SISTEMI DI CARRUCOLE PER L'AUTOSOCCORSO DELLA CORDATA
2. 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

Nei manuali di Tecnica di Roccia e di Tecnica di Ghiaccio vengono descritte in un apposito paragrafo le manovre definite come "autosoccorso della cordata" che permettono di recuperare un compagno infortunato o finito in un crepaccio. Nel numero scorso di "Le Alpi Venete" abbiamo descritto:
1) la "carrucola doppia";
2) una sua variante che abbiamo denominato "carrucola doppia modificata".

In questo secondo articolo tratteremo:
3) la carrucola doppia con spezzone ausiliario e confronteremo i risultati ottenuti con quelli dello scorso articolo. Effettueremo cioè un confronto tra quelli che possiamo definire "i vecchi sistemi di recupero".

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. Le prove sono state svolte presso la Torre di Padova (figura 1).

Nel prossimo articolo intendiamo ripetere le prove di recupero utilizzando i nuovi sistemi non ancora descritti ufficialmente negli attuali manuali del C.A.I.: il "mezzo Poldo" ed il "mezzo Poldo con spezzone ausiliario".

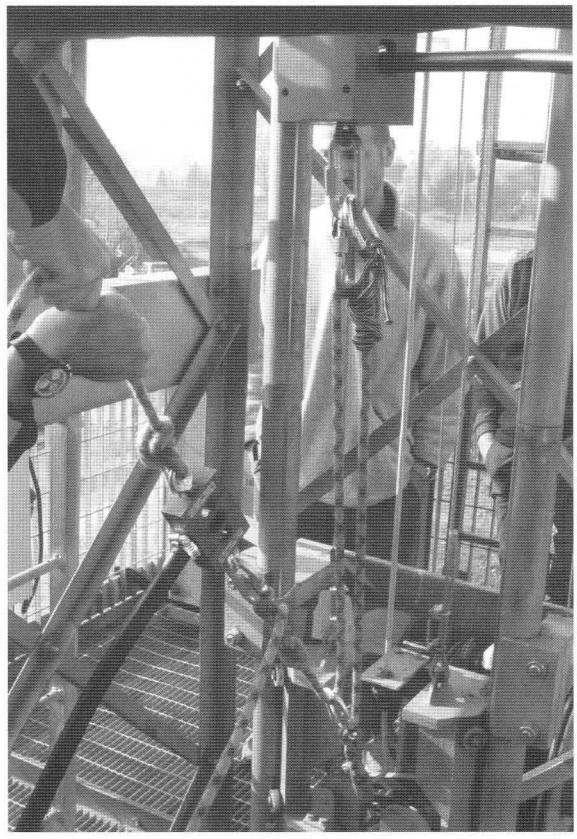


Figura 1: Sessione di prove sulle carrucole svolte alla Torre di Padova (foto S. Caravelli)

2. CARRUCOLA DOPPIA CON SPEZZONE AUSILIARIO

Nella figura 2 (tratta da [2]) viene riportata l'esecuzione della "carrucola doppia con spezzone ausiliario". Ai fini della nostra trattazione non interessa la presenza dell'autobloccante di sicurezza "Machard" posto in corrispondenza della sosta, poiché non interviene direttamente nel recupero, ma impedisce alla corda di scorrere verso il basso quando il soccorritore riduce la trazione o lascia la presa durante la manovra di recupero (analogamente al caso della carrucola doppia).

Nella Scheda Tecnica 4 viene svolto il calcolo degli sforzi teorici nel caso della carrucola doppia con spezzone ausiliario, con le medesime ipotesi della carrucola doppia:
- forze "parallele";
- attrito nelle pulegge trascurabile.

Ciò permette di ottenere i seguenti valori:

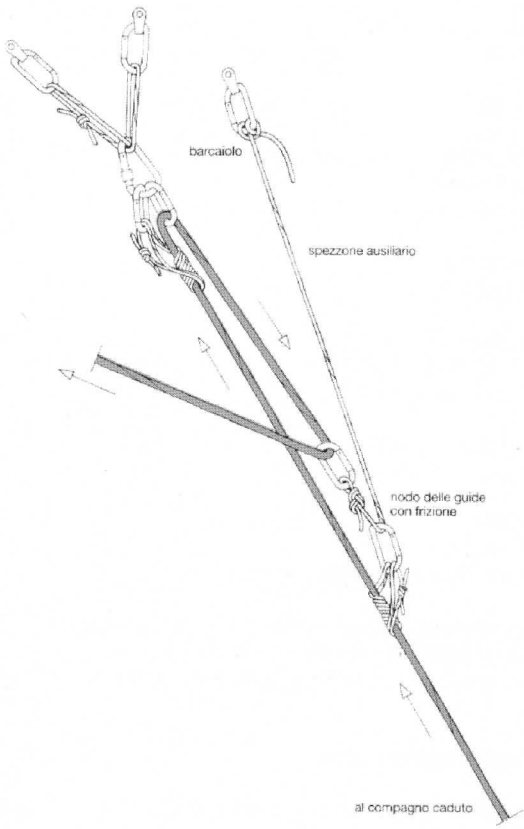


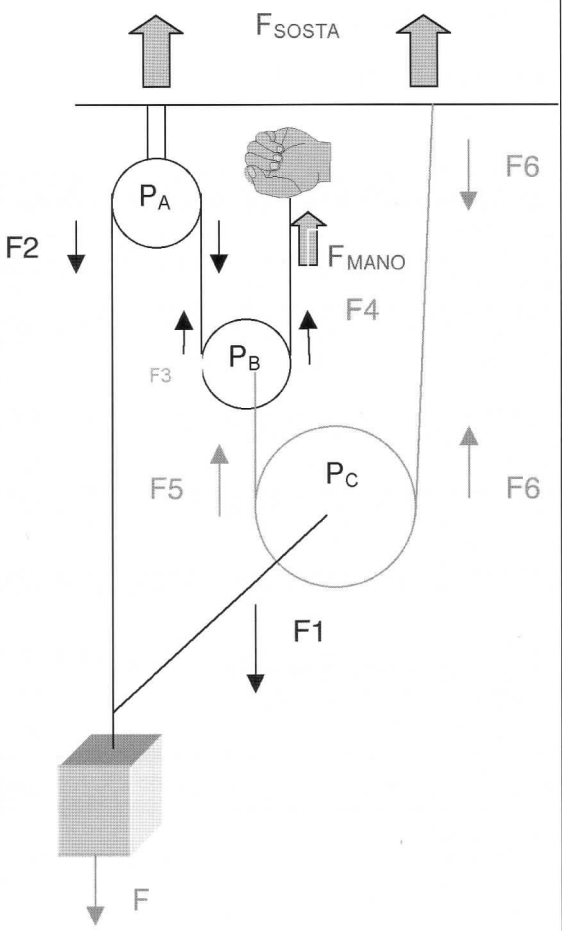
Figura 2: Esecuzione della carrucola doppia con spezzone ausiliario (figura tratta da [2], pag. 251)

1) il valore teorico della forza che deve essere praticato nel recupero è 1/5 del peso del compagno (cioè il 20% di F, con F peso del compagno);
2) la quantità di corda da recuperare è cinque volte maggiore di quanto deve essere sollevato il compagno;
3) lo sforzo sulla sosta è 4/5 del peso del compagno (cioè l'80% di F, con F peso del compagno).

In realtà anche in questo caso intervengono diversi attriti poiché 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. Possiamo ipotizzare che la presenza di un terzo moschettone (o puleggia) aumenti la quantità totale degli attriti, rispetto alla carrucola doppia. E' facile immaginare quindi che vi sia una differenza maggiore, tra il caso ideale ed il caso reale, rispetto alla carrucola doppia.

2.1 MISURE E CONSIDERAZIONI SULLA CARRUCOLA DOPPIA CON SPEZZONE AUSILIARIO

Nella tabella della Scheda Tecnica 5, abbiamo raggruppato le misure relative alle prove sulla carrucola doppia con spezzone ausiliario svolte alla Torre, in base alle quali possiamo ricavare alcune considerazioni che confermano quanto ipotizzato:
- La forza che deve essere praticata per il recupero varia dal 46% (prova 1) al 35% (prova 5) rispettivamente nei casi di non utilizzo di pulegge (cioè la corda viene passata direttamente nei moschettoni), e di utilizzo di tre pulegge, rispetto al 20% teorico (prova 6 della stessa tabella).
- La quantità di corda da recuperare ovviamente non varia rispetto al caso teorico.
- Lo sforzo sulla sosta varia dal 60% (prova 1) al 72% (prova 5) del peso del compagno, rispettivamente nei casi di non utilizzo di pulegge e di utilizzo di tre pulegge: il valore sulla sosta ha cioè un andamento opposto rispetto alla forza praticata dal soccorritore (cfr. grafico 3), come nel caso della carrucola doppia. Anche in questo caso, infatti, la forza sulla sosta e la forza traente del soccorritore hanno lo stesso verso (cfr. fig. Scheda Tecnica 4).
- Disponendo di una sola puleggia, il posizionamento sicuramente più conveniente è sul ramo di corda che viene recuperato dal soccorritore (cfr. fig. Scheda Tecnica 4: puleggia P_B); il posizionamento meno conveniente è in corrispondenza del moschettone della sosta (puleggia P_A) - (si confrontino le prove 2, 3 e 4). Questo risultato è spiegabile in quanto nella puleggia P_B avviene uno scorrimento



schematizzazione della carrucola doppia con spezzone ausiliario (disegno A. Carboni)

Bilanciamento delle forze:
Il sistema è in equilibrio:

$F = F1 + F2$ (1)

Le pulegge P_A, P_B, P_C sono in equilibrio:
$F_{SOSTA} = F2 + F3 + F6$ (2)
$F1 = F5 + F6$ (3)
$F5 = F3 + F4$ (4)
con $F2 = F3 = F4$ altrimenti le pulegge P_A e P_B ruotano (a)
e con $F5 = F6$ altrimenti la puleggia P_C ruota (b)

Sostituendo (a) e (b) in (3) e (4) si ottiene:
$F1 = 2 \times F5 = 4 \times F4$
Ricordando che $F4 = F_{MANO}$ e sostituendo in (1) otteniamo:
$F = 4 \times F4 + F2 = 5 \times F4 = 5 \times F_{MANO}$

Pertanto:
$F_{MANO} = F/5$

Inoltre:
$F5 = 2\ F_{MANO} = 2/5\ F$
$F1 = 4\ F_{MANO} = 4/5\ F$

Sostituendo in (2):
$F_{SOSTA} = 4\ F_{MANO} = 4/5\ F$

Ipotesi:
- forze "parallele";
- attrito nelle pulegge trascurabile.

Le formule continuano ad essere valide anche dinamicamente purché non siano presenti accelerazioni (velocità di recupero uniforme)

Scorrimento corda:

Quando $F_{MANO} > F2$, cioè quando $F_{MANO} > F/5$, la massa viene sollevata in quanto non è più verificato il bilanciamento delle forze (ciascuna puleggia è interessata da una forza su un ramo maggiore della forza sull'altro ramo, quindi inizia a ruotare).
Quando la massa si è alzata di 10 cm, si alza di 10 cm anche la puleggia PC, mentre la puleggia PB si alza nel frattempo di 20 cm. La corda scorre di 10 cm nella puleggia PA; altri 40 cm di corda provengono dall'innalzamento della puleggia PB; quindi la mano nel frattempo ha recuperato 50 cm di corda.
Pertanto è necessario recuperare una quantità di corda cinque volte maggiore di quanto viene sollevata la massa.

SCHEDA TECNICA 5: Sessioni di misura svolte presso la Torre di Padova il 26/10/2002 e il 22/03/03

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 "ultraleggere P00" rotella plastica)

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

TABELLA 1: PROVE RIGUARDANTI LA CARRUCOLA DOPPIA Massa: peso di 78 Kg indicato con "F"

tipo di prova	Forza sulla sosta (Kgf)	Forza compiuta da soccorritore (mano) (Kgf)	Note: Forza percentuale rispetto al peso della massa (F)
1. Senza utilizzo di pulegge la corda passa direttamente nei moschettoni (P_A=NO, P_B=NO, P_C=NO)	47	36	sosta: 60% di F; mano: 46% di F; somma forze: 106%
2. Utilizzo di una puleggia tipo 2 lato sosta (P_A=tipo 2, P_B=NO, P_C=NO	48	36	sosta: 62% di F; mano: 46% di F; somma forze: 108%
3. Utilizzo di una puleggia di tipo 2 lato massa (P_A=NO, P_B=NO, P_C=tipo 2)	49	33	sosta: 63% di F; mano: 42% di F; somma forze: 105%
4. Utilizzo di una puleggia di tipo 2 lato soccorritore (P_A=NO, P_B=tipo 2, P_C=NO)	53	29	sosta: 68% di F; mano: 37% di F; somma forze: 105%
5. Utilizzo di tre pulegge: di tipo 2 lato sosta e soccorritore; di tipo 1 lato massa (P_A=tipo 2, P_B=tipo 2, P_C=tipo 1)	56	27	sosta: 72% di F; mano: 35% di F; somma forze: 106%
6. Carrucola DOPPIA con SPEZZONE AUSILIARIO TEORICA	62,4	15,6	sosta: 80% di F; mano: 20% di F; somma forze: 100%

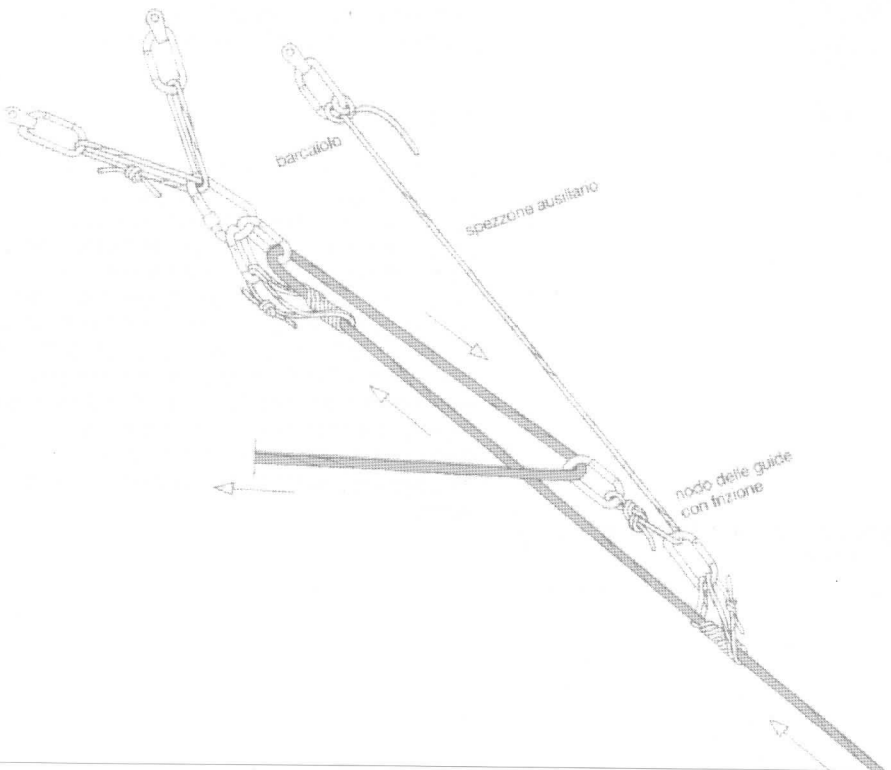


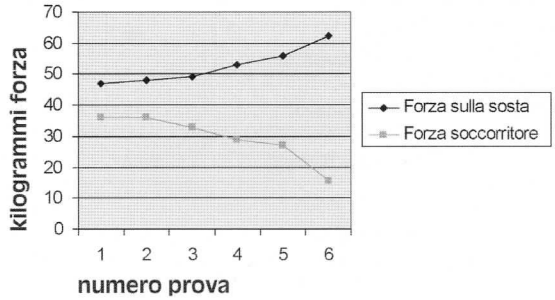
Figura 3: Puleggia di tipo 1

Figura 4: Puleggia di tipo 2

Figura 5: Puleggia di tipo 3

di corda più che doppio rispetto alla puleggia P_C (due volte e mezzo maggiore), e cinque volte maggiore rispetto alla puleggia P_A (cfr. scorrimento corda in Scheda Tecnica 3 del precedente articolo): ridurre l'attrito in corrispondenza di P_B risulta pertanto più vantaggioso rispetto alle altre possibilità.
- La somma delle forze sulla sosta e praticate dal soccorritore risulta variabile dal 105% al 108 % rispetto al peso del compagno da recuperare: lo scostamento rispetto al 100% teorico risulta di entità limitata e dipende dal fatto che le forze nel caso reale non sono parallele (come già visto per la carrucola doppia).

Grafico 3: Andamento della forza sulla sosta e della forza compiuta dal soccorritore nelle prove sulla "carrucola doppia con spezzone ausiliario" svolte alla Torre



3. CONSIDERAZIONI FINALI

Le conclusioni che si possono trarre sono necessariamente parziali in quanto sono limitate al confronto tra i "vecchi" sistemi di recupero, come specificato nell'Introduzione. Possiamo comunque già fare alcune considerazioni che ci sembrano interessanti:

- L'utilizzo della "carrucola doppia" ci sembra piuttosto faticoso se il recupero viene effettuato da un solo soccorritore, specialmente se non dispone di pulegge (49-50 kg da sollevare non sono pochi per una persona sola: cfr. tabella 1, Scheda Tecnica 3 del precedente articolo). Se invece sono disponibili più persone, questo sistema permette recuperi più rapidi e con minore utilizzo di materiale rispetto alla "carrucola doppia con spezzone ausiliario".
- Normalmente un alpinista nella propria dotazione di-

spone al massimo di una puleggia: in tal caso, sia nella carrucola doppia che in quella con utilizzo di spezzone ausiliario, conviene disporla in corrispondenza del moschettone nel quale avviene maggiore scorrimento di corda, cioè quello dal quale proviene il ramo di corda recuperato dal soccorritore (puleggia P_B: cfr. figura Scheda Tecnica 1 del precedente articolo e figura Scheda Tecnica 4). In tal caso gli sforzi per il soccorritore, nel caso di utilizzo della puleggia di tipo 2, si attestano intorno a 42-43 kg per la carrucola doppia e intorno a 29 kg per la carrucola doppia con spezzone ausiliario (cfr. rispettivamente Scheda Tecnica 3, tabella 1, prova 6 del precedente articolo con la tabella di Scheda Tecnica 5, prova 4).

- Per il loro corretto funzionamento le pulegge di "tipo 2" e di "tipo 3" necessitano di un moschettone simmetrico (ovale), mentre ciò non è necessario per la puleggia di "tipo 1".
- Nelle prove effettuate la puleggia di "tipo 2" presenta attriti inferiori agli altri tipi di pulegge (cfr. tabella 1, Scheda Tecnica 3 dell'articolo precedente: prove 4, 5, 6).
- Nelle prove effettuate le pulegge di "tipo 1" e di "tipo 3" presentano i medesimi valori di attrito (cfr. tabella 1, Scheda Tecnica 3 dell'articolo precedente: prove 4, 5).
- Nelle prove effettuate la puleggia di "tipo 3" presenta un inconveniente che ne sconsiglia l'utilizzo nelle manovre di autosoccorso della cordata: durante le manovre la corda può facilmente fuoriuscire dalla sua sede, andando a scorrere sul moschettone. In tal caso, essendo la corda sotto carico, risulta molto difficile riposizionarla correttamente, per cui il recupero può divenire difficoltoso.
- L'utilizzo della "carrucola doppia modificata" è molto sconsigliato in quanto non solo è peggiorativo rispetto alla "carrucola doppia" (carichi sia alla sosta che di recupero molto maggiori), ma necessita anche di maggiore utilizzo di materiale rispetto a questa ed è assolutamente inutilizzabile da parte di un unico soccorritore. Se sono presenti diverse cordate, e quindi possono intervenire diversi soccorritori, può essere conveniente (anche per la rapidità della manovra) recuperare l'infortunato a braccia tirando direttamente la sua corda.
- La "carrucola doppia con spezzone ausiliario" è ottima nel caso di soccorritore singolo, in quanto mantiene il valore dello sforzo da compiere entro valori discretamente bassi. Bisogna tenere presente che necessita di maggiore quantità di materiale rispetto alla carrucola doppia e di tempi più lunghi sia di esecuzione che di recupero perché è necessario recuperare una quantità di corda cinque volte maggiore di quanto vogliamo innalzare l'infortunato (ad esempio bisogna recuperare 20 metri di corda per ottenere un innalzamento di 4 metri).

4. CONCLUSIONI

- Le prove effettuate non tengono conto della eventuale presenza di attriti dovuti allo scorrimento della corda contro la parete rocciosa. Tali attriti dipendono dalla conformazione della parete, dalla posizione del soccorritore e dell'infortunato, dalla cura e precisione posta nell'esecuzione delle manovre; possono pertanto avere entità variabile.
- Le prove effettuate riteniamo diano utili indicazioni sul corretto impiego delle pulegge e sul loro più conveniente posizionamento, sul sistema più idoneo da utilizzare in base alla situazione che si presenta (carrucola doppia o carrucola doppia con spezzone ausiliario in base ad esempio al numero dei soccorritori) e sul sistema assolutamente da non utilizzare mai (quello denominato "carrucola doppia modificata").

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); Marcello Coradeschi, Vito Buoso, Cesare Raumer, Adriano Lamacchia (Commissione VFG Materiali e Tecniche); Sandro Bavaresco (CAI Padova); Renzo Mingardo (CAI Mestre).

BIBLIOGRAFIA

[1] "I Manuali del Club Alpino Italiano: Tecnica di Roccia", Commissione Nazionale Scuole di Alpinismo e Scialpinismo - Commissione Centrale per le Pubblicazioni - edizione 1994

[2] "I Manuali del Club Alpino Italiano: Tecnica di Ghiaccio", Commissione Nazionale Scuole di Alpinismo e Scialpinismo - Commissione Centrale per le Pubblicazioni - 1ª edizione 1995

[3] "Sistemi di Carrucole per l'Autosoccorso della Cordata", Antonio Carboni, Michele Lopez, Stefano Caravelli, "Le Alpi Venete" Primavera-Estate 2003