



azienda casa emilia - romagna
provincia di bologna

Piazza della Resistenza 4 - 40122
Bologna - BO
tel. 051.292111 fax 051.554335
Codice Fiscale - Partita IVA e Registro
Imprese di Bologna n. 00322270372
sito web: www.acerbologna.it
posta elettronica: info@acerbologna.it

INTERVENTO

FONDO COMPLEMENTARE AL PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA
PROGRAMMA "SICURO, VERDE E SOCIALE: RIQUALIFICAZIONE DELL'EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA"

PROGETTO DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER IL RESTAURO E RISANAMENTO
CONSERVATIVO DI DUE CASAMENTI A CORTE SITI IN
COMUNE DI BOLOGNA LOCALITA' CIRENAICA.
VIA BENTIVOGLI CIV. 31+59 PER COMPLESSIVI 56 ALLOGGI
DI ERP CON RELATIVE PERTINENZE E PARTI COMUNI

LOTTO **3053/PN_1**

PROGETTO ESECUTIVO

| | | | | | | | |
|----------|-----------------|--|----------------|----------------|------------|--|-----------|
| TAV. | | OGGETTO RELAZIONE SULLA CONOSCENZA DELLO STATO DI FATTO ATTUALE E SUGLI ESITI DELLE PROVE EFFETTUATE PROVE SUI MATERIALI | | DATA | | | |
| RS.MAT | | | | Settembre 2022 | | | |
| SCALA | | | | N. DISEGNO | | | |
| VERSIONE | DESCRIZIONE | | DATA | REDATTO | VERIFICATO | | APPROVATO |
| 00 | PRIMA EMISSIONE | | Settembre 2022 | F. DALMONTE | N. LEONE | | N. LEONE |
| 01 | | | | | | | |
| 02 | | | | | | | |
| 03 | | | | | | | |

| | | | |
|--|---|--|--|
| Il Progettista Architettonico Arch. Francesca Tovoli Ing. Nicola Leone SIDEL Ingegneria Srl Via Isonzo, 13 40055 Villanova di Castenaso (BO) | Il Progettista Strutturale Ing. Nicola Leone SIDEL Ingegneria Srl Via Isonzo, 13 40055 Villanova di Castenaso (BO) | Il Progettista Impianti Elettrici Ing. Nicola Leone SIDEL Ingegneria Srl Via Isonzo, 13 40055 Villanova di Castenaso (BO) | Il Progettista Impianti Meccanici Ing. Nicola Leone SIDEL Ingegneria Srl Via Isonzo, 13 40055 Villanova di Castenaso (BO) |
| Il Coordinatore della Sicurezza in Fase Progettuale Ing. Nicola Leone SIDEL Ingegneria Srl Via Isonzo, 13 40055 Villanova di Castenaso (BO) | Il Coordinatore per la progettazione Ing. Nicola Leone SIDEL Ingegneria Srl Via Isonzo, 13 40055 Villanova di Castenaso (BO) | Collaboratori Progettisti: Ing. Marco Venturini Ing. Federica DalmonTE Geom. Alessio Breviglieri Arch. Domenico Conaci Geom. Arianna Danieli P. I. Andrea Gamberini Ing. Cesare Orsini | |
| Responsabile del Procedimento Ing. Antonio Frighi ACER Bologna Piazza della Resistenza, 4 40122 Bologna | Il Dirigente Responsabile del Servizio Tecnico Ing. Antonio Frighi ACER Bologna Piazza della Resistenza, 4 40122 Bologna | Il Direttore Generale Avv. Francesco Nitti ACER Bologna Piazza della Resistenza, 4 40122 Bologna | Il Presidente Marco Bertuzzi ACER Bologna Piazza della Resistenza, 4 40122 Bologna |

RELAZIONE SUI MATERIALI ESISTENTI





1 Relazione sui materiali

Per quanto riguarda i materiali esistenti si faccia riferimento al Capitolo 8 “Costruzioni esistenti” delle NTC 2018.

1.1 Muratura esistente

Al fine di conoscere le caratteristiche meccaniche ed il livello di degrado dei materiali, in questo caso la muratura, è possibile ricorrere a verifiche in situ, basarsi su dati già disponibili oppure effettuare prove sperimentali.

Per la verifica dell'opera in oggetto oltre a saggi visivi sono stati effettuati anche indagini in situ realizzando prove con martinetti piatti e shave test.

Il numero di prove in relazione al numero di fabbricati in oggetto non permette di arrivare al più alto Livello di Conoscenza della muratura, ma consente di ottenere almeno un livello intermedio.

Per maggiori dettagli circa le prove eseguite sul campo si rimanda alla relazione in allegato prodotta dalla ditta che ha eseguito direttamente le verifiche.

Facendo riferimento alla tabella C8.5.I della Circolare n.7 del 2019 si considera una *muratura in mattoni pieni e malta di calce con buona tessitura*, assumendo come valori di resistenza e di rigidezza quelli evidenziati nella tabella riportata di seguito. Nel caso di edifici esistenti in muratura la conoscenza delle caratteristiche geometriche e costruttive può essere conseguita con differenti livelli di approfondimento, tenendo conto dell'ampiezza e della rilevanza dell'edificio in esame.

Le NTC 2018 organizzano la qualità della conoscenza su tre possibili livelli, in funzione di un minore o maggiore approfondimento della conoscenza del manufatto.

A ciascun livello di conoscenza (LC1 superficiale, LC2 adeguata e LC3 approfondita) è associato un corrispondente valore per il fattore di confidenza (rispettivamente: 1,35, 1,20 e 1,00); tale valore verrà impiegato per dividere i valori di resistenza di riferimento al fine di ottenere quelli da utilizzare per le analisi e le verifiche.

A livelli di conoscenza maggiori corrispondono fattori di confidenza più bassi, che riportano a poter impiegare nei calcoli, per la stessa muratura, un valore maggiore per la resistenza.

Per il caso in esame assume **LC2** e quindi **FC = 1,20** sia allo stato di fatto sia allo stato di progetto.

Definizione di LC2 da NTC:

“LC2: si intende raggiunto quando siano stati effettuati, come minimo, l'analisi storico – critica commisurata al livello considerato, il rilievo geometrico completo ed **indagini estese** sui dettagli costruttivi, **prove estese** sulle caratteristiche dei materiali; il corrispondente fattore di conoscenza è pari a 1,20.”

Per le costruzioni in muratura in caso di LC2 si considerano sia per le resistenze sia per i moduli elastici i valori medi degli intervalli riportati nella tabella C8.5.I.



MURATURA IN MATTONI PIENI E MALTA DI CALCE LC2

| | Valori medi |
|-------------------|-------------|
| f_m N/cm^2 | 345 |
| τ_0 N/cm^2 | 9 |
| E N/mm^2 | 1500 |
| G N/mm^2 | 500 |
| w kN/m^3 | 18 |

La tabella C8.5.II della Circolare riporta poi una serie di coefficienti correttivi massimi da applicare alla muratura stessa qualora in presenza di determinate caratteristiche; allora nel caso in esame:

- allo stato di progetto, dato la tipologia di consolidamento adottata, i fattori sono stati incrementati per un fattore pari 1,50 data la presenza di intonaco armato; nello specifico il fattore “pieno” è stato attribuito alle sole murature portanti interne le quali risentono del rinforzo da entrambi i lati, mentre per le murature esterne, potendo applicare il rinforzo sul solo lato interno per vincoli storici gravanti sui fabbricati, è stato considerato un fattore pari a 1,25 (la metà). La letteratura infatti riporta che l’efficacia del rinforzo è ridotta qualora venga realizzato su un solo paramento, ma non specifica di quanto venga ridotta, lasciando al progettista la decisione in merito.

STATO DI PROGETTO – INTONACO ARMATO SU ENTRAMBI I LATI:

| | Valori medi | Valori corretti |
|-------------------|-------------|-----------------|
| f_m N/cm^2 | 345 | 517,5 |
| τ_0 N/cm^2 | 9 | 13,5 |
| E N/mm^2 | 1500 | 2250 |
| G N/mm^2 | 500 | 750 |
| w kN/m^3 | 18 | 18 |



STATO DI PROGETTO – INTONACO ARMATO SU UN SOLO LATO:

| | | Valori medi | Valori corretti |
|----------|----------|-------------|-----------------|
| f_m | N/cm^2 | 345 | 431,25 |
| τ_0 | N/cm^2 | 9 | 11,25 |
| E | N/mm^2 | 1500 | 1875 |
| G | N/mm^2 | 500 | 625 |
| w | kN/m^3 | 18 | 18 |



ALLEGATO



4 EMME Service S.p.A.

Prove in Sito - Laboratorio Prove Materiali

Sede legale: Via L. Zuegg, 20 - 39100 Bolzano - ITALY

Tel. 0471/543111 - Fax 543110

4emme@legalmail.it

www.4emme.it

Sistema Qualità ISO 9001:2008 certificato RINA nr. 6441/01/S

INDAGINI SU MURATURA

CIVILE ABITAZIONE

**VIA LIBIA, 37-39 E VIA BENTIVOGLI, 47
BOLOGNA (BO)**

PROVE N° 6130A-B-C-B-E-F/BO

15-16 novembre 2021

Committente: Sidel Ingegneria SRL

Progettista: Ing. Nicola Leone

Relatore: Dott. Danilo Panetta



Fabbricato di Via Libia, 39 - Bologna

Rif: BO – 219 – 21

Bologna, 19 novembre 2021

INDICE

| | |
|--|-----------|
| 1. PREMESSA..... | 3 |
| 1.1 Descrizione della struttura e posizione delle indagini | 3 |
| 1.2 Posizione delle indagini | 3 |
| 2. PROVA CON MARTINETTI PIATTI | 5 |
| 2.1 Strumentazione di misura..... | 5 |
| 2.2 Caratteristiche martinetti | 5 |
| 2.3 Attrezzatura di taglio | 6 |
| 2.4 Rilievo in sito delle tensioni di esercizio..... | 6 |
| 2.5 Rilievo in sito delle tensioni di esercizio a compressione..... | 6 |
| 2.6 Descrizione della prova (MP1 – prova n° 6130A/BO) – via Libia 37 | 7 |
| 2.7 Rapporto dei risultati – Via Libia, 37 | 10 |
| 2.8 Descrizione della prova (MP2 – prova n° 6130B/BO) – via Libia 39 | 11 |
| 2.9 Rapporto dei risultati – Via Libia, 39..... | 13 |
| 2.10 Descrizione della prova (MP3 – prova n° 6130C/BO) – Via Bentivogli, 47..... | 14 |
| 2.11 Rapporto dei risultati – Via Bentivogli, 47 | 17 |
| 3. SHAVE TEST | 18 |
| 3.1 Strumentazione di misura..... | 18 |
| 3.2 Metodologia | 18 |
| 3.3 Descrizione della prova..... | 18 |
| 3.4 Rapporto dei risultati (Shave test 1 - prova n° 6130D/BO)..... | 18 |
| 3.5 Rapporto dei risultati (Shave test 2 - prova n° 6130E/BO)..... | 20 |
| 3.6 Rapporto dei risultati (Shave test 3 - prova n° 6130F/BO) | 22 |

1. PREMESSA

La Società **4 EMME Service S.p.A.**, specializzata nell'esecuzione di prove di carico e prove sperimentali su strutture in sito, è stata incaricata dalle **Sidel Ingegneria SRL** di effettuare una serie di indagini su elementi strutturali in muratura dei fabbricati abitativi sito in via Libia, 37-39 e via Bentivogli, 47 nel Comune di Bologna (BO).

Attraverso queste indagini s'intende verificare le proprietà meccaniche della muratura.

La scelta degli elementi strutturali da sottoporre a verifica, le modalità di rilevazione ed i punti di misura sono stati preventivamente concordati con il progettista ing. Nicola Leone.

Le indagini sono state eseguite i giorni **15-16 novembre 2021**.

All'esecuzione delle prove hanno assistito:

Ing. Alessandra Rabbi
Ing. Nicola Leone

ACER Bologna
Sidel Ingegneria SRL

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

Ing. Thomas Vassalli
Dott. Danilo Panetta
P.e. Michele Vaccari
Sig. Rushit Nezha

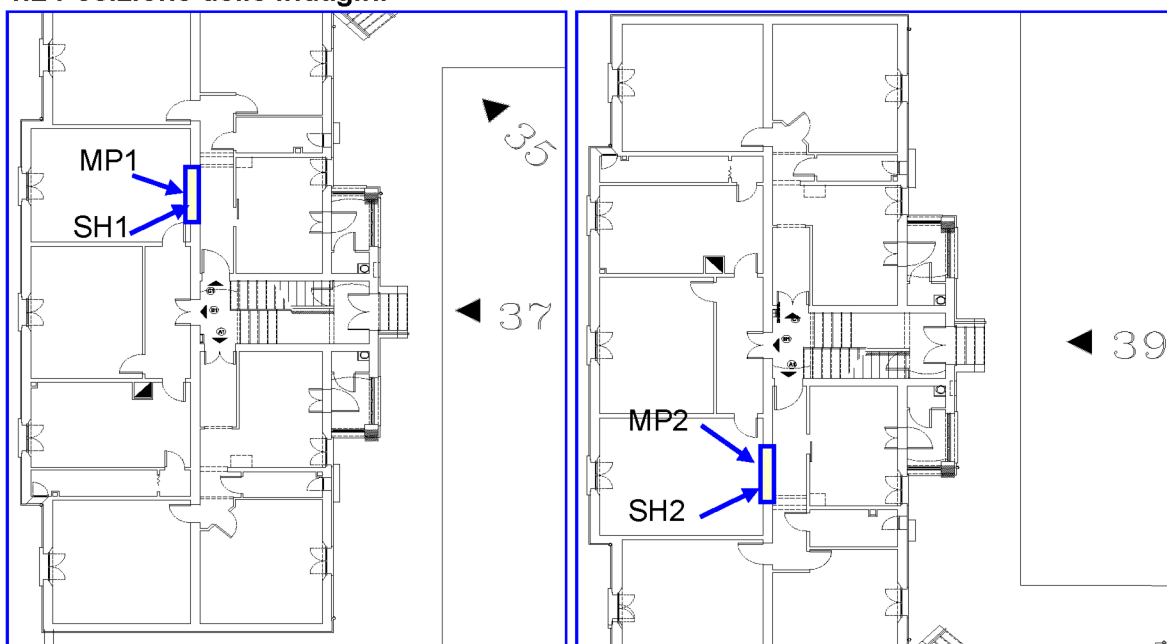
1.1 Descrizione della struttura e posizione delle indagini

Gli edifici sono costituiti da quattro livelli fuori terra in muratura portante di laterizio.

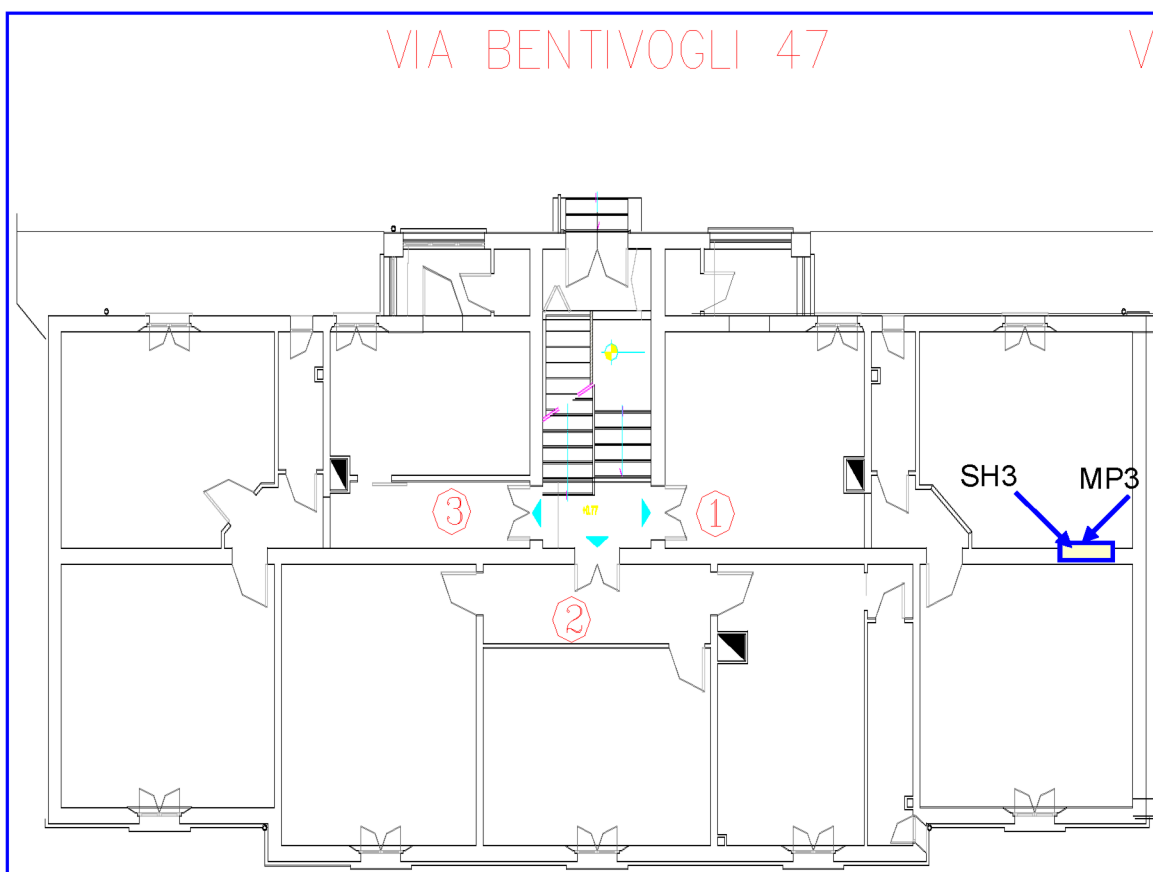


Ubicazione delle strutture nel Comune di Bologna

1.2 Posizione delle indagini



Pianta - posizione delle indagini – MP; Shave test – Via Libia, 37-39



Pianta - posizione delle indagini – MP; Shave test – Via Bentivogli, 47

2. PROVA CON MARTINETTI PIATTI

2.1 Strumentazione di misura

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

- unità computerizzata di registrazione delle deformazioni *Wavebook/516E*;
- 3 trasduttori potenziometrici modello *Midori LP-50* da 5 K Ω ;
- software di elaborazione *DasyLab ver. 11.0*.



Prova MP1- Via Bentivogli, 47

La calibrazione è stata effettuata in data 19 ottobre 2021 e documentata col Certificato di Taratura n. 1942/21.

Tutti gli strumenti sono stati tarati dal Laboratorio Tarature della 4 EMME Service S.p.A. utilizzando dei sensori campione come previsto dalla procedura 7.6 "Gestione degli Strumenti" del Manuale di Qualità.

2.2 Caratteristiche martinetti

Il martinetto piatto è una cella di carico azionata idraulicamente di forma semicircolare con le seguenti caratteristiche:

- | | |
|--|--------------------------|
| – superficie: | 761,50 cm ² ; |
| – spessore: | 3,50 mm; |
| – diametro: | 34,70 cm; |
| – profondità di installazione: | 25,70 cm; |
| – Coefficiente di bordo K _m : | 0,89 |

Ogni martinetto è caratterizzato da un coefficiente di bordo K_m che ne definisce l'efficacia, ossia la riduzione della spinta dovuta alla rigidità dei bordi.



Martinetto piatto



Troncatrice

2.3 Attrezzatura di taglio

Consiste in una troncatrice ad utensile diamantato. Questa produce una incisione netta, di minimo disturbo per la struttura. L'incisione prodotta (di spessore 4 mm) ha una forma praticamente uguale a quella del martinetto. Si assume come area di taglio media $A_t = 865,0 \text{ cm}^2$.

L'erogazione della pressione ai martinetti viene effettuata tramite una pompa idraulica munita di regolazione fine. La pressione di carico viene misurata mediante un manometro di precisione.

2.4 Rilievo in sito delle tensioni di esercizio

La tensione di esercizio in sito si ricava dalla seguente formula:

$$\sigma_v = P \cdot \frac{A_m}{A_t} \cdot k_m$$

dove:

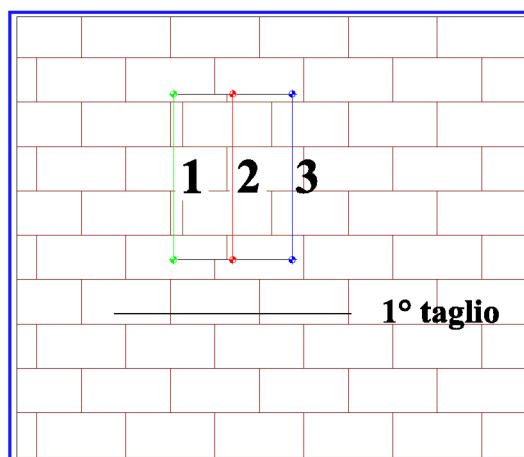
σ_v = tensione verticale di esercizio in sito (daN/cm²);

P = pressione di ripristino delle condizioni iniziali al martinetto;

A_m = area del martinetto (cm²);

A_t = area del taglio (cm²);

K_m = coefficiente di bordo del martinetto (adimensionale).



2.5 Rilievo in sito delle tensioni di esercizio a compressione

La resistenza in sito si ricava dalla seguente formula:

$$\sigma_v = P \cdot \frac{A_m}{A_t} \cdot \overline{k_m}$$

dove:

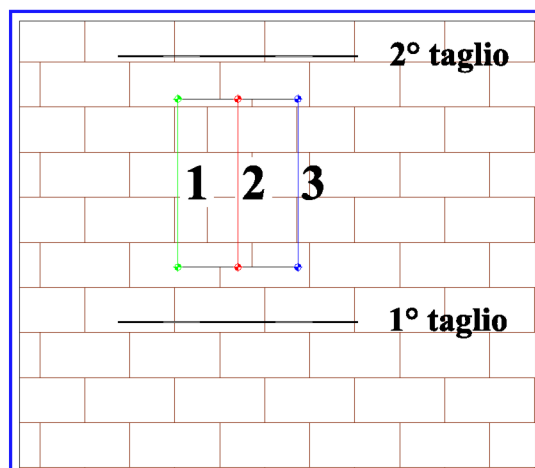
σ_v = tensione verticale di esercizio in sito (daN/cm²);

P = pressione di ripristino delle condizioni iniziali al martinetto;

A_m = area del martinetto (cm²);

A_t = valore medio delle due aree di taglio (cm²);

K_m = valore medio dei due coefficienti di bordo dei martinetti (adimensionale).

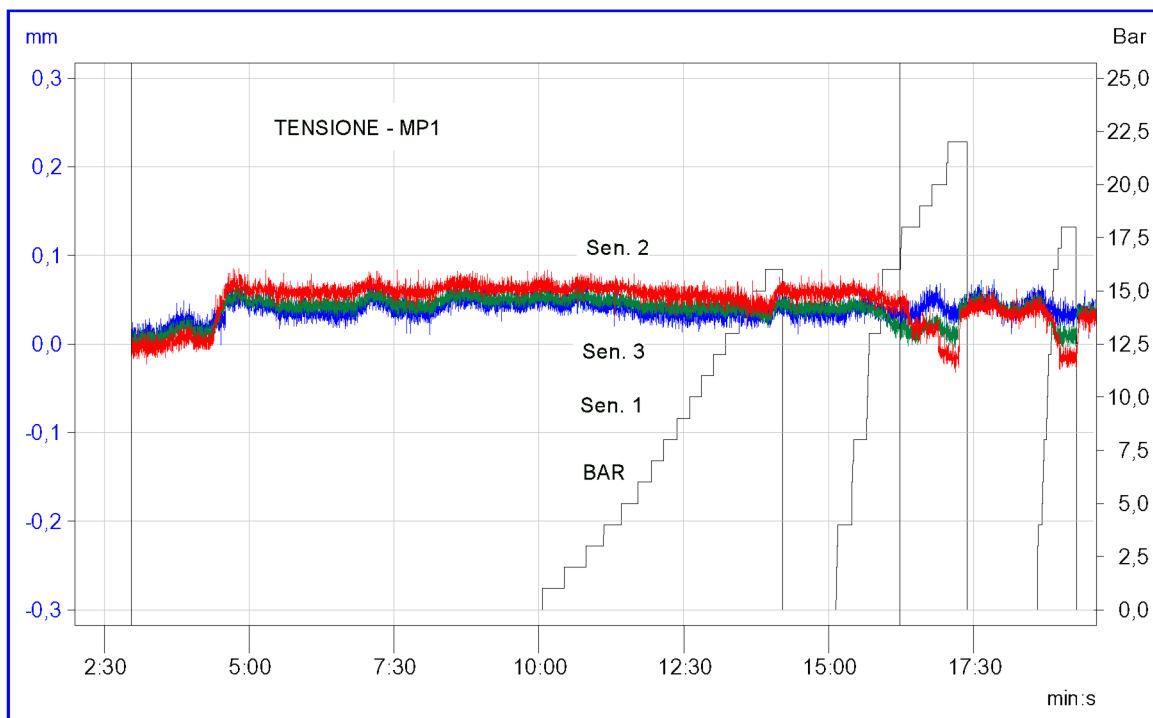


La metodologia di prova con i martinetti piatti prevede che le deformazioni si stabilizzino prima di applicare il successivo incremento di carico, mettendo così in evidenza eventuali fenomeni di tipo non lineare o viscoso.

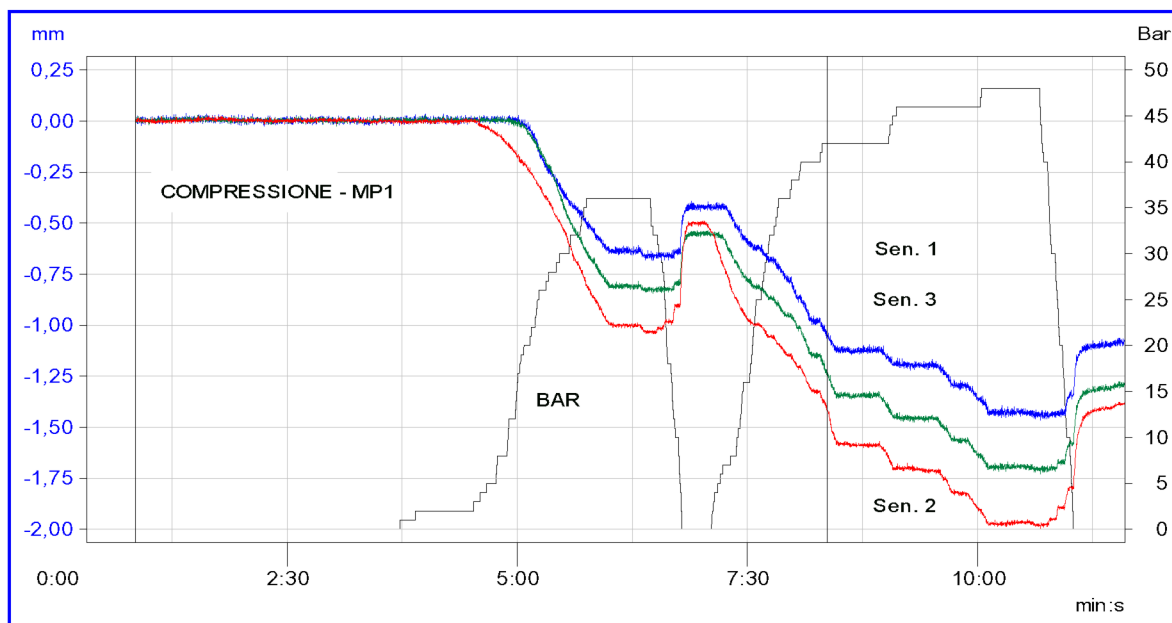
Si sottolinea che i risultati che si possono ottenere sono fortemente influenzati dall'eterogeneità della muratura indagata e che pertanto devono essere sempre interpretati alla luce delle particolari condizioni del sito.

2.6 Descrizione della prova (MP1 – prova n° 6130A/BO) – via Libia 37

La prova 6130A/BO, denominata MP1, è stata effettuata sulla parete di spina al piano terra della struttura; sono stati installati 3 trasduttori potenziometrici per le misurazioni in tempo reale.



Grafici originali rilevati durante la prova (tensione)



Grafici originali rilevati durante la prova (compressione – rottura del laterizio)



Zona di prova





Rottura del laterizio durante la prova di compressione

2.7 Rapporto dei risultati – Via Libia, 37

| <i>N° prova</i> | Pressione di Ripristino [bar] | Tensione di esercizio [daN/cm ²] | Pressione di Compressione [bar] | Tensione di compressione [daN/cm ²] |
|-----------------|-------------------------------|--|---------------------------------|---|
| MP1 | 17,50 | 13,71 | 44,00 | 34,47 |

Modulo elastico

Dal rapporto tra la tensione di compressione applicata e la deformazione massima misurata si ricava il valore del modulo di elasticità **E**:

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

dove: $\Delta\sigma$ = intervallo di carico considerato pari a **34,47 daN/cm²**

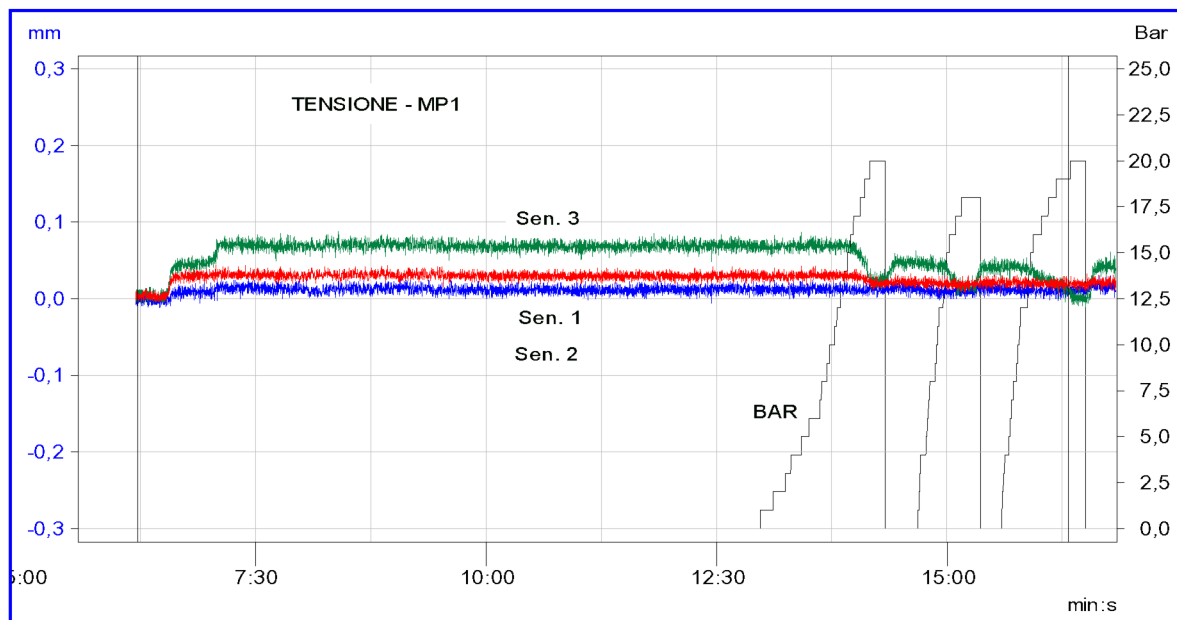
$$\Delta\varepsilon = \text{deformazione assiale corrispondente } \Delta\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

Essendo $\Delta l = 1,45$ mm (deformazione media rilevata sui cicli con incremento da 4,0 a 46,0 bar) e $l = 360$ mm (distanza fra i capisaldi):

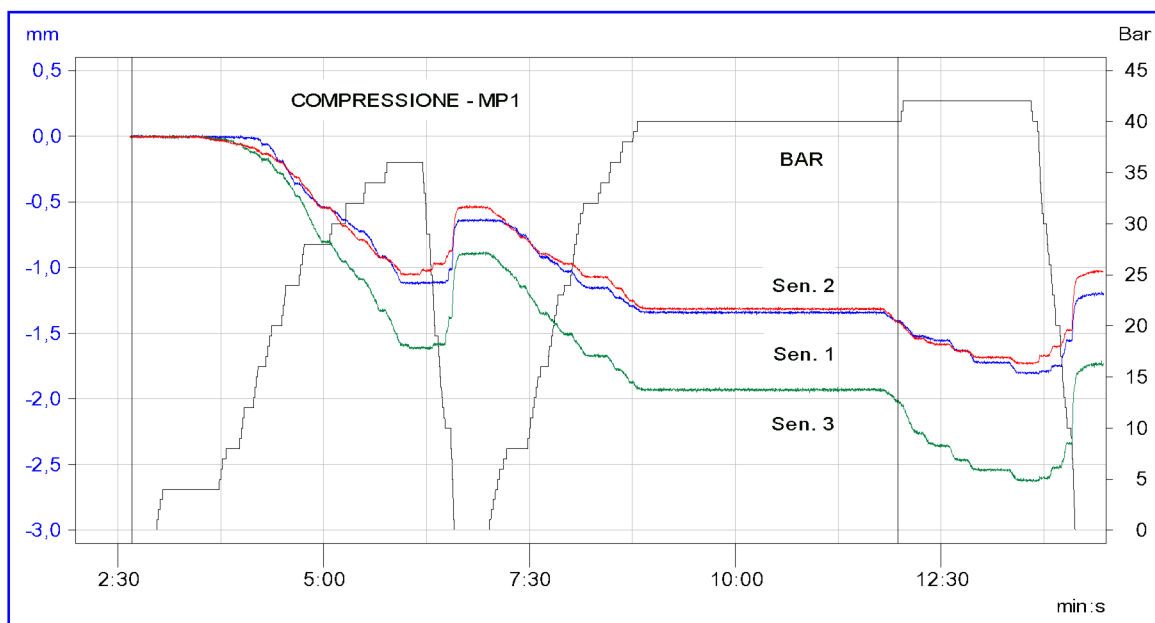
$$E = 34,47/0,00403 = 8.559 \text{ daN/cm}^2$$

2.8 Descrizione della prova (MP2 – prova n° 6130B/BO) – via Libia 39

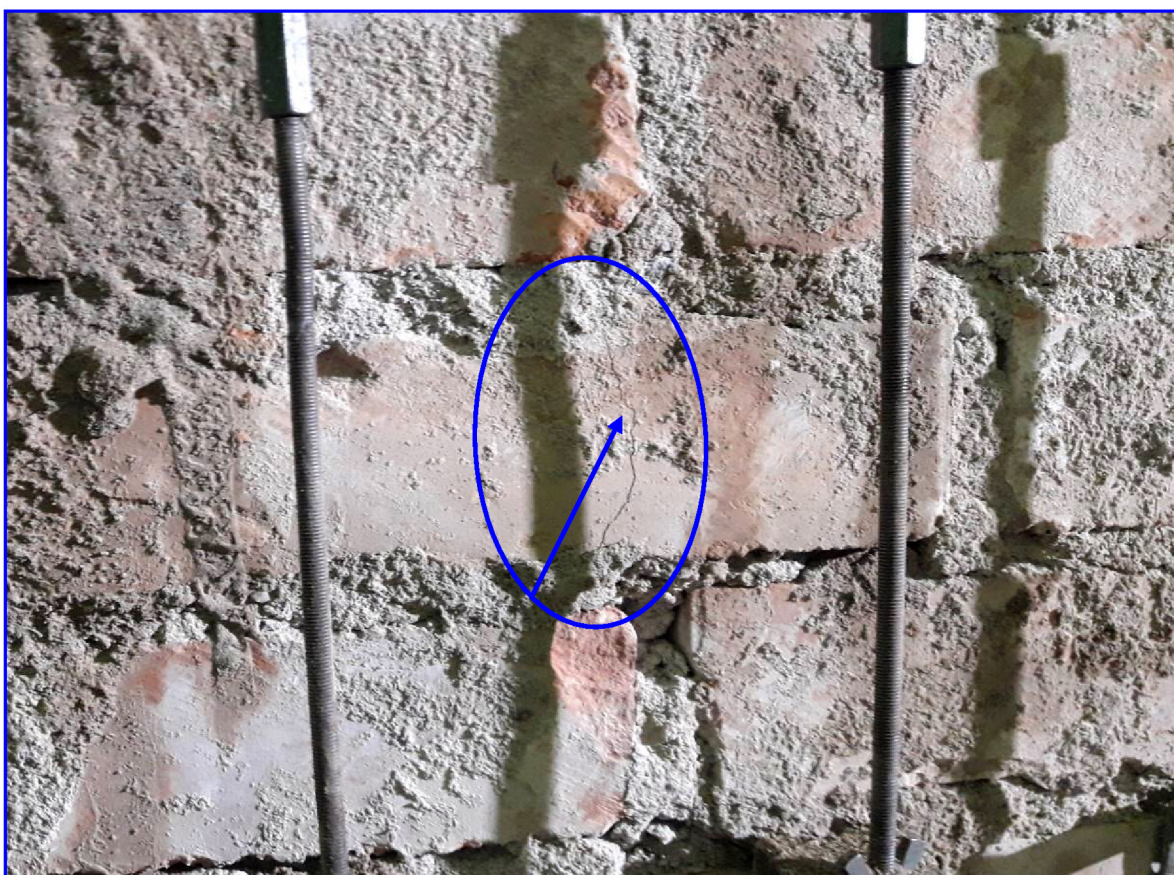
La prova **6130B/BO**, denominata **MP2**, è stata effettuata sulla parete di spina al piano terra della struttura; sono stati installati 3 trasduttori potenziometrici per le misurazioni in tempo reale.



Grafici originali rilevati durante la prova (tensione)



Grafici originali rilevati durante la prova (compressione – rottura del laterizio)



Rottura del laterizio durante la prova di compressione

2.9 Rapporto dei risultati – Via Libia, 39

| <i>N° prova</i> | Pressione di Ripristino [bar] | Tensione di esercizio [daN/cm ²] | Pressione di Compressione [bar] | Tensione di compressione [daN/cm ²] |
|-----------------|-------------------------------|--|---------------------------------|---|
| MP1 | 18,00 | 14,10 | 39,00 | 30,56 |

Modulo elastico

Dal rapporto tra la tensione di compressione applicata e la deformazione massima misurata si ricava il valore del modulo di elasticità **E**:

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

dove: $\Delta\sigma$ = intervallo di carico considerato pari a **30,56 daN/cm²**

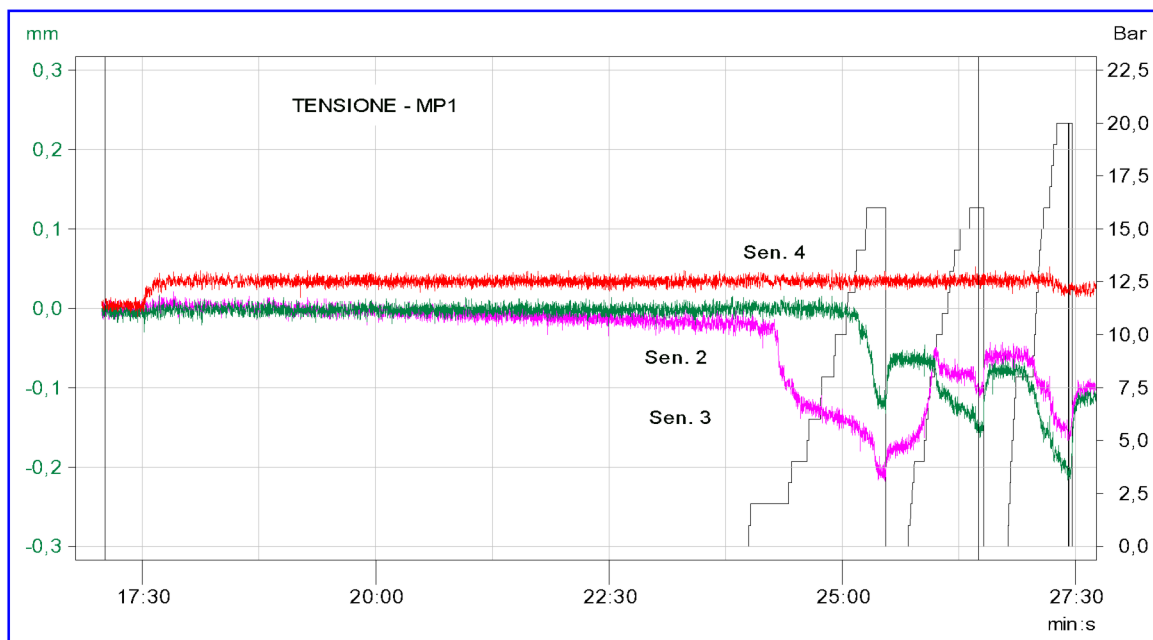
$$\Delta\varepsilon = \text{deformazione assiale corrispondente } \Delta\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

Essendo $\Delta l = 1,51$ mm (deformazione media rilevata sui cicli con incremento da 4,0 a 42,0 bar) e $l = 360$ mm (distanza fra i capisaldi):

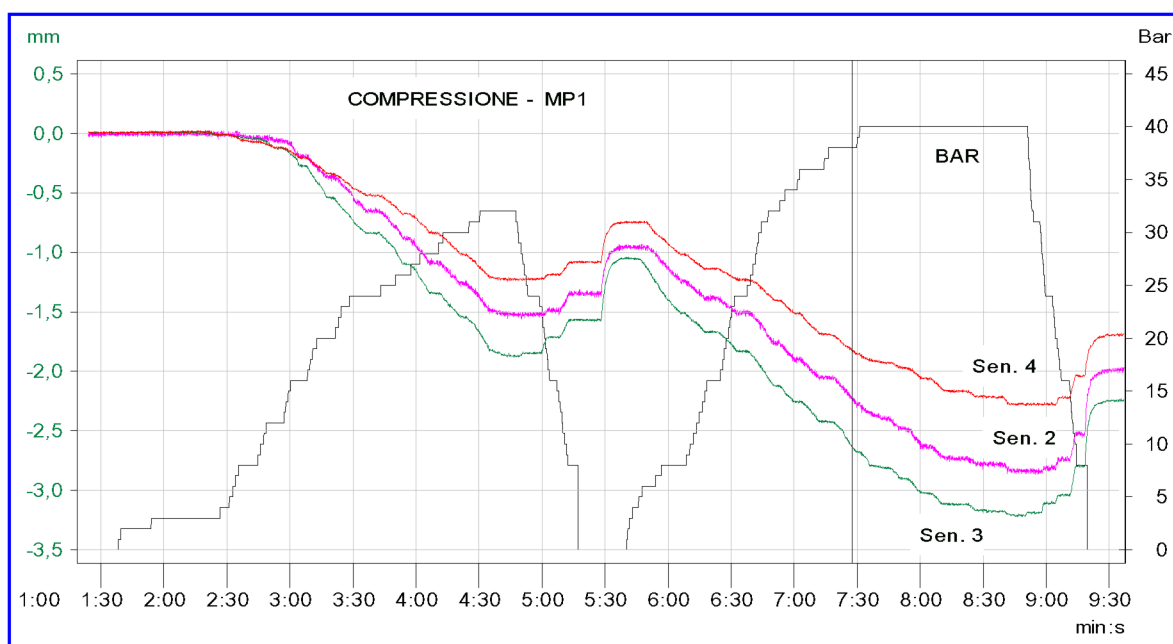
$$E = 30,56/0,00419 = 7.285 \text{ daN/cm}^2$$

2.10 Descrizione della prova (MP3 – prova n° 6130C/BO) – Via Bentivogli, 47

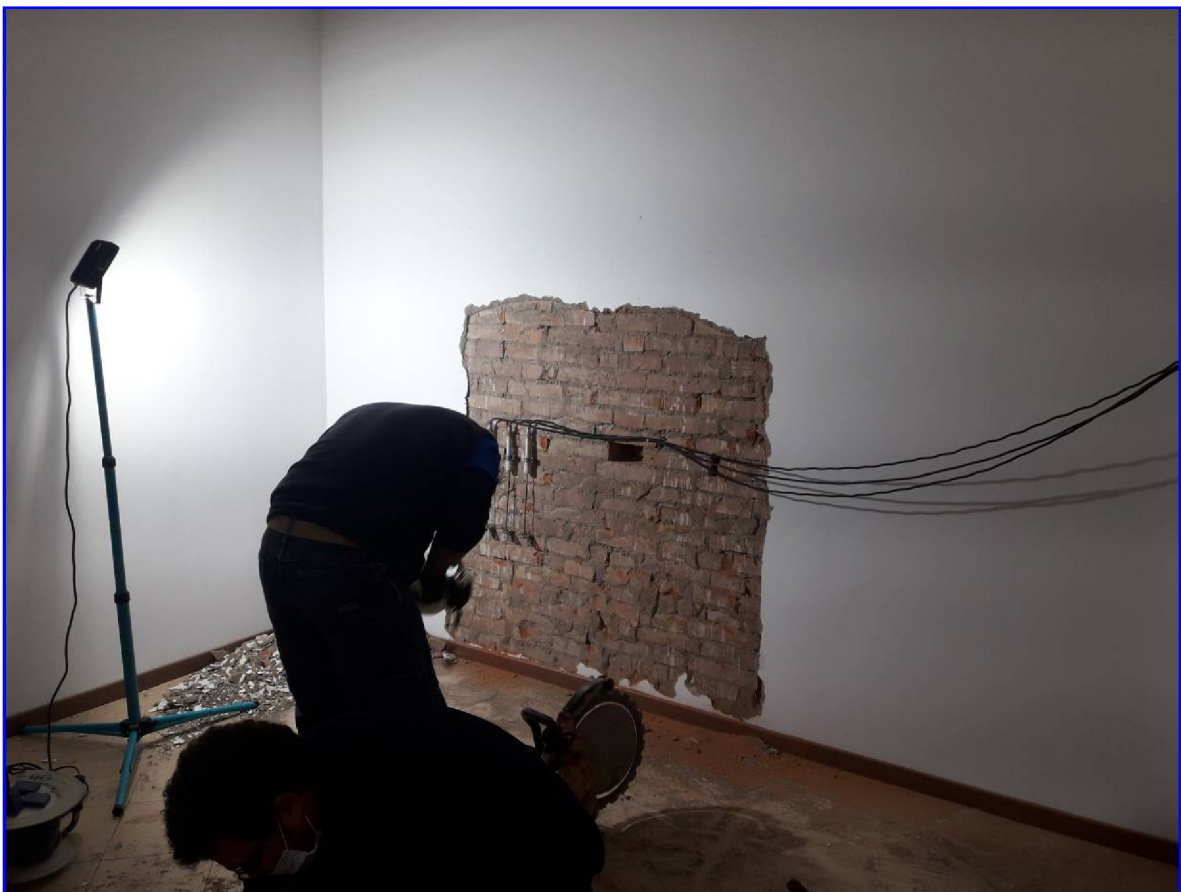
La prova 6130C/BO, denominata MP3, è stata effettuata sulla parete di spina al piano terra della struttura; sono stati installati 3 trasduttori potenziometrici per le misurazioni in tempo reale.



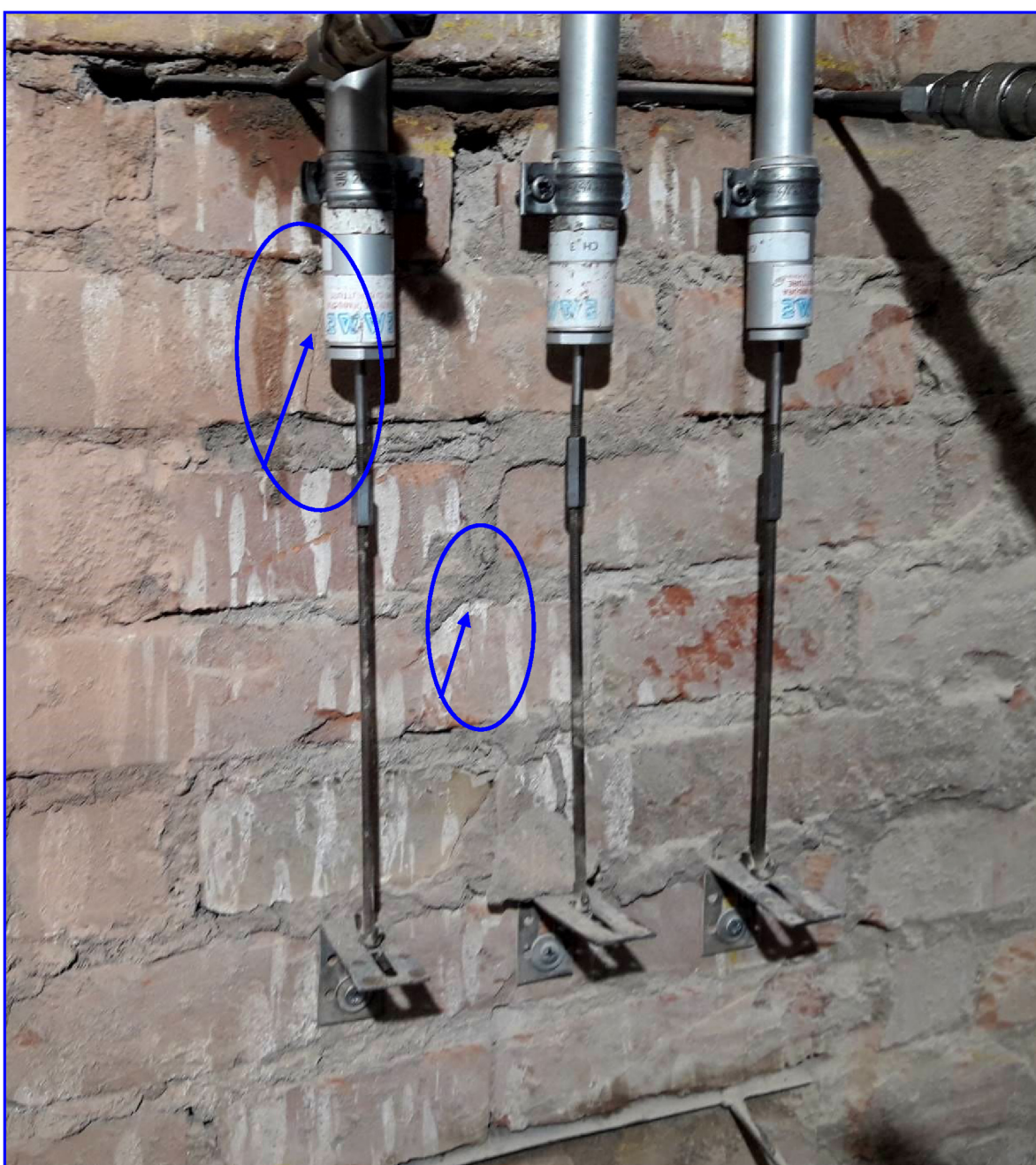
Grafici originali rilevati durante la prova (tensione)



Grafici originali rilevati durante la prova (compressione – rottura del laterizio)



Zona della prova



Rottura del laterizio durante la prova di compressione

2.11 Rapporto dei risultati – Via Bentivogli, 47

| <i>N° prova</i> | Pressione di Ripristino [bar] | Tensione di esercizio [daN/cm ²] | Pressione di Compressione [bar] | Tensione di compressione [daN/cm ²] |
|-----------------|-------------------------------|--|---------------------------------|---|
| MP1 | 16,00 | 12,54 | 37,00 | 28,99 |

Modulo elastico

Dal rapporto tra la tensione di compressione applicata e la deformazione massima misurata si ricava il valore del modulo di elasticità **E**:

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

dove: $\Delta\sigma$ = intervallo di carico considerato pari a **28,99 daN/cm²**

$$\Delta\varepsilon = \text{deformazione assiale corrispondente } \Delta\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

Essendo $\Delta l = 2,05$ mm (deformazione media rilevata sui cicli con incremento da 4,0 a 40,0 bar) e $l = 360$ mm (distanza fra i capisaldi):

$$E = 28,99/0,00569 = \mathbf{5.090 \text{ daN/cm}^2}$$

3. SHAVE TEST

3.1 Strumentazione di misura

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

- unità computerizzata di registrazione delle deformazioni *Wavebook/516E*;
- 3 trasduttori potenziometrici modello *Midori LP-50* da $5\text{ K}\Omega$;
- software di elaborazione *DasyLab ver. 11.0*.

La calibrazione è stata effettuata in data 19 ottobre 2021 e documentata col Certificato di Taratura n. 1942/21.

Tutti gli strumenti sono stati tarati dal Laboratorio Tarature della 4 EMME Service S.p.A. utilizzando dei sensori campione come previsto dalla procedura 7.6 "Gestione degli Strumenti" del Manuale di Qualità.

3.2 Metodologia

Lo Shave Test (RILEM 127 D.6) permette, attraverso l'utilizzo di un apposito martinetto cilindrico, di determinare la resistenza allo scorrimento della muratura (taglio τ), in sito.

La prova shave test è stata effettuata in presenza di compressione verticale.

La prova consiste nel verificare la forza occorrente per far scorrere i provini (mattoni) della muratura, nel piano dei giunti di malta orizzontale.

3.3 Descrizione della prova

È stata eseguita una prova sulla parete centrale del fabbricato.

Per le misurazioni sono stati installati 2 sensori elettronici potenziometrici in entrambe le prove.

3.4 Rapporto dei risultati (Shave test 1 - prova n° 6130D/BO)

Dimensioni del mattone: 29,0 cm x 13,5 cm (mattone pieno parete di spina – via Libia, 37).

At: Area totale dei corsi di malta superiore e inferiore del mattone = **783,0 cm²**

P: pressione del martinetto

A_m: Area del martinetto = 14,4 cm²

| Pressione [bar] | Valore τ [daN/cm ²] |
|--------------------|---|
| 30 | 0,552 |
| 60 | 1,103 |
| 80 | 1,471 |
| 92 | 1,692 (inizio scorrimento) |
| 100 | 1,839 |
| 120 | 2,207 |
| 130 | 2,391 |
| 141 | 2,593 |

Nota bene: la freccia massima a 141 bar è stata di 10,02 (mm)

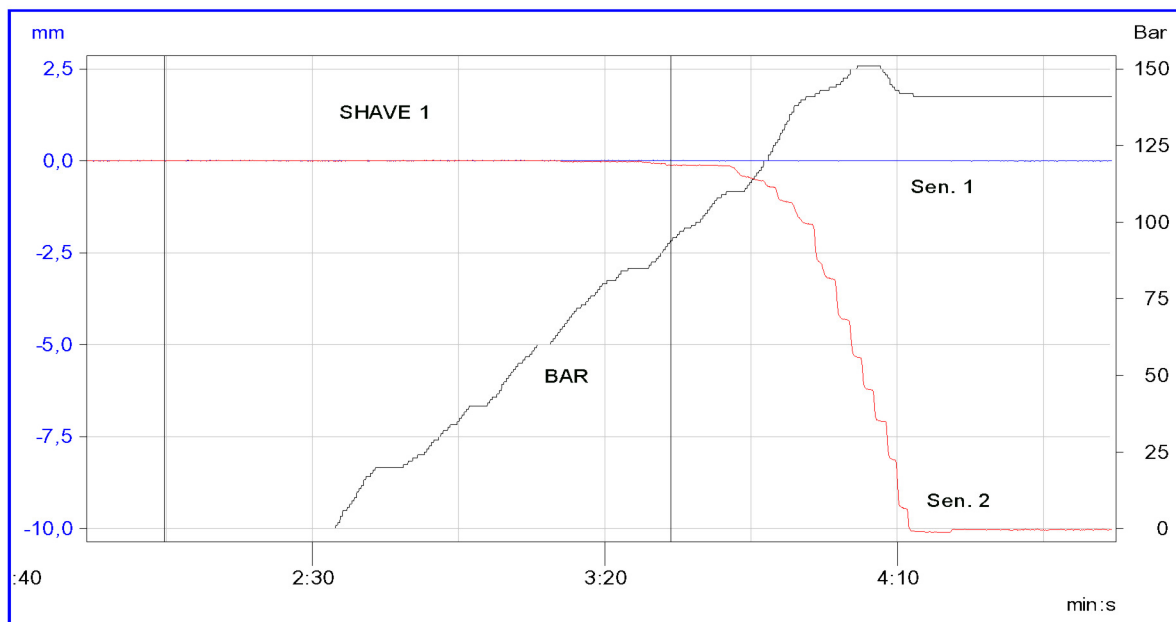


Grafico originale – Shave 1 – Via Libia, 37



Area di prova – Shave test 1

3.5 Rapporto dei risultati (Shave test 2 - prova n° 6130E/BO)

Dimensioni del mattone: 29,0 cm x 13,5 cm (mattone pieno parete di spina – via Libia, 39).

At: Area totale dei corsi di malta superiore e inferiore del mattone = 783,0 cm²

P: pressione del martinetto

A_m: Area del martinetto = 14,4 cm²

$$\tau = P \cdot \frac{A_m}{A_t}$$

| Pressione [bar] | Valore τ [daN/cm ²] |
|--------------------|---|
| 30 | 0,552 |
| 60 | 1,103 |
| 80 | 1,471 |
| 90 | 1,655 |
| 100 | 1,839 |
| 120 | 2,207 |
| 130 | 2,391 |
| 140 | 2,575 |
| 150 | 2,759 |
| 160 | 2,943 |
| 170 | 3,126 (inizio scorrimento) |
| 180 | 3,310 |
| 200 | 3,678 |
| 210 | 3,862 |

Nota bene: la freccia massima a 210 bar è stata di 12,40 (mm)

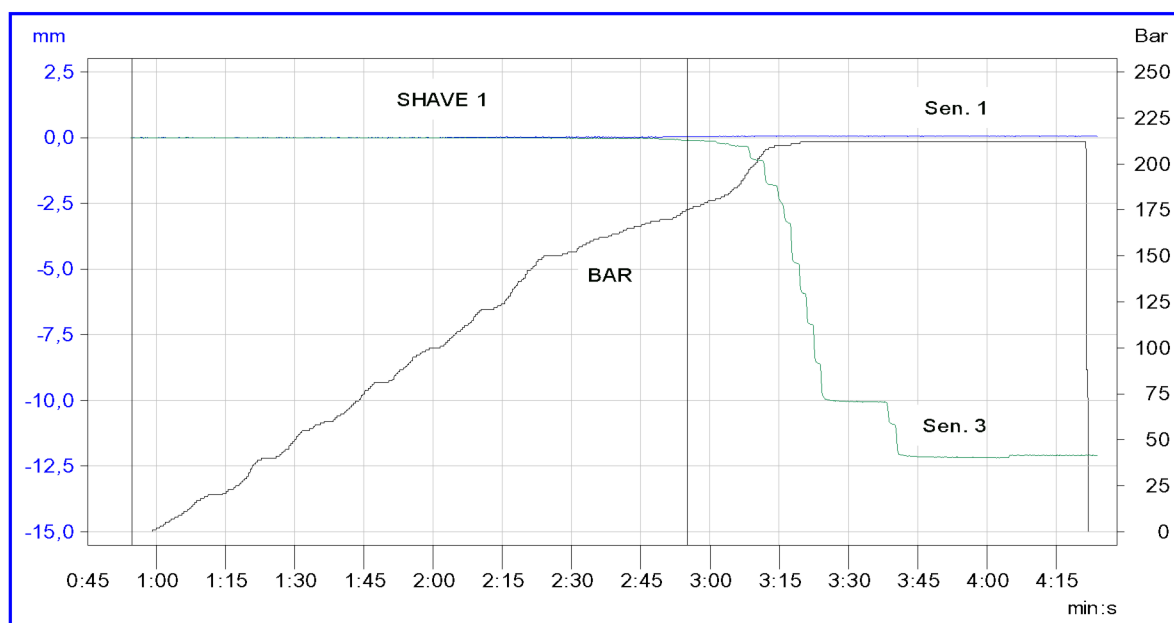


Grafico originale – Shave 1 – Via Libia, 39



Area di prova – Shave test 2

3.6 Rapporto dei risultati (Shave test 3 - prova n° 6130F/BO)

Dimensioni del mattone: 29,0 cm x 13,5 cm (mattone pieno parete di spina – via Bentivogli, 47).

At: Area totale dei corsi di malta superiore e inferiore del mattone = **783,0 cm²**

P: pressione del martinetto

A_m: Area del martinetto = 14,4 cm²

$$\tau = P \cdot \frac{A_m}{A_t}$$

| Pressione [bar] | Valore τ [daN/cm ²] |
|--------------------|---|
| 30 | 0,552 |
| 60 | 1,103 |
| 80 | 1,471 |
| 90 | 1,655 |
| 100 | 1,839 |
| 120 | 2,207 |
| 130 | 2,391 |
| 140 | 2,575 |
| 150 | 2,759 |
| 160 | 2,943 |
| 176 | 3,237 (inizio scorrimento) |
| 190 | 3,494 |
| 200 | 3,678 |
| 220 | 4,046 |
| 230 | 4,230 |
| 250 | 4,598 |

Nota bene: la freccia massima a 250 bar è stata di 12,02 (mm)

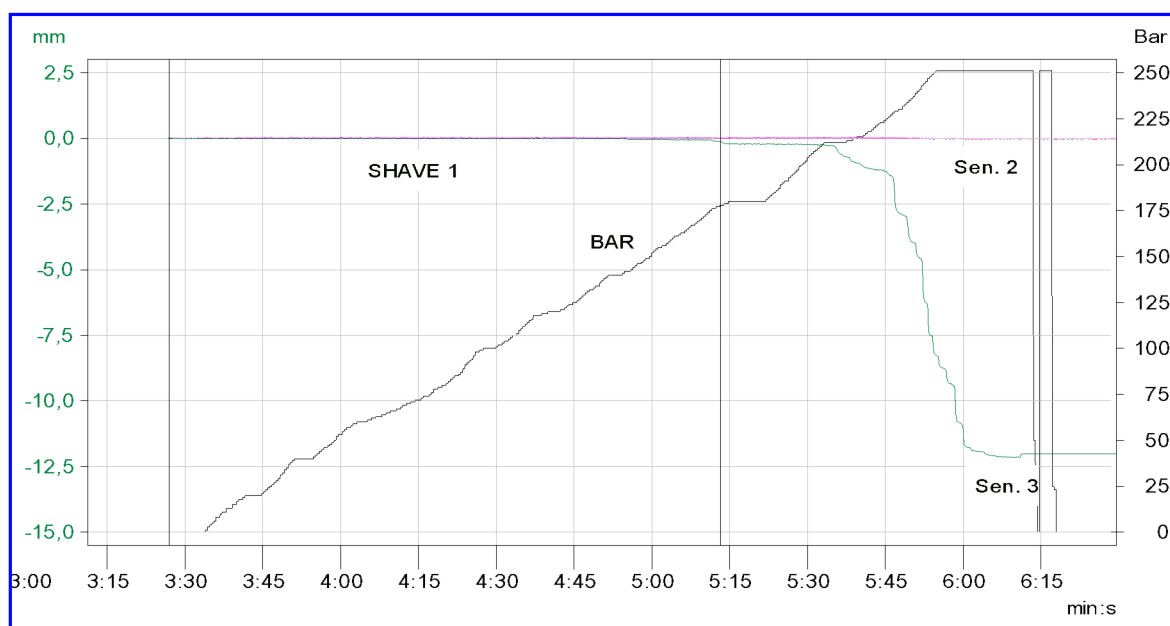


Grafico originale – Shave test 3- Via Bentivogli, 47

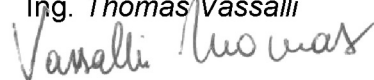


La 4 EMME Service S.p.A. si assume la responsabilità per la precisione delle misurazioni effettuate. L'elaborazione dei dati rappresenta invece solamente un sussidio da verificare ed approvare a cura del Collaudatore o del Tecnico Incaricato.

Bologna, 19 novembre 2021

Il Relatore
Dott. Danilo Panetta


4 EMME Service S.p.A.
Dir. del Centro di Bologna
Ing. Thomas Vassalli



RELAZIONE REVISIONATA DA:
p.e. Michele Vaccari

