

# Test sui materiali: Le longes

a cura di  
Giuseppe Antonini (SNaTSS-SNaFor)  
Oskar Piazza (SNaTe-SNaFor)

**C**on questo articolo viene inaugurata una rubrica su tecniche e materiali, a disposizione delle scuole come strumento di aggiornamento rapido.

Sebbene la manualistica sia il riferimento per ogni tecnico C.N.S.A.S., è del tutto evidente che l'evoluzione delle tecniche e dei materiali avanza veloce, con cambiamenti altrettanto rapidi all'interno del Soccorso.

Solo un manuale online potrebbe superare l'attuale limite del prodotto cartaceo. Tuttavia, in attesa di forme più rapide di diffusione delle informazioni, il notiziario del C.N.S.A.S. distribuito a tutti i tecnici può essere già un efficiente veicolo di aggiornamento. L'obiettivo della rubrica è, in definitiva, sensibilizzare gli utenti ad un uso più consapevole delle attrezzature personali e di squadra in dotazione nel Soccorso. Iniziamo con un articolo sulla longe, elemento fondamentale dell'equipaggiamento personale, di cui è indispensabile conoscere i limiti di utilizzo.

I test sono stati effettuati da Giuseppe Antonini, Oskar Piazza ed Andrea Prati, con la collaborazione di Paolo Manca, Cristiano Zoppello e Armando Della Rocca.

Si ringraziano inoltre Giuliano Bressan e Sandro Bavaresco del C.S.M.T. C.A.I., che hanno partecipato attivamente ai lavori.

Infine, un doveroso ringraziamento al Presidente Pier Giorgio Baldracco ed al Consiglio nazionale che hanno sostenuto quest'importante iniziativa, finalizzata ad incrementare gli standard di sicurezza nell'ambito del Soccorso.

Nel 2009 la S.Na.For. ha effettuato due sessioni di prove (quattro giornate) presso il laboratorio di Padova della Centro Studi Materiali e Tecniche del C.A.I., di seguito C.S.M.T., finalizzate allo studio del comportamento dei materiali in uso corrente nel C.N.S.A.S.

Più che la resistenza dei materiali (test distruttivi), effettuata peraltro da molti altri ricercatori ed i cui risultati sono reperibili su internet o nella stampa specializzata, si è voluto principalmente osservare cosa accade quando i materiali vengono utilizzati in condizioni operative *non standard*, ovvero stressandoli in situazioni a Fattore di Caduta (di seguito F.C.) superiore a 1.

## Le Longes

Il punto di partenza delle prove è stato la *longe* per l'attività in forra, elemento fondamentale della catena di sicurezza ed anche il più esposto a sollecitazioni fuori dall'ordinario; si precisa che il termine *longe* è un'espressione gergale tecnica di derivazione francese che trova generalmente corrispondenza anche con i *cordini di posizionamento* previsti per il lavoro (norma EN 354).

La S.Na.For., impegnata nella realizzazione del *Manuale di soccorso in forra* (di prossima pubblicazione), si è trovata nella necessità di fornire indicazioni precise riguardo ad una *longe* che offrisse standard di sicurezza adeguati in rapporto alle *situazioni di rischio che possono verificarsi in forra*.

Ma quali sono le condizioni operative reali?

Chi opera nel Soccorso in forra sa bene che la *longe* non serve solo per sospendersi passivamente ad un ancoraggio; può infatti accadere che l'operatore si trovi assicurato con la *longe* ad un punto di ancoraggio posto anche al di sotto dei suoi piedi, esposto quindi ad un F.C. prossimo a 2.

Si tratta chiaramente di una situazione estrema, da evitare ad ogni costo, ma nella quale ci si può trovare più o meno consapevolmente nello scenario operativo di un soccorso in forra.

Nella situazione immaginata, in caso di caduta dell'operatore, quest'ultimo precipita fino a quando non entra in tensione la *longe*.

A questo punto l'epilogo può essere così rappresentato.

1. L'operatore rimane appeso e privo di conseguenze: la *longe* ha assorbito la maggior parte dell'energia, deformandosi ed evitando di trasmettere troppa al corpo umano.
2. L'operatore rimane appeso ma subisce lesioni più o meno gravi: la *longe* ha assorbito poca energia, trasmettendone troppa al corpo umano (decelerazione violenta).
3. L'operatore precipita: l'energia sviluppata in conseguenza della caduta supera le capacità di assorbimento della *longe*, che si spezza, fine della storia...

Dal momento che, volenti o nolenti, le situazioni operative espongono talvolta a situazioni con fattore di caduta elevato, anche superiore a F.C. 1, si tratta di evitare il finale dei casi 2 e 3.

La cosa sarebbe anche facile, adottando *longes* dotate di assorbitore di energia (da ferrata o per il lavoro), che purtroppo hanno un certo ingombro e non rispondono alle esigenze pratiche di chi opera nel Soccorso in forra.

Prima di prendere visione dei risultati, è doveroso precisare che i fabbricanti dei cordini di posizionamento esplicitano chiaramente, attraverso la nota informativa allegata al prodotto, le modalità di utilizzo dei loro prodotti, leggendo la quale si scopre che queste *longes* devono essere utilizzate prevalentemente in una situazione di posizionamento, cioè per sospendersi (appendersi di peso) ad un punto sicuro; tutto ciò allo scopo di evitare una potenziale caduta, anche se ridotta in altezza, che potrebbe determinare forze di arresto importanti e quindi pericolose. Chiariscono anche che vi sono dei margini, ma invitano ad evitare di trovarsi nelle situazioni di rischio conseguenti ad una mancata sospensione sulla *longe*.

In ogni caso, sottoposti a prove di trazione statica, i materiali testati soddisfano, come dichiarato dai fabbricanti, tutti i requisiti di resistenza richiesti dalla normativa di riferimento (CE).

Ma, come è chiaro a tutti, se le condizioni operative non consentono di attenersi alle prescrizioni del fabbricante, è indispensabile individuare quelle *longes* che possono resistere a sollecitazioni derivanti da F.C. fino a 2, senza trasferire al corpo gran parte dell'energia da dissipare, la quale facilmente porterebbe a gravi conseguenze per la salute.

Così, partendo da quello che offre il mercato, sono state testate una serie di *longes*, nuove ed usate, costruite (confezionate in nastro di Nylon o Dyneema, in corda cucita etc.) o assemblate (*longe* in corda dinamica annodata, in kevlar o dyneema annodati).

Nelle tabelle che seguono sono sintetizzati i risultati dei test ma, prima di guardare i numeri, è necessario fare alcune precisazioni.

Semplificando, per *forza di arresto* si intende la forza massima trasmessa alla catena di sicurezza (e quindi alla persona) al termine di una caduta.

Ai fini della sicurezza, si deve tenere conto del concetto di *soglia delle lesioni*. Si tratta della forza di arresto oltre la quale il corpo umano rischia di subire lesioni importanti, talvolta permanenti, o persino le estreme conseguenze. Per avere un riferimento, si perdano di esempio i seguenti valori, considerando che 1 daN corrisponde all'incirca ad 1 kgf (1 chilogrammo forza,) e che quindi, semplificando: 100 daN = 1kN = 100 kgf.

#### Soglia delle lesioni:

##### conseguenze sul corpo umano

- a. 400 daN: probabili postumi cervicali.
- b. 600 daN: limite accettabile per il corpo umano.
- c. 1.000 daN: lesioni probabili alla colonna vertebrale ed agli organi interni; pericolo di morte.

Nell'ambito del lavoro, la normativa indica in 600 daN il limite da non superare, calcolato sulla base della resistenza mec-

canica di parti importanti del corpo umano, a partire dalla colonna vertebrale.

Ed ora, fatte queste considerazioni, andiamo a vedere i risultati dei test.

Diciamo subito che le prove sulle *longes*, i cui risultati sono in linea con quelli di altri autori, confermano le loro conclusioni e, volendo anticipare le nostre, diremo subito che le *longes* da noi testate, costruite con materiali *hi-tech* quali *dyneema* e *kevlar* (fibra aramidica), non sono adeguate a garantire la sicurezza nelle tipiche condizioni operative delle attività di soccorso.

Invece, le *longes* assemblate con i nodi, in particolare con il nodo *trilonge* (nodo corona), stando alle prove, offrono sufficienti margini di sicurezza.

Una considerazione importante: le prove effettuate su molte delle *longes* in commercio hanno evidenziato come l'affidabilità delle stesse dipenda strettamente dal tipo di fibra con cui sono costruite. In generale si può affermare che, nell'ambito della stessa categoria di *longes* (*daisy chain*/rinvio/corda annodata, etc.) non vi sono sensibili differenze di comportamento tra il prodotto di un fabbricante ed un altro.

#### Condizioni delle prove

1. Le prove dinamiche sono state effettuate al *Dodero* (pronuncia *Doderò*), una macchina in cui si produce la caduta di una massa rigida in acciaio di 80 kg, ad un fattore di caduta variabile tra zero e due.
2. I materiali sono stati immersi in acqua nelle due ore precedenti le prove.
3. Ogni prova, per essere certificata, andrebbe ripetuta almeno tre volte; tuttavia, ai fini del presente lavoro, molte prove sono state validate già al primo o secondo test, essendo più che evidente il comportamento tendenziale. Per questioni di spazio, si è dovuto sintetizzare i risultati, omettendo la trascrizione di tutte le prove, illustrando solo quelle rappresentative del comportamento di un determinato materiale.

I dati sono stati riportati in tabella con la seguente legenda:

Tipo <i>longe</i>	Fattore di caduta	Fibra impiegata	Comportamento durante il test	Forza d'arresto	Forza massima alla rottura
-------------------	-------------------	-----------------	-------------------------------	-----------------	----------------------------



## Longe in corda

### Nodo trilonge su corda dinamica

Tra tutte le *longes* sottoposte a test, quella che ha fatto registrare la forza d'arresto più bassa è la *longe* in corda dinamica intera *Beal Joker*, chiusa al vertice con il nodo *Trilonge*.

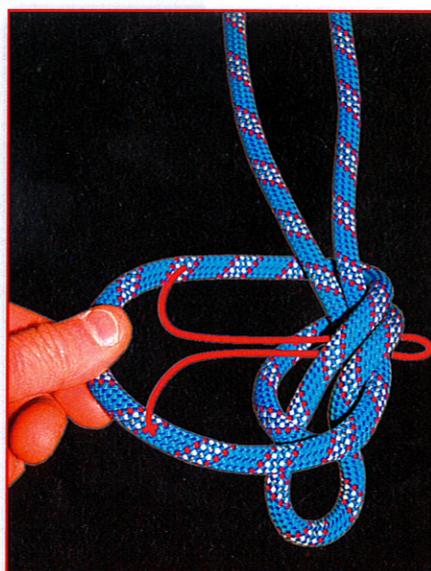
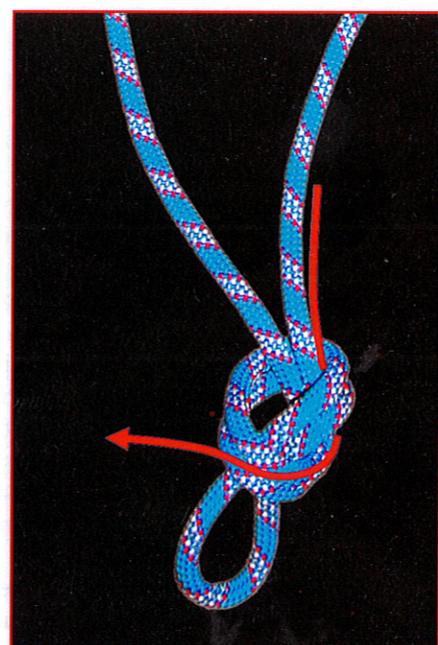
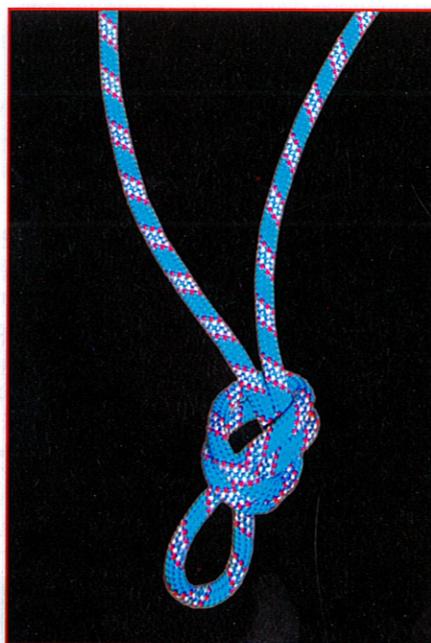
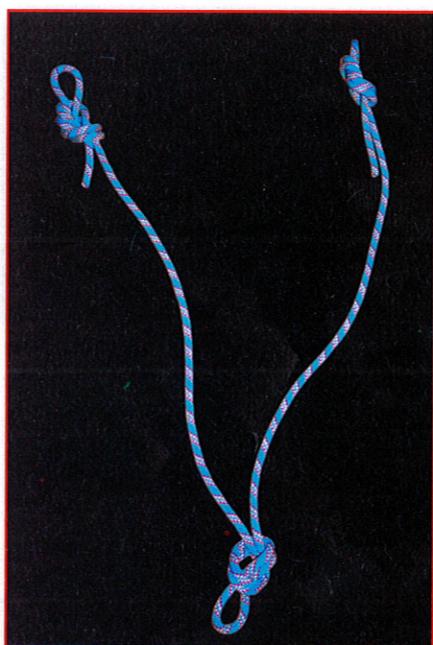
<i>trilonge</i> speleo corda <i>Joker</i> 9,1 mm	1	nylon	l'asola si accorcia	434,82	
<i>trilonge</i> speleo 9,1 mm	1	nylon	asola uscita dal nodo, rimane <i>guide semplice</i> ; parziale fusione calza	601,15	
<i>trilonge</i> speleo corda <i>Joker</i> 9,1 mm	1	nylon	l'asola si accorcia	885,75	
<i>trilonge</i> speleo corda <i>Joker</i> 9,1 mm	1	nylon	a rottura		802,2

In questo caso, alla capacità di assorbimento intrinseca della corda dinamica, si aggiunge l'effetto determinante del nodo *trilonge*, la cui asola ammortizzante, scorrendo, assorbe la maggior parte dell'energia in gioco; proprio per questo l'asola deve essere sufficientemente lunga.

### Alto assorbimento del nodo *trilonge*

La *trilonge* ha dimostrato un assorbimento dell'energia notevole, come dimostrato nel test di caduta a F.C. 2, nel quale riesce a trattenere una caduta senza rompersi e, soprattutto, mantenendo una forza d'arresto entro la soglia di sicurezza.

<i>trilonge</i> speleo corda <i>Joker</i> 9,1 mm	2	nylon	l'asola si accorcia	512,75	
<i>trilonge</i> speleo corda <i>Joker</i> 9,1 mm	2	nylon	a rottura		920,37



### E con le semistatiche?

L'effetto preponderante del nodo rispetto alle capacità assorbenti intrinseche della corda è dimostrato in modo evidente anche dai test eseguiti su corda semistatica, che ha dato risultati soddisfacenti.

trilonge speleo in corda statica 10 mm	1	nylon	nuova, la corda scorre nell'asola ma non esce dal nodo	435,29	
trilonge speleo in corda statica 10 mm	1	nylon		936,06	
trilonge speleo in corda statica 10 mm	1	nylon	il nodo non scioglie	1373,89	
trilonge speleo in corda statica 10 mm	1	nylon	il nodo resiste	1492,56	
trilonge speleo in corda statica 10 mm	1,5	nylon	rottura		1157,00

### L'asola giusta...

Per assolvere efficacemente alle sue funzioni, l'asola ammortizzante della *trilonge* non va inserita nella maglia rapida di chiusura dell'imbrago, in quanto se ne ostacolerebbe lo scorrimento e quindi l'assorbimento di energia, con risultati meno brillanti, come dimostrato dai dati che seguono.

trilonge speleo in corda statica 10 mm	1	nylon	asola assorbente al vertice	703,43	
trilonge speleo in corda statica 10 mm	1	nylon		1175,27	
trilonge speleo in corda statica 10 mm	1,5	nylon		159,64	
trilonge speleo in corda statica 10 mm	1,5	nylon	a rottura		1529,96

### Trilonge e invecchiamento

Nei test eseguiti su *longes* usate, dall'età e/o l'aspetto poco rassicuranti, si è ulteriormente avuta conferma delle capacità assorbenti del nodo, che rimangono discrete, concedendo almeno una caduta a F.C. 1 con forza di arresto sotto la soglia delle lesioni. Nella tabella sono evidenziati i risultati per una *longe* usata tre anni, confezionata in mezzacorda dinamica da 9 mm di diametro. Il nodo *trilonge*, scorrendo, assorbe per attrito gran parte dell'energia, mantenendo relativamente bassa la forza di arresto.

trilonge speleo in mezzacorda dinamica 9 mm	1	nylon	si accorcia l'asola ammortizzante	439	
trilonge speleo in mezzacorda dinamica 9 mm	1	nylon	si accorcia l'asola	693	
trilonge speleo in mezzacorda dinamica 9 mm	1,5	nylon	si accorcia l'asola	751	
trilonge speleo in mezzacorda dinamica 9 mm	1,5	nylon	rottura sul nodo <i>trilonge</i>		704

Nella tabella successiva sono riportati i dati di altre due *longe* confezionate in mezzacorda dinamica da 9 mm di diametro.

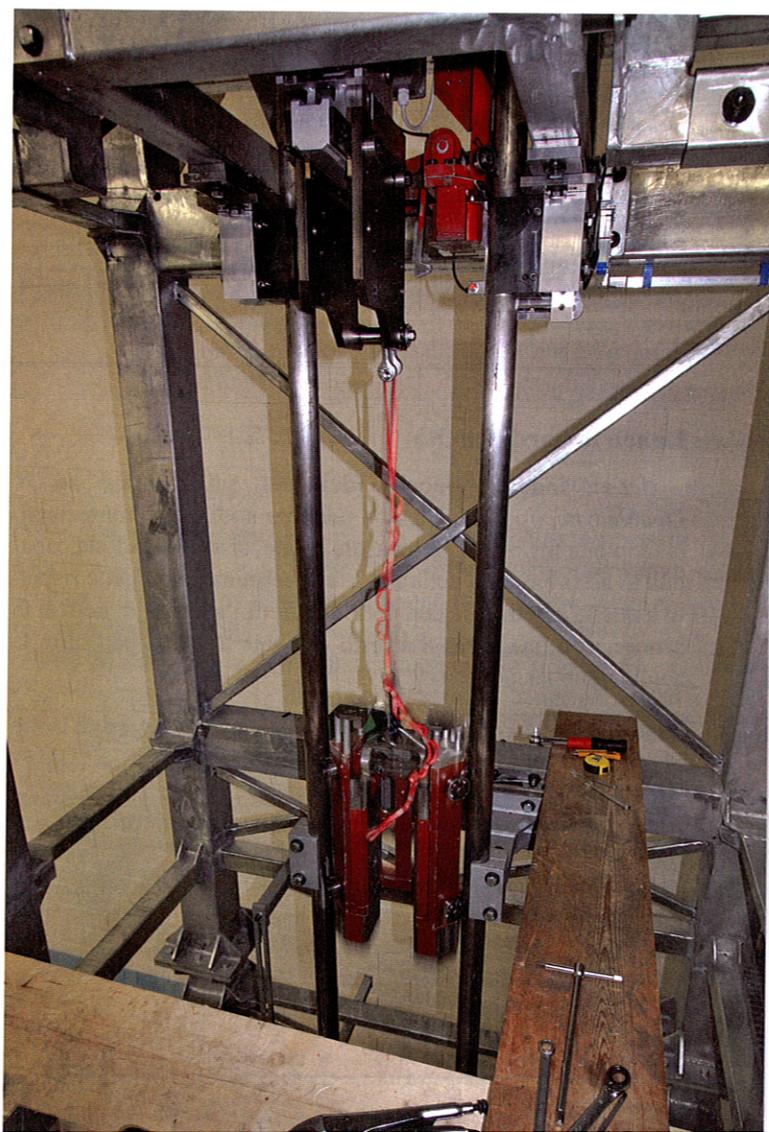
Il *campione A*, vecchio e molto usato, si presentava in pessimo stato, con le asole dei nodi parzialmente scalzate.

trilonge speleo in mezzacorda dinamica 9 mm campione A	1	nylon	si accorcia l'asola ammortizzante	614	
trilonge speleo in mezzacorda dinamica 9 mm campione A	1,5	nylon	rottura		520

Nonostante questo, la *longe* è riuscita a reggere una caduta, mantenendo la forza d'arresto praticamente nei limiti della soglia delle lesioni; la seconda caduta, che ne ha determinato la rottura, era particolarmente severa, con F.C. 1,5.

Il *campione B*, molto usato, ha fatto registrare performance paragonabili.

trilonge speleo in mezzacorda dinamica 9 mm campione B	1	nylon	si mangia l'asola	600	
trilonge speleo in mezzacorda dinamica 9 mm campione B	1,5	nylon	rottura sul nodo <i>trilonge</i>		825



## Diametri inferiori

Sono stati eseguiti test su corde nuove di diametro inferiore, dinamiche e statiche, con nodo *trilonge*; dall'interpretazione dei dati emerge, ancora una volta, che il nodo assorbe la gran parte dell'energia, rendendo possibile l'utilizzo anche di mezzacorde per l'assemblaggio della *longe*; tuttavia, volendo mantenere un margine di sicurezza accettabile, a parità di diametro è certamente più sicuro confezionare la *longe* con la corda dinamica intera (tipo *Joker* 9.1 mm ed altre similari). Assolutamente da scartare, invece, le corde gemellari utilizzate su ramo singolo, dal momento che si rompono già alla prima caduta.

### Mezzacorda dinamica

<i>longe</i> in mezzacorda dinamica 9 mm	1	nylon	l'asola non scorre molto	580,92	
<i>longe</i> in mezzacorda dinamica 9 mm	1	nylon	nodo al vertice serrato, l'asola non scorre	805,56	
<i>longe</i> in mezzacorda dinamica 9 mm	1	nylon	lesionato nodo all'attacco	957,52	
<i>longe</i> in mezzacorda dinamica 9 mm	1	nylon	rottura sul nodo all'attacco <i>guide con frizione</i>		695,95

### Corda semistatica tipo B

<i>trilonge</i> speleo in corda statica 8,8 mm	1	nylon		509,77	
<i>trilonge</i> speleo in corda statica 8,8 mm	1	nylon		837,92	
<i>trilonge</i> speleo in corda statica 8,8 mm	1	nylon	rottura		744,12

### Corda gemella dinamica

<i>longe</i> in corda gemella dinamica 8,1 mm	2	nylon	rottura		510,99
---	---	-------	---------	--	--------

### Longe in corda cucita

Osservando la tabella dei test sulla *longe* ad *Y Doubledynaclip Beal*, che non presenta nodi, ma è confezionata con una mezza corda ad asole cucite, si nota la ridotta capacità di assorbimento della *longe* con terminazioni cucite rispetto a quelle assemblate con nodi. In effetti l'assenza di nodi si fa sentire, con una forza d'arresto che sale a valori ben oltre la soglia delle lesioni.

<i>Doubledynaclip</i> 9 mm asole cucite	1	nylon	ramo lungo iniziano a rompere le cuciture	856,74	
<i>Doubledynaclip</i> 9 mm asole cucite	1	nylon		1160,81	
<i>Doubledynaclip</i> 9 mm asole cucite	1	nylon		1329,71	
<i>Doubledynaclip</i> 9 mm asole cucite	1,5	nylon	rottura		1388,45



### Longe in cordino, fibre hi tech – kevlar, dyneema

Sono state testate *longe* costruite in vario modo con cordino di fibre *hi tech*, come *kevlar* e *dyneema*.

I risultati sono chiari e non lasciano spazio ad interpretazioni: le fibre iperstatiche non sono adatte al confezionamento di *longes* per il soccorso in forra, a causa della scarsissima capacità di assorbimento dell'energia derivante da una caduta a F.C. 1.

Nel test su cordino singolo in *kevlar* 5.5 mm di diametro, lungo circa 30 cm, annodato alle estremità con nodi guide con frizione, la rottura è avvenuta ad una forza davvero molto bassa.

<i>longe kevlar</i> 5,5 <i>Beal</i>	1	kevlar	rottura		419,24
-------------------------------------	---	--------	---------	--	--------

Nel test su anello di cordino in *kevlar* 5.5 mm di diametro lungo circa 30 cm, chiuso con nodo inglese doppio combacianate, alla prima caduta il corpo è stato trattenuto, ma la forza d'arresto è salita notevolmente, sconfinando ampiamente nella *zona della morte*.

anello <i>kevlar</i> 5,5 con inglese doppio	1	kevlar		1302,81	
anello <i>kevlar</i> 5,5 con inglese doppio	1	kevlar	rottura		376,21

Ripetendo le prove con cordino in *dyneema* 5.5 mm di diametro, lungo circa 30 cm, annodato alle estremità con nodi *guide con frizione*, i risultati sono praticamente identici, confermando la scarsa attitudine delle fibre iperstatiche al confezionamento di *longes* affidabili per il soccorso.

<i>longe dyneema</i> 5,5 <i>Beal</i>	1	dyneema	rottura		419,24
--------------------------------------	---	---------	---------	--	--------

Come facilmente immaginabile, test eseguiti su *longe* confezionata in cordino *kevlar Beal* 5.5 mm diametro, singolo con *nodi guide* alle estremità, usato due volte in grotta, ha confermato i risultati delle prove precedenti.

<i>longe kevlar</i> 5,5 <i>Beal</i>	1	kevlar	rottura		448,17
-------------------------------------	---	--------	---------	--	--------

Infine, dal test su *longe* confezionata in cordino *dyneema Beal* 5.5 mm diametro, singolo, con *nodi guide con frizione* alle estremità, usata intensamente quattro anni, si può intuire che il problema delle fibre iperstatiche non è tanto l'invecchiamento, quanto la scarsissima capacità assorbente della fibra stessa.

<i>longe dyneema</i> 5,5 <i>Beal</i>	1	dyneema	rottura		419,24
--------------------------------------	---	---------	---------	--	--------

## Longe in fettuccia piatta o tubolare

Nei test effettuati su diversi campioni di *longe spelegyca* in poliammide (*nylon*), si è potuto osservare il cedimento delle cuciture al raggiungimento di una forza di circa 600 daN, ciò che ha permesso di limitare il valore della forza d'arresto a 1.006 daN; tuttavia, il valore è ampiamente superiore alla soglia delle lesioni.

<i>spelegyca Petzl 1</i>	1	<i>nylon</i>	inizia a scucire scuce a 600 circa	<b>1006</b>	
<i>spelegyca Petzl 1</i>	1	<i>nylon</i>	da 2 <sup>a</sup> a 10 <sup>a</sup> caduta	<b>1428</b> <b>1918</b>	
<i>spelegyca Petzl 1</i>	1,5	<i>nylon</i>	rottura		<b>1820,9</b>

Il secondo campione è stato sottoposto a cinque cadute a F.C. 1.5, facendo registrare alla prima caduta una forza d'arresto di 1.121 daN; dalla seconda alla quinta caduta la forza d'arresto è salita da 1.428 fino a 1.918 daN; infine, la *longe* si è rotta alla sesta caduta, portata per l'occasione a F.C. 2, che ha fatto registrare 1.820 daN.

<i>spelegyca Petzl 2</i>	1,5	<i>nylon</i>		<b>1121,72</b>	
<i>spelegyca Petzl 2</i>	1,5	<i>nylon</i>	da 2 <sup>a</sup> a 10 <sup>a</sup> caduta	<b>1563</b> <b>1907</b>	
<i>spelegyca Petzl 2</i>	2	<i>nylon</i>	rottura		<b>1590,23</b>

Il terzo campione è stato sottoposto fin dall'inizio a F.C. 2

<i>spelegyca Petzl 3</i>	2	<i>nylon</i>		<b>1304,23</b>	
<i>spelegyca Petzl 3</i>	2	<i>nylon</i>		<b>1865,97</b>	
<i>spelegyca Petzl 3</i>	2	<i>nylon</i>	rottura		<b>1596,89</b>

## Fibre hi tech

Sono stati eseguiti test su *longe* in fettuccia di *dyneema*; già a F.C. 1 i risultati sono chiari ed inequivocabili: i campioni testati non hanno dato risultati confortanti, come si vede chiaramente dalle tabelle.

### Campione 1

<i>aro speleo Kong dyneema grigia</i>	1	<i>dyneema</i>		<b>1486,00</b>	
<i>aro speleo Kong dyneema grigia</i>	1	<i>dyneema</i>	rottura		<b>902,54</b>

### Campione 2

<i>aro speleo Kong dyneema grigia</i>	1,5	<i>dyneema</i>		<b>1716,25</b>	
<i>aro speleo Kong dyneema grigia</i>	1,5	<i>dyneema</i>	rottura		<b>892,79</b>

### Daisy chain in dyneema

Sono stati sottoposti a test numerose *daisy chain* di produttori diversi, alcune confezionate singole, altre confezionate doppie ad Y. Quando non diversamente specificato, le *daisy chain* sono state appese alla 6° asola, in modo da osservarne il

comportamento a scucire e l'effetto di assorbimento per rottura delle cuciture secondarie delle asole. I risultati più rappresentativi sono espressi nelle tabelle che seguono.

<i>daisy chain fixe dyneema</i>	1	<i>dyneema</i>		<b>1527,36</b>	
<i>daisy chain fixe dyneema</i>	1	<i>dyneema</i>	rottura		<b>1149,62</b>

*Daisy chain wild country* usata quattro anni in forra: sebbene riesca a reggere la prima caduta, mantenendo il valore della forza d'arresto entro la soglia di sicurezza, alla seconda caduta si spezza.

<i>daisy chain wild country</i>	1	<i>dyneema</i>	scucite alcune asole	<b>515</b>	
<i>daisy chain wild country</i>	1	<i>dyneema</i>	rottura		<b>625</b>

*Daisy chain Kong* usata un anno.

<i>daisy chain Kong</i>	1	<i>dyneema</i>	a rottura		<b>504,64</b>
-------------------------	---	----------------	-----------	--	---------------

*Daisy chain Kong* usata un anno, chiusa al vertice con *bolina*: il nodo peggiora le prestazioni della *longe*, che si rompe a valori ancora più bassi.

<i>daisy chain Kong dyneema Y</i>	1	<i>dyneema</i>	rottura		<b>390,45</b>
-----------------------------------	---	----------------	---------	--	---------------

*Daisy chain a Y yaku vario Kong*, usata due anni, senza *nodo al vertice*: si rompe ad un valore più alto grazie all'assorbimento di una parte dell'energia per scucitura delle asole.

<i>yaku vario Kong</i>	1	<i>dyneema</i>	rottura		<b>900,7</b>
------------------------	---	----------------	---------	--	--------------

*Daisy chain a Y yaku vario Kong*, usata un anno, con *nodo bolina* al vertice: ancora una volta il nodo su fettuccia di *dyneema* è l'elemento che introduce una riduzione di resistenza.

<i>yaku vario Kong</i>	1	<i>dyneema</i>			<b>577,66</b>
------------------------	---	----------------	--	--	---------------

### Daisy chain in nylon

Dove non diversamente specificato, le *daisy chain* sono state appese alla 6° asola, in modo da osservarne il comportamento a scucire e l'effetto di assorbimento per rottura delle cuciture secondarie delle asole.

*Daisy chain Kong* in *nylon*, usata due anni: la fibra di *nylon*, essendo intrinsecamente dinamica rispetto al *dyneema*, determina un miglioramento notevole delle prestazioni: alla prima caduta fa registrare addirittura una forza d'arresto sotto la soglia delle lesioni.

<i>daisy chain Kong</i>	1	<i>nylon</i>	si scuciono alcune asole	<b>304,83</b>	
<i>daisy chain Kong</i>	1	<i>nylon</i>	da 2 <sup>a</sup> alla 5 <sup>a</sup> caduta	<b>909</b> <b>1694</b>	
<i>daisy chain Kong</i>	1,5	<i>nylon</i>	rottura per tranciamento laterale (la <i>longe</i> ha toccato la struttura metallica della torre)		<b>1904</b>

*Daisy chain Kong* in nylon, usata quattro anni: in questo caso è sorprendente il comportamento alla prima caduta, che fa registrare un valore della forza d'arresto inferiore alla soglia delle lesioni, anche con F.C. 2.

<i>daisy chain Kong rossa</i>	2	nylon	rompe alcune asole	510,48	
<i>daisy chain Kong rossa</i>	2	nylon	rompe tutte le asole	1448,92	
<i>daisy chain Kong rossa</i>	2	nylon	rottura		1586,32

Il comportamento della *daisy chain Mammut* in nylon, nuova, è discreto, con un valore della forza d'arresto molto basso; tuttavia, la *daisy chain* risulta molto danneggiata ed il carico rimane sospeso in modo precario a poche cuciture.

<i>daisy chain Mammut</i>	2	nylon	rimangono sei cuciture, longe quasi distrutta	402,83	
<i>daisy chain Mammut</i>	2	nylon	rottura		1730,29

Analogo risultato con una *daisy chain Kong* in nylon, nuova, ma con un valore della forza d'arresto piuttosto elevato.

<i>daisy chain Kong</i>	1	nylon	si rompono molte cuciture secondarie, longe quasi distrutta	851	
<i>daisy chain Kong</i>	1	nylon	rottura		1589,2

*Daisy chain Kong* in nylon, nuova, collegata alle estremità.

<i>daisy chain Kong</i>	2	nylon	rimangono quattro cuciture	804,82	
<i>daisy chain Kong</i>	2	nylon	rottura		1314

*Daisy chain Kong* in nylon, nuova, collegata alle estremità rispettivamente mediante *nodo bocca di lupo* e *nodo bolina*.

<i>daisy chain Kong</i>	2	nylon	si rompono due cuciture secondarie	1018	
<i>daisy chain Kong</i>	2	nylon	rottura		803

### Rinvii in dyneema

Sono stati sottoposti a test anche i rinvii *express* e gli anelli cuciti in *dyneema*, che alcuni utilizzano come *longe*, con i seguenti risultati poco confortanti.

#### Rinvio Kong in nastro dyneema 13 mm, lungo 20 cm

<i>rinvio Kong</i>	1	dyneema	rottura		487,7
--------------------	---	---------	---------	--	-------

#### Rinvio Kong in nastro dyneema 20 mm, lungo 15 cm

<i>rinvio Kong</i>	2	dyneema		716	
<i>rinvio Kong</i>	2	dyneema	si rompe il moschettone e la massa precipita	477	

#### Anello cucito beal in fettuccia tubolare dyneema 6 mm, lungo 60 cm

<i>anello Beal 6 mm</i>	1	dyneema	rottura		411,37
-------------------------	---	---------	---------	--	--------

#### Anello cucito Beal in fettuccia tubolare dyneema 6 mm, lungo 60 cm, annodato alle estremità mediante nodo guide con frizione

<i>anello Beal 6 mm</i>	1	dyneema	rottura		570
-------------------------	---	---------	---------	--	-----

#### Anello cucito Kong sling in nastro dyneema 13 mm, nuovo, con nodo bolina all'estremità

<i>anello Kong sling 13 mm</i>	1	dyneema	rottura		579
--------------------------------	---	---------	---------	--	-----

### Rinvii in nylon

#### Anello cucito Kong in fettuccia tubolare nylon 15 mm, nuovo

<i>anello Kong 15 mm</i>	1	nylon			1247
<i>anello Kong 15 mm</i>	1,5	nylon			1568
<i>anello Kong 15 mm</i>	2	nylon			2145
<i>anello Kong 15 mm</i>	2	nylon	rottura		1211

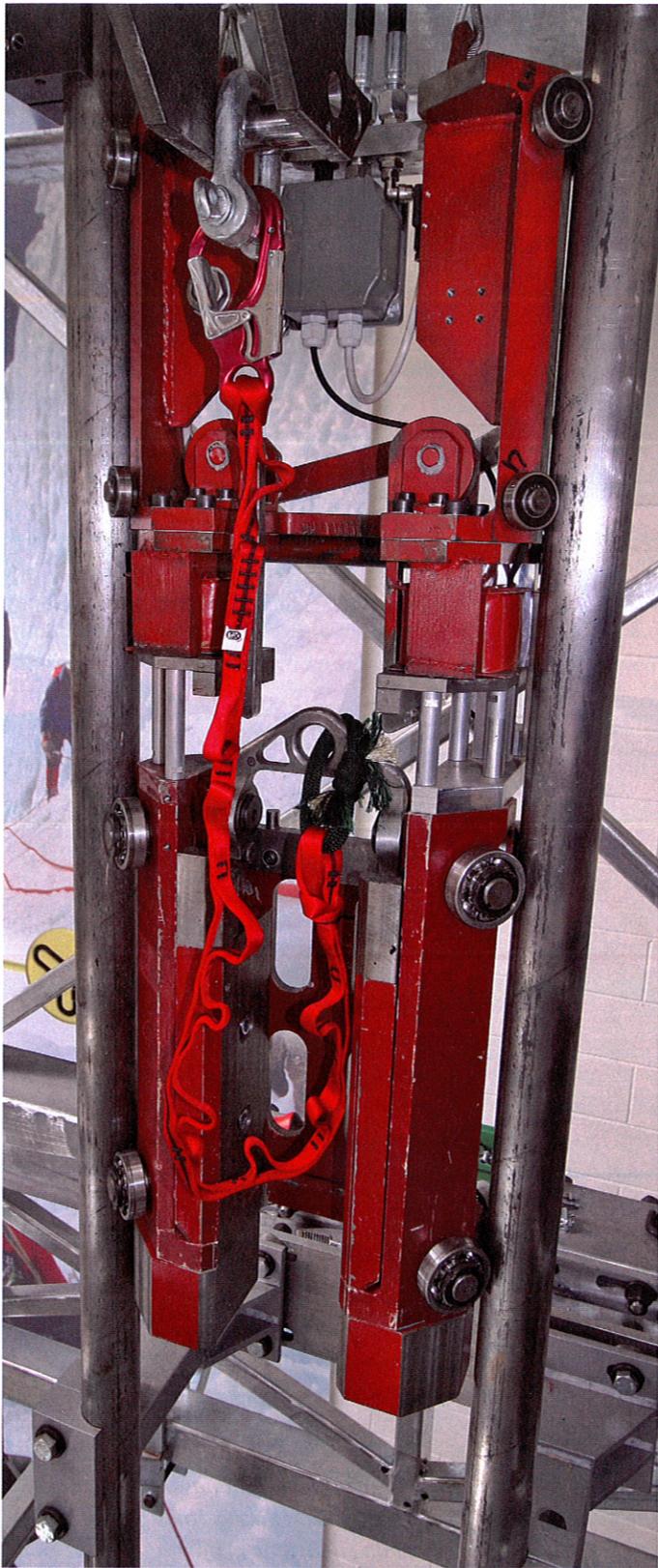
#### Anello cucito Kong in fettuccia tubolare nylon 15 mm, nuovo, con nodo bolina all'estremità

<i>anello Kong 15 mm</i>	1	nylon			1018
<i>anello Kong 15 mm</i>	1,5	nylon	rottura		614

#### Rinvio Kong nylon 20 mm, nuovo lungo 15 cm

<i>rinvio Kong 20 mm</i>	2	nylon			1684
<i>rinvio Kong 20 mm</i>	2	nylon			1928
<i>rinvio Kong 20 mm</i>	2	nylon			2013





## Conclusioni

Alla luce dei risultati, si possono trarre facili conclusioni.

E' del tutto evidente che le *longes* realizzate con fibra aramidica (*kevlar*) o in fibra di *dyneema*, sebbene molto resistenti a trazione statica, in caso di caduta di un corpo umano a F.C. uguale o superiore ad 1, non garantiscono la necessaria sicurezza, in quanto possono rompersi o, in caso contrario, trasmettono una forza d'arresto superiore alla soglia delle lesioni. Pertanto, per l'attività di soccorso in forra, che comporta talvolta l'esposizione a cadute con F.C. uguale o superiore ad 1, se ne sconsiglia l'utilizzo.

Stesse considerazioni possono essere fatte per rinvii o *longe* in fettuccia di *nylon* cucita: le capacità di assorbimento dell'energia, intrinseche della fibra di *nylon*, da sole non sono sufficienti a garantire una forza d'arresto inferiore alla soglia delle lesioni, neppure nel caso di *longes* realizzate con cuciture a rottura programmata: infatti, la rottura delle cuciture, che avviene a partire da 600 daN, determina una forza d'arresto finale, già alla prima caduta, superiore a 1.000 daN. Inoltre, nel caso di una seconda caduta importante a F.C. 1, improbabile ma non impossibile, la forza d'arresto sale ulteriormente. Un caso a parte sono le *daisy chain* costruite in fettuccia di *nylon*: in alcuni casi hanno dimostrato un buon comportamento, ma si tratta di casi sporadici: una rondine non fa primavera ...

Quanto alle *longes* in mezzacorda dinamica con le terminazioni ed il vertice chiusi da cuciture, il discorso non è molto diverso da quello fatto per le *longes* in fettuccia di *nylon*: le pur notevoli capacità di assorbimento della fibra poliammidica, da sole non sono sufficienti a mantenere la forza d'arresto al di sotto della soglia delle lesioni.

Le *longes* in corda dinamica intera, assemblate con *nodi guide con frizione* alle estremità e *nodo trilonge* al vertice, hanno invece dimostrato un buon comportamento: da nuove, anche in caso di ripetute cadute a F.C. 1, nelle prime due cadute la forza d'arresto rimane sotto la soglia delle lesioni; nel caso di cadute a F.C. 2, alla prima caduta si rimane entro la soglia di sicurezza. Inoltre, l'affidabilità della *longe* realizzata con *nodo trilonge*, è confermata anche dai risultati ottenuti su campioni vecchi o molto usurati: sebbene i margini siano ridotti, nella prima caduta a F.C. 1 si registrano valori al di sotto della soglia delle lesioni.

Al termine di queste considerazioni, viene spontaneo consigliare a chi fa attività di Soccorso in forra (e, per estensione, in grotta), l'utilizzo di una *longe* realizzata in corda dinamica intera di ultima generazione, con diametro intorno ai 9 mm, da assemblare con *nodi guide con frizione / nodi guide/ nodi a strozzo* alle estremità e *nodo trilonge (nodo corona)* al vertice. Essendo le capacità di assorbimento in massima parte dipendenti dallo scorrimento della corda nel nodo al vertice, è importante che questo non sia troppo *strizzato*. Pertanto, al fine di mantenere un buon margine di sicurezza, è importante che la *longe* venga cambiata dopo aver subito gli effetti di una caduta importante e comunque dopo un uso intenso. Volendo darsi una regola, probabilmente cambiando la *longe* una volta all'anno, anche se utilizzata poco, si è nel giusto e contribuisce ad offrire un elevato livello di sicurezza, che permette all'utilizzatore di operare con la necessaria tranquillità psicologica in una missione di soccorso.

Si ribadisce, tuttavia, che pur dotandosi di una *longe* ad alto assorbimento di energia, è necessario evitare di trovarsi in situazioni di caduta con F.C. superiori ad 1, poiché già a F.C. 1 siamo in una situazione molto rischiosa, per evitare la quale è sempre bene sospendersi alla *longe*. Infine, un paio di note importanti sulla *trilonge*.

- a. È importante collegare alla maglia rapida dell'imbrago l'asola giusta: quella assorbente deve essere libera di scorrere per poter lavorare efficacemente.
- b. Si invita a prestare estrema attenzione al modo di collegarsi alla *trilonge*: collegandosi con l'asola assorbente al *mailon* di chiusura dell'imbrago, in caso di caduta importante l'asola *non assorbente* potrebbe scorrere e rientrare nel nodo, comportando il completo scioglimento dello stesso, con le ovvie conseguenze.