

PROVE DI CARICO SU PALI E INDAGINI SIT

COMPLESSO xxxxxxxxxxxx”

XX

PROVE N°131/132/133/134/135 /FI

8, 9, 10, 11 Giugno 2009

Committente:

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Direttore Lavori:

dott. ing. xxxxxxxxxxxxxxxx

Relatore:

dott. ing. Tommaso Bianchi



Cantiere interno all'acciaieria – Piombino (LI)

INDICE

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE.....	4
2.1 PROVE DI CARICO SU PALI	4
2.2 PROVE S.I.T.	4
3. UBICAZIONE DELLE PROVE.....	5
4. PROVE DI CARICO SU PALI.....	6
4.1 PROVA 131/FI	6
4.1.1 Risultati della prova	7
4.1.2 Grafici della prova	8
4.2 PROVA 132/FI	10
4.2.1 Risultati della prova	11
4.2.2 Grafici della prova	12
4.3 PROVA 134/FI	14
4.3.1 Risultati della prova	15
4.3.2 Grafici della prova	16
4.4 PROVA 135/FI	18
4.4.1 Risultati della prova	19
4.4.2 Grafici della prova	20
5. PROVE DI INTEGRITA' CON S.I.T. – PROVA 133/FI.....	22
5.1 PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO.....	22
5.2 METODOLOGIA	22
5.3 RISULTATI.....	23
5.4 CONCLUSIONI	28

1. PREMESSA

La Società *4 EMME Service S.p.A.*, specializzata nell'esecuzione di prove di carico e prove sperimentali su strutture in sito, è stata incaricata xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx, di effettuare delle prove di carico di collaudo ed indagini S.I.T. sui pali della platea di fondazione presso il cantiere interno allo stabilimento xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx per la realizzazione dell'impianto di stoccaggio delle acque ammoniacali di cokeria.

Attraverso le prove di carico s'intende verificare la capacità portante dei pali, mentre con le indagini S.I.T. si vuole controllare l'integrità dei pali.

Gli elementi strutturali da sottoporre a verifica, la determinazione e la disposizione dei carichi, le modalità di rilevazione ed i punti di misura sono stati preventivamente concordati con la Committenza.

Le prove di carico sono state eseguite i giorni **8, 9, 10 e 11 giugno 2009** e le prove S.I.T. il **9 giugno 2009**.

All'esecuzione delle prove hanno assistito:

xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

e per la *4 EMME Service S.p.A.*:

in tutte le giornate:

dott. ing. Tommaso Bianchi
geom. Jacopo Bertocci

il 9 giugno:

dott. ing. Tommaso Bianchi
dott. geol. Riccardo Collorafi

2. DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

2.1 PROVE DI CARICO SU PALI

Collaudatore GS05

La rilevazione delle deformazioni è stata effettuata con l'attrezzatura denominata GS05 costituita da:

- unità computerizzata di registrazione delle deformazioni GS05 mat. n° 004;
- trasduttori di spostamento di tipo LVDT modello Schaevitz E 500 e E 1000;
- software di elaborazione *4 EMME Service S.p.A.*

Trasduttori di spostamento

I trasduttori di spostamento sono stati posti direttamente a contatto con il dado di calcestruzzo realizzato sulla testa del palo. La catena di misura, sensore-cavo-unità, comporta un errore massimo pari a $\pm 1\%$. I sensori impiegati hanno le seguenti caratteristiche:

- E 500: escursione 25 mm;
- E 1000: escursione 50 mm;
- Sensibilità: $\pm 0,002$ mm;
- Linearità: 99,6%.



Collaudatore GS05



Sensori

La calibrazione è stata effettuata in data 14 Maggio 2009 e documentata col Certificato di Taratura n. 591/09.

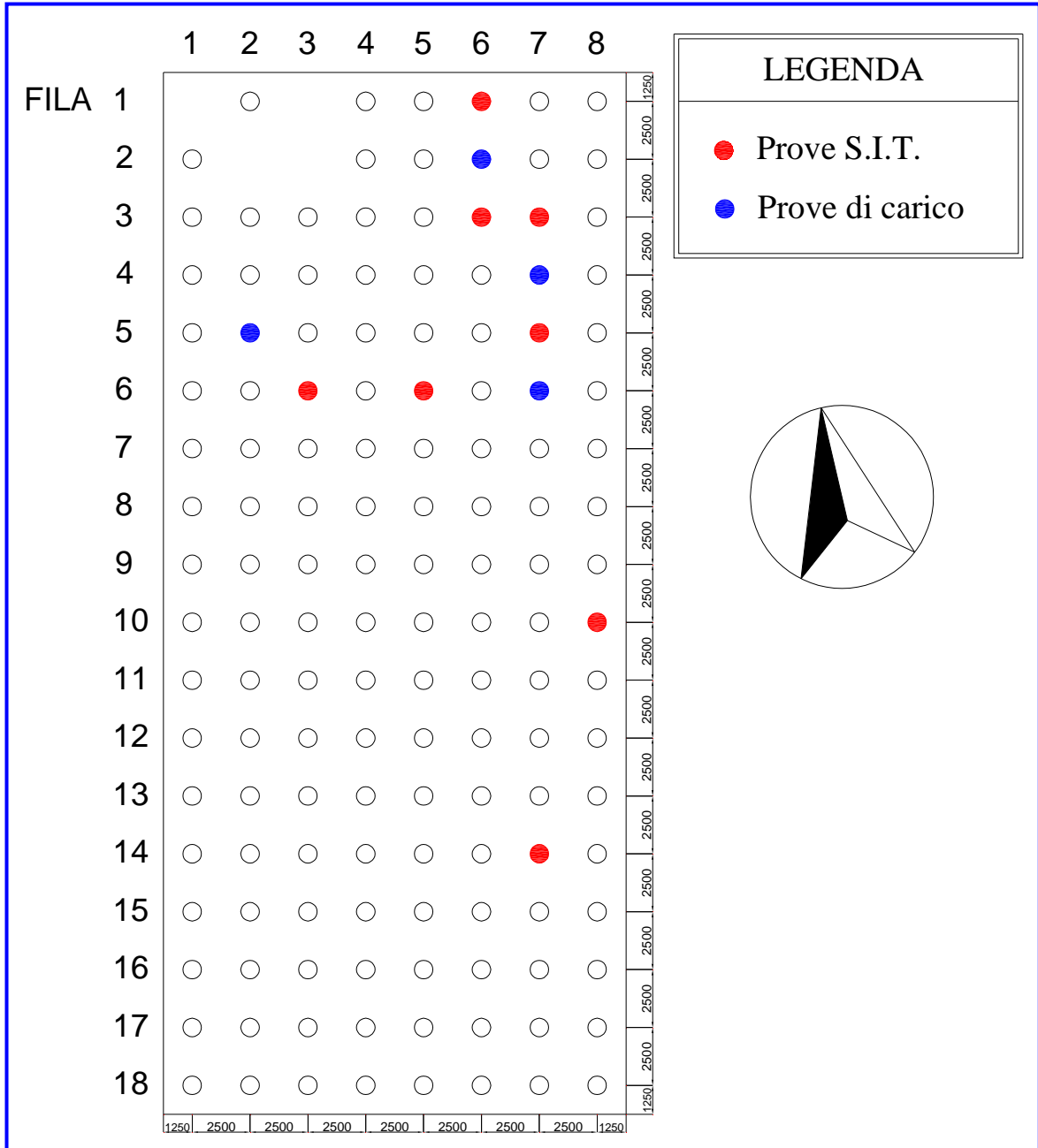
Tutti gli strumenti sono stati tarati dal Laboratorio della *4 EMME Service S.p.A.* utilizzando dei sensori campione come previsto dalla procedura 7.6 del Manuale Qualità.

2.2 PROVE S.I.T.

Il sistema é composto da un computer portatile, da un accelerometro, da un'unità di condizionamento del segnale e dal software di elaborazione.

3. UBICAZIONE DELLE PROVE

Nella figura sottostante è riportata l'ubicazione dei pali di prova.



Pianta posizione pali di prova

4. PROVE DI CARICO SU PALI

4.1 PROVA 131/FI

La prova in oggetto è stata effettuata il giorno 8 giugno 2009 sul palo F 2-6, diametro \varnothing 800 mm e lunghezza pari a 14,00 m.

Per l'effettuazione della prova sono stati posizionati tre martinetti sul dado di calcestruzzo realizzato sulla testa del palo. I martinetti sono stati posizionati in modo da assicurare la verticalità del carico.

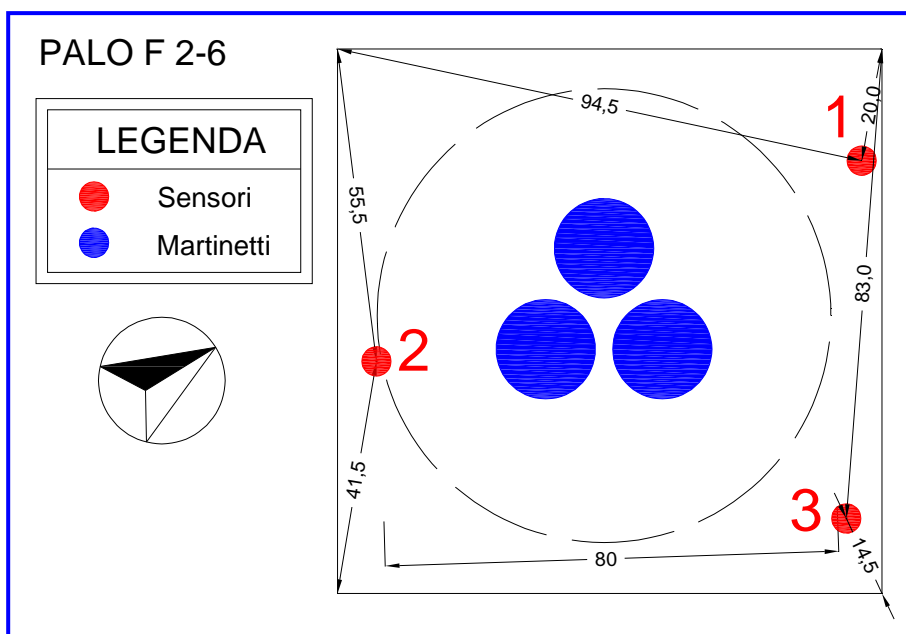
La rilevazione degli abbassamenti è stata effettuata utilizzando 3 sensori differenziali posti a 120° l'uno dall'altro, fissati a riferimenti non interessati dal movimento del palo nel terreno. Il contrasto è stato garantito da una trave di acciaio ancorata a due pali adiacenti a quello da provare.

La prova di carico è stata condotta fino al raggiungimento del carico di collaudo di **2.250 kN**.

STEPS DI CARICO E SCARICO:

0 kN – 375 kN – 750 kN – 1.125 kN – 1.500 kN – 1.875 kN – 2.250 kN – 1.125 kN – 0 kN.

Tempo di attesa per gli steps di carico 20 min., mentre per gli steps di scarico 10 min.



Posizione del martinetto e dei sensori sul palo



Area di prova su palo F 2-6



Particolare sensori e martinetti

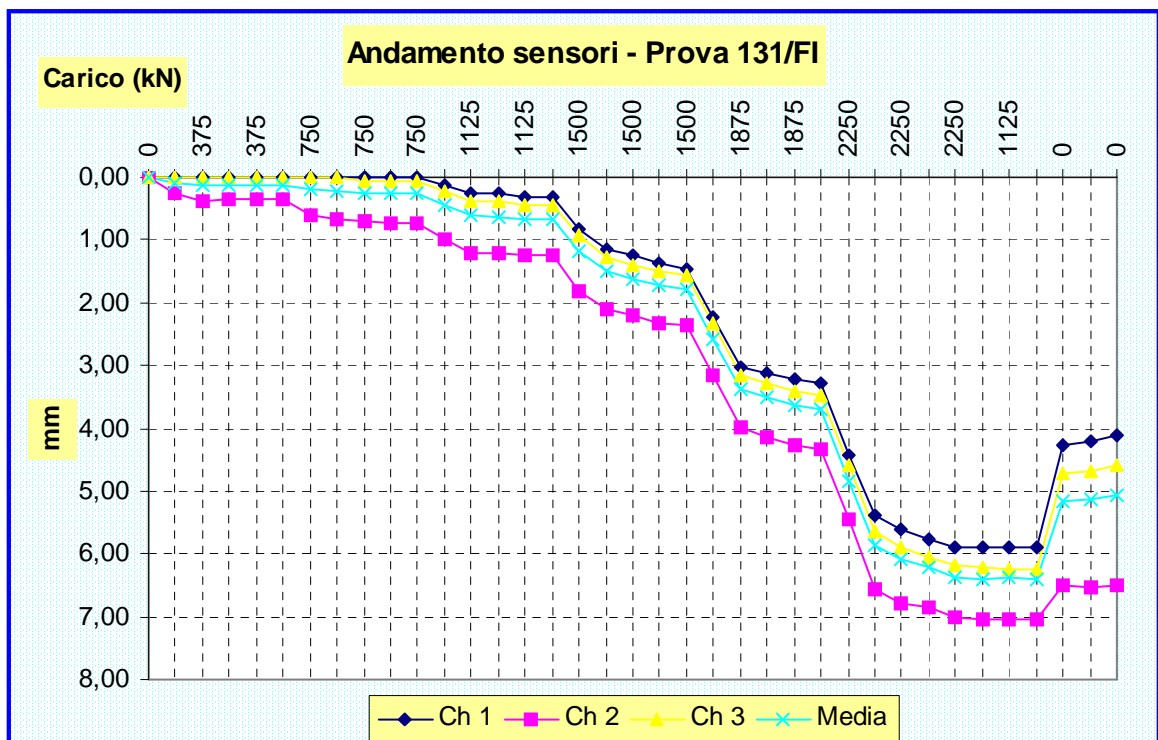
4.1.1 Risultati della prova

Tabella 1: Prova 131/FI – Palo F 2-6

Forza [kN]	Sen. 1 [mm]	Sen. 2 [mm]	Sen. 3 [mm]	Media [mm]	Data/Ora 8/06/09
0	0,00	0,00	0,00	0,00	14:15
375	0,00	0,24	0,01	0,09	14:16
375	0,00	0,37	0,01	0,13	14:21
375	0,00	0,36	0,01	0,12	14:25
375	0,00	0,36	0,01	0,12	14:31
375	0,00	0,35	0,01	0,12	14:36
750	0,01	0,60	0,01	0,20	14:37
750	0,01	0,68	0,01	0,23	14:42
750	0,00	0,69	0,05	0,25	14:47
750	0,00	0,73	0,06	0,26	14:52
750	0,00	0,73	0,07	0,27	14:57
1125	0,14	0,98	0,23	0,45	14:59
1125	0,27	1,21	0,37	0,62	15:04
1125	0,27	1,21	0,39	0,62	15:09
1125	0,31	1,24	0,45	0,67	15:14
1125	0,31	1,24	0,46	0,67	15:19
1500	0,83	1,82	0,91	1,19	15:20
1500	1,15	2,11	1,28	1,51	15:25
1500	1,24	2,19	1,40	1,61	15:30
1500	1,38	2,34	1,49	1,74	15:35
1500	1,47	2,36	1,57	1,80	15:40
1875	2,24	3,16	2,34	2,58	15:42
1875	3,02	3,98	3,16	3,39	15:47
1875	3,11	4,14	3,27	3,51	15:52
1875	3,23	4,27	3,41	3,64	15:57
1875	3,29	4,35	3,49	3,71	16:02

Forza [kN]	Sen. 1 [mm]	Sen. 2 [mm]	Sen. 3 [mm]	Media [mm]	Data/Ora 8/06/09
2250	4,43	5,46	4,60	4,83	16:04
2250	5,39	6,55	5,65	5,86	16:09
2250	5,61	6,80	5,89	6,10	16:14
2250	5,76	6,84	6,04	6,21	16:19
2250	5,90	7,00	6,19	6,36	16:24
1125	5,91	7,05	6,23	6,40	16:27
1125	5,90	7,03	6,24	6,39	16:32
1125	5,90	7,04	6,24	6,39	16:37
0	4,26	6,51	4,71	5,16	16:42
0	4,22	6,52	4,68	5,14	16:47
0	4,12	6,51	4,59	5,07	16:52

4.1.2 Grafici della prova



Andamento sensori

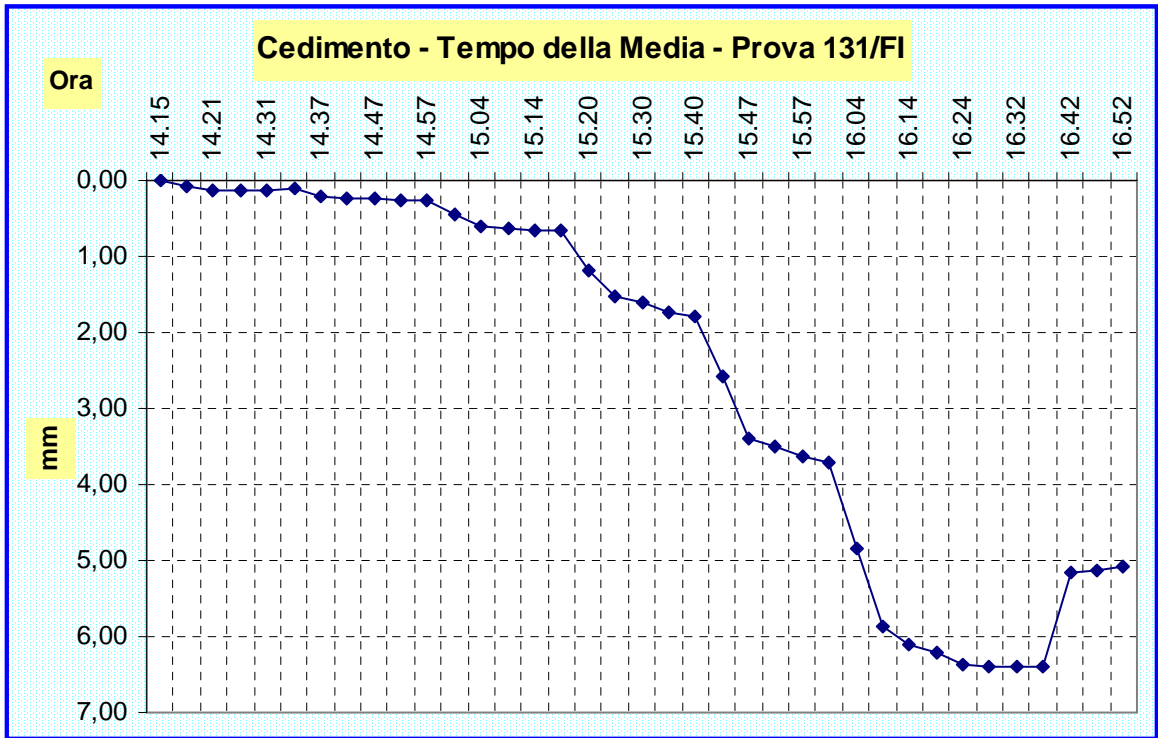
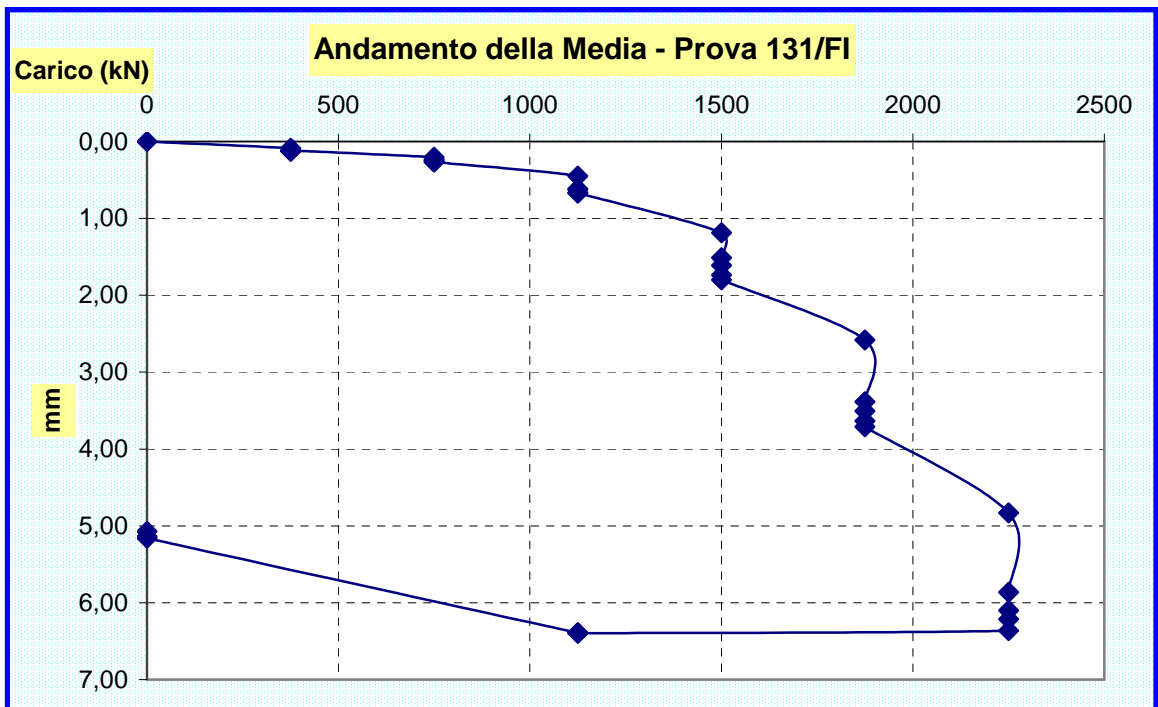


Grafico "Cedimento - Tempo" della Media



Andamento della Media

4.2 PROVA 132/FI

La prova in oggetto è stata effettuata il giorno 9 giugno 2009 sul palo F 5-2, diametro Ø 800 mm e lunghezza pari a 14,00 m.

Per l'effettuazione della prova sono stati posizionati tre martinetti sul dado di calcestruzzo realizzato sulla testa del palo. I martinetti sono stati posizionati in modo da assicurare la verticalità del carico.

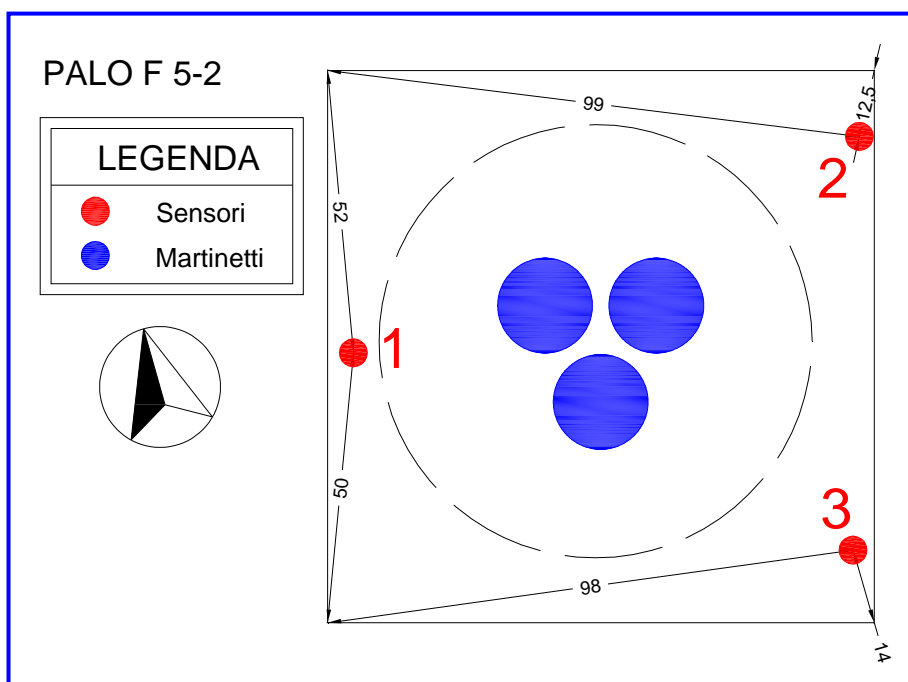
La rilevazione degli abbassamenti è stata effettuata utilizzando 3 sensori differenziali posti a 120° l'uno dall'altro, fissati a riferimenti non interessati dal movimento del palo nel terreno. Il contrasto è stato garantito da una trave di acciaio ancorata a due pali adiacenti a quello da provare.

La prova di carico è stata condotta fino al raggiungimento del carico di collaudo di **2.250 kN**.

STEPS DI CARICO E SCARICO:

0 kN – 375 kN – 750 kN – 1.125 kN – 1.500 kN – 1.875 kN – 2.250 kN – 1.125 kN – 0 kN.

Tempo di attesa per gli steps di carico 20 min., mentre per gli steps di scarico 10 min.



Posizione del martinetto e dei sensori sul palo



Area di prova su palo F 5-2



Particolare sensori e martinetti

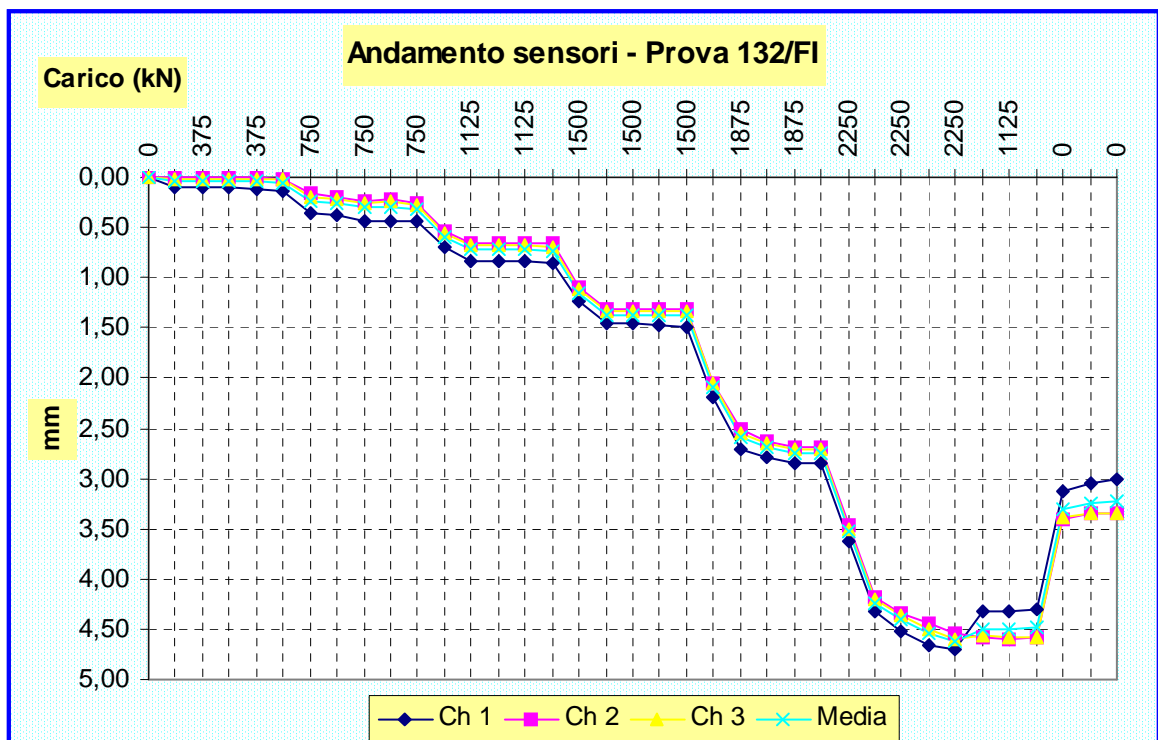
4.2.1 Risultati della prova

Tabella 2: Prova 132/FI – Palo F 5-2

Forza [kN]	Sen. 1 [mm]	Sen. 2 [mm]	Sen. 3 [mm]	Media [mm]	Data/Ora 9/06/09
0	0,00	0,00	0,00	0,00	11.41
375	0,10	0,00	0,01	0,04	11.42
375	0,10	0,00	0,01	0,04	11.47
375	0,10	0,00	0,01	0,03	11.52
375	0,12	0,00	0,01	0,04	11.57
375	0,13	0,01	0,02	0,05	12.02
750	0,36	0,16	0,19	0,24	12.03
750	0,38	0,19	0,22	0,26	12.08
750	0,43	0,23	0,25	0,30	12.13
750	0,44	0,22	0,24	0,30	12.18
750	0,43	0,25	0,28	0,32	12.23
1125	0,70	0,54	0,56	0,60	12.24
1125	0,83	0,65	0,68	0,72	12.29
1125	0,84	0,65	0,68	0,72	12.34
1125	0,84	0,65	0,68	0,72	12.39
1125	0,85	0,66	0,70	0,74	12.44
1500	1,24	1,09	1,12	1,15	12.45
1500	1,46	1,31	1,33	1,37	12.50
1500	1,46	1,31	1,33	1,37	12.55
1500	1,47	1,31	1,33	1,37	13.00
1500	1,49	1,32	1,33	1,38	13.05
1875	2,20	2,05	2,05	2,10	13.06
1875	2,70	2,50	2,54	2,58	13.11
1875	2,79	2,62	2,64	2,68	13.16
1875	2,84	2,68	2,70	2,74	13.21
1875	2,84	2,68	2,70	2,74	13.26

Forza [kN]	Sen. 1 [mm]	Sen. 2 [mm]	Sen. 3 [mm]	Media [mm]	Data/Ora 9/06/09
2250	3,63	3,47	3,50	3,53	13.28
2250	4,32	4,19	4,21	4,24	13.33
2250	4,52	4,34	4,37	4,41	13.38
2250	4,67	4,45	4,50	4,54	13.43
2250	4,71	4,55	4,60	4,62	13.48
1125	4,32	4,59	4,57	4,49	13.50
1125	4,32	4,60	4,58	4,50	13.55
1125	4,31	4,58	4,58	4,49	14.00
0	3,12	3,41	3,39	3,31	14:01
0	3,04	3,34	3,34	3,24	14.06
0	3,01	3,34	3,34	3,23	14.31

4.2.2 Grafici della prova



Andamento sensori

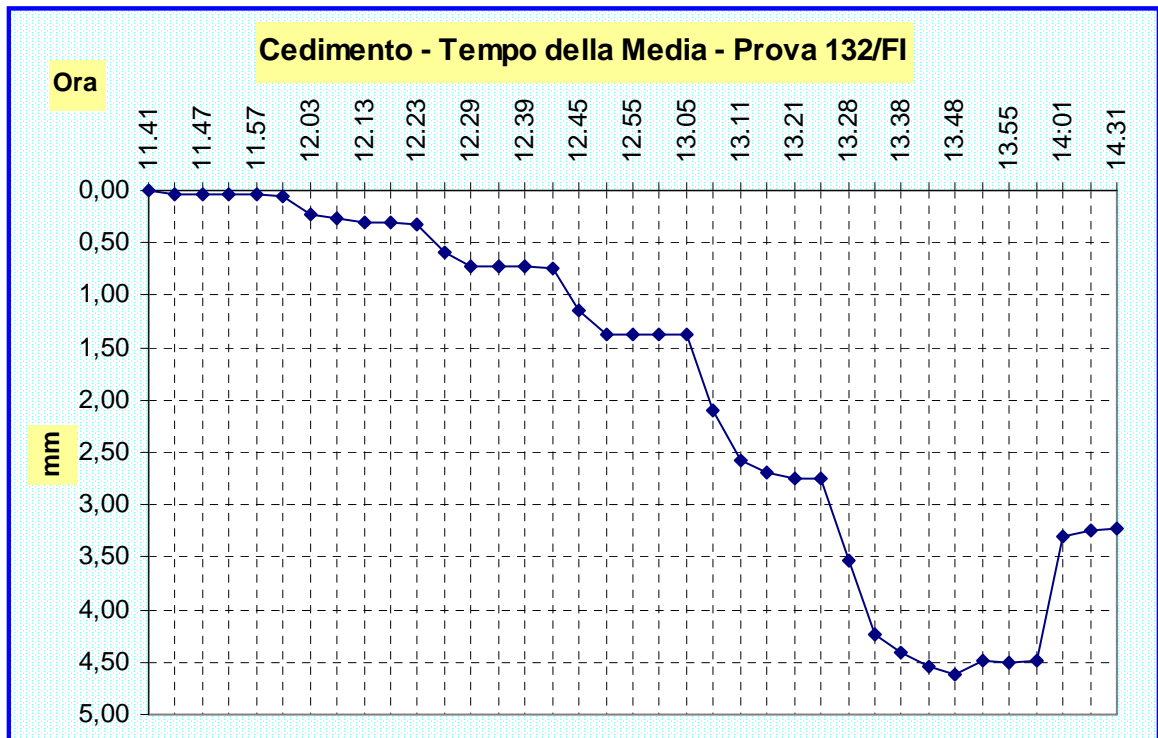
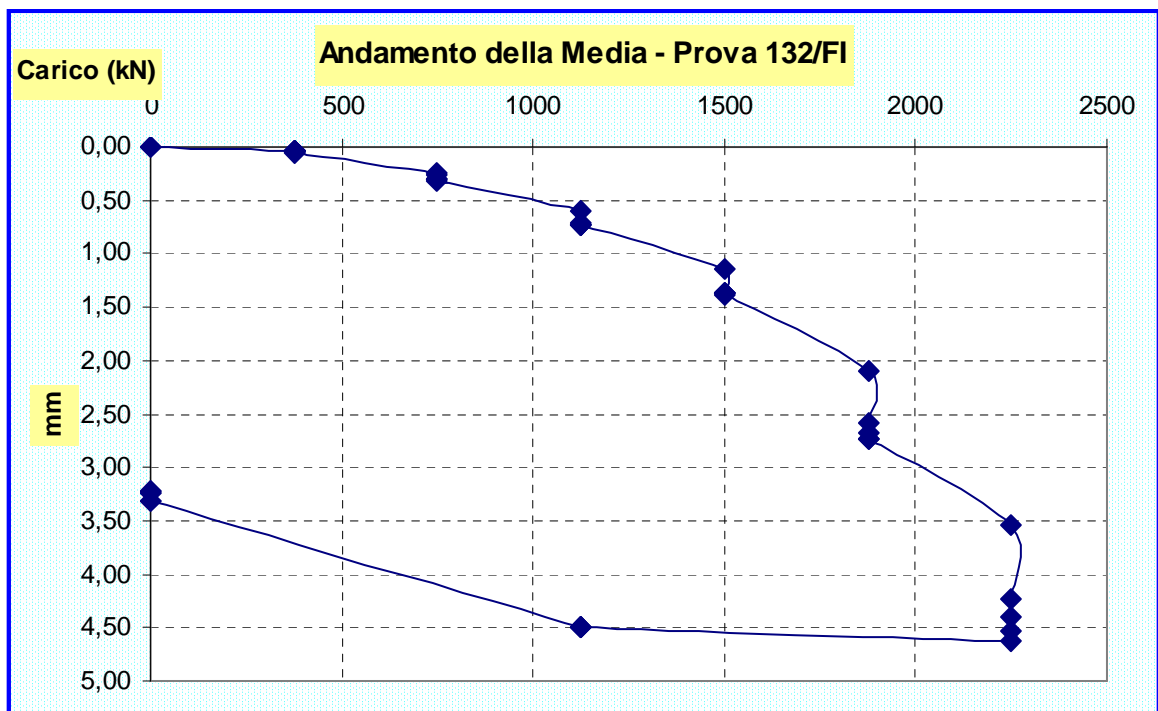


Grafico "Cedimento - Tempo" della Media



Andamento della Media

4.3 PROVA 134/FI

La prova in oggetto è stata effettuata il giorno 10 giugno 2009 sul palo F 4-7, diametro \varnothing 800 mm e lunghezza pari a 14,00 m.

Per l'effettuazione della prova sono stati posizionati tre martinetti sul dado di calcestruzzo realizzato sulla testa del palo. I martinetti sono stati posizionati in modo da assicurare la verticalità del carico.

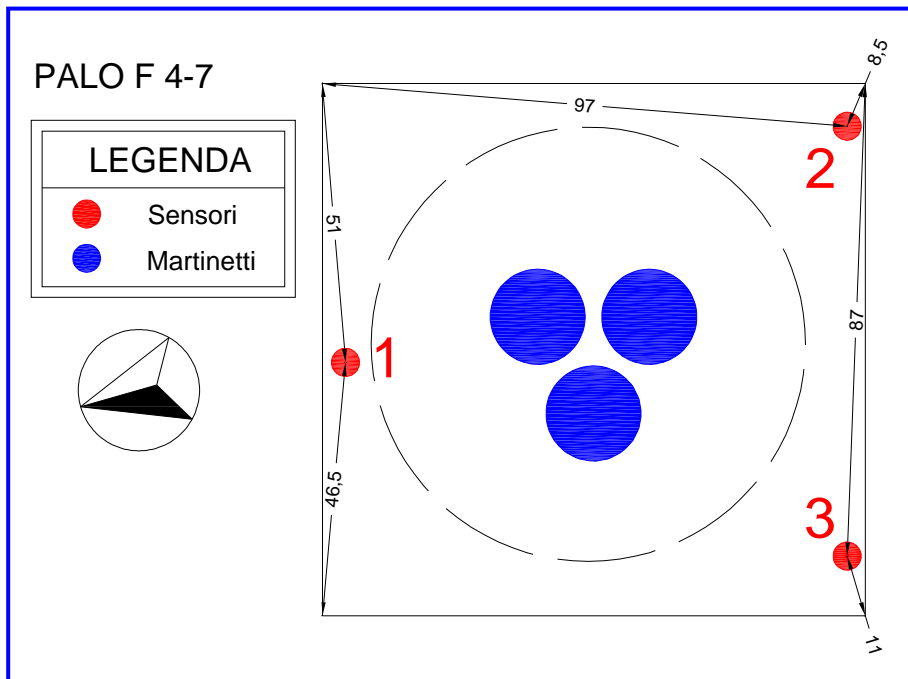
La rilevazione degli abbassamenti è stata effettuata utilizzando 3 sensori differenziali posti a 120° l'uno dall'altro, fissati a riferimenti non interessati dal movimento del palo nel terreno. Il contrasto è stato garantito da una trave di acciaio ancorata a due pali adiacenti a quello da provare.

La prova di carico è stata condotta fino al raggiungimento del carico di collaudo di **2.250 kN**.

STEPS DI CARICO E SCARICO:

0 kN – 375 kN – 750 kN – 1.125 kN – 1.500 kN – 1.875 kN – 2.250 kN – 1.125 kN – 0 kN.

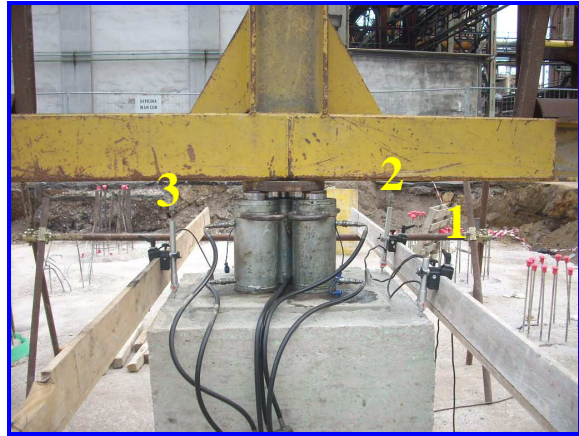
Tempo di attesa per gli steps di carico 20 min., mentre per gli steps di scarico 10 min.



Posizione del martinetto e dei sensori sul palo



Area di prova su palo F 4-7



Particolare sensori e martinetti

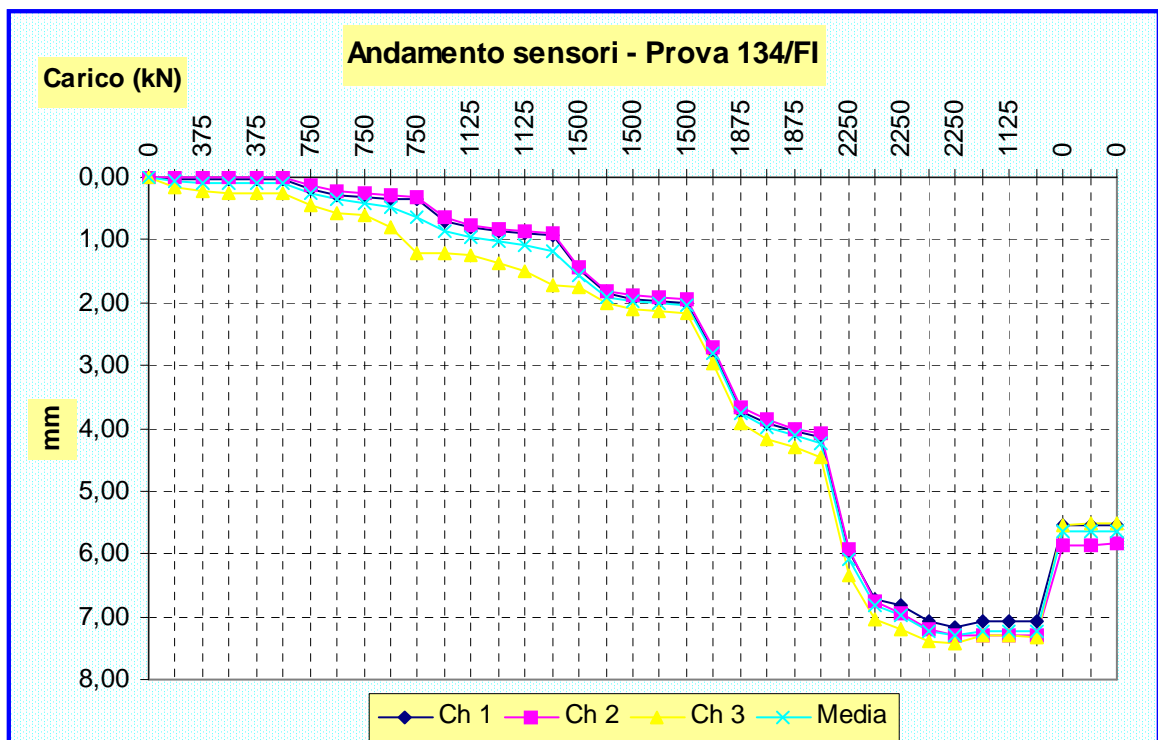
4.3.1 Risultati della prova

Tabella 3: Prova 134/FI – Palo F 4-7

Forza [kN]	Sen. 1 [mm]	Sen. 2 [mm]	Sen. 3 [mm]	Media [mm]	Data/Ora 10/06/09
0	0,01	0,00	0,00	0,00	10.23
375	0,02	0,00	0,16	0,06	10.24
375	0,03	0,01	0,22	0,09	10.29
375	0,03	0,01	0,24	0,09	10.34
375	0,03	0,00	0,26	0,10	10.39
375	0,03	0,00	0,25	0,09	10.44
750	0,19	0,13	0,44	0,25	10.44
750	0,29	0,23	0,57	0,36	10.49
750	0,32	0,27	0,62	0,40	10.54
750	0,34	0,30	0,80	0,48	10.59
750	0,36	0,31	1,21	0,63	11.04
1125	0,70	0,64	1,73	1,02	11.05
1125	0,81	0,77	1,49	1,02	11.10
1125	0,86	0,83	1,38	1,02	11.15
1125	0,90	0,86	1,25	1,00	11.20
1125	0,93	0,90	1,22	1,02	11.25
1500	1,46	1,42	1,76	1,55	11.26
1500	1,86	1,82	2,02	1,90	11.31
1500	1,93	1,87	2,09	1,96	11.36
1500	1,97	1,92	2,15	2,01	11.41
1500	2,00	1,94	2,18	2,04	11.46
1875	2,76	2,71	2,97	2,81	11.46
1875	3,73	3,67	3,93	3,78	11.51
1875	3,91	3,86	4,16	3,98	11.56
1875	4,04	4,00	4,29	4,11	12.01
1875	4,14	4,09	4,46	4,23	12.06

Forza [kN]	Sen. 1 [mm]	Sen. 2 [mm]	Sen. 3 [mm]	Media [mm]	Data/Ora 10/06/09
2250	5,96	5,94	6,33	6,08	12.08
2250	6,72	6,75	7,03	6,83	12.13
2250	6,82	6,95	7,19	6,99	12.18
2250	7,07	7,21	7,41	7,23	12.23
2250	7,16	7,31	7,44	7,30	12.28
11250	7,08	7,29	7,31	7,23	12.30
11250	7,08	7,30	7,30	7,23	12.35
11250	7,08	7,29	7,32	7,23	12.40
0	5,55	5,87	5,53	5,65	12.45
0	5,54	5,85	5,50	5,63	12.50
0	5,55	5,83	5,50	5,63	12.55

4.3.2 Grafici della prova



Andamento sensori

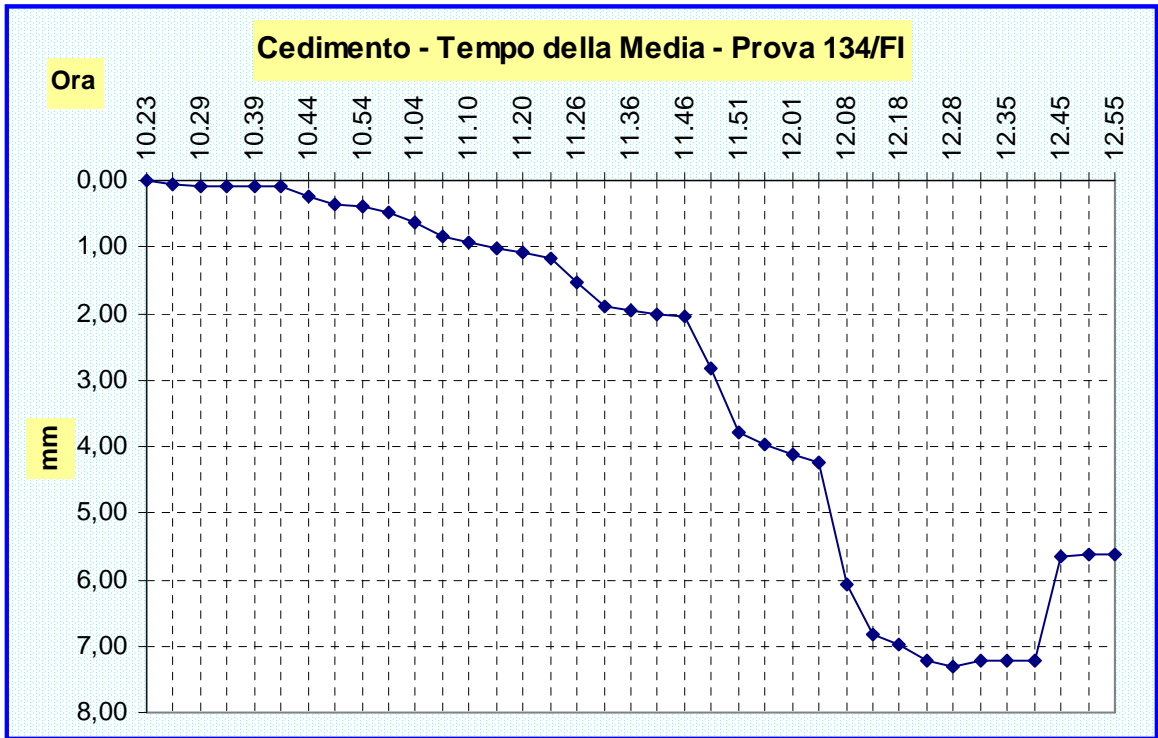
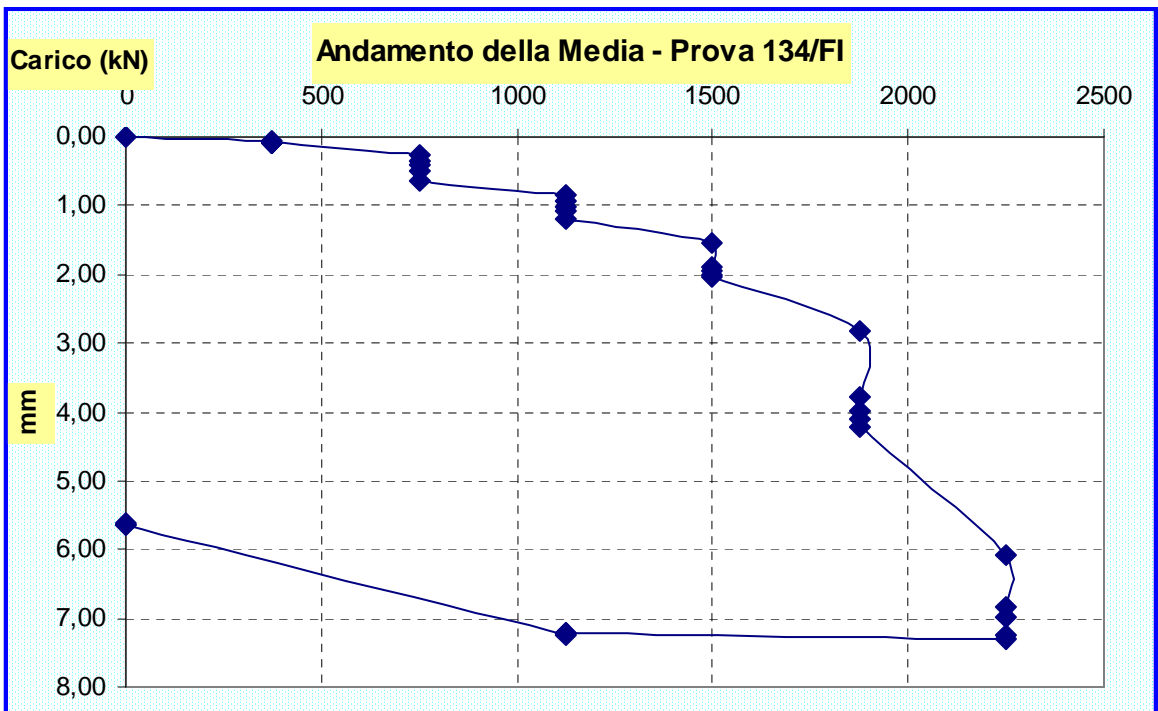


Grafico "Cedimento - Tempo" della Media



Andamento della Media

4.4 PROVA 135/FI

La prova in oggetto è stata effettuata il giorno 11 giugno 2009 sul palo F 6-7, diametro \varnothing 800 mm e lunghezza pari a 14,00 m.

Per l'effettuazione della prova sono stati posizionati tre martinetti sul dado di calcestruzzo realizzato sulla testa del palo. I martinetti sono stati posizionati in modo da assicurare la verticalità del carico.

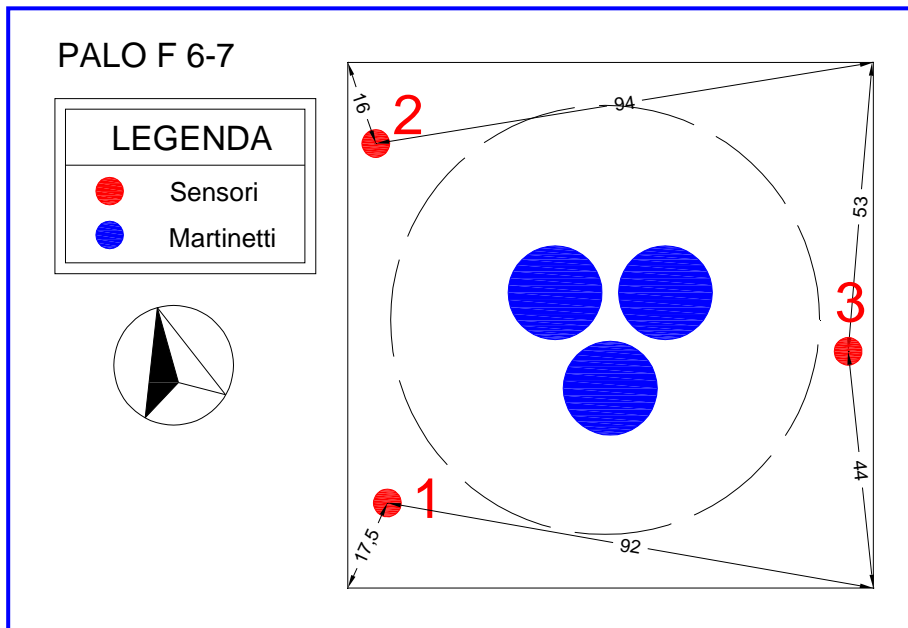
La rilevazione degli abbassamenti è stata effettuata utilizzando 3 sensori differenziali posti a 120° l'uno dall'altro, fissati a riferimenti non interessati dal movimento del palo nel terreno. Il contrasto è stato garantito da una trave di acciaio ancorata a due pali adiacenti a quello da provare.

La prova di carico è stata condotta fino al raggiungimento del carico di collaudo di **2.250 kN**.

STEPS DI CARICO E SCARICO:

0 kN – 375 kN – 750 kN – 1.125 kN – 1.500 kN – 1.875 kN – 2.250 kN – 1.125 kN – 0 kN.

Tempo di attesa per gli steps di carico 20 min., mentre per gli steps di scarico 10 min.



Posizione del martinetto e dei sensori sul palo



Area di prova su palo F 6-7



Particolare sensori e martinetti

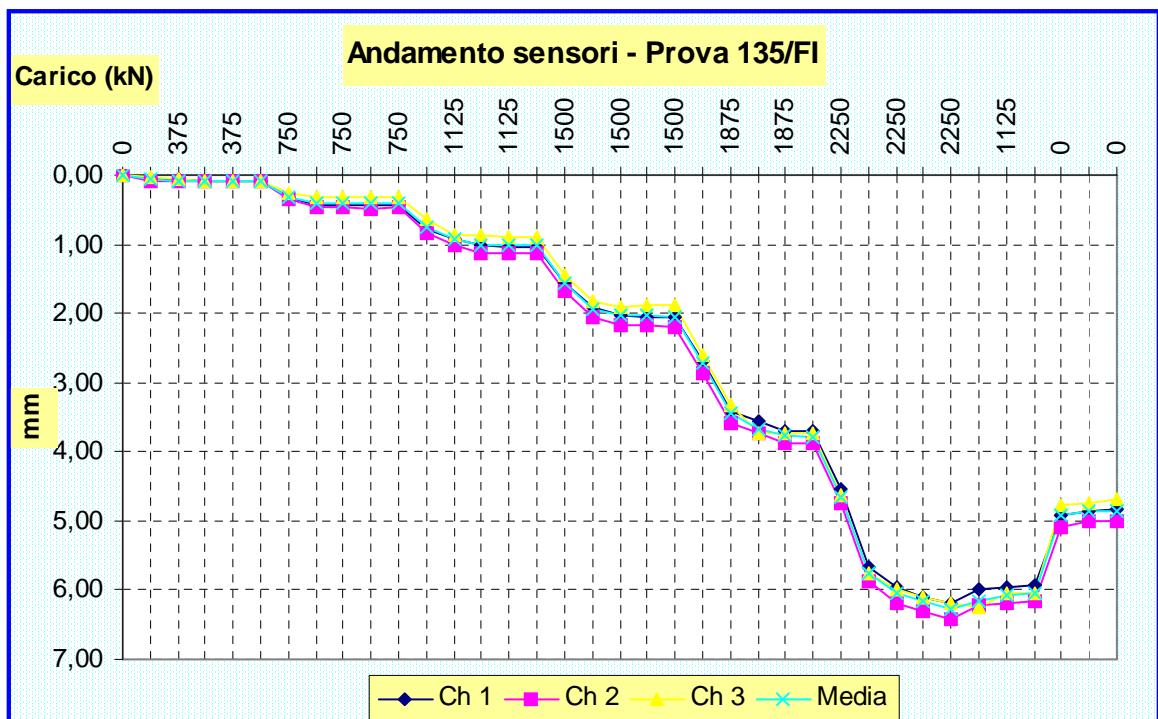
4.4.1 Risultati della prova

Tabella 4: Prova I35/FI – Palo F 6-7

Forza [kN]	Sen. 1 [mm]	Sen. 2 [mm]	Sen. 3 [mm]	Media [mm]	Data/Ora 11/06/09
0	0	0	0	0,00	9.46
375	0,07	0,08	0,02	0,06	9.46
375	0,07	0,09	0,07	0,08	9.51
375	0,08	0,09	0,09	0,09	9.56
375	0,09	0,09	0,09	0,09	10.01
375	0,09	0,09	0,09	0,09	10.06
750	0,31	0,36	0,26	0,31	10.07
750	0,42	0,47	0,32	0,40	10.12
750	0,43	0,47	0,33	0,41	10.17
750	0,43	0,48	0,32	0,41	10.22
750	0,43	0,47	0,32	0,41	10.27
1125	0,77	0,84	0,64	0,75	10.28
1125	0,93	1,01	0,88	0,94	10.33
1125	1,02	1,12	0,87	1,00	10.38
1125	1,03	1,12	0,9	1,02	10.43
1125	1,03	1,13	0,9	1,02	10.48
1500	1,56	1,69	1,45	1,57	10.49
1500	1,92	2,06	1,82	1,93	10.54
1500	2,03	2,17	1,90	2,03	10.59
1500	2,04	2,18	1,89	2,04	11.04
1500	2,05	2,20	1,89	2,05	11.09
1875	2,69	2,86	2,60	2,72	11.10
1875	3,41	3,59	3,34	3,45	11.15
1875	3,55	3,72	3,72	3,66	11.20
1875	3,69	3,87	3,72	3,76	11.25
1875	3,70	3,89	3,74	3,78	11.30

Forza [kN]	Sen. 1 [mm]	Sen. 2 [mm]	Sen. 3 [mm]	Media [mm]	Data/Ora 11/06/09
2250	4,55	4,75	4,64	4,65	11.32
2250	5,67	5,88	5,75	5,77	11.37
2250	5,97	6,19	6,00	6,05	11.42
2250	6,10	6,30	6,11	6,17	11.47
2250	6,20	6,43	6,18	6,27	11.52
1125	5,98	6,22	6,25	6,15	11.53
1125	5,97	6,20	6,04	6,07	11.58
1125	5,94	6,17	6,04	6,05	12.03
0	4,92	5,10	4,77	4,93	12.04
0	4,85	5,00	4,74	4,86	12.09
0	4,84	5,01	4,69	4,85	12.14

4.4.2 Grafici della prova



Andamento sensori

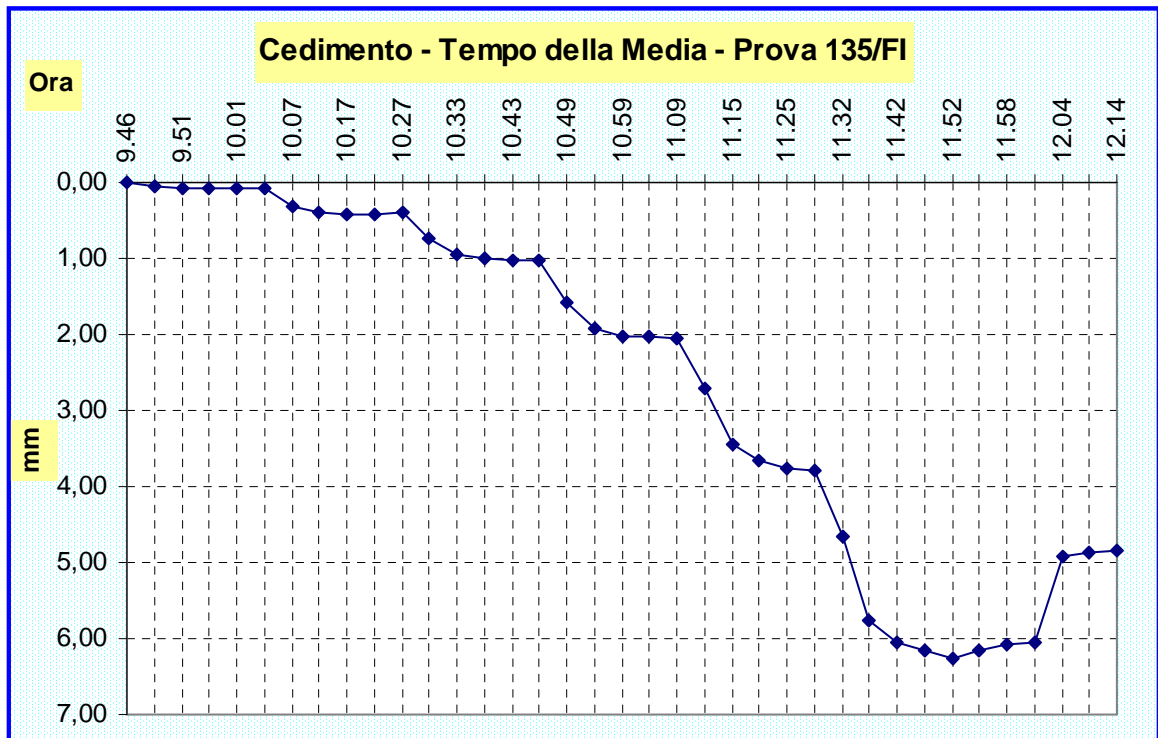
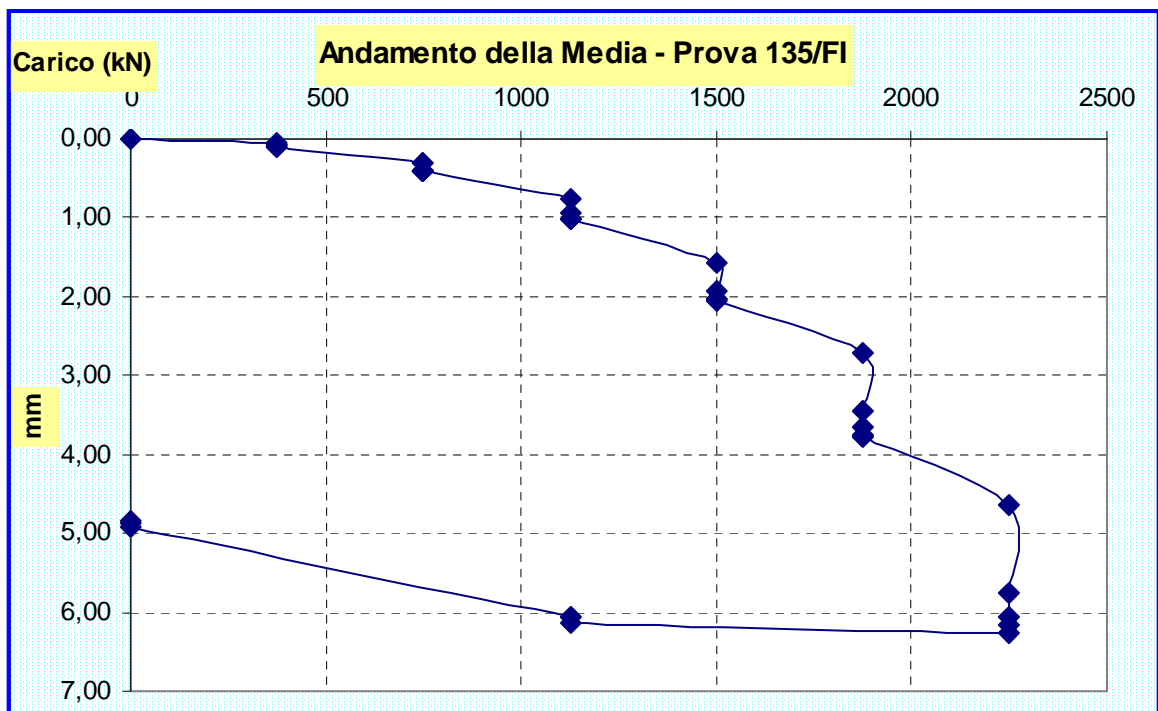


Grafico "Cedimento - Tempo" della Media



Andamento della Media

5. PROVE DI INTEGRITA' CON S.I.T. – PROVA 133/FI

5.1 PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Il S.I.T. (Sonic Integrity Testing) é stato sviluppato dalla TNO (Institute for Building Materials and Structures - Olanda) sin dal 1960, affermandosi in campo internazionale come uno standard per le prove non distruttive su pali.

Il metodo individua, senza particolari elaborazioni, la continuità, integrità e variazioni di diametro di fondazioni profonde; altri parametri sono desumibili da successive elaborazioni dei dati.

Il principio si basa sull'analisi della propagazione di un'onda elastica nel palo, al fine di determinare la presenza di riflessioni anomale dovute a variazioni di geometria, inclusioni di terreno o parti di cls di qualità scadente.

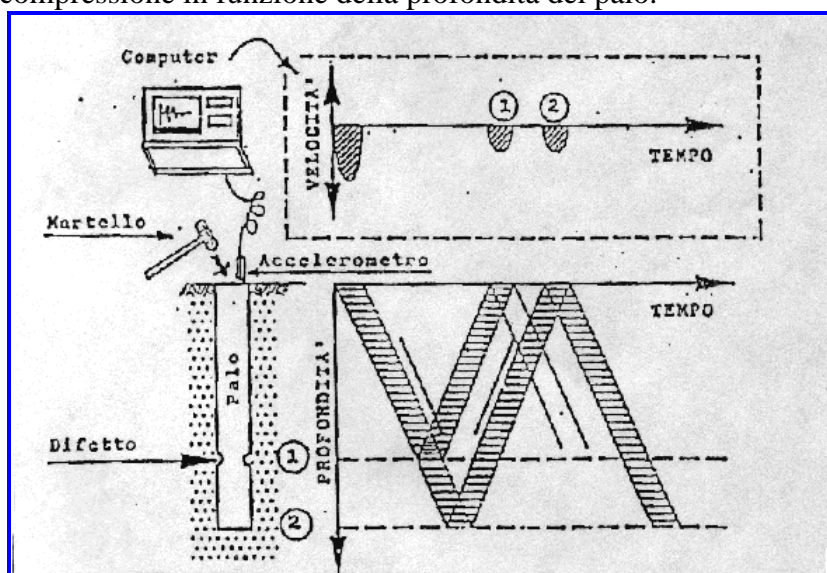
Queste variazioni delle caratteristiche fisiche, meccaniche e geometriche dell'elemento in prova comportano una variazione dell'impedenza meccanica con conseguente parziale riflessione delle onde elastiche.

La forzante impulsiva é generata da un colpo inferto da un martello, l'accelerometro rileva l'impulso di partenza e tutte le riflessioni generate da anomalie, intendendo per anomalia qualunque scostamento dalla geometria del palo teorico, fino all'onda riflessa dalla fine del palo e modificata dall'interazione col terreno.

5.2 METODOLOGIA

L'indagine si esegue applicando in sommità dell'elemento in prova, che deve essere scapitozzato fino a presentare calcestruzzo al "vivo", un accelerometro e nel sollecitare mediante un impulso meccanico la testa del palo per generare un'onda di compressione.

L'accelerometro rileva lo spostamento della testa del palo mentre un sistema di condizionamento e amplificazione del segnale diagramma in tempo reale l'andamento dell'onda di compressione in funzione della profondità del palo.



Esempio schematico di metodologia S.I.T.

L'analisi della curva di propagazione dell'onda viene fatta sulla base dei tempi di arrivo e della fase delle onde riflesse.

Per elementi integri e di sezione regolare (teorica) si ottengono due sole riflessioni: la prima delle quali corrisponde alla forzante mentre la seconda al segnale di fine palo.

Ogni altra riflessione viene analizzata sulla base della sua fase: generalmente la fase corrispondente alla forzante indica una diminuzione di impedenza quindi risulta un'anomalia corrispondente ad una riduzione di sezione, fessurazioni e/o caratteristiche più scadenti del calcestruzzo.

Analogamente, per la fase inversa a quella della forzante l'impedenza aumenta indicando un aumento di sezione.

E' importante ricordare che per una corretta conduzione di una campagna di misure e della relativa interpretazione occorre conoscere la velocità di propagazione dell'onda di compressione nel calcestruzzo.

Tale velocità é connessa con la resistenza del cls. Il modulo elastico varia tra 20 MPa e 40 MPa, dipendendo dall'età e dalla qualità del cls. Notare che c'è differenza tra il modulo elastico dinamico e statico. La tabella sottostante indica valori caratteristici.

Material	Modulus of elasticity [MPa]	Density [kg/m ³]	Stress Wave Velocity (m/s)
Steel piles	210,000>	7850	5200>
Old precast piles (prestressed)	40,000	2500	4000
New precast piles (prestressed)	40,000	2500	4000
Compacted concrete case-in-situ	35,000	2500	3800
Uncompacted concrete	30,000	2300	3600
Poor concrete quality	20,000	< 2300	< 3000

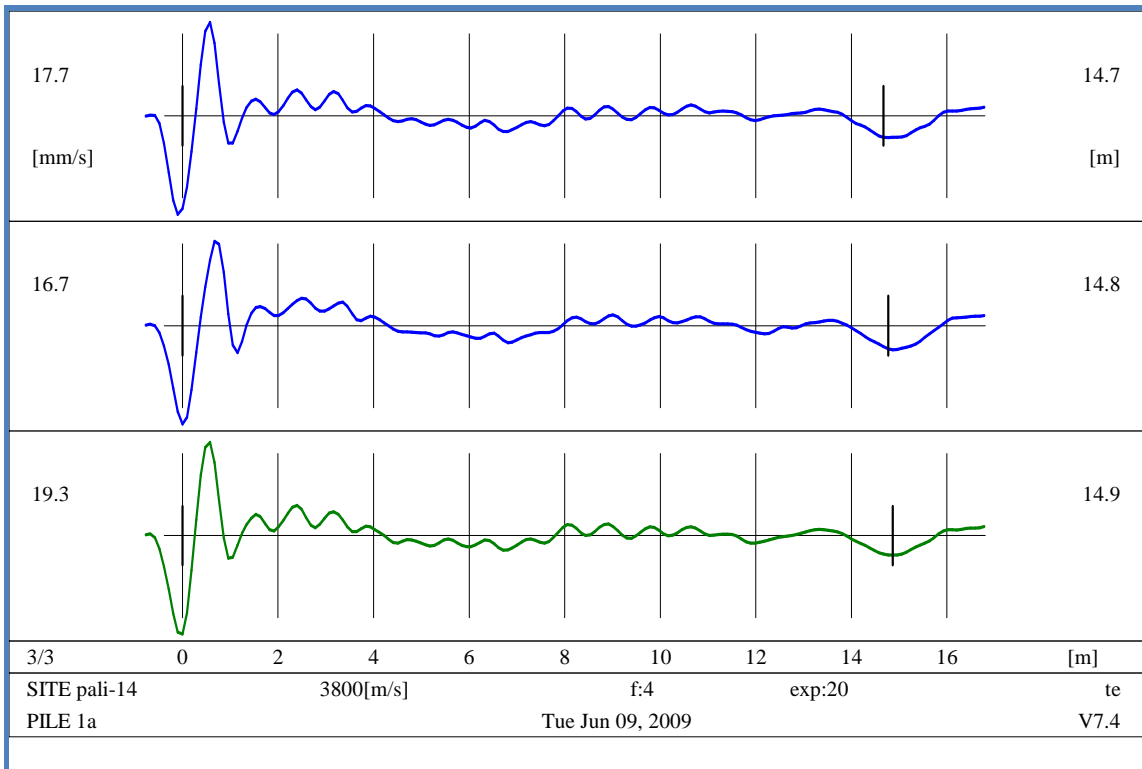
5.3 RISULTATI

Sono stati analizzati 8 pali, aventi lunghezze di progetto di 14 m e Ø800 mm. Per ogni singolo palo é stato dato un sintetico giudizio inserito in una tabella riepilogativa dei dati elaborati. Inoltre é riportato il tracciato originale acquisito in campagna.

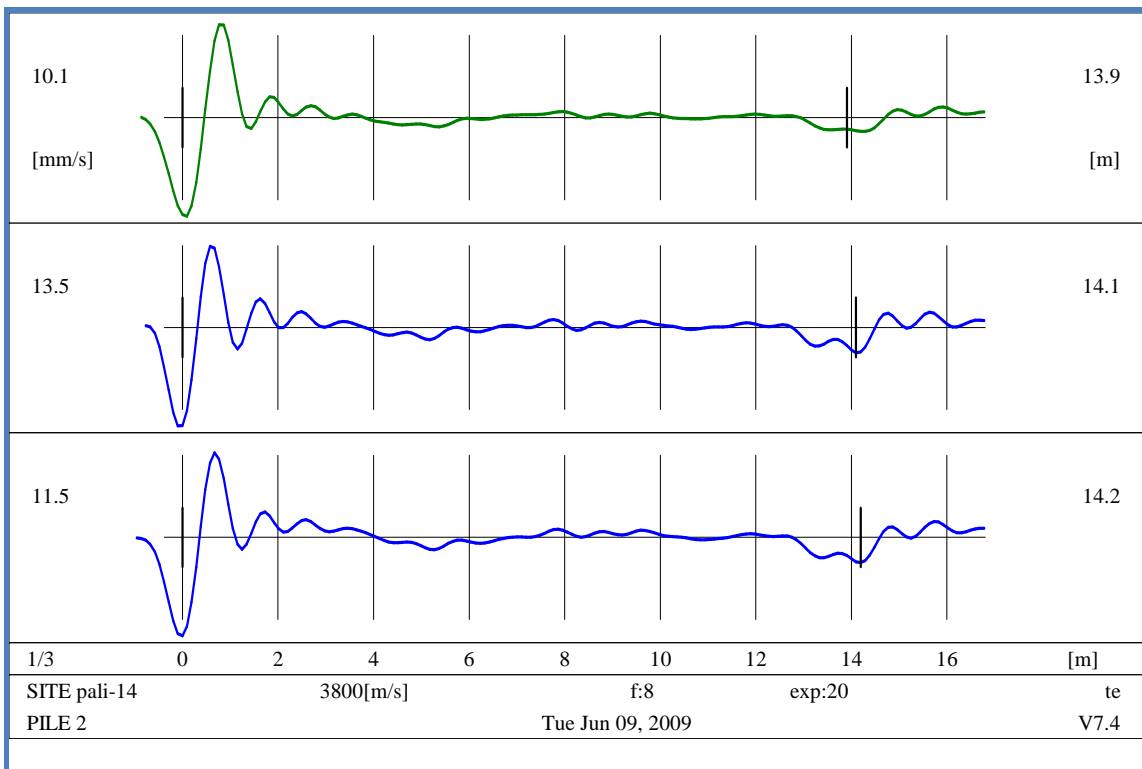
Il diagramma originale di ogni palo riporta le tre battute più significative, il grafico ha in ascissa la profondità in metri, in ordinate invece é riportato l'andamento delle impedenze. In ubicazione prove sono riportati i pali in planimetria con indicati quelli esaminati.

Palo	Prof. di progetto [m]	Lungh. Rilevata [m]	Annotazioni e anomalie
F1-6	14	14,8	/
F3-7	14	14,1	/
F3-6	14	14,1	/
F5-7	14	13,6	/
F6-5	14	13,8	/
F6-3	14	13,8	/
F10-8	14	14,0	/
F14-7	14	14,5	/

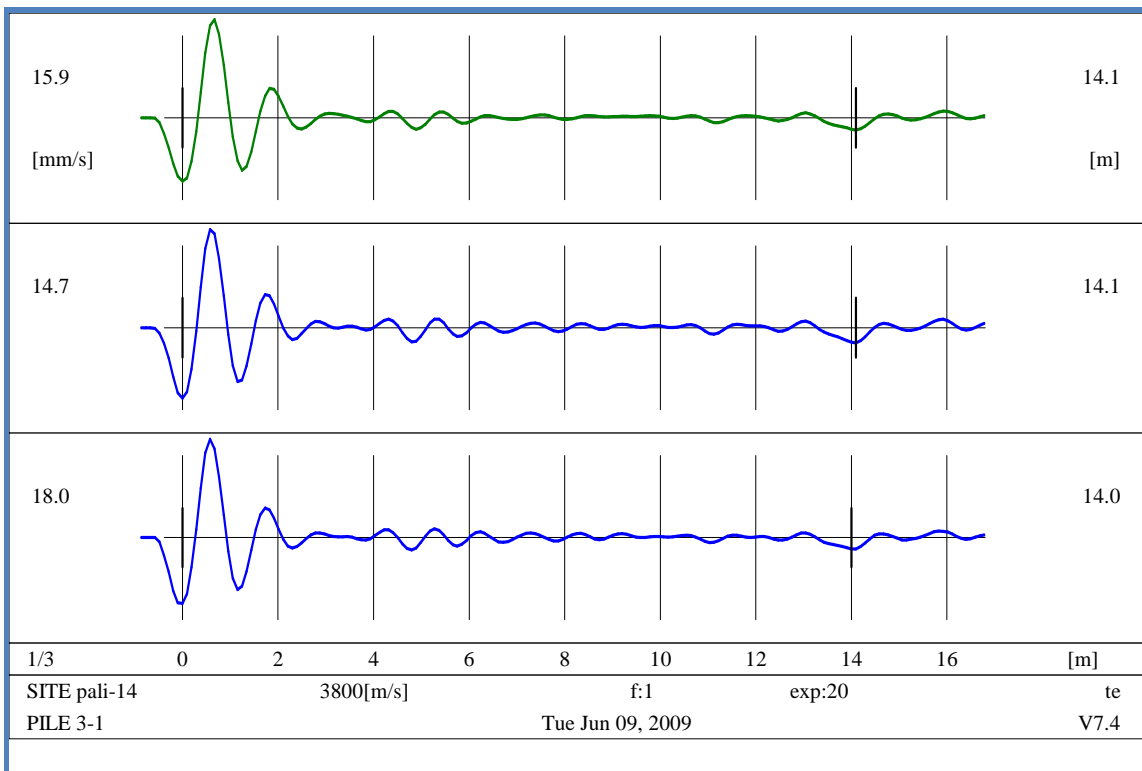
Nelle pagine seguenti, si riportano i diagrammi ottenuti in cantiere relativi ai pali.



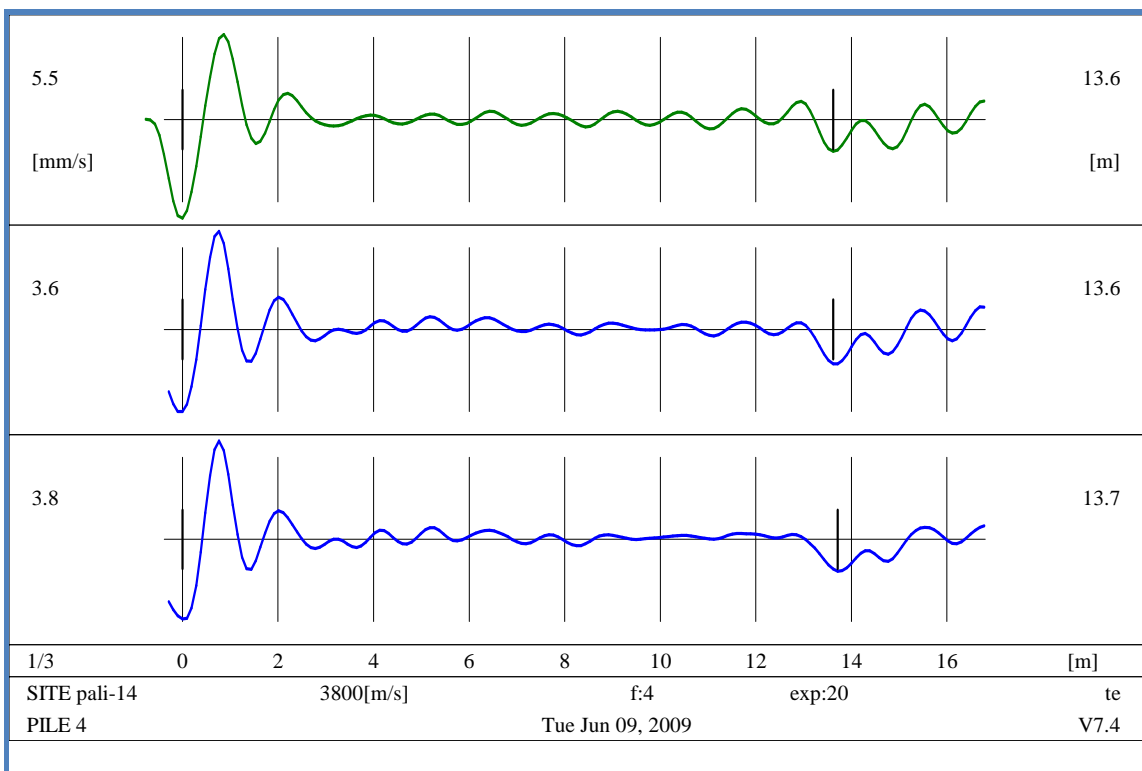
Palo F1-6



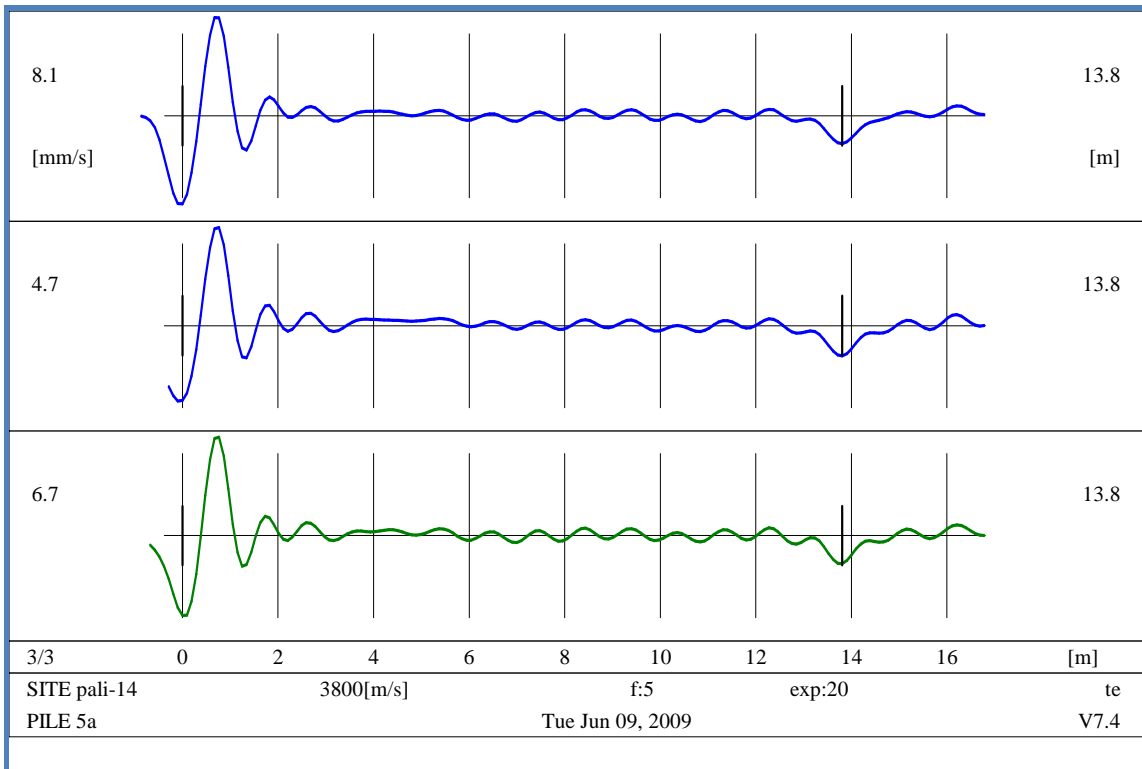
Palo F3-7



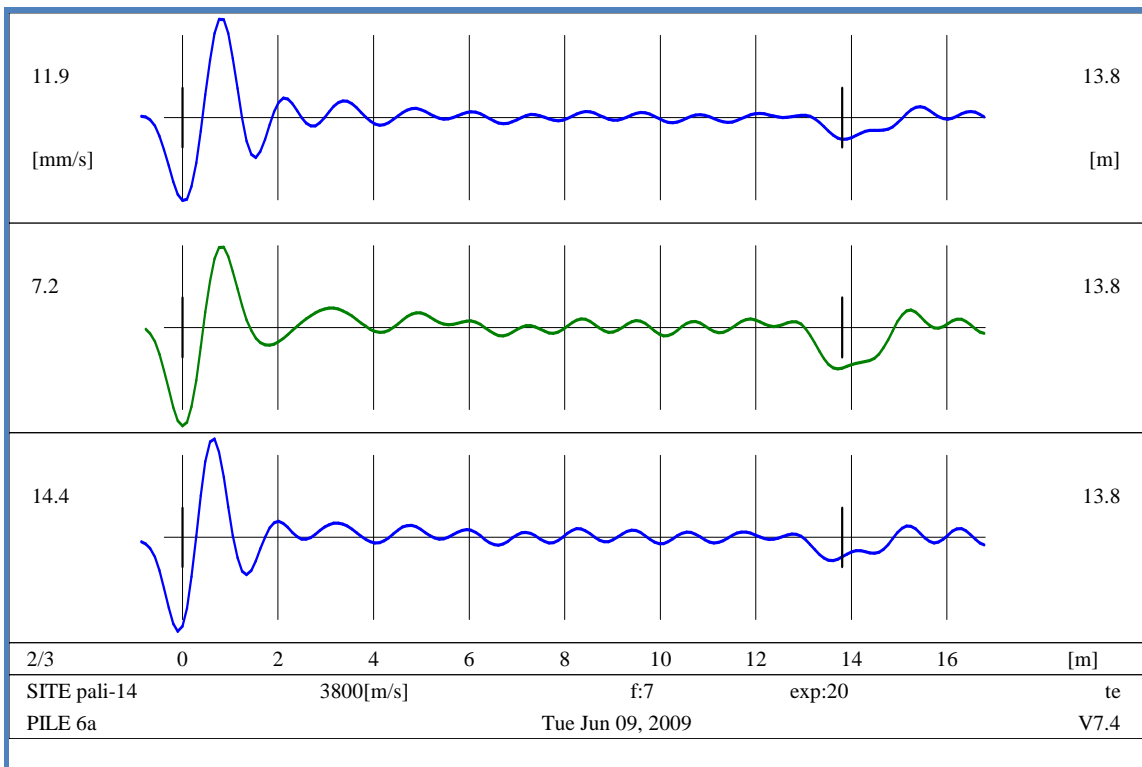
Palo F3-6



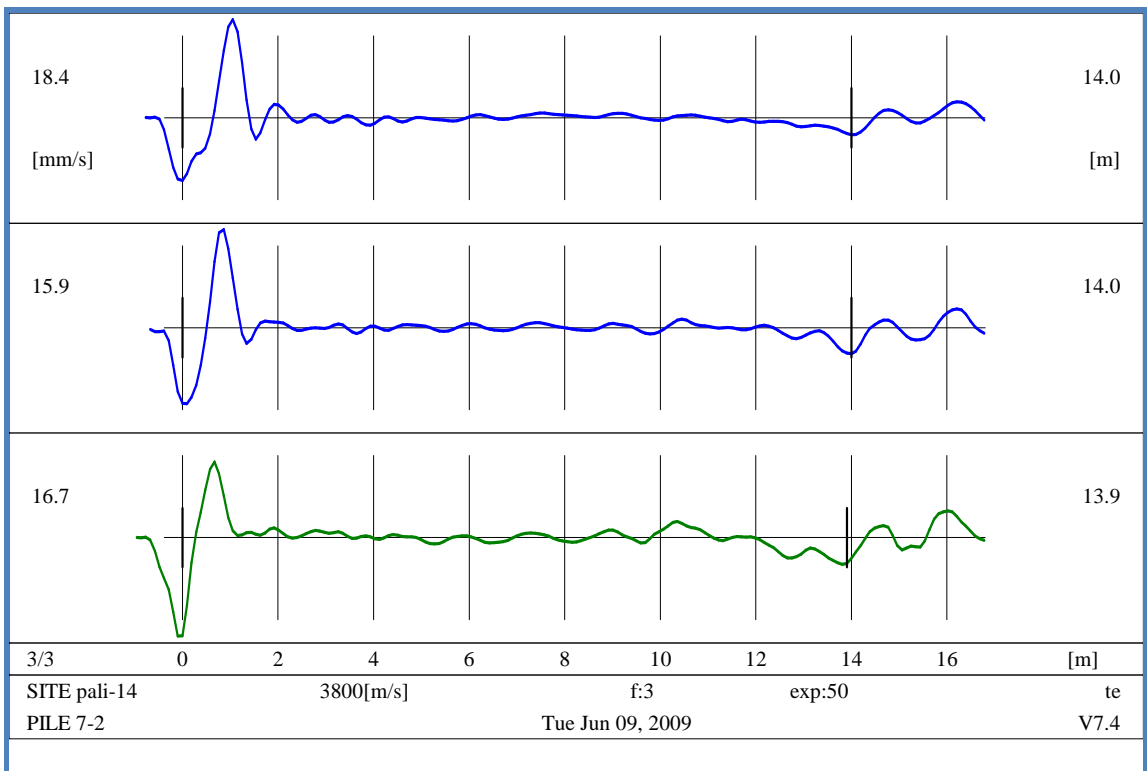
Palo F5-7



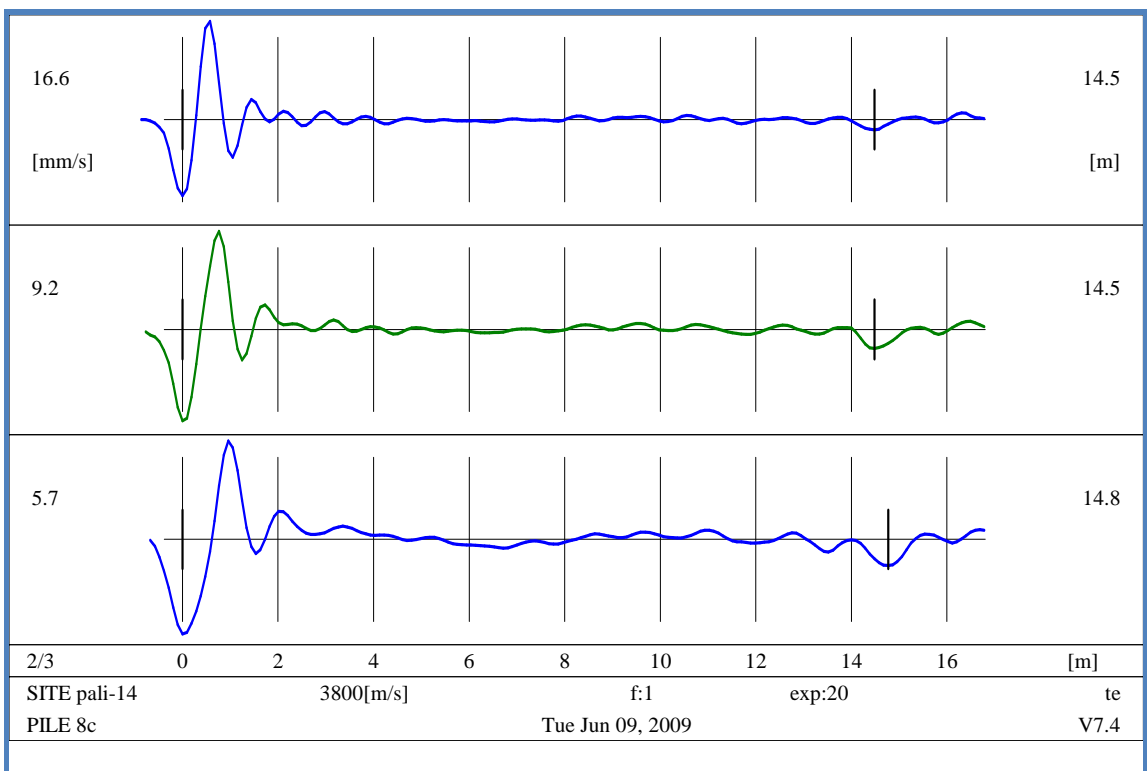
Palo F6-5



Palo F6-3



Palo F10-8



Palo F14-7



Prova S.I.T.



Prova S.I.T.

5.4 CONCLUSIONI

I pali si presentano regolari e della lunghezza di progetto.

La società si assume la responsabilità per la precisione delle misurazioni effettuate, mentre l'elaborazione dei dati rappresenta solamente un sussidio da verificare ed approvare da parte della Direzione Lavori o Tecnico incaricato.

Firenze, 2 luglio 2009

4 EMME Service S.p.A.

Il Revisore
geom. Jacopo Bertocci

Il Direttore del Centro di Firenze
dott. ing. Tommaso Bianchi