



COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Giulliana

CLUB ALPINO ITALIANO

La Catena di Assicurazione

Seconda Parte

Materiali - Caratteristiche - Norme UIAA



COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

Sommario

- 1 **EVOLUZIONE MATERIALI E TECNICHE**
- 2 **GENERALITA' SULLE NORME UIAA**
- 3 **CORDE: LA COSTRUZIONE**
- 4 IL CALCOLO DELLA FORZA DI ARRESTO
- 5 NORME UIAA
- 6 IL DODERO
- 7 CONSIDERAZIONI SULL'USO
- 8 **CORDINI E FETTUCCE**
- 9 IL CARICO DI ROTTURA STATICO
- 10 RISULTATI DI LABORATORIO
- 11 IL CALCOLO DELLO SFORZO SOPPORTABILE
- 12 IL KEVLAR
- 13 **IMBRAGATURE: NORME UIAA**
- 14 LE PROVE DI LABORATORIO E CARATTERISTICHE
- 15 SCELTA DELL'IMBRAGATURA E REGOLAZIONE
- 16 CONSIDERAZIONI SULL'USO
- 17 **MOSCHETTONI**
- 18 NORME UIAA
- 19 RAGIONI PER CUI UN MOSCHETTONE PUO' APRIRSI
- 20 L'EFFETTO FRENANTE SULL'ULTIMO RINVIO
- 21 **CHIODI**
- 22 **CHIODI A PERFORAZIONE (CHIPER)**
- 23 **BLOCCHI DA INCASTRO**



Evoluzione materiali e tecniche

TAPPE STORICHE

ANNO EVENTO

1900	La pedula - i ramponi
1909	Il chiodo
1910	Discesa in corda doppia
1912	Il moschettone
1920	Assicurazione a spalla
1924	Il chiodo da ghiaccio
1929	Ramponi a 12 punte
1931	Nodo prusik
1932	L'arrampicata artificiale
1935	Scarponi a suola di gomma
1941	Chiodo a pressione
1945	Corde di nylon

IL MOSCHETTONE

1912 **1962**

LA CORDA DI NYLON

1945 **1947**

STUDI E NORMATIVE

ANNO EVENTO

1931	Primi studi sulle corde (Alpin Journal)
1932	Studi sulle corde di canapa (Henry)
1934	Studi sulle piccozze (Henry)
1944	Il BMC incarica Mears di studiare le corde
1945	Primi studi del prof. Dodero
1946	Ass. dinamica: primi studi Sierra Club Calif.
1947	Prima corda francese in nylon (Joanny)
1948	Commiss. corde in Francia (pres. Dodero)
1951	Primo marchio qualità per corde (FFM)
1959	Approvazione apparecchio Dodero
1962	Inizio studi sui moschettoni
1964	Entrata in vigore del marchio UIAA
1965	Entrano in vigore le norme sulle corde
1969	Norme sui moschettoni
1974	Accettazione del mezzo barcaiole
1977	Norme sulle piccozze (OAV - DAV - CAI)
1979	Norme separate per mezze corde
1979	Riduz. a 900 daN carico rott. moschettoni
1980	Norme per le imbragature e per i caschi
1981	Moschettoni: eliminata prova "dito aperto"
1983	Norme per cordini e fettucce
1986	Norme su blocchi da incastro
1989	Norme per viti e chiodi da ghiaccio
1989	Norme per risalitori
1989	Norme per chiodi da perforazione (chipers)
1989	Norme per dissipatori
1990	Norme per chiodi da roccia
1991	Norme per corde gemellari (Twin Rope)



Generalità sulle norme UIAA

- 1 riguardano sia la resistenza dei materiali che alcuni elementi di funzionalità;
- 2 stabiliscono le condizioni di prova e la durata delle concessioni.

CONDIZIONAMENTO DEI CAMPIONI - DURATA DEL "LABEL"

	TEMPERATURA (°C)	UMIDITA' RELATIVA (%)	DURATA DEL LABEL (anni)
Corde	20 ± 2 +A*	65 ± 2	2
Cordini e Fettucce	20 ± 2 +A*	65 ± 2	2
Fettucce Cucite	20 ± 2 +A*	65 ± 2	2
Moschettoni	A*	-	2
Piccozze	-35 ± 3 +A*	-	2
Imbragature	20 (-20 ± 2)	65 ± 2	2
Caschi	35 ± 2 +A* (-20 ± 2 +A*)	65 ± 2	2
Viti e chiodi da ghiaccio	-10 ± 1	-	2
Chiodi da Roccia	23 ± 5 A*	-	2
Blocchi da incaastro	20 ± 2 +A* (-20 ± 2 +A*)	65 ± 2	2
Dissipatori	A*	-	2
Risaltori	-35 ± 3 +A*	-	2

* = Temperatura ambiente

Nota. La temperatura è -35° C per le parti in metallo soggette ad urto, -20° C per le parti in plastica, come i caschi e le parti portanti in polimero non fibroso delle imbragature e dei blocchi da incaastro.
Queste prescrizioni saranno probabilmente oggetto di revisione critica.



COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

Generalità sulle norme UIAA

I concetti da evidenziare sono i due punti riportati sulla tavola.

Sottolineare come esistano condizioni di prova (soprattutto la temperatura) ben specifiche.

NOTA TECNICA

Il marchio UIAA è stato registrato internazionalmente il 12 Maggio 1965.

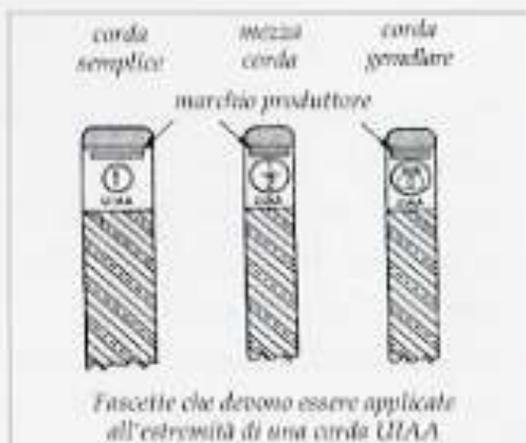
I laboratori approvati dall' UIAA sono attualmente:

AUSTRIA	2
FRANCIA	3
GERMANIA	3
GRAN BRETAGNA	3
SVIZZERA	1
SPAGNA	1
ITALIA	2

- Laboratorio CSI-Montedipe - Milano
- Università di Padova
Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni

Corde: la costruzione

La corda è l'elemento principale della catena di assicurazione e non ha senso definire la resistenza degli altri elementi senza prima considerare lo studio delle sue proprietà.

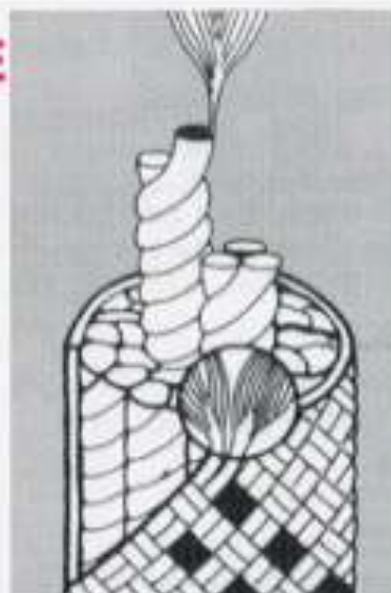


COSTRUZIONE

monofilamento:
nylon 6, nylon 6-6, polipropilene

realizzazione dei trefoli:
più monofilamenti attorcigliati = stoppino
più stoppini attorcigliati = trefolo

corda:
anima + calza
anima = più trefoli attorcigliati
calza = più stoppini intrecciati



CARATTERISTICHE

lunghezza - tipo (semplice, mezza, gemellare) - materiale calza



COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

Corde: la costruzione

Descrivere la differenza anima - calza ed accennare ai materiali di costruzione ed alle caratteristiche costruttive.

Accennare alla differenza fra corde statiche e dinamiche.

Spiegare che il diametro di una corda non caratterizza la stessa, cioè non si identifica una corda dal suo diametro.

Nel caso della calza spiegare che determinate caratteristiche si ottengono sia a causa del materiale che a causa del trattamento dello stesso (idrorepellenza, resistenza su spigolo).

NOTA TECNICA

Le caratteristiche meccaniche della corda dipendono dal materiale e dal processo di fabbricazione. La corda è costituita da un certo numero di monofilamenti che, attorcigliati assieme, formano degli stoppini; gli stoppini a loro volta sono anch'essi attorcigliati uno con l'altro per dare origine ai trefoli. Quest'ultimi, infine, vengono anche attorcigliati a loro volta costituendo la corda.

Una serie di monofilamenti non attorcigliati ha un carico di rottura maggiore di quello ottenibile con gli stessi monofilamenti attorcigliati. L'attorcigliamento riduce anche la lunghezza totale. Quindi un forte grado di attorcigliamento comporta corde pesanti e meno resistenti ma con buona capacità di assorbimento d'energia; per contro un basso grado di attorcigliamento origina corde con caratteristiche opposte.

La corda ottimale dovrà rappresentare quindi il miglior compromesso fra le caratteristiche di resistenza e di assorbimento di energia.



COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

Il calcolo della forza di arresto

La corda concorre a determinare gli sforzi anche negli altri elementi della catena di assicurazione

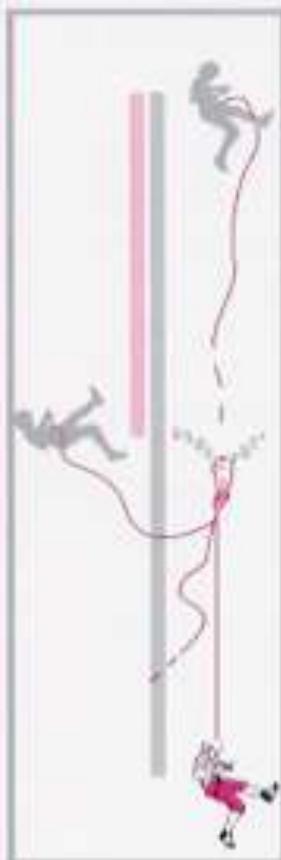
TENSIONE MASSIMA NELLA CORDA

Si raggiunge con caduta verticale e corda bloccata ad un punto fisso

LA FORZA DI ARRESTO

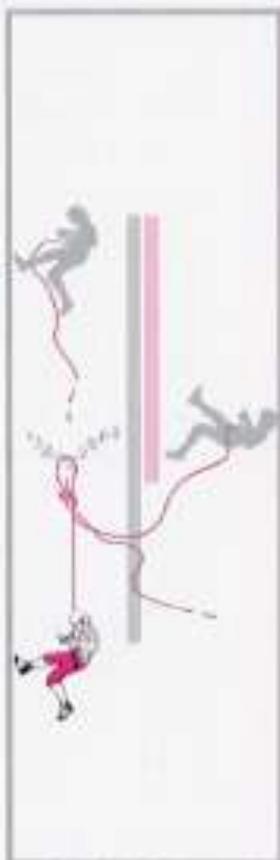
L'energia di un corpo che cade si trasferisce alla corda come lavoro di deformazione, quindi la corda oscilla: si considera la prima oscillazione.

$$F_s = \left(1 + \sqrt{1 + 20 f_c k / Mg} \right) Mg / 10$$



VOLO = m 30 ●
CORDA = m 15 ●
 $f_c = 2$
 $F_s = 1200 \text{ daN}^*$

⊗ VOLO = m 10
CORDA = m 15
 $f_c = 0.7$
 $F_s = 730 \text{ daN}^*$



● VOLO = m 12
● CORDA = m 6
 $f_c = 2$
 $F_s = 1200 \text{ daN}^*$

⊗ VOLO = m 10
CORDA = m 30
 $f_c = 0.3$
 $F_s = 520 \text{ daN}^*$

* Esempi calcolati con $k = 4000 \text{ daN}$ # Vedi retro



COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

Il calcolo della forza di arresto

Concetto da evidenziare: la forza di arresto è legata al fattore di caduta.
Il valore di riferimento è la massima sollecitazione che può presentarsi, sia pure in situazioni molto improbabili.

NOTA TECNICA

Un corpo collegato ad un capo di una corda di lunghezza L , che cade lungo la retta verticale passante per l'altro capo fisso, viene assoggettato ad oscillazioni nella stessa direzione, nella prima delle quali si verifica il valore massimo dello sforzo nella corda. In quel momento l'energia potenziale del corpo si è trasformata in lavoro di deformazione della corda. Il valore massimo dello sforzo dipende dalla legge di deformazione della corda e dal fattore di caduta f_c e non esplicitamente dall'altezza di caduta. La formula riporta il legame tra sforzo massimo e fattore di caduta nel caso di deformabilità elastica lineare della corda.

Risulta evidente che se la corda non è bloccata, ma passa per un freno, la sollecitazione massima non viene raggiunta. Sottolineare inoltre che ha senso parlare di fattore di caduta **solo se la corda è bloccata in sosta**.

Si è collegato, per semplicità, lo sforzo di 1200 daN al fattore di caduta 2; in realtà le norme UIAA lo collegano al fattore di caduta di 1,9 che si realizza nel Dodero.

Nella formula, ricavata nell'ipotesi di elasticità lineare della corda:

F_a = forza d'arresto in daN (vedi pag. 6 - Unità di misura);

M = massa (80 kg);

f_c = fattore di caduta (#);

g = accelerazione di gravità ($9,81 \text{ m/s}^2$);

k , costante propria della corda = rapporto tra lo sforzo applicato e il suo allungamento per unità di lunghezza (4000 daN; valori usuali per corde di fabbricazione attuale, 2700 daN).

- Ⓢ Fattore di caduta = altezza di caduta divisa per la lunghezza della corda;
per un calcolo più preciso che tenga conto dell'attrito sul moschettone di rinvio, si divida per (1,5÷1,7) la lunghezza del tratto di corda compreso fra il rinvio e l'ancoraggio (vedi pag. 90).

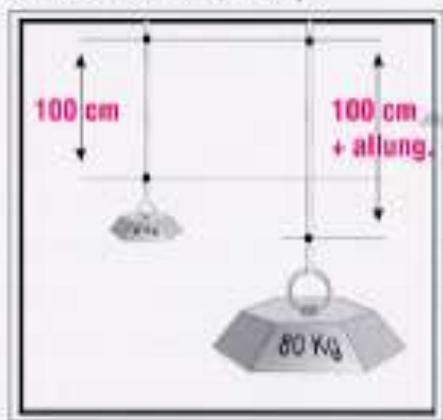


Corde: norme UIAA

Resistenza dinamica: si misura mediante l'apparecchio Dodero

REQUISITI DI PROVA

- 1 Temperatura e umidità:** 3 campioni di corda (essiccati a umidità <10% per 24 ore e tenuti a $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidità $65 \pm 2\%$ per 72 ore).
- 2 Tempi:** prima caduta entro 10 minuti; successive ogni 5 minuti.
- 3 Massa:**
80 kg per la corda semplice - 55 kg per la mezza corda - 80 kg per le corde gemellari
- 4 Minimo numero di cadute:** 5 per la corda e la mezza/corda
12 per le corde gemellari
(ancorate separatamente alla massa e testate in parallelo)
- 5 Massimo valore della forza di arresto:**
misurata alla prima caduta:
< 1200 daN per la corda semplice
< 800 daN per la mezza corda
< 1200 daN per le corde gemellari



Deformabilità a carico statico

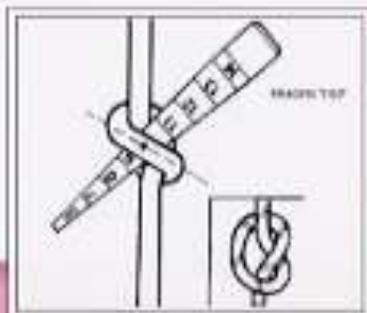
- Dev'essere < 8% della lunghezza a riposo per corda semplice e corde gemellari;
< 10% per mezza corda.
- Si misura mediante un carico di 80 Kg (precarico 5 Kg).

Annodabilità

Nodo con trazione di 10 kg per 1 min. e verifica, con il carico di 1 kg, che il diametro interno del nodo sia < 1,1 volte il diametro della corda.

Scorrimento della calza

Le norme pongono dei notevoli limiti ai costruttori (max 2%).





COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

Corde: norme UIAA

I concetti da evidenziare sono le caratteristiche di resistenza, le condizioni di prova e la relazione tra le condizioni di prova e la realtà alpinistica.

NOTA TECNICA

Secondo le norme UIAA le caratteristiche di deformabilità delle corde devono garantire che lo sforzo massimo per la caduta di un corpo di 80 kg con fattore di caduta 2 non superi il valore di 1200 daN.

Definire anche deformabilità e annodabilità ed evidenziare che maggiore è la deformabilità, più la corda è in grado di assorbire energia.

Il valore della forza d'arresto si riferisce alla prima caduta; esso aumenta nelle cadute successive. L'UIAA non prevede la divulgazione dei valori della forza d'arresto relativi alle cadute successive alla prima.

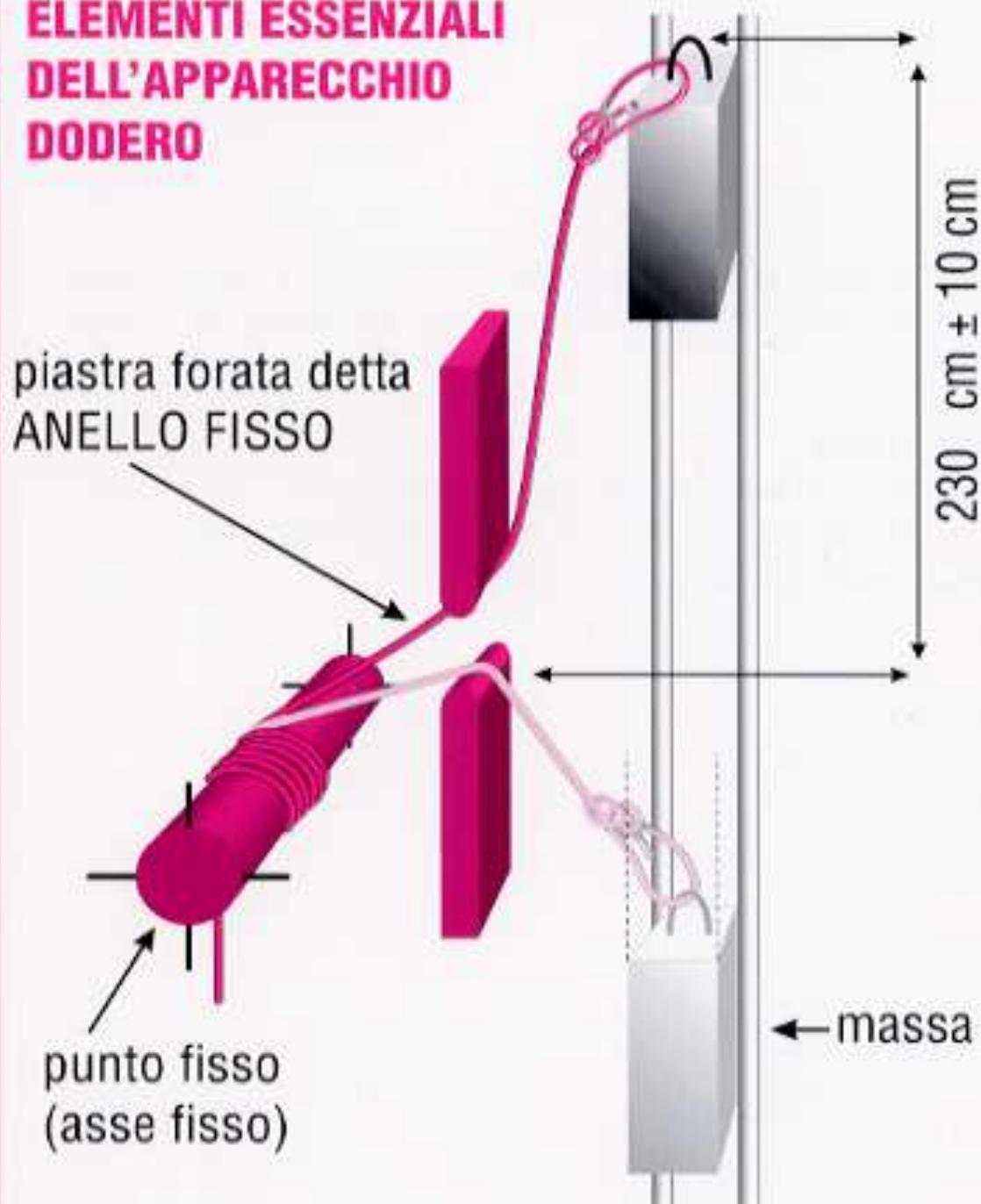


COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

Il Dodero

ELEMENTI ESSENZIALI DELL'APPARECCHIO DODERO





Corde: considerazioni sull'uso

Età di una corda

E' di difficile valutazione soprattutto a causa della rete di vendita. L'età delle corde potrebbe essere identificabile dai colori della calza e dalla presenza di fili spia, ma queste informazioni raramente vengono divulgate dalle case costruttrici.

Invecchiamento ed usura di una corda

Oramai sembra assodato che una corda non invecchia naturalmente se lasciata inutilizzata o comunque la perdita delle sue caratteristiche risulta trascurabile. Una corda viene logorata dallo scorrimento nei discensori, sotto carico, e soprattutto per lo stress ripetuto a seguito di discese a corda doppia, top roping, moulinette.

Tale effetto viene esaltato in presenza di microcristalli e di fenomeni di abrasione superficiale. Risulta forse superfluo affermare che ovviamente una corda "invecchia" in maniera drastica se sopporta una caduta, soprattutto nel caso che questa avvenga in condizioni estreme. Sostanze chimiche, come acidi, carburanti, olii, sali disciolti in acqua, detersivi sono estremamente dannosi per la struttura chimica della corda. Essi possono essere contenuti in nastri adesivi, vernici e pennarelli. Anche muffe e batteri possono contribuire all'usura delle corde, anche se tale effetto non è stato studiato a fondo.

QUALE CORDA PER QUALE SCOPO?	1/2 CORDA	CORDA SEMPLICE	DUE 1/2 CORDE	GEMELLARI
Escursionismo	10-20 m ca.			
Vie ferrate		3,5 m ca. + dissipatore 30 m ca. se necessari		
Sci alpinismo	50 m		50 m	
Vie su ghiaccio		50 m	50-60 m	50-60 m
Vie su roccia		50-60 m	50-60 m	50-60 m



COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Gialiana

CLUB ALPINO ITALIANO

Corde: considerazioni sull'uso

I concetti da evidenziare sono: il corretto impiego delle corde e il loro "invecchiamento".

Fattori responsabili di potenziale pericolo: età di una corda (il codice fili delle corde è molto complicato e non permette di risalire alla vera età di una corda), invecchiamento fisico, invecchiamento chimico e biologico.

NOTA TECNICA

Studi recenti hanno dimostrato che le radiazioni ultraviolette (UV), temperatura, inquinamento da gas presente nell'atmosfera non sono sufficienti a giustificare il degrado che la corda subisce nel tempo. Il peggioramento della qualità delle corde dipende essenzialmente dalla azione combinata di sporcizia (puliscolo e microcristalli) e di stress (discensori, passaggi nei moschettoni sotto carico, moulinette). Evidenziare come una corda, usata in palestra, si usuri di più rispetto ad una utilizzata in montagna.

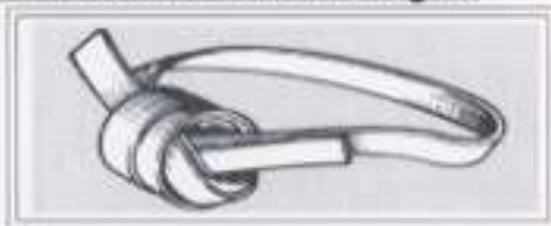
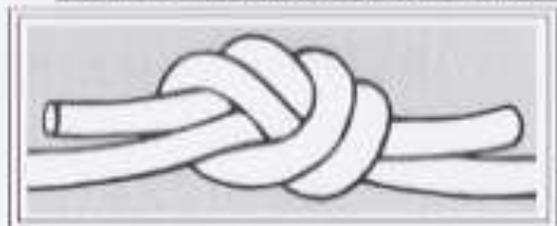


COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

Cordini e fettucce

Elementi che hanno come scopo quello di permettere un ottimale scorrimento della corda.
Non contribuiscono all'assorbimento di energia.



Cordini (trefoli ritorti + calza)

Diametro 4-8 mm

Simbolo UIAA sulla bobina

I cordini devono avere un carico minimo maggiore del prodotto del diametro (in mm) del cordino elevato al quadrato per un fattore $f=20 \text{ daN/mm}^2$

CARICO MINIMO DI ROTTURA

$$F > d^2 (\text{mm}) \cdot f$$

Fettucce (tessuto piatto o tubolare)

Simbolo UIAA sulla bobina

Spessore nominale minimo 1mm

Presenza di fili spia (resistenza nominale = $n^{\circ} \text{ fili} \cdot 500 \text{ daN}$) ben distinguibili. Se intaccata, non deve disfarsi completamente

FILI SPIA SULLE FETTUCCE



Fettucce cucite ad anello

Fettucce con giunzione cucita.

Etichetta sull'anello con carico di rottura riportato ($> 2200 \text{ daN}$).

Filo della cucitura ben visibile.

Non deve disfarsi completamente se intaccata al bordo.

RINVII - PREPARATI - EXPRESS





COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

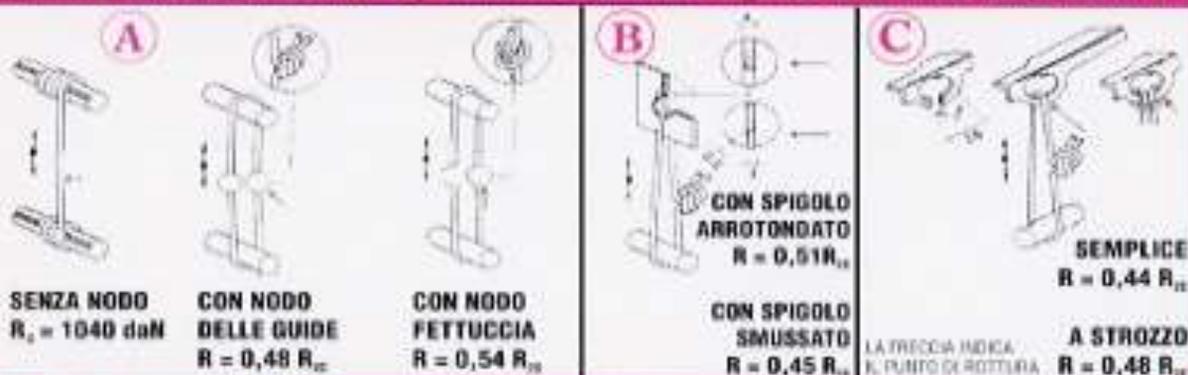
Cordini e fettucce: il carico di rottura statico

DISPOSITIVI PER PROVA DI ROTTURA CORDINI



PROVA SU CORDINO

R = RESISTENZA MEDIA MISURATA - R_n = RESISTENZA NOMINALE - R₂ = RES. NOM. DI DUE RAMI DI CORDINO



PROVA SU FETTUCCIA

R = RESISTENZA MEDIA MISURATA - R_n = RESISTENZA NOMINALE - R₂ = RES. NOM. DI DUE RAMI DI FETTUCCIA





COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana - Gialiana

CLUB ALPINO ITALIANO

Cordini e fettucce: risultati di laboratorio

EFFETTO DEI NODI

I fattori f di riduzione sottoelencati corrispondono al rapporto fra il carico di rottura misurato e il carico di rottura nominale moltiplicato per il numero dei rami dell'anello di cordino (fettuccia) sottoposti a trazione.

EFFETTO DEI NODI

Tipi di nodo	Fattori di riduz. sulla resistenza	
	fettucce	cordini
nodo fettuccia	0,63	0,54
nodo delle guide	0,42	0,46
nodo a contrasto inglese doppio		0,58

EFFETTO DEGLI SPIGOLI

(cordi con sezione a lorde curvatura o smussati)



Caratteristiche tecniche

anello passante per foro
o 30 mm ricavato su lamiera:
spess. 4 mm, bordo arrotond.

0,52 0,51

spess. 3 mm, bordo smussato

0,33 0,45



passante per l'occhiello del
chiodo (loro ovale punzonato,
spessore lamiera 4 mm)

0,36 0,44



anello passante "a strozzo"

- nodo sul braccio sottostante

0,34 0,48

- nodo sul braccio sovrastante

0,27



anello passante per l'occhiello
del chiodo (4 rami):

- rami sovrapposti

0,23

- rami non sovrapposti

0,27

Calcolo del numero dei rami

$$f \cdot n \cdot R_0 \geq 2200 \text{ daN}$$

$$f \cdot n \cdot R_1$$

f = fattore di riduzione
 R_0, R_1 = carico di rottura nominale
 n = numero dei rami

Indicazioni

- 1 Effetto nodo:
porta a una riduzione
del 50% del carico
- 2 Effetto spigolo:
riduzioni trascurabili,
per i cordini, rispetto
all'effetto nodo, notevoli
per fettucce
- 3 Effetto strozzo:
riduzioni trascurabili per
i cordini rispetto all'effetto
nodo, modeste per fettucce
rispetto al loro semplice
inserimento nell'anello
del chiodo (dipendentemente
dalla posizione del ramo
annodato)



Cordini e fettucce: risultati di laboratorio

Concetto da evidenziare: comparazione tra cordini e fettucce sottoposti ad effetto nodo, effetto spigolo, effetto strozzo.

L'effetto spigolo e l'effetto strozzo sono trascurabili per i cordini in quanto il valore di f (fattore di riduzione) risulta molto vicino a quello che si ottiene per passaggio semplice (riga 1 seconda parte tabella).

Per le fettucce esso può risultare notevole (confrontare righe da 3 a 7 con riga 1, stessa tabella). Si suggerisce quindi di evitare l'uso di fettucce nelle soste.

Spiegare la formula del calcolo del numero dei rami.

NOTA TECNICA

Il fattore di riduzione è calcolato come rapporto tra la resistenza a trazione nelle condizioni di interesse e la resistenza a trazione nominale del cordino/fettuccia.

Posto idealmente 100 daN quale resistenza nominale (senza nodi) di un cordino, un fattore $f = 0.33$ significa che la resistenza a trazione del medesimo cordino in quelle condizioni d'impiego (bordo smussato) è pari a 33 daN.

Ai fini del calcolo dello sforzo sopportabile non si devono sommare i vari fattori di riduzione ma considerare solamente quello minore.

Ad esempio, con un anello di cordino mm 7 (carico nominale daN 980) chiuso con nodo fettuccia, passato doppio (quattro rami) sull'anello di un chiodo (foro con bordo smussato, spessore mm 3), nel calcolo dello sforzo sopportabile si considera il fattore di riduzione 0.45 - effetto spigolo - e non il fattore 0.54 - fattore riduzione del nodo fettuccia (vedi pag. 72)



COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

Cordini e fettucce: il calcolo dello sforzo sopportabile

Cordino mm 7



R - 2117 daN

$f_c \sim 2$



R - 1764 daN

$f_c \sim 1.8$



R - 1058 daN

$f_c \sim 1.0$



R - 941 daN

$f_c \sim 0.9$

Fettuccia 3 fili spia



R - 1890 daN

$f_c \sim 1.9$



R - 3780 daN

$f_c > 2$



R - 1380 daN

$f_c \sim 1.4$



R - 810 daN

$f_c \sim 0.8$



Il kevlar

Il kevlar è una fibra sintetica di recentissima tecnologia prodotta dalla Dupont. Si tratta di una fibra aramidica, ossia simile chimicamente al nylon, ma con caratteristiche fisico-meccaniche eccezionali (resistenza alla rottura 3-4 volte superiore al nylon, a parità di peso) sia allo strappo, sia sotto l'effetto di nodi e di spigoli.

In alpinismo il kevlar trova il suo migliore impiego come cordino accessorio. E' attualmente nel mercato alpinistico in due versioni: con diametro 5.5 mm e con diametro 6.0 mm; i suddetti cordini presentano un carico di rottura di circa 19 kN.

COSTRUZIONE

Il cordino è costituito da una calza di nylon 6 e da una anima di kevlar di colore giallo.

CALZA:

costruzione tubolare come per le corde;

ANIMA:

è costituita da 17 trefoli intrecciati assieme per formare un'unica treccia; ogni trefolo è a sua volta costituito da 5 stoppini ritorti.



n. nut CAMP	cordino	Ømm	nodo	rottura cordino
4	nylon	8		15.4 kN
5	nylon	7	inglese	12.3 kN
3	kevlar	5.5	doppio	16.8 kN

Il cordino in Kevlar presenta una netta superiorità rispetto ai cordini in nylon anche se di diametro maggiore;

	nylon Ø 7mm	kevlar Ø 5.5mm
 effetto nodo	12.5 kN	18.2 kN
 effetto spigolo	7.5 kN	15.2 kN
 effetto strozzo	7.6 kN	10.4 kN



COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulano Gialiana

CLUB ALPINO ITALIANO

Il kevlar

Evidenziare che questo ottimo e resistente prodotto (non ancora omologato) è in fase di studio; in alpinismo, come per i cordini di nylon, i cordini di kevlar non contribuiscono all'assorbimento di energia ma servono solo a vincolare la corda alla parete.

NOTA TECNICA

Per l'alpinismo esistono in commercio solo due tipi di cordino di kevlar:

da 5.5 mm prodotto dalla Chouinard Equipment;

da 6.0 mm prodotto dalla Edelrid.

L'impiego comunque più diffuso si verifica nel settore marino con l'utilizzazione di cavi di kevlar per ancorare navi e per rinforzare i cavi oceanici elettrici ed in fibra ottica; più genericamente il kevlar tende a sostituire sempre più l'acciaio nelle corde a fibra leggera.



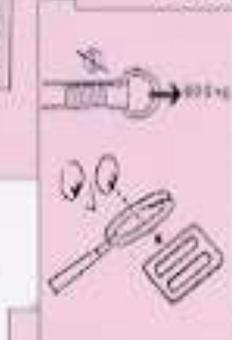
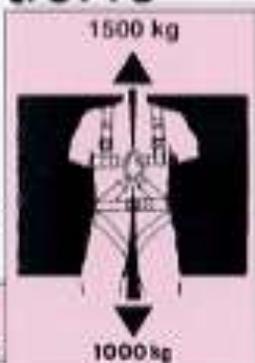
COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALE E TECNICHE
Veneto - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

14

Imbragature: le prove di laboratorio e caratteristiche

- 1 La resistenza viene verificata su di un manichino di legno con una prova statica di rottura a trazione: in posizione eretta fino a 1500 kg peso; a testa in giù fino a 1000 kg peso. L'imbragatura non deve subire danni
- 2 la maggior parte del peso del corpo deve gravare sui cosciali
- 3 larghezza cosciali tra 43 / 45 mm
- 4 larghezza spallacci 28 / 35 mm
- 5 allacciamento corda sopra l'ombelico
- 6 inclinazione della colonna vertebrale di 20°
- 7 niente parti metalliche nelle zone delicate
- 8 se presenti, le parti metalliche devono rimanere parallele al corpo
- 9 anelli metallici di diametro < 3 mm
- 10 le cuciture devono essere distinguibili
- 11 regolata in maniera corretta, deve permettere a chi la indossa di rimanere sospeso per almeno 10 minuti senza particolari difficoltà circolatorie e respiratorie; dopo 10 minuti la persona deve poter eseguire, senza difficoltà alcuna, qualsiasi movimento.





Scelta dell'imbragatura e regolazione

Suggerimenti

- 1 spazio di tre dita tra le asole dove ci si lega
- 2 cosciali: non devono scivolare giù
- 3 fettuccia toracica: una spanna sotto le ascelle
- 4 collegamento alla corda:
sulla parte inferiore dello sterno (sotto carico)
- 5 l'imbragatura non deve ostacolare i movimenti
- 6 la sospensione dev'essere comoda e indolore
- 7 attenzione all'anatomia femminile (seno):
parte bassa + parte alta ad otto
- 8 collegamento parte alta - parte bassa
con nodi opportuni (vedi figura)
- 9 attenzione alle cuciture ed all'"invecchiamento"



collegamento corretto per
imbragatura combinata



COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALE E TECNICHE
Veneta - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

Imbragature: considerazioni sull'uso

VOLO NON
CONTROLLATO
CON IMBRAG.
BASSA



imbragatura alta

Non va mai utilizzata da sola;
non abbinandola alla parte bassa
può portare a:

- sospensione dolorosissima

(dopo 10 minuti può comparire collasso cardio-circolatorio)

imbragatura bassa

Il suo impiego ideale è in falesia, cioè:

- su pareti strapiombanti
- con fattori di caduta bassi
- con chiodatura ottima

e con l'arrampicatore che:

- è preparato alla caduta (muscoli contratti)
- è sicuro di non urtare la parete

- vola in posizione eretta, attaccato alla corda con le mani

Non abbinandola alla parte alta può portare a:

- gravi lesioni alle vertebre cervicali e lombari se la corda entra in tensione quando l'arrampicatore viene a trovarsi in posizione orizzontale
- arresto a testa in giù nel caso di caduta in stato incosciente
- difficile ritorno in posizione normale soprattutto se si arrampica con lo zaino

imbragatura combinata o completa

Nel caso di caduta in posizione eretta, si presenta il rischio di pericoloso colpo di frusta al collo o di choc frontale della testa contro la parete; nel caso di caduta a testa in giù si verifica un veloce ribaltamento verso l'alto col rischio di choc frontale della testa contro la parete

VOLO
CONTROLLATO
CON IMBRAG.
BASSA





COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

Imbragature: considerazioni sull'uso

Concetto da evidenziare: l'impiego di imbragature complete o combinate.

NOTA TECNICA

La posizione in cui viene a trovarsi l'arrampicatore nel momento in cui la corda entra in tensione è indipendente dall'imbragatura indossata; essa dipende in effetti dalla posizione iniziale dell'arrampicatore e dal punto di distacco dalla parete (mano o piede).

Per l'impiego in palestra e in falesia, l'imbragatura bassa, limitatamente al verificarsi delle condizioni indicate, è fortemente consigliata.

Per l'uso alpinistico, se si arrampica con lo zaino, deve essere sempre impiegata una imbragatura completa o combinata. Nel caso che il primo di cordata arrampichi senza zaino è consigliabile invece l'impiego dell'imbragatura bassa, poiché in caso di volo (se si esclude il caso di caduta in posizione eretta - arrampicatore incosciente) minori sono le possibilità di choc della testa contro la parete.

La figura mostra gli effetti di caduta con imbragatura bassa nel caso di volo controllato e non controllato; evidenziare, in particolare, la possibilità di gravi lesioni a livello dorsale nel caso in cui la corda entri in tensione quando l'arrampicatore venga a trovarsi, lungo il volo, in posizione pressoché orizzontale.

Per quanto riguarda la progressione su neve e ghiaccio (in particolare nell'attraversamento di un ghiacciaio) è consigliabile l'impiego di una imbragatura bassa (anche in presenza dello zaino) perché maggiori sono le possibilità di trattenere una eventuale caduta del compagno in un crepaccio.



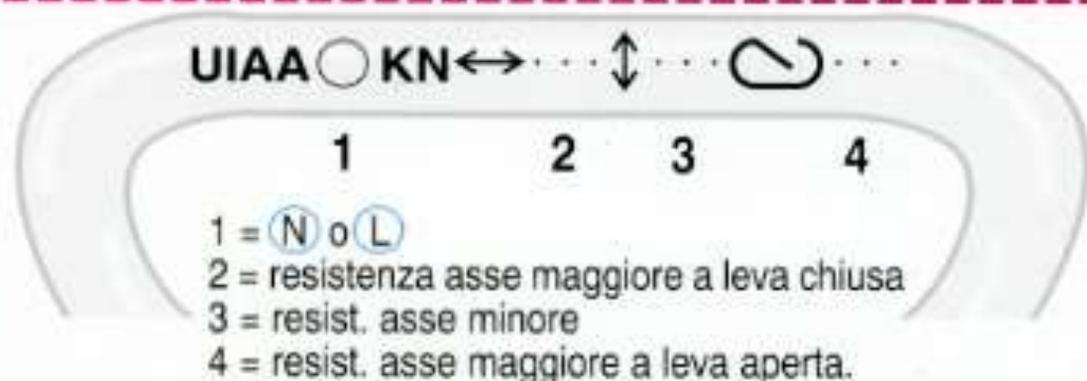
Moschettoni

Il moschettone è un anello metallico di forma ovale sagomata (di vario profilo), apribile da un lato per mezzo di una leva che, essendo dotata di molla caricata, richiede un movimento deliberato per permettere il movimento della stessa.

Marcatura dei Moschettoni

Ogni moschettone omologato U.I.A.A. deve riportare indelebilmente, in modo da non diminuirne la resistenza, i seguenti dati:

- * il nome o il marchio registrato del fabbricante, importatore o dettagliante;
- * la sigla UIAA;
- * la lettera "N" oppure "L" in un cerchio;
- * i carichi minimi garantiti dal fabbricante per l'asse magg. a leva chiusa, per l'asse min., per l'asse magg. a leva aperta.
- * marchio Klettersteig (per moschettoni da via ferrata)





Moschettoni

Concetti da evidenziare: i valori delle resistenze minime prescritte.
I moschettoni non contribuiscono all'assorbimento di energia.
Lo sforzo applicato su di essi corrisponde al valore, variabile, della forza d'arresto.

NOTA TECNICA

Il carico di rottura è stato fissato da considerazioni storiche: presi i migliori moschettoni dell'epoca, essi presentavano un carico di rottura superiore ai 2000 daN.

Oggi le norme UIAA impongono una resistenza superiore a 2200 daN. Questo dato è comunque la resistenza necessaria a sopportare la massima sollecitazione in gioco (forza di arresto di 1200 daN: corda bloccata in sosta - fattore di caduta prossimo a 2). Esso è ricavato sommando due contributi:

1200 daN del ramo di corda collegato all'alpinista, in uscita dal moschettone ed un valore minore (1000 daN circa), giustificato dagli attriti della corda sullo stesso moschettone del ramo di corda, in entrata, collegato alla sosta.



COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

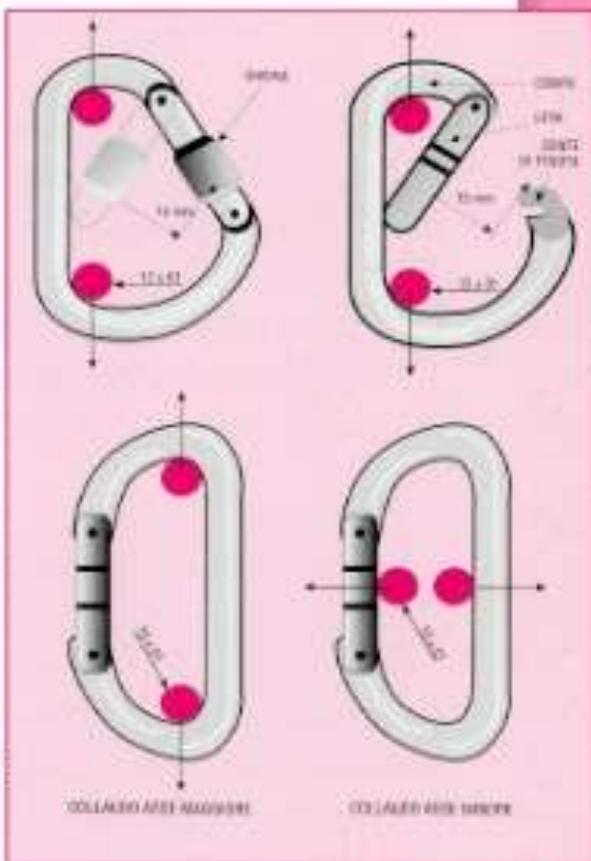
Moschettoni: norme U.I.A.A.

Requisiti di costruzione

- 1 apertura > 15 mm
- 2 possibilità di inserire almeno 2 corde
- 3 assenza di spigoli taglienti
- 4 (via ferrata): con ghiera, apertura >20 mm, fermacorda da 11,5 mm

Valori imposti

- 1 forza per aprire la leva: con moschettone scarico compresa tra 5 e 15 Newton; con moschettone trazione 0.8 kN (arrampicata artificiale)
- 2 leva deve tornare spontaneamente in chiusura
- 3 Resistenze: vedi tabella (N, L)



TIPO DI COLLAUDO	Ghiera autoblocc.	Con ghiera a vite	Moschettone a resist. normale "N"	Moschettone a resist. bassa "L"	Risultato
Asse magg. leva chiusa 3 campioni *	14 kN	14 kN	(N) 14 kN	(L) 12.5 kN	Nessuna deformaz. tale da impedire il funz. della leva
Asse magg. leva chiusa stessi 3 campioni **	22 kN	22 kN	(N) 22 kN	(L) 20 kN	Nessuna rottura
Asse minore - 3 camp. **	6 kN	6 kN	(N) 6 kN	(L) 4 kN	Nessuna rottura
Asse magg. leva aperta stessi 3 campioni **	—	9 kN	(N) 9 kN	(L) 6 kN	Nessuna rottura

* = collaudo leva. ** = collaudo resistenza



Moschettoni: norme UIAA

Il concetto da evidenziare è l'importanza della prova a leva aperta, in quanto un moschettone può aprirsi e rimanere aperto in caso di volo.

Nei requisiti mettere anche in evidenza che, all'interno del moschettone, devono poter essere inserite, ad ogni estremità, due barre adiacenti di 12 mm di diametro, senza limitare il movimento della leva.

Evidenziare i valori più importanti della tabella, ossia quelli relativi alla trazione nella direzione dell'asse maggiore a leva aperta e chiusa (moschettoni N e L).

Ogni moschettone è testato singolarmente dalla casa costruttrice (prova asse maggiore-leva chiusa) con carico di 12 kN (Francia) o del 55-75% del valore dichiarato (altri paesi).

NOTA TECNICA

In sede di discussione e revisione per il trasferimento delle norme UIAA in CEN (vedi pag. 5) sono state apportate queste significative variazioni:

- introduzione del concetto di **connettore**; in pratica viene lasciata ai costruttori la possibilità di produrre nuovi tipi di connessione fra corde e parete: per es. nelle palestre ci potrebbero essere dei sistemi di aggancio alla parete che non richiedono l'uso di un moschettone. Il connettore più diffuso è quello comunemente definito "taxi", "sveltina" o "preparato", cioè due moschettoni collegati da una fettuccia cucita.

- abolizione della differenza fra moschettoni normali (N) e leggeri (L). Questa differenza persiste in ambito UIAA (asse maggiore, leva aperta - vedi tabella) mentre in ambito CEN il carico di rottura a dito aperto è unico: 7 kN.

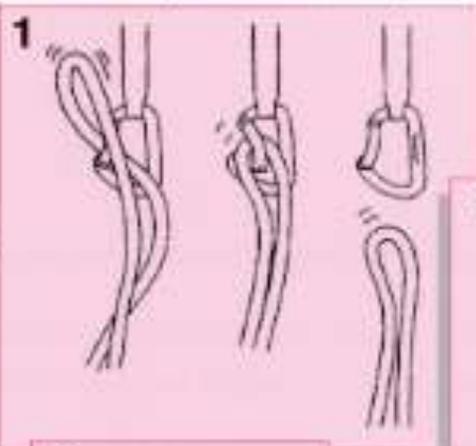
- introduzione di vari tipi di connettore: oltre al già esistente K (Klettersteig, moschettone da ferrata), si definisce con la marchiatura H il moschettone da mezzo barcaio (Halbmastwurf) e con la marchiatura X il moschettone a basso carico (di solito ovale). Connettori sono anche le maglie a vite (maglia rapida).



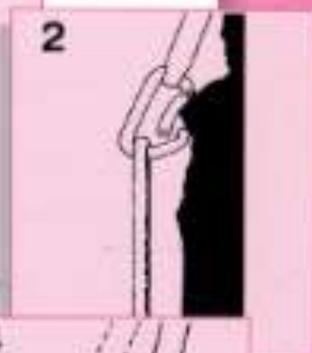
Ragioni per cui un moschettone può aprirsi

- 1 corda inserita in modo errato nel moschettone rispetto alla direzione di chi arrampica

(in caso di volo la corda può fuoriuscire)



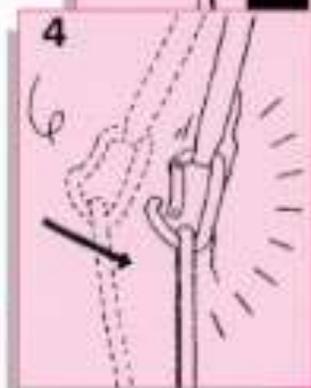
- 2 moschettone inserito in modo errato rispetto la parete rocciosa



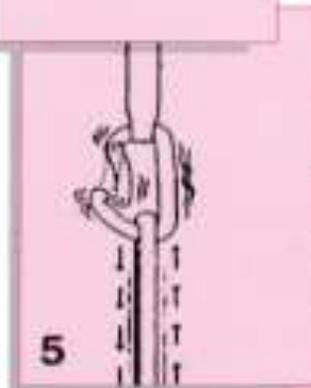
- 3 perdita del perno per usura



- 4 effetto dinamico in seguito a caduta



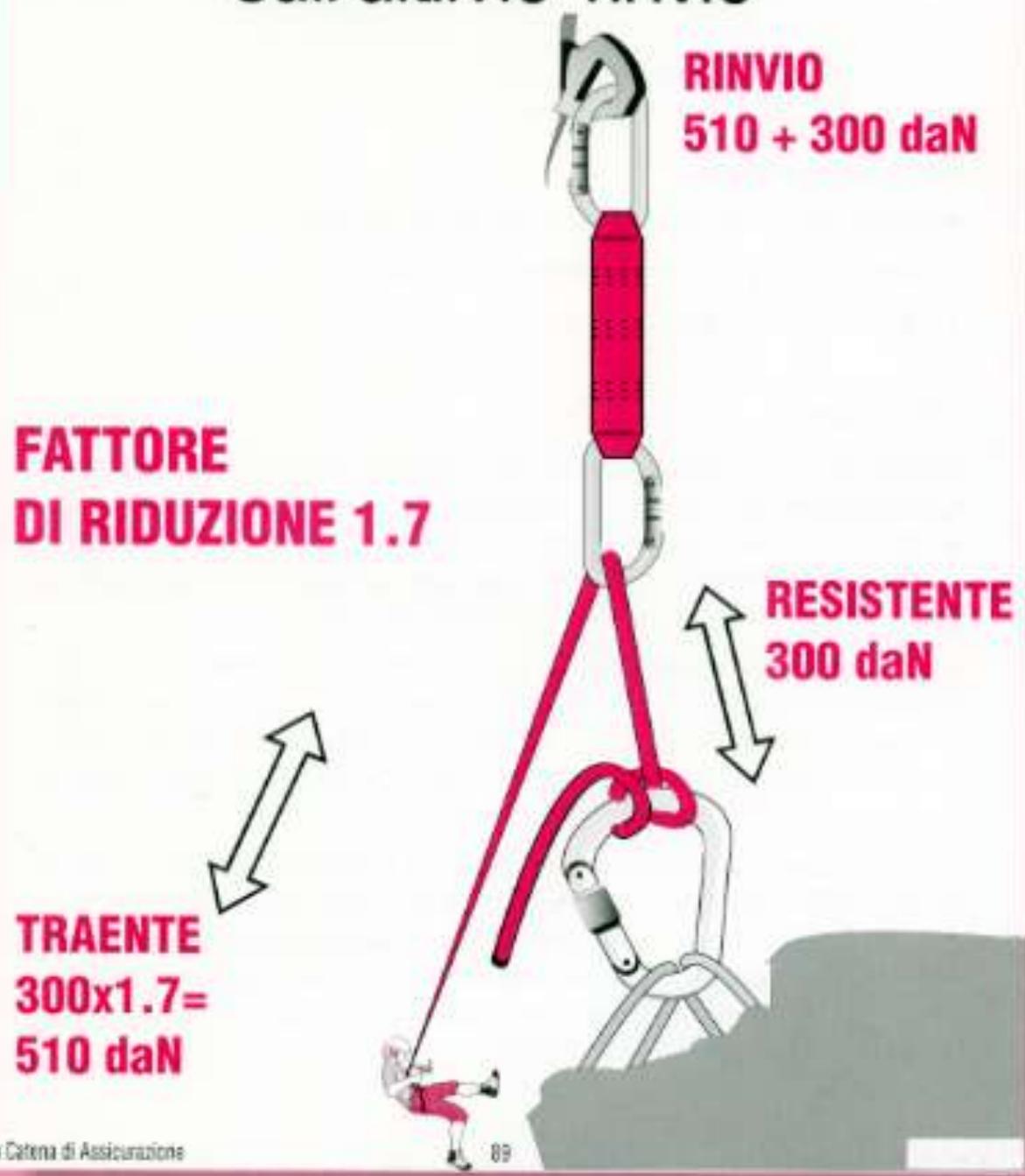
- 5 molla troppo debole: colpo accidentale subito dalla leva o disassamento della stessa a causa di sforzi laterali



- 6 fettuccia mal collegata



L'effetto frenante sull'ultimo rinvio





L'effetto frenante sull'ultimo rinvio

Concetti da evidenziare:

- Sul rinvio si sommano le forze agenti nei due tratti di corda.
- L'effetto di riduzione di carico sulla sosta creata dal rinvio.
- L'applicazione di un rinvio riduce anzitutto l'altezza della caduta.

NOTA TECNICA

Si ricorda che i freni funzionano dissipando energia per attrito e che le forze di attrito si oppongono sempre al moto. Secondo risultati di prove effettuate in laboratorio, il semplice scorrimento di una corda tesa, appoggiata a un perno cilindrico del raggio di 5 mm (moschettone), all'incirca per mezzo giro, dà luogo ad una riduzione dello sforzo tra il ramo traente e quello resistente, dell'ordine di 1,5 - 1,7.

L'entità di questi valori spiega come, nel caso di passaggio della corda su più rinvii non allineati, in corrispondenza a uno dei quali i due rami siano paralleli o formino angolo acuto, ed eventualmente anche di sfregamento della corda contro la parete di roccia, la forza trasmessa al freno possa anche risultare insufficiente a farlo entrare in funzione.

L'attrito sul moschettone di rinvio contribuisce, ad ogni modo, alla dissipazione di energia, migliorando anche il funzionamento di alcuni freni (per es. Otto e Sticht). Con corda bloccata in sosta l'applicazione di un rinvio corrisponde ad una diminuzione del fattore di caduta, che si potrà valutare, volendo tener conto dell'attrito sul rinvio, riducendo la lunghezza del tratto di corda compreso fra il rinvio e l'estremo bloccato, nel rapporto indicato dal suddetto coefficiente.



COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

Chiodi

Definizione: dispositivo che, inserito in una fessura della roccia per mezzo di un martello, costituisce un punto di ancoraggio.

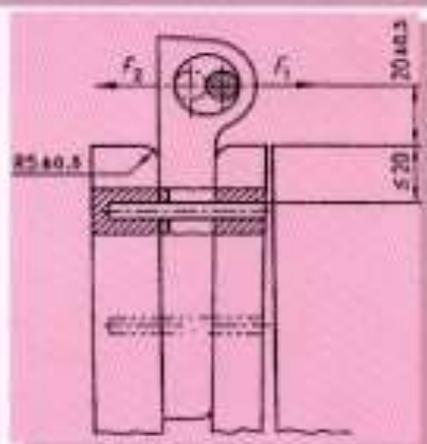
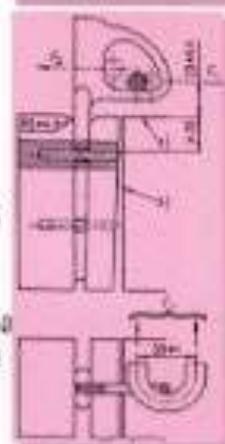
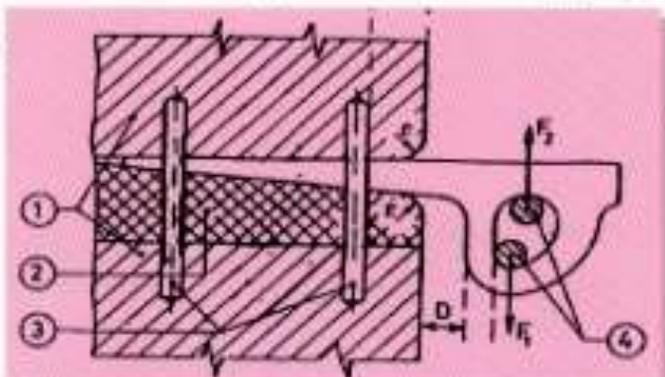
In un chiodo si possono normalmente identificare due parti: la testa e la lama.

REQUISITI DI COSTRUZIONE

L'occhiello deve avere uno spessore di almeno 3 mm. Gli spigoli devono essere arrotondati (raggio min. 0,2 mm) o smussati (smusso minimo 0,2 mm a 45°). L'occhiello deve permettere l'inserimento di una barra di $15 \pm 0,1$ mm di diametro (4).

PROVE DI RESISTENZA

Il chiodo viene trattenuto da una morsa con ganasce a bordo arrotondato (1) di cui una ruotabile (2) per adattarsi alla forma del chiodo. Al chiodo, opportunamente bloccato con spinotti passanti (3) o altro sistema equivalente, vengono applicate le forze di prova in tre direzioni.



VALORI MINIMI DI CARICO DI ROTTURA

Tipo	Direzione		
	F1	F2	F3
Chiodi di sicurezza	kN 25	10	15
Chiodi di progressione	kN 12,5	5	7,5

Velocità di trazione: 35 ± 15 mm/min.

F1 = direzione normale

F2 = direzione inversa

F3 = direzione trasversale

Il carico di rottura è il valore minimo raggiunto durante la prova su 3 chiodi (3 campioni di chiodo per ogni tipo di trazione)

MARCHIATURA

I chiodi devono riportare sulla testa e in modo indelebile le seguenti iscrizioni:

CHIODO DI SICUREZZA	
presenta un alto carico di rottura ed è lungo almeno 80 cm	
EN 569 (norma europea - vedi pag. 5)	
NOME O MARCHIO <small>o fabbricante, o fornitore, o importatore</small>	
LUNGHEZZA <small>del chiodo espressa in cm, arrotondata per difetto</small>	
S <small>simbolo "chiodo di sicurezza"</small>	

CHIODO DI PROGRESSIONE	
con minori prestazioni	
soddisfa comunque i requisiti di resistenza sopra	
EN 569 (norma europea - vedi pag. 5)	
NOME O MARCHIO <small>o fabbricante, o fornitore, o importatore</small>	
LUNGHEZZA <small>del chiodo espressa in cm, arrotondata per difetto</small>	



COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

Chiodi

Concetti da evidenziare: differenza delle condizioni di prova in laboratorio rispetto a quelle dell'impiego reale. Il problema della standardizzazione di prove su chiodi da roccia presenta forte complessità, in quanto la resistenza dei chiodi coinvolge, non solo le loro caratteristiche meccaniche di resistenza e di deformabilità, ma anche i parametri di resistenza della roccia e di forma delle fessure; questi, a loro volta, presentano forti variazioni dipendentemente dalla natura geologica e dall'azione degli agenti atmosferici.

NOTA TECNICA:

Non essendo in grado di indicare i parametri costruttivi ottimali, geometrici e fisici, affinché il chiodo presenti una buona resistenza all'estrazione, l'UIAA ha proposto solo norme per la resistenza a rottura del corpo del chiodo, raggiungendo così l'importante obiettivo di assicurare il controllo della qualità di produzione.

I chiodi vengono provati con forze di direzione ed intensità verificabili nella pratica alpinistica su roccia, compresa quella F_{21} , "di direzione inversa" (questo caso si verifica ad esempio nella sosta, in presenza di rinvii), in relazione alla quale viene a mancare la possibilità di appoggio della testa del chiodo alla roccia, con forte aumento della sollecitazione della lama. Diminuisce allora fortemente la resistenza del chiodo; va però ricordato che in presenza di un freno, il carico subito dall'ancoraggio non supera i 300/400 daN.; il posizionamento "inverso" del chiodo può, seppure raramente, essere necessario anche durante la progressione.

Tale osservazione non si applica, ovviamente, ai chiodi universali.



COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneto - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

Chiodi a perforazione ("chiper")

Definizione: dispositivo di ancoraggio che richiede di praticare preliminarmente un foro nella roccia.

In un chiper si possono distinguere due parti: l'asta e la piastra. L'asta viene inserita nel foro sulla parete e fissata o per effetto della dilatazione o mediante resine. La piastra possiede un occhiello per l'introduzione del moschettono.

REQUISITI DI COSTRUZIONE

La piastra che reca l'occhiello deve avere uno spessore di almeno 3 mm.

Tutti gli spigoli devono essere arrotondati (raggio min. 0,2 mm) o smussati (smusso minimo 0,2 mm a 45°).

Quando il chiper è in posizione deve essere possibile introdurre contemporaneamente nell'occhiello due moschettoni; più precisamente una barretta di diam. $17 \pm 0,1$ mm nella parte sup., una di diam. $11 \pm 0,1$ mm nella parte inf..

PROVE DI RESISTENZA

Il corpo di infissione è un blocco di calcestruzzo di dimensioni min. 200x200x200 mm. Esso deve avere una resistenza a compressione di almeno 50 ± 10 N/mm². Il carico è fissato assialmente per mezzo di uno spinotto di \varnothing 9 mm inserito nell'occhiello fino a rottura o estrazione del chiper.

VALORI MINIMI DI CARICO DI ROTTURA

Trazione assiale	≥ 15 kN
Trazione radiale	≥ 25 kN

Velocità di trazione: 100 ± 20 mm/min.

Il carico di rottura è il valore minimo raggiunto durante la prova su 3 chiper (3 campioni di chiper per ogni tipo di trazione)

MARCHIATURA

I chiper omologati devono riportare in modo indelebile il simbolo UIAA nella parte visibile quando il chiper è infisso.

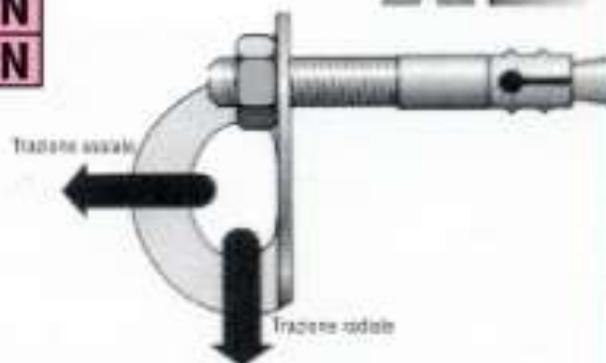
INFISSIONE
PER DILATAZIONE



INFISSIONE
CON RESINE



PASSARE NELL'OCCHIELLO
SOLO MOSCHETTONI





Chiodi a perforazione ("chiper")

Concetti da evidenziare: i "chiper" (inizialmente prodotti per l'edilizia) offrono l'opportunità di attrezzare su roccia itinerari altrimenti improtteggibili con mezzi normali, andando così a creare un più vasto campo d'azione per l'arrampicata. Questo tipo di chiodo è largamente usato in falesia garantendo una maggiore sicurezza ed affidabilità nel tempo.

La prova di resistenza riguarda tutti gli elementi di cui è composto il "chiper" (asta o tassello, piastrina, bullone).

Secondo la normativa UIAA, le prove di resistenza vengono effettuate su blocchi di calcestruzzo; questo per rendere indipendenti le prove dal tipo di materiale roccioso. Le stesse prove su roccia potrebbero quindi fornire valori nettamente diversi: ad esempio su granito (roccia di grande compattezza e resistenza), attuando la corretta posa del "chiper", i valori saranno nettamente superiori, mentre su arenaria (roccia molto più tenera) risulteranno inferiori.

Le garanzie di sicurezza di un "chiper" sono condizionate dalla corretta posa in opera da parte dell'alpinista nelle varie fasi: perforazione, immissione, fissaggio.

NOTA TECNICA - I "chiper" si dividono genericamente in:

spit o chiodi a perforazione (richiedono l'impiego per l'infissione nella roccia di un perforatore o piantaspit);

tasselli filettati ad autoespansione (richiedono per l'infissione nella roccia l'uso del trapano);

fittoni (richiedono per l'infissione nella roccia l'uso del trapano e l'impiego di resine chimiche ed epossidiche).

In commercio esistono "chiper" di varie lunghezze e misure; nell'arrampicata vengono per lo più impiegati spit e tasselli Ø 8 - Ø10 - Ø12 e fittoni Ø10+16.



Blocchi da incastro



Definizione: dispositivi di ancoraggio ad incastro fissi e regolabili; composti da un corpo metallico a forma di cuneo o a camme rotanti su asse metallico. Muniti di anello tessile o cavo metallico per il collegamento.

CONDIZIONAMENTO

Per i blocchi con anelli di materiale tessile:
24 ore in ambiente con umidità <10% ;
poi 72 ore in ambiente con umidità 65%
e temperatura + 20° C.

Per i blocchi con parti portanti in materiale
polimero non fibroso: condizionamento come
sopra e poi 4 ore in ambiente con
temperatura di -20° C.

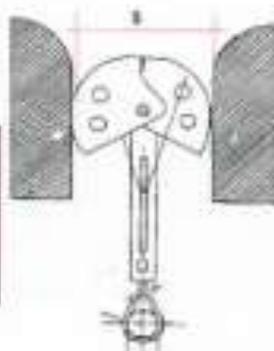
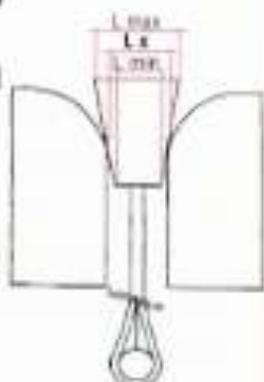
Per i blocchi muniti di anello in cavo
metallico: nessun condizionamento.

PROVE DI RESISTENZA

Calcolato il punto ideale
d'incastro (vedi formule Lx/S)
tutti i blocchi vanno testati
sia nella posizione di
lunghezza che in quella
di larghezza.

$$S \begin{cases} = B_{min} + \frac{B_{max} - B_{min}}{4} \\ (2 \text{ posizioni}) \\ = B_{min} + \frac{B_{max} - B_{min}}{3/4} \end{cases}$$

$$Lx = L_{min} + \frac{L_{max} - L_{min}}{3}$$



Velocità di trazione:
anelli in materiale tessile
200 mm/min.
anelli in cavo metallico
100 mm/min.
Prova di carico
fino a rottura del cavo
o fuoriuscita dalle ganasce

Il carico di rottura è il valore minimo raggiunto durante la prova su 3 campioni per ogni tipo di trazione

MARCHIATURA

Sui blocchi ad incastro, oltre alla marca del costruttore ed alle dimensioni (misura serie),
il carico di rottura sopportabile viene marchiato in chiaro, appresso in kN.



COMMISSIONE
INTERREGIONALE
MATERIALI E TECNICHE
Veneta - Friulana Giuliana

CLUB ALPINO ITALIANO

Blocchi da incastro

Concetti da evidenziare: esistono blocchi da incastro (nome tecnico "chocks") meglio conosciuti come nuts, e blocchi da incastro regolabili (nome tecnico "adjustable chocks" oppure "frictional anchors") chiamati friends.

Il blocco da incastro è un corpo di metallo generalmente a forma di cuneo, collegato ad un anello; incastrato opportunamente nelle fessure della roccia, può sostenere un carico mediante trazione applicata all'anello.

Il nome nut (bullone) deriva dal fatto che i primi oggetti usati per questo scopo sono stati appunto i bulloni. Oggi si distinguono in "stopper" ed "exentric".

Il tipo regolabile, essendo possibile modificare progressivamente il suo ingombro, si propone per un utilizzo più vario e rapido; munito di anello incorporato al meccanismo, viene incastrato opportunamente nelle fessure della roccia e può resistere ad uno sforzo di trazione applicato all'anello.

NOTA TECNICA

I blocchi omologati riportano la resistenza a rottura espressa in kN (es. 12 kN). Ovviamente tali resistenze si possono realizzare solo in presenza di adeguate caratteristiche della roccia.

Anche i blocchi da incastro che presentano i valori più limitati fra quelli sopra indicati possono però risultare utili ricorrendo ovviamente nell'assicurazione all'impiego di opportuni freni.