LONGE, BILONGE E TRILONGE: E' IL LAVORO CHE LE DISTINGUE!

Sulle longe si sono andate affermando alcune "verità" che non hanno fondamenta né teoriche né sperimentali. Ad esempio si è diffusa e affermata la convinzione che debbano essere confezionate in corda dinamica o comunque con inseriti dei sistemi aggiuntivi di assorbimento dell'energia. Ciò non corrisponde al vero e questa ricerca tende a dimostrarlo con dati sperimentali ed elaborazioni teoriche.

I test sono stati condotti in condizioni "quasi-statiche": forza crescente con velocità di allungamento di 0,006 m/s fino alla rottura, con registrazione di grafici Forza/Allungamento. La superficie sottesa alla curva equivale al lavoro (energia) prodotto per giungere alla rottura.

Nei paragrafi seguenti con il termine "longe" s'intende un campione di corda della lunghezza fuori tutto di 50 cm e con all'estremità due nodi guida (con gasse lunghe 6 cm).

Questi test costituiscono la prima fase della ricerca. A breve saranno effettuate prove anche a caduta (con velocità di allungamento che variano da circa 10 m/s a zero m/s).

Prima di esaminare i dati sperimentali occorre precisare aspetti assolutamente pregiudiziali:

- le considerazioni che andremo ad esporre sono strettamente legate al presupposto, molto improbabile nella realtà della progressione in grotta, in cui le varie longe esaminate siano vincolate ad un ancoraggio rigido (spit, fix, chimico, Multimonti, ecc.) e il peso sia posto al di sopra del vincolo per quanto lo permette la lunghezza della longe (fattore di caduta 2)
- in questa situazione l'unico elemento deformabile per assorbire energia è la longe;
- è questa una forzatura necessaria per valutare le differenze fra longe/bilonge/trilonge che altrimenti, nel caso che questo attrezzo fosse vincolato ad una corda (fra frazionamento e

frazionamento, corrimano, traversi e similari), verrebbero rese del tutto trascurabili, visto che l'assorbimento dell'energia di una eventuale caduta sarebbe distribuita - proporzionalmente alla lunghezza - fra i pochi decimetri di una longe/bilonge/trilonge e i diversi metri delle corda di vincolo;

- per comprendere appieno le differenze fra longe/bilonge/trilonge occorre fare delle valutazioni soprattutto "energetiche", cioè conoscere la quantità di lavoro che questi attrezzi sono in grado di svolgere, allungandosi fino della rottura; il carico di rottura è una misura in subordine;
- il lavoro alla rottura può essere calcolato solo con la costruzione di curve Forza/Allungamento;
- si suppone, come elemento di riferimento, che le sollecitazioni in gioco siano la conseguenza della massima caduta possibile: un metro (presupponendo longe/bilonge/trilonge della lunghezza di 50 cm in media).

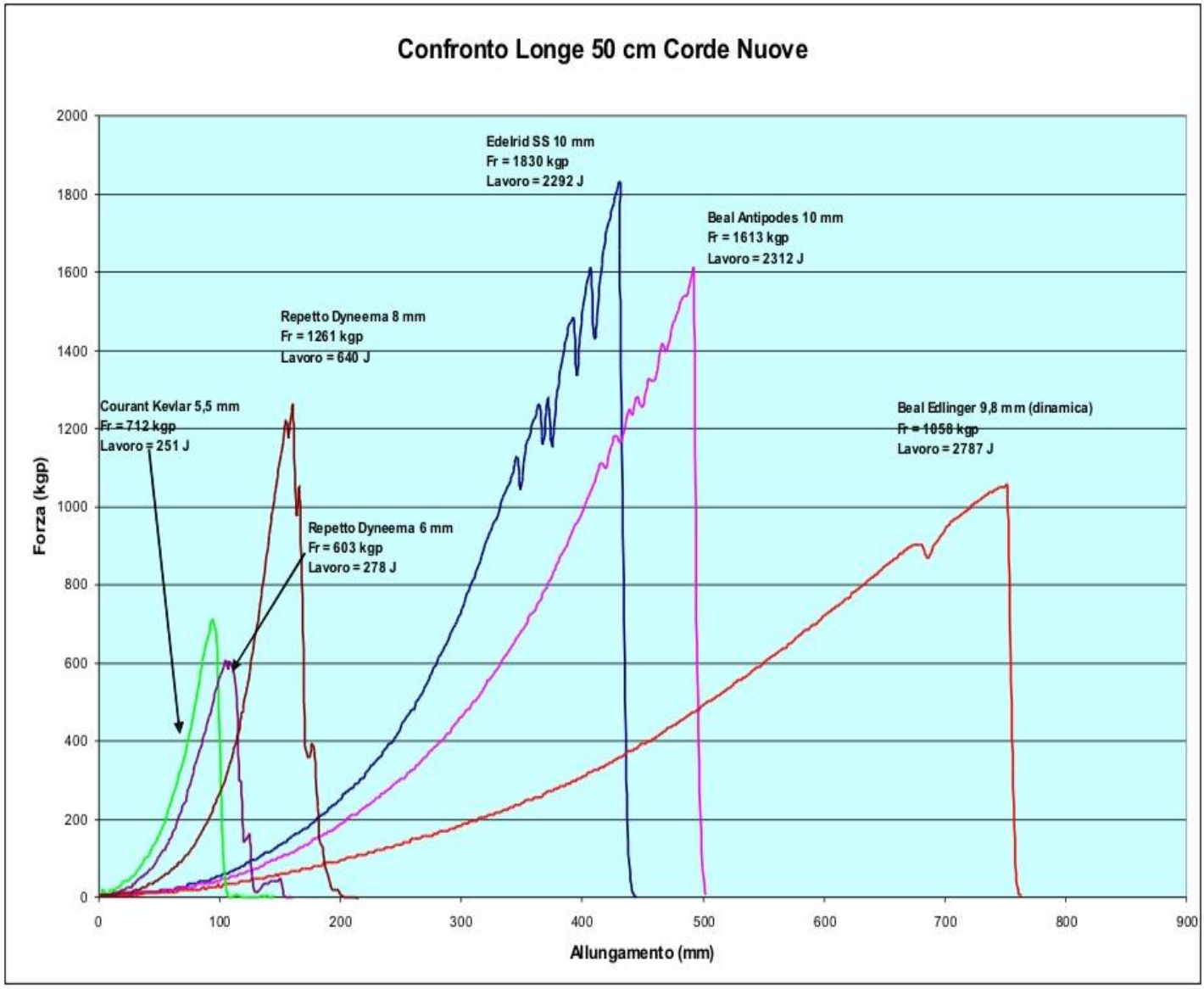
Per la caduta di 80 kgp per 1 metro
Energia = 785 J (Joule)

Comunque esaminiamo ora i risultati sperimentali (trazione "quasi-statica") degli attrezzi sottoposti a test, ma ancora una volta ricordando che i confronti "energetici" fra longe/bilonge/trilonge hanno significato solo nel caso che questi attrezzi siano vincolati ad un ancoraggio rigido. In tutti gli altri casi, che sono i più frequenti e reali, la deformabilità della longe è un fatto accessorio trascurabile.

Argomenti specifici:

1. Confronto fra Longe in corda
2. Confronto fra Longe in corda e Spelegyca Petzl
3. Confronto fra Longe Spelegyca Petzl nuova e usata
4. Confronto fra Longe in corda e Longe Alp Design
5. Confronto fra Longe in corda e Longe Kong
6. Confronto fra Longe in corda e Longe Petzl Jane
7. Confronto fra Longe e Trilonge (corda nuova)
8. Confronto fra Trilonge con corda nuova e con lunghezza variabile del doppino
9. Confronto fra Trilonge e Longe (corda usata)
10. Confronto fra Trilonge con corda usata e con lunghezza variabile del doppino
11. Confronto fra Trilonge di corde varie
12. Conclusioni
13. Avvertenze

Confronto fra Longe in corda



Tipo di corda	Condizione	Lunghezza campione (m)	Lavoro alla rottura (J)	Carico di rottura (kgp)	Tipo di rottura
Edelrid ss 10 mm SS	Nuova	0,5	2292	1830	Nel nodo
Beal Antipodes 10 mm	Nuova	0,5	2312	1613	Nel nodo
Beal Edlinger 9,8 mm (dinamica)	Nuova	0,5	2787	1058	Nel nodo
Repetto Dyneema 8 mm	Nuova	0,5	640	1261	Nel nodo
Repetto Dynema 6 mm	Nuova	0,5	278	603	Nel nodo
Courant Kevlar 5,5 mm	Nuova	0,5	251	712	Nel nodo

I primi tre tipi di corda hanno lavori alla rottura molto alti e possono sopportare molto bene lo choc conseguente alla caduta (785 J). Gli ultimi tre tipi, costituiti di materiale rigido come il Kevlar e il Dyneema, non sarebbero in grado di arrestare la caduta: si romperebbero nel nodo.

Una longe con corda statica non ha caratteristiche di deformabilità molto diverse da una longe di corda dinamica (2312 J contro 2787 J)

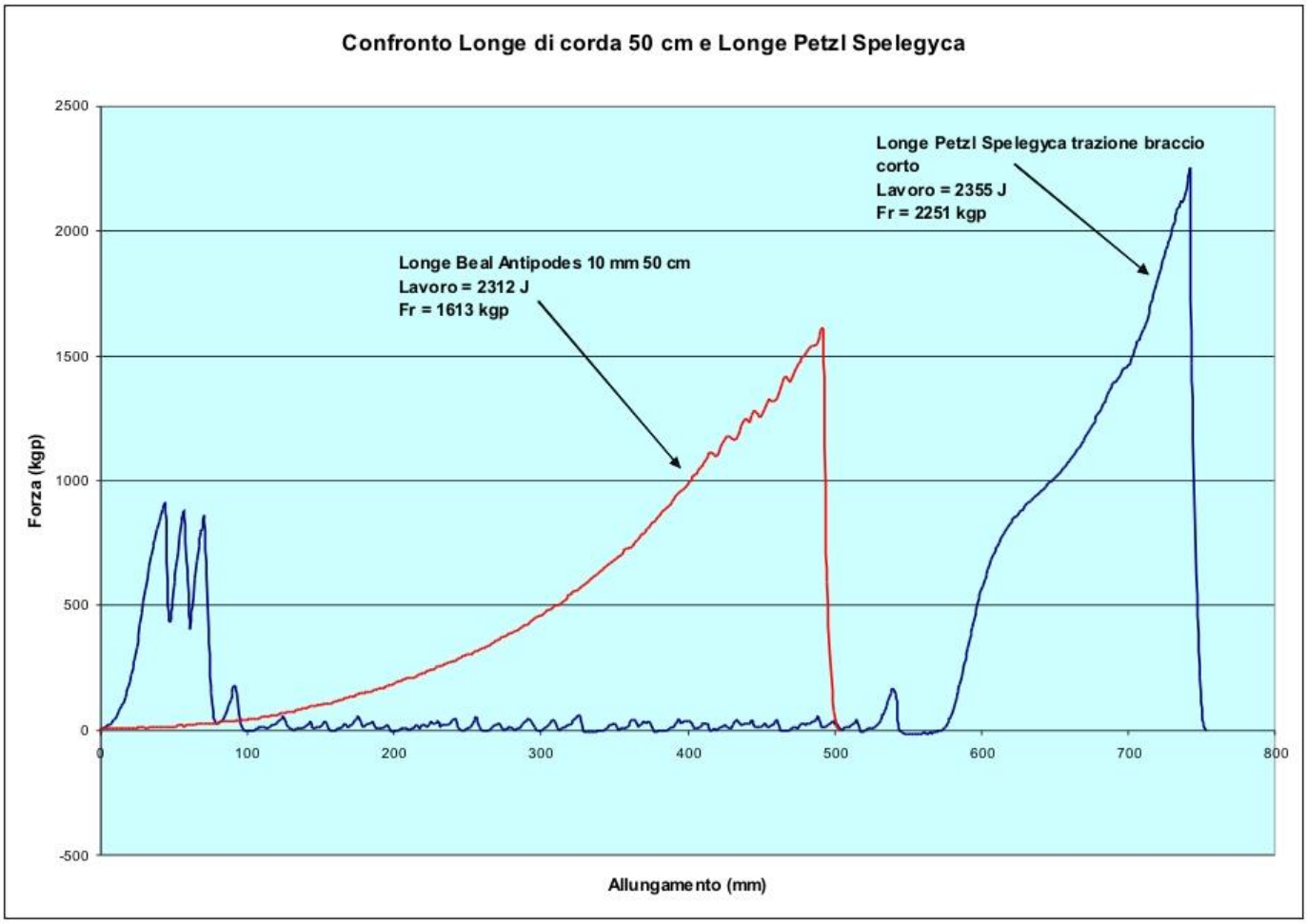
Di rilievo è il fatto che le corde cosiddette statiche (Edelrid SS e Beal Antipodes) si collochino fra le rigide e la dinamica, con il più alto carico di rottura e una superficie sottesa (che equivale al lavoro di allungamento prima della rottura) quasi uguale a quella della dinamica.

Tenendo presente che il decadimento in grotta di una corda dinamica è molto più marcato di quello di una corda statica, non vi è dubbio che una longe in corda statica è da preferire ad una longe in corda dinamica.

Tutto questo, fra l'altro, fa comprendere il perché della scelta della statiche rispetto alle dinamiche nella progressione speleologica: queste ultime, a parità di ogni altra condizione, hanno una capacità di assorbire energia superiore del 17% ma una carico di rottura inferiore del 42%. E questa percentuale tende ad aumentare di molto con l'usura, cosa che in grotta non si può certo evitare.

Confronto fra Longe in corda e Spelegyca Petzl

Il grafico sottostante spiega in modo intuitivo le differenze fra le longe in corda (nuova) e longe Petzl Spelegyca, in fettuccia con “cuciture a rottura programmata”.



Riepilogando:

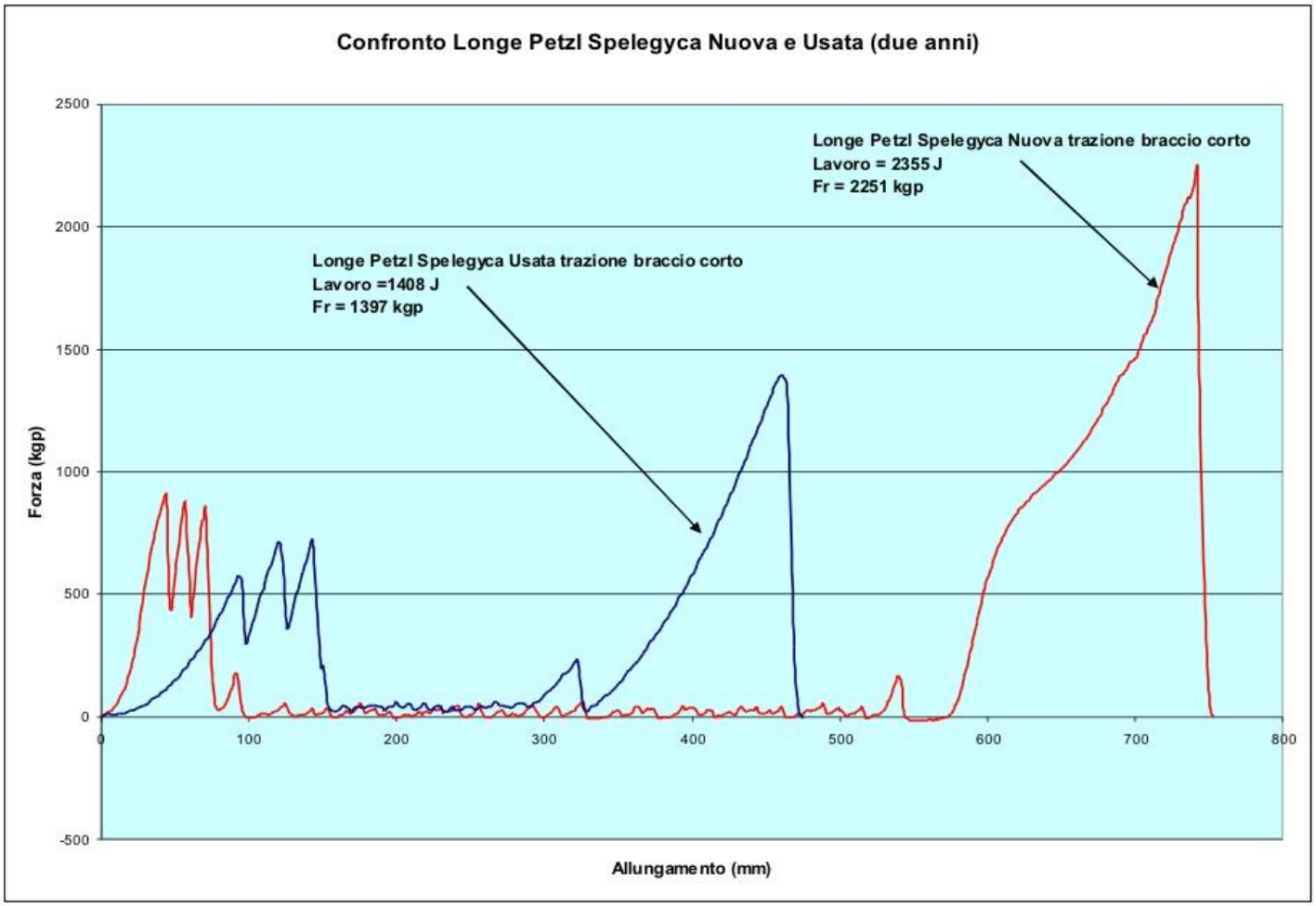
Tipo di longe	Condizione	Lavoro alla rottura (J)	Carico di rottura (kgp)	Tipo di rottura
Longe Beal Antipodes 10 mm	Nuova	2312	1613	Nel nodo
Spelegyca Petzl braccio corto	Nuova	2355	2251	Nella cucitura

Ciò che risalta maggiormente è che il lavoro alla rottura della Longe Petzl (2355 J) è praticamente pari a quello delle longe in corda! Dunque la rottura programmata delle cuciture non sembra determinare un effetto rilevante dal punto di vista dell'assorbimento dell'energia di caduta.

Se la longe in corda dinamica (p.e. Beal Edlinger) non è consigliabile per la sua delicatezza strutturale e il rapido decadimento per usura, viene ovvio considerare le longe in corda Beal Antipodes 10 mm un buon attrezzo.

Non bisogna dimenticare che la Longe Spelegyca Petzl è un attrezzo molto ingombrante e rigido.

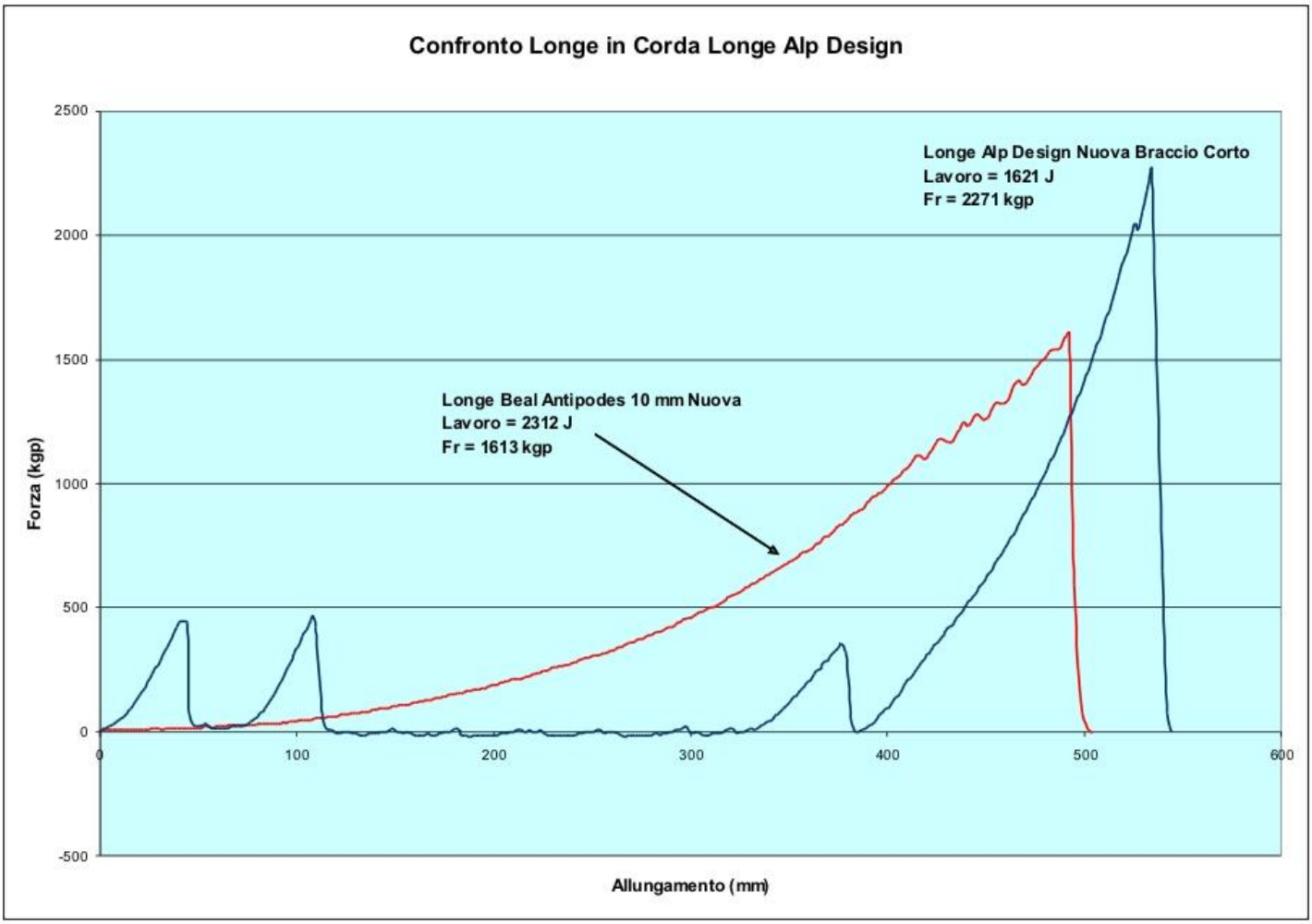
Confronto fra Longe Spelegyca Petzl nuova e usata



Tipo di longe	Condizione	Lavoro alla rottura (J)	Carico di rottura (kgp)	Tipo di rottura
Longe Spelegyca Petzl braccio corto	Usata	1408	1397	Nella cucitura
Longe Spelegyca Petzl braccio corto	Nuova	2355	2251	Nella cucitura

Questo ultimo raffronto chiarisce ancora meglio come una longe in corda statica sia preferibile alla Longe Spelegyca Petzl.

Confronto fra Longe in corda e Longe Alp Design

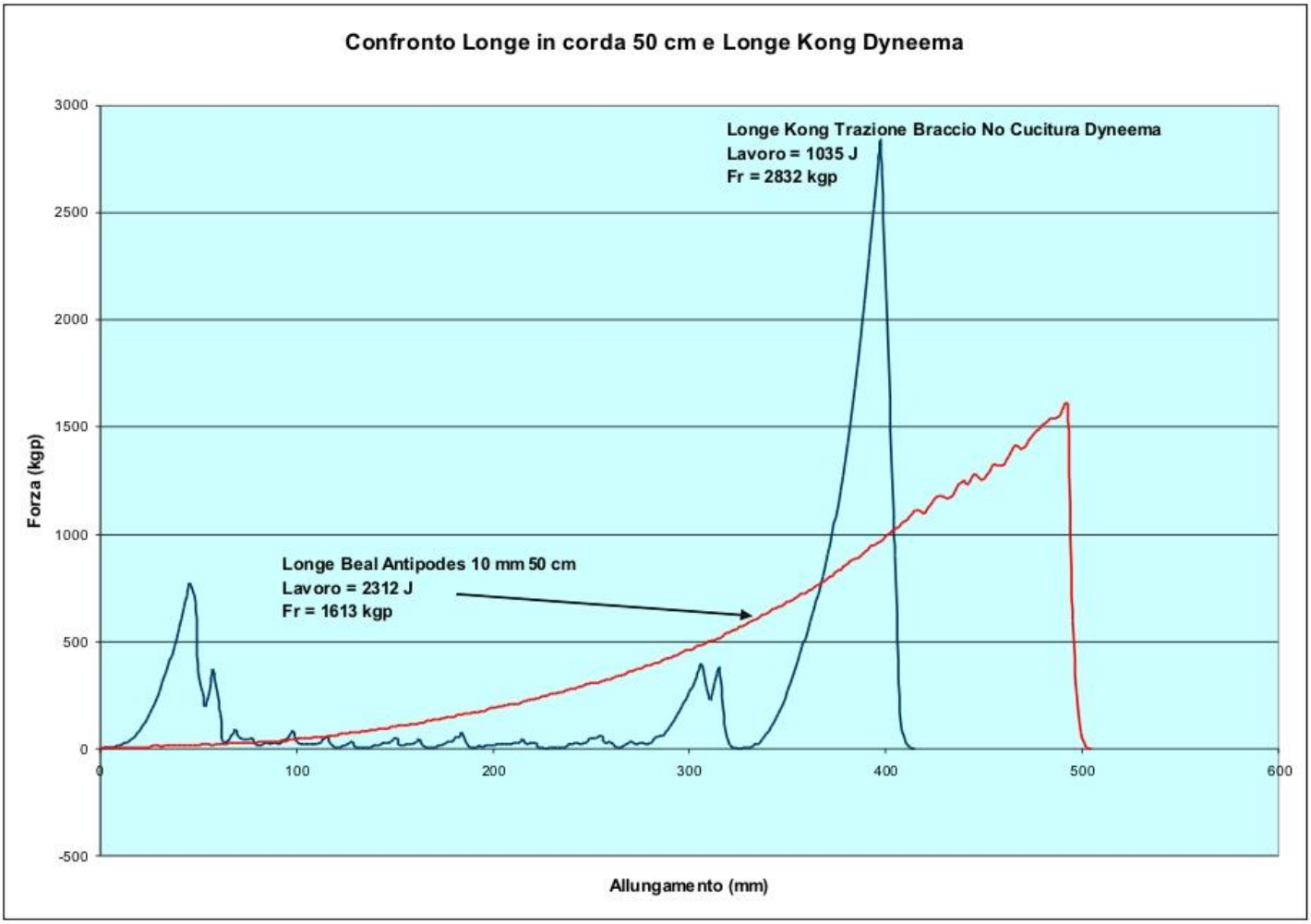


Tipo di longe	Condizione	Lavoro alla rottura (J)	Carico di rottura (kgp)	Tipo di rottura
Longe Beal Antipodes 10 mm	Nuova	2312	1613	Nel nodo
Alp Design Braccio Corto	Nuova	2355	2251	Nella cucitura

Anche in questo caso non v'è alcun elemento che possa far pendere la bilancia delle preferenze verso la longe di fettuccia cucita. Si conferma per ora la validità di una longe di corda statica.

NB - Se la longe Alp Design viene testata con trazione sul braccio lungo i risultati della prova sono: Fr = 1051 kgp Lavoro = 1195 J.

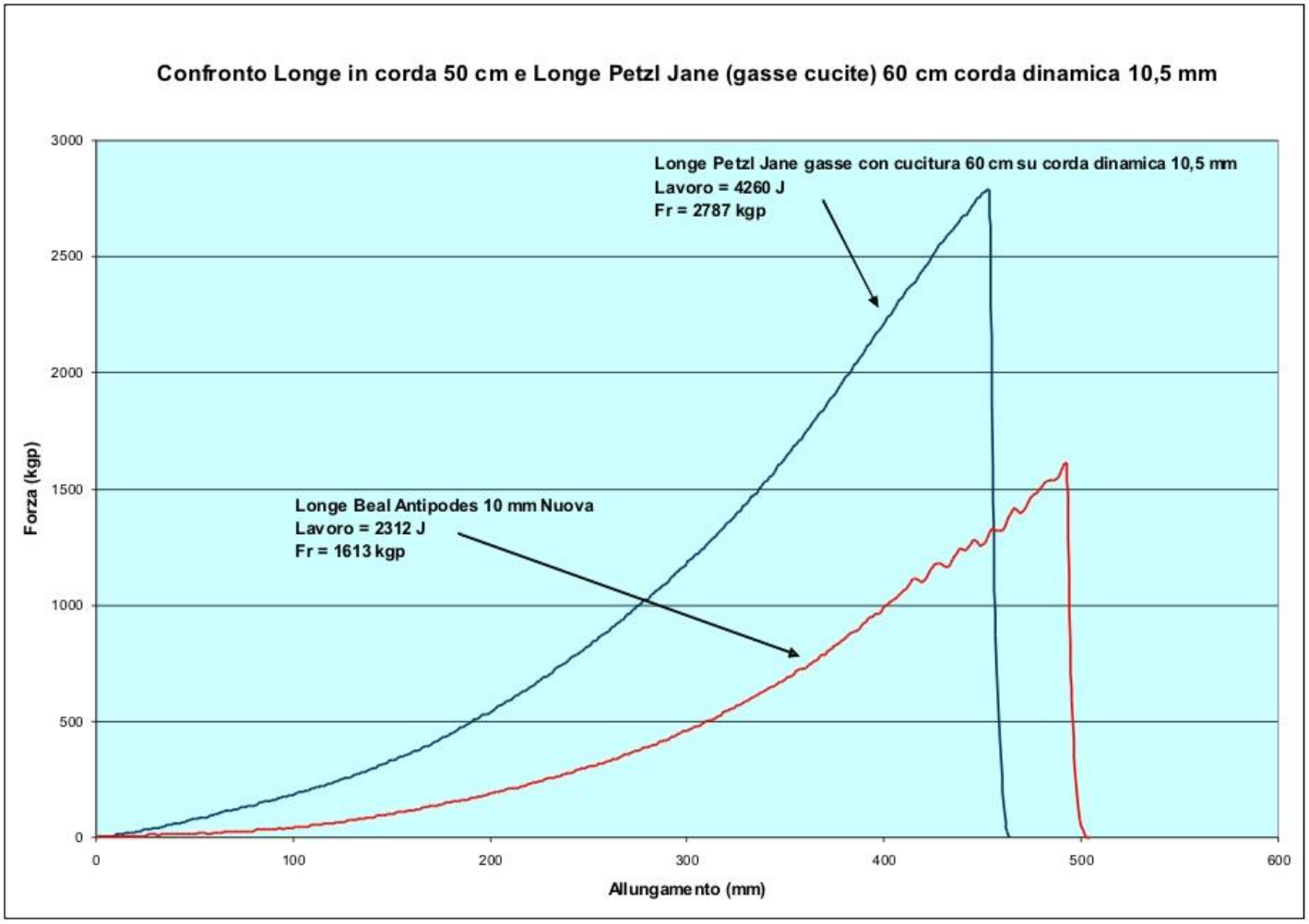
Confronto fra Longe in corda e Longe Kong



Tipo di longe	Condizione	Lavoro alla rottura (J)	Carico di rottura (kgp)	Tipo di rottura
Longe Beal Antipodes 10 mm	Nuova	2312	1613	Nel nodo
Kong Dyneema braccio senza cucitura	Nuova	1035	2832	Nella cucitura

In questo caso la capacità di assorbire energia è scarsa (il suo lavoro alla rottura è di poco superiore a quei 785 J propri di una caduta di 80 kgp per una altezza di un metro). Ma per l'elevato carico di rottura (Dyneema), per il limitato ingombro e per la scarsa importanza della deformabilità della longe nell'insieme della catena di sicurezza si potrebbe anche pensare che è un attrezzo da consigliare.

Confronto fra Longe in corda e Longe Petzl Jane



Tipo di longe	Condizione	Lavoro alla rottura (J)	Carico di rottura (kgp)	Tipo di rottura
Longe Beal Antipodes 10 mm	Nuova	2312	1613	Nel nodo
Jane con gasse cucite lunghezza 60 cm corda dinamica	Nuova	4260	2787	Nella cucitura

Siamo di fronte ad un attrezzo molto efficiente, sia in termini di tenuta alla rottura che nell'assorbimento di energia. Se fosse realizzato con una corda di diametro minore e della lunghezza giusta potrebbe essere definita la longe migliore fra tutte quelle sinora esaminate. Inoltre, e non è cosa di poco conto, le gasse cucite sono poco ingombranti e facilmente proteggibili. Sarebbe auspicabile che venissero prodotte longe per speleo e canyoning confezionate in questa maniera.

NB - L'altissimo carico di rottura è soprattutto dovuto al fatto che le gasse cucite eliminano completamente l'effetto nodo (riduzione percentuale del carico di rottura). Anche la protezione in plastica delle cuciture rende il tutto più affidabile e sicuro anche per un lungo periodo d'uso.

Confronto fra Longe e Trilonge (corda nuova)

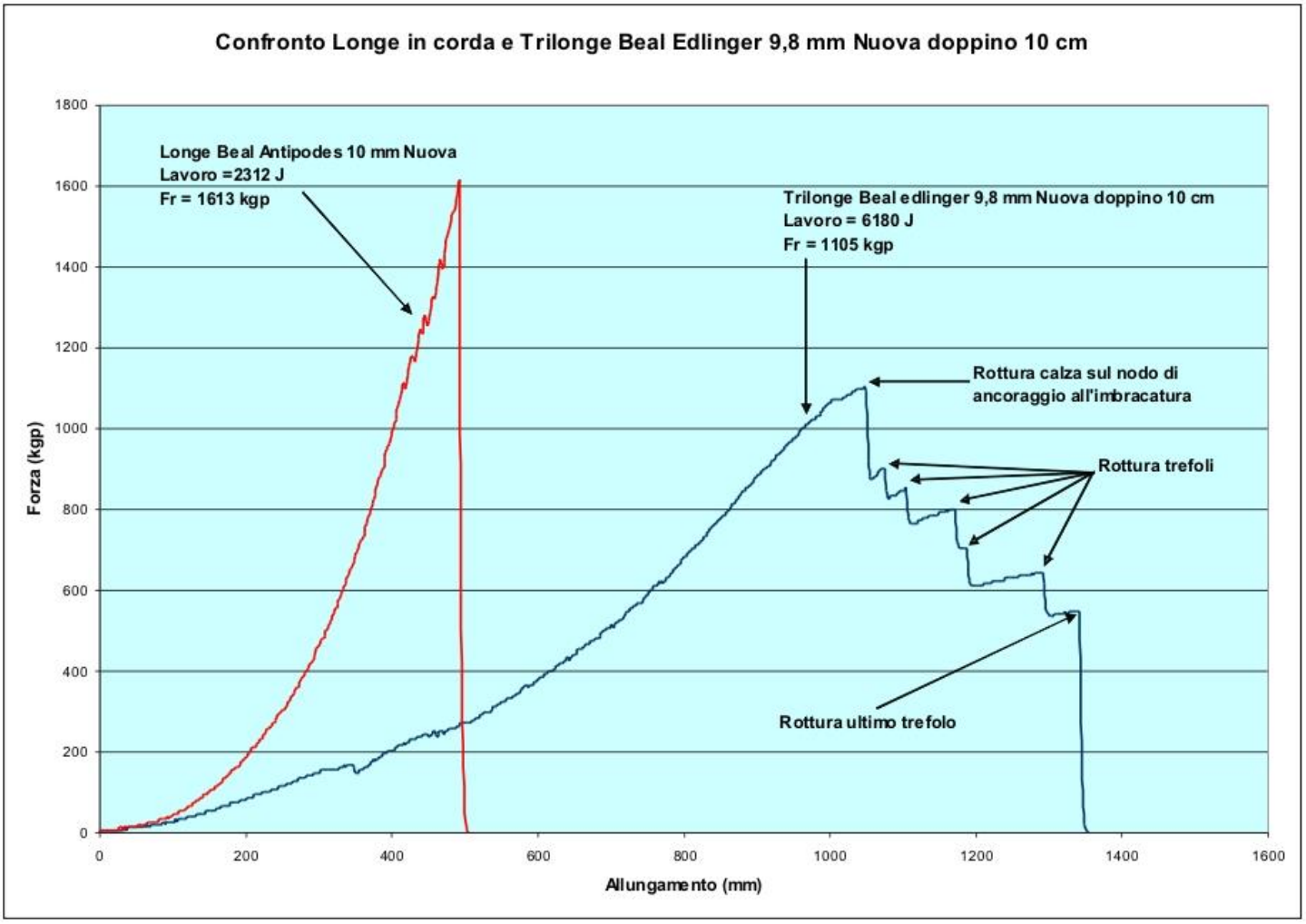
In questo paragrafo si mettono a confronto una longe di 50 cm con due nodi guida all'estremità e una trilonge, sempre di 50 cm di lunghezza, confezionata come riportato nell'immagine sottostante. La corda è una Beal Edlinger 9,8 mm nuova.

La trilonge si distingue dalla longe in quanto in uno dei due nodi guida, quello stesso che va al maillon di chiusura della imbracature, si recupera un doppino allentando una spira e lo si passa all'interno del nodo stesso. Questo doppino, una volta posta sotto sollecitazione la trilonge, scorre fra le spire compresse del nodo.

Questo scorrimento produce due effetti:

1. l'attrito mette in gioco una forma aggiuntiva di dissipazione dell'energia;
2. la lunghezza della longe aumenta e quindi aumenta la capacità di deformazione dell'attrezzo.

In questo primo test (sempre trazione quasi-statica fino alla rottura) la parte sporgente del doppino è lunga 10 cm (che vale una lunghezza aggiuntiva della trilonge di 20 cm).



Tipo di longe	Condizione	Lavoro alla rottura (J)	Carico di rottura (kgp)	Tipo di rottura
Longe Beal Antipodes 10 mm	Nuova	2312	1613	Nel nodo
Trilonge Beal Edlinger 9,8 mm dinamica	Nuova	6180	1105	Nel nodo

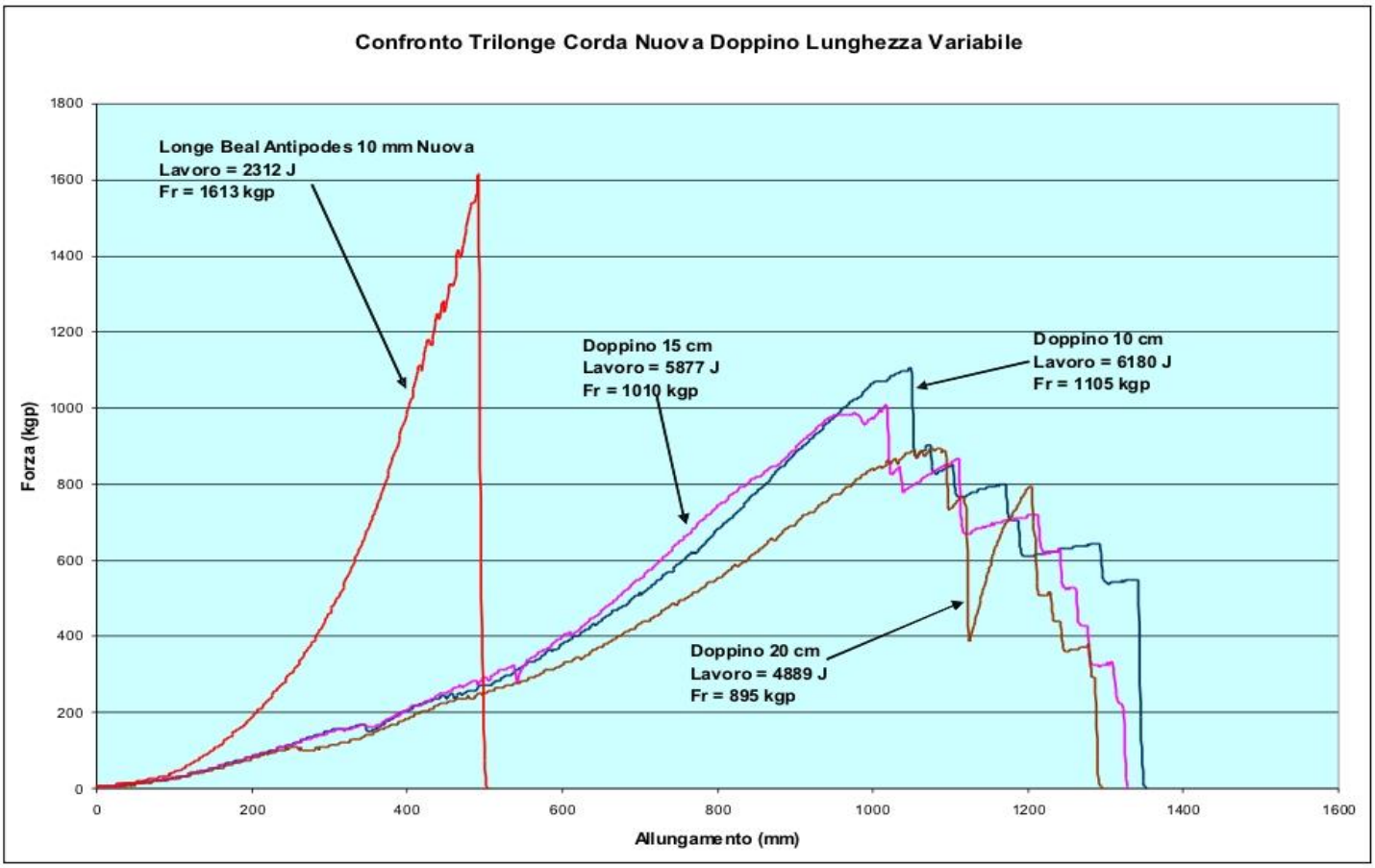
E' di totale immediatezza che la superficie sottesa alla curva della trilonge è molto più estesa di quella sottesa alla curva della longe. Questo, quantitativamente, si traduce in valori di energia: 2312 J per la longe contro i 6180 J per la trilonge. Il carico di rottura della trilonge è sufficientemente elevato.

Non vi è dunque alcun dubbio: la trilonge è uno strumento capace di assorbire una grande quantità di lavoro ed è la migliore soluzione fra quelle sinora esaminate. Controindicazioni non ce ne sono se non legate ad un certo ingombro dell'attrezzo e un certo grado di inaffidabilità per la confezione del nodo giusto.

La rottura avviene all'uscita del nodo di ancoraggio all'imbracatura: prima cede la calza e poi in successione tutti trefoli.

Confronto fra Trilonge con corda nuova e con lunghezza variabile del doppino

Questo test mette a confronto Trilonge confezionate con corda Beal Edlinger 9,8 mm nuova, con doppini di lunghezza variabile (10 cm, 15 cm, 20 cm).



I meccanismi di rottura sono identici nelle Trilonge (vedi grafico precedente), ma, contrariamente a quanto si potrebbe pensare, allungare il doppino non migliora la situazione, anzi la peggiora:

Tipo Longe/Trilonge	Condizione corda	Lavoro alla rottura (J)	Carico di rottura (kgp)	Tipo di rottura
Longe Beal Antipodes 10 mm	Nuova	2312	1613	Nel nodo
Trilonge Doppino 10 cm	Nuova	6180	1105	Nel nodo
Trilonge Doppino 15 cm	Nuova	5877	1010	Nel nodo
Trilonge Doppino 20 cm	Nuova	4889	895	Nel nodo

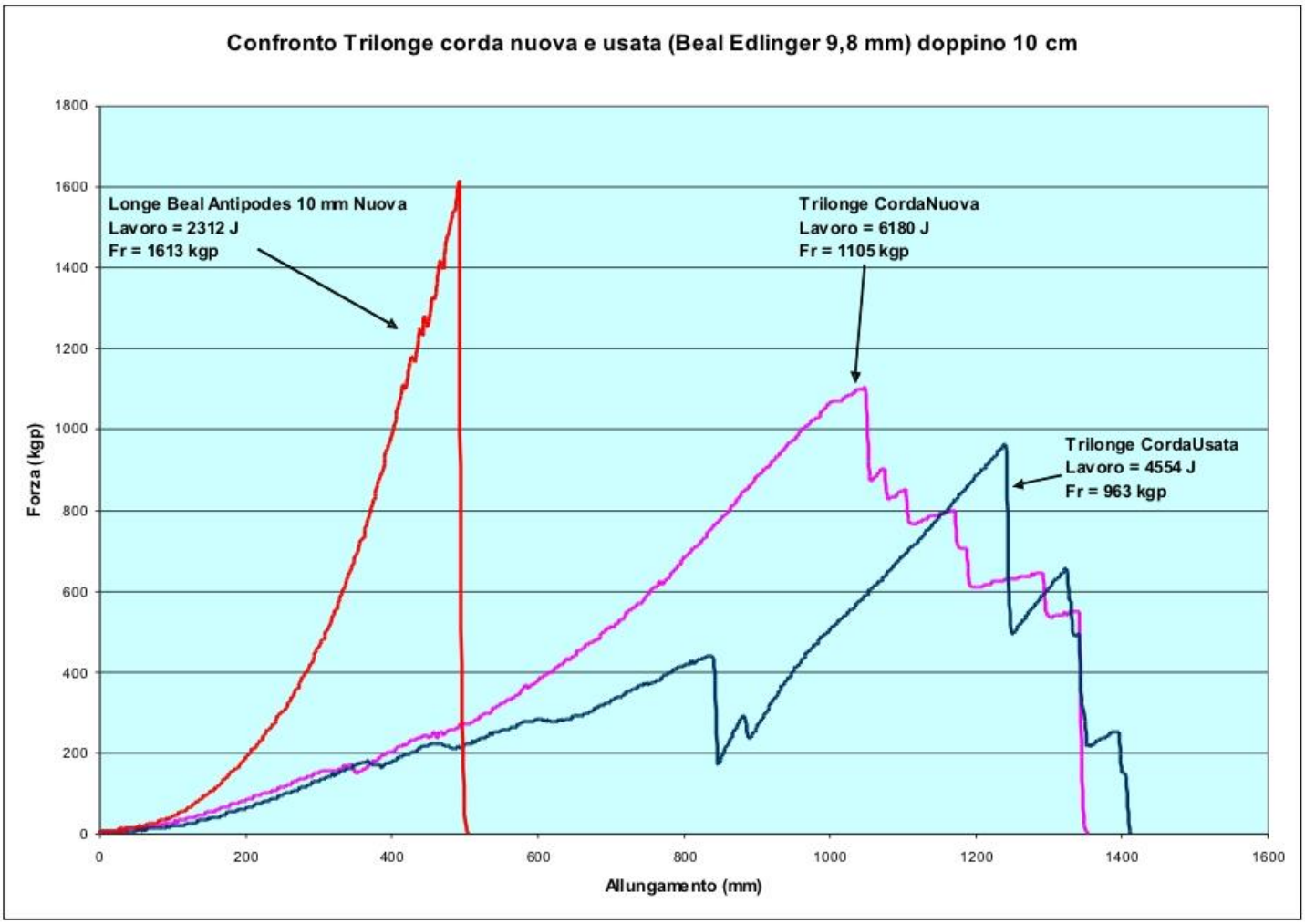
Con l'aumentare della lunghezza del doppino diminuisce il carico di rottura e il lavoro che l'attrezzo può svolgere. Questo non è facilmente spiegabile ma i dati sperimentali non mentono. Pertanto un doppino di circa 10 cm è la soluzione ideale.

Nelle trilonge con doppino da 10 cm e da 15 cm interviene la rottura della calza (nel nodo) prima che il doppino fuoriesca completamente dalle spire del nodo. In corrispondenza della rottura della calza si raggiunge il valore massimo di forza; i picchi successivi sono relativi alla rottura dei trefoli.

La curva della longe con doppino da 20 cm registra un comportamento diverso (abbastanza frequente, ma non certo): il valore massimo di forza si raggiunge quando immediatamente prima di quando il doppino esce dalle spire del nodo. Dopo la forza decresce bruscamente per poi riprendere a salire fino alla rottura nel nodo (sempre prima la calza e poi i trefoli). In questa ultima fase la trilonge è ritornata ad essere una semplice longe.

Confronto fra Trilonge e Longe (corda usata)

Questo nuovo test mette a confronto Trilonge Beal Edlinger 9,8 mm confezionate con corda nuova e usata (due anni). La prova è resa indispensabile visto il meccanismo di dissipazione dell'energia della Trilonge (doppino che si ritrae nelle spire del nodo) dove situazioni di attrito diverse - dovuto alla differenza di superficie fra corde nuove e corde usate - possono modificare il rendimento dell'attrezzo.



Tipo Longe/Trilonge	Condizione corda	Lavoro alla rottura (J)	Carico di rottura (kgp)	Tipo di rottura
Longe Beal Antipodes 10 mm	Nuova	2312	1613	Nel nodo
Trilonge Beal Edlinger 9,8 mm doppino 10 cm	Nuova	6180	1105	Nel nodo
Trilonge Beal Edlinger 9,8 mm doppino 10 cm	Usata	4554	963	Nel nodo

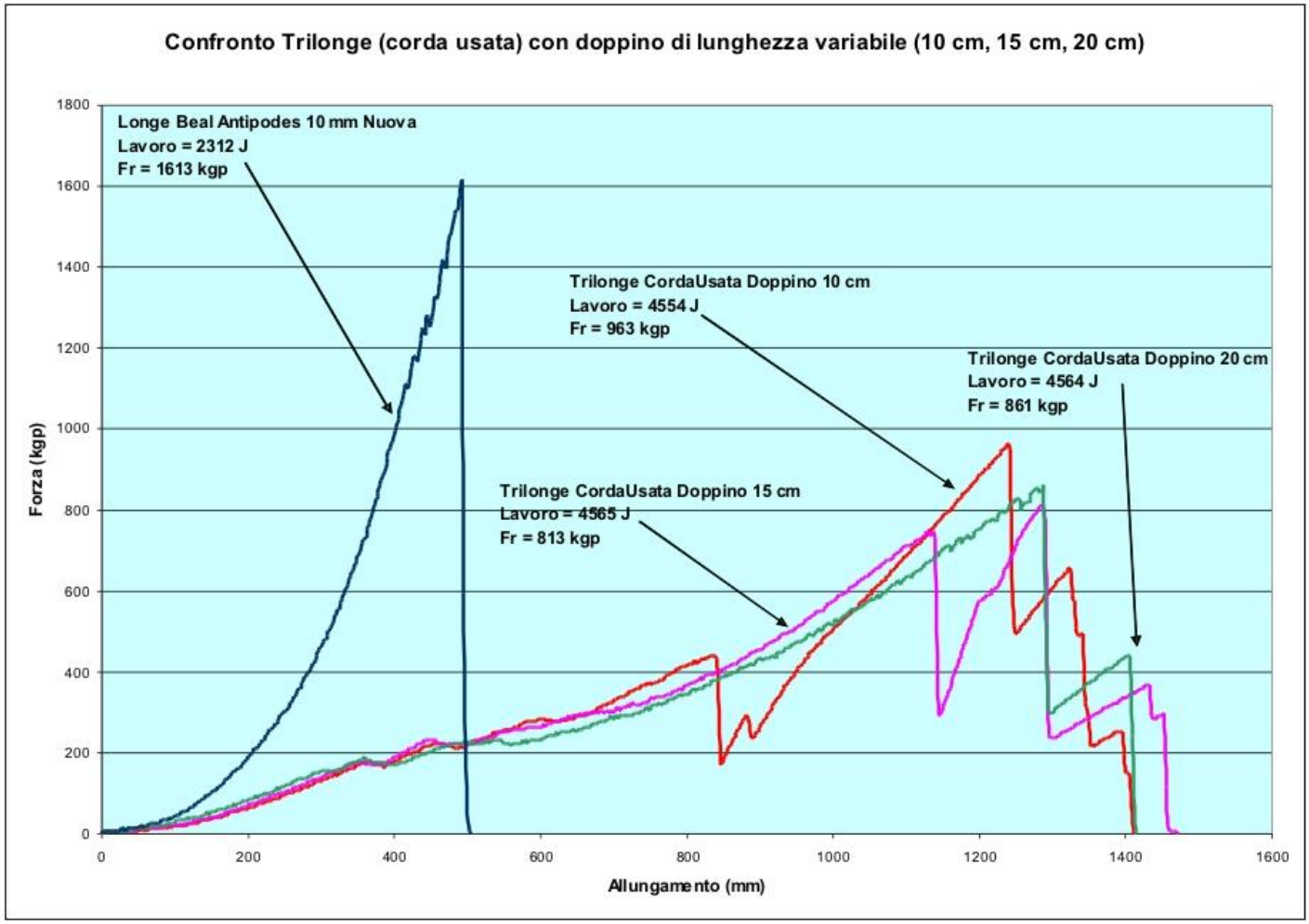
In effetti il diverso stato della corda (nuova o usata) modifica i risultati dei test: per il lavoro alla rottura si passa da 6180 J a 4554 J (- 26%) e da 1105 kgp a 963 kgp (- 13%) per il carico di rottura.

Con corda dinamica usata la Trilonge non perde molto delle sue caratteristiche positive, mantenendo un alta capacità di assorbire lavoro e non riducendo troppo il carico di rottura.

Nel caso della Trilonge con corda usata, sotto il crescere della forza di trazione, il doppino si ritrae dalle spire fino a fuoriuscire dal nodo (nel grafico relativo in corrispondenza del primo picco). Dopo di ciò si verifica un brusco abbassamento della forza. A questo punto il nodo "trilonge" è ritornato ad essere una guida semplice e la forza ritorna a crescere con l'aumentare dell'allungamento fino a raggiungere la rottura della calza e quindi dei trefoli.

Confronto fra Trilonge con corda usata e con lunghezza variabile del doppino

I test sono effettuati sempre con corda dinamica Beal Edlinger 9,8 mm, utilizzata intensamente per oltre due anni.



Tipo Longe/Trilonge	Condizione corda	Lavoro alla rottura (J)	Carico di rottura (kgp)	Tipo di rottura
Longe Beal Antipodes 10 mm	Nuova	2312	1613	Nel nodo

Trilonge Doppino 10 cm	Usata	4554	963	Nel nodo
Trilonge Doppino 15 cm	Usata	4565	813	Nel nodo
Trilonge Doppino 20 cm	Usata	4564	861	Nel nodo

Anche con corda (dinamica) usata la Trilonge manifesta ampiamente le sue qualità rispetto alla semplice longe:

1. una capacità di assorbire il doppio dell'energia;
2. un carico di rottura sempre elevato.

Da notare che la lunghezza del doppino non influenza le caratteristiche di assorbimento dell'energia e di tenuta alla rottura. Quindi un doppino di 10 cm va più che bene.

Sotto forze di trazione crescenti il doppino si ritrae dalle spire finché fuoriesce dal nodo (che ritorna ad essere un guida semplice). Dopo di ciò arriva la rottura, prima della calza e poi, in rapida successione, dei trefoli.

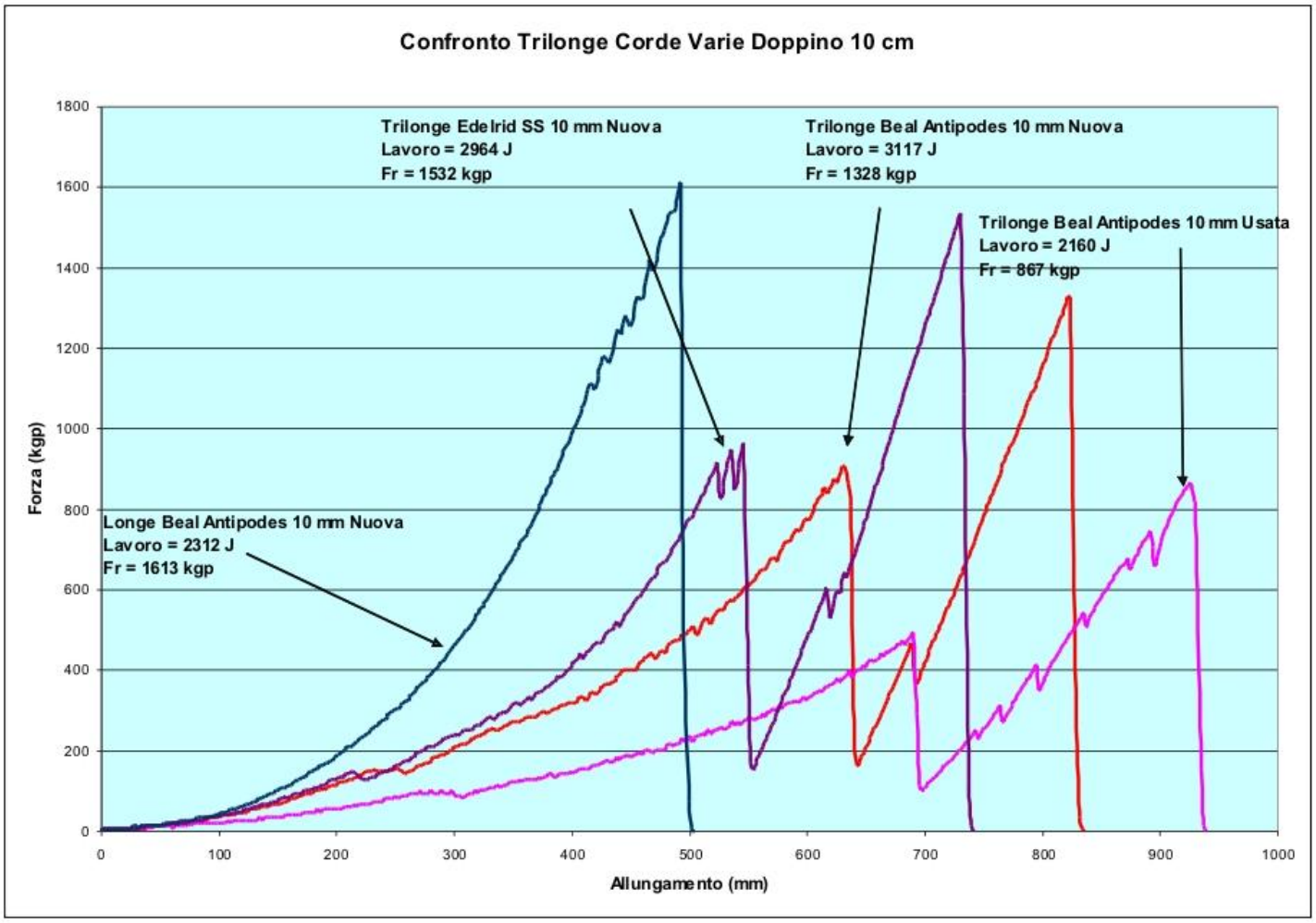
Da rilevare che con le Trilonge con doppino da 10 cm e da 15 cm il doppino è fuoriuscito dal nodo prima della rottura della calza, in corrispondenza dei due picchi negativi che si notano nel grafico soprastante.

Confronto fra Trilonge di corde varie

Sono riportati i grafici Forza/Allungamnento di Trilonge confezionate con le seguenti corde:

1. Edelrid SS 10 mm nuova,
2. Beal Antipodes 10 mm nuova,
3. Beal Antipodes 10 mm usata.

Fa da riferimento, come di consueto, il grafico relativo ad una longe eseguita con corda Beal Antipodes 10 mm nuova.



Tipo Longe/Trilonge	Condizione corda	Lavoro alla rottura (J)	Carico di rottura (kgp)	Tipo di rottura
Longe Beal Antipodes 10 mm	Nuova	2312	1613	Nel nodo
Trilonge Edelrid SS 10 mm	Nuova	2964	1532	Nel nodo
Trilonge Beal Antipodes 10 mm	Nuova	3117	1328	Nel nodo
Trilonge Beal Antipodes 10 mm	Usata	2160	867	Nel nodo

La prova mostra che Trilonge confezionate con corde statiche nuove e, soprattutto, usate non danno risultati di deformabilità e di tenuta particolarmente significativi: rispetto ad una normale longe in corda nuova statica il lavoro alla rottura aumenta di non molto e i carichi di rottura diminuiscono. Non si vede un gran vantaggio ad utilizzare una Trilonge fatta con queste corde, specie se sono usate.

In tutti e tre i casi il doppino è rientrato completamente nel nodo prima di giungere alla rottura della calza.

Conclusioni

Nell'ipotesi che siano in atto le ipotesi iniziali (longe/bilonge/trilonge vincolate ad un ancoraggio rigido), è evidente che:

1. la Trilonge confezionata con corda dinamica ha una grande capacità di assorbire energia (circa 4-5 volte superiore ad una longe normale) e non riduce di molto il carico di rottura della corda (che del resto non è l'elemento fondamentale in questione);
2. la lunghezza del doppino di scorrimento nel nodo della Trilonge non è tale da determinare un maggiore o minore assorbimento di energia;
3. il fatto che la Trilonge sia confezionata con corda usata non diminuisce di molto le caratteristiche energetiche e di tenuta;
4. le longe confezionate con cuciture a rottura programmata non danno risultati degni di nota e per di più in qualche caso sono abbastanza ingombranti;
5. una longe semplice confezionata con corda statica ha caratteristiche pressoché uguali alle longe confezionate in fettuccia.

Avvertenze

Nella realtà della progressione speleologica è molto improbabile che il peso-corpo sia vincolato con una longe ad un attacco rigido in una posizione superiore ad esso (nel caso del passaggio di un frazionamento, un suo cedimento farebbe gravare il peso sulla corda, cioè su un elemento molto elastico e lungo metri).

In tali condizioni le differenze di caratteristiche delle varie longe/bilonge/trilonge diverrebbero praticamente irrilevanti in quanto i pochi decimetri della longe, per quanto deformabili possano essere, diventano quasi trascurabili di fronte ai molti metri di una corda di progressione, di un traverso, ecc., che mette in gioco lavoro alla rottura di entità ben superiore.

A tal proposito - sperando che una esplicazione quantitativa metta in chiaro il problema - si tenga presente quanto contenuto nelle sottostanti tabelle, dove viene collegata la capacità di assorbire energia (prima di rompersi) della longe/bilonge/trilonge e della corda ad essa eventualmente collegata:

Tipo di longe	Condizione	Lunghezza campione (m)	Lavoro alla rottura (J)
Longe Beal Antipodes 10 mm	Nuova	0,5	2312
Trilonge Beal Edlinger 9,8 mm	Usata	0,5	4554
			Differenza = 2242 J

Tipo di corda	Condizione	Lunghezza campione (m)	Lavoro alla rottura (J)	%
Corda Beal Antipodes 10 mm	Nuova	1,0	4624	48
Corda Beal Antipodes 10 mm	Nuova	2,0	9248	24
Corda Beal Antipodes 10 mm	Nuova	3,0	13872	16
Corda Beal Antipodes 10 mm	Nuova	4,0	18496	12
Corda Beal Antipodes 10 mm	Nuova	5,0	23120	10
Corda Beal Antipodes 10 mm	Nuova	6,0	27744	8
Corda Beal Antipodes 10 mm	Nuova	7,0	32368	7
Corda Beal Antipodes 10 mm	Nuova	8,0	36992	6
Corda Beal Antipodes 10 mm	Nuova	9,0	41416	5
Corda Beal Antipodes 10 mm	Nuova	10,0	46240	4

Nell'ultima colonna della tabella soprastante è riportato il valore percentuale della differenza del lavoro a rottura (2242 J) delle longe/bilonge/trilonge (quelle prese in considerazione come più rappresentative) rispetto a quello di una corda (della lunghezza indicata nella colonna accanto). Risalta chiaramente che per lunghezze di corda realistiche la differenza di capacità di assorbimento di energia è percentualmente di poco significato (per 10 m di lunghezza è appena il 4%, cioè trascurabile).

In un armo ben fatto, dove non dovrebbe esistere la possibilità di cadere per un metro sulla longe vincolata ad un ancoraggio rigido, la deformabilità della longe/bilonge/trilonge non è un elemento fondamentale della catena di sicurezza. Come provocazione si potrebbe affermare che una longe potrebbe essere anche una catena metallica o un cavo d'acciaio o una longe confezionata di Dyneema (fibra fra le più rigide).

Se invece esistono dei modi di progredire in cui la longe viene vincolata ad ancoraggi rigidi (Canyoning? Alpinismo? Arrampicata sportiva?) allora è bene seguire le indicazioni riportate nei precedenti paragrafi.