

Longe: le evidenze più recenti

Appurato che il manichino simula con buona approssimazione il comportamento biomeccanico del corpo umano, un nuovo studio analizza i materiali e le risposte che forniscono in caso di caduta

di Giuliano Bressan*, Massimo Polato**, Cristiano Zoppello***

Dopo aver esposto nell'articolo "Un nuovo studio sulle longe: massa rigida e manichino a confronto" (vedi *Montagne360*, giugno 2022, ndr) i relativi risultati, entriamo nel merito dell'argomento anche alla luce delle più approfondite conoscenze in materia, maturate in questi anni. Riassumiamo brevemente le conclusioni ottenute col citato studio: nelle cadute di piccola entità vi è differenza di sollecitazione dei materiali interessati alla trattenuta tra utilizzo della massa di acciaio e manichino; il manichino simula con buona approssimazione il comportamento biomeccanico del corpo umano. In base a questi risultati, forse scontati ma ora comprovati da dati sperimentali, abbiamo riesaminato il precedente studio sulle longe, per cercare di approfondire quel che era emerso nel 2012; infatti, i test all'epoca, non essendo il Csmt ancora dotato del manichino, erano stati eseguiti con l'utilizzo della "classica" massa d'acciaio di 80 kg. Con l'impiego del manichino, ci aspettavamo che i valori di forza trovati nel 2012 sugli elementi interessati dalla caduta cioè l'ancoraggio, la longe e la massa, fossero più bassi e che l'utilizzo di materiali dinamici a favore di quelli più statici coerentemente aiutasse a sollecitare in misura minore tutti i componenti della "catena di assicurazione".

UN PO' DI STORIA

Nel corso del precedente studio sulle longe, utilizzate in ambito alpinistico, si svolsero due campagne di prove: la prima tenutasi in laboratorio con un'ampia pubblicazione di risultati e la seconda in Torre. Nelle prove svolte erano state prese in considerazione sostanzialmente tre tipo-



logie di materiali (Nylon®, Kevlar® e Dyneema®) testando svariate tipologie di longe realizzate con mezza corda, anelli annodati in Kevlar®, fettucce precucite in Nylon® e Dyneema® di varia larghezza oltre alle Daisy Chain.

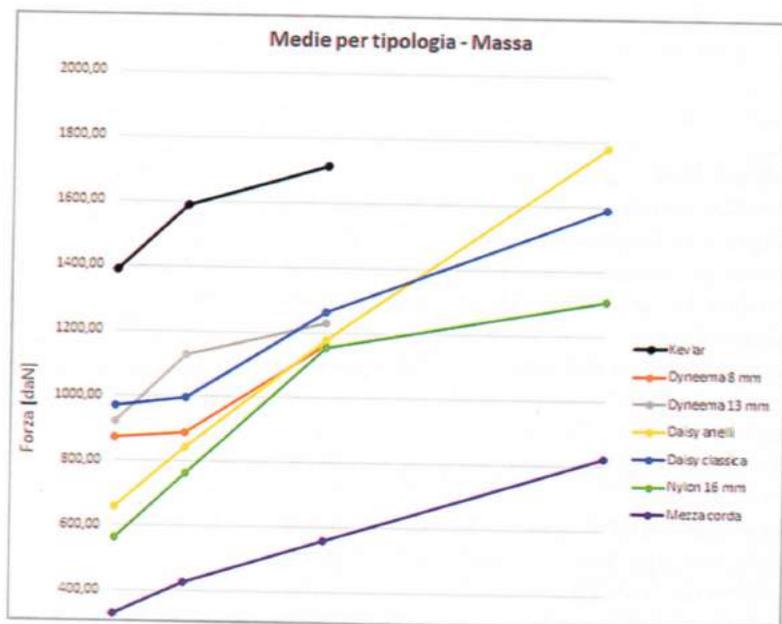
Tutti i dispositivi (ognuno della stessa lunghezza, e cioè 1,2 m) furono inizialmente testati a fattore di caduta pari a 1, utilizzando la massa della torre, registrando i valori di forza e le eventuali modalità di rottura. Successivamente furono testati a fattore di caduta 2 solamente quelli che non si erano rotti nella precedente tornata di test ($f_c = 1$). Nel grafico 1 sono riportati i risultati ottenuti all'epoca espressi in daN (vedi nota 1, nda).

IL NUOVO LAVORO

I risultati ottenuti nel nuovo studio, che ci ha impegnati sul campo per quattro giornate, svi-



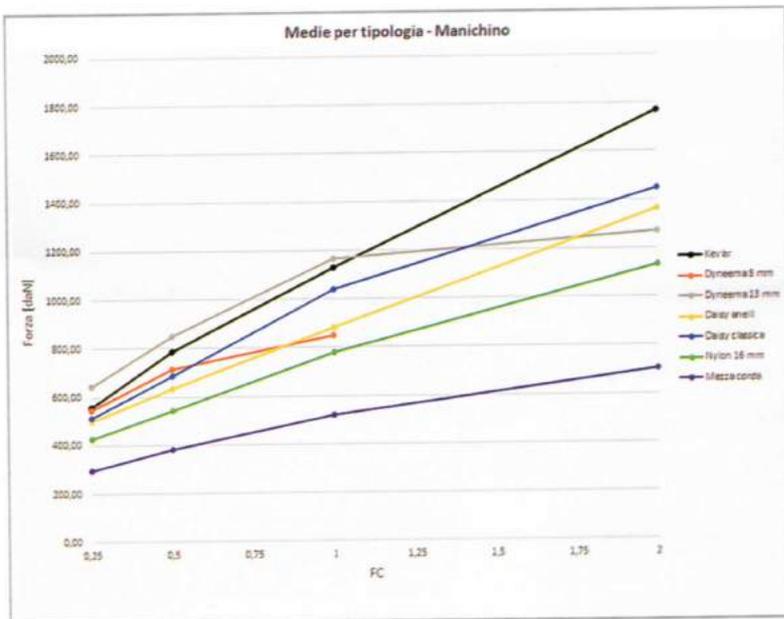
Nella pagina a sinistra, i materiali testati.
 In questa pagina, sopra, un test con
 la massa di 80 kg. Sotto, il grafico 1:
 il rapporto medio tra forza e massa



luppando 156 prove, si sono rivelati, come ci si aspettava, diversi da quanto ottenuto nel 2012. Ma che tipo di test sono stati fatti e cosa abbiamo ottenuto?

Partiamo dalle varie tipologie di materiali impiegati. Abbiamo preso in esame quelli più adoperati per costruire una longe, utilizzando in particolare: anelli precuciti in Kevlar® del diametro di 6 mm, fettucce in Dyneema® di larghezza 8 e 13 mm, fettucce in Nylon® di larghezza 16 mm, Daisy chain "classica" (prodotta con mix di Nylon® e Dyneema®) e ad anelli (costruite in Nylon®), e degli spezzi di mezza corda dinamica.

A differenza di quanto avvenuto per lo studio di confronto "massa/manichino", su questi materiali erano presenti dei nodi. In particolare, su tutti i materiali precuciti (cordino in Kevlar® e anelli di fettuccia), da un lato è stato fatto il nodo "cravatta" così come previsto dal manuale di roccia; per le Daisy chain è stato utilizzato il metodo di chiusura consigliato dal manuale di istruzione che le accompagnava e, infine, per le longe costruite con uno spezzone di mezza corda abbiamo utilizzato il

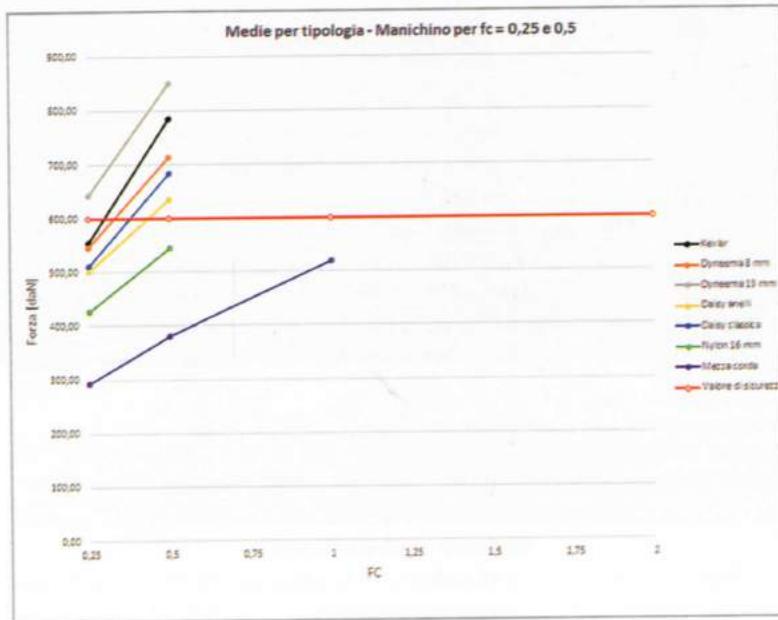


nodo delle guide semplice, che risulta essere quello maggiormente usato durante la loro costruzione. Tutti i nodi sono stati fatti a "regola d'arte" e nello stesso modo e non sono stati pretensionati: questo per fare in modo che nessuno risultasse, in qualche modo, più o meno serrato degli altri.

La presenza dei nodi ci ha permesso di condurre i test simulando le condizioni di utilizzo più simili alla realtà. In condizioni operative reali, infatti, la presenza di un nodo c'è sempre e questo contribuisce, durante la sua fase di strizione nel caso di trattenuta di un volo, a dissipare una parte di energia di caduta; il nodo rappresenta, altresì, per alcune delle tipologie di longe considerate, un punto di criticità.

Per quanto riguarda le tipologie del "volo", abbiamo scelto di concentrarci su quattro diversi fattori di caduta: 0.25, 0.5, 1 e 2. Rispetto alle precedenti prove riguardanti il confronto "massa/manichino", abbiamo introdotto anche il valore di fattore di caduta 0.25, per avvicinarci, da un punto di vista operativo, a una potenziale configurazione di caduta reale. Il fattore di caduta pari a 2, invece, è stato preso in considerazione per valutare il comportamento delle varie tipologie di longe nella condizione di impiego peggiore, forse meno probabile nel normale utilizzo di "tutti i giorni", ma che se si presenta può diventare estremamente pericolosa.

Per il resto la configurazione di prova è stata del tutto simile a quanto visto nella prima parte di questo lavoro inerente al confronto "massa/manichino". Le longe venivano fissate da una parte alla massa d'acciaio o al manichino e dall'altra parte alla cella di carico; in entrambi i lati vi era la presenza di un moschettoni ad alto carico di sezione circolare e diametro pari a 12 mm.



I RISULTATI

Vediamo ora di esporre i risultati nel modo più chiaro e semplice possibile utilizzando, allo scopo, una serie di grafici che fanno riferimento alle medie dei valori ottenuti in relazione ai due tipi di gravi utilizzati.

Riferendoci ai valori ottenuti con la massa d'acciaio (grafico 1), rispetto a quelli relativi alle prove eseguite con l'utilizzo del manichino (grafico 2), possiamo notare due cose: la prima è che le sollecitazioni risultano minori e ciò implica che i materiali rispondano in modo migliore, da un punto di vista della resistenza meccanica, anche nelle condizioni più gravose (fattori di caduta superiori a 1). Si vede come i cedimenti siano decisamente più limitati.

In alto a sinistra, il grafico 2: i valori medi relativi a forza e manichino. In alto, un nodo di collegamento. Sopra, il grafico 3: le forze medie imposte alle longe, con limite di sicurezza di 6kN

La seconda cosa che si nota è che, nonostante la precedente nota positiva, le forze che si misurano nelle varie tipologie di prove diventano presto elevate in relazione a quelle compatibili con i parametri fisiologici relativi al corpo umano.

A proposito di questo secondo punto, se consideriamo il valore di sicurezza di 600 daN - preso come riferimento nella normativa dei dispositivi anticaduta utilizzati in ambito lavorativo (da cui deriva anche il valore di forza massimo consentito negli EAS - vedi EN 958-2017) - si vede (grafico 3) come rimanendo a fattori di caduta bassi (0.25), ogni materiale possa essere, in linea di principio, sostanzialmente indicato per la costruzione di longe. Basta però alzare di poco il fattore di caduta, arrivando al valore di 0.5, per vedere come, pur non essendoci problemi da un punto di vista della resistenza meccanica delle longe, le uniche che non superano il valore di sicurezza di 600 daN, siano quelle costruite con materiale dinamico.

CONCLUSIONI

Dall'entità di dati raccolta, molto solida e coerente, si può dire che sotto tutti i profili si sono confermate le seguenti tendenze: se il discriminante nella costruzione di una longe è la mera resistenza meccanica della stessa, questo studio rileva come sostanzialmente non vi siano grossi problemi. Se invece consideriamo come prerogativa la sicurezza fisiologica di chi cade, non ci sono molte alternative all'uso di materiali dinamici.

Facciamo presente che la caduta su longe in una situazione di FC 1 è una situazione sempre pericolosa (fuorché con mezza corda) e spesso sottovalutata. Anche se in nessun caso avviene la rottura della longe, la forza prodotta arriva a 1200 daN (nel caso di un anello in aramide a oltre 1700 daN), che si traduce in una sollecitazione, nel corpo umano che subisce la caduta, ai limiti della sopravvivenza.

Infine, se si vuole considerare solo l'aspetto legato alla "praticità", intesa come utilizzo di dispositivi già pronti, bisogna tenere ben presente i potenziali limiti che questi presentano. Se il loro posizionamento non prevede potenziali cadute e il carico applicato è di tipo statico non ci sono, in effetti, problemi di sorta; non si deve però chiedere a questi dispositivi di assolvere a utilizzi per

Se la prerogativa è la sicurezza fisiologica di chi cade, non ci sono alternative all'uso di materiali dinamici

i quali non sono stati progettati: ovvero assorbire energia derivante da una caduta.

Come spesso succede nella pratica alpinistica, la soluzione al problema non è univoca e dipende molto dalla conoscenza e competenza delle persone.

Invitiamo il lettore interessato a consultare il testo completo sul sito del Centro Studi Materiali e Tecniche (www.caimateriali.org) alla sezione "download/articoli e dispense/materiali/longe". ▲

* *Caai - Csm* (Centro Studi Materiali e Tecniche)

** *Cai Mirano - Csm* (Centro Studi Materiali e Tecniche)

*** *Cai Padova - Csm* (Centro Studi Materiali e Tecniche), *SNaTSS* (Scuola Nazionale di Soccorso Speleologico), *Cnsas* (Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico)

Ringraziamenti

Un doveroso ringraziamento va a tutte le persone che hanno collaborato alla realizzazione di questo importante studio. In particolare, si ringraziano: Vellis Baiù, Sandro Bavaresco, Federico Bernardin e Simone Maratea (Csm); Marco Brunet e Marco Segat (Csm e Sagf); Alberto Boninsegna e Paolo Borgonovo (Csm e Centro Addestramento Alpino Polizia di Stato); Cristian Cesaro per aver curato la parte di riprese video.

Nota 1

- 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/s².
- 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.

Bibliografia

- Bressan G., Polato M., Zoppello C., *Un nuovo studio sulle longe: massa rigida e manichino a confronto*, Sezione "download/articoli e dispense" del sito www.caimateriali.org.
- Bressan G., Polato M., *Longes e daisy Chain: impieghi*, Annuario Caai, 112-2012 '13
- Antonini G., Piazza O., *Test sui materiali: le longes*, Il Soccorso Alpino, 4-2012
- Zoppello C., *La longe in speleologia*, Le Alpi Venete, 1-2011
- CIMT VFG, *Sicurezza in pillole "Autoassicurazione in sosta con fettuccia precucita"*, Le Alpi Venete, 1-2010