

Parametri meccanici delle murature degli edifici, ottenuti da indagini sperimentali, per la progettazione degli interventi

Bologna, 5 ottobre 2017

Sala "20 maggio" 3° Torre della Regione

Regole e criteri interpretativi per la definizione dei valori di progetto delle murature emiliane.

Gruppo di Lavoro:

Marco Savoia, **Claudio Mazzotti**, Barbara Ferracuti,
Francesca Ferretti, Anna Rosa Tilocca

**CIRI – EDILIZIA E
COSTRUZIONI**

CENTRO INTERDIPARTIMENTALE PER LA RICERCA
INDUSTRIALE
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



CLUST-ER Edilizia e Costruzioni

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

IL PRESENTE MATERIALE È RISERVATO AL PERSONALE DELL'UNIVERSITÀ DI BOLOGNA E NON PUÒ ESSERE UTILIZZATO AI TERMINI DI LEGGE DA ALTRE PERSONE O PER FINI NON ISTITUZIONALI



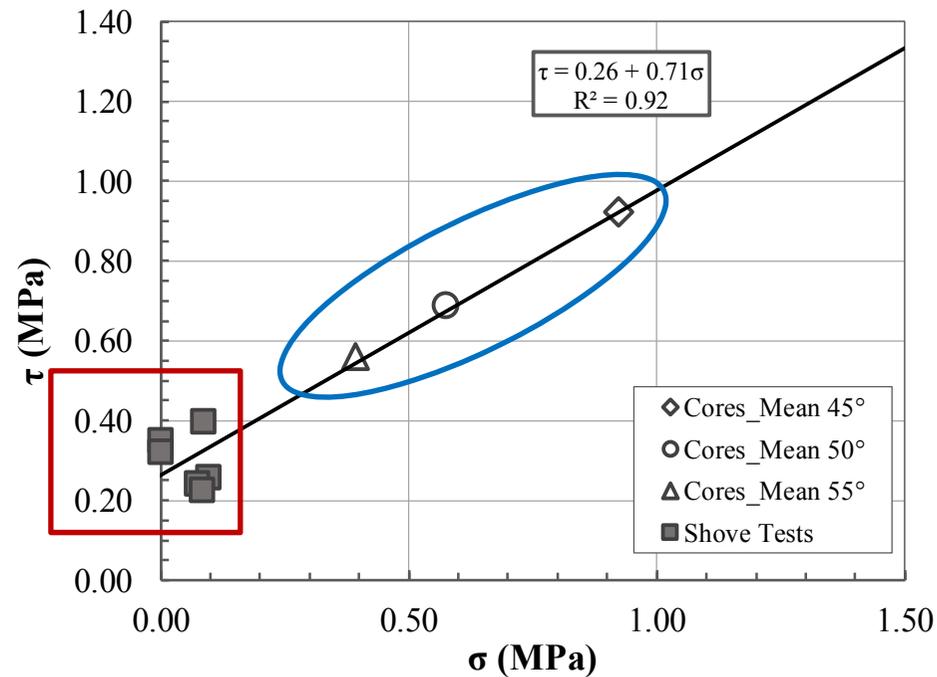
Elaborazione dei dati

Resistenza al taglio in assenza di sforzo normale PROVE MECCANICHE SEMI-DISTRUTTIVE

Prove di scorrimento
su giunto di malta



Prove di
compressione su
carote con giunto
inclinato



**Criterio di resistenza
(Mohr-Coulomb)**

$$\tau = \tau_0 + \mu\sigma$$

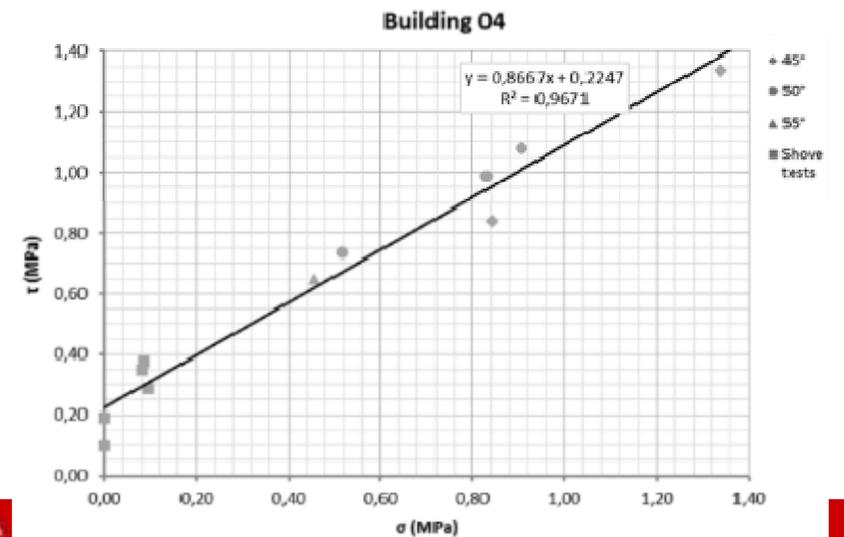
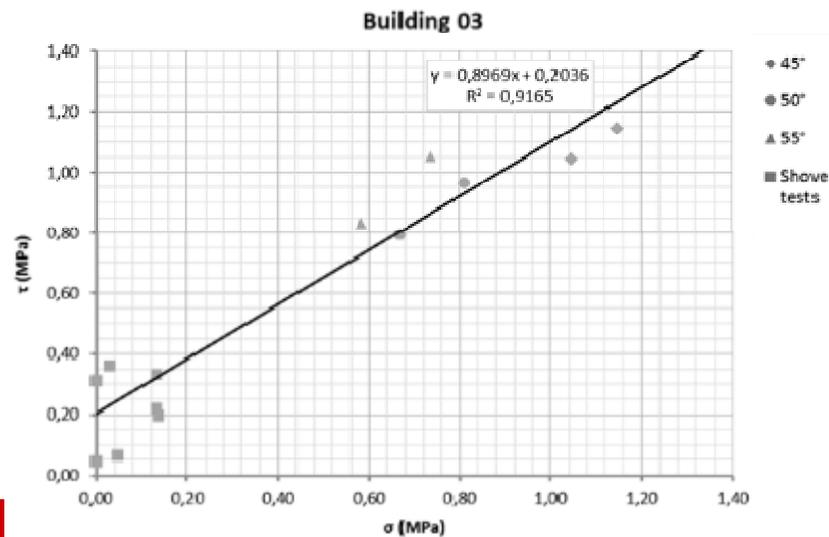
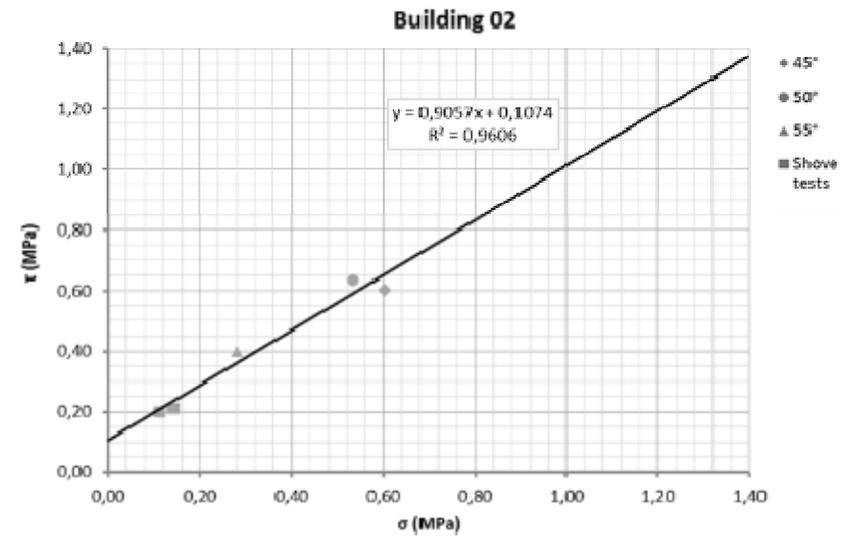
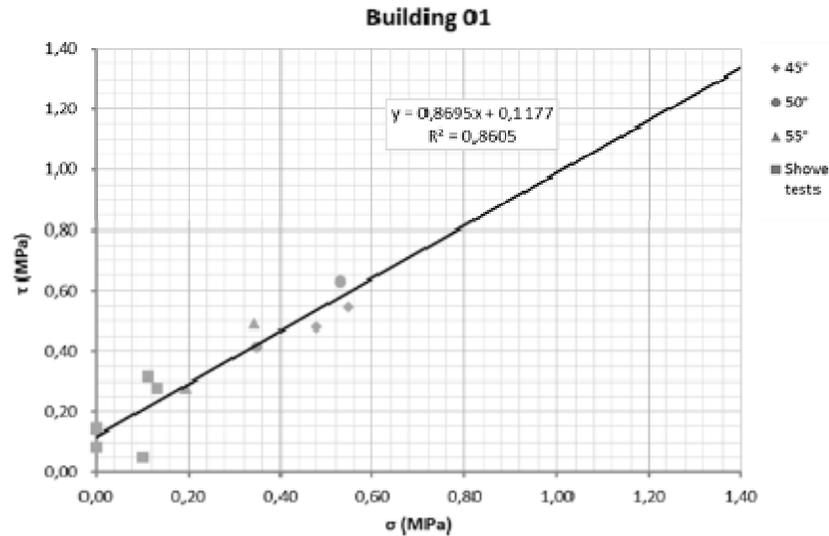
- τ_0 : resistenza a taglio in assenza di sforzo normale
- μ : coefficiente d'attrito



Elaborazione dei dati

Resistenza al taglio in assenza di sforzo normale

PROVE MECCANICHE SEMI-DISTRUTTIVE

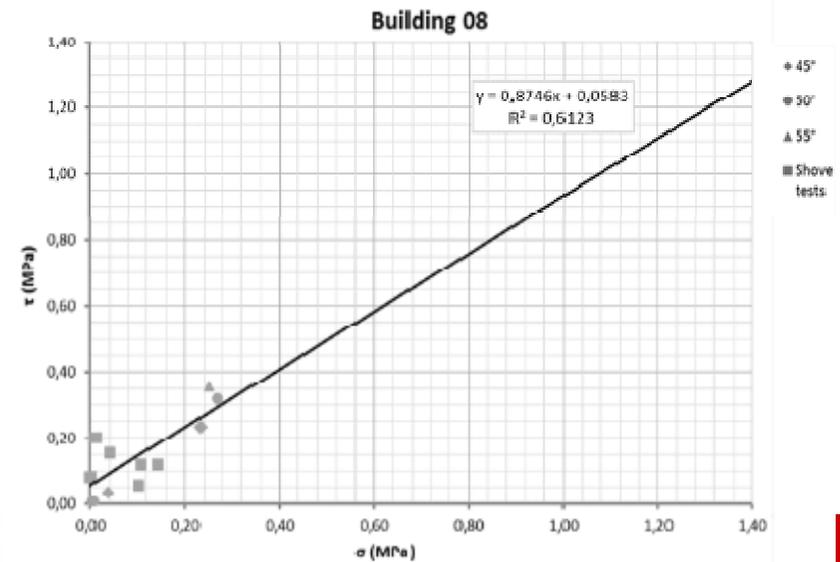
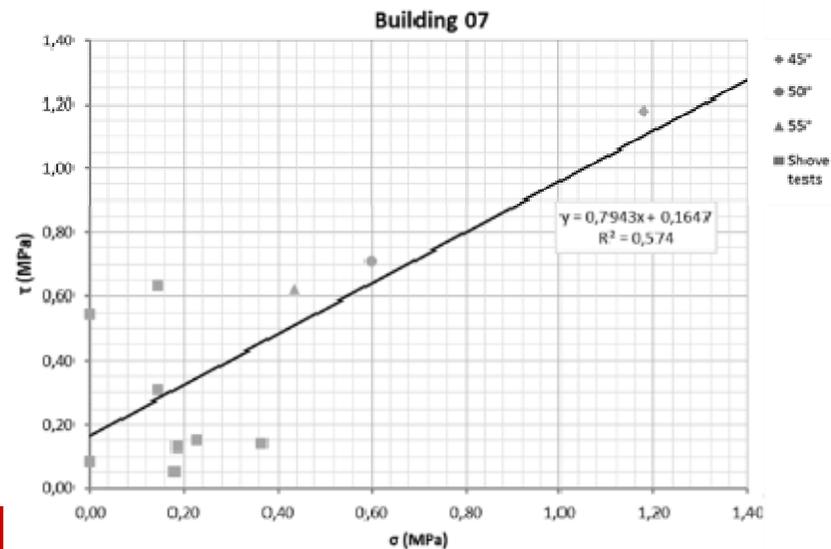
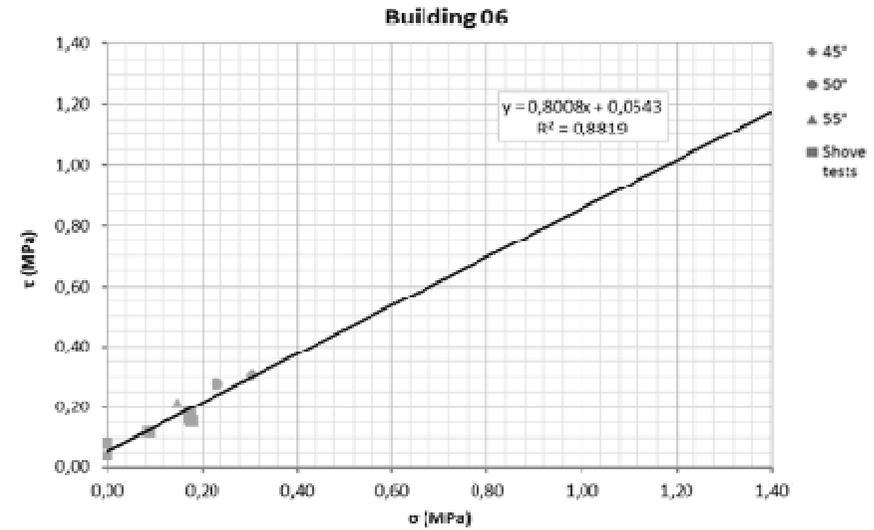
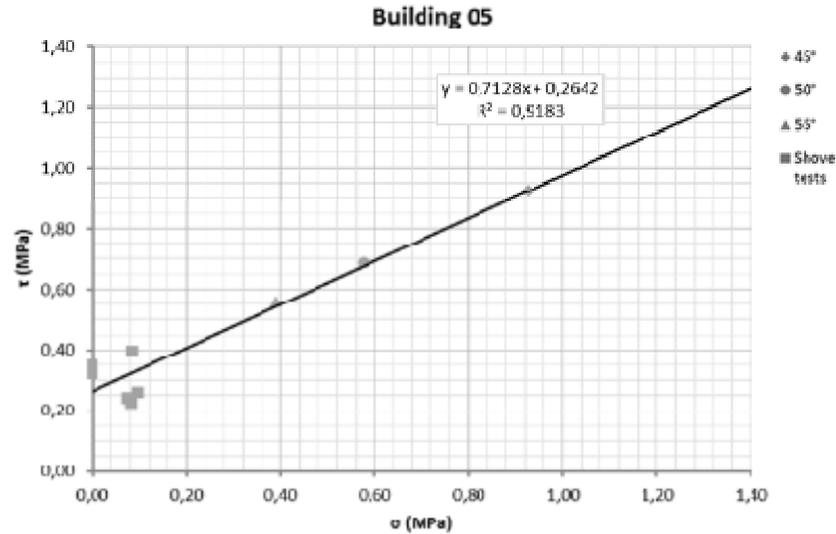




Elaborazione dei dati

Resistenza al taglio in assenza di sforzo normale

PROVE MECCANICHE SEMI-DISTRUTTIVE



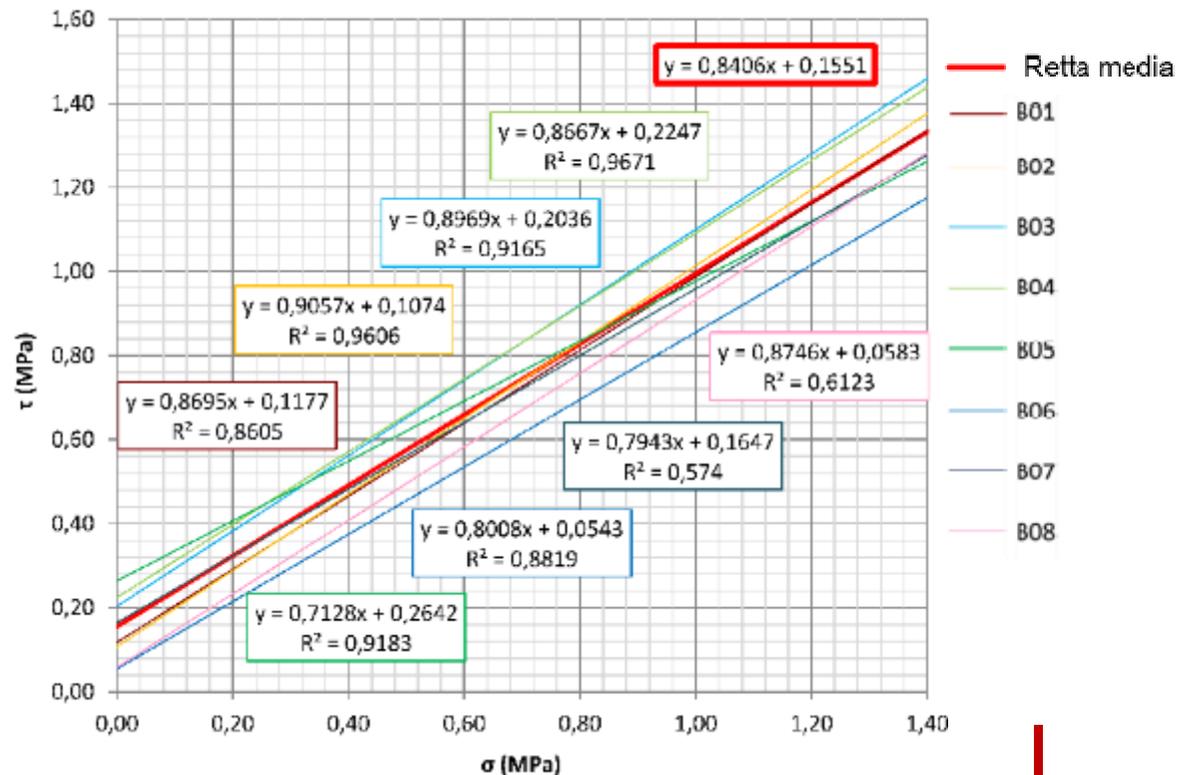
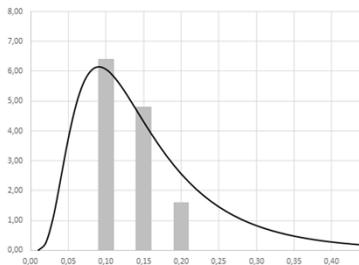


Risultati della campagna sperimentale

Resistenza al taglio – Prove semi-distruttive

- Per ciascun edificio analizzato, si è ottenuta la retta involucro di rottura: $\tau = \tau_0 + \mu\sigma$
- I parametri τ_0 e μ così ottenuti sono stati considerati come variabili aleatorie descritte da distribuzioni log-normali \rightarrow Calcolo dei valori medi per ottenere un involucro di rottura medio (**Retta media di riferimento**)

Edificio	τ_0 (MPa)	μ
01	0.118	0.870
02	0.107	0.906
03	0.204	0.897
04	0.225	0.867
05	0.264	0.713
06	0.054	0.801
07	0.165	0.794
08	0.058	0.875
Valori medi	0.155	0.841





Risultati della campagna sperimentale

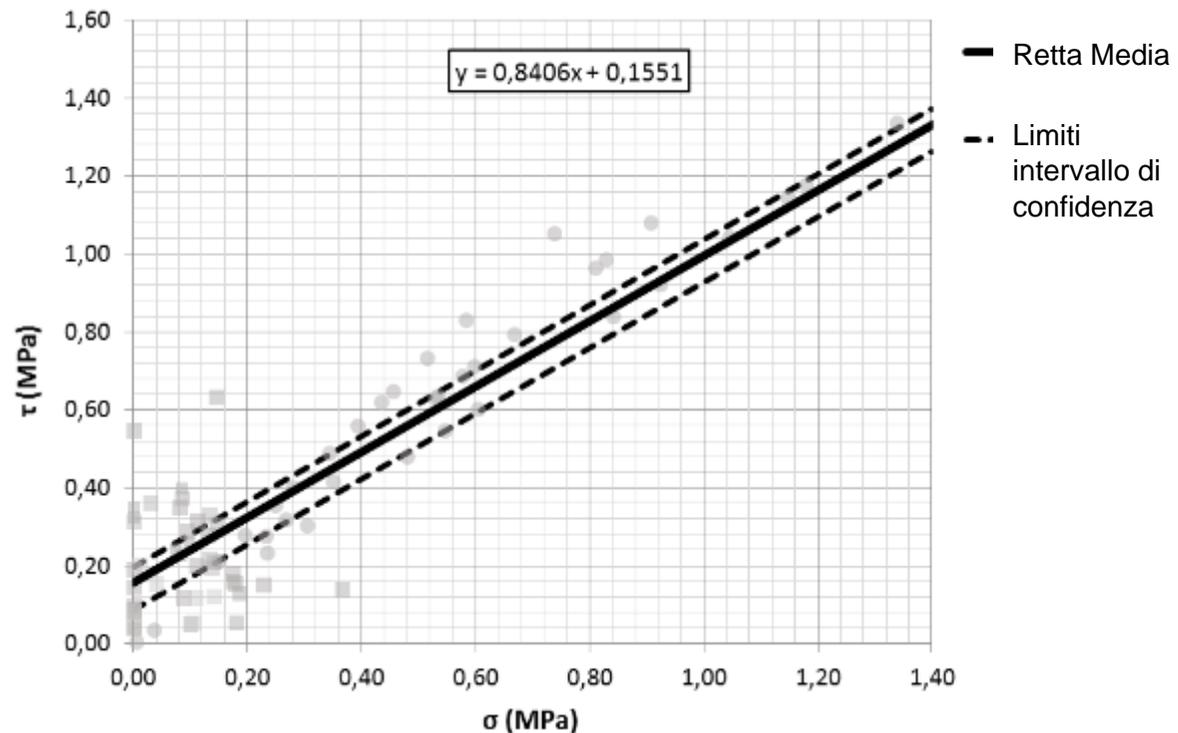
Resistenza al taglio – Prove semi-distruttive

- Definizione di intervalli di confidenza al 95% sui valori medi di τ_0 e μ

Intervallo di confidenza

è l'**intervallo di** valori entro i quali si stima che cada, con un livello di probabilità assegnato, il valore vero della variabile.

	Limite Inferiore	Valor Medio	Limite Superiore
τ_0 [MPa]	0.086	0.155	0.196
μ	0.792	0.841	0.886

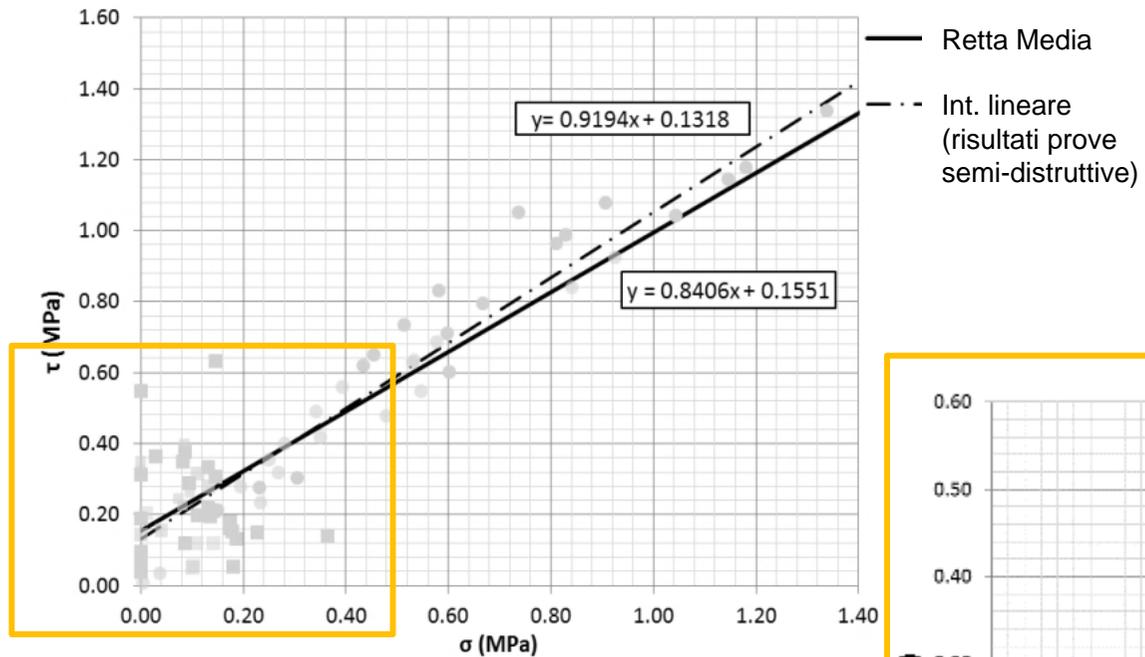




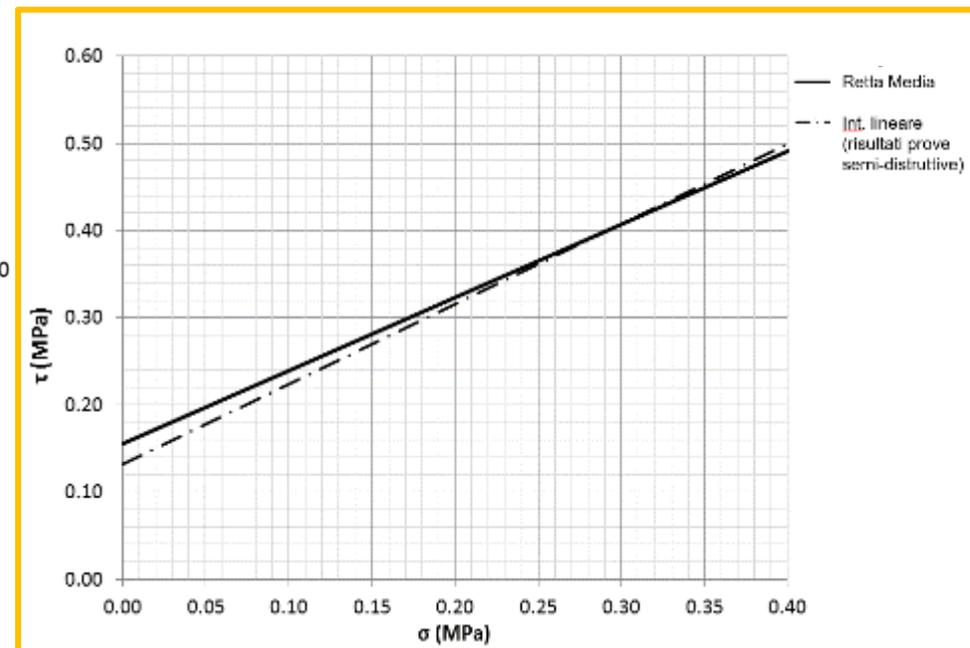
Risultati della campagna sperimentale

Resistenza al taglio – Prove semi-distruttive

- Approccio alternativo



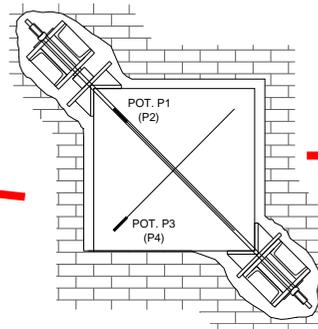
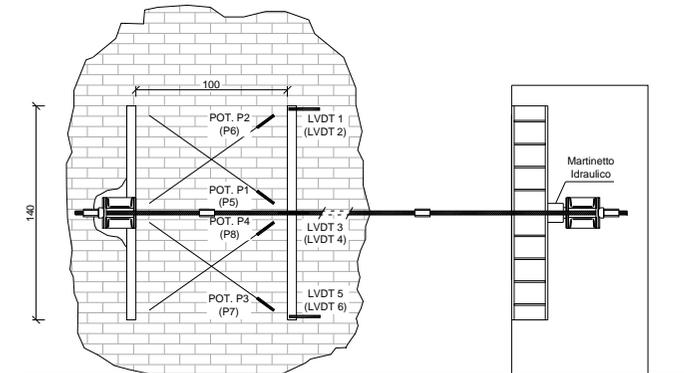
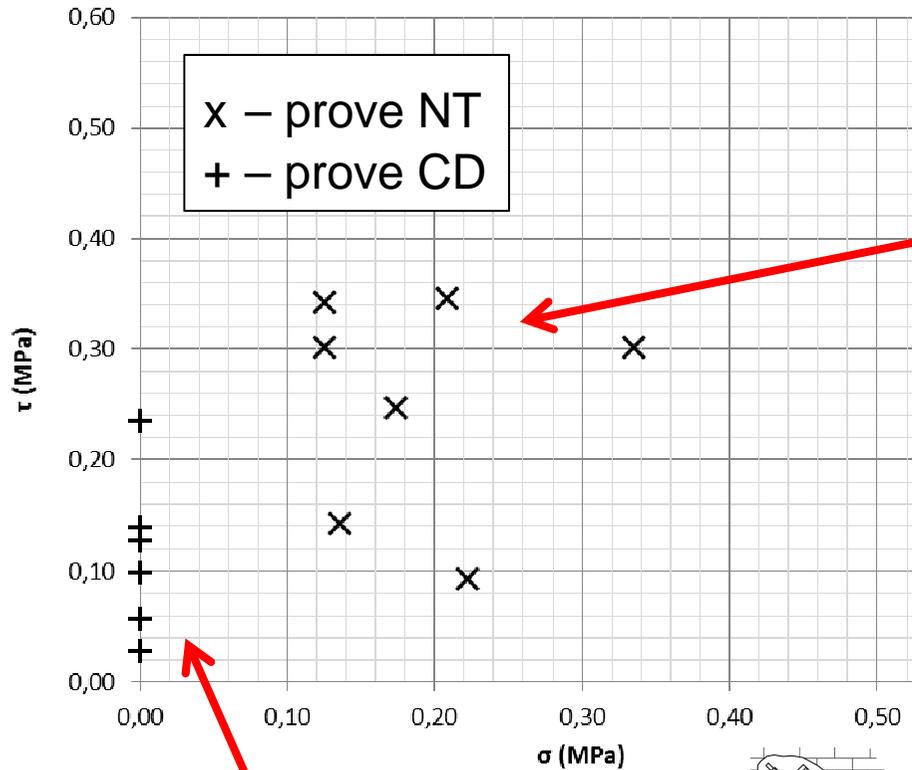
I risultati sono qui considerati tutti insieme al fine di analizzare la muratura rurale in Emilia Romagna come un'unica tipologia muraria.





Risultati della campagna sperimentale

Resistenza al taglio – Prove distruttive



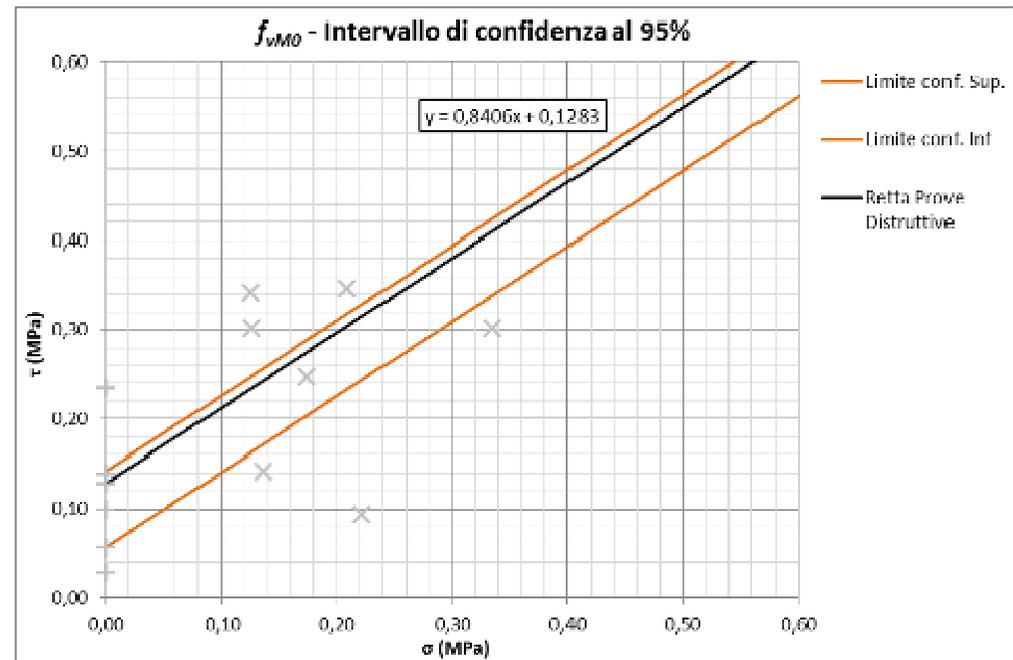
	σ (MPa)	τ (MPa)
NT	0.209	0.347
	0.126	0.302
	0.125	0.342
	0.335	0.302
	0.174	0.247
	0.222	0.094
	0.136	0.142
CD	0.000	0.235
	0.000	0.129
	0.000	0.139
	0.000	0.057
	0.000	0.028
	0.000	0.099
	0.000	0.450
	0.000	0.090



Risultati della campagna sperimentale

Resistenza al taglio – Prove distruttive

- Individuazione di un criterio di rottura tipo Mohr – Coulomb
- Grande variabilità dei risultati. Eterogeneità delle murature
- Passaggio per ogni punto di una retta che individui un valore di τ_0
- Assunta pendenza della retta pari a quella della *Retta media di riferimento*
- Distribuzione delle τ_0 come log-normale
- Determinati valor medio e intervallo di confidenza al 95%



PROVE DISTRUTTIVE

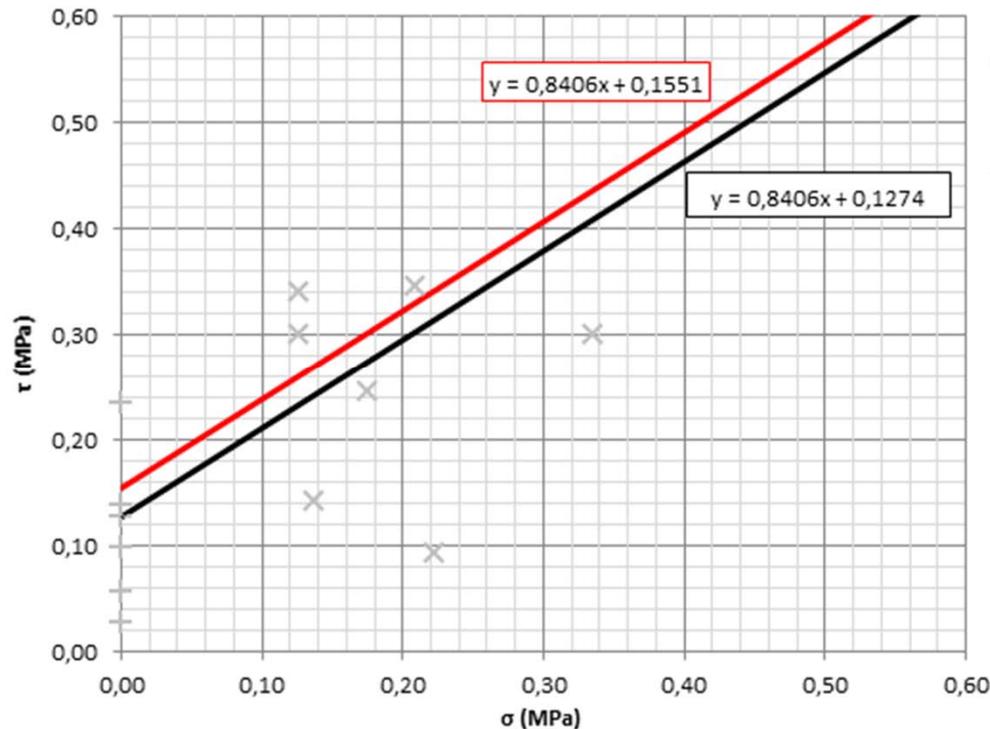
Intervallo di Confidenza - τ_0 [MPa]

Limite Inferiore	Valor Medio	Limite Superiore
0.058	0.127	0.142



Risultati della campagna sperimentale

Resistenza al taglio – Confronto tra risultati «distruttivi e non»



$$\frac{\tau_{0,D}}{\tau_{0,SD}} = 0.82$$

- Prove non distruttive possono fornire una sovrastima

Intervalli di Confidenza - τ_0 [MPa]			
	Limite Inferiore	Valor Medio	Limite Superiore
PROVE SEMI-DISTRUTTIVE	0.086	0.155	0.196
PROVE DISTRUTTIVE	0.058	0.127	0.142



Risultati della campagna sperimentale

Resistenza al taglio Confronto tra criteri di rottura

C8.7.1.5: ...la resistenza a taglio di calcolo per azioni nel piano di un pannello in muratura potrà essere calcolata con un criterio di rottura per fessurazione diagonale o con un criterio di scorrimento, facendo eventualmente ricorso a formulazioni alternative rispetto a quelle adottate per opere nuove, purché di comprovata validità.

- Dominio di rottura di Turnsek-Cacovic

$$\tau = \frac{f_t}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma}{f_t}}$$

- f_t : resistenza a trazione per fessurazione diagonale. Vari approcci...
- b : coefficiente correttivo legato alla distribuzione degli sforzi sulla sezione ($1 < b < 1.5$)

- Dominio di rottura di Mann-Muller

$$\tau = \tilde{c} + \tilde{\mu}\sigma \quad \text{Scorrimento lungo la diagonale}$$

$$\tilde{c} = \frac{c}{1 + \mu\varphi} \quad ; \quad \tilde{\mu} = \frac{\mu}{1 + \mu\varphi}$$

- c : resistenza a taglio in assenza di sforzo normale da prove "locali"
- μ : coefficiente di attrito da prove "locali"
- φ : parametro legato alla tessitura muraria

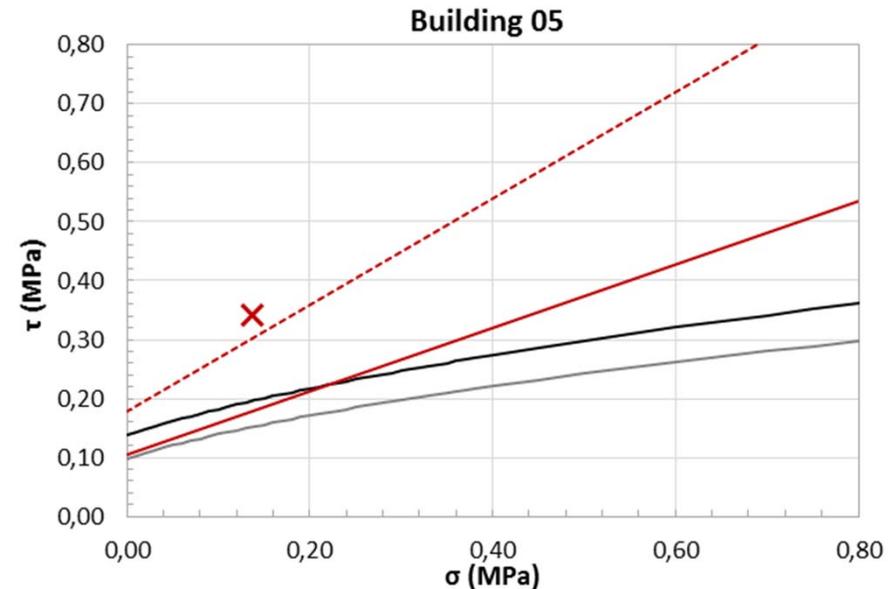
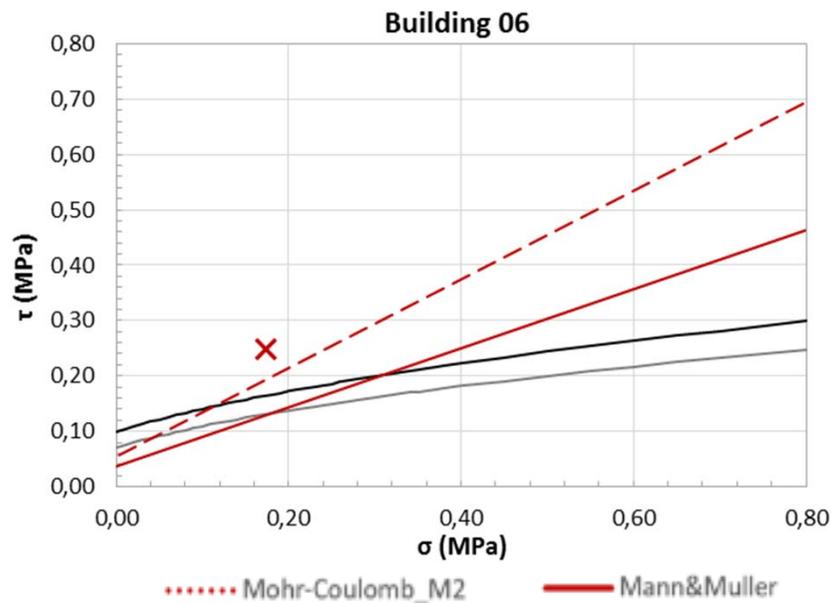




Risultati della campagna sperimentale

Resistenza al taglio Confronto tra criteri di rottura

- Calibrazione criteri con risultati dal singolo edificio (distruttivi e non)
- Calibrazione dei criteri diagonali con CD o proprietà dei materiali
- Sovrapposizione di tutti i criteri
- Verifica con risultati prove NT



- Migliori performances criteri Mohr-Coulomb
- Approccio elastico TC riduce ulteriormente
- Grande variabilità dei risultati



Risultati della campagna sperimentale

Resistenza a compressione

- La resistenza a compressione della muratura, per ciascun edificio, è stata determinata dalle resistenze dei materiali costituenti, utilizzando la formula dell'EC6
- Il valore medio e l'intervallo di confidenza al 95% sono stati calcolati considerando una distribuzione lognormale

Edificio	f_k (MPa)
01	3,83
02	5,64
03	5,50
04	4,88
05	6,48
06	4,58
07	5,79
08	4,39
Valore Medio	5,15

$$f_k = K \cdot f_{bN,M}^{\alpha} \cdot f_{dp,M}^{\beta}$$

	Limite Inf.	Valor Medio	Limite Sup.
f_k (MPa)	4.50	5.15	5.71

! La formula dell'EC6 sembra sovrastimare la resistenza a compressione della muratura, specialmente in presenza di malte di scarsa qualità.



Risultati della campagna sperimentale

Resistenza a compressione

Confronto tra modelli disponibili in letteratura

Engesser

$$f_m = \frac{1}{3}f_b + \frac{2}{3}f_j$$

Hilsdorf

$$f_m = \frac{f_b(f_{bt} + \frac{f_j\rho}{4,1})}{U_u(f_{bt} + \frac{f_b\rho}{4,1})}$$

Bröcker, Eurocodice 6,
Liberatore, Dayaratnam,
Kaushik

$$f_m = K f_b^\alpha f_j^\beta$$

Hendry, Hendry e Malek

$$f_m = K_1 f_b^\alpha + K_2 f_j^\beta$$

Tassios (2)

$$f_m = (1 - 0,8\sqrt[3]{\rho})(f_j + 0,4(f_b - f_j))$$

Legenda

f_m = resistenza a compressione della muratura

f_b = resistenza a compressione del mattone

f_j = resistenza a compressione della malta



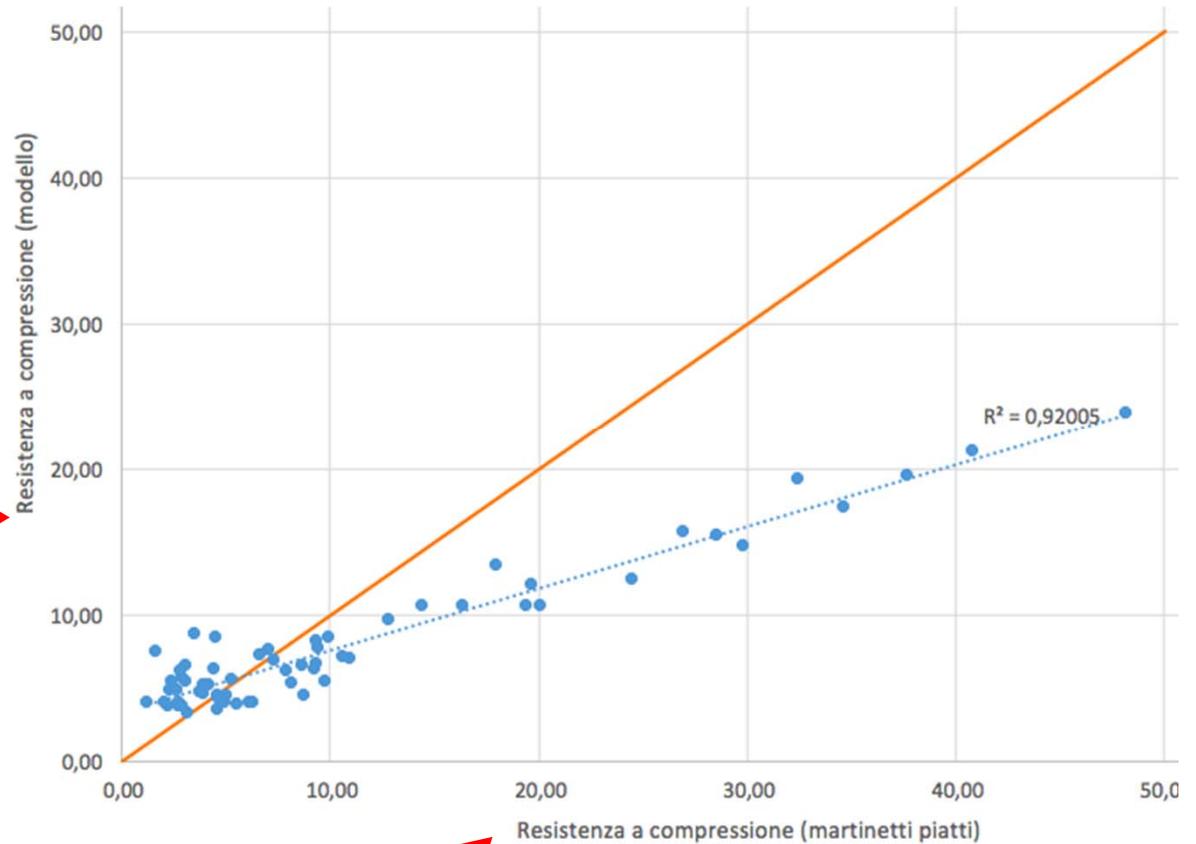
Risultati della campagna sperimentale

Resistenza a compressione

Confronto tra modelli e dati sperimentali



$$f_m = K f_b^\alpha f_j^\beta$$



Considerati anche dati di letteratura



Risultati della campagna sperimentale

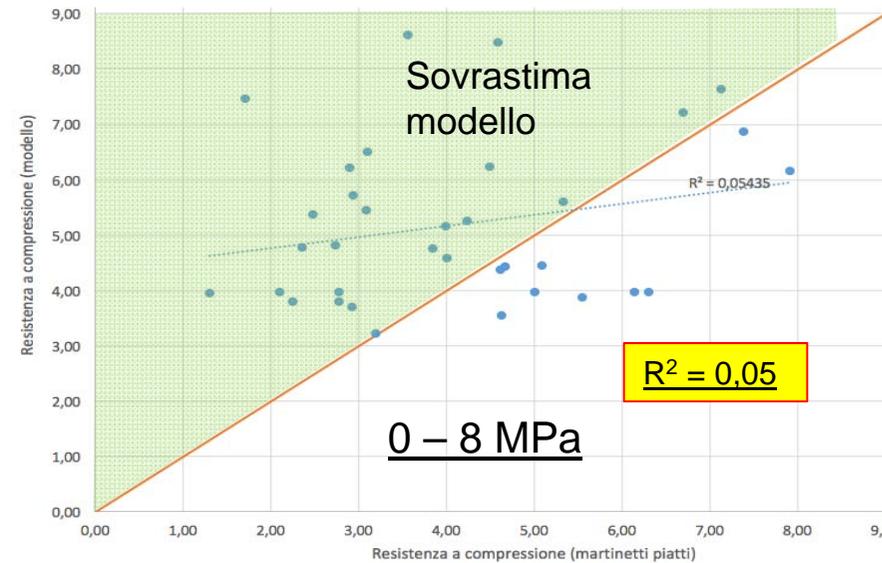
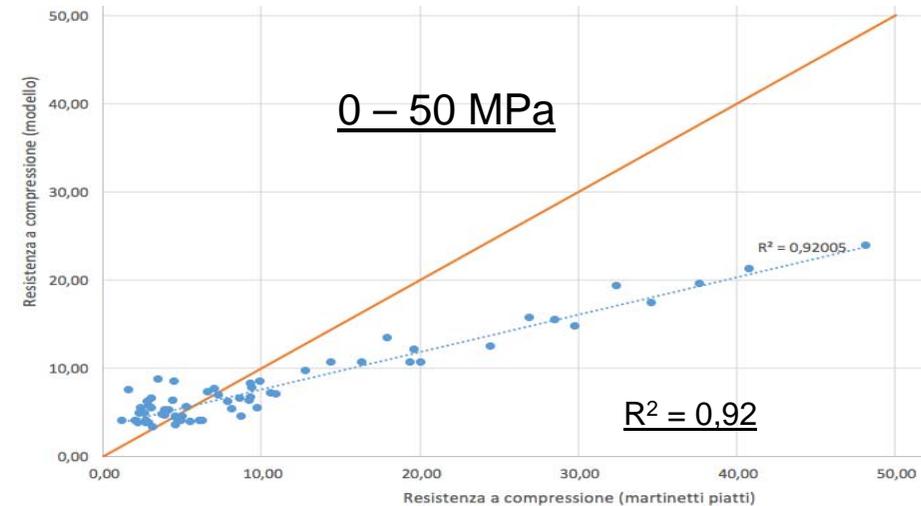
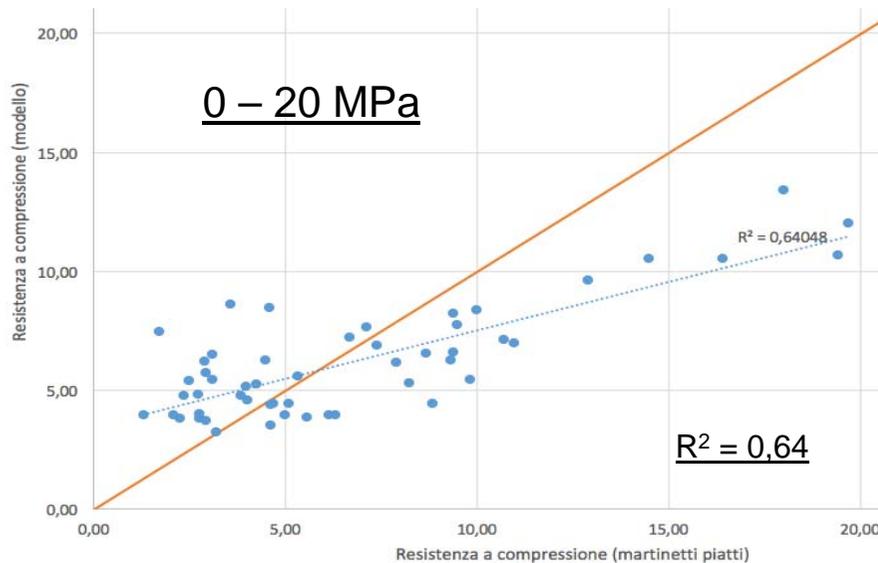
Resistenza a compressione

Confronto tra modelli disponibili in letteratura

Modello proposto da **Eurocodice 6**

Per vari intervalli di resistenza:

- Buona correlazione per murature di ottima qualità
- Pessima correlazione per murature di scarsa qualità
- Murature rurali emiliane sono scarse



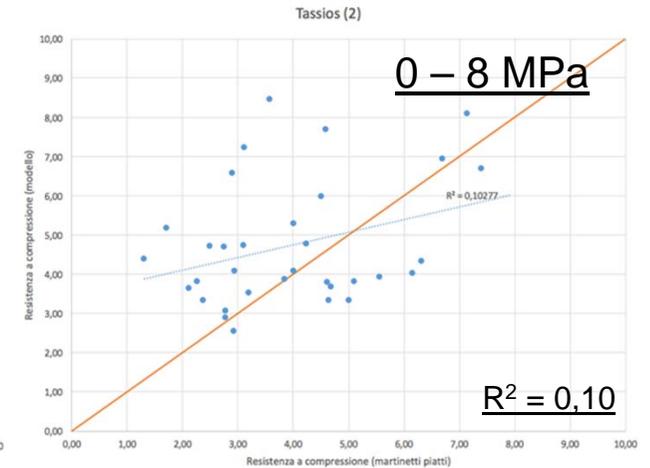
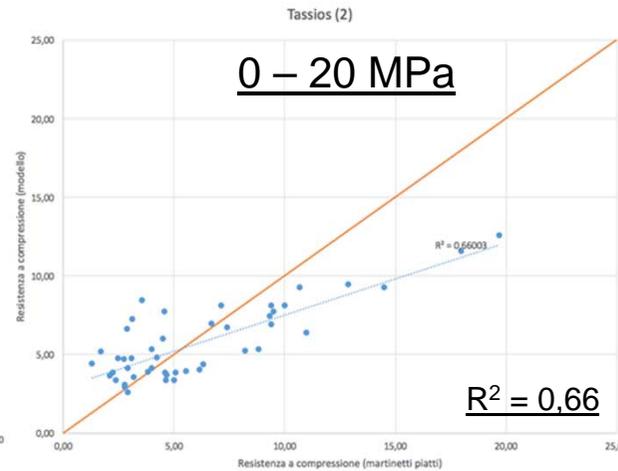
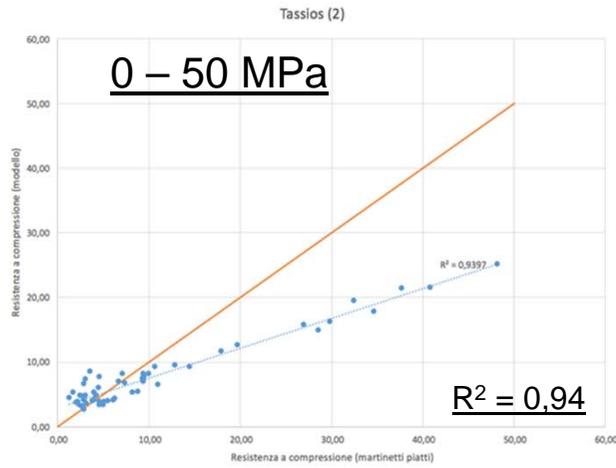


Risultati della campagna sperimentale

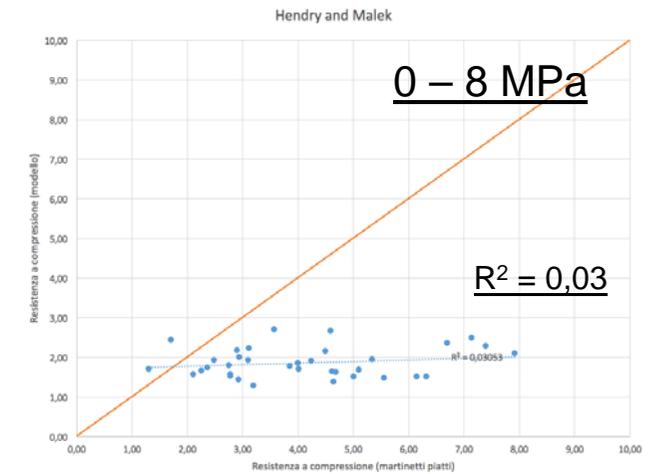
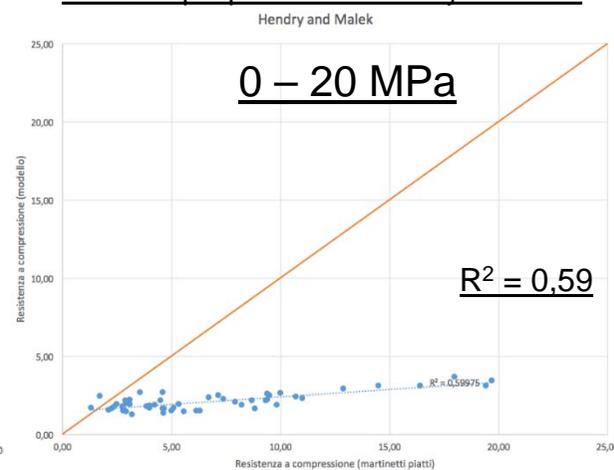
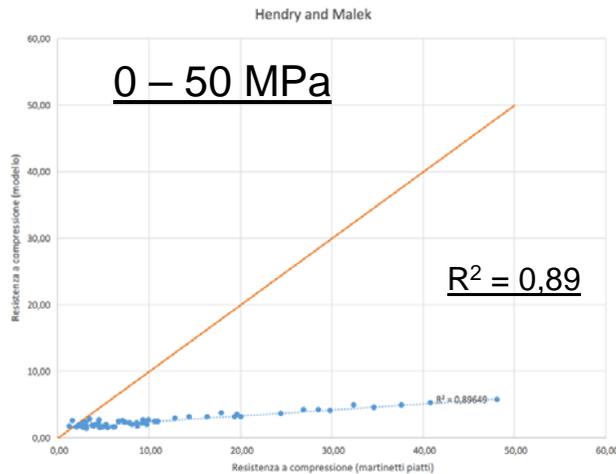
Resistenza a compressione

Confronto tra modelli disponibili in letteratura

Modello proposto da Tassios



Modello proposto da Hendry e Malek





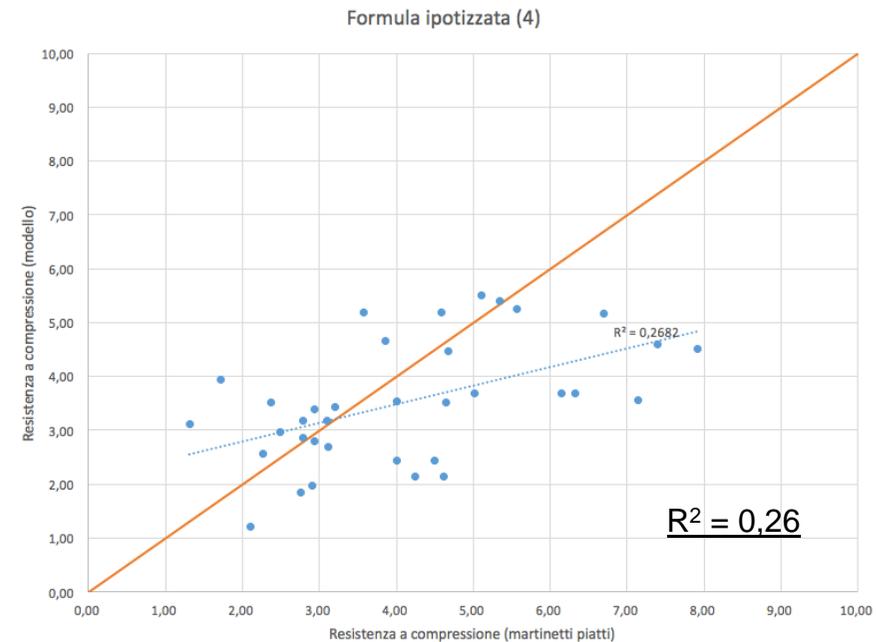
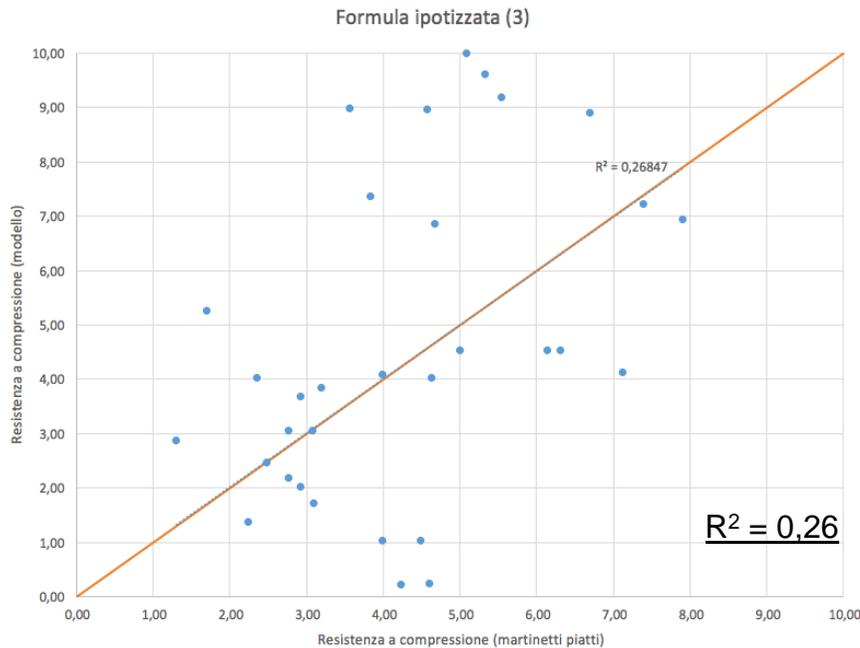
Risultati della campagna sperimentale

Resistenza a compressione Miglioramento di modelli predittivi

Ottimizzazione delle equazioni

Si considerano qui murature aventi resistenza tra 0 e 8 MPa, perché più rappresentative delle murature italiane.

0 – 8 MPa



$$f_m = 2,60 f_b^{0,112} f_j^{0,80} - 4,80$$

$$f_m = 1,20 f_b^{0,10} f_j^{0,70}$$



Risultati della campagna sperimentale

Parametri di resistenza per murature di edifici rurali

Tipologia di muratura		f_m (N/cm ²)	τ_0 (N/cm ²)
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	Limite inf.	346	4.5
	Valor medio	396	9.8
	Limite sup.	439	10.9

Tabella Riassuntiva. Valori riferiti a murature di edifici rurali in mattoni pieni e malta di calce caratterizzate da malte di caratteristiche scarse, giunti non particolarmente sottili, paramenti semplicemente accostati o mal collegati, muratura non consolidata, tessitura a regola d'arte.



Risultati della campagna sperimentale

Sintesi dei risultati ottenuti e confronto con la Normativa

Tipologia di muratura		f_m (N/cm ²)		τ_0 (N/cm ²)	
		NTC2008	Proposta	NTC2008	Proposta
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	Limite inf.	240	346	6.0	4.5
	Valor medio	320	396	7.6	9.8
	Limite sup.	400	439	9.2	10.9
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (con connessione trasversale: parametri migliorati utilizzando il coefficiente 1.3, come da Tabella C8A.2.2 delle NTC2008)	Limite inf.	312	450	7.8	5.8
	Valor medio	416	515	9.9	12.7
	Limite sup.	520	571	12.0	14.2

In evidenza: Parametri ottenuti dall'elaborazione dei risultati della campagna sperimentale, per murature caratterizzate da adeguata connessione trasversale.

Tipologia di muratura	f_m	τ_0	E	G	w
	(N/cm ²)	(N/cm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)	(kN/m ³)
	Min-max	min-max	min-max	min-max	
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	240	6,0	1200	400	18
	400	9,2	1800	600	

NTC 2008 – Tabella C8A.2.1 Valori medi di riferimento dei parametri meccanici per diverse tipologie di muratura.

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 pietra disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	-	1,3	1,5	0,9	2	2,5
Muratura a conci sbozzati, con parametro 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

NTC 2008 – Tabella C8A.2.2 Coefficienti correttivi dei parametri meccanici.



Indicazioni tecnico-operative

Procedure per la valutazione delle proprietà meccaniche di edifici in muratura

LC1

Livello di Conoscenza	Proprietà dei materiali				FC
	Tipologia di indagine		Valori delle proprietà		
	NTC2008	Proposta	NTC2008	Proposta	
LC1	<p>Indagini in situ LIMITATE: servono a completare le informazioni sulle proprietà dei materiali ottenute dalla letteratura, o dalle regole in vigore all'epoca della costruzione, e per individuare la tipologia della muratura (in Tabella C8A.2.1 sono riportate alcune tipologie più ricorrenti). Sono basate su esami visivi della superficie muraria. Tali esami visivi sono</p> <p>co in in di in ve</p> <p>murarie. È da valutare, anche in maniera approssimata, la compattezza della malta. Importante è anche valutare la capacità degli elementi murari di assumere un comportamento monolitico in presenza delle azioni, tenendo conto della qualità della connessione interna e trasversale attraverso saggi localizzati, che interessino lo spessore murario.</p>				1.35

Stesse indicazioni riportate nelle NTC 2008



Indicazioni tecnico-operative

Procedure per la valutazione delle proprietà meccaniche di edifici in muratura

LC2

Livello di Conoscenza	Proprietà dei materiali				FC
	Tipologia di indagine		Valori delle proprietà		
	NTC2008	Proposta	NTC2008	Proposta	
LC2	<p>Indagini in situ ESTESE: le indagini di cui al punto precedente sono effettuate in maniera estesa e sistematica, con saggi superficiali ed interni per ogni tipo di muratura presente. Prove con martinetto piatto doppio e prove di caratterizzazione della malta (tipo di legante, tipo di aggregato, rapporto legante/aggregato, etc.), e eventualmente di pietre e/o mattoni (caratteristiche fisiche e meccaniche) consentono di individuare la tipologia della muratura (si veda la Tabella C8A.2.1 per le tipologie più ricorrenti). È opportuna una prova per ogni tipo di muratura presente. Metodi di prova non distruttivi (prove soniche, prove sclerometriche, penetrometriche per la malta, etc.) possono essere impiegati a complemento delle prove richieste.</p> <p>Qualora esista una chiara, comprovata corrispondenza tipologica per materiali, pezzatura dei conci, dettagli costruttivi, in sostituzione delle prove sulla costruzione oggetto di studio possono essere utilizzate prove eseguite su altre costruzioni presenti nella stessa zona.</p> <p>Le Regioni potranno, tenendo conto delle specificità costruttive del proprio territorio, definire zone omogenee a cui riferirsi a tal fine.</p>	<p>Indagini in situ ESTESE: è opportuno che le indagini visive siano estese a tutta la costruzione e che le caratteristiche meccaniche siano determinate per ogni tipologia muraria presente.</p> <p><u>RESISTENZA AL TAGLIO:</u> Per la valutazione della resistenza al taglio, si consiglia di eseguire prove di scorrimento su giunto di malta e prove di compressione su carote con giunto inclinato, al fine di determinare un involucro di rottura lineare, secondo il modello di Mohr-Coulomb.</p> <p><u>RESISTENZA A COMPRESSIONE:</u> Per la valutazione della resistenza a compressione, si consiglia di eseguire prove con martinetti piatti doppi, prove di compressione su carote con giunto orizzontale e prove di compressione su campioni di malta e laterizio.</p> <p>Considerando i risultati sperimentali ottenuti per murature emiliane di edifici rurali, la numerosità delle prove sopra citate potrà essere limitata. I risultati così ottenuti non sono sufficienti per valutazioni di tipo statistico, ma potranno essere utilizzati per stabilire se c'è una corrispondenza tra la tipologia muraria dell'edificio in esame e quella degli edifici investigati nella campagna sperimentale.</p>	<p>Resistenza: valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1</p> <p>Modulo elastico: media delle prove o valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1.</p>	<p><u>Caso 1</u> – Nel caso di corrispondenza tra tipologia muraria oggetto delle indagini e tipologie rurali investigate (stabilita attraverso l'esecuzione di un numero limitato di indagini): considerare il limite inferiore o il valore medio della Tabella Riassuntiva a seconda della qualità e dello stato di conservazione della muratura, a giudizio del tecnico.</p> <p>Per la resistenza a compressione, in presenza di malte di pessima qualità, ridurre del 30% il valore limite inferiore proposto in tabella.</p> <p><u>Caso 2</u> – Nel caso di non corrispondenza tra tipologia muraria oggetto delle indagini e tipologie rurali investigate (stabilita attraverso l'esecuzione di un numero limitato di indagini): si rimanda alle indicazioni delle NTC2008.</p>	1.20



Indicazioni tecnico-operative

Procedure per la valutazione delle proprietà meccaniche di edifici in muratura

LC2

Per il livello di conoscenza LC2 si consiglia di eseguire:

RESISTENZA AL TAGLIO:

- Prove di scorrimento su giunto di malta
- Prove di compressione su carote con giunto inclinato



Inviluppo di rottura lineare, secondo il modello di Mohr-Coulomb.

RESISTENZA A COMPRESSIONE:

- Prove con martinetti piatti doppi
- Prove di compressione su carote con giunto orizzontale
- Prove di compressione su campioni di malta e laterizio.

Per il livello di conoscenza **LC2**, la **numerosità delle prove** sopra citate potrà essere **limitata**. I risultati così ottenuti non sono sufficienti per valutazioni di tipo statistico, ma potranno essere utilizzati per stabilire se c'è una corrispondenza tra la tipologia muraria dell'edificio in esame e quella degli edifici investigati nella campagna sperimentale.



Indicazioni tecnico-operative

Procedure per la valutazione delle proprietà meccaniche di edifici in muratura

LC2

Valori delle proprietà meccaniche da utilizzarsi nelle verifiche strutturali:

CASO 1 – Corrispondenza tra tipologia muraria oggetto delle indagini e tipologie murarie investigate nella presente campagna sperimentale:

- Considerare valore medio o limite inferiore degli intervalli della *Tabella Riassuntiva* (a giudizio del tecnico)
- Per la resistenza a compressione, in presenza di malte di pessima qualità, ridurre del 30% il valore limite inferiore proposto in tabella.

Tipologia di muratura		f_m (N/cm ²)	τ_0 (N/cm ²)
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	Limite inf.	346	4.5
	Valor medio	396	9.8
	Limite sup.	439	10.9

CASO 2 – NON corrispondenza tra tipologia muraria oggetto delle indagini e tipologie murarie investigate nella presente campagna sperimentale:

- Si rimanda alle indicazioni delle NTC 2008



Indicazioni tecnico-operative

Procedure per la valutazione delle proprietà meccaniche di edifici in muratura

LC3

Livello di Conoscenza	Proprietà dei materiali				FC
	Tipologia di indagine		Valori delle proprietà		
	NTC2008	Proposta	NTC2008	Proposta	
LC3	<p>Indagini in situ ESAUSTIVE: servono per ottenere informazioni quantitative sulla resistenza del materiale. In aggiunta alle verifiche visive, ai saggi interni ed alle prove di cui ai punti precedenti, si effettua una ulteriore serie di prove sperimentali che, per numero e qualità, siano tali da consentire di valutare le caratteristiche meccaniche della muratura. La misura delle caratteristiche meccaniche della muratura si ottiene mediante esecuzione di prove, in situ o in laboratorio (su elementi non disturbati prelevati dalle strutture dell'edificio). Le prove possono in generale comprendere prove di compressione diagonale su pannelli o prove combinate di compressione verticale e taglio. Metodi di prova non distruttivi possono essere impiegati in combinazione, ma non in completa sostituzione di quelli sopra descritti. Qualora esista una chiara, comprovata corrispondenza tipologica per materiali, pezzatura dei conci, dettagli costruttivi, in sostituzione delle prove sulla costruzione oggetto di studio possono essere utilizzate prove eseguite su altre costruzioni presenti nella stessa zona. Le Regioni potranno, tenendo conto delle specificità costruttive del proprio territorio, definire zone omogenee a cui riferirsi a tal fine.</p>	<p>Indagini in situ ESAUSTIVE: prove distruttive da eseguire in situ o in laboratorio su elementi non disturbati prelevati dalle strutture dell'edificio. Nell'impossibilità di condurre questo tipo di prove, i risultati sperimentali ottenuti per murature emiliane di edifici rurali consentono di limitare le indagini e di eseguire solo prove localmente distruttive.</p> <p>Per ogni tipo di muratura:</p> <p><u>RESISTENZA AL TAGLIO:</u> sarà necessario svolgere almeno 2 prove di scorrimento su giunto di malta e alcune prove di compressione su carote con giunto inclinato.</p> <p><u>RESISTENZA A COMPRESSIONE:</u> sarà necessario svolgere almeno 1 prova con martinetti piatti doppi e 3 prove di compressione su carote con giunto orizzontale.</p>	<p><u>Caso A</u> (disponibili 3 o più valori sperimentali di resistenza): Resistenza: media dei risultati delle prove. Modulo elastico: media delle prove o valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1.</p> <p><u>Caso B</u> (disponibili 2 valori sperimentali di resistenza): Resistenza: - se valore medio sperimentale compreso in intervallo di Tabella C8A.2.1, valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1; - se valore medio sperimentale maggiore di estremo superiore intervallo, quest'ultimo; - se valore medio sperimentale inferiore al minimo dell'intervallo, valore medio sperimentale. Modulo elastico: come LC3 - <i>Caso A</i>.</p> <p><u>Caso C</u> (disponibile 1 valore sperimentale di resistenza): Resistenza: - se valore sperimentale compreso in intervallo di Tabella C8A.2.1, oppure superiore, valore medio intervallo; - se valore sperimentale inferiore al minimo dell'intervallo, valore sperimentale. Modulo elastico: come LC3 - <i>Caso A</i>.</p>	<p>Si considerano i risultati delle prove localmente distruttive: - se il valore sperimentale è compreso nell'intervallo della Tabella Riassuntiva, considerare il valore sperimentale; - se il valore sperimentale è minore dell'estremo inferiore dell'intervallo della Tabella Riassuntiva, considerare il valore sperimentale; - se il valore sperimentale è maggiore dell'estremo superiore dell'intervallo della Tabella Riassuntiva, prendere quest'ultimo. Nel caso della valutazione della resistenza al taglio, i risultati sono ridotti del 20%.</p> <p>Nel caso vengano eseguite indagini di tipo distruttivo, fare riferimento alle indicazioni delle NTC 2008.</p>	1.00



Indicazioni tecnico-operative

Procedure per la valutazione delle proprietà meccaniche di edifici in muratura

LC3

Le prove distruttive, previste da NTC, da eseguire in situ o in laboratorio, devono essere condotte su elementi non disturbati prelevati dalle strutture dell'edificio.

Nell'impossibilità di condurre questo tipo di prove, i risultati sperimentali ottenuti per murature emiliane di edifici rurali consentono di limitare le indagini e di eseguire solo prove localmente distruttive. Di seguito numerosità MINIME:

RESISTENZA AL TAGLIO:

- N° 2 prove di scorrimento su giunto di malta
- Prove di compressione su carote con giunto inclinato

RESISTENZA A COMPRESSIONE:

- N°1 prova con martinetti piatti doppi
- N° 3 prove di compressione su carote con giunto orizzontale



Indicazioni tecnico-operative

Procedure per la valutazione delle proprietà meccaniche di edifici in muratura

LC3

Valori delle proprietà meccaniche da utilizzarsi nelle verifiche strutturali:

Considerando i risultati delle prove localmente distruttive effettuate:

- se il valore sperimentale è compreso nell'intervallo della Tabella Riassuntiva, considerare il valore sperimentale
- se il valore sperimentale è minore dell'estremo inferiore dell'intervallo della Tabella Riassuntiva, considerare il valore sperimentale
- se il valore sperimentale è maggiore dell'estremo superiore dell'intervallo della Tabella Riassuntiva, prendere quest'ultimo.

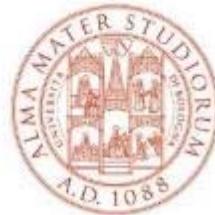
Nel caso della valutazione della resistenza al taglio, i risultati sono ridotti del 20%.

Tipologia di muratura		f_m (N/cm ²)	τ_0 (N/cm ²)
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	Limite inf.	346	4.5
	Valor medio	396	9.8
	Limite sup.	439	10.9

Nel caso vengano eseguite indagini di tipo distruttivo, fare riferimento alle indicazioni delle NTC 2008.



GRAZIE DELL'ATTENZIONE



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Prof. Ing. Claudio Mazzotti

claudio.mazzotti@unibo.it

Università di Bologna

DICAM – Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali

www.dicam.unibo.it

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

IL PRESENTE MATERIALE È RISERVATO AL PERSONALE DELL'UNIVERSITÀ DI BOLOGNA E NON PUÒ ESSERE UTILIZZATO AI TERMINI DI LEGGE DA ALTRE PERSONE O PER FINI NON ISTITUZIONALI