



Viti da ghiaccio – test di estrazione

Vittorio Bedogni
Gianfranco Biava
Gilberto Garbi
Elio Guastalli
Franco Lambri
Gianluigi Landreani
Andrea Manes
Andrea Monteleone
Enrico Volpe

Giuliano Bressan



Presentazione:
Andrea Manes
Maggio 2013



IL PUNTO DI PARTENZA

L'arrampicata su cascate rimane una attività caratterizzata **dall'aleatorietà della “materia prima”** e più in particolare delle protezioni ad essa associate.

Il **carico di estrazione** degli ancoraggi, tipicamente viti da ghiaccio, dipende dal tipo di ghiaccio, dal tipo di viti e dal modo in cui queste vengono posizionate.





IL PUNTO DI PARTENZA

Per quanto riguarda **il tipo di ghiaccio** è difficile poter esprimere conclusioni o anche semplicemente pareri data l'enorme diversità di tipi di ghiaccio (e di relative resistenze meccaniche) presenti in natura.





IL PUNTO DI PARTENZA

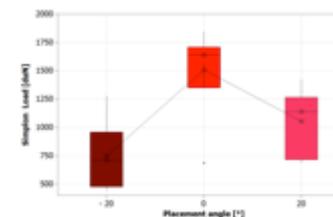
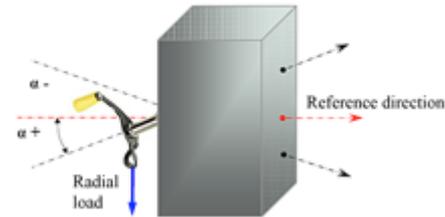
Per quanto riguarda il tipo di vite e il modo in cui queste vengono posizionate è possibile fare attività di approfondimento. Una tra queste, **l'angolo di infissione**, è ancora oggi oggetto di discussione ed è **l'argomento di questo studio**.





DESCRIZIONE DELL'ATTIVITA'

- Inquadramento del problema
- Prove quasi statiche
- Prove dinamiche
- Discussione e conclusioni





PREMESSA 1: La vite da ghiaccio, la norma EN 568

Mountaineering equipment – Ice anchor – Safety requirement and test methods July 2007

Per prova avvitabilità Type 1

Per prova estrazione Type 2

4.2.3 Preparation of ice blocks

4.2.3.1 Type 1. Fill the ice container with water and store it at a temperature of $(-10 \pm 1)^\circ\text{C}$ for 20 h. Smooth off any uneven surface of the ice.

4.2.3.2 Type 2. Fill the ice container alternately with 50 mm deep layers of ice grains of maximum diameter 10 mm and at a temperature of $(-8 \pm 2)^\circ\text{C}$, and 250 ml of cold potable water. When the ice container is full, load the ice for $(5 \pm 0,5)$ min with a steel plate of mass (100 ± 2) kg, the clearance between the steel plate and the side walls of the container not exceeding 10 mm.

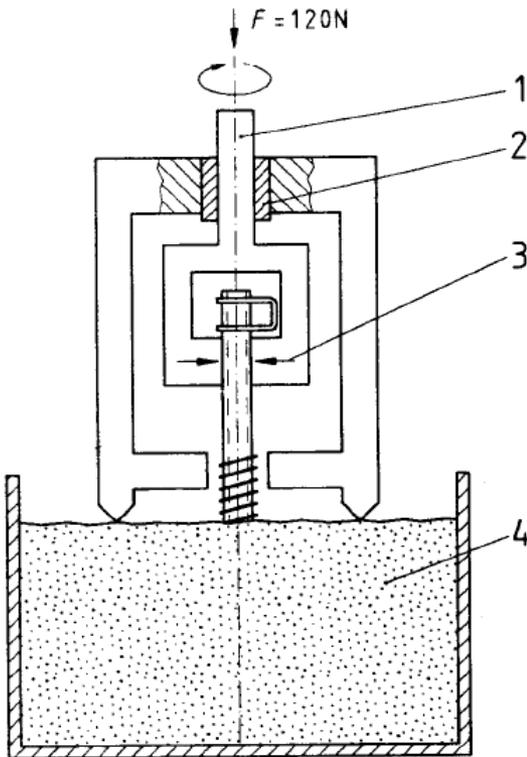
4.2.4.3 Determination of resistance to fracture and holding power of ice anchors

Insert the ice anchor in the middle of the surface of a type 2 ice block at an angle of $(90 \pm 5)^\circ$. Smooth the ice surface around the anchor and store the ice block and test sample at a temperature of $(-18 \pm 1)^\circ\text{C}$ for 20 h.

Apply a load to the ice anchor parallel to the ice surface (see figure 5), at a rate of (100 ± 10) mm/s until the ice anchor fails or is pulled out of the ice block.



PREMESSA 1: La vite da ghiaccio EN 568

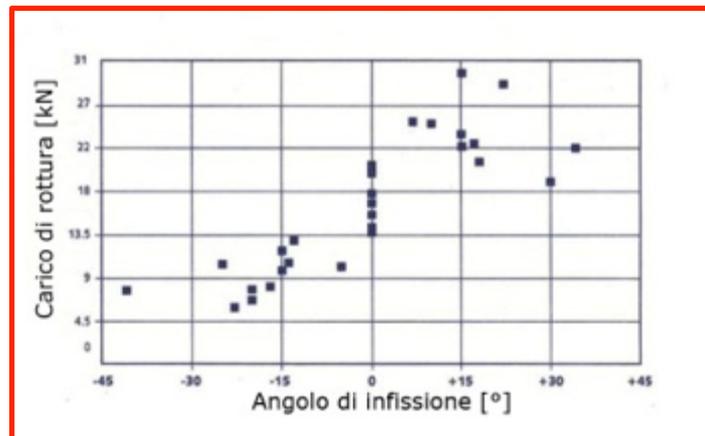
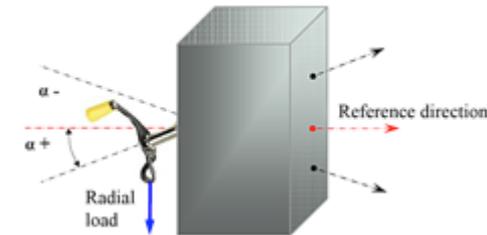


EN-568	ICE ANCHORS	UIAA-151												
This representation of EN 568 and UIAA 151 does not contain the full details of the test methods and requirements in these standards; it gives only a simplified pictorial presentation. For full details, EN 568 and UIAA 151 should be consulted. © UIAA, Pit Schubert, Neville McMillan, 2004														
Strength requirement														
Dynamic load speed 100 (±10) mm/s		artificial glacier ice												
<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Norm</th> <th>ice screws</th> <th>ice pitons</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">at least</td> </tr> <tr> <td>EN</td> <td>10kN</td> <td>10kN</td> </tr> <tr> <td>UIAA</td> <td>15kN</td> <td>10kN</td> </tr> </tbody> </table>			Norm	ice screws	ice pitons		at least		EN	10kN	10kN	UIAA	15kN	10kN
Norm	ice screws	ice pitons												
	at least													
EN	10kN	10kN												
UIAA	15kN	10kN												
Design requirements														
all dimensions in mm														
Additional requirement for all types (not only for samples as shown)														
Static load 5 kN														
Designed by Georg Sojer														



PREMESSA 2: la bibliografia

Authors	Test medium	Test type	Placement angle influence
Harmston - Luebben [7]	Laboratory ice	static	Best results with positive angle
Semmel - Stopper (DAV) [8]	Waterfall ice	static	Best results with positive angle
Cracco-Meneghetti (CAI) [5,6]	Plastic cement (Ytong)	static	Best results with zero angle
Blair-Custer-Alziati-Bennett [9](AAC)	Laboratory ice	static	Best results with zero angle
Beverly [14]	Waterfall ice	Dynamic (impact)	Best results with positive angle



[7] C. Harmston "Myths, cautions and techniques of ice screw placement: a summary of two years of research" Published by Black Diamond, 1997.

[8] Von Chris Semmel, Dieter Stopper; Eiskalt und doch brandheiß?, DAV Panorama 2/2005

[5] S. Cracco, G. Meneghetti, "Viti da Ghiaccio: uno studio sulla tenuta, parte 1 e 2", CAI Rivista Mensile marzo-aprile e maggio-giugno 2007

[9] K. Blair, D. Custer, S. Alziati, W. Bennett; "The effect of load rate, placement angle, and ice type on ice screw failure" 5th International Engineering of Sport Conference 2004

[14] J.M Beverly, S.W: Attaway "Dynamic shock loaded evaluation of ice screw: a real word look"



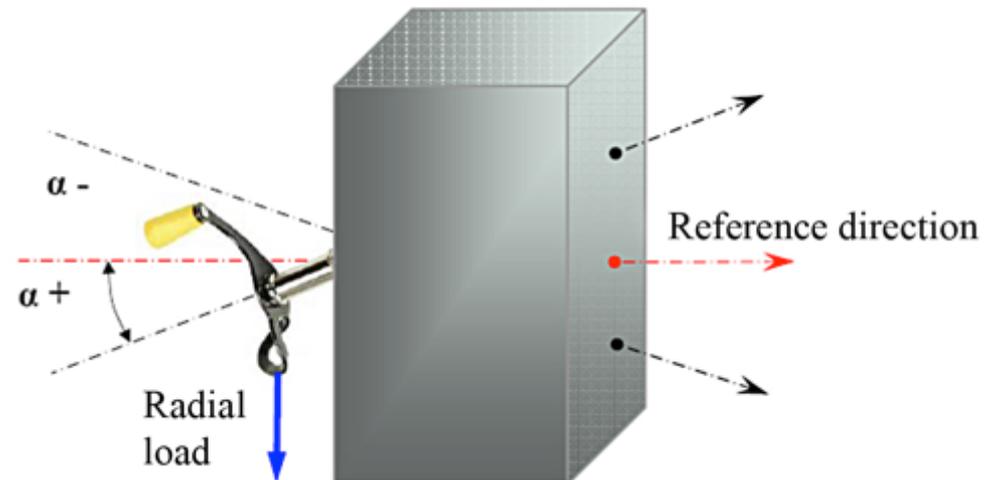
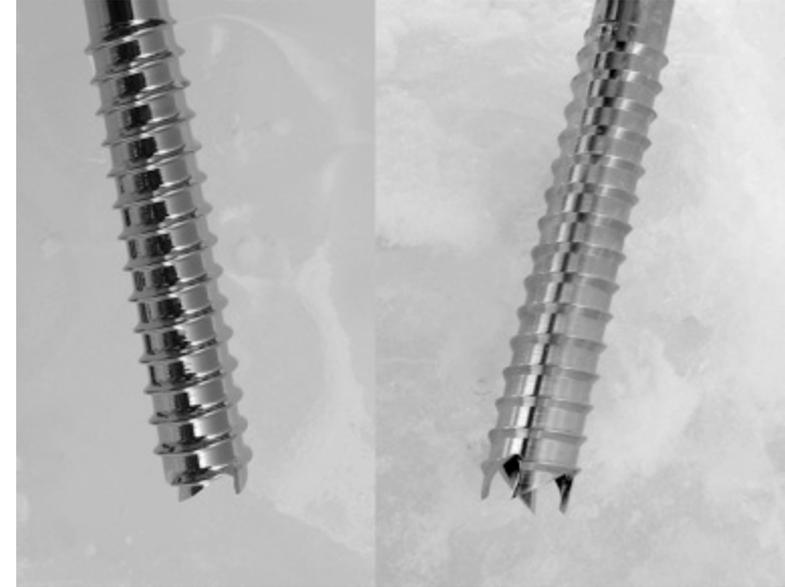
PREMESSA 3: *Stefano Cracco*; Viti da Ghiaccio:
uno studio sulla tenuta, parte 1 e 2, CAI Rivista
Mensile marzo-aprile e maggio-giugno 2007

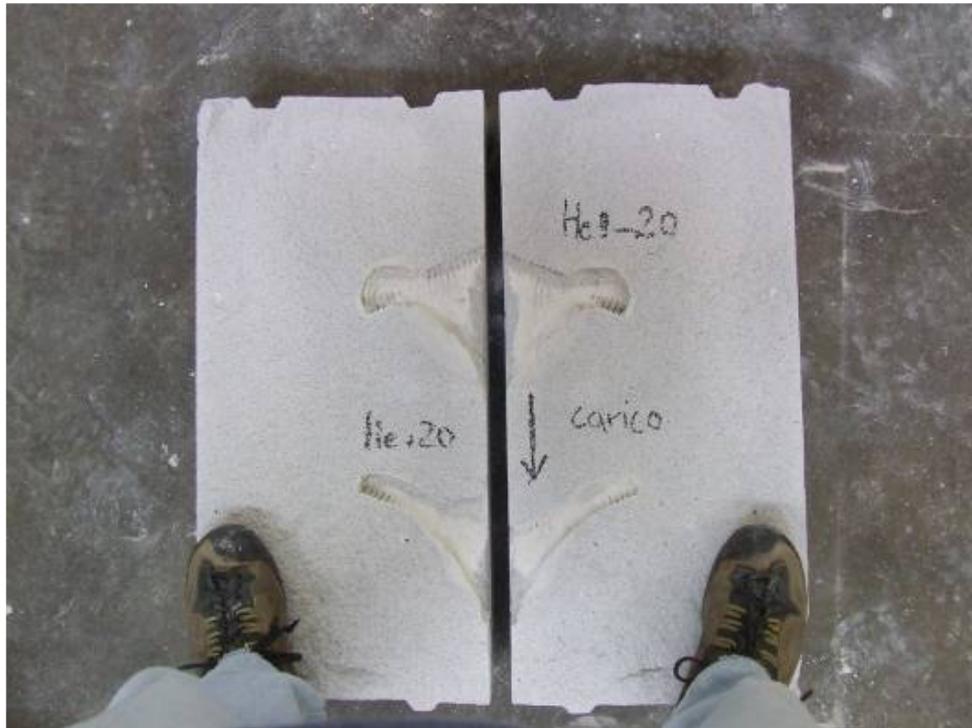
Parametri interni

- 1) **Lunghezza della vite e lunghezza tratto filettato**
- 2) Diametro filetto e diametro interno vite, spessore
- 3) **Filetto** (forma - passo - altezza)
- 4) Materiale, trattamenti termici, finitura superficiale
- 5) Fresa di punta
- 6) Forma e dimensioni dell'anello.

Parametri esterni

- 1) Caratteristiche del ghiaccio
- 2) **Angolo di infissione**
- 3) Modalità d'applicazione del carico (direzione, velocità di variazione, ecc.).





PREMESSA 2

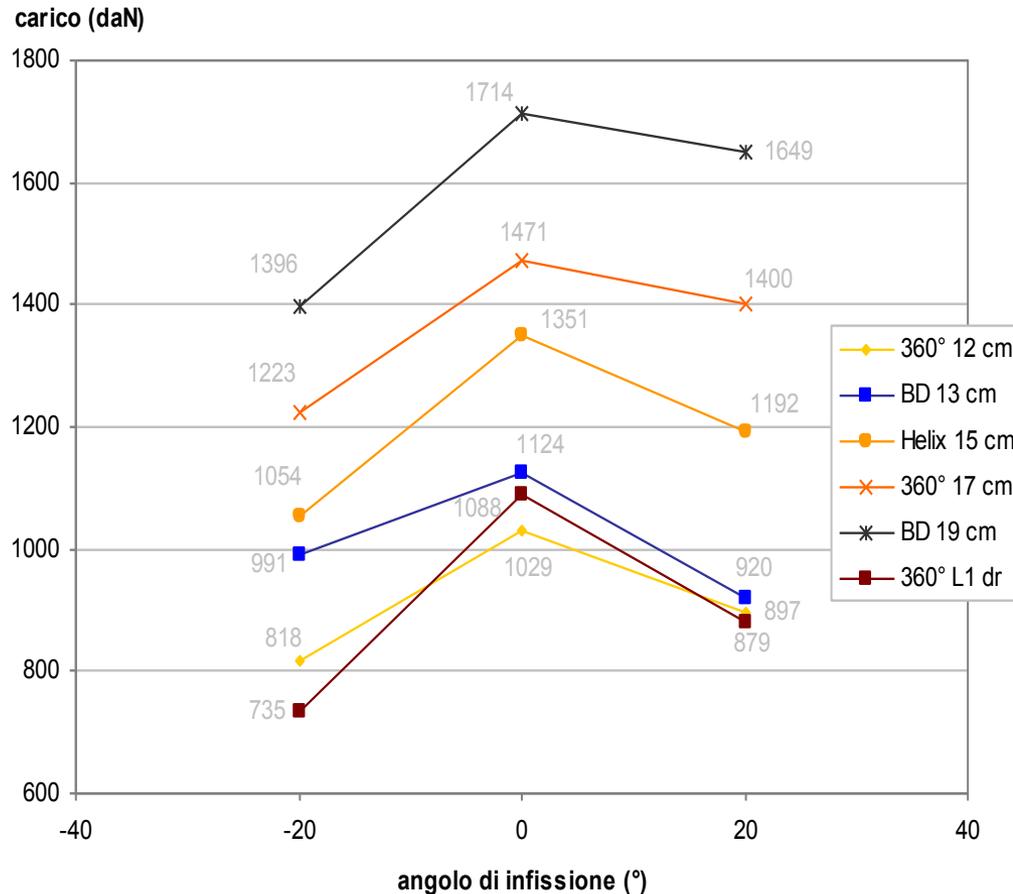
36 su viti BD - lunghezze 13, 19, 22 cm - unico modello Turbo Screw

67 su viti GR - lunghezze 12, 15, 17 cm - modelli 360° Ultimate, con filetto dritto e inverso, Helix con filetto inverso.





PREMESSA 3



Analisi della tenuta radiale in funzione della lunghezza e dell'angolo di infissione: "Rette di tenuta" per i diversi angoli di infissione, interpolano tutti i punti misurati e l'origine per i 3 angoli di piazzamento.

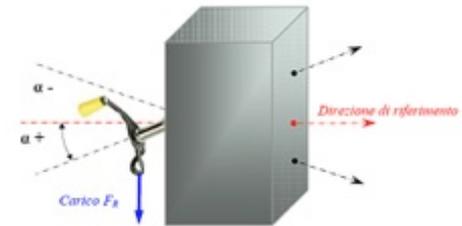


INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE

La CCMT (Commissione Centrale Materiali e Tecniche), ora CSMT (Centro Studi Materiali e Tecniche) e la CRLMT (Commissione Regionale Lombarda Materiali e Tecniche), ora raggruppamento Lombardo della CSMT, hanno intrapreso una campagna di prove con lo scopo di **indagare ulteriormente l'influenza dell'angolo di infissione sul carico radiale** di estrazione della vite.

1. prove di **estrazione quasi statica**, attraverso un attuatore oleodinamico
2. prove di **trattenuta dinamica** attraverso la trattenuta di una massa in caduta libera

Vengono scelte **viti corte** (GR 12 cm / BD 13 cm). Tale scelta è funzionale ad investigare non tanto la rottura della vite ma la sua iterazione con il ghiaccio.





INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE

Prove di estrazione **quasi statica**, attraverso un attuatore oleodinamico: prove quasi-statiche in cui il carico viene applicato con un incremento continuo e misurabile (estrazione lenta), quindi non impulsivo (dinamico) come accade invece durante una caduta.

- **VANTAGGI:** attrezzatura semplice – prova ripetibile – carico aumentabile a piacimento
- **SVANTAGGI:** non si riproduce esattamente il fenomeno contingente

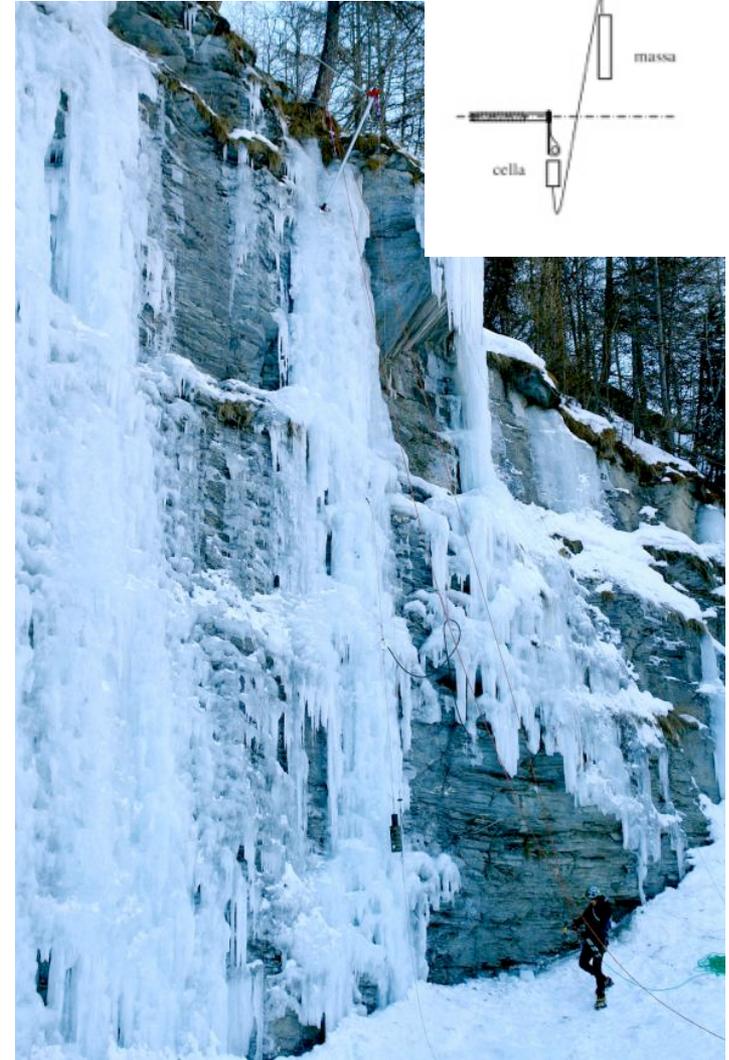




INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE

Prove di trattenuta **dinamica** attraverso la trattenuta di una massa in caduta libera: L'applicazione di un carico dinamico in ambiente (sostanzialmente la caduta di un corpo ed il suo arresto) è decisamente complessa sia come attrezzatura che come spazi.

- **VANTAGGI:** si riproduce esattamente il fenomeno contingente
- **SVANTAGGI:** complesso da effettuare – non perfettamente ripetibile – è possibile che non si arrivi all'estrazione della vite





INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: prove quasi statiche

Le prove sono state effettuate al **Passo del Sempione**, versante svizzero, a quota 1967 m nel mese di febbraio 2010. Questa soluzione è stata richiesta dalla necessità di essere vicini alla strada per il trasporto delle attrezzature necessarie alle prove, piuttosto ingombranti e pesanti.





INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: prove quasi statiche

Le prove, seppur relativamente semplici dal punto di vista della concezione, hanno comunque richiesto un impegno non indifferente, tenendo conto del trasporto in ambiente di tutta l'attrezzatura necessaria e delle **condizioni ambientali**





**INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE:
prove quasi statiche**

Si è trattato di ghiaccio soggettivamente valutato “**decisamente buono**”, abbastanza compatto; la superficie si presentava omogenea, “a conchette”.





INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: prove quasi statiche

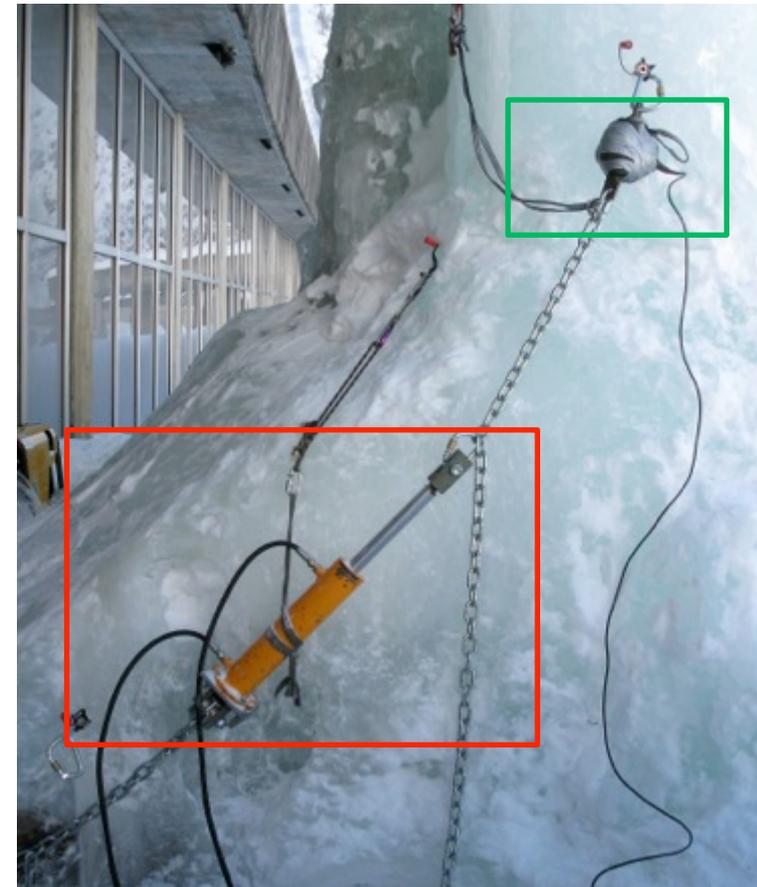
1. misura della temperatura dell'aria (-8°C) e del ghiaccio ($-9.5 / -7.7^{\circ}\text{C}$) con un termometro ad asta inserito in un foro nel ghiaccio.
2. misura della densità valutata come rapporto tra il peso di un cilindretto di ghiaccio e il suo volume; il cilindro è stato ottenuto mediante un "carotatore" appositamente realizzato, *circa* 0.79 Kg/dm^3 costante lungo tutta la superficie di prova.





INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: prove quasi statiche

Le prove di estrazione lenta sono state eseguite applicando il carico alla vite in maniera quasi-statica mediante un **pistone oleodinamico**; una **cella di carico** interposta tra la vite e il pistone ha permesso di rilevare il carico di cedimento. Il pistone permette di applicare un carico variabile fino a 4500 kgf con una corsa massima dello stelo di 250 mm. Le velocità di spostamento del pistone sono al più dell'ordine di qualche mm al secondo e ogni prova impiega circa qualche decina di secondi per arrivare all'estrazione.





INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: prove quasi statiche

Tutte le prove sono state effettuate su viti “corte” (12-13 cm) in quanto ritenute essere le più critiche per quanto riguarda la tenuta.

- GR - lunghezza 12 cm, filetto inverso



- BD - lunghezza 13 cm filetto diretto





INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: prove quasi statiche

Per ogni tipo di vite (BD - e GR), **3 angoli di infissione** (-20° , 0° , $+20^\circ$) con una replicazione di 3 per ogni prova. **Il corretto posizionamento è stato ottenuto con l'ausilio di una semplice dima.** Le prove sono state effettuate prima sulle viti GR e successivamente sulle BD. Le **distanze tra i punti di infissione delle viti sono state scelte in modo da evitare interferenze** tra i coni di estrazione. L'ordine delle prove per ogni tipo (GR e BD) è stato casuale in modo da ridurre l'influenza del tipo di ghiaccio sul tipo di infissione (angolo).





INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: prove quasi statiche

E' interessante notare che per molti casi è stato possibile individuare l'inizio del cedimento in genere al 50÷70 % del carico totale di estrazione; il cedimento non è mai stato istantaneo, ma è sempre proseguito per passi discontinui iniziando dalla zona di compressione, subito sotto la testa della vite, da cui sono partite le prime cricche nel ghiaccio.





INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: prove quasi statiche

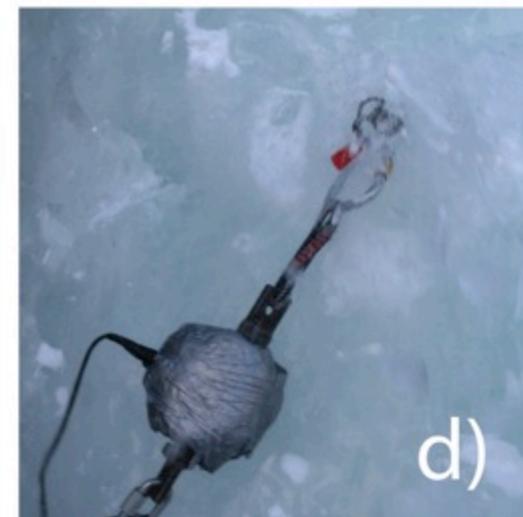
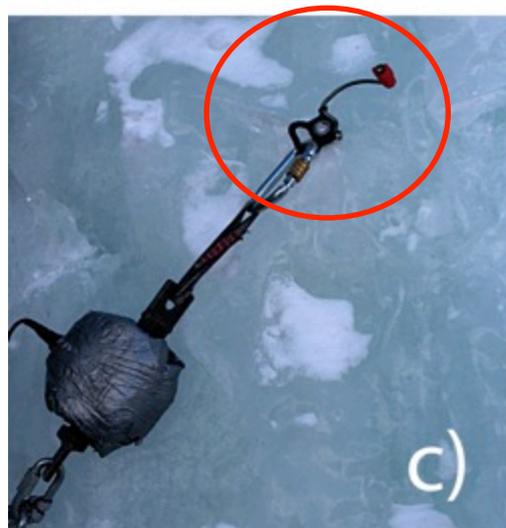
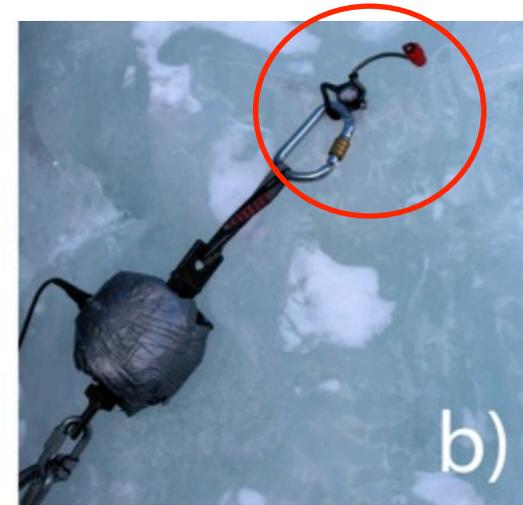
Nella sequenza, riferita a un caso di vite BD con angolo di infissione di 0 gradi, si rileva chiaramente il cedimento per stadi con il **progressivo e crescente coinvolgimento della parte di ghiaccio compressa**.





INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: prove quasi statiche

Nella sequenza, riferita a un caso di vite GR con angolo di infissione di 0 gradi, si rileva chiaramente il cedimento per stadi con il **progressivo e crescente coinvolgimento della parte di ghiaccio compressa**.





INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: prove dinamiche

Le prove sono state effettuate nel 2008 a Pontechianale (1600 m) in Val Varaita dalla CCMT presso la “falesia di ghiaccio” dell’Anfiteatro di Castello in **due sessioni: il 10 gennaio e il 1 febbraio.**

Le prove si sono svolte sul primo settore della falesia, attrezzando un tratto particolarmente verticale per evitare, nella caduta, che la massa sbattesse contro la parete prima di ottenere il carico massimo.

Temperatura aria -8°C

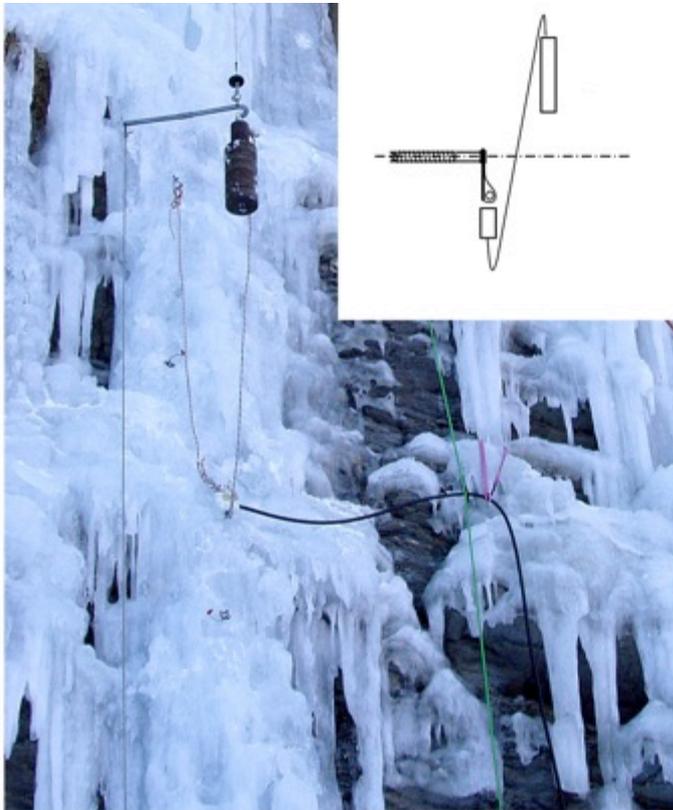
Temperatura ghiaccio -3.5°C





INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: prove dinamiche

La massa di 73 kg, collegata alla cella di carico tramite uno spezzone di corda statica (diametro 11 mm) veniva fatta cadere da un'altezza di 2 m circa, con un FC (fattore di caduta) = 2 (lunghezza volo = 4 m circa); lo spezzone di corda statica veniva sostituito tra una serie di prove e l'altra.

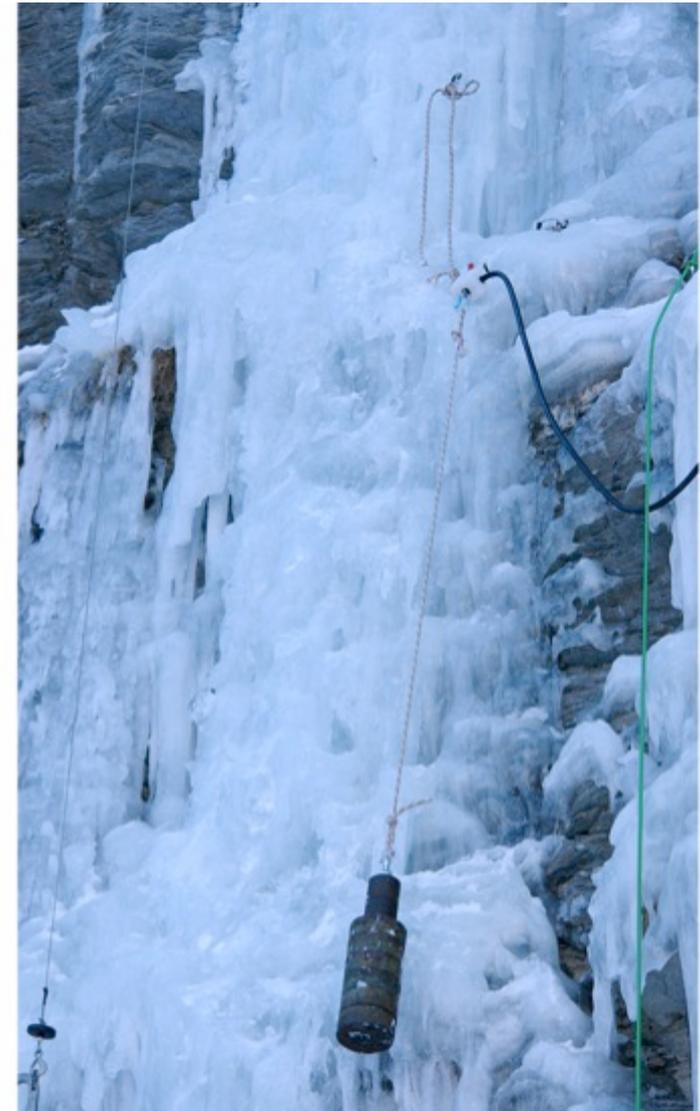




INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: prove dinamiche

Le prove sono state eseguite utilizzando sempre viti GR 12 cm e viti BD 13 cm che presentano rispettivamente filetto rovescio e dritto.

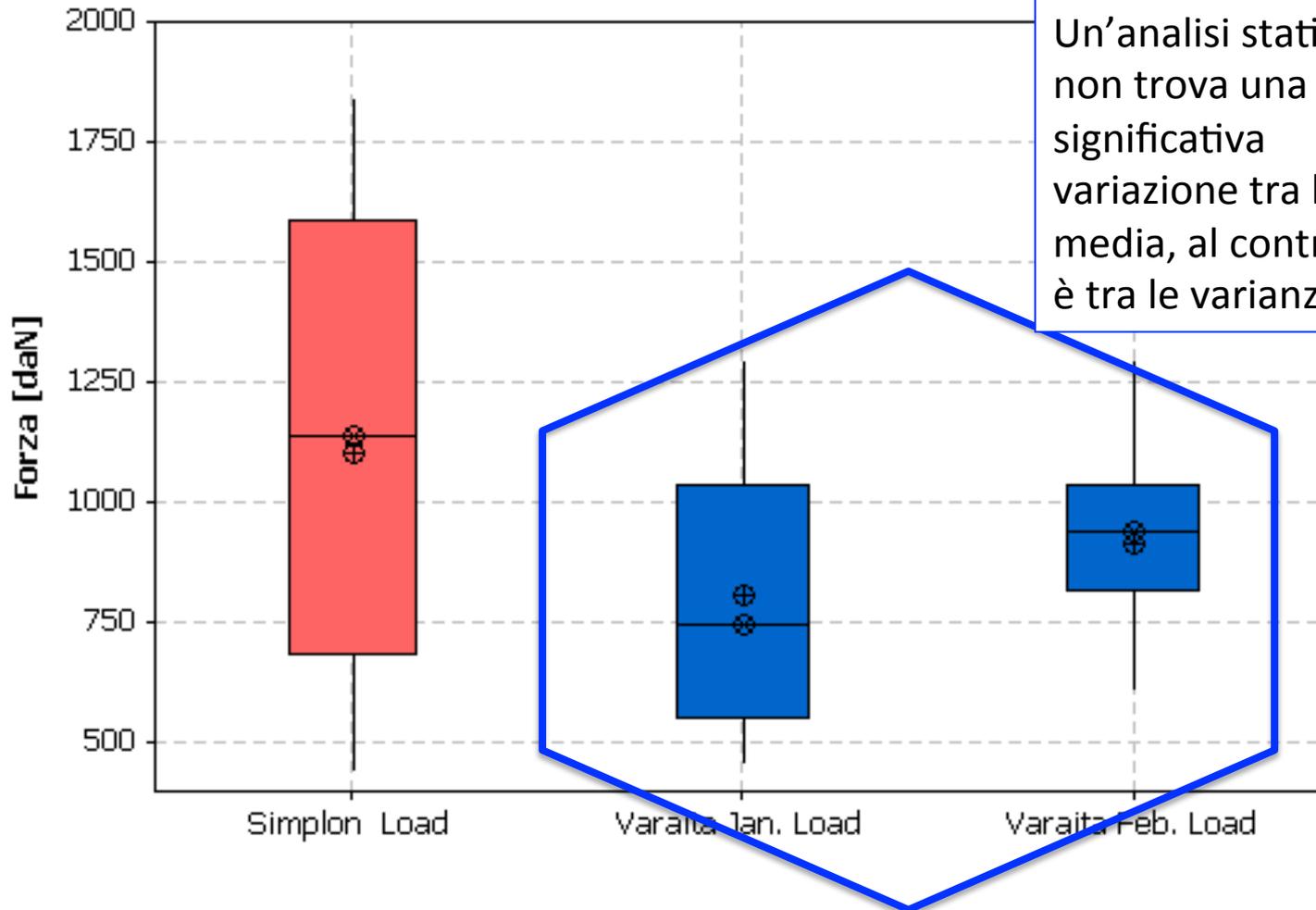
Per quanto riguarda il ghiaccio, è stata scelta un tratto verticale abbastanza compatto pur se di tipo a colonne; la superficie si presentava sufficientemente omogenea anche se a volte è stato necessario cambiare il posizionamento della vite, riavvitandola in un'altra zona, per presenza di spazi vuoti tra gli strati del ghiaccio.





INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE

Discussione e Risultati: riassunto dei dati ottenuti



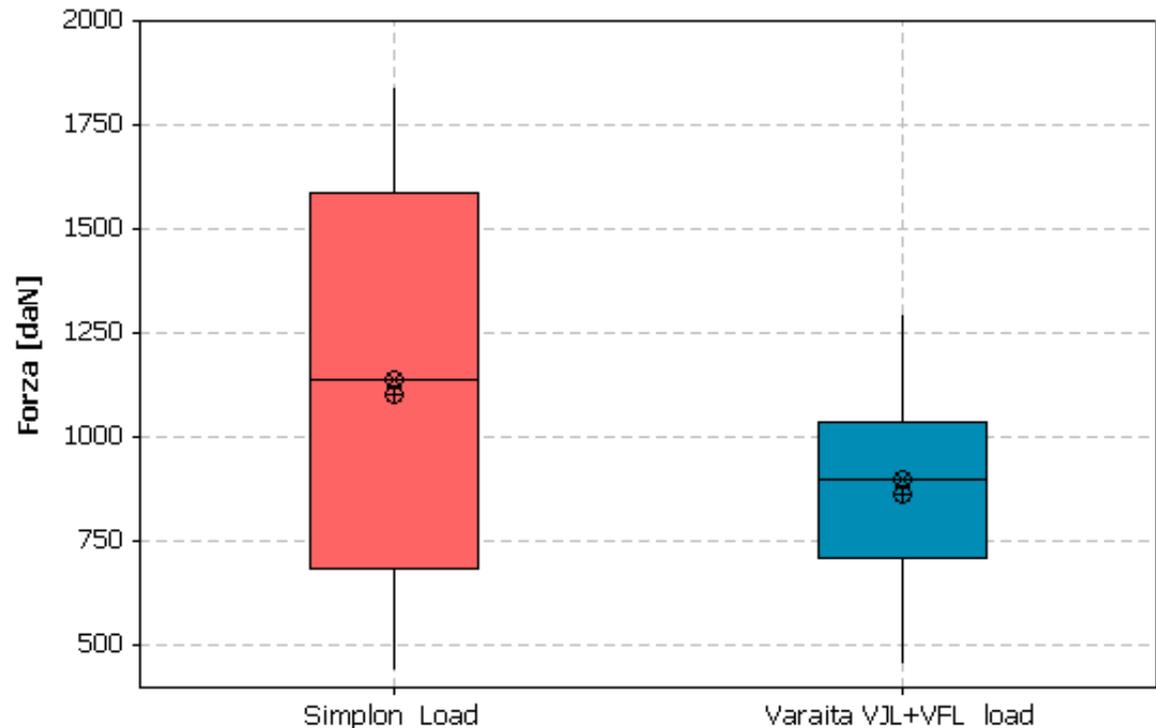


INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE

Discussione e Risultati: riassunto dei dati ottenuti

Considerazioni:

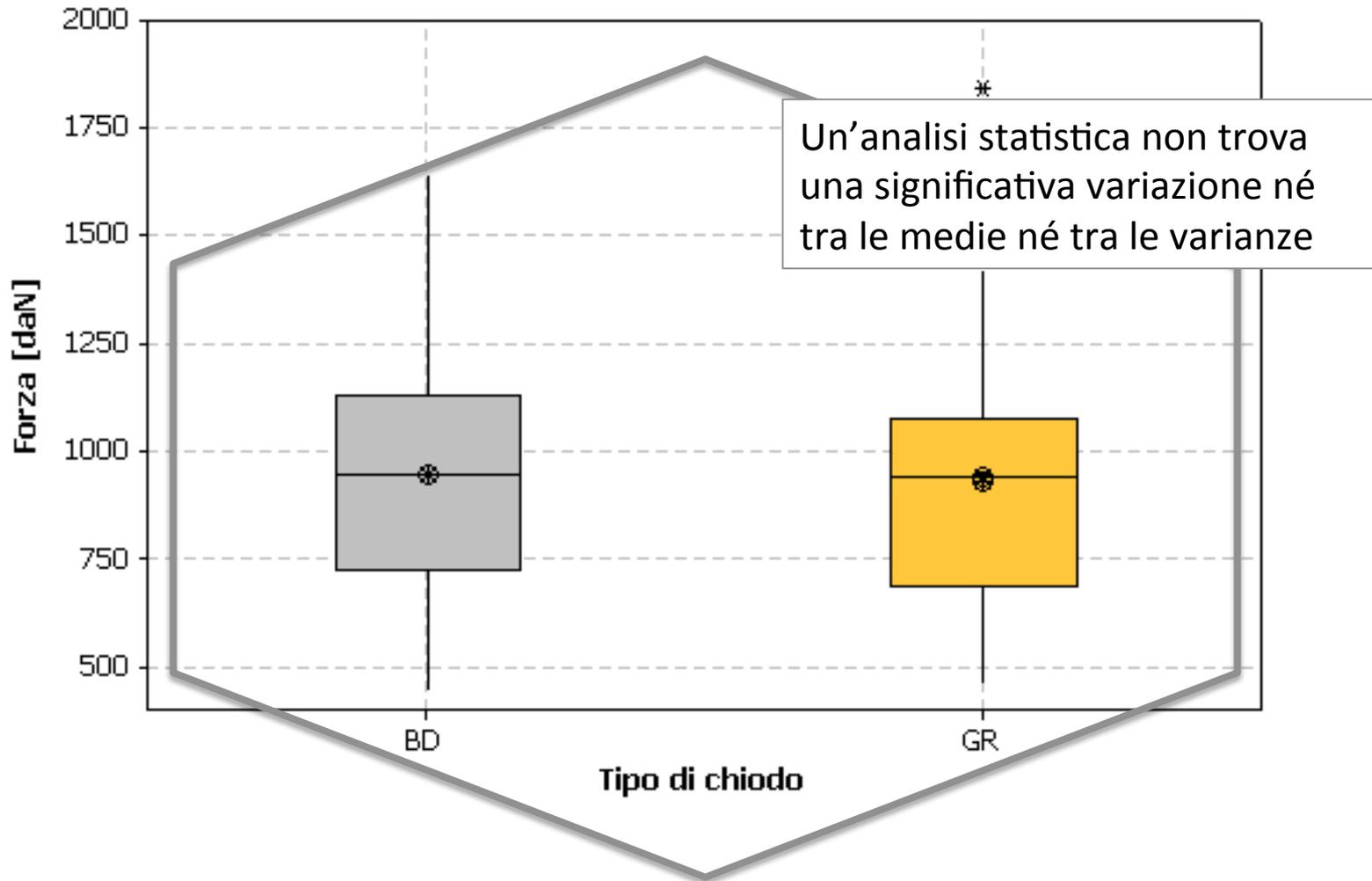
- Si riscontra una differenza di circa il 28% tra i valori medi.
- Questa differenza può essere spiegata attraverso:
 1. Diversa qualità del ghiaccio e differenza di temperatura del medesimo (circa -8° SL / circa -3.5° VJFL)
 2. La restante parte può essere attribuita alla diversa modalità di applicazione del carico (quasi statica-dinamica)





INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE

Discussione e Risultati: confronto tra i tipi di vite

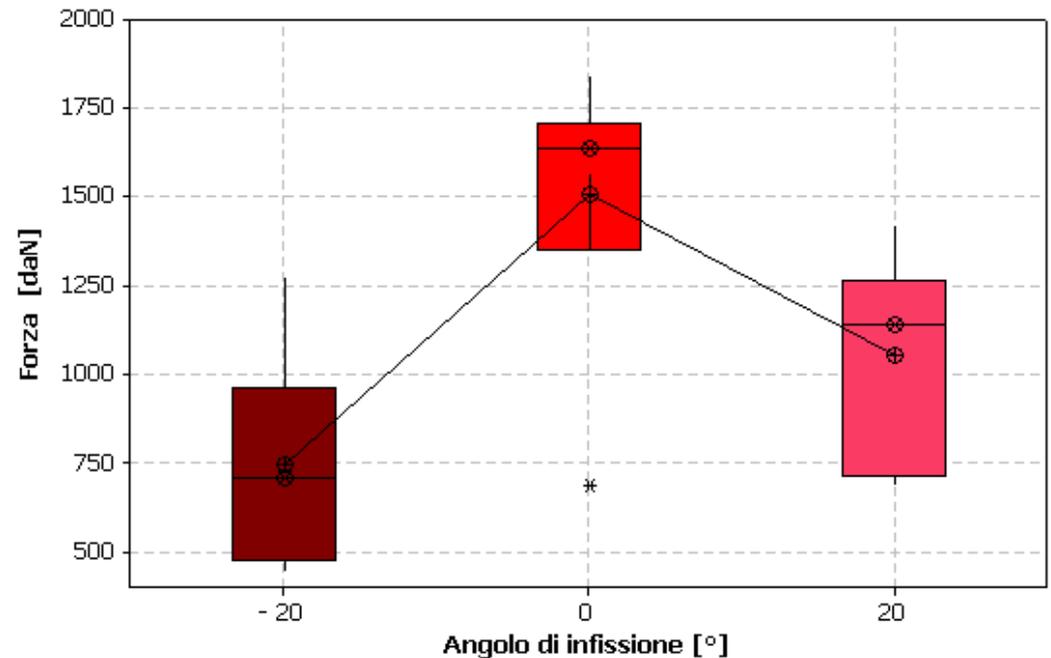




INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: Risultati prove quasi statiche

Considerazioni:

- I valori di tenuta sono quella da cui si ottengono vacomunque considerevoli
- l'infissione della vite con angolo nullo, 0°, (asse di infissione perpendicolare alla parete) è lori di estrazione indubbiamente più alti.
- I valori di tenuta a 0° sono compatibili con quelli presenti in letteratura su ghiaccio di buona qualità.

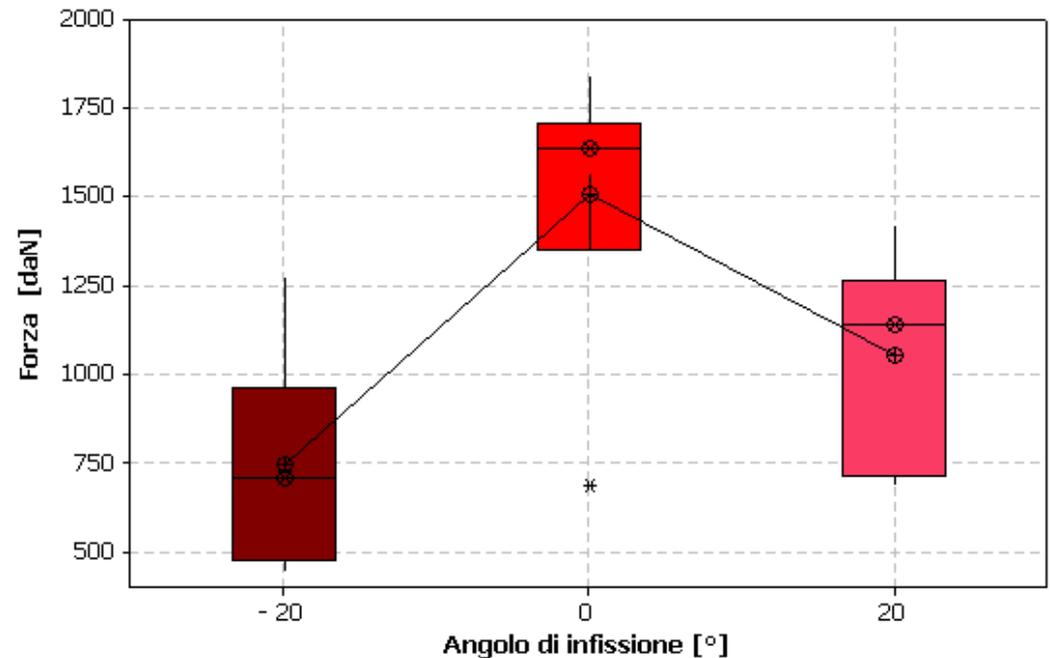




INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: Risultati prove quasi statiche

Considerazioni:

- l'ottimo comportamento meccanico degli infissi: nessun cedimento strutturale è stato registrato sui due tipi di vite provate durante l'intera campagna di prove. Uno dei risultati è, infatti, che sono state utilizzate solo 2 viti (una per tipo), non avendo riscontrato rotture o deformazioni permanenti tali da richiederne la sostituzione.

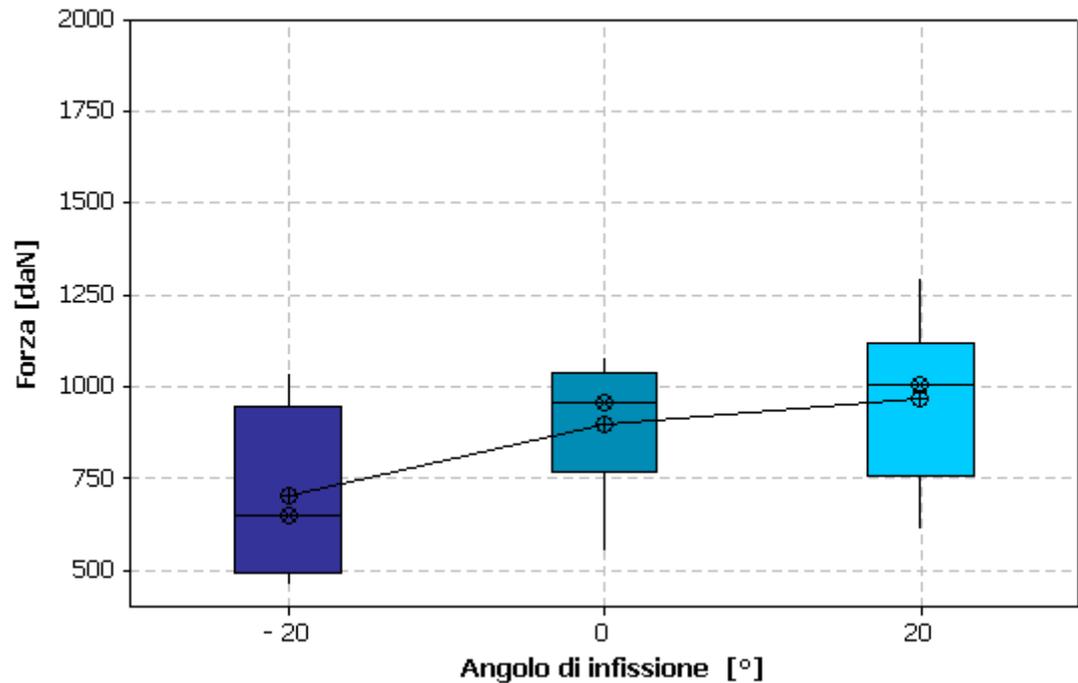




INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: prove dinamiche

Considerazioni:

- L'angolo di infissione negativo è sicuramente sfavorevole
- Analisi statistiche mostrano che per il piazzamento a 0° e $+20^\circ$ non vi è una significativa differenza sia tra le medie che tra le varianze delle due popolazioni.



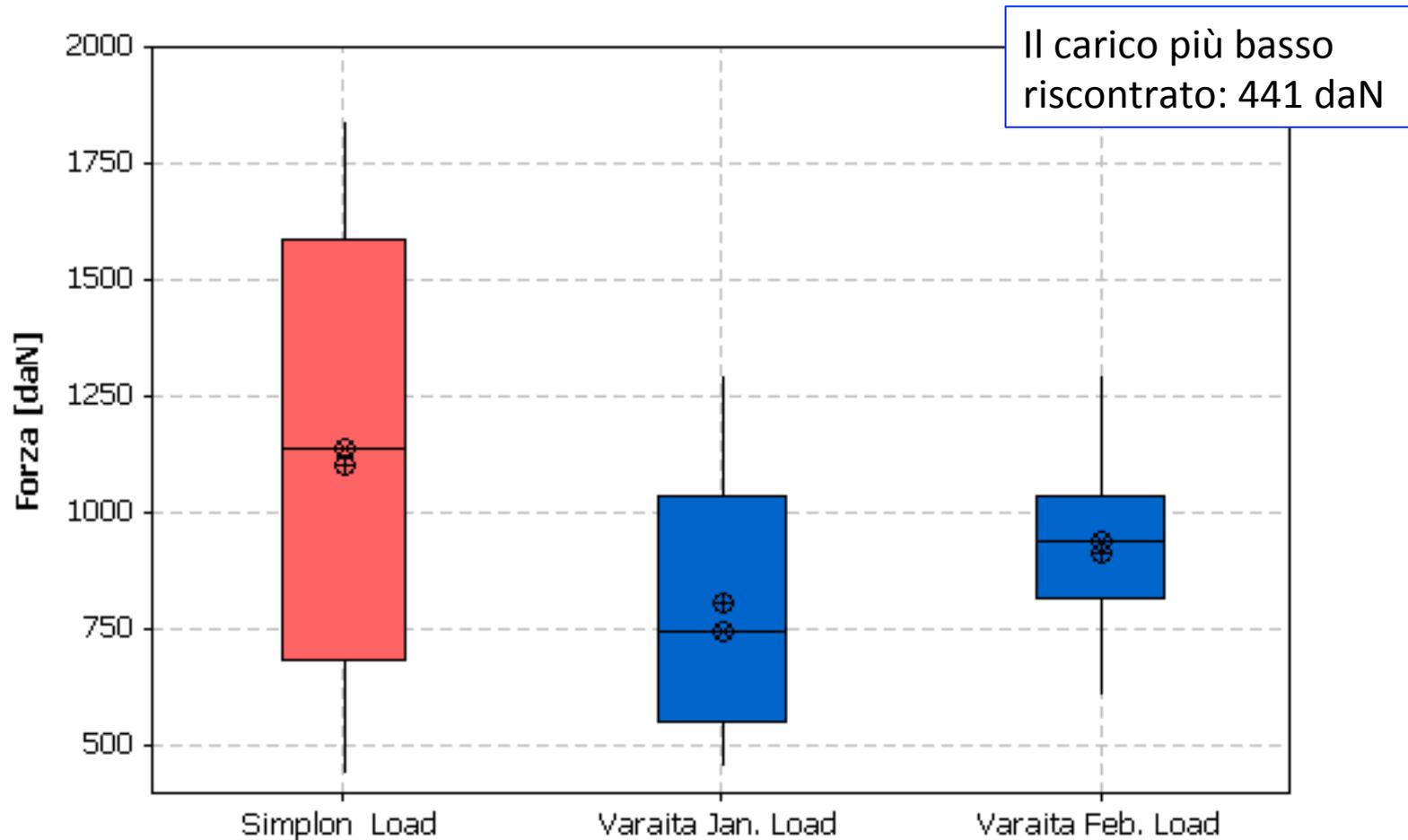


INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: CONCLUSIONI

- Non vi sono evidenze che l'angolo positivo dia vantaggi in termini di resistenza.
- I dati ottenuti mostrano inoltre come condizioni di ghiaccio buono (Simplon) che dovrebbero esaltare la tenuta del filetto (carico con angolo positivo) portano invece ad una marcata riduzione del carico di estrazione con angolo positivo.
- Si rammenta inoltre che l'angolo nullo rappresenta inoltre la modalità operativa più semplice ed immediata di infissione
- Dai risultati ottenuti sembra quindi si possa dedurre che l'infissione della vite con angolo nullo (asse di infissione perpendicolare alla parete) sia globalmente la scelta migliore.
- Si sottolinea inoltre che viti da ghiaccio anche di dimensione ridotta hanno mostrato carichi di estrazione considerevoli ed una costruzione di qualità che ne permette il riutilizzo anche dopo numerose prove



INDAGINE SPERIMENTALE SULL'ANGOLO DI INFISSIONE: CONCLUSIONI





RINGRAZIAMENTI:

Un caloroso ringraziamento va ai membri della CRLMT **Franco Biava, Gilberto Garbi, Elio Guastalli, Andrea Monteleone, Pierluigi Landreani**, agli INA **Mauro Bolognani, Bruno Boventi, Massimo Piras** ed al tecnico **Sandro Bavaresco** per il fattivo contributo all'esecuzione delle prove prestato in condizioni ovviamente.... "da cascata di ghiaccio".

Un grazie particolare ed a **Romeo e Cosetta Isaia**, gestori del Rif. Savigliano in Val Varaita, per l'ospitalità, la disponibilità, l'appoggio logistico e l'aiuto nelle realizzazione dei test.

Un ringraziamento a **Vittorio Bedogni** per la collaborazione nell'elaborazione dei dati.



PUBBLICAZIONI

- V. Bedogni, G. Bressan, A. Manes, “ Viti da ghiaccio, le prove in ambiente. Indagine sperimentale sull’angolo di infissione (parte seconda), *La rivista (del Club Alpino Italiano)* Settembre – Ottobre 2011, pag 38,43
- V. Bedogni, A. Manes “ Le viti da ghiaccio sono sicure. Indagine sperimentale sull’angolo di infissione (parte prima), *La rivista (del Club Alpino Italiano)* luglio – Agosto 2011, pag 38, 43
- V. Bedogni, A. Manes " An experimental investigation of the effect of the placement angle on the collapse of ice screw anchors“ *Engineering Failure Analysis* 26 (2012) 139–150

CONTATTI

- ANDREA MANES
andrea.manes@polimi.it