



Un nuovo studio sulle longe: massa rigida e manichino a confronto.

A cura di:

Giuliano Bressan Sezione CAAI - CSMT

Massimo Polato sezione CAI di Mirano - CSMT

Cristiano Zoppello sezione CAI Padova - CSMT, SNaTSS, CNSAS

Nel 2012, il Centro Studi Materiali e Tecniche pubblicava un articolo a proposito delle longe [1], a seguito di un'indagine avviata qualche anno prima dal compianto Oskar Piazza, che prendeva spunto da un incidente avvenuto ad un arrampicatore francese, nel quale si verificava la rottura di una longe in Dyneema® a causa di un volo a fattore di caduta (FC) pari a 2.

Questo fatto, che all'epoca suscitò molto scalpore, diede il via a una serie di studi e approfondimenti per capire cosa fosse successo, e si arrivò a definire meglio le caratteristiche di resistenza di alcuni materiali e, soprattutto, a chiarire alcune modalità di impiego, per far in modo che si ponesse attenzione al loro corretto utilizzo.

Oltre ad un'indagine riguardante questi materiali da un punto di vista speleologico che portò alla scrittura di vari articoli (vedi [2] e [3]), si diede il via ad una campagna di prove per indagare su quale fosse il materiale migliore per costruire una longe per uso alpinistico.

I risultati di quel lavoro portarono sostanzialmente ad avvalorare da un punto di vista scientifico che il materiale dinamico si prestava meglio per la costruzione delle longe e che le diverse tipologie di Daisy Chain, allora nel mercato e di longe costruite con materiali statici portavano in sé delle potenziali criticità se utilizzati in determinate situazioni: ovvero quando venivano sollecitate da un carico dinamico piuttosto che statico [1].

All'epoca, la struttura principale di cui disponeva il CSMT per poter eseguire le prove e verificare l'entità delle forze che sollecitavano i materiali, era il "Dodero"; oggi, a distanza di anni, il CSMT ha potuto dotarsi di altri strumenti che possono aiutare ad approfondire meglio tutti gli aspetti già sottoposti ad indagine quali un manichino ed un accelerometro wireless a tre assi.

Grazie all'ausilio di questi strumenti, abbiamo potuto misurare una serie di parametri (forza e decelerazione), distinguendo (e quindi confrontando), tra l'utilizzo di una massa d'acciaio e il manichino sopra citato che meglio si presta a simulare l'anatomia di un corpo umano.



Ma prima di riprendere il lavoro sulle longe...



Immagine 1: prove di confronto "massa-manichino" alla Torre di Padova

Con l'acquisizione di questi nuovi strumenti, prima di intraprendere un lavoro di "revisione" sull'argomento longe abbiamo voluto concentrarci su una questione ad esso "propedeutica": determinare da un punto di vista sperimentale, quali differenze vi siano nell'eseguire le prove sui materiali alpinistici, utilizzando la consueta massa d'acciaio, indeformabile, piuttosto che il manichino che risulta decisamente più deformabile.

Premettiamo subito che quanto abbiamo fatto e che vi proponiamo a breve, è il rifacimento in chiave più aggiornata di uno studio eseguito nel 2006, in cui però, mancando il manichino, ci si era dovuti "accontentare" dei dati derivanti dalle cadute di alcuni volenterosi e coraggiosi stuntmen e questo aveva significato, per evidenti questioni di sicurezza, doversi limitare nell'entità delle cadute. Immaginate cosa significa per una persona cadere da quattro metri anche "solo" a fattore di caduta 1...

Ma entriamo nella questione e vediamo come sono stati eseguiti i test.

La prima cosa che sottolineiamo è che, per ragioni di ripetibilità dei risultati, tutte le prove sono state eseguite a corda bloccata e utilizzando una corda dinamica singola di diametro 9,8 mm con una forza di



Immagine 2

arresto pari a 810 daN (*nota*); inoltre, tutti gli spezzoni di corda erano chiusi alle estremità con tre morsetti (avvitati con chiave dinamometrica). Questo è stato fatto, per evitare che l'effetto di strizione del nodo entrasse come "effetto spurio" nelle prove (visto che sarebbe stato più difficile fare e pretensionare tutti i nodi allo stesso modo). Inoltre, lo spezzone di corda veniva sostituito dopo ogni prova.

Come per le prove eseguite nel 2006, sono state individuate tre lunghezze di corda (1, 2 e 4 m) e due valori di fattore di caduta (0,5 e 1), su cui concentrare l'indagine.

All'epoca il fattore di caduta 2 non era stato nemmeno preso in considerazione visto che a eseguire le prove c'erano delle persone; inoltre, eseguire delle prove in questa situazione ($FC = 2$) implica giocoforza un effetto di pendolo della massa che cade e

questo instaura tutta una serie di problematiche pratiche e di complessità nei risultati.

Abbiamo quindi eseguito i seguenti test:

- 9 prove a $FC = 0,5$: 3 con spezzone lungo 1 m, 3 con spezzone lungo 2 m e 3 con spezzone lungo 4 m.
- 9 prove a $FC = 1$, con le medesime lunghezze e quantità di campioni delle precedenti.

Queste prime 18 prove sono state eseguite utilizzando una massa di acciaio di circa 80 kg (vedi immagine 2).



Immagine 3



Successivamente ne sono state fatte altre 18 esattamente come le precedenti però utilizzando il manichino (immagine 3), anziché la massa di acciaio.

Le immagini 4 e 5 mostrano in dettaglio la configurazione di prova. L'immagine 4 fa vedere la tipologia di prova eseguita con la massa (in azzurro lo spezzone di corda dinamica chiuso con i morsetti, in bianco la corda di sicurezza). Nell'immagine 5 si vede la massa in caduta collegata alla cella di carico fissata sotto il traliccio della torre.



Immagine 4



Immagine 5

La tabella 1 riassume i risultati ottenuti dai 36 test effettuati. Una prima considerazione che possiamo fare, osservando i dati riportati, riguarda la loro buona ripetibilità: e questo ci consente di affermare che le procedure adottate nella preparazione dei campioni e nell'esecuzione delle prove si sono rivelate di buona qualità e in grado per poter arrivare ad effettuare delle misure che ci consentono di trarre delle conclusioni oggettive sul fenomeno misurato, validando anche la

procedura sperimentale adottata.

MASSA				MANICHINO			
fc	L spezzone [m]	Forza [daN]	Media F [daN]	fc	L spezzone [m]	Forza [daN]	Media F [daN]
0.5	1	397,4	400,3	0.5	1	326,80	331,4
		401,9				328,70	
		401,5				338,70	
	2	416,9	411,2		2	381,50	389,1
		406,1				392,80	
		410,5				392,90	
	4	478,4	472,8		4	379,70	407,4
		470,9				418,30	
		469,0				424,10	
1	1	672,0	666,8	1	1	528,40	539,1
		669,6				540,50	
		658,7				548,50	
	2	630,4	631,7		2	592,80	596,1
		632,7				594,20	
		632,0				601,40	
	4	631,9	632,0		4	616,80	615,6
		630,2				614,30	
		633,8				615,70	

Tabella 1

Per cercare di comprendere un po' di più questi dati, vi riproponiamo i dati della tabella 1 utilizzando il grafico a punti rappresentato dalla figura 1 e l'istogramma a barre di figura 2.

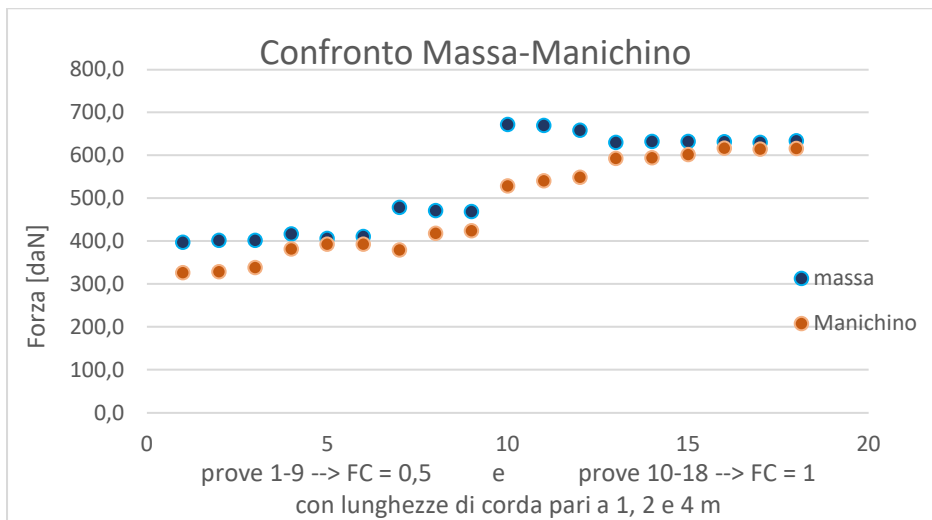


Figura 1

Nel grafico si possono distinguere bene tutte le prove eseguite divise per tipologia di grave (massa e manichino), fattore di caduta e lunghezza dello spezzone di corda utilizzato; la prima terna di punti corrisponde ad una lunghezza dello spezzone pari ad 1 m, la seconda a 2 m e la terza a 4 m. La stessa considerazione sulla lunghezza degli spezconi di corda vale anche per le prove a FC = 1. In particolare, si evidenziano due aspetti:

- Il primo è che, come ci si aspettava, i valori di forza registrati nelle prove di caduta della massa sono, in generale, più elevati di quelli misurati col manichino.

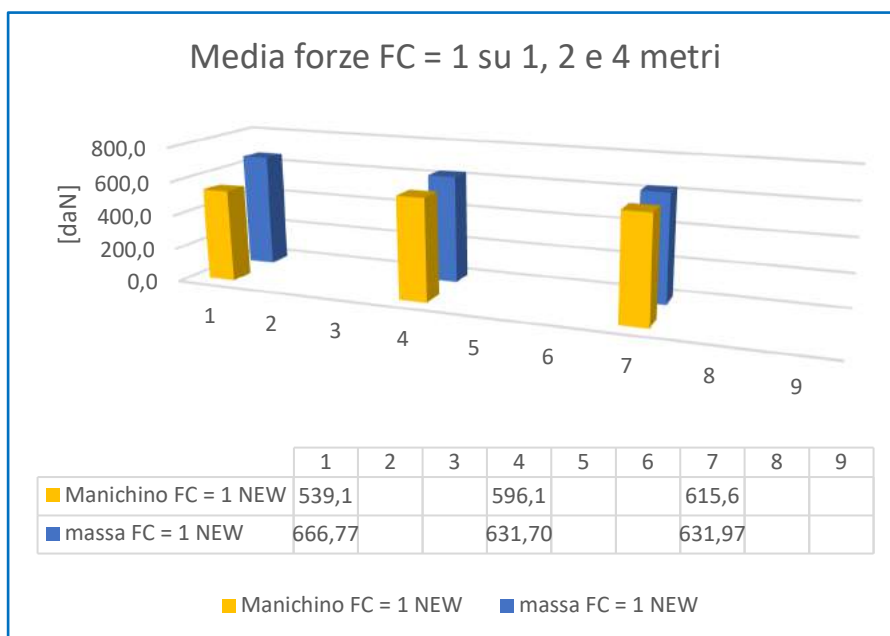


Figura 2

- Il secondo è che questa differenza diviene più marcata con l'aumentare del fattore di caduta e per brevi lunghezze di caduta, ma tende a diminuire con l'aumentare di quest'ultime.

Come spiegato precedentemente, non sono stati eseguiti voli a fattore di caduta due, ma confrontando i dati con quelli trovati nelle prove del 2006 possiamo affermare che le prove eseguite nel 2020 hanno confermato



quanto già era emerso e cioè che la differenza di sollecitazione della corda, utilizzando la massa piuttosto che un manichino, tende ad annullarsi al raggiungimento di circa 4 m di volo.

Questo fatto, che sembra di poco conto, in realtà riprova, da un punto di vista sperimentale, due osservazioni:

- la prima è che si conferma il fatto che sia corretto utilizzare la massa di acciaio, per esempio, nelle prove al Doderò per eseguire i test di certificazione delle corde dove la caduta della massa supera i quattro metri.
- La seconda è che sia stato corretto, alla luce dei risultati ottenuti, investire nell'acquisizione di un manichino per "ristudiare" il comportamento delle longhe, dove nella realtà i potenziali voli dovrebbero essere, di modesta entità e le differenze che ci possono essere con l'utilizzo della massa di acciaio, possono essere importanti.

Questo ultimo punto risulta ancor più chiaro se prendiamo in considerazione il grafico di figura 1 e lo modifichiamo inserendo i dati relativi ai test eseguiti con gli stuntmen nel 2006 (riferiamoci alle prove a FC = 1). Così facendo otteniamo il grafico di figura 3, dal quale si evince come il manichino rispecchi, con buona approssimazione, il comportamento del corpo umano.

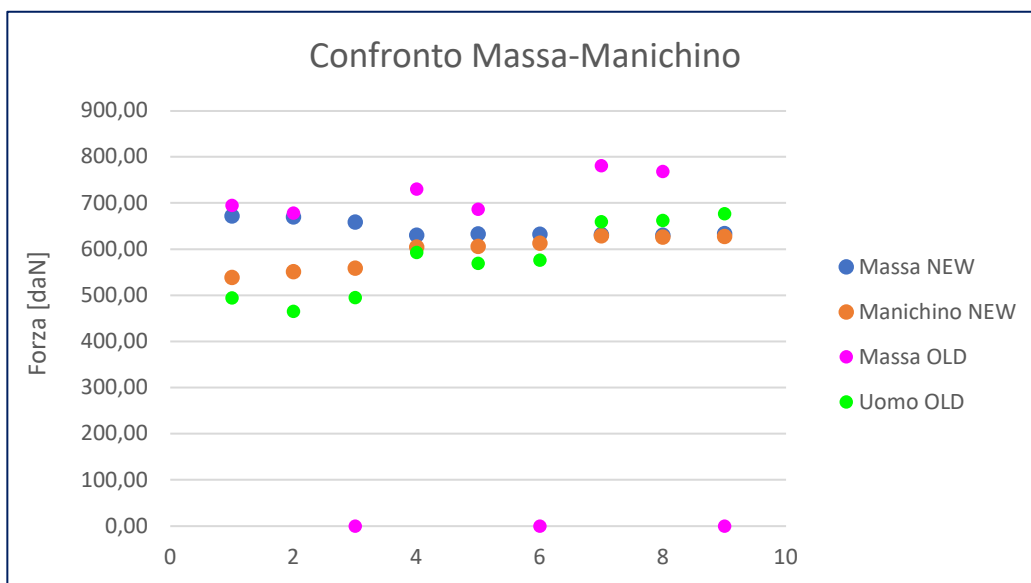


Figura 3

Quanto appena esposto si rivela essere il punto di partenza per poter riprendere e aggiornare il precedente studio fatto sulle longhe, avendo la possibilità di eseguire test che simulino in modo ancor più realistico il comportamento di questi dispositivi che saranno analizzati nell'articolo "Un nuovo studio sulle longhe: le evidenze più recenti".

Nota Il newton - "N" - è un'unità di misura della forza nel Sistema Internazionale; un N è la forza che applicata a una massa di 1 kg le imprime l'accelerazione di 1 m/s^2 ed equivale a circa un ettogrammo peso.

Un decanewton - "daN" (10 newton) viene spesso usato perché equivale a circa 1 kg peso.

Un kilonewton "kN" (1000 newton) equivale quindi a circa 100 kg peso.



Ringraziamenti

Un ringraziamento va alle persone che hanno partecipato a questa sessione di prove e che hanno reso possibile l'esecuzione, la preparazione della struttura e dei campioni e le riprese: Massimiliano Avalor (anche per i puntuali e preziosi suggerimenti dati nella fase di rilettura dei testi), Sandro Bavaresco, Vittorio Bedogni, Cristian Cesaro, Simone Maratea, Claudio Melchiorri, Davide Rogora e Nicola Tondini. In modo particolare, si ringrazia Federico Bernardin per l'aiuto dato, oltre che per l'esecuzione dei test anche per l'analisi dei risultati e la stesura di questo articolo.

Bibliografia

- [1] Bressan G., Polato M., Longes e daisy Chain: impieghi, *Annuario CAAI*, 112-2012 '13
- [2] Zoppello C., *La longe in speleologia*, Le Alpi Venete, 1-2011
- [3] Antonini G., Piazza O., *Test sui materiali: le longes*, Il Soccorso Alpino, 4-2012