

RAPPORTO TECNICO DI PROVA

IMMOBILE “VILLA ZORN” IN SESTO SAN GIOVANNI (MI)

Indagini Diagnostiche e Conoscitive



p.c.: Comune di Sesto San Giovanni

Documento RdP-098-2022	Data Marzo 2022	Pagine relazione 41
Revisione -	Data revisione -	Allegati 1. Piano delle indagini 2. Dettagli costruttivi 3. Rapporti di prova
Il Responsabile ing. Paolo Panzeri 		

P&P LMC srl
via Pastrengo, 9 - 24068 Seriate (BG)
tel. +39 035 32 357 ☐ fax +39 035 32 357 50
www.peplmc.it

INDICE

1	PREMESSE E SCOPI	3
2	RILIEVO GEOMETRICO CON SCANNER	4
2.1	STRUMENTAZIONE: LASER SCANNER	4
2.2	ELABORAZIONE DEI DATI.....	7
2.3	INDAGINI VISIVE SULLA COPERTURA	7
3	RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE E DETTAGLI COSTRUTTIVI	15
3.1	INDAGINI GEOMETRICHE E TIPOLOGICHE SU ELEMENTI IN C.A.	15
3.1.1	<i>Rilievo mediante scassi localizzati.....</i>	<i>15</i>
3.2	INDAGINI GEOMETRICHE E TIPOLOGICHE SU ELEMENTI IN MURATURA	15
3.3	SONDAGGIO ENDOSCOPICO.....	23
4	CARATTERIZZAZIONE DEL CALCESTRUZZO ARMATO.....	25
4.1	PROPRIETÀ MECCANICHE DELL'ACCIAIO D'ARMATURA	25
4.1.1	<i>Prelievo di barre d'armatura e prove di trazione.....</i>	<i>25</i>
4.2	PROPRIETÀ MECCANICHE DEL CALCESTRUZZO	26
4.2.1	<i>Prelievo e prove di compressione su carote di calcestruzzo.....</i>	<i>26</i>
5	CARATTERIZZAZIONE DELLA MURATURA.....	28
5.1	PROVE PENETROMETRICHE SU MALTA DI ALLETTAMENTO	28
5.2	PROVE SCLEROMETRICHE SU MATTONI IN LATERIZIO	29
6	PROVE DI CARICO STATICO SU SOLAI MEDIANTE VASCHE	31
6.1	STRUMENTAZIONE.....	32
6.1.1	<i>Livello ottico digitale</i>	<i>32</i>
6.2	RISULTATI OTTENUTI.....	33
8	CARATTERIZZAZIONE DELLE STRUTTURE LIGNEE.....	35
8.1	PROVE PENETROMETRICHE (WOODPECKER).....	35
8.2	PROVE RESISTOGRAFICHE (RESISTOGRAPH)	36
8.3	RISULTATI OTTENUTI.....	39

ALLEGATI

Allegato 1: Tav.01-03 Piano delle indagini

Allegato 2: Tav.01 - Dettagli costruttivi

Allegato 3: Rapporti di prova

1 PREMESSE E SCOPI

La presente relazione riferisce in merito ai risultati delle indagini diagnostiche e conoscitive condotte presso l’immobile “Villa Zorn” sita in Sesto San Giovanni (MI).

Gli esami e le analisi hanno riguardato gli elementi che costituiscono le strutture portanti del manufatto.

Le indagini sono state eseguite durante le giornate del 9 e del 10 dicembre 2021 dai tecnici specializzati della P&P LMC di Seriate (BG) secondo quanto preventivamente concordato con la Committenza.

Nella tabella di seguito si elencano in sintesi le indagini effettuate e la relativa nomenclatura.

PIANO DELLE INDAGINI		
ID	Tipologia di indagine	Quantità
S-PEN-SCL	Descrizione tessitura muraria con indagini penetrometriche su malta e indagini sclerometriche su mattoni	8
W-R	Indagini Woodpecker e Resistograph su elementi lignei	5
C	Prelievo di calcestruzzo mediante carotaggio e successiva prova di compressione di laboratorio	1
ARM	Prelievo di barre d’armatura e successiva prova di trazione di laboratorio	1
EN	Indagini con endoscopio su solai e murature	10
SC	Scasso su elementi costruttivi in calcestruzzo armato	1
PC	Prova di carico su solaio	1
-	Rilievo mediante laser scanner	1

L’ubicazione delle indagini effettuate è riportata in specifico allegato alla presente relazione.

Nei successivi paragrafi vengono espone le modalità di rilievo geometrico, le tecniche di prova, le modalità di analisi e si riportano i risultati ottenuti dalle indagini.

2 RILIEVO GEOMETRICO CON SCANNER

Il rilievo geometrico architettonico è stato interamente eseguito tramite laser scanner 3D.

Lo scopo del rilievo è stato quello di ottenere le informazioni geometriche necessarie per l'esecuzione di una verifica incrociata con le tavole esistenti per il controllo delle dimensioni principali degli elementi strutturali.

Per mezzo del laser scanner è stato dapprima eseguito il rilievo esterno all'edificio oggetto di analisi e successivamente un rilievo dei locali interni, che hanno permesso di ottenere importanti informazioni quali altezze di interpiano e dimensioni dei maschi murari oltre che la posizione esatta delle aperture e dei fori.

Le verifiche eseguite tra il rilievo a mezzo laser scanner e la documentazione storica, hanno indicato una sostanziale corrispondenza tra quanto rilevato e gli elaborati grafici forniti dalla Stazione Appaltante.

I rilievi con laser scanner sono stati effettuati acquisendo, ove ritenuto necessario, il dato RGB oltre al puro dato geometrico. I dati ottenuti sono stati poi elaborati tramite appositi software per ottenere nuvole di punti.

2.1 STRUMENTAZIONE: LASER SCANNER

Il laser scanner permette di eseguire un rilievo dimensionale con generazione della nuvola di punti descrittivi dell'oggetto del rilievo, accuratamente misurati e disposti nello spazio 3D. In particolare, è stato utilizzato un Laser Scanner Trimble X7 Scanner 3D, dotato di laser ad alta velocità con specchio di scansione con servomotore combinato, imaging integrata, calibrazione automatica, tecnologie di registrazione automatiche e auto livellamento di grado rilevamento. La tecnologia di calibrazione automatica assicura precisione ad ogni scansione eliminando i tempi di inattività dovuti alla calibrazione e mediante il tablet in dotazione permette di monitorare il flusso di lavoro direttamente sul campo.

Di seguito si riportano alcune fotografie afferenti le fasi di rilievo:





Fasi di rilievo con laser scanner

Di seguito si riportano le specifiche tecniche dello strumento laser scanner utilizzato.

PANORAMICA SISTEMA						
Trimble X7	Scanner 3D laser ad alta velocità con specchio di scansione con servomotore combinato, imaging integrata, calibrazione automatica, tecnologie di registrazione automatiche e auto livellamento di grado rilevamento					
Trimble Perspective	Software facile da utilizzare per il controllo delle scansioni, visualizzazione di dati 3D e elaborazione. Le funzionalità includono registrazione automatica sul campo, annotazioni e misurazioni					
PRESTAZIONI SCANSIONE						
GENERALE						
Classe Scansione Laser EDM	Classe laser 1, sicuro per gli occhi in conformità con IEC EN60825-1					
Lunghezza d'onda Laser	1550nm, invisibile					
Campo visivo	360° x 282°					
Durata Scansione	Velocità massima 2 min 34 sec con immagini, 1 min 34 sec senza					
Velocità di scansione	Fino a 500kHz					
CARATTERISTICHE DI MISURA						
Principio di Misurazione	Misurazione distanza tempo di volo ad alta velocità					
Rumore di misura ¹	<3 mm a 60 m con 80% albedo ²					
Intervallo ³	0,6 m - 80 m					
Modalità Alta Sensibilità	Superfici scure (asfalto) e riflettenti (acciaio inox)					
PRECISIONE SCANSIONE						
Convalida	Garantita per la durata con la calibrazione automatica					
Precisione misura ⁴	2 mm					
Precisione angolare ^{4,5}	21"					
Precisione Punto 3D ^{4,5}	2,4 mm a 10 m, 3,5 mm a 20 m, 6,0 mm a 40 m					
PARAMETRI DI SCANSIONE						
DURATA ⁴ (MIN)	MODALITÀ SCANSIONE	DISTANZA (MM) a 10 M	DISTANZA (MM) a 35 M	DISTANZA (MM) a 50 M	NUMERO DI PUNTI (MPTS)	DIMENSIONE MASSIMA FILE (MB)
2	Standard	11	40	57	12	160
4	Standard	5	18	26	58	420
	Alta Sensibilità	9	33	47	17	190
7	Standard	4	12	18	125	760
	Alta Sensibilità	6	21	30	42	330
15	Alta Sensibilità	4	13	19	109	710

PRESTAZIONI IMMAGINI	
Sensori	3 fotocamere 10MP coassiali e calibrate
Risoluzione	3840 x 2746 pixel per immagine
Cattura Immagini Raw	Veloce 1 minuto - 15 immagini - 158MP Qualità 2 minuto - 30 immagini - 158MP
Impostazioni	Esposizione Automatica Correzione Bilanciamento del Bianco automatica e impostazioni predefinite per interni/esterni
COMPENSATORE DI LIVELLO AUTOMATICO	
Tipo	Automatico Auto-livellante, Selezionabile on/off
Portata	± 5° (Gradi di Rilevamento), ± 45° (Grossolano)
Capovolto	± 5° (Gradi di Rilevamento)
Precisione Grado di Rilevamento	< 3" = 0,3 mm @ 20 m
CALIBRAZIONE AUTOMATICA	
Sistema di calibrazione integrato	Auto calibrazione completa dei sistemi di misura e angolari in 25 secondi senza interazione utente o mire
Calibrazione angolare	Applica una correzione all'errore di collimazione, cioè la deviazione degli assi orizzontali, verticali o di mira
Calibrazione misura	Applica una correzione misura nell'albedo e nella misurazione distanza
Calibrazione Smart	Osserva temperatura ambiente, luce ambiente, vibrazione, temperatura strumento e velocità verticale per prestazioni ottime
TRIMBLE REGISTRATION ASSIST	
Sistema di Navigazione Inerziale	IMU traccia la posizione, orientamento e movimento dello strumento
Auto-Registrazione	Orientamento della scansione automatico e allineamento con la scansione ultima e pre-selezionata
Registrazione Manuale	Allineamento manuale o schermo diviso nuvola - nuvola
Controlli Visuali	Visualizzazioni 2D e 3D dinamiche per QA
Rifinitura	Raffinamento registrazione automatico
Rapporto Registrazione	Rapporto con errore medio stazione e progetto, sovrapposizioni e risultati consistenza
SPECIFICHE GENERALI	
PESO E DIMENSIONI	
Strumento (batteria inclusa)	5,8 kg
Batterie interna	0,35 kg
Dimensioni	178 mm L x 353 mm H x 170 mm P
ALIMENTAZIONE	
Tipo Batteria	Ricaricabile agli ioni di litio 11,1V, 6.5Ah (Standard per gli strumenti ottici Trimble)
Durata Tipica	4 ore per batteria
SPECIFICHE AMBIENTALI	
Temperatura di esercizio	Da -20 °C a 50 °C
Temperatura di immagazzinaggio	Da -40 °C a 70 °C
Protezione da agenti esterni	IP65 (protezione da polvere e getti d'acqua)
ALTRE	
Telecomando	Tablet Trimble T10 o tablet comparabile con Windows® 10 o portatile via WLAN o cavo USB
Bottone	Funzionamento scansione con bottone singolo
Comunicazioni / Trasferimento dati	WLAN 802.11 A/B/G/N/AC o cavo USB
Memorizzazione dati	Schede SD standard (inclusa scheda SDHC da 32GB)
Accessori	<ul style="list-style-type: none"> • Zaino per un trasporto facilitato e bagaglio a mano su linee aeree • Tripode in fibra di carbonio leggero con connettore a sfera • Adattatore a sgancio rapido per X7 e tripode in fibra di carbonio
Garanzia	Standard 2 anni

2.2 ELABORAZIONE DEI DATI

Gli strumenti precedentemente descritti, con l’impiego anche di specifici software di elaborazione del dato, hanno permesso di eseguire il rilievo geometrico dell’edificio oggetto di analisi.

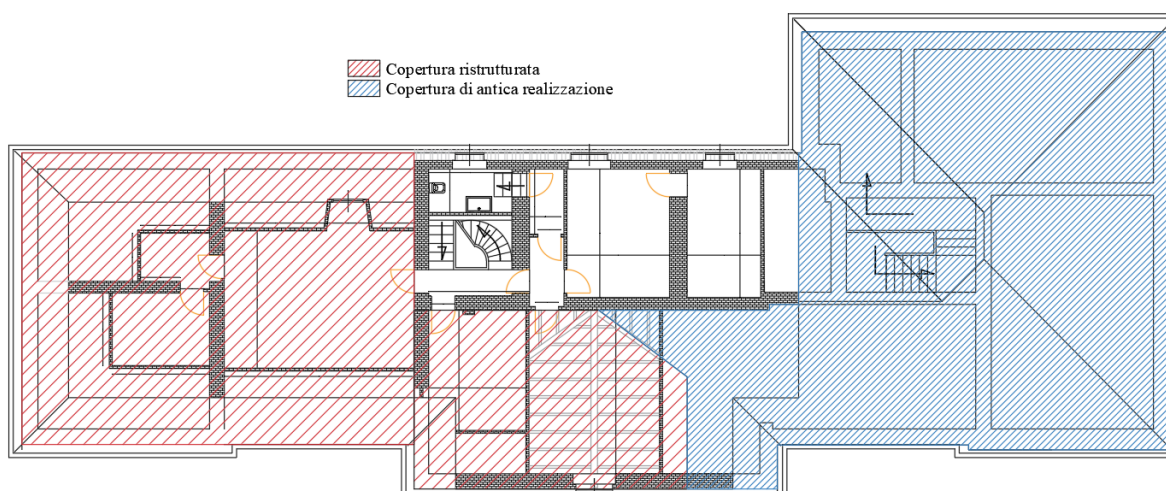
La prima fase di elaborazione dei dati è consistita nella registrazione e nel controllo delle scansioni ottenute da laser scanner; dall’unione di queste è stata ottenuta una nuvola di punti descrittiva della situazione dello stato di fatto.

Successivamente, utilizzando come base i dati ottenuti da laser scanner, è stata effettuata una verifica dimensionale con gli elaborati.

2.3 INDAGINI VISIVE SULLA COPERTURA

Per quanto riguarda la copertura in legno dell’edificio, dai rilievi e dalle analisi visive effettuate, questa risulta mediamente moderatamente spingente e di tipo leggero. Parte della copertura è stata ristrutturata, mentre la porzione più estesa risulta ancora quella originaria o comunque di più antica realizzazione. Se la parte ristrutturata risulta in buono stato di conservazione, quella meno recente mostra evidenti segni di degrado e vetustà ed in particolare sono state rilevate evidenti fessurazioni negli elementi lignei, zone soggette ad infiltrazioni di acqua e alcuni elementi di precaria stabilità. Infine, presumibilmente durante gli interventi sulle strutture realizzati negli anni ’80, sono stati effettuati consolidamenti del cordolo a sostegno della copertura per mezzo di intonaco. Anche se lo stato generale del cordolo risulta mediamente buono, vi sono però delle zone che presentano criticità o comunque soggette ad un ammaloramento più vistoso.

Di seguito si riporta la planimetria con indicazione delle porzioni di copertura soggetta a ristrutturazione e di quelle di più antica realizzazione unitamente ad alcune fotografie esemplificative relative allo stato di conservazione degli elementi strutturali a livello del sottotetto.



Planimetria della copertura con indicazione delle aree soggette ad intervento di rifacimento



Copertura ristrutturata



Copertura non oggetto di interventi di rifacimento

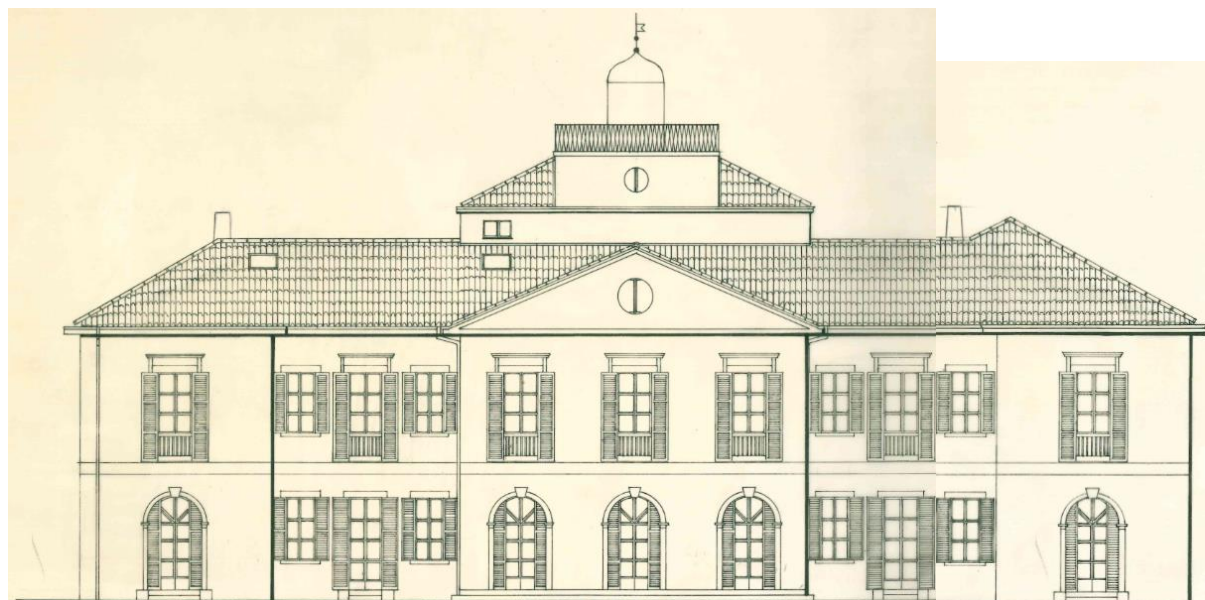


Copertura non oggetto di interventi di rifacimento

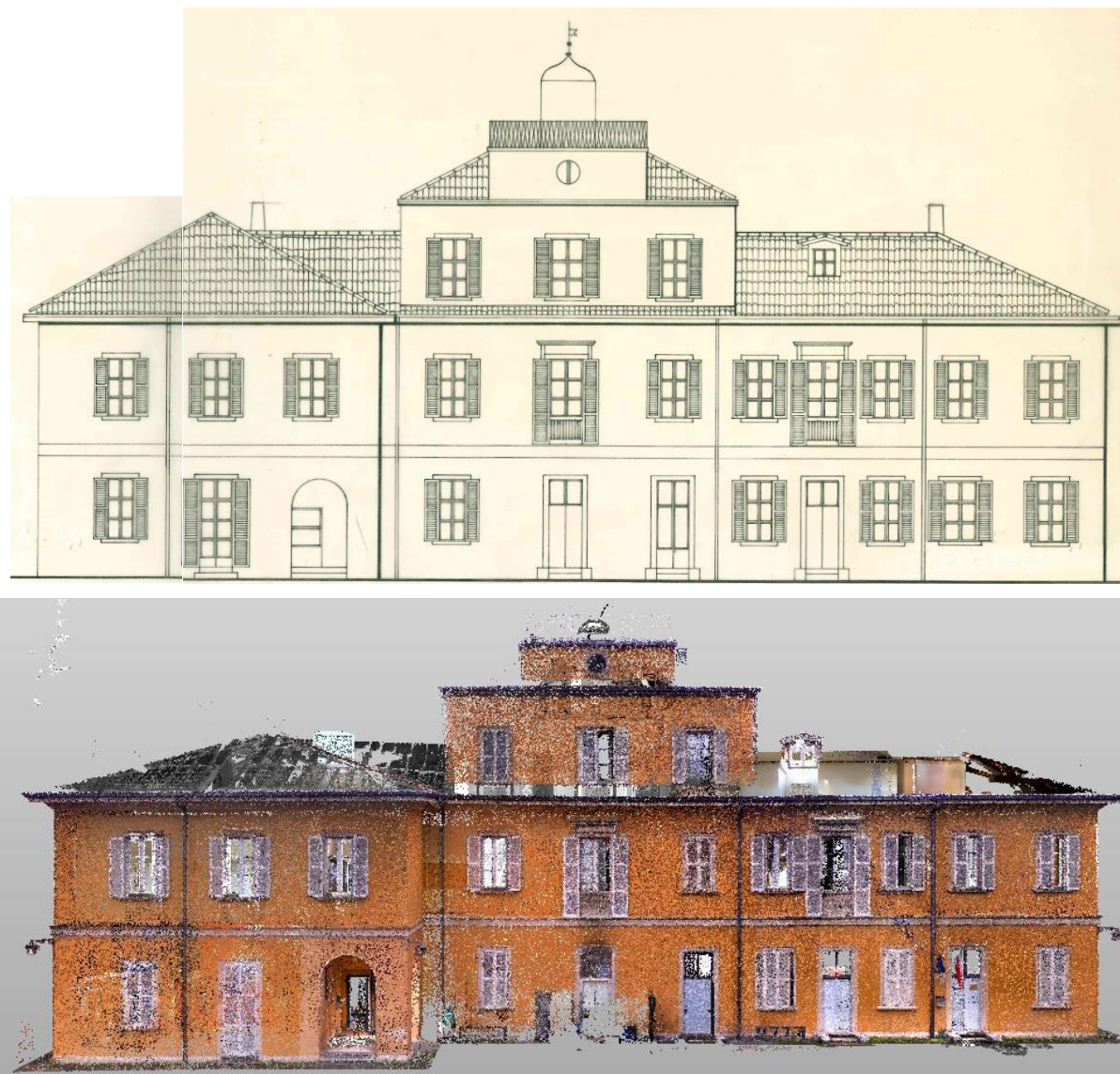


Copertura non oggetto di interventi di rifacimento – presenza di infiltrazioni

Si riportano altresì a titolo esemplificativo delle immagini di confronto tra le planimetrie ed i prospetti facenti parte della documentazione storica e la nuvola di punti realizzata tramite laser scanner.



Prospetto sud ovest – raffronto tra nuvola di punti ed elaborato storico



Prospetto nord-est – raffronto tra nuvola di punti ed elaborato storico



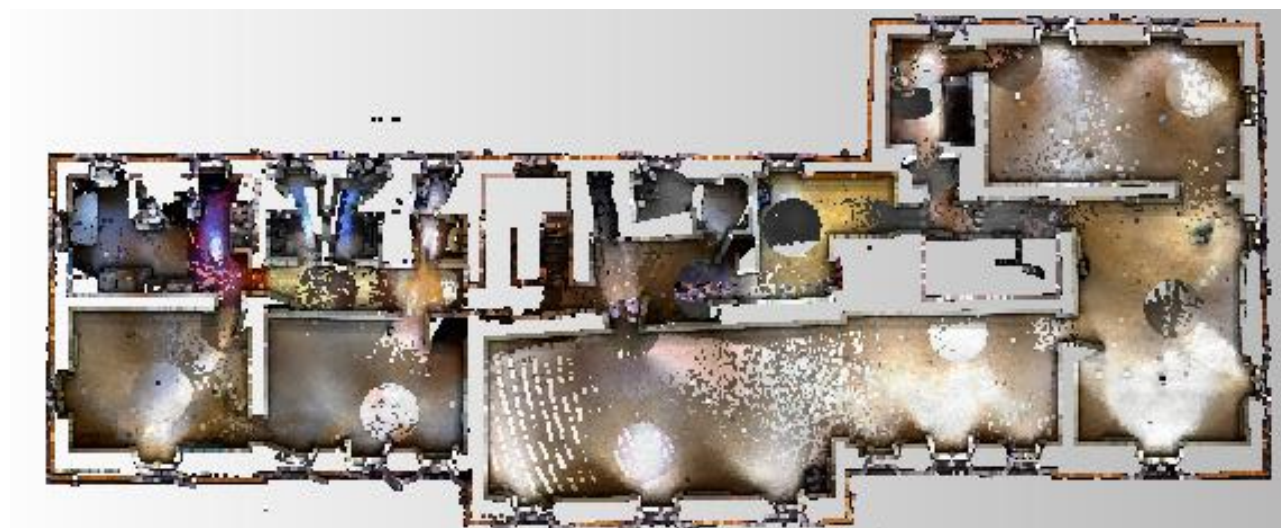
Nuvola di punti - vista generale dell'edificio



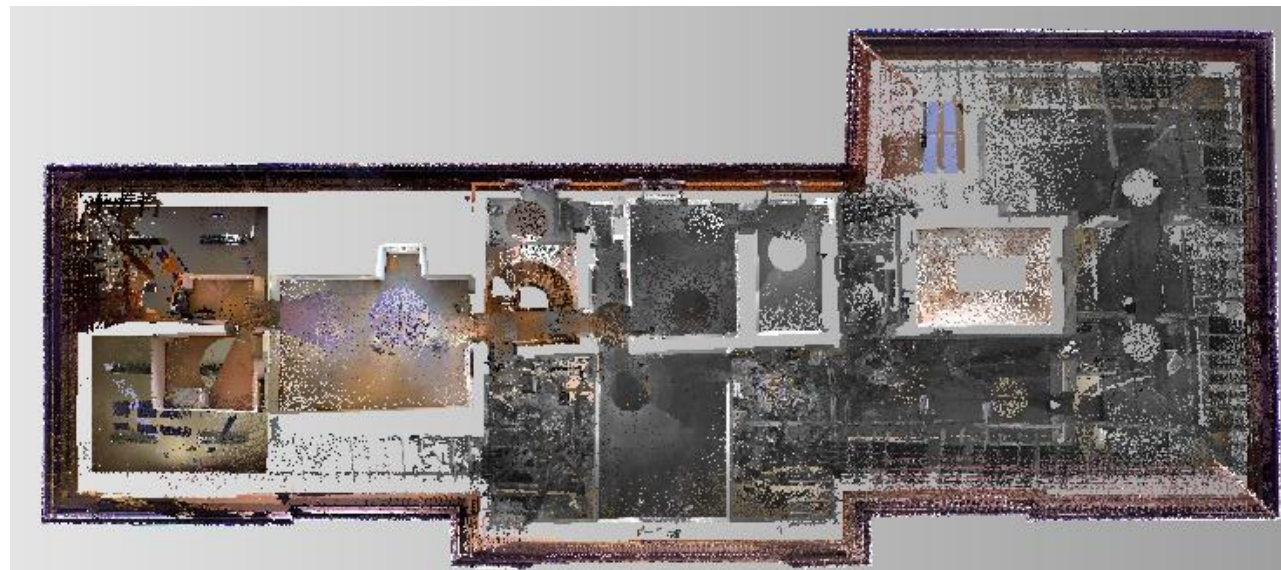
Nuvola di punti – sezione dell'edificio



Nuvola di punti – planimetria piano terra



Nuvola di punti – planimetria piano primo



Nuvola di punti – planimetria sottotetto

3 RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE E DETTAGLI COSTRUTTIVI

Nell'ambito della campagna di indagine sono stati effettuati rilievi geometrici dei principali elementi strutturali del fabbricato.

Le modalità di rilievo e le informazioni raccolte sono contenute nei paragrafi seguenti.

3.1 INDAGINI GEOMETRICHE E TIPOLOGICHE SU ELEMENTI IN C.A.

Di seguito si descrivono le indagini effettuate per il rilievo geometrico strutturale degli elementi in c.a. del fabbricato.

3.1.1 *Rilievo mediante scassi localizzati*

Nei punti indicati nel piano di indagine con la sigla "SC" è stato effettuato un rilievo geometrico dell'elemento indagato mediante le seguenti operazioni.

Le indagini sui setti sono state eseguite attraverso i seguenti passi:

- eliminazione del rivestimento architettonico del pilastro in esame (intonaco, mascherature);
- scarifica del copriferro determinandone lo spessore e mettendo a nudo le armature orizzontali e quelle verticali;
- determinazione della tipologia, diametro e passo delle armature.

Gli scassi sono stati integrati ove ritenuto opportuno da indagini pacometriche.

Il rilievo dei ferri d'armatura è stato effettuato compatibilmente con l'effettiva possibilità di raggiungere le varie facce degli elementi in c.a..

Al termine delle indagini il copriferro rimosso è stato ricostruito mediante apposita malta per ripristini strutturali.

I risultati delle indagini eseguite in sito sono riportati nelle tavole dei dettagli costruttivi in allegato alla presente relazione.

3.2 INDAGINI GEOMETRICHE E TIPOLOGICHE SU ELEMENTI IN MURATURA

Il rilievo della tipologia dei paramenti murari del fabbricato è consistito nell'insieme delle seguenti fasi di lavoro:



- rimozione delle finiture per una porzione di parete muraria, preferibilmente posta all'intersezione fra due murature portanti in modo da evidenziare materiali e tessitura di entrambe le pareti, nonché la qualità del collegamento tra le stesse (ammorsamento nei cantonali e nei martelli, presenza di catene, ecc.);
- rilievo della tipologia della muratura (in mattoni, in pietra – squadrata, sbozzata, a spacco, ciottoli o mista; a paramento unico, a due o più paramenti, ecc.) e caratteristiche costruttive (tessitura



regolare o irregolare; con o senza collegamenti trasversali, ecc..) e delle dimensioni tipiche degli elementi di composizione della muratura;



- riconoscimento di una disposizione regolare e pressoché orizzontale dei corsi (o, in alternativa, la presenza di listature a passo regolare);
- rilievo dello spessore dei letti di malta, della natura delle malte ed il loro stato di conservazione;
- controllo dello spessore e della composizione interna della muratura praticando fori sui paramenti murari ispezionati mediante indagine video endoscopica.



I punti di esecuzione delle indagini sono indicati con la sigla "S" nelle tavole del piano delle indagini in allegato alla presente relazione.



I risultati ottenuti sono stati organizzati sotto forma di schede di rilievo afferenti i diversi aspetti di interesse nell'osservazione della muratura e del grado di ammorsamento tra murature ortogonali. Le schede di rilievo della tessitura muraria sono riportate di seguito corredate dalla documentazione fotografica utile per apprezzare il tipo di muratura.



S1 Piano Terra		
Tessitura muraria	Corsi irregolari	Immagine
Spessore muro [cm]	47 (totale)	
Spessore Intonaco [cm]	1 ÷ 2,5 (interno)	
Tipologia di laterizio	Mattone pieno	
Dimensioni laterizio [cm]	12x25x6,5	
Spessore giunti malta [cm]	orizz. 1,0 ÷ 2,0 vert. 0,5 ÷ 1,0	
Note	Due corsi risultano ammorsati nell'altra parete. È stata eseguita n.1 endoscopia che ha permesso di misurare lo spessore della muratura e definirne la stratigrafia (muratura piena).	
		



S2 Piano Terra		
Tessitura muraria	Corsi regolari	Immagine
Spessore muro [cm]	74 (totale)	
Spessore Intonaco [cm]	2	
Tipologia di laterizio	Mattone pieno	
Dimensioni laterizio [cm]	12x24x4,5	
Spessore giunti malta [cm]	orizz. 1,0 ÷ 2,0 vert. 0,5 ÷ 1,5	
Note	È stata eseguita n.1 endoscopia che ha permesso di misurare lo spessore della muratura e definirne la stratigrafia (muratura piena).	
		


S3 Piano 1		
Tessitura muraria	Corsi irregolari	Immagine
Spessore muro [cm]	70 cm	
Spessore Intonaco [cm]	4 (interno)	
Tipologia di laterizio	Mattone pieno e ciottoli	
Dimensioni laterizio [cm]	12x26x6,5	
Spessore giunti malta [cm]	orizz. 1,0 ÷ 1,5 vert. 0,5 ÷ 1,0	
Note	Le pareti risultano ammorsate tra loro a corsi alternati. Presenza di rete elettrosaldata $\varnothing 5$ AM, maglia 10x10cm. È stata eseguita n.1 endoscopia che ha permesso di misurare lo spessore della muratura e definirne la stratigrafia (muratura mista mattoni-ciottoli piena).	
		

S4 Piano 1		
Tessitura muraria	Corsi regolari	
Spessore muro [cm]	42 (totale)	
Spessore Intonaco [cm]	2,5	
Tipologia di laterizio	Mattone pieno	
Dimensioni laterizio [cm]	11,5x25x5,0	
Spessore giunti malta [cm]	orizz. 1,0 ÷ 2,0 vert. 0,5 ÷ 2,0	
Note	 <p>È stata eseguita n.1 endoscopia che ha permesso di misurare lo spessore della muratura e definirne la stratigrafia (muratura piena).</p>	

S5 Piano 1		
Tessitura muraria	Corsi irregolari	Immagine
Spessore muro [cm]	60 (totale)	
Spessore Intonaco [cm]	3,5	
Tipologia di laterizio	Mattone pieno	
Dimensioni laterizio [cm]	11x23,5x4,5	
Spessore giunti malta [cm]	orizz. 1,0 ÷ 2,0 vert. 0,5 ÷ 1,5	
Note	Presenza sull'intonaco di numerose fessure. È stata eseguita n.1 endoscopia che ha permesso di misurare lo spessore della muratura e definirne la stratigrafia (muratura piena).	
		

S6 Piano 2		
Tessitura muraria	Corsi regolari	 
Spessore muro [cm]	50 (totale)	
Spessore Intonaco [cm]	2,0	
Tipologia di laterizio	Mattone pieno	
Dimensioni laterizio [cm]	11,5x24x4,5	
Spessore giunti malta [cm]	orizz. 1,5 vert. 0,5 ÷ 1,0	
Note	È stata eseguita n.1 endoscopia che ha permesso di misurare lo spessore della muratura e definirne la stratigrafia (muratura piena).	

S7 Piano 2		
Tessitura muraria	Corsi regolari	Immagine
Spessore muro [cm]	50 (totale)	
Spessore Intonaco [cm]	1,5 (interno)	
Tipologia di laterizio	Mattone pieno	
Dimensioni laterizio [cm]	11,5x24x4,5 120x24x7,0	
Spessore giunti malta [cm]	orizz. 1 ÷ 1,5 vert. 0,5 ÷ 1,0	
Note	È stata eseguita n.1 endoscopia che ha permesso di misurare lo spessore della muratura e definirne la stratigrafia (muratura piena).	
		

S8 Piano 1		
Tessitura muraria	Corsi regolari	Immagine
Spessore muro [cm]	60 (totale)	
Spessore Intonaco [cm]	4 (interno)	
Tipologia di laterizio	Mattone pieno	
Dimensioni laterizio [cm]	120x24,5x6	
Spessore giunti malta [cm]	orizz. 1 ÷ 1,5 vert. 0,5 ÷ 1,0	
Note	Presenza di rete elettrosaldata ø5AM, maglia 10x10cm. Presenza di n.2 spinotti ø7AM a passo 25 cm. È stata eseguita n.1 endoscopia che ha permesso di misurare lo spessore della muratura e definirne la stratigrafia (muratura piena).	

3.3 SONDAGGIO ENDOSCOPICO

L'indagine conoscitiva con endoscopio è stata eseguita al fine di descrivere compiutamente la stratigrafia che caratterizza gli elementi strutturali.

L'ubicazione dei punti di indagine è indicata nelle tavole del piano di indagine con la sigla identificativa “EN”. Sono state eseguite n.8 endoscopie in corrispondenza dei rilievi della tessitura muraria, e n.2 in corrispondenza di solai.

L'operazione consiste nel praticare un foro di diametro 10 ÷ 15 mm nell'elemento da sottoporre a indagine endoscopica. Si procede poi alla rimozione di eventuali residui di materiale e di polvere rimasti nella cavità con un soffiante manuale e si introduce all'interno la sonda collegata al video endoscopio. A questo punto la sonda è fatta avanzare gradualmente, con soste a intervalli di distanza prestabiliti, misurando la profondità di penetrazione. Al contempo si realizza un filmato completo con avanzamento in ingresso e in uscita lungo tutta l'estensione del foro.


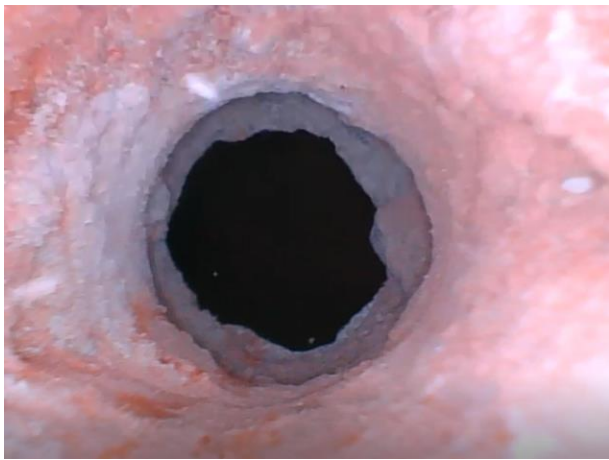


Si riportano alcune immagini delle operazioni di prova.



Indagine endoscopica

I risultati delle indagini endoscopiche eseguite sulle murature sono stati riportati nelle schede dei rilievi precedentemente descritte, mentre quelli delle endoscopie eseguite sui solai sono riportate nella tavola dei dettagli costruttivi in allegato.

Di seguito si riportano alcune fotografie esemplificative delle endoscopie eseguite su solai.

EN1 Volta	
	
EN2 Solaio	
	

4 CARATTERIZZAZIONE DEL CALCESTRUZZO ARMATO

Per quanto concerne i materiali, sono state condotte prove sperimentali distruttive sugli elementi strutturali in calcestruzzo armato. Le tipologie di indagini condotte e i risultati ottenuti sono descritti nei successivi paragrafi.

4.1 PROPRIETÀ MECCANICHE DELL'ACCIAIO D'ARMATURA

Per caratterizzare il tipo di acciaio utilizzato per le strutture in c. a. sono stati effettuati prelievi di spezzoni di barre d'armatura per l'esecuzione delle prove di trazione in laboratorio.

4.1.1 Prelievo di barre d'armatura e prove di trazione

È stato eseguito n. 1 prelievo di barre d'armatura da un elemento in calcestruzzo armato. Il punto di indagine è segnalato nelle tavole tecniche in allegato con la sigla “ARM”. Il prelievo è stato eseguito secondo le prescrizioni della normativa UNI EN ISO 6892 assicurandosi una lunghezza utile per essere sottoposto a prova di trazione.

La prova di trazione sul campione prelevato è stata condotta presso il Laboratorio Ufficiale Min. LL.PP. Legge 1086/71 di P&P LMC.

Il rapporto di prova di trazione sulla barra d'armatura è riportato in allegato alla presente relazione.

Nella tabella seguente vengono raccolte le caratteristiche principali dello spezzone estratto. Contestualmente si presentano in sintesi i risultati ottenuti dalle prove di laboratorio in termini di tensione di snervamento (f_y), tensione a rottura (f_{st}), allungamento percentuale (A_{gt}).

PROVE DI TRAZIONE SU BARRE D'ARMATURA								
ID	Elemento strutturale	Livello	ϕ [mm]	Tipo*	L [mm]	f_y [MPa]	f_{st} [MPa]	A_{gt} [%]
ARM1	Setto	P1	12	AM	320	507,1	766,7	5,0
* Tondini ad aderenza migliorata (AM)								

Al termine delle indagini il punto di prelievo è stato ripristinato mediante saldatura di spezzoni di barra sostitutivi e ricostruzione del copriferro mediante utilizzo di malta per ripristini strutturali.

Di seguito si riportano le immagini del provino sottoposto a prova di trazione e del punto di prelievo.

PRELIEVI DI BARRE D'ARMATURA

ARM1 | Setto



4.2 PROPRIETÀ MECCANICHE DEL CALCESTRUZZO

Per la caratterizzazione delle proprietà meccaniche del calcestruzzo sono state eseguite prove distruttive. Di seguito si riportano le modalità di indagine e i risultati ottenuti.

4.2.1 Prelievo e prove di compressione su carote di calcestruzzo

Per caratterizzare la resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo è stato effettuato n. 1 prelievo costituito da un provino cilindrico avente diametro nominale pari a 80 mm. L'ubicazione del punto di indagine è indicata nel piano di indagine in allegato con la sigla "C".

Il carotaggio è stato eseguito secondo le prescrizioni della norma UNI EN 12504-1 procedendo in profondità in modo da assicurare il prelievo di carota di lunghezza utile per l'esecuzione della prova di compressione con l'accortezza di non intercettare barre di armatura. Prima dell'esecuzione del carotaggio è stata, al proposito, eseguita la ricerca della posizione di eventuali ferri d'armatura tramite pacometro.

Sul provino appena estratto dalla struttura è stata eseguita (secondo norma UNI EN 14630) la prova di carbonatazione con il metodo del viraggio chimico, utilizzando come indicatore una soluzione acquosa di fenolftaleina all'1% in alcool etilico al 70%. Tale soluzione vira al rosso-violetto a contatto con materiali aventi un pH superiore a 9.2, mentre rimane incolore per valori di pH inferiori. In queste condizioni il ferro d'armatura perde la sua passività ed è quindi in grado di subire la corrosione.

La carota estratta, previo condizionamento con taglio (per eliminare la testa del campione) e successiva spianatura, è stata sottoposta a prova di resistenza a compressione presso il Laboratorio Ufficiale Min. LL.PP. Legge 1086/71 di P&P LMC.

Il rapporto di prova di compressione sulla carota è riportato in allegato alla presente relazione.

Nella tabella seguente vengono raccolte in sintesi le caratteristiche del provino estratto e contestualmente si presentano i risultati ottenuti dalle prove di compressione e di carbonatazione.

PROVE DI COMPRESSIONE SU CAROTE IN CALCESTRUZZO										
ID	Elemento strutturale	Livello	L _{carota estratta} [cm]	P _{carbonat.} [cm]	Ø [mm]	H _{carota} [mm]	Ø/H	Massa volumica [kg/m ³]	R _c carota [Mpa]	Tipo rottura*
C1	Setto	P1	13	1,5	74	74	1/1	2120	29,1	S

*Tipo di rottura: S = soddisfacente (bitronco-conica); A÷K = non soddisfacente.

Di seguito si mostrano le immagini del campione estratto in sito su cui è stata eseguita la prova di carbonatazione.



5 CARATTERIZZAZIONE DELLA MURATURA

Per caratterizzare la muratura sono state eseguite prove non distruttive, quali prove penetrometriche su malta e sclerometriche su mattone.

5.1 PROVE PENETROMETRICHE SU MALTA DI ALLETTAMENTO

Sono state eseguite prove penetrometriche ripetute con più test su giunti di malta verticali e orizzontali della muratura, la cui ubicazione è indicata nel piano delle indagini in allegato con la sigla “PEN”. Le prove permettono di definire la resistenza a compressione dei giunti di malta indagati.

La tecnica di prova si basa sull’infissione di una piccola sonda in acciaio, opportunamente sagomata per limitare l’influenza dell’attrito laterale, sfruttando le battute di energia costante fornite da uno sclerometro con energia di impatto pari a 2,207 Nm. Mediante un’opportuna registrazione dell’affondamento della sonda ad ogni battuta, è possibile tracciare i profili della resistenza puntuale alla penetrazione fino a una profondità massima di 5 cm, consentendo anche di individuare l’eventuale presenza di strati con diverse proprietà meccaniche (stilatura dei giunti non completa, fenomeni di degrado, ecc.).

Dall’esame della curva di correlazione riportata di seguito, è possibile determinare la resistenza media a compressione della malta (espressa in MPa) in funzione della resistenza media di infissione (numero di colpi medio per cm).

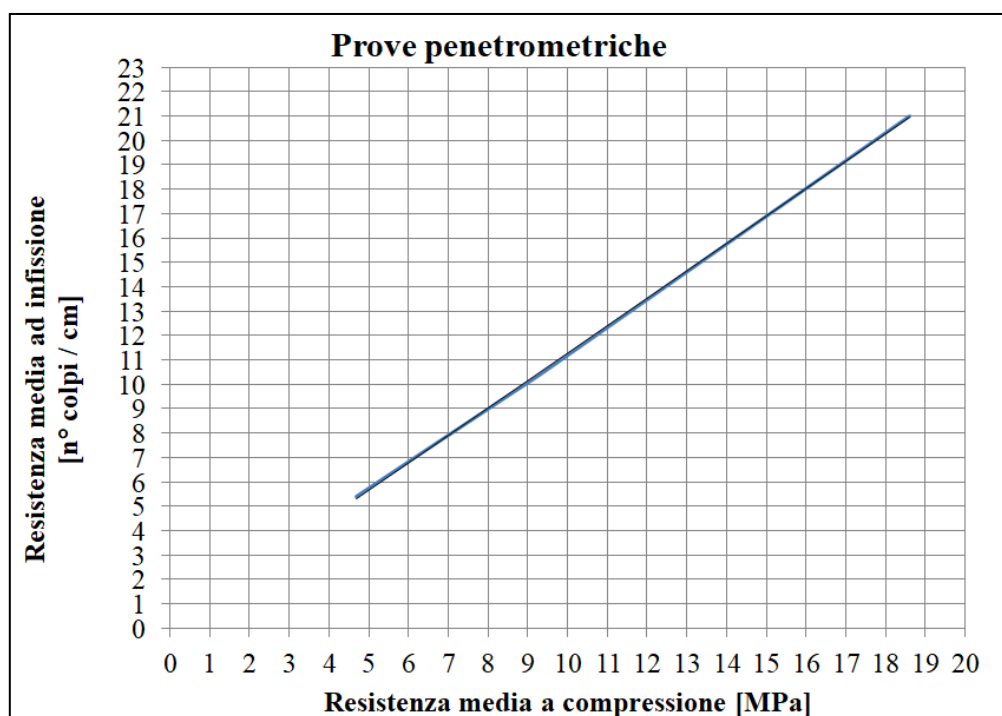


Diagramma di correlazione

Nella tabella sottostante si riportano i risultati delle prove eseguite.

PROVE PENETROMETRICHE SU MALTE														
ID	Livello	Elemento strutturale	Tipologia muraria	Corso di malta	Spessore malta [mm]	Test	n° colpi 1 cm	n° colpi 2 cm	n° colpi 3 cm	n° colpi 4 cm	n° colpi 5 cm	f _{infissione} [n° colpi/cm]	f _{infissione_media} [n° colpi/cm]	f _{malta} [MPa]
PEN1	PT	Muratura perimetrale	Mattoni pieni	orizz.	10÷20	I	6	6	5	4	5	5,2	2,8	2,5
				orizz.	10÷20	II	2	2	2	3	2	2,2		
				vert.	5÷10	III	0	2	1	1	1	1,0		
PEN2	PT	Muratura	Mattoni pieni	orizz.	10÷20	I	5	7	6	4	6	5,6	4,5	3,9
				orizz.	10÷20	II	1	3	6	9	11	6,0		
				vert.	5÷15	III	3	3	1	0	2	1,8		
PEN3	P1	Muratura perimetrale	Mattoni pieni e ciottoli	orizz.	10÷15	I	1	2	3	4	4	2,8	2,9	2,6
				orizz.	10÷15	II	1	2	3	2	3	2,2		
				vert.	5÷10	III	2	3	4	5	5	3,8		
PEN4	P1	Muratura	Mattoni pieni	orizz.	10÷20	I	5	7	8	9	5	6,8	3,7	3,2
				orizz.	10÷20	II	3	1	3	6	6	3,8		
				vert.	5÷20	III	0	0	0	0	2	0,4		
PEN5	P1	Muratura	Mattoni pieni	orizz.	10÷20	I	5	8	10	10	20	10,6	7,4	6,5
				orizz.	10÷20	II	7	10	12	12	16	11,4		
				vert.	5÷15	III	0	0	0	0	1	0,2		
PEN6	P2	Muratura	Mattoni pieni	orizz.	15	I	4	7	7	9	10	7,4	5,9	5,2
				orizz.	15	II	9	8	10	11	12	10,0		
				vert.	5÷10	III	0	0	0	0	1	0,2		
PEN7	P2	Muratura perimetrale	Mattoni pieni	orizz.	10÷15	I	3	4	5	6	7	5,0	5,2	4,6
				orizz.	10÷15	II	5	6	8	17	16	10,4		
				vert.	5÷10	III	0	0	0	0	1	0,2		
PEN8	P1	Muratura perimetrale	Mattoni pieni	orizz.	10÷20	I	6	8	15	17	21	13,4	8,4	7,4
				orizz.	10÷20	II	3	7	10	9	11	8,0		
				vert.	5÷10	III	3	5	5	2	4	3,8		

Dalla media dei test eseguiti sui corsi di malta delle varie finestre di muratura, si ottengono le resistenze a compressione della malta che sono riportate in tabella nell'ultima colonna (f_{malta}).

5.2 PROVE SCLEROMETRICHE SU MATTONI IN LATERIZIO

Sono state eseguite prove sclerometriche sulle porzioni di muratura in mattoni pieni in corrispondenza delle prove penetrometriche su malta descritte precedentemente.

Lo strumento di misura è stato utilizzato in posizione orizzontale, realizzando più ripetizioni della battuta per ogni sezione di misura, avendo cura di mantenere una distanza tra i punti non inferiore a 25 mm. Per tutti i punti di indagine le prove sono state eseguite direttamente sulla superficie dell'elemento strutturale. Dove la superficie non si presentava liscia è stato eseguito un leggero condizionamento prima dell'esecuzione della prova. Per le prove sclerometriche è stato utilizzato uno sclerometro con energia di impatto pari a 2,207 Nm. Prima dell'esecuzione delle prove è stata verificata la taratura dello sclerometro utilizzando l'apposita incudine di taratura con indice di rimbalzo noto.

Il grafico seguente illustra la correlazione tra l'indice di rimbalzo fornito da prove sclerometriche e il valore di resistenza a compressione, in N/mm^2 , per elementi in muratura.

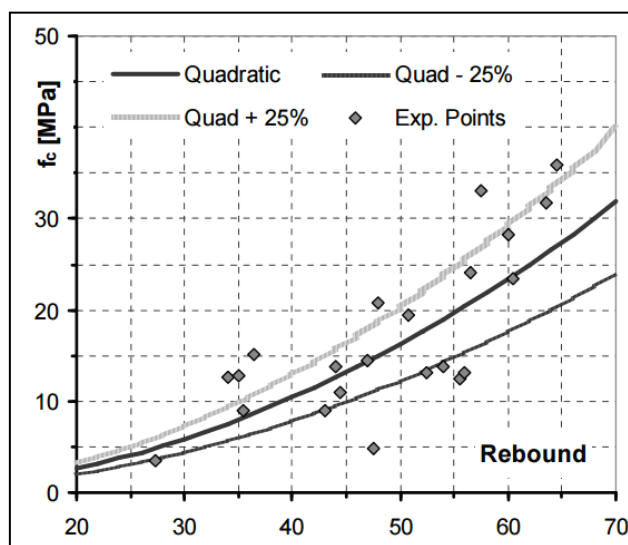


Grafico di correlazione

I risultati delle prove sono contenuti nella tabella di seguito riportata.

PROVE SCLEROMETRICHE SU LATERIZI PIENI																			
ID	Corrisp. Prova	Livello	Elemento strutturale	BxLxH [mm]	Dir.	Battute												MIR	f _{matt.} [MPa]
SCL1	PEN1	PT	Muratura	120x250x65	0°	40	38	36	36	38	40	40	42	38	38	42	38	38,8	10
SCL2	PEN2	PT	Muratura	120x240x45	0°	36	38	44	42	40	38	38	40	42	36	42	42	39,8	10
SCL3	PEN3	P1	Muratura	120x260x65	0°	40	42	38	42	42	38	40	38	38	40	42	40	40,0	10
SCL4	PEN4	P1	Muratura	115x250x50	0°	40	36	36	46	42	44	38	42	42	38	39	45	40,7	11
SCL5	PEN5	P1	Muratura	110x235x45	0°	36	40	42	38	46	44	43	38	44	40	44	40	41,3	11
SCL6	PEN6	P2	Muratura	115x240x45	0°	38	40	40	42	38	36	40	41	37	36	38	40	38,8	10
SCL7	PEN7	P2	Muratura	115x240x45	0°	38	36	34	35	34	40	36	44	42	40	38	44	38,4	10
SCL8	PEN8	P1	Muratura	120x245x60	0°	40	38	36	34	36	36	35	38	34	36	38	40	36,8	8

Di seguito si riportano alcune immagini esemplificative delle fasi delle prove penetrometriche e sclerometriche.



Prove penetrometriche su malta e sclerometriche su mattone

6 PROVE DI CARICO STATICO SU SOLAI MEDIANTE VASCHE

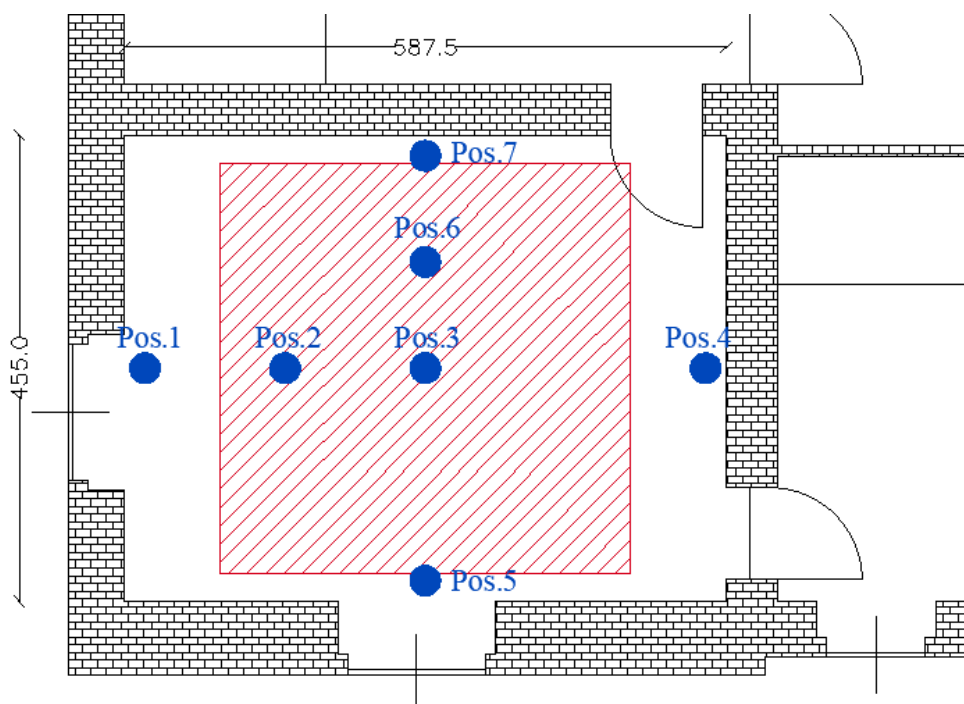
La prova è stata eseguita in data 9 dicembre 2021 ed è consistita nell'esecuzione di n. 1 ciclo di carico-scarico.

Il carico è stato applicato sulla volta della villa a piano primo per mezzo di una vasca d'acqua con impronta di carico da 4,00 m x 4,00 m. Nella vasca è stato raggiunto un battente d'acqua di 50 cm corrispondente ad un carico d'impronta massimo di 500 kg/mq. A seguire si riportano alcune immagini dello svolgimento delle operazioni di prova.



Disposizione del carico e dei trasduttori

Per la misura delle deflessioni sono stati utilizzati n.7 target di livellazione topografica e n.1 target come caposaldo esterno. Nello schema afferente il layout di prova, di seguito illustrato, vengono evidenziate le posizioni delle vasche e dei target di misura.



Layout di prova: vasca (rosso) e target (blu)

6.1 STRUMENTAZIONE

Si riporta di seguito la descrizione delle principali caratteristiche delle apparecchiature impiegate per la prova di carico.

6.1.1 Livello ottico digitale

Sono state eseguite misurazioni con livello ottico digitale mediante posizionamento di target. Per eseguire i rilievi in sito è stata utilizzata una stazione totale topografica Sokkia serie SDL 30, le cui specifiche tecniche sono riportate nel seguito.

Precisione di livellazione

- Elettronica stadia 0.4 mm

Precisione sulla distanza (D: distanza di misurazione)

- Elettronica $<\pm 10$ mm [$D \leq 10$ m]
- $<\pm 0.1\%$ x D [$10 < D \leq 50$ m]
- $<\pm 0.2\%$ x D [$50 < D \leq 100$ m]

Portata

- Elettronica Da 1,6 a 100 m
- Ottica da 1.5 m

Modalità di misura

- Singola / Ripetuta / Mediata / Tracciamento / Oscilla-e-Leggi

Visualizzazione minima

- Altezza 0.0001/0.001/0.01 m
- Distanza 0.01/0.1 m

Caratteristiche fisiche

Cannocchiale

- Apertura obiettivo 45 mm
- Ingrandimento / Potere di risoluzione 32x / 3"
- Fuocamento minimo / Campo visivo 1.5 m / 1°20'

Compensatore

- Tipo A pendolo con sistema di smorzamento magnetico
- campo operativo $\pm 15^\circ$

Sensibilità della livella sferica

- 10"/2 mm

Cerchio orizzontale:

- *Diametro:* 103 mm, *Graduazione:* 1° (1gon)

Interfaccia

- *Memorizzazione dati:* 2.000 punti nella memoria interna
- *Interfaccia:* RS-232C, baud rate da 1.200 a 38.400 bit/sec.

Ambiente

- Resistenza all'acqua IPX4 (IEC60529:2001)
- Temperatura operativa Da -20 a +50°C

Di seguito si riportano alcune fotografie delle operazioni di misura eseguite in sito.



Posizionamento Livello ottico e target.

6.2 RISULTATI OTTENUTI

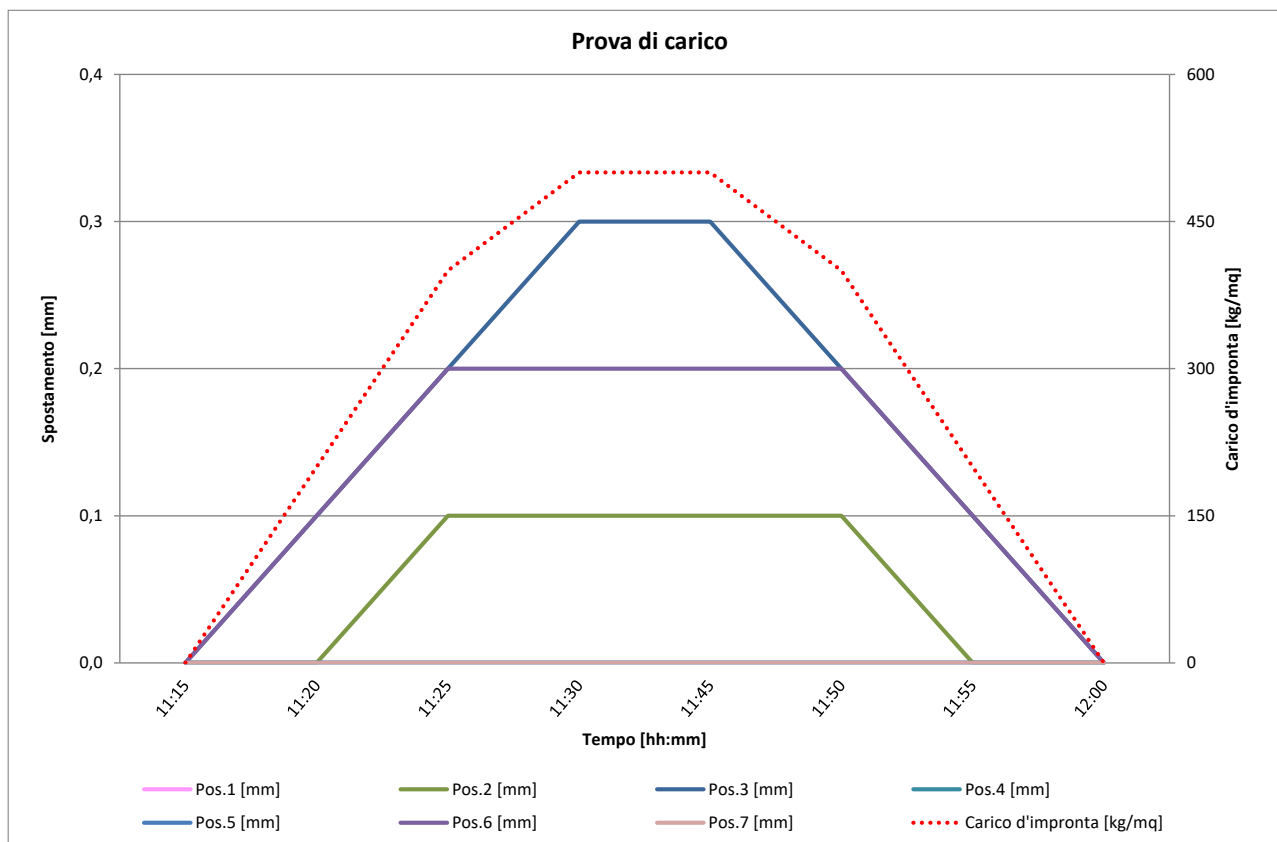
La fase di carico-scarico è stata eseguita attraverso n.6 step così organizzati relativamente al layout di carico che ha previsto la progressione di un uguale battente d'acqua nella vasca:

- Step 0: assenza di carico
- Step 1: battente d'acqua 20 cm
- Step 2: battente d'acqua 40 cm
- Step 3: battente d'acqua 50 cm
- Step 4: battente d'acqua 40 cm
- Step 5: battente d'acqua 20 cm
- Step 6: scarico.

Nella tabella seguente si riportano i valori registrati durante la prova di carico.

Tempo	Pos.1	Pos.2	Pos.3	Pos.4	Pos.5	Pos.6	Pos.7	Carico d'impronta
[hh:mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/mq]
11:15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
11:20	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	200
11:25	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	400
11:30	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	500
11:45	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0	500
11:50	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	400
11:55	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	200
12:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0

A seguire si riporta il grafico delle deformazioni.



Si osserva che l'andamento delle deformazioni, in ogni punto di misurazione, riflette l'andamento del carico applicato. Il valore massimo della freccia rilevata a pieno carico, cioè con carico d'impronta pari a 500 kg/mq, risulta pari a 0,30 mm in corrispondenza del trasduttore Pos.3.

8 CARATTERIZZAZIONE DELLE STRUTTURE LIGNEE

Di seguito vengono presentati i metodi e le modalità delle prove effettuate sulle strutture lignee e si riportano contestualmente i risultati ottenuti.

8.1 PROVE PENETROMETRICHE (WOODPECKER)

Il Woodpecker è paragonabile ad un penetrometro che utilizza uno sclerometro corredato da un ago che viene infisso nel tessuto ligneo con un prefissato numero di colpi. È possibile correlare l'affondamento dell'ago alle caratteristiche meccaniche, alla natura del materiale ligneo ed alla sua conservazione all'interno dell'elemento indagato. Il metodo di prova è quindi particolarmente indicato per la valutazione meccanica del tessuto ligneo in sito.

L'ago di prova, diametro di 2,5 mm, viene infisso nell'elemento ligneo attraverso l'applicazione di un numero complessivo di n. 5 colpi consequenziali. Al termine delle infissioni, con l'ausilio di uno speciale comparatore ed agendo sull'estremità dell'ago, viene misurata la lunghezza di penetrazione (espressa in mm) e ne viene annotato il valore. La penetrazione dell'ago nel tessuto legnoso si calcola con la seguente espressione:

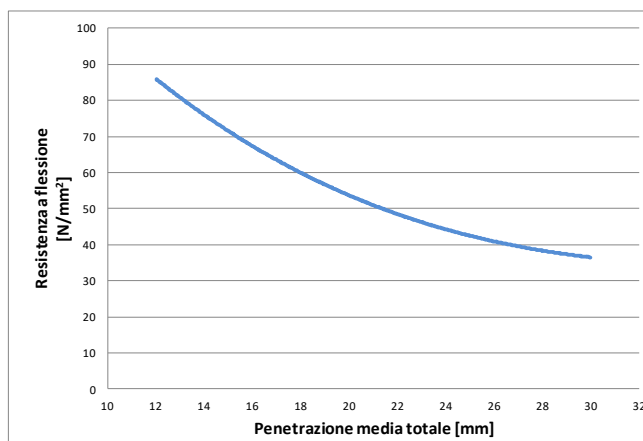
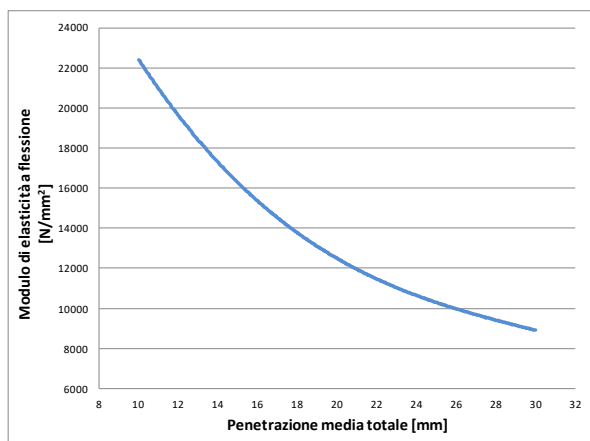
$$P = La - (Lc + Sc)$$

Dove:

- P = penetrazione dell'ago nel tessuto legnoso (mm);
- La = Lunghezza totale dell'ago (50 mm);
- Lc = Lettura eseguita al comparatore (mm);
- Sc = Spessore della cuffia di protezione (6 mm).

In letteratura esistono diagrammi di correlazione, a seconda della specie legnosa indagata (Abete, Castagno, Pioppo, Rovere), tra la penetrazione media totale P [mm] ed il modulo di elasticità a flessione [N/mm²] e la resistenza a flessione [N/mm²] del legno.

Nel caso in oggetto, tenuto conto che per quanto è stato possibile osservare con esame visivo macroscopico la specie indagata è associabili a legno di essenza "Pino o abete", si farà riferimento ai diagrammi di correlazione per la specie legnosa "Abete" riportati di seguito.



Essenza abete

Nella tabella riportata successivamente relativa ai punti di indagine vengono riportati i valori di penetrazione media totale [mm], ottenuti in sede di indagine, ed i corrispondenti valori del modulo di elasticità a flessione e di resistenza a flessione. Per ogni elemento ligneo esaminato, sono state eseguite tre misure rispettivamente in corrispondenza delle due estremità e della mezzeria. Per le successive valutazioni è stato quindi preso in considerazione il valore medio delle tre determinazioni. Si osservi che tali parametri sono valori medi della resistenza a flessione del materiale, mentre i valori di resistenza meccanica della normativa, a cui fanno riferimento le norme specifiche di settore, sono valori caratteristici con frattile pari al 5%. Immaginando una distribuzione gaussiana dei valori, tenuto conto degli scarti quadratici medi, mediamente e tipicamente la relazione tra valore medio e valore caratteristico per elementi lignei comporta una riduzione della resistenza a flessione di almeno $15 \div 20$ MPa sui valori medi per ottenere i corrispondenti valori caratteristici.

Di seguito si riportano alcune immagini delle operazioni eseguite.



Prova penetrometrica con Woodpecker

8.2 PROVE RESISTOGRAFICHE (RESISTOGRAPH)

L'analisi strumentale eseguita mediante tecnica resistografica costituisce la tecnica meglio rispondente ai requisiti di affidabilità e utilità a fini diagnostici non distruttivi applicabile in sito.

Il Resistograph è un trapano strumentato in grado di registrare la resistenza che il legno oppone all'ingresso di una punta dotata di un movimento combinato di rotazione e di avanzamento a velocità costante.



Prova resistografica

La punta di perforazione presenta un diametro di 3 mm e lunghezza sufficiente ad attraversare interamente la sezione analizzata, senza però lasciare segni eccessivamente visibili esternamente. Per questo motivo il sistema è adatto a indagare anche strutture di particolare pregio per decori e/o lavorazioni. La resistenza alla perforazione è concentrata sulla punta dell'ago, dal momento che quest'ultima ha uno spessore doppio rispetto allo stelo. Si riesce, quindi, a ricavare la misura della resistenza alla penetrazione in funzione della profondità della sezione analizzata. La regolazione elettronica del motore garantisce una velocità costante dell'ago in ingresso. Questa velocità, preselezionabile dall'utente, deve essere scelta in relazione alle specifiche caratteristiche di densità del legno da esaminare: velocità basse risultano indicate per legni ad elevata densità mentre velocità alte per legni più teneri a minore densità.

In generale, le diverse specie legnose sono caratterizzate da profili diversi, anche se tra profili della stessa specie possono talvolta riscontrarsi notevoli variazioni. Inoltre, poiché la resistenza alla perforazione è correlata alla densità del legno indagato, lo strumento consente, indirettamente, di misurare le variazioni di densità nella sezione dell'elemento. Queste variazioni possono fornire importanti indicazioni sulle caratteristiche del legno come difetti, anomalie ed alterazioni (per esempio dovute alla presenza di attacchi fungini o da insetti, nodi, spaccature, slittamento di fibre, cipollature anulari, ecc.) in punti specifici della struttura lignea.

La localizzazione dei difetti o delle anomalie si basa sul fatto che il legno anomalo o decomposto ha una massa volumica e quindi una resistenza alla perforazione nettamente inferiore a quella del legno sano. Può succedere che queste anomalie non siano visibili semplicemente osservando esternamente l'elemento. In questi casi il Resistograph fornisce informazioni utili alla conoscenza della condizione interna del materiale.

I risultati delle indagini con Resistograph sono esposti sotto forma di grafici dove in ascissa si riporta la profondità progressiva della punta all'interno della sezione d'indagine, mentre in ordinata è mostrato un indice della resistenza (in forma di parametro adimensionale) riscontrata durante l'ingresso della punta.

I profili di sondaggio mostrano, solitamente, in modo abbastanza evidente gli anelli di crescita del materiale con picchi corrispondenti alle crescite tardive alternati a riduzione di resistenza in crescita primaverile.

Di seguito, a titolo esemplificativo, un grafico utile per l’interpretazione e la corretta lettura dei risultati derivanti dall’indagine condotta con Resistograph, nel quale sono evidenziati i principali difetti generalmente riscontrabili in base alla variazione dell’ampiezza.

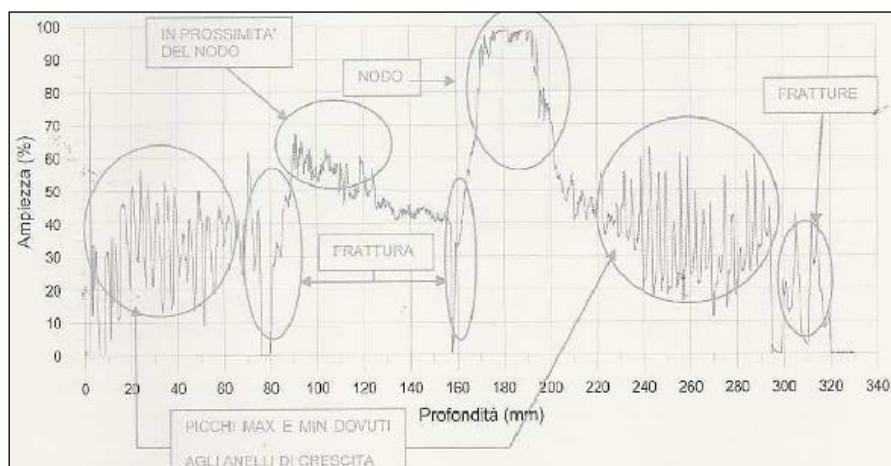
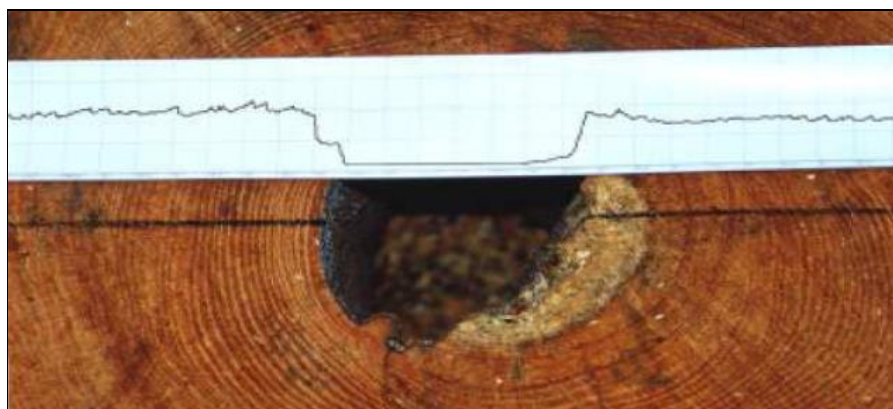


Diagramma esemplificativo per la lettura dei risultati del resistograph

Nella figura seguente, sempre a titolo esemplificativo, il profilo della prova resistografica rivela la presenza di una cavità nella zona centrale dell’elemento indagato, con decadimento dei valori del profilo resistografico.



Profilo della prova penetrometrica

Nei profili forniti dalle prove penetrometriche con Resistograph, viene riportata in ascissa la profondità di penetrazione espressa in cm, mentre in ordinata la resistenza alla penetrazione espressa in % [adimensionale].


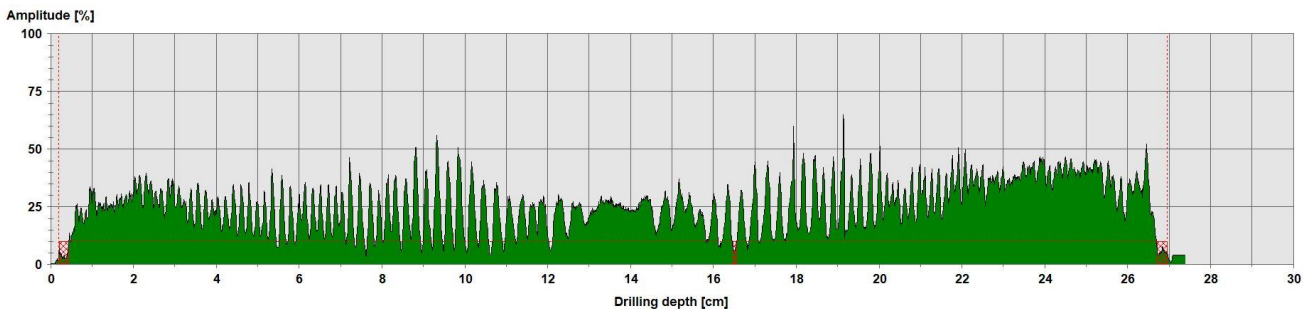
Per la corretta lettura dei grafici si precisa che, fatto salvo differenti specifiche indicazioni, la posizione di inizio indagine non corrisponde allo “zero” delle ascisse, ma bensì al primo punto di incremento di densità (inserimento della punta ago nel legno).

8.3 RISULTATI OTTENUTI

Nella tabella di seguito si raccolgono in sintesi i dati raccolti e le successive elaborazioni relativamente alle prove penetrometriche effettuate sulle strutture lignee indagate.

Prova penetrometrica (Woodpecker)								
ID	Elemento indagato	L1 app. [mm]	L2 mezz [mm]	L3 app. [mm]	Lc [mm]	P [mm]	Modulo E [MPa]	Resist. flessione [MPa]
W1	Puntone	18,55	19,6	20,8	19,6	24,4	10509	43,3
W2	Puntone	17,75	17,5	16,1	17,1	26,9	9716	39,4
W3	Puntone	21,7	21,6	19,9	21,1	22,9	11059	46,2
W4	Puntone	21,6	21,2	19,9	20,9	23,1	10984	45,8
W5	Terzera	21,53	18,7	19,1	19,8	24,2	10560	43,6

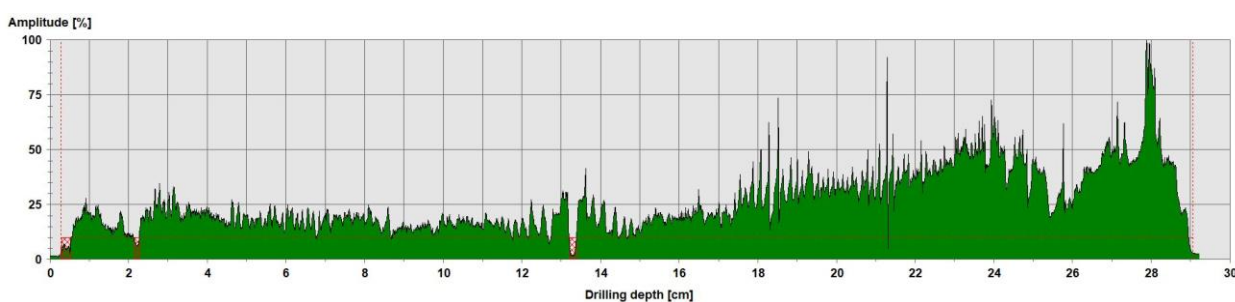
Di seguito si riportano i risultati delle prove resistografiche effettuate.

R1 COPERTURA		
Elemento	Puntone	
Cavità	2 %	
Valore associato a cavità	0,64 cm	
RESISTOGRAPH (Start-Stop level 5-5% Livello/larghezza 10%)		
<div><div>Amplitude [%]</div><div></div><div>Drilling depth [cm]</div></div>		
Note	Andamento del profilo uniforme e discreta consistenza del legno con variazioni di minimo e massimo attribuibili agli anelli di accrescimento del legno.	

R2 | COPERTURA

Elemento	Puntone	
Cavità	2 %	
Valore associato a cavità	0,71 cm	

RESISTOGRAPH (Start-Stop level 5-3% | Livello/larghezza 10%)



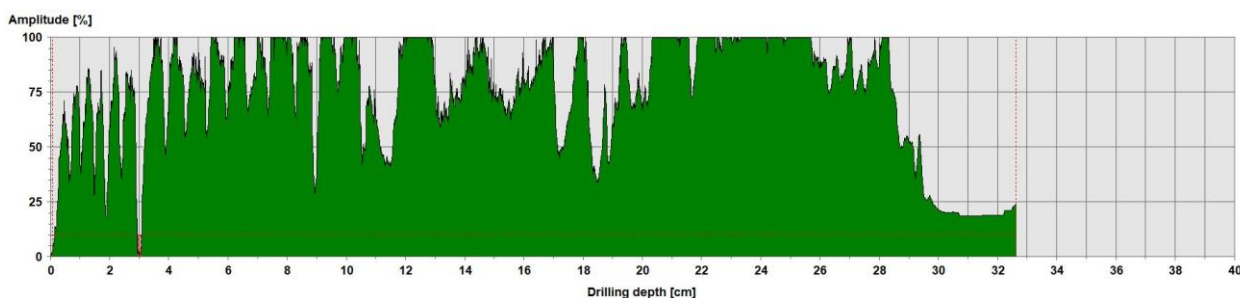
Note

Andamento del profilo uniforme e discreta consistenza del legno con variazioni di minimo e massimo attribuibili agli anelli di accrescimento del legno.

R3 | COPERTURA

Elemento	Puntone	
Cavità	0 %	
Valore associato a cavità	0,15 cm	

RESISTOGRAPH (Start-Stop level 5-3% | Livello/larghezza 10%)



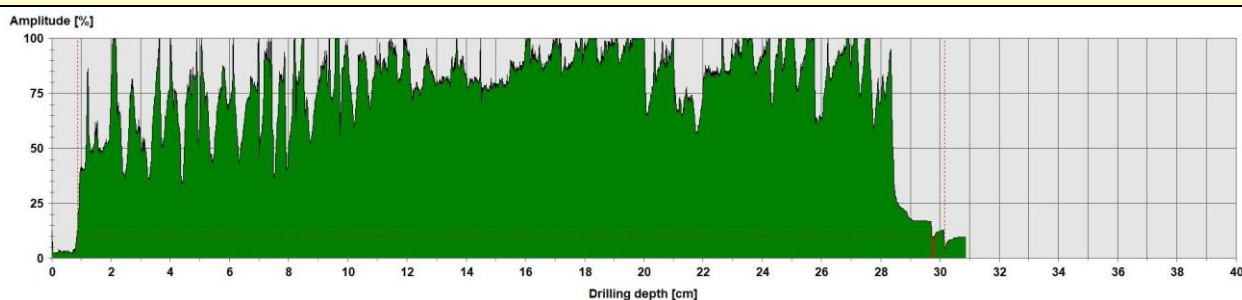
Note

Andamento del profilo uniforme e ottima consistenza del legno con variazioni di minimo e massimo attribuibili agli anelli di accrescimento del legno.

R4 | COPERTURA

Elemento	Puntone	
Cavità	0 %	
Valore associato a cavità	0,11 cm	

RESISTOGRAPH (Start-Stop level 15-10% | Livello/larghezza 10%)



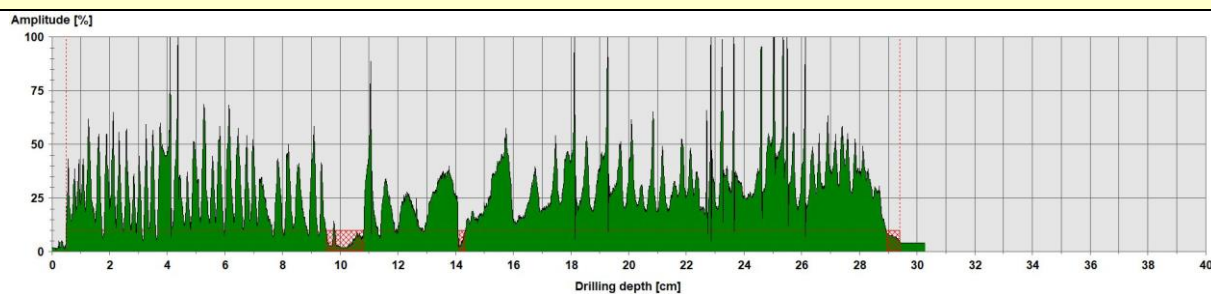
Note

Andamento del profilo uniforme e ottima consistenza del legno con variazioni di minimo e massimo attribuibili agli anelli di accrescimento del legno.

R5 | COPERTURA

Elemento	Terzera	
Cavità	7 %	
Valore associato a cavità	2,02 cm	

RESISTOGRAPH (Start-Stop level 5-5% | Livello/larghezza 10%)



Note

Andamento del profilo uniforme e discreta consistenza del legno con variazioni di minimo e massimo attribuibili agli anelli di accrescimento del legno.



Laboratori Materiali e Componenti

IMMOBILE “VILLA ZORN” IN SESTO SAN GIOVANNI (MI)
Indagini Diagnostiche e Conoscitive

ALLEGATI

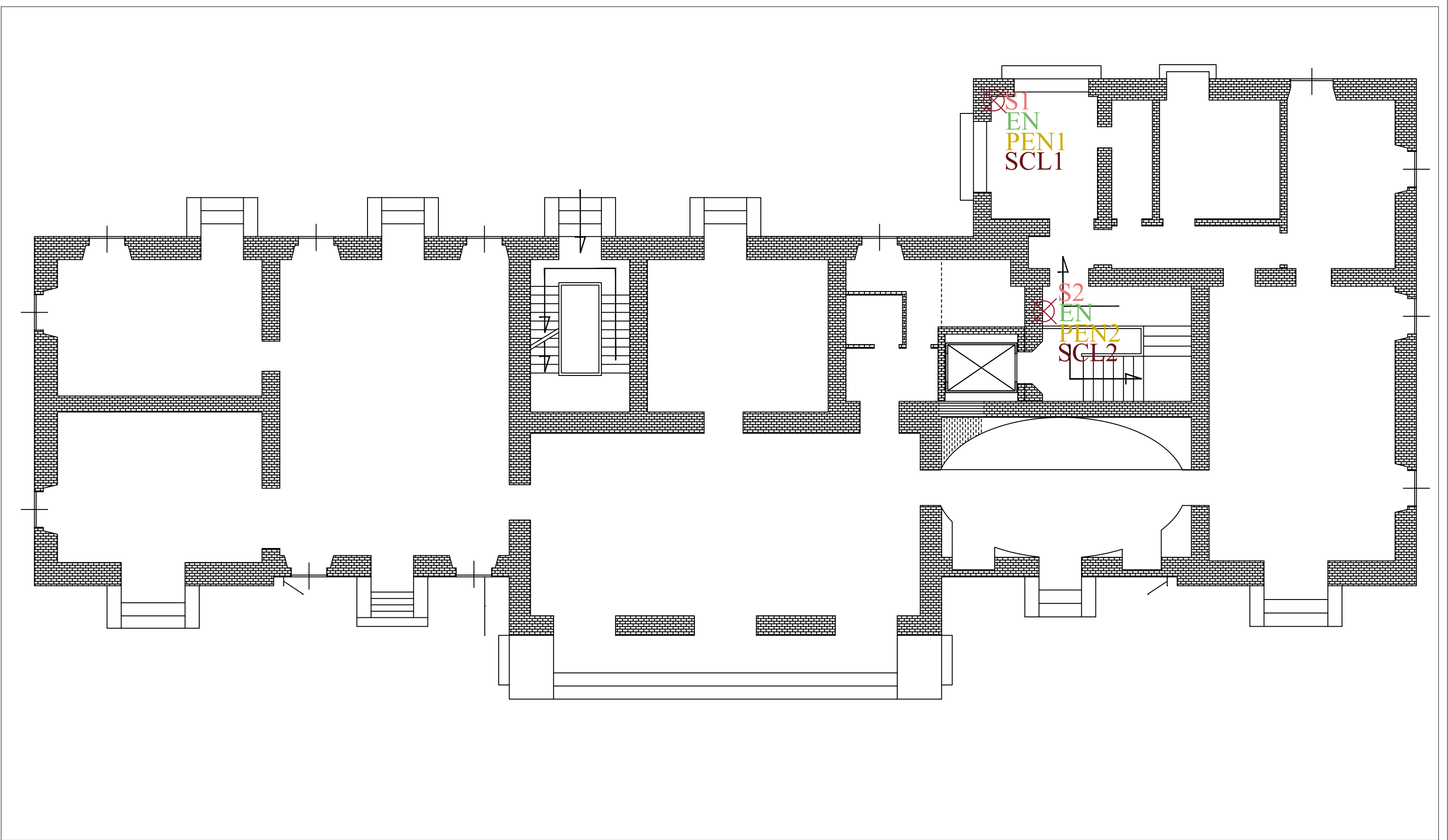
Allegato 1: Tav.01-03 Piano delle indagini

Allegato 2: Tav.01 - Dettagli costruttivi

Allegato 3: Rapporti di prova

p.c.: Comune di Sesto San Giovanni

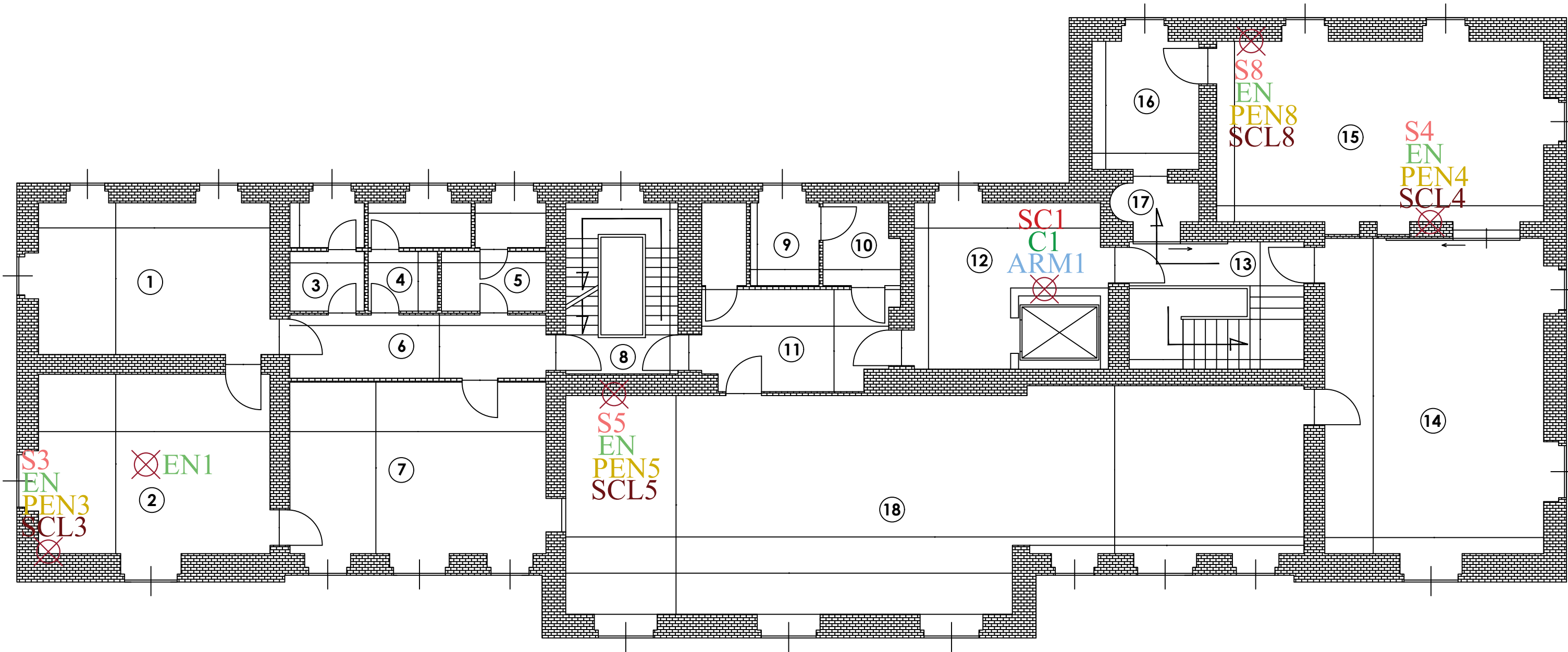
PIANO DELLE INDAGINI



INDAGINI:

Prelievo carote cls	C	Endoscopia	EN	Penetrometrica su malta	PEN	Sclerometrica su mattone	SCL	Resistograph su legno	R
Prelievo barre	ARM	Rilievo mediante scasso	SC	Rilievo muratura	S	Woodpecker su legno	W		

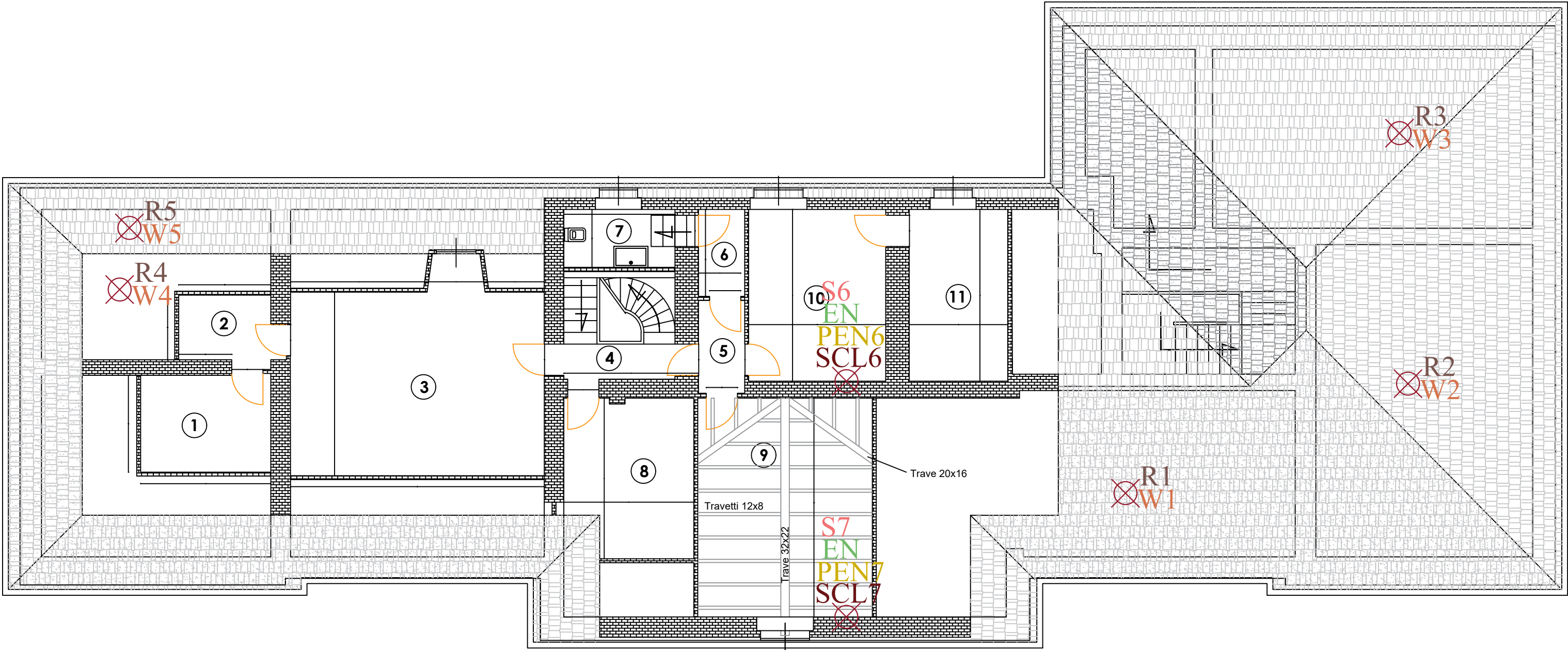
PIANO DELLE INDAGINI



INDAGINI:

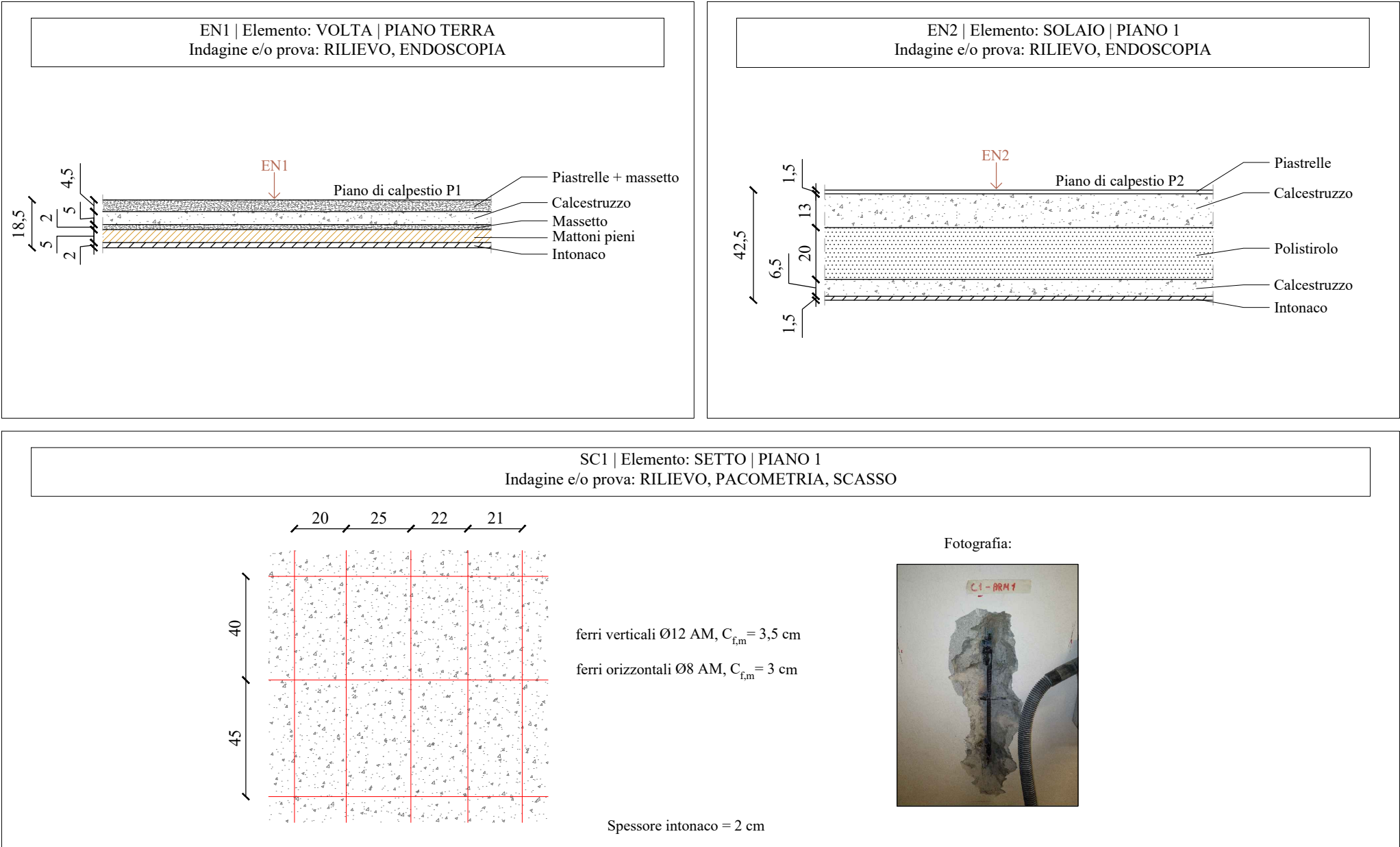
Prelievo carote cls	C	Endoscopia	EN	Penetrometrica su malta	PEN	Sclerometrica su mattone	SCL	Resistograph su legno	R
Prelievo barre	ARM	Rilievo mediante scasso	SC	Rilievo muratura	S	Woodpecker su legno	W		

PIANO DELLE INDAGINI



INDAGINI:

Prelievo carote cls	C	Endoscopia	EN	Penetrometrica su malta	PEN	Sclerometrica su mattone	SCL	Resistograph su legno	R
Prelievo barre	ARM	Rilievo mediante scasso	SC	Rilievo muratura	S	Woodpecker su legno	W		



Laboratorio Prove Materiali
Pag. 1 di 1**RAPPORTO DI PROVA**
n. RdP/22/0110/CS-01Autorizzazione
Decreto Ministeriale n. 0000012
Art. 20 - Legge 5-11-71 n. 1086
Art. 59 - D.P.R. 06-06-01 n. 380**PROVA DI COMPRESSIONE**

su provini di calcestruzzo

Committente: COMUNE DI SESTO SAN GIOVANNI – PIAZZA DELLA RESISTENZA, 20 - SESTO SAN GIOVANNI (MI)

Richiesta : Lettera del 27.01.2022 Accettazione n. : 0110

Oggetto : N. 1 carota di calcestruzzo Resistenza caratteristica dichiarata [MPa] : NON DICHIARATO

Cemento dichiarato : Dosaggio [kg/m³] :

Luogo del prelievo : IMMOBILE "VILLA ZORN" – VIA C.DA SESTO/VIA FANTE D'ITALIA - SESTO SAN GIOVANNI (MI)

..... Commessa N. 018_21_GA

Opera: PILASTRO

Committente dell'opera: COMUNE DI SESTO SAN GIOVANNI – SETTORE EDILIZIA PUBBLICA E GLOBAL SERVICE

Impresa costruttrice :

Denuncia:

Direttore lavori : Richiesta prove firmata dal Direttore Lavori : NO

Data ricevimento provini : 27.01.2022 Data di prova : 27.01.2022

Norma di riferimento : NTC 2018 - UNI EN 12390-1:2012 - UNI EN 12390-7:2019 - UNI EN 12390-3:2019 – UNI EN 12504-1:2019

PROVINO n.	DATA PRELIEVO DICHARATA	CONTRASSEGNI SUI PROVINI	SPIANATURA PROVINI (*)	DIMENSIONI [mm]		MASSA VOLUMICA [kg/m ³]	RESISTENZA A COMPRESSIONE [MPa]	TIPO DI ROTTURA (**)
				Ø	h			
1	Dicembre 2021	C1	SI	74	74	2120	29,1	S

(*) Spianatura provini: SI = effettuata; NO = provino conforme alla norma di riferimento.

(**) Tipo di rottura : S = soddisfacente (bitronco-conica); A+K = non soddisfacente (UNI EN 12390-3, fig. 4)

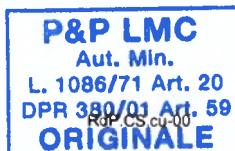
Note:

Seriate, li 28.01.2022

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
(Belotti Ing. Ivan)

Il presente Rapporto di prova non costituisce certificato utile ai fini della procedura prevista dalla legge 1086/71.
I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.



Laboratorio Prove Materiali

Pag. 1 di 1

RAPPORTO DI PROVA
n. RdP/22/0110/FE-01

Autorizzazione

Decreto Ministeriale n. 0000012

Art. 20 - Legge 5-11-71 n. 1086

Art. 59 - D.P.R. 06-06-01 n. 380

PROVE SU BARRE D'ARMATURA

Committente : COMUNE DI SESTO SAN GIOVANNI – PIAZZA DELLA RESISTENZA, 20 - SESTO SAN GIOVANNI (MI)

Richiesta : Lettera del 27.01.2022 Accettazione n. : 0110

Oggetto: n. 1 barra nervata da c.a. normale: Produttore : NON DICHIARATO

Tipo di acciaio : N.D. Diametro nom.: 12 mm

Luogo del prelievo : IMMOBILE "VILLA ZORN" – VIA C.DA SESTO VIA FANTE D'ITALIA - SESTO SAN GIOVANNI (MI)

..... Commessa N. 018_21_GA

Opera:

Committente dell'opera: COMUNE DI SESTO SAN GIOVANNI – SETTORE EDILIZIA PUBBLICA E GLOBAL SERVICE

Impresa costruttrice :

Denuncia:

Direttore lavori : Richiesta prove firmata dal Direttore Lavori : NO

Data ricevimento provini: 27.01.2022 Data di prova: 28.01.2022

Norma di riferimento: NTC 2018 – UNI EN ISO 15630-1:2019

Marchio di identificazione: Ø

Ø

Ø

BARRA		CONTROLLO DIMENSIONALE		PROVA DI TRAZIONE					PROVA DI PIEGAMENTO		AREA RELATIVA DI NERVATURA [%]
Ø	n°	Sezione [mm²]	Massa [kg/m]	Tensione di snervamento f_y [MPa]	Tensione di rottura f_t [MPa]	f_y / f_{yk}	f_t / f_y	Allungamento A_g [%]	Diametro mandrino [mm]	Esito	
12	ARM1	114,1	0,896	507,1	766,7	1,13	1,51	5,0			

Note :

Seriate, li 28.01.2022

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio
(Belotti ing. Ivan)

Il presente Rapporto di prova non costituisce certificato utile ai fini della procedura prevista dalla legge 1086/71.

I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.

Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.