

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

**INDAGINI PULL-OFF
SU TRAVETTI DI SOLAIO RINFORZATI
PRESSO L'OSPEDALE CIVILE
DI ASIAGO (VI)**

PROVA N. 3662/VR

08 febbraio 2010

Committente: **U.L.S.S. 3**
Direttore Lavori: **dott. ing. Filippo Navarra**
Relatore: **dott. ing. Andrea Palermo**



Panoramica dell'entrata principale dell'Ospedale di Asiago (VI)

RIF.: VI-023-10 U.L.S.S. N°3 Asiago (VI)

Verona, 22 febbraio 2010



INDICE

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	4
3	INDAGINI PULL OFF	5
3.1	PULL OFF TESTER - CARATTERISTICHE APPARECCHIATURA	6
4	UBICAZIONE INDAGINI SPERIMENTALI	7
5	RISULTATI DELLE INDAGINI	9
5.1	PROVA A	9
5.2	PROVA B	11
5.3	PROVA C	13
5.4	PROVA D	15
6	CONCLUSIONI	17



1 PREMESSA

La Società *4 EMME Service S.p.A.* specializzata nell'esecuzione di prove sperimentali su strutture in sito è stata incaricata dalla XXXXXXXXXXXX di eseguire alcune indagini pull-off su travetti di solaio rinforzati all'interno dell'**Ospedale civile di Asiago** in provincia di Vicenza.

La scelta degli elementi strutturali da sottoporre ad indagine sono stati preventivamente concordati con il Direttore Lavori dott. ing. XXXXXXXXX.

Le indagini sono state eseguite in data **08 febbraio 2010**.

Scopo delle indagini è la verifica della resistenza per trazione diretta tra prodotti per la riparazione applicati a travetti di solaio (rif. UNI EN 1542:2000).

Alle indagini sperimentali hanno assistito:

dott. arch.	XXXXXXXXXX	Assistente alla D.L.
geom.	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX
geom.	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX

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

dott. ing.	Andrea	Palermo
geom.	Moreno	Mantovani



2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

La struttura dell'ospedale di Asiago è mista, segno di differenti periodi di costruzione, ed è costituita da corpi in muratura portante e corpi a telaio in c.a. con solai in latero-cemento. Lo schema successivo presenta la suddivisione dell'edificio in 6 zone adottata durante le precedenti indagini eseguite presso questo edificio:

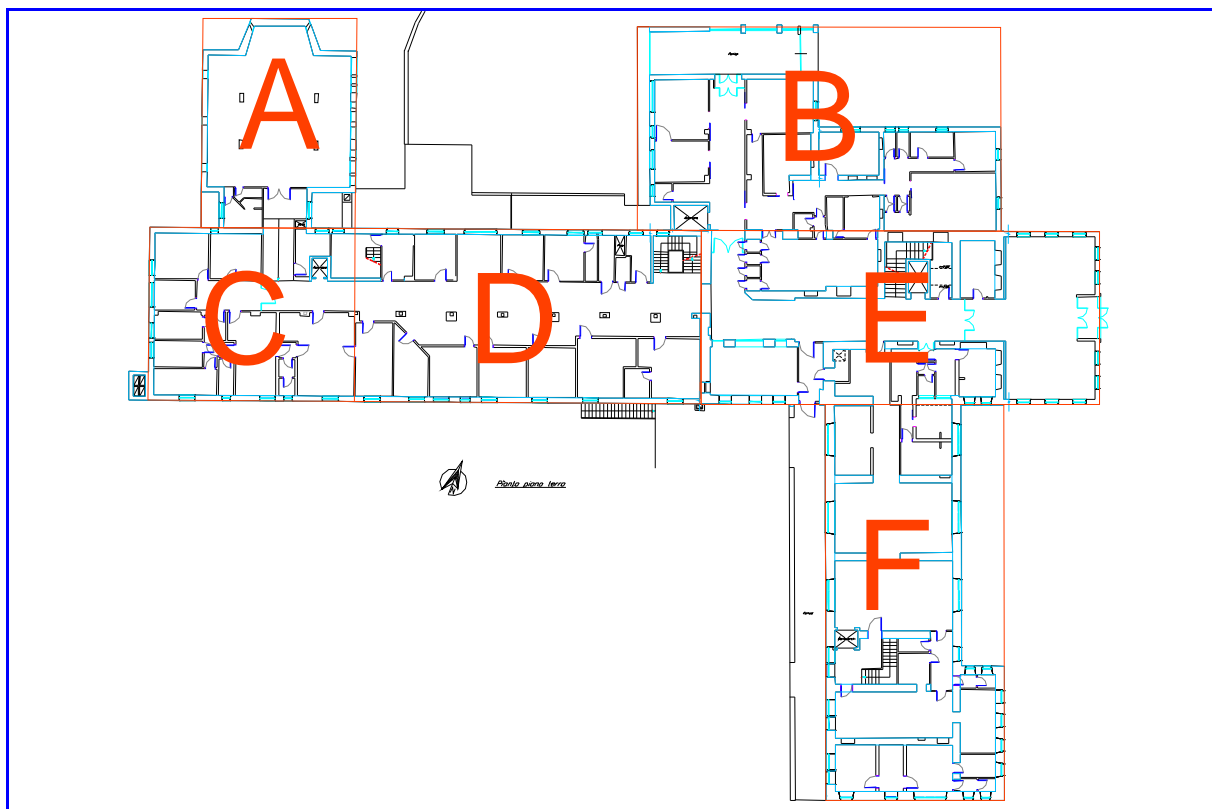


Fig. 1: Schema della suddivisione in zone



3 INDAGINI PULL OFF

Indagini per la determinazione dell'aderenza per trazione diretta tra differenti strati di materiali (Normative UNI EN 1542:2000).

L'obiettivo di tali indagini è la verifica dell'adesione tra gli strati di finitura e/o la coesione degli stessi.

Il principio è quello di applicare un carico crescente su una superficie determinata ed isolata sino a rottura dell'elemento: si rileva il valore di carico massimo e la modalità di frattura che può essere per adesione o per coesione.

La metodologia di esecuzione della prova è la seguente:

- Perforazione della superficie oggetto di prova con un'apposita corona diamantata con un asse a $(90 \pm 1)^\circ$ rispetto alla superficie fino ad una profondità di (15 ± 5) mm nel substrato di calcestruzzo/supporto al fine di circoscrivere un cosiddetto campione.
- Applicazione di uno strato di adesivo epossidico bicomponente sulla superficie del campione.
- Posizionamento del tassello (per disco da $\varnothing 50$ mm superficie = $1962,5 \text{ mm}^2$) sulla faccia del foro, con centro di foro e tassello coincidenti, applicando una pressione sufficiente ad espellere l'aria in modo che l'adesivo formi uno strato uniforme tra il tassello e la superficie di prova e che non penetri nell'intaglio creato dalla corona di carotaggio; attesa per indurimento dell'adesivo secondo le istruzioni del produttore.
- Installazione dell'apparecchiatura di estrazione sull'apposito supporto in modo tale che la sua posizione non cambi nel corso della prova.
- Aumento del carico in maniera continua e uniforme, ad incrementi di 0,05 kN/s fino a che si verifica la rottura.
- Registrazione del carico al momento della rottura e quindi determinazione del diametro medio del campione, sulla superficie che ha ceduto, riportando come risultato il valore medio delle misure prese perpendicolarmente l'una all'altra, utilizzando il calibro a corsoio.

Carico di rottura e diametro medio permettono di calcolare l'aderenza o forza di adesione con la seguente formula:

$$f_h = \frac{4 \cdot F_h}{\pi \cdot D^2}$$

dove: f_h è la forza di adesione (N/mm^2 o MPa);

F_h è il carico determinato alla rottura (N);

D è il diametro medio del campione estratto (mm).



3.1 PULL OFF TESTER - CARATTERISTICHE APPARECCHIATURA

L'apparecchiatura è costituita da un misuratore della forza di aderenza/strappo a funzionamento idraulico modello 58-C0215/T.

Le caratteristiche tecniche principali dello strumento sono:

- capacità di carico 16 kN;
- risoluzione della lettura 0,001 kN;
- accuratezza $\pm 1\%$ a partire da 0,25 kN;
- certificato di taratura n° 10/042 del 02/02/2010.



Foto 1: Misuratore della forza di aderenza



Foto 2: Vista laterale del misuratore



4 UBICAZIONE INDAGINI SPERIMENTALI

Le indagini sono state eseguite tutte su travetti del solaio tra terzo e quarto piano (quinto orizzontamento) nell'estremità ovest della zona C dell'edificio:

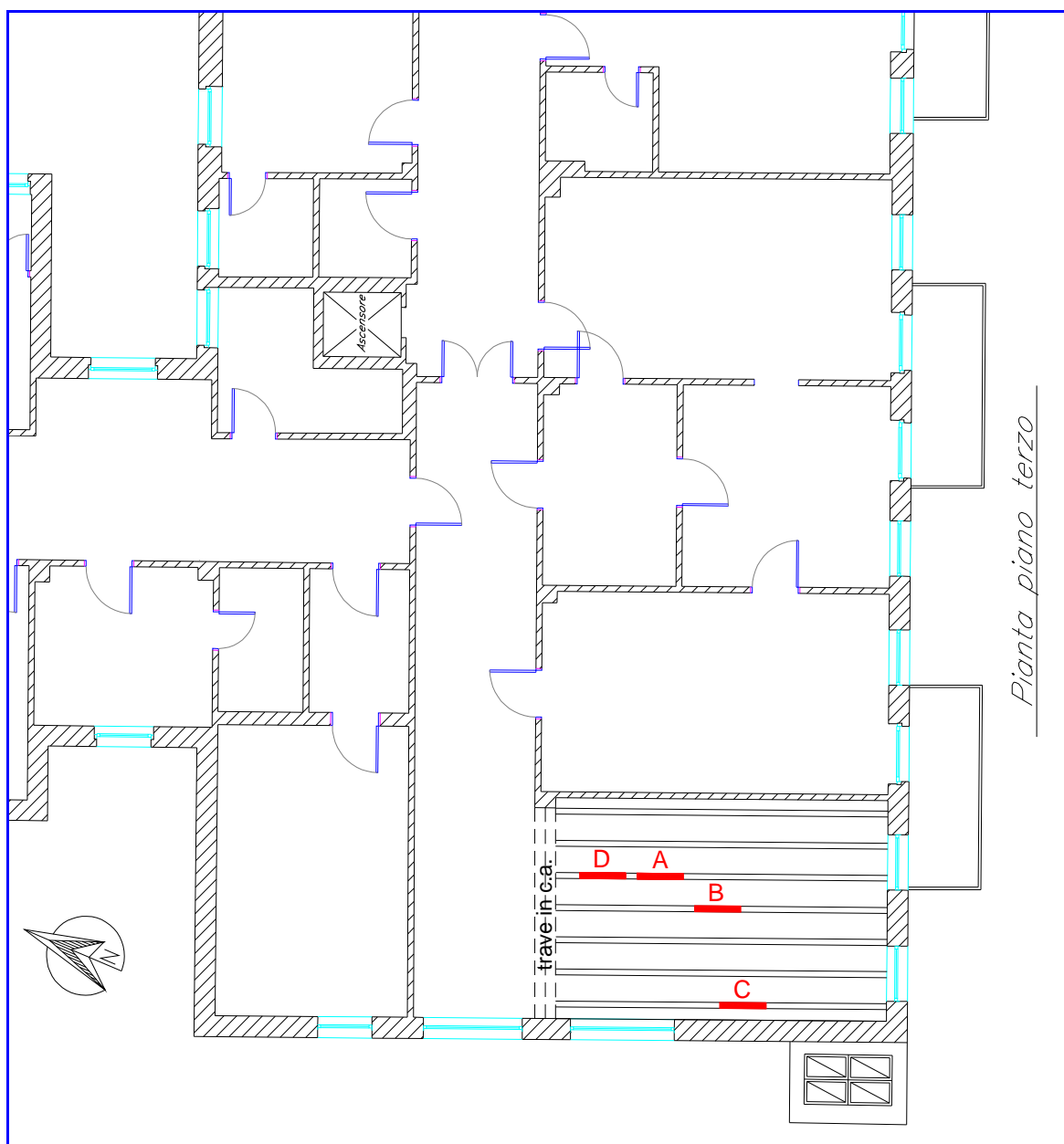


Fig. 2: Schema disposizione delle indagini



Foto 3: Intradosso dei travetti oggetto delle prove



Foto 4: Fase di estrazione zona "C"



Foto 5: Fase di estrazione zona "A"



Foto 6: Provini dopo l'estrazione zona "B"



Foto 7: Intradosso del travetto zona "C"

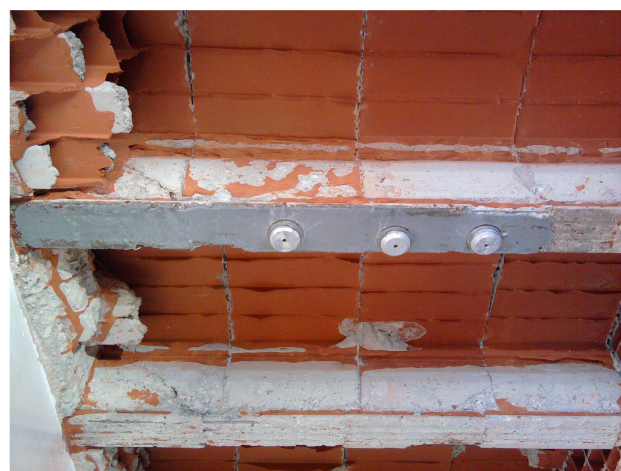


Foto 8: Intradosso del travetto zona "D"



5 RISULTATI DELLE INDAGINI

I travetti oggetto di prova sono stati indicati dalla D.L. ed identificati come riportato in Fig. 2 con le lettera A - B - C - D. Nelle tabelle l'aderenza è stata approssimata arrotondando al più prossimo 0,1 MPa (UNI EN 1542:2000).

5.1 PROVA A

La prima prova è stata eseguita all'intradosso del quinto travetto da ovest della 1^a stanza da ovest al terzo piano della cosiddetta zona C; in questo elemento il rinforzo è composto da bocciardatura + primer + resina + fibra di carbonio come schematizzato nella seguente figura:

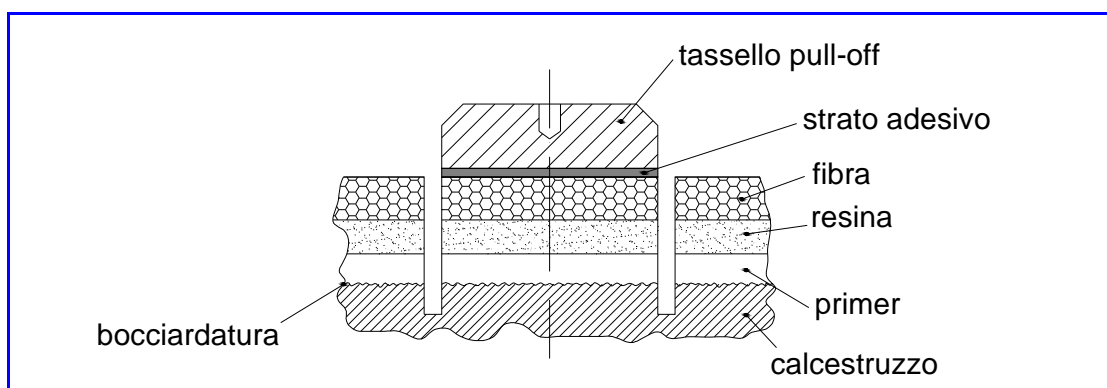


Fig. 3: Schematizzazione della stratigrafia del travetto nei punti d'indagine



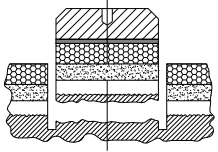
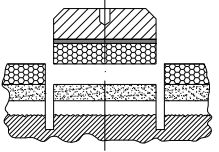
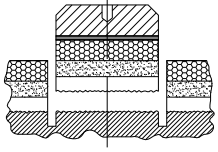
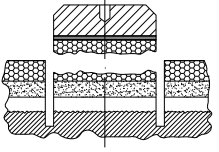
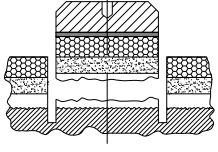
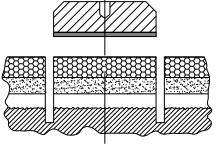
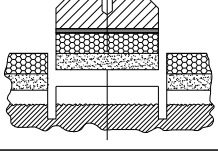
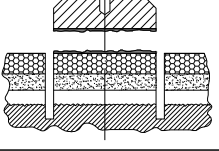
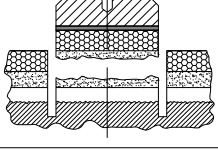
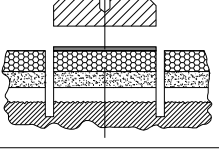
Foto 9: Intradosso del travetto indagine A



Foto 10: Tasselli indagine A



PROVA	CARICO DI ROTTURA (kN)	DIAMETRO MEDIO (mm)	TIPO DI ROTTURA	ADERENZA (MPa)
A	1	1,19	A (cls)	0,6
	2	0,93	A (cls)	0,5
	3	1,76	A (cls)	0,9
	4	1,49	Y/Z bicomp.	-

 <p>A Rottura per mancata coesione nel substrato di calcestruzzo</p>	 <p>C/D Rottura per mancanza di adesione tra secondo e terzo strato</p>
 <p>A/B Rottura per mancanza di adesione tra primo strato ed il calcestruzzo</p>	 <p>D Rottura per mancata coesione nel terzo strato</p>
 <p>B Rottura per mancata coesione nel primo strato</p>	 <p>D/Y Rottura per mancanza di adesione tra terzo strato e adesivo</p>
 <p>B/C Rottura per mancanza di adesione tra primo e secondo strato</p>	 <p>Y Rottura per mancata coesione nello strato adesivo</p>
 <p>C Rottura per mancata coesione nel secondo strato</p>	 <p>Y/Z Rottura per mancanza di adesione tra strato adesivo ed il tassello</p>



5.2 PROVA B

La seconda prova è stata eseguita all'intradosso del quarto travetto da ovest della 1^a stanza da ovest al terzo piano della cosiddetta zona C; in questo elemento il rinforzo è composto da bocciardatura + emaco + primer + resina + fibra di carbonio come schematizzato nella seguente figura:

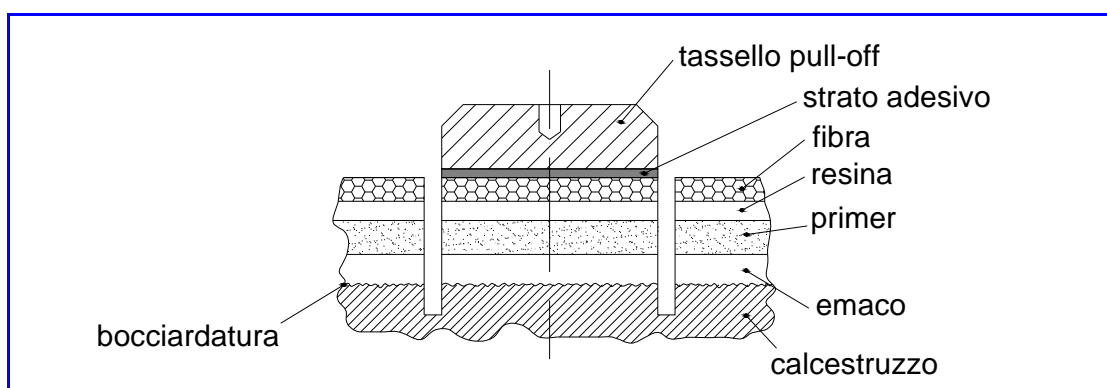


Fig. 4: Schematizzazione della stratigrafia del travetto nei punti d'indagine



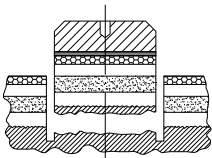
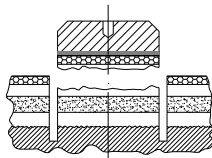
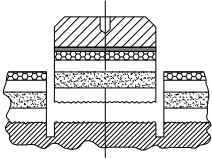
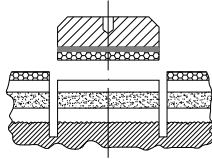
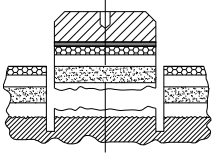
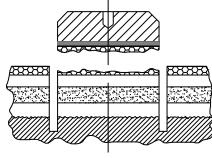
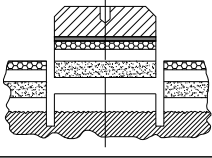
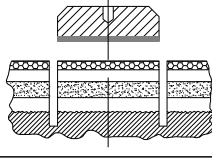
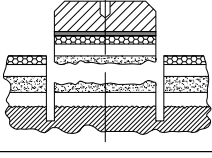
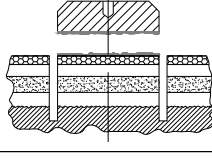
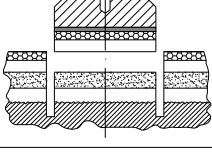
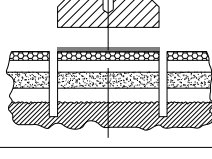
Foto 11: Intradosso del travetto indagine B



Foto 12: Tasselli indagine B



PROVA		CARICO DI ROTTURA	DIAMETRO MEDIO	TIPO DI ROTTURA	ADERENZA
		(kN)	(mm)		(MPa)
B	1	1,37	50,0	B emaco	0,7
	2	1,31	50,0	Y/Z bicomp.	-
	3	1,39	50,0	B emaco	0,7
	4	1,84	50,0	A (cls)	0,9

 <p>A Rottura per mancata coesione nel substrato di calcestruzzo</p>	 <p>D Rottura per mancata coesione nel terzo strato</p>
 <p>A/B Rottura per mancanza di adesione tra primo strato ed il calcestruzzo</p>	 <p>E Rottura per mancanza di adesione tra terzo e quarto strato</p>
 <p>B Rottura per mancata coesione nel primo strato</p>	 <p>D/E Rottura per mancata coesione nel quarto strato</p>
 <p>B/C Rottura per mancanza di adesione tra primo e secondo strato</p>	 <p>E/Y Rottura per mancanza di adesione tra quarto strato e adesivo</p>
 <p>C Rottura per mancata coesione nel secondo strato</p>	 <p>Y Rottura per mancata coesione nello strato adesivo</p>
 <p>C/D Rottura per mancanza di adesione tra secondo e terzo strato</p>	 <p>Y/Z Rottura per mancanza di adesione tra strato adesivo ed il tassello</p>



5.3 PROVA C

La terza prova è stata eseguita all'intradosso del primo travetto da ovest della 1^a stanza da ovest al terzo piano della cosiddetta zona C; in questo elemento il rinforzo è composto da bocciardatura + sika + primer + resina + fibra di carbonio come schematizzato nella seguente figura:

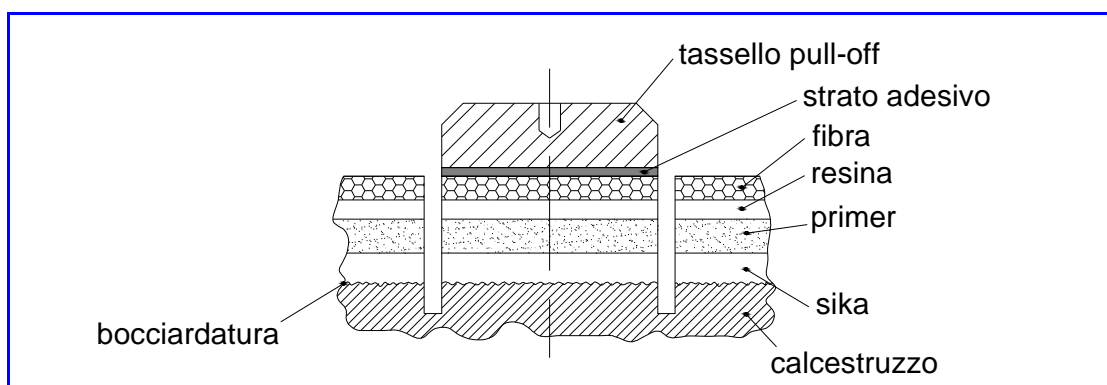


Fig. 5: Schematizzazione della stratigrafia del travetto nei punti d'indagine



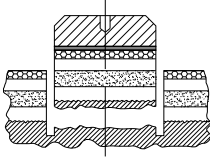
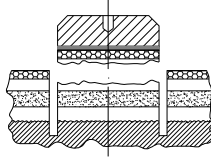
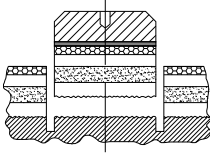
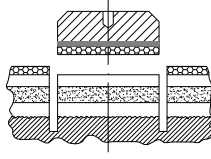
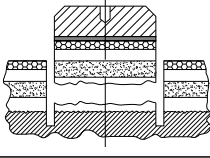
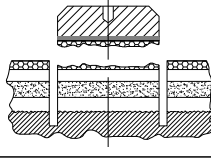
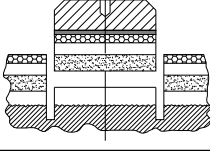
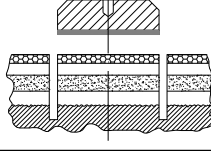
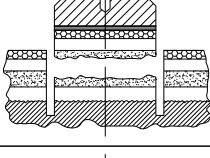
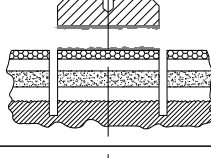
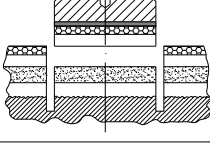
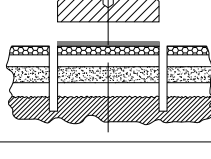
Foto 13: Intradosso del travetto indagine C



Foto 14: Tasselli indagine C



PROVA		CARICO DI ROTTURA	DIAMETRO MEDIO	TIPO DI ROTTURA	ADERENZA
		(kN)	(mm)		(MPa)
C	1	1,70	50,0	E/Y bicomp.	-
	2	1,71	50,0	B sika	0,9
	3	1,90	50,0	A (cls)	1,0
	4	1,43	50,0	A (cls)	0,7

 <p>A Rottura per mancata coesione nel substrato di calcestruzzo</p>	 <p>D Rottura per mancata coesione nel terzo strato</p>
 <p>A/B Rottura per mancanza di adesione tra primo strato ed il calcestruzzo</p>	 <p>E Rottura per mancanza di adesione tra terzo e quarto strato</p>
 <p>B Rottura per mancata coesione nel primo strato</p>	 <p>D/E Rottura per mancata coesione nel quarto strato</p>
 <p>B/C Rottura per mancanza di adesione tra primo e secondo strato</p>	 <p>E/Y Rottura per mancanza di adesione tra quarto strato e adesivo</p>
 <p>C Rottura per mancata coesione nel secondo strato</p>	 <p>Y Rottura per mancata coesione nello strato adesivo</p>
 <p>C/D Rottura per mancanza di adesione tra secondo e terzo strato</p>	 <p>Y/Z Rottura per mancanza di adesione tra strato adesivo ed il tassello</p>



5.4 PROVA D

La quarta prova è stata eseguita all'intradosso del quinto travetto da ovest della 1^a stanza da ovest al terzo piano della cosiddetta zona C; in questo elemento il rinforzo è composto da bocciardatura + primer + resina come schematizzato nella seguente figura:

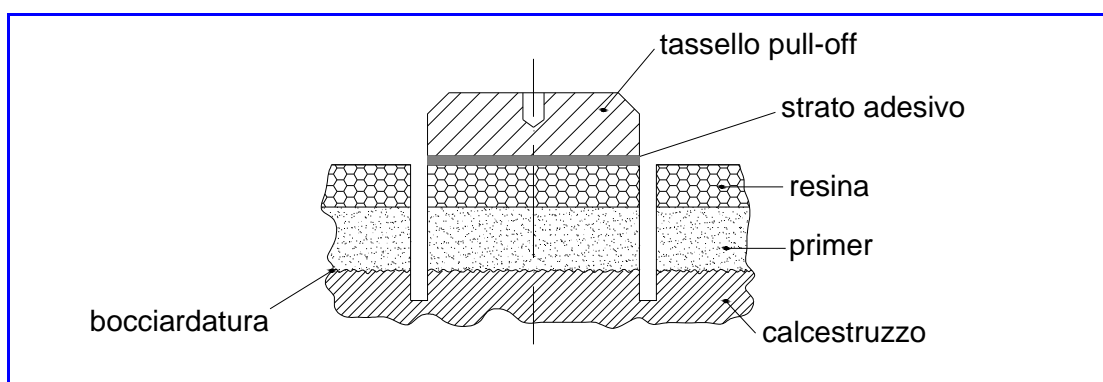


Fig. 6: Schematizzazione della stratigrafia del travetto nei punti d'indagine



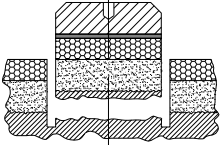
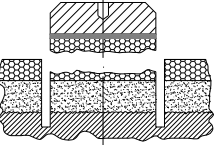
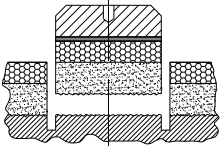
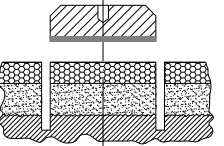
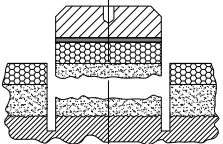
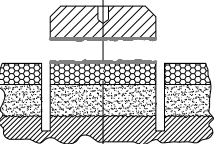
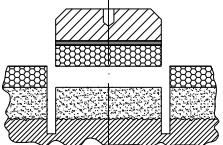
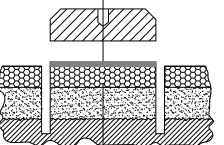
Foto 15: Intradosso del travetto indagine D



Foto 16: Tasselli indagine D



PROVA	CARICO DI ROTTURA (kN)	DIAMETRO MEDIO (mm)	TIPO DI ROTTURA	ADERENZA (MPa)
D	1	1,31	A (cls)	0,7
	2	2,39	A (cls)	1,2
	3	2,50	A (cls)	1,3

 <p>A Rottura per mancata coesione nel substrato di calcestruzzo</p>	 <p>C Rottura per mancata coesione nel secondo strato</p>
 <p>A/B Rottura per mancanza di adesione tra primo strato e calcestruzzo</p>	 <p>C/Y Rottura per mancanza di adesione tra secondo strato e adesivo</p>
 <p>B Rottura per mancata coesione nel primo strato</p>	 <p>Y Rottura per mancata coesione nello strato adesivo</p>
 <p>B/C Rottura per mancanza di adesione tra primo e secondo strato</p>	 <p>Y/Z Rottura per mancanza di adesione tra strato adesivo ed il tassello</p>



6 CONCLUSIONI

In tutte le prove eseguite si sono avute almeno tre strappi a “rottura normale” che hanno evidenziato una resistenza media di aderenza intorno a 0,8 MPa (carico di rottura $0,93 \div 2,50$ kN) in riferimento alle Linee Guida per la progettazione l’esecuzione e il Collaudo di interventi di rinforzo mediante RFP (documento approvato il 24 luglio 2009 dall’assemblea Generale del Consiglio Superiore LL PP), che prevede, per le prove a strappo normale, che l’aderenza allo strappo non sia inferiore a $0,90 \div 1,20$ MPa.

Considerando le prove singolarmente, solamente la terza e la quarta hanno avuto risultati rientranti nei limiti indicati (0,9 e 1,1 MPa rispettivamente).

Verona, 22 febbraio 2010

Il relatore:
dott. ing. Andrea Palermo

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