

SPELEO CLUB GIANNI RIBALDONE

CORSO DI 1° LIVELLO

1. NODI

I nodi sono il sistema più semplice per ancorare la corda a qualcosa di fisso, o per attaccare tra loro due corde, o ancora per sostituire un attrezzo di progressione rotto o perduto. A tutt'oggi, nonostante i progressi tecnici, non si è ancora trovato un sistema più semplice e immediato per fare tutto questo.

Si conoscono moltissimi nodi, inventati per ogni uso e necessità, ma naturalmente qui ci si deve occupare di quelli strettamente usati in speleologia.

Uno speleologo medio ne conosce tre o quattro, i più utilizzati, ed è in grado di arrangiarsi con quelli, a meno che non si trovi di fronte a emergenze o a situazioni insolite.

Tutti i nodi devono avere queste caratteristiche:

- Facilità di confezionamento. Con un nodo complicato è più facile sbagliare, dunque la semplicità è una caratteristica importante. Una parte determinante spetta allo speleo che dovrà imparare a fare perfettamente i nodi che utilizza, e dovrà capire semplicemente con uno sguardo se il nodo è ben fatto.
- Facilità di scioglimento. Ci sono nodi che strizzano la corda più di altri, e che ci potrebbero creare dei problemi al momento di scioglierli. A titolo di esempio, il nodo delle guide e il nodo delle guide con frizione (nodo a 8) hanno all'incirca la stessa resistenza, ma il nodo delle guide viene usato raramente proprio perchè difficile da sciogliere dopo trazioni forti.
- Carico di rottura (CDR) sufficiente. La corda, viene indebolita dai nodi, a causa di meccanismi interni di strizione che causano un aumento interno di temperatura. Da questo punto di vista non tutti i nodi sono uguali: alcuni indeboliscono di più la corda, e altri di meno.

Nodo "a otto" o "delle guide con frizione"

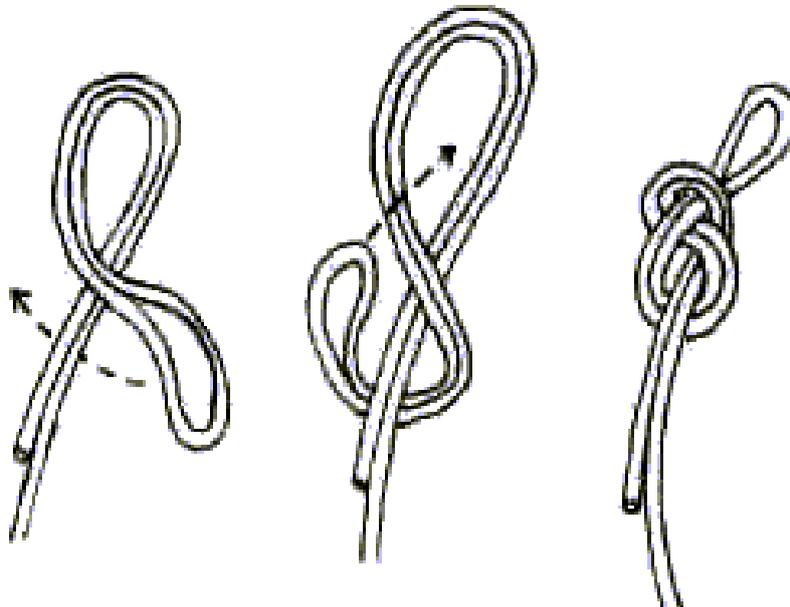


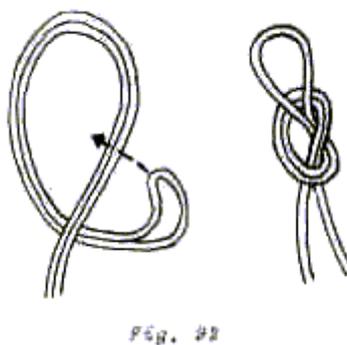
Fig. 88

E' il nodo di ancoraggio preferito in grotta, per la facilità di confezionamento e di scioglimento, ed ha un discreto CDR: conserva infatti il 73% della resistenza di una corda nuova non annodata (tutti i dati che verranno forniti si riferiscono ad una corda Edelrid Superstatic da 10 mm nuova).



Il nodo a otto può essere inseguito quando si debba, ad esempio, circondare un attacco naturale: si confeziona prima con un solo capo di corda, senza stringerlo, e lasciando un tratto abbastanza lungo da poter circondare l'attacco. Poi si prende l'altro capo, al ritorno dall'attacco, e si fa passare dentro il nodo parallelamente al tratto già annodato.

Nodo delle guide



Di questo nodo si è già detto: a parità di tenuta si preferisce il nodo a otto che è molto più facile da sciogliere quando è stretto. Tutt'al più, visto che è molto veloce da fare, può essere utilizzato per tirare su dei carichi non troppo pesanti: sacchi, attrezzi, ecc.

Nodo "soccorso" o "coniglio"

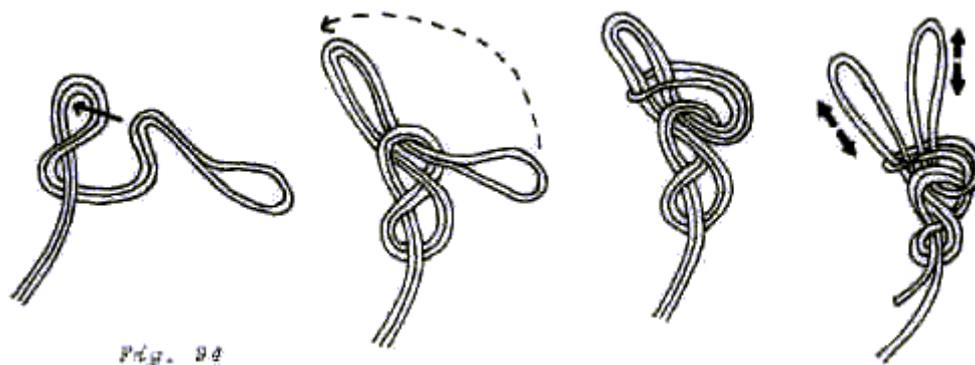


Fig. 22

Il nodo soccorso è una derivazione interessantissima del nodo a Otto. Permette di fissare la corda ad un attacco doppio sollecitando entrambi i tasselli con la stessa forza, in alternativa al sistema speleo classico che prevede la trazione su un attacco e il secondo, più alto, di sicurezza. Questo nodo si apprezza molto con spit piazzati su roccia scadente, che quindi non danno il massimo delle garanzie, e con l'uso dei fix, che nonostante le ultime migliorie non raggiungono ancora la resistenza degli spit roc.

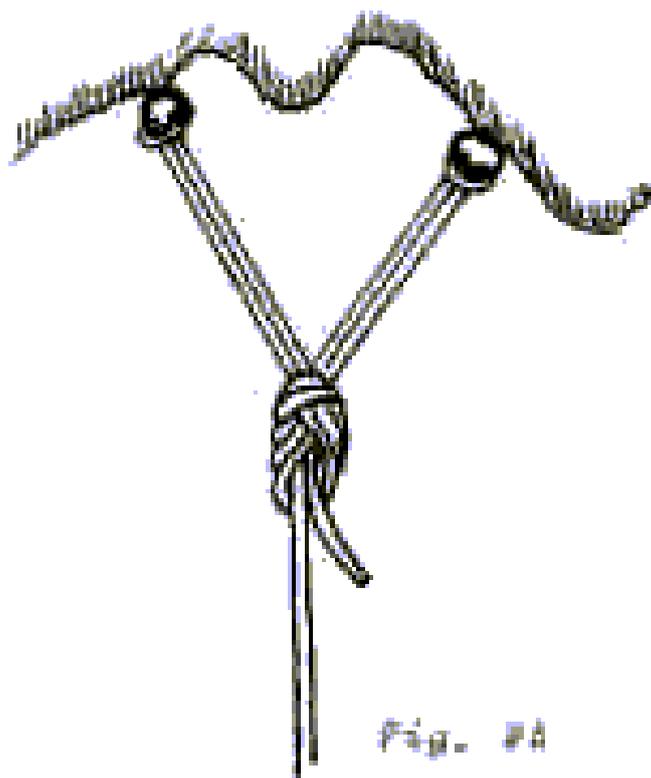


Fig. 23

In caso di cedimento di uno degli ancoraggi, sotto alti carichi, assicurato solo ad una delle due gasse tende a scorrere.

Nodo "bulino"

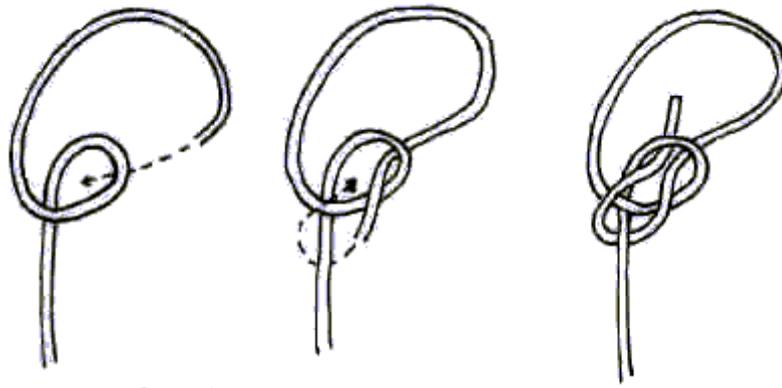


Fig. 99

Questo nodo è stato per anni considerato pericoloso, finché i test del C.N.S.A.S. non hanno dimostrato il contrario: è un nodo che ha una resistenza pari a quella dell'Otto (72%), è facile da eseguire e si scioglie con facilità dopo una trazione. Può quindi sostituire bene l'Otto inseguito negli attacchi naturali. Anche se non sarebbe necessario, è consuetudine utilizzare il doppino (ciò che avanza dal nodo) per una ulteriore legatura.

Nodo "barcaiolo"

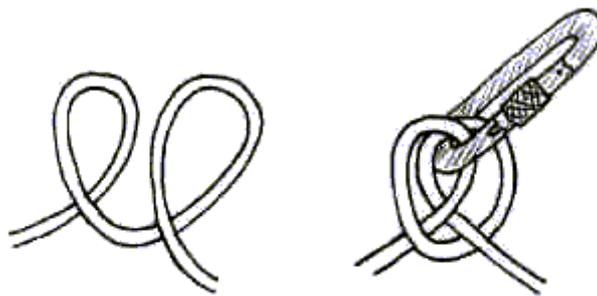
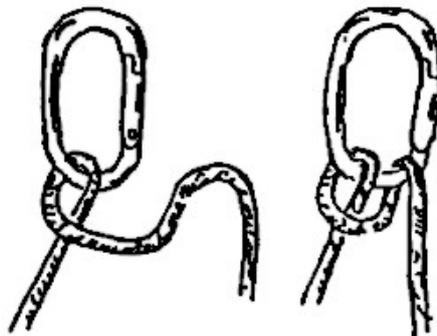


Fig. 98

Il nodo Barcaiolo è un nodo usato solo in casi particolari, ad esempio per aggiungere un frazionamento in grotta quando non vi sia abbastanza corda per un Otto. E' comunque un nodo difficile da sciogliere e con un basso CDR, per cui è meglio evitarlo. Se proprio si deve usare, bisogna tenere conto di queste caratteristiche.

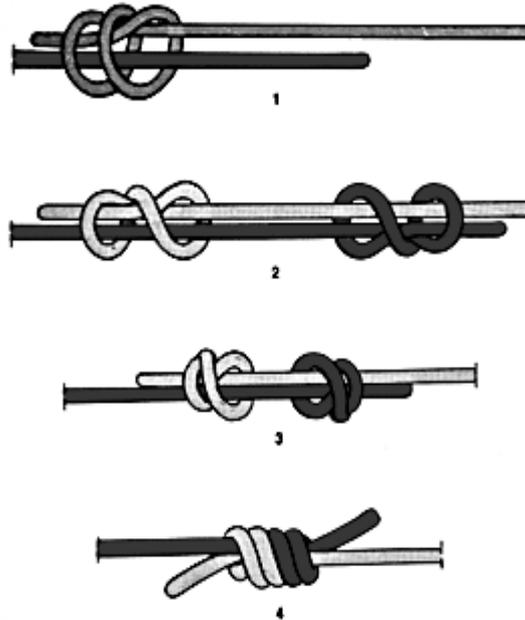
Nodo "mezzo barcaiolo"



Accanto ai vantaggi di essere semplice e veloce nella sua esecuzione e di fornire un bloccaggio dinamico, che riduce i rischi ad un ancoraggio marginale, il mezzo barcaiolo presenta il problema di richiedere una certa maestria per frenare la caduta e di esigere l'attenzione completa dell'assicuratore e questo non è sempre ottenibile in condizioni di stress.

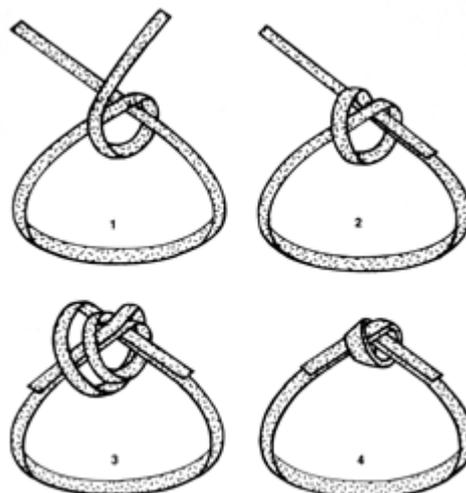
Inoltre il mezzo barcaiolo tende a far attorcigliare la corda (soprattutto se chi la manovra la lascia scorrere anziché accompagnarla) aumentando il rischio di un bloccaggio repentino e di rendere difficoltoso lo scorrimento della corda nelle manovre successive, oltre che contribuendo all'usura prematura della corda. Attenzione a non far passare la corda accanto alla ghiera per evitare che questa (nei vecchi moschettoni) possa accidentalmente svitarsi. Se l'arrampicatore è particolarmente robusto è utile fare un giro di corda in più; il maggiore attrito permette di gestire meglio il carico.

Nodo "inglese doppio"



Questo nodo è più difficile da sciogliere dopo una trazione, ma ha un carico di rottura, rispetto alla corda non annodata, di circa il 75%. Questo basta a consigliarlo come il nodo di giunzione migliore, meno ingombrante, più facile da superare con gli attrezzi da progressione e più sicuro negli armi. Conserva un CDR accettabile anche quando unisce corde di diametro diverso.

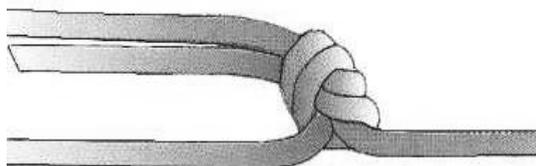
Nodo "semplice inseguito"



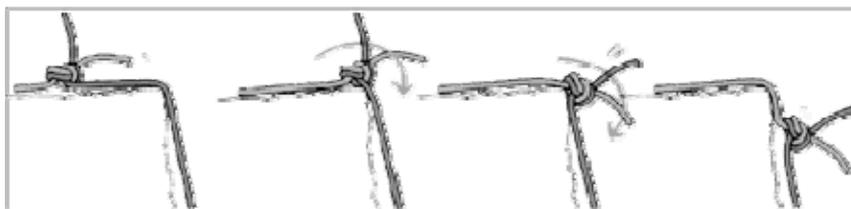
Per chiudere le fettucce.

Risulta essere l'unico nodo che dia garanzia di non allentarsi (e quindi sciogliersi) accidentalmente. Lasciare qualche centimetro di lunghezza per i capi liberi che escono dal nodo e controllare periodicamente che tale lunghezza non si sia ridotta.

Nodo "semplice per giuntare due corde" o "galleggiante"

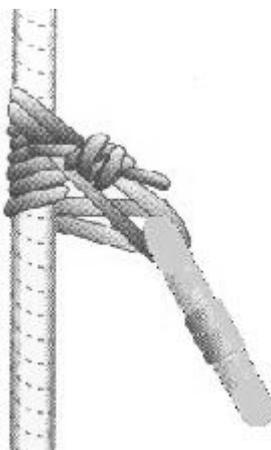


E' il nodo per eccellenza di giunzione di corde; a partire dalle corde per le doppie agli anelli per gli ancoraggi.



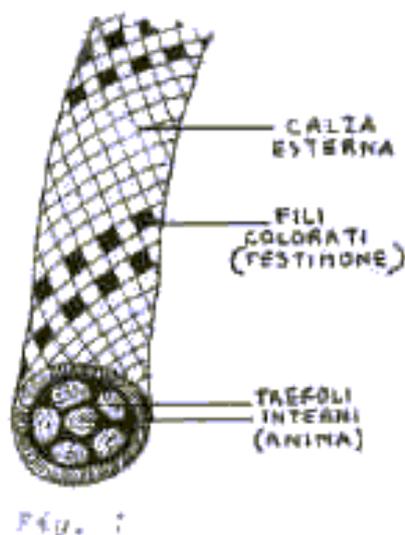
Ha come pregio fondamentale quello di non incastrarsi sulla roccia e sui cambi di pendenza in quanto il nodo si gira dalla parte opposta alla roccia e scorre quindi su di essa. La precauzione fondamentale è quella di lasciare almeno 40 cm di corda oltre il nodo in quanto il nodo tende a girarsi su se stesso e ciò potrebbe risultare pericoloso; si esegue in pratica un nodo semplice su entrambe le corde e si tirano, una per volta, le quattro tratte di corda.

Nodo "Marchand"



Non è altro che un anello di cordino da *mm 6* (meglio se in kevlar), avvolto almeno 4 volte attorno alla corda. E' un autobloccante bidirezionale ed è probabilmente il più utilizzato tra gli autobloccanti. Il suo utilizzo varia dalla sicura nella calata a corde doppie alla risalita di corde fisse ed a molti altri impieghi. L'anello di cordino è formato con un nodo doppio inglese a contrasto. All'imbrago si dovrebbe sempre avere attaccato un moschettone già predisposto con un cordino per tale nodo, ricordandosi di fissare il cordino con un barcaiolo per evitare sia che il nodo inglese si muova, sia di perdere il cordino una volta aperto il moschettone.

2. CORDA E FATTORI DI CADUTA



Le corde normalmente usate da speleologi ed arrampicatori sono costituite da due parti distinte: una guaina esterna, chiamata "calza", formata da un intreccio fitto di fibre elementari, nella quale sono inseriti dei fili di diverso colore che hanno il compito di renderle riconoscibili, e da una parte interna, chiamata "anima", costituita da diversi mazzetti di fibre elementari, i trefoli, in genere in numero dispari per evitare la rotazione della corda quando questa è sottoposta a trazione.

La calza ha la funzione di serrare i trefoli proteggendoli dall'abrasione e rendendo la corda compatta, e costituisce circa 1/3 del Carico di Rottura (CDR) complessivo.

Il materiale normalmente usato, il Nylon, è il più affidabile per quanto riguarda la leggerezza, la tenacità, la resistenza all'abrasione e al surriscaldamento, ed è inoltre immarcescibile, al contrario delle prime corde in fibra vegetale. Come vedremo più avanti, queste sono qualità determinanti per la durata in piena sicurezza di una corda.

Un'importante distinzione va subito fatta tra corda "statica" e corda "dinamica". Se esaminiamo le differenze tra l'uso delle corde in speleologia e in arrampicata, notiamo che lo speleologo usa la corda soprattutto per la progressione, quindi ha bisogno di corde che non lo facciano oscillare troppo e che non disperdano con smorzamenti e flessioni le energie impiegate nella risalita. Al contrario, un alpinista procede sulla roccia e usa la corda solo per trattenere eventuali cadute, cioè come sistema di sicurezza. In caso di volo, per evitare la rottura della corda, questa deve ammortizzare lo shock progressivamente, mediante una certa elasticità.

Dunque in speleologia si usano delle corde statiche, che caricate del peso di circa 80 kg si allungano del 2-3%, mentre in arrampicata si usano delle corde dinamiche, che si allungano del 7-10%. Naturalmente anche nella pratica della speleologia può capitare di dover arrampicare o risalire una parete con mezzi artificiali. In questi casi è opportuno usare come sicurezza una corda dinamica, anche se molti speleologi, per pigrizia o abitudine, spesso utilizzano le stesse corde statiche che usano nella normale progressione nei pozzi. Inutile dire che in questi casi l'assicurazione dovrà essere fatta molto attentamente e da persone preparate, adottando opportuni accorgimenti per diminuire il volo in caso di caduta.

Un'altra importante qualità delle corde è un elevato Carico di Rottura (d'ora in poi CDR), cioè il peso massimo sostenibile prima della rottura. In una corda del diametro 10 mm il CDR può variare dai 2300 ai 2800 kg a seconda del costruttore. Questo può far pensare che sia sovrabbondante e che garantisca automaticamente da tutti i rischi di rottura. In realtà il CDR di una corda può essere diminuito da diversi fattori:

- L'acqua:** una corda bagnata può perdere il 5-10% del suo CDR;
- L'età:** una corda invecchia progressivamente, sia per un processo chimico chiamato "depimerizzazione del nylon", sia per l'uso prolungato, che causa snervamenti e deformazioni nella sua struttura interna;
- I nodi:** come si vedrà in un'altra pagina, qualsiasi nodo, in misura più o meno importante, diminuisce il CDR di una corda, anche fino al 50-60%.
- Lo shock da caduta:** il corpo di uno speleologo, dopo una caduta, può causare sulla corda che lo trattiene sollecitazioni dell'ordine di centinaia di kg.

Ecco perché le corde nuove hanno dei CDR così elevati: per questioni di sicurezza le corde vecchie o danneggiate devono essere buttate via perché, sebbene possano ancora reggere staticamente il nostro peso, verrebbero sicuramente rotte alla prima sollecitazione grave.

Cause dell'usura delle corde

Una corda, dal momento del suo primo utilizzo, accumula una serie di stress che prima o poi la renderanno poco affidabile, e insicura. Vediamo quali sono le cause più importanti del suo decadimento:

a) **i discensori**: tutti i discensori in commercio funzionano in modo da torcere e snervare la corda. Alla lunga ciò provoca sulla stessa delle modificazioni strutturali, che si continuano a sommare nel tempo. Soprattutto l'uso del "mezzo barcaiolo" al posto del discensore aumenta notevolmente queste sollecitazioni.

Un altro effetto dei discensori sulle corde è il surriscaldamento: in tutti i modelli di discensore l'azione frenante è dovuta all'attrito che la corda provoca passando attraverso questi attrezzi. Questo attrito si trasforma in energia termica, e dopo un breve tratto il discensore diventa caldissimo, soprattutto se la corda è asciutta e la velocità di discesa elevata. Al momento dell'arresto si ha la situazione più pericolosa, perché l'attrezzo tocca per un po' di tempo sempre lo stesso tratto di corda.

Il nylon di cui è composta quest'ultima ha una temperatura di fusione variabile da 220°C (nylon 6) a 260°C (nylon 6.6), ma già intorno ai 50-60°C si hanno delle alterazioni significative, con inizi di vetrificazione della calza. L'unica soluzione sta nel tenere una velocità di discesa ridotta, per dare il tempo al discensore di dissipare il calore, e un'andatura regolare e senza strappi. Quando si arriva in fondo ad un pozzo profondo bisogna sfilare la corda dal discensore il più rapidamente possibile;

b) **i bloccanti da risalita**: i bloccanti più comunemente usati nelle risalite dei pozzi hanno un clicchetto dentato che, quando l'attrezzo viene caricato di un peso, preme sulla corda conficcando contemporaneamente nella calza la sua dentellatura. La corda così viene ad accumulare nel tempo una certa quantità di microtraumi, anche tenendo conto dei piccoli strappi che il movimento di risalita comporta.

c) **la sporczia**: anche l'ambiente della grotta contribuisce all'invecchiamento di una corda. Si sa che il fango e la polvere, nonostante le precauzioni, riescono sempre a venire a contatto con la calza, e anche lavando scrupolosamente la corda dopo ogni utilizzo, una certa quantità di corpuscoli riesce a penetrare all'interno delle fibre. Durante le inevitabili torsioni che la corda subisce, queste particelle provocano una azione abrasiva sfregando contro i fili intrecciati, lacerandoli e indebolendoli, e aumentando la loro azione quando la calza della corda sfrega contro la roccia, a causa di un armo scadente.

Gli unici rimedi per ritardare l'usura delle corde sono tenerle sempre pulite e fare degli armi scrupolosi. Bisogna anche impedire che le corde vengano a contatto con carburo, acidi di pile, e sostanze chimiche in generale.

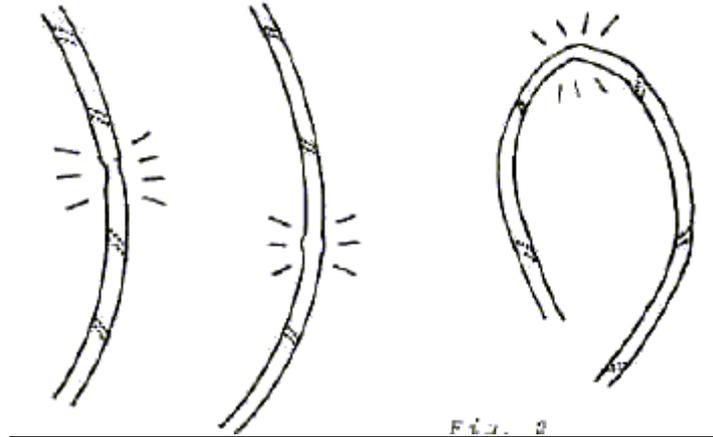
d) **la luce e il calore**: la Commissione Tecniche e Materiali del C.N.S.A.S. (Corpo nazionale soccorso alpino e speleologico) ha sottoposto a prove di caduta degli spezzoni di corde che in parte erano stati distribuiti a vari gruppi speleologici perché li usassero in condizioni reali, in parte sottoposti a trattamenti particolari. Uno di questi spezzoni è stato abbandonato sul tetto di una casa per diversi mesi, esposto a luce e sbalzi di temperatura, e quindi testato insieme agli altri. Questi i risultati:

- uno spezzone tenuto al buio e isolato dall'aria, sotto cellophane, ha dato risultati di tenuta uguali a quelli della corda nuova;
- lo spezzone lasciato sul tetto ha rivelato dei danni abbastanza seri (deformazioni plastiche), ma non tali da rendere la corda inaffidabile;
- i danni più evidenti sono stati riportati dalle corde che erano state usate regolarmente in grotta. In particolare è risultato che il discensore logora la corda più dei bloccanti da risalita. Dunque l'assorbimento dei raggi solari, anche se non è la causa più importante dell'invecchiamento di una corda, va comunque evitato, così come l'esposizione a fonti di calore e al gelo;

e) **lo shock da caduta**: il C.N.S.A.S. ha sottoposto corde di marche e diametri diversi a delle prove di caduta con un peso di 90 kg, legato ad uno spezzone di tre metri, per tre metri di caduta (fattore di caduta 1).

Questi i risultati:

- tutte le corde statiche da 10 mm hanno superato lo shock senza rompersi;
- le corde statiche da 9 mm in maggioranza si sono rotte o hanno riportato gravi lesioni;
- nessuna delle corde da 8 mm ha superato la prova.



Ci si può accorgere che una corda è lesionata:

- Facendola scorrere tra le dita (dobbiamo verificare se presenta ingrossamenti o restringimenti)
- Facendo degli anelli (dobbiamo verificare se presenta degli angoli strani)

Eventuali bruciature della calza sono facilmente visibili ad un controllo attento, che dovrà essere fatto dopo l'utilizzo. In presenza di una eventuale lesione grave, la corda va tagliata in quel punto ottenendo due spezzoni più corti, e le estremità vanno fuse per non sfilacciarsi.

Rottura di una corda

La rottura di una corda può avvenire in due modi diversi. Se c'è un carico che eccede il CDR della corda si ha una rottura per snervamento:

- Cominciano a cedere le prime fibre e subito il carico si ridistribuisce su una sezione minore (le fibre rimanenti). A questo punto cedono altri elementi e si innesca una reazione a catena che porta, in tempi istantanei, alla rottura di tutti gli altri. Questo è il caso di una corda non annodata.
- Il secondo caso è quello di una corda annodata, situazione tipica Della speleologia: la rottura si verifica sempre nel tratto di corda all'uscita dal nodo.

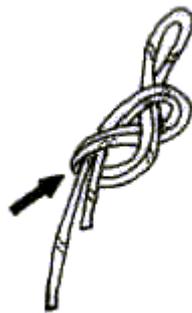


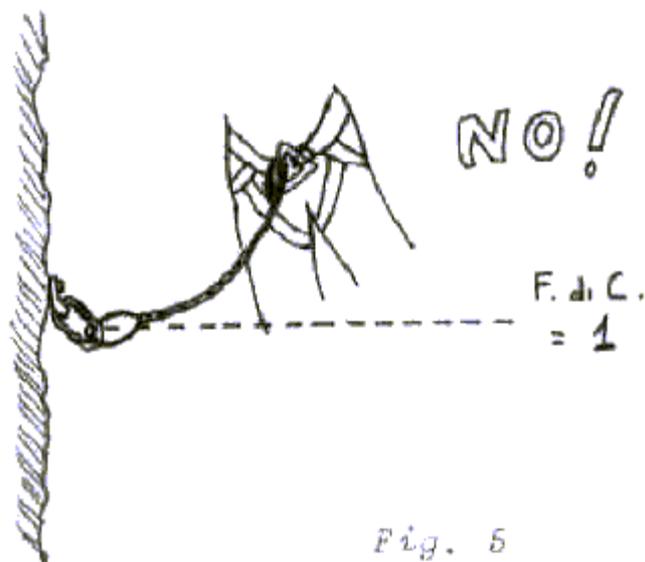
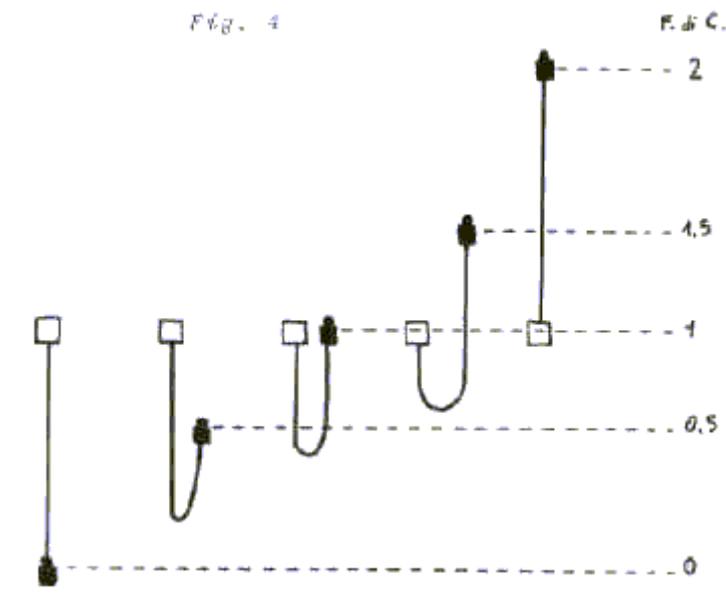
Fig. 3

Quando la trazione è improvvisa ed eccessiva si ha un'immediata strizione del nodo. I tratti di corda a contatto tra loro hanno uno sfregamento sempre più violento, e questo provoca all'interno del nodo un aumento immediato della temperatura, e quindi la fusione del nylon. Quando si verifica la rottura di una corda annodata, in corrispondenza del cedimento si hanno delle evidenti tracce di fusione, e una temperatura, nei due monconi, molto più alta che nel resto della corda. Questo meccanismo di rottura delle corde si innesca più facilmente di quello per snervamento, e questo perché i nodi diminuiscono il CDR di una corda in percentuali variabili a seconda del tipo di nodo.

Accorciamento delle corde nel tempo

Durante il loro primo periodo di utilizzo, forse a causa di assestamenti o di modificazioni chimico-fisiche degli elementi che la compongono, le corde si accorciano fino al 10-15%. Progressivamente questo fenomeno si attenua fino a sparire, e la lunghezza si stabilizza. Alla luce di quanto detto bisogna acquistare più corda di quanto si è programmato, oppure bisogna stare attenti a rimisurare le corde ogni tanto, per evitare sorprese ai pozzi o alle calate.

Il fattore di caduta



Poco prima, parlando di "shock da caduta" di una corda, si è accennato al Fattore di Caduta (d'ora in poi FDC). Questo non è altro che il rapporto tra l'altezza della caduta e lunghezza della corda che ammortizza questa caduta.

Ad esempio, se cadiamo per 10 metri legati ad una corda lunga 10 metri parleremo di FDC 1 (10 diviso 10 = 1); se cadiamo per 3 metri legati ad una corda di 6 metri ci sarà un FDC di 0,5 (3:6); se invece la caduta sarà di 8 metri legati ad una corda di 4 metri avremo un FDC di 2 (8:4).

Questo è un concetto molto importante per ciò che riguarda la sicurezza sulla corda. Si può dire, approssimativamente, che una corda statica da 10 mm riesce a sopportare al massimo un FDC 1.

In generale deve valere la regola che, con le corde statiche, non bisogna mai salire più in alto dell'attacco al quale si è assicurati.

3. LA CATENA DI SICUREZZA

La catena di sicurezza è la serie di materiali su cui ci appendiamo che ci garantiscono uno standard di sicurezza; si usa il termine "CATENA" perché ogni singolo attrezzo rappresenta appunto una maglia della catena. La maglia che ha il carico di rottura più basso determina il carico di rottura di tutta la catena.

Il carico di rottura rappresenta la forza massima sopportabile da un determinato attrezzo; il superamento di tale valore determina la rottura dello stesso.

L'unità di misura con cui si esprime è il Newton (N), forza che applicata alla massa di 1 Kg, le imprime un'accelerazione 1m/s^2 .

daN = decaNewton = 10 N = 1,02 kgp (chilogrammo peso)

KN = Kilo Newton = 1000 N

Kgp = chilogrammo peso = 1 kgp = 9,81 N = 0,981 daN

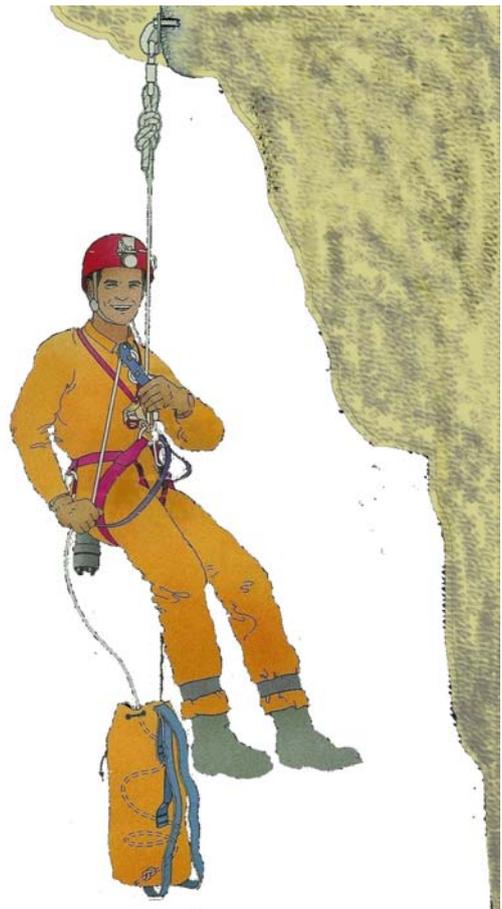
1N = 0,102 Kgp

10 N = 1,02 Kgp

1 KN = 1,02 Kgp

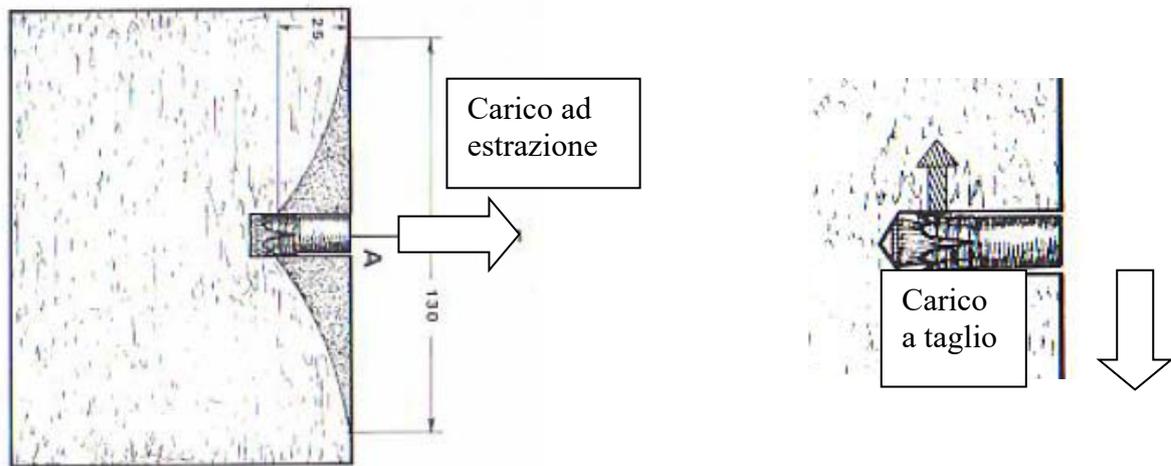
La catena di sicurezza tipica in speleologia è formata da:

- ROCCIA
- TASSELLO (SPIT o FIX)
- DADO o BULLONE
- PIASTRINA
- MOSCHETTONE
- CORDA
- NODO
- DISCENSORE/BLOCCANTI
- MOSCHETTONE
- MAILLON
- IMBRAGO
- SPELEOLOGO



ROCCIA

Esistono vari tipi di roccia con diversa consistenza e a seconda del tassello utilizzato e del carico applicato avremo cedimenti differenti della stessa; tra i più comuni: il cono di estrazione (con carico a estrazione) e frantumazione della roccia nel bordo superiore (con carico a taglio).



TASSELLO

I tasselli più utilizzati in speleologia sono lo SPIT e il FIX e, a seconda del tipo di roccia e di infissione, avremo carichi di rottura differenti. Con il termine infissione s'intende la posa del tassello.

SPIT

TIPO ROCCIA	F_T TAGLIO	F_T ESTRAZIONE
Marmo Bianco Carrara (MBC)	2506 ¹	3101 ⁷
Travertino (TR)	2373 ¹	2088 ⁶
Scaglia Rossa (SR)	2630 ¹	1720 ⁶
Scaglia Bianca (SB)	2664 ¹	2240 ⁷
Grigio Ammonitico (GA)	2611 ¹	2746 ⁶
Calcere Massiccio M. Cucco (CMC)	1589 ²	1600 ⁶
Calcere Massiccio Rocchetta (CMR)	2203 ²	2380 ⁶
Calcere Massiccio Puglia (CMP)	2666 ¹	1642 ⁶
Marmo Bianco Val Venosta (MBV)	2050 ²	2320 ⁷
Granito (GR)	2664 ¹	2454 ⁶

FIX

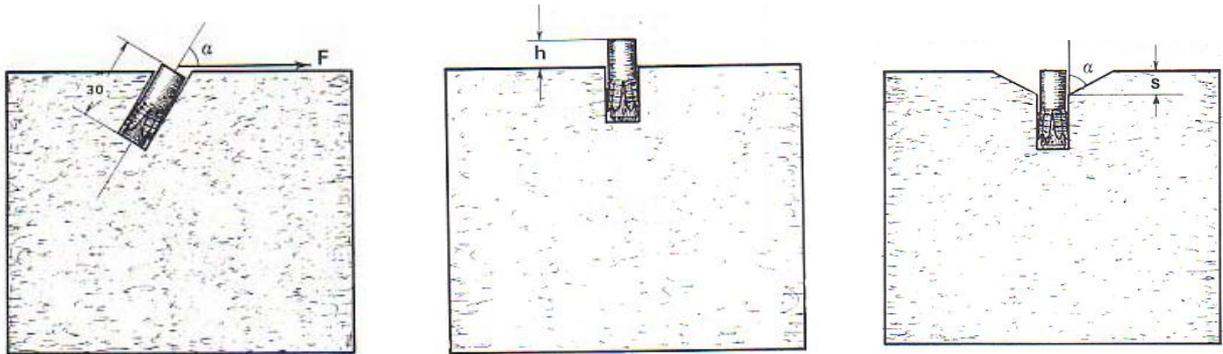
TIPO ROCCIA	F_T TAGLIO	F_T ESTRAZIONE
Marmo Bianco Carrara (MBC)	1453 ^a	1813 ^f
Travertino (TR)	1497 ^a	1715 ^e
Scaglia Rossa (SR)	1469 ^a	2021 ^a
Scaglia Bianca (SB)	1363 ^a	1864 ^c
Grigio Ammonitico (GA)	1356 ^a	2126 ^e
Calcere Massiccio M. Cucco (CMC)	1218 ^a	1143 ^f
Calcere Massiccio Rocchetta (CMR)	1415 ^a	2130 ^f
Calcere Massiccio Puglia (CMP)	1465 ^a	2184 ^e
Marmo Bianco Val Venosta (MBV)	1372 ^a	1572 ^f
Granito (GR)	1337 ^a	1974 ^e

Queste tabelle riportano valori indicativi ma con infissioni ottimali. Variando i tipi di infissione variano i carichi di rottura. Il tassello deve essere sempre perpendicolare alla roccia. Lo spit deve essere sempre raso alla roccia.

BULLONE

Tralasciamo il dado poiché non ha carichi di rottura esaminabili (in caso di rottura cede il fix).

Il bullone è composto da: acciaio 8.8 ad alta resistenza. Ciò che determina la rottura del bullone è la COPPIA di SERRAGGIO C_s (quanto stringo il bullone) e la scorretta infissione dello spit (inclinazione, profondità e svasatura).



Per dare un ordine di idee sulla coppia di serraggio, per stringere bene un bullone da 8mm occorre esercitare una forza dai 10 Kg ai 30Kg sulla chiave (lunga circa 10 cm).

PIASTRINA / ANELLO

Esistono varie forme di piastrine o placchette e di diverso materiale a seconda del tipo di utilizzo. Su questi attrezzi non esiste solo un problema di pura e semplice resistenza strutturale ma anche una questione di corretto utilizzo. La tenuta del sistema roccia-tassello-bullone-piastrina dipende dalla geometria assunta dall'insieme di questi elementi rispetto alla direzione e al senso della forza di trazione. La prossima tabella indica i carichi di rottura di alcune piastrine montate su una base di acciaio.

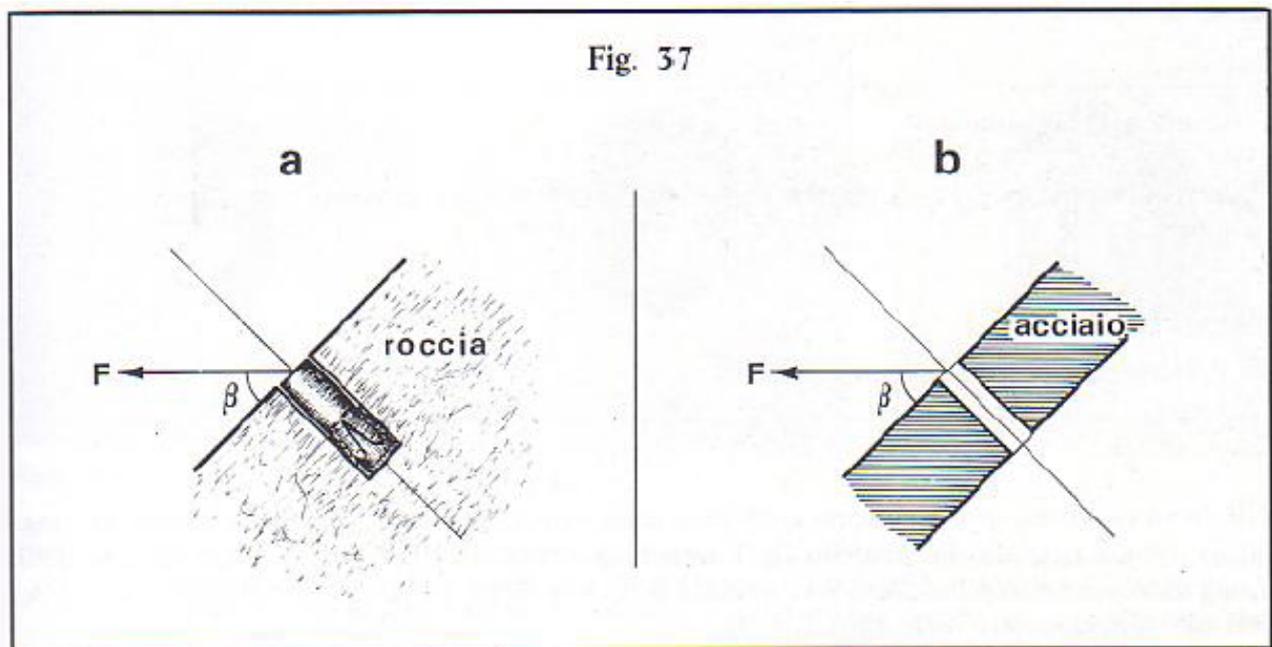




Foto 6.a



Foto 6.b

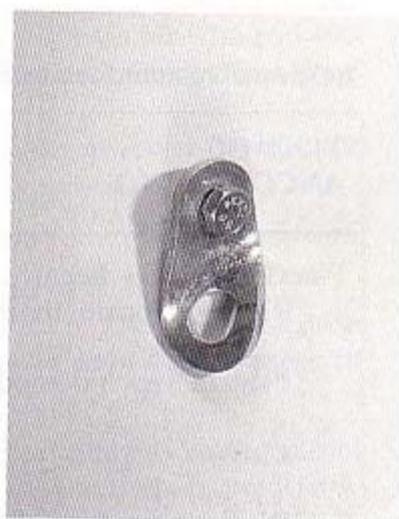


Foto 6.c

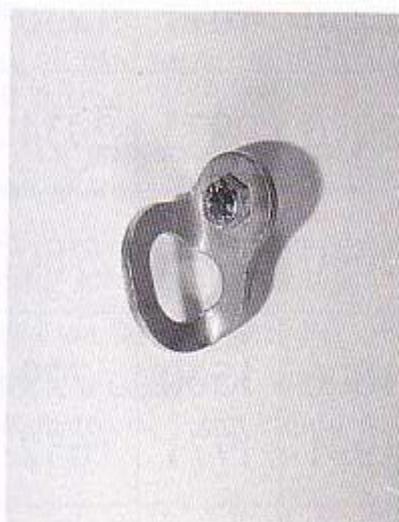


Foto 6.d



Foto 6.e



Foto 6.f



Foto 6.g



Foto 6.h



Foto 6.i

Foto 6 — Vari tipi di ancoraggio presi in esame: *a)* placchetta lega ritorta Petzl nuovo modello; *b)* placchetta lega ritorta Camp; *c)* placchetta lega ritorta Petzl vecchio modello; *d)* placchetta acciaio ritorta Camp; *e)* placchetta lega coudée Petzl nuovo modello; *f)* placchetta lega coudée Camp; *g)* placchetta lega piegata Petzl vecchio modello; *h)* anello simmetrico Camp; *i)* lega Clown Petzl.

TIPO DI ANCORAGGIO	0°	10°	20°	30°	45°	90°
Placchette Petzl Lega: Ritorta vecchio mod.	1545	1520	1561	1503	1478	310
Piegata vecchio mod.	1778	1846	1965	1530	1250	677
Clown	2600	2597	2663	2623	2587	1307
Ritorta nuovo mod.	1814	1755	1708	1725	1663	1156
Coudée nuovo mod.	1572	1648	1864	1730	1611	1230
Placchetta couer petzl acciaio	3175*	3027*	2928	2910	2973	2934
Anello asimmetrico petzl	2345	2400	2482	2640	2709	2780
Placchetta lega camp: Ritorta	1756	1768	1869	1806	1560	729
Coudée	1810	1872	1905	1991	1771	652
Placchetta ritorta Camp acciaio	1862	1999	2517	2858	2600	2088*
Anello asimmetrico Camp	2260*	2158*	2134*	2104*	2147*	3301*
Placchetta ritorta Kong lega	2352					
Anello simmetrico G.S.CAI PG	2719*	2758*	2897*	3161*	3329*	3375*
Placchetta ritorta tungsteno	1486					
Placchetta a T acciaio	2212*					
Bullone + cordino CAT TSA	1158	1253	1309	1340	1468	497

MOSCHETTONE

La corrosione dei moschettoni (e altre attrezzature) in acciaio (ferro) è cosa nota, comunque mai tale da comprometterne gravemente la tenuta. Infatti il primo strato di ossidi di ferro che si forma in superficie (qualche decimo di millimetro di spessore) impedisce che la corrosione prosegua in profondità. Pertanto la tenuta alla rottura dei moschettoni in acciaio (e anche dei maillon rapid) non viene significativamente modificata dalla corrosione, anche dopo anni.

Altra questione è la corrosione dei moschettoni (e di altre attrezzature) in lega di alluminio. In questo caso non si forma alcun strato superficiale passivante e la corrosione, in modo assolutamente imprevedibile, si insinua all'interno della struttura, compromettendone, anche in modo molto grave, la tenuta alla rottura. In certi casi Fr si riduce a solo qualche centinaia di Kgp. La corrosione delle leghe in alluminio si riconosce da:

- 1) in condizioni di umidità una specie di muco biancastro gelatinoso trasparente ricopre gli attrezzi;
- 2) in ambiente asciutto il muco gelatinoso si secca trasformandosi in una polvere biancastra facilmente asportabile, mentre l'attrezzo si ricopre di chiazze scure dove si individuano delle discontinuità della superficie (solchi e piccoli fori).

In entrambi i casi ciò avviene perché l'alluminio è un elemento anfotero che può formare nell'ambiente basico delle grotte degli alluminati di calcio (il muco gelatinoso o la polvere biancastra). Gli effetti della corrosione delle leghe in alluminio sono del tutto imprevedibile e, al momento, valutabili solo per via sperimentale. Comunque è una questione da tenere sempre presente perché produce gravi potenziali situazioni di pericolo.

CORDA e NODI

Il materiale usato per le corde è il nylon (poliammide): 6.6 (nylon) o 6 (perlon) e il poliestere (tergal), materiali innovativi, che sostituiscono la fibra vegetale: la canapa. Le qualità di questi materiali sono le seguenti:

- Leggerezza;
- Resistenza alle abrasioni, torsioni e surriscaldamento;
- Il nylon 6.6 ha un punto di fusione di 260° C, mentre il 6 perlon è a 220° C ed il poliestere resiste a temperature di 300° C. Questa differenza di fusione è minima, ma diviene molto importante nel caso di una caduta, considerando che la rottura della corda avviene sull'allungamento delle monofibre che formano i trefoli, contenute nel nodo con la loro possibile fusione.
- Ogni trefolo ha una tenuta di circa 130 Kgp.
- Tra i trefoli è presente una fascetta dove è indicato l'anno di fabbricazione.
- Inalterabile, al contrario della canapa, che il più delle volte, con l'umidità, marcisce.

Le corde sono formate da 2 parti ben distinte:

- **la calza;**
- **i trefoli.**

Come è costruita una corda:

La calza

La calza è la guaina esterna della corda ed è formata da mono filamenti di fibre intrecciate chiamate stoppini.

Alcune di esse sono colorate e fungono da disegno, per rendere visivo l'intreccio. Questo disegno è chiamato testimone.

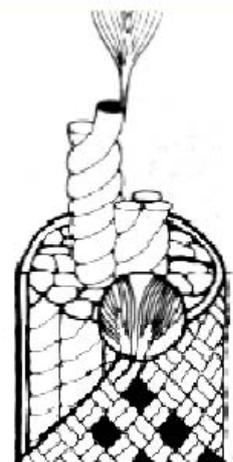
È di protezione ai trefoli interni, per le possibili abrasioni.

Costituisce 1/3 del carico di rottura della corda.

I trefoli

I trefoli sono l'anima della corda.

Sono solitamente formati da mazzetti di monofibre continue, di numero dispari (tre), per evitare la rotazione della corda quando è in trazione.



La tenuta di ogni singolo trefolo è di 130 kg.

Questi mazzetti di trefoli sono raggruppati e formano l'anima della corda. Essi sono tenuti insieme dalla calza, che li protegge dalle abrasioni. Costituiscono i 2/3 del CDR della corda.

Le corde possono essere **dinamiche** o **statiche**.

Corde "dinamiche".

Queste sono usate da alpinisti e arrampicatori. La progressione di questi soggetti è sulla roccia ed usano la corda come sicurezza per trattenere le eventuali cadute. L'allungamento, in caso di volo, è del 7% - 10%, (test eseguito con corda del diametro di 10 mm e peso di 80 kg.).

Le corde dinamiche non devono superare un fattore di caduta maggiore a 2, perché potrebbero lesionarsi. Per ottenere l'omologazione U.I.A.A., devono superare i seguenti test:

Corde: Ø 9,7 - 10,5 - 11:

- Numero di cadute a FDC = 2 con 80 kg. 5;
- Forza d'arresto (shock): 1200 kgp con 80 kg;
- Allungamento con 80 kg: ≤10%.

Corde "statiche".

Queste sono le corde usate da noi speleologi che seguiamo la nostra progressione quasi esclusivamente sulla corda. Abbiamo bisogno di corde, che non ci facciano oscillare troppo e non disperdano con smorzamenti e flessioni le energie impiegate per la risalita. Solitamente sono usate corde di 10 mm di diametro che garantiscono un buon rapporto tra sicurezza e leggerezza ed hanno una tenuta (carico di rottura = CDR) di circa 2000 / 2800 kg, asseconda del modello (Superstatic, Antipodes, E-Plus 10, Tec Static, Performans, ecc.) e casa costruttrice (Edelrid, Beal, Cousin, Mammut, ecc.).

L'allungamento, (test eseguito con un peso di 80 kg.), non deve essere (maggiore) del 2%

- 3%. Le corde statiche, non devono **mai** superare un **F.C.** maggiore a **1**, perché si potrebbe lesionare e per ottenere l'omologazione U.I.A.A. devono superare i seguenti test:

Corde: Ø 9,8 - 10 - 10.1:

- Numero di cadute a F.C. = 1 con 100 kg varia dal modello e dalla casa costruttrice (dalle 6 alle 14 cadute);
- Forza d'arresto (shock)
- Allungamento con 80 kg: ≤ 3%;

Prima dell'uso, sarebbe consigliato srotolare le corde dalla bobina e immergerle nell'acqua per una notte intera e caricarle (stirarle). L'umidità accorcia le corde anche del 10-15%.

Buona norma è controllarne periodicamente la lunghezza ed eventualmente ricontrassegnare ogni capo.

Carico di rottura di una corda

Il CDR di una corda è influenzato da diversi fattori, che possono essere:

- **L'acqua**, una corda bagnata perde l'8-10% del suo CDR;
- **L'usura** è data:

- dalle continue sollecitazioni del discensore, che torce e abrade la corda, producendo attrito. Questo si trasforma in energia termica; molto pericolosa, soprattutto quando la velocità di discesa è elevata e la corda è asciutta. In questo caso l'attrezzo diviene molto caldo e causa microfusioni e deterioramento della calza (che è bene ricordare, concorre ad almeno il 33 % della resistenza totale della fune);

- dalle abrasioni dei bloccanti, che con i loro clicchetti dentati, vengono caricati dal peso sulla corda, mordendola ad ogni salita e causandole, con l'andare del tempo, delle microlesioni.

- **dai nodi**, che in maniera più o meno importante riducono il CDR della corda anche del 50-60%, vediamo qualche esempio:

	Corde			
	Edelrid Ø 10 mm		Edelrid Ø 9 mm	
	Fattore di rottura su nodo(FRN) in kgp	Percentuale (%)	Fattore di rottura su nodo(FRN) in kgp	Percentuale (%)
Senza nodi	2886	100	2460	100
Guida con frizione (nodo a otto)	2107	73	1624	66
Bulino semplice	2078	72	1673	68
Bulino doppio	2136	74	1624	66
Nodo del soccorso (coniglio)	2222	77	1476	60
Barcaiolo su moschettone	1501	52	1378	56
Barcaiolo su anello	1241	43	1058	43
Inglese semplice	2020	70	1353	55
Inglese doppio	2193	76	1525	62
Farfalla	1934	67	1525	62
Bocca di lupo su mosco	1125	39	1132	46
Bocca di lupo su anello	1472	51	1156	47

- Lo shock da caduta.

È la sollecitazione data alla corda, dal peso di uno speleo, durante una caduta. Va notato che la sollecitazione dinamica di una corda da parte di uno speleologo, può comportare su di essa forze di shock ben superiori al peso dello speleologo stesso.

Le corde vecchie o danneggiate, devono ovviamente essere scartate e sostituite da altre nuove.

Sebbene queste possano ancora reggere staticamente il nostro peso, verrebbero sicuramente spezzate in caso di sollecitazione dinamica.

- **L'invecchiamento** è dato:

- Dai raggi ultravioletti per il 10% (raggi solari);

- Per l'uso degli attrezzi l'80% (bloccanti, discensore e nodi);

- Per il restante 10%, dal fango, dal calcare e da materiali inquinanti (oli, acidi, ecc.), che troviamo in grotta.

Nel primo anno di vita, le corde, si accorciano fino al 10 - 15%, a causa di assestamenti chimico fisici degli elementi, che la compongono (calza e trefoli), col tempo la lunghezza si stabilizza. Al momento dell'acquisto si deve tener conto anche di questo fattore.

Cause della rottura di una corda.

La rottura di una corda può avvenire in 3 modi:

□ **Per snervamento delle fibre durante una caduta:** la forza di arresto eccedente il CDR della corda causa il cedimento delle fibre.

□ **Per trazione sul nodo durante una caduta:** viene interessato il nodo con la conseguente fusione della corda. Se il nodo subisce un rapidissimo stiramento, si produce un forte attrito dovuto allo sfregamento della corda tra le maglie del nodo, che si trasforma in calore. In questo caso si ha l'aumento immediato della temperatura e la conseguente fusione della corda;

□ **Per abrasione:** in grotta bisogna fare attenzione, che la corda non **strofini mai sulla roccia viva**, per evitare questa evenienza, frazionarla sempre con un armo (tassello con piastra e moschettone). Il problema si riscontra sia in discesa che in risalita. In quest'ultima manovra specialmente, si ha la tensione della corda ed un'oscillazione, impostata dalla pedalata, a destra e a sinistra. Questi due movimenti in combinata, abbinati ad una lama di roccia tagliente, danno risultati catastrofici.

BLOCCANTI

Da valutare non tanto la tenuta della loro struttura portante (rottura dell'attrezzo per il ventrale a oltre 1400 Kgp e per la maniglia a oltre 1720 Kgp), ma la loro interazione con la corda in condizioni di "volo". Con Fattore di Caduta=1 e speleologo di 90 Kg su corda da 10 mm (condizioni simili a quelle reali), si verificano una serie di interazioni tra corda ed attrezzo molto particolari: a circa 550 Kgp il clicchetto dell'attrezzo lacera la calza della corda e successivamente (sempre che ci sia un blocco antiribaltamento) inizia a tranciare qualche trefolo della corda (4 o 5) e poi si blocca, l'attrezzo è ancora utilizzabile anche se leggermente deformato.

E' molto importante perciò la presenza dell'antiribaltamento che impedisce la rottura della corda o addirittura il rovesciamento del clicchetto con conseguente distacco dell'attrezzo dalla corda che rimane quasi inalterata.

Dati sperimentali hanno dimostrato una minore tenuta del bloccante ventrale rispetto a quello mobile, cosa abbastanza strana vista la struttura del tutto simile dei due attrezzi con corde di diametro piccolo (9 o 8 mm.) la rottura della corda è molto probabile.

Discensore:

Anche per questo attrezzo quello che ci interessa non è tanto la tenuta della sua struttura (con rotture ben oltre i 1800 Kgp) ma la sua interazione con la corda.

Sempre considerando FC=1 e speleologo di 90 Kg con corde da 10 mm di diametro si assiste ad un leggero scorrimento della corda sull'attrezzo bloccato con la chiave di circa 15 cm ed ad una forza di arresto di 1050 Kgp.

Con corde di diametro inferiore si assiste anche ad una deformazione dell'attrezzo fino ad una sua rottura con corde da 8 mm.

Il discensore viene collegato alla maglia rapida dell'imbrago tramite un moschettone a ghiera o in acciaio o ad alto carico, visto le situazioni critiche in cui si potrebbe trovare a lavorare il moschettone di rinvio è preferibilmente in acciaio (resiste meglio all'usura), ma comunque può essere anche in alluminio.

MAILLON

Per la chiusura dell'imbrago vengono solitamente usati o il classico "delta" o il semirotondo entrambi da 10 mm di diametro ed in acciaio è materiale prodotto industrialmente che fino a qualche tempo fa non doveva sottostare a normative particolari (CE) e perciò non testato singolarmente come i moschettoni. Preoccupante è la variabilità dei valori riscontrati con le prove di carico. Molto più affidabile si dimostra il classico "delta" che risponde molto bene anche alle più realistiche trazioni trasversali. Assolutamente inaffidabili quelli in lega.

- **Semirondo in acciaio 10 mm** trazione longitud. $F > 5000$ Kgp trazione trasversale $F_{media} = 1314$ Kgp
- **Delta in acciaio 10mm** trazione longitudinale $F > 5000$ Kgp trazione trasversale $F_{media} = 3113$ Kgp **semirotondo in lega 10 mm** trazione longitud. $F_{media} = 2576$ Kgp trazione trasversale $F_{media} = 1136$ Kgp
- **Delta in lega 10 mm** trazione longitud. $F_{media} = 2627$ Kgp trazione trasversale $F_{media} = 1652$ Kgp

IMBRACO

Per quelli attualmente in commercio non ci sono problemi (sono sempre sovradimensionati rispetto alle nostre esigenze) è perciò sufficiente fare riferimento ai dati forniti dalle varie case costruttrici e scegliere in base alla comodità unica raccomandazione è quella di fare attenzione all'usura soprattutto nei punti più esposti (fettucce/fibbie e attacchi/maglia rapida) con una corretta manutenzione

SPELEOLOGO

Anche lo speleologo rientra nella catena di sicurezza in quanto il corpo umano è elastico e quindi in grado di assorbire fino al 20% della forza in caso di caduta.

La sollecitazione massima che il corpo umano può sopportare è di 15g (15 volte l'accelerazione di gravità convenzionale) a patto che questa sollecitazione sia applicata in modo corretto sul corpo (per questo motivo gli imbraghi sono appositamente studiati).

g positivi = sangue agli arti inferiori

g negativi = sangue al cervello

Il corpo umano può sopportare una sollecitazione massima di 4-6 g negativi (per questo in arrampicata ed in speleologia è fondamentale volare con la testa rivolta in alto) il valore di 15 g applicato ad un corpo di circa 80 Kg (valore assunto dall'UIAA per le prove sui materiali) equivale ad una forza di 1200 daN (1200 Kgp) che è il limite di sicurezza fisiologico questo è il punto di partenza per la progettazione dei materiali speleo-alpinistici che non devono mai sottoporre il corpo dell'alpinista o dello speleologo a forze superiori ai 1200 daN prove effettuate in palestra con uno speleologo di 70 Kg legato alla corda statica hanno provato che il corpo umano comunque contribuisce in parte a dissipare le sollecitazioni tramite la sua elasticità fino ad un 20% il materiale speleo alpinistico deve perciò essere un compromesso tra rigidità ed elasticità

3. FATTORE DI CADUTA

Rapporto tra l'altezza della caduta e la lunghezza della corda

In speleologia (con corde statiche) il fattore di caduta NON deve mai superare 1

Si tenga presente che le longes sono dinamiche quindi è l'unico caso in cui possiamo arrivare a $F_c = 2$.

4. FORZA d'ARRESTO F.A.

Forza che agisce sulla corda e sul corpo dell'alpinista o dello speleologo nel momento dell'arresto della caduta e cioè quando raggiunge il suo massimo valore (forza massima) quando la corda entra in funzione per trattenere chi sta volando inizia a tendersi ed ad allungarsi assorbendo energia. La forza che agisce sulla corda aumenta progressivamente fino a toccare il valore più elevato in corrispondenza del suo massimo allungamento, cioè al momento dell'arresto della caduta (forza d'arresto) questo valore dipende dalle caratteristiche della corda in base a quanto visto prima a proposito del corpo umano la FA massima non deve superare mai i 1200 daN e dal fattore di caduta.

TIPO DI ATTREZZO	EDELRID ss Ø 10	EDELRID ss Ø 9	EDELRID ss Ø 8	BEAL ANTIPODES Ø 10,2	BEAL ANTIPODES Ø 9
Maniglia Petzl	530 —Rotta calza + 4 trefoli —Arresto peso —Maniglia funzionante	450 —Rotta corda —Caduta peso —Maniglia funzionante	360 —Rotta corda —Caduta peso —Maniglia funzionante	680 —Rotta calza + 2 trefoli —Arresto peso —Maniglia funzionante	460 —Rotta calza + 8 trefoli —Arresto peso —Maniglia funzionante
Croll Petzl	420 —Rotta corda —Caduta peso —Croll funzionante	410 —Rotta corda —Caduta peso —Croll funzionante	420 —Rotta corda —Caduta peso —Croll funzionante	470 —Rotta calza + 5 trefoli —Arresto peso —Croll funzionante	400 —Rotta corda —Caduta peso —Croll funzionante
Maniglia Jumar	600 —Rotta corda —Caduta peso —Maniglia funzionante	540 —Rotta corda —Caduta peso —Maniglia funzionante	450 —Rotta corda —Caduta peso —Maniglia funzionante	660 —Rotta calza + 5 trefoli —Arresto peso —Maniglia funzionante	550 —Rotta calza + 2 trefoli —Arresto peso —Maniglia funzionante
Maniglia Kong Bonaiti	375 —Rotta corda —Caduta peso —Maniglia deformata	420 —Rotta corda —Caduta peso —Maniglia funzionante.	—	450 —Rotta calza + 8 trefoli —Arresto peso —Maniglia distrutta	360 —Rotta calza + 5 trefoli —Arresto peso —Maniglia distrutta
Discensore Petzl + chiave di blocco	1050 —16 cm di scorrimento della corda —Attrezzo non deformato	990 —16 cm di scorrimento della corda —Attrezzo leggermente deformato	860 —55 cm di scorrimento della corda —Corda fusa in due punti —Attrezzo distrutto	—	—
Discensore Petzl Stop	795 —65 cm di scorrimento della corda —Attrezzo non deformato	520 —109 cm di scorrimento della corda —Attrezzo non deformato	270 —300 cm di scorrimento —Il peso ha toccato terra —Attrezzo non deformato	—	—