

PROVE IN SITO - LABORATORIO PROVE MATERIALI



4 EMME SERVICE S.p.A. - Via L. Zuegg, 20 - 39100 BOLZANO
Tel. 0471/543111 - Fax 0471/543110 - info@4emme.it - www.4emme.it

PROVE DI CARICO SU SOLAI DEL “GARAGE DI VICOLO CALCIRELLI” A VERONA

PROVE N. 3664-3665/VR

10 febbraio 2010

Committente: **Mazzi Impresa Generale di Costruzioni S.p.A.**
Progettista: **dott. ing. Attilio Castellani**
Relatore: **geom. Simone Marcolini**



Piano copertura del “garage di vicolo Calcirelli” a Verona



INDICE

1	PREMESSA	2
1.1	PLANIMETRIA STRUTTURA CON UBICAZIONE PROVE DI CARICO	3
2	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	4
2.1	PARAMETRI DI CONTROLLO	5
3	SOLAIO A LASTRE PREDALLE P. INTERRATO - PROVA N° 3664/VR	6
4	SOLAIO A LASTRE PREDALLE P. COPERTURA - PROVA N° 3665/VR	9
5	ALLEGATI	12
5.1	TABULATI ORIGINALI DELLA PROVA N° 3664/VR	12

1 PREMESSA

La Società *4 EMME Service S.p.A.* specializzata nell'esecuzione di prove sperimentali su strutture in sito è stata incaricata dall'**Impresa XXXXXX**. di eseguire due prove di carico su solai a lastre predalle interni al nuovo parcheggio denominato "**Garage di vicolo Calcirelli**" a Verona.

Attraverso queste indagini s'intende verificare la capacità portante ed il comportamento in campo elastico dei solai esaminati.

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 **dott. ing. XXXXXXXX**.

Le prove di carico sono state eseguite in data **10 febbraio 2010**.

Alle prove di carico hanno assistito:

dott. arch. XXXXXXXXXX	Collaudatore
dott. ing. XXXXXXXXXX	Progettista
dott. ing. XXXXXXXXXX	Assistente al Progettista

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

geom.	Paolo	Bassi
geom.	Simone	Marcolini
geom.	Moreno	Mantovani



1.1 PLANIMETRIA STRUTTURA CON UBICAZIONE PROVE DI CARICO

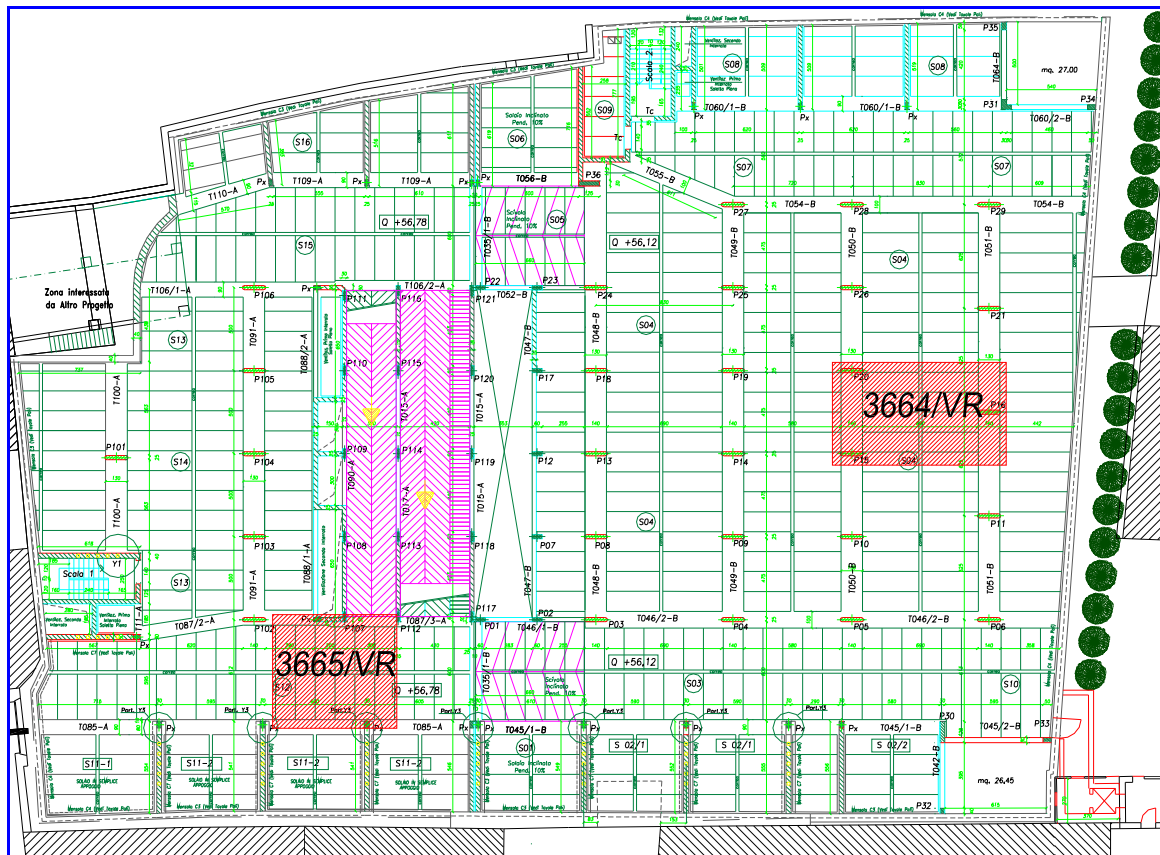


Fig. 1: Planimetria struttura con ubicazione prove di carico



2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Collaudatore GS03

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

- unità computerizzata di registrazione delle deformazioni GS03;
- 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 al $\pm 1\%$.

I sensori impiegati hanno le seguenti caratteristiche:

<i>escursione</i>	$\pm 5 \text{ mm}$
<i>sensibilità</i>	$0,002 \text{ mm}$
<i>linearità</i>	$99,6\%$

Cella di carico

La cella di carico, è uno strumento a funzionamento estensimetrico che consente di rilevare il valore della forza applicata. La cella è installata direttamente su uno dei martinetti utilizzati per l'applicazione del carico. La catena di misura, strumento-cavo-unità, comporta un errore massimo pari a $\pm 1,5\%$.

La cella di carico ha le seguenti caratteristiche:

<i>escursione</i>	$\pm 250 \text{ kN}$
<i>sensibilità</i>	10 daN
<i>linearità</i>	$99,4\%$

Calibrazione

La calibrazione è stata effettuata in data 09 giugno 2009 e documentata col Certificato di Taratura n. 606/09. 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".



2.1 PARAMETRI DI CONTROLLO

Nella prova sperimentale durante il carico delle strutture oltre alle frecce e al carico sono costantemente, ed in tempo reale, tenuti sotto controllo tre ulteriori parametri: Linearità, Ripetibilità e Permanenza.

Ripetibilità: è il rapporto percentuale, a parità di carico, tra i valori della freccia (depurata del residuo) di due cicli diversi.

Linearità: è il rapporto percentuale tra le tangenti alla curva d'isteresi passanti per i punti individuati dall'ultimo e dal primo carico.

Permanenza: è il rapporto percentuale tra il residuo e la freccia massima.

Questi parametri con:

Ripetibilità > 95 % Linearità > 85 % Permanenza < 5 %

non rappresentano un limite invalicabile ma un'analisi statistica su una grande quantità di prove eseguite. Non superando questi limiti, si rientra in un comportamento d'insieme che corrisponde a solai progettati per resistere ad un determinato carico.



3 SOLAIO A LASTRE PREDALLE P. INTERRATO - PROVA N° 3664/VR

La prova di carico è stata eseguita per verificare l'idoneità statica di un solaio a lastre predalle del piano interrato (solaio "S104" tra i pilastri n°15-16-20) avente una luce, all'interasse degli appoggi, di 7,60 m ed un'altezza di 31 cm.

Il carico previsto e concordato precedentemente con il Progettista è pari a $q = 4,00 \text{ kN/m}^2$ ($1,50 \text{ kN/m}^2$ c. permanente + $2,50 \text{ kN/m}^2$ c. accidentale).

La prova di carico, eseguita con il sistema oleodinamico in 4 cicli di carico/scarico, consiste nel generare lo stesso momento flettente che si otterrebbe col carico distribuito attraverso l'utilizzo di forze concentrate su una striscia larga 1,00 metro.

Il carico è stato applicato "a spinta" mediante l'utilizzo di tre martinetti oleodinamici posizionati in mezzzeria e ai terzi luce del solaio esaminato e contrastati dal solaio superiore.



Foto 1: Martinetti oleodinamici utilizzati per l'applicazione del carico



Foto 2: Sensori per rilevare le deformazioni in tempo reale

In funzione dei parametri utilizzati la forza equivalente risulta essere:

$$F_{eq} = q \times C_v \times b \times L = \mathbf{80,55 \text{ kN (26,85 kN a martinetto)}}$$

dove:

carico previsto $q = 4,00 \text{ kN/m}^2$;
coefficiente di vincolo $C_v = 0,64$;
fascia collaborante $b = 4,14 \text{ m}$;
luce $L = 7,60 \text{ m}$.



Schema ubicazione carico e sensori

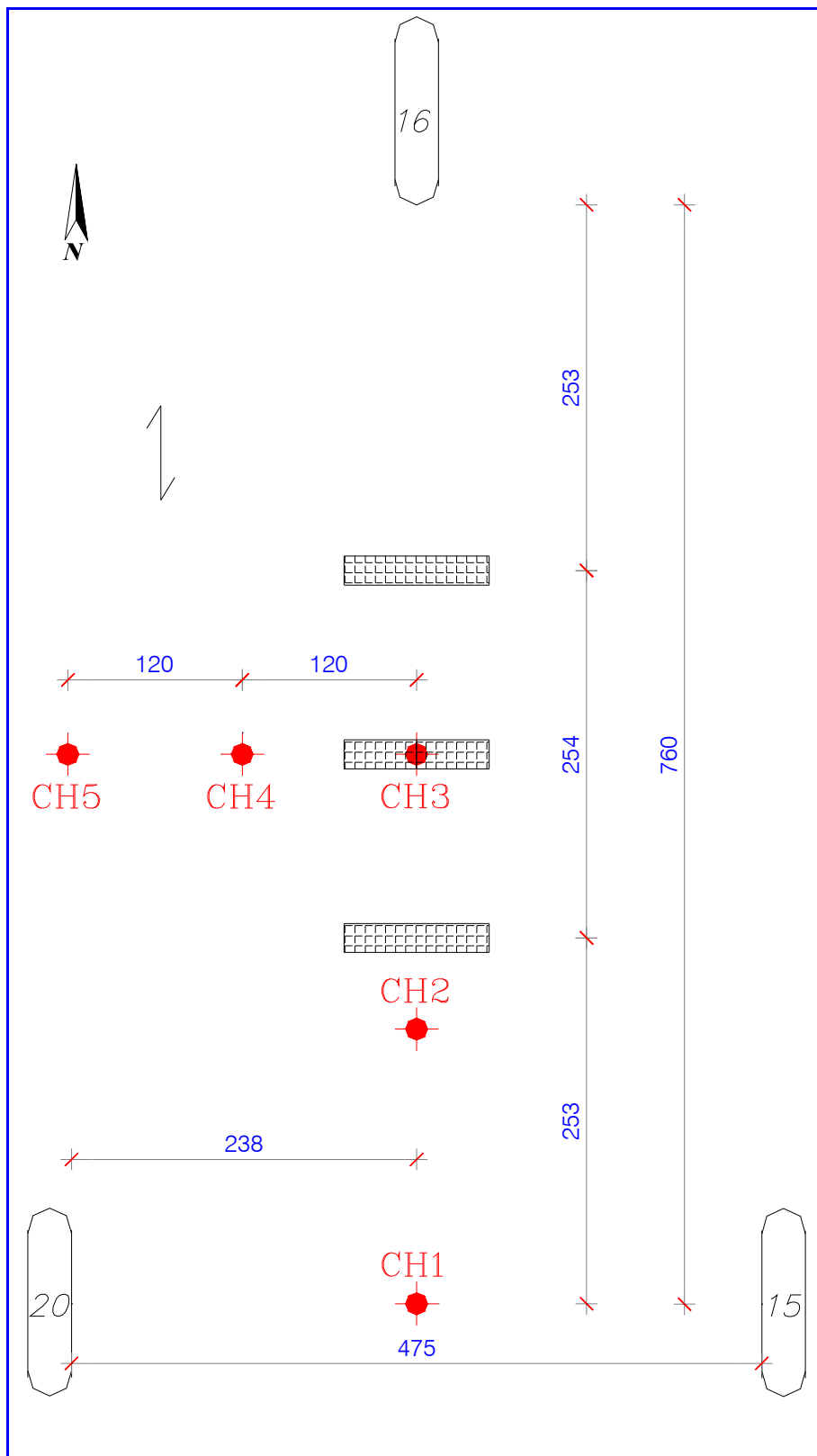


Fig. 2: *Disposizione martinetti e punti di misura*



Risultati della prova – 4° ciclo di carico/scarico

Forza (kN)	Carico (kN/m ²)	Frecce (mm)					Tempo (h.min.sec)	Linearità% (CH 3) L/2
		CH 1 App. S	CH 2 L/4 S	CH 3 L/2	CH 4 1° Trv.	CH 5 2° Trv.		
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10.23.19	-
22,5	1,12	0,03	0,12	0,19	0,13	0,09	10.24.29	-
45,0	2,23	0,08	0,25	0,39	0,29	0,20	10.25.39	97
67,5	3,35	0,11	0,41	0,61	0,45	0,30	10.26.50	93
90,0	4,47	0,16	0,53	0,82	0,61	0,40	10.27.33	93
105,0	5,21	0,18	0,64	0,97	0,72	0,47	10.28.20	91
90,0	4,47	0,17	0,56	0,85	0,63	0,41	10.29.56	-
67,5	3,35	0,12	0,44	0,67	0,48	0,31	10.30.53	-
45,0	2,23	0,09	0,30	0,46	0,34	0,22	10.31.54	-
22,5	1,12	0,05	0,16	0,25	0,17	0,12	10.33.38	-
0,0	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	10.35.36	-

Ripetibilità (%)	Linearità media (%)	Linearità minima (%)	Permanenza (%)	Area ist./carico (%)
99	93	91	1	9,44

Curva d'isteresi per il carico distribuito

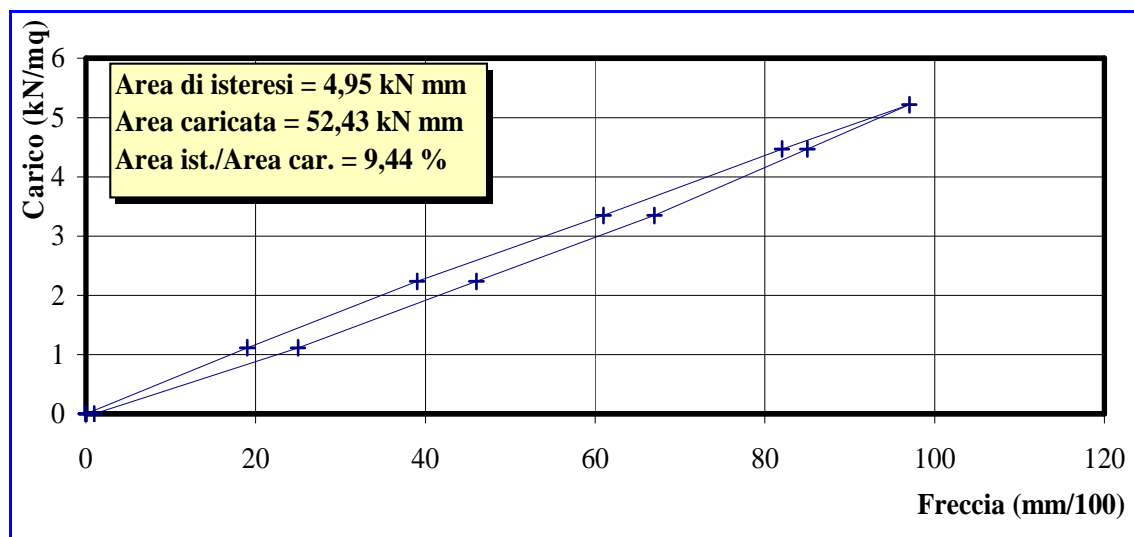


Fig. 3: Grafico rappresentativo dell'area d'isteresi relativa al "CH 3"



4 SOLAIO A LASTRE PREDALLE P. COPERTURA - PROVA N° 3665/VR

La prova di carico è stata eseguita per verificare l'idoneità statica di un solaio a lastre predalle del piano copertura avente una luce, all'interasse degli appoggi, di 6,35 m.

Il carico previsto e concordato precedentemente con il Progettista è pari a $q = 30,00 \text{ kN/m}^2$ ed è stato raggiunto mediante l'utilizzo di 36 cassoni d'acqua da $\pm 10 \text{ kN}$ cad. (dimensioni di $1,00 \times 1,00 \times 1,00 \text{ m}$) disposti su 2 file da 6 ciascuna in 3 stese totali (area d'influenza pari a $12,00 \text{ m}^2$). L'acquisizione delle deformazioni stabilizzate è stata fatta ad ogni stesa completa sia nella fase di carico che di scarico.



Foto 3: 12 cassoni disposti su 2 file da 6 ciascuna in 1 stesa



Foto 4: 24 cassoni disposti su 2 file da 6 ciascuna in 2 stese



Foto 5: 36 cassoni disposti su 2 file da 6 ciascuna in 3 stese (carico max)



Foto 6: Sensori per rilevare le deformazioni in tempo reale



Schema disposizione carico e sensori

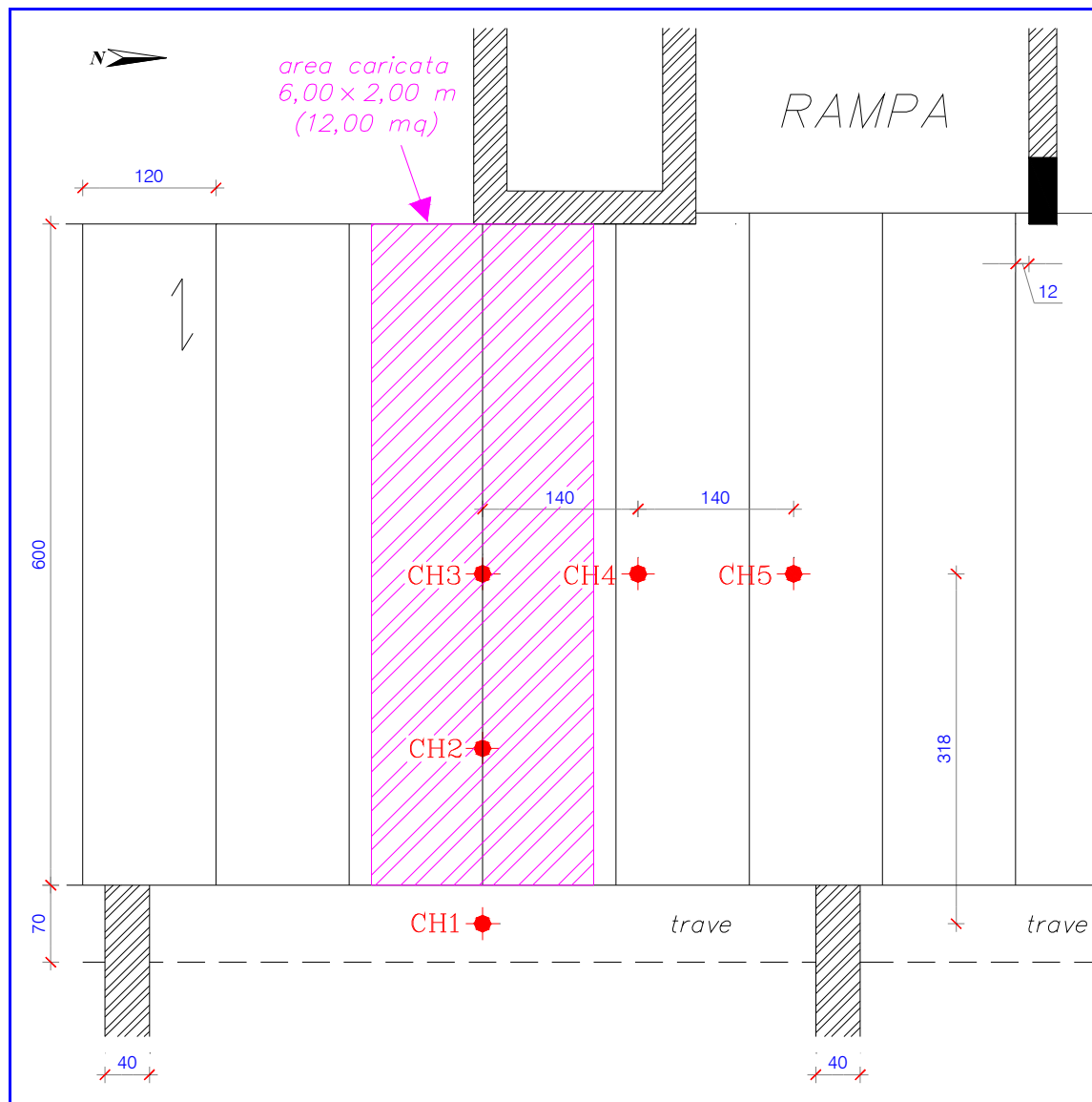


Fig. 4: Schema ubicazione impronta di carico e sensori



Risultati della prova – unico ciclo di carico/scarico

Cassoni	Carico (kN/m ²)	Freccie (mm)					Tempo (h.min.sec)	Linearità% (CH 3) L/2
		CH 1 App. E	CH 2 L/4 E	CH 3 L/2	CH 4 1° Trv.	CH 5 2° Trv.		
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11.25.52	-
12	10,00	0,08	0,13	0,13	0,08	0,02	11.51.37	-
24	20,00	0,21	0,31	0,34	0,24	0,10	12.52.39	76
36	30,00	0,31	0,43	0,46	0,31	0,13	13.54.48	85
36	30,00	0,30	0,43	0,45	0,30	0,13	14.24.45	87
36	30,00	0,30	0,43	0,44	0,29	0,11	14.54.46	89
36	30,00	0,31	0,44	0,45	0,29	0,11	15.24.47	87
24	20,00	0,20	0,30	0,31	0,18	0,05	15.58.30	-
12	10,00	0,12	0,16	0,17	0,08	0,00	16.16.08	-
0	0,00	0,02	0,04	0,04	-0,03	-0,06	16.36.08	-
0	0,00	0,02	0,04	0,03	-0,04	-0,06	16.51.08	-

Linearità media (%)	Linearità minima (%)	Permanenza (%)
85	76	7

Grafico carico-deformazioni

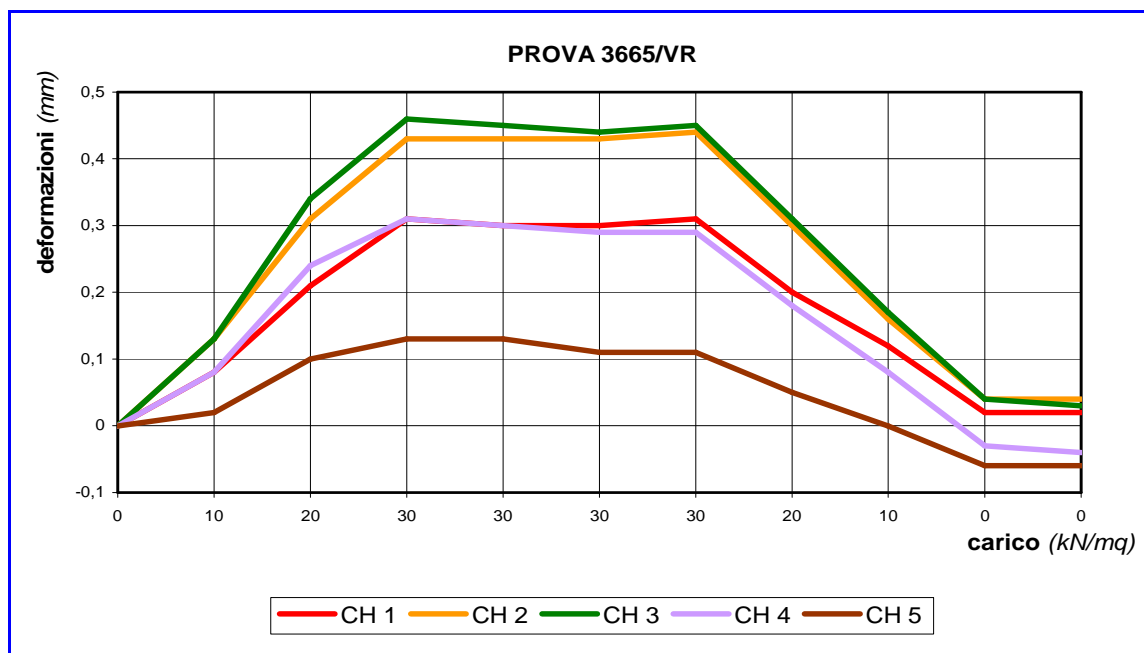


Fig. 5: Grafico carico-deformazioni



Verona, 09 marzo 2010

Il relatore:
geom. Simone Marcolini

4 EMME Service S.p.A.
Il Direttore del Centro di Verona
geom. Paolo Bassi

RELAZIONE REVISIONATA DA:
dott. ing. Andrea Palermo

5 ALLEGATI

5.1 TABULATI ORIGINALI DELLA PROVA N° 3664/VR

Fase	Forza	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	Commento	Orario
	(kN)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(H.m.s)
C=001F=001	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	I° CICLO	09.43.31
C=001F=002	5	0,02	0,08	0,11	0,09	0,04		09.44.54
C=001F=003	10	0,05	0,16	0,22	0,18	0,10		09.46.02
C=001F=004	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		09.48.07
C=002F=001	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	II° CICLO	09.48.17
C=002F=002	7,5	0,04	0,13	0,18	0,15	0,07		09.49.46
C=002F=003	15	0,07	0,26	0,36	0,28	0,18		09.50.41
C=002F=004	22,5	0,12	0,41	0,60	0,47	0,28		09.52.52
C=002F=005	0	0,01	0,04	0,04	0,02	0,01	09.55.19	
C=003F=001	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	III° CICLO	09.55.27
C=003F=002	7,5	0,03	0,11	0,17	0,14	0,07		09.56.49
C=003F=003	15	0,07	0,26	0,38	0,29	0,17		09.58.48
C=003F=004	22,5	0,11	0,38	0,56	0,45	0,27		09.59.59
C=003F=005	30	0,16	0,56	0,84	0,63	0,38		10.01.46
C=003F=006	35	0,20	0,69	1,05	0,78	0,47		10.03.32
C=003F=007	35	0,22	0,75	1,14	0,82	0,50		10.18.19
C=003F=008	0	0,04	0,11	0,17	0,11	0,03		10.21.49
C=004F=001	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	IV° CICLO	10.23.19
C=004F=002	7,5	0,03	0,12	0,19	0,13	0,09		10.24.29
C=004F=003	15	0,08	0,25	0,39	0,29	0,20		10.25.39
C=004F=004	22,5	0,11	0,41	0,61	0,45	0,30		10.26.50
C=004F=005	30	0,16	0,53	0,82	0,61	0,40		10.27.33
C=004F=006	35	0,18	0,64	0,97	0,72	0,47		10.28.20
C=004F=007	30	0,17	0,56	0,85	0,63	0,41		10.29.56
C=004F=008	22,5	0,12	0,44	0,67	0,48	0,31		10.30.53
C=004F=009	15	0,09	0,30	0,46	0,34	0,22		10.31.54
C=004F=010	7,5	0,05	0,16	0,25	0,17	0,12		10.33.38
C=004F=011	0	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01		10.35.36