



# ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

## PA17/08

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121

### Bolognetta S.c.p.a.

## - PERIZIA DI VARIANTE N.3 -

Il Responsabile Ambientale:  
Dott. Maurizio D'angelo



Titolo elaborato:

### OPERE D'ARTE- OPERE DI SOSTEGNO

### OS147 - Relazione Tecnica su Campo Prova per Accettazione Tiranti

Codice Unico Progetto (CUP) : F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	P V	OS147	R C 0 2	6	0

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:	
	PVOS147RC02_60_4137	1=1	4 1 3 7		
5					
4					
3					
2					
1					
0	PRIMA EMISSIONE		Maggio 2021	Q. Napoleoni S. Fortino N. Behmann	
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Progettisti :  
**F.A.C.E. S.r.l.** - Società di ingegneria  
 via Flaminia 71 - 00196 Roma  
 tel: 06 32609519  
 e-mail: info@facesrl.com  
 pec: pec.facesrl@pec.com

**FACTORY OF ARCHITECTURE CIVIL ENGINEERING**

Direttore Tecnico: ing. Antonio Ambrosi

Consulenti:  
 **E&G s.r.l.**  
 ENVIRONMENT & GEOTECHNIC  
 STUDIO DI INGEGNERIA GEOTECNICA E AMBIENTALE


Direttore Tecnico: ing. Quintilio Napoleoni



Il Progettista Responsabile  
 Ing. Antonio Ambrosi



Il Geologo  
 Dott. Geol. Gualtiero Bellomo



Il Coordinatore per la Sicurezza  
 in fase di Esecuzione:  
 Arch. Francesco Rondelli

Il Coordinatore per la  
 Esecuzione dei Lavori  
 arch. Francesco Rondelli



Il Direttore dei Lavori:  
 Ing. Sandro Favero

Il Direttore dei Lavori  
 Ing. Sandro Favero



ANAS S.p.A.

DATA:	PROTOCOLLO:	VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
CODICE PROGETTO	LO410C E 1101	Dott. Ing. Luigi Mupo

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS147 - Nota Prove di carico tiranti

## INDICE

1	PREMESSA .....	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3	FINALITÀ E PROGRAMMA DELLE PROVE .....	3
4	RACCOLTA DEI DATI.....	11
5	UBICAZIONE TIRANTI DI PROVA.....	11

## 1 PREMESSA

---

Il presente documento costituisce la *Nota tecnica per le Prove di Carico dei Tiranti* relativamente all'opera di sostegno identificata con la WBS OS147.

Detta opera è costituita da una paratia di pali tirantata posizionata tra il viadotto Montagnola e la G.A. San Giorgio, in corrispondenza della viabilità secondaria VS50 dal km 1+419,64 al km 1+528,38.

Il numero totale di tiranti previsti in progetto è pari a n.51. Tutti i tiranti previsti in progetto sono permanenti, resteranno quindi in esercizio per tutta la vita dell'opera.

In fase progettuale sono stati dimensionati tutti secondo un'unica tipologia che prevede l'utilizzo di trefoli in acciaio le cui specifiche sono di seguito riassunte:

n trefoli =	4
d trefoli =	6 pollici
D perforazione =	220 mm
L libera =	25 m
L bulbo fondazione=	10.0 m
interasse tiranti=	2.4 m
pretensione tiranti=	400 kN

I terreni interessati dalla realizzazione dei tiranti sono sostanzialmente omogenei lungo tutto il tracciato. Come riportato nella Relazione Geotecnica Generale e nella Relazione Tecnica dell'opera in esame, allegate alla presente progettazione di P.V.T.3 ed alle quali si rimanda per maggiori dettagli, sulla base del modello geologico e geotecnico di riferimento le unità stratigrafiche, presenti nell'intera area di svincolo, sono le seguenti:

- **Unità R:** Rilevato stradale.
- **Unità LSA:** limi sabbiosi argillosi moderatamente consistenti (caratterizzabile a sua volta mediante sotto-unità).
- **Unità AG:** argille limose grigie.

Si riporta di seguito una tabella sintetica della stratigrafia e delle caratteristiche dei terreni interessati.

OS147						
Profondità	Unità stratigrafica	$\gamma$	$c'$	$\varphi'$	$c_u$	$E'$
m	-	kN/mc	kPa	deg	kPa	MPa
3.4	R	20	0	35	-	20
8.5	LSA ( c )	20	0	19	-	5
11.5	LSA ( a )	20	20	26	-	5
Inf.	AG	20.5	32	26	250	50

Tabella 1: STRATIGRAFIA OS147 E PARAMETRI GEOTECNICI

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nel presente documento, si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- D.M. 27/01/2018 - "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 7 del 21 Gennaio 2019 - "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche".

## 3 FINALITÀ E PROGRAMMA DELLE PROVE

Il programma delle prove è stato definito sulla base di quanto indicato dal D.M 27/01/2018 - "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", seguendo le raccomandazioni AICAP e coerentemente a quanto contenuto nel C.S.A.

### 7.3 PROVE SU ANCORAGGI PRELIMINARI

Come indicato dalla vigente normativa al § 6.6.4 Prove di Carico sugli Ancoraggi, ed in particolare al § 6.6.4.1 Prove di progetto su ancoraggi preliminari, il numero di prove di progetto minimo è determinato dal numero complessivo dei tiranti previsti in progetto.

Numero ancoraggi permanenti	Numero prove di progetto secondo N.T.C. 2018 § 6.6.4.1
< 30	1
31-50	2
51-100	3
101-200	7
201-500	8
>500	10

Tabella 2: Raccomandazioni prove su ancoraggi preliminari NTC2018 § 6.6.4

Nel caso in esame si prevedono pertanto n. 3 prove di progetto preliminari, essendo la numerosità dei tiranti compresa tra 51 e 100.

Gli ancoraggi preliminari di prova devono essere realizzati con lo stesso sistema costruttivo di quelli definitivi, nello stesso sito e nelle stesse condizioni ambientali. Essendo sottoposti a sollecitazioni più severe di quelle di verifica non sono pertanto utilizzabili per l'impiego successivo.

Gli ancoraggi di prova devono essere realizzati dopo l'esecuzione di operazioni quali scavi e riporti che possano influire sulla capacità portante delle fondazioni.

Per ciascuno dei tiranti costituenti la terna sono previste differenti modalità di prova che concorrono a garantire che le tecnologie e le modalità di esecuzione dei tiranti siano conformi.

### ***Tiranti del primo tipo***

Secondo le raccomandazioni AICAP per gli ancoraggi in terreno e roccia, il tirante di prova definito “del primo tipo” viene realizzato per verificare l'aderenza tra la malta (costituente il bulbo d'ancoraggio) ed il terreno. In fase di progettazione, infatti, si adotta un valore della tensione limite di aderenza tra malta e terreno ottenuto attraverso correlazioni reperibili in letteratura in cui intervengono le modalità costruttive e le caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione. Nella prova si verifica l'effettiva tensione massima di aderenza del bulbo di fondazione realizzando un tirante che abbia una fondazione più corta rispetto a quella di progetto. In tal modo si sollecita la fondazione dell'ancoraggio con una trazione superiore a quella di progetto (e di esercizio), senza portare a rottura l'armatura ma andando a sollecitare la fondazione fino al valore limite della tensione di aderenza, provocandone eventualmente lo sfilamento.

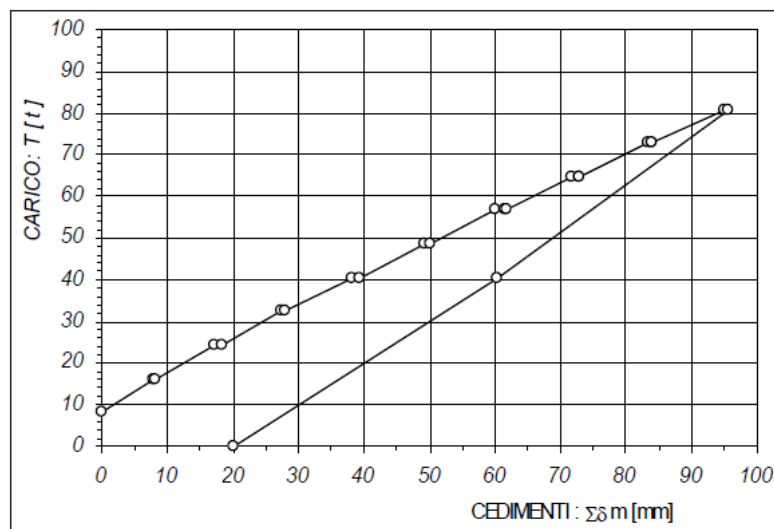


Figura 1: Grafico tipo per i tiranti del primo tipo

Nella situazione in esame i tiranti del primo tipo presentano le seguenti caratteristiche:

- 4 trefoli di armatura ognuno avente carico corrispondente al limite elastico  $N'_{ys}$  (per allungamento dell'1%) di 228 kN (sez nominale 139 mm<sup>2</sup>);
- lunghezza libera pari a 25 m;
- lunghezza del bulbo  $L$  pari a 8 m;
- diametro della perforazione  $d = 220$  mm;
- inclinazione di 30° rispetto all'orizzontale.

Alla luce di ciò il massimo valore di taglio al contatto malta-terreno è dato da  $\tau_{max} = N_{90} / (\pi d L) = 820 / (\pi \times 0.22 \times 8) = 148$  kPa, dove  $N_{90} = 0.90 \times 4 \times 228 = 820$  kN

Per quanto concerne il programma della prova, si procede nel modo seguente:

- viene applicata al tirante una trazione iniziale pari a circa il 10% del carico limite elastico dell'armatura;
- si provvede, quindi, ad aumentare la trazione sul tirante, per incrementi del 10% del limite elastico caratteristico dell'armatura, effettuando due letture: una appena raggiunto il nuovo valore di trazione e l'altra dopo un intervallo di tempo (dipendente dalla natura del terreno in esame) trascorso a carico costante;
- si procede come descritto al punto precedente fino a raggiungere il 90% della resistenza limite elastica dell'armatura o lo sfilamento della fondazione.

GRADINI DI CARICO PER LA PROVA DI ACCETTAZIONE TIRANTE TIPO 1			
Step	F [kN]	F [t]	durata del carico (min)
1	80	8	30'
2	160	16	10'
3	240	24	10'
4	320	32	10'
5	400	40	10'
6	480	48	10'
7	560	56	10'
8	640	64	10'
9	700	70	10'
10	820	74	10'
11	600	60	10'
12	450	45	10'
13	300	30	10'
14	80	8	10'

Tabella 3: Tabella gradini di carico tirante di prova tipo 1

### ***Tiranti del secondo tipo***

Il secondo tirante, dimensionato sulla scorta dei dati ricavati dal primo, ha lo scopo di determinare la forza limite ultima della fondazione ( $N_{fu}$ ) ed è, pertanto, uguale ai tiranti da eseguire ma è dotato della massima armatura compatibile con il diametro di perforazione previsto.

Nella situazione in esame i tiranti del secondo tipo presentano quindi le seguenti caratteristiche:

- 5 trefoli di armatura ognuno avente carico corrispondente al limite elastico  $N'_{ys}$  (per allungamento dell'1%) di 228 kN (sez nominale 139 mm<sup>2</sup>);
- lunghezza libera pari a 25 m;
- lunghezza del bulbo  $L$  pari a 10 m;
- diametro della perforazione  $d = 220$  mm;
- inclinazione di 30° rispetto all'orizzontale.

Alla luce di ciò il massimo valore di taglio al contatto malta-terreno è dato da  $\tau_{max} = N_{90} / (\pi d L) = 1026 / (\pi \times 0.22 \times 10) = 148$  kPa, dove  $N_{90} = 0.90 \times 5 \times 228 = 1026$  kN

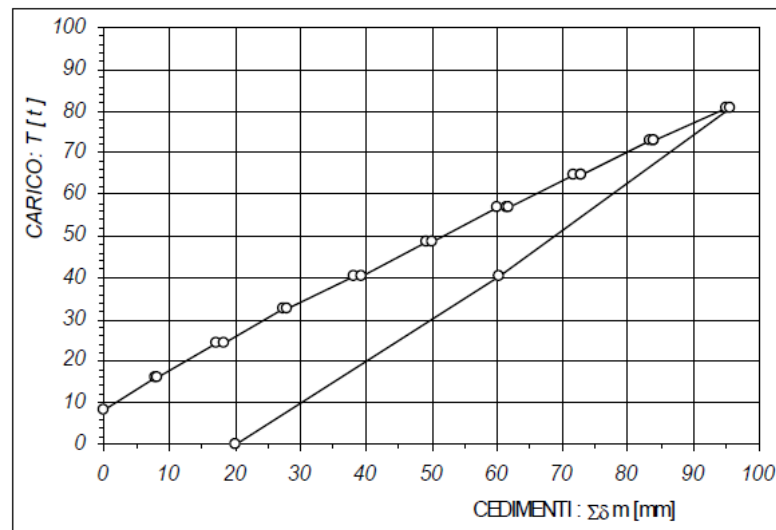


Figura 2: Grafico tipo per i tiranti del secondo tipo

Le modalità di prova son le seguenti:

- viene applicata al tirante una trazione iniziale pari a circa il 10% del carico limite elastico dell'armatura;
- il valore di tensione viene mantenuto costante fino alla stabilizzazione dell'allungamento indotto, quando ciò si verifica si effettua una prima misura dell'allungamento indotto che funga da "zero";
- si procede per incrementi di carico pari al 15% del carico limite elastico dell'armatura effettuando due letture: una appena raggiunto il nuovo valore di trazione e l'altra dopo un intervallo di tempo (dipendente dalla natura del terreno in esame) trascorso a carico costante;
- il carico viene incrementato e vengono misurate le deformazioni, come descritto al punto precedente, fino a raggiungere un carico corrispondente al 90% del limite elastico dell'armatura;
- si detensiona il tirante in tre stadi, effettuando le misure di deformazione residua, fino a riportare la trazione al valore di inizio prova.



GRADINI DI CARICO/ SCARICO PER LA PROVA DI ACCETTAZIONE TIRANTE TIPO 2			
Step	F [kN]	F [t]	durata del carico (min)
1	105	10.5	30'
2	260	25	10'
3	420	42	10'
4	580	58	10'
5	740	74	10'
6	900	90	10'
7	1030	103	30'
8	750	75	10'
9	400	40	10'
10	105	10.5	10'

Tabella 4: Tabella gradini di carico tirante di prova tipo 2

### Tiranti del terzo tipo

Secondo le raccomandazioni AICAP questa tipologia di tiranti di prova va realizzata secondo dimensioni e materiali previsti in progetto per le installazioni definitive; questo tipo di test mira a verificare il corretto comportamento degli ancoraggi. La “correttezza” dei risultati della prova dipende in gran parte dall’andamento dei diagrammi trazione-allungamento, ovvero dalla comparazione tra le deformazioni attese e quelle effettivamente registrate.

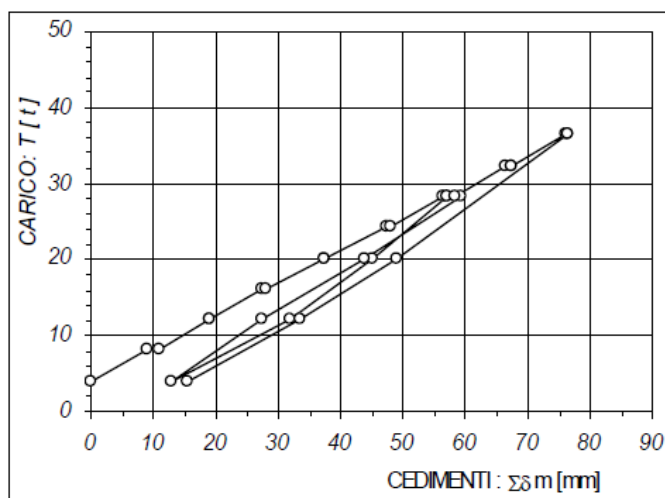


Figura 3: Grafico tipo per i tiranti del secondo tipo

Le caratteristiche salienti dei tiranti di prova del terzo tipo sono le seguenti:

- 4 trefoli di armatura ognuno del diametro di 15.2 mm in acciaio armonico,  $N'_{ys}$  pari a 232 kN per ogni trefolo;
- lunghezza libera pari a 25 m;
- lunghezza del bulbo pari a 10 m;
- diametro della perforazione 220 mm.

Per questa tipologia di tirante si ha che il valore di resistenza convenzionale al 90% del carico elastico dell'armatura del tirante è pari a 820 kN, a fronte di un carico "di esercizio", previsto in fase progettuale, di 510 kN.

Sui tiranti del secondo tipo le modalità di prova sono le seguenti:

- si applica una forza di prima tesatura circa pari al 10% del limite elastico caratteristico dell'armatura;
- il valore di tensione viene mantenuto costante fino alla stabilizzazione dell'allungamento indotto, quando ciò si verifica si effettua una prima misura dell'allungamento indotto che funga da "zero";
- il carico viene incrementato e vengono misurate le deformazioni, come descritto al punto precedente, fino a raggiungere un carico superiore di circa il 20% a quello di esercizio;
- si detensiona il tirante in due o più stadi, effettuando le misure di deformazione residua, fino a riportare la trazione al valore di inizio prova;
- il ciclo di carico e scarico come descritto viene ripetuto, misurando le estensioni dei martinetti per ogni gradino.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS147 - Nota Prove di carico tiranti

GRADINI DI CARICO/ SCARICO PER LA PROVA DI ACCETTAZIONE TIRANTE TIPO 2			
<b>Step</b>	<b>F [kN]</b>	<b>F [t]</b>	<b>durata del carico (min)</b>
<b>1</b>	80	8	30'
<b>2</b>	160	16	10'
<b>3</b>	240	24	10'
<b>4</b>	320	32	10'
<b>5</b>	400	40	10'
<b>6</b>	500	50	10'
<b>7</b>	630	63	30'
<b>8</b>	80	8	10'
<b>9</b>	180	18	10'
<b>10</b>	300	30	10'
<b>11</b>	460	46	10'
<b>12</b>	630	63	15'
<b>12</b>	440	44	10'
<b>14</b>	160	16	10'
<b>15</b>	80	8	10'

Tabella 5: Tabella gradini di carico tirante di prova tipo 3

---

## 4 RACCOLTA DEI DATI

---

Le prove dovranno essere eseguite in presenza della Direzione dei Lavori da personale specializzato che avrà cura di misurare e registrare tutti i dati raccolti.

Questi dovranno comprendere in via qualitativa e non esaustiva i seguenti dati:

- data, ora e condizioni atmosferiche;
- tipo di prova, caratteristiche tirante, numero trefoli, geometria perforazione ecc ecc
- Area del martinetto, carico di esercizio, carico di prova ed eventuale carico di pretensionamento;
- gradino di carico e, per ciascun gradino: tiro al trefolo, pressione, tempo, letture in mm e relativi allungamenti oltre alla media;
- grafico con andamento dell'allungamento medio con il carico di prova
- rapporto con le prove ed eventuali commenti ed annotazioni.

## 5 UBICAZIONE TIRANTI DI PROVA

---

La terna di tiranti di prova sarà ubicata in corrispondenza del cordolo della paratia.

Il primo tirante sarà ubicato in una posizione compresa tra le posizioni dei pali identificate con i numeri 14 e 15, in corrispondenza della sezione n.115; il secondo tirante sarà ubicato tra le posizioni dei pali identificate con i numeri 48 e 49, in prossimità della sezione n.122; il terzo tirante sarà ubicato tra le posizioni dei pali identificate con i numeri 87 e 88, in prossimità della sezione n.131.

L'ubicazione dei tiranti di prova è meglio esplicitata nella figura che segue.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE N.3

OS147 - Nota Prove di carico tiranti

