

SCUOLA MEDIA DON GIUSSANI
Via degli Iris, Frazione Monticelli
Ascoli Piceno (AP)

VALUTAZIONE VULNERABILITA' SISMICA

RT.01

**Indagini e
interpretazione dei risultati**

scala: var.

data: Marzo 2017

Prof. Ing. Andrea Dall'Asta

Prof. Ing. Graziano Leoni
Prof. Ing. Alessandro Zona
Ing. Fabrizio Scozzese
Ing. Fabio Micozzi

aggiornamento

N°

in data

N°	in data

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 1 di 71

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	2
1.1	Descrizione generale della costruzione	2
1.2	Riferimenti normativi.....	3
2	PROGRAMMA DELLE PROVE E DELLE INDAGINI.....	5
2.1	Obiettivi della campagna di indagini	5
2.2	Documentazione disponibile	5
2.3	Criteri generali adottati per il piano delle indagini.....	5
2.4	Localizzazione delle indagini effettuate.....	7
3	RILIEVO	12
3.1	Elementi strutturali principali e dettagli costruttivi	12
3.2	Solai.....	13
3.3	Tamponature e divisori.....	16
3.4	Giunti	17
3.5	Degrado	22
4	INDAGINI EFFETTUATE IN SITU.....	26
4.1	Modalità di esecuzione delle prove magnetoscopiche	26
4.2	Modalità di esecuzione delle prove ultrasoniche.....	27
4.3	Modalità di esecuzione delle prove sclerometriche.....	28
4.4	Modalità di estrazione delle carote	29
4.5	Modalità di esecuzione della misura di carbonatazione	30
4.6	Modalità di rilievo e prelievo delle barre	30
4.7	Indagini sugli elementi verticali	30
4.8	Indagini sugli elementi orizzontali	49
5	PROVE DI LABORATORIO	59
5.1	Modalità di esecuzione delle prove sul calcestruzzo.....	59
5.2	Modalità di esecuzione delle prove sulle barre in acciaio.....	59
5.3	Risultati delle prove di schiacciamento sugli elementi in calcestruzzo	60
5.4	Risultati delle prove sulle armature.....	60
6	INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI	61
6.1	Modalità di interpretazione delle misure del calcestruzzo in laboratorio	61
6.2	Modalità di interpretazione delle misure del calcestruzzo in situ.....	62
6.3	Stima delle caratteristiche meccaniche.....	66
7	DANNO SISMICO RILEVATO (TERREMOTO CENTRO ITALIA 2016)	67

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 2 di 71

1 INTRODUZIONE

1.1 Descrizione generale della costruzione

La relazione riguarda la scuola “Don Giussani” situata in località Monticelli (AP).

Si raccolgono in questa relazione le informazioni relative al percorso effettuato per raggiungere un livello di conoscenza adeguato all’interpretazione dei danni osservati durante la crisi sismica del 2016-2017 e alla valutazione dell’attuale livello di prestazione sismica.

L’edificio, realizzato negli anni ‘90 presenta una struttura a telaio e setti in conglomerato cementizio armato e solai in latero-cemento. La costruzione è suddivisa in corpi separati da giunti, come rappresentato in figura. Le fondazioni sono su pali.

Il programma complessivo di indagine comprende:

l’analisi dei documenti tecnici di progetto, esecuzione e collaudo messi a disposizione dall’ente gestore;

il rilievo a campione della geometria e dei dettagli costruttivi;

la caratterizzazione meccanica dei materiali impiegati, calcestruzzo e barre di armatura, mediante prove non distruttive sclerometri e ultrasoniche e mediante schiacciamento di carote prelevate in situ;

ricognizione dei danni conseguenti ai principali eventi sismici della crisi sismica del 2016-2017

l’interpretazione dei dati sperimentali finalizzata alle analisi strutturali per lo studio della risposta sismica.

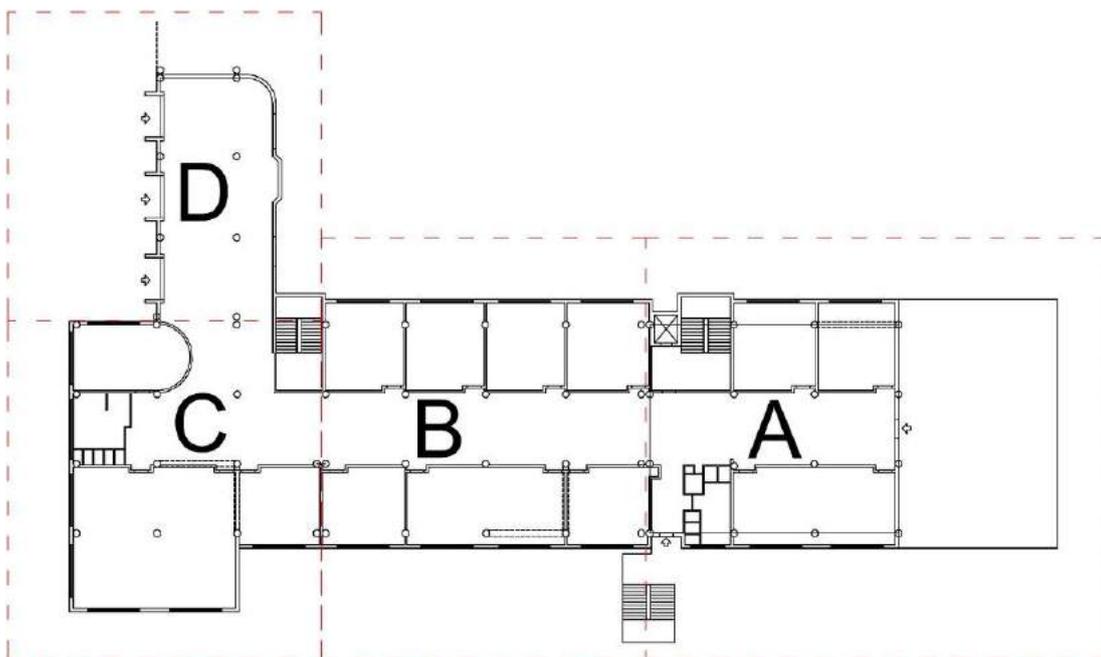


Figura 1: Pianta e indicazione dei blocchi strutturalmente indipendenti

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 3 di 71

1.2 Riferimenti normativi

Principali norme nazionali di riferimento

- Legge 1086 5.11.71 – Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. 14/01/2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- CSLP - STC 2008. Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.
- UNI EN 12504-4:2005 Prove sul calcestruzzo nelle strutture – parte 4 – Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici.
- UNI EN 12504-2:2001 Prove sul calcestruzzo nelle strutture – Prove non distruttive – Determinazione dell’indice sclerometrico.
- UNI EN 12390-1:2002 Prova sul calcestruzzo indurito – Forma, dimensioni e altri requisiti per provini e per casseforme.
- UNI EN 12390-2:2002 Prova sul calcestruzzo indurito – Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza
- UNI EN 12390-3:2003 Prova sul calcestruzzo indurito – Resistenza alla compressione dei provini
- UNI EN 12390-7:2002 Prova sul calcestruzzo indurito – Massa volumica del calcestruzzo indurito.
- UNI 10766:1999 Calcestruzzo indurito – Prove di compressione su provini ricavati da micro-carote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ.
- UNI EN 12504-1:2002 Calcestruzzo nelle strutture – Carote – Prelievo, esame e prova di compressione.
- UNI 9944 “Corrosione e protezione dell’armatura del calcestruzzo. Determinazione della profondità di carbonatazione e del profilo di penetrazione degli ioni cloruro nel calcestruzzo.

Altre norme di riferimento

- ACI 228.1R (95) In place Methods to estimate Concrete strength.
- ACI 228.2R (98) Nondestructive Test Methods for Evaluation of concrete in Structures.
- BS 1881:204 - Testing concrete. Recommendations on the use of electromagnetic covermeters
- BS 1881:201. Guide to the use of non-destructive methods of test for hardened concrete.
- BS 1881:203. Recommendations for measurement of velocity of ultrasonic pulses in concrete.

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 4 di 71

- BS 6089. Guide to assessment of concrete strength in existing structures
- RILEM, 1993. NDT 4 Recommendations for in situ concrete strength determination by combined non-destructive methods, Compendium of RILEN Technical Recommendations, E&FN Spon, London.

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 5 di 71

2 PROGRAMMA DELLE PROVE E DELLE INDAGINI

2.1 Obiettivi della campagna di indagini

La campagna di indagini è finalizzata all'individuazione degli elementi strutturali, alla definizione della loro geometria, dei dettagli costruttivi (armature) e delle caratteristiche meccaniche dei materiali.

2.2 Documentazione disponibile

La documentazione disponibile e utilizzata nella campagna di indagini è la seguente:

- Tavole originali degli esecutivi strutturali redatti dall'ing. V. Mancini e contenente le carpenterie e la disposizione delle armature.
- Relazione geologica del sito redatta dal dott. Vittorio Marucci
- Elaborati di progetto strutturale

Gli elaborati risultano tra loro congruenti e i riscontri effettuati in situ hanno generalmente confermato quanto rappresentato. Si rilevano tuttavia le seguenti mancanze: armature delle travi alla quota delle coperture (quota 147.05 m) per il corpo A, armature delle travi nel penultimo piano (quota 143.65 m) e in copertura (quota 147.05 m) per i corpi B e C, disegni della disposizione delle armature dei pilastri dai quali si possano dedurre le zone di sovrapposizione, disegni della geometria delle staffe dei pilastri (ad esempio staffe chiuse oppure spirali).

2.3 Criteri generali adottati per il piano delle indagini

I rilievi e la campagna di prove sperimentali in situ e in laboratorio sono state estese alla porzione di edificio attualmente in uso (copri A,B,C e una piccola porzione del corpo D).

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 6 di 71

Il programma preliminare di prove è stato studiato con l'obiettivo di definire un livello di conoscenza adeguato (LC2), in base alle indicazioni generali contenute nelle NTC08 e riportate nelle tabelle che seguono.

Nel caso in esame mancavano alcune informazioni sugli elaborati di progetto (come evidenziato nel punto precedente) e il livello di danneggiamento osservato ha suggerito di estendere i controlli sui dettagli e le prove sui materiali al di là di quanto strettamente necessario per il conseguimento del livello LC2.

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 estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure esaustive verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure esaustive prove in-situ	Tutti	1.00

Tabella 1: 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 secondo Circolare 2009 (§ C8A.1.2)

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 7 di 71

	Rilievo (dei dettagli costruttivi)(a)	Prove (sui materiali) ^{(b)(c)}
	Per ogni tipo di elemento "primario" (trave, pilastro...)	
Verifiche limitate	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
Verifiche estese	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
Verifiche esaustive	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

Tabella 2: definizione orientativa dei livelli di rilievo e prove per edifici in c.a. secondo Circolare 2009 (§ C8A.1.3a)

Nella valutazione del numero di prove sperimentali e della loro localizzazione si è tenuto conto delle simmetrie e della ripetizione dei sistemi strutturali al loro interno.

Per quanto riguarda la localizzazione delle operazioni di estrazione delle carote si è provveduto ad un'analisi strutturale preliminare per l'individuazione degli stati tensionali attualmente presenti in modo da limitare al massimo il livello di disturbo al comportamento d'insieme e assicurare la sicurezza delle operazioni. La dimensione delle carote è stata calibrata in funzione delle dimensioni dell'elemento strutturale da indagare e in funzione della dimensione massima degli aggregati lapidei (circa 3 cm) così come osservato nelle indagini che hanno previsto la rimozione del copriferro, in modo che il diametro della carota sia maggiore a tre volte la dimensione massima degli aggregati lapidei.

Sono state effettuate demolizioni parziali di elementi non strutturali per la verifica di dettagli rilevanti altrimenti non accessibili.

2.4 Localizzazione delle indagini effettuate

Negli schemi grafici che seguono si riporta la localizzazione dei saggi e delle prove eseguite in sito.

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 8 di 71

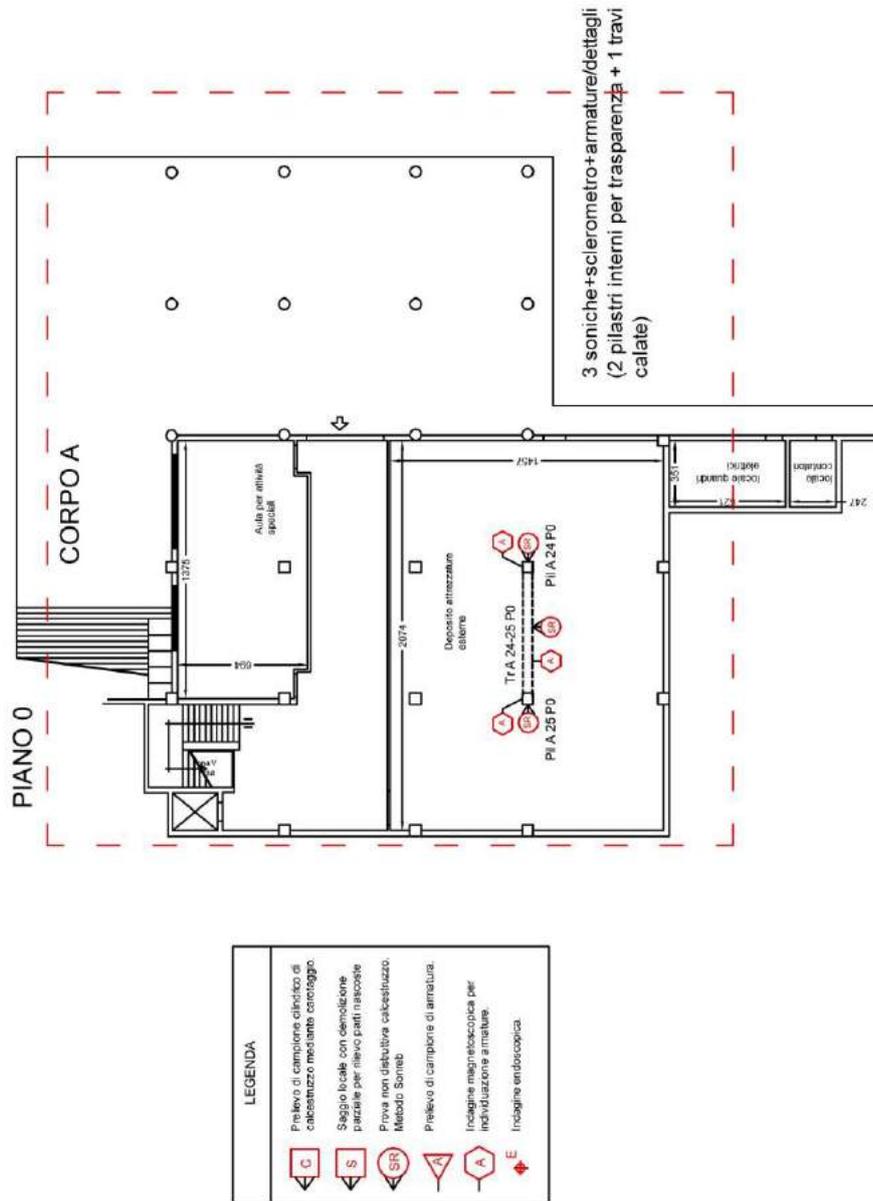


Figura 2: posizioni prove e sondaggi PIANO 0

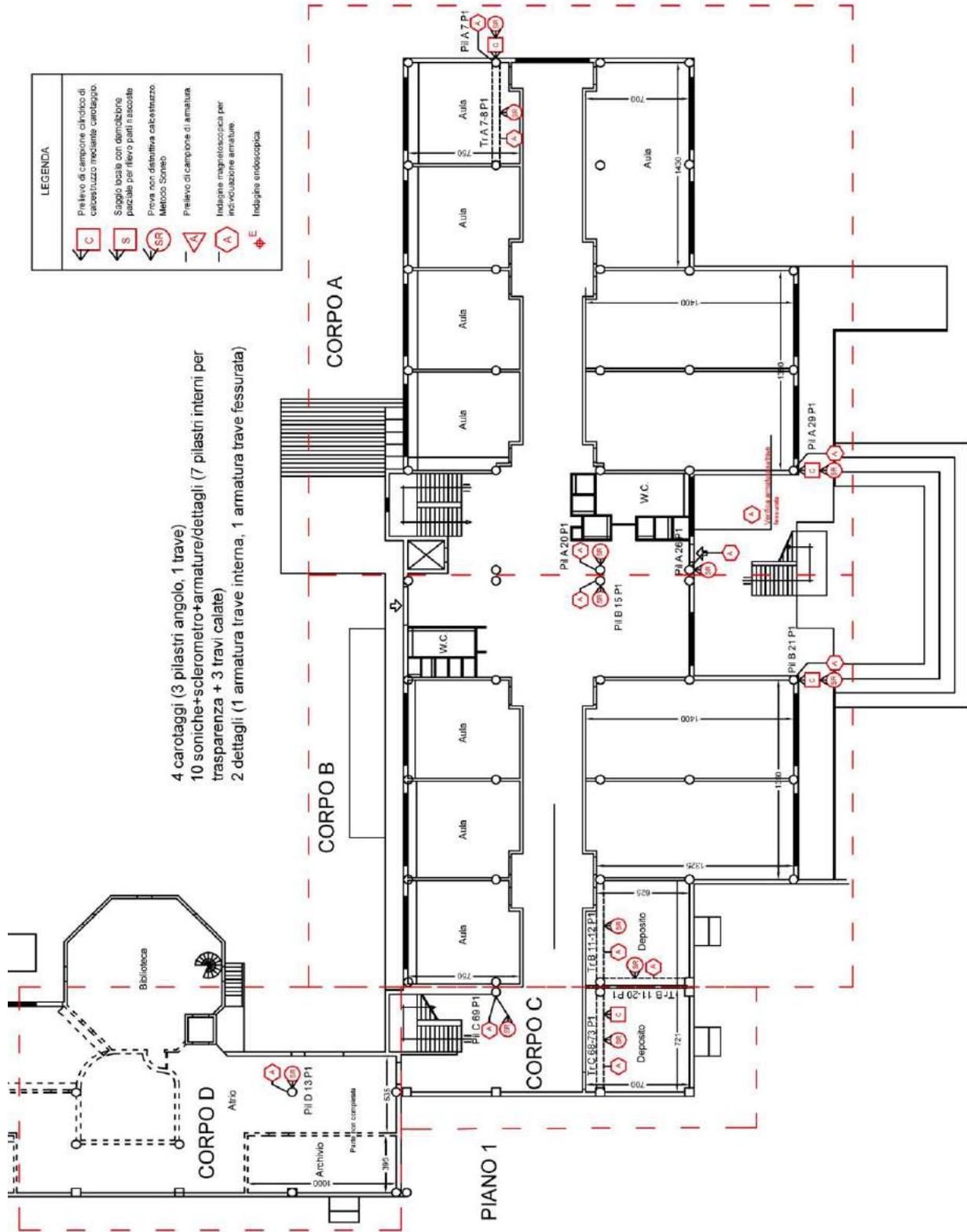


Figura 3: posizioni prove e sondaggi PIANO 1

RT 01

Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)

Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017

INDAGINI

Rev. 01 - Marzo 2017

Pag. 10 di 71

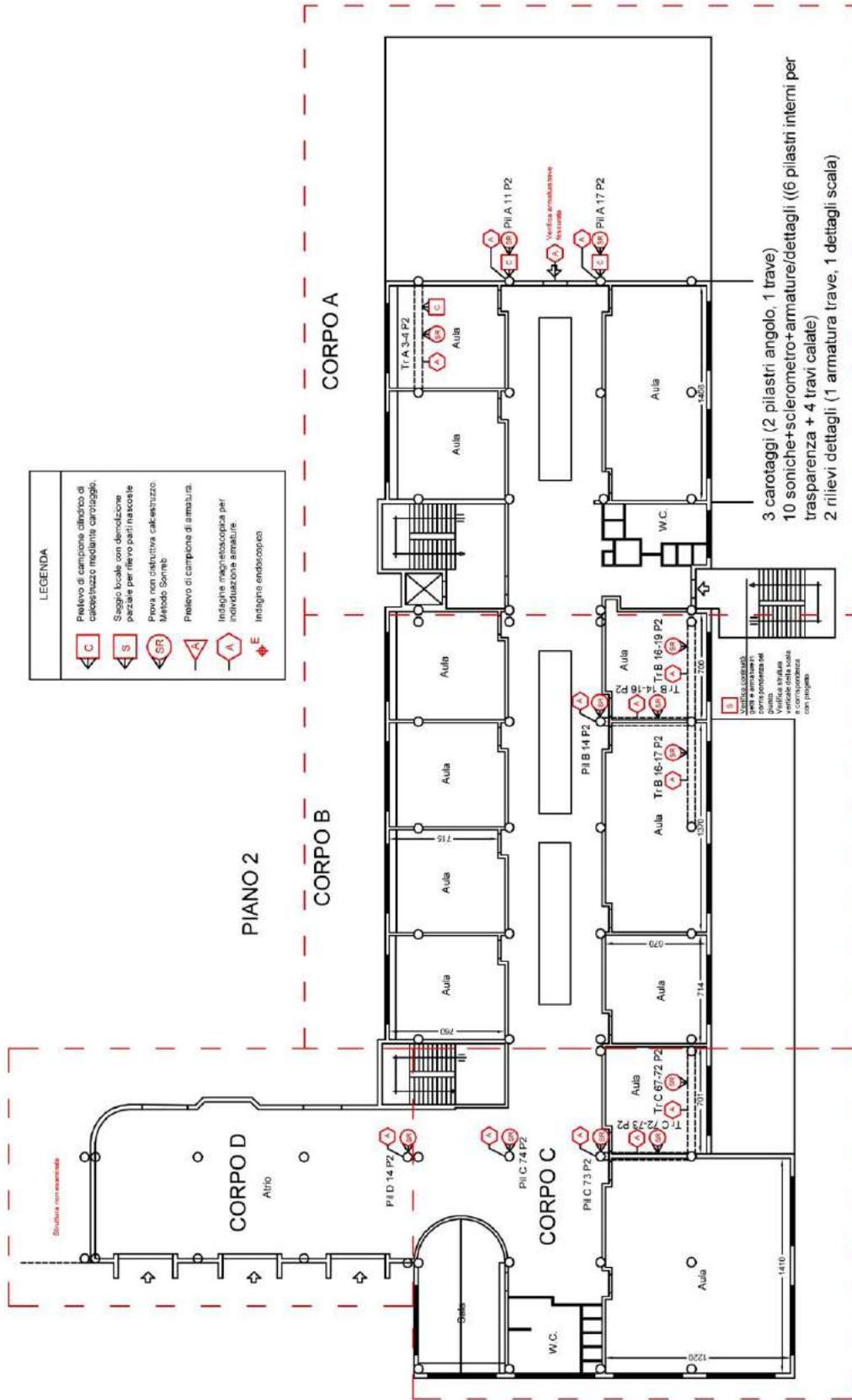


Figura 4: posizioni prove e sondaggi PIANO 2

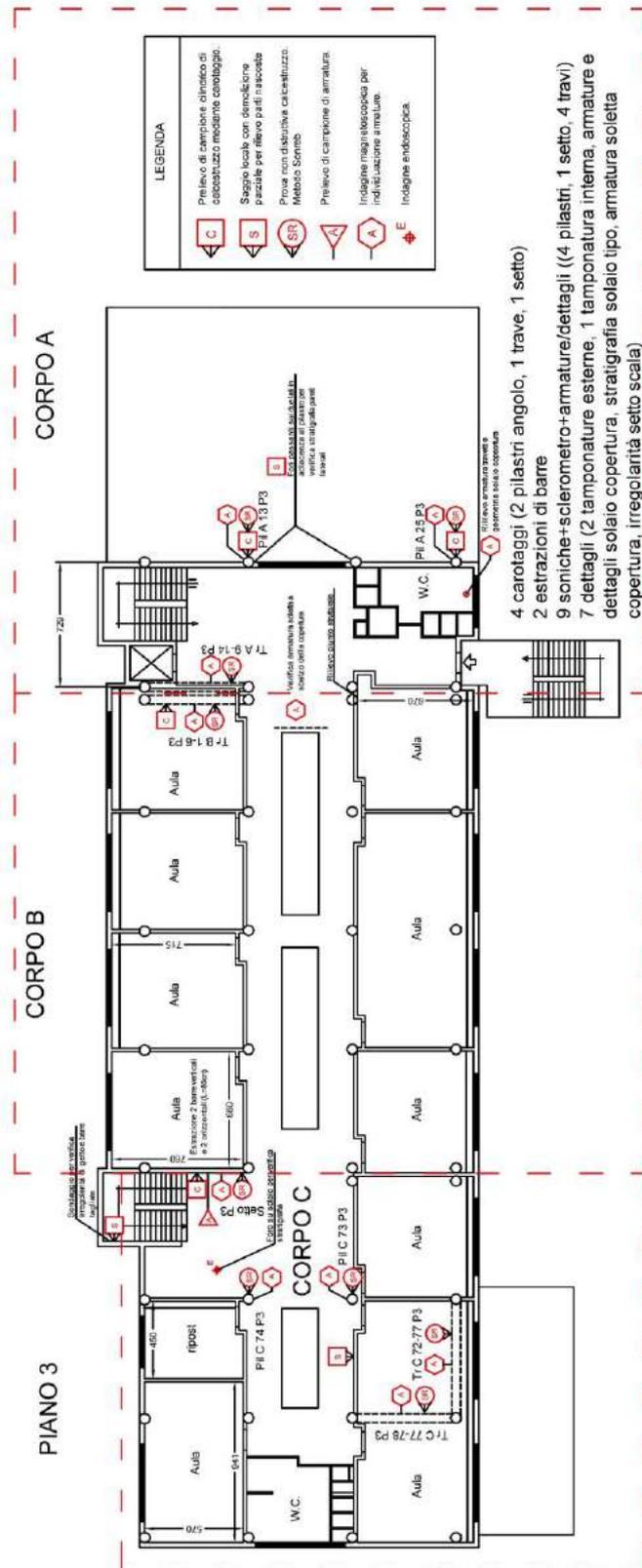


Figura 5: posizioni prove e sondaggi PIANO 3

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 12 di 71

3 RILIEVO

3.1 Elementi strutturali principali e dettagli costruttivi

Le posizioni e le dimensioni degli elementi strutturali sono state rilevate a campione, confrontando le indicazioni di dettaglio del progetto originario con il rilievo dimensionale in situ. Il controllo è stato esteso a tutti gli elementi in vista e a tutti gli elementi sottoposti ad indagini sperimentali, spesso resi accessibili a seguito di demolizioni parziali di elementi secondari.

I controlli, estesi a circa 1/3 degli elementi strutturali, ha generalmente confermato quanto riportato negli elaborati originali. Fanno eccezione le travi perimetrali della copertura che risultano a spessore a differenza di quanto indicato nelle carpenterie di piano (mancano in ogni caso le indicazioni delle armature come in precedenza commentato). Inoltre risultano non rispettati i giunti tra i corpi, come descritto nel successivo paragrafo ad essi dedicato.

I dettagli costruttivi delle armature sono stati verificati in tutti gli elementi sottoposti a prove sperimentali ed altri elementi in vista. Anche in questo caso si è sempre riscontrata una sostanziale coincidenza con le tavole di progetto per quanto riguarda i diametri ed il numero delle barre longitudinali e delle staffe. Si fa notare una posa in opera dei ferri nei casseri molto approssimativa con copriferri nulli per le travi e visibili disallineamenti tra la superficie dei pilastri circolari e la gabbia interna, con conseguenti copriferri molto alti oppure modesti a seconda della faccia considerata.

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 13 di 71



Figura 6: disallineamento della gabbia

3.2 Solai

I solai in latero-cemento sono realizzati con pignatte alte 25 cm e soletta collaborante di 6 cm per gli impalcati interni e di 5 cm per il solaio di copertura, entrambe con rete elettrosaldata. Si osserva una posa in opera dei solai di copertura (nascosti solo dal controsoffitto cassettonato) non a regola d'arte, con i travetti a distanza maggiore di quella specifica per l'appoggio delle pignatte.

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 14 di 71



Figura 7: posa in opera pignatte e travetti

Il massetto e la pavimentazione hanno spessore complessivo di circa 12 cm come rilevato in un sondaggio effettuato nel secondo piano del corpo C. Si è osservata la presenza di un telo di colore verde con probabile funzione fonoassorbente interposto tra solaio e massetto.



Figura 8: indagine per la determinazione dello spessore del massetto e pavimentazione

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017 Pag. 15 di 71

Il controsoffitto ispezionabile in pannelli leggeri fonoassorbenti si estende per larga parte della superficie coperta con poche eccezioni, dove invece il soffitto è ricoperto da intonaco fonoassorbente.



Figura 9: controsoffitti

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 16 di 71

3.3 Tamponature e divisori

Gli elementi non strutturali, tamponature perimetrali e tramezzi, sono stati identificati mediante saggi locali.

Le tamponature esterne sono composte da un paramento in mattoni a faccia-vista (spessore 12.5 cm), un successivo intonaco rustico (spessore 1 cm) con la stessa malta usata per la muratura a faccia vista, un'intercapedine (spessore circa 7 cm) con all'interno l'isolamento in lana di vetro e il paramento interno in mattoni forati (spessore 12 cm) quindi intonaco rustico (spessore circa 1.5 cm) e intonaco di finitura (spessore circa 0.4 cm). Nella zona indagata non si sono osservati collegamenti tra i paramenti. La malta usata per la muratura presenta caratteristiche meccaniche molto scarse e risulta facilmente rimovibile.



Figura 10: tamponatura esterna

Le murature interne sono invece in semplici mattoni forati (spessore 8 cm) e intonaco da entrambi i lati per circa 11 cm di spessore totale del divisorio.

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 17 di 71



Figura 11: divisorio interno

3.4 Giunti

I giunti sismici, posizionati come descritto in precedenza, sono stati introdotti e dimensionati per evitare fenomeni di martellamento tra i diversi corpi strutturali adiacenti. Tuttavia la loro larghezza di 20 cm è garantita solo in corrispondenza dei tratti tra due solai successivi mentre si riduce a circa 3-6 cm in corrispondenza dei solai di piano e di copertura.

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 18 di 71



Figura 12: giunto sismico in corrispondenza di una quota intermedia tra due solai



Figura 13: giunto sismico in corrispondenza del solaio di copertura

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 19 di 71



Figura 14: giunto tra corpo C e corpo D

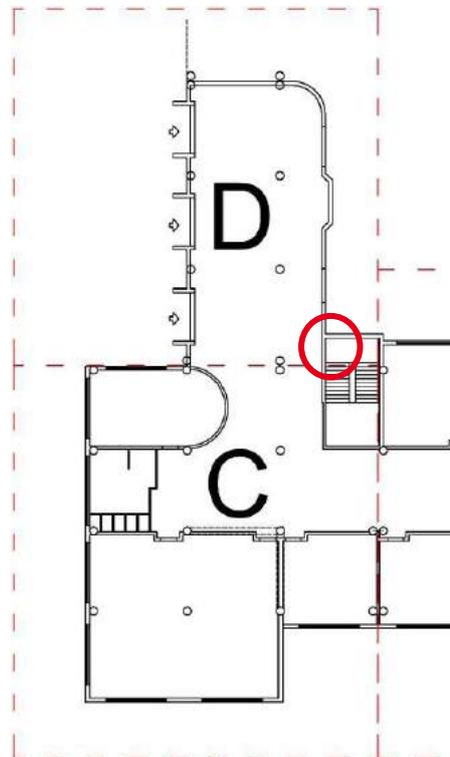
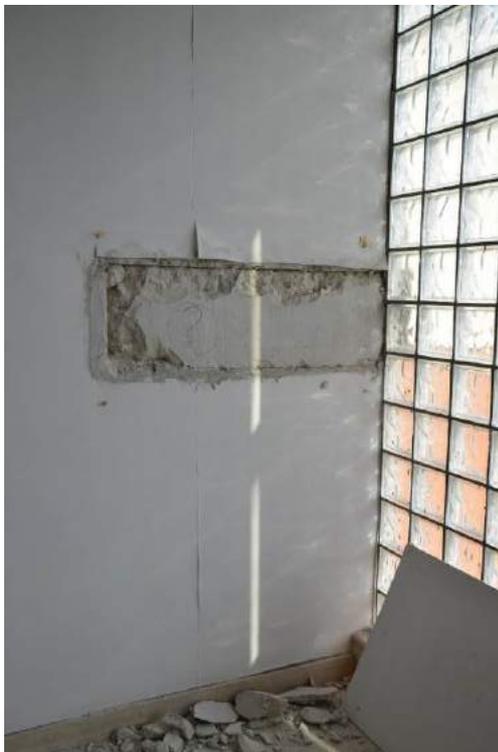


Figura 15: possibile interazione tra corpo D e corpo C (pianerottolo vano scala)

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 20 di 71



Figura 16: giunto tra corpo A e corpo B



Figura 17: giunto con ampiezza fortemente ridotta in copertura

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 21 di 71

Inoltre si riscontra la difformità tra le tavole esecutive e lo stato di fatto della scala esterna lato Ovest tra corpo A e corpo B, con la possibile cucitura del giunto. Stessa condizione è riscontrata tra il corpo C e il corpo D, dove è una trave di colmo del corpo D ad essere stata innestata sul setto della scala facente parte del corpo C.

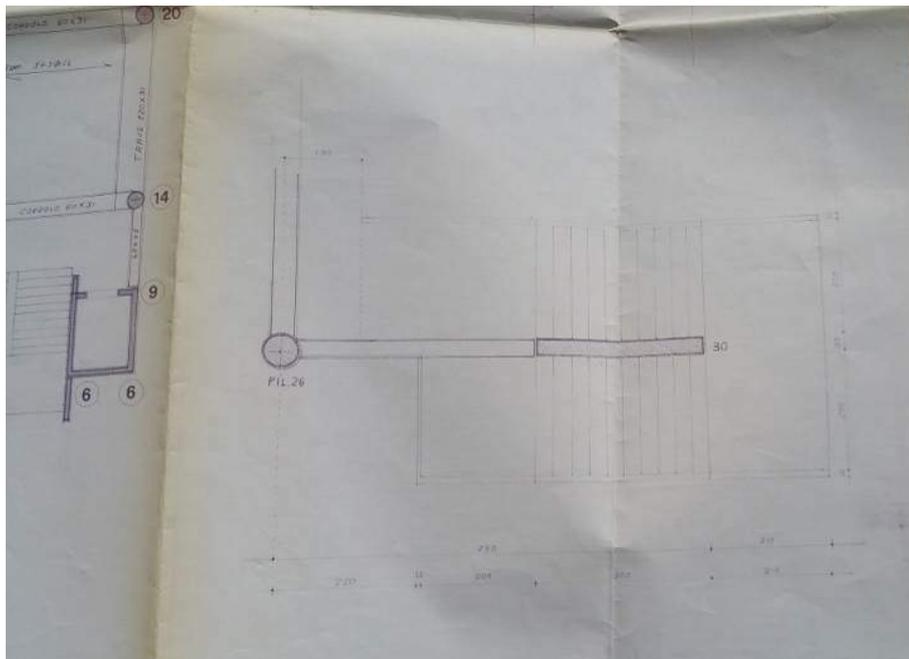


Figura 18: particolare esecutivo scala esterna tra corpo A e corpo B (lato Ovest)



Figura 19: stato di fatto scala esterna lato Ovest

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 22 di 71

3.5 Degrado

Nonostante la totale assenza di copriferro in alcuni elementi in calcestruzzo a facciavista esterni non si riscontrano situazioni diffuse di degrado del calcestruzzo. Si evidenzia comunque una particolare sensibilità all'ossidazione delle armature nelle travi dove le staffe sono affioranti.



Figura 20: staffe con copriferro nullo

Sono state riscontrate delle infiltrazioni di acqua dovute al degrado dell'impermeabilizzante e al difficoltoso allontanamento delle acque meteoriche da parte delle coperture piane (lato sud dell'edificio). Questo ha provocato ammaloramenti della superficie intonacata dei soffitti sottostanti tali da provocare la caduta di porzioni considerevoli di intonaco fonoassorbente. Inoltre il malfunzionamento di alcuni dei pluviali esterni ha provocato situazioni di degrado della superficie dei pilastri interessati.

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 23 di 71



Figura 21: degrado del soffitto per infiltrazioni dal terrazzo sovrastante



Figura 22: degrado e distacco dell'intonaco fonoassorbente per infiltrazioni dal terrazzo sovrastante

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 24 di 71



Figura 23: degrado del soffitto per infiltrazioni dal terrazzo sovrastante



Figura 24: infiltrazioni dal giunto di ripresa del getto del muro in cls

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 25 di 71



Figura 25: degrado del soffitto per infiltrazioni dal terrazzo sovrastante

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 26 di 71

4 INDAGINI EFFETTUATE IN SITU

4.1 Modalità di esecuzione delle prove magnetoscopiche

L'indagine magnetometrica è stata eseguita allo scopo di individuare la posizione delle armature, o di eventuali elementi metallici, verificare la corrispondenza con gli elaborati di progetto e individuare le aree da sottoporre ad indagine per la definizione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo.

L'attrezzatura utilizzata è costituita da un NOVATEST Pacometro digitale 8020 (matr. N. 822436) munito di controllo acustico e visivo per la localizzazione e la disposizione delle armature. Per individuare la presenza delle barre, la sonda, in un primo tempo le magnetizza brevemente e quindi ne rileva il campo magnetico indotto man mano che questo si dissolve.

L'indagine magnetometrica per l'individuazione delle armature non è normata a livello nazionale, perciò è stata eseguita seguendo le indicazioni contenute nella norma BS 1881-204 e nelle L.G. del Consiglio Superiore LL.PP (Febbraio 2008).

Prima di ogni applicazione, lo strumento è stato calibrato allontanando la sonda da qualunque corpo metallico e reimpostando il valore nullo di campo magnetico per poi eseguire una misura a contatto con un oggetto metallico e verificando che il valore del ricoprimento risultasse pressoché nullo, secondo le indicazioni del produttore.

La ricerca delle barre è avvenuta facendo scorrere lateralmente la sonda dello strumento con il suo asse maggiore disposto parallelamente alle barre da individuare. Nel caso di armatura costituita da due file di barre, una verticale e l'altra orizzontale, la ricerca è stata eseguita due volte, una per ciascuna fila. Durante la prima ricerca si sono segnate direttamente sull'elemento le tracce delle barre individuate dalla sonda; successivamente si è localizzata la seconda serie di armature facendo scorrere la sonda negli spazi intermedi tra le barre già individuate. Nel caso di risultati non chiari si è proceduto ad un'analisi più accurata andando anche ad inclinare lo strumento rispetto alle direttrici degli elementi indagati per definire eventuali disallineamenti delle barre di armatura rispetto all'elemento.

Inoltre, ove possibile, si è proceduto alla definizione dello spessore del copriferro e del diametro delle barre di armatura. Le due procedure sono correlate: per definire in modo coerente il ricoprimento è infatti

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 27 di 71

necessario conoscere il diametro dell'armatura indagata. Quest'ultimo si può impostare (deducendolo dalle tavole esecutive o da ispezioni visive con eliminazione del copriferro), o stimandolo con una procedura di misurazione fatta dallo strumento. Questa determinazione del diametro delle armature secondo la procedura descritta dal produttore risulta però poco affidabile nel caso di sezioni congestionate o barre molto ravvicinate.

4.2 Modalità di esecuzione delle prove ultrasoniche

L'indagine ultrasonica è stata eseguita allo scopo di:

- stimare le caratteristiche di resistenza del materiale sulla base della velocità di propagazione di onde ultrasoniche.
- individuare disomogeneità interne dovute a vuoti o fessure.

Le misure verranno poi utilizzate per la stima delle caratteristiche meccaniche mediante il metodo combinato SONREB con parametri calibrati sulla base delle prove di schiacciamento su carote estratte in corrispondenza delle stazioni di misura.

L'attrezzatura utilizzata è costituita da rilevatore ad ultrasuoni digitale CRONOSONIC MAE (matr. N. M044160) con le seguenti specifiche tecniche:

- temperatura di esercizio -20°C +70°C
- sonde a contatto freq. 55 KHz alta potenza
- risoluzione di misura temporale: 83 nS
- banda passante del filtro:20-80KHz
- guadagno amplificatore :50dB
- livello minimo segnale trigger:208mV

Per la determinazione dei tempi di propagazione degli impulsi ultrasonici si è fatto riferimento alla norma UNI EN 12504-4:2005 e alle L.G. del Consiglio Superiore LL.PP (Febbraio 2008).

Le aree degli elementi strutturali indagati con indagine ultrasonica coincidono con le aree su cui si sono eseguite le indagini sclerometriche, con le relative stazioni di misura. Prima di eseguire la prova, le superfici di ciascun elemento da indagare sono state rettificate fino a renderle sufficientemente lisce e prive di residui polverosi. Le sonde sono state accoppiate alla struttura per mezzo di specifico gel per ultrasuoni.

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 28 di 71

Quando possibile, le prove sono state effettuate "per trasparenza" disponendo le sonde in modo che il percorso più breve delle onde attraversi la sezione dell'elemento senza incontrare le armature. La modalità viene anche indicata come metodo diretto, nel caso di sonde su facce opposte, o semi-diretto, nel caso di sonde su facce adiacenti. Quando questa modalità non era perseguibile, sono state effettuate misure col metodo indiretto, disponendo le sonde su una superficie piana ed effettuando misure a diversa distanza secondo lo schema riportato in figura:

T = sonda trasmittente

R = Sonda ricevente

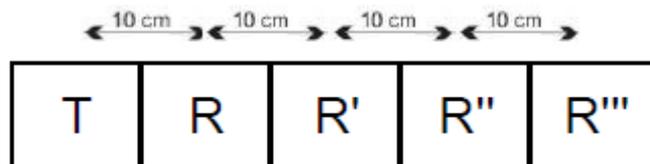


Figura 26: Schema di acquisizione indagine ultrasonica con il Metodo Indiretto (a rifrazione)

Prima e dopo l'esecuzione delle prove è stata eseguita la calibrazione del dispositivo su tempo nullo con sonde a contatto.

Con il metodo di propagazione indiretto, o a rifrazione, i valori di velocità di propagazione del segnale all'interno dell'elemento, ricavati direttamente conoscendone il tempo di propagazione, potrebbero risultare ridotti. La correlazione con la velocità di propagazione diretta si ottiene aumentando del 5% la velocità ottenuta con il metodo semidiretto e aumentando del 15% la velocità ottenuta con il metodo indiretto. A favore di sicurezza, si è comunque evitato di utilizzare una correzione della misura.

4.3 Modalità di esecuzione delle prove sclerometriche

L'indagine sclerometrica è stata eseguita allo scopo di valutare le caratteristiche di rigidità e resistenza negli strati superficiali del calcestruzzo.

L'attrezzatura utilizzata è costituita da sclerometro Tipo N matr. N. 1F0973

La campagna di indagini sperimentale è stata eseguita secondo le prescrizioni impartite dalla norma UNI EN 12504-2:2001, dalle L.G. del Consiglio Superiore LL.PP (Febbraio 2008) e seguendo inoltre le prescrizioni di prova riportate nei paragrafi seguenti.

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 29 di 71

Dopo un'attenta analisi visiva e dopo aver eseguito l'indagine magnetometrica (per escludere dall'area di prova le armature ed eventuali elementi metallici), sono stati scelti i punti di misura su cui eseguire le battute sclerometriche evidenziandoli con pennarello indelebile.

Le superfici di prova di ciascun elemento da indagare sono state private degli intonaci e rettificata fino a renderle sufficientemente lisce e prive di residui polverosi.

Dopo l'esecuzione delle battute sclerometriche appartenenti a ciascuna area di prova, sono state esaminate tutte le impronte lasciate sulla superficie dopo l'impatto dell'asta di percussione dello sclerometro.

Qualora l'impatto abbia determinato danneggiamenti locali evidenti si è proceduto a scartare il valore registrato, utilizzando i restanti valori per il calcolo della media aritmetica.

I risultati dell'indagine sclerometrica, distinti per ciascun elemento strutturale indagato, vengono riportati nella schede che seguono, dove sono indicati i valori ottenuti delle singole battute, l'orientamento dello sclerometro e la media.

Si è verificato che, in ogni area di prova, almeno l'80 % delle battute non differisca dalla media dei valori calcolata più di 6 (sei) unità e pertanto tutti i valori siano accettabili per il calcolo dell'indice sclerometrico medio di ciascuna area di prova indagata. (§12.4.3 L.G. Consiglio Superiore LL.PP. Febbraio 2008).

4.4 Modalità di estrazione delle carote

Il prelievo dei campioni di calcestruzzo è stato eseguito per effettuare la determinazione dello strato di carbonatazione e la determinazione della resistenza a compressione mediante prova di schiacciamento.

I prelievi sono stati eseguiti facendo riferimento alla norme UNI 6131:2002 ed UNI EN 12504-1:2002 e alle L.G. del Consiglio Superiore LL.PP (Febbraio 2008).

Il provino è stato prelevato tramite una carotatrice elettrica appoggiata ad un binario scorrevole ed ancorata all'elemento. Per i prelievi è stata utilizzata una carotatrice di diametro 100 mm.

Successivamente al prelievo, il foro è stato richiuso tempestivamente con malta cementizia anti-ritiro in modo da non creare un ulteriore indebolimento dell'elemento strutturale.

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 30 di 71

4.5 Modalità di esecuzione della misura di carbonatazione

La prova per la determinazione della profondità dello strato di conglomerato cementizio soggetto a carbonatazione è stata eseguita direttamente sulla carota, usando come indicatore chimico una soluzione idroalcalina di fenolftaleina all'1%. La soluzione vira al rosso a contatto con soluzioni con PH maggiore di 9.2 e rimane incolore per soluzioni con PH minore, quali quelle del calcestruzzo carbonatato.

La prova è stata eseguita facendo riferimento alla norme UNI 9944 e alle L.G. del Consiglio Superiore LL.PP (Febbraio 2008).

4.6 Modalità di rilievo e prelievo delle barre

I diametri delle barre e delle staffe sono stati verificati mediante osservazione diretta su porzioni di struttura in cui il copriferro era assente o è stato rimosso e successivamente ripristinato. Le barre sono state prelevate nei setti in corrispondenza delle zone di sovrapposizione. Le fasi seguite sono state: rimozione del calcestruzzo in prossimità delle armature, taglio delle armature, saldatura di spezzoni di armatura in modo da non indebolire la sezione resistente, ripristino del calcestruzzo rimosso tramite malta cementizia anti ritiro.

4.7 Indagini sugli elementi verticali

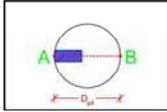
Si riportano gli esiti delle operazioni effettuate in situ sui pilastri e sui setti. L'elemento strutturale esaminato è identificato mediante il codice seguente.

Tipo elemento (Pil/Setto)	Blocco	Numerazione	Piano
Pil	A	80	P1

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 31 di 71

Pil A 7 P1	
<p>Note</p> <p>Pilastro circolare con intonachino verniciato.</p> <p>Barre longitudinali trovate sul fondo del foro della carota</p>	

Elemento indagato	Hc [cm]	D _{pi} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Pil A 7 P1		60	A-B	0.60	158.0	3797	A	42	43	52	48	46	47	51	41	44	43	45.7	si
			V _{media} [m/sec]			3797	Limiti Indice Rimbalzo		Upper B			+6 IRM	51.7	Lower B			-6 IRM	39.7	
			Rilievo Armature																
				φ [mm]	n.	c [mm]	Sclerometro in posizione orizzontale												
		Barre Long																	
		Staffe				passo = 15 cm													



Campioni estratti
Identificativo: Pil A 7 P1
Diametro: 100 mm
Lunghezza: 230 mm
Profondità carbonatazione: 8 mm

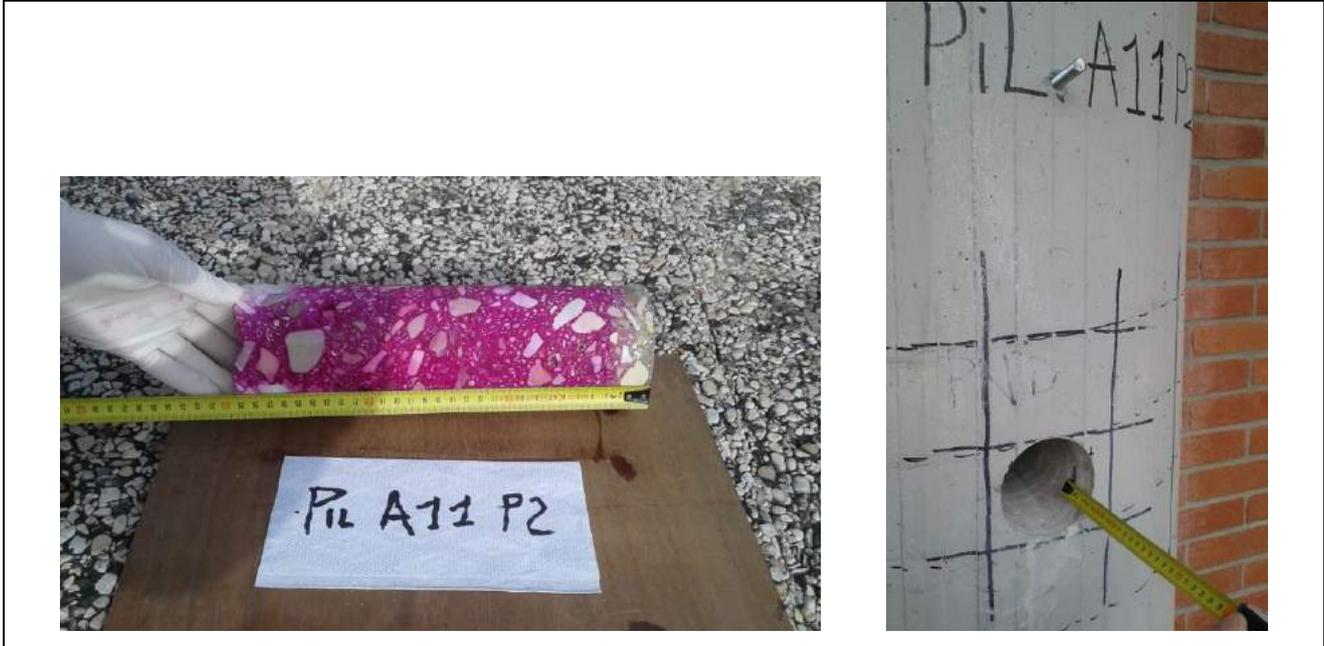


RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 32 di 71

Pil A 11 P2													
Note													
Pilastro circolare esterno verniciato													

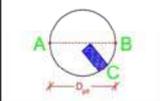
Elemento indagato	Hc [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [µsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con $\alpha = 0$										Indice medio	Carota estratta	Osservazioni
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Pil A 11 P2		A-B	0.6	163.0	3681	C	52	46	42	52	44	44	40	44	44	40	44.8	si	
		A-C				A	40	44	40	44	43	42	42	42	43	42.2			
		C-B				B	48	41	42	42	49	42	38	44	42	46	43.4		
					V _{media} [m/sec]												Limiti Indice Rimbalzo		
		D _{pi} [cm]	0.6											Upper B +6 IRM 50.8					
		Y _{AC} [cm]												Lower B -6 IRM 38.8					
		X _{AC} [cm]																	
		Y _{BC} [cm]																	
		X _{BC} [cm]																	
						Rilievo Armature													
								φ	n.	c									
						Barre Long		12											
						Staffe				passo = 11 cm						Sclerometro in posizione orizzontale			

Campioni estratti
 Identificativo: Pil A 11 P2
 Diametro: 100 mm
 Lunghezza: 290 mm
 Profondità carbonatazione: 20 mm



RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 33 di 71

Pil A 13 P3	
<p>Note</p> <p>Pilastro circolare esterno verniciato.</p> <p>Difficoltà a individuare le barre e ad effettuare il carotaggio per la presenza del pluviale in ghisa.</p>	

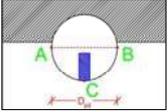
Elemento indagato	Hc [cm]	D _{pi} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Pil A 13 P3		60	A-B	0.60	179.0	3352	C	42	41	39	32	44	38	38	42	38	38	39.2	si
			V _{media} [m/sec]				3352	Limiti Indice Rimbalzo		Upper B			+6 IRM	45.2	Lower B			-6 IRM	
		Rilievo Armature						Sclerometro in posizione orizzontale											
		φ [mm]	n.	c [mm]															
		Barre Long																	
		Staffe																	

Campioni estratti
Identificativo: Pil A 13 P3
Diametro: 100 mm
Lunghezza: 200 mm
Profondità carbonatazione: 20 mm



RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 34 di 71

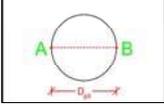
Pil A 17 P2		
Note	Pilastro circolare esterno verniciato.	

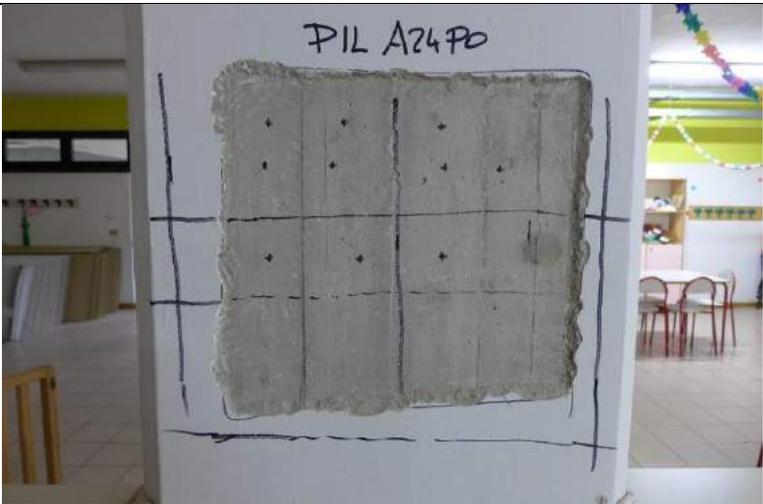
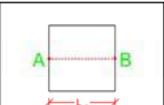
Elemento indagato	Hc [cm]	D _{pill} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Pil A 17 P2		60	A-B	0.60	163.8	3663	C	38	38	42	36	42	40	40	40	42	36	39.4	si
			V _{media} [m/sec]			3663	Limiti Indice Rimbalzo	Upper B	+6 IRM	45.4	Lower B	-6 IRM	33.4						
			Rilievo Armature			Sclerometro in posizione orizzontale													
			φ [mm]	n.	c [mm]														
			Barre Long		12														
			Staffe		passo = 11 cm														

Campioni estratti
Identificativo: Pil A 17 P2
Diametro: 100 mm
Lunghezza: 310 mm
Profondità carbonatazione: 35 mm



RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 35 di 71

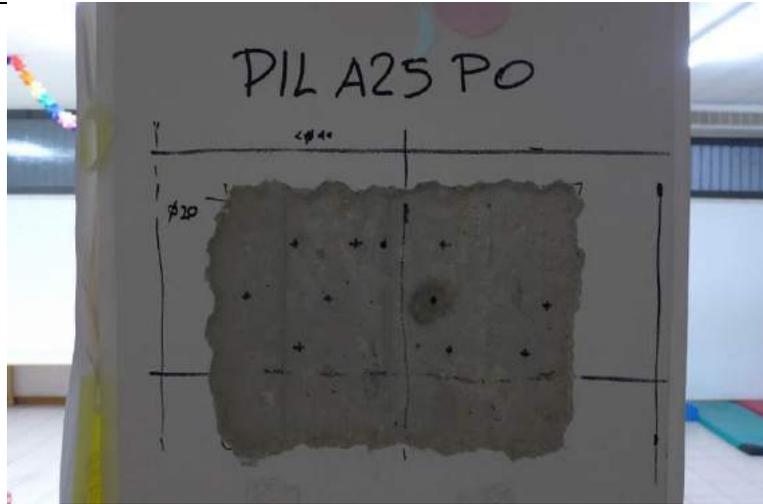
Pil A 20 P1																			
Note		Pilastro circolare con intonachino verniciato.																	
Elemento indagato	Hc [cm]	D _{pi} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta
Pil A 20 P1		60	A-B	0.60	201.0	2985	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	40.3	no
			V _{media} [m/sec]			2985	Limiti Indice Rimbalzo	Upper B	+6 IRM	46.3	Lower B	-6 IRM	34.3						
		Rilievo Armature		Sclerometro in posizione orizzontale															
		φ [mm]		n.		c [mm]													
		Barre Long																	
		Staffe																	

Pil A 24 P0																			
Note		Pilastro quadrato 60X60 intonacato. Difficoltà di rilievo delle sovrapposizioni.																	
Elemento indagato	Hc [cm]	L _{pi} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta
Pil A 24 P0		60	A-B	0.60	200.0	3000	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	39.2	no
			V _{media} [m/sec]			3000	Limiti Indice Rimbalzo	Upper B	+6 IRM	45.2	Lower B	-6 IRM	33.2						
		Rilievo Armature		Sclerometro in posizione orizzontale															
		φ [mm]		n.		c [mm]													
		Barre Long		8															
		Staffe																	

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 36 di 71

Pil A 25 P0

Note
 Pilastro quadrato 60X60 intonacato
 Difficoltà di rilievo delle sovrapposizioni.

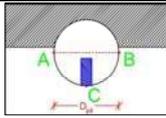


Elemento indagato	Hc [cm]	L _{pi} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [µsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con $\alpha = 0$										Indice medio	Carota estratta	
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Pil A 25 P0		60	A-B	0.60	212.0	2830	A	32	37	33	33	33	29	33	42	33	35	34.0	no	
			V _{media} [m/sec]				2830	Limiti Indice Rimbalzo		Upper B			+6 IRM	40.0	Lower B			-6 IRM		28.0
			Rilievo Armature			Sclerometro in posizione orizzontale														
			ϕ [mm]	n.	c [mm]															
			Barre Long	8																
			Staffe																	

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 37 di 71

Pil A 25 P3	
Note Pilastro circolare esterno verniciato	

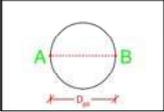
Elemento indagato	Hc [cm]	D _{pi} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Pil A 25 P3		60	A-B	0.60	162.0	3704	C	34	38	38	40	36	39	38	35	40	39	37.7	si
			V _{media} [m/sec]				3704	Limiti indice Rimbalzo		Upper B			+6 IRM	43.7	Lower B			-6 IRM	
		Rilievo Armature						Sclerometro in posizione orizzontale											
		φ [mm]		n.		c [mm]													
		Barre Long																	
		Staffe																	



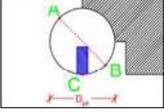
Campioni estratti
 Identificativo: Pil A 25 P3
 Diametro: 100 mm
 Lunghezza: 230 mm
 Profondità carbonatazione: 18 mm



RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 38 di 71

Pil A 26 P1																			
Note Pilastro circolare esterno verniciato.																			
Elemento indagato	Hc [cm]	D_{pi} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [µsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con $\alpha = 0$										Indice medio	Carota estratta
Pil A 26 P1		50	A-B	0.50	162.0	3086	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	35.9	no
			V_{media} [m/sec]		3086		Limiti Indice Rimbalzo		Upper B					+6 IRM	41.9	Lower B			
		Rilievo Armature		Sclerometro in posizione orizzontale															
		ϕ [mm]	n.															c [mm]	
		Barre Long																	
		Staffe																	

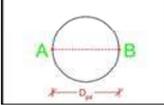
RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 39 di 71

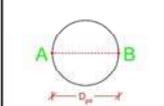
Pil A 29 P1																			
Note																			
Pilastro esterno circolare verniciato.																			
Elemento indagato	Hc [cm]	D _{pil} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta
Pil A 29 P1		60	A-B	0.60	195.0	3077	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	40.7	si
			V _{media} [m/sec]	3077	Limiti Indice Rimbalzo		Upper B			+6 IRM	46.7	Lower B			-6 IRM	34.7			
		Rilievo Armature																	
		φ [mm]		n.		c [mm]		Sclerometro in posizione orizzontale											
		Barre Long																	
		Staffe																	

Campioni estratti
Identificativo: Pil A 29 P1
Diametro: 100 mm
Lunghezza: 280 mm
Profondità carbonatazione: 25 mm



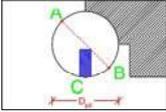
RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 40 di 71

Pil B 14 P2																			
Note																			
Pilastro circolare con intonachino verniciato.																			
Elemento indagato	Hc [cm]	D _{pi} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta
Pil B 14 P2		60	A-B	0.60	173.5	3458	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	44.5	no
			V _{media} [m/sec]	3458	Limiti Indice Rimbalzo	Upper B	+6 IRM	50.5	Lower B	-6 IRM	38.5								
		Rilievo Armature		Sclerometro in posizione orizzontale															
		φ [mm]	n.															c [mm]	
		Barre Long																	
		Staffe																	

Pil B 15 P1																			
Note																			
Pilastro circolare con intonachino verniciato.																			
Elemento indagato	Hc [cm]	D _{pi} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta
Pil B 15 P1		60	A-B	0.60	143.0	4196	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	47.8	no
			V _{media} [m/sec]	4196	Limiti Indice Rimbalzo	Upper B	+6 IRM	53.8	Lower B	-6 IRM	41.8								
		Rilievo Armature		Sclerometro in posizione orizzontale															
		φ [mm]	n.															c [mm]	
		Barre Long																6	
		Staffe																	

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 41 di 71

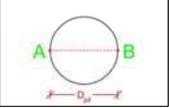
Pil B 21 P1	
Note Pilastro esterno circolare verniciato.	

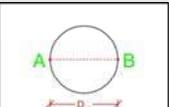
Elemento indagato	Hc [cm]	D _{pi} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [µsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con $\alpha = 0$										Indice medio	Carota estratta
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Pil B 21 P1		60	A-B	0.60	260.0	2308	C	40	40	40	38	44	33	40	37	43	35	39.0	si
			V _{media} [m/sec]			2308	Limiti Indice Rimbalzo	Upper B	+6 IRM	45.0		Lower B	-6 IRM	33.0					
			Rilievo Armature				Sclerometro in posizione orizzontale												
		Barre Long Staffe		ϕ [mm]	n.	c [mm]													

Campioni estratti
 Identificativo: Pil B 21 P1
 Diametro: 100 mm
 Lunghezza: 300 mm
 Profondità carbonatazione: 30 mm

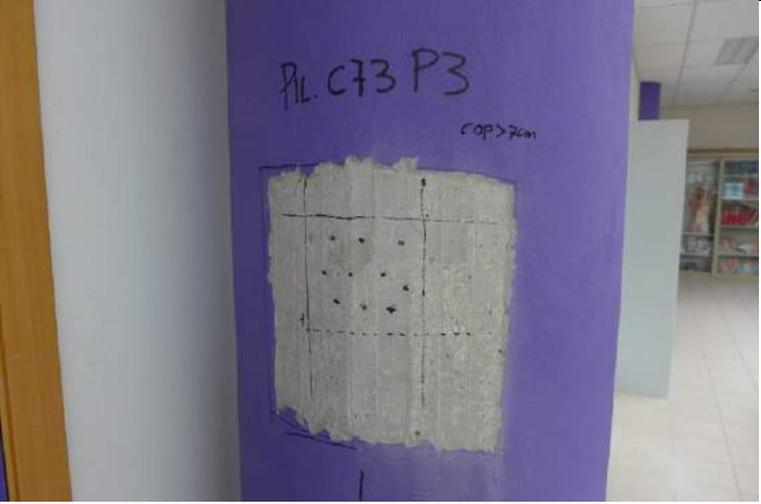
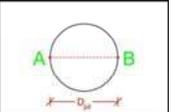


RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 42 di 71

Pil C 69 P1																				
Note		Pilastro circolare con intonachino verniciato.																		
Elemento indagato	Hc [cm]	D _{pi} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [µsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con $\alpha = 0$										Indice medio	Carota estratta	
Pil C 69 P1		60	A-B	0.60	147.0	4082	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	44.0	no	
			V _{media} [m/sec]				4082	Limiti Indice Rimbalzo		Upper B					Lower B					+6 IRM
		Rilievo Armature		Sclerometro in posizione orizzontale																
		ϕ [mm]																n.	c [mm]	
		Barre Long																		
		Staffe																		

Pil C 73 P2																				
Note		Pilastro circolare con intonachino verniciato.																		
Elemento indagato	Hc [cm]	D _{pi} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [µsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con $\alpha = 0$										Indice medio	Carota estratta	
Pil C 73 P2		60	A-B	0.60	184.0	3261	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	50.0	no	
			V _{media} [m/sec]				3261	Limiti Indice Rimbalzo		Upper B					Lower B					+6 IRM
		Rilievo Armature		Sclerometro in posizione orizzontale																
		ϕ [mm]																n.	c [mm]	
		Barre Long																		
		Staffe																		

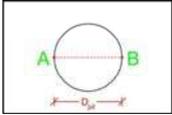
RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 43 di 71

Pil C 73 P3																			
Note																			
Pilastro circolare con intonachino verniciato.																			
Elemento indagato	Hc [cm]	D _{pi} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [µsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con $\alpha = 0$										Indice medio	Carota estratta
Pil C 73 P3		60	A-B	0.60	212.0	2830	A	34	34	34	36	33	34	44	34	30	35	34.8	no
			V _{medio} [m/sec]				2830	Limiti Indice Rimbalzo		Upper B			+6 IRM	40.8	Lower B			-6 IRM	
		Rilievo Armature		Sclerometro in posizione orizzontale															
		ϕ [mm]	n.															c [mm]	
		Barre Long																	
		Staffe																	

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 44 di 71

Pil C 74 P2	
<p>Note</p> <p>Chiario disallineamento della gabbia di armatura rispetto all'asse del pilastro</p> <p>Copriferro considerevole (>7cm)</p> <p>Pilastro circolare con intonachino verniciato.</p>	

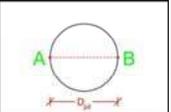
Elemento indagato	Hc [cm]	D _{pil} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [µsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta													
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
Pil C 74 P2		60	A-B	0.60	236.0	2542	A	52	47	52	46	52	44	50	52	52	49	49.6	si													
			V _{media} [m/sec]					2542	Limiti Indice Rimbalzo		Upper B			+6 IRM	55.6	Lower B		-6 IRM		43.6												
			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Rilievo Armature</th> </tr> <tr> <th>φ [mm]</th> <th>n.</th> <th colspan="2">c [mm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Barre Long</td> <td>20</td> <td>8</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Staffe</td> <td>8</td> <td colspan="2">passo 12 cm</td> </tr> </tbody> </table>																	Rilievo Armature				φ [mm]	n.	c [mm]		Barre Long	20	8	60	Staffe
Rilievo Armature																																
φ [mm]	n.	c [mm]																														
Barre Long	20	8	60																													
Staffe	8	passo 12 cm																														



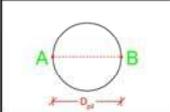
Sclerometro in posizione orizzontale

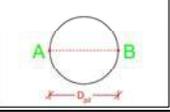


RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 45 di 71

Pil C 74 P3																				
Note Copriferro > 10 cm (ferri non rilevabili con prova magnetometrica) Pilastro circolare con intonachino verniciato.																				
Elemento indagato	Hc [cm]	D_{pil} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [µsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta	
Pil C 74 P3		60	A-B	0.60	480.0	1250	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	33.5	no	
			V_{medio} [m/sec]		1250	Limiti Indice Rimbalzo		Upper B					+6 IRM	39.5	Lower B			-6 IRM		27.5
		Rilievo Armature			Sclerometro in posizione orizzontale															
		φ [mm]	n.	c [mm]																
		Barre Long																		
		Staffe																		

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 46 di 71

Pil D 13 P1																			
Note Pilastro circolare a grezzo.																			
Elemento indagato	h_{tr} [cm]	B_{tr} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [µsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con $\alpha = 0$										Indice medio	Carota estratta
Pil D13 P1		60	A-B	0.60	143.0	4196	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	48.3	no
			V_{media} [m/sec]				4196	Limiti Indice Rimbalzo		Upper B					+6 IRM	54.3	Lower B		
		Rilievo Armature		ϕ [mm]	n.	c [mm]	Sclerometro in posizione orizzontale												
		Barre Long																	
		Staffe																	

Pil D 14 P2																			
Note Pilastro circolare con intonachino verniciato. Calcestruzzo poroso																			
Elemento indagato	h_{tr} [cm]	B_{tr} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [µsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con $\alpha = 0$										Indice medio	Carota estratta
Pil D14 P2		60	A-B	0.60	415.0	1446	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	44.5	no
			V_{media} [m/sec]				1446	Limiti Indice Rimbalzo		Upper B					+6 IRM	50.5	Lower B		
		Rilievo Armature		ϕ [mm]	n.	c [mm]	Sclerometro in posizione orizzontale												
		Barre Long																	
		Staffe																	

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 47 di 71

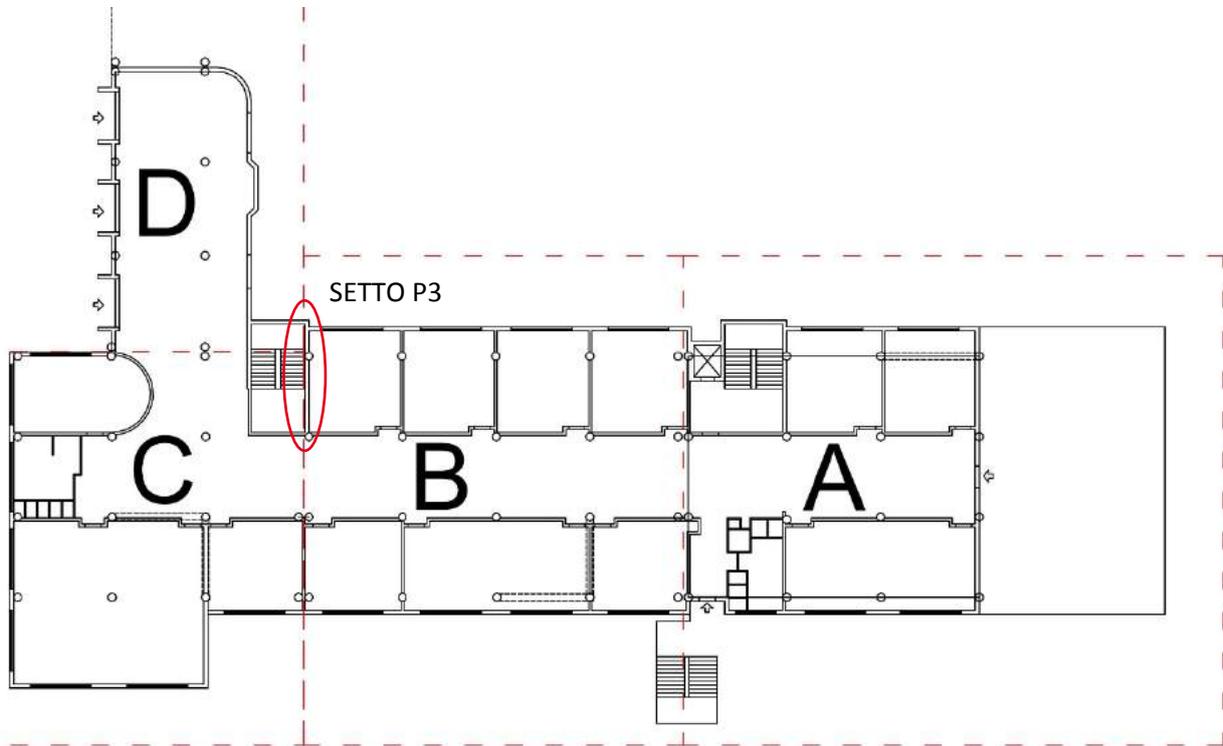
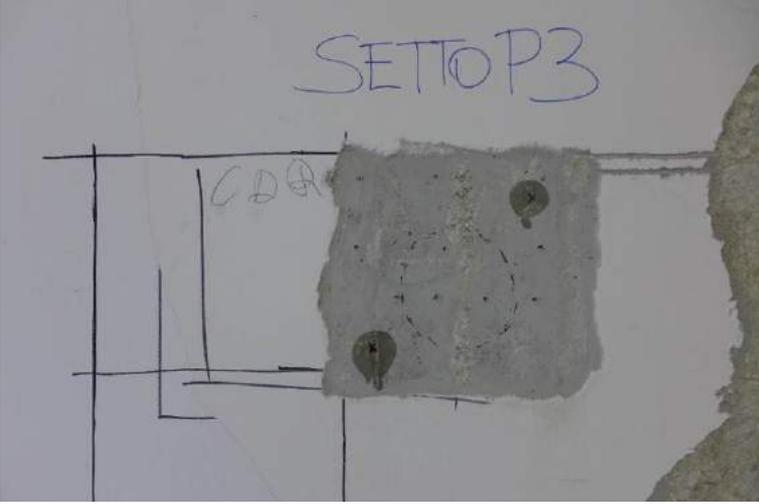


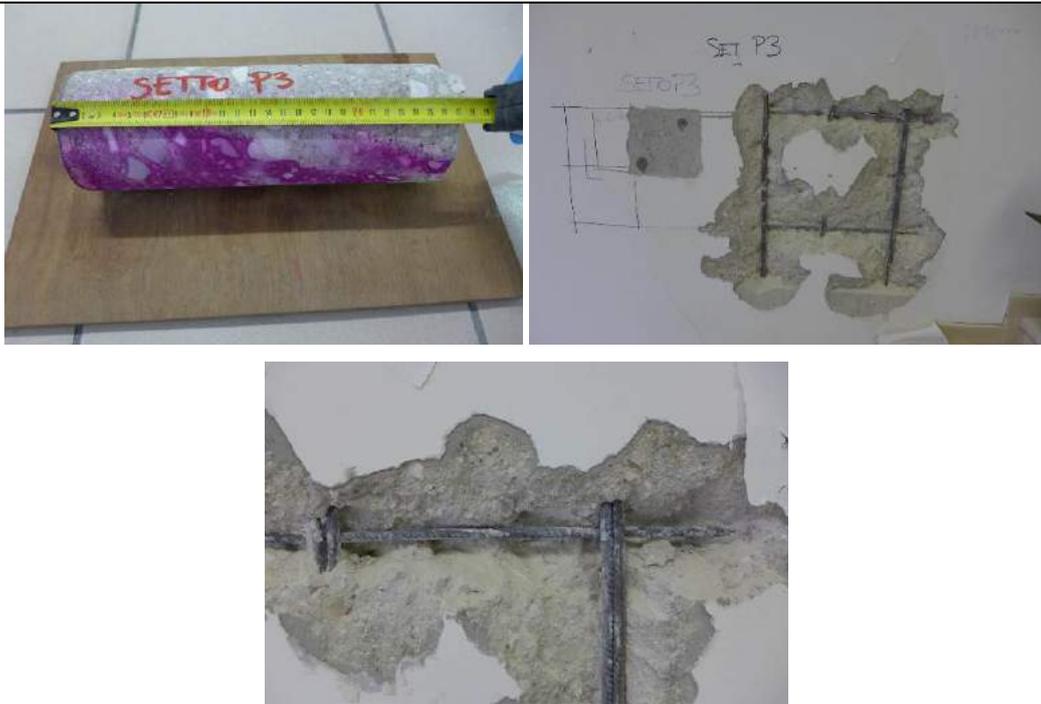
Figura 27: setto vano scala

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 48 di 71

Setto P3	
Note Setto della scala corpo C	

Elemento indagato	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [µsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con $\alpha = 0$										Indice medio	Carota estratta
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Setto P3	Superficiale	0.25	112.0	2232		41	51	39	48	46	54	46	51	47	44	46.7	si
	V _{media} [m/sec]				2232	Limiti Indice Rimbalzo		Upper B			+6 IRM	52.7	Lower B			-6 IRM	
Rilievo Armature		φ [mm]		n.	c [mm]												
Barre Long																	
Staffe																	

Campioni estratti
Identificativo: Setto P3
Diametro: 100 mm
Lunghezza: 270 mm
Profondità carbonatazione: 0 mm



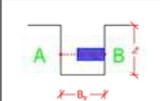
RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 49 di 71

4.8 Indagini sugli elementi orizzontali

Si riportano gli esiti delle operazioni effettuate in situ sulle travi. L'elemento strutturale esaminato è identificato mediante il codice seguente.

Tipo elemento	Blocco	Numerazione pilastri di estremità	Piano
Tr	A	80-81	P1

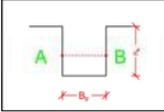
Tr A 3-4 P2	
<p>Note</p> <p>Trave calata interna rivestita con intonaco fonoassorbente.</p> <p>Passo staffe non regolare.</p>	

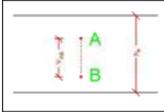
Elemento indagato	h _v [cm]	B _v [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta											
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10													
Tr A 3-4 P2	45	40	A-B	0.40	113.0	3540	B	42	44	45	44	44	41	42	42	44	46	43.4	si											
			V _{media} [m/sec]				3540	Limiti indice Rimbalzo		Upper B			+6 IRM	49.4	Lower B		-6 IRM	37.4												
								<p>Rilievo Armature</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>φ [mm]</th> <th>n.</th> <th>c [mm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Barre Long</td> <td>16</td> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Staffe</td> <td>8</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>										φ [mm]	n.	c [mm]	Barre Long	16	3		Staffe	8			<p>Sclerometro in posizione orizzontale</p> <p>Htot trave = 45 + 30 (spessore solaio) = 75 cm</p>	
φ [mm]	n.	c [mm]																												
Barre Long	16	3																												
Staffe	8																													

Campioni estratti
Identificativo: Tr A 3-4 P2
Diametro: 100 mm
Lunghezza: 230 mm
Profondità carbonatazione: 30 mm

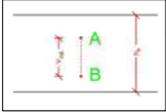


RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 50 di 71

Tr A 7-8 P1																				
Note																				
Trave calata interna rivestita con intonaco fonoassorbente.																				
Passo staffe e inclinazione non regolari (scarsa affidabilità misura ultrasonica).																				
Diametro barre non rilevabile.																				
Elemento indagato	h_{tr} [cm]	B_{tr} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [µsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con $\alpha = 0$										Indice medio	Carota estratta	
Tr A 7-8 P1	45	40	A-B	0.40	280.0	1429		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	35.7	no	
			V_{media} [m/sec]		1429		Limiti Indice Rimbalzo		Upper B					+6 IRM	41.7	Lower B				-6 IRM
		Rilievo Armature		ϕ [mm]	n.	c [mm]	Sclerometro in posizione orizzontale Htot trave = 45 + 30 (spessore solaio) = 75 cm													
Barre Long				5																
Staffe																				

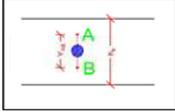
Tr A 9-14 P3																				
Note																				
Trave calata interna di pendenza della copertura (altezza variabile).																				
Elemento indagato	h_{tr} [cm]	B_{tr} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [µsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con $\alpha = 0$										Indice medio	Carota estratta	
Tr A 9-14 P3			Superficiale	0.30	220.0	1364		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	46	39.3	no
			V_{media} [m/sec]		1364		Limiti Indice Rimbalzo		Upper B					+6 IRM	45.3	Lower B			-6 IRM	
		Rilievo Armature		ϕ [mm]	n.	c [mm]	Sclerometro in posizione orizzontale* Misurazione superficiale della velocità degli ultrasuoni													
Barre Long																				
Staffe																				

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 51 di 71

Tr A 24-25 P0																			
Note Trave calata interna 40X75 rivestita con intonaco. Diametro barre non rilevabile.																			
Elemento indagato	h_v [cm]	B_v [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta
Tr A 24-25 P0			Superficiale	0.30	170.0	1765		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	40.1	no
			V _{media} [m/sec]			1765	Limiti Indice Rimbalzo	Upper B			+6 IRM	46.1	Lower B			-6 IRM	34.1		
		Rilievo Armature						Sclerometro in posizione orizzontale* Misurazione superficiale della velocità degli ultrasuoni											
		φ [mm]		n.		c [mm]													
		Barre Long		5															
		Staffe																	

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 52 di 71

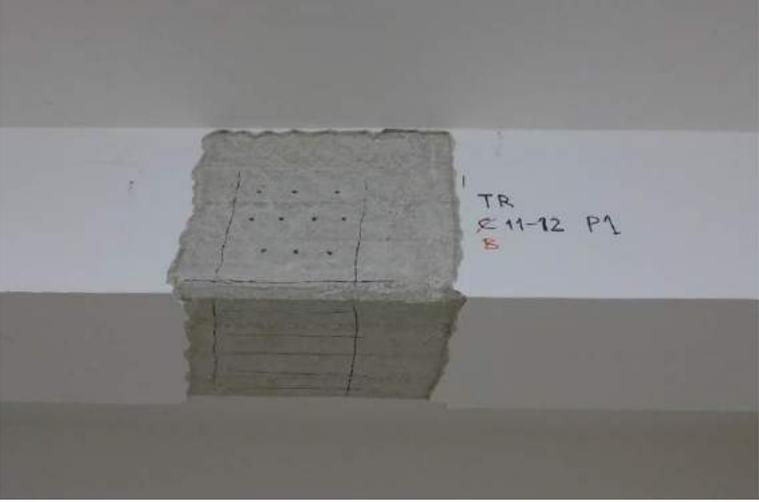
Tr B 1-6 P3	
Note Trave calata interna di pendenza della copertura (altezza variabile).	

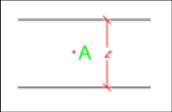
Elemento indagato	h _{tr} [cm]	B _{tr} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Tr B 1-6 P3			Superficiale	0.50	379.0	1319	A	44	42	43	40	42	41	38	39	38	38	40.5	si
			V _{media} [m/sec]					1319	Limiti Indice Rimbalzo		Upper B			+6 IRM	46.5	Lower B			
			Rilievo Armature			Sclerometro in posizione orizzontale Misurazione superficiale della velocità degli ultrasuoni													
			φ [mm]	n.	c [mm]														
			Barre Long																
			Staffe																

Campioni estratti
 Identificativo: Tr B 1-6 P3
 Diametro: 100 mm
 Lunghezza: 240 mm
 Profondità carbonatazione: 20 mm

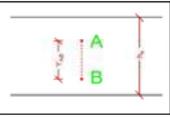


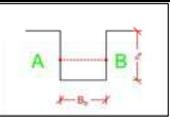
RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 53 di 71

Tr B 11-12 P1																					
Note Trave calata interna rivestita con intonaco.																					
Elemento indagato	h _{tr} [cm]	B _{tr} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta		
Tr B 11-12 P1							A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	40.8	no		
		V _{media} [m/sec]		Limiti Indice Rimbalzo		Upper B		+6 IRM	46.8	Lower B		-6 IRM	34.8								
		Rilievo Armature				φ [mm]		n.		c [mm]		Sclerometro in posizione orizzontale Htot trave = 45 + 30 (spessore solaio) = 75 cm									
		Barre Long		5																	
		Staffe																			

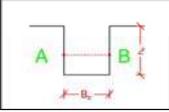
Tr B 11-20 P1																					
Note Trave calata interna rivestita con intonaco.																					
Elemento indagato	h _{tr} [cm]	B _{tr} [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta		
Tr B 11-20 P1							A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	40.2	no		
		V _{media} [m/sec]		Limiti Indice Rimbalzo		Upper B		+6 IRM	46.2	Lower B		-6 IRM	34.2								
		Rilievo Armature				φ [mm]		n.		c [mm]		Sclerometro in posizione orizzontale Htot trave = 45 + 30 (spessore solaio) = 75 cm									
		Barre Long		4																	
		Staffe																			

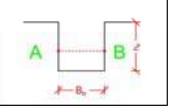
RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 54 di 71

Tr B 14-16 P2																			
Note Trave calata interna rivestita con intonaco fonoassorbente.																			
Elemento indagato	h_v [cm]	B_v [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con $\alpha = 0$										Indice medio	Carota estratta
Tr B 14-16 P2			Superficiale	0.30	187.0	1604		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	39.6	no
			V_{media} [m/sec]				1604	Limiti Indice Rimbalzo	Upper B			+6 IRM	45.6	Lower B			-6 IRM	33.6	
		Rilievo Armature		ϕ [mm]	n.	c [mm]	Sclerometro in posizione orizzontale Misurazione superficiale della velocità degli ultrasuoni Htot trave = 45 + 30 (spessore solaio) = 75 cm												
		Barre Long																	
		Staffe																	

Tr B 16-17 P2																			
Note Trave calata interna rivestita con intonaco fonoassorbente.																			
Elemento indagato	h_v [cm]	B_v [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con $\alpha = 0$										Indice medio	Carota estratta
Tr B 16-17 P2	45	40	A-B	0.40	123.0	3252	A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	39.4	no
			V_{media} [m/sec]				3252	Limiti Indice Rimbalzo	Upper B			+6 IRM	45.4	Lower B			-6 IRM	33.4	
		Rilievo Armature		ϕ [mm]	n.	c [mm]	Sclerometro in posizione orizzontale Htot trave = 45 + 30 (spessore solaio) = 75 cm												
		Barre Long																	
		Staffe																	

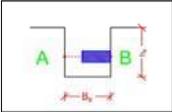
RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 55 di 71

Tr B 16-19 P2																													
Note Trave calata interna rivestita con intonaco fonoassorbente.																													
Elemento indagato	h _v [cm]	B _v [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta										
Tr B 16-19 P2		40	A-B	0.40	138.0	2899		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	41.4	no										
			V _{media} [m/sec]				2899	Limiti Indice Rimbalzo		Upper B			+6 IRM	47.4	Lower B			-6 IRM		35.4									
		Rilievo Armature				Sclerometro in posizione orizzontale																							
		φ [mm]	n.	c [mm]																									
		Barre Long																											
		Staffe																											

Tr C 67-72 P2																													
Note Trave calata interna rivestita con intonaco fonoassorbente.																													
Elemento indagato	h _v [cm]	B _v [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta										
Tr C 67-72 P2		40	A-B	0.40	144.0	2778		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	43.4	no										
			V _{media} [m/sec]				2778	Limiti Indice Rimbalzo		Upper B			+6 IRM	49.4	Lower B			-6 IRM		37.4									
		Rilievo Armature				Sclerometro in posizione orizzontale																							
		φ [mm]	n.	c [mm]																									
		Barre Long																											
		Staffe																											

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 56 di 71

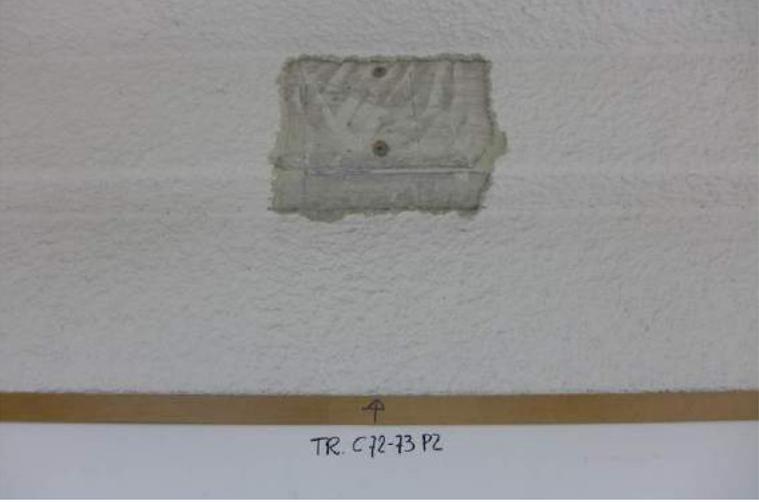
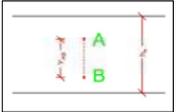
Tr C 68-73 P1	
Note Trave calata interna rivestita con intonaco.	

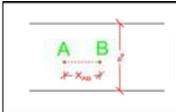
Elemento indagato	h _v [cm]	B _v [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta									
								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10											
Tr C 68-73 P1	45	40	A-B	0.40	137.0	2920		40	40	41	36	39	43	40	40	44	43	40.6	si									
			V _{media} [m/sec]						Limiti Indice Rimbalzo						Upper B	+6 IRM	46.6	Lower B		-6 IRM	34.6							
								Sclerometro in posizione orizzontale H _{tot} trave = 45 + 30 (spessore solaio) = 75 cm																				
Rilievo Armature <table border="1"> <thead> <tr> <th>φ [mm]</th> <th>n.</th> <th>c [mm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Barre Long</td> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Staffe</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								φ [mm]	n.	c [mm]	Barre Long	3		Staffe														
φ [mm]	n.	c [mm]																										
Barre Long	3																											
Staffe																												

Campioni estratti
 Identificativo: Tr C 68-73 P1
 Diametro: 100 mm
 Lunghezza: 260 mm
 Profondità carbonatazione: 20 mm

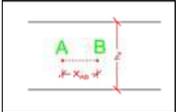


RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 57 di 71

Tr C 72-73 P2																			
Note Trave calata rivestita con intonaco fonoassorbente.																			
Elemento indagato	h _v [cm]	B _v [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [µsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta
Tr C 72-73 P2			Superficiale	0.30	187.0	1604		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	37.9	no
	V _{media} [m/sec]				1604	Limiti Indice Rimbalzo			Upper B	+6 IRM	43.9	Lower B	-6 IRM	31.9					
		Rilievo Armature		φ [mm]	n.	c [mm]	Sclerometro in posizione orizzontale Misurazione superficiale della velocità degli ultrasuoni												
		Barre Long																	
		Staffe																	

Tr C 72-77 P3																			
Note Trave con sezione trapezia e soletta verso l'esterno con intradosso allineato. Questo elemento è difforme dalla sezione strutturale di progetto e non esiste una carpenteria. Difficoltà operative per la misurazione superficiale degli ultrasuoni.																			
Elemento indagato	h _v [cm]	B _v [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [µsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta
Tr C 72-77 P3			Superficiale	0.30	700.0	429		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	40.7	no
	V _{media} [m/sec]				429	Limiti Indice Rimbalzo			Upper B	+6 IRM	46.7	Lower B	-6 IRM	34.7					
		Rilievo Armature		φ [mm]	n.	c [mm]	Sclerometro in posizione orizzontale Misurazione superficiale della velocità degli ultrasuoni												
		Barre Long																	
		Staffe																	

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 58 di 71

Tr C 77-78 P3																			
<p>Note</p> <p>Trave a spessore inclinata di copertura.</p> <p>Misura sclerometrica in verticale</p>																			
Elemento indagato	h _r [cm]	B _r [cm]	Percorso ultrasuoni	L [m]	t [μsec]	V [m/sec]	Faccia	Indice di rimbalzo dello sclerometro con α = 0										Indice medio	Carota estratta
Tr C 77-78 P3			Superficiale	0.40	180.0	2222		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	38.0	no
			V _{media} [m/sec]			2222	Limiti Indice Rimbalzo					Upper B	+6 IRM	44.0	Lower B	-6 IRM	32.0		
		Rilievo Armature			<p>Sclerometro in posizione VERTICALE (i valori riportati sono corretti per riportarli alla posizione orizzontale dello strumento)</p> <p>Misurazione superficiale della velocità degli ultrasuoni</p>														
			φ [mm]	n.															c [mm]
		Barre Long																	
Staffe																			

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 59 di 71

5 PROVE DI LABORATORIO

5.1 Modalità di esecuzione delle prove sul calcestruzzo

Le prove di laboratorio eseguite sui provini estratti sono le seguenti:

- prova ultrasonica sul provino rettificato
- prova di resistenza a compressione.

Le prove sugli elementi verticali, pilastri e setti, sono state eseguite dal "Laboratorio di sperimentazione controllo analisi e modelli" dell'Università degli Studi di Chieti-Pescara.

5.2 Modalità di esecuzione delle prove sulle barre in acciaio

Le prove di laboratorio sono state eseguite mediante le procedure standard adottate per le barre e descritte in UNI EN ISO 377:1999, UNI EN 10002/1:2004.

Le prove sulle barre sono state eseguite dal "Laboratorio di sperimentazione controllo analisi e modelli" dell'Università degli Studi di Chieti-Pescara.

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 60 di 71

5.3 Risultati delle prove di schiacciamento sugli elementi in calcestruzzo

Nella Tabella 3 sono riportati i risultati delle prove distruttive effettuate in laboratorio.

	d [mm]	h [mm]	h/d [-]	γ [kN/m ³]	t1	t2	t3	t4	t5	t _m [msec]	V [m/sec]	Carico [kN]	Forza [kN]	f _c carota [MPa]
Pil A 11 P2	92	165	1.79	23.8	40.2	40.5	40.1	40.3	40.4	40.3	4094	152.2	179.7	27
Pil A 13 P3	92	120	1.3	23.0	32.2	32.3	32.4	32.3	32.5	32.34	3711	82	101.2	15.2
Pil A 17 P2 (a)	90	100	1.11	24.8	24.5	24.3	24.4	24.3	24.2	24.34	4108	176.5	215.3	33.8
Pil A 17 P2 (b)	90	102	1.13	24.4	24.5	24.5	24.4	24.3	24.5	24.44	4173	146.8	175.8	27.6
Pil A 25 P3	95	180	1.89	22.0	47.2	47.3	47.4	47.2	47.3	47.28	3807	121.4	151.5	21.4
Pil A 29 P1 (a)	94	111	1.18	21.9	27.7	27.9	28	27.9	27.8	27.86	3984	78.4	95.4	13.8
Pil A 29 P1 (b)	94	111	1.18	21.5	29.8	29.9	29.7	29.8	29.9	29.82	3722	74.2	92	13.3
Pil A 7 P1	93	158.5	1.7	23.4	39.1	39.3	39.2	39.3	39	39.18	4045	117.9	145.1	21.4
Pil B 21 P1 (a)	93	118	1.27	23.0	31.8	31.9	32	31.7	31.6	31.8	3711	57.2	68.8	10.1
Pil B 21 P1 (b)	93	119	1.28	22.8	32	32.4	32.3	32.1	32.3	32.22	3693	63.8	72.7	10.7
Tr A 3-4 P2	95	180	1.89	22.2	43.5	43.4	43.5	43.6	43.7	43.54	4134	92.4	107.3	15.1
Tr C 68-73 P1	95	157	1.65	22.2	40.4	40.3	40.5	40.3	40.3	40.36	3890	134.2	160.3	22.6
Setto P3 (a)	90	111	1.23	24.5	26.8	27	26.7	26.6	26.8	26.78	4145	121	140.3	22.5
Setto P3 (b)	90	111	1.23	24.6	27.1	27	26.9	27	27.1	27.02	4108	121	140.3	22
Tr B 1-6 P3 (a)	93	101	1.09	22.7	25	25.2	25.3	25.2	25	25.14	4018	143	167.1	24.6
Tr B 1-6 P3 (b)	93	100	1.08	22.8	25.7	25.1	25.2	25.4	25.3	25.34	3946	128.7	153.5	22.6

Tabella 3: parametri carote e resistenza misurata

5.4 Risultati delle prove sulle armature

I risultati delle prove a trazione sui campioni estratti hanno confermato la classe di armatura FeB44k, con tensione di snervamento maggiore di 430 N/mm² e tensione di rottura maggiore di 540N/mm².

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 61 di 71

6 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

6.1 Modalità di interpretazione delle misure del calcestruzzo in laboratorio

I risultati delle prove su carote sono stati utilizzati per la stima della resistenza a compressione del calcestruzzo tenendo conto del disturbo del materiale, dell'inclinazione del prelievo rispetto alla direzione di getto e delle caratteristiche geometriche dei provini, sulla base delle indicazioni della Concrete Society (1987) (richiamata anche nelle linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale al cap 11.2), secondo la quale la resistenza cilindrica del calcestruzzo è pari a

$$f_c = f_{core} \cdot F_{l/d} \cdot F_a \cdot F_d \quad (1)$$

dove:

- f_{core} : resistenza scaturita dalla prova di compressione del campione
- $F_{l/d}$: correzione per snellezza del provino, pari a $2/(1.5+D/l)$
- F_a : correzione per la presenza di armature, pari a $1+1.5 \cdot (\Phi/D \cdot d/l)$, dove d è la distanza della barra dalla base del provino più vicina e Φ è il diametro della barra
- F_d : è la correzione per il disturbo, pari a 1.3

La scelta di utilizzare un coefficiente di disturbo piuttosto elevato rispetto ad altri metodi presenti in letteratura deriva dai problemi operativi incontrati nel fissaggio della carotatrice sui pilastri circolari.

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 62 di 71

	h/d [-]	$f_{c \text{ carota}}$ [MPa]	$F_{1/d}$ (geom) [-]	F_a (arm) [-]	F_d (disturbo) [-]	f_c (CS-87) [MPa]
Pil A 11 P2	1.79	27	0.972	1	1.3	34.1
Pil A 13 P3	1.3	15.2	0.881	1	1.3	17.4
Pil A 17 P2 (a)	1.11	33.8	0.833	1	1.3	36.6
Pil A 17 P2 (b)	1.13	27.6	0.839	1	1.3	30.1
Pil A 25 P3	1.89	21.4	0.986	1	1.3	27.4
Pil A 29 P1 (a)	1.18	13.8	0.852	1	1.3	15.3
Pil A 29 P1 (b)	1.18	13.3	0.852	1	1.3	14.7
Pil A 7 P1	1.7	21.4	0.958	1	1.3	26.6
Pil B 21 P1 (a)	1.27	10.1	0.874	1	1.3	11.5
Pil B 21 P1 (b)	1.28	10.7	0.877	1	1.3	12.2
Tr A 3-4 P2	1.89	15.1	0.986	1	1.3	19.3
Tr C 68-73 P1	1.65	22.6	0.950	1	1.3	27.9
Setto P3 (a)	1.23	22.5	0.865	1	1.3	25.3
Setto P3 (b)	1.23	22	0.865	1	1.3	24.7
Tr B 1-6 P3 (a)	1.09	24.6	0.827	1	1.3	26.5
Tr B 1-6 P3 (b)	1.08	22.6	0.824	1	1.3	24.2

Tabella 4: definizione della resistenza cilindrica f_c secondo CS-87

6.2 Modalità di interpretazione delle misure del calcestruzzo in situ

Metodo Son-Reb e calibrazione parametri

La resistenza a compressione del calcestruzzo stimata in situ, utilizzando singolarmente l'indagine sclerometria o quella ultrasonica, presenta alcune limitazioni; in particolar modo si è notato che un contenuto di umidità elevato dell'elemento indagato fa sottostimare l'indice di rimbalzo sclerometrico e sovrastimare la velocità ultrasonica e che, all'aumentare dell'età del calcestruzzo, l'indice di rimbalzo sclerometrico aumenta mentre la velocità ultrasonica diminuisce.

L'uso combinato delle due prove, mediante l'applicazione del metodo SONREB (SONic REBound) consente di compensare in parte gli errori che si commetterebbero usando singolarmente le due metodologie di indagine.

La resistenza a compressione del calcestruzzo viene stimata da questo metodo combinando i valori della velocità di propagazione media degli ultrasuoni (V) con l'indice di rimbalzo medio dello sclerometro (IR), ottenuti per ciascuna area di prova, attraverso un'espressione del tipo:

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 63 di 71

$$f_c = a(Ir)^b (V)^c \quad (2)$$

dove:

f_c = stima della resistenza a compressione del calcestruzzo su provini cubici

V = Velocità di propagazione media degli ultrasuoni (m/sec), eventualmente corretta se si usa il metodo a rifrazione

Ir = Indice di rimbalzo medio allo sclerometro

a , b , c = costanti che vengono determinate tarando il metodo combinato SONREB con prove distruttive eseguite sugli stessi elementi.

La determinazione dei parametri a , b , c viene effettuata sulla base dei valori di resistenza misurati mediante prove di schiacciamento su provini, individuando i valori delle costanti che forniscono il minimo scarto quadratico con le misure di correlazione che derivano dalla formula precedente.

Una volta determinati i valori dei coefficienti a , b , c con una procedura di riduzione al minimo dell'errore, è possibile utilizzare l'espressione calibrata del metodo SONREB per stimare più correttamente la resistenza meccanica del calcestruzzo anche di elementi su cui sono state eseguite solo indagini non distruttive.

Le misure sclerometriche disponibili presentano sempre valori coerenti con le caratteristiche del materiale.

Le misure ultrasoniche presentano occasionalmente valori non affidabili, minori di 2000m/s, che non dovrebbero essere utilizzati nella calibrazione perché riconducibili a difetti locali o difficoltà nell'effettuare una misurazione corretta. Nel caso specifico, le letture di velocità ultrasonica fatte con la modalità indiretta (sonda trasmittente e ricevente posizionate sullo stesso lato dell'elemento) sono state fortemente influenzate dalla modalità di posa in opera delle staffe ed escluse. Si riscontra infatti l'innescio di fratture da ritiro per l'inadeguatezza del copriferro, a volte inesistente. Questa fessurazione diffusa abbatte in modo sostanziale la velocità misurata rendendo la lettura non significativa.

Sono stati individuati i seguenti valori delle costanti:

$$a = 9.13 \cdot 10^{-11}$$

$$b = 1,4$$

$$c = 2,6$$

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 64 di 71

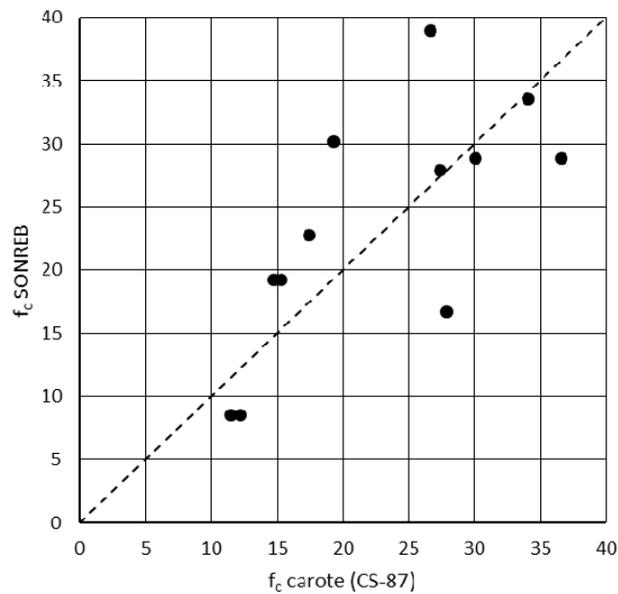


Figura 28: correlazione tra misure di laboratorio e metodo SONREB

Stima delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo

I valori della resistenza cubica a compressione del conglomerato cementizio, ottenuti direttamente dalle prove di schiacciamento e quelli stimati in base al metodo SONREB dalle prove non distruttive sono raccolti nelle tabelle che seguono.

Negli elementi dove la misura ultrasonica non è affidabile per i motivi esposti in precedenza si sono osservati valori dell'indice di rimbalzo analoghi a quelli degli altri elementi. Anche in questi casi si conferma l'uniformità delle caratteristiche del calcestruzzo.

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 65 di 71

	V [m/s]	Ir tipo	fc SONREB [-]	fc carote [Mpa]	
Corpo A					
Pil A 7 P1	3797	T	45.7	39.0	26.6
Pil A 11 P2	3681	T	43.5	33.5	34.1
Pil A 13 P3	3352	T	39.2	22.7	17.4
Pil A 17 P2 (a)	3663	T	39.4	28.9	36.6
Pil A 17 P2 (b)	3663	T	39.4	28.9	30.1
Pil A 20 P1	2985	T	40.3	17.5	
Pil A 24 P0	3000	T	39.2	17.0	
Pil A 25 P0	2830	T	34	12.0	
Pil A 25 P3	3704	T	37.7	27.9	27.4
Pil A 26 P1	3086	T	35.9	16.2	
Pil A 29 P1 (a)	3077	T	40.7	19.2	15.3
Pil A 29 P1 (b)	3077	T	40.7	19.2	14.7
Tr A 3-4 P2	3540	T	43.4	30.2	19.3
Tr A 7-8 P1	1429	T	35.7		
Tr A 9-14 P3	1364	S	39.3		
Tr A 24-25 P0	1765	S	40.1		
Corpo B					
Pil B 14 P2	3458	T	44.5	29.5	
Pil B 15 P1	4196	T	47.8	53.8	
Pil B 21 P1 (a)	2308	T	39	8.6	11.5
Pil B 21 P1 (b)	2308	T	39	8.6	12.2
Tr B 1-6 P3 (a)	1319	S	40.5		26.5
Tr B 1-6 P3 (b)	1319	S	40.5		24.2
Tr B 14-16 P2	1604	S	39.6		
Tr B 16-17 P2	3252	T	39.4	21.2	
Tr B 16-19 P2	2899	T	41.4	16.8	
Corpo C					
Pil C 69 P1	4082	T	44	44.6	
Pil C 73 P2	3261	T	50	29.8	
Pil C 73 P3	2830	T	34.8	12.4	
Pil C 74 P2	2542	T	49.6	15.4	
Pil C 74 P3	1250	T	33.5		
Tr C 67-72 P2	2778	T	43.4	16.1	
Tr C 68-73 P1	2920	T	40.6	16.7	27.9
Tr C 72-73 P2	1604	S	37.9		
Tr C 72-77 P3	429	S	40.7		
Tr C 77-78 P3	2222	S	38		
Setto P3 (a)	2232	S	46.7		25.3
Setto P3 (b)	2232	S	46.7		24.7

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 66 di 71

Corpo D

Pil D13 P1	4196	T	48.3	54.6
Pil D14 P2	1446	T	44.5	

Tabella 5: Parametri prove non distruttive e resistenze

6.3 Stima delle caratteristiche meccaniche

Si conclude quanto segue:

1. il calcestruzzo utilizzato per i pilastri, i setti e le travi si presenta apparentemente omogeneo e caratterizzato da inerti di diametro importante.
2. le prove non distruttive e di schiacciamento di carote estratte hanno fornito valori piuttosto omogenei al variare dei corpi, dei livelli e degli elementi sottoposti a prova, ad eccezione delle misurazioni delle velocità degli ultrasuoni con metodo indiretto, che sono affette da una sottostima sistematica dovuta alla fessurazione del copriferro
3. il valore medio di resistenza su provini cilindrici standard con rapporto altezza/diametro pari a 2 dedotto da tutte le prove effettuate e quelli dedotti separatamente dalle sole prove sui pilastri, sui setti e sulle travi sono riportati in tabella.

	<i>Media f_c</i> <i>[MPa]</i>	<i>dev. st. f_c</i> <i>[MPa]</i>
calcestruzzo	24.1	9.81

Tabella 6: resistenza media f_c dedotta dai carotaggi

4. Le armature presentano le caratteristiche meccaniche previste per la classe FeB44k

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 67 di 71

7 DANNO SISMICO RILEVATO (TERREMOTO CENTRO ITALIA 2016)

Il danno sismico rilevato nei sopralluoghi effettuati risulta associato esclusivamente agli elementi secondari, principalmente alle tramezzature interne e a qualche tamponatura esterna. Si osserva inoltre la rottura localizzata di alcune pignatte del solaio di copertura e lo sganciamento di alcuni pannelli e telai del controsoffitto.

Al momento dell'acquisizione della documentazione fotografica le lesioni dovute all'evento sismico del 24 agosto 2016 erano già state riparate con interventi locali. Le nuove lesioni prodotte dalle scosse del 26 ottobre e 30 ottobre sono state in buona parte semplicemente stuccate. Seppure sia spesso possibile riconoscere gli interventi, le operazioni di ripristino rendono difficoltosa l'individuazione delle riparazioni.

I livelli più danneggiati riguardano i due piani interamente fuori terra (piano 2 e piano 3). Oltre alle classiche rotture per taglio con lesioni inclinate a 45° isolate o a croce, si osservano delle particolari fessure orizzontali per lo più in testa alle tramezzature, ad indicare la scarsità del collegamento meccanico tra il soffitto e le tramezzature stesse, con conseguente attivazione del meccanismo di ribaltamento.

In danneggiamento in corrispondenza dei giunti è differenziato e più accentuato tra il corpo A e B. Non si riscontrano importanti fenomeni di martellamento.

Seguono documentazione fotografica al momento del sopralluogo. Gli schemi di rilievo del danno sono riportati negli elaborati grafici.

RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 68 di 71



RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 69 di 71



RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 70 di 71



RT 01	Scuola Don Giussani - Monticelli (AP)	INDAGINI E INTERPRETAZIONE RISULTATI
	<i>Studio sulla vulnerabilità sismica e sulle cause di danneggiamento a seguito degli eventi del 2016-2017</i>	Rev. 01 - Marzo 2017
		Pag. 71 di 71

