

1/6 DESCRIZIONE

CANTIERE: Realizzazione Galleria stradale San Giuliano di Puglia

PROGETTO : Paratia di micropali tipo Berlinese attrezzata con Tiranti Attivi

OGGETTO DI STUDIO: Tiranti Attivi

PROBLEMATICHE TECNICHE:

Dai calcoli effettuati tramite le modellazioni d'uso (vedi riquadro a seguire), risulta una lunghezza di progetto dei tiranti compresa tra 28 e 40 metri. Difficoltà tecniche e ristretti tempi di intervento hanno imposto l'utilizzo di tiranti più performanti, per il quale motivo si è proceduto con l'analizzare l'incremento dato dall'eventuale utilizzo del sistema TFEG.

QUESITI DI ANALISI:

- 1) Lunghezza dei Tiranti eccessiva (≈ 40 m);
- 2) Tempi di realizzazione troppo elevati;
- 3) Ridurre il volume di terreno da trasportare in discarica;
- 4) Utilizzare un sistema che consenta di individuare l'efficacia di ancoraggio dei trefoli e ciò per ogni tirante realizzato;
- 5) Ottimizzare ove possibile, l'aspetto economico;

PROPOSTA D'INTERVENTO

APPLICAZIONE DOPPIO SISTEMA TFEG SUI TIRANTI

2/6 DATI TECNICI/MODELLO DI CALCOLO

STRATIGRAFIA DI PROGETTO

LITOLOGIA	φ (°)	c' (kPa)	γ (kN/mc)	Hstrato (m)
Terreno vegetale	=	=	=	0,00-1,70
Sabbia siltosa-argillosa	30	10	18,4	1,70-15,10
Marna Calcarea Falda	31	25	19,6	15,10-30,00

Assente

DATI PARATIA

TIPO	H libera (m)	H infissione (m)
A	9,00	21,0
B	12,0	24,0
C	15,5	28,0
D	15,0	28,0

MICROPALI PARATIA

Acciaio tipo	fpk	Fe510
\varnothing perforazione	mm	220,0
\varnothing armatura	mm	168,3
Spessore	mm	12,50
Interasse	cm	30,00

MODELLO DI CALCOLO UTILIZZATO

TIRANTE
Per il calcolo dei tiranti è stata utilizzata la nota formula di Bustamante-Doix.

$$T = \tau * A_l$$

T = tiro di progetto
 τ = tensione tangenziale
 A_l = superficie tratto connesso

CALCOLO TIRANTI (TFEG assente)

TIPO	N° Tiranti	N° trefoli	\varnothing (mm) perf.	Tiro (kN)	L (m)	incl. (°)
A	32	3	180	180	28	10
B	38	3	180	240	33	10
C/D	65	3	180	330	40	10

CALCOLO TIRANTI (con 2 TFEG)

TIPO	N° Tiranti	N° trefoli	\varnothing (mm) perf.	Tiro (kN)	L (m)	incl. (°)
A	32	3	180	180	15	10
B	38	3	180	240	20	10
C/D	65	3	180	330	25	10

SISTEMA TFEG (Formula di Brinch-Hansen/Fondazione Superficiale Equivalente)

Il contributo fornito dal dispositivo TFEG è valutato attraverso il calcolo della portanza di una fondazione superficiale equivalente secondo la formulazione classica di Brinch - Hansen.



Equivalenza sistema TFEG / Fondazione superficiale

$$Q_{TFEG} = (N_q \sigma_{vzTFEG} + N_{cc} c' + N_{\gamma} \gamma D_{TFEG} / 2) A_{TFEG}$$

N_q, N_c, N_{γ} = Coefficienti di capacità portante

σ_{vzTFEG} = tensione verticale efficace

D_{TFEG}, A_{TFEG} = Diametro, Area TFEG

c' = coesione efficace

γ = peso unità volume terreno

3/6 PROGETTO

PARATIA DI MICROPALI - IMBOCCO SUD PROSPETTO

CORDOLO DI CORONAMENTO IN C.A. 70X100 cm

I° ORDINE a **VI° ORDINE**

I° ORDINE DI TIRANTI ATTIVI
 n°3 TREFOLI perf. \varnothing 180 mm
 L=20,00 m - Llibero=11 m
 l=3,00 m - incl. orizz. = 10°
 TIRO INIZIALE = 240 kN

Micropali 168.3/12.5 mm - Perf.=220 mm Fe 510 - L=28 m - l=30 cm

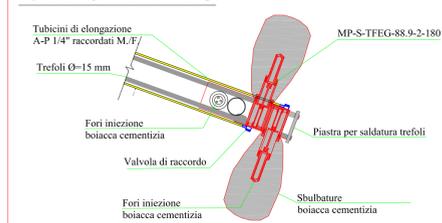
TFEG pronto per l'installazione

Fase di realizzazione Tiranti

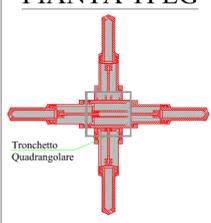
Galleria S. Giuliano - Lato imbocco Sud

4/6 PARTICOLARI SISTEMA TFEG TTFEGMP-80,0-2s

SEZIONE TFEG



PIANTA TFEG

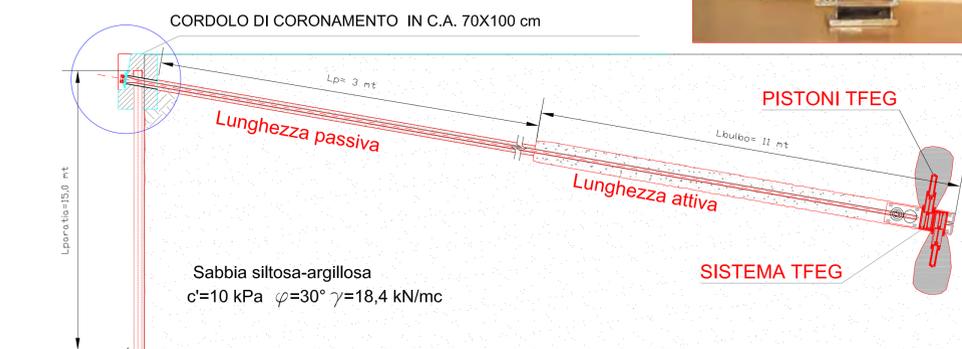


DATI TECNICI TFEG

T	Tirante
TTFEGMP	Medie pressioni (350 bar)
Acciaio tipo	Fe510
80,0	Lato tronchetto(mm)
2s	Numero stadi



TIRANTE ATTREZZATO CON SISTEMA TFEG

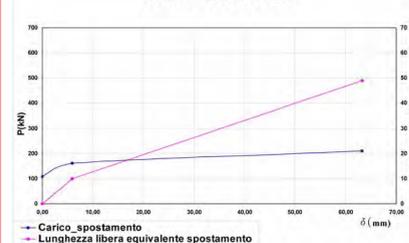


5/6 PROVE SPERIMENTALI EFFETTUATE

Sul cantiere, di cui all'oggetto, è stato allestito un apposito campo prove sottoponendo a sfilo 2 tiranti appositamente realizzati fuori opera, le cui caratteristiche geometriche sono appresso evidenziate :

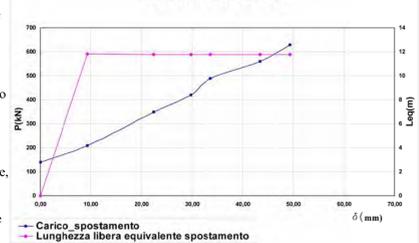
L. Tirante	m. 13,00	\varnothing Trefoli	0,6"
L. Tratto Connesso	m. 10,00	Acciaio fpk	160
N. Trefoli	3	Inclinazione	10°

Tirante senza TFEG



Nei grafici di prova, riportiamo anche il valore della **Lunghezza libera equivalente** che rappresenta il tratto strutturalmente mobilitato dal tiro agente in funzione dello spostamento. Si noti che lo stesso a 200 kN è già completamente mobilitato; ne consegue, che nel tirante con il sistema TFEG, lo stesso, inizia a lavorare subito dopo questo valore.

Tirante con TFEG



DATI DI CAMPAGNA

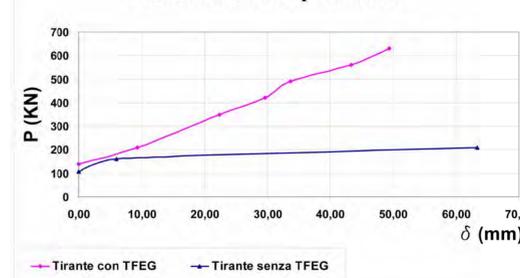
TIRANTE SENZA TFEG

P (kN)	δ (mm)
108	0,00
162	6,00
210	63,33

TIRANTE CON TFEG

P (kN)	δ (mm)
140	0,00
210	9,33
350	22,33
420	29,67
490	33,67
560	43,33
630	49,33

Confronto Curve Sperimentali



Il test di sfilo del tirante con il TFEG (vedi grafico sopra), si è interrotto non perchè si è raggiunto il valore di sfilo ma perchè abbiamo raggiunto forze vicine al valore massimo di resistenza della sezione dei trefoli. Ne consegue, che la differenza tra il tirante senza TFEG e quello con, è certamente più elevato di quanto individuato dai test (300%).

CONCLUSIONI
Tirante senza TFEG
 $Q_{lim} = 210$ kN

Tirante con TFEG
 $Q_{lim} > 630$ kN

6/6 SINTESI

L'applicazione del sistema TFEG ha permesso, in relazione ai quesiti di progetto, di ottimizzare le performance dei tiranti nei seguenti aspetti:

- 1) **PERFORAZIONE:** da 4550 mt a 2525 mt = -2025 mt (-44,5%)
- 2) **TEMPI:** da 53 gg a 27 gg = - 26gg (-49,06%)
- 3) **MATERIALE DA INVIARE A DISCARICA:** da 115,7 mc a 64,2 mc = - 49,7 mc (- 55,4%)
- 4) **ANOMALIE GEOTECNICHE :** Pressione apertura TFEG (130 \approx 180 bar)*
 *La pressione di elongazione del TFEG, concettualmente assimilabile ad una prova CPT, è sempre risultata essere compresa tra 130-180 bar; valori inferiori, avrebbero identificato punti di criticità o locali sorprese geologiche, consentendo, prima di realizzare l'opera, di valutare o porre in essere, opportune integrazioni o varianti progettuali.
- 5) **OTTIMIZZAZIONE ECONOMICA:** \approx -(15-20 %)*
 *La riduzione dei tempi di lavoro, si traduce in una maggiore sicurezza (meno giorni di lavoro corrispondono ad un più basso rapporto gg/uomo e quindi ad un minore indice di incidenti); allo stesso tempo, la riduzione dei metri di perforazione si traduce in un risparmio complessivo del costo dell'opera (tenendo conto ovviamente anche dell'acquisto del sistema TFEG).
- 6) **AUMENTO DEL TIRO :** \approx 300 %*
 *Valore da ritenersi cautelativo in quanto il test di sfilo si è interrotto al raggiungimento di tensioni vicine al limite di snervamento dei trefoli e non per aver superato la forza di connessione del tirante (o tiro limite). Ne consegue, che la performance reale del sistema, è certamente più elevata.

TABELLA RIASSUNTIVA	Lunghezza. totale (m)	Lavoro (gg)	Volumi (mc)
TIRANTI SENZA TFEG	4550	53	115,7
TIRANTI CON TFEG	2525	27	64,2

