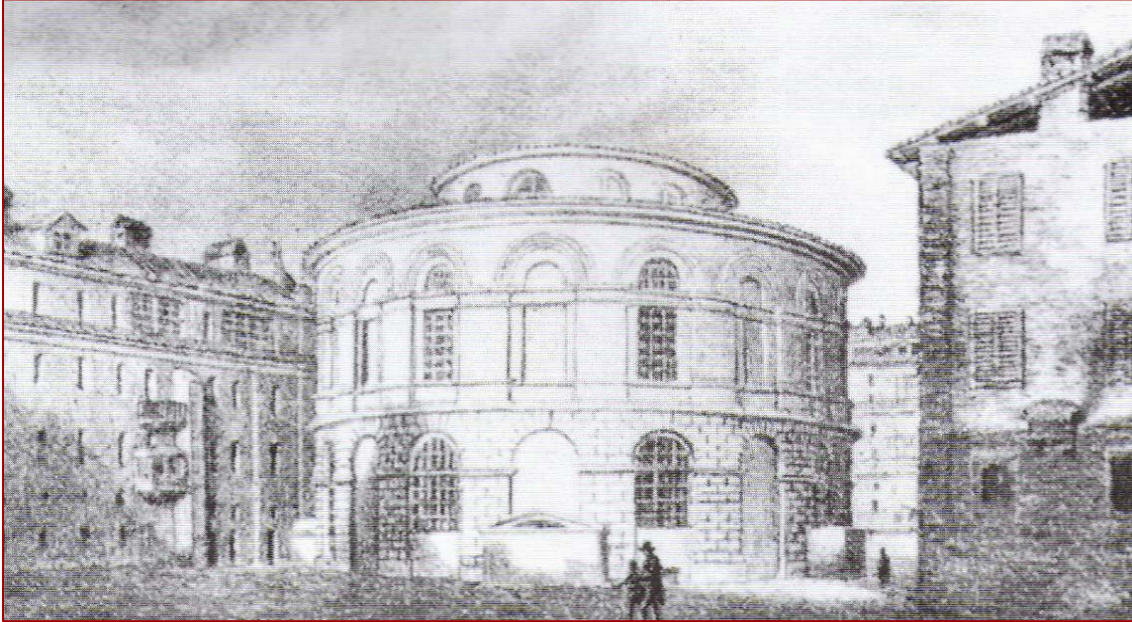




CITTA' DI TORINO

Direzione Servizi Tecnici per l'Edilizia Pubblica
Servizio Edilizia per la Cultura



**Opere di recupero e risistemazione della Rotonda del Talucchi
al fine del suo riutilizzo a scopo didattico/culturale – FASE I**

PROGETTO DEFINITIVO

**RELAZIONI SPECIALISTICHE SULLE STRUTTURE ESISTENTI
PROVE IN SITO E DI LABORATORIO**

Progettista per le opere architettoniche e di restauro:

Progettista per le opere strutturali:

Progettista per le opere impiantistiche:

Progettista per gli aspetti della prevenzione incendi:

Progettista per le opere della sicurezza:

Supporto tecnico al progetto per gli aspetti architettonici

Supporto tecnico al progetto per gli aspetti strutturali

Collaboratore per le opere architettoniche:

Collaboratore per le opere strutturali:

Collaboratore per verifiche sullo stato di fatto, rilievi
e per le opere di restauro:

Collaboratore per le descrizioni capitolari e dettagli costruttivi:

Collaboratori per le opere impiantistiche:

Collaboratore per le ricerche storico-artistiche:

Supporto specialistico al progetto per la redazione
della scheda di restauro:

Arch. Angela FUSCO

Ing. Elena GRILLONE

Ing. Alfonso FAMA'

Ing. Fabrizio PASSANTINO

Geom. Gianni CHIAMBERLANDO

Arch. Manuela CASTELLI

Ing. Dario TIBONE

Geom. Bartolo SAULLO

Geom. Luigi BALICE

Geom. Paolo COPPARONI

Geom. Claudio MASTELLOTTO

P.I. Francesco FERRARI

P.I. Maurizio GENOVESE

Dott.ssa Maria Paola SOFFIANTINO

Dott.ssa Barbara RINETTI

Responsabile di Procedimento e
Dirigente del Servizio Edilizia per la Cultura

Arch. Rosalba STURA

Novembre 2015

**PROVA DI CARICO SU VOLTA IN MURATURA
FABBRICATO "LA ROTONDA"
VIA ACCADEMIA ALBERTINA N° 6 - TORINO**

PROVA n° 6113/TO

20 ottobre 2014

Committente: **LAVORINCORSO S.r.l.**

Progettista: **ing. Elena Grillone**

Relatore: **geom. Sebastiano Greco**



Vista del fabbricato

RIF.: TO-203-14

Torino, 30 ottobre 2014

INDICE

1. PREMESSA	pag. 2
2. DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE	pag. 3
3. DESCRIZIONE DELLA PROVA	pag. 4
4. RAPPORTO DEI RISULTATI	pag. 5

ALLEGATI

n° 02 disegni

1. PREMESSA

La Società *4 EMME Service S.p.A.*, specializzata nell'esecuzione di prove sperimentali su strutture in sito, è stata incaricata dall'impresa **LAVORINCORSO S.r.l.** con sede in **Via Baveno n° 16/B a Torino** di eseguire una prova di carico su una volta del piano terra del fabbricato "La Rotonda" presso l'Accademia Albertina delle Belle Arti sita in Via Accademia Albertina n° 6 a Torino.

L'entità e la disposizione dei carichi, le modalità di prova ed i punti di misura sono stati preventivamente concordati con l'ing. Elena Grillone della Città di Torino - Direzione Servizi Tecnici per l'Edilizia Pubblica - Servizio Edilizia per la Cultura.

La prova è stata eseguita in data 20 ottobre 2014 e vi hanno assistito:

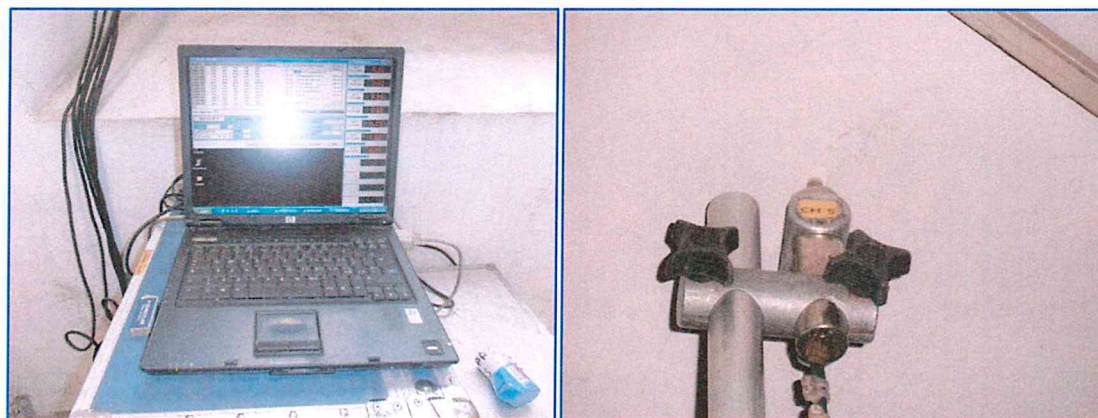
ing.	Elena Grillone	Comune di Torino;
arch.	Angela Fusco	Comune di Torino;
geom.	Paolo Copparoni	Comune di Torino;
geom.	Luigi Balice	Comune di Torino;
geom.	Sebastiano Greco	4 EMME Service S.p.A.;
geom.	Andrea Berca	4 EMME Service S.p.A.

2. DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

Collaudatore GS04

Le rilevazioni delle frecce sono state eseguite con l'attrezzatura denominata "Collaudatore GS04" costituita da:

- unità computerizzata di registrazione delle frecce GS04;
- trasduttori di spostamento LVDT *Schaevitz* serie E;
- personal computer con software d'elaborazione *4 EMME Service S.p.a.*



L'unità d'acquisizione computerizzata

Particolare di un sensore differenziale

Trasduttori di spostamento

Per la rilevazione delle frecce sono stati impiegati dei sensori differenziali portati a contatto dell'intradosso della struttura attraverso apposite aste telescopiche in alluminio.

La catena di misura, sensore-cavo-unità, comporta un errore massimo pari a $\pm 1\%$. I sensori impiegati hanno le seguenti caratteristiche:

- escursione ± 5 e ± 12 mm;
- sensibilità 0,002 mm;
- linearità 99,6%;

La calibrazione dei sensori è stata effettuata in data 5 maggio 2014 e documentata col rapporto di taratura n. 1074/14 del 7 maggio 2014.

Tutti gli strumenti sono stati tarati dal Laboratorio Tarature della *4 EMME Service S.p.A.* utilizzando dei sensori campione come previsto dalla procedura 7.6 del Manuale di Qualità.

3. DESCRIZIONE DELLA PROVA

La prova di carico è stata eseguita su una volta in muratura del piano terreno del fabbricato denominato "La Rotonda" come indicato nel disegno n° 01 allegato.

Il carico è stato impartito riempiendo con acqua un serbatoio flessibile e ripiegabile per collaudi tipo "a cuscino". Il serbatoio è stato posizionato sulla volta secondo le indicazioni ricevute, come meglio evidenziato nel disegno n° 02 allegato e nella fotografia seguente.



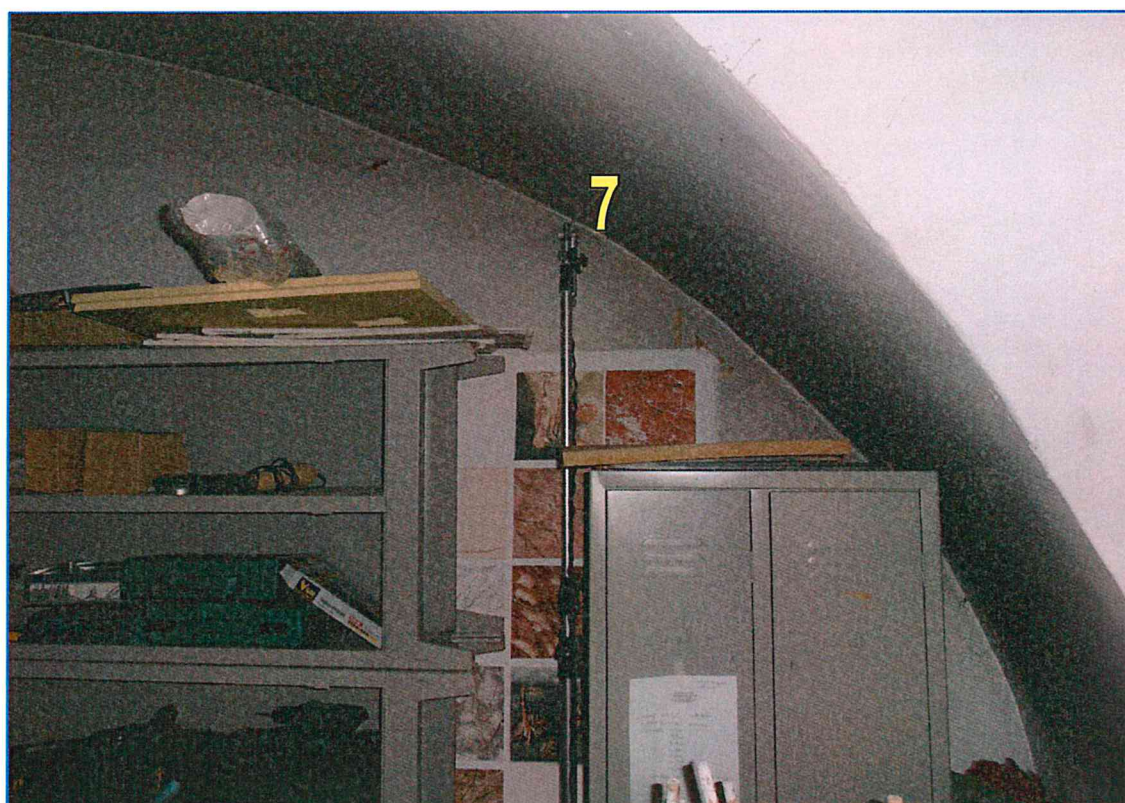
Vista del serbatoio utilizzato per la prova

È stato eseguito un ciclo di carico riempiendo il serbatoio fino al raggiungimento del carico di **4,50 kN/m²** sulla superficie coperta dal serbatoio pari a **19,84 m²** (6,20 x 3,20 m) e poi procedendo allo scarico.

Dopo aver tenuto la struttura sotto carico per circa quaranta minuti si è poi proceduto allo scarico del serbatoio per rilevare i ritorni elastici della struttura.

I sensori per la misurazione delle frecce sono stati installati come indicato nel disegno allegato e nella fotografia seguente.

È stato inoltre posizionato un sensore (**Sens. 7**) in una zona non interessata dal carico per valutare le eventuali influenze termiche sugli strumenti durante la prova.



Vista dei sensori montati su aste telescopiche

4. RAPPORTO DEI RISULTATI

Nella prima tabella sono riportati i valori delle frecce rilevate dai sensori e registrati durante il ciclo di carico effettuato.

Nella seconda tabella sono riportati i valori di freccia rilevati depurati dalle variazioni termiche rilevate dal Sens.7.

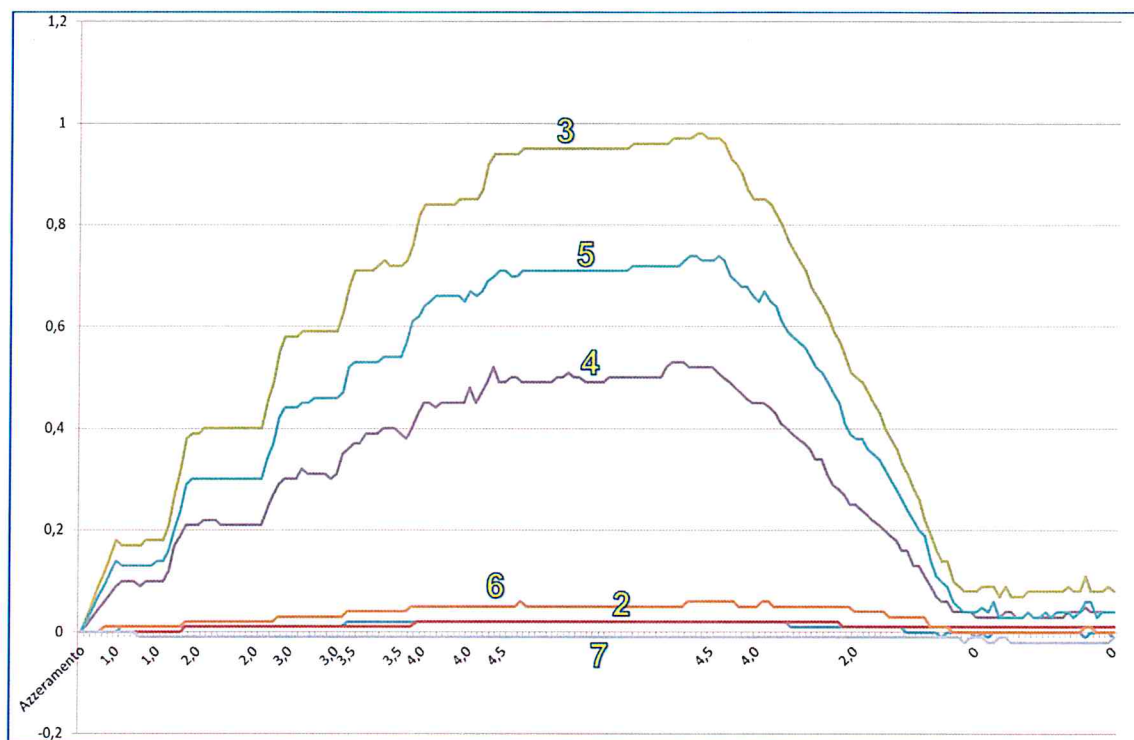
TABELLA DELLE FRECCHE - VALORI RILRVATI

Data e ora	Carico kN/m ²	Sens. 1 mm	Sens. 2 mm	Sens. 3 mm	Sens. 4 mm	Sens. 5 mm	Sens. 6 mm	Sens. 7 mm
20/10/2014 9.51.55	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20/10/2014 9.56.40	1,0	0,00	0,00	0,18	0,09	0,14	0,01	0,00
20/10/2014 10.03.21	1,0	0,01	0,00	0,18	0,10	0,14	0,01	-0,01
20/10/2014 10.08.28	2,0	0,01	0,01	0,39	0,21	0,30	0,02	-0,01
20/10/2014 10.18.24	2,0	0,01	0,01	0,40	0,21	0,30	0,02	-0,01
20/10/2014 10.23.41	3,0	0,01	0,01	0,58	0,30	0,44	0,03	-0,01
20/10/2014 10.31.24	3,0	0,01	0,01	0,59	0,31	0,46	0,03	-0,01
20/10/2014 10.33.57	3,5	0,02	0,01	0,71	0,37	0,53	0,04	-0,01
20/10/2014 10.41.24	3,5	0,02	0,01	0,72	0,39	0,54	0,04	-0,01
20/10/2014 10.45.23	4,0	0,02	0,02	0,84	0,45	0,64	0,05	-0,01
20/10/2014 10.53.24	4,0	0,02	0,02	0,85	0,45	0,66	0,05	-0,01
20/10/2014 10.57.29	4,5	0,02	0,02	0,94	0,49	0,71	0,05	-0,01
20/10/2014 11.33.24	4,5	0,02	0,02	0,97	0,52	0,73	0,06	-0,01
20/10/2014 12.17.24	0,0	-0,01	0,01	0,08	0,03	0,04	0,00	-0,01
20/10/2014 12.41.24	0,0	-0,01	0,01	0,08	0,04	0,04	0,00	-0,01

TABELLA DELLE FRECCHE DEPURATE DA VARIAZIONI TERMICHE (Sens.7)

Data e ora	Carico kN/m ²	Sens. 1 mm	Sens. 2 mm	Sens. 3 mm	Sens. 4 mm	Sens. 5 mm	Sens. 6 mm
20/10/2014 9.51.55	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20/10/2014 9.56.40	1,0	0,00	0,00	0,18	0,09	0,14	0,01
20/10/2014 10.03.21	1,0	0,02	0,01	0,19	0,11	0,15	0,02
20/10/2014 10.08.28	2,0	0,02	0,02	0,40	0,22	0,31	0,03
20/10/2014 10.18.24	2,0	0,02	0,02	0,41	0,22	0,31	0,03
20/10/2014 10.23.41	3,0	0,02	0,02	0,59	0,31	0,45	0,04
20/10/2014 10.31.24	3,0	0,02	0,02	0,60	0,32	0,47	0,04
20/10/2014 10.33.57	3,5	0,03	0,02	0,72	0,38	0,54	0,05
20/10/2014 10.41.24	3,5	0,03	0,02	0,73	0,40	0,55	0,05
20/10/2014 10.45.23	4,0	0,03	0,03	0,85	0,46	0,65	0,06
20/10/2014 10.53.24	4,0	0,03	0,03	0,86	0,46	0,67	0,06
20/10/2014 10.57.29	4,5	0,03	0,03	0,95	0,50	0,72	0,06
20/10/2014 11.33.24	4,5	0,03	0,03	0,98	0,53	0,74	0,07
20/10/2014 12.17.24	0,0	0,00	0,02	0,09	0,04	0,05	0,01
20/10/2014 12.41.24	0,0	0,00	0,02	0,09	0,05	0,05	0,01

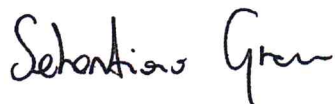
Viene inoltre allegato il grafico con l'andamento delle frecce ricavato dal file di acquisizione dei dati in continuo (un dato ogni 60 secondi).



Tutti i dati riportati nella tabella e nel grafico sono stati ricavati dal file memorizzato durante l'esecuzione della prova.

Torino, 30 ottobre 2014

il Relatore
Geom. Sebastiano Greco

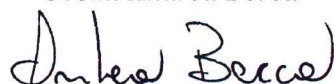


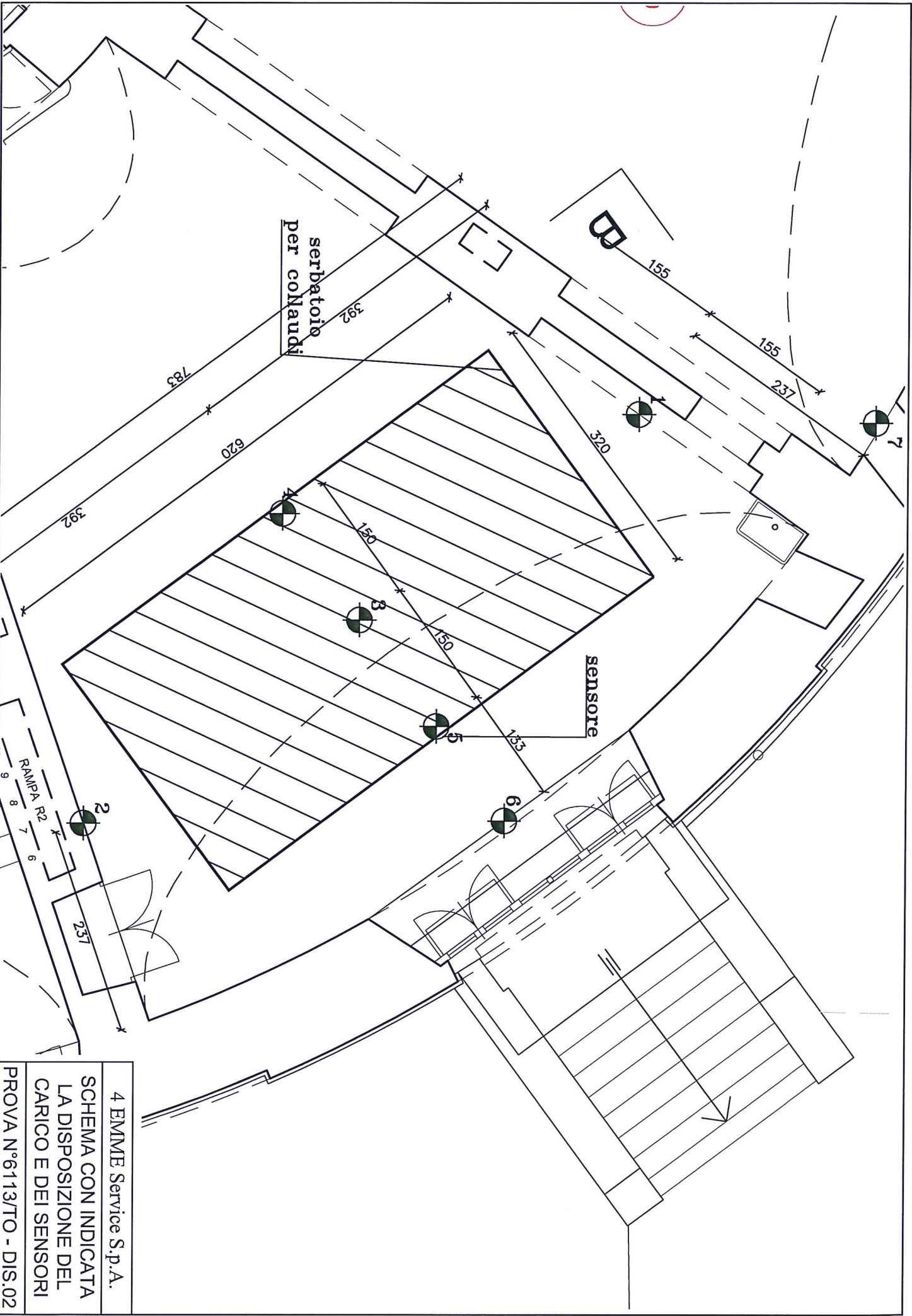
4EMME Service S.p.A.
il Direttore del Centro di Torino
Arch. Alberto Capussotto



RELAZIONE REVISIONATA DA:

Geom. Andrea Berca





4 EMMIE Service S.p.A.
 SCHEMA CON INDICATA
 LA DISPOSIZIONE DEL
 CARICO E DEI SENSORI
 PROVA N°6113/TO - DIS.02

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

Indagini sperimentali per la caratterizzazione meccanica di elementi strutturali della Rotonda dell' Accademia Albertina di Torino

Committente: Ing. Dario Tibone
Indirizzo: Via Palmieri, 15 – 10143 Torino (TO)
Esecutore delle prove e dei prelievi: Cismondi S.r.l.
Località di prelievo / cantiere: Rotonda dell'Accademia Albertina di Torino
Proprietà / Ente appaltante: Comune di Torino



Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

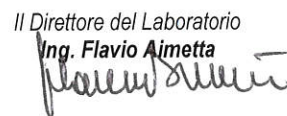
Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

1	Generalità	3
2	Descrizione dei prelievi e delle prove	3
2.1	Misure ultrasoniche.....	3
2.2	Prelievo di campioni e preparazione dei provini	3
2.3	Determinazione della massa volumica	4
2.4	Determinazione della profondità di carbonatazione.....	4
2.5	Prove di compressione su campioni cilindrici	4
2.6	Prove di trazione su barre da cemento armato.....	4
2.7	Misure del ricoprimento dell'armatura.....	5
2.8	Martinetti piatti	5
2.8.1	Descrizione del metodo di prova.....	5
2.8.2	Prova tipo A - Martinetto piatto singolo	5
2.8.3	Prova tipo B - Martinetto piatto doppio.....	6
2.8.4	Strumentazione utilizzata.....	7
3	Risultati di prova	7
3.1	Misure ultrasoniche - metodo indiretto.....	7
3.2	Prove di compressione	8
3.3	Prove di trazione su barre da cemento armato.....	8
3.4	Ricoprimento dell'armatura.....	9
3.4.1	Posizione 1 (Piano secondo)	9
3.4.2	Posizione 2 (Piano secondo)	9
3.4.3	Posizione 3 (Piano secondo)	10
3.4.4	Posizione 4 (Piano secondo)	10
3.4.5	Posizione 5 (Piano primo).....	11
3.4.6	Posizione 6 (Sottotetto).....	12
3.4.7	Posizione 7 (Sottotetto).....	12
3.5	Martinetti piatti	13
3.5.1	Prova tipo A	13
3.5.2	Prova tipo B	15
4	Indicazione dei punti di prova	19
5	Documentazione fotografica.....	23

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero


Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta


I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermat Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

1 Generalità

In relazione all'affidamento d'incarico dell' Ing. Dario Tibone, a seguito dell'accettazione della nostra offerta 15/CL/mca/343-Rev01, sono state eseguite, presso l'edificio denominato "Rotonda dell'Accademia Albertina" sito in via dell'Accademia Albertina n. 8 in Torino, prove non distruttive, prelievi di campioni di calcestruzzo indurito e di barre di armatura. Il Laboratorio ha proceduto ai prelievi del materiale ed alle prove in sito sulla base delle indicazioni fornite dal Committente. Le prove distruttive sui materiali prelevati sono state eseguite presso il Laboratorio.

2 Descrizione dei prelievi e delle prove

2.1 Misure ultrasoniche

Sono state condotte misure di tipo indiretto (superficiale), in conformità ai metodi proposti nella UNI EN 12504-4:2005 "Prove sul calcestruzzo nelle strutture - determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici" mediante strumentazione Pulsonic 58-E4900 Controls. La misura del tempo di propagazione degli impulsi ultrasonici è stata effettuata con l'impiego di due sonde, una di trasmissione ed una di ricezione, applicate sulla superficie dell'elemento interessato al controllo; le prove sono state condotte mantenendo fissa la posizione della sonda emittente nella posizione 0 e facendo variare la posizione della sonda ricevente lungo un asse orizzontale su cinque punti posti a distanza di 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm dalla sonda emittente, così come indicato nella Figura 1.

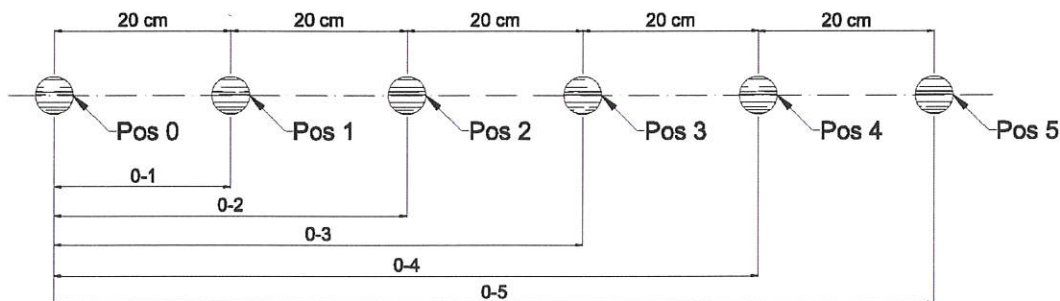


Figura 1: schema della prova ultrasonica con metodo indiretto

2.2 Prelievo di campioni e preparazione dei provini

Il prelievo dei campioni di calcestruzzo è stato effettuato con l'asse orizzontale secondo la UNI EN 12504-1:2009 adottando il metodo del carotaggio con l'impiego di sonde a corona diamantata in costante presenza di acqua. Sono state estratte carote con fustelle aventi diametro di 64 mm. Dal materiale estratto sono stati ricavati, in Laboratorio, i provini da destinare alla sperimentazione. Nella Tabella 4 sono riportate le posizioni dei campioni prelevati. Da ciascun campione sono state asportate le parti terminali con tagli ortogonali alle generatrici mediante sega circolare diamantata allo scopo di:

- rendere le superfici delle sezioni terminali del provino piane e parallele;
- eliminare, ove possibile, eventuali barre di armatura;
- eliminare, ove possibile, eventuali sezioni che presentassero una ripresa del getto d'opera.

Qualora la planarità della superficie, in seguito al taglio, non avesse rispettato la tolleranza di norma, si è provveduto alla rettifica mediante spianatrice.

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

2.3 Determinazione della massa volumica

La determinazione della massa volumica del calcestruzzo è stata effettuata prima della prova di compressione secondo la norma UNI EN 12390-7:2009. La massa di ciascun campione è stata determinata tramite pesatura con bilancia Orma di portata 30 kg (n. serie 1330023), con unità di formato 0,5 g; il volume è stato ottenuto a partire dalla geometria di ciascun provino rilevata mediante calibro Metrica, n. serie SC1581, in conformità alla norma UNI EN 12504-1:2009.

2.4 Determinazione della profondità di carbonatazione

Le misure sono state eseguite in sito, sulla superficie laterale dei campioni di calcestruzzo, subito dopo l'estrazione. La determinazione della profondità di carbonatazione è stata effettuata secondo la UNI EN 14630:2007 utilizzando come reagente una soluzione di fenoltaleina all'1% in alcol etilico.

2.5 Prove di compressione su campioni cilindrici

Le prove sono state eseguite in conformità alle indicazioni contenute nella norma UNI EN 12390-3:2009 applicando sui provini un carico assiale che è stato incrementato in modo continuo fino a raggiungere la rottura, previa verifica della planarità e dell'ortogonalità delle superfici di applicazione del carico.

Per l'esecuzione delle prove è stata utilizzata la macchina di prova materiali, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 1.

Tabella 1. Macchina di prova

Costruttore	Matest
Portata	2000 kN
Modello	YIMC109NC
Numero di serie	YIMC109NC/AC/0356
Ente certificatore	Centro LAT n. 139 – Politecnico di Torino
Certificato di taratura	n. 145/2014 del 20/11/2014
Classe ⁽¹⁾	0,5
⁽¹⁾	Classificazione in conformità ai requisiti definiti dalla UNI EN ISO 7500-1:2005

2.6 Prove di trazione su barre da cemento armato

Sono stati prelevati da alcuni elementi strutturali (Figura 29 e Figura 30) n. 2 spezzoni di barre da cemento armato. Il prelievo è avvenuto portando a nudo gli spezzoni da prelevare, con l'accortezza di non inciderli con l'attrezzo demolitore ed asportandoli utilizzando un apposito disco da taglio per acciaio. I campioni sono stati contrassegnati in sito in base al luogo di prelievo e sottoposti a prova di trazione presso il laboratorio ai sensi della norma UNI EN ISO 6892-1:2009.

Per l'esecuzione delle prove è stata utilizzata la macchina di prova materiali, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 2.

Tabella 2. Caratteristiche della macchina di prova

Costruttore	Controls
Capacità	600 kN
Modello	C807/C
Numero di serie	10007013
Ente certificatore	Centro LAT n. 139 – Politecnico di Torino
Certificato di taratura	n. 148/2014 del 20/11/2014
Classe ⁽¹⁾	0,5
⁽¹⁾	Classificazione in conformità ai requisiti definiti dalla UNI EN ISO 7500-1:2005

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero


Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta


I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

2.7 Misure del ricoprimento dell'armatura

Sono state eseguite prove su diversi elementi strutturali al fine di verificare il posizionamento delle barre di armatura ed il loro ricoprimento. Per le prove è stata utilizzata la strumentazione Proceq Profometer UP01-002-0735..

2.8 Martinetti piatti

Sono state eseguite n. 2 prove con martinetti piatti finalizzate alla determinazione dello stato tensionale presente nella muratura ed il suo modulo elastico. Le prove prevedono l'esecuzione di tagli orizzontali nella muratura, in cui alloggiare i martinetti, mediante sega circolare idraulica con disco diamantato che ha consentito di praticare tagli di area prossima a quella del martinetto piatto.

2.8.1 Descrizione del metodo di prova

Sono state effettuate due tipi di prove:

- Prova A:** martinetto piatto singolo, basi di misura a cavallo del taglio (per la determinazione della tensione di esercizio);
Prova B: martinetto piatto doppio, basi di misura comprese tra i tagli (per la determinazione del modulo elastico).

Le prove sono state condotte in accordo con le Norme "A.S.T.M. C1196: Standard Test Method for in Situ Compressive Stress Within Solid Unit Masonry Estimated Using Flatjack Measurements" e "A.S.T.M. C1197: Standard Test Method for in Situ Measurement of Masonry Deformability Properties Using the Flatjack Method".

2.8.2 Prova tipo A - Martinetto piatto singolo

La procedura adottata nel corso della prova di tipo A risulta la seguente:

- pulizia della superficie su un'area pari a circa 150×150 cm;
- applicazione di tre basi estensimetriche di lunghezza pari a 250 mm;
- esecuzione delle misure delle basi estensimetriche di riferimento prima del taglio;
- realizzazione di un taglio orizzontale nella muratura, in corrispondenza di un giunto di malta, compreso tra le basi estensimetriche, secondo lo schema riportato in
- rilievo della superficie del taglio;
- misura della variazione della lunghezza delle basi di misura a seguito delle operazioni di taglio;
- inserimento del martinetto e incremento progressivo della pressione;
- lettura delle variazioni di lunghezza delle basi di misura, per ogni incremento di pressione, fino al ripristino della distanza iniziale prima del taglio;

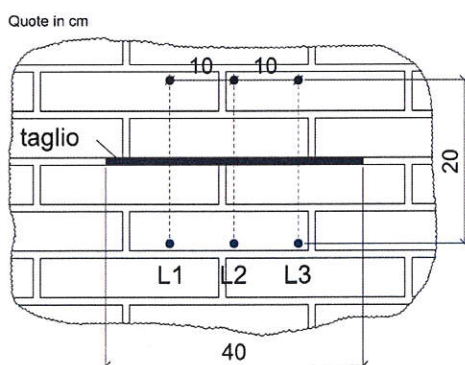


Figura 2: schema della prova di tipo A

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero
[Firma]

Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta
[Firma]

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

2.8.3 Prova tipo B - Martinetto piatto doppio

La procedura adottata nel corso della prova di tipo B risulta la seguente:

- pulizia della superficie su un'area pari a circa 150×150 cm;
- applicazione di tre basi estensimetriche di lunghezza pari a 250 mm;
- esecuzione delle misure delle basi estensimetriche di riferimento prima dei tagli;
- realizzazione di due tagli orizzontali nella muratura in corrispondenza di due giunti di malta la cui distanza comprende le basi di misura installate secondo lo schema riportato nella Figura 3;
- rilievo delle superfici dei tagli;
- misura della variazione della lunghezza delle basi di misura a seguito delle operazioni di taglio;
- inserimento dei martinetti e incremento progressivo della pressione;
- lettura delle variazioni di lunghezza delle basi di misura, per ogni incremento di pressione, fino al raggiungimento di una evidente non linearità.

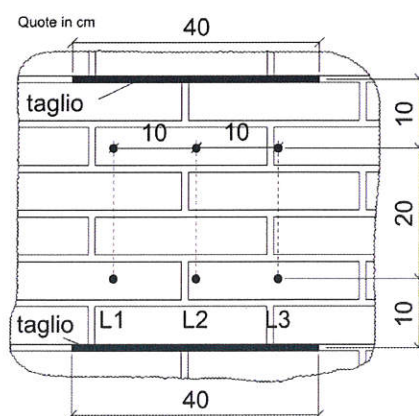


Figura 3: schema della prova di tipo B

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero
[Signature]



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta
[Signature]

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025).
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

2.8.4 Strumentazione utilizzata

Si compone di un sistema oleodinamico manuale Europress che consente di pressurizzare i martinetti piatti (Figura 4), successivamente al loro inserimento all'interno dei tagli praticati nella muratura, e di un deformometro meccanico Mitutoyo Absolute mod. ID-C112B (Figura 5), dotato di comparatore digitale, per la misura delle variazioni di lunghezza delle basi estensimetriche indotte dall'aumento delle pressione nei martinetti.

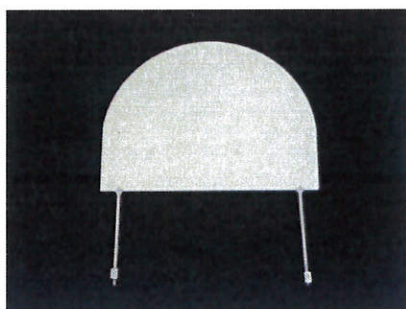


Figura 4: Martinetto piatto impiegato



Figura 5: deformometro utilizzato

3 Risultati di prova

I risultati delle prove sono riportati nei paragrafi seguenti.

Le posizioni dei prelievi e delle prove sono riportate nelle planimetrie dei piani dell'edificio dalla Figura 12 alla Figura 14.

3.1 Misure ultrasoniche - metodo indiretto

Nella Tabella 3 sono indicati:

- il codice della posizione di prova;
- il tempo di propagazione misurato per ogni punto della prova (Figura 1);
- la velocità di propagazione, calcolata sulla base della distanza tra la sonda emittente e quella ricevente (Figura 1);
- la velocità media, calcolata mediando le cinque velocità di propagazione ottenute.

Tabella 3. Risultati delle misure ultrasoniche

Codice posizione	Tempo di propagazione (μ s)					Velocità di propagazione (m/s)					\bar{v} (m/s)
	t (0-1)	t (0-2)	t (0-3)	t (0-4)	t (0-5)	v (0-1)	v (0-2)	v (0-3)	v (0-4)	v (0-5)	
US1	72,4	131,0	258,1	413,2	526,4	2762	3053	2325	1936	1900	2395
US2	57,7	181,5	262,2	438,8	541,7	3466	2204	2288	1823	1846	2325

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)

È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.

I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015

Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca

Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)

UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
 Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

3.2 Prove di compressione

Nella Tabella 4 sono indicati:

- il codice della posizione di prova;
- l'elemento strutturale dal quale è stato prelevato il campione;
- la profondità di carbonatazione (H_c) del campione;
- le dimensioni (altezza e diametro) del provino;
- l'area della sezione trasversale del provino (A_c);
- la massa del provino;
- la massa volumica del provino;
- il carico massimo di prova (F);
- la resistenza a compressione (f_c).

Tabella 4. Risultati delle prove di compressione

Codice posizione	Elemento strutturale	H_c (mm)	Dimensioni		A_c (mm ²)	Massa (g)	Massa volumica (kg/m ³)	F (kN)	f_c (N/mm ²)
			Altezza (mm)	Diametro (mm)					
C1	Trave	30	63,4	63,60	3175	457,5	2273	67,44	21,2
C2	Trave	30	63,3	63,50	3165	461,6	2304	60,48	19,1

3.3 Prove di trazione su barre da cemento armato

Nella Tabella 5 sono indicati:

- il piano dell'edificio dove sono stati effettuati i prelievi;
- l'elemento strutturale da cui sono state prelevate le armature;
- il contrassegno;
- il peso e la lunghezza;
- sezione effettiva (S_0), calcolata dal peso e lunghezza del campione, considerando la densità dell'acciaio pari a 7,85 kg/dm³;
- forza al carico di snervamento superiore (F_{eH});
- forza al carico di rottura (F_m);
- tensione di snervamento superiore (R_{eH}), calcolata utilizzando la sezione S_0 ;
- tensione al carico massimo (R_m), calcolata utilizzando la sezione S_0 ;
- l'allungamento percentuale totale al carico massimo (A_{gt}).

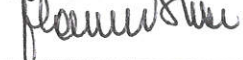
Tabella 5. Risultati delle prove di trazione

Piano dell'edificio	Elemento strutturale	Contrassegno	Peso (g)	Lunghezza (mm)	S_0 (mm ²)	F_{eH} (kN)	F_m (kN)	R_{eH} (N/mm ²)	R_m (N/mm ²)	A_{gt} (%)
Sottotetto	Pilastro	1	1898,5	758,0	333,1	110,5	140,9	346	442	5,0
	Trave	2	1353,0	684,0	251,5	98,9	143,4	392	569	6,3

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero




Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta



I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
 È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
 I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
 Accredimento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
 Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
 UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

3.4 Ricoprimento dell'armatura

3.4.1 Posizione 1 (Piano secondo)

Il rilievo dell'armatura effettuata sulla superficie laterale della trave è riportata in Tabella 6.

Il rilievo dell'armatura effettuata all'intradosso della trave è riportata in Tabella 7.

Tabella 6. Rilievo barre di armatura della superficie laterale della trave

N.	Barre		Staffe	
	Ricoprimento armatura (mm)	Interasse (cm)	Ricoprimento armatura (mm)	Interasse (cm)
2	39 – 45	46,0	38 – 12 – 4 16 – 42 – 25	33,0 – 20,0 – 3,0 33,0 – 8,0

Tabella 7. Rilievo barre di armatura all'intradosso della trave

N.	Barre	
	Ricoprimento armatura (mm)	Interasse (cm)
4	31 – 32 – 31 – 30	4,0 – 5,0 – 4,5

3.4.2 Posizione 2 (Piano secondo)

Il rilievo dell'armatura effettuata sulla superficie laterale della trave è riportata in Tabella 8.

Il rilievo dell'armatura effettuata all'intradosso della trave è riportata in Tabella 9.

Tabella 8. Rilievo barre di armatura della superficie laterale della trave

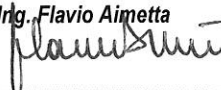
N.	Barre		Staffe	
	Ricoprimento armatura (mm)	Interasse (cm)	Ricoprimento armatura (mm)	Interasse (cm)
2	28 - 29	28,0	20 – 15 – 24 – 17 – 19 12 – 12 – 14 – 25	19,5 – 13,5 – 25,6 – 18,1 19,2 – 30,5 – 35,5 – 33,0

Tabella 9. Rilievo barre di armatura all'intradosso della trave

N.	Barre	
	Ricoprimento armatura (mm)	Interasse (cm)
4	20 – 21 – 22 – 22	4,0 – 4,0 – 4,0

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero




Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta


I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015

Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

3.4.3 Posizione 3 (Piano secondo)

In questa posizione si è proceduto alla scansione di un'area di dimensioni (5 x 8) m all'intradosso del solaio frapposto tra il secondo piano ed il sottotetto; l'area di prova è stata compresa tra due travi ribassate. La prova è stata condotta in una prima fase alla ricerca delle armature parallele alle due travi e in una seconda fase alla ricerca delle armature trasversali rispetto alle due travi (Figura 17).

I dati rilevati sono indicati nella Tabella 10 e nella Tabella 11.

Tabella 10. Rilievo barre di armatura parallele alle travi

N. armature rilevate	Ricoprimento armatura (mm)	Interasse (cm)
7	45 – 52 – 38 – 29 – 20 – 50 – 32	5,0 – 11,5 – 20,0 – 19,5 – 7,0 – 19,0

Tabella 11. Rilievo barre di armatura trasversali alle travi

N. armature rilevate	Ricoprimento armatura (mm)	Interasse (cm)
5	16 – 9 – 7 – 7 – 9	10,7 – 14,6 – 22,0 – 11,3

3.4.4 Posizione 4 (Piano secondo)

Il rilievo dell'armatura è stato effettuato all'estradosso del solaio per una lunghezza di circa 10 m, rilevando n. 100 barre di armatura con un ricoprimento medio di 55 mm.

In Figura 6 è rappresentato il ricoprimento e la posizione dell'armatura lungo la distanza verificata.

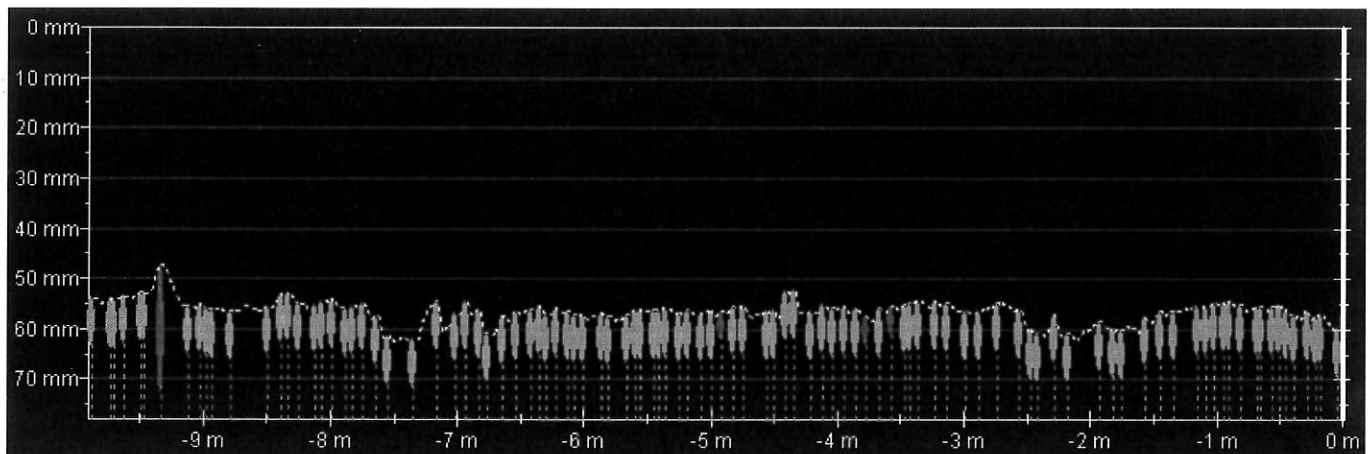


Figura 6. Ricoprimento e posizione dell'armatura

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015

Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca

Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)

UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

3.4.5 Posizione 5 (Piano primo)

Il rilievo dell'armatura è stato effettuato all'estradosso del solaio per una lunghezza di circa 7 m, rilevando n. 67 barre di armatura con un ricoprimento medio di 55 mm.

In Figura 7 è rappresentato il ricoprimento e la posizione dell'armatura lungo la distanza verificata.

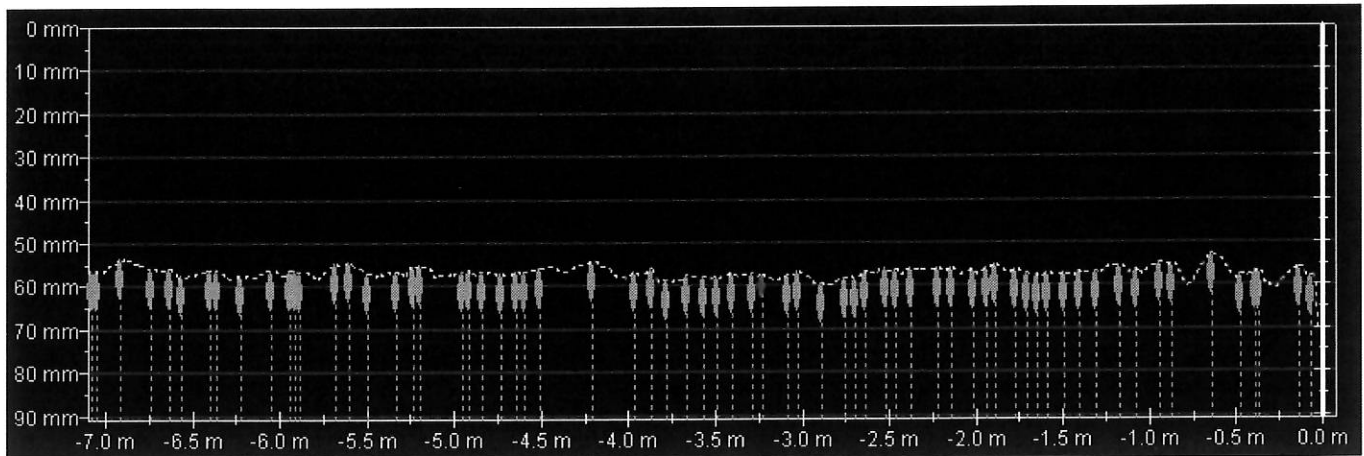


Figura 7. Grafico spazio scansionato – ricoprimento armatura

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero



Il Direttore del Laboratorio

Ing. Flavio Aimetta

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)

È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.

I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015

Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca

Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cernit Italia)

UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

3.4.6 Posizione 6 (Sottotetto)

Inizialmente si è proceduto alla scansione con il pacometro della faccia laterale della trave, andando ad individuare le barre di armatura e rilevando i dati indicati in Tabella 12. Successivamente si è provveduto, con la medesima procedura, al rilievo delle barre di armatura all'intradosso della trave, i dati rilevati sono indicati in Tabella 13. In questa posizione il ricoprimento dell'armatura è stato rimosso per mezzo di apposito attrezzo demolitore, rilevando con un calibro corsoio i diametri e la tipologia delle barre di armatura (Tabella 14).

Tabella 12. Rilievo barre di armatura della faccia laterale della trave

N.	Barre		Staffe	
	Ricoprimento armatura (mm)	Interasse (cm)	Ricoprimento armatura (mm)	Interasse (cm)
1	35	-	34 – 33	50,0

Tabella 13. Rilievo barre di armatura all'intradosso della trave

N.	Barre	
	Ricoprimento armatura (mm)	Interasse (cm)
4	24 – 24 – 25 – 23 – 24	0,0 – 4,0 – 4,0 – 0,0

Tabella 14. Diametro delle armature e tipologia

Barre		Staffe	
Diametro (mm)	Tipo	Diametro (mm)	Tipo
18	liscio	5	liscio

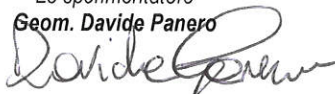
3.4.7 Posizione 7 (Sottotetto)

In questa posizione è stata effettuata una scansione pacometrica di uno dei pilastri del sottotetto posti a sorreggere la copertura dell'edificio. La prova è stata effettuata su una delle quattro facce dell'elemento strutturale; i dati rilevati sono indicati in Tabella 15.

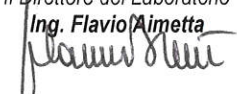
Tabella 15. Rilievo barre di armatura

N.	Barre		Staffe	
	Ricoprimento armatura (mm)	Interasse (cm)	Ricoprimento armatura (mm)	Interasse (cm)
2	30	35	27 – 26	25,0

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta



I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015

Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca

Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)

UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

3.5 Martinetti piatti

Si riportano qui di seguito i dati ottenuti dalla sperimentazione eseguita, corrispondenti a ciascuna delle due prove indicate (tipo A e B).

3.5.1 Prova tipo A

È stato eseguito, inizialmente, il rilievo geometrico del taglio e calcolata la seguente area effettiva: 85200 mm².

Nella Tabella 16 sono riportate le letture delle basi di misura L₁ – L₂ – L₃, eseguite con il deformometro su base di misura pari a 250 mm, le relative variazioni di lunghezza ΔL₁ – ΔL₂ – ΔL₃ – ΔL_{media} e le variazioni di deformazione Δε₁ – Δε₂ – Δε₃ – Δε_{media}, per vari incrementi di pressione applicata, calcolata applicando i parametri di taratura alle misure lette al manometro della pompa.

Il valore della tensione nella muratura è calcolata dal valore della pressione applicata per il ripristino del valore iniziale delle distanze delle basi di misura per mezzo della relazione (ASTM 1196):

$$f_{mi} = p_i \cdot k_m \cdot k_a$$

dove:

- f_{mi} tensione sulla muratura misurata al passo i (N/mm²);
- p_i pressione corrispondente al passo i espressa in MPa o in N/mm².
- k_m costante adimensionale che tiene conto delle caratteristiche geometriche del martinetto e della sua rigidità;
- k_a rapporto tra l'area del martinetto e l'area media del taglio (77322 mm² / 85200 mm²);

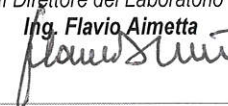
In base alla prova condotta, la tensione di esercizio della muratura prima dell'esecuzione del taglio, risulta pari circa a:

$$f_m = p \cdot k_m \cdot k_a = 1,3 \cdot 0,95 \cdot (77322 / 85200) = 1,1 \text{ N/mm}^2$$

Tale valore è determinato individuando l'entità della pressione che ripristina le originarie condizioni della muratura quando il valore medio delle variazioni di lunghezza misurate (ΔL_{media}) è prossimo a zero.

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero




Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta


I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)


Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
 Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

Tabella 16. Risultati della prova di tipo A

Condizione di prova	Pressione Martinetto p (bar)	Tensione Muratura f _m (N/mm ²)	L ₁	L ₂	L ₃	ΔL ₁	ΔL ₂	ΔL ₃	ΔL _{media}	ε ₁	ε ₂	ε ₃	ε _{media}
			mm	mm	mm	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(%)	(%)	(%)	(%)
Prima del taglio			6,055	6,174	6,215								
Dopo il taglio			5,832	5,943	5,885								
Fase di carico	0,0	0,000	5,832	5,943	5,885	-0,223	-0,231	-0,330	0,261	-0,892	-0,924	-1,320	-1,045
	1,0	0,086	5,840	5,955	5,939	-0,215	-0,219	-0,276	0,237	-0,860	-0,876	-1,104	-0,947
	2,0	0,172	5,848	5,970	6,042	-0,207	-0,204	-0,173	0,195	-0,828	-0,816	-0,692	-0,779
	3,0	0,259	5,993	5,976	6,051	-0,062	-0,198	-0,164	0,141	-0,248	-0,792	-0,656	-0,565
	4,0	0,345	5,998	6,015	6,059	-0,057	-0,159	-0,156	0,124	-0,228	-0,636	-0,624	-0,496
	5,0	0,431	6,007	6,029	6,148	-0,048	-0,145	-0,067	0,087	-0,192	-0,580	-0,268	-0,347
	6,0	0,517	6,014	6,037	6,154	-0,041	-0,137	-0,061	0,080	-0,164	-0,548	-0,244	-0,319
	7,0	0,604	6,020	6,057	6,160	-0,035	-0,117	-0,055	0,069	-0,140	-0,468	-0,220	-0,276
	8,0	0,690	6,024	6,067	6,166	-0,031	-0,107	-0,049	0,062	-0,124	-0,428	-0,196	-0,249
	9,0	0,776	6,031	6,080	6,167	-0,024	-0,094	-0,048	0,055	-0,096	-0,376	-0,192	-0,221
	10,0	0,862	6,038	6,117	6,171	-0,017	-0,057	-0,044	0,039	-0,068	-0,228	-0,176	-0,157
	11,0	0,948	6,045	6,129	6,195	-0,010	-0,045	-0,020	0,025	-0,040	-0,180	-0,080	-0,100
	12,0	1,035	6,052	6,147	6,206	-0,003	-0,027	-0,009	0,013	-0,012	-0,108	-0,036	-0,052
	13,0	1,121	6,053	6,167	6,215	-0,002	-0,007	0,000	0,003	-0,008	-0,028	-0,002	-0,013
	13,5	1,164	6,061	6,175	6,222	0,006	0,001	0,007	-0,005	0,024	0,004	0,028	0,019

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero




Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta


I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
 È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
 I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
 Accreditemento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
 Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
 UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

Nella Figura 8 è riportato il diagramma dell'andamento del ripristino: tensione muratura in funzione della deformazione media misurata sulle basi.

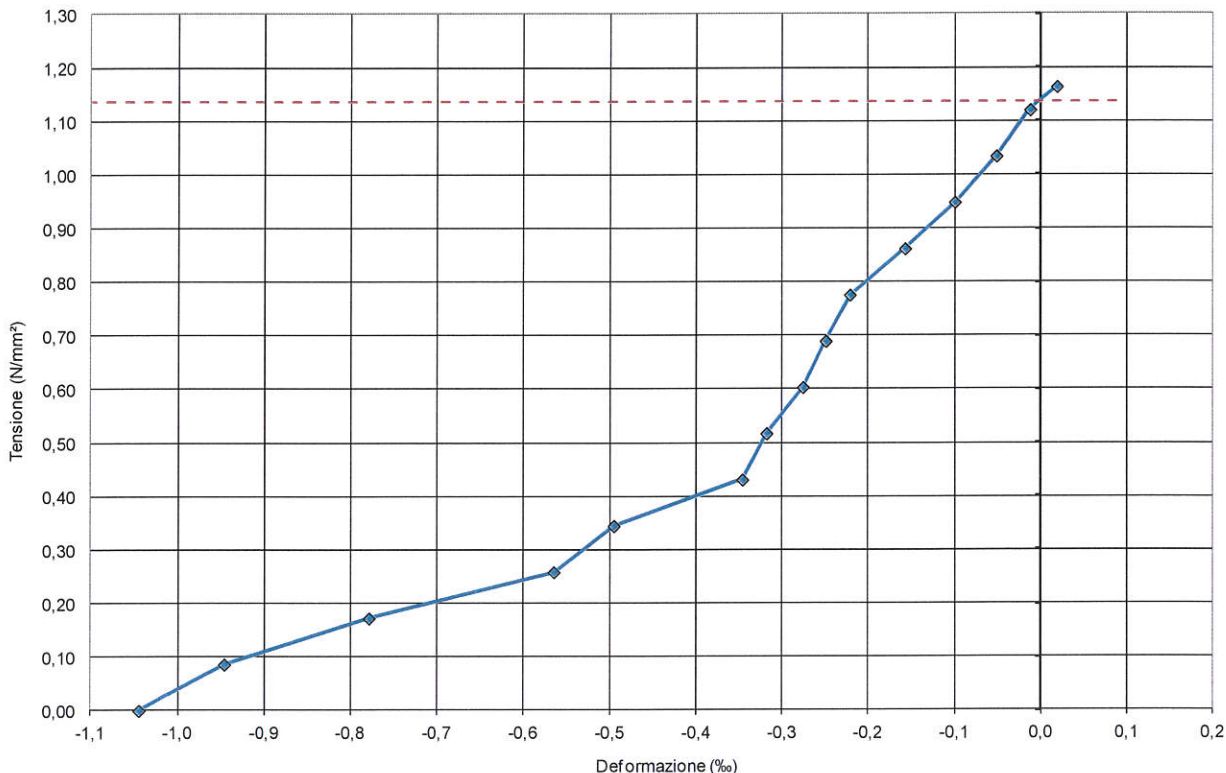


Figura 8: Prova A - Grafico tensione muratura – deformazione media delle basi di misura

3.5.2 Prova tipo B

Sono stati eseguiti i rilievi geometrici dei due tagli e calcolate le seguenti area effettive:

- taglio superiore: 85200 mm²;
- taglio inferiore: 85300 mm².

Nella Tabella 17 sono riportate le variazioni di lunghezza delle basi di misura per vari incrementi di tensione, quest'ultima calcolata applicando i parametri di taratura alla pressione letta al manometro della pompa. Le deformazioni sono state calcolate a partire dalle variazioni di lunghezza della base iniziale nominale pari a 250 mm.

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero
Davide Panero



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta
Flavio Aimetta

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015

Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

Il valore della tensione nella muratura è calcolata dal valore della pressione applicata per mezzo della relazione (ASTM 1197):

$$f_{mi} = p_i \cdot k_m \cdot k_a$$

dove:

- f_{mi} tensione sulla muratura misurata al passo i (N/mm²);
- p_i pressione corrispondente al passo i espressa in MPa o in N/mm².
- k_m costante adimensionale che tiene conto delle caratteristiche geometriche del martinetto e della sua rigidità;
- k_a rapporto tra l'area del martinetto e l'area media del taglio (77320 mm² / 85250 mm²);

Tabella 17. Risultati della prova della prova di tipo B

Pressione Martinetto p	Tensione Muratura f_m	L ₁	L ₂	L ₃	ΔL_1	ΔL_2	ΔL_3	ΔL_{medio}	ϵ_1	ϵ_2	ϵ_3	ϵ_{medio}
(bar)	(N/mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	%	%	%	%
0,0	0,0	6,311	5,876	5,994	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
2,0	0,2	6,269	5,869	5,986	-0,042	-0,007	-0,008	-0,019	-0,168	-0,028	-0,032	-0,076
4,0	0,4	6,253	5,857	5,971	-0,058	-0,019	-0,023	-0,033	-0,232	-0,076	-0,092	-0,133
6,0	0,6	6,230	5,849	5,946	-0,081	-0,027	-0,048	-0,052	-0,324	-0,108	-0,192	-0,208
8,0	0,8	6,199	5,831	5,940	-0,112	-0,045	-0,054	-0,070	-0,448	-0,180	-0,216	-0,281
10,0	1,0	6,177	5,845	5,931	-0,134	-0,031	-0,063	-0,076	-0,536	-0,124	-0,252	-0,304
12,0	1,2	6,158	5,791	5,914	-0,153	-0,085	-0,080	-0,106	-0,612	-0,340	-0,320	-0,424
14,0	1,4	6,147	5,767	5,898	-0,164	-0,109	-0,096	-0,123	-0,656	-0,436	-0,384	-0,492
16,0	1,6	6,132	5,721	5,869	-0,179	-0,155	-0,125	-0,153	-0,716	-0,620	-0,500	-0,612
18,0	1,8	6,113	5,675	5,828	-0,198	-0,201	-0,166	-0,188	-0,792	-0,804	-0,664	-0,753
20,0	2,0	6,091	5,655	5,786	-0,220	-0,221	-0,208	-0,216	-0,880	-0,884	-0,832	-0,865
22,0	2,2	6,043	5,627	5,725	-0,268	-0,249	-0,269	-0,262	-1,072	-0,996	-1,076	-1,048
24,0	2,4	6,015	5,611	5,676	-0,296	-0,265	-0,318	-0,293	-1,184	-1,060	-1,272	-1,172
26,0	2,6	5,932	5,469	5,613	-0,379	-0,407	-0,381	-0,389	-1,516	-1,628	-1,524	-1,556
28,0	2,8	5,811	5,330	5,542	-0,500	-0,546	-0,452	-0,499	-2,000	-2,184	-1,808	-1,997
30,0	3,0	5,720	5,156	5,437	-0,591	-0,720	-0,557	-0,623	-2,364	-2,880	-2,228	-2,491
32,0	3,2	5,613	5,029	5,310	-0,698	-0,847	-0,684	-0,743	-2,792	-3,388	-2,736	-2,972
34,0	3,4	5,336	4,801	5,013	-0,975	-1,075	-0,981	-1,010	-3,900	-4,300	-3,924	-4,041
17,0	1,7	5,635	5,030	5,411	-0,676	-0,846	-0,583	-0,702	-2,704	-3,384	-2,332	-2,807
0,0	0,0	5,856	5,449	5,771	-0,455	-0,427	-0,223	-0,368	-1,820	-1,708	-0,892	-1,473

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero




Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta


I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)

È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.

I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015

Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca

Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)

UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

Nella Figura 9 è riportato il diagramma della tensione nella muratura in funzione della deformazione durante la prova, per ogni base di misura.

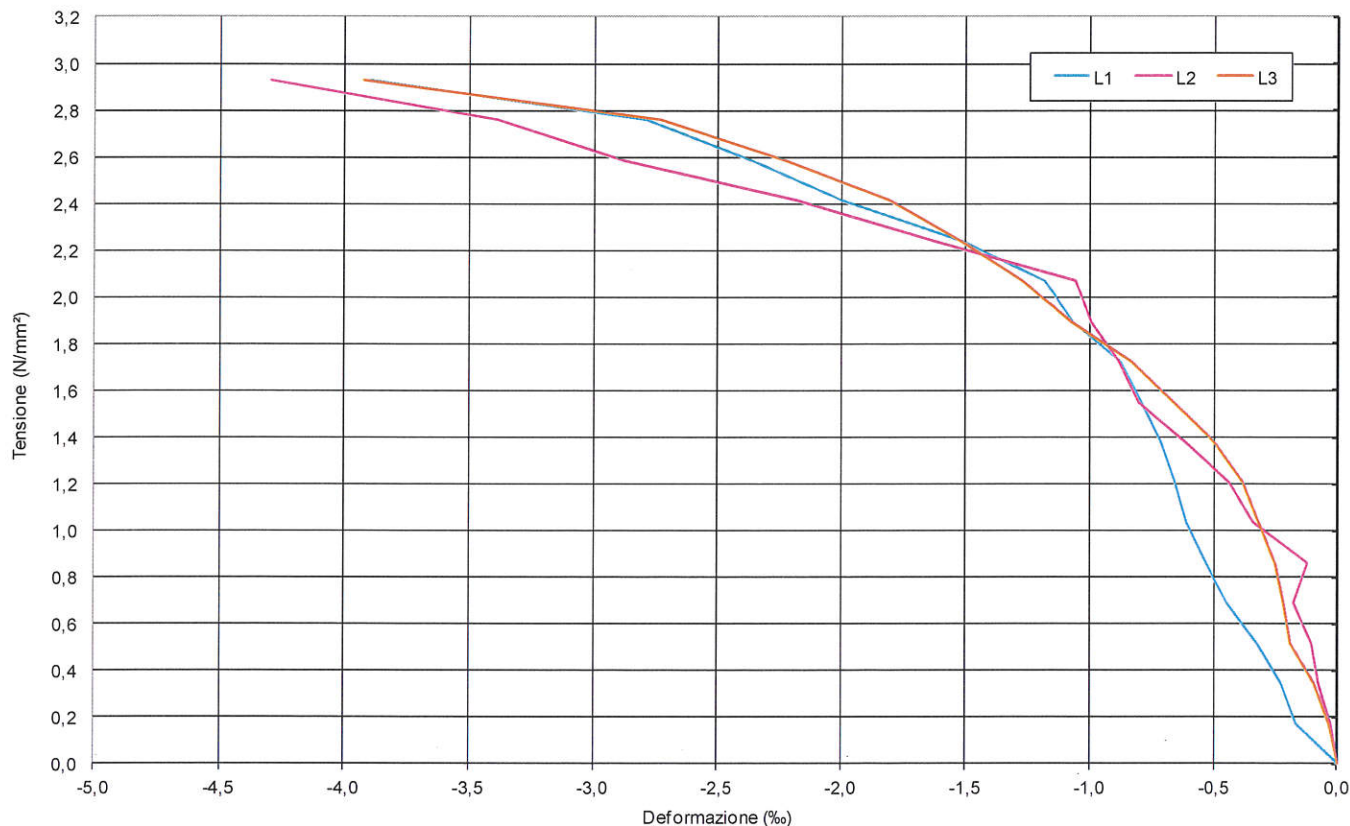


Figura 9: Prova B - Grafico tensioni – deformazioni di ciascuna base di misura

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero
Davide Panero



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta
Flavio Aimetta

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

Nella Figura 10 è riportato il diagramma della tensione nella muratura in funzione della deformazione media della basi di misura durante la prova.

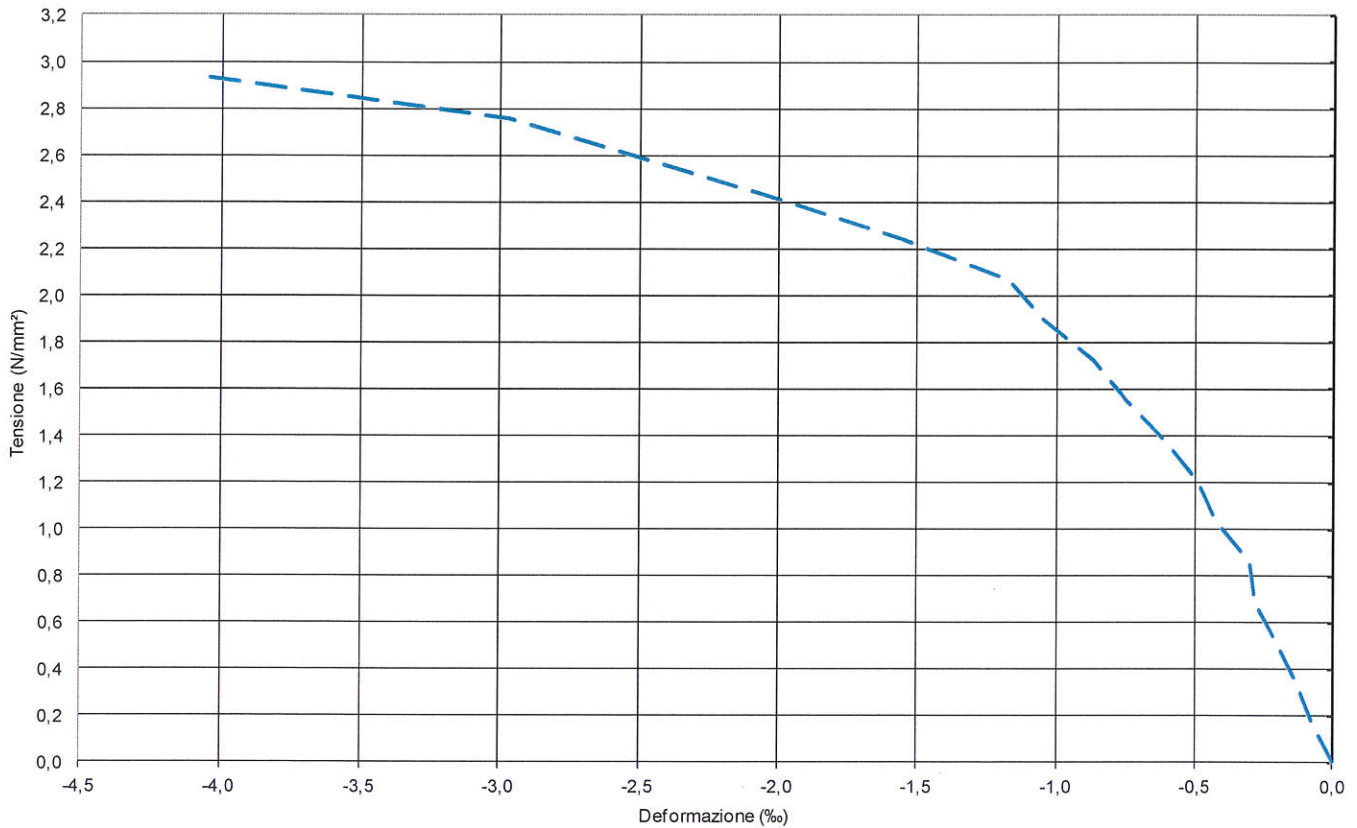


Figura 10. Prova B - Grafico tensione – deformazione media delle basi di misura

In base alle prove condotte è stato stimato il seguente modulo elastico secante medio, nell'intervallo approssimativamente lineare compreso tra 1,0 N/mm² e 1,8 N/mm², secondo la relazione (ASTM 1197):

$$E_s = f_m / \epsilon_m \approx 1570 \text{ N/mm}^2$$

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

4 Indicazione dei punti di prova

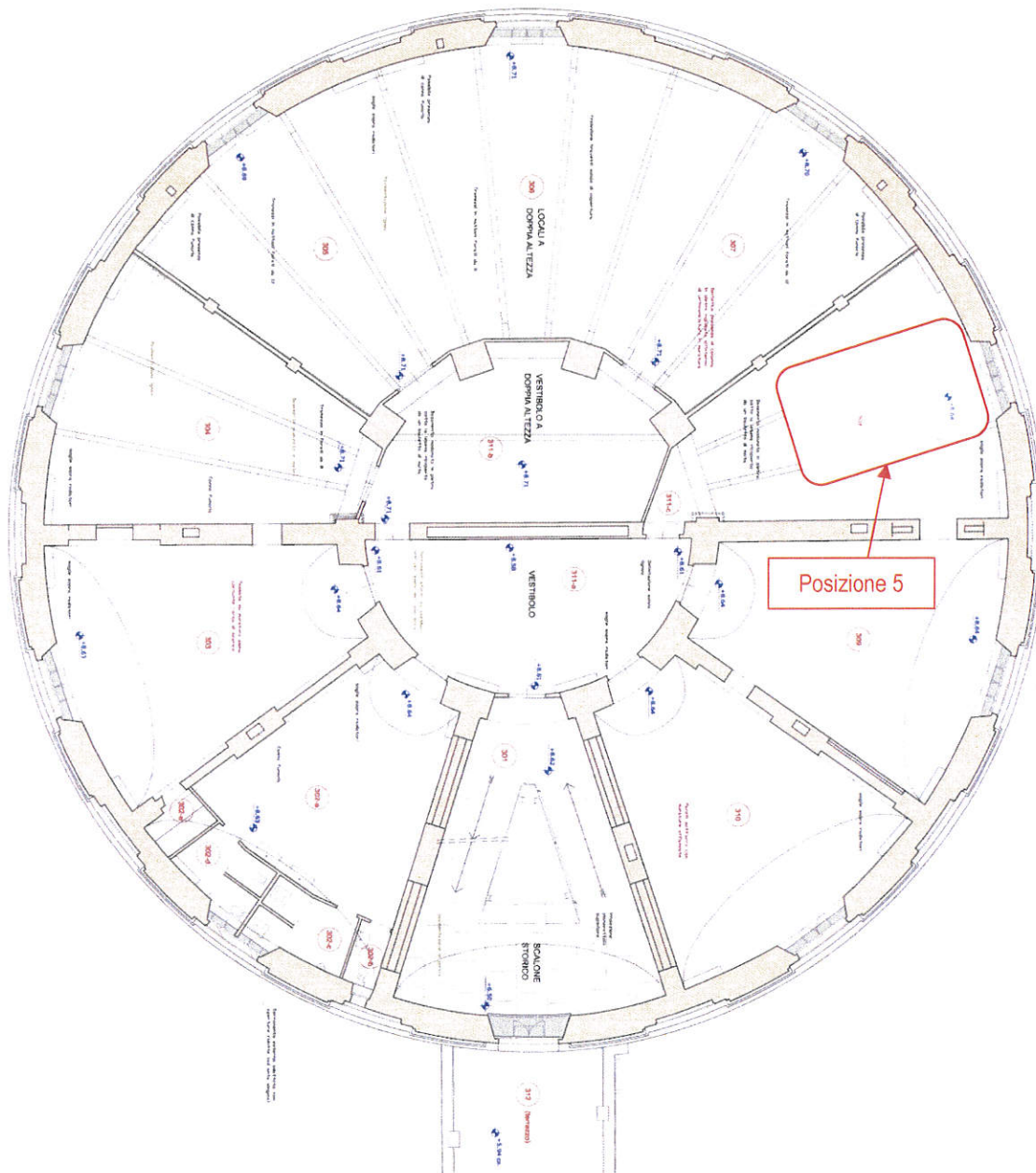


Figura 11. Piano primo – posizione del rilievo dell'armatura

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero
[Signature]



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta
[Signature]

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

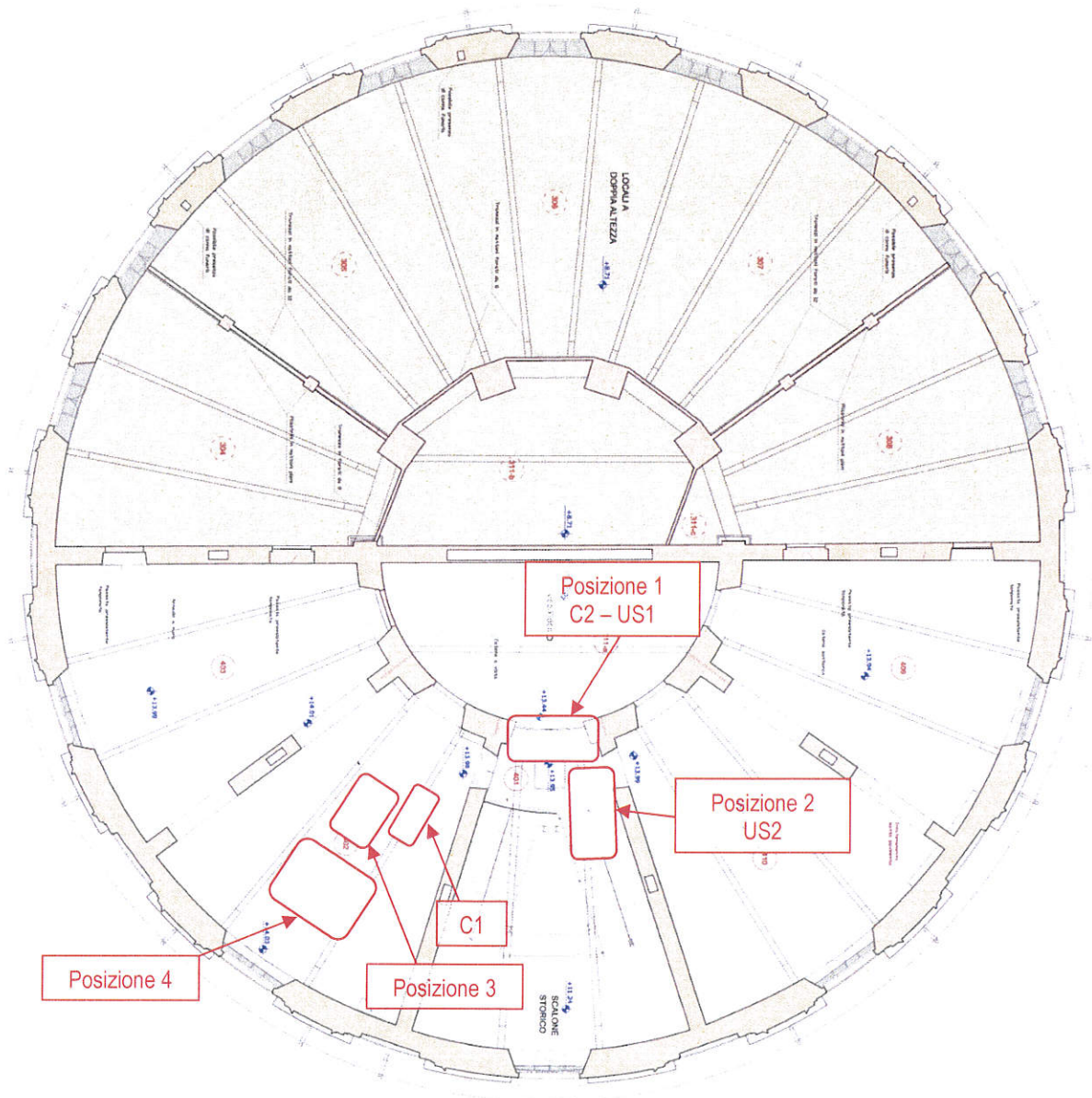


Figura 12. Piano secondo – posizione dei rilievi dell'armatura, delle prove ultrasoniche e dei prelievi di calcestruzzo

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero
[Signature]



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Almetta
[Signature]

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente ad/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

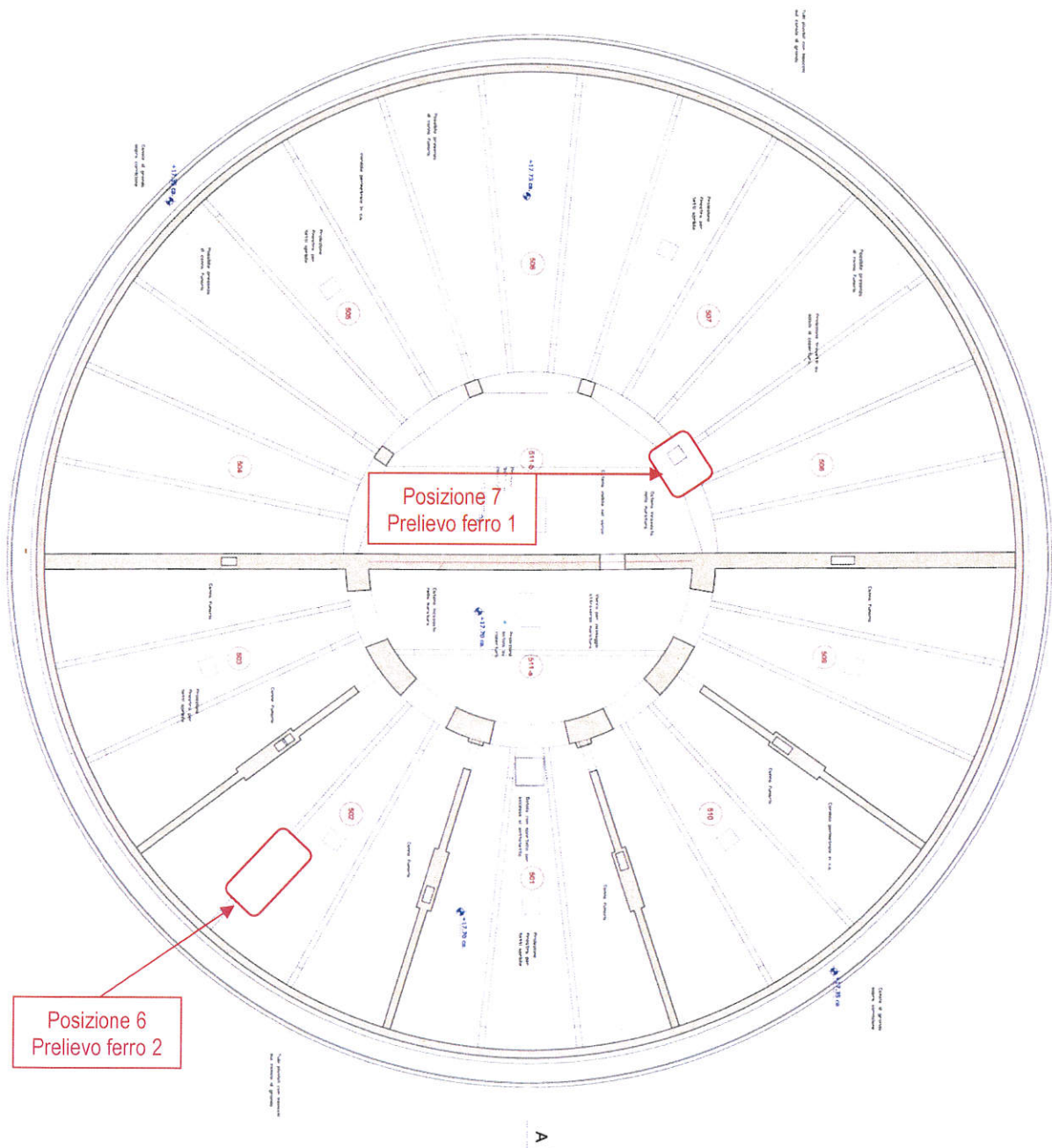


Figura 13. Sottotetto - posizione delle prove e dei prelievi delle barre di armatura

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero
[Signature]



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta
[Signature]

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

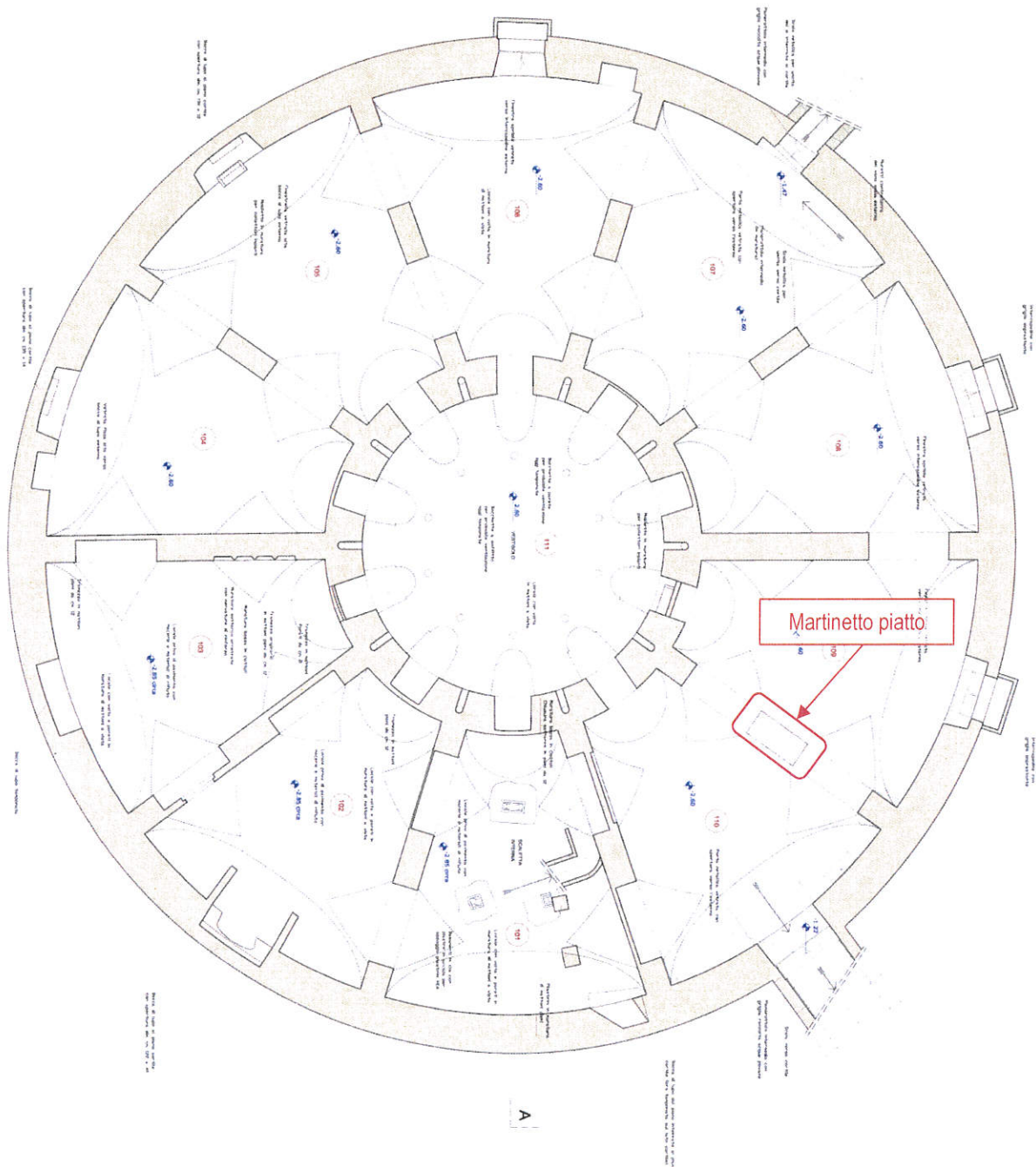


Figura 14. Piano interrato - posizione della prova con il martinetto piatto

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero
Davide Panero



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta
Flavio Aimetta

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

5 Documentazione fotografica

Dalla Figura 15 alla Figura 33 sono rappresentate alcune immagini rappresentative delle prove eseguite in sito, dei prelievi e delle prove di compressione eseguite presso il Laboratorio.

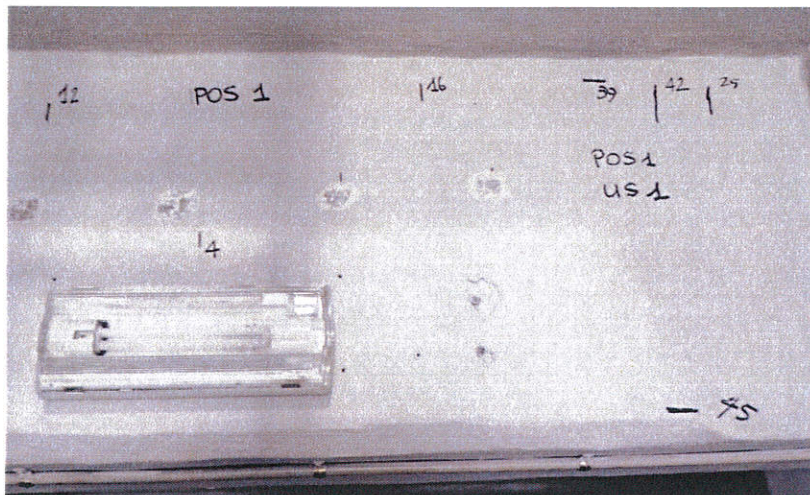


Figura 15. Posizione 1



Figura 16. Posizione 2

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero
Davide Panero



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta
Flavio Aimetta

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015



Figura 17. Posizione 3



Figura 18. Posizione 4

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero
[Signature]



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta
[Signature]

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

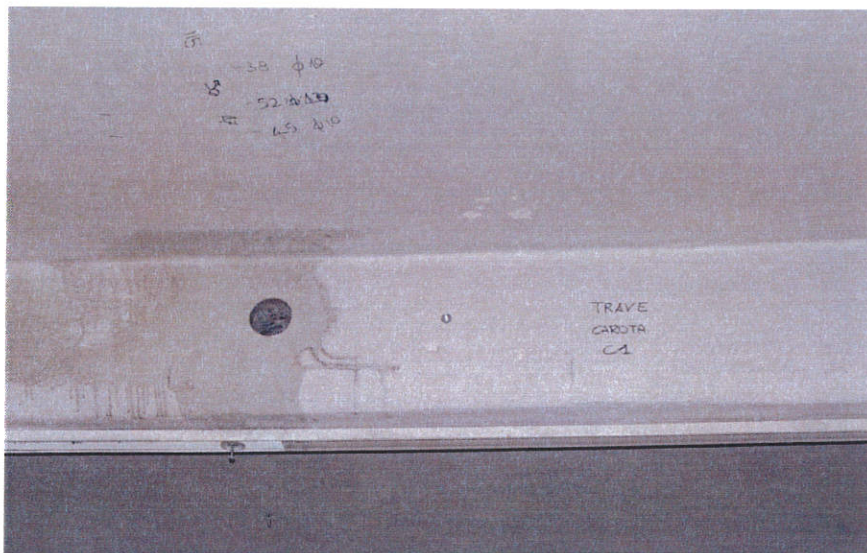


Figura 19. Prelievo del campione C1

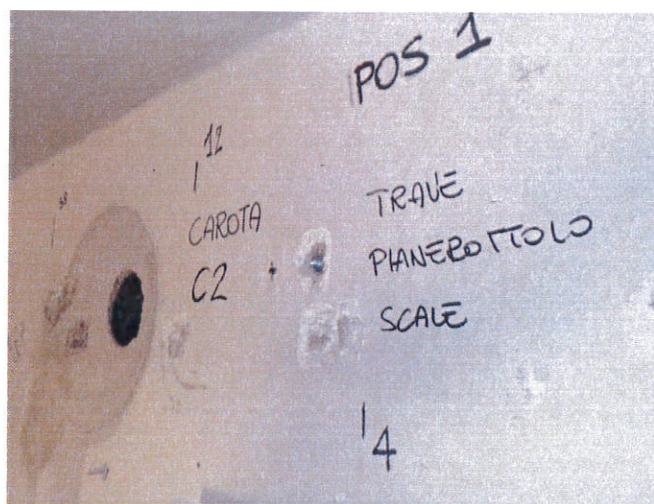


Figura 20. Posizione 1 - prelievo del campione C2

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero
[Signature]



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta
[Signature]

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cemet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015



Figura 21. Campione C1



Figura 22. Campione C2



Figura 23. Provino C1 prima della prova di compressione



Figura 24. Provino C1 dopo la prova di compressione

Lo sperimentatore
Geom. Davide Pañero
D. Pañero



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta
F. Aimetta

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015



Figura 25. Provino C2 prima della prova di compressione



Figura 26. Provino C2 dopo la prova di compressione



Figura 27. Posizione 6 – prelievo barra 1



Figura 28. Posizione 7 - prelievo barra 2



Figura 29. Barra 1 dopo il prelievo



Figura 30. Barra 2 dopo il prelievo

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero




Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta


I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

Verbale di accettazione 15/IN/0644 del 17/09/2015
Rapporto di prova 15/RP/1166 del 12/10/2015

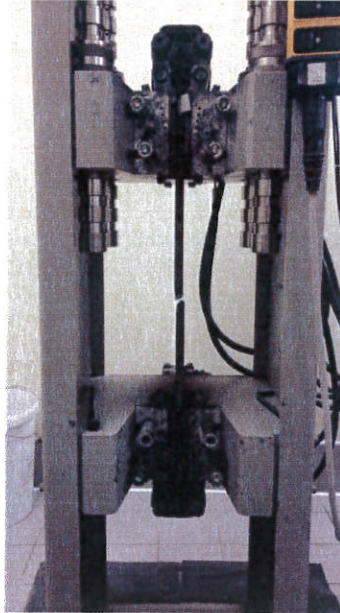


Figura 31. Barra 1 dopo la prova di trazione



Figura 32. Martinetto piatto – prova di tipo A



Figura 33. Martinetto piatto – prova di tipo B

Lo sperimentatore
Geom. Davide Panero
[Signature]



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Flavio Aimetta
[Signature]

I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente all/i campione/i sottoposto/i a prova/e (UNI CEI EN ISO/IEC 17025)
È vietata la riproduzione parziale del presente documento senza l'autorizzazione scritta della Cismondi S.r.l.
I dati saranno trattati nel rispetto delle disposizioni di cui al D. Lgs. n. 196/2003, Codice in materia di protezione dei dati personali

Certificazioni:

Laboratorio autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, Circ. 7617/STC, con Decreto n. 18 del 06/02/2015
Accreditamento del Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca – M.I.U.R. – Decreto n. 2326/Ricerca
Organizzazione con Sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001:2008 – n. 5640/A (KIWA Cermet Italia)
UNI EN ISO 14001:2004 – n. V-12-1007 (QS International) UNI EN ISO 18001:2007 – n. V-12-1007 (QS International)

ACCADEMIA ALBERTINA - TORINO
CISMONDI S.r.L.

Indagine geofisica di tipo MASW

RAPPORTO ILLUSTRATIVO



Ns. Rif.:2060_R01

B					
A					
Ø	18/09/2015	Dott. M. Mussa <i>M. Mussa</i>	Dott. R. Tomai <i>R. Tomai</i>	Ing. A. Morino <i>A. Morino</i>	Emissione
REV	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	DESCRIZIONE

gd test Srl

ViaPigafetta 17 – 10129 TORINO - Italia
 Tel. +39.011.58.08.406 Fax +39.011.58.08.319
 E-mail: gdtest@gdtest.it www.gdtest.it
 Capitale sociale: 100.000 euro
 P.IVA e C. F.: 08207640015

INDICE

1. PREMESSA.....	1
2. INDAGINE MASW	1
2.1 DESCRIZIONE	2
2.2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E MODALITÀ DI ACQUISIZIONE	3
2.3 RISULTATI OTTENUTI.....	5
2.4 NOTA:	8

1. PREMESSA

Su incarico della Società CISMONTI S.r.L., in data 15 Settembre 2015 la gd test srl ha eseguito un'indagine geofisica nell'ambito della campagna di indagini strutturali e geognostiche presso l'Accademia Albertina nel comune di Torino.

L'indagine di tipo MASW (Multi-Channel Analysis of Surface Waves) è stata finalizzata alla determinazione della velocità di propagazione delle onde di taglio V_s in funzione della profondità ed al calcolo del parametro V_{s30} utile alla classificazione sismica dei terreni in conformità alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008).

La presente relazione illustra le attività svolte e i risultati conseguiti.

2. INDAGINE MASW

Per realizzare l'indagine MASW oggetto della presente è stato previsto uno stendimento della lunghezza di 46 metri, come indicato nella figura 1 nei pressi del cortile interno della Accademia Albertina..



Figura 1 : ubicazione dello stendimento di geofoni. La lunghezza è 46 metri

2.1 Descrizione

La prova geofisica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è un metodo d'indagine sismica di onde superficiali (onde di Rayleigh) finalizzata alla determinazione dei profili di velocità delle onde di taglio in mezzi stratificati.

La propagazione delle onde di Rayleigh in un mezzo verticalmente eterogeneo, è un fenomeno multi-modale: data una determinata stratigrafia, in corrispondenza di una certa frequenza, possono esistere diverse lunghezze d'onda. Di conseguenza ad una determinata frequenza possono corrispondere diverse velocità di fase, ad ognuna delle quali corrisponde un modo di propagazione, e differenti modi di vibrazione possono esibirsi simultaneamente.

La curva di dispersione ottenuta elaborando i dati derivanti dalle indagini sismiche col metodo MASW è una curva apparente, derivante dalla sovrapposizione delle curve relative ai vari modi di vibrazione e che per i limiti indotti dal campionamento non necessariamente coincide con singoli modi nei diversi intervalli di frequenza campionati.

I dati acquisiti vengono sottoposti ad una fase di processing che consente di stimare la curva di dispersione caratteristica del sito in oggetto, ovvero la velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della frequenza (il codice di calcolo utilizzato è SurfSeis® versione 2.0, Kansas University USA).

Esistono diverse tecniche di processing per estrarre dai sismogrammi le caratteristiche dispersive del sito. La metodologia più diffusa è l'analisi spettrale in dominio f-k (frequenza-numero d'onda). I dati sismici registrati vengono sottoposti a una doppia trasformata di Fourier che consente di passare dal dominio x-t (spazio tempo) al dominio f-k. Lo spettro f-k del segnale consente di ottenere una curva di dispersione per le onde di Rayleigh, nell'ipotesi che nell'intervallo di frequenze analizzato le onde che si propagano con il maggiore contenuto di energia siano proprio le onde di Rayleigh, e se le caratteristiche del sito sono tali da consentire la propagazione delle onde superficiali e un comportamento dispersivo delle stesse. Si dimostra, infatti, che la velocità delle onde di Rayleigh è associata ai massimi dello

spettro f-k; si può ottenere facilmente una curva di dispersione individuando ad ogni frequenza il picco spettrale, al quale è associato un numero d'onda k e quindi una velocità delle onde di Rayleigh VR, determinabile in base alla teoria delle onde dalla relazione:

$$VR(f) = 2\pi f/k$$

Riportando le coppie di valori (VR,f) in un grafico, si ottiene la curva di dispersione utilizzabile nella successiva fase di inversione. La fase di inversione deve essere preceduta da una parametrizzazione del sottosuolo, che viene di norma schematizzato come un mezzo visco-elastico a strati piano-paralleli, omogenei ed isotropi, nel quale l'eterogeneità è rappresentata dalla differenziazione delle caratteristiche meccaniche degli strati.

Il processo di inversione è iterativo: a partire da un profilo di primo tentativo, costruito sulla base di metodi semplificati, ed eventualmente delle informazioni note a priori riguardo la stratigrafia, il problema diretto viene risolto diverse volte variando i parametri che definiscono il modello. Il processo termina quando viene individuato quel set di parametri di modello che minimizza la differenza fra il set di dati sperimentali (curva di dispersione misurata) e il set di dati calcolati (curva di dispersione sintetica). Usualmente, algoritmi di minimizzazione ai minimi quadrati vengono utilizzati per automatizzare la procedura .

2.2 Strumentazione utilizzata e modalità di acquisizione

La strumentazione base per l'esecuzione di una prova MASW è costituita da una sorgente di vibrazioni, un sistema di trigger, una serie di ricevitori e un sistema di acquisizione dati per l'elaborazione dei segnali elettrici raccolti dal ricevitore.

Nel caso particolare sono stati utilizzati gli strumenti nel seguito elencati:

- sorgente: massa battente in acciaio del peso di 8 kg con piastra di contrasto (figura 2);

- ricevitori: 24 geofoni a frequenza centrata di 4.5 Hz collegati con cavo multipolare (figura 3)

- sistema di acquisizione: sismografo a 24 canali "Geode" della Geometrics.

Lo stendimento ha previsto l'uso di 24 geofoni con interdistanza di 2 metri: sono state eseguite in totale 4 energizzazioni, due per ogni estremità dello stendimento; per ogni punto di energizzazione sono stati generati almeno 10 impulsi sismici. Il segnale è stato campionato ad intervalli di 0.125 ms, con ampiezza della finestra di acquisizione di 0,5 secondi.



Figura 2 : particolare della piastra di contrasto utilizzata per l'energizzazione

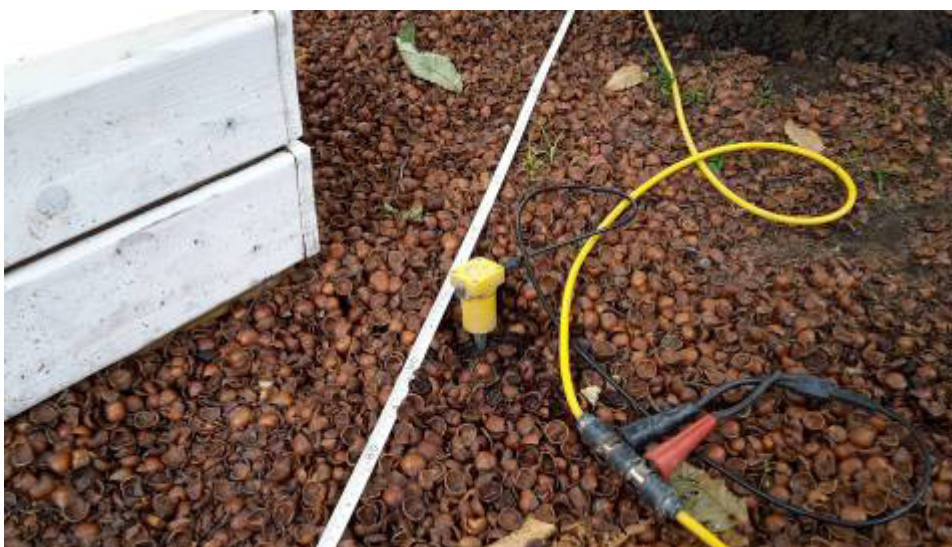


Figura 3 : particolare di uno dei geofoni utilizzati per l'acquisizione

2.3 Risultati ottenuti

La velocità di propagazione delle onde sismiche all'interno di un mezzo è strettamente legata alle proprietà meccaniche del mezzo di propagazione stesso.

L'obiettivo principale della presente indagine MASW è la determinazione dei profili di velocità delle onde S con la profondità. Per raggiungere tale obiettivo occorre disporre dello spettro di frequenza da cui dedurre la curva di inversione numerica per la definizione del profilo delle onde di taglio S.

Dai valori così ottenuti di V_s è stato quindi possibile calcolare il parametro V_{s30} secondo la seguente formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato i -esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri più superficiali indagati.

Le figura 4 illustra lo spettro delle velocità di fase in funzione delle frequenze e la relativa curva di dispersione calcolata per lo stendimento

Spettro Velocità di fase - Frequenze

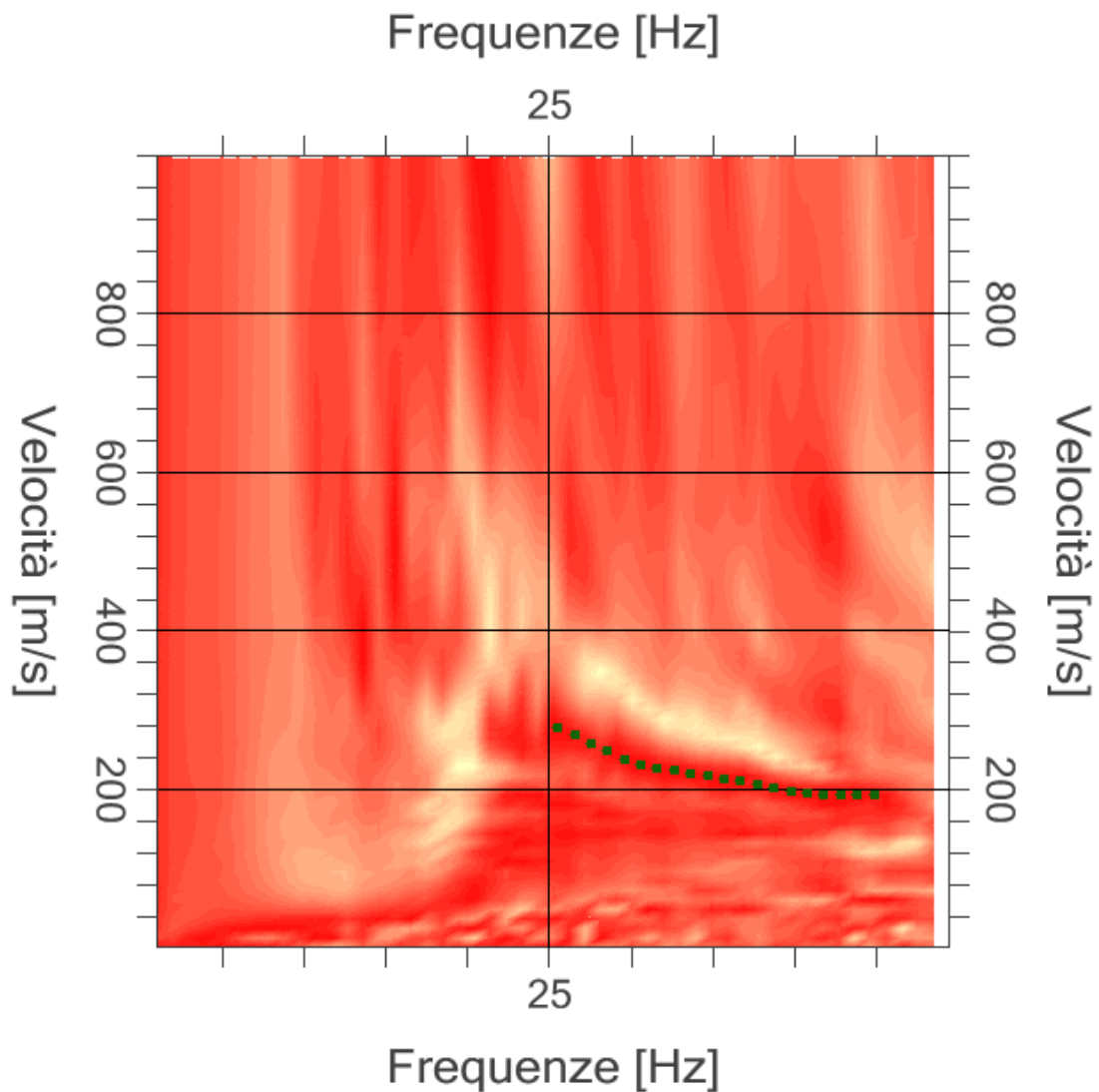


Figura 4 : spettro “velocità di fase – frequenze” con la curva di dispersione estratta per lo stendimento AB

In figura 5 è rappresentato il profilo delle velocità di propagazione delle onde S ottenute al variare della profondità.

Profilo di velocità

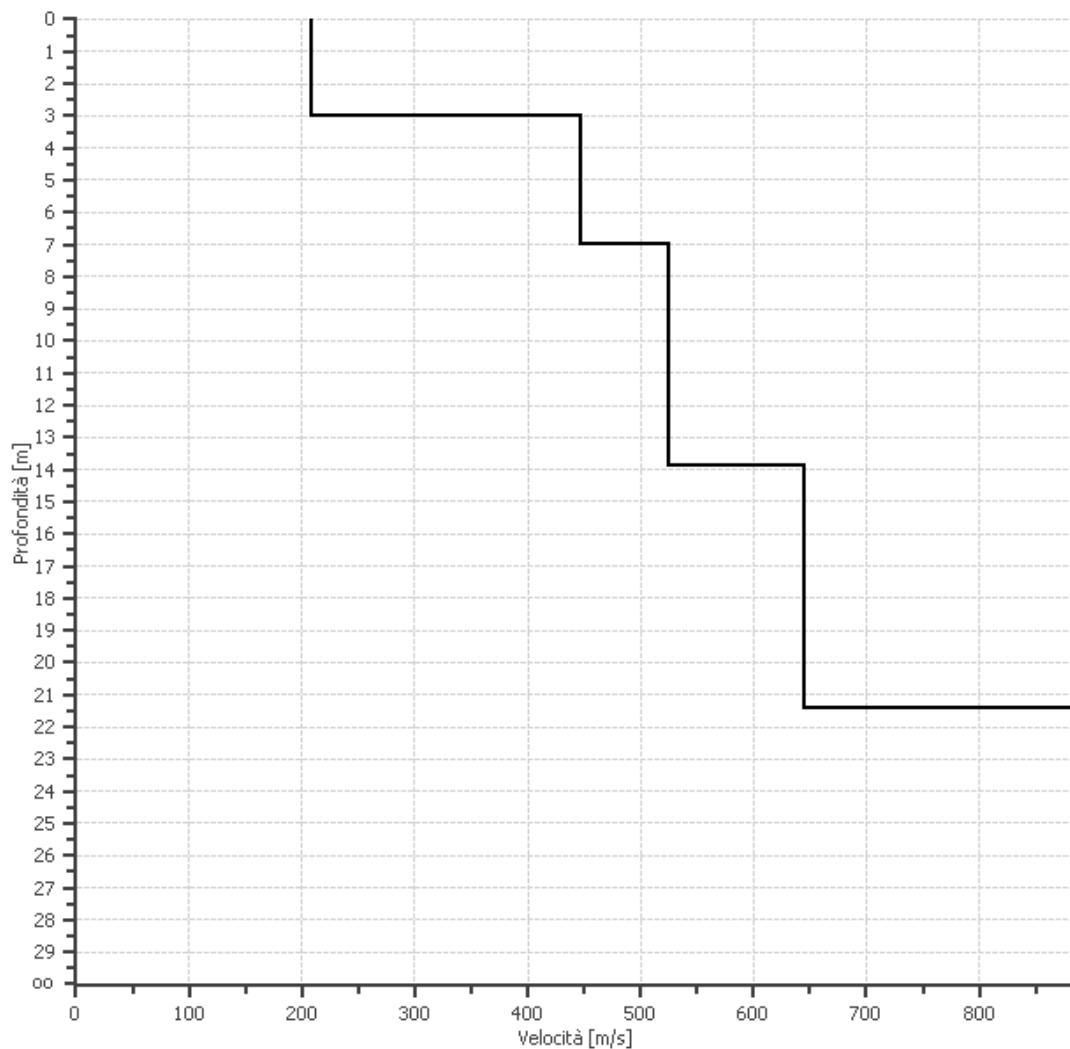


Figura 5: profilo di velocità delle onde di taglio ottenuto dall'inversione numerica dell'analisi in frequenza per lo stendimento AB

Utilizzando le velocità dei singoli strati fino a 30 m si è ottenuto un valore di V_{s30} pari a **518 m/s** per lo stendimento AB (tabella 1): questi valori identificano un suolo di **categoria B** : “ Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori maggiori di 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e dei valori

di V_{s30} , compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina) “

Modello Profilo Vs a 6 strati – Stendimento AB			
Strato	Profondità [m]		Vs [m/s]
	da	a	
1	0,0	3,0	207
2	3,0	7,0	447
3	7,0	13,9	524
4	13,9	21,5	645
5	21,5	28,5	884
6	28,5	30,0	887
$V_{s30} = 518$ m/s			

Tabella 1 – Velocità onde di taglio per ogni strato e calcolo del V_{s30} per lo stendimento AB

2.4 Nota:

Dopo l'esecuzione dell'indagine masw è stata segnalata la presenza di una cavità sotterranea adibita a ricovero pubblico anti-aereo come indicato in figura 6.

Durante l'esecuzione della prova sono state effettuate n°4 acquisizioni, due dal lato A dello stendimento e due dal lato B. Le curve di dispersione più attendibili sono state quelle calcolate con le acquisizioni dal lato A dello stendimento. Le curve di dispersione dal lato B sono caratterizzate da un pessimo allineamento dei punti

indicanti i massimi dello spettro velocità di fase- frequenze. È molto probabile che ciò sia dovuto alla presenza del sotterraneo .

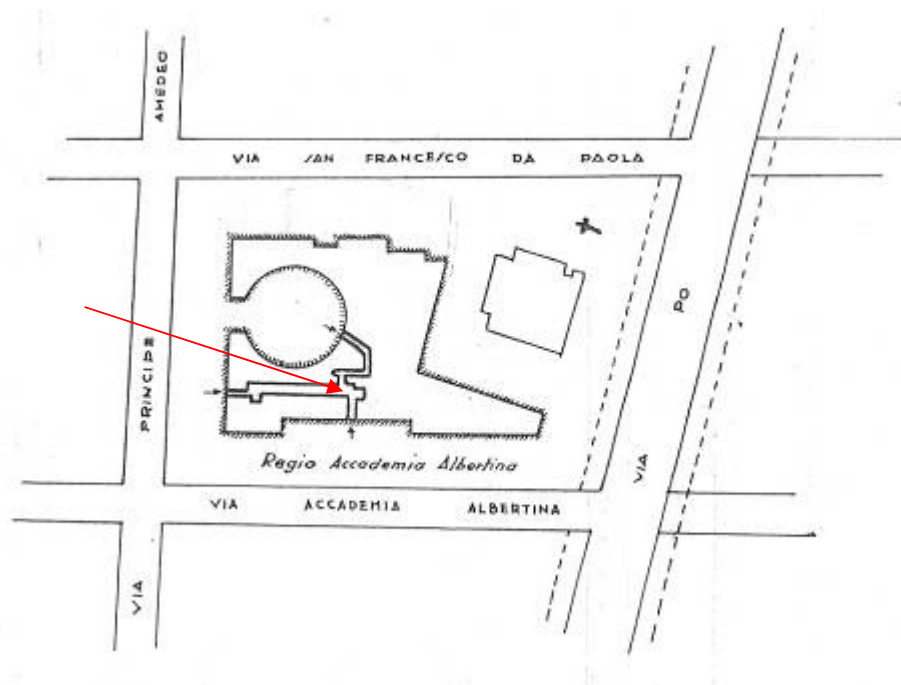


Figura 6: Ricovero Pubblico sotto la Accademia Albertina (indicato con la freccia rossa)