

PROVE USURA CORDE SPELEO

<u>1 - Condizioni sperimentali iniziali</u>	<u>6 - Rottura senza nodi (F_r)</u>
<u>2 - Elenco campioni corda usati dai GS</u>	<u>7 - Effetto nodo (F_{rn})</u>
<u>3 - Risultati test carico/scarico</u>	<u>8 - Confronto analitico e conclusioni</u>
<u>4 - Allungamento residuo dopo trazione</u>	<u>9 - Rottura con bloccanti</u>
<u>5 - Riduzione lunghezza</u>	<u>10 - Usura per uso ridotto</u>

1 - CONDIZIONI SPERIMENTALI INIZIALI

Durata: 30 luglio 1994 - 30 luglio 1996 (24 mesi)

Corda: Beal Antipodes diametro 10,5 mm (acquistata con il contributo della Commissione Centrale Materiali e Tecniche del CAI)

La corda è stata suddivisa in 20 campioni della lunghezza di 40 m ciascuno.

I test sono stati eseguiti immediatamente dopo la conclusione del periodo d'uso.

Un campione è stato utilizzato per ricavare i valori iniziali di riferimento.

Un altro campione è stato utilizzato per verificare il decadimento naturale delle fibre della corda nell'arco di due anni, senza utilizzarla in alcun modo e conservandolo in assenza di luce e di scambi gassosi.

Un terzo campione è stato disteso sopra il tetto del CNS a Costacciaro, con l'intento di verificarne, nell'arco di due anni, il decadimento per l'esposizione alla luce solare e agli agenti atmosferici.

Gli altri diciassette campioni sono stati distribuiti ad altrettanti Gruppi Speleologici (vedi elenco seguente) per farne un uso secondo le proprie necessità e modalità, ma con

l'obbligo di elaborare una relazione sul loro uso e di restituirli al CENS alla scadenza di due anni.

n°	NOME	VIA	CAP	CITTA'
3	Gruppo Speleologico CAI Napoli	Castel dell'Ovo	80132	NAPOLI
4	Gruppo Grotte CAI Carnago	C/o Cent. Giov. Piazza Canonica	21040	CARNAGO
5	Gruppo Grotte "Solve" CAI Belluno	Via Ricci, 1	32100	BELLUNO
6	Gruppo Speleologico CAI Macerata	Via V.Veneto, 14	62100	MACERATA
7	Gruppo Speleologico CAI Feltre	Via Porta Imperiale, 3	32032	FELTRE
8	Comm. Grotte E. Boegan CAI-SAG	Via Machiavelli, 17	34132	TRIESTE
9	Speleo G.A.M. Mezzano	Via Reale 281 Glorie di Mezzano	48012	RAVENNA
10	Gruppo Grotte Saronno C.A.I.	Via Giuditta Pasta 29	21047	SARONNO
11	Gruppo Speleol. CAI Cento Talpe	C.P. 124	44042	CENTO
12	Gruppo Grotte CAI-SAT "E.Roner"	C.so Rosmini Cond. Venezia	38068	ROVERETO
13	Gruppo Grotte XXX Ottobre	c/o Sez. CAI Via C.Battisti 22	34125	TRIESTE
14	Gruppo Grotte Giara Modon CAI	Via Giara Modon	36020	VALSTAGNA
15	Gruppo Speleologico CAI Bolzaneto	Via C. Reta, 16	16162	BOLZANETO
16	Gruppo Spel. Lucchese CAI	Cortile Carrara 18	55100	LUCCA
	Gruppo Spel. Imperiese CAI	C.P. 58 Piazza U.Calvi, 8	18100	IMPERIA
	Gruppo Speleologico CAI Ravenna	Via delle Industrie, 100/a	48100	RAVENNA
	Gruppo Grotte CAI Teramo	Via F.Romani 5	64100	TERAMO

Il numero nella colonna di sinistra è il codice d'identificazione del relativo campione di corda (e tale resterà in ogni considerazione).

Il Gruppo Speleologico Imperiese CAI, il Gruppo Speleologico CAI Ravenna e il Gruppo Grotte CAI Teramo non hanno inviato, per motivi non comunicati, il campione di corda a loro affidato.

Il campione di corda disteso sopra il tetto del CNS, dopo la gestione del GS CAI Perugia (luglio 95 - marzo 96), non è stato più trovato e quindi mancano i dati relativi al decadimento della corda non usata ma esposta all'azione meteorica e del sole.

2 - ELENCO DEI CAMPIONI DI CORDA USATI

n°	Gruppo	Note
1	CENS Costacciaro	Corda nuova, uscita di fabbrica da appena 30 giorni
2	CENS Costacciaro	Corda nuova, non usata in alcun modo e chiusa in assenza di luce e scambi gassosi
3	Gruppo Speleologico CAI Napoli	Grotte del Matese e dei Monti Alburni. Discese: 61 Salite: 85
4	Gruppo Grotte CAI Carnago	Abisso G.V. Schiaparelli (Campo dei Fiori): calcare selcifero con acqua. Discese: 130 Salite: 130
5	Gruppo Grotte "Solve" CAI Belluno	Forre, soprattutto, e grotte del bellunese. Discese: 24 Salite: 10
6	Gruppo Speleologico CAI Macerata	Grotte varie dell'Appennino umbro marchigiano/palestre/forre. Discese: 241 Salite: 230
7	Gruppo Speleologico CAI Feltre	Abisso dei Piani Eterni. Temperatura sempre fra -2°C e +1°C. Teleferica: 108. Discese: 42 Salite: 42
8	Comm. Grotte Boegan CAI-SAG Trieste	25 uscite in Canin e nel Carso triestino. Discese: 100 Salite: 100
9	Speleo G.A.M. Mezzano	Grotte nei gessi, con molta acqua e fango. Discese: 271 Salite: 271
10	Gruppo Grotte CAI Saronno	Grotte/forre/palestre, anche con calcari selciferi e acqua. Discese: 382 Salite: 382
11	Gruppo Speleologico CAI Cento Talpe	Palestra esterna e grotte varie, anche nei gessi, con fango e acqua. Discese: 103 Salite: 103
12	Gruppo Grotte CAI SAT Rovereto	Grotte/palestre/forre del Trentino, anche a bassa temperatura e con acqua. Discese: 156 Salite: 156
13	Gruppo Grotte XXX Ottobre CAI Trieste	Grotte/palestre del Carso triestino, in genere asciutte. Discese: 62 Salite: 62
14	Gruppo Grotte CAI Valstagna	Armo fisso per 21 mesi su primo pozzo (esterno) dell'Abisso Pianca. Discese: 108 Salite: 108
15	Gruppo Speleologico CAI Bolzaneto	Grotte varie del Marquareis, Alpi Apuane (Arnetola), Liguria/palestra esterna. Discese: 343 Salite: 343
16	Gruppo Speleologico CAI Lucca	Grotte varie delle Alpi Apuane/forre/palestre. Discese: 264 Salite: 264

Nella prima colonna a sinistra c'è il numero che contraddistingue il campione di corda.

Nella colonna centrale è indicato il Gruppo Grotte che ha curato la sperimentazione sul terreno.

Nella colonna di destra è riportata in sintesi la relazione d'uso, con le eventuali indicazioni geomorfologiche e idrologiche particolari.

3 - RISULTATI TEST SCARICO/SCARICO

Prove a trazione lenta (0,6 mm/sec) senza nodi, con forze di trazione crescenti da 0 kgp a 1600 kgp e viceversa, con letture ogni 100 kgp.

I dati ottenuti dai 16 campioni di corda (come da elenco) sono stati utilizzati per costruire dei grafici aventi in ascisse l'Allungamento Unitario A_u , in ordinate la variazione di forza di trazione F in kgp.

All'interno dei diagrammi è riportato un riquadro con il tipo di corda usata, il suo carico di rottura senza nodi F_r e con nodi F_m (guida con frizione d.s.).

Si ricorda che la superficie definita all'interno della curva è la misura dell'energia (lavoro) perso per deformazione plastica (non più recuperabile).

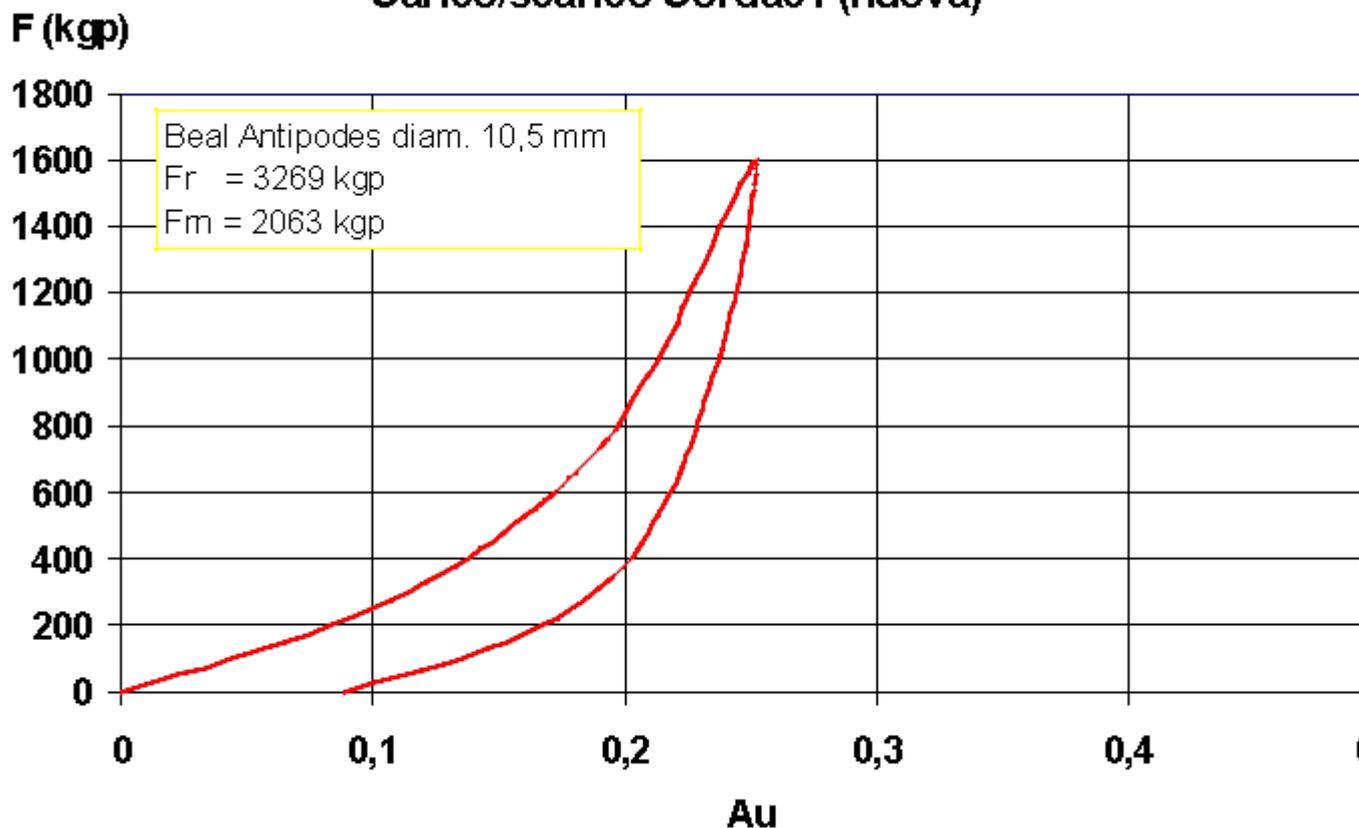
L'allungamento residuo A_r si ricava dal valore dell'ascissa della curva di scarico a $F = 0$.

Se la curva (di carico) s'interrompe, vuol dire che il campione di corda si è rotto ad una forza di trazione inferiore ai 1600 kgp, ad un valore riportato nella tabella.

Per il campione di corda 01 (corda nuova, appena uscita di fabbrica) i risultati sono riportati qui sotto e saranno utilizzati di riferimento in tutti gli altri grafici elaborati.

Curva rossa = corda nuova

Carico/scarico Corda01 (nuova)



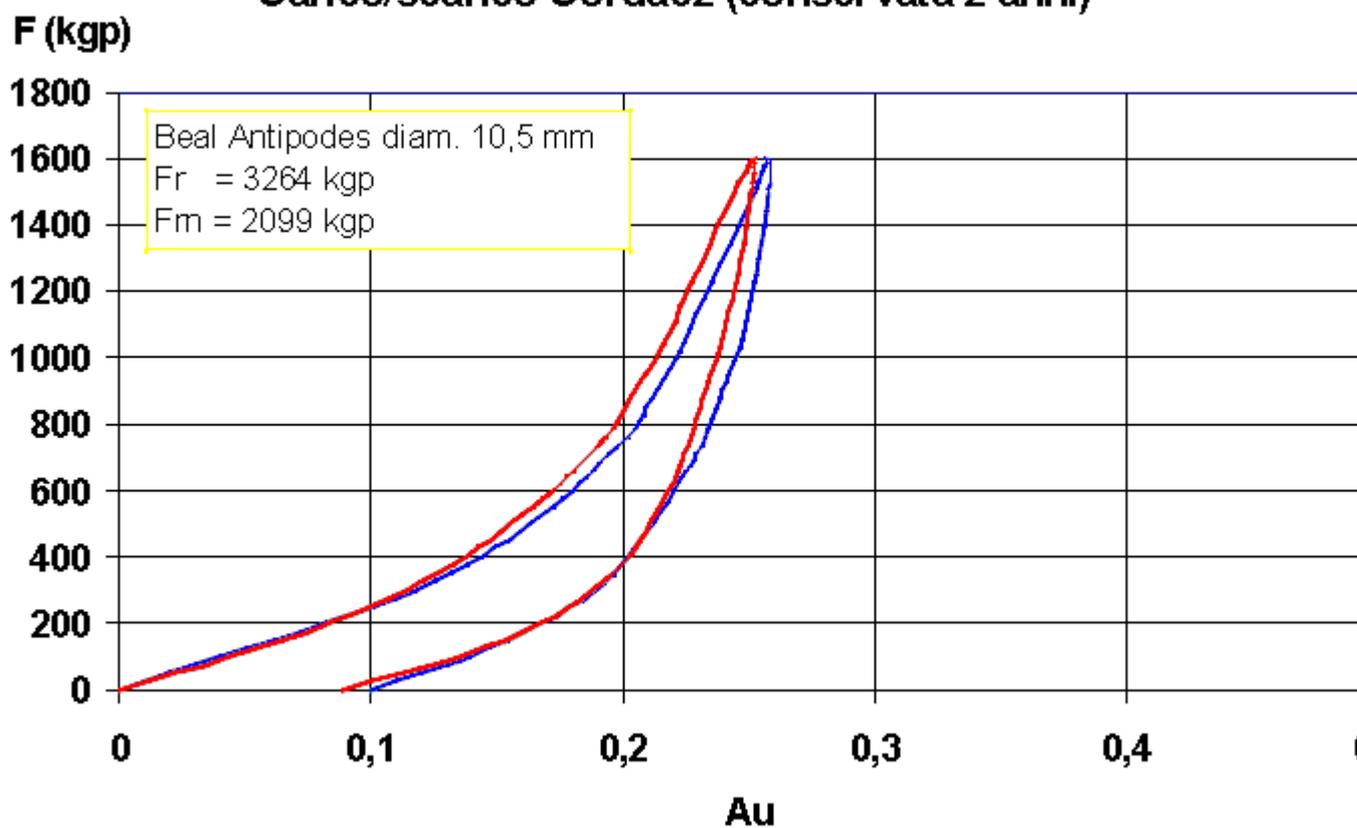
I risultati sono del tutto analoghi all'equivalente corda nuova usata per la precedente prova di usura della durata di un anno (aprile 1985 - aprile 1986).

Per gli altri campioni conservati e usati dal CENS e dai Gruppi Grotte, i diagrammi con i relativi commenti sono reperibili tramite i collegamenti ipertx della tabella sottostante, dove è possibile individuare anche il grafico e i risultati di sintesi dei test di carico/scarico.

Attenzione! Nei grafici dove avviene la rottura del campione di corda prima di arrivare a 1600 kgp la curva di carico si interrompe ad un valore di F inferiore a quello Fr registrato in coincidenza della rottura. Pertanto il valore di F all'estremo della curva di carico è sempre inferiore al valore di Fr contenuto nell'etichetta gialla.

02 - Nuova 2 anni	06 - GS Macerata	10 - GS Saronno	14 - GS Valstagna
03 - GS Napoli	07 - GS Feltre	11 - GS Cento Talpe	15 - GS Bolzaneto
04 - GG Carnago	08 - CG Trieste	12 - GS Rovereto	16 - GS Lucca
05 - GS Belluno	09 - GS Mezzano	13 - GG xxx Ottobre	Sintesi e conclusioni

Carico/scarico Corda02 (conservata 2 anni)



Dopo due anni di conservazione al buio e in assenza di scambi gassosi, la corda "vecchia" (in blu) ha, di fatto, le stesse caratteristiche della corda "nuova" (in rosso). Identica conclusione era stata tratta nella precedente prova di usura di un anno.

Questi dati confermano quanto concluso coi risultati ottenuti su una corda Edelrid ss 10 mm di diametro rimasta chiusa e inutilizzata per 18 anni (dato certo e dimostrabile) in assenza di luce e all'asciutto:

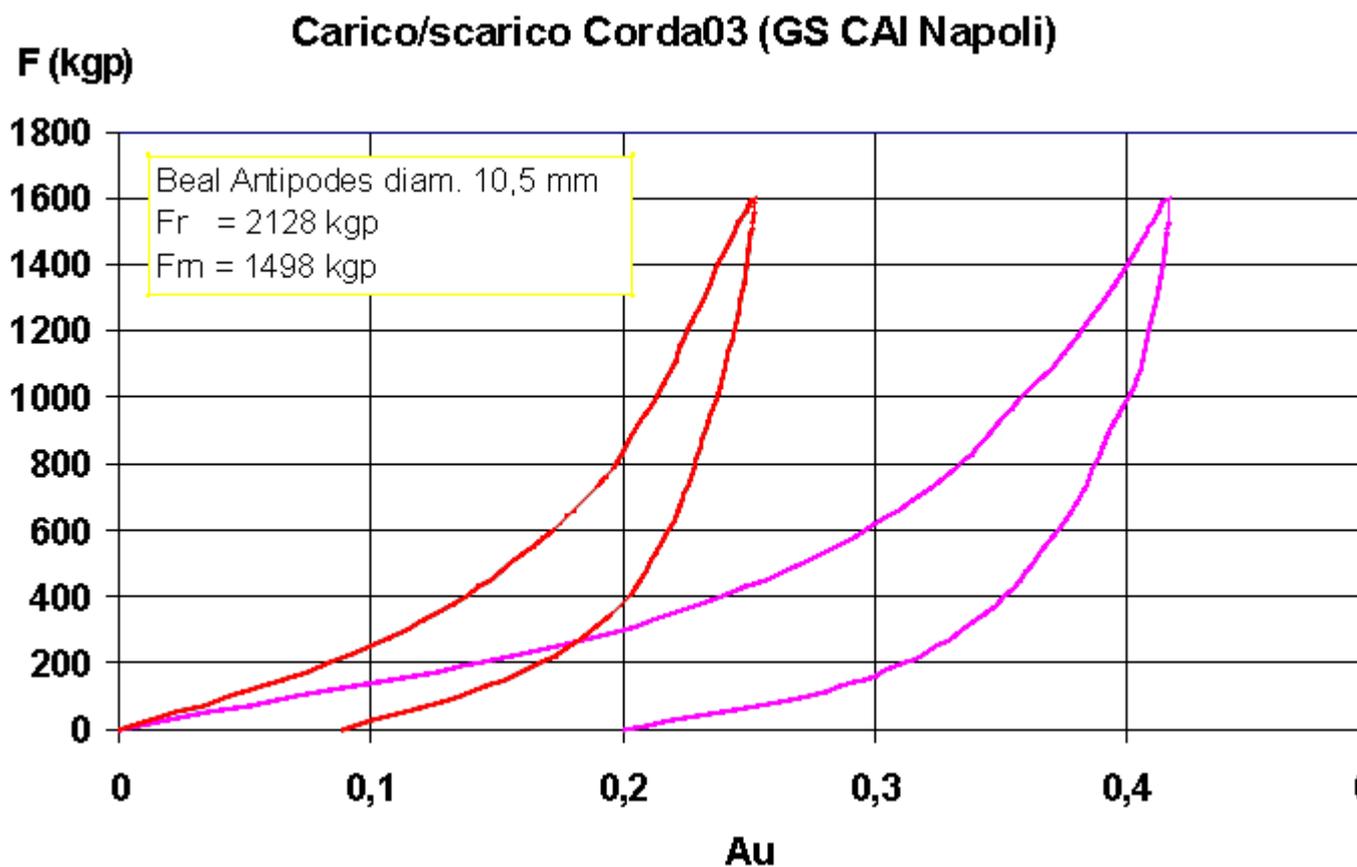
trazione lenta senza nodi	2925 kgp	
trazione lenta con nodo guida con frizione	1905 kgp	(- 35%)

risultati del tutto simili a quelli ottenibili con una analoga corda Edelrid ss 10 mm di diametro appena uscita di fabbrica!

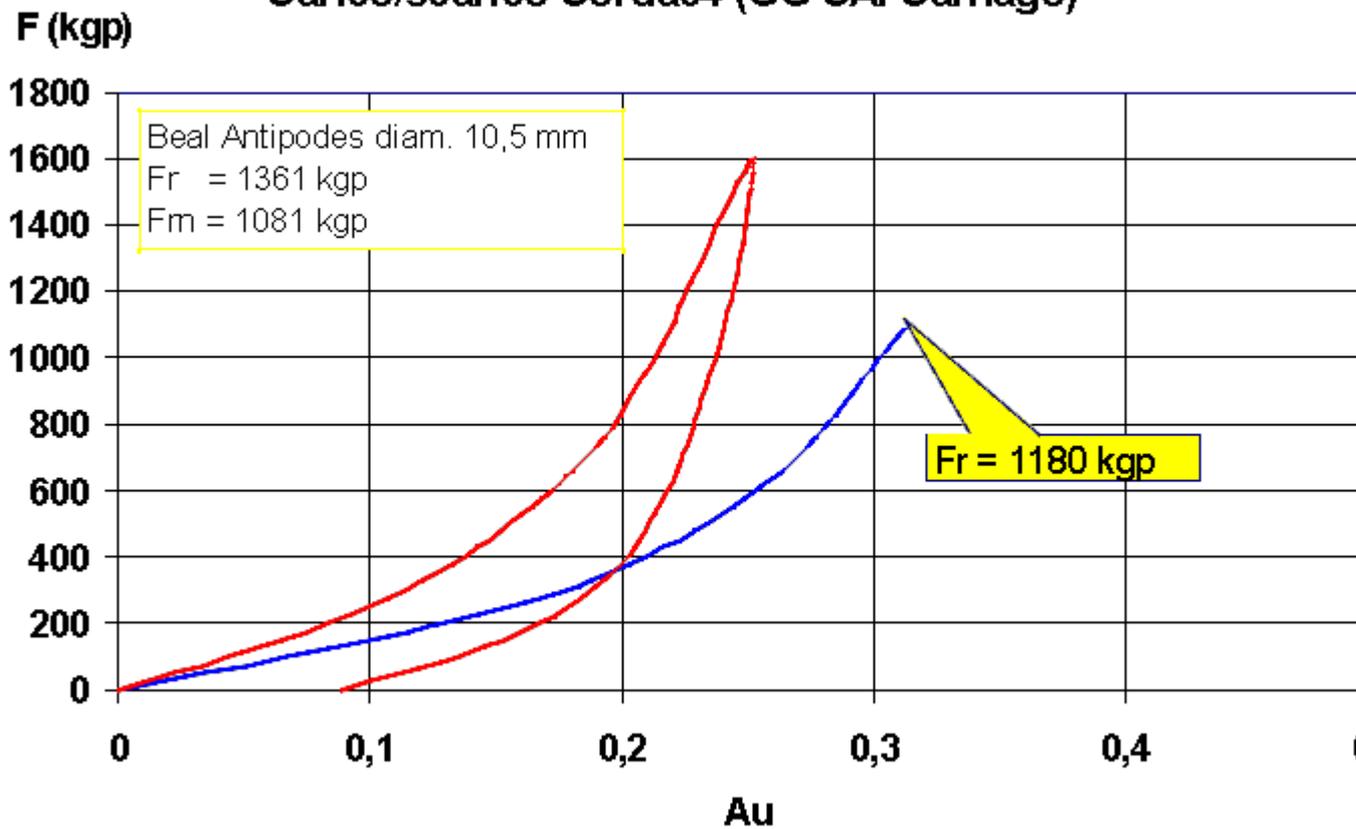
Con ciò si ha finalmente la certezza che anche dopo molti anni (18 anni nella fattispecie) di conservazione al buio e in assenza di scambi gassosi, non esiste un decadimento significativo delle corde in nylon.

Corde nuove, chiuse in un sacco di plastica impenetrabile alla luce, conservano le proprie caratteristiche per molto tempo.

Questa conclusione sperimentale rassicura sul fatto che non sempre è garantito che le corde acquistate siano appena uscite dalla fabbrica.

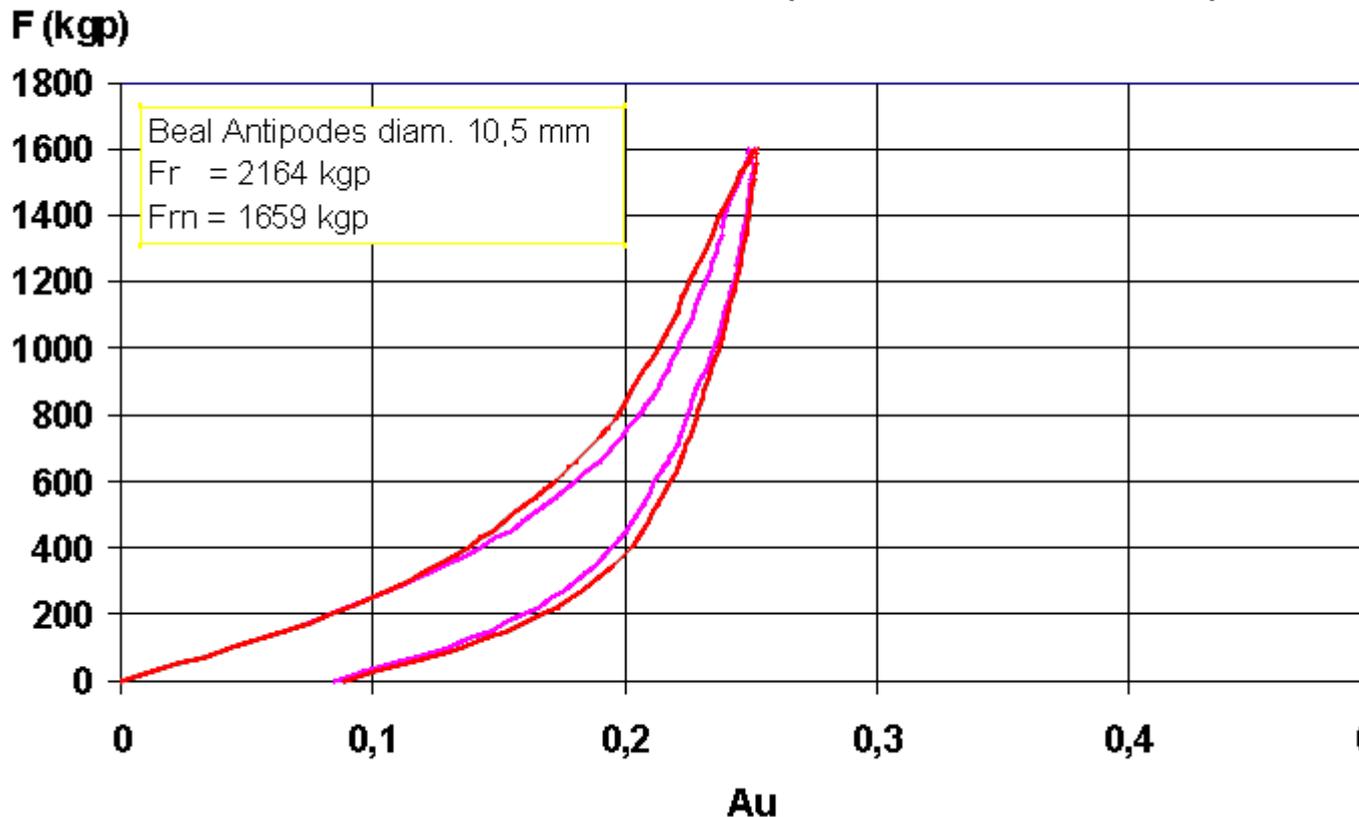


Carico/scarico Corda04 (GG CAI Carnago)



Corda usata nell'Abisso Schiaparelli (Campo dei Fiori - VA) che si apre in calcari selciferi, estremamente abrasivi. Molto mal ridotta: da buttare senza esitazione.

Carico/scarico Corda05 (GG Cai Belluno Solve)



Se non fosse per i carichi di rottura F_r e F_{rn} , tipici di corde vecchie, si direbbe che il campione di corda usato dal GG CAI Belluno è una corda praticamente nuova.

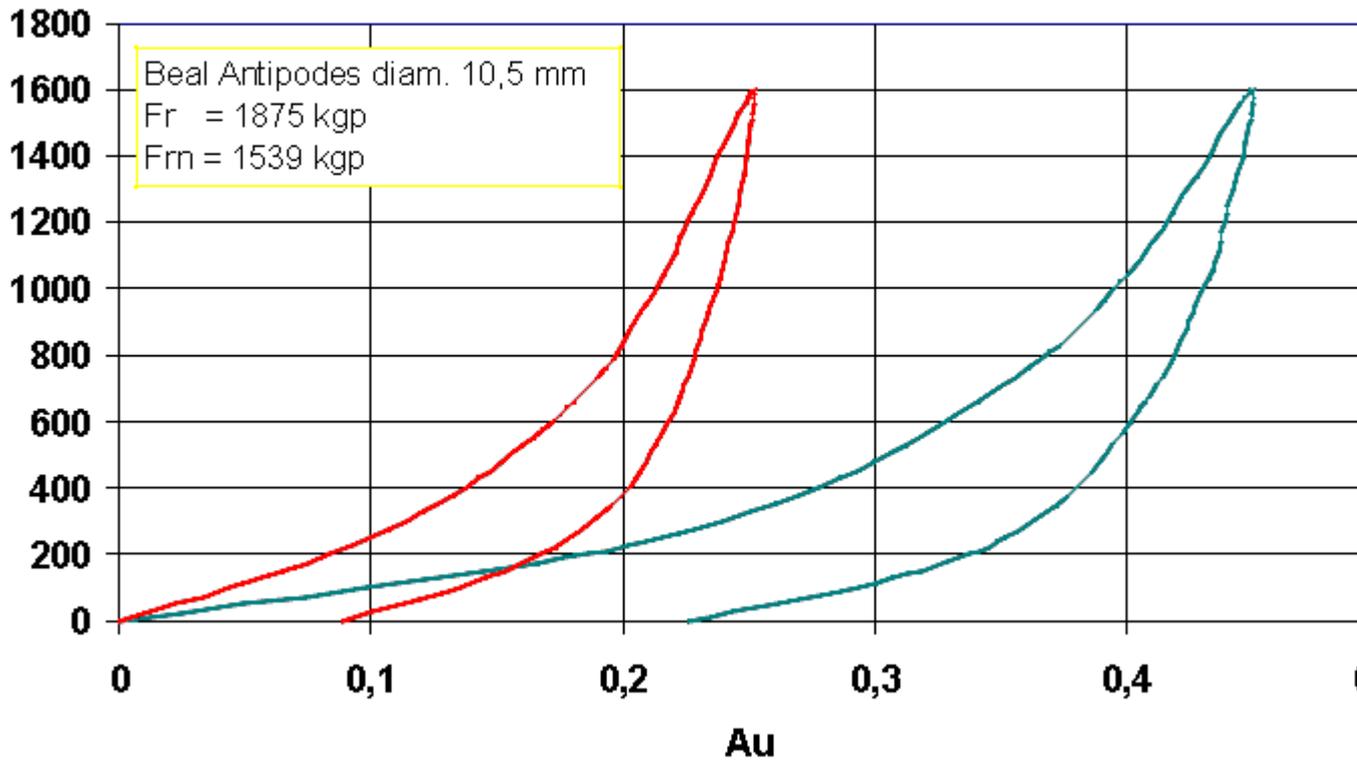
Ma è categoricamente impossibile che la curva di carico/scarico sia identica a quella di una corda mai usata e, al tempo stesso, si abbia una riduzione di F_r del 35% e di F_{rn} del 50% (rispetto alla corda nuova e senza nodi). Se la corda viene usata è inevitabile che a un coefficiente di elasticità maggiore ($A_{u\max} = 0,4$ circa) si abbini una diminuzione di F_r e F_{rn} .

E' altrettanto impossibile che una corda usata non abbia un allungamento residuo A_u superiore a quello della corda nuova.

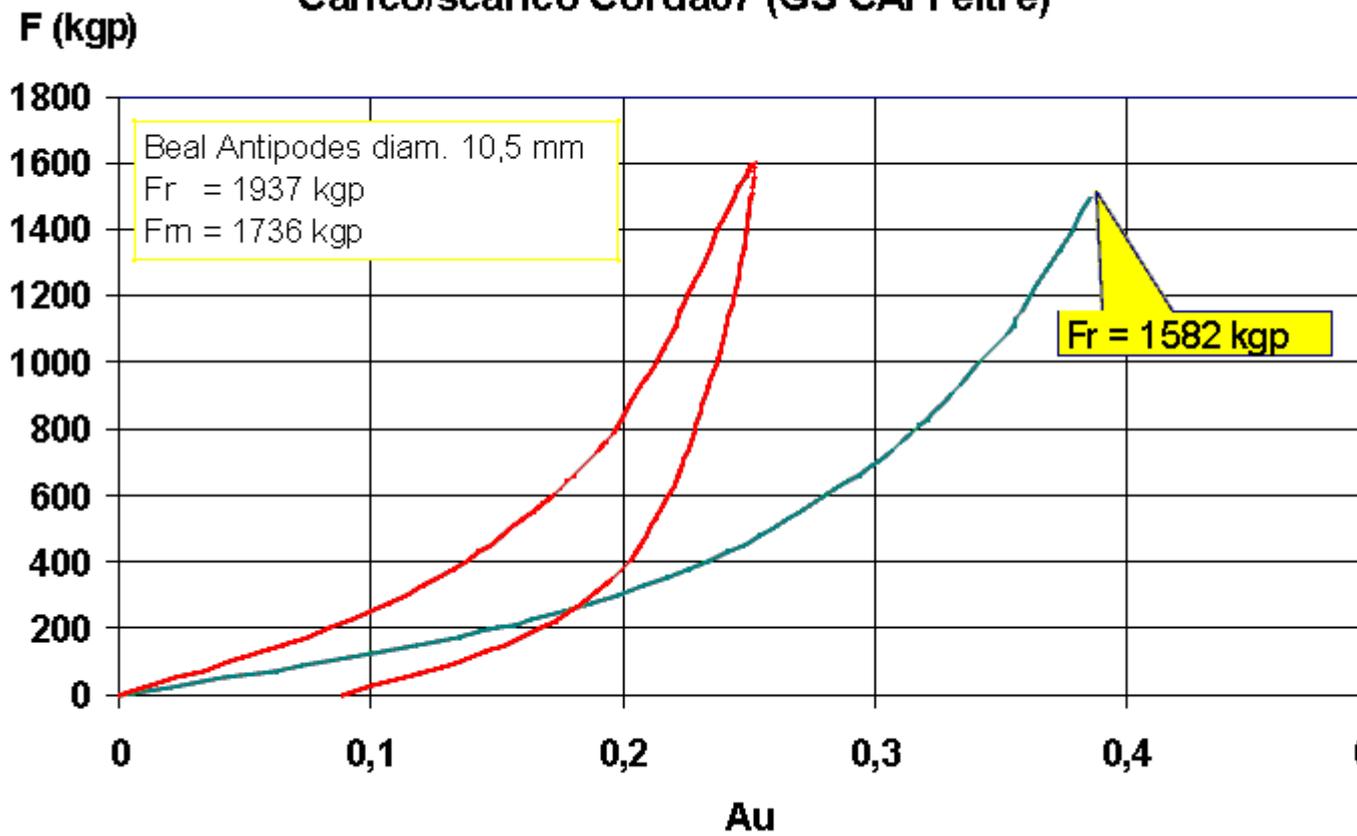
In questo caso non è possibile fare alcuna ipotesi tecnicamente e scientificamente plausibile. Sembra ragionevole pensare ad un errore di trascrizione di dati.

Carico/scarico Corda06 (GS CAI Macerata)

F (kgp)



Carico/scarico Corda07 (GS CAI Feltre)



Corda sottoposta ad un'intensa attività, superiore alle altre situazioni. Al limite della sicurezza.

Carico/scarico Corda08 (CG "E.Boegan" CAI-SAG Trieste)

F (kgp)

1800

1600

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

Beal Antipodes diam. 10,5 mm
Fr = 1949 kgp
Fm = 1719 kgp

0

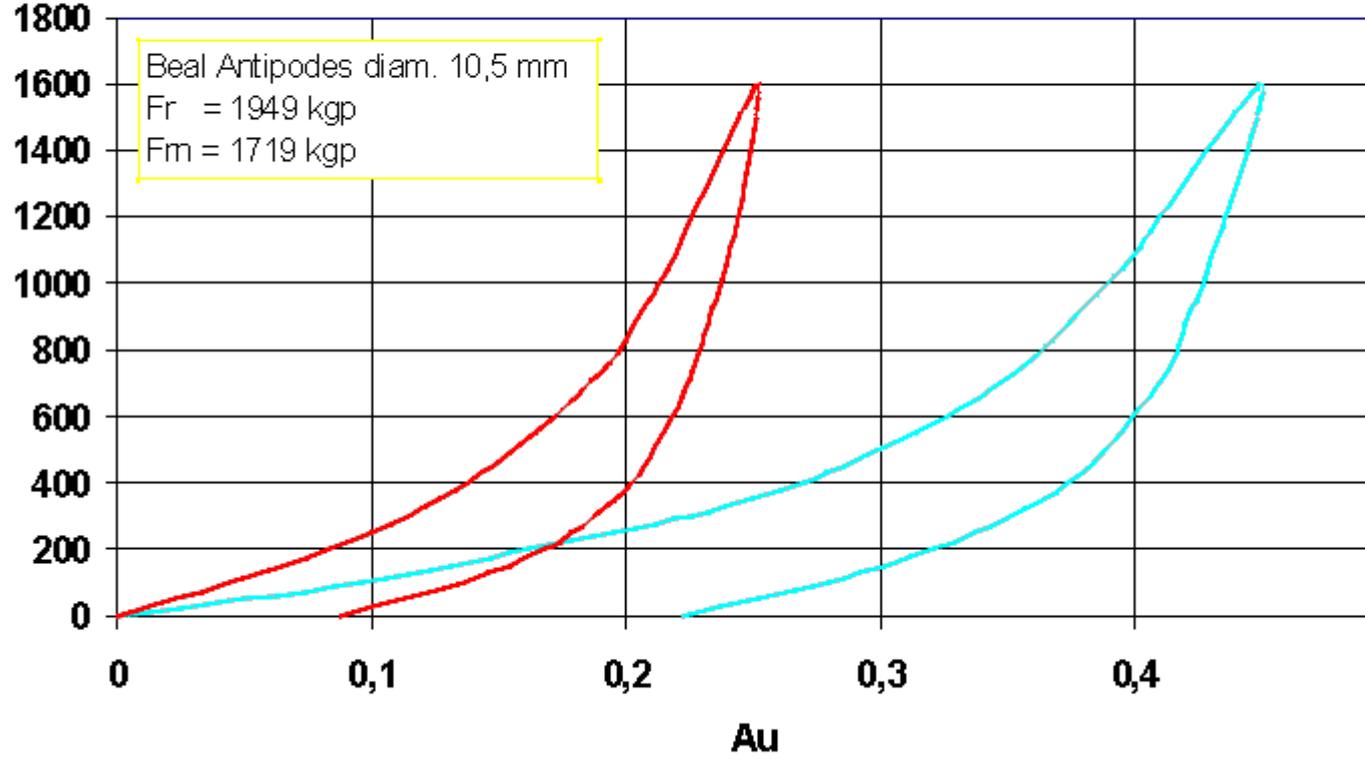
0,1

0,2

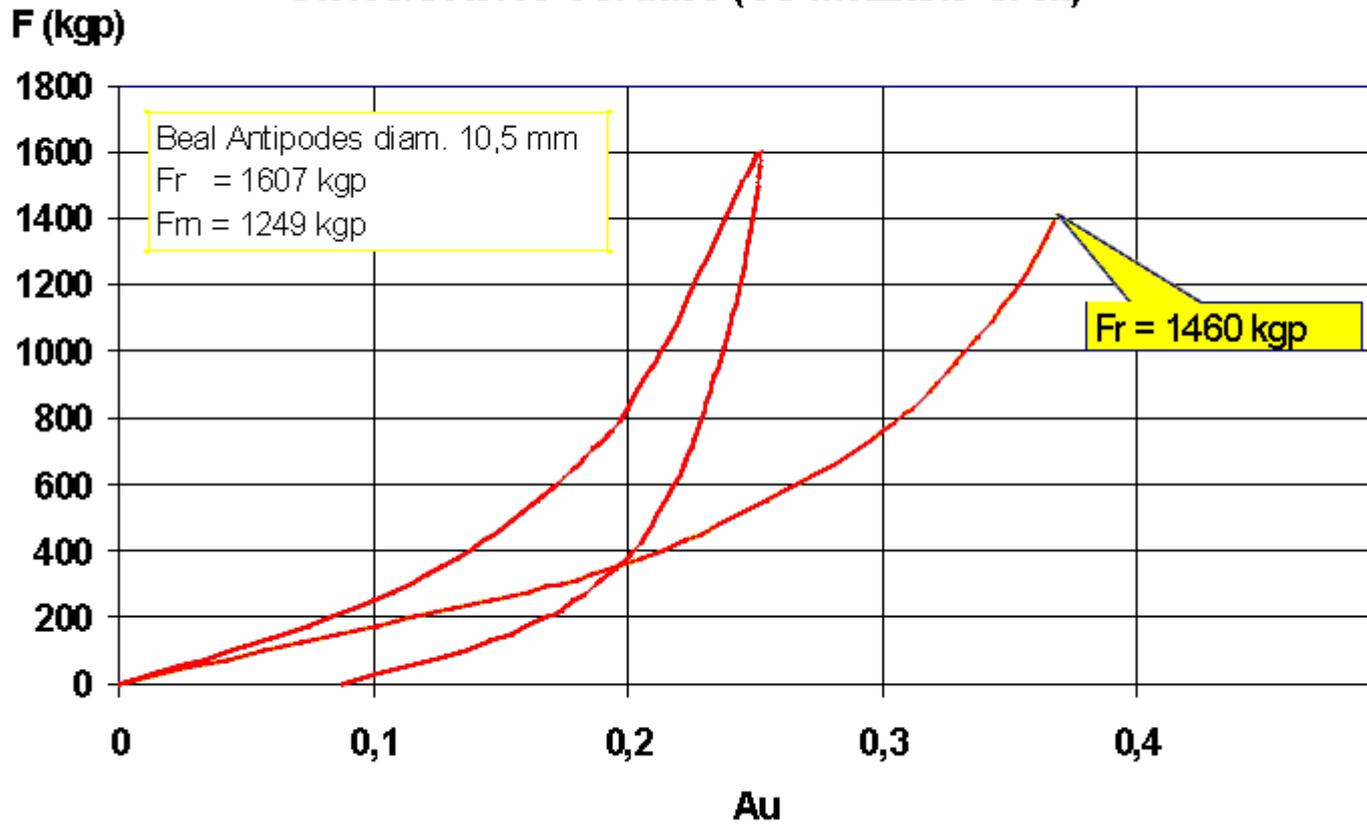
0,3

0,4

Au



Carico/scarico Corda09 (GS Mezzano GAM)



Corda sottoposta ad una notevole attività in grotte nel gesso con molta acqua e tanta argilla (residuo insolubile dei gessi). Corda da buttare senza esitazione.

Carico/scarico Corda10 (GS CAI Saronno)

F (kgp)

1800

1600

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

Beal Antipodes diam. 10,5 mm

Fr = 1741 kgp

Fm = 1338 kgp

0

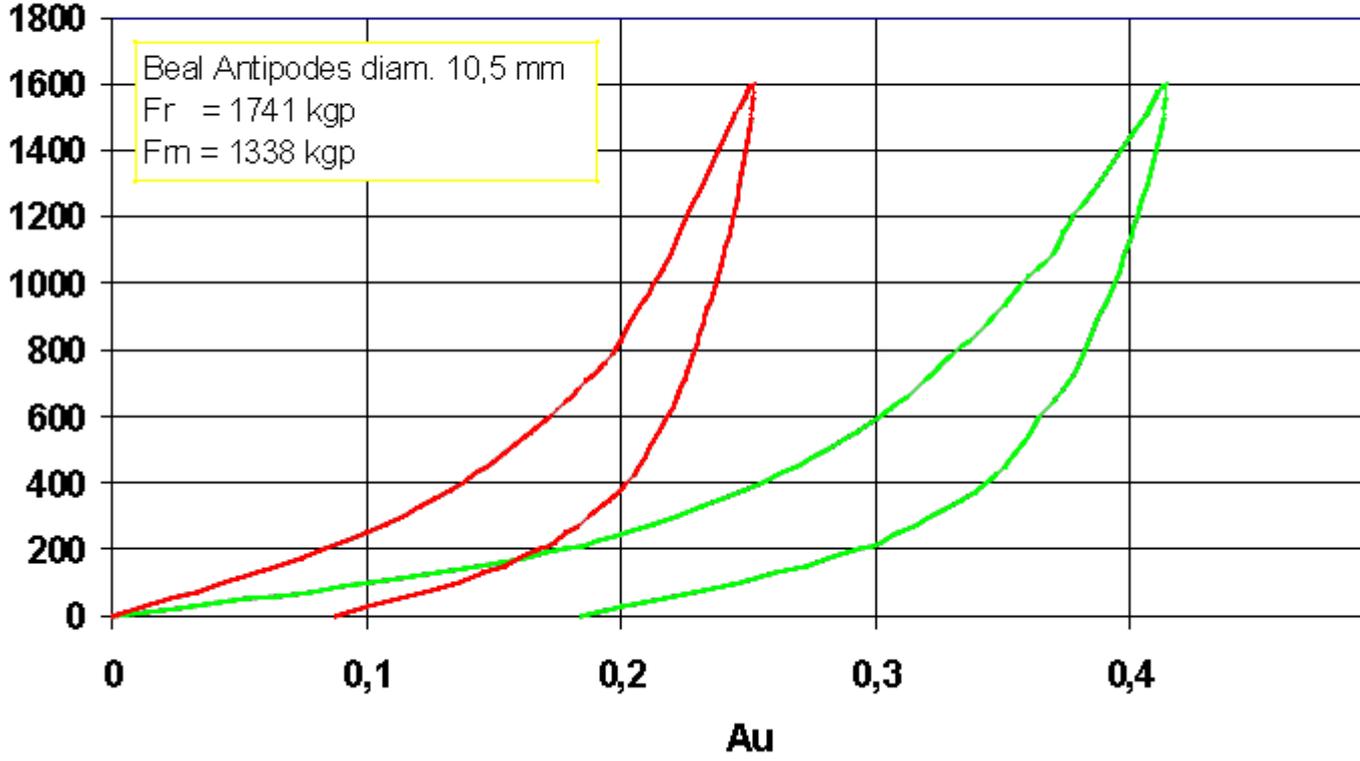
0,1

0,2

0,3

0,4

Au



Carico/scarico Corda11 (GS CAI Centro Talpe)

F (kgp)

1800

1600

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

Beal Antipodes diam. 10,5 mm
Fr = 1982 kgp
Fm = 1429 kgp

0

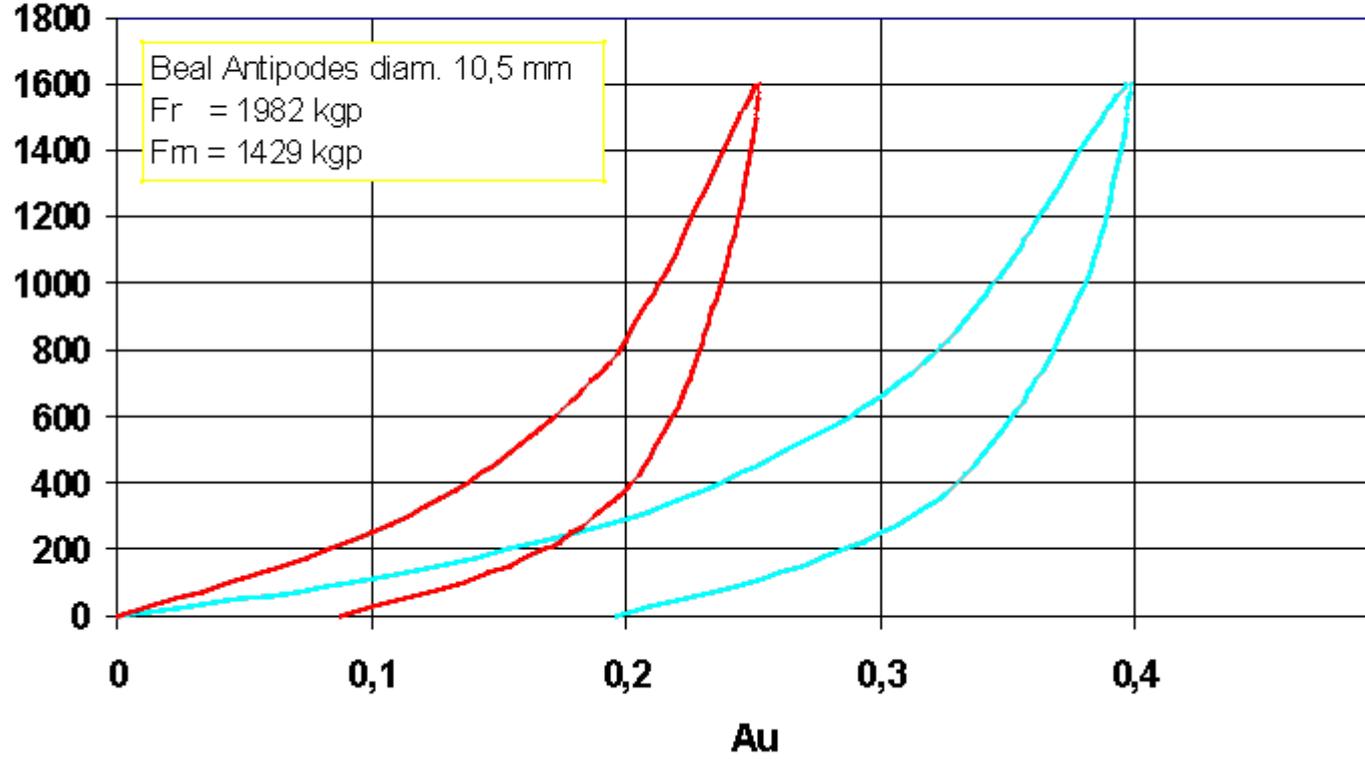
0,1

0,2

0,3

0,4

Au



Carico/scarico Corda12 (GG "Roner" CAI-SAT Rovereto)

F (kgp)

1800

1600

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

Beal Antipodes diam. 10,5 mm
Fr = 1980 kgp
Fm = 1499 kgp

0

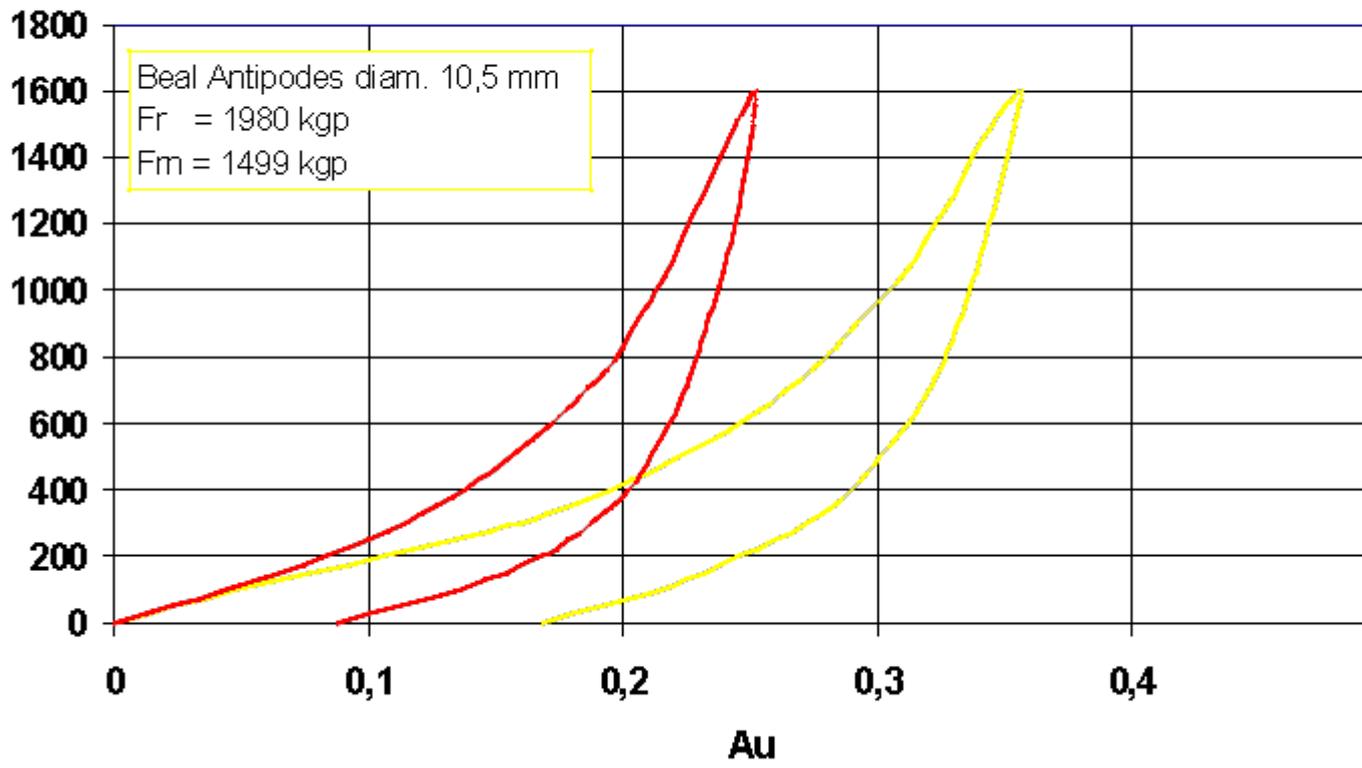
0,1

0,2

0,3

0,4

Au



Carico/scarico Corda13 (GG XXX Ottobre CAI Trieste)

F (kgp)

1800

1600

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

Beal Antipodes diam. 10,5 mm
Fr = 2171 kgp
Fm = 1441 kgp

0

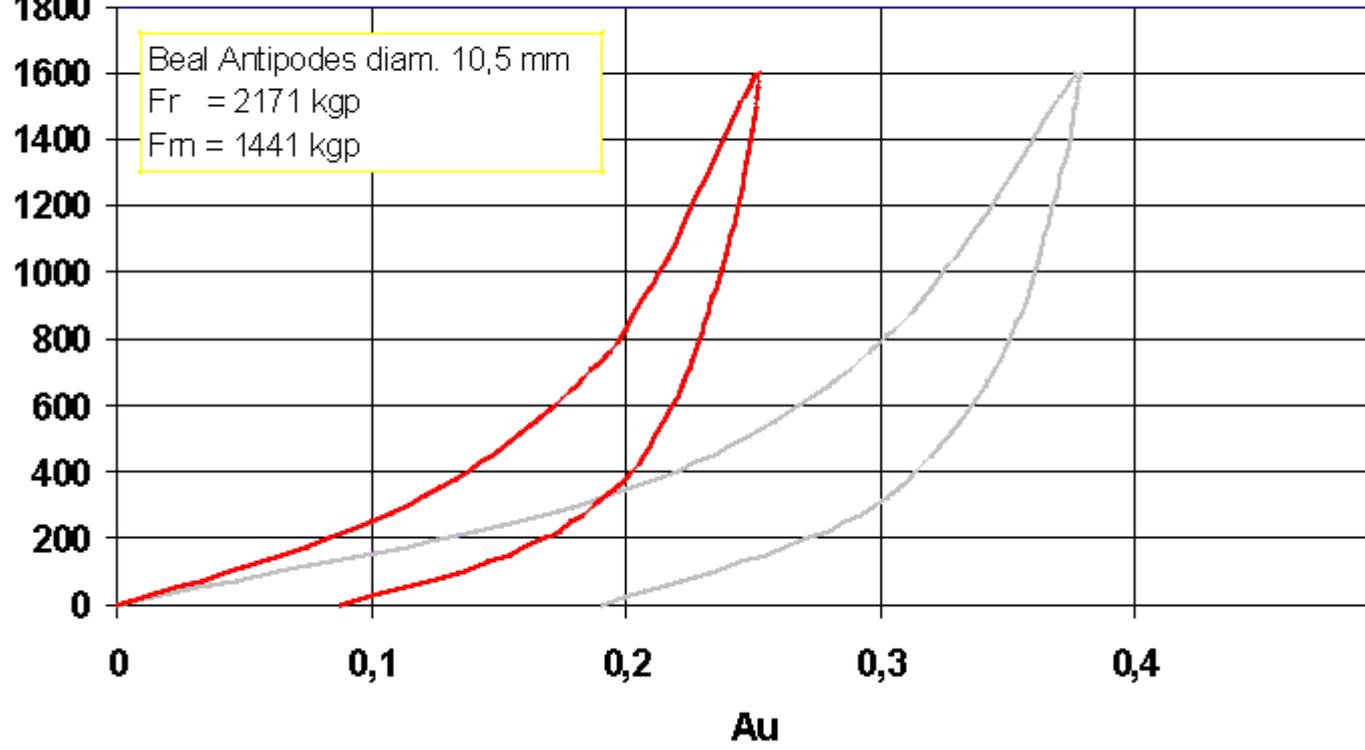
0,1

0,2

0,3

0,4

Au



Carico/scarico Corda14 (GG CAI Valstagna)

F (kgp)

1800

1600

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

Beal Antipodes diam. 10,5 mm

Fr = 1773 kgp

Frn = 1547 kgp

0

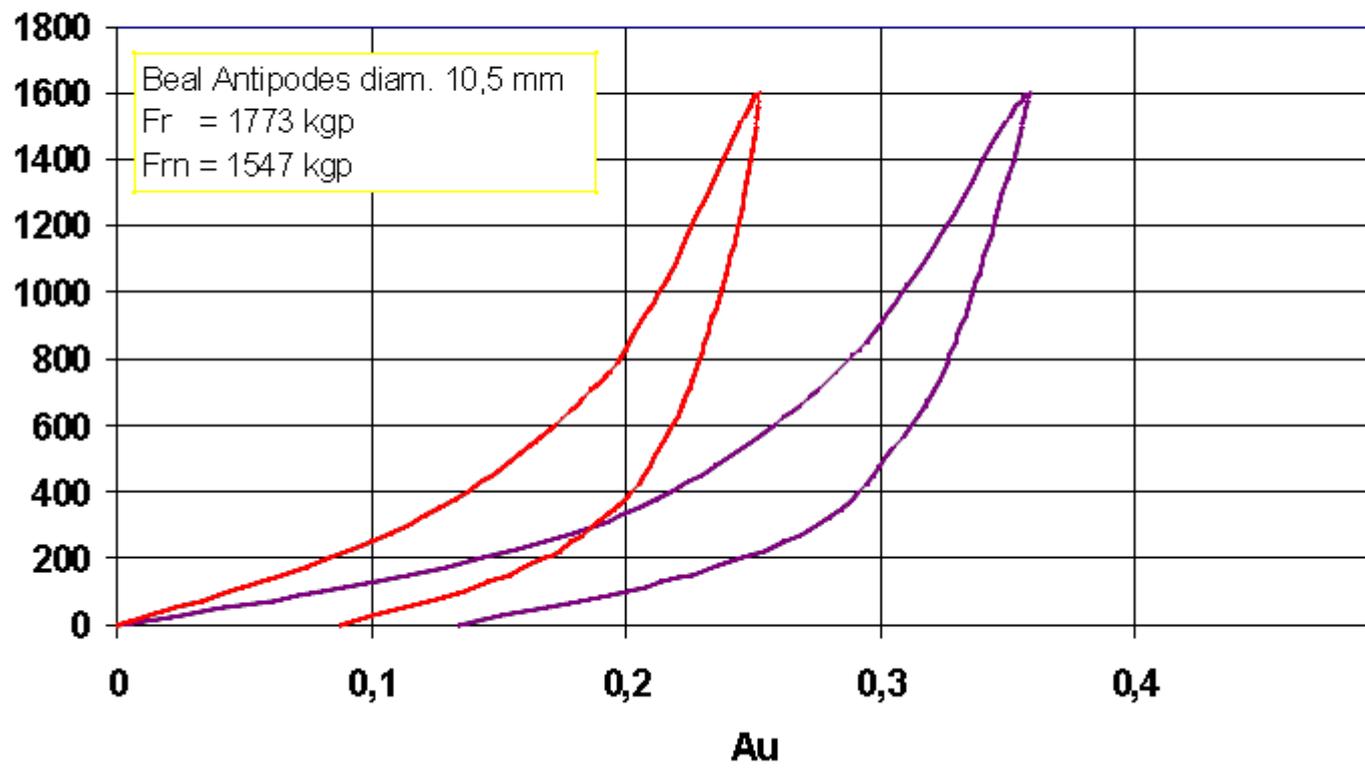
0,1

0,2

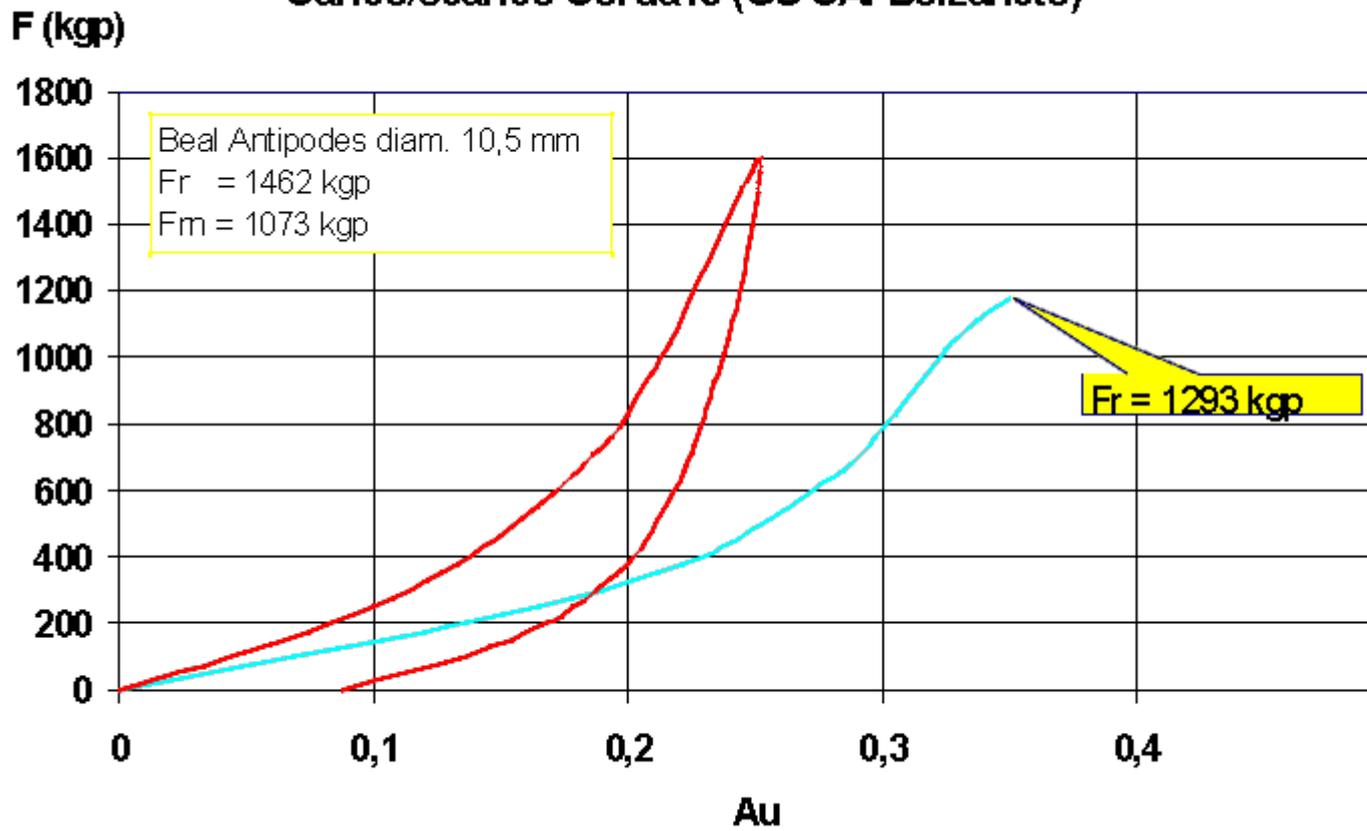
0,3

0,4

Au

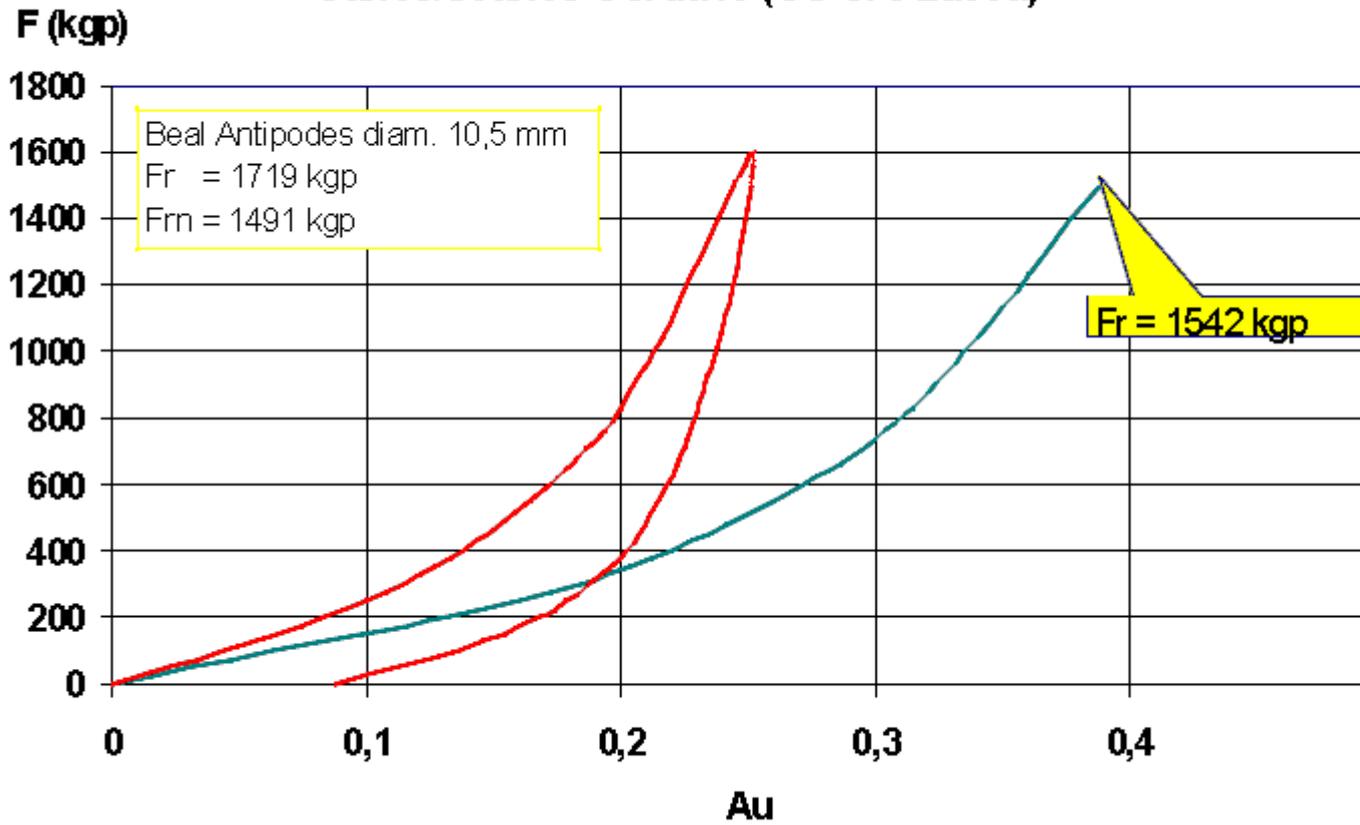


Carico/scarico Corda15 (GS CAI Bolzaneto)



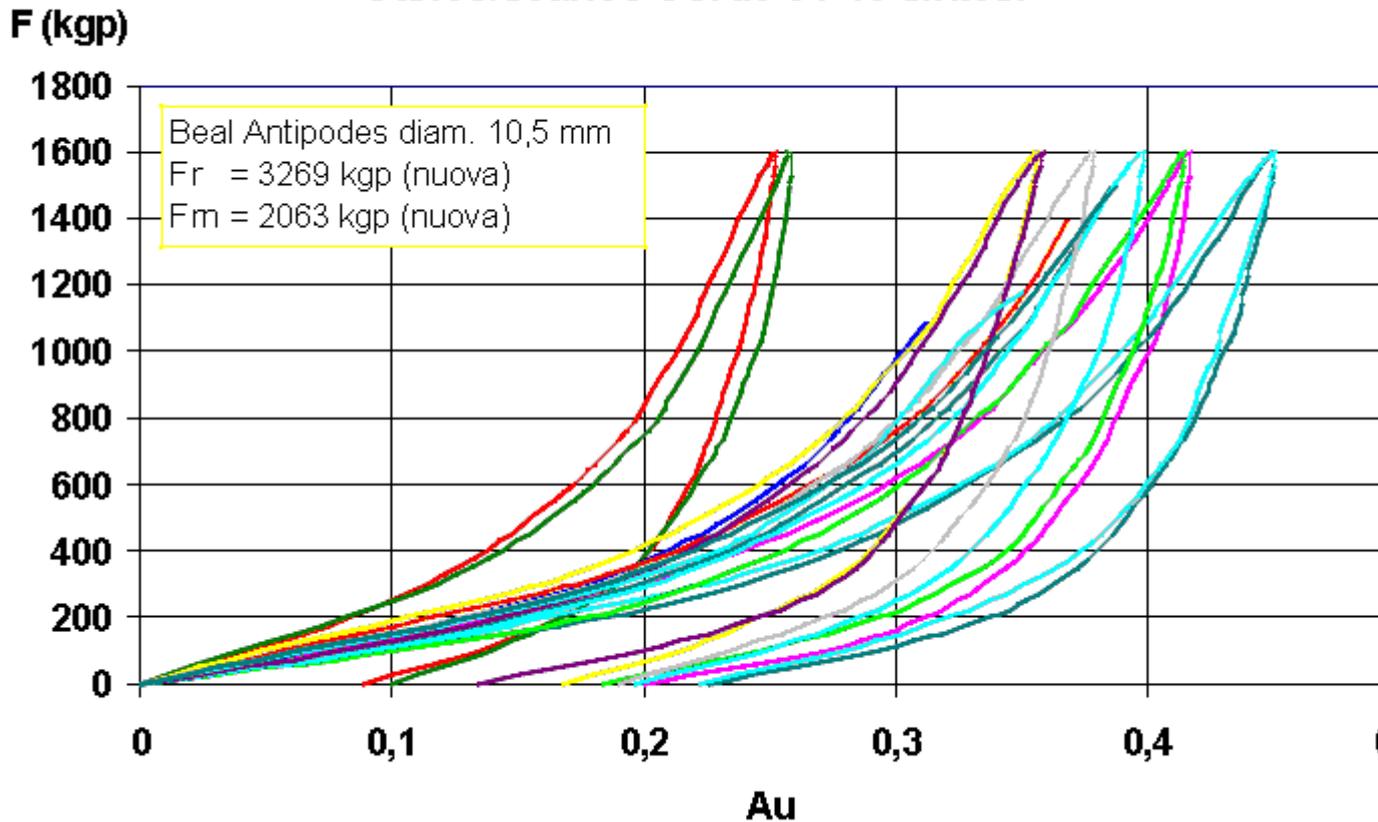
Corda sottoposta ad un'intensa attività, maggiore che in tutti gli altri casi. Da buttare senza esitazioni.

Carico/scarico Corda16 (GS CAI Lucca)



Corda molto malandata per intenso uso in grotte apuane (marmo microcristallino con frequenti presenze di granuli di selce). Al limite della sicurezza.

Carico/scarico Corde 01-16 sintesi



Il grafico di sintesi (esclusa la Corda 05 per la sua inattendibilità) porta ad alcune significative e istruttive conclusioni di carattere generale.

L'uso produce inelutabilmente il deterioramento della corda e la rende più cedevole, tanto che a parità di forza di trazione si hanno allungamenti, rispetto alla corda nuova, anche doppi (si passa da allungamenti del 20-25 % ad allungamenti del 40 - 45 %)

Quest'apparente maggiore elasticità non è altro che l'effetto conseguente alla:

- distruzione di alcuni fili elementari della corda operata da elementi duri e taglienti (granuli di selce, materiali solidi contenuti nelle argille, ecc.);
- depolimerizzazione conseguente al calore prodotto dall'uso degli attrezzi di progressione, soprattutto il discensore.

La corda usata, per la presenza di diversi fili rotti e depolimerizzati, ha di fatto, anche se non appare, un diametro inferiore a quello iniziale. Pertanto la corda usata risulta più "elastica".

Nelle corde usate l'area compresa fra le curve di carico e scarico (che è una misura dell'energia assorbita dalle deformazioni plastiche) è maggiore dell'equivalente area della corda nuova. Ciò è dovuto al fatto che le corde usate reagiscono alla trazione con un maggior tasso di deformazioni permanenti (plastiche e irreversibili). Da ricordare che tale maggiore deformabilità non si manifesta di fronte ad una seconda trazione; in questo caso la corda risulta molto più rigida.

E' anche possibile concludere che in media l'allungamento residuo A_r è intorno al 20% (ma questo verrà meglio precisato nelle pagina specifica).

Facendo un confronto con i risultati ottenuti nell'analoga esperienza di usura delle corde speleo della durata di un anno, si nota che non v'è sostanziale differenza per ciò che riguarda l'allungamento residuo, l'ampiezza delle superfici di plasticità e il valore degli allungamenti unitari massimi. Come a dire che la corda perde quasi tutta la sua deformabilità irreversibile nel suo primo anno di vita attiva.

Ben tre dei campioni esaminati (Corda 04, Corda 09 e Corda 15) si sono rotti a valori inferiori a 1100 kgp o valori tanto bassi da produrre, in caso dell'effetto aggiuntivo dovuto alla presenza di un nodo, una resistenza inferiore ai 1100 kgp.

Gli effetti negativi sopra indicati si producono più nettamente in caso di:

- calcari selciferi o comunque contenenti materiali duri, taglienti e insolubili,
- grotte nel gesso con argilla, che contiene scorie dure, taglienti e insolubili,
- intensa attività di progressione (grotta, parete esterna e forra si equivalgono).

Da questi primi dati viene da concludere che:

1. un uso intenso, grotte in calcari abrasivi, grandi quantità di argilla modificano una corda a tal punto da renderla pericolosa in meno di due anni, con resistenza alla rottura inferiore al LIR;
2. un uso normale, in condizioni non estreme, porta ad una situazione che permette, dopo due anni, di mantenersi poco al di sopra del LIR.

Si ricorda che 1100 kgp di tenuta è il Limite Inferiore di Resistenza (LIR) per la progressione speleologica. Sotto tale valore si è in una potenziale situazione di pericolo.

4 - ALLUNGAMENTO RESIDUO DOPO TRAZIONE

n°	A_r (2 anni)	A_r (1 anno)
1	0,088	0,089
2	0,110	0,089
3	0,200	
4	rotta a 1180 kgp	
5	0,085	
6	0,226	
7	rotta a 1582 kgp	
8	0,222	
9	rotta a 1460 kgp	
10	0,184	
11	0,196	
12	0,168	
13	0,190	
14	0,134	
15	rotta a 1293 kgp	
16	rotta a 1542 kgp	
Media	0,178	0,178

L'allungamento residuo per i primi due campioni è praticamente uguale a quello riscontrato nella prova di 1 anno. A_r è leggermente superiore solo nel campione conservato chiuso senza essere usato.

E' evidente che due anni d'uso, contrariamente a quanto accaduto nella analoga prova di 1 anno che aveva visto la tenuta di tutti i campioni, portano la corda ad un decadimento

consistente, tanto che ben 5 campioni si sono rotti prima di arrivare alla trazione di 1600 kgp.

L'allungamento residuo nelle corde usate nella prova "due anni" è praticamente uguale a quello delle corde usate nella prova "un anno".

Sembrerebbe, da questo primo dato, che il decadimento di una corda avvenga soprattutto nel suo primo anno di vita.

5 - RIDUZIONE DELLA LUNGHEZZA DELLA CORDA

n°	L _r	%
1	40	0
2	39,36	1,6
3	34,10	14,8
4	34,32	14,2
5	33,84	15,4
6	32,11	20,0
7	34,45	13,9
8	34,30	14,3
9	33,60	16,0
10	34,20	14,5
11	34,52	13,7
12	36,27	9,3
13	34,97	12,6
14	34,99	12,5
15	33,55	16,1
16	33,79	15,5
Media	34,21	14,5

Il campione n° 2 ha una contrazione "fisiologica" dell'1%, come sempre constatato in analoghe precedenti prove.

Dopo l'uso, si ha una riduzione media della lunghezza del 14,5%, valore molto vicino a quel 13% di riduzione constatato nell'analogha prova della durata di un anno.

Dunque la riduzione di lunghezza di una corda in nylon è sempre dell'ordine del 13-14 % e si manifesta per la quasi

totalità nel primo anno d'uso. Anzi è verosimile pensare che le riduzione avvenga quasi interamente nei primi mesi d'uso.

Questo dato sperimentale deve essere tenuto in conto al momento della marcatura delle corde nuove.

6 - CARICO DI ROTTURA IN ASSENZA DI NODI

n°	F _r	%
1	3269	0
2	3230	1
3	2128	35
4	1361	58
5	2164	34
6	1875	43
7	1937	41
8	1949	40
9	1607	51
10	1741	47
11	1982	39
12	1980	39
13	2171	34
14	1773	46
15	1462	55
16	1719	47
Media	1847	44

Nei campioni usati si ha in media una diminuzione di F_r, rispetto alle corde nuove, del 44%: è più del doppio dell'analogo valore riscontrato nella prova di usura di 1 anno (21 %).

Questo mostra in modo inequivocabile che due anni di attività, anche normale, portano le corde ad una drastica riduzione di resistenza alla rottura (che in quelle di minor diametro è ancora più netta e pericolosa).

Da sottolineare le ancor più evidenti riduzione dei campioni 4, 9 e 15, verosimilmente legate all'intenso uso e alle condizioni ipogee (gessi, fango, calcari abrasivi).

Questo conferma che in genere dopo due anni d'uso le corde speleo raggiungono una

n°	F _{r n}	%
1	2063	37
2	2099	36
3	1498	54
4	1081*	67
5	1659	49
6	1539	53
7	1736	47
8	1719	47
9	1249*	62
10	1338	59
11	1429	56
12	1499	54
13	1441	56
14	1547	53
15	1073*	67
16	1491	54
Media	1450	56

condizione molto vicina allo stato di pericolosità. In casi particolari la loro tenuta è sotto i limiti di sicurezza.

7 - CARICO DI ROTTURA IN PRESENZA DI NODI

Il nodo utilizzato è il "guida con frizione doppino sotto".

Le corde non usate (nuova e conservata) hanno una riduzione per effetto nodo del 35%, che è un valore

ottimo, in linea se non migliore di quelli riscontrato in analoghe situazioni con altri tipi di corda.

Le corde usate hanno ancora un valore di F_m tale da permettere, sia pur con una certa oculatezza, un altro anno d'uso. Ma questo vale solo per le corde meno utilizzate e meno maltrattate.

Nei campioni n° 4, 9 e 15, per i motivi già detti, il valore ottenuto è sotto i limiti di sicurezza (1100 kgp) e le corde sono da scartare decisamente!

n°	F_r	% F_r	F_{rn}	% F_{rn}	ΔF_n
1	3269	0	2063	37	37
2	3230	1	2099	36	35
3	2128	35	1498	54	19
4	1361	58	1081	67	9
5	2164	34	1659	49	15
6	1875	43	1539	53	10
7	1937	41	1736	47	6
8	1949	40	1719	47	7
9	1607	51	1249	62	11
10	1741	47	1338	59	12
11	1982	39	1429	56	17
12	1980	39	1499	54	15
13	2171	34	1441	56	22
14	1773	46	1547	53	7
15	1462	55	1073	67	12
16	1719	47	1491	54	7
Media	1847	44	1450	56	12

8 - CONFRONTO ANALITICO FRA USURA E NODO

Il carico di rottura in presenza del nodo F_m dà la misura del decadimento complessivo: per usura e per effetto nodo.

In media, il 44% di diminuzione per decadimento d'uso va a sommarsi al 12%

per effetto nodo, dando un decremento totale del 56%.

Nei campioni n° 1 e 2 la diminuzione è interamente dovuta all'effetto nodo (solo nel campione n° 2 si ha un impercettibile decremento dell'1% per uso).

Di notevole rilievo è il fatto che l'effetto nodo nei campioni di corda usata è in media del 12%, molto al di sotto del valore riscontrabile nelle corde nuove, che oscilla intorno al 40%.

I campioni n° 7, 8, 14 e 16 hanno dei decrementi per effetto nodo inferiori addirittura al 10%. Allo stato non sembra possibile fare delle ipotesi plausibili per spiegare tale situazione. Ma il dato sperimentale resta ed è positivo dal punto di vista della sicurezza.

Analoghe constatazioni erano state fatte nella prova d'usura della durata di 1 anno: anche in questo caso le corde usate hanno mostrato delle riduzioni di tenuta per il solo effetto nodo molto basse, dell'ordine di qualche punto percentuale.

In certi casi di corde particolarmente logore, il carico di rottura senza nodo F_r è risultato uguale al carico di rottura con nodo F_{rn} !

CONCLUSIONI PROVA USURA

Questa prova di usura delle corde speleo ha mostrato, con decisione e univocità, che una corda dopo due anni d'uso è in genere da buttare se non addirittura pericolosa, comunque da tenere sottocchio

Solo in casi d'uso non troppo intenso, in grotte senza particolari problemi di abrasione e inclusione di elementi rigidi e taglienti, si può pensare ad utilizzare una corda speleo per un periodo superiore ai due anni.

In ultimo si ricorda che una corda non usata, tenuta lontana dalla luce e da fonti di calore, mantiene inalterate le sue caratteristiche per molti anni.

9 - ROTTURA CORDE USATE CON BLOCCANTI

Per una serie di circostanze le prove di rottura con bloccante (Croll Petzl) dei vari campioni di corda usata sono state eseguite solo nell'agosto 2001. Ecco i risultati, riportati con gli stessi criteri utilizzati nelle pagine precedenti (1 campione nuovo, 2 campione conservato al buio per due anni, 3 - 16 campioni usati dai vari gruppi speleo). Le prove sono state fatte sia con corda asciutta che con corda bagnata (immersione per un'ora). Fr (asciutte e bagnate) sono in kgp. La media si riferisce ai soli campioni 3 - 16.

ROTTURA CORDE USATE CON BLOCCANTE (CROLL PETZL)

n°	Fr corda asciutta	Fr corda bagnata
1	518 *	464 *
2	510 *	476 *
3	711 ***	549 *
4	759 ***	593 *
5	698 ***	533 *
6	699 ***	567 *
7	714 ***	541 *
8	702 ***	549 *
9	756 ***	533 *
10	766 ***	546 *
11	709 ***	563 *
12	698 ***	526 *
13	721 ***	578 *
14	700 ***	555 *
15	786 ***	570 *
16	701 ***	549 *
Media	723 ***	554 *

Nei campioni contrassegnati da un solo asterisco il bloccante lacera la sola calza (al valore indicato per Fr) e lascia intatti i trefoli interni. Successivamente la calza scorre sui trefoli con forze d'attrito, che si oppongono alla trazione, del valore oscillante fra 80 e 120 kgp (tale situazione innesca di fatto un dissipatore d'energia che fa concludere un'eventuale situazione di caduta choc con la sola lacerazione della calza mentre tutti i trefoli rimangono intatti a sostenere il peso). Come si vede dalla tabella qui sopra questo

tipo di rottura è proprio delle corde nuove e delle corde usate bagnate (Foto 1 e Foto 2). In questo caso non si crea alcuna situazione di pericolo.

Nei campioni contrassegnati da tre asterischi (3 - 16 asciutti) il bloccante lacera in successione molto rapida la calza e la totalità dei trefoli. Il valore di Fr indicato è quello del cedimento finale della corda. Questo accade con tutti i campioni di corda usata asciutti (Foto 3). Ma bisogna tenere anche presente che la progressione speleologica avviene sempre con due bloccanti (al minimo). In caso di caduta entra prima in azione il bloccante fisso (Croll) e poi quello mobile (Maniglia). Questo significa, in sintesi, che anche se si producesse una rottura sul Croll a 723 kgp (media dei valori dei campioni usati asciutti) c'è sempre il bloccante mobile soprastante che impedisce la caduta.



A questo punto è più che ovvio l'invito ad utilizzare sempre corde bagnate: in grotta è relativamente semplice (non sempre!) ma non altrettanto in palestra esterna o condizioni simili dove quasi mai si utilizzano corde preventivamente bagnate.

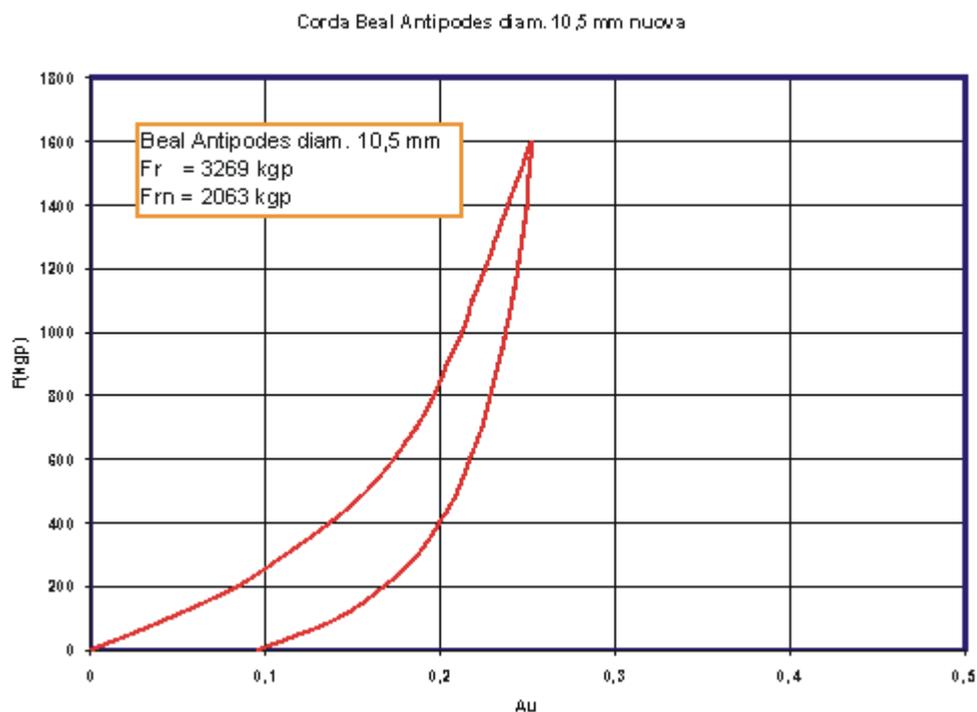
In conclusione. Questo ulteriore test sulle corde usate conferma quanto precedentemente affermato: dopo due anni d'uso le corde raggiungono uno stato di decadimento che le porta ad essere sulla soglia dell'inaffidabilità. Si può andare oltre i due anni di utilizzo ma bisogna fare molta attenzione e prendere tutte le possibili precauzioni.

10 - USURA CORDE PER UTILIZZO RIDOTTO

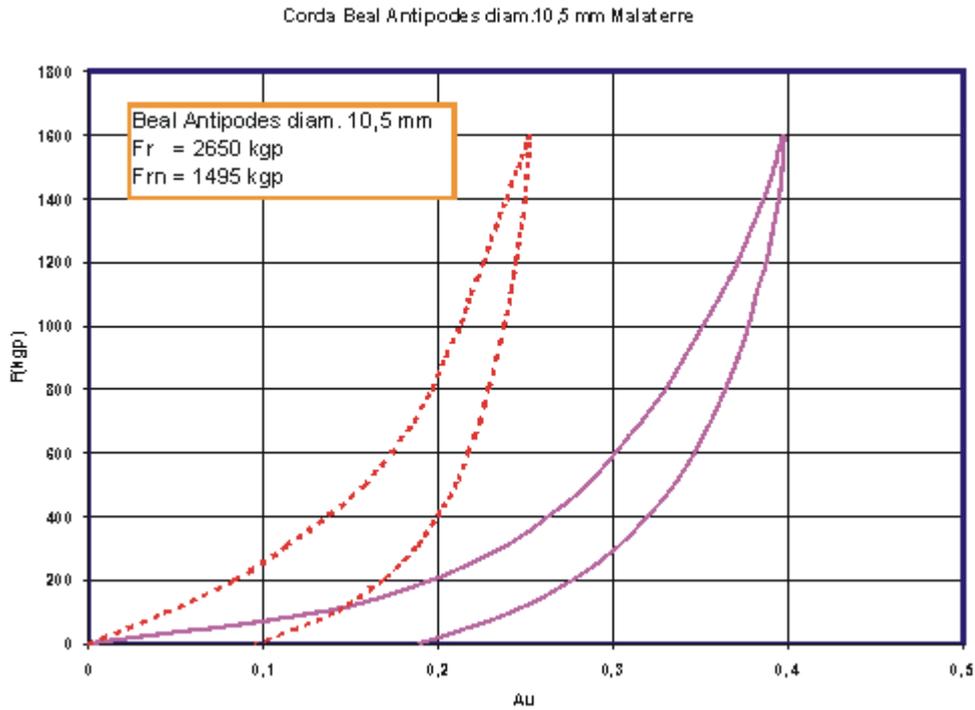
Per una serie di circostanze fortuite, seguite poi da una ricerca ad hoc, si sono potuti ricavare dei dati interessanti sull'evoluzione del decadimento delle corde speleo per usura, ma in condizioni veramente particolari

I quattro grafici che qui di seguito riportiamo si riferiscono allo stesso tipo di corda Beal Antipodes diametro 10,5 mm ma usata in modo differente.

Nuova - Corda nuova appena uscita di fabbrica

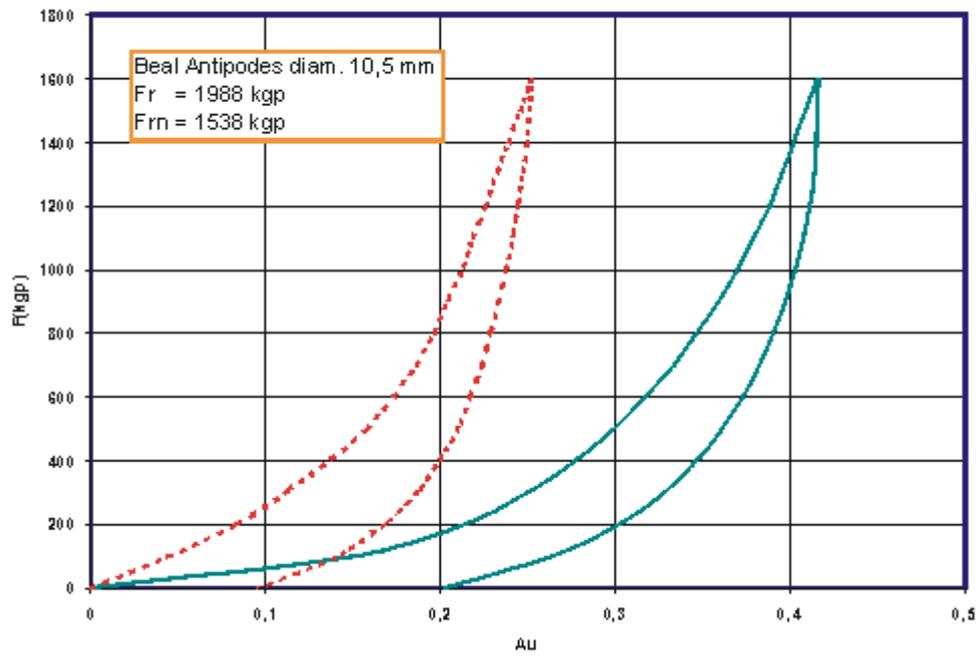


Malaterre - Spezzone di corda da 200 m utilizzato per una sola discesa di tre speleo (130 m di verticale con un frazionamento) (la curva ROSSA tratteggiata si riferisce alla corda nuova)



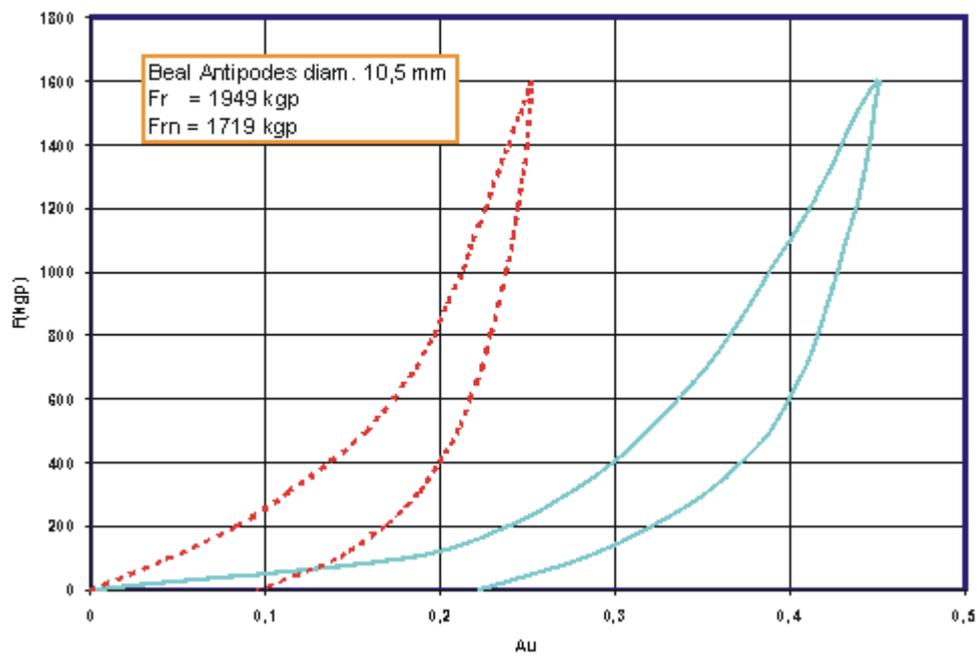
Carnago - Spezzone di corda utilizzato per cinque discese/salite nell'arco di un anno (la curva ROSSA tratteggiata si riferisce alla corda nuova)

Corda Beal Antipodes diam. 10,5 mm Carnago



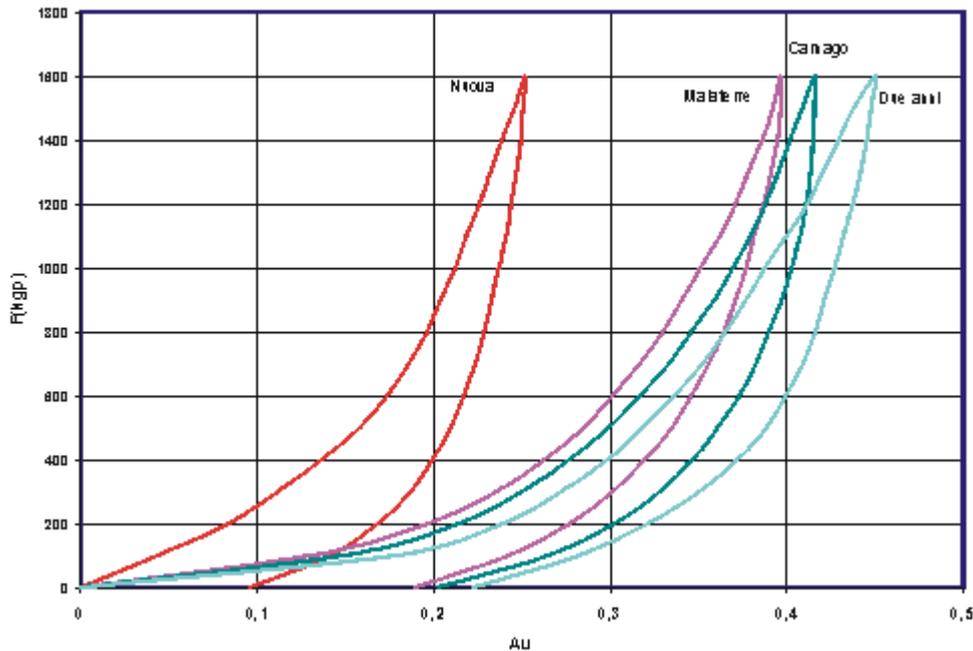
Due anni - Spezzone di corda utilizzato intensamente per due anni (la curva ROSSA tratteggiata si riferisce alla corda nuova)

Corda Beal Antipodes diam. 10,5 due anni



In sintesi

Confronto Corde Beal Antipodes 10,5 mm poco usate



Variazione forze di rottura (kgp) senza nodo e con nodo		
	Senza nodo (Fr)	Con nodo (Frn)
Nuova	3269	2063 (- 37%)
Malaterre	2650	1495 (- 54%)
Carnago	1988	1538 (- 53%)
Due anni	1949	1719 (- 47%)

Un dato molto importante risalta immediatamente: già dopo il primo utilizzo la corda decade nettamente nelle sue caratteristiche sia di tenuta (senza e con nodo) sia di deformabilità. In presenza del nodo (che è poi la situazione reale) il carico di rottura di una corda usata per una sola discesa (Malaterre) è uguale o addirittura inferiore al valore di Frn di una corda intensamente usata per due anni o poco usata per un anno. La curva di

carico/scarico della corda usata una sola volta è molto vicina e simile a quelle delle corde usate un anno e due anni.

In conclusione si può affermare che lo stato di una corda nuova è puramente nominale e teorico, perché bastano poche discese con il discensore e poche risalite coi bloccanti, anche nel vuoto e non a contatto con la parete, per far decadere la corda a valori di tenuta e deformabilità prossimi a quelli di una corda intensamente utilizzata nell'arco di due anni (con centinaia di discese e risalite).