

Il punto debole

Partendo da una tesi di laurea, il Centro Studi Materiali e Tecniche del Cai, con il supporto della Scuola Nazionale Tecnici di Soccorso Speleologico del Cnsas, ha indagato il fenomeno dell'usura nei cordini

di **Cristiano Zoppello***

I cordini in aramide sono ampiamente utilizzati in molte situazioni e manovre legate alle attività in montagna: per la realizzazione di soste, come nodi autobloccanti, eccetera. Sono costruiti a partire da un materiale introdotto con il nome commerciale di Kevlar®; si tratta di una fibra sintetica aramidica inventata nel 1965; la sua caratteristica principale è la grande resistenza meccanica alla trazione, tanto che a parità di massa è 5 volte più resistente dell'acciaio. Il comportamento dei cordini in aramide è per molti versi conosciuto. A parità di diametro la resistenza meccanica è superiore al nylon, i cordini sono molto statici, ben resistenti al taglio e alle abrasioni; è anche noto il fatto che non sono elementi della catena di sicurezza preposti all'assorbimento di energia e che risentono di un importante decadimento delle prestazioni in presenza di nodi.

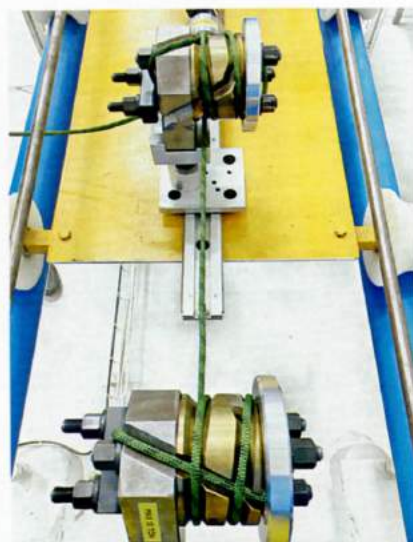
Numerose campagne di test sono state condotte sui cordini in aramide sin dagli anni Novanta, finalizzate a mettere in luce il comportamento e le eventuali criticità. D'altro canto, il Kevlar® non trova impiego solo nelle funi ma in una gamma molto ampia di campi: automobilismo, attrezzature sportive o militari... Ne consegue che la letteratura scientifica sul campo è molto vasta e completa. In questo articolo si vuole proporre una chiave di lettura circa il decadimento per usura dei cordini in aramide. Recentemente in ambito alpinistico è stato prestato interesse al problema dell'usura dei cordini, con l'obiettivo di qualificare e quantificare il decadimento. Nicola Perotto ha analizzato a fondo il problema nella propria tesi di laurea, disponibile nella pagina web del Csmat.

COMPORTAMENTO A FATICA

Una parte consistente delle conclusioni della tesi di Perotto conferma quanto in letteratura scientifica è noto: le fibre aramidiche, meccanicamente performanti da molti punti di vista, hanno il loro punto debole nella compressione. Questa induce la formazione, a livello molecolare, di bande di piegamento inclinate di circa 60° rispetto all'asse longitudinale delle fibre; a sua volta il disallineamento determina l'indebolimento della fibra.

Le compressioni vengono prodotte ogni qualvolta il cordino viene piegato (attorno a un connettore, in un nodo, in un avvolgimento): la parte esterna della piega è stirata mentre quella interna compressa.

Perotto ha sottoposto vari spezzoni di cordino in aramide a cicli di piegamento, considerando diverse variabili, fra le quali il raggio di curvatura dello spigolo a flessione, la tensione applicata sul cordino da una massa di 5 kg, l'esposizione a raggi Uv (si rimanda alla tesi per risultati e ulteriori approfondimenti). Il decadimento delle prestazioni (resistenza a trazione lenta senza nodo) avviene in maniera molto veloce sin dai primi cicli, per poi assestarsi. Il valore di assestamento è intorno al 45% del carico di rottura iniziale. Si tratta di un fenomeno riconducibile alla cosiddetta fatica. Si sottolinea che lo stesso fenomeno è del tutto assente per corde e cordini in nylon, dove il processo di decadimento ha una natura completamente diversa. Un cordino in aramide diminuisce le sue performance sin dai primi utilizzi. Ma come correlare in maniera più immediata il risultato di laboratorio con l'attività in ambiente? A cosa corrispondono i cicli di piegamento, in termini di utilizzo pratico?



I TEST DEL CSMT

Il Centro Studi Materiali e Tecniche del Cai, con il supporto della Scuola Nazionale Tecnici di Soccorso Speleologico del Cnsas, ha indagato il fenomeno e i risultati vengono esposti brevemente di seguito.

Sono stati raccolti campioni di cordino da una popolazione molto eterogenea di fruitori (alpinisti, speleologi, torrentisti) provenienti da vari ambiti (attività personale, istituzionale con Cai, Cnsas, Uiagm, Vvf). Di ciascuno spezzone sono noti gli anni, ma non le modalità di utilizzo. L'eterogeneità della popolazione e degli utilizzi è stata perseguita intenzionalmente, per individuare un profilo intrinseco al fatto che il cordino in aramide venga utilizzato, indipendentemente dalle modalità.

Tutti gli spezzoni sottoposti a prova sono Beal Aramide 5.5 e Tendon Aramid 6.0.

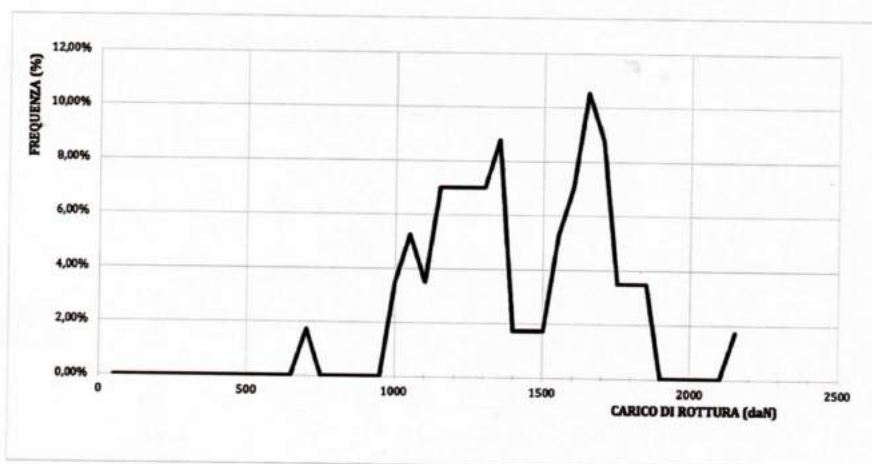
I campioni raccolti ed elaborati hanno superato le 50 unità. La soglia limite del 45% dal valore iniziale è confermata per tutti i

valori tranne uno (652 daN). Lo spezzone incriminato è quello nella foto, dove sono manifesti (ma lo sono ancora di più al tatto) i segni di snervamento: si raccomanda sempre di ispezionare i propri cordini e se si presentano senza nervo devono essere accantonati. D'altro canto, tutti i dati si distribuiscono in maniera estremamente irregolare: non si scorge una grande correlazione fra gli anni di utilizzo e il decadimento.

Il valore medio su tutta la popolazione è 1399 daN con una deviazione standard di 280 daN, valore inevitabilmente alto.

Per andare più a fondo del problema è necessario cambiare prospettiva. Nel grafico si riporta la distribuzione di frequenza per classi da 50 daN. Ciò significa che il grafico riporta in percentuale in quanti casi la rottura è avvenuta nell'intervallo 0-50 daN, 50-100 daN e così via. Questa rappresentazione non tiene conto in nessuna maniera degli anni di utilizzo, ma è comunque significativa. Si tratta di una distribuzione che nel gergo si definisce bimodale; vuol dire che i valori non sono addensati attorno al centro (come in una distribuzione normale), ma a due centri (le cuspidi della curva); la prima cuspidè (più larga) è intorno ai 1200 daN e la seconda (più stretta) intorno ai 1650 daN. Come interpretare questi segni?

L'evidenza più grande è che complessivamente i cordini in aramide seguono un ciclo di vita molto canonico: sin dai primi momenti avviene un decadimento delle caratteristiche intorno al 30%, per poi attestarsi, alquanto rapidamente ma stabilmente, attorno al 50%.



CONCLUSIONI

L'ispezione sistematica è doverosa e raccomandata dal fabbricante per tutti i DPI e gli attrezzi impiegati. I fabbricanti forniscono un limite superiore di 10 anni di utilizzo per i cordini, fatta salva l'ispezione sistematica che può determinare la dismissione. In particolare, per i cordini deve essere controllata la presenza di lesioni sulla calza (*bird caging*), se il grado di morbidezza del cordino presenta irregolarità, se si presenta snervato (il fenomeno è abbastanza chiaro se si considera la consistenza di un cordino in aramide nuovo).

La determinazione del numero di anni di utilizzo sarebbe del tutto arbitraria: cordini con molti anni di vita possano d'altro canto essere uno strumento ancora affidabile. In generale l'utilizzo di un cordino in ramo singolo, anziché ad anello (dove le forze sono ripartite fra i rami) impone una valutazione molto attenta dello stato

del cordino e delle forze che potrebbero generarsi durante l'impiego. ▲

* *Csmt Cai - SNaTSS Cnsas*

Ringraziamenti: *Giuliano Bressan, Massimo Polato (Cmst) e Sandro Bavaresco per il supporto concreto nello svolgimento dei lavori.*

Nicola Perotto per aver messo a disposizione i dati delle proprie ricerche.

Andrea Sbisà, Andrea Giura Longo e Paolo Stenico (SNaTSS Cnsas) per il supporto concettuale fornito.

Massimiliano Zortea (SNaT e Cnsas) e Nicola Tondini (Agai - Csmt) per la revisione dei lavori.

Bibliografia e approfondimenti

Nella pagina web del Centro Studi Materiali e Tecniche (caimateriali.org) sono presenti numerosi articoli di approfondimento sul tema e la versione più ampia e approfondita di questo testo.



Nella pagina a sinistra, la macchina a trazione lenta impiegata per le prove di rottura degli spezzoni. Sopra, a sinistra, spezzone di cordino con segni di decadimento. Sopra, a destra, gli spezzoni di cordino sottoposti ai test della campagna di studio