spazio di lavoro è finalizzato a garantire, sulle strade esistenti, la larghezza cinematica necessaria al veicolo in svio ma non la resistenza meccanica in caso di impatto, per la quale il progettista delle installazioni deve prevedere una analisi della capacità del supporto, eventualmente adattando le modalità d'installazione così come previsto dall'art.6 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21.06.2004 n. 2367.

Nell'immagine seguente si rappresenta quale sia l'effettivo spazio di lavoro.

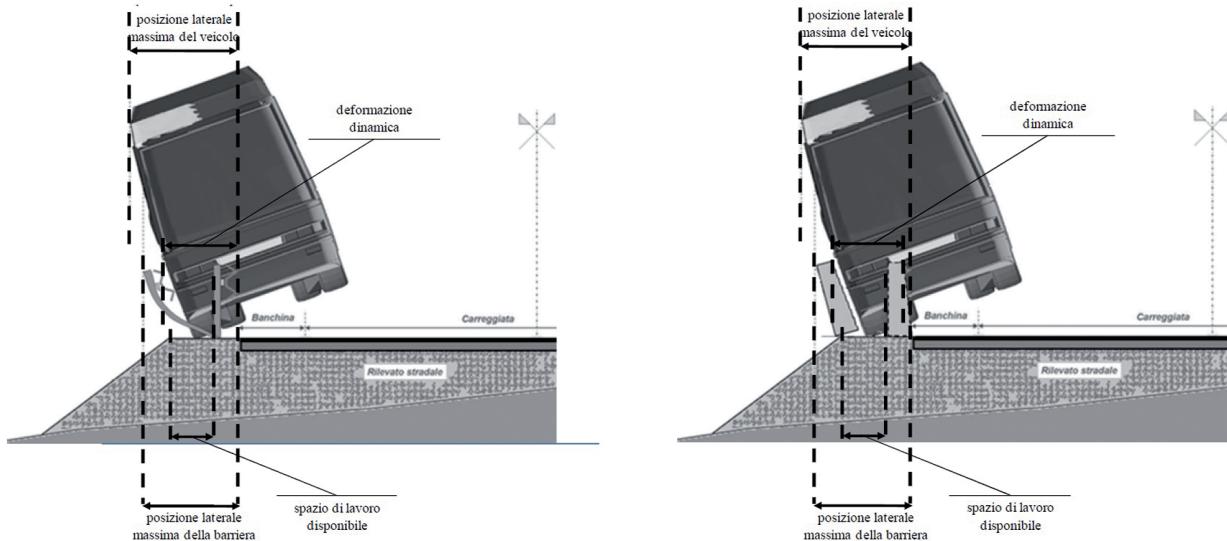


Figura 5-1: Descrizione illustrativa dello spazio di lavoro

5.2 Analisi del tratto di strada oggetto di studio e criteri di scelta

Secondo i punti descritti in precedenza si individuano i tratti e punti da proteggere inserendo i dispositivi di sicurezza passiva adeguati, i quali dovranno essere riportati su un elaborato planimetrico in modo tale da rendere di facile comprensione la localizzazione del tratto di intervento, la sua lunghezza e la classe di contenimento specifica.

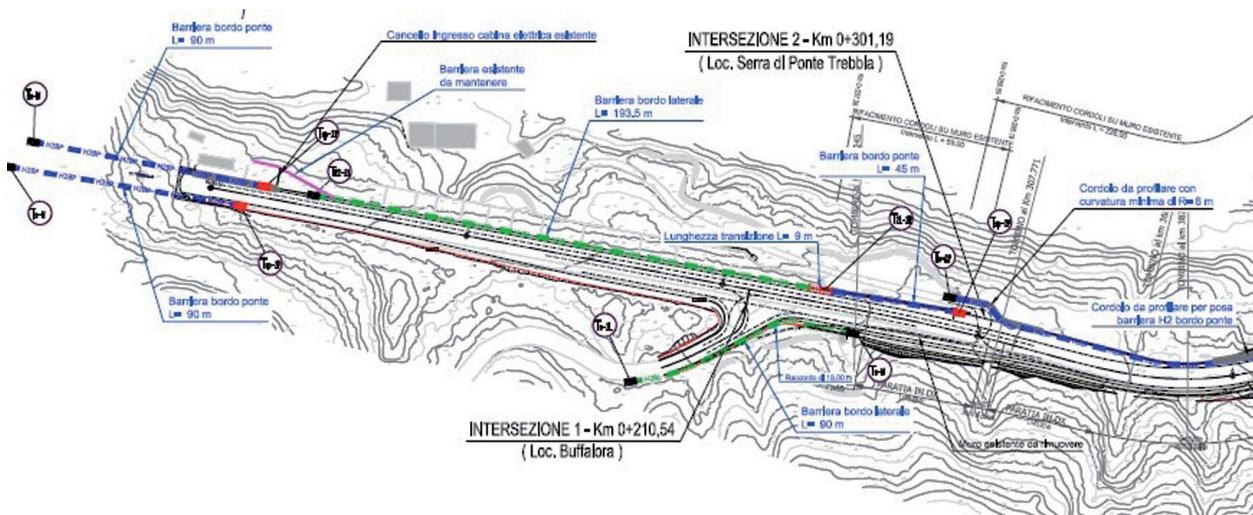


Figura 5-2: Stralcio planimetrico schema di intervento

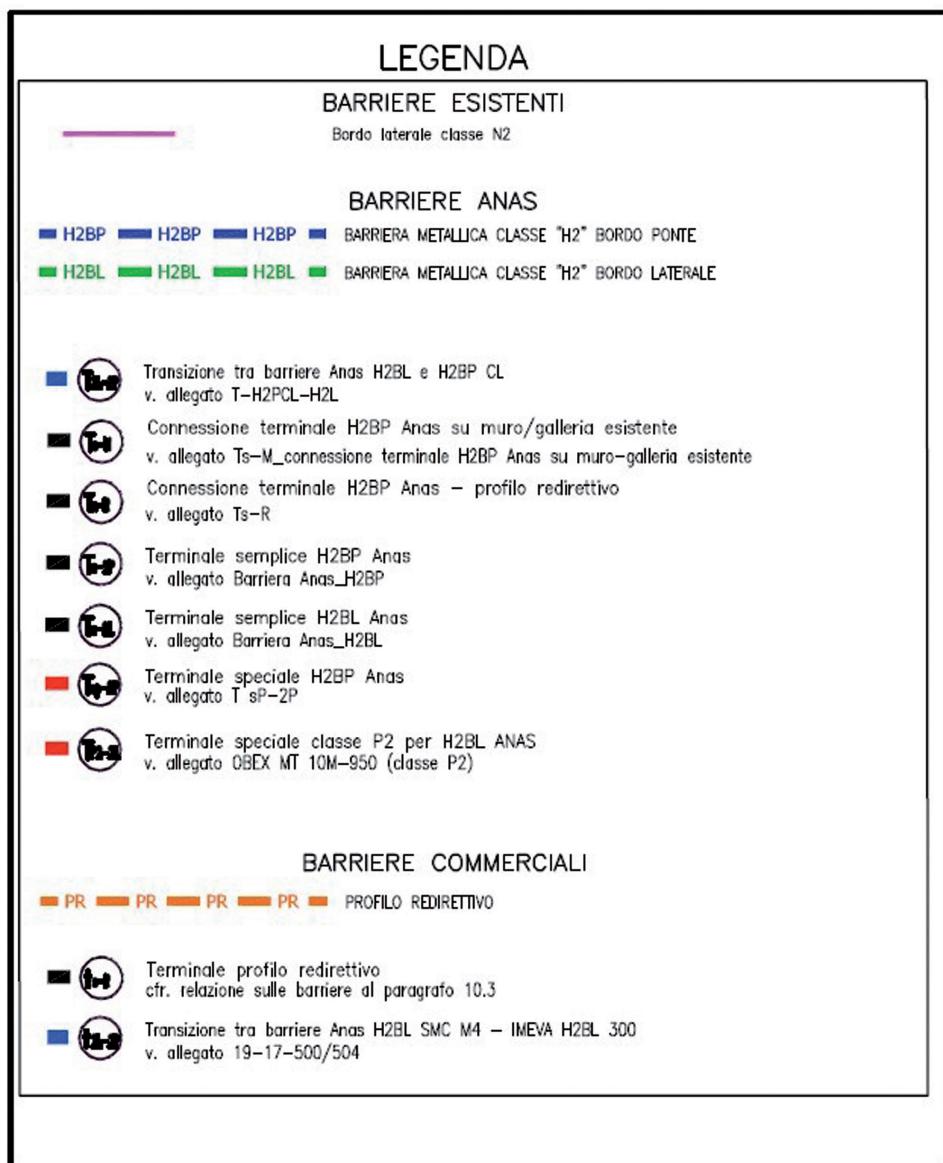


Figura 5-3: Legenda schema di intervento

Successivamente, in base al caso di strada esistente o di nuova costruzione, si valutano gli spazi di funzionamento a disposizione individuando quelli minimi di installazione o si definiscono quelli che si vogliono inserire. Tali spazi dovranno poi essere verificati come validi in relazione alle prestazioni strutturali del terreno che li compone, per la quale si rimanda alla trattazione più specifica nel paragrafo successivo.

Altra valutazione fondamentale alla fine della scelta del dispositivo di protezione da adottare è quella di analizzare quale sia l'incidente abituale, dettaglio che risulta reperibile solo per interventi su strade esistenti le quali spesso presentano una carenza di spazio laterale alla carreggiata pavimentata. In mancanza di tale dato, si considera che su un totale di 45 milioni di veicoli presenti in Italia

LE BARRIERE DI SICUREZZA

34 milioni sono autovetture, di cui 24 milioni sono mezzi con una massa inferiore ai 1200 kg; tale tipologia di veicolo, a velocità compresa tra 110 e 120 km/h con angoli di impatto tra 13 e 14 gradi (come avvengono la maggior parte degli incidenti), genera un'energia di impatto di circa 40 kJ, pari all'energia generata durante la **prova TB11 del crash test di verifica**. La normativa, a rigore, considera in questo caso l'utilizzo di uno "spazio di lavoro", inteso come larghezza del supporto a tergo della barriera; da ciò deriva, come logica conseguenza, la possibilità di utilizzare come larghezza operativa W una larghezza operativa ridotta W_r derivante dall'urto ottenuto con la prova TB11 (autovettura di 900 kg, velocità 100 km/h e angolo di impatto pari a 20°) (UNI EN 1317-2:2010).

5.3 Verifica del supporto di impianto

Il corretto funzionamento dei dispositivi di sicurezza del tipo nastri e paletti e paletti è strettamente correlato alla natura, addensamento e forma del terreno di infissione; la barriera, per poter verificare i valori ottenuti sui crash test, deve essere posta in opera su un terreno che le fornisca le resistenze e i tempi di risposta necessari presenti nel campo prove (UNI EN 1317-3:2010). Tale verifica non può essere di tipo dinamico poiché il comportamento dei terreni risulta essere di tipo visco-elasto-plastico, quindi fortemente dipendenti dalla velocità di applicazione dei carichi.

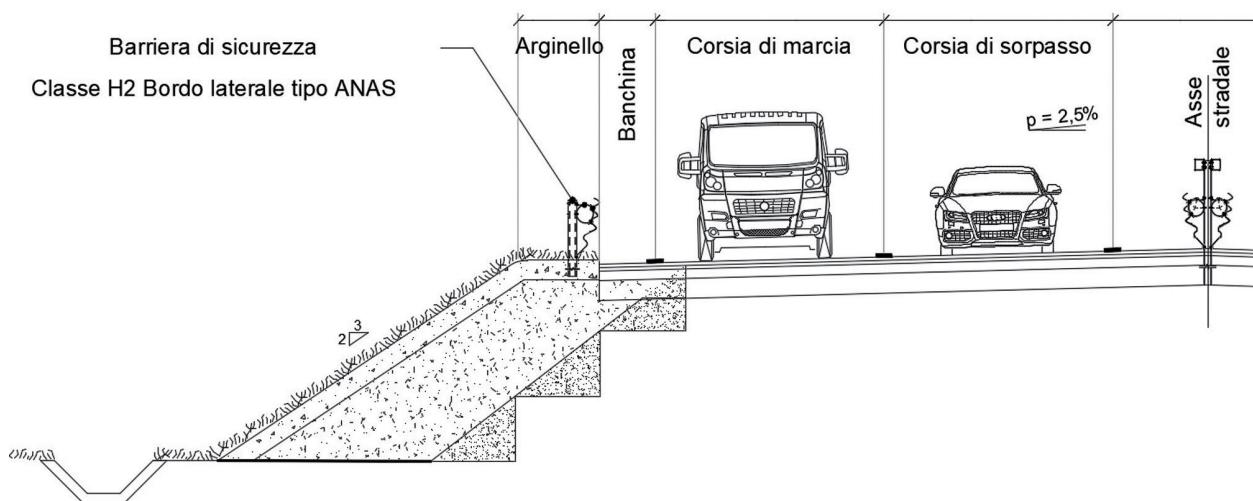


Figura 5-4: Supporto tipo reale del bordo laterale

Risulta necessario verificare nei progetti di sistemazione su strada che i terreni in sito sui quali verranno inseriti i dispositivi di sicurezza abbiano comportamenti analoghi ai terreni utilizzati per le

prove dei crash test; nei casi in cui le caratteristiche dei terreni in sítio fossero differenti da quelli di prova sarà indispensabile segnalare nel progetto quali accorgimenti e trasformazioni si intende eseguire nei punti sui punti ritenuti non idonei. Le trasformazioni potranno riguardare sia il terreno in toto che le parti adiacenti all'infissione della barriera, tenendo presente che le trasformazioni sulla barriera potrebbero richiedere un ulteriore crash test di verifica al fine di ottenere la marcatura CE.

5.4 Lunghezza minima del dispositivo da installare

Laddove non sia possibile installare la lunghezza minima del dispositivo come indicato nei documenti di prova, nel P.S.S. dovrà essere indicato il tratto in deroga giustificando le ragioni (generalmente legate alla morfologia e geometria nel caso di strade esistenti).

Al riguardo si rammenta che, ai sensi della norma UNI EN 1317-5, la lunghezza minima di installazione di un dispositivo deve essere costituita da un tratto centrale e da due ali (tratto di inizio e fine) indispensabili per consentire al tratto centrale di esplicare la totalità delle sue funzioni lungo tutto il suo sviluppo. Qualora non venga indicato diversamente dalla documentazione della marcature CE, lo sviluppo delle ali viene deve essere pari a un terzo della lunghezza minima del dispositivo indicata nella documentazione della marcature CE.

Considerato quanto detto finora, la lunghezza di un terzo della stesa di prova si traduce in metri di stesa reale, quindi l'ala "teorica" deve essere uguale all'ala dell'impianto qualunque tipologia di barriera essa sia. Le parti finali delle ali sono generalmente costituite da terminali semplici che potranno essere dimensionati al fine di assolvere, qualora sia previsto nelle prove di cash test, la funzione di ancoraggio.

Citando l'art. 6 del D.M. 2367 21 giugno 2004, si permette inoltre 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 o di classe ridotta, H3 solo 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".*

5.5 Protezione ostacoli fissi e punti singolari

Gli ostacoli fissi, nei quali rientrano tutti i margini delle opere d'arte all'aperto, lo spartitraffico, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, corsi d'acqua, edifici, etc., costituiscono elemento di pericolo sia per gli utenti della strada che non in caso d'urto o di fuoriuscita dei veicoli. L'art. 3 del D.M. 2367 21 giugno 2004 impone per i casi citati di allungare per un'estensione pari almeno a quella indicata nel certificato di omologazione, ponendone un valore pari a due terzi prima dell'ostacolo.

Per altre tipologie di ostacoli fissi si dovrà seguire la seguente procedura:

- cartelli di segnaletica verticale: trattasi di ostacoli molto leggeri che non sono in grado di influenzare il funzionamento delle barriere durante l'urto e che, se rotti durante l'impatto, non creano danni per perdita di funzionalità e non sono in grado di costituire pericoli né per l'utenza autostradale, né per quella esterna. Pertanto, in loro corrispondenza non è prevista alcuna specifica protezione e se la barriera di sicurezza è prevista si manterrà il tipo e la classe di bordo laterale corrente, indipendentemente dalla distanza tra essa e l'ostacolo;
- montanti verticali di strutture di segnaletica e pali di illuminazione: i montanti delle strutture saranno ubicati ad una distanza non inferiore alle larghezze di lavoro W delle barriere montate in modo da non interferire con il loro corretto funzionamento in caso d'urto; mentre sulle strade esistenti in cui si ha la mancanza di spazio a garanzia del funzionamento della barriera di sicurezza e non fosse possibile riposizionarli, nel P.S.S. dovranno essere riportate le soluzioni congrue e motivate per la messa in sicurezza del bordo stradale;
- punti singolari: questi punti, derivanti dall'impossibilità di posizionare a distanza conveniente alcuni ostacoli, saranno trattati caso per caso e secondo le necessità di una corretta funzionalità della barriera ivi installata. Ricordando quanto previsto dall'art. 6 del D.M. 2367 21 giugno 2004, in riferimento ai punti singolari come pile da ponte senza spazio laterale o simili, non sarà possibile utilizzare protezione a nastri e paletti per mancanza di spazi di funzionamento; si adotteranno eventualmente anche dispositivi in parte difformi da quelli previsti, curando in particolare la protezione degli urti frontali. Le protezioni quindi potranno essere di tipo a muretto in cemento e saranno definite dal progettista, esse non dovranno essere necessariamente corrispondenti ad uno specifico prodotto omologato o assoggettato a crash test.

Per una trattazione più dettagliata si rimanda al capitolo 7 "punti singolari".

5.6 Elaborati progettuali minimi

Come già accennato, il Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici n° 223 del 18 febbraio 1992 e s.m.i. (Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza) all'art. 2, indica che *i progetti esecutivi relativi alle strade pubbliche extraurbane e a quelle urbane con velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h devono comprendere un apposito allegato progettuale, completo di relazione motivata sulle scelte, redatto da un ingegnere, riguardante i tipi delle barriere di sicurezza da adottare, la loro ubicazione e le opere complementari connesse (fondazione, supporti, dispositivi di smaltimento delle acque, etc.), nell'ambito della sicurezza stradale.*

Nello specifico, gli elaborati tecnici **relativi ai dispositivi di ritenuta** da redigere in fase di progettazione esecutiva sono i seguenti:

- **Relazione tecnica sui dispositivi di ritenuta.** In tale relazione sono elencati gli ostacoli presenti ai margini della strada (trincee, opere di scolo delle acque, portali della segnaletica, pali di illuminazione non cedevoli, presenza di spalle di ponti o pile, etc.) e la loro ubicazione, le ragioni che hanno portato a proteggere certi tratti stradali, le barriere adottate (evidenziando le classi – scelte sulla scorta degli studi sul traffico – ed i livelli di larghezza utile) ed il loro posizionamento, la risoluzione delle problematiche legate alla visibilità, etc.

In sintesi, la Relazione tecnica sui dispositivi di ritenuta stradale deve contenere e trattare almeno i seguenti argomenti:

- i riferimenti normativi riportando al massimo i paragrafi strettamente pertinenti al caso in esame;
- indicazione della categoria di strada ai sensi dell'art. 2 del CdS (D.Lvo 285/92 e s.m.i.);
- indicazione del TGM e della percentuale di mezzi pesanti di massa superiore a 3,5 t come definito dalla tabella della normativa;
- definizione delle diverse classi di barriere da utilizzarsi dell'intervento calcolate in funzione del tipo di strada e del tipo di traffico come definito nella tabella A del DM 21/06/2004;
- breve descrizione dell'intervento di barriere da effettuare (manutenzione straordinaria o nuova opera);
- descrizione delle condizioni al contorno al fine di verificare in particolare la congruenza delle barriere con il tipo di supporto, il tipo di strada, le manovre ed il traffico prevedibile su di essa e le condizioni geometriche esistenti;

LE BARRIERE DI SICUREZZA

- descrizione degli eventuali interventi di adeguamento del supporto (cordolo o terreno di infissione);
- geometria dell'arginello per motivare la scelta della versione V.2 della barriera ANAS da applicarsi nei casi in cui le condizioni del supporto esistente siano non paragonabili a quelli del campo prova;
- Tabulato sintetico utile all'ubicazione delle barriere.

TABULATO TIPO BARRIERE DI SICUREZZA				
PROGRESSIVE KILOMETRICHE	TIPO E CLASSE BARRIERA STRADALE (DM 21/06/2004)	TIPO ANAS (SI/NO)	LUNGHEZZA (M)	NOTE
PK INIZIALE	PK FINALE			
X+XXX	X+XXX	H1, ...H4 BL/ BP/SPT		
X+XXX	X+XXX	H1, ...H4 BL/BP/SPT		
X+XXX	X+XXX	H3 BP - H2 BL TRANSIZIONE		
X+XXX	X+XXX	H1, ...H4 BL/BP/SPT		
X+XXX	X+XXX	H1, ...H4 BL/BP/SPT		

Tabella 5-1: Tabulato sintetico dell'ubicazione dei dispositivi di ritenuta

Inoltre, con riferimento alle **scelte progettuali** adottate per la soluzione di punti singolari, deve sempre essere dimostrato, con calcoli e considerazioni logiche, l'eventuale necessità di adattamento della soluzione marcata CE o definita nei RDP alle condizioni del caso. Alcuni esempi possono essere rappresentati da:

- zone di rilevato con spazi a tergo inferiori a quelli indicati nei rapporti di prova;
- lunghezza ridotta delle protezioni per motivi di spazio esistente, sempre in rapporto a quelle di prova;
- zone giunto dei ponti;
- transizioni;
- terminali semplici e speciali.
- **Piano di indagini geognostiche e diagnostiche.** Per maggiori dettagli relativi alle prove e indagini da effettuare, si faccia riferimento a quanto riportato nel relativo cap. 7.
- **Schede di rilievo delle barriere di sicurezza esistenti.** Elaborati integrativi, in scala varia, in cui devono essere riportate informazioni relative almeno alla tipologia e alla classe della barriera installata.

- **Una planimetria dello stato di fatto.** Tale planimetria deve riportare l'indicazione di inizio e fine delle tratte di applicazione dei dispositivi di ritenuta esistenti con evidenza almeno della tipologia e della classe di contenimento.
- **Planimetria delle barriere di sicurezza.** In planimetria andranno indicati: il tipo di barriera (classe in base ai Lc su rilevato, ponte, galleria), estensione (lunghezza), progressiva iniziale e progressiva finale; tipi di attenuatori d'urto e loro ubicazione, sistemazione dei dispositivi in corrispondenza di punti singolari quali pile e spalle di ponti, intersezioni ed accessi, etc. La planimetria deve essere redatta in scala 1:1000.
- **Sezioni tipo stradali e particolari costruttivi.** In cui sono riportati (in scala 1:50) il posizionamento della barriera in sezione corrente (rilevato, trincea, viadotti e gallerie) ed in corrispondenza di punti singolari; in esse devono essere evidenti gli spazi disponibili a tergo della barriera e le soluzioni eventualmente adottate per garantire la congruità con i parametri dei rapporti di prova.
- **Schemi tipologici delle barriere.** In questi schemi sono desumibili importanti informazioni quali i disegni tipologici delle barriere, le transizioni e terminali da adottare secondo scelte progettuali.
- **Computo metrico della fornitura barriera ANAS.** Deve essere redatto quando nel progetto è prevista l'installazione di barriere di sicurezza ANAS. L'importo così computato dovrà essere riportato nella voce L2 (*Barriera ANAS*) del Quadro Economico.

Fanno ovviamente parte del progetto gli ulteriori elaborati previsti dalla normativa di legge (art. 33 D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 e s.m.i.) che definisce i documenti minimi componenti il progetto esecutivo.

6 • PROCEDURA PER LA SCELTA DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA

Di seguito viene proposta, in maniera schematica, una possibile procedura che consenta al progettista del Progetto di Sistemazione su Strada un approccio sistematico nell'ambito di un progetto relativo ai dispositivi di ritenuta stradale:

STEP 1 - Individuazione di tutte le norme in vigore e delle disposizioni in esse contenute

- rif. par. 3.3 e 3.6

STEP 2 - Definizione della categoria stradale

- rif. Codice della Strada

STEP 3 - Individuazione dei luoghi da proteggere

Nella tabella seguente, tratta da uno studio [4], vengono indicate, in funzione della sezione stradale, le configurazioni che necessitano di una specifica protezione con i dispositivi di ritenuta stradale

CONFIGURAZIONI CHE NECESSITANO DI UNA SPECIFICA PROTEZIONE CON DISPOSITIVI DI RITENUTA			
SITUAZIONE STRADALE	TRINCEA	CUNETTA DI PIATTAFORMA TRAPEZIA	SI
		CUNETTA DI PIATTAFORMA TRIANGOLARE	NO SI*
	PONTI, SOVRAPASSI, VIADOTTI, ETC.	LA PROTEZIONE È SEMPRE NECESSARIA INDIPENDENTEMENTE DALL'ALTEZZA ED ESTENSIONE DELL'OPERA	SI
	GALLERIA	SEMPRE NECESSARIO PROFILO REDIRETTIVO	SI
	RILEVATO	ALTEZZA ARGINELLO DAL PIANO DI CAMPAGNA $H < 1,00$ M	NO SE LA PENDENZA SCARPATA È $< 2/3$ SI SE LA PENDENZA SCARPATA È $> 2/3$
		ALTEZZA ARGINELLO DAL PIANO DI CAMPAGNA $H > 1,00$ M	SI
	SPARTITRAFFICO OVE PRESENTE	SEMPRE SE VENGONO ADOTTATE LE LARGHEZZE DI CUI AL DM 5/11/2001	SI
	OSTACOLI FISSI	LA PROTEZIONE VA VALUTATA IN BASE AL RISCHIO (CARATTERISTICHE OSTACOLO DISTANZA DAL MARGINE DELLA PIATTAFORMA)	

*salvo che, per la loro esigua profondità, siano configurabili come opere idrauliche attraversabili (rif. art. 4.3.4 del Decreto n. 6792 del 05/11/2001).

Tabella 6-1: Configurazioni che necessitano di protezione specifica

STEP 4 - Scelta del tipo di traffico in funzione del TGM (Traffico Giornaliero Medio Annuale nei due sensi) e della percentuale di mezzi pesanti (aventi massa superiore a 3500 kg)

Nello specifico, la scelta ricade sulle seguenti tipologie di traffico:

- Traffico tipo I: quando il TGM è minore o uguale a 1000 con qualsiasi percentuale di veicoli merci o maggiore di 1000 con presenza di veicoli di massa superiore a 3500 kg minore o uguale al 5% del totale;
- Traffico tipo II: quando, con TGM maggiore di 1000, la presenza di veicoli di massa superiore a 3500 kg sia maggiore del 5% e minore o uguale al 15% sul totale;
- Traffico tipo III: quando, con TGM maggiore di 1000, la presenza di veicoli di massa superiore a 3500 kg sia maggiore del 15% del totale.

La tabella seguente, tratta dalla normativa, consente in modo immediato di individuare il tipo di traffico in funzione dei due parametri su esposti:

TIPO DI TRAFFICO	TGM	% VEICOLI CON MASSA > 3,5 T
I	≤ 1000	QUALSIASI
I	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 < N ≤ 15
III	> 1000	> 15

Tabella 6-2: Individuazione del tipo di traffico

STEP 5 - Scelta e definizione della protezione minima richiesta dalla normativa

La tabella seguente riporta, in funzione dei fattori suesposti, le classi minime dei dispositivi di ritenuta stradale che il progettista deve adottare:

TIPO DI STRADA	TIPO DI TRAFFICO	BARRIERE SPARTITRAFFICO	BARRIERE BORDO LATERALE	BARRIERE BORDO PONTE(1)	ATTENUATORI
AUTOSTRADE (A) E STRADE EXTRAURBANE PRINCIPALI (B)	I	H2	H1	H2	P50, P80, P100
	II	H3	H2	H3	
	III	H3-H4 (2)	H2-H3 (2)	H3-H4 (2)	
STRADE EXTRAURBANE	I	H1	N2	H2	
SECONDARIE (C) E STRADE URBANE DI SCORRIMENTO (D)	II	H2	H1	H2	P50, P80, P100
	III	H2	H2	H3	
STRADE URBANE DI QUARTIERE (E) E STRADE LOCALI (F)	I	N2	N1	H2	P50, P80, P100
	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

Tabella 6-3: Scelta della classe minima di contenimento

LE BARRIERE DI SICUREZZA

Si precisa a tal proposito che le barriere per bordo ponte sono adottate per opere di luce superiore a 10 m in quanto, per luci inferiori, si adottano dispositivi per bordo laterale. Inoltre, la scelta in presenza di due classi ammesse, spetta al progettista che comunque potrà adottare, con le dovute giustificazioni, dispositivi con classi superiori a quella minima richiesta dalla norma.

Per quanto riguarda la scelta della tipologia di barriera da adottare si precisa che ANAS ha in essere un contratto di fornitura di barriere bordo laterale e bordo ponte di classi H2, H3, H4 e Spartitraffico sviluppate da ANAS e munite di DSM (Dispositivo Salva Motociclisti). Pertanto, **l'adozione di barriere di tipo ANAS rappresenta una precisa indicazione aziendale laddove la classe risultante dalle caratteristiche delle strada e del traffico rientri tra quelle citate.**

Negli altri casi (classi inferiori o, eccezionalmente, dove il Dispositivo Salva Motociclista DSM sia controindicato per la presenza di oggettivi e problemi di smaltimento neve o di venute detritiche sul piano stradale) potranno essere adottate barriere commerciali.

Si rappresenta infine che le prescrizioni suddette valgono per l'asse stradale e per le zone di svincolo. Per le pertinenze stradali, quali aree di servizio, di parcheggio, si potranno prevedere, salvo casi particolari, protezioni minime di classe N2.

STEP 6 - Valutare se occorre installare dispositivi con livelli di contenimento superiori a quelli minimi individuati al punto precedente.

Il progettista del PSS dovrà valutare se, in base alle situazioni specifiche, occorrerà prevedere dei dispositivi di ritenuta aventi un livello di contenimento superiore rispetto a quello minimo prescritto dalla norma.

STEP 7 - Verifica della adeguata distanza tra la barriera e l'ostacolo

Con particolare riferimento alla verifica della distanza della barriera dall'ostacolo, occorre tenere in considerazione dei valori di **Larghezza operativa (Wm), Deflessione dinamica (Dm) e Intrusione del veicolo (Vlm)** descritti in precedenza.

STEP 8 - Verifica dell'adattamento dei dispositivi scelti alla sede stradale

In tale fase è necessario procedere alla verifica dell'adattamento dei dispositivi di ritenuta scelti alla sede stradale, in termini di supporti, drenaggio delle acque, collegamenti tra diversi tipi di protezione, zone di approccio alle barriere e terminali.

Inoltre, per le strade esistenti o per allargamenti in sede di strade esistenti, secondo quanto previsto dall'*art. 6 del DM 21/06/2004*, il progettista potrà prevedere la collocazione dei dispositivi con uno spazio di lavoro (inteso come larghezza del supporto a tergo della barriera) necessario per la deformazione più probabile negli incidenti abituali della strada da proteggere, indicato come una frazione del valore

della massima deformazione dinamica rilevato nei crash test; detto spazio di lavoro non sarà necessario nel caso di barriere destinate a ponti e viadotti, che siano state testate in modo da simulare al meglio le condizioni di uso reale, ponendo un vuoto laterale nella zona di prova; considerazioni analoghe varranno per i dispositivi da bordo laterale testati su bordo di rilevato e non in piano, fermo restando il rispetto delle condizioni di prova.

STEP 9 - Verifica delle distanze di visibilità per l'arresto e per il sorpasso.

Le barriere di sicurezza possono rappresentare in molti casi un serio impedimento alla visibilità per il sorpasso e/o per l'arresto. Risulta quindi necessario valutare adeguati provvedimenti, peraltro già richiamati dallo stesso DM 2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" nel caso in cui le barriere di sicurezza introdotte abbiano limitato le distanze di visibilità in curva.

Nelle sezioni in rilevato, al fine di garantire la visibilità per l'arresto, può essere necessario distanziare in modo opportuno la barriera dal ciglio della carreggiata [5].

A tal riguardo viene di seguito descritta una soluzione possibile.

Distanza di sicurezza

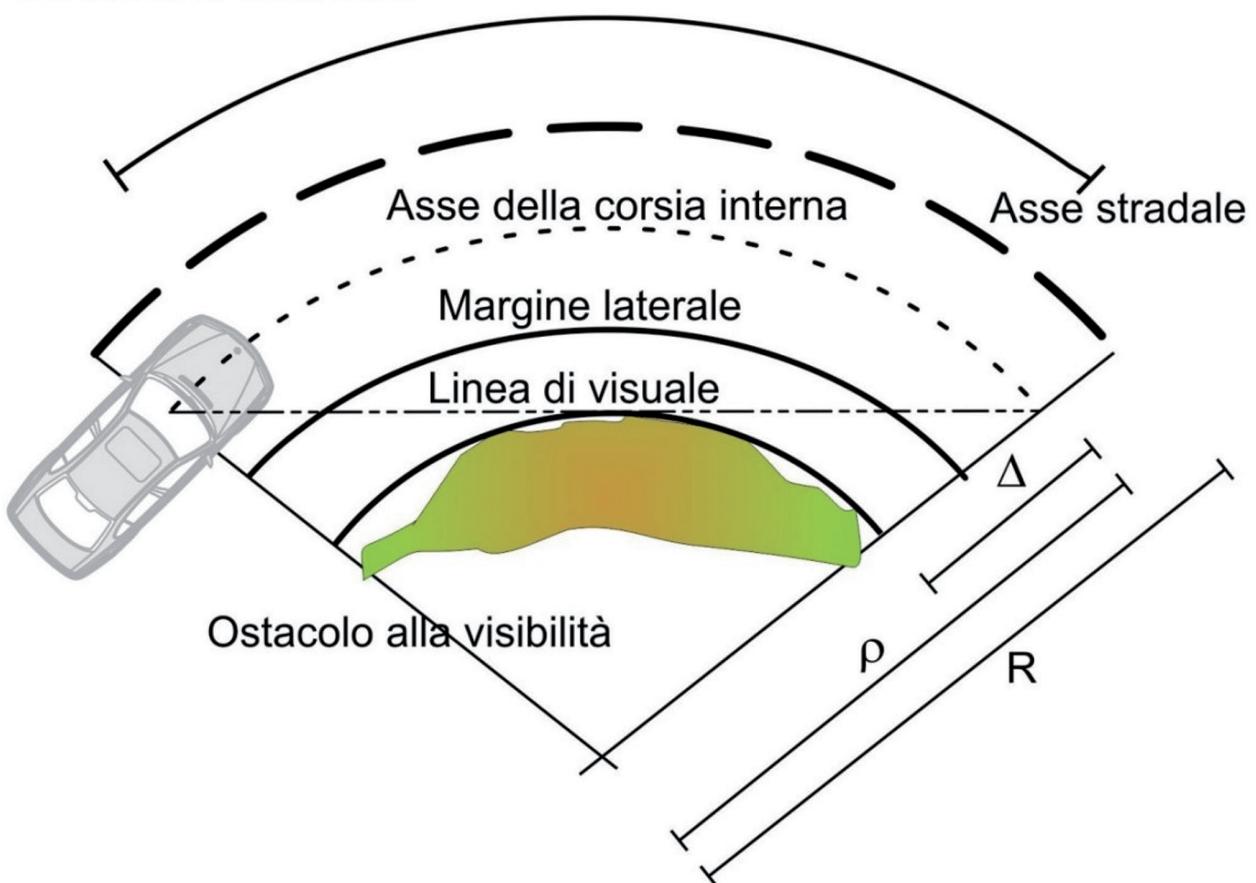


Figura 6-1: Schema di controllo della visibilità in curva

LE BARRIERE DI SICUREZZA

La soluzione geometrica che può prevedersi è di seguito sinteticamente schematizzata [4]:

SOLUZIONE

L'intervento prevede l'allargamento della banchina sino al raggiungimento del valore " Δ " richiesto dalla verifica di visibilità;

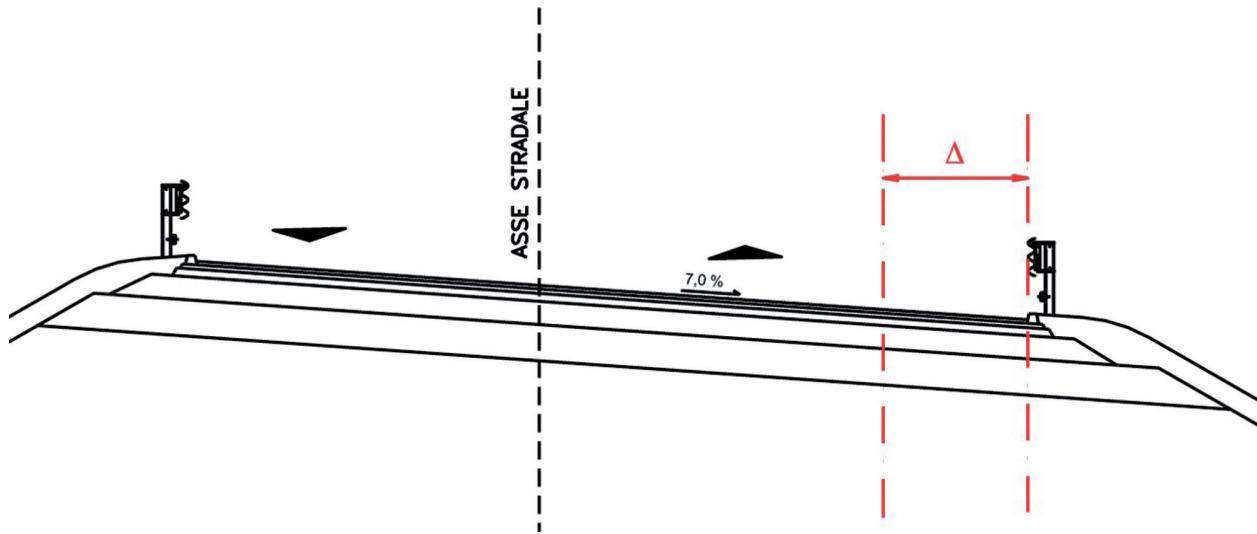


Figura 6-2: Schema di allargamento della banchina

Si rappresenta infine che, nel caso in cui le reali condizioni di impiego siano differenti a quelle registrate nelle prove di crash test in vera grandezza, è necessario che il progettista del PSS proceda allo studio e alla verifica dell'adattamento dei dispositivi alle reali condizioni della strada.

7 • INDAGINI NECESSARIE

7.1 Indagini preliminari per le barriere con montanti infissi

Uno degli aspetti preminenti da tenere in considerazione nel momento in cui si presenti la necessità di installare una nuova barriera di sicurezza con montanti infissi, sia essa bordo laterale o spartitraffico, è la determinazione delle caratteristiche del terreno ove verrà infissa.

I crash test utilizzati per la certificazione delle barriere stradali vengono eseguiti in condizioni ben definite, in cui per il terreno vengono stabiliti:

- Classificazione, rispetto alla Norma UNI EN 11531-1 2014 "Costruzione e manutenzione delle opere civili delle infrastrutture - Criteri per l'impiego dei materiali - Parte 1: Terre e miscele di aggregati non legati"
- Larghezza dell'arginello;
- Grado di costipamento.

La specificità di queste caratteristiche impone la necessità di caratterizzare il materiale in situ, così da poter certificare che, una volta installata, la barriera possa eguagliare le prestazioni raggiunte durante il crash test.

La classificazione prevede 8 gruppi di terre, da A1 ad A8, di qualità portante decrescente come terreno di sottofondo.

La classificazione si basa su 5 caratteristiche fondamentali delle terre:

- La frazione passante al setaccio da **2 mm**;
- La frazione passante al setaccio da **0,4 mm**;
- La frazione passante al setaccio da **0,075 mm**;
- Limite liquido;
- Indice di plasticità.

LE BARRIERE DI SICUREZZA

Classificazione generale	Terre ghiaccio - argillose							Terre limo - argillose				Torbe e terre organiche palustri		
	Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 ≤ 35%			Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 > 35%				A 4	A 5	A 6	A 7			
Gruppo	A 1		A 3	A 2			A 4	A 5	A 6	A 7	A 8			
Sottogruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6		
Analisi granulometrica Frazione passante allo staccio 2 UNI 2332 % 0,4 UNI 2332 % 0,075 UNI 2332 %	≤ 50 ≤ 30 ≤ 15	— ≤ 50 ≤ 25	— ≤ 50 ≤ 10	— ≤ 35	— ≤ 35	— ≤ 35	— ≤ 35	— ≤ 35	— ≤ 35	— ≤ 35	— ≤ 35	— ≤ 35		
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332 Limite liquido Indice di plasticità	— ≤ 6	— N.P.	≤ 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	≤ 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	≤ 40 ≤ 10	> 40 ≤ 10	≤ 40 ≤ 10	> 40 > 10 IP≤LL 30	> 40 > 10 IP>LL 30	> 40 > 10		
Indice di gruppo	0	0	0	≤ 4			≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20				
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomic, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fina	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa			Limi poco compres-sibili	Limi forte-mente compres-sibili	Argille poco compres-sibili media-mente plastiche	Argille for-te-mente compres-sibili forte-mente plastiche	Torbe di recente o remota forma-zione, detri-organici di origine palustre				
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono				Da mediocre a scadente						Da scaricare come sottofondo			
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna e lieve		Media			Molto elevata	Media	Elevata	Media					
Ritiro o rigonfiamento	Nullo		Nullo o lieve			Lieve o medio	Elevato	Elevato	Molto elev.					
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa			Scarsa o nulla								
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individua-bili a vista	Aspri al tatto. Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo. Aspri al tatto. Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla.			Reagiscono alla prova di scuotimento*. Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto. Non facilmente modellabili allo stato umido.	Non reagiscono alla prova di scuotimento*. Tenaci allo stato asciutto. Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido.			Fibrosi di color bruno o nero. Facilmente indi-viduabili a vista.				

* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.

Tabella 7-1: Classificazione delle terre Norma UNI EN 11531-1 2004

Le tre frazioni passanti possono essere determinate tramite un'analisi granulometrica (Norma UNI EN 933:2012), eseguita su un campione di terra prelevato in sito, tramite setacciatura.

Il limite liquido e l'indice di plasticità vengono definiti tramite la prova per la determinazione dei limiti di consistenza liquido e plastico (UNI CEN ISO/TS 17892-12). Il limite liquido viene estrapolato tramite il metodo del cucchiaio di Casagrande e, successivamente, l'indice di plasticità come differenza tra limite liquido e limite plastico.

L'analisi del materiale costituente l'arginello dovrà essere realizzata su campioni estratti da carotaggi eseguiti in sito.

Durante l'estrazione dei campioni l'obiettivo sarà quello di cercare di prelevare campioni che mantengano la struttura, il contenuto d'acqua e l'eventuale consistenza propri del terreno nella sua sede.

I campioni dovranno essere prelevati dal materiale recuperato con il carotaggio e sigillati in sacchetti o barattoli di plastica; la quantità necessaria per le prove di laboratorio è di circa 500 g per i terreni fini e di circa 5 kg per quelli grossolani. Nella scelta del materiale si avrà cura di eliminare le parti di campione alterate dall'azione del carotiere.

I campioni devono essere contraddistinti da cartellini inalterabili, che indichino [10]:

- Cantiere;
- Numero del sondaggio;
- Numero del campione;
- Profondità di prelievo;
- Tipo di campionatore impiegato;
- Data di prelievo.

Una volta prelevato e catalogato il campione si potrà procedere allo studio granulometrico e alla determinazione dei limiti di consistenza in modo da poter classificare la tipologia di terreno.

In seguito alla determinazione dei cinque parametri richiesti sarà possibile definire all'interno di quale gruppo classificare il terreno in sít o conseguentemente decidere se intervenire su di esso, nel caso di caratteristiche troppo scadenti, o considerarlo adeguato all'installazione della barriera. Deve essere sempre tenuto bene in considerazione che per pervenire a prestazioni assimilabili a quelle raggiunte durante i crash test è necessario disporre di un terreno di caratteristiche confrontabili.

Nel caso in cui si discostassero troppo nettamente dalle condizioni di prova, potrebbe essere necessario intervenire o sostituendo il materiale o eseguendo simulazioni, numeriche o dinamiche, con condizioni al contorno assimilabili a quelle presenti in sít, così da certificare il funzionamento della barriera.

Per la determinazione del grado di costipamento la prova che risulta più facile eseguire, comportando un elevato grado di comprensione delle condizioni dell'arginello, risulta essere la prova di carico su piastra.

Questa prova, definita nella Norma UNI EN 1997-2:2007 "Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo" permette di valutare due diverse caratteristiche dell'arginello: la capacità portante e il costipamento. La prova consiste nell'applicazione, utilizzando una piastra di 300 mm di diametro, di incrementi di carico definiti. Una volta completata l'applicazione del carico si determina il modulo di deformazione (M_d [N/mm²]), rappresentativo della portanza, come il prodotto del rapporto tra incremento della pressione e il corrispondente incremento del cedimento della superficie caricata e il diametro della piastra. Tramite questa prova è possibile anche definire il grado di costipamento, come il rapporto tra il modulo di deformazione M_d al primo ciclo di carico e M'_d al secondo ciclo di carico. Il risultato permette di giudicare la qualità del costipamento rilevando il cedimento residuo dopo la stabilizzazione della deformazione. Una ulteriore

LE BARRIERE DI SICUREZZA

tipologia di prova consiste nella determinazione della portanza mediante misure deflettometriche di rigidezza, possibili tramite l'utilizzo di strumenti ad alto rendimento quali, ad esempio, il Light Weight Deflectometer (LWD). Anche queste prove permettono di indagare il materiale attraverso l'applicazione di un carico per mezzo di una piastra di forma circolare; il carico trasmesso ha caratteristiche differenti rispetto alla prova di carico su piastra in quanto, per la prova su piastra il carico è di tipo statico ed applicato con andamenti a scalino, mentre nel caso dell'LWD il carico assume l'andamento di un colpo smorzato e consiste nel far cadere ripetutamente una massa su degli smorzatori. Il modulo dinamico viene calcolato direttamente dallo strumento in funzione dei vari parametri registrati riferendosi alle equazioni proposte da "Boussinesq" nell'ambito della teoria dell'elasticità dell'ammasso terroso. La prova viene interrotta quando la deflessione misurata per due cadute successive non si discosta di più del 2%. È possibile correlare il modulo dinamico al modulo di deformazione della prova di carico su piastra così da poter quantificare la portanza e il costipamento anche tramite le prove deflettometriche.

Un arginello correttamente costipato garantisce migliori prestazioni del terreno e una maggiore stabilità del paletto infisso e, nel caso in cui si andasse a realizzare un cordolo appoggiato, che il terreno sia caratterizzato da una portanza tale da garantirne la stabilità.

7.2 Indagini preliminari per le barriere su cordolo

Sono comuni i casi in cui vi sia la necessità di dover sostituire una barriera installata su un cordolo, sia esso in viadotto o su opera d'arte. Questa operazione richiede però una certa attenzione, poiché prima di poter installare la nuova barriera su un cordolo esistente, bisogna verificare che esso sia compatibile con le caratteristiche richiesta dalla barriera, per poter svolgere la sua funzione.

Si può quindi ipotizzare un processo logico da seguire finalizzato alla valutazione dei cordoli esistenti:

1. La prima fase deve prevedere una analisi visiva delle condizioni del cordolo: un cordolo in cui il calcestruzzo presenti evidenti fenomeni di rottura o ferri scoperti, molto probabilmente, non risulterà riutilizzabile.
2. La seconda fase è volta alla verifica geometrica del cordolo che deve avere dimensioni compatibili con quelle richieste dalla barriera. Sia in termini di sezione, sia in termini di gradino massimo tra la quota del ciglio e la quota della testa del cordolo.

3. La terza fase è costituita dalla verifica strutturale del cordolo stesso che deve essere in grado di sostenere le azioni che può esercitare una barriera stradale. Per poter eseguire questa verifica si dovrà procedere ad una campagna di prove, definita nel *"Quaderno tecnico ANAS n°3 – Definizione del piano delle indagini"*, finalizzata a determinare:
- Caratteristiche meccaniche del calcestruzzo: esistono differenti prove per determinare le caratteristiche del CLS, sia di tipo distruttivo che non. Queste prove vengono trattate in modo molto più approfondito nel *"Quaderno tecnico ANAS n°1 – Valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo"*, a cui si rimanda per la descrizione delle prove, l'interpretazione dei risultati che ne derivano e vengono descritti dei piani di indagine;
 - Caratteristiche meccaniche dell'acciaio: anche in questo caso esistono differenti tipologie di prove, dall'estrazione di barre di armatura fino all'indagine superficiale con pacometro. Nuovamente si rimanda al *"Quaderno tecnico ANAS n°2 – Valutazione delle caratteristiche meccaniche dell'acciaio"*, dove vengono illustrate le prove disponibili, l'interpretazione e la valutazione dei risultati ed i piani di indagini
4. In ultima fase rimangono due diverse possibilità che derivano dalla verifica strutturale del cordolo eseguita al punto precedente, in funzione della tipologia di barriera che si vuole installare. Nel caso in cui il cordolo risultasse verificato il progettista può mantenere l'esistente e installare le barriere su di esso se lo ritiene accettabile, mentre nel caso in cui la verifica non desse esito positivo si avrà la necessità di demolire il cordolo esistente, totalmente o parzialmente, e dimensionare un nuovo cordolo, che risulti verificato. Andando poi a collegarlo tramite inghisaggi all'opera d'arte su cui si trova.

Per il dimensionamento dei cordoli reggi barriera e la loro verifica si rimanda al *"Quaderno tecnico ANAS n°4 – Interventi di ripristino delle condizioni di sicurezza di cordoli e barriere bordo ponte"* in cui viene affrontato approfonditamente questo argomento.

7.3 Definizione delle indagini necessarie

Il programma delle indagini deve essere strutturato in modo tale da definire i sondaggi, i campionamenti e le prove sia qualitativamente (tipologia, modalità e tempi di esecuzione), sia quantitativamente (profondità, posizione e numero).

Si riporta di seguito uno schema rappresentativo delle prove di laboratorio necessarie in ragione del tipo di terreno riscontrato.

TIPO DI TERRENO	PROVE DI LABORATORIO													PROVE IN SITO								
	PROPRIETA' INDICI						PROVE MECCANICHE E IDRAULICHE							PROVE PENETROMETRICHE STATICHE			PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE			P SCISSOMETRICHE		
	Q1 e Q2			Q3 e Q4			Q5															
	Granulometria	Limiti di Atterberg	Peso specifico	Compattazione	Contenuto d'acqua E Satur.	Peso di volume e porosità Avoli	Prova compressione	Resistenza non drenata	Resistenza drenata	Deformabilità	Consolidazione	Permeabilità	Resistenza alla penetrazione	Cohesione non drenata	Resistenza punta/laterale	N° di colpi	Densità Relativa	Angolo di attrito	Cohesione non drenata	Cedimenti	Modulo di reazione	Coeff. permeabilità
GHIAIE	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	?	?	-	-	X	X	X	
SABBIE	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	X	?	-	X	X	X	
LIMI INORGANICI	X	X	X	?	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	-	
LIMI ORGANICI	X	X	X	?	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	?	X	X	-	
ARGILLE	X	X	X	?	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	-	
ARGILLE ORGANICHE	X	X	X	?	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	-	
ARGILLE SCAGLIOSE	?	?	X	?	X	X	X	?	?	?	?	?	?	?	?	-	?	?	-	-	X	-
TORBE	-	-	?	-	?	X	X	?	?	?	X	?	X	-	X	?	-	-	?	X	X	-
TERRENI VULCANICI	X	-	X	X	?	?	?	?	?	?	X	X	-	?	X	?	?	-	X	X	X	
ARGILLITI	?	?	X	-	X	?	X	?	?	?	?	?	?	?	-	-	-	-	X	X	?	
ROCCE TENERE	-	-	X	-	X	X	X	-	X	X	-	?	-	-	-	-	-	-	-	X	X	
ROCCE	-	-	X	-	-	X	X	-	X	X	-	?	-	-	-	-	-	-	-	X	X	

Tabella 7-2: Prove di laboratorio per programma delle indagini

8 • PROTEZIONE DEI PUNTI SINGOLARI

I dispositivi di ritenuta per i punti singolari hanno lo scopo di proteggere tutti quegli elementi (muri di controripa, pile di ponti, cuspidi, ecc.) e quelle installazioni (parti terminali di barriera, transizioni di barriera di classe e tipo diverso) presenti sul margine della strada che, in caso di impatto del veicolo, possono provocare gravi conseguenze per gli occupanti del veicolo [6].

L'art. 1 del DM 21/06/2004 prevede barriere o dispositivi per la protezione dei punti singolari quali:

- Barriere per chiusura varchi;
- Attenuatori d'urto per ostacoli fissi;
- Letti di arresto;
- Terminali speciali;
- Dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte;
- Dispositivi per zone di transizione e simili;

Su strade di nuova realizzazione possono essere considerati punti singolari: i giunti da ponte, l'imbocco delle gallerie e dei sottopassi, l'avvio dei muri di controripa ed, in generale, ogni punto di discontinuità delle pareti delle gallerie e dei sottopassi.

Per le strade esistenti vengono considerati punti singolari: le pile dei ponti con spazio laterale insufficiente, le discontinuità nelle pareti o agli imbocchi di gallerie, i punti di avvio dei muri di controripa, le cuspidi di rampe, nonché quelli ove non siano disponibili spazi sufficienti all'inserimento e funzionamento di alcun dispositivo di ritenuta.

L'art. 6 del D.M. 21.6.2004 prevede che, sulle strade esistenti, i *"punti singolari come pile di ponte senza spazio laterale o simili"* possano essere protetti mediante *"dispositivi in parte difformi da quelli indicati, curando in particolare la protezione dagli urti frontali su detti elementi strutturali"*.

La Circolare del 21/07/2010 chiarisce che le protezioni dei punti singolari sono definite dal progettista della sistemazione su strada e non corrispondono necessariamente ad uno specifico prodotto marcato CE o assoggettato a prova di crash. Per la protezione di questi punti il progettista della sistemazione su strada dovrà prevedere soluzioni specifiche per tener conto delle esigenze di sicurezza dell'infrastruttura, della sicurezza di terzi ed anche dei veicoli transitanti in direzione opposta, ad esempio nel caso di protezione di ostacoli già presenti all'interno dello spartitraffico, o in prossimità del margine stradale.

LE BARRIERE DI SICUREZZA

I principali sistemi di ritenuta per la protezione dei punti singolari sono i seguenti:

- terminali (semplici e speciali);
- attenuatori d'urto;
- transizioni (collegamento longitudinale di barriera di classe e tipo diverso);
- chiusure varchi spartitraffico.

Tali dispositivi, le cui caratteristiche prestazionali sono definite dal DM del 21706/2004 e dalle Norme UNI EN 1371, richiedono una specifica progettazione nonché apposite prove d'urto per l'effettivo impiego

8.1 Terminali

Si definiscono terminali i dispositivi di ritenuta posti all'estremità di una barriera di sicurezza con lo scopo di ridurre la pericolosità degli urti frontali o laterali. Gli elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza, se non opportunamente protetti, costituiscono, infatti, in caso di urto del veicolo, un potenziale pericolo per gli occupanti del veicolo con conseguenze anche drammatiche a seguito della penetrazione di tali estremità all'interno del veicolo. Al fine di attenuare la pericolosità degli urti sulle estremità delle barriere sono stati predisposti appositi dispositivi noti come terminali semplici.



Figura 8-1: Incidenti con terminale di inizio

I terminali semplici installati su strada sono essenzialmente costituiti dalla soluzione adottata dal produttore in fase di crash-test della barriera (e quindi riportati nei rapporti di prova) in quanto sono applicati alla barriera durante le prove d'urto e non sono soggetti ad una specifica prova d'urto.

In generale è possibile classificare i terminali semplici in:

- 1.terminali interrati;
- 2.terminali non interrati.



Figura 8-2: Terminali

I terminali interrati presentano la lama principale inclinata ed infissa nel terreno e portata all'esterno rispetto alla direzione dell'installazione principale. I terminali non interrati prevedono l'installazione di un elemento terminale della lama principale sagomato "a manina" o "a tubo".

Un'altra soluzione adottata è quella dei terminali curvi che prevede l'allontanamento degli elementi longitudinali principali in modo inclinato verso l'esterno dell'arginello in modo tale che la parte potenzialmente pericolosa del dispositivo sia rivolta all'esterno del ciglio stradale riducendo, per quanto possibile, l'urto frontale dei veicoli contro la parte iniziale della barriera.



Figura 8-3: Terminal semplice ben installato

Come punti di minor resistenza del dispositivo, i terminali di inizio e fine vanno previsti nel progetto di sistemazione su strada in tratti della strada dove la loro presenza non generi in caso d'urto fuoriuscite pericolose (urti su oggetti esterni o simili). Per questo motivo le barriere poste su rilevato devono iniziare e finire all'interno delle trincee ad esso adiacenti e terminare a terra e/o deviando

LE BARRIERE DI SICUREZZA

verso la parete della trincea, "immergendosi" nella scarpata (massimizzando in questo modo la protezione dell'elemento terminale) secondo quanto indicato nella figura seguente [8]:

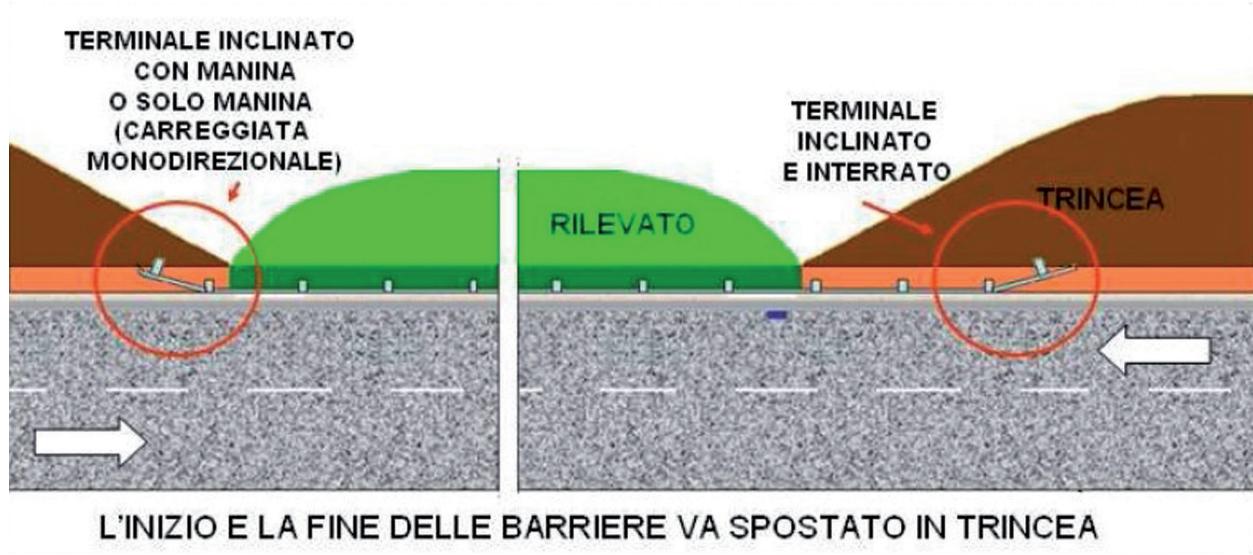


Figura 8-4: Posizionamento del terminale semplice



Figura 8-5: Terminale immerso su scarpata

Qualora il terminale semplice non sia indicato nei documenti allegati ai crash test, il terminale semplice da adottare potrà in genere essere con nastro che termina immerso nel terreno e che, nella discesa verso il basso, devia leggermente verso l'esterno della strada. Se la natura del terreno non permette l'interramento, il nastro potrà deviare sempre leggermente verso l'esterno mantenendo la quota.

Nelle strade a doppio senso di circolazione si dovrebbe usare il terminale semplice con interramento sia sul lato iniziale che finale della barriera, atteso che quest'ultimo potrebbe essere urtato dai veicoli che tendano a fuoriuscire in sinistra, provenendo dall'altra corsia. Nelle carreggiate mono direzionali il termine della barriera può anche essere lasciato senza la deviazione verso l'esterno strada e terminare con la sola "manina" o copri-nastro equivalente.

È preferibile comunque usare barriere che riportano, nei disegni allegati ai crash test, l'indicazione dei terminali semplici da usare. Gli ancoraggi dei terminali vanno ripetuti secondo il passo di prova in modo tale da ripetere il comportamento della prova di crash.

Infine, in termini di protezione dagli urti dei veicoli impattanti, si può affermare che i terminali semplici a "manina" o tubolari offrono scarse prestazioni a bassissime velocità e risultano pericolosissimi in caso di impatto frontale a velocità medio-alte, mentre i terminali interrati offrono un pericolo ridotto per basse velocità (fino a 50 km/h) in quanto il veicolo non possiede velocità sufficiente per arrampicarsi al di sopra di esso. Per velocità superiori, invece, si configurano come una vera e propria "rampa di lancio" per un eventuale veicolo in svio [6].

Qualora il progettista, nei tratti di inizio e fine tratta, reputi pericoloso l'utilizzo dei terminali semplici, potrà sostituirli con **terminali speciali** testati secondo la ENV 1317-4 e prEN1317-7 come richiamato dall'art. 6 del DM del 21/06/2004. In questo caso la scelta avverrà tenendo conto delle loro prestazioni e della destinazione ed ubicazione secondo la tabella seguente:

VELOCITÀ IMPOSTA NEL SITO DA PROTEGGERE	CLASSE DEI TERMINALI
CON VELOCITÀ $V \geq 130$ KM/H	P3
CON VELOCITÀ $90 \leq V < 130$ KM/H	P2
CON VELOCITÀ $V < 90$ KM/H	P1

Tabella 8-1: Tabella per scelta dei terminali speciali



Figura 8-6: esempi di installazioni di terminali speciali

LE BARRIERE DI SICUREZZA

I terminali speciali sono dei dispositivi appositamente studiati e testati con apposite prove d'urto con lo scopo di dissipare una parte dell'energia cinetica posseduta dal veicolo impattante nel caso di urti frontali e laterali contro i punti iniziali delle barriere di sicurezza.

Nel caso di urti laterali, i terminali speciali devono comportarsi in termini di contenimento come le barriere di sicurezza, ossia devono ridirigere il veicolo in carreggiata con velocità e angoli ridotti, cercando di offrire allo stesso tempo il massimo livello di sicurezza sia per gli occupanti del veicolo che per il veicolo stesso.

Nel caso di urti frontali, invece, i terminali speciali devono contenere il veicolo arrestandolo in maniera controllata ed evitare che oltrepassi il terminale stesso. In ogni caso, poiché a seguito dell'urto del veicolo il terminale si deforma, occorre che a tergo di esso vi sia uno spazio sufficiente per potersi deformare liberamente privo di ostacoli [7].

I terminali speciali sono in genere realizzati da una serie di elementi metallici concatenati in grado di deformarsi in maniera progressiva fino a sovrapporsi per effetto dell'azione del veicolo impattante; sono dotati quasi sempre di un elemento frontale di attenuazione e raccordo in grado di spingere le parti mobili del sistema nella direzione dell'urto. I terminali speciali per funzionare dovranno essere attestati in continuità alla barriera stradale (in acciaio o in cemento) attraverso un elemento di connessione fornito dal produttore che permette discaricare sulla barriera le forze sviluppate durante l'urto. I terminali speciali *non sono Marcati CE*.



Figura 8-7: terminale speciale

Sulla base dei risultati delle prove d'urto e della concezione del sistema di ritenuta, si possono distinguere [7]:

- Terminali assorbenti;
- Terminali non assorbenti;
- Terminali unidirezionali in avvicinamento: funzionano solo all'inizio della barriera;
- Terminali unidirezionali in allontanamento: funzionano solo alla fine della barriera;

- Terminali bidirezionali: funzionano in due direzioni, ossia anche nel caso in cui il veicolo provenga nella direzione opposta rispetto al senso di installazione del dispositivo.

Il progettista della sistemazione stradale potrà utilizzare detti terminali speciali in alternativa agli attenuatori d'urto nei casi di fine dello spartitraffico, in caso di svincoli stradali e nel caso di protezione di cuspidi di larghezza contenuta.

8.2 Attenuatori d'urto

Gli attenuatori d'urto sono sistemi di ritenuta installati davanti ad un ostacolo potenzialmente pericoloso con lo scopo di ridurre la severità dell'urto per gli occupanti del veicolo in svio al di sotto di prefissate soglie ritenute sicure per l'incolinità degli occupanti.

Gli attenuatori d'urto, in genere, sono disposti in corrispondenza dei seguenti ostacoli puntuali:

- Zone di inizio barriere in corrispondenza di una cuspide;
- Avvio di barriere spartitraffico metalliche o in cemento (New Jersey);
- Pile di ponti, opere di sostegno, piedritti di gallerie, etc.;
- Pali di segnaletica (portali) e di illuminazione non cedevoli;



Figura 8-8: Esempi di installazioni di attenuatori d'urto

LE BARRIERE DI SICUREZZA

Gli attenuatori d'urto sono sistemi di ritenuta autoportanti il cui funzionamento, a differenza dei terminali, si basa sul principio di scaricare tutte le forze necessarie a contenere ed a arrestare il veicolo sulla pavimentazione stradale anziché sulle barriere che, in generale, non sono in grado di sopportare carichi così elevati.

Analogamente ai terminali, gli attenuatori d'urto devono ridirigere i veicoli durante gli urti laterali in maniera del tutto analoga alle barriere di sicurezza mentre, in caso di urti frontali, devono arrestare, invece, il veicolo in modo graduale e sicuro, assorbendo tutta l'energia del veicolo impattante.

Poiché il veicolo si deve arrestare in caso di urto frontale, gli attenuatori d'urto di fatto devono assorbire l'energia del veicolo impattante con decelerazioni che risultino sopportabili dai suoi occupanti attraverso la deformazione degli elementi che lo compongono che durante l'urto collassano, scorrono o compenetrano tra di loro [7]. Dovendo assorbire tutta l'energia del veicolo impattante, gli attenuatori d'urto sono quindi progettati per gli urti dei soli veicoli leggeri in quanto, nel caso dei veicoli pesanti, l'energia da assorbire risulterebbe troppo elevata per essere trasferita all'infrastruttura.

Gli attenuatori d'urto si possono classificare in base al loro meccanismo di funzionamento in [6] [7]:

- Attenuatori di tipo cinetico;
- Attenuatori di tipo inerziali.

Gli attenuatori di tipo cinetico sono costituiti da elementi metallici e di plastica collegati tra loro e funzionano come elementi comprimibili longitudinalmente in grado di assorbire, in modo graduale e senza conseguenze gravi per gli occupanti, l'energia di collisione del veicolo attraverso elementi dissipatori (sacche) che vengono compressi durante l'urto.



Figura 8-9: Attenuatore d'urto di tipo cinetico

Gli *attenuatori di tipo inerziale* sono costituiti in genere da grossi contenitori in materiale plastico o in lamierino non direttamente collegati a terra o ad altro punto fisso, che basano il loro funzionamento sul trasferimento dell'energia di collisione del veicolo ad un'altra massa o ad un altro materiale idoneo (sabbia o acqua) contenuto al loro interno.



Figura 8-10: Attenuatore d'urto di tipo inerziale

A seconda del comportamento dell'attenuatore in caso di urto laterale, l'art. 6 del DM 21/06/2004 distingue due tipologie di attenuatori:

- redirettivi;
- non redirettivi.

Gli *attenuatori redirettivi* sono dispositivi che, in caso di urto laterale, sono in grado di ridirigere il veicolo impattante verso la sua traiettoria originaria agendo sugli organi di sospensione e di sterzo attraverso la presenza di un sistema di cavi o di guide longitudinali che conferiscono una certa rigidezza allo spostamento laterale, pur mantenendo la capacità di assorbire urti frontali [6]. Tali attenuatori presentano, pertanto, un comportamento redirettivo analogo a quello delle barriere di sicurezza e offrono condizioni di funzionamento ottimali nel caso di urti laterali con angoli di impatto inferiori ai 20°. L'art. 6 del DM 21/06/2004 afferma inoltre che *“nel caso in cui sia probabile l'urto angolato, frontale o laterale, sarà preferibile l'uso di attenuatori redirettivi”*.

Gli *attenuatori non redirettivi* sono, invece, dei dispositivi che, in caso di urto laterale, non hanno la capacità di ridirigere il veicolo dopo l'impatto lungo la traiettoria originaria, ma devono arrestare il veicolo in modo graduale ed in poco spazio, lasciandolo penetrare a valle (tale situazione è pericolosa in quanto a valle potrebbero essere presenti altri ostacoli). Pertanto questa tipologia di

LE BARRIERE DI SICUREZZA

attenuatore andrebbe utilizzata se si prevede che l'urto laterale non possa verificarsi. Ai fini della sicurezza, tuttavia, è preferibile l'installazione di dispositivi redirettivi.

Gli attenuatori d'urto, inoltre, devono essere di dimensione adatta a quella dell'ostacolo da proteggere o della funzione da svolgere. In tal caso gli attenuatori possono essere di tipo [9]:

- **stretto**, generalmente a lati paralleli, se presentano al traffico una superficie frontale ridotta (in genere minore di 1 m) e sono da usare per di più come terminali speciali di barriera;
- **largo**, generalmente a pianta trapezia, se la superficie urtabile è più elevata, e sono da usare nei punti di cambio di direzione o di uscita, al posto delle attuali cuspidi.



Figura 8-11: Attenuatore d'urto di tipo largo (sinistra) e stretto (destra)

Nella progettazione dell'installazione dell'attenuatore d'urto, intesa come scelta del dispositivo più idoneo, essendo apparecchiature piuttosto ingombranti, occorre, tuttavia, tenere in considerazione alcuni aspetti di varia natura: le caratteristiche geometriche, la velocità di progetto, il TGM, le direzioni d'impatto più probabili, la compatibilità delle deformazioni dell'attenuatore con gli spazi esistenti circostanti, i costi iniziali e manutentivi in relazione alla durata dell'installazione (temporanea o permanente).

Gli attenuatori d'urto sono testati ai sensi della norma EN 1317-3 e *marcati CE*. L'art. 6 del DM. 21/06/2004 prevede l'obbligo di impiego di questo tipo di dispositivi nel caso in cui sia presente l'inizio delle barriere in corrispondenza di cuspidi (intesa come divergenza tra due rami percorsi nello stesso verso) con la sola eccezione di cuspidi tra rampe percorse a velocità minore di 40 km/h.

Nel caso di cuspidi di larghezza contenuta potrà essere prevista, in alternativa agli attenuatori, la protezione con terminali speciali bilaterali collegati alle barriere.

La classe minima degli attenuatori d'urto è definita dall'art. 6 del D.M. 21.6.2004 in funzione della sola velocità imposta nella strada da cui diverge la rampa, come mostrato nella tabella seguente:

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 8-2: Tabella per la scelta degli attenuatori

Il D.M. 21/06/2004 chiarisce altresì che, ogni qualvolta sia possibile, si preferiranno soluzioni di minore pericolosità quali letti di arresto o simili, da testare con la sola prova tipo TB11 della norma EN 1317.

Il **letto di arresto** è un altro dispositivo classificabile come attenuatore che rallenta e blocca i veicoli in svio; esso è costituito da una strato ondulato, secondo precise geometrie, di materiale granulare (ghiaietto o pietrischetto) di idonea granulometria, che, facendo affondare le ruote del veicolo, ne determina l'arresto graduale in un certo numero di metri, a seconda della sua velocità, in genere senza danneggiarlo e senza arrecare danni agli occupanti del veicolo [9].



Figura 8-12: letti di arresto

Esso va usato tutte le volte in cui si rende disponibile lo spazio per costruirlo, in particolare al posto delle cuspidi oggi usate nei cambiamenti di direzione o nelle uscite, in assenza di ostacoli pericolosi, per i quali vanno usati gli attenuatori "larghi", e con terreno di morfologia adatta, complanare alla strada o in declivio graduale verso l'alto o verso il basso.



Figura 8-13: Particolari del letto di arresto

8.3 Transizioni

Quando avviene il passaggio tra diverse tipologie e classi di barriere presenti lungo il margine stradale occorre garantire la continuità delle prestazioni di sicurezza (in termini di contenimento e severità dell'urto) attraverso opportuni elementi di **transizione** longitudinale, appositamente progettati, che consentono la connessione tra le barriere adiacenti.

La Normativa UNI ENV 1317-4 definisce transizione *“un elemento da interporre tra due barriere di sicurezza aventi diversa sezione trasversale o differente rigidità laterale, affinché sia garantito un contenimento continuo”*.

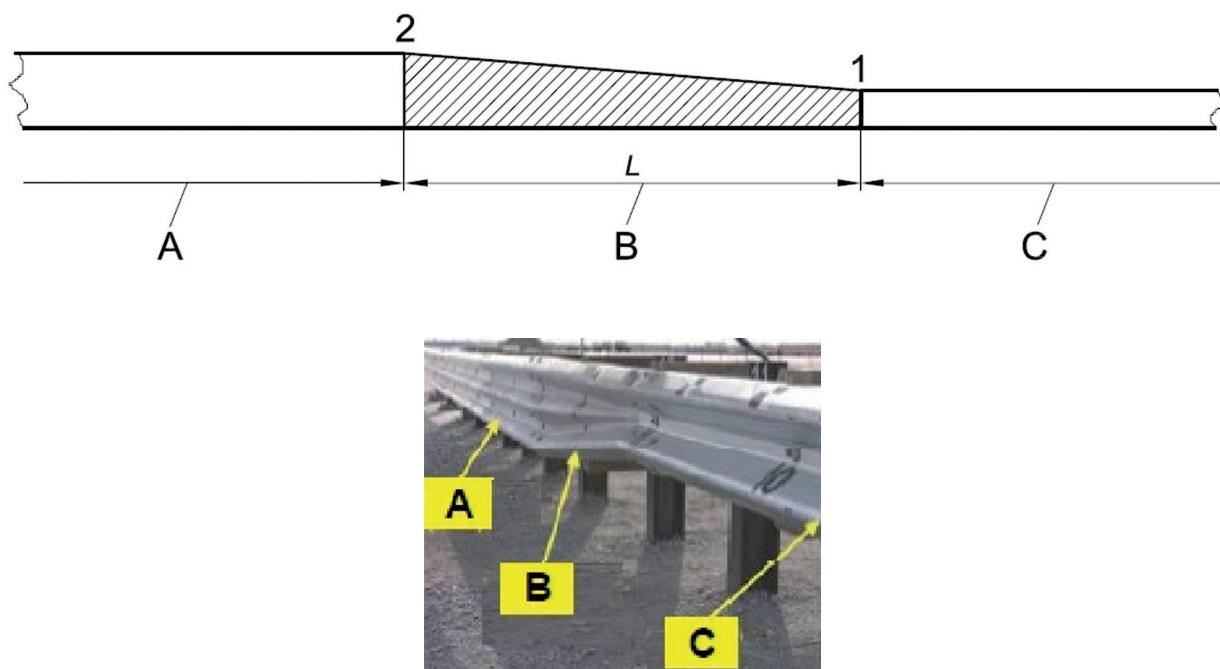


Figura 8-14: Identificazione degli elementi di una transizione

L'obiettivo della transizione (B) è quello di fornire un variazione graduale di rigidezza e di contenimento nel passaggio dalla prima (A) alla seconda barriera (C), aventi differente sezione trasversale o diversa rigidezza laterale. L'impiego delle transizioni consente, pertanto, di evitare pericolose discontinuità nel passaggio da una tipologia di barriera ad un'altra, offrendo al veicolo in svio le medesime prestazioni di sicurezza in qualsiasi punto della barriera.

Le transizioni sono generalmente adottate nel passaggio tra barriere:

- caratterizzate dallo **stesso materiale ma con sezione trasversale diversa**: da doppia onda a tripla onda e viceversa;
- realizzate in **materiali differenti**: da acciaio e calcestruzzo e viceversa;
- con **rigidezza laterale diversa**: da barriera bordo laterale a bordo ponte e viceversa.



Figura 8-15: transizione tra barriere dello stesso materiale e in materiali differenti

Per le transizioni la definizione degli indici di prestazione (larghezze operative, deflessioni dinamiche, indice ASI) e delle classi di contenimento segue i criteri riportati nella Normativa UNI EN 1317-2. In particolare tale norma precisa che la connessione tra due barriere aventi la medesima sezione trasversale, costituite dallo stesso materiale e diverse nella larghezza operativa in misura non maggiore di una classe, non deve essere considerata una transizione. Per i restanti casi, invece, la classe di contenimento della transizione non deve essere né inferiore alla minore, né superiore alla maggiore delle classi delle barriere connesse, mentre la larghezza operativa W non deve essere superiore a quella maggiore delle barriere collegate. Le transizioni, in definitiva, presentano caratteristiche prestazionali intermedie tra quelle delle barriere che connettono e non sono *prodotti soggetti a marcatura CE*.

Quando sono previste delle prove d'urto (reali o simulate), occorre analizzare l'urto con un veicolo leggero per la determinazione della severità dell'impatto e quello con un veicolo pesante per il con-

LE BARRIERE DI SICUREZZA

tenimento massimo [7]. Numerosi studi disponibili in letteratura evidenziano inoltre che la direzione dell’urto, che deve essere scelta in modo da essere la più critica per ciascuna prova, è quella che va dalla barriera più cedevole a quella più rigida e che il punto critico d’impatto si trova tra la metà ed i tre quarti della lunghezza totale della transizione nella direzione di impatto, a seconda che ad impattare sia un mezzo pesante o leggero.

Occorre osservare che le Normative forniscono indicazioni sulle caratteristiche prestazionali delle transizioni mentre le modalità di realizzazione sono indicate direttamente dai Produttori nella fase di progetto se non direttamente nella fase di posa in opera delle barriere [6]. Questo fa sì che, lungo i margini delle strade, è possibile osservare transizioni che risultano approntate in maniera non corretta e che possono anche rivelarsi pericolose per gli occupanti del veicolo in svio come mostrato dalle figure seguenti.



Figura 8-16: modalità non corrette di transizioni tra barriere differenti

La figura n. 8-16 sinistra evidenzia l’assenza di transizione tra una barriera bordo ponte ed una barriera bordo laterale con uno spazio lasciato libero tra le due barriere che potrebbe risultare pericoloso in caso di fuoriuscita di un motociclista (potrebbe infatti incastrarsi in tale spazio ed oltrepassare la barriera).

La figura n. 8-16 sopra mostra, invece, un caso di transizione non idonea tra barriere con rigidezza differente (bordo ponte e bordo laterale). Le due barriere sono semplicemente collegate senza prevedere l’inserimento di un elemento di transizione in grado di garantire una variazione graduale della rigidezza nel passaggio da una barriera all’altra.

A fine di avere installazioni di transizioni corrette tra barriere con caratteristiche diverse occorre sviluppare un’appropriata progettazione degli elementi di transizione che sarà definita con una specifica indicazione da parte del Progettista della Sistemazione su Strada come richiesto dall’art. 6 del DM 21/06/2004 che recita: *“Il progettista dovrà inoltre curare con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo l’adattamento dei singoli dispositivi alla sede stradale in termini di supporti, drenaggio*

delle acque, collegamenti tra diversi tipi di protezione, zone di approccio alle barriere, punto di inizio e di fine in relazione alla morfologia della strada per l'adeguato posizionamento dei terminali, interferenza e/o integrazione con altri tipi di barriere, ecc.”

In linea generale, per lo sviluppo progettuale della transizione, si può prendere a riferimento la Normativa prEN 1317-4 (unico documento tecnico ufficiale e disponibile) che, pur non essendo ancora cogente, fornisce delle indicazioni utili per lo sviluppo degli aspetti progettuali delle transizioni nonché per le verifiche di dettaglio delle stesse, dando una guida su quelli che sono le regole e i parametri da rispettare per un corretto dimensionamento. In generale le transizioni, in quanto elementi di collegamento tra barriere di tipo e classe diversa, devono rispondere a specifici requisiti di carattere geometrico e funzionale [8]:

- 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 preventivamente convertita in una “deflessione equivalente” della classe inferiore per mezzo dei coefficienti di tab 8-3.

BARRIERA DI CLASSE SUPERIORE	BARRIERA DI CLASSE INFERIORE	FATTORE DI RIDUZIONE DELLA DEFORMAZIONE DINAMICA DELLA BARRIERA DI CLASSE SUPERIORE
H4	H3	0,9
H4	H2	0,45
H3	H2	0,5
H3	H1	0,45
H2	H1	0,9
H2	N2	0,72
H1	N2	0,8
H1	N1	0,64
N2	N1	0,8

Tabella 8-3: Tabella per riduzione della deformazione dinamica

- 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 due 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 pro-

LE BARRIERE DI SICUREZZA

filati 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;

- 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.

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 ponte e bordo laterale o spartitraffico) preveda [8]:

- *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.*

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

Per verificare il funzionamento delle transizioni, oltre alle indicazioni sopra riportate, è possibile ricorrere anche a prove virtuali che, simulando un "crash virtuale" mediante l'utilizzo di programmi agli elementi finiti, permettono lo studio e la riproduzione di una condizione di impatto attra-

verso un modello numerico che rappresenti in maniera affidabile il comportamento del sistema entro certo limiti.

A tal fine le immagini seguenti mostrano un esempio di uno studio di verifica, con esito negativo, effettuato per una transizione che prevede il passaggio tra una barriera bordo laterale a doppia onda e una barriera bordo ponte a tripla onda mediante l'inserimento di un elemento geometrico "trapezoidale" [13].

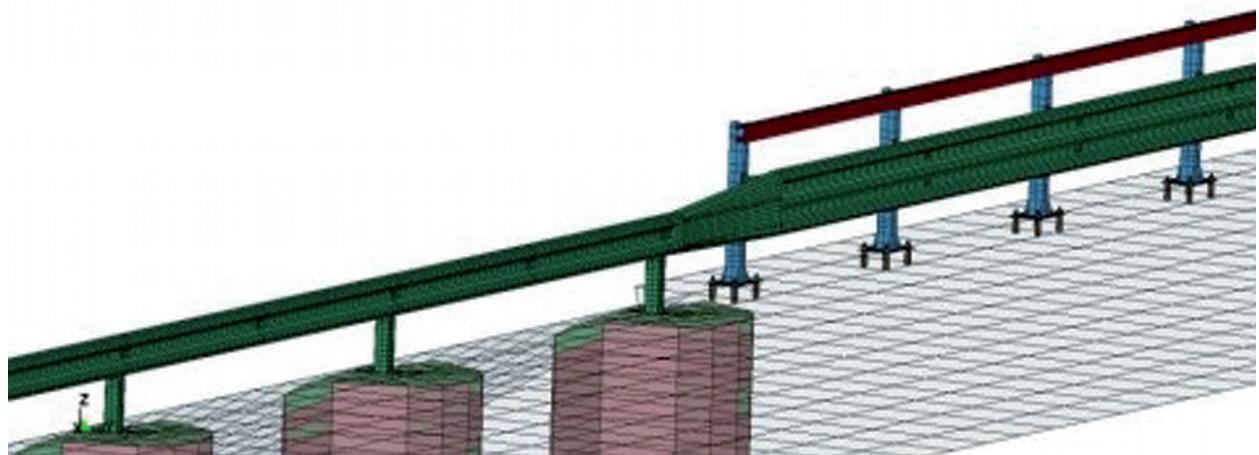


Figura 8-17: Transizione da verificare [13]

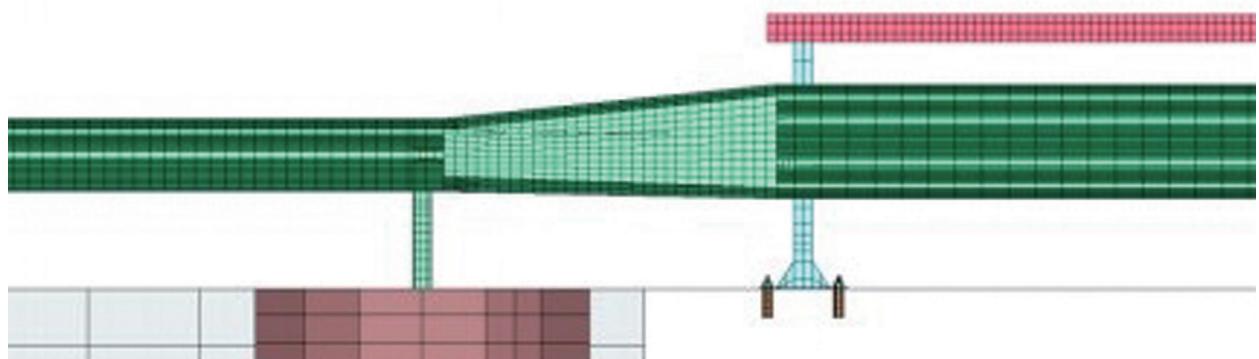


Figura 8-18: Modellazione della transizione [13]

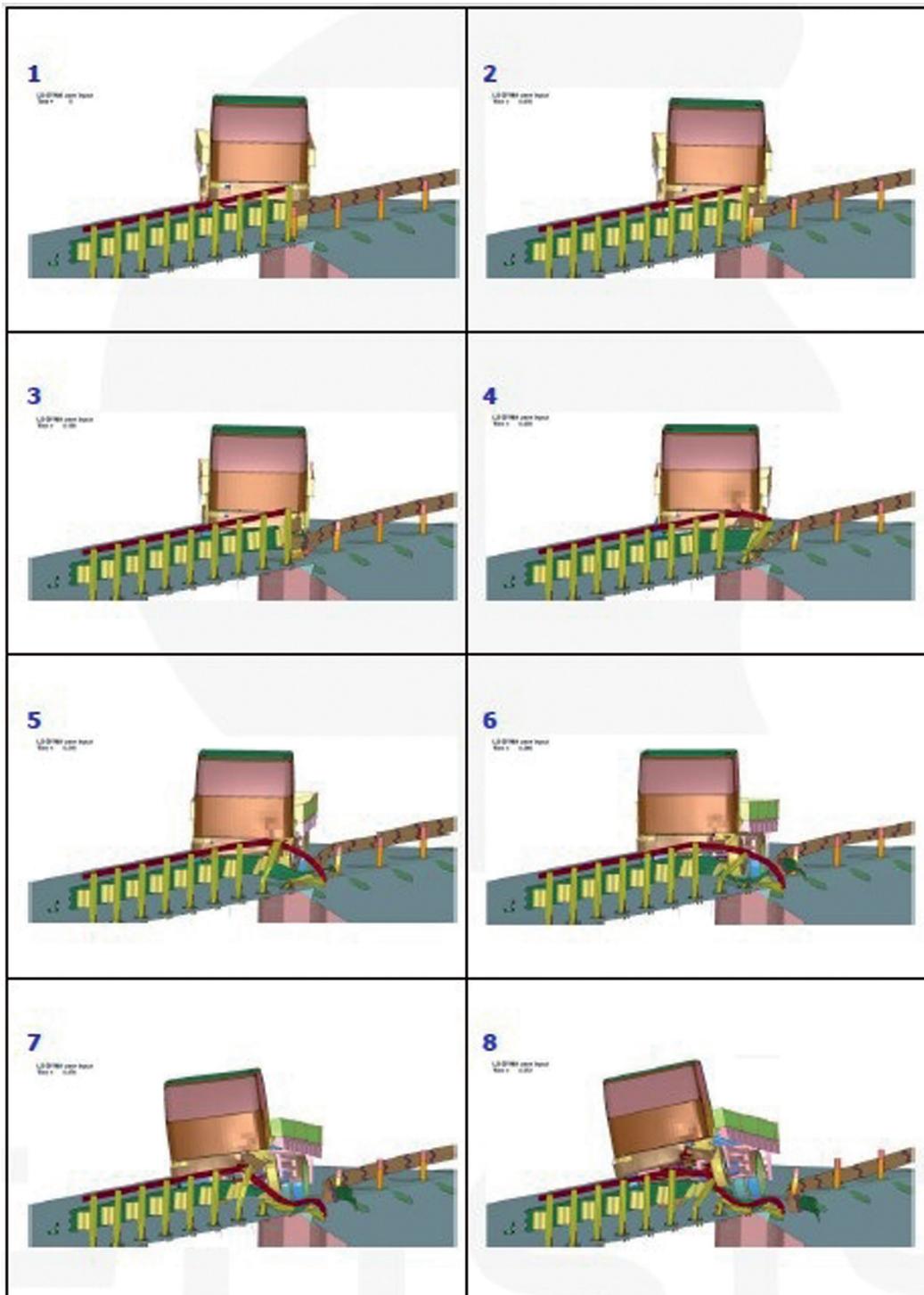


Figura 8-19: Verifica del comportamento della transizione [13]

Per quanto attiene alle modalità di computo delle transizioni, che non costituiscono un prodotto a se stante, è solito computarle con la classe di barriera superiore (o con la barriera da bordo ponte, nel caso di transizione tra bordo ponte e bordo laterale) in quanto si tratta di pezzi speciali con caratteristiche strutturali intermedie tra le due.

8.4 Chiusura varchi

Il DM 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" al capitolo 4.3.1 recita: *"Lo spartitraffico deve essere interrotto, in linea di massima ogni due chilometri, da una zona pavimentata atta a consentire lo scambio di carreggiata (varco). Analoghi varchi nello spartitraffico devono essere previsti in prossimità degli imbocchi delle gallerie, delle testate di viadotti e ponti di notevole lunghezza. In corrispondenza dei varchi non deve interrompersi la continuità dei dispositivi di ritenuta, da realizzarsi anche di classe inferiore rispetto a quella corrente, in modo tale da essere facilmente rimossi in caso di necessità".*

Pertanto, al fine di garantire il passaggio dei veicoli da una carreggiata ad un'altra, in presenza di situazioni di emergenza nonché di esigenze di transito temporaneo (manutenzione), occorre interrompere, in determinati punti, la barriera spartitraffico, prevedendo l'installazione di sezioni di barriera rimovibili note anche come **chiusure varchi**.



Figura 8-20: Chiusura varco in condizioni di apertura



Figura 8-21: Chiusura varco in condizioni di chiusura

LE BARRIERE DI SICUREZZA

Tali barriere devono quindi poter essere aperte in tempi brevi e facilmente e sono testate ai sensi della norma EN 1317-2 e 4 che prevede diverse prove d'urto in base alla lunghezza del dispositivo (minore di 40 m, compresa tra 40 e 70 m, oltre 70 m) [7].

Per la chiusura dei varchi si adotteranno due tipi di sistemi:

- **barriere amovibili** con attrezzature di sollevamento;
- **barriere ad apertura rapida**, apribili senza l'ausilio di attrezzature, anche da personale non esperto, per consentire il passaggio di mezzi di soccorso.



Figura 8-22: *barriere amovibili per chiusura varchi*

La lunghezza del varco deve essere compatibile con le azioni di deviazione del traffico senza ridurre la capacità dello scambio e sufficientemente lungo per consentire un agevole passaggio dei veicoli in movimento. Lo spazio disponibile a seguito dell'apertura del varco deve risultare libero da ostacoli in modo tale da consentire lo spostamento delle barriere amovibili e pavimentato come la piattaforma stradale con una superficie regolare che permetta agevolmente gli spostamenti delle barriere amovibili. Queste esigenze definiranno la lunghezza del tratto da pavimentare (in presenza di spartitraffico con siepe verde) che comunque, per la prima esigenza, non dovrà essere inferiore a 50 metri [9].

L'art. 6 del DM 21/06/2004 inoltre afferma che: *"Le barriere per i varchi apribili dovranno essere testate secondo quanto precisato nella norma ENV 1317-4 e possono avere classe di contenimento inferiore a quella della barriera a cui sono applicati, per non più di due livelli."* La differenza di classe tra la barriera spartitraffico e quella del varco per non più di due classi di contenimento è dovuta principalmente al carattere di amovibilità della barriera e alla presenza delle transizioni.



Figura 8-23: Transizione in chiusura varchi

Per la chiusura dei varchi spartitraffico si adottano generalmente barriere di tipo amovibile in classe H2 che si attestano alla barriera dello spartitraffico mediante opportune transizioni.

9 • COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

Una volta definito il progetto delle barriere stradali, sorge il problema di quantificare correttamente l'importo dei lavori, ponendo attenzione a computare tutte le voci coinvolte nell'intervento nel modo più consono, comprese quelle relative a lavorazioni ausiliarie e contestuali.

La procedura per una corretta computazione di qualsiasi opera - a maggior ragione di barriere stradali - comincia con una schematizzazione della stessa, che deve essere suddivisa nelle sue parti elementari. Nel caso delle barriere stradali il passo iniziale dovrebbe essere quello di realizzare una distinta delle stesse, inserendo:

- Progressive di inizio e fine del tratto;
- Tipologia di barriera, intesa come classe (H1, H2, ecc.), posizione (spartitraffico, bordo laterale o bordo ponte) e materiale (acciaio, new jersey in calcestruzzo, legno o altri);
- Presenza del dispositivo salva motociclisti;
- Lunghezza del tratto;
- Indicare se si tratta di barriere ANAS o di barriere commerciali;
- La presenza di eventuali pezzi speciali da considerare a parte;
- Eventuali note relative al tratto in questione.

La medesima procedura può essere utilizzata nei progetti di manutenzione relativamente allo smontaggio delle barriere esistenti.

Deve poi essere realizzata una seconda distinta relativa a: pezzi speciali, transizioni, terminali e attenuatori d'urto, anche in questo caso dovranno essere indicate:

- Tipologia del pezzo (attenuatore, terminale, ecc.);
- Progressive;
- Classe e tipologia (ad esempio, attenuatore classe 80 largo oppure terminale "a manina", ecc.).

Questa razionalizzazione permette di avere un quadro più chiaro relativo alle barriere di sicurezza presenti nel progetto e a comprendere le singole attività che andranno analizzate e computate.

Nell'attribuzione delle voci di elenco prezzo alle diverse tipologie di barriera, nell'elenco prezzi ANAS del 2018 il capitolo di riferimento è il capitolo G "BARRIERE DI SICUREZZA - BARRIERE PARAMASSI - BARRIERE ANTIRUMORE" [11] che è suddiviso in:

- G.2. Barriere stradali di sicurezza per nuovi lavori, in questo capitolo troviamo le voci di prezzo relative alle barriere commerciali;
- G.3. Dispositivi di ritenuta speciali, in questo capitolo troviamo le voci di prezzo relative ad attenuatori, terminali speciali e varchi amovibili;
- G.4. Barriere paramassi, in cui sono inseriti i prezzi unitari riferiti ad esse;
- G.5. Barriere antirumore, in cui sono inseriti i prezzi riferiti sia a barriere esclusivamente antirumore sia a barriere integrate, differenziate per classe e altezza;
- G.6. Barriere stradali ANAS, in questo capitolo sono inseriti i prezzi unitari delle barriere ANAS, relativamente a fornitura, posa, terminali semplici e terminali speciali.

I prezzi relativi a tutte le altre lavorazioni, propedeutiche o contestuali alla posa delle barriere stradali, sono presenti negli altri capitoli dell'Elenco Prezzi ANAS 2018.

Vale qui la pena di notare la differenza di applicazione dei prezzi relativi alle barriere ANAS e alle barriere commerciali e alla relativa formulazione del Computo Metrico Estimativo.

Le barriere commerciali:

- Vengono computate a metro lineare, differenziate per tipologia e classe (prezzi da G.02.001.a a G.02.005.e) e nel prezzo comprendono sia la fornitura sia la posa in opera;
- Hanno un sovrapprezzo per la presenza del dispositivo salva motociclisti (G.02.010).

Le barriere ANAS:

- Vengono computate separatamente per quanto riguarda fornitura e posa in opera;
- La fornitura viene computata in €/kg, differenziata per classe di barriera (G.06.001);
- La posa viene computata in €/ml differenziata per classe e tipologia di barriera (G.06.020);
- Fornitura e posa del dispositivo salva motociclisti sono inclusi nelle voci di fornitura e nella posa della barriera;
- Il computo metrico estimativo dei lavori non dovrà comprendere la fornitura, in quanto attualmente essa è regolata da Accordi Quadro. Per semplicità, in questo caso, risulta quindi preferibile creare una super categoria, denominata "Fornitura Barriera ANAS", da tenere distinta dalle altre voci e che verrà considerata nella definizione delle "Somme a Disposizione" da prevedere nel quadro economico dell'investimento complessivo.

Nella redazione del C.M.E., al fine di evitare omissioni o ripetizioni, si suggerisce, come primo passo, di computare le barriere iniziando dagli "elementi barriera" veri e propri, tralasciando inizialmente tutte quelle opere propedeutiche all'installazione (ad esempio preparazione del piano di posa, realizzazione del cordolo reggi-barriera, ecc.) di cui ci si occuperà successivamente.

LE BARRIERE DI SICUREZZA

Per quanto riguarda le barriere ANAS si deve notare che:

- La fornitura dei tratti rettilinei o curvi viene computata a metro lineare di barriera completa, con riferimento alle schede peso barriera in Kg/m definite contrattualmente per ogni tipologia di barriera, a cui vanno applicati i relativi prezzi espressi in €/Kg.
- Nella fornitura sono inclusi i dispositivi rinfrangenti, la bulloneria e gli accessori vari, nonché le spese di trasporto e consegna e quanto altro possa occorrere per dare la fornitura completa e a regola d'arte.
- La contabilizzazione di terminali, connessioni e transizioni è da eseguire in €/Kg sulla base alla tipologia di barriera di appartenenza, con la sola eccezione dei componenti speciali del profilo Salva Motociclisti per i quali sono previsti prezzi in €/Kg appositamente definiti (G.06.030.3).
- Agli elementi costituenti connessione o transizione tra due barriere di tipo e/o prestazioni diverse si applica il prezzo relativo alla barriera di classe e/o tipologia più elevata.
- Nel caso di barriere bordo ponte i tasselli per l'ancoraggio al cordolo, o all'opera di sostegno, sono inclusi nel prezzo della fornitura di barriera, mentre la malta epossidica da utilizzare è inclusa nel prezzo della posa in opera.
- La posa in opera di barriere ANAS è espressa in €/ml ed è comprensiva di ogni altro onere e magistero per dare la posa in opera finita a perfetta regola d'arte.

Per quanto riguarda le barriere commerciali invece:

- Il prezzo è relativo a fornitura e posa in opera della barriera ed è espresso in €/m, risulta comprensivo di ogni accessorio, pezzo speciale, i dispositivi rifrangenti, l'incidenza per gli elementi terminali semplici indicati nei rapporti di prova e per i collegamenti con barriere di classe o tipologia diverse, la posa in opera, il caricamento, nel database del Ministero, delle barriere marcate CE previsto nel DM233/2011 nonché qualsiasi altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Le voci di elenco prezzo si differenziano sia per classe della barriera, sia per tipologia e funzione.
- L'eventuale presenza di dispositivo salva motociclisti (DSM) viene valutata tramite l'applicazione di un sovrapprezzo (G.02.010) derivante dalla lunghezza del tratto in questione.
- Così come per le barriere ANAS anche le voci di elenco prezzi relative alle barriere commerciali bordo ponte sono comprensive di tasselli e malte epossidiche per l'ancoraggio a cordoli o opere di sostegno.

Il secondo passo della computazione riguarda i dispositivi di protezione dei punti singolari, partendo anche in questo caso dalla distinta redatta in precedenza:

- Gli attenuatori d'urto (G.03.001 – G.03.018): sono differenziati per classe, come definito dalla normativa, vengono computati cadauno e, anche in questo caso, vanno applicati due prezzi differenti, uno per la fornitura ed uno per la posa in opera. Nel prezzo sono inclusi anche la fornitura di eventuali plinti di fondazione o altri elementi di collegamento, bulloneria varia, supporti di ancoraggio al suolo e/o di blocco del movimento e ogni parte speciale metallica, così come riportato nei rapporti di prova redatti da piste in qualità ISO 17025 e/o nelle omologazioni che ne autorizzano l'impiego.

Vengono espressi in €/cadauno anche le voci relative alla eventuale manutenzione degli attenuatori in seguito ad eventi incidentali, le voci relative allo smontaggio di attenuatori danneggiati, e le voci relative alla reinstallazione di attenuatori rimossi (che si differenzia dalla posa di un nuovo attenuatore perché non prevede alcune delle lavorazioni relative all'ancoraggio dell'attenuatore).

- I dispositivi stradali per chiusura varchi di tipo amovibile (G.03.020): la fornitura si differenzia in funzione del sistema di apertura del varco, come descritto nelle singole voci, in normali (G.03.020.a) e di emergenza (G.03.020.b), mentre la posa in opera (G.03.020.c) è uguale per ambedue le tipologie. Tutte le voci di prezzo relative ai dispositivi per la chiusura dei varchi sono espresse in €/m. La fornitura è comprensiva del sistema di raccordo alla barriera spartitraffico esistente e la posa degli oneri relativi al cantiere stradale, alla esecuzione dei fori necessari all'ancoraggio del sistema, ai sistemi di raccordo alle barriere esistenti, e quant'altro occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte

Sono invece escluse dalla voce di prezzo relativa alla posa in opera tutte le opere complementari di sistemazione del piano viabile interessato e di adeguamento della larghezza del varco, che dovranno essere contabilizzate a parte.

- I terminali speciali(G.03.025): la fornitura si differenzia in funzione della classe di prestazione, mentre la posa in opera risulta univoca, tutte queste voci vengono espresse in €/cadauno. Nella fornitura sono compresi, la bulloneria varia, i supporti di ancoraggio al suolo e/o di blocco del movimento ed ogni parte speciale metallica, così come riportato nei rapporti di prova redatti da centri prova certificati.

Sono esclusi dal prezzo della fornitura gli elementi di collegamento tra terminali speciali e barriera, che vengono compensati con specifiche voci di prezzo (G.03.030).

A questo punto si sono computati tutti gli elementi propri delle barriere di sicurezza, restano però da quantificare e computare tutte le attività propedeutiche e contestuali.

LE BARRIERE DI SICUREZZA

Nel paragrafo seguente viene esemplificata la procedura di computo per i due casi di barriera ricorrenti.

9.1 Gli esempi ricorrenti

Si procederà ad illustrare due casi tipologici comuni, uno riguardante le attività complementari nel caso di installazione di barriera infissa, ed un altro nel caso di barriera su cordolo. Bisogna sempre tenere bene a mente che i seguenti casi hanno funzione meramente illustrativa e non risultano quindi comprensivi di tutte le attività che potrebbe essere necessario computare. Diviene poi onere del progettista integrare il computo con le specifiche attività eventualmente necessarie nelle varie situazioni. Gli elaborati grafici devono sempre permettere a chi dovrà controllare il computo metrico estimativo di verificare i valori indicati: risulta quindi fondamentale quotare ogni misura che serva a determinare una quantità. Nel caso si utilizzi la rappresentazione di una sezione tipologica, può risultare comodo indicare in una tabella, evidenziando i calcoli eseguiti, le quantità espresse a metro lineare di sezione, relativamente alle diverse voci di prezzo applicate in computo, così da rendere evidente il processo logico seguito durante la redazione dello stesso.

Si descrivono di seguito le attività principali da inserire in un computo relativo all'installazione di un tratto di barriera in rilevato:

1. Smontaggio della barriera esistente (G.01.001 dal Listino Prezzi Manutenzione ordinaria ANAS 2018) espresso in m, differenziando se la barriera è considerata riutilizzabile o meno.
2. Eventuale fresatura della pavimentazione (D.001.052), necessaria all'inserimento della cordonata stradale, ed eventualmente al rifacimento degli strati di pavimentazione stradale, la fresatura è espressa in [m² x cm], nella voce di prezzo relativa alla fresatura sono compresi tutti gli oneri per: carico su qualsiasi mezzo del materiale fresato che resta di proprietà dell'Impresa, trasporto e scarico del materiale riutilizzabile a deposito autorizzato allo stoccaggio o ad impianto e trasporto e conferimento a discarica del materiale non utilizzabile.

Nel caso in cui fosse previsto anche il rifacimento dello strato profondo della pavimentazione stradale andranno applicati prezzi relativi alla sua demolizione (A.003.004.b).

3. Se le caratteristiche dell'arginello non soddisfano le prescrizioni, sia in termini di caratteristiche del materiale che di dimensioni, sarà necessario procedere allo scavo dell'esistente (A.001.001), all'analisi delle caratteristiche chimiche del terreno così da poter attribuire un codice CER (E.008.001.b), e al successivo trasporto a discarica.

4. Il materiale rimosso ovviamente dovrà essere sostituito approvvigionandosi con terre di caratteristiche adeguate provenienti da cava (A.02.003), il cui prezzo varia in funzione dell'area geografica. Successivamente si dovrà provvedere alla sistemazione in rilevato del suddetto materiale (A.02.007).

Va posta attenzione sulla differenza tra le quantità di materiale rimosso tramite scavo e quello sistemato in rilevato, la quantità di scavo sarà superiore poiché comprende anche la quota parte di terreno vegetale (A.02.004.a), che dovrà essere messo in opera nuovamente dopo la realizzazione del rilevato.

5. Una volta completato l'arginello si dovrà computare la nuova pavimentazione stradale e quindi:
 - a. la fondazione (D.01.001/2/3), se demolita;
 - b. la cordonata stradale (E.02.010) al di sopra della fondazione, con tipologia che può essere varia, sia in termini di materiale utilizzato sia di tecnica esecutiva.

In funzione della tipologia varierà anche la voce di elenco prezzi utilizzata, che solitamente è espressa in m.

5. Una volta completato l'arginello si dovrà computare la nuova pavimentazione stradale e quindi:
 - a. la fondazione (D.01.001/2/3), se demolita;
 - b. la cordonata stradale (E.02.010) al di sopra della fondazione, con tipologia che può essere varia, sia in termini di materiale utilizzato sia di tecnica esecutiva.
 - c. la stesa degli altri strati della pavimentazione. Bisogna tenere in considerazione che, se nello stato di fatto non era presente la cordonata, le quantità relative ai nuovi strati risulteranno inferiori a quelli preesistenti, per via del volume della cordonata. Le voci di elenco prezzi riferite alle pavimentazioni sono al capitolo D.01 e variano in funzione di strato e tipologia: un aspetto su cui porre l'attenzione è l'inserimento della mano di attacco (D.01.043) tra i diversi strati in conglomerato bituminoso che deve essere computata separatamente. Unica eccezione sono gli strati di usura drenante, per i quali la mano di attacco è già compresa nella voce di prezzo unitario.
6. In ultimo rimane esclusivamente la fornitura e posa della barriera stradale e degli eventuali pezzi speciali. Come già detto in precedenza, nel caso di barriere commerciali il prezzo risulta essere unico, mentre nel caso di barriere ANAS vanno divise la posa dalla fornitura, inserendo quest'ultima, nella già citata Super Categoria "Fornitura Barriera ANAS".

La seconda tipologia di barriera che può essere inserita è quella ancorata tramite tirafondi e resine epossidiche su cordoli o opere d'arte. Per poter computare accuratamente e in modo corretto un cordolo reggi barriera è necessario che nelle tavole vengano inserite non solo le quote relative alle misure dell'opera d'arte, ma anche le informazioni relative ai materiali, alla disposizione delle armature e, soprattutto, alla sequenza delle attività previste, queste ultime particolarmente significative in interventi manutentivi.

LE BARRIERE DI SICUREZZA

Alcune delle fasi caratterizzanti la computazione di un intervento di montaggio di barriera bordo ponte coincidono con quelle elencate in precedenza:

1. Così come nel caso precedente la prima fase riguarda lo smontaggio della barriera esistente e la fresatura della pavimentazione: la fresatura è necessaria nei casi in cui è previsto di intervenire nelle strutture in calcestruzzo armato al di sotto di essa.
2. Si dovrà quindi procedere alla demolizione di parte della struttura in CLS: normalmente per la demolizione si può utilizzare il prezzo relativo alla "demolizione a sezione obbligata di porzioni di strutture in C.A. e C.A.P." (A.03.007). Quando però risulta necessario demolire, ad esempio, una parte della soletta di un viadotto, mantenendone un'altra intatta, si potrebbe intervenire con altre procedure, ad esempio con l'idrodemolizione (A.03.025.1). L'applicazione di questo prezzo richiede una certa attenzione poiché può risultare ingannevole, infatti vengono computati con la voce A.03.025.1.a i primi 3 cm di spessore della struttura, espressi in m², e successivamente con la voce A.03.025.1.b il restante volume da idrodemolire, esprimendolo questa volta in [m² x cm].
3. Il passaggio successivo riguarda il trattamento dei ferri esistenti (B.09.020) o, in caso fosse previsto, il loro taglio. Una volta trattata l'armatura presente in situ si procederà ad integrarla/sostituirla con nuovi ferri di armatura (B.05.030). Nel computare le armature si possono seguire differenti approcci; il più preciso è il calcolo del peso di ogni singola posizione di armatura partendo dalla conoscenza del passo e della lunghezza interessata e dal peso a m del ferro stesso; questo approccio può tuttavia risultare macchinoso, si può quindi pensare di determinare forfetariamente il peso dei ferri di armatura in un metro lineare di struttura e moltiplicarlo così per la sua lunghezza.
Il collegamento della nuova porzione di struttura con quella preesistente avviene tramite inghissaggio delle armature (B.09.020.3) i quali possono differenziarsi per la tipologia di malta utilizzata e per profondità e diametro del foro; in funzione della voce utilizzata cambia anche l'unità di misura.
4. Una volta realizzata la gabbia di armatura si procederà con il pretrattamento delle superfici di contatto in CLS tra nuovo e vecchio getto (B.09.212): questa voce deve essere applicata considerando unicamente la superficie di contatto tra nuovo e vecchio getto. Successivamente si passa alla casseratura (B.04.001) per il getto, di cui vanno computate le superfici laterali, comprese le testate del getto. Nel caso in cui vi fosse la necessità di inserire casseri a sbalzo, come nell'allargamento di una soletta di viadotto, si dovranno inserire anche i casseri inferiori al getto, prevedendo anche delle armature per casseri orizzontali (B.04.004).

Successivamente si potrà procedere a computare il getto di calcestruzzo (B.03.031 per CLS in fondazione, B.03.035 per CLS in elevazione), la scelta della voce di prezzo dipenderà dalla classe di resistenza richiesta, nelle voci sono incluse tutte le classi di esposizione. Se in progetto sono previsti trattamenti protettivi del nuovo getto, essi vanno realizzati considerando solo le superfici esterne e raggiungibili.

5. La computazione della stesa degli strati di pavimentazione si discosta poco da quella descritta nel caso di interventi su barriere infisse. Nel caso di viadotti si dovrà aggiungere l'impermeabilizzazione dell'impalcato, inserita in elenco prezzi nel capitolo B.06, che può variare fortemente in funzione delle scelte progettuali.
6. L'installazione della barriera deve essere computata esattamente come nel caso di bordo rilevato, ricordando sempre di suddividere fornitura e posa nel caso di barriera ANAS, e ricordando che fori, tirafondi e resine epossidiche per la posa sono già compresi nei prezzi unitari delle barriere stesse.

Nel caso in cui fosse prevista una rete di protezione antisasso, la voce da utilizzare si trova nel Listino Prezzi delle manutenzioni Ordinarie ANAS 2018 (G.01.064) [12] e dipende dalla tipologia di barriera da installare.

Questi due esempi ci sono serviti a descrivere il processo di computazione di tipici interventi di manutenzione programmata di barriere stradali, che non possono essere intesi come esaustivi di tutte le possibili situazioni, che dovranno di volta in volta essere analizzate dal progettista, utilizzando anche eventuali altre voci di elenco prezzi.

È particolarmente raccomandata la verifica della coerenza tra gli elaborati grafici e il computo metrico estimativo, la cui rispondenza deve essere sempre immediata.

Sarà quindi fondamentale, da una parte, inserire negli elaborati le misure da riportare nel computo, e, dall'altra, non indicare direttamente nel computo quantità predeterminate e senza le dimensioni che ne permettono la verifica.

In ultimo va ricordato che, qualora non fosse presente nel listino un prezzo che risulta necessario (riferito ad esempio a lavorazioni specialistiche o poco comuni) è possibile inserirlo come Nuovo Prezzo purché accompagnato da un'analisi delle componenti elementari che lo costituiscono; i Nuovi Prezzi andranno comunque sempre concordati con i preposti uffici di ANAS che ne valuteranno la congruenza e dovranno decidere se considerarli accettabili o meno.

BIBLIOGRAFIA

- [1] **Dondi, G., Lantieri, C., Simone, A. & Vignali, V.** *Costruzioni stradali: aspetti progettuali e costruttivi*. Hoepli. 2014.
- [2] **Guerrieri, M.; Lo Casto, B.; Peri, G.; Rizzo, G.** "Embedding "roadside equipment" into environmental assessment of transportation system: the case of safety barriers". International Journal of Energy and Environmental Engineering. Vol. 6, Issue 2, pp. 111–120. 2015. ISSN: 2008-9163. DOI 10.1007/s40095-014-0155-8.
- [3] **Guerrieri, M.; Parla, G.; Corriere, F.** "A new methodology to estimate deformations of longitudinal safety barrier", ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, Vol. 8, N. 9, pages 763-769. 2013. ISSN 1819-6608.
- [4] **Guerrieri, M.** "I dispositivi di ritenuta". Master di II Livello in "Sostenibilità Ambientale delle Infrastrutture di Trasporto". Università degli Studi di Palermo. 2013.
- [5] **Esposito, T. & Mauro, R.** *La geometria stradale*. Hevelius. 2013
- [6] **S. Canale, N. Distefano, S. Leonardi** "PROGETTARE LA SICUREZZA STRADALE Criteri e verifiche di sicurezza per la progettazione e l'adeguamento degli elementi delle infrastrutture viarie: intersezioni, tronchi, sovrastrutture, gallerie, opere idrauliche, barriere di sicurezza, illuminazione, segnalética ed interventi di traffic calming", EPC LIBRI. 2009.
- [7] **F. A. Santagata** "STRADE Teoria e tecnica delle costruzioni stradali Vol.1 Progettazione, Vol.2 Costruzione, gestione e manutenzione". PEARSON. 2016.
- [8] Direzione Ingegneria e Verifiche "ISTRUZIONI OPERATIVE Controllo delle installazioni dei Dispositivi di Ritenuta Stradale", I.O.8 - Rev. 1. **ANAS S.p.A.**
- [9] Direzione Ingegneria e Verifiche "ISTRUZIONI PROGETTUALI Uso e Installazioni dei Dispositivi di Ritenuta Stradale" Rev. 2 – Febbraio 2017. **ANAS S.p.A.**
- [10] *Capitolato Speciale di Appalto, Norme Tecniche per l'esecuzione del contratto Parte 2, Indagini, prove in situ e di laboratorio. **ANAS S.p.A.***
- [11] Listino Prezzi 2018 *Nuove Costruzioni, Manutenzione straordinaria, Rev. 2. **ANAS S.p.A.***
- [12] Listino Prezzi 2018 *Manutenzione ordinaria. **ANAS S.p.A.***
- [13] **ENSIS** Engineering Simulation System "Progettazione e verifiche di transizioni".

NORME DI RIFERIMENTO

DM 18/02/1992 n. 223 Regolamento recante istituzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza (G.U. 16/03/1992, n.63).

DM 03/06/1998 Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione e impiego delle barriere stradali di sicurezza. Prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione (G.U. 29/10/1998, n.253).

D.M. n. 6792 del 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".
Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Gazzetta ufficiale n. 3 del 04/01/2002).

Norma UNI 01/05/2003 UNI EN 1317-4 Barriere di sicurezza stradali – classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per i terminali e transizioni di barriere di sicurezza.

DM 21/06/2004 n. 2367 Aggiornamento del 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. 06/08/2004, n. 182).

Direttiva 25/08/2004 Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.

D.M. del 19/04/2006 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali". Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Gazzetta ufficiale n. 170 del 24/07/2006).

Norma UNI 2010 UNI EN 1317-1 Barriere di sicurezza stradali. Terminologia e criteri generali per i metodi di prova.

Norma UNI 2010 UNI EN 1317-2 Sistemi di ritenuta stradali Parte 2: classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari.

Norma UNI 2010 UNI EN 1317-3 Barriere di sicurezza stradali – classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulle prove di impatto e metodi di prova degli attenuatori d'urto.

CM 21/07/2010 n. 62032 Uniforme applicazione delle Norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.

CM 05/10/2010 n. 80173 Omologazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali. Aggiornamento Norme unitarie UNI EN 1317, parti 1,2 e 3 in ambito stradale.

Circolare ANAS del 27 ottobre 2010 n. 32, Barriere di sicurezza stradali – Chiarimenti.

D. LGS del 15 marzo 2011, n. 35, Attuazione della direttiva 2008/96/CE sulla gestione della sicurezza delle infrastrutture.

DM 28 giugno 2011. Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale (GU n. 233 del 6 ottobre 2011).

Norma UNI 2012 UNI EN 933-1 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Parte 1: Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per setacciatura.

Norma UNI 2012 UNI EN 1317-5 Barriere di sicurezza stradali – requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli.

Norma UNI 2014 UNI EN 11531-1 Costruzione e manutenzione delle opere civili delle infrastrutture - Criteri per l'impiego dei materiali - Parte 1: Terre e miscele di aggregati non legati.

Norma UNI 2018 UNI CEN ISO/TS 17892-12 Indagini e prove geotecniche - Prove di laboratorio sui terreni - Parte 12: Determinazione dei limiti liquidi e plastici.

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2-1	Schema logico del modello RAM	6
Figura 2-2	Modello per la valutazione dello stato complessivo dei dispositivi di ritenuta	8
Figura 2-3	Scheda per il rilievo delle criticità dei dispositivi di ritenuta	11
Figura 4-1	Prova di crash test (Prova TB 11)	20
Figura 4-2	Verifica contenimento, prova tipo TB 61	21
Figura 4-3	Livelli di contenimento e mezzi impiegati nelle diverse prove	22
Figura 4-4	Lc [kJ] al variare di V [km/h] e θ [°]	23
Figura 4-5	Andamento di Lc [kJ] al variare di M [kg] e θ [°]	23
Figura 4-6	Verifica Livello di severità (prova TB11)	24
Figura 4-7	Dimensioni del veicolo (prova TB11)	24
Figura 4-8	Valutazione dell'indice ASI	24
Figura 4-9	Schemi per la misura dei parametri geometrici Dm , Wm Vlm	26
Figura 5-1	Descrizione illustrativa dello spazio di lavoro	29
Figura 5-2	Stralcio planimetrico schema di intervento	30
Figura 5-3	Legenda schema di intervento	31
Figura 5-4	Supporto tipo reale del bordo laterale	32
Figura 6-1	Schema di controllo della visibilità in curva	41
Figura 6-2	Schema di allargamento della banchina	42
Figura 8-1	Incidenti con terminale di inizio	50
Figura 8-2	Terminali	51
Figura 8-3	Terminale semplice ben installato	51
Figura 8-4	Posizionamento del terminale semplice	52
Figura 8-5	Terminale immerso su scarpata	52
Figura 8-6	esempi di installazioni di terminali speciali	53
Figura 8-7	terminale speciale	54
Figura 8-8	Esempi di installazioni di attenuatori d'urto	55
Figura 8-9	Attenuatore d'urto di tipo cinetico	56
Figura 8-10	Attenuatore d'urto di tipo inerziale	57
Figura 8-11	Attenuatore d'urto di tipo largo (sinistra) e stretto (destra)	58

Figura 8-12 letti di arresto	59
Figura 8-13 Particolari del letto di arresto	60
Figura 8-14 Identificazione degli elementi di una transizione	60
Figura 8-15 transizione tra barriere dello stesso materiale e in materiali differenti	61
Figura 8-16 modalità non corrette di transizioni tra barriere differenti	62
Figura 8-17 Transizione da verificare [13]	65
Figura 8-18 Modellazione della transizione [13]	65
Figura 8-19 Verifica del comportamento della transizione [13]	66
Figura 8-20 Chiusura varco in condizioni di apertura	67
Figura 8-21 Chiusura varco in condizioni di chiusura	67
Figura 8-22 barriere amovibili per chiusura varchi	68
Figura 8-23 Transizione in chiusura varchi	69

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2-1 Categorie di Dati Anagrafici e Strutturali in Dispositivi di Ritenuta	9
Tabella 2-2 Pesi associati agli elementi strutturali nei Dispositivi di Ritenuta	9
Tabella 2-3 Categorie di Stato di Conservazione in Dispositivi di Ritenuta	10
Tabella 2-4 Pesi associati agli elementi strutturali dei dispositivi di ritenuta	12
Tabella 2-5 Urgenza dell'intervento sulla base dell'indice di degrado dell'opera	12
Tabella 4-1 Livelli di contenimento, Tab. A del DM 3 giugno 1998	22
Tabella 4-2 Livelli di severità dell'urto	25
Tabella 4-3 Livelli di larghezza operativa e di intrusione normalizzata	27
Tabella 5-1 Tabulato sintetico dell'ubicazione dei dispositivi di ritenuta	36
Tabella 6-1 Configurazioni che necessitano di protezione specifica	38
Tabella 6-2 Individuazione del tipo di traffico	39
Tabella 6-3 Scelta della classe minima di contenimento	39
Tabella 7-1 Classificazione delle terre Norma UNI EN 11531-1 2004	44
Tabella 7-2 Prove di laboratorio per programma delle indagini	48
Tabella 8-1 Tabella per scelta dei terminali speciali	53
Tabella 8-2 Tabella per la scelta degli attenuatori	59
Tabella 8-3 Tabella per riduzione della deformazione dinamica	63

ALLEGATO A

Scheda di ispezione delle barriere stradali

SCHEDA DI ISPEZIONE - DISPOSITIVI DI RITENUTA										
Codice Strada					Area Compartmentale					
Progr. Inizio (km)					Nucleo					
Progr. Fine (km)					Classe Strada					
Carreggiata					TGM					
DISPOSITIVI DI RITENUTA										
Anno installazione										
Tipologia Barriera		New Jersey		Guard Rail		SPARTITRAFFICO				
		BL		BP						
		N1	N2	H1	H2	H3	H4			
Certificazione										
<p>1 Guard Rail (metallico)</p> Altezza della lama dal piano viabile Larghezza arginello Componenti barriera (lama, paletti, correnti) Ancoraggi (piastre e tirafondi) Unioni bullonante Cordoli c.a.						NP	Pessimo		Ottimo	
						H				
						L				
							0	0	0	0
							0	0	0	0
							0	0	0	0
							0	0	0	0
<p>2 New Jersey (cls)</p> Calcestruzzo Ancoraggi (piastre e tirafondi) Mancorrente superiore Manicotti							0	0	0	0
							0	0	0	0
							0	0	0	0
							0	0	0	0
Stato di degrado complessivo							■	■	■	■
Si richiede ispezione approfondita							SI	NO		
Data _____										
Sorvegliante _____ (sottoscritto) _____ (firmato)										
Capo Nucleo per approvazione _____ (sottoscritto) _____ (firmato)										

ALLEGATO B

La gamma di barriere ANAS

LE CARATTERISTICHE DELLE BARRIERE ANAS												
BARRIERA	CRASH TEST	ENERGIA CINETICA [kJ]	L [M]	L RIDOTTA [M]	WN [M]	DM [M]	VIN [M]	ASI	THV [kM/h]	TERRENO		
H2BL	TB11	40,6	91,0	55,0	0,8	W2	0,4		1,0	A	25,0	A1-A
	TB51	288,0	91,0	55,0	1,7	W5	1,6	2,3	VI7			A1-A
H2BL V2	TB11	40,6	80,0		0,8	W2	0,4		0,7	A	27,0	A1-A
	TB51	288,0	80,0		2,0	W6	1,5	1,6	VI5			A1-A
H2BP	TB11	40,6	80,0	50,0	0,8	W2	0,4		1,1	B	30,0	
	TB51	288,0	80,0	50,0	1,2	W4	1,0	1,0	VI3			
H3BL	TB11	40,6	80,0	50,0	0,8	W2	0,4		1,1	B	31,0	A1-A
	TB61	462,1	80,0	50,0	1,7	W5	1,3	2,1	VI6			A1-A
H3BL V2	TB11	40,6	84,5		0,7	W2	0,2		1,2	B	30,0	A1-A
	TB61	462,1	84,5		1,6	W5	1,2	1,5	VI5			A1-A
H3BP	TB11	40,6	80,0	50,0	0,7	W2	0,3		1,3	B	30,0	
	TB61	462,1	80,0	50,0	1,6	W5	1,2	1,9	VI6			
H4BP	TB11	40,6	80,0	50,0	0,7	W2	0,2		1,2	B	33,0	
	TB81	724,0	80,0	50,0	1,7	W5	1,1	2,6	VI8			
H4ST	TB11	40,6	80,0	50,0	0,8	W2	0,1		1,4	B	32,0	A1-A
	TB81	724	80,0	50,0	1,3	W4	0,8	2,4	VI7			A1-A

SCALA 10

BARRIERA TRIPLOA ONDA SPARTITRAFFICO CLASSE H4 [ANAS H4BL ST DSM Monofilar]

CON PROFILO SALVA MOTOCICLISTI E DISTANZIATORE "CSS"
Fe 360 B EN10025-2005 [S235JR EN10027-1] (distanziatore, profilo salva motociclisti)

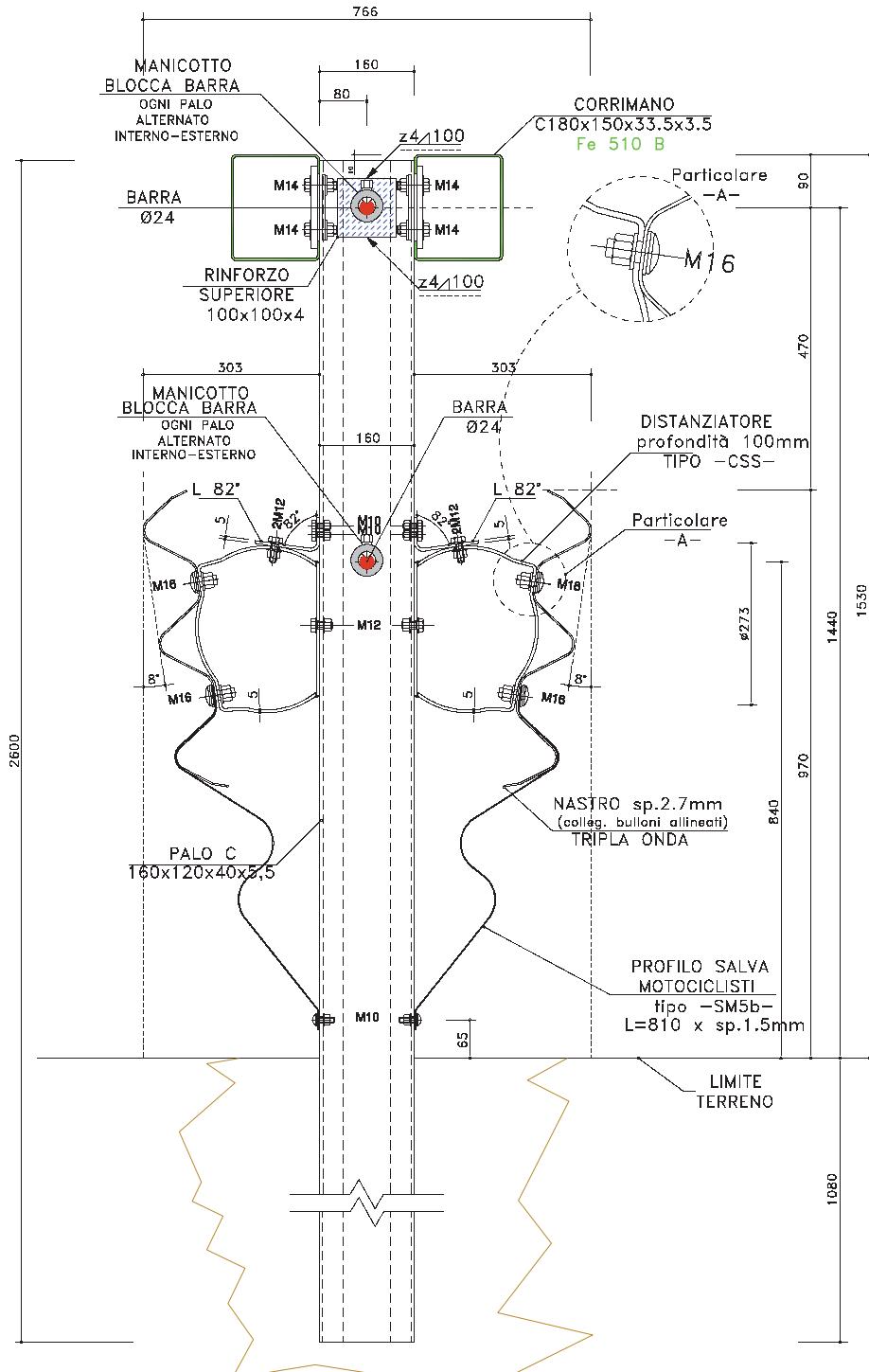
Fe 360 B EN10025-2005 [S235JR EN10027-1] (Fe 430 B EN10025-2005 [S275JR EN10027-1] (Fe 510 B EN10025-2005 [S355JR EN10027-1] (B 450 C EN10080-2005, UNE 16.12.660.0 [L

PROGETTO : MATERIALE :



ANAS
ANAS GRUPU
TANIMLI

TAVOLA ANAS_H4ST DSM pag. 01



BARRIERA ANAS H4ST DSM
Monofilare (Interasse 1500mm)
ELEMENTO ASSEMBLATO
SCALA 1:10

SCALA 1: 10

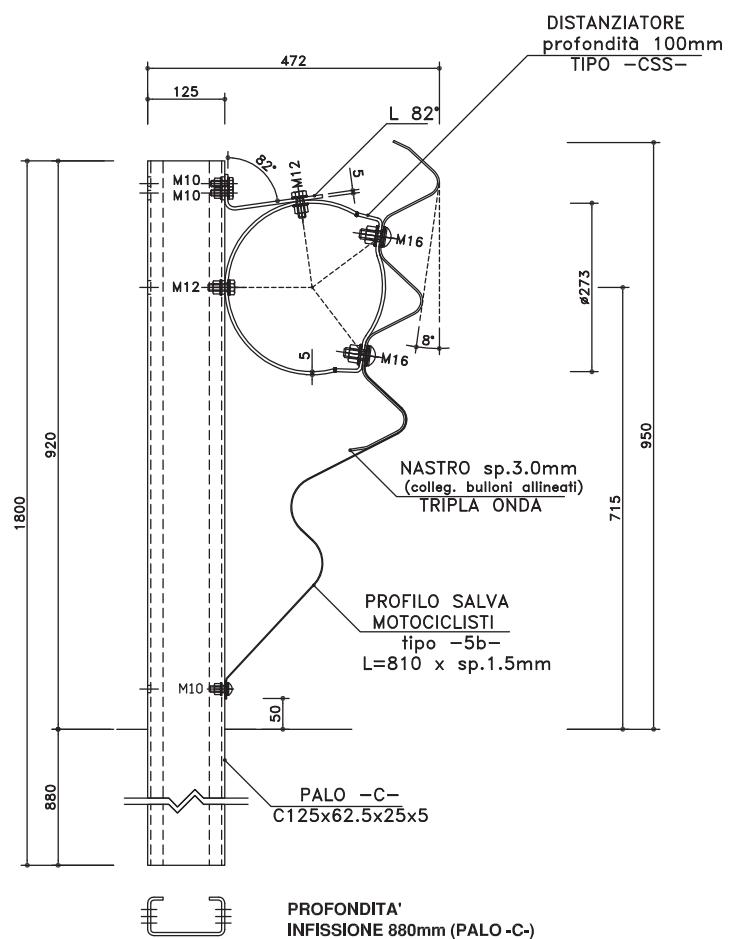
TAVOLA H2BL_ANAS-07 pag. 01

PROGETTO : BARRIERA TRIPLO ONDA BORDO LATERALE CLASSE H2 [H2-ANAS]
MATERIALE : CON DISTANZIATORE "CSS"

S235JR EN10027-1
S275JR EN10027-1 (elemento L 82°)
S185 EN10027-1 (profilo salva motociclisti)

PROGETTO :
MATERIALE :

anas
GRUPPO FS ITALIANE



ELEMENTO ASSEMBLATO
RIF.: H2-ANAS(03b) (Interasse 2250mm)
SCALA 1:10

BARRIERA H2-ANAS(03b)

- DISTANZIATORE ANAS-03b
- PALO -C- : C125x62.5x25x5
- CON PROFILO SALVA MOTOCICLISTI

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto di Anas S.p.a.. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.

QUADERNO TECNICO VI



anas
GRUPPO FS ITALIANE

PROGETTO :

BARRIERA TRIPLOA ONDA BORDO LATERALE CLASSE H2 [ANAS H2BL SM]

CON PROFILO SALVA MOTOCICLISTI E DISTANZIATORE "CSS"

S235JR EN10027-1 (nastro, palo, distanziatore, profilo salva motociclisti)

S275JR EN10027-1

S355JR EN10027-1 (corrimano copri barre)

B 450 C EN10080:2005, UNI E.16.12.660.0 [L. 33/09 09-04-2009] (barra)

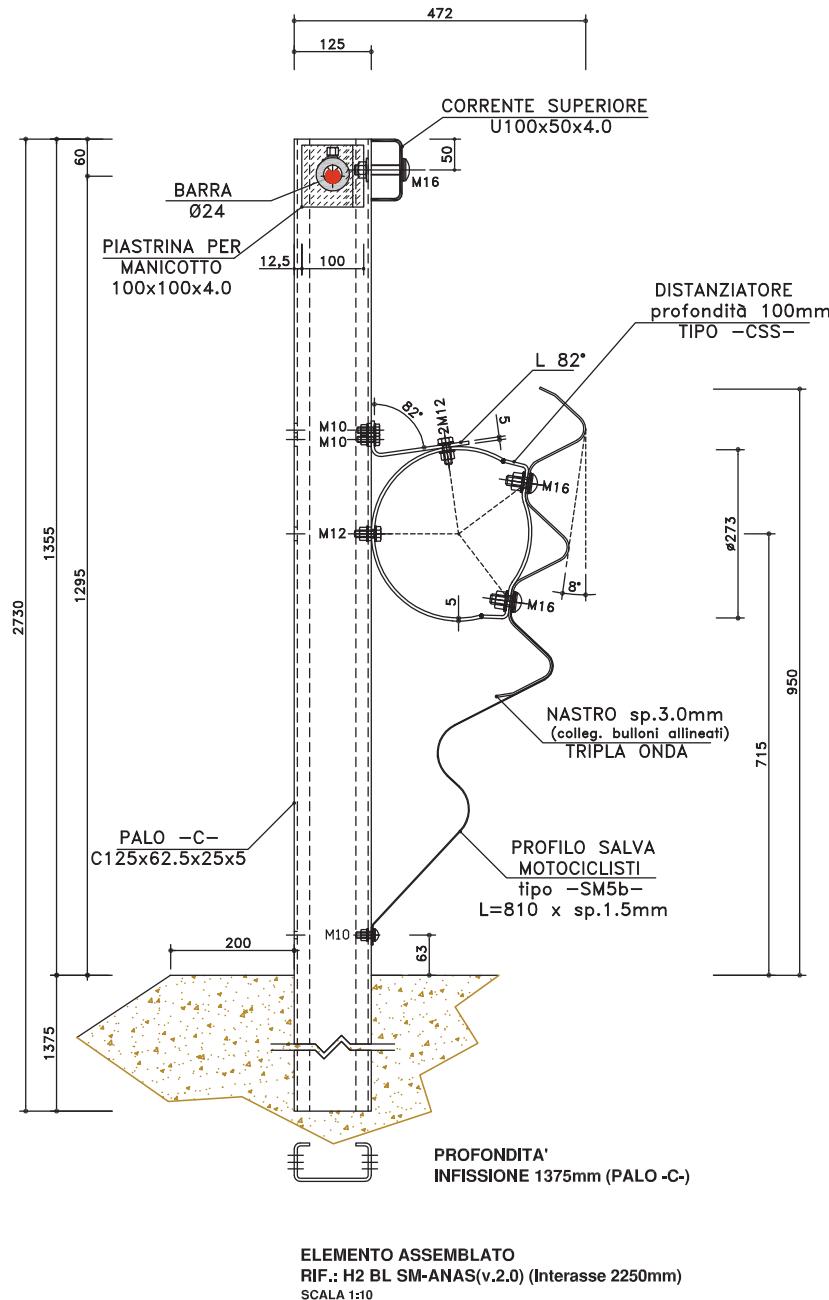
18CrMo4.1/7243 UNI EN10084:2008 [AISI 4118/4120 o equivalente] (manicotto)

34CrMo4.1/7220 UNI EN10084:2008 [AISI 4135 o equivalente] (viti sicurezza manicotto)

SCALA 1: 10

TAVOLA ANAS_H2BL_SM-V.2.0 pag. 01

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto di Anas S.p.a.. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.



BARRIERA H2 BL SM-ANAS (V.2.0)

- DISTANZIATORE ANAS-03b
- PALO -C- : C125x62.5x25x5
- CON PROFILO SALVA MOTOCICLISTI

**BARRIERA TRIPLOA ONDA BORDO PONTE CLASSE H2 [ANAS H2BP SM]
CON PROFILO SALVA MOTOCICLISTI E DISTANZIATORE "CSS"**
S235JR EN10027-1 (nastro, distanziatore, profilo salva motociclisti)
S275JR EN10027-1
S355JR EN10027-1 (corrimano copri barre)
B 450 C EN10080.2005, UNI E.16.12.660.0 [L. 33/09 09-04-2009] (barra)

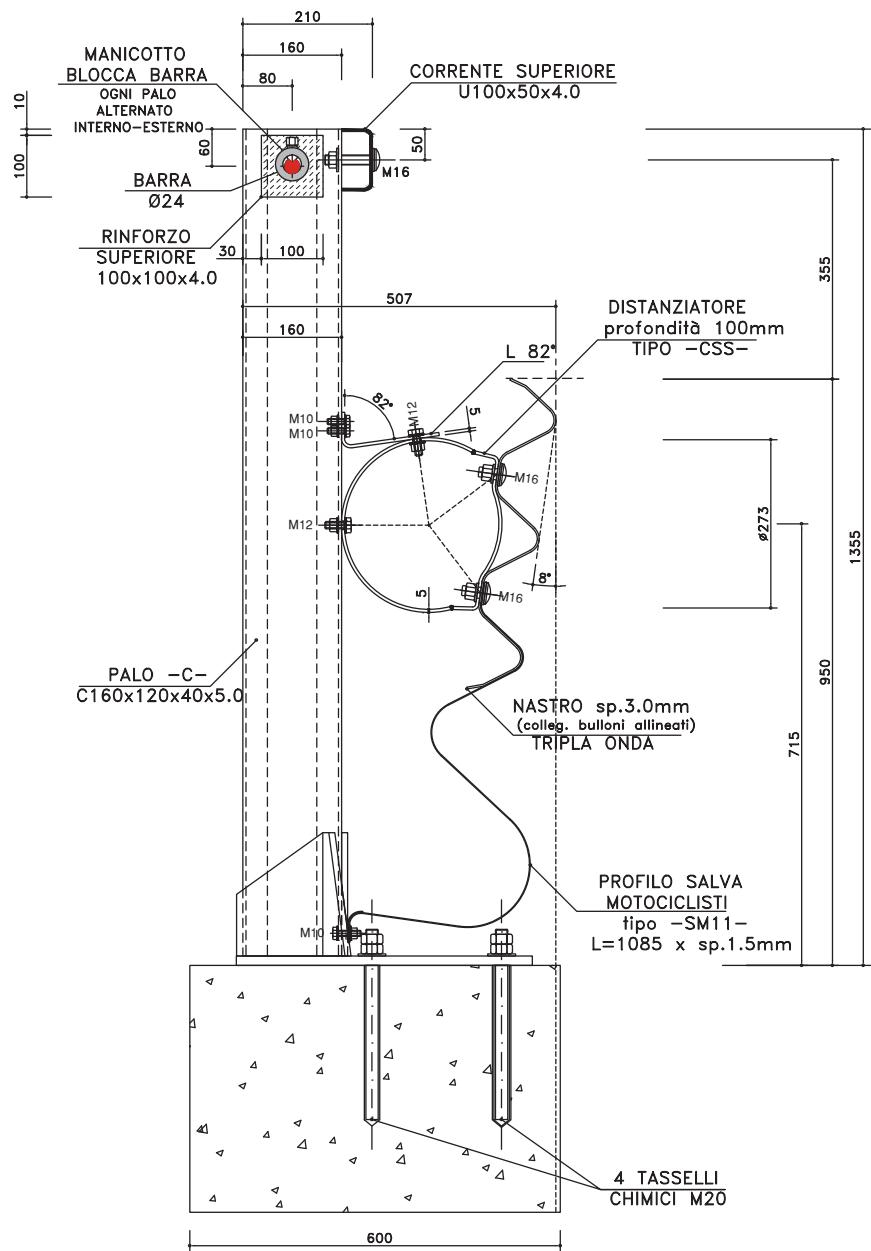
PROGETTO : MATERIALE :



an*as*
GRUPPO FS ITALIANI

SCALA 1: 10

TAVOLA ANAS_H2BP_SM-06 pag. 01



BABBIERIA ANAS H2BP SM

ELEMENTO ASSEMBLIATO SUL CORDOLO LIABIGHI

PIE : ANAS H2BB SM 11 (interasse 3350mm)

RIF.: ANA

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto di Anas S.p.a.. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.

QUADERNO TECNICO VI



anas
GRUPPO FS ITALIANE

PROGETTO :

**BARRIERA TRIPLA ONDA BORDO PONTE CLASSE H2 [ANAS H2BP SM]
CON PROFILO SALVA MOTOCICLISTI E DISTANZIATORE "CSS"**

MATERIALE :

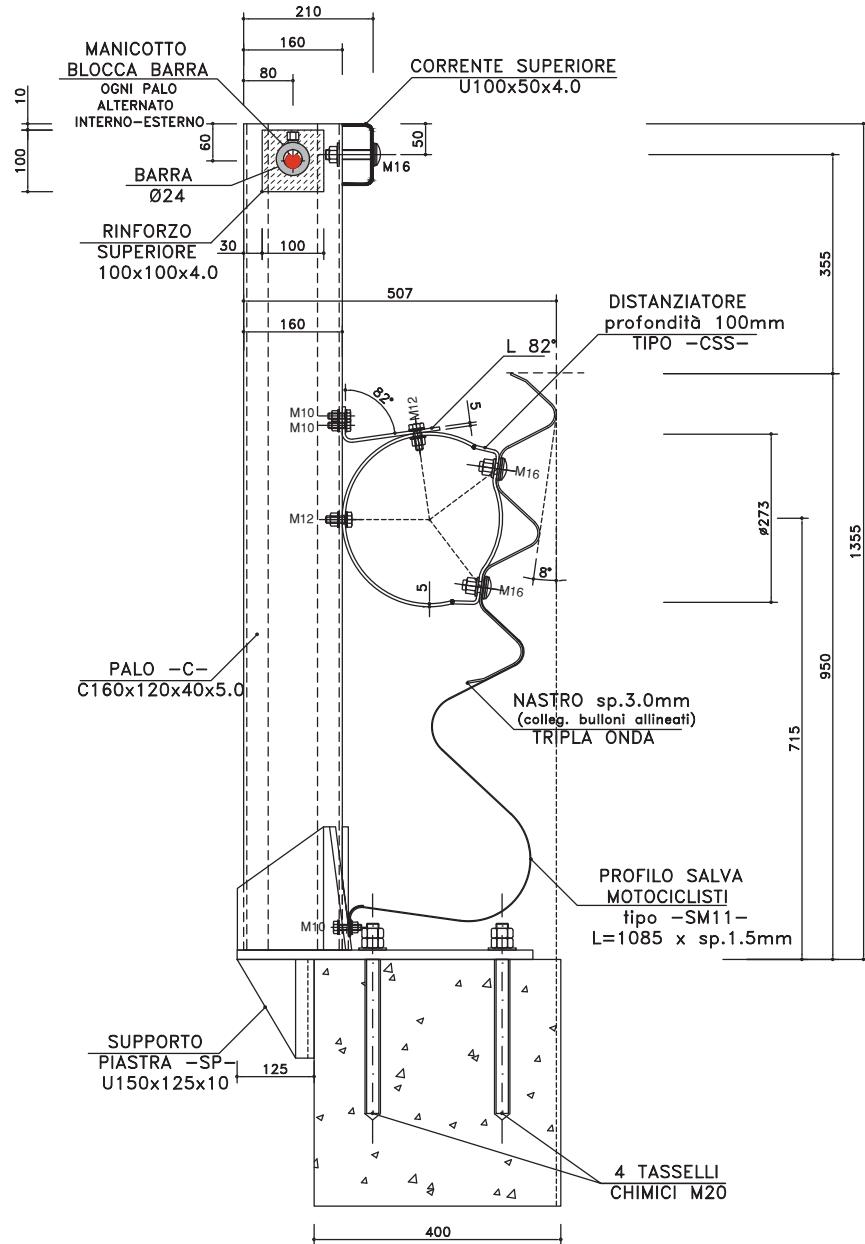
**S235JR EN10027-1 (nastro, distanziatore, profilo salva motociclisti)
S275JR EN10027-1
PALO -C- C160x120x40x5.0
S355JR EN10027-1 (corrimano copri barre)
B 450 C EN10080.2005, UNI E.16.12.660.0 [L. 33/09 09-04-2009] (barra)**

SCALA 1: 10

**BARRIERA ANAS H2BP SM
ELEMENTO ASSEMBLATO SU CORDOLI STRETTI
RIF.: ANAS H2BP SM-11 (interasse 2250mm)
SCALA 1:10**

anas
GRUPPO FS ITALIANE

TAVOLA ANAS_H2BP_SM-06 pag. 01



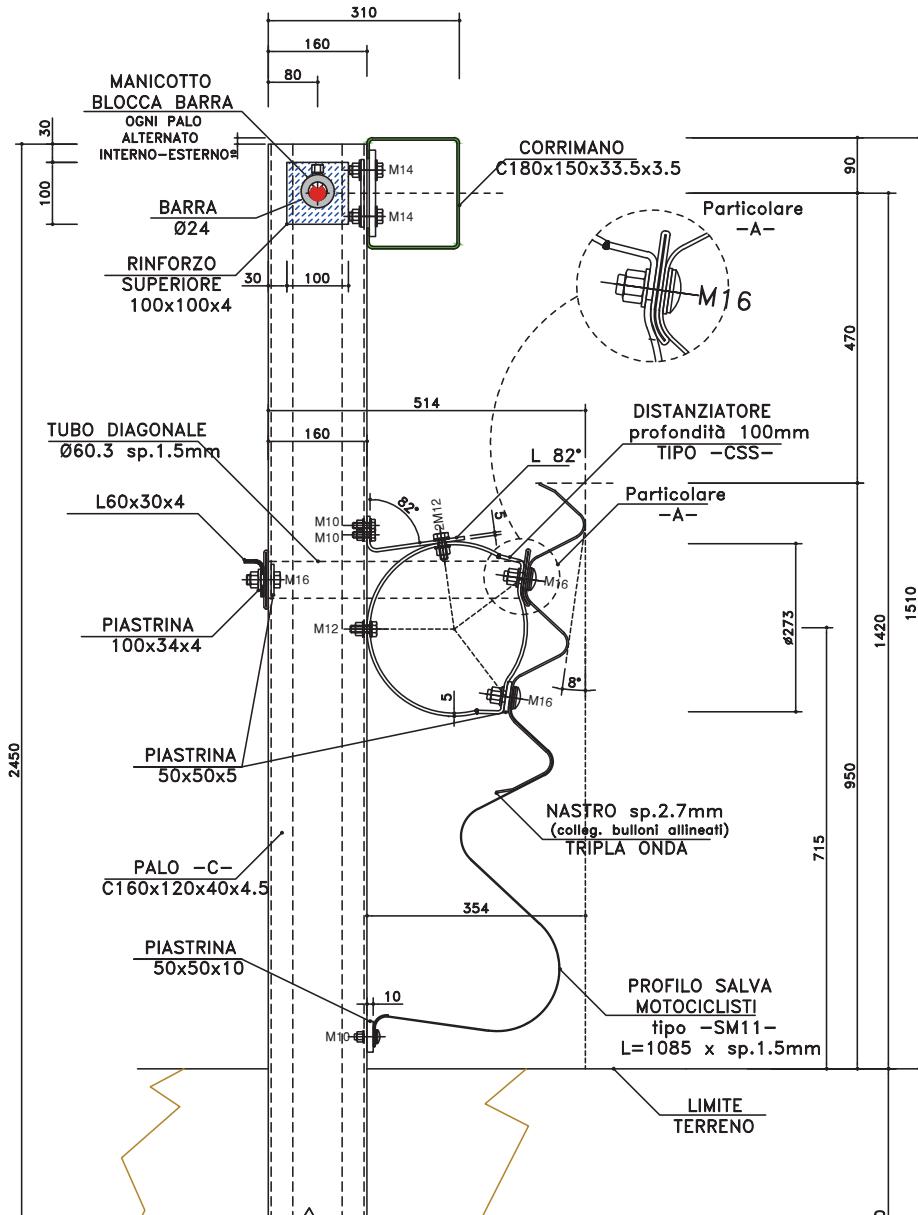
Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto di Anas S.p.a.. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.

SCALA 1: 10

 PROGETTO : BARRIERA TRIPLO ONDA BORDO LATERALE CLASSE H3 [ANAS H3BL SM]
 CON PROFILO SALVA MOTOCICLISTI E DISTANZIATORE "CSS"

 MATERIALE :
 S235JR EN10027-1 (nastro, distanziatore, profilo salva motociclisti)
 S355JR EN10027-1 (corrimano copri barre)
 B 450 C EN10080.2005, UNI E.16.12.660.0 [L. 33/09 09-04-2009] (barra)

TAVOLA ANAS_H3BL_SM-11 pag. 01


BARRIERA ANAS H3BL SM

ELEMENTO ASSEMBLATO

RIF.: ANAS H3BL SM-11 (interasse 1500mm)

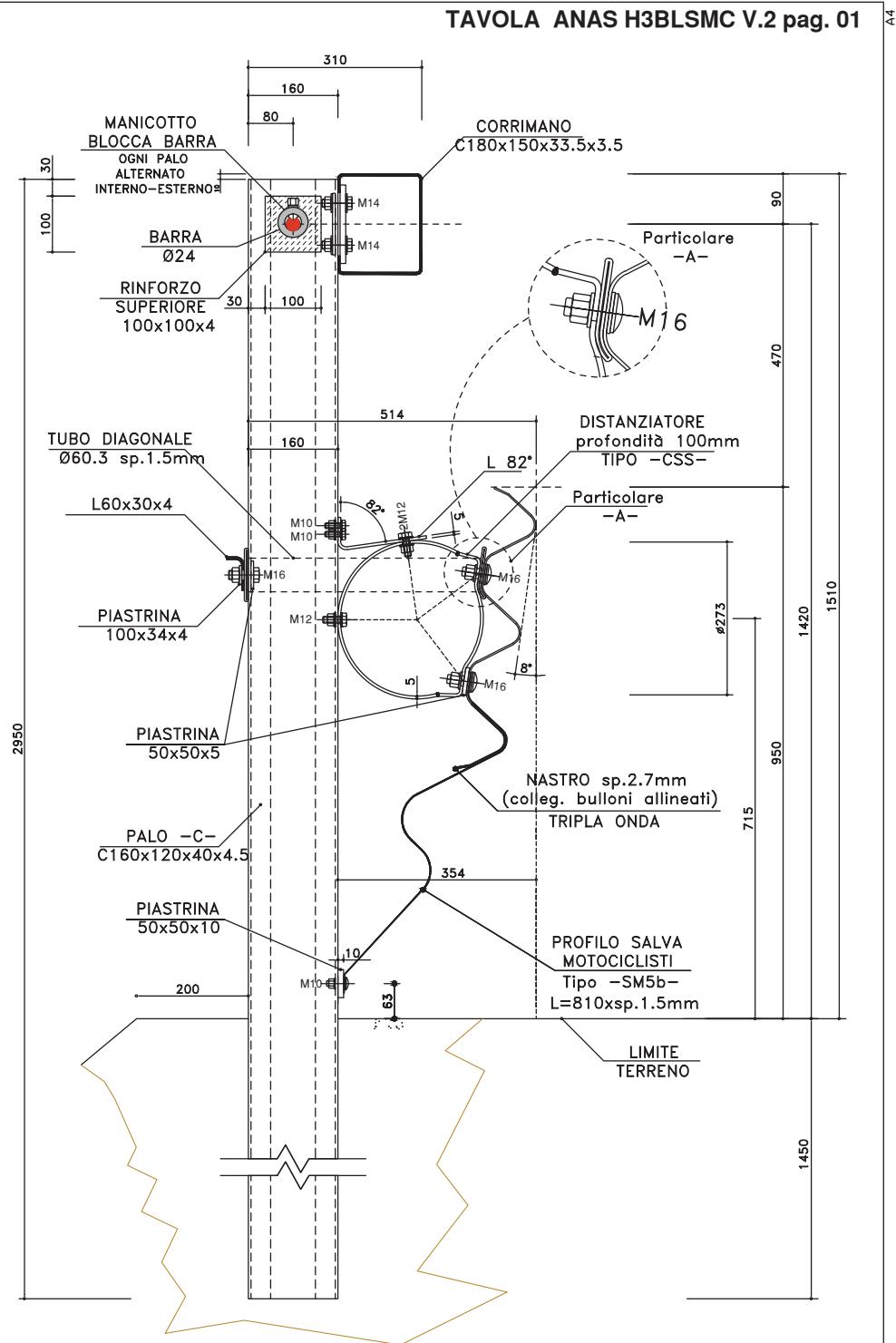
SCALA 1:10

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto di Anas S.p.a.. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.



PROGETTO :
MATERIALE :

BARIERA ANAS H3BLSMC V.2
CON PROFILO SALVA MOTOCICLISTI E DISTANZIATORE "CSS"
S235JR EN10027-1 (nastro, distanziatore, profilo salva motociclisti)
S275JR EN10027-1
S355JR EN10027-1 (corrimano copri barre)
B 450 C EN10080.2005, UNI E.16.12.660.0 [L. 33/09 09-04-2009] (barra)



BARRIERA ANAS H3BLSMC V.2

ELEMENTO ASSEMBLATO
(interasse 1500mm)

SCALA 1:10

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto di Anas S.p.a.. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.

SCALA 1: 10

 BARRIERA TRIPLOA ONDA BORDO PONTE CLASSE H3 [ANAS H3BP SM]
 CON PROFILO SALVA MOTOCICLISTI E DISTANZIATORE "CSS"

 S235JR EN10027-1 (nastro, distanziatore, profilo salva motociclisti)
 S355JR EN10027-1 (corrimano copri barre)

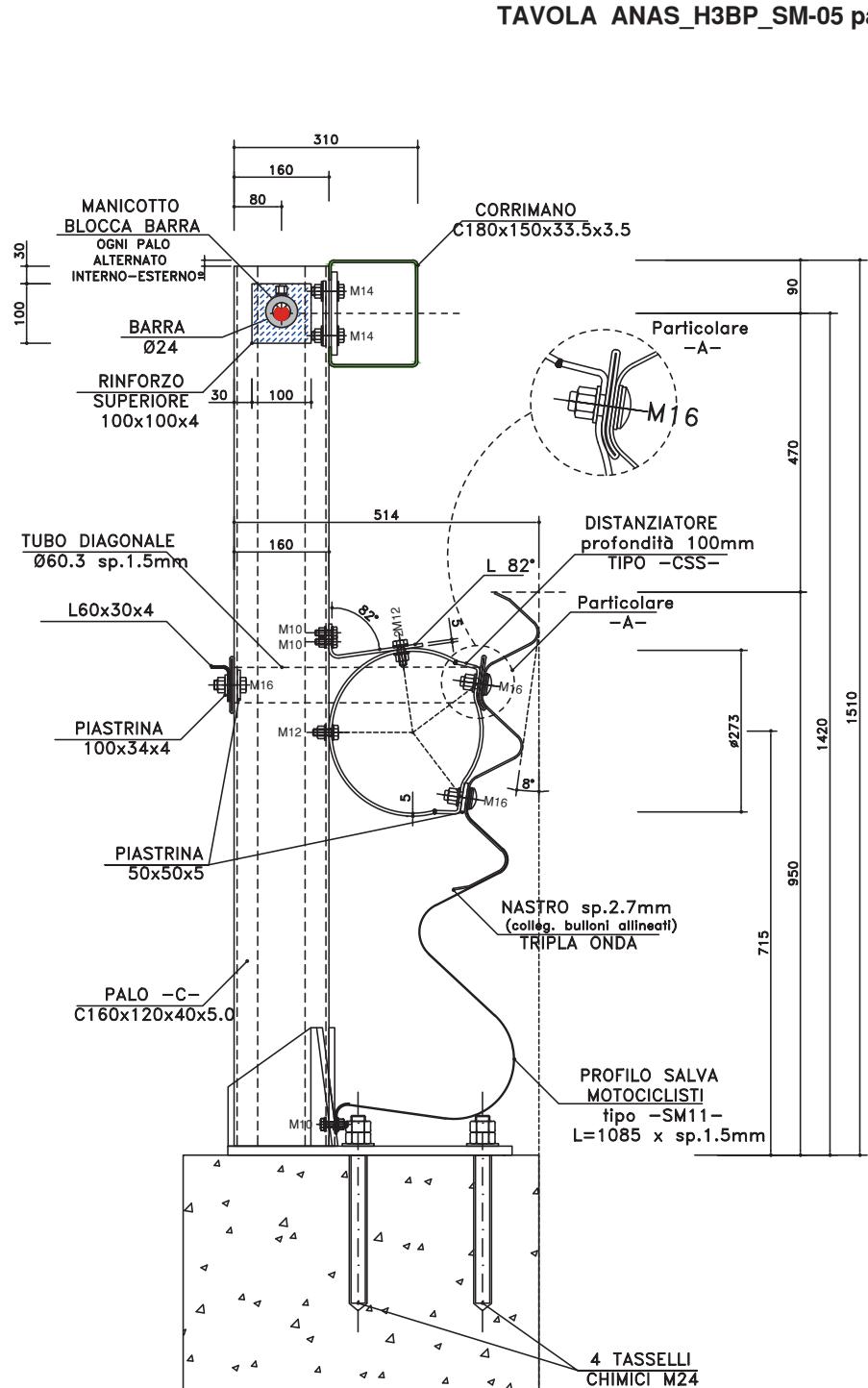

anas
 GRUPPO FS ITALIANE

PROGETTO :

MATERIALE :

S275JR EN10027-1

B 450 C EN10080.2005, UNI E.16.12.660.0 [L. 33/09 09-04-2009] (barra)



BARRIERA ANAS H3BP SM
 ELEMENTO ASSEMBLATO SU CORDOLI LARGHI
 RIF.: ANAS H3BP SM-11 (interasse 1500mm)
 SCALA 1:10

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto di Anas S.p.a.. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.

QUADERNO TECNICO VI



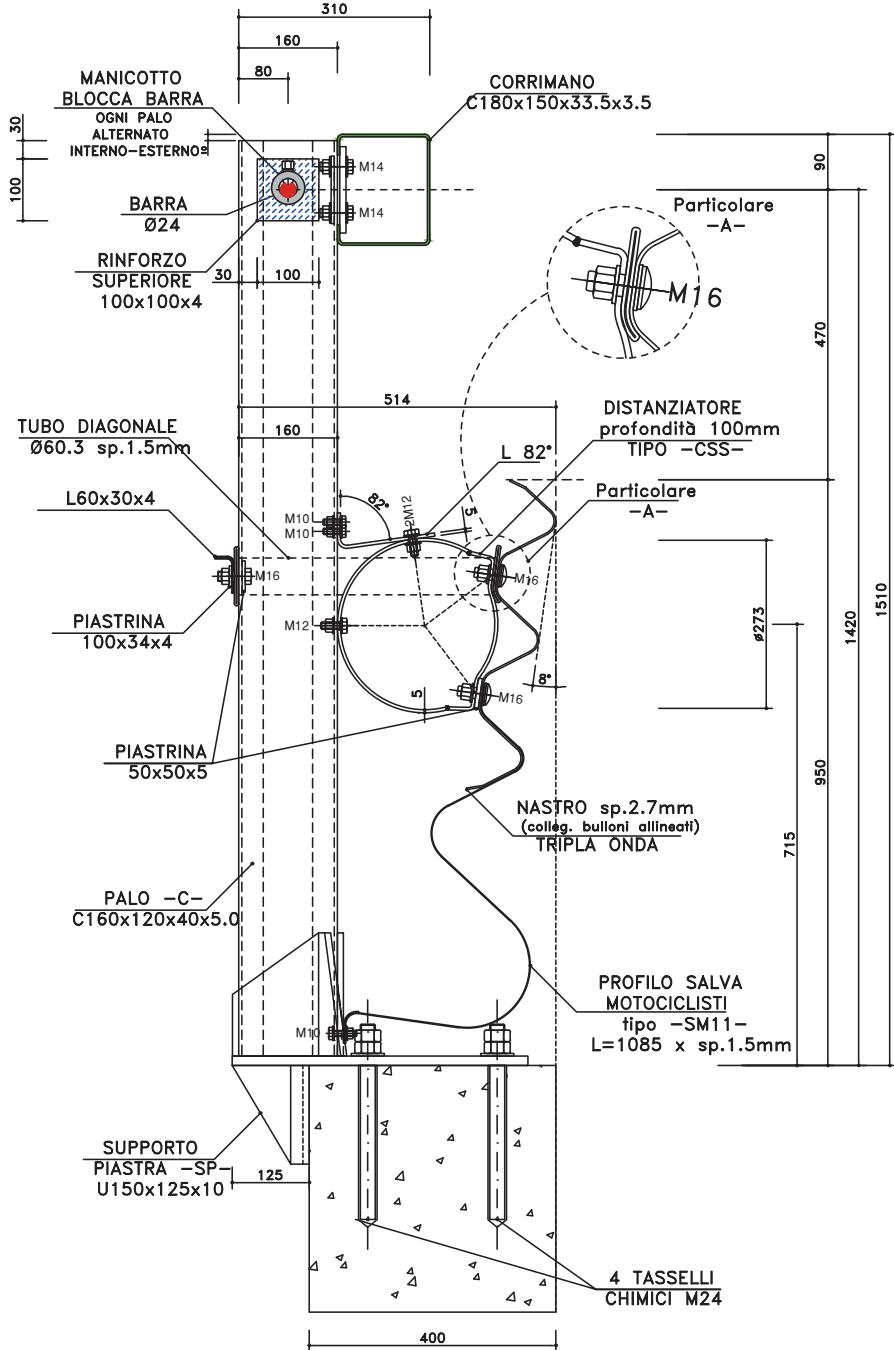
anas
GRUPPO FS ITALIANE

PROGETTO :
MATERIALE :

BARRIERA TRIPLA ONDA BORDO PONTE CLASSE H3 [ANAS H3BP SM]
CON PROFILO SALVA MOTOCICLISTI E DISTANZIATORE "CSS"
S235JR EN10027-1 (nastro, distanziatore, profilo salva motociclisti)
S275JR EN10027-1
S355JR EN10027-1 (corrimano copri barre)
B 450 C EN10080.2005, UNI E.16.12.660.0 [L. 33/09 09-04-2009] (barra)

SCALA 1: 10

TAVOLA ANAS_H3BP_SM-05 pag. 01/4



BARRIERA ANAS H3BP SM
ELEMENTO ASSEMBLATO SU CORDOLI STRETTI
RIF.: ANAS H3BP SM-11 (interasse 1500mm)
SCALA 1:10

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto di Anas S.p.a.. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.

SCALA 1: 10

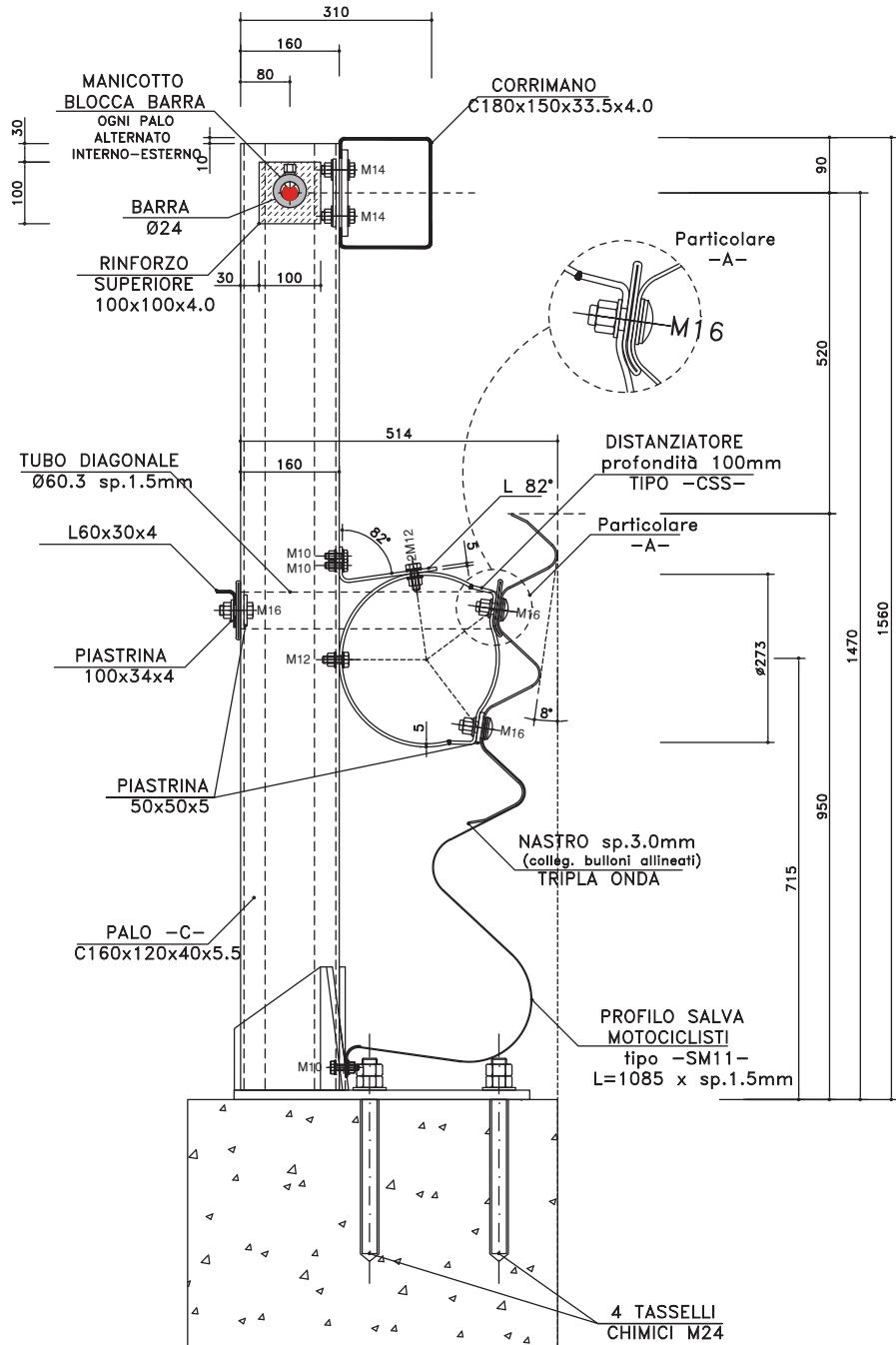
**BARRIERA TRIPLOA ONDA BORDO PONTE CLASSE H4 [ANAS H4BP SM]
CON PROFILO SALVA MOTOCICLISTI E DISTANZIATORE "CSS"
S235JR EN10027-1 (nastro, distanziatore, profilo salva motociclisti)**

PROGETTO : MATERIALE :



ANAS
GRUPPO FS ITALIANE

TAVOLA ANAS_H4BP_SM-10 pag. 01 A4



BARRIERA ANAS H4BP SM
ELEMENTO ASSEMBLATO SU CORDOLI LARGHI
RIF.: ANAS H4BP SM-11 (interasse 1500mm)
SCALA 1:10

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto di Anas S.p.a.. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.

QUADERNO TECNICO VI



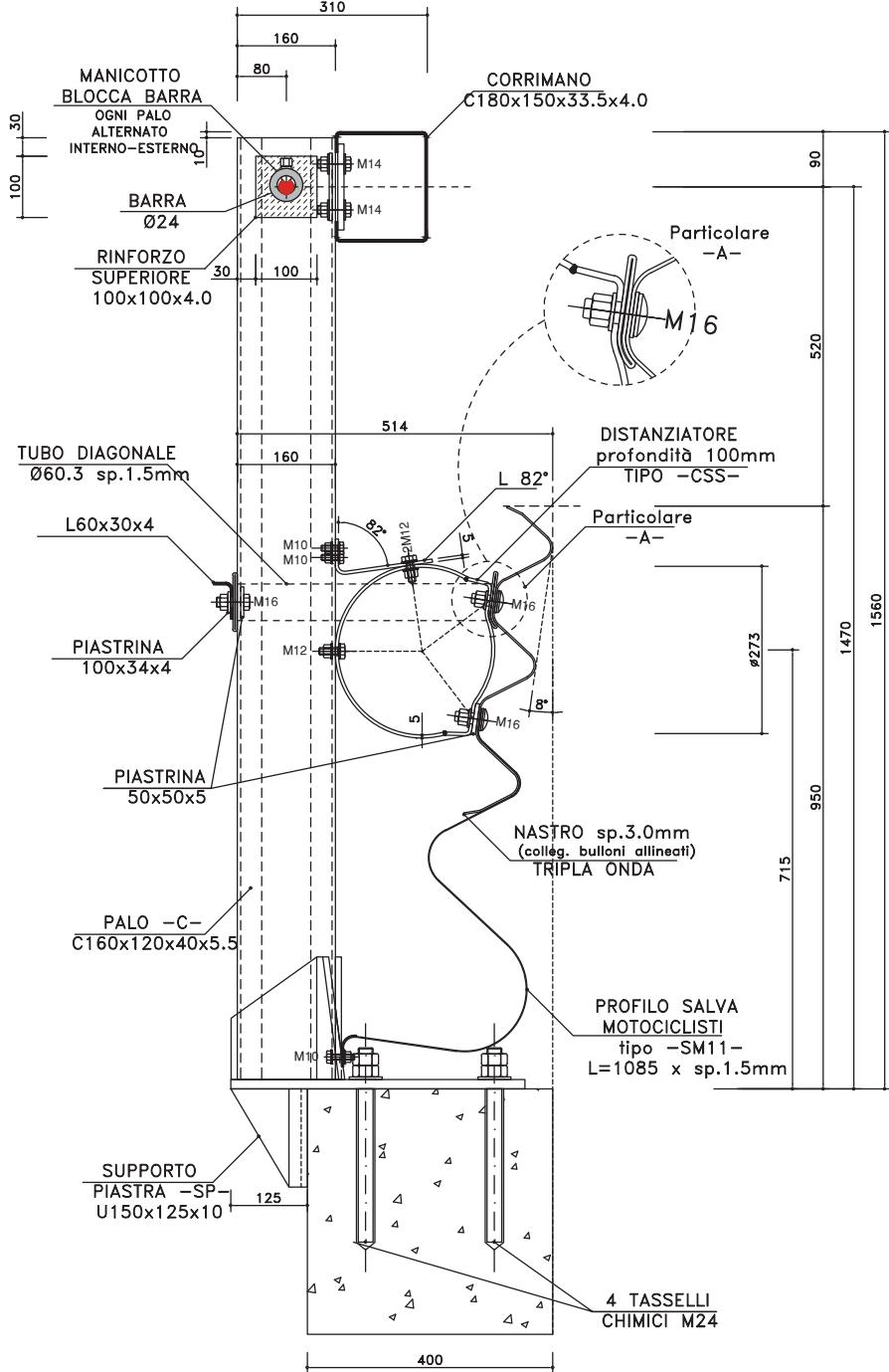
anas
GRUPPO FS ITALIANE

PROGETTO :
MATERIALE :

BARRIERA TRIPLA ONDA BORDO PONTE CLASSE H4 [ANAS H4BP SM]
CON PROFILO SALVA MOTOCICLISTI E DISTANZIATORE "CSS"
S235JR EN10027-1 (nastro, distanziatore, profilo salva motociclisti)
S275JR EN10027-1
S355JR EN10027-1 (corrimano copri barre)
B 450 C EN10080.2005, UNI E.16.12.660.0 [L. 33/09 09-04-2009] (barra)

SCALA 1: 10

TAVOLA ANAS_H4BP_SM-10 pag. 01



BARRIERA ANAS H4BP SM
ELEMENTO ASSEMBLATO SU CORDOLI STRETTI
RIF.: ANAS H4BP SM-11 (interasse 1500mm)
SCALA 1:10

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto di Anas S.p.a.. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.

Le nuove barriere stradali, progettate da ANAS, permettono di aumentare la sicurezza stradale della nostra rete anche nei confronti di un'utenza debole come i motociclisti. Raggiungere questo obiettivo è possibile grazie al connubio tra il nostro know how e la nostra capacità di investire nella ricerca e nelle nuove tecnologie.

*Massimo Simonini
Amministratore Delegato di ANAS*

