

S.S. 554 "Cagliaritana"

Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000

Ex S.S.125 Orientale Sarda – Connessione tra la S.S.554 e la nuova S.S.554

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA352

PROGETTAZIONE: ATI VIA - LOTTI - SERING - VDP - BRENG

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Francesco Nicchiarelli (Ord. Ing. Prov. Roma 14711)

PROGETTISTA:

Responsabile Tracciato stradale: *Dott. Ing. Massimo Capasso (Ord. Ing. Prov. Roma 26031)*

Responsabile Strutture: *Dott. Ing. Giovanni Piazza (Ord. Ing. Prov. Roma 27296)*

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: *Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)*

Responsabile Ambiente: *Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)*



GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Sergio Di Maio (Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Francesco Corrias

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:



MANDANTI:




SEGNALETICA E BARRIERE DI SICUREZZA
Relazione delle barriere di sicurezza

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	CA352_T00PS00TRARE02_A			
DPCA0352	D 19	CODICE ELAB.	T00PS00TRARE02	A	
D					
C					
B					
A	EMISSIONE	FEB.2020	G.SPECIALE	G.SPECIALE	F.NICCHIARELLI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. CONSIDERAZIONI GENERALI.....	2
2.1 Riferimenti normativi.....	3
3. DISPOSITIVI DI RITENUTA STRADALE	4
3.1 Classificazione delle barriere di sicurezza	5
3.2 Requisiti prestazionali delle barriere di sicurezza	6
3.2.1 <i>Livello di contenimento</i>	7
3.2.2 <i>Livelli di severità dell'urto</i>	8
3.2.3 <i>Deformazione del sistema di ritenuta</i>	9
4. CRITERI DI SCELTA.....	11
4.1 Analisi del tratto stradale in studio	11
4.2 Verifica del supporto di impianto	13
4.3 Ostacoli fissi e punti singolari.....	14
4.3.1 <i>Terminali.....</i>	15
4.3.2 <i>Attenuatori d'urto</i>	17
4.3.3 <i>Transizioni</i>	19
4.3.4 <i>Chiusure varchi spartitraffico</i>	21
4.4 Traffico Giornaliero Medio Annuale	23
4.5 Distanze di visibilità per l'arresto e per il sorpasso.....	24
5. SCELTE PROGETTUALI.....	25
5.1 Disposizioni normative	25
5.2 Caratteristiche dell'opera in progetto	26
5.3 Condizioni di esercizio.....	27
5.4 Tipologia di barriere utilizzate	28
5.5 Tabulato sintetico dell'ubicazione dei dispositivi di ritenuta.....	31
ALLEGATO A.....	32

S.S. 554 “Cagliaritana” Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

1. PREMESSA

Il presente elaborato riporta i criteri adottati per la progettazione e l'installazione dei dispositivi di sicurezza previsti nell'ambito dell'intervento in progetto, il quale prevede la realizzazione della nuova viabilità extraurbana e l'adeguamento della esistente al tipo B per la connessione tra la S.S. 554 (esistente) e la nuova S.S. 554 in progetto.

Nel contesto di tali tipologie di intervento, Anas S.p.A. ha promosso specifiche azioni per tutelare la sicurezza e l'incolumità degli utenti della strada, al fine di incrementare i livelli di sicurezza delle proprie infrastrutture. Tale approccio fa parte 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.


In ambito internazionale, infatti, La Commissione Europea, 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, incoraggiando l'adozione di un approccio sistemico in cui le conseguenze degli incidenti vengono mitigate operando sia sul veicolo sia sull'infrastruttura.

Con particolare riferimento alle infrastrutture, inoltre, tale approccio richiederebbe l'implementazione 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 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.

2. CONSIDERAZIONI GENERALI

La sicurezza dell'infrastruttura stradale può essere incrementata operando simultaneamente su fattori che incidono, attivamente e/o passivamente, su di essa. A tal proposito, si definiscono:

- *Sicurezza attiva*, 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, ecc.);
- *Sicurezza passiva*, prevede l'adozione di presidi che 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 loro verificarsi.

S.S. 554 “Cagliaritana” Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	


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 (ciò 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.

2.1 Riferimenti normativi

Il quadro normativo di riferimento, in ambito sia comunitario sia nazionale, comprende:

- Norma UNI EN 1317 – “Barriere di sicurezza stradali”;
- Direttiva Comunitaria 305/2011;
- D.M. n. 223 del 18/02/1992 – “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”;
- D. Lgs. n. 285 del 30/04/1992 e s.m.i. – “Nuovo codice della Strada”
- D.M. 03/06/1998 – “Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione”;
- D.M. n. 6792 del 05/11/2001 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- D.M. n. 2367 del 21/06/2004 – “Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale ai fini dell'omologazione” (Norma UNI EN 1317);
- Circolare ministeriale n. 104862 del 15/11/2007 – “Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere di sicurezza rilasciate ai sensi delle norme antecedenti il D.M. 21/06/2004”;
- Circolare n. 62032 del 21/7/2010 – “Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali”;
- D.M. 28/06/2011 – “Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale”.

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	


3. DISPOSITIVI DI RITENUTA STRADALE

Come già evidenziato, le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta sono posti in opera essenzialmente al fine di realizzare accettabili condizioni di sicurezza in rapporto alla configurazione della strada, garantendo il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.

Le zone da proteggere per le finalità di cui al D.M. n. 223/1992, e successivi aggiornamenti e modifiche, devono riguardare almeno:

- i margini di tutte le opere d'arte all'aperto quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente ritenuto che il comportamento delle barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto e comunque fino a dove cessi la sussistenza delle condizioni che richiedono la protezione;
- lo spartitraffico, ove presente;
- il margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a tale limite, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi di materiale pericoloso o simili);
- gli ostacoli fissi (frontali o laterali) che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc., ed i manufatti, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc., che in caso di fuoriuscita o urto dei veicoli potrebbero subire danni comportando quindi pericolo anche per i non utenti della strada.

Occorre proteggere i suddetti ostacoli e manufatti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata, inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia in funzione della velocità di progetto, del volume di traffico, del raggio di curvatura dell'asse stradale, della pendenza della scarpata e della pericolosità dell'ostacolo.

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

Le protezioni saranno in ogni caso effettuate per una estensione almeno pari a quella indicata nel certificato di omologazione, ponendone circa due terzi prima dell'ostacolo, integrando lo stesso dispositivo con eventuali ancoraggi e con i terminali semplici indicati nel certificato di omologazione; in particolare, ove possibile, per le protezioni isolate di ostacoli fissi, all'inizio dei tratti del dispositivo di sicurezza, potranno essere utilizzate integrazioni di terminali speciali appositamente testati. Per la protezione degli ostacoli frontali saranno utilizzati attenuatori d'urto, laddove la configurazione stradale lo richieda.

3.1 Classificazione delle barriere di sicurezza

In genere, anche facendo riferimento a quanto prescrive la normativa italiana (D.M. 21/06/2004), la classificazione delle barriere di sicurezza viene effettuata in relazione alla loro destinazione e ubicazione. Pertanto, considerando le diverse zone che possono necessitare di una specifica protezione, i dispositivi di ritenuta si possono distinguere in:


- Barriere centrali da spartitraffico
- Barriere bordo laterale
- Barriere per opere d'arte (ponti, viadotti, sottovia, muri, ecc.)
- Barriere o dispositivi per punti singolari (chiusura varchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, terminali speciali, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, dispositivi per zone di trasmissione e simili).

Una ulteriore classificazione può effettuarsi sulla base del materiale costituente la barriera, il quale deve rispondere imprescindibilmente a requisiti di resistenza meccanica e durabilità, oltre ad avere caratteristiche di compatibilità ambientale e pregi estetici, laddove richiesto. Pertanto, si avranno:

- Barriere in Acciaio
- Barriere in Calcestruzzo
- Barriere in Legno – con anima in acciaio (per esigenze ambientali).

Per quanto riguarda le barriere metalliche, nella loro configurazione più tradizionale queste sono costituite dai seguenti elementi strutturali:

- Montanti, infissi su terra o vincolati con bulloni al supporto;
- Nastro, generalmente costituito 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);

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

- 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 scavalco della barriera;
- Diagonali di controvento, se presenti;
- Bulloneria di collegamento e vincolo;
- Supporti per l'ancoraggio o per l'infissione dei montanti.

3.2 Requisiti prestazionali delle barriere di sicurezza

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 sono necessarie a verificare i requisiti fondamentali di un dispositivo di ritenuta stradale, quali:

- Il livello 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.

Tutti i componenti di un dispositivo di ritenuta devono avere adeguata durabilità mantenendo i loro requisiti prestazionali nel tempo sotto l'influenza di tutte le azioni prevedibili.

All'atto dell'impiego dei dispositivi di ritenuta, le caratteristiche costitutive dei materiali impiegati dovranno essere certificate mediante prove di laboratorio. Dovranno inoltre essere allegate le corrispondenti dichiarazioni di conformità dei produttori alle relative specifiche tecniche di prodotto. Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante la denominazione della barriera o del dispositivo omologato, il numero di omologazione ed il nome del produttore.

Nell'installazione sono tollerate piccole variazioni, rispetto a quanto indicato nei certificati di omologazione, conseguenti alla natura del terreno di supporto o alla morfologia della strada (ad esempio: infissione ridotta di qualche paletto o tirafondo; inserimento di parte dei paletti in conglomerati cementizi di canalette; eliminazione di supporti localizzati conseguente alla coincidente presenza di caditoie per l'acqua o simili). Altre variazioni di maggior entità e comunque limitate esclusivamente alle modalità di ancoraggio del dispositivo di supporto sono possibili solo se previste in progetto.

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

3.2.1 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:

$$L_c = \frac{1}{2} M (V \sin \theta)^2$$

Dove L_c è il livello di contenimento [kJ], M la massa del veicolo [t], V è la velocità d'impatto [m/s] e θ l'angolo d'impatto.

Con riferimento ai livelli di contenimento, la normativa europea attuale prevede i seguenti livelli di contenimento suddivisi in quattro 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).

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	L_c (kJ)
N1	TB31	80	20	1500	Autovettura	44
N2	TB11	100	20	900	Autovettura	82
	TB32	110	20	1500		
H1	TB11	100	20	900	Autocarro	127
	TB42	70	20	10000		
H2	TB11	100	20	900	Autocarro o autobus	288
	TB51	70	20	13000		
H3	TB11	100	20	900	Autocarro	462
	TB61	80	20	16000		
H4a	TB11	100	20	900	Autocarro	572
	TB71	65	20	30000		
H4b	TB11	100	20	900	Autoarticolato	724
	TB81	65	20	38000		

Tabella 3.1 - Livelli di contenimento

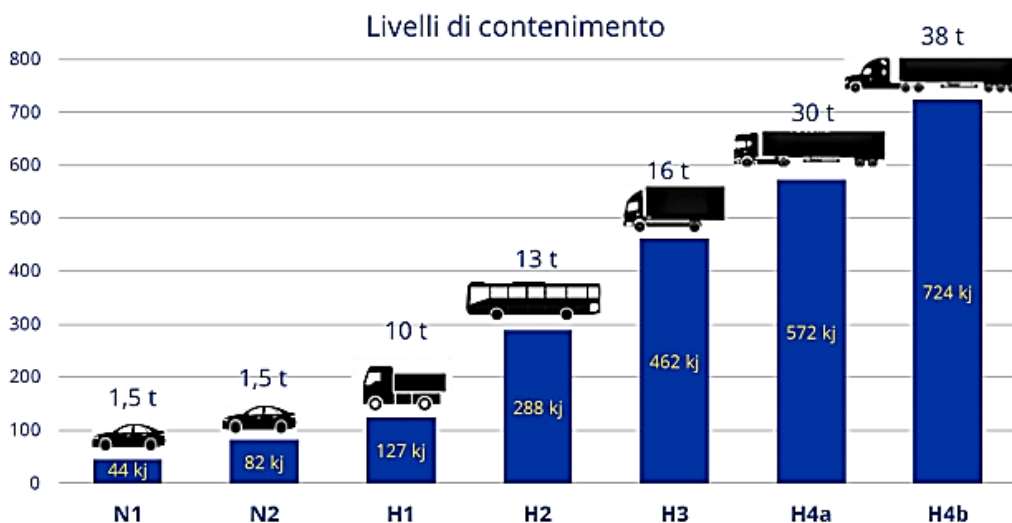


Figura 3.1 - Livelli di contenimento e mezzi impiegati nelle diverse prove d'urto

3.2.2 Livelli di severità dell'urto


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.

Il primo – *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 al denominatore rappresentano le componenti delle accelerazioni massime tollerabili dal corpo umano secondo le tre direzioni principali.

Il THV – *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 THV 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.

S.S. 554 “Cagliaritana” Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 Ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

Quindi:

$$THIV(t) = \sqrt{V_x^2(t) + V_y^2(t)}$$

Dove $V_x(t)$ e $V_y(t)$ sono le velocità (km/h) relative del corpo rispetto al veicolo riferite agli assi.

Livello di severità dell’urto	Indici	
	ASI	THIV*
A	≤ 1	THIV \leq 33 km/h
B	$1 \div 1,4$	
C	$1,4 \div 1,9$	
<small>*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)</small>		

Tabella 3.2 - 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 VCDI – *Vehicle Cockpit Deformation Index* – che esprime attraverso un codice alfanumerico la posizione e l’estensione della deformazione dell’abitacolo interno dell’autovettura.

3.2.3 Deformazione del sistema di ritenuta

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. I parametri relativi agli spostamenti trasversali degli elementi della barriera e del veicolo sono:

- *Deflessione dinamica* D_m , definita come il massimo spostamento dinamico trasversale del fronte del sistema di contenimento;
- *Larghezza operativa* W_m , 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* V_{Im} , 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.

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

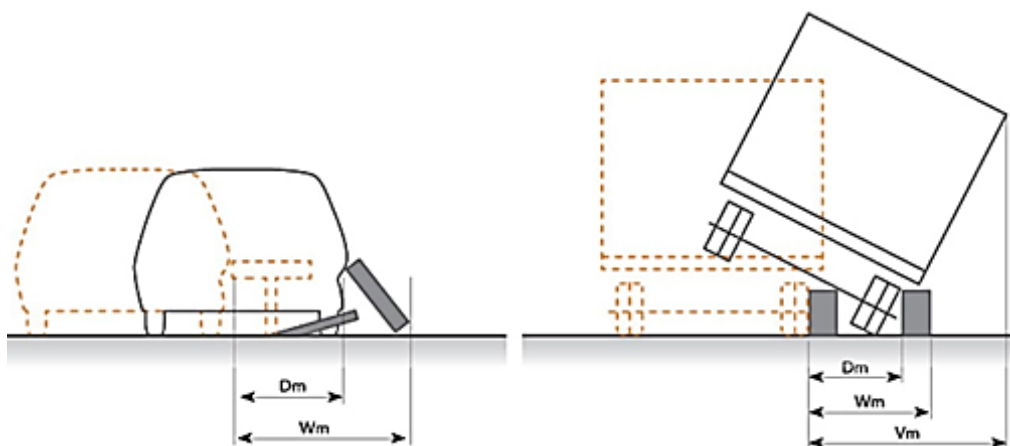


Figura 3.2 - Schemi per la misura dei parametri geometrici D_m , W_m V_m

Classi larghezza operativa norm.	Livelli larghezza operativa norm.	Classi intrusione veicolo norm.	Livelli intrusione veicolo norm.
W₁	$W_N \leq 0,6 \text{ m}$	V₁₁	$V_{IN} \leq 0,6 \text{ m}$
W₂	$W_N \leq 0,8 \text{ m}$	V₁₂	$V_{IN} \leq 0,8 \text{ m}$
W₃	$W_N \leq 1,0 \text{ m}$	V₁₃	$V_{IN} \leq 1,0 \text{ m}$
W₄	$W_N \leq 1,3 \text{ m}$	V₁₄	$V_{IN} \leq 1,3 \text{ m}$
W₅	$W_N \leq 1,7 \text{ m}$	V₁₅	$V_{IN} \leq 1,7 \text{ m}$
W₆	$W_N \leq 2,1 \text{ m}$	V₁₆	$V_{IN} \leq 2,1 \text{ m}$
W₇	$W_N \leq 2,5 \text{ m}$	V₁₇	$V_{IN} \leq 2,5 \text{ m}$
W₈	$W_N \leq 3,5 \text{ m}$	V₁₈	$V_{IN} \leq 3,5 \text{ m}$
		V₁₉	$V_{IN} > 3,5$

Tabella 3.3 - Livelli di larghezza operativa e di intrusione normalizzata

4. CRITERI DI SCELTA

La presente relazione tecnica è redatta in conformità a quanto richiesto dall'art. 2 del D.M. n. 223/1992 e dal D.M. n. 2367/2004, che definiscono i criteri di scelta delle classi di contenimento delle barriere di sicurezza, della loro ubicazione nonché dei criteri di apposizione dei dispositivi. Vengono inoltre 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.

4.1 Analisi del tratto stradale in studio

Secondo tali riferimenti normativi 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.

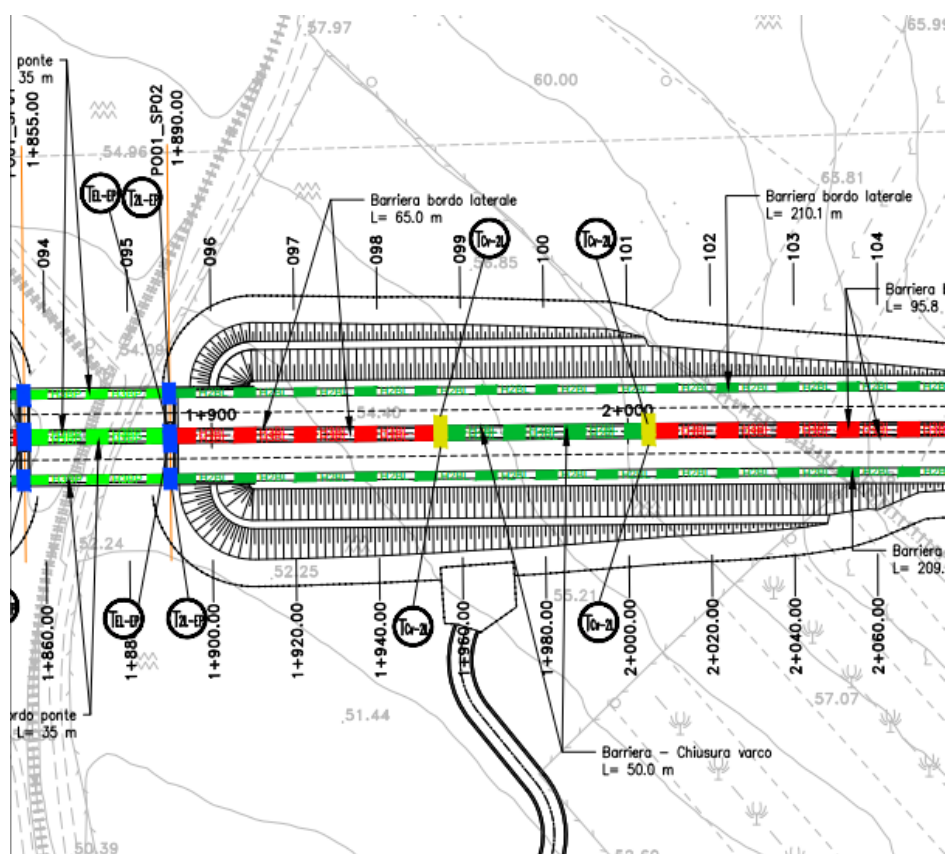


































Figura 4.1 - Stralcio planimetrico schema di intervento

LEGENDA

BARRIERE ANAS

-  H2BL  H2BL  H2BL  H2BL  H2BL  H2BL  H2BL  H2BL  H2BL  H2BL  H2BL  H2BL BARRIERA METALLICA CLASSE "H2" BORDO LATERALE
-  H3BL  H3BL  H3BL  H3BL  H3BL  H3BL  H3BL  H3BL  H3BL  H3BL  H3BL  H3BL BARRIERA METALLICA CLASSE "H3" BORDO LATERALE
-  H3BP  H3BP  H3BP  H3BP  H3BP  H3BP  H3BP  H3BP  H3BP  H3BP  H3BP  H3BP BARRIERA METALLICA CLASSE "H3" BORDO PONTE

BARRIERE COMMERCIALI

-  H1BL  H1BL  H1BL  H1BL  H1BL  H1BL  H1BL  H1BL  H1BL  H1BL  H1BL  H1BL BARRIERA METALLICA CLASSE "H1" BORDO LATERALE
-  H2BP  H2BP  H2BP  H2BP  H2BP  H2BP  H2BP  H2BP  H2BP  H2BP  H2BP  H2BP BARRIERA METALLICA CLASSE "H2" BORDO PONTE
-             RETE ANTILANCIO






















- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">   Transizione tra barriere Anas H2BL e H3BP   Transizione tra barriere Anas H3BL e H3BP   Transizione tra barriere H1BL e H2BP   Transizione tra barriere H2BL ed esistente  Terminale semplice per H2BL  Terminale semplice per H1BL | <ul style="list-style-type: none">   Transizione H2BL Anas ed esistente   Transizione H3BP Anas ed esistente   Transizione H3BL Anas ed esistente   Attenuatore d'urto Anas H2BL   Transizione Chiusura varco |
|---|---|

Figura 4.2 - Legenda schema di intervento

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

Nella tabella seguente 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
	Ponti, sovrappassi, viadotti, ecc.	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 n scarpata $< 2/3$
			SI se n scarpata $> 2/3$
		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)	

Tabella 4.1 - Configurazioni che necessitano di protezione specifica


La scelta della più opportuna tipologia di barriera di sicurezza da installare, oltre che sulla base delle considerazioni viste, richiede la valutazione dell'incidente abituale, dettaglio che risulta reperibile solo per interventi su strade esistenti, che tuttavia 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 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. 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).

4.2 Verifica del supporto di impianto

Il corretto funzionamento dei dispositivi di sicurezza è strettamente correlato a 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

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

carichi. Risulta necessario verificare 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, indicando quali accorgimenti si eseguono nei casi in cui le caratteristiche dei terreni in sito risultino differenti da quelli di prova e ritenute non idonee.


Successivamente, si valutano gli spazi di funzionamento a disposizione individuando quelli minimi di installazione, i quali devono risultare idonei in relazione alle prestazioni strutturali del terreno che li compone.

4.3 Ostacoli fissi e punti singolari

Gli ostacoli fissi comprendono tutti i margini delle opere d'arte all'aperto, lo spartitraffico, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, corsi d'acqua, edifici, ecc., e costituiscono elemento di pericolo per gli utenti della strada, sia in caso d'urto sia di fuoriuscita dei veicoli. L'art. 3 del D.M. 2367/2004 impone in tali casi di estendere la lunghezza della barriera per un'estensione pari almeno a quella indicata nel certificato di omologazione, ponendone un valore pari a due terzi prima dell'ostacolo per cui provvedere alla protezione.

Per altre tipologie di ostacoli fissi, invece, si prevede quanto segue.

- Cartelli di segnaletica verticale: 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 specifica protezione e se è prevista la barriera se ne 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 funzionamento in caso d'urto;
- Punti singolari: 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 quando previsto dall'art. 6 del D.M. 2367/2004, 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 e si adotteranno eventualmente anche dispositivi in parte difforni a quelli previsti, curando in particolare la protezione degli urti frontali (es. a muretto in cemento).

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

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 barriere 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.

L'art. 1 del D.M. n. 2367/2004 prevede 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 e, 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.


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 barriere di classe e tipo diverso);
- Chiusure varchi spartitraffico.

Questi devono rispondere, in termini prestazionali, al D.M. n. 2367/200 e alle Norme UNI EN 1371, e richiedono una specifica progettazione e apposite prove d'urto per l'effettivo impiego.

4.3.1 Terminali

Si definiscono terminali i dispositivi di ritenuta posti all'estremità di una barriera 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, un potenziale pericolo per gli occupanti 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.

S.S. 554 “Cagliariatana” Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

I terminali semplici installati su strada sono essenzialmente costituiti dalla soluzione adottata dal produttore in fase di crash-test della barriera (e quindi riportati nel rapporto 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:

- *Terminali interrati*, presentano la lama principale inclinata ed infissa nel terreno e portata all'esterno rispetto alla direzione dell'installazione principale;
- *Terminali non interrati*, prevedono l'installazione di un elemento terminale della lama principale sagomato “a manina” o “a tubo”.

Un'altra soluzione adottata per i terminali è quella 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.

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 verso la parete della trincea, “immergendosi” nella scarpata (massimizzando in questo modo la protezione dell'elemento terminale).


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.

La scelta del dispositivo più opportuno verrà pertanto effettuata analizzando la tipologia di traffico e le condizioni di utilizzo dell'infrastruttura in progetto.

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.

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione 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.

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 di un elemento frontale di attenuazione e raccordo in grado di spingere le parti mobili del sistema nella direzione dell'urto. Sulla base dei risultati delle prove d'urto e della concezione del sistema di ritenuta, si possono distinguere, infine:

- Terminali assorbenti o 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 entrambe le direzioni.

Questi dispositivi possono essere utilizzati in alternativa agli attenuatori d'urto alla fine dello spartitraffico, in svincoli stradali e nel caso di protezione di cuspidi di larghezza contenuta.


4.3.2 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'incolumità degli occupanti.

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

- Zone di inizio barriere in corrispondenza di una cuspidi;
- 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;

Sono sistemi di ritenuta autoportanti il cui funzionamento, a differenza dei terminali, si basa sul principio di scaricare tutte le forze necessarie a contenere e ad arrestare il veicolo sulla pavimentazione stradale anziché sulle barriere che, in generale, non sono in grado di sopportare carichi così elevati. Analogamente ai terminali, devono ridirigere i veicoli durante gli urti laterali mentre, in caso di urti frontali, devono arrestare il veicolo in modo graduale e sicuro, assorbendo tutta 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, scrono o compenetrano tra di loro.

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

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.

Tali elementi si possono classificare in base al loro meccanismo di funzionamento in:

- Attenuatori di tipo cinetico, costituiti da elementi metallici e plastici collegati tra loro, funzionano come elementi comprimibili in grado di assorbire l'energia di collisione attraverso elementi dissipatori (sacche) che vengono compressi durante l'urto;
- Attenuatori di tipo inerziali, costituiti da contenitori in materiale plastico o in lamierino non direttamente collegati a terra o ad altro punto fisso, funzionano trasferendo l'energia di collisione ad un'altra massa (sabbia o acqua) contenuta al loro interno.

A seconda del loro comportamento in caso di urto laterale, il D.M. n. 2367/2004 distingue tra:


- Attenuatori redirettivi, 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 rigidità allo spostamento laterale, pur mantenendo la capacità di assorbire urti frontali;
- Attenuatori non redirettivi, in caso di urto laterale, non hanno la capacità di ridirigere il veicolo lungo la traiettoria originaria, ma devono arrestare il veicolo in modo graduale ed in poco spazio, lasciandolo penetrare a valle, pertanto andrebbero utilizzati se si prevede che l'urto laterale non possa verificarsi.

Nella scelta del dispositivo attenuatore più idoneo, essendo apparecchiature piuttosto ingombranti, occorre tenere in considerazione 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).

La classe minima degli attenuatori d'urto è definita dal D.M. n. 2367/2004 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
$V < 90 \text{ km/h}$	P50
$90 \leq V < 130 \text{ km/h}$	P80
$V \geq 130 \text{ km/h}$	P100

Tabella 4.2 - Tabella per la scelta degli attenuatori

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554		
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

4.3.3 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.

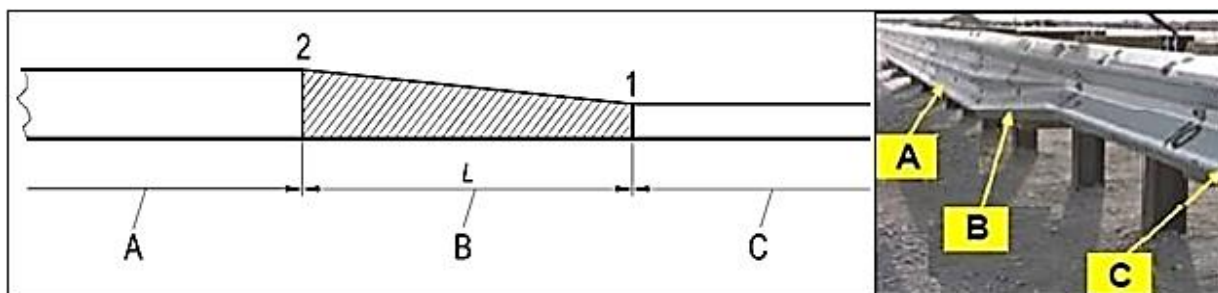


Figura 4.2 - Elementi di una transizione

L'obiettivo della transizione (B) è quello di fornire una variazione graduale di rigidità e di contenimento nel passaggio dalla prima (A) alla seconda barriera (C), aventi differente sezione trasversale o diversa rigidità 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:

- Dello stesso materiale, ma con sezione trasversale diversa (es. da doppia a tripla onda);
- In materiali differenti (es. da acciaio a calcestruzzo e viceversa);
- Con rigidità laterale diversa (es. da barriera bordo laterale a bordo ponte e viceversa).

Per le transizioni, la definizione degli indici di prestazione 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.

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.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

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:


- La lunghezza 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;
- La rigidità 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 (lama principale a tripla onda, eventuale lama secondaria sottostante o soprastante, profilati aventi funzione strutturale) 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;
- Le transizioni tra barriere metalliche di diverso tipo dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal produttore, evitando in ogni caso discontinuità tra gli elementi longitudinali che compongono le barriere;
- L'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione deve avvenire mediante l'installazione dei terminali previsti dal produttore

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:

- L'utilizzo di barriere dello stesso materiale;
- La continuità degli elementi longitudinali resistenti con lo stesso profilo (requisito inderogabile per la lama principale);
- Una differenza di quota tra gli elementi longitudinali resistenti 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 quanto attiene alle modalità di computo delle transizioni, che non costituiscono un prodotto a sé 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.

S.S. 554 “Cagliariatana” Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 Ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554		
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

4.3.4 Chiusure varchi spartitraffico

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*”.

Si ritiene necessario, quindi, prevedere l’interruzione della barriera spartitraffico in determinati punti 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). I punti di interruzione saranno dotati di sezioni di barriere rimovibili note anche come **chiusure varchi**.

Tali barriere devono poter essere aperte in tempi brevi e facilmente, sono testate ai sensi della norma EN 1317-2 e 4 che prevede diverse prove d’urto in base alla lunghezza del dispositivo.


Si possono distinguere due tipi di sistemi:

- Barriere amovibili con attrezzatura 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 4.4 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

S.S. 554 “Cagliaritana” Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

pavimentato come la piattaforma stradale con una superficie regolare che permetta agevolmente il movimento. 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.

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.

In generale, per la chiusura dei varchi spartitraffico, si adottano barriere di tipo amovibile in classe H2 collocate ragionevolmente ogni 2km che si attestano alla barriera dello spartitraffico mediante opportune transizioni.

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

4.4 Traffico Giornaliero Medio Annuale

La scelta della tipologia di barriere da installare, oltre che dalla tipologia di strada a cui andranno a corredo, è condizionata dal tipo di traffico che interesserà la struttura durante il suo esercizio. La scelta del tipo di traffico viene pertanto effettuata in funzione del TGM – Traffico Giornaliero Medio Annuale nei due sensi di marcia – e della percentuale di mezzi pesati (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 detti:

Tipo di Traffico	TGM	% Veicoli con M > 3,5 t
I	≤ 1000	Qualsiasi
	>1000	≤ 5
II	> 1000	5 < n ≤ 15
III	> 1000	> 15

Tabella 4.3 - Individuazione del tipo di traffico


La tabella seguente riporta, in funzione dei fattori detti, le classi minime dei dispositivi di ritenuta stradale che occorre 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	
	III	H2	H2	H3	
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali(F)	I	N2	N1	H2	
	II	H1	N2	H2	
	III	H1	H1	H2	

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

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

Tabella 4.4 - Scelta della classe minima di contenimento

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

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, 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 della 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 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.

4.5 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 D.M. n. 6792/2001 "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, prevedendo l'allargamento della banchina sino al raggiungimento del valore minimo richiesto dalla verifica di visibilità.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

5. SCELTE PROGETTUALI

In riferimento a quanto in precedenza esposto, le barriere di sicurezza a servizio del tratto stradale oggetto dello studio sono state definite sulla base della procedura di seguito esposta, fondata su un approccio sistematico comprendente l'infrastruttura viaria, le opere a suo corredo ed il territorio in cui essa dovrà essere inserita, col fine ultimo di garantire in ogni punto del tracciato adeguate condizioni di sicurezza in ottemperanza alle disposizioni normative e tecniche cogenti, nonché minimizzare le possibili interferenze ed i possibili rischi derivanti dal traffico veicolare ricadenti sulle opere circostanti l'infrastruttura e sugli utenti esterni alla stessa.

5.1 Disposizioni normative


Il quadro normativo comunitario fa riferimento alla Norma UNI EN 1317 "Barriere di sicurezza stradali", suddivisa in 8 Parti, di cui le prime 5 stabiliscono anche i criteri per la certificazione delle stesse. La produzione e la commercializzazione dei dispositivi di ritenuta stradale, invece, sono soggette alla Direttiva Comunitaria n. 305/2011.

Nel contesto prettamente nazionale, invece, la prima vera regola tecnica per la progettazione, validazione ed installazione delle barriere di sicurezza è il D.M. n. 223/1992 – "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza" – che affronta il problema da un punto di vista prestazionale in termini di:

- Adeguatezza strutturale della barriera, senza distacco di elementi;
- Contenimento del veicolo, senza ribaltamento a scavalcamento;
- Sicurezza per gli occupanti del veicolo;
- Traiettoria di rinvio del veicolo < 1/3 angolo di impatto

Con il D.M. del 3 giugno 1998 vengono introdotte in materia modifiche e integrazioni che 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 (L_c) e l'Indice di severità dell'accelerazione (ASI), in precedenza visti.

L'aggiornamento e l'integrazione di tale decreto avviene con il D.M. n. 2367/2004, 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".

S.S. 554 “Cagliaritana” Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S. 554</i>		
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

La circolare n. 104862 del 15/11/2007 chiarisce, in seguito, 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.


La successiva circolare n. 62032 del 21/7/2010 ha poi 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.

Infine, il D.M. 28/6/2011 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – “Disposizioni sull’uso e l’installazione dei dispositivi di ritenuta stradale” - regola 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. n. 2367/2004.

Fuori dall’ambito prettamente relativo alle barriere di sicurezza e ai dispositivi di ritenuta stradale, si fa riferimento, come evidenziato nel seguito, anche al Nuovo Codice della Strada e s.m.i., emanato con D. Lgs. n. 285 del 30/04/1992, il quale riporta la classificazione delle strade, da cui dipendono le condizioni di traffico e le caratteristiche dell’infrastruttura su cui basare le effettive scelte progettuali in materia di sicurezza passiva.

5.2 Caratteristiche dell’opera in progetto

Il progetto in esame prevede l’adeguamento a tipo B del tratto dell’attuale S.S. 554 “Cagliaritana”, dal km 12 al km 18 circa (ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S. 554). Il tratto oggetto di adeguamento appartiene ad un itinerario più ampio costituito dalla S.S. 554 dal km 0+000 (presso innesto con la S.S. 131) al km 18+000 circa che, insieme alla S.S. 125, garantisce il collegamento tra Cagliari e Olbia percorrendo il litorale orientale della Sardegna. La rete di riferimento principale, in cui verrà inserita l’infrastruttura di progetto, che si sviluppa all’interno del territorio provinciale di Cagliari, è composta quindi dall’intera S.S. 554, dal km 0+000 (presso innesto con la S.S. 131) fino al km 29 circa (innesto con la S.P. 17 presso Terra Mala), dalla S.S. 125 e dalla S.S. 125 variante.

S.S. 554 “Cagliaritana” Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

I comuni interessati dall'area di intervento sono inoltre serviti da una fitta rete secondaria di strade provinciali ad una corsia per senso di marcia.

La strada statale SS 554 si origina dall'innesto con la SS 131 presso Cagliari e rappresenta, nel contesto della viabilità extraurbana dell'area cagliaritana, uno dei fondamentali corridoi di traffico con ruolo di tangenziale dell'area metropolitana. Il tracciato della S.S. 554, nello specifico, è stato riclassificato di recente comprendendo anche i tratti di S.S. 125 dal km 9 al km 16 e la S.S. 554 bis dal km 0 al km 11, mentre il tratto compreso tra i km 11 e 14,7 è stato declassificato ed avulso dalla rete stradale nazionale. L'infrastruttura assume attualmente la classifica tecnico-funzionale provvisoria di extraurbana secondaria (categoria C) fino allo svincolo di Flumini al km 18 circa, mentre per i restanti 11 km circa, fino allo svincolo con la S.P. 17 in località Terra Mala, la classifica tecnico funzionale provvisoria è di extraurbana principale (categoria B). Il tratto dal km 1,5 in prossimità dell'intersezione con la S.S. 131 al km 12 circa, costituito da due carreggiate separate con due corsie per senso di marcia, è oggetto di ammodernamento a categoria B “Extraurbana principale” con interventi di riqualificazione tecnico-funzionale ed eliminazione delle intersezioni a raso. In tale contesto il tratto dal km 12 al km 18 circa diventa parte integrante della nuova S.S. 554 e dovrà quindi assumere le medesime caratteristiche tecnico funzionali del resto dell'itinerario.


Alla luce di tali considerazioni il progetto in esame, cui fa capo la scelta dei dispositivi di ritenuta strada, vuole assolvere all'obiettivo di adeguamento del tratto sopracitato alla categoria B.

L'intervento di adeguamento del tratto stradale della S.S. 554 dal km 12 al km 18 circa prevede, quindi, il miglioramento delle condizioni di percorrenza attraverso l'adeguamento della sezione stradale ed il miglioramento del livello di servizio offerto sull'intera rete stradale.

L'alternativa progettuale scelta prevede un tracciato di lunghezza complessiva pari a 5930,45 metri, che risulta condizionato dagli attraversamenti dei corsi d'acqua principali e dalla presenza delle viabilità interferite. Per la ricucitura con la viabilità locale sono previsti 2 cavalcavia con caratteristiche di strada locale extraurbana di categoria F e la realizzazione di viabilità poderali (strade a destinazione particolare con sezione stradale di larghezza 5,00 m).

5.3 Condizioni di esercizio

Data la natura dell'opera in progetto, la definizione del tipo di traffico è effettuata sulla base delle caratteristiche tecnico-funzionali dell'infrastruttura che, nel caso in oggetto, risulta classificata come strada di categoria B – extraurbana principale. La strada di nuova costruzione si considera interessata da un traffico giornaliero medio annuale nei due sensi di marcia superiore ai 1000 veicoli/giorno, caratterizzato da una percentuale di mezzi pesanti sul totale superiore al 15%.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione delle barriere di sicurezza	

Tali condizioni comportano un tipo di traffico di classe III, che rappresenta la condizione più gravosa di esercizio, anche in termini di dispositivi di ritenuta stradale e barriere di sicurezza.

Analoghe considerazioni sono effettuate relativamente alla viabilità secondaria e complementare, che prevede la realizzazione e l'adeguamento della rete di ricucitura alla tipologia C – extraurbana secondaria – per la quale sono previsti presidi di sicurezza passiva capaci di garantire le richieste condizioni di sicurezza in presenza di un traffico di tipo III.

Sulla base di tali considerazioni si è previsto l'utilizzo di barriere di sicurezza e dispositivi di protezione per punti singoli e ostacoli fissi secondo la classificazione in precedenza vista e fissata dalla normativa vigente, di seguito descritte.


Lo sviluppo del tracciato stradale di progetto prevede l'attraversamento di corsi d'acqua e strade secondarie realizzato a mezzo di ponti e viadotti di varia conformazione e sviluppo, in corrispondenza dei quali è prevista l'installazione dei dispositivi di sicurezza previsti in fase di progetto secondo le tipologie Anas S.p.A. definite.

Tutte le barriere di sicurezza previste sono dotate di apposito terminale semplice, in corrispondenza delle sezioni di inizio e di fine, in ogni caso dotato delle adeguate caratteristiche prestazionali richieste nel punto della sua installazione. Altri dispositivi di ritenuta, quali attenuatori d'urto, sono previsti nei punti singoli del tracciato, in corrispondenza degli svincoli stradali nel punto di distacco delle rampe.


5.4 Tipologia di barriere utilizzate

Per quanto esposto al punto precedente, lungo il tracciato stradale di progetto occorre distinguere i presidi di sicurezza passiva a corredo della viabilità principale e delle strade secondarie per il collegamento con la viabilità esistente.

Tenendo in considerazione un traffico di tipo III, lungo l'intero sviluppo della viabilità principale è prevista l'installazione di barriere spartitraffico di tipo Anas H3BL, interrotte con barriere di tipo H2BL nei punti di individuazione delle chiusure varchi spartitraffico. In corrispondenza del bordo laterale si prevedono barriere tipo Anas H2BL che, in prossimità dei ponti e dei viadotti presenti, diventano barriere bordo ponte di tipo Anas H3BP. Laddove la sezione stradale si presenta in scavo non è prevista l'installazione di barriere di sicurezza laterali, le quali avranno inizio, per entrambi i sensi di marcia, in prossimità dell'inizio del rilevato stradale, sempre secondo la tipologia Anas H2BL. Le interruzioni vengono valutate sempre mantenendo il fattore di sicurezza previsto, garantendo pertanto un proseguo per mt.50,00 oltre il punto previsto di interruzione.

S.S. 554 “Cagliaritana” Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA352	<i>Relazione delle barriere di sicurezza</i>	

Relativamente alla viabilità secondaria sono previste barriere di sicurezza al bordo laterale di tipo commerciale H1BL, mentre non si procede all’installazione di barriere spartitraffico, dal momento che la tipologia di strada prevede un’unica carreggiata con doppio senso di marcia. Per i cavalcavia verranno posizionate barriere di tipo commerciale H2BP e barriere antilancio.

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	<i>Relazione delle barriere di sicurezza</i>	

Come detto, in corrispondenza di cuspidi e punti singolari, quali quelli di diramazione delle rampe di svincolo dalla piattaforma stradale principale, sono disposti attenuatori d'urto che, in funzione della velocità imposta nella strada da cui diverge la rampa detta (90÷130 km/h), saranno appartenenti alla classe minima P80, come definito dal D.M. n .2367/2004.


La continuità delle prestazioni di sicurezza (in termini di contenimento e severità dell'urto) lungo il margine stradale è garantita da opportuni elementi di transizione longitudinale tra barriere di tipologie e classi differenti, che presentano caratteristiche prestazionali intermedie tra quelle delle barriere che connettono e non sono soggette a marcatura CE. Le loro modalità di realizzazione sono indicate direttamente dai Produttori nella fase di progetto, oppure direttamente nella fase di posa in opera delle barriere. Nel caso in esame, data la natura delle barriere di sicurezza previste lungo il tracciato principale, è possibile ritenere le transizioni strutturalmente continue, dal momento che tutti gli elementi che le compongono, così come le barriere da esse connesse, sono in acciaio. Per quanto attiene alle modalità di computo delle transizioni, che non costituiscono un prodotto a sé stante, queste sono computate, in questa fase, con la classe di barriera superiore o con la barriera da bordo ponte, nel caso di transizione tra bordo ponte e bordo laterale.

Infine, sono previsti elementi terminali semplici in tutte le sezioni di inizio e di fine delle singole barriere installate, opportunamente collegati ai relativi dispositivi di ritenuta stradale.


5.5 Tabulato sintetico dell'ubicazione dei dispositivi di ritenuta

Tratto stradale ID	Progressive stradali		Tipo e Classe Barriera (D.M. n. 2367/2004)	Lunghezza (m)	Tipo ANAS (SI/NO)
	Inizio	Fine			
AP01	0+000.00	0+905.50	H2BL H3BL	2140.2 1087.2	SI
AP02	1+005.50	1+460.00	H2BL H3BL H3BP	720.6 913.3 190.2	SI
AP03	1+460.00	1+680.00	H2BL H3BL	161.6 439.4	SI
AP04	1+680.00	1+855.00	H2BL H3BL	350.1 348.2	SI
AP05	1+890.00	2+100.00	H2BL H3BL	520.0 321.8	SI
AP06	2+100.00	2+660.00	H2BL H3BL	127.5 1120.0	SI
AP07	2+660.00	2+876.57	H2BL H3BL	431.9 409.7	SI
AP08	2+911.57	3+321.63	H2BL H3BL	718.8 821.2	SI
AP09	3+358.43	5+660.00	H2BL H3BL	1159.4 1159.1	SI
AP10	5+660.00	5+930.45	H2BL H3BL	3405.4 3301.0	SI
AP11	5+660.00	5+740.45	H2BL H3BL	171.0 171.7	SI
VI01	0+905.50	1+005.50	H3BP - Transizioni	399.2	SI
PO01	1+855.00	1+890.00	H3BP - Transizioni	140.0	SI
PO02	2+876.00	2+911.57	H3BP - Transizioni	140.0	SI
VI02	3+323.00	3+358.00	H3BP - Transizioni	140.5	SI
PO03	3+938.25	3+960.25	H3BP - Transizioni	88.0	SI
SV_SP15_02	-	-	H1BL	141.5	NO
SV_01_A	-	-	H2BL	316.2	SI
SV_01_AU	-	-	H2BL	217.5	SI
SV_01_AI	-	-	H2BL	167.7	SI
SV_01_B	-	-	H2BL	423.7	SI
SV_01_BU	-	-	H2BL	240.1	SI
SV_01_BI	-	-	H2BL	238.9	SI
Attenuatori	-	-	H2BL (P80)	-	SI
AS01	0+960.00 sx di RT01		H1BL	1123.9	NO
AS02	0+960.00 dx di RT01		H1BL	224.7	NO
AS04	4+083.83 rampe su CV01		H1BL H2BP	742.0 248.0	NO
AS05	4+903.30 rampe su CV02		H1BL H2BP	471.2 199.6	NO
AS06	Raccordo su Flumini esist.		H2BL H3BP - Transizioni	830.1 73.6	SI
PO04	su AS04 (m.22)		H3BP - Transizioni	44.0	NO
CV01	4+083.83		H3BP - Transizioni	204.0	NO
CV02	4+903.30		H3BP - Transizioni	199.6	NO

Tabella 5.1 - Tabulato sintetico dell'ubicazione dei dispositivi di ritenuta


S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	<i>Relazione di calcolo cordoli per barriere di sicurezza</i>	

ALLEGATO A

S.S. 554 “Cagliaritana” Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione di calcolo cordoli per barriere di sicurezza	

INDICE

1.	PREMESSE.....	3
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
	2.1 Legislazione di carattere generale.....	4
	2.2 Norme UNI.....	4
	2.3 Norme emanate dal C.N.R.....	4
3.	REALIZZAZIONE CORDOLI PER BARRIERE.....	5
	3.1 Descrizione dell'intervento.....	5
	3.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI - Calcestruzzo.....	5
	3.3 Calcestruzzo magro per sottofondazioni.....	6
	3.4 Acciaio ordinario per armatura lenta B 450C.....	6
	3.5 Inquadramento degli interventi nell'ambito della normativa vigente.....	7
	3.5.1 <i>Caso di urto per veicoli in svio.....</i>	<i>7</i>
4.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	9
5.	DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE.....	11
	5.1 Premessa.....	11
	5.2 Verifiche globali.....	11
	5.2.1 <i>Verifica a ribaltamento.....</i>	<i>12</i>
	5.3 Verifiche locali.....	12
	5.3.1 <i>Verifica a tensoflessione della sezione di attacco tra soletta e cordolo.....</i>	<i>12</i>
	5.3.2 <i>Verifica delle staffe disposte all'interno del cordolo.....</i>	<i>12</i>
6.	TABULATI DI CALCOLO.....	14

S.S. 554 “Cagliaritana” Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione di calcolo cordoli per barriere di sicurezza	


1. PREMESSE

La presente relazione di calcolo riguarda il dimensionamento e la verifica dei cordoli di fondazione a sostegno delle barriere di sicurezza posizionate lungo la SS.554 Cagliaritana, per tutta l'intera lunghezza del tratto interessato.

All'interno dell'intervento si prevede il posizionamento di diverse tipologie di barriere stradali, quali le tipologie H2 e H3 tipiche con standard ANAS ed altre sempre di tipologia H2 e H3 ma con standard commerciali.

In particolare si vedrà il posizionamento di Barriere tipo H2BL e H3BL sui bordi laterali delle carreggiate e di barriere tipo H3BP sui bordi laterali dei ponti.

Le verifiche riportate all'interno della presente relazione riguarderanno il dimensionamento di un cordolo standard da poter utilizzare nelle diverse situazioni sopra citate, in modo da ottenere un buon grado di sicurezza alle azioni descritte nel dedicato capitolo sulla verifica delle strutture.

S.S. 554 “Cagliaritana” Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione di calcolo cordoli per barriere di sicurezza	

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 Legislazione di carattere generale

Decreto Ministero delle Infrastrutture del 17.01.2018, di concerto con il Ministro dell'Interno e il Capo del Dipartimento di Protezione Civile, Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”.

Circ. Min. n°617 del 02/02/2009: “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”;

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici STC, “Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive”, febbraio 2008.

2.2 Norme UNI

Tutte le Norme UNI richiamate nei D.M. , Istruzioni, Circolari di cui si fa menzione e in particolare:

UNI EN 197-1: “Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.


UNI EN 206-1: “Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità”.

UNI 11104-2016: “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”.

2.3 Norme emanate dal C.N.R

CNR 10012: “Istruzioni per la valutazione delle azioni sulle costruzioni”.

CNR 10024: “Analisi di strutture mediante elaboratore. Impostazione e redazione delle relazioni di calcolo”.

S.S. 554 "Cagliaritana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione di calcolo	

3. REALIZZAZIONE CORDOLI PER BARRIERE

3.1 Descrizione dell'intervento

Al fine di realizzare un sostegno adeguato alle barriere di sicurezza da installare sulla Cagliaritana verranno utilizzati cordoli in cemento armato di sezione 70x45 cm, una dimensione consona al fine di permettere un buon grado di resistenza allo scorrimento e al ribaltamento.

L'ampia sezione superficiale permetterà inoltre di rendere semplice l'applicazione delle connessioni alla base delle barriere di sicurezza.

3.2 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI - Calcestruzzo

Classe di resistenza	C32/40		
Classe di esposizione	XC4		
Classe di consistenza	S4		
Contenuto minimo di cemento	340 Kg/m ³		
Massimo rapporto a/c	0.50		
Copriferro	> 5 cm		
Diametro massimo inerte	25 mm		
Aggregati	Conformi alla UNI-ENI-12620		
Resistenza caratteristica a compressione cubica	$R_{ck} = 40.00$		N/mm ²
Resistenza di esposizione	$f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 33.20$		N/mm ²
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 41.20$		N/mm ²
Modulo elastico	$E_c = 22000 \times (f_{cm} / 10)^{0.3} = 33642.78$		N/mm ²
Resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 f_{ck} = 3.10$		N/mm ²
Resistenza a trazione caratteristica (frattile 5%)	$f_{cd} = 0.70 \times f_{ctm} = 2.17$		N/mm ²

Stato Limite Ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza	γ_C	=	1.50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	α_{cc}	=	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	f_{cd}	= $\alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_C$	= 18.81 N/mm ²
Resistenza a trazione di calcolo	f_{ctd}	= f_{ct} / γ_C	= 1.45 N/mm ²

Stato Limite di esercizio

Tensione max di compressione - Comb. Rara	$\sigma_c < 0.60 f_{ck}$	= 19.92 N/mm ²
Tensione max di compressione - Comb. quasi permanente	$\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	= 14.94 N/mm ²

3.3 Calcestruzzo magro per sottofondazioni


Classe di resistenza	C12/15
Classe di esposizione	X0

3.4 Acciaio ordinario per armatura lenta B 450C

Tensione caratteristica di rottura (frattile 5%)	f	=	540.00	N/mm ²
Tensione caratteristica di snervamento (frattile 5%)	f_{yk}	=	450.00	N/mm ²
Stato Limite Ultimo				
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_s	=	1.15	
Resistenza a trazione di calcolo	f_{yd}	= f_{yk} / γ_s	= 391.30	N/mm ²

Stato Limite di Esercizio

Tensione max di trazione	$\sigma_s < 0.80 \times f_{yk}$	=	360.00	N/mm ²
--------------------------	---------------------------------	---	--------	-------------------

S.S. 554 “Cagliaritana” Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione di calcolo	

3.5 Inquadramento degli interventi nell’ambito della normativa vigente

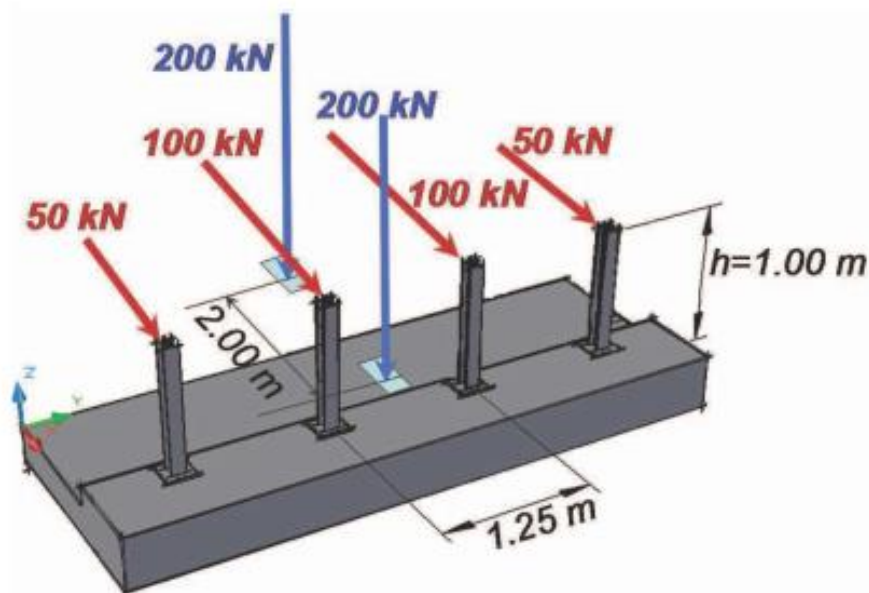
L’intervento della presente relazione è progettato secondo i criteri imposti dalla vigente normativa in materia di costruzioni in zona sismica, e più precisamente seguendo le prescrizioni riportate ai sensi del cap 5.1.3.10 delle NTC 2018, del cap 3.6.3.3.2 e di quanto previsto all’interno del capitolo 8.4.3 sempre delle suddette normative.

3.5.1 Caso di urto per veicoli in svio

In assenza di maggiori elementi di conoscenza, provenienti da risultanze sperimentali e conseguenti valutazioni teoriche, specifiche per la tipologia di barriere in progetto e per le condizioni di intervento locali di installazione, nel progetto strutturale si deve tener conto delle forze causate da collisioni sugli elementi di sicurezza attraverso il seguente sistema di forze equivalenti:

- Forze trasversali : si assumono quattro forze orizzontali in corrispondenza dei montanti della barriera, la cui interdistanza è stabilita in 1.25 m; le due forze applicate ai paletti di estremità della zona considerata sono pari a 50 KN e le altre due, applicate ai montanti interni, sono pari a 100 KN.
Tutte le forze agiscono trasversalmente ad una altezza di 100 cm dal piano viabile e sono dirette verso l’esterno dell’impalcato.
- Carichi verticali: oltre al peso proprio della struttura, si considera lo schema di Carico 2 previsto dalle NTC e costituito da due impronte di carico di dimensioni 0.35x0.60 m su ciascuna delle quali verrà applicata una forza di 200 KN; le impronte sono collocate longitudinalmente in mezzeria della zona di impalcato interessata dall’applicazione del suindicato carico orizzontale e trasversalmente una è posta all’estremità della piattaforma stradale mentre l’altra è distante 2.00 da essa.


Lo schema di carico equivalente sopra descritto può pertanto rappresentarsi come mostrato nella figura successiva.



Lo schema appena riportato risulta idoneo a rappresentare le azioni equivalenti alla forza di collisione, riferite a condizioni ordinarie della strada e delle barriere, con particolare riferimento alle connessioni tra queste e la struttura.

Le azioni equivalenti all'urto sono azioni a carattere eccezionale e pertanto, ai sensi delle vigenti NTC 2018, comportano coefficienti parziali unitari sui materiali.

Nel caso specifico non sarà considerata l'azione stabilizzante dei carichi verticali dovuti ai veicoli viaggianti.

S.S. 554 "Cagliariatana" Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 "Orientale Sarda" – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione di calcolo	

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La trattazione completa della situazione geotecnica in prossimità delle opere in oggetto è riportata nella Relazione Geotecnica allegata al Progetto. Di seguito si riportano i parametri geotecnici caratteristici delle varie unità presenti in sito lungo il tracciato.

Nel caso in oggetto, il dimensionamento tiene conto di due strati differenti: a tergo dell'opera si considera come terreno spingente il terreno da rilevato vegetale composto da argilla limosa sabbiosa di colore marrone, con elementi lapidei di varia natura e materiali di riporto.


Mentre alla base dell'opera si ritrova normalmente un terreno assimilabile a Ghiaia da media a grossa in matrice limosa sabbiosa o limosa argillosa, da sciolta a mediamente addensata. Gli elementi lapidei sono poligenici, da centimetrici a decimetrici, da arrotondati a sub-arrotondati. La frazione limosa argillosa è di colore variabile dal beige al marrone, da molle a mediamente consistente.

In particolare, quindi si ottengono i parametri seguenti (rif G)

Valore medio								
Sigla	γ_{med} [kN/m ³]	NSPT med	Cumed [kPa]	c'med [kPa]	ϕ'_{med} [°]	Vsmed [m/s]	G0med [m/s]	Eedmed [MPa]
SL	19.6	21	100	27	29	403	347	18
G	18.2	34	-	14	33	417	343	35
A+SAM	19.5	25	144	35	28	498	497	22

La falda risulta profonda rispetto al piano fondazione e quindi non incide sul dimensionamento dell'opera.

L'interazione terreno-struttura è stata considerata schematizzando il terreno come un mezzo alla Winkler assimilandolo ad un letto di molle elastiche mutuamente indipendenti.

S.S. 554 “Cagliariatana” Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		
CA352	Relazione di calcolo	

Il coefficiente di reazione del terreno K_s [kN/m³] è calcolato come rapporto tra il carico unitario medio p [kPa] e il cedimento totale S_t [m] della fondazione in progetto, opportunamente valutato.

Nel caso in esame il valore del coefficiente di reazione del terreno K_s è stato assunto pari a 10000 kN/m³, con valutazione degli effetti per variazioni della costante di $\pm 50\%$ del valore.

$$K_s = \frac{p}{S_t}$$

Il coefficiente di spinta a riposo dei terreni considerati è stato calcolato secondo il procedimento dell'equilibrio limite di Rankine:

$$K_0 = 1 - \sin\phi \quad (\text{spinta a riposo})$$

I valori dei coefficienti di spinta attiva (K_a) sono stati calcolati secondo la relazione di Coulomb, il quale permette di considerare l'eventuale dell'angolo di attrito terreno-parametria (δ).

La relazione di Coulomb per il calcolo del coefficiente di spinta attiva, con le condizioni assunte, è la seguente:


$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \varphi)}{\sin^2\varphi \cdot \sin(\psi - \delta) \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\psi - \varphi) \cdot \sin(\psi + \varepsilon)}} \right)^2} \quad (\text{spinta attiva})$$

Dove: ϕ = angolo d'attrito del terreno;

Ψ = inclinazione del paramento di monte del muro (90°);

δ = angolo d'attrito lungo la superficie di rottura;

ε = inclinazione del pendio a monte.

S.S. 554 “Cagliaritana” Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione di calcolo	

5. DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE

5.1 Premessa

L'insieme delle barriere di sicurezza unitamente al cordolo di fondazione progettato deve essere in grado di assorbire le azioni derivanti da urti di veicoli in svio previste dalle NTC2018 e allo stesso tempo deve soddisfare tutte le verifiche proprie del sistema strutturale, sia in termini globali (stabilità e ribaltamento) che in termini locali (verifiche di rottura interne).

L'intervento prevede quindi la realizzazione di un sistema composto appunto da un cordolo di sezione 70x45 cm, longitudinalmente alla carreggiata posizionandolo sul primo strato di terreno.

Le fasi di lavorazione saranno:

- Scavo
- Realizzazione carpenteria
- Posizionamento armature
- Getto del calcestruzzo
- Realizzazione di ancoraggi con legnate chimico per il posizionamento dei tirafondi
- Posizionamento delle barriere architettoniche
- Finiture


Per le caratteristiche esecutive si rimanda all'elaborato grafico allegato alla presente.

5.2 Verifiche globali

Le verifiche globali previste per il dimensionamento del cordolo di base sono le seguenti

- 1 . Verifica a ribaltamento fuori piano della sezione.

Vista la conformazione del sistema non si ritiene necessario effettuare altre verifiche legate alla globalità dell'elemento.

S.S. 554 “Cagliaritana” Adeguamento al tipo B dal km 12+000 al km 18+000 <i>Ex S.S. 125 “Orientale Sarda” – Connessione tra la S.S. 554 e la nuova S.S 554</i>		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA352	Relazione di calcolo	

5.2.1 Verifica a ribaltamento

Il momento ribaltante dovuto alle azioni orizzontali dei veicoli in svio e quello stabilizzante dovuto al peso proprio e permanenti portati sono determinati rispetto al polo A (vedi tabulato di calcolo), intersezione tra la superficie esterna del muro e l'intradosso del cordolo.

A favore di sicurezza si considera che nell'urto avvenga il distacco tra il banchettone e lo strato di calcestruzzo non armato sottostante, il cui peso quindi non viene considerato come azione stabilizzante.

5.3 Verifiche locali

Le verifiche locali previste riguardano:

- 1 - Verifica a tensoflessione della sezione di attacco tra la soletta e il cordolo di fondazione
- 2 - Verifica delle staffe del cordolo

5.3.1 Verifica a tensoflessione della sezione di attacco tra soletta e cordolo

Le sollecitazioni agenti nel meccanismo di rottura in corrispondenza della sezione di attacco cordolo-soletta, sono quelle dovute all'urto e trasmesse da ogni montante della barriera.

Le sollecitazioni agenti sulla sezione di verifica si applicano ipotizzando una diffusione a 45° delle stesse, a partire dalla larghezza della piastra metallica di base fino al piano medio della soletta, identificando così nel meccanismo di tenso-flessione la larghezza collaborante che deve risultare non superiore all'interasse dei vari montanti.

5.3.2 Verifica delle staffe disposte all'interno del cordolo

La funzione delle staffe è duplice:

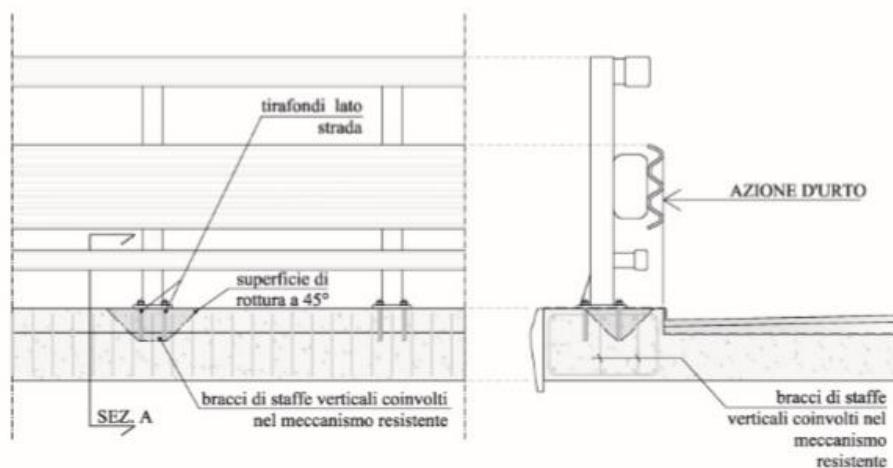
- 1 – equilibrare l'azione orizzontale dovuta all'urto del veicolo in svio;
- 2 – equilibrare la trazione dei tirafondi post installati della barriera nel meccanismo di pull out

Per il punto 1 il cono di rottura che determina il numero di staffe resistenti si determina secondo quanto riportato nella figura che segue, ipotizzando una diffusione di 45° della sollecitazione agente, a partire dalla posizione dei tirafondi tesi.



Riguardo al punto 2, il cono di rottura che determina il numero di staffe e quindi bracci verticali resistenti si calcola secondo quanto riportato in figura, ipotizzando una diffusione a 45° a partire dall'interasse dei tirafondi tesi.

La trazione agente nei tirafondi della barriera è equilibrata dai bracci verticali di staffe.



6. TABULATI DI CALCOLO

Durante i calcoli si andrà ad utilizzare un terreno da rila

evato, cautelativamente avente un angolo di attrito di 35° e un peso di 19 KN/m, la cui pendenza ai lati della carreggiata assumerà un ordinario 45° e su cui quindi poserà il cordolo di fondazione.

DATI:

Estensione della sottofondazione carreggiata oltre il filo interno del cordolo = $B_{sol} = 5.95$ m

Altezza cordolo di fondazione $H_{cor} = 0.45$ m

Larghezza cordolo di fondazione $L_{cord} = 0.75$ m

Larghezza totale dell'intervento $L_{tot} = 6.70$ m

Spessore pavimentazione $H_{pav} = 0.22$ m

Larghezza della pavimentazione stradale $L_{pav} = 5.95$ m

Spessore di calcestruzzo non armato H_{cls} calcolo = 0.15 m

Spessore effettivo di cls non armato = 0.20 m

CARATTERISTICHE TERRENO			
tipo di terreno di fondazione		rilevato	
angolo di attrito	ϕ	= 35 gradi	
angolo di attrito ridotto	$\phi_{rid} (2/3\phi)$	= 23 gradi	tra fondazione in cls e terreno
pendenza terreno per scavo di cantiere	S_{scavo}	= 45 gradi	1 su 1
MATERIALI			
calcestruzzo getti in c.a. (soletta e cordolo)		C32/40	
classe di esposizione		XC4 XD1	
tensione caratteristica di rottura	f_{ck}	= 32	N/mm ²
calcestruzzo getto di base		C20/25	cls strutturale non armato
classe di esposizione		XC2	
acciaio per c.a.		B450C	
tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	= 450	N/mm ²
modulo elastico acciaio	E_y	= 200000	N/mm ²
peso specifico c.a.	γ_{cls}	= 25,00	kN/m ³
peso specifico magrone-cls strutturale non armato C16/20	γ_{cls}	= 24,00	kN/m ³
peso specifico pavimentazione	γ_{pav}	= 24,00	kN/m ³
peso specifico terreno rilevato	γ_{ri}	= 19,00	kN/m ³

CA352

Relazione di calcolo

ARMATURA SOLETTA E CORDOLO

copriferro armatura superiore soletta c_{copr} = 0,040 m
angolo di diffusione nel calcestruzzo α_{diff} = 45 gradi

armatura longitudinale

diametro barra tipo 1 $\varnothing_{arm,1}$ = 14 mm
passo delle barre sup. in soletta $P_{arm,sup1}$ = 10 cm
diametro barra tipo 2 $\varnothing_{arm,2}$ = 0 mm
passo delle barre sup. in soletta $P_{arm,sup2}$ = 0 cm

staffe

diametro staffa tipo 1 $\varnothing_{arm,1}$ = 12 mm
passo delle staffe nel cordolo $P_{st,cond}$ = 10 cm
numero braccia per staffa $n_{br,1st}$ = 2
numero braccia resistenti alla trazione $n_{br,1tr}$ = 2

AZIONI

numero vettori n_{vett} = 4
forza vettore laterale 1 $F_{00,13}$ = 50,00 kN
forza vettore centrale 2 $F_{00,02}$ = 100,00 kN
forza vettore centrale 3 $F_{00,03}$ = 100,00 kN
forza vettore laterale 4 $F_{00,14}$ = 50,00 kN
distanza di applicazione dal piano viabile h_{app} = 1,00 m
tipo di azione **ECCEZIONALE**

COMBINAZIONI

TRASLAZIONE DEL BANCHETTONE

C_{TRASL} -> A1 - M1 - R3
-> A1
-> M1
-> R3

coefficiente parziale per la tang. dell'angolo di resist. a taglio γ_{ϕ} = 1,00
coefficiente parziale per la verifica a scorrimento γ_{δ} = 1,10
coefficiente di attrito fondazione in ds-terreno μ = 0,43
coefficiente di attrito soletta in c.a.-fondazione in ds $\mu_{c.a.}$ = 0,60
fattore di adesione c = 0,35

EC2 punto 6.2.5

RIBALTAMENTO

$C_{RIBALTAM}$ -> EQU

coefficiente parziale azioni permanenti γ_{ϕ} = 0,90
coefficiente parziale azioni permanenti non strutturali γ_{δ} = 0,90

VERIFICA STRUTTURALE

C_{STRUTT} -> A1
 γ_{PERM} = 1,00
 γ_{NISTR} = 1,00
 γ_{INTO} = 1,00
 γ_c = 1,00
 γ_s = 1,00

DIV2005 - PAR.4.1.4

Ma considerando unicamente il ribaltamento si ottiene quanto di seguito riportato:

RIBALTAMENTO			
azione agente di calcolo	M_d	=	516,00 kN
contributo struttura in c.a.	$M_{L,C.A.}$	=	260,26 kN/m
peso soletta	$M_{L,sof}$	=	258,45 kN/m
peso cordolo	$M_{L,cond}$	=	1,80 kN/m
contributo pavimentazione	$M_{d,PAV}$	=	109,17 kN/m
momento totale a metro lineare	M_{TOT}	=	332,49 kN/m
lunghezza fissata tratto di soletta	l_{sof}	=	8,54 m
azione resistente di calcolo	M_R	=	2839,43 kN
coefficiente di sicurezza al ribaltamento	C_R	=	5,50

CA352

Relazione di calcolo

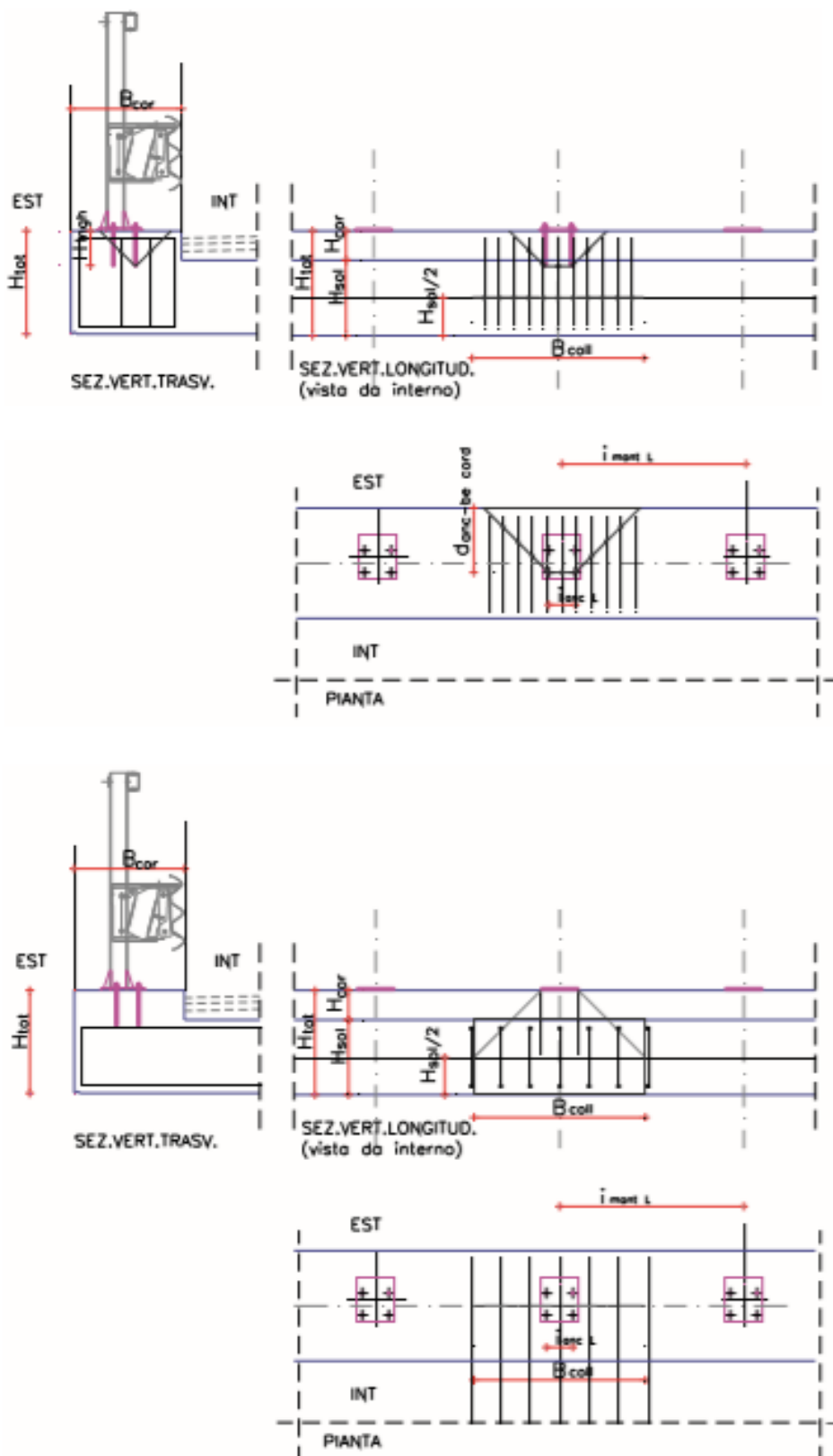
Per quanto riguarda le verifiche locali si ottiene:

STRUTTURALI			
ARMATURA LONGITUDINALE (IN SOLETTA)			
momento agente sulla sezione S1	M_{s2}	= 147 kNm/m	positivo se antiorario
sforzo normale agente sulla sezione S1	N_{s2}	= -100 kN/m	negativo se di trazione
larghezza collaborante di soletta	B_{coll}	= 1250,00 mm	se la larghezza collaborante risulta superiore all'interasse dei montanti, allora si considera pari all'interasse dei montanti stessi
numero delle barre che equilibrano la trazione	$n_{s1,se}$	= 13	
armatura longitudinale			
larghezza della sezione rettangolare:	B	= 1250 mm	
altezza della sezione rettangolare:	H	= 500 mm	
diametro barre tipo 1 (compresse)	$\varnothing_{arm,1}$	= 0 mm	
numero barra tipo 1 (compresse)	$n_{arm,1}$	= 0	
copriferro armatura compressa	c	= 40 mm	
numero barra tipo 2 (tesa)	$\varnothing_{arm,2}$	= 14 mm	
area barre tipo 2 (tesa)	$n_{arm,2}$	= 13	
copriferro armatura tesa	c	= 40 mm	
Resist. a compressione del calcestruzzo:	f_{yk}	= 32 N/mm ²	
Tensione di snervamento dell'acciaio:	f_{yk}	= 450 N/mm ²	
Modulo elastico dell'acciaio:	E	= 200000 N/mm ²	
resistenza di calcolo	M_{s2}	= 307 kN	
coefficiente di sicurezza	M_{s2}/M_{s2}	= 2,088174 >1 ok	
VERIFICA STAFFE			
verifica staffe (braccia orizzontali)			
azione di taglio agente in soletta	T_{s2}	= 100 kN	
larghezza minima superficie di rottura	B_{min}	= 0,18 m	
larghezza massima superficie di rottura	B_{max}	= 1,15 m	
numero staffe nel cordolo	$n_{st,ord}$	= 12	
area staffe	$A_{st,ord}$	= 1300,62 mm ²	
resistenza di calcolo	T_R	= 383 kN	
coefficiente di sicurezza	T_R/T_{s2}	= 3,832787 >1 ok	
verifica staffe (pull-out, braccia verticali)			
braccio delle forze interne	$i_{int,1}$	= 0,22 m	
distanza forze applicata-piastre di ancoraggio	$p_{st,ord}$	= 0,95 m	
trazione nei tirafondi della barriera	T_0	= 432 kN	
larghezza di diffusione-sup di rottura	B_{diff}	= 0,68 m	
passo delle staffe nel cordolo	$p_{st,ord}$	= 10 cm	
numero staffe nel cono di rottura	$n_{st,ord}$	= 6,8	
numero braccia complessivo	$n_{b,tot}$	= 13,6	
area barre tipo 1	$A_{st,ord}$	= 1338,12 mm ²	
resistenza di calcolo	T_R	= 692 kN	
coefficiente di sicurezza	T_R/T_0	= 1,602887 >1 ok	

Di cui schematicamente in seguito un'elaborazione grafica.

CA352

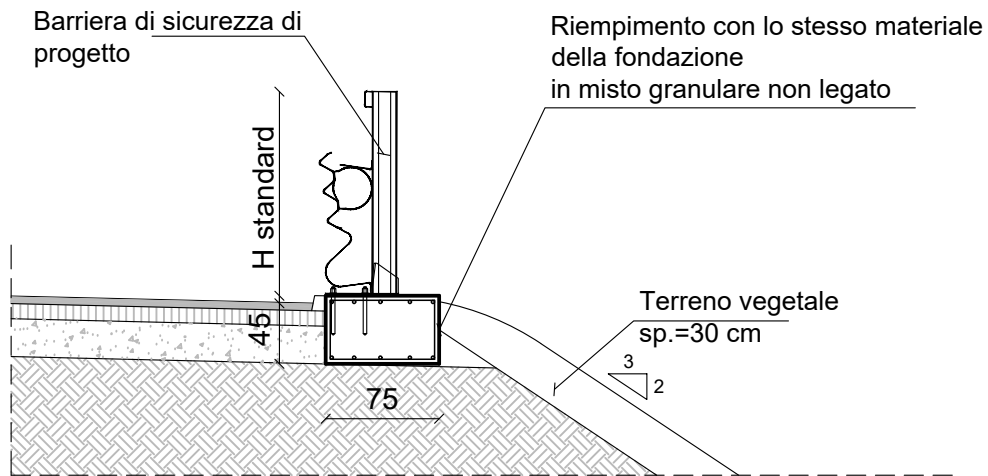
Relazione di calcolo



Si rimanda agli allegati esecutivi per maggiori dettagli.

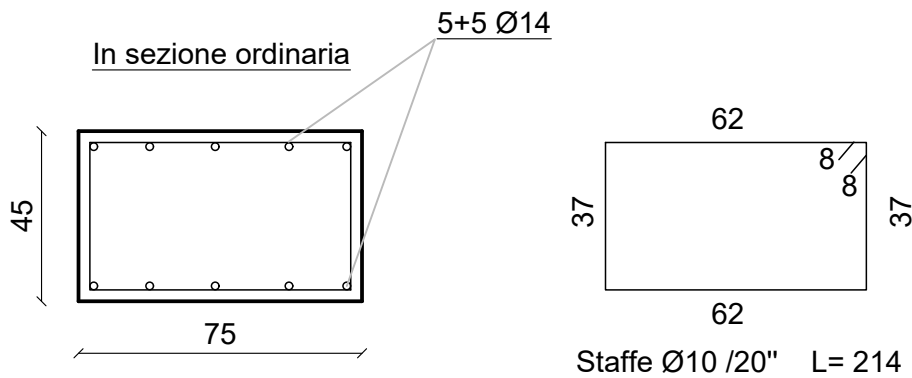
Sezione tipo

Scala 1:50

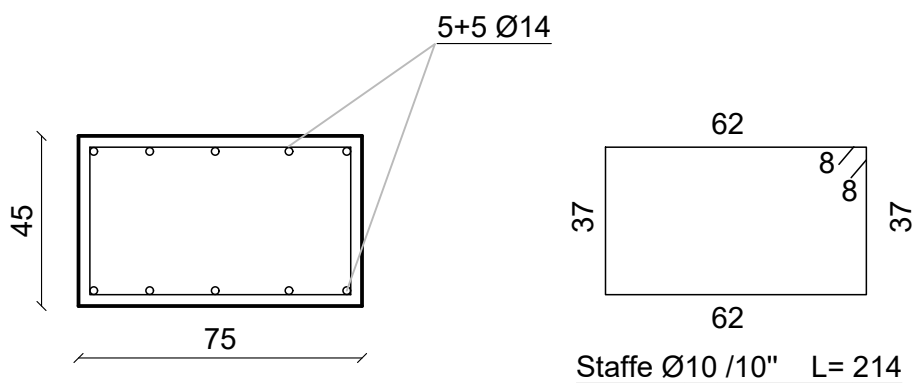


Sezioni in cemento armato

Scala 1:20



Lungo lo sviluppo del cordolo si posizionano le staffe con passo costante



Nei 60 cm in prossimità dei tirafondi le staffe vengono infitte