

INDAGINE SPERIMENTALE

XXXXXXXX X. XXXXX XXXXX XXXXXXXXXXXXXXX

ESTE (PD)

PROVE n. 2723 - 26 / PD

03 - 04 febbraio 2005

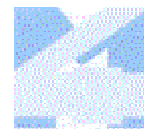
Committente: XXXXX XXXX XX

Progettista: ing. XXXXX XXXXXX

Relatore: geom. Davide Morello



Lato sud - est del xxxxxxxx



INDICE

1.0 PREMESSA	2
2.0 DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE.....	3
3.0 DESCRIZIONE DELLA PROVA 2723	4
4.0 DESCRIZIONE DELLA PROVA 2724	7
6.0 DESCRIZIONE DELLA PROVA 2725	10
7.0 DESCRIZIONE DELLA PROVA 2726	13

ALLEGATI:

- 1- TABULATI NUMERICI GS03
- 2- SCHEMA DI CARICO E UBICAZIONE STRUMENTI DI MISURA

1.0 PREMESSA

La *4 EMME Service S.p.A.* è stata incaricata dall'*Xxxxxxx XXXX XX* di eseguire una serie di prove di carico all'interno *xxx xxxxxxxx*, soggetto a ristrutturazione, locato nell'area *xxxx'xxxxxxxx xxxxxx* ad Este (PD).

La scelta degli 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 il progettista ing. *Xxxx Xxxxxx*.

Le prove di carico sono state eseguite i giorni **03 e 04 febbraio 2005**.

All'esecuzione delle prove hanno assistito:

ing.	<i>Xxxxx Xxxxxx</i>	Progettista e D.L.
arch.	<i>Xxxxxx Xxxxxxx</i>	<i>xxxxx Xxxxxx</i>

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

geom.	Davide Morello	Tecnico specializzato del centro di Padova
geom.	Morris Casagrande	Tecnico specializzato del centro di Treviso



2.0 DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

Collaudatore GS03

La rilevazione delle deformazioni è stata effettuata con l'attrezzatura denominata *GS03* costituita da:

- unità computerizzata di registrazione delle deformazioni *GS03 AD 24*;
- trasduttori di spostamento di tipo LVDT modello *Schaevitz E 200 HQ*;
- cella di carico bidirezionale classe 1 modello *TCQ 200 kN*;
- software di elaborazione *4 EMME Service.*

Trasduttori di spostamento

I trasduttori di spostamento sono portati a contatto dell'intradosso attraverso apposite aste telescopiche. La catena di misura, sensore-cavo-unità, comporta un errore massimo pari a $\pm 1\%$. I sensori impiegati hanno le seguenti caratteristiche:

- escursione 10 mm;
- sensibilità 0,002 mm;
- linearità 99,6%.

La calibrazione è stata effettuata in data 27 ottobre 2004 e documentata col Certificato di Taratura n.° 222/04.

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.



Serbatoio per collaudi

Sono serbatoi costruiti in tela di nylon rivestita con P.V.C..

La dimensione dell'impronta di carico è 6.40 x 3.40 oppure di 4.40 x 3.40 metri.

L'altezza dell'acqua determina il carico in kN/m^2 attraverso la relazione:

$$1 \text{ cm/acqua} = 0,1 \text{ kN/m}^2$$



3.0 DESCRIZIONE DELLA PROVA 2723

La prova in oggetto è stata eseguita sul solaio del primo piano nel lato a nord del xxxxxxxx. Si tratta di solaio costituito da travi lignee, tavolato e cappa di cls.

L'ubicazione della prova corrisponde ad una sezione del solaio che sviluppa una luce netta di 3,65 metri.

L'intero solaio è formato da n° 17 travi lignee con interasse di 0,25 ÷ 0,30 metri in buono stato di conservazione.

La prova è stata eseguita mediante un serbatoio con impronta di carico di dimensioni 4,40 x 3,40 (B=3,4 m posto in direzione della luce) disposto perpendicolarmente alla luce del solaio, come da schema, riempito d'acqua fino al raggiungimento di un carico complessivo richiesto pari a 4,00 kN/m² e successivamente scaricato.

Le acquisizioni delle deformazioni sono state effettuate per gradienti h=10 cm di altezza d'acqua corrispondente ad un carico sull'impronta di 1,00 kN/m².

Tenuto conto che l'impronta del serbatoio è inferiore alla dimensione del solaio, il carico distribuito di prova è calcolabile attraverso la relazione d'equilibrio dei momenti in mezzzeria, che nel caso di semplice appoggio diventa:

$$q = \frac{(2L - B)b}{L^2} h = = \frac{(2 \cdot 3,65 - 3,4)3,4}{3,65^2} 4,5 = 4,48 \text{ kN/m}^2$$

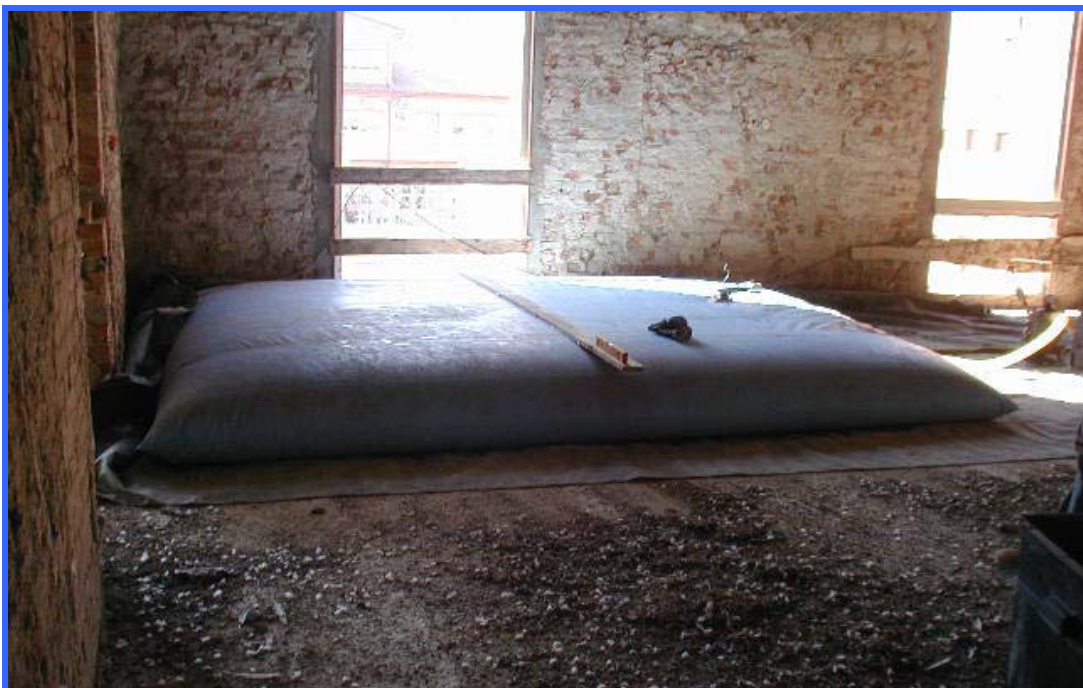
dove:

$$L = 3,65 \text{ [m];}$$

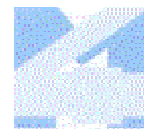
$$B = 3,40 \text{ [m];}$$

$$h = 4,5 \text{ [dm].}$$

Si è caricato il serbatoio fino ad una altezza di 4,5 dm corrispondenti ad un carico uniformemente distribuito di **4,48 kN/m²**.



Posizionamento serbatoio – carico massimo



Sono stati sistemati 8 trasduttori montati rispettivamente in:

- ⊕ canale n°1 – mezzeria solaio adiacente in continuità
- ⊕ canale n°2 – appoggio in adiacenza all’arco (IX trave dal muro)
- ⊕ canale n°3 – appoggio lato esterno (IX trave)
- ⊕ canale n°4 – mezzeria (XII trave)
- ⊕ canale n°5 – mezzeria (IV trave)
- ⊕ canale n°6 – mezzeria (VI trave)
- ⊕ canale n°7 – mezzeria (VIII trave)
- ⊕ canale n°8 – mezzeria (X trave)



Posizione trasduttori di spostamento

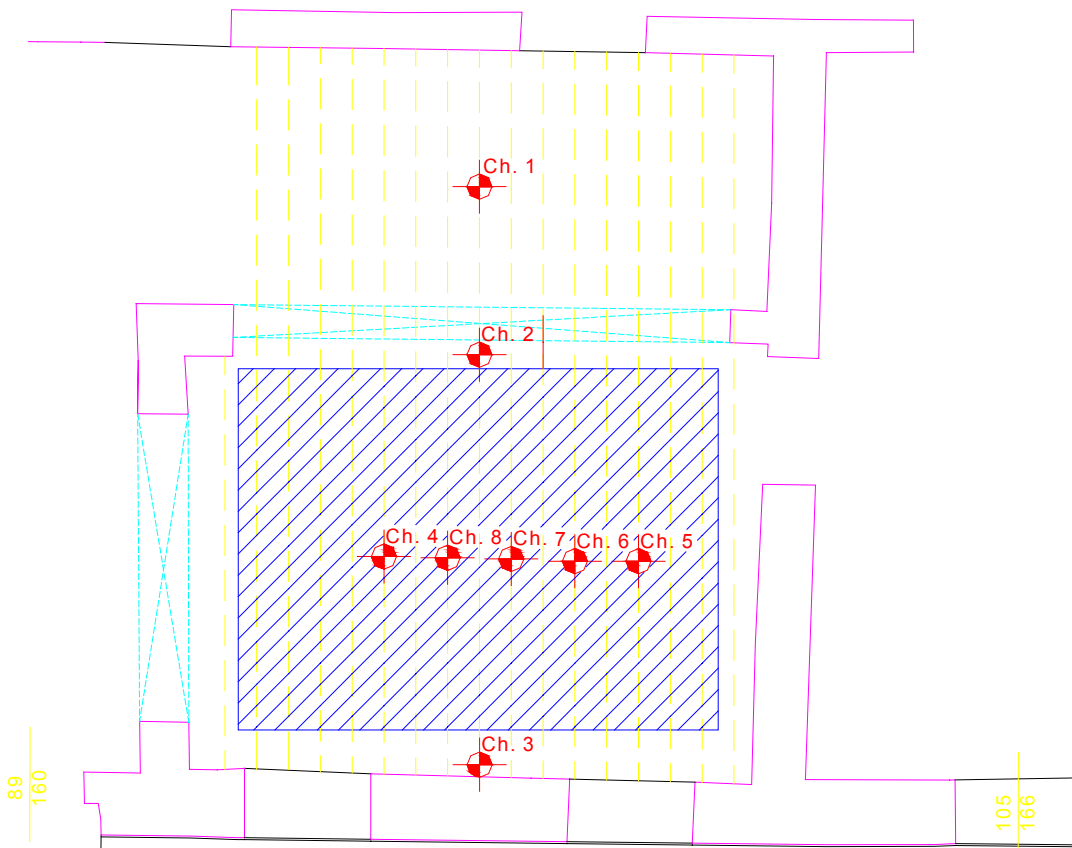
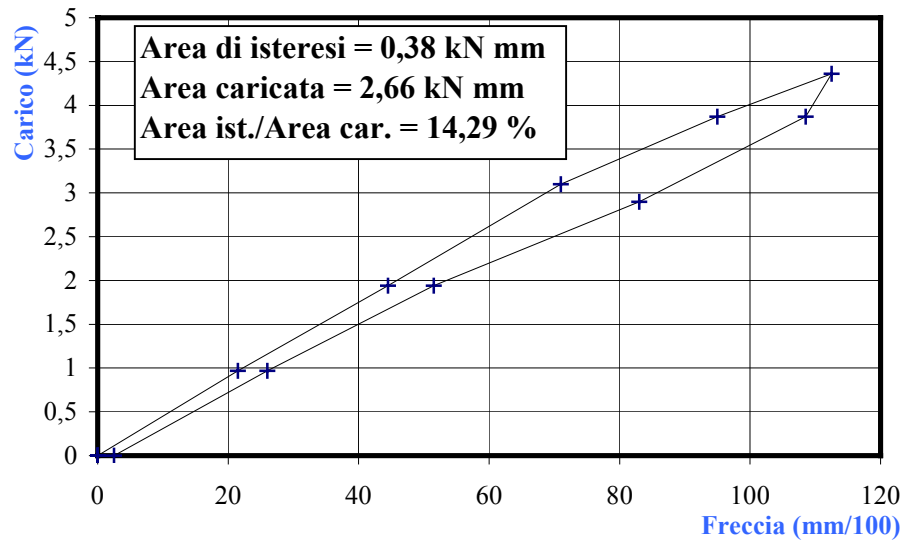
La tabella che segue indica i valori registrati durante l’esecuzione della prova; il cedimento medio in mezzeria (ch. 7 e ch. 8) depurato dall’appoggio (ch. 3), la percentuale di linearità ed il residuo allo scarico.

Altezza acqua cm	Carico kN/mq	Ch. 1 mm	Ch. 2 mm	Ch. 3 mm	Ch. 4 mm	Ch. 5 mm	Ch. 6 mm	Ch. 7 mm	Ch. 8 mm	Dato mezzeria depurato	Lin. %
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	1,00	0,09	0,21	0,11	0,35	0,30	0,31	0,31	0,34	0,22	
20	1,99	0,20	0,42	0,25	0,67	0,62	0,65	0,69	0,70	0,45	97
32	3,18	0,31	0,66	0,38	1,04	0,97	1,04	1,07	1,11	0,71	97
40	3,98	0,37	0,85	0,49	1,38	1,26	1,37	1,42	1,46	0,95	91
45	4,48	0,44	0,99	0,57	1,67	1,48	1,62	1,68	1,71	1,13	86
40	3,98	0,42	0,92	0,53	1,57	1,41	1,53	1,61	1,62	1,09	
30	2,99	0,38	0,78	0,49	1,14	1,10	1,18	1,26	1,38	0,83	
20	1,99	0,32	0,60	0,40	0,80	0,78	0,83	0,85	0,98	0,52	
10	1,00	0,26	0,49	0,35	0,53	0,54	0,56	0,54	0,68	0,26	
0	0,00	0,17	0,22	0,18	0,13	0,14	0,13	0,19	0,22	0,03	

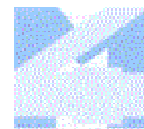
residuo %	40	24	34	8	10	8	12	14	2
------------------	-----------	-----------	-----------	----------	-----------	----------	-----------	-----------	----------



**CURVA DI ISTERESI PER CARICO DISTRIBUITO
PROVA N° 2723 (media trasduttori di mezzeria depurati)**



Schema ubicazione sensori e impronta di carico



4.0 DESCRIZIONE DELLA PROVA 2724

La prova in oggetto è stata eseguita sul solaio del primo piano nel lato a nord del xxxxxxxx. Si tratta di solaio costituito da travi lignee, tavolato e cappa di cls.

L'ubicazione della prova corrisponde ad una sezione del solaio che sviluppa una luce netta di 3,00 metri.

L'intero solaio è formato da n° 12 travi lignee con interasse di $0,25 \div 0,30$ metri in buono stato di conservazione.

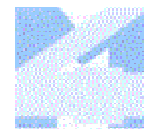
La prova è stata eseguita mediante un serbatoio con impronta di carico di dimensioni $4,40 \times 3,40$ (B=3,40 m posto in direzione della luce) disposto perpendicolarmente alla luce del solaio, come da schema, riempito d'acqua fino al raggiungimento di un carico complessivo richiesto pari a $4,00 \text{ kN/m}^2$ e successivamente scaricato.

Le acquisizioni delle deformazioni sono state effettuate per gradienti $h=10$ cm di altezza d'acqua corrispondente ad un carico sull'impronta di $1,00 \text{ kN/m}^2$.

Si è caricato il serbatoio fino ad un'altezza di 4,5 dm corrispondenti ad un carico uniformemente distribuito di **$4,50 \text{ kN/m}^2$** .

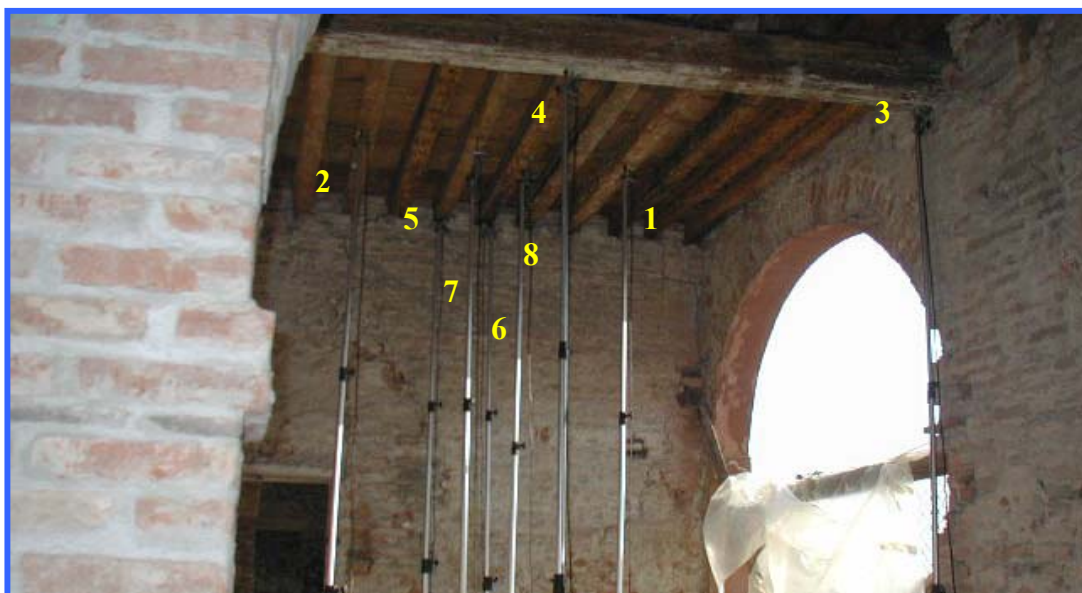


posizionamento serbatoio – fase di scarico



Sono stati sistemati n.8 trasduttori montati rispettivamente in:

- ⊕ canale n°1 – mezzeria (IX trave dall'interno chiostro)
- ⊕ canale n°2 – mezzeria (IV trave)
- ⊕ canale n°3 – appoggio rompitratta
- ⊕ canale n°4 – mezzeria rompitratta
- ⊕ canale n°5 – appoggio (VI trave)
- ⊕ canale n°6 – appoggio (VII trave)
- ⊕ canale n°7 – mezzeria (VI trave)
- ⊕ canale n°8 – mezzeria (VII trave)

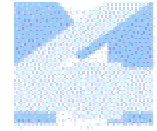


posizione trasduttori di spostamento

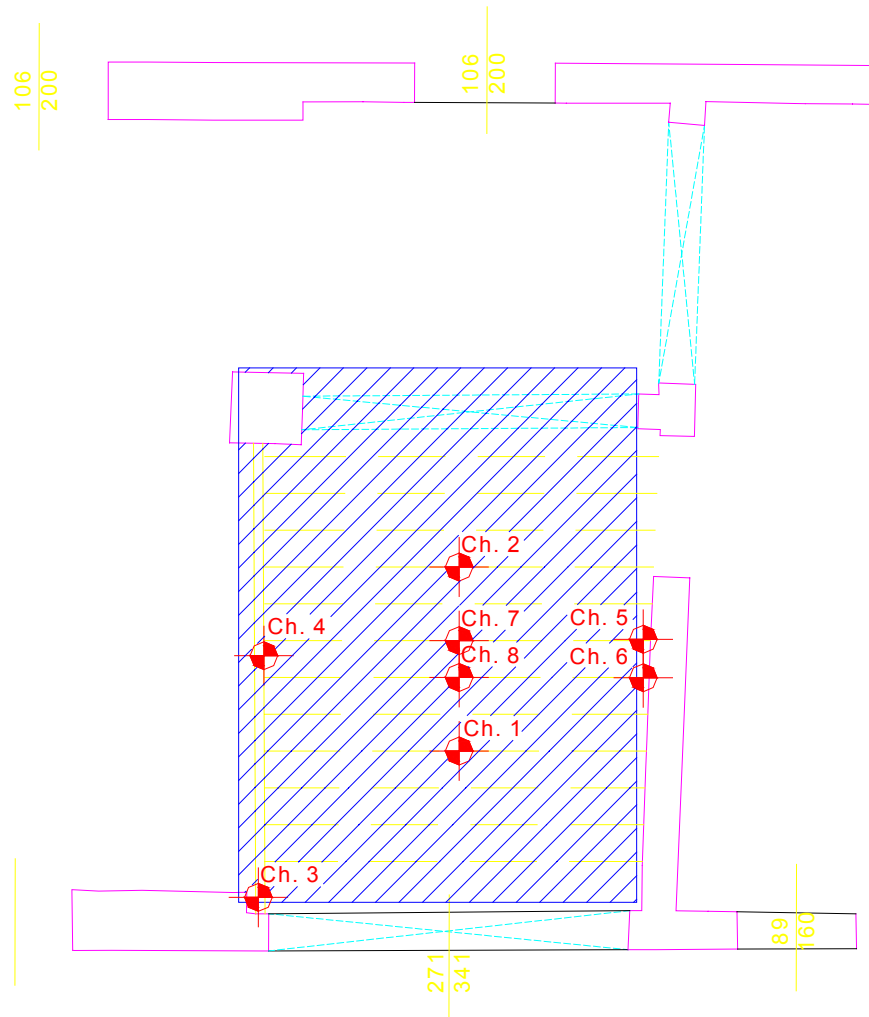
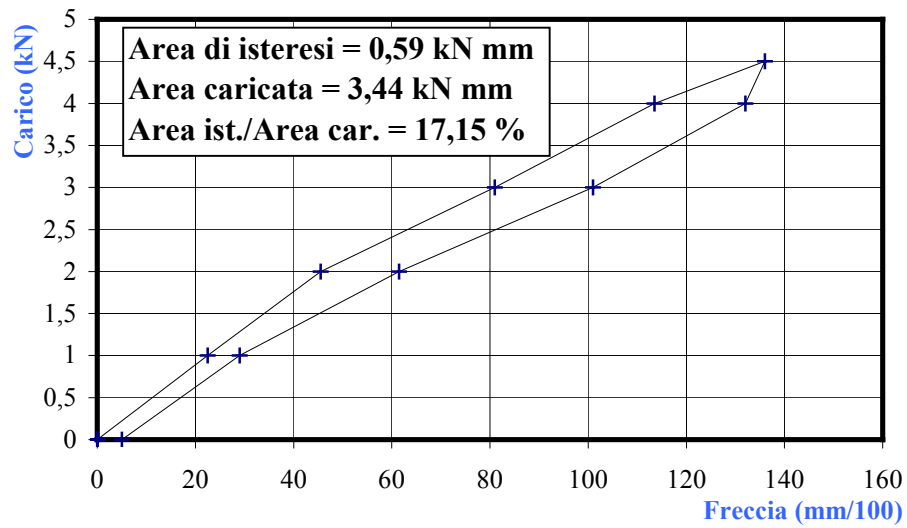
La tabella che segue indica i valori registrati durante l'esecuzione del carico e scarico; il cedimento medio in mezzeria (ch. 7 e ch. 8) depurato dalla media degli appoggi (ch. 5 e ch. 6), la percentuale di linearità ed il residuo allo scarico.

altezza serb. cm	Carico kN/mq	Ch. 1 mm	Ch. 2 mm	Ch. 3 mm	Ch. 4 mm	Ch. 5 mm	Ch. 6 mm	Ch. 7 mm	Ch. 8 mm	Dato mezzeria depurato	L. %
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	1,00	0,20	0,15	0,07	0,22	0,05	0,05	0,27	0,28	0,23	
20	2,00	0,56	0,32	0,13	0,54	0,10	0,10	0,54	0,57	0,46	99
30	3,00	0,92	0,68	0,19	0,93	0,16	0,16	0,96	0,98	0,81	83
40	4,00	1,33	1,12	0,26	1,33	0,24	0,25	1,35	1,41	1,14	79
45	4,50	1,54	1,31	0,28	1,51	0,32	0,34	1,66	1,72	1,36	74
40	4,00	1,38	1,15	0,26	1,40	0,28	0,30	1,62	1,60	1,32	
30	3,00	1,13	0,95	0,23	1,10	0,23	0,25	1,27	1,23	1,01	
20	2,00	0,77	0,58	0,15	0,72	0,18	0,18	0,81	0,78	0,62	
10	1,00	0,40	0,25	0,11	0,31	0,12	0,12	0,42	0,40	0,29	
0	0,00	0,14	0,14	0,06	0,17	0,08	0,09	0,14	0,13	0,05	

residuo %	10	12	23	12	29	30	9	8	4
-----------	----	----	----	----	----	----	---	---	---



CURVA DI ISTERESI PER CARICO DISTRIBUITO
PROVA N° 2724 (media trasduttori di mezzeria depurati)



Schema ubicazione sensori ed impronta di carico



6.0 DESCRIZIONE DELLA PROVA 2725

La prova in oggetto è stata eseguita sul solaio del primo piano nel lato ad ovest del xxxxxxxx. Si tratta di solaio costituito da travi lignee, tavolato e cappa di cls.

L'ubicazione della prova corrisponde ad una sezione del solaio che sviluppa una luce netta di 3,75 metri.

L'intero solaio è formato da n° 22 travi lignee nuove con interasse di 0,25 ÷ 0,30 metri.

La prova è stata eseguita mediante un serbatoio con impronta di carico di dimensioni 4,40 x 3,40 (B=3,40 m posto in direzione della luce) disposto perpendicolarmente alla luce del solaio, come da schema, riempito d'acqua fino al raggiungimento di un carico complessivo richiesto pari a 4,00 kN/m² e successivamente scaricato.

Le acquisizioni delle deformazioni sono state effettuate per gradienti h=10 cm di altezza d'acqua corrispondente ad un carico sull'impronta di 1,00 kN/m².

Tenuto conto che l'impronta del serbatoio è inferiore alla dimensione del solaio, il carico distribuito di prova è calcolabile attraverso la relazione d'equilibrio dei momenti in mezzzeria, che nel caso di semplice appoggio diventa:

$$q = \frac{(2L - B)b}{L^2} h = = \frac{(2 \cdot 3,75 - 3,4)3,4}{3,75^2} 4,5 = 4,46 \text{ kN/m}^2$$

dove:

$$L = 3,75 \text{ [m];}$$

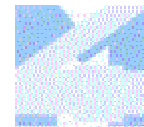
$$B = 3,40 \text{ [m];}$$

$$h = 4,5 \text{ [dm].}$$

Si è caricato il serbatoio fino ad una altezza di 4,5 dm corrispondenti ad un carico uniformemente distribuito di **4,46 kN/m²**.



posizionamento serbatoio – carico massimo



Sono stati sistemati n.8 trasduttori montati rispettivamente in:

- ⊕ canale n°1 – appoggio (XI trave dal muro a sud)
- ⊕ canale n°2 – appoggio (XI trave)
- ⊕ canale n°3 – mezzeria (VI trave)
- ⊕ canale n°4 – mezzeria (VIII trave)
- ⊕ canale n°5 – mezzeria (XVI trave)
- ⊕ canale n°6 – mezzeria (XIV trave)
- ⊕ canale n°7 – mezzeria (XII trave)
- ⊕ canale n°8 – mezzeria (X trave)



posizione trasduttori di spostamento

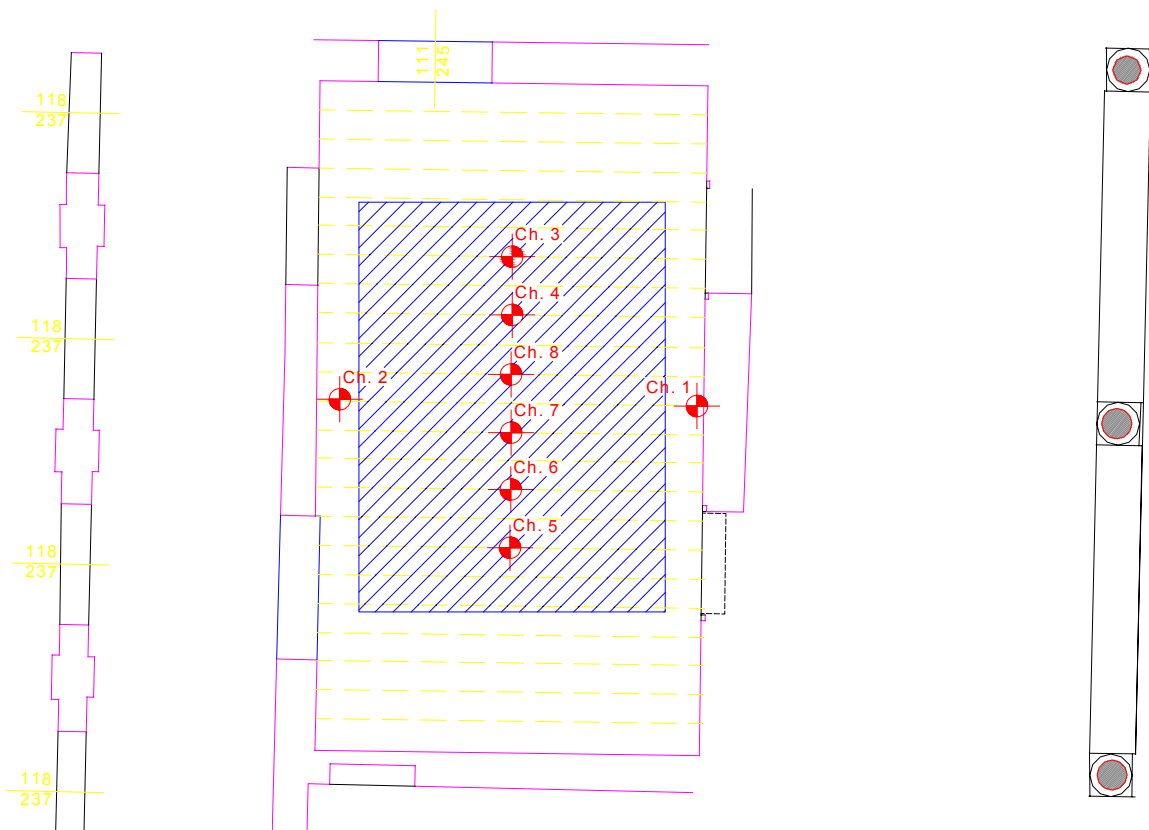
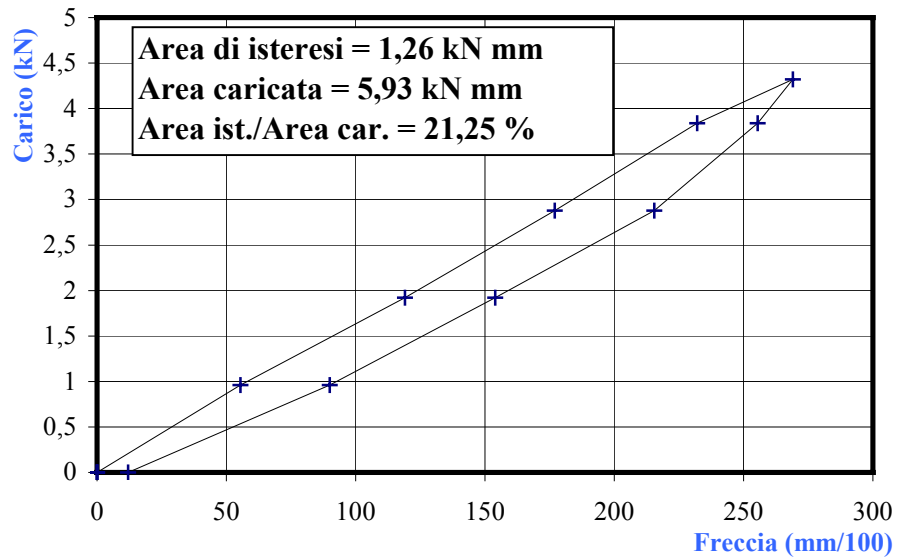
La tabella che segue indica i valori registrati durante l'esecuzione del carico e scarico; il cedimento medio in mezzeria (ch. 7 e ch. 8) depurato dalla media degli appoggi (ch. 1 e ch. 2), la percentuale di linearità ed il residuo allo scarico.

altezza serb. cm	Carico kN/mq	Ch. 1 mm	Ch. 2 mm	Ch. 3 mm	Ch. 4 mm	Ch. 5 mm	Ch. 6 mm	Ch. 7 mm	Ch. 8 mm	Dato mezzeria depurato	L. %
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	0,99	0,06	0,06	0,45	0,55	0,48	0,57	0,61	0,62	0,56	
20	1,98	0,14	0,15	0,91	1,16	1,08	1,26	1,33	1,34	1,19	93
30	2,97	0,20	0,22	1,32	1,71	1,60	1,88	1,98	1,98	1,77	94
40	3,97	0,28	0,31	1,67	2,21	2,10	2,48	2,62	2,61	2,32	96
45	4,46	0,33	0,36	1,91	2,55	2,42	2,88	3,06	3,01	2,69	93
40	3,97	0,31	0,34	1,80	2,41	2,29	2,74	2,91	2,85	2,56	
30	2,97	0,27	0,31	1,54	2,05	1,95	2,33	2,46	2,43	2,16	
20	1,98	0,20	0,23	1,11	1,47	1,39	1,68	1,77	1,74	1,54	
10	0,99	0,12	0,15	0,64	0,86	0,80	0,99	1,05	1,02	0,90	
0	0,00	0,02	0,03	0,02	0,09	0,06	0,16	0,16	0,13	0,12	

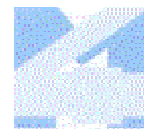
residuo %	6	9	1	4	3	6	5	5	5
-----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---



CURVA DI ISTERESI PER CARICO DISTRIBUITO
PROVA N° 2725 (media trasduttori di mezzeria depurati)



Schema ubicazione sensori ed impronta di carico



7.0 DESCRIZIONE DELLA PROVA 2726

La prova in oggetto è stata eseguita sul solaio del primo piano nel lato ad est del xxxxxxxx. Si tratta di solaio costituito da travi lignee, tavolato e cappa di cls.

L'ubicazione della prova corrisponde ad una sezione del solaio che sviluppa una luce netta di 3,40 metri.

L'intero solaio è formato da n° 19 travi lignee nuove con interasse di $0,25 \div 0,30$ metri.

La prova è stata eseguita mediante un serbatoio con impronta di carico di dimensioni 4,40 x 3,40 (B=3,40 m posto in direzione della luce) disposto perpendicolarmente alla luce del solaio, come da schema, riempito d'acqua fino al raggiungimento di un carico complessivo richiesto pari a $4,00 \text{ kN/m}^2$ e successivamente scaricato.

Le acquisizioni delle deformazioni sono state effettuate per gradienti $h=10$ cm di altezza d'acqua corrispondente ad un carico sull'impronta di $1,00 \text{ kN/m}^2$.

Si è caricato il serbatoio fino ad una altezza di 4,5 dm corrispondenti ad un carico uniformemente distribuito di **$4,50 \text{ kN/m}^2$** .

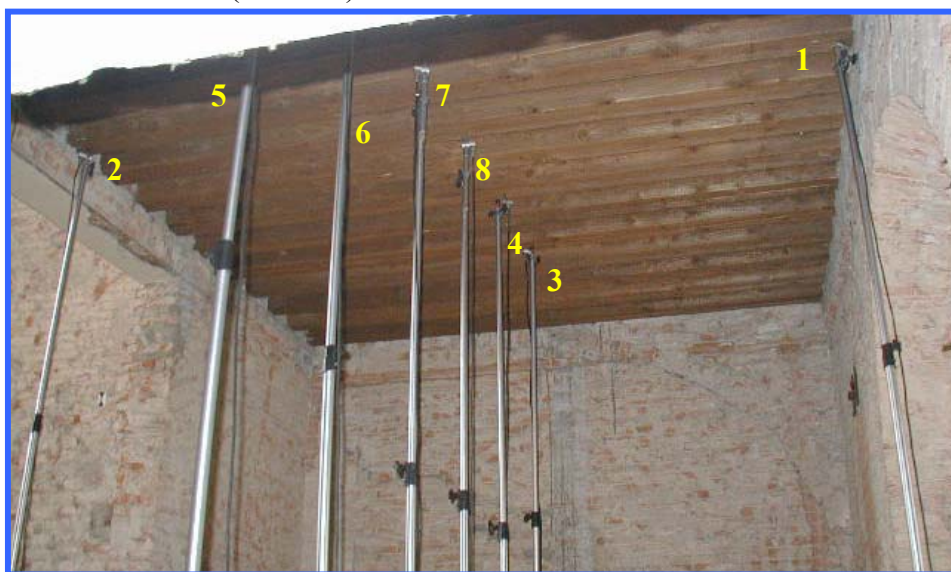


posizionamento serbatoio – carico massimo



Sono stati sistemati n.8 trasduttori montati rispettivamente in:

- ⊕ canale n°1 – appoggio lato rampa scale (X trave dal muro a nord)
- ⊕ canale n°2 – appoggio lato interno (X trave)
- ⊕ canale n°3 – mezzeria (V trave)
- ⊕ canale n°4 – mezzeria (VII trave)
- ⊕ canale n°5 – mezzeria (XV trave)
- ⊕ canale n°6 – mezzeria (XIII trave)
- ⊕ canale n°7 – mezzeria (XI trave)
- ⊕ canale n°8 – mezzeria (IX trave)



posizione trasduttori di spostamento

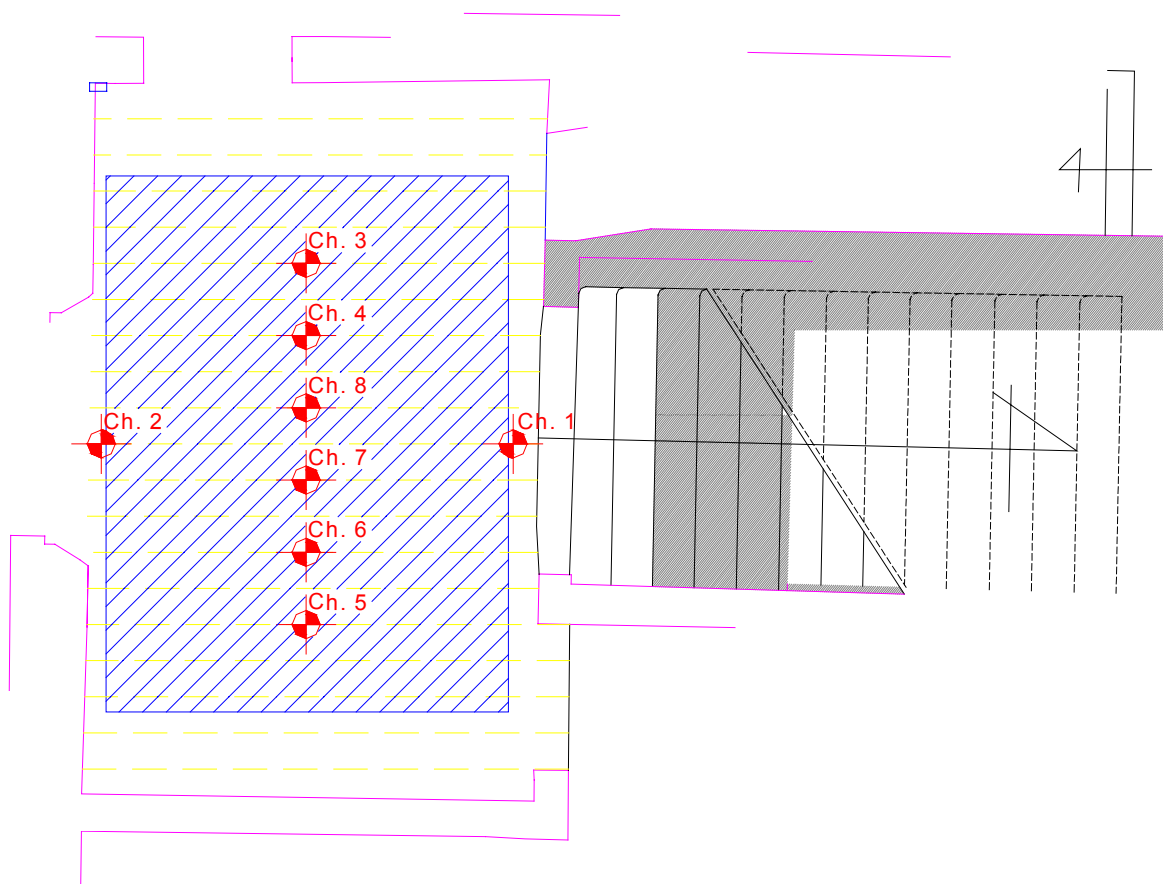
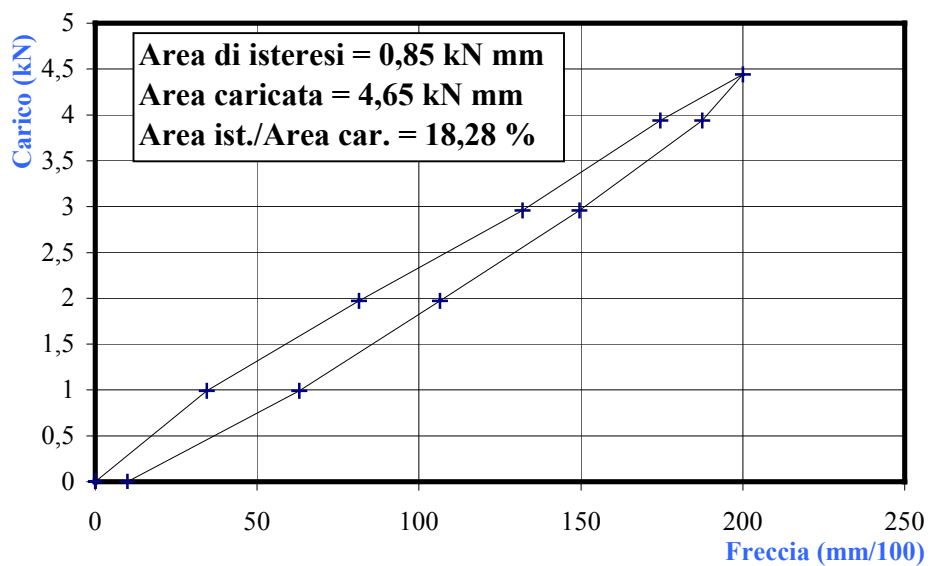
La tabella che segue indica i valori registrati durante l'esecuzione del carico e scarico; il cedimento medio in mezzeria (ch. 7 e ch. 8) depurato dalla media degli appoggi (ch. 1 e ch. 2), la percentuale di linearità ed il residuo allo scarico.

altezza serb. cm	Carico kN/mq	Ch. 1 mm	Ch. 2 mm	Ch. 3 mm	Ch. 4 mm	Ch. 5 mm	Ch. 6 mm	Ch. 7 mm	Ch. 8 mm	Dato mezzeria depurato	L. %
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
10	0,99	0,14	0,12	0,41	0,44	0,38	0,45	0,46	0,49	0,35	
20	1,97	0,26	0,20	0,79	0,93	0,83	0,98	1,05	1,04	0,82	85
30	2,96	0,40	0,29	1,20	1,47	1,31	1,56	1,68	1,65	1,32	78
40	3,94	0,54	0,40	1,56	1,94	1,72	2,09	2,25	2,18	1,75	79
45	4,44	0,61	0,44	1,74	2,19	1,96	2,37	2,57	2,48	2,00	78
40	3,94	0,60	0,45	1,67	2,08	1,86	2,24	2,44	2,36	1,88	
30	2,96	0,50	0,36	1,35	1,66	1,51	1,79	1,95	1,90	1,50	
20	1,97	0,37	0,28	1,00	1,20	1,10	1,30	1,42	1,36	1,07	
10	0,99	0,23	0,19	0,63	0,73	0,66	0,77	0,84	0,84	0,63	
0	0,00	0,07	0,08	0,12	0,13	0,12	0,13	0,17	0,18	0,10	

residuo %	12	18	7	6	6	6	7	8	5
------------------	-----------	-----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------



**CURVA DI ISTERESI PER CARICO DISTRIBUITO
PROVA N° 2726 (media trasduttori di mezzeria depurati)**



Schema ubicazione sensori ed impronta di carico



La società si assume la responsabilità per la precisione delle misurazioni effettuate, mentre l'elaborazione dei dati rappresenta un sussidio al collaudatore al quale spettano verifica ed approvazione.

Padova, 09 febbraio 2005

4 EMME Service S.p.A.
Il Direttore del Centro di Padova
Ing. Luciano Lionello

Il relatore
Geom. Davide Morello