

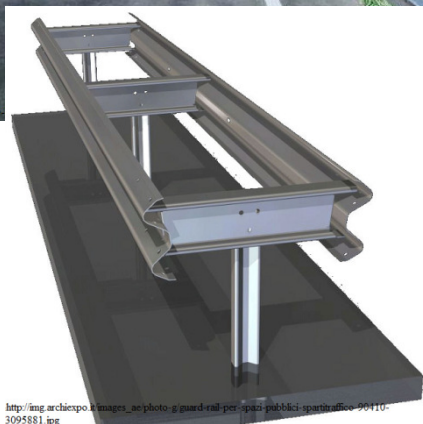
# SISTEMI DI RITENUTA STRADALI

---

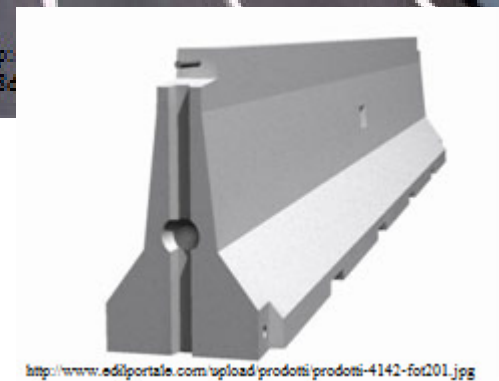
# Definizione

«Elemento tendente ad evitare la fuoriuscita dei veicoli dalla piattaforma o comunque a ridurne le conseguenze dannose.

*E' contenuto all'interno dello spartitraffico o del margine esterno alla piattaforma.» [da DM 5/11/2001]*

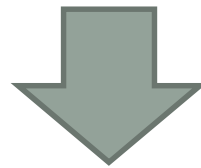


<http://img.archiexpo.it/images/ae/photo/guard-rail-per-spazi-pubblici-spartitraffico-90410-3095881.jpg>



<http://www.edilportale.com/upload/prodotti/prodotti-4142-for201.jpg>

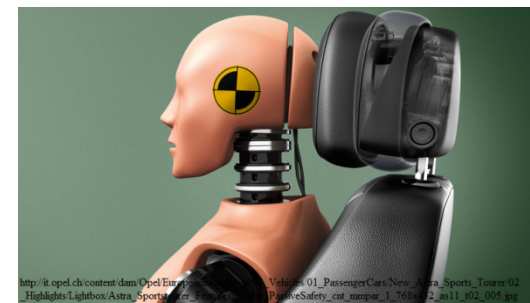
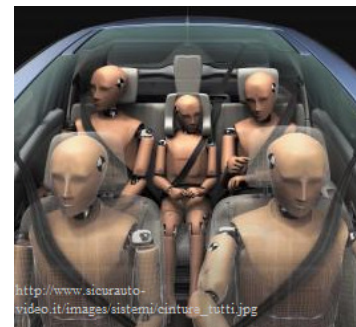
«Elemento tendente ad evitare la fuoriuscita dei veicoli dalla piattaforma o comunque a ridurre le conseguenze dannose....»



Il sistema di ritenuta non elimina il rischio di incidente ma cerca di limitare le conseguenze che l'incidente può produrre sull'uomo



## SISTEMA DI SICUREZZA PASSIVA



## SISTEMI DI SICUREZZA ATTIVA SU STRADA



**Geometria del tracciato**



**Distanze di visibilità**



**Margine interno**



**Intersezioni**



**Cunette**



**Scarpate dei rilevati**



**Ostacoli fissi e localizzati.**



**Pavimentazioni**



## SISTEMI DI SICUREZZA ATTIVA SU STRADA

- Geometria del tracciato → Gli elementi dell'andamento planimetrico e altimetrico rispondono ai criteri di verifica e sono compatibili fra loro
- Distanze di visibilità → Verificata lungo tutto il tracciato
- Intersezioni → Visibili ad adeguate distanze di sicurezza e regolamentate opportunamente
- Pavimentazioni → Caratterizzate da adeguati coefficienti di aderenza anche in condizioni climatiche avverse
- Cunette → Poco profonde e a sezione non incassata
- Scarpate dei rilevati → A lieve pendenza
- Margine interno → Caratterizzati da ampie larghezze
- Ostacoli fissi e localizzati. → Adeguatamente separati dalla corrente veicolare

## SISTEMI DI SICUREZZA ATTIVA SUL VEICOLO

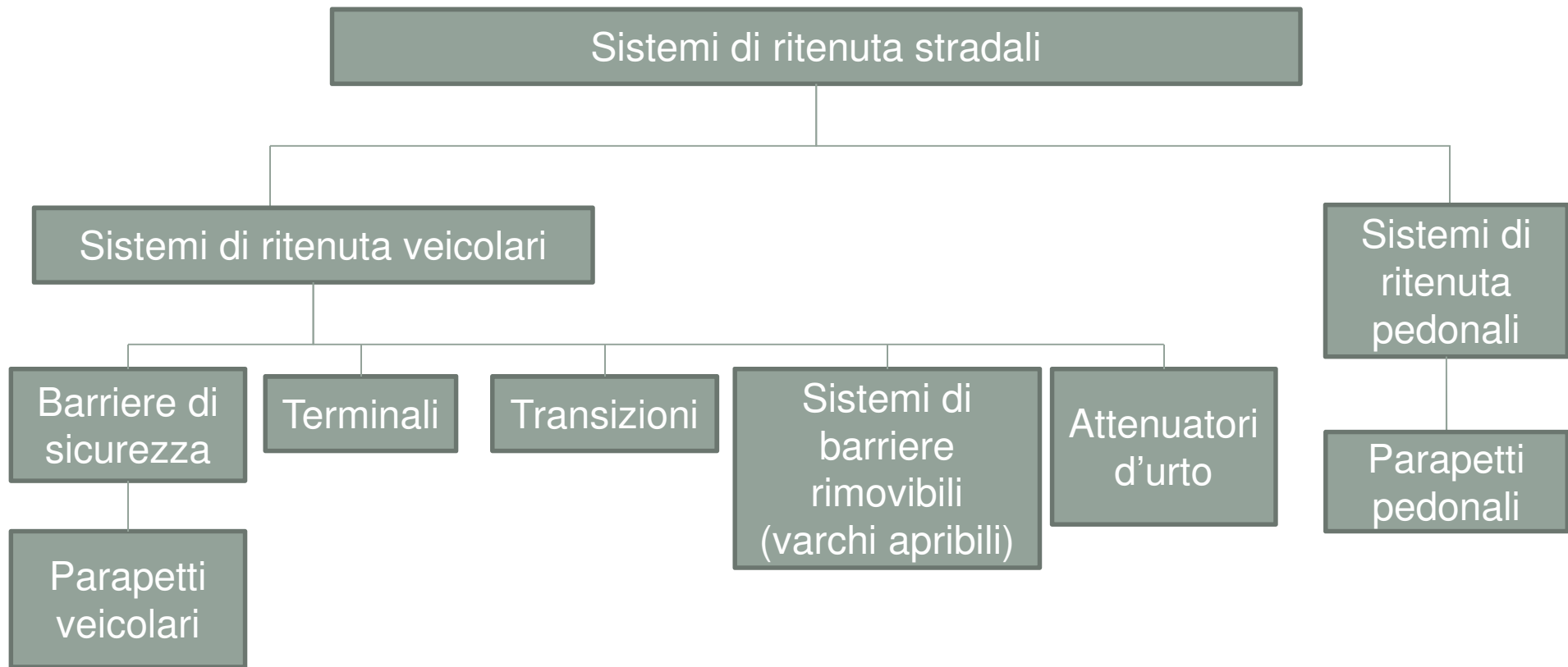
L'insieme di tutti gli elementi presenti su un veicolo che cercano di correggere l'errore dell'uomo evitando così il verificarsi di un incidente: ABS, ASR/TSC, ESP O ESC, DCAS.

- **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.

## Caratteristiche dei sistemi di ritenuta stradali

- **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.

# Tipologie di Sistemi di ritenuta stradali



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



# Sistemi di ritenuta per veicoli



Letti d'arresto



Attenuatori d'urto



Barriere di sicurezza



Parapetti rigidi

# Sistemi di ritenuta per pedoni



Guardavia pedonali



Parapetti pedonali

# Normativa di riferimento

In Italia dal 1992 sono stati emanati 25 provvedimenti sui sistemi di ritenuta stradali:

- 14 Circolari
- 11 Decreti Ministeriali  
:
- Linee guida per la sicurezza

Primo Regolamento



**D.M 18/2/1992 n°223**

“Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.

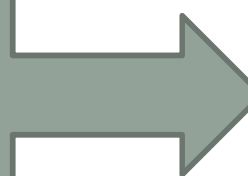
Ultimo aggiornamento:



**D.M. 21/6/2004**

” Aggiornamento del decreto 18 febbraio 1992, n. 223 e successive modificazioni

Ultimo D.M. sui  
sistemi di ritenuta



**D.M. 28/6/2011**

“Disposizioni sull'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale  
(A decorrere dal 1° gennaio 2011 i dispositivi di ritenuta stradale UTILIZZATI ED INSTALLATI devono essere muniti di **marcatura CE**)

Il quadro normativo **COMUNITARIO** fa riferimento alle **EN1317** “Barriere di sicurezza stradali”, che sono state recepite anche in Italia:

- **Parte 1**: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova ;
- **Parte 2** : Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari;
- **Parte 3**: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto
- **Parte 4**: Linee guida per la meccanica computazionale di prove d'urto sul sistema di ritenuta del veicolo - Parte 4: Procedure di validazione
- **Parte 5**: requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento di veicoli
- **Parte 6**: Sistema di ritenuta dei pedoni - Parapetti pedonali
- **Parte 7**: Livello di contenimento, metodi di prova e criteri di accettazione per i terminali
- **Parte 8**: Sistemi di ritenuta stradali motociclisti in grado di ridurre la severità dell'urto del motociclista in caso di collisione con le barriere di sicurezza

# Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali (DM 21/06/2004)

## 1. Classificazione dei dispositivi di ritenuta

Vengono classificate a seconda della loro destinazione ed ubicazione in:

- ✓ barriere centrali da spartitraffico;
- ✓ barriere per bordo stradale, in rilevato o scavo;
- ✓ barriere per opere d'arte, quali ponti, viadotti, sottovia, muri, etc.;
- ✓ barriere o dispositivi per punti singolari quali barriere per chiusura varchi, attenuatori d'urto per ostacoli fissi, letti di arresto o simili, dispositivi per zone di approccio ad opere d'arte, per ostacoli fissi, per zone di transizione e simili.



## 2. Finalità dei dispositivi di ritenuta

*«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.*

*Le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta 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»*

### 3. Individuazione delle zone da proteggere

Le zone da proteggere dal progettista della sistemazione dei dispositivi di ritenuta, 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 **marginale 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 urto dei veicoli potrebbero subire danni comportando quindi pericolo anche per i non utenti della strada).

### 3. Criteri di scelta dei dispositivi di ritenuta

La scelta dei dispositivi di sicurezza avverrà tenendo conto di:

- **Destinazione ed ubicazione** del dispositivo;
- **Tipo e delle caratteristiche** della strada;
- **Caratteristiche di traffico**;

ad eccezione delle barriere per opere d'arte per le quali dovranno essere sempre usate protezioni delle classi H2, H3, H4.

Il traffico viene classificato in funzione dei volumi di traffico (TGM) e della prevalenza dei mezzi che lo compongono:

Tipo di traffico	TGM [veic/giorno]	% veicoli massa >3,5 t
I	$\leq 1000$	qualsiasi
I	$> 1000$	$\leq 5$
II	$> 1000$	$5 < n \leq 15$
III	$> 1000$	$> 15$

La tabella seguente riporta le classi minime di dispositivi da applicare:

<b>Tipo di strada</b>	<b>Tipo di Traffico</b>	<b>Barriere Spartitraffico</b>	<b>Barriere Bordo Laterale</b>	<b>Barriere Bordo Ponte</b>
Autostrade (A) e Extraurbane Principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H3-H4
Strade extraurbane secondarie (C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

**Per le barriere longitudinali**

La tabella seguente riporta le classi minime di dispositivi da applicare:

<b>Velocità imposta nel sito da proteggere</b>	<b>Classe degli attenuatori</b>
Con velocità $V \geq 130$ km/h	100
Con velocità $90 \text{ km/h} \leq V < 130 \text{ km/h}$	80
Con velocità $V < 90$ km/h	50

**Per gli attenuatori frontali**



La tabella seguente riporta le classi minime di dispositivi da applicare:

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe dei terminali
Con velocità $V \geq 130$ km/h	P3
Con velocità $90 \text{ km/h} \leq V < 130$ km/h	P2
Con velocità $V < 90$ km/h	P1

**Per i terminali**

# Classificazione dei sistemi di ritenuta

Le diverse tipologie di barriere vengono classificate dalla norma UNI EN1317- 2 in relazione al **livello di contenimento**.

Esso rappresenta l'energia cinetica posseduta dal mezzo all'atto dell'impatto ed è definito dalla relazione:

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

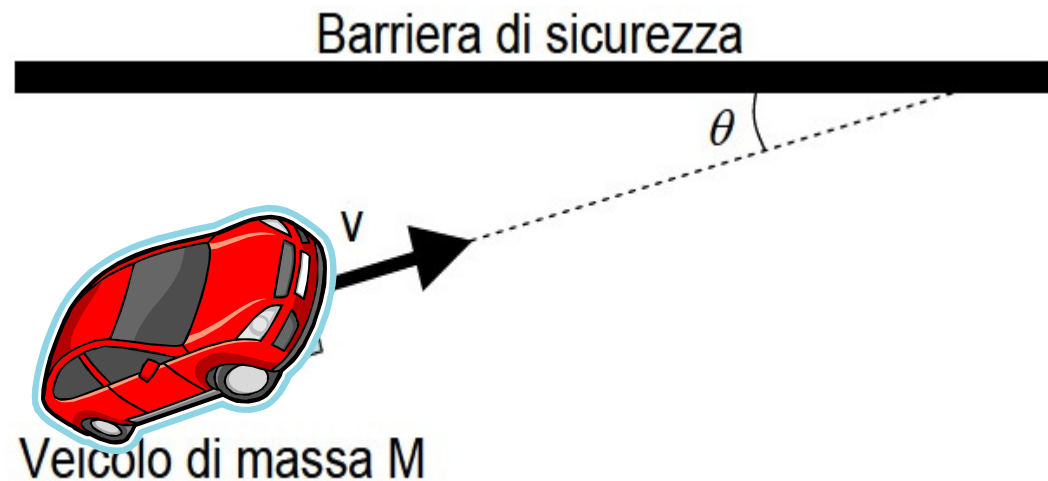
Dove:

$L_c$  = livello di contenimento [kJ]

$M$  = massa del veicolo [t]

$V$  = velocità di impatto [m/s]

$\theta$  = angolo di impatto



Il **livello di contenimento** ( $L_c$ ) è definito attraverso delle prove di accettazione che utilizzano crash test (UNI EN1317- 2) :

Table 2 — Containment levels

Containment levels			Acceptance test
Low angle containment	T1		TB 21
	T2		TB 22
	T3		TB 41 and TB 21
Normal containment	N1		TB 31
	N2		TB 32 and TB 11
Higher containment	H1		TB 42 and TB 11
	L1		TB 42 and TB32 and TB 11
	H2		TB 51 and TB 11
	L2		TB 51 and TB32 and TB 11
	H3		TB 61 and TB 11
	L3		TB 61 and TB32 and TB 11
Very high containment	H4a H4b		TB 71 and TB 11 TB 81 and TB 11
	L4a L4b		TB 71 and TB32 and TB 11 TB 81 and TB32 and TB 11

NOTE 1 Low angle containment levels are intended to be used only for temporary safety barriers. Temporary safety barriers can also be tested for higher levels of containment.

Descrizione delle prove d'urto dei veicoli (UNI EN1317- 2):

Test	Impact speed km/h	Impact angle °	Total mass kg	Type of vehicle
TB 11	100	20	900	Car
TB 21	80	8	1 300	Car
TB 22	80	15	1 300	Car
TB 31	80	20	1 500	Car
TB 32	110	20	1 500	Car
TB 41	70	8	10 000	Rigid HGV
TB 42	70	15	10 000	Rigid HGV
TB 51	70	20	13 000	Bus
TB 61	80	20	16 000	Rigid HGV
TB 71	65	20	30 000	Rigid HGV
TB 81	65	20	38 000	Articulated HGV

La **classe degli attenuatori** è definita in base alle prove d'urto normate dalla UNI EN1317- 3.

La **classe degli terminali** è definita in base alle prove d'urto normate dalla UNI EN1317- 4:

## Indici di severità

Rappresentano quantitativamente il concetto di:

***cedevolezza e plasticità*** della barriera

La barriera deve contenere il veicolo

La barriera deve ridurre le azioni d'urto sulle persone.

## 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;

X<sub>0</sub>, Y<sub>0</sub> e Z<sub>0</sub> = valori limite delle componenti dell'accelerazione secondo le norme:

$$X_0 = 12g$$

$$Y_0 = 9g$$

$$Z_0 = 10g$$



## THIV – VELOCITÀ TEORICA D'URTO DELLA TESTA (*Theoretical Head Impact Velocity*)

Rappresenta la velocità alla quale un corpo libero di muoversi impatta su una superficie interna dell'abitacolo del veicolo coinvolto nell'urto contro la barriera.

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

In cui:

$V_x$ ,  $V_y$  = componenti della velocità rispetto al sistema di riferimento del veicolo;

## LIMITI degli indici ASI e THIV

Questi indici servono a valutare i **rischi** che gli occupanti del veicolo possano subire gravi danni, dato che il **corpo umano ha resistenza limitata a tempi molto brevi nei confronti delle violente accelerazioni** e che alcune sue parti sono particolarmente vulnerabili ad impatti contro elementi rigidi.

Infatti le accelerazioni e decelerazioni provocano un **movimento relativo tra veicolo e occupanti**, in conseguenza del quale si verificano colpi in varie parti del corpo, soprattutto la testa, con conseguenti lesioni, a volte mortali.

## Livelli di severità dell'urto

Livello di severità dell'urto	Valori degli indici		
A	ASI $\leq$ 1,0	e	THIV $\leq$ 33 km/h
B	ASI $\leq$ 1,4		
C	ASI $\leq$ 1,9		

## VCDI - INDICE DI DEFORMAZIONE DELL'ABITACOLO DEL VEICOLO (*Vehicle Cockpit Deformation Index*)

E' l'indice che fornisce una descrizione tipo della **deformazione dell'interno del veicolo**, stabilendone dei limiti.

Infatti le sole misure dell'accelerazione non sono sufficienti a quantificare il rischio che gli occupanti del veicolo possono subire, se in seguito all'urto il veicolo subisce deformazioni tali da ridurre lo **spazio vitale** necessario agli occupanti.

L'indice viene determinato esclusivamente per le automobili.

L'indice è dato da una sigla composta da 2 lettere e 7 numeri del tipo:

*XXabcdefg*

Con questo significato:

a) **ubicazione della deformazione (XX):**

RF: Anteriore destro (Right Front)

RB: Posteriore destro (Right Back)

LF: Anteriore sinistro (Left Front)

LB: Posteriore sinistro (Left Back)

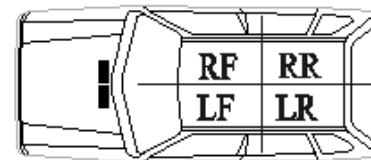
RS: Sedili di destra (Right Seats)

LS: sedili di sinistra (Left Seats)

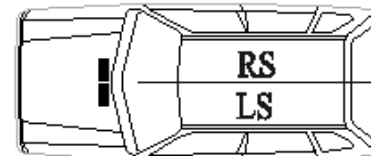
FS: sedili anteriori (Front Seats)

BS: sedili posteriori (Back Seats)

AS: tutti i sedili (All Seats)

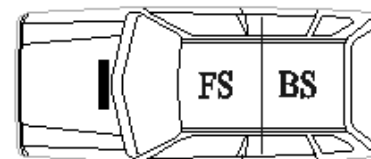


XX = RF  
RR  
LR  
LF



lato sx o dx

XX = Ls o Rs



muso o coda

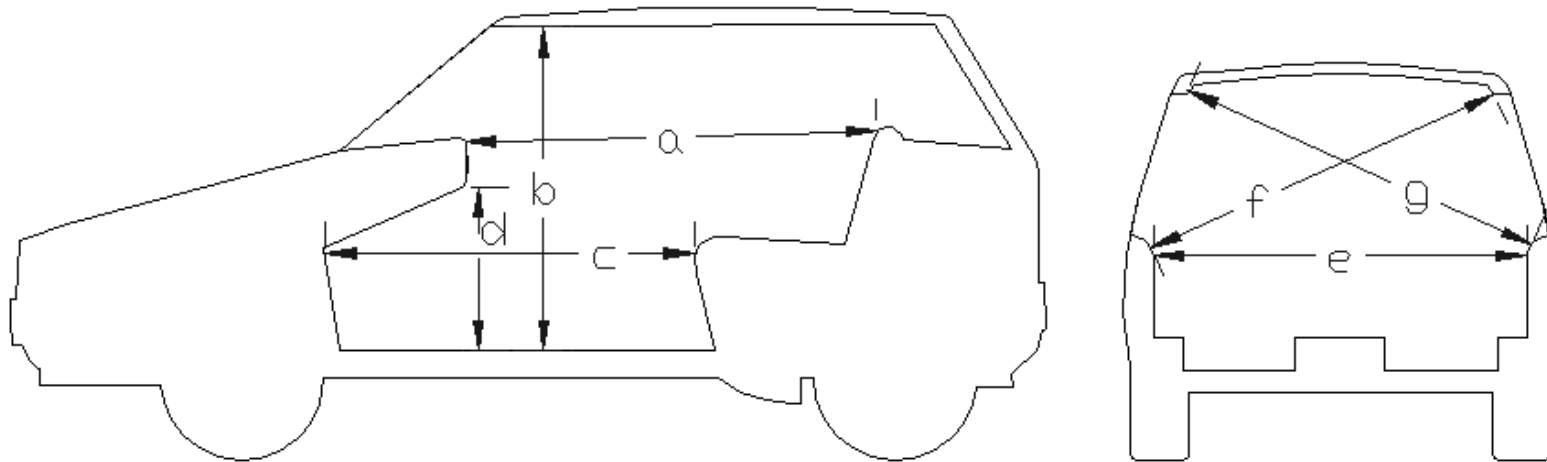
XX = Fs o Bs



tutto

XX = As

b) **ampiezza della deformazione (*abcdefg*)**: che indica la percentuale di riduzione di sette dimensioni interne:



*a* distanza cruscotto - top schienale posteriore

*b* altezza interna

*c* distanza paratia anteriore - sedile posteriore

*d* altezza del cruscotto dal pianale

*e* larghezza interna

*f* diagonale cornice sup. sportello sx - cornice inf. sportello dx

*g* diagonale cornice sup. sportello dx - cornice inf. sportello sx

Il valore dei 7 sub-indici andrà determinato in base alla scala seguente:

<b>0</b>	<b>Riduzione <math>\leq 3\%</math></b>
<b>1</b>	<b><math>3\% &lt; \text{Riduzione} \leq 10\%</math></b>
<b>2</b>	<b><math>10\% &lt; \text{Riduzione} \leq 20\%</math></b>
<b>3</b>	<b>Riduzione <math>\geq 20\%</math> o se non è possibile misurarla</b>

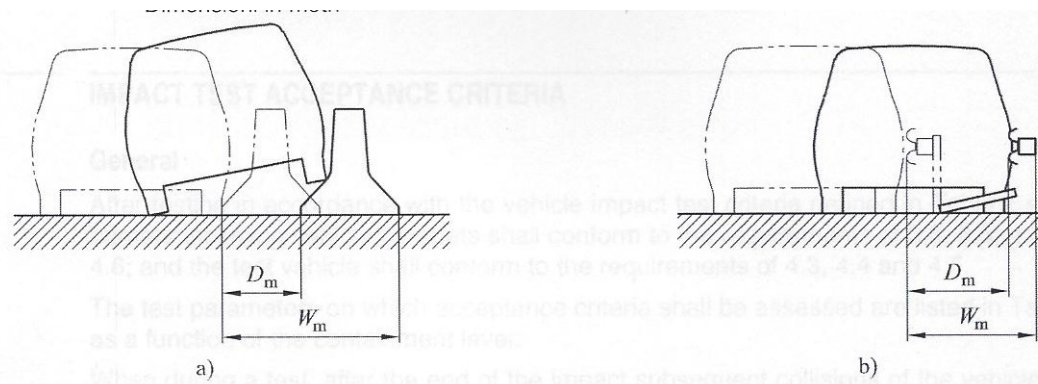
# Deformazione del sistema di ritenuta

La deformazione del dispositivo di ritenuta durante le prove d'urto è data dalla:

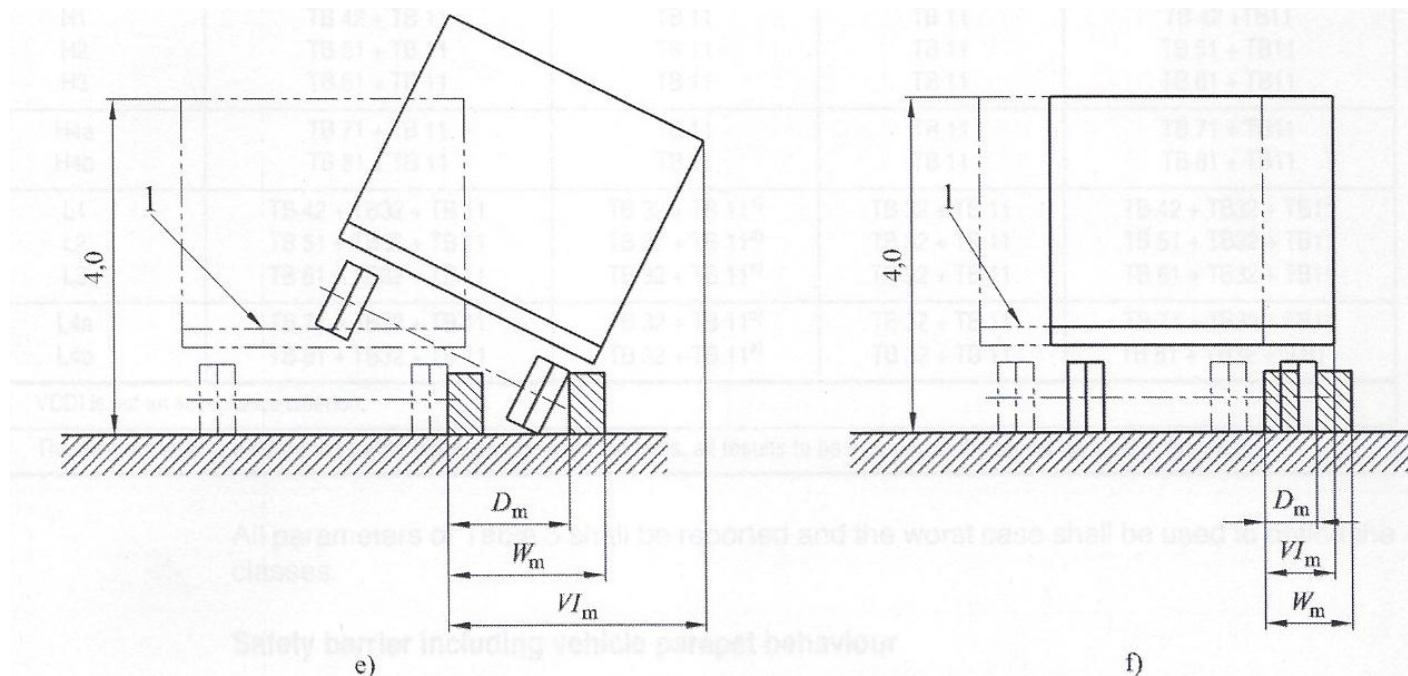
- **Deflessione dinamica**
- **Larghezza operativa**
- **Intrusione del veicolo**

**Deflessione dinamica  $D_m$ :** massimo spostamento dinamico trasversale del frontale del sistema di contenimento.

**Larghezza operativa  $W_m$ :** distanza laterale massima fra il lato rivolto verso il traffico prima dell'urto della barriera di sicurezza e la massima posizione laterale dinamica di una qualunque parte della barriera



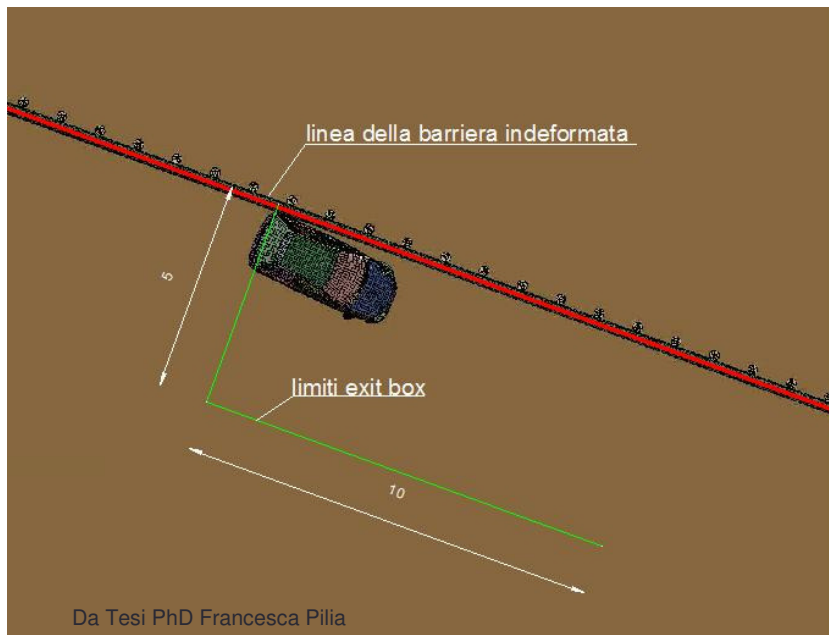
**Intrusione del veicolo  $Vl_m$  (di autocarri o autobus):** posizione laterale dinamica massima del veicolo misurata a partire dal lato della barriera, non deformato, rivolto verso il traffico.



La deflessione dinamica e la larghezza operativa permettono di determinare le condizioni per l'installazione di ogni barriera di sicurezza, nonché di definire le distanze da creare davanti agli ostacoli per permettere alla barriera di fornire prestazioni soddisfacenti (corretto funzionamento).

# Comportamento del veicolo di prova

- Durante e dopo l'urto non più di una ruota del veicolo deve passare completamente sopra o sotto alla barriera di sicurezza;
- Il veicolo non deve ribaltarsi durante o dopo l'urto;
- La traiettoria del veicolo dopo l'urto deve essere contenuta all'interno del «*box di uscita*»



Per un'automobile:

$$A = 2,2 + \text{larghezza}_{\text{veic}} + 16\% \text{Lunghezza}_{\text{veic}} = 5 \text{ m}$$

$$B = 10 \text{ m}$$

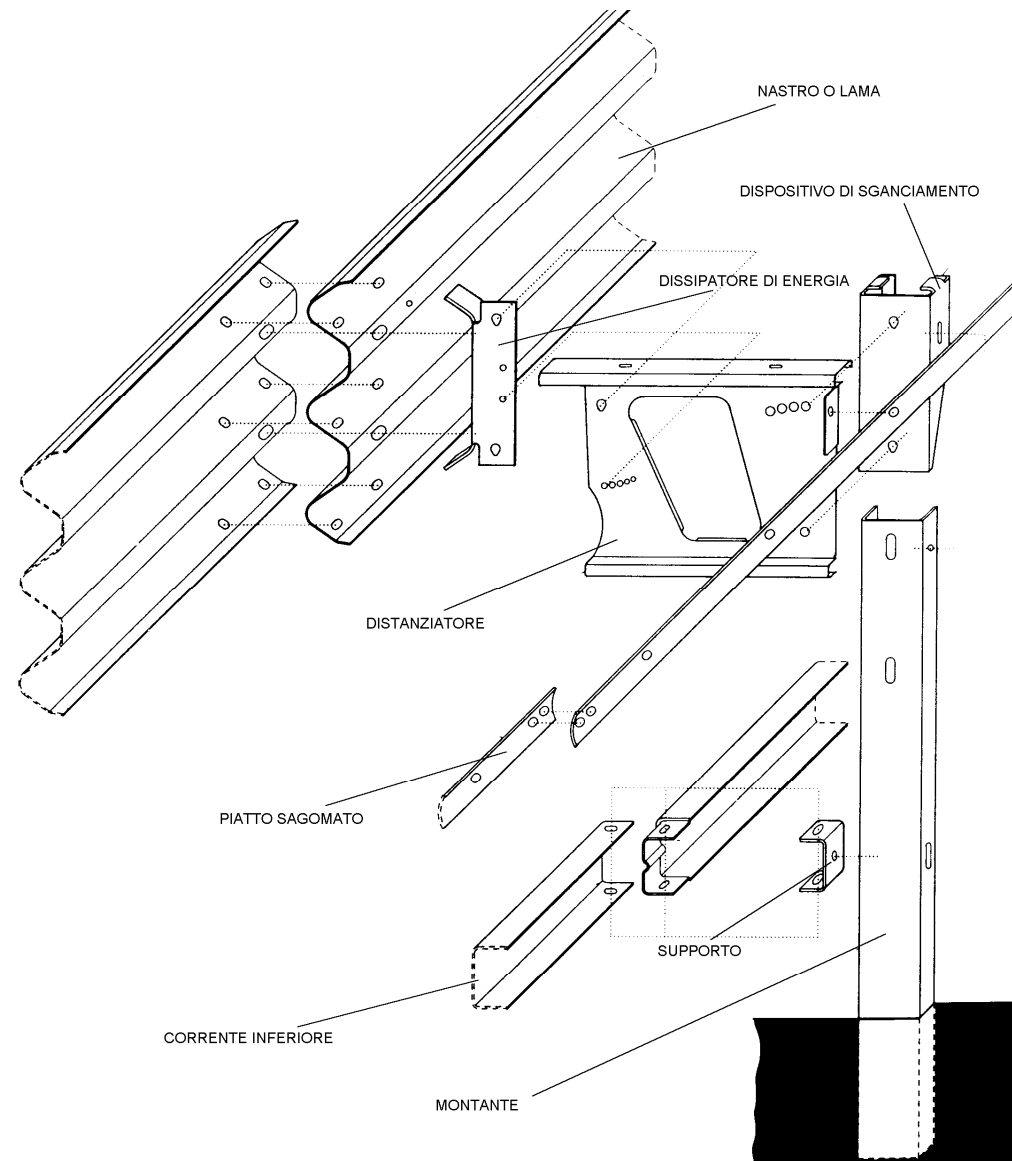


# Tipologie di barriere

## Barriere in acciaio

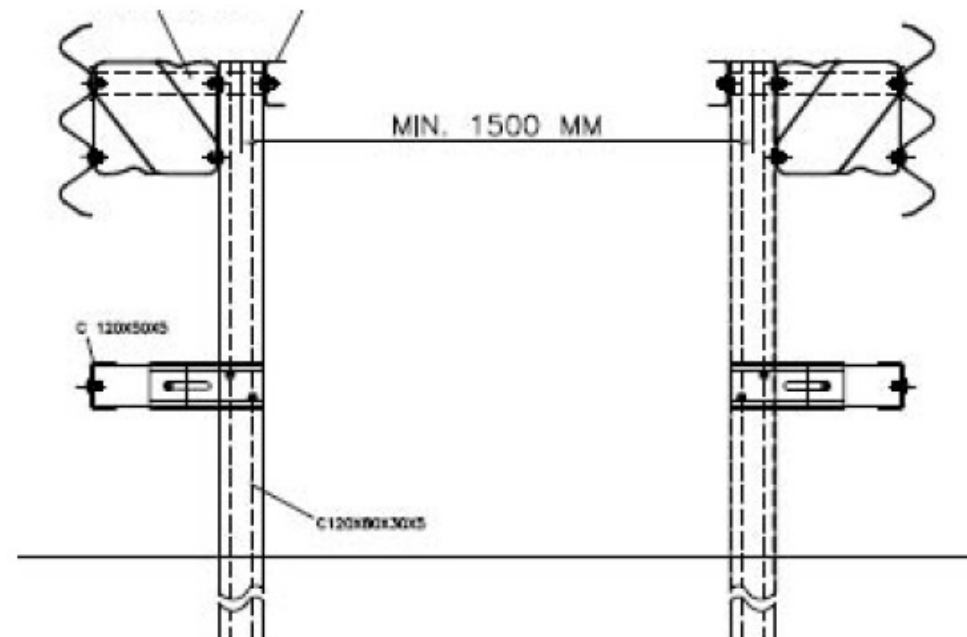
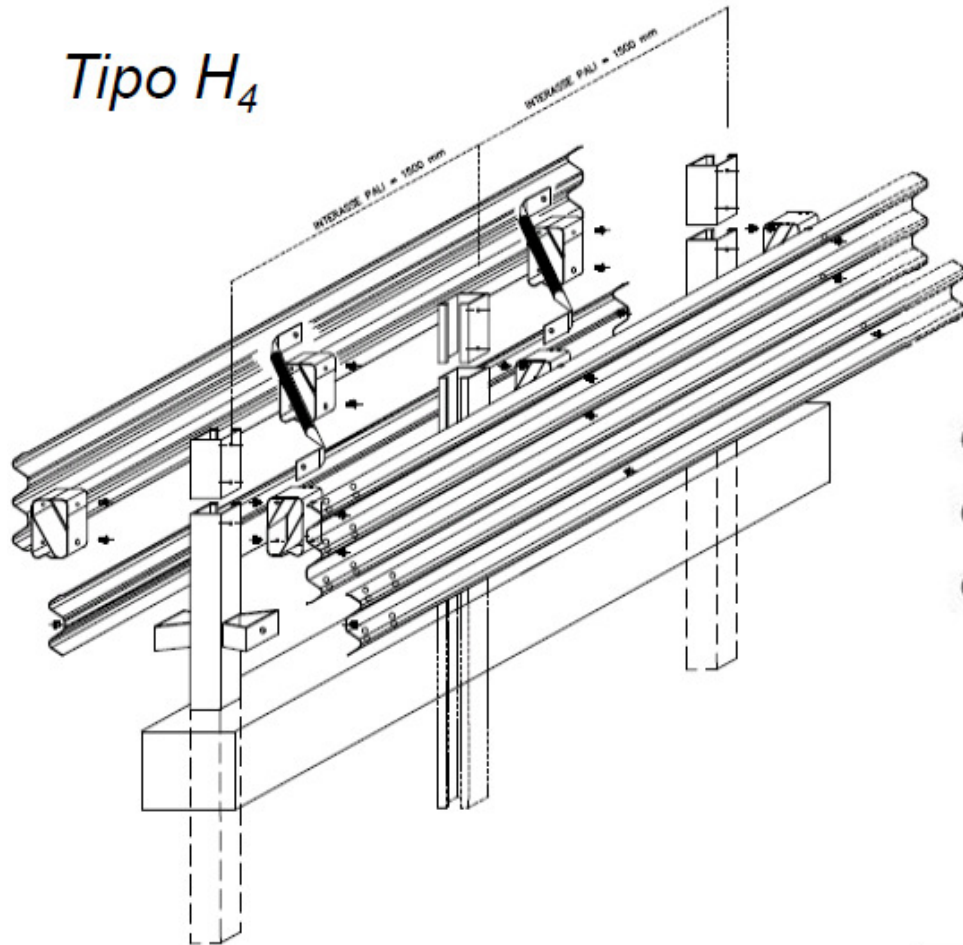
La barriera metallica è costituita da quattro elementi fondamentali:

- ✓ il nastro o lama;
- ✓ i montanti o paletti;
- ✓ il distanziatore;
- ✓ Il terreno di supporto.

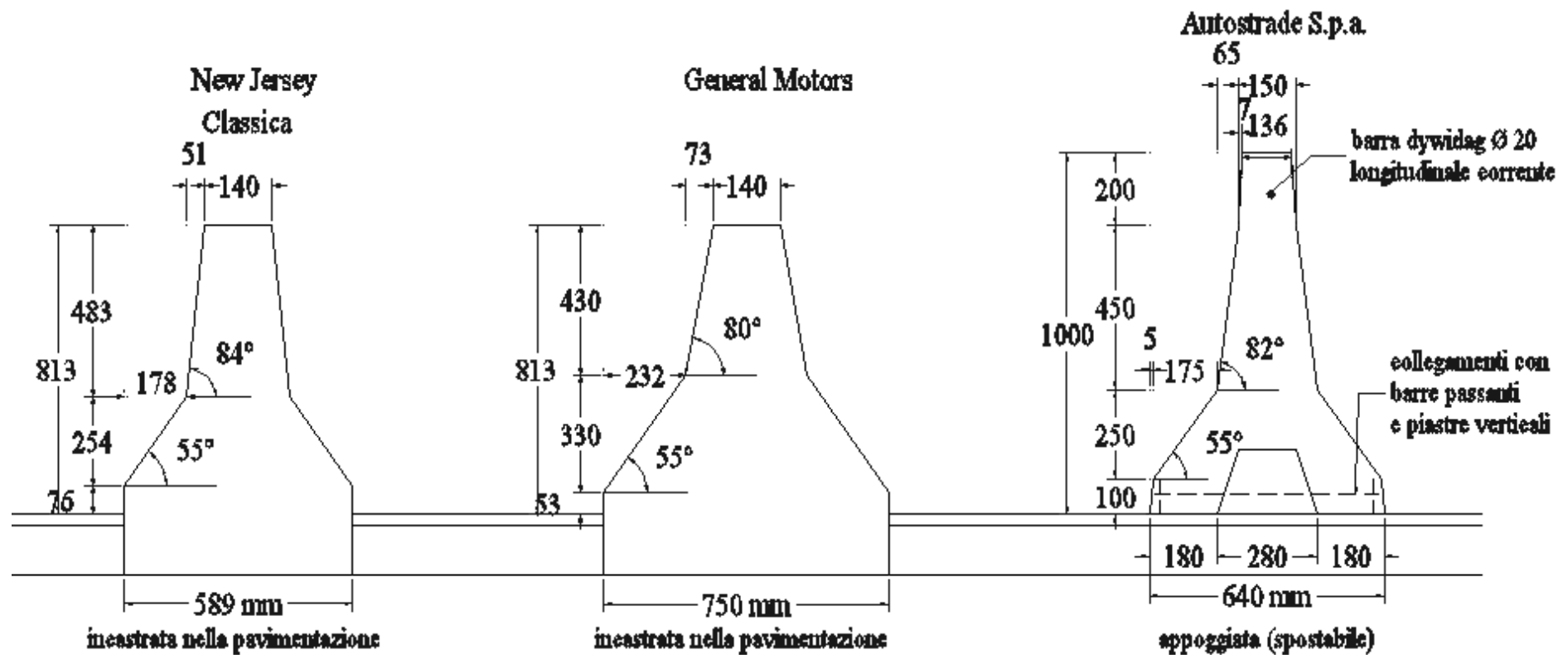


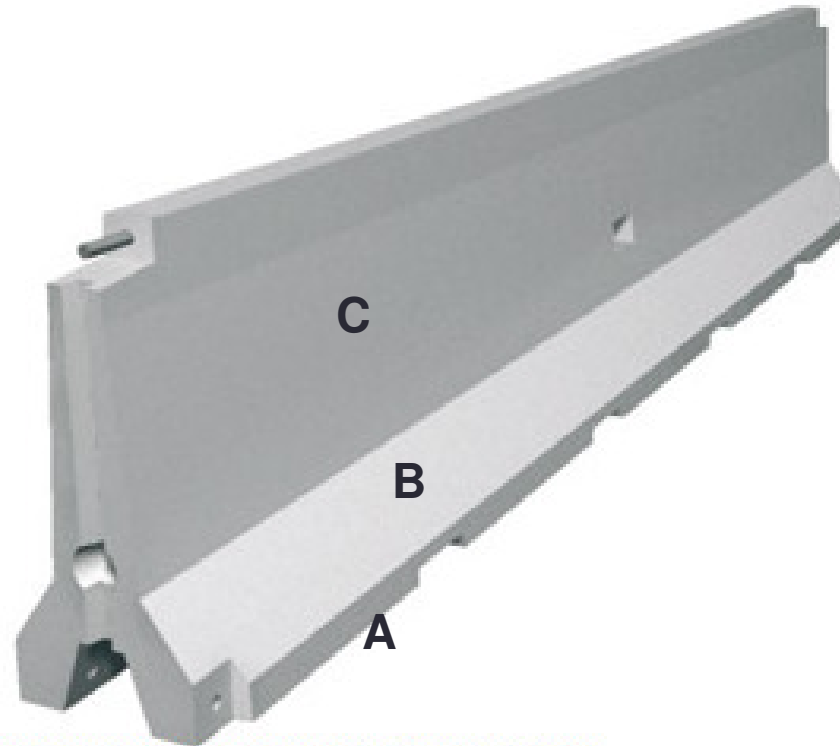


### Tipo H<sub>4</sub>



## Barriere in calcestruzzo





<http://www.betoforn.com/it/prodotto/servizio-strade/barriera-di-sicurezza-1.html>

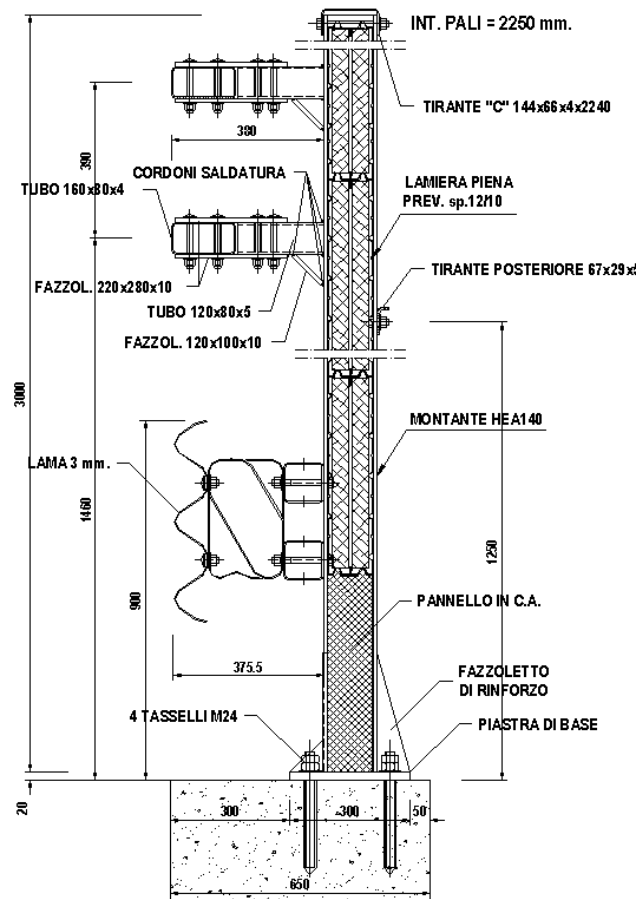
**Zona d'urto A:** la resistenza di contatto iniziale frena i pneumatici e rallenta il veicolo;

**Zona d'urto B:** la pendenza consente al veicolo di arrampicarsi sulla barriera; l'energia d'urto è assorbita dal sistema pneumatico - sospensione e dall'azione di sollevamento del veicolo stesso;

**Zona d'urto C:** quando le ruote raggiungono questa altezza, la sagoma più rigida ne corregge la direzione e ne raddrizza la traiettoria (comportamento ridirettivo)

## Sistemi ibridi







# Terminali



A «manina»

Immerso



Tubolare

Con  
attenuatore  
d'urto





## Barriere per motociclisti

