



**FONDAZIONE DELL'ORDINE DEGLI
INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO**



Seminario

**CONTROLLO E MONITORAGGIO STRUTTURALE PER L'ENTRATA IN
SERVIZIO E LA VERIFICA IN ESERCIZIO DI STRUTTURE CIVILI**

Via Andrea Doria 9, 20124 Milano

***Il monitoraggio per la verifica
dell'affidabilità strutturale***

Ore 16:30

lunedì 2 maggio 2016

Parte IV

Prof. Ing. Giacinto Porco
Dipartimento di Ingegneria Civile
Università della Calabria Rende CS



Muro di sostegno



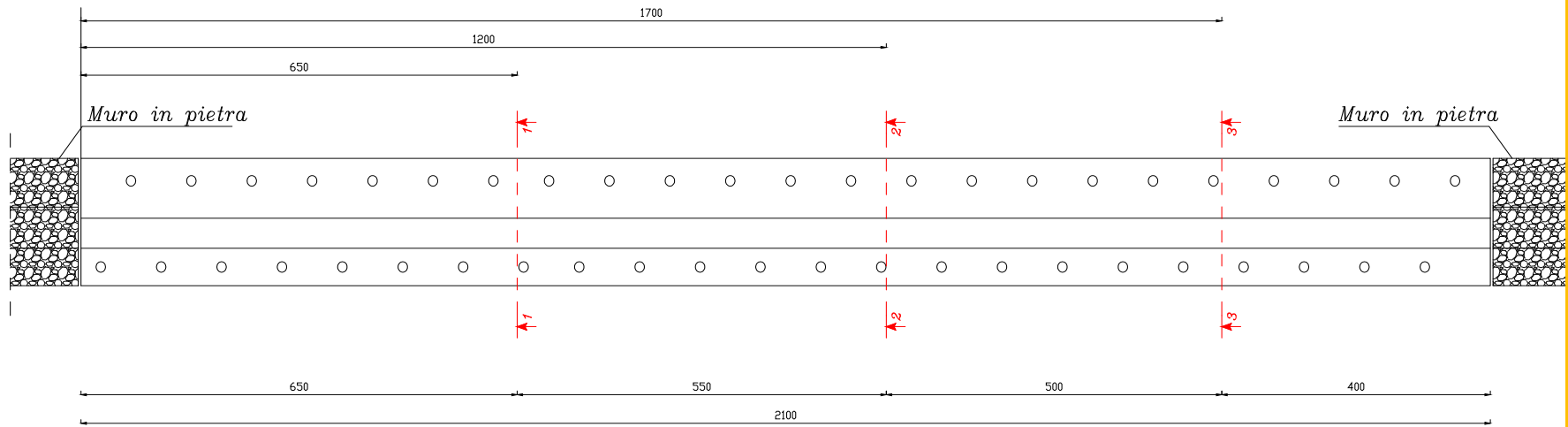
***Sistema di monitoraggio a fibra ottica per il controllo di un muro di sostegno in c.a. ubicato sulla S.P. di accesso al comune di Rocca D'Arce
KM 0.00 – 0.50***



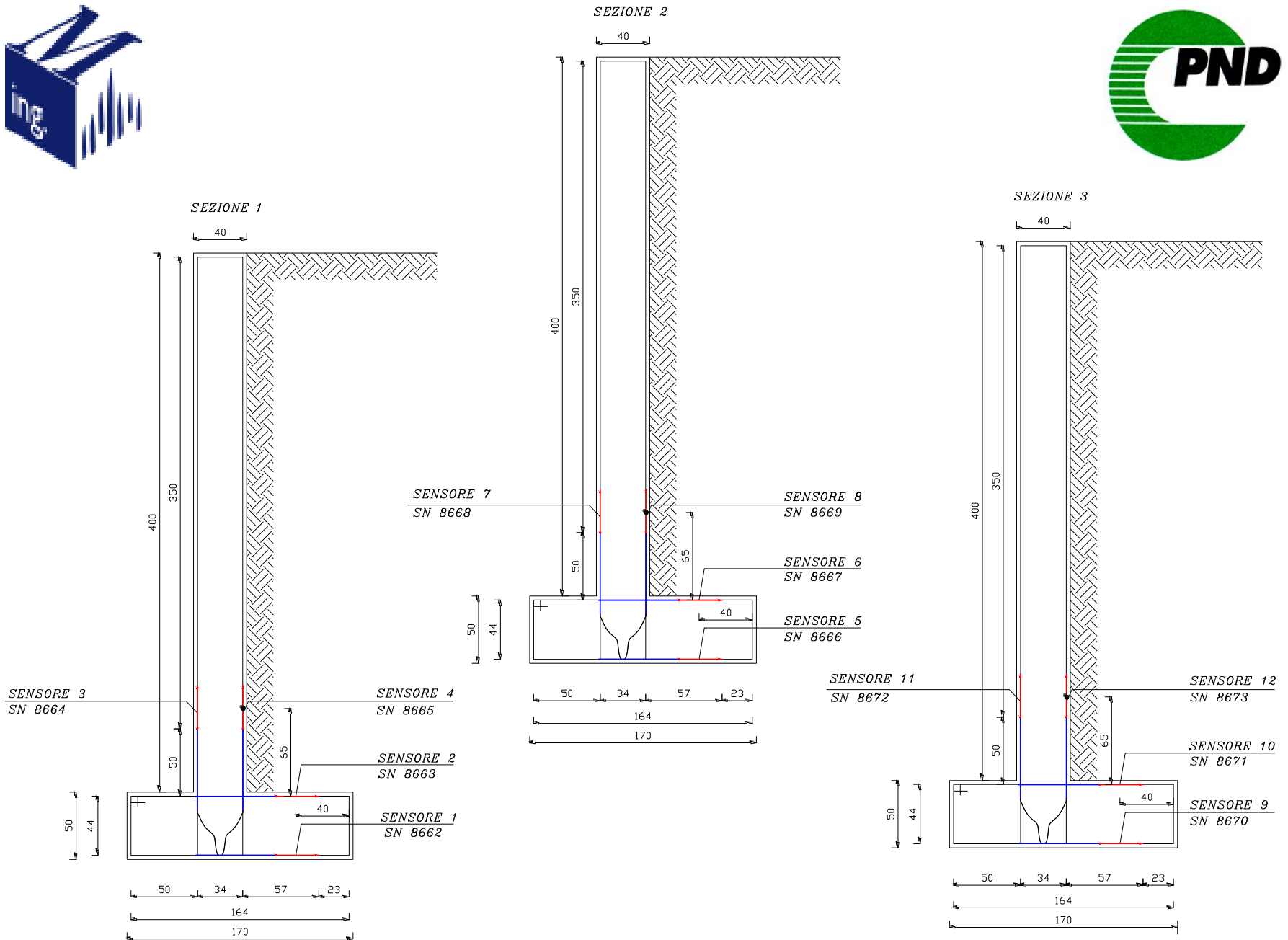




PIANTA



Identificazione delle sezioni monitorate

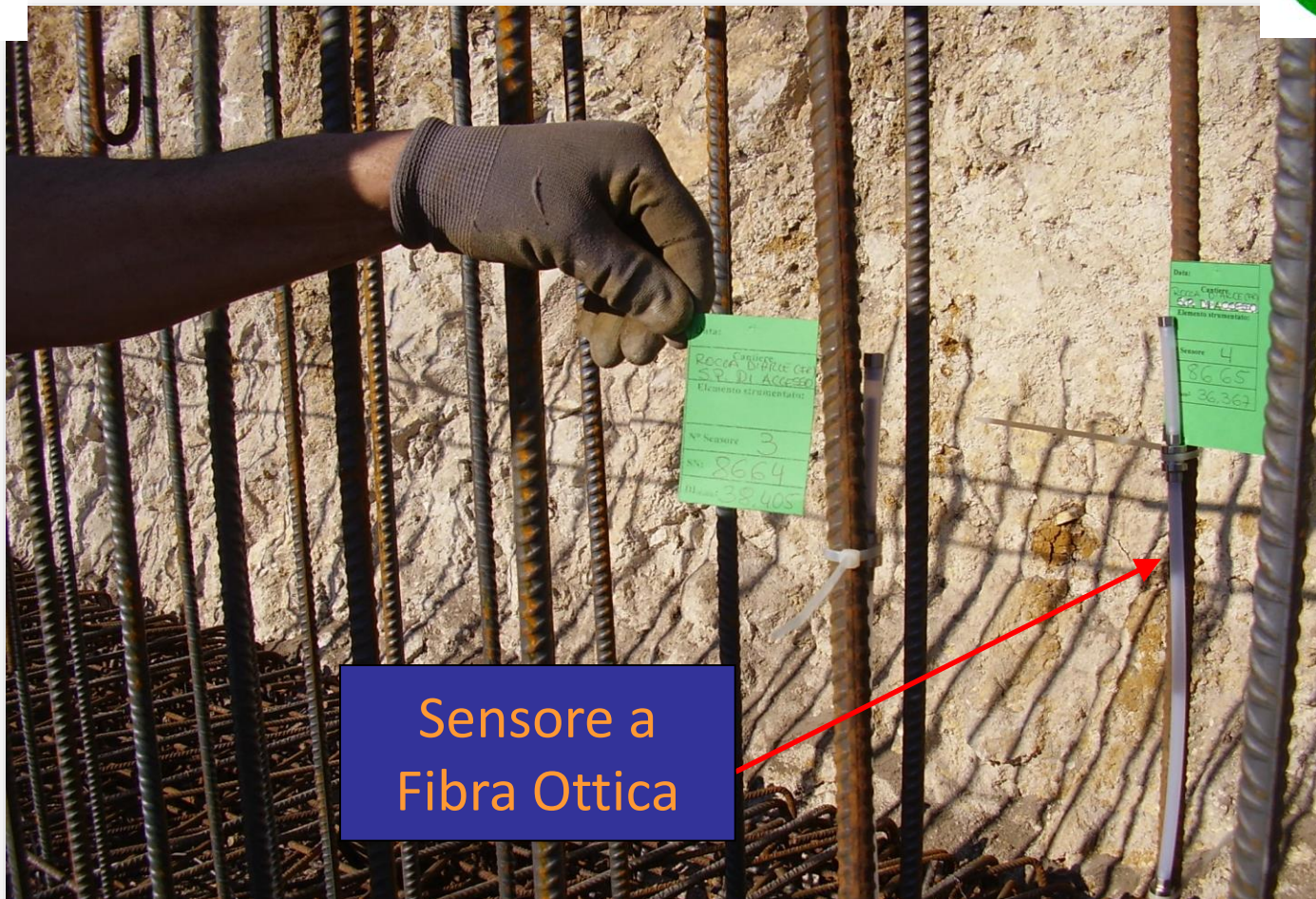




Sensore a
Fibra Ottica

Prova di accettazione
S. O. Accettazione
Elemento strumentato:
N° Sensore: 1
D. O. 23

Fase di installazione dei sensori in fondazione



Fase di installazione dei sensori sul fusto



Fase di getto del calcestruzzo in fondazione



Campagna Sperimentale

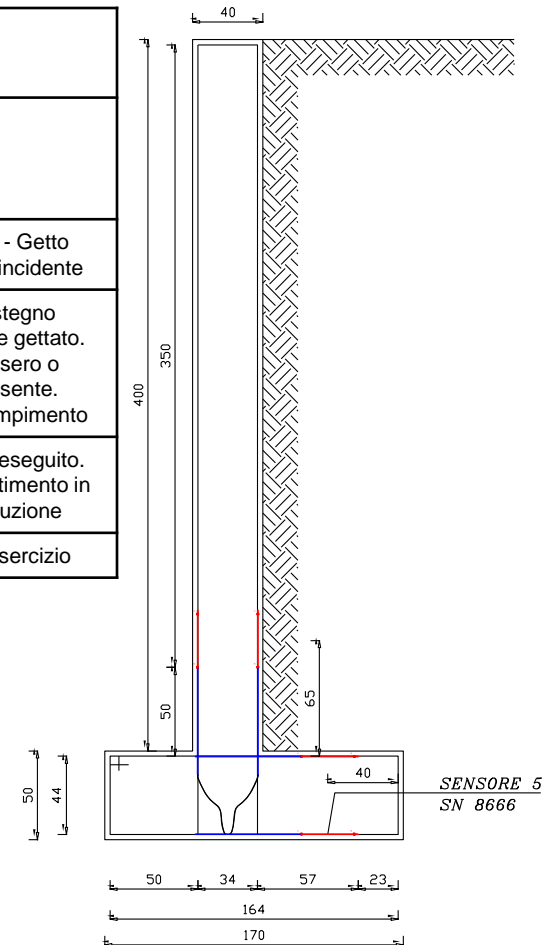


Sensori Sezione 2							
Sensore n° 5 SN 8666 sulla fondazione inferiore							
Data	Misurazione	Deformazione	Temperatura in corrispondenza del box di misura	Temperatura massima esterna	Temperatura a minima esterna	Temperatura a media esterna	Note
01/03/12	37.703		21	19	2	12	Installazione - Getto fondazione coincidente
22/03/12	37.516	0.000000	25	21	8	17	Muro di sostegno completamente gettato. Nessun cassero o puntello presente. Assenza di riempimento
11/05/12	37.502	-0.000047	31	30.9	11.9	16.5	Rinterro muro eseguito. Fodera di rivestimento in fase di esecuzione
02/06/12	37.495	-0.000070	29	30	13	23	Struttura in esercizio

Informazioni aggiuntive:

- Getto fondazione eseguito in data 01/03/2012
- Getto elevazione I° tratto eseguito in data 08/03/2012
- Getto elevazione II° tratto eseguito in data 15/03/2012
- Rinterro muro eseguito in data 03/05/2012

SEZIONE 2





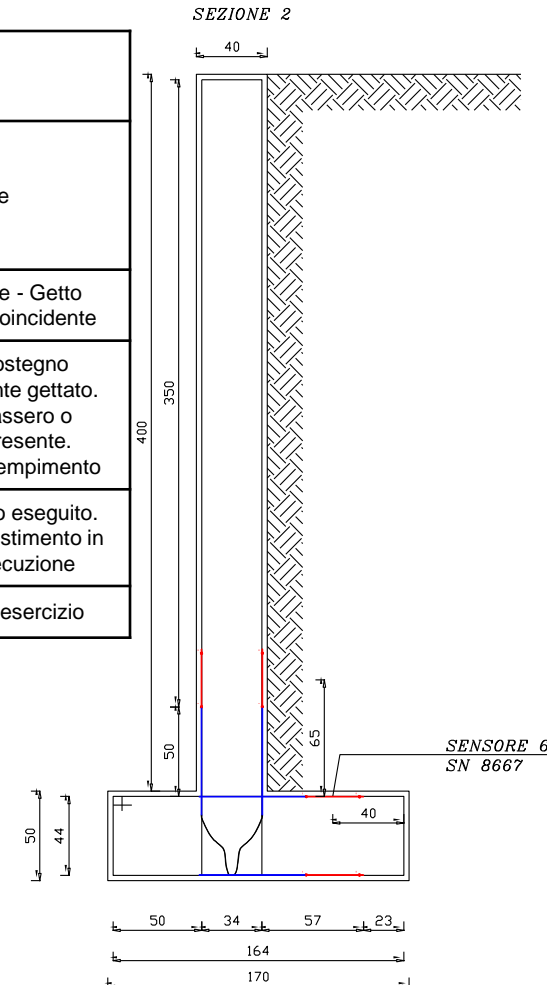
Campagna Sperimentale



Sensori Sezione 2							
Sensore n° 6 SN 8667 sulla fondazione superiore							
Data	Misurazione	Deformazione	Temperatura in corrispondenza del box di misura	Temperatura massima esterna	Temperatura a minima esterna	Temperatura a media esterna	Note
01/03/12	37.501		21	19	2	12	Installazione - Getto fondazione coincidente
22/03/12	37.434	0.000000	25	21	8	17	Muro di sostegno completamente gettato. Nessun cassero o puntello presente. Assenza di riempimento
11/05/12	37.420	-0.000047	31	30.9	11.9	16.5	Rinterro muro eseguito. Fodera di rivestimento in fase di esecuzione
02/06/12	37.415	-0.000063	29	30	13	23	Struttura in esercizio

Informazioni aggiuntive:

- Getto fondazione eseguito in data 01/03/2012
- Getto elevazione I° tratto eseguito in data 08/03/2012
- Getto elevazione II° tratto eseguito in data 15/03/2012
- Rinterro muro eseguito in data 03/05/2012





Campagna Sperimentale

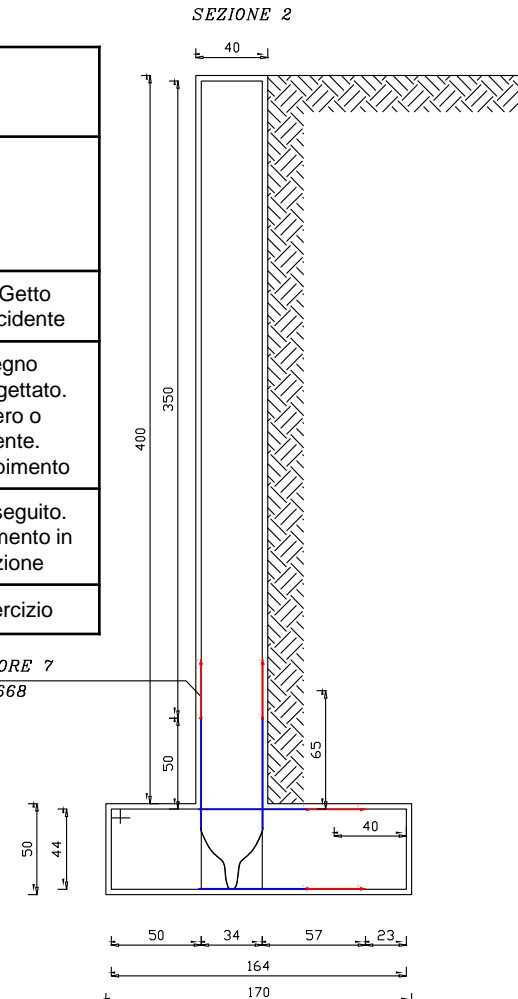


Sensori Sezione 2							
Sensore n° 7 SN 8668 sul fusto esterno							
Data	Misurazione	Deformazione	Temperatura in corrispondenza del box di misura	Temperatura massima esterna	Temperatura a minima esterna	Temperatura a media esterna	Note
01/03/12	37.714		21	19	2	12	Installazione - Getto fondazione coincidente
22/03/12	37.936	0.000000	25	21	8	17	Muro di sostegno completamente gettato. Nessun cassero o puntello presente. Assenza di riempimento
11/05/12	37.903	-0.000110	31	30.9	11.9	16.5	Rinterro muro eseguito. Fodera di rivestimento in fase di esecuzione
02/06/12	37.891	-0.000150	29	30	13	23	Struttura in esercizio

Informazioni aggiuntive:

- Getto fondazione eseguito in data 01/03/2012
- Getto elevazione I° tratto eseguito in data 08/03/2012
- Getto elevazione II° tratto eseguito in data 15/03/2012
- Rinterro muro eseguito in data 03/05/2012

SENSORE 7
SN 8668





Campagna Sperimentale

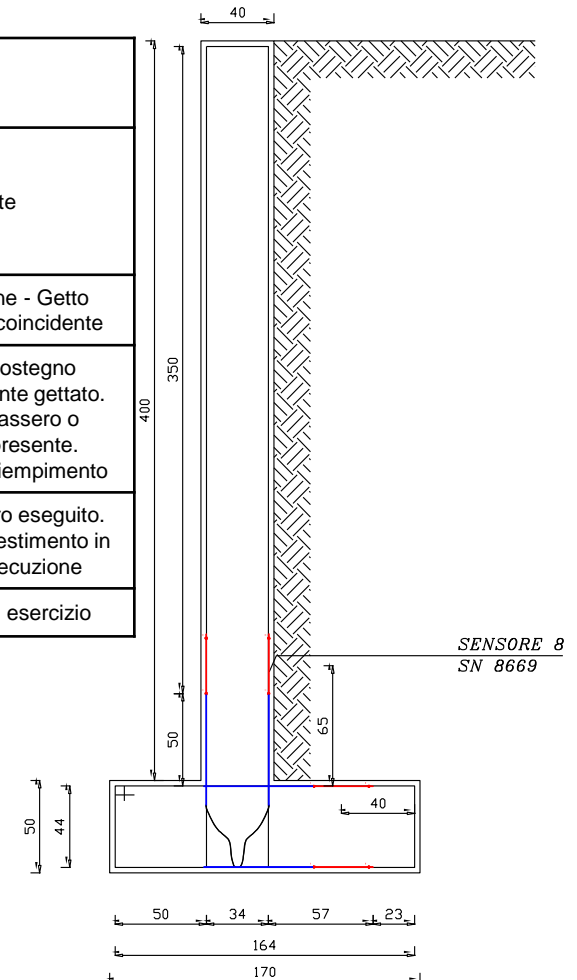


SEZIONE 2

Sensori Sezione 2							
Sensore n° 8 SN 8669 sul fusto interno							
Data	Misurazione	Deformazione	Temperatura in corrispondenza del box di misura	Temperatura massima esterna	Temperatura minima esterna	Temperatura a media esterna	Note
01/03/12	39.264		21	19	2	12	Installazione - Getto fondazione coincidente
22/03/12	39.263	0.000000	25	21	8	17	Muro di sostegno completamente gettato. Nessun cassero o puntello presente. Assenza di riempimento
11/05/12	39.250	-0.000043	31	30.9	11.9	16.5	Rinterro muro eseguito. Fodera di rivestimento in fase di esecuzione
02/06/12	39.239	-0.000080	29	30	13	23	Struttura in esercizio

Informazioni aggiuntive:

- Getto fondazione eseguito in data 01/03/2012
- Getto elevazione I° tratto eseguito in data 08/03/2012
- Getto elevazione II° tratto eseguito in data 15/03/2012
- Rinterro muro eseguito in data 03/05/2012





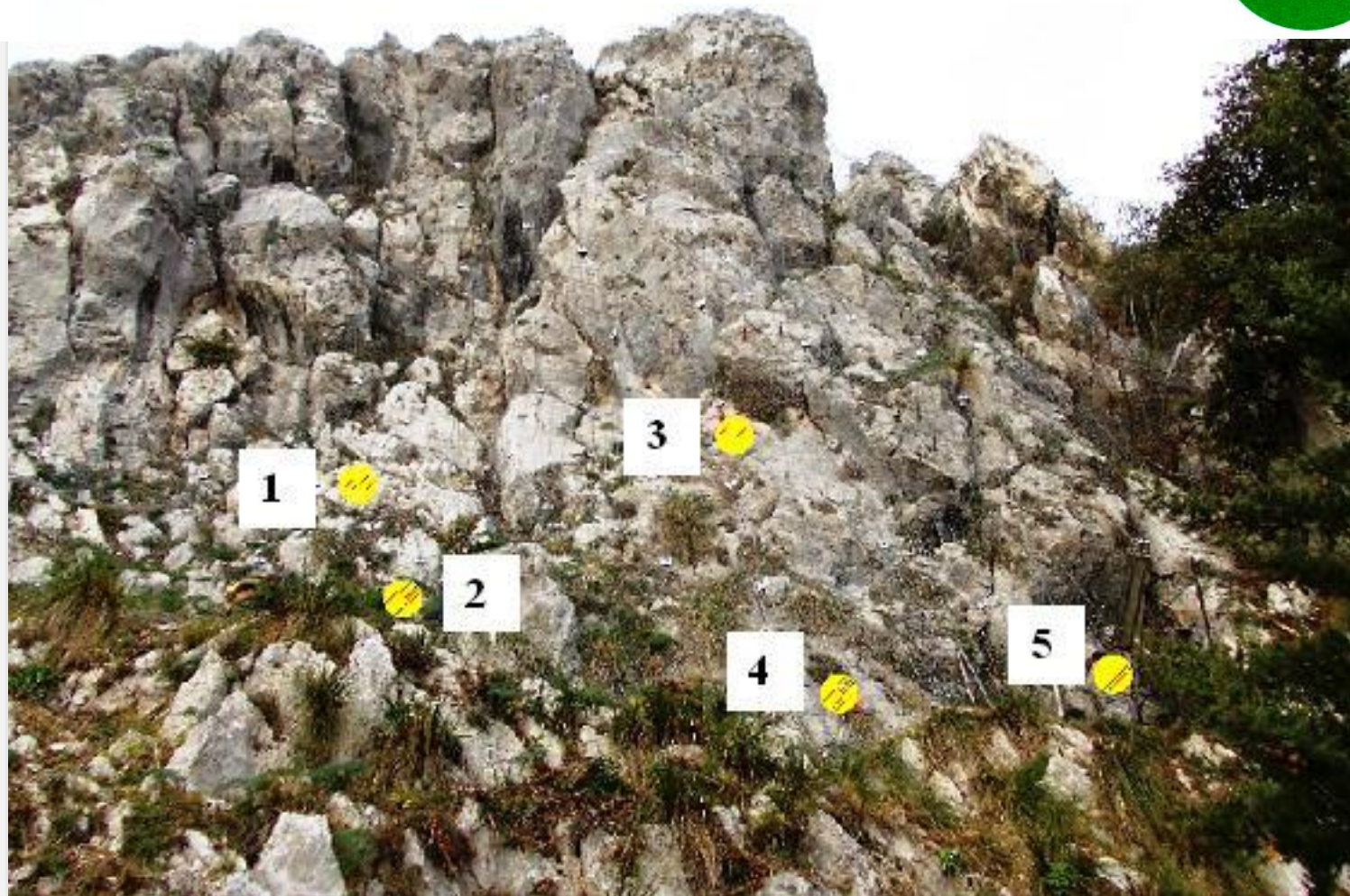
Interventi di stabilizzazione



Predisposizione di un sistema di monitoraggio nelle strutture di ancoraggio da realizzare per la messa in sicurezza del costone roccioso a ridosso della Strada Provinciale di accesso al comune di Rocca d'Arce (Fr)



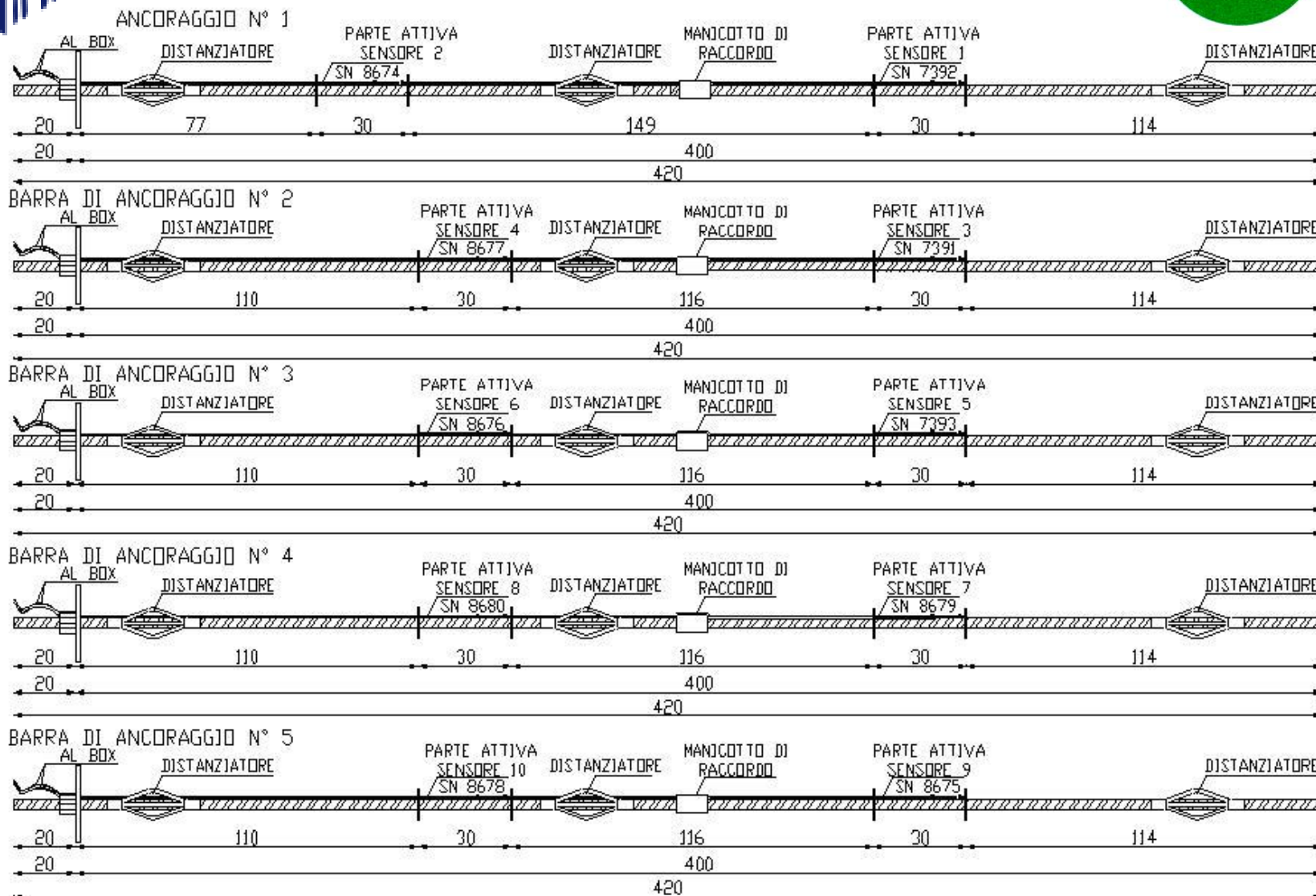




Identificazione delle barre di ancoraggio strumentate



Posizionamento sensori sulle Barre di ancoraggio









Barra di ancoraggio n°1 - installazione sensore a fibra ottica N.1



Barra di ancoraggio n°1 - installazione sensore a fibra ottica N.2



Predisposizione fori per barre di ancoraggio



Fase di messa in opera delle barre



Fase di iniezione delle barre



Fase di tiro delle barre



Attività sperimentali



Attività sperimentali



- Il primo obiettivo è rappresentato dalla verifica del comportamento di alcune barre sottoposte a prova di carico, per valutare la qualità della messa in opera e la efficienza del contributo alla stabilizzazione del versante.
- Il secondo obiettivo è quello di documentare e certificare la fase di messa in tiro dei cinque tiranti di ancoraggio strumentati con sensori a fibra ottica, attraverso l'applicazione di un carico pari a $F = 10.000 \text{ Kg}$.
- La terza valenza della sperimentazione è quella di rilevare i valori di spostamento in opera di tutti i sensori posti sulle barre al tempo zero e con il carico di serraggio, che di fatto costituisce lo stato di esercizio, ciò al fine di poter successivamente procedere al monitoraggio nel tempo, utilizzando una metodologia comparativa per il controllo del livello di efficienza.



Attività sperimentali

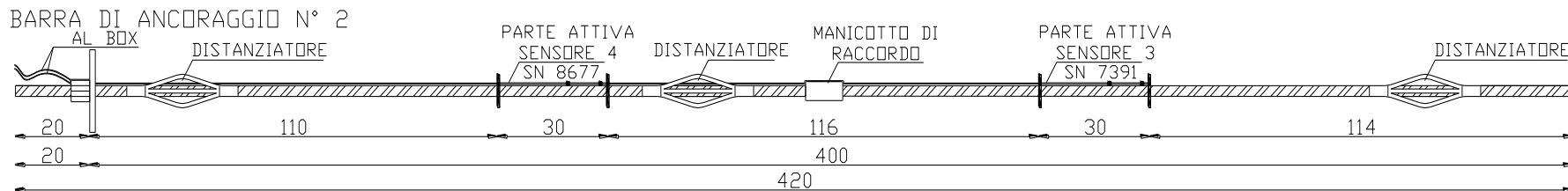


Attività Sperimentale eseguita sulle singole Barre

	Messa in Tiro con Sforzo di Esercizio pari a $F=10000$ Kg	Misura di Spostamento sui due sensori installati al tiro di 10.000 kg	Preliminare Prova di Carico Per Verifica di Efficienza Prima della Messa in esercizio a 10.000Kg
Barra 1	SI	SI	SI
Barra 2	SI	SI	SI
Barra 3	SI	SI	NO
Barra 4	SI	SI	NO
Barra 5	SI	SI	SI



Attività sperimentali



Disposizione sensori sulla barra di ancoraggio n° 2



Sensore a fibra ottica n° 3



Sensore a fibra ottica n° 4



ROCCA D'ARCE
PROVA DI CARICO

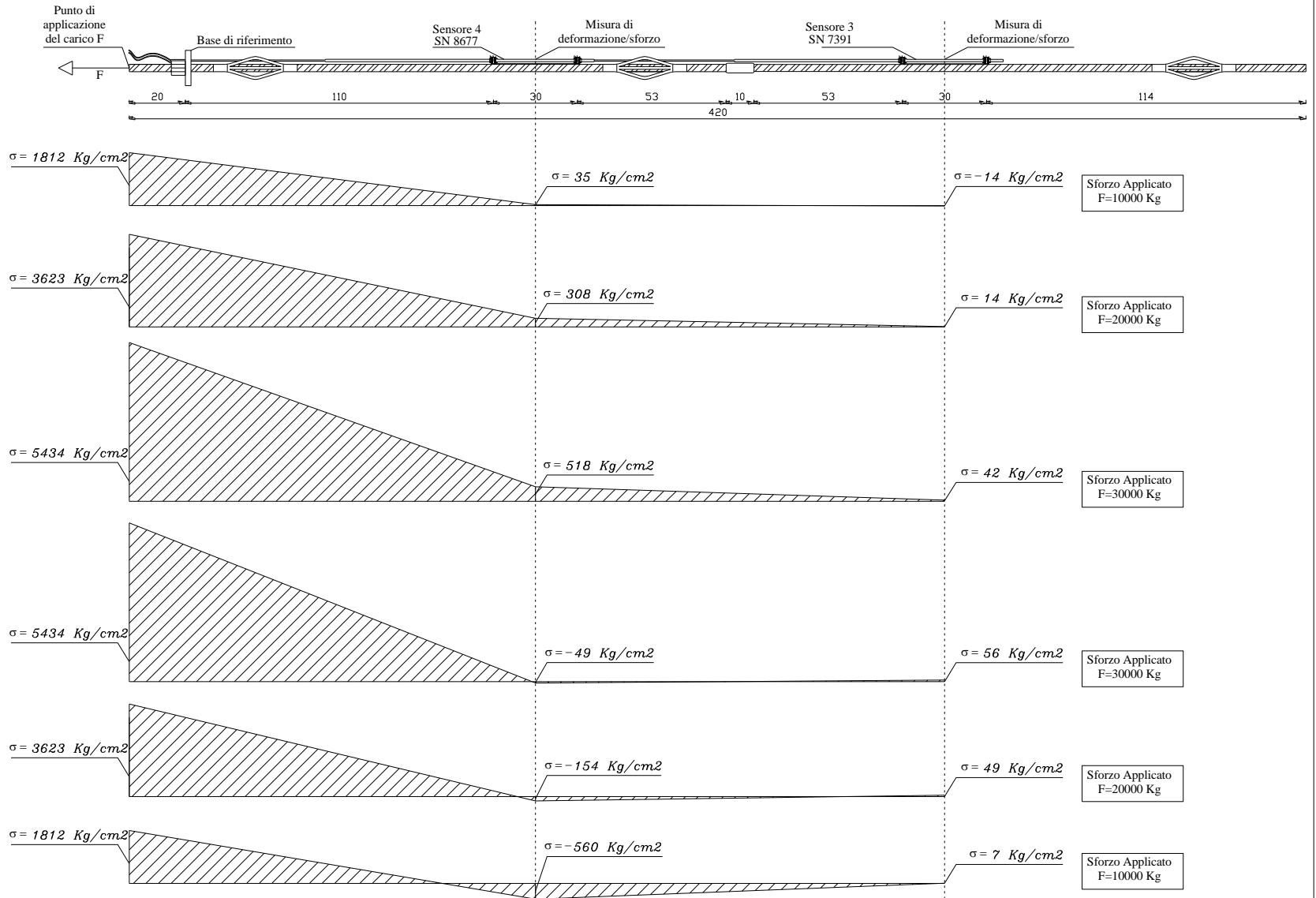


BARRA 2 SENSORE 3 (SN 7391) SENSORE 4 (SN 8677)

DATA	18/01/2012
FASE	Prova di carico
SENSORE 3 SN 7391	SENSORE 4 SN 8677

	CARICO (KG)	PRESSIONE MARTINETTO (BAR)	$\Delta L_{(mm)}$ [misurato]	$\Delta L_{(mm)}$ [misurato]
Variazione di carico	5000	60	12,028	37,749
	10000	120	12,026	37,754
	20000	240	12,030	37,793
	30000	360	12,034	37,823
	30000	360	12,036	37,742
	20000	240	12,035	37,727
Valore di serraggio in esercizio	10000	120	12,029	37,669

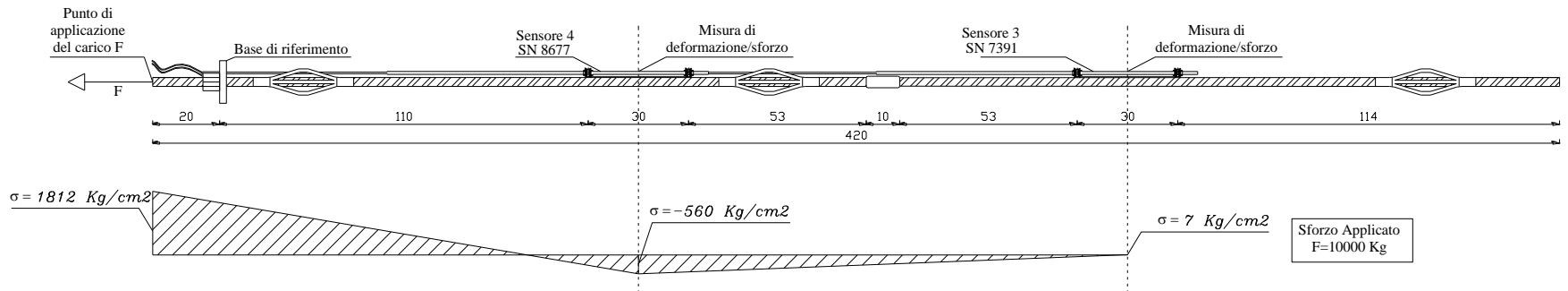
DIAGRAMMI RELATIVI ALLA VARIAZIONE DELLO STATO TENSIONALE DURANTE LA PROVA DI CARICO SULLA BARRA DI ANCORAGGIO N°2
 Scala 1:20





Stato tensionale rilevato nella barra in corrispondenza dell'applicazione dello sforzo di serraggio

DIAGRAMMI RELATIVI ALLA VARIAZIONE DELLO STATO TENSIONALE DURANTE LA PROVA DI CARICO SULLA BARRA DI ANCORAGGIO N°2



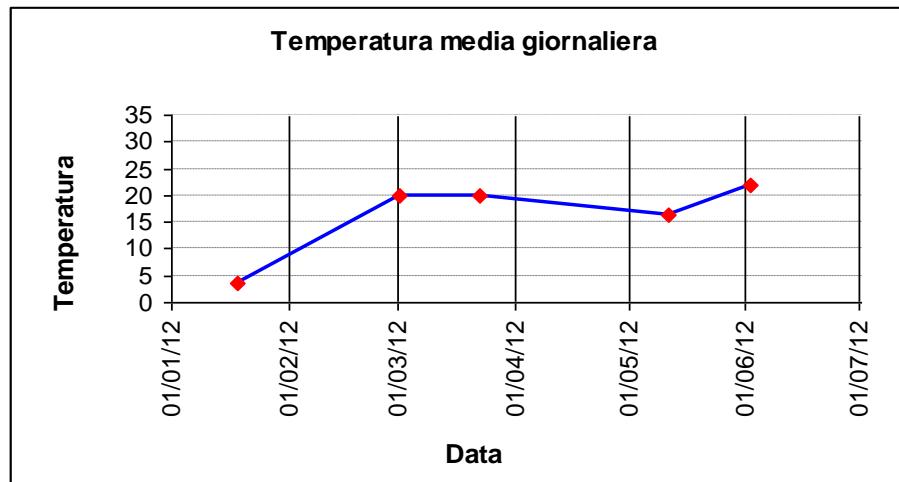
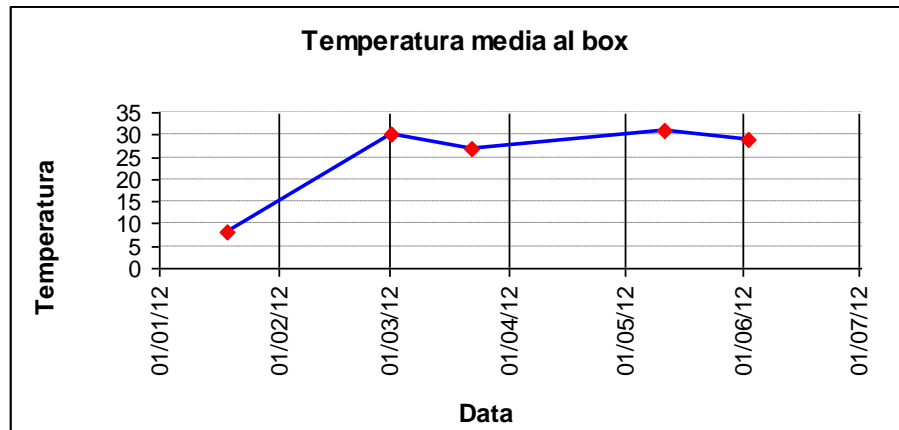
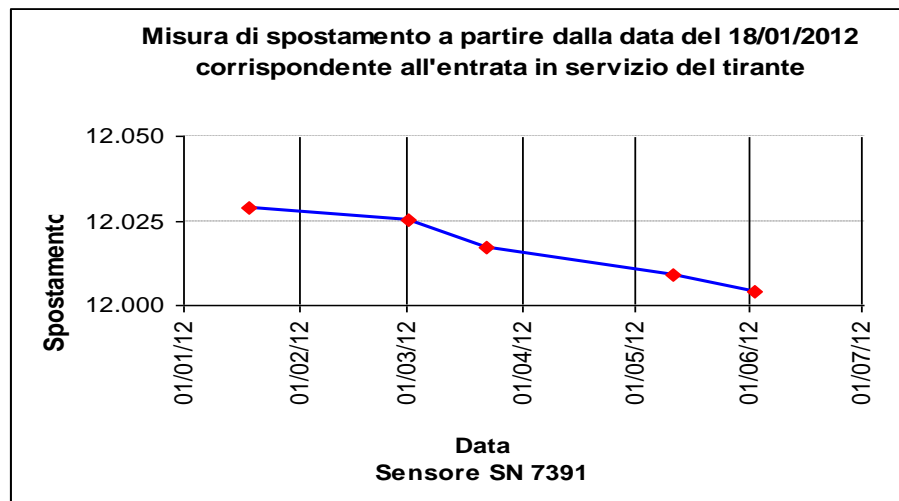


DATA	15/12/2011	18/01/2012	01/03/2012	22/03/2012	11/05/2012	02/06/2012
T°	13°	8°	30°	27°	31°	29°
FASE	installazione	Valore di spostamento in corrispondenza di 10000 Kg / I lettura	II lettura	III lettura	IV lettura	V lettura

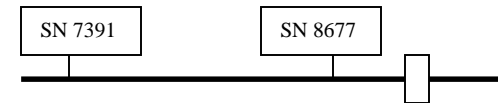
UBICAZIONE	SENSORE	SN	$\Delta L_{(mm)}$ [fabbrica]	$\Delta L_{(mm)}$ [misurato]	$\Delta L_{(mm)}$ [misurato]	$\Delta L_{(mm)}$ [misurato]	$\Delta L_{(mm)}$ [misurato]	$\Delta L_{(mm)}$ [misurato]	$\Delta L_{(mm)}$ [misurato]
BARRA 1	1	7392	12.526	12.486	*12.624	12.615	12.617	12.607	12.602
	2	8674	37.803	37.954	*37.941	37.942	37.919	37.912	37.919
BARRA 2	3	7391	11.931	12.002	*12.029	12.025	12.017	12.009	12.004
	4	8677	37.558	37.733	*37.669	37.625	37.612	37.590	37.589
BARRA 3	5	7393	11.576	11.623	**11.638	11.624	11.623	11.616	11.614
	6	8676	37.533	37.421	**37.435	37.426	37.412	37.386	37.391
BARRA 4	7	8679	39.286	39.355	**39.349	39.340	39.337	39.326	39.325
	8	8680	38.230	38.314	**38.289	38.278	38.274	38.263	38.261
BARRA 5	9	8675	37.104	37.115	*37.118	37.103	37.101	37.091	37.087
	10	8678	38.409	38.770	*38.851	38.857	38.853	38.834	38.824

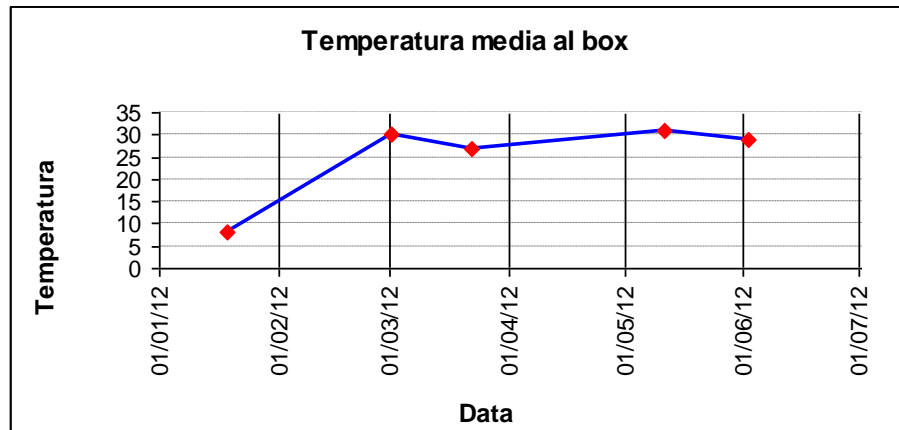
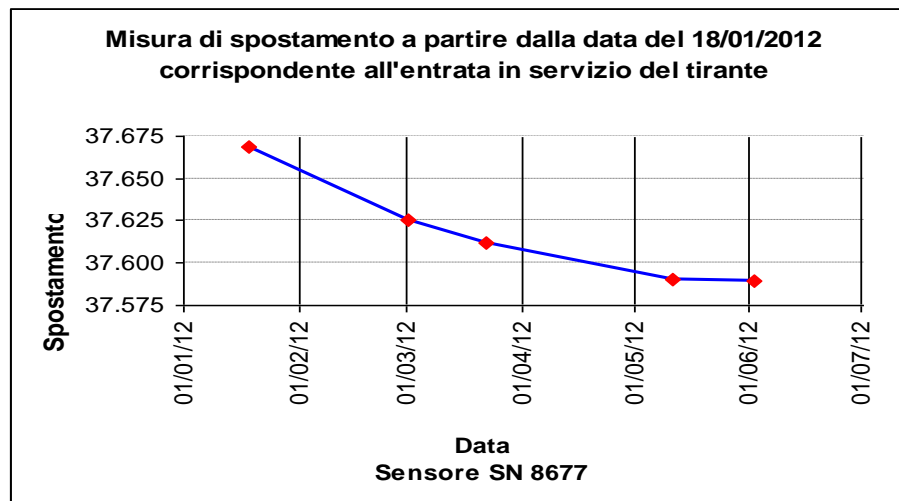
* Barre sottoposte a prova di carico e messa in tiro

** Barre sottoposte a messa in tiro

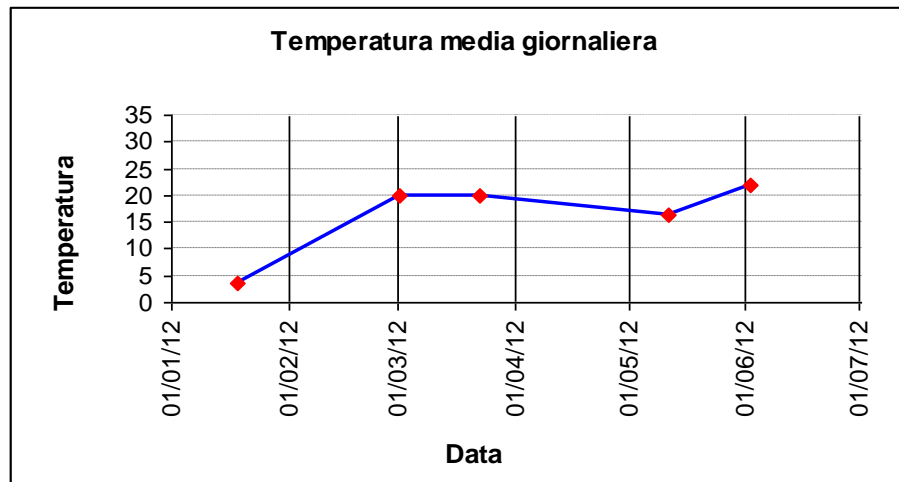
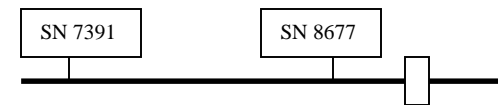


Barra di ancoraggio n°2





Barra di ancoraggio n°2





CONCLUSIONI

***Materiale disponibile sul sito
www.sismlab.it***