

**EDIL
TEST** S.R.L.



Laboratorio prove su Materiali da
Costruzione & Indagini Strutturali



ORDINE DEGLI
ARCHITETTI
PIANIFICATORI
PAESAGGISTI
E CONSERVATORI
DELLA PROVINCIA
DI LATINA



SEMINARIO

INDAGINI STRUTTURALI

ESECUZIONE DI INDAGINI SULLE STRUTTURE ESISTENTI E SUI TERRENI DI FONDAZIONE:
DALLA TEORIA ALLA PRATICA

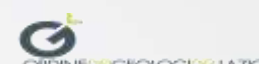
Modalità di esecuzione delle indagine ed elaborazione dei risultati

Esempi e casi reali



Laboratorio prove su Materiali da
Costruzione & Indagini Strutturali

Relatori Ediltest s.r.l.: Ing. Antonello CONFORTO - Ing. Agostino SCHIAVONE

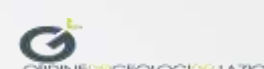


Un vasto campo di lavoro una realtà in continua evoluzione

**EDIL
TEST** S.R.L.

Laboratorio prove su Materiali da
Costruzione & Indagini Strutturali

- Indagini strutturali
- Prove su materiali da costruzione
- Prodotti per l'edilizia
- Servizi e consulenze

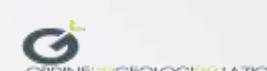






INDAGINI STRUTTURALI – Esecuzione di indagini sulle strutture esistenti e sui terreni di fondazione: dalla teoria alla pratica

Ing. Antonello CONFORTO - Ing. Agostino SCHIAVONE



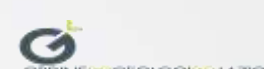
INDAGINI STRUTTURALI – Esecuzione di indagini sulle strutture esistenti e sui terreni di fondazione: dalla teoria alla pratica

Ing. Antonello CONFORTO - Ing. Agostino SCHIAVONE



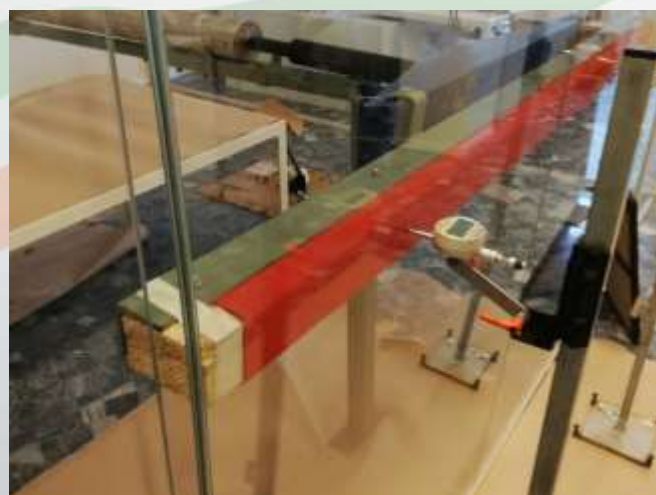
INDAGINI STRUTTURALI – Esecuzione di indagini sulle strutture esistenti e sui terreni di fondazione: dalla teoria alla pratica

Ing. Antonello CONFORTO - Ing. Agostino SCHIAVONE



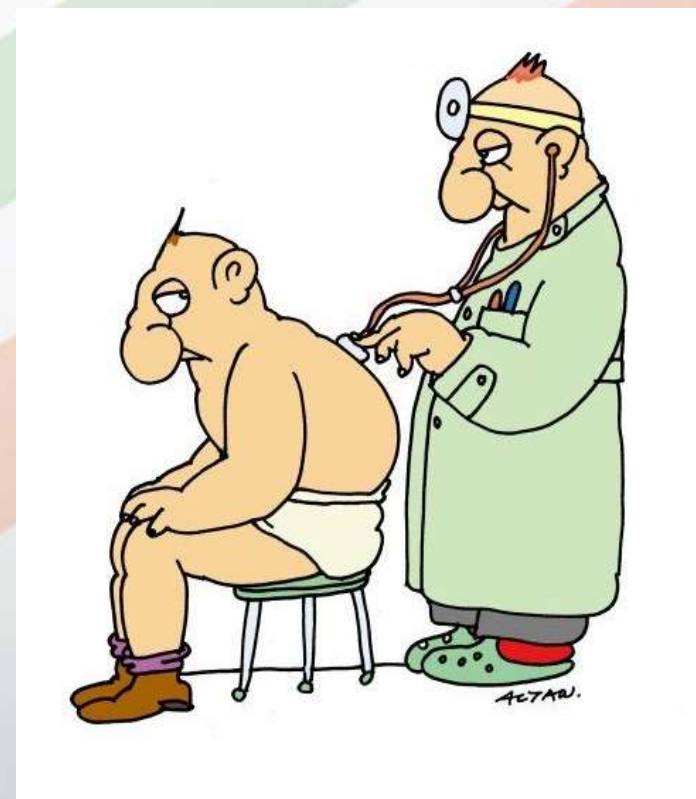
INDAGINI STRUTTURALI – Esecuzione di indagini sulle strutture esistenti e sui terreni di fondazione: dalla teoria alla pratica

Ing. Antonello CONFORTO - Ing. Agostino SCHIAVONE





ANALIZZARE LA SALUTE DELLA STRUTTURA



«ANALISI» → INDAGINI STRUTTURALI

STRUTTURE SISMORESISTENTI IN MURATURA



- Non distruttive
- Moderatamente distruttive
- Distruttive



STRUTTURE SISMORESISTENTI IN CLS ARMATO



Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale", n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale

Sped. abb. post. - art. 1, comma 1
Legge 27-02-2004, n. 46 - Filiale di Roma

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA

Roma - Martedì, 20 febbraio 2018

SI PUBBLICA TUTTI I
GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA, 78 - 00185 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - VIA SALARIA, 561 - 00138 ROMA - CENTRALINO 06-8501 - LIBRERIA DELLO STATO
PIAZZA S. VINCENZO, 1 - 00185 ROMA

N. 8

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DECRETO 17 gennaio 2018.

Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».



11-2-2019

Supplemento ordinario n. 5 alla GAZZETTA UFFICIALE

Serie generale - n. 25

CIRCOLARI

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

IL MINISTRO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

Con decreto ministeriale 17 gennaio 2018, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale del 20 febbraio 2018, n. 42 è stato approvato l'aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni», testo normativo che raccoglie in forma unitaria le norme che disciplinano la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire, per stabiliti livelli di sicurezza, la pubblica incolumità.

Tale aggiornamento costituisce un più avanzato sistema normativo atto a fornire i criteri generali di sicurezza, a precisare le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, a definire le caratteristiche dei materiali ed a trattare gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere, nuove ed esistenti: impostazione condivisa dal mondo accademico, professionale e produttivo-imprenditoriale.

In considerazione del carattere innovativo di detto aggiornamento, si è ritenuto opportuno emanare la presente circolare applicativa che sostituisce la precedente circolare n. 617 del 2 febbraio 2009, relativa alle norme tecniche approvate con decreto ministeriale 14 gennaio 2008, la quale ha lo scopo di fornire agli operatori del settore, ed in particolare ai progettisti, opportuni chiarimenti, indicazioni ed elementi informativi per una più agevole ed univoca applicazione delle norme stesse.

Per essendo state apportate numerose e significative modifiche rispetto alla precedente circolare, non è stato cambiato l'impianto generale e l'articolazione del documento e, pertanto, il testo è articolato conformemente alle norme tecniche di cui mantiene la medesima strutturazione in capitoli e paragrafi, al fine di una più agevole consultazione.

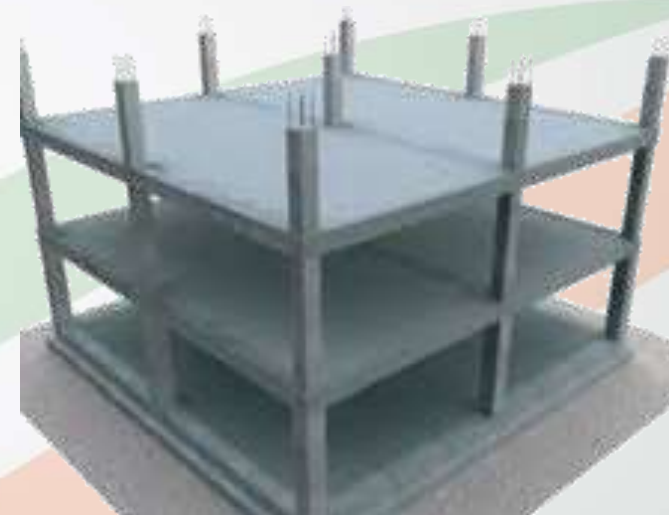
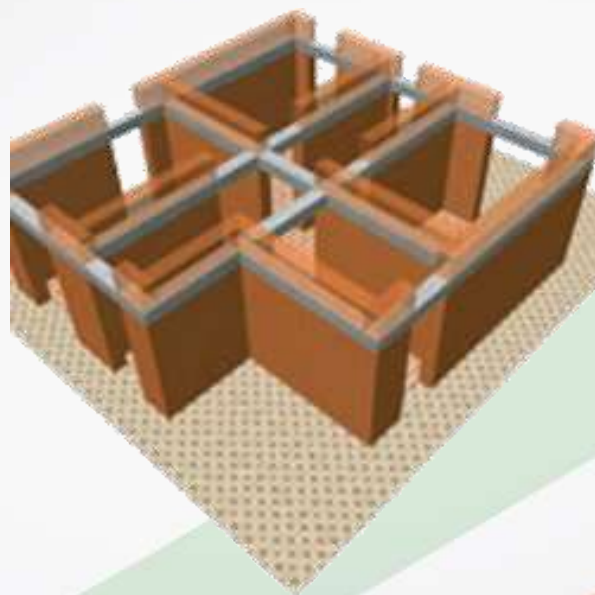
La presente circolare è stata sottoposta al parere dell'Assemblea generale del Consiglio superiore dei lavori pubblici, che si è espressa favorevolmente in data 27 luglio 2018, con voto n. 29/2017.

Roma, 21 gennaio 2019

Il Ministro TOROGLI



QUALI PROVE



QUANTE PROVE

- **LC1 = LIMITATE**
- **LC2 = ESTESE**
- **LC3 = ESAUSTIVE**



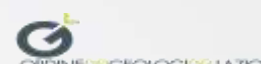


Tabella C8.5.V - Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prova per edifici di c.a.

Livello di Indagini e Prove	Rilievo(dei dettagli costruttivi) ^(a)	Prove (sui materiali) ^{(b)(c)(d)}
	Per ogni elemento "primario" (trave, pilastro)	
limitato	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
esteso	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
esaustivo	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m ² di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

NOTE ESPLICATIVE ALLE TABELLE C8.5.V E C8.5.VI

Le percentuali di elementi da indagare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza riportati nelle Tabelle C8.5.V e C8.5.VI hanno valore indicativo e vanno adattati ai singoli casi, tenendo conto dei seguenti aspetti:

- Nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si tiene conto delle eventuali situazioni ripetitive, che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per geometria e ruolo uguali nello schema strutturale.
- Le prove sugli acciai sono finalizzate all'identificazione della classe dell'acciaio utilizzata con riferimento alla normativa vigente all'epoca di costruzione. Ai fini del raggiungimento del numero di prove sull'acciaio necessario per acquisire il livello di conoscenza desiderato è opportuno tener conto dei diametri (nelle strutture in c.a.) o dei profili (nelle strutture in acciaio) di più diffuso impiego negli elementi principali, con esclusione delle staffe.
- Ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con almeno il triplo di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive.
- Il numero di provini riportato nelle tabelle C8.5.V e C8.5.VI può esser variato, in aumento o in diminuzione, in relazione alle caratteristiche di omogeneità del materiale. Nel caso del calcestruzzo in opera, tali caratteristiche sono spesso legate alle modalità costruttive tipiche dell'epoca di costruzione e del tipo di manufatto, di cui occorrerà tener conto nel pianificare l'indagine. Sarà opportuno, in tal senso, prevedere l'effettuazione di una seconda campagna di prove integrative, nel caso in cui i risultati della prima risultino fortemente disomogenei.

Tabella C.8.5.III - Valori del coefficiente κ suggeriti per l'aggiornamento del valore medio dei parametri meccanici, secondo l'equazione [C8.5.4.3], con riferimento ai più diffusi metodi di indagine diretta sulle proprietà meccaniche della muratura.

Metodo di prova	Parametro	κ
Prova di compressione diretta (su una porzione di parete muraria)	E	1,5
	f	1
Martinetto piatto doppio	E	1,5
	f (*)	2 (*)
Prova di compressione e taglio (su un pannello isolato nella parete muraria) - prova tipo Sheppard	G	1,5
	$\tau_0 \cdot f_0$	1
Prova di compressione diagonale	G	1,5
	τ_0	1
Prova di taglio diretto sul giunto	f_0	2
Prove in laboratorio sui costituenti (**)	f_0, f_m, f_k	2

Tabella C8.5.I - Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: f = resistenza media a compressione, f_0 = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), f_{v0} = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f (N/mm ²)	f_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 sbazzati, 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 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
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.; doppio UNI foratura $\leq 40\%$)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

Tabella C8.5.II - Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; risilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessioni trasversali	Iniezione di miscela leganti (*)	Intonaco armato (**)	Risilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.; doppio UNI foratura $\leq 40\%$)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

MURATURA :

Prove non distruttive o moderatamente distruttive:

- Indagini Visive Muratura ←
- Termografia
- Indagini soniche
- Endoscopia
- Radar/Elettromagnetici
- Martinetti piatti
- Prove sulla malta
- Prove di carico sui solai

Prove distruttive:

- Prove su pannelli a compressione;
compressione diagonale e taglio



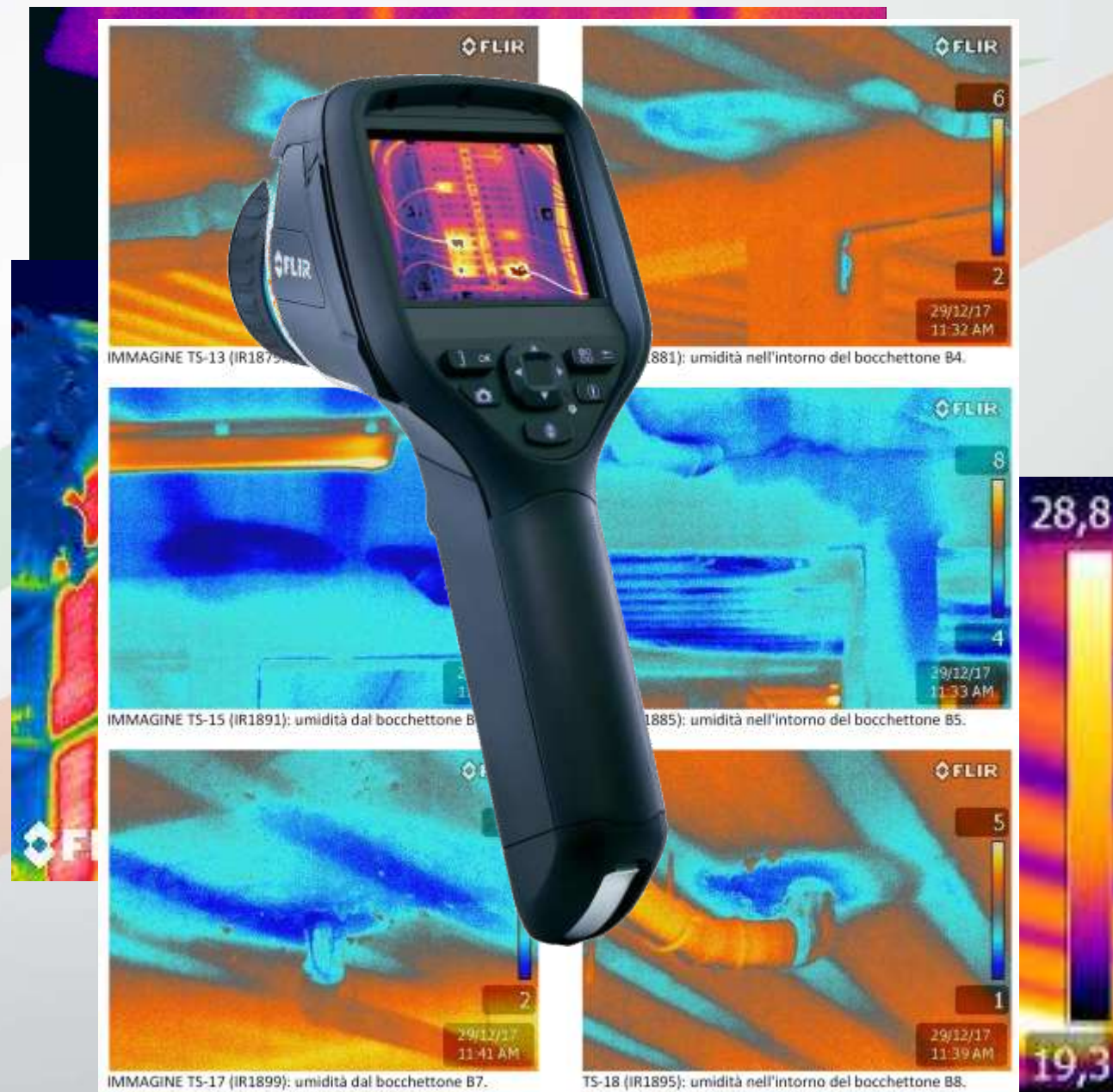
MURATURA :

Prove non distruttive o moderatamente distruttive:

- Termografia
- Indagini soniche
- Endoscopia
- Radar/Elettromagnetici
- Martinetti piatti
- Prove sulla malta
- Prove di carico sui solai

Prove distruttive:

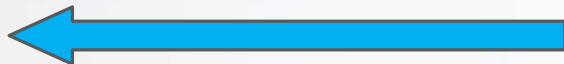
- Prove su pannelli a compressione;
compressione diagonale e taglio



MURATURA :

Prove non distruttive o moderatamente distruttive:

- Termografia
- Indagini soniche
- Endoscopia
- Radar/Elettromagnetici
- Martinetti piatti
- Prove sulla malta
- Prove di carico sui solai



Prove distruttive:

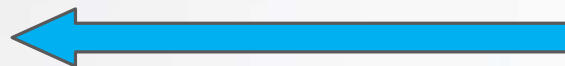
- Prove su pannelli a compressione;
compressione diagonale e taglio



MURATURA :

Prove non distruttive o moderatamente distruttive:

- Termografia
- Indagini soniche
- Endoscopia
- Radar/Elettromagnetici
- Martinetti piatti
- Prove sulla malta
- Prove di carico sui solai



Prove distruttive:

- Prove su pannelli a compressione;
compressione diagonale e taglio



MURATURA :

Prove non distruttive o moderatamente distruttive:

- Termografia
- Indagini soniche
- Endoscopia
- Radar/Elettromagnetici
- Martinetti piatti
- Prove sulla malta
- Prove di carico sui solai



Prove distruttive:

- Prove su pannelli a compressione;
compressione diagonale e taglio



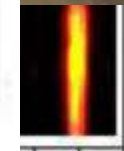
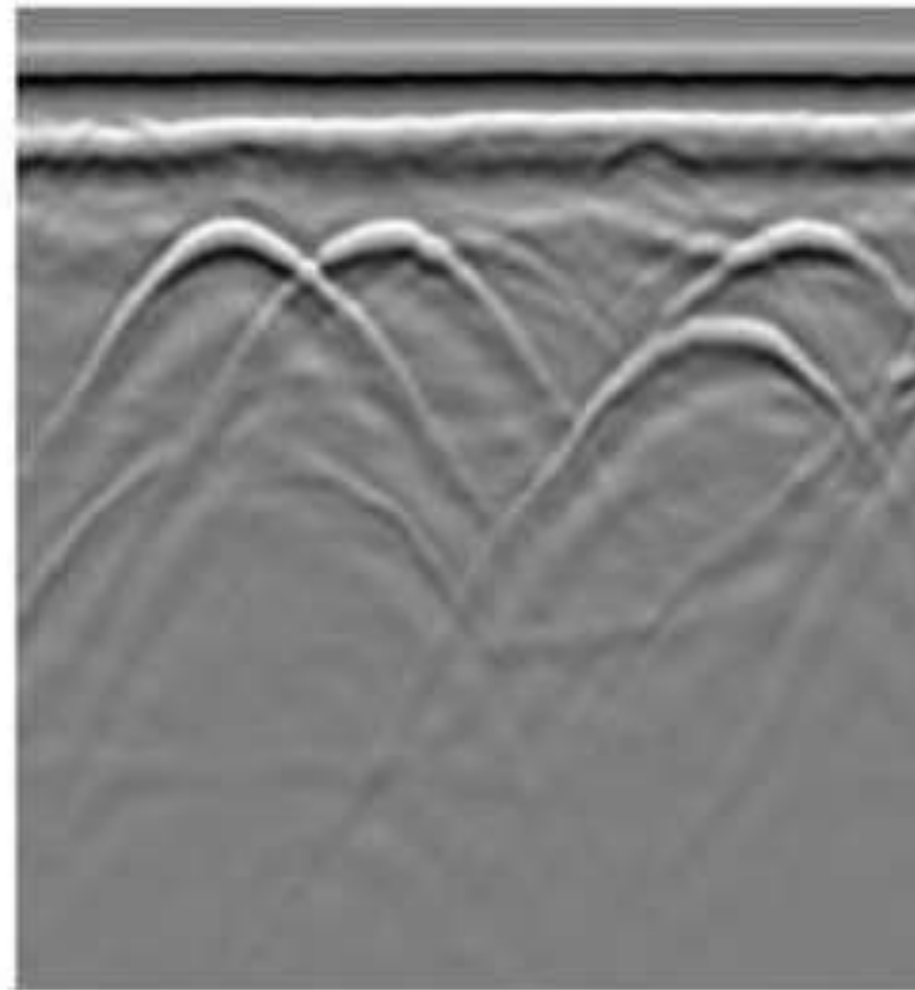
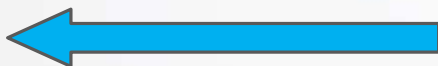
MURATURA :

Prove non distruttive o moderatamente distruttive:

- Termografia
- Indagini soniche
- Endoscopia
- Radar/Elettromagnetici
- Martinetti piatti
- Prove sulla malta
- Prove di carico sui solai

Prove distruttive:

- Prove su pannelli a compressione;
compressione diagonale e taglio



0 0.5 1 1.5

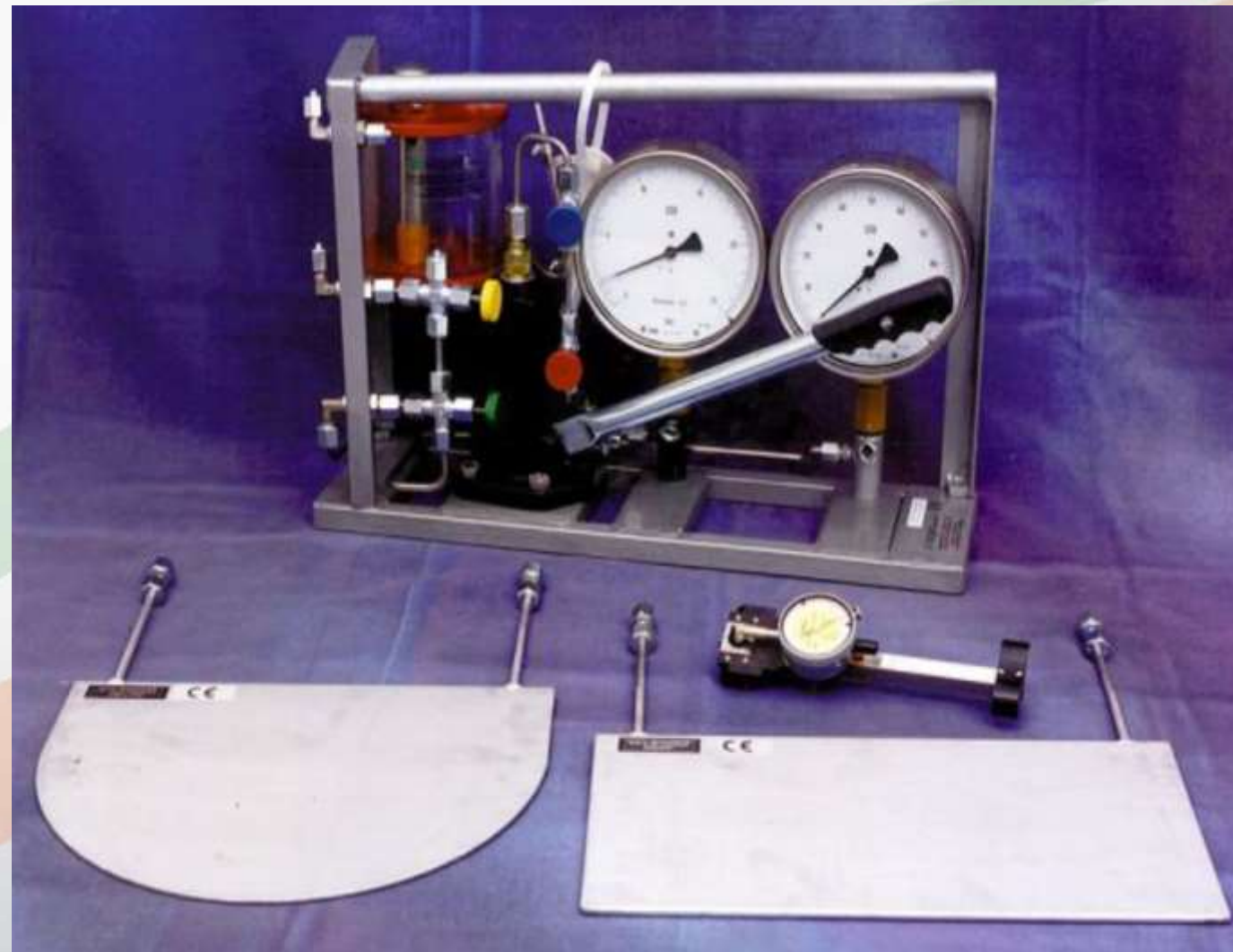
MURATURA :

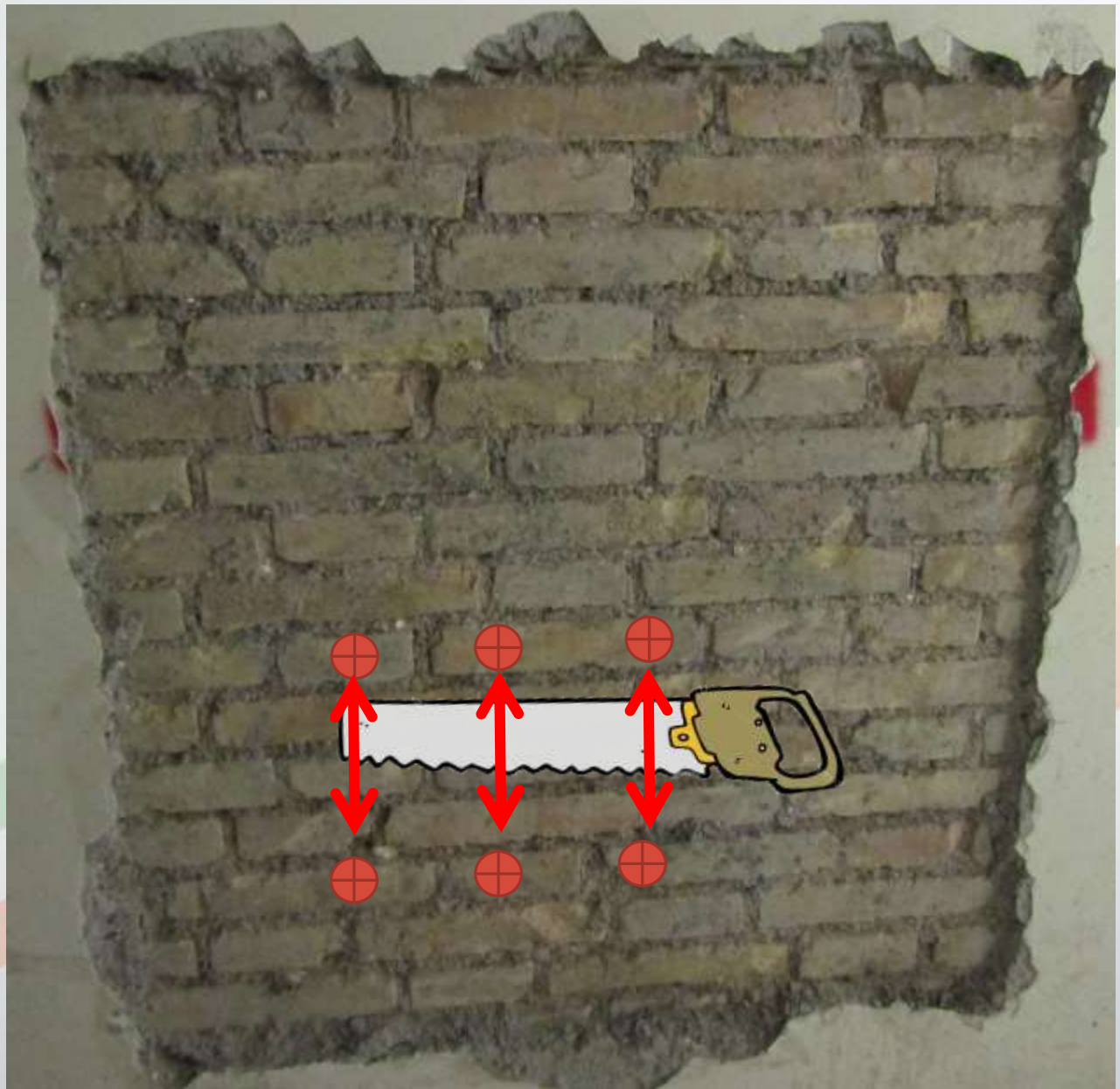
Prove non distruttive o moderatamente distruttive:

- Termografia
- Indagini soniche
- Endoscopia
- Radar/Elettromagnetici
- Martinetti piatti ←
- Prove sulla malta
- Prove di carico sui solai

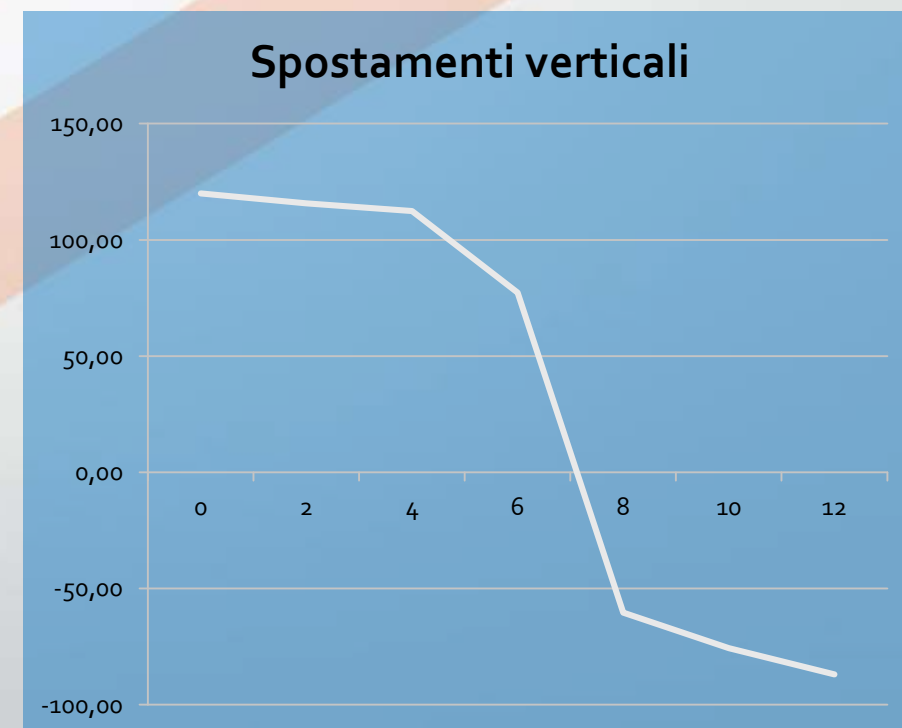
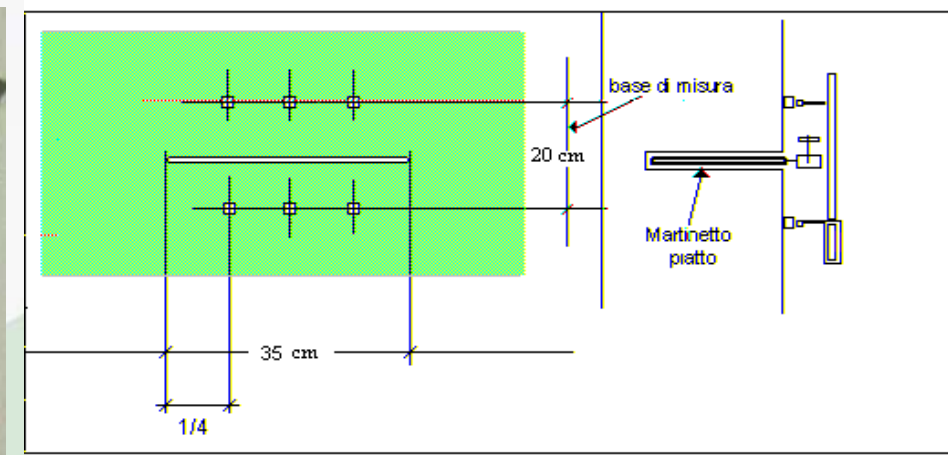
Prove distruttive:

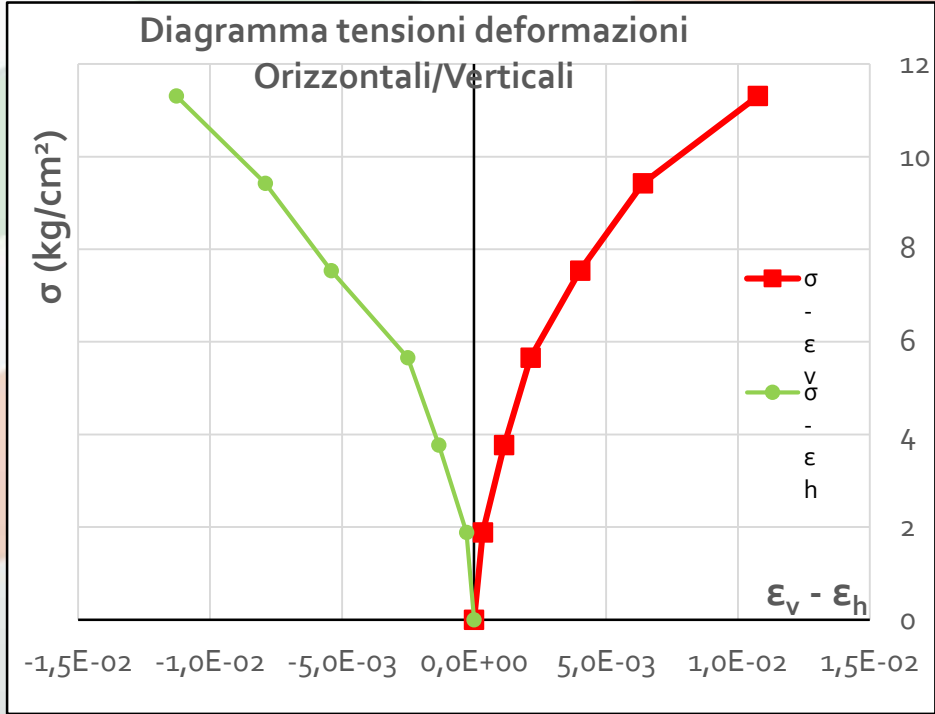
- Prove su pannelli a compressione;
compressione diagonale e taglio











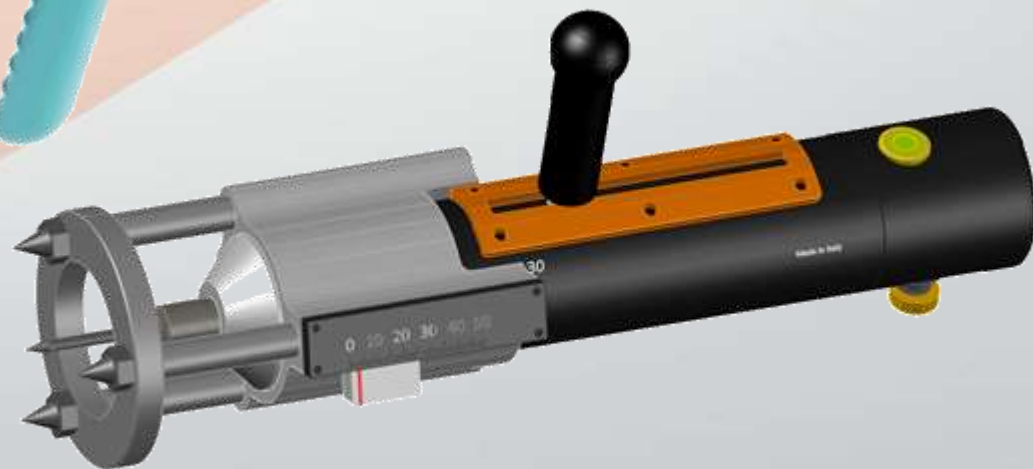
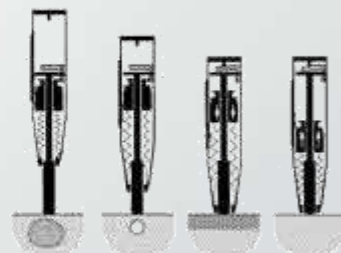
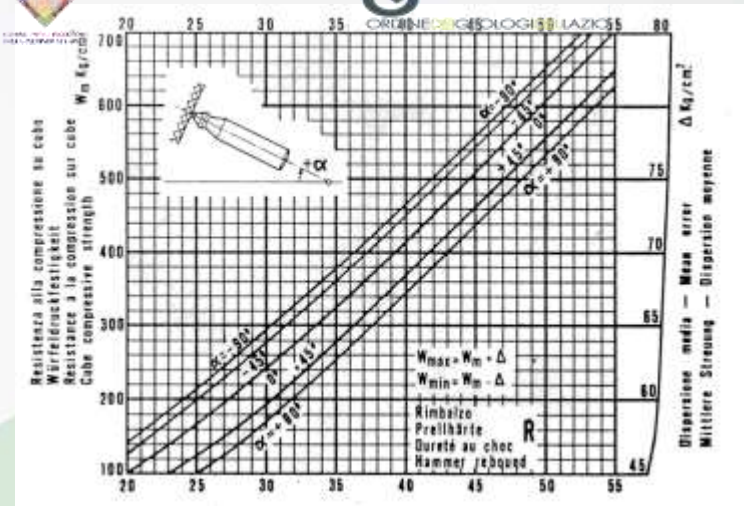
MURATURA :

Prove non distruttive o moderatamente distruttive:

- Termografia
- Indagini soniche
- Endoscopia
- Radar/Elettromagnetici
- Martinetti piatti
- Prove sulla malta ←
- Prove di carico sui solai

Prove distruttive:

- Prove su pannelli a compressione;
compressione diagonale e taglio



MURATURA :

Prove non distruttive o moderatamente distruttive:

- Termografia
- Indagini soniche
- Endoscopia
- Radar/Elettromagnetici
- Martinetti piatti
- Prove sulla malta ←
- Prove di carico sui solai

Prove distruttive:

- Prove su pannelli a compressione;
compressione diagonale e taglio

Campione 17CA03615. Fotomicrografia al MPOM in luce trasmessa, sezione sottile, 80 x N+.



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



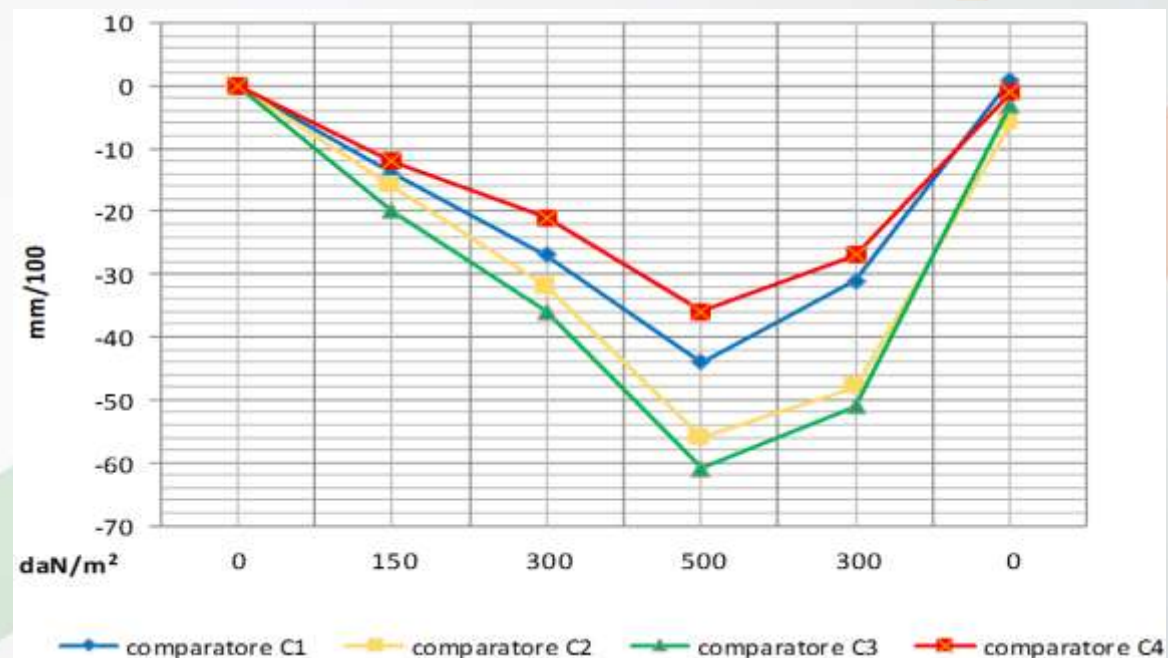
Tab. 11.10.V - Corrispondenza tra classi di resistenza e composizione in volume delle malte

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	—



PROVA DI CARICO SU SOLAIO

STEP	ORA	CARICO Kg/m ²	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 3	Comp. 4	Temp. °C
0 (0')	08:40	0	0.00	0.00	0.00	0.00	7°
1 (0')	08:50	150	-0.14	-0.15	-0.19	-0.11	7°
2 (10')	09:00	150	-0.14	-0.15	-0.20	-0.12	7°
3 (20')	09:10	150	-0.14	-0.16	-0.20	-0.12	7°
4 (0')	09:30	300	-0.27	-0.32	-0.36	-0.21	8°
5 (10')	09:40	300	-0.27	-0.32	-0.36	-0.21	8°
6 (20')	09:50	300	-0.27	-0.32	-0.36	-0.21	8°
7 (0')	10:10	500	-0.42	-0.53	-0.59	-0.36	8°
8 (10')	10:20	500	-0.43	-0.53	-0.59	-0.34	8°
9 (20')	10:30	500	-0.43	-0.53	-0.59	-0.34	8°
10 (30')	10:40	500	-0.44	-0.56	-0.61	-0.36	10°
11 (0')	10:50	300	-0.32	-0.49	-0.51	-0.29	10°
12 (10')	11:00	300	-0.32	-0.49	-0.51	-0.28	10°
13 (30')	11:20	300	-0.31	-0.48	-0.51	-0.27	10°
14 (0')	11:30	0	-0.05	-0.07	-0.05	-0.03	10°
15 (10')	11:40	0	-0.02	-0.07	-0.03	-0.02	10°
16 (20')	11:50	0	0.01	-0.06	-0.03	-0.01	10°



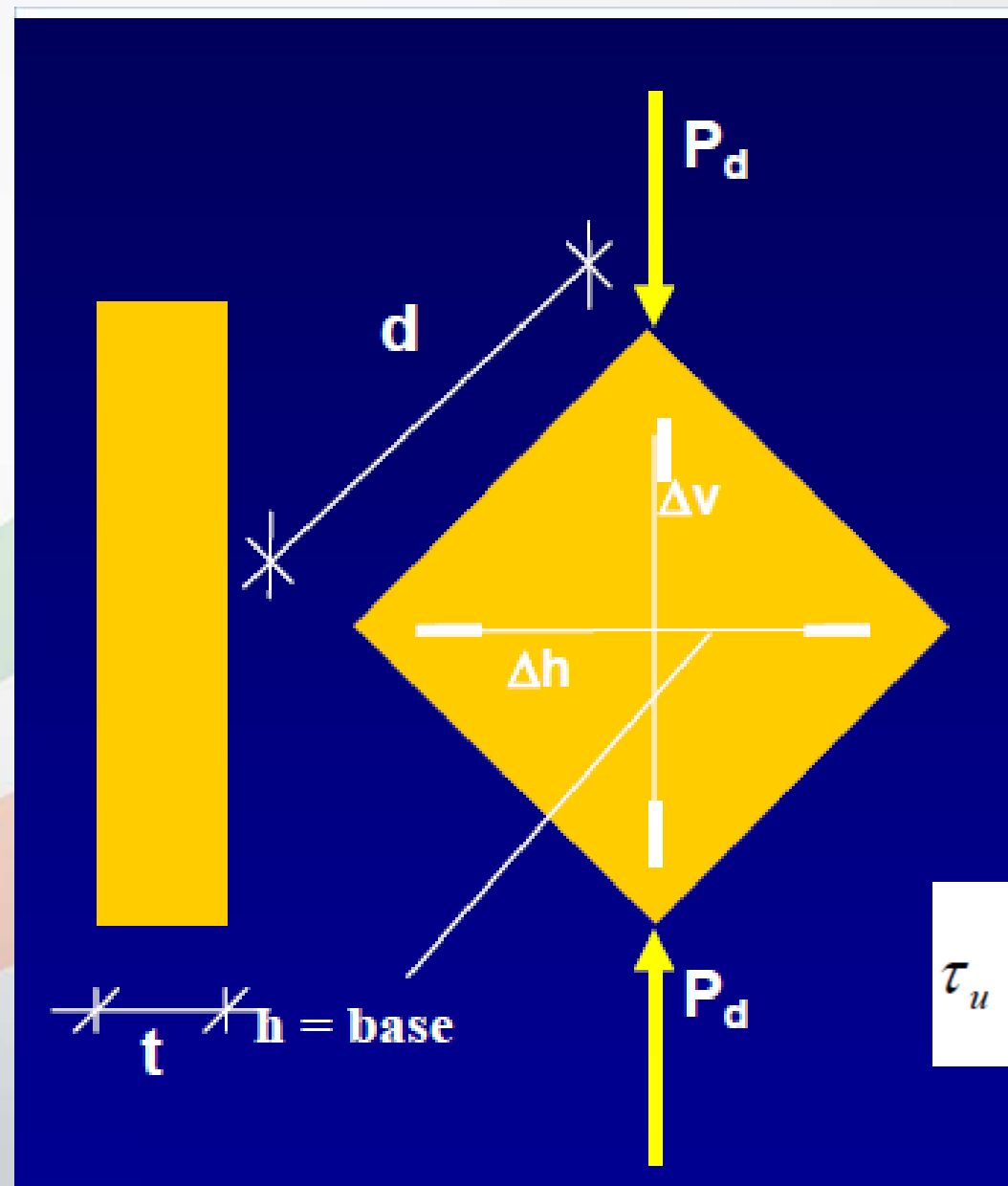
MURATURA :

Prove non distruttive o moderatamente distruttive:

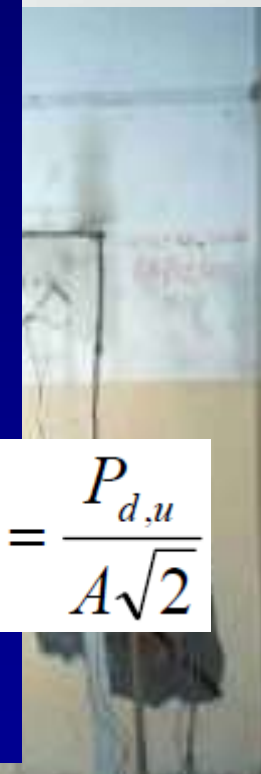
- Termografia
- Indagini soniche
- Endoscopia
- Radar/Elettromagnetici
- Martinetti piatti
- Prove sulla malta
- Prove di carico sui solai

Prove distruttive:

- Prove su pannelli a compressione; compressione diagonale e taglio



$$\tau_u = \frac{P_{d,u}}{A\sqrt{2}}$$



CALCESTRUZZO ARMATO :

Prove non distruttive:

- Pacometriche
- Sclerometriche
- Ultrasuoni
- Sonreb
- Prove di carico sui solai

Prove moderatamente distruttive:

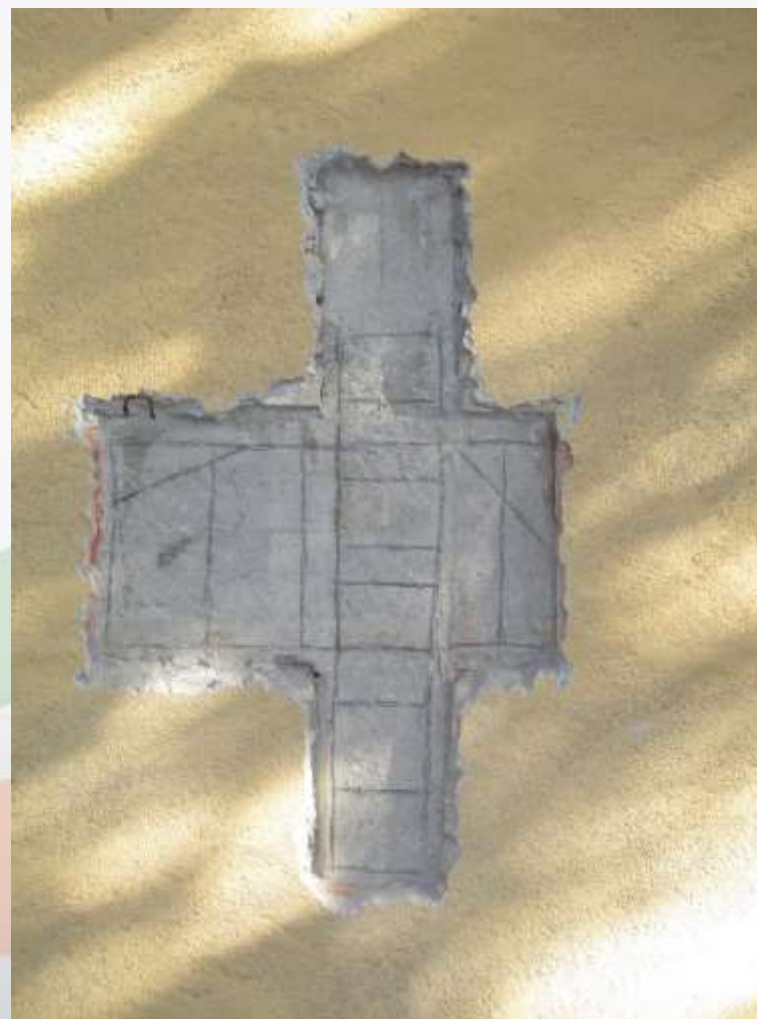
- Pull-off
- Pull-out
- Profondità di penetrazione

Prove distruttive:

- Saggi sulle strutture
- Prelievo armatura
- Carotaggio



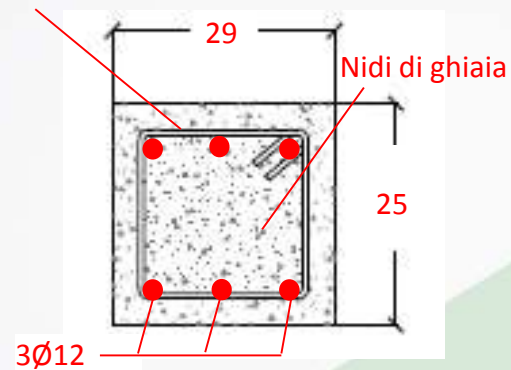
Pacometriche



...elaborazione delle pacometriche

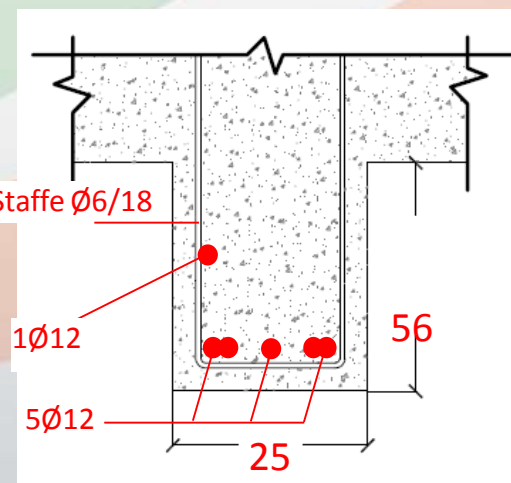
N° Identificativo Prova: **P C01**
Elemento Prova: **PILASTRO**
Superficie Acciaio: **LISCIA**
Spess. Copriferro: $1 < c. f. < 3 \text{ cm}$
Note: **SOMMITA'**
PRESENTI NIDI DI GHIAIA

Staffe $\varnothing 6/10$

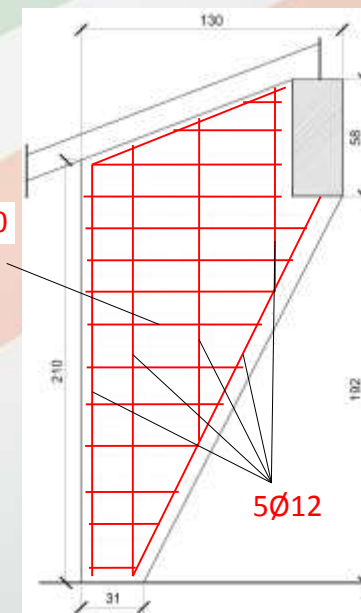


N° Identificativo Prova: **P C03**
Elemento Prova: **TRAVE DI APPOGGIO – INCROCIO TRAVI**
Superficie Acciaio: **LISCIA**
Spess. Copriferro: $1 < c. f. < 3 \text{ cm}$
Note: **DOPPIO TONDO DI SPIGOLO**

Staffe $\varnothing 6/18$



Staffe $\varnothing 6/10$



N° Identificativo Prova: **P C05**
Elemento Prova: **PILASTRO SOTTOTETTO**
Superficie Acciaio: **LISCIA**
Spess. Copriferro: $1 < c. f. < 3 \text{ cm}$
Note:

CALCESTRUZZO ARMATO :

Prove non distruttive:

- Pacometriche
- Sclerometriche ←
- Ultrasuoni
- Sonreb
- Prove di carico sui solai

Prove moderatamente distruttive:

- Pull-off
- Pull-out
- Profondità di penetrazione

Prove distruttive:

- Saggi sulle strutture
- Prelievo armatura
- Carotaggio



PROVE SCLEROMETRICHE													
VALORI DI BATTUTA													
POS. SCLEROMETRO	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PILASTRO	S9	48	49	42	52	44	46	50	50	50	48	46	50
	valore convertito	56	59	45	64	49	52	60	60	60	56	52	60
MEDIA MIN. MAX.													
56 42 52													
POS. SCLEROMETRO	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PILASTRO	S10	48	50	54	53	49	46	48	54	46	48	46	48
	valore convertito	56	60	68	66	59	52	56	68	52	56	52	56
MEDIA MIN. MAX.													
58 46 54													
POS. SCLEROMETRO	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
TRAVE	S11	44	40	40	42	44	40	46	42	40	42	46	42
	valore convertito	49	41	41	45	49	41	52	45	41	45	52	45
MEDIA MIN. MAX.													
45 40 46													
POS. SCLEROMETRO	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PILASTRO	S12	44	46	48	46	46	46	50	44	48	44	48	50
	valore convertito	49	52	56	52	52	52	60	49	56	49	56	60
MEDIA MIN. MAX.													
53 44 50													



CALCESTRUZZO ARMATO :

Prove non distruttive:

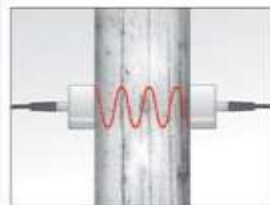
- Pacometriche
- Sclerometriche
- Ultrasuoni ←
- Sonreb
- Prove di carico sui solai

Prove moderatamente distruttive:

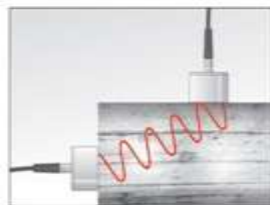
- Pull-off
- Pull-out
- Profondità di penetrazione

Prove distruttive:

- Saggi sulle strutture
- Prelievo armatura
- Carotaggio



TRASMISIONE DIRETTA

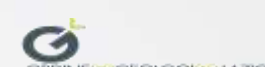


TRASMISIONE SEMIDIRETTA



TRASMISIONE SUPERFICIALE

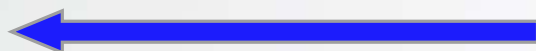




CALCESTRUZZO ARMATO :

Prove non distruttive:

- Pacometriche
- Sclerometriche
- Ultrasuoni
- Sonreb
- Prove di carico sui solai



Prove moderatamente distruttive:

- Pull-off
- Pull-out
- Profondità di penetrazione

Prove distruttive:

- Saggi sulle strutture
- Prelievo armatura
- Carotaggio

$$R_{cp} = a \times V^b \times I^c$$

PROVE SCLEROMETRICHE																
VALORI DI BATTUTA																
POS. SCLEROMETRO	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	MEDI A	MIN.	MAX.
	S	8	28	32	32	34	26	34	34	36	36	30	34	30,4	26	36
PILASTRO	valore convertito	21	27	27	31	18	31	31	34	34	24	31	24	28	18	34
POS. SCLEROMETRO	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	MEDI A	MIN.	MAX.
	ST	5	30	24	32	34	30	28	28	34	36	34	28	30,6	24	36
TRAVE	valore convertito	24	15	27	31	24	21	21	31	34	31	21	21	25	15	34
POS. SCLEROMETRO	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	MEDI A	MIN.	MAX.
	S	10	30	36	38	36	38	34	30	38	28	30	30	33	28	38
PILASTRO	valore convertito	24	34	38	34	38	31	24	38	21	24	24	21	29	21	38
POS. SCLEROMETRO	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	MEDI A	MIN.	MAX.
	S	12	38	40	34	37	37	35	38	43	40	38	40	38,3	34	43
PILASTRO	valore convertito	38	41	31	36	36	32	38	47	41	38	41	41	38	31	47

CALCOLO DELLE VELOCITA' ULTRASONICHE									
STAZIONE	ELEMENTO	DIST. (cm)	TEMPO (microsec.)			VELOCITA' (m/s)			VELOCITA' (m/s)
			A	B	C	A	B	C	
US 1	PILASTRO	40,0	111,8	113,4	112,6	3578	3527	3552	3553
US 2	TRAVE	30,0	85,4	85,1	87,0	3513	3525	3448	3495
US 3	TRAVE	25,0	64,6	67,0	68,6	3870	3731	3644	3749
US 4	PILASTRO	25,0	64,6	71,0	63,0	3870	3521	3968	3786

RESISTENZA PROBABILE - METODO SONREB													
STAZ.	STRUTTURA		ELEMENTO	RIMBALZO	VELOCITA'	RESISTENZE (N/mm ²) Vedi formule (1-2.....7)							R _{cm} per elemento
				Is	Vm (m/s)	Rc (1)	Rc (2)	Rc (3)	Rc (4)	Rc (5)	Rc (6)	Rc (7)	N/mm ²
1	P1	S1	PILASTRO	45,6	3553	34,8	33,0	27,6	37,2	32,7	27,9	33,2	32,3
2	P2	S2	TRAVE	43,5	3495	31,9	30,2	24,7	32,8	30,1	25,2	29,8	29,2
3	P3	S3	TRAVE	41,5	3749	34,2	34,1	27,8	35,7	32,2	28,2	33,4	32,2
4	P4	S4	PILASTRO	43,5	3786	37,0	36,7	30,4	39,9	34,5	30,7	36,7	35,1

PROVA SONREB (Sonic-Rebound)



EQUAZIONI DI CORRELAZIONE TRA VELOCITA' E INDICE SCLEROMETRICO

$$R_c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 2,86 \times 10^{-2} \times Im^{1,246} \times V^{1,85} \quad (\text{N/mm}^2, \text{ km/s}) \quad (\text{Gasparik, 1984})$$

$$R_c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 1,2 \times 10^{-9} \times Im^{1,058} \times V^{2,446} \quad (\text{N/mm}^2, \text{ m/s}) \quad (\text{Di Leo, Pascale, 1994})$$

$$R_c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 7,695 \times 10^{-11} \times Im^{1,4} \times V^{2,6} \quad (\text{N/mm}^2, \text{ m/s}) \quad (\text{Giacchetti, Laquaniti, 1980})$$

$$R_c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 1,53 \times 10^{-3} \times (Im^2 \times V^4)^{0,611} \quad (\text{N/mm}^2, \text{ km/s}) \quad (\text{Arioglu, Koyluoglu, 1996})$$

$$R_c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 4,40 \times 10^{-7} \times (Im^2 \times V^3)^{0,5634} \quad (\text{N/mm}^2, \text{ m/s}) \quad (\text{Del Monte et al., 2004})$$

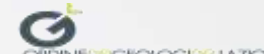
$$R_c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 2,765 \times 10^{-10} \times Im^{1,311} \times V^{2,487} \quad (\text{N/mm}^2, \text{ m/s}) \quad (\text{Bocca e Cianfrone, 1983})$$

$$R_c \text{ (N/mm}^2\text{)} = 9,27 \times 10^{-11} \times Im^{1,4} \times V^{2,6} \quad (\text{N/mm}^2, \text{ m/s}) \quad (\text{RILEM, 1989})$$

Ove: Im e' l'indice sclerometrico e V e' la velocità ultrasonica.

RESISTENZA PROBABILE - METODO SONREB

STAZ.	PROVA		ELEMENTO	RIMBALZO	VELOCITA'	RESISTENZE (N/mm²) Vedi formule (1-2....7)							R_{cm} per elemento
						R _c (1)	R _c (2)	R _c (3)	R _c (4)	R _c (5)	R _c (6)	R _c (7)	N/mm²
				Is	V _m (m/s)								
1	US 1	S 1	PILASTRO	46,1	4054	45,1	46,2	39,4	52,5	41,3	39,3	47,5	44,5
2	US 2	S 2	PILASTRO	40,6	3925	36,2	37,3	30,3	38,4	33,9	30,7	36,6	34,8
3	US 3	S 3	TRAVE	48,2	4532	58,6	63,6	56,1	74,8	52,5	55,0	67,6	61,1
4	US 4	S 4	TRAVE	57,0	4359	67,1	69,0	64,1	92,4	59,3	62,1	77,2	70,2



CALCESTRUZZO ARMATO :

Prove non distruttive:

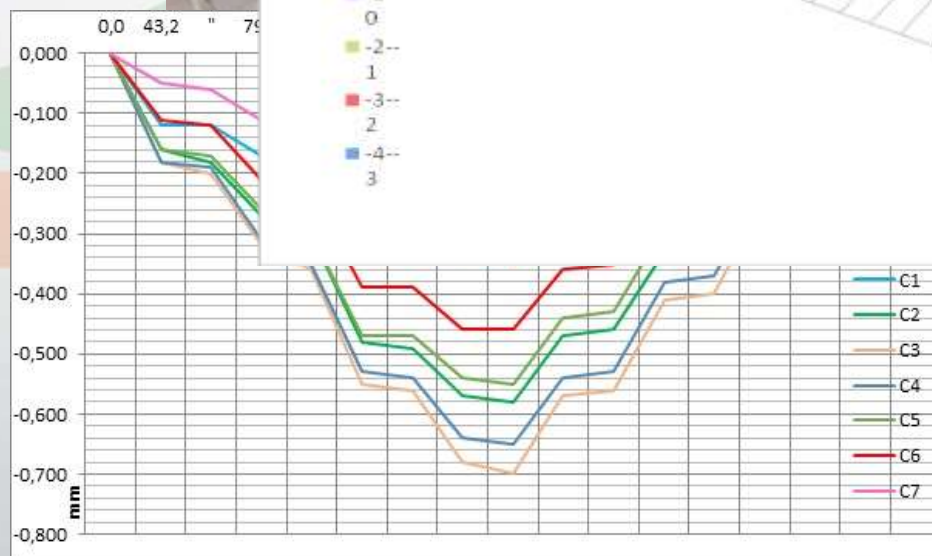
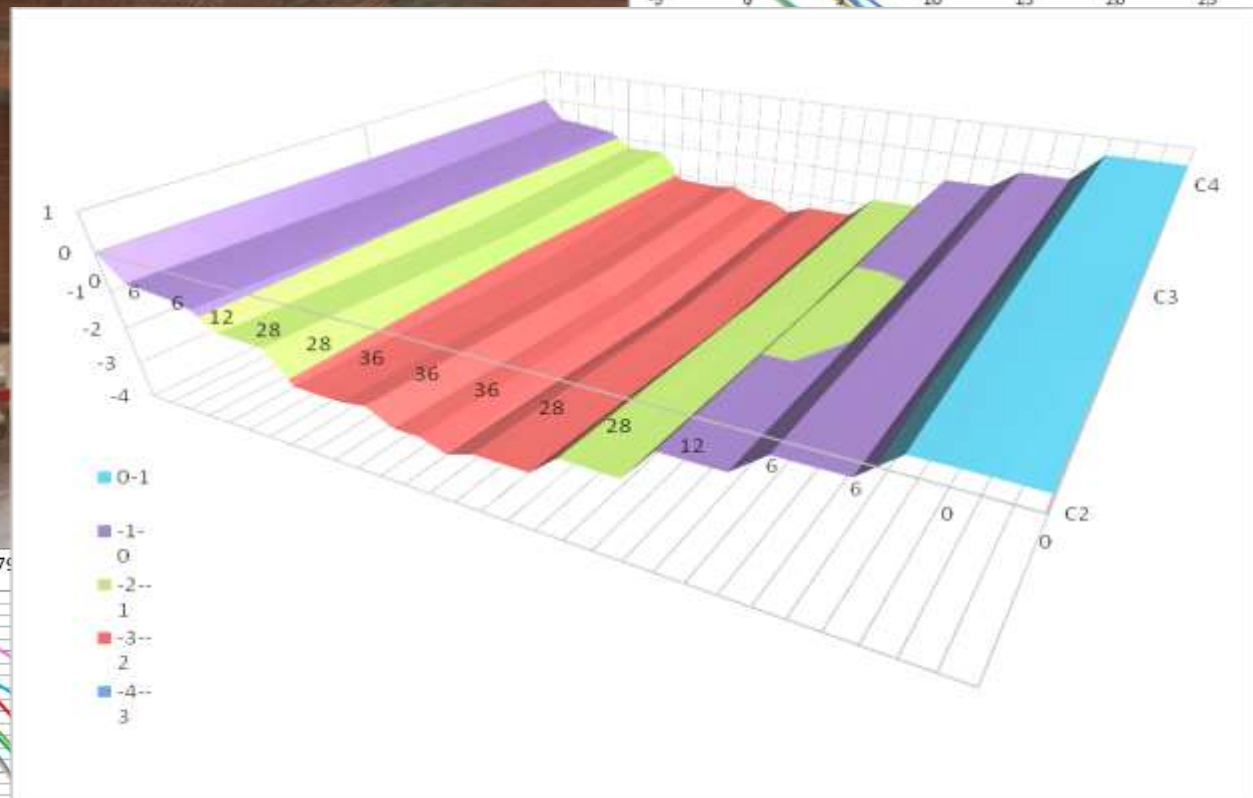
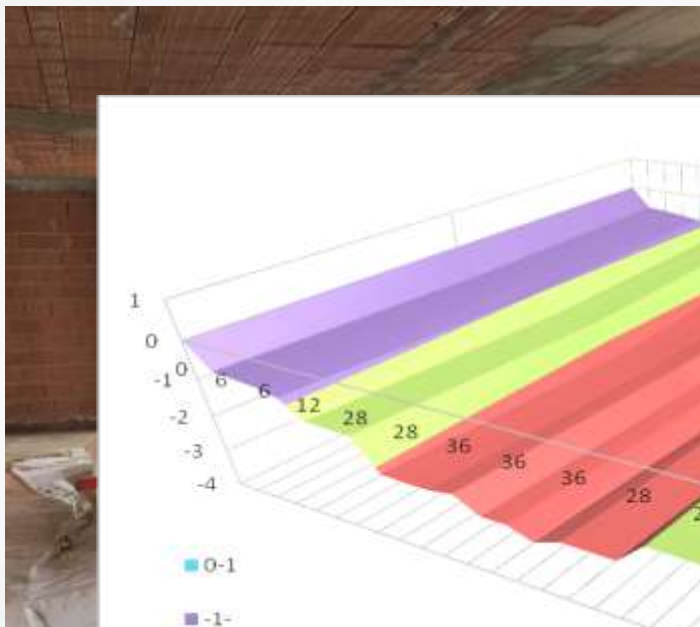
- Pacometriche
- Sclerometriche
- Ultrasuoni
- Sonreb
- Prove di carico sui solai

Prove moderatamente distruttive:

- Pull-off
- Pull-out
- Profondità di penetrazione

Prove distruttive:

- Saggi sulle strutture
- Prelievo armatura
- Carotaggio



CALCESTRUZZO ARMATO :

Prove non distruttive:

- Pacometriche
- Sclerometriche
- Ultrasuoni
- Sonreb
- Prove di carico sui solai

Prove moderatamente distruttive:

- Pull-off
- Pull-out
- Profondità di penetrazione

Prove distruttive:

- Saggi sulle strutture
- Prelievo armatura
- Carotaggio



CALCESTRUZZO ARMATO :

Prove non distruttive:

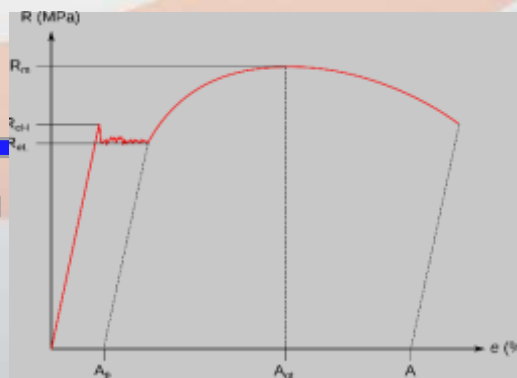
- Pacometriche
- Sclerometriche
- Ultrasuoni
- Sonreb
- Prove di carico sui solai

Prove moderatamente distruttive:

- Pull-off
- Pull-out
- Profondità di penetrazione

Prove distruttive:

- Saggi sulle strutture
- Prelievo armatura
- Carotaggio



CALCESTRUZZO ARMATO :

Prove non distruttive:

- Pacometriche
- Sclerometriche
- Ultrasuoni
- Sonreb
- Prove di carico sui solai

Prove moderatamente distruttive:

- Pull-off
- Pull-out
- Profondità di penetrazione

Prove distruttive:

- Saggi sulle strutture
- Prelievo armatura
- Prove durometriche
- Carotaggio



Id. Prova	Indice Durezza Hrc					Indice Medio Hrc	Resistenza Rm (Mpa)
D1	19,1	23,9	21,2	18,5	20,8	20,7	739
D2	22,1	17,9	23,5	19,8	18,7	20,4	734
D3	27,3	25,7	23,5	28,1	21,9	25,3	827

CALCESTRUZZO ARMATO :

Prove non distruttive:

- Pacometriche
- Sclerometriche
- Ultrasuoni
- Sonreb
- Prove di carico sui solai

Prove moderatamente distruttive:

- Pull-off
- Pull-out
- Profondità di penetrazione

Prove distruttive:

- Saggi sulle strutture
- Prelievo armatura
- Carotaggio





RISULTATI DELLE PROVE DI SCHIACCIAMENTO

CODICE	Elemento	Livello	PESO (g)	MV CLS (Kg/m ³)	Ø (mm)	Altezza (mm)	Forza (KN)	f_{opera} (MPa)
CF 01	Fondazioni	FOND	1590	2219	97,0	97,0	342,5	46,4
CT 01	Pilastro	T	1581	2204	97,0	97,1	295,3	40,0

Tabella C11.2.6.I.- *Fattore di disturbo in funzione della resistenza a compressione delle carote ($H/D=1$; $d=100$ mm)*

f_{carota} [N/mm ²]	10 ÷ 20	20 ÷ 25	25 ÷ 30	30 ÷ 35	35 ÷ 40	> 40
F_d	1.10	1.09	1.08	1.06	1.04	1.00

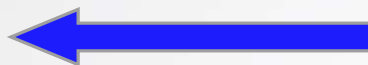


C1 01	Pilastro	1	1599	2232	97,0	97,0	325,6	44,1
C1 02	Pilastro	1	1601	2235	97,0	97,0	249,2	33,7
C1 03	Pilastro	1	1599	2227	97,0	97,2	367,6	49,8
C1 04	Trave	1	1606	2242	97,0	97,0	191,1	25,9
C2 01	Pilastro	2	1612	2250	97,0	97,0	247,7	33,5
C2 02	Trave	2	1598	2228	97,0	97,1	214,9	29,1
C2 03	Pilastro	2	1589	2218	97,0	97,0	321,1	43,5
C2 04	Pilastro	2	1602	2231	97,0	97,2	263,1	35,6

STRUTTURE IN ACCIAIO:

Prove non distruttive:

- Verifica delle saldature
- Verifica delle bullonature



Prove moderatamente distruttive:

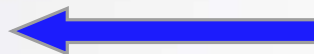
- Estrazione provini da profili laminati
- Prove durometriche



STRUTTURE IN ACCIAIO:

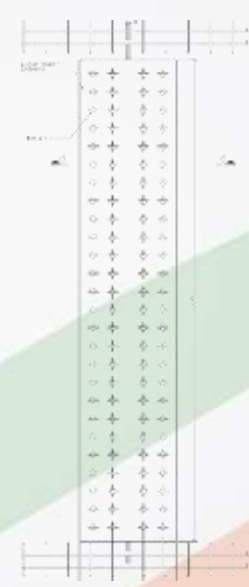
Prove non distruttive:

- Verifica delle saldature
- Verifica delle bullonature



Prove moderatamente distruttive:

- Estrazione provini da profili laminati
- Prove durometriche



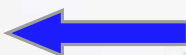
STRUTTURE IN ACCIAIO:

Prove non distruttive:

- Verifica delle saldature
- Verifica delle bullonature

Prove moderatamente distruttive:

- Estrazione provini da profili laminati
- Prove durometriche



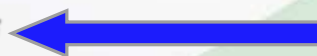
STRUTTURE IN ACCIAIO:

Prove non distruttive:

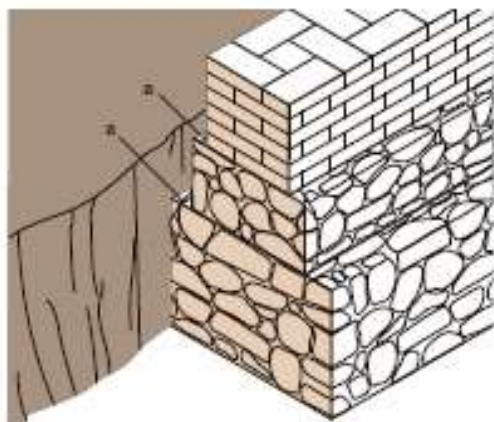
- Verifica delle saldature
- Verifica delle bullonature

Prove moderatamente distruttive:

- Estrazione provini da profili laminati
- Prove durometriche



....e per le fondazioni?

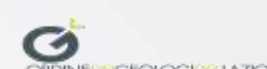


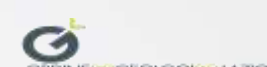
Qualora sia necessario effettuare la valutazione della sicurezza della costruzione, la verifica del sistema di fondazione è obbligatoria solo se sussistono condizioni che possano dare luogo a fenomeni di instabilità globale o se si verifica una delle seguenti condizioni:

- nella costruzione siano presenti **importanti dissesti** attribuibili a cedimenti delle fondazioni o dissesti della stessa natura si siano prodotti nel passato;
- siano possibili **fenomeni di ribaltamento e/o scorrimento** della costruzione per effetto: di condizioni morfologiche sfavorevoli, di modificazioni apportate al profilo del terreno in prossimità delle fondazioni, delle azioni sismiche di progetto;
- siano **possibili fenomeni di liquefazione del terreno** di fondazione dovuti alle azioni sismiche di progetto.



COLLAUDI, MONITORAGGI E PROVE VARIE





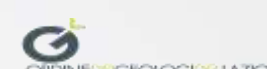
INDAGINI STRUTTURALI – Esecuzione di indagini sulle strutture esistenti e sui terreni di fondazione: dalla teoria alla pratica

Ing. Antonello CONFORTO - Ing. Agostino SCHIAVONE



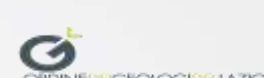


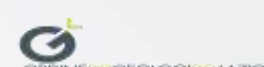




INDAGINI STRUTTURALI – Esecuzione di indagini sulle strutture esistenti e sui terreni di fondazione: dalla teoria alla pratica

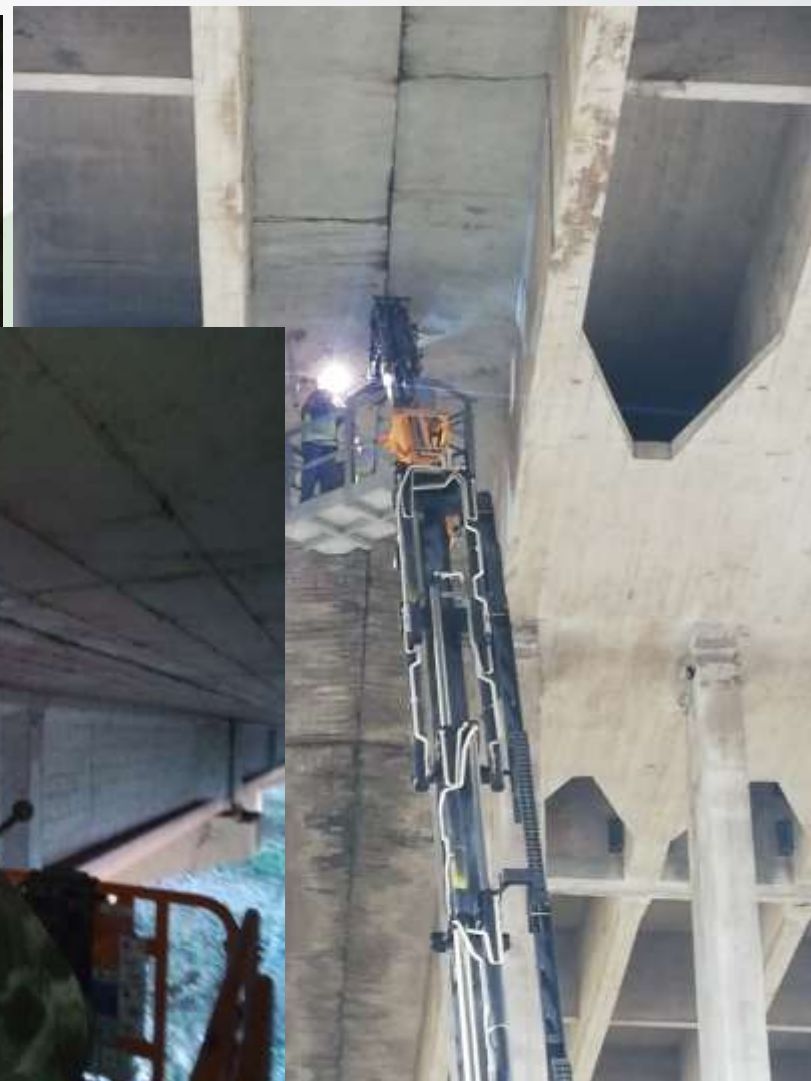
Ing. Antonello CONFORTO - Ing. Agostino SCHIAVONE







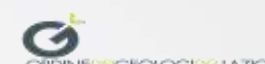




INDAGINI STRUTTURALI – Esecuzione di indagini sulle strutture esistenti e sui terreni di fondazione: dalla teoria alla pratica

Ing. Antonello CONFORTO - Ing. Agostino SCHIAVONE





IL TECNICO HA A DISPOSIZIONE TANTE INFORMAZIONI CON LE QUALI LAVORARE