

POMERIGGI DI STUDIO AL LABORATORIO



Laboratorio Autorizzato

PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE
Istituto Superiore "S. Calvino - G.B. Amico"



Istituto Superiore "S. Calvino - G.B. Amico"

Via Salemi 49 - 91100 - Trapani
Tel: 0923.21016 - tpis028009@pec.istruzione.it



organizza i

POMERIGGI DI STUDIO AL LABORATORIO 2° Incontro

del 13 Aprile 2016 inizio ore 15.00 - fine ore 19.00

Introduce il Direttore: Ing. Giacomo Criscenti

Laboratorio di prove sui Materiali (LPM) dell'Istituto Tecnico per Geometri "Amico" di
Trapani

Seminario di studio:

ANALISI DELLE STRUTTURE IN MURATURA MEDIANTE LA TECNICA DEI MARTINETTI PIATTI

Relatore: Ing. Santo Mineo Cimento srl- Bagheria (PA)- Vice Dir. Associazione Master

LE PROPRIETÀ MECCANICHE DELLE MURATURE.




PROVA PRATICA, PROVA DI COMPRESSIONE SU BLOCCHI DI LATERIZIO PORTANTE
E MURATURE IN CONCIO DI TUFO.


Relatore: Ing. Pietro Barbera Responsabile Prove non distruttive LPM

LE PROPRIETÀ MECCANICHE DELLE MURATURE

La “muratura” è un materiale composto da elementi e malta.
È un eterogeneo, anisotropo le cui caratteristiche meccaniche sono differenti da quelle dei materiali costituenti.

Le norme tecniche si articolano nei seguenti punti:

- 11.10.1 Elementi per muratura  - Specifiche – Criteri di conformità
- Prove di accettazione in cantiere
- 11.10.2 Malte per muratura  - Caratteristiche meccaniche
- 11.10.3 Determinazione dei parametri meccanici della muratura  - Prove sperimentali
- Stima delle caratteristiche meccaniche

 Problema degli interventi su edifici esistenti

D.M. 2008 – CIRCOLARE N°617/2009

NTC '08

- c. 4.5 – Costruzioni di muratura
- c. 7.8 – Costruzioni di muratura (zona sismica)
- **c. 11.10 – Muratura Portante (requisiti)**

CIRCOLARE N°617/2009

- c. 4.5.6.2. – Costruzioni di muratura
- c. 4.5.6.4 – Verifiche alle tensioni ammissibili
- c. 7.8.1.5 – Metodi di analisi (zona sismica)
- c. 7.2.3 – Criteri di progettazione
- c. 7.8.4 – Strutture miste con muratura ord. o arm.
- **c. 11.10.1 – Elementi per muratura**
- **c. 11.10.3 – Parametri meccanici muratura.**

REQUISITI MURATURA PORTANTE SECONDO LE NTC 2008

Gli elementi per muratura portante devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie **UNI EN 771** e, secondo quanto specificato al punto A del **§ 11.1**, recare la Marcatura CE, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella seguente tabella:

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Categoria	Sistema di Attestazione della Conformità
Specifica per elementi per muratura - Elementi per muratura di laterizio, silicato di calcio, in calcestruzzo vibrocompresso (aggregati pesanti e leggeri), calcestruzzo aerato autoclavato, pietra agglomerata, pietra naturale UNI EN 771-1, 771-2, 771-3, 771-4, 771-5, 771-6	CATEGORIA I	2+
	CATEGORIA II	4

Per le due categorie è prevista l'adozione di differenti coefficienti di sicurezza γ_m da applicare nei

Tabella 4.5.II. Valori del coefficiente γ_M in funzione della classe di esecuzione e della categoria degli elementi resistenti

Materiale	Classe di esecuzione	
	1	2
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a prestazione garantita	2,0	2,5
Muratura con elementi resistenti di categoria I, malta a composizione prescritta	2,2	2,7
Muratura con elementi resistenti di categoria II, ogni tipo di malta	2,5	3,0

Tabella 11.10.I

Specificazione	Classe di esecuzione	
	1	2
Specifica per elementi di muratura di laterizio (calcestruzzo vibrato leggero), calcestruzzo agglomerato, pietra	2,0	2,5
UNI EN 771-1, 771-2, 771-3, 771-4, 771-5, 771-6		

Gli elementi di **categoria I** hanno un **controllo statistico** che fornisce resistenza caratteristica dichiarata a compressione riferita al frattile 5%, consentendo l'adozione di **coefficienti di sicurezza minori**. Per questo, è richiesto un sistema di attestazione della conformità più rigido.

ELEMENTI PORTANTI

Elementi artificiali

(foratura verticale) o (foratura orizzontale) con caratteristiche di cui al § 11.10.

Gli elementi possono essere rettificati sulla superficie di posa.

Elementi naturali

Gli elementi naturali sono ricavati da materiale lapideo non friabile o sfaldabile; non devono contenere sostanze solubili, o residui organici e devono essere integri, senza zone alterate o rimovibili.

ELEMENTI ARTIFICIALI

Sono classificati in base alla percentuale di foratura j ed all'area media della sezione normale di ogni singolo foro f . I fori sono di regola distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell'elemento.

La percentuale di foratura è espressa dalla relazione

$$j = 100 F/A$$

dove:

F è l'area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti;

A è l'area lorda della faccia dell'elemento di muratura.

Per i blocchi in laterizio estrusi la percentuale di foratura j coincide con la % in volume dei vuoti (UNI EN 772-9:2001).

Tabella 4.5.Ia - *Classificazione elementi in laterizio*

Elementi	Percentuale di foratura φ	Area f della sezione normale del foro
Pieni	$\varphi \leq 15\%$	$f \leq 9 \text{ cm}^2$
Semipieni	$15\% < \varphi \leq 45\%$	$f \leq 12 \text{ cm}^2$
Forati	$45\% < \varphi \leq 55\%$	$f \leq 15 \text{ cm}^2$

BLOCCHI DI MURATURA ARTIFICIALI

11.10.3.1.2 Stima della resistenza a compressione

In sede di progetto, per le murature formate da elementi artificiali pieni o semipieni il valore di f_k può essere dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi e dalla classe di appartenenza della malta tramite la Tabella 11.10.V. La validità di tale tabella è limitata a quelle murature aventi giunti orizzontali e verticali riempiti di malta e di spessore compreso tra 5 e 15 mm. Per valori non contemplati in tabella è ammessa l'interpolazione lineare; in nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

Tabella 11.10.V - Valori di f_k per murature in elementi artificiali pieni e semipieni (valori in N/mm^2)

Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento N/mm^2	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2,0	1,2	1,2	1,2	1,2
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
40,0	14,3	12,0	10,4	--

BLOCCHI DI MURATURA IN PIETRA NATURALE

Nel caso di murature costituite da elementi naturali si assume convenzionalmente la resistenza caratteristica a compressione dell'elemento f_{bk} pari a:

$$f_{bk} = 0.75 f_{bm}$$

dove f_{bm} rappresenta la resistenza media a compressione degli elementi in pietra squadrata.

Il valore della resistenza caratteristica a compressione della muratura f_k può essere dedotto dalla resistenza caratteristica a compressione degli elementi f_{bk} e dalla classe di appartenenza della malta tramite la seguente Tabella 11.10.VI.

Tabella 11.10.VI- Valori di f_k per murature in elementi naturali di pietra squadrata (valori in N/mm^2)

Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento	Tipo di malta			
	M15	M10	M5	M2,5
2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
3,0	2,2	2,2	2,2	2,0
5,0	3,5	3,4	3,3	3,0
7,5	5,0	4,5	4,1	3,5
10,0	6,2	5,3	4,7	4,1
15,0	8,2	6,7	6,0	5,1
20,0	9,7	8,0	7,0	6,1
30,0	12,0	10,0	8,6	7,2
≥ 40,0	14,3	12,0	10,4	--

BLOCCHI DI MURATURA ATIFICIALI E IN PIETRA NATURALE

11.10.3.2.2 Stima della resistenza a taglio

In sede di progetto, per le murature formate da elementi artificiali pieni o semipieni ovvero in pietra naturale squadrata, il valore di f_{vk0} può essere dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi tramite la Tabella 11.10.VII. La validità di tale tabella è limitata a quelle murature aventi giunti orizzontali e verticali riempiti di malta, le cui dimensioni sono comprese tra 5 e 15 mm. Per valori non contemplati in tabella è ammessa l'interpolazione lineare; in nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

Tabella 11.10.VII- Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali f_{vk0} (valori in N/mm^2)

Tipo di elemento resistente	Resistenza caratteristica a compressione f_{bk} dell'elemento	Classe di malta	f_{vk0} (N/mm^2)
Laterizio pieno e semipieno	$f_{bk} > 15$	$M10 \leq M \leq M20$	0,30
	$7,5 < f_{bk} \leq 15$	$M5 \leq M < M10$	0,20
	$f_{bk} \leq 7,5$	$M2,5 \leq M < M5$	0,10
Calcestruzzo; Silicato di calcio; Cemento autoclavato; Pietra naturale squadrata.	$f_{bk} > 15$	$M10 \leq M \leq M20$	0,20
	$7,5 < f_{bk} \leq 15$	$M5 \leq M < M10$	0,15
	$f_{bk} \leq 7,5$	$M2,5 \leq M < M5$	0,10

Prove di accettazione

Il **Direttore dei Lavori**, in fase di accettazione, deve:

- accertarsi del possesso della Marchatura CE e richiedere al fornitore il Certificato ovvero la Dichiarazione di Conformità alle norme europee armonizzate della serie **UNI EN 771**.
- fare eseguire ulteriori prove di accettazione sugli elementi pervenuti in cantiere (alcune obbligatorie) e tutte le prove che ritenga necessarie ai fini dell'impiego specifico, secondo le metodologie di prova indicate nelle norme armonizzate.
- curare, mediante sigle, etichettature indelebili, che i campioni inviati per le prove ai laboratori siano quelli prelevati in cantiere con indicazioni precise sulla fornitura e sulla posizione che nella muratura occupa la fornitura medesima.

VALE SIA PER GLI ELEMENTI RESISTENTI NATURALI O ARTIFICIALI

11.10.1.1 Resistenza a compressione degli elementi resistenti
(Prova obbligatoria)

Il controllo di accettazione in cantiere ha lo scopo di accertare che gli elementi abbiano le caratteristiche dichiarate dal produttore.

Il controllo viene effettuato su almeno **tre campioni** costituiti ognuno da **tre elementi** da sottoporre a prova di compressione (UNI EN 772-1:2002).

Per ogni campione si ordinano le resistenze dei tre elementi in modo che sia:

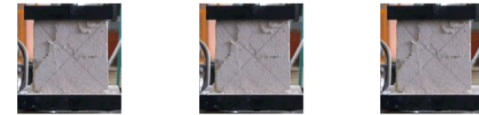
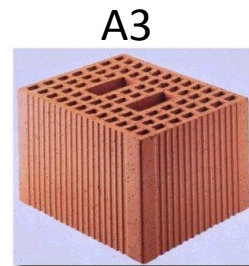
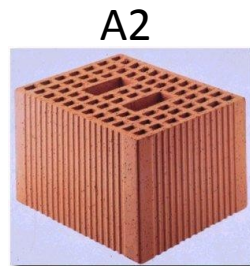
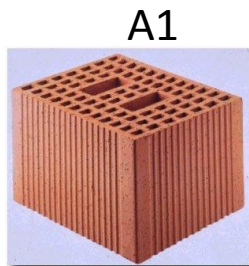
$$f_1 < f_2 < f_3$$

il controllo è positivo solo nel caso risultino verificate le disuguaglianze:

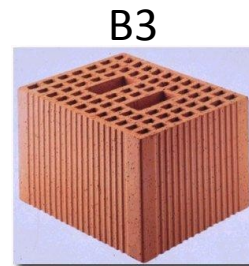
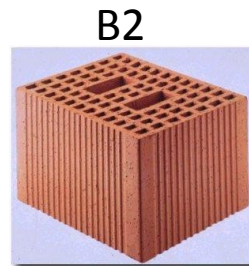
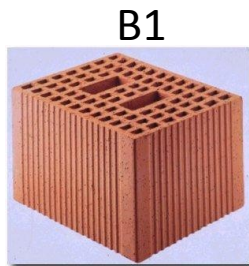
$$\begin{aligned} (f_1 + f_2 + f_3)/3 &\geq 1.2 f_{bk} \\ f_1 &\geq 0.9 f_{bk} \end{aligned}$$

essendo f_{bk} la resistenza caratteristica a compressione dichiarata dal produttore.

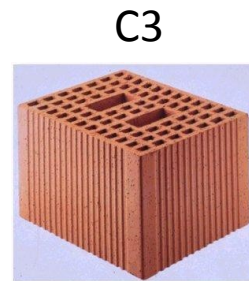
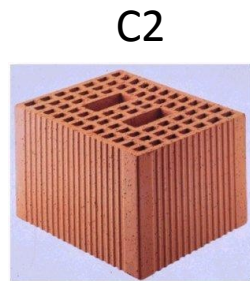
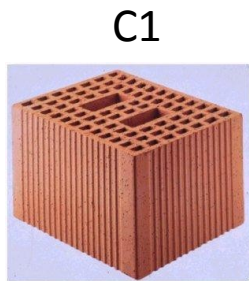
ESEMPIO PRATICO DI CONTROLLO SU BLOCCHI DI LATERIZIO PORTANTI
STESSO TIPO DI CONTROLLO SULLE PIETRE NATURALI



1° campione di tre elementi
 $f_1 = (R_{a1} + R_{a2} + R_{a3}) / 3$



2° campione di tre elementi
 $f_2 = (R_{b1} + R_{b2} + R_{b3}) / 3$



3° campione di tre elementi
 $f_3 = (R_{c1} + R_{c2} + R_{c3}) / 3$

Importante! I BLOCCHI VANNO RETTIFICATI E SPIANATI

POMERIGGI DI STUDIO AL LABORATORIO



ISTITUTO SUPERIORE " S. Calvino " " G. B. Amico "

Sez. Istituto Tecnico Geometri "G.B. Amico" - Via Salemi, 49 91100 TRAPANI

LABORATORIO AUTORIZZATO PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE

UNI-EN
ISO
9001:2008
Certificato
n.5833/0

Tel. / Fax 0923 559418 - sito web www.labgbamico.it - e-mail info@labgbamico.it Cod. Fisc. 80004590818 P.I.V.A. 02516440811

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE (Autorizzazione N.18083 del 16/06/1978 e succ. rinnovi)	Accettazione n°				Resoconto di prova n°		Del:	
---	-----------------	--	--	--	-----------------------	--	------	--

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE SU LATERIZI UNI-EN 772-1-16:2002 UNI-EN 771-1:2005

D.M. del 14/01/2008, pubblicato nel supplemento ordinario n° 30 della G.U. n°29 del 04/02/2008

Committente dei Lavori	Pippo Franco- Roma									
Cantiere di riferimento	Via del Mare Favignana (TP)						Metodo di campionamento utilizzato			
Direttore dei Lavori	Arch. Mauro Mauri - ordine n. 1050 FI.									CASUALE
Produttore	LATERIZI FAUCI S.P.A.	Tipo	ISOPOR 800	Resistenza caratteristica (fornita dal produttore) f_{ck}			16 MPa			

Risultati di prova resistenza a compressione in direzione dei fori

N°	Data della consegna	Contrassegno (Riportato sul provino)	Dimensione provini mm			Area lorda mm ²	Carico di rottura kN	Resistenza a compressione f_{bi} MPa	Rettifica SI/NO (*)	
		(Dati forniti dal richiedente la prova)	l_u	w_u	h_u					
1	f ₁₁	01/03/2016	A1	295	240	230	70800	1932,0	27,3	SI
2	f ₁₂	01/03/2016	A2	295	240	230	70800	1651,3	23,3	SI
3	f ₁₃	01/03/2016	A3	295	240	230	70800	1729,4	24,4	SI
4	f ₂₁	01/03/2016	B1	295	240	231	70800	1746,9	24,7	SI
5	f ₂₂	01/03/2016	B2	295	242	230	71390	1783,7	25,0	SI
6	f ₂₃	01/03/2016	B3	296	240	230	71040	1811,9	25,5	SI
7	f ₃₁	01/03/2016	C1	295	240	232	70800	1800,1	25,3	SI
8	f ₃₂	01/03/2016	C2	296	242	230	71632	1825,7	25,5	SI
9	f ₃₃	01/03/2016	C3	295	240	232	70800	1855,9	26,2	SI

Data della prova	11/03/2016
Carico unitario medio f_{cm} MPa	25,0
Coefficiente di variazione Cv %	4,5
Orientamento carico	
Compressione in direzione dei fori	

Spianatura con rettifica meccanica (*) No : in quanto già conforme alla norma di riferimento Si : in quanto non conforme alla norma di riferimento

Materiale sperimentato:	Configurazione elementi :	Condizionamento :	Apparecchiatura Utilizzata: Pressa idraulica MetroCom S.p.a. matricola.9296/92 PIP 300D portata kN 3000 di Classe 1	Velocità di carico
LATERIZI PER MURATURA	LD/c	ESSICCAZIONE in stufa 7.3.2 a		0,15 MPa/s

ANNOTAZIONI

La domanda è stata sottoscritta dal Direttore Dei Lavori - Contiene dichiarazione che i prelievi sono stati eseguiti alla sua presenza o di un tecnico di sua fiducia (D.M. del 14/01/2008). - I provini sono stati sottoposti a rettifica a cura del committente.

LO SPERIMENTATORE
(Ing. Pietro Barbera)

IL DIRIGENTE SCOLASTICO REG.
(Erasmus Miceli)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
(Ing. Giacomo Criscenti)



POMERIGGI DI STUDIO AL LABORATORIO



ISTITUTO SUPERIORE " S. Calvino " " G. B. Amico "

Sez. Istituto Tecnico Geometri "G.B. Amico" - Via Salemi, 49 91100 TRAPANI

LABORATORIO AUTORIZZATO PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE

UNI-EN
ISO
9001:2008
Certificato
n.5833/0

Tel. / Fax 0923 559418 - sito web www.labgbamico.it - e-mail info@labgbamico.it Cod. Fisc. 80004590818 P.I.V.A. 02516440811

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE <small>(Autorizzazione N.18083 del 16/06/1978 e succ. rinnovi)</small>	Accettazione n°	107	Del:	04/03/2016	Resoconto di prova n°	26823	Del:	11/03/2016
---	------------------------	------------	-------------	-------------------	------------------------------	--------------	-------------	-------------------

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE SU LATERIZI UNI-EN 772-1-16:2002 UNI-EN 771-1:2004

D.M. del 14/01/2008, pubblicato nel supplemento ordinario n° 30 della G.U. n°29 del 04/02/2008

Configurazione elementi



LO SPERIMENTATORE
(Ing. Pietro Barbera)

IL DIRIGENTE SCOLASTICO REG.
(Erasmus Miceli)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
(Ing. Giacomo Criscenti)

QUALCHE RIFLESSIONE SULLA RESISTENZA DEI LATERIZI

DAL CERTIFICATO EMERGE CHE

LA RESISTENZA A COMPRESSIONE MEDIA E' DI
25 Mpa

(Stimata sull'area lorda del blocco)

Considerata una percentuale di foratura del 45%

La resistenza delle sole costole in laterizio risulta essere di

$$F_b = 25 / 0.65 = 38.50 \text{ Mpa}$$

Paragonabile a quella di un buon calcestruzzo

POMERIGGI DI STUDIO AL LABORATORIO

N°	Data della	Contrassegno	Dimensione provini			Area	Carico di	Resistenza a	Rettifica
	consegna	(Riportato sul provino)	mm			lorda	rottura	fbi	SI/NO
		(Dati forniti dal richiedente la prova)	l_v	w_v	h_v	mm ²	kN	MPa	(*)
1f 1/1	01/03/2016	A1	295	240	230	70800	1932	27,3	SI
2f 1/2	01/03/2016	A2	295	240	230	70800	1651,3	23,3	SI
3f 1/3	01/03/2016	A3	295	240	230	70800	1729,4	24,4	SI
							f1=	25,0	
4f 2/1	01/03/2016	B1	295	240	231	70800	1746,9	24,7	SI
5f 2/2	01/03/2016	B2	295	242	230	71390	1783,7	25	SI
6f 2/3	01/03/2016	B3	296	240	230	71040	1811,9	25,5	SI
							f1=	25,1	
7f 3/1	01/03/2016	C1	295	240	232	70800	1800,1	25,3	SI
8f 3/2	01/03/2016	C2	296	242	230	71632	1825,7	25,5	SI
9f 3/3	01/03/2016	C3	295	240	232	70800	1855,9	26,2	SI
							f1=	25,7	
fbk=			16	Mpa					

POMERIGGI DI STUDIO AL LABORATORIO

Verifica n.1	$f_m = (f_1 + f_2 + f_3) / 3 \geq 1,2 f_{bk}$					fbk = 16 Mpa
	f1	f2	f3	f_m ≥	1,2 f_{bk}	
	25,0	25,1	25,7	25,2	19,2	OK
Verifica n.2	$f_1 \geq 0,9 f_{bk}$					
	f1	≥	0,9 f_{bk}			
	25,1		14,4			OK

POMERIGGI DI STUDIO AL LABORATORIO



ISTITUTO SUPERIORE " S. Calvino " " G. B. Amico "

Sez. Istituto Tecnico Geometri "G.B. Amico" - Via Salemi, 49 91100 TRAPANI

LABORATORIO AUTORIZZATO PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE

UNI-EN
ISO
9001:2008
Certificato
n.5833/0

Tel. / Fax 0923 559418 - sito web www.labgbamico.it - e-mail info@labgbamico.it Cod. Fisc. 80004590818 P.I.V.A. 02516440811

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE (Autorizzazione N.18083 del 16/06/1978 e succ. rinnovi)	Accettazione n°	Del:	Rapporto di prova n°	Del:
--	-----------------	------	----------------------	------

RAPPORTO DI PROVA per la determinazione resistenza a COMPRESSIONE uniassiale su PIETRE NATURALI UNI 1926:2007

Committente dei Lavori	Rossi Mario - Trapani
Cantiere di riferimento	FABBRICATO SITO IN ERICE -
Direttore dei Lavori	Ing. Bianco Luigi- Trapani

Informazioni fornite sotto la responsabilità del richiedente

Nome petrografico della pietra:	CALCARENITE	Nome del fornitore:	-----
Nome commerciale della pietra:	TUFO	Nome di chi ha eseguito il prelievo:	-----
Nazione e Regione di estrazione:	ITALIA - SICILIA	Piano di giacitura in cava:	Non indicato

RISULTATI DI PROVA

N.	Contrassegno Riportato sul provino	Data estrazione prelievo	Riferimento al luogo di estrazione	N. verbale di prelievo	Dimensioni provino			Sezione [mm ²]	Massa [Kg]	Massa Volumica [Kg/mc]	Carico di rottura [kN]	Resistenza a compressione [MPa]	E' stato indicato il piano di giacitura Si/No	Rettifica si/no
					Lm ₁	Lm ₂	h							
					[mm]									
1	1	24/05/2015	MURO PIANO SEMINTERRATO	1	70,5	70,5	69,5	4970	0,560	1621	49,59	9,98	NO	NO
2	2	24/05/2015	MURO PIANO SEMINTERRATO	1	71,3	71,3	69,5	5084	0,560	1585	45,74	9,00	NO	NO
3	3	24/05/2015	MURO PIANO SEMINTERRATO	1	70,6	70,6	71,8	4984	0,560	1565	27,98	5,61	NO	NO
4	4	24/05/2015	MURO P. TERRA RIALZATO	1	71,4	71,4	69,3	5098	0,570	1613	41,67	8,17	NO	NO
5	5	24/05/2015	MURO P. TERRA RIALZATO	1	68,6	68,6	72,0	4706	0,560	1653	44,90	9,54	NO	NO
6	6	24/05/2015	MURO P. TERRA RIALZATO	1	71,0	71,0	71,7	5041	0,580	1605	40,30	7,99	NO	NO
7	7	24/05/2015	MURO P. PRIMO	1	69,9	69,9	72,2	4886	0,560	1587	27,23	5,57	NO	NO
8	8	24/05/2015	MURO P. PRIMO	1	71,1	71,1	68,3	5055	0,560	1622	41,43	8,20	NO	NO
9	9	24/05/2015	MURO P. PRIMO	1	71,0	71,0	68,8	5041	0,560	1615	29,02	5,76	NO	NO
10	10	24/05/2015	MURO P. PRIMO	1	70,5	70,5	72,1	4970	0,580	1619	25,44	5,12	NO	NO

Data Prova	Condizionamento dei provini prima della prova: i provini sono stati essiccati fino a massa costante alla temperatura di (70±5)°c	Apparecchiatura Utilizzata: Pressa 250 kN della ditta Controls -matricola 02041909;	Resistenza media a compressione	MPa	7,49
			Deviazione standard	Mpa	1,82
			Coefficiente di variazione	v	0,24

ANNOTAZIONI

La domanda è stata sottoscritta dal Direttore dei Lavori - Contiene dichiarazione che i prelievi sono stati estratti alla sua presenza o di un tecnico di sua fiducia e che è stato redatto relativo verbale di prelievo
--

LO SPERIMENTATORE
(Ing. Pietro Barbera)

IL DIRIGENTE SCOLASTICO
(Dr. Erasmo Miceli)

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
(Ing. Giacomo Criscenti)

Pagina n. (1 di 1)

LE PROPRIETÀ MECCANICHE DELLE MURATURE

Edifici in muratura

Ing. Pietro Barbera - via Colombo, 6 - 91100 Trapani - tel. 0923/871788 Cell. 347-4731322 - e-mail: ingegnere@pietrobarbera.it



11.10.2.1 Malte a prestazione garantita

La malta per muratura portante deve essere conforme alla norma armonizzata UNI EN 998-2 e recare la Marcatura CE, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato in Tabella.

Tabella 11.10.II

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali	2+

Le prestazioni meccaniche di una malta sono definite mediante la sua resistenza media a compressione f_m , espressa in N/mm², determinata secondo EN 1015. Per l'impiego in muratura portante non è ammesso l'impiego di malte con resistenza **2,5 N/mm²**.

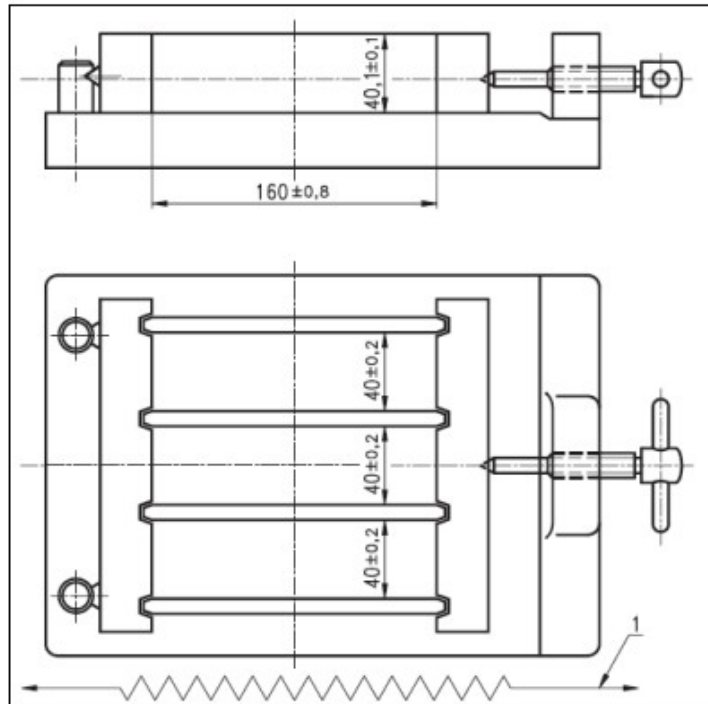
Non rientrano in questa classificazione le malte per il restauro ($f_m \ll 2,5 \text{ N/mm}^2$)

Tabella 11.10.III - Classi di malte a prestazione garantita

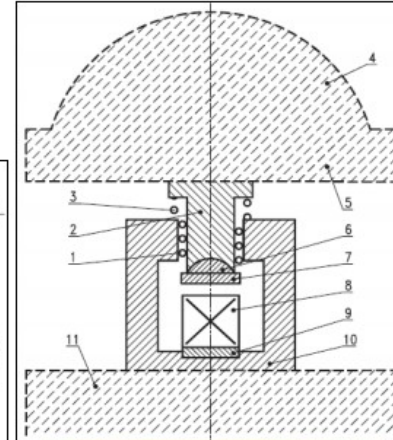
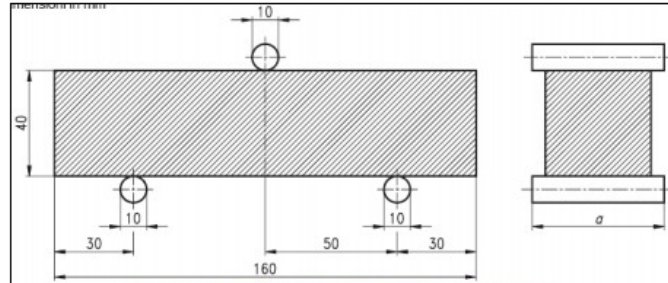
Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Resistenza a compressione N/mm ²	2,5	5	10	15	20	d
d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm ² dichiarata dal produttore						

RESISTENZA SU MALTA PLASTICA: COMPRESSIONE E FLESSIONE

Apparecchiature



RESISTENZA SU MALTA PLASTICA: COMPRESSIONE E FLESSIONE



POMERIGGI DI STUDIO AL LABORATORIO

DETERMINAZIONE RESISTENZE MECCANICHE SU MALTA CEMENTIZIA PER MURATURE UNI EN 1015-11 UNI-EN 196-1

Committente dei Lavori	[REDACTED]
Cantiere di riferimento	[REDACTED]
Direttore dei Lavori	[REDACTED]

RISULTATI DI PROVA DISTRUTTIVA a : \geq 28 giorni

Prova a Flessione

Provino N°	Data Confezio - namento	Contrassegno	Dimensioni provino [mm]	Massa provino [g]	Carico rottura Ft [N]	Tensione unitaria di rottura a flessione Rf [MPa]
1	28/09/2015	1	40x40x160	517	4960	11,6
2		2		519	4060	9,5
3		3		523	5050	11,8

$$R_f = 1,5 \times F_t \times 100 : 40^3$$

Resistenza a media a flessione : Rf : 11,0 MPa (arrotondato al più prossimo 0,1 MPa)

Prova a Compressione

Provino N°	SEMIPRISMA (residuo della prova a flessione)	Dimensioni iniziali del provino, prima della prova a flessione [mm]	Massa semiprisma [g]	Carico di rottura Fc [N]	Tensione unitaria di rottura a compressione Rc [MPa]
1	1/A	40x40x160	251	6122	38,3
	1/B		266	6107	38,2
2	2/A		263	6059	37,9
	2/B		276	6059	38,1
3	3/A		273	6615	41,4
	3/B		250	6548	40,9

$$R_c = F_c : 1600$$

Resistenza media a compressione: Rc = 39,1 MPa (arrotondato al più prossimo 0,1 MPa)

Data Prova 28/10/2015 Materiale sperimentato: **Provini di malta cementizia**

ANNOTAZIONI

Provini confezionati secondo le istruzioni della scheda tecnica allegata dal committente

Apparecchiatura Utilizzata per la prova: Pressa idraulica Controls matr.02041909 portata 250 kN - di Classe 1

Tabella C8A.2.1 - Valori di riferimento dei parametri meccanici (minimi e massimi) e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura, riferiti alle seguenti condizioni: malta di caratteristiche scarse, assenza di ricorsi (listature), paramenti semplicemente accostati o mal collegati, muratura non consolidata, tessitura (nel caso di elementi regolari) a regola d'arte; f_m = resistenza media a compressione della muratura, τ_0 = resistenza media a taglio della muratura, E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio della muratura

Tipologia di muratura	f_m	τ_0	E	G	w
	(N/cm ²)	(N/cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	
	Min-max	min-max	min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	100	2,0	690	230	19
	180	3,2	1050	350	
Muratura a conci sbazzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	200	3,5	1020	340	20
	300	5,1	1440	480	
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	260	5,6	1500	500	21
	380	7,4	1980	660	
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	140	2,8	900	300	16
	240	4,2	1260	420	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	600	9,0	2400	780	22
	800	12,0	3200	940	
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	240	6,0	1200	400	18
	400	9,2	1800	600	
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤ 40%)	500	24	3500	875	15
	800	32	5600	1400	
Muratura in blocchi laterizi semipieni (perc. foratura < 45%)	400	30,0	3600	1080	12
	600	40,0	5400	1620	
Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	300	10,0	2700	810	11
	400	13,0	3600	1080	
Muratura in blocchi di calcestruzzo o argilla espansa (perc. foratura tra 45% e 65%)	150	9,5	1200	300	12
	200	12,5	1600	400	
Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura < 45%)	300	18,0	2400	600	14
	440	24,0	3520	880	

EDIFICI ESISTENTI

Edifici in muratura

EDIFICI ESISTENTI

Edifici in muratura

Correzione dei parametri meccanici

Tabella C8A.2.2 - Coefficienti correttivi dei parametri meccanici (indicati in Tabella C8A.2.1) da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone o ottime; giunti sottili; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; nucleo interno particolarmente scadente e/o ampio; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato.

Tipologia di muratura	Malta buona	Giunti sottili (<10 mm)	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Nucleo scadente e/o ampio	Iniezione di miscele leganti	Intonaco armato *
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	-	1,3	1,5	0,9	2	2,5
Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e	1,4	1,2	1,2	1,5	0,8	1,7	2
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	-	1,1	1,3	0,8	1,5	1,5
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,5	-	1,5	0,9	1,7	2
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	1,2	-	1,2	0,7	1,2	1,2
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	1,5	1,5	-	1,3	0,7	1,5	1,5

Da applicare a
(valori da ridurre per
spessori > 70cm)

$$\frac{f_m \tau_0}{E, G}$$

$$\frac{f_m \tau_0}{E, G} [\frac{1}{2}]$$

$$f_m \tau_0$$

$$f_m \tau_0$$

$$\frac{f_m \tau_0}{E, G}$$

$$\frac{f_m \tau_0}{E, G}$$

$$\frac{f_m \tau_0}{E, G}$$

Valutazione della morfologia della muratura - Carotaggio

Il carotaggio di elementi in muratura serve :

- prevalentemente per la caratterizzazione della morfologia della muratura stessa (tipologia della malta, laterizio, pietra)
- per la realizzazione di fori all'interno dei quali effettuare le successive indagini mediante endoscopio .

Viene eseguito mediante carotiere rigidamente collegato al muro



Valutazione della morfologia della muratura - Carotaggio

EDIFICI ESISTENTI

Edifici in muratura

L'esecuzione del carotaggio prevede :

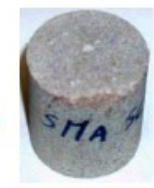
- il prelievo della carota;
- l'eventuale ricomposizione in caso di disgregazione ;
- l'indicazione della direzione di perforazione e annotazioni in merito alla litologia dei materiali attraversati;
- ricostruzione della stratigrafia;
- ispezione del foro di carotaggio;
- fotografie.



Valutazione della morfologia della muratura - Carotaggio

L'esecuzione del carotaggio prevede ancora:

- il prelievo di campioni da materiale integro da mattone o blocchi lapidei che permettono di ricavare informazioni utili quali:
- resistenza alla compressione;
- massa volumica ;



EDIFICI ESISTENTI

Edifici in muratura

ENDOSCOPIE

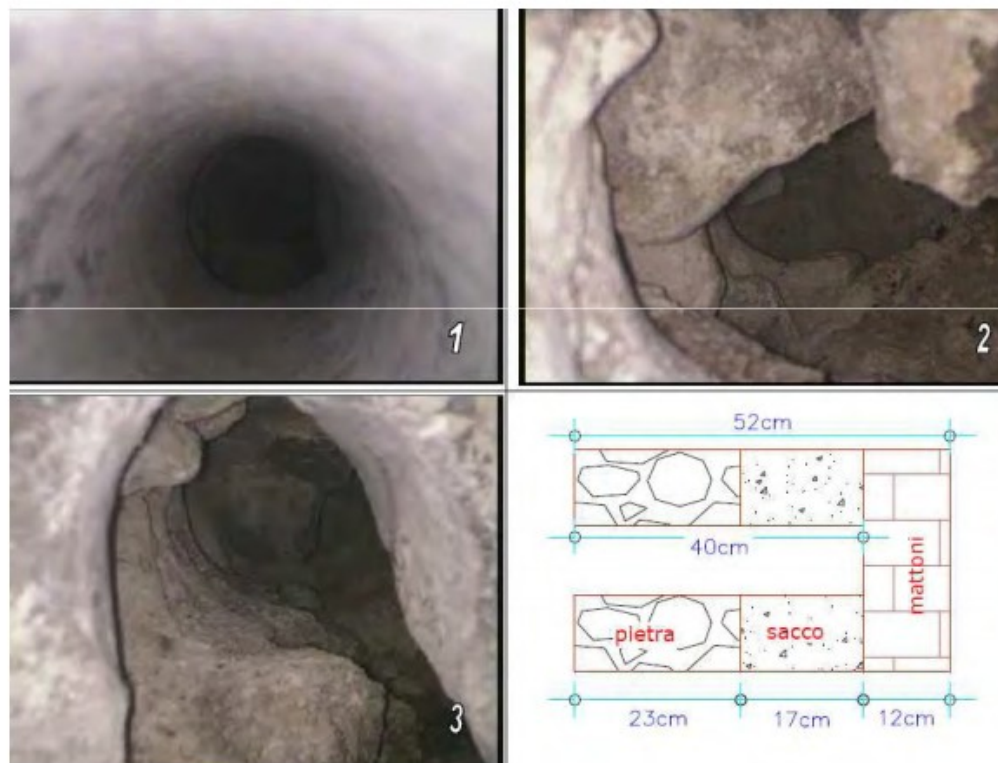
- Il foro di piccolo diametro , Φ 20 mm, viene eseguito mediante carotiere rigidamente collegato al muro o con una punta di trapano.
- Dopo accurata pulizia si introduce nel foro la sonda endoscopica che, permettendo una visione diretta dello stato di fatto dei materiali, fa sì di ricostruire la sezione muraria e di evidenziare materiali ed eventuali cavità .

Il Laboratorio "G.B. Amico"
Offre questo servizio.



Valutazione della morfologia della muratura - ENDOSCOPIA

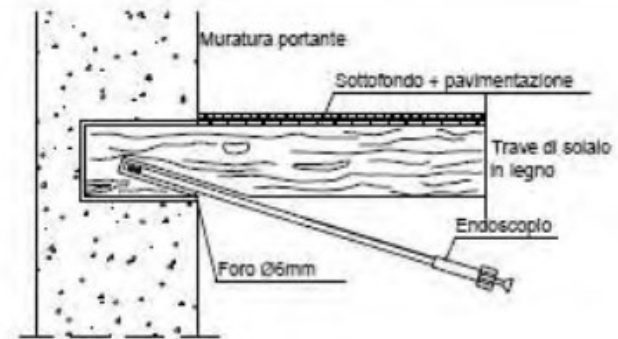
- Esempio di restituzione fotografica e stratigrafica dell'analisi endoscopica .



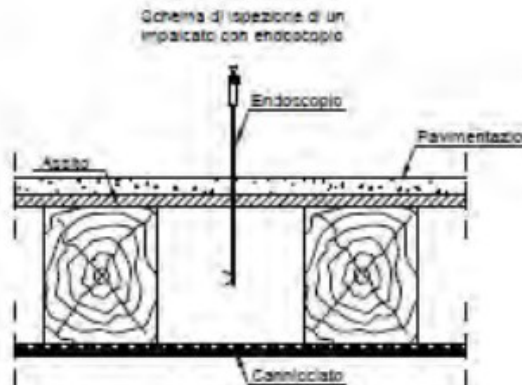
Valutazione della morfologia della muratura - ENDOSCOPIE

L'analisi endoscopia viene utilizzata anche per :

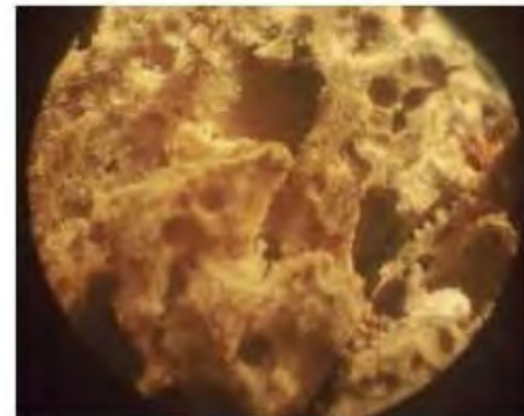
- verificare lo stato di conservazione delle testate delle travi in legno ammorsate nella muratura;
- l'ispezione dei solai in legno;



a) endoscopia nella testa di una trave



c) endoscopia in un solaio



ig. 38: Endoscopia di una testa di una trave con forte attacco da insetti xilofagi



Grazie per
l'attenzione
Ing. Pietro Barbera