



COMUNE di VIGARANO MAINARDA

Provincia di FERRARA



PROGRAMMA "SICURO, VERDE E SOCIALE. RIQUALIFICAZIONE DELL'EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA" P.C. P.N.R.R.

Via Cento n. 131 - COMUNE di VIGARANO MAINARDA (FE)

ID: FE_19

Titolare della progettazione



ACER FERRARA
C.so V.Veneto, 7 - 44121 Ferrara

Servizio Tecnico
Dirigente: arch. M.Cenacchi

Azienda con sistema qualità certificato in
conformità alla normativa ISO 9001:2015

Responsabile unico del procedimento

ACER FERRARA Servizio tecnico: arch. M. Cenacchi

Coordinamento generale programma

ACER FERRARA Servizio tecnico: ing. G. Addesso

Progetto architettonico

arch. Bellino Galante

Progetto strutture

ing. Massimo Muzzioli

Progetto impianti elettrici e Relazione Legge 10

ing. Massimiliano Campanella

Sicurezza in Fase di Progettazione D.Lgs. 81/2008 e.s.m.

arch. Giuseppe Rondinelli

Collaboratori

geom. Stefano Dianati

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

titolo elaborato

REPORT INDAGINI SUI MATERIALI

cod. commessa

2105

codice elaborato

scala

ST-P-D05- 1

REV 0	Emissione	Marzo 2022
REV 1	Revisione	Aprile 2022

Committente

ACER – Azienda Casa Emilia Romagna

Oggetto

INDAGINI SPECIALISTICHE SULLE STRUTTURE IN C.A. DI UN FABBRICATO RESIDENZIALE SITO A VIGARANO MAINARDA (FE) – VIA CENTO 131



Titolo

RAPPORTO CONCLUSIVO DI INDAGINE

Emesso:

ing. Rachele Ferioli

Rachele Ferioli

Approvato:

LABORATORI INGEGNERIA
FERRARA S.R.L.
Partita IVA 040904060389

Ing. Sergio Tralli

Sergio Tralli

3259sub14	136	01	Rapporto conclusivo	06/05/2022	comm3259-sub14-doc136-rev1-VIGARANO
3259sub14	136	00	Prima emissione	14/03/2022	comm3259-sub14-doc136-rev0-VIGARANO
Commessa	Documento	Rev.	Motivazione	Data	Nome file

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. PIANIFICAZIONE CAMPAGNA DI INDAGINE	5
2.1 Elenco delle attività	5
3. RILIEVO DELLE SEZIONI RESISTENTI	6
4. PROVA DI MARTINETTO PIATTO SINGOLO E DOPPIO	7
5. ELENCO ALLEGATI.....	9

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: inquadramento cartografico del fabbricato in oggetto	4
Figura 2: vista aerea con identificazione dell'edificio oggetto di indagine	4
Figura 3: indagine intradossale per la determinazione della tipologia di solaio ed endoscopia per la determinazione dei pesi portati – indagini ID 2-3	6
Figura 4: indagine intradossale per la determinazione della tipologia di solaio ed endoscopia per la determinazione dei pesi portati – indagini ID 25-6	6
Figura 5: prova ASTM C 1197 – indagine ID 1	7

1. Premessa

Su incarico della Committenza, **ACER – Azienda Case Emilia Romagna**, la scrivente società ha eseguito una campagna di indagini specialistiche presso il fabbricato sito in **Via Cento 131** a Vigarano Mainarda (FE).

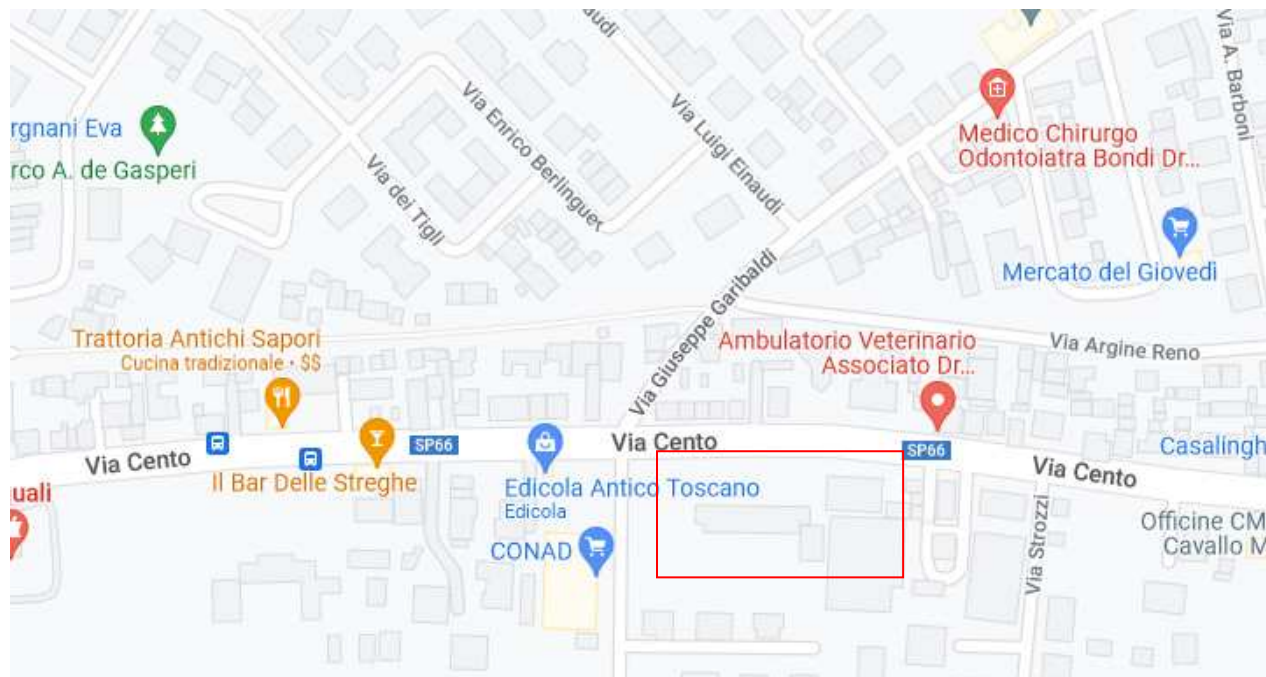


Figura 1: inquadramento cartografico del fabbricato in oggetto

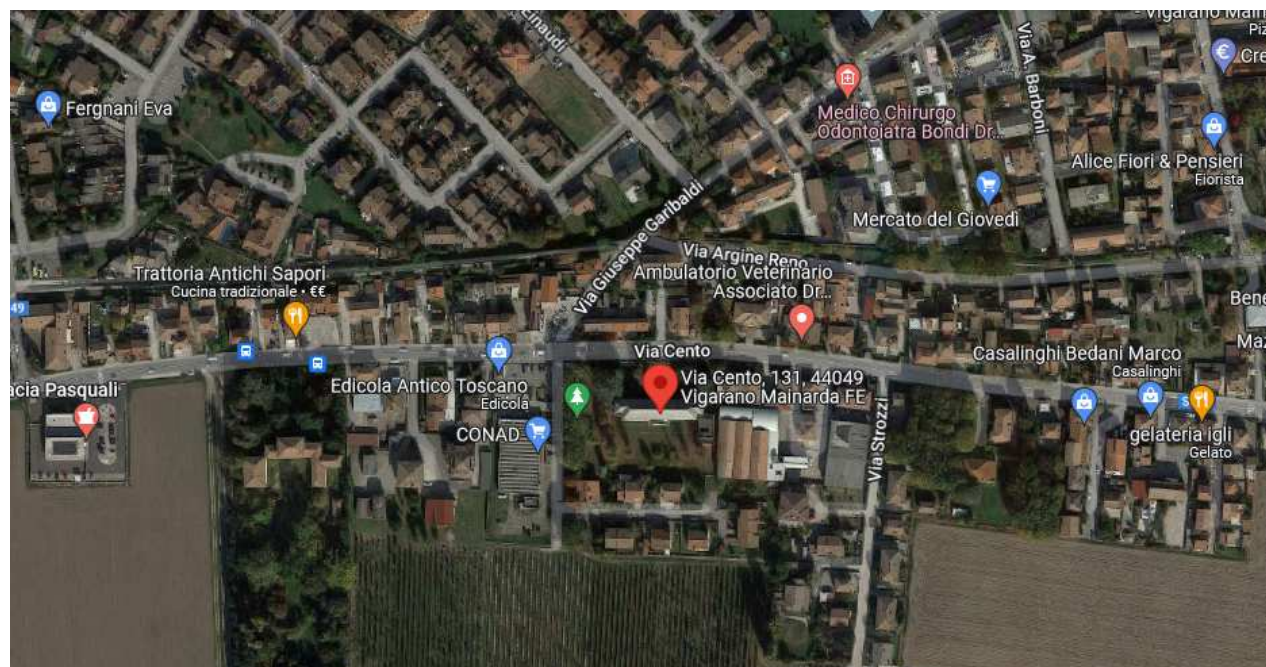


Figura 2: vista aerea con identificazione dell'edificio oggetto di indagine

2. Pianificazione campagna di indagine

La campagna di indagine, pianificata in accordo con la Committenza e con i progettisti incaricati delle verifiche, ha previsto sia attività da eseguire in situ sia attività di laboratorio.

Obiettivo della campagna di indagine è l'approfondimento del livello di conoscenza al fine di fornire ai progettisti gli elementi necessari all'esecuzione delle verifiche strutturali. E' necessario pertanto procedere indagando sia la qualità dei materiali definendo dei parametri meccanici, sia la tipologia degli elementi strutturali definendo le geometrie di cassero e la disposizione dei ferri di armatura.

2.1 Elenco delle attività

La tabella che segue riassume le attività eseguite in situ, associando ad ogni punto di indagine le informazioni seguenti:

- Elemento indagato
- Zona in cui si esegue l'attività di indagine
- Tipologie di indagini eseguite

ELENCO DELLE ATTIVITA' ESEGUITE IN SITU						
ID	piano	parte d'opera	martinetto piatto	tessitura	endoscopia	sezione resistente
1	terra	muro di spina	✓	✓		
2	rialzato	solaio			✓	
3	rialzato	solaio				✓
4	rialzato	solaio			✓	
5	primo	solaio				✓
6	primo	solaio			✓	
7	primo	solaio				✓
8	primo	solaio			✓	
9	sottotetto	solaio				✓
10	sottotetto	solaio				✓
11	copertura	solaio				✓

Nel complesso sono stati eseguiti:

computo a consuntivo delle prove eseguite			
Via Cento, 131 - 44049 Vigarano Mainarda (FE)			
martinetto piatto	tessitura	endoscopia	sezione resistente
1	1	4	6

3. Rilievo delle sezioni resistenti

Si procede ad una preliminare indagine pacometrica volta ad individuare la presenza di elementi di armatura e al loro interasse; una volta individuata la posizione di tali elementi si eseguono dei saggi atti ad asportare l'intonaco e il copriferro al fine di ottenere le seguenti informazioni:

- tipologia di solaio (SAP, predalles, celersap, varese, ecc..)
- dimensione degli elementi portanti: larghezza e altezza travetto, tipologia e dimensione armature, spessore intonaco, spessore copriferro
- dimensione e tipologia elementi di alleggerimento

Inoltre mediante pozzetto estradossale o indagine endoscopica eseguita all'interno di un foro realizzato con trapano con punta di diametro massimo 20 mm, è possibile rilevare lo spessore e la tipologia dei pesi portati.



Figura 3: indagine intradossale per la determinazione della tipologia di solaio ed endoscopia per la determinazione dei pesi portati
– indagini ID 2-3



Figura 4: indagine intradossale per la determinazione della tipologia di solaio ed endoscopia per la determinazione dei pesi portati
– indagini ID 25-6

Gli elaborati grafici contenuti in Allegato 2 riportano la restituzione delle informazioni rilevate. La restituzione in forma grafica è da intendersi rappresentativa di quanto effettivamente rilevato in sito, pertanto elementi geometrici non quotati hanno funzione puramente rappresentativa delle geometrie ipotizzate sulla base di schemi costruttivi tipologici.

4. Prova di martinetto piatto singolo e doppio

È stata eseguita una prova di compressione in situ mediante martinetti piatti, secondo le disposizioni ASTM norme C1196 e C1197.



Figura 5: prova ASTM C 1197 – indagine ID 1

È una prova che si esegue in situ per la determinazione dei carichi verticali effettivamente agenti sull'elemento murario oggetto di indagine e il relativo carico limite a rottura. È necessario eseguire uno o due tagli orizzontali, in corrispondenza di altrettanti corsi di malta, e perciò è possibile utilizzare questa tecnica di indagine solo su murature in mattoni o pietrame regolarmente squadrate.

Mediante questa metodologia di indagine, è possibile ricavare:

- Tensione di esercizio della muratura indagata
- Tensione di uscita dal campo elastico lineare
- Tensione di rottura
- Modulo di Young verticale
- Modulo di elasticità tangenziale
- Modulo di Poisson

La prova con martinetto piatto singolo ASTM C 1196 consiste nell'eseguire un taglio in un elemento strutturale per poi applicare sulle superfici di questo una pressione nota che porti al ripristino delle condizioni iniziali del corpo. Introducendo un martinetto piatto all'interno della fessura creata è possibile riportare i lembi della fenditura nelle condizioni iniziali. Dalla forza esercitata dal martinetto per ripristinare la situazione iniziale è possibile individuare lo stato tensionale originariamente presente nella muratura. La metodologia prevede anzitutto l'installazione delle basi di misura, formate da coppie di capisaldi, e successivamente si procede all'esecuzione del taglio. Inserito il martinetto piatto all'interno del taglio, esso viene portato gradualmente in pressione fino ad annullare la convergenza in precedenza misurata. In queste condizioni la pressione all'interno del martinetto sarà pari alla sollecitazione preesistente nella muratura, a meno di costanti che tengono conto del rapporto tra l'area del martinetto e quella del taglio praticato e di un coefficiente di rigidezza del martinetto.

La tensione in situ vale

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

con:

- p pressione letta al manometro della pompa idraulica
- K_a coefficiente che tiene conto del rapporto tra superficie del martinetto e superficie del taglio
- K_m coefficiente che tiene conto della rigidità del martinetto

Successivamente alla prova con martinetto piatto singolo, è stato eseguito un secondo taglio ad una distanza di circa 40 cm dal precedente, in cui inserire un secondo martinetto piatto collegato in serie al primo.

I martinetti sono stati quindi collegati ad un'unica pompa oleodinamica per permettere la messa in pressione contemporanea del sistema. Il controllo delle pressioni in gioco avviene mediante lettura diretta sul manometro digitale collegato alla pompa stessa.

Mandando contemporaneamente in pressione i due martinetti si provoca uno stato di tensione monoassiale sulla porzione di muratura compresa fra di essi, riproducendo quindi una prova in condizioni simili a quelli di un test uniassiale convenzionale. La misura degli spostamenti è stata effettuata con deformometro millesimale, su basi di misura precedentemente installate nella zona compresa tra i due martinetti. La prova è stata impostata su vari cicli di carico-scarico, fino al raggiungimento di pressioni molto superiori a quelle iniziali, in modo di ottenere indicazioni sulle caratteristiche di resistenza a collasso della muratura.

Il rapporto tra la tensione limite, così determinata, e il valore della tensione d'esercizio, individuata con la prova del martinetto piatto singolo, fornisce un coefficiente di sicurezza relativo al maschio murario in esame. La pressione impressa dai due martinetti alla muratura è pari a :

$$\sigma = p \cdot K_m \cdot \frac{A_m}{A_t}$$

- p pressione letta al manometro della pompa idraulica
- K_m valore medio dei due coefficiente di taratura dei martinetti
- A_m area del martinetto
- A_t valore medio delle due aree di taglio.

Il modulo elastico verticale si ottiene dal rapporto:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_v}$$

in cui ε_v è la deformazione misurata in corrispondenza dell'asse di sollecitazione mediano tra i due martinetti.

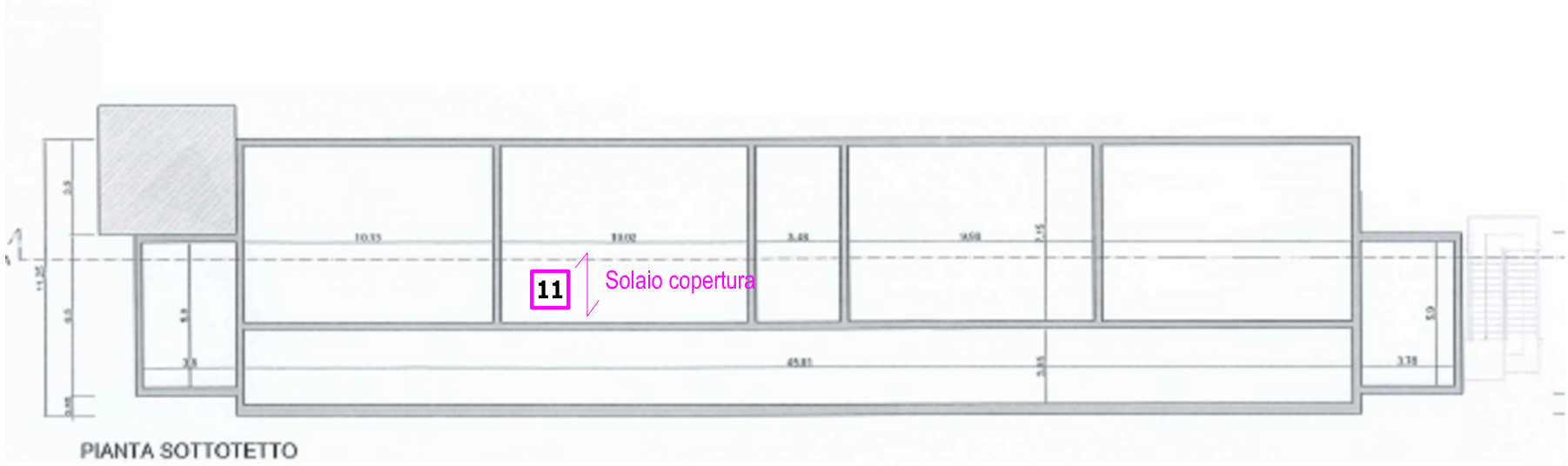
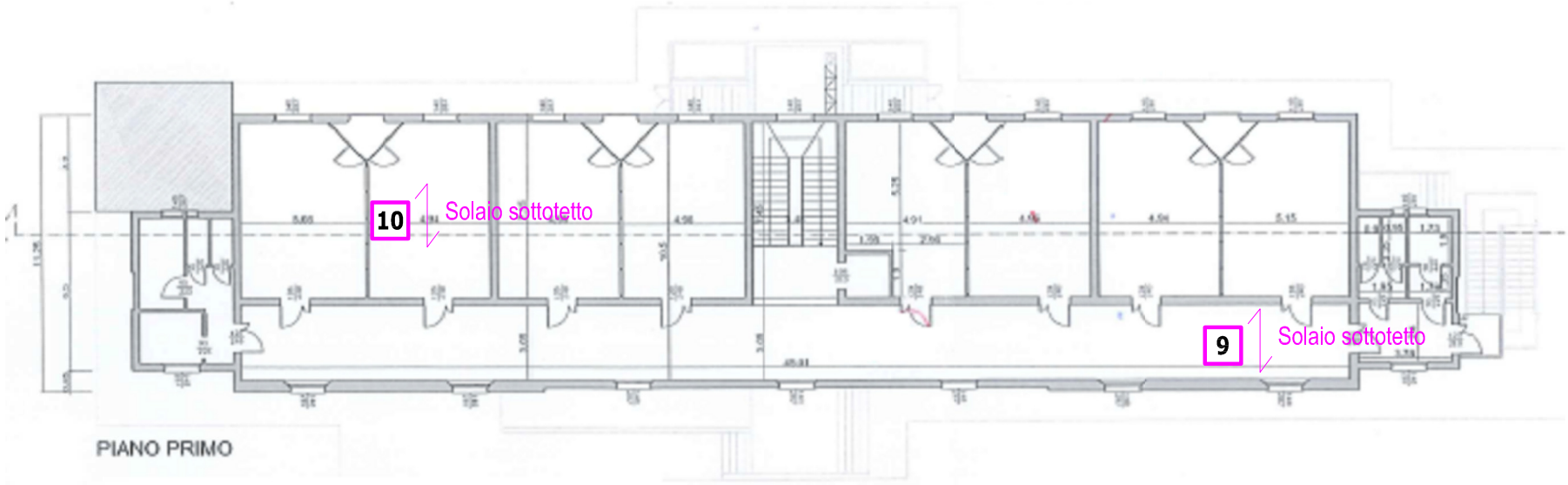
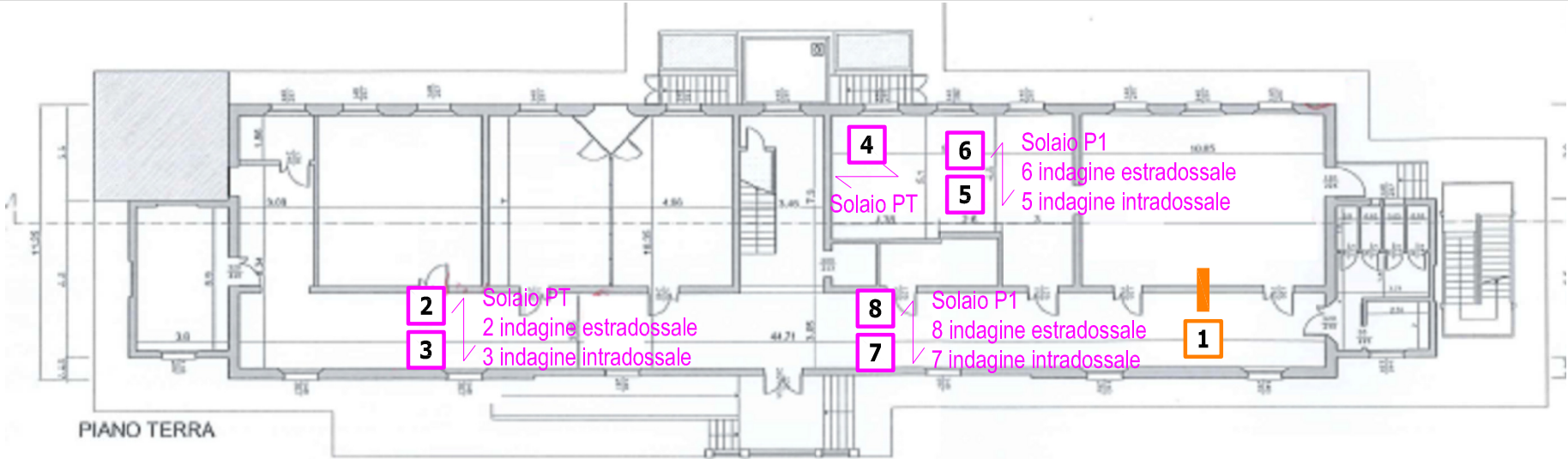
I risultati sono riportati integralmente in *Allegato 3*.

5. Elenco allegati

<i>Allegato 1</i>	Localizzazione e codifica indagini: <i>elaborati grafici</i>
<i>Allegato 2</i>	Rilievo delle sezioni resistenti: <i>elaborati grafici</i>
<i>Allegato 3</i>	Prove di laboratorio su materiali prelevati in situ: <i>rapporti di prova</i>

ALLEGATO 1

Localizzazione e codifica indagini
Elaborati grafici



LEGENDA:

00 indagini su solaio

00 indagini su muratura



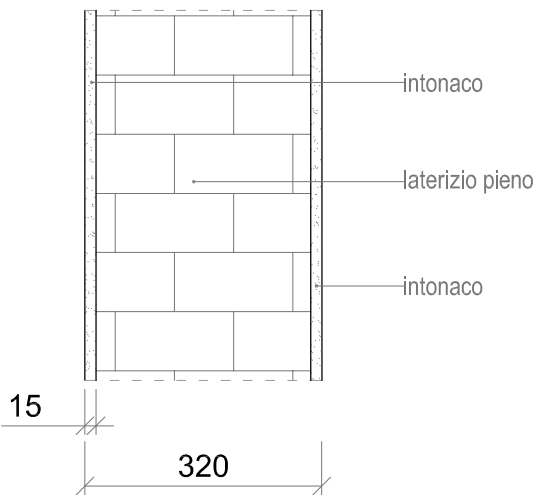
ALLEGATO 2

Rilievo delle sezioni resistenti

Elaborati grafici

ID 1 - Muratura piano terra

rilievo visivo



Dimensioni laterizi:
270x130x55-60 mm

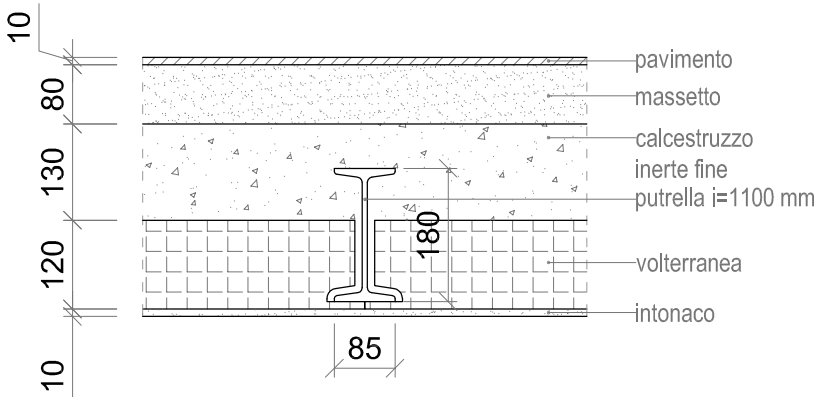
malta bastarda non lavorabile
alla punta

Spessore giunti orizzontali:
10-18 mm

Spessore giunti verticali:
6-17 mm

ID 2-3 - Solaio piano terra

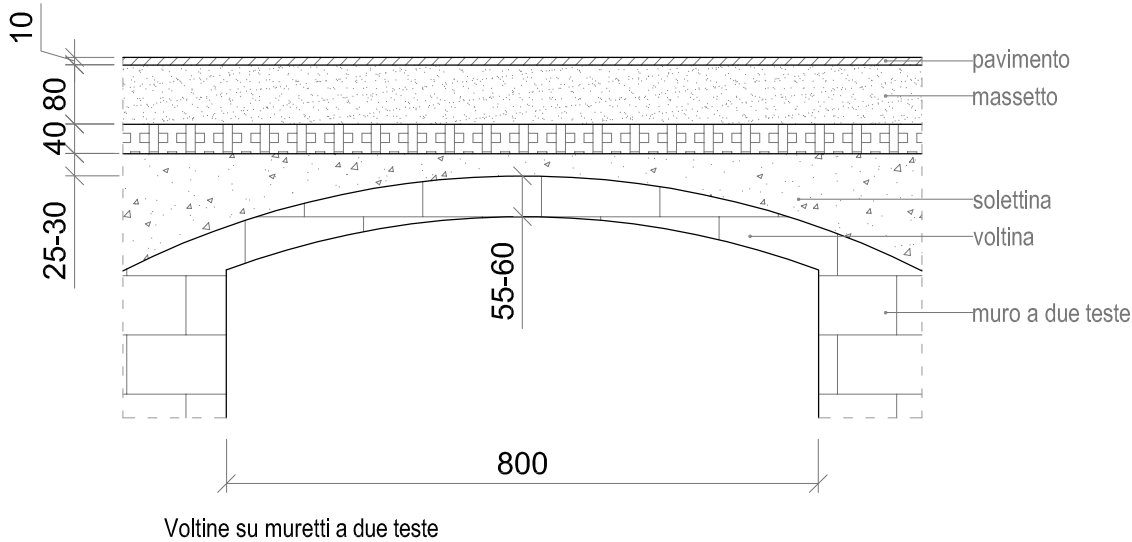
indagini estradossale ed intradossale



Profilo in acciaio molto ossidato. Presenta rigonfiamenti e riduzione di sezione residua.
Non è possibile rilevare lo spessore delle ali

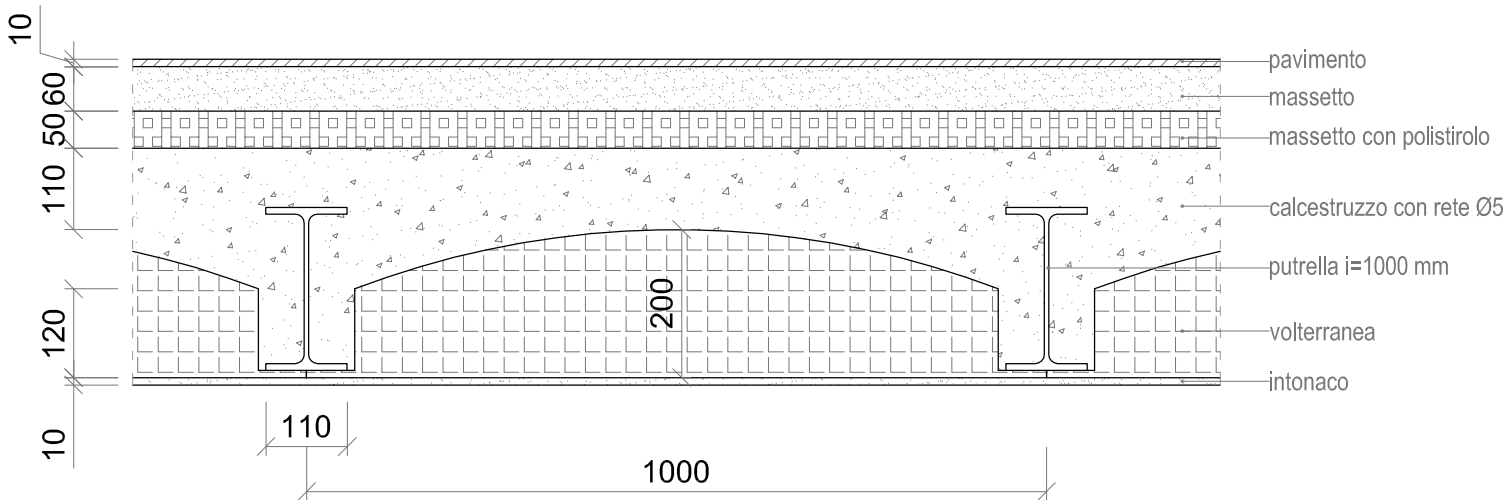
ID 4 - Solaio piano terra

indagini estradossale



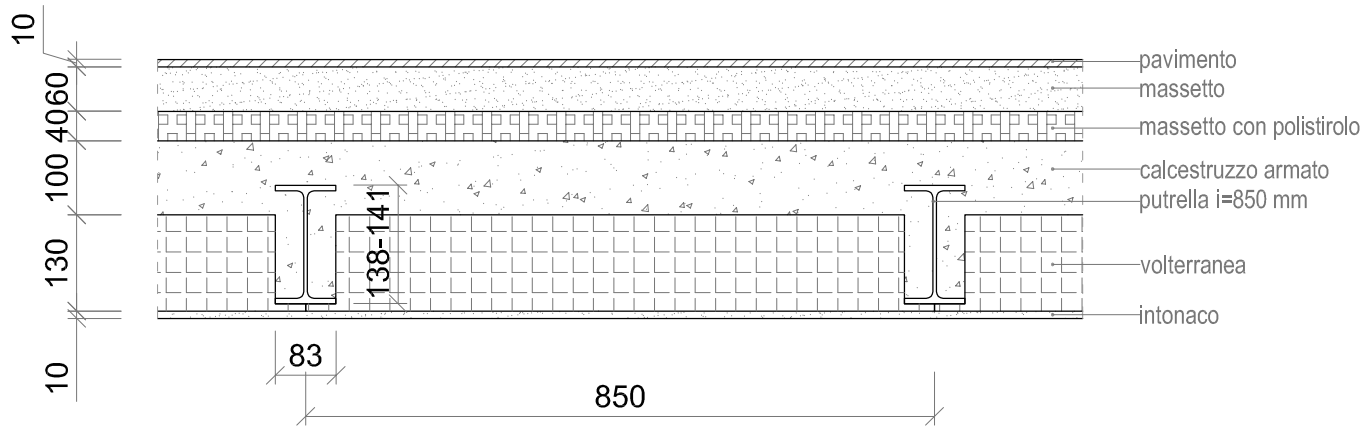
ID 5-6 - Solaio piano primo

indagini estradossale ed intradossale



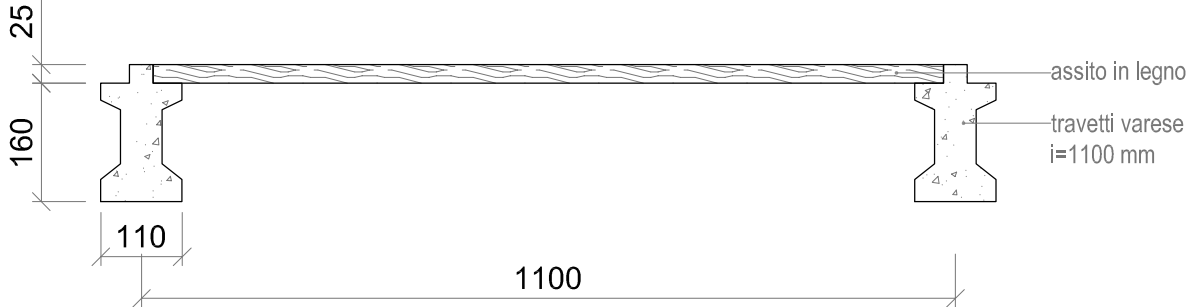
ID 7-8 - Solaio piano primo

indagini estradossale ed intradossale



ID 9 - Solaio di sottotetto

indagini intradossale



Solaio con travetti varesi

ID 10 - Solaio di sottotetto delle aule



Arella rimossa

ID 11 - Copertura



Capriate realizzate con tavole di sezione trasversale pari a 50x180 mm.
Interasse 1300 mm

travi sezione poligonale
diametro stimato 130 mm
i=600 mm



ALLEGATO 3

Prove di laboratorio su materiali prelevati in situ
Rapporti di prova

Prova con martinetti piatti singoli e doppi - ASTM C1196 e ASTM C1197

RAPPORTO DI PROVA n° 02707/2022 Rev.00 del 28/02/2022

Committente: ACER - Azienda Casa Emilia Romagna
Indirizzo: Corso Vittorio Veneto 7, Ferrara
Cantiere: Via Cento, 131 - 44049 Vigarano Mainarda (FE)
Opera: PNRR - Indagini sugli elementi portanti
Proprietà: ACER - Azienda Casa Emilia Romagna
Impresa: --
Attrezzature: Martinetti piatti - Pompa oleodinamica - Manometro - Deformometro

Esecuzione prove: 25/02/2022 Commessa: 3259 SUB14
Richiedente: Arch. Bellino Galante
Eseguiti da: LVS - FRN - RTL Ruolo: Tecnici di Life s.r.l.

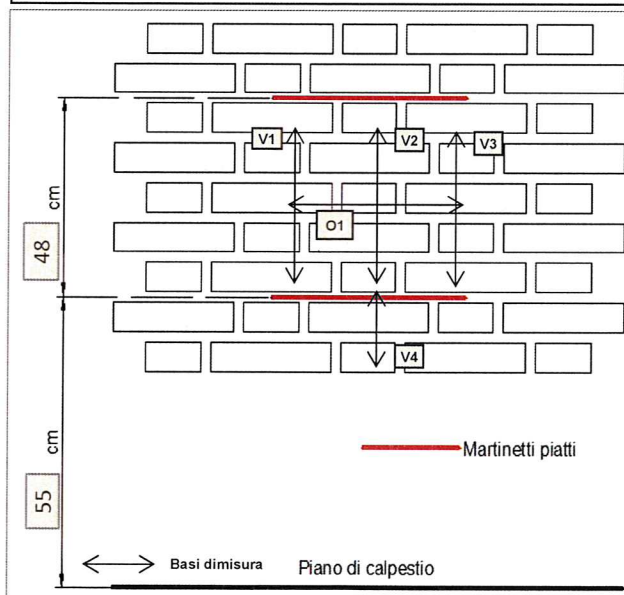
DESCRIZIONE MURATURA

ID: 1
Parte d'opera: parete di spina
Spessore muratura [cm]: 32
Tipologia muratura: mattone pieno e malta bastarda

SINTESI RISULTATI

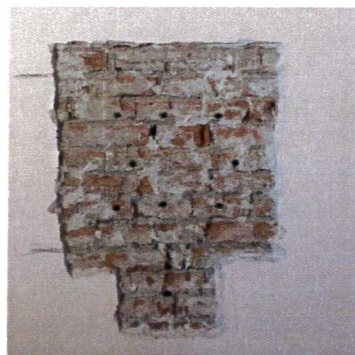
tensione di esercizio misurata con martinetto singolo:	0,40	MPa
tensione di uscita dal campo elastico lineare:	1,46	MPa
tensione di rottura:	3,46	MPa
modulo Young verticale:	2089	MPa
coefficiente di Poisson:	0,25	--
modulo di elasticità tangenziale:	837	MPa

SCHEMA DI PROVA



La figura illustra schematicamente la disposizione e la codifica delle basi di misura rispetto ai martinetti piatti.

La tipologia e la tessitura della muratura disegnata sono da considerarsi come puramente esemplificative.



N.B: Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Lo sperimentatore
ing. Luca Artioli

Il direttore del laboratorio
ing. Sergio Tralli

Prova con martinetti piatti singoli e doppi - ASTM C1196 e ASTM C1197

RAPPORTO DI PROVA n°

02707/2022

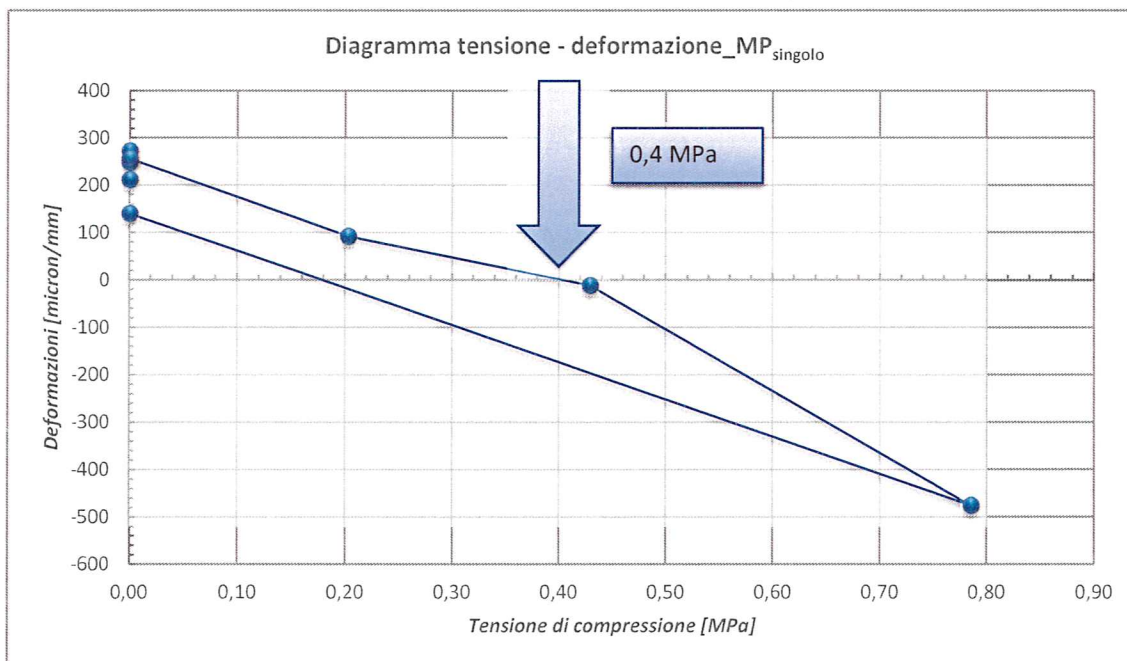
Rev.00 del

28/02/2022

MARTINETTO PIATTO SINGOLO - ASTM C1196

tensione di compressione [MPa]	base deformometrica millesimale (lunghezza iniziale 250mm)						
	$\epsilon V1$ [micron/m]	$\epsilon V2$ [micron/m]	$\epsilon V3$ [micron/m]	$\epsilon V4$ [micron/m]	$\epsilon V5$ [micron/m]	$\epsilon V6$ [micron/m]	ϵV_{media} [micron/m]
0,00	--	--	--	272	--	--	272
0,00	--	--	--	212	--	--	212
0,00	--	--	--	248	--	--	248
0,00	--	--	--	256	--	--	256
0,20	--	--	--	92	--	--	92
0,43	--	--	--	-12	--	--	-12
0,79	--	--	--	-476	--	--	-476
0,00	--	--	--	140	--	--	140
--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	--	--	--	--	--

MARTINETTO PIATTO SINGOLO - ASTM C1196



N.B: Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Lo sperimentatore
ing. Luca Artioli

Il direttore del laboratorio
ing. Sergio Tralli

Prova con martinetti piatti singoli e doppi - ASTM C1196 e ASTM C1197

RAPPORTO DI PROVA n°

02707/2022

Rev.00 del

28/02/2022

MARTINETTO PIATTO DOPPIO - ASTM C1197

tensione di compressione	base deformometrica millesimale (lunghezza iniziale 250mm)						Coeff. di Poisson
	$\epsilon V1$	$\epsilon V2$	$\epsilon V3$	$\epsilon V4$	$\eta O1$	$\epsilon Vmedia$	
[MPa]	[micron/m]	[micron/m]	[micron/m]	[micron/m]	[micron/m]	[micron/m]	
0,00	0	0	0	--	0	0	--
0,19	126	358	18	--	-22	167	0,13
0,42	274	478	130	--	-146	294	0,50
0,61	350	666	518	--	-58	511	0,11
0,83	398	646	334	--	154	459	--
0,39	446	562	226	--	126	411	--
0,00	114	278	22	--	58	138	--
0,40	438	526	166	--	62	377	--
0,86	502	674	266	--	38	481	--
1,17	642	830	358	--	46	610	--
1,46	714	898	482	--	22	698	--
1,79	1170	1074	634	--	10	959	--
2,11	1538	1622	830	--	-14	1330	--
2,44	1858	1902	1066	--	-154	1609	--
2,75	2266	2262	1254	--	-234	1927	--
3,08	3206	2550	1554	--	-706	2437	--
3,46	4450	3630	1934	--	-1534	3338	--
3,48	4746	3910	2010	--	-1738	3555	--
0,00	2150	1814	814	--	-558	1593	--
--	--	--	--	--	--	--	--
--	--	--	---	--	--	--	--
--	--	--	---	--	--	--	--
--	--	--	---	--	--	--	--
--	--	--	---	--	--	--	--
--	--	--	---	--	--	--	--
--	--	--	---	--	--	--	--
--	--	--	---	--	--	--	--

N.B: Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Lo sperimentatore
ing. Luca Artioli

Il direttore del laboratorio
ing. Sergio Tralli

Prova con martinetti piatti singoli e doppi - ASTM C1196 e ASTM C1197

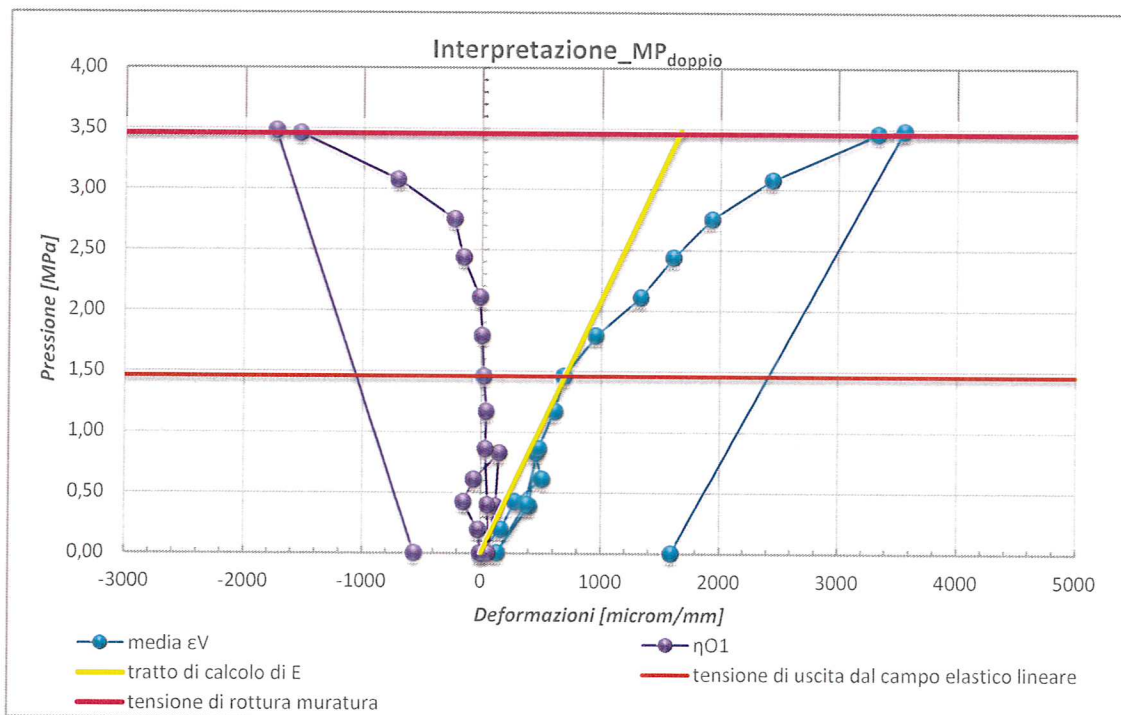
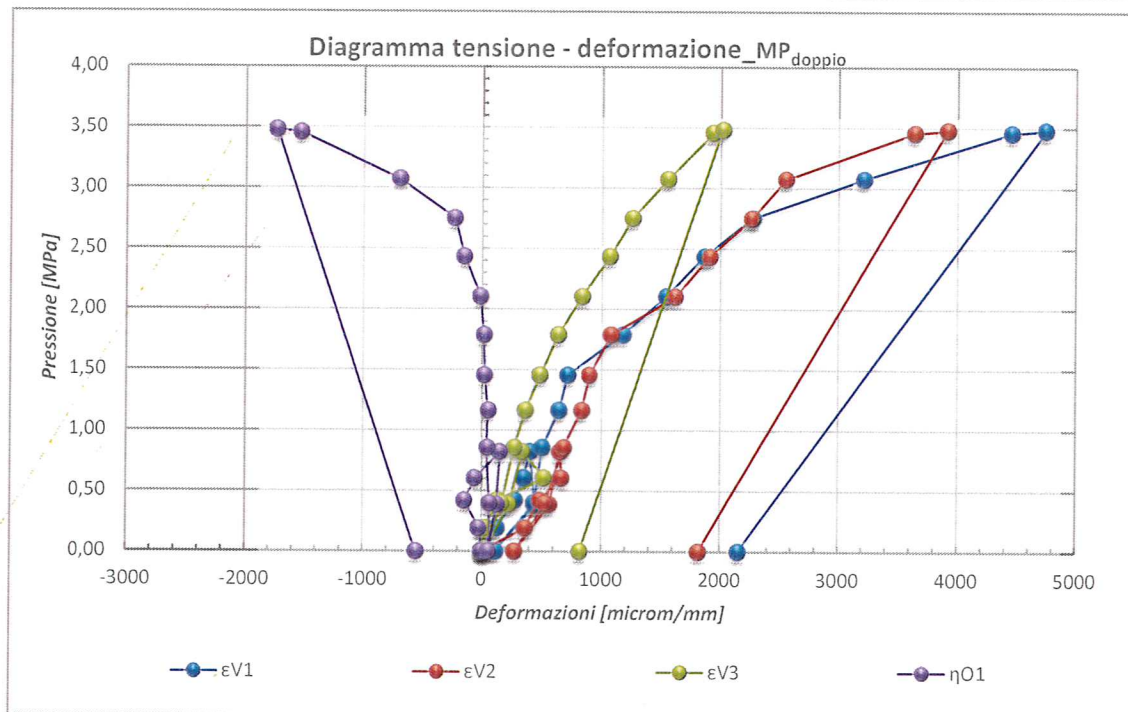
RAPPORTO DI PROVA n°

02707/2022

Rev.00 del

28/02/2022

MARTINETTO PIATTO DOPPIO - ASTM C1197



N.B: Gli strumenti impiegati sono sottoposti a controllo periodico di taratura. Il laboratorio fornirà a richiesta le informazioni necessarie ad assicurare la rintracciabilità della catena metrologica.

Lo sperimentatore
ing. Luca Artioli

Il direttore del laboratorio
ing. Sergio Tralli