

**ATTENUATORE D'URTI COMPOSTO DA BAGS IN POLIETILENE CON
 SACCHE IN TELA RIEMPIUTE CON ARGILLA ESPANSA
 PER CUSPIDI E PUNTI SINGOLARI**

LIVELLO DI PRESTAZIONE 80/1 (Non Redirettivo)

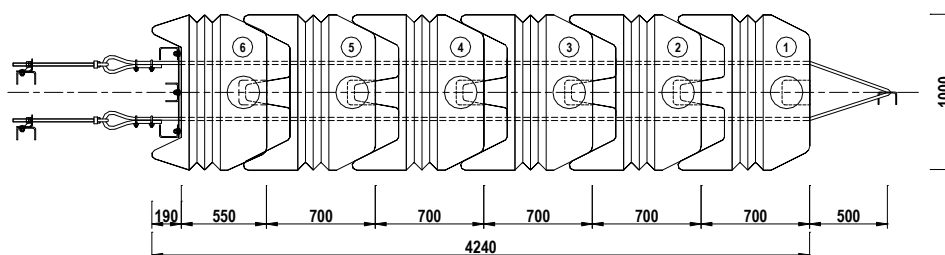
RELAZIONE TECNICA

La Società "Autostrade per l'Italia" S.p.A., ha messo a punto un dispositivo di sicurezza stradale **attenuatore d'urti**, composto da bags in polietilene che contengono sacche di tela riempite con argilla espansa, per cuspidi e punti singolari **con livello di prestazione 80/1** (non ridirettivo), progettato per ottenere una decelerazione **graduale e controllata** per i veicoli leggeri e medio-leggeri urtanti; il dispositivo assemblato è riportato in pianta e in prospetto laterale in Fig. 1 e più in dettaglio nei disegni allegati alla presente relazione.

Codice Identificativo

Il codice identificativo della dispositivo in oggetto è : **BUMP_6-80/1**

SCHEMA DI ASSEMBLAGGIO - VISTA IN PIANTA



SCHEMA DI ASSEMBLAGGIO - VISTA LATERALE

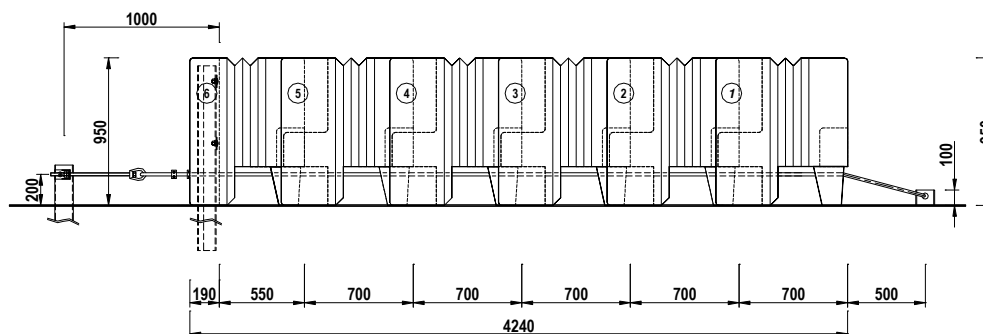


Fig. 1

Descrizione della Dispositivo

Il dispositivo attenuatore d'urto si compone di una serie di 6 bags cave in polietilene, poggiate a terra e giustapposte l'una sull'altra; le bags presentano un mutuo e reciproco incastro tipo maschio-femmina.

Questi elementi ammortizzanti sono collegati fra loro ed al suolo da una fune di acciaio che, vincolata a terra agli estremi, corre lungo il sistema in due rami posti ad una quota di 200 mm. e che ha il duplice scopo di assicurare una guida per le deformazioni longitudinali e di contribuire, in collaborazione agli incastri maschio-femmina, alla rigidità trasversale al sistema quando sottoposto ad urti laterali o disassati.

Tutte le bags hanno un'apposita sacca interna che viene riempita con inerte di argilla espansa con il solo scopo di zavorrare l'intero sistema e contribuire all'assorbimento delle decelerazioni a carico del veicolo in urto; ogni bag è zavorrata con 120 Kg. di argilla.

Il dispositivo assemblato ha una larghezza di 1000 mm., un'altezza di 950 mm. ed una lunghezza complessiva, a parte gli ancoraggi a terra della fune, di 4240 mm.

Dalla vista laterale di Fig. 1 si evince com'è realizzato l'ancoraggio a terra della fune in testata, tramite un paletto a "C" 120x80x6, lungo 100 cm ed infisso nel terreno per 90 cm., che presenta un foro nel quale passa la fune, che è quindi libera di scorrere, i cui due capi attraverseranno tutte le bags per uscire in coda ed essere poi collegate a terra come vedremo in Figg. 4 e 5.

In Fig. 2 viene riportata la bag standard che occupa nel dispositivo le prime 5 posizioni (tranne quindi la sola bags terminale o di coda).

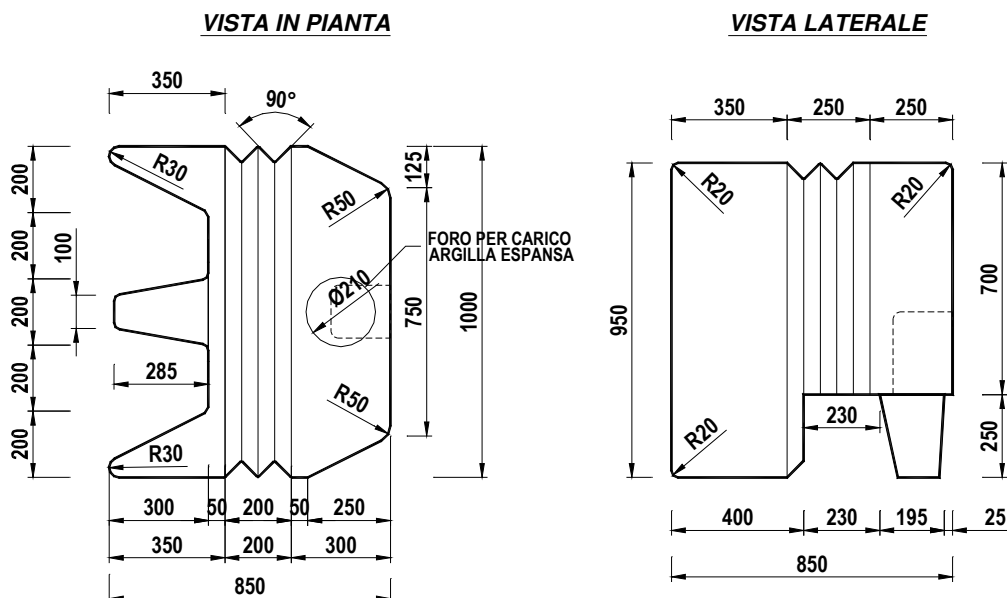


Fig. 2

Questa bag presenta posteriormente un appendice e anteriormente un apposito vano che consente un collegamento ad incastro o tipo maschio-femmina con le bags contigue; ha il corpo centrale sagomato a "soffietto" per consentire le necessarie deformazioni longitudinali durante l'urto e presenta superiormente un foro circolare da 21 cm di diametro attraverso il quale viene

inserito il sacco in tessuto di rafia di polipropilene quadrato con base 90x90 cm. ed altezza 120 cm.; tale sacco è provvisto in sommità di una così detta “bocca di carico o grembiule di chiusura” di altezza 80 cm. attraverso la quale vengono inseriti i 120 Kg. di l’argilla espansa con funzione di zavorra e che contribuiranno al cinematismo di assorbimento d’energia nella fase d’urto.

In Fig. 3 viene riportata la bag terminale che presenta posteriormente una superficie piatta, senza appendice per l’incastro; ha anch’essa il corpo centrale sagomato a “soffietto” ed è provvista superiormente del foro circolare da 21 cm di diametro attraverso il quale viene inserito il sacco e l’argilla espansa.

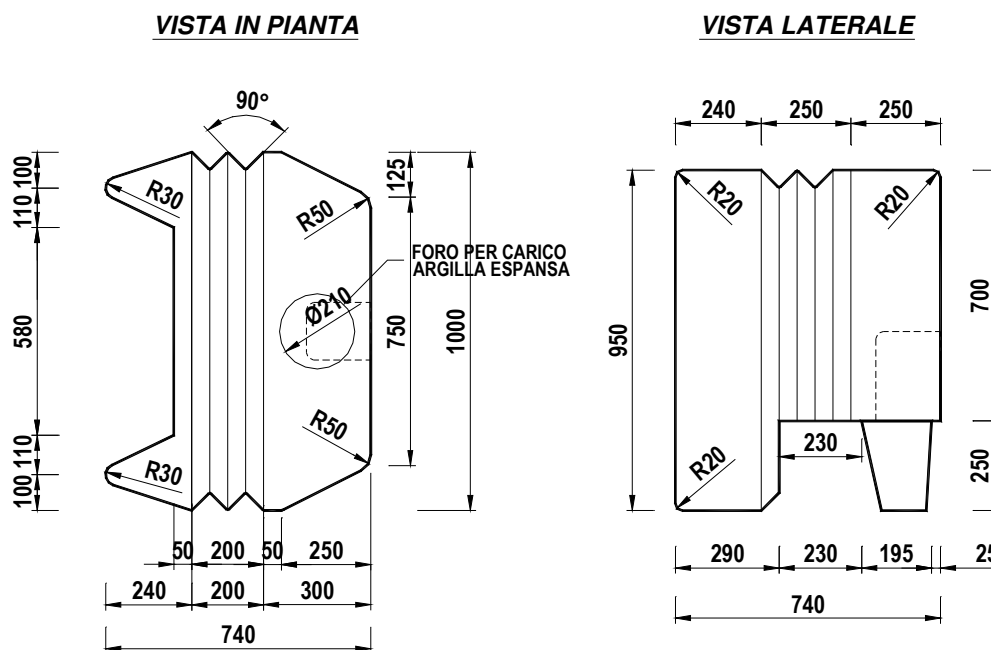


Fig. 3

Questa bag è quella che si “appoggia” alla struttura di “tenuta” e/o di “contrasto” che è composta da tre paletti a “C” 120x80x8, disposti simmetricamente e infissi per 110 cm. nel terreno, collegati da due piastre o piatti da 580x80x8 (vedi Figg. 4 e 5); la struttura deve contrastare gli spostamenti del dispositivo che altrimenti, nonostante la zavorra, traslerebbe in dietro quasi senza deformarsi e senza esplicitare le sue funzioni di assorbitore d’energia e di attenuatore d’urto; inoltre la struttura di tenuta consente la protezione della cuspid e di quant’altro è posto dietro al dispositivo e che non deve essere coinvolto nell’urto, per la salvaguardia sua e del veicolo in svio, e per non condizionare la risposta dell’attenuatore d’urto che deve assicurare lo stesso livello di prestazioni (ottenute e verificate in occasione dei crash test) a prescindere dall’oggetto retrostante presente.

Nelle Figg. 4 e 5 viene inoltre mostrato il sistema di fissaggio posteriore dei due capi della fune che, dopo aver attraversato, ad un’altezza di 200 mm. da terra, tutte le 6 bags entro appositi fori predisposti, fuoriescono dalla bag terminale.

In pratica, ciascuno dei due capi della fune viene collegato ad una barra filettata M20 in acciaio 8.8 tramite un anello di collegamento, anch’esso filettato M20, che passa nel “cappio” realizzato sull’estremità della fune e serrato con due comuni morsetti ad “U” filettati M10.

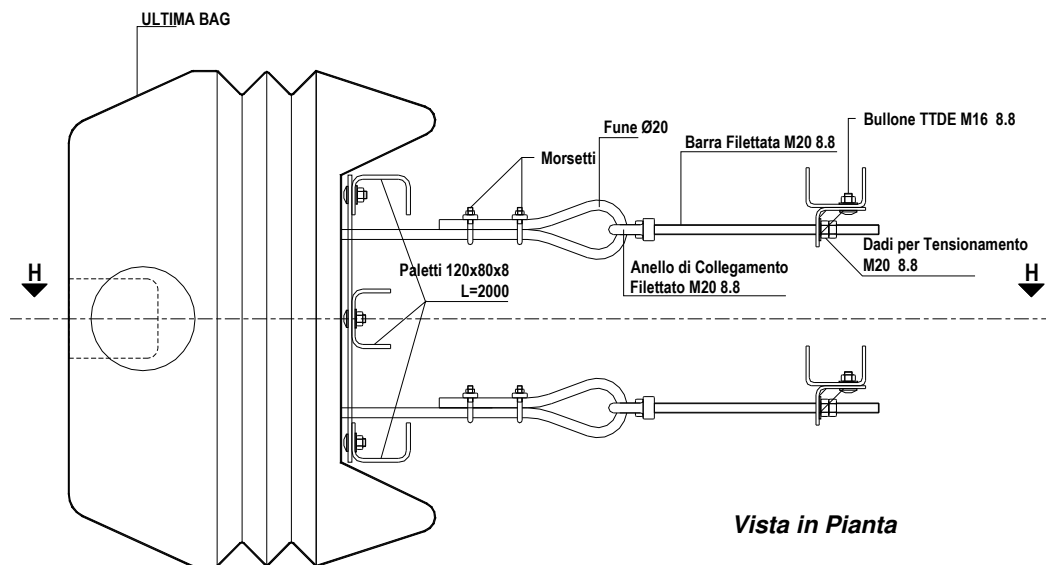


Fig. 4

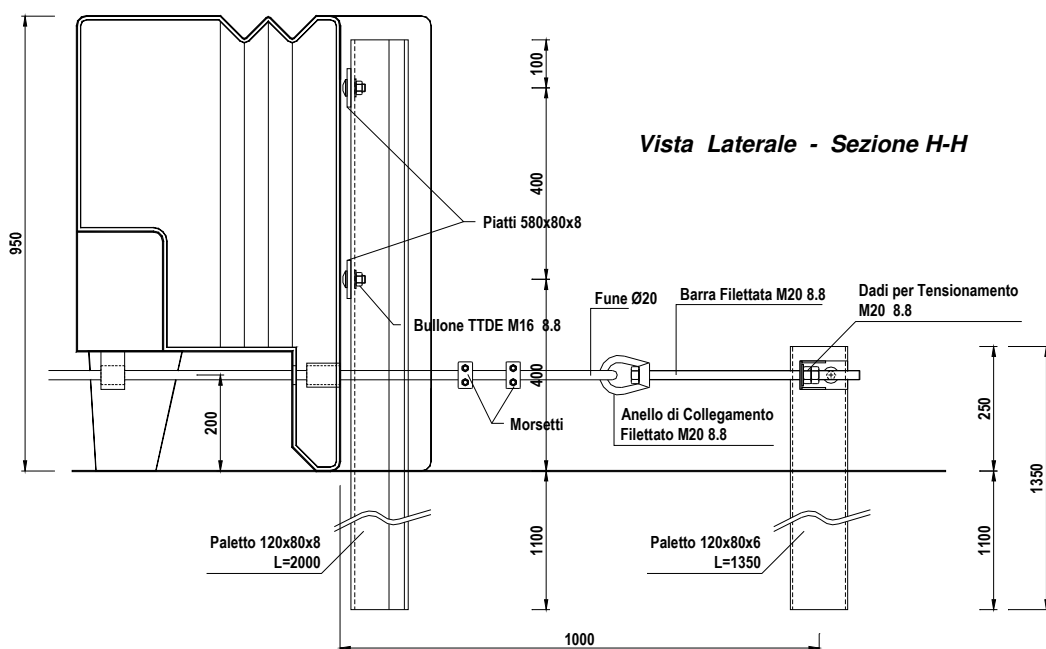


Fig. 5

A distanza di un metro dalla parete posteriore del bag terminale sono infissi due paletti a “C” 120x80x6 lunghi 1350 mm. e fuoriuscenti dal terreno per 250 mm.; i due paletti sono distanziati trasversalmente di 400 mm. (come i due rami della fune). Ai paletti viene fissato, tramite semplice bullone TTDE M16 8.8, un supporto angolare 100x80x6, irrigidito da due fazzoletti triangolari, nel quale passa la barra filettata M20; quindi agendo su due dadi M20 è possibile mettere in tensione la fune. Non si tratta qui di dare alla fune particolari tensioni di pretiro, ma semplicemente di evitare una corda “molle” della fune, che come già detto ha semplicemente il compito di guidare le varie bags nella loro deformazione longitudinale sotto urto.

Comportamento previsto del dispositivo sotto urto

L'attenuatore d'urti, che viene urtato frontalmente da un veicolo in svio, ha un cinematismo di risposta che prevede tre fasi distinte:

- in una prima fase le bags vengono spinte una contro l'altra, scorrendo liberamente lungo la fune, vincendo la resistenza offerta dalla zavorra dei sacchi pieni di argilla espansa che è via via crescente con il numero delle bags spostate;
- inizia poi una fase di deformazione elasto-plastica delle bags, che si comprimono, grazie al corpo centrale sagomato a "soffietto", comprimendo a loro volta le sacche con l' argilla espansa; queste presentano un aspetto "morbido" per via del fatto che solo circa un quinto del loro volume di quasi un metro cubo viene riempito; il volume del sacco, superiore a quello del materiale di riempimento, consente, durante l'urto del veicolo, all'argilla espansa di muoversi all'interno del sacco e questo, a sua volta, si muove all'interno delle bags, permettendo ed assecondando le necessarie deformazioni del sistema che si va via via comprimendo;
- infine si passa all'ultima fase in cui il veicolo viene completamente arrestato grazie ad ulteriori deformazioni del sistema consentite da lacerazioni localizzate delle bags in più punti.

Sono questi i meccanismi "controllori" dei tempi di risposta all'urto, tali da diluire nel tempo e nello spazio l'accelerazione negativa (decelerazione) conseguente al medesimo, e che forniscono un **assorbimento progressivo e calibrato** della forza d'urto e **quindi delle decelerazioni trasmesse al veicolo ed ai passeggeri**.

Il dispositivo in pratica svolge la sua funzione di attenuatore arrivando al collasso delle bags che dopo il primo urto di elevata energia dovranno essere sostituite; nessun danno si riscontra invece a carico della fune, dei paletti d'ancoraggio della stessa e della cuspidi o altro dispositivo protetto.

Si ricorda che l'attenuatore è sollecitato da un'energia molto elevata (nel crash n° 406 si sono avuti ben 313 KJ superiore a quella sviluppata da un pulmann per l'omologazione di una barriera in classe H2) e che soprattutto tale energia deve essere totalmente assorbita dal dispositivo in quanto la velocità del veicolo si riduce a zero, mentre nelle altre prove con angolo di lancio di 20° spesso il veicolo esce dall'impatto avendo dissipato solo un 10% della sua velocità iniziale.

Secondo la EN 1317-3 al progettista è inoltre richiesto di stabilire la posizione del lato frontale di un eventuale ostacolo da proteggere; tale linea, interna o esterna al dispositivo, non dovrà essere attraversata né dall'attenuatore d'urto deformato né dal veicolo di prova.

Il progetto dell'attenuatore d'urto in esame prevede di limitare gli spostamenti della parte posteriore grazie alla struttura di "tenuta" e/o di "contrasto" composta da tre paletti a "C" 120x80x8 collegati da due piastre o piatti da 580x80x8 (vedi Figg. 4 e 5).

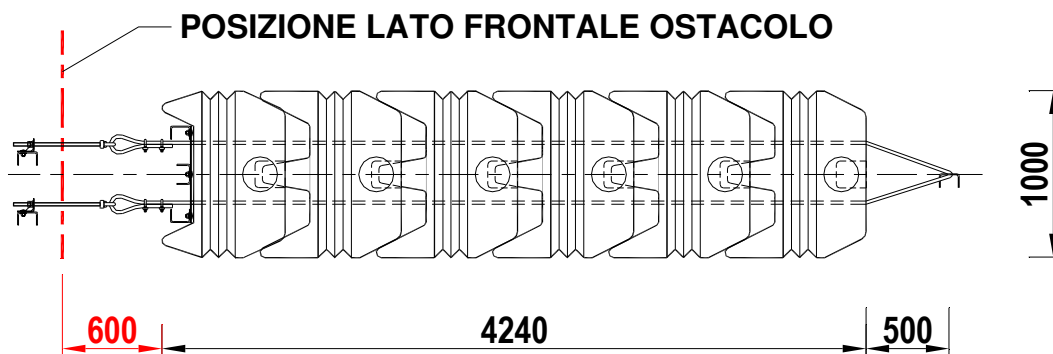


Fig. 6

La Fig. 6 mostra appunto la pianta dell'assorbitore d'urto e con tratteggio rosso la posizione del "lato frontale dell'ostacolo" da noi posta a 60 cm. dal bordo posteriore dell'ultima bag.

In definitiva posizionando il dispositivo a distanza di almeno 60 cm. da un eventuale ostacolo si garantisce non solo la sua protezione rispetto al veicolo in svio o alle possibili deformazioni dell'assorbitore stesso, ma anche che il comportamento di quest'ultimo, verificatosi in occasione delle prove di crash, non sia condizionato, nel suo cinematismo di funzionamento, da quanto potrebbe essere collocato posteriormente al dispositivo stesso.

Materiali impiegati

Le 6 bags che compongono l'attenuatore sono realizzate in polietilene lineare con densità di circa 920 kg/m³ costituito da polimero termoplastico di polietilene lineare, allo stato fisico di "polvere di stampaggio" con granulometria compresa fra i 300 - 500 µm. Con la sopraccitata polvere mediante il processo di stampaggio rotazionale si deve ottenere un materiale plastico compatto dello spessore medio di 7¹ mm. con le seguenti caratteristiche fisico-chimico-meccaniche:

Densità	900-940 kg/m ³	ASTM D 1505
Punto di fusione	123°-135 °C	
Resistenza a trazione	16-25 N/mm ²	ASTM D 638
Allungamento a rottura	200-400 %	ASTM D 638

Il processo di realizzazione delle bags prevede che la polvere di polietilene lineare deve essere introdotta all'interno di appositi stampi di metallo; questi devono essere immessi nel forno di cottura e portati alla temperatura di 230 - 240°C. Qui saranno fatti ruotare ad una velocità di 4 gir/min secondo un asse ed una velocità doppia secondo un altro, in modo da cercare di ottenere uno spessore il più possibile costante su tutta la superficie delle bags (vedi nota 1). Successivamente avverrà il trasferimento nella camera di raffreddamento al termine del quale avverrà il disarmo.

Le prime 5 bags hanno un peso medio di 30.3±1 Kg.

La bag terminale ha un peso medio di 29.2±1 Kg.

Allo scopo di dare una colorazione alle bags, deve essere aggiunto un pigmento inorganico in polvere (protetto anti U.V.) alla polvere di stampaggio. La percentuale dell'aggiunta deve essere dello 0.1 - 0.15% del materiale base e la scelta del pigmento, in occasione dei crash, è stata condotta in modo da ottenere una colorazione gialla del prodotto finito, anche se naturalmente potranno essere adottate colorazioni diverse.

In ciascuna delle 6 bags è previsto l'inserimento, attraverso un foro superiore da 21 cm. di diametro, di un sacco quadrato con base 90x90 cm. ed altezza 120 cm., provvisto in sommità di "bocca di carico" alta 80 cm., realizzato in tessuto in rafia di polipropilene ad alta resistenza da circa 160 g/mq (80 g/mq per la "bocca di carico"), e delle seguenti caratteristiche:

Resistenza alla trazione	> 1400 N/5 cm	UNI 12311/2 A
Allungamento a rottura	> 15 %	UNI 12311/2 A

¹ Lo spessore minimo sulle pareti piane dovrà comunque essere di almeno 4 mm., mentre in corrispondenza degli spigoli, laddove cioè il processo rotazionale tende ad accumulare materiale, potranno aversi spessori superiori fino a 10-12 mm.

Ognuno dei 6 sacchi viene riempito con 120 Kg. di inerte di argilla espansa LECA 5-15 strutturale delle seguenti caratteristiche:

Massa volumica in mucchio (uni 7549/4):	$\gamma = 0.65 \pm 0.05 \text{ g/cm}^3$
Massa volumica media del granulo (uni 7549/5):	$\gamma \leq 1.5 \text{ g/cm}^3$
Resistenza dei granuli allo schiacciamento:	$\sigma \geq 35 \text{ daN/cm}^2$

Il fuso granulometrico² della argilla espansa LECA 5-15 strutturale è quello standard fornito dalla Ditta Laterite e precisamente:

Crivelli/Setacci	Passanti %
20	100
15	85 - 100
12.5	70 - 92
10	53 - 85
7.1	12 - 40
5	0 - 10
2	0 - 1

Nella parte anteriore del dispositivo viene infisso per 85 cm un paletto a "C" 120x80x6, che fuoriesce dal terreno per 10 cm.; attraverso un foro Ø40 mm. viene fatta passare la fune che con i suoi due rami collegherà tutte le otto bags ad un'altezza di 20 cm. da terra. Posteriormente (vedi Figg. 4 e 5) ognuno dei due rami di fune va a formare un cappio (tramite due morsetti di serraggio da 10 mm.) che, tramite idoneo anello filettato M20, si collega ad una barra M20 8.8. Quest'ultima, tramite un angolare 100x80x6, irrigidito da due piatti di rinforzo 50x50x4, sono fissate ai relativi paletti a "C" 120x80x6 L=1350 che fuoriescono dal terreno per 25 cm.; operando sui due dadi si potrà "tirare" i due capi della fune assicurando un minimo di tensionamento.

La fune di diametro 20 mm. deve essere costituita da un'anima tessile e da 6 trefoli a crociera destra, ognuno dei quali deve essere composto da 37 fili di acciaio zincato con resistenza a trazione di 180 kg/mm²; la fune viene fornita per un carico di rottura minimo garantito di 23890 Kg..

Non si tratta qui di dare alla fune particolari tensioni di pre-tiro, ma semplicemente di evitare una corda "molle" della fune, che come già detto ha semplicemente il compito di guidare le varie bags durante il loro scorrimento e la conseguente deformazione longitudinale sotto urto.

Dietro all'ultima bag si installa la struttura di "tenuta" e/o di "contrasto" composta da tre paletti a "C" 120x80x8, disposti simmetricamente e infissi per 110 cm. nel terreno, collegati da due piastre o piatti da 580x80x8 (vedi Figg. 4 e 5).

Paletti e piastre sopra descritti sono realizzati in acciaio Fe430 (S275JR) e dovranno essere zincati a caldo a norma UNI EN ISO 1461.

Per la bulloneria sono stati impiegati bulloni a testa tonda TTDE M16 in acciaio di classe 8.8, di lunghezza 45 mm., dadi e rondelle M16 e barre filettate M20 8.8. con relativi dadi e controdadi di tensionamento M20.

Modalità d'installazione

Ipotizzando di dover eseguire i lavori di posa in opera nelle condizioni più critiche, cioè in presenza di traffico, ovviamente prima di procedere alla posa in opera dell'attenuatore d'urto, si dovrà provvedere all'installazione della segnaletica stradale per la riduzione di carreggiata o

² L'utilizzo dell'argilla espansa è legato alla scelta di un inerte di scarso peso; ovviamente le caratteristiche granulometriche ed anche quelle fisico-meccaniche del materiale non sarebbero influenti in riferimento alla risposta del dispositivo sotto urto.

comunque alla deviazione del traffico in modo da creare un'area di cantiere protetta dal flusso degli automezzi. Nel rispetto delle norme di sicurezza il personale dovrà essere provvisto di idoneo equipaggiamento (tuta, scarpe, guanti ecc.) e quanto altro previsto dalle norme vigenti in materia di sicurezza.

La sequenza temporale e spaziale delle operazioni di cantiere sarà indicativamente la seguente:

- 1) Tracciamento di una o più linee o tesatura di idonei fili per l'allineamento dell'attenuatore d'urto rispetto al suo asse longitudinale e alla sua fascia di ingombro;
- 2) scarico a terra della bag posteriore o terminale e sua posa alla distanza dall'ostacolo fisso prevista in progetto, nel rispetto della posizione del "lato frontale dell'ostacolo" di 60 cm. come definito in progetto;
- 3) infissione dei tre paletti a "C" 120x80x8 L=2000 (tramite idoneo battipalo) che compongono la struttura di "tenuta" e/o di "contrasto", disposti simmetricamente e infissi per 110 cm. nel terreno di supporto; questa operazione deve essere eseguita curando e controllando l'allineamento, la loro distanza reciproca, la verticalità degli stessi e la loro distanza dalla pavimentazione secondo le quote previste nel disegno di progetto;
- 4) installazione delle due piastre trasversali 580x80x8 di collegamento tra i tre paletti a "C" tramite bulloni TTDE M16 8.8;
- 5) posizionamento a terra della bag posteriore a ridosso dei tre paletti a "C";
- 6) scarico a terra delle altre 5 bags e loro sequenziale posizionamento ad incastro rispetto alla contigua curando la reciproca distanza di 70 cm. e l'allineamento in asse del dispositivo che si va formando;
- 7) infissione a 50 cm. dal basamento della bag frontale del paletto a "C" 120x80x6 L=1000 lasciando fuori terra i 10 cm. previsti in progetto;
- 8) inserimento della fune M20 nel foro presente nel paletto di cui alla voce 7) e quindi dei due rami nei fori presenti frontalmente nelle bags ad altezza 20 cm. da terra; inserimento della fune dovrà interessare una dopo l'altra tutte le bags fino alla fuoriuscita dei suoi due rami dalla parete posteriore della bag terminale;
- 9) taglio a misura della fune e, previo inserimento dell'anello di collegamento filettato per le barre M20 8.8, realizzazione dei due "cappi" serrati ognuno con due comuni morsetti ad "U" filettati M10;
- 10) infissione a 100 cm. dalla parete posteriore della bag terminale dei due paletti a "C" 120x80x6 L=1350 lasciando fuori terra i 25 cm. previsti in progetto; i due paletti trasversalmente distano 40 cm e dovranno essere posizionati in modo che, tenendo conto dell'ingombro degli angolari 100x80x60x6, i due rami di fune possano essere allineati alle barre M20 di tensionamento;
- 11) montaggio, su ciascuno dei due paletti di cui alla voce 10), di un angolare 100x80x60x6 tramite bullone TTDE M16 8.8;
- 12) ulteriore controllo dell'allineamento generale dell'attenuatore d'urto e della distanza reciproca tra bags contigue nel rispetto degli ingombri previsti in progetto;
- 13) inserimento delle barre M20 di tensionamento nel foro dell' angolare 100x80x60x6 e tramite il serraggio dei dado e controdado M20, procedere al "tensionamento" della fune;³
- 14) inserimento attraverso il foro Ø21 presente sopra le bags dei sacchi in tessuto di rafia di polipropilene quadrato con base 90x90 cm. ed altezza 120 cm.;
- 15) tramite la così detta "bocca di carico" di altezza 80 cm. presente alla sommità dei sacchi, inserire i 120 Kg.⁴ di l'argilla espansa con funzione di zavorra curando che il materiale sia

³ Non si tratta qui di dare alla fune particolari tensioni di pre-tiro, ma semplicemente di evitare una corda "molle" della fune, che come già detto ha semplicemente il compito di guidare le varie bags nella loro deformazione longitudinale sotto urto.

distribuito uniformemente nell'area a disposizione all'interno delle bags; al termine serrare i sacchi con le apposite stringhe di chiusura;

- 16) controllo del serraggio della bulloneria presente e del "tensionamento" della fune a dispositivo zavorrato.

Per ciò che concerne il corretto serraggio, si farà riferimento alla seguente tabella:

Tipo elemento	Coppia di serraggio (Nm)
Bulloni TE M16, classe 8.8	90 ± 15

Tolleranze geometriche

In fase di produzione degli elementi dell'assorbitore le tolleranze da rispettare sono quelle riprese nella norma UNI ISO 22768-1 – classe c.

Gli spessori saranno verificati applicando le tolleranze riportate nella normativa UNI EN 10051-2000 per lamiere e nastri laminati a caldo in continuo e UNI EN 10058-2004 per barre di acciaio piano laminato a caldo.

In fase di montaggio, sono tollerate piccole variazioni, nei limiti delle tolleranze riportate nella Fig.6:

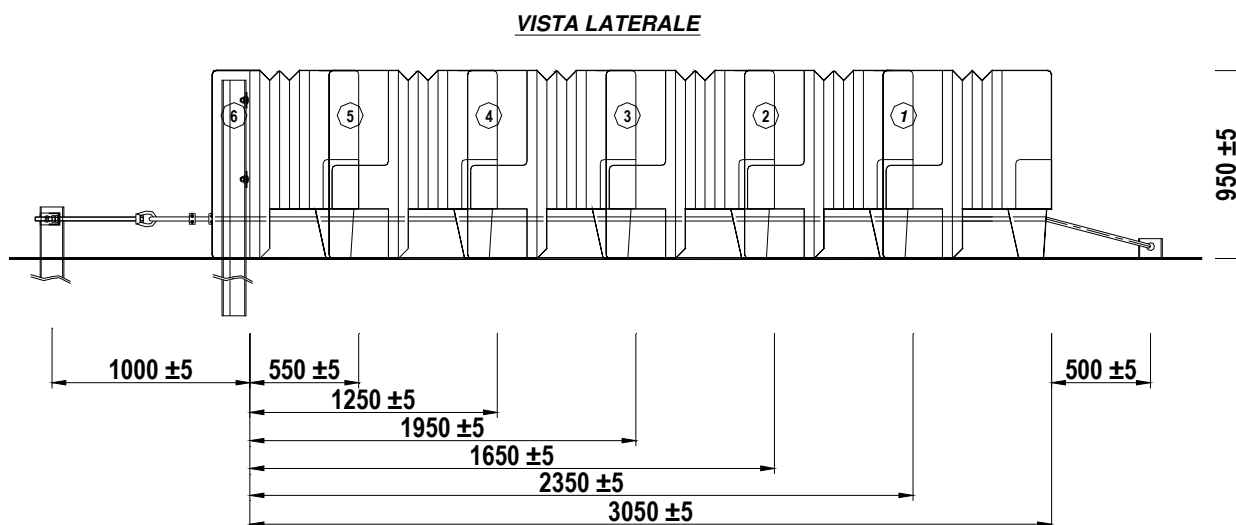


Fig.6

⁴ Ci si potrà aiutare operando con secchi o altri contenitori di peso inferiore dove si era in precedenza accertato il peso di inerte necessario al loro riempimento;

Risultati delle prove in scala reale

Per la descrizione e l'analisi completa dei risultati delle prove si rimanda ai Rapporti di Prova ufficiali preparati dal Centro prove autorizzato Aisico di Anagni nel quale sono avvenuti i crash test definitivi, operante in qualità certificata UNI CEI EN ISO / IEC 17025, in base alle prescrizioni delle normative D.M. n° 223 del 18.2.1992 e alle sue successive modifiche fino al D.M. del 21.6.2004 vigente; ci limitiamo qui a fare brevemente un sunto e un commento sull'esito delle prove di crash in base alle quali chiediamo l'omologazione del dispositivo attenuatore d'urto:

Prova n. 406 dell' 8 marzo 2007 (Alfa 75)

Classe di riferimento :	TC 1.2.80
Peso del veicolo :	1240.6 Kg
Velocità di prova :	80.8 Km/h
Angolo d'impatto :	0° (90°)
Energia d'urto :	313 kJ
Valore Indice ASI :	0.9
Valore Indice THIV :	34 (Km/h)
Valore Indice PHD :	12 (g)
Indice V.C.D.I. :	FS 0000000
Attraversamento della barriera :	NO
Ribaltamento del veicolo :	NO
Veicolo entro box CEN :	SI

Tutti i parametri di prova previsti dalla vigente normativa sono quindi stati rispettati; ad avvalorare l'ottimo comportamento del dispositivo durante l'urto della macchina "pesante", oltre al valore eccezionale dell'indice ASI, è il valore dell'indice V.C.D.I. che evidenzia come non ci sia stata nessuna deformazione a carico dell'abitacolo a garanzia della sicurezza dei passeggeri.

I danni sul veicolo sono concentrati nella zona del paraurti anteriore e del cofano, mentre non si verificano danni al parabrezza e agli organi di sterzo; il veicolo ha impattato l'attenuatore d'urto con un leggero disassamento di 6 cm che rientra ampiamente nei limiti di tolleranza previste al punto 7.5.4 della Norma EN 1317-3.

Nell'urto sono coinvolte tutte le 6 bags che risultano deformate e presentano lacerazioni localizzate in più punti, secondo il previsto cinematismo di funzionamento; la deformazione o spostamento complessivo della parte anteriore o frontale del dispositivo risulta pari a 1.74 m. La struttura di "tenuta" e/o di "contrasto" ha svolto pienamente il suo compito tanto che lo spostamento del lato posteriore del dispositivo è stato di 50 cm.

Non sono risultate rotture a carico dei sacchi interni e non si è verificata quindi la fuoriuscita di argilla espansa.

Prova n. 407 dell' 8 marzo 2007 (Fiat UNO 3p)

Classe di riferimento :	TC 2.1.80
Peso del veicolo :	863.6 Kg
Velocità di prova :	81.2 Km/h
Angolo d'impatto :	0° (90°)
Energia d'urto :	220 kJ
Valore Indice ASI :	1.2
Valore Indice THIV :	36 (Km/h)
Valore Indice PHD :	16 (g)
Indice V.C.D.I. :	FS 0000000
Attraversamento della barriera :	NO

Ribaltamento del veicolo : NO
Veicolo entro box CEN : SI

Tutti i parametri di prova previsti dalla vigente normativa sono quindi stati rispettati; ad avvalorare l'ottimo comportamento del veicolo "leggero" durante l'urto, oltre al basso valore dell'indice ASI, è il valore dell'indice V.C.D.I. che evidenzia come non ci sia stata nessuna deformazione a carico dell'abitacolo a garanzia della sicurezza dei passeggeri.

I danni sul veicolo sono concentrati nella zona del paraurti anteriore e del cofano, mentre non si verificano danni al parabrezza e agli organi di sterzo; il veicolo dopo l'urto naturalmente, a causa del disassamento, subisce una rotazione rispetto all'allineamento del dispositivo, comunque molto contenuta (circa 30°) rispetto a quelle verificatesi in casi analoghi, restando comunque molto vicino al dispositivo rispettando quindi a pieno il box CEN.

Nell'urto sono coinvolte tutte le 6 bags, con deformazione notevoli e lacerazioni localizzate secondo il previsto cinematismo di funzionamento; la deformazione o spostamento complessivo della parte anteriore o frontale del dispositivo risulta pari a 1.50 m. La struttura di "tenuta" e/o di "contrasto", nonostante la dissimmetria della sollecitazione (40 cm. di disallineamento), ha svolto pienamente il suo compito con uno spostamento del lato posteriore del dispositivo di 30 cm.

Dall'analisi comparata delle due prove è possibile definire le due classi in base alle quali la norma EN 1317-3 classifica gli attenuatori d'urto:

- ✓ Classe Z - Dimensioni della zona di rinvio (tramite la misura di Za e Zd);
- ✓ Classe D - Zone di spostamento laterale permanente (tramite la misura di Da e Dd).

Ovviamente la prova tipo TC 2.1.80 n° 407 con autovettura leggera "disassata" è quella che determina i dati significativi per le suddette misure; in pratica si ha:

$$\begin{array}{ll} Z_a = 0 & Z_d = 3.30 \text{ m.} \\ D_a = 0.49 \text{ m.} & D_d = 0.07 \text{ m.} \end{array}$$

Quindi l'assorbitore d'urto oggetto della presente relazione risulta classificabile in classe Z1, per quanto attiene le dimensioni della zona di rinvio, e in classe D1 per le zone di spostamento laterale permanente.

Secondo la EN 1317-3 al progettista è inoltre richiesto di stabilire la posizione del lato frontale di un eventuale ostacolo da proteggere; tale linea, interna o esterna al dispositivo, non dovrà essere attraversata né dall'attenuatore d'urto deformato né dal veicolo di prova.

Il progetto dell'attenuatore d'urto in esame prevede, come in precedenza esposto con l'ausilio della Fig. 6, la "Posizione del Lato Frontale dell'Ostacolo" ad una distanza di 600 mm. dal retro dell'ultima bags; in base a quanto misurato dalla AISICO e riportato nei report di prova n° 406 e 407 lo spostamento permanente del lato posteriore dell'attenuatore è stato rispettivamente di 0.50 e 0.30 m. all'interno quindi di quanto previsto in progetto.

In definitiva posizionando il dispositivo a distanza di almeno 60 cm. da un eventuale ostacolo si garantisce non solo la sua protezione rispetto al veicolo in svio o alle possibili deformazioni dell'assorbitore stesso, ma anche che il comportamento di quest'ultimo, verificatosi in occasione delle prove di crash, non sia condizionato, nel suo cinematismo di funzionamento, da quanto potrebbe essere collocato posteriormente al dispositivo stesso.

L'applicazione più usuale dell'attenuatore d'urto in esame prevede il suo utilizzo a protezione delle "cuspidi", cioè tratti di raccordo curvo di barriere di sicurezza composti da lame a doppia o tripla onda, posizionate in corrispondenza delle uscite autostradali (caselli, aree di servizio, parcheggi, ecc.); in questo caso la posizione dei due paletti e delle barre di tensionamento, dietro alla linea del "*lato frontale dell'ostacolo*", è comunque possibile perchè essendo posti a 20 cm. dal suolo passano al di sotto della doppia o tripla onda e non c'è reciproca interferenza. Ovviamente il progettista dell'installazione dovrà verificare, volta per volta, se la conformazione dell'ostacolo consente di posizionare l'attenuatore d'urto in questa posizione a distanza minima o se si rende necessario allontanarlo in modo da rendere possibile la posa dei paletti..

Il Progettista
ing. Massimo Giulio Fornaci

Roma, 15 Novembre 2010