

# Nuove attrezzature per studi sulle corde dinamiche



Claudio Melchiorri,  
Patrizio Casavola,  
Carlo Zanantoni

Commissione  
Materiali e  
Tecniche

## UNA PREMessa

Si è detto tanto sulla corda, questo importante elemento della cosiddetta catena di assicurazione, che ci lega alla parete quando arrampichiamo su roccia o su ghiaccio. I corsi delle Scuole del CAI, le pubblicazioni e le informazioni delle case produttrici ci hanno spiegato che, salvo per usi speciali (corde “statiche” per speleologia e soccorso alpino, cordini statici per le soste, ecc.), le corde devono essere “dinamiche”, cioè capaci di deformarsi tanto da assorbire senza generare troppa tensione l’energia di qualsiasi caduta di un primo di cordata. Ci hanno informato che esistono l’apparecchio DODERO per la prova dinamica delle corde e le Norme UIAA - EN. Queste prevedono un valore massimo della forza di arresto ed un numero minimo di voli che le corde devono sostenere al DODERO.

Non si parla (per le corde dinamiche) della resistenza a trazione lenta. Questa di solito si chiama statica, per mettere in evidenza la sua differenza rispetto alle prove a shock effettuate mediante la caduta di una massa al DODERO. I motivi della scarsa attenzione alla resistenza statica sono stati, storicamente, due:  
- si è desiderato, fin dagli anni ‘50 del secolo scorso, sottoporre la corda ad una prova dinamica, non troppo dissimile da quella che la corda potrà essere chiamata a sostenere in montagna;  
- una corda che dà risultati soddisfacenti al DODERO (cioè nella prova di interesse diretto per l’alpinista) risulta evidentemente sollecitata al di sotto del suo carico di rottura (su spigolo arrotondato!). Anche se probabilmente il dato non è molto noto agli alpinisti, per le corde in nylon il carico di rottura dinamico è sostanzialmente comparabile con quello statico. Per le corde dinamiche (singole) il carico di rottura statico è circa di 2400 daN (1daN vale circa un kilogrammo-peso); considerando quindi anche i fattori di riduzione della resistenza dovuti al

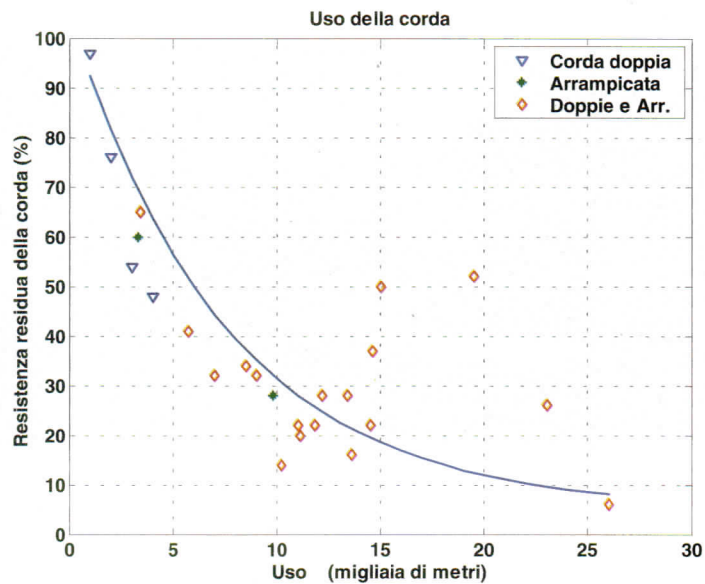
nodo e al passaggio nel moschettono (quest’ultimo in particolare risulta, di fatto, il più critico, poiché la corda si rompe, al Dodero, sempre in prossimità dell’orifizio, che simula un moschettono classico), la resistenza della corda risulta in ogni caso superiore al massimo sforzo di arresto generato al DODERO secondo le norme: 1200 daN. Ricordiamo anche che la corda deve resistere a non meno di cinque voli, cosa che accresce ulteriormente il margine di sicurezza. Bisogna ammettere che le riflessioni ora espone portano a riconoscere una certa prossimità fra i due criteri, statico e dinamico; c’è, infatti, chi sostiene che si potrebbe considerare una prova statica anche per corde nuove. Senza entrare nel merito della cosa, ci limitiamo qui a dire che la prova statica acquista senz’altro più interesse per prove su corde usurate, come esposto nel seguito.

E’ opportuno precisare che, oltre alla resistenza da nuova, ci sono altre caratteristiche delle corde, di importanza forse non così immediatamente percepibile,

che vale la pena di conoscere e studiare per garantirci la sicurezza necessaria nella nostra attività in montagna. Tra questi principalmente gli effetti dell’usura, dovuta in gran parte allo sfregamento della corda su roccia e moschettoni e alla polvere assorbita [1-7]; notevole importanza hanno inoltre anche gli effetti della radiazione ultravioletta e quelli del contenuto d’acqua [8-10]. Fino ad oggi la resistenza delle corde dinamiche, sia nuove che degradate dall’uso, è stata valutata in base al numero di cadute “standard” sostenute al DODERO; la riduzione delle prestazioni della corda usurata si è misurata di solito come rapporto fra il numero di cadute sostenute e quello relativo alla corda nuova.

Le macchine qui descritte sono state concepite principalmente allo scopo di trovare una misura soddisfacente dell’usura. Potrà sembrare eccessivo l’impegno della nostra Commissione a questo riguardo; si rifletta allora sul fatto che chiarire questo





*Qui sopra:*  
 Diminuzione della resistenza delle corde per diversi tipi di uso (prove sperimentali).

*A sinistra:*  
 Visione d'insieme della macchina a trazione lenta.

problema può avere influenza sulle norme relative alle proprietà delle corde e, di conseguenza, sulla qualità delle corde prodotte. E' dunque ancora sempre della sicurezza dell'alpinista che ci si occupa.

Il numero di cadute standard al DODERO, sostenute a corda bloccata passante su uno spigolo arrotondato, non è certo un modo esente da critiche per "misurare" la resistenza di una corda; lo si potrebbe definire un "indice" della resistenza a rottura in condizioni reali; il lettore, riflettendo, se ne renderà facilmente conto. Questa non è la sede in cui si possa discutere ampiamente questo problema complesso e non ancora soddisfacentemente risolto. Ci limitiamo a dire che per la corda nuova il numero di cadute al DODERO sembra ai più un

dato abbastanza significativo; la critica che più spesso gli si fa è che nell'uso in montagna le corde si rompono praticamente soltanto su spigoli vivi di roccia. Questa critica appare ancor più significativa quando si tratti di valutare la resistenza residua di una corda usurata. Però la prova DODERO su spigolo vivo (a lungo studiata dalla nostra Commissione) presenta seri problemi, fra cui quello di non consentire un numero di cadute standard abbastanza elevato da poter essere considerato una sorta di "misura" della resistenza della corda. Per evitare questo inconveniente, si potrebbero effettuare cadute a fattore di caduta ridotto; resterebbe però, a parte i dubbi sul significato della prova, il problema che ogni prova richiederebbe molto tempo, (dovuto soprattutto alle attese necessarie fra una caduta e la successiva); questo costituirebbe il principale problema per chi debba fare indagini sugli effetti dell'usura, che richiedono la prova di decine di spezzoni per ogni tipo. Un metodo per aggirare questa difficoltà può forse

essere quello di fare prove DODERO su spigolo vivo, ma con massa accresciuta in modo da portare in ogni caso alla rottura, e misurare l'energia necessaria per la rottura (cosa facile con la nostra strumentazione). Per questa prova abbiamo attrezzato il nostro DODERO e a breve inizieremo le prove sperimentali.

Siccome con la ricerca non si sa mai bene come si va a finire, e poiché vi sono in ogni caso anche altri motivi per essere interessati alle prove statiche, si è programmato di studiare la possibilità di usare prove statiche di resistenza a rottura, su spigolo sia arrotondato che vivo. Si tratta di misurare il carico di rottura della corda (e non solo questo) con una sola prova di trazione (su tre spezzoni) a bassa velocità. Per questo scopo si è costruita una delle macchine che qui si descrive.

Speriamo che le informazioni fornite dai metodi ora discussi (prove DODERO e statiche, in entrambi i casi su spigolo standard e spigolo vivo) non siano troppo discordi: questo ci consentirebbe di dare una definizione più soddisfacente della resistenza delle corde e forse di sostituire una prova statica alle più complesse e dispendiose prove dinamiche. Dalla discussione fatta all'inizio s'intuisce che si può sperare di giungere a conclusioni favorevoli all'uso della macchina anche per corde nuove, quindi ad un impiego della macchina al di là di quelli che saranno i nostri studi sull'usura, la cui durata è comunque prevista in anni.

## QUALCHE DATO SULL'USURA

Numerose prove sono state fatte sia dalla nostra Commissione sia da altri membri della UIAA, fra cui principalmente il DAV (Pit Schubert) [6]. Queste prove sono riassunte in [11], che rappresenta una estesa raccolta di dati relativi alla riduzione di resistenza di una corda con l'uso. Tale riduzione è valutata in base al numero di cadute sostenute al DODERO, come già detto. Dalla Fig. 1, dedotta da [11], si vede come un uso normale della corda ne fa diminuire la resistenza: un uso pari a 10.000 metri di arrampicata ne riduce il numero di cadute sostenute fino al 20% del valore iniziale. Questo potrebbe far intendere che il carico di rottura a cui si può rompere una corda usata possa anche essere inferiore al "famoso" limite dei 1200 daN di cui abbiamo fatto cenno. Si noti infatti che il valore di 1200 daN si riferisce ad una corda NUOVA. L'usura in genere da un lato rende più rigida la corda e fa sì quindi che la forza di arresto generata sia maggiore, mentre, dall'altro, ne fa diminuire la resistenza.

Anche se un fatto importante si nasconde sotto la curva continua di Fig. 1 (interpolazione dei dati di Pit Schubert), cioè che essi valgono sia per prove su spigolo vivo che per prove su spigolo arrotondato "standard", questa prima serie di risultati non può considerarsi sufficiente per raggiungere gli scopi a cui si è accennato, cioè una caratterizzazione metodologica dell'usura. Per questo motivo, la CMT ha da tempo iniziato diverse attività, tra le quali:



- impiego registrato "sul campo" di corde, trascrivendone in veri e propri diari l'uso specifico (tipo e luogo di impiego, metri di arrampicata, doppie, voli, moulinette, ecc.), per una verifica a posteriori, una volta terminato l'impiego, delle loro caratteristiche all'apparecchio DODERO;
- modifiche del nostro DODERO per prove di caduta su spigolo e misura del relativo assorbimento di energia;
- progetto e realizzazione di una macchina per l'invecchiamento artificiale delle corde (che simula in modo misurabile il passaggio ripetuto entro un discensore e l'eventuale scorrimento su roccia);
- progetto e realizzazione di una macchina per la misura di caratteristiche statiche delle corde.

Queste due macchine sono descritte con qualche dettaglio nel seguito, riportando anche qualche risultato sperimentale già ottenuto con il loro utilizzo.

**La macchina a "trazione lenta"**

Come detto, con questa macchina si intende, oltre che verificare le proprietà statiche delle corde, stabilire un nesso tra le caratteristiche "dinamiche" (forza di arresto, numero di voli al Dodero) e il carico di rottura della corda. Questa macchina, che si trova presso i laboratori della Facoltà di Scienza e Tecnica delle Costruzioni dell'Università di Padova, è mostrata in Fig. 2. Essa permette sostanzialmente di porre in trazione, a velocità controllata (e in ogni caso "bassa"), uno spezzone di corda misurando contemporaneamente le forze applicate e

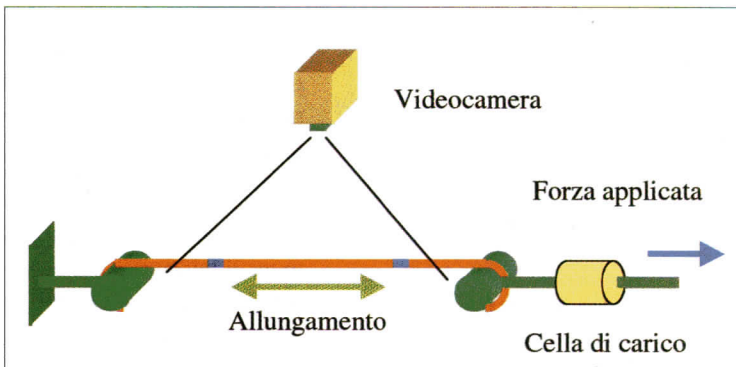
l'allungamento dello spezzone stesso. Per realizzare queste funzionalità, la macchina è stata equipaggiata con:

- un motore elettrico ed un sistema di ingranaggi per variare, volendo, la velocità di trazione;
- una cella di carico per l'acquisizione della forza;
- una telecamera per la misura degli allungamenti.

La strumentazione di acquisizione, mostrata schematicamente in Fig. 3, è



La macchina a trazione lenta.

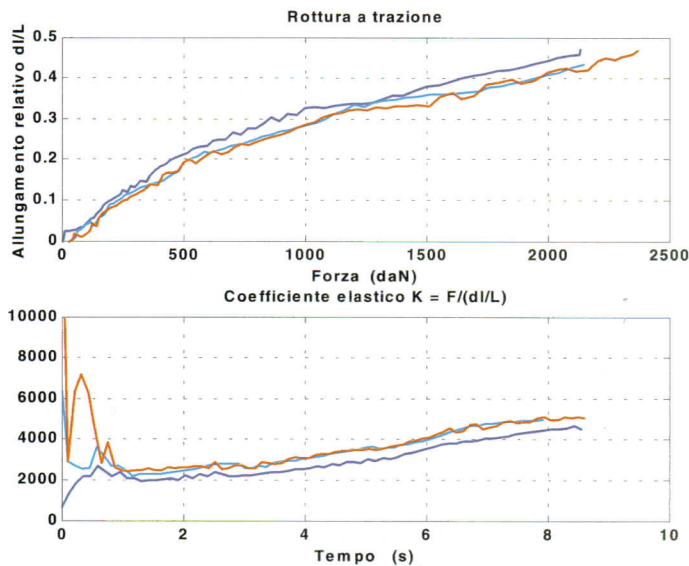


Qui accanto:  
Schema di principio della strumentazione della macchina a trazione lenta.

Sotto:  
Rottura di tre spezzi diversi della stessa corda.

collegata ad un PC che permette di configurare opportunamente gli strumenti e di misurare e registrare durante le prove le grandezze di interesse per successivo uso.

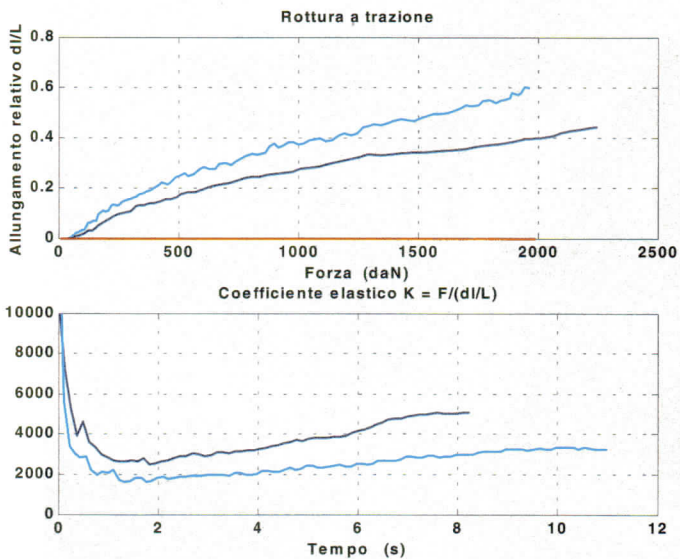
Per dare un'idea del tipo di misure che si ottengono, in Fig. 4, 5 e 6 sono riportati tipici andamenti delle grandezze di interesse. Vengono in particolare rappresentate in Fig. 4 le misure relative a tre spezzi della stessa corda (corda singola e nuova). Si noti come le prove sono ripetitive, mostrando sostanzialmente le stesse prestazioni nei tre casi. Nel grafico superiore viene riportato l'allungamento relativo della corda  $d/L$  in funzione della forza  $F$  applicata, mentre nel grafico inferiore è riportato il rapporto  $F/(d/L)$  durante le



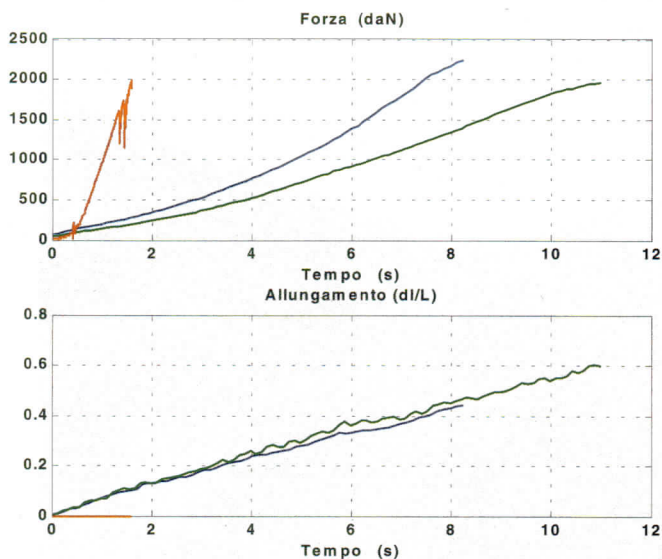
prove (in pratica: il coefficiente elastico della corda). In Fig. 5 e 6 sono riportati esperimenti simili, ottenuti però su corde di marche diverse e, per confronto, con un cordino in kevlar (statico) di 5.5 mm di diametro. Si

nota dai grafici che le corde hanno caratteristiche ben diverse, in termini di elasticità, di forze generate e di durata dell'esperimento. Si noti in particolare l'andamento della forza relativa al cordino in kevlar (curva rossa di Fig. 6).





Prove su corde di marca diverse (blu, verde) e su cordino in kevlar (rosso).

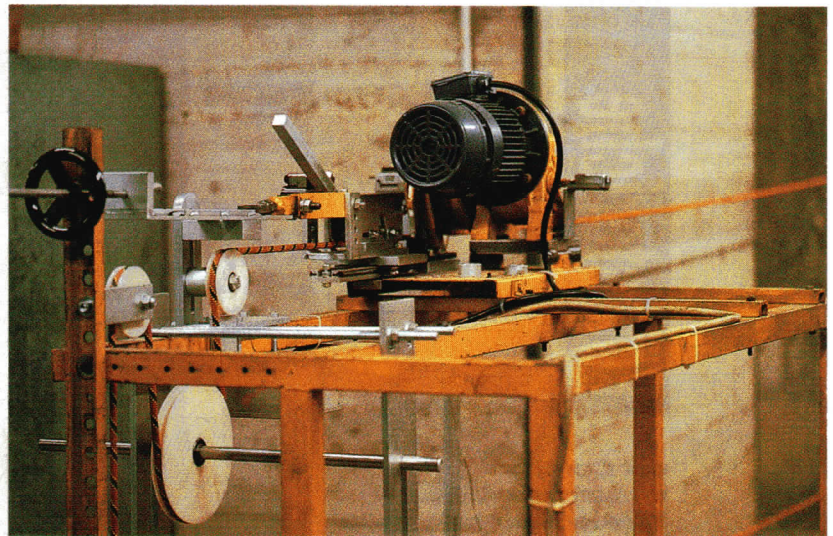


Prove su corde di marca diverse (blu, verde) e su cordino in kevlar (rosso).

#### La macchina per "l'invecchiamento delle corde"

In Fig. 7 è mostrata la parte principale della macchina per l'invecchiamento artificiale delle corde. La corda, che viene predisposta in modo da formare un lungo anello senza nodi, viene trascinato a velocità costante entro un sistema di pulegge ed un dispositivo che produce una forma di attrito simile a quella di un

discensore, in modo tale che la tensione a cui è sottoposta sia costante e predefinita a piacere. In questo modo, è possibile "invecchiare" artificialmente le corde in modo noto e ripetitivo, simulando un uso in ambiente reale (notare che la corda può anche essere fatta strisciare contro rocce o materiali abrasivi in genere). Spezzoni di corda così usurata vengono poi provati



La macchina per l'invecchiamento delle corde.

al DODERO ed alla macchina a trazione lenta per verificare la riduzione di resistenza e la variazione delle caratteristiche elastiche della corda rispetto ai valori per corda nuova. Si stanno confrontando questi dati con quelli ottenuti nell'uso "reale", per verificare fino a che punto l'usura artificiale costituisce una riproduzione attendibile della realtà.

Grazie alle attrezzature qui brevemente descritte, e soprattutto grazie al grande e professionale impegno di tutti i suoi componenti, la CMT sta confermando a livello UIAA di avere un ruolo di assoluto rilievo nello studio dei materiali e delle tecniche per alpinismo, come dimostrato anche nei recenti convegni internazionali da essa organizzati: a Torino (nel marzo 2002, sul nylon e le corde dinamiche per alpinismo) e a Padova (nel giugno 2002, sulle tecniche di assicurazione).

Claudio Meichiorri  
 Patrizio Casavola  
 Carlo Zanantoni  
 Commissione  
 Materiali e Tecniche

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] P. Bellotti - "Quanto dura una corda d'alpinismo?", La Rivista del CAI, maggio-giugno 1995.
- [2] M. Fermaglia - "Invecchiamento delle corde da alpinismo", Le Alpi Venete, primavera-estate 1995.
- [3] G. Signoretti - "Senza una camicia coi baffi... non ci rimane che l'anima!", La Rivista del CAI, maggio-giugno 1997.
- [4] G. Signoretti - "Fino a che punto è lecito alleggerire la sicurezza?", La Rivista del CAI, luglio-agosto 1997.
- [5] C. Zanantoni - "Le corde nel cassetto", La Rivista del CAI, marzo-aprile 1997.
- [6] P. Schubert - "Was halten nasse und vereiste Seile?" Sicherheitskreis im DAV, Tätigkeitsbericht 1971-1973.
- [7] G. Bressan, G. Signoretti - "Decadimento delle prestazioni dinamiche delle corde per effetto dell'usura", Rivista della Montagna, n° 256 aprile 2002, CDA Torino.
- [8] G. Signoretti - "Decadimento delle prestazioni dinamiche delle corde per effetto dell'acqua e della luce solare", Rivista della Montagna, n° 255 marzo 2002, CDA Torino.
- [9] G. Signoretti - "Corde e luce solare: una questione di... colore!", La Rivista del CAI, luglio-agosto 1999.
- [10] G. Signoretti - "L'acqua che non ti aspetti", La Rivista del CAI, gennaio-febbraio 2001.
- [11] G. Bressan "Wear of Dynamic Ropes: Experiences on Practical and Simulated Usage", 1o Convegno Internazionale su "Nylon and ropes for mountaineering and caving", CMT - UIAA, Torino, 8-9 marzo 2002.