

SISTEMI DI CARRUCOLE PER L'AUTOSOCCORSO DELLA CORDATA

3. PARTE

Antonio Carboni
*Commissione VFG Materiali e
Tecniche, Sezione di Padova*
Michele Lopez
*Commissione VFG Materiali e
Tecniche, Sezione di Ponte di
Piave - Salgareda*
Stefano Caravelli
*Commissione VFG Materiali e
Tecniche, Sezione di Pordenone*

1. INTRODUZIONE

Proseguiamo la serie di articoli nei quali analizziamo le caratteristiche dei vari sistemi di recupero di un compagno di cordata infortunato o in difficoltà.

Negli scorsi numeri di "Le Alpi Venete" (cfr. [1] e [2]), abbiamo trattato i "vecchi sistemi di recupero" utilizzati fino a poco tempo fa e descritti negli attuali manuali ufficiali del CAI di Tecnica di Roccia e di Tecnica di Ghiaccio (cfr. [3] e [4]):

- la "carrucola doppia";
- una sua variante che abbiamo denominato "carrucola doppia modificata" (non riportata nei manuali ed il cui utilizzo abbiamo sconsigliato);
- la "carrucola doppia con spezzone ausiliario".

In questo articolo esamineremo il primo dei nuovi sistemi di recupero non ancora descritti nei manuali ufficiali del CAI:

1) il "mezzo Poldo";

e confronteremo i risultati ottenuti con i "vecchi sistemi di recupero". Nel prossimo articolo, ci occuperemo invece del "mezzo Poldo con spezzone ausiliario".

Le prove sono state svolte presso la Torre di Padova (cfr. Fig. 1), quindi presuppongono il recupero di una massa di 77 Kg nel vuoto e non tengono conto dell'eventuale presenza di attriti dovuti allo scorrimento della corda contro la parete rocciosa.

Per considerare anche queste componenti riteniamo utile svolgere delle prove anche in parete, in modo da simulare ciò che avviene realmente in ambiente: presenteremo in un prossimo, ulteriore articolo i risultati relativi.

Ricordiamo che le prove effettuate forniscono utili indicazioni sul corretto impiego delle pulegge, sul loro più conveniente posizionamento e sul sistema più idoneo da utilizzare in base alla situazione che si presenta (ad esempio, in base al numero dei soccorritori o alla posizione dell'infortunato).

Anche per queste prove, come per le precedenti, abbiamo utilizzato la stessa corda piuttosto usurata con diametro 11 mm e tre modelli di pulegge tra le più diffuse in commercio.



Figura 1: Sessione di prove sulle carrucole svolte alla Torre di Padova (foto S. Caravelli)

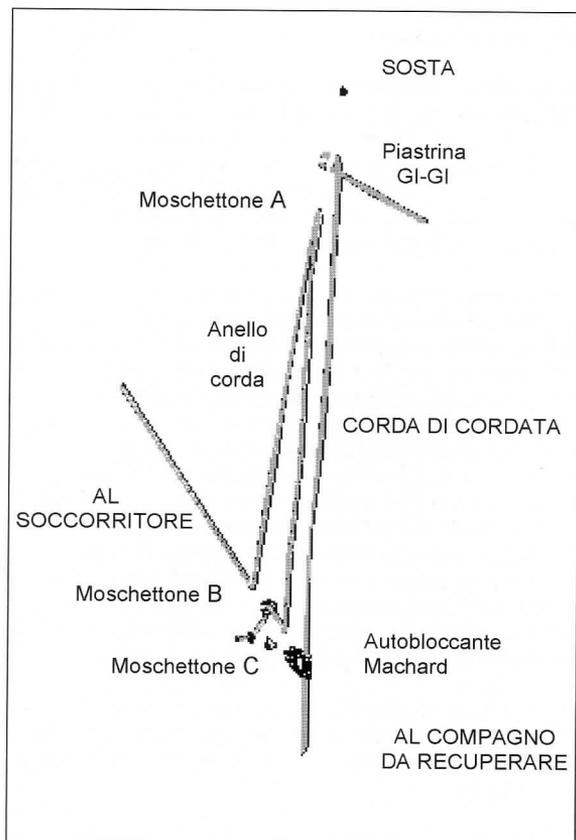


Figura 2: Esecuzione del "mezzo Poldo" (disegno di S. Caravelli)

2. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

I nuovi sistemi di recupero "mezzo Poldo" e "mezzo Poldo con spezzone ausiliario" consentono di introdurre un collegamento, tra l'alpinista da sollevare e la sosta, indipendente dalla corda di cordata, in quanto si affianca ad essa: ciò costituisce un vantaggio enorme rispetto ai "vecchi sistemi" perché elimina la necessità di sciogliere il freno di assicurazione dinamica preesistente (ad es. il mezzo barcaiole), cosa che costituiva un momento particolarmente delicato nella manovra con i vecchi sistemi. Inoltre consente di utilizzare la corda di cordata, mediante l'introduzione di una "piastrina d'assicurazione (es. GI-GI)" come sicurezza, per evitare che la corda possa scorrere indietro quando il soccorritore allenta la presa.

3. MEZZO POLDO

Nella Figura 2 viene riportata l'esecuzione del "mezzo Poldo", mentre nella Scheda Tecnica 6 viene svolto il calcolo degli sforzi teorici con le ipotesi di forze "parallele" ed attrito nelle pulegge trascurabile.

Ciò permette di ottenere i seguenti valori:

- 1) il valore teorico della forza che deve essere praticata nel recupero, è $1/4$ del peso del compagno (cioè il 25% di P, con P peso del compagno: ad esempio se il compagno pesa 77 kg, corrisponderà uno sforzo per il soccorritore di circa 19 kg);
- 2) la quantità di corda da recuperare è quattro volte maggiore di quanto deve essere sollevato il compagno (ad esempio se è necessario sollevare il compagno di 5 metri, bisognerà recuperare 20 metri di corda);
- 3) lo sforzo sulla sosta è $3/4$ del peso del compagno (cioè il 75% di P, con P peso del compagno: ad esempio se il compagno pesa 77 kg, corrisponderà una forza in sosta di circa 58 kg).

In realtà intervengono diversi attriti in quanto al posto di pulegge "ideali", che ne sono prive per definizione, noi utilizziamo i moschettoni oppure le pulegge "reali" che introducono valori propri di attrito.

Questi influenzano sia lo sforzo che la mano deve applicare, sia il carico sulla sosta: quest'ultimo viene ridotto dall'attrito, poiché, come vedremo, equivale al peso da sollevare meno la forza applicata dalla mano.

Il sistema di carrucole che costituisce il "mezzo Poldo" in-

introduce un anello di corda che scorre all'interno di tre moschettoni: uno - lato sosta in posizione più elevata (moschettone A); uno - centrale in posizione mediana, dal quale il soccorritore recupera la corda (moschettone B); uno - lato massa da sollevare, collegato alla corda di cordata mediante un autobloccante "Machard", in posizione più bassa (moschettone C).

Da un punto di vista ideale, in corrispondenza a ciascuno di tali moschettoni può essere introdotta una puleggia al fine di diminuire l'attrito. Questo non può essere fatto per il punto A, per i motivi che spiegheremo tra poco.

Secondo la loro posizione chiameremo le pulegge rispettivamente P_B (puleggia in corrispondenza del moschettone B, in posizione centrale), e P_C (puleggia in corrispondenza del moschettone C, lato massa da sollevare).

Per una migliore comprensione della geometria del sistema si faccia riferimento alle Figure 2 e 3.

3.1 IL GIOCO DEGLI ATTRITI: UN ASPETTO MOLTO IMPORTANTE

Con i nuovi sistemi di recupero "mezzo Poldo" e "mezzo Poldo con spezzone ausiliario", l'effetto degli attriti nei moschettoni A, B e C è importantissimo per il buon esito della manovra.

Infatti, perché il sistema funzioni è necessario che non vi sia scorrimento di corda nel moschettone A, altrimenti, in caso contrario, il recupero di corda effettuato dal soccorritore si limita all'innalzamento del moschettone B dovuto alla rotazione dell'anello di corda all'interno dei moschettoni A e C: ciò determina un innalzamento nullo del moschettone C, e quindi della massa. Per avere innalzamento della massa è necessario che l'anello di corda non scorra nel moschettone A e che quindi il recupero di corda da parte del soccorritore determini uno scorrimento di quest'ultima all'interno del moschettone B: ciò causa un accorciamento dell'anello di corda stesso e di conseguenza un innalzamento del moschettone C.

Per questo motivo è necessario che nel moschettone A sia presente un attrito tale da impedire lo scorrimento dell'anello di corda al suo interno. Pertanto **non bisogna assolutamente** introdurre pulegge in corrispondenza del moschettone A, pena il fallimento della manovra di recupero.

L'anello di corda di cui parliamo tende a scorrere in assenza di un valore sufficiente di attrito poiché i valori di forza presenti sui due rami di corda che fuoriescono dal

moschettone A sono diversi: $1/4$ del peso della massa su un ramo e $1/2$ del peso della massa sull'altro ramo (cfr. Scheda Tecnica 6).

Nella Tabella 1 della Scheda Tecnica 7, contenente i risultati delle misure, sono presenti due prove, effettuate unicamente per avere conferma sperimentale del fenomeno descritto, nelle quali è stata applicata una puleggia in corrispondenza del moschettone A (prove 7 e 8): in tali casi viene segnalato chiaramente che "il sistema NON funziona" e che tale configurazione è "errata".

Nelle prove effettuate alla Torre abbiamo però riscontrato che in alcuni casi anche un abbassamento eccessivo dell'attrito nel moschettone C determinava una rotazione dell'anello di corda. In tal caso è necessario ridurre contemporaneamente oltre all'attrito nel moschettone C anche l'attrito nel moschettone B (quello in posizione centrale). Per evitare possibili problemi sconsigliamo di introdurre una puleggia singola nel moschettone C: **pertanto se si ha una sola puleggia, l'unica soluzione che assicura in ogni caso il funzionamento del sistema è introdurla in posizione B (moschettone centrale).**

Se invece si dispone di due pulegge è possibile utilizzarle in corrispondenza dei moschettoni B e C. In caso siano diverse, preferibilmente posizioneremo quella più dinamica in posizione B e quella meno dinamica in posizione C.

Invece la riduzione dell'attrito in corrispondenza del moschettone B (in posizione centrale) non introduce alcun tipo di problema ma riduce sensibilmente lo sforzo per il soccorritore.

3.2 CENNI SULLA MANOVRA DI RECUPERO

All'inizio della manovra di recupero viene approntato l'anello di corda (che può essere uno spezzone che ci si porta dentro lo zaino, oppure il capo della corda di cordata alla quale era legato il soccorritore), posizionando il moschettone B vicino al moschettone C, più in basso possibile (cfr. Fig. 2). Si recupera il capo di corda finché il moschettone B arriva a toccare il moschettone A; a quel punto, tenendo fermo il capo di corda che si sta recuperando, viene forzata manualmente la rotazione dell'anello di corda fino a riportare il moschettone B vicino al moschettone C. Di tanto in tanto, inoltre, si deve tendere la corda di cordata mediante la piastrina GI-GI che funge da autobloccante. Solo quando, ripetendo più volte tale manovra, si è arrivati a stringere del tutto l'anello di corda (i moschettoni B e C si trovano allora entrambi vicini al

moschettone A), è necessario spostare più a valle l'auto-bloccante "Machard" per poter riprendere la manovra.

3.3 MISURE E CONSIDERAZIONI SUL "MEZZO POLDO"

Nella Tabella 1 della Scheda Tecnica 7, abbiamo raggruppati le misure relative alle prove sul "mezzo Poldo" svolte alla Torre, che andiamo ad analizzare in questo paragrafo.

- La forza che deve essere praticata dal soccorritore per il recupero varia dal 52% (prova 1) al 31% (prova 6) del peso da sollevare, rispettivamente nei casi di non utilizzo di pulegge (in pratica la corda viene passata direttamente nei moschettoni), e di utilizzo di due pulegge, rispetto al 25% teorico (caso n. 9 della stessa tabella). Per quanto esposto nel Paragrafo 3.1, non possono essere applicate tre pulegge, quindi lo sforzo per il soccorritore del 31% è la situazione più favorevole quando si utilizza il "mezzo Poldo".

- La quantità di corda da recuperare ovviamente non varia rispetto al caso teorico: è quattro volte maggiore di quanto viene sollevata la massa.

- Lo sforzo sulla sosta varia dal 57% (prova 1) al 69% (prova 6), del peso della massa, rispettivamente nei casi di non utilizzo di pulegge e di utilizzo di due pulegge: il valore sulla sosta ha in pratica un andamento opposto rispetto alla forza praticata dal soccorritore. Infatti, la forza sulla sosta e la forza traente del soccorritore hanno lo stesso verso; pertanto, per il bilancio delle forze, al diminuire della forza di trazione da parte del soccorritore ottenuta mediante l'introduzione delle pulegge, aumenta la porzione di peso che si scarica sulla sosta.

- In caso di inserimento di una puleggia in corrispondenza del moschettone A (puleggia P_A) il sistema non funziona, qualsiasi sia la configurazione delle altre pulegge (cfr. Paragrafo 3.1; cfr. Tabella 1 -prove 7 e 8).

- Il posizionamento di una sola puleggia in corrispondenza del moschettone C (puleggia P_C) può indurre una rotazione dell'anello di corda che costituisce il "mezzo Poldo", nel caso di utilizzo di una puleggia particolarmente dinamica (cfr. Paragrafo 3.1). In tal caso il recupero diventa molto difficoltoso se non addirittura impossibile.

Per questa ragione tale configurazione è altamente sconsigliata (cfr. prova 2).

- Nelle prove effettuate abbiamo rilevato un comportamento regolare del sistema di recupero se oltre all'utilizzo di una puleggia in corrispondenza del moschettone C (puleggia P_C), s'inserisce una seconda puleggia in corri-

spondenza del moschettone B (puleggia P_B). Per sicurezza, se si dispone di due pulegge diverse, è consigliabile utilizzare la più dinamica in corrispondenza del moschettone B (puleggia P_B; cfr. Paragrafo 3.1 e prove 5 e 6 della Tabella 1). Questo è anche l'unico posizionamento possibile qualora si disponga di due pulegge.

- Disponendo di una sola puleggia, l'unico posizionamento possibile risulta sul ramo di corda che viene recuperato dal soccorritore, cioè in corrispondenza del moschettone B (puleggia P_B).

- La somma delle forze sulla sosta e praticata dal soccorritore risulta variabile dal 109% al 101% rispetto al peso del compagno da recuperare: lo scostamento rispetto al 100% teorico risulta d'entità limitata e dipende soprattutto dal fatto che le forze nel caso reale non sono parallele (come già visto negli articoli precedenti).

- In quest'articolo abbiamo introdotto un parametro chiamato coefficiente d'attrito, che è un indice dello scostamento rispetto al caso teorico (nel quale si ipotizza assenza di attriti). Esso dà un'indicazione complessiva dell'entità degli attriti presenti, indicando "quanta forza in più" deve praticare il soccorritore per vincere gli attriti del sistema, rispetto al caso teorico. Nelle prove effettuate il suo valore varia da 2,08 nella prova 1, dove non sono state utilizzate pulegge, a 1,25 nella prova 6, con utilizzo di due pulegge di tipo 2. Significa in pratica che nella prova 1 lo sforzo per il soccorritore risulta più che doppio rispetto al caso teorico (40 kg contro 19,25 kg), mentre nella prova 6 risulta maggiore del 25% rispetto al caso teorico (24 kg contro 19,25 kg). Il coefficiente d'attrito nel caso teorico è ovviamente uguale a 1.

Coeff. d'Attrito (CA) = Forza di recupero misurata / Forza di recupero nel caso teorico

- Questo parametro risulterà molto utile quando svolgeremo il confronto tra i vari sistemi di recupero.

- Possiamo ipotizzare che quando svolgeremo le prove in ambiente (cfr. Introduzione), a parità di configurazione di moschettoni e pulegge, registreremo un aumento del coefficiente d'attrito poiché agli attriti presenti in Torre (es. sfregamento della corda nei moschettoni e nelle pulegge, attrito di scorrimento della massa, sfregamento dei vari tratti di corda tra loro, ecc.) si aggiungeranno quelli dovuti allo scorrimento della corda contro spigoli e pareti rocciose.

4. CONSIDERAZIONI FINALI

4.1 CONSIDERAZIONI SULLE PULEGGE

La puleggia di tipo 3 è la più leggera ma presenta l'inconveniente che la corda può fuoriuscire dalla sua sede andando a scorrere sul moschettone. In tal caso può risultare difficoltoso riposizionarla correttamente, con conseguente rallentamento della manovra di recupero; necessita perciò di essere inserita in un moschettone simmetrico. La puleggia di tipo 2 è leggermente più dinamica rispetto alle pulegge di tipo 1 e 3: nelle prove effettuate, non tutte riportate nella Scheda Tecnica 7, abbiamo rilevato una riduzione dello sforzo di recupero per il soccorritore da circa 0,5 kg a circa 1 kg rispetto all'utilizzo della puleggia di tipo 1.

La puleggia di tipo 2 presenta una maggiore resistenza (carichi di rottura più elevati) e una maggiore facilità di inserimento nelle corde. Per contro è leggermente più pesante e necessita, per avere un corretto funzionamento, d'essere inserita su moschettone simmetrico. È consigliabile pertanto tenerla appesa all'imbracatura, già inserita in un adeguato moschettone simmetrico che verrà poi utilizzato insieme alla puleggia nell'eventuale (si spera che non ce ne sia mai bisogno) manovra di recupero.

4.2 CONFRONTO TRA IL "MEZZO POLDÒ" ED I "VECCHI SISTEMI DI RECUPERO"

Per poter convenientemente confrontare i sistemi di recupero è utile effettuare alcune ipotesi semplificative. Non verrà considerato il caso di utilizzo di tre pulegge in quanto o è molto improbabile che se ne possa disporre, nel caso di cordata singola (massimo due soccorritori), oppure risulta inutile il loro utilizzo nel caso siano presenti più cordate (quindi più soccorritori concorrono all'esecuzione della manovra). Inoltre nel "mezzo Poldò" e nella "carrucola doppia" possono essere utilizzate al massimo due pulegge.

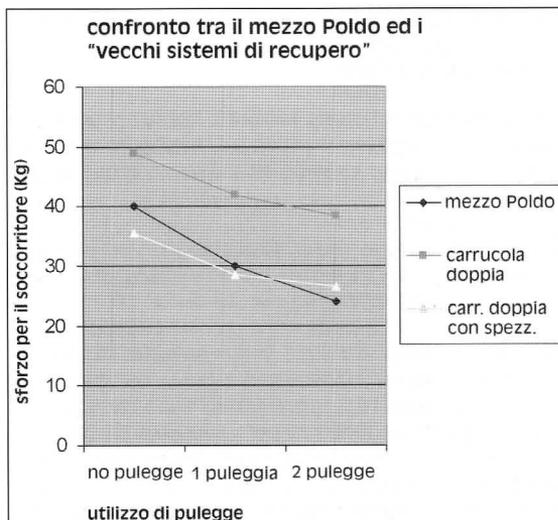


Figura 4: Grafico della forza richiesta al soccorritore nei vari sistemi di recupero

Nella "carrucola doppia con spezzone ausiliario" l'utilizzo di una puleggia in corrispondenza della sosta è in pratica influente, pertanto l'utilizzo di tre pulegge equivale in sostanza all'utilizzo di due pulegge (lato massa e lato soccorritore); cfr. [2].

Il confronto viene effettuato utilizzando pulegge di tipo 2 e normalizzando i valori di forza misurati ad una massa di 77 kg (cfr. Tabella 2 e Figura 4).

Con il "mezzo Poldò" si passa da 40 kg se non vengono utilizzate pulegge a 30 kg utilizzando una puleggia (P_B =tipo 2), a 24 kg utilizzando due pulegge (P_B =tipo 2, P_C =tipo 2).

Con la "carrucola doppia" si passa da 49 kg se non vengono utilizzate pulegge a 42 kg utilizzando una puleggia di tipo 2 lato soccorritore (P_B =tipo 2), a 38,5 utilizzando due pulegge (P_A =tipo 2, P_B =tipo 2); cfr. [1].

Con la "carrucola doppia con spezzone ausiliario" si passa da 35,5 kg se non vengono utilizzate pulegge a 28,5 kg utilizzando una puleggia lato soccorritore (P_B =tipo 2), a 26,5 kg utilizzando due pulegge lato soccorritore e lato massa (P_B =tipo 2, P_C =tipo 2); cfr. [2].

Come si può notare il "mezzo Poldò" presenta valori di forza richiesta al soccorritore notevolmente inferiori alla

TABELLA 2: CONFRONTO TRA IL "MEZZO POLDO" ED I VECCHI SISTEMI DI RECUPERO*

Sistema di recupero	forza kg _F	no pulegge coef. Attr.	forza kg _F	1 puleggia coef. attr.	forza kg _F	2 pulegge coef. attr.	Forza teorica kg _F	scorr.to corda
Mezzo Poldo	40	2,08	30	1,56	24	1,25	P/4 =19,25	4 H
Car. doppia	49	1,9	42	1,64	38,5	1,5	P/3 =25,67	3 H
Car. doppia con spez. ausiliario	35,5	2,3	28,5	1,85	26,5	1,7	P/5 =15,4	5 H

P=peso della massa da sollevare = 77 kg_F; H = altezza di sollevamento della massa; coefficiente d'attrito: cfr. Par. 3.3.

Per le misure riguardanti la carrucola doppia e la carrucola doppia con spezzone ausiliario, si faccia riferimento rispettivamente a [1] e [2].

"carrucola doppia"; nel caso siano utilizzate due pulegge, risultano migliori anche rispetto alla "carrucola doppia con spezzone ausiliario".

Il "mezzo Poldo" permette di mantenere "sufficientemente" contenuta la quantità di corda da recuperare che risulta, lo ricordiamo, quattro volte maggiore di quanto deve essere sollevato il compagno. Invece nel caso della "carrucola doppia" e della "carrucola doppia con spezzone ausiliario", la quantità di corda da recuperare è rispettivamente tre volte e cinque volte maggiore di quanto deve essere sollevato il compagno.

Con tutti i sistemi, ma soprattutto con l'utilizzo dello spezzone ausiliario, è conveniente poter disporre l'auto-bloccante Machard composto sulla corda di cordata, "abbastanza" distante dalla sosta (almeno un paio di metri), per evitare di dover spostare continuamente l'auto-bloccante stesso durante l'esecuzione del recupero, con conseguente dilatazione dei tempi e aumento della fatica; ciò è anche necessario per evitare nel "mezzo Poldo" difficoltà ad effettuare, durante la prima fase del recupero, un secondo autobloccante (di sicurezza) mediante l'inserimento della corda di cordata, recuperata in misura sufficiente, all'interno di una piastrina GI-GI opportunamente predisposta (cfr. Fig. 2).

Per approntare l'autobloccante di sicurezza mediante la piastrina GI-GI è necessario nel "mezzo Poldo" bloccare provvisoriamente l'anello di corda del sistema di recupero mediante un'asola di bloccaggio. L'esecuzione di questa manovra risulta ostacolata (ma non impossibilitata) dalla presenza di una puleggia in corrispondenza del moschettone B.

5. CONCLUSIONI

Da quanto emerso riteniamo che il "mezzo Poldo", così come il "mezzo Poldo con spezzone ausiliario" che descriveremo nel prossimo articolo, oltre ad una maggior facilità d'esecuzione ed ai vantaggi esposti nel Par. 2, abbia fornito risultati migliori in termini di sforzo per il soccorritore, rispetto ai "vecchi sistemi di recupero", e sia pertanto da preferire rispetto ad essi.

Riteniamo che la conoscenza approfondita dei sistemi di autosoccorso della cordata rivesta grande importanza non solo perché possono evitare una chiamata non ne-

cessaria al Soccorso Alpino, ma anche perché possono permettere di prestare tempestivamente le prime cure ad un infortunato.

Data la complessità, non solo di esecuzione, di tali sistemi è necessario conoscerli a fondo e provarli di tanto in tanto. Il nostro contributo vuole essere quello di chiarire alcune importanti caratteristiche di questi sistemi per permettere un loro più consapevole utilizzo, che significa operare con maggiore sicurezza, conoscere a fondo i pro e i contro delle possibili alternative ed evitare alcuni errori che renderebbero impossibile o pericolosa l'esecuzione della manovra.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano quanti hanno contribuito all'esecuzione delle prove e al miglioramento dell'articolo con utili suggerimenti: l'ing. Carlo Zanantoni (Commissione Centrale Materiali e Tecniche e Rappresentante del C.A.I. presso l'U.I.A.A.); Giuliano Bressan (Presidente Commissione Centrale Materiali e Tecniche); Adriano Lamacchia (Commissione VFG Materiali e Tecniche); Sandro Bavarese (CAI Padova).

BIBLIOGRAFIA

- [1] "Sistemi di Carrucole per l'Autosoccorso della Cordata - 1a Parte", Antonio Carboni, Michele Lopez, Stefano Caravelli, "Le Alpi Venete" Primavera-Estate 2003
- [2] "Sistemi di Carrucole per l'Autosoccorso della Cordata - 2a Parte", Antonio Carboni, Michele Lopez, Stefano Caravelli, "Le Alpi Venete" Autunno-Inverno 2003
- [3] "I Manuali del Club Alpino Italiano: Tecnica di Roccia", Commissione Nazionale Scuole di Alpinismo e Scialpinismo - Commissione Centrale per le Pubblicazioni - ed. 1994
- [4] "I Manuali del Club Alpino Italiano: Tecnica di Ghiaccio", Commissione Nazionale Scuole di Alpinismo e Scialpinismo - Commissione Centrale per le Pubblicazioni - ed. 1995

NOTE

Quando nel testo vengono usati i termini "peso" o "forza", come unità di misura si intende venga utilizzato sempre il Chilogrammo forza (Kg_F) anche quando per semplicità si scrive Chilogrammi (Kg).

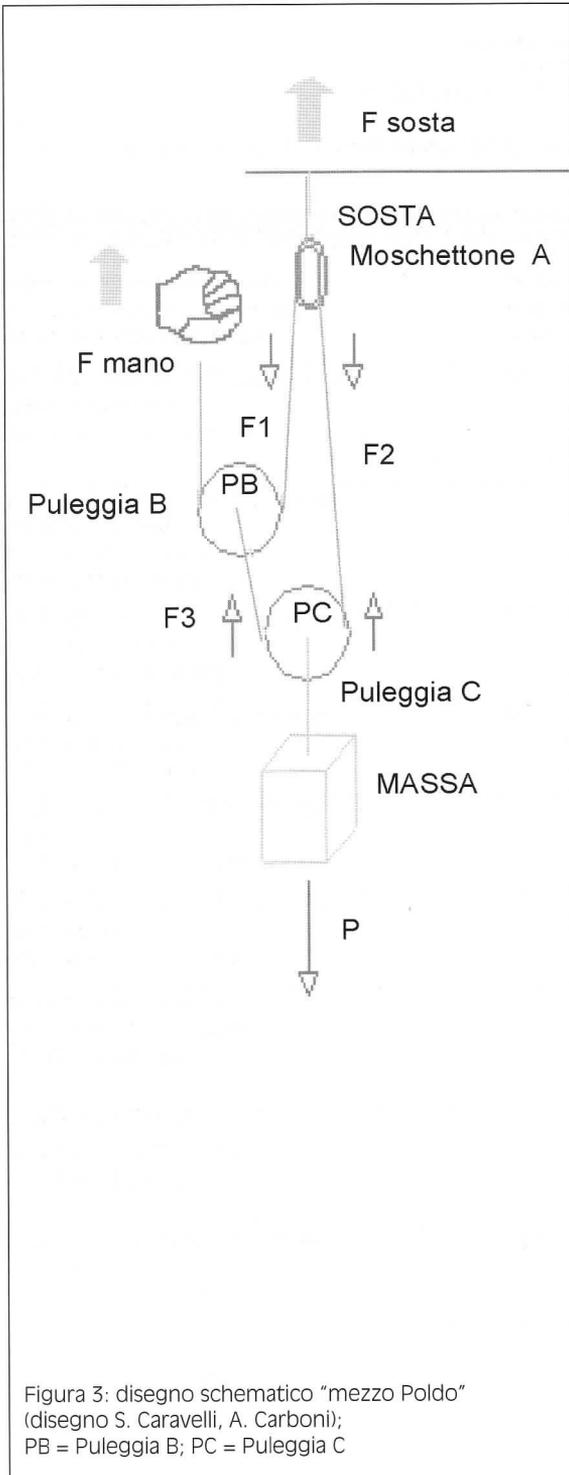


Figura 3: disegno schematico "mezzo Poldo"
(disegno S. Caravelli, A. Carboni);
PB = Puleggia B; PC = Puleggia C

Calcolo teorico degli sforzi nel "mezzo Poldo"
con le ipotesi di attriti nelle pulegge trascurabili
e forze parallele.

Per il funzionamento del sistema è necessario che in posizione A sia presente un moschettone in quanto è necessaria la presenza di attrito (cfr. Par. 3.1)

Moschettone A:
1) $F_{sosta} = F_1 + F_2$

Puleggia B:
2) $F_{mano} + F_1 = F_3$
3) $F_{mano} = F_1$

Puleggia C:
4) $F_3 + F_2 = P$
5) $F_3 = F_2$

Sistema di carrucole:
6) $F_{mano} + F_{sosta} = P$

Tenendo conto delle relazioni da 1 a 6 risolvendo si ottiene :

$$F_{mano} = F_1 = P/4 ;$$

$$F_2 = F_3 = P/2$$

$$F_{sosta} = P \times 3/4$$

Pertanto, nelle ipotesi indicate si ottiene che lo sforzo della mano (sforzo di recupero) è 1/4 del peso da recuperare.

Per valutare lo scorrimento della corda, cioè quanto si recupera con la mano e quanto si solleva il carico P, basta fare una semplice considerazione "energetica": il lavoro fatto dalla mano è dato dallo sforzo di recupero moltiplicato per lo spostamento della mano, cioè la quantità di corda recuperata. Tale lavoro deve essere uguale al lavoro fatto dal carico P recuperato che è dato da carico P per il suo sollevamento.

In pratica:
 $F_{mano} \times \text{Scorrimento Corda} = P \times \text{Sollevamento}$
Sostituendo a F_{mano} il suo valore $P/4$ si ottiene :
 $P/4 \times \text{Scorrimento Corda} = P \times \text{Sollevamento}$
da cui si ricava :
 $\text{Sollevamento} = \text{Scorrimento Corda}/4$

Per cui per sollevare di un metro il carico è necessario recuperare 4 metri di corda.

MATERIALE UTILIZZATO

- Corda usurata diametro mm 11
- Puleggia tipo 1 (leggera, apribile, Petzl modello "P02" rotella plastica)
- Puleggia tipo 2 (fissa, Petzl modello "Fixe P05" rotella alluminio)
- Puleggia tipo 3 (molto leggera, Petzl modello "ultraleggera P00" rotella plastica)

Condizione di prova: valori misurati con velocità di recupero uniforme (scorrimento continuo della corda)

TABELLA 1: MEZZO POLDÒ Massa: peso di 77 Kg_F indicato con "P"

tipo di prova	Forza sulla sosta (Kg _F)	Forza soccorritore (Kg _F)	Valori percentuali delle forze rispetto al peso della massa (F); coefficiente d'attrito; note
1. Senza utilizzo di pulegge la corda passa direttamente nei moschettoni (P _A =NO, P _B =NO, P _C =NO)	44	40	sosta: 57% di P; soccorritore: 52% di P; somma forze: 109% coefficiente d'attrito = 2,08
2. Utilizzo di una puleggia tipo 1 lato massa (P _A =NO, P _B =NO, P _C =tipo 1) attenzione: riducendo l'attrito solo P _C il sistema può non funzionare	47	33,5	sosta: 61% di P; soccorritore: 43,5% di P; somma forze: 104,5% coefficiente d'attrito = 1,74 configurazione sconsigliata
3. Utilizzo di una puleggia di tipo 1 su moschettone centrale (P _A =NO, P _B =tipo 1, P _C =NO)	48	31	sosta: 62% di P; soccorritore: 40% di P; somma forze: 103% coefficiente d'attrito = 1,61
4. Utilizzo di una puleggia di tipo 2 su moschettone centrale (P _A =NO, P _B =tipo 2, P _C =NO)	48	30	sosta: 62% di P; soccorritore: 39% di P; somma forze: 101% coefficiente d'attrito = 1,56
5. Utilizzo di due pulegge di tipo 1 su moschettone centrale, di tipo 3 lato massa (P _A =NO, P _B =tipo 1, P _C =tipo 3)	51,5	26,5	sosta: 67% di P; soccorritore: 34% di P; somma forze: 101% coefficiente d'attrito = 1,38
6. Utilizzo di due pulegge di tipo 2 sia su moschettone centrale, sia lato massa (P _A =NO, P _B =tipo 2, P _C =tipo 2)	53,5	24	sosta: 69% di P; soccorritore: 31% di P; somma forze: 101% coefficiente d'attrito = 1,25
7. Utilizzo di due pulegge di tipo 2 su moschettone lato sosta, di tipo 1 su moschettone centrale (P _A =tipo 2, P _B =tipo 1, P _C =NO)	—	—	il sistema non funziona <u>errato inserire una puleggia nel moschettone "A"</u>
8. Utilizzo di tre pulegge di tipo 2 su moschettone lato sosta, di tipo 1 su moschettone centrale, di tipo 3 lato massa (P _A =tipo 2, P _B =tipo 1, P _C =tipo 3)	—	—	il sistema non funziona <u>errato inserire una puleggia nel moschettone "A"</u>
9. Valori teorici (ipotesi di assenza di attriti e forze parallele)	57,5	19,5	sosta: 75% di P; soccorritore: 25% di P; somma forze: 100% coefficiente d'attrito = 1