



AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

**INTERVENTO DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO FRANA DELLA S.P.13 MORRONESE TRA LA
PROGRESSIVA KILOMETRICA 0+400 E LA PROGRESSIVA KILOMETRICA 3+000 IN
DIREZIONE PACENTRO (AQ) MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI BARRIERE PARAMASSI**

LIVELLO PROGETTUALE

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

ELABORATO / SCALA

RELAZIONE SPECIALISTICA SULLE BARRIERE PARAMASSI
E STRADALI DI BORDO SULLA STRADA SP13

07_EG

COMMITTENTE

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA
Viabilità

RUP

Ing. Monica Cirasa

TIMBRO E FIRMA

PROGETTISTA

Ing. Andrea Bagagli

CODICE PROGETTO
14_09

DATA
Dicembre 2018

REVISIONE
1.0

REDATTO

APPROVATO



Bagagli Ingegneria

Via Terra Vergine n°15 65129 Pescara
Fisso : 085.9431183 Mobile: 327.1439947
e-mail : bagagli.ingegneria@gmail.com

SOMMARIO

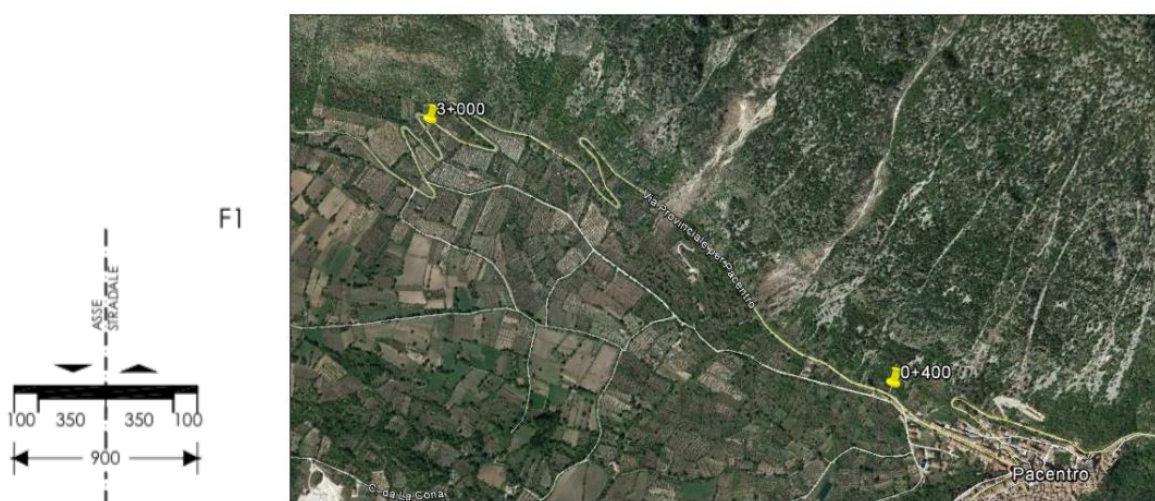
PREMESSA

PREMESSA.....	1
1.PREMESSA.....	2
2. SICUREZZA STRADALE E CAMPO DI APPLICAZIONE DEL D.M. 223/1992 E S.M.I.....	4
2.1. DISPOSITIVI DI RITENUTA IMPIEGABILI.....	8
3. ELABORATI COSTITUENTI IL PROGETTO ESECUTIVO DELLE BARRIERE DI SICUREZZA.....	9
4. CRITERI DI SCELTA DELLE TIPOLOGIE DI CLASSI DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA	9
5. DEFINIZIONE DELLE TIPOLOGIE E CLASSI DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA	15
5.1. ANALISI DI FLUSSO	15
5.2. ASSE PRINCIPALE	15
6. MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DA BORDO LATERALE E DA OPERA D'ARTE	18
6.1. RICHIAMI NORMATIVI	18
6.2. MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DA BORDO LATERALE	19
6.3. TRANSIZIONI.....	19
6.4. MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DA BORDO LATERALE IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI SINGOLARI	20
7. TERMINALI.....	21

1.PREMESSA

L'intervento infrastrutturale in progetto riguarda la SP13 Morronese in località Pacentro(AQ) nel tratto posto subito a ridosso dell'abitato sulla strada provinciale di proprietà del demanio affidata in gestione alla Provincia di appartenenza dell'Aquila.

L'asse principale è caratterizzato da una sezione stradale pressochè di tipo F1 secondo DM 6792 del 5.11.2001. costituita da due corsie,una per senso di marcia di larghezza 3,50 metri e banchine di dimensioni inferiori ad 1 ml.



Vista satellitare dell'area di interesse in località Pacentro tratta da Google Earth

L'opera principale da appaltare consiste nella realizzazione di barriere paramassi necessarie per gli interventi di mitigazione del rischio frana da crollo per il **tratto stradale della SP 13 Morronese** compreso tra la progressiva chilometrica 0 + 400 e la progressiva chilometrica 3 + 000 in direzione Pacentro (AQ).

Oltre alla posa in opera di nuove barriere paramassi su due dei canaloni delle balze del Morrone, l'intervento prevede il parziale ripristino e la integrazione funzionale delle barriere paramassi di protezione danneggiate da una slavina nel marzo 2015.

La strada attualmente è chiusa al traffico con tratti di carreggiata di circa 110 ml cadauno ricoperti da materiale di frana..

La presente relazione, attiene la protezione della sola carreggiata e viene redatta conformemente a quanto richiesto dall'art.2 del Decreto 18 febbraio 1992 n.223; essa fornisce le indicazioni per l'installazione delle barriere di sicurezza metalliche lungo il bordo laterale di valle della arteria, punto del tracciato che necessita di una specifica protezione per la presenza di un orlo di scarpata e che , come detto. per essere stato invaso da materiale detritico

disgregatosi dalla pendice di monte, ha reso inutilizzabile la barriera di sicurezza esistente che va rimossa e sostituita.



Condizioni di un tratto di banchina della SP13 con la barriera di sicurezza bordo strada di valle inutilizzabile e da sostituire

2. SICUREZZA STRADALE E CAMPO DI APPLICAZIONE DEL D.M. 223/1992 E S.M.I.

Le problematiche relative alla sicurezza dei trasporti sono molteplici e, per la loro risoluzione, è richiesto, come noto, anche il supporto di modelli di simulazione in grado di sintetizzare in schemi logici tutti quei parametri deducibili da un'attenta analisi della realtà.

E' universalmente riconosciuto che il livello di pericolosità delle strade è condizionato dall'interazione di quattro fattori:

- *uomo,*
- *veicolo,*
- *strada,*
- *ambiente.*

Un aspetto che merita particolare attenzione è quello legato agli interventi di sicurezza passiva, ovvero quelli preposti alla riduzione delle conseguenze (a persone ed oggetti) degli urti. In questo contesto, gli elementi dell'arredo stradale che devono garantire un adeguato livello di sicurezza sono le barriere di sicurezza.

Viceversa l'altro fronte è costituito dall'insieme di tutti gli elementi presenti su un veicolo che cercano di correggere l'errore dell'uomo evitando così il verificarsi di un incidente e che sono riassumibili nei dispositivi contrassegnati dai seguenti acronimi: ABS, ASR/TSC, ESP o ESC, DCAS.

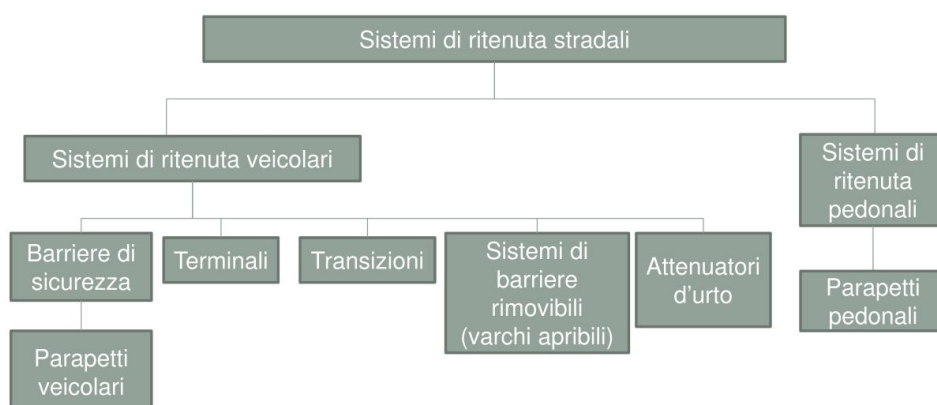
- **ABS:** (Antiblockiersystem) è un sistema di sicurezza che evita il bloccaggio delle ruote dei veicoli garantendone la guidabilità durante le frenate;
- **ASR/TSC:** (Anti-Slip o Anti-Spin Regulation, ASR; traction control System, TCS), è il sistema di controllo della trazione chiamato anche antislittamento o antipattinamento, che impedisce il pattinamento delle ruote motrici di un veicolo.
- **ESP o ESC:** (Electronic Stability Control, Elektronisches Stabilitätsprogramm) è un sistema per il controllo della stabilità dell'automobile, che agisce in fase di sbandata, regolando la potenza del motore e frenando le singole ruote con differente intensità in modo tale da ristabilizzare l'assetto della vettura
- **DCAS:** (Distance Control Assist System) questo sistema permette di controllare la distanza con il veicolo che ci sta davanti ed eventualmente intervenire sollevando l'acceleratore.

Secondo la definizione del codice :«*Le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta 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. Essi devono quindi essere idonei ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri»

Ciò posto le caratteristiche dei sistemi di ritenuta stradali possono sostanzialmente ricondursi ai seguenti punti principali:

- **IMPEDIRE** l'uscita del veicolo fuori controllo dalla carreggiata e/o l'ingresso in zone pericolose;
- **INDURRE NEL VEICOLO** le minime decelerazioni
- **REDIRIGERE** il veicolo con basso angolo di riflessione;
- **AVERE UNA DEFORMAZIONE** massima definita;
- **AVERE CARATTERISTICHE COSTANTI** per tutta la loro lunghezza.



Schematizzazione dei dispositivi di sicurezza secondo la UNI-EN 1317-1

Per quanto attiene poi le zone da proteggere di cui bisogna tener conto nell'ambito della sistemazione dei dispositivi di ritenuta, esse devono riguardare almeno:

- i margini di tutte le opere d'arte (ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata)
- 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.

- gli ostacoli fissi (pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, manufatti, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc., che in caso di fuoriuscita o un urto dei veicoli potrebbero subire danni comportando quindi pericolo anche per i non utenti della strada).

Va comunque considerato che la Normativa che regola i criteri di omologazione dei dispositivi di ritenuta stradali, basandosi su prove standardizzate, lascia fuori gran parte delle questioni derivanti dalla variabilità della sfera del reale.

In particolare, recentemente si va diffondendo anche un altro tipo di sforzo inerente la sicurezza stradale. Taluni autori si sono infatti concentrati sulla deduzione di formulazioni che mettessero in conto anche le implicazioni sulla traumatologia da incidenti, derivanti da studi affrontati con il rigore della scienza medica da Istituti di ricerca nazionali e internazionali.

L'urto di un'automobile contro un ostacolo è un evento estremamente celere: l'urto frontale contro una barriera, dal primo contatto fino al massimo schiacciamento, dura approssimativamente un **decimo di secondo**. La variazione di velocità degli occupanti del veicolo sul tempo, durante la fase di collisione di un veicolo, definisce l'accelerazione $A(t)$ in un dato momento.

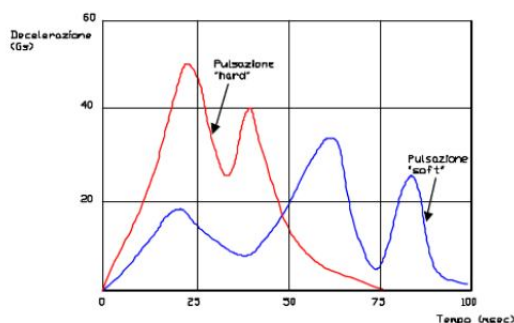


Figura 1: confronto tra le pulsazioni "hard" e "soft" (Velocità d'urto = 50 Km/h)

La figura 1. mostra gli esempi di pulsazioni, in caso di urti frontali contro una barriera alla velocità di 50 Km/h. Si nota come la decelerazione non rimane costante nel tempo, ma, nella realtà, evidenzia dei picchi e delle valli che riflettono la rigidità di una particolare sezione del corpo del veicolo, che si deforma nel tempo. Il veicolo con una pulsazione d'urto "hard" ha un'elevata decelerazione iniziale. Per il veicolo con pulsazione d'urto "soft", le decelerazioni di punta sono più basse e distribuite su un maggiore intervallo temporale. Dall'analisi di tali curve si capisce come sia importante determinare come tali decelerazioni subite dall'uomo si trasformino in danni. Dal

confronto tra i livelli dell'accelerazione e i limiti imposti dalla letteratura si evince come ***molti urti potrebbero garantire la sopravvivenza se gli occupanti subissero le stesse pulsazioni del veicolo.***

Sfortunatamente, è impossibile raggiungere tali obiettivi per un occupante sprovvisto di dispositivi di protezione e molto difficile per un occupante dotato di tutti i sistemi di sicurezza (cinture di sicurezza, air bag).

Esiste una relazione generale tra la variazione di velocità del veicolo (V) durante l'urto e la severità dei danni. Gli incidenti mortali possono verificarsi anche per bassi valori di V, ad esempio circa il 50% avviene per valori di V pari a 50 Km/h. Per V di 80 Km/h, un urto è virtualmente "non soppravvivibile".

Ciò è dovuto al fatto che le attuali accelerazioni che incombono sugli occupanti sono più alte di quelle delle pulsazioni d'urto del veicolo.

Di tanto tiene conto per quanto possibile lo sviluppo continuo della normativa in materia costituita dai seguenti capisaldi:

PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- **Decreto Min. Infrastrutture 17 Gennaio 2018** "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni";
- **Circolare Esplicativa n° 617 del 02/02/2009** ;
- **Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 giugno 2004 n. 2367** "Aggiornamento alle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale".
- **Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 18 febbraio 1992, n. 223** (G.U. n. 63 del 16/03/1992) "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".
- **D.Lg.vo n. 285/1992 e s.m.i.** "Nuovo codice della strada"
- **D.P.R. n. 495/1992 e s.m.i.** "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada"
- **Circolare del Ministero dei Trasporti n. 104862 del 15/11/2007** "Scadenza della validità delle omologazioni delle barriere

Il campo di applicazione della normativa in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali è definito dall'art. 2 comma 1 del D.M. 223/1992 e riguarda i progetti esecutivi relativi alle strade ad uso pubblico extraurbane ed urbane che hanno velocità di progetto maggiore o uguale a 70 km/h. Sono espressamente escluse dal campo di applicazione della norma in argomento le progettazioni inerenti le strade extraurbane ed urbane con velocità di progetto inferiore a 70 km/h.

La velocità del presente arco stradale ove deve essere installata la barriera di sicurezza. della lunghezza di circa 50 metri, è stata determinata in relazione alla classe funzionale, riportata all'art. 2 comma 2 del D.Lgs. 285/1992

“Nuovo Codice della Strada” ed alle sue caratteristiche planimetriche (raggio di curvatura), indipendentemente dalla eventuale imposizione di un limite di velocità sul tratto stradale oggetto di intervento.

Nel caso di interventi da realizzare su strade esistenti, come quello di cui trattasi sulla SP13, la velocità di progetto è stata calcolata per assimilazione, sulla base di quanto previsto dal D.M. 5.11.2001 ***“Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”*** e ***s.m.i.*** per la medesima classe funzionale e raggio planimetrico della tratta.

Per la parte attinente l'impiego dei dispositivi di ritenuta, sono stati adottati i criteri dettati dalle istruzioni tecniche allegate al **D.M. 21.6.2004** che sostituiscono e aggiornano tutte le istruzioni tecniche precedenti.

2.1. DISPOSITIVI DI RITENUTA IMPIEGABILI

Secondo quanto previsto dal quadro normativo i dispositivi di ritenuta che possono essere impiegati nel presente progetto sono:

- Le barriere di sicurezza dotati di marcatura CE ai sensi della norma EN 1317-5;
- I terminali speciali testati:
 - a) omologati ai sensi del Decreto Ministeriale 21.6.2004;
 - b) non omologati ma rispondenti alle norma UNI ENV 1317-4. In questo caso l'impiego è subordinato alla verifica di rispondenza alla norma UNI ENV 1317-4 che gli enti appaltanti devono eseguire richiedendo preventivamente i rapporti di *'crash test'* al riguardo necessari, rilasciati da campi prova certificati secondo le norme ISO EN 17025.

In particolare, i dispositivi che risultano sprovvisti di marcatura CE, potevano essere utilizzati entro i dodici mesi dall'entrata in vigore del D.M. 28.6.2011, purché immessi sul mercato entro il 31 dicembre 2010, ovvero installati prima di tale termine, nel caso in cui il fabbricante o produttore coincidesse con la stazione appaltante, rientranti in una delle due seguenti casistiche:

- a) dispositivi di ritenuta stradale omologati fino al 31 dicembre 2010, ai sensi del D.M. 21.6.2004;
- b) i dispositivi di ritenuta stradale sottoposti con esito positivo alle prove d'urto prescritte dalla norme EN 1317, i cui rapporti di prova siano stati verificati, ai sensi del D.M. 21 giugno 2004 e del relativo allegato tecnico, da parte della stazione appaltante.

In considerazione di quanto appena esposto, per la redazione del presente progetto è stato fatto riferimento alle sole barriere di sicurezza dotate di marcatura CE.

3. ELABORATI COSTITUENTI IL PROGETTO ESECUTIVO DELLE BARRIERE DI SICUREZZA

Il progetto prevede, con la presente relazione, gli schemi grafici che completano la progettazione sull'utilizzo delle barriere di sicurezza. In particolare, sono previsti alcuni particolari costruttivi e tracce di installazione.

Dall'esame diretto dei luoghi ed attraverso la presente descrizione è possibile riscontrare i seguenti elementi di dettaglio:

- indicazione di inizio e fine di ogni elemento omogeneo di barriera con indicazione della tipologia e della classe;
- ubicazione delle transizioni;
- ubicazione dei terminali di avvio impianto;
- individuazione, laddove esistenti degli eventuali schemi associati a risoluzioni di tipo particolare (ad esempio ponti, tombini idraulici, punti singolari etc).

4. CRITERI DI SCELTA DELLE TIPOLOGIE DI CLASSI DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA

Conformemente a quanto contenuto nel DM 2367 del 21.06.2004, indicazioni riprese nella Circolare esplicativa prot. 62032 in merito a *"L'uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione, impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni"* tra i seguenti elementi del margine stradale:

- a) 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 sul piano di campagna;
- **b) il margine 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 le cui scarpate abbiano pendenza maggiore o uguale a 2/3;**
- c) gli ostacoli fissi che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto.

vengono protetti, come già espresso in precedenza, solo quelli che, essendo stati danneggiati dalla frana, sono risultati oggetto di intervento nel presente progetto e che risultano presenti nel tratto in questione ovvero quelli individuati dalla declaratoria di cui sopra sotto la lettera b) .

Se la configurazione della sezione stradale lo consente, per altri tratti della SP 13, contigui a quelli in argomento, si potrà prevedere da parte dell'Amm.ne Prov.le de l'Aquila un'apposita fascia denominata "clear zone" in cui sia possibile mantenere il bordo laterale privo di barriere di sicurezza, in accordo con quanto riportato nel documento

“Linee guida per la progettazione delle barriere di sicurezza delle viabilità secondarie interferite, di collegamento e di adduzione”.

La scelta della categoria minima dei dispositivi di sicurezza installati lungo la viabilità di progetto è stata effettuata secondo quanto prescritto dal DM 2367, a seconda della destinazione e ubicazione, della categoria e dell'andamento piano altimetrico dell'infrastruttura stradale ed infine considerando le caratteristiche e la composizione delle correnti veicolari che la percorrevano e la percorreranno tanto in termini quantitativi, riferendosi al **Traffico Giornaliero Medio (TGM)** previsto, quanto qualitativi in termini di categorie veicolari e quantità di veicoli pesanti che la interessano.

Pertanto nella definizione del grado di contenimento delle barriere si è fatto riferimento alle seguenti tabelle, contenute nel citato DM 2367, dove la prima definisce il livello di traffico in relazione al TGM e alla percentuale di veicoli pesanti, mentre la seconda definisce il grado di contenimento minimo delle barriere a seconda dell'elemento da proteggere a partire dal tipo di strada e dal livello di traffico atteso.

Livello di Traffico	TGM	% Veicoli con massa > 3.5 t
I	≤ 1000	qualunque
	> 1000	≤ 5
II	> 1000	5 – 15
III	> 1000	> 15

Classificazione dei Livelli di Traffico per la scelta tipologica

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte
Strade extraurbane secondarie (C)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

Classificazione progettuale dei dispositivi di sicurezza longitudinali

Le strade extraurbane principali si distinguono da quelle secondarie per la grandezza. Sebbene in entrambi i casi ci si possa trovare su strade statali, regionali o provinciali, la prima differenza da notare è quella strutturale. Le strade extraurbane principali, infatti, sono dotate di carreggiate indipendenti, ognuna delle quali ha due corsie per senso di marcia. Solitamente le carreggiate sono separate da uno spartitraffico. I limiti su questo tipo di strada

extraurbana sono di 110 km/h e non vi possono transitare motocicli di cilindrata inferiore ai 150 cc, pedoni e biciclette.

A differenza delle principali, le strade extraurbane secondarie hanno una singola carreggiata a doppio senso di marcia. Su questa tipologia di strade si possono trovare passaggi a livello e intersezioni laterali. Il limite di velocità per queste strade è fissato a 90 km/h e sono abilitati al transito tutte le tipologie di veicolo, comprese le biciclette e, salvo alcuni casi specifici, anche il transito pedonale può essere ammesso.

Come **strada locale di tipo F**, si annovera la strada urbana od extraurbana opportunamente sistemata ai fini della circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali secondo il comma 1 del D.M. 5.11.2001 non facente parte degli altri tipi di strade.

In questa ultima tipologia rientra la strada in argomento classificabile come sezione stradale extraurbana di tipo F1 con carreggiata a doppio senso di circolazione di larghezza paria 3,5 ml.

Si richiama l'attenzione sul fatto che per scegliere il tipo di barriera stradale occorre fare riferimento alla sua destinazione.

In particolare ,per quello che qui interessa, la destinazione "Barriere bordo ponte" si riferisce solo ad "opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale", indipendentemente dalla loro altezza sul piano campagna.

il D.M. n°2367 del 21.06.2004, ultimo aggiornamento del D.M. n°223 del 18.02.1992, individua, all'art. n°3 delle *"Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali"*, i punti in cui devono essere impiantati gli opportuni sicurvia. In quest'ultimo caso la norma è ancora più restrittiva rispetto all'originaria indicazione fornita nel D.M. n°223 del 18.02.1992.

Nella norma si legge infatti:

"Le zone da proteggere per le finalità di cui all'art.2, definite, come previsto dal D.M. 18 febbraio 1992, n.223, e successivi aggiornamenti e modifiche, dal progettista della sistemazione dei dispositivi di ritenuta, 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 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi di materiale pericoloso o simili)".

I muri di sostegno, che sono evidentemente opere di luce nulla, sono pertanto da equiparare anch'essi al bordo laterale, indipendentemente dall'altezza sul piano campagna e dalla loro estensione. In ogni caso i muri e le opere d'arte, indipendentemente dalla loro luce e dalla loro altezza sul piano campagna, devono essere sempre protetti con barriere di classe non inferiore ad H2.

Al fine di consentire un corretto funzionamento delle barriere, il D.M. 21.6.2004 prevede che si estenda la protezione con una barriera della medesima classe per uno sviluppo sufficiente a garantire che la barriera funzioni opportunamente nel punto di inizio e di fine del tratto da proteggere.

A monte e a valle dei tratti che necessitano di protezione deve essere pertanto previsto un tratto di barriera denominato "ala prima" e "ala dopo" in modo da assicurare che le condizioni di funzionamento siano soddisfacenti in tutto il tratto di interesse. Il D.M. 21.6.2004 prevede che "Le protezioni dovranno in ogni caso essere effettuate per una estensione almeno pari a quella indicata nel certificato di omologazione, ponendone circa due terzi prima dell'ostacolo (.omissis)".

Nel presente progetto, trattandosi di strada a doppio senso di circolazione, dove non è possibile individuare il tratto "prima dell'ostacolo", le medesime protezioni andranno realizzate da entrambi i lati dell'ostacolo, fermo restando il vincolo dell'estensione minima di barriera da installare e quindi sull'intero tratto della strada prospiciente il versante franato il cui materiale ha invaso ed oltrepassato la carreggiata e la barriera di sicurezza esistente .

Nel caso di "dispositivi misti" secondo il D.M. 21.6.2004 (barriera bordo ponte accoppiata a barriera bordo laterale), la lunghezza di funzionamento (Lf) della barriera installata sarà uguale alla maggiore tra quelle prescritte nelle omologazioni dei due tipi di dispositivo da impiegare.

Una transizione potrà essere considerata strutturalmente continua laddove il sistema realizzato dall'accoppiamento dei due dispositivi (bordo opera e bordo laterale o spartitraffico) preveda:

- l'utilizzo di barriere dello stesso materiale;
- la continuità degli elementi longitudinali resistenti che devono avere, in generale, lo stesso profilo.

Tale requisito è inderogabile per la lama principale. Per gli altri elementi longitudinali, purché tutti strutturalmente "resistenti", potranno essere adottati pezzi speciali di raccordo.

Si considerano elementi longitudinali "resistenti" la lama principale a tripla onda, l'eventuale lama secondaria sottostante o soprastante la lama principale, ed i profilati aventi funzione strutturale. Non sono considerati elementi strutturali "resistenti" i correnti superiori arretrati rispetto al fronte della barriera e con esclusiva funzione di antiribaltamento ed i correnti inferiori pararuota.

La continuità degli elementi longitudinali delle 2 barriere può essere garantita anche se questi sono installati ad altezze leggermente diverse (max 20 cm). In questo caso dovranno essere utilizzati elementi di raccordo inclinati sul piano verticale di non più di 4.6° e sul piano orizzontale di non più di 5°.

Il DM 2367 classifica le barriere oltre che per la classe di contenimento anche per quanto attiene alla severità dell'urto che viene determinato in base ai valori assunti dagli indici: **A.S.I (indice di severità dell'accelerazione)**, **T.H.I.V. (indice di velocità della testa teorica)** e **P.H.D (indice di decelerazione della testa dopo l'impatto)**; tali indici risultano definiti nella norma UNI EN 1317 parti 1 e 2.

In base agli indici sopra citati la norma UNI EN 1317-2 individua due classi di severità riassunte nella tabella seguente.

ASI - INDICE DI SEVERITA' DELL'ACCELERAZIONE
(Acceleration Severity Index)

È un indice che fornisce una valutazione sulle accelerazioni a cui sono soggetti gli occupanti di un veicolo.
È dato dalla seguente espressione:

$$ASI = \sqrt{\left(\frac{X}{X_0}\right)^2 + \left(\frac{Y}{Y_0}\right)^2 + \left(\frac{Z}{Z_0}\right)^2}$$

In cui:

X, Y e Z = tre componenti dell'accelerazione applicata al baricentro del veicolo, misurata durante l'urto;

X0, Y0 e Z0 = valori limite delle componenti dell'accelerazione secondo le norme:

$$X_0 = 12g$$

$$Y_0 = 9g$$

$$Z_0 = 10g$$

Livello di severità dell'urto	Valori degli indici		
A	ASI ≤ 1.0	THIV ≤ 33 km/h	PHD $\leq 20g$
B	ASI ≤ 1.4		

Classificazione delle barriere in termini di severità degli urti

Sempre la norma UNI EN 1317-2 puntualizza:

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

I valori degli indici registrati nella prova della barriera di sicurezza, tuttavia, devono essere citati nel **"resoconto di prova"**.

Riguardo alla deformabilità si è fatto riferimento ai due seguenti parametri che vengono determinati dalle prove di crash-test:

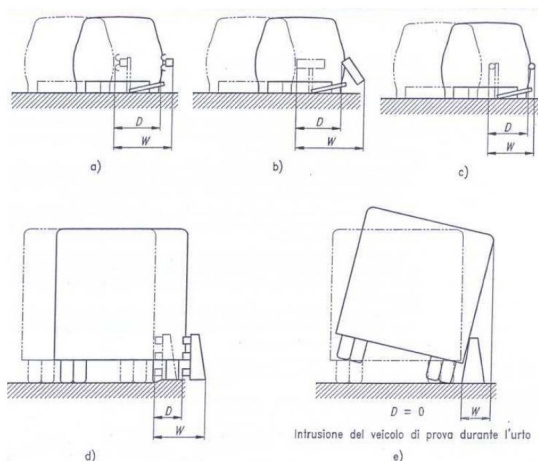


Figura 4.1: Deflessione dinamica (D) e Larghezza operativa (W)

- La **deflessione dinamica (D)** che è il massimo spostamento dinamico trasversale del frontale del sistema di contenimento; ovvero è lo spostamento dinamico laterale massimo del lato della barriera rivolto verso il traffico;
- La **larghezza operativa (W)** ovvero la distanza tra la posizione iniziale del frontale del sistema stradale di contenimento e la massima posizione dinamica laterale di qualsiasi componente principale del sistema. La

larghezza operativa (W) è in sostanza la distanza tra il lato rivolto verso il traffico prima dell'urto e la massima posizione laterale dinamica della barriera stessa. Per le barriere strette, è possibile prendere come D il valore di W.

Nella tabella seguente si riporta la classificazione delle barriere di sicurezza in base alla classe di larghezza operativa (W) a cui appartengono

Classe di appartenenza	W [m]
W1	$W \leq 0,6$
W2	$W \leq 0,8$
W3	$W \leq 1,0$
W4	$W \leq 1,3$

Classe di appartenenza	W [m]
W5	$W \leq 1,7$
W6	$W \leq 2,1$
W7	$W \leq 2,5$
W8	$W \leq 3,5$

Classificazione delle barriere in funzione della larghezza operativa (W)

Ai fini della limitazione degli effetti dell'urto per gli occupanti dei veicoli leggeri, si sono previste barriere con un indice ASI minore o uguale a 1,0, ad eccezione dei tratti ritenuti particolarmente pericolosi (opere d'arte), in cui il contenimento del veicolo in svio diviene un fattore essenziale ai fini della sicurezza, dove saranno utilizzate barriere con un indice ASI fino ad 1,4..

5. DEFINIZIONE DELLE TIPOLOGIE E CLASSI DEI DISPOSITIVI DI RITENUTA

Nel presente capitolo si illustra la scelta della tipologia e classe di barriere, a partire dai criteri esposti nella sezione precedente.

5.1. ANALISI DI FLUSSO

Per l'infrastruttura in progetto è stato assunto il tipo di traffico **II** come definito dal D.M. 2367 del 21/06/2004 considerando il **TGM bidirezionale** e la percentuale di veicoli pesanti stimati in fase di progettazione. In particolare, nella tabella seguente vengono riassunte le indagini di traffico che saranno utilizzate per la scelta dei dispositivi di ritenuta da utilizzare nel presente progetto.

Tipo di strada	TGM	% Veicoli con massa > 3.5 t	Livello di traffico
Strade locali extraurbane	>1000	5-15%	II

Livello di traffico

5.2. ASSE PRINCIPALE

Con riferimento al D.M. 05/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" è stato possibile definire la tipologia di strada da utilizzare per il presente progetto, strada di rete secondaria di penetrazione di tipo F1 a traffico limitato, e tutte le caratteristiche ad essa connesse (elementi marginali, raccordi plano-altimetrici minimi, ecc.). Pertanto, in funzione di quanto appena accennato e, del tipo di traffico determinato nel paragrafo precedente, si è deciso di proteggere il bordo dei rilevati quando l'altezza supera il metro dal piano campagna nel caso di scarpate con pendenza maggiore o uguale a 2/3.

Quindi ai fini della scelta della classe di barriere di sicurezza sono stati considerati i seguenti elementi:

- la pendenza delle scarpate;
- l'altezza del rilevato;
- la presenza di elementi rigidi, edifici, strade, ferrovie, depositi materiale pericoloso o simili in prossimità del confine stradale;
- la percentuale di traffico pesante;
- il tipo di strada secondo il DM 05/11/2001.

Nella tabella seguente sono riassunte le scelte effettuate nella scelta di progetto per la definizione del livello di contenimento delle barriere da installare in relazione alle diverse caratteristiche fisiche degli elementi costituenti il corpo stradale. In aggiunta a quanto indicato nella tabella seguente si precisa che tutte le barriere da bordo laterale è previsto siano caratterizzate dalla classe minima di danno agli occupanti (ASI A) mentre per le barriere bordo opera si contempla la possibilità di installare barriere con severità all'urto di classe ASI B lasciando facoltà di scelta al direttore ai lavori anche in relazione alla disponibilità sul mercato di barriere bordo opera con determinato W e classe di severità all'urto di classe ASI A.

Relativamente a quanto previsto dall'Art. 6 (Tab. A) del D.M. 2367

Tipo di strade	Traffico	Destinazione delle barriere barriere spartitraffico a ⁽¹⁾	barriere bordo laterale b	barriere bordo ponte c ⁽²⁾	attenuatori d
Autostrade (A)	I	H2	H1	H2	TC1 o TC2
strade extraurbane principali (B)	II	H3	H2	H3	secondo
	III	H3-H4 ⁽³⁾	H2-H3 ⁽³⁾	H4	velocità
Strade extraurbane secondarie (C)	I	H1	N2	H2	≤ oppure > di
	II	H2	H1	H2	80 Km/h
Strade urbane di scorrimento (D)	III	H2	H2	H3	(art. 6)
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 m; per luci minori sono equiparate al bordo laterale.

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

Ne consegue che dal calcolo riferito alla normativa vigente, in base alla natura dei luoghi ed al tipo di infrastruttura stradale presente, le barriere da installare sono con fascia a due onde singola di classe H1 su

rilevato W3 da terra con livello di severità d'urto A che, come detto, garantisce un maggior livello di sicurezza per gli occupanti di un veicolo che esce di strada. I terminali saranno del tipo con nastro di avvio.

Classe H1 Bordo Laterale - Barriera 2 onde singola su rilevato W3

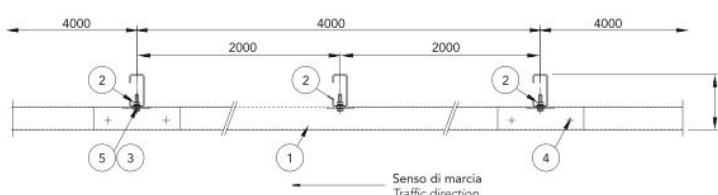
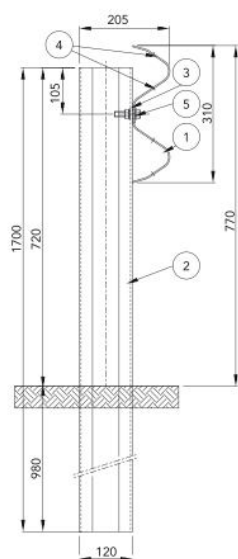
Class H1 Roadside - 2-waves single sided guardrail W3

Aufhaltestufe H1 für rammfähige Böden - 2-welliges Rückhaltesystem W3

Classe H1 Bord latéral - Glissière 2 crosses simple sur remblai W3

Clase H1 Borde lateral - Barrera de doble onda simple sobre base terreno W3

CE n. AISICO
281/2131/CPD/2012

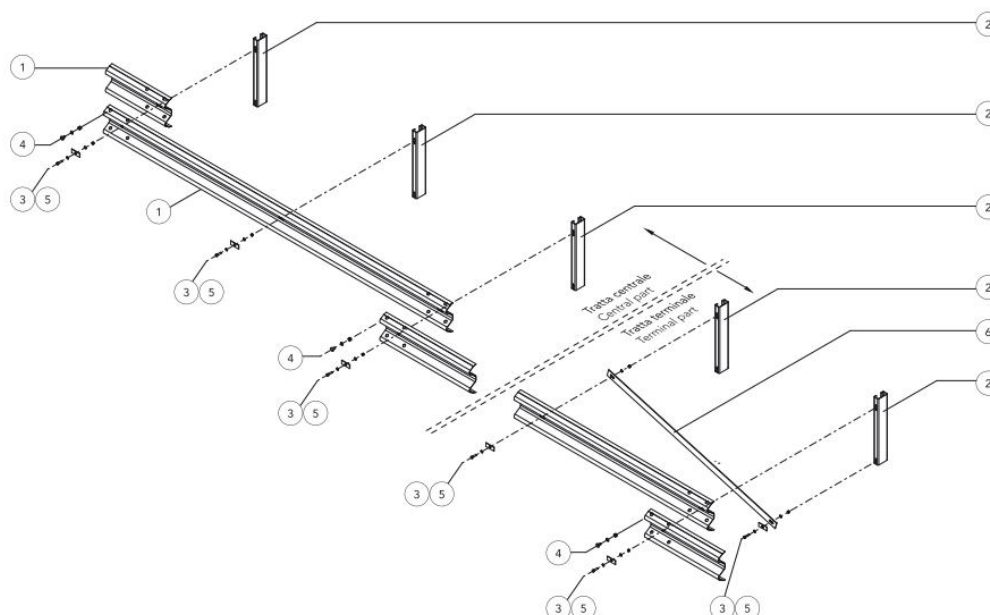


Caratteristiche Characteristics, Eigenschaften, Caractéristiques, Características

Altezza fuori terra Height above ground level, Höhe über Grundboden, Hauteur hors sol, Altura sobre el suelo	770 ± 10 mm
Profondità d'infissione Depth of penetration, Rammtiefe, Profondeur de piling du poteau, Longitud hincada	980 mm
Ingombro trasversale Overall width, Gesamtbreite, Grosseur hors tout, Anchura total	2051 mm
Interasse pali Post spacing, Steherabstand, Distance entre poteaux, Distancia entre postes	2000 mm

Rapporti di prova Crash test reports, Testberichte, Comptes rendus d'essais, Relaciones de pruebas

Test n.	Facility	Test	Type	Barrier length m	Mass kg	Speed km/h	ASI max 1.4	THIV max 33 km/h	D m	Vi m	W m
PROVA 939	Aisico	TB42	Laterale 15°	68	10.000	70			0,8	1,3	1=W3
PROVA 941	Aisico	TB11	Laterale 20°	68	900	100	0,8=A	27	0,6		0,7=W2



Componenti Components, Bauteile, Composants, Elementos				
Descrizione - tratta centrale Description - central part			Materiale Material	Codice Code
5	Bullone completo Bolt with nut and washer, Schraube komplett,	M12x50 mm	Classe 8.8	63800857
4	Boulon complet , Tornillo completo con tuerca y arandela	M16x30 mm	Classe 8.8	63800012
3	Piastrina copriasola Slot covering plate, Lochabdeckplatte, Plaque de couverture fente, Placa cubre-ranura	100x40x4 mm	S 275 JR	59600127
2	Palo "C" C-post, C-Steher, Poteau en C, Poste "C"	120x55x30 Th=4 H=1700mm	S 275 JR	59400866
1	Fascia 2 onde 2-waves beam, 2-wellige Leitschiene, Glissière 2 crosses, Banda doble onda	L=4316 Th=2 mm	S 355 JR	59300502
Descrizione - tratta terminale Description - terminal part				
2	Palo "C" C-post, C-Steher, Poteau en C, Poste "C"	120x55x30 Th=4 H=1700mm	S 275 JR	59400866
5	Bullone completo Bolt with nut and washer, Schraube komplett,	M12x50 mm	Classe 8.8	63800857
4	Boulon complet , Tornillo completo con tuerca y arandela	M16x30 mm	Classe 8.8	63800012
3	Piastrina copriasola Slot covering plate, Lochabdeckplatte, Plaque de couverture fente, Placa cubre-ranura	100x40x4 mm	S 275 JR	59600127
6	Bandella trasversale Transverse plate, Diagonal Bandstahl, Barre transversale, Banda transversal	70x5 mm	S 275 JR	59603594
1	Terminale a manina 2 onde 2-wave fish tail, Fishtail-Endstück 2-wellig, Extrémité à queue de carpe 2-ondes, Terminal cola de pez bi-onda		S 235 JR	59600134

6. MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DA BORDO LATERALE E DA OPERA D'ARTE

6.1. RICHAMI NORMATIVI

Nei paragrafi che seguono verranno illustrate le principali modalità di installazione delle barriere bordo rilevato previste nel progetto che sono graficamente ed esaurientemente sviluppate nella rappresentazione sopra riportata dei "Particolari costruttivi e schemi di installazione"

In generale la lunghezza minima di una installazione (Lf) indipendente si può assumere pari a 90 ml (esclusi i terminali) essendo al pari delle usuali estese di prova di crash-test.

Pertanto, trattandosi di strada a doppio senso di circolazione, dove quindi non è possibile individuare il tratto "prima dell'ostacolo", si è deciso di porre in opera 50 metri di barriere poste metà prima e metà dopo l'ostacolo da proteggere. Pertanto, lo sviluppo complessivo della protezione non risulta comunque mai inferiore alla Lf.

Per le barriere **bordo rilevato**:

- l'interasse tra i montanti e la loro profondità di infissione sono descritti nei report di crash-test di ciascun dispositivo
- la lunghezza d'infissione secondo certificato dovrà essere rispettata, in ogni modo non dovrà essere inferiore a 98 cm.;
- la sagoma dell'arginello deve essere tale che a tergo del montante vi siano 70-80cm minimo di terreno ricoperto in modo che il montante possa lavorare come nei crash-test; si ritiene che una dimensione dell'arginello pari a 1.00 metri sia necessaria e sufficiente allo scopo precedentemente esposto;
- tutte le barriere bordo rilevato dovranno essere previste con classe di severità all'urto ASI A.

6.2. MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DA BORDO LATERALE

In ragione dell'andamento piano altimetrico dell'asse in oggetto caratterizzato da altezze di rilevato superiori al metro e fino a 3 ml e considerando la tipologia di strada ricadente nella classe F1 secondo il DM 05/11/2001 si è prevista lungo tutto il suo sviluppo l'installazione di barriere di classe H1 bordo rilevato con larghezza di funzionamento massima pari a $W3 \leq 1,0$ metri.

Considerando che l'arginello delle strade di categoria F1 risulta di larghezza pari a 1,00 metri e avendo stimato che per un corretto funzionamento della barriera sia necessario uno spazio a tergo della barriera pari a 70-80cm, si ritiene che sulle strade di categoria F1 ove risulti necessario compensare la minor larghezza dell'arginello si debba aumentare l'infissione della barriera bordo laterale di una quantità pari ad almeno il 20% rispetto a quanto riportato dal report di prova del crash-test.

6.3. TRANSIZIONI

Nelle more dell'emanazione della nuova norma EN 1317-4 specificatamente dedicata alle transizioni tra barriere diverse, le transizioni da prevedere in progetto dovranno rispettare i seguenti criteri:

- le transizioni dovranno avvenire senza soluzioni di continuità strutturale degli elementi longitudinali resistenti definiti nel § 4;
- le transizioni tra barriere metalliche di diverso tipo dovranno essere ottenute utilizzando i raccordi ed i pezzi speciali di giunzione previsti dal costruttore;
- l'interruzione di elementi longitudinali secondari nelle zone di transizione dovrà avvenire mediante l'installazione degli elementi terminali di ciascun componente previsti dal costruttore, avendo comunque cura di arretrare l'elemento stesso rispetto all'allineamento degli elementi longitudinali continui principali, prima della sua interruzione. Ciò al fine di ridurre la possibilità che restino parti degli elementi longitudinali secondari delle barriere esposti al possibile impatto frontale del veicolo in svio;
- nel caso di transizione tra barriere dotate di mancorrente superiore e barriere prive del suddetto elemento longitudinale dovrà essere previsto un pezzo speciale terminale centinato vincolato al primo paletto della barriera el bordo priva di mancorrente;
- lo sviluppo delle transizioni dovrà essere almeno pari a 12.5 volte la differenza tra la deflessione dinamica massima (valore registrato nella prova di crash con veicolo pesante) delle due barriere da raccordare. Nella redazione degli elaborati si è indicata una lunghezza delle transizioni pari a 4,5 metri essendo questo un valore mediamente contemplato dai produttori; tuttavia in fase realizzativa dovranno essere installate transizioni conformi alle specifiche caratteristiche delle barriere scelte per la messa in opera.
- Sono ammesse transizioni tra barriere di classe diversa a condizione che queste non differiscano per più di due classi. In questo caso la deflessione dinamica della barriera di classe superiore dovrà essere preventivamente convertita in una "deflessione equivalente" della classe inferiore mediante i seguenti coefficienti:

Barriera di classe superiore	Barriera di classe inferiore	Fattore di riduzione della deformazione dinamica della barriera di classe superiore
H2	H1	0.5

Si rammenta che, dal punto di vista strutturale, il livello di contenimento della transizione è da considerare equivalente alla classe minore tra quelle delle due barriere accoppiate e la transizione stessa dovrà pertanto essere realizzata al di fuori del tratto ove si rende necessaria la protezione di classe maggiore.

6.4. MODALITÀ DI INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE DA BORDO LATERALE IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI SINGOLARI

Lungo lo sviluppo delle viabilità in progetto non sono presenti una serie di ostacoli fissi che necessitano di protezione; tali corpi adiacenti alla carreggiata sono costituiti da:

- pali di illuminazione;

- portali della segnaletica:
- barriera antirumore.

7. TERMINALI

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

Il D.M. 21.6.2004 definisce i "terminali semplici" come "normali elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza" che "possono essere sostituiti o integrati alle estremità di barriere laterali con terminali speciali testati secondo UNI ENV 1317-4, di tipo omologato."

In linea prioritaria, dovranno essere utilizzati i sistemi terminali previsti dal produttore ed indicati nei report di prova del crash-test, a condizione che questi risultino inclinati verso l'esterno dell'arginello.

In assenza di specifiche previsioni da parte del produttore, il terminale della lama principale dovrà essere costituito da elementi inclinati trasversalmente verso l'esterno del corpo stradale con un angolo di 5° per almeno 3 interassi standard della barriera ed il primo interasse dovrà avere un raggio di curvatura di 1.8 m in modo da non esporre il terminale delle lame al flusso veicolare (figura 7.1).

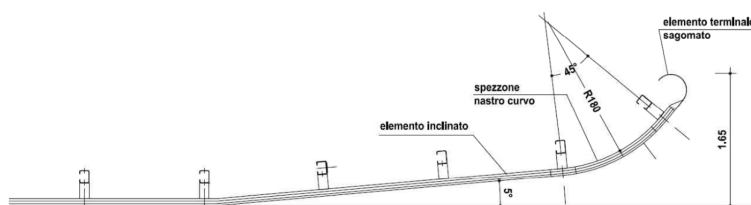


figura 7.1: schema di blocco terminale di avvio

Tali dispositivi potranno essere eventualmente sostituiti, ove condizioni locali non consentissero l'installazione di terminali semplici, con terminali speciali testati ai sensi della norma EN 1317-4, di classe P2 (nel caso di velocità imposta sull'asse di 90 km/h) o P1 (per velocità inferiori).

TABELLA 'C' - TERMINALI SPECIALI TESTATI

VELOCITA' IMPOSTA NEL SITO DA PROTEGGERE	CLASSE DEI TERMINALI
Con velocità "v" maggiore o uguale a 130 km/h	P3
Con velocità 90 minore o uguale "v" minore di 130 km/h	P2
Con velocità "v" minore di 90 km/h	P1