



CEPI ENGINEERING
FORMAZIONE CONSULENZA INGEGNERIA

SEMINARIO SULLE STRUTTURE (esistenti) IN MURATURA SECONDO LE NTC 2018 VERIFICHE E INTERVENTI DI RECUPERO

Con la sponsorizzazione e il contributo incondizionato di:



Con il Patrocinio dei seguenti Enti:





PROGRAMMA LAVORI

Ore 9.30 – 10.45

LE STRUTTURE IN MURATURA SECONDO LE NUOVE NTC 2018 - GLI EDIFICI IN MURATURA

Ore 10.45 – 11.00

Pausa

Ore 11.00 – 12.00

 LA CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI TRAMITE LE PROVE DI LABORATORIO

Ore 12.00 – 13.00

PROGETTAZIONE INTERVENTI LOCALI E CINEMATISMO DELLE MURATURE

Ore 12.00 – 13.00

Lunch

Ore 14.00 – 14.30

CASO DI STUDIO DI INTERVENTO LOCALE

Ore 14.30 – 15.45

MODELLAZIONE E ANALISI COMPUTERIZZATA

Ore 15.45 – 16.45

CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE MEDIANTE L'IMPIEGO DI MATERIALI COMPOSITI FRCC e SRG

Ore 16.45 – 17.00

Pausa

Ore 17.00 – 18.00

LA SICUREZZA IN CANTIERE

Ore 18.00 – 18.30

Confronto, Dibattito e Chiusura Lavori

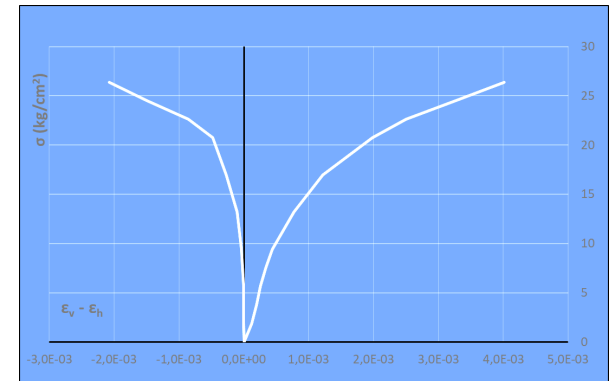
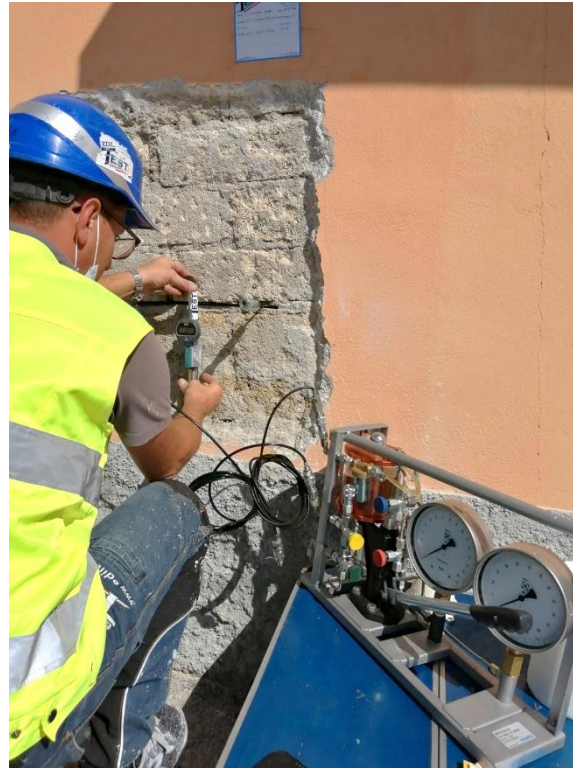
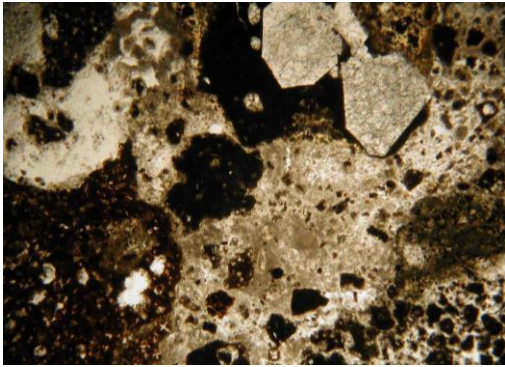


CEPI ENGINEERING
FORMAZIONE CONSULENZA INGEGNERIA



Associazione Italiana ed Internazionale
per la Sicurezza sui Luoghi di Lavoro

CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E PROVE SULLE MURATURE



Dott. Ing. Claudio Valeri

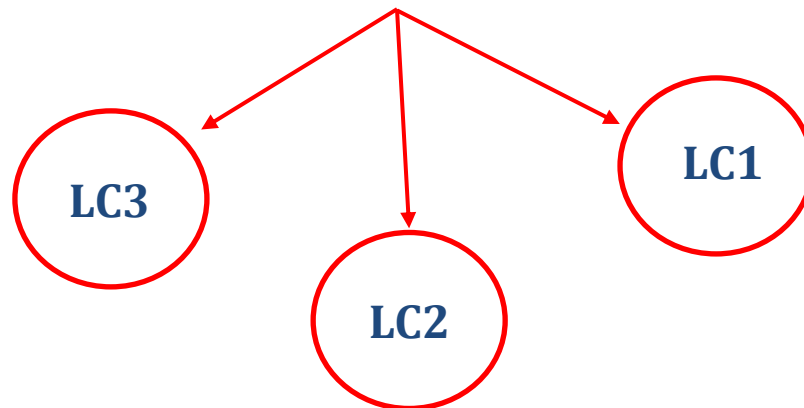
Roma, 9 Ottobre 2020

INTERVENTI SULLE COSTRUZIONI ESISTENTI



- INTERVENTI DI RIPARAZIONE O INTERVENTI LOCALI
- INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO
- INTERVENTI DI ADEGUAMENTO

CAMPAGNA DI INDAGINI DIAGNOSTICA



CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020

Dott. Ing. Claudio Valeri

MURATURA :

- *Indagini Visive Muratura*
- *Termografia*
- *Indagini soniche*
- *Endoscopia*
- *Prove sulla malta*
- *Martinetti piatti*



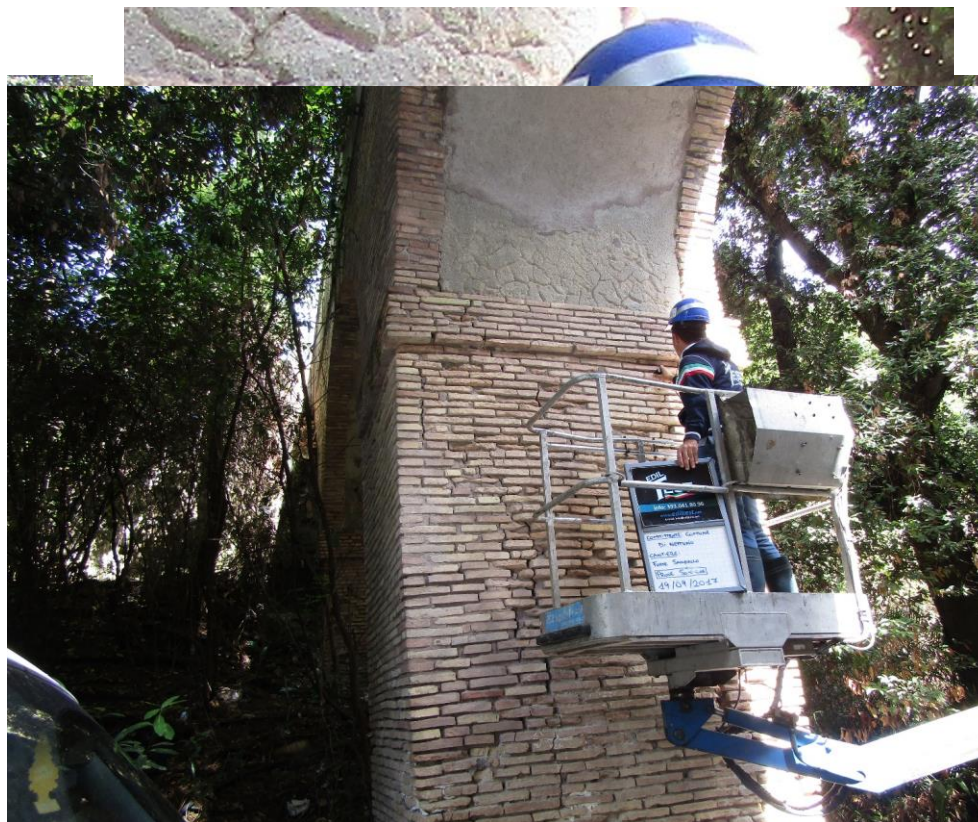
MURATURA :

- *Indagini Visive Muratura*
- *Termografia* ←
- *Indagini soniche*
- *Endoscopia*
- *Prove sulla malta*
- *Martinetti piatti*



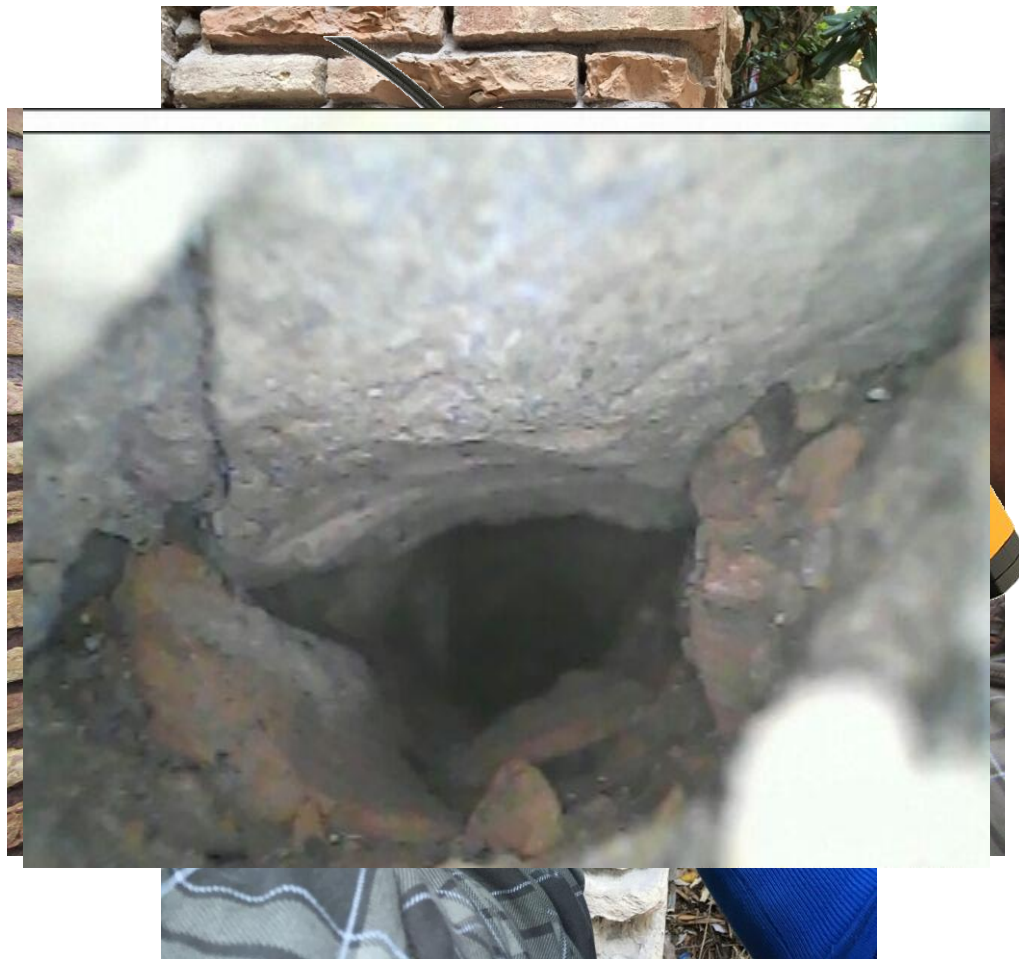
MURATURA :

- *Indagini Visive Muratura*
- *Termografia*
- *Indagini soniche* ←
- *Endoscopia*
- *Prove sulla malta*
- *Martinetti piatti*



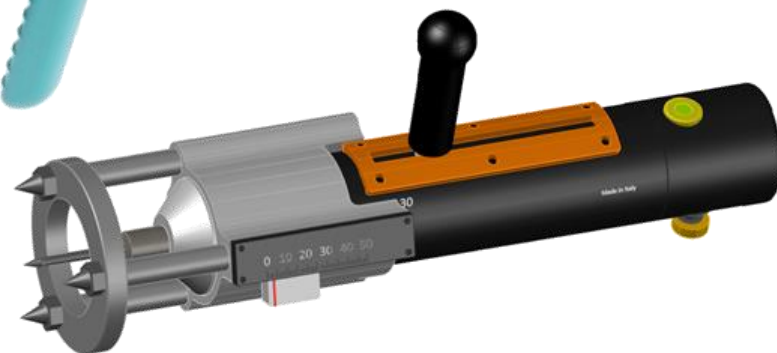
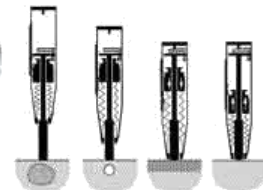
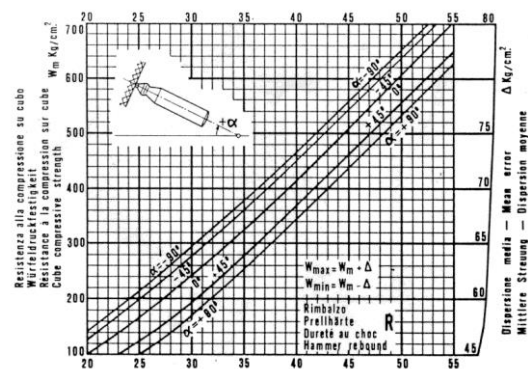
MURATURA :

- *Indagini Visive Muratura*
- *Termografia*
- *Indagini soniche*
- *Endoscopia* ←
- *Prove sulla malta*
- *Martinetti piatti*



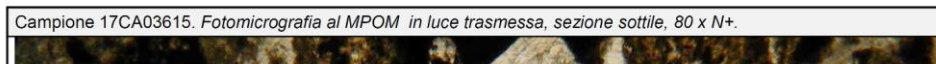
MURATURA :

- *Indagini Visive Muratura*
- *Termografia*
- *Indagini soniche*
- *Endoscopia*
- *Prove sulla malta*
- *Martinetti piatti*



MURATURA :

- *Indagini Visive Muratura*
- *Termografia*
- *Indagini soniche*
- *Endoscopia*
- *Prove sulla malta* ←
- *Martinetti piatti*



Tab. 11.10.II - *Classi di malte a prestazione garantita*

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Resistenza a compressione N/mm ²	2,5	5	10	15	20	d

d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm² dichiarata dal fabbricante



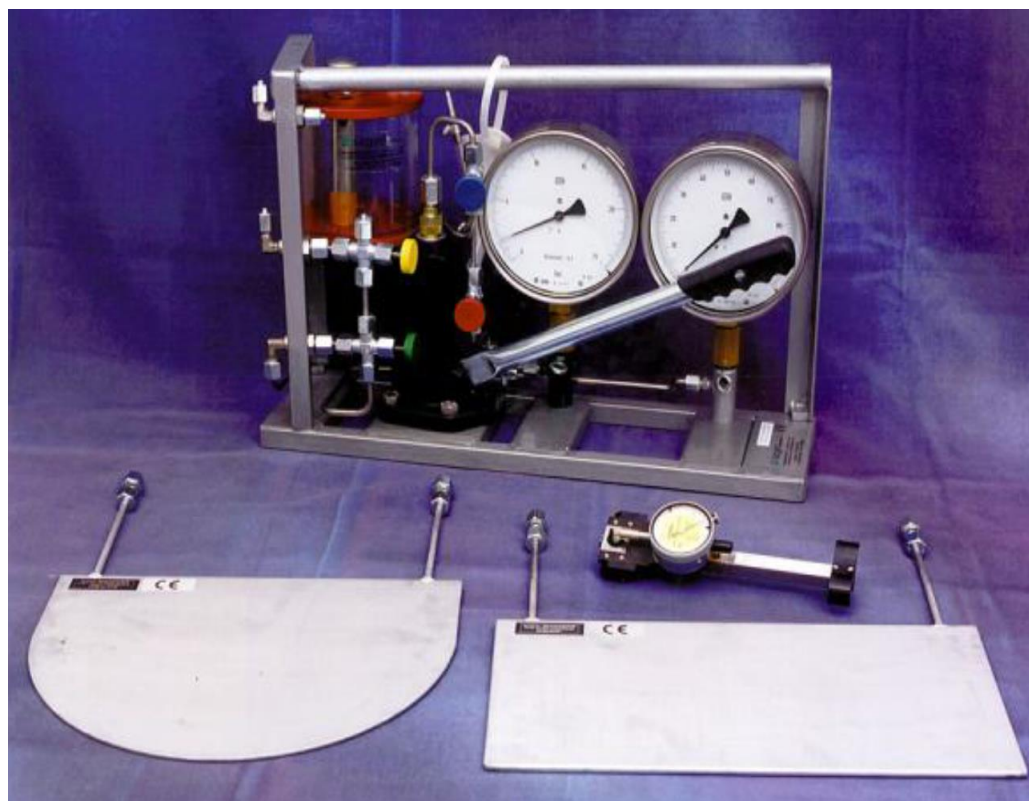
Tab. 11.10.V - *Corrispondenza tra classi di resistenza e composizione in volume delle malte*

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M 2,5	Idraulica	–	–	1	3	–
M 2,5	Pozzolonica	–	1	–	–	3
M 2,5	Bastarda	1	–	2	9	–
M 5	Bastarda	1	–	1	5	–
M 8	Cementizia	2	–	1	8	–
M 12	Cementizia	1	–	–	3	–



MURATURA :

- *Indagini Visive Muratura*
- *Termografia*
- *Indagini soniche*
- *Endoscopia*
- *Prove sulla malta*
- *Martinetti piatti*





CEPI ENGINEERING
FORMAZIONE CONSULENZA INGEGNERIA



Associazione Italiana ed Internazionale
per la Sicurezza sui Luoghi di Lavoro

CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E PROVE SULLE MURATURE

Dott. Ing. Claudio Valeri

EDIL TEST^{2.0}



Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone

EDILTEST 2.0 SRL

Via Mediana 130 – 04011 Aprilia (LT) – cell 3334597509

posta@ediltest.net – ediltest2.0@pec.it

P.iva 03083840599

- **CERTIFICAZIONE MATERIALI DA COSTRUZIONE I. 1086/71 (UNIVERSITA' TOR VERGATA)**

- **PRELIEVI DI CALCESTRUZZO FRESCO**

- **Prove su materiali da costruzione**

Misurazione del ritiro igrometrico
Slump test
Misurazione del contenuto d'aria
Misurazione del contenuto di cemento
Misurazione del contenuto di carbonato di calcio
Misurazione Blu di metilene
Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata
Determinazione della resistenza alla frammentazione
Determinazione della resistenza all'usura
Determinazione della resistenza Gelo/ Disgelo
Prova di costipazione Proctor
Determinazione dei tempi di inizio e fine presa cls
Determinazione del contenuto d'acqua nel calcestruzzo fresco
Granulometria degli inerti
Prova di permeabilità dei conglomerati
Prova di Densità in sito
Determinazione resistenza a trazione indiretta
Prova di spandimento su tavola a scosse
Prove di tenuta all'acqua
Prove di tenuta di tubazioni idrauliche civili
Skid test

- **PROVE IN SITO SU STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO**

Carotaggi
Carbonatazione
Estrazione acciaio da carpenteria metallica
Estrazione barre d'armatura da cls
Saggi su elementi strutturali
Saggi su solai
Prova con ultrasuoni
Prova cross-hole
Prova di estrazione barre inghisate
Prova pacometrica
Prova PIT
Prova pull-out
Prova pull-off
Prova sclerometrica
Prova son-reb
Prova termografica
Misure di umidità del calcestruzzo in opera
Perforazioni a carotaggio continuo

Prove di estrazione barre inghisate
Saggi in fondazione
Rilievo di spostamenti tramite strumento topografico
Rilievi stratigrafici di solette
Rilievi geometrici in genere

- **PROVE IN SITO SU STRUTTURE IN MURATURA**

Martinetti piatti
Prelievo e compressione blocchi strutturali
Prelievo malta
Shove test
IVM
Sclerometriche su malta
Soniche

- **PROVE IN SITO SU STRUTTURE IN ACCIAIO**

Controlli visivi su saldature
Magnetoscopia
Spessimetria
Liquidi penetranti
Prelievo di elementi metallici
Prelievo bulloni e dadi
Rilievo dimensionale di elementi metallici
Prove durometriche in sito con metodo leeb
Spessimetria

- **PROVE IN SITO SU STRUTTURE IN LEGNO**

Prelievo campioni con succhiello di Pressler
Misura resistografiche
Determinazione della resistenza a flessione
Determinazione del modulo Elastico a Flessione
Determinazione dello sforzo di taglio su elementi in Legno
Lamellare

- **PROVE DI CARICO**

Prove di carico su pali di fondazione
Prova statica (zavorra-trave)
Prove di carico su solai
Prove di carico su solai con carico concentrato
Prove di carico su ponti e viadotti
Prove di carico su piastra
Prove di carico speciali
Prove di carico a spinta orizzontale

- **MONITORAGGI STRUTTURALI**

Fessurimetria da remoto
Fessurimetria in sito

- **INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Sondaggi Geognostici
Catalogazione colonna stratigrafica
Campionamenti Di Terreno
Posizionamento piezometri
Prove penetrometriche tipo:
DPSH
CPTU + Dissipazione
SCPTU
CPTC
SPT
Prove Geofisiche indirette:
MASW
HVSr

- **PROVE SU CONGLOMERATI BITUMINOSI**

Confezionamento e costipamento Conglomerato Bituminoso mediante Pressa Giratoria e metodo Marshall
Determinazione del contenuto di bitume
Determinazione granulometria
Determinazione della percentuale litologica
Prove Marshall
Determinazione della resistenza a trazione indiretta
Determinazione del peso di volume e % dei vuoti
Determinazione del peso specifico di una miscela
Studio per la composizione di miscele bituminose

- **PROVE SU BITUME**

Determinazione del punto di Rammollimento
Determinazione della penetrazione a 20 °C

- **PROVE SU EMULSIONI BITUMINOSE**

Determinazione del contenuto di acqua
Determinazione residuo agli stacci 0.160 – 0.500
Determinazione dell'indice di rottura
Determinazione del tempo di efflusso
Determinazione caratteristiche bitume recuperato

- **PROVE PER FPC IMPIANTI DI BETONAGGIO**

- **PROVE PER MARCATURA CE CAVE**

- **STUDIO MIX DESIGN**

.....VENUSTAS!



.....FIRMITAS!



**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**

..... STRUTTURA IN MURATURA!



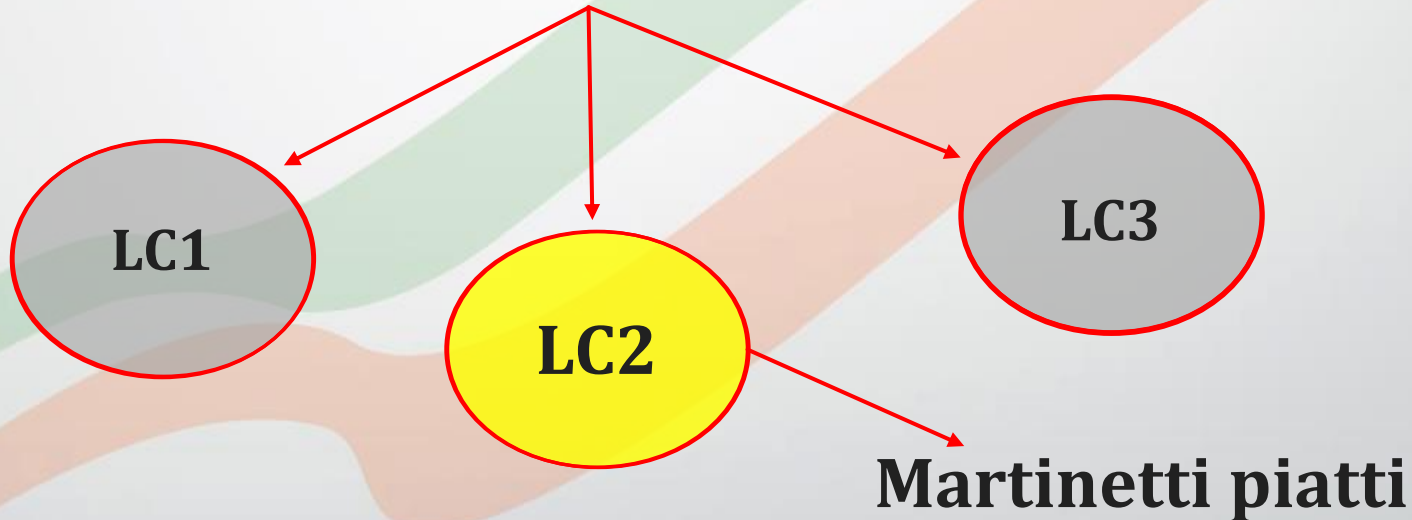
**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

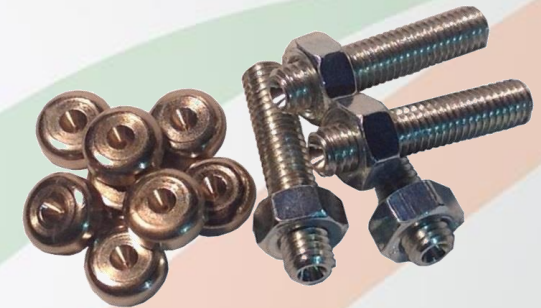
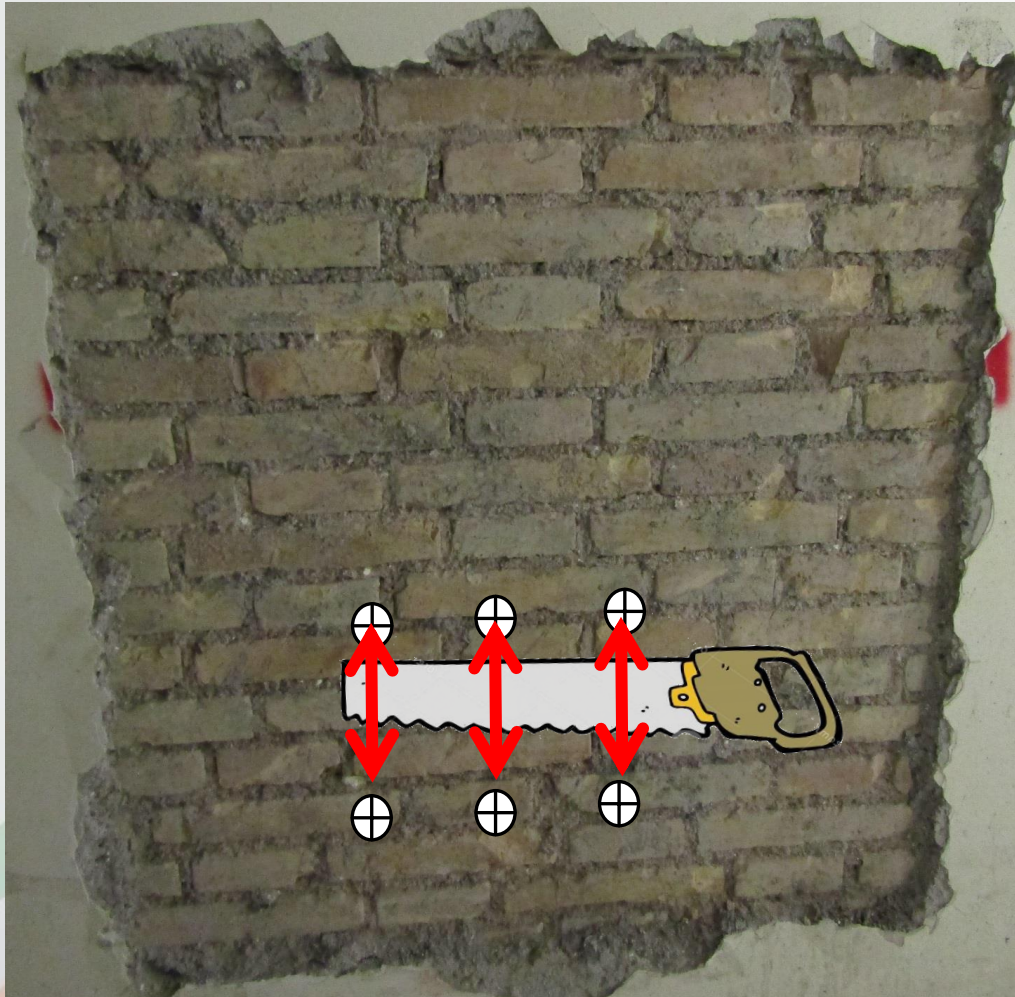
**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**

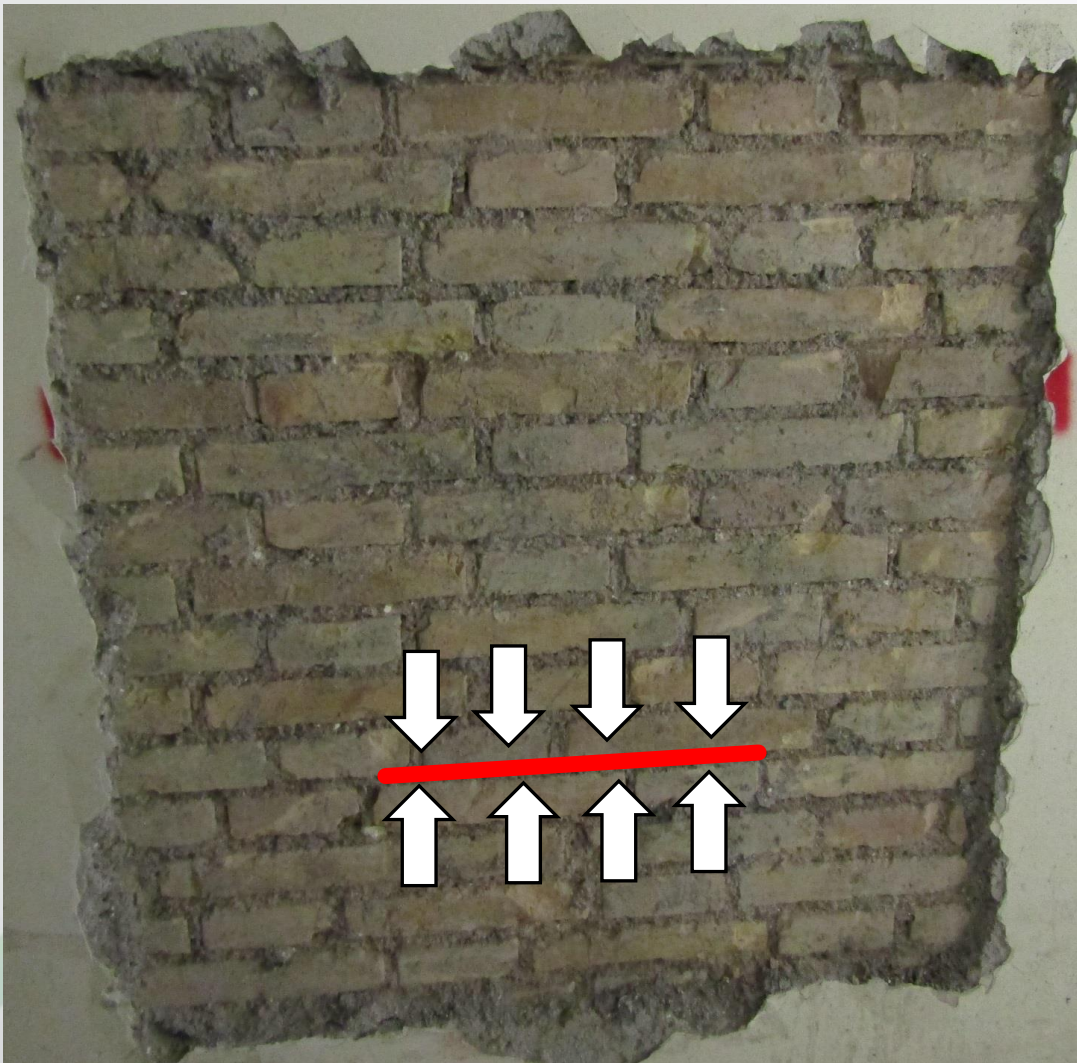
..... E' IMPORTANTE PREDISPORRE UN PIANO DI INDAGINI!

CIOE'.....IN ACCORDO CON LA NORMA
.....CERCHIAMO DI CAPIRE COSA E' IMPORTANTE
SAPERE ...E COSA SERVE DAVVERO CAPIRE

CAMPAGNA DI INDAGINI DIAGNOSTICHE

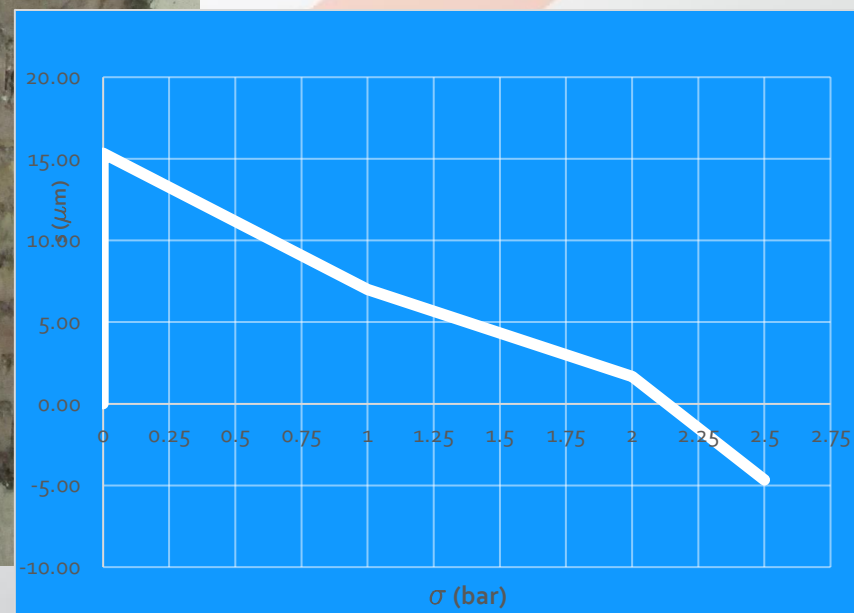
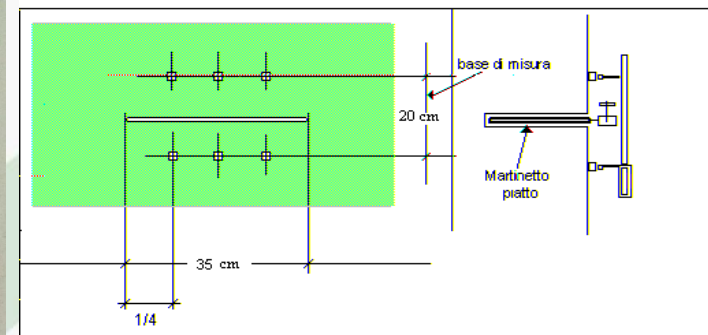
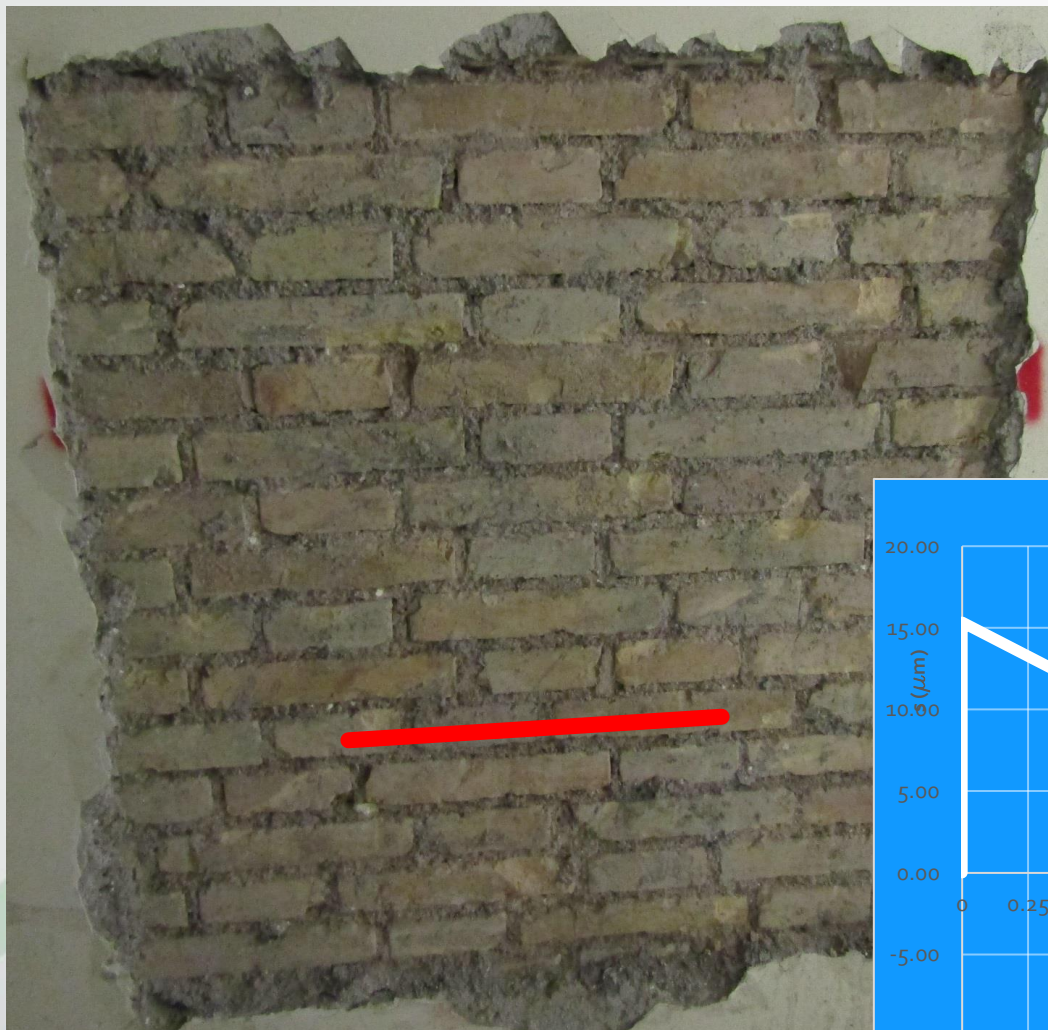


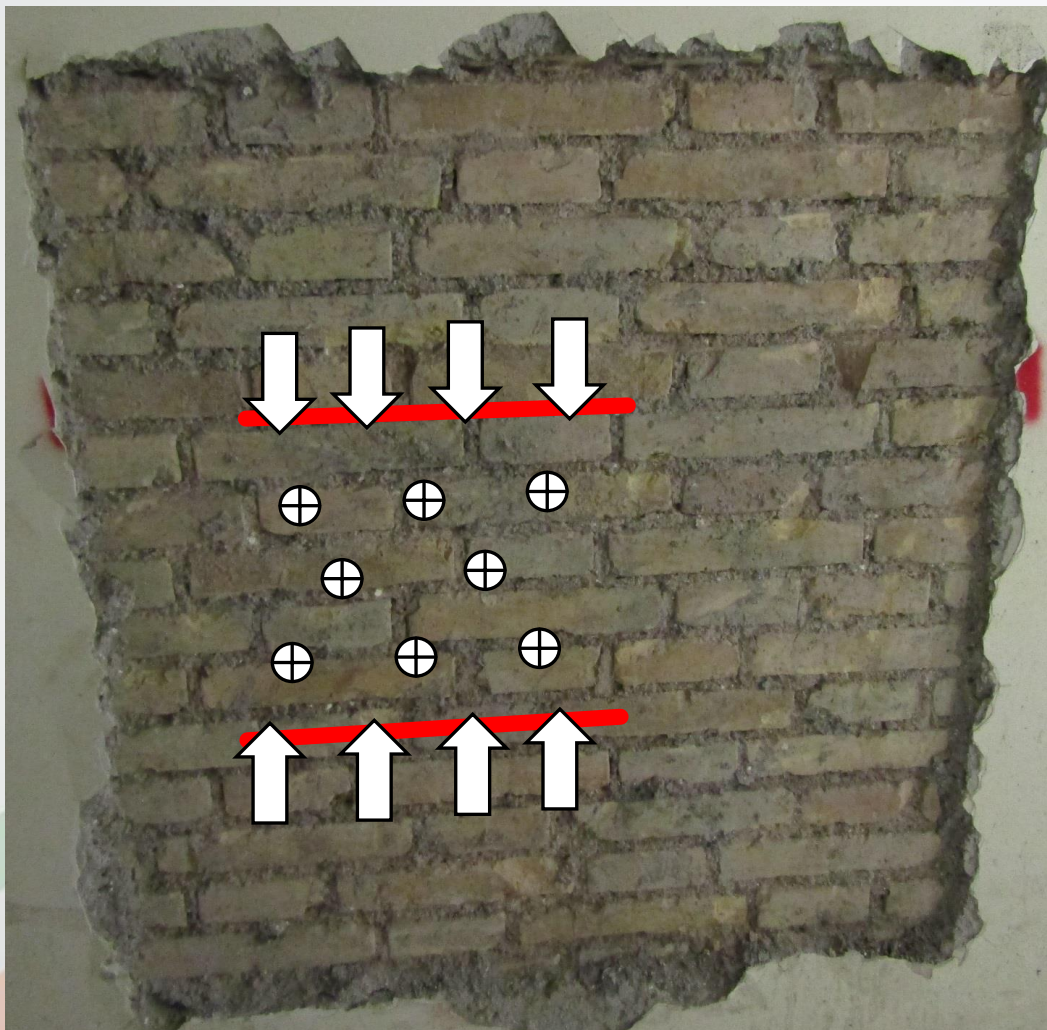


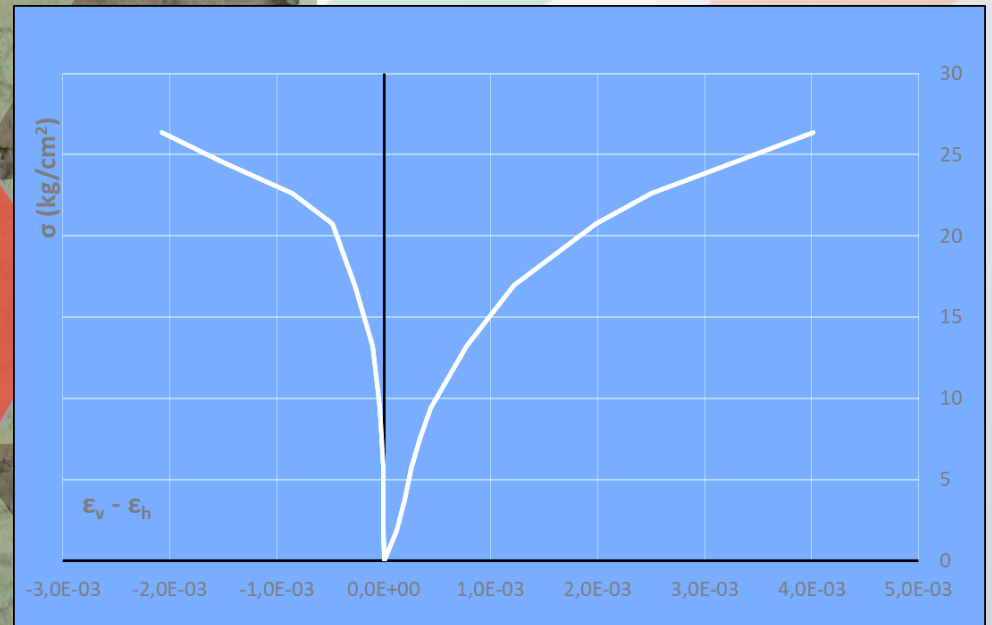
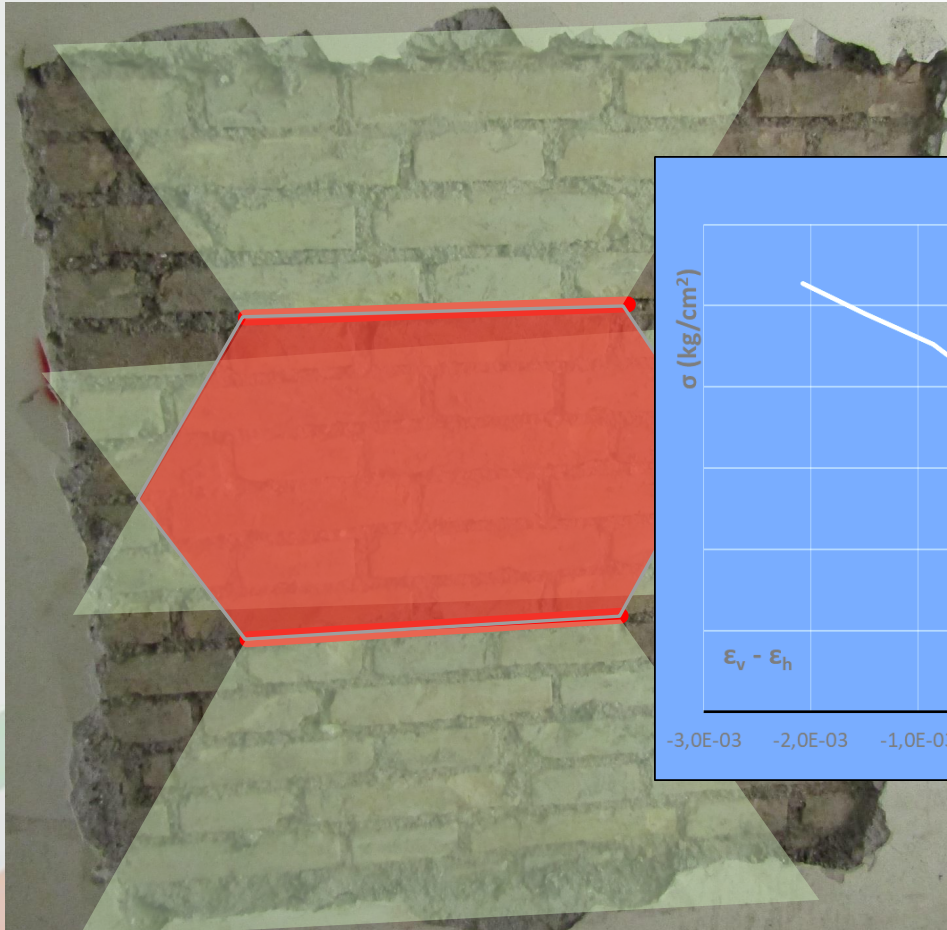


**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**



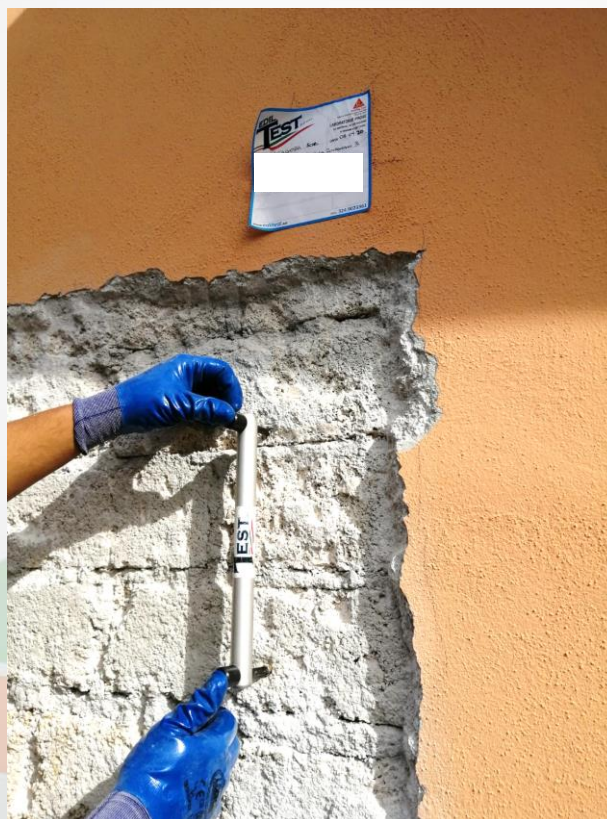






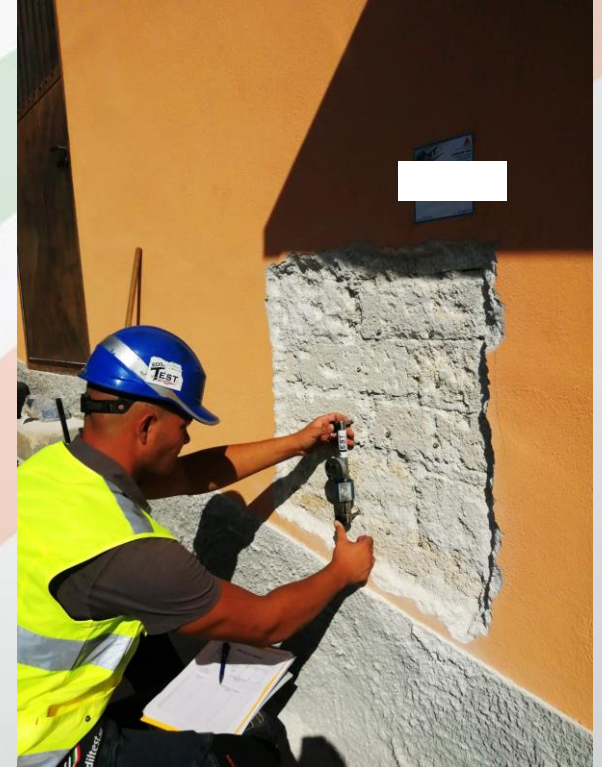
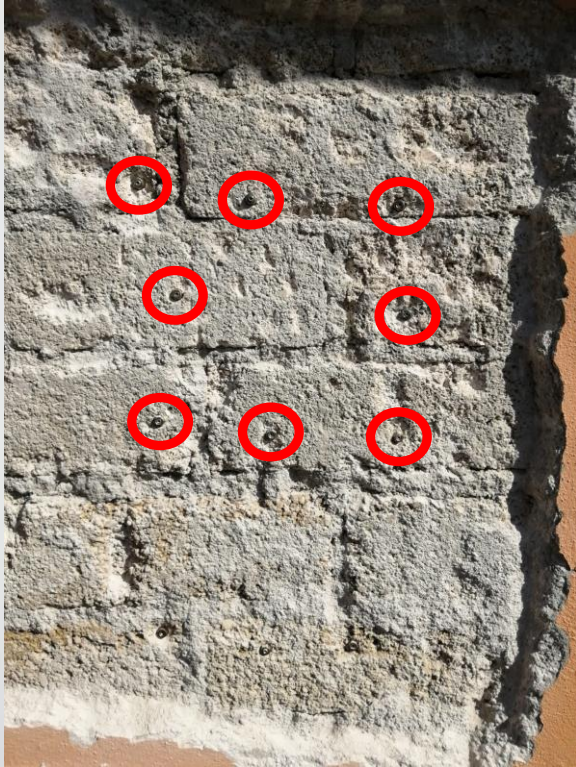
**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**



**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**



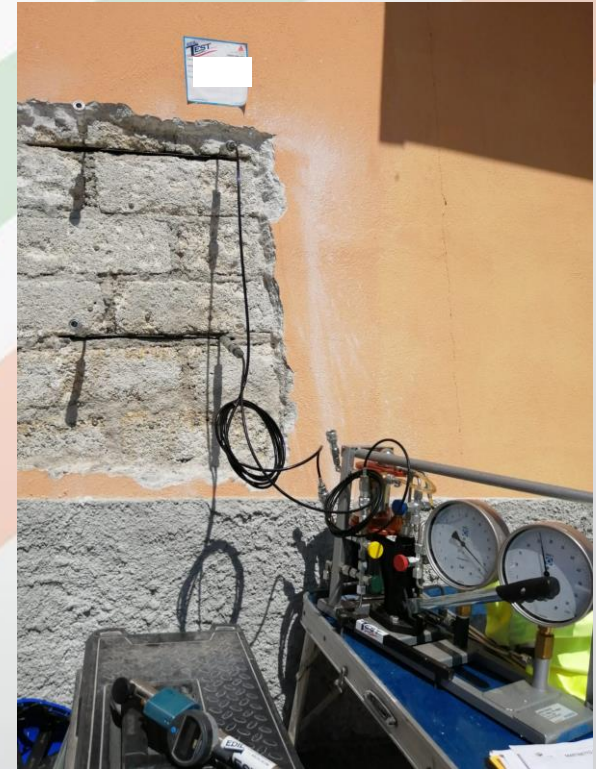
**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**



**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**



**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**

.....Proviamo a chiederci

MA DOVE LI DOBBIAMO FARE QUESTI MARTINETTI?



**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

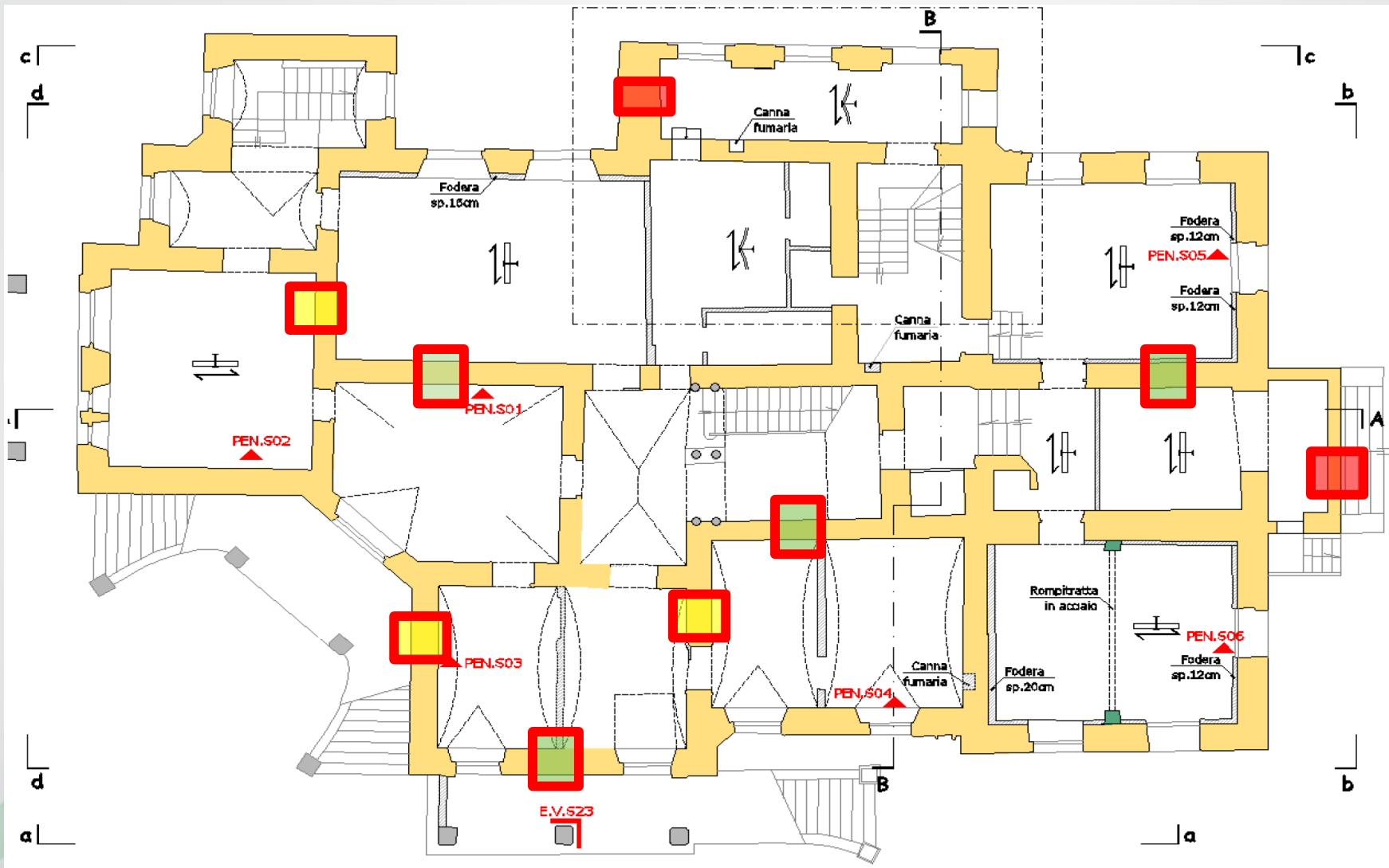
**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**

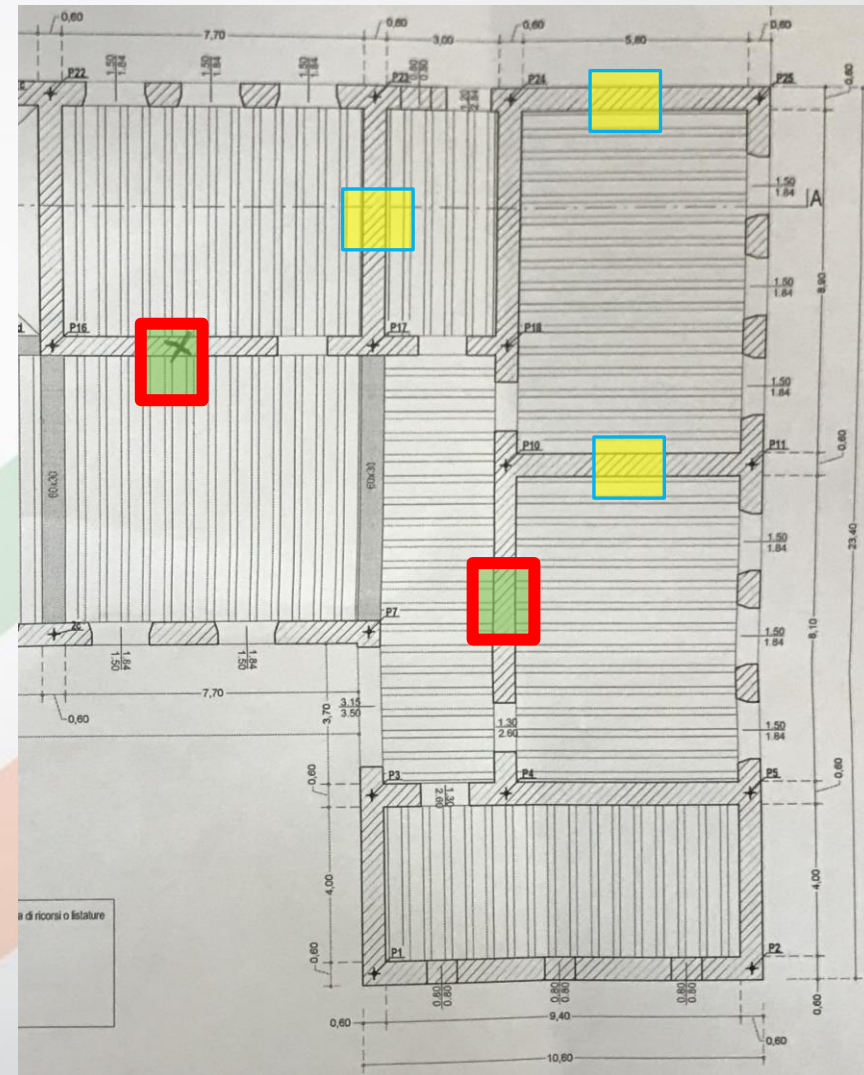
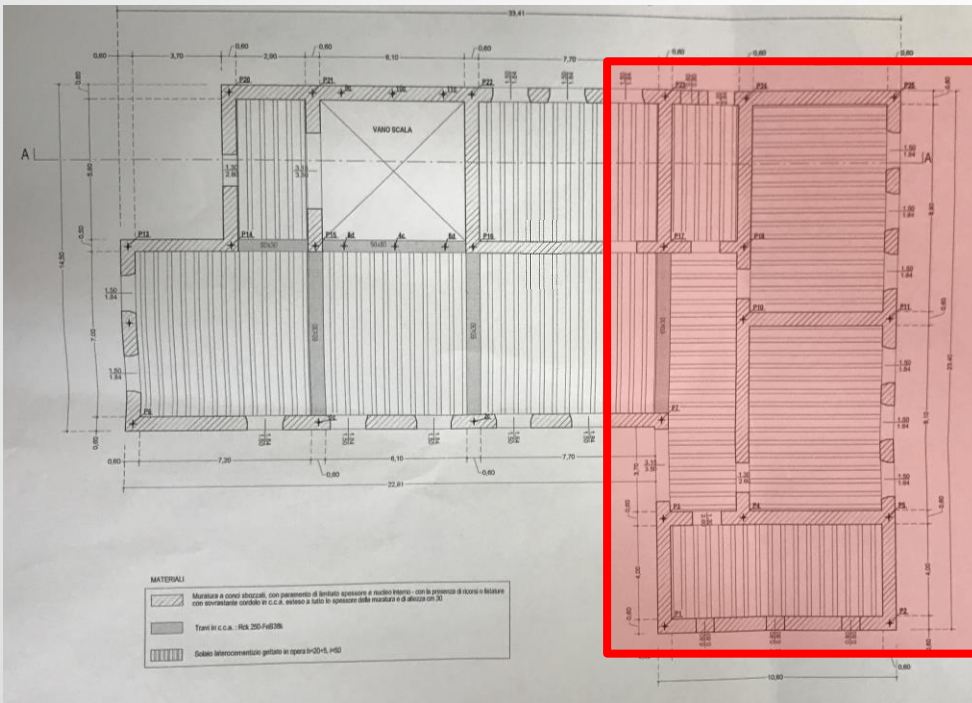
.....ANALIZZIAMO LA STRUTTURA!



**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**





**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

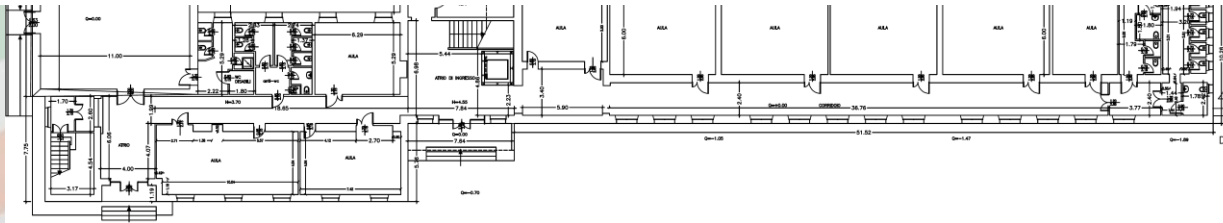
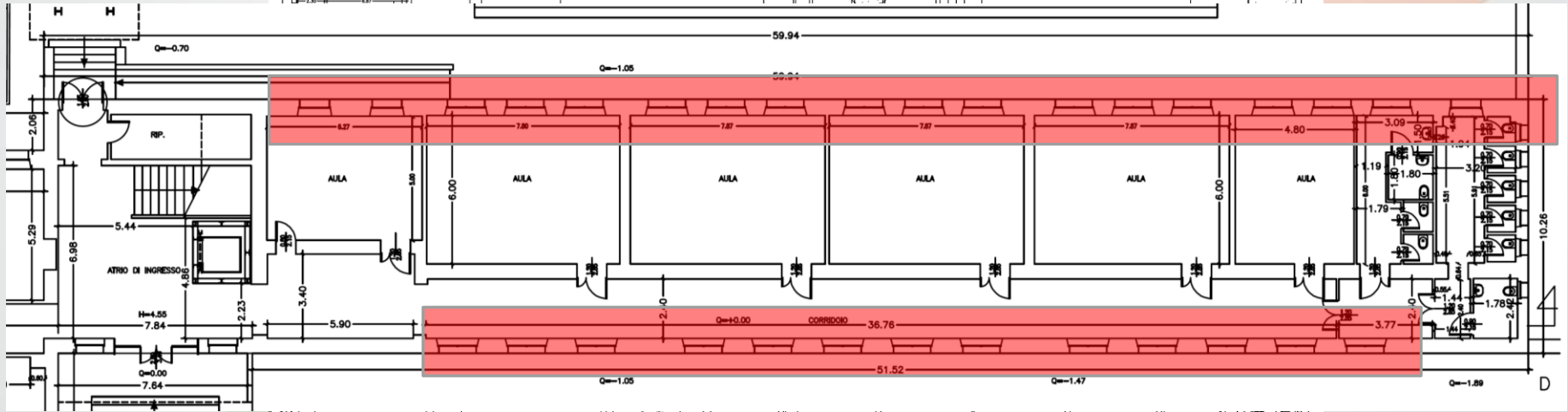
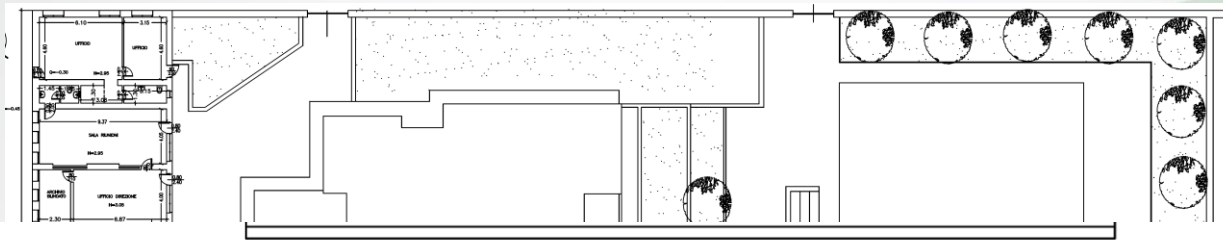
**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**

.....alcune criticità!



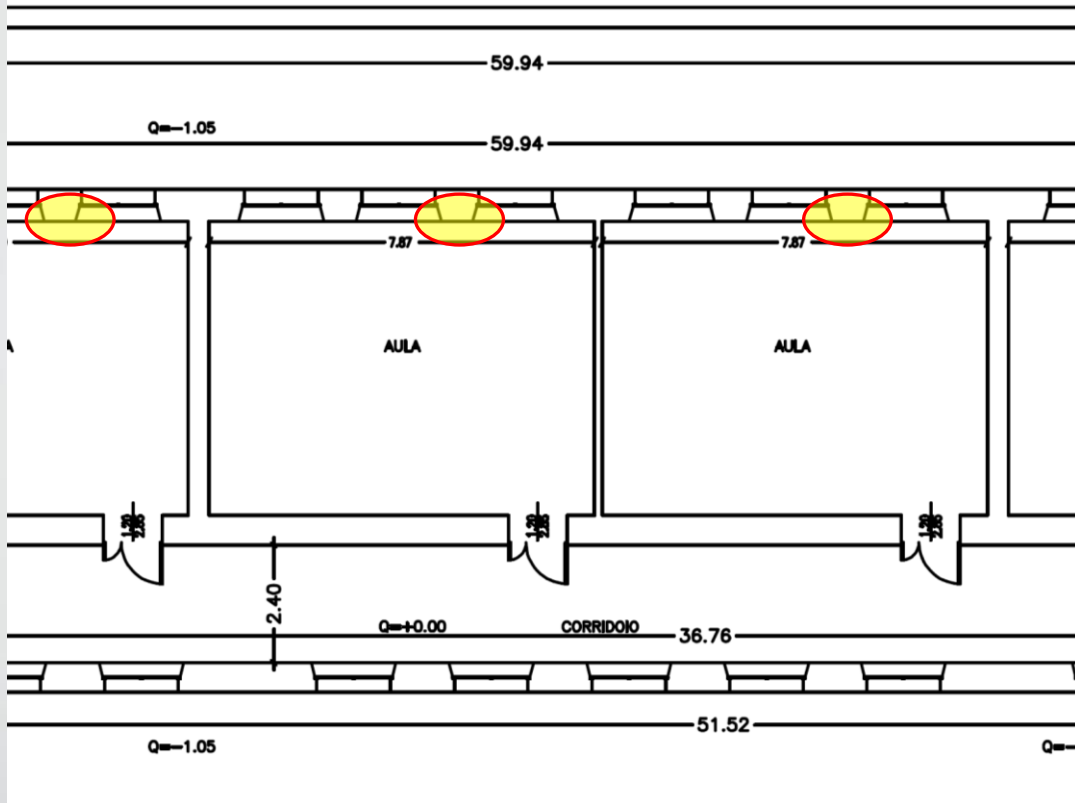
**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**



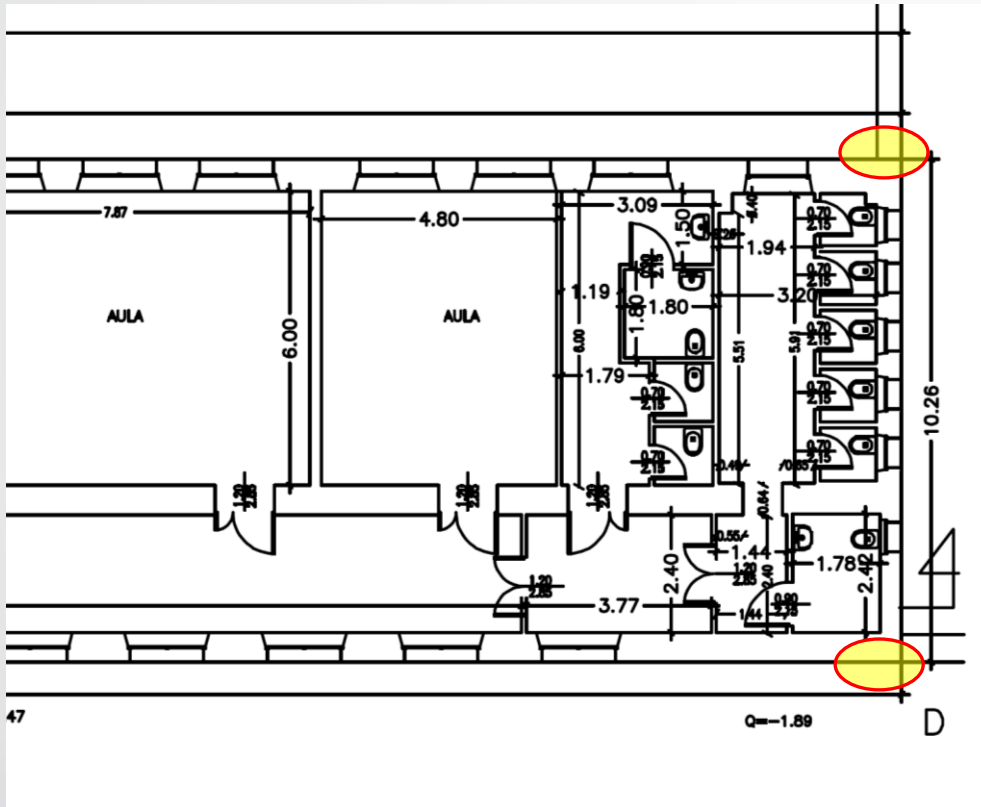
**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**



**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**



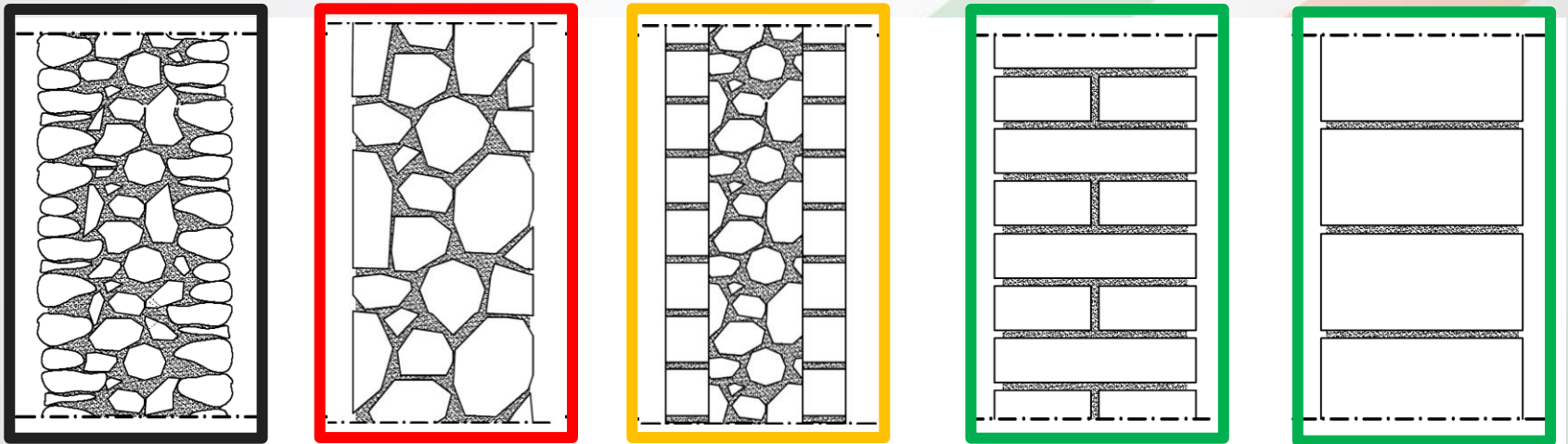


**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

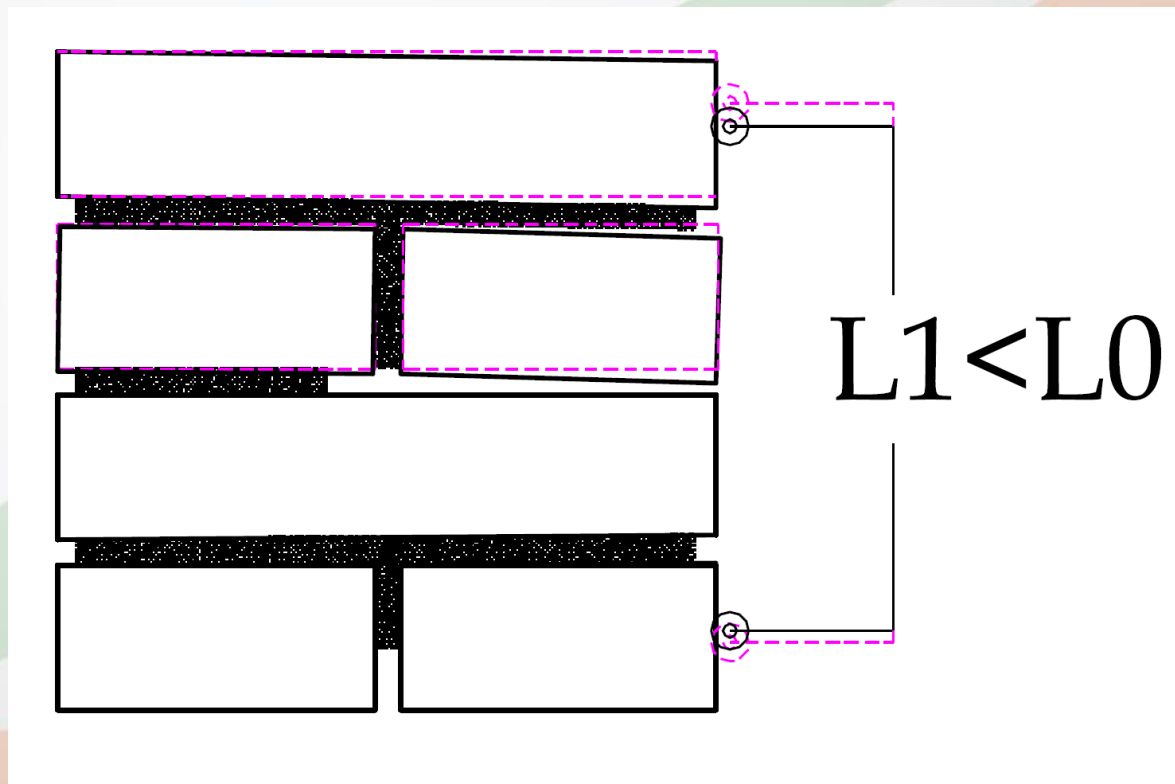
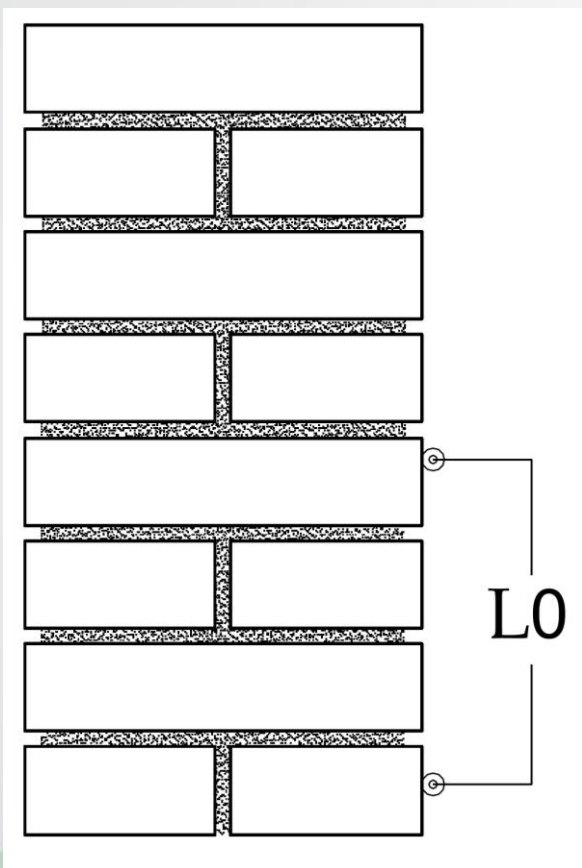
**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**

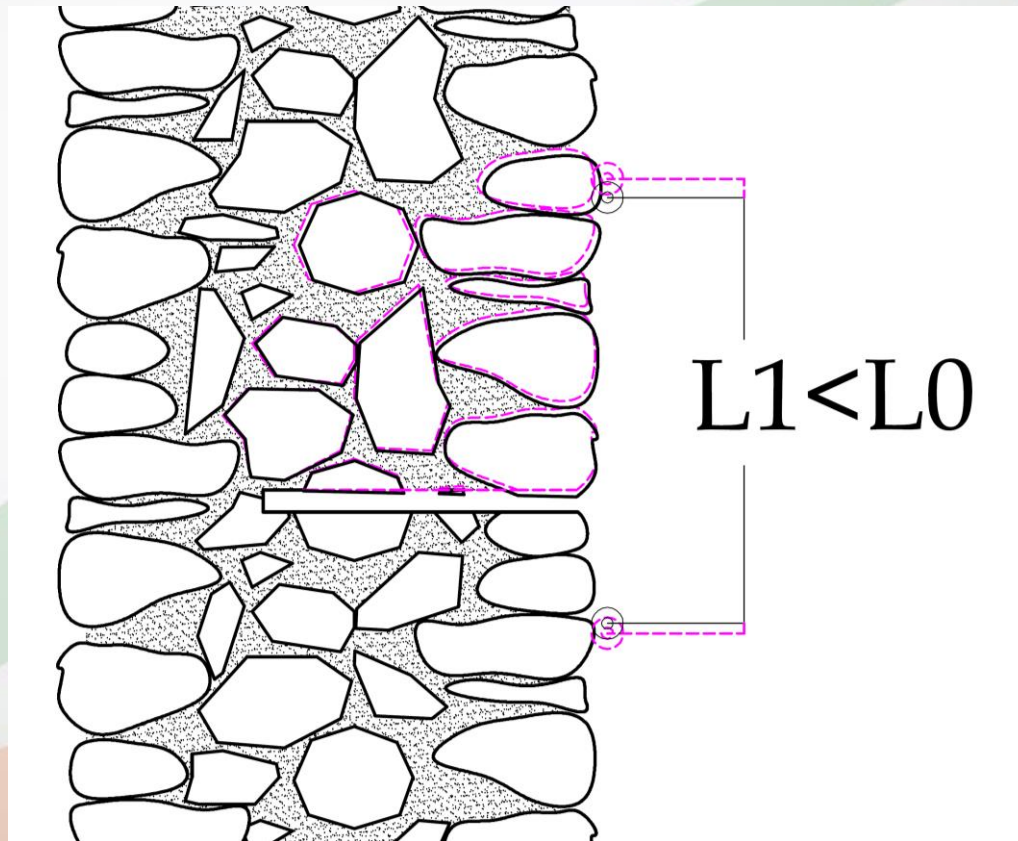
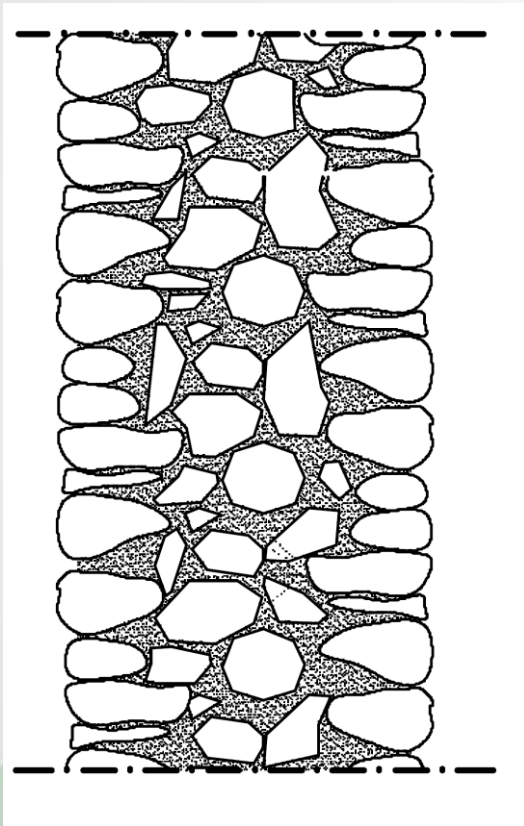


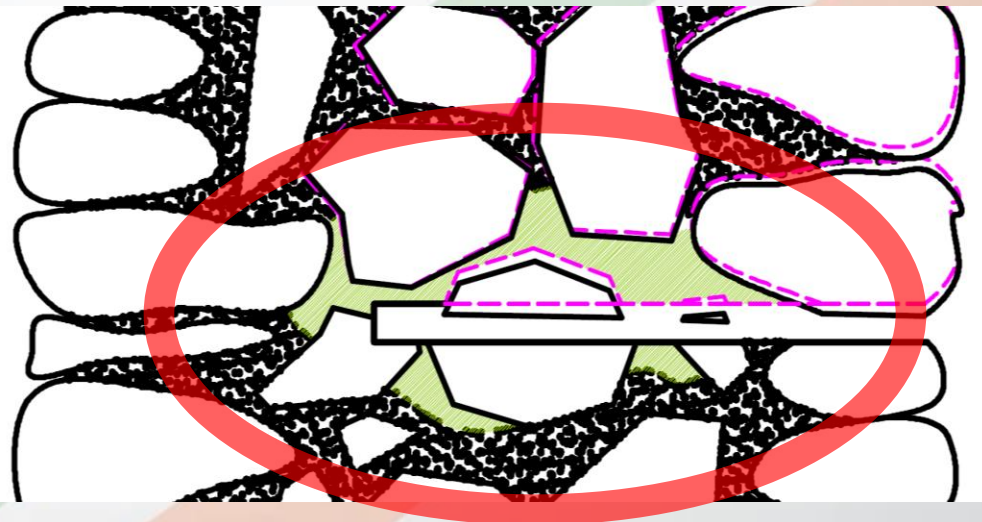
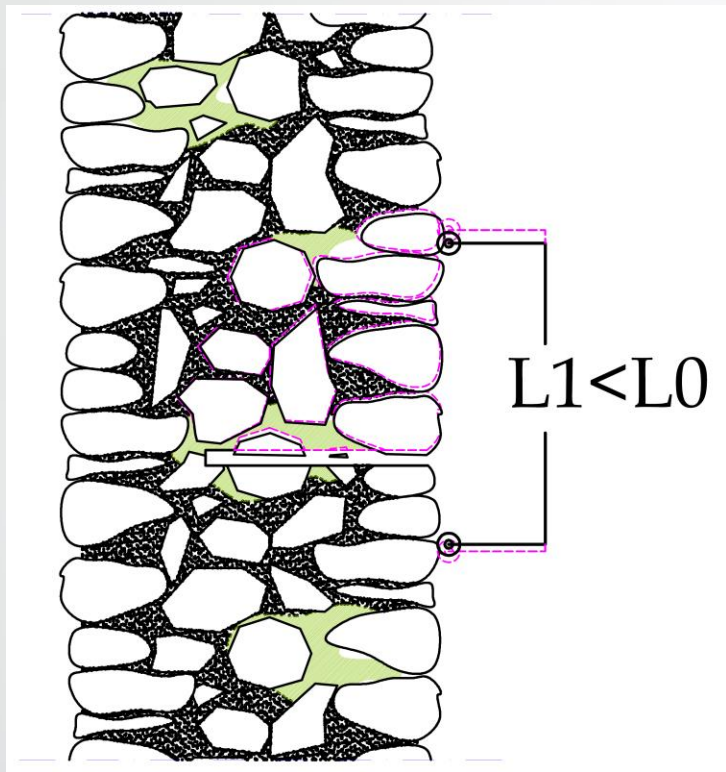
.....analizziamo la tipologia muraria!



.....per capire eventuali problematichee cosa aspettarsi !







CASI PARTICOLARI



**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**













**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**



**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**



**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**

DOBBIAMO FARE ATTENZIONE A :

- LOCALIZZAZIONE DELLA PROVA NEL CONTESTO DELLA STRUTTURA
- PRESENZA DI APERTURE NELLE IMMEDIATE VICINANZE
- PRESENZA DI EVENTUALI IMPIANTI
- PRESENZA DI ELEMENTI ESTRANEI
- TIPOLOGIA E GRANDEZZA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA MURATURA
- GIACITURA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA MURATURA
- POSSIBILITA' DI APPLICARE I PIN DI RIFERIMENTO IN MANIERA ADEGUATA
- PRESENZA DI PARAMENTI ACCOSTATI



CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020

Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone

SVANTAGGI:

- SENSIBILITA' RISPETTO AL PUNTO DI PROVA SCELTO
- DIFFICOLTA' INTERPRETATIVE IN CASO DI PIETRAMME INFORME
- I MP- DOPPI NON SONO APPLICABILI SENZA ADEGUATO CONTRASTO

VANTAGGI:

- MOLTO RAPIDI
- ECONOMICI
- INFORMAZIONI SUFFICIENTEMENTE ATTENDIBILI

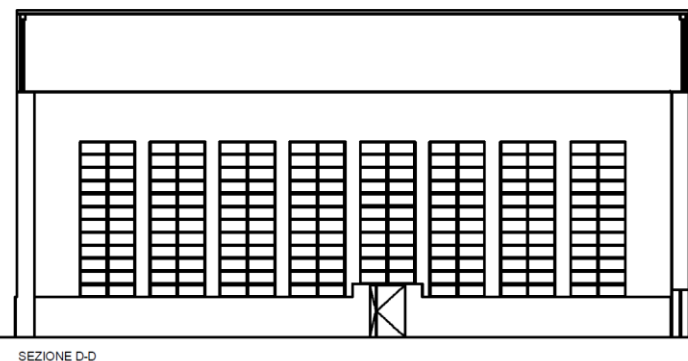
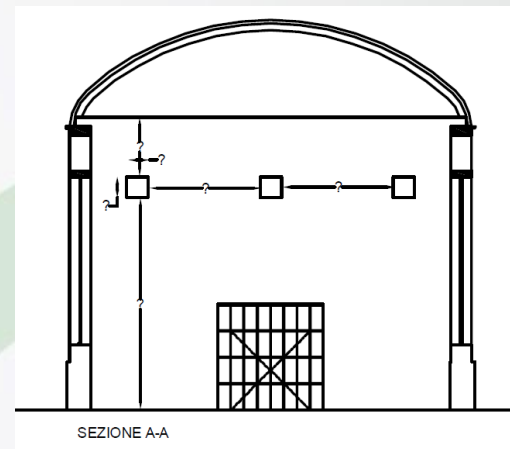
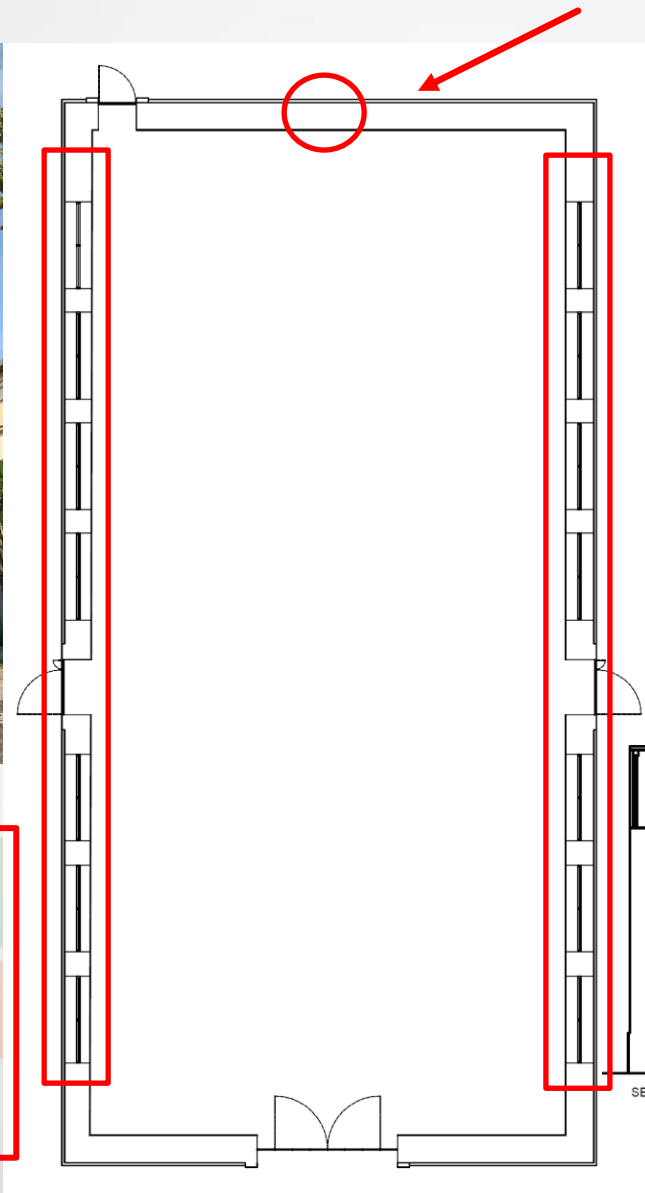


**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**



**N. 1 MARTINETTO
PIATTO DOPPIO
N. 1 PRELIEVO DI
MALTA**



**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**

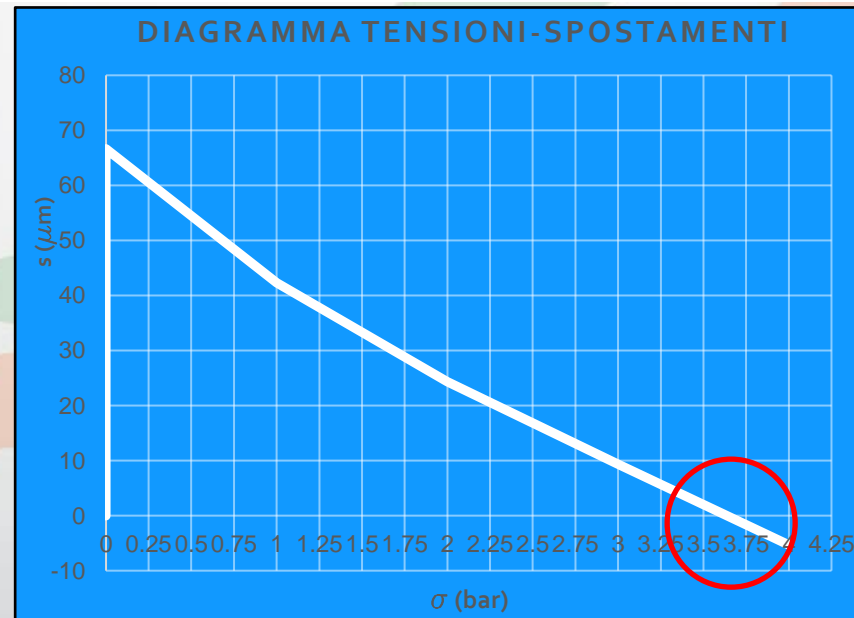


**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**

MARTINETTO SINGOLO

fatt. conv.	1,0197	MARTINETTO:	GRANDE	MEDIO	PICCOLO	REV_2 del 07/12/18				
sup. mart.:	778,6		x			Prova n°	MP1			
sup. taglio:	783,0	Tensione di esercizio			Pressione di ripristino	0,364	N/mm ²			
Kt:	0,994	$f_e = 34,29$ N/cm ²			LUNGHEZZA BASE DI RIFERIMENTO (cm)=			24		
Km:	0,930	LETTURE DELLE BASI (μm)				SPOSTAMENTI VERTICALI				
Pressione		Fase	1	2	3	MEDIE	1	2	3	MEDIE
manom.	effettiva	prima del taglio	1010	685	2235	1310,00	0	0	0	0,00
bar	kg/cm ²	dopo il taglio	1076	761	2293	1376,67	66	76	58	66,67
0	0,000		1076	761	2293	1376,67	66	76	58	66,67
1	0,943		1053	735	2269	1352,33	43	50	34	42,33
2	1,886		1038	715	2250	1334,33	28	30	15	24,33
3	2,829		1023	694	2241	1319,33	13	9	6	9,33
4	3,772		1005	681	2228	1304,67	-5	-4	-7	-5,33

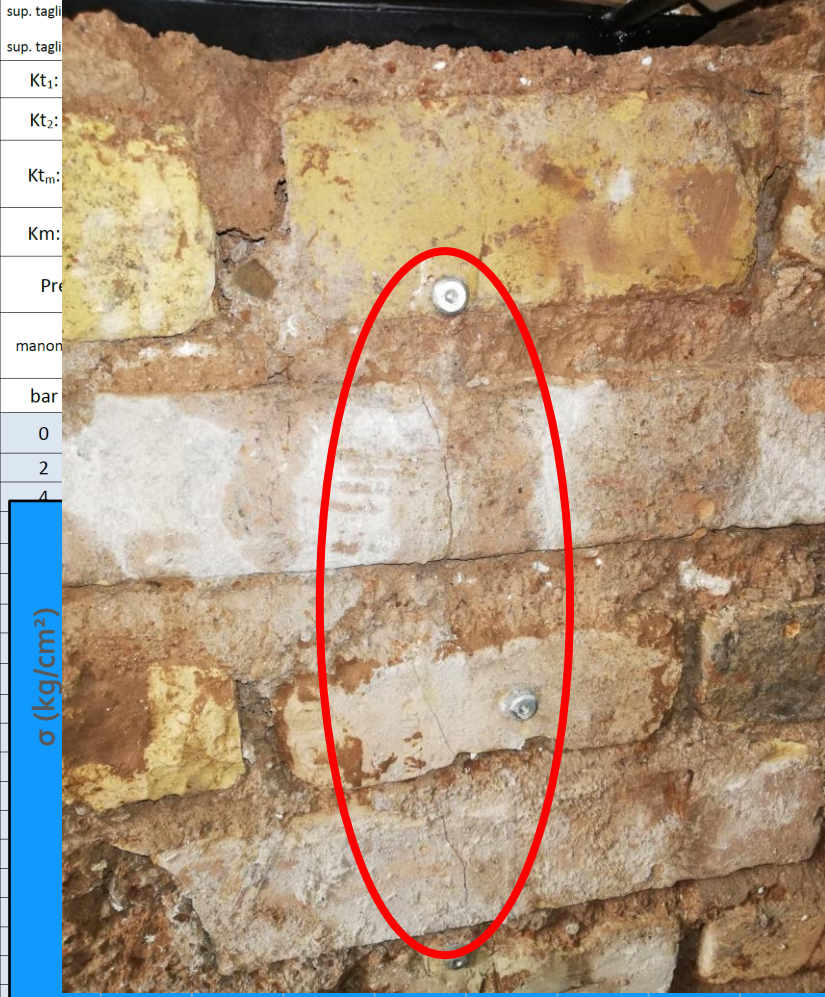


**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**

MARTINETTO DOPPIO

sup. max: 730 C MARTINETTO GRANDE MEDIO PICCOLO REV. 3 11/03/12/18



N/mm²

N/mm²

SPOST.
ORIZZONTALI

0

-1,00E+00

1,00E+00

80

70

60

50

40

30

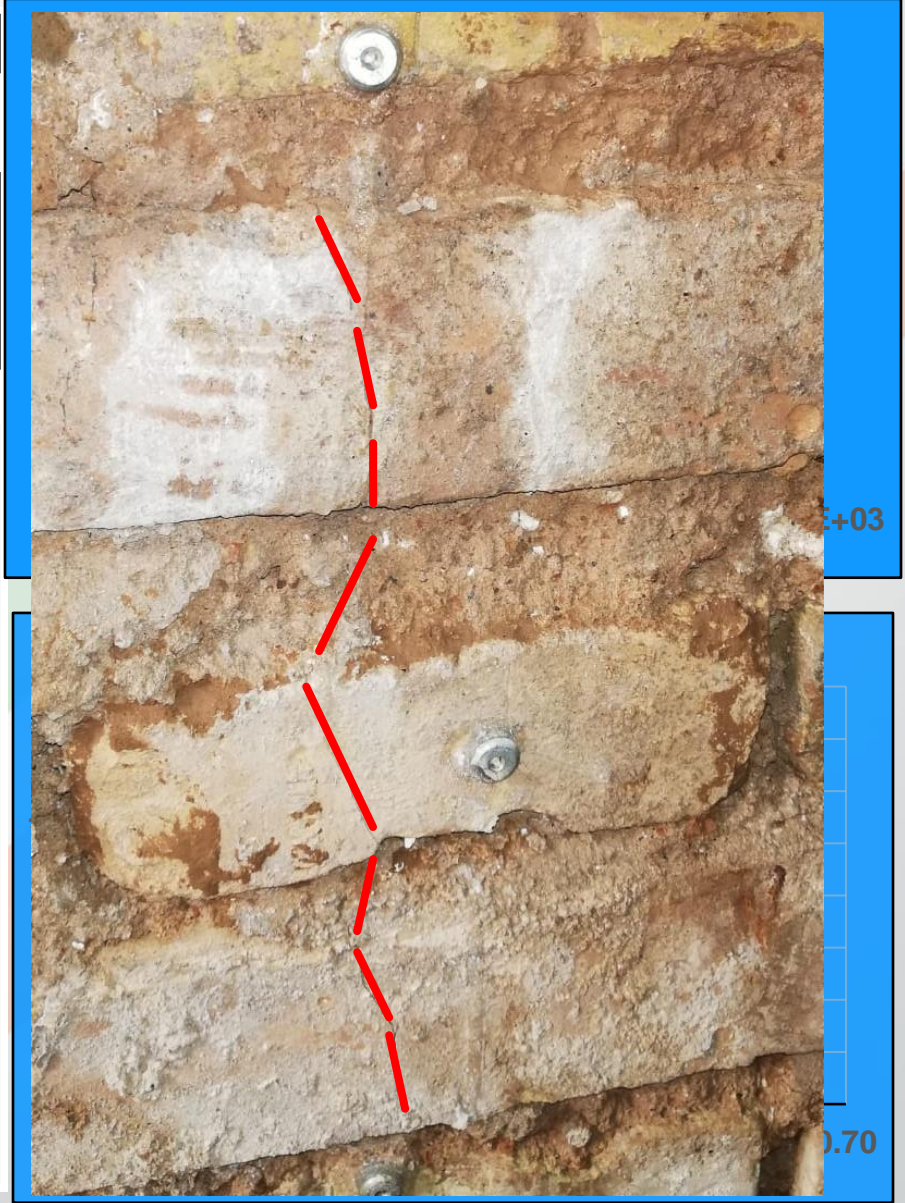
20

10

0

σ (kg/cm²)

-8.0 -7.0 -6.0 -5.0 -4.0 -3.0 -2.0 -1.0 0.0



+03

0.70

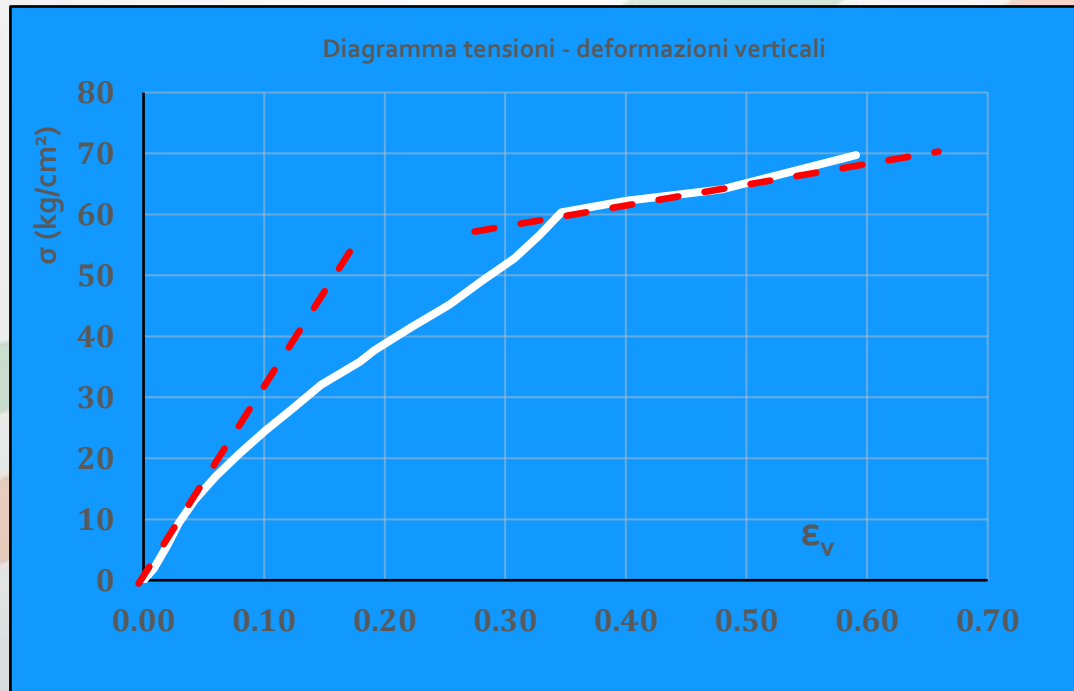


**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**

MARTINETTO DOPPIO

sup. mart.:	778,6	MARTINETTO: fatt. conv. 1,0197	GRANDE	MEDIO	PICCOLO	REV_ 2 del 07/12/18	
sup. taglio1:	783		x	0	0	Prova n°	MP1
sup. taglio2:	784		LUNGHEZZA BASE DI RIFERIMENTO (cm)=			24	
Kt ₁ :	0,9944	Moduli di rigidezza e Coefficiente di Poisson					
Kt ₂ :	0,9931						
Kt _m :	0,9937	Tensione di prima FESSURAZIONE	Normale Tangente all'origine			E ₀ =	2262 N/mm ²
Km:	0,93	$f_{pf} = 603$ N/cm ²	Coefficiente di Poisson			n ₀ =	0,05
			Normale secante tra i valori di pressione (bar):			E _s =	498 N/mm ²
			60	68			



Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	f_{V0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

$$f_{pf} = 6,03 \text{ N/mm}^2$$

$$E = 2262 \text{ N/mm}^2$$

$$f = 2,6 \div 4,3 \text{ N/mm}^2$$

$$E = 1200 \div 1800 \text{ N/mm}^2$$



**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

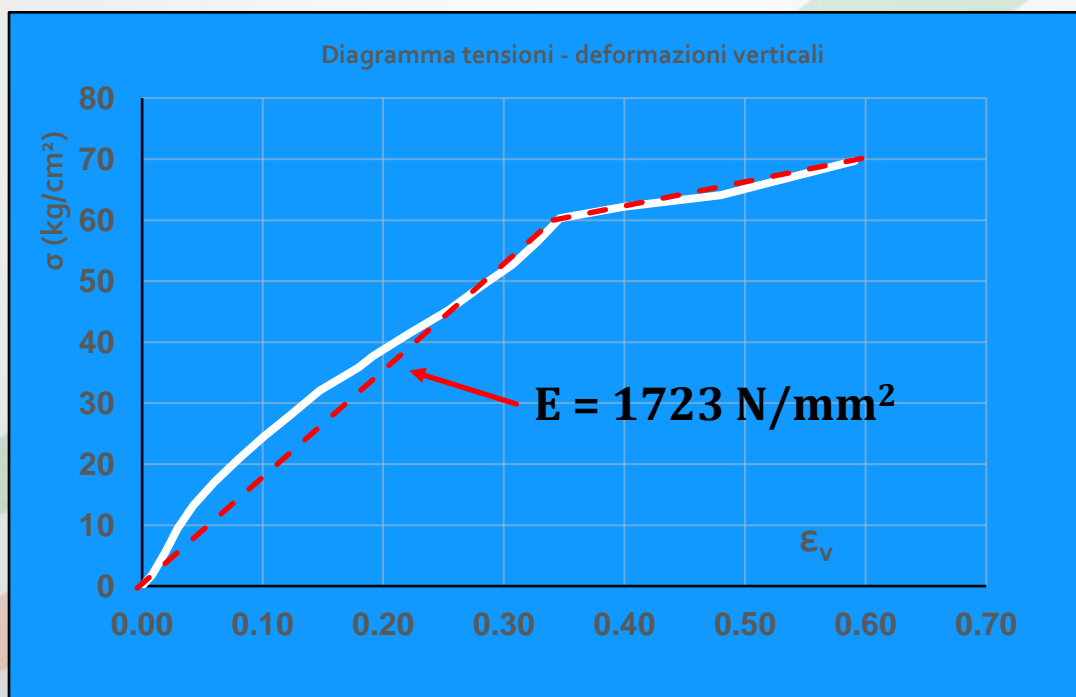
**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**

Sintesi e osservazioni sullo strato di malta

Malta di colore nocciola-rosato ottenuto dalla miscela di calce aerea e sabbia costituita da frammenti silicatici costituiti per la quasi totalità da pozzolana. Le dimensioni degli aggregati sono comprese tra 2,3 mm e 0,04 mm, con prevalenza della frazione arenaceo media.

L'impasto evidenzia una porosità elevata sia primaria all'interno dei granuli di pozzolana che secondaria e manifesta scarse caratteristiche meccaniche di tenacità e coesione.

La malta rientra nella tipologia **M 2,5**, contemplata nella Tabella 11.10.V – Corrispondenza tra classi di resistenza e composizione in volume delle malte – secondo NTC 2018



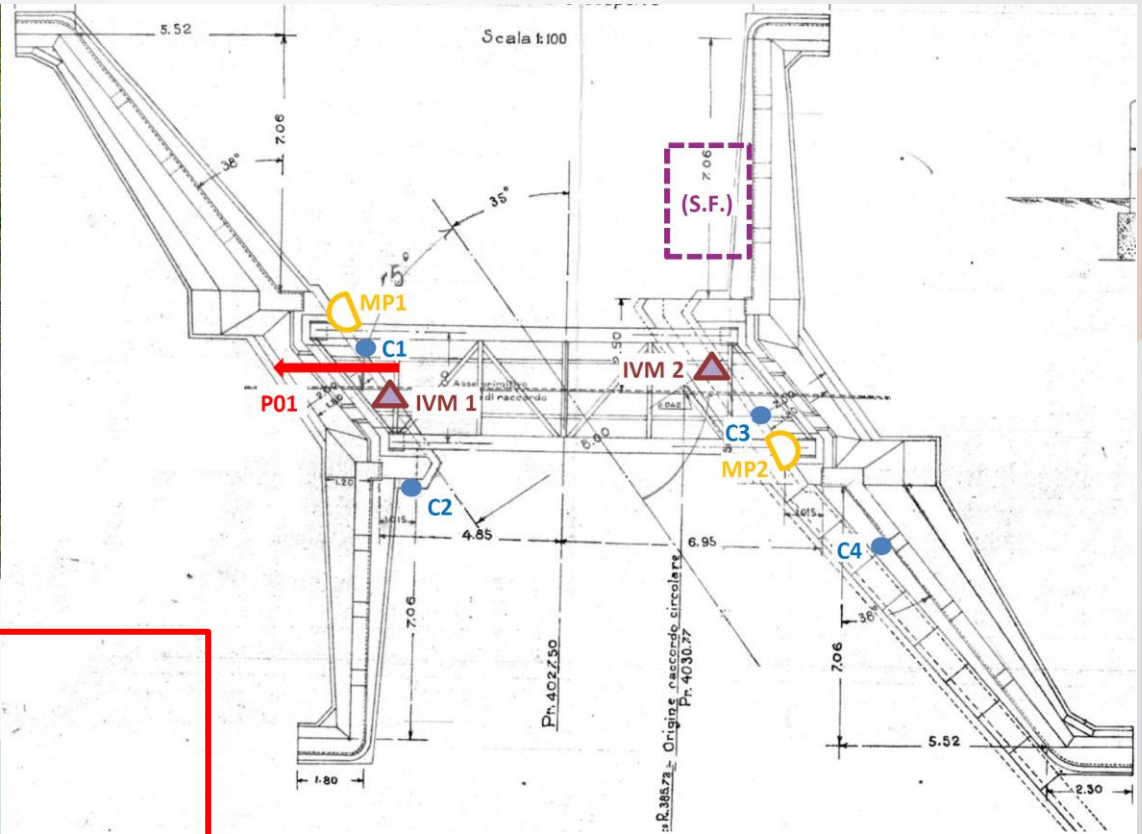
$$E = 1200 \div 1800 \text{ N/mm}^2$$

$$E = 1723 \text{ N/mm}^2$$



**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**



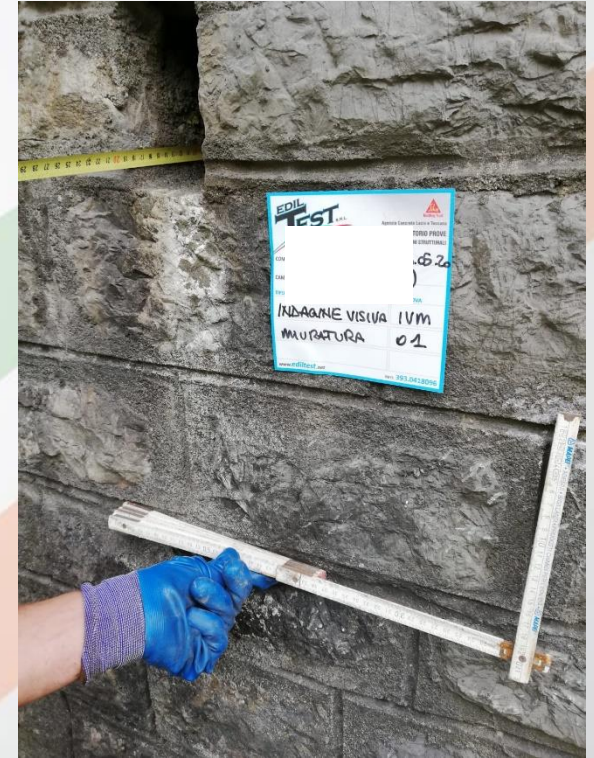
- N. 2 MARTINETTO PIATTO DOPPIO
- N. 2 PRELIEVI DI MALTA
- INDAGINI VISIVE
- N. 4 CAROTAGGI SU BLOCCHI LAPIDEI DELLA MURATURA
- PERFORAZIONE ORIZZONTALE CON ENDOSCOPIA



CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020

Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone

INDAGINI VISIVE



**BLOCCHI LAPIDEI: 30CM x 15CM x 15CM;
SPESSORE RICORSI DI MALTA: 2CM;
PRESENZA DI FORI DI DRENAGGIO TERRAPIENI;
PRESENZA DI SEGNI DI DANNI DA URTO;**

**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**

PERFORAZIONE ORIZZONTALE CON ENDOSCOPIA



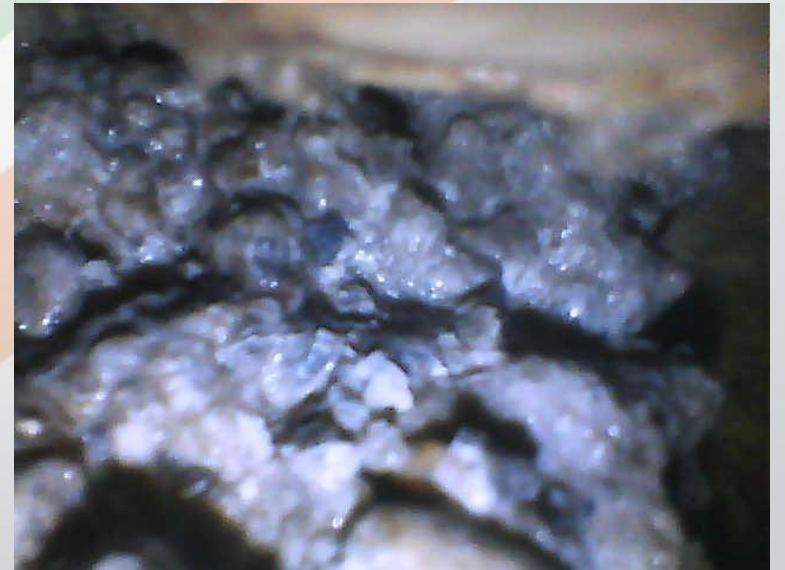
...la parete è costituita da un getto continuo in cls ed è profonda circa 2.1 metri, nel tratto più profondo (ultimi 15/20cm) il materiale risulta parzialmente disgregato. Dalla carota estratta si rileva un materiale generalmente abbastanza omogeneo con occasionali limitati tratti di vuoto/macroporosità. Sono evidenti inerti di grossa dimensione e natura eterogenea.



PERFORAZIONE ORIZZONTALE CON ENDOSCOPIA

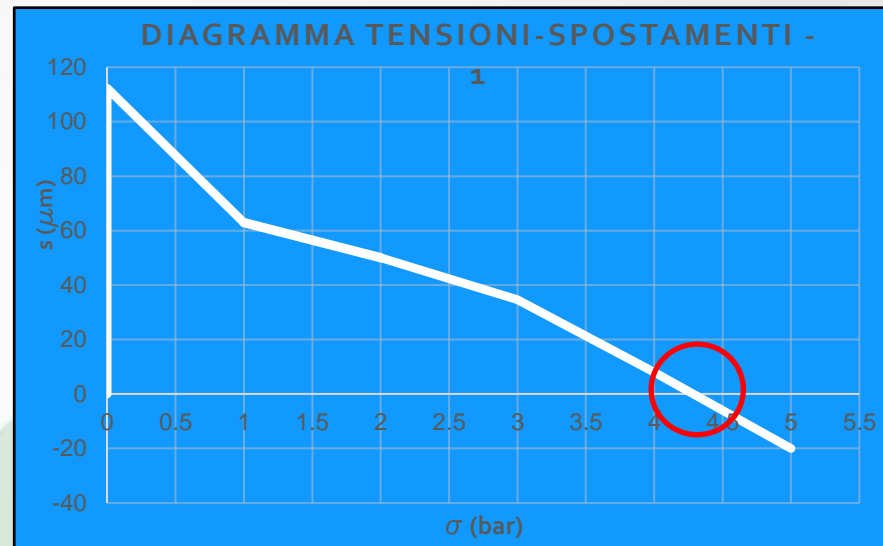


...la parete è costituita da un getto continuo in cls ed è profonda circa 2.1 metri, nel tratto più profondo (ultimi 15/20cm) il materiale risulta parzialmente disgregato. Dalla carota estratta si rileva un materiale generalmente abbastanza omogeneo con occasionali limitati tratti di vuoto/macroporosità. Sono evidenti inerti di grossa dimensione e natura eterogenea.

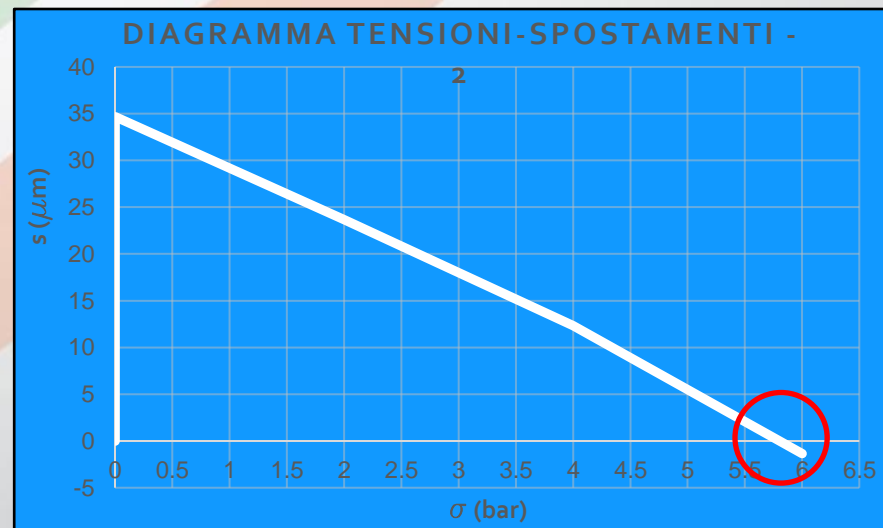


MARTINETTO PIATTO

MARTINETTO SINGOLO										
fatt. conv.	1,0197	MARTINETTO:	GRANDE	MEDIO	PICCOLO	REV_2 del 07/12/18				
sup. mart.:	778,6		x			Prova n°	1			
sup. taglio:	783,0	Tensione di esercizio			Pressione di ripristino		0,429 N/mm ²			
Kt:	0,994	$f_e = 0,40$ N/mm ²			LUNGHEZZA BASE DI RIFERIMENTO (cm)=		24			
Km:	0,930	LETTURE DELLE BASI (μm)				SPOSTAMENTI VERTICALI				
Pressione		Fase	1	2	3	MEDIE	1	2	3	MEDIE
manom. effettiva		prima del taglio	2679	2355	1446	2160,00	0	0	0	0,00
bar	kg/cm ²	dopo il taglio	2767	2386	1664	2272,33	88	31	218	112,33
0	0,000		2767	2386	1664	2272,33	88	31	218	112,33
1	0,943		2731	2373	1565	2223,00	52	18	119	63,00
2	1,886		2704	2368	1558	2210,00	25	13	112	50,00
3	2,829		2691	2361	1532	2194,67	12	6	86	34,67
4	3,772		2664	2351	1489	2168,00	-15	-4	43	8,00
5	4,715		2648	2328	1444	2140,00	-31	-27	-2	-20,00



MARTINETTO SINGOLO										
fatt. conv.	1,0197	MARTINETTO:	GRANDE	MEDIO	PICCOLO	REV_2 del 07/12/18				
sup. mart.:	778,6		x			Prova n°	2			
sup. taglio:	780,0	Tensione di esercizio			Pressione di ripristino		0,580 N/mm ²			
Kt:	0,998	$f_e = 0,55$ N/mm ²			LUNGHEZZA BASE DI RIFERIMENTO (cm)=		24			
Km:	0,930	LETTURE DELLE BASI (μm)				SPOSTAMENTI VERTICALI				
Pressione		Fase	1	2	3	MEDIE	1	2	3	MEDIE
manom. effettiva		prima del taglio	2206	1388	1911	1835,00	0	0	0	0,00
bar	kg/cm ²	dopo il taglio	2242	1419	1948	1869,67	36	31	37	34,67
0	0,000		2242	1419	1948	1869,67	36	31	37	34,67
2	1,893		2231	1409	1936	1858,67	25	21	25	23,67
4	3,786		2226	1398	1918	1847,33	20	10	7	12,33
6	5,680		2212	1385	1904	1833,67	6	-3	-7	-1,33



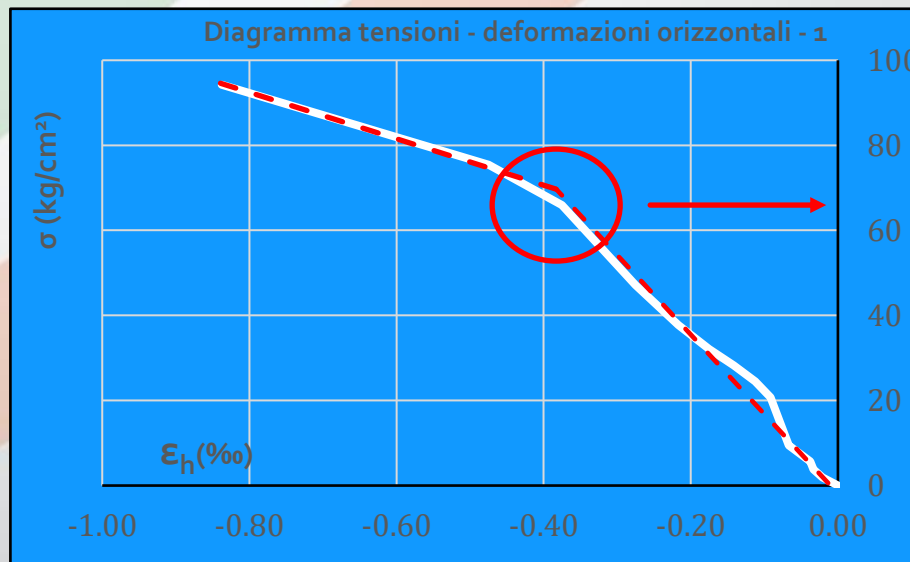
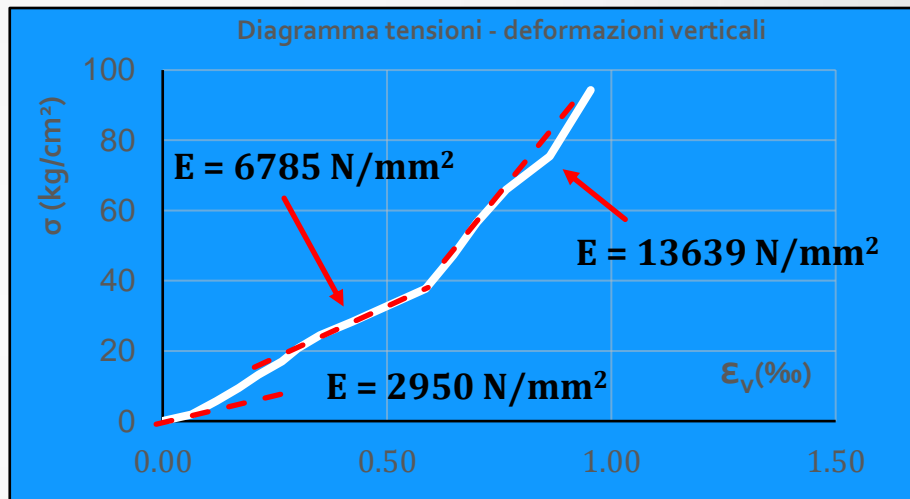
CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
 PROVE SULLE MURATURE
 ROMA 9/10/2020

Dott. Ing. Antonello Conforto
 Dott. Ing. Agostino Schiavone

MARTINETTO PIATTO

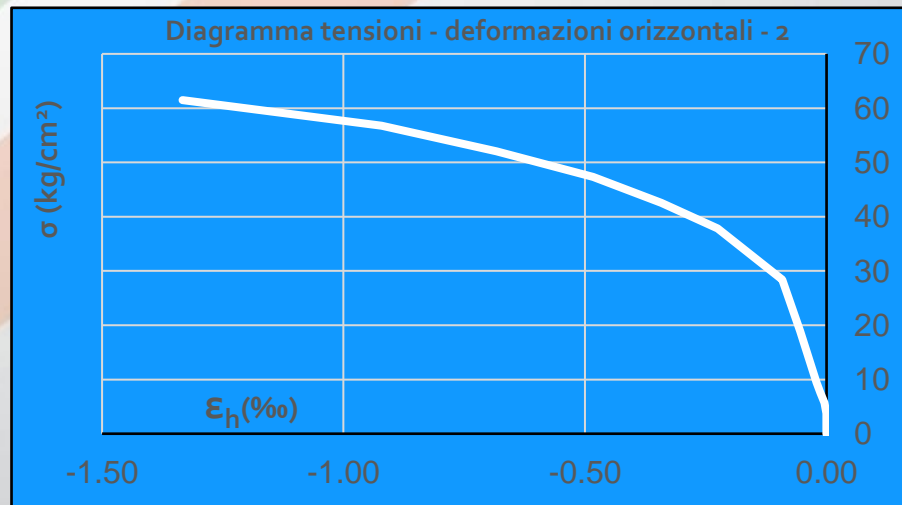
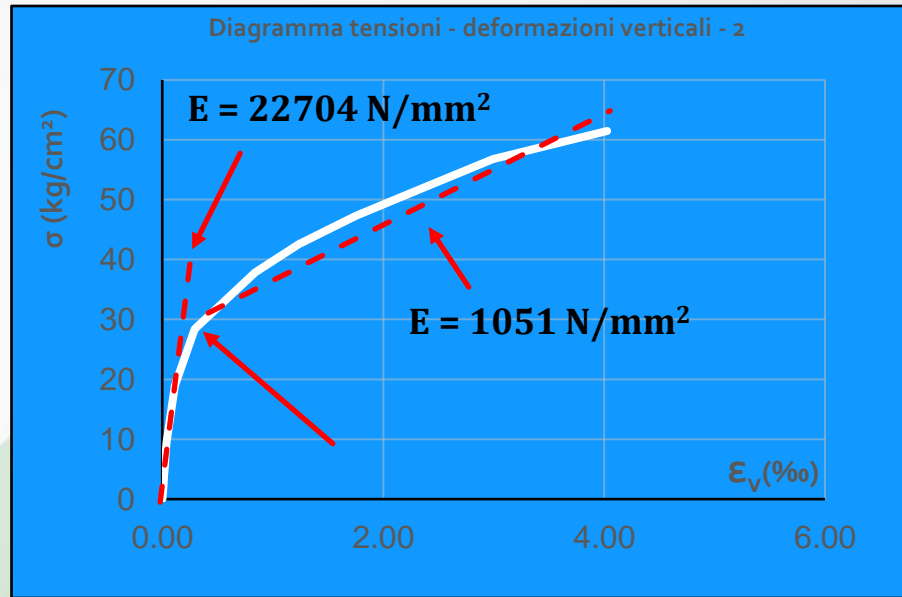
MARTINETTO DOPPIO

sup. mart.:	778,6	MARTINETTO:	GRANDE	MEDIO	PICCOLO	REV_2 del 07/12/18				
sup. taglio1:	783	fatt. conv.	1,0197	x	0	0	Prova n°	1		
sup. taglio2:	784	LUNGHEZZA BASE DI RIFERIMENTO (cm)=				24				
Kt ₁ :	0,9944	Moduli di rigidità e Coefficiente di Poisson								
Kt ₂ :	0,9931	Normale Tangente all'origine				E ₀ =	2950	N/mm ²		
Kt _m :	0,9937	Tensione di prima FESSURAZIONE				Coefficiente di Poisson		ν ₀ =	0,33	
Km:	0,93	Normale secante tra i valori di pressione (bar):				f _{pf} =		6,60	N/mm ²	
			10	40	E ₅ =		6785	N/mm ²		
Pressione										
manom.	effettiva	LETTURE DELLE BASI VERTICALI (μm)			MEDIA	SPOST. VERTICALI			LETT. ORIZZ. (μm)	SPOST. ORIZZONTALI
bar	Kg/cm ²	1	2	3		1	2	3	4	
0	0	1548	1318	396	1087,33	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3199	0
2	1,8848	1566	1341	401	1102,67	1,80E+01	2,30E+01	5,00E+00	3194	-5,00E+00
4	3,7696	1572	1350	406	1109,33	2,40E+01	3,20E+01	1,00E+01	3191	-8,00E+00
6	5,6543	1580	1360	408	1116,00	3,20E+01	4,20E+01	1,20E+01	3190	-9,00E+00
10	9,4239	1591	1377	416	1128,00	4,30E+01	5,90E+01	2,00E+01	3183	-1,60E+01
14	13,193	1602	1391	422	1138,33	5,40E+01	7,30E+01	2,60E+01	3181	-1,80E+01
18	16,963	1617	1405	431	1151,00	6,90E+01	8,70E+01	3,50E+01	3179	-2,00E+01
22	20,733	1624	1414	441	1159,67	7,60E+01	9,60E+01	4,50E+01	3177	-2,20E+01
26	24,502	1632	1432	450	1171,33	8,40E+01	1,14E+02	5,40E+01	3172	-2,70E+01
30	28,272	1639	1464	463	1188,67	9,10E+01	1,46E+02	6,70E+01	3165	-3,40E+01
34	32,041	1647	1490	476	1204,33	9,90E+01	1,72E+02	8,00E+01	3157	-4,20E+01
40	37,696	1664	1513	507	1228,00	1,16E+02	1,95E+02	1,11E+02	3147	-5,20E+01
50	47,12	1681	1526	521	1242,67	1,33E+02	2,08E+02	1,25E+02	3133	-6,60E+01
60	56,543	1687	1549	530	1255,33	1,39E+02	2,31E+02	1,34E+02	3121	-7,80E+01
70	65,967	1698	1576	539	1271,00	1,50E+02	2,58E+02	1,43E+02	3109	-9,00E+01
80	75,391	1719	1586	578	1294,33	1,71E+02	2,68E+02	1,82E+02	3085	-1,14E+02
100	94,239	1740	1623	586	1316,33	1,92E+02	3,05E+02	1,90E+02	2998	-2,01E+02



MARTINETTO PIATTO

MARTINETTO DOPPIO										
sup. mart.:	778,6	MARTINETTO:			GRANDE	MEDIO	PICCOLO	REV_2 del 07/12/18		
sup. taglio1:	780	fatt. conv.	1,0197	x	0	0	Prova n°	2		
sup. taglio2:	781	LUNGHEZZA BASE DI RIFERIMENTO (cm)=				24				
Kt ₁ :	0,9982	Moduli di rigidezza e Coefficiente di Poisson								
Kt ₂ :	0,9969	Normale Tangente all'origine				E ₀ =	22704	N/mm ²		
Kt _m :	0,9976	Tensione di prima FESSURAZIONE			Coefficiente di Poisson			ν ₀ =	0,00	
Km:	0,93	f _{pf} = 2,84 N/mm ²			No male secante tra i valori di pressione (bar):			E _s =	1051 N/mm ²	
Pressione										
manom.	effettiva	LETTURE DELLE BASI VERTICALI (μm)			MEDIA	SPOST. VERTICALI			LETT. ORIZZ. (μm)	SPOST. ORIZZONTALI
bar	Kg/cm ²	1	2	3		1	2	3	4	
0	0	837	666	1389	964,00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	2421	0
2	1,892	839	669	1390	966,00	2,00E+00	3,00E+00	1,00E+00	2421	0,00E+00
4	3,7841	841	670	1392	967,67	4,00E+00	4,00E+00	3,00E+00	2421	0,00E+00
6	5,6761	844	672	1393	969,67	7,00E+00	6,00E+00	4,00E+00	2420	-1,00E+00
8	7,5681	845	673	1395	971,00	8,00E+00	7,00E+00	6,00E+00	2418	-3,00E+00
10	9,4601	845	676	1399	973,33	8,00E+00	1,00E+01	1,00E+01	2416	-5,00E+00
20	18,92	860	702	1411	991,00	2,30E+01	3,60E+01	2,20E+01	2408	-1,30E+01
30	28,38	881	799	1423	1034,33	4,40E+01	1,33E+02	3,40E+01	2399	-2,20E+01
40	37,841	932	1005	1560	1165,67	9,50E+01	3,39E+02	1,71E+02	2367	-5,40E+01
45	42,571	991	1142	1648	1260,33	1,54E+02	4,76E+02	2,59E+02	2339	-8,20E+01
50	47,301	1042	1304	1809	1385,00	2,05E+02	6,38E+02	4,20E+02	2305	-1,16E+02
55	52,031	1111	1523	1962	1532,00	2,74E+02	8,57E+02	5,73E+02	2257	-1,64E+02
60	56,761	1209	1714	2125	1682,67	3,72E+02	1,05E+03	7,36E+02	2200	-2,21E+02
65	61,491	1304	2042	2446	1930,67	4,67E+02	1,38E+03	1,06E+03	2101	-3,20E+02



CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
 PROVE SULLE MURATURE
 ROMA 9/10/2020

Dott. Ing. Antonello Conforto
 Dott. Ing. Agostino Schiavone

CAROTAGGI E PRELIEVI DI MALTA

Sintesi e osservazioni sullo strato di malta

Malta confezionata con cemento, poco ghiaietto e sabbia costituita sia da frammenti carbonatici che silicatici.

Le dimensioni degli aggregati sono comprese tra 2.4 mm e 0.03 mm, con prevalenza della frazione arenaceo media.

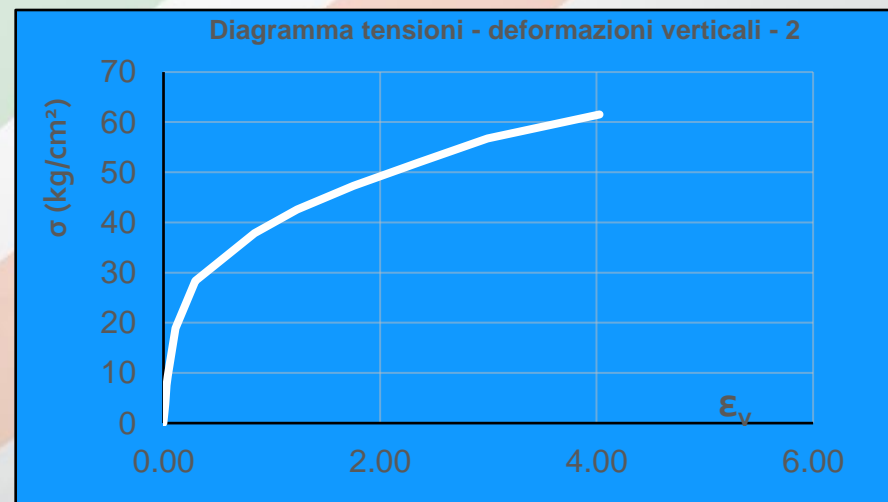
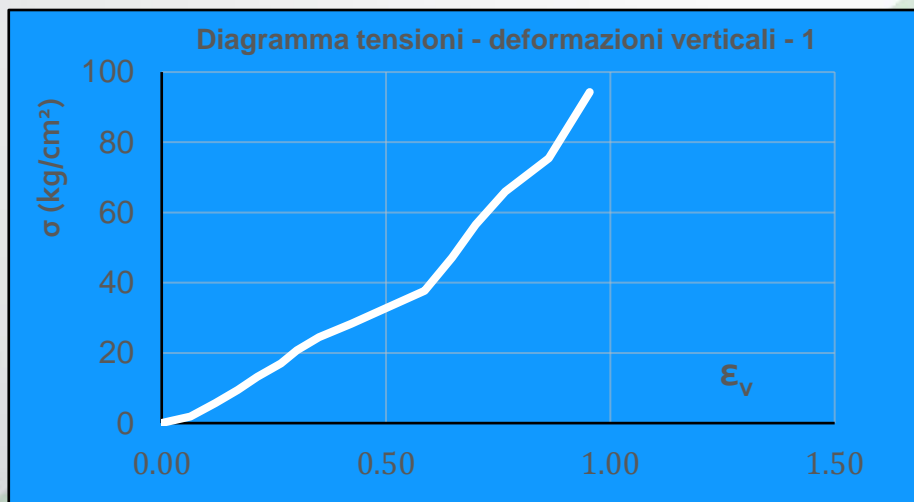
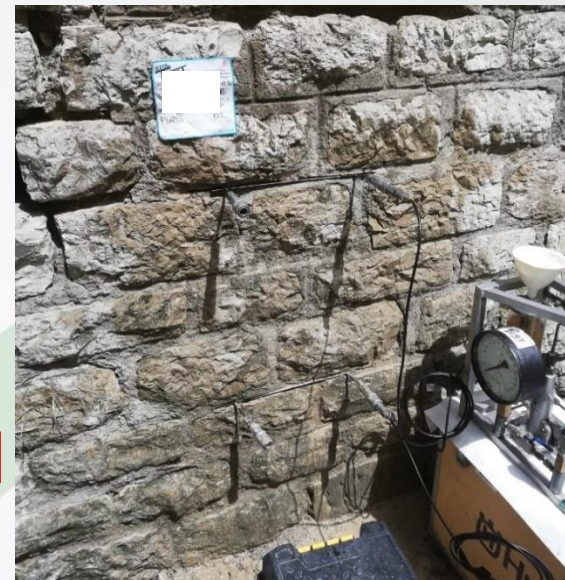
L'impasto evidenzia una porosità medio-bassa sia primaria che secondaria e manifesta ottime caratteristiche meccaniche di tenacità e coesione.

La malta rientra nella tipologia **M 12** di quelle contemplate nella **Tabella 11.10.V** – *Corrispondenza tra classi di resistenza e composizione in volume delle malte* – secondo NTC 2018



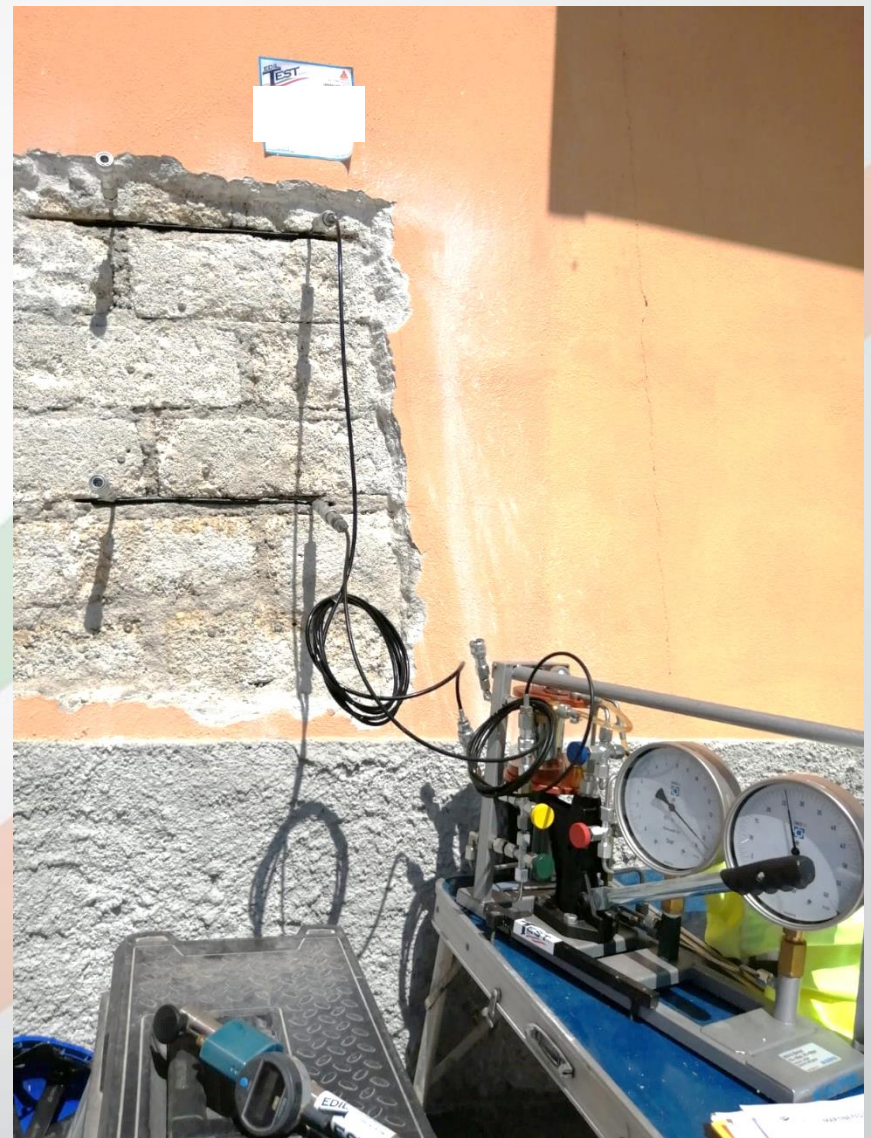
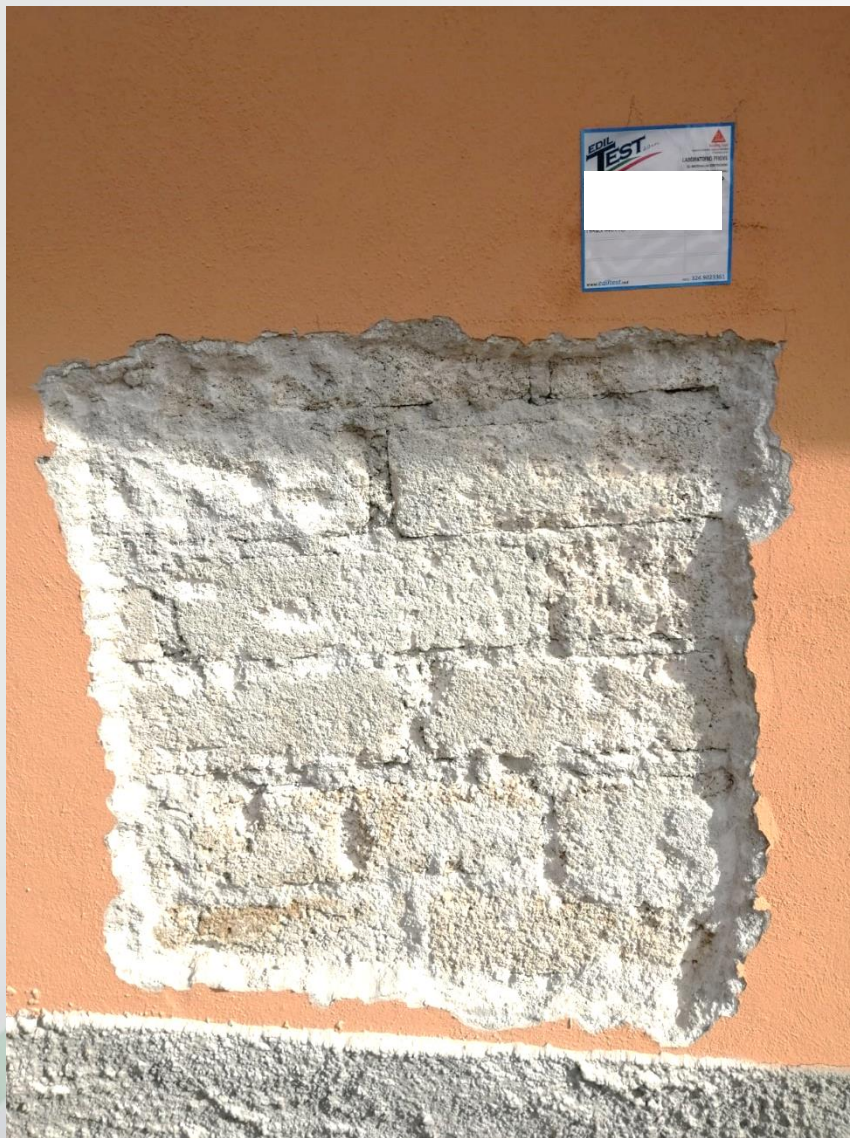
C	POSIZIONE IN OPERA	DATA PRELIEVO	Ø	H	MASSA VOL.	CARICO DI ROTTURA	TENSIONE DI ROTTURA	R	DATA PROVA
			[mm]	[mm]	[kg/m ³]	[KN]	[N/mm ²]		
C1	Blocco lapideo	13/05/2020	104	104,1	2692	855	100,7		28/05/2020
C2	Blocco lapideo	13/05/2020	104	104,0	2594	895	105,3		28/05/2020
C3	Blocco lapideo	13/05/2020	104	104,0	2756	945	111,2		28/05/2020
C4	Blocco lapideo	13/05/2020	104	104,1	2607	849	99,9		28/05/2020

Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	f_{v0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15



$$f_{pf} = 6,60 \text{ N/mm}^2 - E = 2950 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{pf} = 2,84 \text{ N/mm}^2 - E = 22704 \text{ N/mm}^2$$

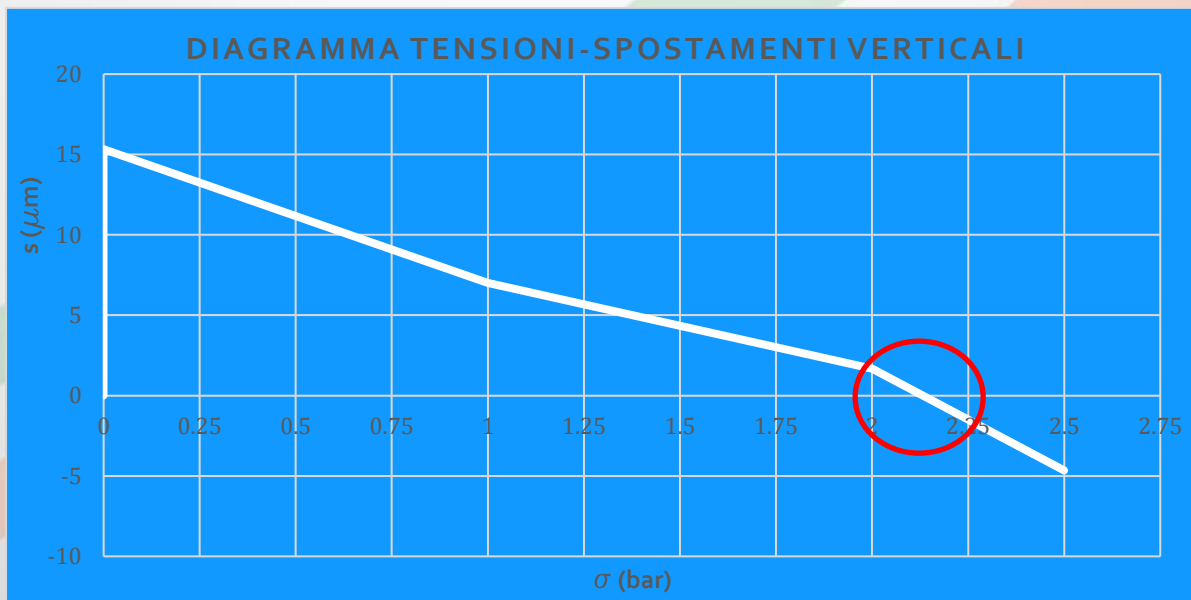


**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**

MARTINETTO SINGOLO

fatt. conv.	1,0197	MARTINETTO:	GRANDE	MEDIO	PICCOLO	REV_2 del 07/12/18				
sup. mart.:	778,6		x			Prova n°	1			
sup. taglio:	783,0	Tensione di esercizio		Pressione di ripristino		0,213	N/mm ²			
Kt:	0,994	$f_e = 0,20$ N/mm ²		LUNGHEZZA BASE DI RIFERIMENTO (cm)=		24				
Km:	0,930	LETTURE DELLE BASI (μm)				SPOSTAMENTI VERTICALI				
Pressione		Fase	1	2	3	MEDIE	1	2	3	MEDIE
manom.	effettiva	prima del taglio	1005	1562	1476	1347,67	0	0	0	0,00
bar	kg/cm ²	dopo il taglio	1025	1575	1489	1363,00	20	13	13	15,33
0	0,000		1025	1575	1489	1363,00	20	13	13	15,33
1	0,943		1015	1569	1480	1354,67	10	7	4	7,00
2	1,886		1009	1562	1477	1349,33	4	0	1	1,67
2,5	2,357		1001	1556	1472	1343,00	-4	-6	-4	-4,67



**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020**

**Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone**

MARTINETTO DOPPIO

sup. mart.:	778,6	MARTINETTO:	GRANDE	MEDIO	PICCOLO	REV_2 del 07/12/18	
sup. taglio1:	783	fatt. conv.	1,0197	x	0	0	Prova n° 1
sup. taglio2:	784	LUNGHEZZA BASE DI RIFERIMENTO (cm)=			24		
Kt ₁ :	0,9944	Moduli di rigidezza e Coefficiente di Poisson					
Kt ₂ :	0,9931						
Kt _m :	0,9937	Tensione di prima FESSURAZIONE	Coefficiente di Poisson			E ₀ =	3770 N/mm ²
Km:	0,93	f _{pf} = 1,32 N/mm ²		14	26	ν ₀ =	0,42
		Normale secante tra i valori di pressione (bar):			E ₅ =	777	N/mm ²

Diagramma tensioni - deformazioni verticali

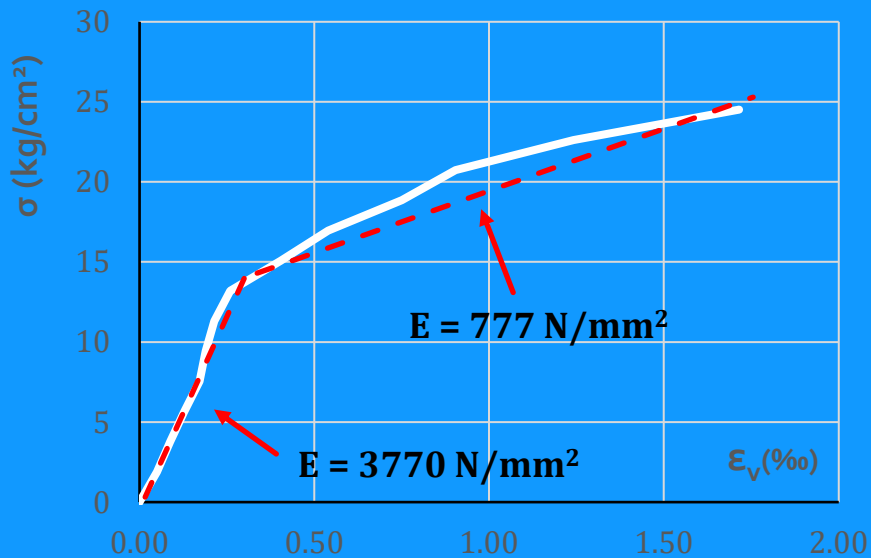
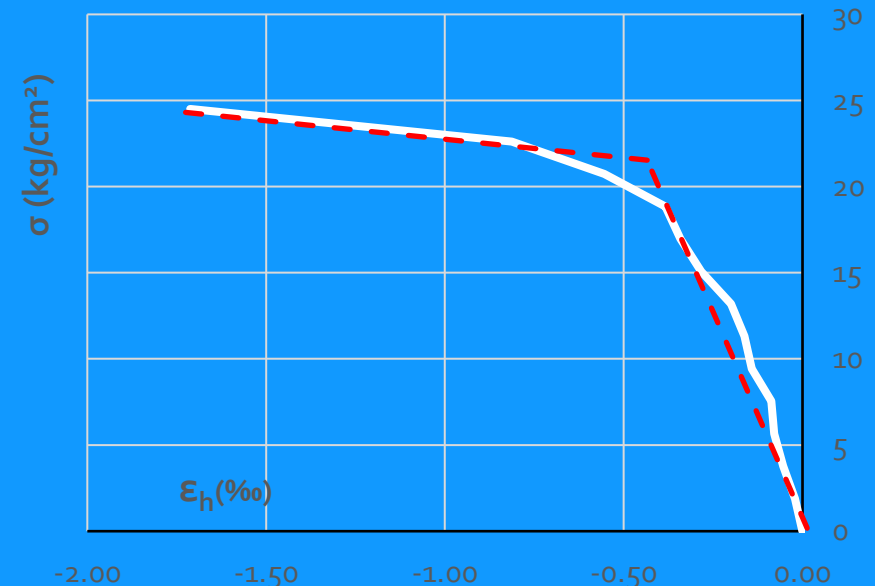


Diagramma tensioni - deformazioni orizzontali



MARTINETTO DOPPIO

sup. mart.:	778,6	MARTINETTO:		GRANDE	MEDIO	PICCOLO	REV_2 del 07/12/18	
sup. taglio1:	783	fatt. conv.	1,0197	x	0	0	Prova n°	1
sup. taglio2:	784	LUNGHEZZA BASE DI RIFERIMENTO (cm)=				24		
Kt ₁ :	0,9944	Moduli di rigidezza e Coefficiente di Poisson						
Kt ₂ :	0,9931	Normale Tangente all'origine				E ₀ =	3770	N/mm ²
Kt _m :	0,9937	Tensione di prima FESSURAZIONE		Coefficiente di Poisson		ν ₀ =	0,42	
Km:	0,93	f _{pf} = 1,32 N/mm ²		Normale secante tra i valori di pressione (bar):		E _s =	777	N/mm ²
				14	26			

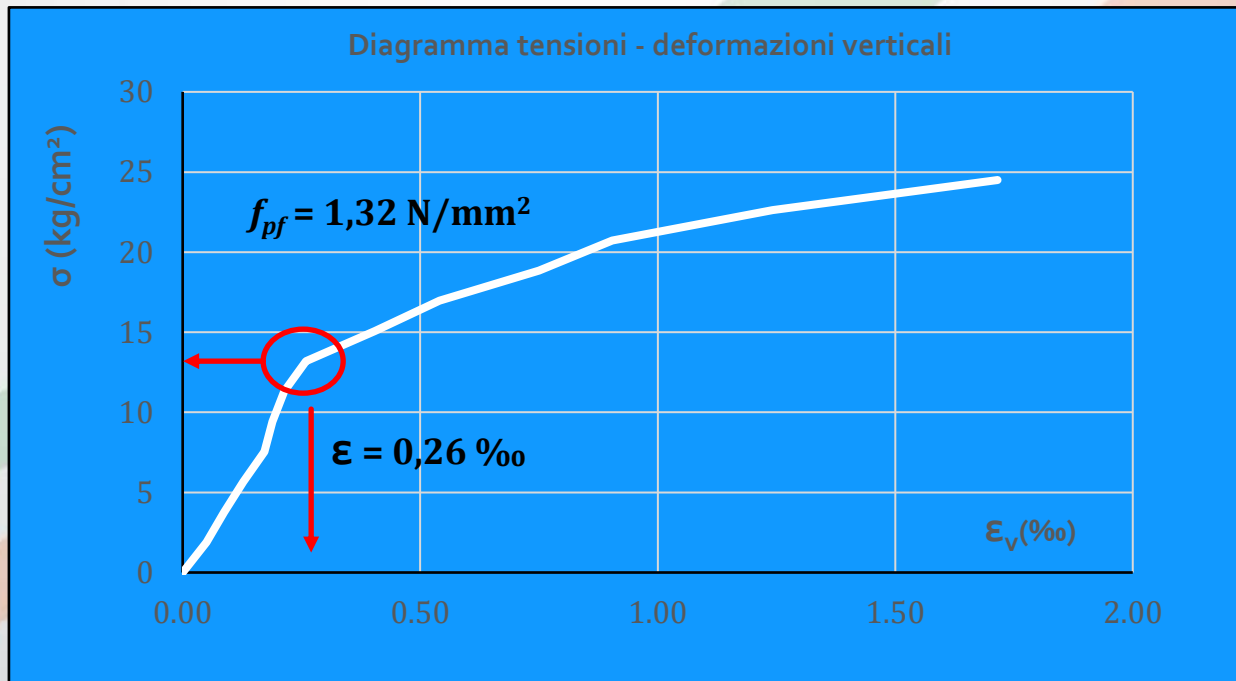
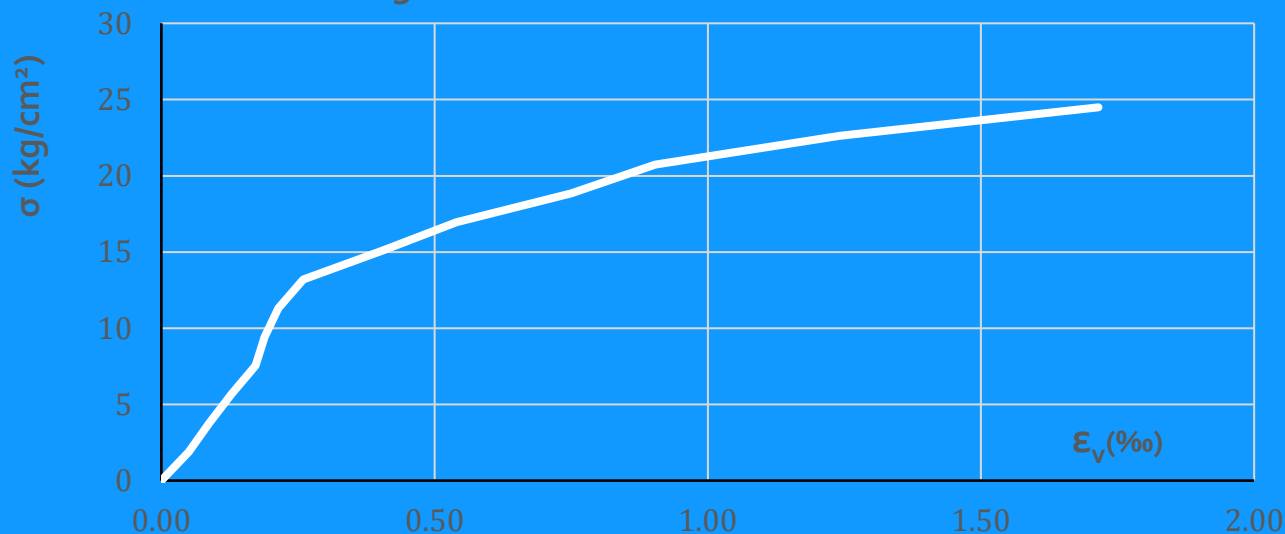


Diagramma tensioni - deformazioni verticali



$$f_{pf} = 1,32 \text{ N/mm}^2$$

$$E = 3770 \text{ N/mm}^2$$

Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	τ_0 (N/mm ²)	f_{v0} (N/mm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	13 ÷ 16(**)
Muratura a blocchi lapidei squadriati	5.8-8.2	0.09-0.12	0.18-0.28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18



CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI E
PROVE SULLE MURATURE
ROMA 9/10/2020

Dott. Ing. Antonello Conforto
Dott. Ing. Agostino Schiavone



CEPI ENGINEERING
FORMAZIONE CONSULENZA INGEGNERIA

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Con la sponsorizzazione e il contributo incondizionato di:



Con il Patrocinio dei seguenti Enti:

