

Soste - tipologie di soste in parete a confronto

Parte 2: Considerazioni e proposte

V. Bedogni¹, G. Bressan^{1,2}, C. Melchiorri^{1,2}, C. Zanantoni¹

1 - CSMT, 2 - SCA





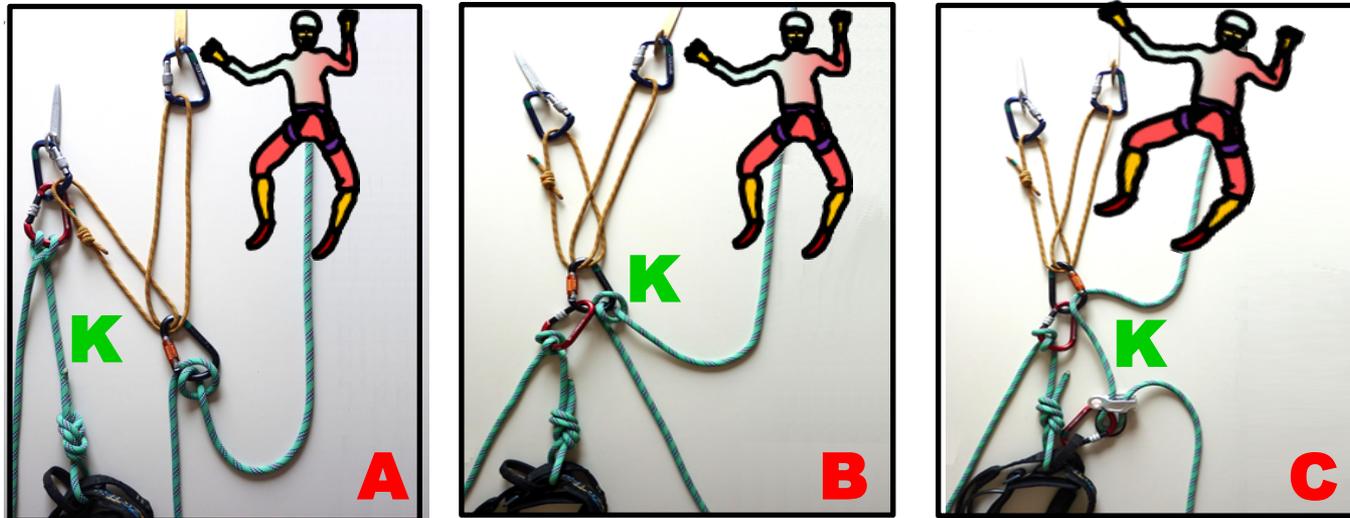
Casi analizzati

Il CSMT e la SCA hanno da tempo iniziato un impegnativo studio sul confronto delle soste fisse e mobili:

- Più di 300 prove eseguite (Torre di Padova, Laboratorio, Arco)
- Dettagliato modello matematico per simulazioni numeriche
- Considerate diverse condizioni operative:
 - Corda bloccata
 - Assicurazione dinamica
 - Presenza o meno di offset di caduta
 - Caduta direttamente sulla sosta o con rinvio
 - In tutti i casi: cedimento o no di uno degli ancoraggi

Casi analizzati

Assicurazione dinamica

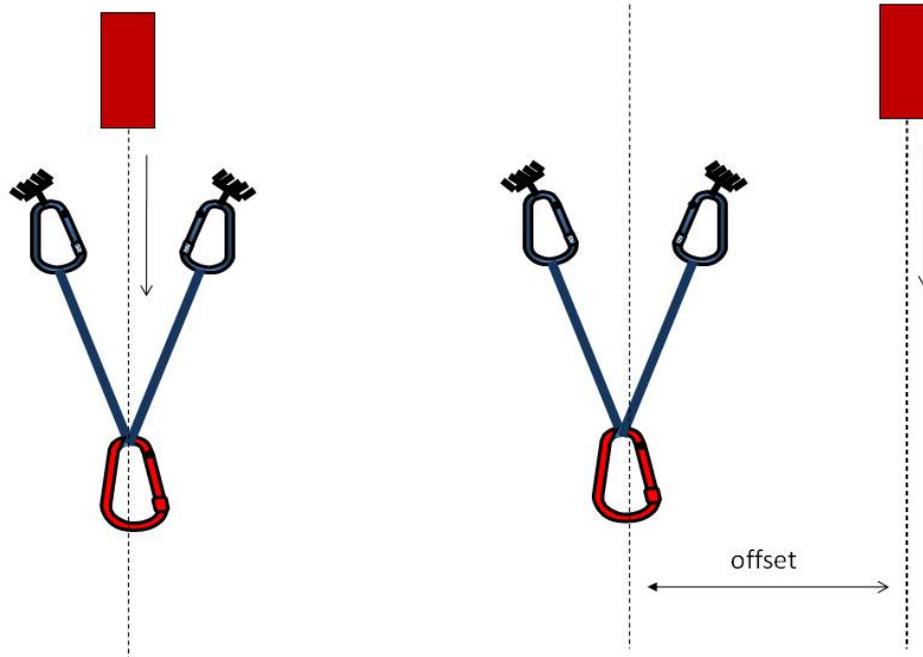


- A. Classica con mezzo barcaiolo
- B. Bilanciata
- C. In vita con pseudo-rinvio



Casi analizzati

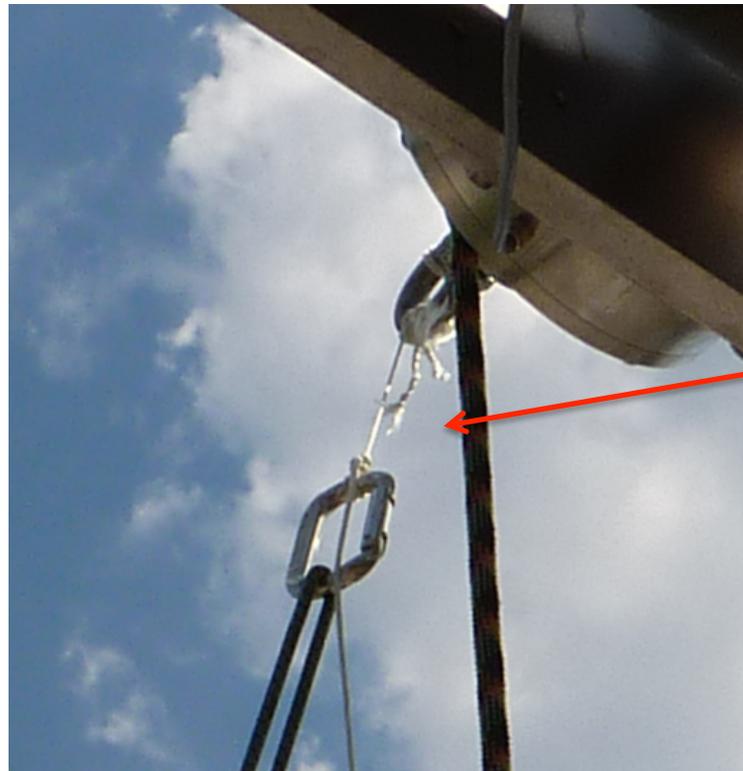
Nelle prove che seguono: offset sempre a destra!





Casi analizzati

E' stata considerata (per tutti i casi) anche l'eventualità di cedimento di un ancoraggio



Trefolo che si rompe a
40-60 daN

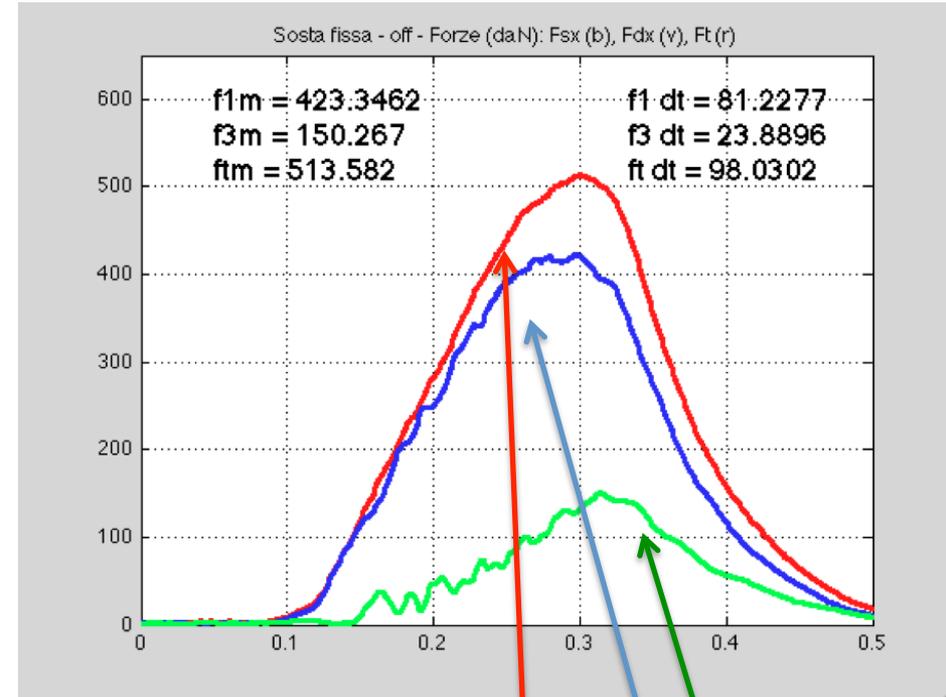
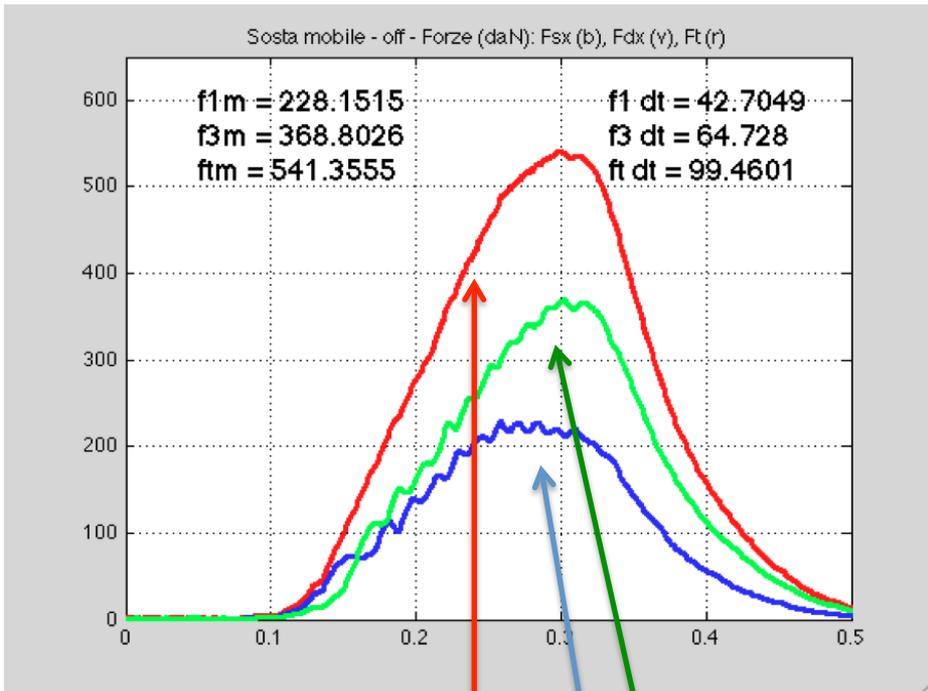


Corda bloccata al vertice





Corda bloccata al vertice



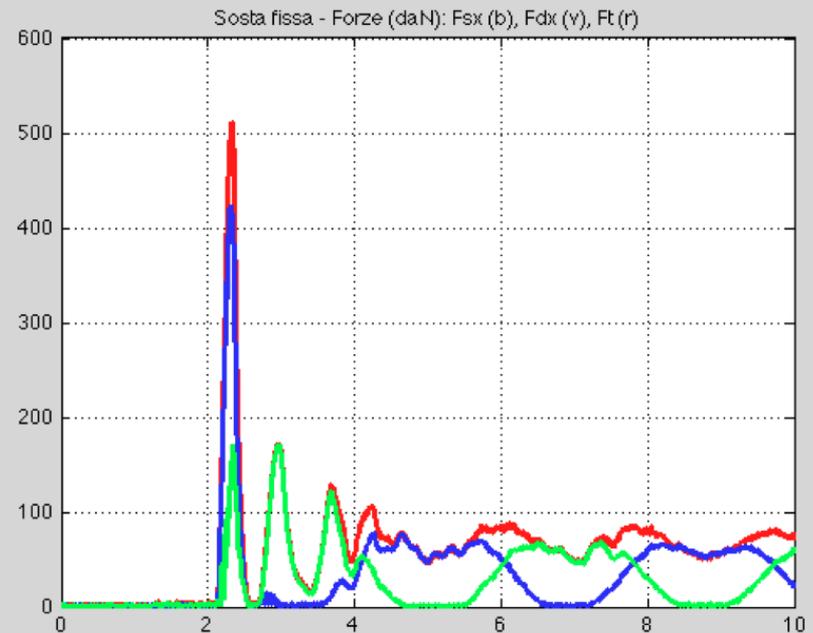
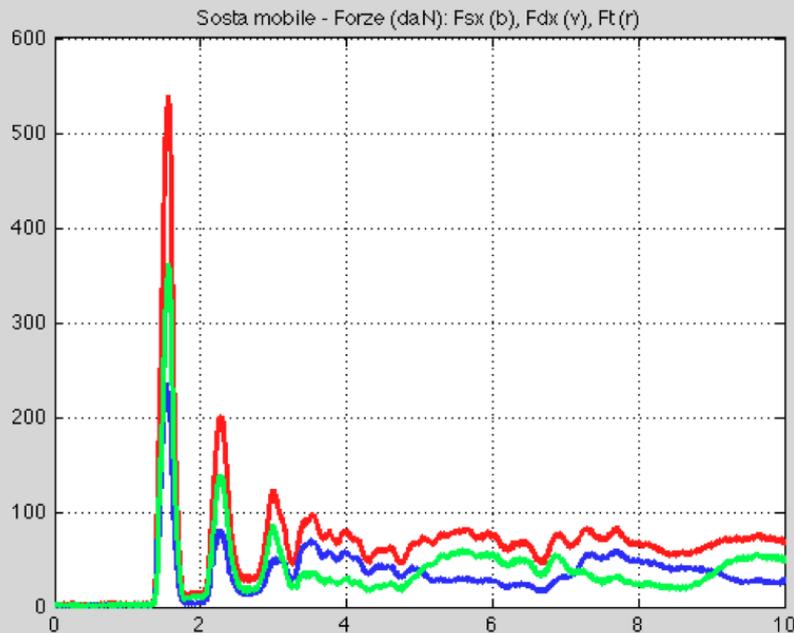
Sollecitazioni con offset pari a 1.7 m (a destra della sosta)
 di soste mobile (sx) e fissa bilanciata (dx)

Sosta mobile:
 $F_a = 541.35 \text{ daN}$
 $F_{sx} = 228.15 \text{ daN}$
 $F_{dx} = 368.80 \text{ daN}$

Sosta fissa:
 $F_a = 515.58 \text{ daN}$
 $F_{sx} = 423.34 \text{ daN}$
 $F_{dx} = 150.26 \text{ daN}$



Corda bloccata al vertice



*Sollecitazioni con offset pari a 1.7 m (a destra della sosta)
di soste mobile (sx) e fissa bilanciata (dx)*

Sosta mobile: $F_a = 541.35 \text{ daN}$
 $F_{sx} = 228.15 \text{ daN}$
 $F_{dx} = 368.80 \text{ daN}$

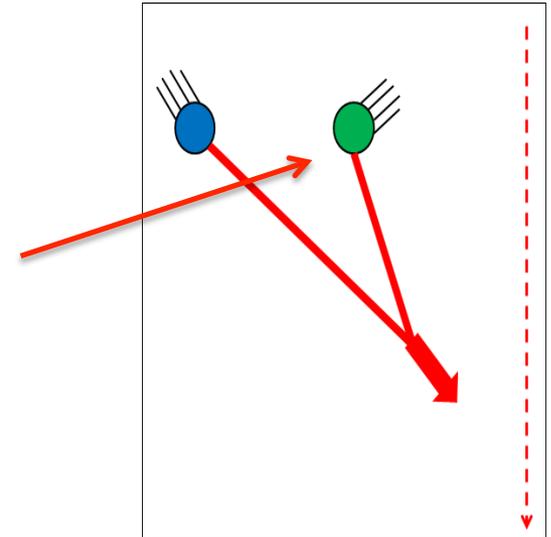
Sosta fissa: $F_a = 515.58 \text{ daN}$
 $F_{sx} = 423.34 \text{ daN}$
 $F_{dx} = 150.26 \text{ daN}$



Corda bloccata al vertice

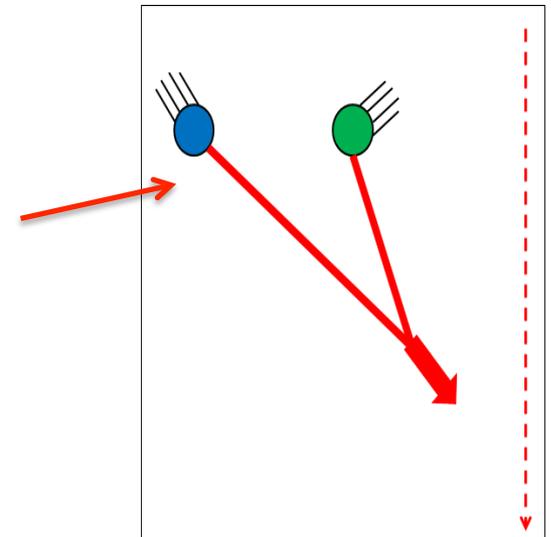
Sosta mobile

- L'ancoraggio più sollecitato è quello dal lato della caduta



Sosta fissa

- L'ancoraggio più sollecitato è quello dal lato opposto della caduta

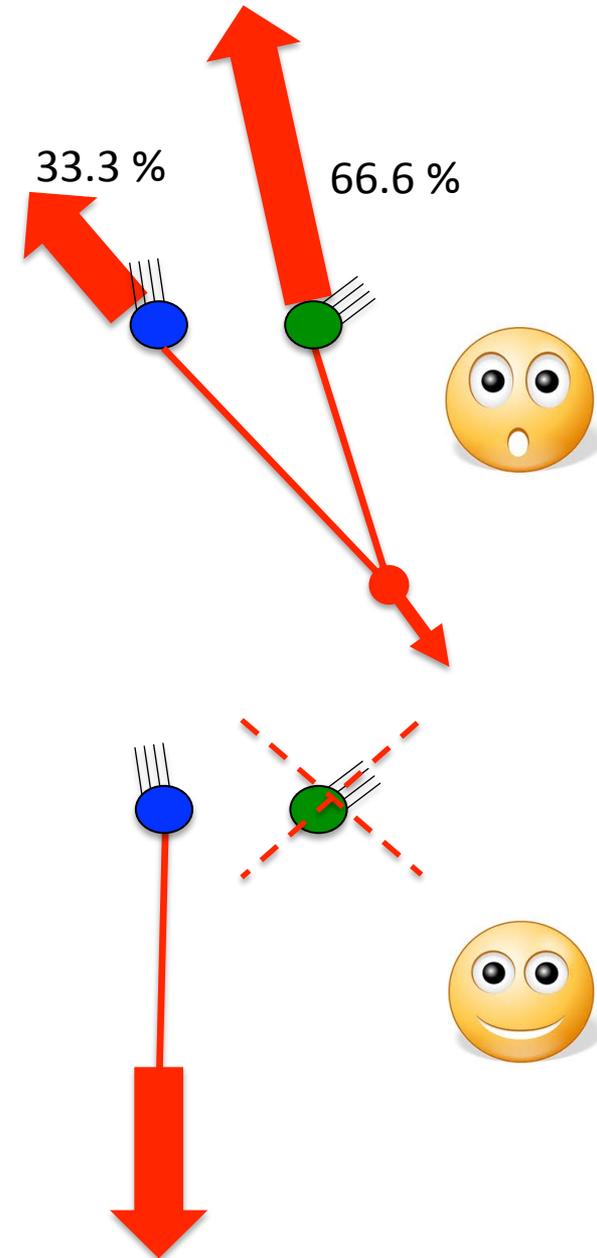




Corda bloccata al vertice

Sosta mobile

- A causa dell'attrito al vertice **NON** si ha un **bilanciamento** dei carichi tra gli ancoraggi: si può avere il caso di 1/3 del carico su un punto e 2/3 sull'altro!
- Nel caso di cedimento di un ancoraggio, la **sollecitazione sul rimanente NON è così peggiore** rispetto alla sosta fissa come si crede!

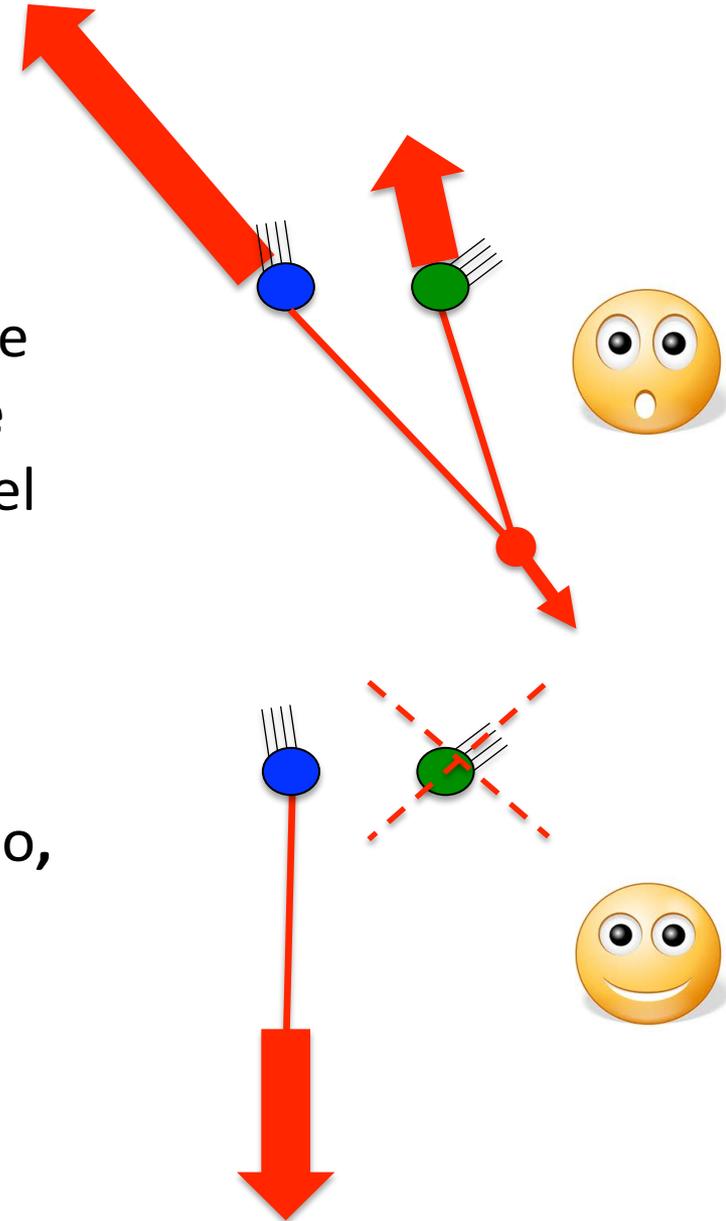




Corda bloccata al vertice

Sosta fissa

- A causa dell'offset NON si può prevedere la direzione di sollecitazione e quindi **lo sbilanciamento delle forze sugli ancoraggi è maggiore** che non nel caso di soste mobili.
- Nel caso di cedimento di un ancoraggio, **la sollecitazione sul rimanente è paragonabile** a quella della sosta mobile.





Assicurazione dinamica

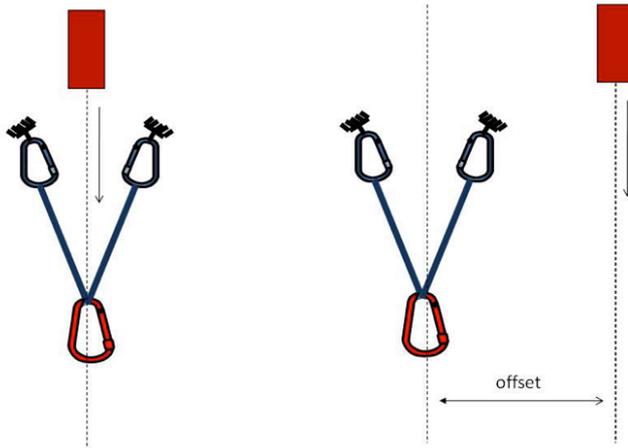
- Condizioni di prova:

Massa: 63 kg

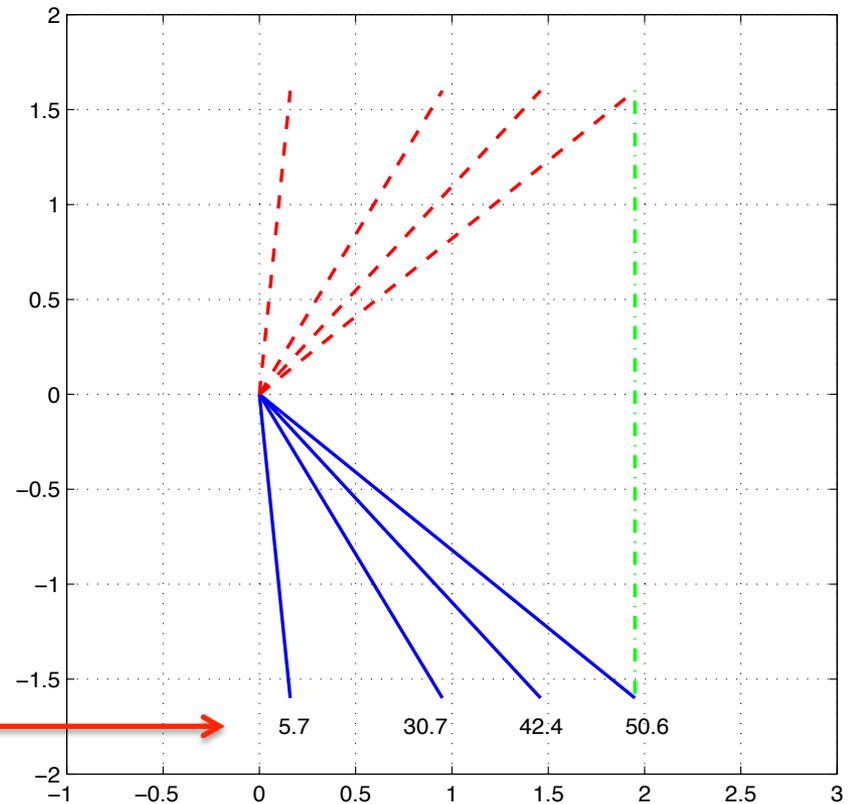
H caduta: 1.60 m

Offset:

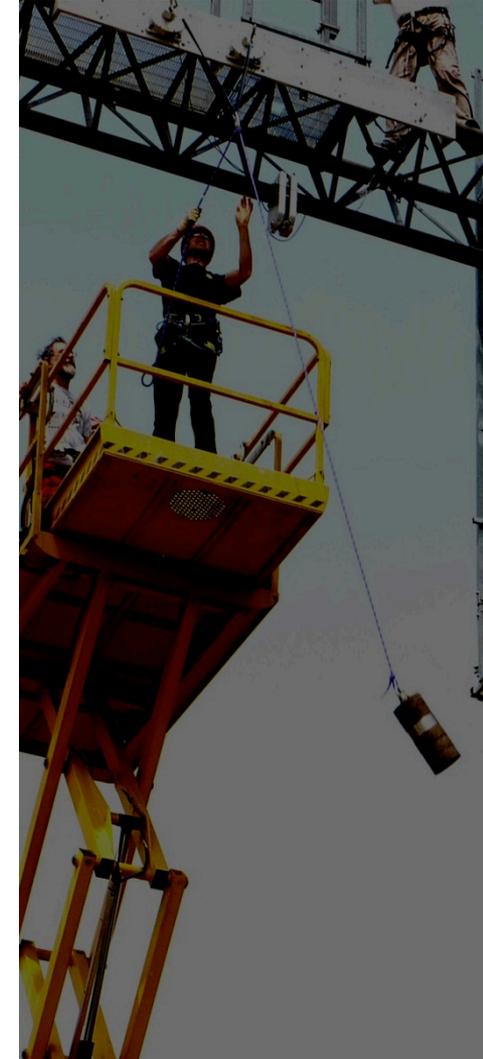
0.16, 0.95, 1.46, 1.95 m



Angolo di offset (gradi)

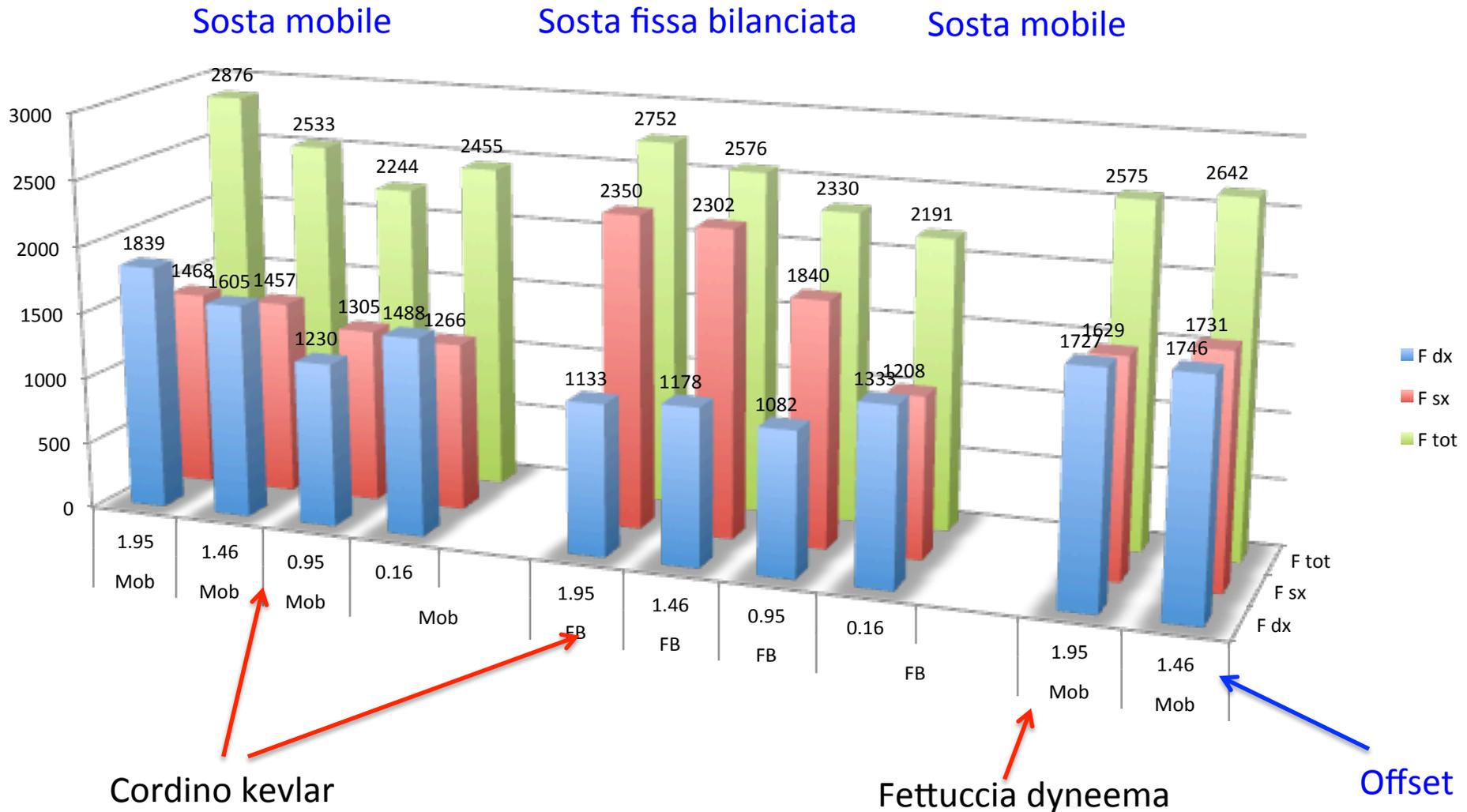


Assicurazione classica





Assicurazione classica – no cedimento



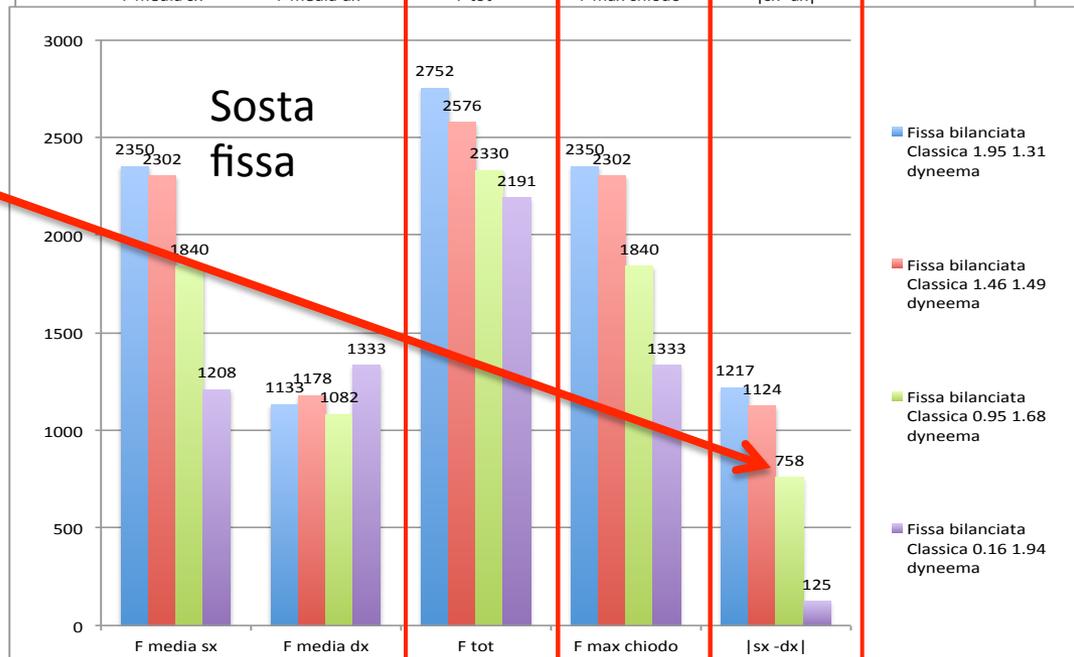
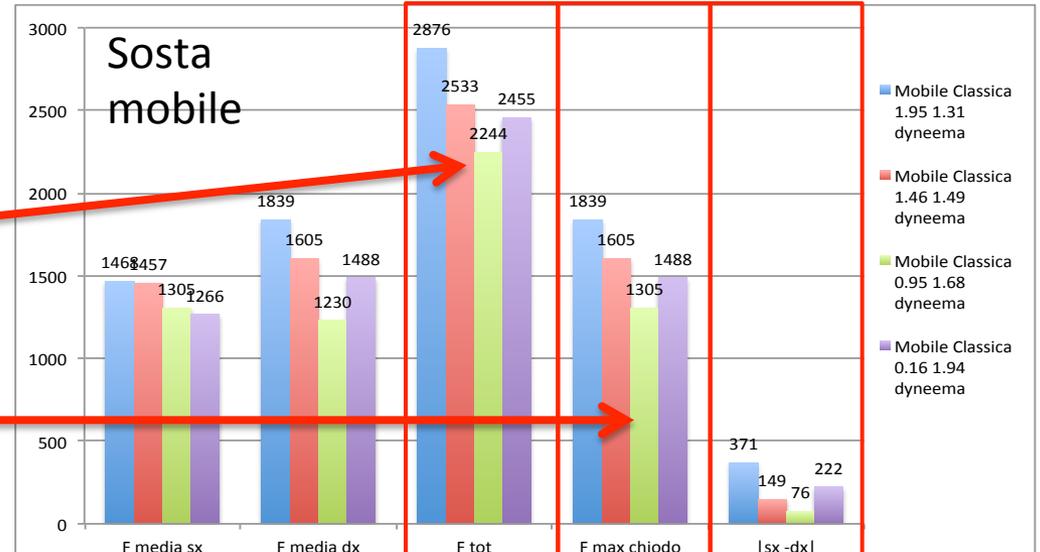


Assicurazione classica – no cedimento

Carichi totali sulla sosta

Forza massima su un ancoraggio

Sbilanciamento



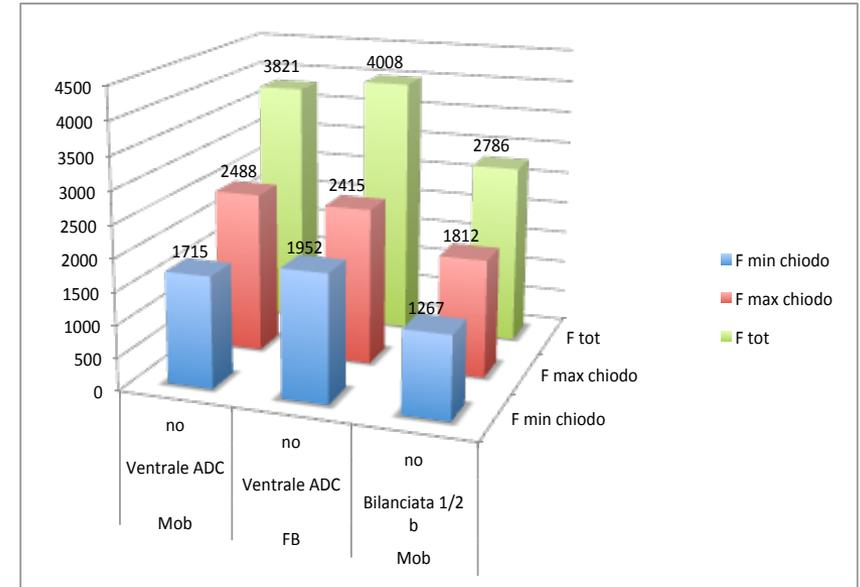
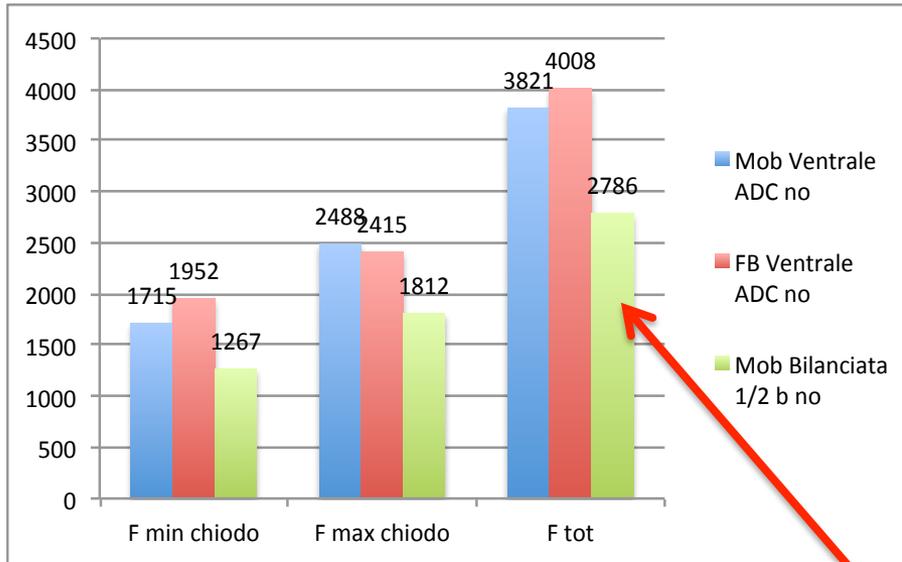


Assicurazione ventrale e bilanciata





Assicurazione ventrale e bilanciata



Offset: 0.52 m
 Assicuratore: Marco B. 63 kg
 Lunghezza corda: 2 m
 H caduta libera: 2 m

Minori sollecitazioni con assicurazione bilanciata!

Comportamento sostanzialmente equivalente negli altri due casi

Carichi maggiori rispetto alla classica: assicuratore appeso alla sosta



Assicurazione ventrale e bilanciata

- I carichi ai punti fissi sono maggiori rispetto alla “classica” a causa del peso dell’assicuratore
- L’effetto della massa appesa non pare cambiare molto la migliore ripartizione dei carichi del collegamento mobile rispetto al fisso (da verificare ulteriormente)
- **Nell’assicurazione ventrale le sollecitazioni sulla sosta sono molto maggiori a causa dell’effetto carrucola sul falso rinvio!**



Assicurazione dinamica con cedimento

Considerazioni:

- Possibilità di perdita del controllo da parte dell'assicuratore
- Introduzione di ulteriore energia nel sistema per l'abbassamento della sosta e quindi maggiore caduta della massa
- **Se appeso, vi può essere una caduta diretta dell'assicuratore sulla sosta**
- Difficile esecuzione delle prove per motivi di sicurezza

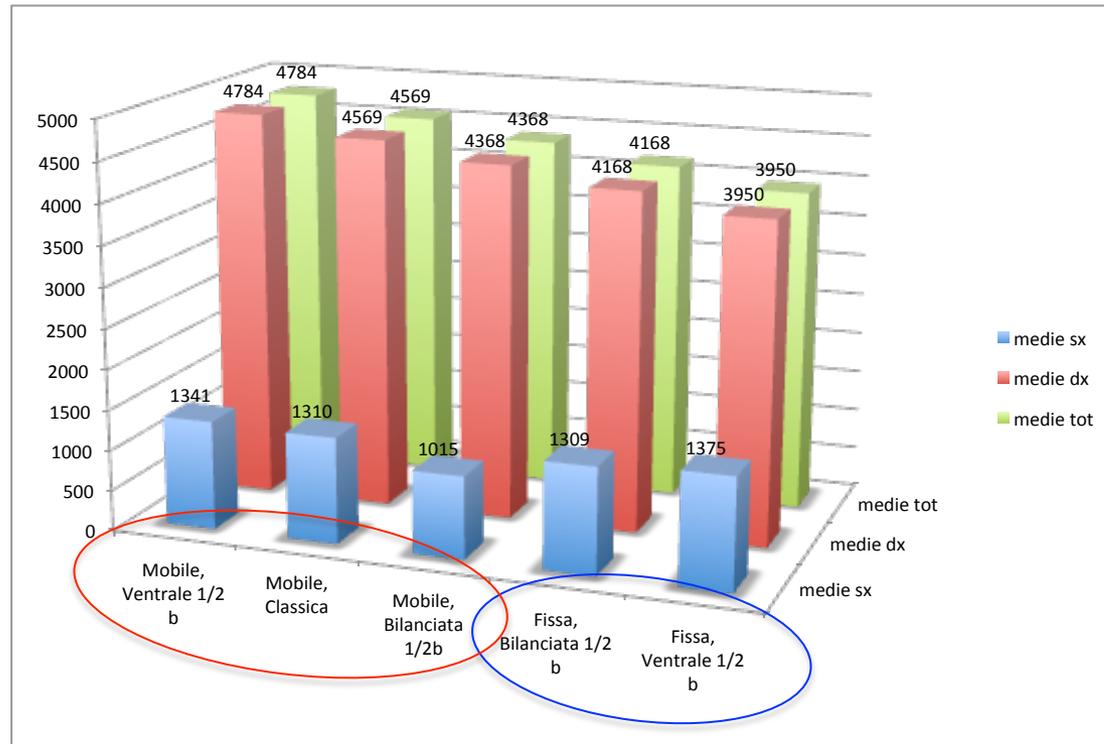
Assicurazione dinamica con cedimento

Sosta mobile: possibili danni alla fettuccia





Assicurazione dinamica con cedimento



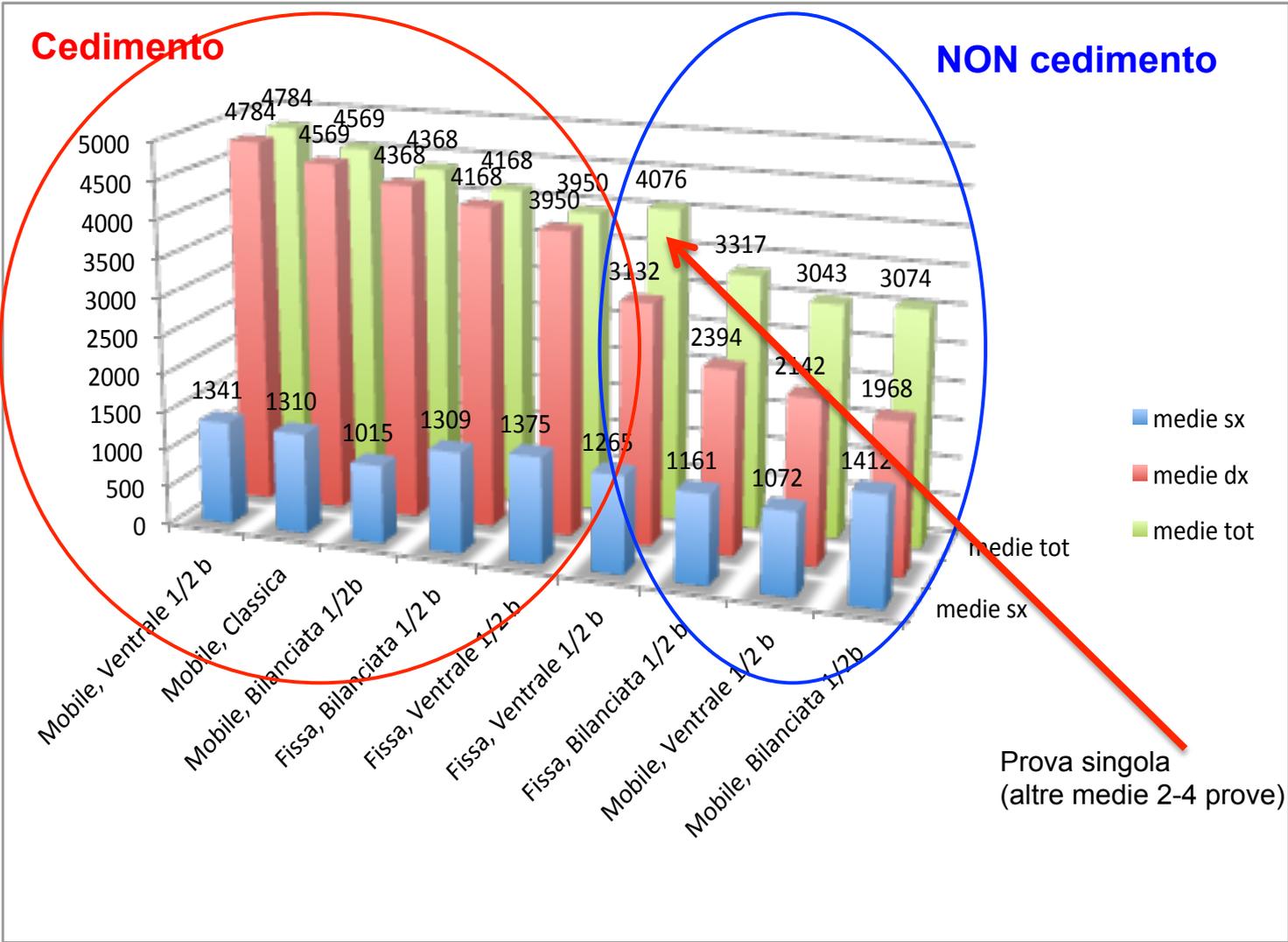
Offset: 0.52 m
Massa appesa: 65 kg
Assicuratore: Marco B. 63 kg
Andrea M.

Lunghezza corda: 2 m
H caduta libera: 2 m

Minori sollecitazioni con
sosta fissa...



Confronto





Riepilogando – no cedimento

- La sosta mobile **NON distribuisce in modo uguale le sollecitazioni sugli ancoraggi**. Le differenze dipendono da molti fattori e possono arrivare a caricare un ancoraggio fino al doppio dell'altro (33-66% invece che 50-50%)
- La sosta fissa **genera comunque in genere una peggiore distribuzione del carico** tra gli ancoraggi: vi è in genere un ancoraggio con un carico superiore che nel caso della sosta mobile (e peraltro l'altro con un carico inferiore)



Riepilogando – no cedimento

- Con offset, l'ancoraggio più sollecitato:
 - per le soste fisse è sul lato opposto alla massa che cade
 - per le soste mobili è sul lato della massa che cade
- Le differenze tra le sollecitazioni sugli ancoraggi:
 - per le soste fisse sono proporzionali all'offset
 - per le soste mobili sono inversamente proporzionali all'offset



Riepilogando – no cedimento

- Nel caso di assicuratore appeso al vertice, le differenze tra i due tipi di sosta tendono a diminuire
- Nel caso di volo direttamente sulla sosta, l'assicurazione ventrale sollecita maggiormente la sosta rispetto alla classica (1/2 barcaiolo sul vertice)



Riepilogando – cedimento

- Nel caso in cui l'assicuratore non sia coinvolto nella caduta (p.e. appeso all'ancoraggio integro), vi è poca differenza tra le due soste (la maggior caduta dovuta al cedimento con sosta mobile non è molto influente)
- Se l'assicuratore è appeso (al vertice o all'ancoraggio che cede), la sosta mobile provoca maggiori sollecitazioni dovute alla massa dell'assicuratore che cade
- La sosta mobile rende potenzialmente più difficoltosa la trattenuta rispetto alla fissa, anche se l'assicuratore non è coinvolto nella caduta



Ancora...

- Non sono state fatte prove specifiche, ma ci si aspetta che una sosta realizzata con materiale elastico (p.e. spezzone ½ corda) generi sollecitazioni minori

Sembra si possa dire che:

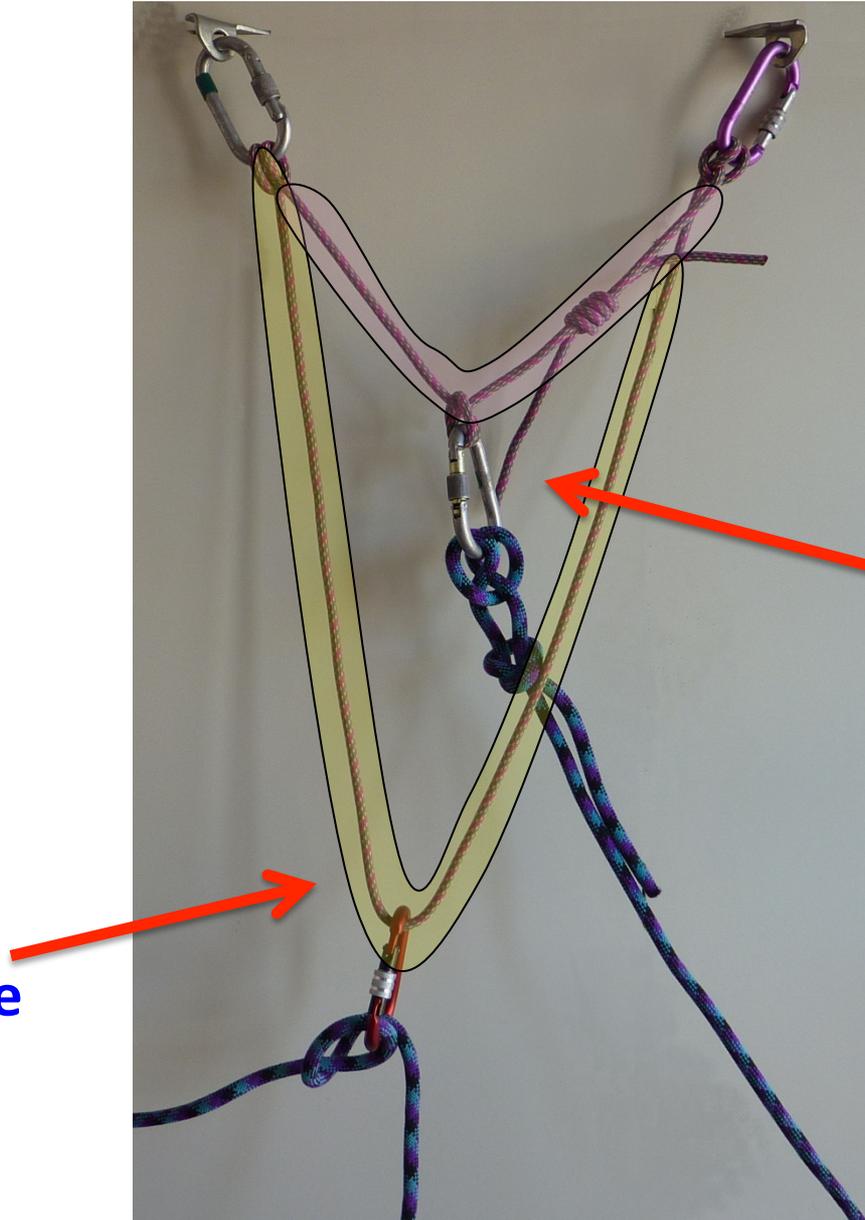
- **Il collegamento mobile** è migliore per abbassare il carico massimo sull'infisso più sollecitato
- **Il collegamento fisso** è migliore (quando l'assicuratore è appeso) per abbassare il carico sull'infisso restante in caso di cedimento di uno di essi

**Separazione delle funzioni
(trattenuta e autoassicurazione)**



Separare le funzioni...

Funzione di
assicurazione
collegamento
mobile parallelo



Funzione di
auto-assicurazione
collegamento
parallelo fisso



Club Alpino Italiano

Centro Studi Materiali e Tecniche

ULTIMA VERSIONE DELLA SOLUZIONE PROPOSTA

Nodo a occhiello o barcaiole

**Spezzone di $\frac{1}{2}$ corda o
gemellare il più possibile
allungabile per assorbire
energia di caduta
dell'assicuratore**

**Fettuccia dyneema per ridurre
il più possibile l'attrito
moschettone-cordino**





Club Alpino Italiano

Centro Studi Materiali e Tecniche

ULTIMA VERSIONE DELLA SOLUZIONE PROPOSTA

**caso di caduta
pietre**

BARCAIOLO
ammette la rottura di uno dei
due rami dei lati del triangolo
mantenendo l'integrità della
sosta

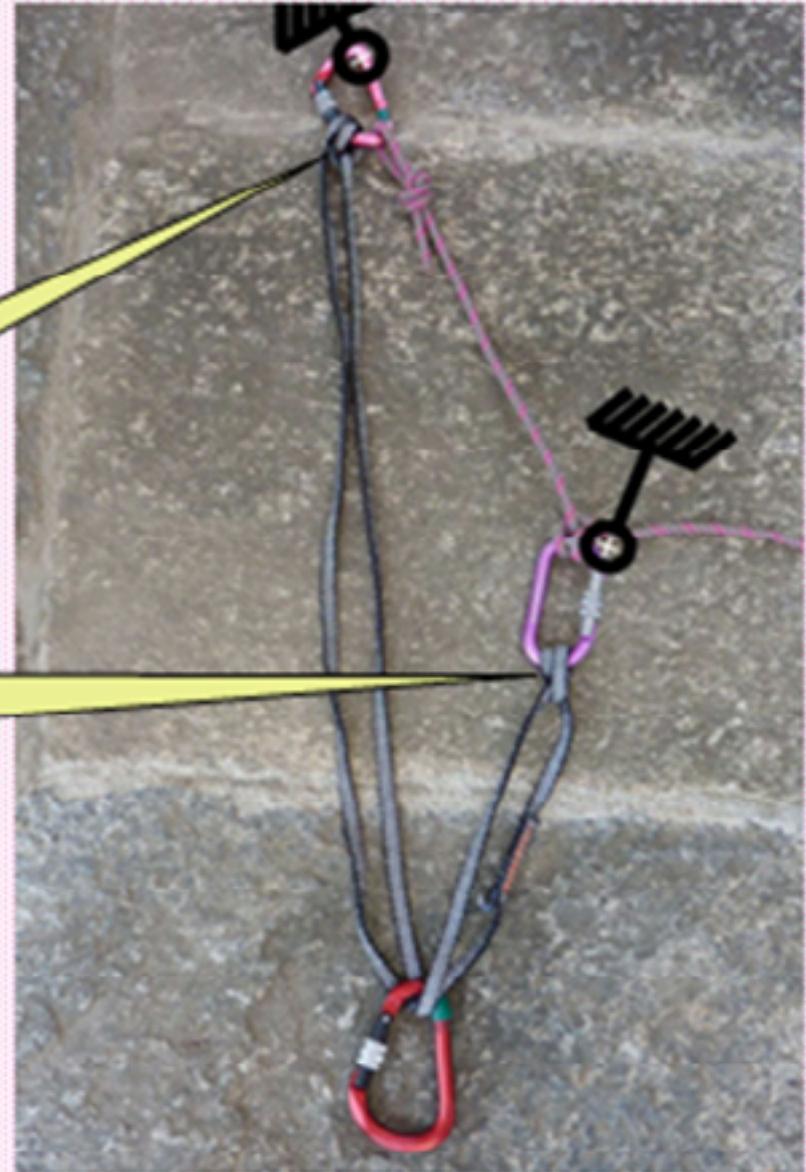




Tabelle di confronto 1/2

Volo diretto sulla sosta (caso peggiore) Studio delle sollecitazioni sugli ancoraggi					Note	
Sosta Mobile		Sosta Fissa Bilanciata				
No cedimento	Cedimento	No cedimento	Cedimento			
<p>Corda bloccata (no autoassicuratore)</p> <p>Migliore distribuzione delle sollecitazioni sugli ancoraggi, anche se può essere nel rapporto 2:1 o peggio. Il carico maggiore è sul punto del lato dell'offset</p>	<p>Sollecitazione sull'ancoraggio rimanente maggiore, anche se di poco, rispetto alla sosta fissa; in ogni caso la sollecitazione sul punto rimanente è circa il doppio</p>	<p>Distribuzione delle sollecitazioni sugli ancoraggi che dipende dalla costruzione; può essere sollecitato anche 1 solo punto. Il carico maggiore è sul lato opposto all'offset</p>	<p>Sollecitazione sull'ancoraggio rimanente minore, anche se di poco, rispetto alla sosta mobile; in ogni caso la sollecitazione sul punto rimanente è circa il doppio</p>	<p>In tutti i casi con cedimento, sull'ancoraggio rimanente c'è una sollecitazione "improvvisa" con valore pari a circa il doppio rispetto al caso di non cedimento</p>		
<p>Assicurazione classica</p> <p>Migliore distribuzione delle sollecitazioni sugli ancoraggi, anche se può essere nel rapporto 2:1 o peggio. Il carico maggiore è sul punto del lato dell'offset</p>	<p>Dipende dal posizionamento del punto di autoassicurazione: molto male se è all'ancoraggio che cede; male se è al vertice; neutro se è sull'ancoraggio che rimane</p>	<p>Distribuzione delle sollecitazioni sugli ancoraggi che dipende dalla costruzione; può essere sollecitato anche 1 solo punto. Il carico maggiore è sul lato opposto all'offset</p>	<p>Dipende dal posizionamento del punto di autoassicurazione: molto male se è all'ancoraggio che cede; neutro se è al vertice; neutro se è sull'ancoraggio che rimane.</p>	<p>In tutti i casi con cedimento, sull'ancoraggio rimanente c'è una sollecitazione "improvvisa" con valore pari a circa il doppio rispetto al caso di non cedimento</p>		
<p>Assicurazione bilanciata</p> <p>Migliore distribuzione delle sollecitazioni sugli ancoraggi, anche se può essere nel rapporto 2:1 o peggio. Il carico maggiore è sul punto del lato dell'offset</p>	<p>Maggiore sollecitazione a causa della caduta dell'assicuratore</p>	<p>Distribuzione delle sollecitazioni sugli ancoraggi che dipende dalla costruzione; può essere sollecitato anche 1 solo punto. Il carico maggiore è sul lato opposto all'offset</p>	<p>Minore sollecitazione sull'ancoraggio rimanente (no caduta assicuratore)</p>	<p>In tutti i casi con cedimento, sull'ancoraggio rimanente c'è una sollecitazione "improvvisa" con valore pari a circa il doppio rispetto al caso di non cedimento</p>	<p>Maggiori carichi sugli ancoraggi rispetto alla assicurazione classica a causa del peso dell'assicuratore</p>	
<p>Assicurazione ventrale</p> <p>Sollecitazioni elevate sul vertice a causa dell'effetto carrucola sulla sosta</p>	<p>Maggiore sollecitazione a causa della caduta dell'assicuratore</p>	<p>Sollecitazioni elevate sul vertice a causa dell'effetto carrucola sulla sosta</p>	<p>Minore sollecitazione sull'ancoraggio rimanente (no caduta assicuratore)</p>	<p>In ogni caso con l'assicurazione ventrale si ha un effetto carrucola sulla sosta</p>	<p>Maggiori carichi sugli ancoraggi rispetto alla assicurazione classica a causa del peso dell'assicuratore</p>	
<p>Sosta mobile: le sollecitazioni su chi cade risultano maggiori che non nel caso di sosta fissa</p>			<p>Sosta fissa: le sollecitazioni su chi cade risultano minori che non nel caso di sosta mobile</p>			



Tabelle di confronto 2/2

	Volo diretto sulla sosta (caso peggiore) Studio delle conseguenze sull'assicuratore				Note	
	Sosta Mobile		Sosta Fissa Bilanciata			
	No cedimento	Cedimento	No cedimento	Cedimento		
Corda bloccata (no autoassicuratore)	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.		
Assicurazione classica	N.A.	Dipende dal posizionamento del punto di autoassicurazione: problematico se è all'ancoraggio che cede o al vertice; può esserlo se è sull'ancoraggio che rimane	N.A.	Dipende dal posizionamento del punto di autoassicurazione: può essere problematico se è all'ancoraggio che cede; neutro se è al vertice o sull'ancoraggio che rimane.		
Assicurazione bilanciata	N.A.	Coinvolgimento assicuratore nella caduta	N.A.	Nessuna differenza rispetto al non cedimento dell'ancoraggio		
Assicurazione ventrale	N.A.	Coinvolgimento assicuratore nella caduta	N.A.	Nessuna differenza rispetto al non cedimento dell'ancoraggio		



Ringraziamenti

Si ringraziano, per il fondamentale contributo e l'aiuto:

I membri del CSMT

M. Brunet (G.F.)

L. Calderone

A. Manes

M. Segat (G.F.)

N. Tondini (G.A.)

II CNSAS

O. Piazza

Un ringraziamento
particolare a

S. Bavaresco

S. Petterle