



MINISTERO DELLA DIFESA

UFFICIO AUTONOMO LAVORI

G.M. PER M.D.

SERVIZIO DI INGEGNERIA INERENTE LA VERIFICA DELLA VULNERABILITA'
SISMICA DEI FABBRICATI SEDE DEL GABINETTO DE MINISTRO
PALAZZO CAPRARA E BARACCHINI - ROMA



FASE:

VULNERABILITA' SISMICA

SERIE:

DESCRITTIVA

DESCRIZIONE:

RELAZIONE SULLA CAMPAGNA
DI INDAGINE

COD. PROGETTO:

P RM 20 019 D

NOME FILE

20019_RL_302

IDENTIFICATIVO TAVOLA

RL 302

SCALA

—

PLOT

—

PROGETTISTA:



RESPONSABILI DELLA PROGETTAZIONE

Ing. Raffaele Di Gialluca (Coordinatore)

Ing. Pasquale Di Egidio (Direttore Tecnico)

Ing. Domenico Rapagnani (Esperto Gestione Energia UNI CEI 11339)

COLLABORATORI PROMEDIA SRL

Arch. Ercole Volpi

Arch. Nicola Ciarelli

Arch. Gianluca Di Paolo

Ing. Massimo Referza

Ing. Paolo Coccia

Ing. Davide Fioretti

P.Ind. Pierluigi Faragalli

Geom. Amedeo Maria Bizzarri

Geom. Domenico Cimini Gianforte

Geom. Ilenia Di Marco

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Col.g.(p.) Maurizio TICCONI

revisione	data	riferimento revisione	eseguito	controllato	approvato
0	Gennaio 2021	EMISSIONE	<i>DF</i>	<i>MR</i>	<i>RDC</i>



COMUNE DI ROMA CAPITALE

FABBRICATI:

PALAZZO CAPRARA via XX Settembre n.11 Roma

PALAZZO BARACCHINI via XX Settembre n.8 Roma

ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA INDAGINI E PROVE STRUTTURALI Murature e Solai

ESEGUITO E REDATTO:

INGEGNERIA CIVILE INDAGINI E PROVE STRUTTURALI

Ing. Adriano Pignataro

Via Gian Maria Volontè, 24

00139 – Roma

Operatore Certificato RINA II Livello



Roma, 12/01/2021

Sommario

Sommario	2
1. PREMESSA	4
2. ATTREZZATURE UTILIZZATE	6
3. CERTIFICAZIONI	6
4. LOCALIZZAZIONE INDAGINI E PROVE	7
4.1. PALAZZO CAPRARA	7
4.2. PALAZZO BARACCHINI	16
5. INDAGINI METODOLOGIE	25
5.1. INDAGINE GEORADAR	25
5.2. INDAGINI ENDOSCOPICHE	31
5.3. INDAGINE VOLTA ALLA RICERCA DI IMPIANTI	32
6. RISULTATO INDAGINI PALAZZO CAPRARA	34
6.1. PIANO SCANTINATO	34
6.1.1. E-M-1/SCANT	34
6.1.2. E-M-2/SCANT	35
6.2. PIANO TERRA	36
6.2.1. E-M-3/PT	36
6.2.2. E-M-4/PT	36
6.2.3. AM-M-1/PT	37
6.3. PIANO AMMEZZATO	38
6.3.1. E-M-5/AMM	38
6.3.2. E-M-6/AMM	38
6.4. PIANO PRIMO	39
6.4.1. E-M-7/P1	39
6.4.2. E-M-8/P1	40
6.4.3. AM-M-2/P1	40
6.4.4. AM-SOL-1/P1	42
6.5. PIANO INTERMEDIO	42
6.5.1. E-M-9/P. INTERM.	42
6.6. PIANO SECONDO	43
6.6.1. E-M-10/P2	43
6.6.2. E-M-11/P2	44
6.6.3. AM-M-3/P2	44
6.6.4. E-SOL-1/P2	45
6.6.5. E-SOL-2/P2	46
6.7. PIANO TERZO	47
6.7.1. E-M-12/P3 – AMM-M-4/P3	47
6.7.2. E-M-13/P3	48
6.7.3. AM-SOL-2/P3	48
6.7.4. E-SOL-3/P3	50
6.8. PIANO QUARTO	51
6.8.1. E-M-14/P4	51
6.8.2. E-M-15/P4	52
6.8.3. E-SOL-4/P4	53
6.8.4. E-SOL-5/P4	54
6.8.5. E-SOL-6/P4	55
7. PALAZZO BARACCHINI	56
7.1. PIANO INTERRATO	56

7.1.1.	E-M-1/INTER.....	56
7.1.2.	E-M-2/INTER.....	58
7.2.	PIANO TERRA.....	59
7.2.1.	E-M-3/PT.....	59
7.2.2.	AM-SOL-1/PT.....	61
7.2.3.	PILASTRO IN C.A.....	61
7.2.4.	E-SOL-1/PT.....	62
7.3.	PIANO RIALZATO.....	63
7.3.1.	AM-M-1/RIALZ.....	63
7.3.2.	E-M-4/RIALZ.....	64
7.3.3.	E-SOL-2/RIALZ.....	64
7.3.4.	E-M-5/RIALZ.....	65
7.3.5.	E-SOL-3/RIALZ.....	66
7.4.	PIANO AMMEZZATO.....	66
7.4.1.	E-M-6/AMMEZ.....	66
7.4.2.	AM-SOL-2/AMMEZ.....	67
7.4.3.	E-SOL-4/AMMEZ.....	68
7.4.4.	E-M-7/AMMEZ.....	68
7.4.5.	E-SOL-5/AMMEZ.....	70
7.5.	PIANO PRIMO.....	70
7.5.1.	E-M-8/P1.....	70
7.5.2.	E-SOL-6/P1.....	71
7.5.3.	E-M-9/P1.....	71
7.5.4.	AM-M-2/P1.....	72
7.5.5.	E-SOL-7/P1.....	73
7.6.	PIANO SECONDO.....	74
7.6.1.	E-M-10/P2.....	74
7.6.2.	E-SOL-8/P2.....	75
7.6.3.	E-SOL-9/P2.....	76
7.7.	PIANO TERZO.....	76
7.7.1.	E-M-11/P3.....	76
7.7.2.	AM-M-3/P3.....	77
7.7.3.	AM-SOL-3/P3.....	78
7.7.4.	E-SOL-10/P3.....	78
7.7.5.	E-SOL-11/P3.....	79
7.8.	PIANO QUARTO.....	80
7.8.1.	E-SOL-12/P4.....	80
7.8.2.	E-SOL-13/P4.....	80
7.8.3.	AM-M-4/P4.....	81
7.8.4.	E-M-12/P4.....	82
7.9.	RIPRISTINI.....	83
8.	PROVE SUI MATERIALI – Palazzo Baracchini.....	84
8.1.	PROVE PENETROMETRICHE SULLA MALTA.....	84
8.2.	PROVA CON MARTINETTI PIATTI.....	87
8.2.1.	PROVA MARTINETTO SINGOLO – B-MART.1/INT.....	90
8.2.2.	PROVA MARTINETTO DOPPIO – B-MART.1/INT.....	91
8.2.3.	PROVA MARTINETTO SINGOLO – B-MART.2/INT.....	95
8.2.4.	PROVA MARTINETTO DOPPIO – B-MART.2/INT.....	96
9.	ALLEGATI: TAVOLE DI RILIEVO – PALAZZO CAPRARA.....	100
10.	TAVOLE DI RILIEVO – PALAZZO BARACCHINI.....	105

1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il risultato di una campagna di indagini e prove strutturali eseguita sulle strutture dei due fabbricati Palazzo Caprara e Palazzo Baracchini siti in via XX Settembre rispettivamente al n.11 e n.8 - Roma.

Tali indagini e prove sono state condotte dal 02/11 al 11/11/2020.

Lo scrivente è stato incaricato per l'esecuzione di tali indagini e prove dalla proprietà: PROMEDIA srl Viale Europa, 64023 Mosciano Sant'Angelo Teramo.

Le attività previste sono:

- Indagini sulle murature: visive, ammorsature, endoscopie;
- Prove sulle murature: martinetti piatti, malte;
- Indagini sui solai: rilievi geometrici, endoscopie, ammorsature;
- Ripristini e finiture.

Palazzo Baracchini è sede operativa del Ministero della Difesa, mentre Palazzo Caprara è risulta dismesso.

Di seguito si riportano delle viste dell'edificio.



Vista dall'alto dei due fabbricati (Google Maps)



Vista dall'alto dei due fabbricati (Google Maps)



Vista dei due fabbricati (Google Maps)

2. ATTREZZATURE UTILIZZATE

- Georadar Codevintec srl GSSI Structure scan mini HD 3D 2.6GHz;
- Endoscopio flessibile SecurSCAN MW 72;
- Penetrometro PNT-G realizzato dalla ditta Pizzi Franco di Firenze.
- Martello demolitore/perforatore Makita modello HRC3000C;
- Scale telescopiche.
- Vari strumenti ed utensili manuali
- Termocamera FLIR E60bx, n. serie:64522822.
- Sega diamantata Husquarna k960 ring;
- Pompa idraulica a doppio manometro 16bar, 100bar;
- Martinetti piatti Boviari serie semiovali 360;
- Deformometro di precisione DRC serie 250 con comparatore Mitutoyo millesimale;

3. CERTIFICAZIONI

L'ing. Adriano Pignataro è in possesso delle seguenti certificazioni come operatore CND di II livello, conseguite presso il centro esami di Modena (*RINA, BUREAU VERITAS*):

SETTORE CIVILE

- *Esame visivo delle opere*
 - *Monitoraggio strutturale*
 - *Magnetometrico*
 - *Sclerometrico*
 - *Sonico ed ultrasonico*
 - *Sonico*
 - *Martinetti piatti*
 - *Prove di carico*
 - *Termografia*
 - *Georadar*
 - *Pull Out*
-
- Certificato di 2° livello da Ispettore di viadotti Ponti e Passerelle. Conseguito presso il centro esami RINA di Roma Eur.

SETTORE INDUSTRIALE


L'ing. Adriano Pignataro è certificato di II livello di operatore CND ente RINA (Accredia) nel settore industriale nelle seguenti attività:

- Esame visivo delle saldature
 - Prova con liquidi penetranti sulle saldature
 - Prova magnetoscopica sulle saldature
-
- Qualifica da saldatore professionale n°SAL-0957-2020 ente TUV sud (Accredia) EN ISO 9606-1: 111 P FW FM1 B t10 PF ml

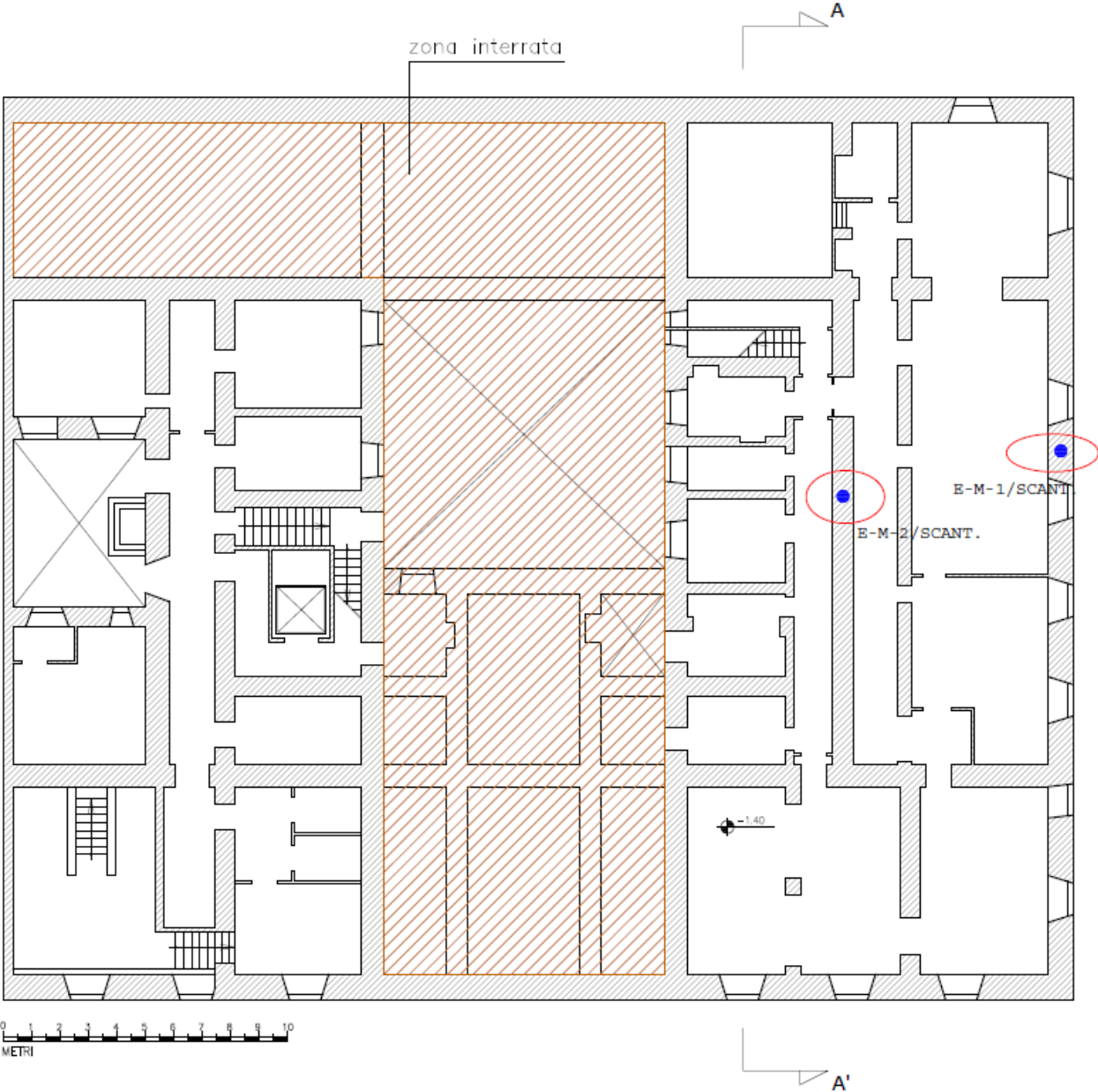
4. LOCALIZZAZIONE INDAGINI E PROVE

Si riportano le piante dei due fabbricati con l’inserimento dei punti d’indagine e di prova.

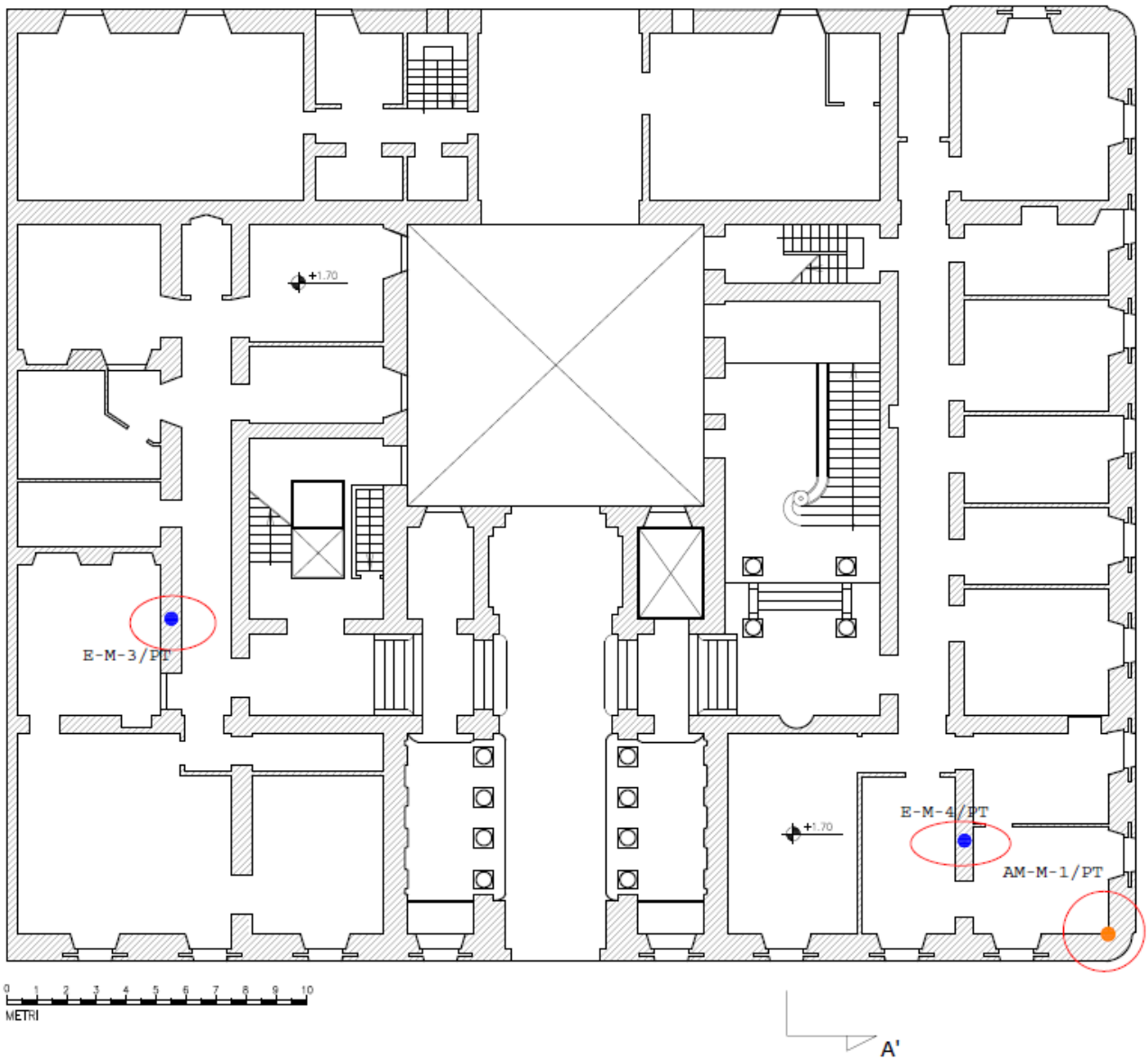
4.1. PALAZZO CAPRARA

LEGENDA INDAGINI	
	ENDOSCOPIO MURATURA
	ENDOSCOPIO SOLAIO
	VERIFICA AMMORSAMENTO SOLAIO-MURATURA
	VERIFICA AMMORSAMENTO MURATURA-MURATURA
	MARTINETTO E PROVA RESISTENZA MALTA

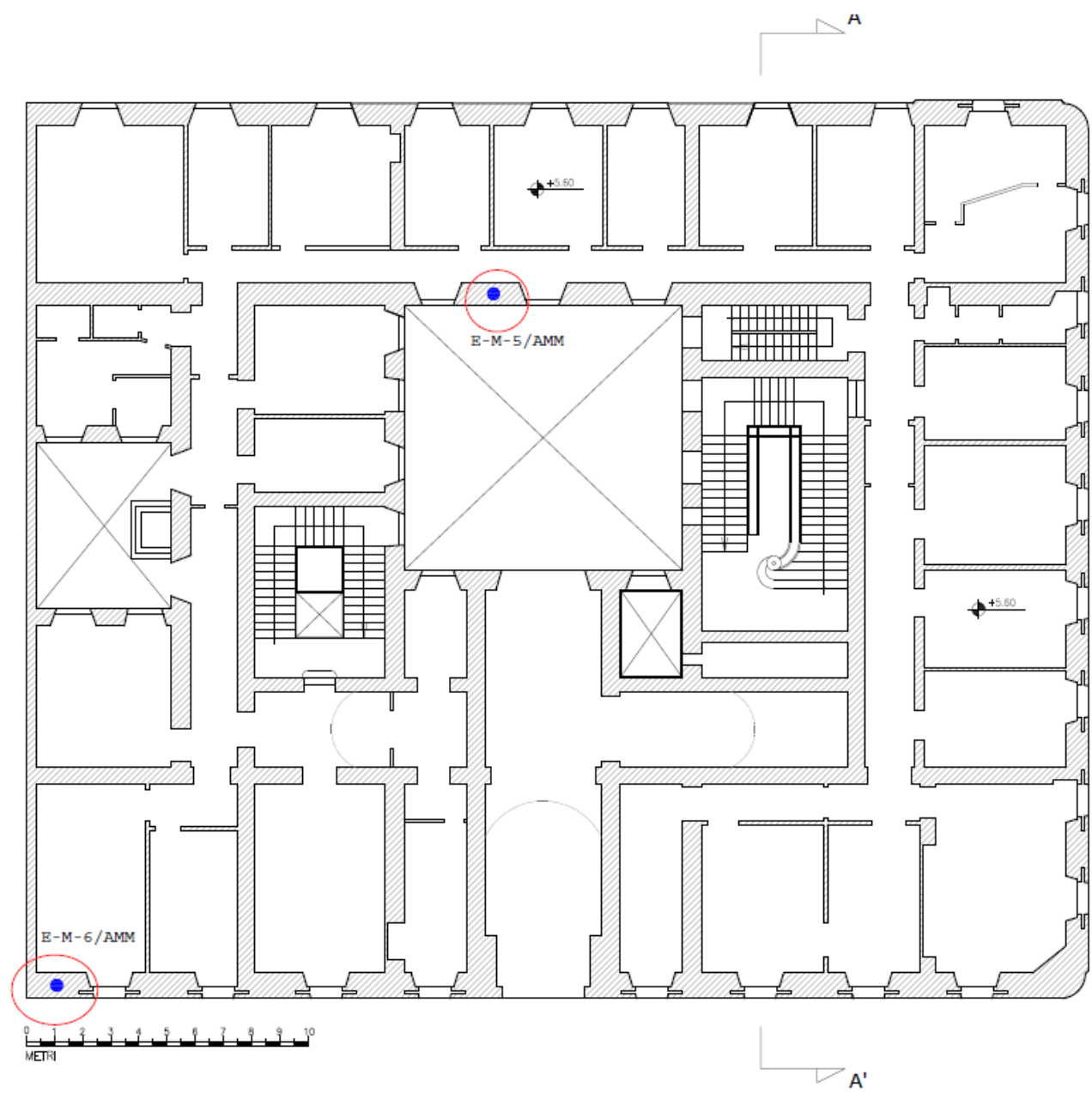
Legenda attività di indagini e prove



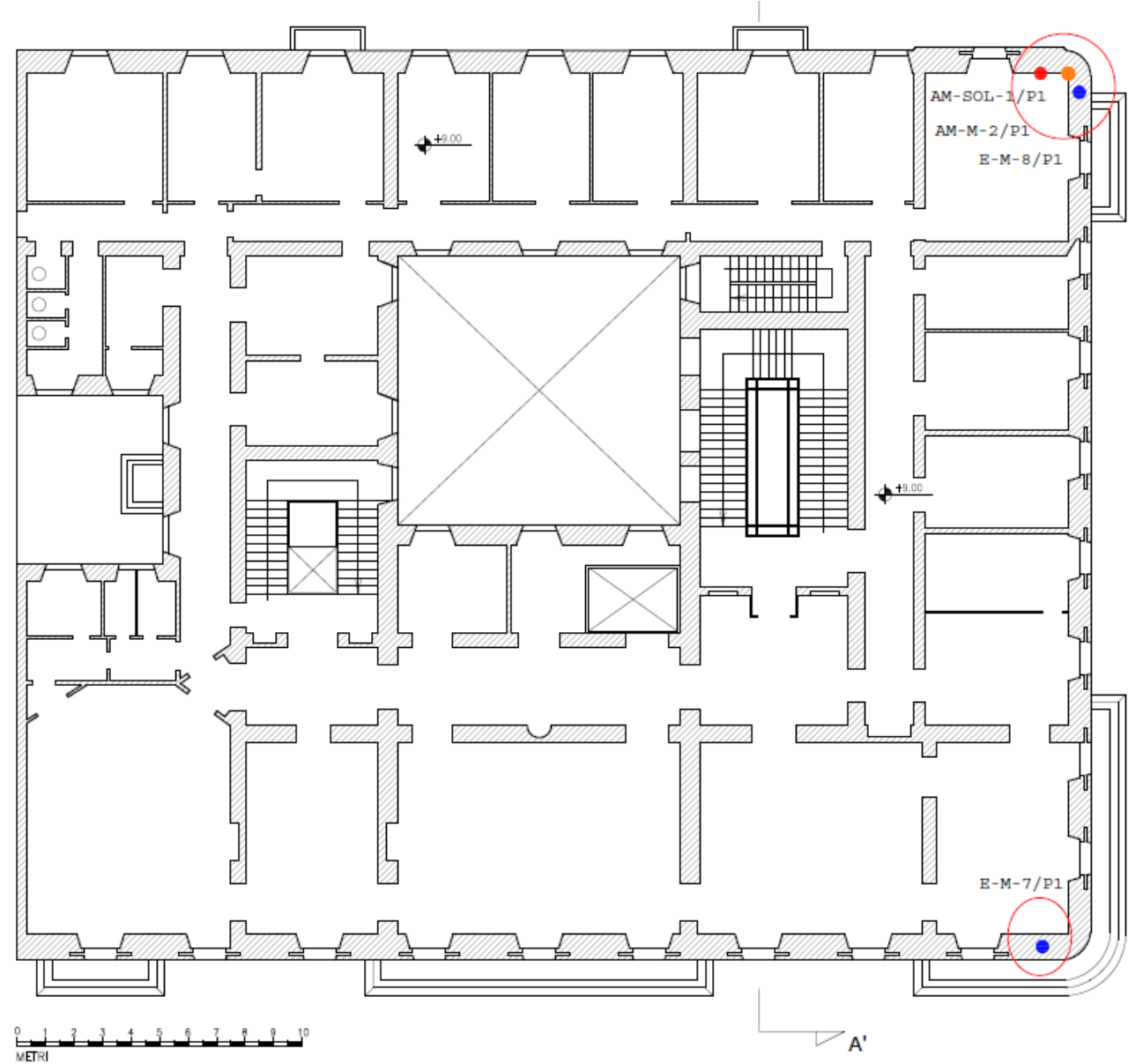
SCANTINATO



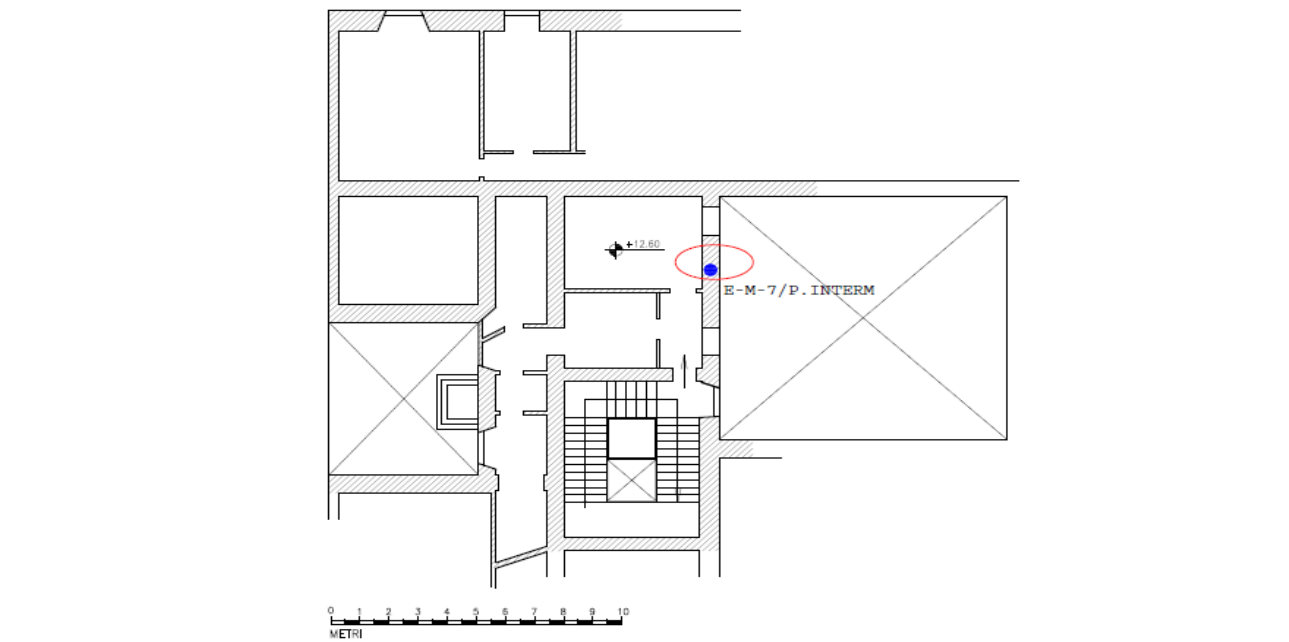
PIANO TERRA



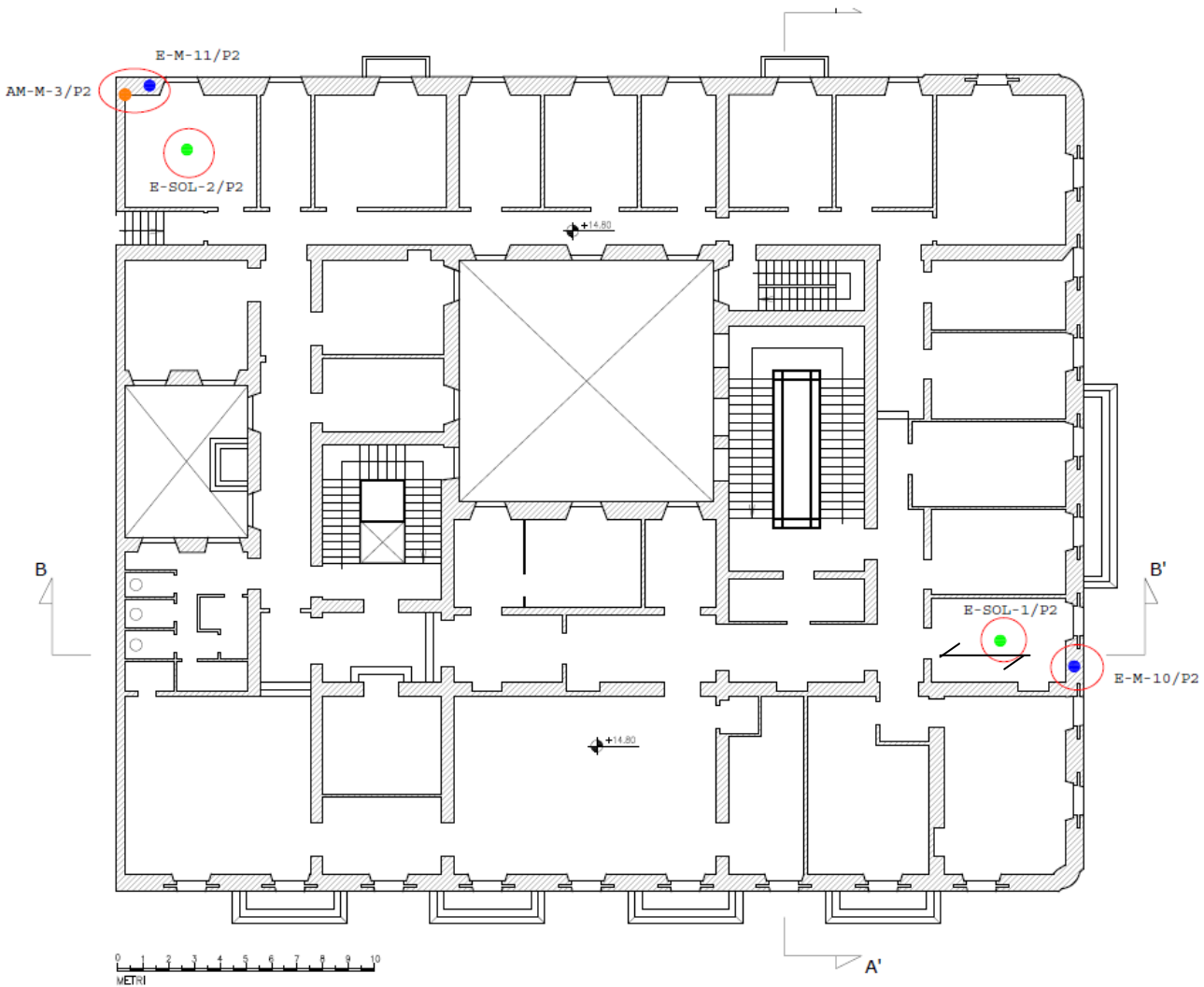
PIANO AMMEZZATO



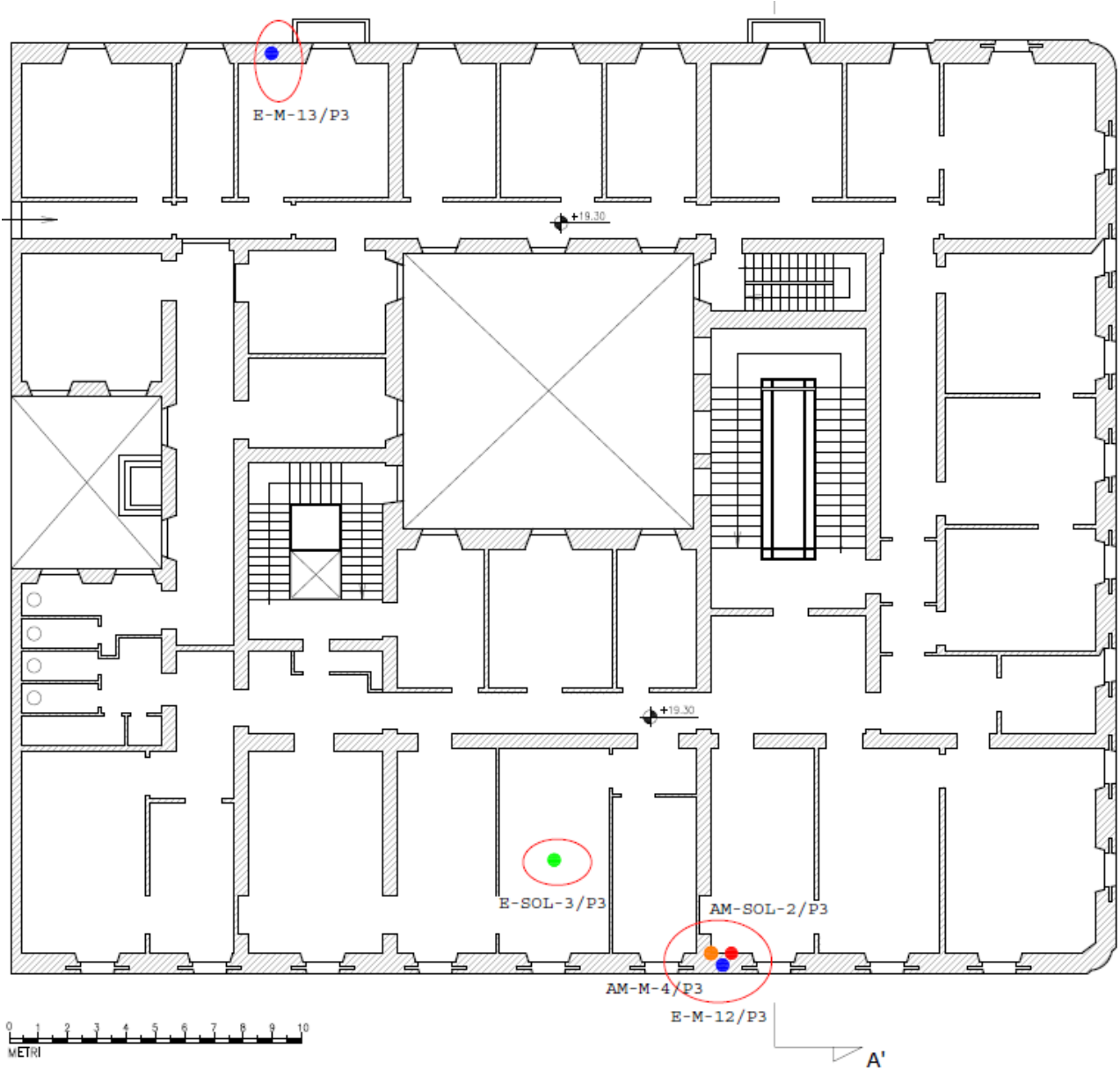
PIANO PRIMO



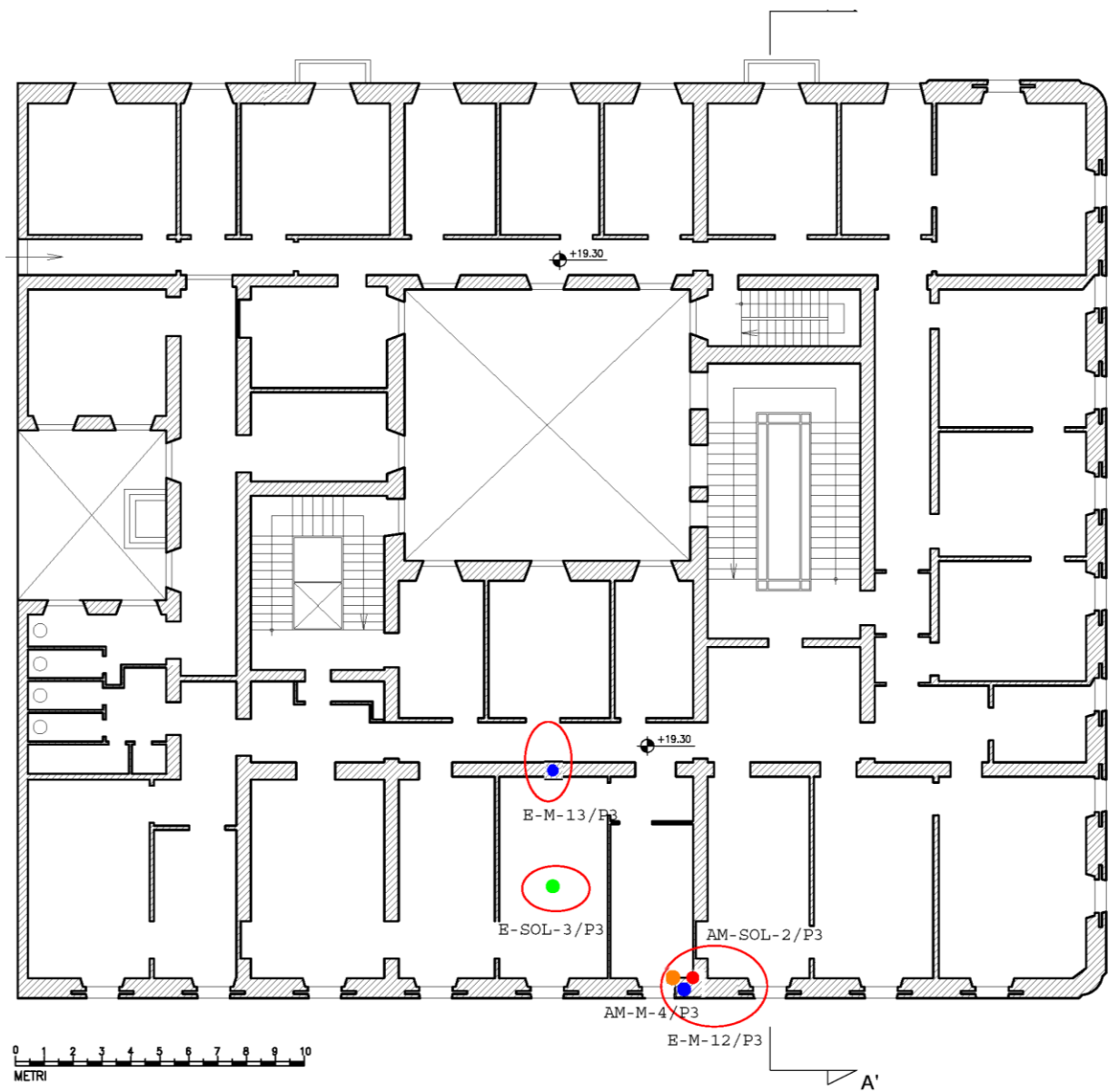
PIANO INTERMEDIO



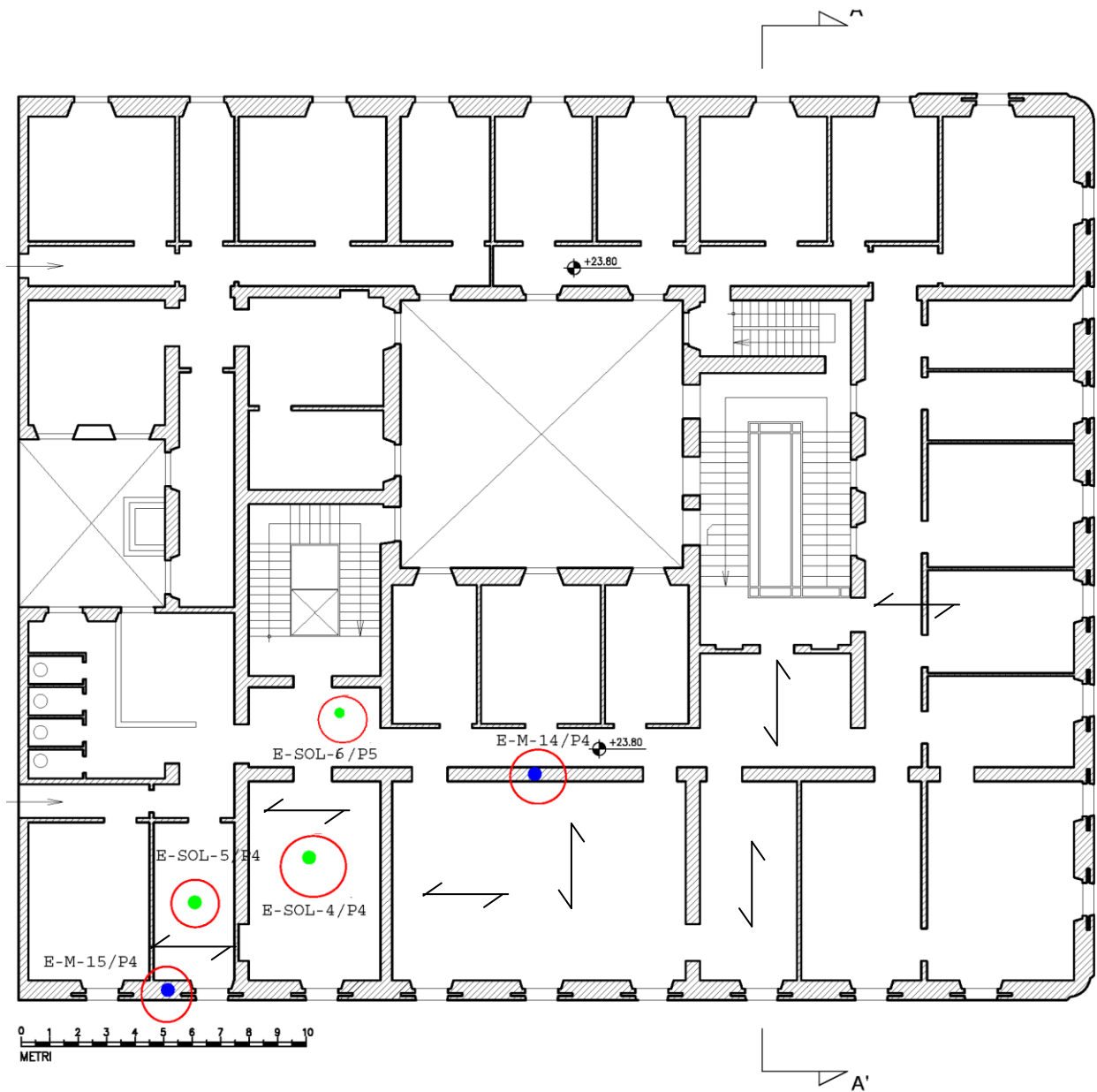
PIANO SECONDO



PIANO TERZO



PIANO TERZO

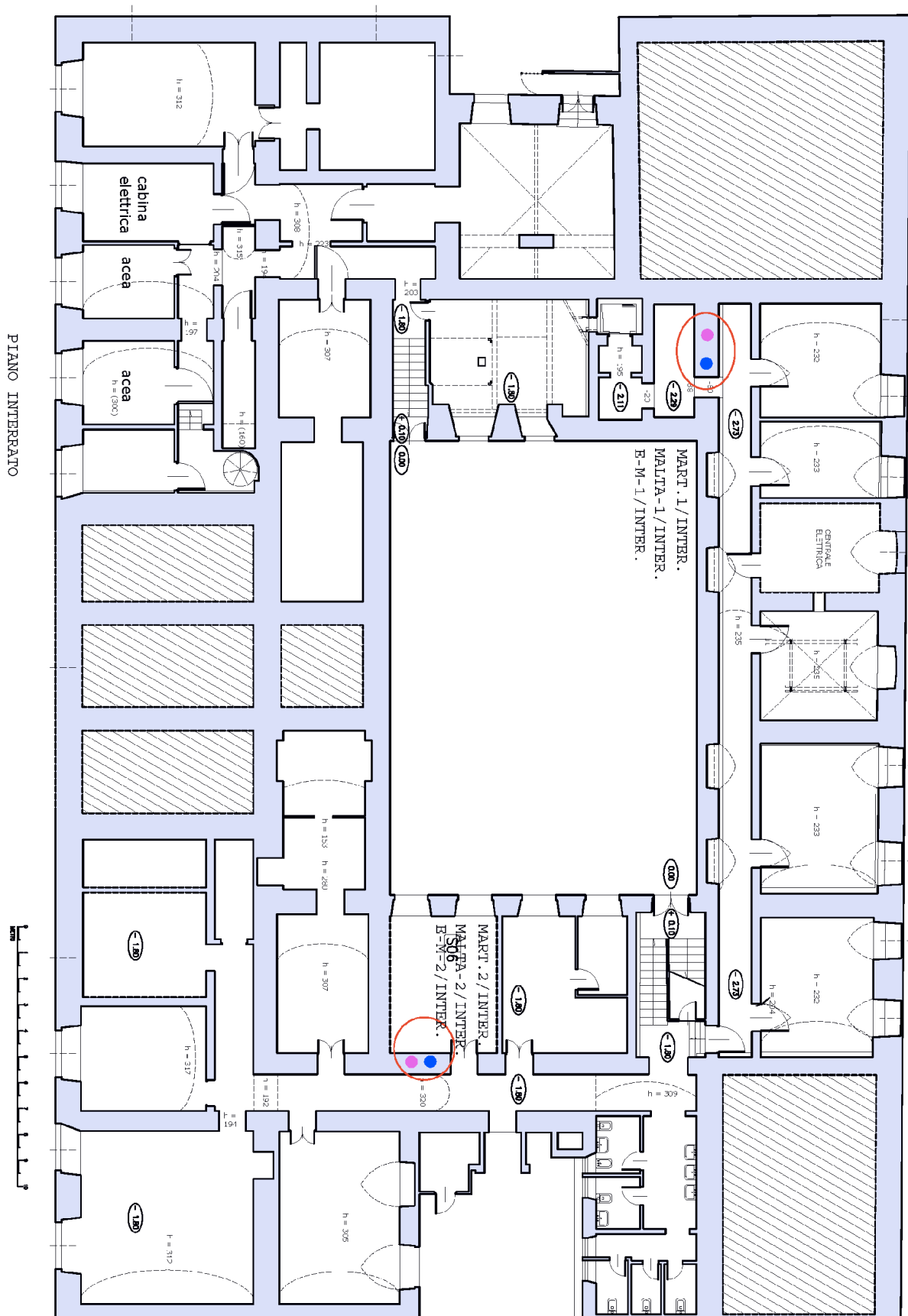


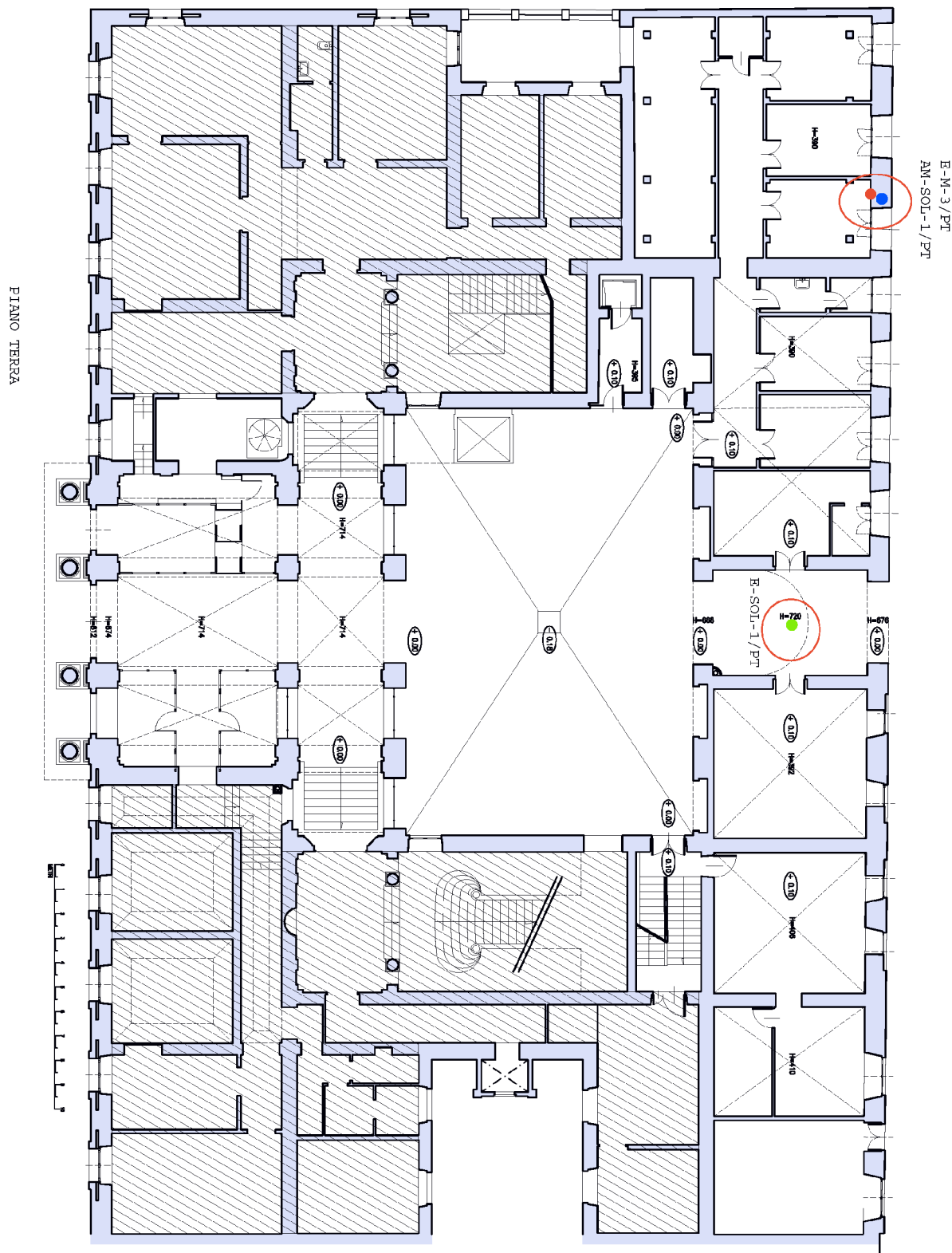
PIANO QUARTO

4.2. PALAZZO BARACCHINI

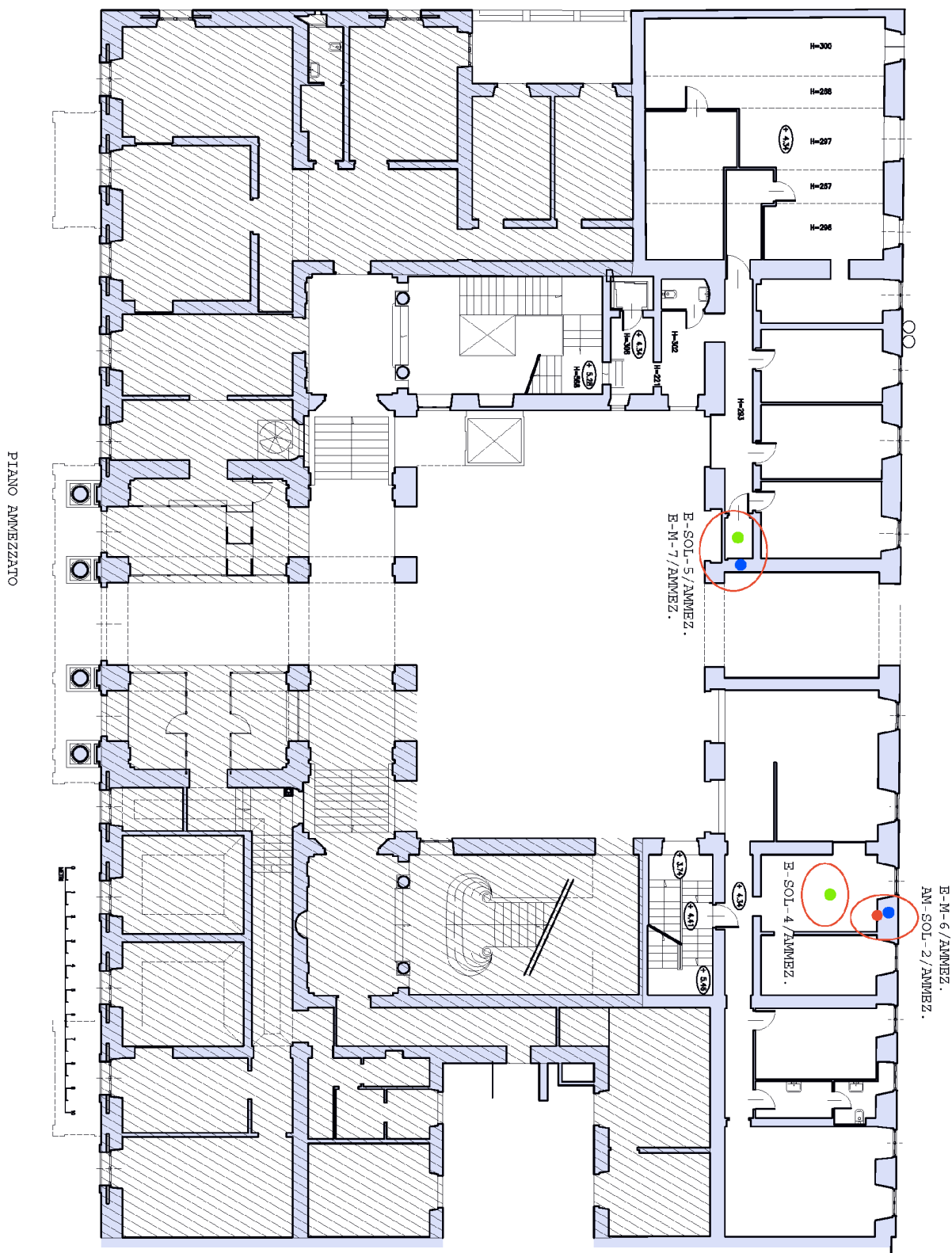
LEGENDA INDAGINI	
	ENDOSCOPIO MURATURA
	ENDOSCOPIO SOLAIO
	VERIFICA AMMORSAMENTO SOLAIO-MURATURA
	VERIFICA AMMORSAMENTO MURATURA-MURATURA
	MARTINETTO E PROVA RESISTENZA MALTA

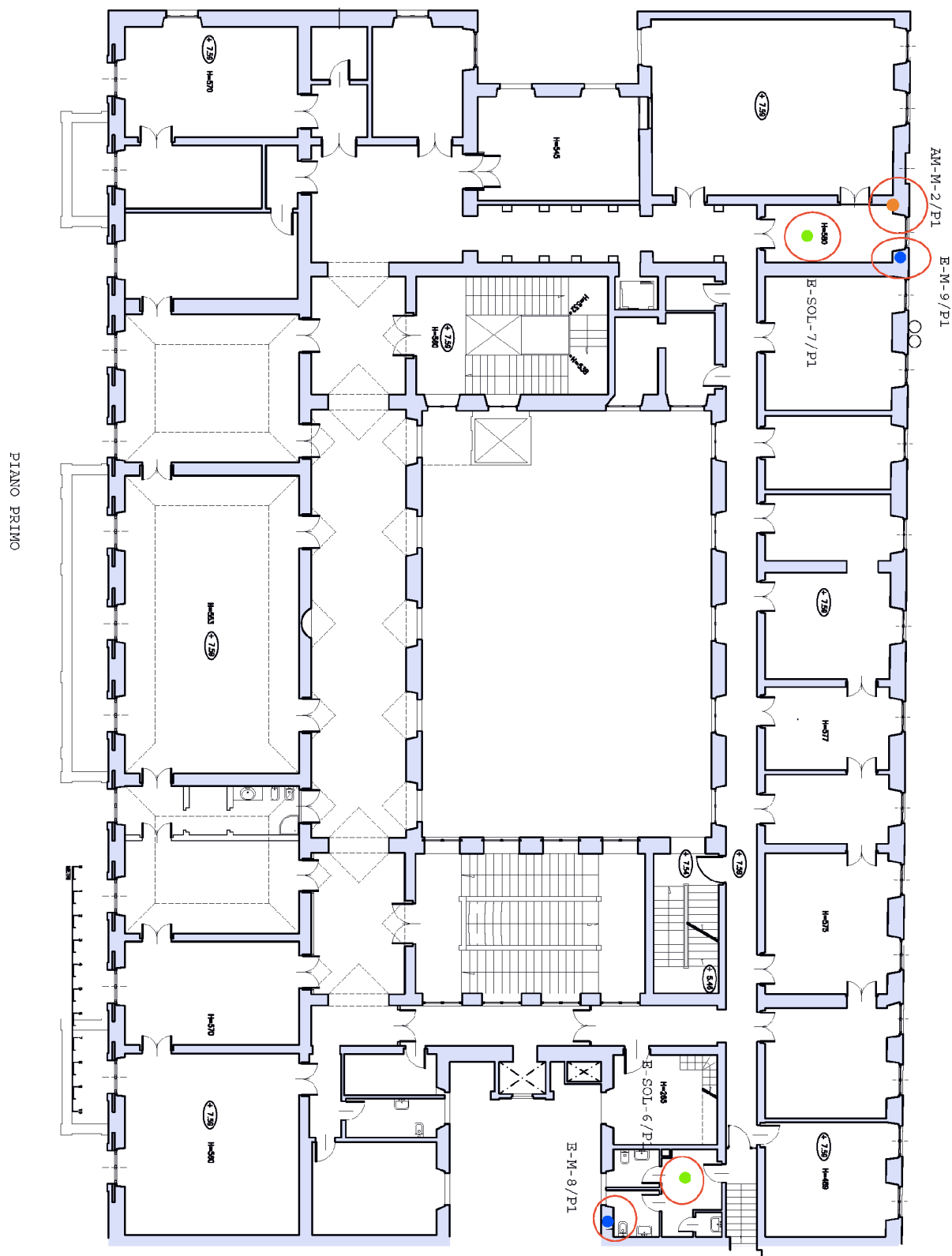
Legenda attività di indagini e prove

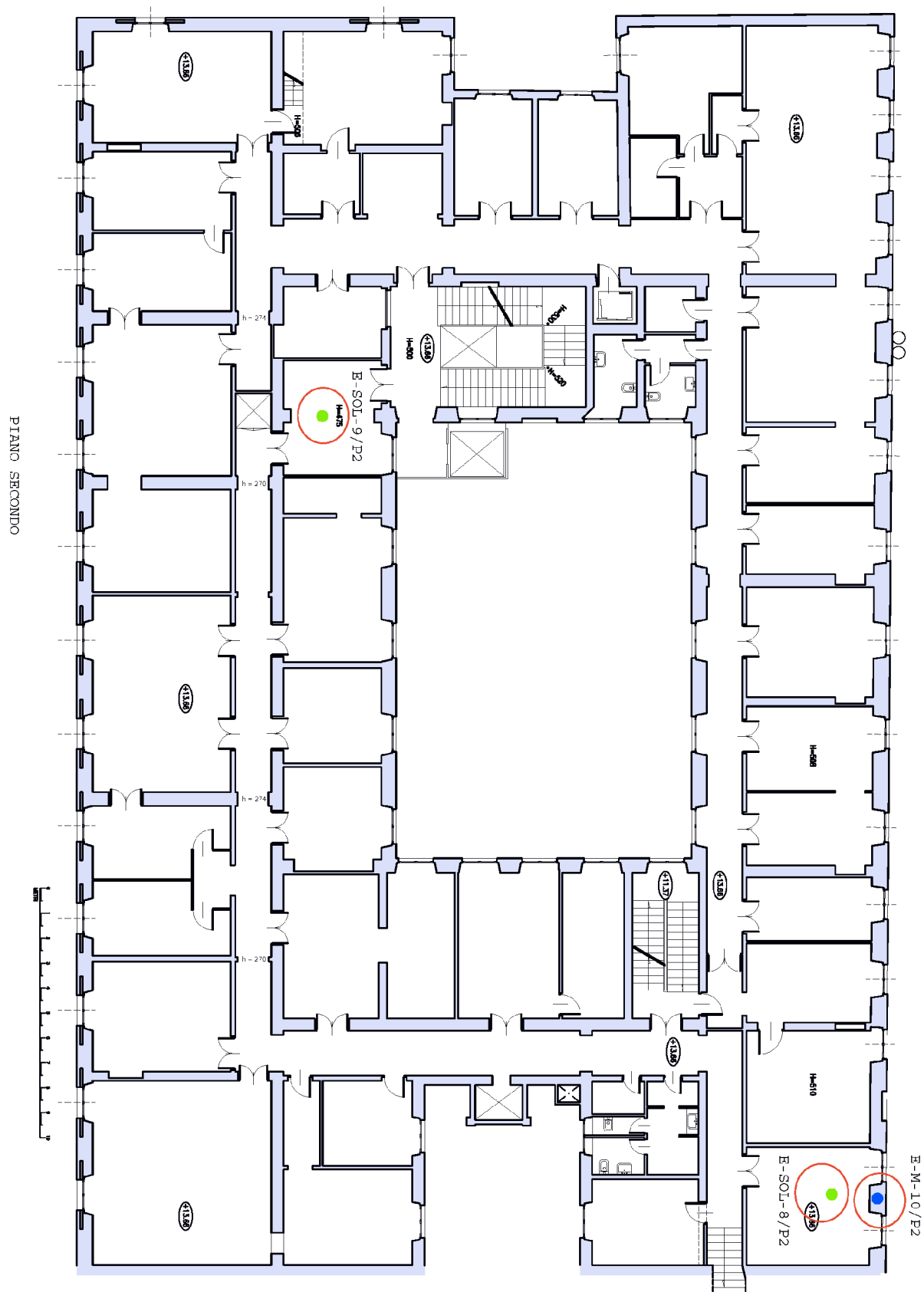


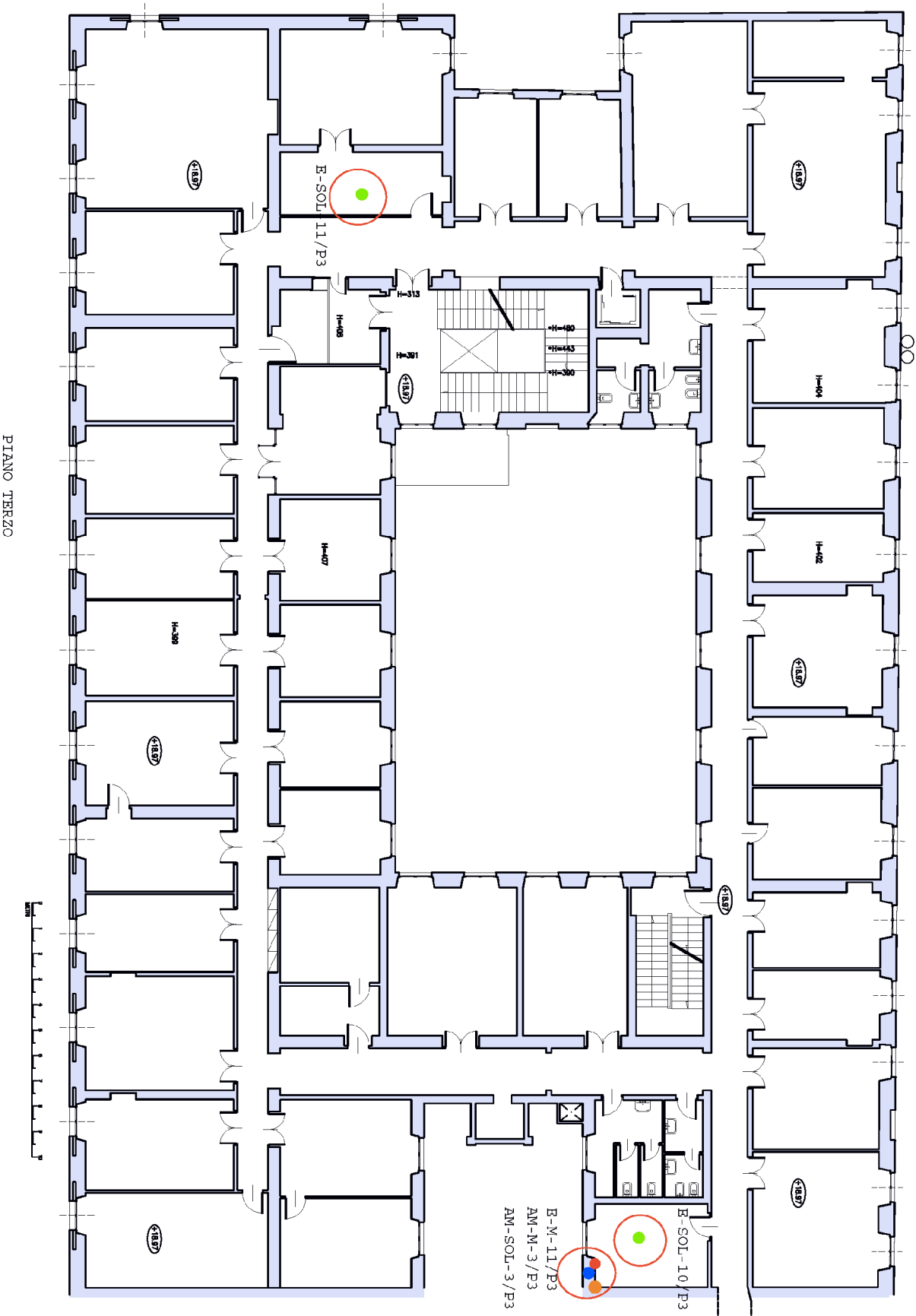


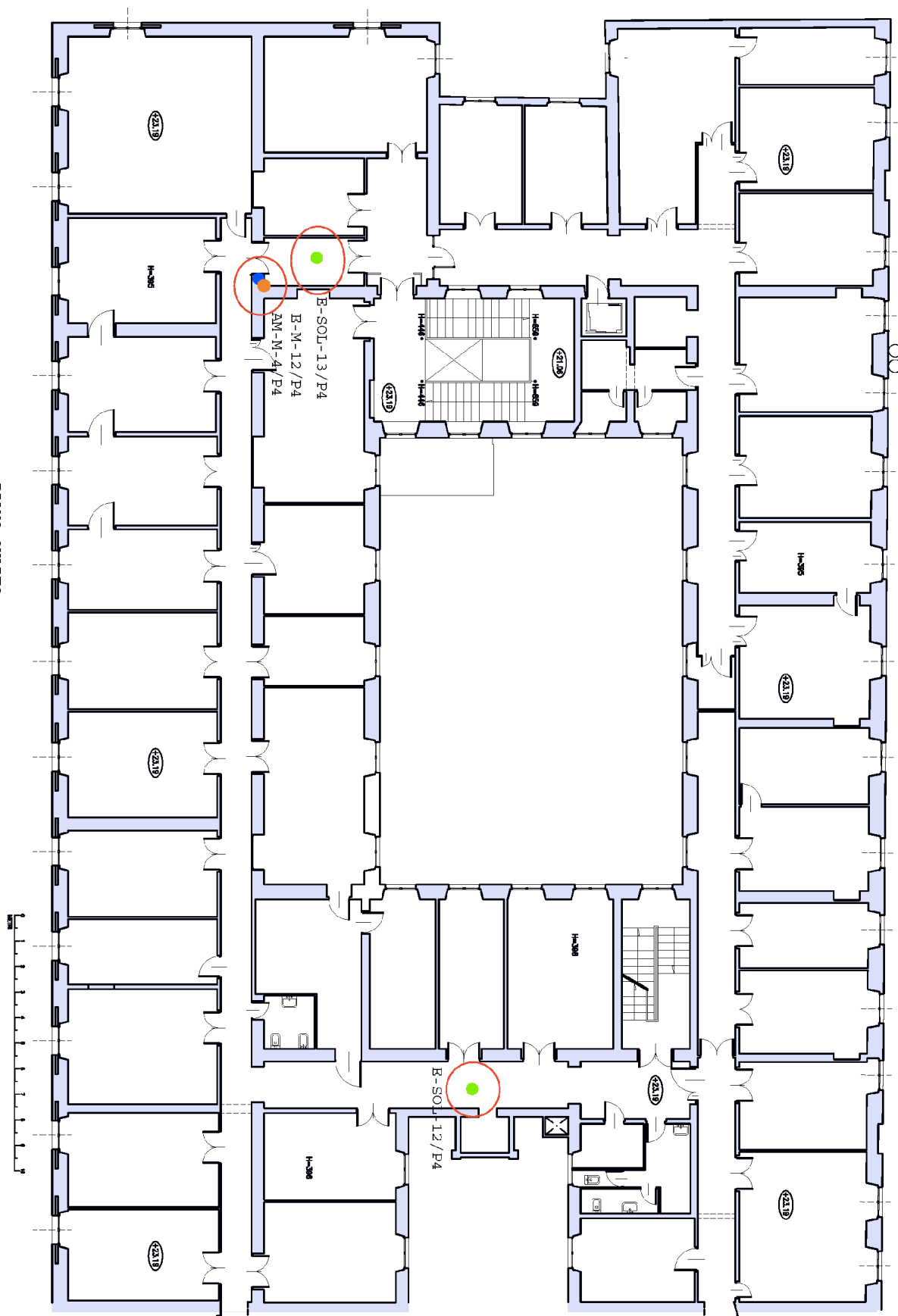










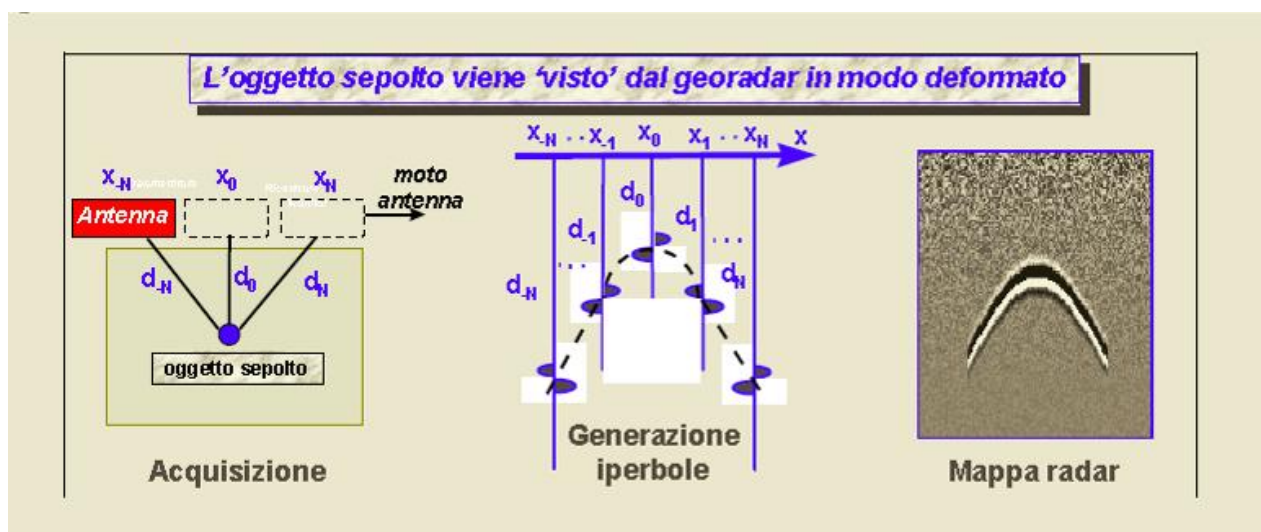


5. INDAGINI METODOLOGIE

Di seguito si riportano le descrizioni delle indagini conoscitive effettuate sulla struttura. Al fine di limitare disagi con trapanature, calcinacci, polvere, ripristini ad estradosso ed intradosso, ecc. si è provveduto all'utilizzo del georadar per indagare i solai nel Palazzo Baracchini (sede operativa del Ministero della Difesa). La taratura e la buona interpretazione dei dati è stata effettuata in alcuni solai di palazzo Caprara (Fabbricato dismesso).

5.1. INDAGINE GEORADAR

L'indagine georadar consente di rilevare la posizione di un oggetto mediante l'invio di onde elettromagnetiche; l'apparato misura il ritardo tra l'istante in cui il segnale elettromagnetico è stato trasmesso e quello necessario alle onde riflesse da bersaglio, per tornare alla antenna ricevente. Il funzionamento del georadar è si basa sulla capacità dello strumento di emettere segnali a radiofrequenza (compresi tipicamente nel range 100 MHz – 1 Ghz) e di registrare quindi le eco reirradiate dagli oggetti presenti nel sottosuolo, caratterizzati da dimensioni sufficienti e da proprietà elettromagnetiche diverse rispetto a quelle di ciò che li circonda. La generazione e la ricezione dei segnali a radiofrequenza è operata da una o più antenne che vengono fatte scorrere sul materiale che si desidera indagare; i dati raccolti, opportunamente elaborati, sono memorizzati e rappresentati su una unità di controllo che, inoltre, genera gli impulsi necessari al funzionamento delle antenne. Eventuali oggetti presenti nel sottosuolo generano nelle immagini radar (o radargrammi) caratteristiche forme iperboliche, come illustrato in Figura



L'oggetto sepolto viene 'visto' dal georadar in modo deformato

In generale, un mezzo omogeneo è definito da un punto di vista elettrico, da una coppia di valori:

- costante dielettrica relativa (ϵ_r)
- conduttività (σ)

Da questi valori è possibile risalire al comportamento del mezzo nei confronti della propagazione delle onde elettromagnetiche.

Un trasmettitore (TX) genera un segnale di tipo impulsivo con una determinata frequenza di ripetizione. La successione di questi impulsi genera un segnale di durata dell'ordine dei nanosecondi che viene irradiato nel mezzo da un'antenna a larga banda.

La forma dell'impulso trasmesso è opportunamente calibrata in modo da ottenere una distribuzione spettrale di tipo gaussiano con il valore centrale che rappresenta la frequenza caratteristica, o frequenza centrale dell'antenna, la quale corrisponde alla frequenza dominante dell'impulso. La frequenza centrale dell'antenna determina le caratteristiche di risoluzione e di massima profondità di esplorazione.

Lo strumento utilizzato nelle indagini eseguite nel presente lavoro è Structurescan mini 3D- GSSI Geophysical. Messo a punto dalla **Geophysical Survey Systems, Inc.** a Wholly Owned Subsidiary of OYO Corporation. Per l'individuazione di barre d'armature nelle strutture, impianti, servizi, cavità, vuoti, sia per strutture in c.a. (pilastri, setti, travi solai, platee) e sia per murature. Individua gli spessori dei pacchetti strutturali e non strutturali (permanenti). L'impiego è totalmente non invasivo. Lo Structurescan mini 3D funziona con segnali a radiofrequenza di 2600MHz per il massimo della risoluzione a piccole profondità.

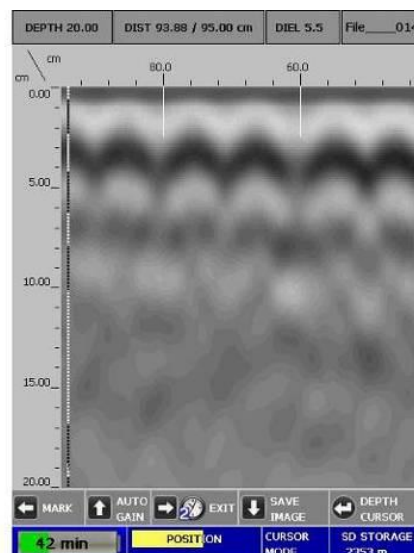
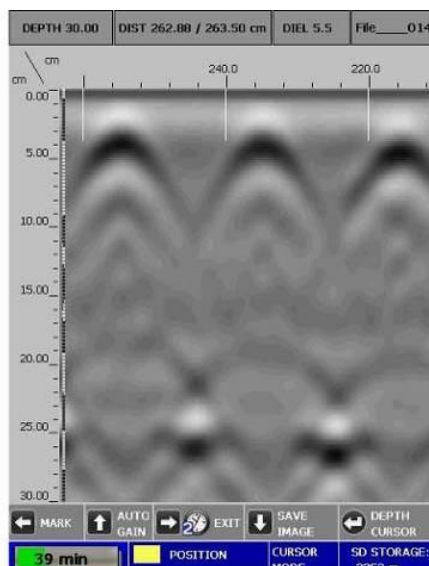
GSSI - STRUCTURESCAN MINI HR



Features:

- Reach depths of up to 16 in. (40cm)
- Laser positioning system
- Process data on site
- All-in-one control unit (3 lbs)

Georadar scan mini



Vista radargramma (restituzione sezioni investigate)



The StructureScan™ Mini is GSSI's all-in-one GPR system, designed specifically for the concrete inspection industry. The StructureScan Mini is available in two models; the original version, the StructureScan Mini, is 1600 MHz and can reach depths of up to 50 cm (20 inches). The StructureScan Mini HR offers a 2600 MHz antenna for high resolution data.



- 1 All-in-One handheld GPR system
- 2 Ergonomic handle and controls
- 3 Easy to use operator interface with color screen display screen
- 4 Survey wheel encoder
- 5 Guiding laser for locating and 3D surveying

Compact Design

The StructureScan Mini makes concrete inspection easy in tight spaces, or above-the-head survey locations

Integrated Tool

All-in-one concrete inspection tool - antenna, positioning system and control unit combo

System Flexibility

The StructureScan Mini is offered in two versions, a 2D data collection mode for real-time results and a 3D data collection mode for advanced interpretation

Durability

Ruggedized plastic casing and wheels for long-lasting performance

Value

The perfect blend of price and performance, backed by a two-year warranty



"The lasers in the StructureScan Mini are great when marking out rebar, especially when we're at a job site with bad lighting."

Chase Johnson, GPRS San Francisco

StructureScan Mini HR

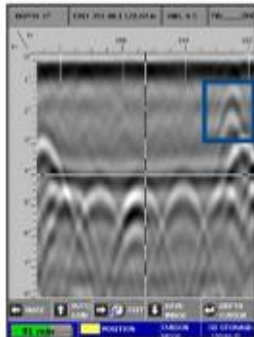
Outstanding Data Resolution

The StructureScan Mini HR is GSSI's all-in-one high-resolution GPR system for concrete inspection. With a 2600 MHz antenna, this hand-held system locates rebar, conduits and post-tension cables in depths of up to 16 inches (40 cm).

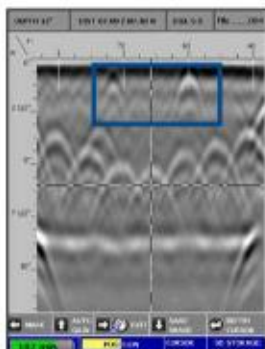
The StructureScan Mini HR is available in two models; 2D, for real-time target location and 3D, for an x-ray like image. Ideal for complex areas, the StructureScan Mini HR can delineate small targets with superior vertical and horizontal resolution.



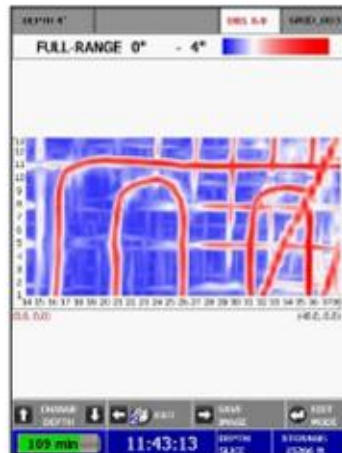
2600 MHz



Data showing a small 5/8" plastic conduit over rebar mat.



Small 1/2" conduits very close to surface. Note sharp hyperbola tails.



Collected with StructureScan Mini HR, data represents 3D image of radiant heating tubing in concrete slab.

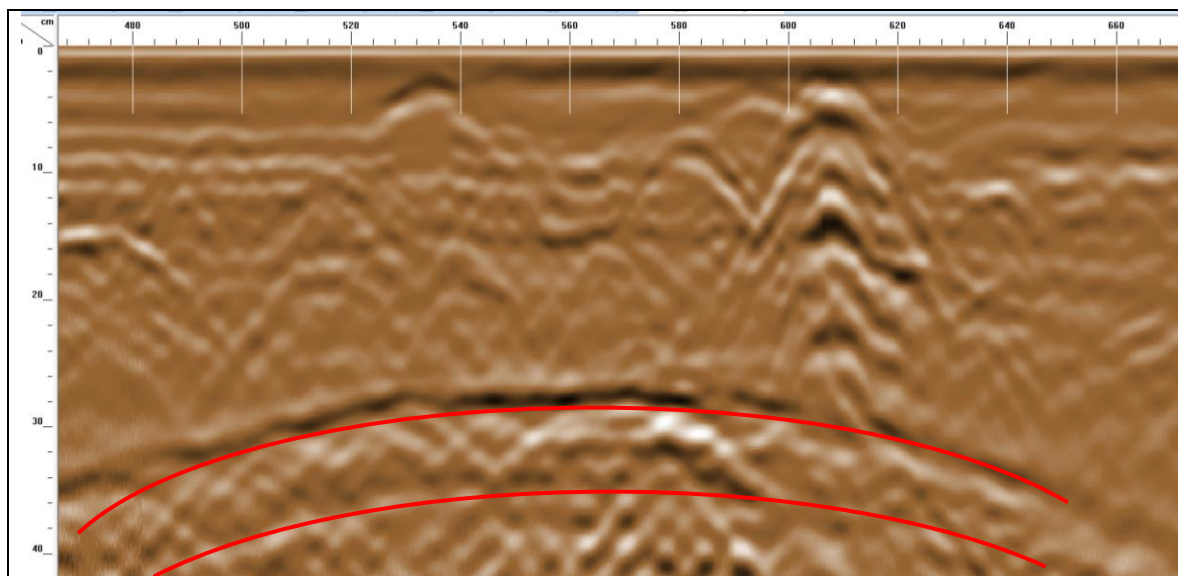
Typical Uses

- Concrete inspection – locate metallic and non-metallic targets in walls, floors and ceilings
- Structure inspection – bridges, monuments, walls, towers, tunnels, balconies, garages, decks
- Condition assessment – map relative concrete condition for rehab planning
- Measure slab thickness
- Void location

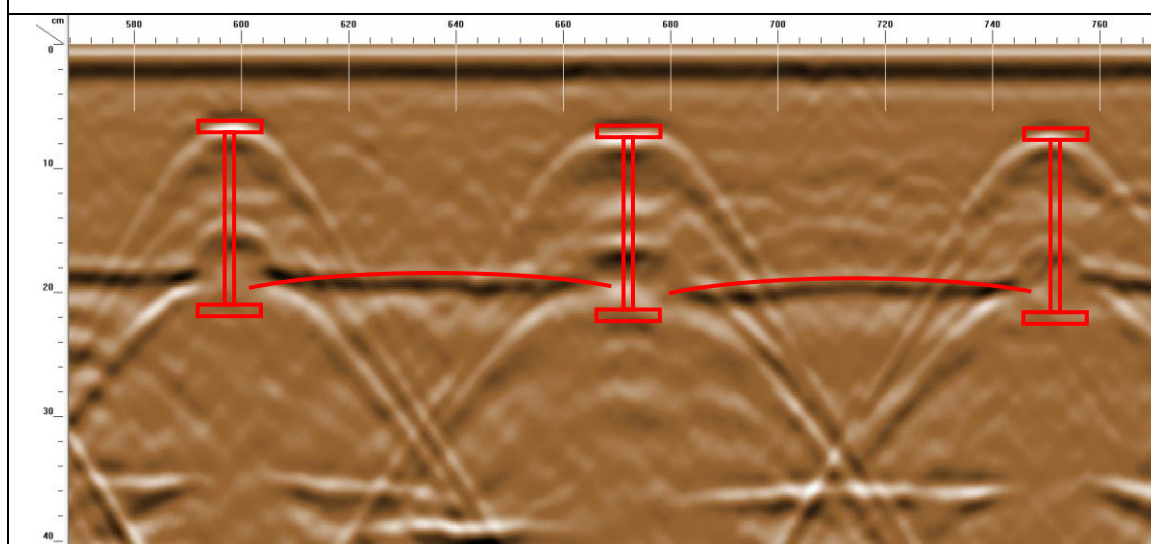
System Specifications

Center Frequency	2600 MHz
Depth Range	Up to 16 inches (40 cm)
Unit Weight (with battery)	3.6 pounds (1.63 kg)
Dimensions	6 (w) x 7 (h) x 9 (l) in. (15.24 x 17.78 x 22.86 cm)
Languages	English, Spanish, French
Environmental	IP-65





Esempio di visualizzazione di una volta



Esempio di visualizzazione di un solaio putrelle e voltine

5.2. INDAGINI ENDOSCOPICHE

Lo strumento utilizzato è l'endoscopio flessibile Secur SCAN MW 72, serve per l'ispezione visiva all'interno di murature, tamponature, solai, volte, ecc. per l'individuazione della tipologia costruttiva, materiali e loro spessori, crepe, fessure, distacchi di paramenti, ecc .

SecurSCAN MW 72 è un endoscopio palmare professionale per video ispezioni. La microtelecamera e il cavo di spinta sono impermeabili, perciò è possibile effettuare controlli in luoghi contenenti acqua o altri liquidi. Grazie ai LED ad alta luminosità è possibile ispezionare zone con scarsa visibilità. Dotato di slot per SD card che consentono la realizzazione di video e fermo immagine. Grazie alla porta USB è possibile esportare i dati su PC tramite un cavo di connessione.

Specifiche Tecniche

- Diametro: 5.5 mm.
- Risoluzione: 720x480
- Lunghezza Cavo: 2mt.
- Angolo di visuale: 67°
- Profondità di Visione: da 1 cm all'infinito
- Illuminazione: 6 micro led regolabili
- Grado di protezione: IP57
- Display: 3.5" TFT LCD Monitor
- Interfaccia: USB 1.1 / 2.0
- Registrazione: su SD Card
- Formato Video: MPEG4
- Formato immagine: JPEG
- Alimentazione: DC 5V
- Batterie: ricaricabili agli ioni di Litio
- Carica batterie: 100~240V AC in / 5.5V DC out
- Temperatura di utilizzo: da -20 a +60°C

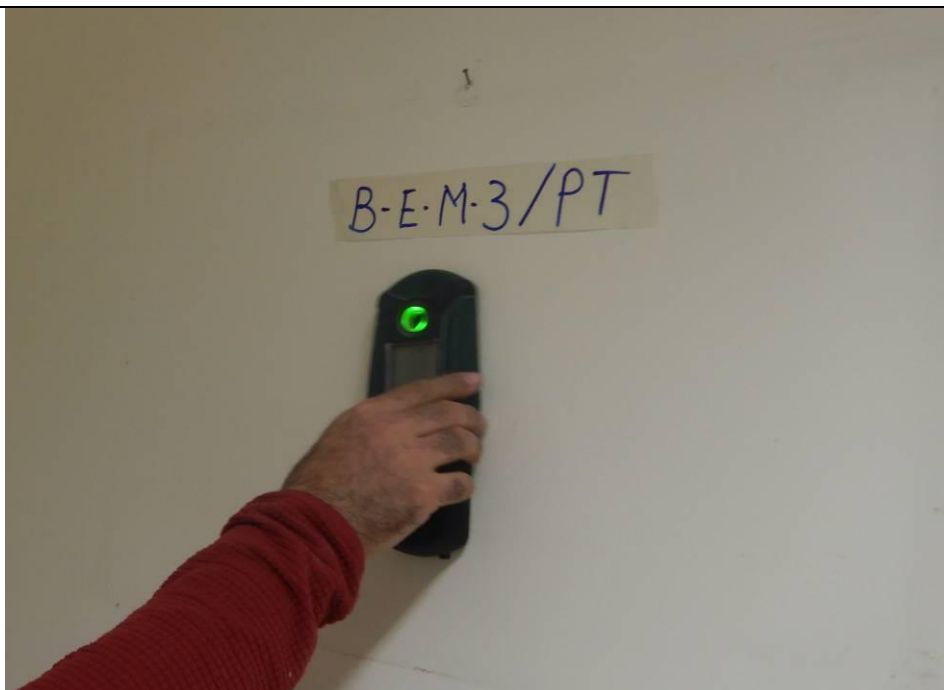


Le perforazioni da circa 25mm per le relative indagini endoscopiche eseguite sulle murature perimetrali, non sono state eseguite passanti, onde evitare cadute di calcinacci all'esterno e relativi ripristini in facciata.

5.3. INDAGINE VOLTA ALLA RICERCA DI IMPIANTI

Prima di ogni apertura o perforazione è stato sempre passato lo strumento cerca impianti. Onde evitare di interferire con impianti posti sotto traccia.

Lo strumento adoperato è il Bosch di facile utilizzo indica presenza di metalli e presenza di tensione nel cavo individuato.



Cerca impianti Bosch (led verde ok)



Cerca impianti Bosch (led rosso presenza di impianti)

6. RISULTATO INDAGINI PALAZZO CAPRARA

Di seguito si riportano le indagini eseguite su ogni punto indagato. Per la resituzione grafica si rimanda alle tavole riportate in allegato.

6.1. PIANO SCANTINATO

6.1.1. E-M-1/SCANT.

Il muro indagato è un maschio murario perimetrale. Il lato interno del paramento è rivestito mediante paretina in mattoni forati e camera d'aria. La Muratura è in mattoni pieni ed è abbastanza compatta. Nell'indagine è stato incontrato solo un vuoto di pochi centimetri.



Foratura mediante trapano a percussione



Pulitura del foro mediante aspiratore



Indagine endoscopica



Fodera in mattoni forati e camera d'aria



Vuoto incontrato

6.1.2. E-M-2/SCANT.

Il muro indagato è un maschio murario interno. Le due facce del paramento sono rivestite mediante foratini in laterizio. La Muratura è in mattoni pieni ed è abbastanza compatta. Nell'indagine è stato incontrato solo un vuoto di pochi centimetri.



6.2. PIANO TERRA

6.2.1. E-M-3/PT

Il muro indagato è un maschio murario interno. La Muratura è in mattoni pieni ed è abbastanza compatta. Nell'indagine non sono stati riscontrati vuoti.



6.2.2. E-M-4/PT

Il muro indagato è un maschio murario interno. La Muratura è in mattoni pieni a due teste. Nell'indagine non sono stati riscontrati vuoti.



6.2.3. AM-M-1/PT

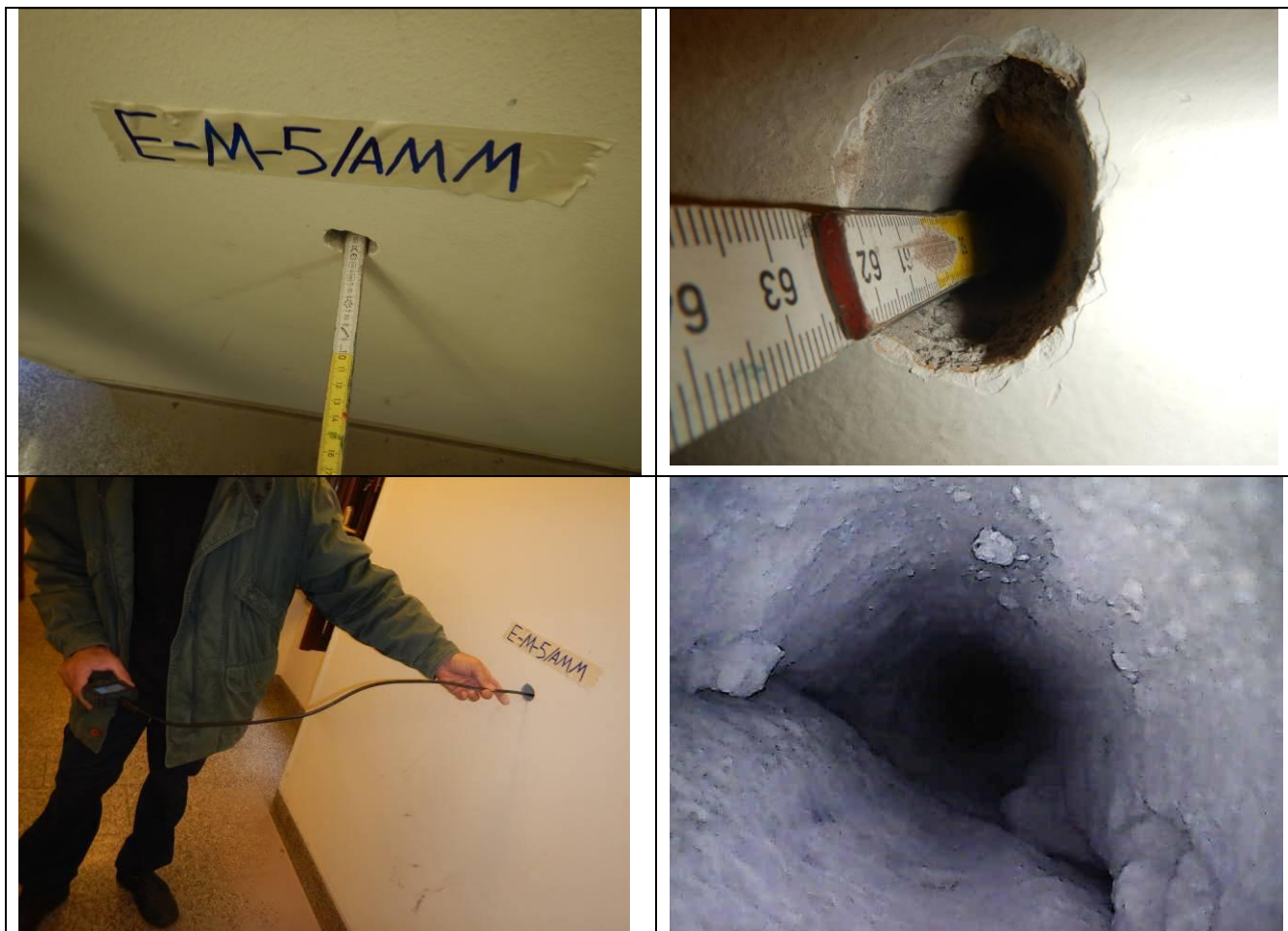
E'uno spigolo murario perimetrale. Lo spigolo risulta ammorsato



6.3. PIANO AMMEZZATO

6.3.1. E-M-5/AMM

Il muro indagato è un maschio murario perimetrale lato cortile interno. La Muratura è in mattoni pieni con qualche vuoto.



6.3.2. E-M-6/AMM

Il muro indagato è un maschio murario perimetrale. La Muratura è in mattoni pieni abbastanza compatta.



6.4. PIANO PRIMO

6.4.1. E-M-7/P1

Il muro indagato è un maschio murario perimetrale. La Muratura è in mattoni pieni con qualche vuoto, a circa 30 cm è stata incontrata una cavità.





6.4.2. E-M-8/P1

Il muro indagato è un maschio murario perimetrale. La Muratura è in mattoni pieni ed è abbastanza compatta.



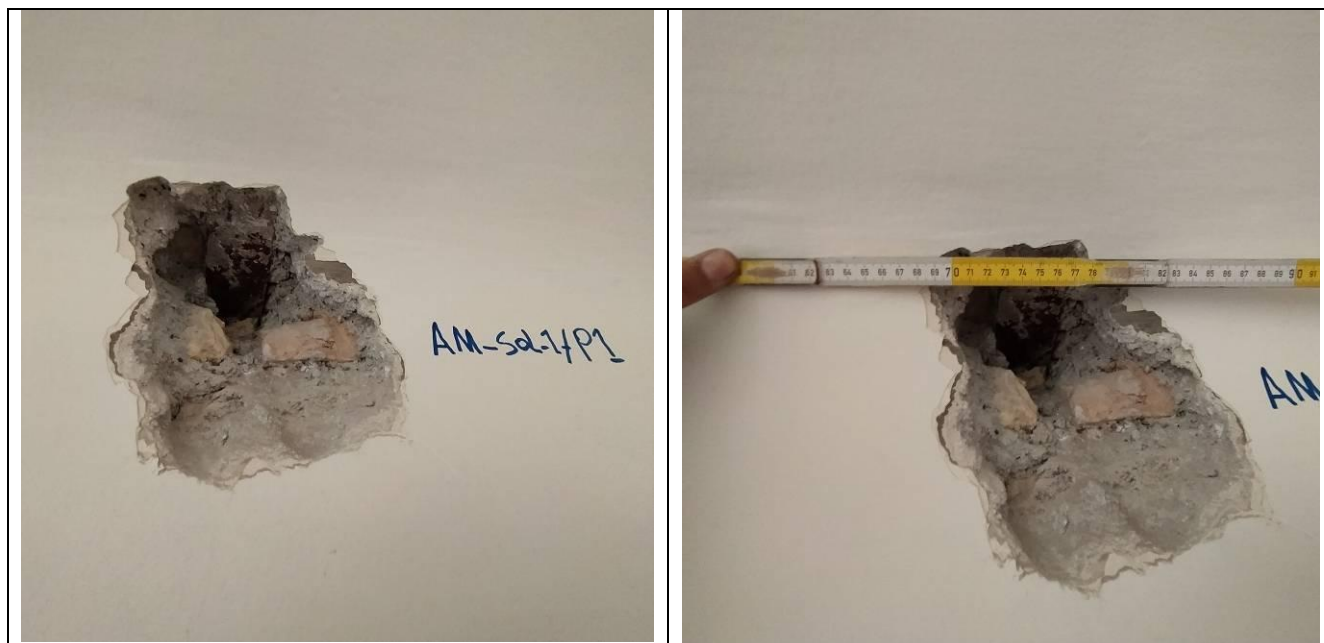
6.4.3. AM-M-2/P1

E'uno spigolo murario perimetrale. I mattoni nello spigolo risultano ammorsati. Rimuovendo l'intonaco è stata rinvenuta la presenza di fuliggine nera con forma a capanna, molto probabilmente vi era un camino chiuso, però con muratura non ammorsata.





6.4.4. AM-SOL-1/P1

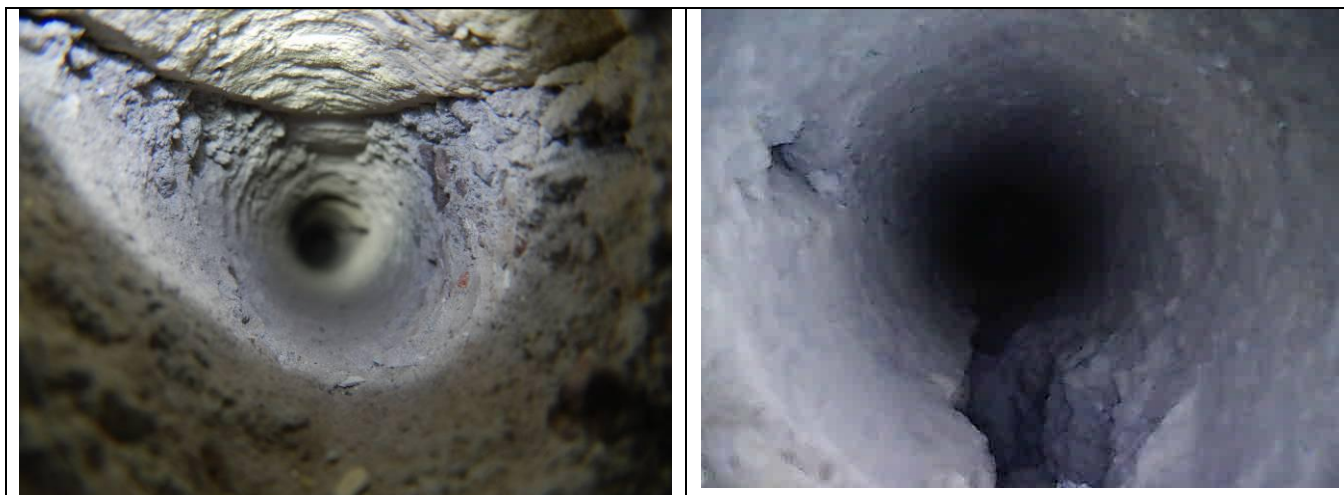


6.5. PIANO INTERMEDIO

6.5.1. E-M-9/P. INTERM.

Erroneamente è stato siglato E-M-7 /P. Interm. mentre la sigla corretta è E-M-9/P.Interm.
La Muratura è in mattoni pieni con diversi vuoti.





6.6. PIANO SECONDO

6.6.1. E-M-10/P2

Il muro indagato è un maschio murario perimetrale. La Muratura è in mattoni pieni e presenta qualche cavità.



6.6.2. E-M-11/P2

Il muro indagato è un maschio murario perimetrale. La Muratura è in mattoni pieni. Nell'indagine è stata rinvenuta il vuoto di una canna fumaria.



6.6.3. AM-M-3/P2

E' uno spigolo murario perimetrale. I mattoni nello spigolo risultano ammorsati. Rimuovendo l'intonaco è stata rinvenuta la presenza di un camino chiuso. La muratura di chiusura non risulta ammorsata.





6.6.4. E-SOL-1/P2

Il solaio è costituito da putrelle in acciaio e voltine in mattoni pieni.

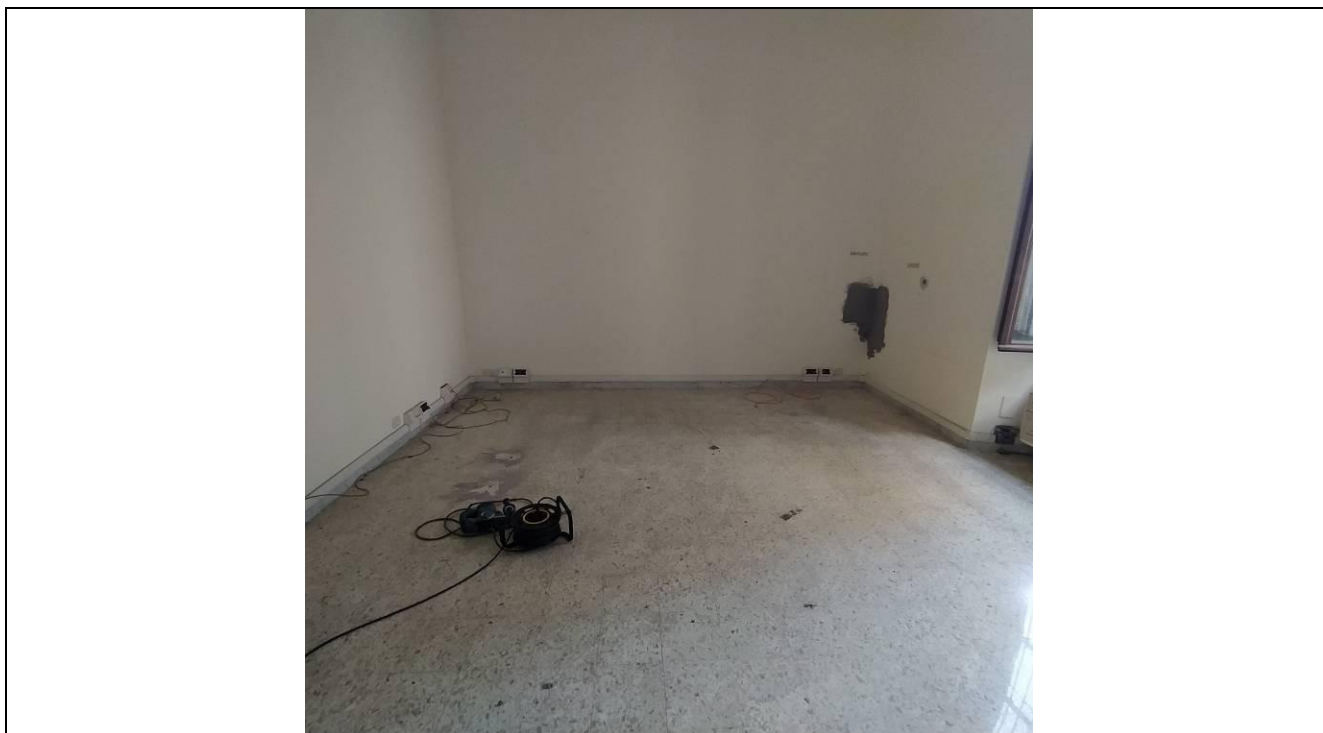




6.6.5. E-SOL-2/P2

Il solaio è costituito da putrelle in acciaio e voltine in mattoni pieni.





6.7. PIANO TERZO

6.7.1. E-M-12/P3 – AMM-M-4/P3

E'uno spigolo fra muro perimetrale e muro di spina interno. I mattoni nello spigolo risultano ammorsati. Dall'indagine la muratura risulta abbastanza compatta.





6.7.2. E-M-13/P3

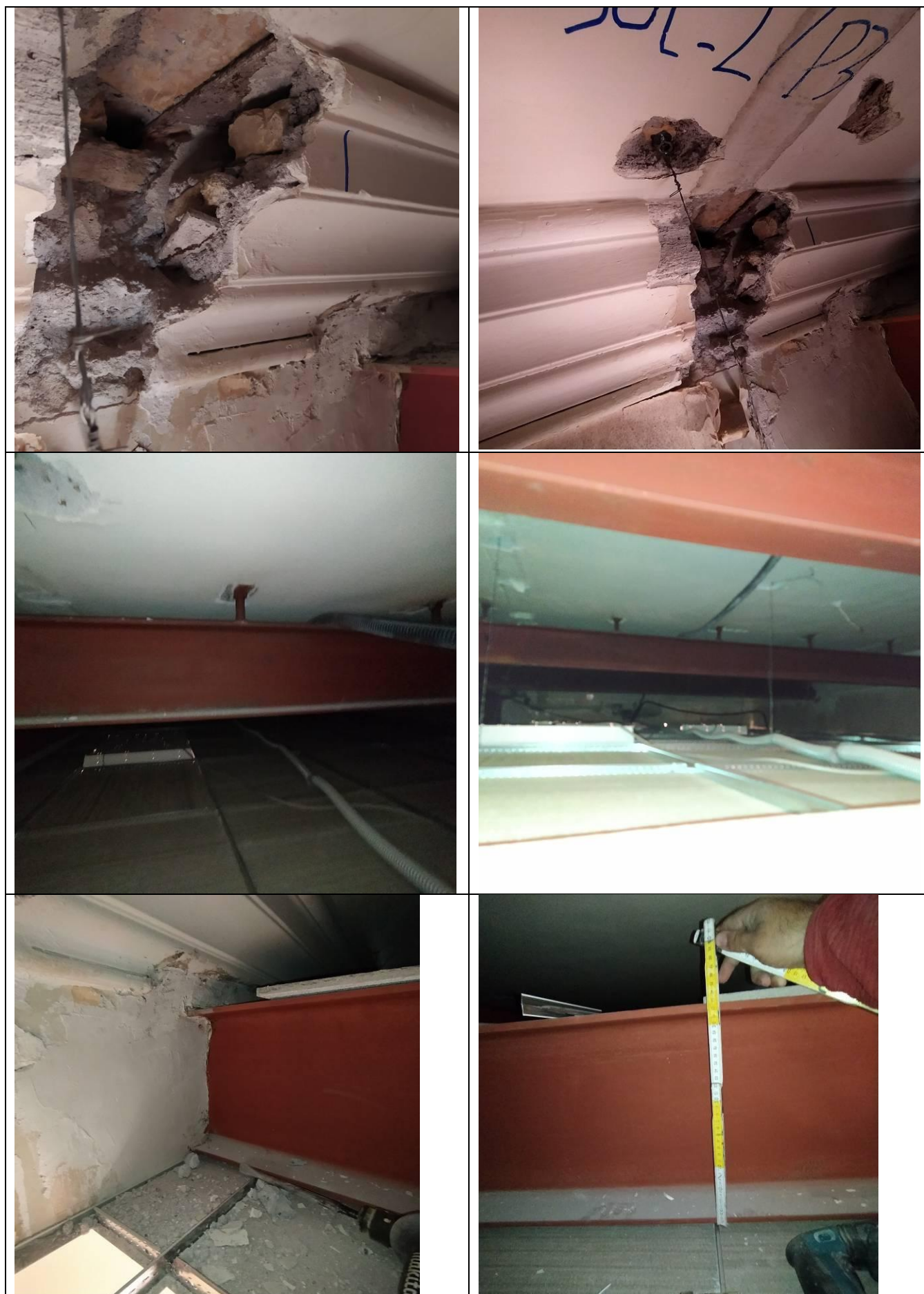
L'indagine è stata eseguita su un muro di spina interno. La muratura è in mattoni pieni compatta.



6.7.3. AM-SOL-2/P3

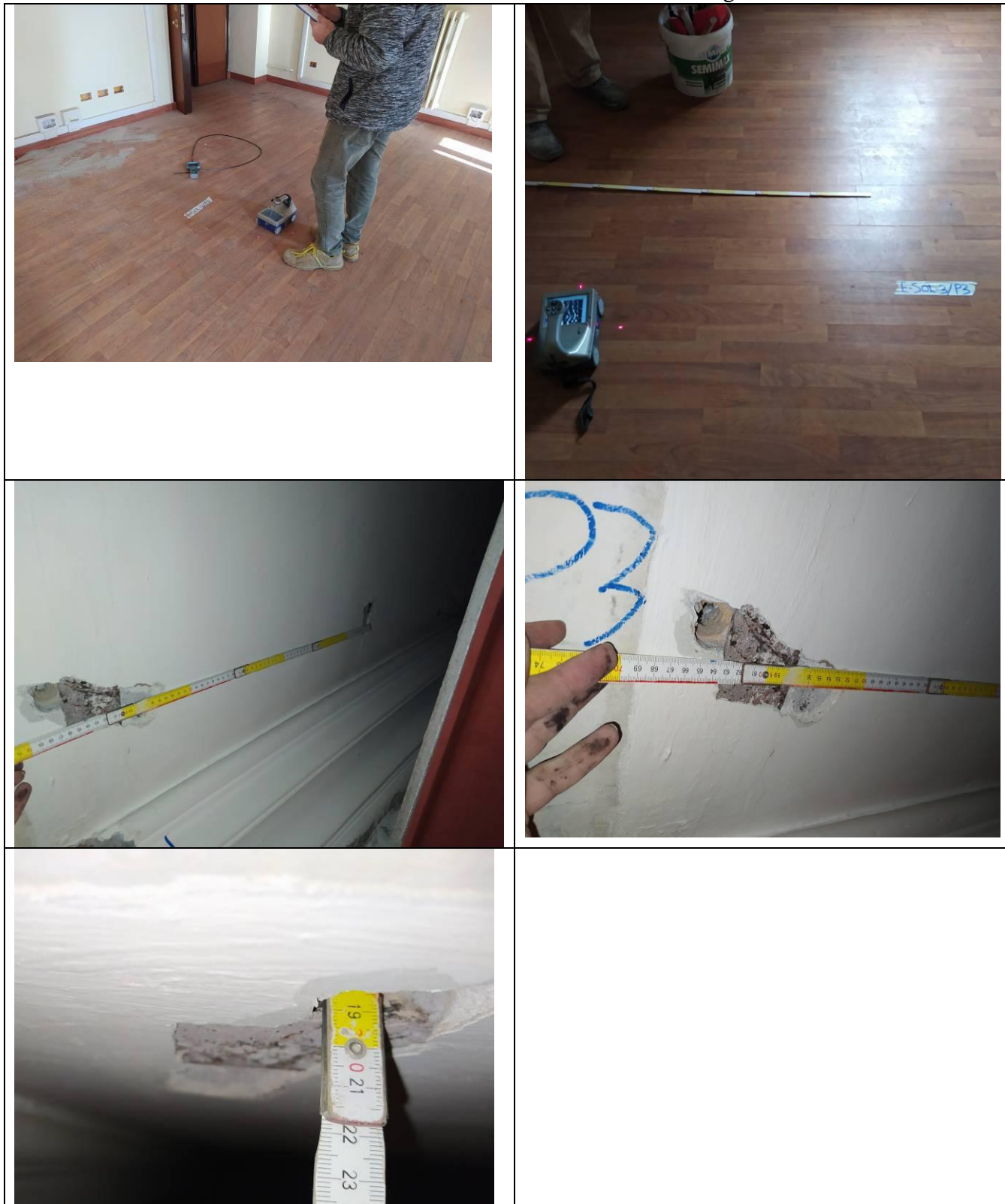
Dal saggio è emerso che l'ammorsatura del solaio è superiore a 20cm.

Inoltre il solaio è stato rinforzato mediante un nuovo grigliato di travi formato da una trave principale centrale e travi secondarie che sostengono i travetti del vecchio solaio. Si riportano foto e rilievo sommario.



6.7.4. E-SOL-3/P3

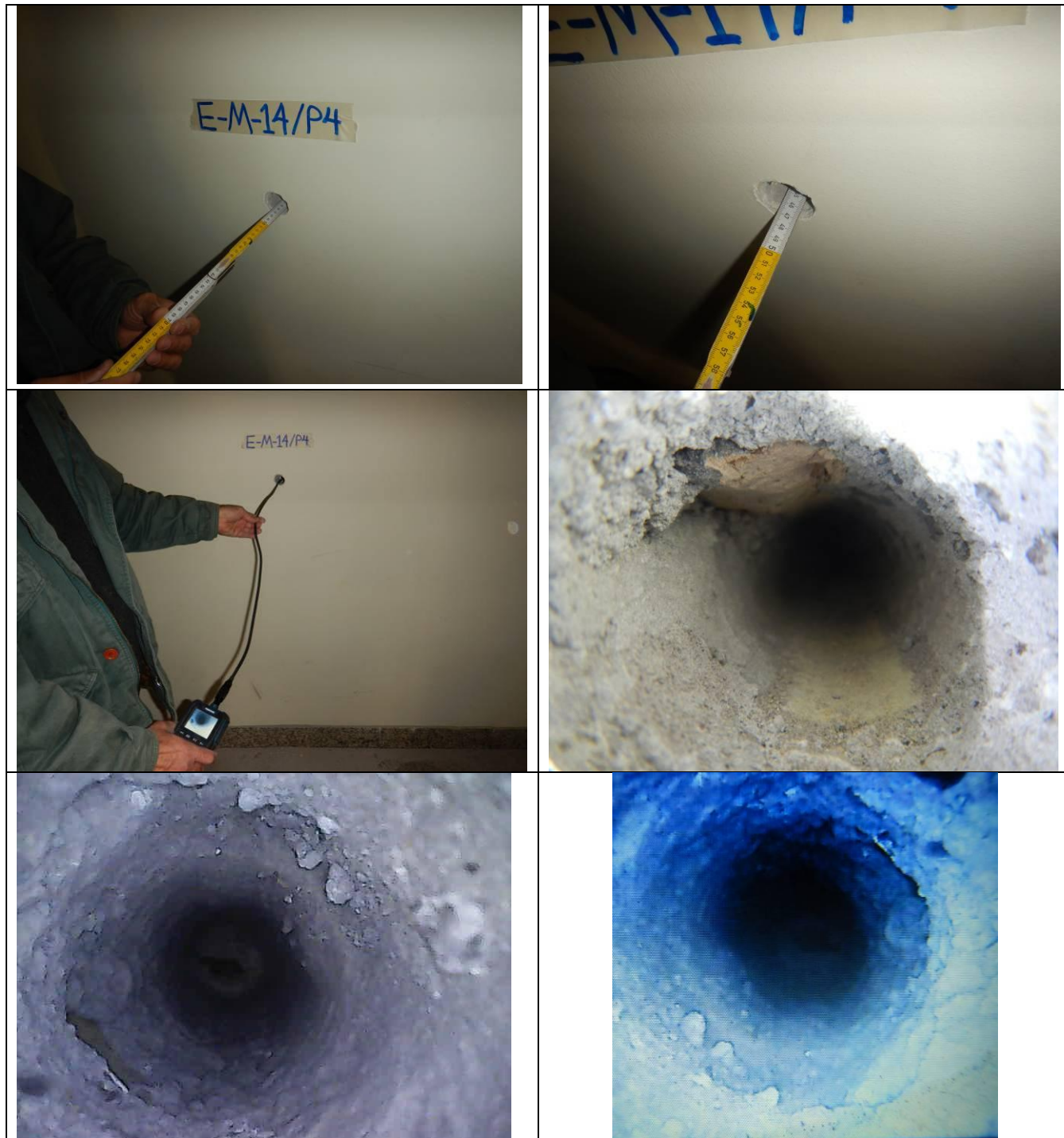
Dalle indagini è emerso che il solaio costituito da putrelle e voltine in mattoni pieni, è stato rinforzato con una soletta di clsdi circa 10cm ed armata con una rete a maglia 10x10cm.



6.8. PIANO QUARTO

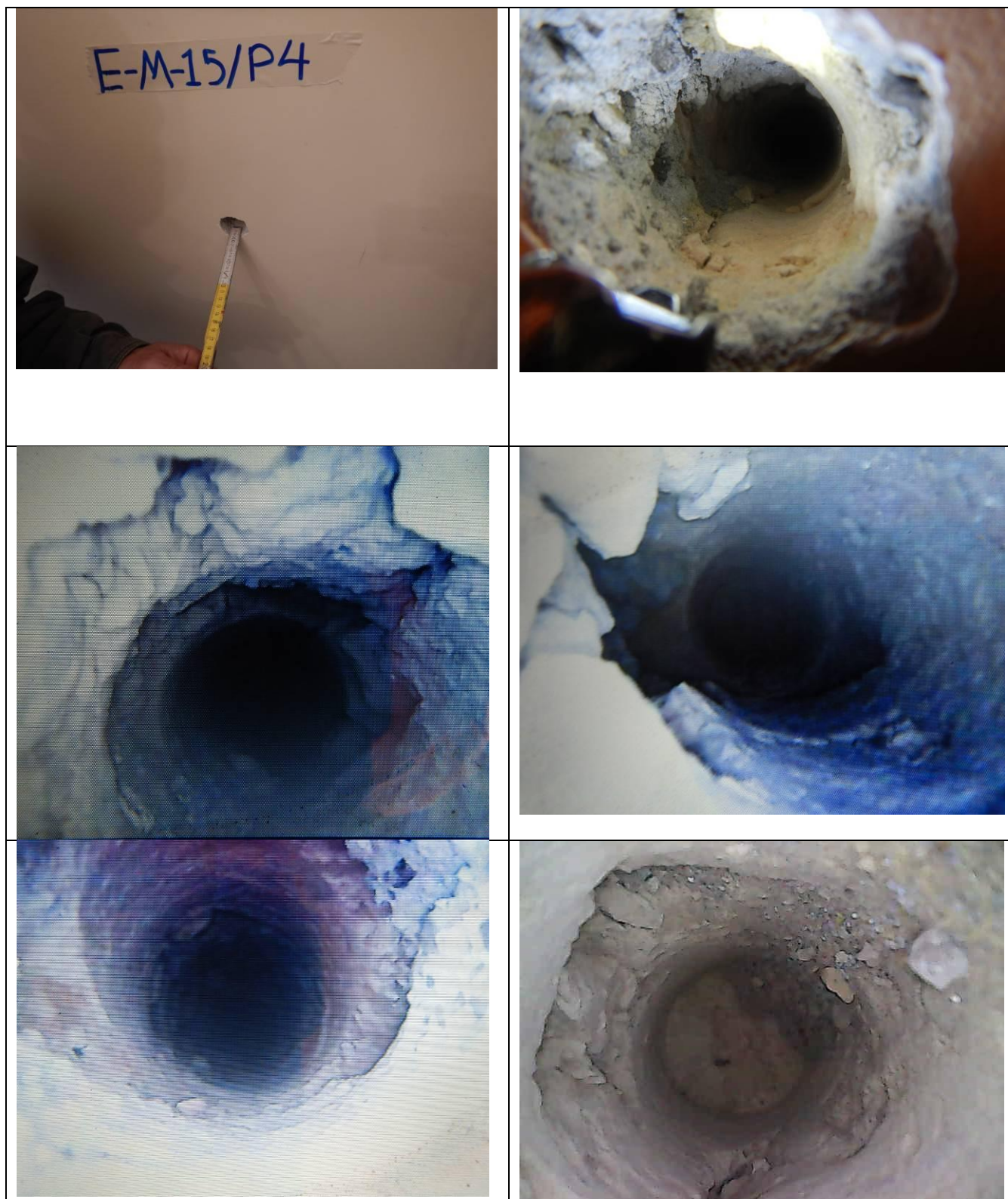
6.8.1. E-M-14/P4

Il muro indagato è un muro di spina interno. La muratura è in mattoni pieni.



6.8.2. E-M-15/P4

Il muro indagato è un maschio murario perimetrale. La Muratura è in mattoni pieni e presenta diversi vuoti e cavità.



6.8.3. E-SOL-4/P4

Solaio in putrelle e voltine in mattoni pieni.



6.8.4. E-SOL-5/P4

Solaio in putrelle e voltine in mattoni pieni.



6.8.5. E-SOL-6/P4

Solaio in putrelle e voltine in mattoni pieni.



7. PALAZZO BARACCHINI

Di seguito si riportano le indagini eseguite su ogni punto indagato. Per la resituzione grafica si rimanda alle tavole riportate in allegato.

Le scritte delle sigle in sito sono state precedute dalla sigla B. Ciò per evitare eventuali scambi/confusioni, nella fase successiva di restituzione, con le indagini del palazzo Caprara avente praticamente le stesse sigle identificative.

7.1. PIANO INTERRATO

7.1.1. E-M-1/INTER.

Muratura di spina interna. La muratura costituente è eterogenea (tufo, mattoni, conci di travertino e malta). All'interno sono stati riscontrati diversi vuoti.





7.1.2. E-M-2/INTER

Muratura di spina interna. La muratura costituente è in tufo squadrate. All'interno è stata riscontrata malta con diversi vuoti.





7.2. PIANO TERRA

7.2.1. E-M-3/PT

Muratura perimetrale, in mattoni pieni e con qualche vuoto.





7.2.2. AM-SOL-1/PT

Il solaio è in laterocemento ed è stato realizzato successivamente alla struttura in muratura. Il solaio è stato gettato in aderenza alla muratura.



7.2.3. PILASTRO IN C.A.

Nella stanza vi è la presenza di un pilastro in c.a. di dimensioni 25x25, mediante georadar si è rilevata la presenza delle staffe (passo variabile 20-25cm) ed i 4 ferri di spigolo.



7.2.4. E-SOL-1/PT

Il solaio è posto al passaggio fra il cortile interno e l'esterno posteriore del fabbricato. È realizzato mediante volta (probabilmente in mattoni) mentre ad estradosso è stata realizzata una soletta di cls armata con rete ELS 15x15.



7.3. PIANO RIALZATO

7.3.1. AM-M-1/RIALZ

Il muro indagato è di spigolo perimetrale. La muratura è in mattoni pieni. Lo spigolo non risulta ammorsato.



7.3.2. E-M-4/RIALZ

All'interno sono stati individuati diversi vuoti e cavità.



7.3.3. E-SOL-2/RIALZ

Il solaio è costituito da una volta.



7.3.4. E-M-5/RIALZ

Il muro indagato è perimetrale del fabbricato. La muratura è in mattoni pieni. È stata individuata qualche vuoto.



7.3.5. E-SOL-3/RIALZ

Il solaio indagato è una volta, probabilmente in mattoni pieni.



7.4. PIANO AMMEZZATO

7.4.1. E-M-6/AMMEZ

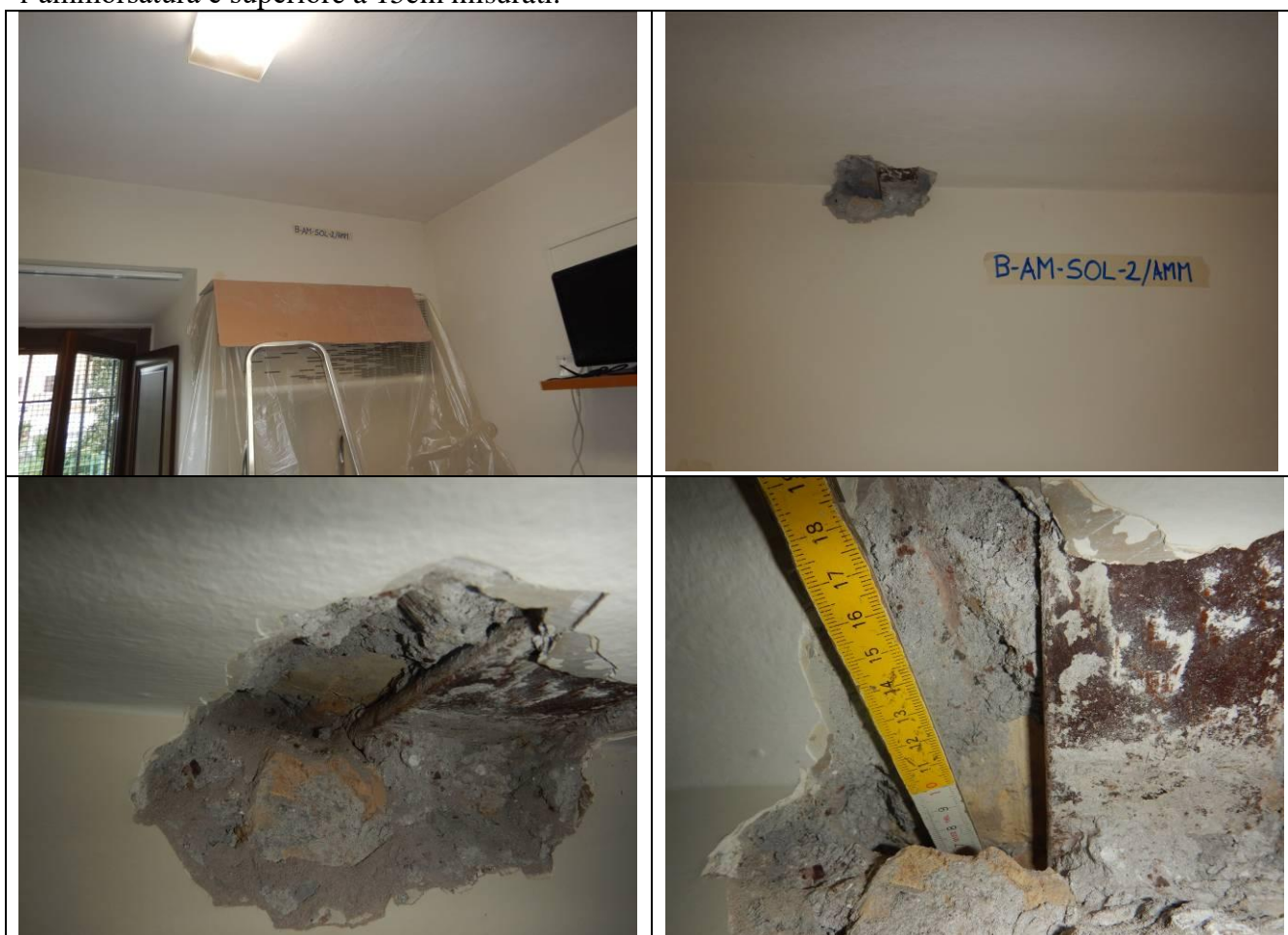
Il muro indagato è un maschio murario perimetrale. La muratura è in mattoni pieni ed è abbastanza compatta.





7.4.2. AM-SOL-2/AMMEZ

Il solaio è in putrelle e voltine in mattoni pieni. Dall'indagine effettuata scavando nel retro trave annegato nella muratura e non riuscendo ad arrivare alla fine (del retro trave) si può affermare che l'ammorsatura è superiore a 15cm misurati.





7.4.3. E-SOL-4/AMMEZ

Dall'indagine effettuata mediante georadar si è rilevato che il solaio è formato da una volta a crociera. Confermato dal sopralluogo al locale inferio. In tale occasione si è notato che la parete che separa dal corridoio è portata in falso sulla volta a crociera.



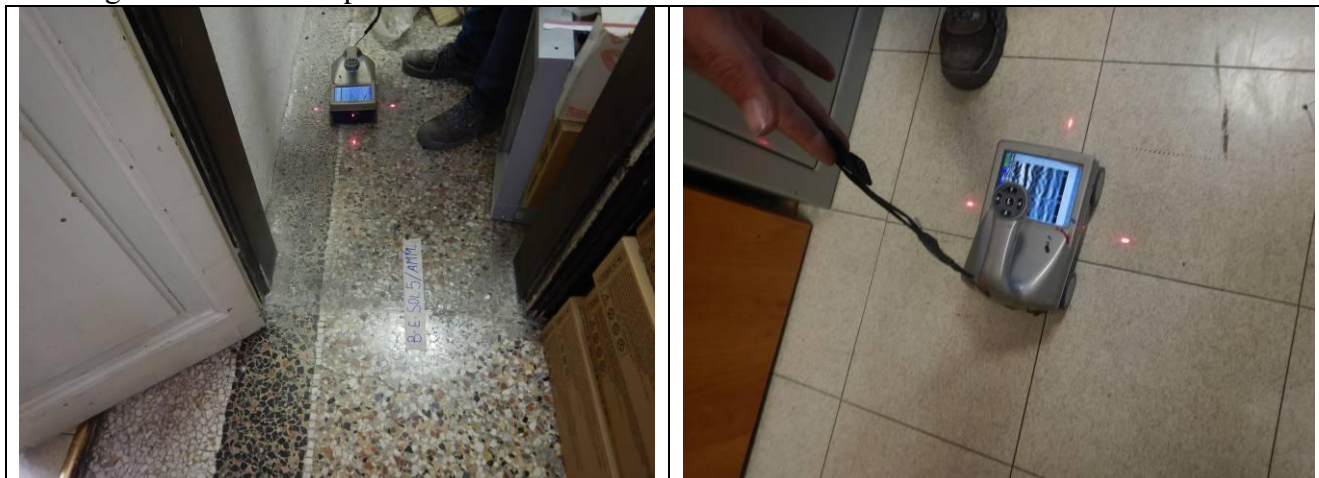
7.4.4. E-M-7/AMMEZ

La muratura è in mattoni pieni e malta si presenta compatta.



7.4.5. E-SOL-5/AMMEZ

L'indagine ha rilevato la presenza di una volta.



7.5. PIANO PRIMO

7.5.1. E-M-8/P1

Muratura in mattoni pieni e malta.





7.5.2. E-SOL-6/P1

L'indagine ha rilevato la presenza di una volta.



7.5.3. E-M-9/P1

Muratura in mattoni pieni. Rinvenuto qualche vuoto interno.



7.5.4. AM-M-2/P1

Dall'indagine la muratura risulta poco ammorsata un mattone ogni 4.



7.5.5. E-SOL-7/P1

Il solaio indagato è in putrelle e voltine in mattoni pieni.



7.6. PIANO SECONDO

7.6.1. E-M-10/P2

È un maschio murario perimetrale. La muratura è in mattoni pieni ed è compatta.





7.6.2. E-SOL-8/P2



7.6.3. E-SOL-9/P2

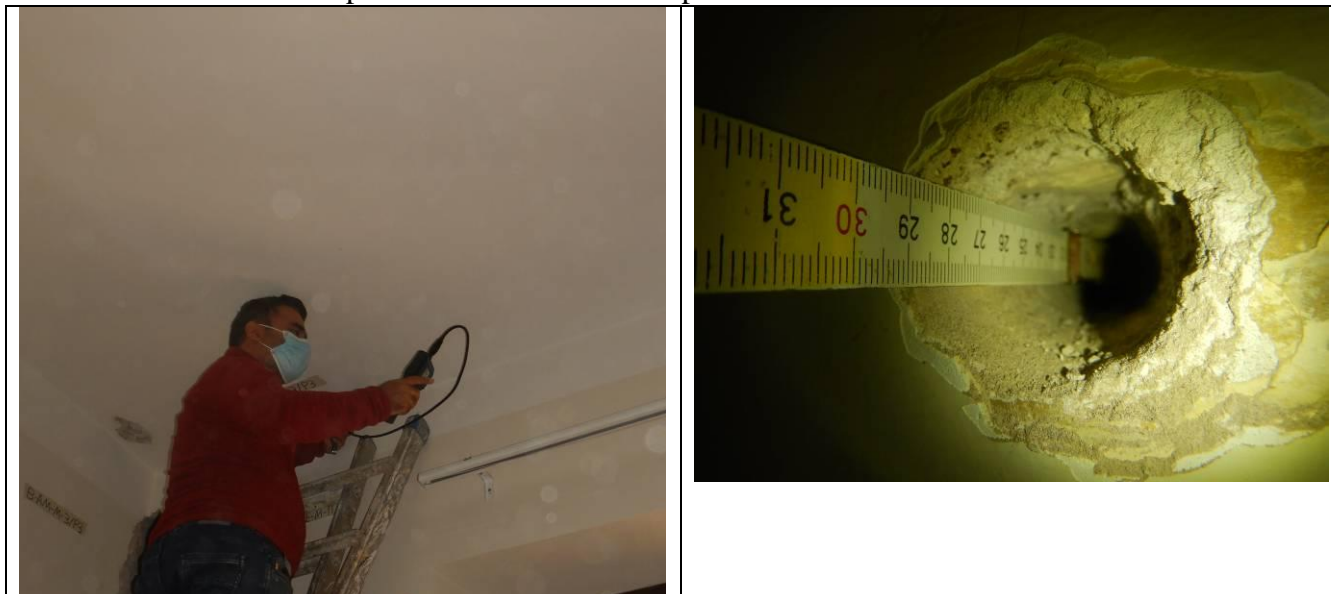
Dall'indagine è emerso che il solaio è costituito da una volta. Molto probabilmente la volta è costituita in mattoni pieni disposti a foglio.

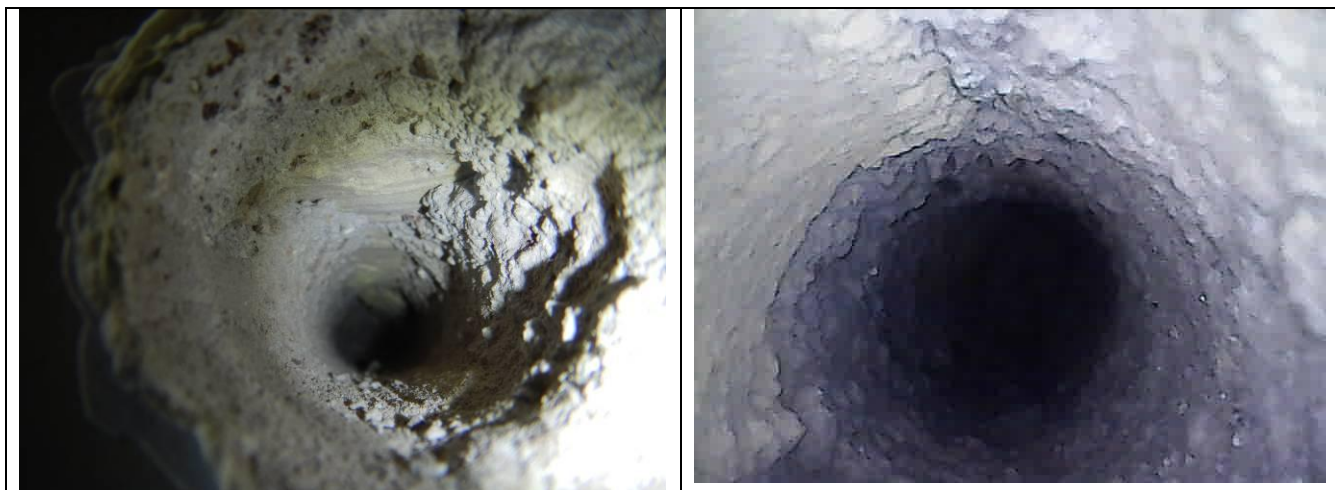


7.7. PIANO TERZO

7.7.1. E-M-11/P3

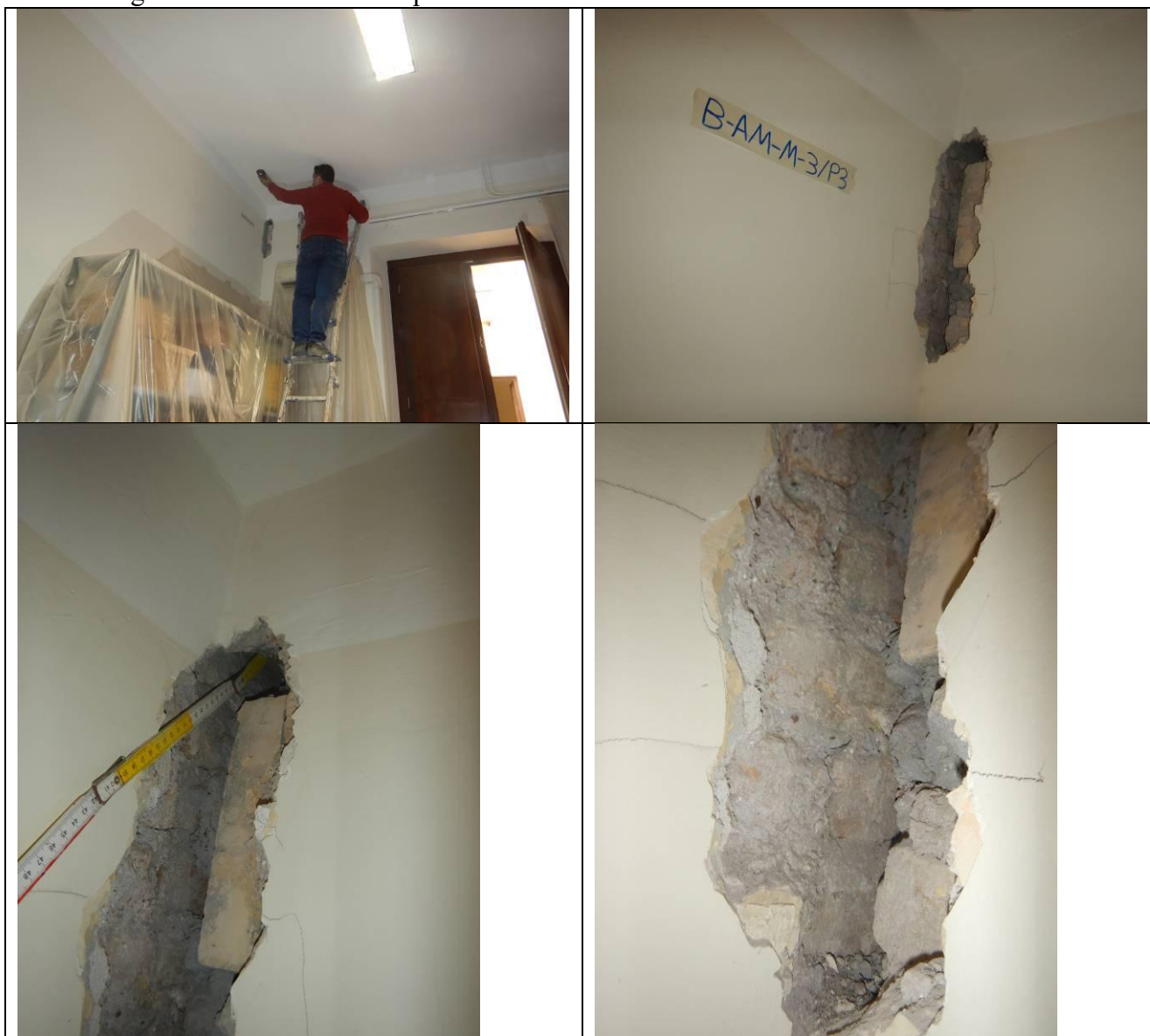
La muratura è in mattoni pieni ed è abbastanza compatta.





7.7.2. AM-M-3/P3

Dall'indagine è emerso che le due pareti non sono ammassate.



7.7.3. AM-SOL-3/P3

Dall'indagine condotta sul retro trave di un travetto è emerso che l'ammorsatura è superiore a 15cm. Inoltre è emersa una grossa cavità tamponata dall'esterno mediante foratini.



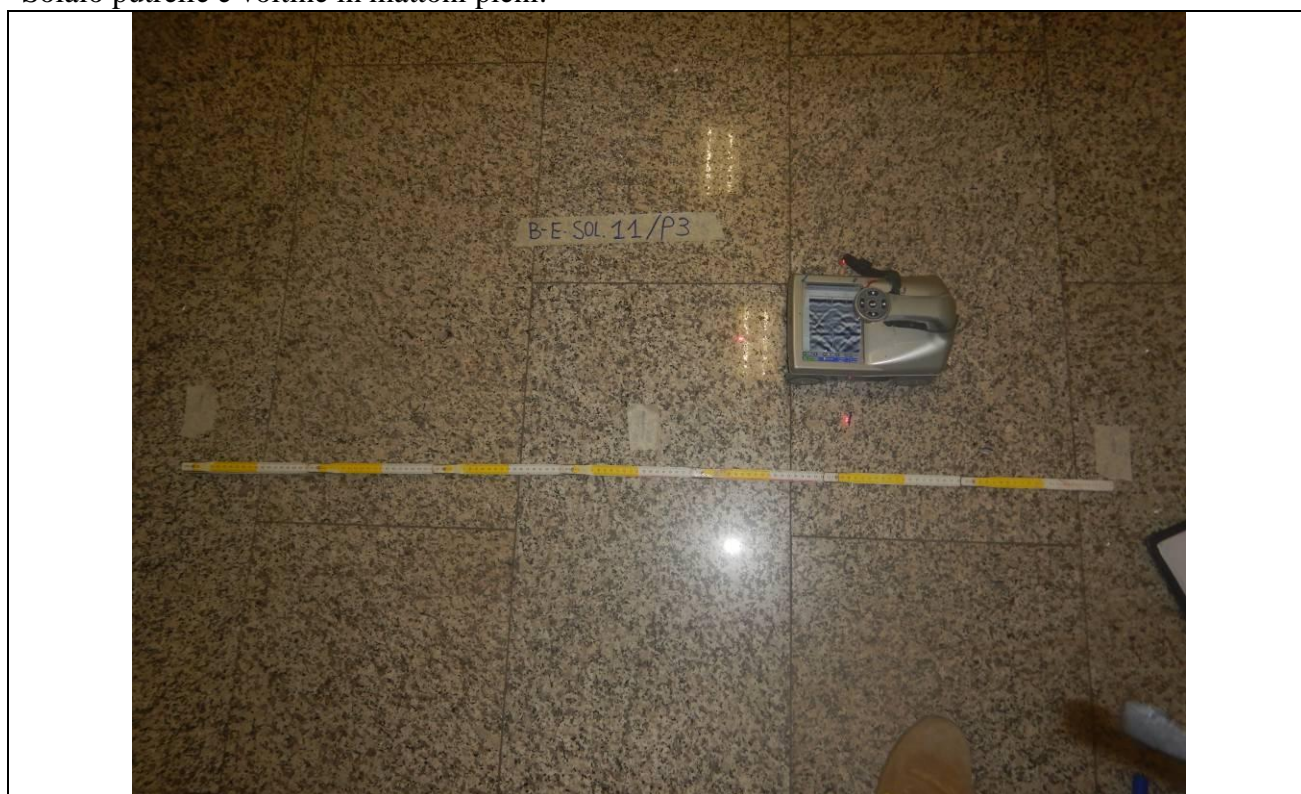
7.7.4. E-SOL-10/P3

Solaio in putrelle e voltine di mattoni pieni.



7.7.5. E-SOL-11/P3

Solaio putrelle e voltine in mattoni pieni.



7.8. PIANO QUARTO

7.8.1. E-SOL-12/P4

Il solaio indagato è in putrelle voltine di mattoni.



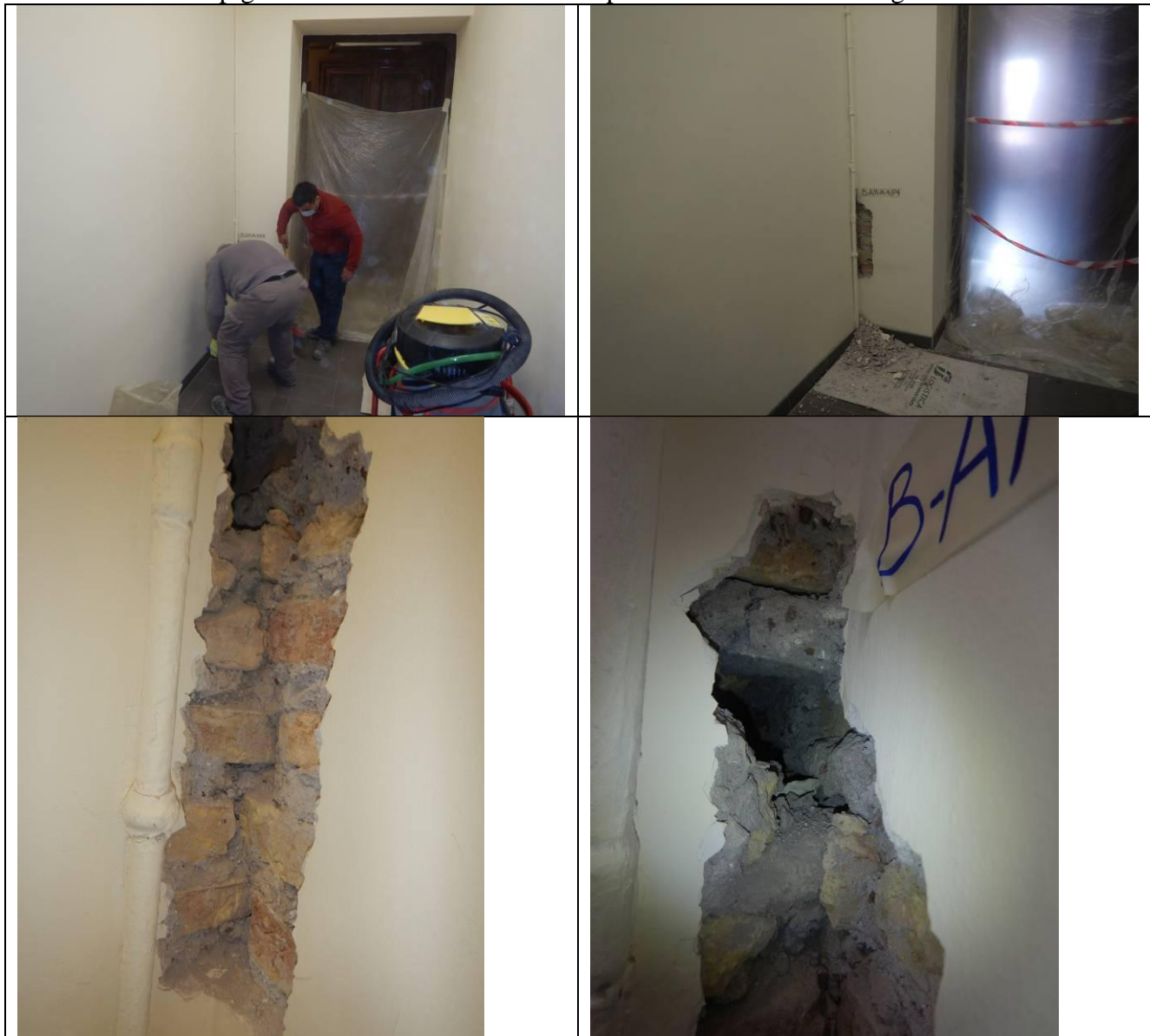
7.8.2. E-SOL-13/P4

Il solaio indagato è in putrelle voltine di mattoni.



7.8.3. AM-M-4/P4

Muratura in mattoni pieni. Lo spigolo risulta ammorsato. Giunti di malta hanno spessori medi di circa 3cm. Nello spigolo è stata rinvenuta una cavità profonda circa 33cm e larga circa 15cm.





7.8.4. E-M-12/P4

La muratura è in mattoni pieni e compatta.



7.9. RIPRISTINI

Tutti i saggi ed aperture eseguite sulle murature sono state risarcite e ripristinate con intonaco pronto, rasante e tinteggiatura.

Di seguito rsi riportano alcune immagini dei ripristini.



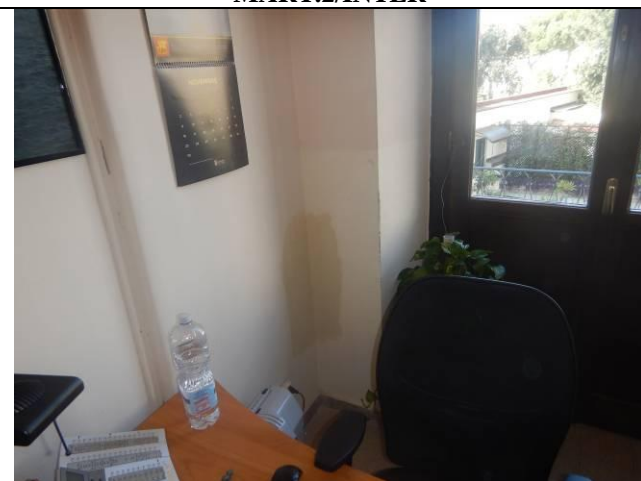
MART.1/INTER



MART.2/INTER



AM-M-1/RIALZ.



AMM-M-2/P1



AM-SOL-2/AMMEZ.



AM-M4/P4

8. PROVE SUI MATERIALI – Palazzo Baracchini

8.1. PROVE PENETROMETRICHE SULLA MALTA

Il penetrometro (PNT-G) permette la valutazione in sito della capacità resistente delle malte di sabbia mediante una tecnica basata sulla misura dell'energia per l'esecuzione di un foro cieco in un giunto della muratura. La strumentazione è stata oggetto di vari studi sperimentali rivolti a mettere a punto i parametri di misura ed a individuare la correlazione tra il lavoro di perforazione e la resistenza a compressione delle malte.

La strumentazione è composta da un trapano portatile opportunamente modificato, collegato ad una centralina elettronica e dotato di una punta da muro da 4mm in carburo di tungsteno.

Modalità d'uso

Il PNT-G misura l'energia assorbita dal trapano per l'esecuzione di una cava nel materiale, sottraendo ogni volta automaticamente, il lavoro dovuto a cause estranee al materiale saggiato (attriti interni del trapano, potenza di spunto). Lo strumento arresta automaticamente la lettura quando la cava ha raggiunto la profondità standard (5mm) ed indica in modo digitale il lavoro speso; inoltre è stato dimostrato che risulta insensibile alla pressione con cui viene usato.

L'utilizzo del penetrometro PNT-G trova una buona correlazione con la resistenza delle malte fino all'ordine di 4MPa

Valori di resistenza compressione dei giunti di malta ottenuti con la formula

$$f_m = \frac{(PG + 22)}{13.4} [daN / cm^2]$$

PG: divisioni misurate; 1 divisione = 6×10^{-3} J

Valori di accettazione compresi nell'intervallo: $0,75M < PG < 1,25M$; M= media



Penetrometro PNT-G

Nel punto di saggio 2 è stata riscontrata una malta variabile, e quindi sono state effettuate tre prove nelle rispettive tre aree individuate.

POSIZIONE	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°
Malta-1/Interrato	42	383	176	69	202	57	58	182	540	524	197	310	114	186	221
Malta-2A/Interrato	31	69	78	580	495	525	481	357	268	241	324	164	73	258	210
Malta-2B/Interrato	16	66	143	51	33	119	211	520	32	69	36	70	217	30	41
Malta-2C/Interrato	90	60	30	227	166	65	123	132	128	125	64	59	35	26	75

Riordino

POSIZIONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Malta-1/Interrato	42	57	58	69	114	176	182	186	197	202	221	310	383	524	540
Malta-2A/Interrato	31	69	73	78	164	210	241	258	268	324	357	481	495	525	580
Malta-2B/Interrato	16	30	32	33	36	41	51	66	69	70	119	143	211	217	520
Malta-2C/Interrato	26	30	35	59	60	64	65	75	90	123	125	128	132	166	227

POSIZIONE	MEDIA	Deviaz. standard	MEDIA CENTRALI	f _m (Mpa)
Malta-1/Interrato	217,4	158,9	194,0	1,61
Malta-2A/Interrato	276,9	180,3	276,3	2,23
Malta-2B/Interrato	110,3	130,1	69,3	0,68
Malta-2C/Interrato	93,7	56,0	90,3	0,84
			MEDIA	1,34



8.2. PROVA CON MARTINETTI PIATTI

La prova considerata semidistruttiva si compone in due parti. Ovvero la prima parte con martinetto singolo e la seconda parte a martinetto doppio.

PROVA CON MARTINETTO PIATTO SINGOLO

La prova con martinetto piatto singolo permette di stimare lo stato di sollecitazione locale esistente nella muratura, ovvero lo stato tensionale di normale esercizio della muratura. La prova consiste nell'effettuare un taglio orizzontale in un giunto di malta provocando un rilassamento della muratura e quindi una parziale chiusura dell'apertura. Il martinetto piatto inserito nel taglio e collegato idraulicamente ad una pompa manuale ed aumentando la pressione gradualmente riporta i lembi del taglio alla distanza originaria, misurata prima del taglio.

Il taglio si esegue mediante l'utilizzo di una mototroncatrice a disco diamantato eccentrico con sistema di lubrificazione e raffreddamento lama ad acqua corrente.

Il monitoraggio della prova si effettua su n°3 basi deformometriche (1, 2, 3) poste a cavallo del taglio, mediante l'ausilio di deformometro di precisione millesimale.

A fine prova, ovvero al raggiungimento dello stato deformativo di chiusura del taglio alle condizioni iniziali, si ottiene la pressione idraulica di esercizio al manometro.

Per il calcolo della tensione di esercizio nella muratura si utilizza la seguente formula che tiene conto dei diversi fattori di disturbo della muratura e della efficienza del martinetto:

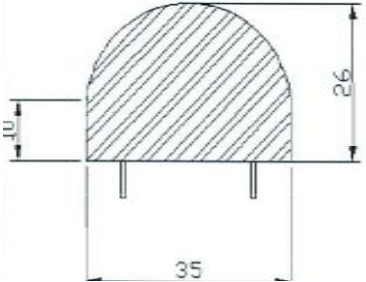
$$\sigma = P \cdot K_a \cdot K_m$$

dove

P = pressione registrata al manometro

K_a = rapporto tra area martinetto ed area del taglio

K_m = coefficiente di deformabilità del martinetto

<p>MARTINETTO PIATTO Semiovale 350x260x4 Boviar AREA MARTINETTO (cm²): 750 AREA DI TAGLIO (cm²): 880 COSTANTE DI TAGLIO 0,85 COSTANTE DEL MARTINETTO 0,86 (si veda certificato di taratura in allegato) Distanza fra capisaldi 250mm</p>	
--	--

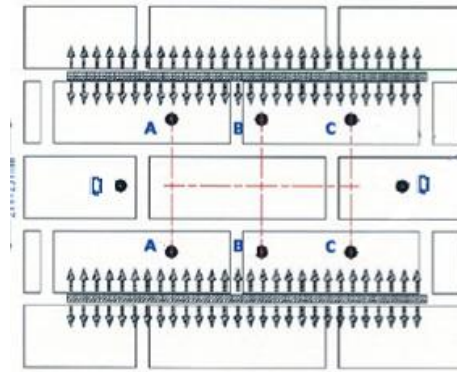
Martinetto semiovale Boviar



PROVA CON MARTINETTI PIATTI DOPPI

La tecnica si basa sul principio della prova di compressione monoassiale. Ovvero si esegue un secondo taglio parallelo al primo e distante da 45 a 50 cm circa fra loro ed inserendo il secondo martinetto nel taglio.

La muratura compresa tra i due tagli costituirà un campione indisturbato e con dimensioni sufficienti tali da essere rappresentativo della muratura esaminata. Il carico sarà applicato mediante pompa oleodinamica, eseguendo prima lo spurgo dell'aria e successivamente saranno messi in pressione simultaneamente i martinetti; le deformazioni assiali e trasversali si leggeranno con un deformometro removibile di precisione ed i relativi grafici sforzo-deformazione forniranno i moduli di deformabilità della muratura ai vari livelli di sollecitazione.



I valori di pressione letti al manometro devono essere corretti per tener conto della rigidezza intrinseca del martinetto (dovuta al bordo di saldatura presente sul contorno), e per tener conto della "superficie utile" dello stesso (rapporto tra l'area del martinetto e l'area del taglio, necessariamente maggiore per problemi d'inserimento).

Ne risulta così che il valore di sollecitazione σ di compressione nella muratura è uguale a:

$$\sigma = p * K_m * K_a$$

dove:

p = pressione letta al manometro

K_m = costante del martinetto (valore sempre < 1), determinata mediante prove di taratura di laboratorio

K_a = rapporto tra l'area del martinetto e l'area del taglio (valore sempre < 1)

Il modulo d'elasticità E si può quindi calcolare come:

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

dove:

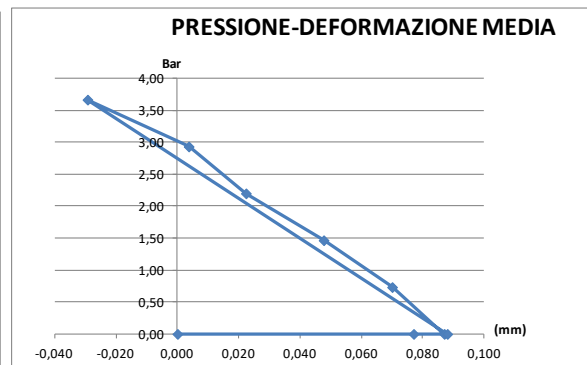
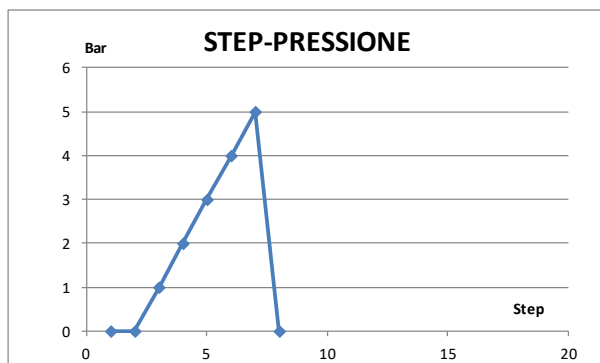
$\Delta\sigma$ = intervallo di carico considerato

$\Delta\varepsilon$ = deformazione assiale corrispondente

8.2.1. PROVA MARTINETTO SINGOLO – B-MART.1/INT.

Di seguito si riportano i risultati delle prove effettuate.

		Pressione manometro	Lecture deformazioni capisaldi				Pressione corretta	Deformazioni capisaldi			
			1	2	3	Media		1	2	3	MEDIA
Step	FASE	(bar)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(bar)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
	Prima del Taglio	0	6,502	6,485	6,700	6,562	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
1	Dopo il Taglio	0	6,389	6,437	6,630	6,485	0,00	0,113	0,048	0,070	0,077
2	Spurgo	0	6,399	6,386	6,641	6,475	0,00	0,103	0,099	0,059	0,087
3	CARICO	1	6,422	6,407	6,648	6,492	0,73	0,080	0,078	0,052	0,070
4		2	6,448	6,434	6,662	6,515	1,47	0,054	0,051	0,038	0,048
5		3	6,471	6,462	6,687	6,540	2,20	0,031	0,023	0,013	0,022
6		4	6,500	6,487	6,689	6,559	2,93	0,002	-0,002	0,011	0,004
7		5	6,521	6,519	6,735	6,592	3,66	-0,019	-0,034	-0,035	-0,029
8	SCARICO	0	6,404	6,383	6,636	6,474	0,00	0,098	0,102	0,064	0,088

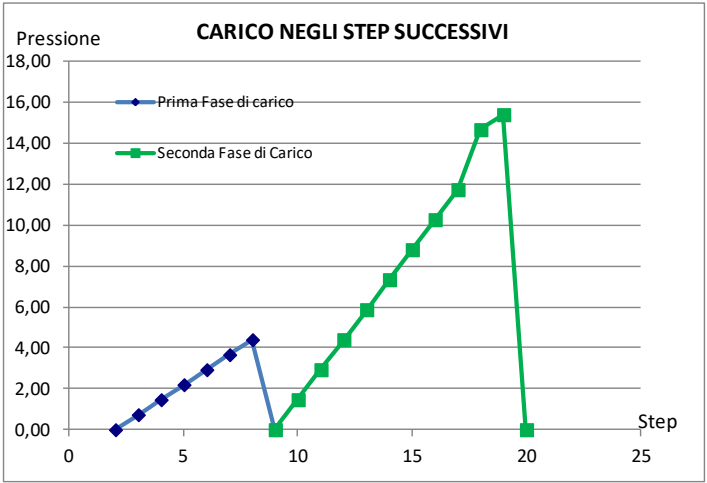


La tensione di esercizio della muratura è di circa 3MPa.

8.2.2. PROVA MARTINETTO DOPPIO – B-MART.1/INT.

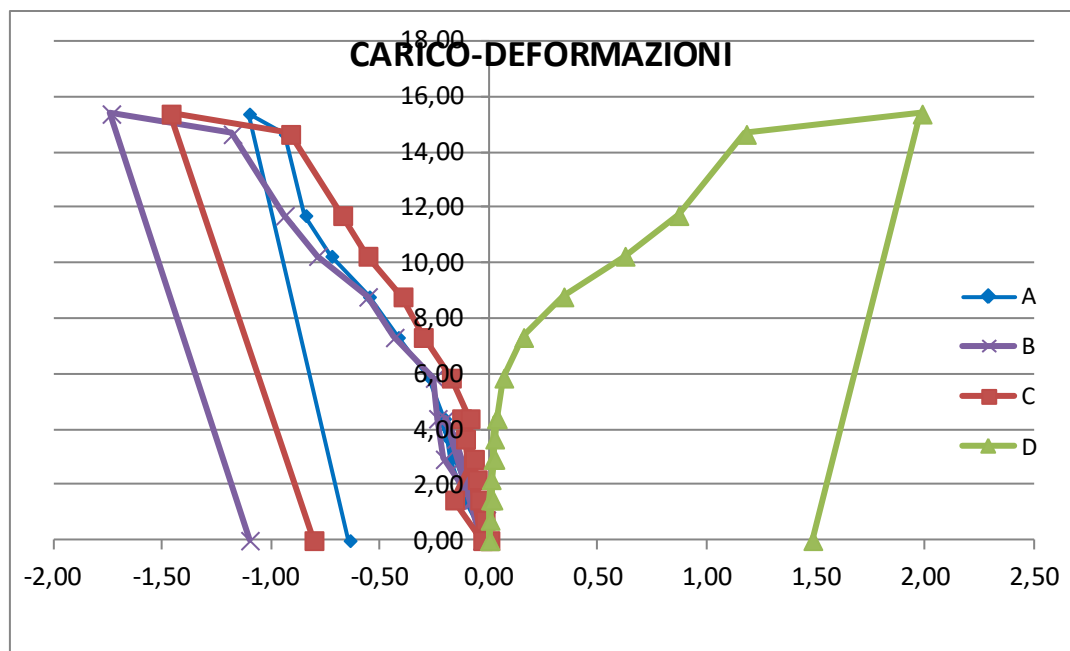
Distanza fra i martinetti circa 50cm.

			Letture deformazioni capisaldi					Deformazioni hai capisaldi			
		Pressione manometro	AAo	BBo	CCo	DDo	Pressione corretta	AAo	BBo	CCo	DDo
Step		(bar)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(bar)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
0	Prima del Taglio		6,489	6,585	6,653	6,493					
1	Dopo il Taglio		6,529	6,635	6,690	6,536					
2	SPURGO	0	6,490	6,620	6,647	6,492	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	CARICO	1	6,469	6,604	6,625	6,494	0,73	-0,021	-0,016	-0,022	0,001
4		2	6,433	6,545	6,600	6,496	1,47	-0,057	-0,075	-0,047	0,003
5		3	6,383	6,518	6,589	6,499	2,20	-0,107	-0,102	-0,058	0,006
6		4	6,339	6,490	6,571	6,508	2,93	-0,151	-0,130	-0,076	0,015
7		5	6,301	6,464	6,535	6,515	3,66	-0,189	-0,156	-0,112	0,022
8		6	6,266	6,417	6,517	6,523	4,40	-0,224	-0,203	-0,130	0,030
9	SCARICO	0	6,480	6,584	6,614	6,490	0,00	-0,010	-0,036	-0,033	-0,002
10	CARICO	2	6,365	6,499	6,452	6,504	1,47	-0,115	-0,085	-0,162	0,014
11		4	6,302	6,376	6,543	6,513	2,93	-0,178	-0,208	-0,071	0,023
12		6	6,272	6,345	6,523	6,524	4,40	-0,208	-0,239	-0,091	0,034
13		8	6,205	6,330	6,437	6,554	5,86	-0,275	-0,254	-0,177	0,064
14		10	6,060	6,147	6,308	6,645	7,33	-0,420	-0,437	-0,306	0,155
15		12	5,927	6,025	6,215	6,830	8,80	-0,553	-0,559	-0,399	0,340
16		14	5,754	5,794	6,054	7,111	10,26	-0,726	-0,790	-0,560	0,621
17		16	5,635	5,643	5,938	7,358	11,73	-0,845	-0,941	-0,676	0,868
18		20	5,540	5,402	5,699	7,668	14,66	-0,940	-1,182	-0,915	1,178
19		21	5,376	4,846	5,150	8,475	15,39	-1,104	-1,738	-1,464	1,985
20	SCARICO	0	5,838	5,482	5,806	7,973	0,00	-0,642	-1,102	-0,808	1,483



Step		Pressione manometro (bar)	Pressione corretta (bar)	$\Delta\sigma=\sigma_2-\sigma_1$ (Mpa)	Media deformazioni $l_m=l_A+l_B+l_C/3$ (mm)	$\Delta l=l_{m2}-l_{m1}$ (mm)	$\Delta\varepsilon=\Delta l/L_0$	$E=\Delta\sigma/\Delta\varepsilon$ (Mpa)	$\nu=l_p/l_m$	$G=E/(2(1+\nu))$ (Mpa)	E Medio (Mpa)
0	Prima del Taglio										
1	Dopo il Taglio										
2	SPURGO	0	0,00								
3	CARICO	1	0,73	0,07	-0,020	-0,020	-0,000079	932	0,05	443	558,6
4		2	1,47	0,07	-0,060	-0,040	-0,000160	458	0,05	218	
5		3	2,20	0,07	-0,089	-0,029	-0,000117	625	0,07	293	
6		4	2,93	0,07	-0,119	-0,030	-0,000120	611	0,13	271	
7		5	3,66	0,07	-0,152	-0,033	-0,000133	550	0,14	240	
8		6	4,40	0,07	-0,186	-0,033	-0,000133	550	0,16	237	
9	SCARICO	0	0,00	0,00	-0,026	0,159	0,000637	0			
10	CARICO	2	1,47	0,15	-0,121	-0,094	-0,000377	388	0,12	174	889,4
11		4	2,93	0,15	-0,152	-0,032	-0,000127	1157	0,15	503	
12		6	4,40	0,15	-0,179	-0,027	-0,000108	1357	0,19	570	
13		8	5,86	0,15	-0,235	-0,056	-0,000224	654	0,27	257	
14		10	7,33	0,15	-0,388	-0,152	-0,000609	241	0,40		
15		12	8,80	0,15	-0,504	-0,116	-0,000464	316	0,68		
16		14	10,26	0,15	-0,692	-0,188	-0,000753	195	0,90		
17		16	11,73	0,15	-0,821	-0,129	-0,000515	285	1,06		
18		20	14,66	0,29	-1,012	-0,192	-0,000767	382	1,16		
19		21	15,39	0,07	-1,435	-0,423	-0,001692	43	1,38		
20	SCARICO	0	0,00	0,00	-0,851	0,585	0,002339	0			

La tensione massima di rottura della muratura è circa 15MPa. Con modulo elastico medio di circa 600-900MPa, coefficiente medio di Poisson circa $\nu=15$, modulo trasversale $G=250-500$ MPa.





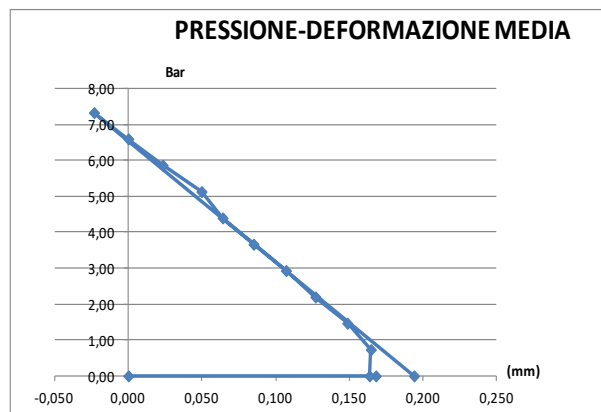
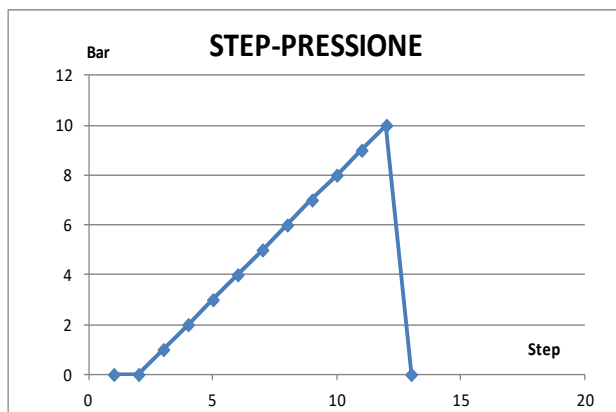


8.2.3. PROVA MARTINETTO SINGOLO – B-MART.2/INT.

Di seguito si riportano i risultati delle prove effettuate.

		Pressione manometro	Lecture deformazioni capisaldi				Pressione corretta	Deformazioni capisaldi			
			1	2	3	Media		1	2	3	MEDIA
Step	FASE	(bar)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(bar)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
	Prima del Taglio	0	6,410	6,551	6,349	6,437	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
1	Dopo il Taglio	0	6,233	6,342	6,231	6,269	0,00	0,177	0,209	0,118	0,168
2	Spurgo	0	6,245	6,352	6,222	6,273	0,00	0,165	0,199	0,127	0,164
3	CARICO	1	6,244	6,350	6,222	6,272	0,73	0,166	0,201	0,127	0,165
4		2	6,254	6,370	6,240	6,288	1,47	0,156	0,181	0,109	0,149
5		3	6,272	6,396	6,261	6,310	2,20	0,138	0,155	0,088	0,127
6		4	6,304	6,414	6,271	6,330	2,93	0,106	0,137	0,078	0,107
7		5	6,311	6,460	6,284	6,352	3,66	0,099	0,091	0,065	0,085
8		6	6,341	6,479	6,298	6,373	4,40	0,069	0,072	0,051	0,064
9		7	6,345	6,499	6,317	6,387	5,13	0,065	0,052	0,032	0,050
10		8	6,379	6,523	6,338	6,413	5,86	0,031	0,028	0,011	0,023
11		9	6,401	6,550	6,359	6,437	6,60	0,009	0,001	-0,010	0,000
12		10	6,422	6,575	6,383	6,460	7,33	-0,012	-0,024	-0,034	-0,023
13	SCARICO	0	6,219	6,309	6,200	6,243	0,00	0,191	0,242	0,149	0,194

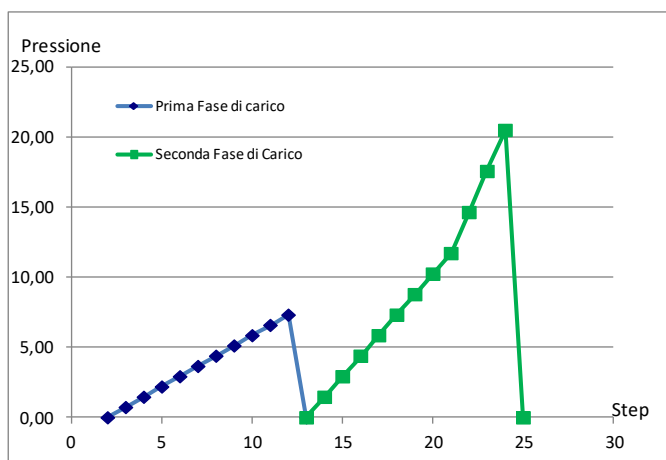
La tensione di esercizio della muratura è di circa 6.6MPa.



8.2.4. PROVA MARTINETTO DOPPIO – B-MART.2/INT.

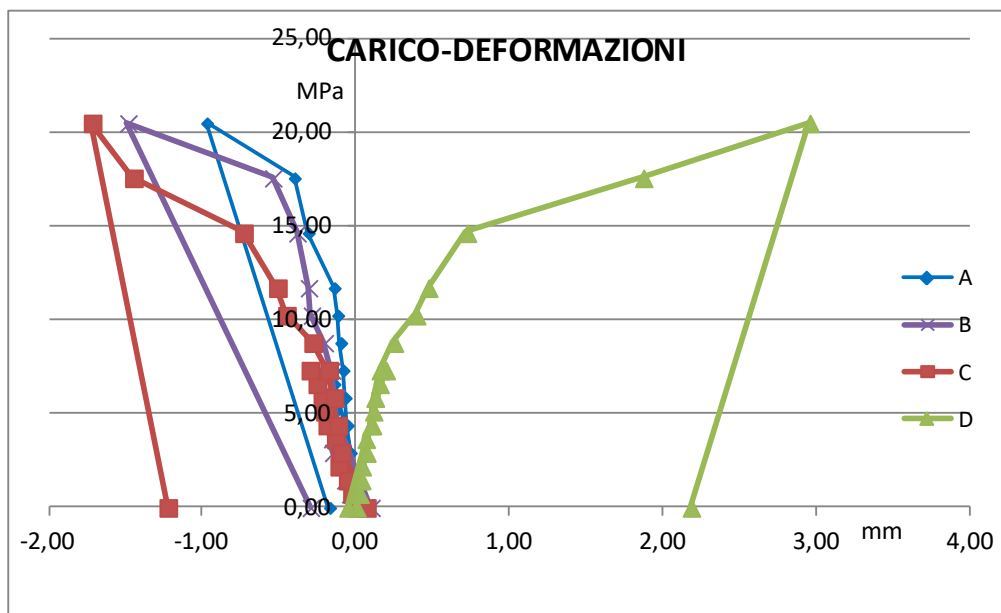
Distanza fra i martinetti circa 50cm.

Step		Pressione manometro (bar)	Letture deformazioni capisaldi				Pressione corretta (bar)	Deformazioni hai capisaldi			
			AAo (mm)	BBo (mm)	CCo (mm)	DDo (mm)		AAo (mm)	BBo (mm)	CCo (mm)	DDo (mm)
0	Prima del Taglio		6,523	6,573	6,495	6,515					
1	Dopo il Taglio		6,660	6,717	6,635	6,530					
2	SPURGO	0	6,648	6,707	6,645	6,531	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	CARICO	1	6,620	6,664	6,613	6,535	0,73	-0,028	-0,043	-0,032	0,020
4		2	6,602	6,631	6,585	6,540	1,47	-0,046	-0,076	-0,060	0,025
5		3	6,580	6,592	6,530	6,550	2,20	-0,068	-0,115	-0,115	0,035
6		4	6,556	6,552	6,535	6,574	2,93	-0,092	-0,155	-0,110	0,059
7		5	6,527	6,546	6,507	6,576	3,66	-0,121	-0,161	-0,138	0,061
8		6	6,515	6,513	6,452	6,617	4,40	-0,133	-0,194	-0,193	0,102
9		7	6,509	6,505	6,437	6,625	5,13	-0,139	-0,202	-0,208	0,110
10		8	6,503	6,492	6,420	6,635	5,86	-0,145	-0,215	-0,225	0,120
11		9	6,502	6,475	6,387	6,666	6,60	-0,146	-0,232	-0,258	0,151
12		10	6,491	6,453	6,342	6,706	7,33	-0,157	-0,254	-0,303	0,191
13	SCARICO	0	6,560	6,600	6,502	6,567	0,00	0,051	0,095	0,065	-0,058
14	CARICO	2	6,557	6,537	6,444	6,599	1,47	-0,003	-0,063	-0,058	0,032
15		4	6,520	6,503	6,402	6,632	2,93	-0,040	-0,097	-0,100	0,065
16		6	6,501	6,480	6,380	6,660	4,40	-0,059	-0,120	-0,122	0,093
17		8	6,487	6,467	6,356	6,686	5,86	-0,073	-0,133	-0,146	0,119
18		10	6,473	6,439	6,321	6,720	7,33	-0,087	-0,161	-0,181	0,153
19		12	6,458	6,391	6,217	6,812	8,80	-0,102	-0,209	-0,285	0,245
20		14	6,438	6,307	6,046	6,957	10,26	-0,122	-0,293	-0,456	0,390
21		16	6,415	6,288	5,987	7,035	11,73	-0,145	-0,312	-0,515	0,468
22		20	6,246	6,213	5,766	7,288	14,66	-0,314	-0,387	-0,736	0,721
23		24	6,155	6,055	5,049	8,436	17,59	-0,405	-0,545	-1,453	1,869
24		28	5,584	5,111	4,780	9,520	20,52	-0,976	-1,489	-1,722	2,953
25	SCARICO	0	6,385	6,300	5,273	8,747	0,00	-0,175	-0,300	-1,229	2,180

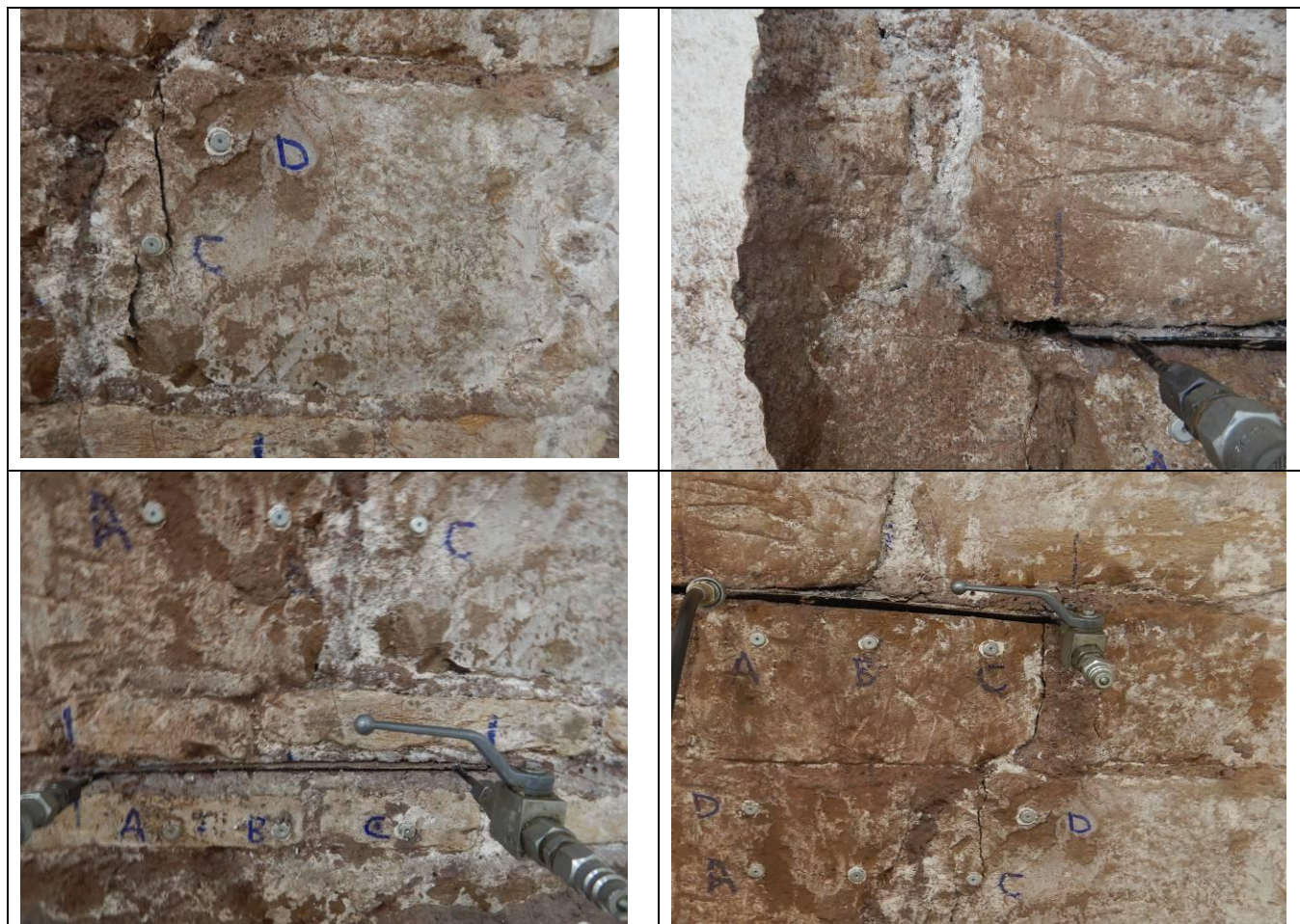


Step		Pressione manometro (bar)	Pressione corretta (bar)	$\Delta\sigma=\sigma_2-\sigma_1$ (Mpa)	Media deformazioni $l_m=l_A+l_B+l_C/3$ (mm)	$\Delta l=l_{m2}-l_{m1}$ (mm)	$\Delta\varepsilon=\Delta l/L_0$	$E=\Delta\sigma/\Delta\varepsilon$ (Mpa)	$\nu=l_p/l_m$	$G=E/(2(1+\nu))$ (Mpa)	E Medio (Mpa)
0	Prima del Taglio										
1	Dopo il Taglio										
2	SPURGO	0	0,00		0,000						
3	CARICO	1	0,73	0,07	-0,034	-0,034	-0,000137	534	0,58	169	926,3
4		2	1,47	0,07	-0,061	-0,026	-0,000105	696	0,41	246	
5		3	2,20	0,07	-0,099	-0,039	-0,000155	474	0,35	175	
6		4	2,93	0,07	-0,119	-0,020	-0,000079	932	0,50	311	
7		5	3,66	0,07	-0,140	-0,021	-0,000084	873	0,44	304	
8		6	4,40	0,07	-0,173	-0,033	-0,000133	550	0,59	173	
9		7	5,13	0,07	-0,183	-0,010	-0,000039	1896	0,60	592	
10		8	5,86	0,07	-0,195	-0,012	-0,000048	1527	0,62	473	
11		9	6,60	0,07	-0,212	-0,017	-0,000068	1078	0,71	315	
12		10	7,33	0,07	-0,238	-0,026	-0,000104	705	0,80	195	
13	SCARICO	0	0,00								
14	CARICO	2	1,47	0,15	-0,041	-0,041	-0,000165	887	0,77	250	1174,2
15		4	2,93	0,15	-0,079	-0,038	-0,000151	973	0,82	267	
16		6	4,40	0,15	-0,100	-0,021	-0,000085	1718	0,93	446	
17		8	5,86	0,15	-0,117	-0,017	-0,000068	2156	1,01	535	
18		10	7,33	0,15	-0,143	-0,026	-0,000103	1428	1,07	345	
19		12	8,80	0,15	-0,199	-0,056	-0,000223	658	1,23	147	
20		14	10,26	0,15	-0,290	-0,092	-0,000367	400			
21		16	11,73	0,15	-0,324						
22		20	14,66	0,29	-0,479						
23		24	17,59	0,29	-0,801						
24		28	20,52	0,29	-1,396						
25	SCARICO	0	0,00	-2,05	-0,568						

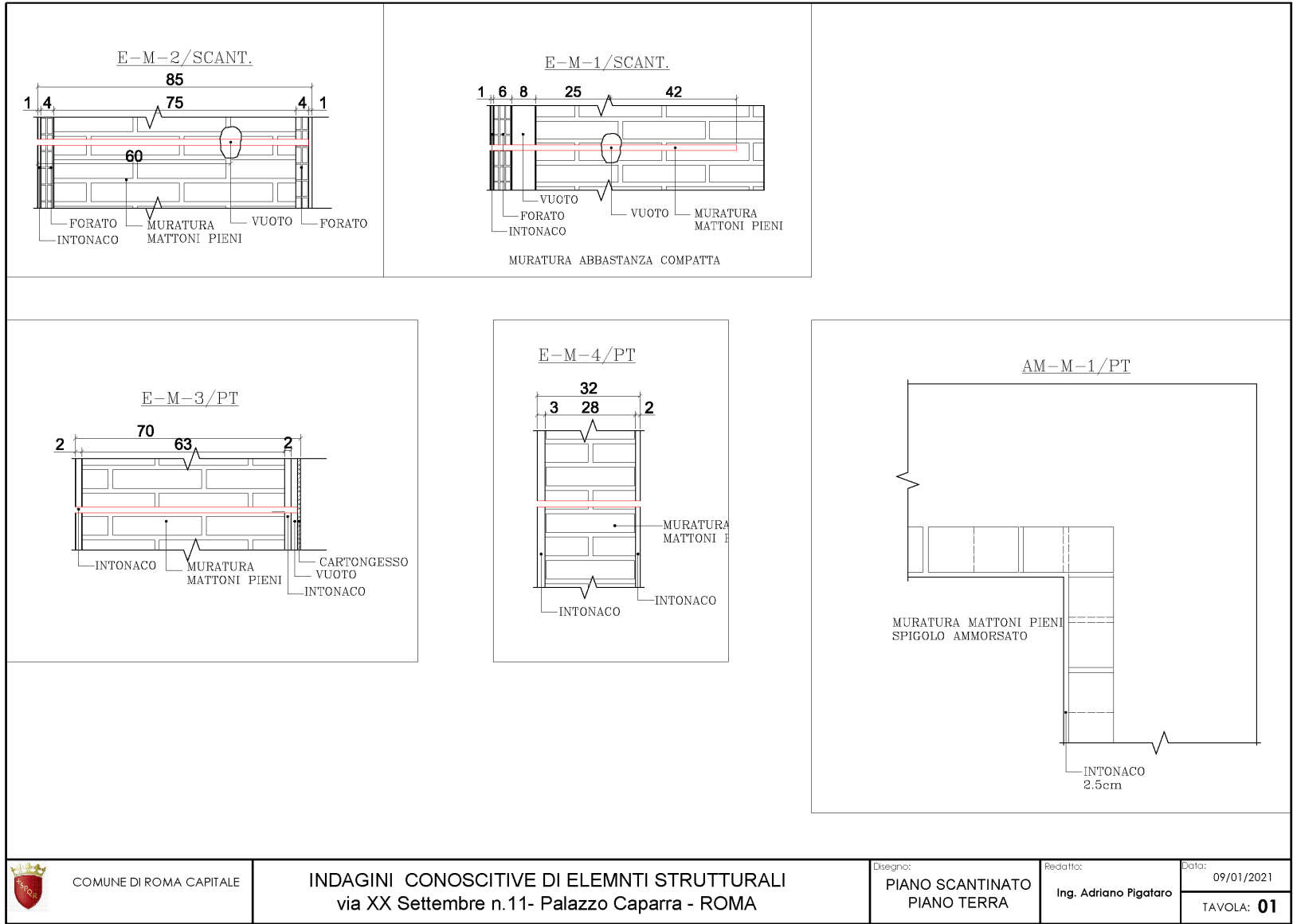
La tensione massima di rottura della muratura è circa 15-20MPa. Con modulo elastico medio di circa 900-1200MPa, coefficiente medio di Poisson circa $\nu=40-45$, modulo trasversale $G=250-500$ MPa.

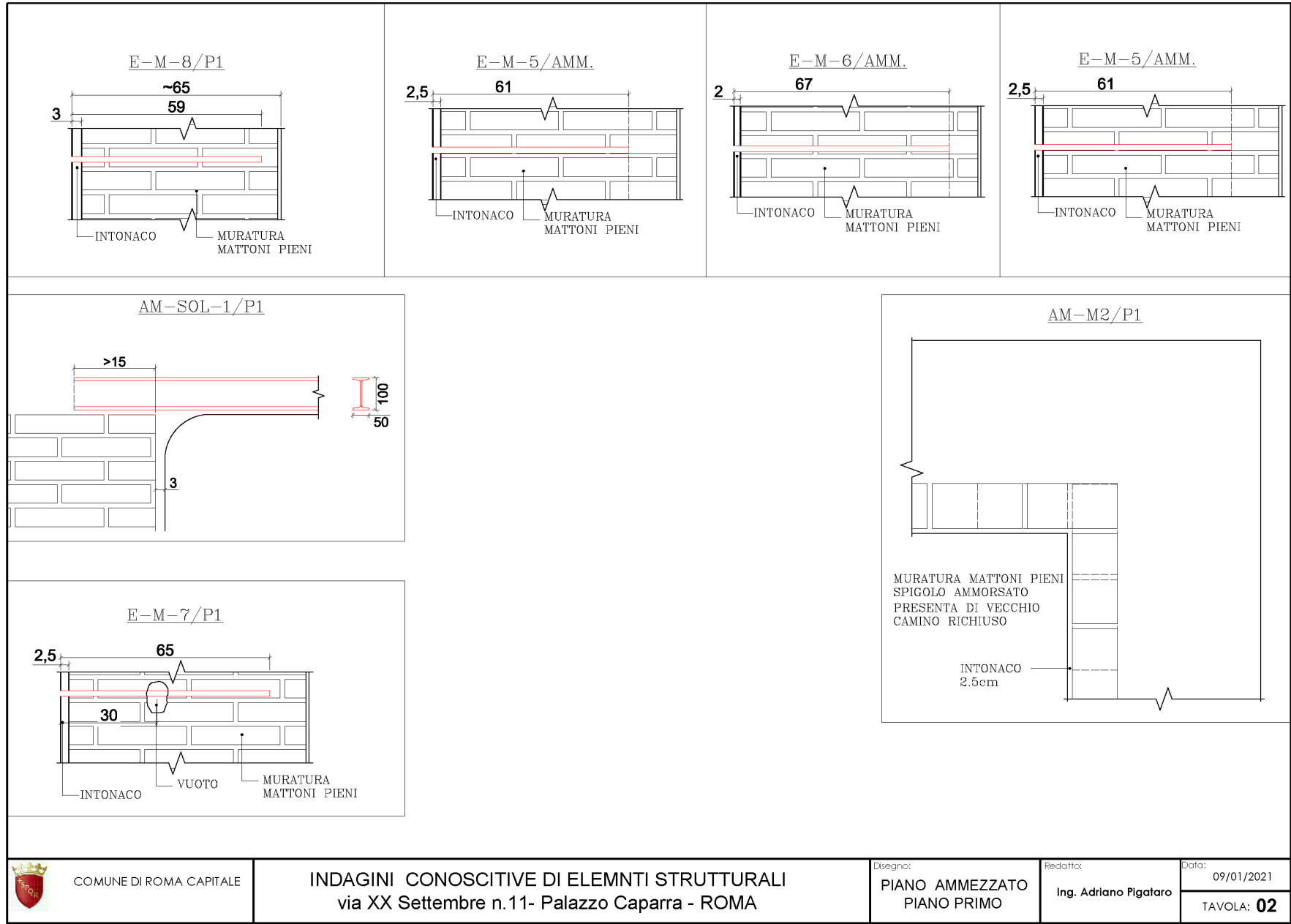


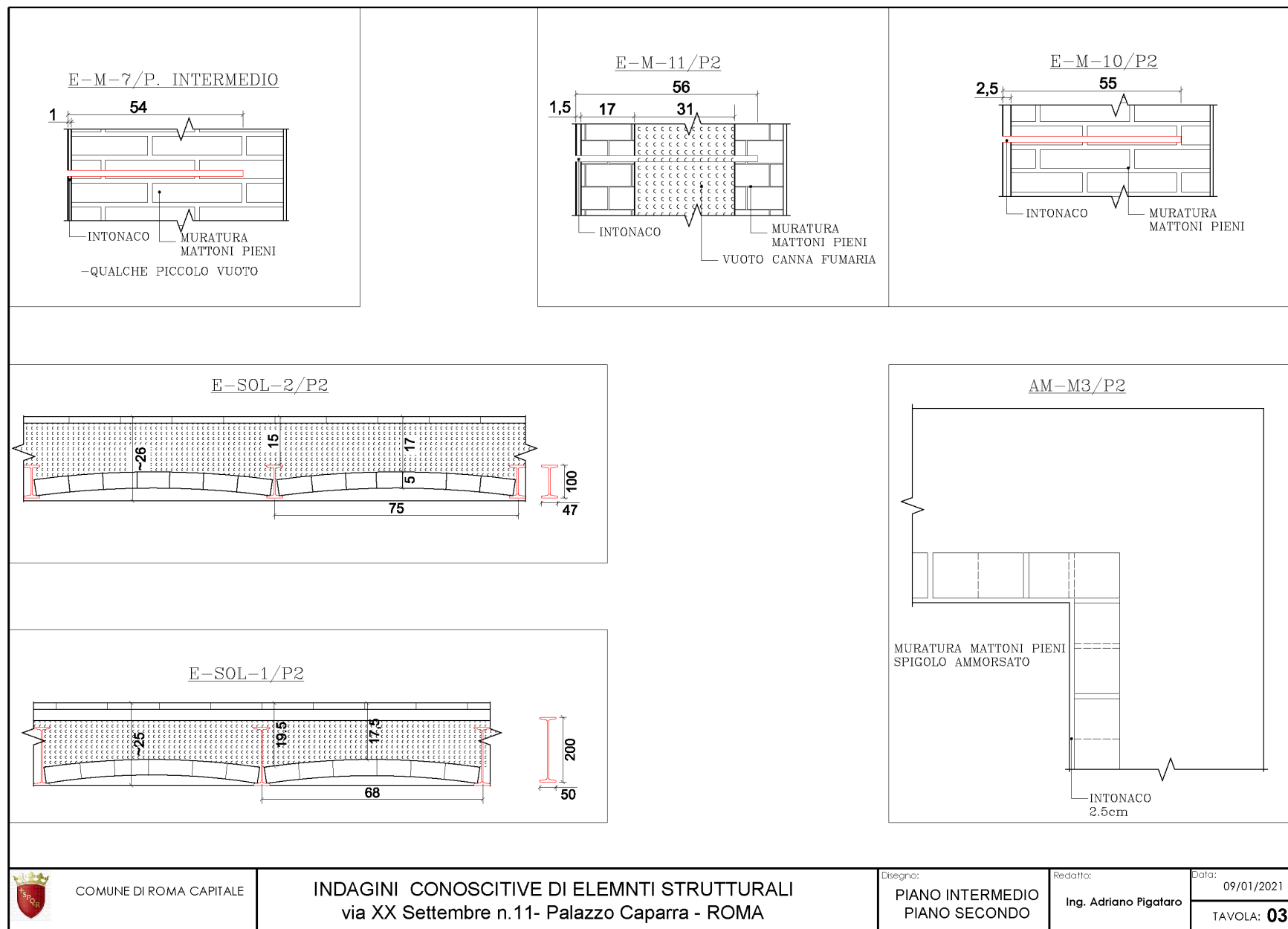




9. ALLEGATI: TAVOLE DI RILIEVO – PALAZZO CAPRARA







COMUNE DI ROMA CAPITALE

INDAGINI CONOSCITIVE DI ELEMENTI STRUTTURALI
via XX Settembre n.11- Palazzo Caparra - ROMA

Diseño:

PIANO INTERMEDIO
PIANO SECONDO

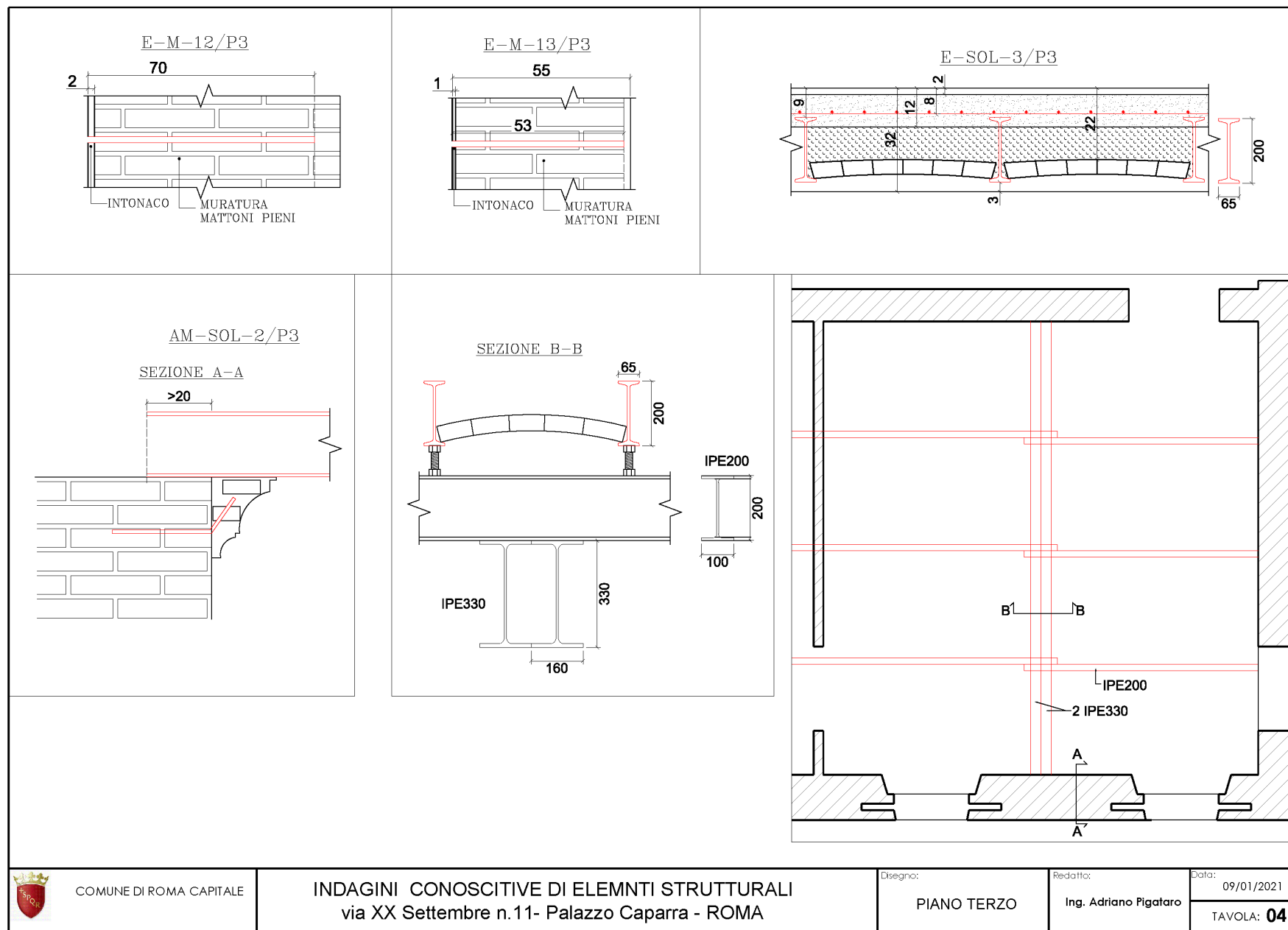
Redatto:

Ing. Adriano Pigaturo

Data:

09/01/2021

TAVOLA: **03**



COMUNE DI ROMA CAPITALE

INDAGINI CONOSCITIVE DI ELEMNTI STRUTTURALI
via XX Settembre n.11- Palazzo Caparra - ROMA

Diseño:

PIANO TERZO

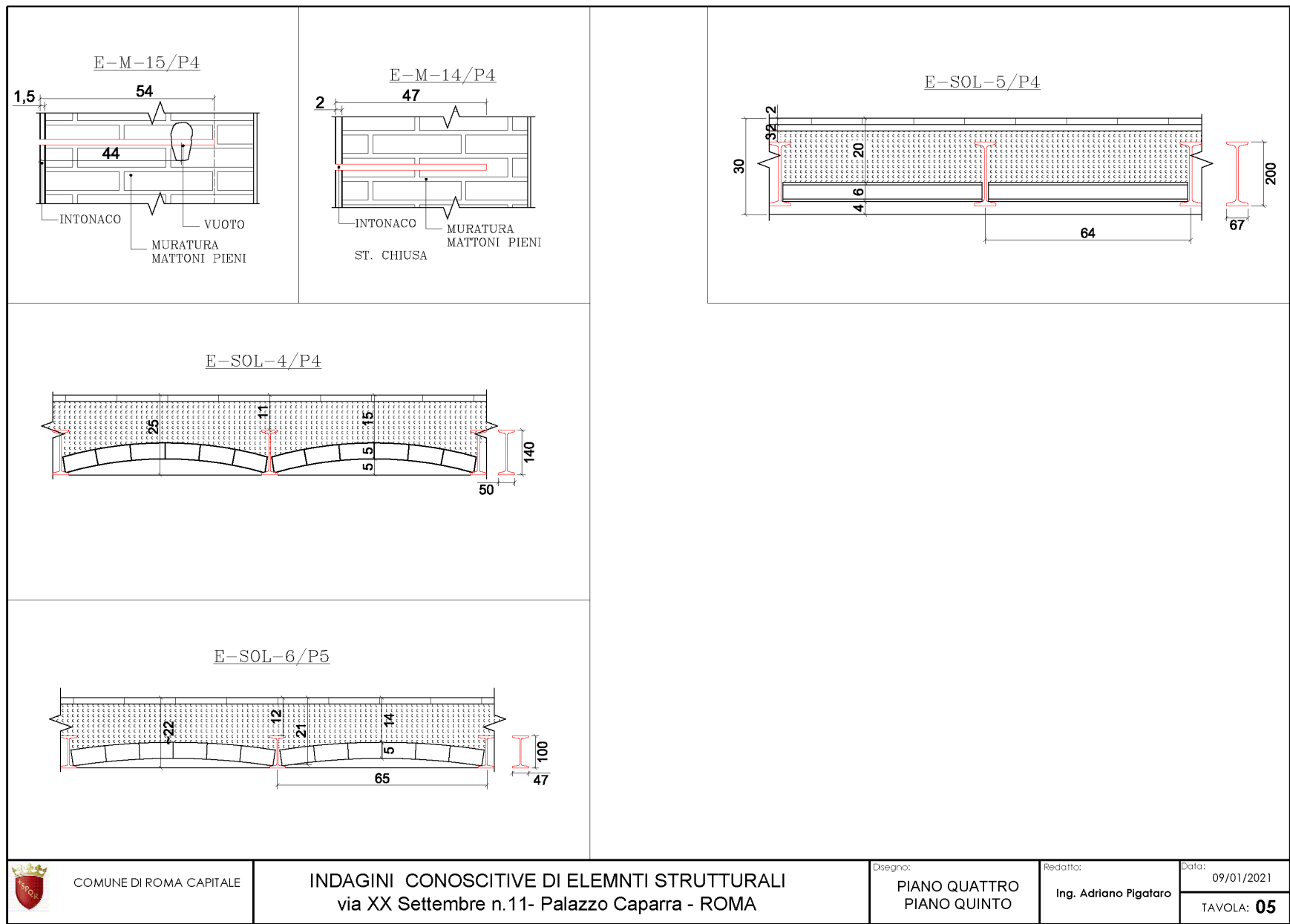
Redatto:

Ing. Adriano Pigataro

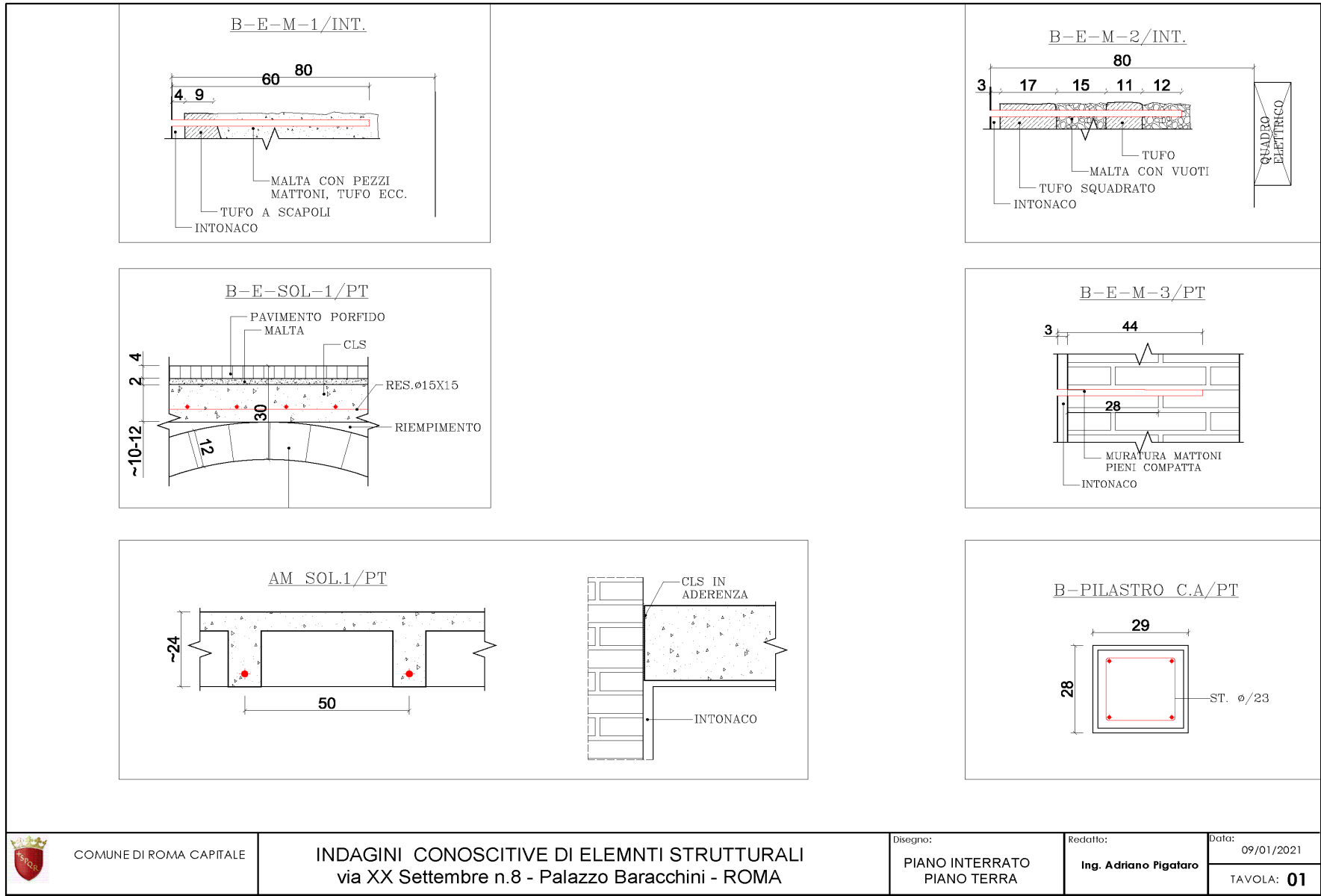
Data:

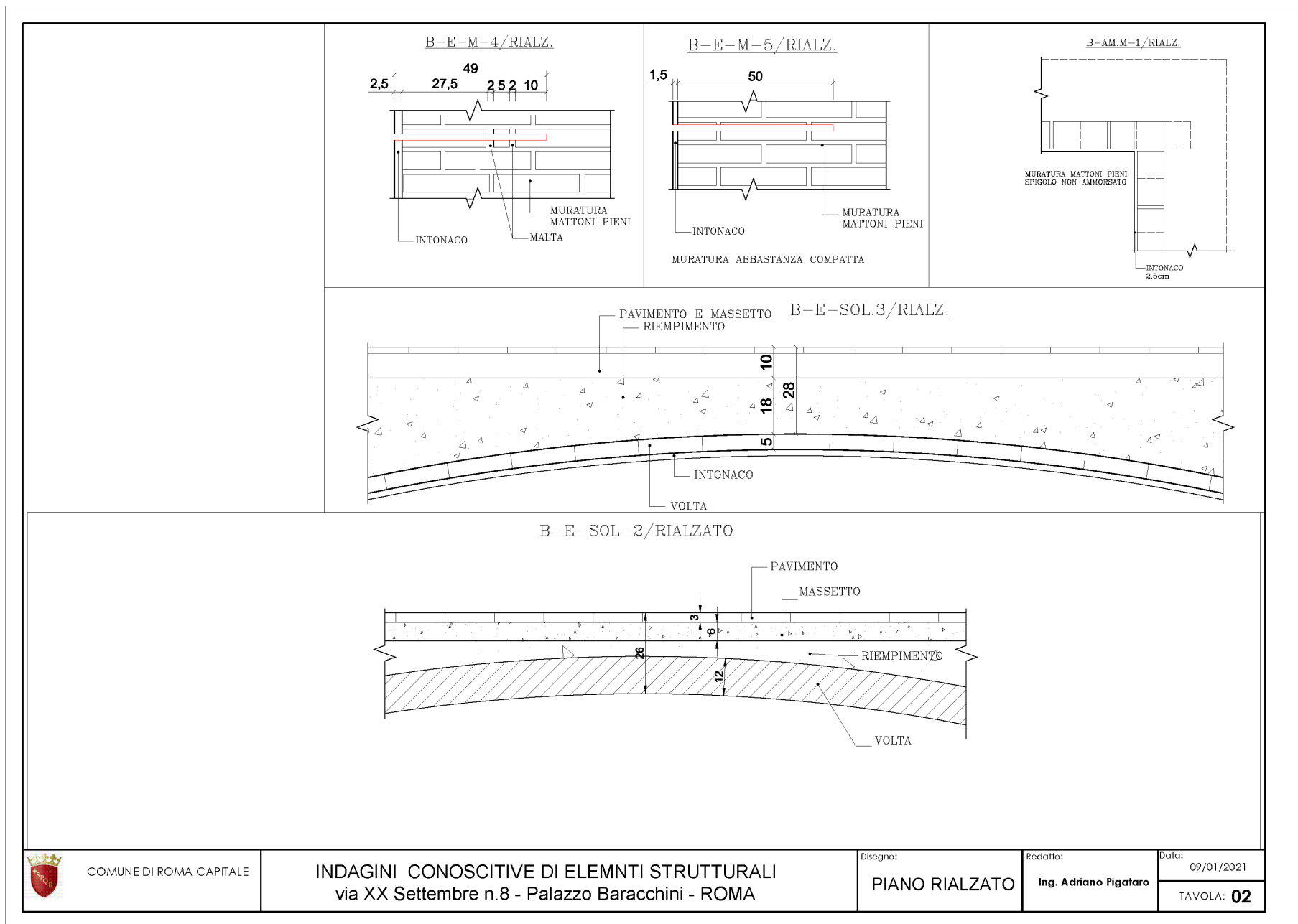
09/01/2021

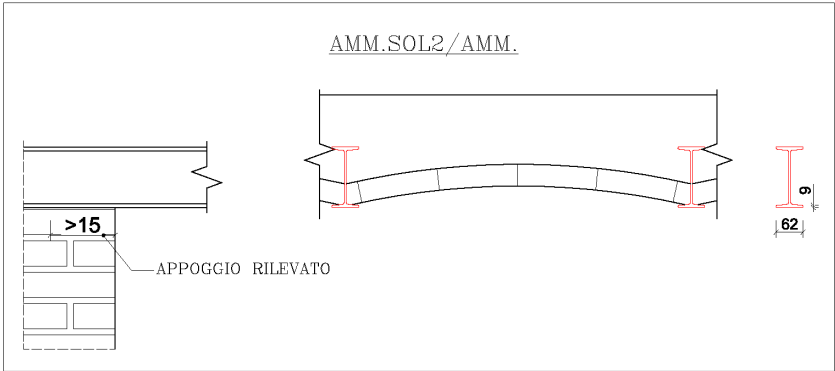
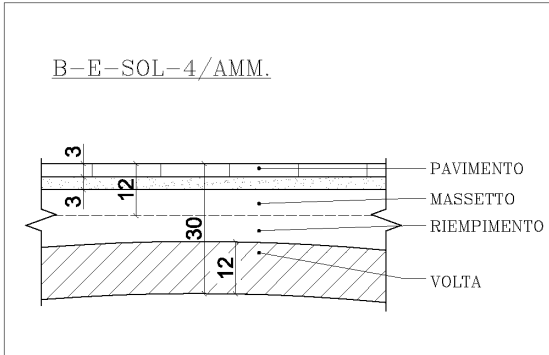
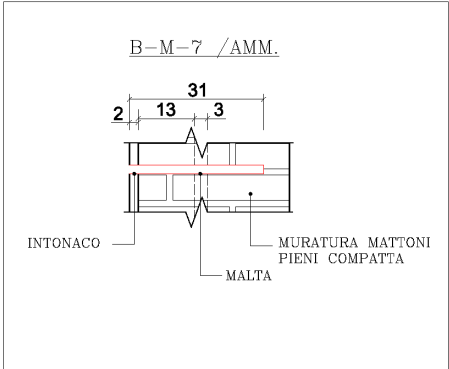
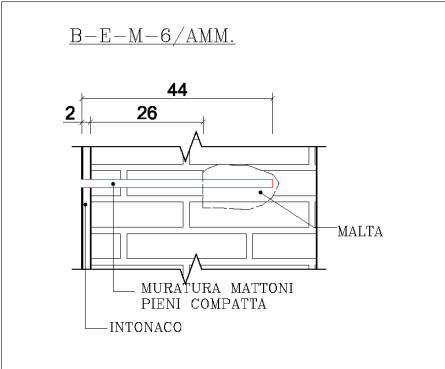
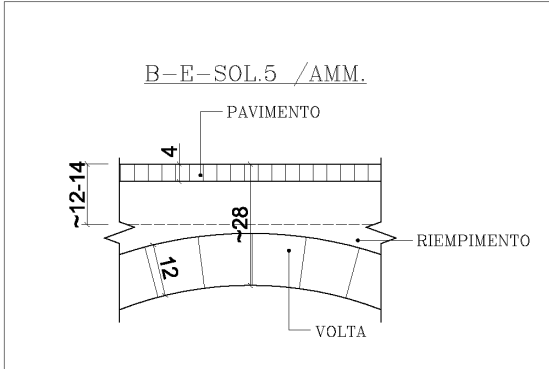
TAVOLA: 04



10.TAVOLE DI RILIEVO – PALAZZO BARACCHINI







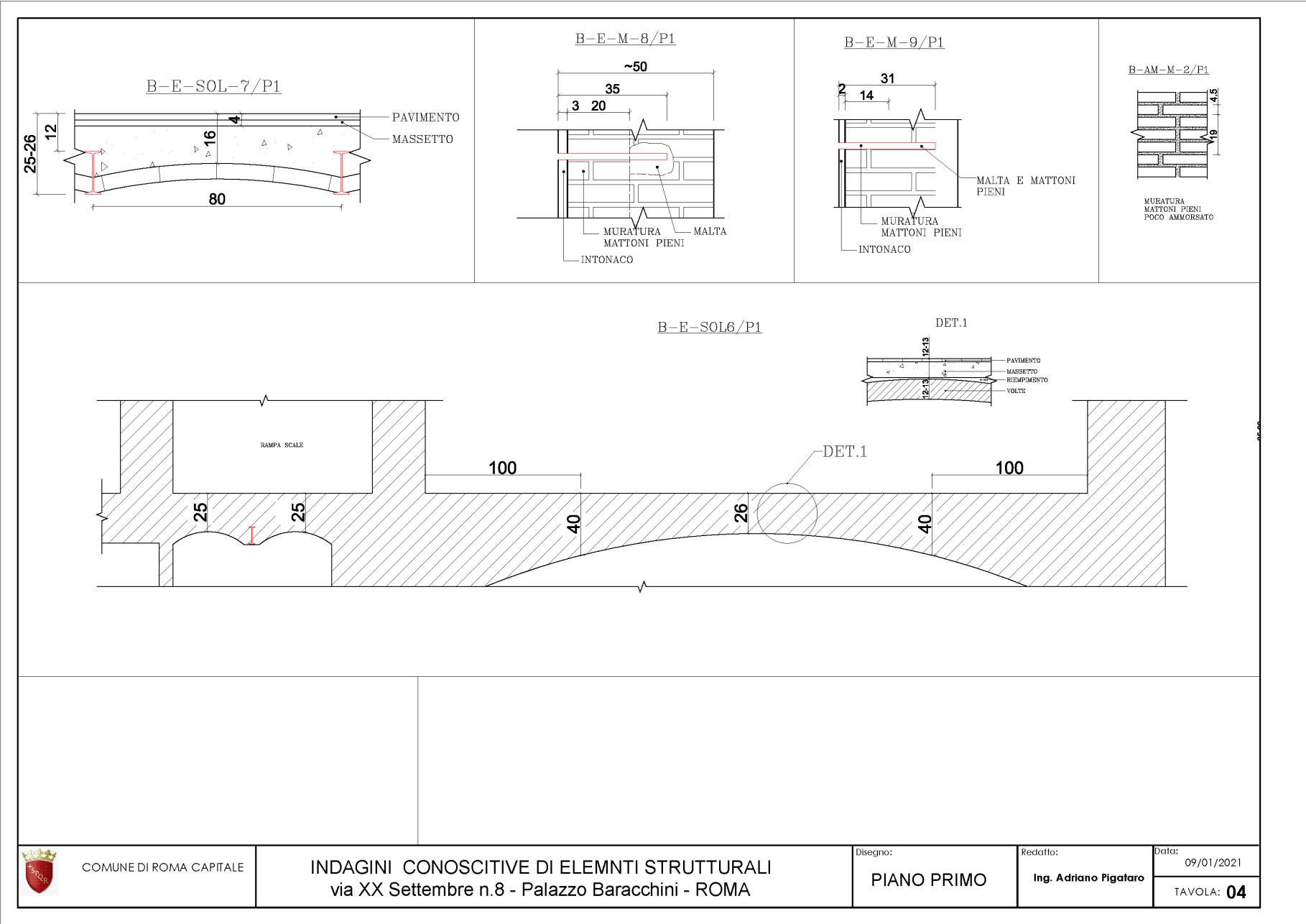
COMUNE DI ROMA CAPITALE

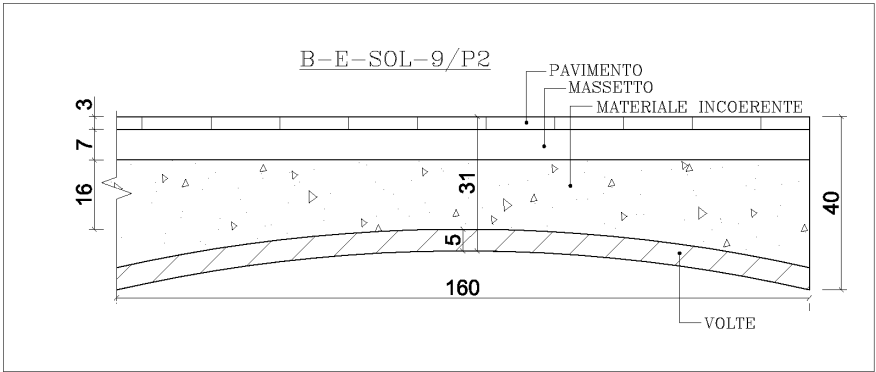
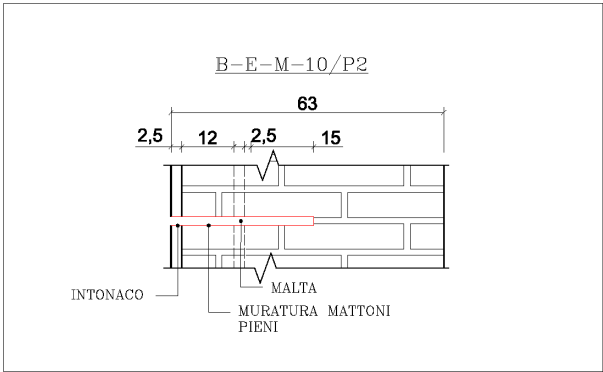
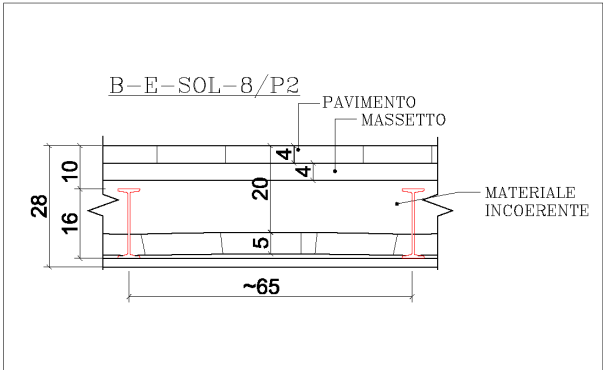
INDAGINI CONOSCITIVE DI ELEMNTI STRUTTURALI
 via XX Settembre n.8 - Palazzo Baracchini - ROMA

Disegno:
 PIANO
 AMMEZZATO

Redatto:
 Ing. Adriano Pigaturo

Data:
 09/01/2021
 TAVOLA: 03





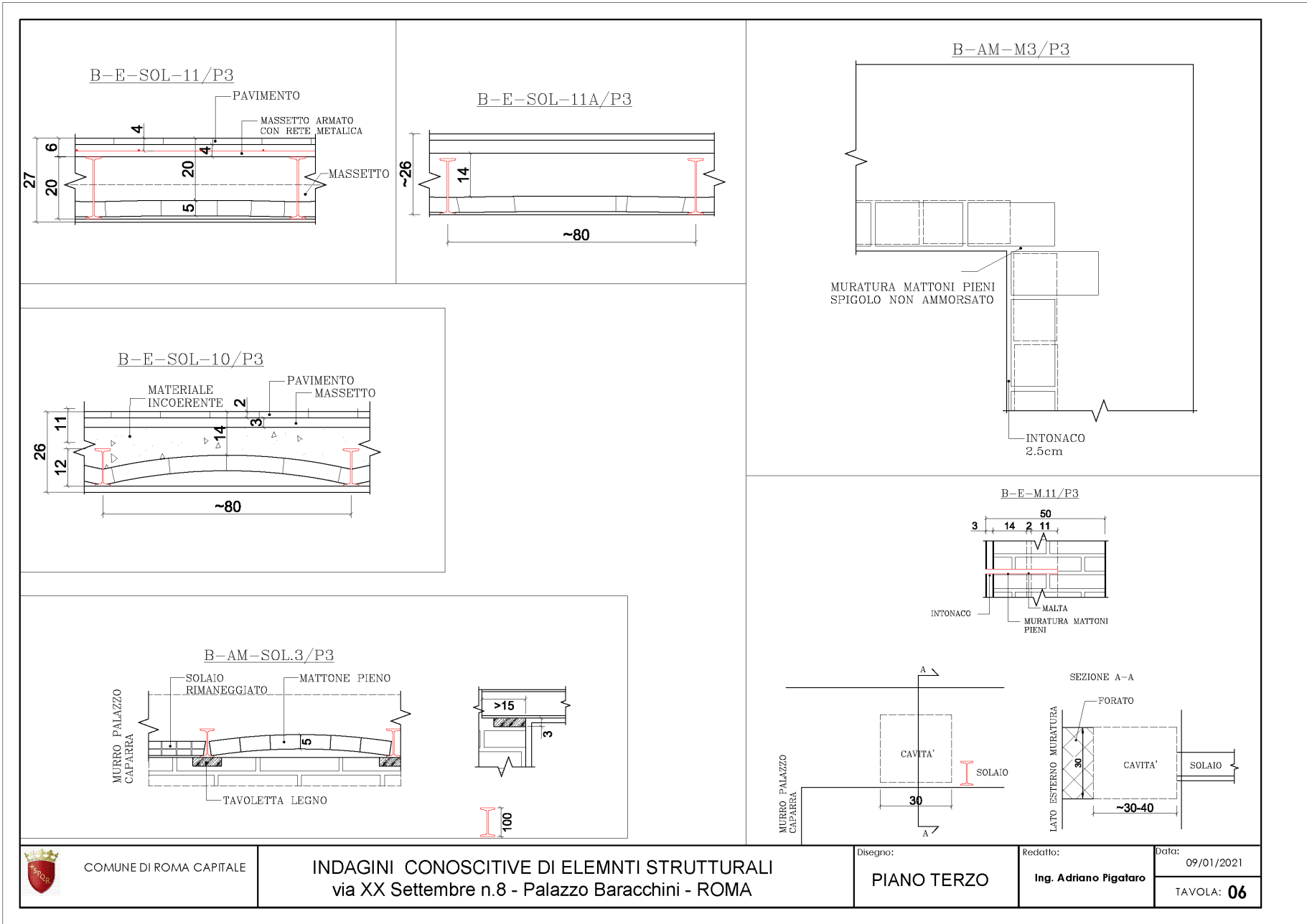
COMUNE DI ROMA CAPITALE

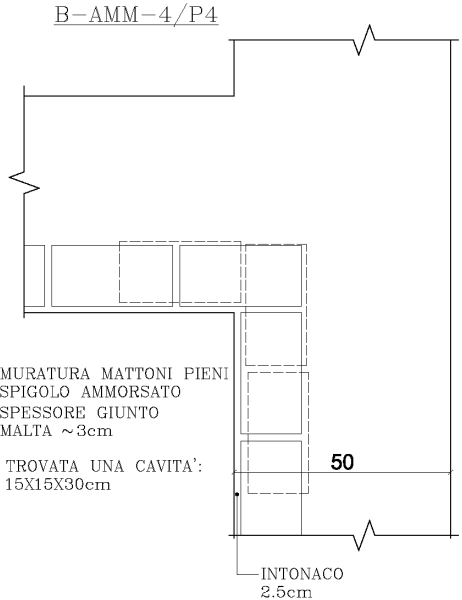
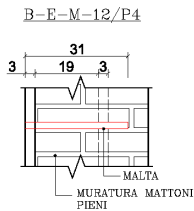
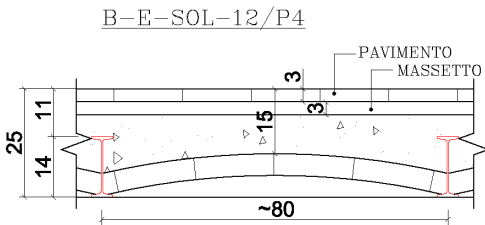
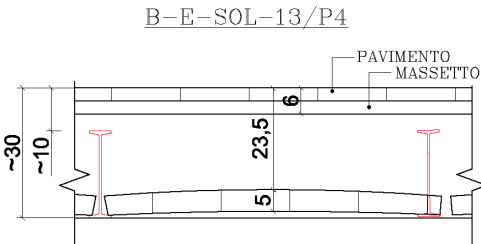
INDAGINI CONOSCITIVE DI ELEMNTI STRUTTURALI
 via XX Settembre n.8 - Palazzo Baracchini - ROMA

Disegno:
 PIANO
 SECONDO

Redatto:
 Ing. Adriano Pigaturo

Data:
 09/01/2021
 TAVOLA: 05





COMUNE DI ROMA CAPITALE

INDAGINI CONOSCITIVE DI ELEMNTI STRUTTURALI
 via XX Settembre n.8 - Palazzo Baracchini - ROMA

Disegno:
 PIANO QUATTRO

Redatto:
 Ing. Adriano Pigaturo

Data:
 09/01/2021
 TAVOLA: 07

COMUNE DI ROMA

PALAZZO CAPRARA

Stato Maggiore della Difesa

Via XX Settembre, 11



**INDAGINI CONOSCITIVE SUGLI ORIZZONTAMENTI
E CARATTERIZZAZIONE MECCANICA MASCHI MURARI**

committente

Studio Associato IMST Progetti



Rapporto di attività

Feb 2012

Servizi di monitoraggio strutturale – acquisizione dati – prove meccaniche non distruttive



Indice

1. PREMESSA.....	2
2. INDAGINI SUGLI ORIZZONTAMENTI.....	2
3. PROVE CON MARTINETTI PIATTI.....	5
3.1 METODOLOGIA DI PROVA.....	5
3.2 PUNTI DI MISURA.....	8
3.3 APPARATO DI PROVA.....	8
3.4 RISULTATI.....	9
3.4.1 Martinetto singolo MPS1.....	10
3.4.2 Martinetto doppio MPD1.....	11
3.4.3 Determinazione delle caratteristiche elastiche prova MPD2.....	11
3.4.4 Martinetto singolo MPD2.....	12
3.4.5 Martinetto doppio MPD2.....	14
3.4.6 Determinazione delle caratteristiche elastiche prova MPD2.....	14
3.4.7 Martinetto singolo MPD3.....	15
3.4.8 Martinetto doppio MPD3.....	16
3.4.9 Determinazione delle caratteristiche elastiche prova MPD3.....	18
3.4.10 RIEPILOGO RISULTATI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	18
4. PROVE MECCANICHE SU MALTE.....	19
4.1 DESCRIZIONE DELLO STRUMENTO E DELLA METODOLOGIA DI PROVA.....	19
4.2 RISULTATI.....	20

1. PREMESSA

Nel periodo tra il 30 gennaio ed il 1 febbraio u.s., su incarico dello Studio Associato IMST Progetti di Roma, e sotto la supervisione dell'Ing. L. Cioli, sono state eseguite una serie di indagini conoscitive per la definizione tipologica e costitutiva di alcuni orizzontamenti e per la caratterizzazione di alcuni maschi murari presi a campione di palazzo Caprara, sede dello Stato Maggiore della Difesa, in Via XX Settembre, 11 – Roma.

Le indagini sui solai, hanno avuto lo scopo di definire le modalità costruttive, i materiali impiegati e la stratigrafia del pacchetto di solaio, mentre dalle prove con i martinetti piatti singoli e doppi, abbinate a battute sclerometriche sulle malte, è stato possibile determinare lo stato tensionale (prova singola) e le caratteristiche elastiche e di resistenza (prova doppia) della muratura.

2. INDAGINI SUGLI ORIZZONTAMENTI

Per la definizione della tipologia dei solai, dei materiali impiegati ed il rilievo delle sezioni d'interesse, si è proceduto con piccoli saggi dall'intradosso, consistenti nella rimozione di porzioni di intonaco e nell'esecuzione di un foro Φ 20 fino alla pavimentazione del calpestio soprastante. Solo il saggio E8 è stato eseguito dall'intradosso, rimuovendo una piccola porzione di pavimento.

Tutti i solai sono del tipo a putrelle e voltine, realizzati con mattoni pieni disposti a foglio, legati con malta di calce. I profilati metallici sono in acciaio del tipo IPN, aventi sezione variabile tra 100 e 140.

Superiormente è presente un riempimento in calce incoerente di spessore variabile e pavimentazione in marmette 20x20 cm o marmettoni 40x40 cm. Solo per il solaio di copertura, è presente il vecchio controsoffitto a camere a canne o rete e gesso.



figg. 2.1 e 2.2 - Vista generale tipologia di solaio e camera a canne (5° piano)



fig. 2.3 - Tipologia di saggio a soffitto

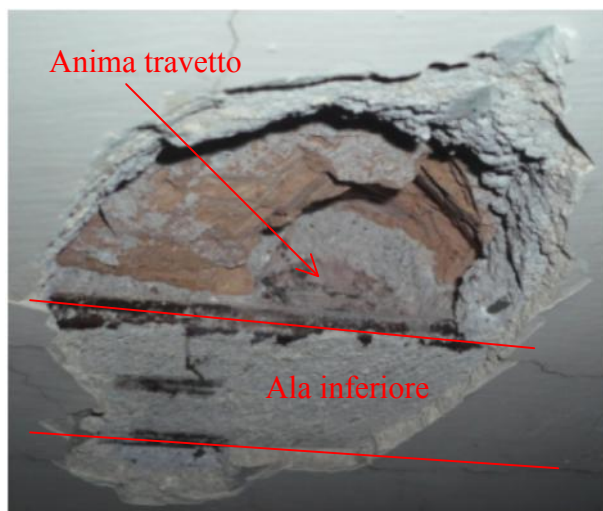


fig. 2.4- Saggio per rilievo ala putrella



fig. 2.5 - Foro per rilievo stratigrafia



fig. 2.6 - Saggio eseguito a pavimento



fig. 2.7 - Saggio eseguito a pavimento – stratigrafia superiore

Relativamente al saggio E8, si rileva il consolidamento del solaio oggetto di indagine, eseguito con putrelle rompitratta, all'intradosso delle voltine, che ha presumibilmente interessato anche i solai attigui (si veda figura 9).



figg. 2.8 e 2. 9 - Consolidamento solaio saggio E8

Il saggio al piano interrato (punto E30) ha invece interessato una volta a botte, realizzata in laterizi pieni disposti a coltello, legati con malta di calce.

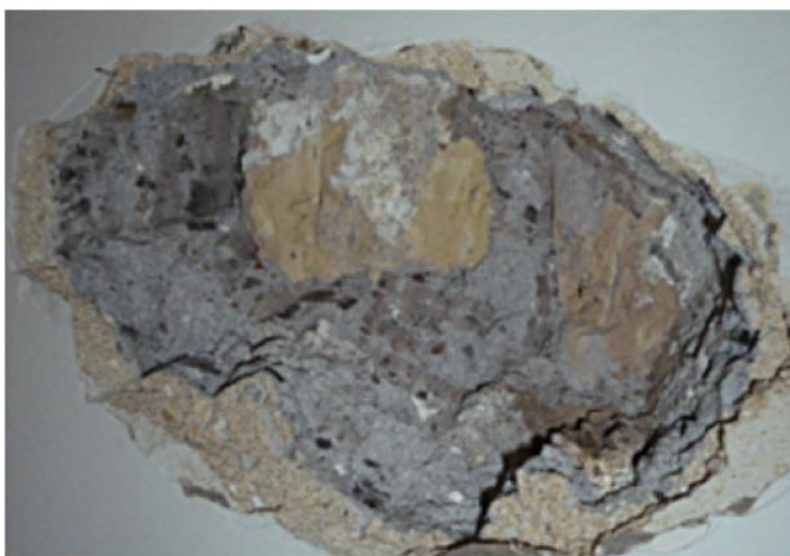


fig. 2.10 –Saggio su volta

Per maggiori dettagli si rimanda all'allegato B nel quale sono riportate le sezioni di ciascun solaio indagato, la cui numerazione fa riferimento alle planimetrie in allegato A, dove i punti sono indicati sulla proiezione in pianta del solaio soprastante.

3. PROVE CON MARTINETTI PIATTI

Sono state eseguite n° 3 prove con martinetti piatti singoli e doppi nelle porzioni di fabbricato indicate dall'ing. Cioli e individuabili nell'allegato C. Le prove MP2 e MP3 sono state eseguite il giorno 31/01/12; la prova MP1 è stata eseguita il giorno 01/02/12.

Obiettivo delle prove è stato quello di verificare sia lo stato tensionale nelle condizioni di esercizio, che il carico limite di rottura delle porzioni di muratura prese in considerazione, a seguito di interventi di risanamento fatti sulle stesse. In particolare, le indagini hanno avuto l'obiettivo finale di raccogliere informazioni sul comportamento statico dei maschi presi in esame attraverso l'analisi dei seguenti parametri:

- misura dello stato di sollecitazione esistente (in esercizio) nelle strutture murarie;
- valutazione delle caratteristiche di resistenza a compressione;
- determinazione delle caratteristiche di deformabilità (modulo di elasticità longitudinale, coefficiente di contrazione laterale e modulo di elasticità trasversale in situ).



figg. 3.1 e 3.2 – Misura distanza originaria (prima del taglio) tra le basi e taglio per alloggiare il martinetto

3.1 Metodologia di prova

La prova per la determinazione dello stato di sollecitazione è basata sul rilascio tensionale causato da un taglio piano, normale alla superficie della muratura. A tale scopo si impiega un solo martinetto piatto (spessore fino ad un massimo di 6 mm) e si effettuano le seguenti operazioni.

Dopo aver accuratamente preparato la superficie della muratura, si dispongono le basi estensimetriche¹ a cavallo del ricorso di malta, in corrispondenza del quale effettuare la

¹ Inserimento di tasselli ad espansione con , sulla testa, saldate placchette in acciaio INVAR munite di sedi per i puntali del deformometro.

prova, e si effettuano le letture di zero con deformometro meccanico ad alta precisione². Si realizza poi un taglio nel medesimo giunto di malta³, con sega da muro, in modo da realizzare una sede avente il più possibile le dimensioni in pianta del martinetto prescelto.

A questo punto il taglio di piccolo spessore (al massimo di 10 mm), genera l'instaurarsi di un cedimento micrometrico della muratura sovrastante, dovuto ai carichi, creando un effetto arco che, ridistribuendo le tensioni, garantisce la stabilità del paramento murario e dà origine ad una nuova configurazione di equilibrio. L'entità dei cedimenti viene valutata grazie ad una nuova lettura tra le basi di misura, già posizionate a cavallo del taglio. Si inserisce quindi il martinetto piatto e si aumenta la pressione del circuito idraulico fino ad ottenere le stesse misure rilevate all'inizio della prova. In queste ultime condizioni l'azione del martinetto eguaglia la compressione preesistente nel muro a meno di costanti che tengono conto del rapporto tra l'area di taglio e quella del martinetto e della calibrazione dello stesso, effettuata sotto apposita pressa dal fornitore. In sostanza il valore ottenuto deve essere corretto mediante un coefficiente che tiene conto del rapporto tra l'area del martinetto e quella del taglio e dell'influenza del bordo di saldatura. In definitiva risulta $\sigma = K_m K_a p$ in cui K_m è la costante del martinetto, che deve essere determinata tramite prova di compressione in laboratorio, K_a è il rapporto tra l'area in pianta del martinetto e l'area del taglio e p il valore della pressione all'interno del martinetto. La definizione delle caratteristiche di deformabilità (valori ultimi e stima in opera del modulo elastico) è implementata introducendo un secondo martinetto piatto, in un secondo taglio parallelo al primo e posto circa 50 cm più in alto. Collegando i due martinetti in parallelo alla stessa pompa ed eseguendo cicli di carico e scarico, si effettua in sostanza una vera e propria compressione nella zona di muratura compresa tra gli stessi, costituente un ideale campione in opera, con tutti i vantaggi di una prova di compressione in sito e tutte le condizioni al contorno reali.



figg. 3.3, 3.4 e 3.5 - Prove con martinetto singolo MP1, MP2 e MP3

² Bimillesimale

³ In caso di muratura caotica non è presente un giunto regolare di malta e si fa riferimento ad una ipotetica linea orizzontale che lo idealizza.

Il carico massimo viene progressivamente aumentato ad ogni ciclo e attraverso le letture con il deformometro, utilizzando basi collocate tra i due tagli, si ricava facilmente il modulo elastico E dalla mera applicazione della legge Hooke: $E = \sigma/\varepsilon$ con σ sforzo normale sulla muratura (quello letto sul manometro opportunamente corretto come sopra) e ε deformazione verticale data dallo spostamento verticale misurato tra la basi diviso la lunghezza di riferimento dello strumento. Dai risultati di accurate indagini sperimentali si è potuto osservare che i valori del rapporto E_m/E_c (in cui E_m è il modulo di elasticità longitudinale determinato con il metodo dei martinetti piatti e E_c è quello determinato con il metodo convenzionale in laboratorio) sono prossimi all'unità, a dimostrazione che gli effetti del contenimento laterale della muratura adiacente il campione in prova sono ininfluenti. La prova con doppio martinetto piatto può pertanto essere considerata come una prova di compressione monoassiale. Numerose misure eseguite sia su murature in laterizio che su murature in pietra, hanno consentito di evidenziare che le differenze tra i valori determinati con la tecnica dei martinetti piatti e quelli determinati con prove di tipo convenzionale sono contenute entro l'8%.

Per la definizione delle caratteristiche a rottura della muratura, utilizzando i due martinetti inseriti nella muratura, già sottoposti a cicli di carico e scarico per la determinazione del modulo elastico, il carico massimo viene portato fino al raggiungimento di pressioni, di gran lunga superiori a quella iniziale, tali da far insorgere le prime lesioni, in modo da ottenere indicazioni sulle caratteristiche di resistenza della muratura. Il rapporto del limite ultimo, così determinato, con la tensione d'esercizio, già ricavata con la prova del martinetto piatto singolo, fornisce il coefficiente di sicurezza relativo al maschio in esame.



figg. 3.6, 3.7 e 3.8 – Prove con martinetto doppio MP1, MP2 e MP3

E' importante sottolineare che quando il campione è prossimo alle condizioni di rottura, appaiono solo alcuni stati fessurativi in alcuni elementi lapidei che compongono la muratura, per cui il danno apportato alla muratura stessa può ritenersi di lieve entità ed il ripristino delle condizioni iniziali risulta alquanto agevole. Per ciò che riguarda la valutazione della resistenza a compressione mediante prova con martinetti piatti, da analisi comparative a carattere sperimentale, risulta che, rispetto ai valori forniti dalle prove distruttive tradizionali, si ottengono sovrastime comprese tra il 10% e il 15%. Non

sono disponibili ad oggi direttive di rilievo riguardanti l'esecuzione di questo tipo di indagine nell'ambito dell'ingegneria civile.

3.2 Punti di misura

Per l'implementazione del martinetto singolo sono state disposte a cavallo del taglio tre coppie di basi, una coppia in posizione centrale (L2) e le altre due (L1 e L3) a meno di un quarto della lunghezza del taglio dalle estremità.

La distanza verticale tra le basi è funzione del deformometro usato e, di conseguenza, della dima utilizzata per la loro apposizione. Le piastrine forate di riscontro per i puntali del deformometro sono state incollate su teste di viti inserite nel muro tramite tasselli ad espansione. Per la prova con martinetto doppio le basi sono state disposte tra i due tagli con la stessa sequenza sopra descritta (per ciascuna coppia la base al di sopra, o al di sotto, del taglio è stata utilizzata come base inferiore, o superiore, per la successiva prova con martinetto doppio).

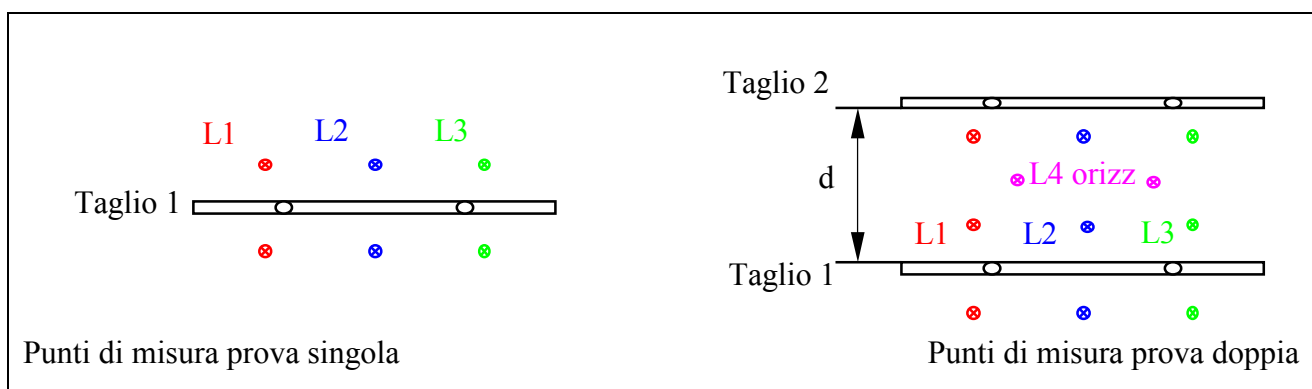


fig. 3.9 - Schema esplicativo punti di misura nelle due prove

Una coppia di basi è stata disposta orizzontalmente, tra i due tagli, con lo scopo di determinare l'estensione laterale (L4) e avere indicazione riguardo al modulo di Poisson della muratura.

3.3 Apparato di prova

Per il taglio della muratura è stata impiegata una sega elettrica a lama lunga, azionata a mano.

I martinetti piatti, di forma semicircolare (diametro pari a 35 cm, porzione rettangolare sporgente di 8,5 cm) sono stati messi in pressione con una pompa a mano, munita di manometro Bourdon (Enercomp). Le letture tra le basi disposte a muro, con opportuni tasselli ad espansione e colla, sono state effettuate con un deformometro meccanico Demec ad alta precisione.

Ciascuna prova è stata eseguita prima con la modalità del martinetto singolo, al fine di verificare il carico di esercizio attualmente gravante sul maschio murario oggetto

dell'analisi e, successivamente, con la modalità del martinetto doppio per determinare le caratteristiche elastoplastiche della muratura.

Per l'esecuzione delle prove è stata impiegata la seguente strumentazione:

- n° 6 martinetti piatti della Boviari, modello MP-8A, di dimensioni dichiarate 350x260x4 mm (spessore lamiera 0.8 mm) e area di 779 mm², con pressione massima da 40 bar e coefficiente di calibrazione sotto pressa pari a 0,86 per pressioni tra 0 e 10 bar e pari a 0,89 per pressioni comprese tra 10 bar e 50 bar (allegata certificazione del Politecnico di Milano – all. 5.1) ;
- n° 1 motosega circolare a disco diamantato della Partner-Husqvarna mod. K-Ring-950;
- n°1 pompa manuale oleodinamica O.M.F.B S.p.a. con raccordi e tubi ad alta pressione;
- n° 1 manometro meccanico Wika a bagno d'olio, fondo scala 25 bar, precisione 1 bar;
- n° 1 manometro meccanico Wika a bagno d'olio, fondo scala 4 bar precisione 0,2 bar;
- n°1 deformometro meccanico Demec – MAYES Inst. Limited – corsa 6mm precisione 0,002 mm – n° di serie 5470.



figg. 3.10 e 3.11- Pompa con manometro e sega circolare

3.4 Risultati

Vengono di seguito riportate le risultanze sperimentali delle prove effettuate, con la descrizione di quanto emerso e meglio evidenziato nei relativi grafici intercalati. Per tutte le prove la muratura risulta costituita da mattoni pieni in laterizio, di colorazione piuttosto uniforme, aventi dimensioni pari a 28 x 13 x 5 cm. I ricorsi, aventi spessore variabile da 2 a 4 cm, sono di malta presumibilmente pozzolanica. All'apparenza risulta di bassa consistenza, tendendo facilmente a disgregarsi al semplice contatto con le mani. Ciò è suffragato dalle prove sclerometriche di cui al successivo capitolo 4.

3.4.1 Martinetto singolo MPS1

Si riporta di seguito la tabella riepilogativa dei risultati della prova.

CONDIZIONI OPERATIVE DELLA MURATURA				
PROVA MP1 - Martinetto singolo - 01/02/2012				
	Carico	Valore del Cedimento/Recupero		
	[kPa]	[mm]		
		L1	L2	L3
Prima del taglio	0	0,000	0,000	0,000
Dopo il taglio	0	-0,027	-0,042	-0,040
Ripristino condizioni iniziali	14	-0,026	-0,037	-0,038
	28	-0,010	-0,014	-0,019
	41	0,002	0,005	-0,002

tab. 3.1 - Risultati prova martinetto piatto singolo MP1: condizioni operative muratura

In fig. 3.12 è evidenziato, in forma grafica, il risultato della prova. In ascissa è riportato direttamente il valore della tensione sulla muratura, ottenuto dalla pressione all'interno del circuito moltiplicata per i coefficienti che tengono conto della taratura del martinetto e del rapporto tra l'area di taglio e quella del martinetto in pianta.

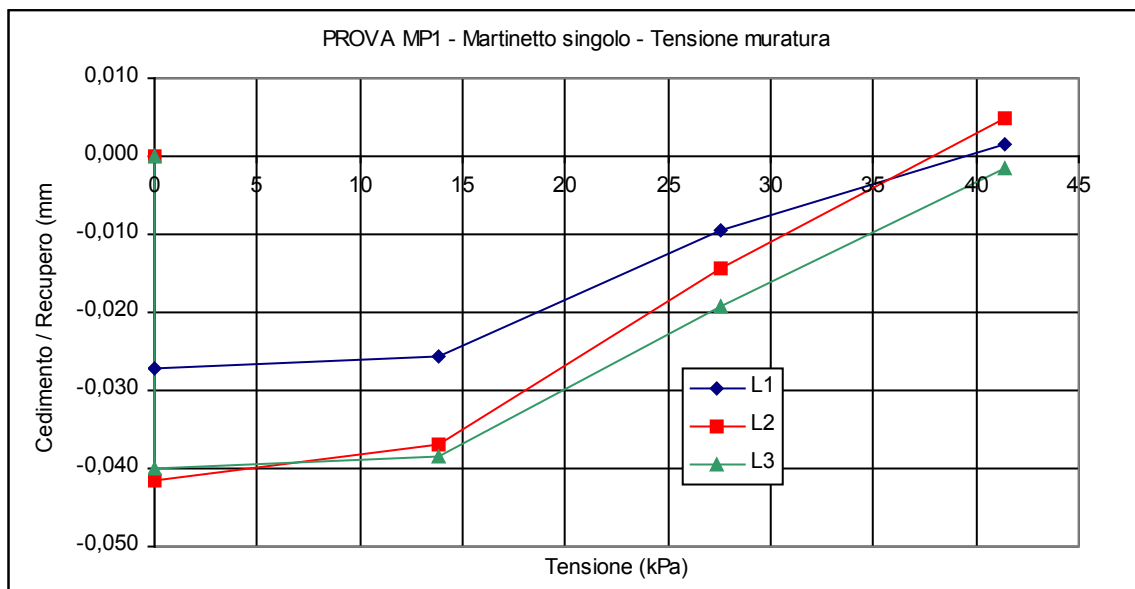


fig. 3.12 - Risultati prova martinetto singolo MPS1 - condizioni operative della muratura

La pressione di ripristino si è verificata tra 0,4 e 0,6 bar, valori che moltiplicati per il rapporto tra l'area di muratura interessata (0,92) e quella del martinetto, tenendo conto anche del fattore di taratura dello stesso ($k_m=0,75$), forniscono una pressione di esercizio di poco inferiore a 40 kPa.

3.4.2 Martinetto doppio MPD1

E' stato effettuato un secondo taglio nel maschio murario, parallelamente al primo e posto superiormente ad una distanza da esso di ca. 40 cm, per l'inserimento del secondo martinetto e l'effettuazione di una prova di compressione fino a rottura, dopo l'esecuzione di cicli di carico e scarico per la determinazione delle caratteristiche elastiche. La pressione è stata aumentata fino alla formazioni di piccole lesioni.

	VALORI LIMITE MURATURA				
	PROVA MP1 - Martinetto doppio - 01/02/2012				
	Carico	Deformazione			
	kPa	10 ⁻⁶ m/m			
		L1	L2	L3	L4 orizz.
	0	0	0	0	0
	138	-56	-64	-72	16
	276	-136	-192	-144	48
	414	-224	-336	-256	72
	552	-352	-472	-360	104
	690	-456	-616	-496	136
	552	-384	-536	-432	112
	414	-296	-440	-336	80
	276	-208	-312	-232	56
	138	-136	-200	-136	24
	0	-16	-72	-32	8
	345	-288	-432	-336	96
	690	-488	-704	-560	184
	1035	-872	-1160	-976	376
	1380	-1496	-2016	-1736	552
	1725	-2184	-3008	-2576	984
	2070	-3464	-4496	-3896	2344
	2277	-5216	-6656	-5680	3704

tab. 3.2 - Risultati prova MPD1: capacità portante della muratura

Nel grafico in figura 3.13 le tre curve nel settore negativo rappresentano la deformazione misurata dai tre comparatori tra i due tagli, ortogonalmente ad essi, e disposti come descritto in fig. 3.9. La curva nel settore positivo rappresenta l'espansione laterale misurata tra i due tagli e parallelamente ad essi. Il limite elastico è superiore a 600 kPa, la rottura avviene per valori superiori a 2.200 kPa.

3.4.3 Determinazione delle caratteristiche elastiche prova MPD2

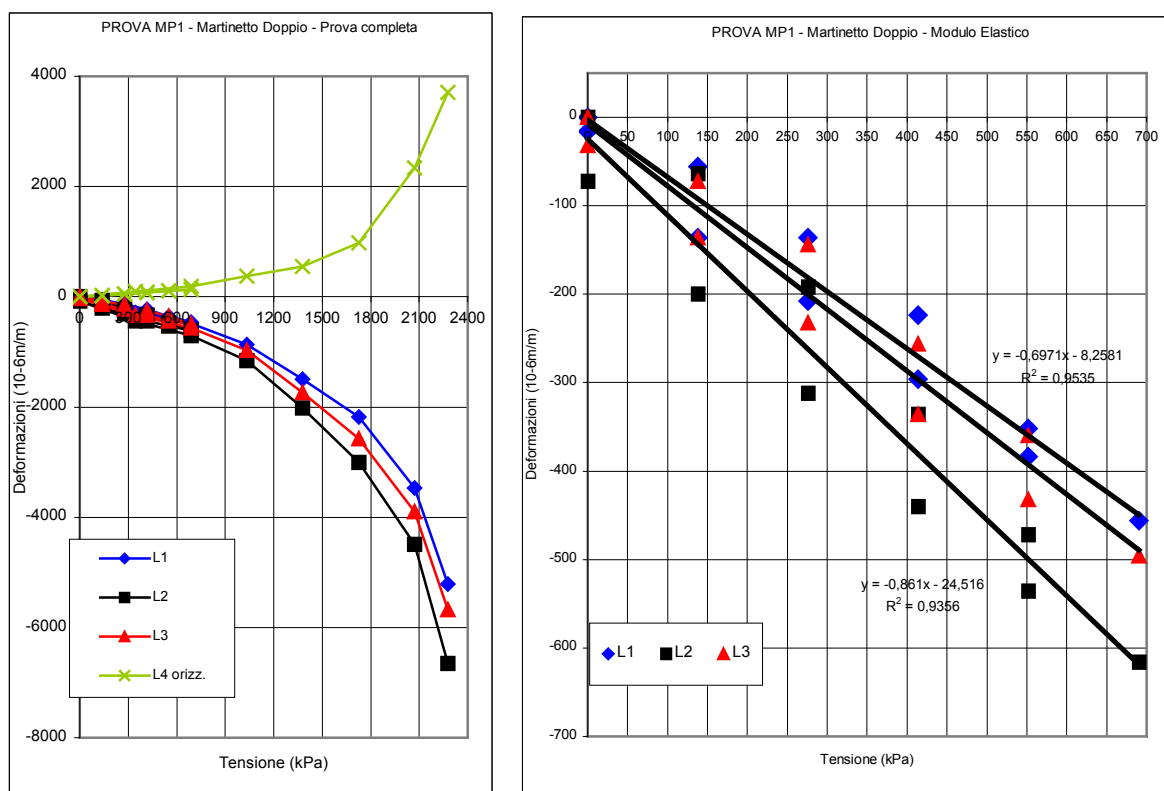
In fig. 3.14 sono riportati i tratti lineari delle fasi di applicazione del carico, con l'obiettivo di determinare il modulo di elasticità longitudinale.

A tale scopo sono stati interpolati i punti corrispondenti alle rampe di salita (relativi alle tre coppie di basi di misura disposte ortogonalmente ai tagli) attraverso regressioni lineari. Le pendenze di dette rette di regressione, in un piano tensione – deformazione, rappresentano l'inverso del modulo di elasticità longitudinale.

Facendo riferimento alle due rette a minor inclinazione, il modulo di elasticità si colloca in una forchetta compresa tra 1.540 e 1.570 MPa, con un valore medio attestato intorno a 1.500 MPa.

Il rapporto tra le deformazioni lungo l'asse di compressione e le rispettive contrazioni laterali, nella prima parte della rampa di salita, ritenuta sufficientemente lineare, consente la determinazione del coefficiente di Poisson ν , che risulta pari a ca. 0,25.

Sulla base dei due precedenti parametri elastici è possibile ricavare il modulo di elasticità tangenziale G che risulta pari mediamente a 570 MPa.



figg. 3.13 e 3.14 - Risultati prova MPD2 - capacità portante della muratura e determinazione moduli di elasticità

3.4.4 Martinetto singolo MPD2

Nella seguente tabella 3.3 sono riportati i risultati della prova.

In fig. 3.15 è evidenziato, in forma grafica, il risultato della prova. In ascissa è riportato direttamente il valore della tensione sulla muratura, ottenuto dalla pressione all'interno del circuito moltiplicata per i coefficienti che tengono conto della taratura del martinetto e del rapporto tra l'area di taglio e quella del martinetto in pianta.

Il ripristino si è verificato per valori compresi tra 5,2 e 5,6 bar, valori che moltiplicati per il rapporto tra l'impronta in pianta del martinetto e l'area di muratura interessata (in questo caso pari a 0,89), tenendo conto anche del fattore di taratura dello stesso ($k_m=0,75$), forniscono una pressione di esercizio pari a 350 kPa, quasi 10 volte maggiore di quella

determinata in occasione della precedente prova a dimostrazione di un maschio decisamente più caricato.

CONDIZIONI OPERATIVE DELLA MURATURA				
PROVA MP2- Martinetto singolo - 31/01/2012				
	Carico	Valore del Cedimento/Recupero		
	[kPa]	[mm]		
		L1	L2	L3
Prima del taglio	0	0,000	0,000	0,000
Dopo il taglio	0	-0,115	-0,222	-0,134
Ripristino condizioni iniziali	53	-0,106	-0,200	-0,106
	80	-0,101	-0,179	-0,101
	107	-0,093	-0,162	-0,094
	134	-0,085	-0,147	-0,085
	160	-0,075	-0,128	-0,069
	187	-0,066	-0,110	-0,059
	214	-0,056	-0,093	-0,050
	240	-0,046	-0,075	-0,040
	267	-0,037	-0,058	-0,030
	294	-0,026	-0,038	-0,021
	320	-0,014	-0,019	-0,010
	347	-0,003	-0,002	0,000
	374	0,008	0,011	0,010

tab. 3.3 - Risultati prova martinetto piatto singolo MPD2: condizioni esercizio muratura

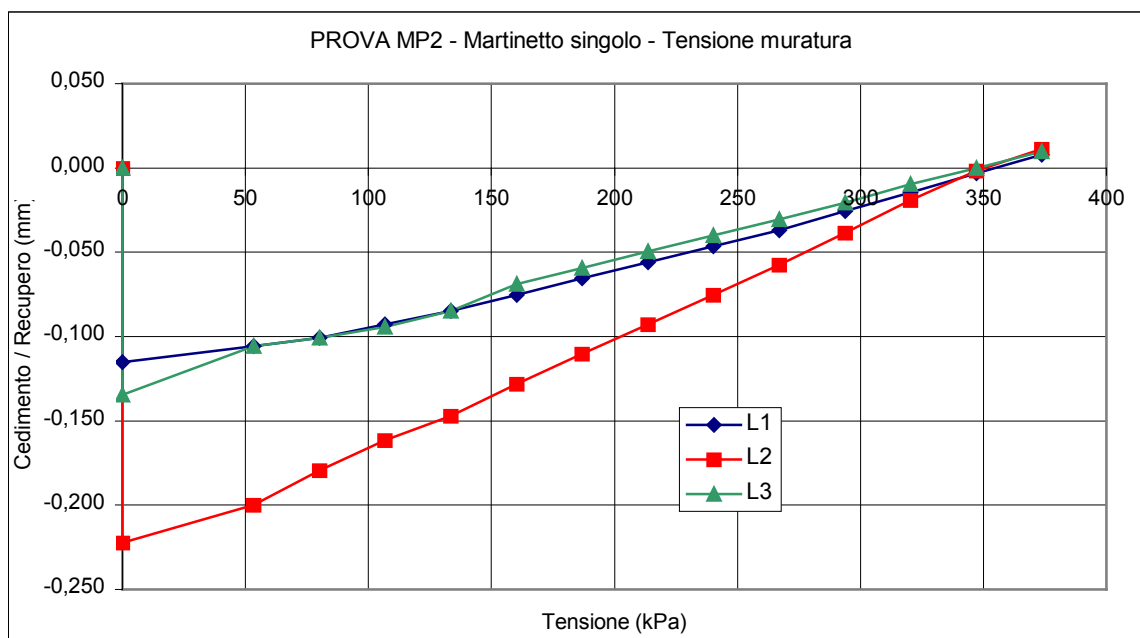


fig. 3.15 - Risultati prova martinetto singolo MPD2 - condizioni operative della muratura

3.4.5 Martinetto doppio MPD2

E' stato effettuato un secondo taglio nel maschio murario, parallelamente al primo e posto superiormente ad una distanza da esso di ca. 40 cm, per l'inserimento del secondo martinetto e l'effettuazione di una prova di compressione fino a rottura, dopo l'esecuzione di cicli di carico e scarico per la determinazione delle caratteristiche elastiche.

	VALORI LIMITE MURATURA				
	PROVA MP2 - Martinetto doppio - 31/01/2012				
	Carico	Deformazione			
	kPa	10 ⁻⁶ m/m			
		L1	L2	L3	L4 orizz.
Prova di compressione su muratura	0	0	0	0	0
	134	-80	-248	-72	32
	267	-128	-400	-152	64
	401	-224	-536	-232	112
	534	-336	-712	-344	144
	668	-448	-880	-472	168
	401	-280	-616	-288	120
	267	-176	-432	-192	72
	134	-96	-248	-80	48
	0	-8	-112	0	32
	334	-248	-576	-280	112
	668	-480	-928	-488	168
	1001	-848	-1512	-888	232
	1335	-1640	-2704	-1728	376
	1669	-2912	-4864	-3656	544
	2003	-4128	-6992	-4872	
	2069	-5304	-9168	-7472	

tab. 3.4 - Risultati prova MPD2: capacità portante della muratura

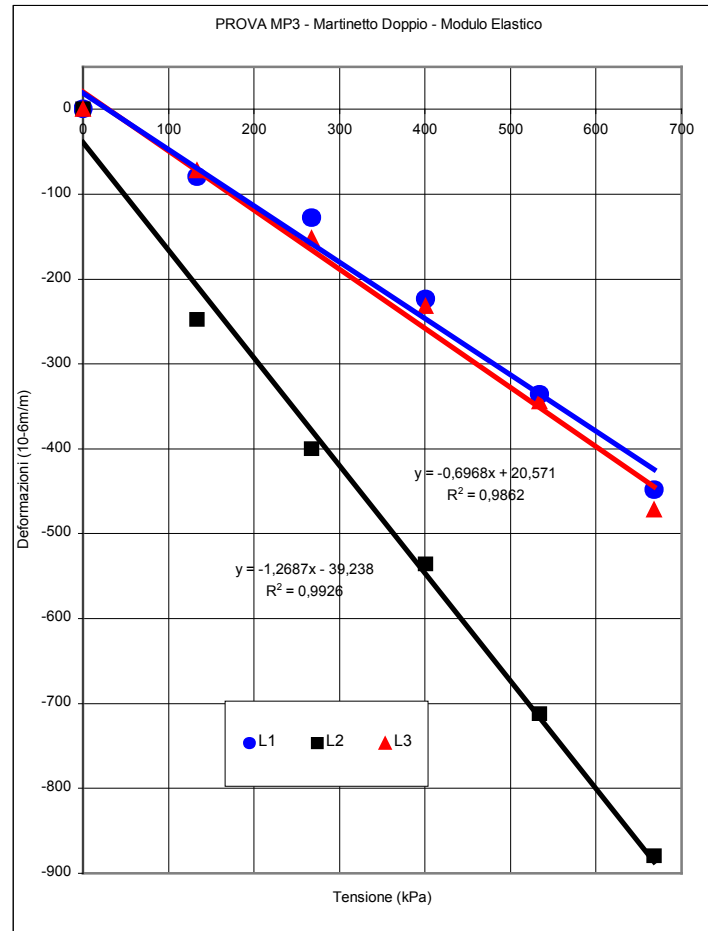
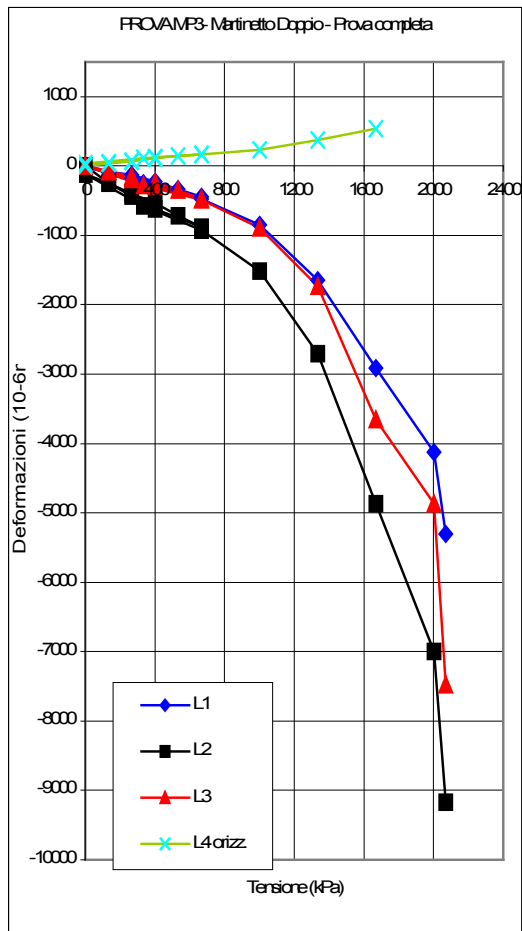
La pressione è stata aumentata fino alla formazione di piccole lesioni.

Nel grafico in fig. 3.16 le tre curve nel settore negativo rappresentano la deformazione misurata dai tre comparatori tra i due tagli, ortogonalmente ad essi, e disposti come descritto in fig. 3.9. La curva nel settore positivo rappresenta l'espansione laterale misurata tra i due tagli e parallelamente ad essi. Il limite elastico è superiore a 700 kPa, la rottura avviene per valori intorno a 2.100 kPa.

3.4.6 Determinazione delle caratteristiche elastiche prova MPD2

In fig. 3.17 sono riportati i tratti lineari delle fasi di applicazione del carico, con l'obiettivo di determinare il modulo di elasticità longitudinale.

A tale scopo sono stati interpolati i punti corrispondenti alle rampe di salita (relativi alle tre coppie di basi di misura disposte ortogonalmente ai tagli) attraverso regressioni lineari. Le pendenze di dette rette di regressione, in un piano tensione – deformazione, rappresentano l'inverso del modulo di elasticità longitudinale. Facendo riferimento alle due rette a minor inclinazione, il modulo di elasticità si colloca in una forchetta compresa tra 1.500 e 1.570 MPa, con un valore medio attestato intorno a 1.540 MPa.



figg. 3.16 e 3.17 - Risultati prova MPD2 - capacità portante della muratura e determinazione moduli di elasticità

Il rapporto tra le deformazioni lungo l'asse di compressione e le rispettive contrazioni laterali, nella prima parte della rampa di salita, ritenuta sufficientemente lineare, consente la determinazione del coefficiente di Poisson ν , che risulta pari a ca. 0,30. Sulla base dei due precedenti parametri elastici è possibile ricavare il modulo di elasticità tangenziale medio G che risulta pari a 590 MPa.

3.4.7 Martinetto singolo MPD3

In tabella 3.5 è riportato il riepilogo dei risultati della prova.

In fig. 3.18 è evidenziato, in forma grafica, il risultato della prova. In ascissa è riportato direttamente il valore della tensione sulla muratura, ottenuto dalla pressione all'interno del circuito moltiplicata per i coefficienti che tengono conto della taratura del martinetto e del rapporto tra l'area di taglio e quella del martinetto in pianta.

Il ripristino si è verificato nell'intorno tra 16 e 18 bar, valore che moltiplicato per la proiezione in pianta dell'area del martinetto e l'area di muratura interessata dallo scavo (nel caso in esame pari a 0,9, tenendo conto anche del fattore di taratura dello stesso ($km=0,86$), fornisce una pressione di esercizio di compresa tra 1.000 e 1.200 kPa

	VALORI LIMITE MURATURA				
	PROVA MP3 - Martinetto doppio - 31/01/2012				
	Carico kPa	Deformazione			
		10 ⁻⁶ m/m			
		L1	L2	L3	L4 orizz.
Prova di compressione su muratura	0	0	0	0	0
	135	-144	-208	-184	40
	270	-304	-448	-296	88
	405	-480	-640	-440	128
	540	-648	-832	-552	200
	675	-816	-1032	-696	248
	405	-592	-696	-512	160
	270	-304	-504	-344	96
	135	-160	-288	-200	56
	0	-24	-8	-56	16
Prova di trazione su muratura	338	-432	-608	-408	216
	675	-728	-968	-680	392
	1013	-1000	-1200	-952	568
	1350	-1280	-1432	-1232	952
	1688	-1616	-1760	-1464	2376
	2025	-2832	-3392	-3736	6600

tab. 3.5 - Risultati prova martinetto piatto singolo MPD3: condizioni esercizio muratura

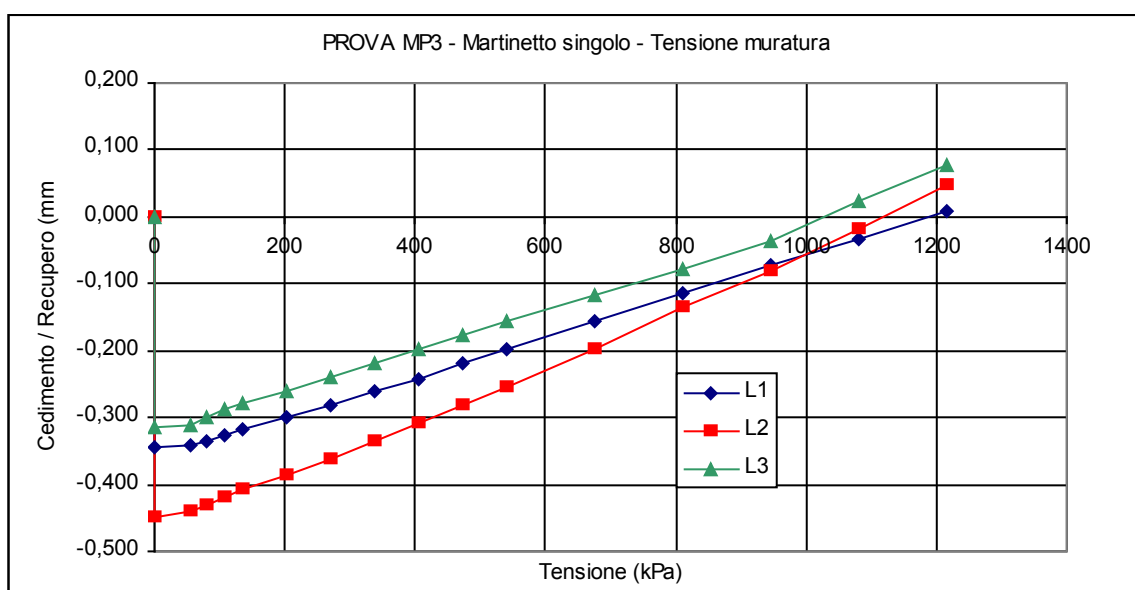


fig. 3.19 - Risultati prova martinetto singolo MPD3 - condizioni operative della muratura

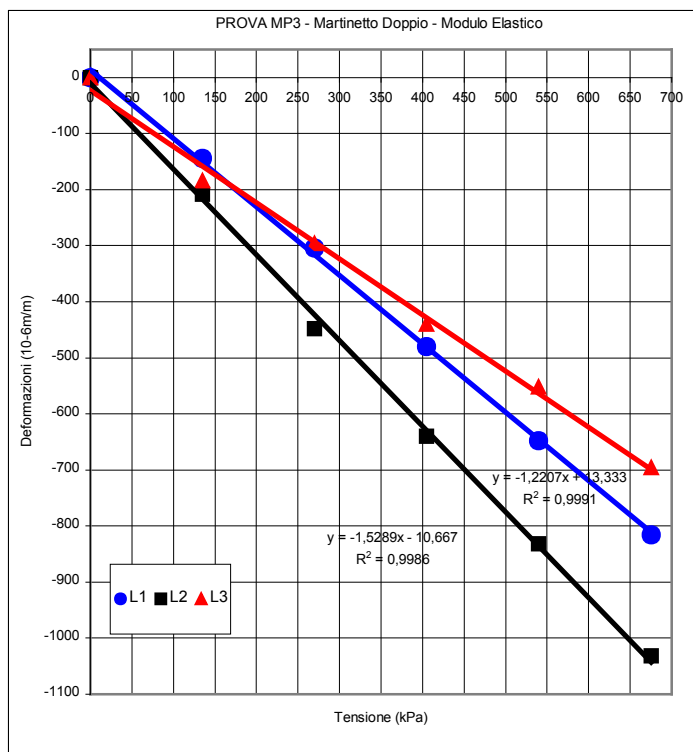
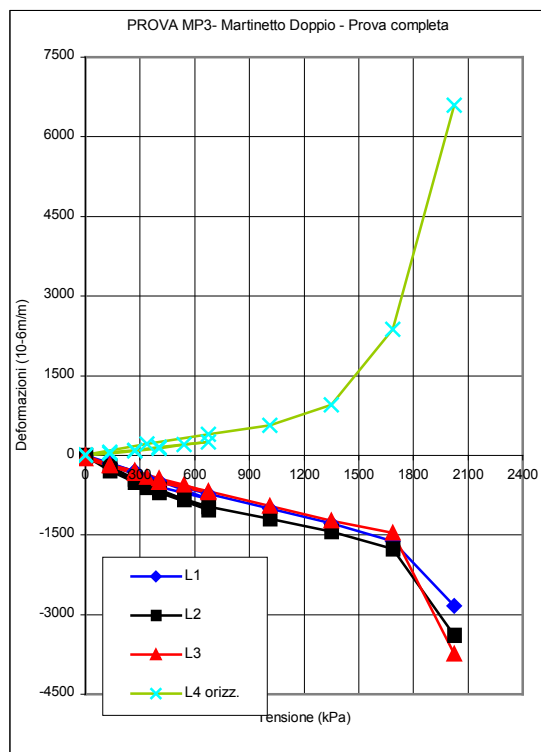
3.4.8 Martinetto doppio MPD3

E' stato effettuato un secondo taglio nel maschio murario, parallelamente al primo e posto superiormente ad una distanza da esso di ca. 40 cm, per l'inserimento del secondo

martinetto e l'effettuazione di una prova di compressione fino a rottura, dopo l'esecuzione di cicli di carico e scarico per la determinazione delle caratteristiche elastiche. La pressione è stata aumentata fino alla formazioni di piccole lesioni.

	VALORI LIMITE MURATURA				
	PROVA MP3 - Martinetto doppio - 31/01/2012				
	Carico kPa	Deformazione			
		10 ⁻⁶ m/m			
		L1	L2	L3	L4 orizz.
Prova di compressione su muratura	0	0	0	0	0
	135	-144	-208	-184	40
	270	-304	-448	-296	88
	405	-480	-640	-440	128
	540	-648	-832	-552	200
	675	-816	-1032	-696	248
	405	-592	-696	-512	160
	270	-304	-504	-344	96
	135	-160	-288	-200	56
	0	-24	-8	-56	16
	338	-432	-608	-408	216
	675	-728	-968	-680	392
	1013	-1000	-1200	-952	568
	1350	-1280	-1432	-1232	952
	1688	-1616	-1760	-1464	2376
	2025	-2832	-3392	-3736	6600

tab. 3.6 - Risultati prova MPD3: capacità portante della muratura



figg. 3.20 e 3.21 - Risultati prova MPD2 - capacità portante della muratura e determinazione moduli di elasticità

Nel grafico riportato in fig. 3.20 le tre curve nel settore negativo rappresentano la deformazione misurata dai tre comparatori tra i due tagli, ortogonalmente ad essi, e disposti come descritto in fig. 3.9. La curva nel settore positivo rappresenta l'espansione laterale misurata tra i due tagli e parallelamente ad essi. Il limite elastico è superiore a 900 kPa, la rottura avviene per valori intorno a 2.000 kPa.

3.4.9 Determinazione delle caratteristiche elastiche prova MPD3

In fig. 3.21 sono riportati i tratti lineari delle fasi di applicazione del carico, con l'obiettivo di determinare il modulo di elasticità longitudinale.

A tale scopo sono stati interpolati i punti corrispondenti alle rampe di salita (relativi alle tre coppie di basi di misura disposte ortogonalmente ai tagli) attraverso regressioni lineari. Le pendenze di dette rette di regressione, in un piano tensione – deformazione, rappresentano l'inverso del modulo di elasticità longitudinale. Facendo riferimento alle due rette a minor inclinazione, il modulo di elasticità si colloca in una forchetta compresa tra 820 e 1.00 MPa, con un valore medio attestato intorno a 910 MPa.

Il rapporto tra le deformazioni lungo l'asse di compressione e le rispettive contrazioni laterali, nella prima parte della rampa di salita, ritenuta sufficientemente lineare, consente la determinazione del coefficiente di Poisson ν , che risulta pari a ca. 0,26. Sulla base dei due precedenti parametri elastici è possibile ricavare il modulo di elasticità tangenziale G che risulta pari mediamente a 325 MPa.

3.4.10 Riepilogo risultati e considerazioni conclusive

Per quanto riguarda le tensioni di esercizio, la prova MP1 ha evidenziato un maschio decisamente scarico, la prova MP2 una condizione di carico media e la prova MP3 un deciso sovraccarico.

Le rotture avvengono tra i 2.000 e i 2.200 kPa, fortemente condizionate dalla scarsa consistenza della malta di calce idraulica. Il modulo di elasticità longitudinale risulta di poco superiore a 1.500 N/mm², per le prime due prove e pari a poco di più di 1.500 N/mm² per la terza.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei risultati ottenuti.

	Tensione di esercizio [kPa]	Tensione di rottura [kPa]	E [MPa]	ν	G [MPa]
MP1	40	2.200	1.550	0,25	570
MP2	350	2.100	1.540	0,30	590
MP3	1.000-1.200	2.000	910	0,26	325

tab. 3.7 - Risultati riepilogativi

4. PROVE MECCANICHE SU MALTE

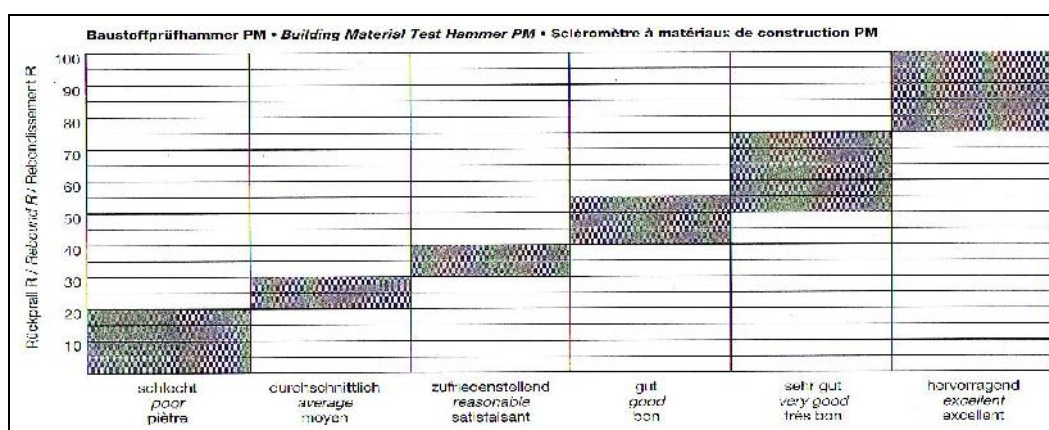
Sono state eseguite n°3 prove (dieci battute ciascuna), con durometro per malta, atte a definire il grado di consistenza attuale della malta impiegata per legare gli elementi lapidei. Essendo state eseguite le battute in corrispondenza dei punti in cui sono state effettuate le prove con martinetto piatto, la nomenclatura dei campioni è la stessa di quella riportata sopra, relativa alle suddette prove (da. M1 a M3).

4.1 Descrizione dello strumento e della metodologia di prova

Lo strumento concettualmente è l'equivalente dello sclerometro per cls, dove una massa di peso noto, va a colpire il materiale oggetto di prova ed in base alla durezza dello stesso, rimbalza indicando su una scala graduata l'indice di rimbalzo che viene poi correlato, in base a tabelle sperimentali, ad un valore di resistenza.



figg. 4.1 e 4.2 – Sclerometro per malte



tab. 4.1 – Correlazione indici rimbalzo / qualità malta

L'indice medio di rimbalzo è correlato ad una tabella suggerita dal *TNO Institute for Building Materials and Structures* di Delft (Olanda), dove la classificazione varia da povero

a eccellente (in una scala di 6 valori). La prova viene condotta in modo analogo a quella che si esegue con lo sclerometro classico, su elementi in cls. Essa consente la valutazione della probabile resistenza a compressione dei ricorsi di malta in opera, mediante la determinazione della relativa durezza di urto fornita dalle battute sclerometriche. Operativamente si esegue posizionando lo strumento (sclerometro) a contatto con la superficie ed in direzione perpendicolare e nel misurare i valori dei rimbalzi di un cursore d'acciaio spinto con forza contro tale superficie. Anche in questo caso (come per lo sclerometro classico su cls), vengono eseguite 10 battute per ogni punto prescelto e la media dei valori ottenuti fornisce il parametro di raffronto da ricercare nella tabella di cui sopra.

4.2 Risultati

Nella tabella seguente, vengono riportati i valori ottenuti a seguito dell'indagine sperimentale. La prima colonna riporta il numero della prova, la seconda il numero identificativo evidenziato in pianta (all."A"); le successive colonne riportano gli indici di rimbalzo (I_r), misurati per ciascuna delle 10 battute previste dal TNO; l'ultima colonna riporta la media delle 10 battute di cui sopra.

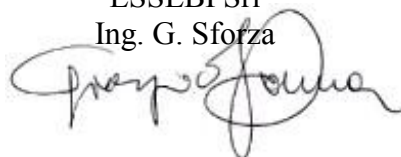
n°	id. pianta	Battute sclerometriche										valore medio
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	M1	11	19	16	30	21	28	16	18	35	16	22
2	M2	16	31	24	22	20	18	24	19	17	22	21
3	M3	20	24	16	30	29	27	28	26	30	21	25

tab. 4.2 – Valori indici rimbalzo sperimentali

Il valore medio dell'indice di rimbalzo risulta pari a 23. Con riferimento alla tabella 4.1 (correlazione indici di rimbalzo con la qualità della malta), il tipo di malta si può definire come "average" tendente a "poor".

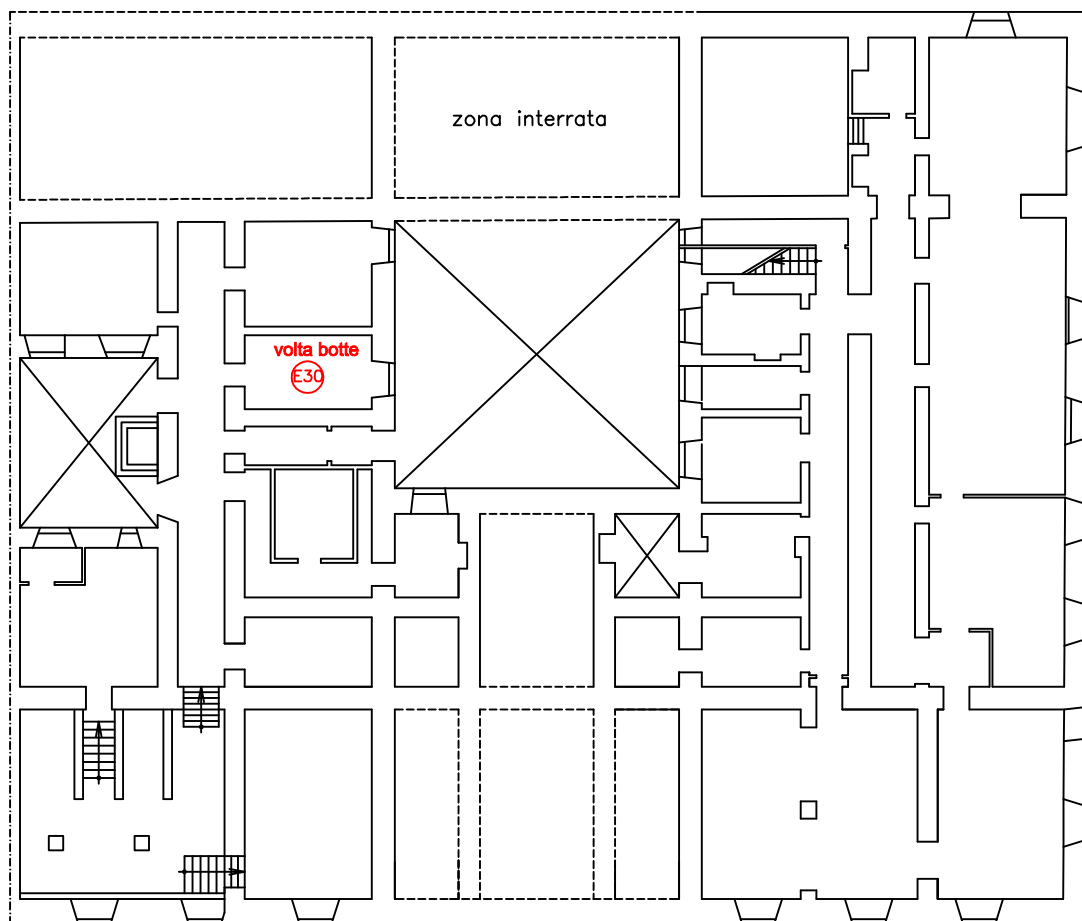
Roma, 16 febbraio 2012

ESSEBI Srl
Ing. G. Sforza



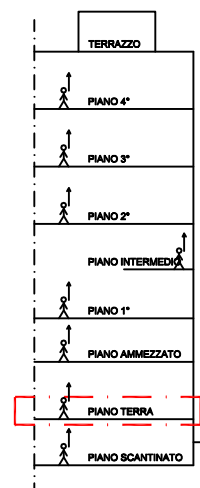
INDIVIDUAZIONE SAGGI SUI SOLAI

PALAZZO BARACCHINI

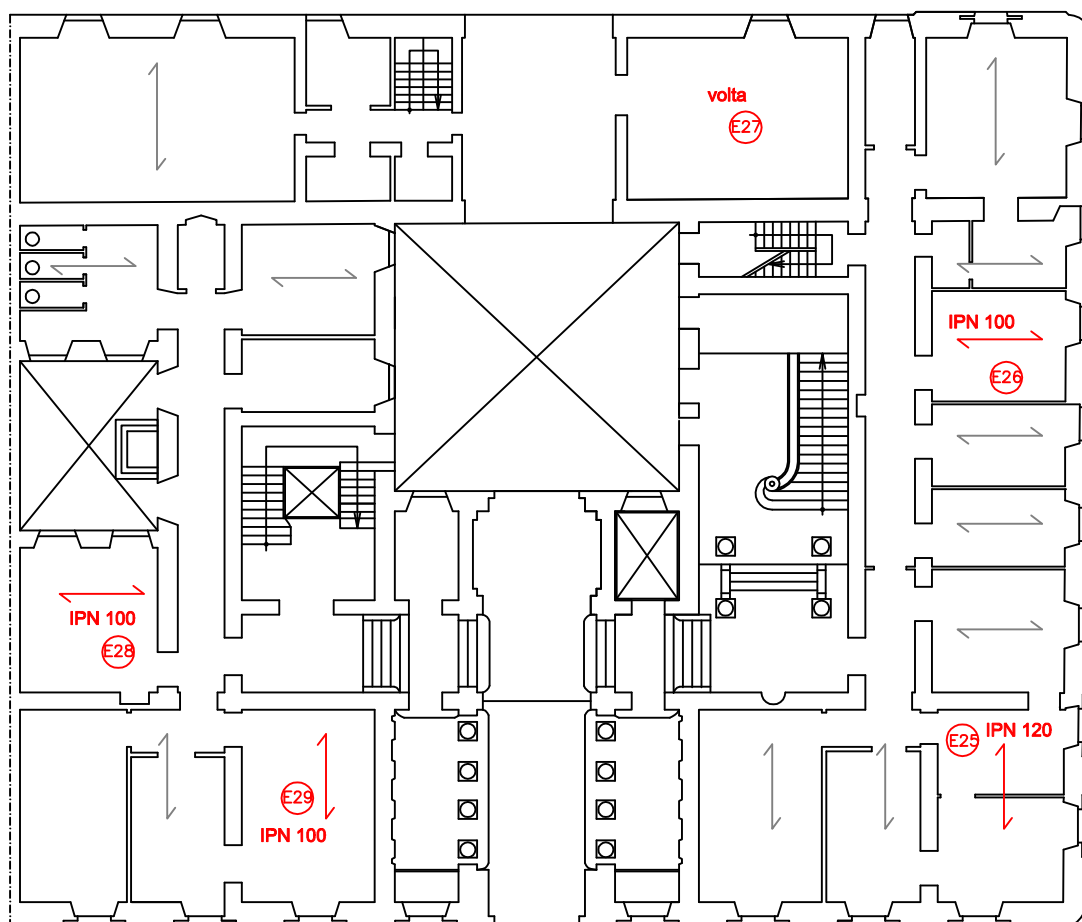


PIANO SCANTINATO

Via XX Settembre

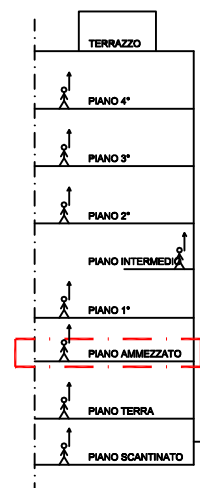


PALAZZO BARACCHINI



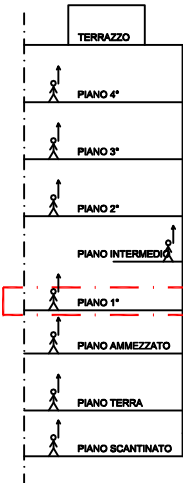
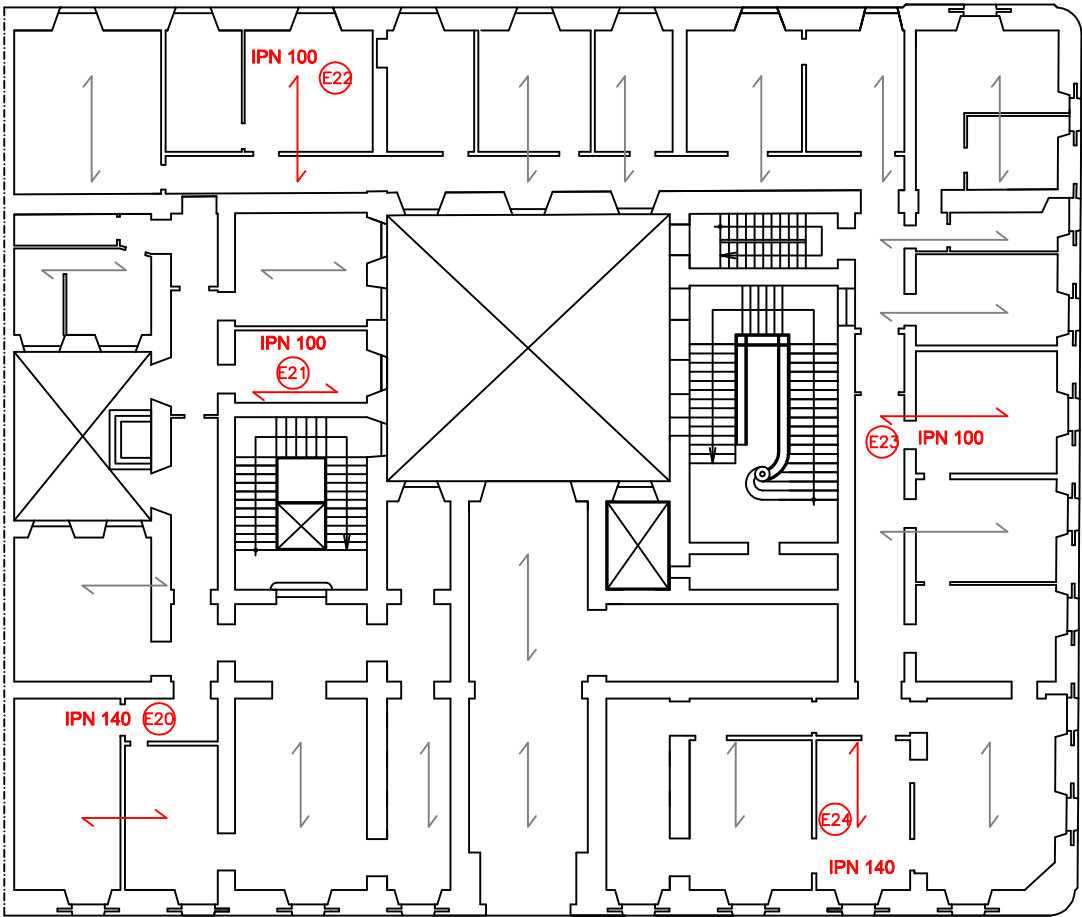
PIANO TERRA

Via XX Settembre



INDIVIDUAZIONE SAGGI SUI SOLAI

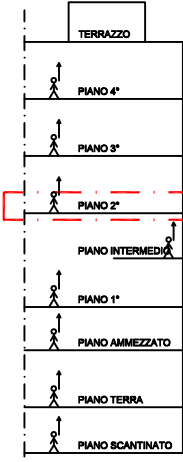
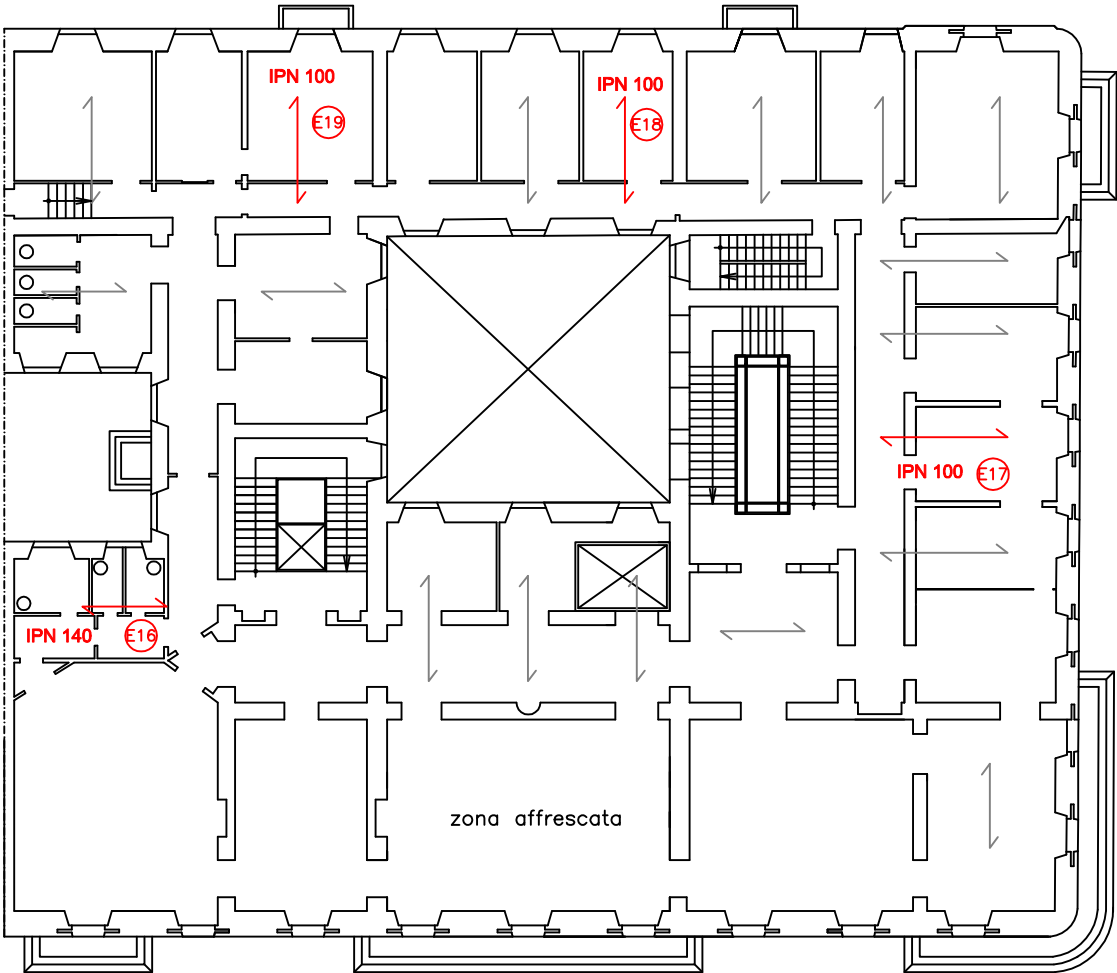
PALAZZO BARACCHINI



PIANO AMMEZZATO

Via XX Settembre

PALAZZO BARACCHINI

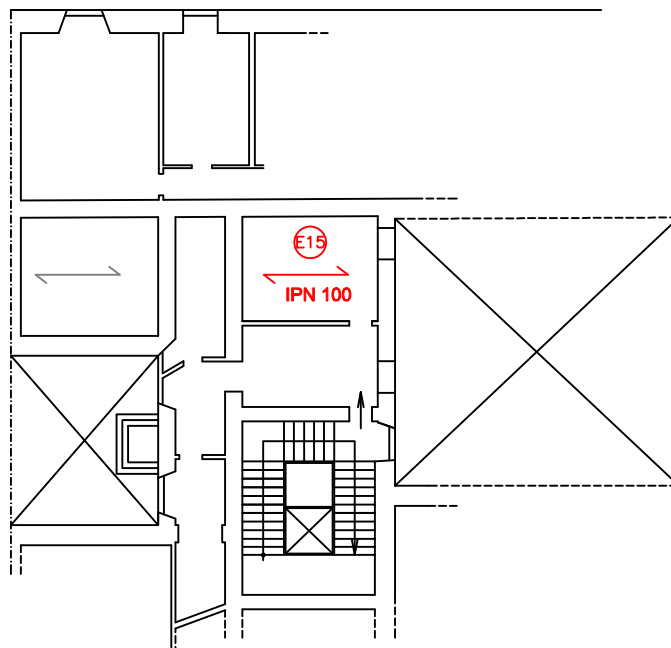


PIANO PRIMO

Via XX Settembre

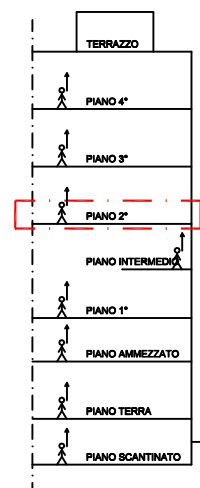
INDIVIDUAZIONE SAGGI SUI SOLAI

PALAZZO BARACCHINI

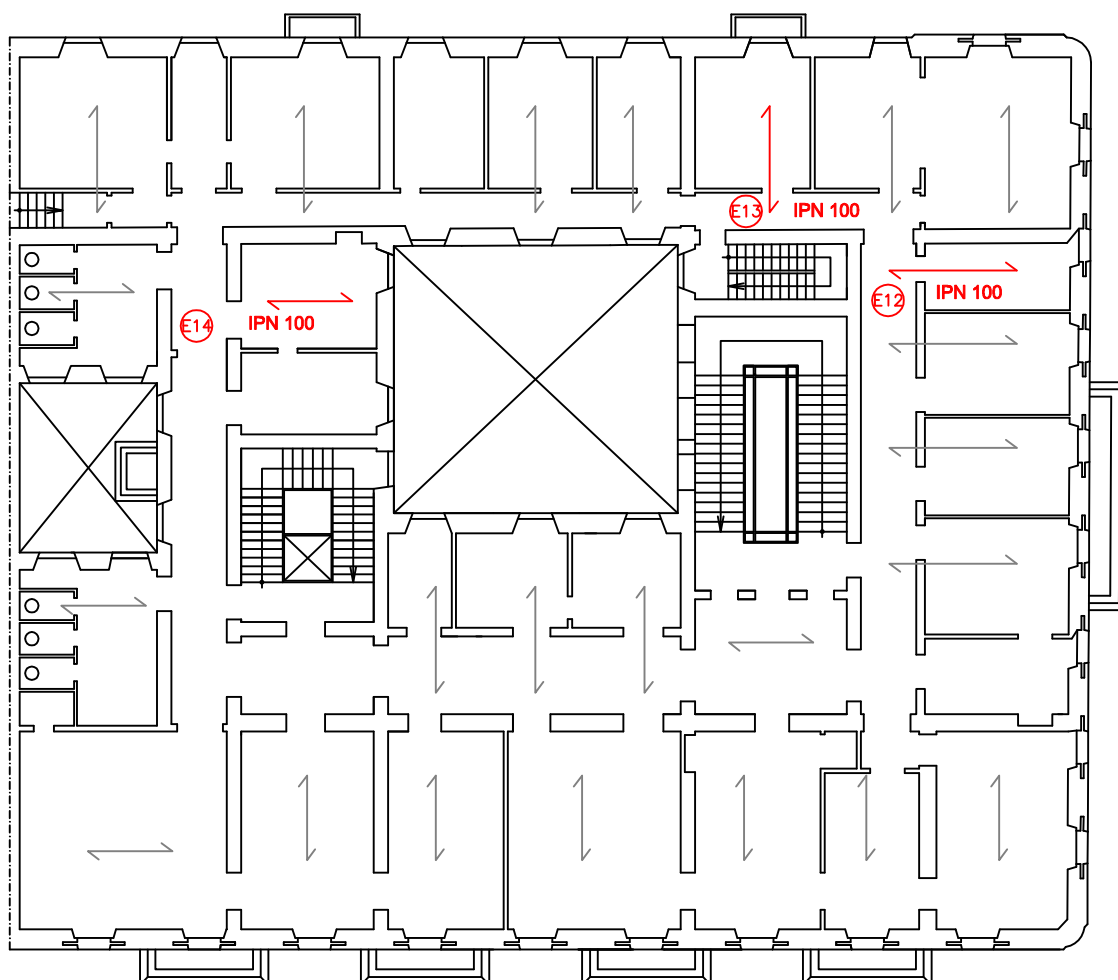


PIANO INTERMEDIO

Via XX Settembre

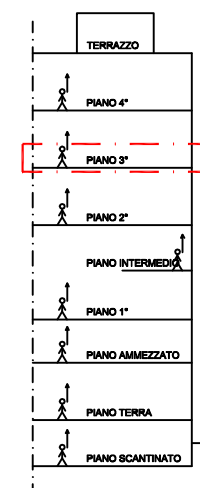


PALAZZO BARACCHINI



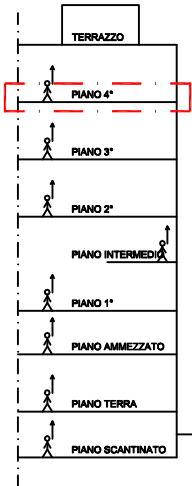
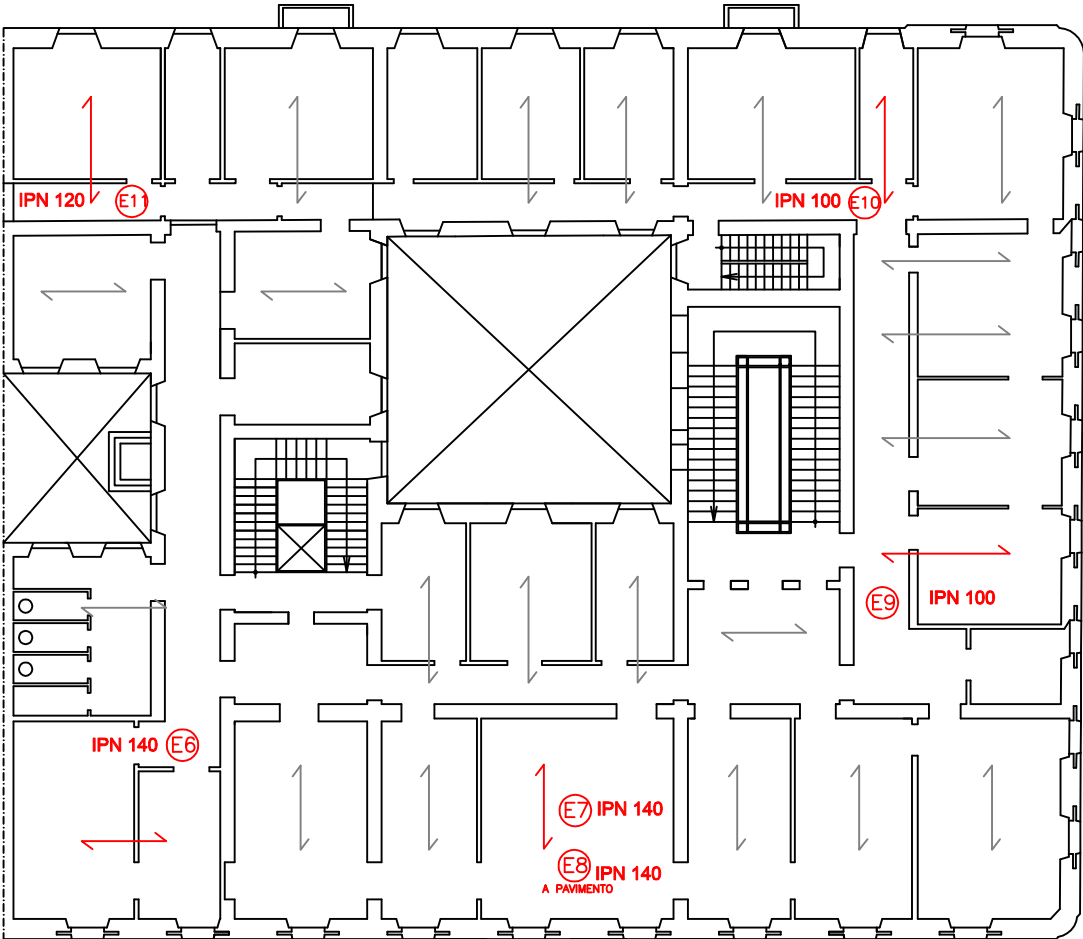
PIANO SECONDO

Via XX Settembre



INDIVIDUAZIONE SAGGI SUI SOLAI

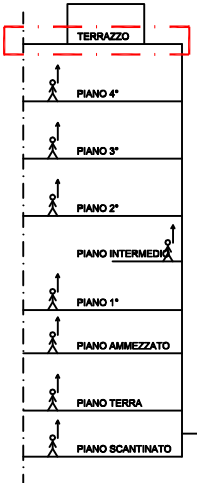
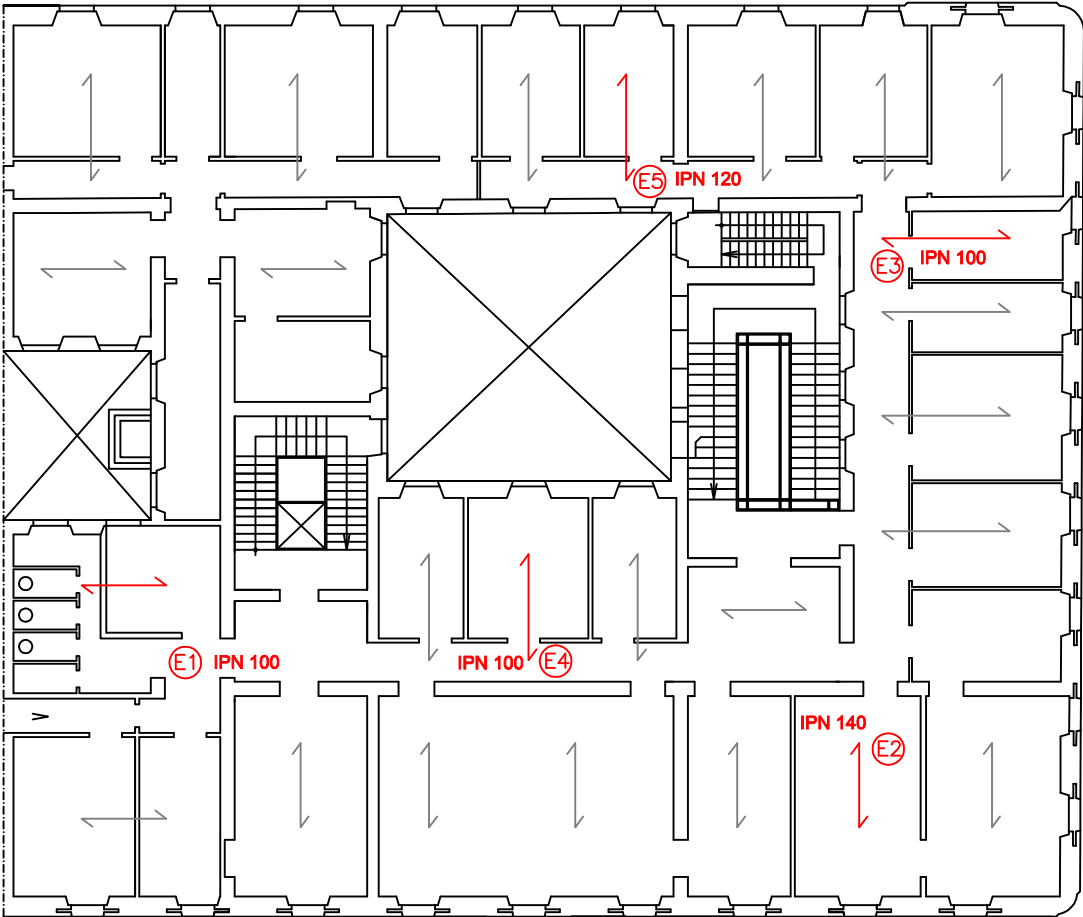
PALAZZO BARACCHINI



PIANO TERZO

Via XX Settembre

PALAZZO BARACCHINI



PIANO QUARTO

Via XX Settembre

Technical drawing of a bridge deck cross-section. The drawing shows a composite structure with a concrete slab and steel beams. The labels and dimensions are as follows:

- pavimento**: Pavement layer, indicated by a line pointing to the top surface.
- riempimento a calce incoerente**: Incoherent lime filling, indicated by a line pointing to the aggregate material.
- mattoni a foglio**: Leaf bricks, indicated by a line pointing to the brickwork layer.
- travetto IPN 100**: IPN 100 beam, indicated by a line pointing to the steel beam.
- Dimensions**:
 - Vertical dimensions on the left: 13 (pavimento), 13 (riempimento a calce incoerente), 5 (mattoni a foglio), 5 (travetto IPN 100).
 - Horizontal dimensions at the bottom: 65 (width of the left half), 65 (width of the right half).
 - Other labels: **n.r.** (not required) is written vertically on the left side.

Diagram of an I-beam cross-section with dimensions: total height 100, flange thickness 4.5, web thickness 6.8, and flange width 50.

Technical drawing of a cross-section of a bridge deck (saggio E2). The drawing shows a composite structure with a concrete slab, a steel beam, and a brick infill. The dimensions are as follows:

- Overall width: 65
- Overall height: 20
- Height of the concrete slab: 16
- Height of the brick infill: 7.5
- Height of the steel beam: 5

Labels and components:

- pavimento: Pavement
- riempimento a calce incoerente: Incoherent lime fill
- mattoni a foglio: Brickwork
- travetto IPN 140: IPN 140 beam

Diagram of a wide-flange beam cross-section with the following dimensions:

- Total height: 140
- Flange thickness: 5.7
- Web thickness: 8.6
- Flange width: 66

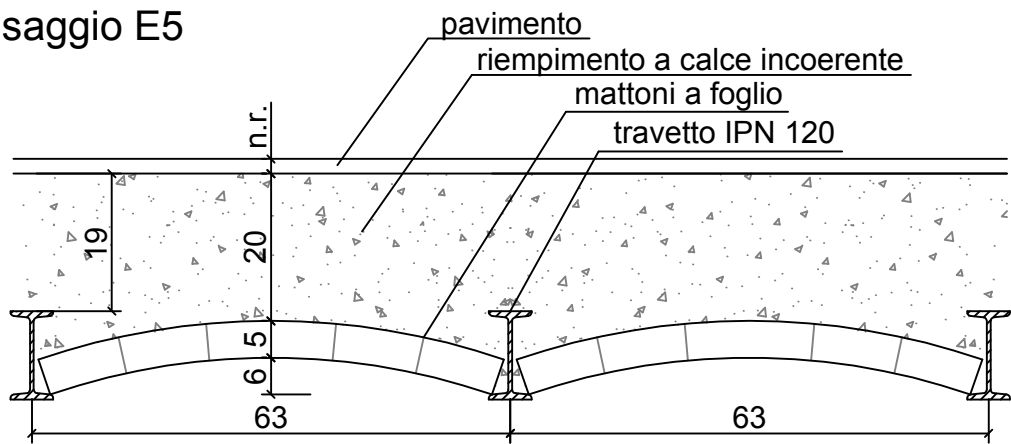
Technical drawing of a cross-section of a bridge deck. The drawing shows a central span supported by a pier, with a total width of 73 units. The deck is composed of several layers: a top layer of 13 units, a middle layer of 15 units, and a bottom layer of 6.5 units. The middle layer is labeled "riempimento a calce incoerente" (incoherent lime filling) and "mattoni a foglio" (brickwork). The bottom layer is labeled "travetto IPN 100" (IPN 100 beam). The drawing also shows the "pavimento" (pavement) on top. The pier is labeled "n.r." (no representation). The drawing is a technical drawing of a cross-section of a bridge deck, showing the internal structure and dimensions. The deck is composed of several layers: a top layer of 13 units, a middle layer of 15 units, and a bottom layer of 6.5 units. The middle layer is labeled "riempimento a calce incoerente" (incoherent lime filling) and "mattoni a foglio" (brickwork). The bottom layer is labeled "travetto IPN 100" (IPN 100 beam). The drawing also shows the "pavimento" (pavement) on top. The pier is labeled "n.r." (no representation). The drawing is a technical drawing of a cross-section of a bridge deck, showing the internal structure and dimensions. The deck is composed of several layers: a top layer of 13 units, a middle layer of 15 units, and a bottom layer of 6.5 units. The middle layer is labeled "riempimento a calce incoerente" (incoherent lime filling) and "mattoni a foglio" (brickwork). The bottom layer is labeled "travetto IPN 100" (IPN 100 beam). The drawing also shows the "pavimento" (pavement) on top. The pier is labeled "n.r." (no representation).

Diagram of a T-beam cross-section with dimensions: flange width 50, web thickness 4.5, flange thickness 6.8, and total height 100.

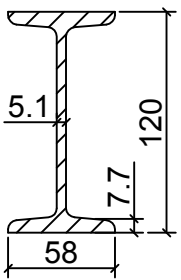
Technical drawing of a cross-section of a railway track. The drawing shows a cross-section of a track with a central sleepers (travetto) and two rails (mattoni a foglio). The track is supported by a base (riempimento a calce incoerente) and a pavement (pavimento). Dimensions are given in centimeters: 13 cm for the track width, 72 cm for the sleeper width, and 72 cm for the track width. The drawing is labeled with 'n.r.' (not required) and 'IPN 100' (I-beam 100).

Diagram of a T-beam cross-section with dimensions: flange width 50, web thickness 4.5, flange thickness 6.8, and total height 100.

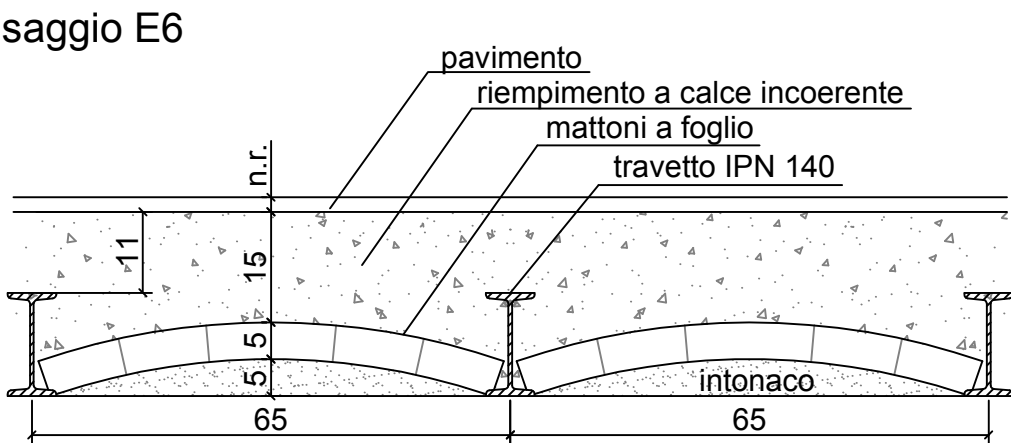
saggio E5



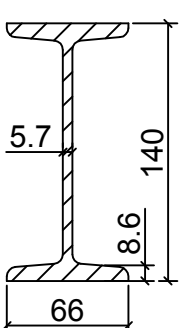
dettaglio travetto IPN 120



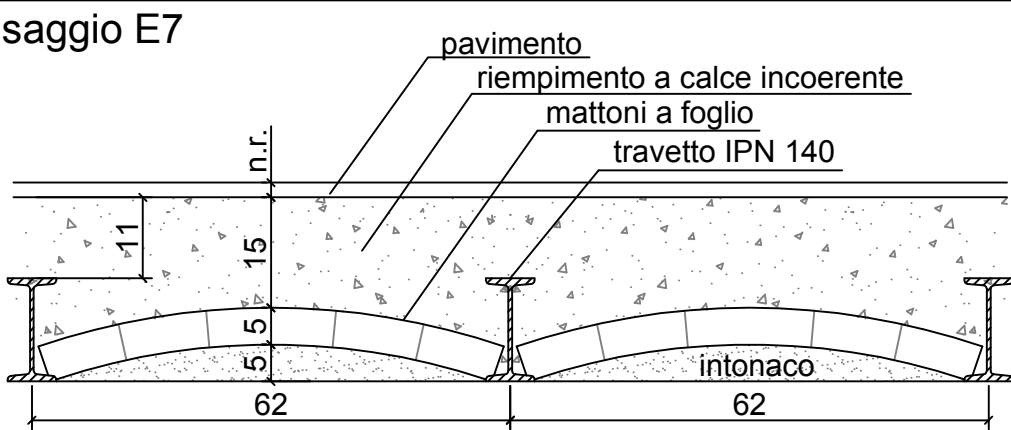
saggio E6



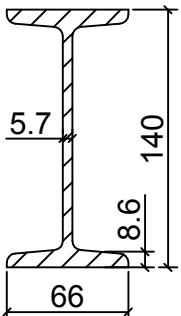
dettaglio travetto IPN 140



saggio E7

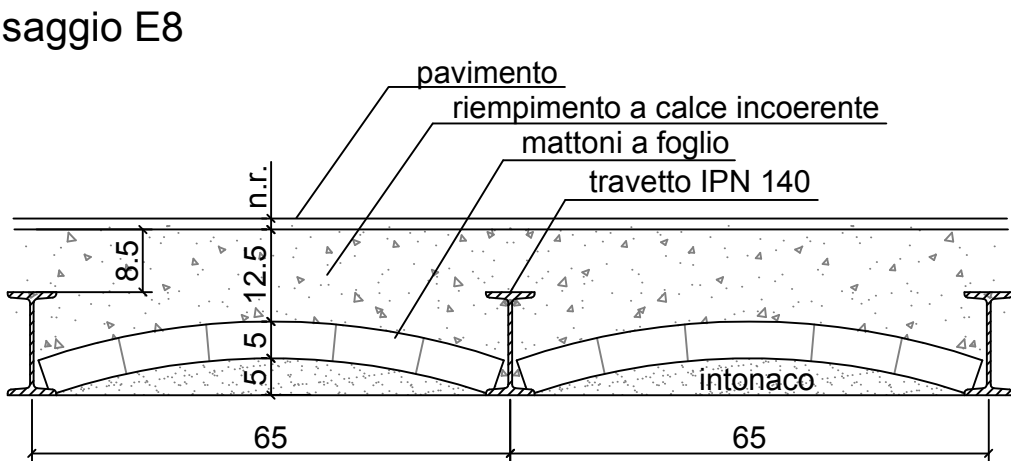


dettaglio travetto IPN 140

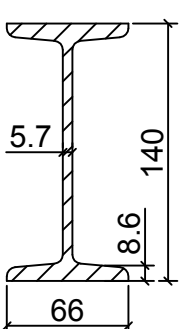


soalio rinforzato con putrelle all'intradosso

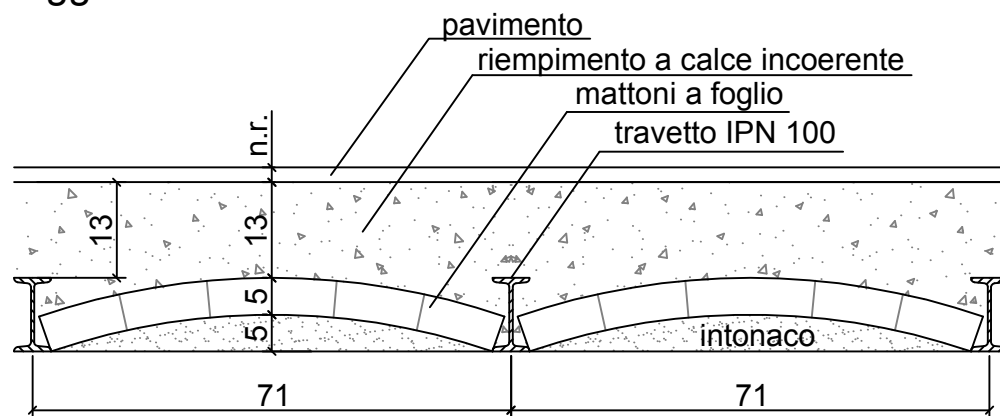
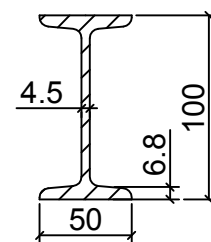
saggio E8



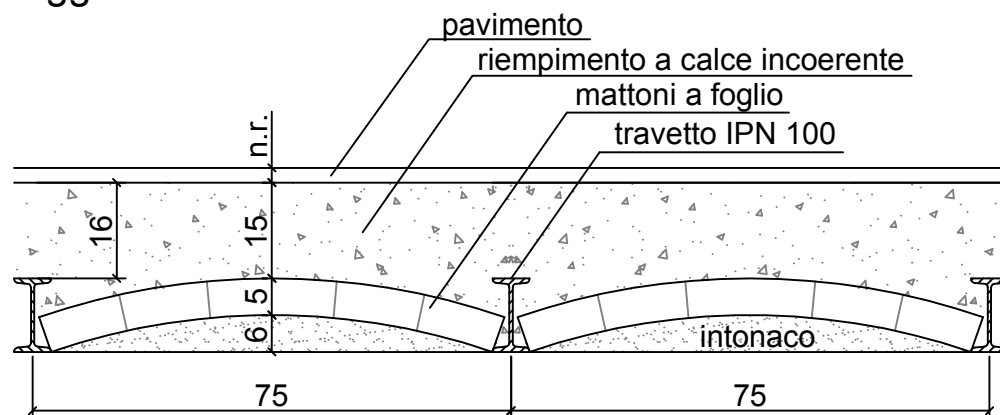
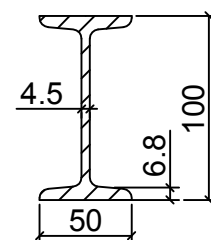
dettaglio travetto IPN 140



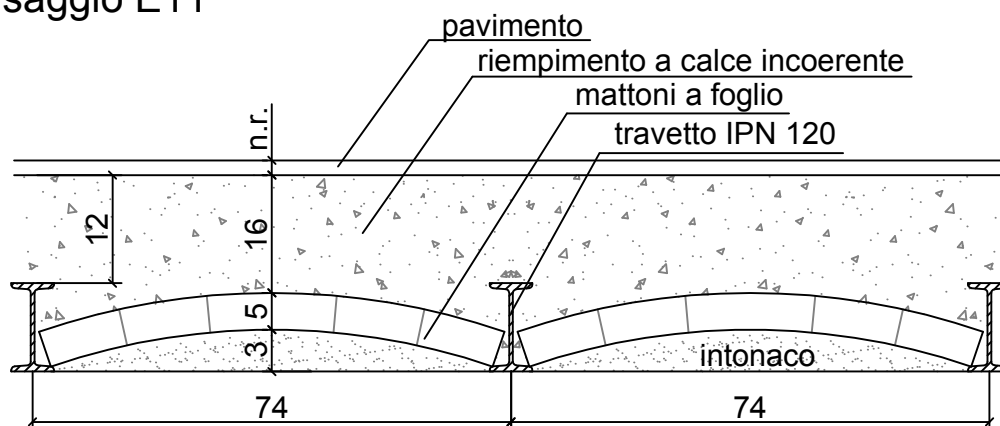
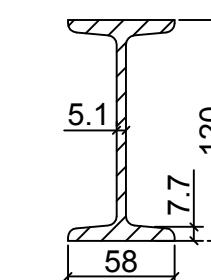
saggio E9

dettaglio
travetto IPN 100

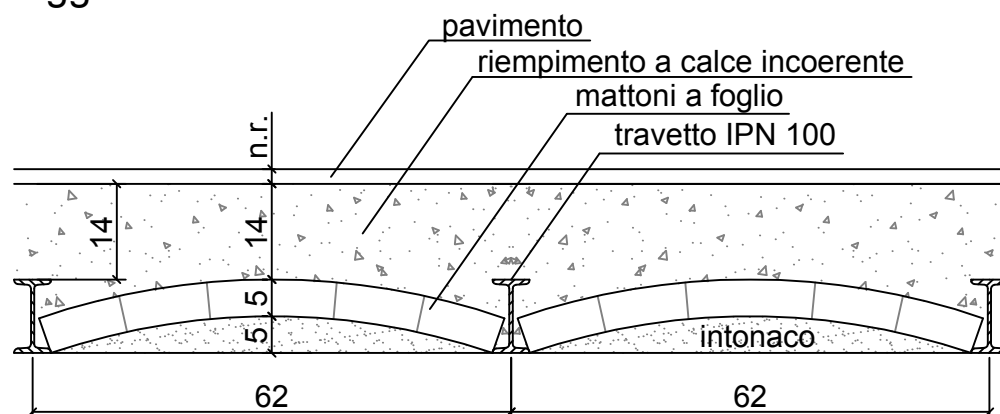
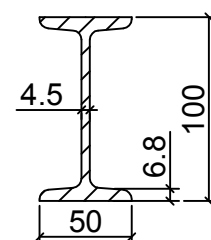
saggio E10

dettaglio
travetto IPN 100

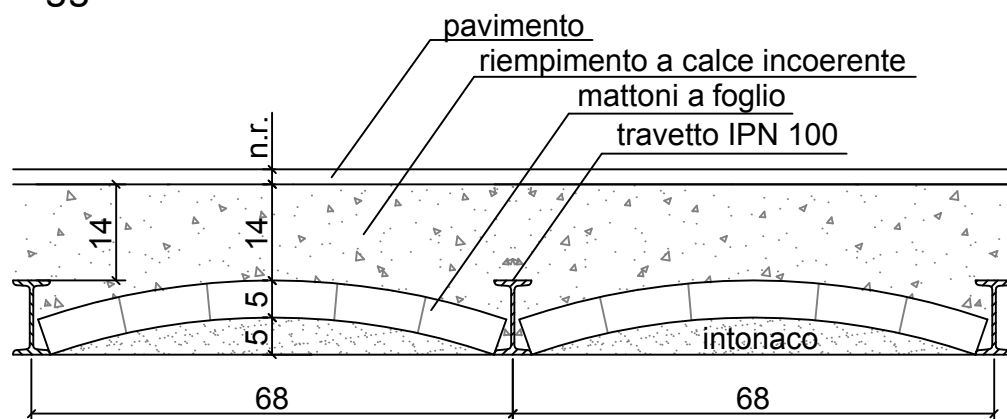
saggio E11

dettaglio
travetto IPN 120

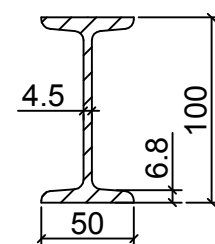
saggio E12

dettaglio
travetto IPN 100

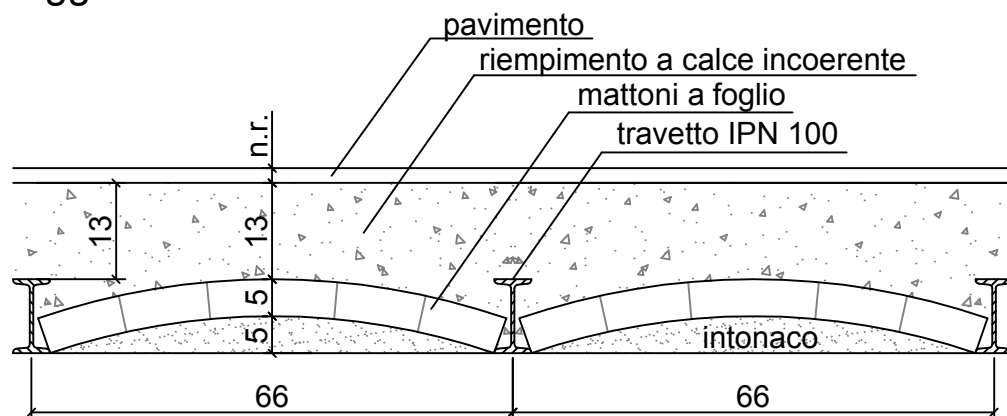
saggio E13



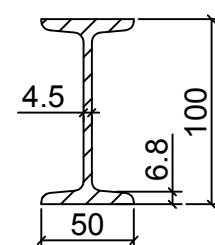
dettaglio travetto IPN 100



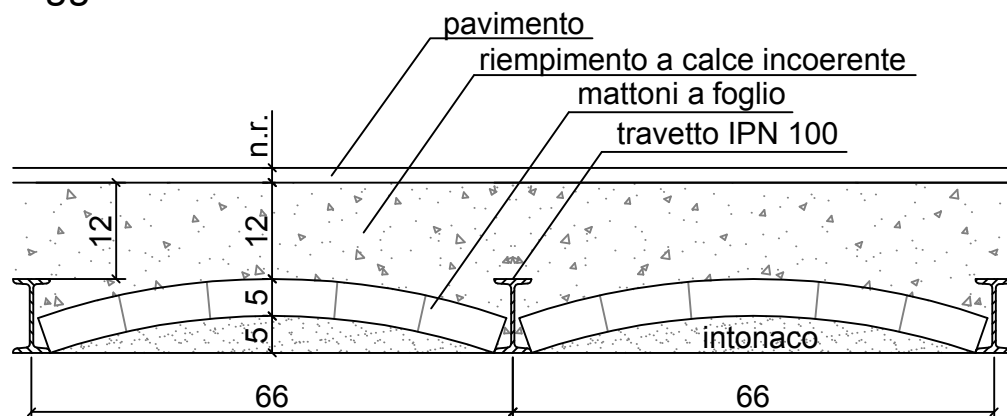
saggio E14



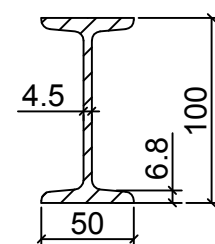
dettaglio travetto IPN 100



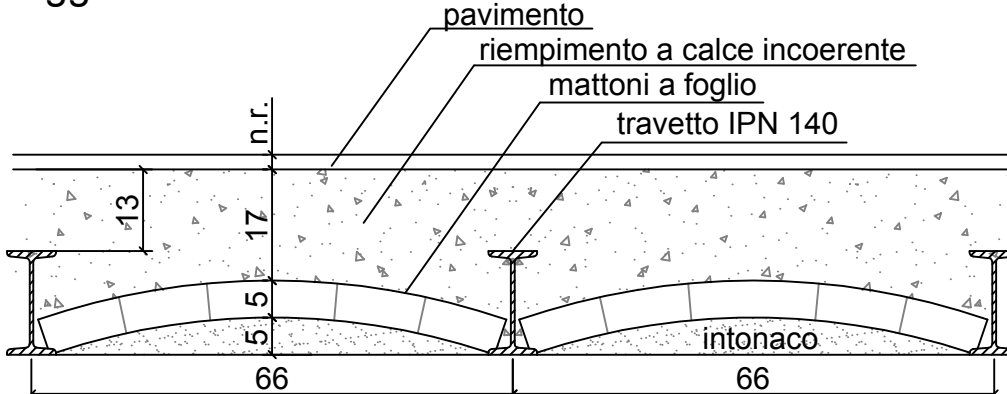
saggio E15



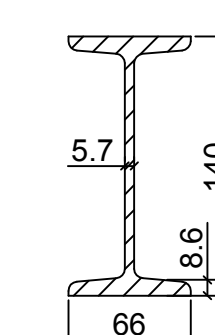
dettaglio travetto IPN 100



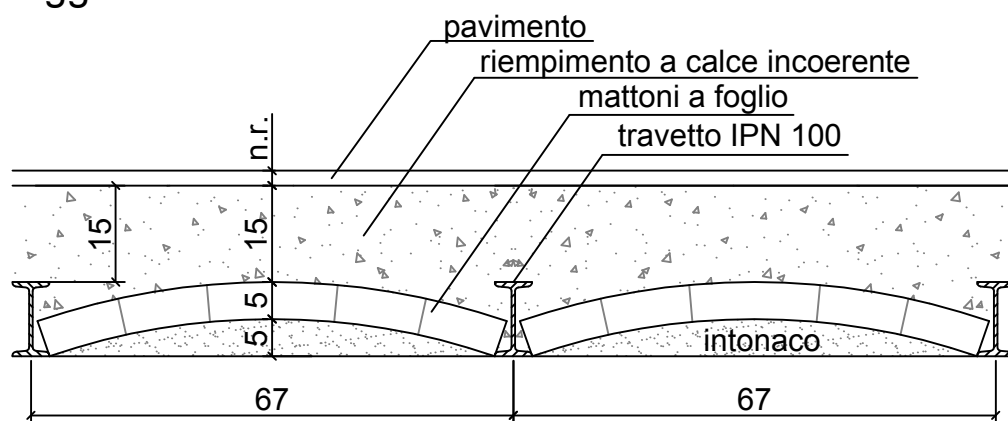
saggio E16



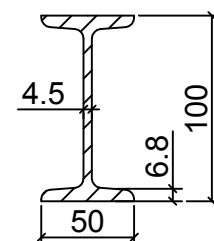
dettaglio travetto IPN 140



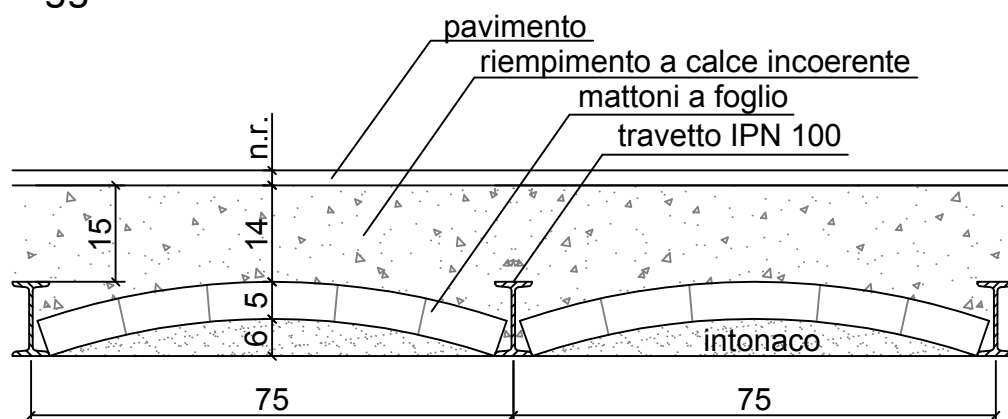
saggio E17



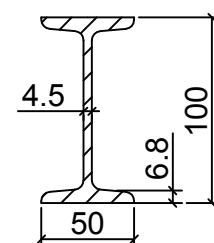
dettaglio travetto IPN 100



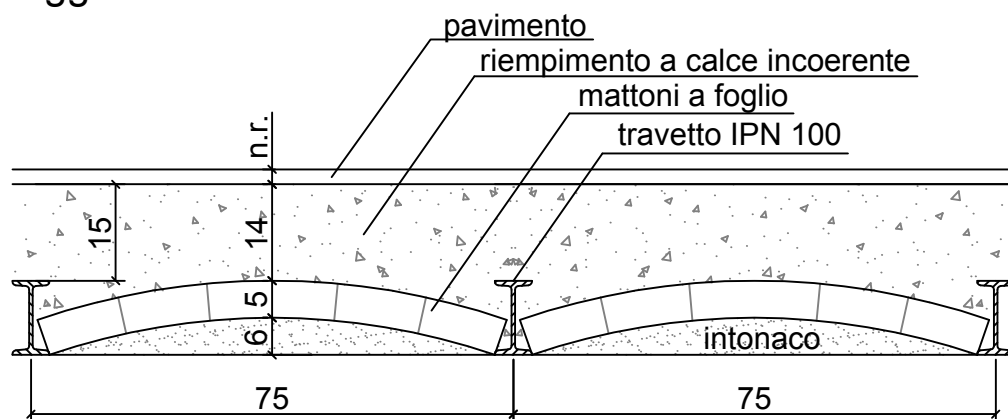
saggio E18



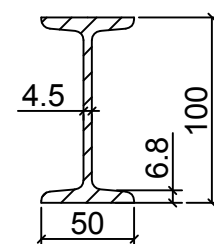
dettaglio travetto IPN 100



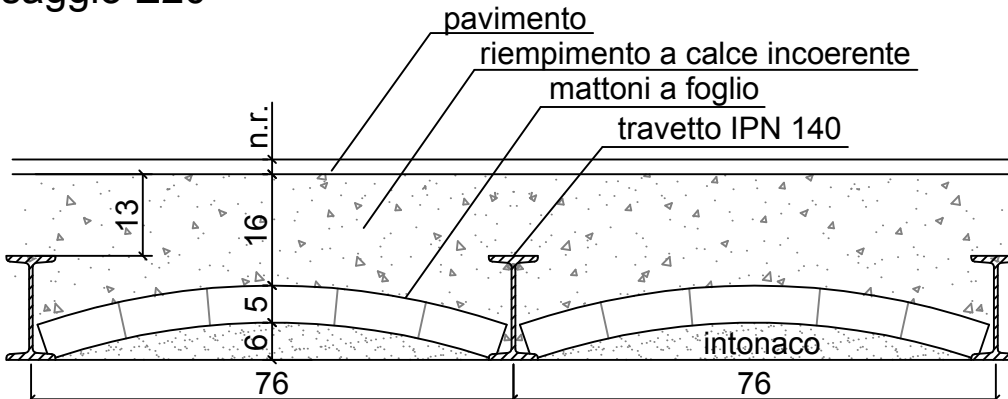
saggio E19



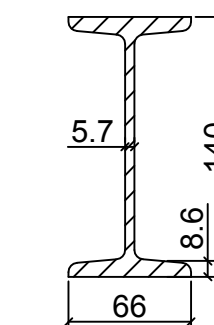
dettaglio travetto IPN 100



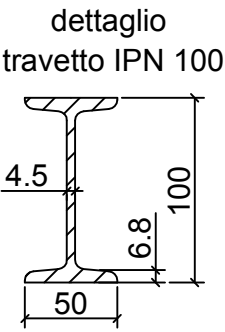
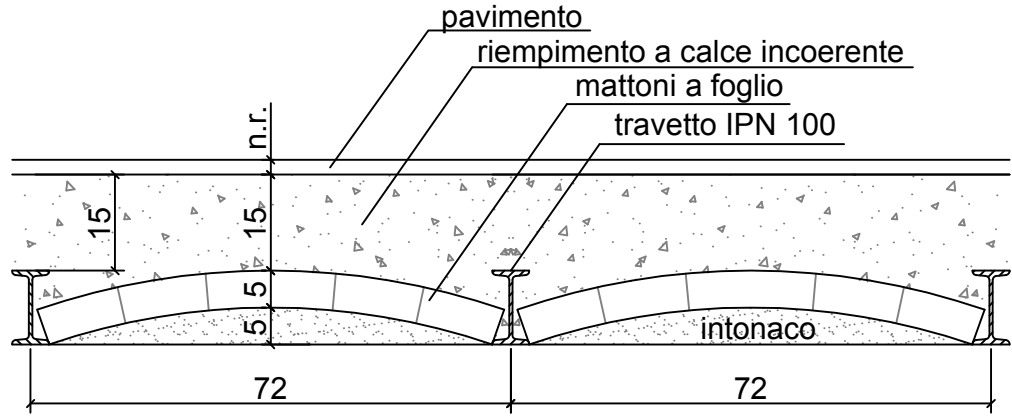
saggio E20



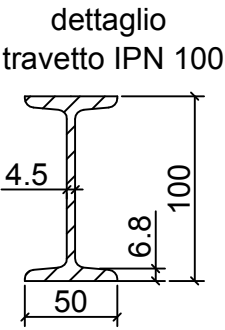
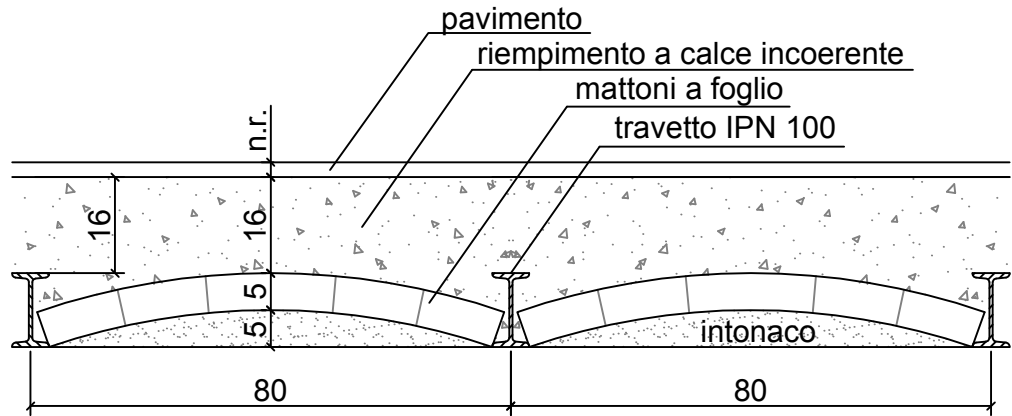
dettaglio travetto IPN 140



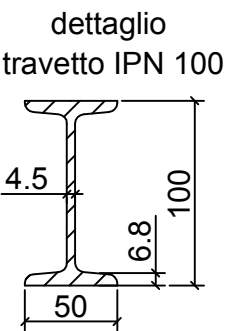
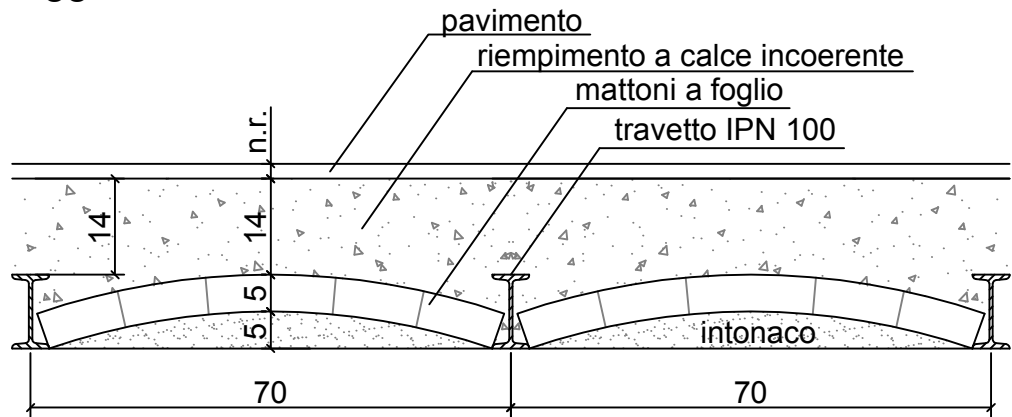
saggio E21



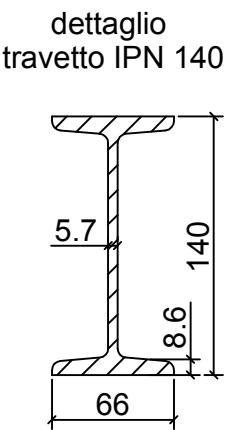
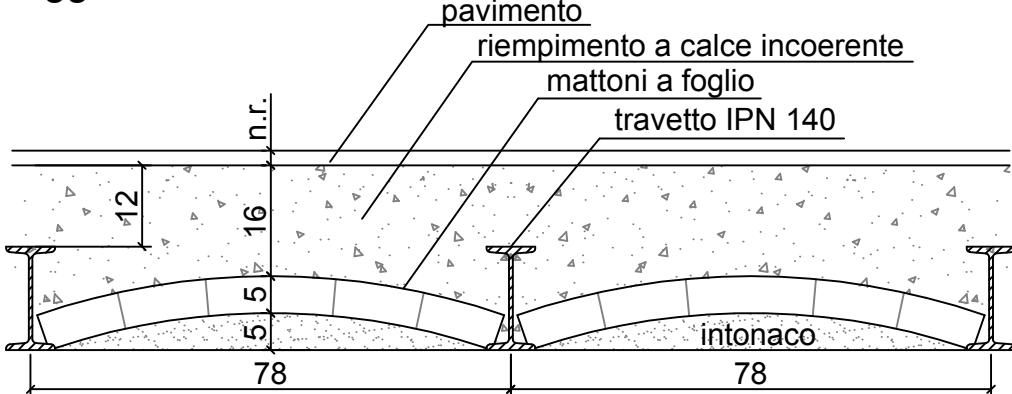
saggio E22



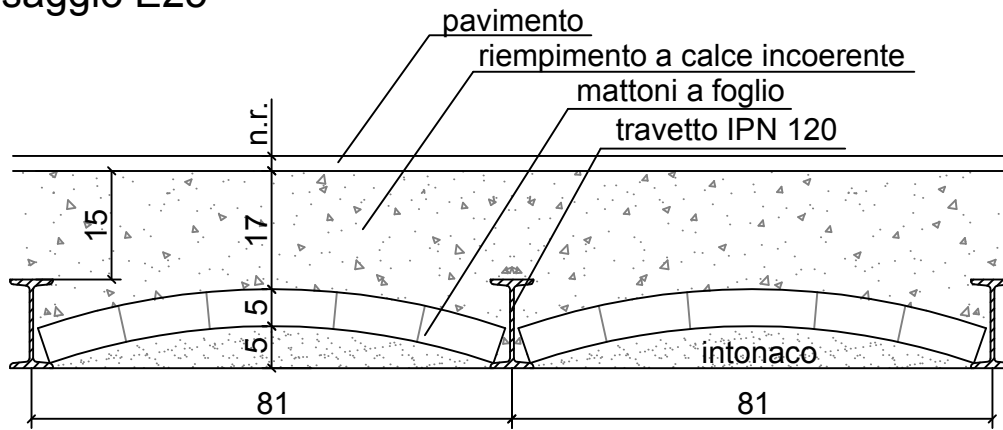
saggio E23



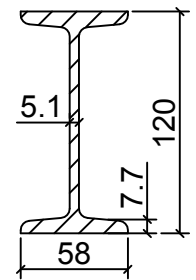
saggio E24



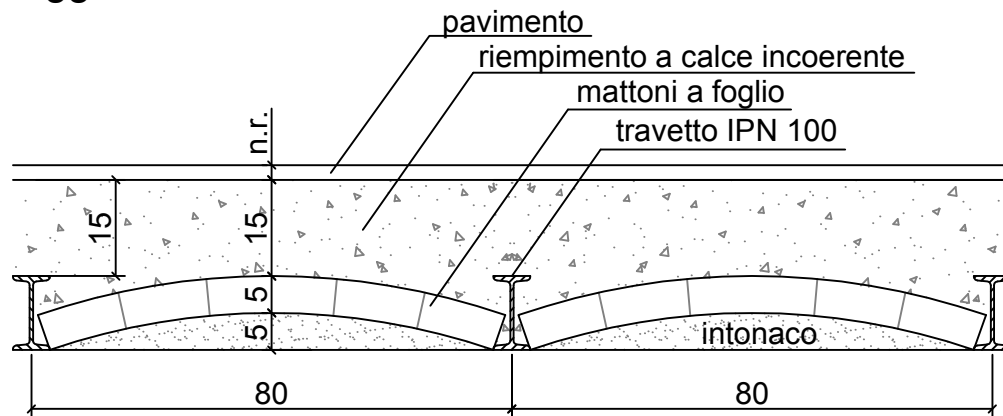
saggio E25



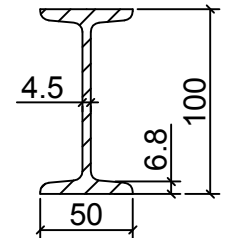
dettaglio travetto IPN 120



saggio E26



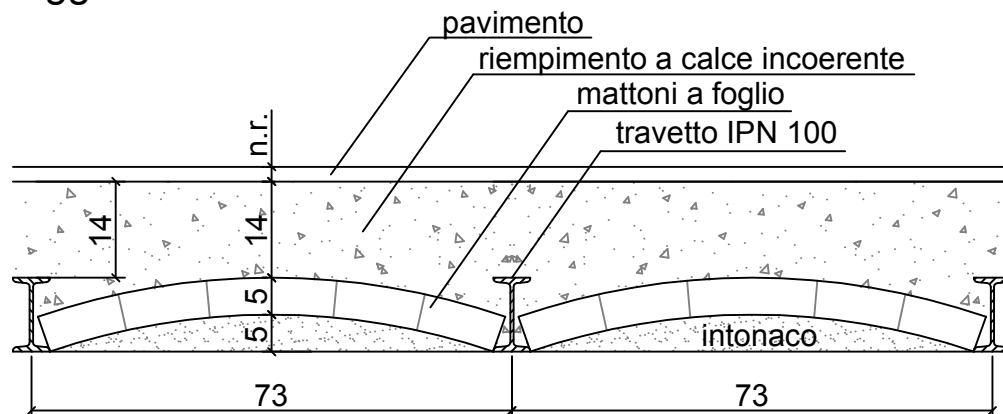
dettaglio travetto IPN 100



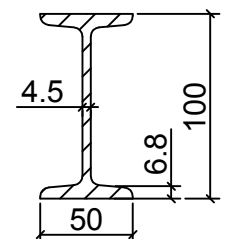
saggio E27

solaio a volta rilevato dalla IMST Progetti

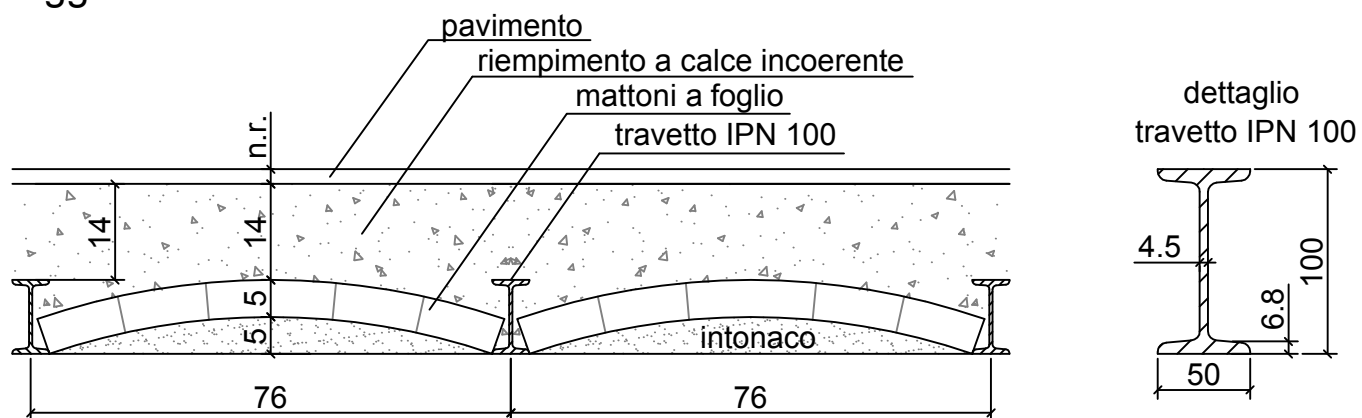
saggio E28



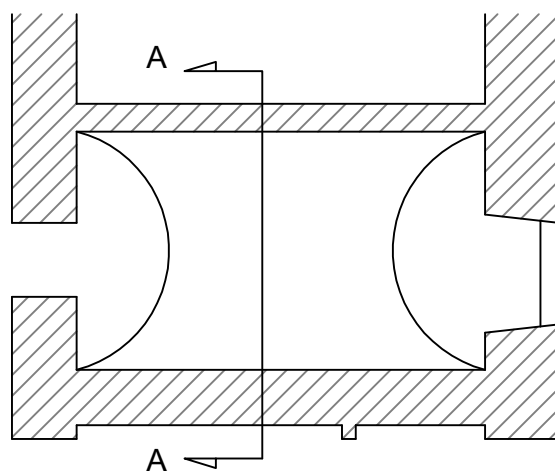
dettaglio travetto IPN 100



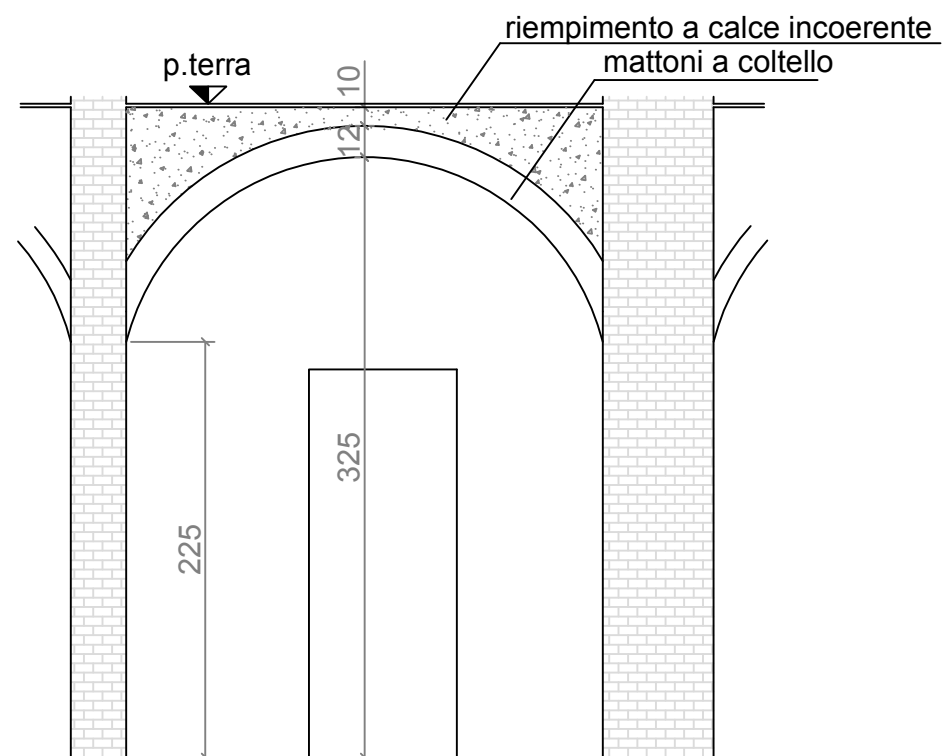
saggio E29



saggio E30



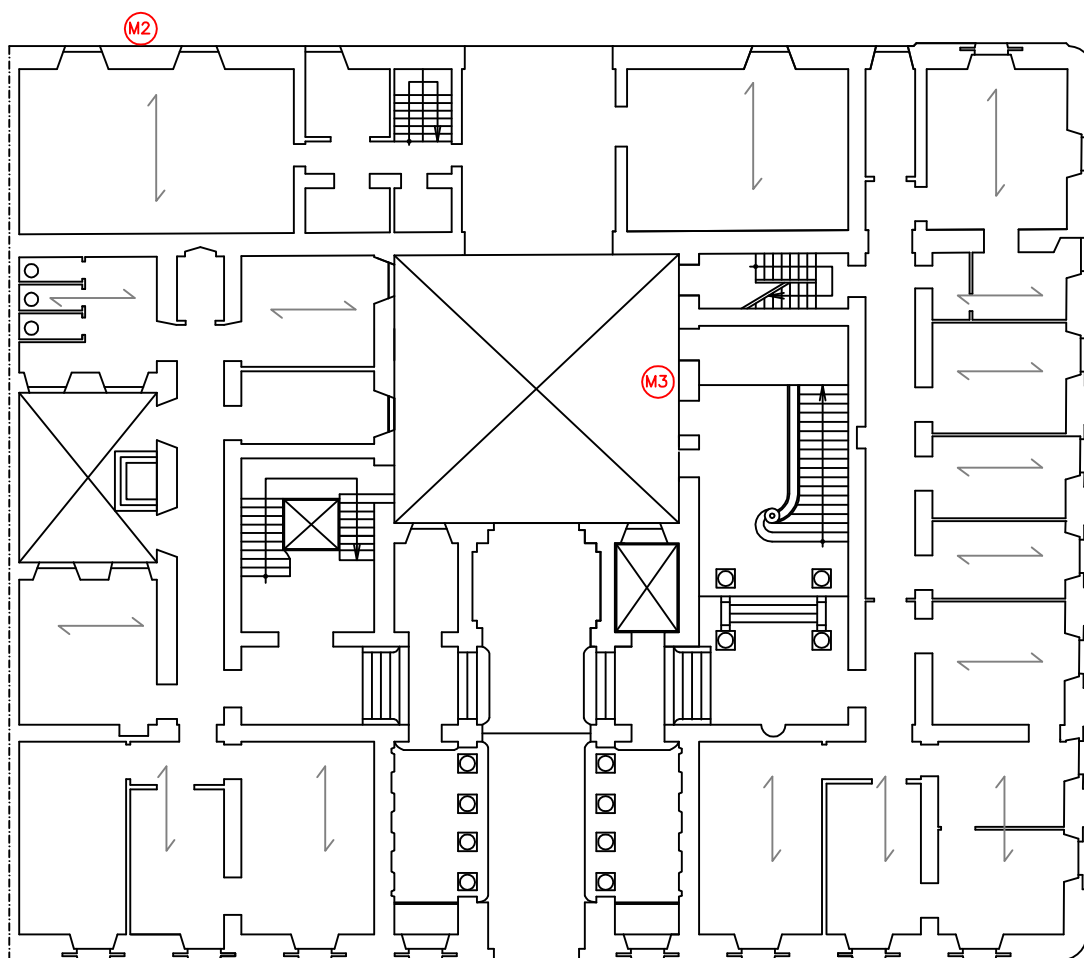
stralcio p. semint.



sez A-A

INDIVIDUAZIONE PROVE CON MARTINETTI PIATTI E DUROMETRO PER MALTE

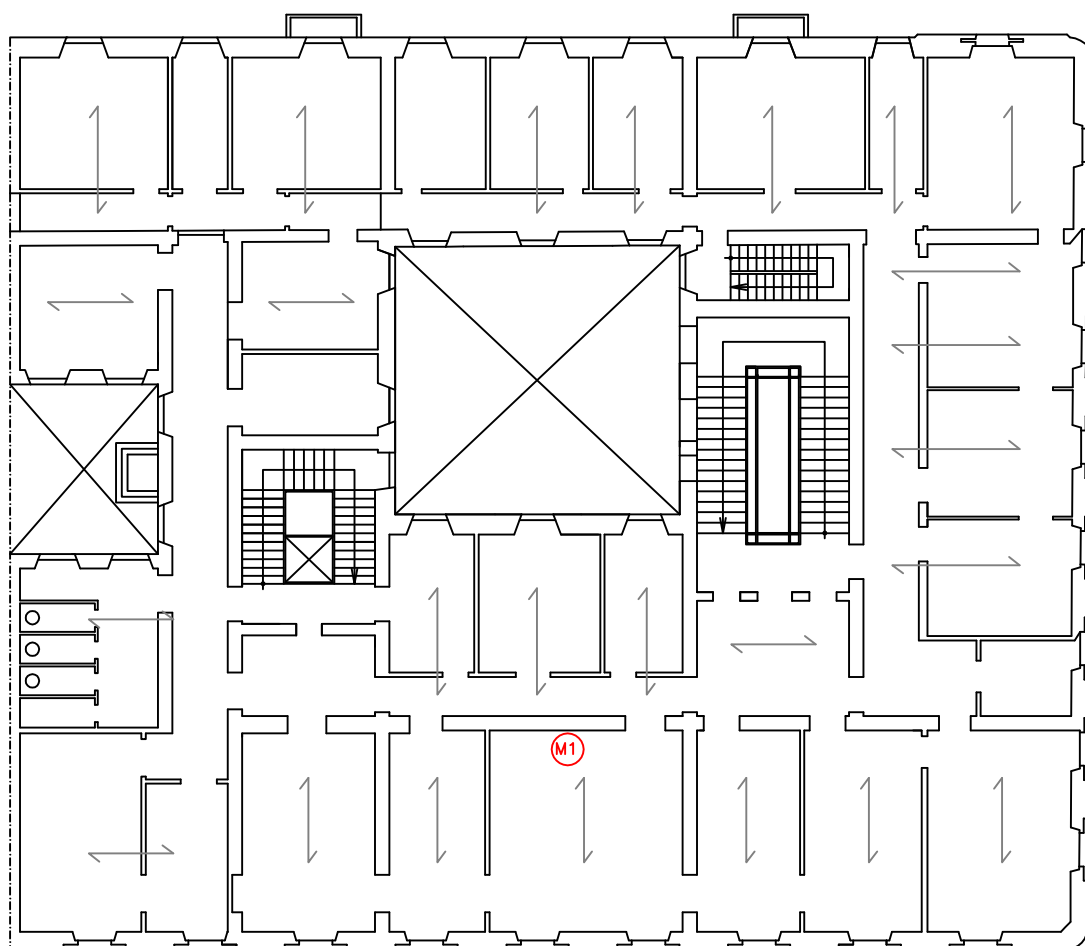
PALAZZO BARACCHINI



PIANO TERRA

Via XX Settembre

PALAZZO BARACCHINI



PIANO TERZO

Via XX Settembre

