



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TRENTO

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA MECCANICA E STRUTTURALE

Laboratorio Prove Materiali e Strutture

Certificato di prova n° 12903/191

Trento, 7 ottobre 2009

Richiedente del certificato: Heco Italia Srl
Via Marze, 30/D2
36060 Romano d'Ezzelino (VI)

Prove in data: 23-24 luglio 2009

Richiesta in data: 22 luglio 2009 (n°. ingresso: 85)

Oggetto del certificato: N°. 9 prove tipo push-out su campioni di solaio composto legno-calcestruzzo con assito continuo e connettori POWER SISTEM "V" con piastrina metallica della Heco Italia Srl.

1. OGGETTO DELLE PROVE

Le prove hanno per oggetto la determinazione del comportamento meccanico di connettori per solai misti legno-calcestruzzo denominati POWER SYSTEM "V". La Figura 1 riproduce il connettore oggetto delle prove, prodotto e commercializzato dalla ditta Heco Italia Srl.

Il comportamento meccanico è indagato per mezzo di prove push-out su campioni con assito continuo dello spessore di 2,5 cm, realizzati con legno lamellare di abete rosso di classe GL24h e soletta in cemento armato con calcestruzzo di classe di resistenza C25/30.

Sono state sottoposte a prova 3 differenti disposizioni dei connettori; ognuna delle quali composta da 3 campioni push-out. Di ogni disposizione, 1 campione è stato sottoposto a prova monotona fino a rottura in controllo di spostamento mentre gli altri 2 campioni sono stati portati a rottura con la procedura di prova descritta nella norma UNI EN 26891/1991: "Principi generali per la determinazione delle caratteristiche di resistenza e deformabilità".

I connettori POWER SISTEM "V" sono stati forniti dalla ditta produttrice. I campioni push-out sono stati realizzati presso il Laboratorio Prove Materiali dell'Università in conformità alle richieste del richiedente il certificato.



Figura 1 – Il connettore POWER SYSTEM "V"



2. DESCRIZIONE DEI CAMPIONI E DELLA MODALITÀ DI PROVA

I campioni sottoposti a prova sono campioni tipo “push-out” costituiti ciascuno da uno spezzone di trave di legno lamellare di abete rosso collegato ad una soletta di calcestruzzo mediante una serie di connettori POWER SISTEM “V”.

Sono state realizzate 3 serie di campioni tipo “push-out”, ciascuna composta da 3 provini identici, ognuna caratterizzata da una differente disposizione dei connettori.

Le caratteristiche generali dei campioni sottoposti a prova sono:

1. trave in legno lamellare di abete rosso di classe di resistenza GL24 e di lunghezza 900 mm con sezione 120x180 mm;
2. connettori POWER SISTEM “V” applicati sull’assito collegati alla trave tramite 3 viti autoforanti;
3. soletta in conglomerato cementizio di classe C25/30, con lunghezza 900 mm e sezione 500 x 50 mm

In Figura 2 è illustrata la modalità di posa del connettore ed una vista dello stesso in un campione prima del getto. La Figura 3 invece illustra la geometria longitudinale dei campioni.

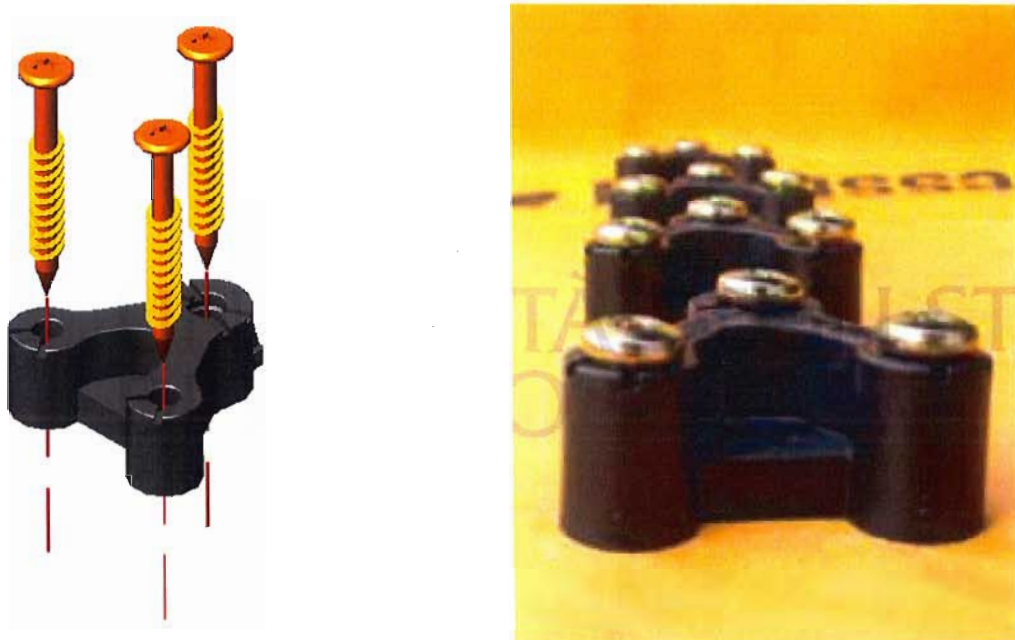


Figura 2 – Modalità di applicazione del connettore nei campioni push-out (nella fotografia una serie di connettori applicati sull’assito con disposizione allineata).

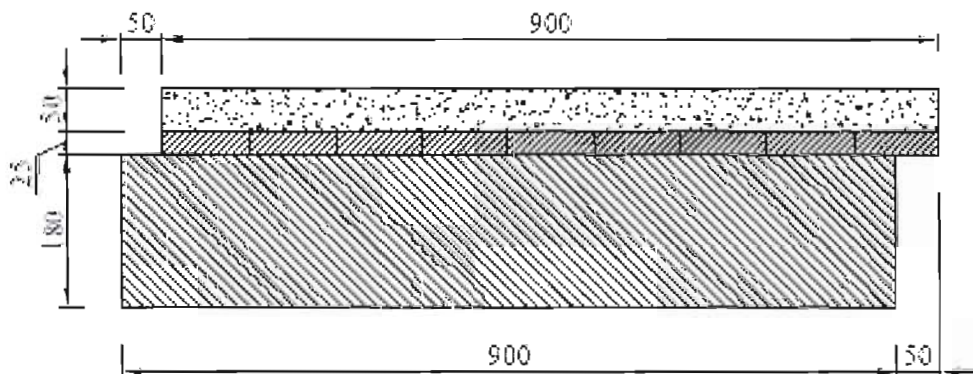


Figura 3 – Dimensioni longitudinali dei campioni push-out.

Le caratteristiche specifiche delle tre serie di provini (dimensioni in mm) sono riportate in Figura 4. Le tre serie di campioni sottoposte a prova sono caratterizzate unicamente per una differente disposizione geometrica dei connettori.

In dettaglio sono state investigate 3 disposizioni allineate dei connettori con spaziatura 100, 150 e 200 mm.

Una volta posizionato il telo traspirante, la posa dei connettori si è svolta secondo le seguenti fasi: (1) posizionamento della piastra metallica dentata sull'assito; (2) fissaggio del connettore per mezzo del serraggio delle viti.

Le 3 viti necessarie per il fissaggio risultano a filo del connettore (si veda la Figura 1). Le viti sono state infisse senza preforo.

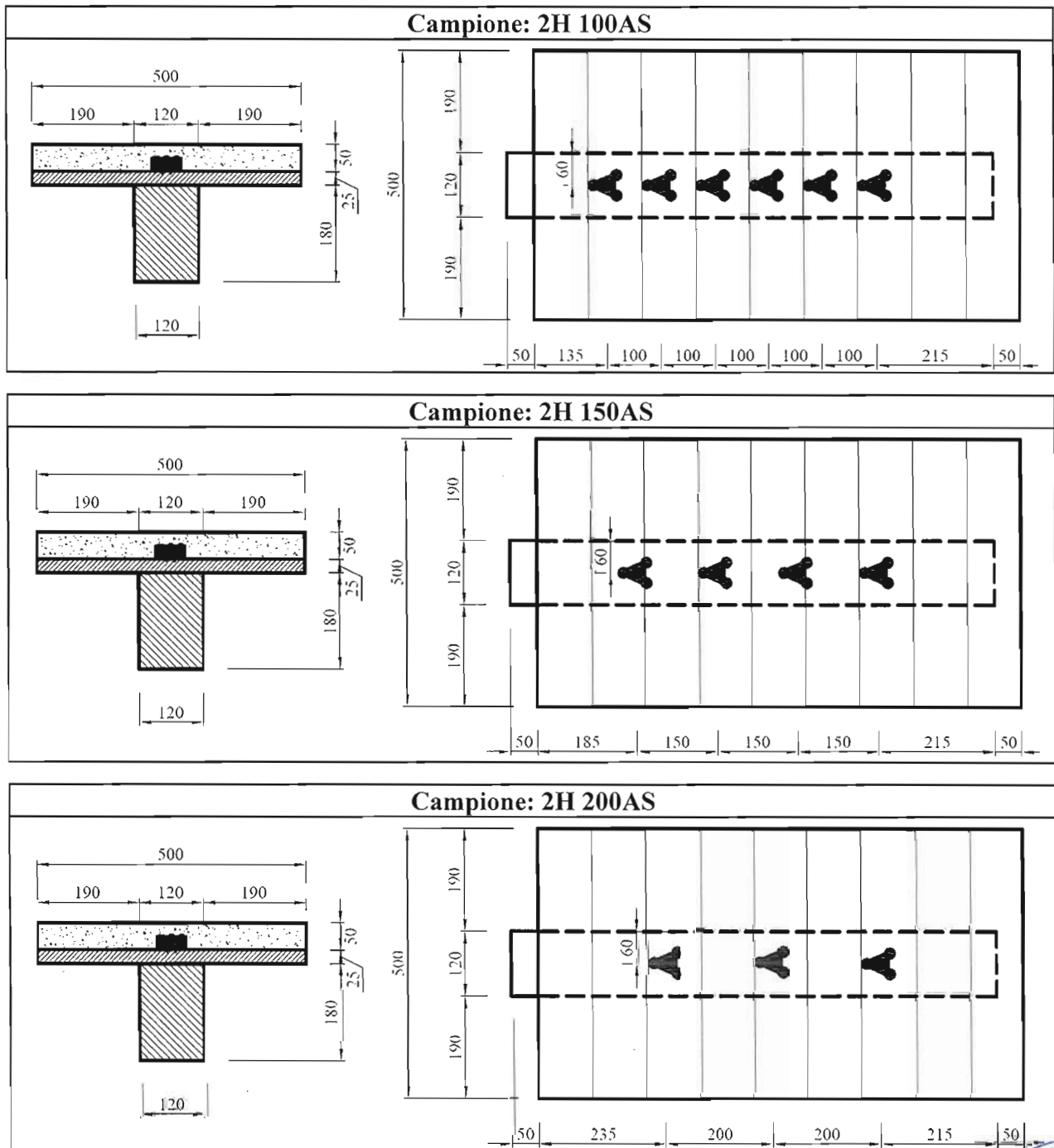


Figura 4 – Geometria e disposizione dei connettori delle tre serie di campioni push-out



3. MODALITÀ DI PROVA

Le prove sono state eseguite secondo lo schema di prova rappresentato nella fotografia di Figura 5. Le prove monotone sono state eseguite in controllo di spostamento con velocità di applicazione dello stesso pari a 0,05 mm/sec. Le prove conformi alla norma UNI EN 26891/1991 sono state svolte in controllo di carico fino ad un valore dello stesso pari al 70% del carico di rottura stimato (F_{est}), e successivamente in controllo di spostamento fino a rottura con velocità di applicazione dello stesso pari a 0,05 mm/sec.

Le prove sono state realizzate per mezzo del telaio di contrasto e dell'attuatore idraulico MTS (servo-assistito e con capacità di carico pari a 1000 kN) illustrati in Figura 6.

Il carico è stato rilevato per mezzo della cella di carico MTS montata sull'attuatore (Certificato di Taratura 05CT015 del 21-feb-05 – Centro di taratura MTS-SIT126), mentre gli scorrimenti sono stati rilevati per mezzo di due trasduttori di spostamento AEP con linearità minore dello 0,1% del FS (FS = 50 mm). L'acquisizione dei dati è stata effettuata in modo continuo mediante centralina di acquisizione HBM modello Spider 8.



Figura 5 – Schema di prova



Figura 6 – Telaio di contrasto, attuatore MTS e postazione di controllo/acquisizione.

4. RISULTATI DELLE PROVE

I risultati delle prove, relativi ad ogni disposizione dei connettori, sono esposti nei paragrafi seguenti in cui si riporta: una breve descrizione delle prove; il valore F_{est} con cui sono state eseguite le prove conformi alla norma UNI EN 26891/1991; una tabella con i principali valori del grafico forza-scorrimento di ogni singola prova; un grafico globale con l'andamento delle diverse varie curve ottenute per ogni singola disposizione dei connettori; le immagini più significative relative alle modalità di rottura osservate.

4.1 CAMPIONI 2H 100AS

Le prove sono state eseguite nei giorni 23-24 luglio 2009 con una temperatura dell'aria di 27°C ed un umidità relativa di circa il 65%.

A seguito delle due prove monotone si è assunto quale carico di collasso medio dei campioni il seguente valore:

$$F_{est} = 150,00 \text{ kN}$$

In Tabella 1 sono riportati i punti della curva carico-scorrimento relativi a variazioni del carico pari a 0,1 F_{est} considerando, ove presente, il ciclo di scarico e carico. Gli ultimi valori riportati nelle colonne della tabella (evidenziati in grassetto), corrispondono al carico massimo dei singoli campioni ed al relativo scorrimento.

Il grafico di Figura 7 riporta invece gli andamenti delle curve carico-scorrimento dei vari provini della stessa serie normalizzati rispetto al numero di connettori.

In Figura 8 sono riportate quattro immagini relative a due provini a prova ultimata. Dalle fotografie si può osservare la rottura del connettore in resina con la formazione di fessure. La squadretta non è giunta a collasso ma invece ha inciso e strappato le fibre dell'assito. Le viti di fissaggio del connettore si sono considerevolmente inflesse. La soletta di calcestruzzo invece non ha dato segni di collasso.

Tabella 1 – Curve sperimentali dei provini 2H 100AS

2H 100AS 1 Prova monotona		2H 100AS 2 UNI EN 26891/1991		2H 100AS 3 UNI EN 26891/1991	
v (mm)	F (kN)	v (mm)	F (kN)	v (mm)	F (kN)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,21	15,00	0,10	15,00	0,12	15,00
0,76	30,00	0,39	30,00	0,49	30,00
1,48	45,00	1,07	45,00	1,12	45,00
2,46	60,00	1,99	60,00	1,92	60,00
3,76	75,00	2,24	60,00	2,09	60,00
5,24	90,00	2,17	45,00	2,02	45,00
7,06	105,00	2,04	30,00	1,89	30,00
9,38	120,00	1,81	15,00	1,59	15,00
12,15	135,00	1,77	15,00	1,55	15,00
16,00	144,60	1,87	30,00	1,65	30,00
-	-	2,02	45,00	1,83	45,00
-	-	2,31	60,00	2,15	60,00
-	-	3,20	75,00	2,89	75,00
-	-	4,70	90,00	4,06	90,00
-	-	7,16	105,00	5,74	105,00
-	-	9,96	120,00	8,24	120,00
-	-	13,22	135,00	11,10	135,00
-	-	18,17	150,00	16,67	149,84
-	-	21,35	156,28	-	-



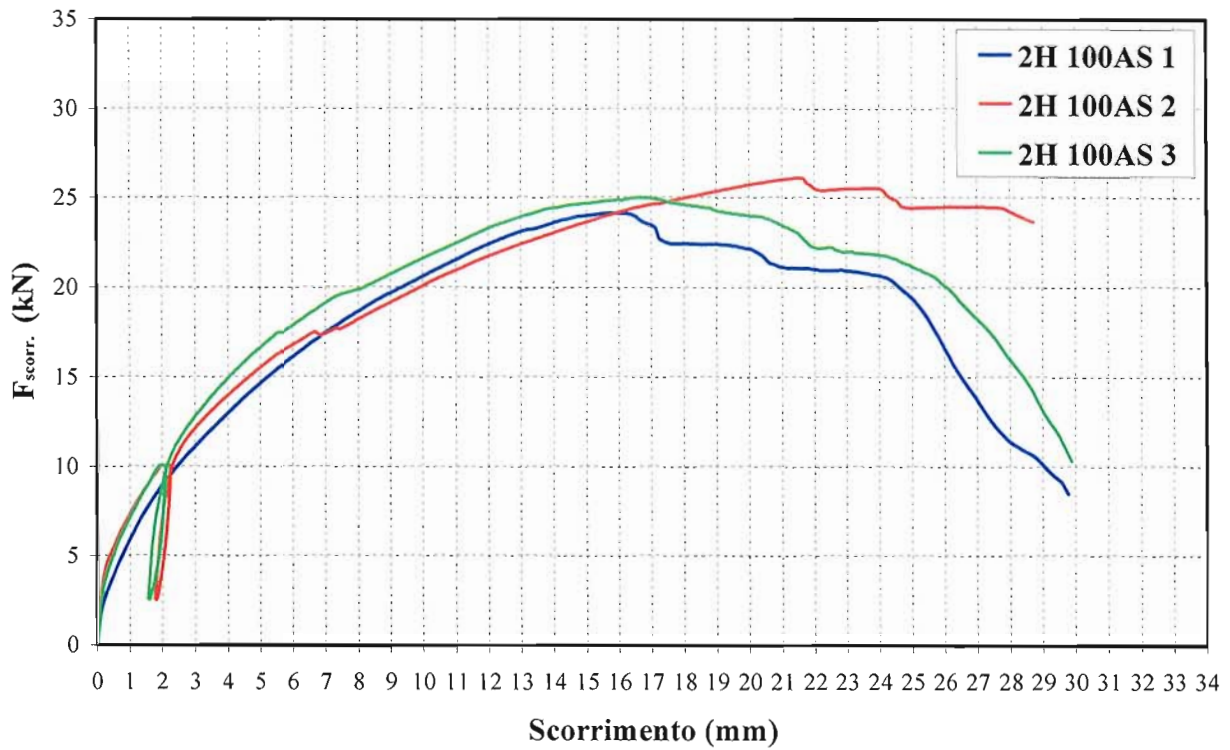


Figura 7 – Curve sperimentali Forza-scorrimento provini 2H 100AS normalizzate rispetto al numero di connettori



Figura 8 - Modalità di rottura di provini tipo 2H 100AS.



4.2 CAMPIONI 2H 150AS

Le prove sono state eseguite nei giorni 23-24 luglio 2009 con una temperatura dell'aria di 27°C ed un umidità relativa di circa il 65%.

A seguito delle due prove monotone si è assunto quale carico di collasso medio dei campioni il seguente valore:

$$F_{est} = 110,00 \text{ kN}$$

In Tabella 2 sono riportati i punti della curva carico-scorrimento relativi a variazioni del carico pari a 0,1 F_{est} considerando, ove presente, il ciclo di scarico e carico. Gli ultimi valori riportati nelle colonne della tabella (evidenziati in grassetto), corrispondono al carico massimo dei singoli campioni ed al relativo scorrimento.

Il grafico di Figura 9 riporta invece gli andamenti delle curve carico-scorrimento dei vari provini della stessa serie normalizzati rispetto al numero di connettori.

In Figura 10 sono riportate quattro immagini relative a due provini a prova ultimata. Dalle fotografie appare che i campioni di questa serie hanno mostrato i medesimi meccanismi di collasso già descritti al § 4.1.

Tabella 2 – Curve sperimentali dei provini 2H 150AS

2H 150AS 1 Prova monotona		2H 150AS 2 UNI EN 26891/1991		2H 150AS 3 UNI EN 26891/1991	
v (mm)	F (kN)	v (mm)	F (kN)	v (mm)	F (kN)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,13	11,00	0,14	11,00	0,1635	11,00
0,58	22,00	0,49	22,00	0,8925	22,00
1,44	33,00	1,19	33,00	2,0355	33,00
2,68	44,00	2,14	44,00	3,5325	44,00
4,23	55,00	2,38	44,00	3,7995	44,00
6,02	66,00	2,31	33,00	3,7125	33,00
8,16	77,00	2,18	22,00	3,5325	22,00
11,03	88,00	1,91	11,00	3,144	11,00
15,12	99,00	1,88	11,00	3,0885	11,00
21,63	105,16	1,98	22,00	3,234	22,00
-	-	2,15	33,00	3,4815	33,00
-	-	2,45	44,00	3,8805	44,00
-	-	3,38	55,00	4,9875	55,00
-	-	4,95	66,00	6,8055	66,00
-	-	7,40	77,00	9,5775	77,00
-	-	10,11	88,00	12,781	88,00
-	-	13,29	99,00	16,875	99,00
-	-	17,11	110,00	22,812	102,68
-	-	20,37	115,60	-	-



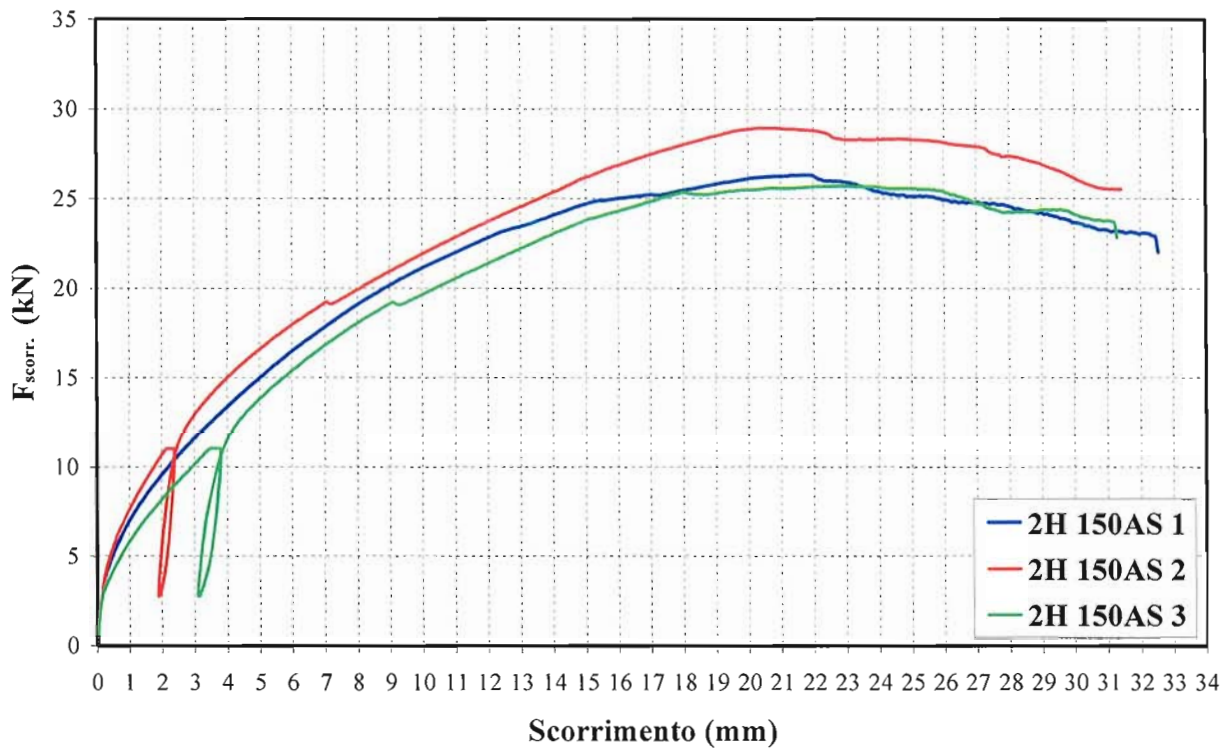


Figura 9 – Curve sperimentali Forza-scorrimento provini 2H 150AS normalizzate rispetto al numero di connettori.



Figura 10 - Modalità di rottura di provini tipo 2H 150AS.**4.3 CAMPIONI 2H 200AS**

Le prove sono state eseguite nei giorni 23-24 luglio 2009 con una temperatura dell'aria di 27°C ed un'umidità relativa di circa il 65%.

A seguito delle due prove monotone si è assunto quale carico di collasso medio dei campioni il seguente valore:

$$F_{est} = 90,00 \text{ kN}$$

In Tabella 3 sono riportati i punti della curva carico-scorrimento relativi a variazioni del carico pari a 0,1 F_{est} considerando, ove presente, il ciclo di scarico e carico. Gli ultimi valori riportati nelle colonne della tabella (evidenziati in grassetto), corrispondono al carico massimo dei singoli campioni ed al relativo scorrimento.

Il grafico di Figura 11 riporta invece gli andamenti delle curve carico-scorrimento dei vari provini della stessa serie normalizzati rispetto al numero di connettori.

In Figura 12 sono riportate quattro immagini relative a due provini a prova ultimata. Anche i campioni di questa serie hanno mostrato i meccanismi di collasso già descritti al § 4.1.

Tabella 3 – Curve sperimentali dei provini 2H 200AS

2H 200AS 1 Prova monotona		2H 200AS 2 UNI EN 26891/1991		2H 200AS 3 UNI EN 26891/1991	
v (mm)	F (kN)	v (mm)	F (kN)	v (mm)	F (kN)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,15	9,00	0,15	9,00	0,13	9,00
0,70	18,00	0,71	18,00	0,71	18,00
1,62	27,00	1,54	27,00	1,66	27,00
2,80	36,00	2,62	36,00	3,00	36,00
4,44	45,00	2,91	36,00	3,38	36,00
6,78	54,00	2,83	27,00	3,31	27,00
9,89	63,00	2,64	18,00	3,14	18,00
14,66	72,00	2,35	9,00	2,75	9,00
22,16	79,36	2,32	9,00	2,70	9,00
-	-	2,45	18,00	2,83	18,00
-	-	2,66	27,00	3,08	27,00
-	-	2,97	36,00	3,46	36,00
-	-	3,83	45,00	4,64	45,00
-	-	5,16	54,00	6,67	54,00
-	-	7,02	63,00	9,86	63,00
-	-	9,36	72,00	13,37	72,00
-	-	12,27	81,00	17,30	81,00
-	-	18,61	89,96	20,41	84,80



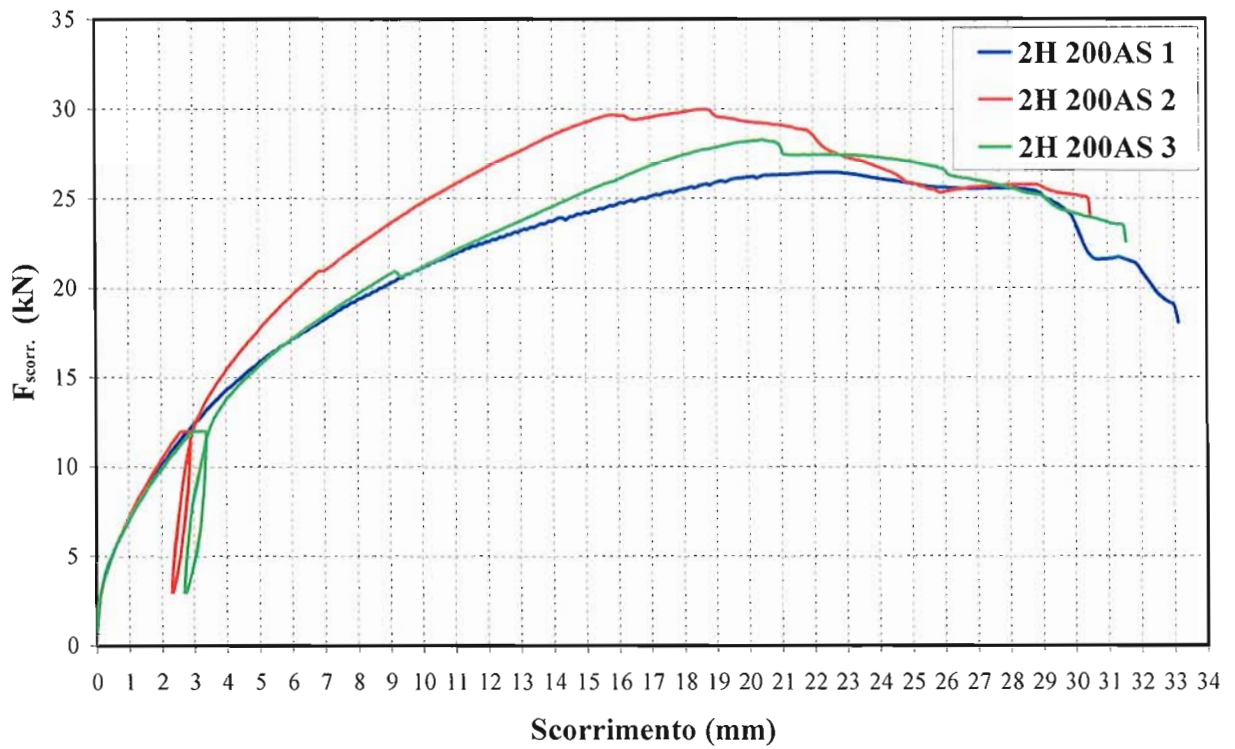


Figura 11 – Curve sperimentali Forza-scorrimento provini 2H 200AS normalizzate rispetto al numero di connettori.

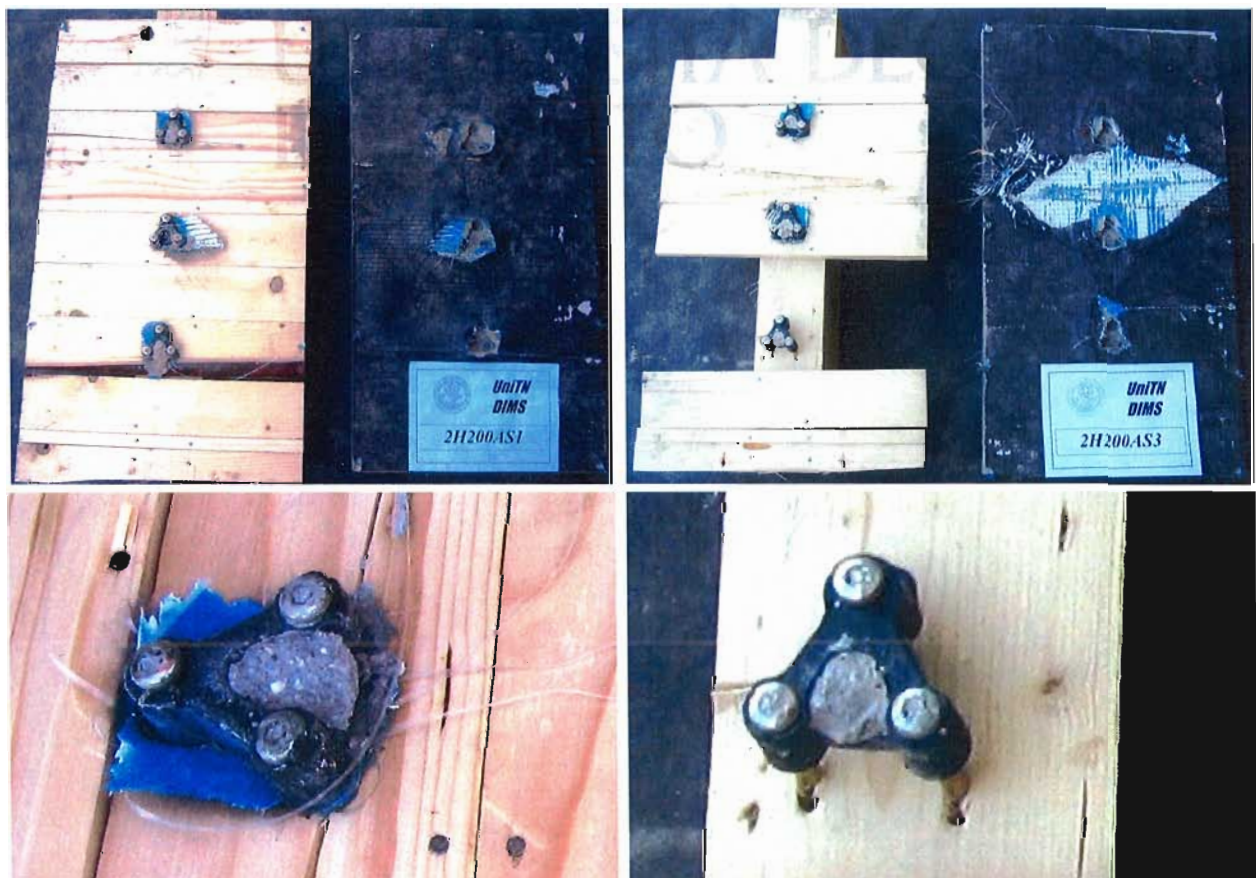


Figura 12 - Modalità di rottura di provini tipo 2H 200AS.



Il presente certificato è formato da 11 pagine.

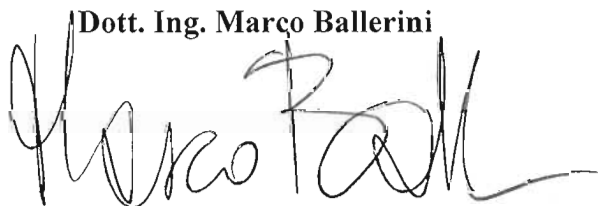
**IL TECNICO
ESECUTORE**

Ivan Brandolise



**IL RESPONSABILE
DELLA PROVA**

Dott. Ing. Marco Ballerini



**IL RESPONSABILE
DEL LABORATORIO**

Prof. Ing. Riccardo Zandonini



**IL DIRETTORE
DEL DIPARTIMENTO**

Prof. Ing. Luca Deseri

