



58° corso di roccia



La catena di assicurazione

Relatore: Alessandro Miot

CHE COS'È?

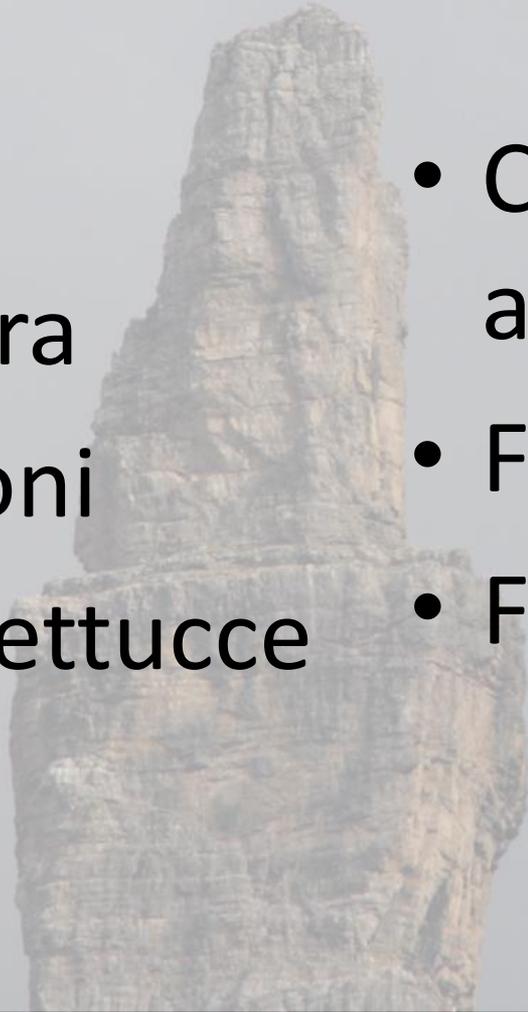
È l'insieme degli elementi che, collegati tra loro, concorrono alla sicurezza della cordata in caso di caduta

QUAL E' IL SUO OBBIETTIVO?

ridurre al minimo o evitare, i danni
ai componenti della cordata, sia a
chi sale, sia a chi assicura.

CHE COSA LA COMPONE?

- Corda
- Imbragatura
- Moschettoni
- Cordini e fettucce
- Chiodi, nut, friends, ancoraggi in genere
- Freni
- Fattore umano



QUAL È LA SUA FUNZIONE?

La funzione è quella di frenare ed arrestare una caduta in modo non traumatico dissipando l'energia cinetica

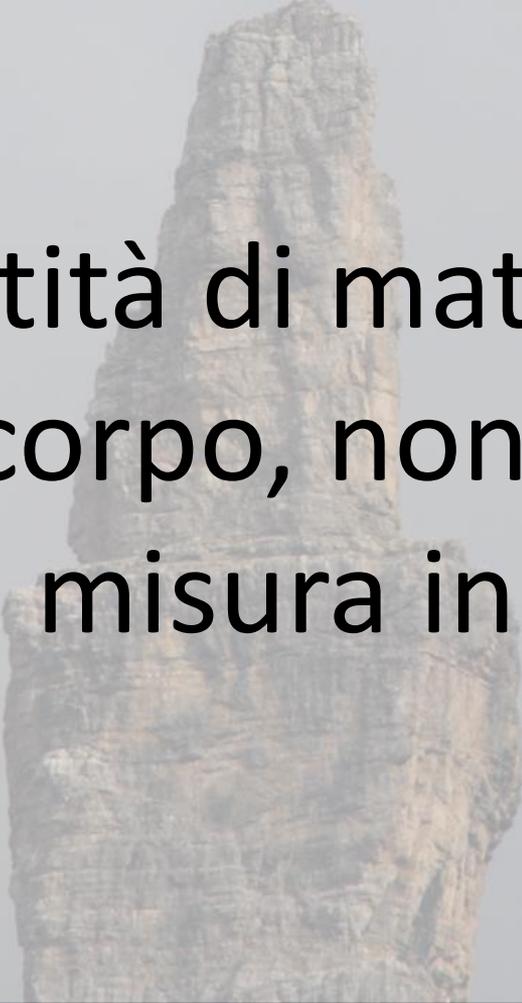
COME CI RIESCE?

Per capirlo rispolveriamo assieme
qualche concetto di

fisica

MASSA

è la quantità di materia contenuta
in un corpo, non cambia e si
misura in Kgm



FORZA

è quella grandezza fisica che applicata a una massa ne cambia lo stato di moto o la forma

$$F = M \cdot a$$

Si esprime in Newton e 1 Newton rappresenta la forza applicata ad una massa di 1Kg per imprimere una accelerazione di 1m/s^2

FORZA

È quella grandezza fisica che riporta l'alpinista verso terra

ovvero

È quella grandezza fisica che applicata ad una corda elastica ne provoca l'allungamento

PESO (forza peso)

è una forza

Nello specifico: è la forza con cui
l'attrazione terrestre (g) attira le
masse

- Per cui un corpo è composto da una massa M (misurata in **Kg**) ed è soggetto ad una Forza Peso (misurata in **N**) per effetto della gravità g (**misurata in m/s^2**)



$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$P = 1 \text{ kg}_p$$

$$P = M * g$$

$$1 \text{ Kg peso} = 9.81 \text{ N} \sim 1 \text{ daN}$$

$$100 \text{ Kg peso} \sim 1000 \text{ N} \sim 100 \text{ daN} \sim 1 \text{ KN (1 quintale)}$$

ENERGIA o LAVORO

è il prodotto di una Forza per uno spostamento

Si misura in Joule e corrisponde all'energia prodotta dalla forza di 1N per lo spostamento di 1m

ENERGIA & ALPINISMO

Tra le varie forme di energia, quelle importanti per un alpinista sono l'energia potenziale e l'energia cinetica.

Energia potenziale: energia associata ad un corpo posto ad un'altezza h

Energia cinetica: energia associata ad un corpo in movimento

ENERGIA & ALPINISMO

L'energia potenziale e l'energia cinetica sono complementari:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \quad E_p = m \cdot g \cdot h$$

questo significa che un corpo posto ad una certa altezza possiede una determinata energia potenziale che tende a diminuire con la sua discesa a favore dell'energia cinetica che aumenta.

ENERGIA & ALPINISMO

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

più aumenta l'altezza più aumenta l'energia potenziale associata all'oggetto che viene alzato

60 m ← $E_p = m \cdot 578$

40 m ← $E_p = m \cdot 392$

20 m ← $E_p = m \cdot 200$

0 m ← $E_p = 0$

ENERGIA & ALPINISMO

$$E_c = 1/2 \cdot m \cdot v^2$$

**più aumenta la velocità più
aumenta l'energia associata al
movimento**

60 m

← $V = 0 \text{ m/s}$ $E_c = 0$

40 m

← $V = 20 \text{ m/s}$ $E_c = 200 \cdot m$

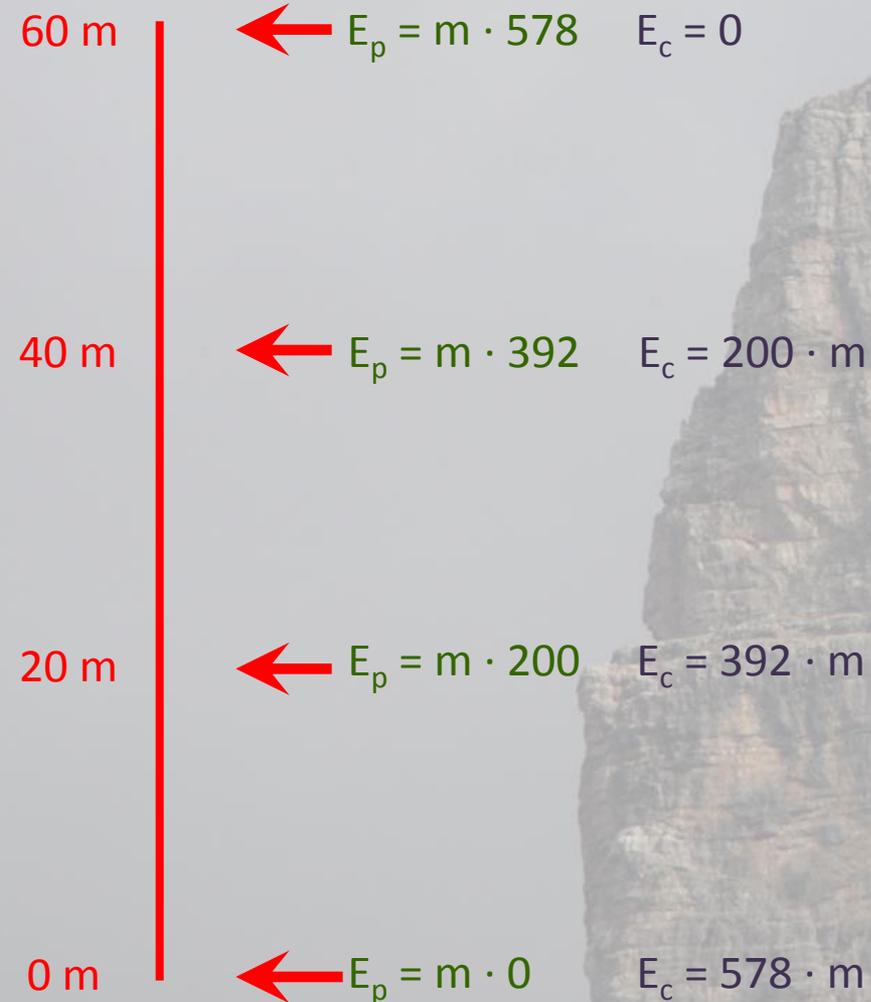
20 m

← $V = 28 \text{ m/s}$ $E_c = 392 \cdot m$

0 m

← $V = 34 \text{ m/s}$ $E_c = 578 \cdot m$

ENERGIA & ALPINISMO



ENERGIA & ALPINISMO

Vi è inoltre un'altra forma di energia:

Energia elastica: energia associata alla deformazione elastica di un corpo (la corda).



LA CADUTA

Durante una caduta E_p si trasforma in E_c pertanto la nostra CdA dovrà assorbire questo accumulo di energia attraverso la deformazione della corda. Si avrà quindi una trasformazione di E_c in Energia elastica ed Energia termica.

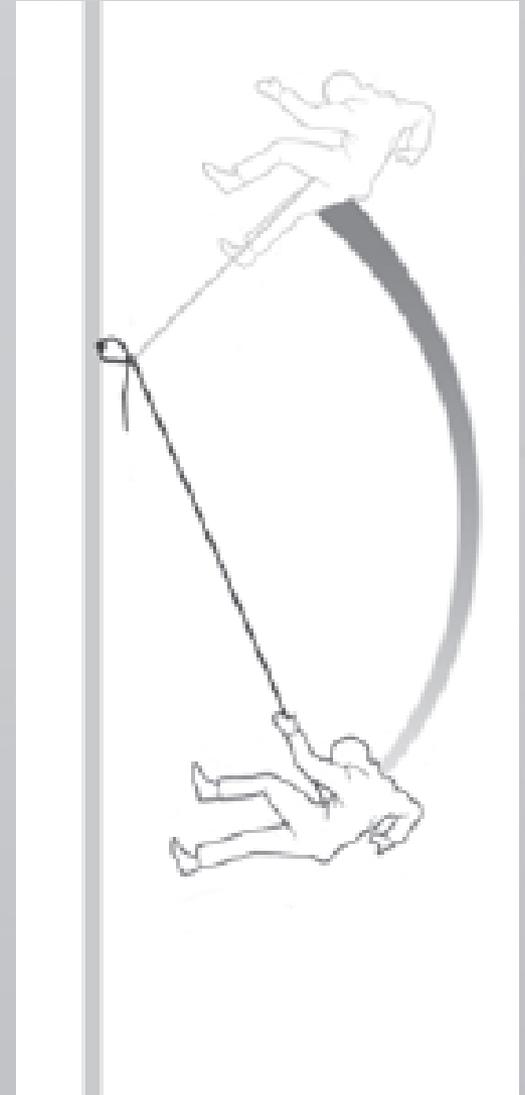
LA CADUTA

Può inoltre essere presente un sistema frenante

Se è presente un sistema frenante la maggior parte di E_c viene dissipata dall'attrito imposto dal freno sulla corda trasformandosi in calore (Energia termica).

LA CADUTA

Se il freno non è presente e avviene il blocco della corda, tutta l'energia viene assorbita dalla corda stessa tramite il suo allungamento (Energia elastica).



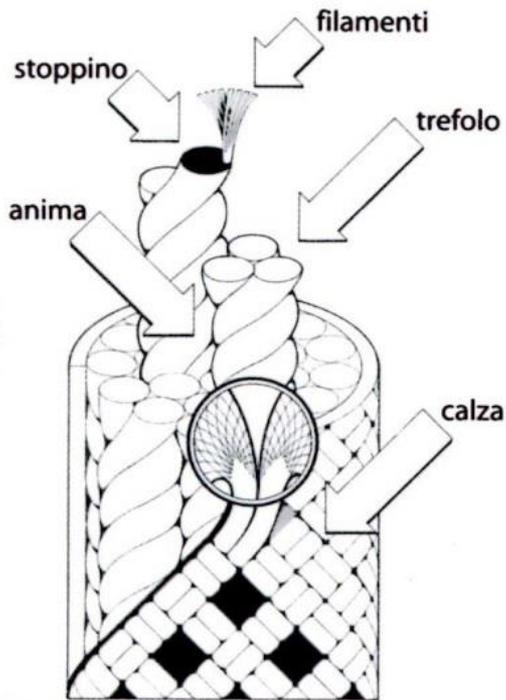
LA CORDA

È il primo elemento della CdA

- ci vincola alla parete
- ci trattiene in caso di caduta

in alpinismo si usano corde di tipo dinamico

COM'È FATTA?



Materiale:

Nylon 6 o Nylon 6/6

Anima:

parte principale della corda, 70% della resistenza meccanica (filamenti 30 micron-stoppino-trefolo ritorto)

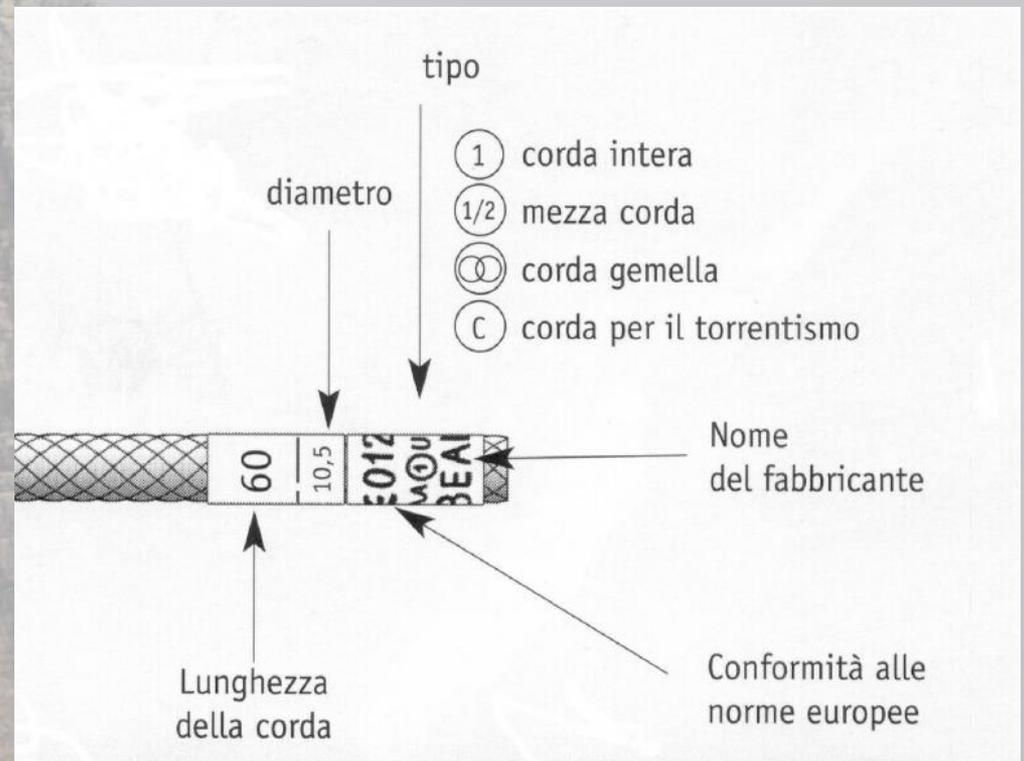
Calza:

contiene, protegge, 30% della resistenza meccanica

Diametri da 8 a 11

TIPI DI CORDE

Norma per la corda – EN892 (UIAA-101)



LA FORZA DI ARRESTO

Al momento dell'arresto di una caduta, parte dell'energia è dissipata dall'allungamento della corda mentre l'energia residua è trasmessa sotto forma di forza alla catena di assicurazione, questa forza si chiama

FORZA DI ARRESTO

Per l'arrampicatore corrisponde all'impatto percepito al momento dell'arresto della caduta

Più elevata è la forza di arresto più alta è la decelerazione che l'alpinista subisce e di conseguenza più gravi sono i danni al suo corpo

LA FORZA DI ARRESTO

La FdA di una corda, è la massima forza che quella corda può trasmettere all'alpinista

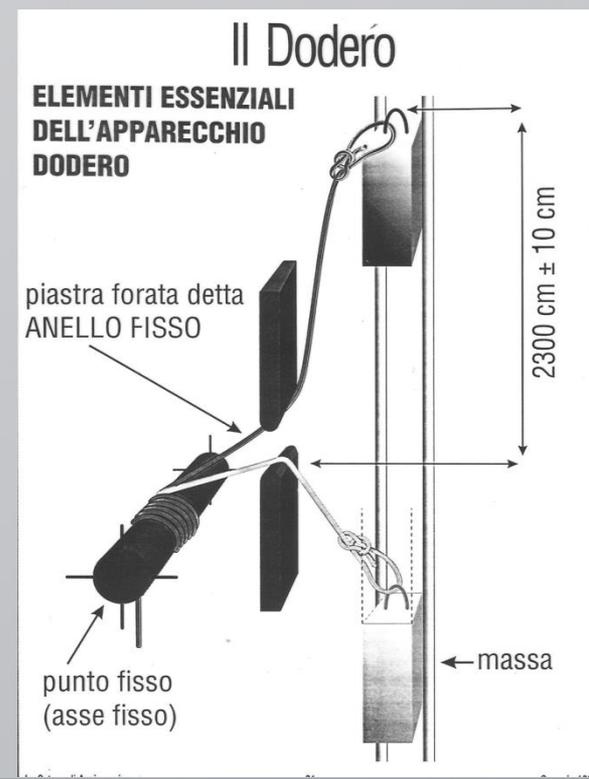
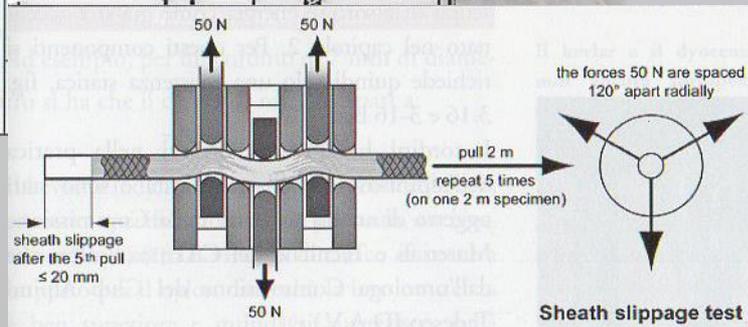
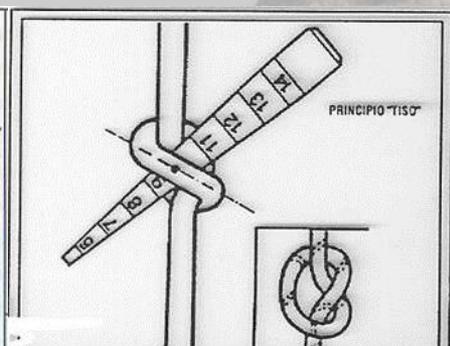
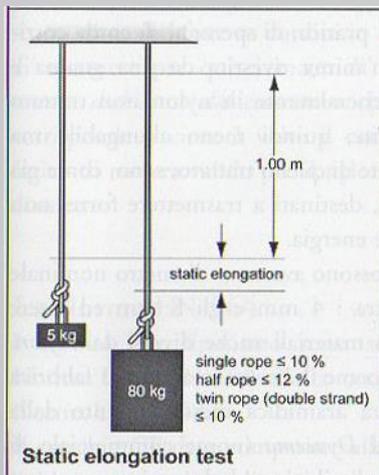
Questa forza deve essere inferiore alla massima decelerazione sopportabile da un corpo umano e corrisponde a 1200daN.

Questo valore deriva da studi effettuati che hanno determinato il massimo numero di G sopportabili in 15G. Pertanto una massa di 80 Kg con una accelerazione di 15g sopporta al massimo 1200daN.

$$15g \times 80Kg = 1200daN \qquad 1200daN = 1200Kgpeso$$

OMOLOGAZIONE

- Corda singola:
Min 5 cadute 80 kg - F.ar. max 12 kN - Allungamento statico inferiore 10% - Allungamento dinamico max 40% - Scorrimento della guaina max 20 mm.
- Mezza corda:
Min 5 cadute 55 kg - F.ar. max 8 kN - Allungamento statico inferiore 12% - Allungamento dinamico max 40% - Scorrimento della guaina max 20 mm.
- Corde gemellari (testate assieme):
Min 12 cadute 80 kg - F.ar. max 12 kN - Allungamento statico inferiore 10% - Allungamento dinamico max 40% - Scorrimento della guaina max 20 mm.



EN 892		PERFORMANCES PERFORMANCE	UIAA NORM EURO NORM
FORCE DE CHOC IMPACT FORCE FANGSTÖÖ FUERZA DE CHOQUE F	FORZA DI ARRESTO FORÇA DE CHOQUE IMPACT WAARDE	7.40 kN	≤ 12 kN
DIAMETRE DIAMETER DURCHMESSER DIÁMETRO Ø	DIAMETRO DIÁMETRO DIAMETER	10,2 mm	
NOMBRE DE CHUTES UIAA NUMBER OF UIAA FALLS UIAA-STURZAHIL NÚMERO DE CAIDAS UIAA N	NUMERO DE CADUTE UIAA NUMERO DE QUECAS UIAA AANTAL UIAA VALLEN	10	≥ 5
ALLONGEMENT DYNAMIQUE DYNAMIC ELONGATION DYNAMISCHE BEHNUNG ALARGAMIENTO DINAMICO ED	ALLUNGAMENTO DINAMICO ALONGAMENTO DINÁMICO DYNAMISCH REKPERCENTAGE	38 %	≤ 40 %
GLISSEMENT DE LA SANE SHEATH SLIPPAGE MANTELVERSCHIEBUNG DESPLAZAMIENTO DE LA FUNDA SS	SCORRIMENTO DELLA CALZA DESPLAZAMIENTO DA CAMISA MANTEL VERSCHUWING	0 mm +/- 5 mm / 2m	≤ 20 mm / 2m
POIDS AU METRE WEIGHT PER METRE METERGEWICHT PESO POR METRO M	PESO AL METRO PESO POR METRO GEWICHT PER METER	64 g	
MATIERE MATERIAL MATERIAL MATERIAL MAT	MATERIALE MATERIAL MATERIE	Polyamid (PA)	
ALLONGEMENT 80 kg ELONGATION 80 kg DEHNUNG UNTER 80 kg ALARGAMIENTO 80 kg ES	ALLUNGAMENTO 80 kg REKPERCENTAGE 80 kg ALONGAMENTO 80 kg	9,6 %	≤ 10 %



Questo simbolo indica i prodotti certificati secondo la direttiva 89/686/CEE e le relative norme EN.

OBBLIGATORIO



Questo simbolo indica i prodotti rispondono alle specifiche delle norme emanate dall'unione Internazionale

Associazioni Alpinistiche

VOLONTARIO

LA FUNZIONE DELLA CORDA

Deve assorbire l'Ec tramite la propria elasticità.

Deve avere un'adeguata elasticità.

Se poco elastica, abbiamo un minimo allungamento e di conseguenza una forte decelerazione con i danni che ne conseguono.

Se troppo elastica, abbiamo troppo allungamento, una piccola decelerazione e probabilmente dei danni di natura diversa.

La corda

**CORDA
"STATICA"
PIU' RIGIDA
DELLA CORDA
UIAA**

**5 m di CORDA
10 m di VOLO
80 kg di MASSA**



**DECELERAZIONE
GRANDE**

**ALLUNGAMENTO
NULLO**

**FORZA D'ARRESTO
MAGGIORE DI 1200 daN**

**CORDA PIU'
DEFORMABILE
DELLA CORDA
UIAA**

**5 m di CORDA
10 m di VOLO
80 kg di MASSA**

**DECELERAZIONE
PICCOLA**

**ALLUNGAMENTO
ECESSIVO**

**FORZA D'ARRESTO
MINORE DI
1200 daN**



**CORDA
UIAA**

**5 m di CORDA
10 m di VOLO
80 kg di MASSA**

**DECELERAZIONE
CORRETTA**

**ALLUNGAMENTO
ADEGUATO**

**FORZA D'ARRESTO
LIMITE MASSIMO 1200 daN**



LA FUNZIONE DELLA CORDA

L'energia assorbita dalla corda è proporzionale
alla quantità di corda coinvolta

Più corda → più allungamento → più assorbimento

Più energia alla corda
Meno forza d'arresto all'alpinista

Energia da dissipare

Dipende dall'altezza della caduta dell'alpinista = **Lunghezza del volo**

Energia che assorbe la corda

Dipende dalla lunghezza del tratto di **corda coinvolto** (più corda, può dissipare più energia)

La massima forza d'arresto che arriva all'alpinista che cade, non dipende dall'altezza della caduta, ma **dal rapporto** tra essa e la lunghezza della corda interessata, quando **non c'è** un freno.

Questo rapporto si chiama

FATTORE DI CADUTA

FATTORE DI CADUTA

Il fattore di caduta si determina a corda bloccata

5 METRI DI CORDA
10 METRI DI VOLO
10:5=2

**FATTORE
DI CADUTA 2**



10 METRI DI CORDA
20 METRI DI VOLO
20:10=2

**FATTORE
DI CADUTA 2**



$$F_c = h/L$$

h = altezza del volo

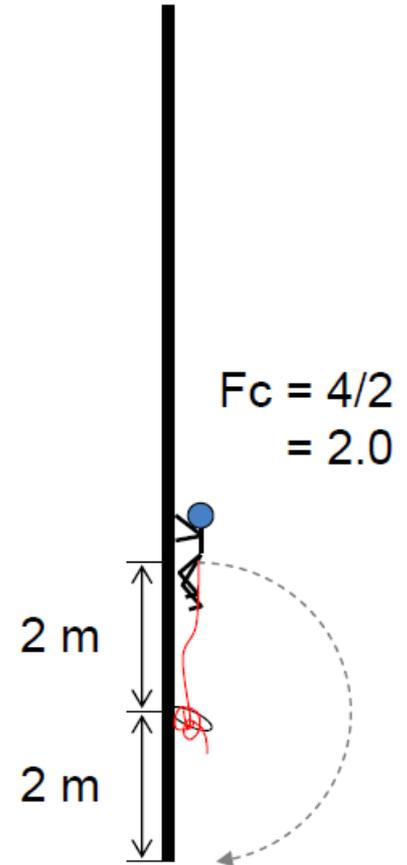
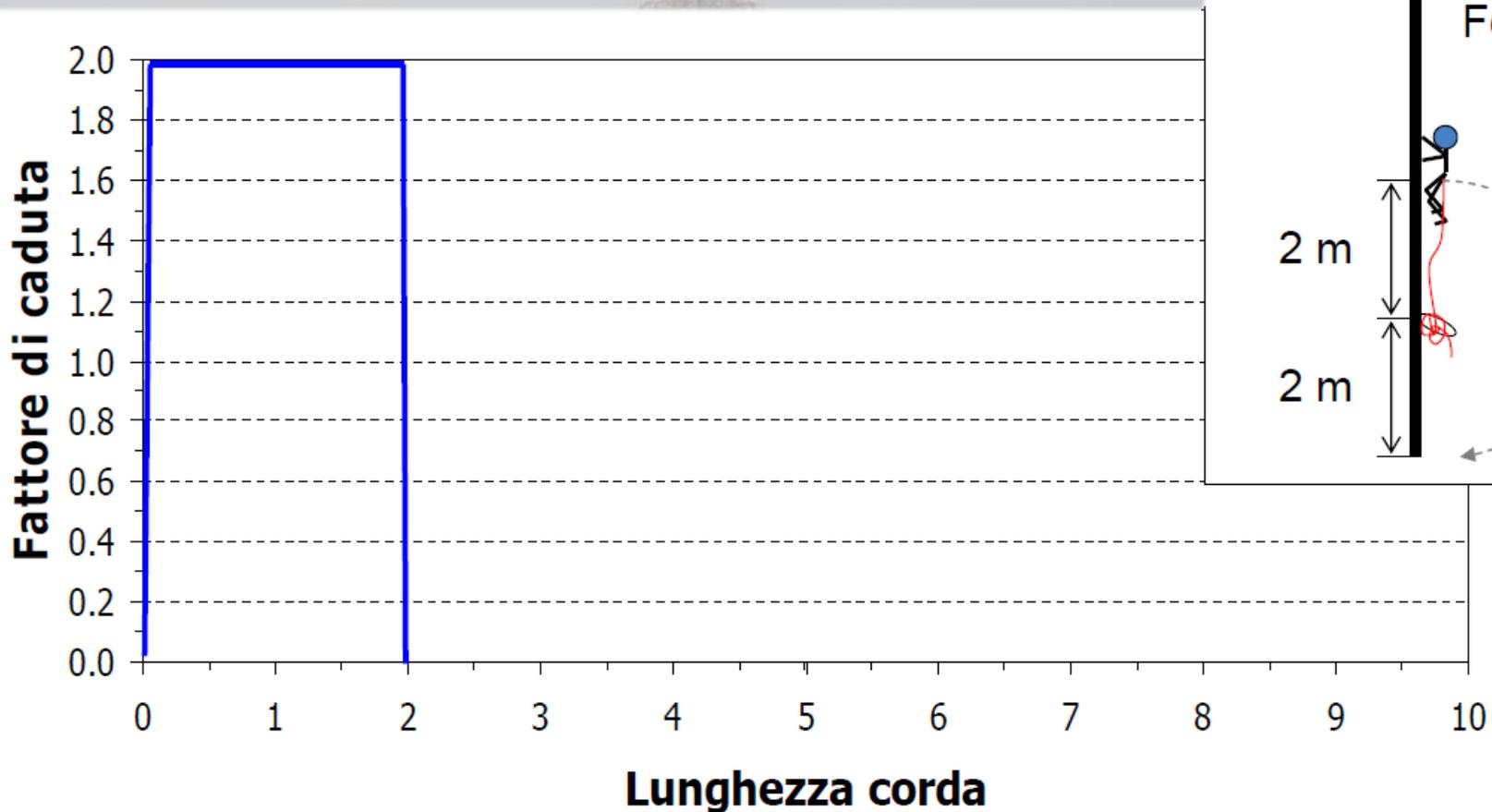
L = corda interessata

FATTORI DI CADUTA SUPERIORI A DUE



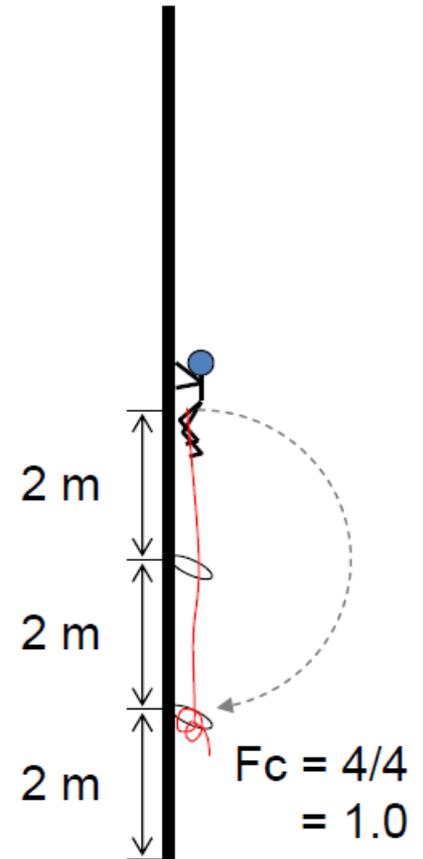
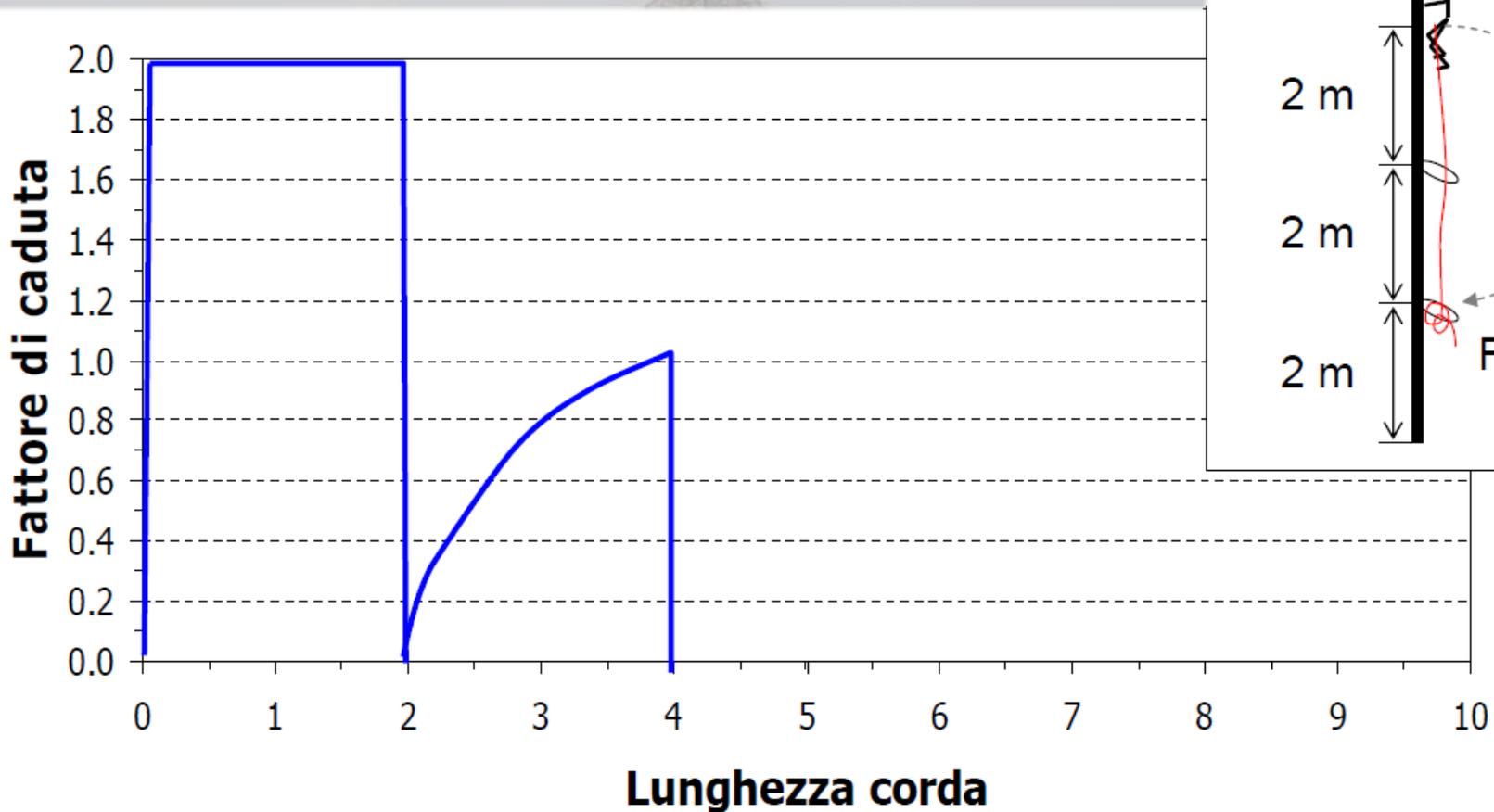
FATTORE DI CADUTA

come varia rinviando ogni 2 mt



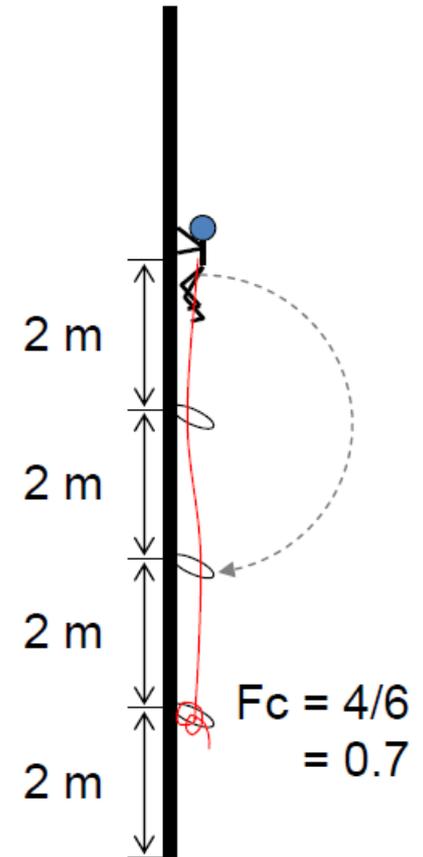
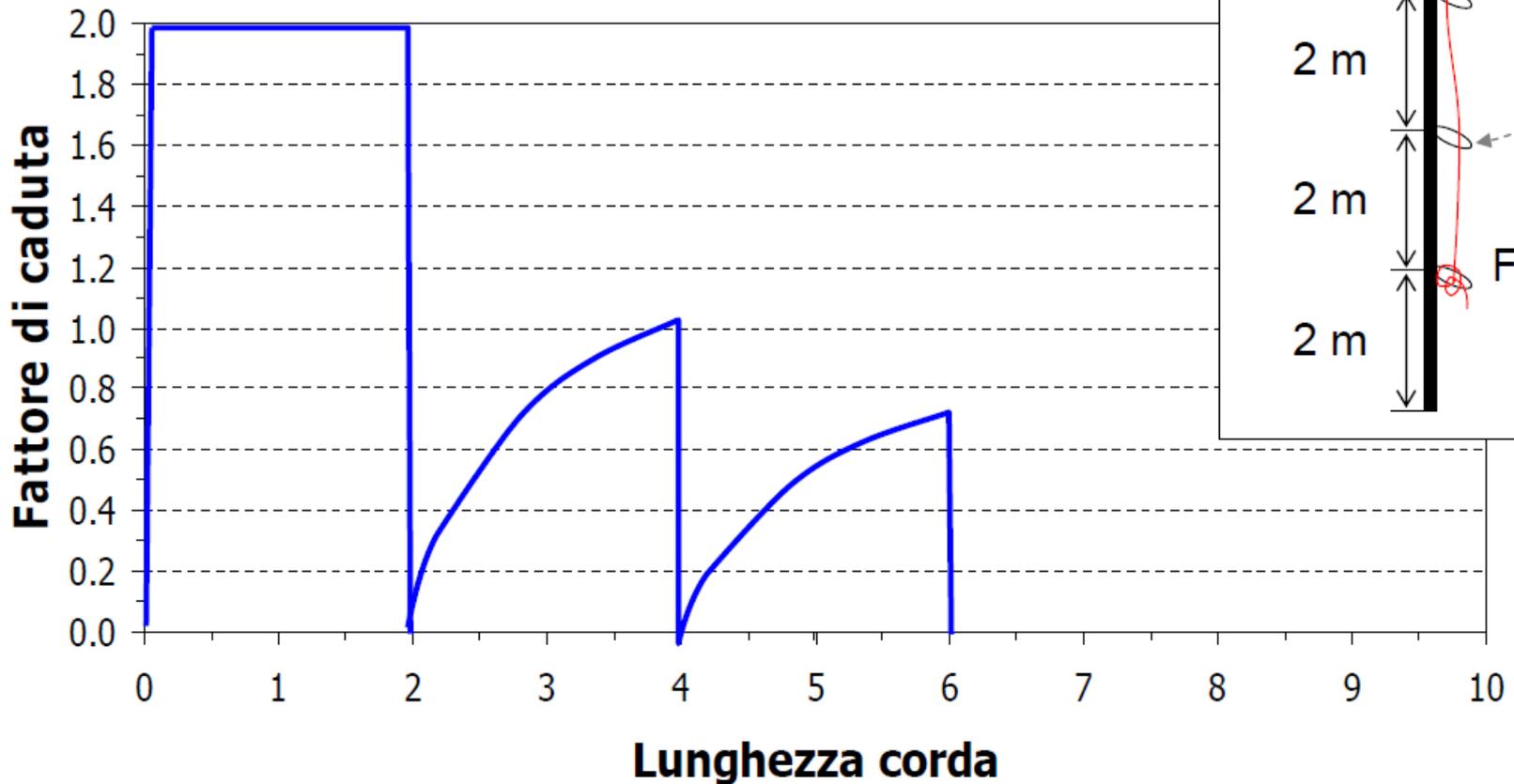
FATTORE DI CADUTA

come varia rinviando ogni 2 mt



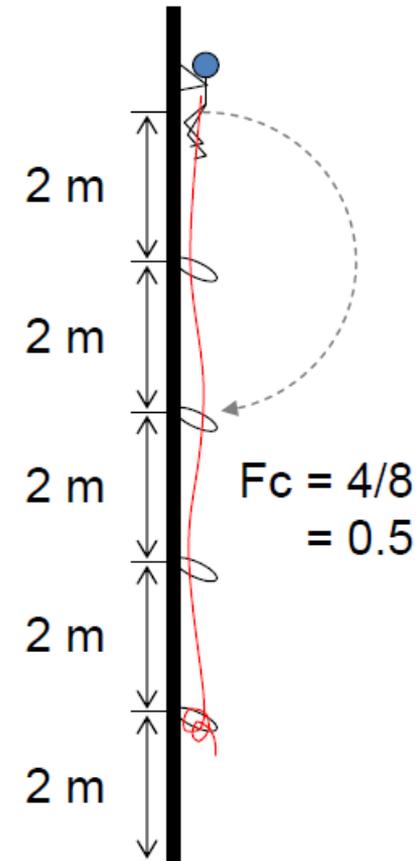
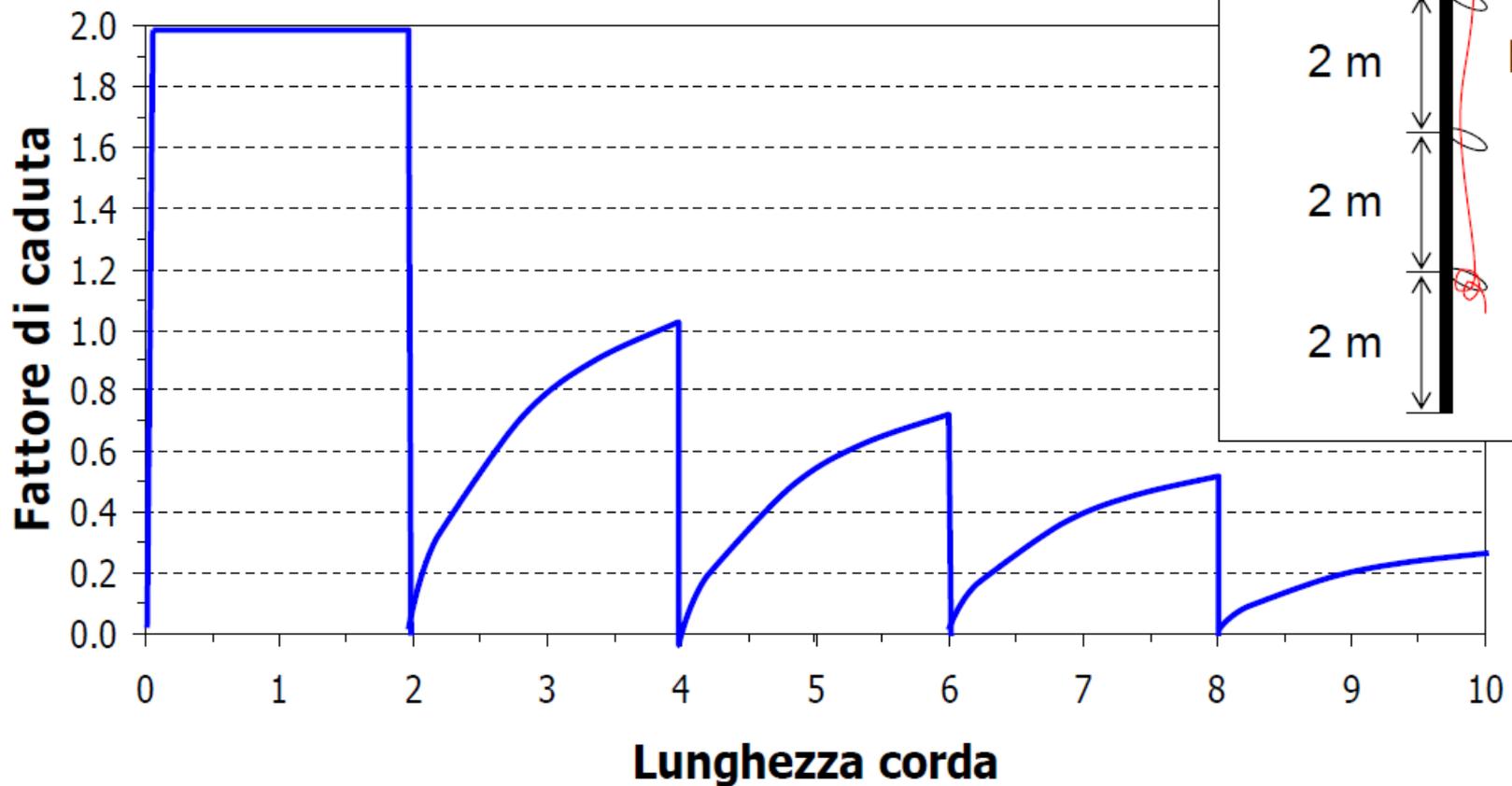
FATTORE DI CADUTA

come varia rinviando ogni 2 mt



FATTORE DI CADUTA

come varia rinviando ogni 2 mt



FATTORE DI CADUTA

Quanto il fattore di caduta incida sulla forza di arresto lo si vede dalla formula

$$FdA = P \times (1 + \sqrt{1 + 2 \times fc \times K/P})$$

Dove: P = peso della massa che cade

fc = fattore di caduta

K = modulo di elasticità della corda

Come si nota, fc è un moltiplicatore nella nostra formula

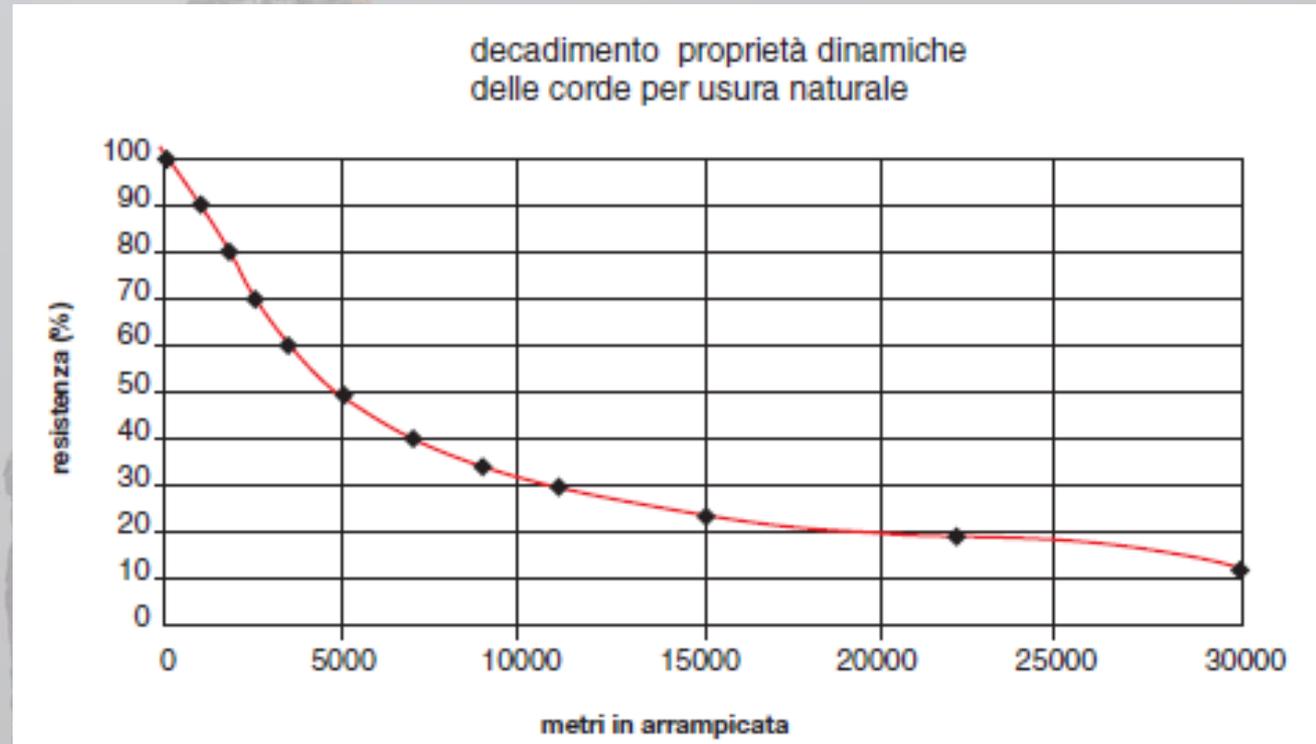
L'USURA DELLE CORDE

L'utilizzo e l'invecchiamento della corda modificano nel tempo le sue caratteristiche meccaniche.

invecchiamento naturale

invecchiamento da usura

degrado chimico e ambientale



CONDIZIONI PARTICOLARI

Vi sono delle condizioni particolari di utilizzo che determinano un significativo calo delle prestazioni di una corda

CORDA BAGNATA

- Riduzione (fino al 66%) del numero di cadute supportate
- Aumento (~10%) della forza di arresto

CORDA GHIACCIATA

- Riduzione (fino al 50%) del numero di cadute supportate
- Aumento (~14%) della forza di arresto

CONCLUSIONI

- Con il blocco della corda, tutta l'energia viene assorbita dalla corda.
- Quando è presente un freno, la maggior parte dell'energia viene dissipata per attrito dal freno, trasformandosi in calore.

In alpinismo quindi è di regola usare dei sistemi frenanti per aumentare il dissipamento dell'energia

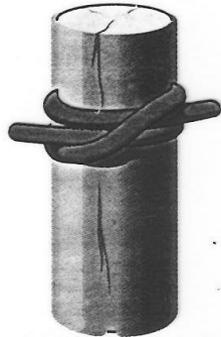
Se è presente un freno, il Fattore di Caduta perde di significato.

Forza di impatto o arresto

**ALL'ACQUISTO
QUALE CORDA SCEGLIERE**

?

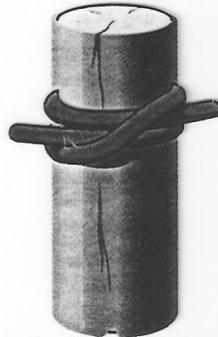
**CORDA MOD. X
UIAA**



**RESISTENZA
A TRAZIONE
2500 daN**

**FORZA
D'ARRESTO
1200 daN**

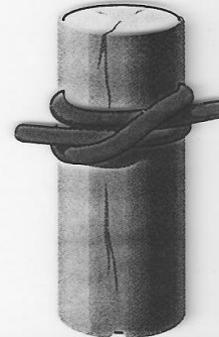
**CORDA MOD. Y
UIAA**



**RESISTENZA
A TRAZIONE
2500 daN**

**FORZA
D'ARRESTO
800 daN**

**CORDA MOD. Z
UIAA**



**RESISTENZA
A TRAZIONE
2500 daN**

**FORZA
D'ARRESTO
1000 daN**

Bibliografia

- Commissione Nazionale Scuole di Alpinismo e Sci Alpinismo
Alpinismo su roccia
I Manuali del CAI vol.16
- Commissione Nazionale Scuole di Alpinismo e Sci Alpinismo
Alpinismo su ghiaccio e misto
Manuali del CAI vol.14
- Commissione Nazionale Scuole di Alpinismo, Sci Alpinismo e Arrampicata Libera
Manuale di arrampicata – tecniche e sicurezza
I Manuali del CAI vol.29
- Centro Studi Materiali e Tecniche
I Materiali per Alpinismo e le relative norme
I Manuali del CAI vol.28



