



RAPPORTO DI PROVA N.00699 del 24/03/2023

RIF. V.A. N. 220/833 del 14/03/2023

d a t i d i c h i a r a t i	Committente: COMUNE DI CAMPI BISENZIO Piazza Dante, 36 – 50013 Campi Bisenzio (FI)
	Cantiere: VILLA RUCELLAI Campi Bisenzio (FI)
	V.I.E.: N.15579 del 14/03/2023
	Esperienze effettuate: MARTINETTO PIATTO SINGOLO E MARTINETTO PIATTO DOPPIO; INDAGINI PACOMETRICHE E SONREB; INDAGINI DUROMETRICHE; INDAGINI ULTRASONICHE E SCLEROMETRICHE

Tecnico incaricato:

Dott. Ing. Giovanni Cardinale



Villa Rucellai – Campi Bisenzio (FI)

Rapporto di prova N. 00699 del 24/03/2023. Il presente documento non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del responsabile del Laboratorio. Pag. 1/32



INDICE

1 - PREMESSA.....	3
2 - STRUMENTAZIONE UTILIZZATA.....	4
2.1 - Martinetti piatti	4
2.1.1 - Prova con martinetto piatto singolo	5
2.1.2 - Prova con martinetto piatto doppio.....	7
2.2 - Indagine pacometrica	9
2.3 - Indagine con durometro portatile	9
2.4 - Indagine ultrasonica	10
2.5 - Indagine sclerometrica.....	11
2.5.1 - Sclerometro per calcestruzzo.....	11
2.5.2 - Sclerometro per pietra.....	12
3 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI	13
4 - RISULTATI DELL'INDAGINI.....	15
4.1 - MARTINETTI PIATTI.....	15
4.1.1 - Martinetto piatto singolo.....	15
4.1.2 - Martinetto piatto doppio.....	16
4.2 - INDAGINI PACOMETRICHE E SONREB.....	20
4.3 - INDAGINI DUROMETRICHE.....	24
4.4 - INDAGINI ULTRASONICHE E SCLEROMETRICHE	25



1 - PREMESSA

Il giorno **14 marzo 2023** tecnici del Laboratorio Sigma hanno eseguito una serie di indagini sulle strutture dell'edificio denominato "Villa Rucellai", ubicato nel Comune di Campi Bisenzio (FI).

In particolare sono state eseguite:

- n.1 prova con martinetto piatto singolo;
- n.1 prova con martinetti piatti doppi;
- n.4 indagini pacometriche su travi in c.a.;
- n.4 prove SonReb su travi in c.a.;
- n.4 indagini durometriche;
- n.9 indagini ultrasoniche e sclerometriche su colonne in pietra.

Con riferimento ai Ns V.I.E. n° 15579 del 14/03/2023.

L'attività d'indagine è stata eseguita in conformità con quanto richiesto dal tecnico incaricato Dott. Ing. Giovanni Cardinale.

I tecnici del Laboratorio Sigma che hanno eseguito le indagini sono:

Geom.	A. Ortisi	Sperimentatore
Geom.	J. Bertocci	Sperimentatore
Sig.	E. Varosi	Aiuto Sperimentatore



2 - STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

2.1 - Martinetti piatti

Martinetti piatti oleodinamici semiovali, dimensioni 350 x 259 x 4.1 mm e area 77500 mm²;



Per la messa in carico dei martinetti viene utilizzata una pompa manuale F.P.T. PMSA3/L3 con MAX W. P. 700 [bar] e manometro AEP Transducers;



Deformometro DGEI250 base di misura 250 mm con comparatore elettronico digitale Mitutoyo mod.ID-S112B risoluzione 0,001 mm;



Per la realizzazione del taglio in cui alloggiare i martinetti si adopera una moto-troncatrice a trasmissione eccentrica Husqvarna K970 Ring con disco diamantato da 350 mm che consente di praticare tagli semicircolari di 260 mm di profondità.





2.1.1 - Prova con martinetto piatto singolo

Determinazione dello stato di sollecitazione della muratura

La prova, eseguita mediante l'utilizzo di martinetto piatto oleodinamico semiovale, permette di ricavare lo stato di sollecitazione preesistente nella muratura.

Il materiale su cui viene eseguita la prova è normalmente eterogeneo, per cui si cerca di fare in modo che i valori misurati siano rappresentativi di un comportamento medio della struttura in esame.

Le modalità generali di prova consistono nel realizzare un taglio piano ortogonale alla muratura e misurare la convergenza (parziale chiusura) che le due facce del taglio subiscono con la realizzazione del taglio stesso mediante punti di riferimento simmetrici (basi di misura) applicati preventivamente sulla muratura a cavallo del taglio.

Dopo aver introdotto il martinetto piatto nel taglio precedentemente effettuato, lo si mette progressivamente in pressione sino a riportare in condizioni iniziali la geometria del taglio.

In tale condizione il valore della pressione idraulica all'interno del martinetto è uguale alla sollecitazione preesistente dentro la muratura; tramite opportune costanti si tiene conto dell'area e della rigidità propria del martinetto, dell'area del taglio e quindi delle superfici reali di contatto martinetto-taglio.

Il valore di tensione “ σ ” nel punto di prova, espresso in N/mm^2 , è dato dalla seguente relazione:

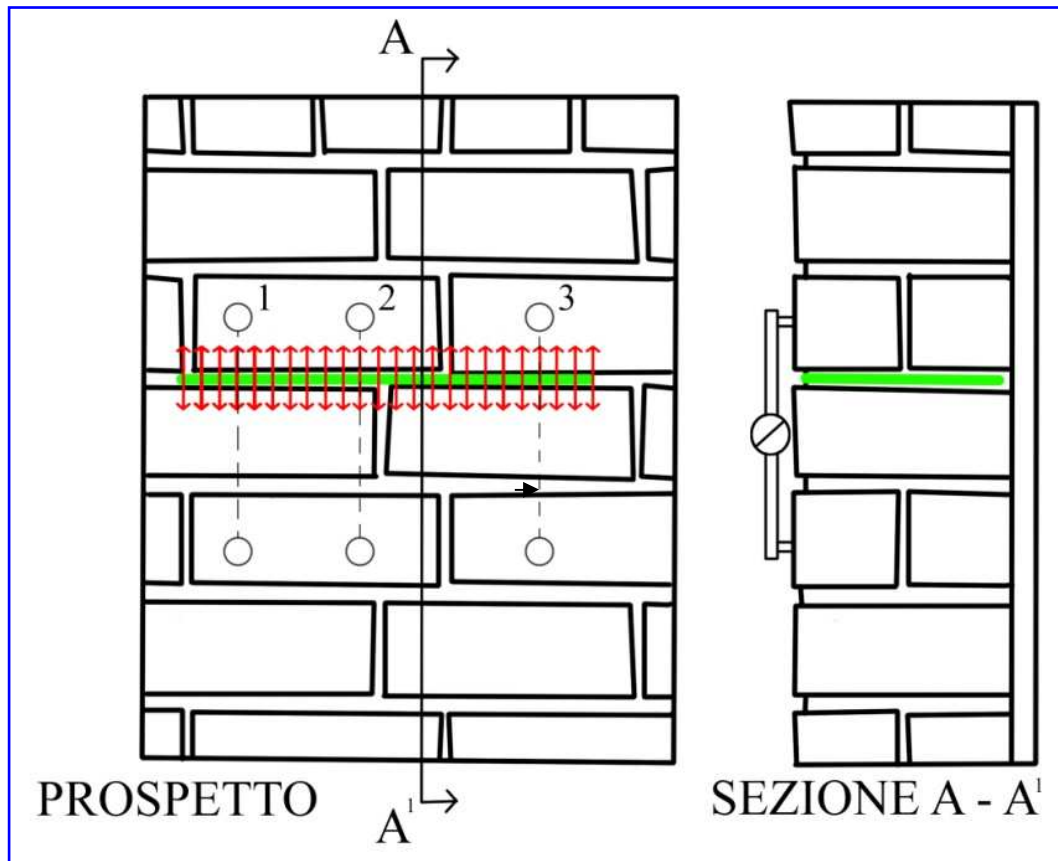
$$\sigma = K_m \cdot K_a \cdot p$$

dove:

- K_m = costante che tiene conto delle caratteristiche geometriche del martinetto e della rigidità della saldatura di bordo; tale costante è stata determinata mediante taratura e risulta essere pari a 0,89,
- K_a = rapporto fra area del martinetto ed area del taglio, si assume pari ad 1,
- p = pressione occorrente per ripristinare le originarie condizioni della muratura, espressa in bar.



Disposizione del Martinetto piatto e delle basi di misura per la determinazione della tensione verticale della muratura.



Lettura degli spostamenti

Il deformometro è costituito da due aste cilindriche in acciaio AISI 304, di cui una fissa ed una mobile e scorrevole; nelle due estremità delle aste sono fissati due coltelli che terminano con punte sferiche, lo spostamento tra i coltelli (coincidente con quello delle basette forate) viene misurato da un comparatore elettronico Mitutoyo, munito di display digitale.

Le deformazioni (ϵ) saranno ottenute dal rapporto:

$$\epsilon = \Delta l / l$$

dove:

- Δl = differenza tra la lettura della deformazione misurata rispetto alla misura iniziale
- l = lunghezza della base di misura (250 mm)



2.1.2 - Prova con martinetto piatto doppio

Determinazione delle caratteristiche di deformabilità della muratura

La determinazione delle caratteristiche di deformabilità della muratura viene effettuata praticando due tagli orizzontali paralleli ad una distanza di circa 50 cm, nei quali vengono introdotti i due martinetti piatti oleodinamici semiovali.

La particolare condizione equivale ad una compressione mono assiale della porzione di muratura compresa tra i due tagli, in direzione ortogonale al piano di posa dei mattoni che consentirà la stima della resistenza a compressione.

Il materiale su cui viene eseguita la prova è normalmente molto eterogeneo, per cui si cerca di fare in modo che i valori misurati siano i più rappresentativi possibili di un comportamento medio della struttura in esame.

Le condizioni che caratterizzano tale prova sono costituite dal tipo di compressione praticamente uniassiale e dal fatto che la porzione di struttura muraria in esame ha dei vincoli particolari non simmetrici ed a volte non del tutto ben definiti.

Per la prova con due martinetti (vedi disegno schematico seguente), inseriti in altrettanti tagli piani paralleli e sovrapposti, la messa in pressione idraulica dei due martinetti è realizzata con un unico circuito in modo da avere un decorso dell'entità dei carichi assolutamente identico.

Le basi estensimetriche (longitudinali e trasversali) installate sulla faccia della porzione di muratura in prova, interposta fra i due martinetti, consentono di ottenere il quadro completo del suo comportamento deformativo.

Il calcolo della deformabilità è eseguito applicando il carico per cicli di carico e scarico, con intensità via via crescente.

I risultati vengono registrati su diagrammi pressione/deformazione, in seguito riportati.

La pressione effettivamente applicata sulla muratura è calcolata con la seguente relazione:

$$\sigma = A_m / A_t \cdot K_m \cdot p$$

dove :

- A_m = Area del martinetto;
- A_t = Valore medio delle due aree di taglio;
- K_m = costante che tiene conto delle caratteristiche geometriche del martinetto e della rigidità della saldatura di bordo; tale costante è stata determinata mediante taratura e risulta essere pari a 0,89;
- p = pressione erogata dai due martinetti.

Assumendo $A_m / A_t = 1$, il valore del modulo elastico verticale (longitudinale) della muratura è determinato dalla relazione:

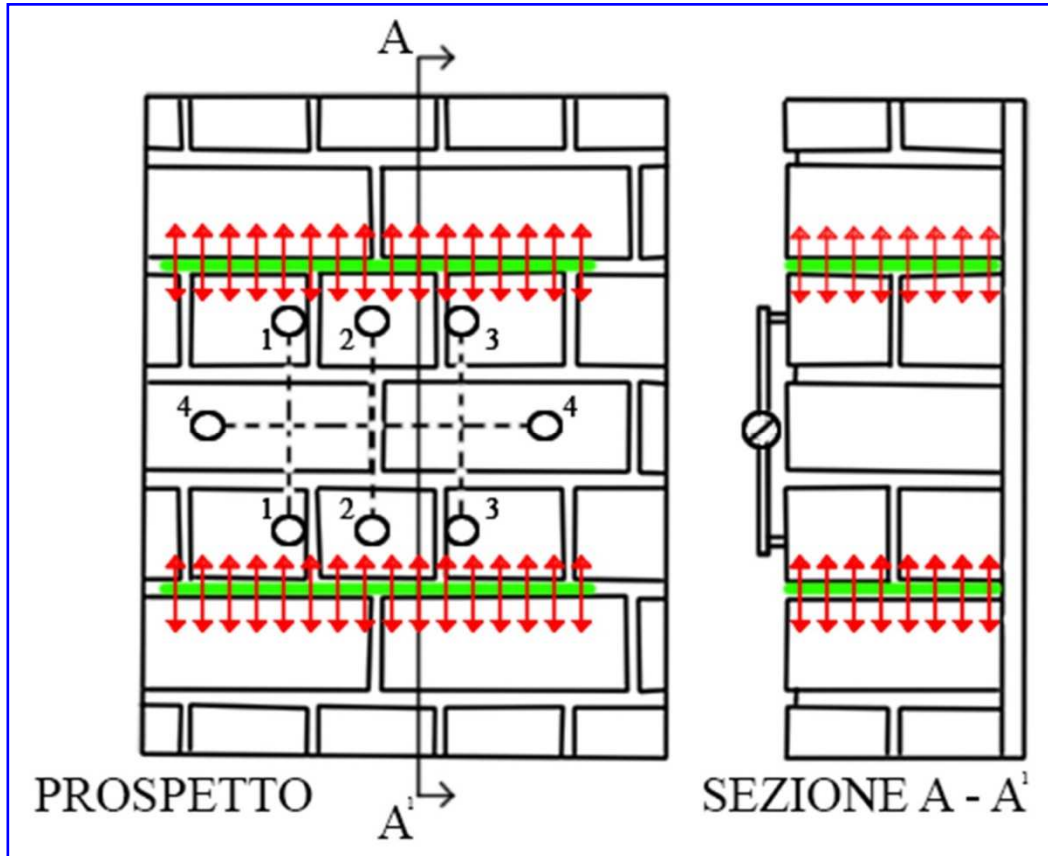
$$E_v = \sigma / \varepsilon_v$$

dove :

- ε_v = deformazione verticale (longitudinale) misurata in prossimità dell'asse di mezzeria dell' elemento murario delimitato dai due martinetti.



SCHEMA DELLA PROVA CON MARTINETTO DOPPIO PER LA DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI DEFORMAZIONE



Letture degli spostamenti

Il deformometro è costituito da due aste cilindriche in acciaio AISI 304, di cui una fissa ed una mobile e scorrevole; nelle due estremità delle aste sono fissati due coltelli che terminano con punte sferiche, lo spostamento tra i coltelli (coincidente con quello delle basette forate) viene misurato da un comparatore elettronico Mitutoyo, munito di display digitale.

Le deformazioni (ϵ) saranno ottenute dal rapporto:

$$\epsilon = \Delta l / l$$

dove:

- Δl = differenza tra la lettura della deformazione misurata rispetto alla misura iniziale
- l = lunghezza della base di misura (250 mm)



2.2 - Indagine pacometrica

Pacometro PROCEQ – modello PROFOMETER 6 versione 600 n.s. UP01-005-0212.

Lo strumento consiste in una sonda emettitrice di campo magnetico, collegata ad un'unità di elaborazioni dati digitale ed acustica.

La sonda fatta scorrere su una superficie piana è in grado di determinare numero, posizione e spessore del copriferro dei ferri d'armatura fino ad una profondità massima di 6 cm.



2.3 - Indagine con durometro portatile

Durometro portatile ad Ultrasuoni Smart N.D.T. – modello SonoDur2.

Lo strumento consente di misurare in modo diretto e immediato la durezza della maggior parte dei metalli. La prova consiste nel preparare la superficie del provino rimuovendo la parte superficiale di acciaio fino a renderla lucida a "specchio". Con un puntale metallico, che porta in sommità un prisma diamantato, si eseguono una serie di incisioni sulla parte di acciaio preparata, rilevando la durezza del materiale nella scala appropriata (Vickers, Brinell, Rockwel). Una volta ottenuta la misura della durezza, dalla norma di riferimento UNI EN ISO 18265:2014 si ricava la resistenza a trazione stimata dell'acciaio testato. Per l'esecuzione dettagliata della prova si rimanda alla norma di riferimento UNI EN ISO 6506-1:2015.



I valori stimati di resistenza a trazione, riportati nelle tabelle, sono ottenuti dal **prospetto A.1** della norma **UNI EN ISO 18265:2014**



2.4 - Indagine ultrasonica

Apparecchio ad ultrasuoni PROCEQ – modello PUNDIT. L'apparecchiatura è composta da una sonda trasmittente onde ultrasoniche da 50 kHz, una sonda ricevente a banda larga ed un display su cui visualizzare l'oscillogramma. Questo tipo di prova non distruttiva e non invasiva consente di ottenere una valutazione complessiva sulle caratteristiche del materiale, potendola estendere velocemente a molti punti. Ciò che viene misurato è il tempo che l'onda ultrasonora impiega per andare da un punto A ad un punto B.



Si eseguono n. 3 misurazioni dei tempi di attraversamento degli ultrasuoni nello spessore di ciascun elemento strutturale indagato.

Per l'esecuzione dettagliata della prova si rimanda alla norma di riferimento UNI EN 12504-4/2005.

Nota bene

La stima della resistenza a compressione del calcestruzzo in opera in funzione dei risultati delle indagini SonReb è determinabile mediante varie e differenti correlazioni facilmente reperibili in letteratura tecnica. A puro titolo di esempio, se ne riportano alcune:

ARTICOLO A. DI LEO, G. PASCALE, "Prove non distruttive sulle costruzioni in cemento armato" Convegno Sistema Qualità e Prove non Distruttive per l'Affidabilità e la Sicurezza delle Strutture Civili

Bologna, Saie '94, 21 ottobre 1994

$$Rs1 = 1,2 \cdot 10^{-9} \cdot Ir^{1,058} \cdot Vp^{2,446}, \text{ (con } Rs1 \text{ in } N/mm^2 \text{ e } Vp \text{ in } m/sec)$$

ARTICOLO J. GASPARIRIK, "Prove non distruttive in edilizia", Quaderno didattico

A.I.P.N.D., Brescia 1992

$$Rs2 = 0,0286 \cdot Ir^{1,246} \cdot Vp^{1,85} \text{ (con } Rs2 \text{ in } N/mm^2 \text{ e } Vp \text{ in } Km/sec)$$

ARTICOLO R. GIACCHETTI, L. LACQUANITI, "Controlli non distruttivi su impalcati da ponte in calcestruzzo armato" Nota tecnica 04, 18980

Università degli Studi di Ancona, Facoltà di Ingegneria, Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni

$$Rs3 = 0,784 \cdot 10^{-10} \cdot Ir^{1,4} \cdot Vp^{2,6} \text{ (con } Rs3 \text{ in } N/mm^2 \text{ e } Vp \text{ in } m/sec)$$



2.5 - Indagine sclerometrica

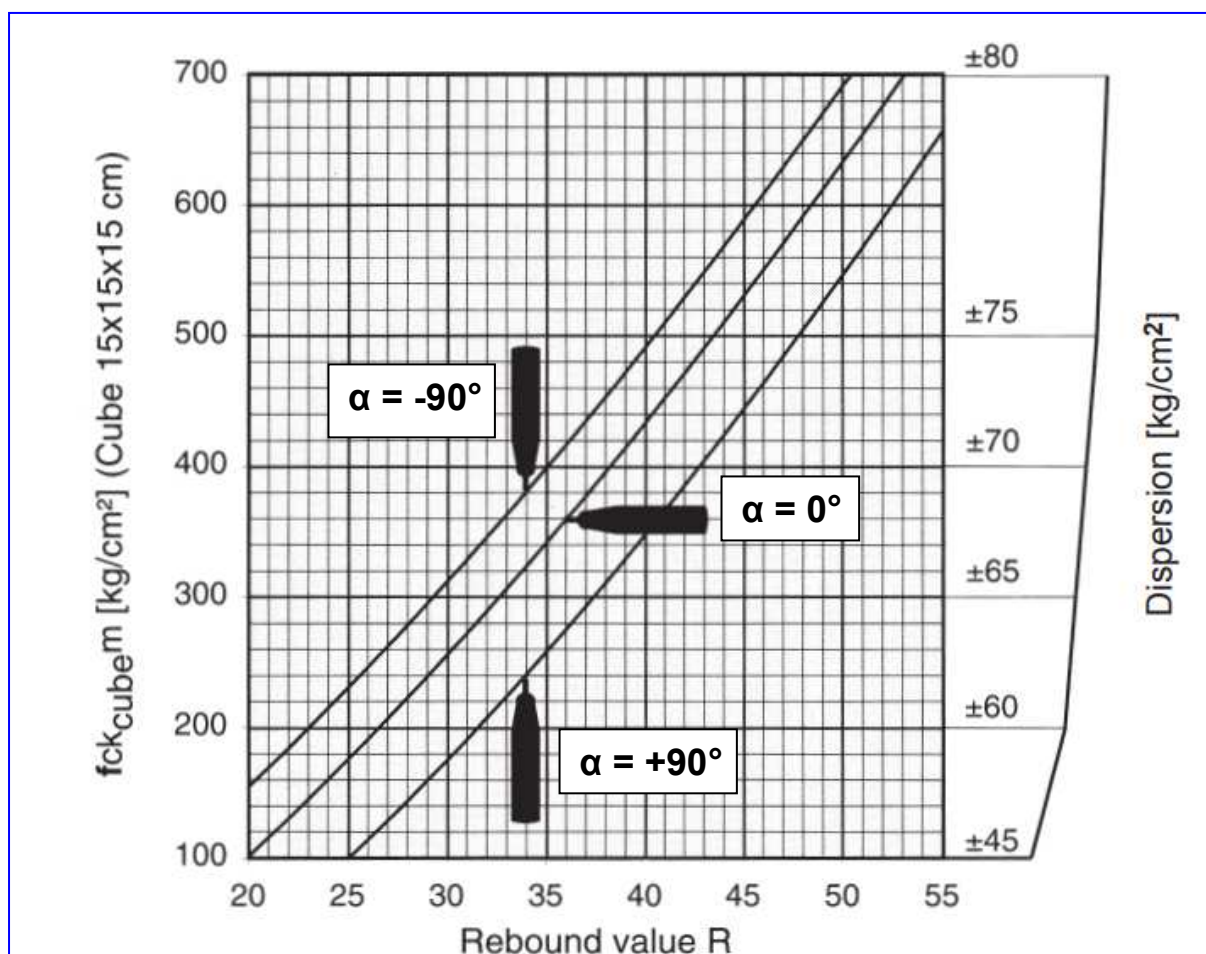
2.5.1 - Sclerometro per calcestruzzo

PROCEQ – SCHMIDT-HAMMER Model N-34 serie 174134.

Lo sclerometro è uno strumento per l'esecuzione di prove empiriche in situ finalizzate ad effettuare una stima speditiva della resistenza meccanica di elementi strutturali in calcestruzzo.

Lo sclerometro misura la durezza superficiale del materiale e si basa sul principio che il rimbalzo della massa metallica che percuote la superficie è funzione della durezza della superficie stessa. Attraverso le curve di correlazione fornite dal produttore dello strumento (vedi Allegato1) si risale alla stima della resistenza del calcestruzzo in opera.

Per l'esecuzione dettagliata della prova si rimanda alla norma di riferimento UNI EN 12504-2/2012.

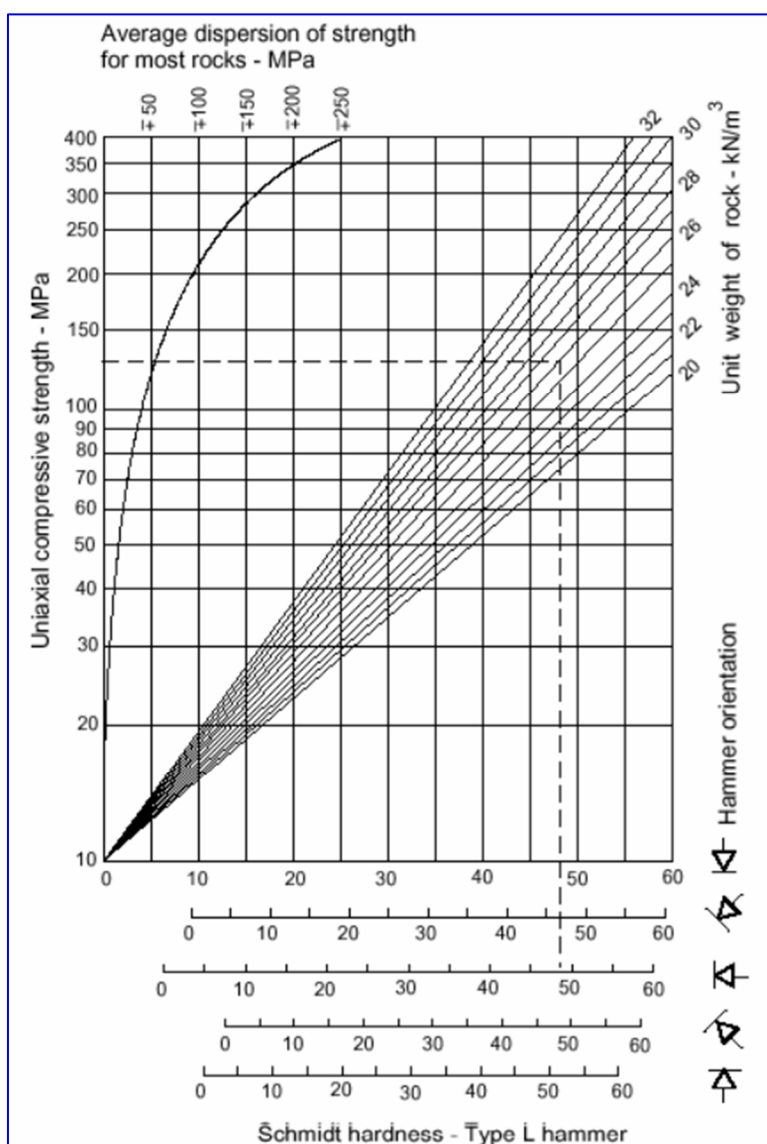


Curva di conversione – Schmidt Hammer Model N



2.5.2 - Sclerometro per pietra

Lo sclerometro è uno strumento per l'esecuzione di prove empiriche in situ finalizzate ad effettuare una stima speditiva della resistenza meccanica di materiali leggeri come mattoni, calcestruzzo osseo leggero etc. Lo sclerometro misura la durezza superficiale del materiale e si basa sul principio che il rimbalzo della massa metallica che percuote la superficie è funzione della durezza della superficie stessa. Attraverso le curve di correlazione fornite dal produttore dello strumento (vedi Allegato1) si risale alla stima della resistenza del mattone.



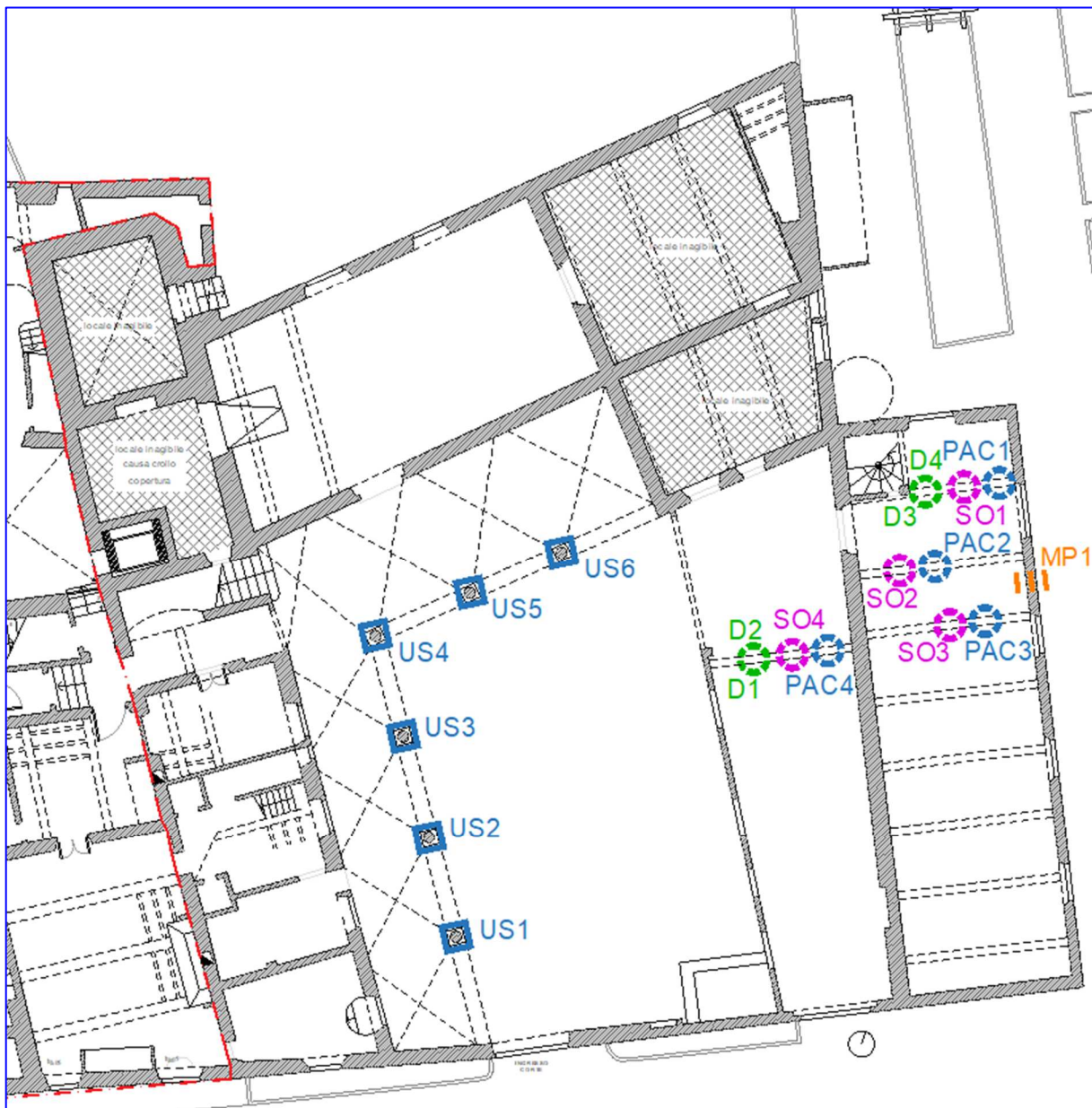


3 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Si riporta a seguire l'ubicazione delle indagini eseguite sull'immobile di cui all'oggetto.

LEGENDA

- |||MPX - Martinetto piatto singolo e doppio
- ⊗PACX - Indagine pacometrica
- ⊗SOX - Indagine sonreb
- ⊗DX - Indagine durometrica
- ⊗USX - Indagine ultrasonica e sclerometrica



Pianta piano terra



LEGENDA

- |||MPX - Martinetto piatto singolo e doppio
- ⊗PACX - Indagine pacometrica
- ⊗SOX - Indagine sonreb
- ⊗DX - Indagine durometrica
- USX - Indagine ultrasonica e sclerometrica



Pianta piano primo



4 - RISULTATI DELL'INDAGINI

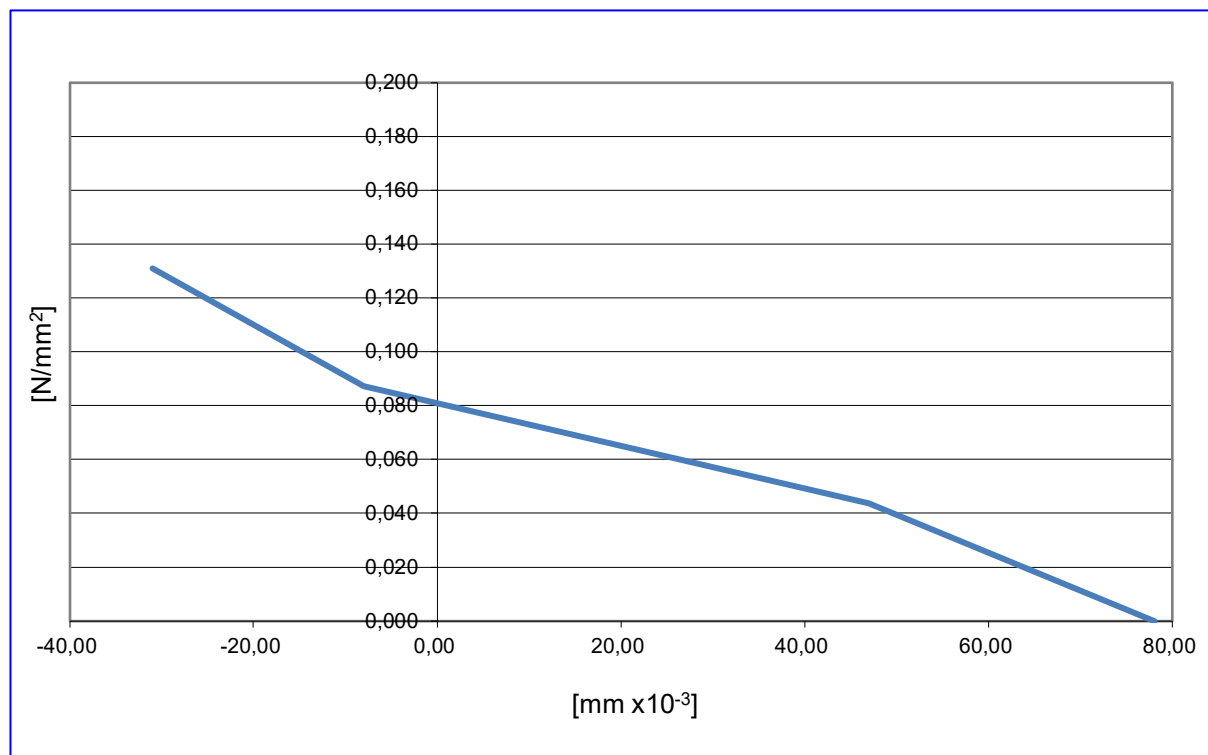
4.1 - MARTINETTI PIATTI

4.1.1 - Martinetto piatto singolo

Data prova: 14/03/2022	Ubicazione indagine: Piano terra	Scheda n.1
Sigla indagine: MP1	Tipologia muratura: <i>Muratura in blocchi di cls</i>	

Pressione P [bar]	Pressione effettiva δ [N/mm ²]	Δ [mm x 10 ⁻³]			Deformazione media [mm x 10 ⁻³]
		$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	
ante taglio	0	0	0	0	0
post taglio	0	100	92	43	78
0,50	0,044	70	53	17	47
1,00	0,087	-4	-5	-15	-8
1,50	0,131	-22	-40	-31	-31

Tensione di ripristino [N/mm²]
0,81



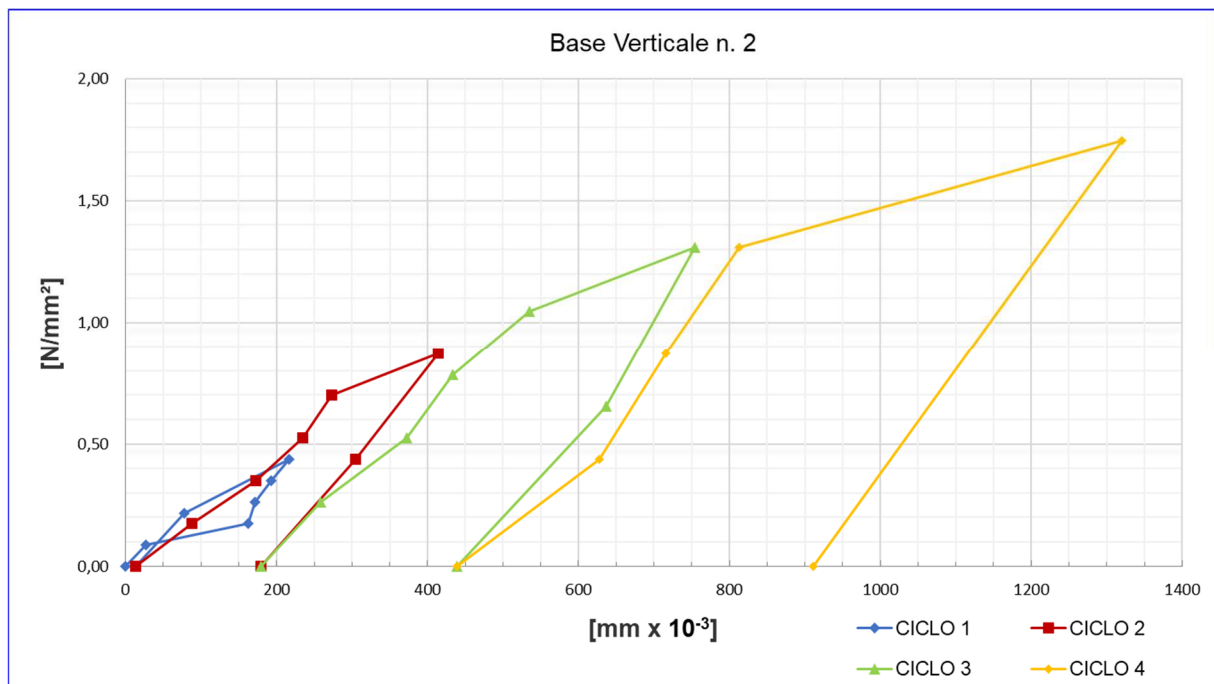
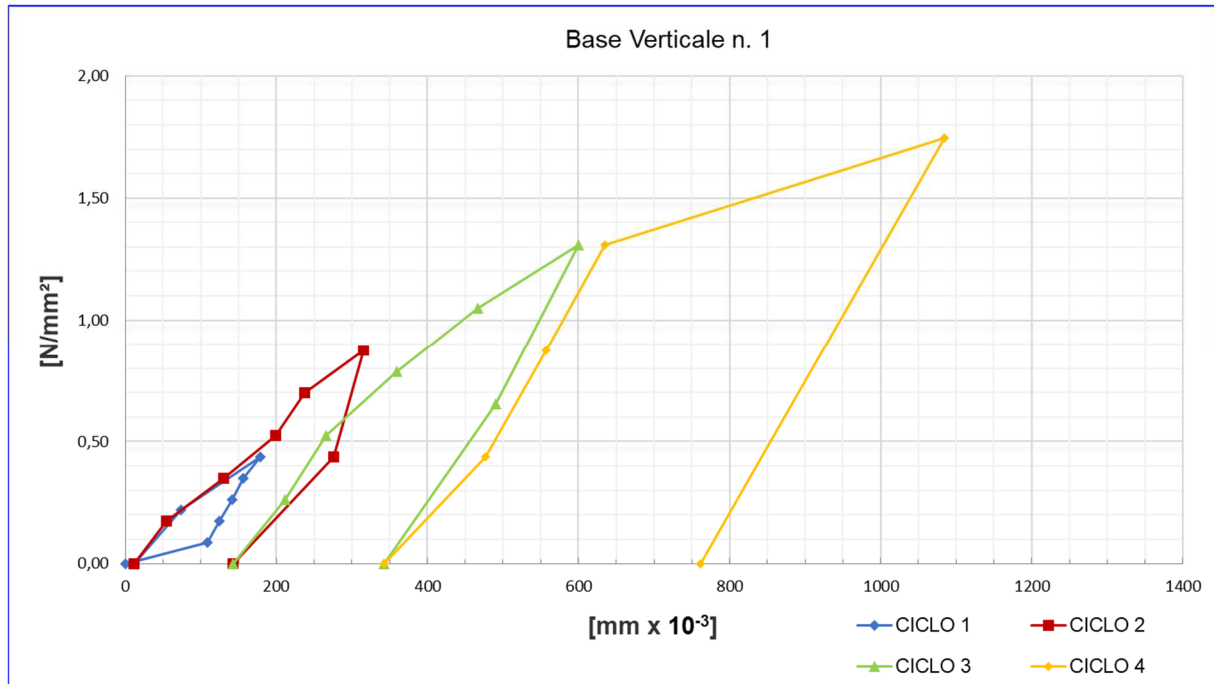


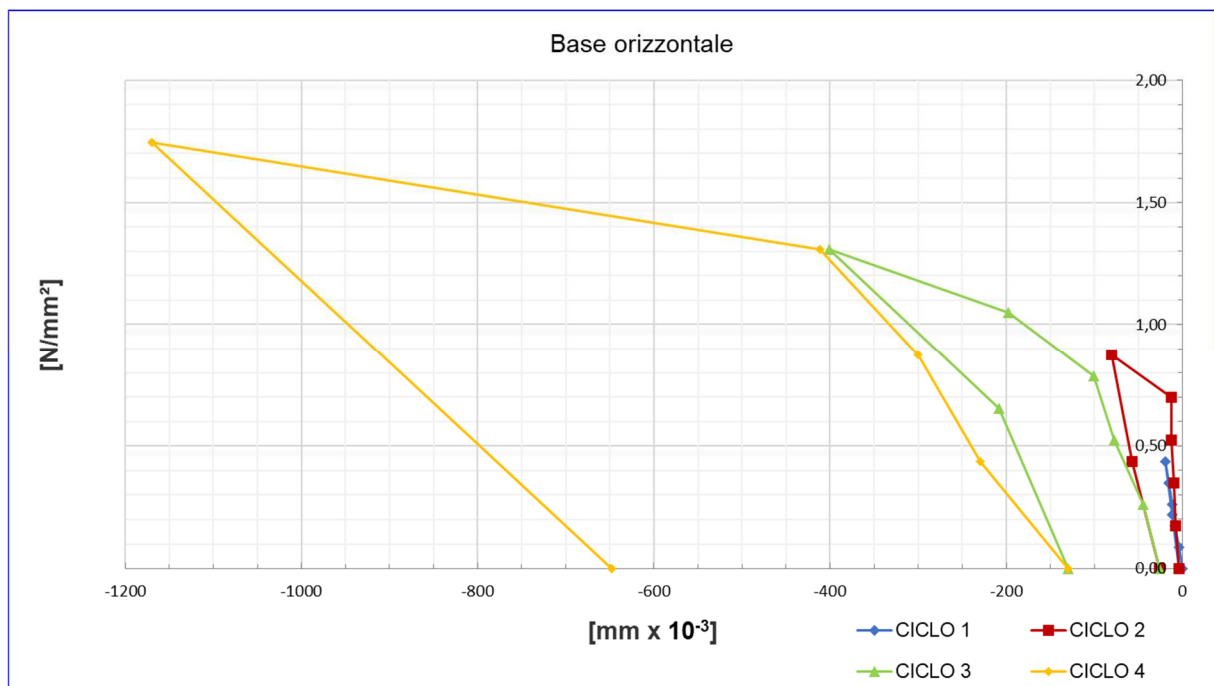
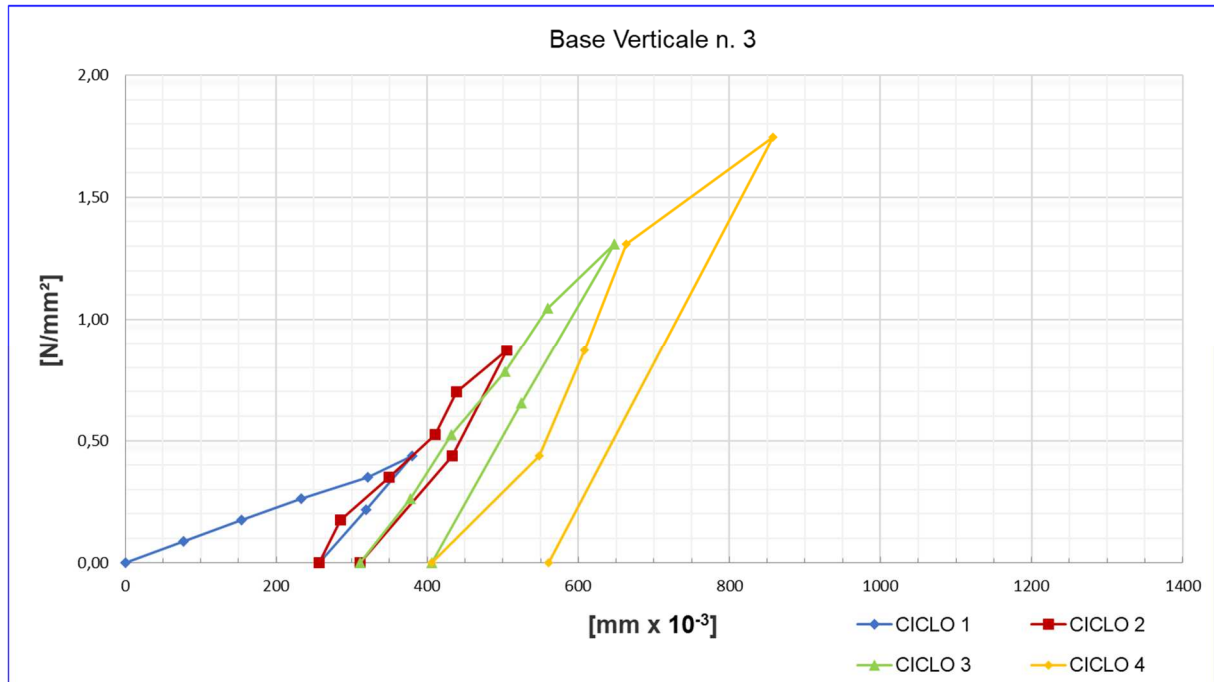
4.1.2 - Martinetto piatto doppio

Data prova: 14/03/2022	Ubicazione indagine: Piano terra	Scheda n.1
Sigla indagine: MP1	Tipologia muratura: Muratura in blocchi di cls	

Pressione P [bar]	Pressione effettiva δ [N/mm ²]	Basi verticali						Base orizzontale
		Δ [mm x 10 ⁻³]			ε1	ε2	ε3	[mm x 10 ⁻³]
		Δ1	Δ2	Δ3	Δ1/L1	Δ2/L2	Δ3/L3	Δ4
0,0	0,00	0	0	0	0,0E+00	0,0E+00	0,0E+00	0
1,0	0,09	109	27	77	4,4E-04	1,1E-04	3,1E-04	-4
2,0	0,17	125	163	154	5,0E-04	6,5E-04	6,2E-04	-9
3,0	0,26	142	172	233	5,7E-04	6,9E-04	9,3E-04	-12
4,0	0,35	156	193	321	6,2E-04	7,7E-04	1,3E-03	-16
5,0	0,44	179	217	380	7,2E-04	8,7E-04	1,5E-03	-20
2,5	0,22	74	78	319	3,0E-04	3,1E-04	1,3E-03	-12
0,0	0,00	12	13	257	4,8E-05	5,2E-05	1,0E-03	-4
2,0	0,17	54	88	285	2,2E-04	3,5E-04	1,1E-03	-8
4,0	0,35	130	173	349	5,2E-04	6,9E-04	1,4E-03	-10
6,0	0,52	199	235	410	8,0E-04	9,4E-04	1,6E-03	-13
8,0	0,70	238	273	439	9,5E-04	1,1E-03	1,8E-03	-13
10,0	0,87	315	414	505	1,3E-03	1,7E-03	2,0E-03	-81
5,0	0,44	276	305	433	1,1E-03	1,2E-03	1,7E-03	-57
0,0	0,00	143	179	311	5,7E-04	7,2E-04	1,2E-03	-26
3,0	0,26	212	258	378	8,5E-04	1,0E-03	1,5E-03	-45
6,0	0,52	266	373	432	1,1E-03	1,5E-03	1,7E-03	-78
9,0	0,79	360	434	503	1,4E-03	1,7E-03	2,0E-03	-101
12,0	1,05	467	535	560	1,9E-03	2,1E-03	2,2E-03	-198
15,0	1,31	600	754	648	2,4E-03	3,0E-03	2,6E-03	-401
7,5	0,65	491	637	525	2,0E-03	2,5E-03	2,1E-03	-208
0,0	0,00	342	439	406	1,4E-03	1,8E-03	1,6E-03	-130
5,0	0,44	477	628	548	1,9E-03	2,5E-03	2,2E-03	-230
10,0	0,87	557	716	608	2,2E-03	2,9E-03	2,4E-03	-300
15,0	1,31	635	813	663	2,5E-03	3,3E-03	2,7E-03	-412
20,0	1,75	1085	1320	858	4,3E-03	5,3E-03	3,4E-03	-1170
0,0	0,00	761	911	561	3,0E-03	3,6E-03	2,2E-03	-648

Coefficiente	Coefficiente	Pressione massima raggiunta	Tensione di prima fessurazione
Km	Ka	[N/mm ²]	σ [N/mm ²]
0,89	1	1,75	1,31







Documentazione fotografica

Di seguito si riportano delle immagini delle prove fatte con i martinetti piatti.



MP1 – Martinetto piatto singolo



MP1 – Martinetto piatto doppio

Rapporto di prova N. 00699 del 24/03/2023. Il presente documento non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del responsabile del Laboratorio.

Pag. 19/32



4.2 - INDAGINI PACOMETRICHE E SONREB

Sigla indagine PAC 1	Elemento strutturale indagato Trave – Piano terra
<p>Dall'indagine strumentale sono state rilevate:</p> <ul style="list-style-type: none"> - barre d'armatura con diametro $\text{Ø}18\pm 2$ mm; - staffe/piastre con larghezza variabile da 6÷10 cm, passo variabile di 36-46-57 cm in mezzeria e 20-17 cm in appoggio. <p>Dal saggio si è potuto rilevare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3 barre d'armatura con diametro $\text{Ø}18$ mm tondo liscio; <p>Come da disegno.</p>	

Sigla indagine	Elemento strutturale indagato										
SO1	Trave - Piano terra										
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
32	32	36	39	34	32	34	34	36	35	34	2,22
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [µs]			Media dei tempi [µs]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	32,7	32,8	32,5	32,7	13,0	3979,59					



Sigla indagine PAC 2	Elemento strutturale indagato Trave – Piano terra
<p>Dall'indagine strumentale sono state rilevate:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3 barre d'armatura con diametro Ø18±2 mm; - staffe/piastre con larghezza variabile da 6÷10 cm, passo variabile di 26-45-33 in appoggio. <p>Come da disegno.</p>	

Sigla indagine SO2	Elemento strutturale indagato Trave - Piano terra										
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
38	40	42	36	38	36	38	36	42	36	38	2,39
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [µs]			Media dei tempi [µs]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	28	28,3	28,6	28,3	12,0	4240,28					



Sigla indagine PAC 3	Elemento strutturale indagato Trave – Piano terra
<p>Dall'indagine strumentale sono state rilevate:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3 barre d'armatura con diametro Ø18±2 mm; - staffe/piastre con larghezza variabile da 6÷10 cm, passo variabile di 34-38-26 in mezzeria. <p>Come da disegno.</p>	

Sigla indagine SO3	Elemento strutturale indagato Trave - Piano terra										
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / α= 0°										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
38	36	34	32	34	39	36	34	32	38	35	2,50
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μs]			Media dei tempi [μs]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	28,8	28,9	28,5	28,7	13,0	4524,36					



Sigla indagine PAC 4	Elemento strutturale indagato Trave – Piano terra
<p>Dall'indagine strumentale sono state rilevate:</p> <ul style="list-style-type: none"> - barre d'armatura con diametro $\text{Ø}18\pm 2$ mm; - staffe/piastre con larghezza di 2,5 cm, passo variabile di 15-34-26 cm in mezzeria. <p>Dal saggio si è potuto rilevare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 barre d'armatura con diametro $\text{Ø}18$ mm tondo liscio; <p>Come da disegno.</p>	

Sigla indagine SO4	Elemento strutturale indagato Trave - Piano terra										
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
34	30	33	31	32	34	36	31	33	35	33	1,91
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μs]			Media dei tempi [μs]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	28,7	28,6	28,8	28,7	13,0	4529,62					



4.3 - INDAGINI DUROMETRICHE

Sigla indagine		Elemento indagato										
D1		Barra Ø18 mm tondo liscio - Trave corta - Piano terra										
Valore battute [HV]											Media battute [HV]	Res. a trazione stimata [N/mm ²]
149	133	152	166	162	148	153	146	152	170	153	490	

Sigla indagine		Elemento indagato										
D2		Staffa piatta - Trave corta - Piano terra										
Valore battute [HV]											Media battute [HV]	Res. a trazione stimata [N/mm ²]
138	135	139	143	150	146	132	138	141	150	141	455	

Sigla indagine		Elemento indagato										
D3		Barra Ø18 mm tondo liscio - Trave lunga - Piano terra										
Valore battute [HV]											Media battute [HV]	Res. a trazione stimata [N/mm ²]
168	145	170	158	162	160	156	142	148	151	156	500	

Sigla indagine		Elemento indagato										
D4		Staffa piatta - Trave lunga - Piano terra										
Valore battute [HV]											Media battute [HV]	Res. a trazione stimata [N/mm ²]
146	140	154	160	132	137	140	136	148	130	142	455	



Durometro D1 e D2

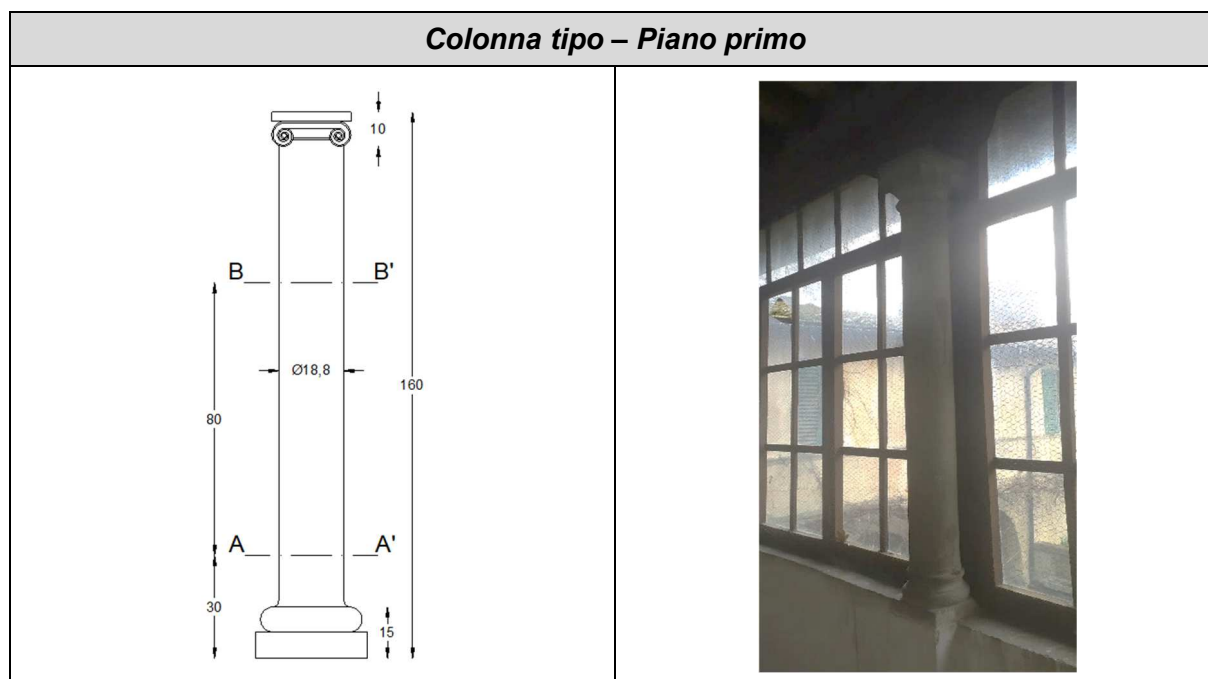
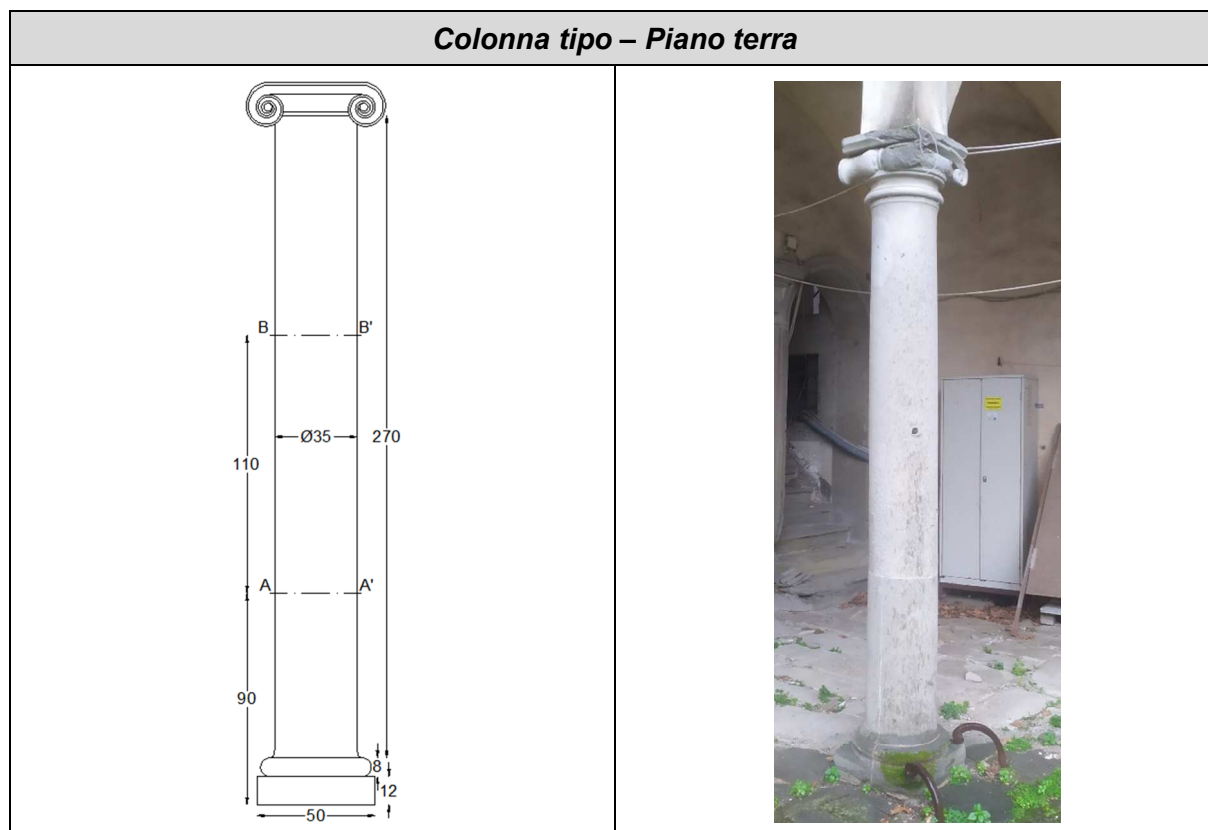


Durometro D3 e D4



4.4 - INDAGINI ULTRASONICHE E SCLEROMETRICHE

A seguire si riporta una ricostruzione degli elementi indagati con la posizione di dove sono state eseguite le indagini.



Rapporto di prova N. 00699 del 24/03/2023. Il presente documento non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del responsabile del Laboratorio. Pag. 25/32



Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US1 A-A'		Colonna - Piano terra									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
52	56	50	53	50	51	54	50	53	52	52	1,97
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	127,1	127,5	127,3	127,3	35,0	2749,41					

Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US1 B-B'		Colonna - Piano terra									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
54	52	53	55	53	51	50	50	53	51	52,5	1,69
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	100,1	100,4	100,9	100,5	35,0	3483,74					

Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US2 A-A'		Colonna - Piano terra									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
58	56	50	53	56	52	51	51	53	52	52,5	2,62
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	110	110	110,1	110,0	35,0	3180,85					



Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US2 B-B'		Colonna - Piano terra									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
56	53	55	52	50	50	51	52	53	50	52	2,10
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	117	117,1	116,9	117,0	35,0	2991,45					

Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US3 A-A'		Colonna - Piano terra									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
54	53	50	56	54	55	51	50	50	51	52	2,27
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	110,9	111	111,2	111,0	35,0	3152,21					

Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US3 B-B'		Colonna - Piano terra									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
53	56	51	50	52	50	54	55	52	51	52	2,07
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	110,7	110,9	110,6	110,7	35,0	3160,75					



Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US4 A-A'		Colonna - Piano terra									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
53	52	50	54	53	50	51	50	50	52	51,5	1,51
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	191,6	191,9	192,1	191,9	35,0	1824,18					

Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US4 B-B'		Colonna - Piano terra									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
54	51	50	56	50	53	52	53	50	52	52	1,97
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	109,1	109,4	109,6	109,4	35,0	3200,24					

Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US5 A-A'		Colonna - Piano terra									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
54	52	52	50	53	54	55	53	50	51	52,5	1,71
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	260,7	257,3	251,3	256,4	35,0	1364,88					



Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US5 B-B'		Colonna - Piano terra									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
53	51	53	50	54	51	50	52	50	51	51	1,43
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	118,5	118,8	118,6	118,6	35,0	2950,27					

Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US6 A-A'		Colonna - Piano terra									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
54	51	53	52	56	58	54	53	56	51	53,5	2,30
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	190	190,2	190,1	190,1	35,0	1841,14					

Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US6 B-B'		Colonna - Piano terra									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
52	51	56	50	52	54	50	50	52	54	52	2,02
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	97,4	97,6	97,6	97,5	35,0	3588,52					



Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US7 A-A'		Colonna - Piano primo									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
52	52	54	55	56	58	56	55	53	51	54,5	2,20
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	50,6	50,6	50,5	50,6	18,8	3717,86					

Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US7 B-B'		Colonna - Piano primo									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
54	56	53	53	52	51	53	56	58	56	53,5	2,20
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	50,7	50,9	50,8	50,8	18,8	3696,85					

Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US8 A-A'		Colonna - Piano primo									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha = 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
54	54	54	53	52	56	54	55	56	54	54	1,23
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	51,3	51,3	51,3	51,3	18,8	3664,72					



Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US8 B-B'		Colonna - Piano primo									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha= 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
56	56	52	53	54	53	54	54	56	54	54	1,40
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	50,6	50,6	50,8	50,7	18,8	3710,53					

Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US9 A-A'		Colonna - Piano primo									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha= 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
52	56	53	53	54	56	52	52	51	54	53	1,70
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	51,1	51,1	51,3	51,2	18,8	3670,36					

Sigla indagine		Elemento strutturale indagato									
US9 B-B'		Colonna - Piano primo									
Indagine sclerometrica											
Valore battute (Indice di Rimbalzo) / $\alpha= 0^\circ$										Mediana battute (lr)	Dev. Standard
53	53	52	51	50	51	52	56	54	53	52,5	1,72
Indagine ultrasonica											
Metodo	Tempi di attraversamento cls [μ s]			Media dei tempi [μ s]	Distanza sonde [cm]	Velocità media [m/s]					
Diretto	51,3	51,2	51,1	51,2	18,8	3667,97					



A seguire si riportano alcune immagini delle indagini eseguite.



US2 B-B'



US5 A-A'



US8 A-A'



US8 B-B'



US2 B-B' -Sclerometro

Lo Sperimentatore
del Laboratorio
Geom. Alessandro Ortisi

Il Direttore Responsabile
del Laboratorio
Dott. Ing. Simone Scalamandrè

Rapporto di prova N. 00699 del 24/03/2023. Il presente documento non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del responsabile del Laboratorio. Pag. 32/32