

Assicurazione su terreni precari e delicati

di Giuliano Bressan e Gigi Signoretti
Commissione Materiali e Tecniche - CAI

Premessa

Al di là dei principi fondamentali adottati abitualmente nel campo dell'assicurazione, l'applicazione pratica di queste tecniche su terreni di scarsa coerenza (particolarmente su ghiaccio, ma spesso anche su roccia), richiede ragionamenti ed accorgimenti specifici. Le riflessioni che seguono si propongono di dare qualche risposta ai molteplici problemi connessi all'affidabilità dei punti di assicurazione applicati su ghiaccio o roccia di qualità medio-crescente o pessima.

È ormai ben risaputo come la scelta del tipo di corda e soprattutto il suo adeguato impiego, condizionano in maniera rilevante i valori della forza di arresto; anche la scelta del freno usato per l'assicurazione e particolarmente il suo corretto funzionamento sono determinanti per abbassare le forze risultanti in caso di caduta, sulla sosta, sull'ultimo rinvio sollecitato (punto più critico di tutto il sistema) e sull'alpinista. Ma come variano le sollecitazioni quando si trattiene la caduta con una corda semplice invece che con una coppia di mezzecorde (con passaggio alternato o appaiato nei rinvii) e impiegando in sosta un freno mezzo barcaiolo, un Otto, una piastrina o un tuber (secchiello)? Per dare risposta a questi interrogativi sono state svolte varie sessioni di prove eseguendo serie di test sia a corda bloccata, sia effettuando l'assicurazione con diversi tipi di freno (si parla nei due casi, rispettivamente, di assicurazione statica e dinamica).

Il tipo di corda

Come ben noto sono presenti sul mercato tre tipi di corde da alpinismo (corda semplice, mezza corda, corde gemellari) per i quali la normativa EN prevede i seguenti valori della

forza di arresto (F_a); si ricorda che i test al Doldero sono effettuati con corda bloccata:

- corda semplice $F_a < 1200 \text{ daN}$
(test con massa di 80 kg)
- mezza corda $F_a < 800 \text{ daN}$
(test con massa di 55 kg)
- corde gemellari $F_a < 1200 \text{ daN}$
(testate in coppia con massa di 80 kg).

Il mercato offre attualmente corde che presentano valori di forza d'arresto notevolmente più bassi di quelli richiesti dalla normativa, ed è evidente come, a parità di numero di cadute sopportate, sono da preferire nella scelta:

- corda semplice $F_a = 680-780 \text{ daN}$
- mezza corda $F_a = 480-550 \text{ daN}$
- corde gemellari $F_a = 770-940 \text{ daN}$

Riguardo all'impiego la corda semplice presenta un minor peso medio complessivo (70-72 g/m) rispetto ad una coppia di mezzecorde (85-90 g/m) o alle gemellari (80-85 g/m), maggiore facilità nel collegamento ai moschettoni, possibilità di utilizzare i vari tipi di freno; presenta però notevoli limiti nel caso di salite complesse, nelle discese che presentano frequenti calate a corda doppia o in caso di ritirata.

Le corde gemellari devono essere impiegate come una corda semplice; il collegamento ai vari rinvii va fatto passando entrambe le corde nel moschettone. Presentano oggi per lo più, valori di forza d'arresto superiori a quelli registrati da una corda semplice e in tal caso il loro impiego è meno conveniente su terreni delicati in cui si siano disposte protezioni precarie. Il loro impiego è consigliato su itinerari di roccia, di più lunghezze, particolarmente di tipo sportivo.

La mezza corda non va mai usata da sola in arrampicata; il corretto impiego ne prevede

l'uso in coppia, conseguentemente il peso risulta superiore di quello di una corda semplice di pari lunghezza. Offrono migliori possibilità di impiego, in varie manovre (discesa a corda doppia, traversata a corda, ecc.) e una maggiore sicurezza rispetto alla corda semplice. Generalmente sono impiegate passando contemporaneamente nei rinvii; in questo caso la forza che si registra nell'arresto di una caduta, sull'ultimo rinvio presenta valori superiori a quelli che si ottengono con una corda semplice. Si possono però utilizzare le mezze corde, passandole alternativamente nei moschettoni di rinvio ed impiegando *obbligatoriamente* alla sosta un freno che ne permetta uno scorrimento indipendente (placchetta Sticht, tuber, ecc.); in caso contrario, infatti, nell'eventualità di volo del primo di cordata, le corde scorrendo sfregano fra loro nel freno (mezzo barcaiolo, otto), potendo anche giungere a fusione. L'impiego alternato delle mezze corde nei rinvii riduce la forza d'arresto a valori assai bassi; conseguentemente il loro uso è particolarmente consigliato su terreni aleatori (cascate, roccia friabile, ancoraggi precari, ecc.).

Il tipo di freno

Ciascun tipo di freno impiegato nell'assicurazione presenta caratteristiche di funzionamento che variano notevolmente in dipendenza del tipo e del diametro di corda utilizzato e della tecnica di chi assicura. È fondamentale innanzi tutto non impiegare corde con diametri diversi da quelli indicati dal costruttore, in particolare per evitare scorrimenti insufficienti o nulli, con aumento a valori molto elevati della forza d'arresto (condizioni di corda bloccata), o in caso contrario grandi scorrimenti che possono portare alla perdita del controllo della corda. Altrettanto importante è esercitarsi nel funzionamento dei vari freni in maniera da usufruire al massimo del loro effetto frenante; bisogna cioè conoscere a seconda del tipo di salita intrapresa i pregi e i difetti del freno adottato, la variabilità della sua forza frenante a seconda dell'angolo di entrata della corda ed essere in grado di regolare opportunamente la forza con cui si trattiene la corda.

Riportiamo a titolo conoscitivo i valori medi, rilevati in varie sessioni di prove con operatori diversi, generati dai vari tipi di freno:

- mezzo barcaiolo 350-400 daN
- otto 300-350 daN
- otto veloce 150-200 daN
- placchetta Sticht 250-300 daN
- tuber 300-350 daN
- GriGri 900-100 daN

Le figure ripropongono, in successione, i vari freni utilizzati nell'esecuzione dei test con la coppia di mezze corde:



Nel caso di passaggio alternato delle mezze corde nei rinvii è però assolutamente improponibile l'assicurazione con un unico mezzo barcaiolo o con un unico otto, con inserimento sia classico che sfalsato: nel trattenere la caduta, infatti, solo una delle due corde entra in azione nel freno, col risultato che esse si danneggiano reciprocamente, fino a fusione, per effetto dello sfregamento reciproco. Ciò non avviene col tuber; nel quale le due corde agiscono in modo indipendente l'una dall'altra all'interno di due gole separate, determinando però scorrimenti elevati, quindi di difficile controllo.

Si può notare come i valori siano compresi fra i 900-1000 daN del GriGri (assai vicini a quelli che si verificano nel caso di caduta a corda bloccata) e i 150-200 daN dell'otto veloce che presenta però un elevatissimo scorrimento della corda nel freno tale da renderne estremamente difficoltoso l'arresto.

Il GriGri non può essere considerato un vero e proprio freno bensì un bloccante (lo scorrimento della corda nel freno varia da 5 a 35 cm, a seconda del tipo di corda impiegato); facciamo notare inoltre che il GriGri è un freno "passivo", che non richiede cioè la partecipazione di chi assicura (conseguentemente, l'operazione di frenatura, non è influenzata dall'abilità dell'assicuratore).

Ricordiamo che se s'impiegano due mezze corde, passandole alternativamente nei rinvii, gli unici freni in grado di funzionare correttamente sono la placchetta Sticht e il tuber in quanto il macchinoso impiego di due mezzi barcaioli, ovviamente su due moschettoni indipendenti, presenta notevoli difficoltà di manovra.

In alcuni casi (ancoraggi affidabili, roccia buona-ottima) è opportuno utilizzare freni che presentano valori medio alti di forza frenante, con conseguenti minori scorrimenti ed un'evidente maggiore facilità di tenuta. Nel caso qui trattato (si ricorda che stiamo parlando di assicurazione su terreni delicati e precari) vanno vivamente consigliati freni che presentino bassi valori di forza frenante e corrispondentemente notevoli scorrimenti; questi ultimi possono però essere controllati in modo abbastanza agevole se si considera che, specie su ghiaccio, l'impiego dei guanti rientra nella normalità e di conse-

guenza viene a cadere il problema di bruciarsi le mani (attenzione comunque ad utilizzare guanti che consentano una buona presa sulle corde).

Parte sperimentale: test di caduta in diverse condizioni operative

Presso la Torre di Padova si è eseguita una consistente sperimentazione, suddivisa in varie sessioni di prove (1/3 e 25/10/97, 28/2 e 7/3/98), allo scopo di definire gli effetti del volo del capocordata trattenuto, in condizioni di assicurazione dinamica, da una corda semplice o da una coppia di mezze corde con passaggio appaiato o alternato nei rinvii (in quest'ultimo caso, come già esposto, la trattenuta della caduta e l'azione del freno vengono svolte da una sola delle due mezze corde. Più in particolare, sono stati determinati la corsa della corda nel freno e le forze applicate alla sosta e all'ultimo rinvio (punto critico del sistema in quanto vi si sommano le forze che agiscono sui due rami di corda, paralleli nelle condizioni di prova, che vanno alla sosta e all'arrampicatore), verificando anche come tali parametri vengano influenzati dal tipo di freno utilizzato (mezzo barcaiolo, otto, tuber).

In pratica, si è cercato di stabilire sperimentalmente quali siano le condizioni di assicurazione migliori in termini di funzionalità e di riduzione delle forze in gioco, in particolare quelle sull'ultimo rinvio. A tal fine sono state eseguite prove:

1. trattenendo la caduta sia con corda semplice diametro 10,5 mm che con coppia di mezze corde, diametro 8,5 mm, passando quest'ultime sia appaiate che alternate nei rinvii secondo la configurazione illustrata più avanti;
2. eseguendo l'assicurazione con freni dotati di diverse caratteristiche di scorrimento, quali il mezzo barcaiolo, l'otto e il tuber;
3. variando opportunamente il fattore di caduta (F_c) da 0,5 fino 1,5 con altezza del volo costante ($H_o = 6$ m per tutti i test, ossia lasciando cadere la massa di 80 kg da 3 m sopra l'ultimo rinvio) e modificando adeguatamente la posizione della sosta in modo da agire con tratti di corda di diversa lunghezza.

I risultati ottenuti, raggruppati in serie omogenee di condizioni operative e per tipo di freno

usato, sono riportati in tabella e vengono di seguito sinteticamente commentati con particolare attenzione ai valori di forza applicata all'ultimo rinvio.

1 - Effetto del tipo di corda e delle modalità di impiego

È anzitutto interessante rilevare come le forze applicate all'ultimo rinvio siano sempre medio-alte quando s'impiega una corda semplice. Utilizzando una coppia di mezze corde con passaggio appaiato nei rinvii, tali valori tendono ad aumentare leggermente (circa il 10%), mentre diminuiscono vistosamente con la tecnica del passaggio alternato, con riduzione del 30-40%. Tale comportamento risulta analogo per tutti i tipi di freno utilizzati, sembra cioè essere indipendente dalla tecnica di assicurazione adottata, anche se in realtà, come vedremo, il sistema frenante (ossia tipo di freno + mano che tiene) svolge un ruolo fondamentale nella modulazione delle forze in gioco.

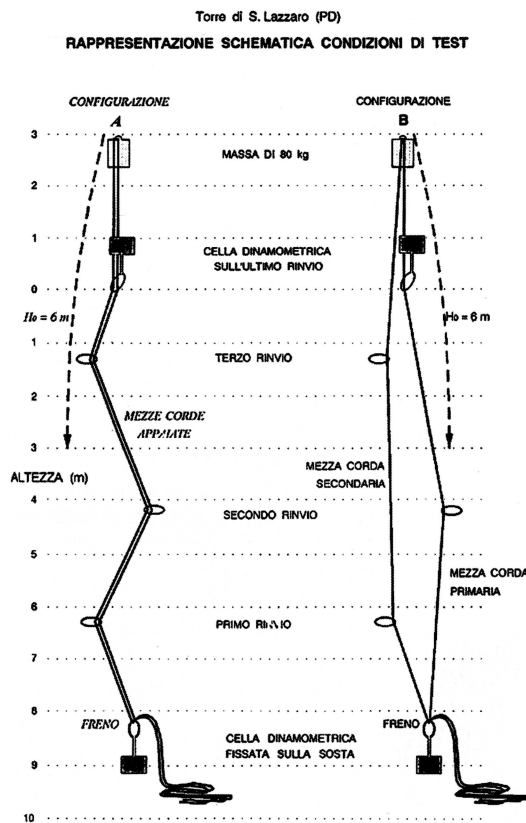
A questo riguardo, è forse utile precisare come la vistosa riduzione delle forze applicate all'ultimo rinvio nel caso delle due mezze corde, con passaggi alternati nei moschettoni, non derivi dalla maggiore elasticità della mezza corda che agisce da sola, quanto piuttosto dalla più ridotta efficienza del freno (in termini di attrito ivi sviluppato dalla singola mezza corda) e soprattutto dalla difficoltà da parte di chi assicura di effettuare una buona trattenuta su un'unica corda sottile: se la forza che agisce sul tratto di corda a monte del freno è bassa (mano che tiene poco efficace), anche le altre forze in gioco sono di conseguenza modulate su valori bassi. Ne deriva che, per un'elementare regola di bilancio energetico le corse nel freno siano ovviamente elevate.

In altre parole: la corda semplice e la coppia di mezze corde appaiate s'impugnano bene, la trattenuta della mano è efficace, l'attrito nel freno è notevole per cui la corsa è modesta e le forze applicate alla sosta e all'ultimo rinvio rilevanti; al contrario, con la coppia di mezze corde con passaggi alternati nei rinvii, l'azione frenante viene svolta su una sola delle mezze corde, la trattenuta diventa problematica, la corsa nel freno è elevata e quindi le forze applicate alla sosta e all'ultimo rinvio si mantengono basse.

2 - Effetto del tipo di freno

Nelle condizioni esaminate, il comportamento del mezzo barcaiolo risulta in pratica equivalente a quello dell'otto (corsa della corda nel freno e valori delle forze applicate alla sosta e all'ultimo rinvio, analoghi per entrambi gli attrezzi); ciò non deve stupire, specie se si considera che nei test in questione gli angoli di entrata-uscita della corda nel freno sono sfavorevoli nel caso del mezzo barcaiolo (mezzo giro in meno, effetto della trazione verso l'alto), ottimali invece nel caso dell'otto. Il tuber fa registrare scorrimenti decisamente più elevati rispetto al mezzo barcaiolo e all'otto, con corrispondenti valori delle forze applicate all'ultimo rinvio notevolmente inferiori.

È da rilevare infine, come già esposto, che nell'impiego delle mezze corde con passaggi alternati nei rinvii, è assolutamente improponibile l'assicurazione con un unico mezzo barcaiolo o con l'otto. Infatti, nel trattenere la ca-



duta, solo una delle due corde entra in azione nel freno col risultato che esse si danneggiano (vedi figura) per l'effetto dello sfregamento dell'una sull'altra (possono giungere fino alla fusione!). Ciò non avviene col tuber, attrezzo nel quale le due corde agiscono all'interno di due gole separate.

3 - Effetto del fattore di caduta

Il parametro "fattore di caduta" è qui usato, anche se impropriamente, perché rende con immediatezza le condizioni dei test realizzati con altezza di caduta costante. Si precisa che si sono eseguite prove a fattore di caduta $f=0.5$ e $f=1.5$; al riguardo, può essere utile sottolineare come in pratica ciò significhi maggiore lunghezza di corda e molti rinvii nel primo caso, ridotta lunghezza di corda con un solo rinvio nel secondo caso.

Esaminando i risultati ottenuti, si osserva che le forze applicate alla sosta non sono influenzate dal fattore di caduta; la forza di attivazione del freno non varia, infatti, sostanzialmente a parità delle altre condizioni operative, come è ovvio che sia trattandosi di una caratteristica intrinseca del freno stesso. Cambiano invece i valori di corsa della corda nel freno e di carico sull'ultimo rinvio. In che termini? A parità di tutte le altre condizioni, all'aumentare del fattore di caduta cresce vistosamente la corsa della corda nel freno, e si riduce sensibilmente il carico sull'ultimo rinvio, secondo un comportamento che dipende da come il sistema si attiva per dissipare l'energia cinetica sviluppata durante il volo.

Con fattore di caduta basso, l'energia viene smaltita in prevalenza per deformazione della corda (molto lunga in questo caso) e per attrito sui numerosi rinvii: è sufficiente quindi una modesta corsa della corda nel freno per dissipare la scarsa energia residua. Al contrario, con fattore di caduta elevato, l'assorbimento di energia da parte di corda e rinvio è bassa; prevale quindi la dissipazione sul freno che si manifesta con una corsa di rilevante ampiezza.

Per quanto riguarda i carichi sull'ultimo rinvio, infine, è chiaro che essi sono condizionati dagli sforzi via, via crescenti che si determinano, per attrito sui moschettoni, lungo i vari tratti di corda tra rinvio e rinvio. Quanto più numerosi sono i rinvii (fattore di caduta basso), tanto maggiore è l'attrito e quindi più elevata è la tensione sul ramo di corda in entrata sull'ultimo rinvio, con conseguente incremento del carico globale ivi applicato.

4 - Fattore di riduzione dei carichi sull'ultimo rinvio

Si tratta di un confronto che riteniamo interessante, anche perché conferma i risultati di un buon lavoro svolto in precedenza dal collega Patrizio Casavola.

Durante la caduta, come è noto, la corda che scorre nel moschettone dell'ultimo rinvio, per effetto dell'attrito ivi prodotto, presenta sforzi diversi nel ramo che va alla sosta rispetto a quello che va all'alpinista. In particolare il rapporto (o fattore di riduzione) tra lo sforzo F_2 del ramo che va all'arrampicatore e lo sforzo F_1 del ramo che va alla sosta era stato a suo tempo stimato, su rami di corda paralleli, essere $F_2/F_1 = 1.7$ (test eseguiti solo su una corda semplice, ma in condizioni pseudo statiche, ossia a velocità di scorrimento molto basse). Ebbene, attraverso l'elaborazione della ponderosa mole di dati in nostro possesso, relativi ora a test eseguiti in condizioni dinamiche (quindi molto più aderenti alle condizioni reali di impiego) su diversi tipi di corda, è risultato mediamente quanto segue:

- $F_2/F_1=1.47$ corda semplice, diametro 10.5 mm
- $F_2/F_1=1.50$ coppia di mezze corde, diametro 8.5 mm
- $F_2/F_1=1.35$ singola mezza corda, diametro 8.5 mm

I valori delle nostre elaborazioni sono di poco



camicia fusa per sfregamento (passaggio alternato nei rinvii, corde accoppiate nel mezzo barcaiolo)

inferiori rispetto a quelli a suo tempo rilevati in condizioni statiche. Infine, gli scostamenti, peraltro modesti, fatti registrare sia dalla singola mezza corda che dalla coppia di mezze cor-

de, sono chiaramente da imputarsi alle diverse condizioni di contatto sul moschettone di rinvio della due strutture in questione, morfologicamente molto differenti.

Ringraziamenti - Gli autori ringraziano i colleghi della Commissione Materiali e Tecniche VFG, in particolare l'ing. Lorenzo Contri per gli utili consigli ed i preziosi suggerimenti forniti per la stesura del presente articolo. Ringraziano inoltre Vellis Baù, Gianni Bavaresco, Sandro Bavaresco e l'ing. Antonio Carboni per la preziosa e qualificata collaborazione nell'esecuzione dei test pratici effettuati alla Torre di S. Lazzaro (Pd).

CONFRONTO PRESTAZIONI NEL CASO DI VOLI TRATTENUTI DA UNA CORDA SEMPLICE E DA UNA COPPIA DI MEZZE CORDE CON PASSAGGIO ALTERNATO O APPAIATO NEI RINVII

TEST N°	TIPO DI CORDA	CONDIZIONI DI TEST						FRENO IN SOSTA					CARICO AL RINVIO kp	NOTE							
		TIPO DI CONFIGURAZ.	L ₁ m	L ₂ m	H ₀ m	F _c H ₀ /L	tipo	corsa m	carico kp	agente in sosta	note										
18-28	UNA CORDA	A	9	3	6	0.5	½ BARC	0,73	154	Bressan		636									
21-28	SEMPLICE	A					½ BARC	0,41	175	Baù		685									
1-28	DUE MEZZE CORDE	A (appaiate)					½ BARC-2	0,42	188	Bressan		760									
2-28		A (appaiate)					½ BARC-2	0,49	179	Bressan		722									
30-28		A (appaiate)					½ BARC-2	0,54	271	Baù		709									
14-28		A (appaiate)					½ BARC-2	0,59	177	Baù		730									
17-28		A (appaiate)					½ BARC-2	0,37	194	Baù		787									
4-28		B (alternate)					½ BARC-2	0,88	199	Bressan		517	(1)								
5-28		B (alternate)					½ BARC-1	2,50	131	Bressan		365									
6-28		B (alternate)					½ BARC-1	1,52	169	Bressan		470									
19-28	UNA CORDA	A					9	3	6	0.5	OTTO	0,75	153	Bressan		635					
22-28	SEMPLICE	A									OTTO	0,59	166	Baù		691					
7-28	DUE MEZZE CORDE	A (appaiate)									OTTO-2	0,56	162	Bressan		688					
15-28		A (appaiate)									OTTO-2	0,50	179	Baù		742					
13-28		B (alternate)									OTTO-2	2,9 + 0,6	119	Bressan	@	327	(2)				
8-28		B (alternate)									OTTO-2a	4,0 + 1,0	111	Bressan	@	256	(2)				
9-28		B (alternate)									OTTO-2b	2,7 + 0,6	128	Bressan	@	351	(2)				
20-28	UNA CORDA	A									9	3	6	0.5	TUBER	1,08	121	Bressan		528	
23-28	SEMPLICE	A													TUBER	0,93	140	Baù		576	
10-28	DUE MEZZE CORDE	A (appaiate)													TUBER-2	0,97	128	Bressan		558	
11-28		A (appaiate)					TUBER-2	0,90	139	Bressan						603					
16-28		A (appaiate)					TUBER-2	0,93	130	Baù						564					
12-28		B (alternate)					TUBER-2	4,2 + 1,1	106	Bressan					@	260					
17-07	UNA CORDA	UN SOLO RINVIO	1	3	6	1.5	½ BARC	1,82	153	Bressan						449					
22-07	SEMPLICE						½ BARC	1,55	171	Bressan						457					
01-07	DUE						½ BARC-2	0,85	278	Bressan		770									
13-07	MEZZE						½ BARC-1	3,90	130	Bressan		309									
08-07	CORDE						TUBER-2	2,26	162	Bressan		472									

LEGENDA

½ BARC: assicurazione con corda semplice su mezzo barcaiolo; ½ BARC-1: mezzo barcaiolo su una sola mezza corda; ½ BARC-2: mezzo barcaiolo su entrambe le mezze corde.

OTTO: assicurazione con corda semplice su otto classico; OTTO-2: otto classico su entrambe le mezze corde; OTTO-2a: otto con passaggio corda primaria su moschettone (tipo otto veloce), secondaria su otto classico; OTTO-2b: otto con passaggio corda primaria su otto classico, secondaria su moschettone.

TUBER: assicurazione con corda semplice su tuber; TUBER-2: passaggio di entrambe le mezze corde nel tuber.

@: per effetto dell'elevata corsa della corda primaria nel freno, anche la secondaria è entrata in azione (con corsa ovviamente inferiore!).

(1): fusione camicia corda primaria, rottura camicia corda secondaria.

(2): corda secondaria segata!