

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PERUGIA



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE
LABORATORIO DI DINAMICA DELLE STRUTTURE
(LABORATORIO UFFICIALE AI SENSI DELLA LEGGE...)

CONVENZIONE DI CONSULENZA SCIENTIFICA
CON LA LILLI SERRAMENTI s.r.l.

**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA ATTRAVERSO PROVE
SPERIMENTALI E ANALISI NUMERICHE DI UN SISTEMA
DI FISSAGGIO PER FACCIATE CONTINUE**

RAPPORTO 1: PROVE SPERIMENTALI

Responsabile scientifico: PROF. ING. A.L. MATERAZZI

A.L. Materazzi

Sperimentatori: DOTT. ING. M. BRECCOLOTTI

Mario Breccolotti

DOTT. ING. I. VENANZI

Irene Venanzi

DOTT. ING. S. MONOTTI

Silvio Monotti

PERUGIA, APRILE 2006

INDICE

1	PREMESSE E SCOPI	3
2	DESCRIZIONE DEI SUPPORTI SOTTOPOSTI A PROVA	3
3	PROGRAMMA DELLE PROVE SPERIMENTALI	5
3.1	STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	6
3.2	PROVE A COMPRESSIONE	8
3.3	PROVE A TRAZIONE	8
3.4	PROVE A TAGLIO	10
4	RISULTATI DELLE PROVE SPERIMENTALI	10
4.1	PROVE A COMPRESSIONE	10
4.1.1	SUPPORTO A DUE VIE	10
4.2	RISULTATI DELLE PROVE A TRAZIONE	13
4.2.1	SUPPORTO A DUE VIE	13
4.2.2	SUPPORTO AD UNA VIA	15
4.3	RISULTATI DELLE PROVE A TAGLIO	16
4.3.1	SUPPORTO A DUE VIE	16
4.3.2	SUPPORTO A UNA VIA	18
5	CONCLUSIONI	19
	INDICE DELLE FIGURE	20
	INDICE DELLE TABELLE	21

1 Premesse e scopi

In data 10 Novembre 2005 veniva stipulato tra la LILLI SERRAMENTI s.r.l. e l'Università degli Studi di Perugia – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale una convenzione per lo sviluppo di una ricerca applicata sul tema “Caratterizzazione meccanica attraverso prove sperimentali e analisi numeriche di un sistema di fissaggio per facciate continue” in vetro strutturale.

Il sistema di fissaggio è denominato S.J.S. (Spheric Jaws System).

Lo studio è composto di una parte sperimentale, consistente nella valutazione della resistenza meccanica dei vari componenti del sistema di fissaggio, e di una parte teorica consistente nello sviluppo di tabelle utili alla progettazione dei dispositivi e al dimensionamento delle lastre di vetro in funzione dei carichi esterni

Nel presente rapporto, dedicato alla parte sperimentale dello studio, vengono descritte le prove di carico per la valutazione della resistenza e della deformabilità dei supporti e vengono presentati i risultati ottenuti.

2 Descrizione dei supporti sottoposti a prova

Il sistema SJS è un dispositivo per la realizzazione di facciate continue con appoggio puntuale e snodo sferico ed è costituito da un supporto e da un pressore esterno realizzati in alluminio (lega 6060-82) che, uniti tramite una vite passante in acciaio (classe 8.8), permettono la realizzazione di facciate strutturali in appoggio senza la necessità di forare il vetro, né di ancoraggio rigido delle lastre.

Il principale vantaggio di questo tipo di soluzione è quello di realizzare un collegamento tra vetro e struttura mediante un snodo sferico, allo scopo di consentire la trasmissione delle sollecitazioni indotte sulla lastra dalle azioni esterne e consentire al tempo stesso le deformazioni della lastra stessa. Ciò avviene incorporando nello snodo opportune calotte sferiche in materiale plastico a basso coefficiente di attrito (Derlin). Le calotte sono a loro volta alloggiare in due sedi sferiche predisposte sia sul supporto che sul pressore esterno e aventi lo stesso diametro della sfera (Figura 1).

Il sistema permette di utilizzare sia lastre di vetro singolo che a camera, lastre in pietra, legno, materie plastiche e altri materiali da rivestimento.

Per coprire tutte le possibili situazioni progettuali, il supporto viene realizzato in tre versioni: a quattro vie, a due vie ed una sola via, che vengono scelte a seconda del numero di lastre di vetro che il supporto permette di accogliere. In alternativa al supporto a quattro vie è prevista la possibilità di montare due supporti a due vie collegati da una staffa, soluzione che consente anche il fissaggio alla struttura portante.

Data la conformazione dei supporti a due vie e ad una via, molto più snelli rispetto a quelli a quattro vie, solo i primi sono stati oggetto della sperimentazione.

Nelle Figure 1-5 sono mostrati i supporti ad una e due vie.

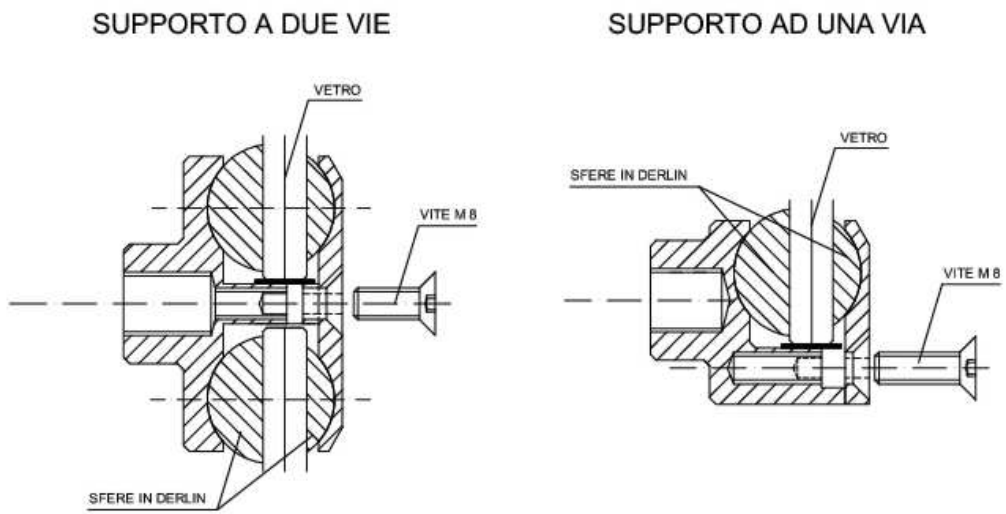


Figura 1. Supporti ad una e due vie tipo SJS.



Figura 2. Vista laterale del supporto ad una via.



Figura 3. Vista dall'alto del supporto ad una via e del relativo pressore esterno.



Figura 4. Vista laterale del supporto a due vie.

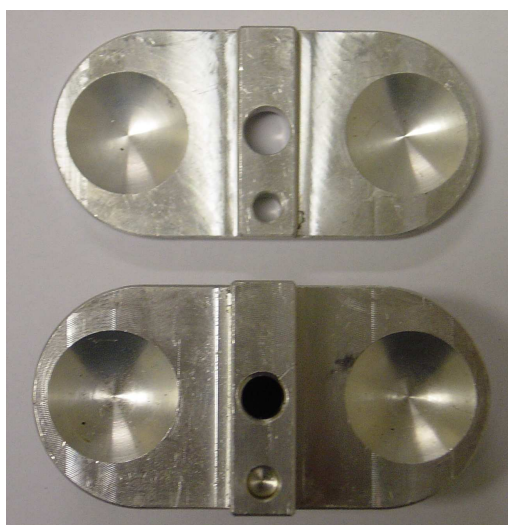


Figura 5. Vista dall'alto del supporto a due vie e del relativo pressore esterno.

3 Programma delle prove sperimentali

Il programma generale delle attività sperimentali comprende l'esecuzione di prove di flessione e taglio.

La prova a flessione della base è stata effettuata esclusivamente sul supporto "a due vie". In effetti per la tipologia "ad una via" tale prova risulta di scarsa valenza ed interesse modesto, in considerazione della conformazione stessa del supporto.

Le prove a flessione del pressore e a taglio al contrario sono state effettuate su entrambe le tipologie di supporto.

Nella prova a flessione sulla abse il carico è stato applicato direttamente sulle sfere in Derlin riproducendo in tal modo le reali condizioni di servizio dei supporti.

Il programma generale delle prove è riportato nella Tabella 1.

N° PROVA	TIPO PEZZO	TIPO PROVA	COMPONENTE
1	due vie	flessione	base
2	due vie	flessione	base
3	due vie	flessione	base
4	due vie	flessione	base
5	due vie	flessione	base
6	due vie	flessione	pressore
7	due vie	flessione	pressore
8	due vie	flessione	pressore
9	una via	flessione	pressore
10	una via	flessione	pressore
11	due vie	taglio	base
12	una via	taglio	base

Tabella 1. Elenco delle prove sperimentali effettuate.

In totale quindi sono state eseguite 11 prove di carico.

3.1 Strumentazione utilizzata

Per l'esecuzione delle prove è stata utilizzata una pressa idraulica OMCN modello 156/ML (Figura 6) in grado di conferire un carico massimo di 20 t. Il carico applicato viene misurato da una apposita cella di carico collegata ad un lettore digitale (Figura 7).

La cella di carico LAUMAS serie CL ha un fondo scala di 10 000 kg e precisione 0.1%.

Per la rilevazione degli spostamenti indotti dal carico applicato sono stati utilizzati comparatori centesimali analogici (SEB) (Figura 8), montati su appositi dispositivi di fissaggio diversi per ciascuna tipologia di prova in relazione alla specifica conformazione del campione sottoposto a prova.

Sono stati impiegati altresì differenti supporti metallici, realizzati allo scopo di rendere fattibile la trasmissione del carico nei vari casi. Di tali elementi si riferirà in maggiore dettaglio nei punti successivi in base al loro utilizzo nelle varie prove.



Figura 6. Pressa idraulica.



Figura 7. Cella di carico e lettore digitale



Figura 8. Comparatori centesimali

3.2 Prove a flessione della base

Le prove a flessione sono state effettuate fissando la base a due vie ad una piastra metallica di dimensioni 240x240 mm avente uno spessore di 20 mm, appositamente realizzata ed alloggiata sulla base di appoggio della pressa. Il fissaggio del supporto alla piastra è stato garantito tramite una vite uguale a quella utilizzata in servizio.

Il carico è stato applicato direttamente sulle calotte sferiche per incrementi successivi nella zona del supporto dove verrà alloggiata la lastra di vetro, avendo cura di predisporre anche le apposite calotte sferiche in materiale plastico. Per applicare il carico al supporto oggetto della sperimentazione, è stato realizzato un elemento di acciaio di geometria e dimensioni adeguate allo scopo (Figura 9).



Figura 9. Prova a flessione della base: supporto a due vie.

Per questa prova sono stati predisposti simmetricamente due comparatori, così da rilevare contemporaneamente l'abbassamento delle due zone di ciascun supporto ove il carico è stato applicato (Figura 9).

Ciascun palpatore dei comparatori appoggia su una piastra di acciaio di spessore 2 mm solidale al supporto in corrispondenza del punto di applicazione del carico.

3.3 Prove a flessione del pressore

Le prove a trazione sono state effettuate applicando il carico a passi successivi come nel precedente caso, operando però su entrambe le tipologie di supporti.

In questo caso si è reso necessario l'utilizzo di due elementi di acciaio ciascuno con geometria assimilabile ad una Ω . Collegando opportunamente gli elementi metallici in parola con i supporti oggetto della sperimentazione, è stato possibile trasmettere ad essi un carico di trazione pur operando con la pressa in modalità di compressione, come nel caso precedente.

Nelle Figure 10 e 11 è mostrato l'assemblaggio dei vari componenti per la realizzazione di tale prova. Anche in questo caso i comparatori hanno permesso di rilevare ad ogni applicazione del carico il

corrispondente spostamento della zona dei supporti interessata dalla prova (Figure 10 e 11).
In questa tipologia di prova e nella precedente la base ed il pressore sono stati disposti per l'esecuzione delle sperimentazioni con l'asse di simmetria in posizione verticale.

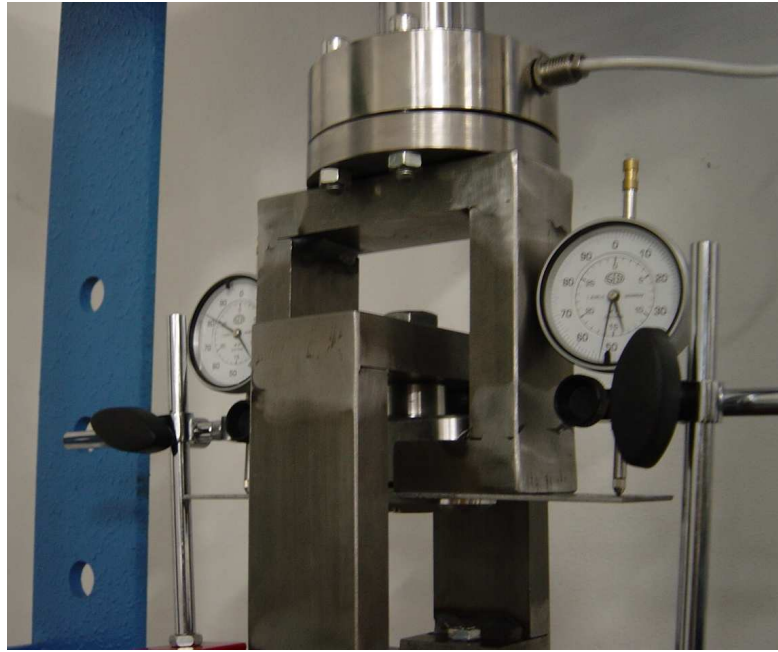


Figura 10. Prova a flessione del pressore: supporto a due vie.

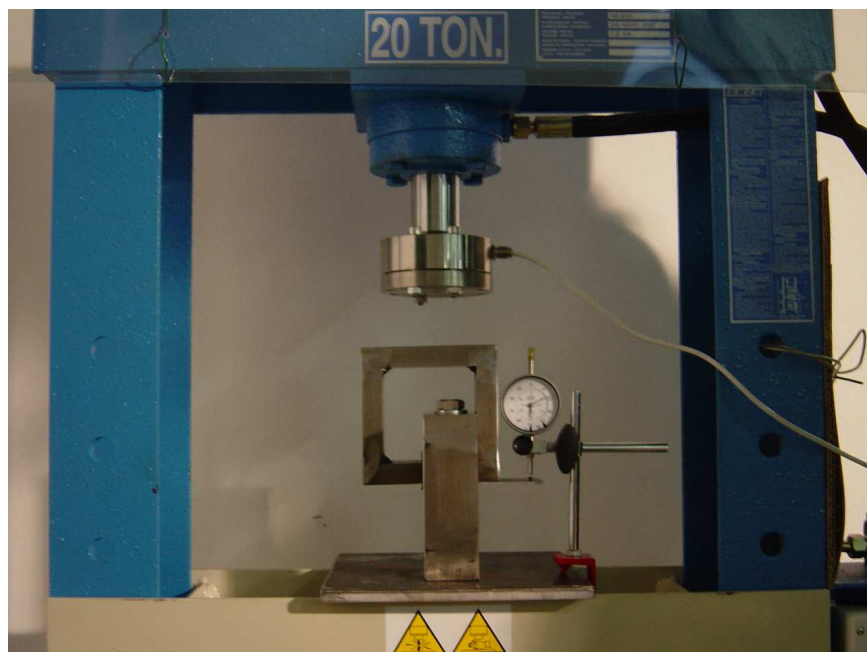


Figura 11. Prova a flessione del pressore: supporto a una via.

3.4 Prove a taglio

La prova a taglio è stata realizzata attraverso modalità esecutive affini alle due tipologie di prove precedentemente illustrate per quanto concerne l'applicazione del carico a passi successivi.

In questo caso è stato necessario utilizzare due elementi di acciaio appositamente realizzati: uno per il fissaggio del supporto alla piastra di appoggio ed uno, fungente da punzone, per la trasmissione del carico. In questo caso i supporti sono stati disposti con l'asse di simmetria in posizione orizzontale. Nella Figura 12 è mostrato l'assemblaggio complessivo prima dell'inizio della prova.

La disposizione orizzontale ha permesso di condurre la prova utilizzando, come nei casi precedenti, la pressa in modalità di compressione.

L'utilizzo dei comparatori in maniera del tutto analoga ai casi precedenti ha permesso di valutare gli spostamenti all'aumentare del carico applicato.



Figura 12. Prova a taglio: supporto a due vie.

4 Risultati delle prove sperimentali

4.1 Prove a flessione

4.1.1 Supporto a due vie

Le prove a flessione effettuate sulle basi a due vie sono state interrotte al raggiungimento di deformazioni incompatibili con la funzionalità degli stessi. In Figura 13 si osserva la base deformata durante la fase finale della prova n° 1.

Nelle Tabelle 2 e 3 sono riportati i risultati della prove n° 1, 2, 3, 4 e 5. Nelle Tabelle, lo spostamento

1 è quello letto in corrispondenza del comparatore di destra mentre lo spostamento 2 è quello misurato dal comparatore di sinistra (Figura 13).

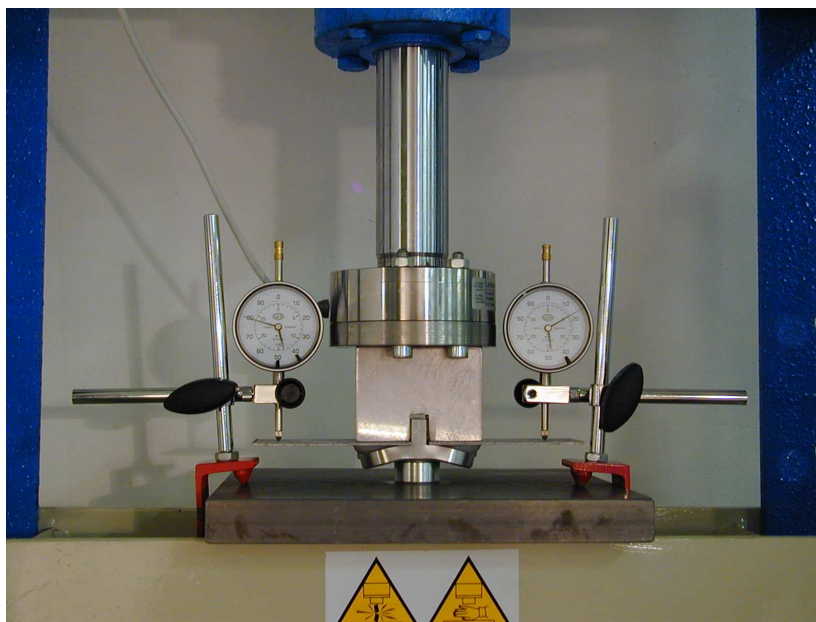


Figura 13. Prova a flessione sulla base: supporto a due vie deformato.

N° step	1° prova			2° prova		
	Carico (N)	Spost. 1 ($mm \cdot 10^{-2}$)	Spost. 2 ($mm \cdot 10^{-2}$)	Carico (N)	Spost. 1 ($mm \cdot 10^{-2}$)	Spost. 2 ($mm \cdot 10^{-2}$)
0	0	0	0	0	0	0
1	981	9	11	3434	14	16
2	3434	15	20	4905	17	19
3	4562	17	23	7259	21	23
4	5886	19	26	13734	30	32
5	8339	22	28	20111	37	39
6	14519	31	38	23348	40	43
7	19620	36	44	31392	48	52
8	20601	37	45	35120	52	58
9	22563	39	47	40025	57	64
10	24917	41	49	49050	67	78
11	29430	45	54	55917	76	90
12	35316	51	58	72594	140	172
13	36984	52	60	78480	219	279
14	51993	73	83	98100	450	507
15	57389	79	88	--	--	--
16	60822	90	102	--	--	--
17	69651	116	131	--	--	--
18	75537	138	155	--	--	--
19	80442	331	332	--	--	--
20	91233	474	459	--	--	--

Tabella 2. Risultati delle prove a flessione sulle basi a due vie: prove 1 e 2.

N° step	3° prova			4° prova			5° prova		
	Carico (N)	Spost. 1 ($mm \cdot 10^{-2}$)	Spost. 2 ($mm \cdot 10^{-2}$)	Carico (N)	Spost. 1 ($mm \cdot 10^{-2}$)	Spost. 2 ($mm \cdot 10^{-2}$)	Carico (N)	Spost. 1 ($mm \cdot 10^{-2}$)	Spost. 2 ($mm \cdot 10^{-2}$)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1854	20	17	2452	9	7	2648.7	10	7
2	2943	24	21	7749	18	18	4120.2	13	11
3	9123	36	33	10791	20	24	5787.9	16	14
4	10791	39	37	21091	29	36	7651.8	19	18
5	11772	40	38	24034	32	40	13734	26	25
6	14715	44	42	32373	39	51	16677	27	28
7	17167	46	45	49050	57	75	28449	37	42
8	23544	52	53	54936	67	89	32373	41	47
9	29430	58	60	62784	113	143	40221	48	57
10	34335	62	65	93195	453	484	53955	65	81
11	39240	67	73	--	--	--	58860	75	93
12	47088	74	83	--	--	--	66708	132	150
13	57879	87	120	--	--	--	68670	163	185
14	62784	96	216	--	--	--	98100	560	583
15	69651	117	244	--	--	--	--	--	--
16	76518	175	308	--	--	--	--	--	--
17	95157	463	605	--	--	--	--	--	--

Tabella 3. Risultati delle prove a flessione sulle basi a due vie: prove 3, 4 e 5.

Nelle Figure 14 e 15 sono rappresentati i diagrammi carico – spostamento per la prova n° 1 ottenuti con il comparatore 1 e il comparatore 2 rispettivamente.

L'esame delle Figure 14 e 15 mostra che, pur se non è stata raggiunta la rottura, è stato largamente superato il limite di proporzionalità cui corrisponde il carico ultimo i fini progettuali.

In Tabella 4 sono riportati i carichi al limite di proporzionalità ottenuti dalle 5 prove a flessione. In Figura 16 è mostrato il supporto a due vie dopo la prova a compressione n° 3.

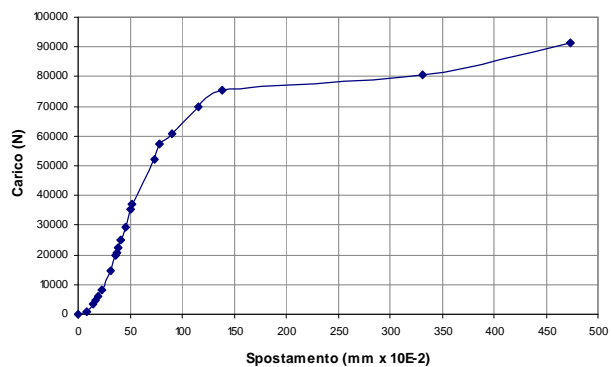


Figura 14. Diagramma Carico-Spostamento per la 1° prova a flessione su basi a due vie: Comparatore 1.

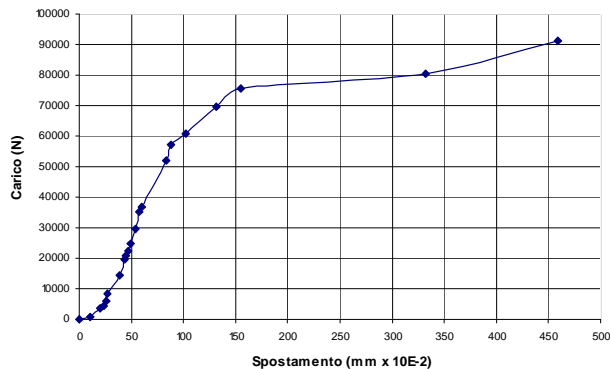


Figura 15. Diagramma Carico-Spostamento per la 1° prova a flessione su basi a due vie: Comparatore 2.

n° prova	Carico al limite di proporzionalità (N)
1	68462
2	69150
3	69021
4	54846
5	62556

Tabella 4. Carichi al limite di proporzionalità per le prove a flessione su basi a due vie.

Il massimo valore del carico ultimo è 69150 N;

il minimo è 54846 N;

Il valor medio è 64807 N;

la deviazione standard è 3105 N.



Figura 16. Sostegno a due vie sottoposto alla prova a flessione su basi a due vie.

4.2 Risultati delle prove a flessione sui pressori

4.2.1 Pressore a due vie

Le prove a flessione effettuate sui pressori a due vie hanno evidenziato una crisi del supporto per rottura a trazione della vite che collega le due parti dell'elemento stesso.

Risulta quindi evidente che per questa specifica tipologia di prova la vite è risultata essere l'elemento che condiziona la resistenza del sistema, in quanto essa giunge a rottura per valori di carico inferiori a quelli necessari a causare la crisi nel pressore in alluminio le cui deformazioni si sono mantenute nel campo elastico.

Nella Tabella 5 vengono riportati i risultati delle prove di flessione sul pressore a due vie.

I valori diversi di resistenza sono dovuti al fatto che si sono manifestate modalità di rottura diverse della vite.

N° step	1° prova			2° prova			3° prova		
	Carico (N)	Spost. 1 ($mm \cdot 10^{-2}$)	Spost. 2 ($mm \cdot 10^{-2}$)	Carico (N)	Spost. 1 ($mm \cdot 10^{-2}$)	Spost. 2 ($mm \cdot 10^{-2}$)	Carico (N)	Spost. 1 ($mm \cdot 10^{-2}$)	Spost. 2 ($mm \cdot 10^{-2}$)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2452	53	138	1236	105	-35	3727	-13	125
2	3825	103	183	2648	127	-29	6768	42	223
3	5493	175	308	5395	176	-5	10398	118	460
4	6082	220	424	6572	197	13	11772	rottura vite	rottura vite
5	10791	rottura vite	rottura vite	7965	215	33	--	--	--
6	--	--	--	10065	253	71	--	--	--
7	--	--	--	12262	369	173	--	--	--
8	--	--	--	14715	rottura vite	rottura vite	--	--	--

Tabella 5. Risultati delle prove a flessione sul pressore a due vie: prove 1, 2 e 3.

Nelle Figure 17 e 18 sono rappresentati i diagrammi carico – spostamento per la prova n° 6 (flessione sul pressore a due vie) ottenute rispettivamente utilizzando le misure del comparatore 1 e del comparatore 2.

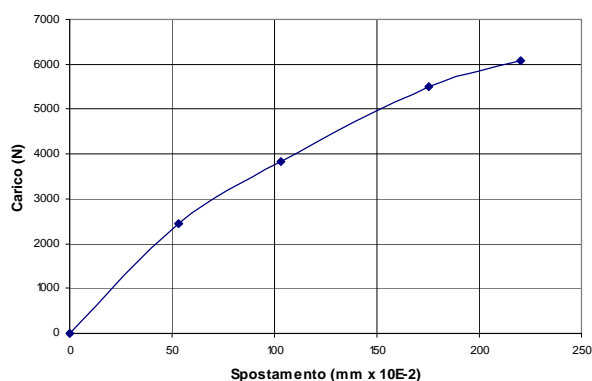


Figura 17. Diagramma Carico-Spostamento per la prova n° 6 su pressore a due vie: Comparatore 1.

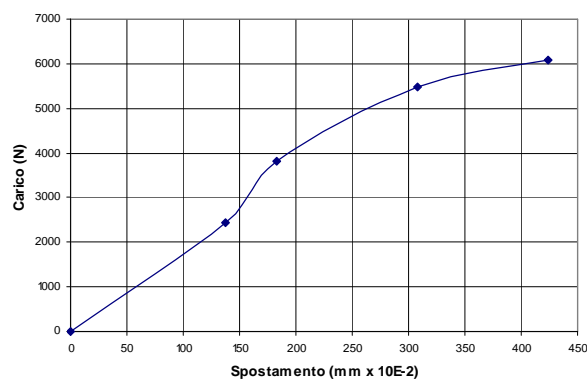


Figura 18. Diagramma Carico-Spostamento per la prova n° 6 su pressore a due vie: Comparatore 2.

In Figura 19 è riportato il pezzo portato a rottura durante la prova n° 6.

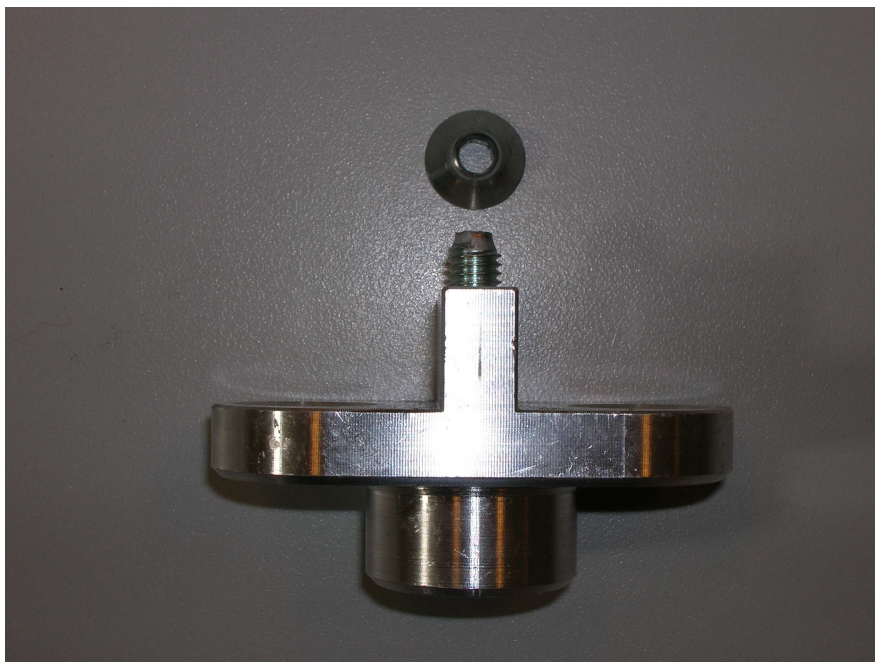


Figura 19. Sostegno a due vie sottoposto alla prova a flessione sul pressore a due vie.

4.2.2 Pressore ad una via

Nel caso della prova a flessione effettuata sul pressore ad una via la prova è stata interrotta al raggiungimento di una deformazione incompatibile con la funzionalità in servizio e senza che si verificasse la rottura né del supporto, né della vite.

In Tabella 6 sono riportati i risultati relativi alla prova n° 9.

N° step	Test 9		Test 10	
	Carico (N)	Spostamento (mm.10 ⁻²)	Carico (N)	Spostamento (mm.10 ⁻²)
0	0	0	0	0
1	1472	102	1236	45
2	2453	133	2648	55
3	3826	164	5395	115
4	4611	176	6572	232
5	5396	186	7965	325
6	6769	202	10065	416
7	7848	215	12262	712
8	10595	249	14715	1212
9	11772	271	16500	Cedimento
10	15402	384	--	--
11	17658	Cedimento	--	--

Table 6. Results of the bending test on pressure: one way support.

Tabella 7. Risultati della prova a flessione su pressore: supporto a una via.

In Figura 20 è riportato il diagramma carico-spostamento per la prova n° 9.

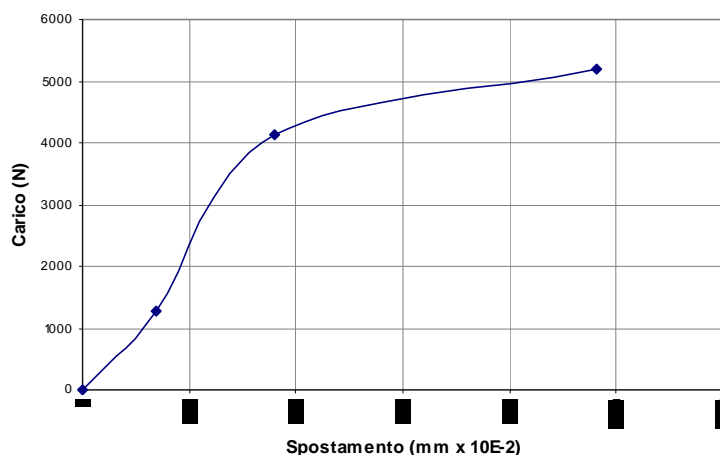


Figura 20. Diagramma carico-spostamento per la prova a trazione su supporto a una via.

Il carico di rottura, coincidente con il termine del ramo elastico del digramma, è 430 kg. In Figura 21 è mostrato il sostegno ad una via deformato a seguito della prova a trazione.



Figura 21. Sostegno ad una via deformato dalla prova a trazione.

4.3 Risultati delle prove a taglio

4.3.1 Supporto a due vie

Nelle prove a taglio effettuate su entrambe le tipologie di supporto si è verificata una deformata flessionale eccessiva della vite M16 utilizzata per fissare i supporti stessi all'apposito modulo metallico di cui si è discusso al punto 3.4.

Ciò è conseguenza dell'impossibilità di realizzare una prova di taglio puro a causa della conformazione stessa dei sostegni sottoposti a prova.

Il supporto stesso al contrario non ha subito deformazioni significative.

In Tabella 7 sono riportati i risultati della prova n° 10 e in Figura 22 è mostrato il corrispondente diagramma carico-spostamento.

N° step	Carico (N)	Spostamento ($mm \cdot 10^{-2}$)
0	451	0
1	1569	27
2	2158	41
3	6376	121
4	7161	132
5	8240	147
6	10692	179
7	12753	211
8	14224	229
9	15696	255
10	18148	306
11	20110	352
12	21582	395
13	23544	494
14	25506	653

Tabella 8. Risultati delle prove a taglio su supporto a due vie.

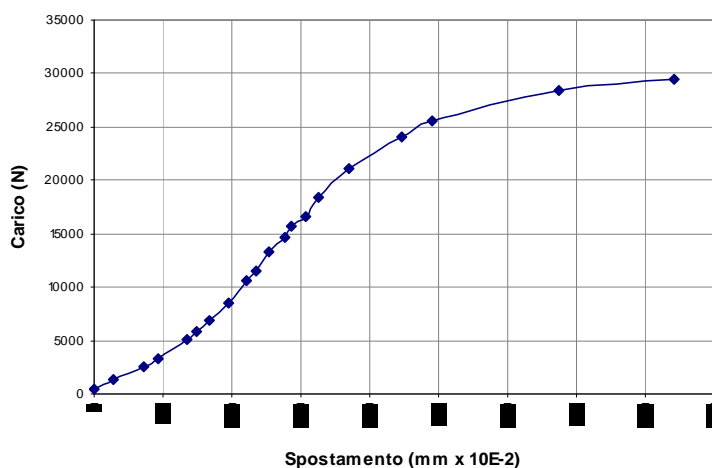


Figura 22. Diagramma Carico-Spostamento per la prova a taglio su supporto a due vie.

In Figura 23 sono mostrati i pezzi utilizzati per la prova n° 10. Si osserva la significativa inflessione della vite utilizzata per collegare il supporto in alluminio oggetto della prova al sostegno in acciaio.

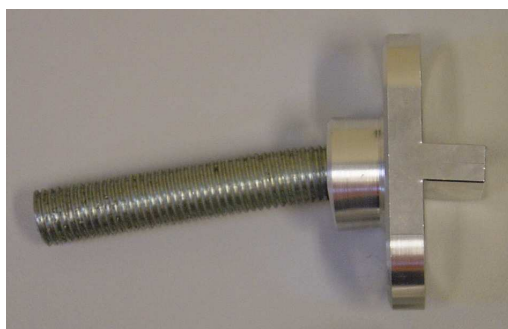


Figura 23. Sostegno a due vie deformato dalla prova a taglio.

4.3.2 Supporto a una via

In Tabella 8 sono riportati i risultati della prova a taglio su supporto ad una via (n°11) e in figura 24 il corrispondente diagramma carico – spostamento.

In Figura 25 sono mostrati i pezzi utilizzati per la prova n° 11.

N° step	Carico (N)	Spostamento ($mm \cdot 10^{-2}$)
0	451	0
1	1570	27
2	2158	41
3	6377	121
4	7161	132
5	8240	147
6	10693	179
7	12753	211
8	14225	229
9	15696	255
10	18149	306
11	20111	352
12	21582	395
13	23544	494
14	25506	653

Tabella 9. Risultati delle prove a taglio su supporto a una via.

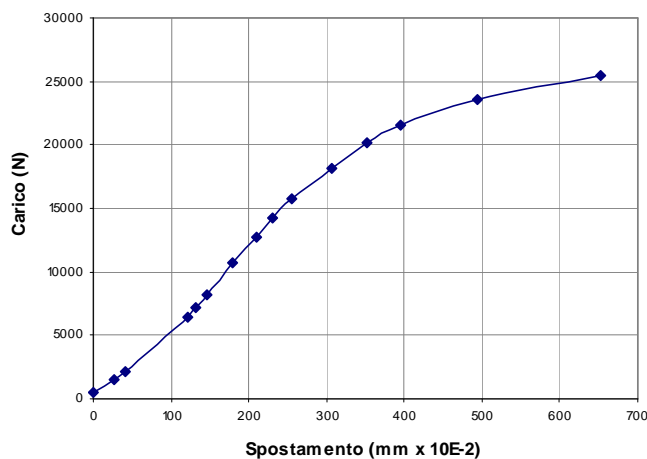


Figura 24. Diagramma carico - spostamento per la prova a taglio su supporto a una via.



Figura 25. Sostegno a una via deformato dalla prova a taglio.

5 Conclusioni

Nel presente rapporto sono descritte le prove sperimentali eseguite nell'ambito della ricerca sul tema "Caratterizzazione meccanica attraverso prove sperimentali e analisi numeriche di un sistema di fissaggio per facciate continue" commissionata dalla ditta Lilli Serramenti s.r.l. all'Università di Perugia.

Sono state effettuate prove di compressione, di trazione e di taglio utilizzando una pressa idraulica e elementi di acciaio conformati in modo da permettere l'esecuzione delle diverse prove di carico. Le deformazioni sono state misurate utilizzando un comparatore centesimale.

E' da notare che le calotte sferiche in Derlin, posizionate nella apposite sedi durante le prove a compressione, non hanno raggiunto la rottura a seguito del carico applicato (10000 N) né hanno subito deformazioni tali da compromettere la funzionalità del sistema.

I risultati delle prove sono riassunti nella Tabella 9.

N° PROVA	TIPOLOGIA PEZZO	TIPO DI PROVA	CARICO ULTIMO (N)	TIPO DI ROTTURA
1	due vie	compressione	68462	Cedimento
2	due vie	compressione	69150	Cedimento
3	due vie	compressione	69021	Cedimento
4	due vie	compressione	54846	Cedimento
5	due vie	compressione	62556	Cedimento
6	due vie	trazione	10791	Rottura vite
7	due vie	trazione	14715	Rottura vite
8	due vie	trazione	11772	Rottura vite
9	una via	trazione	6572	Cedimento
10	due vie	taglio	29430	Flessione vite
11	una via	taglio	25506	Flessione vite

Tabella 10. Risultati delle prove di carico effettuate.

Il responsabile scientifico:

(Prof. Ing. A.L. Materazzi)

A.L. Materazzi

Gli sperimentatori:

(Ing. M. Breccolotti)

(Ing. Ilaria Venanzi)

(Ing. S. Monotti)

*Mario Breccolotti
 Ilaria Venanzi
 Simone Monotti*

5.1 Indice delle figure

Figura 1. Supporti ad una e due vie tipo SJS.	4
Figura 2. Vista laterale del supporto ad una via.	4
Figura 3. Vista dall'alto del supporto ad una via e del relativo pressore esterno.	4
Figura 4. Vista laterale del supporto a due vie.	5
Figura 5. Vista dall'alto del supporto a due vie e del relativo pressore esterno.	5
Figura 6. Pressa idraulica.	7
Figura 7. Cella di carico e lettore digitale	7
Figura 8. Comparatori centesimali	7
Figura 9. Prova a compressione su supporto a due vie.	8
Figura 10. Prova a trazione su supporto a due vie.	9
Figura 11. Prova a trazione su supporto a una via.	9
Figura 12. Prova a taglio su supporto a due vie.	10
Figura 13. Prova a compressione su supporto a due vie. Supporto deformato.	11
Figura 14. Diagramma Carico-Spostamento per la 1° prova a compressione su supporto a due vie: Comparatori 1.	12
Figura 15. Diagramma Carico-Spostamento per la 1° prova a compressione su supporto a due vie: Comparatori 2.	12
Figura 16. Sostegno a due vie sottoposto alla prova a compressione.	13
Figura 17. Diagramma Carico-Spostamento per la prova n° 6 su supporto a due vie: Comparatore 1.	14
Figura 18. Diagramma Carico-Spostamento per la prova n° 6 su supporto a due vie: Comparatore 2.	14
Figura 19. Sostegno a due vie sottoposto alla prova a trazione.	15
Figura 20. Diagramma carico-spostamento per la prova a trazione su supporto a una via.	16
Figura 21. Sostegno ad una via deformato dalla prova a trazione.	16
Figura 22. Diagramma Carico-Spostamento per la prova a taglio su supporto a due vie.	17
Figura 23. Sostegno a due vie deformato dalla prova a taglio.	17
Figura 24. Diagramma carico - spostamento per la prova a taglio su supporto a una via.	18
Figura 25. Sostegno a una via deformato dalla prova a taglio.	18

5.2 Indice delle tabelle

Tabella 1. Elenco delle prove sperimentali effettuate.	6
Tabella 2. Risultati delle prove a compressione su supporto a due vie: prove 1 e 2.	11
Tabella 3. Risultati delle prove a compressione su supporto a due vie: prove 3, 4 e 5.	12
Tabella 4. Carichi al limite di proporzionalità per le prove a compressione.	13
Tabella 5. Risultati delle prove a trazione su supporto a due vie: prove 1, 2 e 3.	14
Tabella 6. Risultati della prova a trazione su supporto a una via.	15
Tabella 7. Risultati delle prove a taglio su supporto a due vie.	17
Tabella 8. Risultati delle prove a taglio su supporto a una via.	18
Tabella 9. Risultati delle prove di carico effettuate.	19