autoperforanti SIRIVE®

GEOSOLUZIONI ENGINEERING S.R.L.
PILATI ING. CORRADO CELBAN ING. ALBERTO

*Ordine dei Geologi Trentino-Alto Adige*

**LA BARRE AUTOPERFORANTI PER L'INGEGNERIA GEOTECNICA:**
**CAMPI DI APPLICAZIONE, DIMENSIONAMENTO E CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

# ANCORAGGI ATTIVI E PASSIVI: CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA, CONTROLLI IN CORSO D'OPERA E COLLAUDO


**ING. CORRADO PILATI**
Geosoluzioni Engineering S.r.l.

**ING. ALBERTO BISSON**
Sirive S.r.l.

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA

**Prove di progetto su ancoraggi di prova (par. 6.6.2 NTC 2018)**

- Il valore caratteristico allo sfilamento della fondazione dell'ancoraggio si può determinare dai risultati di prove di progetto su ancoraggi di prova.
- Gli ancoraggi preliminari di prova (ancoraggi di progetto) – sottoposti a sollecitazioni più severe di quelle di verifica e non utilizzabili per l'impiego successivo – devono essere realizzati con lo stesso sistema costruttivo di quelli definitivi, nello stesso sito e nelle stesse condizioni ambientali.
- Bisogna attendere la sufficiente maturazione dell'ancoraggio per resistere al carico richiesto (non necessariamente 28 giorni) e quindi ci sono dei tempi morti.
- **Portare a rottura il complesso ancoraggio-terreno fino allo sfilamento**
- Servono per **ridurre i coefficienti di calcolo** (Tabelle 6.6.II NTC 2018), ma si fanno poche volte per il costo del fermo cantiere in attesa della maturazione. Vanno bene per i grandi cantieri.

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA

Nel caso (a), il valore della resistenza caratteristica $R_{ak}$ è il minore dei valori derivanti dall'applicazione dei fattori di correlazione $\xi_{a1}$ e $\xi_{a2}$ riportati nella Tabella 6.6.II rispettivamente al valor medio e al valor minimo delle resistenze $R_{a,m}$ misurate nel corso delle prove:

$$R_{ak} = \text{Min}\left\{\frac{(R_{a,m})_{medio}}{\xi_{a1}}; \frac{(R_{a,m})_{min}}{\xi_{a2}}\right\} \qquad [6.6.1]$$

**Tab. 6.6.II** - *Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica da prove di progetto, in funzione del numero degli ancoraggi di prova*

| Numero degli ancoraggi di prova | 1 | 2 | >2 |
|---|---|---|---|
| $\xi_{a1}$ | 1,5 | 1,4 | 1,3 |
| $\xi_{a2}$ | 1,5 | 1,3 | 1,2 |

- I coefficienti da applicare passano da 1,5 a 1,3 per un numero di prove superiore a 2. Sono **convenienti se il costo delle prove compensa la riduzione del numero degli ancoraggi**.

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA

- Come riportato al **par. 6.6.4 NTC 2018** il numero di prove di progetto non deve essere inferiore a:

  - 1 se il numero degli ancoraggi è inferiore a 30,
  - 2 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 31 e 50,
  - 3 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 51 e 100,
  - 7 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 101 e 200,
  - 8 se il numero degli ancoraggi è compreso tra 201 e 500,
  - 10 se il numero degli ancoraggi è superiore a 500.

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA

### ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA (AGI-AICAP 2012 par. 7.1)

- *Si intendono per "ancoraggi preliminari di prova" quei dispositivi di ancoraggio, realizzati nello stesso sito e con la stessa metodologia costruttiva di quelli definitivi, da sottoporre a prove più severe di quelle di collaudo e, pertanto,* ***non utilizzabili per l'impiego successivo.***
- Si calcolano con metodi analitici e servono a determinare la **resistenza caratteristica allo sfilamento** dell'ancoraggio $R_{ak}$.
- Dalla $R_{ak}$ è possibile ricavare la tensione tangenziale limite convenzionale di aderenza tra terreno e fondazione:

$$q_{s.kc} = \frac{R_{ak}}{\pi \cdot D_d \cdot L_f}$$

dove:

- $R_{ak}$ = valore caratteristico della resistenza a sfilamento dell'ancoraggio;
- $D_d$ = diametro nominale della fondazione;
- $L_f$ = lunghezza della fondazione.

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA

### ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA

- Le prove su ancoraggi preliminari sono obbligatorie e fanno parte integrante del progetto degli ancoraggi.
- Strumentazione certificata da laboratorio ufficiale.
- **Precisione per gli allungamenti:** il maggiore tra 0,1 mm e l'1% dello spostamento misurato.
- **Precisione per le forze applicate:** il maggiore tra 10 kN e il 2% della forza misurata.

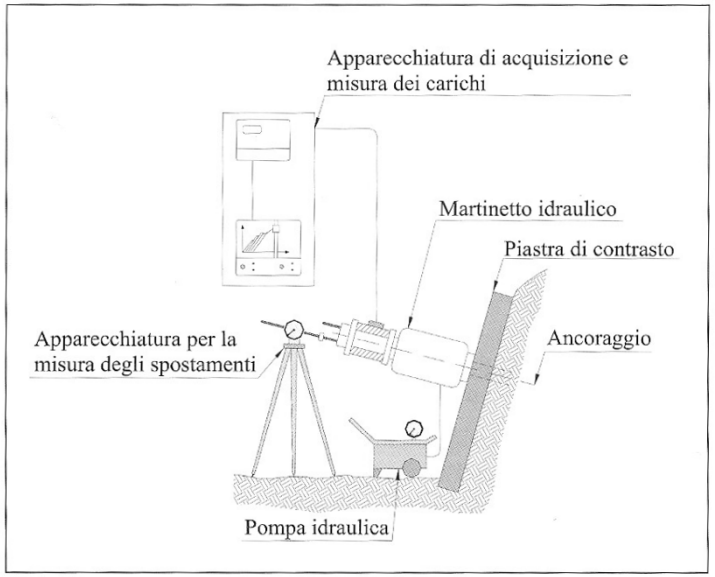



Fig. 7.1 – Schema di un dispositivo di prova

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA

### ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA

- Ci sono 2 tipi di prova:
  1. **Prova a sfilamento;**
  2. **Prova di idoneità.**
- **Prova tipo 1 a sfilamento**
  - Ha lo scopo di **determinare la tensione tangenziale limite convenzionale di aderenza tra la fondazione ed il terreno** per il dimensionamento della fondazione degli ancoraggi definitivi.
  - **Armatura sovradimensionata** o **fondazione di lunghezza ridotta** rispetto agli ancoraggi definitivi.
  - Si arriva al massimo al 90% della resistenza a snervamento dell'armatura.
  - **Procedura:**
    1) Tesatura fino al carico di allineamento $P_a$ (50 kN o 10% carico di prova $P_p$ che è la resistenza caratteristica stimata dell'ancoraggio)
    2) Tesatura per incrementi di carico pari a 10% $P_p$ fino a raggiungere lo sfilamento.
  - Se non si raggiunge lo sfilamento, la prova va **ripetuta** con fondazione più corta o barra più grossa.

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA

## ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA

### Prova tipo 2 di idoneità

- Si esegue su un ancoraggio realizzato come quelli definitivi, con la sola eccezione dell'armatura che sarà la massima compatibile con il diametro di perforazione. La prova ha lo scopo di misurare un valore $R_{a,m}$ della resistenza dell'ancoraggio e di **verificare l'idoneità complessiva del dispositivo alle prestazioni richieste.**

- **Procedura:**

1) Tesatura fino al carico di allineamento $P_a$ (50 kN o 10% carico di prova $P_p$);
2) Tesatura per incrementi di carico fino al carico $P_p$; per ciascun incremento di carico la forza dovrà essere mantenuta costante per un **intervallo di tempo sufficiente a rilevare l'andamento degli allungamenti nel tempo.**

*Tab. 7.2 – Modalità della prova di idoneità*

| Fase di carico | Carico applicato | Durata minima del carico (min) per la misura degli allungamenti | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Ancoraggi temporanei | | Ancoraggi permanenti | |
| | | Roccia o Terreni incoerenti | Terreni a grana fine | Roccia o Terreni incoerenti | Terreni a grana fine |
| 1 | 0,25 $P_n$ | 1 | 1 | 15 | 15 |
| 2 | 0,40 $P_p$ | 1 | 1 | 15 | 15 |
| 3 | 0,55 $P_p$ | 1 | 1 | 15 | 15 |
| 4 | 0,70 $P_p$ | 5 | 5 | 30 | 60 |
| 5 | 0,85 $P_p$ | 5 | 5 | 30 | 60 |
| 6 | 1,00 $P_p$ | 30 | 60 | 60 | 180 |

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA



A.1 – CALCOLO DEL RAPPORTO DI CREEP

Nel corso della prova di idoneità vengono tracciate le curve dell'allungamento (δ) in funzione del tempo in scala logaritmica per tutte le soste a carico costante (Fig. A.1).

Per ciascuna curva viene determinato il valore del coefficiente angolare (rapporto di creep) del tratto finale della curva dato da:

$$\alpha = (\delta_2 - \delta_1)/\log\left(\frac{t_2}{t_1}\right) \qquad (A.1)$$

dove:

- $\alpha$ è il valore del coefficiente angolare
- $\delta_1$ è il valore dell'allungamento al tempo $t_1$
- $\delta_2$ è il valore dell'allungamento al tempo $t_2$
- $t_1$ è il tempo subito dopo l'applicazione dell'incremento del tiro o di inizio dell'osservazione
- $t_2$ è il tempo al termine del periodo di osservazione a carico costante

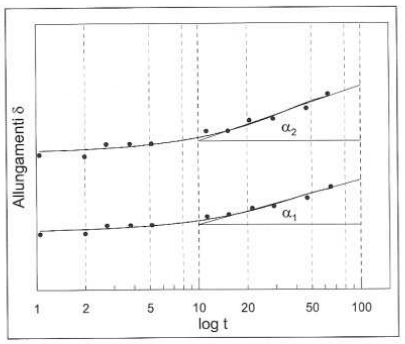



Fig. A.1 – Determinazione del rapporto di creep

Determinati i valori del rapporto di "creep", ai vari tiri crescenti della prova di idoneità, è possibile tracciare l'andamento di α in funzione del rapporto di tiro $P_j/P_p$ (Fig. A.2) in cui:

- $P_j$ = valore del tiro relativo a ciascun incremento
- $P_p$ = valore del tipo di prova



- Per ogni singolo incremento di carico si dovranno rilevare gli allungamenti con i seguenti tempi di lettura: 1, 2, 5, 10, 15, 30, 60, 120, 180 minuti.
- Per **tutte le soste di carico** si tracciano le curve dell'allungamento in funzione del log del tempo.

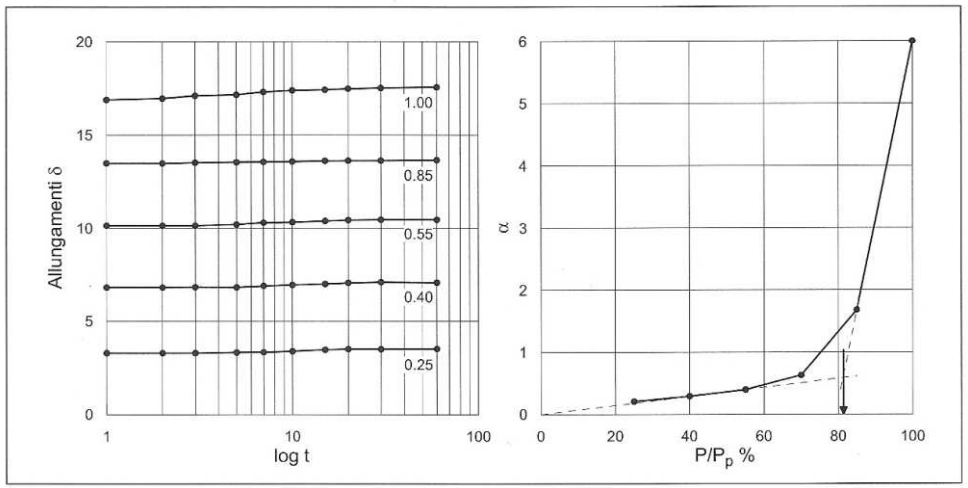



Fig. 7.2a – Diagramma tempo - allungamenti 7.2b – Diagramma rapporto di carico - α

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA

Inoltre, se non diversamente previsto dal progetto, l'idoneità dell'ancoraggio risulta accertata:

1) se gli spostamenti misurati e il rapporto di creep al carico di prova soddisfano i requisiti indicati nella seguente tabella 7.3.

*Tab. 7.3 - Valori di riferimento degli allungamenti e del rapporto di creep α*

| | **Ancoraggi temporanei** | | **Ancoraggi permanenti** | |
|---|---|---|---|---|
| | Roccia o terreni incoerenti | Terreni a grana fine | Roccia o terreni incoerenti | Terreni a grana fine |
| Carico di Prova | $P_p$ | $P_p$ | $P_p$ | $P_p$ |
| Prove con tempi di osservazione **brevi** | | | | |
| $t_1$ (min)<br>$t_2$ (min) | 10<br>30 | 20<br>60 | 20<br>60 | 60<br>180 |
| Allungamento $\Delta\delta = \delta_2 - \delta_1$ (mm) | ≤ 0,7 mm | ≤ 0,7 mm | ≤ 0,7 mm | ≤ 0,7 mm |
| Prove con tempi di osservazione **lunghi** | | | | |
| $t_2$ (minimo) | ≥ 30 | ≥ 60 | ≥ 120 | ≥ 720 |
| rapporto di creep α | ≤ 2,0 mm | ≤ 2,0 mm | ≤ 2,0 mm | ≤ 2,0 mm |

2) se la lunghezza libera teorica $L_t$ e la lunghezza libera apparente $L_{app}$ dell'ancoraggio verificano le condizioni seguenti:

$$0{,}9\ L_t \le L_{app} \le L_t + 0{,}5\ L_f \qquad (7.4)$$

dove $L_f$ è la lunghezza della fondazione dell'ancoraggio e $L_{app}$ si ricava in prima approssimazione con la seguente relazione

$$L_{app} = \frac{\Delta L \cdot A_s \cdot E_s}{P_p - P_a} \qquad (7.5)$$

dove:

$A_s$ è l'area della sezione di armatura
$E_s$ è il modulo elastico del materiale di armatura
$\Delta L$ è l'allungamento elastico misurato al valore del tiro di prova
$P_p$, $P_a$ sono i valori del tiro di prova e di allineamento

- Si assume come **resistenza allo sfilamento Ra,m dell'ancoraggio** in qualsiasi tipo di terreno il carico per il quale $\alpha \geq 2$ mm.
- Oppure:
  1) In terreni granulari o rocciosi il massimo carico raggiunto anche se non si è raggiunto lo sfilamento;
  2) In terreni a grana fine il valore dove cambia pendenza il diagramma 7.2b.
- Inoltre bisogna considerare la tabella riportata a fianco per accertare l'idoneità dell'ancoraggio.

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: ANCORAGGI PRELIMINARI DI PROVA

**Ma quante volte avete fatto le prove sui tiranti preliminari di prova?**

Le **AGI-AICAP 2012 al paragrafo 6.6.3** dicono:

*«La fase di progetto comprende l'esecuzione di prove preliminari su ancoraggi dello stesso tipo di quelli definitivi, in base alle quali vengono stabilite tutte le caratteristiche degli ancoraggi.*

*Quando non è possibile realizzare ancoraggi preliminari di prova in fase di progetto, si esegue un primo dimensionamento del dispositivo sulla base di valutazioni tecnicamente motivate da verificare successivamente, dopo l'esecuzione delle prove preliminari, che vanno comunque effettuate prima dell'esecuzione degli ancoraggi definitivi».*

Quindi possiamo:

- Evitare di installare un cantiere prima dell'appalto per eseguire gli ancoraggi di prova con probabilmente una ditta diversa da quella che eseguirà i lavori;
- Dimensionare gli ancoraggi per via teorica con i parametri geotecnici;
- Appaltare l'opera;
- Eseguire le prove preliminari sugli ancoraggi eseguiti dalla ditta (ed operatore) che farà anche quelli definitivi;
- Riverificare i calcoli e le lunghezze degli ancoraggi con eventuale aggiustamento economico.

Anche le **NTC 2018 al paragrafo 6.6.1**, a proposito dei tiranti, dicono: *«Per la valutazione della resistenza a sfilamento di un ancoraggio si può procedere in prima approssimazione con formule teoriche o con correlazioni empiriche. La conferma sperimentale con prove di trazione in sito nelle fasi di progetto e in corso d'opera è sempre necessaria».*

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: COLLAUDI

### COLLAUDI

Le **raccomandazioni AGI-AICAP, al punto 8.1**, dicono: «*Il collaudo di un ancoraggio si esegue tramite la* ***prova di accettazione****… La prova di accettazione deve essere effettuata* ***su tutti gli ancoraggi*** *prima o al momento della loro utilizzazione*».

Le **NTC 2018 al punto 6.6.4.2** prescrivono: «*Le prove di carico in corso d'opera devono essere effettuate* ***su tutti gli ancoraggi*** *per controllarne il comportamento sotto le azioni di progetto… La prova consiste nell'applicazione di un ciclo semplice di carico e scarico; in questo ciclo il tirante viene sottoposto ad una forza pari a* ***1,2 l'azione di progetto Pd*** *utilizzata per le* ***verifiche SLE…***»

Il buon senso, che non sempre va d'accordo con la norma, ci dice che chi ha scritto si riferiva ai tiranti attivi in quanto durante la tesatura è possibile fare anche il controllo. Per gli ancoraggi passivi diventa economicamente impraticabile.

Per gli **ancoraggi passivi** ci si rifà alla **UNI EN 14490:2010** che da una percentuale del 3% di prove in funzione dei chiodi realizzati.

Inoltre la **UNI 11211-4:2012** "***Opere di difesa dalla caduta massi****. Progetto definitivo ed esecutivo*" al punto 5.3.2.4. riporta: «*La resistenza di progetto deve essere certificata in corso d'opera eseguendo prove di carico di collaudo su un numero di ancoraggi (dei controventi) pari a* ***1 ogni 30 ancoraggi con un numero minimo di una prova***».

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: COLLAUDI

La **prova di accettazione** si esegue per:

- Verificare che ogni ancoraggio sia idoneo a sopportare il carico massimo di prova;
- Verificare che, al massimo carico di prova, il valore degli allungamenti o del rapporto di creep α risultino contenuti entro i limiti previsti;
- Determinare la lunghezza libera apparente $L_{app}$ dell'ancoraggio.

Modalità della **prova di collaudo a carico costante**:

1) Tesatura fino al carico di allineamento $P_a$ (50 kN o 10% prova di collaudo $P_c$);
2) Tesatura fino al carico $P_c$ con almeno 5 incrementi con sosta di 1 minuto;
3) Al massimo carico di prova il tiro viene mantenuto costante per 5' o 15' a seconda se terreno incoerente o a grana fine. (tempi 1, 2, 3, 5, 10, 15 minuti);
4) Scarico fino al tiro di allineamento in tre stadi.

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: COLLAUDI

I dati raccolti nel corso della prova consentono di:

- Tracciare il diagramma degli allungamenti in funzione del carico;
- Tracciare, per i terreni a grana fine, il diagramma degli allungamenti in funzione del tempo;
- Determinare il valore di α al carico di collaudo;
- Determinare l'entità dell'allungamento al carico di collaudo;
- Determinare il valore dell'allungamento permanente;
- Determinare la lunghezza libera apparente.

*Tab. 8.1 - Procedura di carico per la prova di accettazione*

| Fase di carico | Carico di prova | Durata minima del carico (min) | |
|---|---|---|---|
| | | Rocce o terreni incoerenti | Terreni a grana fine |
| 1 | 0,40 $P_c$ | 1 | 1 |
| 2 | 0,55 $P_c$ | 1 | 1 |
| 3 | 0,70 $P_c$ | 1 | 1 |
| 4 | 0,85 $P_c$ | 1 | 1 |
| 5 | $P_c$ | 5 | 15 |

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: COLLAUDI

8.3 ACCETTAZIONE DEGLI ANCORAGGI

Gli ancoraggi che non soddisfano i requisiti di collaudo sotto indicati vanno sostituiti con nuovi ancoraggi o opportunamente declassati.

8.3.1 Condizioni per l'accettazione

Per l'accettazione del singolo ancoraggio devono essere verificate le seguenti condizioni:

*1) sul comportamento dell'ancoraggio nel tempo*

*a1)* se la prova è condotta a carico costante ($P_c$)

il valore degli allungamenti $\Delta L_{Pc}$ o del rapporto di creep $\alpha$ devono risultare contenuti entro i limiti previsti dalla tabella 8.2

*Tab. 8.2 - Valori di riferimento degli allungamenti e del rapporto di creep $\alpha$*

| | Roccia o terreni incoerenti | Terreni a grana fine |
|---|---|---|
| Carico di Prova | $P_c$ | $P_c$ |
| Prove **rapide** | | |
| $t_1$ (min) | 2 | 5 |
| $t_2$ (min) | 5 | 15 |
| Allungamento $\Delta L = L_2 - L_1$ (mm) | $\leq 0.5$ | $\leq 0,6$ |
| Prove con tempi di osservazione **lunghi** | | |
| $t_2$ (minuti) | >30 | >60 |
| rapporto di creep $\alpha$ (mm) | $\leq 2,0$ | $\leq 2,0$ |

*a2)* se la prova è condotta ad allungamento costante ($\Delta L_o$)

la variazione della forza all'apice del ciclo deve risultare:

- inferiore al 3% della forza di collaudo ($\Delta P_c < 0,03P_c$) per 60 minuti di tempo di osservazione;
- inferiore al 6% della forza di collaudo ($\Delta P_c < 0,06P_c$) per 24 ore di tempo di osservazione.

*b)* per entrambi i tipi di prova l'allungamento permanente $\Delta L_{per}$ deve essere contenuto entro valori fissati dal progettista ed in ogni caso non deve superare il 10% dell'allungamento elastico $\Delta L$.

*2) sulla lunghezza libera apparente*

La lunghezza libera apparente deve verificare le seguenti condizioni:

$$0,9 \cdot L_t \leq L_{app} \leq L_t + 0,5 \cdot L_f \qquad (8.1)$$

in cui $L_{app}$ è data in prima approssimazione dalle espressioni di seguito riportate:

$$L_{app} = \frac{\Delta L_o \cdot A_s \cdot E_s}{P_c - P_a} \qquad \text{(prova a carico costante)} \qquad (8.2)$$

valida nel caso in cui la forza di attrito che si sviluppa lungo il tratto libero dell'ancoraggio può essere trascurata (inferiore al 5% del carico di prova $P_p$)

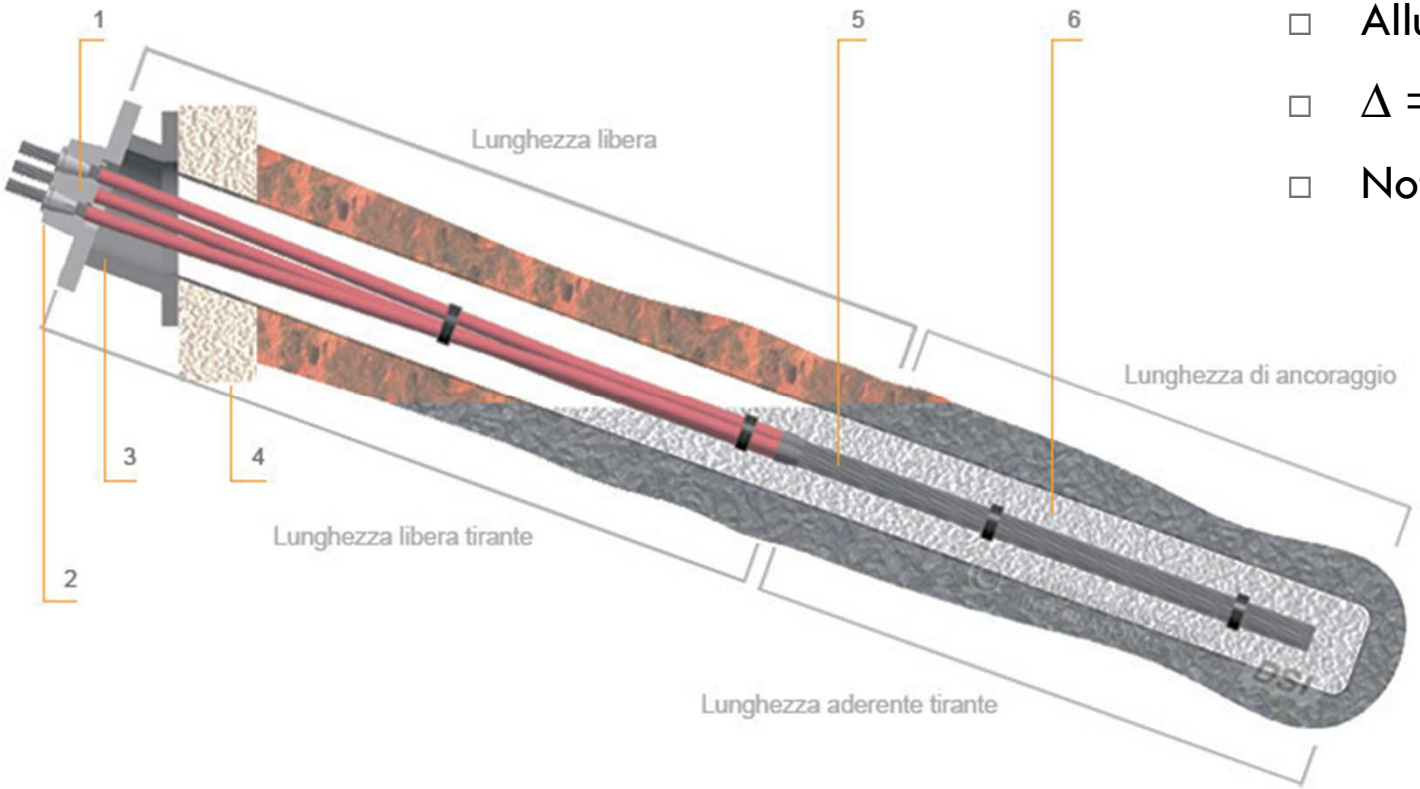
$$L_{app} = \frac{\Delta L_o \cdot A_s \cdot E_s}{P_c - P_a - \Delta P_f} \qquad \text{(prova a carico costante)} \qquad (8.3)$$

dove $\Delta P_f$ rappresenta la correzione del carico per tener conto dell'attrito nel tratto libero (vedi Appendice B).

$$L_{app} = \frac{\Delta L_o \cdot A_s \cdot E_s}{(P_c - \Delta P) - P_a} \qquad \text{(prova ad allungamento costante)} \qquad (8.4)$$

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: COLLAUDI




- Allungamento
- $\Delta = (N \times L) / (E \times A)$
- Noto tutto, ricavo L

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: COLLAUDI

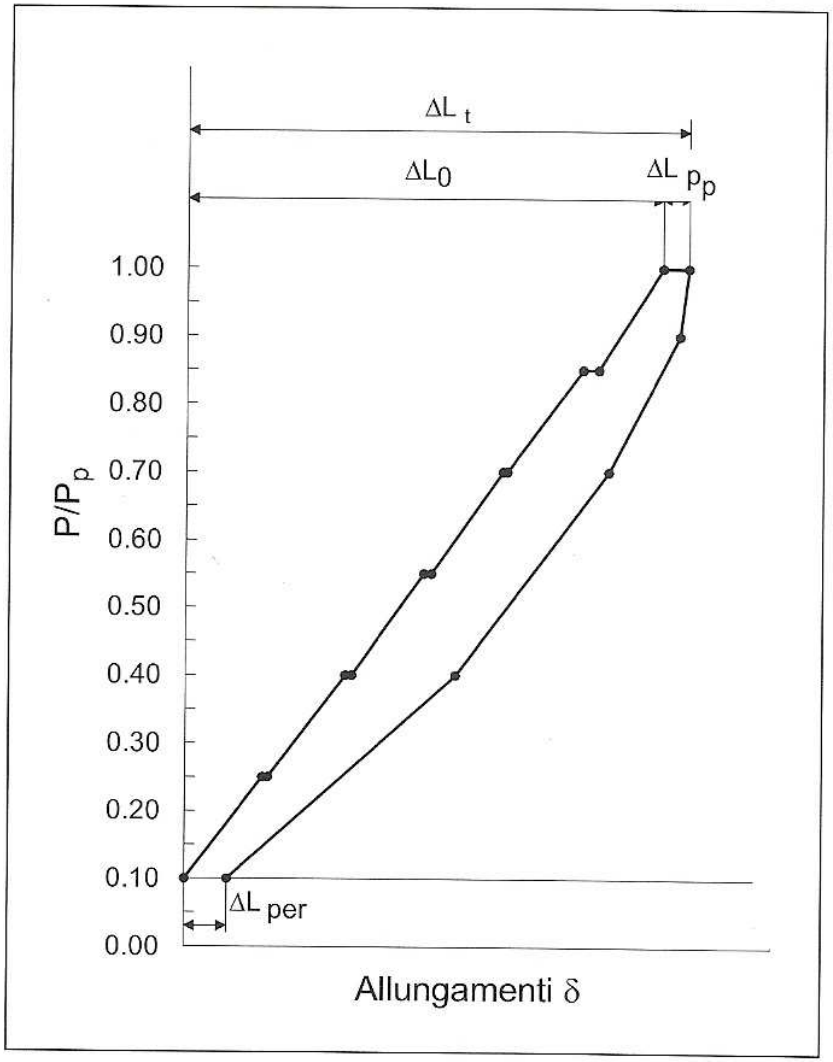



Fig. 7.3 – Diagramma forze - allungamenti

- Alla fine si scarica in tre stadi fino al carico di allineamento, con sosta ad ogni gradino per il tempo necessario ad effettuare la lettura del relativo allungamento e misura dell'allungamento residuo $\Delta l_{per}$ al valore di $P_a$.
- Al termine viene tracciato il diagramma forze allungamenti.

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: COLLAUDI

*Martinetti idraulici per i tiranti a trefoli*

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: COLLAUDI

*Parete permanente mista*

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: COLLAUDI

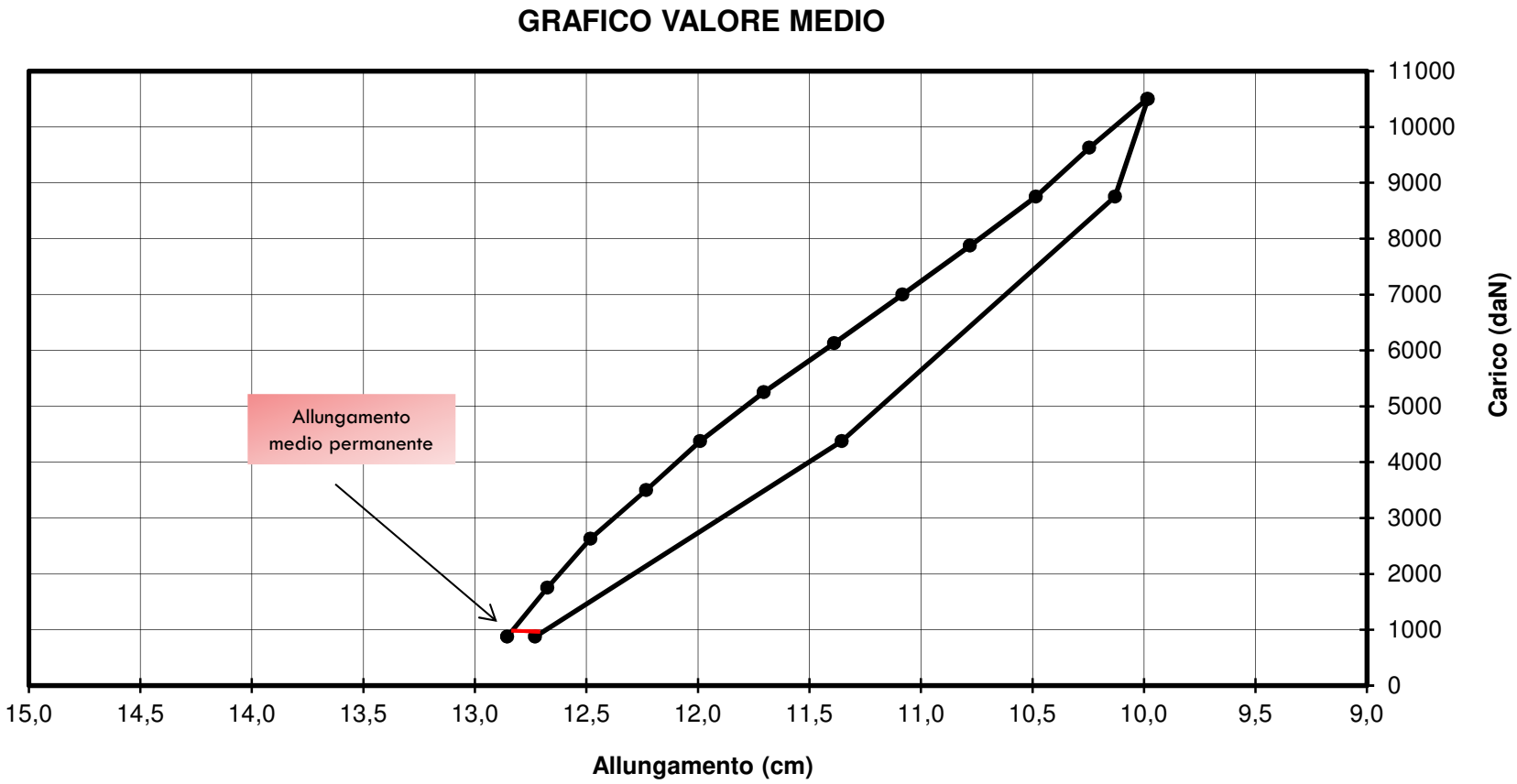
In condizioni «estreme» e con supporto rigido si può anche pensare di misurare l'allungamento del martinetto.

Per il controllo della tesatura esistente, al posto della chiave dinamometrica, si può tirare fino a quando il dado si svita «facilmente».

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: COLLAUDI

Diagramma di tesatura di un tirante a trefoli, molto più elastico del grafico di tesatura degli ancoraggi passivi.



# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: COLLAUDI

Ma siamo sicuri di avere applicato il carico richiesto all'ancoraggio?

**TECHNOPROVE Srl**

Prove di laboratorio / in sito e controlli per l'industria delle costruzioni - Laboratorio geotecnico e chimico

Viale dell'Industria 22 - 36100 VICENZA
Tel. 0444 966121 - Fax 0444 966129 - Email: techno@technoprove.it - Internet: www.technoprove.it
Cod. fisc. 04635880588 - Part. IVA 01869370245

Autorizzazione Min. Infrastrutture L. 1086/71 e DPR 380/01 art. 59 (Circ. 349/99 sett. a) - Min. Università e Ric. L. 46/82
Sistema Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2008 — Socio UNI - Membro ASTM - Associato SITEB

**Rapporto di taratura n° 211 /5/01** — *Data di emissione:* 03/09/15

E' vietata la riproduzione anche parziale del presente documento senza l'autorizzazione di Technoprove.

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Richiedente:* | Geosoluzioni Engineering S.r.l. | Vicenza | VI |
| *Intestatario fattura:* | Geosoluzioni Engineering S.r.l. | Vicenza | VI |
| *Data della richiesta:* | 31/08/15 | *Data di accettazione:* | 31/08/15 |

*Strumento consegnato il:* 31/08/15

| Ident. int. | Identificazione / descrizione fornita dal Richiedente | Descrizione / aspetto |
|---|---|---|
| A | Martinetto con pompa e manometro | Martinetto Larzep Hydraulic 1517406 700 bar 58.9 T 153 mm con pompa Larzep Hydraulic WO02407 Anac Capacity 2200 C.C. Pressione 700 bar e manometro Larzep fondo scala 1000 kg/cm² QC Passed n° 3 |

**Taratura di celle di carico o martinetti con manometro** — *Norma:* **UNI EN ISO 7500-1** — *Ver.:* **2005**

*Cod.:* PND026

*Risultati di taratura per la scala da 0-600 kg/cm²:*

| Carico indicato | Carico misurato | | | | Errore di ripetibilità relativo |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1ª serie | 2ª serie | 3ª serie | media | |
| kg/cm² | daN | daN | daN | daN | % |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | 0.00 |
| 100 | 8740.2 | 8733.5 | 8740.2 | 8738.0 | 0.08 |
| 200 | 17327.5 | 17382.1 | 17285.3 | 17331.6 | 0.56 |
| 300 | 26120.6 | 26170.3 | 26042.1 | 26111.0 | 0.49 |
| 400 | 34323.2 | 34180.3 | 34229.6 | 34244.4 | 0.42 |
| 500 | 42241.4 | 42380.5 | 42283.7 | 42301.9 | 0.33 |
| 600 | 50200.3 | 50483.1 | 50329.6 | 50337.7 | 0.56 |

*Note:*

1. Attrezzatura utilizzata (n° int. 14) fornita di certificato di taratura LAT 104 0109/2015 del 11/02/15.
2. Temperatura ambiente: 21 °C.

*Data di taratura:* 02/09/15

| *Attrezzature principali:* | | *n° interno:* |
|---|---|---|
| Macchina universale da 1000 kN | Metrocom Engineering S.p.A. | 14 |

| *Lo sperimentatore* | *Il responsabile* |
|---|---|
| sig. Marek Orzepowski | dott. ing. Alfio Vigilante |

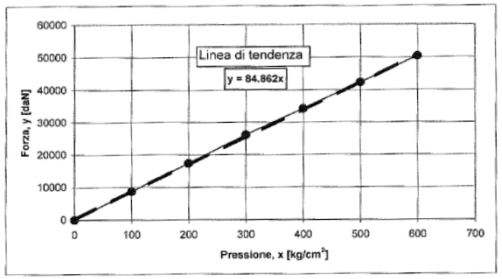


**TECHNOPROVE Srl**

Prove di laboratorio / in sito e controlli per l'industria delle costruzioni - Laboratorio geotecnico e chimico

Viale dell'Industria 22 - 36100 VICENZA
Tel. 0444 966121 - Fax 0444 966129 - Email: techno@technoprove.it - Internet: www.technoprove.it
Cod. fisc. 04635880588 - Part. IVA 01869370245

Autorizzazione Min. Infrastrutture L. 1086/71 e DPR 380/01 art. 59 (Circ. 349/99 sett. a) - Min. Università e Ric. L. 46/82
Sistema Qualità certificato UNI EN ISO 9001:2008 — Socio UNI - Membro ASTM - Associato SITEB




| *Lo sperimentatore* | *Il responsabile* |
|---|---|
| sig. Marek Orzepowski | dott. ing. Alfio Vigilante |

# PROVE SU TIRANTI

## MODALITA' ESECUTIVE: COLLAUDI

- Noi leggiamo una pressione sul manometro espressa in daN/cm², bar o atmosfere che sono tutti valori più o meno simili.
- Per avere il carico basta **moltiplicare la pressione per l'area di spinta del martinetto**. Attenzione che l'area di spinta è maggiore dello stelo ma non sappiamo esattamente di quanto.
- Il certificato di taratura del solo manometro ci dice solo che la pressione che leggiamo è esatta ma se non sappiamo su quale martinetto è montato non possiamo sapere il carico applicato.
- Il **certificato dell'insieme** toglie ogni dubbio. Oppure serve il **certificato del manometro** e la **scheda tecnica del martinetto**.
- Se in fase di carico l'ancoraggio non si allunga probabilmente non sto incrementando il carico e se la pressione sale probabilmente il martinetto è arrivato a fine corsa o l'ancoraggio è andato in battuta sul martinetto.

# PROVE SU ANCORAGGI PASSIVI (CHIODI)

# PROVE SU CHIODI

## MODALITA' ESECUTIVE

Sono norme UNI, quindi le NTC sono di ordine superiore, ma costituiscono comunque un riferimento.

**Tabella 2 –Frequenza suggeribile dei test di carico (basata sulla densità dei chiodi e la categoria di struttura geotecnica)**

| Tipo di test | Frequenza suggerita dei test di carico | |
|---|---|---|
| | Test con chiodo di prova | Test con chiodo stabile |
| **Categoria Geotecnica 1:** rischio trascurabile a cose o persone | Opzionale | Opzionale |
| **Categoria Geotecnica 2:** mancanza di rischi anomali a cose o persone | Se non ci sono situazioni comparabili: un minimo di 3 chiodi di prova e almeno un chiodo per ogni tipo di suolo<br><br>Dove esiste esperienza diretta della situazione, i test diventano opzionali | 2%, un minimo di 3 test |
| **Categoria Geotecnica 3: tutte le strutture non appartenenti a cat. 1 o 2** | Un minimo di due chiodi di prova e almeno due chiodi di prova per tipo di suolo | Per numero di chiodi: min 3%, 5 test |

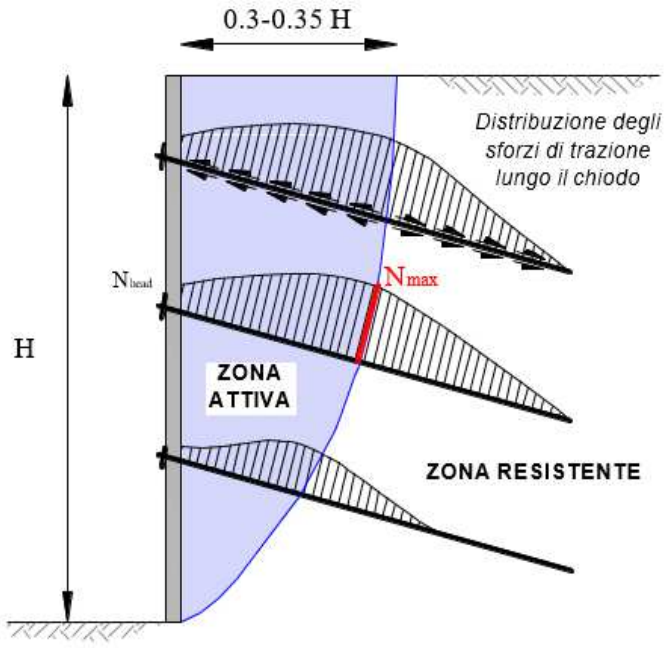
*Nota 1: Le categorie Geotecniche sono definite nella normativa EN 1997*
*Nota2: I chiodi di prova devono essere distribuiti in modo uniforme.*
*Nota 3: La frequenza suggerita è la minima.*
*Nota 4: Dove si usano chiodi di prova per i test, si può diminuire il nr. di chiodi stabili in modo proporzionale*
*Nota 5: A livello di spazio, a meno di 0,8 m, si raccomanda l'uso di un gruppo di 4 chiodi.*

**UNI EN 14490:2010**
**Chiodature del terreno**
***Soil Nailing***

# PROVE SU CHIODI

## MODALITA' ESECUTIVE

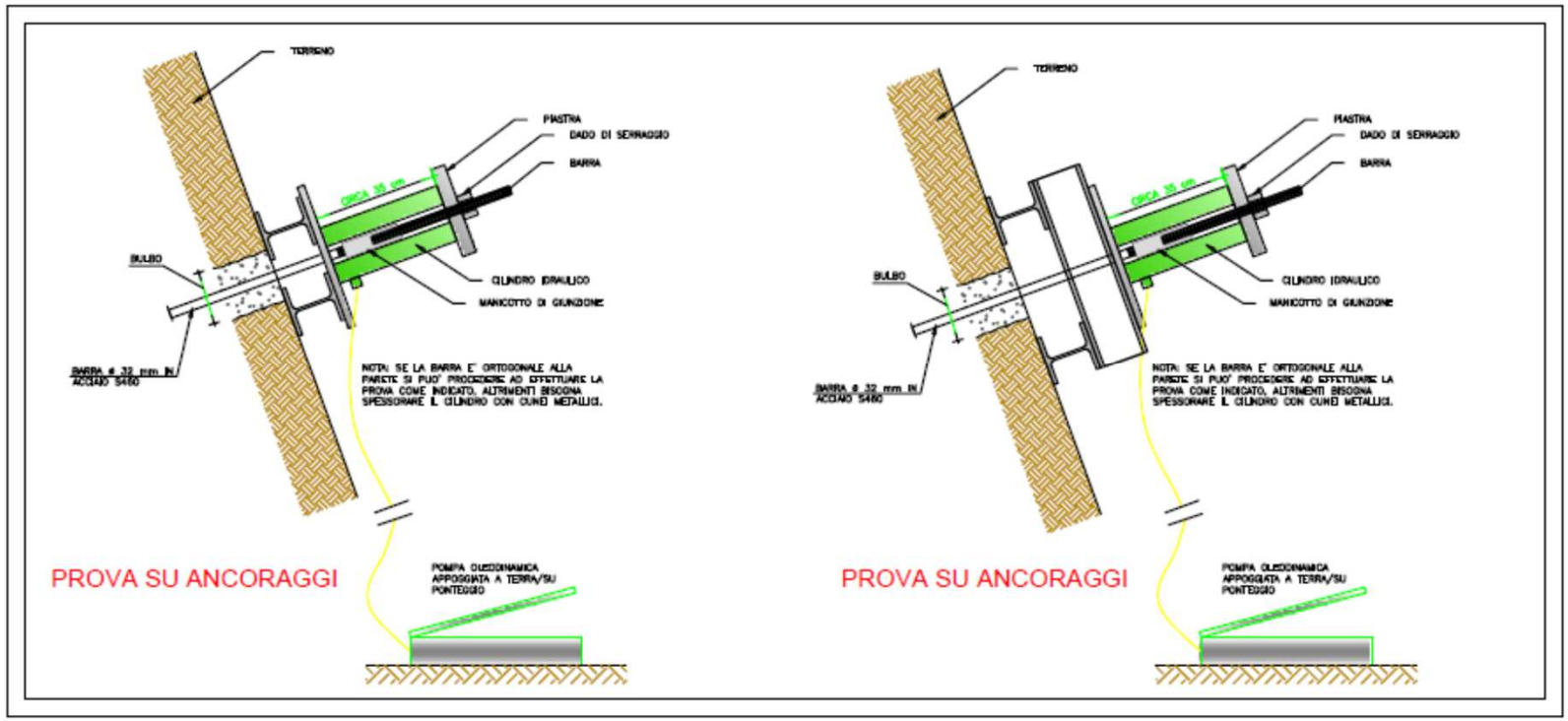
- Stessa procedura esecutiva di quella usata per i tiranti.
- I chiodi non hanno parte libera e quindi è più evidente la deformazione plastica rispetto ai tiranti.
- I chiodi non hanno parte libera e quindi quando applico la forza esternamente faccio lavorare tutta la lunghezza dell'ancoraggio (e non solo quella che reagisce una volta scavato).



# PROVE SU CHIODI

## MODALITA' ESECUTIVE

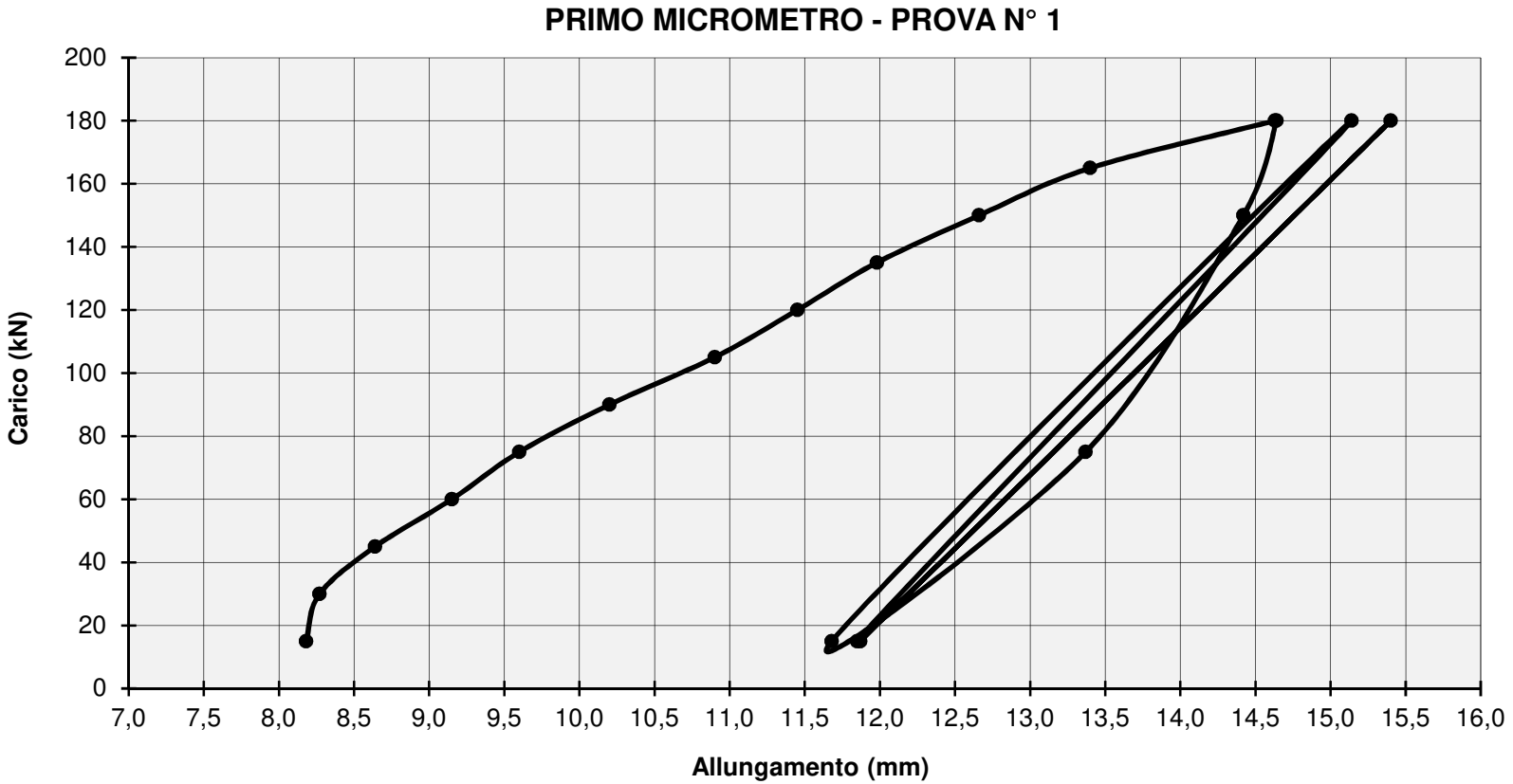
- Importante che le travi di contrasto non siano troppo vicine alla barra evitando lo sfilamento del bulbo e verificando lo sfilamento barra-iniezione.
- Dobbiamo verificare la resistenza geotecnica e quindi le travi di contrasto devono stare fuori dal diametro del bulbo



# PROVE SU CHIODI

## MODALITA' ESECUTIVE

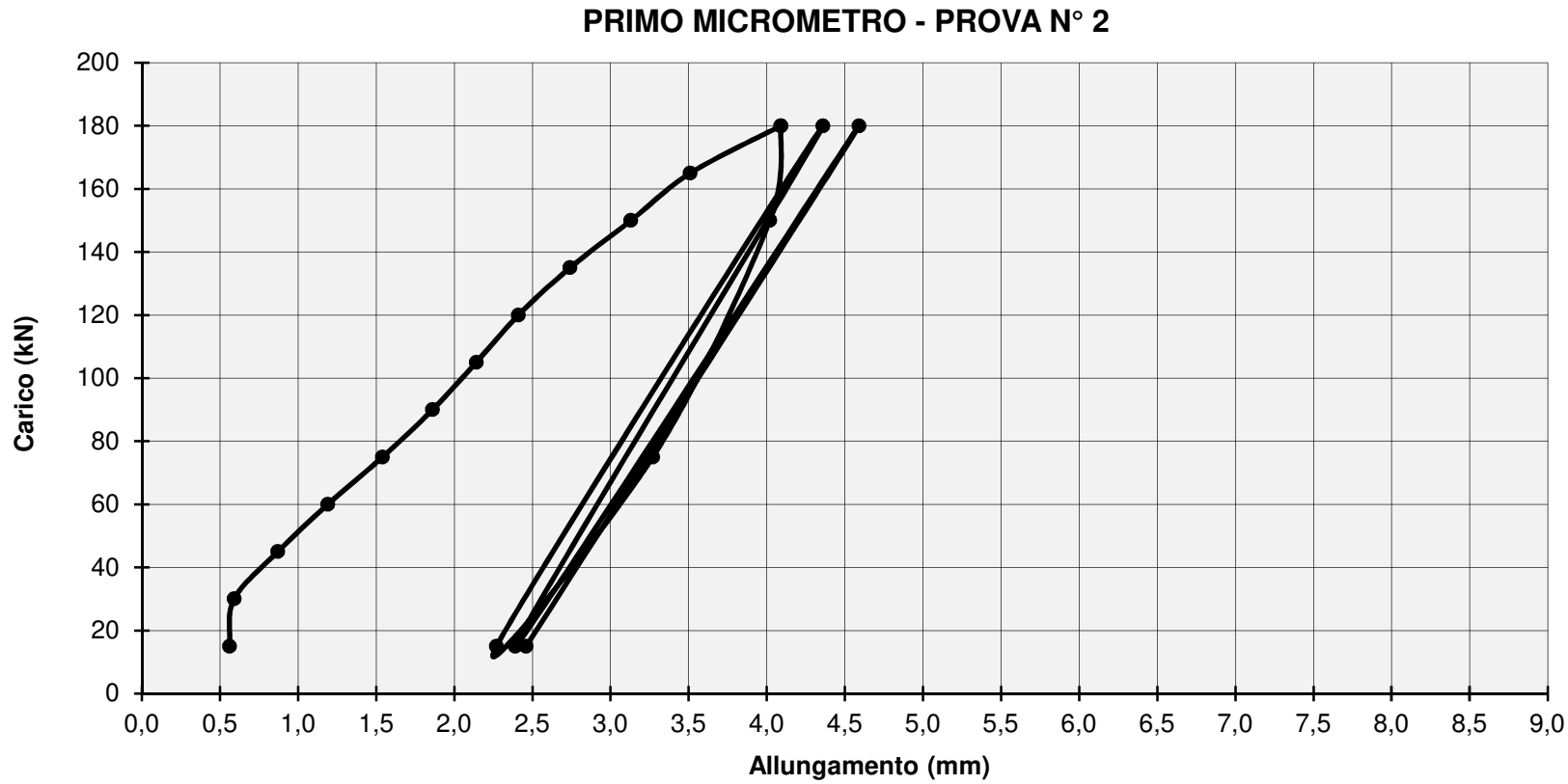
- Con il primo ciclo di carico si verificano deformazioni plastiche non più recuperabili a causa della rottura della prima parte del chiodo.



# PROVE SU CHIODI

## MODALITA' ESECUTIVE

- Dopo ripetuti cicli di carico e scarico fino al valore N la risposta diviene praticamente elastica per carichi non maggiori di N.



# PROVE SU CHIODI

## MODALITA' ESECUTIVE

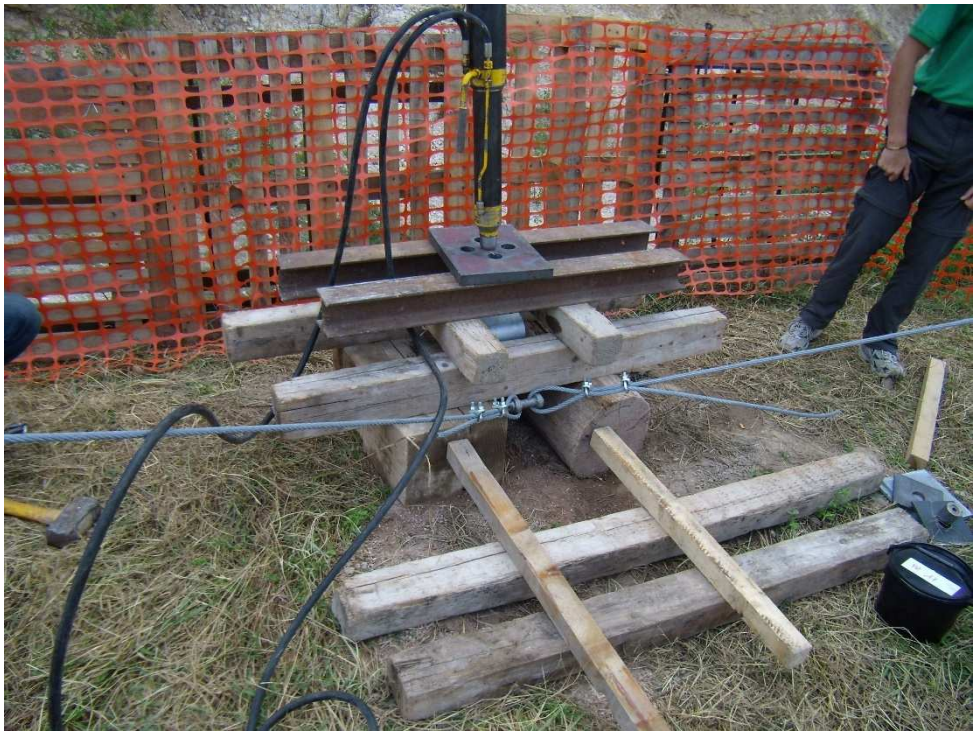
*Attrezzatura per una prova di trazione*

# PROVE SU CHIODI

## MODALITA' ESECUTIVE

***Prove su ancoraggi di barriere paramassi***

*Tiro non allineato con l'ancoraggio e struttura di tiro sottodimensionata*



# PROVE SU CHIODI

## MODALITA' ESECUTIVE

***Prove su ancoraggi di barriere paramassi***

*Perno sottodimensionato…*

# PROVE SU CHIODI

## MODALITA' ESECUTIVE

***Prove su ancoraggi di barriere paramassi***

*Piastra di base del cilindro che appoggia sull'anima della trave, altrimenti piega le ali.*
***Martinetto a fine corsa. Sale la pressione ma non il carico.***

# PROVE SU CHIODI

## MODALITA' ESECUTIVE

*Se si tira con la piastra si verifica l'ancoraggio della barra sull'iniezione. Devo lasciare spazio al chiodo (barra più iniezione) di uscire…*

# PROVE SU CHIODI

## MODALITA' ESECUTIVE

***Putrelle di contrasto lontane dal chiodo per lasciare lo spazio al chiodo (barra più iniezione) eventualmente di sfilarsi…***

# PROVE SU CHIODI

## MODALITA' ESECUTIVE

***Spessorare per imprimere un tiro assiale alla barra***

# PROVE SU CHIODI

## MODALITA' ESECUTIVE

# PROVE SU CHIODI

## MODALITA' ESECUTIVE

# PROVE SU CHIODI

## MODALITA' ESECUTIVE

# PROVE SU CHIODI

## MODALITA' ESECUTIVE

# GRAZIE

autoperforanti
SIRIVE®

GEOSOLUZIONI ENGINEERING S.R.L.
PILATI ING. CORRADO CELBAN ING. ALBERTO

**www.sirive.it**
**www.geosoluzioni.it**