



CITTA' DI SCAFATI
*Croce al Valor Militare e
Medaglia d'oro alla Resistenza*

CITTA' DI SCAFATI

(Provincia di Salerno)

Lavori di Adeguamento Sismico della Scuola Elementare e Materna Ferdinando II di Borbone di Via Genova – CUP: G83H19000720001

CORPO C

PNRR: Missione 5-Componente 2 Investimento/Subinvestimento 2.1 "Rigenerazione Urbana"

STAZIONE APPALTANTE

Comune di Scafati (SA) – Via P. Melchiade - 84018

Settore VI – LL.PP. e Manutenzione

Descrizione

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO
Relazione sulle campagne di indagini strutturali

Codice

C_RT_02

Scala

-



Il R.U.P.

Arch. Mirko Sasso

Scafati, 2 maggio 2023

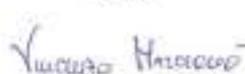
Il RTP

Ing. Massimo Viglianisi
Ing. Vincenzo Marcianò
Ing. Girolamo Siciliano

Ing. Massimo
Viglianisi

Dott. Ing. Massimo VIGLIANISI
Iscrittione all'Albo n° 6.3240
alla Sezione degli Ingegneri (Sez. A)
- Settore Urbanistica -
ALBO DEI PROFESSIONISTI DELLA PROVINCIA DI SALERNO


Ing. Vincenzo
Marcianò

Ing. Girolamo
Siciliano

Dott. Ing. Girolamo SICILIANO
Iscrittione all'Albo n° A.3658
alla Sezione degli Ingegneri (Sez. A)
- Settore Urbanistica -
ALBO DEI PROFESSIONISTI DELLA PROVINCIA DI SALERNO


Sommario

1. Premessa	3
2. Riferimenti normativi e livelli di conoscenza	5
3. CAMPAGNE DI INDAGINI IN SITO	6
3.1 CAMPAGNA DI INDAGINI DEL 2010	7
3.2 CAMPAGNA DI INDAGINI DEL 2023	11
4. DATI DI INPUT PER LA MODELLAZIONE STRUTTURALE	13
Allegati:	14

1. Premessa

Il sottoscritto **Dott. Ing. Massimo Viglianisi** (C.F.: VGLMSM81P22H224F), nato a Reggio Calabria il 22/09/1981 ed ivi residente in Via Pio XI n°95, con Studio Tecnico Professionale sito in Reggio Calabria (RC), in Via del Gelsomino n°8, CAP 89128, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Reggio Calabria al n°A3245, in qualità di Capogruppo Mandatario del Raggruppamento RTP tra i professionisti Ing. Viglianisi Massimo, Ing. Marciànò Vincenzo, Ing. Siciliano Girolamo, ha ricevuto, dal Comune di Scafati (SA), formale incarico all'esecuzione dei **"Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna FERDINANDO II di BORBONE di Via Genova - CUP: G83H19000720001 - CIG: 9107441212"**.

Vista la determinazione dirigenziale n.181 del 12/10/2022 reg. gen. N.1414 del 03/11/2022 adottata dal Responsabile del settore con la quale si è dichiarata efficace l'aggiudicazione del servizio di progettazione definitiva ed esecutiva in favore della RTP anzi richiamata, considerato il disciplinare di incarico approvato con Determina a Contrarre n.73 del 26/04/2022, lo scrivente sottoscriveva verbale di avvio dell'esecuzione del servizio in data 20.01.2023.

In quella circostanza, lo scrivente, prendeva atto dello stato dei luoghi nonché dell'analisi di vulnerabilità sismica di cui nel seguito verrà fornita descrizione sommaria.

La presente relazione sulle indagini strutturali è redatta nell'ambito del Progetto Definitivo dell'intervento sopra menzionato e riporta i dettagli e le risultanze delle campagne di indagini, distruttive e non distruttive, attuate negli ultimi anni al fine di identificare le caratteristiche dei materiali che lo compongono.

Nello specifico, per il Corpo in oggetto (CorpoC), ospitante la Scuola Elementare e Materna Ferdinando II di Borbone, è stata eseguita, nell'anno 2010, una campagna di indagini strutturali, condotta da AICI Engineering s.r.l. nell'ambito dello studio della: "Verifica della vulnerabilità sismica di edifici scolastici nel Comune di Scafati, individuati sotto la denominazione di "Lotto 3"", cui lo scrivente professionista ha fatto riferimento, congiuntamente alla documentazione reperita con l'accesso agli atti presso gli Uffici competenti, per verificare il raggiungimento del prescritto **livello di conoscenza LC2**.

L'edificio oggetto della presente Relazione, e per il quale deve essere avviata la progettazione esecutiva dell'intervento di Adeguamento sismico, risulta costituito da tre distinti corpi:

- Corpo A: edificio scolastico originario avente struttura portante in muratura ordinaria;
- Corpo B: ex alloggio custode con struttura mista, muratura - c.a.;
- Corpo C: ampliamento con struttura portante in c.a.



Figura 1: Vista aerea con individuazione dei corpi

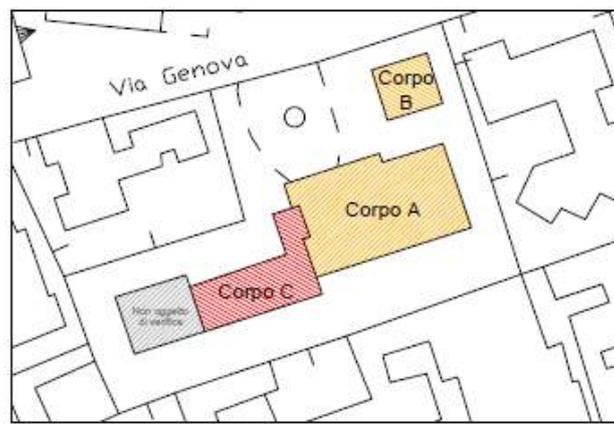


Figura 2: Il complesso di Via Genova (rif. "Relazione tecnica sulla campagna di indagini in sito" redatta da AICI Engineering nell'ambito della "Verifica della Vulnerabilità sismica di edifici scolastici nel Comune di Scafati, individuati sotto la denominazione di "Lotto 3"")

Nei Capitoli successivi, relativamente al Corpo oggetto della presente Relazione (Corpo C), verranno riportate le risultanze delle campagne di analisi sopra menzionate.

2. Riferimenti normativi e livelli di conoscenza

Le strutture esistenti, in quanto tali, sono solitamente affette da un grado di incertezza maggiore di quello associabile a strutture di nuova realizzazione. Esse riflettono infatti lo stato delle conoscenze e della normativa al tempo della costruzione e possono essere state assoggettate ad eventi sismici, o altre azioni accidentali, i cui effetti non sempre sono visibilmente manifesti. Le strutture esistenti possono inoltre presentare problematiche di degrado chimico dei materiali causato da vetustà, da condizioni ambientali sfavorevoli o da fenomeni di infiltrazione di umidità, nonché dalla mancata o errata manutenzione degli stessi durante la loro vita.

La difficoltà ad operare sul “costruito” è pertanto strettamente correlata alla conoscenza delle caratteristiche dello stesso ed è quindi necessario fare riferimento a specifici criteri e procedure di verifica per l’analisi degli edifici esistenti.

Gli aspetti normativi relativi alla caratterizzazione meccanica dei materiali costituenti l’organismo strutturale degli edifici sono regolamentati dal **D.M. Infrastrutture 17 gennaio 2018, Circolare 21 gennaio 2019 n. 7/C.S.LL.PP. - Nuove norme tecniche per le costruzioni**, e sua circolare esplicativa.

Tale normativa individua tre diversi Livelli di Conoscenza (LC) a cui sono associati altrettanti fattori di confidenza (FC) da applicare alle proprietà meccaniche dei materiali da utilizzare nel calcolo strutturale.

In particolare, la normativa distingue:

- LC1: Conoscenza limitata (FC = 1,35);
- LC2: Conoscenza adeguata (FC = 1.20);
- LC3: Conoscenza accurata (FC = 1.00).

Gli aspetti che definiscono i livelli di conoscenza sono: geometria della struttura, dettagli costruttivi, proprietà dei materiali, connessioni tra i diversi elementi e loro presumibili modalità di collasso.

La relazione tra livelli di conoscenza LC e fattori di confidenza FC è sintetizzata, per gli edifici in muratura, nella Tabella C.8.A.1.1:

Livello di Conoscenza	Geometria	Dettagli costruttivi	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Rilievo muratura, volte, solai, scale. Individuazione carichi gravanti su ogni elemento di parete Individuazione tipologia fondazioni. Rilievo eventuale quadro fessurativo e deformativo.	verifiche in situ limitate	Indagini in situ limitate Resistenza: valore minimo di Tabella C8A.2.1 Modulo elastico: valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1	Tutti	1.35
LC2			Indagini in situ estese Resistenza: valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1 Modulo elastico: media delle prove o valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1		1.20
LC3		verifiche in situ estese ed esaustive	Indagini in situ esaustive -caso a) (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 -caso b) (disponibili 2 valori sperimentali di resistenza) Resistenza: se valore medio sperimentale compreso in intervallo di Tabella C8A.2.1, valore medio dell'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 - caso a). -caso c) (disponibile 1 valore sperimentale di resistenza) Resistenza: se valore sperimentale compreso in intervallo di Tabella C8A.2.1, oppure superiore, valore medio dell'intervallo; se valore sperimentale inferiore al minimo dell'intervallo, valore sperimentale. Modulo elastico: come LC3 - caso a).		1.00

Tabella 1: Tabella C8A.1.1 - Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti valori dei fattori di confidenza per edifici in muratura

3. CAMPAGNE DI INDAGINI IN SITO

Tra il 2010 e il corrente 2023, sul Corpo A oggetto della presente Relazione, sono state eseguite diverse campagne di indagini strutturali, distruttive e non distruttive, allo scopo di caratterizzarne i dettagli strutturali:

Nello specifico:

- la prima campagna di indagini, disposta da Altro Operatore Economico, è stata eseguita nel 2010 nell'ambito della "Verifica della vulnerabilità sismica di edifici scolastici nel Comune di Scafati, individuati sotto la denominazione di "Lotto 3";
- la seconda campagna di indagini è stata eseguita nell'anno corrente (2023), disposta dallo scrivente, ed autorizzata dal Comune, al fine di integrare i deficit conoscitivi su alcuni elementi strutturali caratteristici del fabbricato (organismo di fondazione, cordoli in c.a. e pareti in conglomerato cementizio non armato ubicate al piano seminterrato del Corpo A in esame), che non erano stati indagati nel corso della prima campagna di indagini in sito.

3.1 CAMPAGNA DI INDAGINI DEL 2010

Sulla scorta della precedente campagna di indagini, eseguita dal Laboratorio di Prove sui Materiali Geo-Consult s.r.l. nell'ambito del suddetto studio di vulnerabilità sismica, condotto da Altro operatore economico (AICI Engineering s.r.l.) differente dallo scrivente tecnico, sono state eseguite le indagini distruttive e non distruttive riportate nella Tabella seguente:

Tipologia di indagine	N° Prove			
	Corpo A (muratura)	Corpo B (mido)	Corpo C (c.a.)	TOTAL E
Prove con martinetti piatti doppio per murature	1			1
Prelievo di mattoni o pietra per prove di Laboratorio	2			2
Prelievo di malta per analisi di Laboratorio	1			1
Indagini endoscopiche	6	2		8
Saggi diretti su murature/elementi c.a.	8		5	13
Saggi diretti su solaio	3	1		4
Saggio fondazione			1	1
Indagini pacometriche		varie	varie	varie
Metodo Sonreb (Sclerometriche + Ultrasuoni)		3	28	31
Carotaggio elementi in c.a.	1	-	8	9
Prelievo Ferro di armatura			2	2
Prova di carico su solaio	1			1

Tabella 2: Indagini eseguite sulla struttura (rif. "Relazione tecnica sulla campagna di indagini in sito" redatta AICI Engineering s.r.l.)

In particolare, come riportato in *Tabella 2*, per il Corpo C oggetto della presente Relazione, sono state condotte in sito da altro Operatore Economico (AICI Engineering s.r.l.) le seguenti indagini strutturali:

- N° 5 Saggi diretti su murature/elementi in c.a.;
- N° 1 Saggi in fondazione;
- N° 28 Metodo Sonreb (Sclerometriche e Ultrasuoni);
- N° 2 Prelievi di barra;
- Indagini pacometriche.

Si riportano di seguito le Planimetrie Strutturali con la localizzazione delle prove eseguite durante la campagna di indagini strutturali condotta, nel 2010, da AICI Engineering s.r.l.

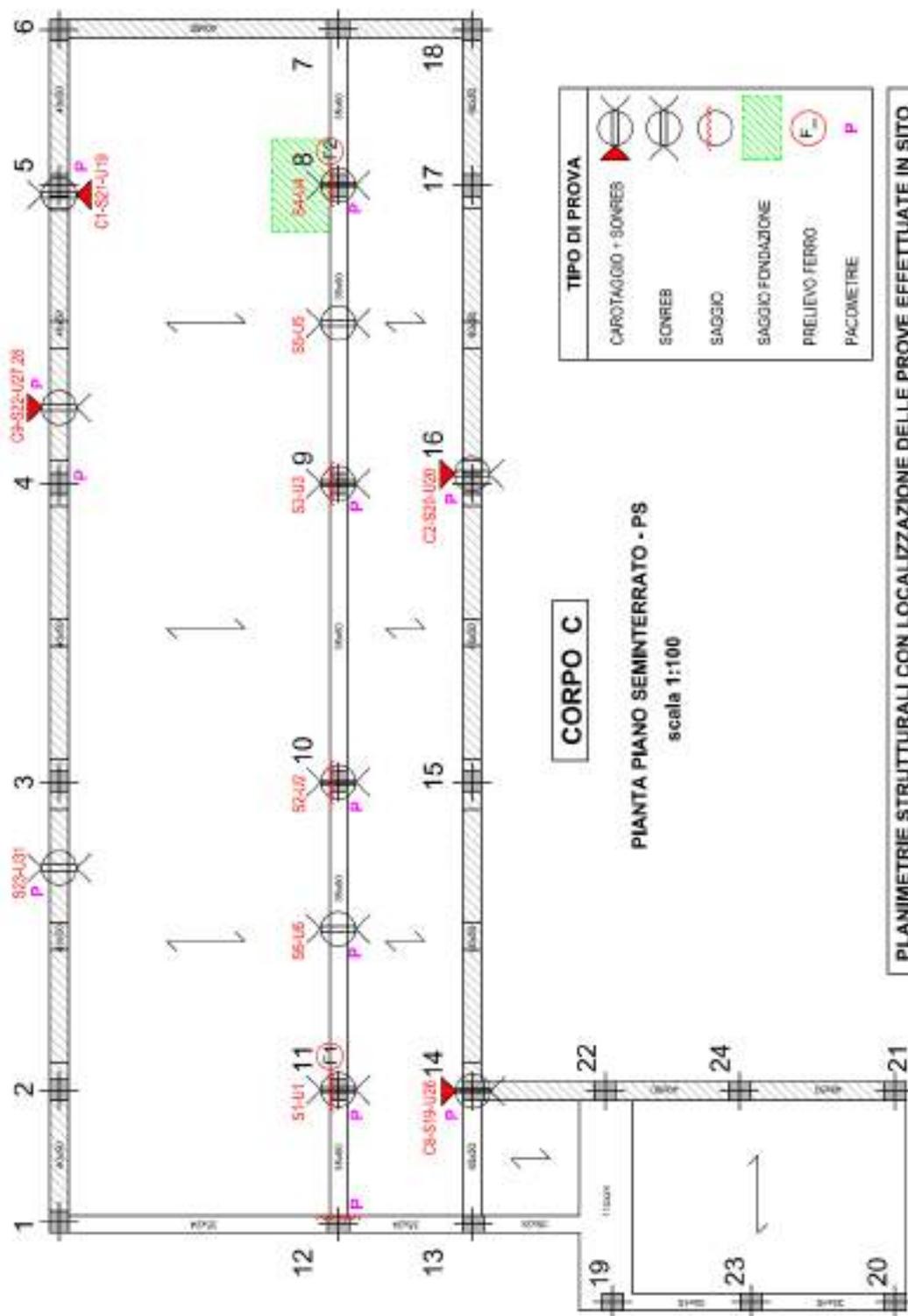


Figura 3: Planimetrie strutturali con localizzazione delle prove effettuate in sito – Pianta Piano Seminterrato in scala 1:100 (rif. “Relazione tecnica campagna di indagini in sito” redatta da AICI Engineering, 2010)

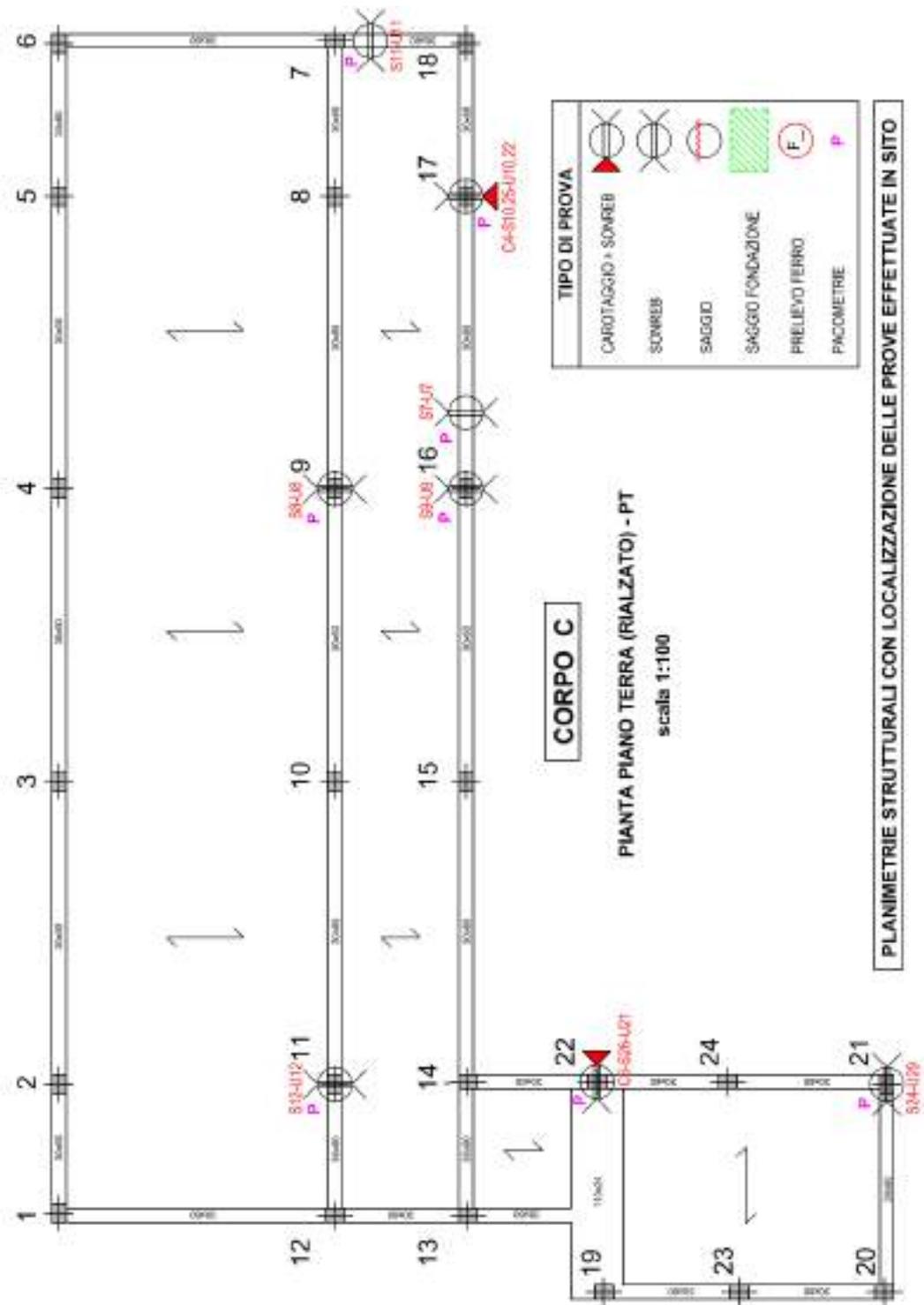


Figura 4: Planimetrie strutturali con localizzazione delle prove effettuate in sito – Pianta Piano Terra in scala 1:100 (rif. “Relazione tecnica campagna di indagini in sito” redatta da AICI Engineering, 2010)

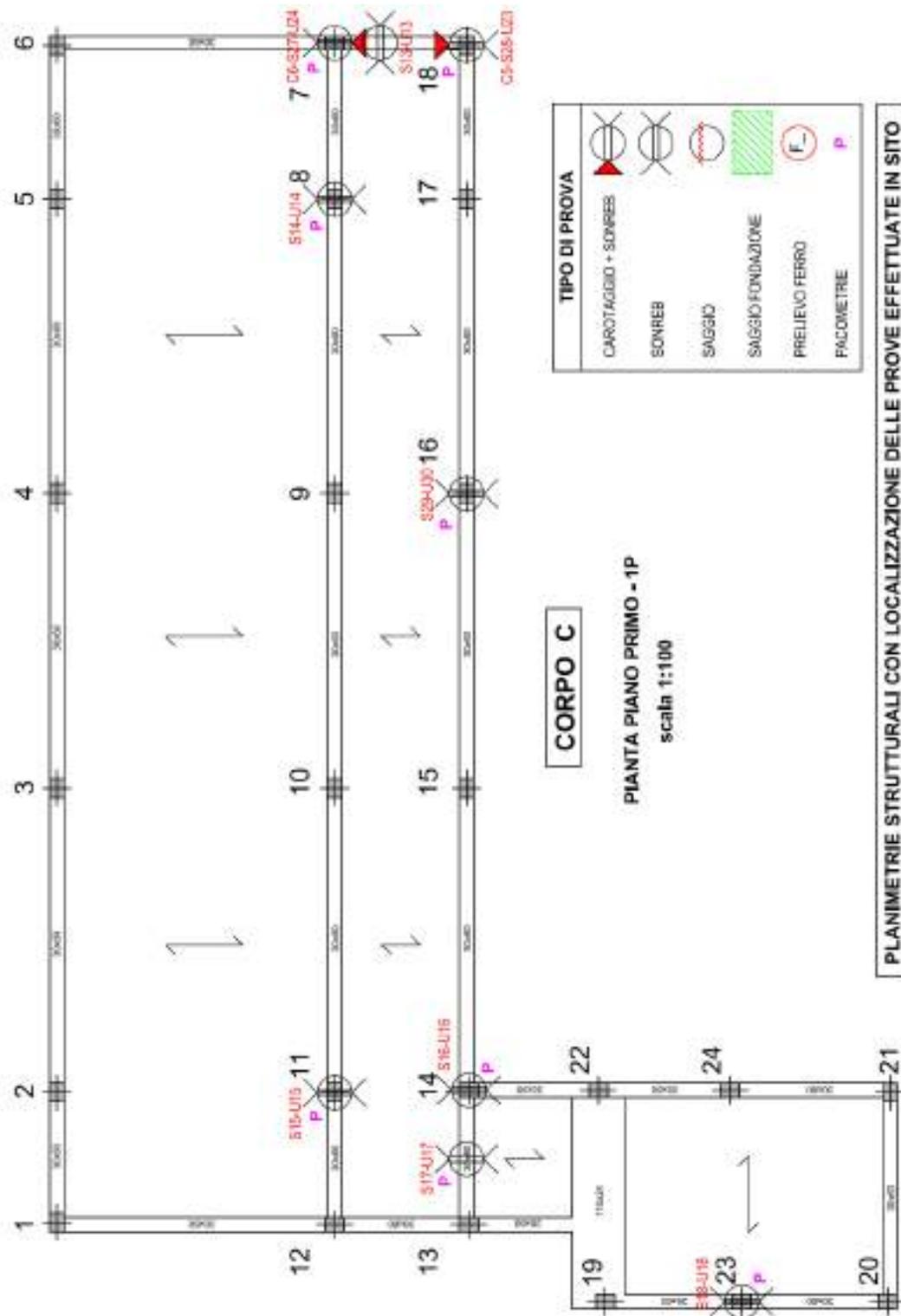


Figura 5: Planimetrie strutturali con localizzazione delle prove effettuate in sito – Pianta Piano Primo in scala 1:100 (rif. “Relazione tecnica campagna di indagini in sito” redatta da AICI Engineering, 2010)

Si trasmettono in allegato alla presente, la Relazione tecnica sulla campagna di indagini in sito (*Allegato n. 1*), la Documentazione Fotografica delle Indagini in Sito (*Allegato n. 2*) ed una copia del rapporto completo delle precedenti indagini (*Allegato n. 3*).

3.2 CAMPAGNA DI INDAGINI DEL 2023

Considerata la quasi totale assenza di indagini strutturali su elementi caratteristici del fabbricato in esame (organismo di fondazione, cordoli in c.a. e pareti in conglomerato cementizio non armato ubicate al piano seminterrato), che non erano state eseguite nel corso della precedente campagna di indagini in sito, e la presenza del Progetto Esecutivo Originario (*Allegato n. 4*), lo scrivente, al fine del corretto espletamento della propria attività professionale, ha ritenuto non soddisfacente il numero di indagini disposte nel corso della prima campagna e, pertanto, ha disposto un'ulteriore integrazione di indagini strutturali, eseguita nel 2023 in aggiunta a quella già condotta nel 2010, necessarie per il raggiungimento del Livello di Conoscenza LC2.

In particolare, in quest'ultima campagna di indagini svolta dal Laboratorio Sperimentale per l'Edilizia "La.Sped.tirreno s.r.l.", si è scelto di effettuare:

- N. 9 prelievi di provini cilindrici e prove a compressione in laboratorio;
 - N. 14 prelievi di barre d'armatura e prove di trazione in laboratorio;
 - N. 20 rilievi pacometrici/saggi finalizzati all'individuazione del diametro e disposizione delle armature negli elementi strutturali in e.a.;
 - N. 13 saggi/ispezioni visive per la verifica della tipologia e geometria degli elementi strutturali;
 - N. 3 scavi in fondazione;
 - N. 4 ispezioni visive in fondazione;
- N.2 indagini endoscopiche sui solai;
- indagini termografiche.

Si riportano di seguito le Planimetrie Strutturali con la localizzazione delle prove eseguite durante la campagna di indagini strutturali condotta, nell'anno corrente (2023), dal Laboratorio Sperimentale per l'Edilizia "La.Sped. tirreno"

Allegati:

- 1) Allegato 1: *Relazione Tecnica sulla campagna di indagini in sito (campagna di indagini del 2010 – AICI Engineering s.r.l.);*
- 2) Allegato 2: *Documentazione fotografica delle Indagini in sito (campagna di indagini del 2010 – AICI Engineering s.r.l.);*
- 3) Allegato 3: *Rapporto di Prova Campagna di Indagini in sito del 2010 – Laboratorio Prove sui Materiali: Geo-Consult s.r.l.;*
- 4) Allegato 4: *Progetto Esecutivo Originario;*

Scafati, 02/05/2023

Firma Capogruppo Mandatario

Dot. Ing. Massimo VIGLIANISI
Iscrizione all'Albo n° A 3245
ata Sezione degli Ingegneri (Sec. A)
- Settore civile e ambientale
ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA



Sigla della carota	Data prelievo	Piano	Denominazione - Numerazione Elemento	Dimensioni		H/D	Sezione (cmq)	Resistenza a compressione cilindrica (fc) N/mmq	Fattore di disturbo Tab. C11.2.6.I [NTC18] (Fh/d e Fd)		Resistenza cubica N/mmq	Resistenza cilindrica N/mmq	Scelta	Rcm (N/mmq)	fcm (N/mmq)
				Diametro D (cm)	Altezza H (cm)										
C1	02/09/2023	Fondazione	TRAVE DI FONDAZIONE	9.40	9.46	1	69.40	22.40	1.00	1.09	24.42	24.42	SI	28.27	28.27
C2	02/09/2023	Fondazione	TRAVE DI FONDAZIONE	9.40	9.43	1	69.40	30.30	1.00	1.06	32.12	32.12	SI		

Sigla della carota	Data prelievo	Piano	Denominazione - Numerazione Elemento	Dimensioni		H/D	Sezione (cmq)	Resistenza a compressione cilindrica (fc) N/mmq	Fattore di disturbo Tab. C11.2.6.I [NTC18] (Fh/d e Fd)		Resistenza cubica N/mmq	Resistenza cilindrica N/mmq	Scelta	Rcm (N/mmq)	fcm (N/mmq)
				Diametro D (cm)	Altezza H (cm)										
C3 setto	02/09/2023	Seminterrato	SETTO PIANO SEMINTERR.	9.40	9.44	1	69.40	16.50	1.00	1.10	18.15	18.15	SI	22.74	22.74
C4 setto	02/09/2023	Seminterrato	SETTO PIANO SEMINTERR.	9.40	9.41	1	69.40	25.30	1.00	1.08	27.32	27.32	SI		

Sigla della carota	Data prelievo	Piano	Denominazione - Numerazione Elemento	Dimensioni		H/D	Sezione (cmq)	Resistenza a compressione cilindrica (fc) N/mmq	Fattore di disturbo Tab. C11.2.6.I [NTC18] (Fh/d e Fd)		Resistenza cubica N/mmq	Resistenza cilindrica N/mmq	Scelta	Rcm (N/mmq)	fcm (N/mmq)
				Diametro D (cm)	Altezza H (cm)										
C5 Trave	02/09/2023	Seminterrato	TRAVE PIANO SEMINTERR.	9.40	9.47	1	69.40	29.30	1.00	1.08	31.64	31.64	SI	27.53	27.53
C9 Trave 4-5 (Campagna indag. 2010)	28/10/2010	Seminterrato	TRAVE PIANO SEMINTERR.	9.40	17.1	1	69.40	21.48	1.00	1.09	23.41	23.41	SI		

Sigla della carota	Data prelievo	Piano	Denominazione - Numerazione Elemento	Dimensioni		H/D	Sezione (cmq)	Resistenza a compressione cilindrica (fc) N/mmq	Fattore di disturbo Tab. C11.2.6.I [NTC18] (Fh/d e Fd)		Resistenza cubica N/mmq	Resistenza cilindrica N/mmq	Scelta	Rcm (N/mmq)	fcm (N/mmq)
				Diametro D (cm)	Altezza H (cm)										
C1 Pil. N. 5 (Campagna indag. 2010)	26/02/2010	Seminterrato	PILASTRO PIANO SEMINTERR.	9.40	18.7	1	69.40	8.63	1.00	1.10	9.49	9.49	SI	14.55	12.65
C2 Pil. N. 16 (Campagna indag. 2010)	26/02/2010	Seminterrato	PILASTRO PIANO SEMINTERR.	9.40	18.8	2	69.40	11.76	1.20	1.10	15.52	12.94	SI		
C8 Pil. N. 14 (Campagna indag. 2010)	28/10/2010	Seminterrato	PILASTRO PIANO SEMINTERR.	9.40	19	2	69.40	14.12	1.20	1.10	18.64	15.53	SI		
													NO		

Sigla della carota	Data prelievo	Piano	Denominazione - Numerazione Elemento	Dimensioni		H/D	Sezione (cmq)	Resistenza a compressione cilindrica (fc) N/mmq	Fattore di disturbo Tab. C11.2.6.I [NTC18] (Fh/d e Fd)		Resistenza cubica N/mmq	Resistenza cilindrica N/mmq	Scelta	Rcm (N/mmq)	fcm (N/mmq)
				Diametro D (cm)	Altezza H (cm)										
C3 Pil. N. 22 (Campagna indag. 2010)	26/02/2010	Terra	PILASTRO PIANO TERRA	9.40	18.7	1	69.40	18.44	1.00	1.10	20.28	20.28	SI	19.91	18.28
C4 Pil. N. 17 (Campagna indag. 2010)	26/02/2010	Terra	PILASTRO PIANO TERRA	9.40	18.9	2	69.40	14.80	1.20	1.10	19.54	16.28	SI		

Sigla della carota	Data prelievo	Piano	Denominazione - Numerazione Elemento	Dimensioni		H/D	Sezione (cmq)	Resistenza a compressione cilindrica (fc) N/mmq	Fattore di disturbo Tab. C11.2.6.I [NTC18] (Fh/d e Fd)		Resistenza cubica N/mmq	Resistenza cilindrica N/mmq	Scelta	Rcm (N/mmq)	fcm (N/mmq)
				Diametro D (cm)	Altezza H (cm)										
C6	26/02/2010	Terra	TRAVE PIANO TERRA	9.40	9.45	1	69.40	20.00	1.00	1.10	22.00	22.00	SI	22.12	22.12
C7	26/02/2010	Terra	TRAVE PIANO TERRA	9.40	9.46	1	69.40	20.40	1.00	1.09	22.24	22.24	SI		

Sigla della carota	Data prelievo	Piano	Denominazione - Numerazione Elemento	Dimensioni		H/D	Sezione (cmq)	Resistenza a compressione cilindrica (fc) N/mmq	Fattore di disturbo Tab. C11.2.6.I [NTC18] (Fh/d e Fd)		Resistenza cubica N/mmq	Resistenza cilindrica N/mmq	Scelta	Rcm (N/mmq)	fcm (N/mmq)
				Diametro D (cm)	Altezza H (cm)										
C5 Pil. N. 18 (Campagna indag. 2010)	26/02/2010	Primo	PILASTRO PIANO PRIMO	9.40	18.7	1	69.40	8.14	1.00	1.10	8.95	8.95	SI	11.92	11.92
C6 Pil. N. 7 (Campagna indag. 2010)	26/02/2010	Primo	PILASTRO PIANO PRIMO	9.40	14.5	1	69.40	13.53	1.00	1.10	14.89	14.89	SI		

Sigla della carota	Data prelievo	Piano	Denominazione - Numerazione Elemento	Dimensioni		H/D	Sezione (cmq)	Resistenza a compressione cilindrica (fc) N/mmq	Fattore di disturbo Tab. C11.2.6.I [NTC18] (Fh/d e Fd)		Resistenza cubica N/mmq	Resistenza cilindrica N/mmq	Scelta	Rcm (N/mmq)	fcm (N/mmq)
				Diametro D (cm)	Altezza H (cm)										
C8	26/02/2010	Primo	TRAVE PIANO PRIMO	9.40	9.43	1	69.40	25.90	1.00	1.08	27.97	27.97	SI	28.86	28.86
C9	26/02/2010	Primo	TRAVE PIANO PRIMO	9.40	9.47	1	69.40	27.55	1.00	1.08	29.75	29.75	SI		

Sigla prelievo	Data prelievo	Piano	Denominazione - Numerazione Elemento	Dimensioni		Tipologia	Resistenza a snervamento (fy) N/mmq	Resistenza a rottura (ft) N/mmq	Allungamento percentuale Agt %	Rapporto ft/fy	Scelta	Resistenza a snervamento media (fy) N/mmq	Resistenza a rottura media (ft) N/mmq	Allungamento percentuale medio (Agt) %
				Diametro D (mm)	Area (mmq)									
A3	02/11/2023	Seminterrato	PILASTRO PIANO SEMINTERRATO	14.00	154.9	Aderenza Migliorata	437.20	637.40	11.90	1.46	SI	467.12	682.15	18.10
A4	02/11/2023	Seminterrato	SETTO PIANO SEMINTERRATO	14.00	157.96	Aderenza Migliorata	429.90	624.80	12.10	1.45	SI			
F1 (Campagna Ind. 2010)	30/7/2010	Seminterrato	PILASTRO PIANO SEMINTERRATO	14.00	-	Aderenza Migliorata	500.36	738.63	24.60	1.48	SI			
F2 (Campagna Ind. 2010)	30/7/2010	Seminterrato	PILASTRO PIANO SEMINTERRATO	14.00	-	Aderenza Migliorata	501.03	727.75	23.80	1.45	SI			

Tabella 3: Resistenza a compressione media (Rcm) adottata nel modello di calcolo (Pilastri - Seminterrato)

Sigla prelievo	Data prelievo	Piano	Denominazione - Numerazione Elemento	Dimensioni		Tipologia	Resistenza a snervamento (fy) N/mmq	Resistenza a rottura (ft) N/mmq	Allungamento percentuale Agt %	Rapporto ft/fy	Scelta	Resistenza a snervamento media (fy) N/mmq	Resistenza a rottura media (ft) N/mmq	Allungamento percentuale medio (Agt) %
				Diametro D (mm)	Area (mmq)									
A1	02/11/2023	Seminterrato	CORDOLO PIANO SEMINTERRATO	12.00	118.7	Aderenza Migliorata	449.50	659.50	17.4	1.47	SI	437.53	659.47	17.17
A5	02/11/2023	Seminterrato	TRAVE PIANO SEMINTERRATO	14.00	156.19	Aderenza Migliorata	434.20	660.80	17.7	1.52	SI			
A6	02/11/2023	Seminterrato	TRAVE PIANO SEMINTERRATO	14.00	156.47	Aderenza Migliorata	428.90	658.10	16.4	1.53	SI			

Tabella 4: Resistenza a compressione media (Rcm) adottata nel modello di calcolo (Travi - Seminterrato)

Sigla prelievo	Data prelievo	Piano	Denominazione - Numerazione Elemento	Dimensioni		Tipologia	Resistenza a snervamento (fy) N/mmq	Resistenza a rottura (ft) N/mmq	Allungamento percentuale Agt %	Rapporto ft/fy	Scelta	Resistenza a snervamento media (fy) N/mmq	Resistenza a rottura media (ft) N/mmq	Allungamento percentuale medio (Agt) %
				Diametro D (mm)	Area (mmq)									
A9	02/11/2023	Terra	PILASTRO PIANO TERRA	14.00	156.9	Aderenza Migliorata	434.60	659.90	13.7	1.52	SI	469.90	680.20	16.10
A10	02/11/2023	Terra	PILASTRO PIANO TERRA	14.00	158.39	Aderenza Migliorata	505.20	700.50	18.5	1.39	SI			

Tabella 5: Resistenza a compressione media (Rcm) adottata nel modello di calcolo (Pilastri - piano terra)

Sigla prelievo	Data prelievo	Piano	Denominazione - Numerazione Elemento	Dimensioni		Tipologia	Resistenza a snervamento (fy) N/mmq	Resistenza a rottura (ft) N/mmq	Allungamento percentuale Agt %	Rapporto ft/fy	Scelta	Resistenza a snervamento media (fy) N/mmq	Resistenza a rottura media (ft) N/mmq	Allungamento percentuale medio (Agt) %
				Diametro D (mm)	Area (mmq)									
A7	02/11/2023	Terra	TRAVE PIANO TERRA	14.00	157.9	Aderenza Migliorata	433.80	655.30	19.2	1.51	SI	435.00	682.95	16.70
A8	02/11/2023	Terra	TRAVE PIANO TERRA	14.00	159.94	Aderenza Migliorata	436.20	710.60	14.2	1.63	SI			

Tabella 6: Resistenza a compressione media (Rcm) adottata nel modello di calcolo (Travi – piano terra)

Sigla prelievo	Data prelievo	Piano	Denominazione - Numerazione Elemento	Dimensioni		Tipologia	Resistenza a snervamento (fy) N/mmq	Resistenza a rottura (ft) N/mmq	Allungamento percentuale Agt %	Rapporto ft/fy	Scelta	Resistenza a snervamento media (fy) N/mmq	Resistenza a rottura media (ft) N/mmq	Allungamento percentuale medio (Agt) %
				Diametro D (mm)	Area (mmq)									
A11	02/11/2023	Primo	PILASTRO PIANO PRIMO	14.00	157.9	Aderenza Migliorata	392.70	569.00	16.3	1.45	SI	394.85	557.20	15.20
A12	02/11/2023	Primo	PILASTRO PIANO PRIMO	14.00	159.94	Aderenza Migliorata	397.00	545.40	14.1	1.37	SI			

Tabella 7: Resistenza a compressione media (Rcm) adottata nel modello di calcolo (Pilastri – piano primo)

Sigla prelievo	Data prelievo	Piano	Denominazione - Numerazione Elemento	Dimensioni		Tipologia	Resistenza a snervamento (fy) N/mmq	Resistenza a rottura (ft) N/mmq	Allungamento percentuale Agt %	Rapporto ft/fy	Scelta	Resistenza a snervamento media (fy) N/mmq	Resistenza a rottura media (ft) N/mmq	Allungamento percentuale medio (Agt) %
				Diametro D (mm)	Area (mmq)									
A13	02/11/2023	Primo	TRAVE PIANO PRIMO	14.00	157.9	Aderenza Migliorata	389.90	548.00	12.4	1.41	SI	413.60	597.15	12.10
A14	02/11/2023	Primo	TRAVE PIANO PRIMO	14.00	159.94	Aderenza Migliorata	437.30	646.30	11.8	1.48	SI			

Tabella 8: Resistenza a compressione media (Rcm) adottata nel modello di calcolo (Travi – piano primo)

ALLEGATO 1:
RELAZIONE TECNICA SULLA
CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITO
(CAMPAGNA DI INDAGINI DEL
2010 – AICI ENGINEERING S.R.L.)

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA DEGLI EDIFICI STRATEGICI O RILEVANTI

(O.P.C.M. n.3274 e s.m.i., D.M. 14/01/2008, Circ. n. 617 02/02/2009)

RELAZIONE TECNICA SULLA CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITO

SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA – VIA GENOVA

Via Genova, 84018 Scafati (Salerno)



RELAZIONE TECNICA SULLA CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITO

SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA – VIA GENOVA
Via Genova, 84018 Scafati (Salerno)

1. PREMESSA

L'edificio oggetto di verifica risulta costituito da tre distinti corpi:

- A) Corpo A: edificio scolastico originario avente struttura portante in muratura;
- B) Corpo B: ex alloggio custode con struttura mista, muratura-c.a.;
- C) Corpo C: ampliamento con struttura portante in c.a..

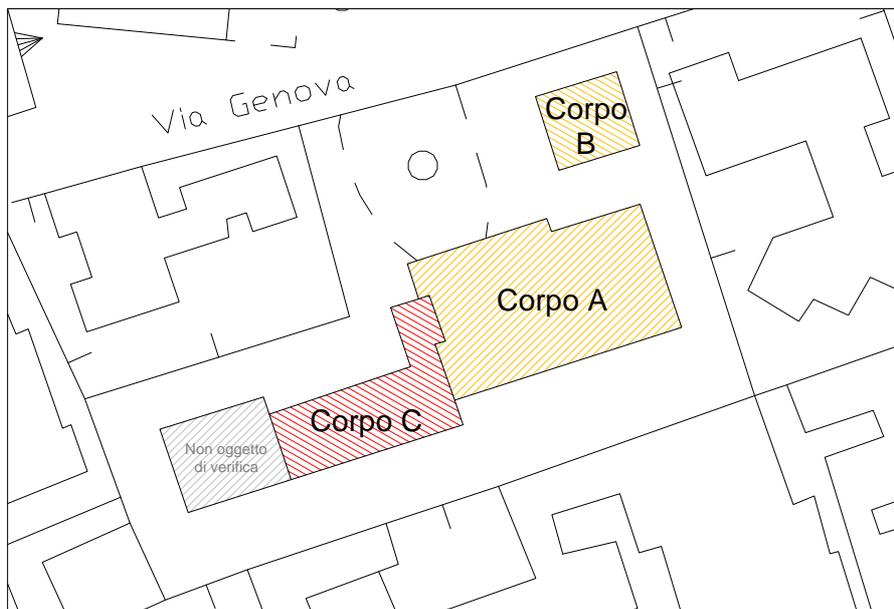


Figura 1 – Il complesso scolastico di via Genova

Lo studio sulla vulnerabilità di un edificio esistente tende a valutare la sua propensione a subire danni sotto azione sismica di riferimento. Tale indicatore sul comportamento sismico, nel caso di edifici in muratura, è determinato principalmente dai seguenti due fattori:

- a) l'importanza dei collegamenti tra pareti verticali e tra pareti ed orizzontamenti;
- b) il ruolo della resistenza meccanica delle pareti murarie.

Il buon comportamento di una costruzione in muratura sotto sisma si esplica attraverso il raggiungimento di un funzionamento scatolare: la capacità di resistere alle azioni orizzontali deve essere affidata ad un sistema di pareti verticali (di taglio) disposte nelle due direzioni principali della pianta dell'edificio. Attraverso idonei collegamenti tra di esse e con i solai e la copertura possono essere ridotti i meccanismi di ribaltamento fuori del piano delle pareti e deve essere consentita una partecipazione d'insieme dei setti murari nella risposta sismica. Presupposto essenziale per il funzionamento precedente è il fatto che la muratura sia stata realizzata a regola d'arte e con materiali di qualità tale da non subire fenomeni di disgregazione. Quanto detto deriva principalmente dal fatto che la muratura, possedendo una ridotta o nulla resistenza a trazione, denota una scarsa resistenza alle azioni perpendicolari al suo piano; è necessario quindi collegarla efficacemente alle pareti ortogonali in modo da trasferire ad esse le azioni indotte dal sisma.

Un altro aspetto delicato per un buon funzionamento scatolare è il ruolo di diaframma dei solai: questo è necessario per ripartire correttamente le azioni sismiche tra gli elementi resistenti verticali. Nelle costruzioni esistenti in muratura dovrà essere posta attenzione a tutti gli aspetti precedenti e l'analisi dello stato di fatto dovrà fare emergere le eventuali carenze strutturali intrinseche dell'edificio, al fine di stabilire quanto sia distante il suo probabile comportamento sotto l'azione sismica rispetto al corretto funzionamento scatolare. In questa ottica si spiega il ruolo fondamentale delle indagini sugli elementi resistenti e assume importanza strategica la conoscenza dei particolari costruttivi per procedere alla valutazione della verifica di sicurezza e al progetto degli interventi. Nelle costruzioni esistenti anche altri aspetti assumono rilevanza, ancor più che nelle nuove costruzioni, che devono essere tenuti in considerazione: il sistema costruttivo delle murature, inteso come modalità di disposizione degli elementi naturali o dei blocchi all'interno della tessitura muraria e come presenza di paramenti non collegati nel senso trasversale dello spessore complessivo del muro; la qualità del sistema resistente, intesa come la qualità e lo stato di conservazione dei materiali impiegati; la rigidità dei solai che deve essere messa in relazione da una parte con la sua pesantezza e dall'altra con la rigidità e la resistenza delle pareti verticali per non creare effetti dannosi e talvolta distruttivi sulle murature portanti di scarsa qualità sulle quali i solai appoggiano. Vi sono poi tutta una serie di fattori che discostano l'edificio dalla sua configurazione regolare.

La regolarità in pianta e in elevazione è requisito essenziale per la corretta risposta sismica dell'edificio. Nel caso in esame, ed in particolare per i Corpi in muratura A e B, le forme in pianta rispettivamente rettangolare e quadrata, ne favoriscono il comportamento in condizioni sismiche così come la disposizione non particolarmente eccentrica degli elementi resistenti. Per quanto riguarda invece la regolarità in altezza, tutti e tre gli edifici, non presentano criticità particolari: infatti, non vi è la presenza di piani sfalsati tali da indurre fenomeni di martellamento sui muri, non sono stati effettuati sopraelevazioni ed infine non vi è la presenza di elementi spingenti.

2. LA CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITO

L'obiettivo della campagna di indagini in sito è la raccolta di informazioni sulle dimensioni, le caratteristiche e le condizioni dei materiali e degli elementi strutturali, in modo da poter individuare l'organismo strutturale, i dettagli costruttivi, le proprietà dei materiali e la presenza di eventuali carenze e vulnerabilità.

Le indagini svolte sull'edificio sede della **Scuola Elementare e Materna di via Genova - Scafati (SA)**, programmate seguendo le indicazioni riportate dalla Circolare n. 617 del 02/02/2009 (Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008), hanno portato il raggiungimento di un livello di conoscenza adeguato, pari a **LC2**.

Il livello di conoscenza viene determinato in funzione dell'informazioni raccolte circa la geometria della struttura, i dettagli strutturali, le caratteristiche dei materiali e l'interfaccia terreno-struttura; il livello conseguito definisce di conseguenza i metodi di analisi e i fattori di confidenza da adottare nelle fasi di calcolo.

La relazione tra i livelli di conoscenza, i metodi di analisi e i fattori di confidenza relativamente agli edifici in muratura ed agli edifici in c.a., sono illustrati rispettivamente nelle Tabelle C8A.1.1 e C8A.1.2, di seguito riportate.

Tabella C8A.1.1 – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti valori dei fattori di confidenza per edifici in muratura

Livello di Conoscenza	Geometria	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Rilievo muratura, volte, solai, scale. Individuazione carichi gravanti su ogni elemento di parete. Individuazione tipologia fondazioni. Rilievo eventuale quadro fessurativo e deformativo.	verifiche in-situ limitate	Indagini in situ limitate Resistenza: valore minimo di Tabella C8A.2.1 Modulo elastico: valore medio intervallo di Tab. C8A.2.1	Tutti	1.3 5
LC2			Indagini in situ estese Resistenza: valore medio intervallo di Tab C8A.2.1 Modulo elastico: media delle prove o valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1		1.2 0
LC3		Verifiche e in-situ estese ed esaustive	Indagini in situ esaustive -caso a) (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 -caso b) (disponibili 2 valori sperimentali di resistenza) Resistenza: se valore medio sperimentale compreso in intervallo di Tabella C8A.2.1, valore medio dell'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 – caso a). -caso c) (disponibile 1 valore sperimentale di resistenza) Resistenza: se valore sperimentale compreso in intervallo di Tabella C8A.2.1, oppure superiore, valore medio dell'intervallo; se valore sperimentale inferiore al minimo dell'intervallo, valore sperimentale.		1.0 0

Modulo elastico: come LC3 – caso a).

Tabella C8A.1.2 – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>limitate</i> verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate</i> prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2		Disegni costruttivi incompleti con <i>limitate</i> verifiche in-situ oppure <i>estese</i> verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure <i>estese</i> prove in-situ	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi con <i>limitate</i> verifiche in-situ oppure <i>esaustive</i> verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con <i>estese</i> prove in-situ oppure <i>esaustive</i> prove in-situ	Tutti	1.00

L'elenco delle indagini eseguite sulla struttura, che ha permesso il raggiungimento di un livello di conoscenza adeguato LC2, è riportato nella tabella sottostante:

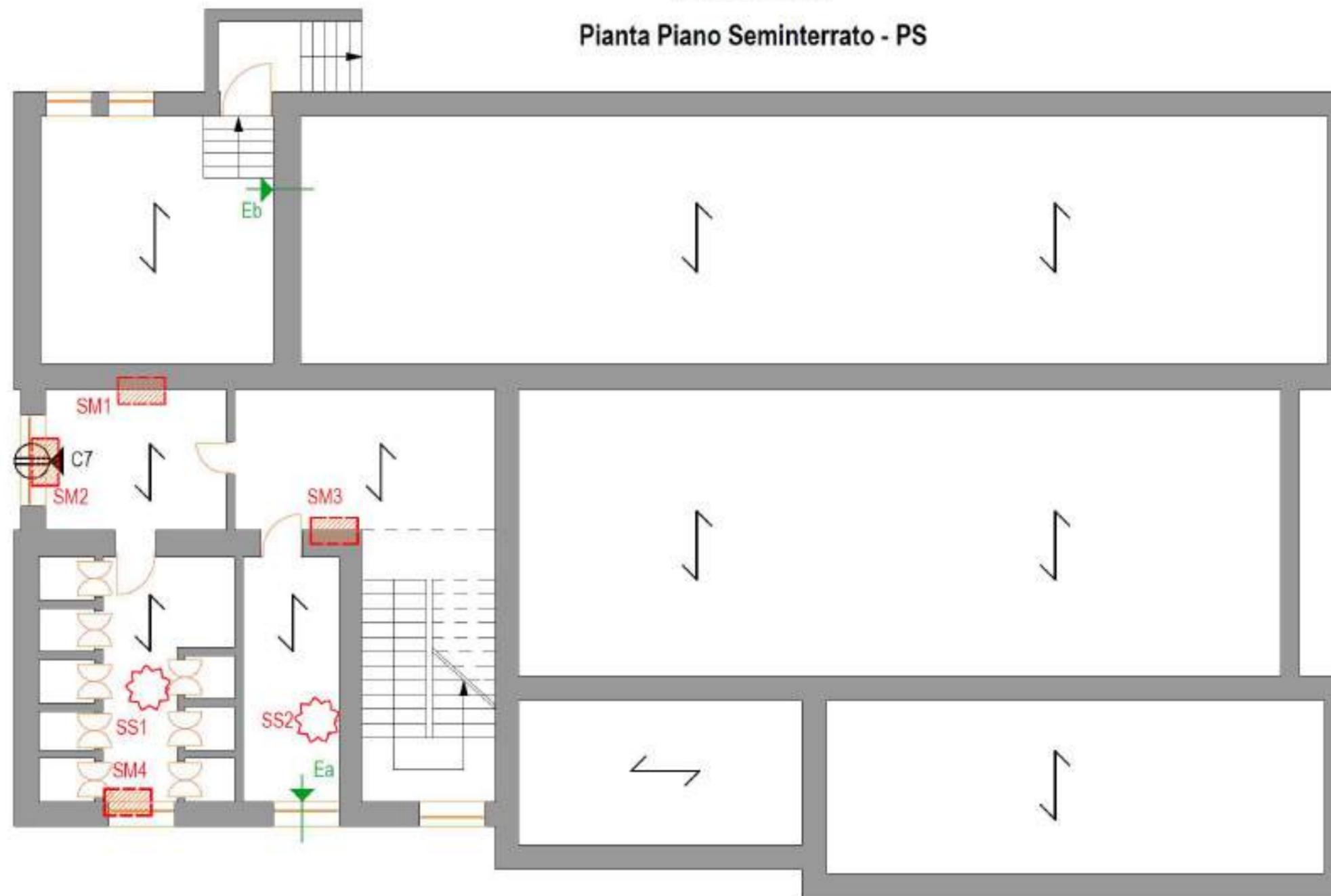
Tipologia di indagine	N° Prove			
	Corpo A (muratura)	Corpo B (misto)	Corpo C (c. a.)	TOTAL E
Prove con martinetti piatti doppio per murature	1			1
Prelievo di mattone e/o pietra per prove di Laboratorio	2			2
Prelievo di malta per analisi di Laboratorio	1			1
Indagini endoscopiche	6	2		8
Saggi diretti su murature/elementi c.a.	8		5	13
Saggi diretti su solaio	3	1		4
Saggio fondazione			1	1
Indagini pacometriche		varie	varie	varie
Metodo Sonreb (Sclerometrie + Ultrasuoni)		3	28	31
Carotaggio elementi in c.a.	1	-	8	9
Prelievo Ferro di armatura			2	2
Prova di carico su solaio	1			1

Di seguito si riportano le planimetrie con la localizzazione delle prove eseguite.

SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA - VIA GENOVA

CORPO A

Pianta Piano Seminterrato - PS



TIPO DI PROVA	
ENDOSCOPIE	E_ →
SAGGIO MURATURA	SM_ [red rectangle]
SAGGIO SOLAIO	SS_ [red starburst]
MARTINETTO PIATTO	MP_ [blue circle]
PRELIEVO PIETRA, MATTONE E MALTA	[circle with cross]
CAROTAGGIO	[circle with vertical line]

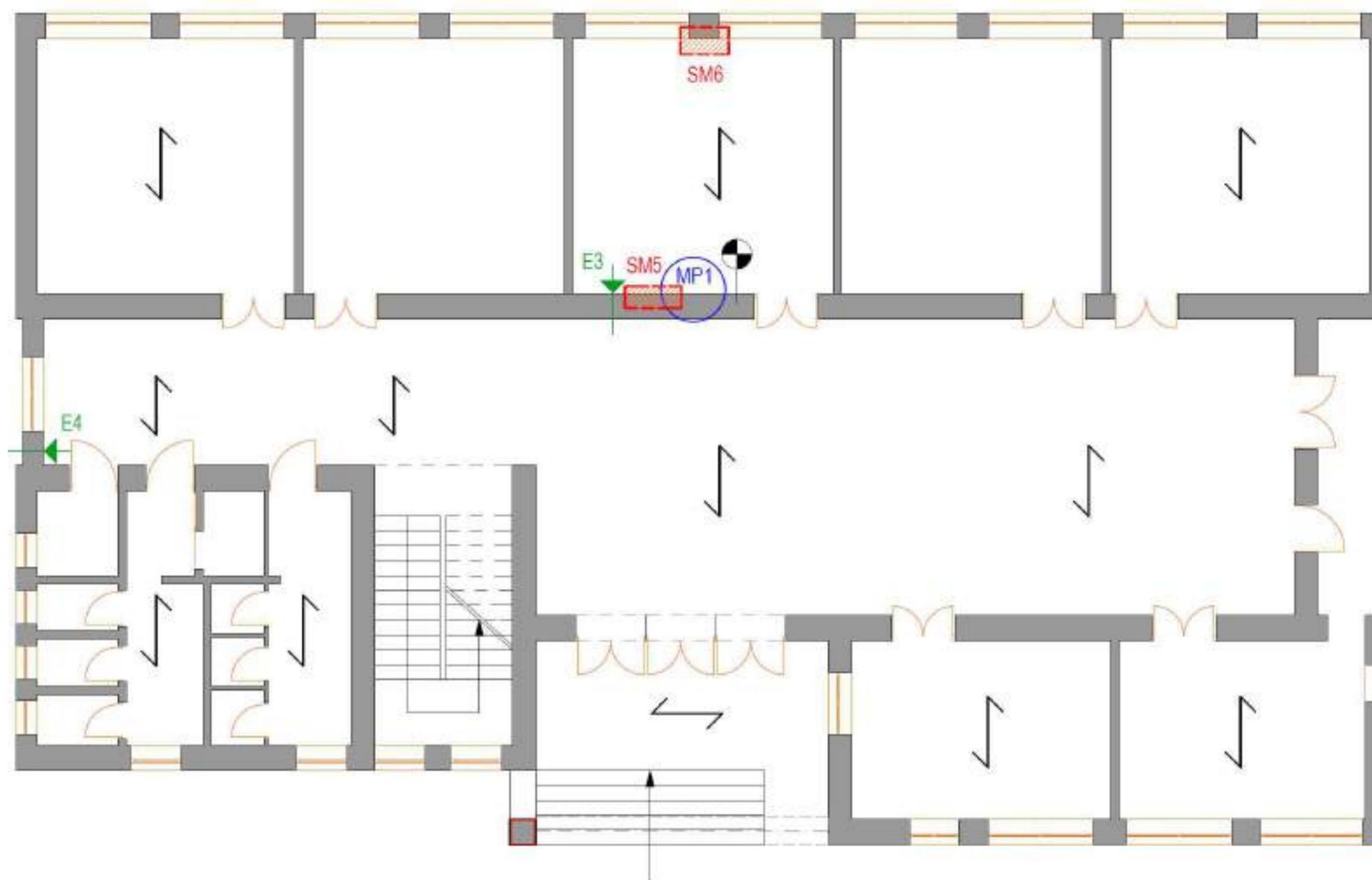
PLANIMETRIE STRUTTURALI CON LOCALIZZAZIONE DELLE PROVE EFFETTUATE IN SITO

scala 1:100

SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA - VIA GENOVA

CORPO A

Pianta Piano Terra (Rialzato) - PT



TIPO DI PROVA	
ENDOSCOPIE	E_ →
SAGGIO MURATURA	SM_ [hatched box]
SAGGIO SOLAIO	SS_ [hatched star]
MARTINETTO PIATTO	MP_ [blue circle]
PRELIEVO PIETRA, MATTONE E MALTA	[black and white circle]
CAROTAGGIO	[black circle with horizontal lines]

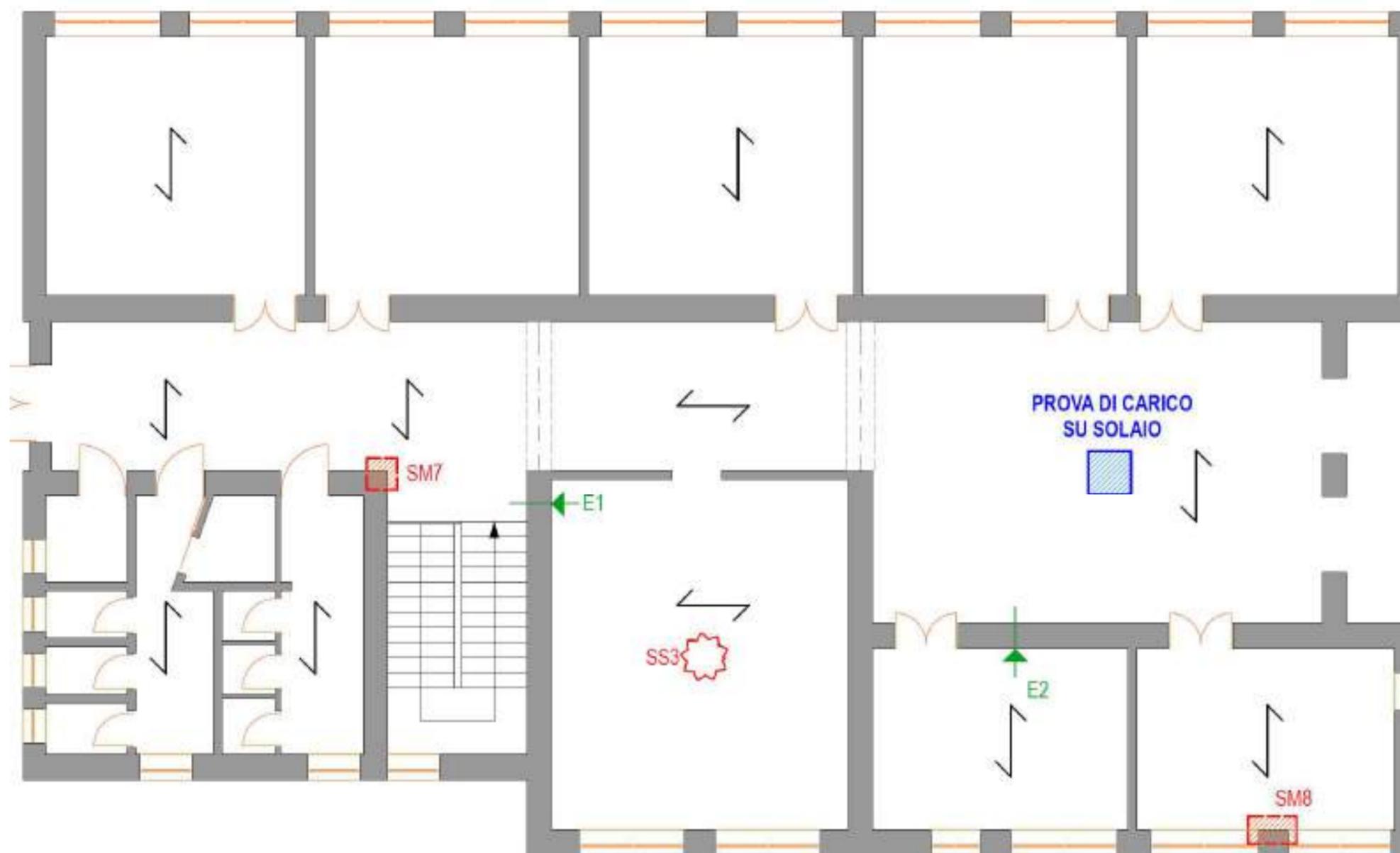
PLANIMETRIE STRUTTURALI CON LOCALIZZAZIONE DELLE PROVE EFFETTUATE IN SITO

scala 1:100

SCUOLA ELEMENTARE E MATERNA - VIA GENOVA

CORPO A

Pianta Piano Primo - 1P



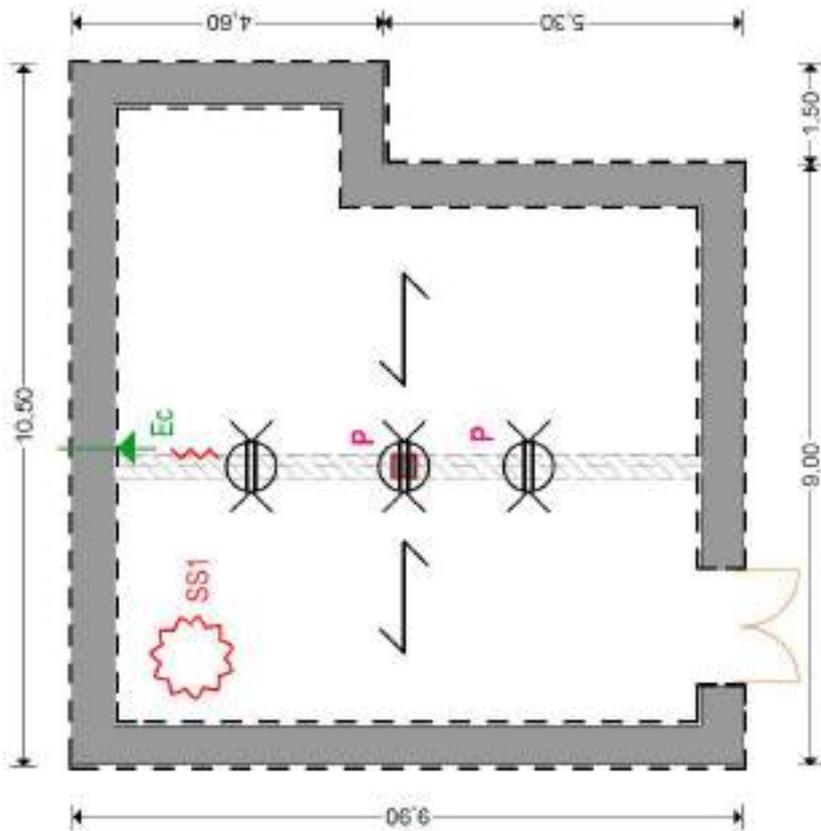
TIPO DI PROVA	
ENDOSCOPIE	E_ →
SAGGIO MURATURA	SM_ [red hatched square]
SAGGIO SOLAIO	SS_ [red starburst]
MARTINETTO PIATTO	MP_ [blue circle]
PRELIEVO PIETRA, MATTONI E MALTA	[black circle with diagonal line]
CAROTAGGIO	[black circle with horizontal line]
PROVA DI CARICO	[blue square]

PLANIMETRIE STRUTTURALI CON LOCALIZZAZIONE DELLE PROVE EFFETTUATE IN SITO

scala 1:100

CORPO B

Piano Seminterrao - PS



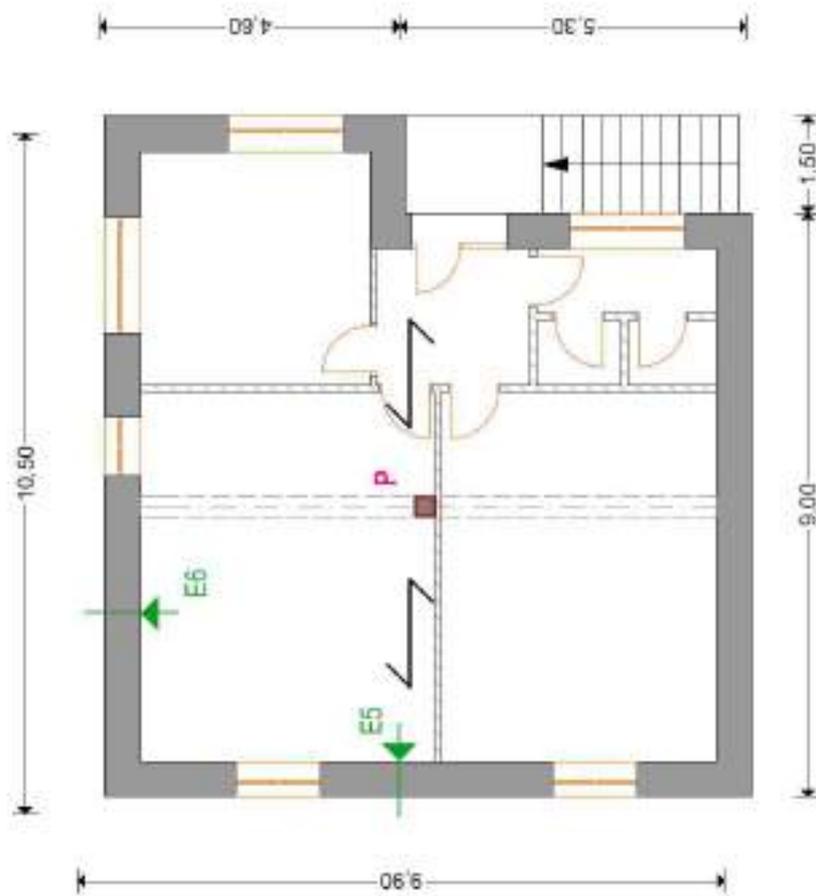
TIPO DI PROVA	
ENDOSCOPIE	
SAGGIO	
SAGGIO SOLAIO	
SONREB	
PACOMETRIA	P

**PLANIMETRIE STRUTTURALI CON
LOCALIZZAZIONE DELLE PROVE EFFETTUATE IN SITO**

scala 1:100

CORPO B

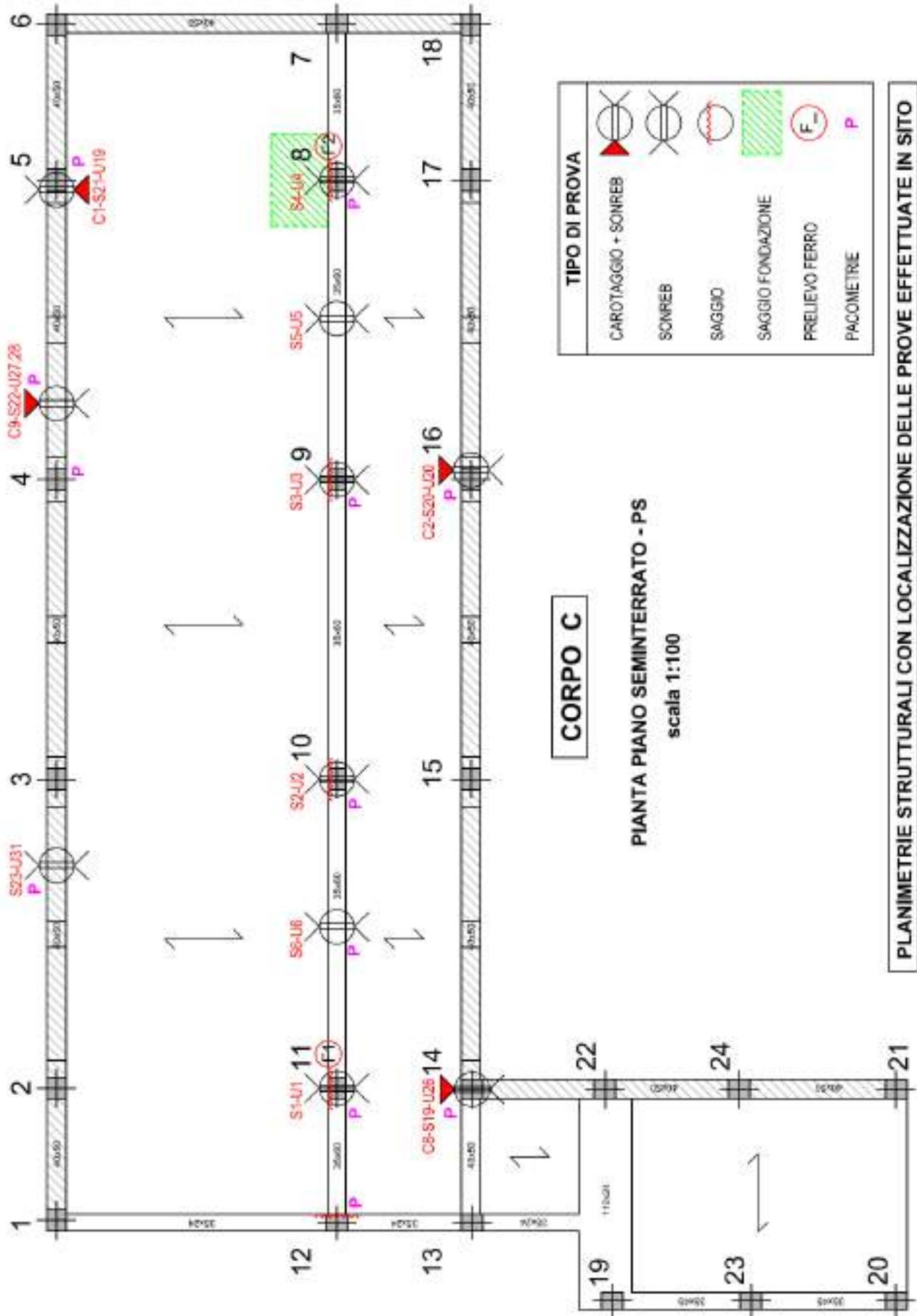
Piano Terra (Rialzato) - PT

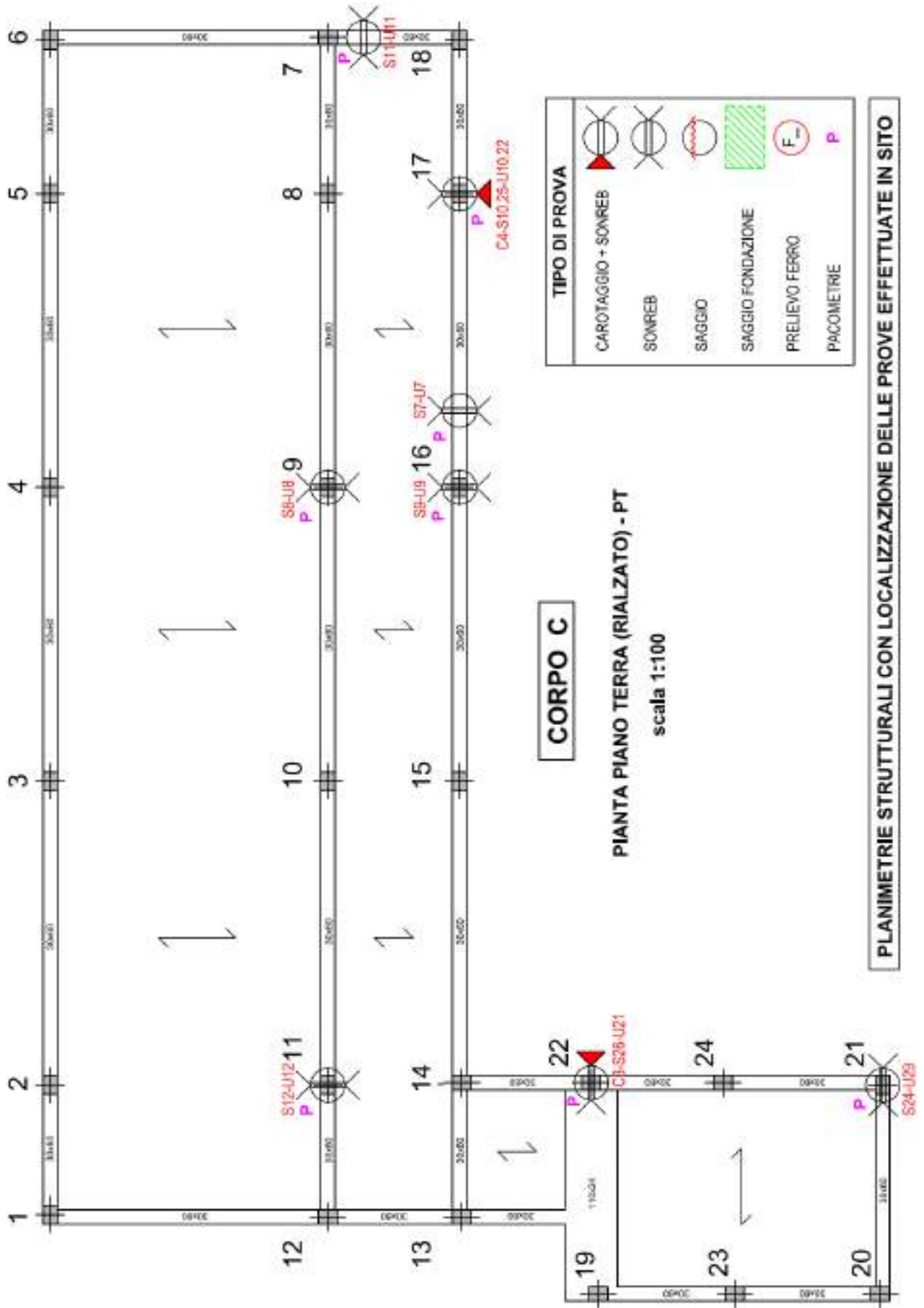


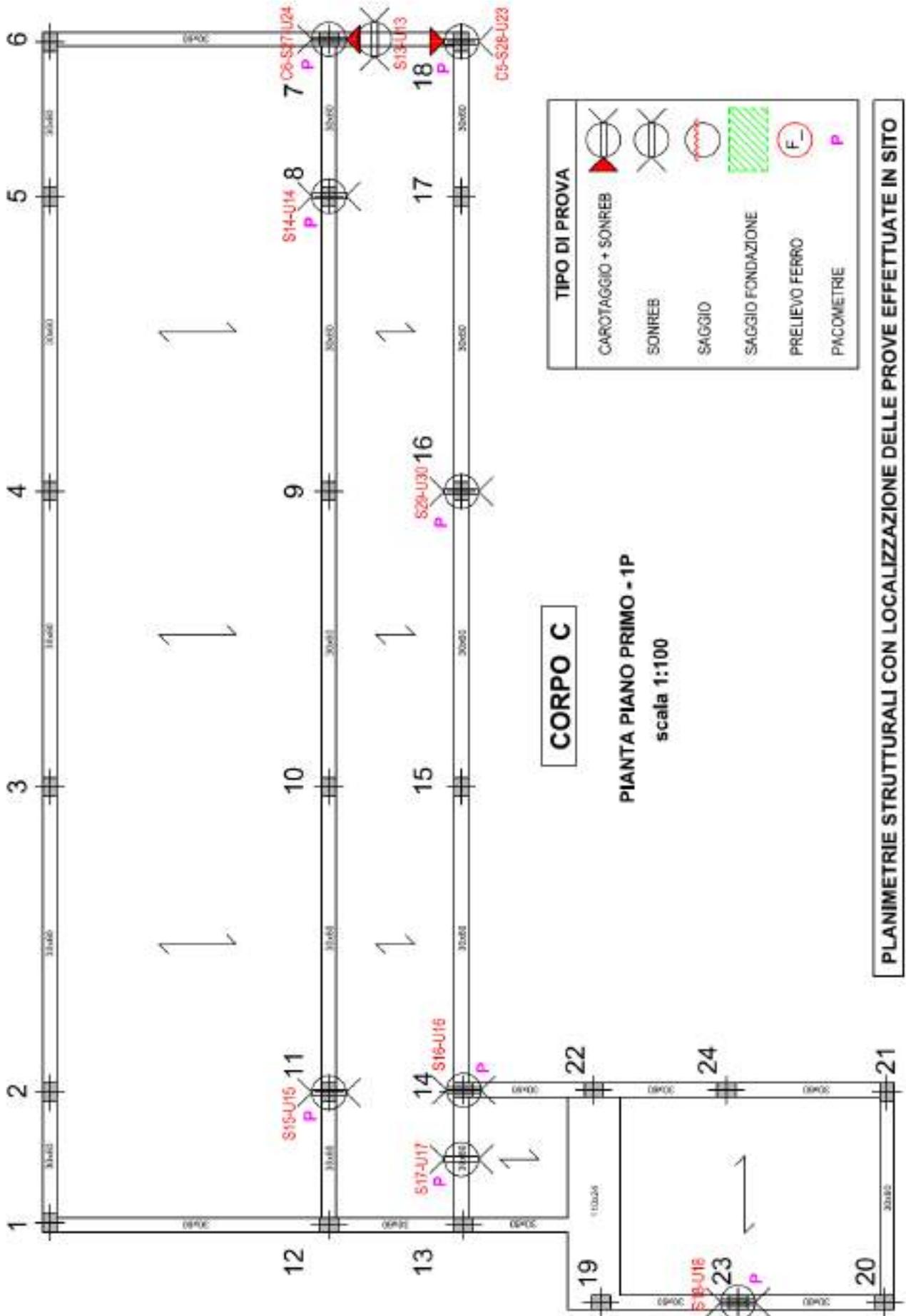
TIPO DI PROVA	
ENDOSCOPIE	E →
SAGGIO SOLAIO	SS
SONREB	⊗
PACOMETRIA	P

PLANIMETRIE STRUTTURALI CON LOCALIZZAZIONE DELLE PROVE EFFETTUATE IN SITO

scala 1:100







3. SAGGI DIRETTI SU MURATURE E SU SOLAI (Corpi A e B)

L'efficacia del collegamento tra parete e parete si esplica innanzitutto attraverso la conoscenza degli ammorsamenti e della fattura dei cantonali; a tal fine sono stati effettuati opportuni saggi conoscitivi in modo da valutare la tecnica costruttiva delle angolate dell'edificio. Il grado di ammorsamento riscontrato nelle murature realizzate con blocchi di tufo, risulta soddisfacente, come è visibile in figura 1.



Figure 2, 3 – Saggio diretto su muratura (SM7,SM5 corpo A).

L'analisi dello stato di fatto di un edificio esistente in muratura non può prescindere da una valutazione della qualità del sistema resistente. Con questo termine si intende da una parte la qualità del tessuto murario intesa come disposizione e dimensione degli elementi costituenti all'interno della parete muraria (blocchi artificiali, mattoni o pietre naturali); dall'altra la qualità dei materiali componenti, ovvero della malta e dei blocchi.

Per stabilire la qualità della tessitura muraria, si è proceduto attraverso saggi ed indagini finalizzati a stabilire la ordinata o disorganizzata disposizione dei blocchi; a seguito di tali indagini la tipologia riscontrata è del tipo:

Muratura a conci di pietra tenera (tufo) squadrate e regolari

- *Elementi costitutivi: blocchi di tufo giallo (dim. 38x24x11)*
- *Malta: malta cementizia*
- *Posa in opera degli elementi: ordinata con letti di malta verticali ed orizzontali.*

Per i pilastri del Corpo A, la tipologia di muratura è:

Muratura in mattoni pieni ben squadrate e regolari

- *Elementi costitutivi: mattoni pieni*
- *Malta: malta cementizia*
- *Posa in opera degli elementi: ordinata con letti di malta verticali ed orizzontali.*



Figura 4 - Saggio diretto su muratura (SM6, corpo A).

L'efficacia del collegamento tra pareti ed orizzontamenti si esplica attraverso la conoscenza della tipologia e del dettaglio costruttivo del collegamento. Il collegamento è indispensabile per trasferire l'azione orizzontale di piano ai singoli setti resistenti e deve interessare anche i lati paralleli all'orditura del solaio e non solo i lati dove appoggiano direttamente le travi.

Mediante saggi distruttivi ed endoscopici è stata rilevata la tipologia, orditura e geometria dei solai.

I solai, per tutti e tre gli edifici, sono risultati di tipo latero-cementizio formato da nervature di cemento armato monodirezionali e pignatte di laterizio.

Per quanto riguarda invece il collegamento delle pareti in muratura con gli orizzontamenti, nel caso degli edifici A e B, è garantito dalla presenza di cordoli in c.a. di altezza 25-30 cm e larghezza pari alla larghezza della muratura ed armati con 4Ø16 e staffe Ø6.

In sintesi il tipo di solaio può essere classificato come:

Orizzontamenti non deformabili con collegamento alle strutture verticali di tipo efficace realizzato con cordoli in c.a.



Figura 5 – Saggio solaio (SS1 – Corpo A).

4. PROVA CON MARTINETTO PIATTO (Corpo A)

Lo studio delle condizioni statiche e delle capacità in condizioni sismiche di una struttura esistente richiede un'approfondita conoscenza delle caratteristiche meccaniche dei materiali che la compongono e delle effettive tensioni a carico della struttura in esame nei punti di interesse. Per le strutture in muratura, i problemi connessi al prelievo di campioni rappresentativi possono essere evitati ricorrendo a tecniche non distruttive come appunto, quella che prevede l'impiego dei **Martinetti Piatti**.

La tecnica per la determinazione dello stato tensionale si basa sul fatto che un taglio eseguito su un solido sollecitato, annulla le tensioni agenti sulle facce generate dal taglio stesso. Le dimensioni ed il tipo di martinetto utilizzato, in stretta relazione con le caratteristiche del taglio e del maschio murario sottoposto al test, costituiscono altresì fattori determinanti per la corretta esecuzione della prova e per il rispetto di condizioni operative ottimali.

La prova con **Doppio Martinetto Piatto**, consiste nell'introdurre nella muratura un secondo martinetto piatto parallelo al primo, ad una distanza da esso pari a circa due volte la larghezza del martinetto utilizzato. La muratura compresa tra i due martinetti costituisce il campione che sarà sostanzialmente assoggettato ad uno stato di tensione monoassiale.



Figura 6 - Esecuzione prova con martinetti piatti doppi (MP1)

Si eseguono alcuni cicli di carico e scarico incrementando gradualmente il livello di sollecitazione in modo da poter determinare i moduli di deformabilità della muratura a vari livelli di sollecitazione; qualora possibile e ritenuto utile il livello di pressione può essere spinto fino a portare il campione a rottura (creazione di microlesioni) determinando il valore di resistenza ultima.

RISULTATI DELLA PROVA MP1:

ID PROVA: PM1	Data esecuzione prova: 27/07/2010
Resistenza a compressione Malta	2,30 N/mm²
Resistenza a compressione I° Fessurazione	2,50 N/mm²
Resistenza a compressione (Rottura)	2,60 N/mm²
Modulo di elasticità E	10250 Kg/cm²
Coefficiente di Poisson	0,25

5. PRELIEVO DI MALTA E MATTONE PER PROVE DI LABORATORIO (Corpi A e B)

Sono stati effettuati prelievi di campioni di mattone e di malta da sottoporre a prove in Laboratorio per determinarne la resistenza a compressione e la massa volumica del mattone e per eseguire la caratterizzazione mineralogico – petrografia della malta.



Figura 7 - Prelievo di malta.



Figura 8 – Prelievo di mattone (Tufo)

RISULTATI DELLE ANALISI CHIMICHE SULLA MALTA:

C1: Corpo A (muratura con blocchi di tufo)

ID Campione	Si Solubile (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)	CO ₂ (%)	CaO (%)	Residuo Insolubile (%)
C1	0,6	1,18	0,92	15,1	29,6	52,5

ID Campione	Legante Idraulico (%)	Calce Aerea Carbonatata (%)	Aggregato Calcareo (%)	Aggregato Siliceo (%)
C1	4	6	40	50

C1= malta costituita da un aggregato di tipo calcareo siliceo con legante idraulico

RISULTATI DELLE PROVE SU PIETRE E/O MATTONE:

C1: Corpo A (muratura con blocchi di tufo)

C2: Corpo A (muratura con blocchi di tufo)

Campione	Dimensione provino (cm)	Massa (g)	Peso di volume (g/cm ³)	Resistenza a compressione (Kg/cm ²)
C1	10,0 x 9,9 x 10,0	1289	1,30	26,8
C2	10,0 x 10,0 x 9,8	1335	1,36	24,9



Nella Tabella C8A.2.1, di seguito riportata, sono indicati i valori di riferimento che possono essere adottati nelle analisi, secondo quanto indicato al punto C8A.1.A.4 della Circolare Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni", in funzione del livello di conoscenza acquisito. Il riconoscimento della tipologia muraria è condotto attraverso un dettagliato rilievo degli aspetti costruttivi. E' noto che la muratura presenta, a scala nazionale, una notevole varietà per tecniche costruttive e materiali impiegati ed un inquadramento in tipologie precostituite può risultare problematico.

Per stabilire i valori dei parametri meccanici da adottare nel modello di calcolo per la tipologia muraria riconosciuta, si è quindi proceduto come indicato nel capitolo C8A (appendice al cap. C8) della Circolare Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 14 gennaio 2008) per il caso di LC2:

- Livello di conoscenza LC2

Resistenze: medie degli intervalli riportati in Tabella C8A.2.1 per la tipologia muraria in considerazione.

Moduli elastici: valori medi degli intervalli riportati nella tabella suddetta.

Nel caso delle murature storiche, i valori indicati nella Tabella C8A.2.1 (relativamente alle prime sei tipologie) sono da riferirsi a condizioni di muratura con malta di scadenti caratteristiche, giunti non particolarmente sottili ed in assenza di ricorsi o listature che, con passo costante, regolarizzino la tessitura ed in particolare l'orizzontalità dei corsi. Inoltre si assume che, per le murature storiche, queste siano a paramenti scollegati, ovvero manchino sistematici elementi di connessione trasversale (o di ammorsamento per ingranamento tra i paramenti murari).

I valori indicati per le murature regolari sono relativi a casi in cui la tessitura rispetta la regola dell'arte. Nei casi di tessitura scorretta (giunti verticali non adeguatamente sfalsati, orizzontalità dei filari non rispettata), i valori della tabella devono essere adeguatamente ridotti. Nel caso in cui la muratura presenti caratteristiche migliori rispetto ai suddetti elementi di valutazione, le caratteristiche meccaniche saranno ottenute, a partire dai valori di Tabella C8A.2.1, applicando coefficienti migliorativi fino ai valori indicati nella Tabella C8A.2.2.

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 (kN/m ³)
	(N/cm ²) Min-max	(N/cm ²) min-max	(N/mm ²) min-max	(N/mm ²) 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 squadriati	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	

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	Connessioni trasversali	Nucleo scadente e/o ampio	Iniezione di miscela 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 sbazzati, 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 squadriati	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

* Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLE MURATURE PRESENTI:

Tipologia di muratura	f_m (N/c m ²)	τ_o (N/cm ²)	F.C.	f m/FC (N/cm ²)	τ_o/F C (N/cm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	W (kN/m ³)
Muratura a conci di tufo (Corpi A e B)	190	3,5	1,2	158	2,9	1080	360	16
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (Pilatri in muratura Corpo A)	320	7,6	1,2	267	6,3	1500	500	18

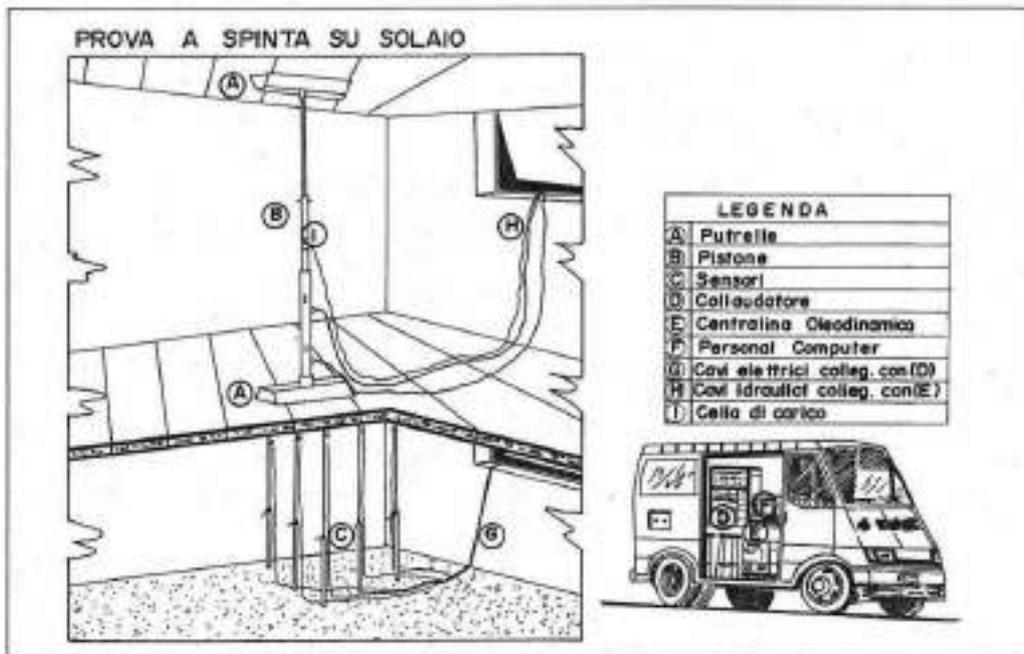
Nel caso in esame la tipologie murari non presentano elementi migliorativi (o peggiorativi) che giustifichino l'applicazione di coefficienti correttivi riportati nella tabella C8A.2.2.

6. PROVA DI CARICO SU SOLAIO (Corpo A)

La prova di carico è stata eseguita su un solaio del secondo impalcato (Piano Primo) campata intermedia del Corpo A per verificarne le proprietà elastiche e lo stato di conservazione. Il solaio provato ha una luce netta di $L = 6,90$ m.

La prova è stata eseguita con l'attrezzatura Collaudatore GSO2 della 4 Emme, costituita da:

- Pistone oleodinamico a spinta per l'applicazione del carico;
- Centralina oleodinamica di comando;
- sensori elettronici di rilevazione deformazione;
- unità elettronica di comando e registrazione su carta degli andamenti del carico e delle frecce.



Il carico di collaudo è stato applicato interessando un'area di $1,0 \times 0,2$ metri. Per tenere conto della collaborazione e per trasformarlo in carico concentrato si utilizza la seguente formula:

$$F_{eq} = (q+q') \times L \times C_1 \times C_2$$

dove:

- F_{eq} è il carico concentrato applicato;
- q il sovraccarico distribuito di progetto;

- q' i carichi permanenti mancanti
- L la luce della struttura;
- C_1 (espresso in metri) rappresenta la sezione di solaio collaborante;
- C_2 coefficiente adimensionale relativo al grado di vincolo.

I sensori lineari che misurano gli abbassamenti sono stati disposti nel seguente modo:

- Posizione 1 : appoggio;
- Posizione 2 : mezzeria solaio;
- Posizione 3 : collaborazione laterale.

La freccia max misurata sotto il carico massimo ($F_{eq}=2600\text{kg} \Rightarrow q=400\text{kg/mq}$) è di:

$$\mathbf{f=1,22\text{ mm}}$$

(per la strumentazione di misura delle frecce si rimanda alla relazione relativa all'esecuzione della prova).

Assumendo un modulo elastico del calcestruzzo pari a 284600 kg/cm^2 e considerando che l'inerzia della sezione di riferimento del solaio a travetti in c.a. 20+4 sia pari ad $I=42670\text{ cm}^4$ si può valutare in maniera teorica, per un carico ripartito di 400kg/mq , la stessa grandezza con riferimento a due schemi limite:

- appoggio-appoggio: $f_{\text{max}} = 0,972\text{ cm} = 9,72\text{ mm}$;
- inc-inc: $f_{\text{max}} = 0,194\text{ cm} = 1,94\text{ mm}$.

II risultato della prova risulta soddisfacente perché la freccia misurata risulta dello stesso ordine di grandezza dei valori stimati teoricamente, pur rimanendo inferiore ad essi per effetto dell'azione di piastra in senso trasversale che non viene considerata dai calcoli teorici.

In definitiva, si può ritenere che la prova abbia avuto esito positivo per le ragioni seguenti:

- gli andamenti carichi-cedimenti sono pressoché lineari;
- le deformazioni residue allo scarico sono trascurabili;
- le frecce misurate sono compatibili con quelle calcolabili teoricamente;
- non sono stati riscontrati danni o lesioni sui solaio in seguito alla prova di carico.

7. INDAGINE PACOMETRICA (Corpi B e C)

La prova permette di eseguire una mappatura delle armature all'interno dell'elemento indagato (travi, pilastri, solai, travi-parete, ecc.).

Lo strumento sfrutta il principio delle correnti passive. In particolare, il funzionamento dei sensori induttivi è basato sul principio che l'impedenza di un induttore (sonda) attraversata da una corrente cambia quando un elemento metallico è posto nel campo magnetico prodotta da questa. Poiché l'effetto indotto dalla presenza di elementi magnetici sull'induttore (sonda) decresce con l'inverso del cubo della distanza dello stesso dall'elemento da misurare, l'efficacia dello strumento è maggiore per barre di armatura poste a minor profondità.

La posizione delle barre viene sempre individuata con estrema precisione e rapidità poiché, oltre ai dispositivi ottici (LED ultraluminoso e barra di intensità del segnale), sono previste delle spie audio a frequenza variabile, distinguibili in modo chiaro anche in ambienti rumorosi per indicare l'approssimarsi alla barra, per determinare la direzione e l'esatta localizzazione del tondino, per segnalare le aree con copriferro insufficiente.

Tale metodo è efficace solo per armature poste ad una profondità massima di 30 - 50mm. La prova non consente il rilievo delle armature su doppio registro.



Figura 9 – Pacometria eseguita sul pilastro P/PS/10 (Corpo C)

8. CAROTAGGI (Corpo C)

Questo tipo d'indagine consiste nel prelievo di una carota dall'elemento strutturale da sottoporre a prove di Laboratorio, per misurare il valore del carico di rottura a compressione del provino (R_{car}) ed è regolata dalle norme UNI 6131 e UNI 6132.

Trattandosi di un'indagine "diretta" sul cls è indubbiamente più affidabile delle prove non distruttive, poiché misura "direttamente" la resistenza a compressione del calcestruzzo.

Sulle carote sono state effettuate in laboratorio le prove di rottura a compressione.

Il valore di resistenza ricavato dallo schiacciamento dei provini (**R_{car}**), tuttavia, non sempre è rappresentativo dell'effettiva qualità del conglomerato in opera, a causa di molti fattori perturbativi intrinseci a tale metodologia di prova, da cui il dato di Laboratorio deve essere depurato.



Figura 10 - Esecuzione di un carotaggio in un pilastro.

8.1 FATTORI D'INFLUENZA

Nella determinazione della resistenza caratteristica del calcestruzzo, i fattori d'influenza sono molteplici; i risultati forniti dal carotaggio non coincidono con quelli che si otterrebbero con prove condotte su cubetti confezionati durante il getto delle strutture, a causa della diversità dell'ambiente di maturazione e dei danni prodotti dall'estrazione.

I principali fattori che possono alterare il valore della resistenza in situ sono:

– **Pressione di consolidamento:**

I valori di resistenza del conglomerato, ottenuti dallo schiacciamento delle carote, risultano influenzati dalla posizione del prelievo nell'elemento strutturale.

La variazione di resistenza si verifica in funzione dell'altezza dell'elemento gettato, a causa della diversa pressione che si determina nella pasta durante la presa e l'indurimento.

Tale pressione dà luogo ad una progressiva riduzione dell'aria occlusa e alla migrazione dell'acqua presente, con conseguente aumento localizzato del peso specifico del materiale.

Questo fenomeno implica variazioni di resistenza tanto maggiori quanto più il conglomerato è di qualità scadente.

In elementi strutturali verticali si hanno variazioni di resistenza del 50 ÷ 70% tra la base e la sommità.

I prelievi di carote dai pilastri, per la verifica della qualità del calcestruzzo si eseguono preferibilmente in una fascia intermedia rispetto all'altezza, per evitare mediante le operazioni di carotaggio la riduzione della sezione resistente in zone particolarmente sollecitate.

– **Ambiente di maturazione:**

E' uno dei fattori che influenza maggiormente il valore della resistenza del conglomerato.

La maturazione delle strutture in opera è diversa da quella ottenuta da campioni standard e tende, inoltre, a variare in funzione delle stagioni.

L'effetto dell'ambiente di maturazione può essere individuato secondo due parametri:

1. *Perdita d'umidità della superficie.*

Questo fenomeno genera uno strato superficiale, che può estendersi fino ad una profondità di circa 5 cm, di minor resistenza a causa della segregazione e dell'impoverimento della miscela.

L'inclusione nell'elemento di prova di una porzione superficiale del getto, provocherà una riduzione del valore di rottura del provino, con abbattimenti variabili tra il 10% ed il 25%.

2. *Differente maturazione tra strutture e campioni standard.*

La resistenza caratteristica valutata su cilindri di controllo maturati in cantiere, differisce da quella valutata sulle carote maggiormente in estate ed in inverno che in autunno. Ciò comporta in estate ed inverno una sopravvalutazione della qualità del calcestruzzo.

La deviazione standard nelle carote risulta maggiore di quella dei cilindri di controllo. I valori massimi si notano per gli elementi strutturali in estate.

L'ambiente di maturazione influenza la resistenza anche dopo 28 giorni dal getto, dando luogo ad incrementi minori per elementi maturati all'aria aperta (8% dopo 3 mesi), rispetto ad elementi maturati in ambiente umido (13% dopo 3 mesi).

La diminuzione della resistenza sembra annullarsi all'aumentare dell'età di maturazione, si può quindi ritenere che il taglio di conglomerato giovane comporti anche sconessioni interne che riducono la compattezza del materiale.

Fattori connessi col metodo di prova

– Operazioni di perforazioni:

Le operazioni di perforazione possono dar luogo a disturbi sul campione estratto, ripercuotendosi sui valori della resistenza meccanica.

La coppia torcente esercitata dal meccanismo di prelievo produce una riduzione di resistenza media del 10%.

All'aumentare della coppia torcente diminuiscono le caratteristiche meccaniche dei campioni estratti.

Si ottiene un decremento di resistenza maggiore se l'operazione viene effettuata prima di 28 gg..

– Direzione di perforazione:

Le operazioni di perforazione possono dar luogo al danneggiamento del campione, provocando un decremento della resistenza meccanica, dipendente dalla direzione in cui è avvenuto il getto.

Perforazioni perpendicolari alla direzione del getto producono una diminuzione di resistenza variabile tra il 5 e l'8% per conglomerato avente resistenza caratteristica di 250 kg/cm^q, mentre è praticamente nulla per resistenza caratteristica di 400 kg/cm^q.

Perforazioni in direzione parallela a quella di getto comportano riduzioni minori.

– Dimensioni delle carote:

I valori della resistenza del conglomerato sono influenzati dal diametro, dall'altezza della carota e dalla dimensione massima dell'inerte.

- Mantenendo costante il rapporto *altezza/diametro della carota* e facendo variare il rapporto *diametro carota/dimensione massima dell'inerte*, si nota non tanto un'apprezzabile variazione del valore medio della resistenza quanto un aumento sensibile del coefficiente di variazione.

Questo fatto dipende dalla distribuzione casuale degli inerti: in una carota di diametro più grande è più probabile trovare almeno un inerte di grandi dimensioni. Inoltre, alcuni inerti piccoli o frantumi d'inerti sotto l'azione del carico esterno possono distaccarsi dalla superficie laterale, indebolendo la sezione in misura maggiore quanto più questa è piccola, poiché la malta attiva è presente su una bassa percentuale di area esterna dell'inerte ed ha spessore modesto.

La sezione resistente, quindi, non coincide con quella geometrica e la tensione specifica di rottura risulta minore di quella effettiva.

Il taglio di materiale costituito da inerti di notevoli dimensioni non produce danni, poiché le parti di pietra tagliate sono saldamente legate al nucleo centrale grazie alla notevole quantità di malta che ricopre buona parte della pietra.

La sezione resistente, quindi, coincide con quella geometrica ed il rapporto carico/area rappresenta la reale resistenza del materiale.

Pertanto è opportuno, e del resto richiesto dalle norme UNI, prelevare carote di diametro almeno pari a 3 volte il diametro massimo dell'inerte e con altezza di carota pari a 2 volte il diametro della stessa.

Per rapporti inferiori (*microcarotaggi*), a causa dell'elevata dispersione dei risultati, occorre eseguire un numero maggiore di carotaggi per ottenere risultati affidabili.

- Mantenendo costante il rapporto diametro carota/dimensione max inerte e facendo variare il rapporto altezza/diametro della carota, i valori della resistenza diminuiscono con l'aumento del rapporto, a causa della minore influenza dell'azione di contenimento esercitata dalle piastre della macchina di prova.

– **Armature incluse:**

La presenza di spezzoni d'armatura contribuisce a diminuire la resistenza misurata sulla carota in misura difficilmente quantificabile; va pertanto evitato il prelievo di carote inglobanti spezzoni d'armatura.

Non è possibile dedurre una relazione di carattere generale dato l'elevato numero di parametri, ma si può considerare una diminuzione di resistenza variabile tra lo 0,5 e il 12%.

8.2 INTERPRETAZIONE DEI DATI

L'interpretazione dei dati dei Laboratori e riportati nel Certificato, è un problema che non trova soluzione in alcuna norma, poiché non esiste uno standard nazionale di riferimento sulla materia.

La responsabilità, sia per l'individuazione degli elementi strutturali da indagare al fine di estrarne un campione significativo, sia per l'interpretazione dei dati di prova al fine della determinazione del valore di resistenza del cls, è rimessa al Professionista incaricato o all'Ufficio Tecnico competente.

Si ricorda che il valore di resistenza fornito dallo schiacciamento del provino (Resistenza di carota), non coincide con quello che si otterrebbe da prove condotte su cubi confezionati durante il getto delle strutture (Resistenza cubica convenzionale), a causa dei fattori perturbativi sopra esposti.

I fattori più importanti che concorrono a determinare il valore di resistenza delle carote sono:

- R₁** *Rapporto lunghezza/diametro*
- R₂** *Direzione di perforazione dei getti (orizzontale o verticale)*
- R₃** *Dimensioni del campione*
- R₄** *Posizione del prelievo nell'ambito dell'elemento strutturale*

I fattori più importanti che determinano le variazioni dei valori di resistenza fra le carote, i cubi e i cilindri standard sono:

- V₅** *Disturbo conseguente alle operazioni di prelievo*
- V₆** *Presenza di armature*
- V₇** *Passaggio dalla resistenza cilindrica a quella cubica*
- V₈** *Modalità di preparazione e stagionatura*
- V₉** *Maturazione (età) al momento della prova*

E' incerta l'entità dell'influenza di tali fattori sulla definizione del valore della resistenza. Le formulazioni presenti in letteratura per l'elaborazione di tali dati tengono conto dei suddetti fattori attraverso dei coefficienti correttivi che, applicati al valore R_{car} , consentono di ottenere sia il valore di resistenza del cls in situ, sia la resistenza cubica convenzionale.

Si precisa di seguito il significato dei termini utilizzati:

1) **R_{car}** = *Resistenza di carota*, ovvero resistenza misurata dalla rottura della carota. Il valore viene fornito dalla prova a compressione effettuata dal Laboratorio sul campione prelevato dall'elemento strutturale.

2) **R_{cil}** = *Resistenza cilindrica*, ovvero di un provino cilindrico standard (rapporto di snellezza $H/D=2$).

Si ottiene tramite coefficienti correttivi che consentono di depurare il valore di resistenza R_{car} da fattori perturbativi (eventuale disturbo causato dalle operazioni di prelievo, rapporto di snellezza $\neq 2$, direzione di perforazione, presenza di barre d'armatura).

Viene stimata con formule note in letteratura:

- *BS 1881 Part. 120*
- *Concrete Society*
- *Cestelli Guidi*

3) **$R_{eff.cub.in situ}$** = *Resistenza effettiva cubica*, ovvero resistenza di un provino cubico standard al momento del carotaggio sulla struttura esaminata.

Il valore si ottiene moltiplicando R_{cil} per un fattore di correzione che tiene conto delle diverse dimensioni di un provino cubico rispetto ad uno cilindrico (differente rapporto altezza-lato, differente rapporto massasuperficie, differente direzione di prova).

Viene stimata con formule note in letteratura:

- *BS 1881 Part. 120*
- *Concrete Society*
- *Cestelli Guidi*
- *D.M. febbraio 1992 art. 4.0.2. ("Resistenze di calcolo")*

4) **$R_{cub. Conv.}$** = *Resistenza convenzionale*, ovvero del calcestruzzo a 28gg., ottenuta da cubi confezionati al momento del getto in opera e maturati in condizioni standard.

Si ottiene incrementando mediante coefficienti correttivi $R_{eff.cub.in situ}$ per tenere conto dei fattori perturbativi dovuti alle operazioni di getto, alle differenti condizioni termoigrometriche ed all'età di maturazione.

Viene stimata con formule note in letteratura:

- *Concrete Society*
- *Cestelli Guidi*
- *D.M. 09/01/96 – Appendice 2*

Per quanto riguarda la correlazione fra la resistenza convenzionale (quella misurata in condizioni standard sui provini normalizzati) e la resistenza in situ, va osservato che le operazioni di getto nelle casseforme possono essere causa di segregazione, sia per l'attrito esercitato dalle pareti delle casseforme, sia per l'azione di griglia dovuta a certe

disposizioni di armatura, sia per le differenze delle dimensioni e del peso specifico dei componenti del calcestruzzo, che in relazione alla consistenza e fluidità del getto.

Altro motivo di differenza fra la resistenza convenzionale e quella in situ è dovuta alla variazione delle condizioni termoigrometriche nelle quali avviene la stagionatura in opera, alla presenza di inerti non adeguati (ciottoli di fiume non lavati) con conseguente mancata aderenza di questi con la matrice cementizia, errato assortimento granulometrico degli stessi, non sempre compensate da provvedimenti di protezione delle superfici esposte.

In definitiva, l'effetto delle modalità di preparazione e di stagionatura determina, a parità di altre condizioni, resistenze in situ generalmente minori di quelle convenzionali.

Tutti i metodi presenti in letteratura per la valutazione della resistenza caratteristica del calcestruzzo attribuiscono a ciascuno dei fattori importanza diversa, ne consegue che i vari procedimenti possono portare allo stesso risultato numerico o, al contrario, a risultati numerici differenti in base al valore attribuito ad ogni parametro.

Di seguito si riportano alcuni dei metodi suddetti e se ne illustrano i criteri d'interpretazione dei dati derivanti dalla rottura a compressione della carota.

A - METODO PROPOSTO DALLE BRITISH STANDARD (BS) 1881 PART. 120:

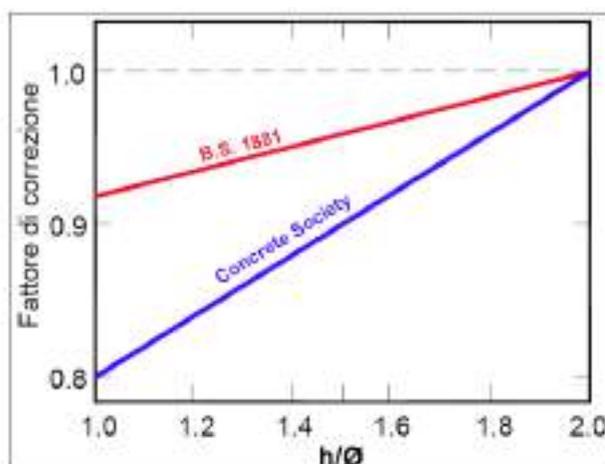
Il metodo tiene conto solo dei fattori **R₁** e **V₇**.

Esso fornisce la **Resistenza Cubica in Situ** del cls, attraverso l'elaborazione dei seguenti dati:

1. *R_{car}* = Resistenza misurata dalla rottura della carota (il valore viene fornito dal laboratorio di prove);

2. *Rapporto di snellezza* della carota ($\lambda = H/\phi$), variabile tra 1 e 2;

3. Applicazione di un *fattore correttivo* (*R₁*) che tiene conto della snellezza della carota, variabile da 0,92 (per rapporti di snellezza pari a 1) ed 1 (per rapporti di snellezza pari a 2), desunto dalla curva fornita dalle BS 1881 di seguito riportata;



4. *Resistenza cilindrica corretta*: si ottiene tramite la seguente formula

$$R_{\text{carota}} * R_1$$

5. *Resistenza cubica equivalente*: si ottiene tramite la seguente formula

$$R_{\text{cilindrica corretta}} * 1,25 \quad (\text{con } 1,25 = 1/0,8).$$

B - METODO PROPOSTO DALLA CONCRETE SOCIETY:

Il metodo tiene conto di tutti i fattori tranne che di **V₈** e **V₉**.

Esso fornisce la **Resistenza Cubica in Situ** e la **Resistenza Cubica Convenzionale** del cls, attraverso l'elaborazione dei seguenti dati:

1. *R_{car}*: Resistenza misurata dalla rottura della carota; il valore viene assunto dal dato fornito dal laboratorio di prove;

2. *Rapporto di snellezza* della carota ($\lambda = H/\phi$), variabile tra 1 e 2;

3. *Resistenza cilindrica*: si ottiene tramite la seguente formula

$$R_{cilindrica} = (2 / (1,5 + 1/n)) * R_{carota}$$

dove il coefficiente a numeratore vale 2 per il passaggio alla resistenza cilindrica a partire da quella della carota.

4. *Resistenza cubica attuale stimata(in situ)*: si ottiene tramite la seguente formula

$$R_{cubica\ attuale\ stimata} = 1,25 * R_{cilindrica}$$

dove il coefficiente a numeratore vale 1,25 per il passaggio dalla resistenza cilindrica a quella cubica.

5. Fattore di correzione che tiene conto delle dimensioni del campione prelevato, della dimensione massima dell'inerte di cls presente nel mix-design, della presenza di barre di armatura inglobate nel provino, considerate in termini di distanza dalla faccia esterna della carota e di diametro della barra.

L'espressione per il coefficiente correttivo da applicare alla resistenza della carota in cui è presente una barra parallela alla base è:

$$1 + 1,5 * (\Phi/d + b/h)$$

in cui:

Φ è il diametro della barra

b è la distanza della barra dalla base più vicina della carota

Se non si hanno carote con ferri inglobati, il fattore di correzione è considerato pari a 1.

6. *Resistenza cubica convenzionale stimata*: si ottiene dal prodotto della *Resistenza cubica attuale stimata* per un coefficiente moltiplicativo 1,3.

L'incremento del 30% (coefficiente moltiplicativo 1,3), è dovuto al fatto che le condizioni di preparazione e stagionatura dei getti in cantiere sono peggiori di quelle per provini standard.

$$R_{cubica\ convenzionale\ stimata} = R_{cubica\ attuale\ stimata} * 1,3$$

C - METODO RIPORTATO SULL'ARTICOLO DI CESTELLI GUIDI:

Il metodo tiene conto di tutti i fattori tranne che di **V₈**.

Esso fornisce la **Resistenza Cubica in Situ** e la **Resistenza Cubica Convenzionale** del cls, attraverso l'elaborazione dei seguenti dati:

1. R_{car} : Resistenza misurata dalla rottura della carota; il valore viene assunto dal dato fornito dal laboratorio di prove;

2. *Rapporto di snellezza* della carota ($\lambda = H/\varphi$), variabile tra 1 e 2;

3. *Resistenza cilindrica effettiva* si ottiene tramite la seguente formula:

$$R_{cilindrica\ effettiva} = (2 / (1,5 + 1/n)) * R_{carota}$$

Dove il coefficiente 2 fornisce la resistenza cilindrica a partire da quella della carota.

4. *Resistenza cubica effettiva*: si passa dalla resistenza cilindrica effettiva a quella cubica applicando il coefficiente che tiene conto della diversa forma e che può variare da 1,10 a 1,25.

$$R_{cubica\ effettiva} = R_{cilindrica\ effettiva} * 1,20$$

Dove il coefficiente 1,20 = (1/0,83) fornisce la resistenza cubica a partire da quella cilindrica.

Il fattore 1/0,83 è riportato nella normativa (D.M. 1992).

5. *Resistenza cubica convenzionale*: si passa quindi dalla resistenza in situ a quella convenzionale

$$R_{cubica\ convenzionale} = R_{cubica\ effettiva} * 1,5$$

Il confronto tra i vari metodi descritti nel precedente capitolo, porta a differenze dei valori dell'ordine del 10%.

Lo scarto dei risultati forniti dal metodo B e C è dato dalla differenza fra:

$$1,3 * 1,25 = 1,625 \quad \text{Metodo Concrete Society}$$

$$1,5 * 1,20 = 1,8 \quad \text{Metodo Cestelli Guidi}$$

Il fattore moltiplicativo per il passaggio dalla resistenza di un provino cilindrico a quella di uno cubico, varia in funzione della classe di conglomerato ($200 \leq R_{ck} < 500$).

A seconda dei valori che si attribuiscono nel passaggio dalla resistenza cilindrica a quella cubica nel Metodo Cestelli Guidi (1,10 ÷ 1,25), la differenza percentuale fra i due metodi varia dal un minimo del 2% ad un massimo del 15%, dove il Metodo Concrete Society fornisce i valori più bassi.

Il fattore moltiplicativo per il passaggio dalla resistenza in situ alla resistenza convenzionale (1,3 Metodo Concrete Society e 1,5 Metodo Cestelli Guidi) implica un aumento della resistenza, in considerazione delle differenti condizioni dell'ambiente di maturazione, della pressione di consolidamento e della compattazione del conglomerato.

Se il confronto viene fatto tra i valori di resistenza in situ, lo scarto dei risultati forniti dal metodo B e C è dato dalla differenza fra:

$$1,25 \quad \text{Metodo Concrete Society}$$

$$1,20 \quad \text{Metodo Cestelli Guidi}$$

In questo caso la differenza è del 4%, dove il Metodo Concrete Society fornisce i valori più alti. Nei tre diversi metodi si afferma che la resistenza del cls misurata su una carota estratta orizzontalmente è minore di quella che si può misurare su una carota estratta verticalmente dallo stesso getto.

La prova di carotaggio fornisce risultati attendibili solo se dal calcestruzzo da esaminare possono essere estratti provini non difettosi con superficie laterale liscia.

Si ricorda che la normativa tecnica italiana non richiede espressamente l'utilizzo di una delle tre formule, né specifica se utilizzare come valore di riferimento la Resistenza cubica in situ o la Resistenza cubica convenzionale.

Si ritiene preferibile considerare il valore ottenuto dalla Resistenza cubica in situ, che fornisce un dato più vicino alla reale condizione del calcestruzzo in opera.

8.3 CONCLUSIONI

Al punto 11.2.2.3 della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni", viene indicato che per il calcolo delle capacità degli elementi duttili si utilizzano i valori medi delle proprietà dei materiali esistenti, come ottenuti dalle prove in situ e da eventuali informazioni aggiuntive, divisi per il Fattore di Confidenza, in relazione al livello di conoscenza raggiunto".

Per gli elementi fragili si utilizzano "i valori medi delle proprietà, come ottenuti dalle prove in situ e da eventuali informazioni aggiuntive, divisi per il Fattore di Confidenza (FC) e divisi per il coefficiente parziale relativo."

I valori delle resistenze da utilizzare nelle verifiche per i singoli elementi strutturali, sono conformi a quelli ricavati in situ, divisi per i Fattori di Confidenza ed eventualmente per i coefficienti parziali relativi (elementi fragili); a tal proposito si deve sottolineare che in linea di principio generale, travi e pilastri possono considerarsi elementi duttili anche se, soprattutto sui ritti, bisogna tenere in debita considerazione la qualità, quantità e disposizione della staffatura, la presenza o meno di elementi tozzi, e lo stato di presso flessione (se il carico verticale è eccessivo si possono originare meccanismi di collasso fragile).

9. METODO SONREB – Sclerometrie ed Ultrasuoni (Corpi B e C)

Il metodo prevede l'uso combinato di due metodi indiretti di indagine per la valutazione della resistenza del cls: sclerometro e onde ultrasoniche.

I margini di incertezza delle singole prove vengono in tal modo mitigati dando quindi maggiore affidabilità ai dati rilevati.



Figura 11 – Prova sclerometria



Figura 12 – Ultrasuoni

9.1 METODO INDIRETTO (SONREB)

L'applicazione di tale metodo consente di ricavare, per ogni singola zona di cui si vuole esaminare il valore di resistenza del calcestruzzo, il valore locale della velocità di propagazione di impulsi ultrasonici e dell'indice di rimbalzo dello sclerometro. Ogni singola area omogenea viene così individuata dalla coppia di valori assunti nella forma del valore medio per ovviare all'effetto delle fluttuazioni naturali:

- velocità di propagazione
- indice di rimbalzo

La coppia di valori medi ottenuti permette di entrare in un grafico sperimentale di correlazione, costituito da famiglie di curve di iso-resistenza in un piano con n (indice di rimbalzo) in ordinata e V_1 (velocità di propagazione) in ascissa.

Esistono in bibliografia tecnica almeno tre differenti formulazioni corrispondenti alle curve di iso-resistenza, dalle quali dati i valori di V (velocità media di propagazione degli ultrasuoni) e S (indice medio di rimbalzo) si ottiene il valore di resistenza R_c , del calcestruzzo:

- **ARTICOLO J. GASPARIK**, "Prove non distruttive in edilizia", Quaderno didattico A.I.P.N.D., Brescia 1992

$$R_{c1} = 0.0286 * S^{1,246} * V^{1,85} \text{ (con } R_c \text{ in N/mm}^2 \text{ e } V \text{ in Km/sec)}$$

- **ARTICOLO A. DI LEO, G. PASCALE**, "Prove non distruttive sulle costruzioni in cemento armato", Convegno Sistemaa Qualità e Prove non Distruttive per l'Affidabilità e la Sicurezza delle Strutture Civili, Bologna, Saie '94, 21 ottobre 1994

$$R_{c2} = 1.2 * 10^{-9} * S^{1,058} * V^{2,446} \text{ (con } R_c \text{ in N/mm}^2 \text{ e } V \text{ in m/sec)}$$

- **ARTICOLO R. GIACCHETTI, L. LACQUANITI**, "Controlli non distruttivi su impalcati da ponte in calcestruzzo armato" Nota tecnica 04, 18980, Università degli Studi di Ancona, Facoltà di Ingegneria, Istituto di Scienza e Tecnica delle Costruzioni

$$R_{c3} = 7,695 * 10^{-10} * S^{1,4} * V^{2,6} \text{ (con } R_c \text{ in Kg/cm}^2 \text{ e } V \text{ in m/sec)}$$

in cui:

V = Velocità di propagazione degli ultrasuoni

S = Indice medio di rimbalzo

R_c = Resistenza cubica convenzionale del calcestruzzo standard

Le formule di cui sopra per l'interpretazione, sono state trasformate secondo un'unica unità di misura, ovvero R_c in Kg/cm² e V in m/sec.

Nelle tre formule, come si può notare, i parametri presenti, pur rimanendo sempre gli stessi, presentano differenti valori degli indici esponenziali e ciò in base all'importanza conferita da ogni autore ai vari fattori perturbativi connessi all'impiego del metodo combinato Sonreb.

Ne conseguono differenze non trascurabili tra i valori derivanti da ciascun metodo.

In generale:

- con la formula A si ottengono i valori di resistenza stimata del calcestruzzo minori (rispetto alle altre due formule);

- con la formula B si ottengono i valori di resistenza stimata del calcestruzzo intermedi (rispetto alle altre due formule);
- con la formula C si ottengono i valori di resistenza stimata del calcestruzzo maggiori (rispetto alle altre due formule).

La valutazione del valore di resistenza in situ del singolo elemento è stata eseguita considerando la media delle tre formulazioni suddette.

Si sottolinea che la **formula di correlazione del Metodo Sonreb**, che stima la resistenza del cls nel punto di misura, è applicabile per valori della velocità d'attraversamento superiori a $3100 \div 3200$ m/sec., mentre per valori inferiori non risulta attendibile poiché esterna al dominio delle curve Sonreb ricavate sperimentalmente e sulla cui base si applica la formula suddetta.

Si ricorda, tuttavia, che nel caso di valori bassi della **velocità ultrasonica** ($\approx 2500 \div 3000$ m/sec), pur non essendo possibile stabilire con certezza l'Rck del cls, si ottiene sicuramente un valore di resistenza del conglomerato < 150 Kg/cmq, mentre per valori particolarmente bassi ($\approx 1000 \div 2300$ m/sec), il dato ottenuto perde praticamente di significato.

Per quanto riguarda i valori forniti dallo **sclerometro** si evidenzia che si ottengono buoni valori di resistenza a compressione per valori dell'indice di rimbalzo medio $Im = 30$, considerando come limite minimo accettabile $Im = 27 \div 28$.

Si ricorda inoltre, per gli edifici in c.a. di oltre 20 anni, di non trascurare l'influenza della carbonatazione sul valore dell'indice di rimbalzo, in quanto ne altera i risultati in senso maggioritario, senza che ciò sia tuttavia rappresentativo dell'effettiva resistenza del conglomerato.

E' per questo che i valori forniti dallo sclerometro, presi da soli, sono indicativi di un calcestruzzo di qualità superiore alla classe indicata, ma l'elaborazione del dato con la velocità per il Metodo Sonreb abbassa notevolmente la classe di appartenenza della resistenza del calcestruzzo.

Si evidenzia che le formule suddette forniscono valori di resistenza con differenze dell'ordine anche del 30–40 %. Ne consegue una notevole difficoltà tecnica nella scelta del valore di Rck da attribuire al calcestruzzo dell'edificio esaminato, anche in considerazione del fatto che spesso si rilevano notevoli differenze di resistenza sia da piano a piano dello

stesso edificio, sia tra gli elementi strutturali di uno stesso livello sia, talvolta, tra le due zone dello stesso elemento strutturale indagate con il Metodo Sonreb.

Sono accettabili differenze percentuali al massimo del 20% tra Resistenza stimata con il metodo Sonreb e Resistenza media (tra i diversi metodi interpretativi) in situ.

9.2 CONCLUSIONI

Secondo Faccaoru il metodo combinato Sonreb applicato alle strutture permette di ricavare il carico di rottura con le seguenti approssimazioni:

- $\pm 15\%$ quando è nota la composizione del materiale e possono essere ricavate carote di taratura.
- $\pm 25\%$ quando è nota correttamente la composizione del calcestruzzo
- $\pm 30\%$ quando è nota la composizione del calcestruzzo e non si possono estrarre carote per la taratura del metodo.

In questo sono comprese tutte le cause d'errore, includendo quello di composizione del calcestruzzo delle tecniche di misura sia distruttive che non distruttive.

L'utilizzazione di tale metodo non è indicata per i calcestruzzi con strati superficiali degradati e nelle zone con elevata concentrazione di ferri d'armatura, soprattutto quando tali ferri sono paralleli e vicini alla traiettoria di propagazione degli impulsi ultrasonici ed infine nelle zone con difetti apparenti del calcestruzzo.

I limiti dell'applicazione di tale metodo combinato sono numerosi e derivano dai limiti dei due metodi componenti e al fatto che si misurano delle grandezze, durezza e velocità del suono, che sono variamente correlabili con la resistenza.

Il metodo si applica in una zona omogenea di calcestruzzo, con le modalità operative e le precauzioni consigliate per i due metodi componenti.

Di seguito, in allegato, si riportano le TABELLE ELABORAZIONE DATI derivanti dal metodo Sonreb con l'elaborazione dei dati derivanti dalle prove con l'utilizzo delle tre formule sopradescritte.

Effettuando una correlazione tra i risultati delle indagini con metodo Sonreb ed i valori di resistenza a compressione ottenuti in laboratorio si è ricavato il coefficiente di taratura medio:

$$C_m = 1,12$$

Tale coefficiente applicato ai valori delle resistenze stimate ricavati dal metodo Sonreb ci permette di ricavare i valori delle resistenze correlate.

Mediando i valori delle resistenze medie in situ R_{ck} e delle resistenze correlate R_{cor} , si ottiene la stima della resistenza cubica a compressione da utilizzare nei calcoli strutturali che risulta pari a:

- **Stima della resistenza cubica a compressione: 171,6 Kg/cm²**

In conclusione, per la caratterizzazione del calcestruzzo, volendo raggiungere un livello di conoscenza pari a LC2 caratterizzato da un fattore di confidenza pari ad 1,20, le resistenze specifiche da adottare sono le seguenti:

	R_{cm} (Kg/cm ²)	f_{cm} (Kg/cm ²)	F.C.	γ_m (dutt)/(frag)	f_{cdm} (duttile) (Kg/cm ²)	f_{cdm} (fragile) (Kg/cm ²)
Calcestruzzo	171,6	142,4	1,20	1,0/1,6	118,7	74,2

10. PRELIEVO FERRI DI ARMATURA (Corpo C)

Per la determinazione delle caratteristiche meccaniche da attribuire agli acciai utilizzati nelle strutture, sono stati eseguiti n.2 prelievi di barre.



Figure 13 e 14 – Prelievo barra acciaio (F1= Ø14; F2=Ø14).

Mediando i risultati delle prove di trazione relativi ai due prelievi di barre si hanno i seguenti valori:

- tensione di snervamento $f_y = 500,70 \text{ N/mm}^2$
- tensione di rottura $f_u = 733,19 \text{ N/mm}^2$

e quindi con caratteristiche meccaniche associabili al tipo FeB44k.

In conclusione, essendo il valor medio della tensione a snervamento pari a $500,70 \text{ N/mm}^2$ ed il fattore di confidenza da assumere pari ad 1,20, il valore di progetto sarà:

$$500,70/1,20 = 417,25 \text{ N/mm}^2$$

ALLEGATO 2:
DOCUMENTAZIONE
FOTOGRAFICA DELLE INDAGINI
IN SITO (CAMPAGNA DI INDAGINI
DEL 2010 – AICI ENGINEERING
S.R.L.)

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
DELLE INDAGINI IN SITO**
**Indagini del 26/02/2010, 27-28/07/2010
e 28/10/2010**



INDAGINI ENDOSCOPICHE (Corpi A e B)



Figura 1 – Indagine endoscopica muratura (E1, Corpo A).



Figura 2 – Indagine endoscopica muratura (E2, Corpo A).



Figura 3 – Indagine endoscopica muratura (E3, Corpo A).



Figura 4 – Indagine endoscopica muratura (E4, Corpo A).



Figura 5 - Indagine endoscopica muratura in foro preesistente (Ea, Corpo A).



Figura 6 - Indagine endoscopica muratura in foro preesistente (Eb, Corpo A).



Figura 7 - Indagine endoscopica muratura in foro preesistente (Ec, Corpo B).



Figura 8 – Indagine endoscopica muratura (E5, Corpo B).



Figura 9 - – Indagine endoscopica muratura (E6, Corpo B).

SAGGI ESPLORATIVI MURATURA E SOLAI (Corpi A e B)



Figura 10 - Saggio esplorativo muratura PS: parete in calcestruzzo (SM1, Corpo A).



Figura 11 – Saggio esplorativo muratura PS: parete in calcestruzzo (SM2, Corpo A).



Figura 12 – Saggio esplorativo muratura PS: parete in calcestruzzo (SM3, Corpo A).



Figura 13 – Saggio esplorativo muratura PS: parete in calcestruzzo (SM4, Corpo A).



Figura 14 – Saggio esplorativo muratura: blocchi di tufo (SM5, Corpo A).



Figura 15 – Saggio esplorativo muratura: spessore intonaco (SM5, Corpo A).



Figura 16 – Saggio esplorativo muratura: pilastro in mattoni pieni (SM6, Corpo A).



Figura 17 – Saggio esplorativo muratura: blocchi di tufo (SM7, Corpo A).



Figura 18 – Saggio esplorativo muratura: pilastro in mattoni pieni (SM8, Corpo A).

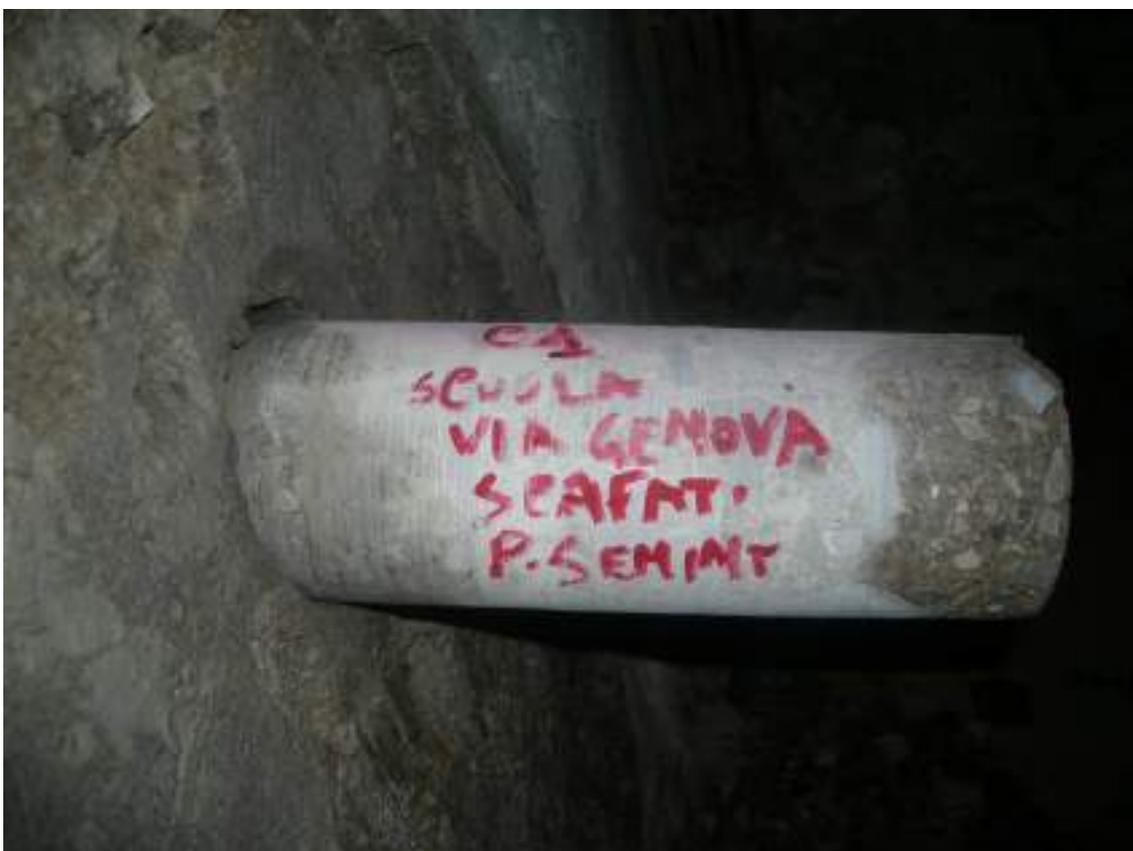


Figura 19 – Saggio esplorativo muratura PS: carota in parete di calcestruzzo (C7, Corpo A).



Figura 20 – Saggio esplorativo solaio (SS1, Corpo A).



Figura 21 – Saggio esplorativo solaio (SS2, Corpo A).



Figura 22 – Saggio esplorativo solaio (SS3, Corpo A).



Figura 23 - Saggio esplorativo solaio (SS4, Corpo B).



Figura 24 – Saggio esplorativo solaio (SS4, Corpo B).



Figura 25 – Saggio esplorativo trave:Ø14 (Corpo B, PS).



Figura 26 – Saggio esplorativo trave:staffa Ø8 (Corpo B, PS).

MARTINETTI PIATTI (Corpo A)



Figura 27 – Martinetto piatto doppio (MP1, Corpo A).

PROVA DI CARICO SU SOLAIO (Corpo A)



Figura 28 - Sensori elettronici di rilevazione



Figura 29 - Pistone oleodinamico



Figura 30 - Sensori elettronici di rilevazione



Figura 31 - Collaudatore GSO2 della 4 Emme

CAROTAGGI (Corpo C)

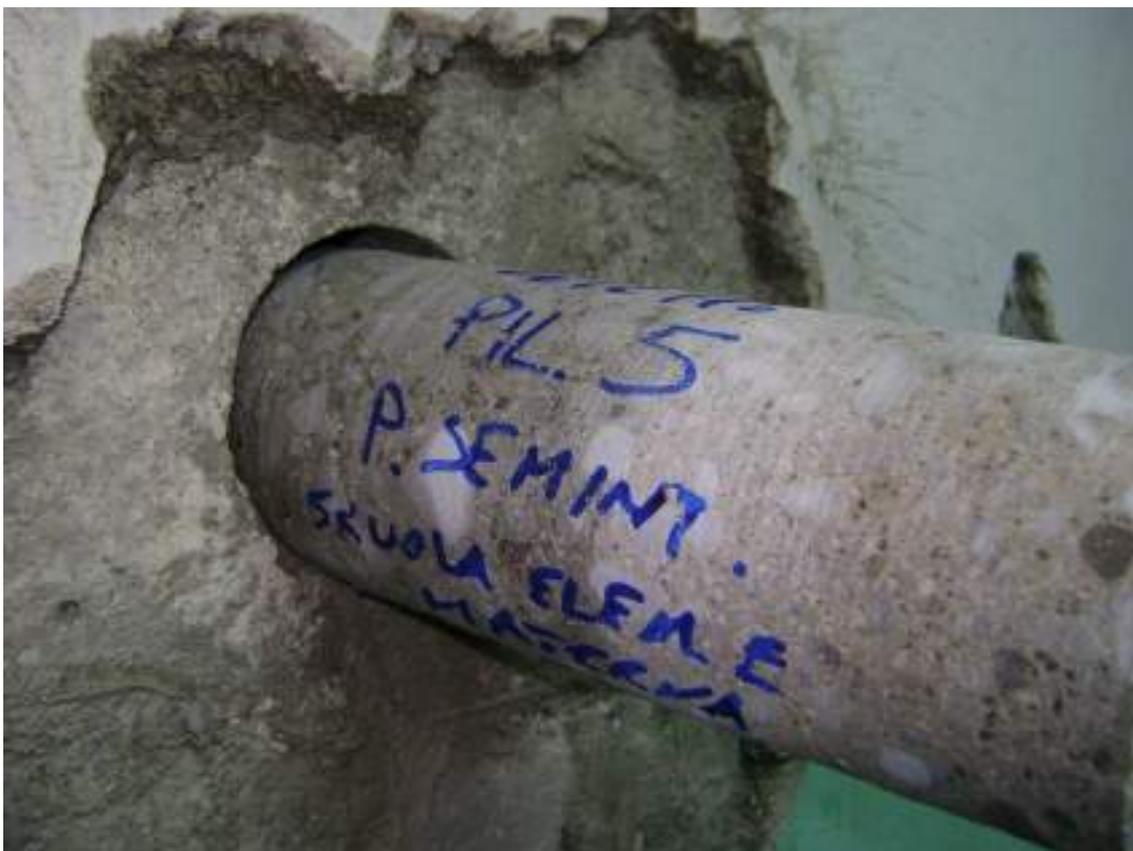


Figura 32 - Prelievo carota C1

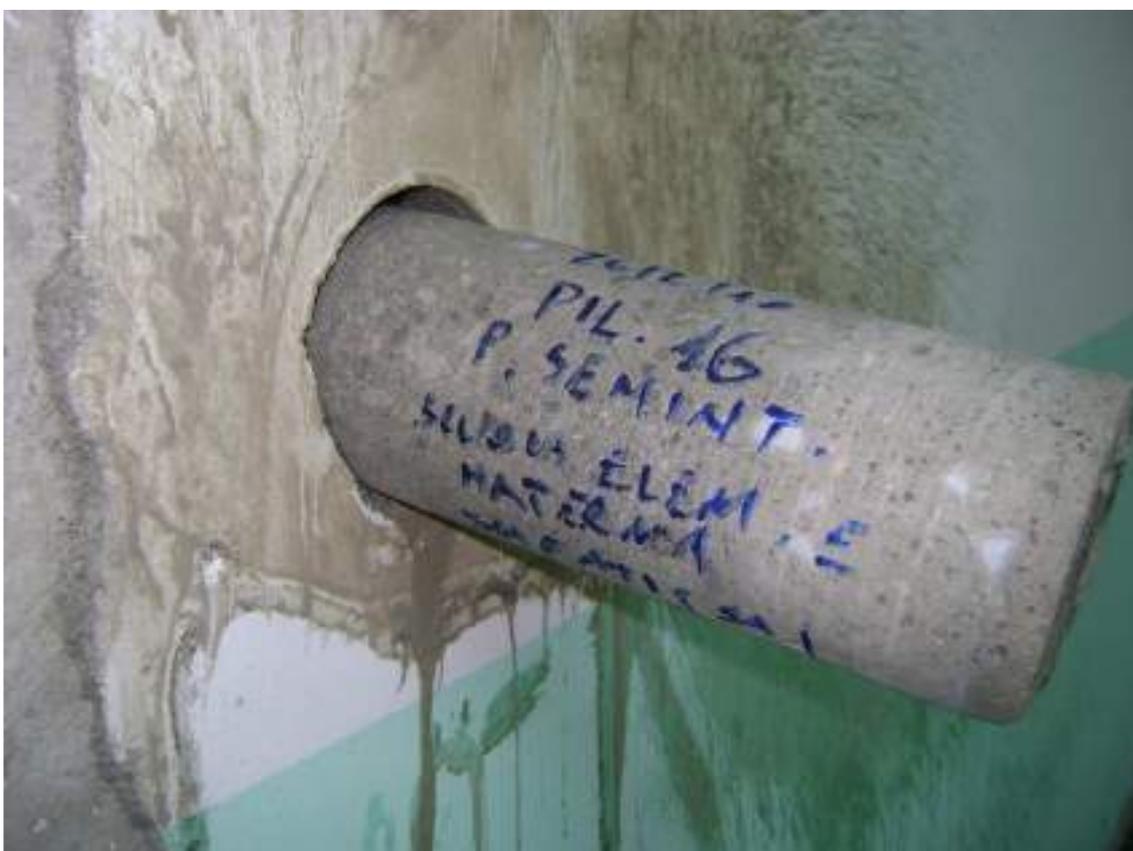


Figura 33 - Prelievo carota C2



Figura 34 - Esecuzione carotaggio C3



Figura 35 - Prelievo carota C3



Figura 36 - Prelievo carota C4



Figura 37 - Esecuzione carotaggio C5



Figura 38 - Prelievo carota C5



Figura 39 - Prelievo carota C6



Figura 40 – Esecuzione carotaggio C8



Figura 41 - Prelievo carota C8



Figura 42 - Prelievo carota C9



Figura 43 – Ripristino strutturale dei fori di carotaggio con malta antiritiro ad elevata resistenza

METODO SONREB: Sclerometro+Ultrasuoni (Corpi B e C)



Figura 44 - Sclerometria pilastro P/PS/11



Figura 45 - Ultrasuoni pilastro P/PS/11



Figura 46 - Sclerometria pilastro P/PS/10



Figura 47 - Ultrasuoni pilastro P/PS/10



Figura 48 - Sclerometria pilastro P/PS/9



Figura 49 - Ultrasuoni pilastro P/PS/9



Figura 50 - Ultrasuoni pilastro P/PS/8



Figura 51 – Sclerometria trave T/PS/8-9



Figura 52 - Ultrasuoni trave T/PS/8-9



Figura 53 - Ultrasuoni trave T/PS/10-11



Figura 54 - Sclerometria trave T/PS/2-3



Figura 55 - Ultrasuoni trave T/PS/2-3



Figura 56 - Sclerometria trave T/PS/4-5



Figura 57 - Ultrasuoni trave T/PS/4-5



Figura 58 – Ultrasuoni trave T/PT/16-17



Figura 59 – Sclerometria pilastro P/PT/9



Figura 60 - Sclerometria pilastro P/PT/16



Figura 61 - Ultrasuoni pilastro P/PT/16



Figura 62 – Sclerometria pilastro P/PT/17



Figura 63 - Ultrasuoni pilastro P/PT/17



Figura 64 – Sclerometria trave T/PT/7-18



Figura 65 - Ultrasuoni trave T/PT/7-18



Figura 66 – Sclerometria pilastro P/PT/11



Figura 67 – Ultrasuoni pilastro P/PT/11



Figura 68 - Sclerometria pilastro P/PT/21



Figura 69 - Ultrasuoni pilastro P/PT/21



Figura 70 – Sclerometria trave T/1P/7-18



Figura 71 – Ultrasuoni trave T/1P/7-18



Figura 72 – Sclerometria pilastro P/1P/8



Figura 73 - Ultrasuoni pilastro P/1P/8



Figura 74 - Sclerometria pilastro P/1P/11



Figura 75 - Ultrasuoni pilastro P/1P/11



Figura 76 - Sclerometria pilastro P/1P/14



Figura 77 - Ultrasuoni pilastro P/1P/14



Figura 78 - Sclerometria trave T/1P/13-14



Figura 79 - Ultrasuoni trave T/1P/13-14



Figura 80 - Sclerometria pilastro P/1P/23



Figura 81 - Ultrasuoni pilastro P/1P/23



Figura 82 - Sclerometria pilastro P/1P/16



Figura 83 - Ultrasuoni pilastro P/1P/16



Figura 84 - Sclerometria pilastro centrale Corpo B - PS



Figura 85 - Ultrasuoni pilastro centrale Corpo B - PS



Figura 86 - Sclerometria trave sx Corpo B - PS



Figura 87 – Ultrasuoni trave sx Corpo B - PS

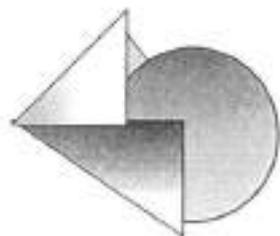


Figura 88 - Sclerometria trave dx Corpo B - PS



Figura 89 - Ultrasuoni trave dx Corpo B - PS

ALLEGATO 3:
RAPPORTO DI PROVA
CAMPAGNA DI INDAGINI DEL
2010 – LABORATORIO PROVE SUI
MATERIALI: “GEO-CONSULT
S.R.L.”



GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
Prove di collaudo strutture
Prove non distruttive
Indagini Geognostiche e Geofisiche
Laboratorio Geotecnico
Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

SEZ. PROVE DI COLLAUDO

Acc.ne n° 0182/10

Rapporti di prova n° 3970-3971-3972-3973-3974-3975-4160-4161-4175

RICHIEDENTE : AICI Engineering S.r.l.
Via Roma n° 10 - Montefredane (AV)

COMMITTENTE : Comune di Scafati (SA)

FABBRICATO : Scuola Elementare e Materna
Via Genova - Scafati (SA)

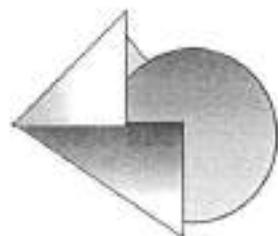
OGGETTO: Indagini diagnostiche su MURATURA E C.A.

Manocalzati li Settembre 2010

Lo Sperimentatore
Geom. Camillo Mario



Il Direttore del Laboratorio
Arch. Giuseppe Mauro



GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

1 - PREMESSA

Lo studio AICI Engineering S.r.l. ci ha affidato l'incarico di eseguire una serie di indagini diagnostiche su c.a. presso il *Fabbricato in c.a. e muratura sede della Scuola Elementare e Materna in Scafati (SA) alla via Genova*.

I prelievi dei materiali e le prove in situ sono state eseguite il 26/02/2010, il 27/07/2010, il 28/07/2010 e il 28/10/2010.

2 - PROVA DI CARICO SU SOLAIO

La prova ha riguardato la seguente struttura :

- *Solaio II° Impalcato calpestio I° Piano.*

SCOPO DELLA PROVA

Lo scopo della prova è la verifica del comportamento e delle proprietà elastiche delle strutture sottoposte ai carichi d'esercizio, rappresentati dal carico accidentale più i carichi permanenti mancanti.

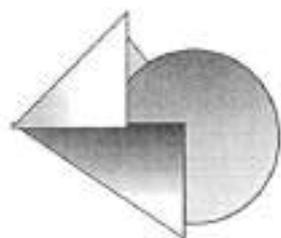
DESCRIZIONE DELL'APPARECCHIATURA

La prova è stata eseguita con l'attrezzatura Collaudatore GSO2 della 4 Emme, costituita da:

- Pistone oleodinamico a spinta per l'applicazione del carico;
- Centralina oleodinamica di comando ;
- Sensori elettronici di rilevazione deformazione;
- Unità elettronica di comando degli andamenti del carico e delle frecce.

Rapporti di prova n° 3970-3971-3972-3973-3974-3975-4160-4161-4175





GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

DESCRIZIONE DELLA PROVA

Il carico di collaudo è stato applicato interessando un'area di 1,0x0,2 metri. Per tenere conto della collaborazione e per trasformarlo in carico concentrato si utilizza la seguente formula:

$$F_{eq} = (q+q') \times L \times C_1 \times C_2 \text{ dove:}$$

- F_{eq} è il carico concentrato applicato;
- q il sovraccarico distribuito di progetto;
- q' i carichi permanenti mancanti
- L la luce della struttura;
- C_1 (espresso in metri) rappresenta la sezione di solaio collaborante;
- C_2 coefficiente adimensionale relativo al grado di vincolo.

I sensori lineari che misurano gli abbassamenti sono stati disposti nel seguente modo:

- Posizione 1 : appoggio ;
- " 2 : mezzeria solaio;
 - " 3 : collaborazione laterale.

3 – CAROTAGGI

Le prove in oggetto sono di tipo in situ e distruttive.

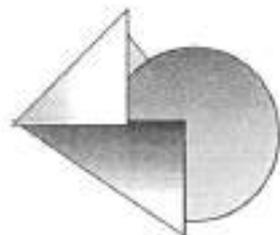
Esse sono finalizzate a ottenere campioni di cls da sottoporre in laboratorio alle prove di tipo meccanico, fisico e chimico ritenute indispensabili.

I carotaggi si effettuano estraendo dal corpo della struttura un campione detto carota da avviare al laboratorio, con le cautele del caso onde non alterarne lo stato.

L'attrezzatura impiegata consiste in una carotatrice elettromeccanica, con carotieri di vari diametri. Il diametro da estrarre e la conseguente lunghezza del campione, pari almeno a 2 volte il diametro stesso, sarà un giusto compromesso tra la maggiore congruenza tra risultati sperimentali e parametri del manufatto, dipendente dal volume del campione e la necessità di prelevare quantità

Rapporti di prova n° 3970-3971-3972-3973-3974-3975-4160-4161-4175

3



GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

di materiale che non alteri il comportamento statico della struttura stessa .

Usualmente si adottano diametri massimi 100 mm .

E' necessario , preliminarmente , appurare la presenza di armature , anche con strisciate pacometriche , onde evitare di tranciare qualche barra presente .

Dopo il prelievo i fori vengono suggellati con malte di tipo espansivo .

4 – METODO DELLA MISURA DELLA VELOCITA' ULTRASONICA

Se alla superficie di un solido vengono trasmesse delle sollecitazioni dinamiche, dal punto sollecitato si irradiano, superficialmente ed all'interno, dei sistemi di onde di tipo diverso e di diversa velocità; precisamente si hanno:

- onde longitudinali o di compressione (si trasmettono sia nei solidi sia nei fluidi);
- onde trasversali o di taglio (si trasmettono solo nei solidi);
- onde superficiali (di Rayleigh e di Love) che si smorzano rapidamente e non rivestono interesse in questa problematica in quanto non sono più rilevabili anche a breve distanza dall'emittente.

Le onde longitudinali sono le più veloci e producono uno spostamento delle particelle costituenti il materiale nella stessa direzione di propagazione; la velocità è data da:

$$V_l = [E/r^*(1-n)/(1+n)^*(1-2n)]^{1/2}$$

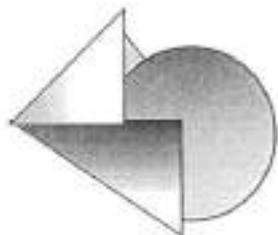
Dove E ed r sono rispettivamente il modulo elastico dinamico e la densità mentre n rappresenta il coefficiente di Poisson del materiale.

Le onde trasversali o di taglio sono più lente delle precedenti e caratterizzate, di solito, da una maggiore ampiezza; producono uno spostamento delle particelle del mezzo in direzione perpendicolare a quella di propagazione e sono caratterizzate da una velocità V_t data da:

$$V_t = [E/2r^*(1+n)]^{1/2}$$

Dalle due relazioni è possibile ricavare:

$$E = V_l^2 * r^* [(1+n)(1-2n)/(1-n)]$$



GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

Nei casi di normale applicazione, la determinazione del modulo dinamico E viene semplificata, considerata la scarsa influenza del coefficiente di Poisson, che nella pratica più comune, per un calcestruzzo può essere considerato avente valore di 0.5-0.20.

Gli impulsi possono essere prodotti sia da un vibratore meccanico ad alta frequenza sia da coppie di trasduttori elettroacustici che, tra l'altro, hanno il pregio di trasmettere e ricevere impulsi a frequenza costante.

Il trasduttore trasmittente viene di solito costruito per trasmettere onde longitudinali in quanto, ciò che veramente è importante nelle misure di routine con questo metodo è la misura del tempo (e quindi della velocità) di propagazione della prima onda longitudinale.

Così come avviene per tutti gli altri metodi di prova non distruttiva, la finalità del loro impiego consiste soprattutto nella stima, attraverso la misura delle velocità di propagazione, degli altri parametri fisico-meccanici del calcestruzzo.

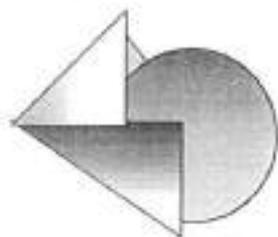
Sostanzialmente, si effettuano prove n.d. con ultrasuoni, allo scopo di:

- valutazione qualitativa di una struttura in calcestruzzo. In linea di massima a valori elevati di velocità corrispondono calcestruzzi di buona qualità;
- determinazione del modulo di elasticità dinamico. Il valore del modulo viene determinato attraverso delle relazioni che esprimono il valore del modulo in funzione della densità del materiale, della velocità di propagazione e del coefficiente di Poisson.
- La relazione che viene utilizzata è la seguente:

$$E_d = \rho V^2 [(1+n)(1-2n)/(1-n)]$$

Come prima accennato, il coefficiente di Poisson può essere assunto pari a 0.2 (D.M. 14/02/92). Dalla letteratura tecnica, sulla base di sperimentazioni eseguite, si possono anche ricavare correlazioni empiriche direttamente tra modulo di elasticità dinamico e modulo di elasticità statico.

In generale il modulo di elasticità statico è circa il 20% più basso del modulo dinamico.



GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

<i>Velocità media (m/s)</i>	<i>Qualità del Cls</i>
> 4200	Eccellente (Rbk > 30 Mpa)
4200 ÷ 3600	Buono (Rbk 25 ÷ 30 Mpa)
3600 ÷ 3000	Accettabile (Rbk 20÷25 Mpa)
3000 ÷ 2400	Scadente (Rbk 15 ÷ 20 Mpa)
< 2400	Pessimo (Rbk < 15 Mpa)

Questa tabella è ricavata dalla relazione sperimentale che lega la velocità media determinata e la valutazione della resistenza a compressione del Cls in opera (ZOCCA A. e DI LENA M., 1986).

5 – PROVE SCLEROMETRICHE

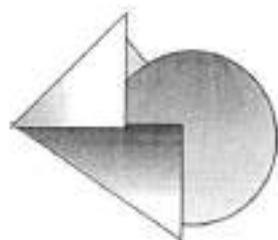
Le prove in questione sono del tipo in situ e non distruttive e sono finalizzate ad accertare le caratteristiche meccaniche dei calcestruzzi costituenti le strutture esaminate.

Esse vengono condotte applicando lo sclerometro (tipo Schmidt) in successive battute sulle facce dei manufatti indagati; il rimbalzo della massa battente fornisce una lettura la quale, opportunamente parametrizzata in funzione dell'angolo di applicazione, fornisce un'indicazione ovviamente orientativa della resistenza del calcestruzzo.

Per individuare il probabile valore di resistenza, occorrono 9 battute ed il risultato finale sarà la media delle battute stesse; trattasi di un metodo molto pratico e veloce, il quale permette di effettuare rilievi, in giornata di numerose strutture. Occorre, comunque un'accurata interpretazione dei risultati, anche perché difetti locali possono influenzare i risultati stessi, come nel caso di presenza di inerti di pezzatura grossolana o di fenomeni di carbonatazione.

6 – PRELIEVO DI BARRE METALLICHE

Il prelievo di barre metalliche da elementi strutturali in conglomerato cementizio armato viene eseguito direttamente in cantiere con il taglio della barra longitudinale o di una staffa; successivamente in laboratorio sugli spezzoni prelevati in sito viene eseguita la prova di trazione secondo la norma UNI 10002-1 che consente di determinare la tensione di snervamento e la



GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

tensione di rottura dell'acciaio impiegato oltre che la sua duttilità e l'esistenza eventuale di nervature con relativo marchio di laminazione per barre ad aderenza migliorata.

7- MARTINETTI PIATTI

Martinetto piatto doppio

A completamento delle informazioni rilevabili con il martinetto piatto singolo o semplice, è stata sviluppata la tecnica del martinetto doppio, al fine di consentire la stima del modulo elastico in opera della muratura in esame. Il metodo consiste nel realizzare due tagli sovrapposti, come per il martinetto singolo, a distanza di circa 50 cm lungo la verticale, e di inserirvi due martinetti piatti. Per il resto, la prova si svolge in maniera del tutto analoga al martinetto semplice. In tal modo si esegue una vera e propria prova a compressione sulla zona di muratura compresa tra i due martinetti, su un ideale campione in opera, con tutti i vantaggi di una prova in situ, con tutte le condizioni al contorno reali.

8- INDAGINI ENDOSCOPICHE

Accanto alla determinazione delle caratteristiche meccaniche della muratura è talvolta importante eseguire una valutazione della qualità di esecuzione degli elementi murari e delle loro connessioni.

L'ispezione dell'interno del solido murario attraverso indagini endoscopiche consente di effettuare tali valutazioni praticando sulla parete un foro di pochi millimetri di diametro.

Attraverso tali fori è possibile ispezionare l'interno di oggetti o manufatti senza danneggiare gli stessi viene introdotta un'apposita sonda equipaggiata per illuminare e fotografare gli spazi interni.

Di largo uso nelle indagini sulle murature, tali campagne d'indagine permettono la valutazione diretta dell'estensione dei vuoti presenti nonché l'ispezione delle caratteristiche e dello stato dei diafani e degli ammorsamenti fra pareti.

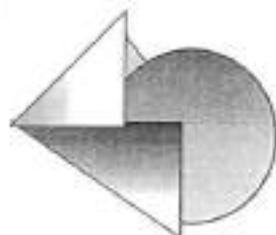
- RISULTATI DELLE PROVE ESEGUITE

Nelle tabelle allegate si riportano i risultati delle prove eseguite.

Rapporti di prova n° 3970-3971-3972-3973-3974-3975-4160-4161-4175



7



GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 - Prove di collaudo strutture
 - Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

Rapporto di prova n. 0182/10/3972

pag. 1/2

Richiedente :	AICI Engineering S.r.l. - Via Roma n° 10 - Montefredane (AV)
Fabbricato :	Scuola elementare e materna Via Genova - Scafati (SA)
Struttura :	Solaio II° Impalcato calpestio I° Piano
Data di prova:	28/07/2010

Dati della struttura

Luce Solaio (netta) mt	6,90
Sovracc. Accidentale Kg/mq	400
Carico equivalente concentrato di collaudo Kg Q	2.600

VARIAZIONE DELLA FRECCIA CENTRALE AL CARICO

FORZA Kg	FRECCIA mm	Increment. mm/100	Decrem mm/100
0	0,000	0,00	0,00
800	0,320	32,00	
1600	0,740	42,00	
2600	1,280	54,00	
1600	0,860		-42,00
800	0,440		-42,00
0	0,020		-42,00

S INCR. 128,00 -126,00 S DECR.

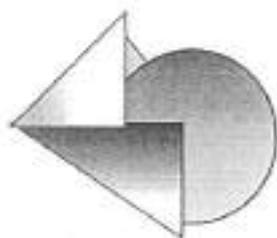
RESIDUO % 1,56

VALORE DELLE FRECCIE MAX A 2600 Kg.

Sensore	1	2	3
Posizione	appoggio solaio	mezzeria solaio	collaboraz. laterale
Freccia mm	0,06	1,28	1,00

Freccia centrale depurata dall'appoggio = mm 1,22





GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

pag. 2/2

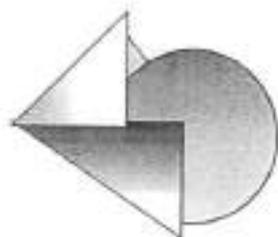
Rapporto di prova n. 0182/10/3972

ALLEGATO N.2
 GRAFICO CARICO - CEDIMENTI



Note:

La società si assume la responsabilità per la precisione delle misurazioni effettuate. L'elaborazione dei dati, invece, rappresenta solamente un sussidio da verificare ed approvare dal collaudatore.



GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

pag 1/1

Rapporto di prova n° 0182/10/ 3970

RICHIEDENTE : AICI Engineering S.r.l. - Via Roma n° 10 - Montefredane (AV)

COMMITTENTE : Comune di Scafati (SA)

FABBRICATO : Scuola Elementare e Materna
 Via Genova - Scafati (SA)

DATA DI PROVA : 16/09/2010 (da C1 a C7)

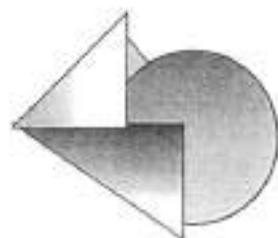
DATA DI PROVA : 02/11/2010 (da C8 a C9)

PROVE DI RESISTENZA A COMPRESIONE SU CAMPIONI CILINDRICI

n°	Sigla	DIAMETRO (cm)	ALTEZZA (cm)	AREA (cmq)	MASSA g	PESO DI VOLUME g/cm ³	CARICO DI ROTTURA Kn	RESIST. A COMPRESS. kg/cm ²	DATA DI PRELIEVO
1	C1	9,4	18,7	69,36	2830	2,18	81,17	88	26/02/2010
2	C2	9,4	18,8	69,36	2672	2,05	82,98	120	26/02/2010
3	C3	9,4	18,7	69,36	2835	2,19	130,32	188	26/02/2010
4	C4	9,4	18,9	69,36	2841	2,17	104,43	151	26/02/2010
5	C5	9,4	18,7	69,36	2787	2,15	57,45	63	26/02/2010
6	C6	9,4	14,5	69,36	2185	2,17	95,98	138	26/02/2010
7	C7	9,4	18,9	69,36	2985	2,28	57,50	83	27/07/2010
8	C8	9,4	19,0	69,36	2870	2,18	100,00	144	26/10/2010
9	C9	9,4	17,1	69,36	2640	2,23	152,00	219	26/10/2010
1	C1	Piano Seminterrato - Pilastro n° 5							
2	C2	Piano Seminterrato - Pilastro n° 16							
3	C3	Piano Rialzato - Pilastro n° 22							
4	C4	Piano Rialzato - Pilastro n° 17							
5	C5	Piano Primo - Pilastro n° 18							
6	C6	Piano Primo - Pilastro n° 7							
7	C7	Piano Seminterrato - Parete in cls							
8	C8	Piano Seminterrato - Pilastro 14							
9	C9	Piano Seminterrato - Trave 4-5							

Lo Sperimentatore
 Geom. Mario Ciarrillo

Il Direttore del Laboratorio
 Arch. Giuseppe Mauro



GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

pag. 1/2

Rapporto di prova n° 0182/10/3973

RICHIEDENTE : AICI Engineering S.r.l. - Via Roma n° 10 - Montefredane (AV)

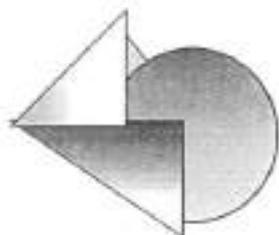
COMMITTENTE : Comune di Scafati (SA)

FABBRICATO : Scuola Elementare e Materna
 Via Genova - Scafati (SA)

Data di prova : 26/02/2010

MISURE AD ULTRASUONI ESEGUITE IN SITO

Prova	STRUTTURA	Distanza m	Velocità m/sec	Modulo Elastico Dinamico Kg/cmq
U1	Pilastro 11 - piano seminterrato	0,35	2717	139521
U2	Pilastro 10 - piano seminterrato	0,35	3289	204451
U3	Pilastro 9 - piano seminterrato	0,35	3020	172376
U4	Pilastro 8 - piano seminterrato	0,35	2890	157855
U5	Trave 9-8 - piano seminterrato	0,35	3038	174436
U6	Trave 10-11 - piano seminterrato	0,35	3120	183980
U7	Trave 16-17 - piano rialzato	0,30	3556	238993
U8	Pilastro 9 - piano rialzato	0,30	2974	167164
U9	Pilastro 16 - piano rialzato	0,30	3500	231525
U10	Pilastro 17 - piano rialzato	0,30	3837	278257
U11	Trave 7-18 - piano rialzato	0,30	3289	204451
U12	Pilastro 11 - piano rialzato	0,30	3645	251106
U13	Trave 7-18 - piano primo	0,30	2852	153731
U14	Pilastro 8 - piano primo	0,30	3260	200862
U15	Pilastro 11 - piano primo	0,30	3099	181512
U16	Pilastro 14 - piano primo	0,40	3703	259161
U17	Trave 14-13 - piano primo	0,30	3475	228229
U18	Pilastro 23 - piano primo	0,40	3125	184570
U19	Piano Seminterrato - Pilastro n° 5 (C1)	0,187	2790	147119
U20	Piano Seminterrato - Pilastro n° 16 (C2)	0,188	3155	188131
U21	Piano Rialzato - Pilastro n° 22 (C3)	0,187	3455	225610
U22	Piano Rialzato - Pilastro n° 17 (C4)	0,189	3490	230204
U23	Piano Primo - Pilastro n° 18 (C5)	0,187	2900	158949
U24	Piano Primo - Pilastro n° 7 (C6)	0,145	3220	195963
U25	Piano Seminterrato - Parete in cls (C7)	0,189	3025	172947



GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

pag. 2/2

Data di prova : 28/10/2010

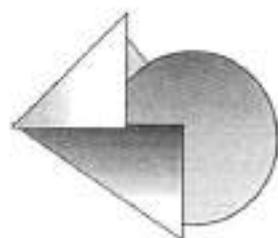
MISURE AD ULTRASUONI ESEGUITE IN SITO

<i>Prova</i>	<i>STRUTTURA</i>	<i>Distanza m</i>	<i>Velocita' m/sec</i>	<i>Modulo Elastico Dinamico Kg/cmq</i>
U26	Pilastro 14 - piano semint. (carota C8)	0,19	3025	172947
U27	Trave 4-5 - piano semint. (carota C9)	0,17	3875	283795
U28	Trave 4-5 - piano semint.	0,40	3636	249867
U29	Pilastro 21 - piano terra	0,40	3378	215666
U30	Pilastro 16 - piano primo	0,30	3418	220803
U31	Trave 2-3 - piano semint.	0,40	3475	228229
U32	Pilastro centrale - corpo B - piano semint.	0,35	3032	173748
U33	Trave sx centrale - corpo B - piano semint.	0,30	3215	195355
U34	Trave dx centrale - corpo B - piano semint.	0,30	3093	180810

Lo Sperimentatore
 Geom. Mario Camillo



Il Direttore del Laboratorio
 Dott. Arch. Giuseppe Mauro



GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

pag. 1/2

Rapporto di prova n° 0182/10/3974

RICHIEDENTE : AICI Engineering S.r.l. - Via Roma n° 10 - Montefredane (AV)

COMMITTENTE : Comune di Scafati (SA)

FABBRICATO : Scuola Elementare e Materna

Via Genova - Scafati (SA)

Strumento Utilizzato

Sclerometro Original SCHMIDT - PROCEQ - ZURIGO (CH)
 MATR. N-34 - 137410

Lo sclerometro prima di essere utilizzato è stato verificato in laboratorio sull'incudine di taratura.
 Il valore di rimbalzo isopuntato è stato di 81.

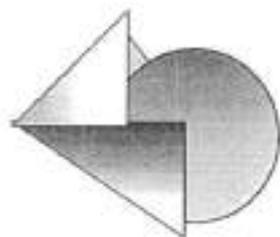
Posizione di battuta $\alpha = 90^\circ$

DETERMINAZIONE DELL' INDICE SCLEROMETRICO
 UNI 9169

Data di prova : 26/02/2010

POSIZIONE IN OPERA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MEDIA	Rica. Comp. Kg/cm ²
S1	Pilastro 11 - piano seminterrato	29	30	28	29	28	30	32	29	29	29	29,30	220
S2	Pilastro 10 - piano seminterrato	28	28	28	28	28	26	26	28	29	29	27,40	200
S3	Pilastro 9 - piano seminterrato	28	29	29	30	30	29	28	29	29	30	29,10	220
S4	Pilastro 8 - piano seminterrato	28	30	27	27	28	29	30	30	28	29	28,60	220
S5	Trave 9-8 - piano seminterrato	29	30	31	30	31	30	31	30	29	29	30,00	240
S6	Trave 10-11 - piano seminterrato	31	30	30	30	31	29	28	28	29	30	29,60	220
S7	Trave 16-17 - piano rialzato	27	28	28	27	27	28	28	27	28	27	27,30	200
S8	Pilastro 9 - piano rialzato	28	27	27	28	28	29	28	28	28	29	27,80	200
S9	Pilastro 16 - piano rialzato	30	29	30	29	30	29	29	28	30	29	29,30	220
S10	Pilastro 17 - piano rialzato	30	29	29	30	31	30	30	28	28	30	29,50	220
S11	Trave 7-18 - piano rialzato	29	28	28	29	30	29	29	30	28	30	29,00	220
S12	Pilastro 11 - piano rialzato	30	29	28	27	29	29	30	30	28	30	29,00	220
S13	Trave 7-18 - piano primo	28	28	28	29	30	30	31	31	31	32	29,80	240
S14	Pilastro 8 - piano primo	29	28	28	28	28	28	30	30	31	28	28,80	240
S15	Pilastro 11 - piano primo	30	28	28	27	29	30	30	30	31	30	29,30	220
S16	Pilastro 14 - piano primo	29	29	28	29	30	30	32	29	31	29	29,60	240
S17	Trave 14-13 - piano primo	31	32	30	30	29	32	31	32	30	30	30,70	240
S18	Pilastro 23 - piano primo	30	32	31	32	32	31	30	30	29	30	30,70	240





GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

pag. 2/2

DETERMINAZIONE DELL' INDICE SCLEROMETRICO
 UNI 9189

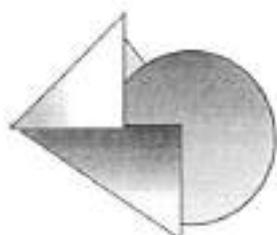
Data di prova : 28/10/2010

POSIZIONE IN OPERA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MEDIA	Res. Comp. Kg/cm ²
S19	Pilastrò 14 - piano seminterrato	28	27	28	28	28	29	32	29	30	29	28,80	220
S20	Pilastrò 16 - piano seminterrato	28	26	27	26	28	27	26	26	29	27	27,20	190
S21	Pilastrò 5 - piano seminterrato	26	29	27	28	28	26	28	27	29	26	27,40	190
S22	Trave 4-5 - piano seminterrato	32	31	30	32	32	33	30	30	30	32	31,20	250
S23	Trave 2-3 - piano seminterrato	31	30	32	32	31	30	31	30	32	33	31,20	250
S24	Pilastrò 21 - piano terra	30	31	32	30	31	32	30	31	30	30	30,70	240
S25	Pilastrò 17 - piano terra	29	32	32	31	30	32	31	30	29	30	30,60	240
S26	Pilastrò 22 - piano terra	31	30	31	29	31	32	29	31	32	30	30,60	240
S27	Pilastrò 7 - piano primo	30	29	30	29	30	29	31	30	30	29	29,70	240
S28	Pilastrò 18 - piano primo	30	31	29	30	31	30	32	30	32	30	30,50	240
S29	Pilastrò 16 - piano primo	32	32	30	29	32	31	30	30	33	30	30,90	250
S30	Pilastrò centrale corpo B - piano semint.	29	29	30	27	29	29	30	29	28	30	29,00	220
S31	Trave sx centrale corpo B - piano semint.	31	32	30	30	30	30	32	31	33	32	31,10	250
S32	Trave dx centrale corpo B - piano semint.	30	30	30	31	30	30	33	31	30	32	30,70	240

Lo Sperimentatore
 Geom. Cimillo Mario



Il Direttore del Laboratorio
 Arch. Giuseppe Mauro

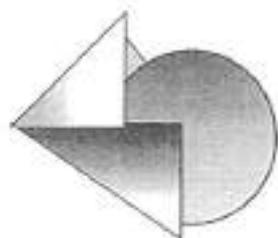


GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

EDIFICIO: Scuola Via Genova - Scafati Data di Prova : 27/07/2010		ENDOSCOPIE IN MURATURA	
LIVELLO	Piano primo		
CAROTTAGGIO	n° EN1	H. 1,20 m dal solaio di calpestio	
DESCRIZIONE CRITICO VISIVA		ANNOTAZIONI	
Da 0 a 2,0 cm Intonaco Da 2,0 a 52,0 cm tufo e malta Da 52,0 a 54,0 cm Intonaco .		La muratura è costituita da blocchi in tufo regolari e una malta costituita da un aggregato di tipo calcareo-siliceo e un legante cementizio	
SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA			
DISTRIBUZIONE % DELE AREE			
MALTA		PIETRE	
14%		82%	
4%			
TIPOLOGIA MURARIA - CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI			
ELEMENTI LAPIDEI			
Tipo elemento lapideo: <input type="checkbox"/> arenato <input type="checkbox"/> calcareo <input checked="" type="checkbox"/> tufo <input type="checkbox"/> travertino <input type="checkbox"/> mattoni cotti <input type="checkbox"/> mattoni crudi <input type="checkbox"/> _____	Lavorazione: <input type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> appena accennata <input type="checkbox"/> spigoli fini a facce non lavorate <input checked="" type="checkbox"/> spigoli fini e facce a vista spianata	Forma: <input type="checkbox"/> cubici <input type="checkbox"/> blocchi irregolari <input type="checkbox"/> lastre <input type="checkbox"/> bozze <input type="checkbox"/> bugnati <input checked="" type="checkbox"/> corici	Dimensioni: <input type="checkbox"/> piccole (<15cm) <input type="checkbox"/> medie (>15 e <25cm) <input checked="" type="checkbox"/> grandi (>25cm) Stato di conservazione: <input type="checkbox"/> buono <input checked="" type="checkbox"/> mediocre <input type="checkbox"/> cattivo <input type="checkbox"/> pessimo
Provenienza: <input type="checkbox"/> scavo locale <input type="checkbox"/> grato del fiume <input type="checkbox"/> cava			
MALTA			
Funzione: <input checked="" type="checkbox"/> allettamento <input type="checkbox"/> riempimento <input type="checkbox"/> alibatura	Consistenza: <input type="checkbox"/> incoerente <input type="checkbox"/> stabile <input checked="" type="checkbox"/> compatto <input type="checkbox"/> lanace <input type="checkbox"/> _____	Colore della malta: Colore dell'aggregato:	Aggregato: <input checked="" type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> ghiaietto <input type="checkbox"/> ghiaia Forma: <input checked="" type="checkbox"/> arrotondata <input type="checkbox"/> spigolosa
OSSERVAZIONI: _____			

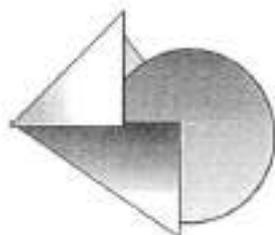


GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

EDIFICIO: Scuola Via Genova - Scafati Data di Prova : 27/07/2010		ENDOSCOPIE IN MURATURA	
LIVELLO	Piano primo		
CAROTTAGGIO	n° EN2	H. 1,20 m dal solaio di calpestio	
DESCRIZIONE CRITICO VISIVA		ANNOTAZIONI	
Da 0 a 2,0 cm Intonaco Da 2,0 a 60,0 cm tufo e malta Da 60,0 a 62,0 cm Intonaco .		La muratura è costituita da blocchi in tufo regolari e una malta costituita da un aggregato di tipo calcareo-siliceo e un legante cementizio	
SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA			
DISTRIBUZIONE % DELE AREE			
MALTA		PIETRE	VUOTI
14%		82%	4%
TIPOLOGIA MURARIA - CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI			
ELEMENTI LAPIDEI			
Tipo elemento lapideo: <input type="checkbox"/> arenaria <input type="checkbox"/> calcareo <input checked="" type="checkbox"/> tufo <input type="checkbox"/> travertino <input type="checkbox"/> mattoni cotti <input type="checkbox"/> mattoni crudi <input type="checkbox"/> _____	Lavorazione: <input type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> appena accornata <input type="checkbox"/> spigoli trilli a faccia non lavorata <input checked="" type="checkbox"/> spigoli fini e faccia a vista spianata	Forma: <input type="checkbox"/> ciottoli <input type="checkbox"/> blocchi erratici <input type="checkbox"/> lastre <input type="checkbox"/> bozze <input type="checkbox"/> bugnati <input checked="" type="checkbox"/> conci	Dimensioni: <input type="checkbox"/> piccole (< 15cm) <input type="checkbox"/> medie (>15 e <20cm) <input checked="" type="checkbox"/> grandi (>20cm) Stato di conservazione: <input type="checkbox"/> buono <input checked="" type="checkbox"/> mediocre <input type="checkbox"/> cattivo <input type="checkbox"/> pessimo
Provenienza: <input type="checkbox"/> scavo locale <input type="checkbox"/> greggio del fucine <input type="checkbox"/> cavo			
MALTA			
Funzione: <input checked="" type="checkbox"/> allettamento <input type="checkbox"/> riempimento <input type="checkbox"/> stuccatura	Consistenza: <input type="checkbox"/> incoerente <input type="checkbox"/> friabile <input type="checkbox"/> compatta <input checked="" type="checkbox"/> tenera <input type="checkbox"/> _____	Colore della malta: Colore dell'aggregato:	Aggregato: <input checked="" type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> ghiaietto <input type="checkbox"/> ghiaio Forma: <input checked="" type="checkbox"/> arrotondata <input type="checkbox"/> spigolosa
OSSERVAZIONI: _____			

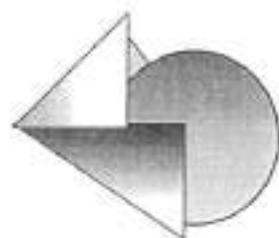


GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

EDIFICIO: Scuola Via Genova - Scafati Data di Prova : 27/07/2010		ENDOSCOPIE IN MURATURA	
LIVELLO	Piano terra		
CAROTTAGGIO	n° EN3	H. 1,20 m dal solaio di calpestio	
DESCRIZIONE CRITICO VISIVA		ANNOTAZIONI	
Da 0 a 2,0 cm Intonaco Da 2,0 a 63,0 cm tufo e malta Da 63,0 a 64,0 cm Intonaco .		La muratura è costituita da blocchi in tufo regolari e una malta costituita da un aggregato di tipo calcareo-siliceo e un legante cementizio	
SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA			
DISTRIBUZIONE % DELE AREE			
MALTA		PIETRE	VUOTI
12%		83%	5%
TIPOLOGIA MURARIA - CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI			
ELEMENTI LAPIDEI			
Tipo elemento lapideo: <input type="checkbox"/> arenata <input type="checkbox"/> calcareo <input checked="" type="checkbox"/> tufo <input type="checkbox"/> travertino <input type="checkbox"/> mattoni cotti <input type="checkbox"/> mattoni crudi <input type="checkbox"/> _____	Lavorazione: <input type="checkbox"/> assorta <input type="checkbox"/> appena accennata <input type="checkbox"/> spigoli finiti e facce non lavorate <input checked="" type="checkbox"/> spigoli finiti a faccia a vista spianata	Forma: <input type="checkbox"/> ciottoli <input type="checkbox"/> blocchi arenati <input type="checkbox"/> lastre <input type="checkbox"/> bozze <input type="checkbox"/> bugnati <input checked="" type="checkbox"/> conchi	Dimensioni: <input type="checkbox"/> piccole (< 15cm) <input type="checkbox"/> medie (> 15 e < 25cm) <input checked="" type="checkbox"/> grandi (> 25cm) Stato di conservazione: <input type="checkbox"/> buono <input checked="" type="checkbox"/> mediocre <input type="checkbox"/> cattivo <input type="checkbox"/> pessimo
Provenienza: <input type="checkbox"/> scavo locale <input type="checkbox"/> grato dal fiume <input type="checkbox"/> cava			
MALTA			
Funzione: <input checked="" type="checkbox"/> stivamento <input type="checkbox"/> riempimento <input type="checkbox"/> stoffatura	Consistenza: <input type="checkbox"/> incoerente <input type="checkbox"/> friabile <input type="checkbox"/> compatta <input checked="" type="checkbox"/> tenace <input type="checkbox"/> _____	Colore della malta: Colore dell'aggregato:	Aggregato: <input checked="" type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> ghiaietto <input type="checkbox"/> ghiaia Forma: <input checked="" type="checkbox"/> arrotondata <input type="checkbox"/> spigolosa
OSSERVAZIONI: _____			

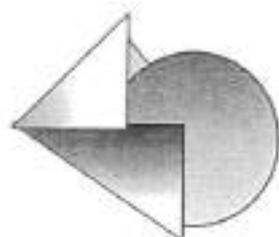


GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

EDIFICIO: Scuola Via Genova - Scafati Data di Prova : 27/07/2010		ENDOSCOPIE IN MURATURA	
LIVELLO	Piano terra		
CAROTTAGGIO	n° EN4	H. 1,20 m dal solaio di calpestio	
DESCRIZIONE CRITICO VISIVA		ANNOTAZIONI	
Da 0 a 2,0 cm Intonaco Da 2,0 a 52,0 cm tufo e malta Da 52,0 a 54,0 cm Intonaco .		La muratura è costituita da blocchi in tufo regolari e una malta costituita da un aggregato di tipo calcareo-siliceo e un legante cementizio	
SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA			
DISTRIBUZIONE % DELE AREE			
MALTA 10%		PIETRE 86%	
		VUOTI 4%	
TIPOLOGIA MURARIA - CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI			
ELEMENTI LAPIDEI			
Tipo elemento lapideo: <input type="checkbox"/> arenata <input type="checkbox"/> calcareo <input checked="" type="checkbox"/> tufo <input type="checkbox"/> travertino <input type="checkbox"/> mattoni cotti <input type="checkbox"/> mattoni crudi <input type="checkbox"/> _____	Lavorazione: <input type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> appena accennata <input type="checkbox"/> spigoli finiti e facce non lavorate <input checked="" type="checkbox"/> spigoli finiti e faccia a vista spianata	Forma: <input type="checkbox"/> cubici <input type="checkbox"/> blocchi smalti <input type="checkbox"/> lastre <input type="checkbox"/> bozze <input type="checkbox"/> bugnati <input checked="" type="checkbox"/> altri	Dimensioni: <input type="checkbox"/> piccolo (<15cm) <input type="checkbox"/> medio (>15 e <25cm) <input checked="" type="checkbox"/> grandi (>25cm) Stato di conservazione: <input type="checkbox"/> buono <input checked="" type="checkbox"/> mediocre <input type="checkbox"/> cattivo <input type="checkbox"/> pessimo
Provenienza: <input type="checkbox"/> scavo locale <input type="checkbox"/> greggio del fiume <input type="checkbox"/> cava			
MALTA			
Funzione: <input checked="" type="checkbox"/> intonaco <input type="checkbox"/> ricoprimento <input type="checkbox"/> stuccatura	Consistenza: <input type="checkbox"/> incoerente <input type="checkbox"/> friabile <input type="checkbox"/> compatta <input checked="" type="checkbox"/> tenace <input type="checkbox"/> _____	Colore della malta: Colore dell'aggregato:	Aggregato: <input checked="" type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> ghiaietto <input type="checkbox"/> ghiaia Forma: <input checked="" type="checkbox"/> arrotondata <input type="checkbox"/> spigolosa
OSSERVAZIONI: _____			

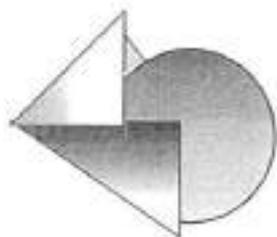


GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

EDIFICIO: Scuola Via Genova - Scafati Data di Prova : 27/07/2010		ENDOSCOPIE IN MURATURA	
LIVELLO	Piano rialzato ex alloggio custode		
CAROTAGGIO	n° EN5	H. 1,20 m dal solaio di calpestio	
DESCRIZIONE CRITICO VISIVA		ANNOTAZIONI	
Da 0 a 2,5 cm Intonaco Da 2,5 a 52,5 cm tufo e malta Da 52,5 a 55,0 cm Intonaco .		La muratura è costituita da blocchi in tufo regolari e una malta costituita da un aggregato di tipo calcareo-siliceo e un legante cementizio	
SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA			
DISTRIBUZIONE % DELE AREE			
MALTA		PIETRE	VUOTI
9%		88%	3%
TIPOLOGIA MURARIA - CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI			
ELEMENTI LAPIDEI			
Tipo elemento lapideo: <input type="checkbox"/> arenata <input type="checkbox"/> calcareo <input checked="" type="checkbox"/> tufo <input type="checkbox"/> travertino <input type="checkbox"/> mattoni cotti <input type="checkbox"/> mattoni crudi <input type="checkbox"/> _____	Lavorazione: <input type="checkbox"/> assenta <input type="checkbox"/> appena accennata <input type="checkbox"/> spigoli finiti e facce non lavorate <input checked="" type="checkbox"/> spigoli finiti e faccia a vista spuntata	Forma: <input type="checkbox"/> cubo <input type="checkbox"/> blocchi smaltati <input type="checkbox"/> lastre <input type="checkbox"/> bozze <input type="checkbox"/> bugnati <input checked="" type="checkbox"/> cono	Dimensioni: <input type="checkbox"/> piccolo (<15cm) <input type="checkbox"/> medio (>15 e <25cm) <input checked="" type="checkbox"/> grandi (>25cm) Stato di conservazione: <input type="checkbox"/> buono <input checked="" type="checkbox"/> mediocre <input type="checkbox"/> cattivo <input type="checkbox"/> pessimo
Provenienza: <input type="checkbox"/> scavo locale <input type="checkbox"/> grato del fiume <input type="checkbox"/> cava			
MALTA			
Funzione: <input checked="" type="checkbox"/> riempimento <input type="checkbox"/> riarmamento <input type="checkbox"/> stivatura	Consistenza: <input type="checkbox"/> incoerente <input type="checkbox"/> friabile <input type="checkbox"/> compatta <input checked="" type="checkbox"/> tenace <input type="checkbox"/> _____	Colore della malta: Colore dell'aggregato:	Aggregato: <input checked="" type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> ghiaietto <input type="checkbox"/> ghiaia Forma: <input checked="" type="checkbox"/> arrotondata <input type="checkbox"/> spigolosa
OSSERVAZIONI: _____			

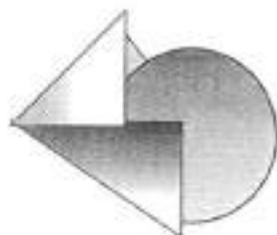


GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

EDIFICIO: Scuola Via Genova - Scafati		ENDOSCOPIE IN MURATURA	
Data di Prova : 27/07/2010			
LIVELLO	Piano rialzato ex alloggio custode		
CAROTTAGGIO	n° EN6	H. 1,20 m dal solaio di calpestio	
DESCRIZIONE CRITICO VISIVA		ANNOTAZIONI	
Da 0 a 2,5 cm Intonaco Da 2,5 a 52,5 cm tufo e malta Da 52,5 a 55,0 cm Intonaco		La muratura è costituita da blocchi in tufo regolari e una malta costituita da un aggregato di tipo calcareo-siliceo e un legante cementizio	
SCHEMATIZZAZIONE GRAFICA			
DISTRIBUZIONE % DELE AREE			
MALTA		PIETRE	VUOTI
8%		86%	6%
TIPOLOGIA MURARIA - CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI			
ELEMENTI LAPIDEI			
Tipo elemento lapideo: <input type="checkbox"/> arenaria <input type="checkbox"/> calcareo <input checked="" type="checkbox"/> tufo <input type="checkbox"/> travertino <input type="checkbox"/> mottori cotti <input type="checkbox"/> mottori crudi <input type="checkbox"/> _____	Lavorazione: <input type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> appena accennata <input type="checkbox"/> spigoli finiti e facce non lavorate <input checked="" type="checkbox"/> spigoli fini e faccia a vista opacata	Forma: <input type="checkbox"/> cubici <input type="checkbox"/> blocchi erratici <input type="checkbox"/> lastre <input type="checkbox"/> bozze <input type="checkbox"/> bugnati <input checked="" type="checkbox"/> conici	Dimensioni: <input type="checkbox"/> piccole (<15cm) <input type="checkbox"/> medie (>15 e <25cm) <input checked="" type="checkbox"/> grandi (>25cm) Stato di conservazione: <input type="checkbox"/> buono <input checked="" type="checkbox"/> mediocre <input type="checkbox"/> cattivo <input type="checkbox"/> pessimo
Provenienza: <input type="checkbox"/> scavo locale <input type="checkbox"/> greggio del furo <input type="checkbox"/> calce			
MALTA			
Finizione: <input checked="" type="checkbox"/> zibramento <input type="checkbox"/> riserpimento <input type="checkbox"/> stuccatura	Consistenza: <input type="checkbox"/> incoerente <input type="checkbox"/> friabile <input type="checkbox"/> compatto <input checked="" type="checkbox"/> tenero <input type="checkbox"/> _____	Colore della malta: Colore dell'aggregato:	Aggregato: <input checked="" type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> ghiaietto <input type="checkbox"/> ghiaia Forma: <input checked="" type="checkbox"/> arrotondata <input type="checkbox"/> spigolosa
OSSERVAZIONI: _____			



GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

Rapporto di prova n. 0182/10/4160

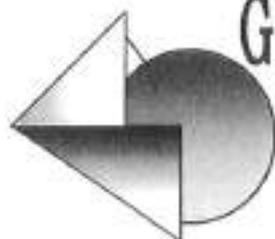
Richiedente :	AICI Engineering S.r.l. Via Roma n° 10 - Montefredone (AV)	
Fabbricato :	Scuola elementare e materna Via Genova - Scafati (SA)	
Committente :	Comune di Scafati (SA)	
Campione :	Conci prelevati in situ	
Data di prova:	30/07/2010	Data di prelievo : 27/07/2010

PROVA DI RESISTENZA A COMPRESSIONE
 SU CAMPIONI CUBICI

Campione n°	Dimensioni cm			Massa g	Peso di volume (g/cm ³)	Tipo	Rettifica	Resistenza a Compressione kg/cm ²
C1	10,0	9,9	10,0	1289	1,30	tufo	si	26,8
C2	10,0	10,0	9,8	1335	1,36	tufo	si	24,9

Lo Sperimentatore
 Geom. Clamillo Mario

Il Direttore del Laboratorio
 Dott. Arch. Giuseppe Mauro



GEO-CONSULT

S.r.l.

- Laboratorio Prove su materiali da costruzione
- Prove di collaudo strutture
- Prove non distruttive
- Indagini Geognostiche e Geofisiche
- Laboratorio Geotecnico
- Laboratorio Chimico



Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

Rif. 0182/10/4175

**Indagini in situ e in laboratorio sui materiali e sulle strutture
Fabbricato Scuola Elementare e Materna sito in Scafati - Via
Genova**

RICHIEDENTE : AICI

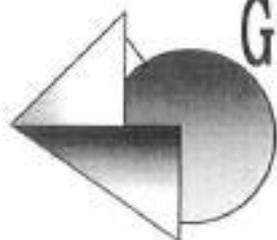
Relazione

Manocalzati 07/10/2010

LO SPERIMENTATORE
Dott. Nicola Polzone



IL DIRETTORE DEL LABORATORIO
Arch Giuseppe Mauro



GEO-CONSULT

S.r.l.

- Laboratorio Prove su materiali da costruzione
- Prove di collaudo strutture
- Prove non distruttive
- Indagini Geognostiche e Geofisiche
- Laboratorio Geotecnico
- Laboratorio Chimico



Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

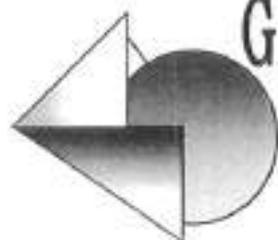
Introduzione

Il Laboratorio GEO-CONSULT s.r.l. è stato incaricato dallo Studio AICI di eseguire prove sulle strutture in muratura in un fabbricato Scuola Elementare e Materna sito in via Genova - Scafati (SA)

Le indagini eseguite in data 20/07/2010 sono consistite in:

- N.1 Martinetti Piatti doppi in Muratura;





GEO-CONSULT

S.r.l.

- Laboratorio Prove su materiali da costruzione
- Prove di collaudo strutture
- Prove non distruttive
- Indagini Geognostiche e Geofisiche
- Laboratorio Geotecnico
- Laboratorio Chimico



Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

PROVE CON MARTINETTO PIATTO

METODOLOGIE UTILIZZATE

- INTRODUZIONE

Sono qui descritte le procedure per eseguire la prova con uno o due martinetti applicati a murature con lo scopo di individuare il tasso di sollecitazione ed il coefficiente di deformabilità della struttura.

La prova eseguita con un martinetto permette di ricavare lo stato di sollecitazione preesistente nella muratura e, con qualche approssimazione, anche il modulo di deformabilità. La prova con due martinetti permette di ricavare tutti i parametri come con un solo martinetto ma; diversamente dall'altro tipo di prova, fornisce un valore più accurato modulo di deformabilità.

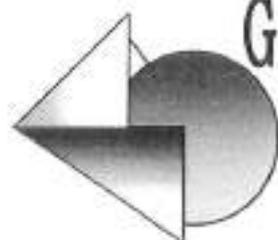
Si parla in questo caso di modulo di deformabilità in quanto la prova in oggetto non permette di ricavare con esattezza il modulo elastico ma fornisce delle informazioni prossime a questo valore. Il materiale stesso su cui viene eseguita la prova è normalmente, molto eterogeneo per cui si cerca di fare in modo che i valori misurati siano i più rappresentativi possibili di un comportamento medio della struttura in esame.

Le condizioni che caratterizzano tale tipo di prova sono costituite dal tipo di compressione praticamente uniassiale e dal fatto che la porzione di muratura in esame ha dei vincoli particolari non simmetrici ed a volte non del tutto ben definiti.

Le modalità generali di posa consistono nel realizzare un taglio piano ortogonale alla parete della muratura e misurare la convergenza (parziale chiusura) che le due facce del taglio subiscono con la realizzazione del taglio stesso mediante coppie di punti di riferimento simmetrici inseriti preventivamente nella parete sui due lati del taglio.

Dopo aver introdotto il martinetto piatto nel taglio opportunamente predisposto lo si mette progressivamente in pressione sino a riportare in condizioni iniziali la geometria del taglio con l'ausilio di una serie di misure tra i punti di riferimento.





GEO-CONSULT

S.r.l.

- Laboratorio Prove su materiali da costruzione
- Prove di collaudo strutture
- Prove non distruttive
- Indagini Geognostiche e Geofisiche
- Laboratorio Geotecnico
- Laboratorio Chimico



Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

In tale condizione il valore della pressione idraulica all'interno del martinetto è, in prima approssimazione, uguale al valore della sollecitazione preesistente entro la muratura; tramite opportune costanti si potrebbe tenere conto della rigidità propria del martinetto, delle aree nette del taglio e del martinetto e quindi delle superfici reali di contatto martinetto-taglio. Per la prova con due martinetti, inseriti in due tagli piani, paralleli e sovrapposti, la procedura è analoga; la messa in pressione idraulica dei due martinetti è realizzata con un unico circuito in modo da avere un decorso dell'entità dei carichi assolutamente identica.

I punti di riferimento sono più numerosi e disposti sia per le misure di convergenza a cavallo di entrambi i martinetti, che sulla porzione di muratura interposta tra di loro. Le misure di convergenza realizzate tra queste ultime coppie di punti, sia ortogonalmente che parallelamente ai due martinetti, permettono di ricavare, in funzione dei gradini di carico, cioè della compressione, il modulo di deformazione del materiale ed anche il suo coefficiente di Poisson.

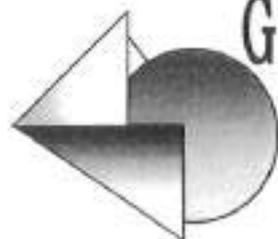
La più semplice soluzione per posizionare le piastrine dei capisaldi è di utilizzare dime (cioè modelli prefabbricati) perforati in corrispondenza dei capisaldi e del taglio del martinetto (o dei tagli dei due martinetti per la prova di deformabilità).

Prima di iniziare il taglio della fessura di alloggiamento del martinetto si provvede ad eseguire e registrare la lettura "di zero" di tutte le basi di misura messe in opera.

2) Attrezzatura e modalità per l'esecuzione del taglio

La posizione della prova verrà scelta in modo che il martinetto possa sollecitare in modo centrato e simmetrico due o più elementi affacciati e sovrapposti della muratura anche se dissimili (ad esempio mattoni o blocchi regolari di pietra). A tal fine il taglio viene più agevolmente realizzato se posto in coincidenza del giunto di malta tra corsi regolari. L'apertura del taglio dovrà essere di spessore calibrato rispetto a quello del martinetto tenendo in considerazione la deformazione delle due labbra stesse dopo l'esecuzione del taglio stesso. l'esecuzione del taglio potrà avvenire, in modo semplice, praticando fori paralleli e parzialmente sovrapposti mediante la punta di un trapano; la sua lunghezza dovrà essere adeguata alla larghezza (profondità) del martinetto (in pratica un minimo di 25 mm. in più al fondo) per alloggiare poi il martinetto che sarà da posizionare a filo con la faccia della parete della muratura da provare.

Il diametro della punta di trapano da utilizzarsi dovrà scegliersi in funzione dello spessore del martinetto utilizzato per ottenere un taglio di ampiezza libera (cioè tra gli opposti risalti lasciati dai fori affiancati) adeguato all'inserimento del martinetto stesso, di fogli di gomma



GEO-CONSULT

S.r.l.

- Laboratorio Prove su materiali da costruzione
- Prove di collaudo strutture
- Prove non distruttive
- Indagini Geognostiche e Geofisiche
- Laboratorio Geotecnico
- Laboratorio Chimico



Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

usati per ripartire il carico e di fogli di alluminio che avranno inoltre il compito di esercitare la necessaria protezione meccanica.

L'uso dei fogli di protezione è opzionale e da verificarsi volta per volta; questi sono preferibili all'uso della bolacca o di resine di intasamento in quanto consentono il risparmio dei tempi di presa e di recupero dell'attrezzo.

Per poter realizzare un taglio a facce ben parallele, plane e prive possibilmente di troppe asperità si deve disporre di una dima (cioè un telaio rigido di metallo) da appoggiare e fissare provvisoriamente alla parete della muratura tale da consentire spostamenti della punta di sola traslazione orizzontale e di voluto passo per un'ampiezza pari alla lunghezza della bocca del taglio.

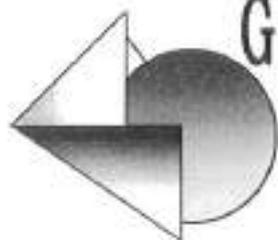
A seconda della natura e omogeneità del materiale da trapanare, i fori si eseguono uno contiguo all'altro (con la miglior sovrapposizione possibile) oppure alternati con alesatura successiva dei residui interposti.

Dopo la realizzazione del taglio si ripetono e si registrano le letture di tutte le basi estensimetriche previste possibilmente tali misure vanno ripetute nel tempo per accertare se la chiusura non è stata istantanea; in questo caso è indispensabile diagrammare le deformazioni in funzione del tempo per le successive considerazioni.

Si tenga conto che se le letture indicassero una dilatazione dell'apertura il punto in esame risulterebbe essere soggetto a trazione e pertanto la prova di carico non è eseguibile.

2.3 - Impianto idraulico di carico

Oltre al martinetto singolo o doppio, l'impianto consiste di una tubazione idraulica ad alta rigidità radiale e capace di sopportare le pressioni previste, una pompa idraulica manuale a piccola corsa con rubinetto e valvola di non ritorno di buona tenuta, un regolatore fine della pressione cioè un pistone con corsa manovrata da vite micrometrica, un manometro di buona precisione con una accuratezza di lettura pari o maggiore al 2% della sollecitazione prevedibile 30 bar. nel caso della prova con due martinetti la tubazione di mandata sarà costituita da due rami in parallelo; a titolo di esempio i gradini di carico potranno essere circa cinque e altrettante dovranno essere le letture a tutte le basi di misura; naturalmente il numero dei gradini sarà proporzionato al fondo scala della prova, alla sensibilità degli strumenti di cui si dispone ed al dettaglio che interessa conoscere del comportamento della struttura in esame. Nel caso di prova con singolo martinetto la pressione massima da raggiungere è normalmente quella di annullamento della deformazione misurata in seguito all'esecuzione del taglio questo valore si



GEO-CONSULT

S.r.l.

- Laboratorio Prove su materiali da costruzione
- Prove di collaudo strutture
- Prove non distruttive
- Indagini Geognostiche e Geofisiche
- Laboratorio Geotecnico
- Laboratorio Chimico



Certificata n° 210

Norma Specifica Tecnica
UNI EN ISO 9001:2008

SINCERT

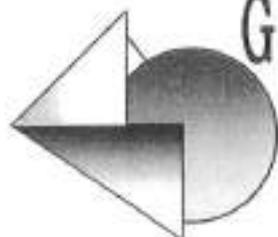
Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

ottiene aumentando la pressione in successivi gradini di carico e diagrammando questi ultimi in funzione delle deformazioni lette alla base centrale.

Nel caso occorra sarà effettuata un' interpolazione lineare tra gli ultimi valori letti al fine di determinare con esattezza il valore della pressione così detta di "ripristino" per un miglior completamento della prova sarà opportuno eseguire più di un ciclo di carico al fine di raccogliere informazioni sui fenomeni di isteresi tipici del materiale sotto osservazione.

Per la prova di carico con due martinetti le modalità esecutive sono analoghe; in questo caso il numero di informazioni ottenute è notevolmente maggiore e di tipo leggermente differente. Oltre alle informazioni della prova precedente si può decidere di sottoporre la muratura ad una vera e propria prova di carico portando la pressione a valori superiori a quella di ripristino. La struttura sarà così sottoposta a sollecitazioni maggiori di quelle naturali. In alcuni casi si potranno ottenere, così facendo, delle informazioni sul carico di rottura della struttura in esame. Per il primo ciclo di carico sarà opportuno limitarsi ad un valore di pressione prossimo a quello di ripristino misurato con i singoli martinetti.





GEO-CONSULT

S.r.l.

- Laboratorio Prove su materiali da costruzione
- Prove di collaudo strutture
- Prove non distruttive
- Indagini Geognostiche e Geofisiche
- Laboratorio Geotecnico
- Laboratorio Chimico



Certificato n° 250
 Norma Specifica Tecnica
 UNI EN ISO 9001:2008

SINCERT

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

PROVA MARTINETTO PIATTO DOPPIO MART. PM1 Piano rialzato

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

MARTINETTO PIATTO

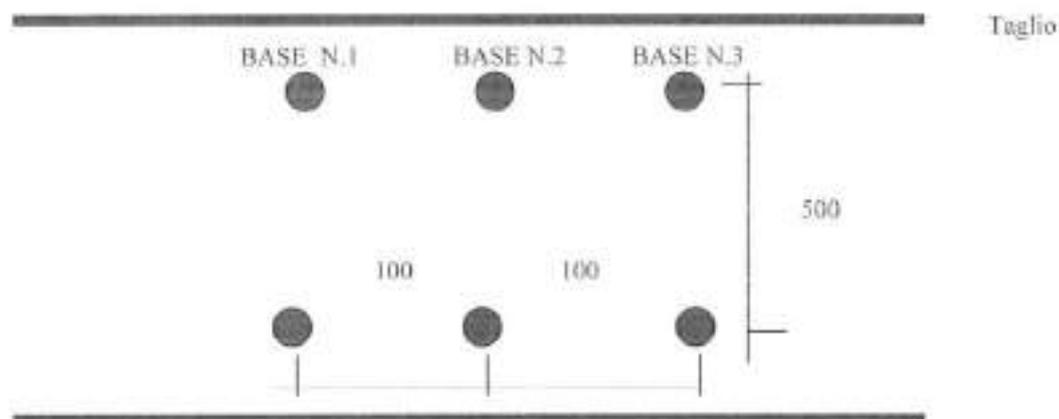
Costante di rigidezza (Km) : 0.92

Superficie reale del martinetto (Am) : 800 cmq

DEFORMOMETRO : MAYES L - 5/46

GENERAZIONE PRESSIONI : CENTRALINA IDRAULICA GLOTZ GmbH mod. M2h16 : 1068 05/95 a due manometri WIKA cl. 0.6 fs. 100 bar

POSIZIONAMENTO DELLE BASI DI MISURA



(dimensioni in mm)

CONDIZIONI DI PROVA

LUNGHEZZA DEL TAGLIO : 38 cm

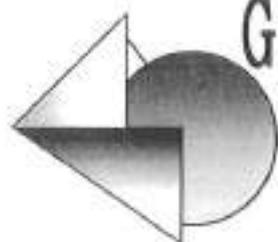
SUPERFICIE DEL TAGLIO (At) : 826.75 cmq

COSTANTE DI RIGIDEZZA DEL MARTINETTO (Km) : 0.92

Temperatura di prova : 29 ° C

Umidità relativa : 52 %



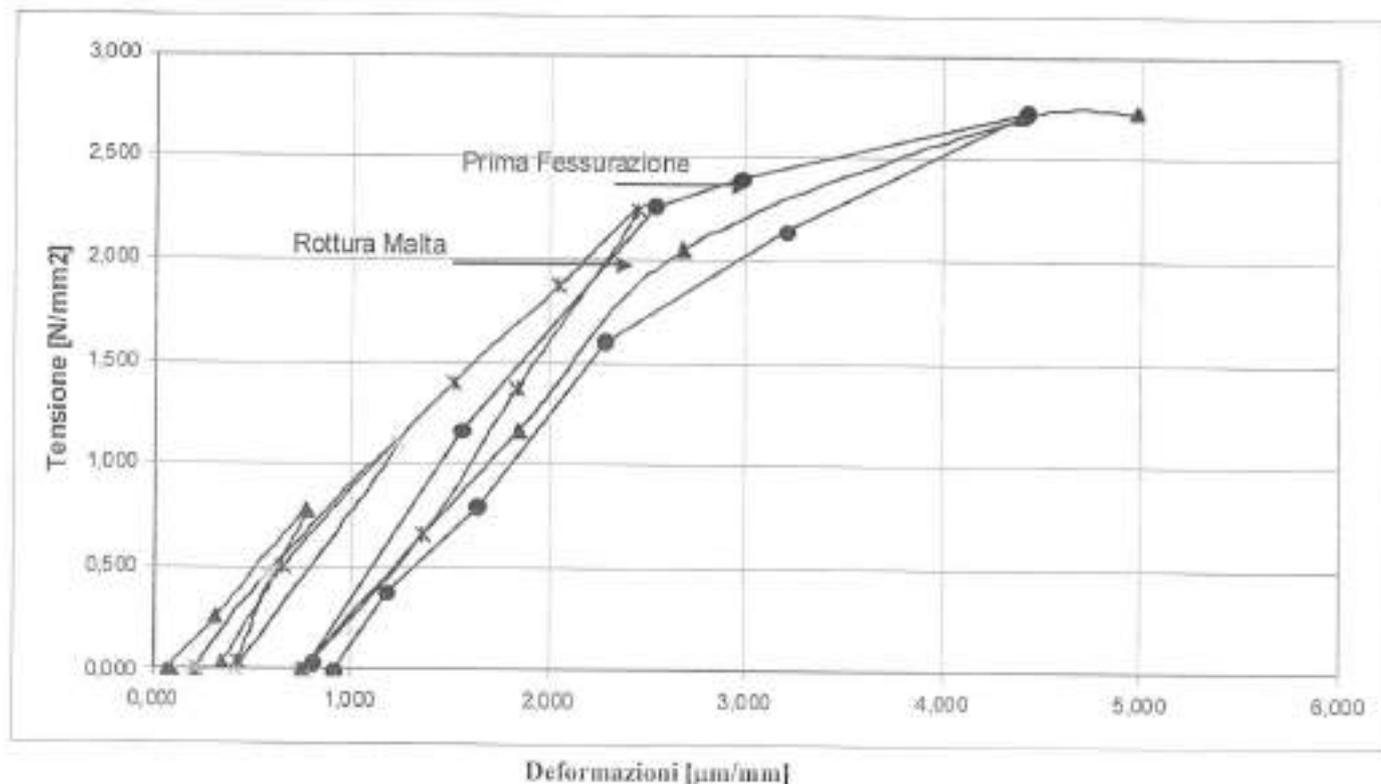


- Laboratorio Prove su materiali da costruzione
- Prove di collaudo strutture
- Prove non distruttive
- Indagini Geognostiche e Geofisiche
- Laboratorio Geotecnico
- Laboratorio Chimico



Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

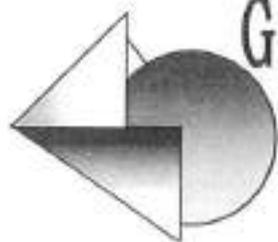
PROVA N.1



RISULTATI

□ Resistenza a compressione Malta	2.30 N/mm ²
□ Resistenza a compressione 1° Fessurazione	2.50 N/mm ²
□ Resistenza a compressione (Rottura)	2.60 N/mm ²
□ Modulo di elasticità E	10250 Kg/cm ²
□ Coefficiente di Poisson	0.25





GEO-CONSULT

S.r.l.

- Laboratorio Prove su materiali da costruzione
- Prove di collaudo strutture
- Prove non distruttive
- Indagini Geognostiche e Geofisiche
- Laboratorio Geotecnico
- Laboratorio Chimico

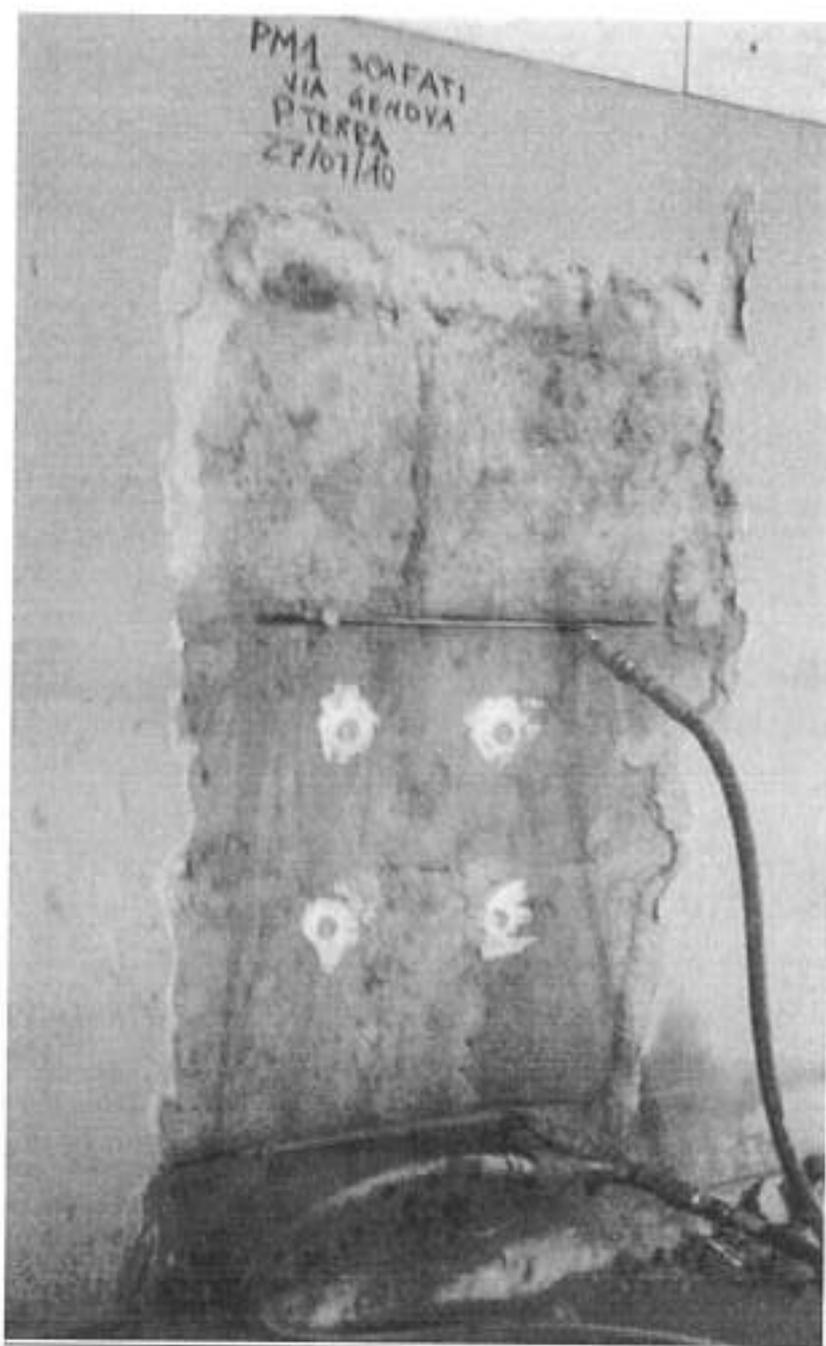


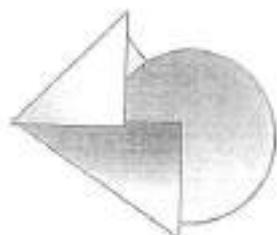
Certificato n° 220

Norma Specifica Tecnica
UNI EN ISO 9001:2008

SINCERT

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005





GEO-CONSULT S.r.l.

Laboratorio Prove su materiali da costruzione
 Prove di collaudo strutture
 Prove non distruttive
 Indagini Geognostiche e Geofisiche
 Laboratorio Geotecnico
 Laboratorio Chimico

Autorizzazione Legge 1086/71-D.M. n° 54041 del 19/10/2005

Rapporto di prova 0182/10/4161

RICHIEDENTE : AICI ENGINEERING S.r.l.
 Via Roma n. 10 - Montefredane (AV)

COMMITTENTE : Comune di Scafati (SA)

CANTIERE : Scuola Elementare e Materna - Via Genova - Scafati (SA)

PROVA RICHIESTA : ANALISI CHIMICA MALTA

DATA DI PROVA : 20/09/2010

RISULTATI DELLE ANALISI

(%)	Si Solubile	MgO	SO3	CO2	CaO	Residuo Insolubile
C1	0,6	1,18	0,92	15,1	29,6	52,5

Composizione (%)	Legante idraulico	Calce aerea carbonatata	Aggregato calcareo	Aggregato siliceo
C1	4	6	40	50

Il campione di malta è costituito da un aggregato di tipo calcareo siliceo e un legante idraulico.

Lo Sperimentatore
 Dott.ssa Carmela Polzone




Il Direttore del laboratorio
 Arch. Giuseppe Mauro



ALLEGATO 4:
PROGETTO ESECUTIVO
ORIGINARIO



corso trieste n° 47 - 34018 scafati (ts) - ☎ 081.8637777

URBANISTICA ARCHITETTURA STRUTTURE IMPIANTI

TAV.

OGGETTO

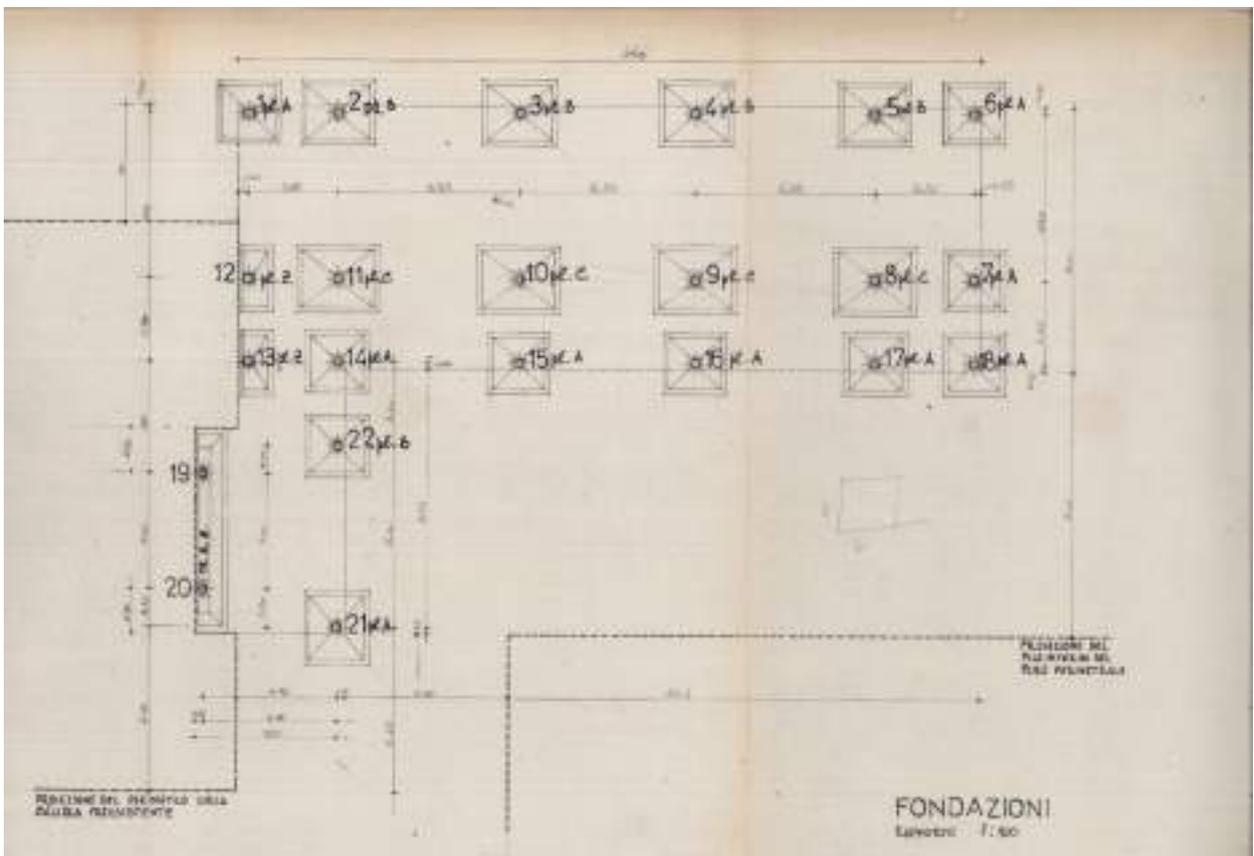
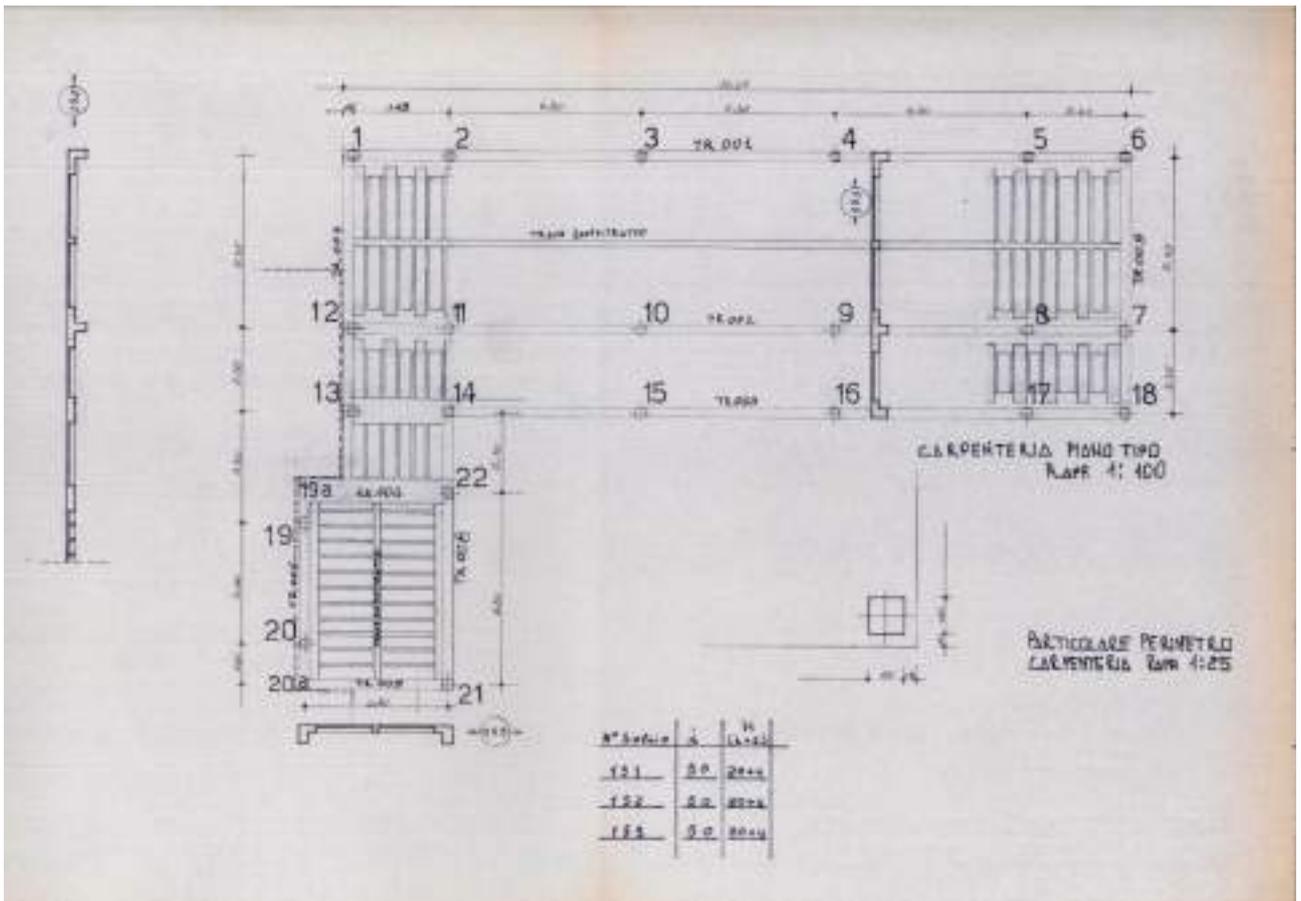
PROGETTO DELLE STRUTTURE IN C.A.
DELLA SCUOLA MATERNA IN AMPLIAMENTO
DELLA SCUOLA ELEMENTARE DI CORSO TRIESTE

COMITENTE

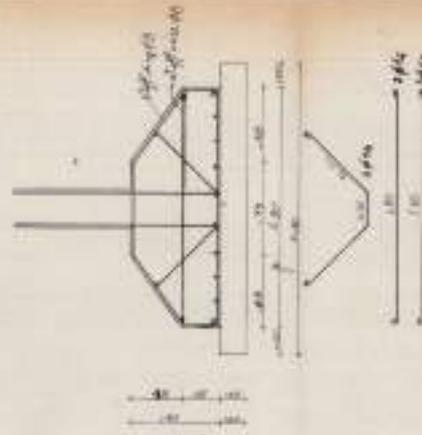
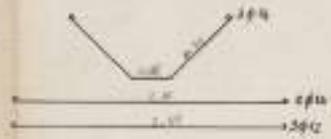
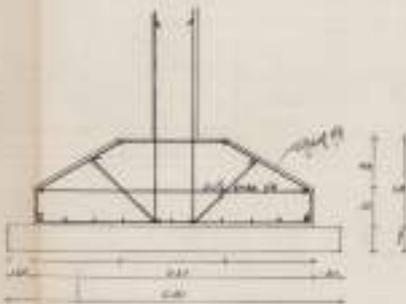
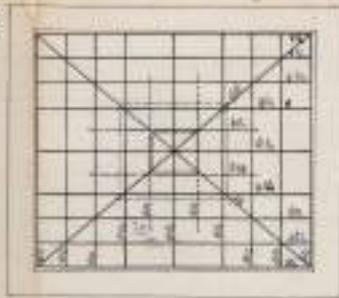
IMP PALUMBO, ANIELLO

PROGETTISTA

Ing. D. De Felice

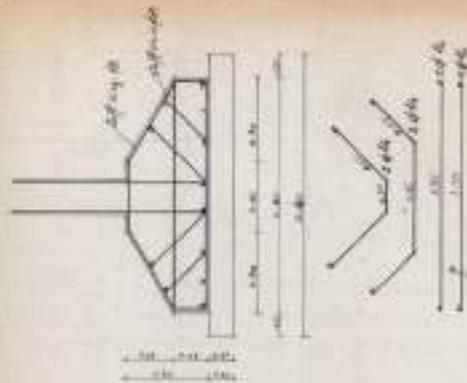
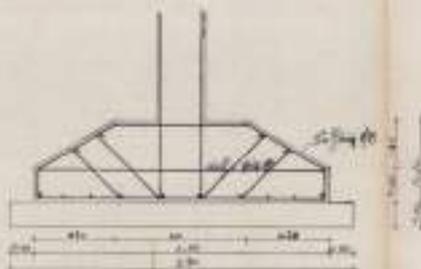
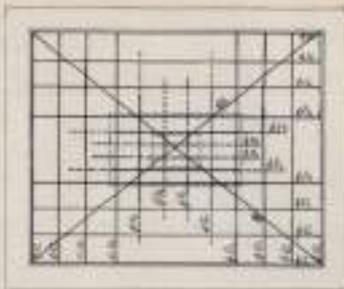


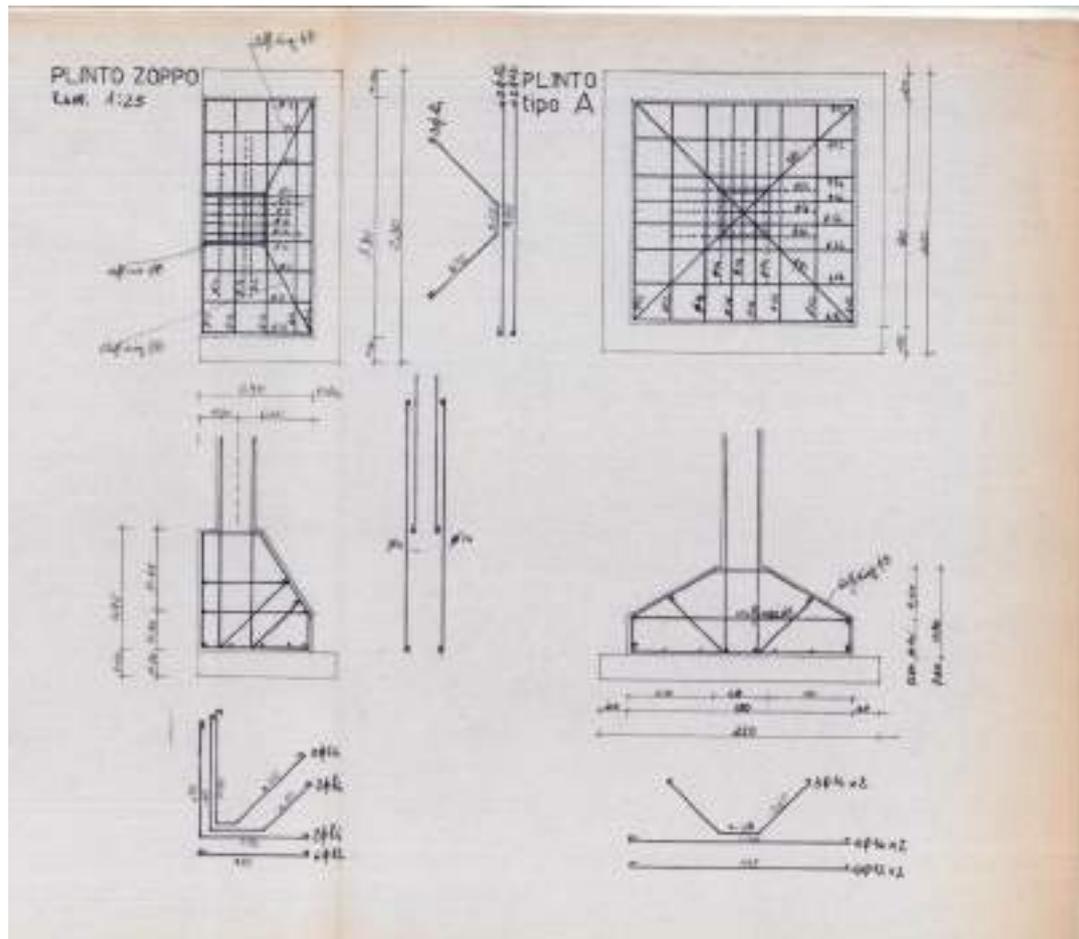
PLINTO
tipo B
Esc. 1:25



PLINTO
tipo C
Esc. 1:25

PLINTO
tipo C
Esc. 1:25





ABBACO PLASTRI

N°	Tip	A x B	n φ	∅
1	A	30x30	4 φ 12	6,16
2	b	30x25	4 φ 12	6,16
3	b	30x20	4 φ 12	6,16
4	b	30x35	4 φ 12	6,16
5	b	30x25	4 φ 12	6,16
6	a	30x30	4 φ 14	6,80
7	a	30x30	4 φ 14	6,16
8	a	30x40	6 φ 12	9,24
9	a	30x40	6 φ 12	9,24
10	a	30x40	6 φ 14	9,24
11	a	30x40	6 φ 14	9,24
12	a	30x30	4 φ 14	6,16
13	b	30x20	4 φ 12	6,16
14	b	20x30	4 φ 12	6,16
15	b	30x30	4 φ 12	6,16
16	b	20x30	4 φ 12	6,16
17	a	30x30	4 φ 14	6,16
18	a	30x30	4 φ 14	6,16
19	a	30x30	4 φ 14	6,16
20	b	30x30	4 φ 12	6,16
21	d	30x30	4 φ 12	6,16
22	b	30x35	4 φ 12	6,16

scale 1/15

