



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 SULLA QUALITA' DEI MATERIALI
EX MERCATO OVO AVICOLO
LOCALITA' CAMPASSO (GE)**

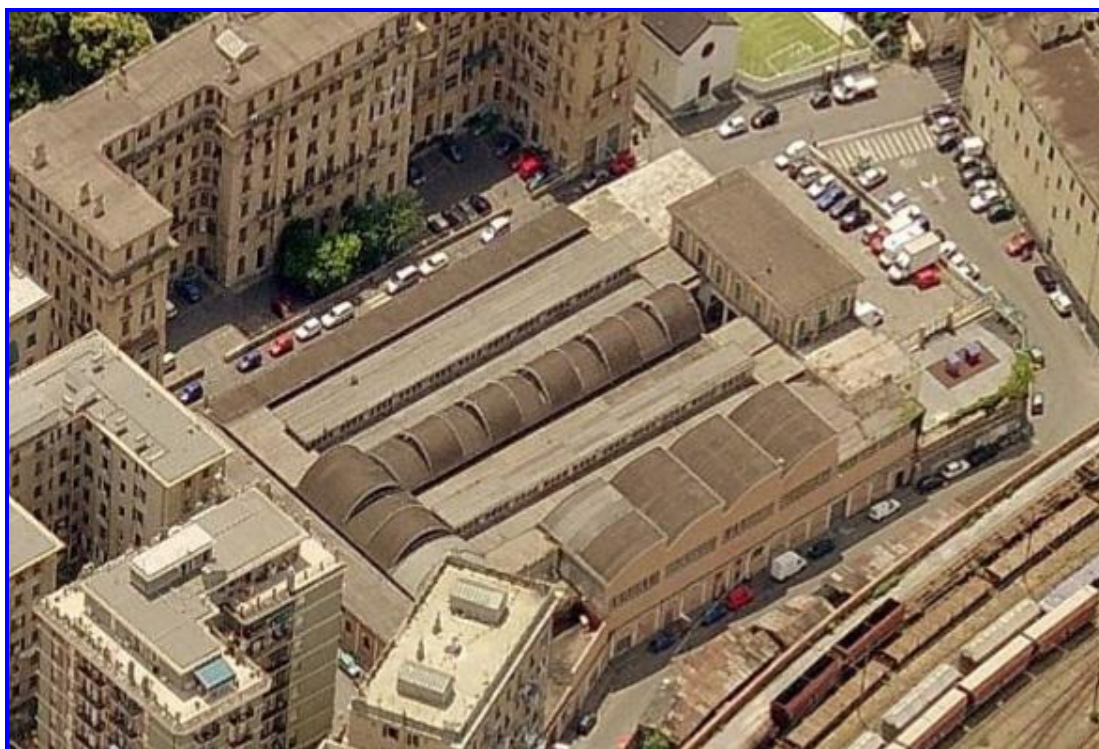
PROVE n. 5595/GE÷5602/GE

dall'8 al 31 Maggio 2017

Committente: **Sviluppo Genova S.p.A.**

R.U.P.: **Arch. Marco Guarino**

Relatore: **P.I: Giuseppe Cianci**



Ex Mercato Ovo Avicolo

Rif:GE-050-17

Genova, 28/06/17

Sede Legale: Via L. Zuegg, 20 - 39100 Bolzano Tel.-Fax 0471/543111-543110 4emme@legalmail.it ISO 9001/08 Certificato RINA n. 6441/01/S

C.F./P.I. IT 01288130212

Cap. Soc. 500.000,00 Euro

R.E.A. - BZ 111601

CASSA CENTRALE RAIFFEISEN BZ IT49 B 03493 11600 000300027138

Bolzano 0471-543111

Firenze 055-461000

Padova 049-8020707

Torino 011-7706023

Laboratori Autorizzati

Bologna 051-6346808

Genova 010-586195

Palermo 091-6703629

Treviso 0438-990200

Bolzano 0471-543111

Cagliari 070-490732

Milano 02-40092545

Piacenza 0523-755849

Verona 045-8004278

Milano 02-40092545

Como 031-305253

Modena 059-395414

Roma 06-71546992

INDICE

1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE DELLE STRUMENTAZIONI	4
2.1 Collaudatore GS04	4
2.2 Sensori differenziali	4
2.3 Serbatoio per collaudi	4
2.4 Martinetto piatto	5
2.5 Manometro digitale di precisione	5
2.6 Pompa manuale	5
2.7 Troncatrice a scoppio	6
2.8 Pachometro "Covermaster" mod. P331 Elcometer	6
2.9 Strumentazione impiegata per i carotaggi	6
2.10 Endoscopio	7
2.11 Termocamera	7
3. DESCRIZIONE DELLE PROVE	8
3.1 Rilievo dello stato tensionale e determinazione della resistenza a compressione nella muratura	8
3.2 Indagine pachometrica	9
3.3 Prove di compressione su carote	9
3.4 Controllo della profondità di carbonatazione con fenolftaleina (carotaggi)	9
3.5 Indagini endoscopiche	9
3.6 Indagine termografica	10
3.7 Prova di carico statica su elementi strutturali con serbatoio d'acqua.	10
4. RAPPORTO DEI RISULTATI	11
4.1 Indagini sulle murature	15
4.1.1 Prova n. 5595a/GE – Martinetto piatto doppio zona 4	15
4.1.2 Prova n. 5595b/GE – Martinetto piatto doppio zona 7	20
4.1.3 Prova n. 5596/GE – Endoscopie e rilievi tipologie murarie	25
4.2. Indagini sulle strutture in C.A.	32
4.2.1 Prova n. 5597 - Carotaggi	32
4.2.2 Prova n. 5598 - Trazione su ferri	35
4.2.3 Prova n. 5599 – Rilievo ferri	37
4.3 Rilievo strutturale	47
4.3.1 Prova n. 5600a/GE – Rilievo elementi in c.a.	47
4.3.2 Prova n. 5600b/GE – Rilievo solette in c.a.	47
4.3.3 Prova n. 5600c/GE – Rilievo murature	49
4.3.4 Prova n. 5600d/GE – Rilievo fondazioni	50
4.4 Prova n. 5601/GE – Termografie	53
4.4.1 Termografie fabbricato d'accesso	53
4.4.1 Termografie fabbricato via Spaventa	61
4.5 Prove di carico	63
4.5.1 Prova n. 5602a/GE	63
4.5.2 Prova n. 5602b/GE	68

ALLEGATI:

certificati laboratorio

1. PREMESSA

La Società *4 EMME Service S.p.A.* è stata incaricata, da **Sviluppo Genova S.p.A.** di eseguire un controllo sulla qualità dei materiali, presso **l'Ex Mercato Ovo Avicolo in località Campasso a Genova.**

Attraverso questa indagine s'intende verificare la portata e la qualità della muratura e del calcestruzzo delle strutture costituenti l'edificio in oggetto.

La scelta degli elementi strutturali da sottoporre a indagine e le modalità di rilevazione sono stati preventivamente concordati con il **R.U.P., nella persona dell'Arch. Marco Guarino, e il Progettista, nella persona dell'Ing. Antonio Sibilla.**

Le indagini sono state eseguite dal **8 al 31 Maggio 2017.**

All'esecuzione delle indagini hanno assistito:

Ing. Andrea Magrassi

Assistente Studio Sibilla

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

Ing. Alessandro Torre

P.I. Paolo Emanuelli

Geom. Riccardo Noviate

P.I. Giuseppe Cianci

2. DESCRIZIONE DELLE STRUMENTAZIONI

2.1 Collaudatore GS04

Le rilevazioni delle deformazioni e delle forze applicate, sono state eseguite con l'attrezzatura denominata GS04, matricola n° 39, costituita da:

- unità computerizzata di registrazione delle deformazioni e forze GS04 AD 24;
- sensori LVDT Schaevitz E 200 HQ;
- 1 cella di carico bidirezionale classe 1 TCQ 200 kN;
- software di elaborazione 4 Emme Service.

Taratura : documentata col certificato n. 1329/16 emesso il 27 Giugno 2016.



Collaudatore GS04

2.2 Sensori differenziali

Per la rilevazione della deformata sono stati impiegati sensori differenziali LVDT con escursione massima di ± 5 , ± 12.5 e ± 25 mm.

I sensori impiegati hanno le seguenti caratteristiche:

- | | |
|---------------------------|------------------|
| tensione di alimentazione | |
| • range di frequenza | da 2kHz a 20kHz; |
| • risoluzione | 0,002mm; |
| • errore linearità | <0,5% f.s. |

Taratura : documentata col certificato n. 1329/16 emesso il 27 Giugno 2016.



Sensore differenziale LVDT

2.3 Serbatoio per collaudi

Si tratta di serbatoi in P.V.C. del tipo a cuscino, costruiti dalla SO.CAP. di Milano, avente dimensioni di e (6x3x0,75)m.



Serbatoio per collaudi

2.4 Martinetto piatto

Sono realizzati in acciaio ed azionati idraulicamente, possono essere semicircolari o rettangolari, quelli utilizzati sono di forma semicircolare con le seguenti caratteristiche:

- superficie : 796cm²
- spessore : 3,5mm
- diametro semicerchio : 35cm
- profondità : 25.7cm
- press.max. di esercizio : 120bar

Ogni martinetto ha un numero seriale al quale è associato un certificato di laboratorio che determina il coefficiente "K_m".



Martinetto piatto

2.5 Manometro digitale di precisione

Per la rilevazione delle pressioni esercitate si è utilizzato un manometro digitale, della AEP transducers con fondo scala da 700bar, posizionato immediatamente a monte del martinetto piatto.

Taratura : documentata col certificato n. 1334/16 emesso il 28 Giugno 2016.



Manometro di precisione

2.6 Pompa manuale

Il martinetto è azionato da una apposita centralina idraulica.

L'erogazione è fornita mediante una pompa a mano che permette di controllare gli incrementi di carico oltre a mantenere costante la pressione.



Pompa manuale

2.7 Troncatrice a scoppio

Il taglio per l'inserimento del martinetto viene eseguito con una troncatrice manuale con lama anulare diamantata azionata da un motore a scoppio.

La particolare caratteristica della sega, che utilizza una trasmissione eccentrica, permette un taglio che disturba in maniera molto ridotta la struttura non modificandone le caratteristiche meccaniche, essendo netto e di dimensioni uguali a quelle del martinetto.



Troncatrice a scoppio

2.8 Pachometro "Covermaster" mod. P331 Elcometer

Lo strumento è stato studiato per due funzioni essenziali:

- localizzare la posizione delle barre di ferro annegate nel calcestruzzo;
- misurare con precisione lo spessore della copertura di calcestruzzo sulle barre.

L'apparecchio è costituito da due parti; una sonda intercambiabile ed il covermeter vero e proprio che presenta un display a cristalli liquidi che forniscono direttamente lo spessore in mm della copertura di calcestruzzo.

E' uno strumento funzionante a batterie che permette l'utilizzo del tipo di sonda più appropriato, secondo il rilievo da effettuare, dalla sonda standard, fino a 30 mm, alla sonda adatta a maggiori profondità (sonda deep cover), fino alla sonda dedicata ai rilievi in foro.



Covermaster P331

2.9 Strumentazione impiegata per i carotaggi

La macchina utilizzata per eseguire i carotaggi è una carotatrice a diamante modello Hilti DD160 adatta alla foratura di calcestruzzo armato o altro materiale. La macchina è dotata di una piastra base per il fissaggio alla parete, del montante con motore, del comando avanzamento, del mandrino, di un raccoglitore acqua con tubo e di utensili di uso. La macchina ha tre velocità a controllo elettronico e un'inclinazione per fori fino a 45°.



Hilti DD160

2.10 Endoscopio

Le indagini endoscopiche sono state eseguite allo scopo di verificare le caratteristiche costruttive degli elementi strutturali indagati, mediante micro-telecamera digitale con testa mobile di diametro \varnothing 6 mm, trasmissione delle immagini mediante fibre ottiche.

L'immagine viene visualizzata su un monitor a colori e può essere registrata o fotografata.



Endoscopio TF 3006

2.11 Termocamera

Le indagini termografiche sono eseguite con termocamera Flir, modello ThermaCam™ B400 con le seguenti caratteristiche:

- Risoluzione spaziale 1,36 mrad;
- Accuratezza $\pm 2^{\circ}\text{C}$ o $\pm 2\%$ della lettura;
- Intervallo spettrale 7,5 – 13,0 μm ;
- Rilevatore FPA (Focal Plane Array), micro bolometro 320x240.



Termocamera ThermaCam B400

3. DESCRIZIONE DELLE PROVE

3.1 Rilievo dello stato tensionale e determinazione della resistenza a compressione nella muratura

La conoscenza dello stato tensionale in sito all'interno di una parete muraria costituisce una importante informazione per la valutazione della sicurezza di un elemento strutturale: in quest'ottica la tecnica di prova con martinetti piatti sta raggiungendo una capacità di valutazione delle caratteristiche meccaniche paragonabile a quelle di un'analisi di laboratorio.

La prassi esecutiva di dette prove è quella di strumentare la superficie muraria con sensori differenziali opportunamente disposti, lo stato tensionale della muratura viene alterato eseguendo un taglio orizzontale nella parete muraria; il taglio comporta il rilascio delle tensioni esistenti che si manifesta con la tendenza a chiuderne i lembi.

Effettuato il taglio viene inserito un martinetto piatto, incrementando la pressione dell'olio al suo interno viene riportata la muratura nello stato di deformazione precedente al taglio e rilevato mediante i sensori.

Tale pressione equivale alla tensione verticale media preesistente salvo fattori di correzione legati alla taratura del martinetto ed al rapporto tra l'area del martinetto e l'area del taglio.

Successivamente, in posizione soprastante al primo taglio, ne viene eseguito un altro ad una distanza compresa tra uno o due volte la dimensione massima del martinetto.

Nel taglio viene inserito un secondo martinetto e ripristinata la tensione di esercizio della muratura in esame si incrementa quindi il carico prodotto dai martinetti fino a raggiungere il collasso del complesso malta-mattoni.

Carico di esercizio della muratura

La prova è condotta ad incrementi di carico costanti mentre i sensori elettronici rilevano in tempo reale su un grafico tempo-deformazioni l'andamento della prova.

La tensione di esercizio della muratura è calcolata mediante la seguente formula:

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

dove:

σ = tensione di esercizio della muratura

p = pressione di ripristino delle condizioni di deformazione antecedente al taglio

K_m = coefficiente di taratura del martinetto

A_m = area del martinetto

A_t = area della superficie di taglio.

Ad ogni incremento di pressione corrisponde un decremento del valore massimo di deformazione registrato dai sensori al completamento del taglio.

La pressione che riporta a "zero" lo spostamento dei sensori identifica il valore "p" della formula.

Carico di rottura della muratura

Analogamente alla prima fase, la prova è condotta ad incrementi di carico costanti mentre i sensori elettronici rilevano in tempo reale su un grafico tempo-deformazioni l'andamento della prova.

Ad ogni incremento di pressione corrisponde un incremento del valore massimo di deformazione registrato dai sensori. La rottura della muratura è identificata sulla base

della significativa perdita di linearità tra incremento di sollecitazione e deformazione esibita dall'elemento. La presenza di lesioni sulla porzione sollecitata denota, insieme a quanto precedentemente descritto la raggiunta resistenza a compressione.

La pressione di rottura viene calcolata attraverso le formule sopra riportate per il calcolo della tensione di esercizio.

3.2 Indagine pachometrica

L'indagine pachometrica si propone di localizzare la presenza e la posizione delle armature metalliche presenti negli elementi in calcestruzzo.

Durante le indagini viene scandita sistematicamente la struttura da analizzare tramite il pachometro, che oltre ad individualizzare le armature presenti sull'elemento indagato, è in grado di indicare lo spessore del copriferro.

Si procede in prima battuta spazzolando la superficie dell'elemento di indagine per l'individuazione delle armature verticali ed orizzontali.

In quest'operazione ci viene in aiuto l'avvisatore acustico dello strumento che ci indica con il tono della nota, quando abbiamo raggiunto l'esatta posizione sul ferro ricercato, e contemporaneamente ci indicherà sul display l'entità del copriferro.

Successivamente viene eseguita la stima del diametro dei ferri rilevati durante l'individuazione degli stessi.

3.3 Prove di compressione su carote

La prassi esecutiva di dette prove è di realizzare un carotaggio orizzontale sulla parte di struttura prescelta.

La carota così estratta è sottoposta a taglio e spianatura, e posta in verticale tra le piastre di una pressa in laboratorio e portata a rottura per compressione secondo le norme **UNI EN 12390-3**.

3.4 Controllo della profondità di carbonatazione con fenolftaleina (carotaggi)

Si fa riferimento in mancanza di norme al RILEM Draft Recommendation CPC-18 per quanto riguarda gli scopi, la teoria e l'interpretazione di questo tipo di indagine.

Un solo accenno al fatto che il processo di carbonatazione avviene principalmente a causa dell'anidride carbonica (CO_2) che a contatto con l'idrossido di calcio produce una reazione che abbassa il pH del materiale; quest'abbassamento rende acido il calcestruzzo favorendo i processi di corrosione delle armature.

Procedura operativa

Individuata e prelevata la carota si vuole conoscere lo stato di carbonatazione spruzzando su tutta la lunghezza della stessa la fenolftaleina. Successivamente si rileva la profondità ove il materiale ha una colorazione vivace rossa:

- per $\text{pH} > 9.2$ (ambiente basico) la fenolftaleina vira al rosso;
- per $\text{pH} < 9.2$ (ambiente acido) la fenolftaleina rimane incolore; la profondità di carbonatazione corrisponde allo spessore di materiale che rimane incolore.

3.5 Indagini endoscopiche

L'indagine tramite endoscopio ha lo scopo di classificare dettagliatamente la consistenza e la natura del materiale costituente la struttura in esame, mediante rilievi visivi e fotografici. Allo scopo è utilizzata una sonda, rigida o flessibile, che viene inserita in alcuni fori nella muratura praticati mediante carotatrice o trapano elettrico.

La restituzione fotografica o VHS dell'ispezione permette di osservare eventuali anomalie all'interno della muratura.

3.6 Indagine termografica

L'indagine consiste nell'effettuare una serie di riprese con termocamera ad infrarossi, finalizzata all'ottenimento di un'immagine termica dell'oggetto indagato.

La chiave di lettura delle immagini termiche è improntata sull'assegnazione della "scala del ferro", associando a zone di emissione termica superiore il colore più chiaro e a zone di emissione termica inferiore colori progressivamente più scuri.

Nelle condizioni di transitorio termico l'immagine termica mette in evidenza la struttura presente al di sotto dell'intonaco, che risponde in maniera differente al riscaldamento a seconda delle diverse emissività termiche dei materiali: ad esempio in un solaio risultano ben definite nei contorni le zone in calcestruzzo (travi, e travetti), più scure rispetto alle aree occupate dai blocchi in laterizio.

3.7 Prova di carico statica su elementi strutturali con serbatoio d'acqua.

La prassi esecutiva di questa prova è quella di applicare i carichi distribuiti di progetto all'estradosso della soletta di prova, mediante un serbatoio avente dimensioni (6x3x0.75)m. Oltre a misurare gli spostamenti conseguiti all'intradosso della soletta stessa da alcuni punti tramite sensori differenziali ad alta precisione.

L'equivalenza tra il carico distribuito tramite il serbatoio sopracitato e quello accidentale di progetto, è resa possibile, considerando l'entità della collaborazione trasversale ed il tipo di vincolo.

I parametri di controllo considerati nelle analisi delle strutture ed i loro valori massimi secondo i nostri criteri operativi sono i seguenti:

- **fuori-linearità:** è il rapporto percentuale tra le tangenti alla curva di isteresi passanti per i punti individuati dall'ultimo e dal primo carico (valore limite $\leq 15\%$).
- **permanenza:** è il rapporto percentuale tra il residuo e la freccia max (valore limite $\leq 10\%$).

4. RAPPORTO DEI RISULTATI

Le indagini sono state svolte su elementi strutturali, la cui scelta è stata concordata il progettista nella persona dell'ing. **Antonio Sibilla**. Nelle figure n.1-3 sono riportate le zone sottoposte ad indagine.

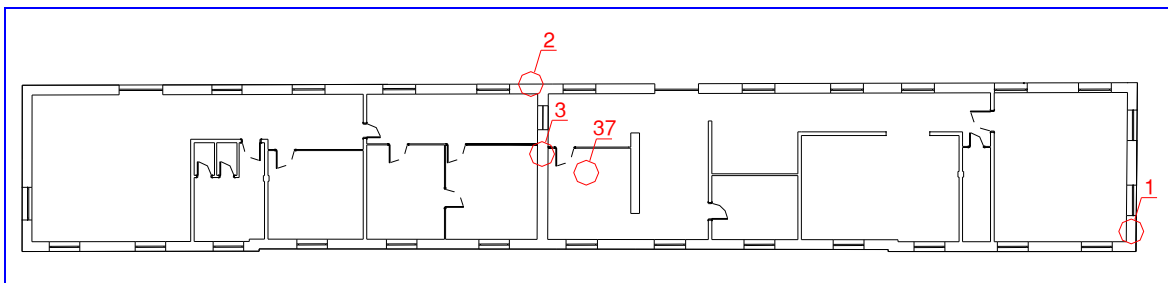


Figura n.1 - Zone indagini fabbricato via Spaventa

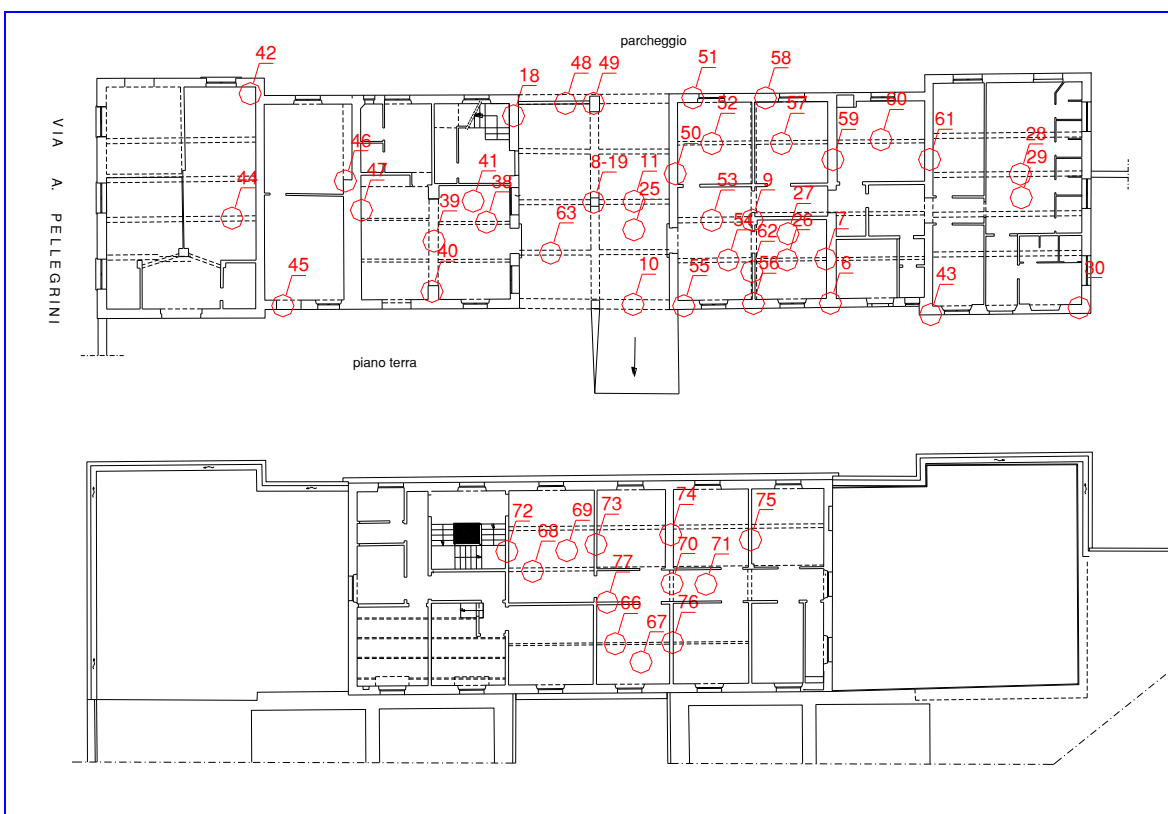


Figura n.2 - Zone indagini fabbricato d'accesso

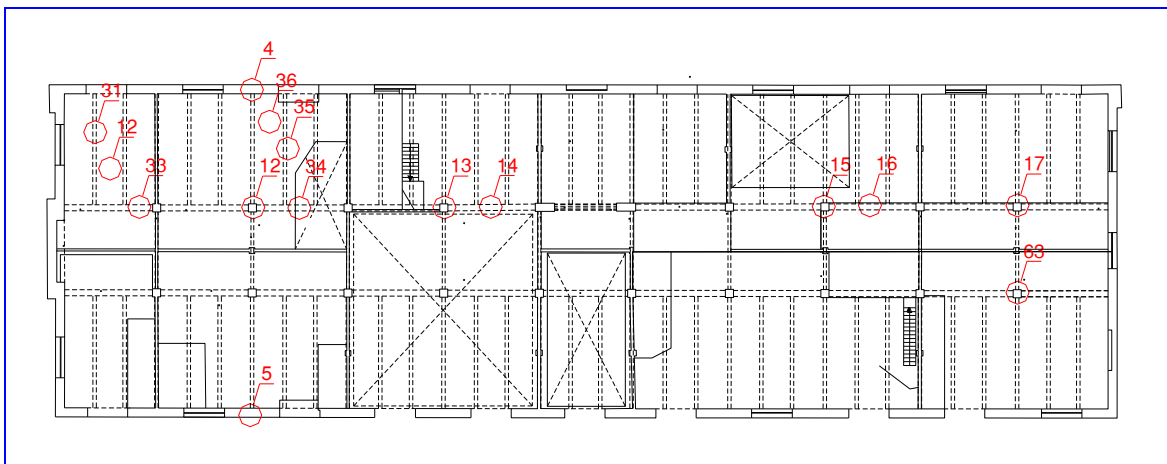


Figura n.3 - Zone indagini ala est

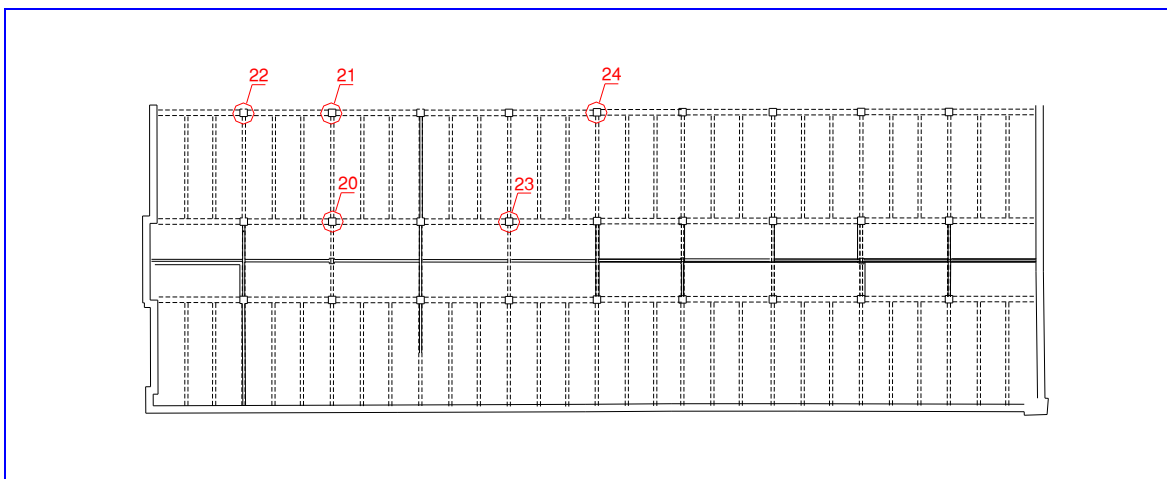


Figura n.4 - Zone indagini ala ovest

Nella tabella 1 sono indicati ubicazione e tipologie di indagine eseguite in tali zone, in particolare:

MP= Martinetto Piatto T= Termocamera E= Endoscopie C= Carotaggi

RF= Rilievo ferro PF= Prelievo ferro RS= Rilievo strutturale F= Fondazioni

Tabella 1 – Zone indagate

ZONA	UBICAZIONE	DESCR.	MP	T	E	C	RF	PF	RS	F
1	PT Fabb. Via Spaventa	Muratura			X					
2	PT Fabb. Via Spaventa	Muratura			X					X
3	PT Fabb. Via Spaventa	Muratura			X					
4	PT Manica Est	Muratura	X		X					X
5	PT Manica Est	Muratura			X					
6	PT Fabb. Accesso	Muratura			X					X
7	PT Fabb. Accesso	Muratura	X		X					
8	PT Fabb. Accesso	Pilastro				X	X		X	
9	PT Fabb. Accesso	Pilastro				X	X		X	
10	P1 Fabb. Accesso	Trave				X	X		X	X
10a	PT Fabb. Accesso	Pilastro								X
11	P1 Fabb. Accesso	Trave				X	X		X	
12	PT Manica Est	Pilastro				X	X		X	
13	PT Manica Est	Pilastro				X	X		X	
14	Copertura Manica Est	Trave				X	X		X	
15	PT Manica Est	Pilastro				X	X		X	
16	Copertura Manica Est	Trave				X	X		X	
17	PT Manica Est	Pilastro				X	X		X	
18	P1 Fabb. Accesso	Trave					X		X	
19	P1 Fabb. Accesso	Trave					X		X	
20	PT Manica Ovest	Pilastro						X		
21	PT Manica Ovest	Pilastro						X		
22	PT Manica Ovest	Pilastro						X		
23	PT Manica Ovest	Pilastro						X		
24	PT Manica Ovest	Pilastro						X		
25	P1 Fabb. Accesso	Soletta					X		X	
26	P1 Fabb. Accesso	Trave					X		X	
27	P1 Fabb. Accesso	Soletta					X			
28	P1 Fabb. Accesso	Trave					X		X	
29	P1 Fabb. Accesso	Soletta					X		X	
30	PT Fabb. Accesso	Trave					X		X	
31	Copertura Manica Ovest	Trave					X		X	
32	Copertura Manica Ovest	Soletta					X			
33	Copertura Manica Ovest	Trave					X		X	
34	Copertura Manica Ovest	Trave					X		X	
35	Copertura Manica Ovest	Trave					X		X	
36	Copertura Manica Ovest	Soletta					X		X	
37	Cop. Fabb. Via Spaventa	Soletta					X		X	
38	P1 Fabb. Accesso	Trave					X		X	
39	P1 Fabb. Accesso	Trave							X	
40	PT Fabb. Accesso	Pilastro							X	

ZONA	UBICAZIONE	DESCR.	MP	T	E	C	RF	PF	RS	F
41	P1 Fabb. Accesso	Soletta					X			
42	PT Fabb. Accesso	Muratura								X
43	PT Fabb. Accesso	Muratura								X
44	P1 Fabb. Accesso	Trave					X		X	
45	PT Fabb. Accesso	Trave					X		X	
46	P1 Fabb. Accesso	Trave					X		X	
47	PT Fabb. Accesso	Muratura							X	
48	P1 Fabb. Accesso	Trave							X	
49	PT Fabb. Accesso	Pilastro							X	
50	PT Fabb. Accesso	Muratura							X	
51	P1 Fabb. Accesso	Trave					X		X	
52	P1 Fabb. Accesso	Trave					X		X	
53	P1 Fabb. Accesso	Trave					X		X	
54	P1 Fabb. Accesso	Trave					X		X	
55	PT Fabb. Accesso	Muratura							X	
56	PT Fabb. Accesso	Muratura							X	
57	P1 Fabb. Accesso	Trave					X		X	
58	PT Fabb. Accesso	Muratura							X	
59	PT Fabb. Accesso	Muratura							X	
60	P1 Fabb. Accesso	Trave					X		X	
61	PT Fabb. Accesso	Muratura							X	
62	P1 Fabb. Accesso	Trave					X		X	
63	P1 Fabb. Accesso	Trave					X		X	
64	PT Manica Ovest	Pilastro								X
65	Locale interrato	Muratura								X
66	Cop. Fabb. Accesso	Trave					X		X	
67	Cop. Fabb. Accesso	Soletta					X			
68	Cop. Fabb. Accesso	Trave					X		X	
69	Cop. Fabb. Accesso	Soletta					X			
70	Cop. Fabb. Accesso	Trave					X		X	
71	Cop. Fabb. Accesso	Soletta					X			
72	P1 Fabb. Accesso	Muratura							X	
73	P1 Fabb. Accesso	Muratura							X	
74	P1 Fabb. Accesso	Muratura							X	
75	P1 Fabb. Accesso	Muratura							X	
76	P1 Fabb. Accesso	Muratura							X	
77	P1 Fabb. Accesso	Muratura							X	

4.1 Indagini sulle murature

4.1.1 Prova n. 5595a/GE – Martinetto piatto doppio zona 4

La prova di carico è stata effettuata sulla muratura in pietra in corrispondenza del muro denominato zona n. 4.

Nella figura n. 5 è rappresentata in sezione sia la disposizione dei martinetti piatti che la disposizione dei sensori di spostamento, utilizzati per la misura dei cedimenti.

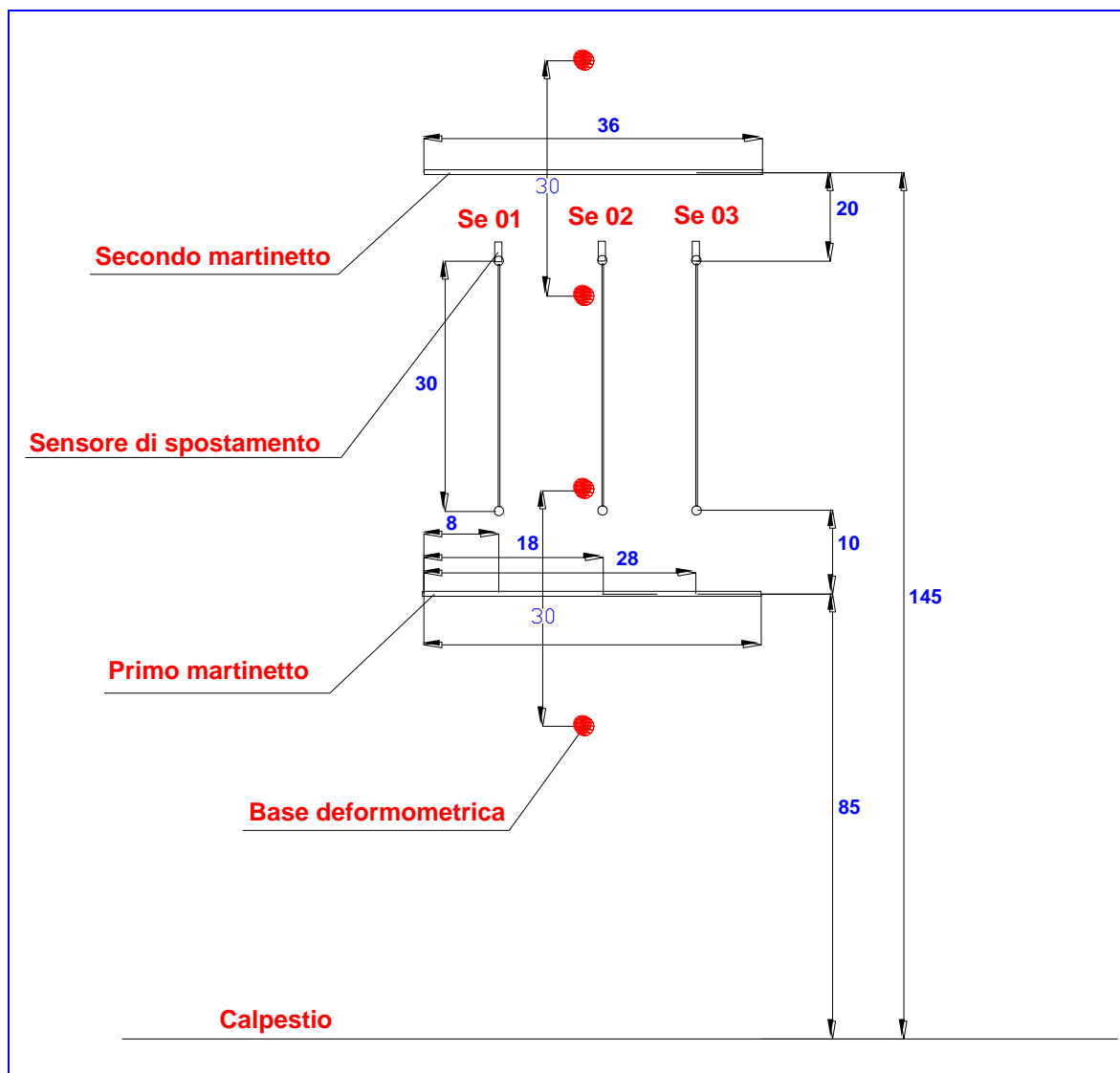


Figura n. 5 – Prova Sperimentale n. 5595b/GE

Nella foto n. 1 è ripresa una panoramica dei martinetti e dei sensori.

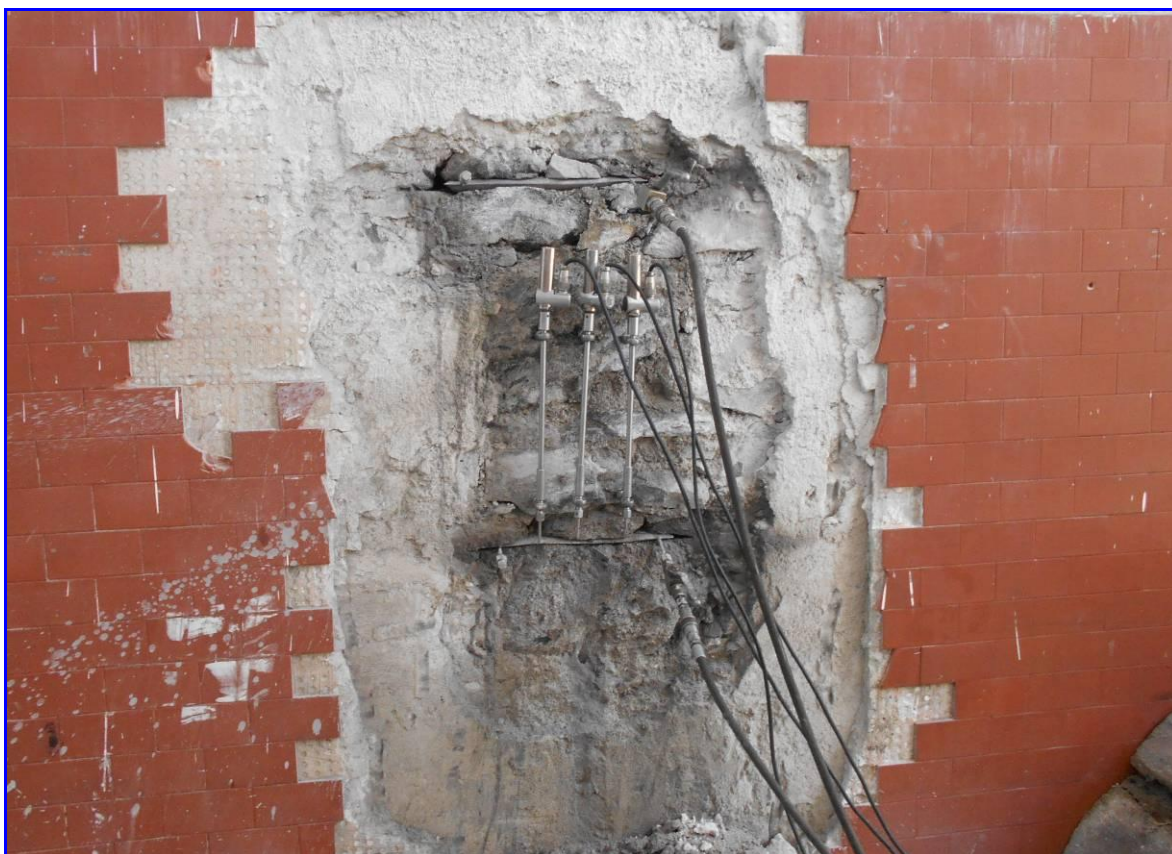



Foto n. 1 – Panoramica del martinetto e dei sensori

I dati ricavati in sito sono stati elaborati e riportati nella seguente scheda.

PROVA N.	5595a/GE	
----------	----------	---

Data	9/5/17
Località prova	Campasso (GE)
Manufatto	Ex Mercato Ovo Avicolo
Zona	Zona 4
Tipologia muraria	Pietra
Tipologia	Martinetto doppio
Martinetto piatto tipo	Semicircolare
Dimensioni	diam. 35cm; prof. 25,7cm; spess.
Area martinetto	768,06 cm ²
Area martinetto effettivamente inserito	
Area martinetto inferiore	768,06 cm ²
Area taglio inferiore	848,94 cm ²
Area martinetto superiore	768,06 cm ²
Area taglio superiore	848,94 cm ²
Coefficiente martinetto (Km)	0,89
Disposizione martinetto	orizzontale
Quota martinetto inferiore	85 cm
Quota martinetto superiore	145 cm

Disposizione Sensori

Sensore	X (cm)	Y (cm)	L (cm)
Se. 01	8	52	30
Se. 03	18	52	30
Se. 05	28	52	30

Note: il sistema di riferimento ha origine sullo spigolo sinistro del martinetto inferiore con asse X orizzontale e asse Y verticale. Nella tabella sono riportate le coordinate degli estremi superiori e dei sensori.

Carico di esercizio della muratura

martinetto	Km	Am [cm ²]	At [cm ²]	p [bar]	σ [Mpa]
inferiore	0,89	768,06	848,94	8	0,64
superiore	0,89	768,06	848,94	7	0,56

PROVA N.

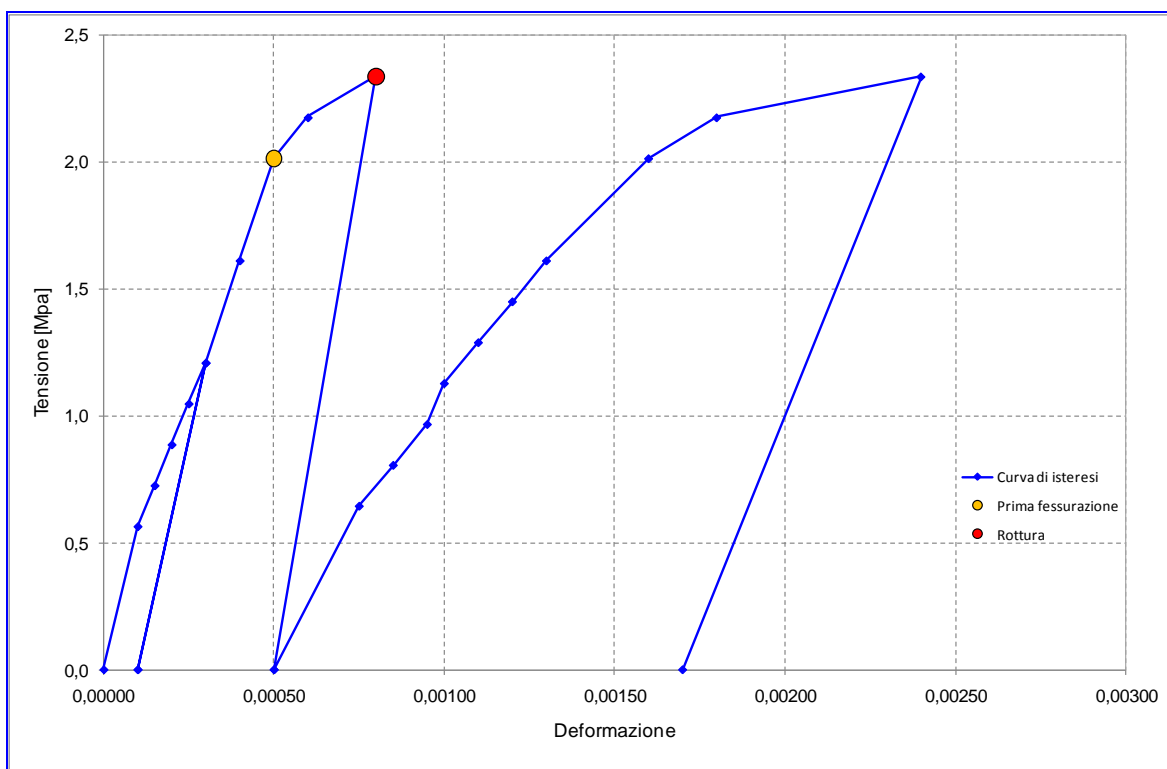
5595a/GE



Prova a compressione

Tensione di prima fessurazione σ_f **2,0 Mpa**
 Tensione di rottura σ_r **2,3 Mpa**
 Modulo elastico E **3220,82 Mpa**

p [bar]	σ (Mpa)	Deformazione				
		Se02	Se03	Se04	Media	Cumul.
0,0	0,0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
7,0	0,6	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010
9,0	0,7	0,00020	0,00010	0,00010	0,00015	0,00015
11,0	0,9	0,00020	0,00020	0,00020	0,00020	0,00020
13,0	1,0	0,00030	0,00030	0,00020	0,00025	0,00025
15,0	1,2	0,00040	0,00030	0,00020	0,00030	0,00030
0,0	0,0	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010	0,00010
0,0	0,0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00010
15,0	1,2	0,00020	0,00030	0,00020	0,00020	0,00030
20,0	1,6	0,00030	0,00040	0,00030	0,00030	0,00040
25,0	2,0	0,00040	0,00050	0,00040	0,00040	0,00050
27,0	2,2	0,00040	0,00070	0,00060	0,00050	0,00060
29,0	2,3	0,00060	0,00110	0,00080	0,00070	0,00080
0,0	0,0	0,00050	0,00020	0,00030	0,00040	0,00050
0,0	0,0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00050
8,0	0,6	0,00030	0,00040	0,00020	0,00025	0,00075
10,0	0,8	0,00040	0,00050	0,00030	0,00035	0,00085
12,0	1,0	0,00050	0,00070	0,00040	0,00045	0,00095
14,0	1,1	0,00050	0,00080	0,00050	0,00050	0,00100
16,0	1,3	0,00060	0,00090	0,00060	0,00060	0,00110
18,0	1,4	0,00070	0,00100	0,00070	0,00070	0,00120
20,0	1,6	0,00080	0,00100	0,00080	0,00080	0,00130
25,0	2,0	0,00120	0,00130	0,00100	0,00110	0,00160
27,0	2,2	0,00130	0,00150	0,00130	0,00130	0,00180
29,0	2,3	0,00180	0,00190	0,00200	0,00190	0,00240
0,0	0,0	0,00130	0,00090	0,00110	0,00120	0,00170



4.1.2 Prova n. 5595b/GE – Martinetto piatto doppio zona 7

La prova di carico è stata effettuata sulla muratura in pietra in corrispondenza del muro denominato zona n. 7.

Nella figura n. 6 è rappresentata in sezione sia la disposizione dei martinetti piatti che la disposizione dei sensori di spostamento, utilizzati per la misura dei cedimenti.

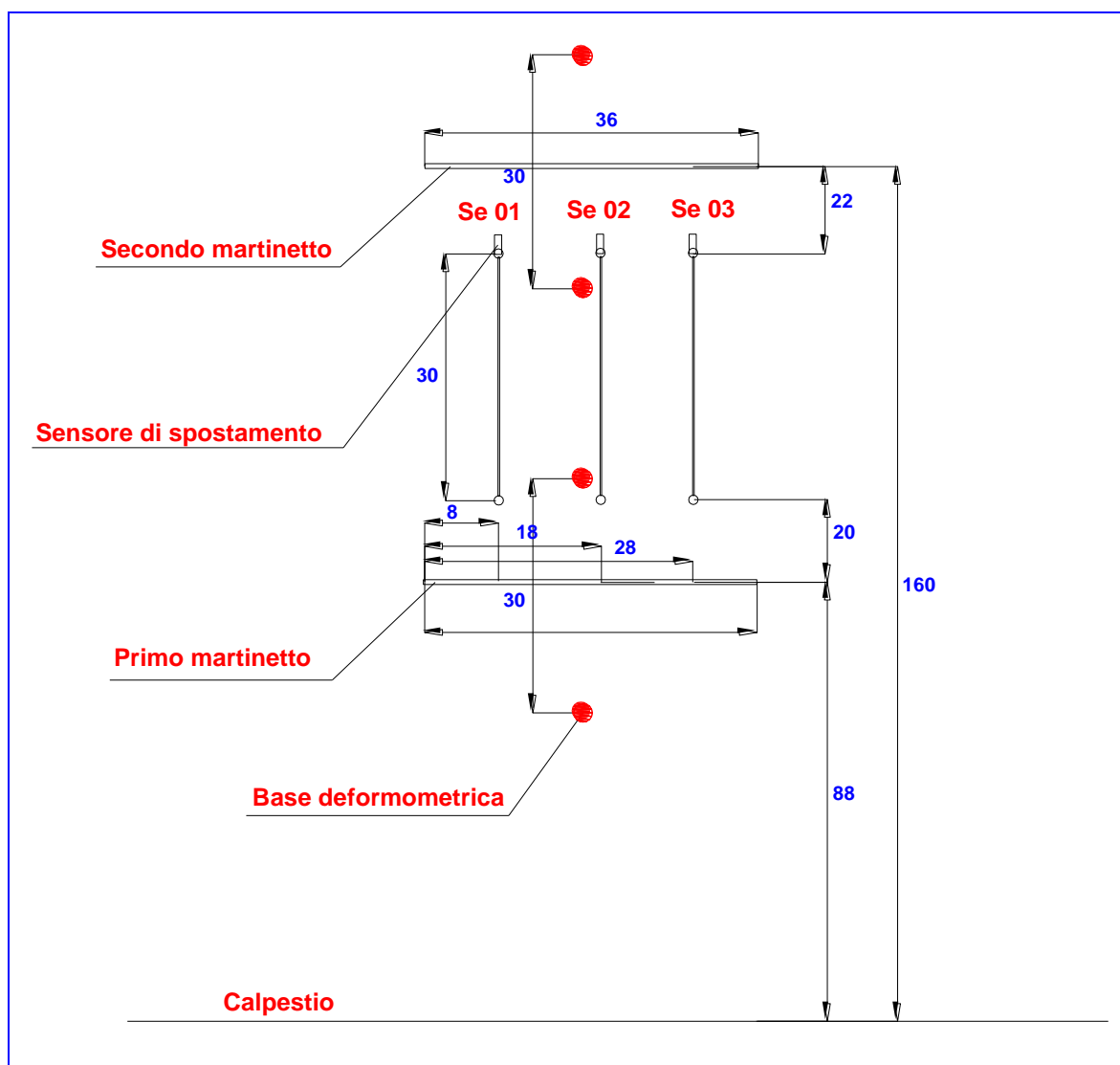


Figura n. 6 – Prova Sperimentale n. 5595b/GE

Nella foto n. 2 è ripresa una panoramica dei martinetti e dei sensori.

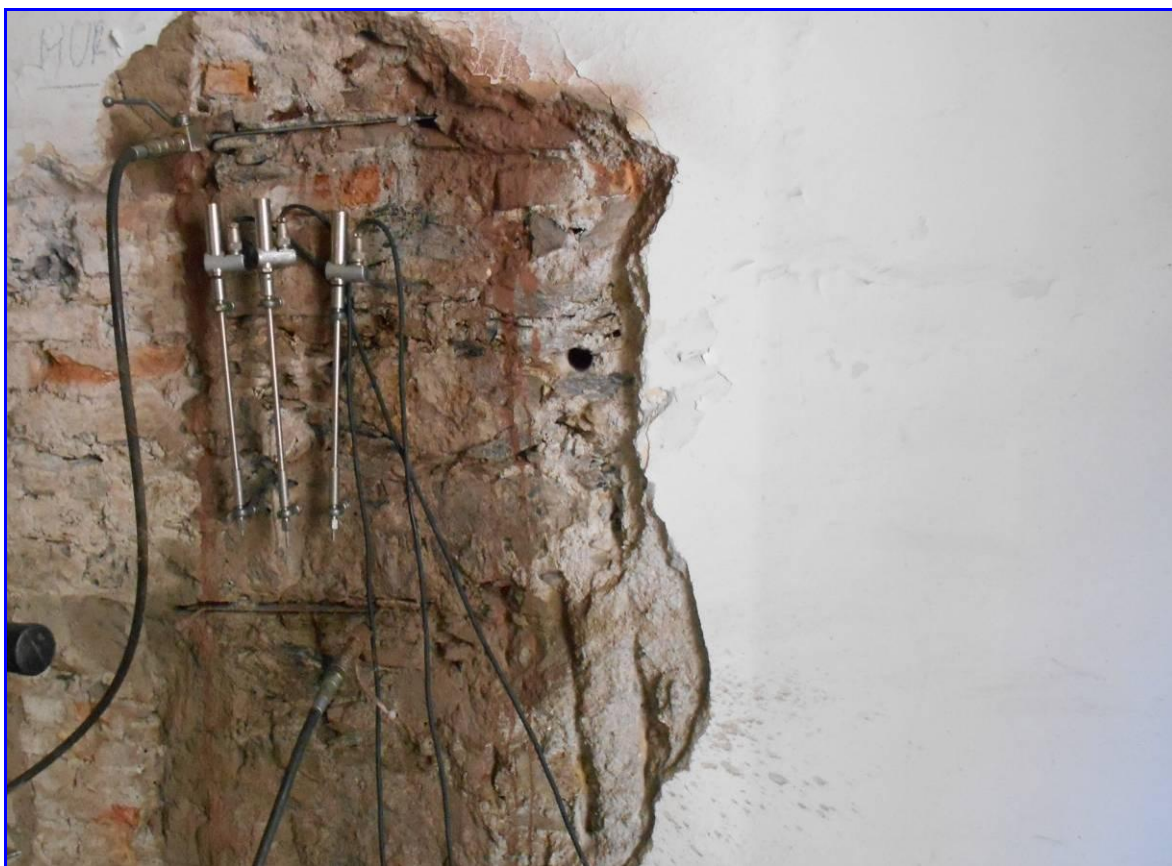


Foto n. 2 - Panoramica del martinetto e dei sensori

I dati ricavati in sito sono stati elaborati e riportati nella seguente scheda.

PROVA N. 5596/GE



Data	9/5/17
Località prova	Campasso (GE)
Manufatto	Ex Mercato Ovo Avicolo
Zona	Zona 7
Tipologia muraria	Pietra
Tipologia	Martinetto doppio
Martinetto piatto tipo	Semicircolare
Dimensioni	diam. 35cm; prof. 25,7cm; spess.
Area martinetto	768,06 cm ²
Area martinetto effettivamente inserito	
Area martinetto inferiore	768,06 cm ²
Area taglio inferiore	848,94 cm ²
Area martinetto superiore	768,06 cm ²
Area taglio superiore	848,94 cm ²
Coefficiente martinetto (Km)	0,89
Disposizione martinetto	orizzontale
Quota martinetto inferiore	88 cm
Quota martinetto superiore	160 cm

Disposizione Sensori

Sensore	X (cm)	Y (cm)	L (cm)
Se. 02	8	52	30
Se. 03	18	52	30
Se. 04	28	52	30
Se. 05	18	45	30

Note: il sistema di riferimento ha origine sullo spigolo sinistro del martinetto inferiore con asse X orizzontale e asse Y verticale. Nella tabella sono riportate le coordinate degli estremi superiori e dei sensori.

Carico di esercizio della muratura

martinetto	Km	Am [cm ²]	At [cm ²]	p [bar]	σ [Mpa]
inferiore	0,89	768,06	848,94	6	0,48
superiore	0,89	768,06	848,94	5	0,40

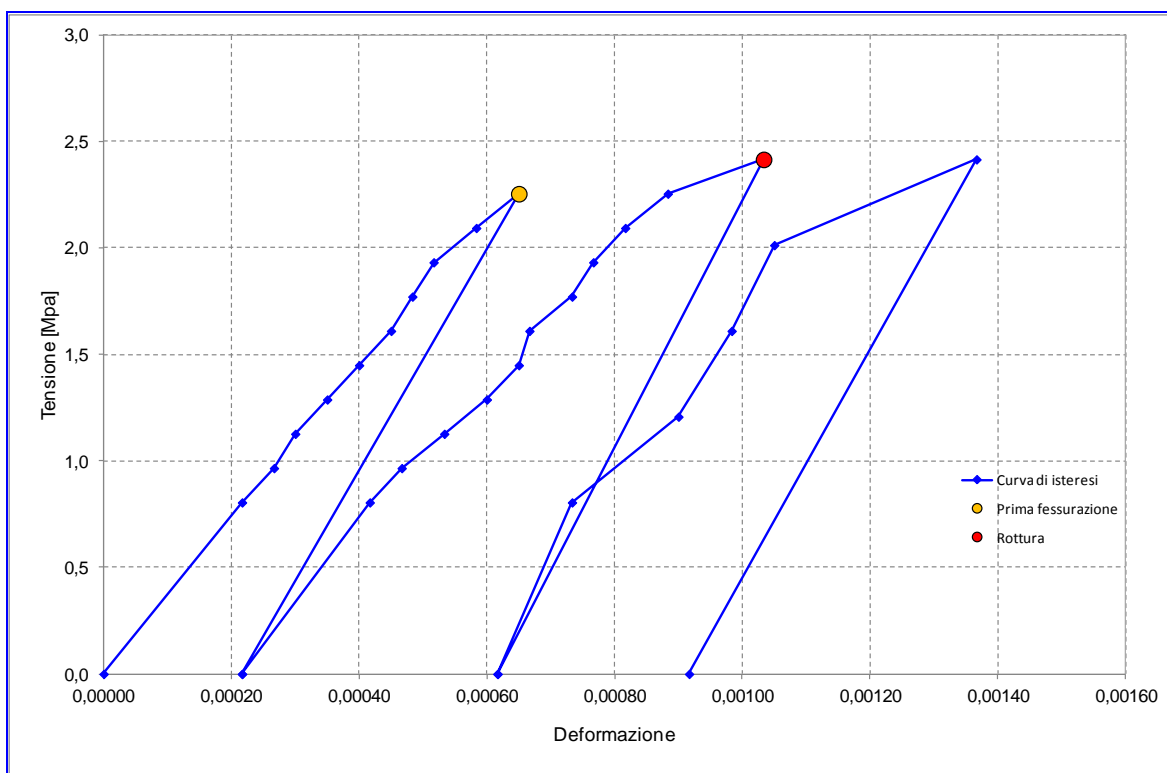
PROVA N. 5596/GE



Prova a compressione


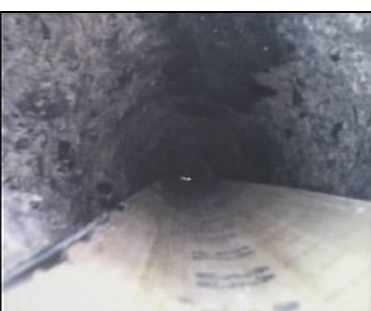
Tensione di prima fessurazione σ_f 2,3 Mpa
 Tensione di rottura σ_r 2,4 Mpa
 Modulo elastico E 3282,76 Mpa

p [bar]	σ (Mpa)	Deformazione				
		Se02	Se03	Se04	Media	Cumul.
0,0	0,0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
10,0	0,8	0,00007	0,00023	0,00037	0,00022	0,00022
12,0	1,0	0,00013	0,00033	0,00040	0,00027	0,00027
14,0	1,1	0,00017	0,00043	0,00043	0,00030	0,00030
16,0	1,3	0,00023	0,00050	0,00047	0,00035	0,00035
18,0	1,4	0,00030	0,00060	0,00050	0,00040	0,00040
20,0	1,6	0,00037	0,00067	0,00053	0,00045	0,00045
22,0	1,8	0,00043	0,00073	0,00053	0,00048	0,00048
24,0	1,9	0,00050	0,00090	0,00053	0,00052	0,00052
26,0	2,1	0,00060	0,00110	0,00057	0,00058	0,00058
28,0	2,3	0,00070	0,00137	0,00060	0,00065	0,00065
0,0	0,0	0,00020	0,00030	0,00023	0,00022	0,00022
0,0	0,0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00022
10,0	0,8	0,00007	0,00027	0,00033	0,00020	0,00042
12,0	1,0	0,00010	0,00040	0,00040	0,00025	0,00047
14,0	1,1	0,00017	0,00050	0,00047	0,00032	0,00053
16,0	1,3	0,00020	0,00057	0,00057	0,00038	0,00060
18,0	1,4	0,00023	0,00063	0,00063	0,00043	0,00065
20,0	1,6	0,00027	0,00070	0,00063	0,00045	0,00067
22,0	1,8	0,00037	0,00083	0,00067	0,00052	0,00073
24,0	1,9	0,00043	0,00093	0,00067	0,00055	0,00077
26,0	2,1	0,00050	0,00110	0,00070	0,00060	0,00082
28,0	2,3	0,00057	0,00143	0,00077	0,00067	0,00088
30,0	2,4	0,00073	0,00193	0,00090	0,00082	0,00103
0,0	0,0	0,00030	0,00063	0,00050	0,00040	0,00062
0,0	0,0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00062
10,0	0,8	0,00007	0,00023	0,00017	0,00012	0,00073
15,0	1,2	0,00017	0,00047	0,00040	0,00028	0,00090
20,0	1,6	0,00027	0,00067	0,00047	0,00037	0,00098
25,0	2,0	0,00033	0,00083	0,00053	0,00043	0,00105
30,0	2,4	0,00073	0,00130	0,00077	0,00075	0,00137
0,0	0,0	0,00020	0,00060	0,00040	0,00030	0,00092



4.1.3 Prova n. 5596/GE – Endoscopie e rilievi tipologie murarie

Sono stati eseguiti i rilievi delle tipologie murarie in corrispondenza di 7 zone: per ognuna è stato rimosso l'intonaco per un'area di circa 1x1 m fino a scoprire la tessitura muraria ed è stata effettuata una videoendoscopia.

ZONA 1			
			
Panoramica paramento esterno			
			
Paramento interno	Interfaccia paramenti	Paramento esterno	
<p>Muratura in pietra a spacco con tessitura medio/buona con conci di dimensioni medie con piani di posa sub-orizzontali uniti da malta di caratteristiche mediocri e elementi di rinzafo. Presenza sporadica di elementi laterizi di rinzafo.</p> <p>La videoendoscopia mostra una stratigrafia interna costituita da due paramenti di eguale spessore (20-22 cm) con assenza di vuoti interni.</p>			

ZONA 2



Panoramica paramento esterno



Paramento interno

Interfaccia paramenti

Paramento esterno

Muratura in pietra a spacco con tessitura medio/buona con conci di dimensioni medie con piani di posa sub-orizzontali uniti da malta di caratteristiche mediocri e elementi di rinzafo. Presenza sporadica di elementi laterizi di rinzafo.

La videoendoscopia mostra una stratigrafia interna costituita da due paramenti di eguale spessore (20-22 cm) con assenza di vuoti interni.

ZONA 3



Panoramica paramento esterno



Paramento interno

Interfaccia paramenti

Paramento esterno

Muratura in pietra a spacco con tessitura medio/buona con conci di dimensioni medie con piani di posa sub-orizzontali uniti da malta di caratteristiche mediocri e elementi di rinzaffo. Presenza di elementi laterizi di rinzaffo.

La videoendoscopia mostra una stratigrafia interna costituita da due paramenti di eguale spessore (20-22 cm) con presenza di estesi vuoti interni all'interfaccia tra i paramenti.

ZONA 4



Panoramica paramento esterno



Paramento interno

Interfaccia paramenti

Paramento esterno

Muratura in pietra a spacco con tessitura medio/buona con conci di dimensioni medie con piani di posa sub-orizzontali uniti da malta di caratteristiche mediocri e elementi di rinzafo.

La videoendoscopia mostra una stratigrafia interna costituita da due paramenti di eguale spessore (20-22 cm) con presenza di limitati vuoti interni all'interfaccia tra i paramenti.

ZONA 5



Panoramica paramento esterno



Paramento interno

Interfaccia paramenti

Paramento esterno

Muratura in pietra a spacco con tessitura disordinata con conci di dimensioni medie uniti da malta di caratteristiche mediocri e elementi di rinzafo. Presenza di elementi laterizi che costituiscono il piedritto dell'apertura a fianco.

La videoendoscopia mostra una stratigrafia interna costituita da due paramenti di eguale spessore (20-22 cm) con presenza di limitati vuoti interni all'interfaccia tra i paramenti.

ZONA 6



Panoramica paramento esterno



Paramento interno

Interfaccia paramenti

Paramento esterno

Muratura in pietra a spacco con tessitura medio/buona con conci di dimensioni medie uniti da malta di caratteristiche mediocri e elementi di rinzafo. Presenza sporadica di elementi laterizi di rinzafo.

La videoendoscopia mostra una stratigrafia interna costituita da due paramenti di eguale spessore (20-22 cm) con assenza di vuoti interni all'interfaccia tra i paramenti.

ZONA 7



Panoramica paramento esterno



Paramento interno

Interfaccia paramenti

Paramento esterno

Muratura in pietra a spacco con tessitura medio/buona con conci di dimensioni medie uniti da malta di caratteristiche mediocri e elementi di rinzafo. Presenza sporadica di elementi laterizi di rinzafo.

La videoendoscopia mostra una stratigrafia interna costituita da due paramenti di eguale spessore (20-22 cm) con limitati vuoti interni.

4.2. Indagini sulle strutture in C.A.

4.2.1 Prova n. 5597 - Carotaggi

Per verificare direttamente la resistenza a compressione del calcestruzzo sono stati eseguiti 10 carotaggi aventi diametro Ø 100 mm, distribuiti sui vari piani dell'edificio: le carote sono state inviate al Laboratorio Autorizzato (ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001) dove sono state tagliate, rettificate e sottoposte alla prova di compressione.

Nella tabella n. 2 sono riportati nell'ordine i valori rilevati, seguendo le norme **UNI EN 12390-3:2009 - UNI EN 12504-1:2009** e precisamente:

- sigla che si riferisce alla prova;
- zona di estrazione;
- data di estrazione;
- dimensioni; [mm]
- massa volumica; [kg/m³]
- tipo rottura;
- resistenza compressione (Rc) [N/mm²]

Tabella 2 – Resistenze ottenute mediante prova di compressione su provini cilindrici

Sigla	Rif. Struttura	Data estrazione	Dimensioni [mm]		Massa [Kg/m ³]	tipo rottura	Rc [N/mm ²]
			diam. Ø	h rett.			
C1	Zona 8	11/05/17	94	94	2332	S	18,2
C2	Zona 9	11/05/17	94	94	2229	S	7,6
C3	Zona 10	12/05/17	94	94	2350	S	20,4
C4	Zona 11	12/05/17	94	94	2333	S	15,4
C5	Zona 12	11/05/17	94	94	2342	S	12,7
C6	Zona 13	12/05/17	94	94	2286	S	12,7
C7	Zona 14	12/05/17	94	94	2367	S	18,9
C8	Zona 15	12/05/17	94	94	2361	S	19,1
C9	Zona 16	12/05/17	94	94	2264	S	14,8
C10	Zona 17	12/05/17	94	94	2384	S	15,3

Nota: **S** = rottura soddisfacente **NS** = rottura non soddisfacente

Nelle foto n. 3÷12 sono riprese le carote catalogate dopo l'estrazione.



Foto 3 – Carota C1



Foto 4 – Carota C2



Foto 5 – Carota C3



Foto 6 – Carota C4

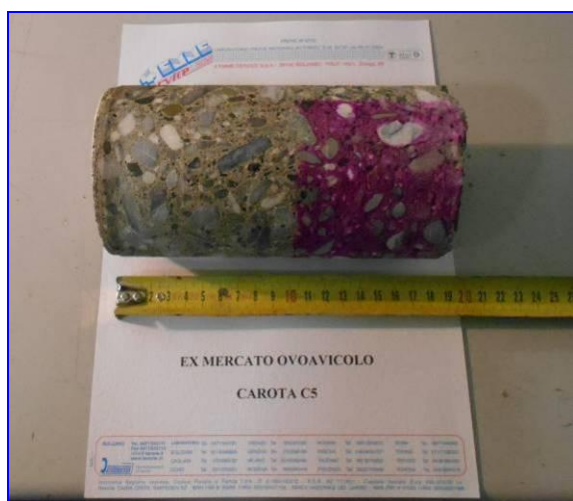


Foto 7 – Carota C5



Foto 8 – Carota C6



Foto 9 – Carota C7



Foto 10 – Carota C8



Foto 11 – Carota C9



Foto 12 – Carota C10

Sulle carote estratte è stato eseguito il controllo della profondità di carbonatazione con fenoltaleina, riscontrando:

- Carota C1 - 12 cm carbonatazione;
- Carota C2 – 4 cm carbonatazione;
- Carota C3 – 1,5 cm carbonatazione;
- Carota C4 – 4 cm carbonatazione;
- Carota C5 – 10 cm carbonatazione;
- Carota C6 – 3 cm carbonatazione;
- Carota C7 – 7 cm carbonatazione;
- Carota C8 – 7 cm carbonatazione;
- Carota C9 – 10 cm carbonatazione;
- Carota C10 – 3 cm carbonatazione;

4.2.2 Prova n. 5598 - Trazione su ferri

Per verificare la resistenza diretta a trazione sono stati prelevati 6 campioni di ferro (barre d'armatura): i ferri sono stati inviati al Laboratorio Autorizzato (ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001) dove sono stati sottoposti alla prova di trazione.

Nella tabella n. 3 sono riportati nell'ordine i valori rilevati seguendo la norma **UNI-EN 10002.92**, e precisamente:

- sigla prelievo campione;
- zona prelievo;
- data prelievo;
- diametro effettivo [mm]
- area [mm²]
- tens. snervamento [N/mm²]
- tens. rottura [N/mm²]
- allungamento percentuale

Tabella 3 - Resistenze ottenute mediante prova di trazione su barre d'acciaio

Sigla	Zona prelievo	Data prelievo	Ø diam. [mm]	Area [mm ²]	Tensione. Snerv.	Tensione Rottura	Agt. %
					fy [N/mm ²]	ft [N/mm ²]	
F1	Zona 20	12/05/17	13,65	146,37	298,5	382,1	9,2
F2	Zona 21	12/05/17	6,76	35,89	310,6	446,0	6,2
F3	Zona 22	12/05/17	9,45	70,21	405,0	530,0	15,3
F4	Zona 21	12/05/17	13,73	148,08	354,9	510,3	19,3
F5	Zona 23	12/05/17	14	153,95	294,6	398,3	8,2
F6	Zona 24	12/05/17	7,53	44,53	624,6	822,3	11,2

Nelle foto n. 13÷18 sono ripresi i ferri estratti per le prove di trazione.



Foto 13 – Ferro F1



Foto 14 – Ferro F2



Foto 15 – Ferro F3



Foto 16 – Ferro F4



Foto 17 – Ferro F5

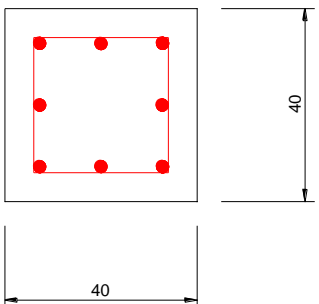
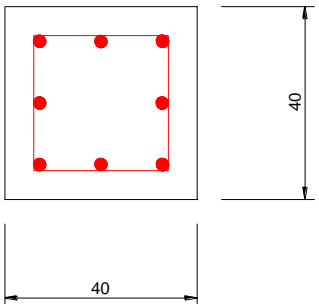
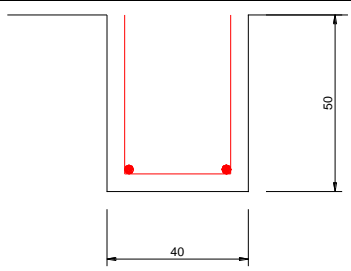
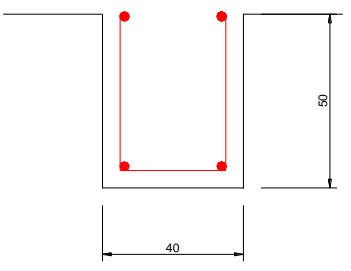


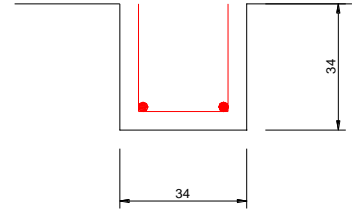
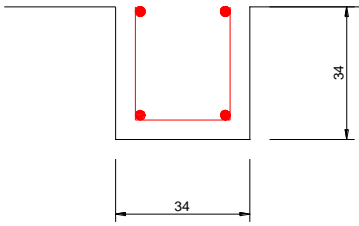
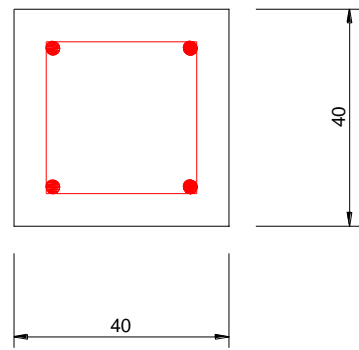
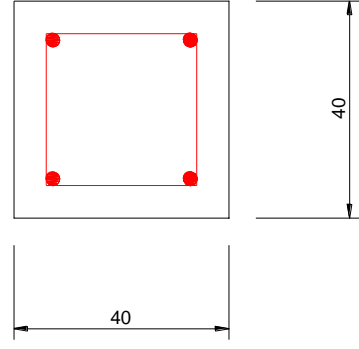
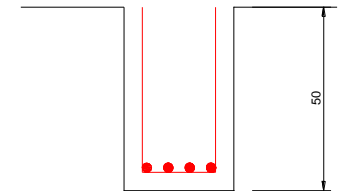
Foto 18 – Ferro F6

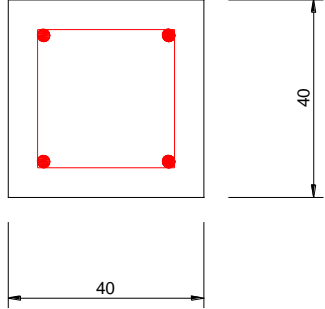
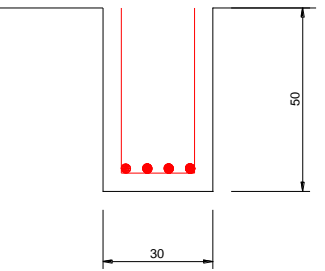
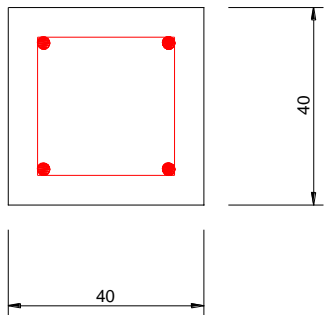
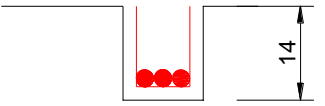
4.2.3 Prova n. 5599 – Rilievo ferri

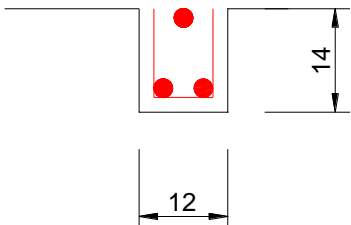
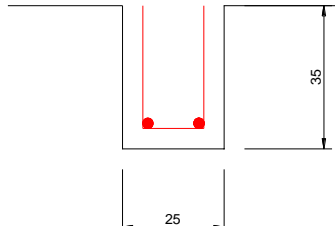
Per ogni elemento strutturale indagato sono riportati i risultati dell'indagine pachometrica in forma descrittiva e grafica.

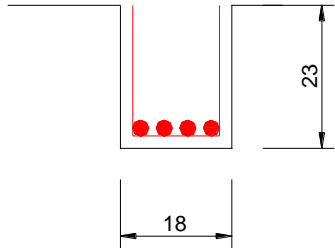
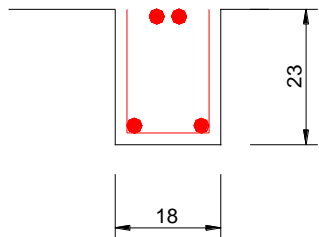
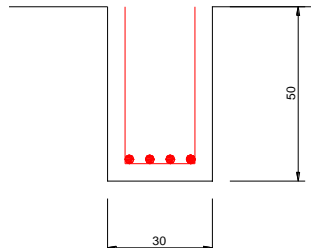
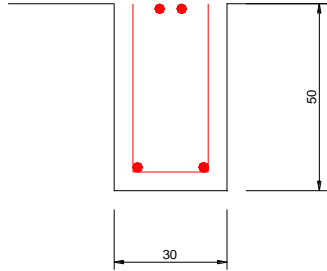
Tabella 4 – Rilievo ferri

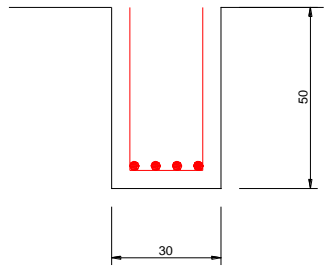
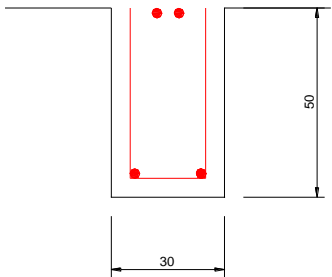
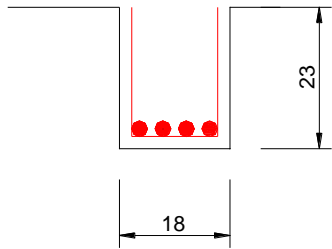
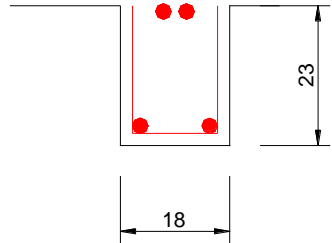
Zona indagata	Elemento strutturale	Ferri Rilevati	NOTE DISEGNI
8	Pilastro	Armatura Longitudinale	
		8 ϕ 14 c.f. = 6 cm	
		Armatura a taglio	
		Staffe: ϕ 8/10 p. = 20 cm	
9	Pilastro	Armatura Longitudinale	
		8 ϕ 14 c.f. = 7 cm	
		Armatura a taglio	
		Staffe: ϕ 8/10 p. = 20 cm	
10a	Trave mezzeria	Armatura Longitudinale	
		Inferiore: 2 ϕ 28 c.f. = 5 cm	
		Armatura a taglio	
		Staffe ϕ 5 p. = 30 cm	
10b	Trave Appoggio pilastro	Armatura Longitudinale	
		Inferiore: 2 ϕ 28 c.f. = 5 cm	
		Superiore: 2 ϕ 28	
		Armatura a taglio	
		Staffe ϕ 5 p. = 30 cm ferri piegati: 2 ϕ 28	

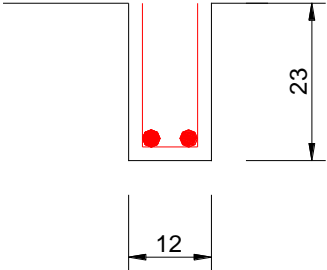
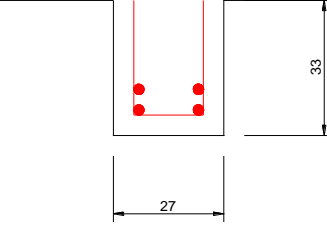
Zona indagata	Elemento strutturale	Ferri Rilevati	NOTE DISEGNI
11a	Trave mezzeria	Arm. Long.: 4 ϕ 32 c.f. = 5 cm Staffe: ϕ 5 p. = 30 cm	
11b	Trave Appoggio pilastro	Arm. Long.: 2 ϕ 32 inferiori c.f. = 5 cm 2 ϕ 32 superiori Staffe: ϕ 5 p. = 30 cm Ferri piegati: 2 ϕ 32 a partire da 70 cm	
12	Pilastro	Armatura Longitudinale	
		4 ϕ 14 c.f. = 5 cm	
		Armatura a taglio	
		staffe ϕ 6/8 p. = 25 cm	
13	Pilastro	Armatura Longitudinale	
		4 ϕ 14 c.f. = 4 cm	
		Armatura a taglio	
		staffe ϕ 6/8 p. = 30 cm	
14	Trave	Armatura Longitudinale	
		Inferiore: 4 ϕ 16 c.f. = 2 cm	
		Armatura a taglio	

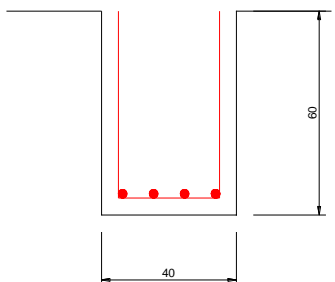
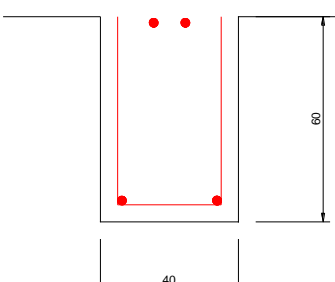
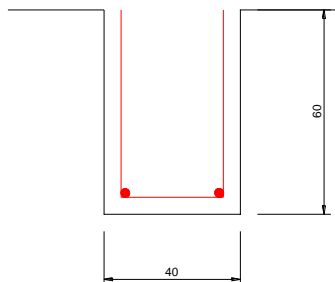
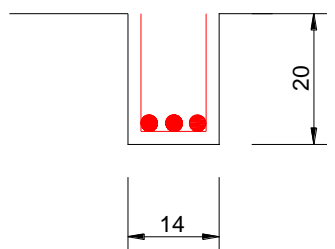
Zona indagata	Elemento strutturale	Ferri Rilevati	NOTE DISEGNI
		staffe $\phi 5$ p. = 30 cm	
15	Pilastro	Armatura Longitudinale	
		$4\phi 14$ c.f. = 5 cm	
		Armatura a taglio	
		Staffe: $\phi 6/8$ p. = 30 cm	
16	Trave	Armatura Longitudinale	
		Inferiore: $4\phi 16$ c.f. = 2 cm	
		Armatura a taglio	
		staffe $\phi 5$ p. = 30 cm	
17	Pilastro	Armatura Longitudinale	
		$4\phi 14$ c.f. = 5 cm	
		Armatura a taglio	
		staffe $\phi 6/8$ p. = 40 cm	
25	Soletta	Arm. Long.: $\phi 12/14$ p. = 20 cm c.f. = 2,5 cm	
26a	Trave mezzeria	Armatura Longitudinale	
		$3\phi 12$ c.f. = 3 cm	
		Armatura a taglio	

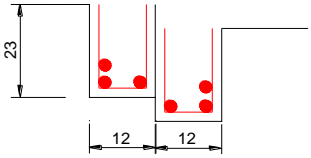
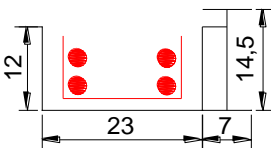
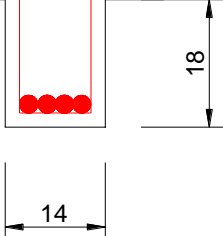
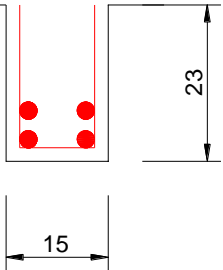
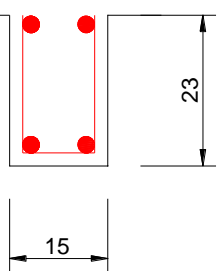
Zona indagata	Elemento strutturale	Ferri Rilevati	NOTE DISEGNI
		staffe $\phi 6$ p. = 30 cm	
26b	Trave appoggio	Armatura Longitudinale	
		Inferiore: $2\phi 12$ c.f. = 3 cm Superiore: $1\phi 12$	
		Armatura a taglio	
		Staffe: $\phi 6$ p. = 20 cm $1\phi 12$ piegato a partire da 80 cm da appoggio	
27	Soletta c.a.	Armatura Longitudinale	
		$\phi 12/14$ p. = 20 cm c.f. = 2,5 cm	
		Armatura trasversale	
		assente	
28	Trave	Armatura Longitudinale	
		Inferiore: $2\phi 16/18$ corrosi a vista	
		Armatura a taglio	
		staffe $\phi 6$ p. = 20/25 cm	
29	Soletta c.a.	Armatura Longitudinale	
		$\phi 12/14$ p. = 20 cm c.f. = 2,5 cm	
		Armatura trasversale	
		assente	
30	Cordolo	Dimensioni 70x40 Armatura non rilevabile	

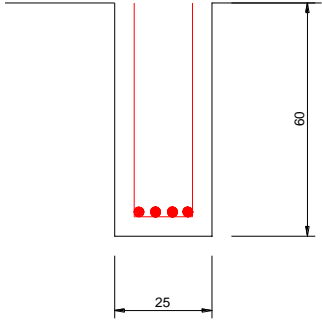
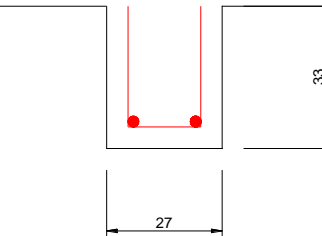
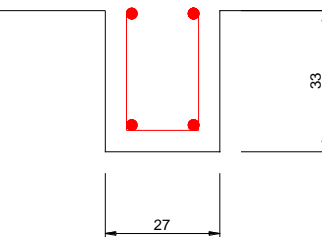
Zona indagata	Elemento strutturale	Ferri Rilevati	NOTE DISEGNI
31a	Trave mezzeria	Arm. Long.: 4 ϕ 16/18 c.f. =2,5 cm Staffe: ϕ 5 p. = 30 cm	
31b	Trave appoggio	Arm. Long.: 2 ϕ 16/18 c.f. =2,5 cm Staffe: ϕ 5 p. = 30 cm ferri piegati: 2 ϕ 16/18 a partire da 1 m da appoggio	
32	Soletta	Arm. Long.: ϕ 12/14 p. = 20 cm c.f. = 2,5 cm	
33a	Trave mezzeria	Arm. Long.: 4 ϕ 16/18 c.f. =2 cm Staffe: ϕ 5 p. = 30 cm	
33b	Trave appoggio	Arm. Long.: 2 ϕ 16/18 c.f. =2 cm Staffe: ϕ 5 p. = 30 cm ferri piegati: 2 ϕ 16/18 a partire da 1 m da appoggio	

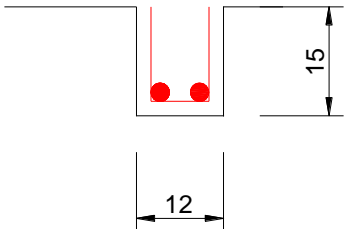
Zona indagata	Elemento strutturale	Ferri Rilevati	NOTE DISEGNI
34a	Trave mezzeria	Arm. Long.: 4 ϕ 16/18 c.f. =2,5 cm Staffe: ϕ 5 p. = 30 cm	
34b	Trave appoggio	Arm. Long.: 2 ϕ 16/18 c.f. =2,5 cm Staffe: ϕ 5 p. = 30 cm ferri piegati: 2 ϕ 16/18 a partire da 1 m da appoggio	
35a	Trave mezzeria	Arm. Long.: 4 ϕ 16/18 c.f. =2,5 cm Staffe: ϕ 5 p. = 30 cm	
35b	Trave appoggio	Arm. Long.: 2 ϕ 16/18 c.f. =2,5 cm Staffe: ϕ 5 p. = 30 cm ferri piegati 2 ϕ 16/18 a partire da 1 m da appoggio	
36	Soletta	Arm. Long.: ϕ 12/14 p. = 20 cm c.f. = 2,5 cm	

Zona indagata	Elemento strutturale	Ferri Rilevati	NOTE DISEGNI
37	Soletta	Arm. Long.: $\phi 12/14$ p. = 15 cm Arm. Trasn.: $\phi 12/14$ p. = 20 cm c.f. = 2,5 cm	
38	Trave	Arm. Long.: 2 $\phi 14$ c.f. = 2,5 cm Staffe: $\phi 6$ p. = 25 cm	
39	Trave	2 travi metalliche IPN 400 affiancate	
40	Pilastro	Pilastro in mattoni pieni	
41	Soletta	Arm. Long.: $\phi 12/14$ p. = 20 cm c.f. = 2,5 cm	
44	Trave	Arm. Long.: 4 $\phi 22$ c.f. = 4 cm Staffe: $\phi 10$ p. = 40 cm	

Zona indagata	Elemento strutturale	Ferri Rilevati	NOTE DISEGNI
45a	Trave mezzeria	Arm. Long.: 4 ϕ 28 c.f. =4 cm Staffe: ϕ 6 p. = 35 cm	
45b	Trave appoggio	Arm. Long.: Inferiore 2 ϕ 28 c.f. =4 cm Superiore 2 ϕ 28 Staffe: ϕ 6 p. = 20 cm ferri piegati: 2 ϕ 28 a partire da 1,4 m da appoggio	
46	Trave	Trave metallica 16x5,5x0,7	
51	Trave	Arm. Long.: 2 ϕ 18 c.f. =2 cm Staffe: ϕ 6 p. = 20 cm	
52	Trave	Arm. Long.: 3 ϕ 14 c.f. =2 cm Staffe: ϕ 6 p. = 20 cm	

Zona indagata	Elemento strutturale	Ferri Rilevati	NOTE DISEGNI
53	Trave	<p>Due travi affiancate con</p> <p>Arm. Long.: $3\phi 14$ c.f. =2 cm</p> <p>Staffe: $\phi 6$ p. = 30 cm</p> <p>ferri piegati: $1\phi 14$ a partire da 0,6 m da appoggio</p>	
54	Trave	<p>Arm. Long.: $4\phi 12$ c.f. =2,8 cm</p> <p>Staffe: $\phi 5$ p. = 30 cm</p> <p>Putrella in ferro affiancata</p> <p>dim.(14,5x7)cm sp 0,8mm</p>	
57	Trave	<p>Arm. Long.: $4\phi 14$ c.f. =2 cm</p> <p>Staffe: $\phi 6$ p. = 25 cm</p>	
60a	Trave mezzeria	<p>Arm. Long.: $4\phi 14$ c.f. =2 cm</p> <p>Staffe: $\phi 6$ p. = 30 cm</p>	
60b	Trave appoggio	<p>Arm. Long.:</p> <p>Inferiore $2\phi 14$ c.f. =2 cm</p> <p>Superiore $2\phi 14$</p> <p>Staffe: $\phi 6$ p. = 30 cm</p> <p>ferri piegati: $2\phi 14$ a partire da 1,0 m da appoggio</p>	

Zona indagata	Elemento strutturale	Ferri Rilevati	NOTE DISEGNI
62	Trave	Arm. Long.: 4 ϕ 18 c.f. =2 cm Staffe: ϕ 6 p. = 20 cm	
63a	Trave mezzeria	Arm. Long.: 2 ϕ 32 c.f. =4 cm Staffe: ϕ 6 p. = 30 cm	
63b	Trave appoggio	Arm. Long.: Inferiore 2 ϕ 32 c.f. =2 cm Superiore 2 ϕ 32 Staffe: ϕ 6 p. = 30 cm ferri piegati: 2 ϕ 32 a partire da 0,7 m da appoggio	
66	Trave	Trave metallica IPE160	
67	Soletta	Orditura parallela a muri di facciata Arm. long. ϕ 14 p = 25 cm Arm. trasv. ϕ 6 p = 15 cm	
68	Trave	Trave metallica IPE120	

Zona indagata	Elemento strutturale	Ferri Rilevati	NOTE DISEGNI
69	Soletta	Orditura parallela a muri di facciata Arm. long. $\phi 14$ p = 20 cm Arm. trasv. $\phi 6$ p = 15 cm	
70	Trave	Arm. Long.: 2 $\phi 14$ c.f. = 2 cm Staffe: $\phi 6$ p. = 15 cm	
71	Soletta	Orditura ortogonale a muri di facciata Arm. long. $\phi 10$ p = 15 cm	

4.3 Rilievo strutturale

Il rilievo strutturale è stato eseguito:

- sugli elementi in c.a.
- sulle solette in c.a.
- sulle murature
- sulle fondazioni

4.3.1 Prova n. 5600a/GE – Rilievo elementi in c.a.

Il rilievo degli elementi strutturali in c.a. è stato effettuato mediante misure geometriche. Tale rilievo è già presente nel capitolo 4.2.3.

4.3.2 Prova n. 5600b/GE – Rilievo solette in c.a.

Il rilievo delle solette in c.a. è stato eseguito a mezzo di endoscopia. Di seguito sono riportati i risultati delle indagini per ogni zona indagata.

ZONA 25



Pacchetto di pavimentazione di 12,5 cm di cui 10 cm di parte strutturale e 2,5 di pavimentazione

ZONA 29

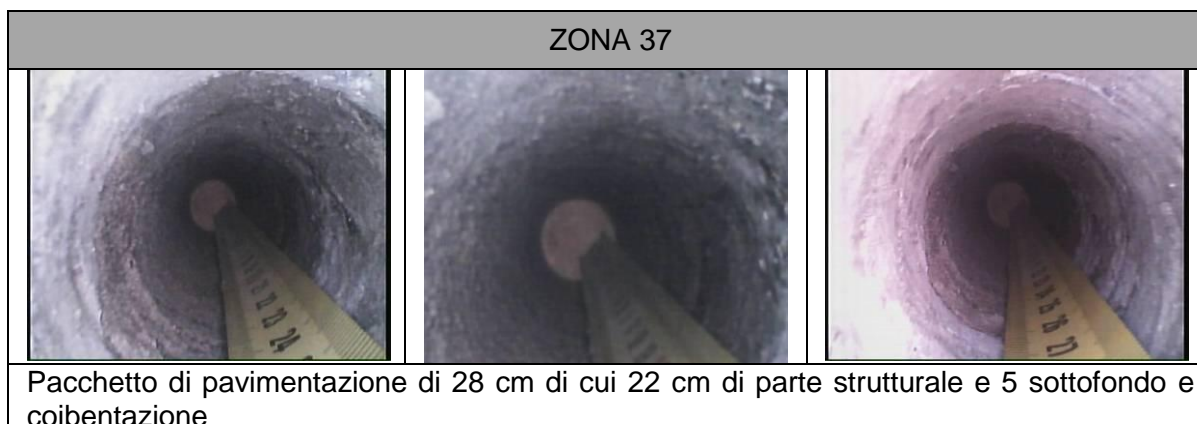


Pacchetto di pavimentazione di 28 cm di cui 8 cm di parte strutturale e 20 sottofondo e coibentazione

ZONA 36



Pacchetto di pavimentazione di 18 cm di cui 15 cm di parte strutturale e 3 sottofondo e coibentazione



4.3.3 Prova n. 5600c/GE – Rilievo murature

Il rilievo delle murature è stato eseguito mediante scassi di intonaco puntuali, atti a definire i materiali e le tessiture murarie. In tabella 5 sono definite le tessiture murarie nelle zone analizzate.

Tabella 5 - Tipologie murarie

ZONA	UBICAZIONE	DESCRIZIONE
1	PT Fabb. Via Spaventa	Muratura in pietra con elementi di rinzafo in laterizio
2	PT Fabb. Via Spaventa	Muratura in pietra con elementi di rinzafo in laterizio
3	PT Fabb. Via Spaventa	Muratura in pietra con elementi di rinzafo in laterizio
4	PT Manica Est	Muratura in pietra con elementi di rinzafo in laterizio
5	PT Manica Est	Muratura in pietra con elementi di rinzafo in laterizio
6	PT Fabb. Accesso	Muratura in pietra con elementi di rinzafo in laterizio
7*	PT Fabb. Accesso	Muratura in pietra con elementi di rinzafo in laterizio
47	PT Fabb. Accesso	Muratura in pietra con elementi di rinzafo in laterizio
50	PT Fabb. Accesso	Muratura in pietra con elementi di rinzafo in laterizio
55	PT Fabb. Accesso	Muratura in pietra con elementi di rinzafo in laterizio
56	PT Fabb. Accesso	Muratura in pietra con elementi di rinzafo in laterizio
58	PT Fabb. Accesso	Muratura in pietra con elementi di rinzafo in laterizio
59	PT Fabb. Accesso	Muratura in pietra con elementi di rinzafo in laterizio
61	PT Fabb. Accesso	Muratura in pietra con elementi di rinzafo in laterizio
72	P1 Fabb. Accesso	Muratura in mattoni pieni a una testa
73	P1 Fabb. Accesso	Muratura in mattoni pieni a una testa
74	P1 Fabb. Accesso	Muratura mista pietra/laterizio
75	P1 Fabb. Accesso	Muratura in mattoni pieni a una testa
76	P1 Fabb. Accesso	Muratura in mattoni pieni a una testa
77	P1 Fabb. Accesso	Muratura in mattoni vuoti

*in corrispondenza della Zona 7 è presente un'apertura tamponata di larghezza 1,34 m posta a 2,40 m dalla facciata interna.


4.3.4 Prova n. 5600d/GE – Rilievo fondazioni

Il rilievo delle fondazioni è stato eseguito a mezzo di scavo fino a raggiungere il piano di posa e comunque non oltre la profondità di 2 m. Di seguito sono riportate le tipologie di fondazione rinvenute.

ZONA 2	
	<p>Fondazione in muratura continua in mattoni pieni in corrispondenza del muro di spina con ampliamento di spessore di circa 10cm.</p>
	<p>Sistema fondazionale a telaio in c.a. in corrispondenza della muratura di facciata con cordolo di altezza 45 cm e armatura a taglio costituita da staffe $\phi 6$ con passo 20 cm</p>
	<p>Piano di posa oltre i 2 m di profondità</p>

ZONA 4	
	<p>Fondazione in muratura continua in pietra.</p>
	<p>Presenza di allargamento di circa 10 cm.</p>
	<p>Piano di posa oltre i 2 m di profondità</p>

ZONA 6	
	Sistema fondazionale costituito da telaio in c.a.
	Cordolo di altezza 40 cm e armatura a taglio costituita da staffe $\phi 6$ con passo 15 cm
	Pilastro di larghezza 40 cm, armatura a taglio costituita da staffe $\phi 6$ con passo 15 cm e armatura longitudinale costituita da 4 ferri $\phi 14$
	Piano di posa oltre i 2 m di profondità

ZONA 10a	
	Fondazione del pilastro oltre 2,5 m di profondità.

ZONA 42	
	Sistema fondazionale costituito da telaio in c.a.
	Cordolo muro di facciata di altezza 40 cm e armatura a taglio costituita da staffe $\phi 6$ con passo 30 cm
	Cordolo muro di spina di altezza 40 cm e armatura a taglio costituita da staffe $\phi 6$ con passo 15 cm
	Presenza di pilastro all'intersezione dei cordoli con piano di posa oltre i 2 m di profondità

ZONA 43	
	<p>Fondazione in muratura continua in pietra senza allargamento di sezione.</p> <p>Piano di posa oltre i 2 m di profondità</p>

ZONA 64	
	<p>Fondazione a plinto isolato superficiale a 50 cm di profondità rispetto al piano di campagna di dimensioni 100x100x25 cm.</p> <p>Armatura a taglio costituita da staffe $\phi 6$ con passo 20 cm</p> <p>Armatura longitudinale non rilevabile</p>

ZONA 65	
	<p>Fondazione continua in muratura di pietra senza allargamento di sezione.</p> <p>Piano di posa a 1,5 m di profondità dal pavimento</p>

4.4 Prova n. 5601/GE – Termografie

Le analisi termografiche hanno riguardato le facciate e le murature interne del fabbricato d'accesso e la facciata esterna del fabbricato lato via Spaventa. Le termografie sulle facciate sono state eseguite in condizioni di transitorio termico naturale, mentre quelle interne sono state realizzate in condizioni di transitorio termico artificiale.

4.4.1 Termografie fabbricato d'accesso

In figura 7 è rappresentata l'ubicazione delle termografie eseguite.

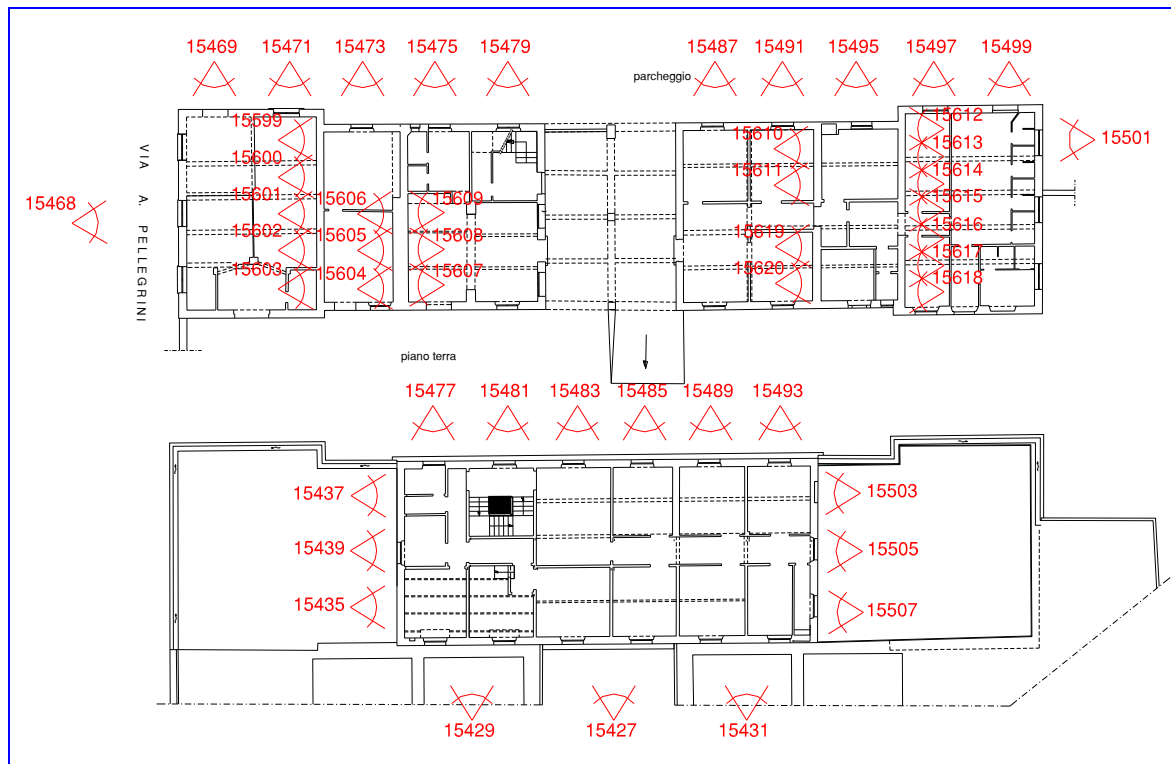
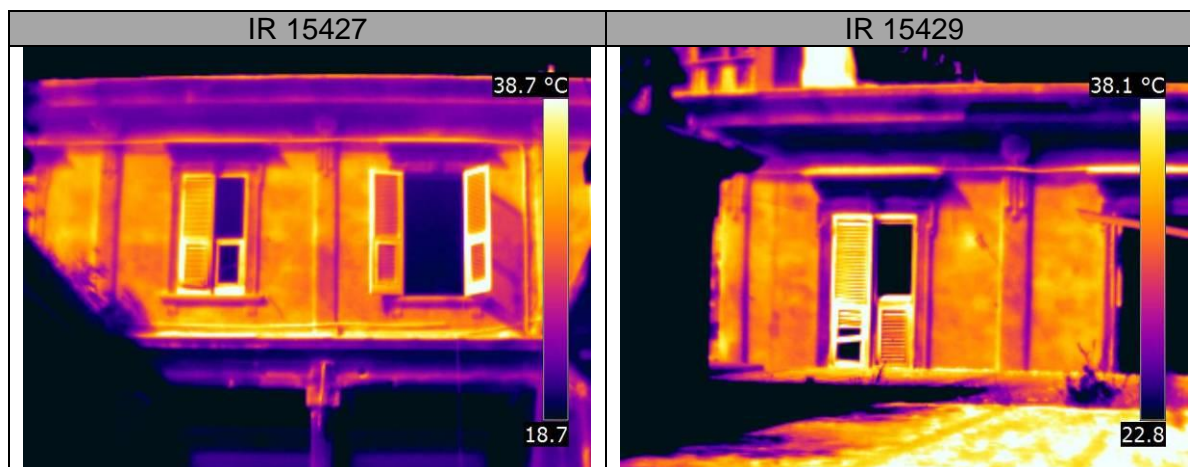
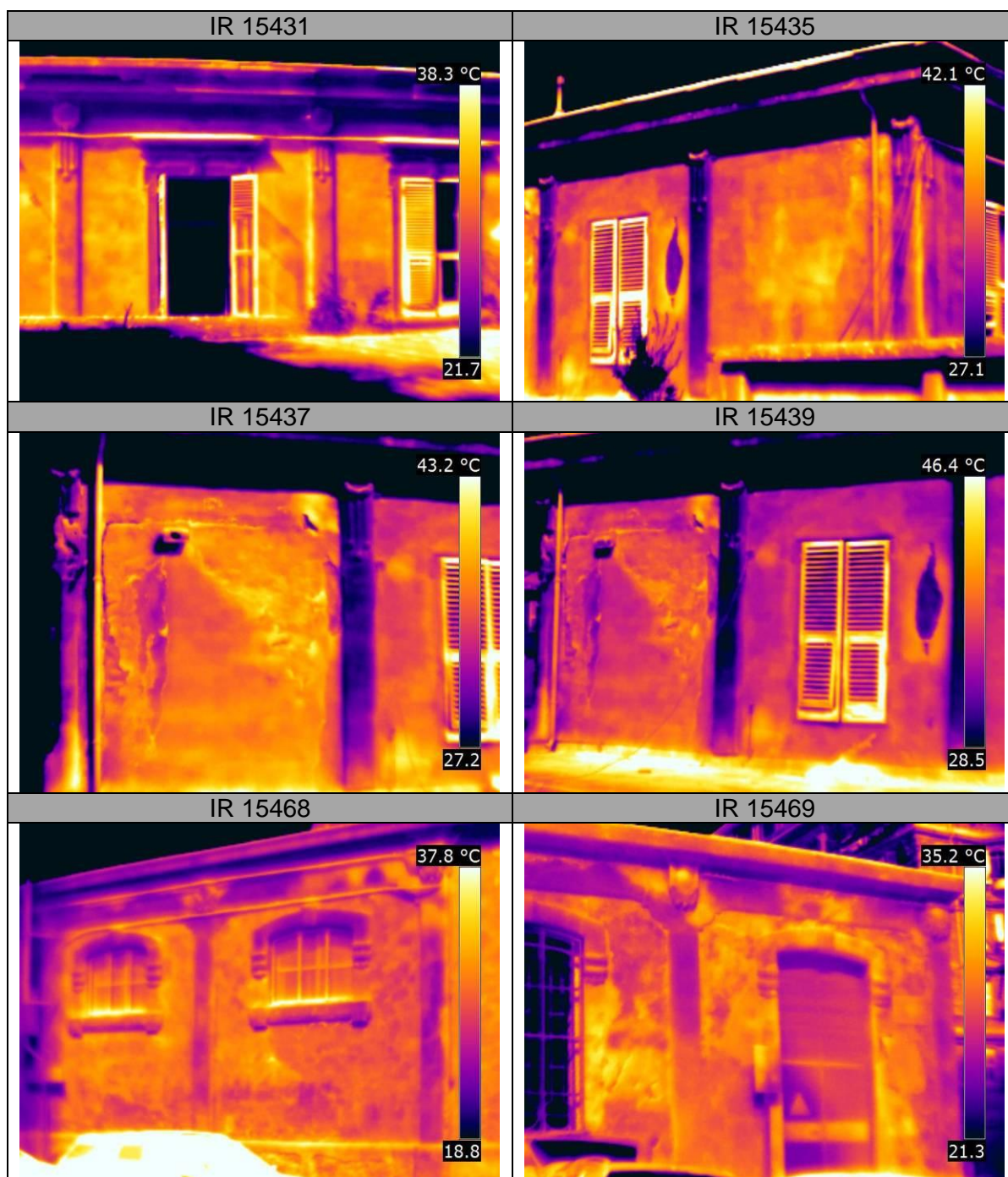
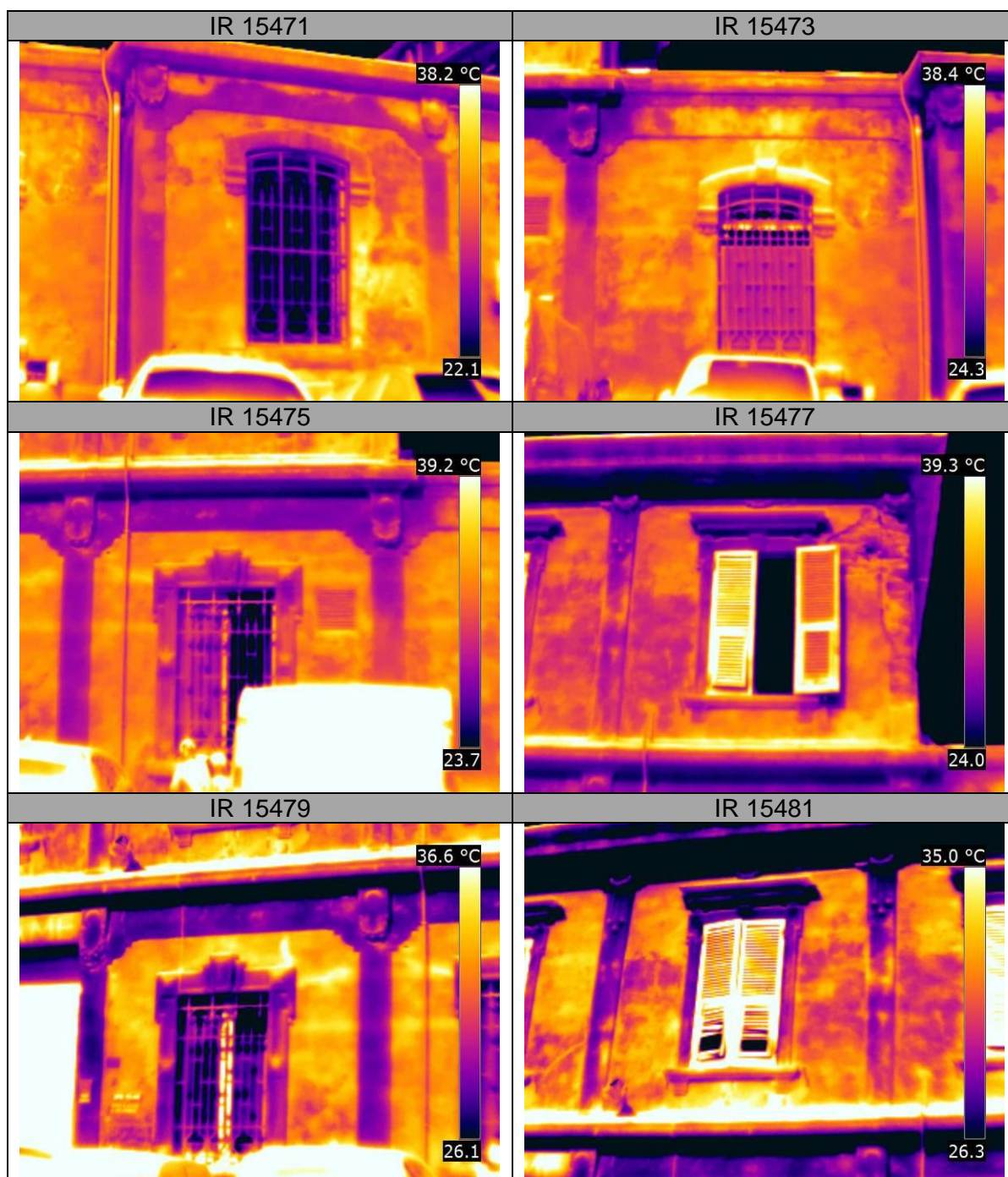


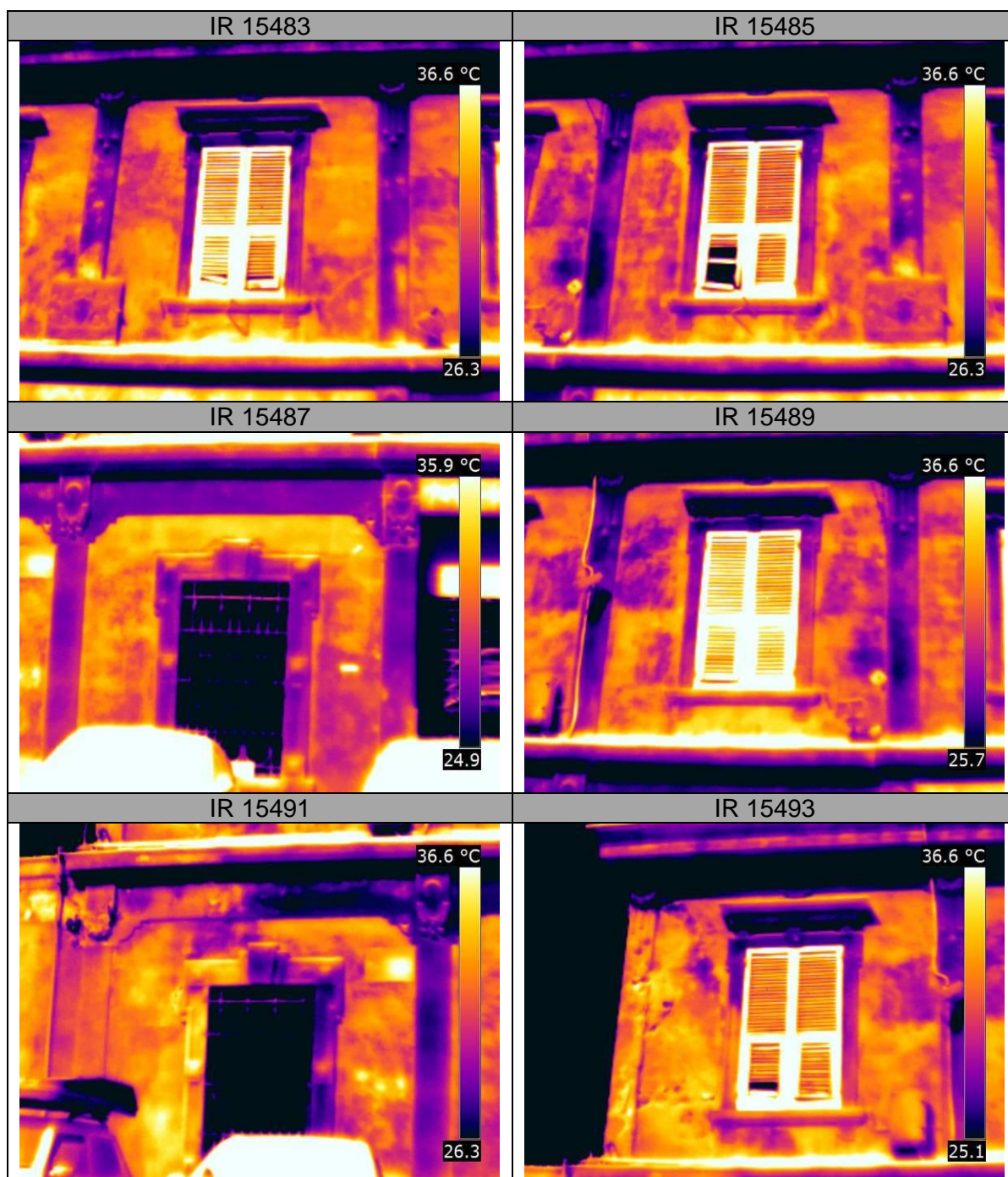
Figura 7 - Ubicazione termografie fabbricato d'accesso

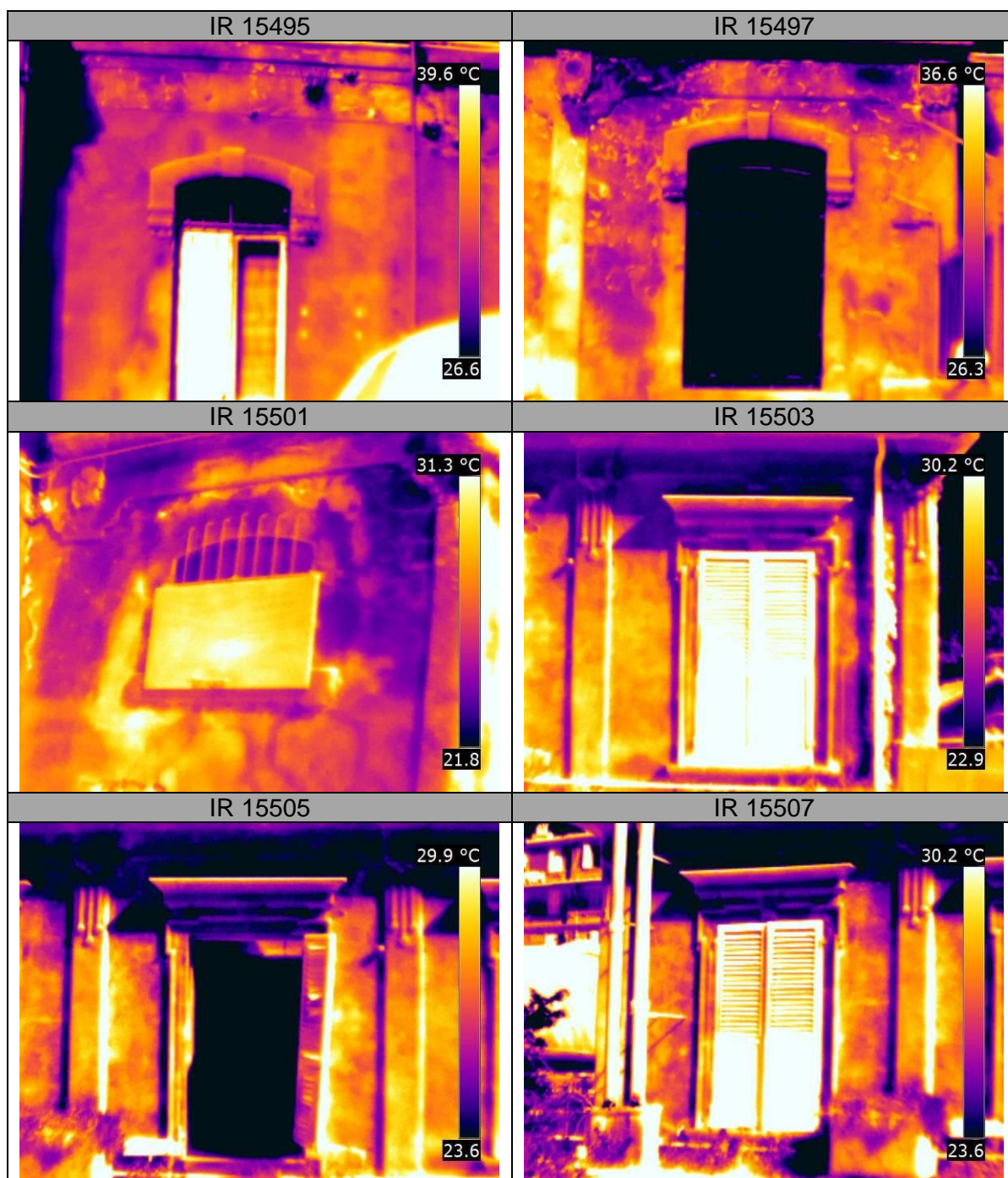
Di seguito sono riportati i termogrammi, che hanno rilevato un involucro esterno costituito da muratura in pietra omogenea e murature interne continue in pietra.

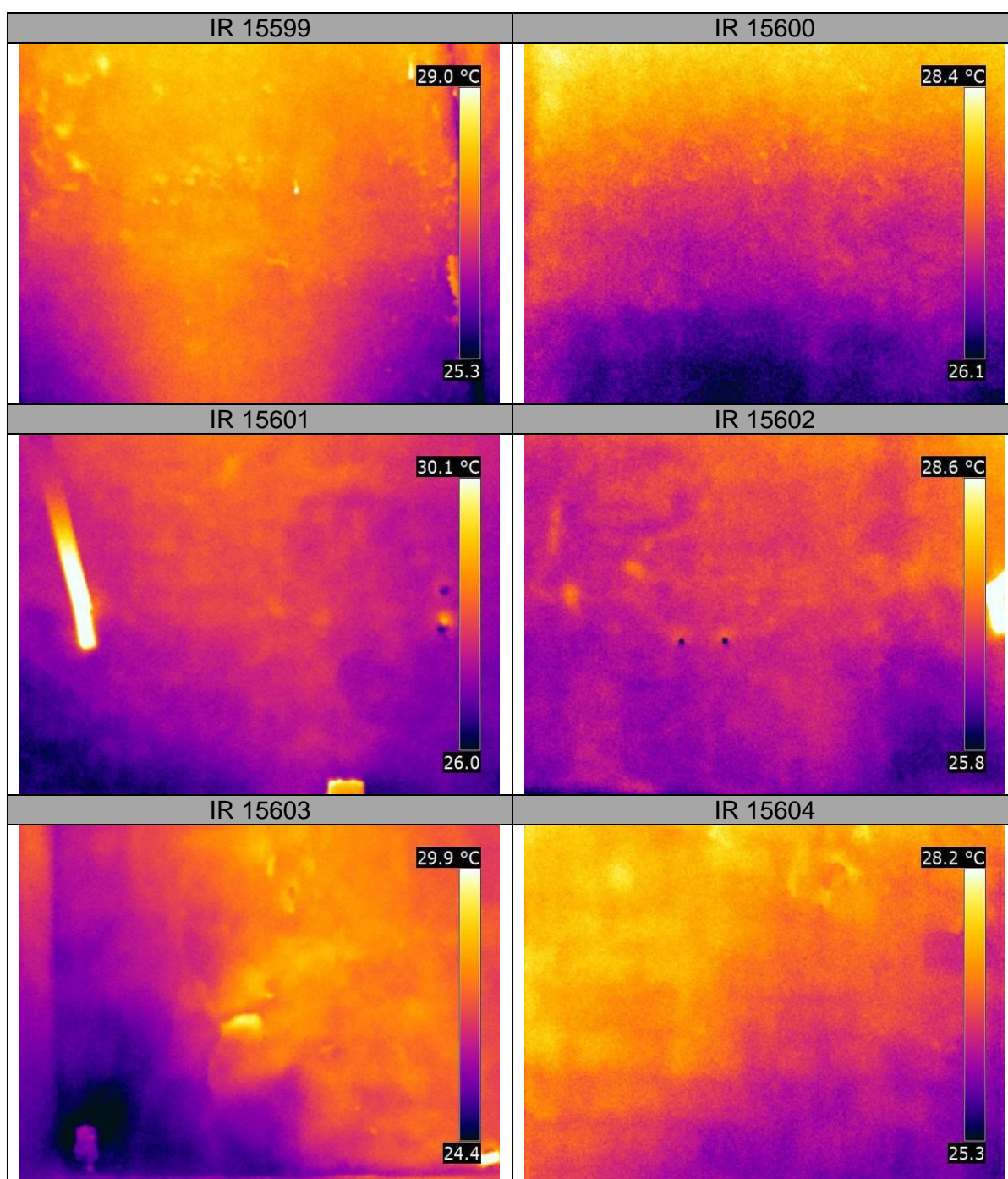


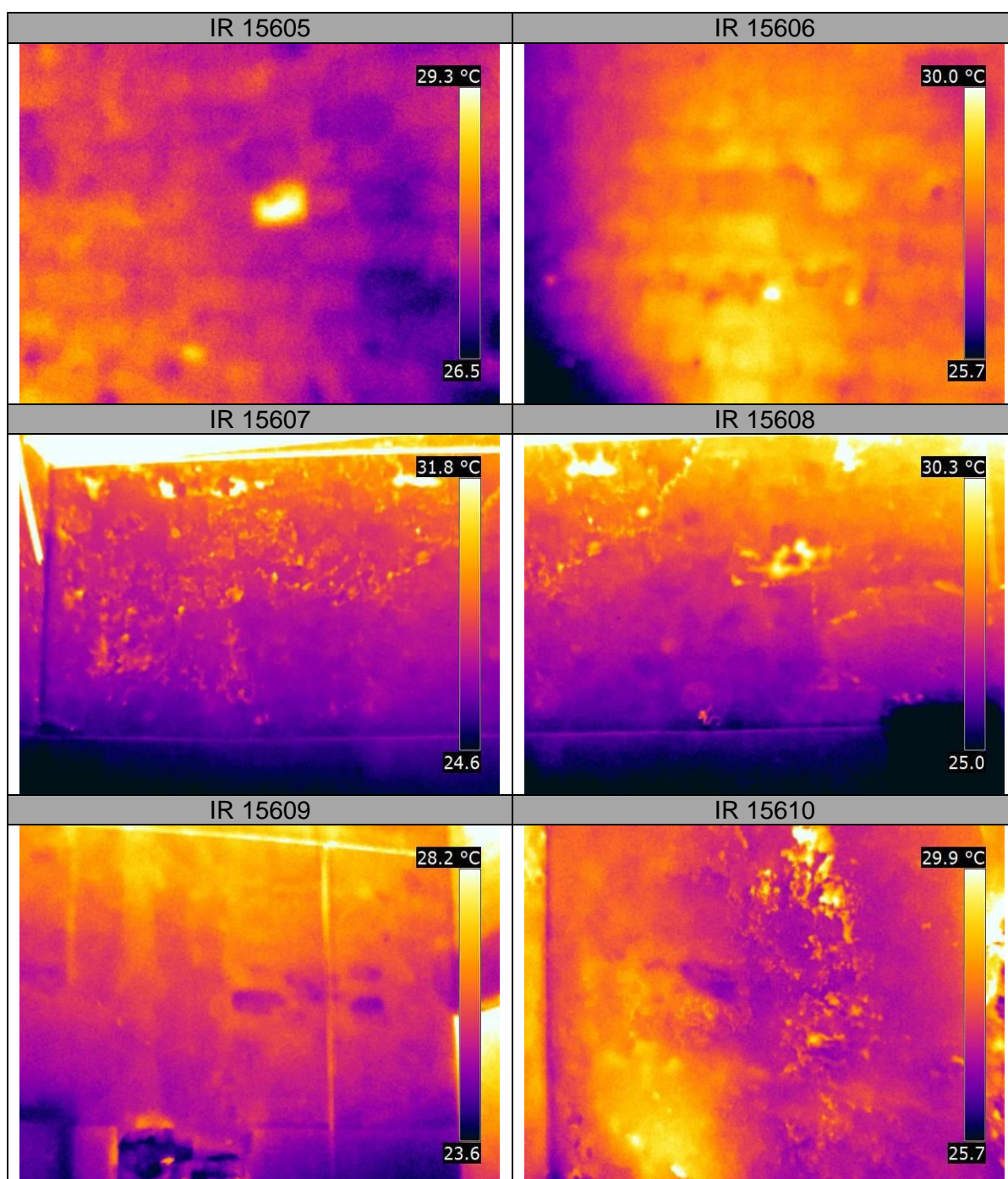


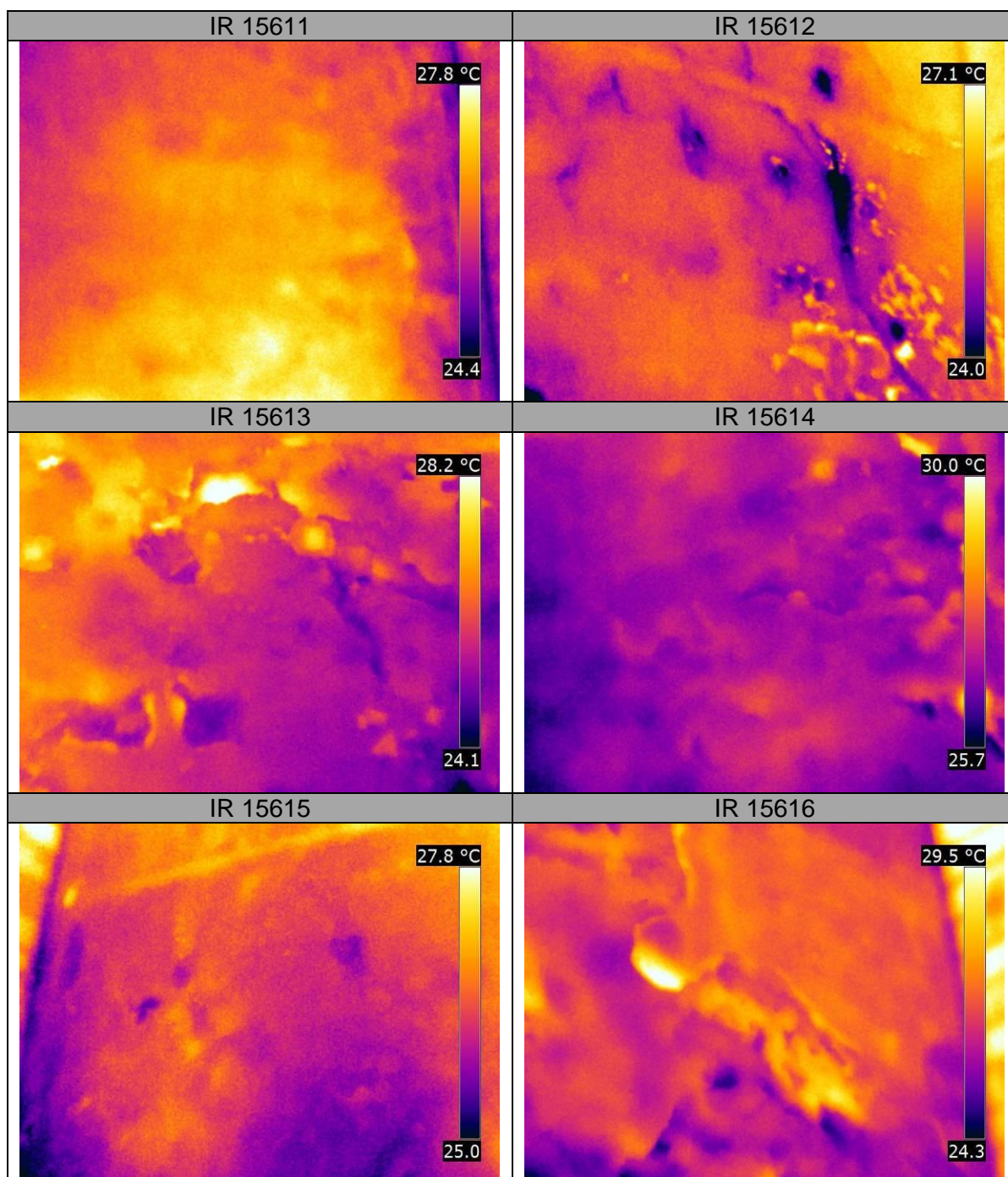


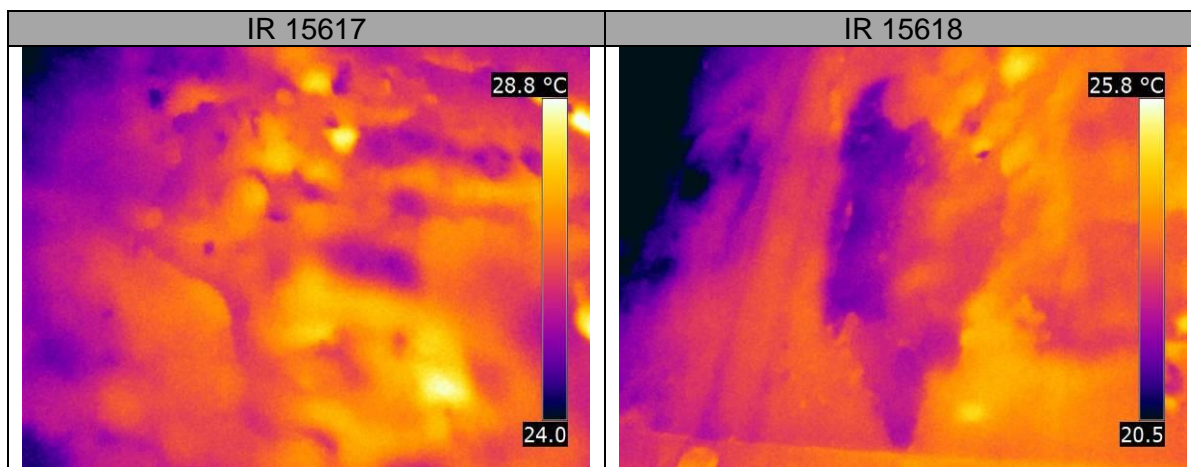












4.4.1 Termografie fabbricato via Spaventa

In figura ... è rappresentata l'ubicazione delle termografie eseguite.

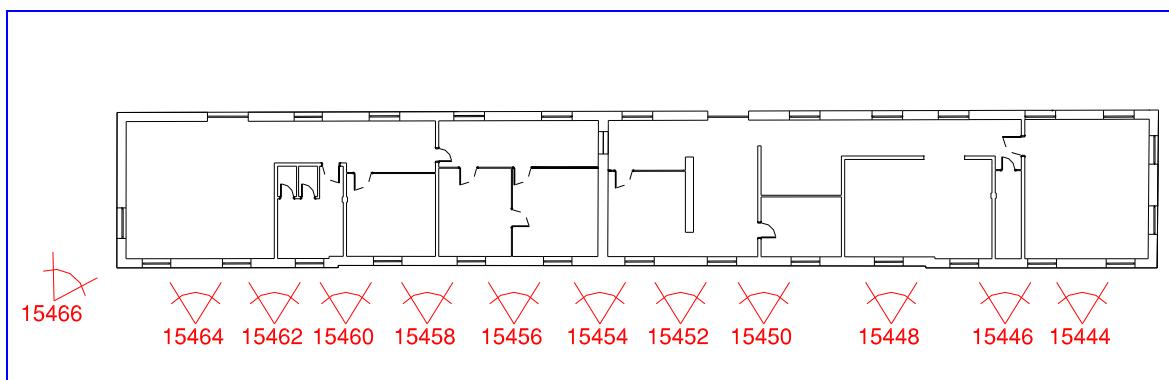
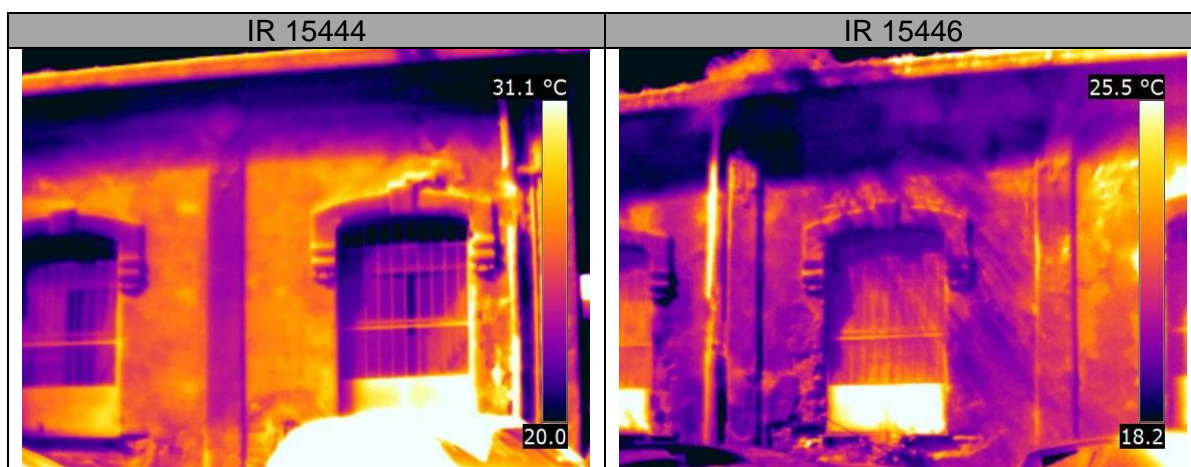
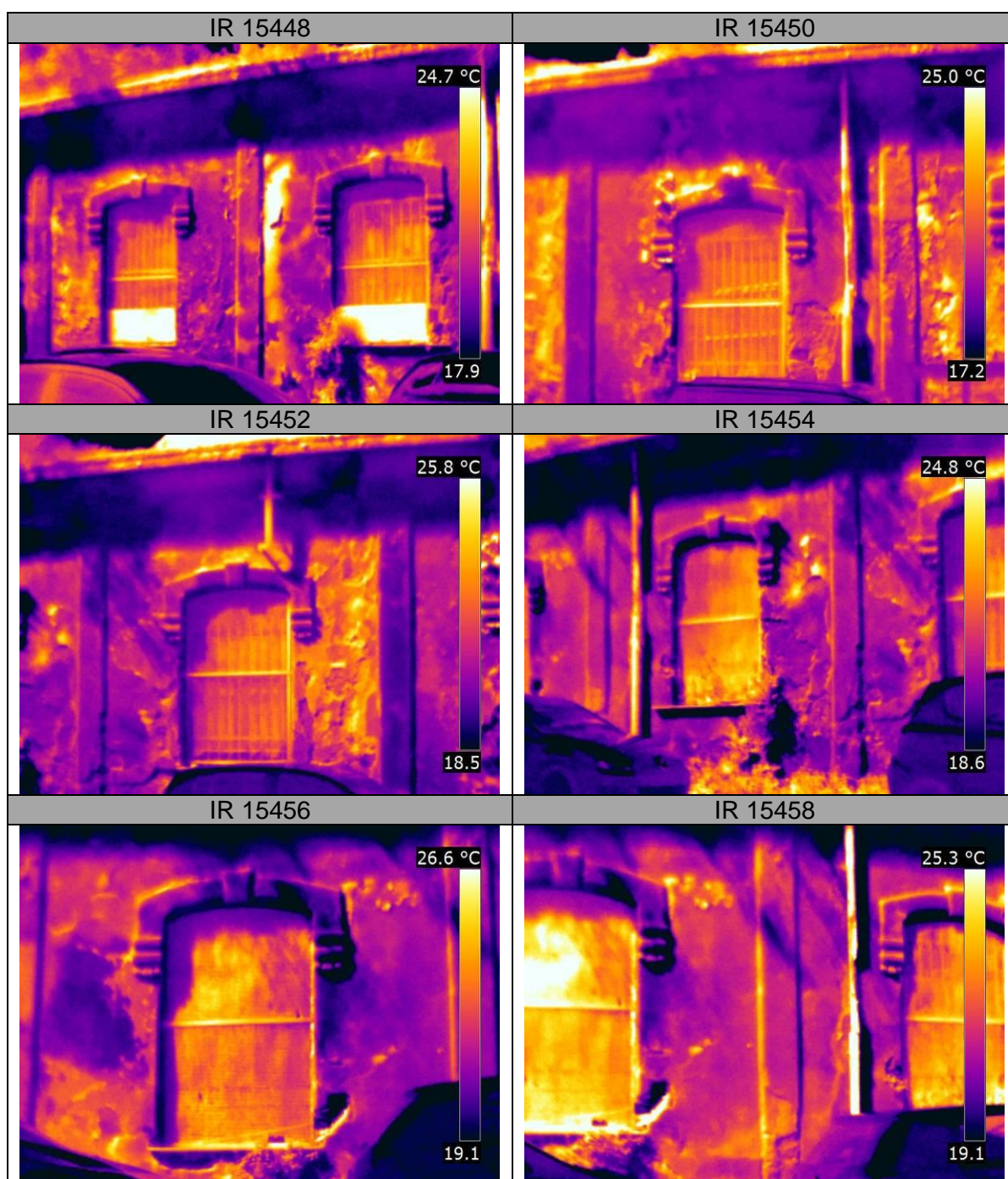
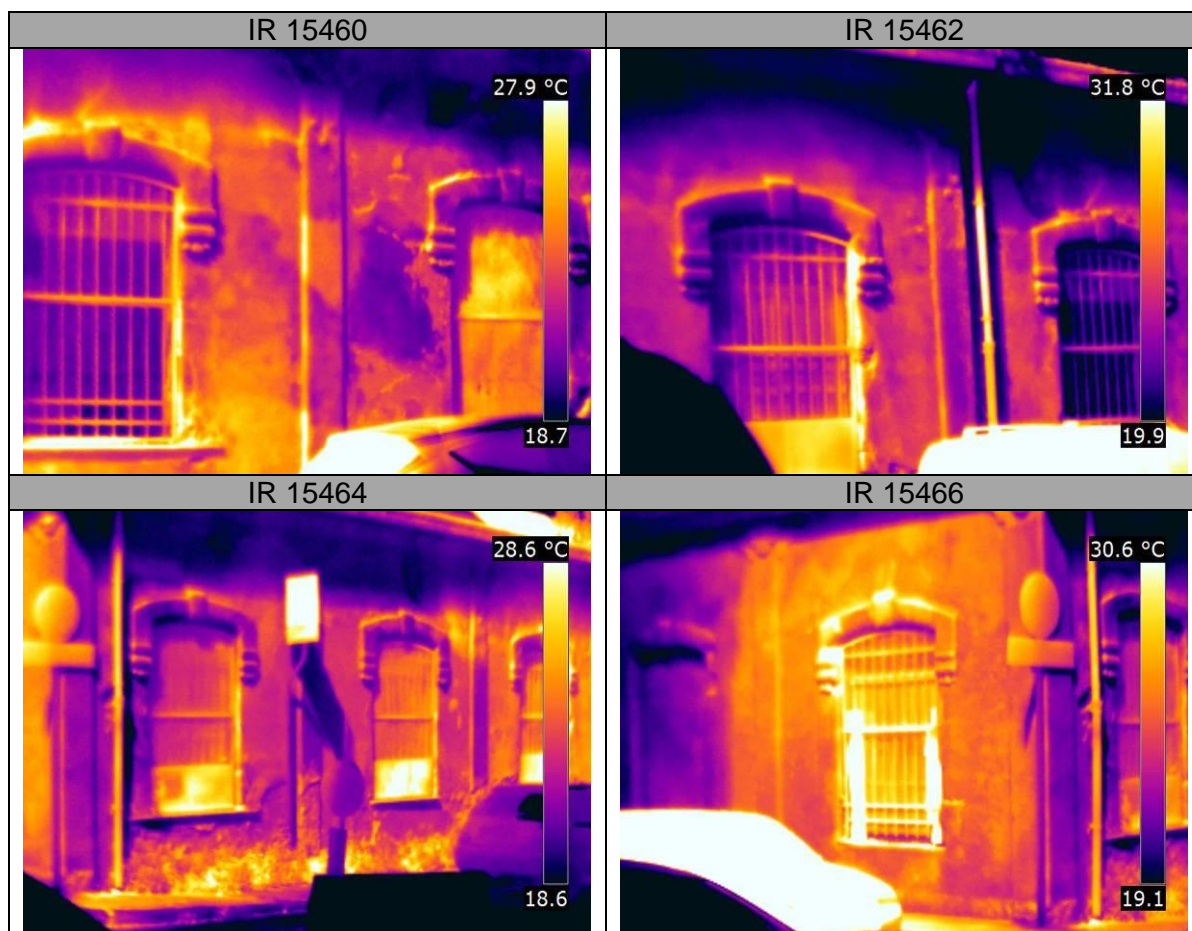


Figura 8 - Ubicazione prove fabbricato via spaventa

Di seguito sono riportati i termogrammi, che hanno rilevato un involucro esterno costituito da muratura in pietra omogenea e murature interne continue in pietra.







4.5 Prove di carico

4.5.1 Prova n. 5602a/GE

La prova di carico statica è stata eseguita sulla porzione di solaio in c.a. riportata in figura in figura n. 9

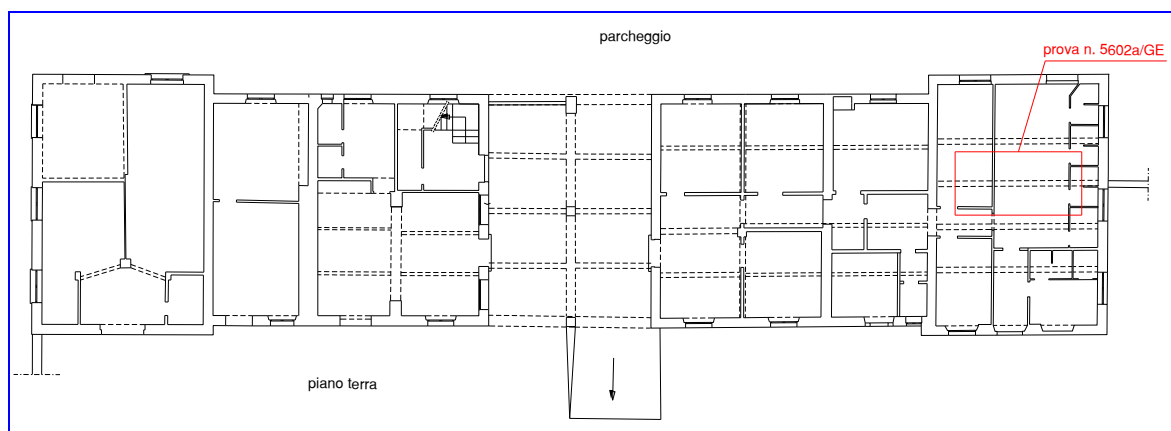


Figura n. 9 – Zona Prova Sperimentale n. 4602a/GE

Nella figura n° 10 è rappresentata in pianta sia la disposizione del serbatoio che la disposizione dei sensori di spostamento, utilizzati per la misura dei cedimenti.

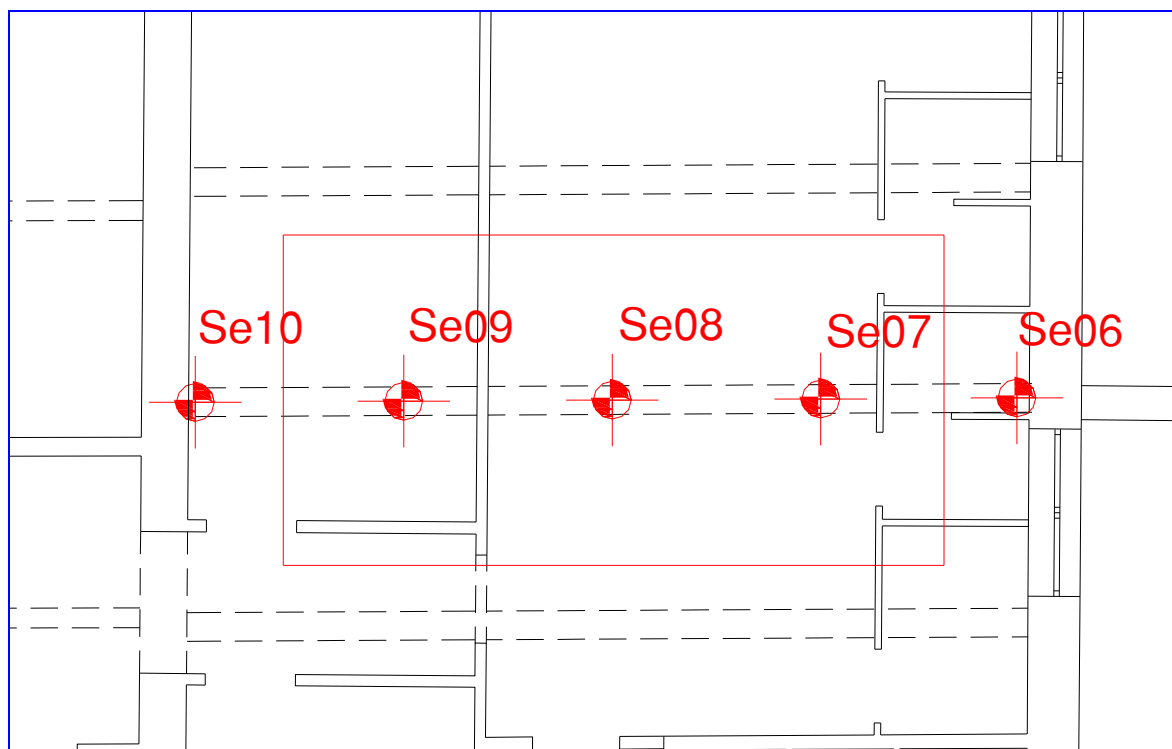


Figura n. 10 - Disposizione dei sensori di spostamento e del serbatoio

Nelle foto n. 19÷21 sono riprese le attrezzature utilizzate.



Foto n. 19 – Serbatoio utilizzato come carico



Foto n. 20, 21 – Sensori di spostamento

Il carico è stato applicato per mezzo di un serbatoio avente dimensioni (6.00x3.00x0.75)m disposta all'estradosso del solaio in esame. Il ciclo di carico è stato eseguito con 5 incrementi da 10 cm d'acqua, fino al raggiungimento di 50 cm d'acqua corrispondenti a **4,73 kN/m²**.

Gli elaborati seguenti riportano i dati rilevati al sensore in mezzera durante l'esecuzione della prova di analisi nel 2° ciclo di carico, in particolare:

- tabella e curva d'isteresi carico-frecce misurate, relative al ciclo di carico eseguito;
- andamento del parametro caratteristico della "fuori linearità" calcolato come variazione percentuale delle tangenti, alla curva d'isteresi durante i vari "step" di carico, rispetto a quelli iniziali.
- valore della permanenza percentuale.

Per completezza, nella tabella contenuta negli allegati sono riportati tutti i valori rilevati nell'ambito di tale prova.

PROVA DI ANALISI	GE 5602a	
------------------	----------	---

Data dell'intervento : 29/05/2017
 Località : Campasso (GE)
 In : Genova
 Committente : Sviluppo Genova
 Denominazione edificio : Ex Mercato Ovo Avicolo
 Seguendo le istruzioni di : Ing. Antonio Sibilla
 Note : utilizzato un serbatoio (6x3x0.75)m
 Tipo di struttura : Seconda trave da lato Ovest
 Coefficiente b : 3 m
 Luce : 7,8 m
 Sovraccarico richiesto : 4 KN/mq

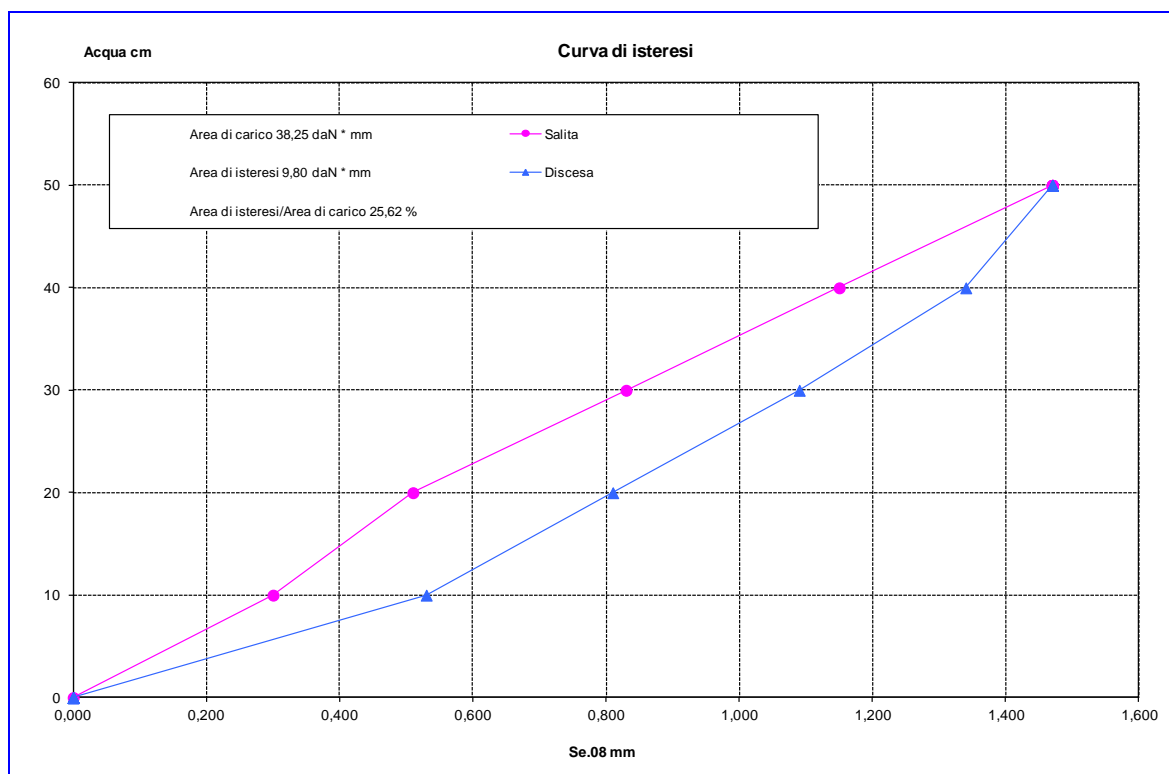
FRECCE RELATIVE AL CARICO DI 50 cm

SENSORI			SENSORI		
n.° Sensore	Posizione	Frecce mm	n.° Sensore	Posizione	Frecce mm
6	Appoggio lato N-O	0,17			
7	1/4l. da appoggio lato N-O	0,99			
8	Mezzeria	1,47			
9	3/4l. da appoggio lato N-O	0,80			
10	Appoggio lato S-E	0,21			

Ripetibilità complessiva	n.r. %
Linearità media	108 %
Linearità minima	102 %
Permanenze percentuali	0 %

Tabella Forza-Freccia del sensore n° 8 nel ciclo 2

Acqua cm	Carico equivalente KN/mq	Freccia mm	Incr. Decr. (+/-) mm/100	Linearità %
10	0,95	0,30	30	-
20	1,89	0,51	21	118
30	2,84	0,83	32	108
40	3,79	1,15	32	104
50	4,73	1,47	32	102
40	3,79	1,34	-13	-
30	2,84	1,09	-25	-
20	1,89	0,81	-28	-
10	0,95	0,53	-28	-
0	0,00	0,00	-53	-



4.5.2 Prova n. 5602b/GE

La prova di carico statica è stata eseguita sulla porzione di solaio in c.a. riportata in figura in figura n. 11.

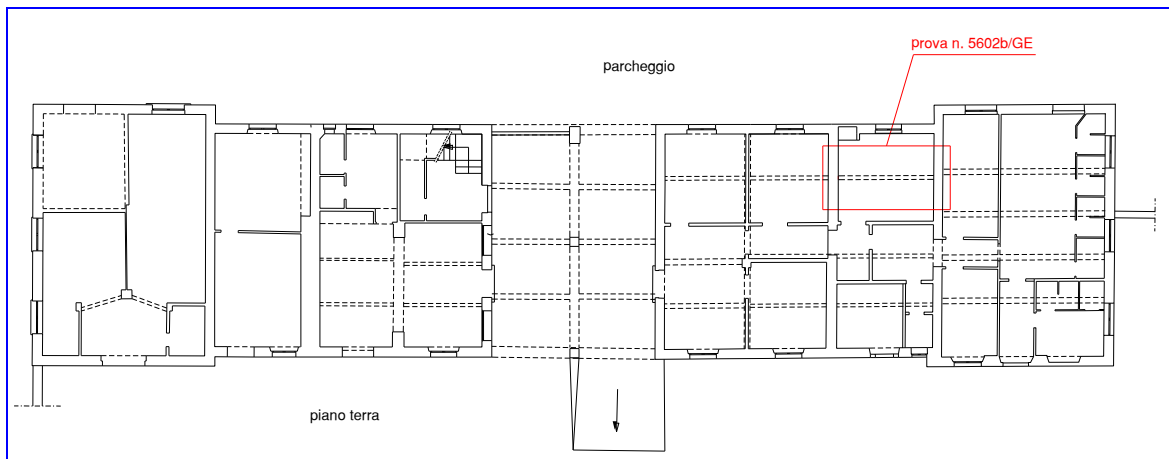


Figura n. 11 – Zona Prova Sperimentale n. 4602b/GE

Nella figura n° 12 è rappresentata in pianta sia la disposizione del serbatoio che la disposizione dei sensori di spostamento, utilizzati per la misura dei cedimenti.

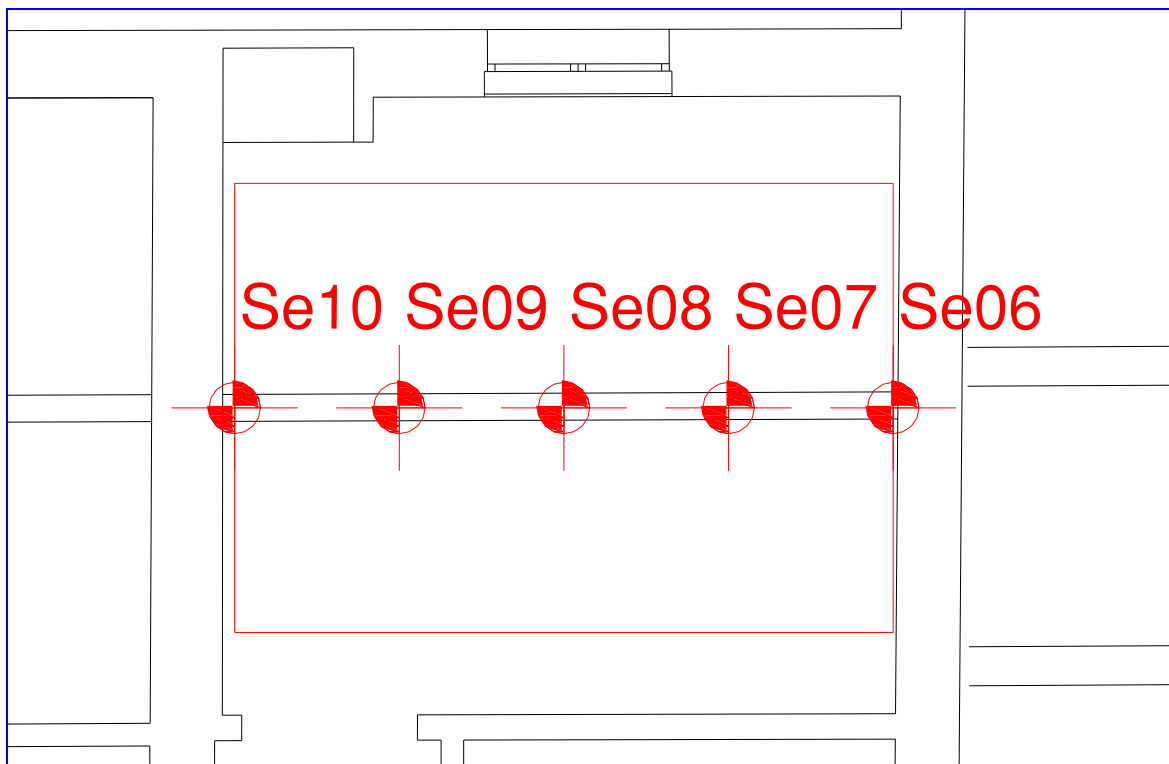


Figura n. 12 - Disposizione dei sensori di spostamento e del serbatoio

Nelle foto n. 22 e 23 sono riprese le attrezzature utilizzate.



Foto n. 22 – Serbatoio utilizzato come carico



Foto n. 23 – Sensori di spostamento

Il carico è stato applicato per mezzo di un serbatoio avente dimensioni (6.00x3.00x0.75)m disposta all'estradosso del solaio in esame.

Il ciclo di carico è stato eseguito con 4 incrementi da 10 cm d'acqua, fino al raggiungimento di 40 cm d'acqua corrispondenti a **4,00 kN/m²**.

Gli elaborati seguenti riportano i dati rilevati al sensore in mezzera durante l'esecuzione della prova di analisi nel 2° ciclo di carico, in particolare:

- tabella e curva d'isteresi carico-frecce misurate, relative al ciclo di carico eseguito;
- andamento del parametro caratteristico della "fuori linearità" calcolato come variazione percentuale delle tangenti, alla curva d'isteresi durante i vari "step" di carico, rispetto a quelli iniziali.
- valore della permanenza percentuale.

Per completezza, nella tabella contenuta negli allegati sono riportati tutti i valori rilevati nell'ambito di tale prova.

Data dell'intervento : 30/05/2017
 Località : Campasso (GE)
 In : Genova
 Committente : Sviluppo Genova
 Denominazione edificio : Ex Mercato Ovo Avicolo
 Seguendo le istruzioni di : Ing. Antonio Sibilla
 Note : utilizzato un serbatoio (6x3x0.75)m
 Tipo di struttura : Seconda trave da lato Ovest
 Coefficiente b : 3 m
 Luce : 4,5 m
 Sovraccarico richiesto : 4 KN/mq

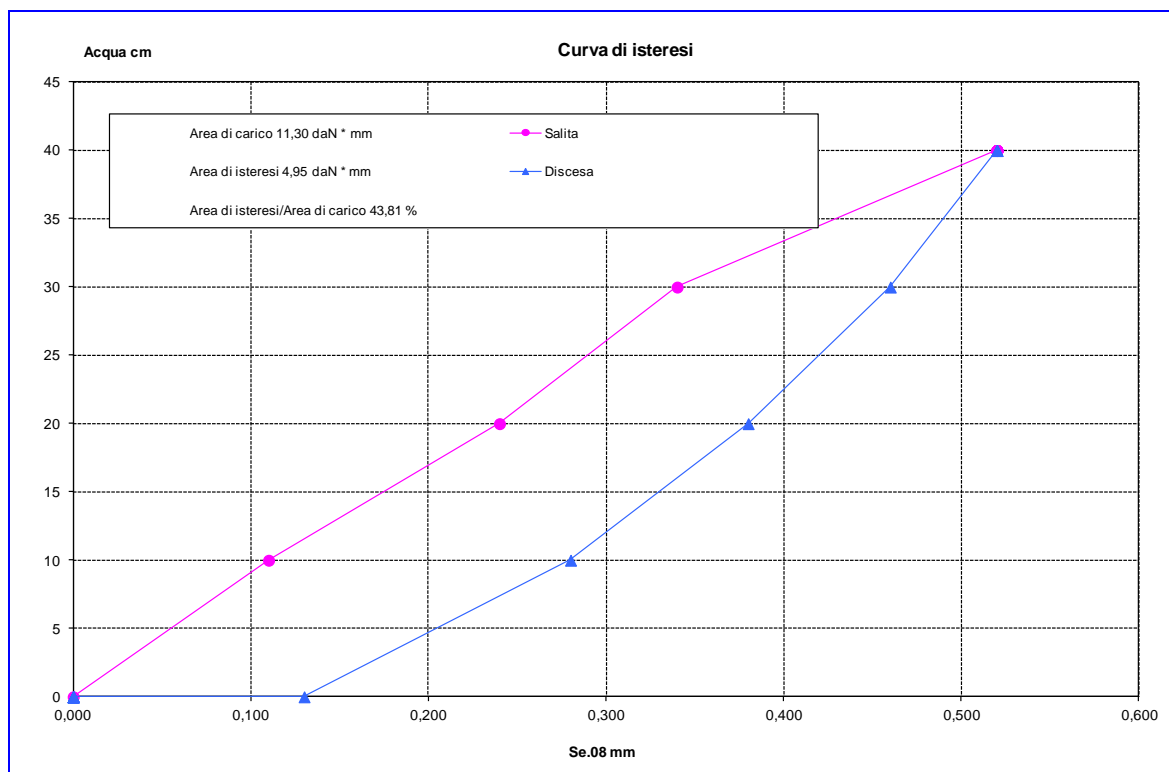
FRECCE RELATIVE AL CARICO DI 40 cm

SENSORI			SENSORI		
n.° Sensore	Posizione	Frecce mm	n.° Sensore	Posizione	Frecce mm
6	Appoggio lato N-O	0,10			
7	1/4l. da appoggio lato N-O	0,42			
8	Mezzeria	0,52			
9	3/4l. da appoggio lato N-O	0,36			
10	Appoggio lato S-E	0,09			

Ripetibilità complessiva	n.r. %
Linearità media	91 %
Linearità minima	85 %
Permanenze percentuali	25 %

Tabella Forza-Freccia del sensore n° 8 nel ciclo 2

Acqua cm	Forza equivalente KN/mq	Freccia mm	Incr. Decr. (+/-) mm/100	Linearità %
10	1,00	0,11	11	-
20	2,00	0,24	13	92
30	3,00	0,34	10	97
40	4,00	0,52	18	85
30	3,00	0,46	-6	-
20	2,00	0,38	-8	-
10	1,00	0,28	-10	-
0	0,00	0,13	-15	-



Genova, 28/06/17

4 EMME Service S.p.A.
Direttore del Centro di Genova
Dott. Ing. Alessandro Torre

Il Relatore

...

RELAZIONE REVISIONATA DA:

...