

È PERICOLOSO ARRAMPICARE CON DUE CORDE "SOTTILI"?

Una modifica alle Norme U.I.A.A. ci consentirebbe arrampicate più tranquille

di Carlo Zanantoni

1) Introduzione

1.1) La maggioranza degli arrampicatori è convinta che su vie con molti chiodi sia del tutto giustificato arrampicare con due corde «sottili» di resistenza circa metà di quella di una corda «grossa» (1). Questa convinzione si basa di solito sul seguente ragionamento: quando ci sono molti chiodi il «volo» non può essere che piccolo, quindi la sollecitazione della corda non raggiungerà mai i valori elevatissimi che si prevedono invece per le corde grosse da usarsi nelle arrampicate con pochi chiodi. Questo ragionamento è sbagliato, come dovrebbe essere noto da parecchi anni per merito di A. Wexler [1, 2, 3].

Infatti la tensione massima che può verificarsi in una corda è con buona approssimazione indipendente dall'altezza di caduta (par. 2). Quindi anche in un «volo» di pochi metri si possono verificare tensioni circa uguali a quelle che si avrebbero in un «volo» della massima lunghezza.

1.2) Le Norme internazionali della UIAA (2) richiedono che le corde grosse resistano a due «voli massimi» (vedi par. 2.2) con un peso di 80 kg. La stessa resistenza si richiede alle corde sottili accoppiate.

1.3) Mi sembra che la garanzia di sicurezza offerta dalle Norme per le corde sottili non sia sufficiente, perché una di queste corde potrà trovarsi a dover sostenere *da sola* la caduta di un alpinista, e in tal caso essa potrebbe rompersi al primo volo, come giustamente ha messo in evidenza F. Avcin [4].

Secondo i miei calcoli (purtroppo non ho potuto ancora fare prove sperimentali) le corde sottili prodotte oggi da una o più ditte resistono o non sono lontane dal resistere ad un «volo massimo» di 80 kg, e quindi sono forse già abbastanza sicure. Non vedo però per quale motivo le Norme UIAA non prevedano prove con 80 kg sulle corde sottili, richiedendo la resistenza ad almeno un volo. Le considerazioni che espongo sono ben lontane dall'esaurire l'argomento, anzi mi auguro che possano servire ad aprire una discussione costruttiva su questo aspetto, inespugnabilmente trascurato, della sicurezza in montagna.

2) La massima tensione che può verificarsi in una corda che sostenga il volo verticale di un corpo rigido è indipendente dall'altezza di caduta

2.1) Quando un corpo cade accumula energia cinetica; nel momento in cui il corpo, trattenuto dalla corda, si è fermato e sta per risalire richiamato dalla elasticità di quest'ultima, esso non ha più alcuna energia cinetica: l'energia è stata assorbita dalla corda, che per allungarsi ha appunto richiesto un lavoro, che si suol chiamare «lavoro di deformazione».

Ogni unità di lunghezza di corda assorbe la stessa quantità di energia sotto forma di lavoro di deformazione, il cui valore dipende dalla tensione della corda. L'energia cinetica accumulata dal corpo che cade è proporzionale all'altezza di caduta, la quale nel caso peggiore è uguale al doppio della lunghezza della corda: quindi l'energia da accumulare come lavoro di deformazione in ogni unità di lunghezza di corda (e perciò anche la tensione) è sempre la stessa, indipendentemente dalla lunghezza del «volo».

2.2) Vediamo le cose in termini un po' più precisi. Chiamiamo:

- F lo sforzo nella corda (kg)
- l la lung. della corda indeformata (m)
- l' la lung. della corda deformata (m)
- P il peso del corpo che cade (kg)
- h l'altezza di caduta libera (m) (v. fig. 1)
- H l'altezza totale di caduta (m) (v. fig. 1)

Definiamo inoltre l'allungamento

$$\epsilon = \frac{l' - l}{l} \quad (1)$$

(1) Nel gergo alpinistico italiano non è ancora definita una terminologia che distingua le corde «grosse» che si usano da sole (Einfachseil, Corde à simple) da quelle «sottili» che vanno usate accoppiate (Halbseil, Corde à double). Le chiamerò d'ora innanzi grosse e sottili, omettendo le virgolette.

(2) Union Internationale des Associations d'Alpinisme. 22, Ch. de Grange-Canal - Genève. Purtroppo pochi sanno dell'esistenza di queste Norme e del relativo certificato di garanzia.

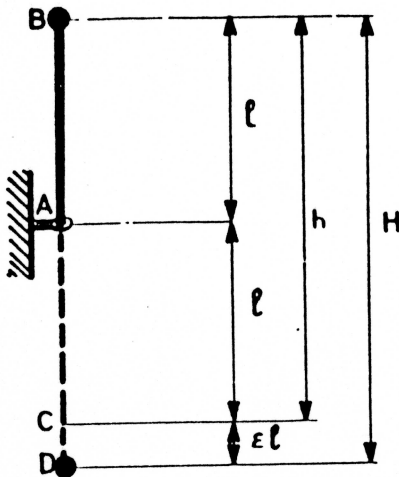


Fig. 1 - Caso di massimo volo.

e il lavoro di deformazione per unità di lunghezza di corda

$$L = \int_0^{\epsilon_{max}} F d\epsilon \quad (\text{kg m/m}) \quad (2)$$

la cui valutazione è immediata a partire dal diagramma sperimentale sforzi-allungamenti riportato in fig. 2: esso è infatti l'area sottesa dalla curva (a).

L'energia cinetica accumulata dal corpo che cade per una altezza H vale

$$PH = P(h + l\epsilon) \quad (\text{kg m})$$

Nel momento in cui il corpo si è fermato e sta per risalire, richiamato dalla elasticità della corda, lo sforzo è massimo e si valuta uguagliando l'energia cinetica al lavoro di deformazione di tutta la corda:

$$lL = P(h + l\epsilon_{max}) \quad (3)$$

sicché

$$L = P \left(\frac{h}{l} + \epsilon_{max} \right) \quad (4)$$

quindi il lavoro di deformazione L per unità di lunghezza di corda (e di conseguenza l'allungamento ϵ_{max} e lo sforzo F_{max} , fig. 2) dipende solo dal rapporto $\frac{h}{l}$.

Questo vale nell'ipotesi che il corpo che cade e il sostegno a cui la corda è fissata siano rigidi, cioè non assorbano energia deformandosi.

Nel caso peggiore, cioè di quello che chiamerò nel seguito «volo massimo» (caduta libera verticale di un peso rigido per il doppio della lunghezza di corda, fig. 1) si ha, come risulta evidente dalla figura:

$$h = 2l \quad (5)$$

e sostituendo nella (4)

$$L = P(2 + \epsilon) \quad (6)$$

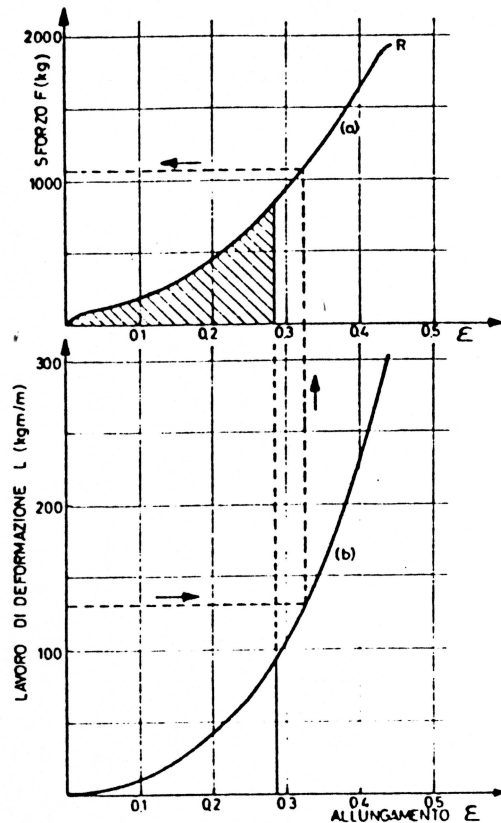


Fig. 2 - (a): Tipica forma del diagramma sforzi-allungamenti per corda in fibra sintetica. (b) Il lavoro di deformazione per unità di lunghezza di corda è l'area sottesa dalla curva (a). Noto il lavoro si ricava lo sforzo, come indicato con frecce in figura.

quindi il lavoro di deformazione per unità di lunghezza di corda (e dunque anche la tensione) nelle condizioni di «volo massimo» non dipende dall'altezza del volo (per alcune precisazioni vedere Appendice 1).

Per questo motivo ha senso che le prove secondo le Norme UIAA, eseguite con una lunghezza di corda di 25 metri [5], vengano ritenute significative per corde destinate a «tenere» voli ben più lunghi di 5 metri.

2.3) Questi risultati possono sembrare stupefacenti, ed anche contrari all'esperienza effettuata in occasione di voli in montagna, dove una caduta di mezzo metro comporta spesso tensioni minori che una di dieci metri. Il fatto è che nei voli molto piccoli acquistano maggiore importanza le approssimazioni su cui sono basati i calcoli sopra esposti, e cioè:

1) La corda non è legata al chiodo, ma scorre nel moschettone, sicché una parte della energia cinetica sviluppata dal volo del primo di cordata è assorbita dall'attrito nel moschet-

tone, dall'allungamento del tratto di corda fra moschettone e secondo di cordata, dallo spostamento e dalla deformazione del corpo di quest'ultimo.

II) Il corpo che cade non è rigido, e deformandosi assorbe anche esso una parte dell'energia cinetica.

I fatti citati in I e II portano a ridurre la tensione nella corda in maniera molto più sensibile nelle piccole cadute, in cui il tratto di corda compreso fra il primo di cordata e il chiodo, essendo breve, è poco deformabile rispetto agli altri corpi in gioco e quindi assorbe una frazione della energia cinetica minore di quella che assorbirebbe nei voli di notevole altezza.

Ma supponiamo che il primo di cordata, salito di qualche metro, cada in un momento in cui la corda, per attriti o bloccaggi imprevedibili, non può scorrere nel moschettone. Resta allora, a sollievo della corda, soltanto l'«attenuante» II (3), che non è molto efficace.

La tensione sarà quindi poco inferiore al valore massimo teorico ricavabile in base alla (6) e a fig. 5: questo valore è prossimo al carico di rottura per una corda sottile in fibra sintetica di moderna costruzione, come mostrerò nel paragrafo che segue.

A parte ogni considerazione numerica, desidero però fin d'ora far notare che da quanto ho detto risulta che le corde sottili possono, quando la posizione dei chiodi è tale che una sola delle due deve trattenere l'alpinista, essere chiamate a resistere a cadute della stessa gravità di quella prevista per le corde grosse.

3) Quale peso provoca la rottura di una corda sottile? Come si comporterà la seconda corda dopo l'eventuale rottura della prima?

3.1) Con riferimento a fig. 2-a, l'area sottesa della curva fino al punto di rottura R rappresenta l'energia che l'unità di lunghezza di corda è capace di assorbire come lavoro di deformazione prima di rompersi. Lo indicherò in seguito con L_r . Chiamiamo F , lo sforzo ed ϵ , l'allungamento della corda al punto di rottura.

In caso di «volo massimo» con corda non scorrevole nel moschettone il peso che provoca la rottura della corda è, per la (6),

$$P_r = \frac{L_r}{2 + \epsilon} \quad (7)$$

Prendiamo per esempio una delle migliori corde in commercio, la Edelrid di diametro 9 mm di recente produzione. Il diagramma statico tensioni-deformazioni è riportato come (a) in fig. 3 (4).

3.2) In condizioni dinamiche, cioè quando l'allungamento della corda avviene a velocità non trascurabile (App. 1) le caratteristiche della corda cambiano nel senso che essa diventa più rigida: la curva valida per casi di

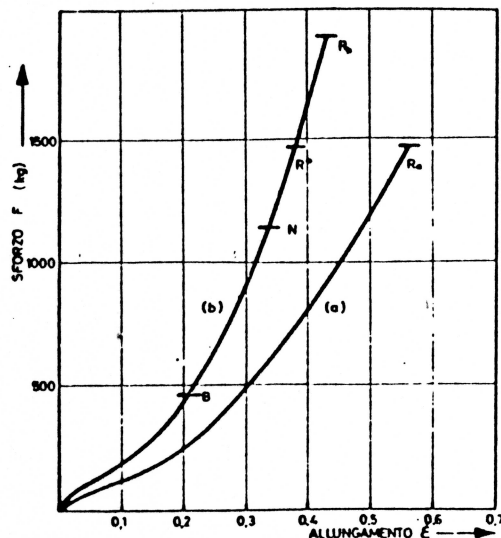


Fig. 3 - Effetto della velocità di allungamento sulle caratteristiche tensione-deformazione. (a): Curva valida per corda Edelrid in Perlon di diametro 9 mm quando la velocità di allungamento è trascurabile. (b): Probabile comportamento del materiale per velocità di allungamento corrispondenti a caduta in montagna. R_a , R_b = punto di rottura. N = rottura con nodo. B = punto sperimentale («volo massimo» di 40 kg).

volo, di cui la ditta Edelrid mi ha fornito il punto sperimentale B, è probabilmente non troppo discosta dalla (b), per quanto suggeriscono le considerazioni di App. 1.

Ripeto che della curva (b) conosco solo un punto, B, che il resto è stato tracciato «a sentimento».

Sarebbe troppo pessimistico supporre che la tensione di rottura nel caso (b) sia la stessa che nel caso (a) (punto R_a), dal momento che (App. 1) la tensione di rottura in caso dinamico è probabilmente superiore a quella in caso statico, in modo che il lavoro di rottura non è molto diverso.

Il punto di rottura R_b , che non conosco, sarà quindi probabilmente tale che l'area sottesa dalla curva (b) sia circa uguale a quella sottesa dalla curva (a), che vale 302 kgm/m.

Sto facendo opera di fantasia, ma me lo posso permettere, dato il tipo di conclusioni a cui voglio giungere.

3.3) Per calcolare il peso che provoca la rottura bisogna anche tenere presente che i migliori nodi riducono di circa 40% (1) il carico di rottura della corda, sicché i 1910 kg

(1) Questa «attenuante» è meno efficace per corde sottili che per corde grosse, poiché queste ultime sono meno facilmente deformabili.

(4) Ringrazio la ditta Edelrid che mi ha cortesemente fornito dati e chiarimenti sulle prove eseguite.

