
Riepilogo dei risultati delle “Prove con carico
concentrato e con carico distribuito di un sistema anti-
sfondellamento per solai esistenti realizzati con travetti
in calcestruzzo armato e pignatte in laterizio”



**UNIVERSITÀ
DI PARMA**

DIA – DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Direttore del Laboratorio Ufficiale “Prove Materiali e Strutture”: Prof. Roberto Cerioni  Tecnici sperimentatori: Geom. Eustachio Guatteri Sig. Vittorio Leporati P.I. Andrea Rossi	Gruppo di Ricerca: Prof. Beatrice Belletti  Prof. Daniele Ferretti 
COMMITTENTE: Metallurgica Abruzzese Spa	
	

1. Descrizione delle condizioni di prova del sistema anti-sfondellamento SOLTEC System (Cavatorta)

La campagna di prove è stata realizzata in modo tale che fosse rappresentativa di un solaio in opera, in scala reale, dotato del sistema anti-sfondellamento analizzato e soggetto al carico indotto da fenomeni di sfondellamento delle pignatte.

Lo schema di prova generale ha previsto:

- cinque travetti T4 (C45/55) in cemento armato precompresso con larghezza della sezione pari a 12 cm e altezza della sezione pari a 9 cm. La spaziatura dei travetti è pari a 48 cm e i travetti sono fissati al telaio in acciaio di prova per mezzo di opportuni collegamenti;
- le pignatte in laterizio di dimensioni 36x25x16 cm, poste in semplice appoggio sui travetti in cemento armato precompresso
- il sistema anti-sfondellamento, che consiste in rete elettrosaldata (con o senza intonaco), rondelle, ancoraggi.

La rete è stata disposta all'intradosso del solaio in modo che i fili trasversali della rete siano posti parallelamente alla direzione dei travetti del solaio, mentre i fili longitudinali siano posti trasversalmente ai travetti, Figura 1.1.

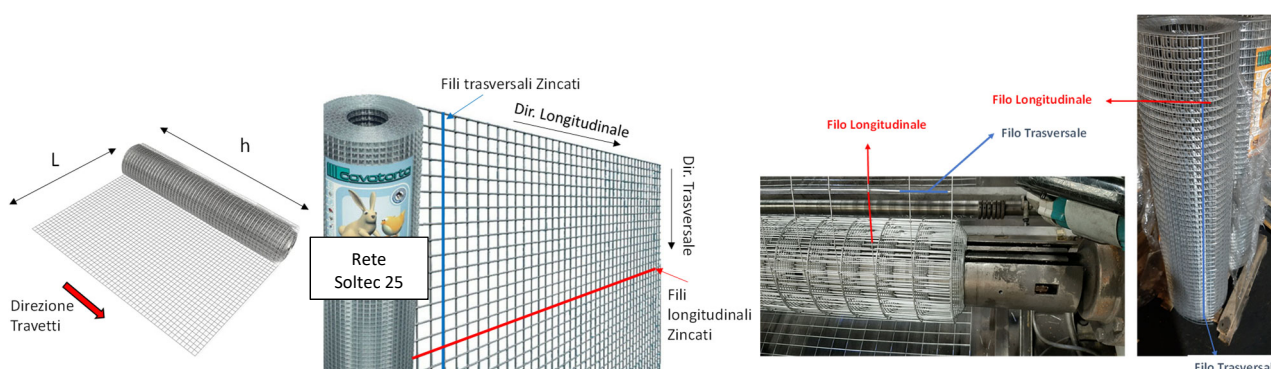


Figura 1.1 - Identificazione dei fili della rete SOLTEC 25.

La rete elettrosaldata è stata fissata all'intradosso dei travetti in due configurazioni alternative:

- Il fissaggio standard e di riferimento della rete (denominato in Figura 1.2(a) “Schema A”, STANDARD), prevede 3 tasselli posti ad un interasse pari a circa 45 cm in direzione trasversale della rete e pari a circa 48 cm in direzione longitudinale della rete, (disposizione tasselli adottata nella PROVA 1, PROVA 11, PROVA 12, PROVA 15).
- Il fissaggio a quinconce (denominato in Figura 1.2(b) “Schema B”, QUINCONCE), prevede un interasse fra i tasselli pari a circa 90 cm in direzione trasversale della rete e pari a 96 cm circa in direzione longitudinale della rete (PROVA 13 e PROVA 14).

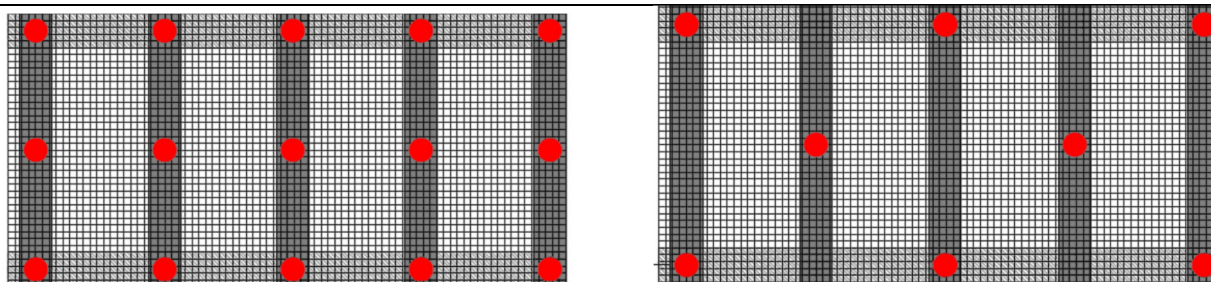


Figura 1.2 – (a) Configurazione SCHEMA “A”, STANDARD; (b) Configurazione SCHEMA “B”, QUINCONCE.

Il sistema di fissaggio adottato per ciascun punto durante le prove prevede l'utilizzo combinato di tasselli, rondelle in acciaio e rondelle in gomma SBR interposte tra la rete e le rondelle in acciaio al fine di evitare rotture premature nelle saldature e di permettere che tutti i fili di rete disposti sotto le rondelle possano contribuire al meccanismo resistente

❖ RONDELLE

Le rondelle, da disporre in corrispondenza dei collegamenti, sono di 2 tipologie. La tabella seguente riporta le caratteristiche principali di ciascuna tipologia, Figura 1.3.

RONDELLA	MATERIALE	Ø foro (mm)	Ø est (mm)	Spessore (mm)
A	Gomma SBR	11	84	2
B	Acciaio S235 (zincatura elettrolitica)	11	84	2.5



Figura 1.3 – Rondelle tipo A e B accoppiate con tasselli.

La rondella di tipo A è realizzata con un materiale polimerico, denominato SBR che sta per “Stirene Butadiene Rubber”, e viene posizionata a contatto direttamente con la rete.

La rondella di tipo B è realizzata con acciaio S235 con zincatura elettrolitica e viene posizionata a contatto con la rondella di tipo A.

❖ ANCORAGGI – COLLEGAMENTI AL SOLAIO

Nelle presenti prove sono stati utilizzati tasselli-viti della ditta Hilti HUS3-H 8x65, dove 65 mm risulta essere la lunghezza del tassello e 8 mm è il diametro, Figura 1.4.



HUS3-HF
(8-14)

- ETA approval for cracked and non-cracked concrete
- ETA approval for Seismic C1 and C2

Figura 1.4 – Rondelle tipo A e B accoppiate con tasselli.

La lunghezza di sovrapposizione delle maglie consigliata è pari a 5 maglie per la rete SOLTEC 25 e pari a 7 maglie per la rete SOLTEC ESA 16. Ne deriva che i tasselli in zona di sovrapposizione devono essere fissati in corrispondenza della terza maglia per rete SOLTEC 25 ed in corrispondenza della quarta maglia per la rete SOLTEC ESA 16.

❖ MALTA PER INTONACO

Per quanto concerne la PROVA 15 - unica prova condotta con presenza di intonaco - si è previsto l'utilizzo di una malta strutturale traspirante a grana grossa di pura calce naturale (GeoCalce G Antisismico) della ditta KERAKOLL. La malta presenta una classe di resistenza M15 secondo EN 998-2 e R1 secondo EN 1504-3.

2. Elenco delle prove condotte sul sistema anti-sfondellamento SOLTEC System (Cavatorta)

Le resistenze indicate nella seguente tabella sono relative al sistema SOLTEC System (Cavatorta) installato in accordo alla descrizione del sistema di prova

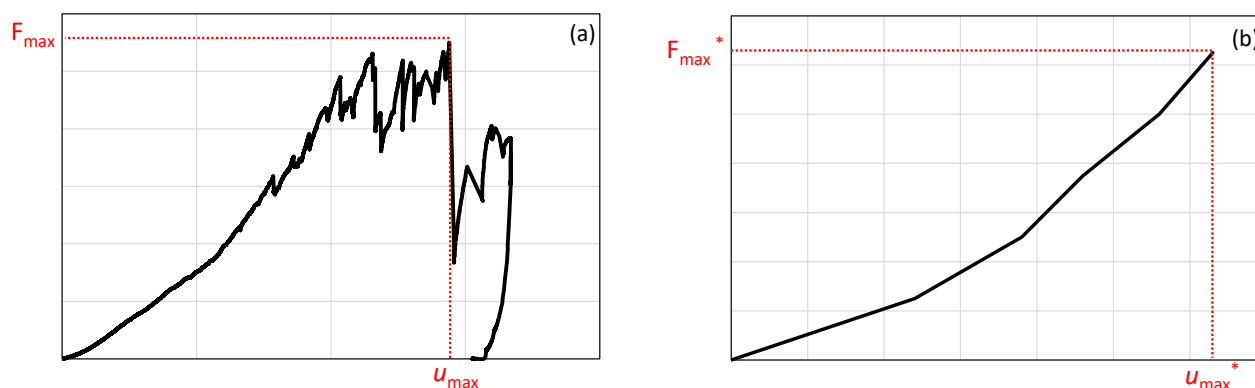


Figura 2.1 – (a) Curva carico-freccia di prova che ha raggiunto la rottura (b) curva carico freccia di prova che non ha raggiunto la rottura.

Simbologia:

- F_{max} = valore del carico massimo raggiunto durante la prova
- u_{max} = valore dello spostamento in corrispondenza del carico massimo raggiunto durante la prova

Tabella 1. Riassunto delle prove sperimentali

ID PROVA	RETE TESTATA	APPLICAZIONE CARICO	DISPOSIZIONE TASSELLI	F_{max}	u_{max} (mm)
1 (APPENDICE A)	SOLTEC 25	CARICO CONCENTRATO APPLICATO IN 4 PUNTI (IMPRONTA 200x200 mm) CON MARTINETTO	STANDARD	$6.61 \times 4 = 26.44$ kN	142
11 (APPENDICE B)	SOLTEC 25	CARICO DISTRIBUITO IN 2 FASCE CON Sacchi da 25 Kg	STANDARD	5.00 kN] $q_{exp} = 6.06$ [N/m ² $q_{inst} = 5.83$ [N/m ² *	33*
12 (APPENDICE C)	SOLTEC 25	CARICO CONCENTRATO IN 1 PUNTO (IMPRONTA 200x200 mm) CON PISTONE OLEODINAMICO	STANDARD	6.47 kN	137
13 (APPENDICE D)	SOLTEC 25	CARICO DISTRIBUITO IN 4 FASCE con Sacchi da 25 Kg	QUINCONCE	10.00 kN $q_{exp} = 5.83$ kN/m ² $q_{inst} = 5.83$ kN/m ² *	78*
14 (APPENDICE E)	SOLTEC ESA 16	CARICO DISTRIBUITO IN 4 FASCE con Sacchi da 25 Kg	QUINCONCE	8.00 kN $q_{exp} = 4.48$ kN/m ² $q_{inst} = 4.64$ kN/m ²	104
15 (APPENDICE F)	SOLTEC 25 + INTONACO	CARICO CONCENTRATO IN 1 PUNTO (IMPRONTA 200x200 mm) CON PISTONE OLEODINAMICO	STANDARD	10.35 kN	73
*prove che non hanno raggiunto la rottura $q_{exp} = F_{max}/A_{exp}$ (dove $A_{exp} = 4 \times 0.2064$ m² per PROVA 11, $A_{exp} = 1.71456$ m² per PROVA 13, $A_{exp} = 1.7856$ m² per PROVA 14) $q_{inst} = F_{max}/A_{inst}$ (dove $A_{inst} = 4 \times 0.21432$ m² per PROVA 11, $A_{inst} = 1.71456$ m² per PROVA 13, $A_{exp} = 1.72416$ m² per PROVA 14)					

3. Elenco delle prove condotte sui fili delle reti del sistema anti-sfondellamento SOLTEC System (Cavatorta)

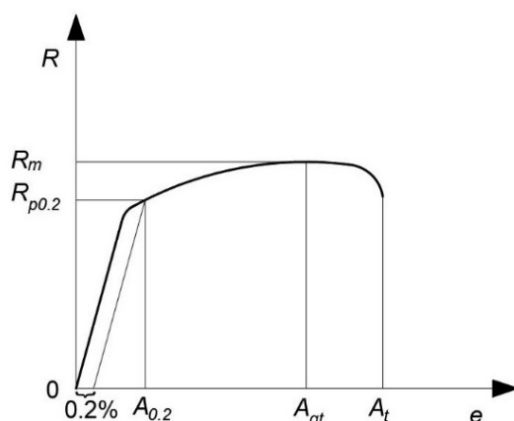


Figura 3.1 – Simbologia relativa alle le prove di trazione

Simbologia per i valori medi:

- $F_{p0.2}$ = tiro in corrispondenza dello snervamento (N), calcolato come snervamento convenzionale allo 0,2% di deformazione permanente
- F_m = tiro in corrispondenza della forza massima raggiunta durante la prova (N)
- $R_{p0.2}$ = tensione di snervamento (N/mm^2), calcolata come snervamento convenzionale allo 0,2% di deformazione permanente. Si specifica che tale tensione è stata calcolata sulla base dell'area nominale, come il rapporto tra $F_{p0.2}$ e area nominale
- R_m = tensione massima (N/mm^2), calcolata come rapporto tra F_m e area nominale
- A_{gt} = deformazione di allungamento percentuale totale alla tensione massima (%)
- E = modulo di elasticità (N/mm^2)

Tabella 2. Risultati in termini di valori medi per i provini della rete SOLTEC 25

SOLTEC 25 - Longitudinali						SOLTEC 25 - Trasversali					
$F_{p0.2}$	F_m	$R_{p0.2}$	R_m	A_{gt}	E	$F_{p0.2}$	F_m	$R_{p0.2}$	R_m	A_{gt}	E
(N)	(N)	(MPa)	(MPa)	%	(GPa)	(N)	(N)	(MPa)	(MPa)	%	(GPa)
1112	1234	490	544	7.389	196	1837	1904	764	791	1.011	203

Tabella 3. Risultati in termini di valori medi per i provini della rete SOLTEC ESA 16

SOLTEC ESA 16 - Longitudinali						SOLTEC ESA 16 - Trasversali					
$F_{p0.2}$	F_m	$R_{p0.2}$	R_m	A_{gt}	E	$F_{p0.2}$	F_m	$R_{p0.2}$	R_m	A_{gt}	E
(N)	(N)	(MPa)	(MPa)	%	(GPa)	(N)	(N)	(MPa)	(MPa)	%	(GPa)
432	483	416	465	10.395	189	464	483	447	465	4.715	194

Tabella 4. Risultati in termini di valori medi per i provini della rete SOLTEC ESA 25

SOLTEC ESA 25 - Longitudinali						SOLTEC ESA 25 - Trasversali					
$F_{p0.2}$	F_m	$R_{p0.2}$	R_m	A_{gt}	E	$F_{p0.2}$	F_m	$R_{p0.2}$	R_m	A_{gt}	E
(N)	(N)	(MPa)	(MPa)	%	(GPa)	(N)	(N)	(MPa)	(MPa)	%	(GPa)
922	1088	383	452	9.723	132	1778	1778	739	739	0.464	194

Simbologia per i valori caratteristici (calcolati adottando una distribuzione di tipo log-normale):

- $F_{p0.2,k}$ = tiro caratteristico in corrispondenza dello snervamento (N), calcolato come snervamento convenzionale allo 0.2% di deformazione permanente, per una probabilità di insuccesso attesa del 5% [$p = 0.95$]
- $F_{m,k}$ = tiro caratteristico in corrispondenza della forza massima raggiunta durante la prova (N), per una probabilità di insuccesso attesa del 5% [$p = 0.95$]
- $R_{p0.2,k}$ = tensione di snervamento caratteristica (N/mm²), calcolata come snervamento convenzionale allo 0,2% di deformazione permanente. Si specifica che tale tensione è stata calcolata sulla base dell'area nominale, come il rapporto tra $F_{p0.2,k}$ e area nominale
- $R_{m,k}$ = tensione massima caratteristica (N/mm²), calcolata come rapporto tra $F_{m,k}$ e area nominale
- $A_{gt,k}$ = deformazione di allungamento caratteristico percentuale totale alla tensione massima (%), per una probabilità di insuccesso attesa del 10% [$p = 0.10$]
- E = modulo elastico medio

Tabella 5. Risultati in termini di valori caratteristici per i provini della rete SOLTEC 25

SOLTEC 25 - Longitudinali						SOLTEC 25 - Trasversali					
$F_{p0.2,k}$	$F_{m,k}$	$R_{p0.2,k}$	$R_{m,k}$	$A_{gt,k}$	E	$F_{p0.2,k}$	$F_{m,k}$	$R_{p0.2,k}$	$R_{m,k}$	$A_{gt,k}$	E
(N)	(N)	(MPa)	(MPa)	%	(GPa)	(N)	(N)	(MPa)	(MPa)	%	(GPa)
837	1018	369	449	2.986	196	1779	1864	740	775	0.698	203

Tabella 6. Risultati in termini di valori caratteristici per i provini della rete SOLTEC ESA 16

SOLTEC ESA 16 - Longitudinali						SOLTEC ESA 16 - Trasversali					
$F_{p0.2,k}$	$F_{m,k}$	$R_{p0.2,k}$	$R_{m,k}$	$A_{gt,k}$	E	$F_{p0.2,k}$	$F_{m,k}$	$R_{p0.2,k}$	$R_{m,k}$	$A_{gt,k}^*$	E
(N)	(N)	(MPa)	(MPa)	%	(GPa)	(N)	(N)	(MPa)	(MPa)	%	(GPa)
384	435	369	419	8.728	189	408	444	393	427	1.283	194

Tabella 7. Risultati in termini di valori caratteristici per i provini della rete SOLTEC ESA 25

SOLTEC ESA 25 - Longitudinali						SOLTEC ESA 25 - Trasversali					
$F_{p0.2,k}$	$F_{m,k}$	$R_{p0.2,k}$	$R_{m,k}$	$A_{gt,k}$	E	$F_{p0.2,k}$	$F_{m,k}$	$R_{p0.2,k}$	$R_{m,k}$	$A_{gt,k}^*$	E
(N)	(N)	(MPa)	(MPa)	%	(GPa)	(N)	(N)	(MPa)	(MPa)	%	(GPa)
725	914	301	380	7.033	132	1725	1725	717	717	0.381	194

Di seguito si riportano i coefficienti di sicurezza del materiale (γ_M), calcolati seguendo l'Appendice C della norma UNI EN 1990 (adottando una distribuzione di tipo log-normale e $\beta = 3.8$), da applicare ai valori caratteristici delle resistenze dei fili per ottenere i valori di design:

- $\gamma_M = 1.25$ per i fili sia trasversali che longitudinali della rete SOLTEC 25;
- $\gamma_M = 1.15$ per i fili sia trasversali che longitudinali della rete SOLTEC ESA 16;
- $\gamma_M = 1.25$ per i fili sia trasversali che longitudinali della rete SOLTEC ESA 25.