CSMT- TORRE di PADOVA

1990 -2004 Torre S. Lazzaro

2005 Parco Brentella – Impianti Sportivi F. Raciti

PRESENTAZIONE

- Illustrazione della Torre e degli strumenti (loro funzionamento);
- Cenni su fattore di caduta, forza d'arresto, effetto rinvio, ecc.

UTILIZZO

La struttura tecnica della Torre è particolarmente idonea ad eseguire prove e test dove sia necessario simulare un effetto dinamico affine ad una caduta.
La precisione dei risultati è sufficiente ad inquadrare i problemi tecnici che stanno alla base della sperimentazione e a fornire risultati attendibili, il tutto con notevole flessibilità operativa e con costi sostenibili.
Nel caso fossero necessarie maggiori accuratezze sarà sempre possibile affinare le prove presso un apposito laboratorio dove sono disponibili specifiche attrezzature.

L'attività prevalente consiste in:

- esecuzione di prove sperimentali a supporto degli studi della Commissione Centrale Materiali e Tecniche (CCMT) ora Centro Studi Materiali e Tecniche (CSMT)
- esecuzione di prove sperimentali per gli studi della Commissione Interregionale FVG Materiali e Tecniche ora Struttura periferica Veneto Friulana Giuliana.
- attività didattica al fine di evidenziare con le prove sperimentali, dopo una sintetica descrizione teorica, gli aspetti relativi al comportamento delle corde e dei materiali utilizzati con particolare riferimento a:
    - forza d'arresto con corda bloccata in funzione del fattore di caduta
    - forza sulla sosta, o sull'ultimo rinvio, con caduta frenata
    - influenza dei rinvii nel caso di caduta frenata
    - comportamento dei moschettoni in funzione delle forze misurate nelle varie prove
    - prove con diversi tipi di freno: nodo mezzo barcaiolo, otto, tuber, placca Sticht, ecc.)
    - test di assicurazione ventrale
    - test effettivi di assicurazione cadute da piattaforma (voli).

GESTIONE

Le attività didattiche della Torre sono in genere gestite dalla Struttura periferica VFG.

ESECUZIONE DI PROVE SPERIMENTALI A SUPPORTO DEGLI STUDI DEL CSMT

Le prove vengono pianificate ed eseguite secondo richiesta del Centro Studi.

ESECUZIONE DI PROVE SPERIMENTALI PER GLI STUDI DELLA STRUTTURA PERIFERICA VFG

Le prove vengono pianificate ed eseguite secondo i programmi della Struttura periferica.

ATTIVITÀ DIDATTICA

L'attività viene pianificata ed eseguita secondo le richieste pervenute alla Struttura periferica FVG che gestisce le attività della Torre; l'attività consiste nelle prove descritte nel seguito.
I partecipanti agli stage devono essere in regola con la copertura assicurativa stabilita, prendere visione del regolamento e controfirmare per accettazione.

PROVE A CORDA BLOCCATA

Descrizione

Una massa di circa 80 kg (a cui corrisponde una forza peso di 80 daN), vincolata tra due guide verticali, scorre sulle stesse con attrito in pratica trascurabile ai fini della prova.
Lo spezzone di corda in prova, viene legato ad un'estremità alla massa, mentre l'altro capo è collegato con un nodo ad un punto fisso dotato di una cella di carico (gli spezzoni di lunghezza precisa sono, prima del test, pretensionati applicando la massa per ca. 30 secondi). Un'opportuna strumentazione permette di misurare la forza che si genera durante la fase di arresto della massa.
Durante l'esecuzione delle prove, la massa può essere portata in varie posizioni al fine di realizzare prove con fattore di caduta (fc) pari a 1 e prove con fattore di caduta pari a 2 in particolare vengono effettuate:

- cadute con fc = 1 su uno-due spezzoni di corda (lunghezza 2 m), sino a rottura, per illustrare il funzionamento generale del sistema, le variazioni dei valori nel caso di ripetizioni sullo stesso spezzone, la ripetitività della prova su un nuovo spezzone;
- cadute con fc = 1 su uno-due spezzoni di corda (lunghezza 3 e 4 m) per constatare la costanza della forza;
- cadute con fc = 2 su uno-due spezzoni di corda (lunghezza 2 e 3 m) a completamento dell'illustrazione del fattore di caduta.

Scopo della prova

- Misurare e registrare l'andamento delle forze che si scaricano sul punto fisso (sosta);
- Valutare i risultati in funzione del numero di cadute, del fattore di caduta, ecc.;
- Valutare il comportamento della corda sino alla rottura.

PROVE CON CORDA FRENATA SULLA SOSTA

Descrizione

Una massa di circa 80 kg (a cui corrisponde una forza peso di 80 daN), vincolata tra due guide verticali, scorre sulle stesse con attrito in pratica trascurabile ai fini della prova.
Sul punto fisso, dotato di una cella di carico che permette di misurare la forza che si genera durante la fase di frenatura, viene connesso un moschettone a ghiera a base larga.
Un'estremità dello spezzone di corda in prova viene legata alla massa e la corda stessa è fatta passare attraverso il moschettone di sosta, realizzando, di fatto, il freno con un nodo mezzo barcaiolo.

Durante la prova "l'assicuratore" tiene la corda simulando la manovra di "dare corda" e facendo attenzione a non rovesciare il mezzo barcaiolo.
Durante l'esecuzione delle prove, la massa può essere portata in varie posizioni al fine di realizzare prove con diverse "altezze di caduta", in particolare:

- cadute assicurate da diverse operatori, senza rinvii, indicativamente con altezza di caduta H = 1 - 2 m, impiegando come freno il mezzo-barcaiolo e/o l'Otto;
- esposizione dei dati disponibili a conferma della validità delle prove;
- eventuali ripetizioni di cadute da altezza superiore.

Scopo della prova
- Misurare e registrare l'andamento delle forze che si scaricano sul punto fisso - *sosta* - durante la frenatura;
- Misurare lo "scorrimento", cioè la quantità di corda che scorre dall'inizio della frenatura sino al suo arresto;
- Valutare i risultati in funzione dei parametri della prova (altezza di caduta, comportamento dell'assicuratore in ermini di reazione, forza di trattenuta, ecc.);
- Discutere con l'assicuratore sui vari aspetti della sua manovra di frenatura.

PROVE CON CORDA PASSATA SU UNO O PIÙ RINVII E FRENATA SULLA SOSTA
Descrizione
Una massa di circa 80 kg (a cui corrisponde una forza peso di 80 daN), vincolata tra due guide verticali, scorre sulle stesse con attrito in pratica trascurabile ai fini della prova. Sul punto fisso, dotato di una cella di carico che permette di misurare la forza che si genera durante la fase di frenatura, viene montato un moschettone di rinvio.
Un'estremità dello spezzone di corda in prova viene legata alla massa; il rimanente spezzone di corda è fatto passare attraverso il moschettone di rinvio, agli altri eventuali rinvii, ed infine attraverso il moschettone a ghiera a base larga, montato sulla sosta, dove, di fatto, viene realizzato il nodo mezzo barcaiolo o è collegato un altro tipo di freno.
Durante la prova "l'assicuratore " tiene la corda simulando la manovra di "dare corda".
Durante l'esecuzione delle prove, la massa può essere portata in varie posizioni al fine di realizzare prove con diverse "altezze di caduta".
Durante l'esecuzione delle prove possono essere utilizzati diversi tipi di freno in particolare:

- cadute assicurate da diverse operatori, con uno o più rinvii, indicativamente con altezza di caduta H = 1 - 2 m, impiegando come freno il mezzo barcaiolo, l'Otto, il Tuber, la placca Sticht, ecc.;
- esposizione dei dati disponibili a conferma della validità delle prove;
- eventuali ripetizioni di cadute da altezza superiore.

Scopo della prova
- Misurare e registrare l'andamento delle forze che si scaricano sul punto fisso - *rinvio* - durante la frenatura;
- Misurare lo "scorrimento", cioè la quantità di corda che scorre, in sosta, dall'inizio della frenatura all'arresto;
- Valutare i risultati in funzione dei parametri della prova (altezza di caduta, comportamento dell'assicuratore in termini di reazione, forza di trattenuta, ecc.);
- Confrontare i risultati con i diversi tipi di freno;
- Confrontare i risultati tra la prova frenata senza rinvio e la prova frenata con rinvio;
- Discutere con l'assicuratore l'effetto della manovra di frenatura.

PROVE CON CORDA PASSATA SU PIÙ PUNTI DI RINVIO E ASSICURAZIONE "VENTRALE"

Descrizione

Una massa di circa 80 kg (a cui corrisponde una forza peso di 80 daN), vincolata tra due guide verticali, scorre sulle stesse con attrito praticamente trascurabile ai fini della prova.
Sul punto fisso, dotato di una cella di carico che permette di misurare la forza che si genera durante la fase di frenatura, viene montato un moschettone di rinvio; in seguito vengono predisposti altri rinvii.
Un'estremità dello spezzone di corda in prova viene legata alla massa; il rimanente spezzone di corda viene fatto passare attraverso i moschettoni di rinvio ed infine sul moschettone a ghiera a base larga, collegato all'imbracatura, dove, di fatto, è realizzato il nodo mezzo barcaiolo o viene connesso un altro tipo di freno.
Durante la prova "l'assicuratore ", adeguatamente assicurato, tiene la corda simulando la manovra di "dare corda". Durante l'esecuzione delle prove, la massa può essere portata in varie posizioni al fine di realizzare prove con diverse " altezze di caduta".
Durante l'esecuzione delle prove possono essere utilizzati diversi tipi di freno.

Scopo della prova

- Allestire una sosta con assicurazione in vita;
- Simulare la trattenuta con assicurazione in vita e valutare il suo comportamento;
- Misurare e registrare l'andamento delle forze che si scaricano sul punto fisso - *rinvio* - durante la frenatura;
- Misurare lo "scorrimento", cioè la quantità di corda che scorre, sul freno posto all'imbracatura, dall'inizio della frenatura all'arresto;
- Valutare i risultati in funzione dei parametri della prova (altezza di caduta, comportamento dell'assicuratore in termini di reazione, forza di trattenuta, ecc.;
- Confrontare i risultati con i diversi tipi di freno;
- Discutere con l'assicuratore l'effetto della manovra di frenatura.

PROVA DI COMPORTAMENTO DI UN MOSCHETTONE A LEVA APERTA

Descrizione

Una massa di circa 80 kg (a cui corrisponde una forza peso di 80 daN), vincolata tra due guide verticali, scorre sulle stesse con attrito praticamente trascurabile ai fini della prova.
Sul punto fisso, dotato di una cella di carico che permette di misurare la forza che si genera durante la fase di frenatura, viene montato un moschettone di rinvio a leva aperta.
Un'estremità dello spezzone di corda in prova viene legata alla massa; il rimanente spezzone di corda viene fatto passare attraverso il moschettone di prova - predisposto a leva aperta - ed infine sul moschettone a ghiera a base larga, montato sulla sosta, realizzando il freno con il nodo mezzo barcaiolo o connettendo un altro tipo di freno.

Scopo della prova

- Valutare il comportamento del moschettone a leva aperta;
- Misurare e registrare l'andamento delle forze che si scaricano sul moschettone durante la prova;
- Confrontare la forza misurata con il carico massimo ammissibile (a leva aperta) dichiarato dal costruttore.

PROVE EFFETTIVE DI ASSICURAZIONE CADUTE DA PIATTAFORMA (VOLI)

Descrizione

La prova si svolge in coppia: un partecipante effettua la caduta (volo), mentre l'altro - l'assicuratore - da terra, frena la caduta mediante assicurazione in vita, freno di vario tipo (mezzo barcaiolo, Otto, Tuber, ecc.) o Gri-Gri. Entrambi i partecipanti devono essere equipaggiati con imbracatura, longe di sicurezza e casco.

Il compagno che effettua la caduta frenata sale sull'apposita piattaforma seguendo le istruzioni del personale addetto e si assicura con la longe in attesa di eseguire il volo; seguendo le istruzioni del personale addetto si lega alla corda d'assicurazione che passa attraverso un moschettone agganciato in un punto fisso (viene utilizzata anche una seconda corda di sicurezza di lunghezza prestabilita - per fermare in ogni caso la caduta ad un'altezza di sicurezza - che viene altresì collegata all'imbracatura per mezzo di un moschettone a ghiera).

L'assicuratore, a terra, collega la corda all'imbracatura con il freno prescelto.

Il personale sulla piattaforma controlla la correttezza dei collegamenti alla corda principale e alla corda di sicurezza mentre il personale a terra controlla la correttezza dell'assicurazione ed assiste l'assicuratore stesso.

Quando tutto è verificato con esito positivo il personale della piattaforma, autorizza la caduta e il partecipante si lascia cadere seguendo le istruzioni; l'assicuratore a terra effettua la frenatura con l'eventuale assistenza del personale addetto.

La prova viene ripetuta con la corda eventualmente passata in uno o più rinvii.

Scopo della prova

- Simulare, in condizioni di sicurezza, una caduta frenata;
- Simulare una prova di assicurazione dinamica (freno in vita), con operatore adeguatamente assicurato, a dimostrazione che, in assenza di altri rinvii intermedi, l'assicuratore è irrimediabilmente sollevato dal suolo;
- Discutere con il partecipante, l'effetto del volo;
- Discutere con l'assicuratore, l'effetto della manovra di frenatura;
- Valutare l'effetto dei rinvii.

PROVE SU MATERIALI VARI (CORDINI, FETTUCCE, PREPARATI, DISSIPATORI, ECC.)

Test eventuali di resistenza alla rottura di cordini, fettucce, preparati, ecc. e di scorrimento su vari tipi di dissipatori.

MATERIALI OCCORRENTI ALLO STAGE

STRUMENTAZIONE (a cura della Struttura periferica)

- trasduttori di forza (celle), amplificatori, strumentazione di registrazione, connettori e freni vari

MATERIALE DI PROVA (a cura dei partecipanti)

Corda - le varie prove non richiedono necessariamente corde nuove; generalmente con una corda da 50 m si copre l'intera sessione dimostrativa (i test a corda bloccata richiedono 5/6 spezzoni per complessivi 14/16 m di corda).

Varie - imbracatura, casco, moschettoni (ghiera e non), freni vari (Otto, placca Sticht, Tuber, ecc.), cordini, fettucce, ecc.

DOCUMENTAZIONE

Si riportano due articoli pubblicati sulle "Alpi Venete" - primavera-estate 2002 - "Alpi Venete" - autunno-inverno 2002-2003, a cura di Antonio Carboni, Commissione V.F.G. Materiali e Tecniche (Sezione Cai Padova), con la descrizione della Torre, delle prove che vengono effettuate e degli aspetti teorici che stanno alla base delle stesse.

LA TORRE DI PADOVA:
Didattica sulla Catena di Assicurazione e Test dei Materiali Alpinistici

Prima Parte

1. Introduzione

La Torre si trova nell'area adiacente al Palazzetto dello Sport di S. Lazzaro, nelle vicinanze dell'uscita autostradale di Padova Est. Deve la sua origine da un'idea di Giuliano Bressan, di Giuseppe Secondo "Bepi" Grazian e dell'ing. Carlo Zanantoni, all'epoca Presidente della Commissione Centrale Materiali e Tecniche. Giuliano e Bepi, Istruttori Nazionali della Scuola di Alpinismo "Franco Piovan" del CAI di Padova, erano invece entrambi membri della Commissione Materiali e Tecniche VFG. Il "trio" aveva capito come una struttura simile al Dodero avrebbe permesso lo svolgimento, in tempi brevi, di un gran numero di prove sui materiali di alpinismo e di rendere i test ripetibili, grazie a condizioni controllate. La torre, ricavata da un ex traliccio Enel dell'altezza di 16 metri, opportunamente rinforzato e modificato, è stata completata nel 1990 e consente la caduta di una massa di 80 kg in assenza di attriti, per un'altezza complessiva di circa 12 metri. La massa scorre mediante cuscinetti a sfere lungo due binari collocati al centro del traliccio, quindi in presenza di attriti trascurabili. Sul traliccio originale sono state inserite due piattaforme a differenti altezze, per ospitare le persone che effettuano le prove o che vi assistono. Negli anni successivi sono state aggiunte un'appendice unita al corpo principale da una trave posta a 12 metri di altezza, dalla quale gli utenti possono provare l'ebbrezza del volo in totale sicurezza, ed una parete attrezzata posta alla base dove si possono eseguire tutti i tipi di soste per provare le varie tecniche di assicurazione. Qualche anno fa è stata addirittura approntata una pista di sabbia, lunga una trentina di metri, che consentiva di utilizzare la caduta della massa per simulare la caduta del compagno di cordata in un crepaccio; le prove servivano a valutare il modo migliore per legarsi durante l'attraversamento di un ghiacciaio e permettere di conseguenza al secondo (o ai secondi) di cordata di fermare più agevolmente la caduta del primo.

La Torre di Padova è una struttura unica al mondo, lo diciamo con un pizzico di orgoglio, ma anche con gran riconoscenza verso coloro che l'hanno voluta con tutte le loro forze ed hanno impiegato tempo ed energie per la sua realizzazione. Essa costituisce un'eccezionale palestra per gli alpinisti poiché consente di provare moltissime tecniche di assicurazione, oltre che di effettuare test sulla resistenza dei materiali alpinistici.

2. Tipi di Prove

In questa prima parte dell'articolo vogliamo illustrare le prove che vengono effettuate durante una normale sessione didattica, utilizzando la caduta della massa nella "zona traliccio". I test vengono svolti utilizzando la massa di 80 kg alla quale viene legato uno spezzone di corda. Il secondo capo dello spezzone viene collegato in modo diverso secondo il tipo di prova che si sta svolgendo.

Vengono effettuati essenzialmente quattro tipi di prove:

- prove di caduta con corda bloccata;
- prove di caduta con l'utilizzo di un freno, senza rinvii;
- prove di caduta con l'utilizzo di un freno in presenza di rinvii;
- prove di rottura di un moschettone.

I risultati delle prove di rottura di un moschettone sono già stati presentati in un precedente articolo su questa rivista [1], dove sono state sviluppate considerazioni sull'importanza della scelta del tipo di moschettone adatto all'utilizzo specifico che se ne vuole fare (moschettone per rinvio, da ferrata, per mezzo barcaiolo, a basso carico). Si sconsigliava inoltre l'utilizzo, nei rinvii, di moschettoni con carico di rottura non sufficientemente elevato, come ad esempio nel caso dei moschettoni di tipo "L".

Verranno quindi presentate in questa sede gli altri tre tipi di prove: le prove di caduta con corda bloccata (in quest'articolo) e le prove in presenza di un freno (prossimo articolo).

In tutti questi tipi di prove la massa viene portata ad una certa altezza, quindi viene fatta cadere: la sua energia potenziale si trasforma in energia cinetica tanto maggiore quanto più grande è la lunghezza del volo. Quando la corda entra in tensione frena la massa fino a fermarne il volo (tranne, ovviamente, nel caso di rottura della corda), trasferendo sulla sosta e sul rinvio (se presente) una forza uguale e contraria rispetto a quella cui è sottoposta la massa.

3. Il Sistema di Misura

La torre dispone di un sistema di misura che permette di determinare l'andamento della forza in funzione del tempo ed il valore della forza d'arresto che si sviluppa sulla sosta (oppure sull'ultimo rinvio) durante la fase di frenaggio della massa che cade. Come è noto, la Forza d'Arresto è il valore massimo dell'andamento della Forza in funzione del tempo:

$$F_{ARR} = MAX\ F(t)$$

Il sistema di misura è composto da una cella di carico e da strumento dotato di display sul quale compare direttamente il valore della forza d'arresto . Un registratore a carta, simile a quelli utilizzati per l'elettrocardiogramma, serve invece alla misurazione del valore della forza in funzione del tempo *(non più utilizzabile-prevista la sostituzione con PC dedicato)* .

La cella di carico contiene al suo interno un trasduttore, cioè un materiale con la capacità di trasformare una grandezza fisica in un'altra grandezza fisica: in questo caso viene trasformata una deformazione del materiale dovuta alla forza trasmessa dalla corda in una tensione elettrica ad essa proporzionale . Quindi in uscita dalla cella si ha a disposizione una tensione elettrica proporzionale alla forza applicata. Lo strumento a valle è costituito da un voltmetro di picco, che registra il valore massimo della tensione. All'inizio è necessaria un'operazione di taratura che permette di poter leggere sul display un valore di forza espresso in kg-forza (cfr. [1] per un approfondimento sui sistemi di misura della forza: kg-forza, kN, DaN). La presenza del trasduttore è fondamentale poiché disponiamo di strumenti molto precisi per misura di tensioni elettriche anche infinitesimali, invece è molto meno agevole misurare una piccola deformazione di un materiale dovuta alla forza sviluppata dalla corda.

La Commissione Materiali dispone anche di un sistema di misura basato su convertitore analogico/digitale e computer che permette la memorizzazione dei dati e la loro elaborazione, ma non viene utilizzato nelle sessioni di didattica perché meno immediato e più lento a causa dei maggiori tempi di elaborazione.

4. Prove di caduta con corda bloccata

La corda viene legata con un capo alla massa e con l'altro capo ad un moschettone collegato alla cella di carico, che costituisce l'equivalente della sosta: viene cioè simulato un volo in assenza di freno . Ci si può chiedere l'utilità di questa prova poiché si può ritenere una condizione che durante l'arrampicata non si dovrebbe mai presentare. Invece è un caso che può accadere realmente quando è impedito lo scorrimento della corda che entra in tensione, ad esempio perché s'incastra in una fessura o perché si avvolge intorno ad uno spuntone. Inoltre questo tipo di prova, simile ai test delle corde al Dodero, permette di poter valutare le caratteristiche fondamentali di una corda, come la resistenza (attraverso il numero di cadute alle quali resiste prima di rompersi) e la forza di arresto.

Le prove vengono svolte con diverse lunghezze dello spezzone, con corde di marche diverse o con differente stato di usura, con diversi valori del Fattore di Caduta e permettono di chiarire il legame tra l'andamento della forza e tali parametri variabili.

Come è noto il Fattore di Caduta è il rapporto tra l'altezza del volo e la lunghezze della corda interessata:

$$FC = H_{VOLO} \ / \ L_{CORDA}$$

Ecco un esempio dei risultati che abbiamo ottenuto (prove del 29/04/2000, corda con diametro 10,5 mm):

Tabella 1: Esempio di voli con Fattore di Caduta = 1

Fatt. di caduta = 1	**Primo volo (kg-forza)**	**Secondo volo (kg-forza)**	**Terzo volo (kg-forza)**
Lungh. Spezzone = 2 m	520	642	705
Lungh. Spezzone = 4 m	517	643	717

Tabella 2: Esempio di voli con Fattore di Caduta = 2

Fatt. di caduta = 2	**Primo volo (kg-forza)**	**Secondo volo (kg-forza)**	**Terzo volo (kg-forza)**
Lungh. Spezzone = 2 m	707	914	1023 rottura spezzone
Lungh. Spezzone = 4 m	759	951	1138 rottura spezzone

Dai risultati delle prove riportate nelle tabelle 1 e 2 possiamo osservare che il valore della forza d'arresto non dipende dalla lunghezza del volo, ma dal "fattore di caduta": infatti, le differenze dei valori della forza d'arresto tra i voli di 2 e 4 metri nel caso di fattore di caduta = 1 e tra i voli di 4 metri e 8 metri nel caso di fattore di caduta = 2 sono veramente trascurabili. La differenza dei valori ottenuti nell'ultima prova della seconda tabella non è significativa poiché gli spezzoni si sono rotti: le forze d'arresto ottenute in tal caso dipendono in gran parte dal diverso grado di usura degli spezzoni, prelevati da parti diverse della corda.

Tabella 3: Esempio di voli con spezzoni di lunghezza = 4 m (prove del 28/10/2000)

Lungh. Spezzoni = 4 m	**Primo volo (kg-forza)**	**Secondo volo (kg-forza)**	**Terzo volo (kg-forza)**
Fatt. di caduta = 1	682	834	899
Fatt. di caduta = 2	1056	1230 rottura spezzone	

Dalla differenza tra le misure riportate nelle tabella 3 (corda di un certo tipo), con quelle delle tabelle precedenti (corda di tipo diverso), possiamo osservare che i valori di forza d'arresto ottenuti sono fortemente dipendenti dal tipo di corda e dalla sua storia. Infatti, in entrambi i casi si tratta di corde già usate in montagna.

Vogliamo ora approfondire brevemente i risultati ottenuti:

Dipendenza dal Fattore di Caduta

L'energia cinetica della massa (direttamente proporzionale alla sua velocità, e quindi all'altezza di caduta) viene dissipata quasi esclusivamente dall'elasticità della corda. E' chiaro che maggiore è l'altezza di caduta, maggiore sarà l'energia cinetica da dissipare, e di conseguenza maggiore sarà "la difficoltà" della corda nel fermare la massa. La forza d'arresto sarà tanto minore quanto maggiore è l'elasticità della corda. Infatti, se ipotizzassimo di poter utilizzare un elastico per frenare la caduta della massa, avremmo forze d'arresto estremamente basse in quanto la decelerazione sarebbe molto graduale, ma aumenterebbe molto la lunghezza del volo in quanto un elastico si allungherebbe notevolmente. Al contrario, utilizzando una fune d'acciaio aumenterebbe moltissimo la forza d'arresto, in quanto la decelerazione sarebbe elevatissima a fronte di un allungamento della fune praticamente nullo. Si tenga presente al riguardo la seconda Legge di Newton che lega il valore della forza a quello dell'accelerazione (o della decelerazione, che è la stessa cosa!) (cfr. [1]):

F = Massa x Accelerazione

A parità di massa (nel nostro caso 80 kg), maggiore è la decelerazione che la massa subisce per l'intervento della corda, maggiore sarà la forza che si applica sulla massa, quindi anche sulla sosta. Infatti, la forza che agisce sulla massa è la stessa in valore assoluto, ma di verso opposto rispetto a quella che troviamo sulla sosta.

Risulta chiaro pertanto che se aumenta il fattore di caduta, a parità di altezza di caduta diminuirà la quantità di corda che dissipa energia, diminuirà la capacità della corda di allungarsi, aumenterà di conseguenza il valore della decelerazione e quindi della forza di arresto.

Facciamo notare che le norme UIAA, e di conseguenza le norme CE che da esse derivano, impongono un valore massimo della forza d'arresto di 1200 kg-forza al primo volo. Per questioni di manovrabilità ed impiego dei freni le norme stesse impongono altresì un limite all'allungamento delle corde (≤ al 8% per una corda semplice e per una coppia di corde gemellari e ≤ al 10% per una mezza corda - *nella norma vigente ≤ al 10% per la corda semplice e ≤ 12% per una mezza e una coppia di gemellari*: cfr. [1], [2], [3]).

INDIPENDENZA SOSTANZIALE DALLA LUNGHEZZA DEL VOLO

Intuitivamente possiamo immaginare che se è vero che con l'aumentare dell'altezza del volo aumenta l'energia da dissipare, è anche vero che aumenta proporzionalmente anche la quantità di corda che grazie alla propria elasticità si deforma per allungamento e quindi dissipa energia.

AUMENTO DELLA FORZA D'ARRESTO NEI VOLI SUCCESSIVI

Possiamo notare che nei voli successivi il valore della forza d'arresto aumenta a causa del danneggiamento progressivo della corda e di conseguenza della sua diminuita elasticità. Ricordiamo che il rispetto delle norme UIAA e CE impone che il valore della forza d'arresto sia minore o uguale a 1200 kg-forza, come già esposto, solo al primo volo.

Notiamo inoltre che con fattore di caduta = 2 si è verificata la rottura dello spezzone provato in due casi al terzo volo ed in un caso addirittura al secondo volo: cioè le "tenute" della corda sono state rispettivamente 2 colpi e 1 colpo, mentre le normative impongono un minimo di 5 colpi. A tal riguardo vorremmo far notare che:

1 - gli spezzoni appartenevano a corde già usate abbastanza, e quindi non più in possesso delle caratteristiche garantite dal costruttore. Questo dato ci dà un'idea di quanto l'usura intervenga nel decadimento delle caratteristiche della corda: è consigliabile quando si acquista una corda considerare che le caratteristiche, anche di molto superiori a quelle minime, valgono solo per corda nuova - non appena iniziamo ad utilizzarla, queste cominciano a degradarsi per effetto dell'usura. E' bene quindi avere un certo margine di sicurezza per tenerne conto.

2 - le prove al Dodero sono meno "traumatiche" per la corda per due motivi: innanzi tutto perché noi non attendiamo 5 minuti, come richiesto dalle norme, tra un volo e l'altro (durante i quali la corda ha un parziale recupero di elasticità); in secondo luogo nelle prove alla Torre la corda è annodata sia nel capo collegato alla massa, sia in quello collegato alla cella, mentre quest'ultimo è avvolto attorno ad un rullo nel Dodero (e i nodi sono dei punti deboli della corda: cfr. [2]).

5. Andamento della forza in funzione del tempo

Il grafico della forza in funzione del tempo è molto interessante. Quando la massa cadendo inizia a tendere la corda, la forza resistente, dovuta all'allungamento e all'elasticità della corda stessa, viene trasmessa alla sosta aumentando molto rapidamente: da zero si raggiunge il valore massimo in poco più di un decimo di secondo. Tale valore massimo, che costituisce la forza d'arresto, corrisponde al massimo allungamento della corda e rappresenta quindi il punto più basso raggiunto dalla massa (che in quest'istante si trova in stato di quiete). Avendo la massa esaurito la propria energia cinetica, tende ad essere risollevata verso l'alto a causa dell'elasticità della corda stessa. Infatti, in quest'istante la massa è soggetta a due forze:

1 - una forza diretta verso l'alto, pari al valore misurato della forza d'arresto dovuta alla trazione della corda;

2 - una forza diretta verso il basso, di valore molto inferiore, costituita dalla propria forza-peso, dovuta alla gravità terrestre.

Pertanto la massa è risollevata verso l'alto, l'allungamento della corda diminuisce, di conseguenza diminuisce anche il valore della forza sulla sosta fino a ritornare a zero (quando la massa risale al di sopra del punto in cui la corda aveva cominciato a tendersi). In questo momento la corda e la sosta si trovano completamente scariche. Terminato il rimbalzo verso l'alto, la massa ricade trasmettendo alla sosta altre sollecitazioni fino a rimanere appesa alla corda: gli strumenti indicano alla fine la forza-peso della massa, cioè 80 kg-forza.

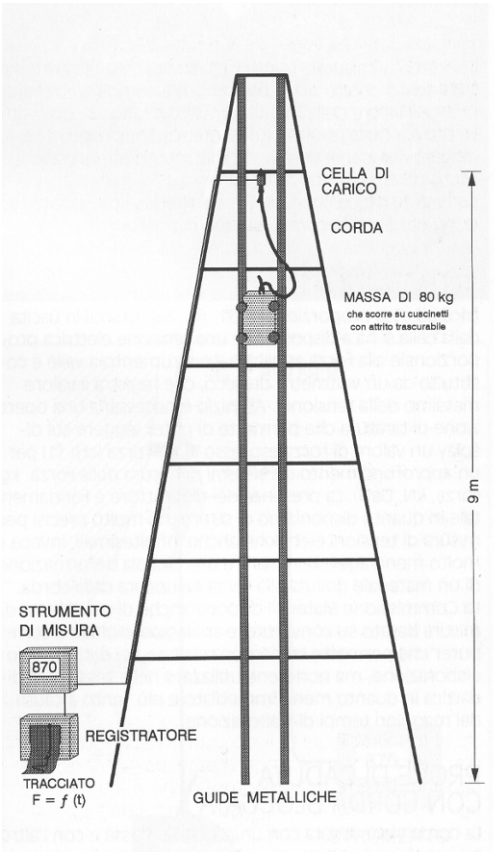
Anche nel grafico si nota chiaramente l'aumento della forza d'arresto nei voli successivi al primo a conferma di quanto già evidenziato nelle tabelle. Dalla discussione precedente possiamo evincere che all'aumento della forza d'arresto nei voli successivi al primo corrisponde un maggiore allungamento della corda necessario per fermare la caduta della massa (dovuto ad una progressiva riduzione delle caratteristiche di elasticità della corda).

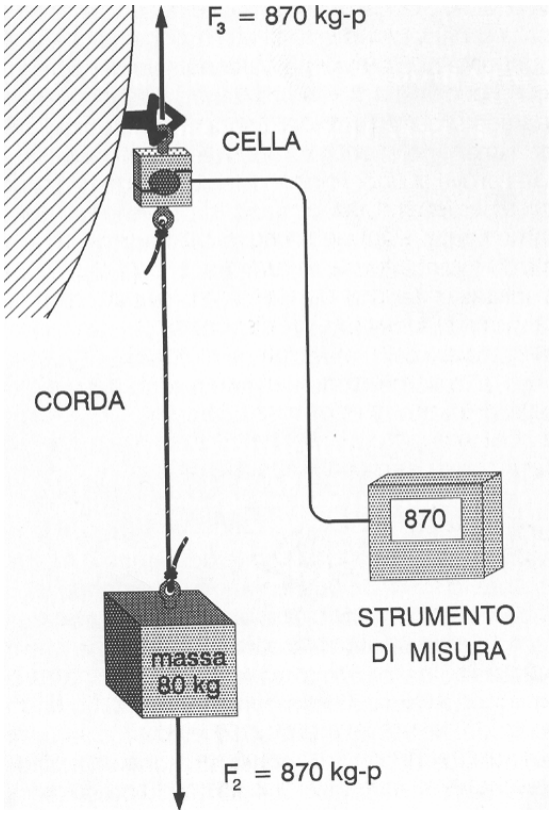
6. Utilità delle prove di caduta con corda bloccata

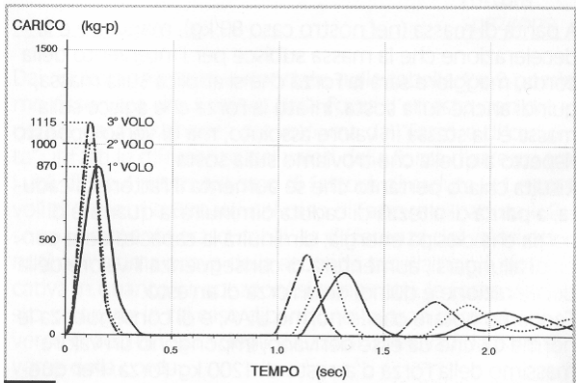
Da queste prove si possono ricavare indicazioni interessanti che riguardano il concetto di fattore di caduta e la sua corretta interpretazione. Sono inoltre molto utili le informazioni riguardanti le caratteristiche delle corde e il degrado delle loro prestazioni dovuto all'usura.

Essendo la corda senza dubbio uno degli strumenti fondamentali per la progressione in sicurezza dell'alpinista, tali conoscenze ci aiutano ad un più corretto utilizzo dei materiali e contribuiscono ad aumentare il margine di sicurezza della nostra entusiasmante attività.

FIGURE







1 - Disegno schematico della Torre con sistema di misura e del suo funzionamento
2 - Sistema di misura: Cella di carico
3 - Andamento della Forza in funzione del tempo nella caduta con corda bloccata, Fattore di Caduta = 2

Seconda Parte

Introduzione

Nella prima parte di questo articolo abbiamo percorso una breve storia della struttura nota come Torre di "S. Lazzaro", ne abbiamo spiegato il funzionamento, le caratteristiche principali, il sistema di misura e abbiamo descritto le prove di caduta con corda bloccata. Abbiamo esposto i risultati delle misure relative ed abbiamo discusso l'utilità che tali prove hanno per migliorare i margini di sicurezza nell'alpinismo e per un utilizzo "più consapevole" dei materiali.

In questa seconda parte presentiamo altri due tipi di prove molto interessanti che ci danno utili indicazioni per svolgere nel migliore dei modi la nostra attività:

- prove di caduta con l'utilizzo di un freno in assenza di rinvii
- prove di caduta con l'utilizzo di un freno in presenza di un rinvio

In entrambi questi tipi di prove la massa viene portata ad una certa altezza, quindi viene fatta cadere: la sua energia potenziale si trasforma in energia cinetica tanto maggiore quanto più grande è la lunghezza del volo. Quando la corda entra in tensione frena la massa fino a fermarne il volo (tranne, ovviamente, nel caso di rottura della corda), trasferendo sulla sosta, sul rinvio (se presente) e sul sistema frenante una forza uguale e contraria rispetto a quella a cui è sottoposta la massa, secondo caratteristiche che andremo a descrivere.

1. Prove di caduta con l'utilizzo di un freno

La corda viene legata con un capo alla massa che simula il primo di cordata, mentre dall'altro lato viene approntata una sosta con un freno, per esempio un mezzo barcaiolo . Rispetto alle prove con corda bloccata ci troviamo nella situazione più frequente in arrampicata: quella dell'assicurazione dinamica. Stiamo simulando la caduta di un alpinista primo di cordata, prima che abbia passato il primo rinvio. La cella di carico del sistema di misura è disposta nel punto di sosta: viene misurata cioè direttamente la sollecitazione della sosta, che in questo caso è essenzialmente uguale come valore, ma di verso opposto, rispetto a quella subita dalla massa.

Nella Tabella 1 sono riportati alcuni valori della forza di arresto misurata, che ci permettono di fare alcune considerazioni.

Tabella 1: Alcuni valori di Forza di arresto misurati in prove di caduta con l'utilizzo di un freno senza rinvii

N. Prova	Data Prove	Lungh. Corda m	Altezza Volo m	Forza d'Arresto Kg_F	Scorrimento Corda nel freno (cm)
1	24/03/2001	1	2	437	65
2	"	1	2	262	180
3	"	2	4	295	225
4	28/10/2000	2	4	378	150
5	"	3	6	453	260
6	"	3	6	363	310
7	"	3	6	520	165

2. Considerazioni

- In questo tipo di prove non vengono impiegati freni in sosta come ad esempio l' "Otto", oppure l'assicurazione in vita, ad esempio mediante "Tuber" (chiamato anche "secchiello") oppure piastrina Sticht: questi sistemi richiedono, per il loro buon funzionamento, la presenza di almeno un rinvio. Per un loro corretto impiego in alpinismo è necessaria la messa in opera di una particolare "geometria" che preveda in ogni caso la presenza di almeno un rinvio. Tale argomento esula dalla nostra trattazione, pertanto per chi volesse approfondire la non semplice problematica si rimanda ad [1].
- Non essendovi presenza di rinvii, l'altezza del volo è sempre doppia rispetto alla lunghezza della corda interessata.
- Per essere precisi, con "altezza del volo" si è indicato il "volo libero", cioè fino al momento in cui entra in tensione la corda: l'altezza del volo complessiva è la somma dell'altezza del volo libero, dello scorrimento della corda nel freno e dell'elasticità della corda.
- Confrontando i valori di forza di arresto con quelli ottenuti nelle prove di volo con corda bloccata, possiamo notare una drastica diminuzione delle forze in gioco (si faccia il confronto con le tabelle presentate nella prima parte dell'articolo sul numero precedente di "Le Alpi Venete": con fattore di caduta=2 si avevano valori di forza di arresto variabili a seconda del tipo di corda da 707 Kg_F a 1056 Kg_F).
- La forza di arresto non dipende dall'altezza del volo: ad esempio nelle prove 2 e 3, abbiamo valori simili di forza di arresto con altezza del volo nel secondo caso circa doppia rispetto al primo; tale caratteristica è ancora più evidente confrontando la prova 1 con la 5 e la 4 con la 6.
- Di converso si può notare che voli con la stessa altezza di caduta possono presentare valori anche molto differenti di forza di arresto: si confrontino la prova 1 con la 2; le prove 3 e 4; le prove 5, 6, 7. Tale aspetto verrà approfondito tra breve.
- Da tali risultati emerge che in presenza di un freno non si può più parlare di fattore di caduta ma di altezza di caduta, in quanto il fattore di caduta perde di significato, venendo a mancare la proporzionalità tra esso ed il valore della forza di arresto, come invece avveniva per i voli con corda bloccata (Cfr. parte 1). In questo caso, a parità di rapporto tra altezza del volo e lunghezza della corda interessata (rapporto che necessariamente in assenza di rinvii vale sempre 2), la forza di arresto varia di circa il 100% (da 262 a 520 Kg_F).
- Risulta invece evidente una proporzionalità inversa tra scorrimento della corda e valore della forza di arresto misurata: al diminuire dello scorrimento aumenta la forza di arresto. Occorre considerare che mentre nel volo con corda bloccata l'energia cinetica viene dissipata quasi completamente dall'elasticità della corda, in questo caso la maggior parte dell'energia viene dissipata nel freno. Infatti toccando il moschettone del ½ Barcaiolo subito dopo un volo si può constatare che è caldo: l'energia potenziale della massa (altezza da terra) si è trasformata in energia cinetica durante la caduta (velocità) e questa in calore durante la decelerazione operata dal freno. Più aumenta lo scorrimento della corda più aumenta il tempo durante il quale viene dissipata energia: aumenta cioè la durata della decelerazione. A ciò corrisponde un minore valore di decelerazione, cioè minore forza applicata alla sosta e quindi alla massa. Si rivedano le considerazioni sviluppate nella prima parte dell'articolo e la formula che lega la forza all'accelerazione:

  F = Massa x Accelerazione

- Il differente grado di scorrimento della corda costituisce l'elemento di variabilità del sistema, dovuto alla mano dell'alpinista che assicura . Infatti un freno può essere descritto essenzialmente come un moltiplicatore di forze: il mezzo barcaiolo si avvicina ad un moltiplicatore con un rapporto di circa 10 tra le forze ai suoi rami (dipende però anche dal tipo di corda, dalla sua usura, dall'angolo di entrata e uscita della corda nei due rami del freno, elementi che modificano l'attrito presente): ciò significa che una forza di 30 Kg_F applicata dall'assicuratore sul ramo trattenuto con la mano, corrisponde a circa 300 Kg_F sull'altro ramo. Se l'assicuratore riesce a trattenere la corda con una forza di 50 Kg_F , sull'altro ramo di corda, e quindi sulla sosta, sarà applicata una forza di circa 500 Kg_F.
- Si noti nella figura 1 la lieve differenza tra la forza di arresto misurata sulla sosta e la forza alla quale viene sottoposta la massa, dovuta alla componente presente sul ramo di corda trattenuto dall'assicuratore.
- Nella dinamica del volo deve essere considerato non solo lo scorrimento della corda, ma anche l'uniformità della trattenuta: infatti se la trattenuta non è uniforme, si può ottenere il risultato di avere una forza di arresto alta, a causa di una trattenuta troppo energica in certi istanti, pur in presenza di uno scorrimento elevato, dovuto ad una trattenuta troppo blanda in altri istanti.
- Come si può notare dalla tabella 1, gli scorrimenti della corda sono notevoli: anche per altezze di caduta modeste si riscontrano scorrimenti della corda nel freno che ben difficilmente un assicuratore potrà mettere in opera senza che la sua mano sia ustionata. Pertanto nelle prove alla Torre l'assicuratore viene opportunamente dotato di un robusto guanto in cuoio; in montagna tale fenomeno può risultare di entità inferiore nel caso sia presente attrito della corda sulla roccia. Pur applicando la buona norma insegnata nei corsi di alpinismo e roccia, che la mano dell'assicuratore deve essere tenuta distante dal freno, sarà molto difficile in parete tenerla ad una distanza maggiore di 60-70 cm (anche per conseguenti difficoltà di manovra della corda nel freno a distanze superiori).
- E' interessante anche l'andamento della forza in funzione del tempo: si osservi la durata molto maggiore del periodo nel quale la corda viene frenata, rispetto al volo con corda bloccata (oltre 0,5 secondi contro circa 0,1-0,2 secondi: Cfr. parte 1); si può ben osservare inoltre l'effetto "moltiplicatore" del freno: quando la forza supera un certo valore dovuto principalmente a quanto "tiene" l'assicuratore, la corda inizia a scorrere nel freno limitando il valore massimo raggiunto dalla forza di arresto.

3. Prove di caduta con l'utilizzo di un freno in presenza di un rinvio

La corda viene legata con un capo alla massa che simula il primo di cordata, viene passata dentro un rinvio al quale è applicata la cella di carico del sistema di misura, quindi arriva alla sosta dove è presente un freno, ad esempio un mezzo barcaiolo o un "Otto; in questo tipo di prove è anche possibile l'assicurazione in vita, ad esempio mediante "Tuber" o "piastrina Sticht", data la presenza di un rinvio. Rispetto alle prove precedenti ci siamo avvicinati alla situazione più frequente in arrampicata e anche più favorevole, alla luce delle considerazioni precedenti: l'assicurazione dinamica in presenza di rinvii. Simuliamo la caduta di un alpinista primo di cordata, successivamente al posizionamento del primo rinvio. Data la posizione della cella di carico, viene misurata la sollecitazione sull'ultimo rinvio (quello più alto, che in questo caso è anche l'unico).

Nella Tabella 2 sono riportati alcuni valori della forza misurata sul rinvio, che ci permettono di fare alcune considerazioni. Non viene riportata la lunghezza della corda interessata in quanto risulta in questo caso un parametro trascurabile; la massa al momento del volo si trova alla

massima altezza possibile, cioè 2 metri sopra il rinvio (simula un primo di cordata che sta salendo). Per rendere più agevole un confronto e anche per non aprire problematiche ulteriori che complicherebbero la trattazione, si è preferito non riportare esempi di assicurazione in vita: il freno quindi è sempre posizionato sulla sosta.

Tabella 2: Alcuni valori di Forza di arresto misurati in prove di caduta con l'utilizzo di un freno in presenza di un rinvio

N. Prova	Data Prove	Freno	Altezza Volo m	Forza misurata sul rinvio ($Kg_{F)}$	Scorrimento Corda nel freno (cm)
1	24/03/2001	½ Barcaiolo	4	800	30
2	"	Tuber	4	610	110
3	"	Otto	4	640	84
4	28/10/2000	½ Barcaiolo	4	730	85
5	"	½ Barcaiolo	4	900	45
6	"	Tuber	4	567	105

4. Considerazioni

- Dai valori riportati nella Tabella 2 si può notare che i freni Tuber e Otto sono più dinamici del freno ½ Barcaiolo, hanno cioè un rapporto di moltiplicazione inferiore: a parità di energia da dissipare e a parità di tenuta dell'assicuratore consentono di abbassare il valore della forza di arresto grazie a maggiori scorrimenti della corda. Ricordiamo che un maggiore scorrimento presenta un aspetto positivo in quanto permette una diminuzione del valore della forza di arresto, ma anche un aspetto negativo per la maggiore difficoltà che l'assicuratore incontrerà nel fermare il volo del compagno senza scottarsi o provocarsi danni alla mano.
- Anche in questo caso comunque si nota una irregolarità di comportamento del sistema dovuta principalmente alla mano dell'assicuratore: si effettui un confronto delle prove 1 con 4 e con 5, e 2 con 6: a fianco del freno compare anche in questo caso la mano dell'assicuratore).
- I valori di forza registrati sull'ultimo rinvio sono decisamente maggiori di quelli misurati sulla sosta nel caso di volo in presenza di un freno ma senza rinvii (Cfr. Tab. 1 e 2). Durante le prove alla Torre questo fatto confonde spesso i partecipanti, che a volte sono portati a considerare un po' frettolosamente più favorevole dinamicamente il caso di assenza di rinvii. Questo dato non deve trarre in inganno, in quanto bisogna considerare che la forza rilevata sull'ultimo rinvio è la somma di due forze che la bilanciano nell'istante di misura: una forza sul ramo che viene dal freno ed un'altra forza sul ramo che va alla massa in caduta. Per il bilanciamento di forze, la somma di queste ultime è uguale in valore assoluto, ma di verso opposto, alla forza misurata sul rinvio. Ma come si ripartiscono queste forze? Vale la pena approfondire l'argomento nel paragrafo seguente perché la risposta non è così evidente.
- Interessante è anche il grafico dell'andamento della forza in funzione del tempo dal quale possiamo rilevare che oltre all'effetto del freno, che permette anche in questo caso di allungare la durata della decelerazione (come nelle prove in assenza di rinvii), vi è anche una componente elastica non trascurabile della corda (andamento ad "onda") simile, ma di entità inferiore, al caso dei voli con corda bloccata.

5. Componenti della forza sulla sosta, sulla massa che cade e sul rinvio

Non vi è alcun dubbio che durante l'arrampicata è assolutamente consigliabile inserire rinvii intermedi per diminuire l'eventuale altezza di caduta del primo di cordata. Ma per inquadrare il problema in un ambito più generale vogliamo analizzare quali siano in caso di caduta i pericoli maggiori nei quali incorrono i componenti della cordata e gli obiettivi che vogliamo raggiungere nell'allestire un sistema di protezione adeguato:

a – avere buone garanzie sulla tenuta della sosta
b – riduzione della forza di arresto per limitare i possibili danni all'alpinista dovuti alla decelerazione
c – riduzione dell'altezza di caduta per limitare i possibili danni all'alpinista dovuti al contatto violento con la roccia

(a) Costituisce priorità assoluta che la sosta tenga, perché in caso contrario entrambi i componenti della cordata potrebbero andare incontro ad un evento disastroso.

(b) La forza di arresto può essere pericolosa per l'organismo umano se l'accelerazione (o la decelerazione) alla quale viene sottoposto supera i 15 g (con "g" accelerazione di gravità terrestre - Cfr. [2]). Da questo valore si ricavano i "famosi" 1200 daN di forza di arresto che non devono essere superati nei test delle corde al Dodero durante il primo volo (valore che equivale a circa 1200 Kg_F - Cfr. [3]). Nelle prove riportate in tabella 2 la massima forza registrata al rinvio è stata di 900 Kg_F, ma in generale nelle prove alla Torre difficilmente vengono superati i 1000 Kg_F: essendo la forza che agisce sulla massa nettamente inferiore a questa (dell'ordine dei 2/3, per il bilancio delle forze di cui si dirà), il problema di accelerazioni eccessive per l'incolumità dell'alpinista risulta scongiurato.

(c) L'altezza di caduta può essere efficacemente ridotta mediante un posizionamento adeguato dei rinvii: ciò contribuisce a limitare lo scorrimento della corda che non deve essere eccessivo. Ricordiamo che in assenza di rinvii lo scorrimento può essere talmente elevato da rendere difficile oltre che pericoloso per l'assicuratore fermare la caduta se non viene utilizzato un guanto a protezione della mano (Cfr. tab. 1).

Riguardo alla ripartizione delle forze, argomento di cui ci stiamo occupando, l'ipotesi più semplice è che si suddividano equamente nei due rami, quello della sosta e quello della massa: il rinvio è sostituito da una puleggia priva di attriti - l'esempio numerico si riferisce al sistema in quiete).

In realtà non è così: a causa degli attriti presenti sull'ultimo rinvio, la forza alla quale è sottoposta la massa che cade è da 1,5 a 2 volte maggiore di quella che possiamo misurare sulla sosta: questo rapporto viene chiamato "Fattore di Riduzione" (Cfr [2]).

Prendendo come esempio la prova 1 della Tabella 2, una reale ripartizione delle forze comporta le seguenti sollecitazioni (corrispondenti ad un Fattore di Riduzione = 1,7):

- Forza misurata sull'ultimo rinvio: 800 Kg_F
- Forza sulla massa: circa 500 Kg_F
- Forza sulla sosta: circa 300 Kg_F

Da questi dati possiamo desumere quanto segue, in merito alla discussione in corso sui pericolo ai quali è sottoposta la cordata:

(a) La forza che agisce sulla sosta quando sono presenti rinvii è confrontabile con il caso di volo con l'utilizzo di un freno ma senza rinvii: infatti la tensione della corda che esce dal freno è determinata dalla resistenza esercitata dalla mano e dal fattore di moltiplicazione del freno.
(b) Il valore di decelerazione per l'alpinista che è volato risulta ampiamente entro i limiti di sicurezza.
(c) La presenza di attrito sull'ultimo rinvio genera un ulteriore fattore di moltiplicazione della tensione della corda oltre a quello generato dal freno, permettendo di diminuire lo scorrimento della corda entro valori più facilmente gestibili dall'assicuratore, anche con freni molto dinamici; consente inoltre di limitare l'aumento dell'altezza di caduta dovuto alla corda che scorre dentro il freno. Di fondamentale importanza risulta limitare l'altezza di caduta mediante un utilizzo adeguato dei rinvii, anche su basse difficoltà.

- Per quanto esposto risulta di fondamentale importanza per la sicurezza della cordata ridurre la probabilità che possa avvenire un volo in assenza di rinvii, posizionando il primo rinvio PRIMA possibile dopo la partenza dal punto di sosta (come viene insegnato ai corsi del CAI).

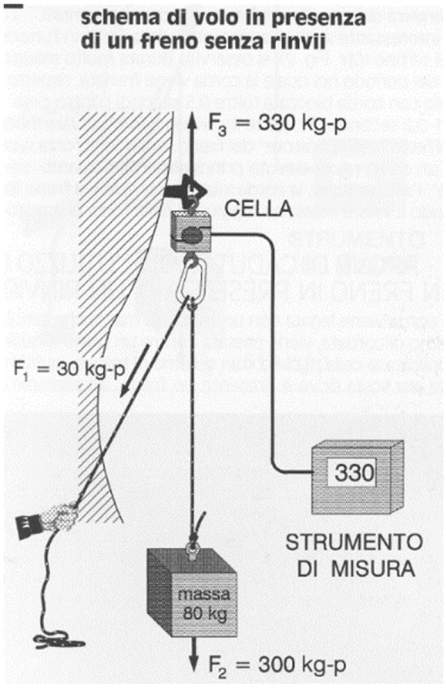
6. Conclusioni

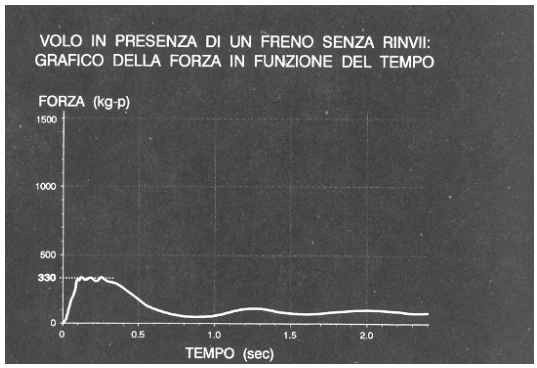
Mentre dalle prove di caduta con corda bloccata descritte nella prima parte di questo articolo (sul numero precedente di "Le Alpi Venete") abbiamo ricavato utili indicazioni sul comportamento delle corde e sul significato del Fattore di Caduta, nelle prove presentate in questa seconda parte abbiamo analizzato gli aspetti fondamentali e le problematiche che emergono con l'utilizzo dell'assicurazione dinamica nei due casi di assenza e presenza di rinvii. I dati ricavati dalle prove svolte presso la Torre di Padova ci hanno permesso di svolgere importanti considerazioni che riguardano l'esecuzione delle manovre di corda, le tecniche di assicurazione e gli aspetti fondamentali dei fenomeni che intervengono in caso di caduta del primo di cordata.

Riteniamo pertanto, come già anticipato nella prima parte, che la Torre di Padova sia una eccezionale palestra che, attraverso un percorso formativo guidato, permette di apprendere, di provare in prima persona, di fare esperienza diretta sui "meccanismi" della fisica che regolano la dinamica di questi fenomeni in un ambiente sicuro e controllato, e di acquisire pertanto la padronanza e l'esperienza che contribuiscono grandemente ad aumentare il margine di sicurezza delle attività alpinistiche. Costituisce inoltre uno strumento indispensabile di ricerca e di studio che consente di aumentare le nostre conoscenze e la nostra consapevolezza riguardo alle caratteristiche dei materiali, al comportamento di tipi diversi di assicurazione, all'esecuzione delle manovre inerenti alla pratica alpinistica.

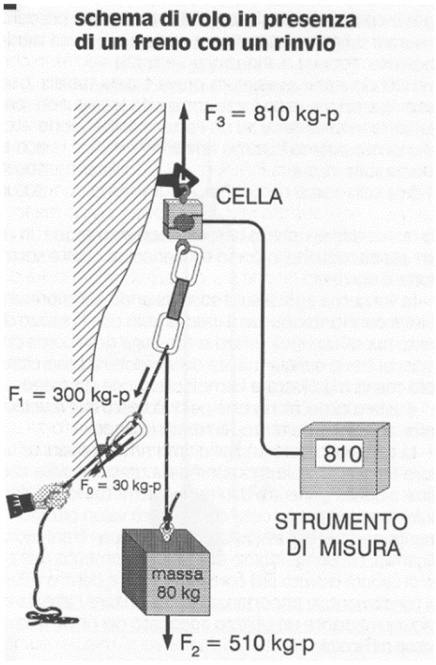
Antonio Carboni
Commissione V.F.G. Materiali e Tecniche
Sezione di Padova

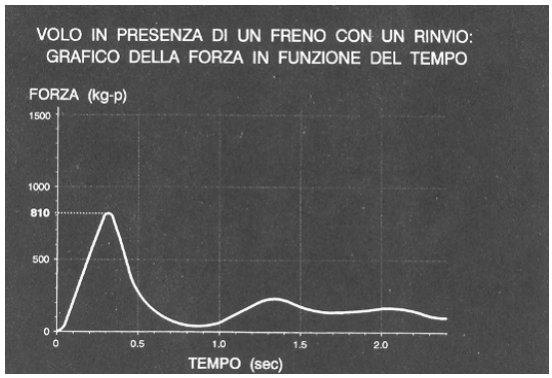
FIGURE



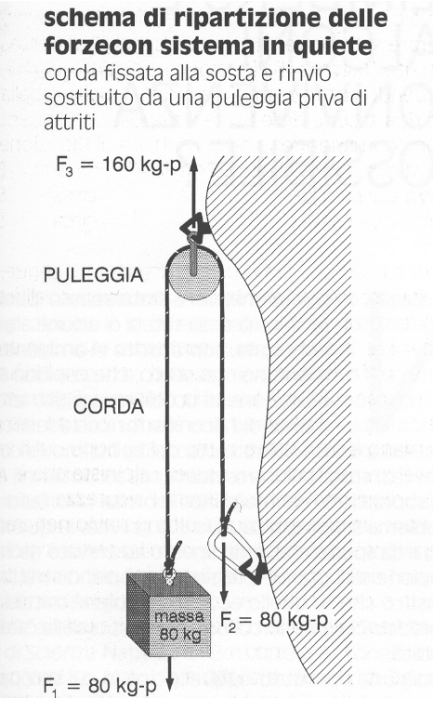


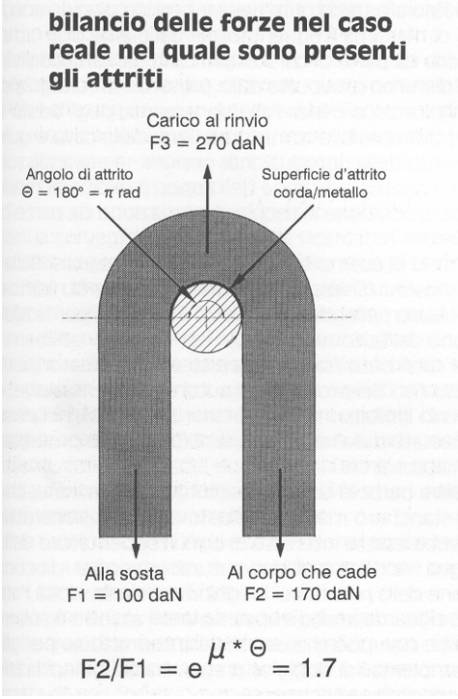
1 – Schema di volo in presenza di un freno senza rinvii
2 – Grafico della forza in funzione del tempo nel volo in presenza di un freno senza rinvii





3 – Schema di volo in presenza di un freno con un rinvio
4 – Grafico della forza in funzione del tempo nel volo in presenza di un freno con un rinvio





5 – Schema di ripartizione delle forze con sistema in quiete: la corda è fissata alla sosta ed il rinvio sostituito da una puleggia priva di attriti

6 – Bilancio delle forze nel caso reale in cui sono presenti gli attriti (esempio numerico con una ipotetica forza sulla sosta di 100 daN ed un fattore di riduzione = 1,7)

Ringraziamenti

Si ringraziano amici delle Commissioni Centrale e Interregionale V.F.G. Materiali e Tecniche, l'Ing. Carlo Zanantoni (rappresentante del CAI presso l'UIAA), Giuliano Bressan (Presidente Commissione CCMT - sez. CAI di Padova), Gigi Signoretti (Commissione CCMT - sez. CAI di Mestre) per le utili indicazioni e suggerimenti; si ringrazia Gigi Signoretti anche per aver gentilmente fornito i disegni.

BIBLIOGRAFIA:

[1] A. Carboni - Commissione Interregionale Materiali e Tecniche V.F.G., "Carichi di Rottura dei Moschettoni e Sicurezza dell'Alpinista", Le Alpi Venete, n. 1 2000.

[2] Commissione Interregionale Materiali e Tecniche V.F.G., "La Catena di Assicurazione", Club Alpino Italiano, II edizione, 1997.

[3] Commissione Interregionale Materiali e Tecniche V.F.G., "I marchi CE ed UIAA per gli attrezzi alpinistici", Le Alpi Venete, n. 1 1997.

[4] Arturo Castagna, "La Torre di S. Lazzaro: la risposta ai tanti perché nella catena di sicurezza", Annuario del Club Alpino Accademico Italiano, 2000

[5] G. Bressan, G. Signoretti - Commissione CCMT, "Assicurazione su Terreni precari e Delicati - 4 parte", Le Alpi Venete, n. 2 1999.

CENTRO STUDI MATERIALI E TECNICHE
Torre di Padova

MODULI PER LA RACCOLTA DATI DELLE PROVE EFFETTUATE

www.caimateriali.org

Parco Brentella - Impianti Sportivi Filippo Raciti
- Via Pelosa 74/C; Padova –

PROVE A CORDA BLOCCATA

Tipo corda	Lunghezza spezzone *[m]*	Fattore di caduta	F_{max} *[kgf]*	*Note*

Tipo corda	Lunghezza spezzone *[m]*	Fattore di caduta	F_{max} *[kgf]*	*Note*

PROVE A CORDA FRENATA -TRATTENUTA **DIRETTA** -

Tipo corda	**Altezza di caduta** ***[m]***	**Tipo di freno**	**F_{max}** ***[kgf]***	***Note***

Tipo corda	**Altezza di caduta** ***[m]***	**Tipo di freno**	**F_{max}** ***[kgf]***	***Note***

PROVE A CORDA FRENATA -TRATTENUTA **INDIRETTA** -

Tipo corda	**Altezza di caduta *[m]***	**Tipo di freno**	**F_{max} *[kgf]***	***Note***

Tipo corda	**Altezza di caduta *[m]***	**Tipo di freno**	**F_{max} *[kgf]***	***Note***

Confronto tra le TECNICHE DI ASSICURAZIONE: CLASSICA, BILANCIATA e VENTRALE

Tipo corda	**Altezza di caduta *[m]***	**Tipo di freno**	**F_{max} *[kgf]***	**Tipo di assicurazione**	***Note***

Tipo corda	Altezza di caduta *[m]*	Tipo di freno	F_{max} *[kgf]*	Tipo di assicurazione	*Note*

ULTERIORI PROVE

Descrizione prova	F_{max} *[kgf]*