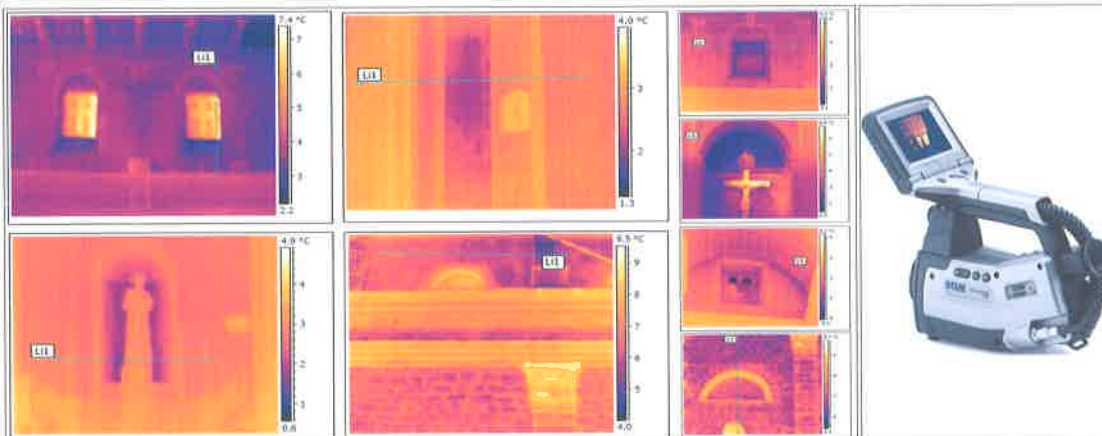


ARCIDIOCESI DI POTENZA-MURO LUCANO E MARSICO NUOVO

LARGO DUOMO N. 5 85100 POTENZA

LAVORI DI RESTAURO E CONSERVAZIONE CHIESA DELLA SS. TRINITA' DI POTENZA. INDAGINI DIAGNOSTICHE.



ALLEGATO:	REPORT DI ISPEZIONE TERMO- GRAFICA	REV. DATA	FEBBRAIO 2015
A.02			N. 00 DEL 02/2015



[Handwritten Signature]
IL DIRETTORE TECNICO ARCH. MICHELE PIETRO DI CAPUA



INDICE

Report di ispezione termografica pag. 01

Allegati

Planimetria con ubicazione immagini IR pag. 19



RAPPORTO D'ISPEZIONE TERMOGRAFICA

Servizi di indagini ed analisi diagnostiche per i " Lavori di restauro e conservazione della Chiesa della SS Trinità di Potenza"

Tipo di Ispezione:	Termografia di superficie interne ed esterne.	Data:	07 gennaio 2015 17 gennaio 2015
Località:	POTENZA	Ora inizio:	10,30 15,30
Committenza:	ARCIDIOCESI DI POTENZA-MURO LUCANO E MARSICO NUOVO	Ora fine:	11,45 15,40

Condizioni meteo:	Tmax 10,4°C Tmin 5,6°C	Umidità 80%	Vento:	Media 9 km/h
--------------------------	---------------------------	-------------	---------------	--------------

OGGETTO (edif/app/locale): Chiesa della SS. Trinità

Il principale obiettivo della committenza è quello di individuare discontinuità riconducibili a diverse fasi costruttive, individuazione di elementi architettonici nascosti, mappatura di quadri umidi e all'analisi quantitativa del degrado.

L'ispezione è stata condotta internamente ed esternamente agli ambienti della Chiesa

A seguire si riportano le immagini infrarosse acquisite, le corrispondenti immagini visibili gli istogrammi delle temperature.

Per ogni serie di immagini corrispondenti si riporta un breve commento

DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Le indagini sono state eseguite con termo camera FLIR, modello ThermaCAM P65 con le seguenti caratteristiche:

Risoluzione spaziale 1,3 mrad;

Risoluzione termica 0,08°C alla piena frequenza di 50Hz e in tutto il range di misura;

Frequenza di acquisizione immagine 50/60 Hz senza interlacciamento;

Tipo di sensore Focal Plane Array (FPA), micro bolometro non raffreddato 320 x 240 pixel;

Campo spettrale da 7,5 a 13 µm;

Le immagini IR e i dati acquisiti sul posto sono state successivamente elaborati ed integrati nel rapporto di ispezione con l'ausilio del software ThermaCAM Reporter della FLIR che consente di analizzare i dati radiometrici di ogni immagine.



Immagine visibile n. 0384

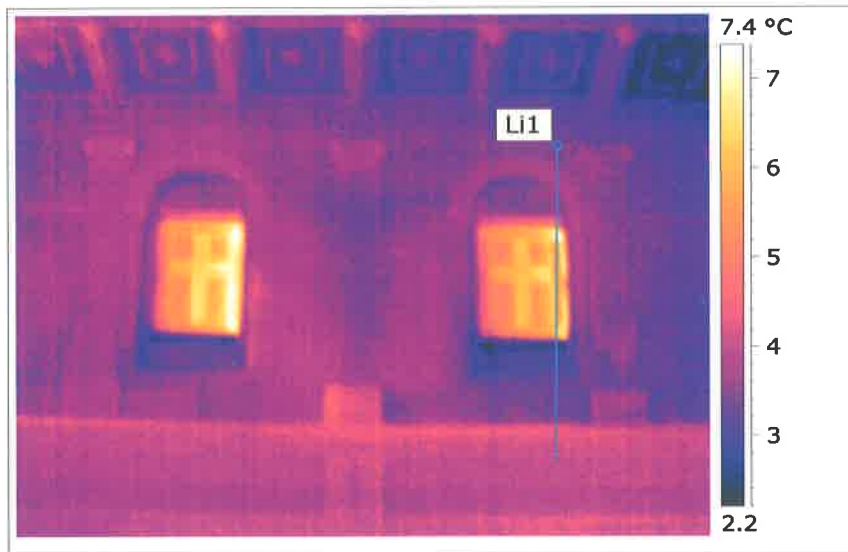
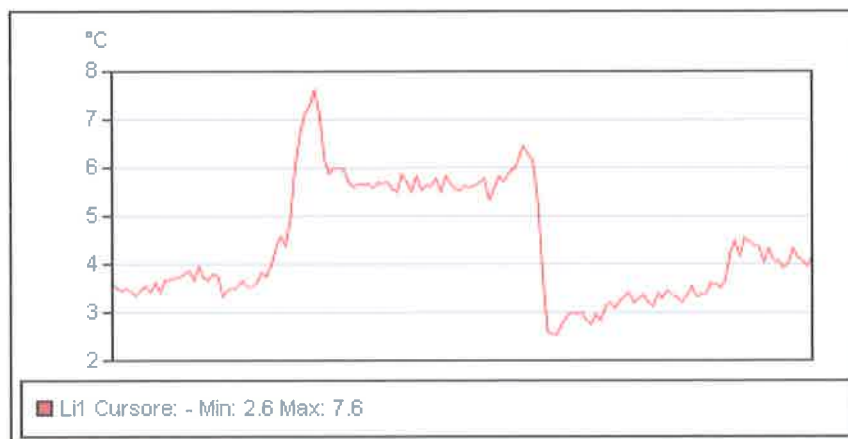


Tabella:

Date	07/01/2015
Filename	IR_0374.jpg
Max Temperature	7.6 °C
Min Temperature	2.0 °C
Immagine Ora	10.37.55
Tipo di termocamera	P65 PAL
Numero di serie	23402530
IObiettivo	FOV 24
Umidità relativa	81,5 %

Profilo IR immagine n. 0374



Profilo IR immagine n. 0374

La mappa termica mostra differenze di temperature nell'ordine di 5,6° C.
La colorazione più chiara = più calda = ; più scura = più freddo.



Immagine visibile n. 0380

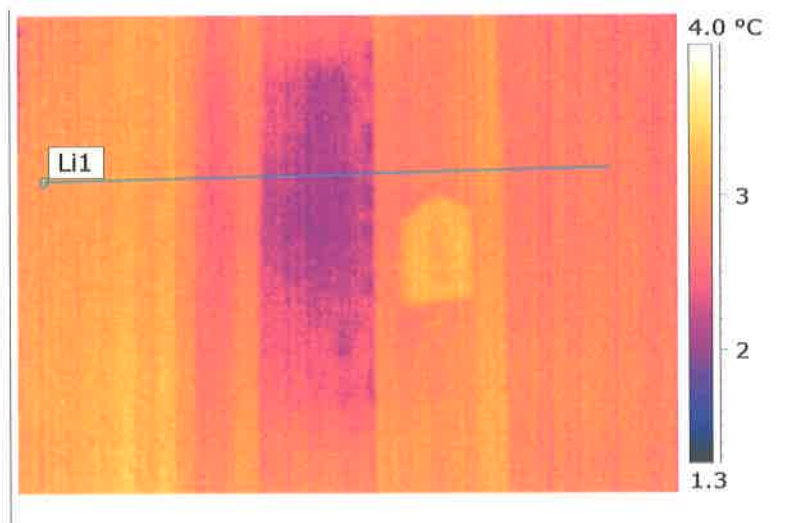
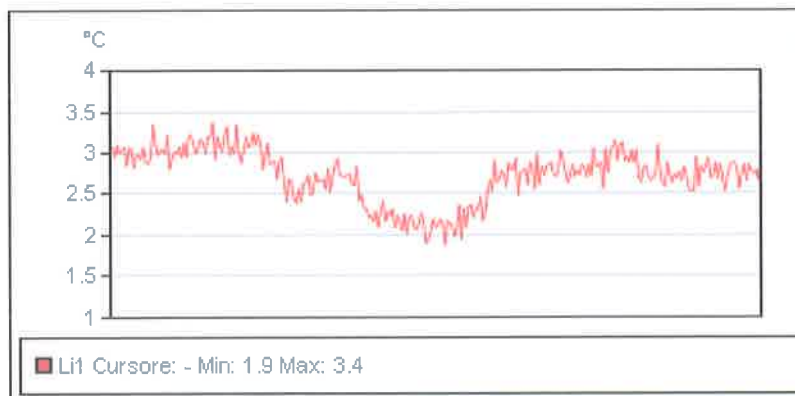


Tabella:

Date	07/01/2015
Filename	IR_0379.jpg
Max Temperature	3.8 °C
Min Temperature	1.7 °C
Immagine Ora	10.43.02
Tipo di termocamera	P65 PAL
Numero di serie	23402530
lObiettivo	FOV 24

Immagine IR_0379



Profilo IR immagine n. 0379

La mappa termica mostra differenze di temperature nell'ordine di 2,1° C.
La colorazione più chiara = più calda = ; più scura = più freddo.



Immagine visibile n. 0382

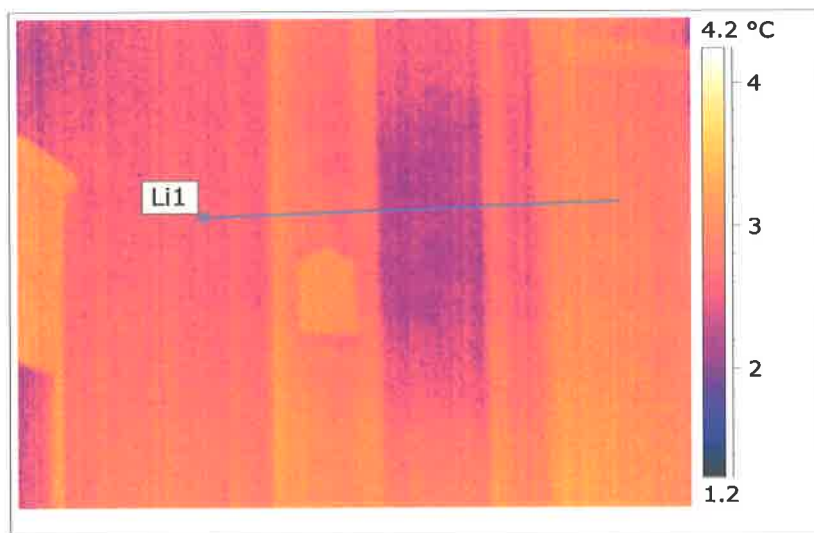
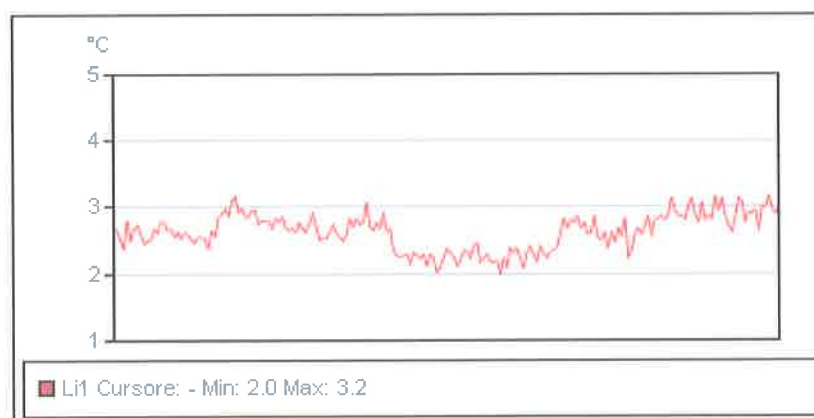


Tabella:

Date	07/01/2015
Filename	IR_0381.jpg
Max Temperature	3.8 °C
Min Temperature	1.8 °C
Immagine Ora	10.44.59
Tipo di termocamera	P65 PAL
Numero di serie	23402530
IObiettivo	FOV 24
Umidità relativa	81,5 %

Immagine IR_0381



Profilo IR immagine n. 0381

La mappa termica mostra differenze di temperature nell'ordine di 2,0° C.
La colorazione più chiara = più calda = ; più scura = più freddo.



Immagine visibile n. 0392

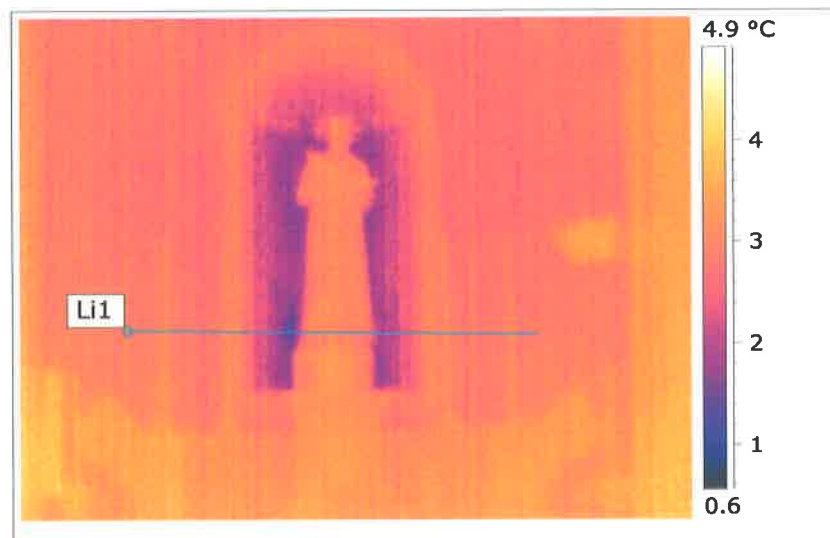
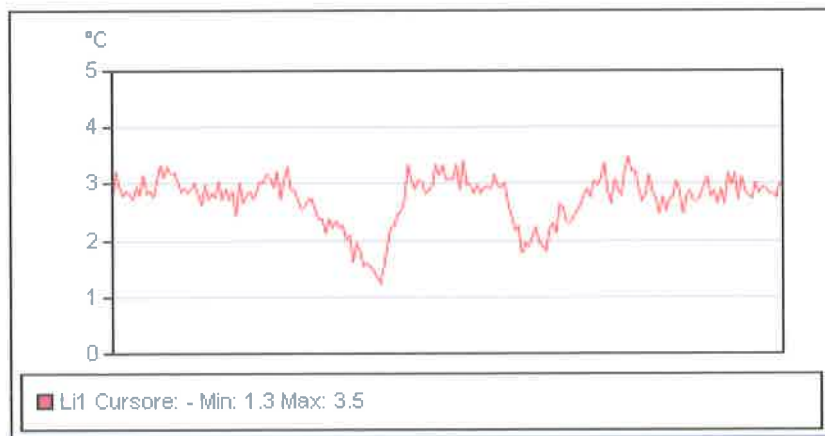


Tabella:

Date	07/01/2015
Filename	IR_0391.jpg
Max Temperature	4.4 °C
Min Temperature	1.0 °C
Immagine Ora	11.14.24
Tipo di termocamera	P65 PAL
Numero di serie	23402530
IObiettivo	FOV 24
Umidità relativa	81.5 %

Immagine IR_0391



Profilo IR immagine n. 0391

La mappa termica mostra differenze di temperature nell'ordine di 3,4° C.
La colorazione più chiara = più calda = ; più scura = più freddo.



Immagine IR_0395

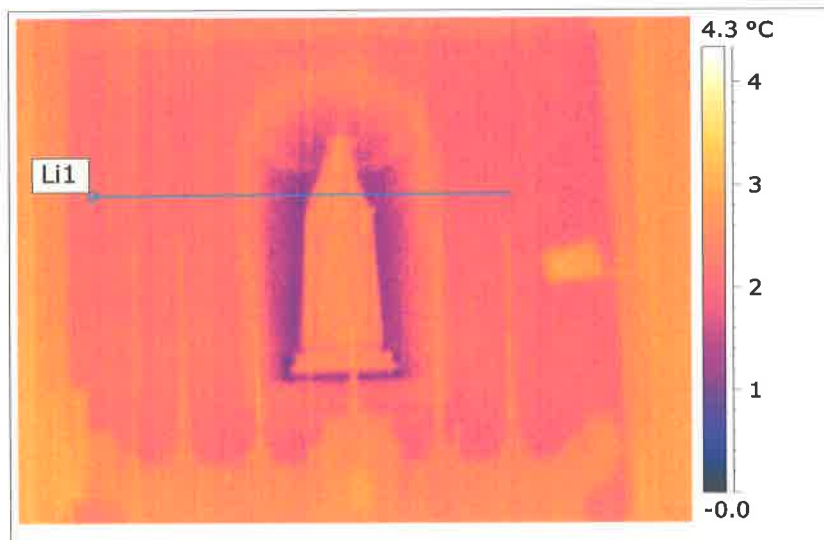
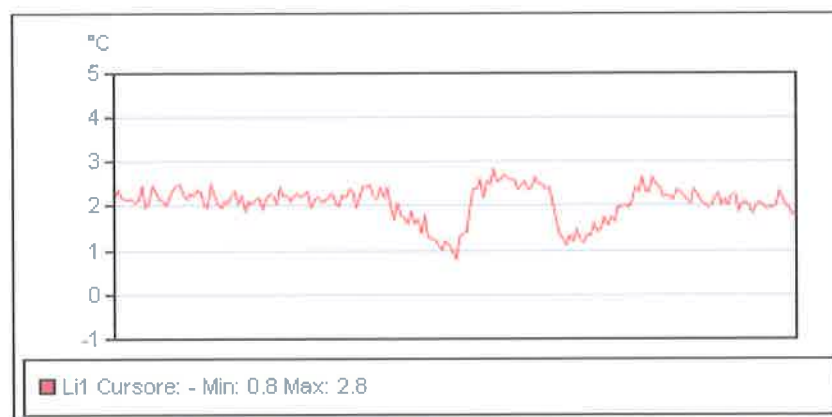


Tabella:

Date	07/01/2015
Filename	IR_0393.jpg
Max Temperature	3.6 °C
Min Temperature	0.7 °C
Immagine Ora	11.16.59
Tipo di termocamera	P65 PAL
Numero di serie	23402530
IObiettivo	FOV 24
Umidità relativa	81,5 %

Immagine IR_0393



Profilo IR immagine n. 0393

La mappa termica mostra differenze di temperature nell'ordine di 2,9° C.
La colorazione più chiara = più calda = ; più scura = più freddo.



Immagine visibile n. 0402

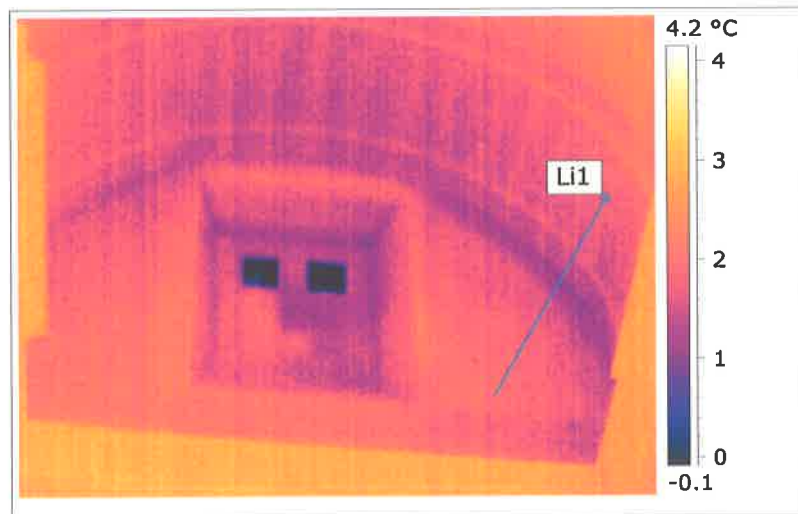
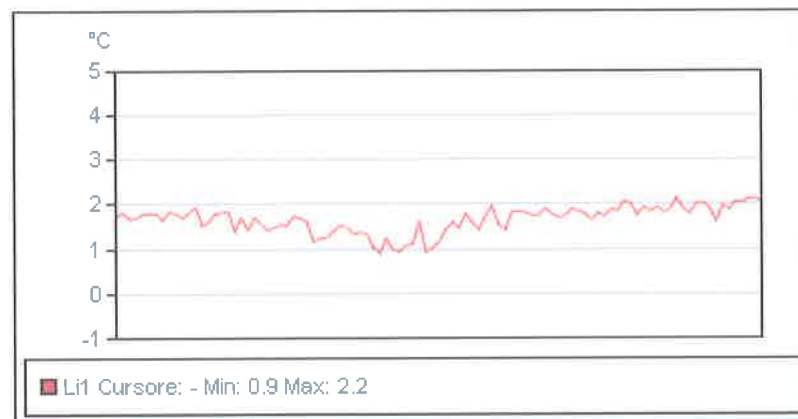


Tabella:

Date	07/01/2015
Filename	IR_0401.jpg
Max Temperature	3.6 °C
Min Temperature	-1.0 °C
Immagine Ora	11.30.13
Tipo di termocamera	P65 PAL
Numero di serie	23402530
IObiettivo	FOV 24
Umidità relativa	81,5 %

Immagine IR_0401



Profilo IR immagine n. 0401

La mappa termica mostra differenze di temperature nell'ordine di 4,6° C.
La colorazione più chiara = più calda = ; più scura = più freddo.



Immagine visibile n. 0399

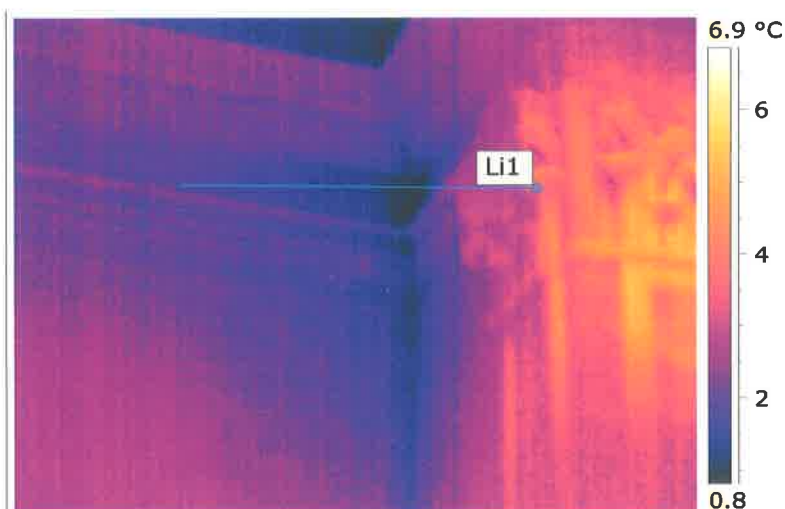
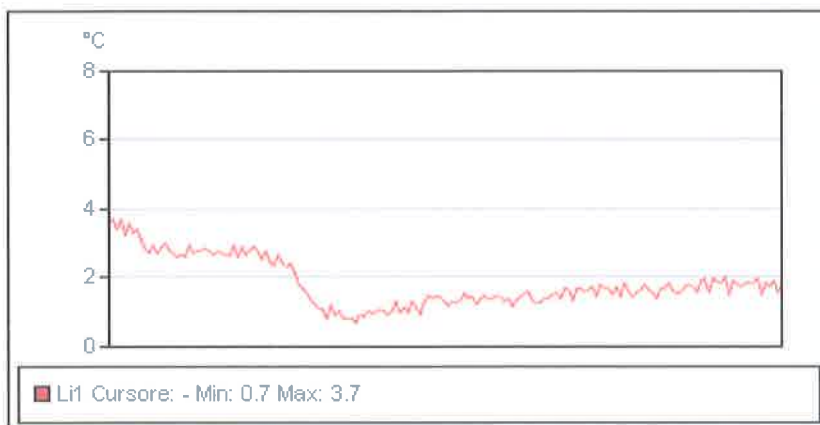


Tabella:

Date	07/01/2015
Filename	IR_0398.jpg
Max Temperature	5.8 °C
Min Temperature	0.4 °C
Immagine Ora	11.28.48
Tipo di termocamera	P65 PAL
Numero di serie	23402530
IObiettivo	FOV 24
Umidità relativa	81,5 %

Immagine IR_0398



Profilo IR immagine n. 0398

La mappa termica mostra differenze di temperature nell'ordine di 5,4° C.
La colorazione più chiara = più calda = ; più scura = più freddo.



Immagine IR_0407

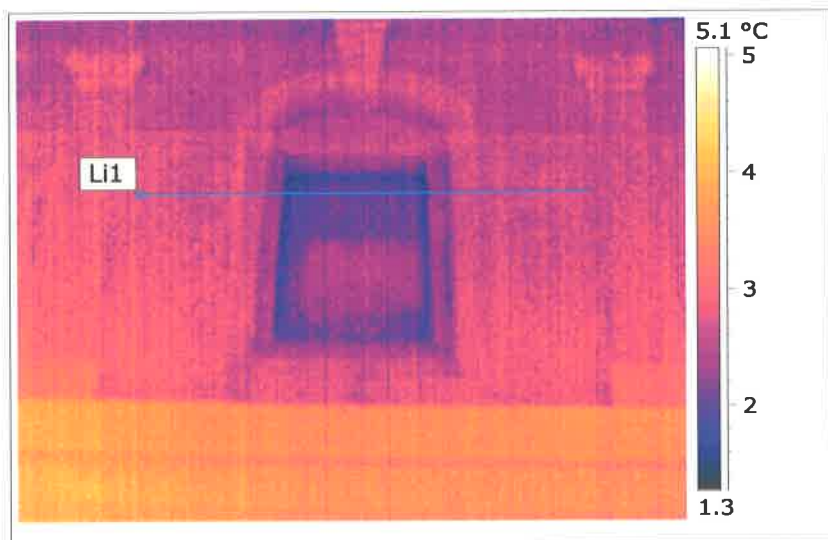
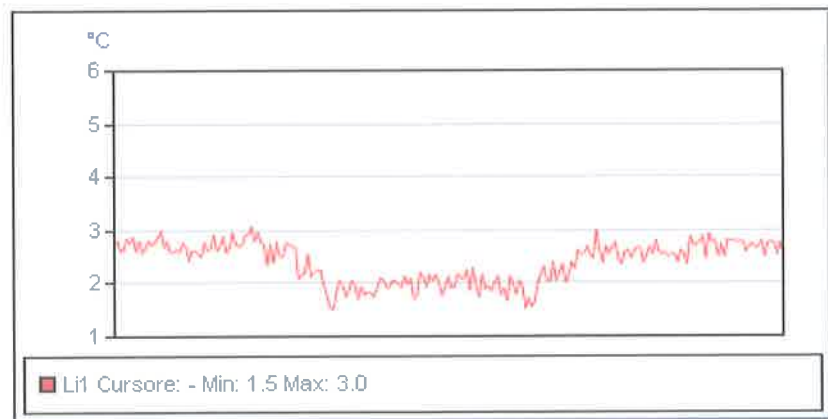


Tabella:

Date	07/01/2015
Filename	IR_0406.jpg
Max Temperature	4.6 °C
Min Temperature	1.2 °C
Immagine Ora	11.34.12
Tipo di termocamera	P65 PAL
Numero di serie	23402530
IObiettivo	FOV 24
Umidità relativa	81,5 %

Immagine IR_0406



Profilo IR immagine n. 0406

La mappa termica dell'immagine IR 0406 mostra differenze di temperature nell'ordine di 3,4° C.
La colorazione più chiara = più calda = ; più scura = più freddo.



Immagine visibile n. 0409

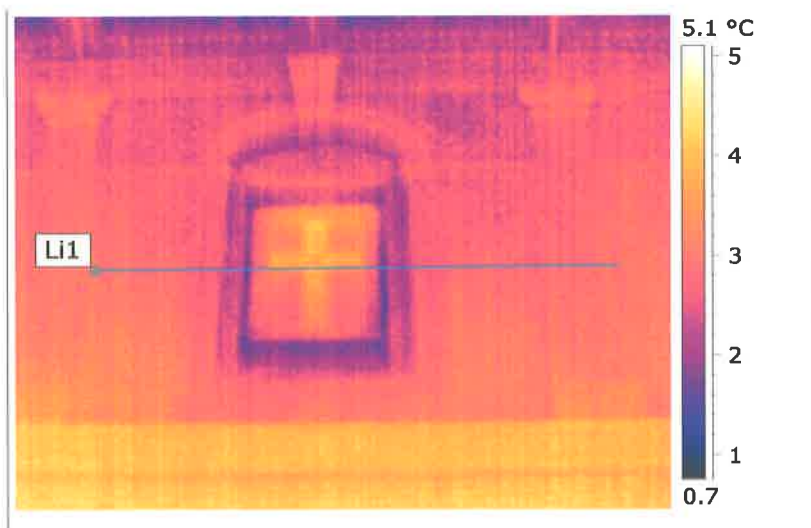
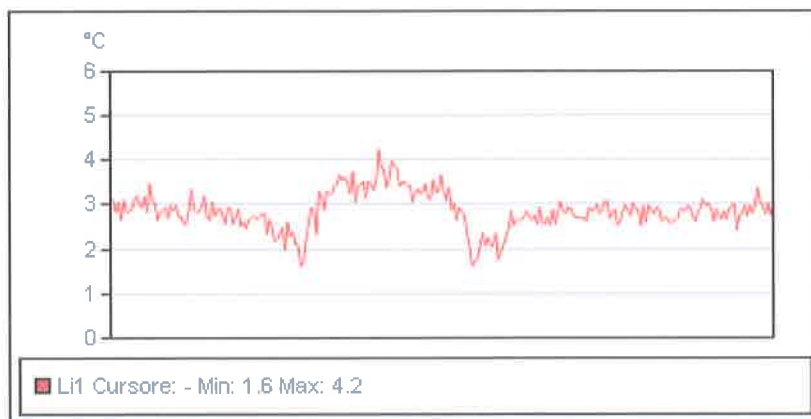


Tabella:

Date	07/01/2015
Filename	IR_0408.jpg
Max Temperature	4.8 °C
Min Temperature	1.2 °C
Immagine Ora	11.35.19
Tipo di termocamera	P65 PAL
Numero di serie	23402530
IObiettivo	FOV 24
Umidità relativa	81,5 %

Immagine IR_0346



Profilo IR immagine n. 0346

La mappa termica mostra differenze di temperature nell'ordine di 3,6° C.
La colorazione più chiara = più calda = ; più scura = più freddo.



Immagine visibile n. 0411

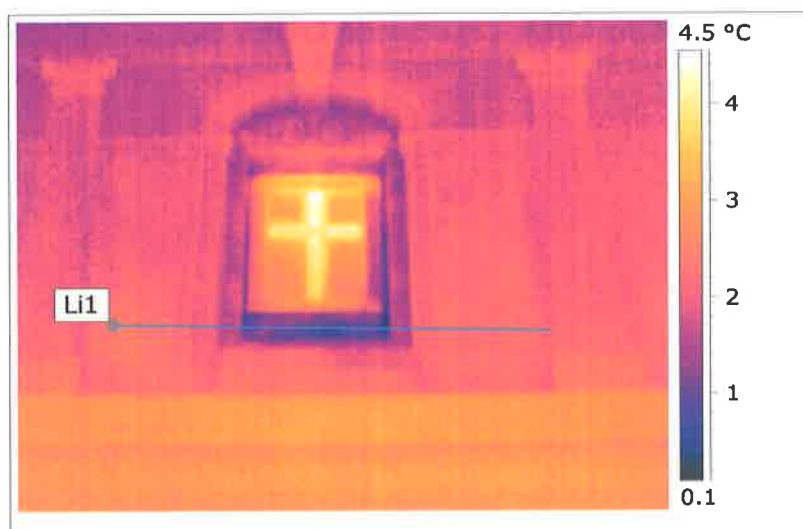
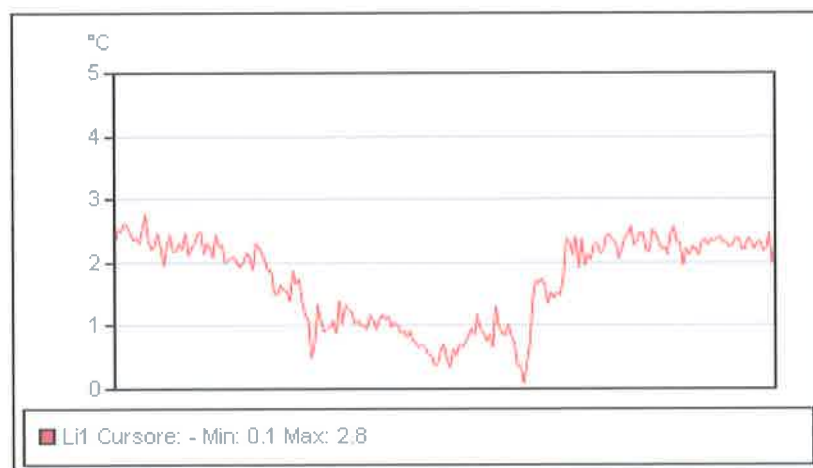


Tabella:

Date	07/01/2015
Filename	IR_0410.jpg
Max Temperature	4.7 °C
Min Temperature	0.0 °C
Immagine Ora	11.36.44
Tipo di termocamera	P65 PAL
Numero di serie	23402530
IObiettivo	FOV 24
Umidità relativa	81.5 %

Immagine IR_0410



Profilo IR immagine n. 0410

La mappa termica mostra differenze di temperature nell'ordine di 4,7° C.
La colorazione più chiara = più calda = ; più scura = più freddo.



Immagine visibile n. 0366

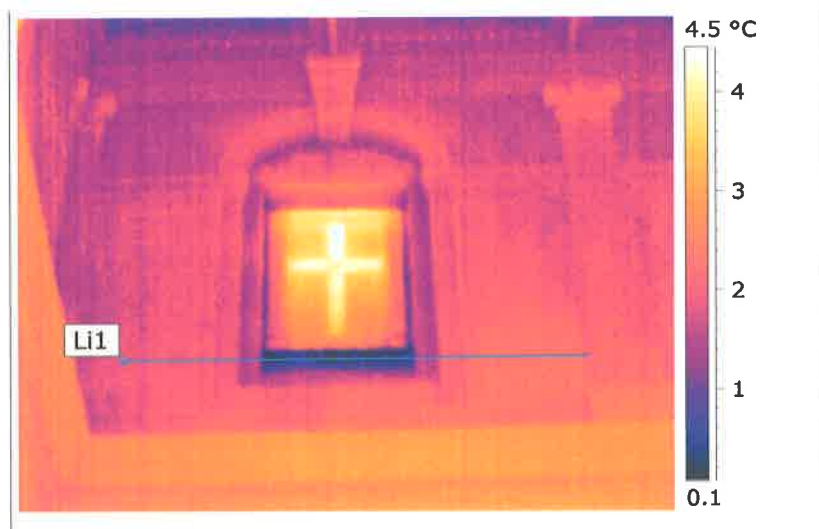
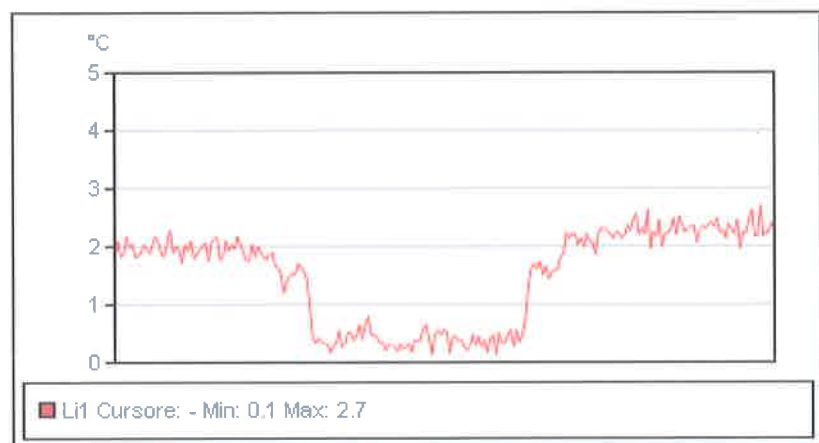


Tabella:

Date	07/01/2015
Filename	IR_0412.jpg
Max Temperature	4.9 °C
Min Temperature	-0.1 °C
Immagine Ora	11.37.53
Tipo di termocamera	P65 PAL
Numero di serie	23402530
IObiettivo	FOV 24
Umidità relativa	81,5 %

Immagine IR_0365



Profilo IR immagine n. 0365

La mappa termica mostra differenze di temperature nell'ordine di 3.6° C.
La colorazione più chiara = più calda = ; più scura = più freddo.



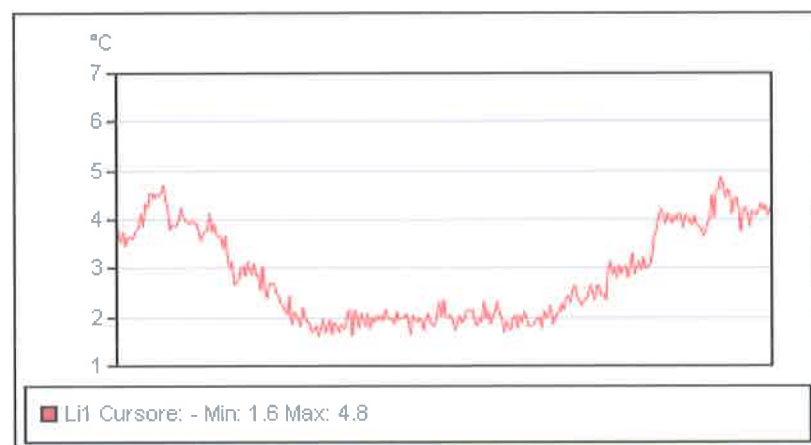
Immagine visibile n. 0417



Tabella:

Date	07/01/2015
Filename	IR_0414.jpg
Max Temperature	7.3 °C
Min Temperature	1.3 °C
Immagine Ora	11.40.06
Tipo di termocamera	P65 PAL
Numero di serie	23402530
IObiettivo	FOV 24
Umidità relativa	81,5 %

Immagine IR_0414



Profilo IR immagine n. 0414

La mappa termica mostra differenze di temperature nell'ordine di 6,0° C.
La colorazione più chiara = più calda = ; più scura = più freddo.



Immagine visibile n. 0418

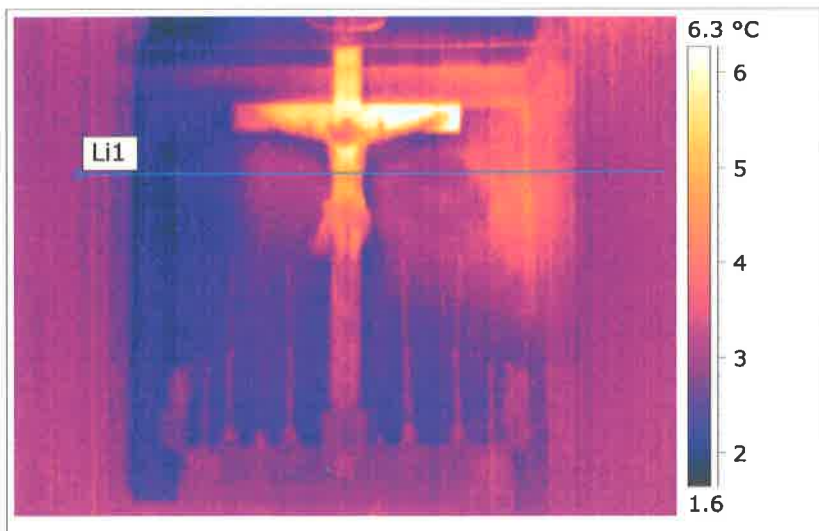


Tabella:

Date	07/01/2015
Filename	IR_0415.jpg
Max Temperature	7.0 °C
Min Temperature	1.5 °C
Immagine Ora	11.40.42
Tipo di termocamera	P65 PAL
Numero di serie	23402530
IObiettivo	FOV 24
Umidità relativa	81,5 %

Immagine IR_ 0415



Profilo IR mmagine n. 0415

La mappa termica mostra differenze di temperature nell'ordine di 5,5° C.
La colorazione più chiara = più calda = ; più scura = più freddo.



Immagine visibile n. 0434

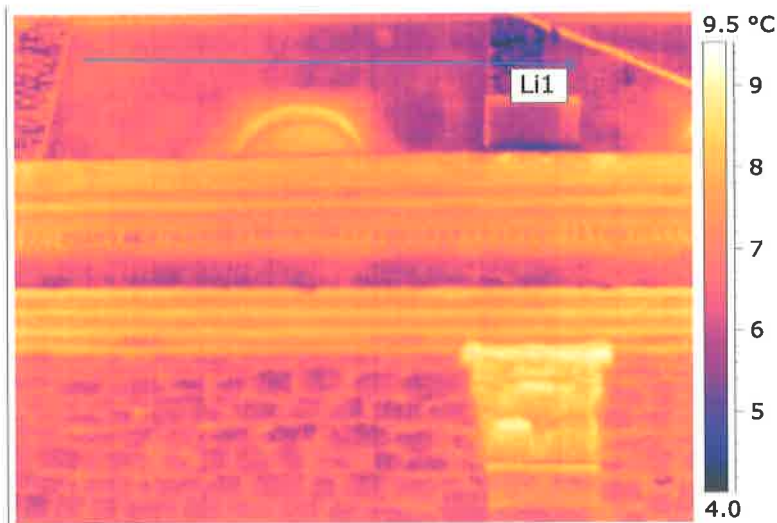
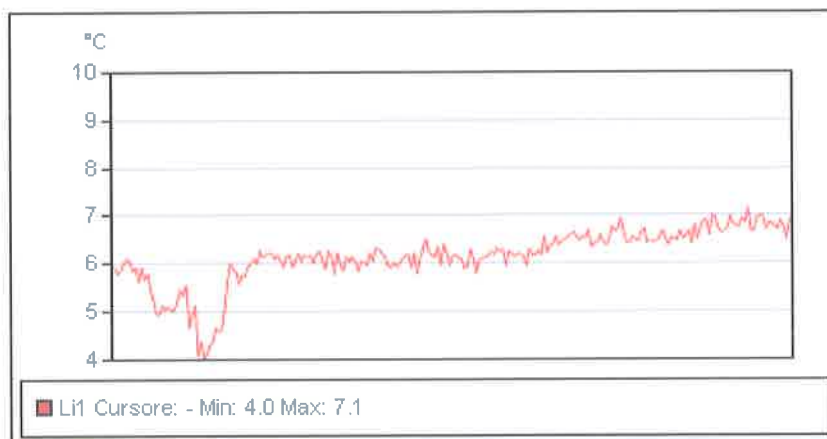


Tabella:

Date	17/01/2015
Filename	IR_0437.jpg
Max Temperature	9.5 °C
Min Temperature	3.4 °C
Immagine Ora	15.34.53
Tipo di termocamera	P65 PAL
Numero di serie	23402530
lObiettivo	FOV 24
Umidità relativa	80,0 %

Immagine IR_0437



Profilo IR immagine n. 0437

La mappa termica mostra differenze di temperature nell'ordine di 6,1° C.
La colorazione più chiara = più calda = ; più scura = più freddo.



Immagine visibile n. 0436

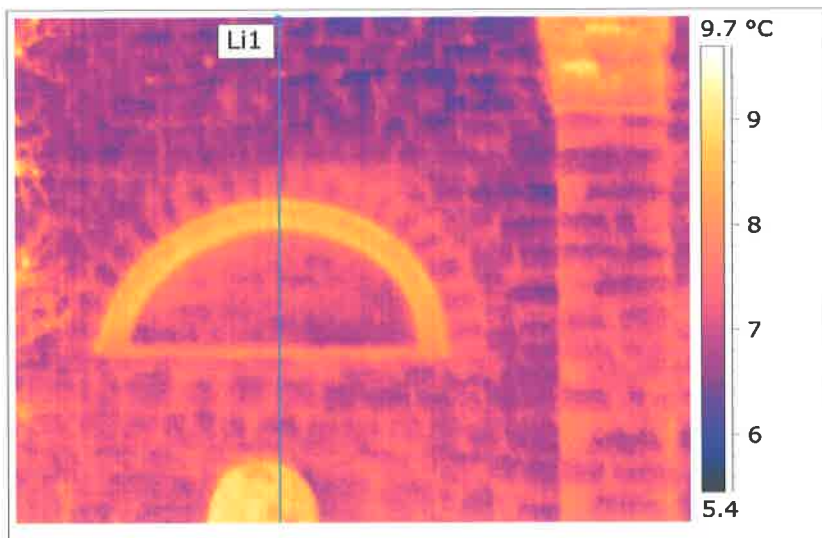
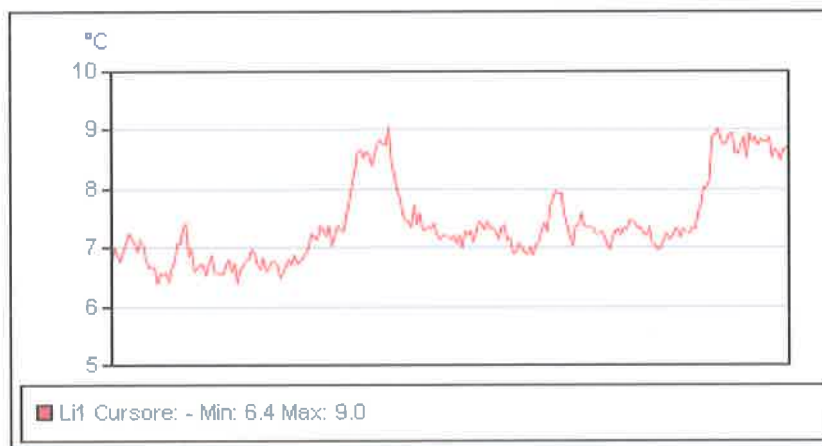


Tabella:

Date	17/01/2015
Filename	IR_0435.jpg
Max Temperature	9.5 °C
Min Temperature	5.9 °C
Immagine Ora	15.33.19
Tipo di termocamera	P65 PAL
Numero di serie	23402530
IObiettivo	FOV 24
Umidità relativa	80,0 %

Immagine IR_0435



Profilo IR immagine n. 0435

La mappa termica mostra differenze di temperature nell'ordine di 3,6° C.
La colorazione più chiara = più calda = ; più scura = più freddo.



Immagine visibile n. 0440

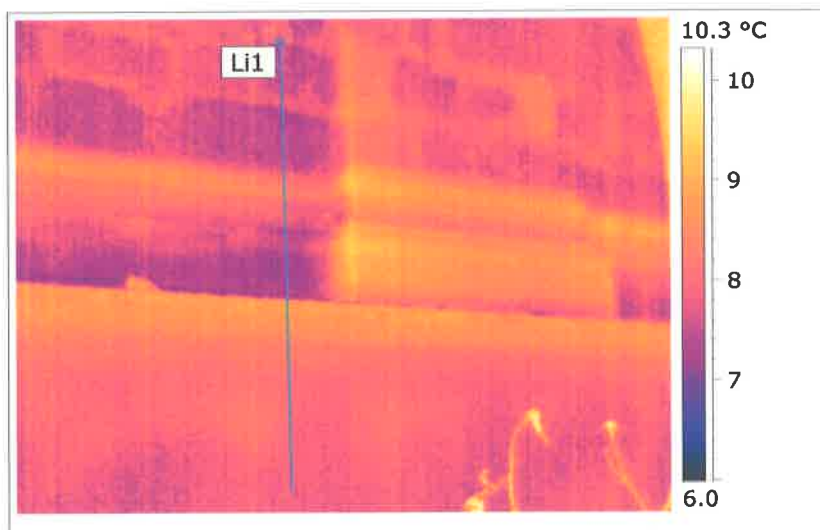
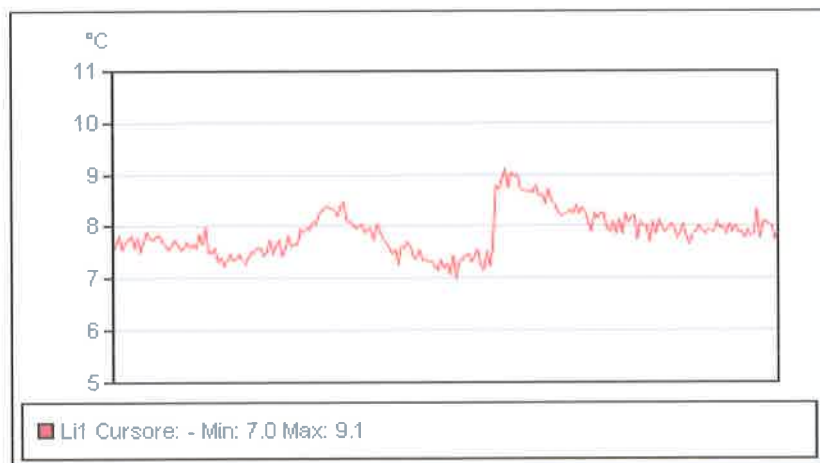


Tabella:

Date	17/01/2015
Filename	IR_0439.jpg
Max Temperature	10.4 °C
Min Temperature	6.8 °C
Immagine Ora	15.37.54
Tipo di termocamera	P65 PAL
Numero di serie	23402530
lObiettivo	FOV 24
Umidità relativa	80,0 %

Immagine IR_0439



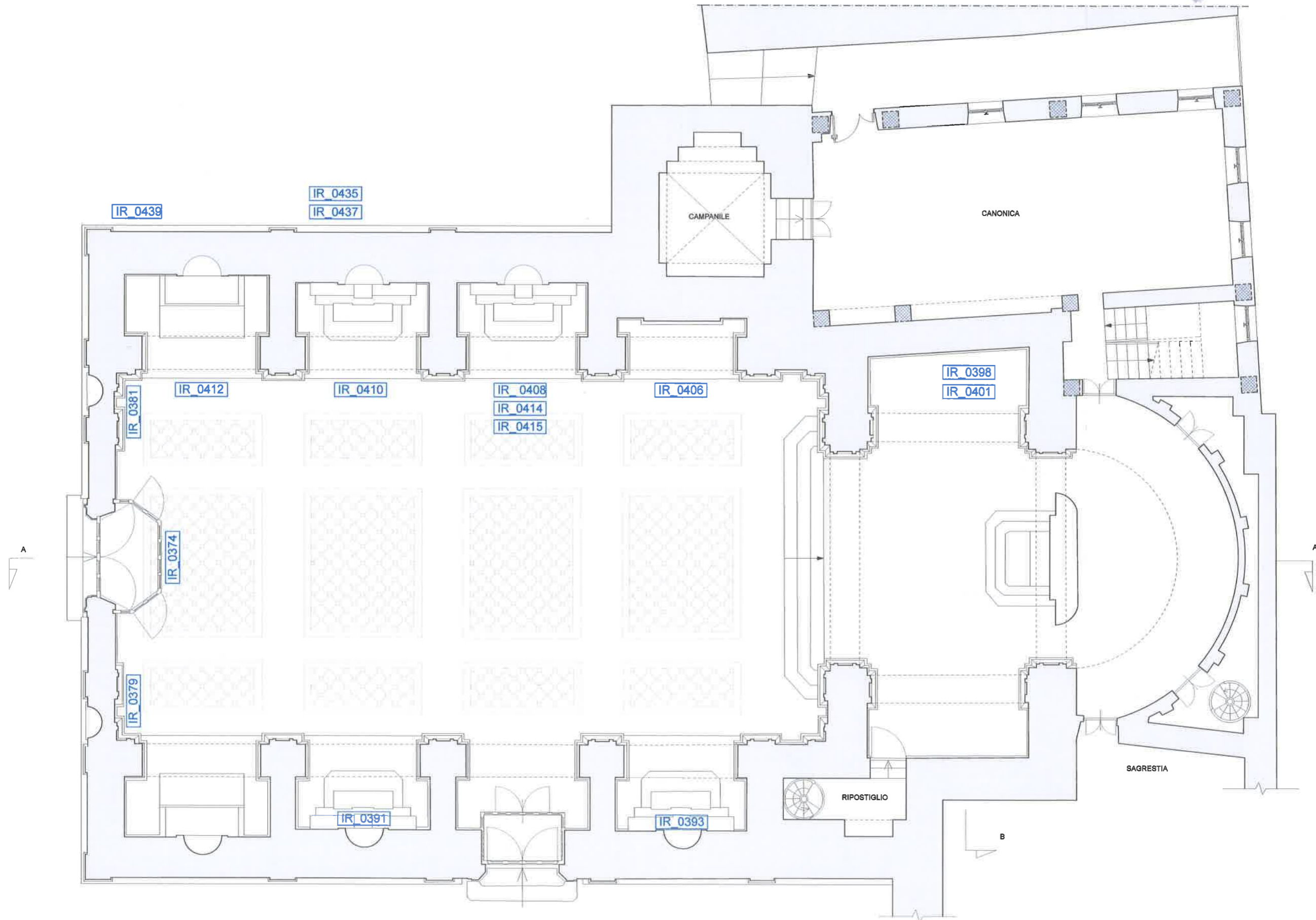
Profilo IR immagine n. 0439

La mappa termica mostra differenze di temperature nell'ordine di 3,6° C.
La colorazione più chiara = più calda = ; più scura = più freddo.



Allegato

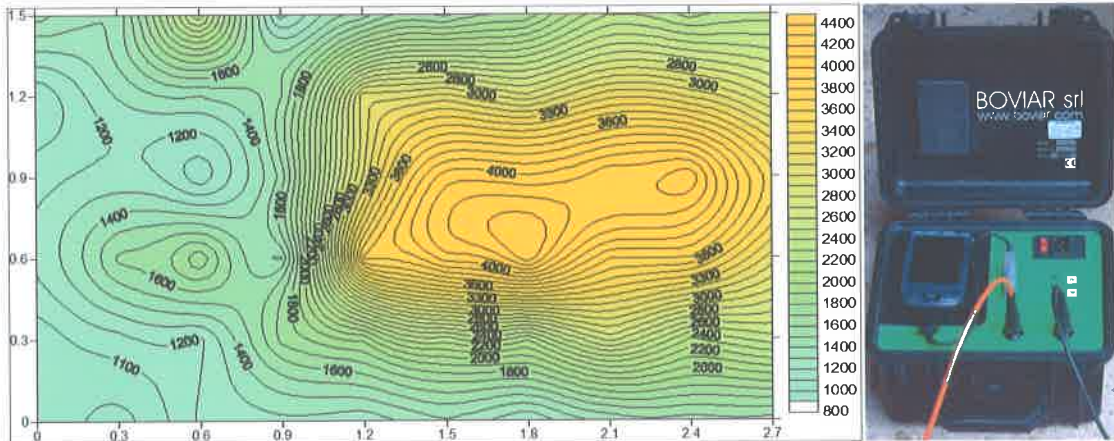
Planimetria con ubicazione immagini IR



ARCIDIOCESI DI POTENZA-MURO LUCANO E MARSICO NUOVO

LARGO DUOMO N. 5 85100 POTENZA

LAVORI DI RESTAURO E CONSERVAZIONE CHIESA DELLA SS. TRINITA' DI POTENZA. INDAGINI DIAGNOSTICHE.



ALLEGATO:

A.03

PROVE SONICHE

REV. DATA

FEBBRAIO 2015

N. 00 DEL 02/2015



Dedalo s.r.l.
Agenzia di Architettura

IL DIRETTORE TECNICO ARCH. MICHELE PIETRO DI CAPUA

INDICE:

1.0	Premessa	pag.2
2.0	PROVE SONICHE	pag. 2
2.1	Strumentazione adottata	pag. 3
2.2	Metodologia	pag. 5
2.2.1	Scelta dei campioni di muratura e definizione dei reticolo	pag. 5
2.2.2	Fase di taratura	pag. 6
2.2.3	Esecuzione delle prove	pag. 7
3.0	Dettaglio della sezione	pag. 8
3.1	Pannello S1	pag. 9
4.0	Risultati delle prove soniche	pag. 14
5.0	Allegati	pag. 15
5.1	Ubicazione delle indagini eseguite. Pianta piano terra.	pag. 16
5.3	Documentazione fotografica. Pannello S1	pag. 17

1.0 PREMESSA

Nell'ambito del progetto dei "Lavori di restauro e conservazione della chiesa della SS. Trinità di Potenza", la società Dedalo srl di Potenza, specializzata nell'esecuzione di indagini diagnostiche non invasive, finalizzate alla valutazione dello stato di conservazione dei beni culturali, è stata incaricata dall'Arcidiocesi di Potenza, Muro Lucano e Marsico Nuovo di eseguire **prove soniche** per valutare e conoscere le caratteristiche meccaniche delle murature attraverso la propagazione delle onde elastiche all'interno dei solidi murari.

Nel paragrafo seguente sono illustrate le metodologie utilizzate, le tecniche operative, i dati sperimentali ottenuti nonché i modelli interpretativi.

2.0 PROVE SONICHE

Con il termine prove soniche si intende un'indagine eseguita su campioni molto eterogenei e/o discontinui di murature portanti - (fondamentale per una definizione delle condizioni statiche di una struttura) - attraverso il rilievo del tempo di transito fra due punti (definiti T - trasmittente e R - ricevente) della propagazione di un'onda d'urto generata da un impulso meccanico.

Questa metodologia operativa, definita come "Rilievi microsismici mediante impulsi d'onde elastiche a bassa frequenza in campioni o strutture murarie" (definizione simile agli ultrasuoni dai quali si differenzia solo per il campo di frequenza: << 1KHz per la sonica, 24 - 500 KHz per gli ultrasuoni), consente la caratterizzazione tecnologica, ovvero del "grado di aggregazione" delle vecchie murature.

Con tale termine si intende indicare, allo stato attuale dell'arte, più qualitativamente che in termini specifici, la "consistenza" della struttura muraria, in riferimento alle sue capacità portanti. La muratura viene, infatti, intesa come un insieme strutturale costituito da componenti disomogenei, ma con frammentazione e diffusione tale da permettere una lettura, in opportuna scala, di una "omogeneità ideale" del materiale. In particolare, di questa caratteristica, riferita al grado di continuità e di densità fisica del materiale, suddivisa in "classi di merito", viene definita la sua individuazione sulla superficie del paramento murario: a letture avvenute è possibile cioè tracciare una mappa dello stato di aggregazione del manufatto murario ai vari livelli misurati.

Allo scopo di eseguire una corretta indagine vengono normalmente indotte, nel manufatto di prova, onde elastiche, in corrispondenza dei nodi di un reticolo ideale tracciato su una delle superfici verticali della muratura ed effettuando la corrispondente serie di letture delle velocità di attraversamento per trasparenza, su un identico reticolo tracciato sulla superficie opposta. I valori delle velocità ottenute, punto per punto, indicano la migliore o peggiore trasparenza all'onda elastica del manufatto e quindi individuano zone di differente grado di aggregazione.

Quando il mezzo in esame presenta discontinuità (fessure, vuoti) la velocità di propagazione delle onde diminuisce, sicché la prova fornisce direttamente informazioni sullo stato di danneggiamento del materiale.

La velocità delle onde elastiche in un mezzo omogeneo, isotropo e perfettamente elastico, è legata al modulo elastico dinamico E_d , dalla seguente relazione:

$$E_d = v^2 \cdot d \cdot \frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{(1-\nu)}$$

dove:

E_d = modulo di elasticità dinamico in Pa (Nm⁻²)

v = velocità dell'onda in ms⁻¹

ν = modulo dinamico di Poisson

d = densità del mezzo in kgm⁻³

Nel suo propagarsi l'onda elastica perde energia, e ciò è dovuto ad una diminuzione dell'intensità legata alla legge di propagazione dell'onda di tipo sferico, mentre un'altra diminuzione avviene alle interfaccia tra discontinuità, dove l'energia viene in parte riflessa ed in parte rifratta.

E' così possibile misurare il tempo di propagazione dell'onda (e nel contempo verificare frequenze ed attenuazioni), calcolare la velocità conoscendo la distanza reciproca tra la sonda trasmettitore e la sonda ricevente, e risalire a parametri quali il modulo elastico dinamico.

2.1 Strumentazione adottata

L'apparecchiatura utilizzata per rilievi sonici/ultrasonici è costituita da:

- centralina di acquisizione mod CMS;
- apparato di ricezione ricevitori piezoelettrici;
- apparato di trasmissione;
- software per il trasferimento e trattamento dati.

Centralina di acquisizione mod. CMS

Costituita da una dati al suo interno, oltre ai circuiti elettronici per la generazione degli impulsi ad alta tensione del trasmettitore e il condizionamento del segnale proveniente dal ricevitore, una scheda di digitalizzazione a 12 bit con frequenza 1,25 MHz permette di digitalizzare i segnali acquisiti (forma d'onda completa) e visualizzarli come un oscilloscopio con scala tempi-ampiezze.

I segnali vengono visualizzati, elaborati e memorizzati direttamente da un Computer Palmare HP IPAQ X11-21204 dotato di interfaccia bluetooth, integrato nella centralina, sul quale è caricato il software SonicPocket-WCE v. 3.3.9 che gestisce la visualizzazione, memorizzazione ed elaborazione dei segnali.



Centralina di acquisizione mod. CMS con palmare, ricevitore piezoelettrico RSG-55 e martello strumentato.

Apparato di ricezione

Il ricevitore di tipo piezoelettrico **RSG-55**, abbinato all'apparecchiatura sonora ed ultrasonica CMS, è stato progettato appositamente per avere una elevata sensibilità in un range di frequenza dei segnali ricevuti da 1 KHz a 8 KHz, con picco a 6KHz (30V/g), tipico quando si effettuano indagini su strutture costituite da materiali non particolarmente veloci o per distanze tra i punti di misura elevate (edifici storici, materiali rocciosi degradati e/o fratturati ecc...) e una buona sensibilità lineare per range di frequenza da 50 Hz a 70 KHz tipica per segnali ricevuti da campioni in calcestruzzo o rocce, sia per prove in sito che in laboratorio.

Sorgente di Energia

Nel caso in cui, con particolari tipi di materiali o per distanze tra i punti di trasmissione e ricezione molto elevati, non si riescano ad eseguire le misure a causa di mancanza di energia, si può utilizzare per la generazione degli impulsi il martello strumentato che consente di concentrare l'energia esattamente nel punto prescelto.

Trattamento dati

Il software DataSonic consente di eseguire l'operazione di trasferimento dei dati dalla centralina di acquisizione (computer palmare) ad un P.C. e di elaborare i dati trasferiti realizzando grafici, oscillogrammi e report personalizzati.

Il programma permette inoltre di rivedere ogni singolo segnale acquisito e di rileggere i tempi di primo arrivo. L'esportazione dei dati (tempi di arrivo, velocità, SEGNALE ACQUISITO, ecc) avviene in formato ASCII.

2.2 Metodologia

2.2.1 Scelta dei campioni di muratura e definizione del reticolo

E' stata scelta una sezione muraria denominate S1. La scelta è stata dettata da fattori contingenti quali l'accesso e la possibilità di eseguire misure per trasparenza.

Per la sezione S1 è stata tracciata una maglia rettangolare, disposta simmetricamente sulle due facce del pannello murario esaminato, avente dimensioni 270x150 centimetri in modo da realizzare un reticolo di sessanta nodi per lato equidistanti che rappresentano i punti di battuta e ricezione per l'indagine sonora (Fig. 1).

Durante la fase di acquisizione in cantiere, i nodi del reticolo della sezione di battuta è stato numerato posizionando il n.1 in alto a sinistra dell'osservatore, mentre i punti di ricezione sono stati numerati posizionando il n.1 in alto a destra dell'osservatore, consentendo quindi una lettura più immediata dei singoli percorsi (1-1, 4-4 e non 1-3 e 4-6).

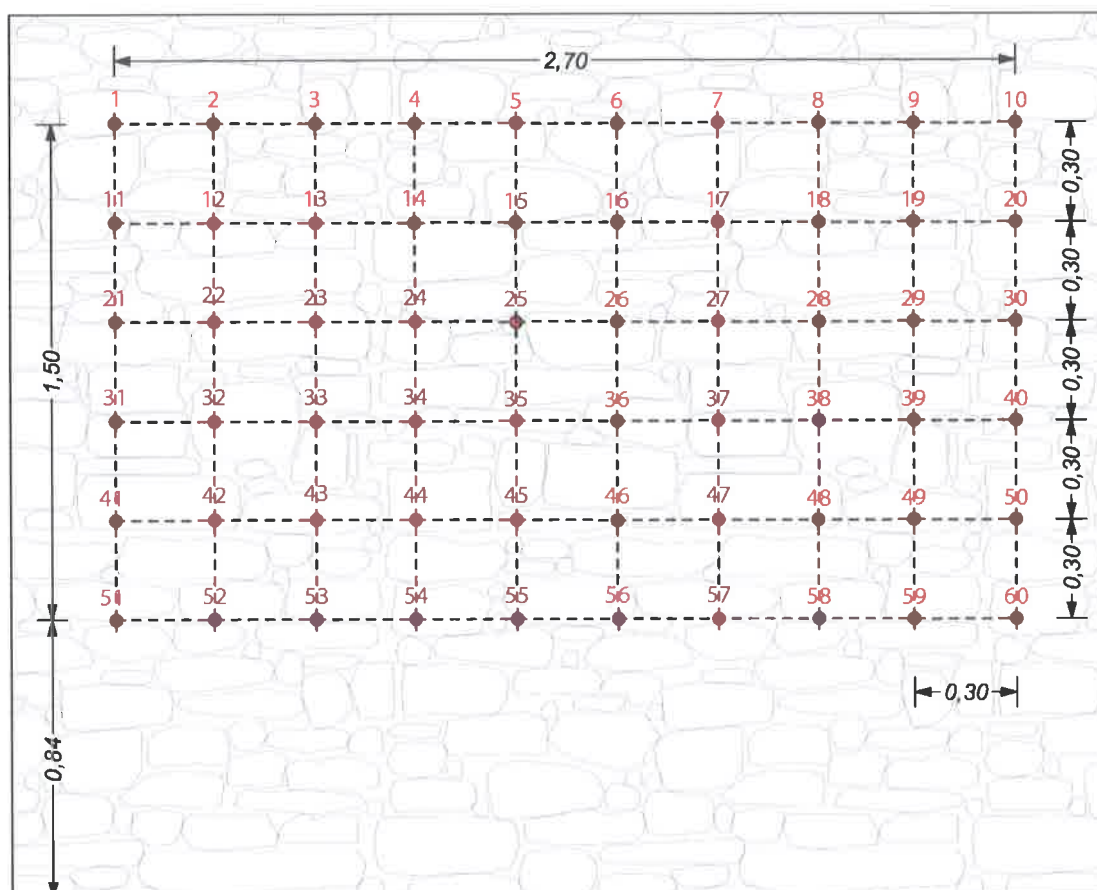


Fig. 1- Dimensioni dei reticoli utilizzati nell'indagine per le sezioni S1 (misure in mt.)
(la tolleranza nella localizzazione è di +/- 5 cm)

2.2.2 Fase di taratura

Prima della esecuzione delle prove è stata effettuata una fase di taratura dello strumento rispetto alle caratteristiche sia della muratura nel suo complesso, sia degli elementi lapidei in essa contenuti. Pertanto è stata eseguita una prova della velocità tipica su un blocco calcarea (dim 100mm x 310mm) simile a quello costituente il setto murario oggetto della prova, i risultati ottenuti con l'impiego dell'attrezzatura "CMS", sono illustrati nelle Fig.2 e 3.

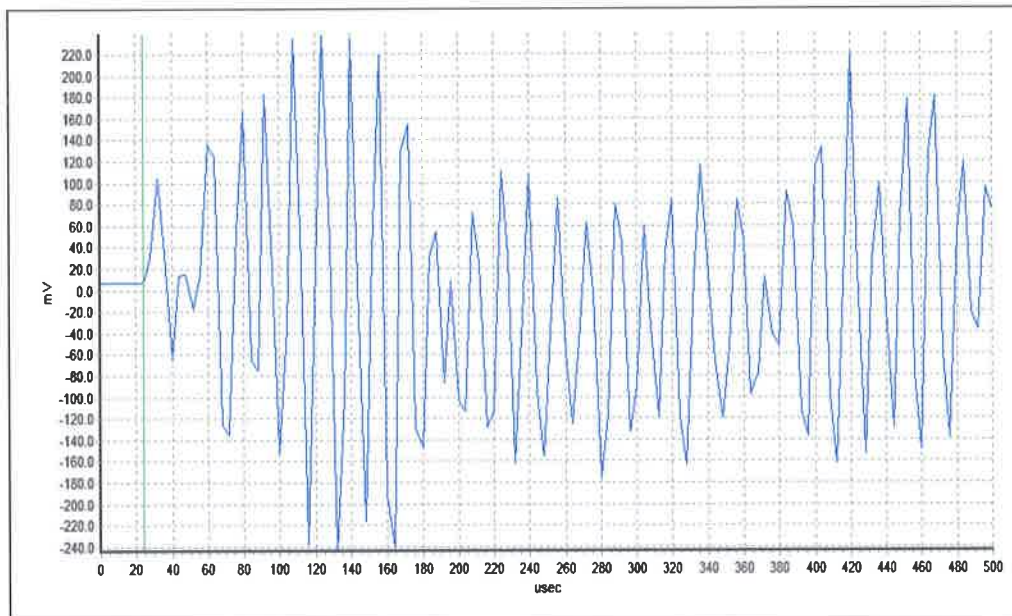


Fig. 2 - Misura calcare trasversale (D= 100 mm): 4200 m/s.

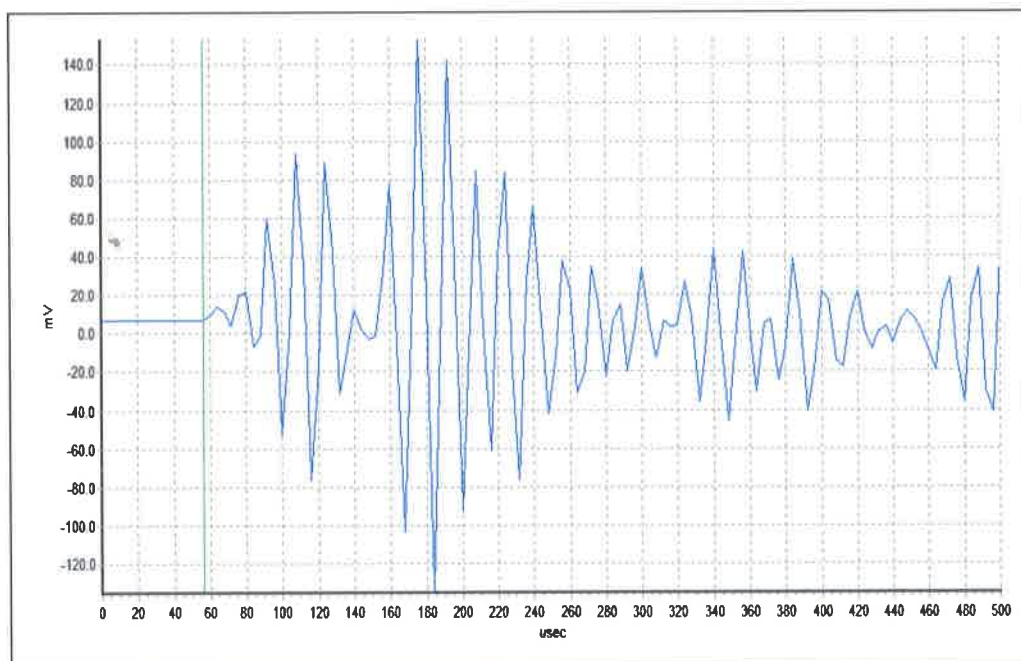


Fig. 3 - Misura calcare longitudinale (D= 310 mm): 5400 m/s.

Si è passati, quindi, alla definizione dei parametri di acquisizione e di registrazione del segnale definendo, tra l'altro:

- **Potenza** - Permette di selezionare l'energia fornita dal trasduttore Trasmittitore utile per evitare la saturazione del trasduttore Ricevitore durante la misura su campioni molto piccoli.
- **Amplificazione** - Permette di selezionare l'amplificazione cui sottoporre il segnale analogico prima di essere convertito in digitale. Si possono selezionare 5 diverse amplificazioni: **Low Power, 20, 40, 60 o 74 dB**. L'amplificazione viene selezionata in relazione al tipo di materiale da investigare. La selezione di questi valori di amplificazione può essere modificata anche durante il campionamento dei segnali tramite. La scala in ampiezza del segnale visualizzato è assoluta e corrisponde al valore in tensione del segnale in uscita dal ricevitore.
- **Frequenza di campionamento** - Permette di selezionare manualmente la frequenza più opportuna in funzione del tempo di acquisizione desiderato. La selezione manuale della frequenza di campionamento comporta la selezione automatica del massimo numero di campioni disponibile (1024 standard).
- **Acquisizione μs** - Imposta la durata del tempo di acquisizione del segnale.
- **Trasmittitore** - Scelta del tipo di trasmettitore che si vuole usare
- **Ritardo** (piezoelettrico) La lettura del primo arrivo, sia automatica o manuale, viene corretta sottraendovi il valore inserito in questo campo. Il valore da inserire varia in relazione al tipo di trasduttore usato; il corretto valore da inserire viene calcolato misurando la differenza del tempo sul campione in dotazione con quello riportato sul campione. La centralina e i sensori vengono calibrati nel nostro laboratorio prima di ogni uscita.

2.2.3 Esecuzione delle prove

Il metodo utilizzato per l'esecuzione delle prove è stato quello della trasparenza diretta per tutte le sezioni. Ai nodi dei reticoli di ogni sezione scelta si è applicato da una parte il sensore sonico per la ricezione e dall'altra è stato trasmesso l'impulso. Per tutte le sezioni, sono stati utilizzati per la battuta il martello con trigger incorporato.

Per ogni "percorso" (1-1, 4-4, ecc..), impostato lo spessore, sono state effettuate 5 battute, rilevando direttamente, i valori della velocità di trasmissione dell'onda elastica che sono stati, poi registrati e riportati sulle tabelle allegate ad eccezione di quei valori risultati non coerenti attraverso l'analisi della forma d'onda visualizzata e memorizzata durante l'acquisizione.



3.0

DETTAGLIO DELLA SEZIONE

3.1 PANNELLO S01

 TABELLA DEI TEMPI μ S

Pannello S01 Spessore muratura = mt. 0,85											
BASE 1-51						BASE 2-52					
1	11	21	31	41	51	2	12	22	32	42	52
554,60	859,20	788,70	694,80	788,70	751,20	615,00	511,70	699,50	493,00	680,80	849,80
554,00	821,60	718,30	647,90	770,00	802,80	657,30	652,60	680,80	493,00	765,30	854,50
554,00	882,60	741,80	718,30	821,60	807,5	723,00	713,60	699,50	516,40	727,70	737,10
544,60	845,10	723,00	718,30	901,40	788,70	549,30	732,40	676,10	488,30	807,50	690,10
549,30	845,10	713,60	699,50	887,30	793,40	516,40	685,50	671,40	671,40	704,20	647,90
Valori minimi rilevati per ogni punto di battuta											
544,60	821,60	713,60	647,90	770,00	751,20	516,40	511,70	671,40	488,30	680,80	647,90
Valori medi rilevati per ogni punto di battuta											
549,30	850,72	737,08	695,76	833,80	788,72	612,20	659,16	685,46	532,42	737,10	755,88

TABELLA DELLE VELOCITA' m/s

Pannello S01 Spessore muratura = mt. 0,85											
BASE 1-51						BASE 2-52					
1	11	21	31	41	51	2	12	22	32	42	52
1560,80	989,30	1077,70	1223,30	1077,70	1131,60	1382,10	1661,00	1215,10	1724,30	1248,60	1000,30
1534,30	1034,60	1183,30	1312,00	1104,00	1058,80	1293,20	1302,50	1248,60	1724,30	1110,70	994,80
1534,30	936,00	1145,90	1183,30	1034,60	1052,60	1175,70	1191,10	1215,10	1645,90	1168,10	1153,20
1560,80	1005,80	1175,70	1183,30	943,00	1077,7	1547,40	1160,60	1257,30	1740,90	1052,60	1231,60
1547,40	1005,80	1191,10	1215,10	957,90	1071,30	1645,90	1240,10	1266,10	1266,10	1207,00	1312,00
Valori massimi rilevati per ogni punto di battuta											
1560,80	1034,60	1191,10	1312,00	1104,00	1131,60	1645,90	1302,50	1266,10	1740,90	1248,60	1312,00
Valori medi rilevati per ogni punto di battuta											
1547,52	997,70	1154,74	1223,40	1023,44	1078,4	1408,86	1311,06	1240,44	1620,30	1157,40	958,38

 TABELLA DEI TEMPI μ S

Pannello S01 Spessore muratura = mt. 0,85											
BASE 3-53						BASE 4-54					
3	13	23	33	43	53	4	14	24	34	44	54
305,20	657,30	788,70	478,90	741,80	680,80	831,00	539,90	525,80	544,60	478,90	680,80
340,40	615,00	845,10	464,80	680,80	690,10	737,10	525,80	563,40	586,80	572,80	671,10
375,60	572,80	826,30	446,00	746,50	690,10	699,50	530,50	718,30	629,10	478,90	699,50
312,20	591,50	831,00	422,50	713,60	699,50	713,60	530,50	502,40	671,40	460,10	662,00
300,50	615,00	845,10	441,30	718,30	723,00	727,70	558,70	516,40	657,30	474,20	624,40
Valori minimi per ogni punto di battuta											
300,50	572,80	826,30	422,50	680,80	680,80	699,50	525,80	502,40	544,60	460,10	624,40
Valori medi per ogni punto di battuta											
326,78	610,32	827,24	450,70	720,20	696,70	741,78	537,08	565,26	617,84	492,98	667,56

TABELLA DELLE VELOCITA' m/s

Pannello S01 Spessore muratura = mt. 0,85											
BASE 3-53						BASE 4-54					
3	13	23	33	43	53	4	14	24	34	44	54
2785,40	1293,20	1077,70	1775,00	1145,90	1248,60	1022,90	1574,30	1616,50	1560,80	1775,00	1248,60
2497,20	1382,10	1005,8	1828,80	1248,60	1231,60	1153,20	1616,50	1508,80	1448,40	1484,00	1266,10
2263,10	1484,00	1028,70	1905,80	1138,70	1231,60	1215,10	1602,20	1183,30	1351,10	1775,00	1215,10
2722,80	1436,90	1022,90	2011,70	1191,10	1215,10	1191,10	1602,20	1692,10	1266,10	1847,40	1284,00
2828,90	1382,10	1005,80	1926,10	1183,30	1175,70	1168,10	1521,40	1645,90	1293,20	1792,60	1361,30
Valori massimi rilevati per ogni punto di battuta											
2828,90	1436,90	1077,7	2011,70	1248,60	1248,60	1215,10	1616,50	1692,10	1560,80	1847,40	1361,30
Valori medi rilevati per ogni punto di battuta											
2619,44	1395,66	1028,18	1889,48	1181,52	1220,52	1150,08	1583,32	1529,32	1383,92	1734,80	1275,02

TABELLA DEI TEMPI μ S	Pannello S01 Spessore muratura = mt. 0,85											
	BASE 5-55						BASE 6-56					
	5	15	25	35	45	55	6	16	26	36	46	56
	568,10	279,30	248,80	225,40	431,90	685,50	502,40	270,40	201,90	211,30	366,20	629,10
	554,00	255,90	295,80	218,30	422,50	680,80	516,40	272,30	206,60	204,20	352,10	586,80
	549,30	281,70	277,00	218,30	436,60	704,20	497,60	270,4	218,30	216,00	431,90	615,00
	530,50	288,70	272,30	230,10	455,40	676,10	511,70	272,30	208,90	206,60	431,90	610,30
	563,40	291,10	281,70	220,70	464,80	713,60	521,10	274,20	213,60	206,60	323,90	615,00
	Valori minimi rilevati per ogni punto di battuta											
	530,5	255,90	281,70	218,30	422,50	680,80	502,40	270,40	201,90	204,20	323,90	586,80
Valori medi rilevati per ogni punto di battuta												
553,06	279,34	275,12	222,56	442,24	692,04	509,84	271,92	209,86	208,94	381,20	611,24	

TABELLA DELLE VELOCITA' m/s	Pannello S01 Spessore muratura = mt. 0,85											
	BASE 5-55						BASE 6-56					
	5	15	25	35	45	55	6	16	26	36	46	56
	1496,30	3042,90	3416,00	3771,90	1967,90	1240,10	1692,10	3143,20	4210,50	4023,30	2321,10	1351,10
	1534,30	3322,00	2873,80	3893,60	2011,70	1248,60	1645,90	3121,60	4114,80	4162,10	2414,00	1448,40
	1547,40	3017,50	3068,60	3893,60	1946,80	1207,00	1708,00	3143,20	3893,60	3935,90	1967,90	1382,10
	1602,20	2943,90	3121,60	3694,90	1866,50	1257,30	1661,00	3121,60	4068,50	4114,80	1967,90	1392,7
	1508,80	2920,20	3017,50	3852,10	1828,80	1191,10	1631,10	3100,20	3979,10	4114,80	2623,90	1382,10
	Valori massimi rilevati per ogni punto di battuta											
	1602,20	3322,00	3416,00	3893,60	2011,70	1257,30	1708,00	3143,20	4210,50	4162,10	2623,90	1392,70
Valori medi rilevati per ogni punto di battuta												
1537,80	3049,30	3099,50	3821,22	1924,34	1228,82	1667,62	3125,96	4053,30	4070,18	2258,96	1391,28	

TABELLA DEI TEMPI μ S	Pannello S01 Spessore muratura = mt. 0,85											
	BASE 7-57						BASE 8-58					
	7	17	27	37	47	57	8	18	28	38	48	58
	502,40	276,10	213,6	199,50	403,80	680,80	385,00	261,00	216,00	223,00	323,90	737,10
	408,50	270,40	216,00	183,10	403,80	713,60	361,50	249,80	194,80	225,40	314,50	572,80
	417,80	270,40	206,60	192,50	370,90	727,70	359,10	264,80	197,20	241,80	305,20	572,80
	493,00	272,30	208,90	194,80	356,80	704,20	373,20	270,40	208,90	230,10	295,80	554,00
	558,70	277,90	216,00	197,20	380,30	713,60	377,90	262,90	201,90	225,40	300,50	572,80
	Valori minimi rilevati per ogni punto di battuta											
	408,50	270,40	216,00	183,10	356,80	680,80	359,10	249,80	194,80	225,40	295,80	554,00
Valori medi rilevati per ogni punto di battuta												
476,08	273,42	212,22	193,42	383,12	707,98	371,34	261,78	203,76	229,14	307,98	601,90	

TABELLA DELLE VELOCITA' m/s	Pannello S01 Spessore muratura = mt. 0,85											
	BASE 7-57						BASE 8-58					
	7	17	27	37	47	57	8	18	28	38	48	58
	1692,10	3079,10	3979,10	4260,00	2105,20	1248,60	2207,90	3256,30	3935,90	3811,60	2623,90	1153,20
	2081,10	3143,20	3935,90	4642,30	2105,20	1191,10	2351,30	3403,20	4362,60	3771,90	2702,20	1484,00
	2034,30	3143,20	4114,80	4415,90	2291,80	1168,10	2366,70	3210,10	4310,70	3515,50	2785,40	1484,00
	1724,30	3121,60	4068,50	4362,60	2382,20	1207,00	2277,40	3143,20	4038,50	3694,90	2873,80	1534,30
	1521,40	2058,30	3935,90	4310,70	2235,20	1191,00	2249,10	3233,00	4210,50	3771,90	2828,90	1484,00
	Valori massimi rilevati per ogni punto di battuta											
	2081,10	3143,20	4114,80	4415,90	2382,20	1248,60	2366,70	3403,20	4362,60	3811,60	2873,80	1534,30
Valori medi rilevati per ogni punto di battuta												
1810,64	2909,08	4006,84	4398,30	2223,92	1201,16	2290,48	3249,16	4177,64	3713,16	2762,84	1427,90	

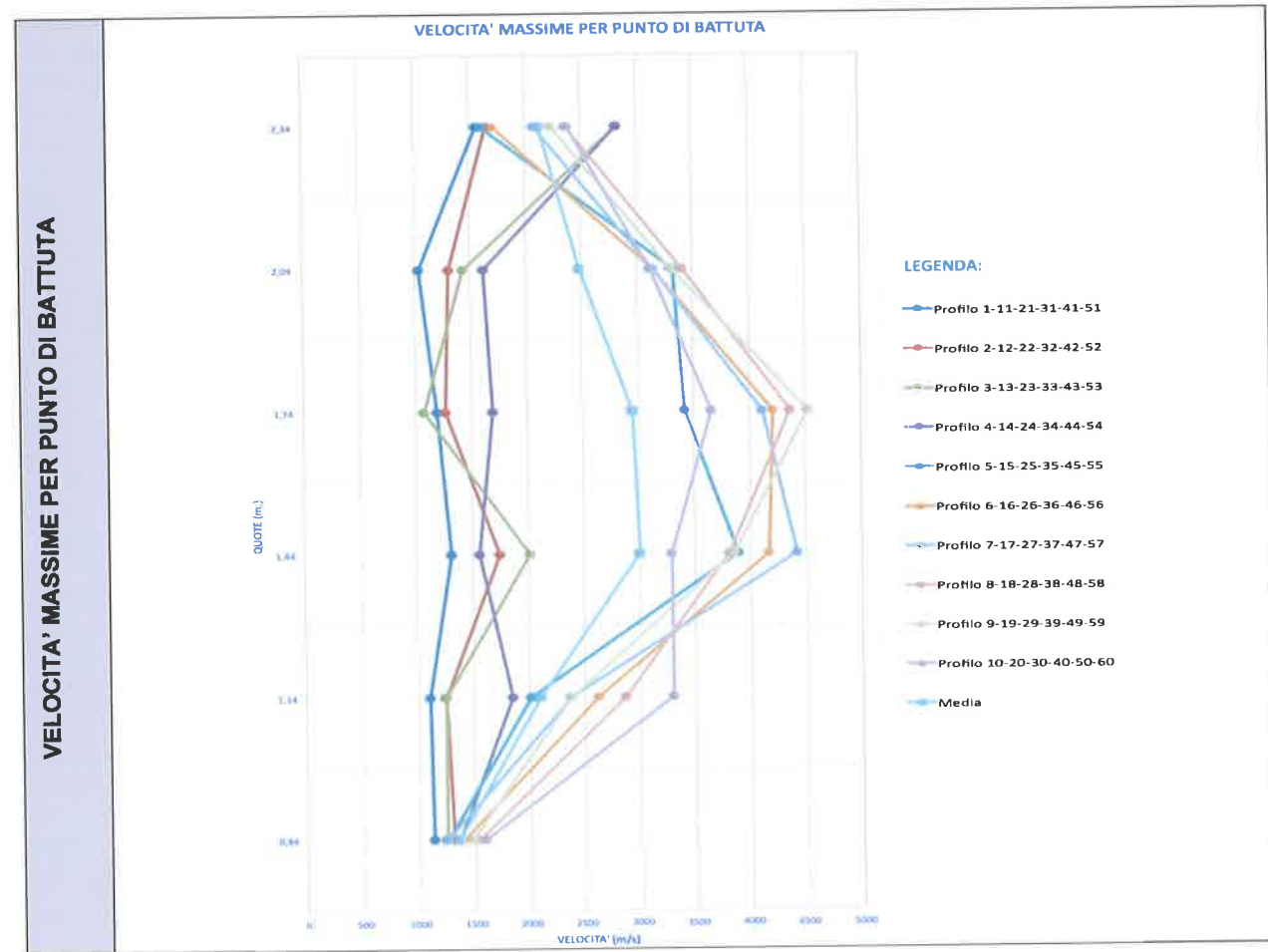


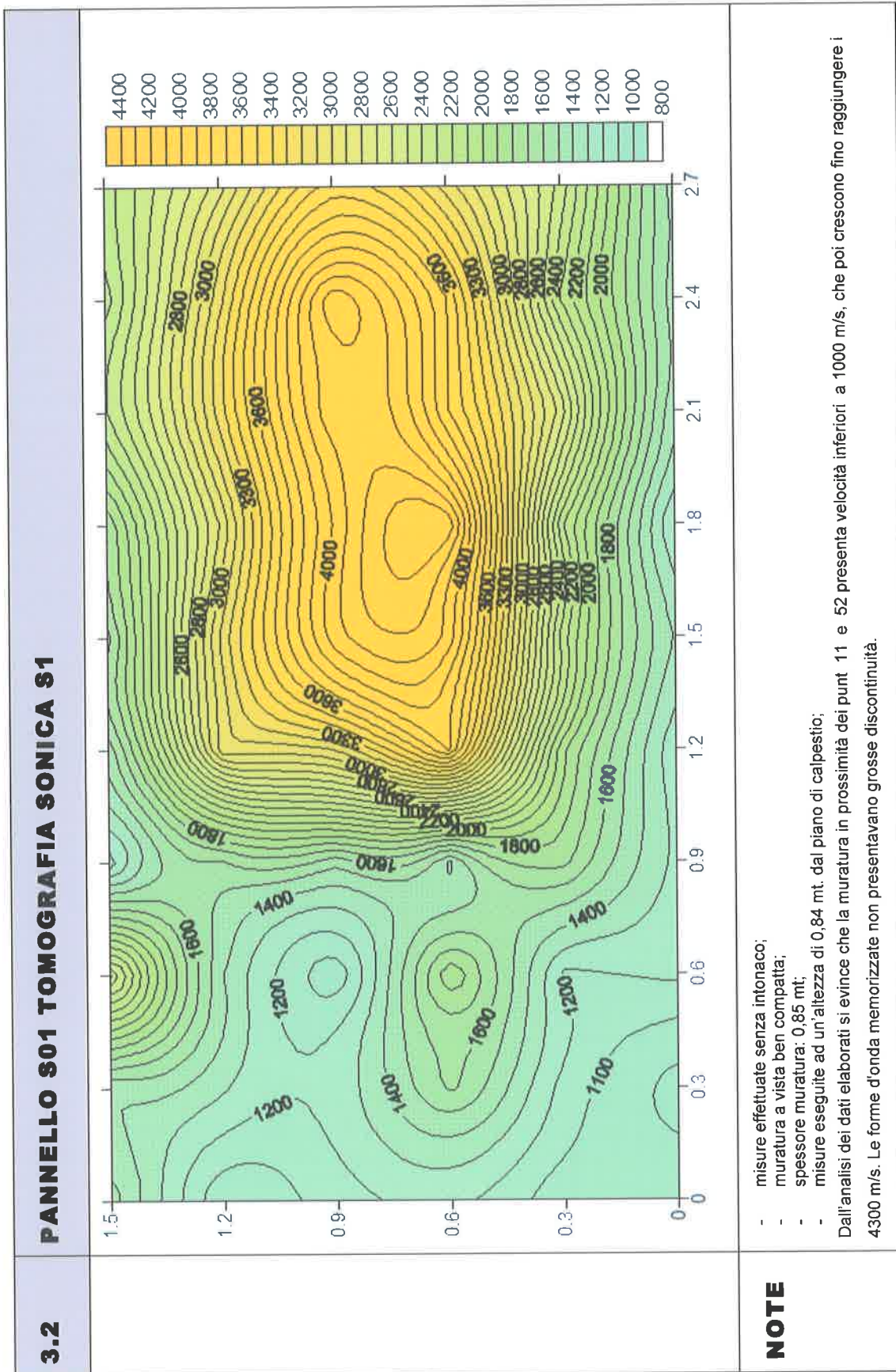
Pannello S01 Spessore muratura = mt. 0,85

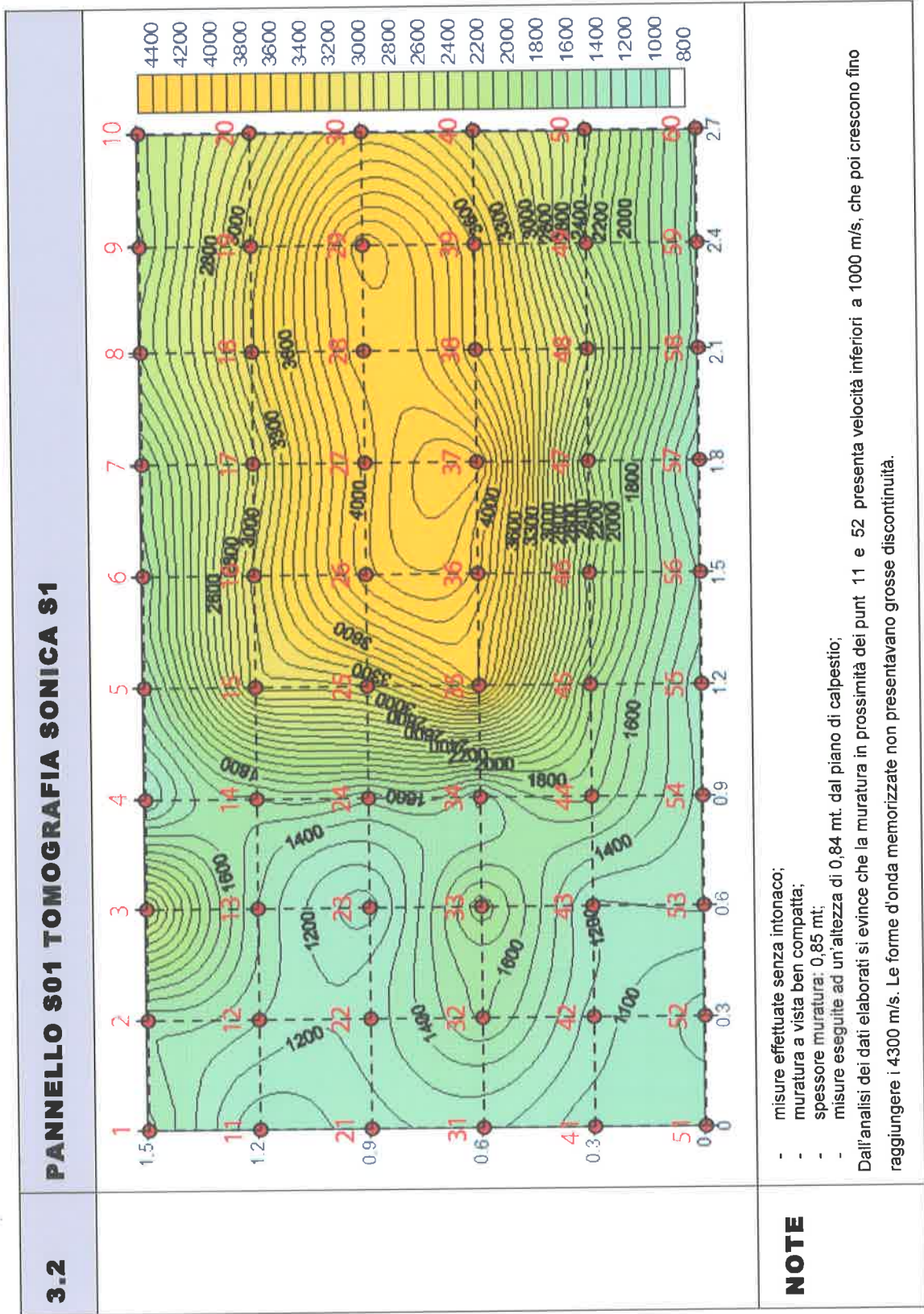
BASE 9-59						BASE 10-60					
9	19	29	39	49	59	10	20	30	40	50	60
389,70	262,90	194,80	241,80	389,70	600,90	385,00	272,30	241,80	258,20	403,80	535,20
380,30	257,30	187,80	230,10	380,30	596,20	361,50	305,20	246,50	260,60	370,90	572,80
408,50	261,00	187,80	225,40	366,20	568,10	399,10	300,50	232,40	279,30	356,80	619,70
403,80	259,10	208,90	230,10	361,50	577,50	394,40	342,70	241,18	272,30	257,60	605,60
399,10	313,60	218,30	220,70	356,80	577,50	358,80	281,70	237,10	277,00	370,90	582,20
Valori minimi rilevati per ogni punto di battuta											
380,30	257,30	187,80	220,70	356,80	568,10	358,80	272,30	232,40	258,20	257,60	535,20
Valori medi rilevati per ogni punto di battuta											
396,28	270,78	199,52	229,62	370,90	584,04	379,36	300,48	239,92	269,48	352,00	583,10

Pannello S01 Spessore muratura = mt. 0,85

BASE 9-59						BASE 10-60					
9	19	29	39	49	59	10	20	30	40	50	60
2181,30	3233,00	4362,60	3515,50	2181,30	1414,40	2207,90	3121,60	3515,50	3291,80	2105,20	1588,20
2235,20	3303,80	4526,30	3694,90	2235,20	1425,60	2351,30	2785,40	3448,60	3262,20	2291,80	1484,00
2081,00	3256,30	4526,30	3771,90	2321,10	1496,30	2130,00	2828,90	3657,60	3042,90	2382,20	1371,60
2105,20	3279,90	4068,50	3694,90	2351,30	1471,90	2155,40	2480,10	3515,50	3121,60	3299,70	1403,50
2130,00	2710,30	3893,60	3852,10	2382,20	1471,90	2382,20	3017,50	3585,10	3068,60	2291,80	1460,10
Valori massimi rilevati per ogni punto di battuta											
2235,20	3303,80	4526,30	3852,10	2382,20	1496,60	2382,20	3121,60	3657,60	3291,80	3299,7	1588,20
Valori medi rilevati per ogni punto di battuta											
2146,54	3156,66	4275,46	3705,86	2294,22	1456,02	2245,36	2846,70	3544,46	3157,42	2474,14	1461,48









4.0 RISULTATI DELLE PROVE SONICHE

Al fine dell'elaborazione dei dati, sono stati presi in considerazione solo i valori di velocità massimi registrati per ogni percorso (base o nodo), assumendoli come relativi ai tragitti più brevi seguiti dall'onda. Sulla base di tali valori si sono individuate delle zone omogenee rappresentative dello stato di aggregazione presente nella muratura.

Le analisi delle caratteristiche costruttive, in riferimento all'allegato 11D dell'ordinanza 3274 reattivo alle "tipologie e relativi parametri meccanici delle murature" ha messo in evidenza la seguente tipologia:

- M2: muratura di pietrame a spacco e in misura minore a conci sbozzati con tessitura regolare.

Le indagini hanno messo in evidenza una muratura caratterizzata da velocità delle onde elastiche trasmesse maggiore di 1000 m/sec indice di un buon comportamento meccanico.

Per i soli punti 11 e 52 si sono rilevate velocità inferiori a 1000 m/s indice di un comportamento meccanico mediocre dovuto al degrado delle malte e/o alla presenza di discontinuità nel nucleo murario.

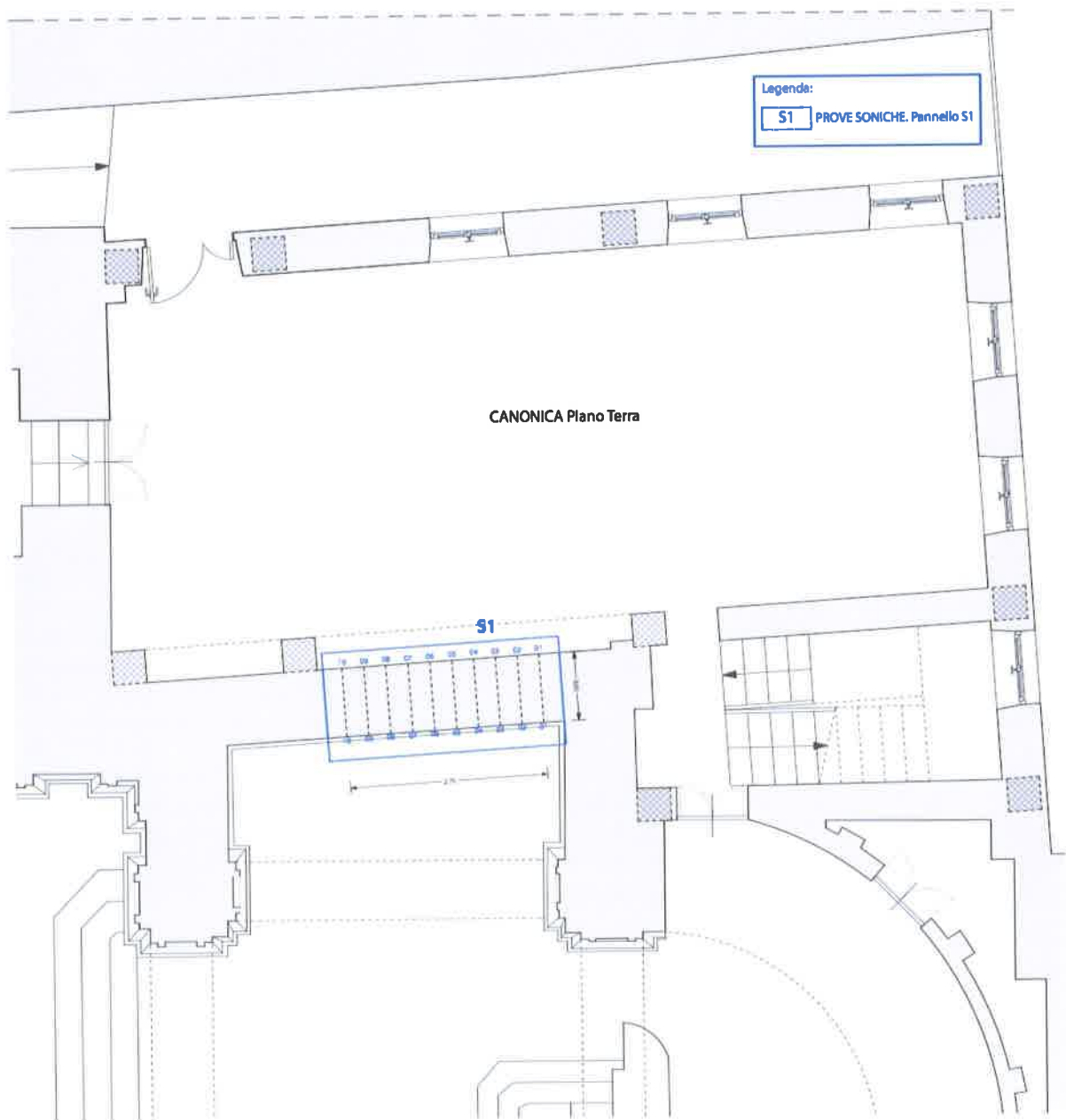




5.0

ALLEGATI

5.1 Ubicazione delle indagini eseguite.



5.3 Documentazione fotografica Pannello S1



Foto n° 1. Pannello S1 parete interno Canonica.

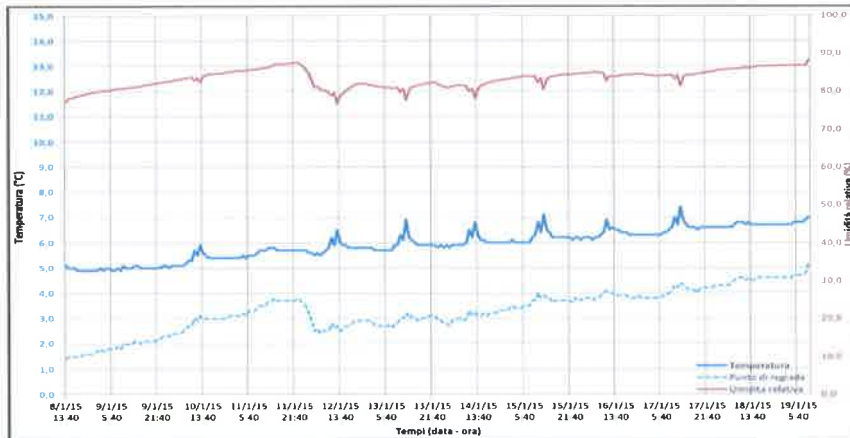


Foto n° 2. Pannello S1 parete interno Chiesa

ARCIDIOCESI DI POTENZA-MURO LUCANO E MARSICO NUOVO

LARGO DUOMO N. 5 85100 POTENZA

LAVORI DI RESTAURO E CONSERVAZIONE CHIESA DELLA SS. TRINITA' DI POTENZA. INDAGINI DIAGNOSTICHE.



ALLEGATO:

A.04

MONITORAGGIO TERMO-IGROMETRICO

REV. DATA

FEBBRAIO 2015

N. 00 DEL 02/2015



Dedalo s.r.l.
Agenzia di Architettura


IL DIRETTORE TECNICO ARCH. MICHELE PIETRO DI CAPUA



INDICE

1.0	Monitoraggio termo igrometrico punti STI_1, ST2	pag. 02
1.1	Descrizione della strumentazione utilizzata	pag. 02
1.2	Andamento della temperatura e umidità relativa_ Sensore STI-1 (parete)	pag. 04
1.3	Andamento della temperatura e umidità relativa_ Sensore STI-2 (altare)	pag. 04
1.4	Andamento della temperatura- Sensori STI-1e STI-2	pag. 05
2.0	Allegati	
2.1	Planimetria con ubicazione dei sensori	pag. 07
2.2	Documentazione fotografica	pag.08
2.3	Dati di acquisizione	pag. 09



1.0 MONITORAGGIO TERMOIGROMETRICO PUNTI STI-1, STI-2

Il seguente monitoraggio è stato predisposto per poter valutare le condizioni climatiche interne generali alla chiesa (sensore STI-2), a seguito del prolungato periodo di chiusura e dalle infiltrazioni delle acque meteoriche provenienti dal terrazzo posto al di sopra della casa canonica che hanno interessato la parete oggetto dell'indagine (sensore STI-1).

In corrispondenza dei punti parete chiesa STI-1 (sensore posto a contatto della parete), e altare STI-2 (sensore poggiato sull'altare) sono stati installati n. 2 datalogger termogrametrici, per la rilevazione della temperatura e umidità. L'installazione è avvenuta in data 08 Gennaio 2015, ed è proseguita fino alla data del 19/01/2015.

I datalogger sono stati programmati per acquisire le coppie di valori temperatura/umidità ogni 60 minuti, al fine di avere un campionamento significativo sia nell'arco di una stessa giornata che per la durata del monitoraggio.

1.1 Descrizione della strumentazione utilizzata

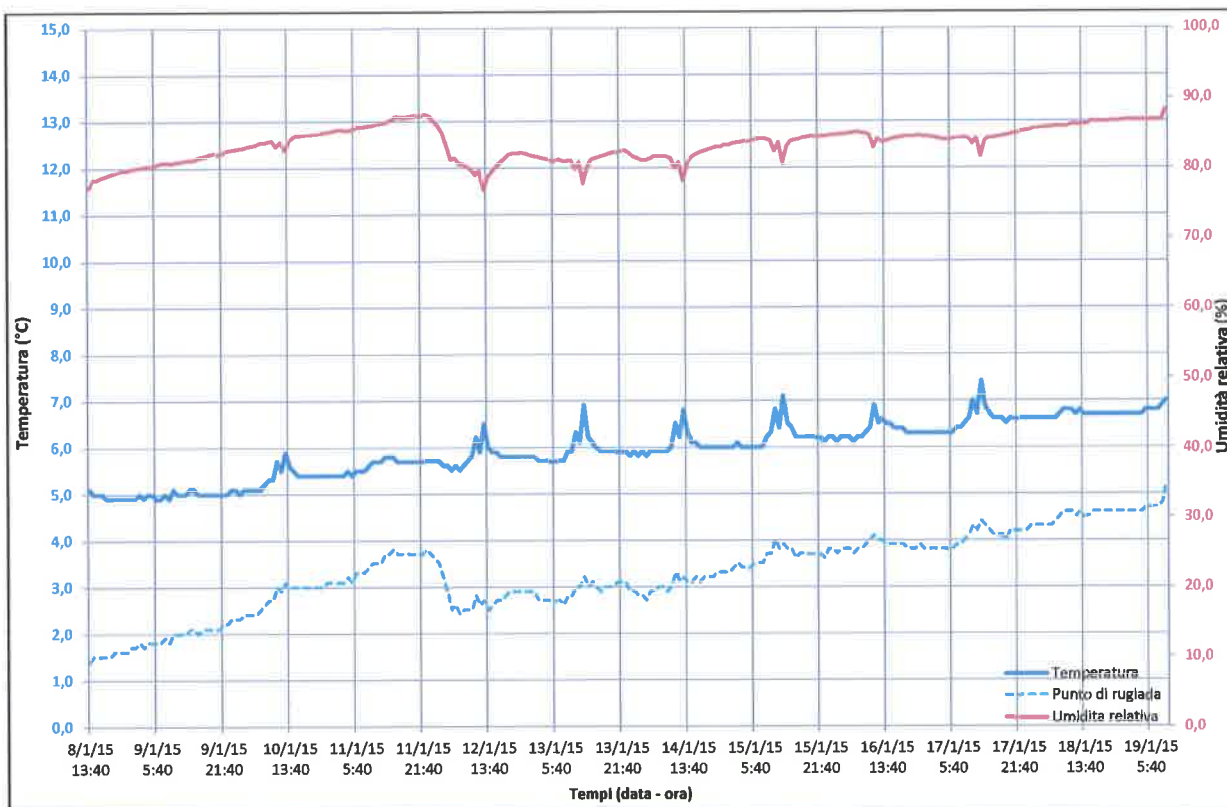
Per il monitoraggio termogrametrico sono stati utilizzati n. 3 registratori climatologici con interfaccia USB mod. USB PCE-HT71 il quale rileva l'umidità e la temperatura dell'aria memorizzandole nella sua memoria interna. Questo registratore climatologico con interfaccia USB e un'ampia memoria (fino ad un max. di 32.000 valori / 16.000 valori per ogni parametro) si utilizza soprattutto per la registrazione prolungata dei dati (banchi refrigerati dei supermercati, trasporti refrigerati, magazzini, stanze climatizzate per elaboratori). Il registratore climatologico con interfaccia USB lavora come logger autonomo che registra i valori climatologici in un arco di tempo programmato. Il registratore climatologico con interfaccia USB può successivamente trasmettere i dati registrati ad un PC. Può essere attivato manualmente oppure programmato (tempo di inizio e fine, data e frequenza di campionamento) e lasciarlo a registrare. Una volta che i

dati sono stati inviati possono essere analizzati nel PC. Inoltre, con il software compreso nella spedizione, il registratore climatologico con interfaccia USB, riesce a calcolare anche il punto di rugiada. L'orologio interno con data e ora permette all'utente di assegnare con precisione i risultati delle analisi. Una caratteristica speciale di questo registratore climatologico con interfaccia USB è la sua alimentazione attraverso una batteria interna di lunga durata agli ioni di litio da 3,6 V. A seconda dell'uso la batteria del registratore climatologico con interfaccia USB può arrivare a durare anche per un anno.

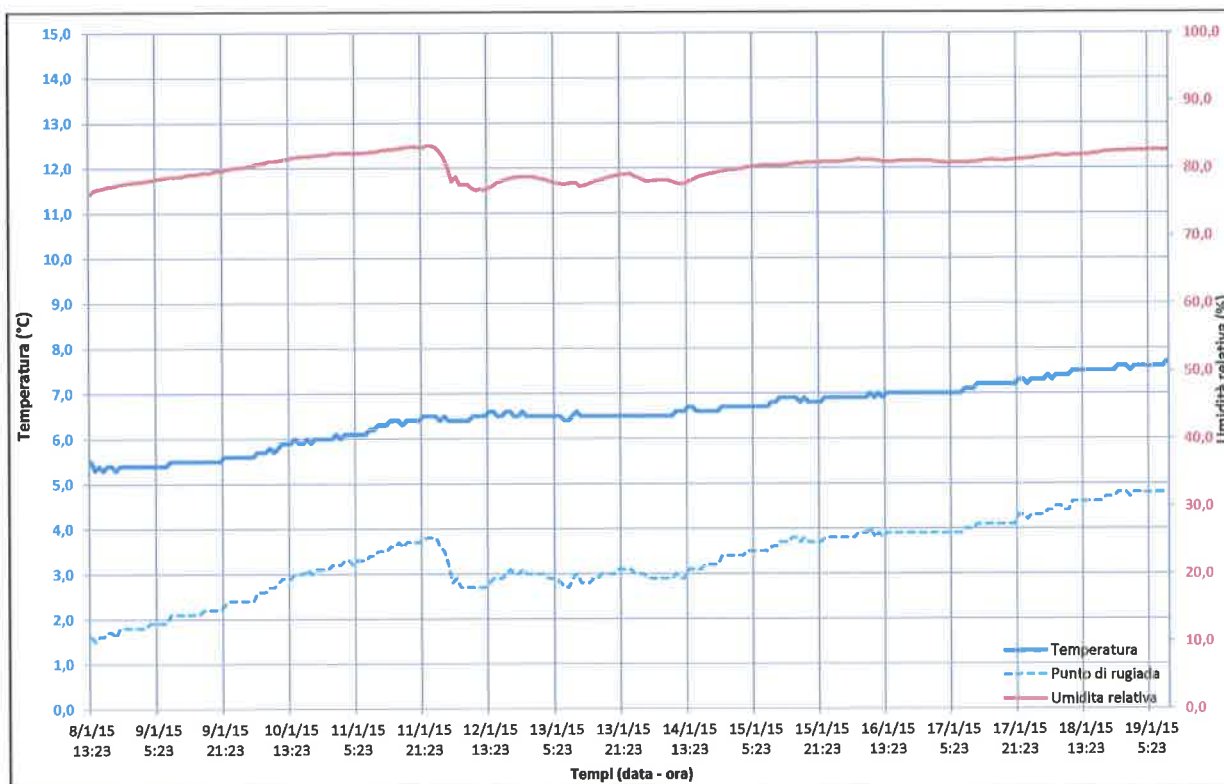
Specifiche tecniche	
Campo di misura	0 ... 100% U.r. / -40 ... +70 °C
Precisione	±1 % U.r. / ±1 °C
Risoluzione	0,1 % U.r. / 0,1 °C
Sensori	interni (umidità e temperatura)
Memoria	max. 32.000 valori di misura (16.000 per parametro)
Frequenza di campionamento	Regolabile: 2s, 5s, 10s ... 24 h
Limite dell'allarme	configurazione libera
Indicazione dello stato	attraverso due LED (registrazione in corso / allarme)
Interfaccia	USB
Temperatura del punto di rugiada	si calcola attraverso il software una volta che sono stati trasferiti i dati al PC (precisione ±2 °C)
Alimentazione	batteria al litio da 3,6 V intercambiabile (durata: ca. 1 anno)
Posizionamento	- con il supporto per le pareti - libero, p.e. sopra ad un tavolo
Condizioni ambientali	-40 ...+70 °C / 0 ... 100 % U.r.
Struttura	plastica ABS
Software	a partire da Windows XP (anche 64 Bit)
Dimensioni	102 x 30 mm
Peso	25 g

I risultati grafici del monitoraggio sono riportati nei grafici sottostanti, mentre in All.2.3 sono disponibili i dati numerici acquisiti dai datalogger.

1.2 Andamento della temperatura e umidità relativa_ Sensore STI-1 (Parete)

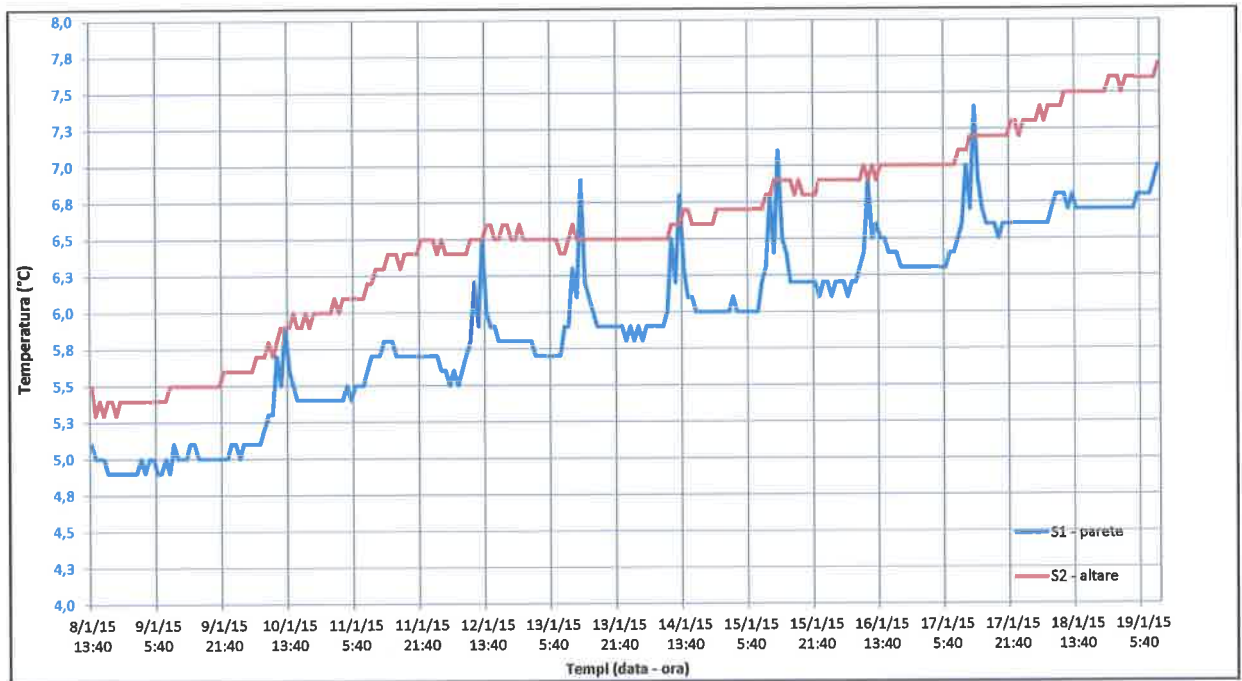


1.3 Andamento della temperatura e umidità relativa_ Sensore STI-2 (altare)





1.4 Andamento della temperatura- Sensori STI-1e STI-2



Per ulteriori valutazioni si rimanda agli elaborati grafici allegati

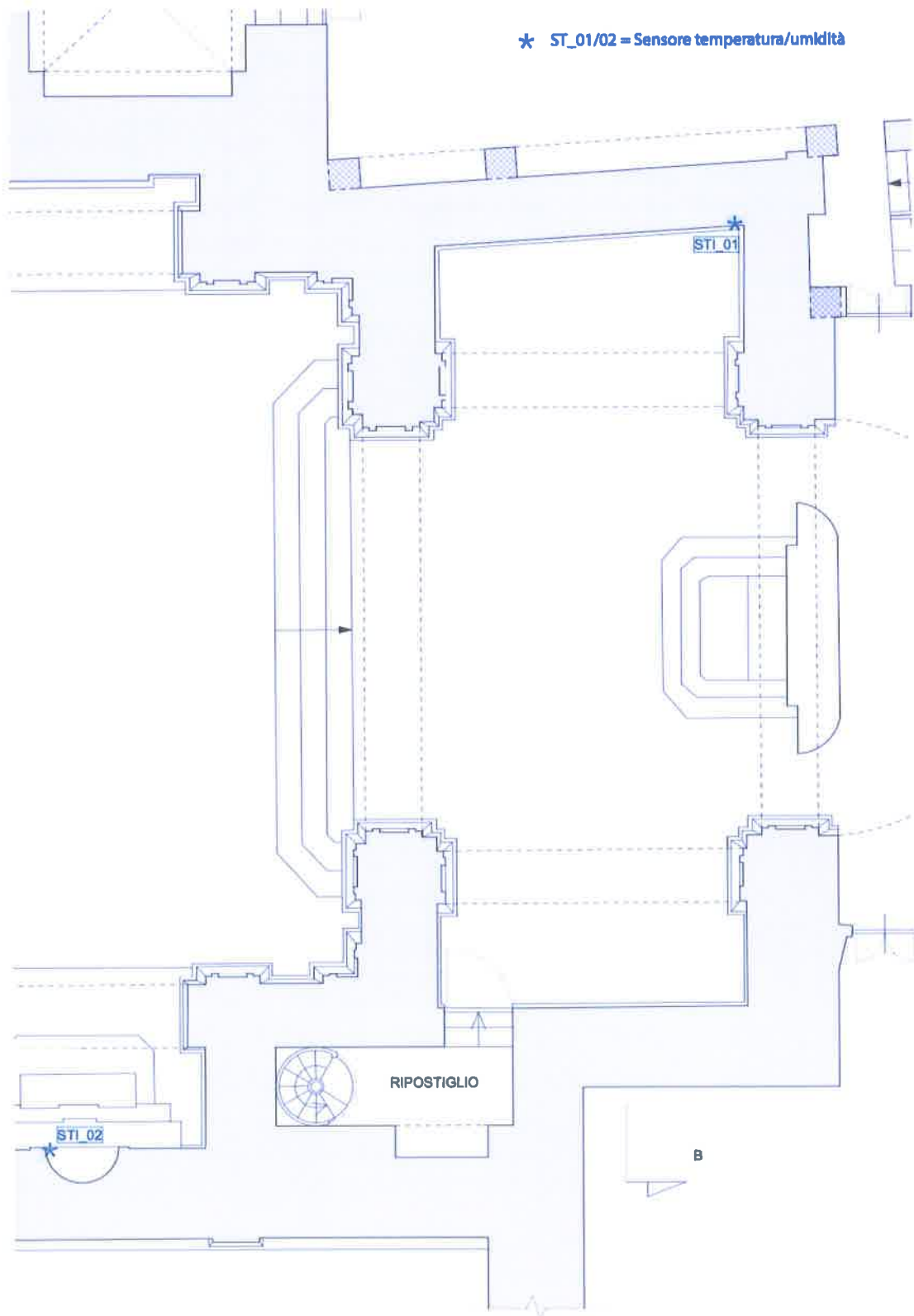




ALLEGATI:

- 2.1 Planimetria con ubicazione dei sensori
- 2.2 Documentazione fotografica
- 2.3 Dati di acquisizione

2.1 Planimetria con ubicazione dei sensori



2.2 Documentazione fotografica



Foto 01_ Sensore STI_01 (Parete)

2.3 Dati di acquisizione

>>Logging Name:Logging Name
 >>FROM:08-01-2015 13:40:11 TO:19-01-2015 09:40:11
 >>Sample Points:261
 >>Sample Rate:3600 sec. 51 parete chiesa
 >>Temperature Unit:Celsius
 >>Temperature(LowAlarm:0.0-HighAlarm:40.0) Relative Humidity(LowAlarm:35.0-HighAlarm:75.0)

ID Acquisizione	Data	Ora	TEMPI (Data e Ora)	Temp (°C)	Umidità relativa (%)	Punto di rugiada (°C)
1	08/01/2015	13:40:11	8/1/15 13:40	5,1	77,3	1,4
2	08/01/2015	14:40:11	8/1/15 14:40	5,0	78,2	1,5
3	08/01/2015	15:40:11	8/1/15 15:40	5,0	78,3	1,5
4	08/01/2015	16:40:11	8/1/15 16:40	5,0	78,6	1,5
5	08/01/2015	17:40:11	8/1/15 17:40	4,9	78,8	1,5
6	08/01/2015	18:40:11	8/1/15 18:40	4,9	79,0	1,5
7	08/01/2015	19:40:11	8/1/15 19:40	4,9	79,2	1,6
8	08/01/2015	20:40:11	8/1/15 20:40	4,9	79,4	1,6
9	08/01/2015	21:40:11	8/1/15 21:40	4,9	79,6	1,6
10	08/01/2015	22:40:11	8/1/15 22:40	4,9	79,7	1,6
11	08/01/2015	23:40:11	8/1/15 23:40	4,9	79,9	1,7
12	09/01/2015	00:40:11	9/1/15 0:40	4,9	80,0	1,7
13	09/01/2015	01:40:11	9/1/15 1:40	5,0	80,1	1,8
14	09/01/2015	02:40:11	9/1/15 2:40	4,9	80,2	1,7
15	09/01/2015	03:40:11	9/1/15 3:40	5,0	80,3	1,8
16	09/01/2015	04:40:11	9/1/15 4:40	5,0	80,3	1,8
17	09/01/2015	05:40:11	9/1/15 5:40	4,9	80,5	1,8
18	09/01/2015	06:40:11	9/1/15 6:40	4,9	80,7	1,8
19	09/01/2015	07:40:11	9/1/15 7:40	5,0	80,8	1,9
20	09/01/2015	08:40:11	9/1/15 8:40	4,9	80,8	1,8
21	09/01/2015	09:40:11	9/1/15 9:40	5,1	80,8	2,0
22	09/01/2015	10:40:11	9/1/15 10:40	5,0	80,9	2,0
23	09/01/2015	11:40:11	9/1/15 11:40	5,0	81,0	2,0
24	09/01/2015	12:40:11	9/1/15 12:40	5,0	81,1	2,0
25	09/01/2015	13:40:11	9/1/15 13:40	5,1	81,2	2,1
26	09/01/2015	14:40:11	9/1/15 14:40	5,1	81,2	2,1
27	09/01/2015	15:40:11	9/1/15 15:40	5,0	81,4	2,0
28	09/01/2015	16:40:11	9/1/15 16:40	5,0	81,6	2,1
29	09/01/2015	17:40:11	9/1/15 17:40	5,0	81,7	2,1
30	09/01/2015	18:40:11	9/1/15 18:40	5,0	81,9	2,1
31	09/01/2015	19:40:11	9/1/15 19:40	5,0	82,0	2,1
32	09/01/2015	20:40:11	9/1/15 20:40	5,0	82,0	2,1
33	09/01/2015	21:40:11	9/1/15 21:40	5,0	82,2	2,2
34	09/01/2015	22:40:11	9/1/15 22:40	5,0	82,4	2,2
35	09/01/2015	23:40:11	9/1/15 23:40	5,1	82,5	2,3
36	10/01/2015	00:40:11	10/1/15 0:40	5,1	82,6	2,3
37	10/01/2015	01:40:11	10/1/15 1:40	5,0	82,7	2,3
38	10/01/2015	02:40:11	10/1/15 2:40	5,1	82,8	2,4
39	10/01/2015	03:40:11	10/1/15 3:40	5,1	83,0	2,4
40	10/01/2015	04:40:11	10/1/15 4:40	5,1	83,1	2,4
41	10/01/2015	05:40:11	10/1/15 5:40	5,1	83,2	2,4
42	10/01/2015	06:40:11	10/1/15 6:40	5,1	83,5	2,5
43	10/01/2015	07:40:11	10/1/15 7:40	5,2	83,5	2,6
44	10/01/2015	08:40:11	10/1/15 8:40	5,3	83,7	2,7
45	10/01/2015	09:40:11	10/1/15 9:40	5,3	83,8	2,7
46	10/01/2015	10:40:11	10/1/15 10:40	5,7	83,0	3,0
47	10/01/2015	11:40:11	10/1/15 11:40	5,5	83,6	2,9
48	10/01/2015	12:40:11	10/1/15 12:40	5,9	82,6	3,1
49	10/01/2015	13:40:11	10/1/15 13:40	5,6	83,8	3,0
50	10/01/2015	14:40:11	10/1/15 14:40	5,5	84,3	3,0
51	10/01/2015	15:40:11	10/1/15 15:40	5,4	84,6	3,0
52	10/01/2015	16:40:11	10/1/15 16:40	5,4	84,6	3,0
53	10/01/2015	17:40:11	10/1/15 17:40	5,4	84,7	3,0
54	10/01/2015	18:40:11	10/1/15 18:40	5,4	84,7	3,0
55	10/01/2015	19:40:11	10/1/15 19:40	5,4	84,8	3,0
56	10/01/2015	20:40:11	10/1/15 20:40	5,4	84,8	3,0
57	10/01/2015	21:40:11	10/1/15 21:40	5,4	85,0	3,0
58	10/01/2015	22:40:11	10/1/15 22:40	5,4	85,2	3,1
59	10/01/2015	23:40:11	10/1/15 23:40	5,4	85,2	3,1
60	11/01/2015	00:40:11	11/1/15 0:40	5,4	85,4	3,1
61	11/01/2015	01:40:11	11/1/15 1:40	5,4	85,5	3,1
62	11/01/2015	02:40:11	11/1/15 2:40	5,4	85,5	3,1
63	11/01/2015	03:40:11	11/1/15 3:40	5,5	85,4	3,2
64	11/01/2015	04:40:11	11/1/15 4:40	5,4	85,5	3,1
65	11/01/2015	05:40:11	11/1/15 5:40	5,5	85,7	3,3
66	11/01/2015	06:40:11	11/1/15 6:40	5,5	85,8	3,3
67	11/01/2015	07:40:11	11/1/15 7:40	5,5	85,8	3,3
68	11/01/2015	08:40:11	11/1/15 8:40	5,6	85,9	3,4
69	11/01/2015	09:40:11	11/1/15 9:40	5,7	86,0	3,5
70	11/01/2015	10:40:11	11/1/15 10:40	5,7	86,2	3,5
71	11/01/2015	11:40:11	11/1/15 11:40	5,7	86,3	3,5
72	11/01/2015	12:40:11	11/1/15 12:40	5,8	86,4	3,7
73	11/01/2015	13:40:11	11/1/15 13:40	5,8	86,8	3,7
74	11/01/2015	14:40:11	11/1/15 14:40	5,8	87,0	3,8
75	11/01/2015	15:40:11	11/1/15 15:40	5,7	87,3	3,7
76	11/01/2015	16:40:11	11/1/15 16:40	5,7	87,2	3,7
77	11/01/2015	17:40:11	11/1/15 17:40	5,7	87,2	3,7
78	11/01/2015	18:40:11	11/1/15 18:40	5,7	87,3	3,7
79	11/01/2015	19:40:11	11/1/15 19:40	5,7	87,4	3,7
80	11/01/2015	20:40:11	11/1/15 20:40	5,7	87,5	3,7
81	11/01/2015	21:40:11	11/1/15 21:40	5,7	87,5	3,7
82	11/01/2015	22:40:11	11/1/15 22:40	5,7	87,6	3,8



83	11/01/2015	23:40:11	11/1/15 23:40	5,7	87,3	3,7
84	12/01/2015	00:40:11	12/1/15 0:40	5,7	86,7	3,6
85	12/01/2015	01:40:11	12/1/15 1:40	5,7	85,9	3,5
86	12/01/2015	02:40:11	12/1/15 2:40	5,6	84,9	3,2
87	12/01/2015	03:40:11	12/1/15 3:40	5,6	83,1	2,9
88	12/01/2015	04:40:11	12/1/15 4:40	5,5	81,1	2,5
89	12/01/2015	05:40:11	12/1/15 5:40	5,6	81,3	2,6
90	12/01/2015	06:40:11	12/1/15 6:40	5,5	80,6	2,4
91	12/01/2015	07:40:11	12/1/15 7:40	5,6	80,5	2,5
92	12/01/2015	08:40:11	12/1/15 8:40	5,7	80,2	2,5
93	12/01/2015	09:40:11	12/1/15 9:40	5,8	79,7	2,5
94	12/01/2015	10:40:11	12/1/15 10:40	6,2	78,9	2,8
95	12/01/2015	11:40:11	12/1/15 11:40	5,9	79,6	2,6
96	12/01/2015	12:40:11	12/1/15 12:40	6,5	76,9	2,7
97	12/01/2015	13:40:11	12/1/15 13:40	6,0	78,7	2,5
98	12/01/2015	14:40:11	12/1/15 14:40	5,9	79,5	2,6
99	12/01/2015	15:40:11	12/1/15 15:40	5,9	80,2	2,7
100	12/01/2015	16:40:11	12/1/15 16:40	5,8	80,7	2,7
101	12/01/2015	17:40:11	12/1/15 17:40	5,8	81,2	2,8
102	12/01/2015	18:40:11	12/1/15 18:40	5,8	81,8	2,9
103	12/01/2015	19:40:11	12/1/15 19:40	5,8	82,0	2,9
104	12/01/2015	20:40:11	12/1/15 20:40	5,8	82,0	2,9
105	12/01/2015	21:40:11	12/1/15 21:40	5,8	82,1	2,9
106	12/01/2015	22:40:11	12/1/15 22:40	5,8	82,0	2,9
107	12/01/2015	23:40:11	12/1/15 23:40	5,8	81,8	2,9
108	13/01/2015	00:40:11	13/1/15 0:40	5,8	81,6	2,9
109	13/01/2015	01:40:11	13/1/15 1:40	5,7	81,5	2,7
110	13/01/2015	02:40:11	13/1/15 2:40	5,7	81,3	2,7
111	13/01/2015	03:40:11	13/1/15 3:40	5,7	81,2	2,7
112	13/01/2015	04:40:11	13/1/15 4:40	5,7	81,1	2,7
113	13/01/2015	05:40:11	13/1/15 5:40	5,7	81,0	2,7
114	13/01/2015	06:40:11	13/1/15 6:40	5,7	81,1	2,7
115	13/01/2015	07:40:11	13/1/15 7:40	5,7	80,9	2,6
116	13/01/2015	08:40:11	13/1/15 8:40	5,9	80,9	2,8
117	13/01/2015	09:40:11	13/1/15 9:40	5,9	81,0	2,8
118	13/01/2015	10:40:11	13/1/15 10:40	6,3	79,9	3,0
119	13/01/2015	11:40:11	13/1/15 11:40	6,1	80,7	3,0
120	13/01/2015	12:40:11	13/1/15 12:40	6,9	77,7	3,2
121	13/01/2015	13:40:11	13/1/15 13:40	6,2	80,2	3,0
122	13/01/2015	14:40:11	13/1/15 14:40	6,1	81,1	3,1
123	13/01/2015	15:40:11	13/1/15 15:40	6,0	81,3	3,0
124	13/01/2015	16:40:11	13/1/15 16:40	5,9	81,5	2,9
125	13/01/2015	17:40:11	13/1/15 17:40	5,9	81,7	3,0
126	13/01/2015	18:40:11	13/1/15 18:40	5,9	81,9	3,0
127	13/01/2015	19:40:11	13/1/15 19:40	5,9	82,1	3,0
128	13/01/2015	20:40:11	13/1/15 20:40	5,9	82,2	3,1
129	13/01/2015	21:40:11	13/1/15 21:40	5,9	82,4	3,1
130	13/01/2015	22:40:11	13/1/15 22:40	5,9	82,4	3,1
131	13/01/2015	23:40:11	13/1/15 23:40	5,8	82,0	2,9
132	14/01/2015	00:40:11	14/1/15 0:40	5,9	81,5	2,9
133	14/01/2015	01:40:11	14/1/15 1:40	5,8	81,3	2,8
134	14/01/2015	02:40:11	14/1/15 2:40	5,9	81,0	2,8
135	14/01/2015	03:40:11	14/1/15 3:40	5,8	81,0	2,7
136	14/01/2015	04:40:11	14/1/15 4:40	5,9	81,2	2,9
137	14/01/2015	05:40:11	14/1/15 5:40	5,9	81,5	2,9
138	14/01/2015	06:40:11	14/1/15 6:40	5,9	81,6	3,0
139	14/01/2015	07:40:11	14/1/15 7:40	5,9	81,6	3,0
140	14/01/2015	08:40:11	14/1/15 8:40	5,9	81,5	2,9
141	14/01/2015	09:40:11	14/1/15 9:40	6,0	81,3	3,0
142	14/01/2015	10:40:11	14/1/15 10:40	6,5	80,0	3,3
143	14/01/2015	11:40:11	14/1/15 11:40	6,2	80,7	3,1
144	14/01/2015	12:40:11	14/1/15 12:40	6,8	78,2	3,2
145	14/01/2015	13:40:11	14/1/15 13:40	6,3	80,5	3,1
146	14/01/2015	14:40:11	14/1/15 14:40	6,1	81,4	3,1
147	14/01/2015	15:40:11	14/1/15 15:40	6,1	81,8	3,2
148	14/01/2015	16:40:11	14/1/15 16:40	6,0	82,1	3,1
149	14/01/2015	17:40:11	14/1/15 17:40	6,0	82,3	3,2
150	14/01/2015	18:40:11	14/1/15 18:40	6,0	82,5	3,2
151	14/01/2015	19:40:11	14/1/15 19:40	6,0	82,7	3,2
152	14/01/2015	20:40:11	14/1/15 20:40	6,0	82,9	3,3
153	14/01/2015	21:40:11	14/1/15 21:40	6,0	82,9	3,3
154	14/01/2015	22:40:11	14/1/15 22:40	6,0	83,2	3,3
155	14/01/2015	23:40:11	14/1/15 23:40	6,0	83,2	3,3
156	15/01/2015	00:40:11	15/1/15 0:40	6,0	83,4	3,4
157	15/01/2015	01:40:11	15/1/15 1:40	6,1	83,5	3,5
158	15/01/2015	02:40:11	15/1/15 2:40	6,0	83,6	3,4
159	15/01/2015	03:40:11	15/1/15 3:40	6,0	83,7	3,4
160	15/01/2015	04:40:11	15/1/15 4:40	6,0	83,8	3,4
161	15/01/2015	05:40:11	15/1/15 5:40	6,0	84,0	3,5
162	15/01/2015	06:40:11	15/1/15 6:40	6,0	84,0	3,5
163	15/01/2015	07:40:11	15/1/15 7:40	6,0	84,1	3,5
164	15/01/2015	08:40:11	15/1/15 8:40	6,2	84,0	3,7
165	15/01/2015	09:40:11	15/1/15 9:40	6,3	83,8	3,7
166	15/01/2015	10:40:11	15/1/15 10:40	6,8	82,3	4,0
167	15/01/2015	11:40:11	15/1/15 11:40	6,4	83,5	3,8
168	15/01/2015	12:40:11	15/1/15 12:40	7,1	80,6	3,9
169	15/01/2015	13:40:11	15/1/15 13:40	6,5	83,0	3,8
170	15/01/2015	14:40:11	15/1/15 14:40	6,4	83,7	3,8
171	15/01/2015	15:40:11	15/1/15 15:40	6,2	83,9	3,6
172	15/01/2015	16:40:11	15/1/15 16:40	6,2	84,0	3,7
173	15/01/2015	17:40:11	15/1/15 17:40	6,2	84,2	3,7



174	15/01/2015	18:40:11	15/1/15 18:40	6,2	84,3	3,7
175	15/01/2015	19:40:11	15/1/15 19:40	6,2	84,4	3,7
176	15/01/2015	20:40:11	15/1/15 20:40	6,2	84,5	3,7
177	15/01/2015	21:40:11	15/1/15 21:40	6,2	84,5	3,7
178	15/01/2015	22:40:11	15/1/15 22:40	6,1	84,5	3,6
179	15/01/2015	23:40:11	15/1/15 23:40	6,2	84,6	3,8
180	16/01/2015	00:40:11	16/1/15 0:40	6,2	84,7	3,8
181	16/01/2015	01:40:11	16/1/15 1:40	6,1	84,7	3,7
182	16/01/2015	02:40:11	16/1/15 2:40	6,2	84,8	3,8
183	16/01/2015	03:40:11	16/1/15 3:40	6,2	84,8	3,8
184	16/01/2015	04:40:11	16/1/15 4:40	6,2	84,9	3,8
185	16/01/2015	05:40:11	16/1/15 5:40	6,1	85,0	3,7
186	16/01/2015	06:40:11	16/1/15 6:40	6,2	85,1	3,8
187	16/01/2015	07:40:11	16/1/15 7:40	6,2	85,0	3,8
188	16/01/2015	08:40:11	16/1/15 8:40	6,3	84,9	3,9
189	16/01/2015	09:40:11	16/1/15 9:40	6,4	84,7	4,0
190	16/01/2015	10:40:11	16/1/15 10:40	6,9	82,8	4,1
191	16/01/2015	11:40:11	16/1/15 11:40	6,5	84,1	4,0
192	16/01/2015	12:40:11	16/1/15 12:40	6,6	83,7	4,0
193	16/01/2015	13:40:11	16/1/15 13:40	6,5	83,8	3,9
194	16/01/2015	14:40:11	16/1/15 14:40	6,5	84,0	3,9
195	16/01/2015	15:40:11	16/1/15 15:40	6,4	84,2	3,9
196	16/01/2015	16:40:11	16/1/15 16:40	6,4	84,3	3,9
197	16/01/2015	17:40:11	16/1/15 17:40	6,4	84,4	3,9
198	16/01/2015	18:40:11	16/1/15 18:40	6,3	84,5	3,8
199	16/01/2015	19:40:11	16/1/15 19:40	6,3	84,5	3,8
200	16/01/2015	20:40:11	16/1/15 20:40	6,3	84,5	3,8
201	16/01/2015	21:40:11	16/1/15 21:40	6,3	84,6	3,9
202	16/01/2015	22:40:11	16/1/15 22:40	6,3	84,5	3,8
203	16/01/2015	23:40:11	16/1/15 23:40	6,3	84,5	3,8
204	17/01/2015	00:40:11	17/1/15 0:40	6,3	84,4	3,8
205	17/01/2015	01:40:11	17/1/15 1:40	6,3	84,3	3,8
206	17/01/2015	02:40:11	17/1/15 2:40	6,3	84,2	3,8
207	17/01/2015	03:40:11	17/1/15 3:40	6,3	84,0	3,8
208	17/01/2015	04:40:11	17/1/15 4:40	6,3	84,1	3,8
209	17/01/2015	05:40:11	17/1/15 5:40	6,3	84,1	3,8
210	17/01/2015	06:40:11	17/1/15 6:40	6,4	84,2	3,9
211	17/01/2015	07:40:11	17/1/15 7:40	6,4	84,2	3,9
212	17/01/2015	08:40:11	17/1/15 8:40	6,5	84,3	4,0
213	17/01/2015	09:40:11	17/1/15 9:40	6,6	84,2	4,1
214	17/01/2015	10:40:11	17/1/15 10:40	7,0	83,3	4,3
215	17/01/2015	11:40:11	17/1/15 11:40	6,7	84,2	4,2
216	17/01/2015	12:40:11	17/1/15 12:40	7,4	81,5	4,4
217	17/01/2015	13:40:11	17/1/15 13:40	6,9	83,7	4,3
218	17/01/2015	14:40:11	17/1/15 14:40	6,7	84,3	4,2
219	17/01/2015	15:40:11	17/1/15 15:40	6,6	84,2	4,1
220	17/01/2015	16:40:11	17/1/15 16:40	6,6	84,4	4,1
221	17/01/2015	17:40:11	17/1/15 17:40	6,6	84,5	4,1
222	17/01/2015	18:40:11	17/1/15 18:40	6,5	84,6	4,0
223	17/01/2015	19:40:11	17/1/15 19:40	6,6	84,7	4,2
224	17/01/2015	20:40:11	17/1/15 20:40	6,6	84,9	4,2
225	17/01/2015	21:40:11	17/1/15 21:40	6,6	85,0	4,2
226	17/01/2015	22:40:11	17/1/15 22:40	6,6	85,1	4,2
227	17/01/2015	23:40:11	17/1/15 23:40	6,6	85,2	4,2
228	18/01/2015	00:40:11	18/1/15 0:40	6,6	85,3	4,3
229	18/01/2015	01:40:11	18/1/15 1:40	6,6	85,6	4,3
230	18/01/2015	02:40:11	18/1/15 2:40	6,6	85,6	4,3
231	18/01/2015	03:40:11	18/1/15 3:40	6,6	85,7	4,3
232	18/01/2015	04:40:11	18/1/15 4:40	6,6	85,8	4,3
233	18/01/2015	05:40:11	18/1/15 5:40	6,6	85,8	4,3
234	18/01/2015	06:40:11	18/1/15 6:40	6,6	85,9	4,4
235	18/01/2015	07:40:11	18/1/15 7:40	6,7	85,9	4,5
236	18/01/2015	08:40:11	18/1/15 8:40	6,8	85,9	4,6
237	18/01/2015	09:40:11	18/1/15 9:40	6,8	85,9	4,6
238	18/01/2015	10:40:11	18/1/15 10:40	6,8	86,2	4,6
239	18/01/2015	11:40:11	18/1/15 11:40	6,7	86,2	4,5
240	18/01/2015	12:40:11	18/1/15 12:40	6,8	86,2	4,6
241	18/01/2015	13:40:11	18/1/15 13:40	6,7	86,2	4,5
242	18/01/2015	14:40:11	18/1/15 14:40	6,7	86,3	4,5
243	18/01/2015	15:40:11	18/1/15 15:40	6,7	86,7	4,6
244	18/01/2015	16:40:11	18/1/15 16:40	6,7	86,6	4,6
245	18/01/2015	17:40:11	18/1/15 17:40	6,7	86,6	4,6
246	18/01/2015	18:40:11	18/1/15 18:40	6,7	86,6	4,6
247	18/01/2015	19:40:11	18/1/15 19:40	6,7	86,6	4,6
248	18/01/2015	20:40:11	18/1/15 20:40	6,7	86,7	4,6
249	18/01/2015	21:40:11	18/1/15 21:40	6,7	86,7	4,6
250	18/01/2015	22:40:11	18/1/15 22:40	6,7	86,7	4,6
251	18/01/2015	23:40:11	18/1/15 23:40	6,7	86,8	4,6
252	19/01/2015	00:40:11	19/1/15 0:40	6,7	86,8	4,6
253	19/01/2015	01:40:11	19/1/15 1:40	6,7	86,8	4,6
254	19/01/2015	02:40:11	19/1/15 2:40	6,7	86,8	4,6
255	19/01/2015	03:40:11	19/1/15 3:40	6,7	86,8	4,6
256	19/01/2015	04:40:11	19/1/15 4:40	6,8	86,8	4,7
257	19/01/2015	05:40:11	19/1/15 5:40	6,8	86,8	4,7
258	19/01/2015	06:40:11	19/1/15 6:40	6,8	86,9	4,7
259	19/01/2015	07:40:11	19/1/15 7:40	6,8	86,8	4,7
260	19/01/2015	08:40:11	19/1/15 8:40	6,9	86,9	4,8
261	19/01/2015	09:40:11	19/1/15 9:40	7,0	88,3	5,2



>>Logging Name:Logging Name
>>FROM:08-01-2015 13:23:45 TO:19-01-2015 09:23:45
>>Sample Points:261
>>Sample Rate:3600 sec.
>>Temperature Unit:Celsius
>>Temperature(LowAlarm:0.0-HighAlarm:40.0) Relative Humidity(LowAlarm:35.0-HighAlarm:75.0)

S2 altare chiesa

ID Acquisizione	Data	Ora	TEMPI (Data e Ora)	Temp (°C)	Umidità relativa (%)	Punto di rugiada (°C)
1	08/01/2015	13:23:45	8/1/15 13:23	5,5	76,2	1,6
2	08/01/2015	14:23:45	8/1/15 14:23	5,3	76,7	1,5
3	08/01/2015	15:23:45	8/1/15 15:23	5,4	76,9	1,6
4	08/01/2015	16:23:45	8/1/15 16:23	5,3	77,0	1,6
5	08/01/2015	17:23:45	8/1/15 17:23	5,4	77,2	1,7
6	08/01/2015	18:23:45	8/1/15 18:23	5,4	77,3	1,7
7	08/01/2015	19:23:45	8/1/15 19:23	5,3	77,4	1,6
8	08/01/2015	20:23:45	8/1/15 20:23	5,4	77,6	1,8
9	08/01/2015	21:23:45	8/1/15 21:23	5,4	77,7	1,8
10	08/01/2015	22:23:45	8/1/15 22:23	5,4	77,8	1,8
11	08/01/2015	23:23:45	8/1/15 23:23	5,4	77,9	1,8
12	09/01/2015	00:23:45	9/1/15 0:23	5,4	78,0	1,8
13	09/01/2015	01:23:45	9/1/15 1:23	5,4	78,0	1,8
14	09/01/2015	02:23:45	9/1/15 2:23	5,4	78,1	1,8
15	09/01/2015	03:23:45	9/1/15 3:23	5,4	78,2	1,9
16	09/01/2015	04:23:45	9/1/15 4:23	5,4	78,3	1,9
17	09/01/2015	05:23:45	9/1/15 5:23	5,4	78,4	1,9
18	09/01/2015	06:23:45	9/1/15 6:23	5,4	78,5	1,9
19	09/01/2015	07:23:45	9/1/15 7:23	5,4	78,6	1,9
20	09/01/2015	08:23:45	9/1/15 8:23	5,5	78,7	2,1
21	09/01/2015	09:23:45	9/1/15 9:23	5,5	78,7	2,1
22	09/01/2015	10:23:45	9/1/15 10:23	5,5	78,8	2,1
23	09/01/2015	11:23:45	9/1/15 11:23	5,5	78,8	2,1
24	09/01/2015	12:23:45	9/1/15 12:23	5,5	79,0	2,1
25	09/01/2015	13:23:45	9/1/15 13:23	5,5	79,1	2,1
26	09/01/2015	14:23:45	9/1/15 14:23	5,5	79,1	2,1
27	09/01/2015	15:23:45	9/1/15 15:23	5,5	79,2	2,1
28	09/01/2015	16:23:45	9/1/15 16:23	5,5	79,3	2,2
29	09/01/2015	17:23:45	9/1/15 17:23	5,5	79,3	2,2
30	09/01/2015	18:23:45	9/1/15 18:23	5,5	79,4	2,2
31	09/01/2015	19:23:45	9/1/15 19:23	5,5	79,6	2,2
32	09/01/2015	20:23:45	9/1/15 20:23	5,5	79,6	2,2
33	09/01/2015	21:23:45	9/1/15 21:23	5,6	79,7	2,3
34	09/01/2015	22:23:45	9/1/15 22:23	5,6	79,9	2,4
35	09/01/2015	23:23:45	9/1/15 23:23	5,6	80,0	2,4
36	10/01/2015	00:23:45	10/1/15 0:23	5,6	80,1	2,4
37	10/01/2015	01:23:45	10/1/15 1:23	5,6	80,1	2,4
38	10/01/2015	02:23:45	10/1/15 2:23	5,6	80,2	2,4
39	10/01/2015	03:23:45	10/1/15 3:23	5,6	80,3	2,4
40	10/01/2015	04:23:45	10/1/15 4:23	5,6	80,4	2,4
41	10/01/2015	05:23:45	10/1/15 5:23	5,7	80,6	2,6
42	10/01/2015	06:23:45	10/1/15 6:23	5,7	80,7	2,6
43	10/01/2015	07:23:45	10/1/15 7:23	5,7	80,8	2,6
44	10/01/2015	08:23:45	10/1/15 8:23	5,8	81,0	2,7
45	10/01/2015	09:23:45	10/1/15 9:23	5,7	81,0	2,7
46	10/01/2015	10:23:45	10/1/15 10:23	5,8	81,1	2,8
47	10/01/2015	11:23:45	10/1/15 11:23	5,9	81,2	2,9
48	10/01/2015	12:23:45	10/1/15 12:23	5,9	81,4	2,9
49	10/01/2015	13:23:45	10/1/15 13:23	5,9	81,5	2,9
50	10/01/2015	14:23:45	10/1/15 14:23	6,0	81,6	3,0
51	10/01/2015	15:23:45	10/1/15 15:23	5,9	81,7	3,0
52	10/01/2015	16:23:45	10/1/15 16:23	5,9	81,8	3,0
53	10/01/2015	17:23:45	10/1/15 17:23	6,0	81,8	3,1
54	10/01/2015	18:23:45	10/1/15 18:23	5,9	81,8	3,0
55	10/01/2015	19:23:45	10/1/15 19:23	6,0	81,9	3,1
56	10/01/2015	20:23:45	10/1/15 20:23	6,0	81,9	3,1
57	10/01/2015	21:23:45	10/1/15 21:23	6,0	82,0	3,1
58	10/01/2015	22:23:45	10/1/15 22:23	6,0	82,0	3,1
59	10/01/2015	23:23:45	10/1/15 23:23	6,0	82,2	3,2
60	11/01/2015	00:23:45	11/1/15 0:23	6,1	82,2	3,2
61	11/01/2015	01:23:45	11/1/15 1:23	6,0	82,2	3,2
62	11/01/2015	02:23:45	11/1/15 2:23	6,1	82,3	3,3
63	11/01/2015	03:23:45	11/1/15 3:23	6,1	82,3	3,3
64	11/01/2015	04:23:45	11/1/15 4:23	6,1	82,2	3,2
65	11/01/2015	05:23:45	11/1/15 5:23	6,1	82,3	3,3
66	11/01/2015	06:23:45	11/1/15 6:23	6,1	82,3	3,3
67	11/01/2015	07:23:45	11/1/15 7:23	6,1	82,3	3,3
68	11/01/2015	08:23:45	11/1/15 8:23	6,2	82,4	3,4
69	11/01/2015	09:23:45	11/1/15 9:23	6,2	82,4	3,4
70	11/01/2015	10:23:45	11/1/15 10:23	6,3	82,5	3,5
71	11/01/2015	11:23:45	11/1/15 11:23	6,3	82,7	3,5
72	11/01/2015	12:23:45	11/1/15 12:23	6,3	82,7	3,5
73	11/01/2015	13:23:45	11/1/15 13:23	6,4	82,8	3,6
74	11/01/2015	14:23:45	11/1/15 14:23	6,4	82,8	3,6
75	11/01/2015	15:23:45	11/1/15 15:23	6,4	82,9	3,7
76	11/01/2015	16:23:45	11/1/15 16:23	6,3	83,0	3,6
77	11/01/2015	17:23:45	11/1/15 17:23	6,4	83,1	3,7
78	11/01/2015	18:23:45	11/1/15 18:23	6,4	83,2	3,7
79	11/01/2015	19:23:45	11/1/15 19:23	6,4	83,2	3,7
80	11/01/2015	20:23:45	11/1/15 20:23	6,4	83,1	3,7
81	11/01/2015	21:23:45	11/1/15 21:23	6,5	83,1	3,8



82	11/01/2015	22:23:45	11/1/15 22:23	6,5	83,3	3,8
83	11/01/2015	23:23:45	11/1/15 23:23	6,5	83,3	3,8
84	12/01/2015	00:23:45	12/1/15 0:23	6,5	83,1	3,8
85	12/01/2015	01:23:45	12/1/15 1:23	6,4	82,5	3,6
86	12/01/2015	02:23:45	12/1/15 2:23	6,5	81,6	3,5
87	12/01/2015	03:23:45	12/1/15 3:23	6,4	80,1	3,2
88	12/01/2015	04:23:45	12/1/15 4:23	6,4	78,0	2,8
89	12/01/2015	05:23:45	12/1/15 5:23	6,4	78,7	2,9
90	12/01/2015	06:23:45	12/1/15 6:23	6,4	77,5	2,7
91	12/01/2015	07:23:45	12/1/15 7:23	6,4	77,6	2,7
92	12/01/2015	08:23:45	12/1/15 8:23	6,4	77,5	2,7
93	12/01/2015	09:23:45	12/1/15 9:23	6,5	77,0	2,7
94	12/01/2015	10:23:45	12/1/15 10:23	6,5	76,7	2,7
95	12/01/2015	11:23:45	12/1/15 11:23	6,5	76,9	2,7
96	12/01/2015	12:23:45	12/1/15 12:23	6,5	76,8	2,7
97	12/01/2015	13:23:45	12/1/15 13:23	6,6	77,1	2,8
98	12/01/2015	14:23:45	12/1/15 14:23	6,6	77,3	2,9
99	12/01/2015	15:23:45	12/1/15 15:23	6,5	77,8	2,9
100	12/01/2015	16:23:45	12/1/15 16:23	6,5	78,0	2,9
101	12/01/2015	17:23:45	12/1/15 17:23	6,6	78,3	3,0
102	12/01/2015	18:23:45	12/1/15 18:23	6,6	78,5	3,1
103	12/01/2015	19:23:45	12/1/15 19:23	6,5	78,6	3,0
104	12/01/2015	20:23:45	12/1/15 20:23	6,5	78,7	3,0
105	12/01/2015	21:23:45	12/1/15 21:23	6,6	78,7	3,1
106	12/01/2015	22:23:45	12/1/15 22:23	6,5	78,8	3,0
107	12/01/2015	23:23:45	12/1/15 23:23	6,5	78,7	3,0
108	13/01/2015	00:23:45	13/1/15 0:23	6,5	78,7	3,0
109	13/01/2015	01:23:45	13/1/15 1:23	6,5	78,5	3,0
110	13/01/2015	02:23:45	13/1/15 2:23	6,5	78,4	3,0
111	13/01/2015	03:23:45	13/1/15 3:23	6,5	78,2	2,9
112	13/01/2015	04:23:45	13/1/15 4:23	6,5	78,0	2,9
113	13/01/2015	05:23:45	13/1/15 5:23	6,5	77,8	2,9
114	13/01/2015	06:23:45	13/1/15 6:23	6,5	77,7	2,8
115	13/01/2015	07:23:45	13/1/15 7:23	6,4	77,6	2,7
116	13/01/2015	08:23:45	13/1/15 8:23	6,4	77,7	2,7
117	13/01/2015	09:23:45	13/1/15 9:23	6,5	77,8	2,9
118	13/01/2015	10:23:45	13/1/15 10:23	6,6	77,8	3,0
119	13/01/2015	11:23:45	13/1/15 11:23	6,5	77,3	2,8
120	13/01/2015	12:23:45	13/1/15 12:23	6,5	77,4	2,8
121	13/01/2015	13:23:45	13/1/15 13:23	6,5	77,6	2,8
122	13/01/2015	14:23:45	13/1/15 14:23	6,5	77,9	2,9
123	13/01/2015	15:23:45	13/1/15 15:23	6,5	78,1	2,9
124	13/01/2015	16:23:45	13/1/15 16:23	6,5	78,3	3,0
125	13/01/2015	17:23:45	13/1/15 17:23	6,5	78,5	3,0
126	13/01/2015	18:23:45	13/1/15 18:23	6,5	78,7	3,0
127	13/01/2015	19:23:45	13/1/15 19:23	6,5	78,8	3,0
128	13/01/2015	20:23:45	13/1/15 20:23	6,5	79,0	3,1
129	13/01/2015	21:23:45	13/1/15 21:23	6,5	79,1	3,1
130	13/01/2015	22:23:45	13/1/15 22:23	6,5	79,1	3,1
131	13/01/2015	23:23:45	13/1/15 23:23	6,5	79,2	3,1
132	14/01/2015	00:23:45	14/1/15 0:23	6,5	78,8	3,0
133	14/01/2015	01:23:45	14/1/15 1:23	6,5	78,6	3,0
134	14/01/2015	02:23:45	14/1/15 2:23	6,5	78,3	3,0
135	14/01/2015	03:23:45	14/1/15 3:23	6,5	78,0	2,9
136	14/01/2015	04:23:45	14/1/15 4:23	6,5	78,1	2,9
137	14/01/2015	05:23:45	14/1/15 5:23	6,5	78,1	2,9
138	14/01/2015	06:23:45	14/1/15 6:23	6,5	78,2	2,9
139	14/01/2015	07:23:45	14/1/15 7:23	6,5	78,2	2,9
140	14/01/2015	08:23:45	14/1/15 8:23	6,5	78,2	2,9
141	14/01/2015	09:23:45	14/1/15 9:23	6,5	78,0	2,9
142	14/01/2015	10:23:45	14/1/15 10:23	6,6	77,8	3,0
143	14/01/2015	11:23:45	14/1/15 11:23	6,6	77,6	2,9
144	14/01/2015	12:23:45	14/1/15 12:23	6,6	77,7	2,9
145	14/01/2015	13:23:45	14/1/15 13:23	6,7	78,0	3,1
146	14/01/2015	14:23:45	14/1/15 14:23	6,7	78,2	3,1
147	14/01/2015	15:23:45	14/1/15 15:23	6,6	78,5	3,1
148	14/01/2015	16:23:45	14/1/15 16:23	6,6	78,8	3,1
149	14/01/2015	17:23:45	14/1/15 17:23	6,6	78,9	3,2
150	14/01/2015	18:23:45	14/1/15 18:23	6,6	79,1	3,2
151	14/01/2015	19:23:45	14/1/15 19:23	6,6	79,2	3,2
152	14/01/2015	20:23:45	14/1/15 20:23	6,6	79,4	3,2
153	14/01/2015	21:23:45	14/1/15 21:23	6,7	79,5	3,4
154	14/01/2015	22:23:45	14/1/15 22:23	6,7	79,6	3,4
155	14/01/2015	23:23:45	14/1/15 23:23	6,7	79,7	3,4
156	15/01/2015	00:23:45	15/1/15 0:23	6,7	79,7	3,4
157	15/01/2015	01:23:45	15/1/15 1:23	6,7	79,9	3,4
158	15/01/2015	02:23:45	15/1/15 2:23	6,7	79,9	3,4
159	15/01/2015	03:23:45	15/1/15 3:23	6,7	80,1	3,5
160	15/01/2015	04:23:45	15/1/15 4:23	6,7	80,2	3,5
161	15/01/2015	05:23:45	15/1/15 5:23	6,7	80,3	3,5
162	15/01/2015	06:23:45	15/1/15 6:23	6,7	80,3	3,5
163	15/01/2015	07:23:45	15/1/15 7:23	6,7	80,4	3,5
164	15/01/2015	08:23:45	15/1/15 8:23	6,7	80,4	3,5
165	15/01/2015	09:23:45	15/1/15 9:23	6,8	80,4	3,6
166	15/01/2015	10:23:45	15/1/15 10:23	6,8	80,4	3,6
167	15/01/2015	11:23:45	15/1/15 11:23	6,9	80,4	3,7
168	15/01/2015	12:23:45	15/1/15 12:23	6,9	80,4	3,7
169	15/01/2015	13:23:45	15/1/15 13:23	6,9	80,5	3,7
170	15/01/2015	14:23:45	15/1/15 14:23	6,9	80,6	3,8
171	15/01/2015	15:23:45	15/1/15 15:23	6,9	80,7	3,8
172	15/01/2015	16:23:45	15/1/15 16:23	6,8	80,7	3,7

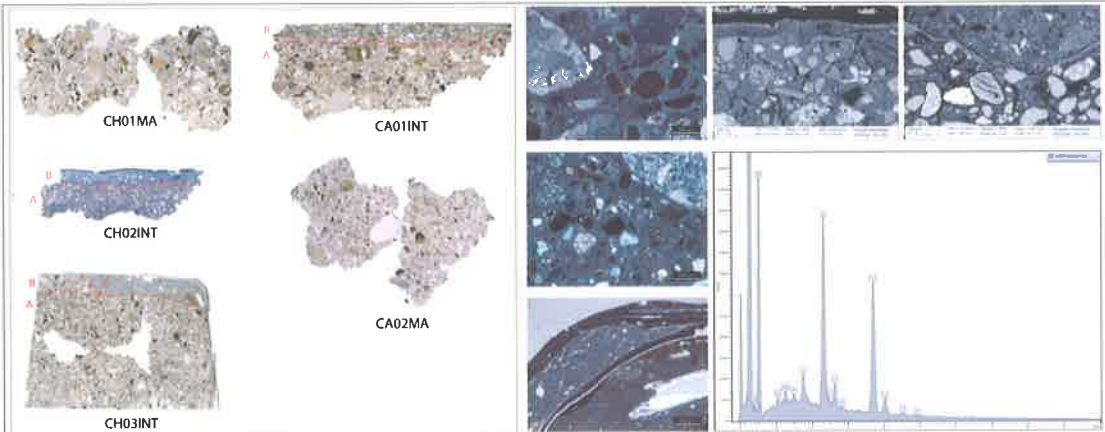


173	15/01/2015	17:23:45	15/1/15 17:23	6,9	80,7	3,8
174	15/01/2015	18:23:45	15/1/15 18:23	6,8	80,8	3,7
175	15/01/2015	19:23:45	15/1/15 19:23	6,8	80,8	3,7
176	15/01/2015	20:23:45	15/1/15 20:23	6,8	80,8	3,7
177	15/01/2015	21:23:45	15/1/15 21:23	6,8	80,8	3,7
178	15/01/2015	22:23:45	15/1/15 22:23	6,9	80,9	3,8
179	15/01/2015	23:23:45	15/1/15 23:23	6,9	80,9	3,8
180	16/01/2015	00:23:45	16/1/15 0:23	6,9	80,9	3,8
181	16/01/2015	01:23:45	16/1/15 1:23	6,9	80,9	3,8
182	16/01/2015	02:23:45	16/1/15 2:23	6,9	80,9	3,8
183	16/01/2015	03:23:45	16/1/15 3:23	6,9	81,0	3,8
184	16/01/2015	04:23:45	16/1/15 4:23	6,9	81,1	3,8
185	16/01/2015	05:23:45	16/1/15 5:23	6,9	81,1	3,8
186	16/01/2015	06:23:45	16/1/15 6:23	6,9	81,3	3,9
187	16/01/2015	07:23:45	16/1/15 7:23	6,9	81,2	3,9
188	16/01/2015	08:23:45	16/1/15 8:23	6,9	81,2	3,9
189	16/01/2015	09:23:45	16/1/15 9:23	7,0	81,2	4,0
190	16/01/2015	10:23:45	16/1/15 10:23	6,9	81,1	3,8
191	16/01/2015	11:23:45	16/1/15 11:23	7,0	81,1	3,9
192	16/01/2015	12:23:45	16/1/15 12:23	6,9	80,9	3,8
193	16/01/2015	13:23:45	16/1/15 13:23	7,0	80,9	3,9
194	16/01/2015	14:23:45	16/1/15 14:23	7,0	80,9	3,9
195	16/01/2015	15:23:45	16/1/15 15:23	7,0	80,9	3,9
196	16/01/2015	16:23:45	16/1/15 16:23	7,0	81,0	3,9
197	16/01/2015	17:23:45	16/1/15 17:23	7,0	81,0	3,9
198	16/01/2015	18:23:45	16/1/15 18:23	7,0	81,0	3,9
199	16/01/2015	19:23:45	16/1/15 19:23	7,0	81,1	3,9
200	16/01/2015	20:23:45	16/1/15 20:23	7,0	81,1	3,9
201	16/01/2015	21:23:45	16/1/15 21:23	7,0	81,1	3,9
202	16/01/2015	22:23:45	16/1/15 22:23	7,0	81,1	3,9
203	16/01/2015	23:23:45	16/1/15 23:23	7,0	81,0	3,9
204	17/01/2015	00:23:45	17/1/15 0:23	7,0	81,0	3,9
205	17/01/2015	01:23:45	17/1/15 1:23	7,0	80,9	3,9
206	17/01/2015	02:23:45	17/1/15 2:23	7,0	80,8	3,9
207	17/01/2015	03:23:45	17/1/15 3:23	7,0	80,8	3,9
208	17/01/2015	04:23:45	17/1/15 4:23	7,0	80,7	3,9
209	17/01/2015	05:23:45	17/1/15 5:23	7,0	80,8	3,9
210	17/01/2015	06:23:45	17/1/15 6:23	7,0	80,8	3,9
211	17/01/2015	07:23:45	17/1/15 7:23	7,0	80,8	3,9
212	17/01/2015	08:23:45	17/1/15 8:23	7,1	80,8	4,0
213	17/01/2015	09:23:45	17/1/15 9:23	7,1	80,8	4,0
214	17/01/2015	10:23:45	17/1/15 10:23	7,1	80,9	4,0
215	17/01/2015	11:23:45	17/1/15 11:23	7,2	80,9	4,1
216	17/01/2015	12:23:45	17/1/15 12:23	7,2	81,0	4,1
217	17/01/2015	13:23:45	17/1/15 13:23	7,2	81,1	4,1
218	17/01/2015	14:23:45	17/1/15 14:23	7,2	81,2	4,1
219	17/01/2015	15:23:45	17/1/15 15:23	7,2	81,2	4,1
220	17/01/2015	16:23:45	17/1/15 16:23	7,2	81,1	4,1
221	17/01/2015	17:23:45	17/1/15 17:23	7,2	81,1	4,1
222	17/01/2015	18:23:45	17/1/15 18:23	7,2	81,1	4,1
223	17/01/2015	19:23:45	17/1/15 19:23	7,2	81,2	4,1
224	17/01/2015	20:23:45	17/1/15 20:23	7,2	81,2	4,1
225	17/01/2015	21:23:45	17/1/15 21:23	7,3	81,3	4,3
226	17/01/2015	22:23:45	17/1/15 22:23	7,3	81,3	4,3
227	17/01/2015	23:23:45	17/1/15 23:23	7,2	81,4	4,2
228	18/01/2015	00:23:45	18/1/15 0:23	7,3	81,4	4,3
229	18/01/2015	01:23:45	18/1/15 1:23	7,3	81,5	4,3
230	18/01/2015	02:23:45	18/1/15 2:23	7,3	81,6	4,3
231	18/01/2015	03:23:45	18/1/15 3:23	7,3	81,7	4,3
232	18/01/2015	04:23:45	18/1/15 4:23	7,4	81,7	4,4
233	18/01/2015	05:23:45	18/1/15 5:23	7,3	81,8	4,4
234	18/01/2015	06:23:45	18/1/15 6:23	7,4	81,9	4,5
235	18/01/2015	07:23:45	18/1/15 7:23	7,4	81,9	4,5
236	18/01/2015	08:23:45	18/1/15 8:23	7,4	81,8	4,4
237	18/01/2015	09:23:45	18/1/15 9:23	7,4	81,8	4,4
238	18/01/2015	10:23:45	18/1/15 10:23	7,5	81,9	4,6
239	18/01/2015	11:23:45	18/1/15 11:23	7,5	81,9	4,6
240	18/01/2015	12:23:45	18/1/15 12:23	7,5	81,9	4,6
241	18/01/2015	13:23:45	18/1/15 13:23	7,5	82,0	4,6
242	18/01/2015	14:23:45	18/1/15 14:23	7,5	82,0	4,6
243	18/01/2015	15:23:45	18/1/15 15:23	7,5	82,1	4,6
244	18/01/2015	16:23:45	18/1/15 16:23	7,5	82,1	4,6
245	18/01/2015	17:23:45	18/1/15 17:23	7,5	82,3	4,6
246	18/01/2015	18:23:45	18/1/15 18:23	7,5	82,4	4,7
247	18/01/2015	19:23:45	18/1/15 19:23	7,5	82,4	4,7
248	18/01/2015	20:23:45	18/1/15 20:23	7,5	82,5	4,7
249	18/01/2015	21:23:45	18/1/15 21:23	7,6	82,5	4,8
250	18/01/2015	22:23:45	18/1/15 22:23	7,6	82,5	4,8
251	18/01/2015	23:23:45	18/1/15 23:23	7,6	82,5	4,8
252	19/01/2015	00:23:45	19/1/15 0:23	7,5	82,6	4,7
253	19/01/2015	01:23:45	19/1/15 1:23	7,6	82,6	4,8
254	19/01/2015	02:23:45	19/1/15 2:23	7,6	82,6	4,8
255	19/01/2015	03:23:45	19/1/15 3:23	7,6	82,6	4,8
256	19/01/2015	04:23:45	19/1/15 4:23	7,6	82,6	4,8
257	19/01/2015	05:23:45	19/1/15 5:23	7,6	82,7	4,8
258	19/01/2015	06:23:45	19/1/15 6:23	7,6	82,7	4,8
259	19/01/2015	07:23:45	19/1/15 7:23	7,6	82,7	4,8
260	19/01/2015	08:23:45	19/1/15 8:23	7,6	82,6	4,8
261	19/01/2015	09:23:45	19/1/15 9:23	7,7	82,7	4,9

ARCIDIOGESI DI POTENZA-MURO LUCANO E MARSICO NUOVO

LARGO DUOMO N. 5 85100 POTENZA

LAVORI DI RESTAURO E CONSERVAZIONE CHIESA DELLA SS. TRINITA' DI POTENZA. INDAGINI DIAGNOSTICHE.



ALLEGATO:

A.05 ANALISI PETROGRAFICHE, MINERALOGICHE E CHIMICHE.

REV. DATA

FEBBRAIO 2015

N. 00 DEL 02/2015



Dedalo s.r.l.
Agenzia di Architettura

IL DIRETTORE TECNICO ARCH. MICHELE PIETRO DI CAPUA



INDICE:

1.0	Introduzione	<i>pag. 02</i>
2.0	Campioni	<i>pag. 02</i>
3.0	Metodologie analitiche	<i>pag. 03</i>
4.0	Risultati	<i>pag. 03</i>
4.1	Determinazione del contenuto d'acqua	<i>pag. 03</i>
4.2	Microscopia ottica	<i>pag. 05</i>
4.3	Analisi modale	<i>pag. 11</i>
4.4	Diffrazione di raggi X (XRPD)	<i>pag. 11</i>
4.5	SEM/eds	<i>pag. 11</i>
5.0	Conclusioni	<i>pag. 15</i>
6.0	Allegati	<i>pag. 16</i>
6.1	Planimetria con ubicazione prove	<i>pag. 17</i>
6.2	Documentazione fotografica	<i>pag. 18</i>
6.3	Spettro XRPD delle malte e degli intonaci	
6.3.1	Spettro XRPD malta CA02MA	<i>pag. 21</i>
6.3.2	Spettro XRPD malta CH01MA	<i>pag. 22</i>
6.3.3	Spettro XRPD intonaco CA01INT-A	<i>pag. 23</i>
6.3.4	Spettro XRPD intonaco CA01INT-B	<i>pag. 24</i>
6.3.5	Spettro XRPD intonaco CH02INT-A	<i>pag. 25</i>
6.3.6	Spettro XRPD intonaco CH02INT-B	<i>pag. 26</i>
6.3.7	Spettro XRPD intonaco CH03INT-A	<i>pag. 27</i>
6.3.8	Spettro XRPD intonaco CH03INT-B	<i>pag. 28</i>
6.3.9	Spettro XRPD intonaco CH03INT-C	<i>pag. 29</i>

1. Introduzione

Su Incarico dato dalla Dedalo srl, le analisi di seguito riportate sono state eseguite dal Prof. Rocco LAVIANO (analista) e dal Dott. Giacomo ERAMO (analista e relatore) del Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali dell'Università Degli Studi di Bari.

Sono state svolte indagini petrografiche, mineralogiche e chimiche con scopo di riconoscere stratigrafie e le differenze composizionali e tessiturali esistenti fra i campioni, si è provveduto a determinare il contenuto d'acqua e ad analizzare, mediante microscopia ottica, microscopia elettronica a scansione (SEM/EDS) e diffrazione di raggi X su polveri (XRPD), i 3 campioni di intonaco e 2 campioni di malta, con relative sezioni sottili,

2. Campioni

I cinque campioni di intonaco sottoposti ad analisi sono stati prelevati dal committente e rivestiti di pellicola trasparente per evitare l'evaporazione dell'acqua presente nella muratura. Le sezioni sottili sono state realizzate presso i nostri laboratori, a seguito della determinazione del contenuto d'acqua.

Nella figura 1 sono riportate le foto delle sezioni sottili analizzate, con evidenziate le principali stratificazioni riconosciute

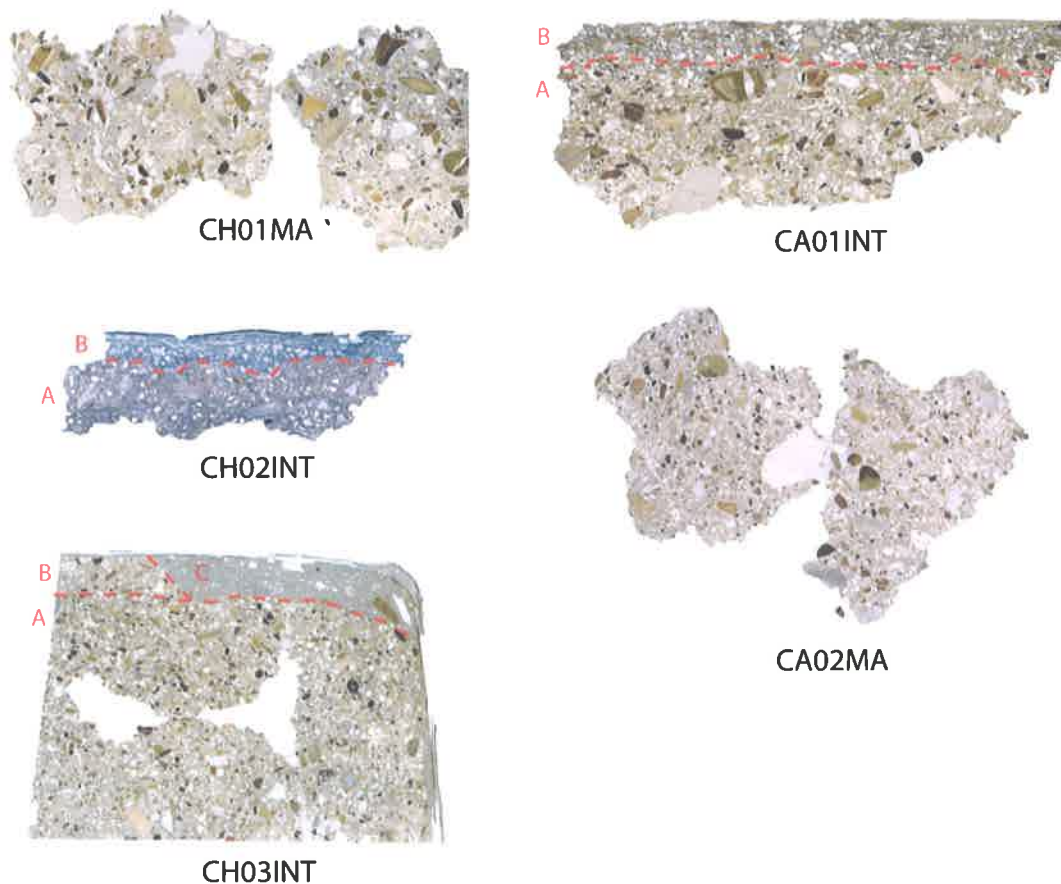


Figura 1: Sezioni sottili dei campioni analizzati e principali strati riconosciuti.

3. Metodologie analitiche

Determinazione del contenuto d'acqua: La percentuale d'acqua (w) presente all'interno dei campioni analizzati è stata ottenuta pesando i campioni tal quali e poi ogni 3 ore di permanenza in stufa a 105 °C, fino al raggiungimento di un peso costante (Ps). La perdita in peso corrisponde all'acqua evaporata durante il riscaldamento (Pw). I valori di w ($Pw/Ps \cdot 100$) determinati per icinque campioni sono riportati in tabella 1.

Microscopia ottica: Le sezioni sottili sono state analizzate con un microscopio polarizzatore ZEISS AXIOSKOP 40 POL , dotato di un micrometro per le misure granulometriche e di un apparecchio fotografico digitale per la documentazione fotografica. La descrizione petrografica è stata eseguita secondo le linee guida della norma UNI 11176 "Descrizione petrografica di un a malta". E' stata inoltre eseguita un'analisi d'immagine per la determinazione del rapporto aggregato/legante in alcuni strati di malta costituenti i campioni. Le percentuali in volume calcolate si riferiscono alla porzione solida degli strati, processando 2 coppie di immagini ottiche a diversa polarizzazione per campione, attraverso un software di analisi d'immagine (ImageJ).

Diffrazione di raggi X su polveri (XRD): Le analisi sono state condotte su dei micro-prelievi eseguiti nei cinque campioni analizzati. Negli strati con tessitura più grossolana i prelievi hanno interessato la porzione più fine arricchita in legante. L'analisi è stata eseguita utilizzando un diffrattometro per polveri Philips Panalytical Pro PDM (CuK α , 40 kV, 40 mA), con detector X'Celerator. Le riprese diffrattometriche sono state condotte in modalità di scansione continua nell'intervallo angolare da 3° a 70° di 2 θ , con velocità di 0,07 °2 θ /s.

Microscopia elettronica (SEM/EDS): Le sezioni sottili (spessore = 30 μ m) dei campioni CH02INT e CH03INT sono state metallizzate con grafite e successivamente osservate al microscopio elettronico a scansione EVO-50XVP (LEO). Le microanalisi EDS sono state eseguite tramite il sistema Oxford Instruments AZTEC con detector SDD X-Maxn.

4. Risultati

4.1. Determinazioni del contenuto d'acqua

Il contenuto d'acqua mostra valori simili nei campioni CA e nei campioni CH, rispettivamente, ad eccezione del campione CH03INT.



campione	w (% peso)
CH01MA	7,8
CH02INT	8,6
CH03INT	2,3
CA01INT	6,7
CA02MA	7,0

Tabella 1: Contenuto d'acqua dei campioni analizzati.

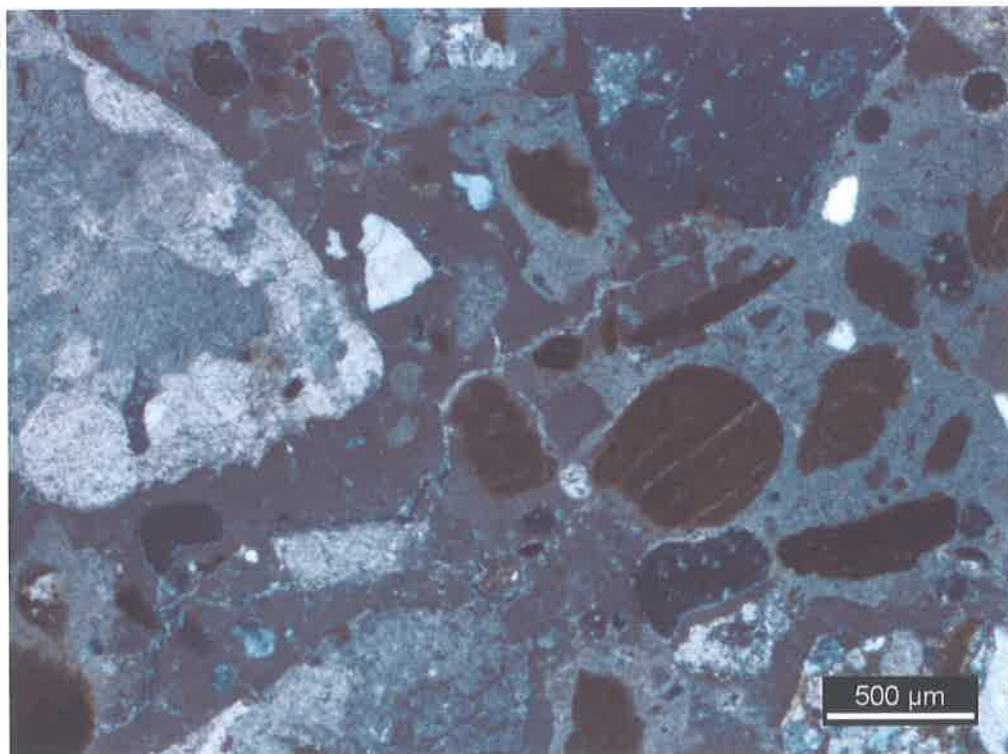


Figura 2: CH01MA, tessitura arenacea omogenea (2,5x; XP).

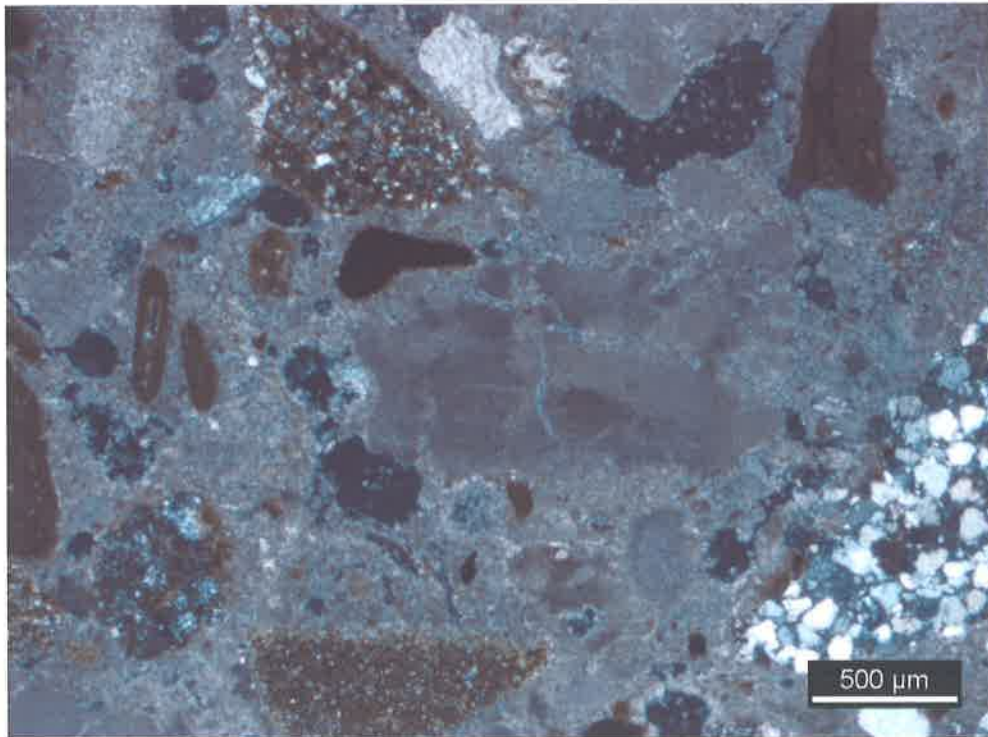


Figura3: CH01MA, relitto di calcinazione al centro della foto, circondato da frammenti litici e sedimentari (2,5x;XP).

4.2. Microscopia ottica

I campioni analizzati mostrano caratteristiche petrografiche simili, sebbene siano distinguibili alcune differenze strutturali e tessiturali. I campioni CH02INT, CH03INT e CA01INT sono stratificati, mentre CH01MA e CA02MA sono omogenei (fig. 1). Gli strati sono stati identificati in ciascuna sezione sottile con delle lettere da A a C. L'ordine alfabetico rispecchia la sequenza stratigrafica dall'interno verso la superficie esterna dei campioni (fig. 1).

I campioni di malta CH01MA e CA02MA hanno una tessitura arenacea omogenea e unimodale (0,25-0,5 mm). L'aggregato è costituito, in ordine di abbondanza, da selce, quarzareniti, marne, frammenti litici calcarei, aggregati ferruginosi, feldspati e pirosseni (Figg. 2-4). Il legante calciticomicrocristallino, con rara presenza di relitti di calcinazione (Fig. 3). La porosità consiste di pori primari arrotondati submillimetrici e fessurazioni da ritiro sviluppatasi durante la presa.

In figura 5 è possibile apprezzare le quattro lamine che compongono la finitura dell'intonaco di CA01INT. Gli strati A e B mostrano la stessa composizione dell'aggregato dei già descritti campioni di malta e si differenziano per un diverso rapporto aggregato/legante (Tab. 2). Nel campione CH02INT si distinguono due strati di intonaco (Fig. 8) su cui sono sovrapposti sette

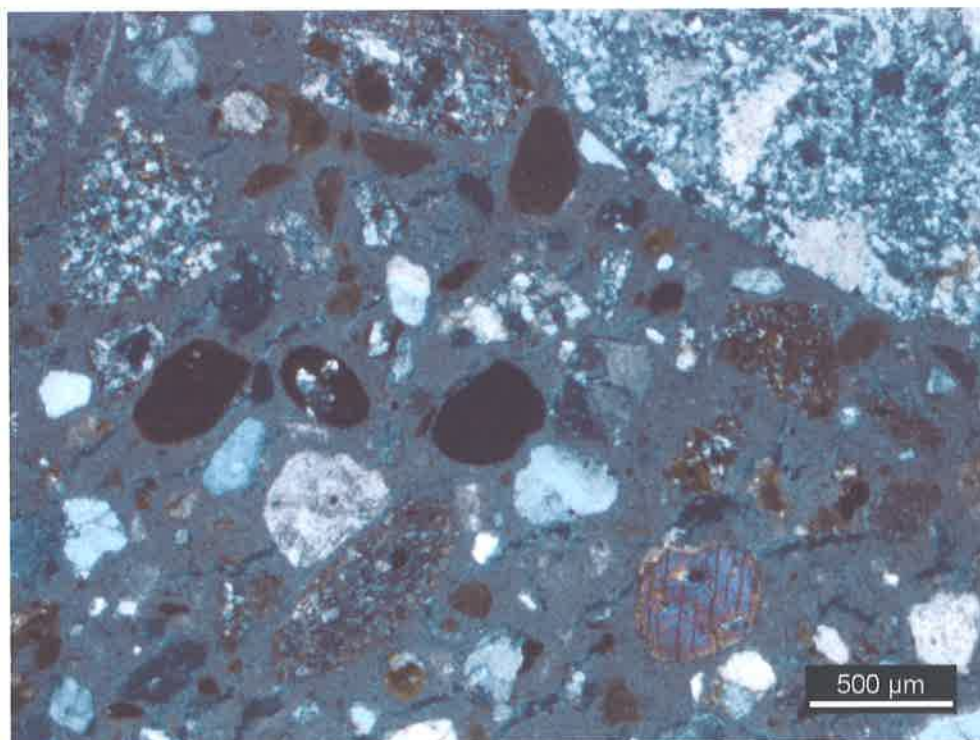


Figura 4: CA02MA, tessitura arenacea omogenea, con prevalenti frammenti di selce e marne. In Basso a destra si riconosce un pirosseno augitico (2,5x; XP).

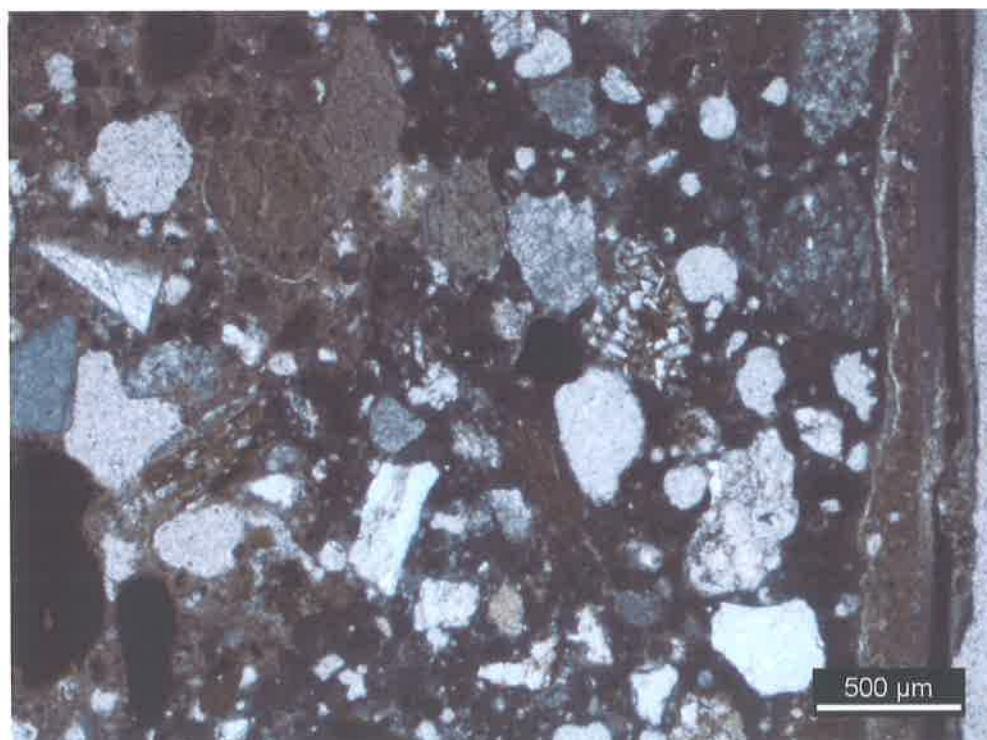


Figura 5: CA01INT, strato B dell'intonaco e gruppo di lamine di finitura parzialmente distaccato dallo strato B sottostante (2,5x; P).

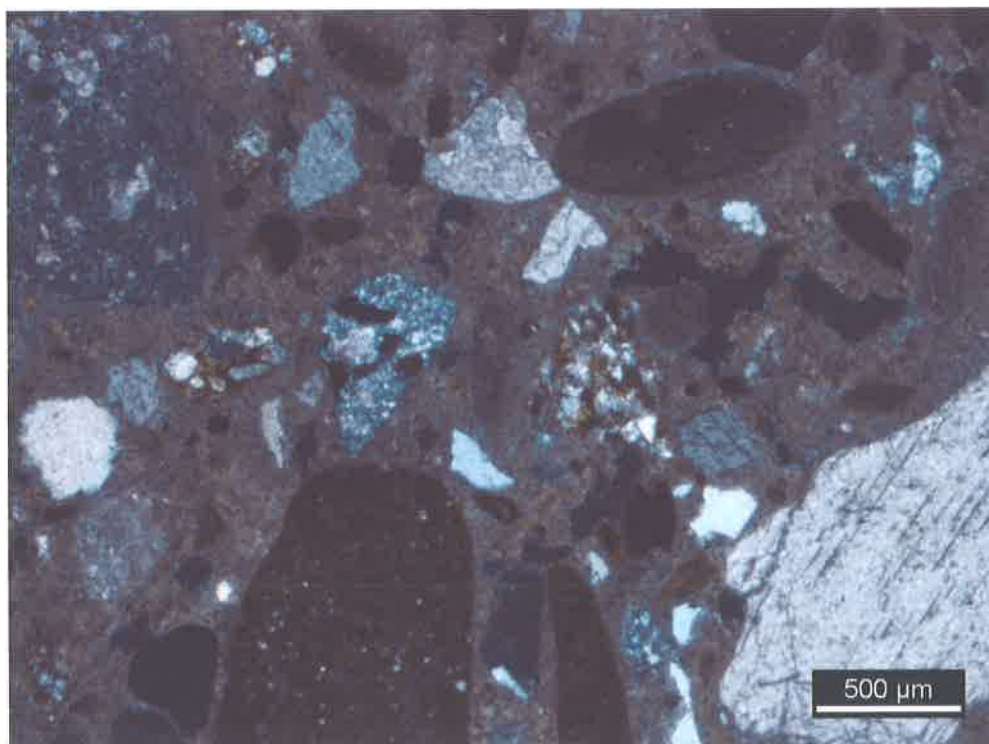


Figura 6: CA01INT, tessitura arenacea omogenea dello strato A (2,5x; XP).

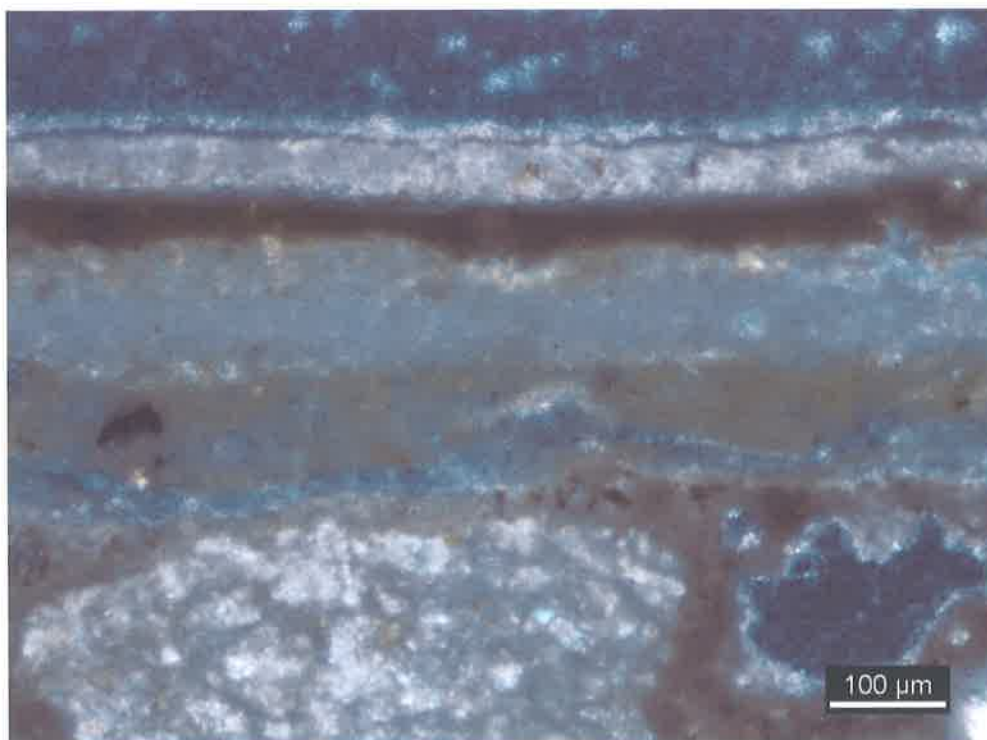


Figura7: CA01INT, particolare delle quattro lamine di finitura. Da notare il distacco dallo strato B sottostante (10x; XP).

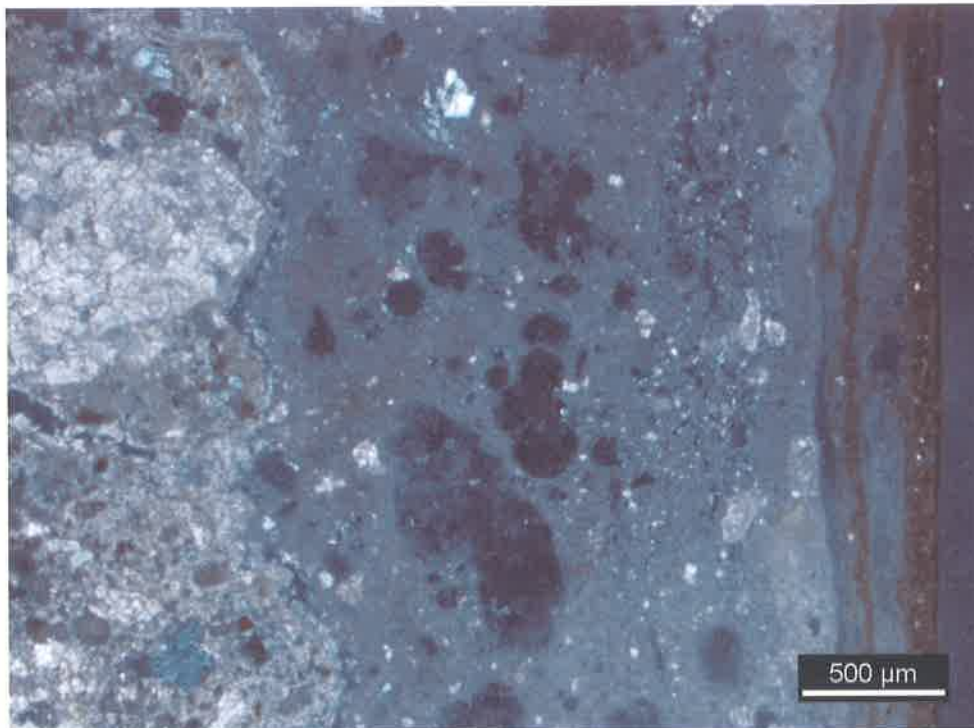


Figura 8: CA02INT, Strato A a base di calce (sinistra), strato B a base di gesso (centro) e gruppo di lamine di finitura (destra) dell'intonaco parzialmente distaccato dallo strato B sottostante. Nello strato A è visibile un grosso frammento di dolomia (2,5x; XP)

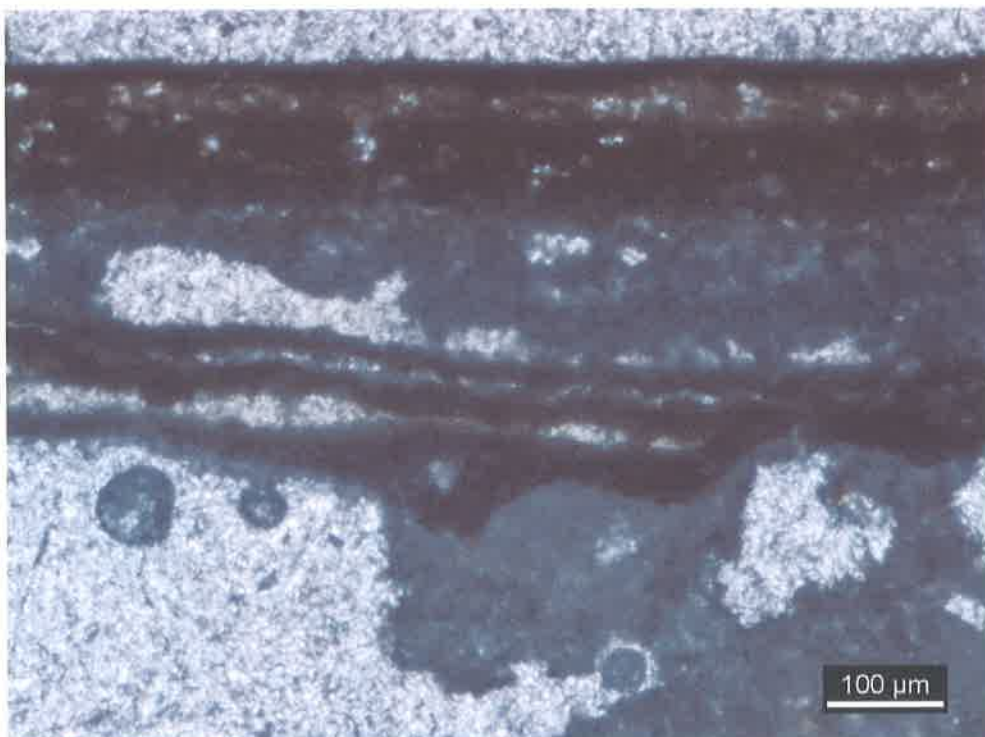


Figura 9: CH02INT, si distinguono otto lamine di finitura, fra preparazioni e pittura a contatto con lo strato B (10x; P)

lamine di finitura (Fig. 9). Lo strato A è caratterizzato dalla presenza di frammenti di

dolomia e quarzo monocristallino, con minori quantità di k-feldspato. La granulometria prevalente è compresa fra 0,25 and 0,5 mm, mentre il legante è calcitico. Lo strato B ha una bassa birifrangenza e una tessitura da micro- a criptocristallina, con scarsa presenza di aggregato fine di quarzo.

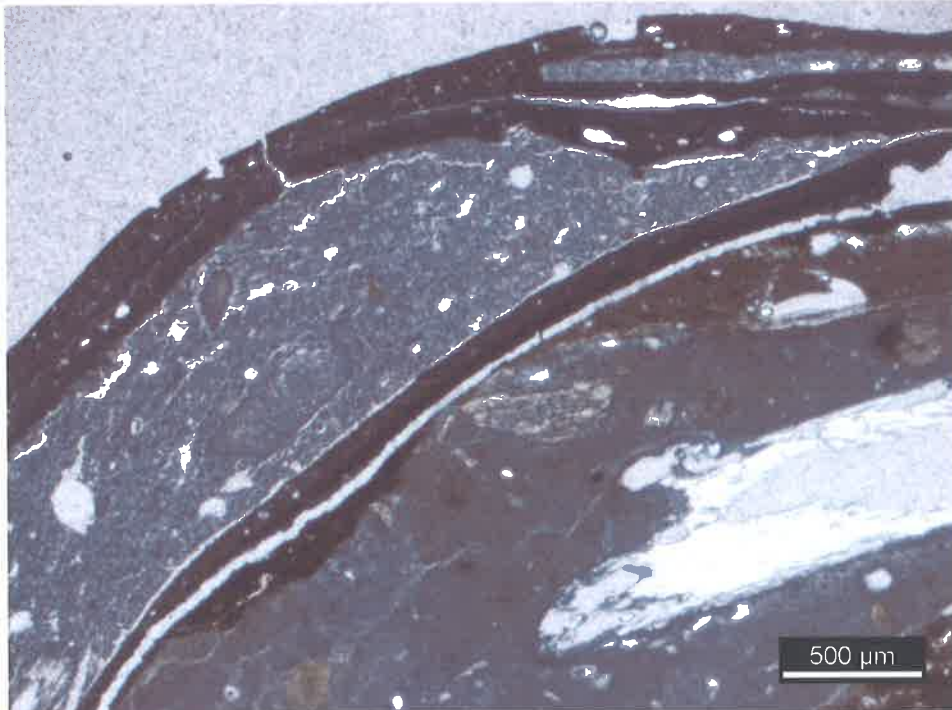


Figura 10: CH03INT, stratigrafia delle stuccature e pitturazioni dello spigolo, sovrapposto allo strato C, visibile nel settore inferiore destro della foto (2,5x;P).

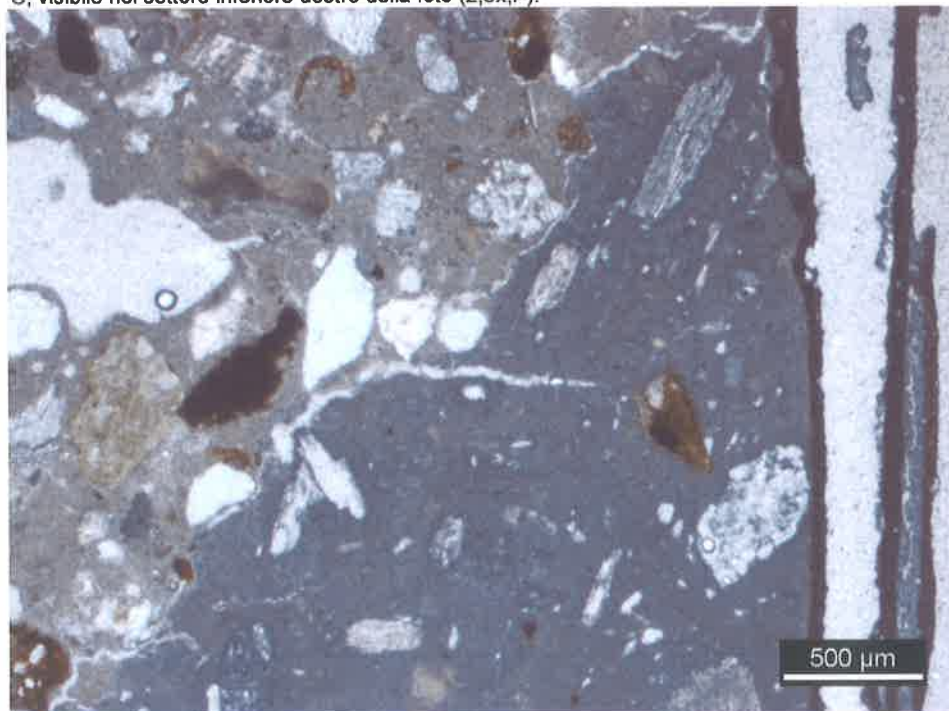


Figura 11: CH03INT, contatto tra strato B in alto a sinistra e strato C (in basso) e il gruppo di lamine di finitura (a destra) (2,5x;P).

4.3. Analisi modale

L'analisi modale dei campioni di malta e intonaco ha permesso di determinare i rapporti aggregato/ legante (A/L) riportati nella tabella 2. Non sono stati considerati nell'analisi gli strati CH02INT-B e CH03INT-C, perché costituiti da gesso e calcite (stucco?).

L'analisi d'immagine ha permesso di distinguere 1) aggregato, 2) legante e 3) porosità.

I risultati ottenuti indicano la prevalenza di legante in tutti i campioni analizzati. Il rapporto A/L è praticamente identico nei due campioni di malta (0,45), mentre gli intonaci mostrano rapporti A/L simili per gli strati A (ca. 0,85) e B (ca. 0,5), rispettivamente.

4.4. XRPD

La diffrazione di raggi X è stata eseguita sulle polveri dei campioni di malta di allettamento CH01MA e CA02MA e sulle polveri degli strati di intonaco dei campioni CH02INT, CH03INT e CA01INT (Fig. 1). In appendice sono riportati i diffrattogrammi con la relativa interpretazione, mentre in tabella 3 è riportata una stima semiquantitativa delle fasi presenti. La presenza di gesso, tranne che nello strato B di CH02INT, è riconducibile a efflorescenza salina.

campione	Cal	Qtz	Kfs	Pl	Gyp	Ms	Kln	Dol
CA02MA	xx	xxx	x	x		x	x	
CH01MA	xx	xxx	x	x		x	x	
CA01INT-A	xxx	xxx	tr	tr		x	x	
CA01INT-B	xx	xxxx	tr	tr		x	x	
CH02INT-A	xx	xxx	x		x			xxx
CH02INT-B	xxx				xxx			
CH03INT-A	xx	xxxx	tr	x	x	x	x	
CH03INT-B	xx	xxx	tr	x	x	x	x	
CH03INT-C	xxx	x			x			

Tabella 3: Contenuto mineralogico semiquantitativo dei campioni analizzati (XRPD). Legenda: Qtz = quarzo; Cal = calcite; Gyp = gesso; Kfs = K-feldspato; Ms = muscovite; Kln = caolinite; Dol = dolomite; X-XXXX = quantità relative; tr = in tracce

4.5. SEM/EDS

L'osservazione al SEM è stata condotta sulle sezioni sottili dei campioni CH02INT (Figg. 13-14) e CH03INT (Figg. 15-16) ha permesso di determinare la natura del legante dei due

campioni analizzati. Lo strato A di CH02INT ha un legante calcitico (Fig. 17) e il sovrapposto strato B è invece legato da gesso (Fig. 18). Le analisi EDS confermano la presenza di solfati e cloruri (efflorescenza) nel campione CH02INT. Gli strati A, B e C del campione CH03INT sono legati da calcite, sebbene si rilevi la presenza di minerali argillosi dispersi nella stessa dello strato B (Figg.19-21).

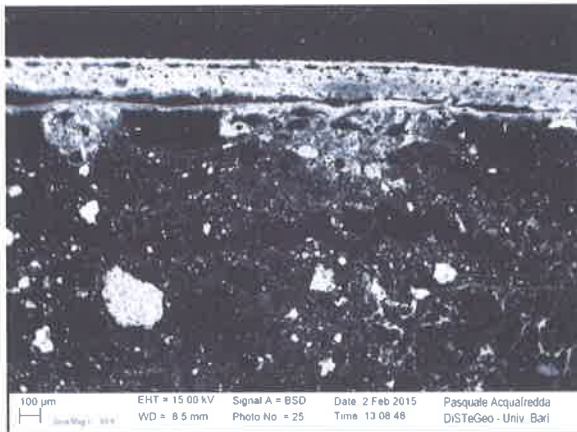


Figura 13: CH02INT, immagine BSE (SEM) del contatto fra gli strati pittorici (grigio chiaro) e strato B.

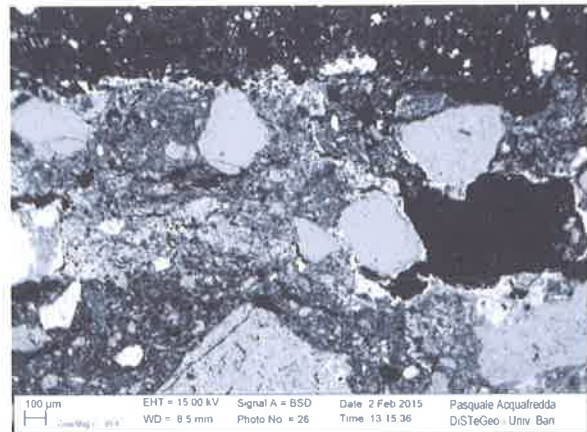


Figura 14: CH02INT, immagine BSE (SEM) del contatto fra lo strato A (in basso) e strato B.

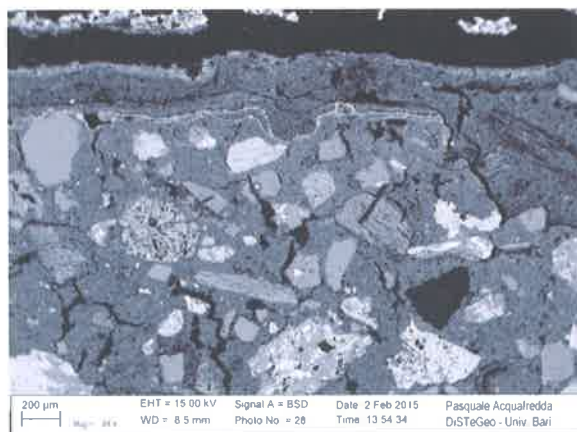


Figura 15: CH03INT, immagine BSE (SEM) del contatto fra lo strato B (in basso) e strato C.



Figura 16: CH03INT, immagine BSE (SEM) del contatto fra lo strato C (in alto) e strato A (in basso).

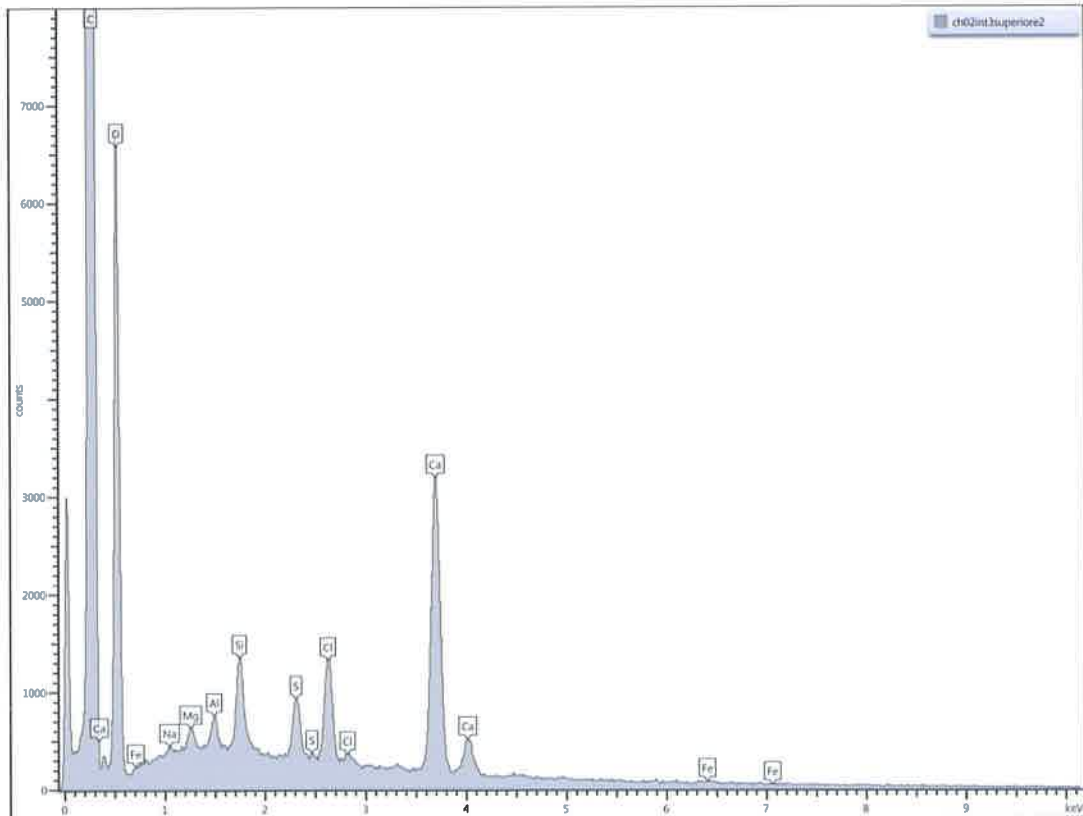


Figura 17: CH02INT, spettro EDS del legante dello strato A

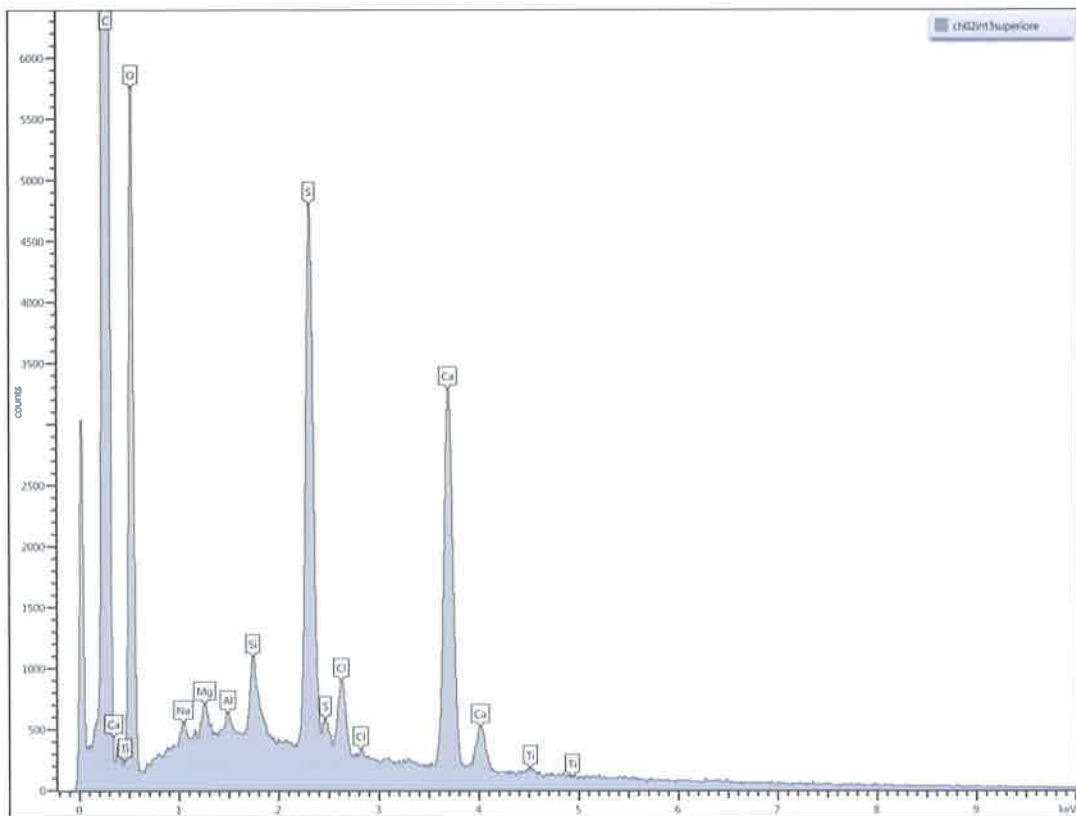


Figura 18: CH02INT, spettro EDS del legante dello strato B

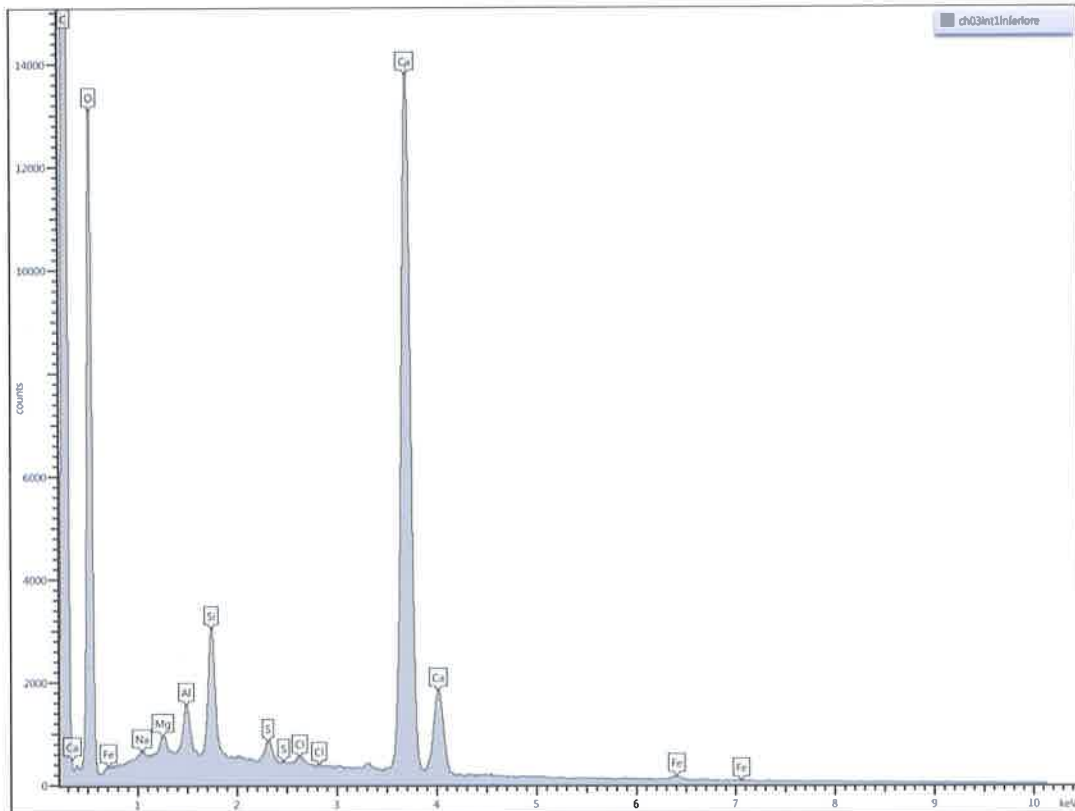


Figura 19: CH03INT, spettro EDS del legante dello strato A

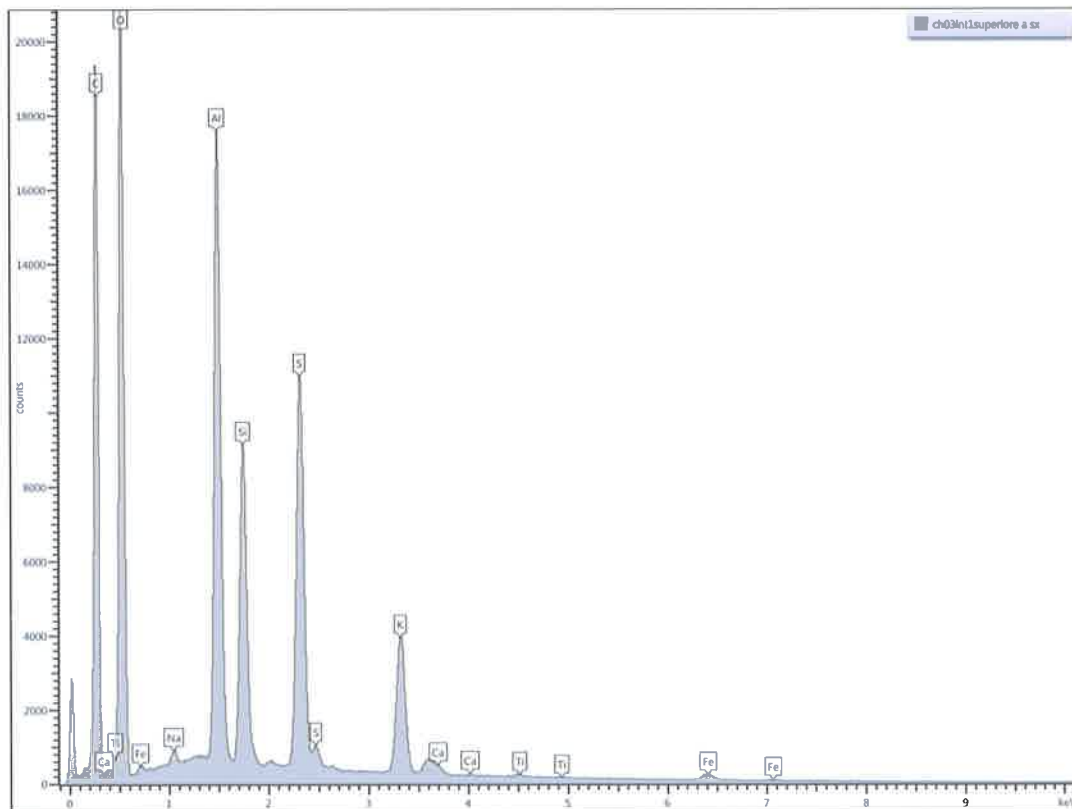


Figura 20: CH03INT, spettro EDS del legante dello strato B

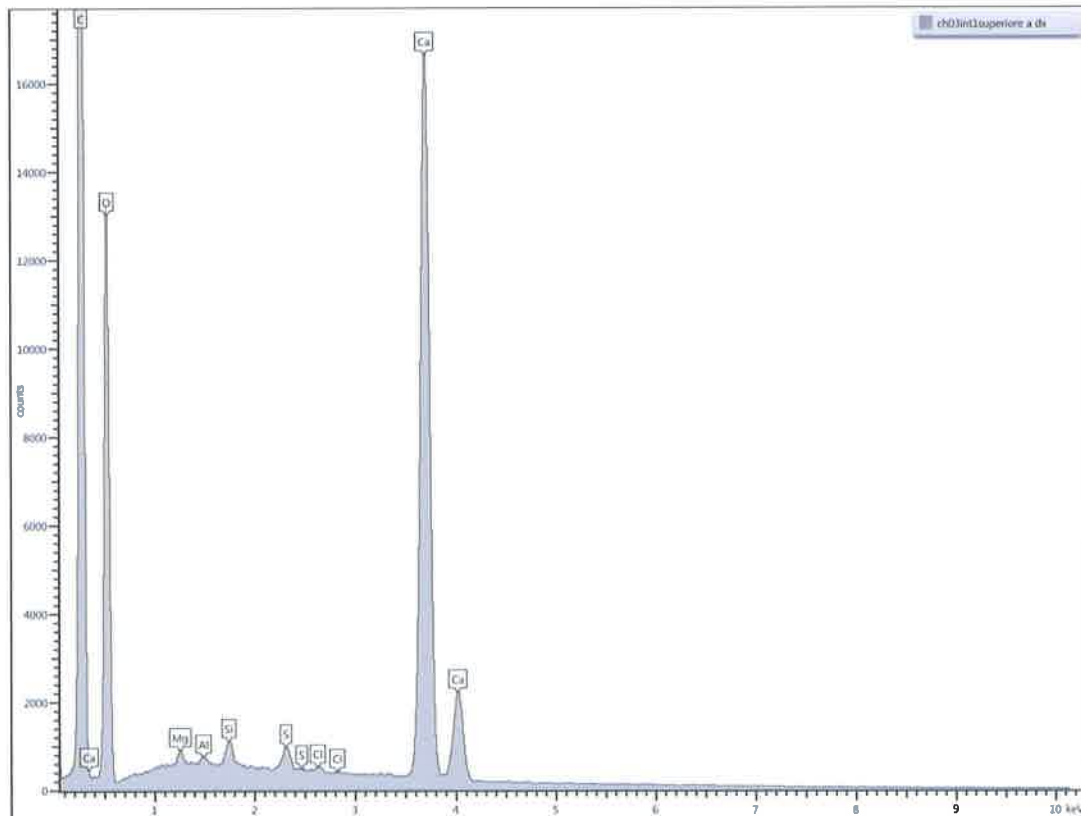


Figura 21: CH03INT, spettro EDS del legante dello strato C

5. Conclusioni

Le analisi petrografiche, mineralogiche e chimiche eseguite sui cinque campioni di malta e intonaco forniti hanno permesso di riconoscerne la struttura stratificata e la composizione.

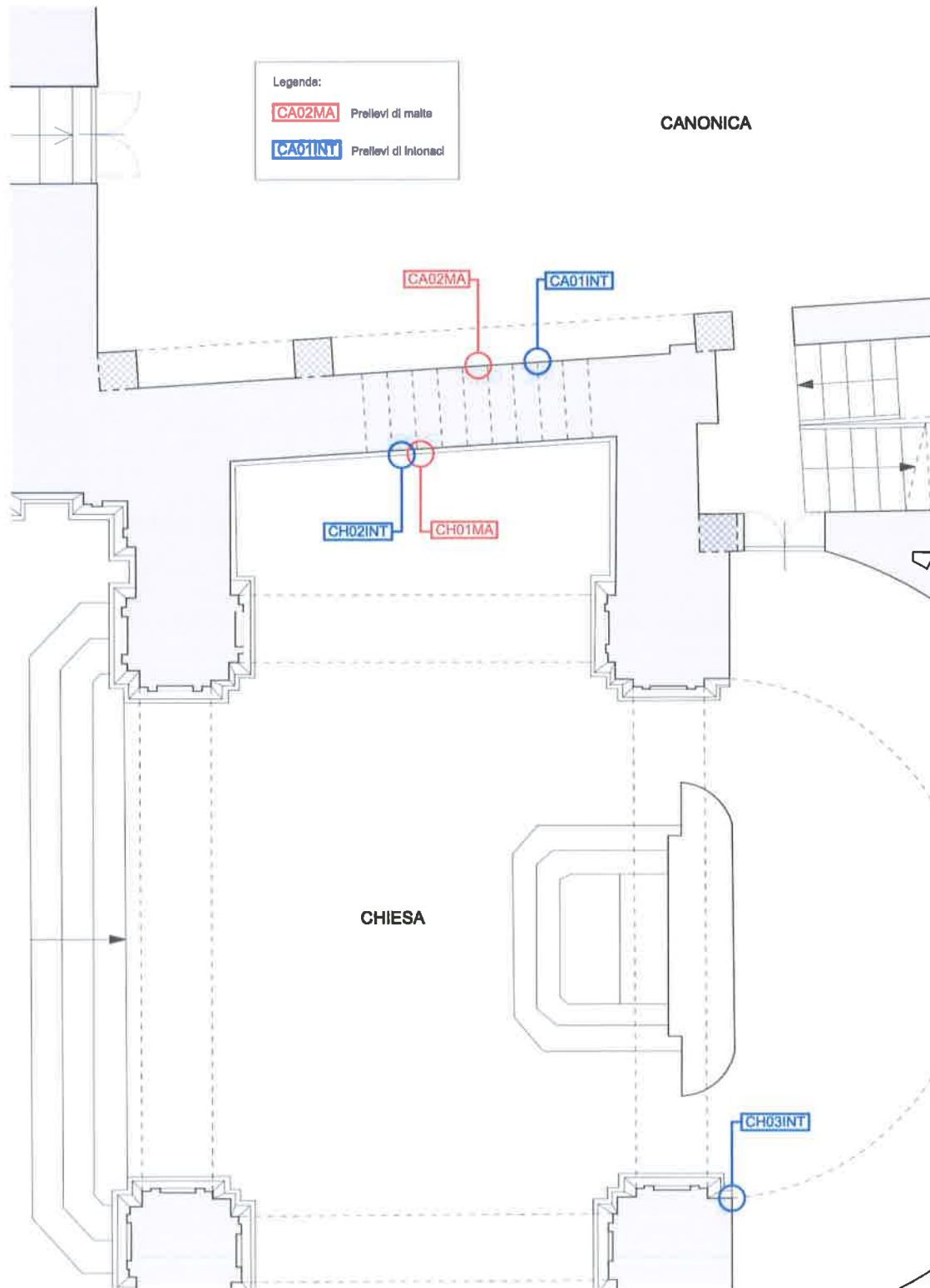
I campioni CH01MA e CA02MA sono malte a calce con tessitura arenacea omogenea ($A/L = 0,45$). Gli intonaci CA01INT e CH03INT hanno caratteristiche simili, con strati di preparazione (A e B) a calce e aggregato analogo a quello dei campioni di malta. Il campione CH02INT si discosta dagli altri due intonaci per la presenza di dolomite nell'aggregato dello strato A e l'uso gesso misto a calce nello strato B. L'analisi XRPD ha rilevato la presenza di piccole quantità di gesso, come efflorescenza salina negli intonaci.



ALLEGATI:

- 6.1 Planimetria con ubicazione dei prelievi
- 6.2 Documentazione fotografica
- 6.3 Spettro XRPD delle malte e degli intonaci
 - 6.3.1 Spettro XRPD malta CA02MA
 - 6.3.2 Spettro XRPD malta CH01MA
 - 6.3.3 Spettro XRPD intonaco CA01INT-A
 - 6.3.4 Spettro XRPD intonaco CA01INT-B
 - 6.3.5 Spettro XRPD intonaco CH02INT-A
 - 6.3.6 Spettro XRPD intonaco CH02INT-B
 - 6.3.7 Spettro XRPD intonaco CH03INT-A
 - 6.3.8 Spettro XRPD intonaco CH03INT-B
 - 6.3.9 Spettro XRPD intonaco CH03INT-C

6.1 Planimetria con ubicazione dei prelievi



6.2 Documentazione fotografica

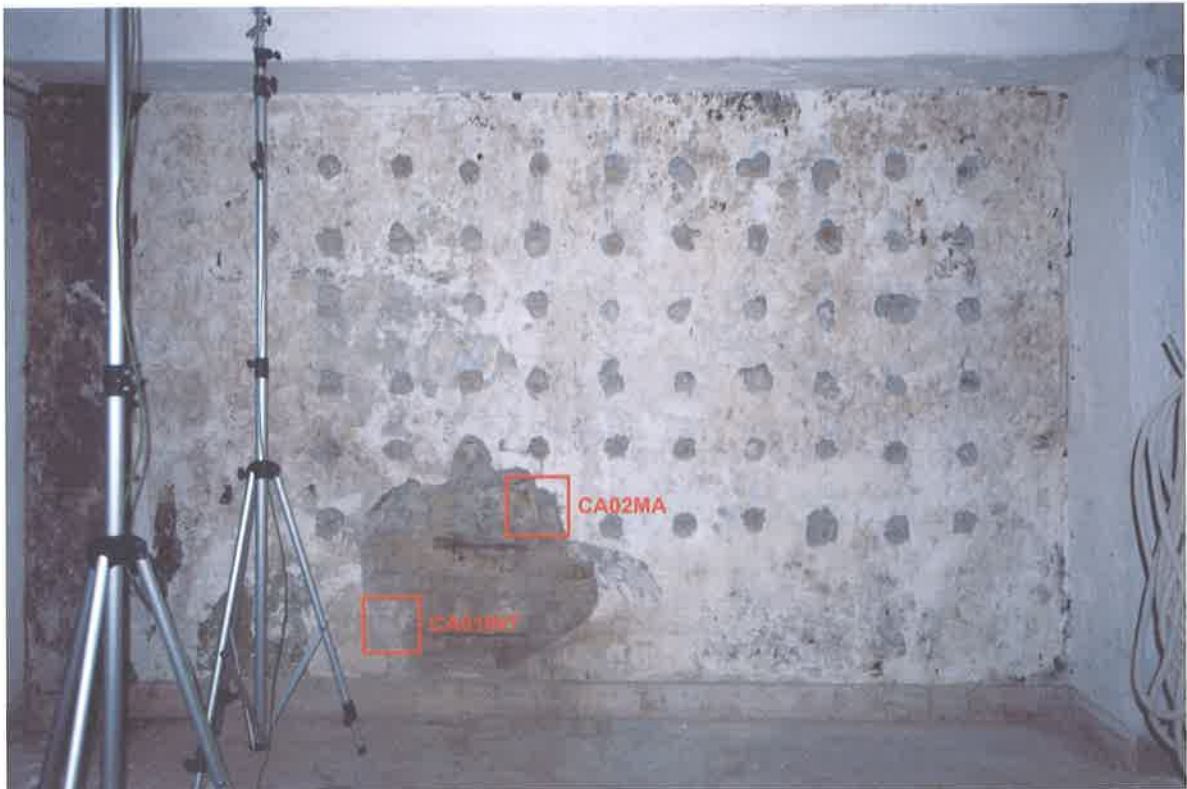


Foto 01. Parete locale canonica, ubicazione prelievi CA02MA e CA01INT



Foto 02. Prelievo intonaco CA01INT



Foto 03. Prelievo malta CA02MA

6.2 Documentazione fotografica



Foto 04. Parete interno chiesa, ubicazione prelievi campioni CA01MA e CA02INT



Foto 05. Prelievo campione di malta CH01MA



Foto 06. Prelievo campione intonaco CH02INT

6.2 Documentazione fotografica



Foto 07. Parete interno chiesa. Prelievo campioni di malta CH01MA e intonaco CH02INT

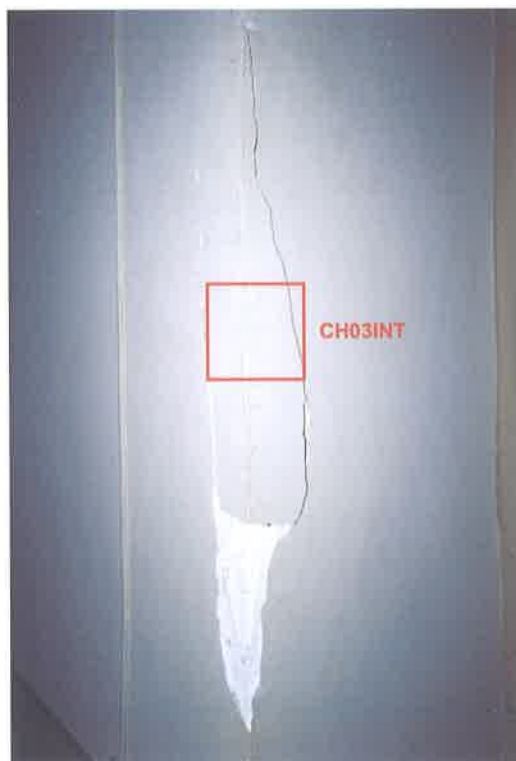


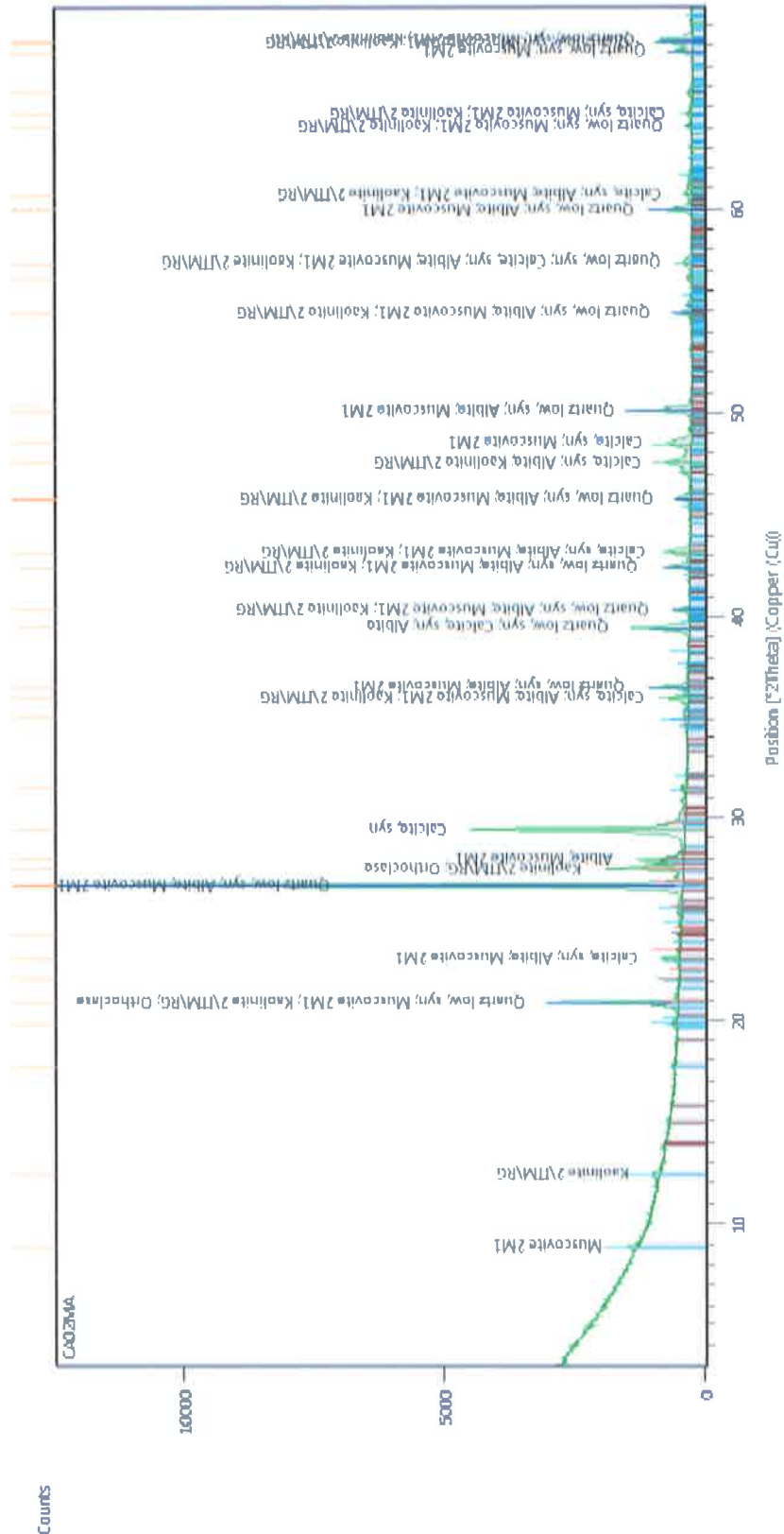
Foto 08. Chiesa. Prelievo camp. CH03INT



Foto 09. Chiesa. Intonaco CH03INT

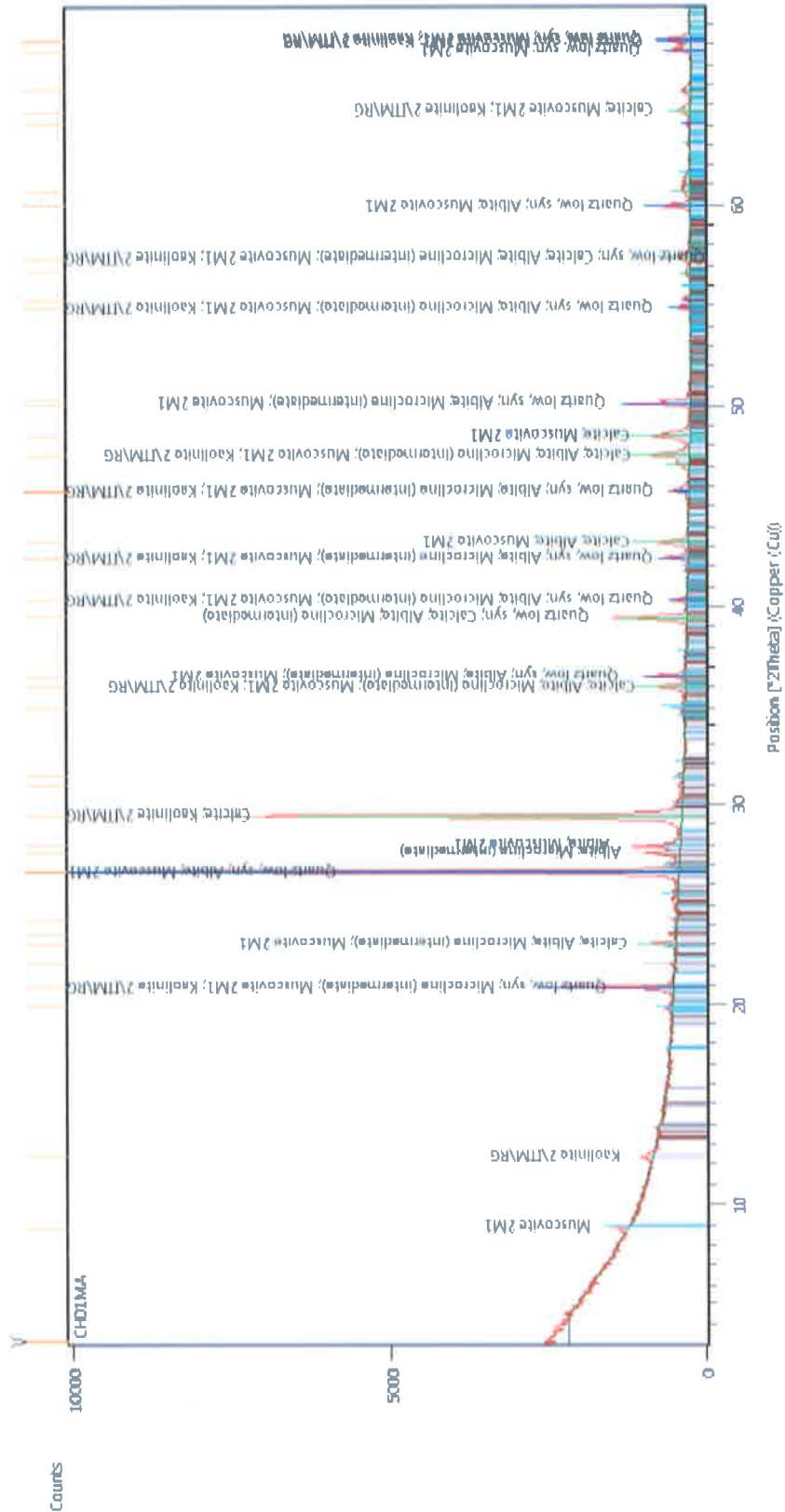


6.3.1 Spettro XRPD delle malta CA02MA



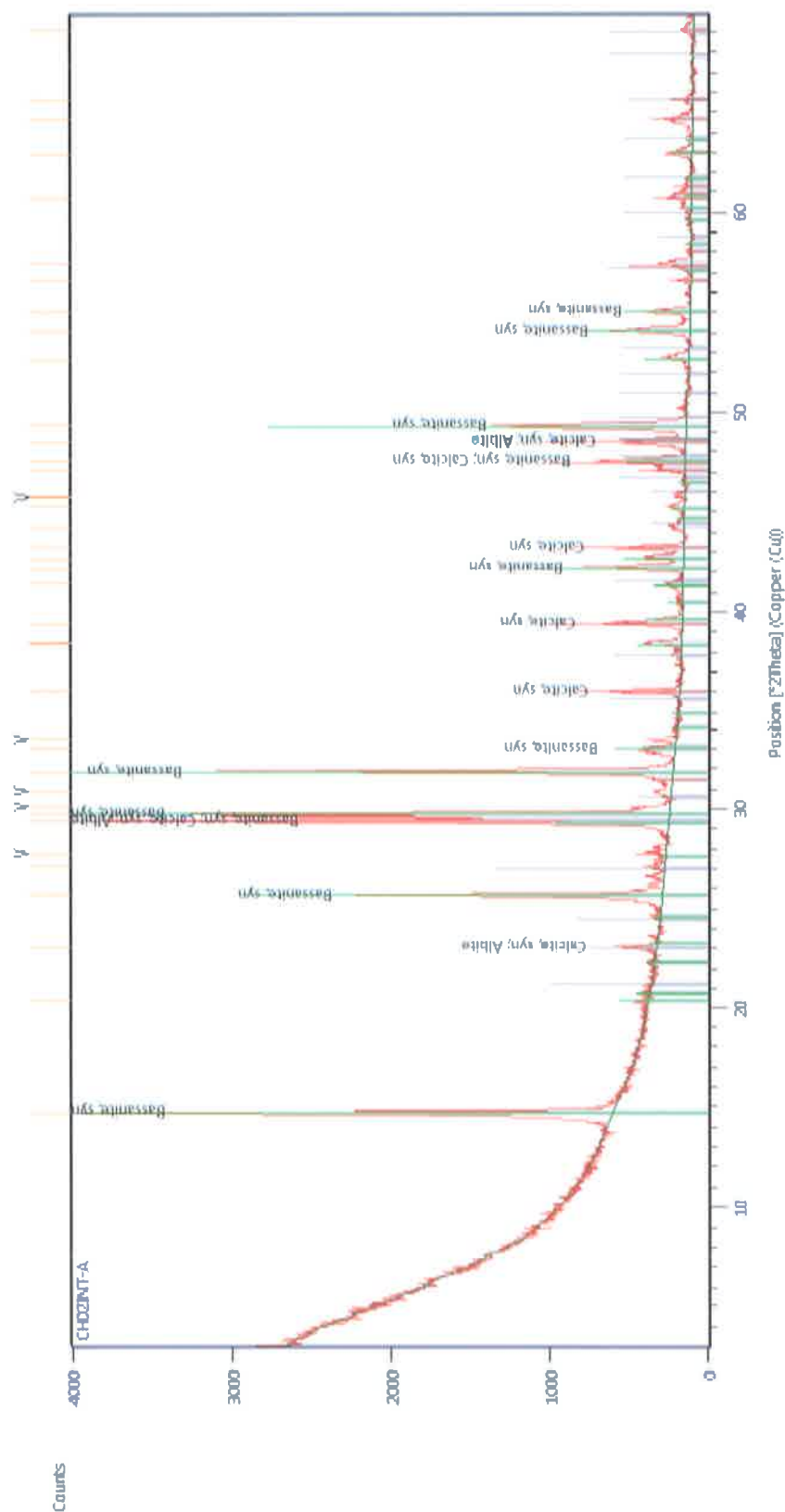


6.3.2 Spettro XRPD della malta CH01MA



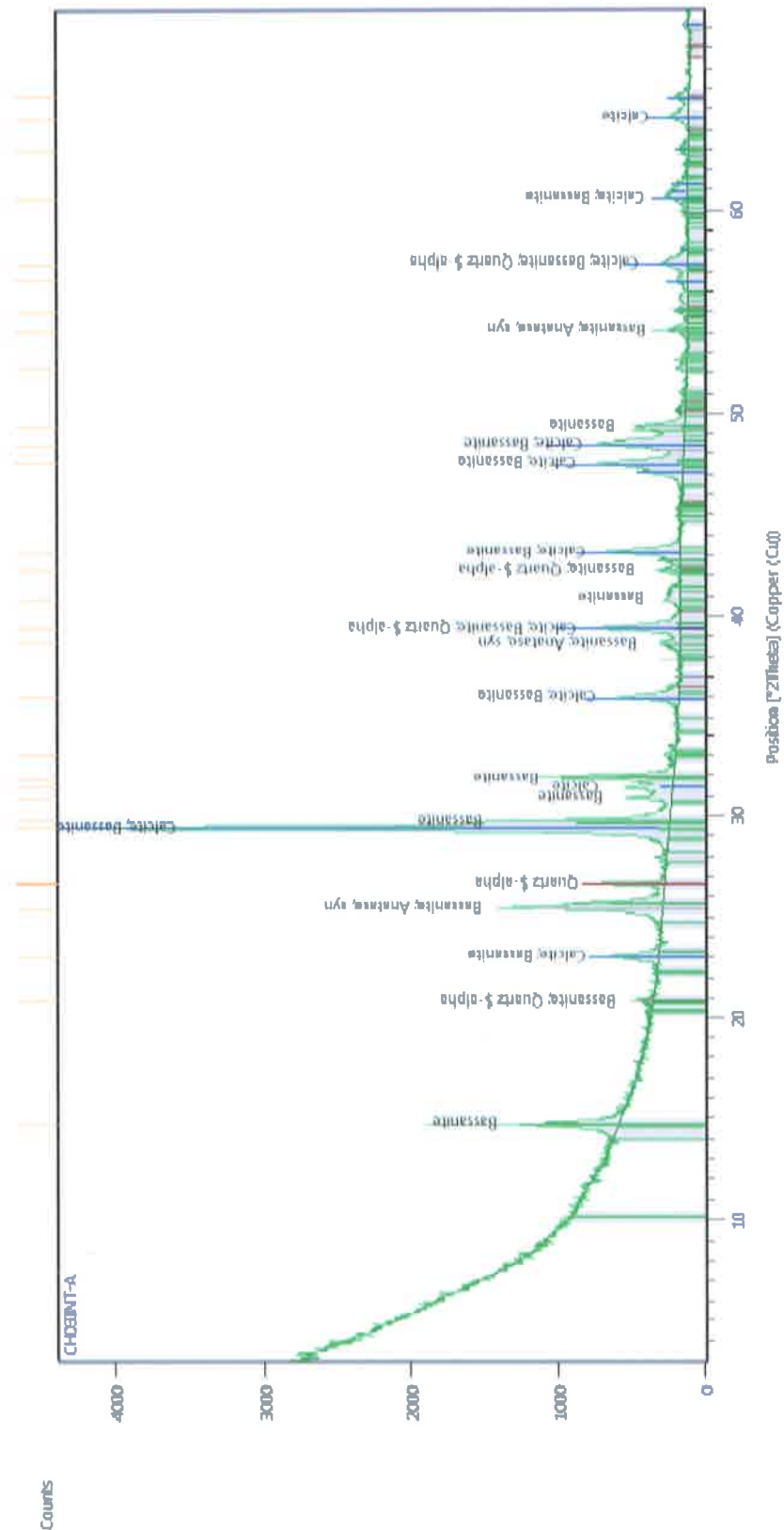


6.3.5 Spettro XRPD dell'intonaco CH02INT-A



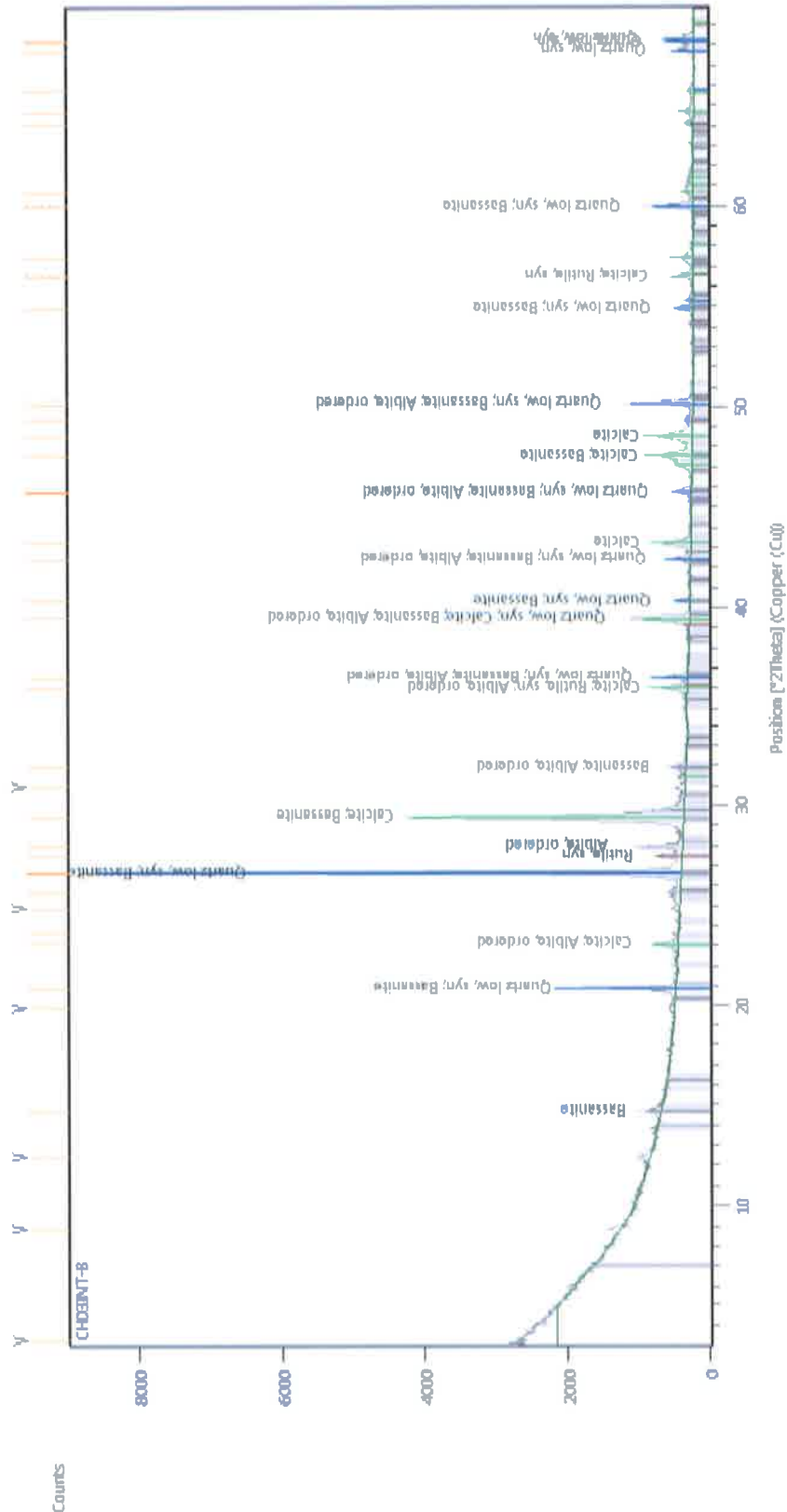


6.3.7 Spettro XRPD dell'intonaco CH03INT-A





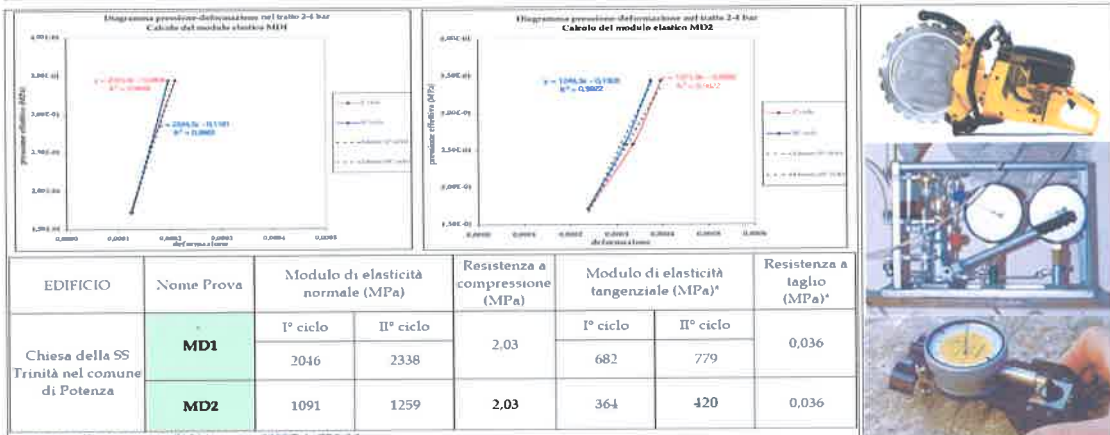
6.3.8 Spettro XRPD dell'intonaco CH03INT-B



ARCIDIOCESI DI POTENZA-MURO LUCANO E MARSICO NUOVO

LARGO DUOMO N. 5 85100 POTENZA

LAVORI DI RESTAURO E CONSERVAZIONE CHIESA DELLA SS. TRINITA' DI POTENZA. INDAGINI DIAGNOSTICHE.



EDIFICIO	Nome Prova	Modulo di elasticità normale (MPa)		Resistenza a compressione (MPa)	Modulo di elasticità tangenziale (MPa)*		Resistenza a taglio (MPa)*
		I° ciclo	II° ciclo		I° ciclo	II° ciclo	
Chiesa della SS Trinità nel comune di Potenza	MD1	2046	2338	2.03	682	779	0.036
	MD2	1091	1259	2.03	364	420	0.036

* ricavate indirettamente dal DM 14 gennaio 2005 Tab. C8A.2.1

ALLEGATO:

A.06 PROVE CON MARTINETTI PIATTI

REV. DATA

FEBBRAIO 2015

N. 00 DEL 02/2015



[Handwritten signature]
IL DIRETTORE TECNICO ARCH. MICHELE PIETRO DI CAPUA



INDICE

1.0	Premessa	pag. 02
2.0	Prove con martinetti piatti	pag. 02
2.1	Descrizione della tecnica di prova	pag. 02
2.2	Attrezzatura di prova	pag. 03
2.3	Descrizione e modalità di esecuzione delle prove	pag. 04
2.4	Elaborazione dati	pag. 04
2.5	Risultati prove con martinetti	pag. 05
3.0	Allegati	
3.1	Planimetria con ubicazione prove	pag. 08
3.2	Documentazione fotografica	pag. 09
3.3	Risultati prove con martinetti piatti	pag. 12
3.4	Certificato di taratura martinetti piatti	pag. 16

1 PREMESSA

. Nell'ambito dei "Lavori di restauro conservativo della Chiesa della SS Trinità nel comune di Potenza" la Dedalo srl, il giorno 08 gennaio 2015, con la collaborazione dei Tecnici specializzati Ing. Rocco Tolve e geol. Raffaele Sessa, ha eseguito le seguenti prove con i martinetti piatti le cui modalità di esecuzione e la elaborazione dei dati prodotti sono di seguito esposti.

2.0 PROVE CON MARTINETTI PIATTI

Negli interventi di consolidamento statico è fondamentale conoscere le caratteristiche meccaniche di deformabilità e resistenza dei materiali costituenti una determinata struttura, infatti la conoscenza delle sue caratteristiche e dei parametri di deformabilità consentirà al progettista di prevedere la risposta della struttura in funzione dello stato tensionale agente.

Acquisire i dati sopra citati risulta particolarmente complesso nel caso di strutture in muratura di laterizio o pietra, caratterizzati da un'elevata eterogeneità conseguente all'alternarsi di strati più resistenti (conci murari) e strati meno resistenti (strati di malta).

L'acquisizione dei parametri caratterizzanti meccanicamente le strutture murarie possono essere valutati ricorrendo ad una tecnica d'analisi di tipo semidistruttivo nota come "indagine mediante martinetti piatti".

Le numerose ricerche condotte su tale tecnica e l'elevato numero di prove eseguite in 15 anni di applicazioni, hanno consentito di raggiungere un'ottima affidabilità nella valutazione delle caratteristiche meccaniche delle strutture murarie.

Le informazioni che si possono acquisire mediante una prova con martinetti piatti, sono:

- a) stato di sollecitazione esistente nella struttura muraria;
- b) modulo di deformabilità;
- c) resistenza a compressione.

2.1 Descrizione della tecnica di prova

Descrizione delle opere

La struttura oggetto d'indagine, sita nel Comune di Potenza (PZ), è una struttura mista con muratura in pietrame.

Scelta del campione

Le prove previste due doppie, sono state eseguite su sezioni caratteristiche, indicate dal tecnico incaricato e localizzate in zone più sollecitate e rappresentative della struttura.

2.2 Attrezzatura di prova

Si descrivono brevemente le attrezzature utilizzate per effettuare le prove.

Martinetti piatti

I martinetti piatti utilizzati sono:

martinetti prodotti dalla Boviari srl, costituiti da lamierino in acciaio ad elevata deformabilità di forma semicircolare allungata, con le seguenti caratteristiche:

- superficie : 775.06 cm²
- spessore : 4.1 mm
- diametro : 35.0 cm
- max. profondità di installazione : 25.9 cm

Attrezzatura per il taglio e sistema di misurazione

Il taglio è stato effettuato con una mototroncatrice a trasmissione eccentrica modello PARTNER K950-Ring con motore a scoppio dotata di disco diamantato di diametro pari a 350 mm capace di effettuare tagli della profondità di 260 mm e spessore di 5 mm.

Le misure di convergenza sono state effettuate utilizzando un estensimetro meccanico rimovibile modello DEMEC di tipo analogico con precisione bimillesimale, ed una serie di basi di misura di lunghezza pari a 200 mm, realizzate mediante l'incollaggio sulla muratura di piastrine in acciaio invar del diametro di 5 mm.

Sistema idraulico di messa in carico

Per la messa in pressione dei martinetti è stata utilizzata una pompa a mano del tipo GLOTZL modello M2H16 dotata di due manometri tarati del tipo WIKA ad alta precisione KI. 0.6 con fondo scala (15 e 60 bar).

2.3 Descrizione e modalità di esecuzione delle prove

Rilievo delle caratteristiche di deformazione (Prova MD – martinetto piatto doppio)

La determinazione delle caratteristiche di deformazione della muratura viene effettuata praticando due tagli paralleli a distanza di circa 40-50 cm, in modo da delimitare un campione di muratura di dimensioni circa 350 x 400 x 260 mm.

Fase operativa

Come fase preliminare si sono individuati sulla muratura tre basi verticali e una orizzontale intermedia ai tagli. Si sono fatte letture a campione indisturbato (**letture a Pressione=0 bar**) dopo di che sono stati realizzati due tagli paralleli ed inseriti due

martinetti al loro interno. I due martinetti paralleli hanno applicato al campione interposto uno stato di sollecitazione monoassiale, in direzione ortogonale al piano di posa dei conci di muratura e attraverso l'esecuzione di un numero prestabilito di cicli di carico-scarico si è potuto stimare: a) moduli di deformabilità della muratura a vari livelli di sollecitazione, b) la resistenza a compressione mediante l'estrapolazione della curva carico-deformazione.

2.4 Elaborazione dati

Per la prova MD (martinetto doppio) sono riportati i seguenti dati:

- i valori di pressione (bar) letti al manometro;
- le corrispondenti letture di deformazione effettuate per le basi di misura verticali, la loro media e la deformazione corrispondente;
- le corrispondenti letture di deformazione effettuate per la base di misura orizzontale, e la deformazione corrispondente;
- grafico DEFORMAZIONI-PRESSIONI dei cicli di carico effettuati sul concio in prova con indicazione del modulo di deformabilità della muratura; i moduli vengono determinati sul tratto di carico del primo e secondo ciclo.



Dedalo s.r.l.
Agenzia di Architettura

Direttore Tecnico
(Arch. Michele Pietro DI CAPUA)



2.5 Risultati prove con martinetti

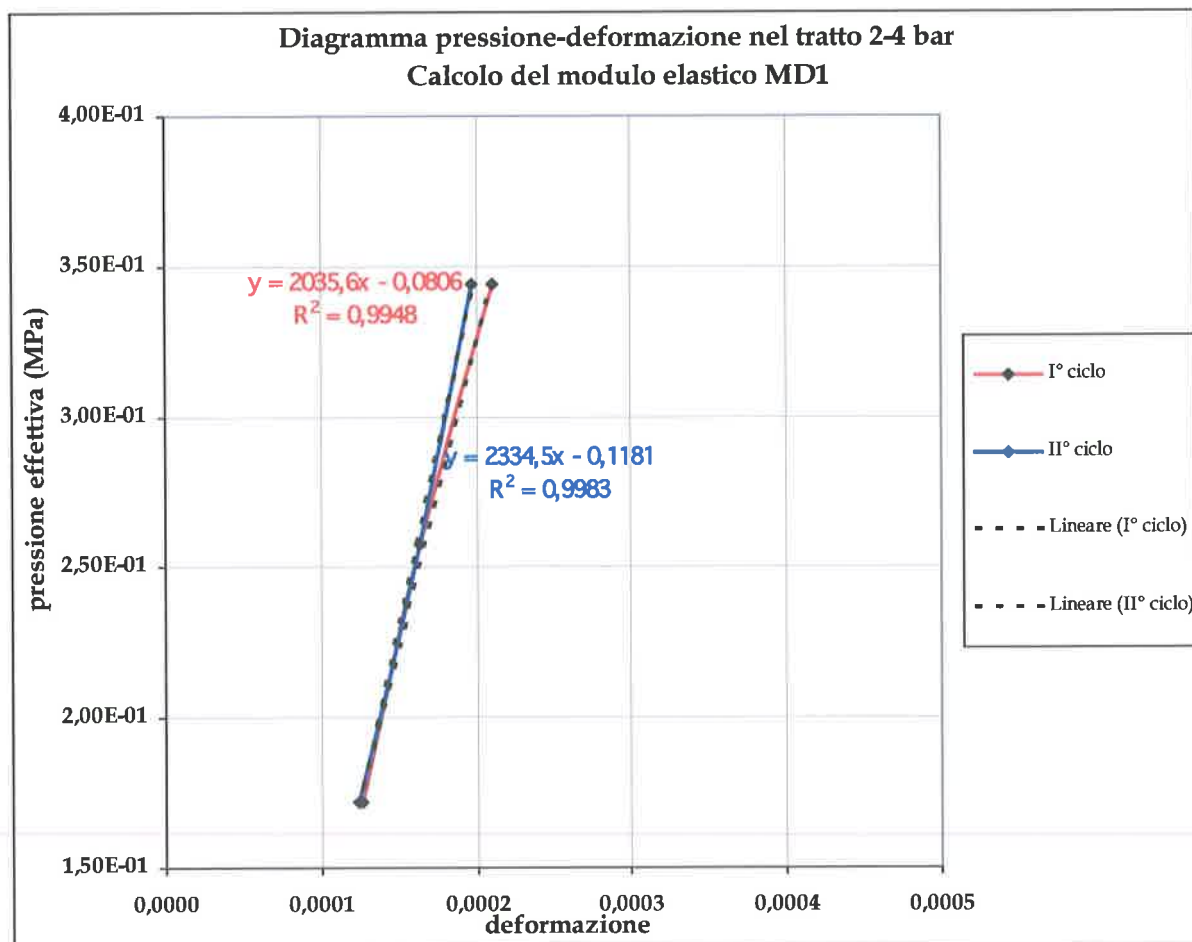
Di seguito vengono riportati i risultati dalle prove effettuate in formato numerico

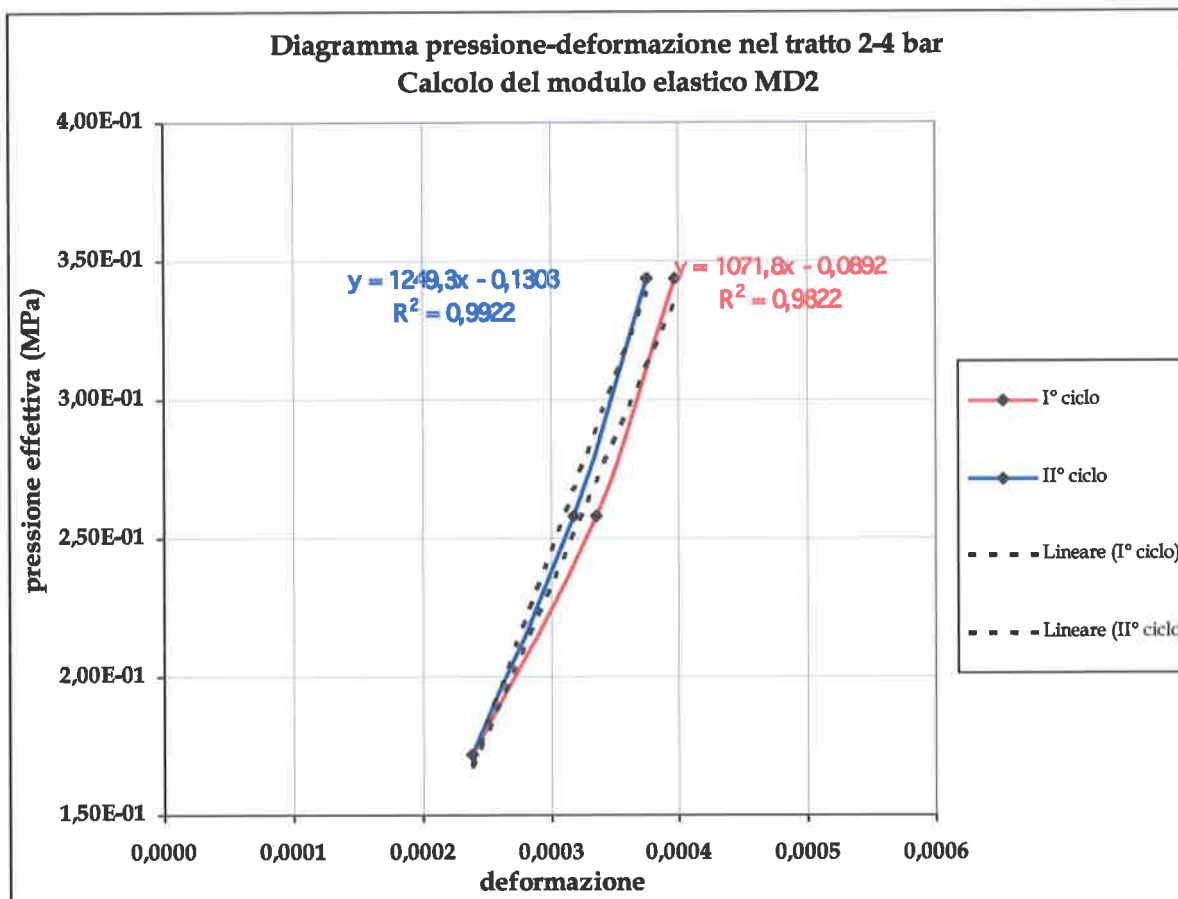
EDIFICIO	Nome Prova	Modulo di elasticità normale (MPa)		Resistenza a compressione (MPa)	Modulo di elasticità tangenziale (MPa)*		Resistenza a taglio (MPa)*
		I° ciclo	II° ciclo		I° ciclo	II° ciclo	
Chiesa della SS Trinità nel comune di Potenza	MD1	2046	2338	2,03	682	779	0,036
	MD2	1091	1259		2,03	364	

* ricavate indirettamente dal DM 14 gennaio 2008 Tab. C8A.2.1

In riferimento alla Classificazione presente sul D.M. del 14 gennaio 2008 (tabella C8A.2.1) **relativa ai parametri meccanici** per diverse tipologie di muratura, i setti murari (MD1 e MD2), in base ai risultati ottenuti dalle prove eseguite, possono essere classificati come: **“Muratura in pietrame disordinata”**.

Di seguito si riportano i grafici relativi ai moduli elastici.



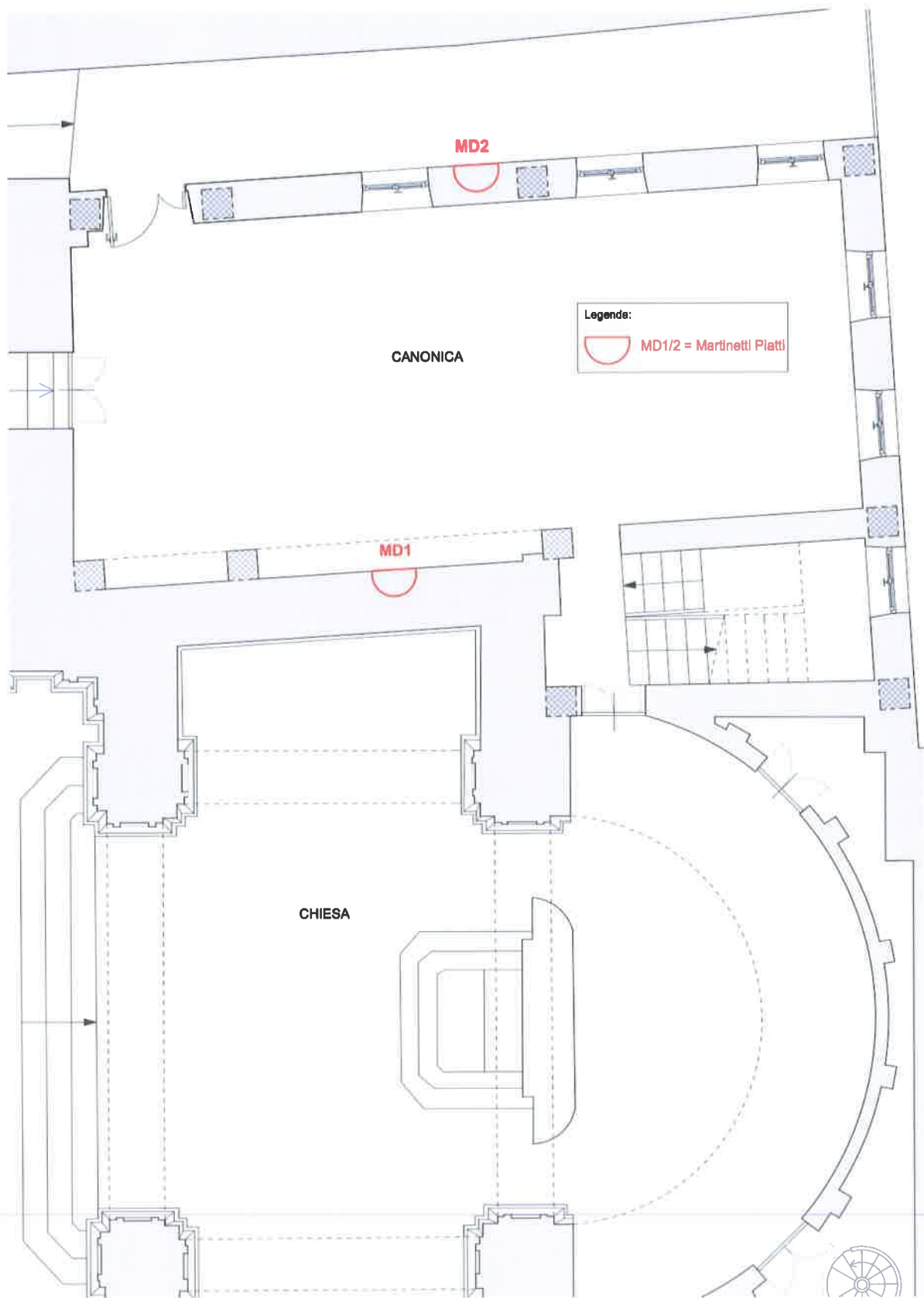




ALLEGATI:

- 3.1 Planimetria con ubicazione delle prove
- 3.2 Documentazione fotografica
- 3.3 Dati di acquisizione
- 3.4 Certificati di taratura martinetti piatti

3.1 Planimetria con ubicazione delle prove



3.2 Documentazione fotografica



Foto 1 – Prova con martinetto piatto MD1 – Parete canonica



Foto 2 – Prova con martinetto piatto MD1 – Fase di taglio

3.2 Documentazione fotografica



Foto 3 – Prova con martinetto piatto MD1 – Canonica. Esecuzione prova



Foto 4 – Prova con martinetto piatto MD2 – Esterno. Fase di taglio

3.2 Documentazione fotografica



Foto 5 – Prova con martinetto piatto MD2 – Esterno. Posizionamento martinetti



Foto 6 – Prova con martinetto piatto MD2 – Esterno. Esecuzione prova

3.3 Dati di acquisizione

PROVA CON MARTINETTI PIATTI

Norma: ASTM STANDARD C 1196-91

Protocollo: 2015-001-DEDA-POTE	Elaborato ALL-MAR-1	Pagina Ed/Rev	1/2 01/01 - Feb-15	Data Prove Martinetti	08/01/2015 semiovale 350x259x4,1 mm
-----------------------------------	------------------------	------------------	-----------------------	--------------------------	--

Committente	Dedalo srl
Opera	Lavori di restauro conservativo della Chiesa della SS Trinità – Comune di Potenza

Ubicazione prova	Tipologia di prova	Tipologia muraria	Distanza basi	K_m	K_t
Plano Terra	Martinetto doppio	Mista in pietrame	200,00	0,888	0,95

LETTURA DI ZERO

Basi di misura verticali				Base di misura orizzontale	
Base 1	Base 2	Base 3	media	Base H	
746	623	630	666	778	

Martinetti utilizzati n° 209 n° 210

DATI NUMERICI PROVA

P - Pressione [bar]	pressione effettiva E=P·k _m ·k _t	Base 1	Base 2	Base 3	media	def. Vertic.	Base H	def. Orizz.
0	0,00	746	623	630	666	0,00E+00	778	0,00E+00
1	0,84	735	617	625	659	5,78E-05	779	-7,88E-06
2	1,69	723	609	619	650	1,26E-04	779	-7,88E-06
3	2,53	716	606	615	646	1,63E-04	779	-7,88E-06
4	3,37	704	602	613	640	2,10E-04	779	-7,88E-06
3	2,53	715	605	615	645	1,68E-04	779	-7,88E-06
2	1,69	721	608	620	650	1,31E-04	778	0,00E+00
1	0,84	730	614	625	656	7,88E-05	778	0,00E+00
0	0,00	739	624	633	665	7,88E-06	778	0,00E+00
1	0,84	733	615	625	658	6,83E-05	778	0,00E+00
2	1,69	723	606	623	651	1,23E-04	779	-7,88E-06
3	2,53	718	601	618	646	1,63E-04	779	-7,88E-06
4	3,37	711	598	615	641	1,97E-04	779	-7,88E-06
6	5,06	697	592	608	632	2,68E-04	780	-1,58E-05
8	6,75	687	584	600	624	3,36E-04	781	-2,36E-05
10	8,44	677	572	591	613	4,18E-04	782	-3,15E-05
12	10,12	670	560	582	604	4,91E-04	783	-3,94E-05
14	11,81	661	551	573	595	5,62E-04	786	-6,30E-05
16	13,50	650	536	559	582	6,67E-04	787	-7,09E-05
18	15,18	635	509	543	562	8,20E-04	789	-8,67E-05
20	16,87	622	482	521	542	9,82E-04	794	-1,26E-04
22	18,56	599	451	493	514	1,20E-03	802	-1,89E-04
24	20,25	573	421	460	485	1,43E-03	807	-2,29E-04
0	0,00	699	594	621	638	2,23E-04	780	-1,58E-05

3.3 Dati di acquisizione

PROVA CON MARTINETTI PIATTI

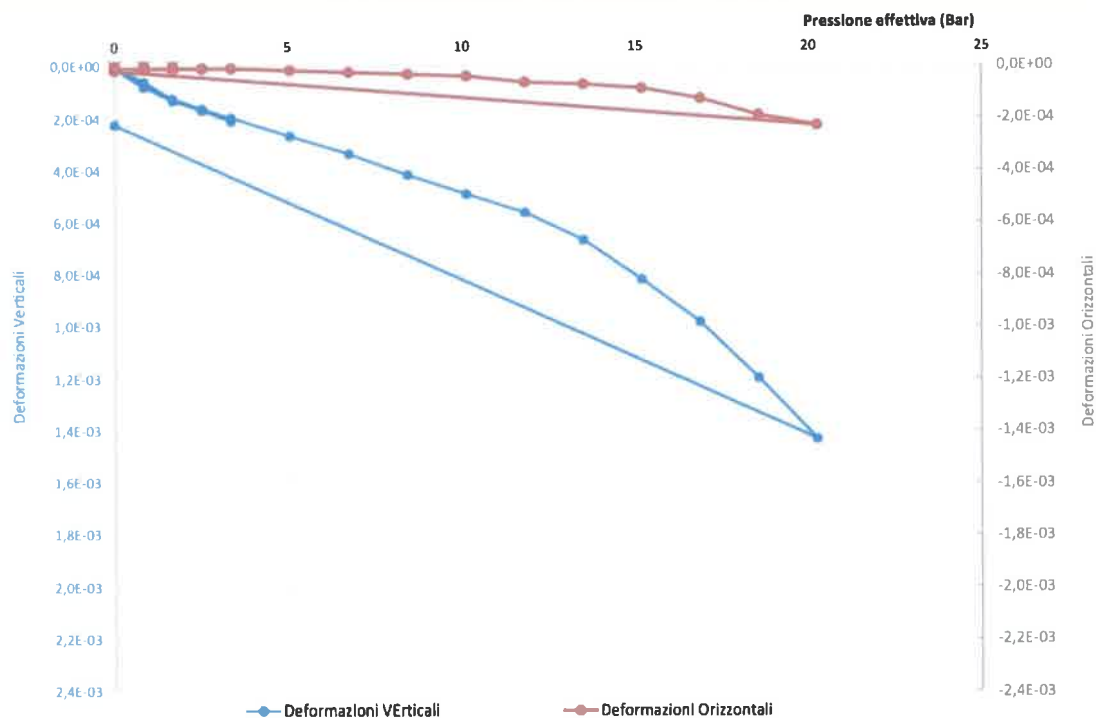
Norma: ASTM STANDARD C 1196-91

Protocollo: 2015-001-DEDA-POTE	Elaborato	Pagina	2/2	Data Prove	08/01/2015
	ALL-MAR-1	Ed/Rev	01/01 - Feb-15	Martinetti	semiovale 350x259x4,1 mm

Committente	Dedalo srl
Opera	Lavori di restauro conservativo della Chiesa della SS Trinità – Comune di Potenza

Ubicazione prova	Tipologia di prova	Tipologia muraria	Distanza basi	K_m	K_t
Piano Terra	Martinetto doppio	Mista in pietrame	200,00	0,888	0,95

DIAGRAMMA PRESSIONE - DEFORMAZIONE - PROVA MD1



Note alla prova

Il primo ciclo di carico è stato effettuato fino alla pressione, al manometro, di 4 bar; sono state rilevate deformazioni residue allo scarico che possono essere considerate trascurabili, il concio ha avuto un comportamento, di tipo "elastico lineare". Il secondo ciclo, realizzato fino a 24 bar, ha evidenziato un comportamento di tipo elastico fino a 16 bar di pressione al manometro. Il comportamento è di tipo tendenzialmente plastico per pressioni al manometro superiori ai 16 bar; Raggiunto il carico massimo di 24 bar la prova è stata interrotta per il progredire delle deformazioni. I moduli di deformabilità sono stati calcolati nella fase di carico del primo e secondo ciclo in corrispondenza degli intervalli indicati

RISULTATI PROVA	
E _{2,4} Modulo di elasticità 1° ciclo (MPa)	2046
E _{2,4} Modulo di elasticità 2° ciclo (MPa)	2338
Resistenza a compressione (Mpa)	2,03
Modulo Elast. Tang. 1 (val. medio)*	682
Modulo Elast. Tang. 2 (val. medio)*	779
Resistenza media al taglio*	0,036

* ricavate indirettamente dal DM 14 gennaio 2008 Tab. C8A.2.1

3.3 Dati di acquisizione

PROVA CON MARTINETTI PIATTI

Norma: ASTM STANDARD C 1196-91

Protocollo: 2015-001-DEDA-POTE	Elaborato	Pagina	1/2	Data Prove	08/01/2015
	ALL-MAR-2	Ed/Rev	01/01 - Feb-15	Martinetti	semiovale 350x259x4,1 mm
Committente	Dedalo srl				
Opera	Lavori di restauro conservativo della Chiesa della SS Trinità – Comune di Potenza				
Ubicazione prova	Tipologia di prova	Tipologia muraria	Distanza basi	K_m	K_t
Piano Terra	Martinetto doppio	Mista in pietrame	200,00	0,888	0,95

LETTURA DI ZERO

Basi di misura verticali				Base di misura orizzontale
Base 1	Base 2	Base 3	media	Base H
822	801	833	819	808

Martinetti utilizzati n° 209 n° 210

DATI NUMERICI PROVA

P - Pressione [bar]	pressione effettiva E=P·k _m ·k _t	Base 1	Base 2	Base 3	media	def. Vertic.	Base H	def. Orizz.
0	0,00	822	801	833	819	0,00E+00	808	0,00E+00
1	0,84	815	775	829	806	9,72E-05	809	-7,88E-06
2	1,69	798	762	805	788	2,39E-04	810	-1,58E-05
3	2,53	786	755	787	776	3,36E-04	811	-2,36E-05
4	3,37	784	751	770	768	3,97E-04	812	-3,15E-05
3	2,53	789	755	773	772	3,65E-04	809	-7,88E-06
2	1,69	802	767	782	784	2,76E-04	808	0,00E+00
1	0,84	811	780	789	793	2,00E-04	808	0,00E+00
0	0,00	821	803	808	811	6,30E-05	808	0,00E+00
1	0,84	813	798	796	802	1,29E-04	808	0,00E+00
2	1,69	805	779	781	788	2,39E-04	808	0,00E+00
3	2,53	795	762	778	778	3,18E-04	809	-7,88E-06
4	3,37	786	757	770	771	3,76E-04	810	-1,58E-05
6	5,06	779	747	762	763	4,41E-04	812	-3,15E-05
8	6,75	772	736	753	754	5,12E-04	813	-3,94E-05
10	8,44	760	731	741	744	5,88E-04	815	-5,52E-05
12	10,12	749	720	729	733	6,78E-04	816	-6,30E-05
14	11,81	730	708	710	716	8,09E-04	818	-7,88E-05
16	13,50	711	690	700	700	9,32E-04	821	-1,02E-04
18	15,18	685	670	678	678	1,11E-03	823	-1,18E-04
20	16,87	650	656	655	654	1,30E-03	830	-1,73E-04
22	18,56	631	628	640	633	1,46E-03	836	-2,21E-04
24	20,25	605	603	600	603	1,70E-03	841	-2,60E-04
0	0,00	817	780	765	787	2,47E-04	813	-3,94E-05

3.3 Dati di acquisizione

PROVA CON MARTINETTI PIATTI

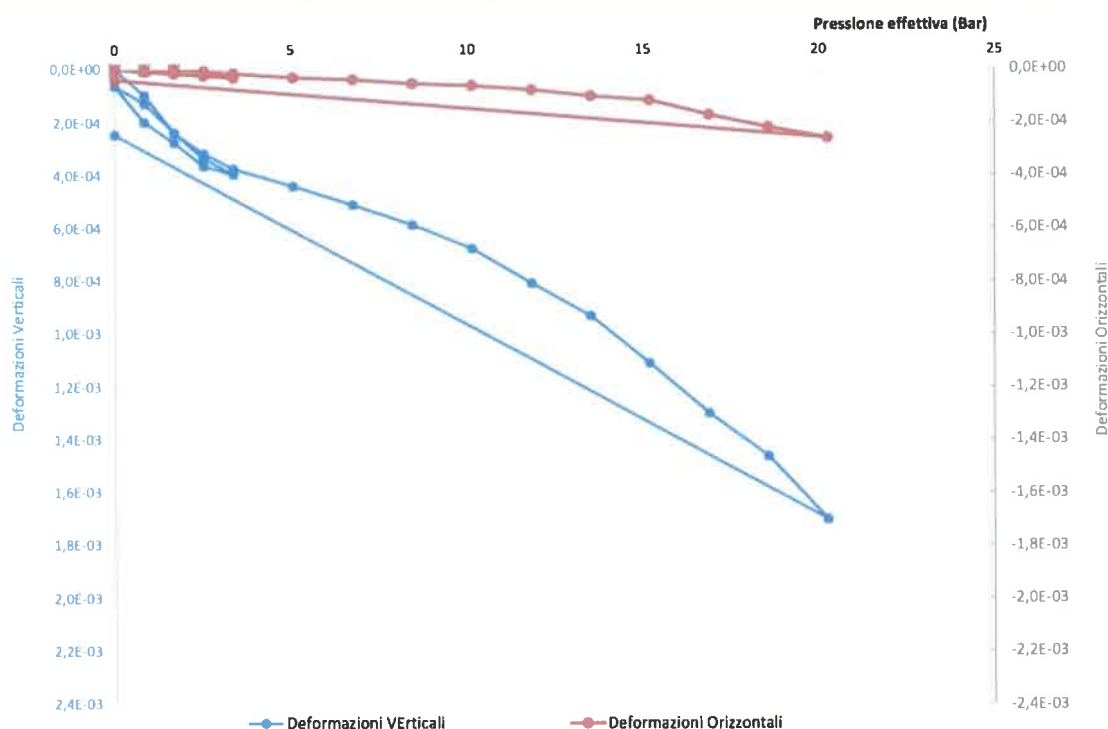
Norma: ASTM STANDARD C 1196-91

Protocollo: 2015-001-DEDA-POTE	Elaborato ALL-MAR-2	Pagina Ed/Rev	2/2 01/01 - Feb-15	Data Prove Martinetti	08/01/2015 semiovale 350x259x4,1 mm
-----------------------------------	------------------------	------------------	-----------------------	--------------------------	--

Committente	Dedalo srl
Opera	Lavori di restauro conservativo della Chiesa della SS Trinità – Comune di Potenza

Ubicazione prova	Tipologia di prova	Tipologia muraria	Distanza basi	K_m	K_t
Piano Terra	Martinetto doppio	Mista in pietrame	200,00	0,888	0,95

DIAGRAMMA PRESSIONE - DEFORMAZIONE - PROVA MD1



Note alla prova

Il primo ciclo di carico è stato effettuato fino alla pressione, al manometro, di 4 bar; sono state rilevate deformazioni residue allo scarico che possono essere considerate trascurabili, il concio ha avuto un comportamento, di tipo "elastico lineare". Il secondo ciclo, realizzato fino a 24 bar, ha evidenziato un comportamento di tipo elastico fino a 16 bar di pressione al manometro. Il comportamento è di tipo tendenzialmente plastico per pressioni al manometro superiori ai 16 bar; Raggiunto il carico massimo di 24 bar la prova è stata interrotta per il progredire delle deformazioni. I moduli di deformabilità sono stati calcolati nella fase di carico del primo e secondo ciclo in corrispondenza degli intervalli indicati

RISULTATI PROVA	
E _{2,4} Modulo di elasticità 1° ciclo (MPa)	1091
E _{2,4} Modulo di elasticità 2° ciclo (MPa)	1259
Resistenza a compressione (Mpa)	2,03
Modulo Elast. Tang. 1 (val. medio)*	364
Modulo Elast. Tang. 2 (val. medio)*	420
Resistenza media al taglio*	0,036

* ricavate indirettamente dal DM 14 gennaio 2008 Tab. C8A.2.1

3.4 Certificato di taratura martinetto piatto



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA
 DICCA - Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale
 SISTEMA DEI LABORATORI DICCA

Laboratorio Ufficiale dei Materiali da Costruzione – Laboratorio Ufficiale Geotecnico
 Laboratorio di Ingegneria Strutturale ed Ingegneria Geotecnica

Certificato n. 5680

Taratura del martinetto piatto BOVIAR matr. 210 lotto 1/2014 secondo ASTM C1197-2009.

COMMITTENTE: BOVIAR s.r.l., via Rho 56, 20020 Linate (Mi), C. F.: 00481810638 e P.IVA 06612870151

CONSEGNA: 06 febbraio 2014 - TARATURA: 19 marzo 2014

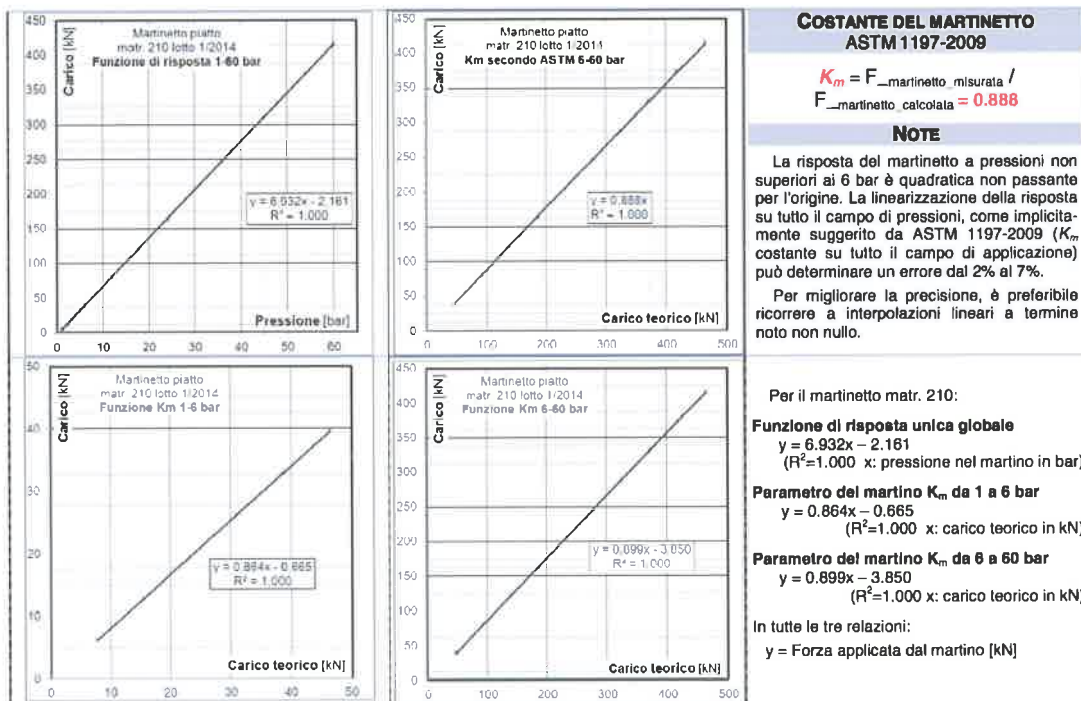
DENOMINAZIONE: **MP 8A – matr. 210 lotto 1/2014**, 350x259x4.1mm, s_{lamiera}: 0.8mm – A_{nominale}: 77506 mm²

STANDARD DI PROVA: ASTM C1197-2009. Distanza tra le piastre mantenuta costante e pari a 1,33 volte lo spessore delle lamiere del martinetto (5.4 mm). 3 cicli di carico alla massima pressione di esercizio. Calibrazione: i) da 1 a 6 bar, Δp = 1bar; ii) da 6 a 60 bar, Δp = 6bar.

COMPENSAZIONE DELLA DISTANZA DELLE PIASTRE: tramite pressa idraulica GALDABINI modello 3000 kN, n. matr. 22449/1962, errore di lettura rilevato inferiore all'1% alla temperatura di 20°C, classe 1, verificata con procedura interna secondo UNI EN 12390-4.

PRECISIONE E TRACCIABILITÀ: distanza tra le piastre di taratura costante con precisione ± 1/100mm pressostati AEP LabDMM.415.R5 – classe 0.05, errore ≤0.05%
 su martinetto: 100 bar - taratura *Accredia* n. 98613P del 14.6.2013
 su pressa: 250 bar - taratura *Accredia* n. 98513P del 13.6.2013

PASSO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
P _{MARTINETTO} [bar]	1	2	3	4	5	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
F _{MARTINETTO} [kN]	6,16	12,65	19,30	26,12	32,77	39,58	79,93	121,38	162,52	204,61	246,22	288,32	330,90	373,15	415,41



Genova, 20 marzo 2014

LO SPERIMENTATORE
 DOTT. ING. GIANCARLO CASSINI PH.D

IL DIRETTORE TECNICO
 PROF. ING. ANTONIO BRENCICH PH.D

IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO
 O IL SUPERVISORE TECNICO

IL CERTIFICATO N. 5680 SI COMPONE DI 1 PAGINA

via Montallegro 1 - 16145 Genova - Tel. +39-010 353 2470 - Fax +39-010 353 2527/2304 - e-mail: laboratorio@dicca.unige.it
 Accettazione dei materiali: viale Cambiaso 6 - 16145 Genova - tel. +39 010 353 2526 - Cod. Fisc. e Part. IVA n. 00754150100



Certificato n. 5679

Taratura del martinetto piatto BOVIAR matr. 209 lotto 1/2014 secondo ASTM C1197-2009.

COMMITTENTE: BOVIAR s.r.l., via Rho 56, 20020 Linate (Mi), C. F.: 00481810638 e P.IVA 06612870151

CONSEGNA: 06 febbraio 2014 - TARATURA: 19 marzo 2014

DENOMINAZIONE: **MP 8A – matr. 209 lotto 1/2014**, 350x259x4.1mm, $s_{lamiera}$: 0.8mm – $A_{nominale}$: 77506 mm²

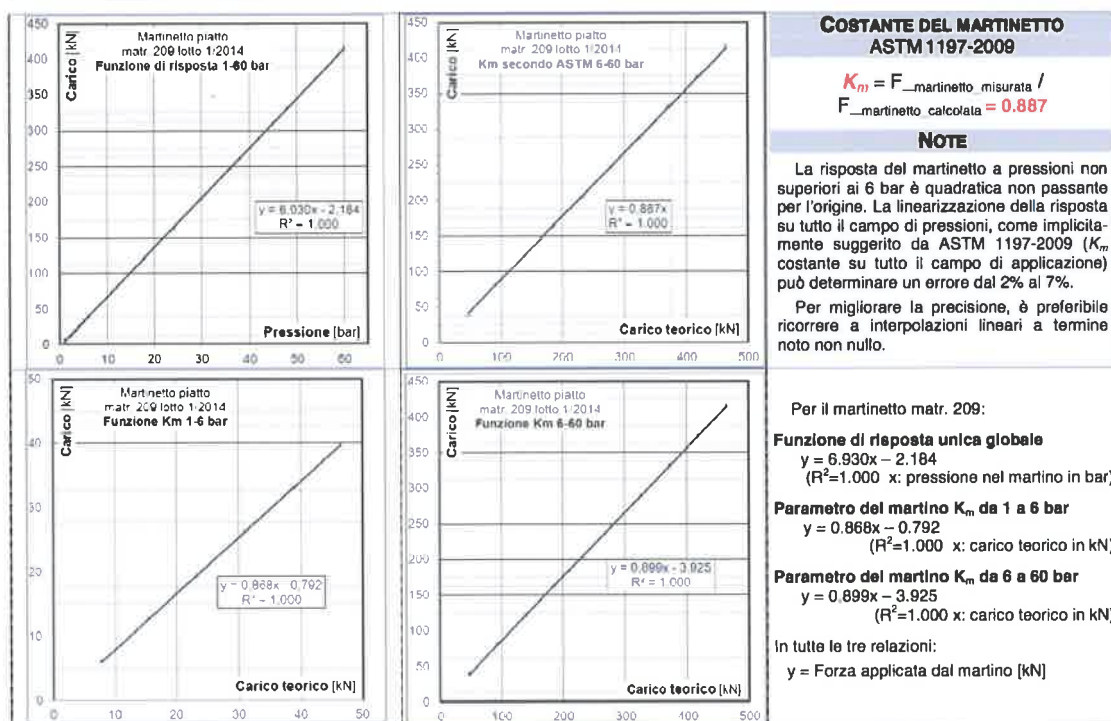
STANDARD DI PROVA: ASTM C1197-2009. Distanza tra le piastre mantenuta costante e pari a 1.33 volte lo spessore delle lamiere del martinetto (5.4 mm). 3 cicli di carico alla massima pressione di esercizio.

Calibrazione: i) da 1 a 6 bar, $\Delta p = 1$ bar; ii) da 6 a 60 bar, $\Delta p = 6$ bar.

COMPENSAZIONE DELLA DISTANZA DELLE PIASTRE: tramite pressa idraulica GALDABINI modello 3000 kN, n. matr. 22449/1962, errore di lettura rilevato inferiore all'1% alla temperatura di 20°C, classe 1, verificata con procedura interna secondo UNI EN 12390-4.

PRECISIONE E TRACCIABILITÀ: distanza tra le piastre di taratura costante con precisione $\pm 1/100$ mm pressostati AEP LabDMM.415.R5 – classe 0.05, errore $\leq 0.05\%$
su martinetto: 100 bar - taratura *Accredia* n. 98613P del 14.6.2013
su pressa: 250 bar - taratura *Accredia* n. 98513P del 13.6.2013

PASSO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$P_{MARTINETTO}$ [bar]	1	2	3	4	5	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
$F_{MARTINETTO}$ [kN]	6,00	12,65	19,30	26,12	32,93	39,58	80,09	121,06	162,52	204,13	246,22	288,32	330,90	372,99	415,41



Genova, 20 marzo 2014

LO SPERIMENTATORE
DOTT. ING. GIANCARLO CASSINI PH.D

IL DIRETTORE TECNICO
PROF. ING. ANTONIO BRENCICH PH.D.

IL DIRETTORE DEL DIPARTIMENTO
O IL SUPERVISORE TECNICO

IL CERTIFICATO N. 5679 SI COMPONE DI 1 PAGINA

via Montallegro 1 - 16145 Genova - Tel. +39-010 353 2470 - Fax +39-010 353 2527/2304 - e-mail: laboratorio@dicca.unige.it
Accettazione dei materiali: viale Cambiaso 6 - 16145 Genova - tel. +39 010 353 2526 - Cod. Fisc. e Part. IVA n. 00754150100

ARCIDIOCESI DI POTENZA-MURO LUCANO E MARSICO NUOVO

LARGO DUOMO N. 5 85100 POTENZA

LAVORI DI RESTAURO E CONSERVAZIONE CHIESA DELLA SS. TRINITA' DI POTENZA. INDAGINI DIAGNOSTICHE.



Tipo di visione
del tubo rotante



Principio di funzionamento



ALLEGATO:

A.07

INDAGINE ENDOSCOPICA

REV. DATA

FEBBRAIO 2015

N. 00 DEL 02/2015



Dedalo s.r.l.
Agenzia di Architettura

IL DIRETTORE TECNICO ARCH. MICHELE PIETRO DI CAPUA



INDICE

1.0	Indagine endoscopica	
1.1	Attrezzatura utilizzata e prove	pag. 02
2.0	Allegati	
2.1	Planimetria con ubicazione prove	pag. 04
2.2	SCH_ALL_01	pag. 05
2.3	SCH_ALL_02	pag. 06
2.4	Documentazione fotografica	pag. 07



1.0 INDAGINE ENDOSCOPICA

1.1 Attrezzatura utilizzata e prove

Per i rilevamenti endoscopici (n. 2) è stato utilizzato un boroscopio rigido a luce calda a visione frontale, corredato da aste di prolunga che consentono l'ispezione visiva fino a 100 cm di profondità.

Il rilevamento è completato con restituzione fotografica in formato jpeg effettuata con l'ausilio di una macchina fotografica digitale Canon Powershot A400 corredata di un particolare adattatore per la connessione al boroscopio.

Sono state eseguite due prove endoscopiche che anno interessato:

- End_E01 il muro interno tra la Chiesa e locale a piano terra della Canonica, dello spessore di 85 cm (foro passante). L'indagine ha evidenziando paramenti murari accostati senza soluzione di continuità e rileva una muratura compatta con assenza di vuoti.
- End_E02 il muro esterno dell'edificio Canonica, dello spessore di 56 cm (foro passante). L'indagine ha evidenziato che pacchetto murario è costituito da due paramenti murari, con presenza di alcuni vuoti nella porzione centrale (tra i 25 e i 40 cm, con una buona qualità complessiva in termini visivi.



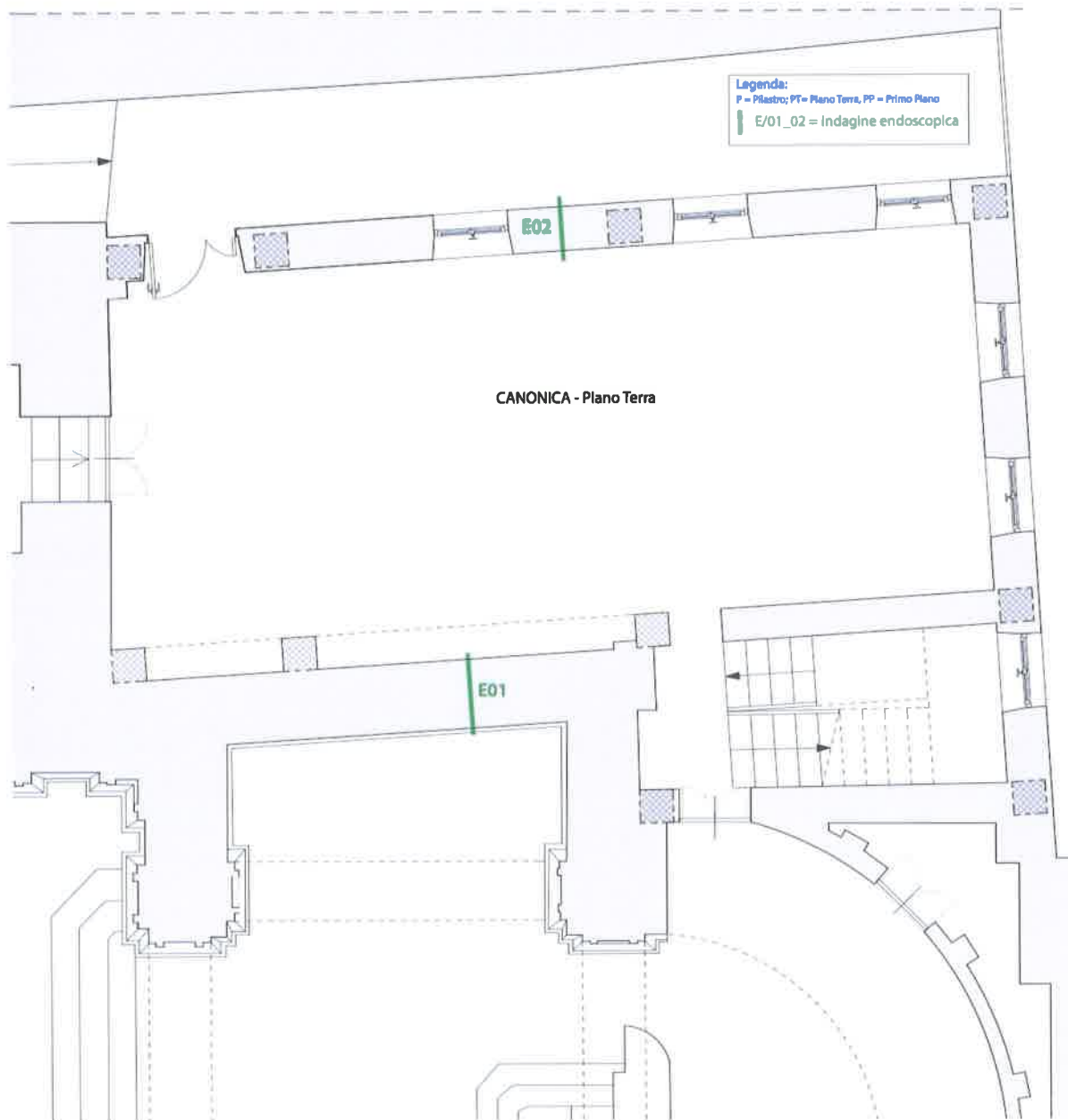


Allegati

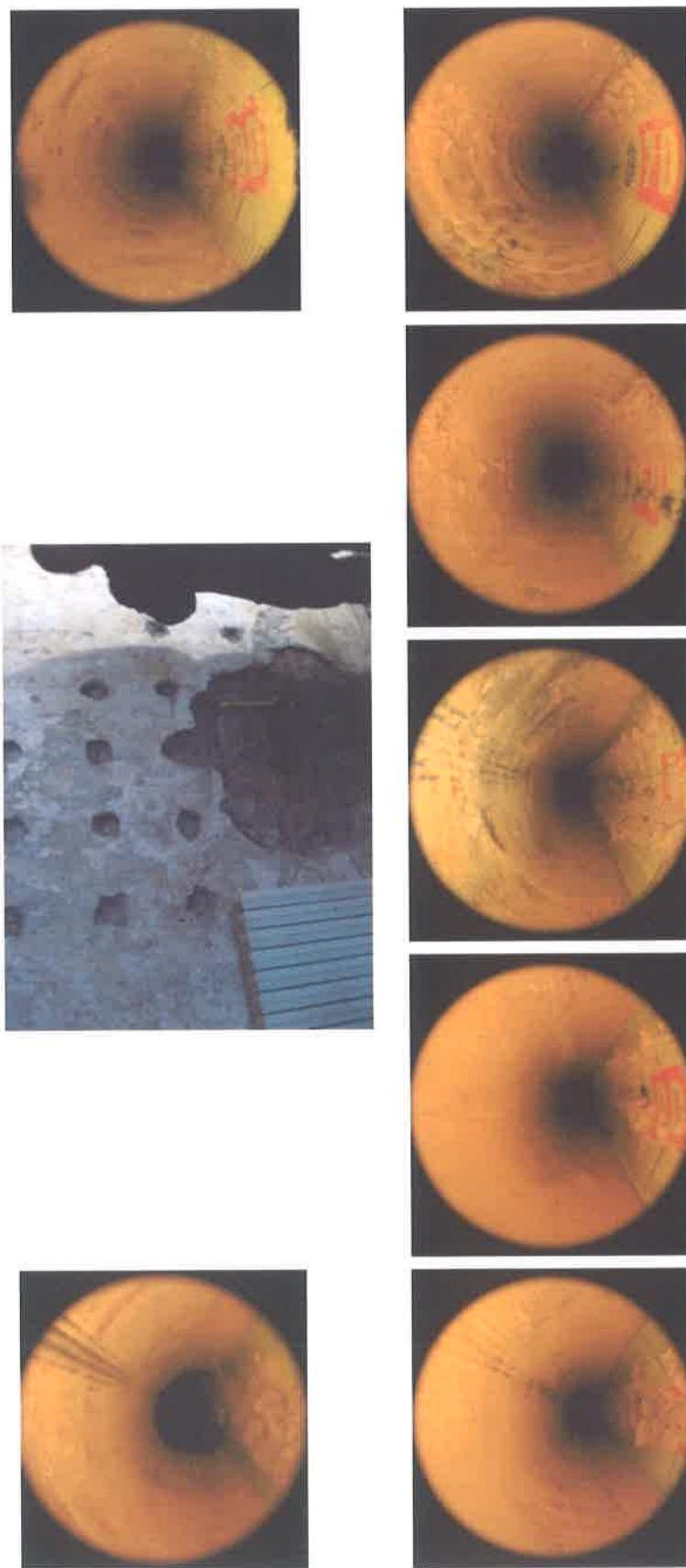
- 2.1** Planimetria con ubicazione delle prove
- 2.2** SCH_End_E01
- 2.3** SCH_End_E02
- 2.4** Documentazione fotografica



2.1 Planimetria con ubicazione delle prove



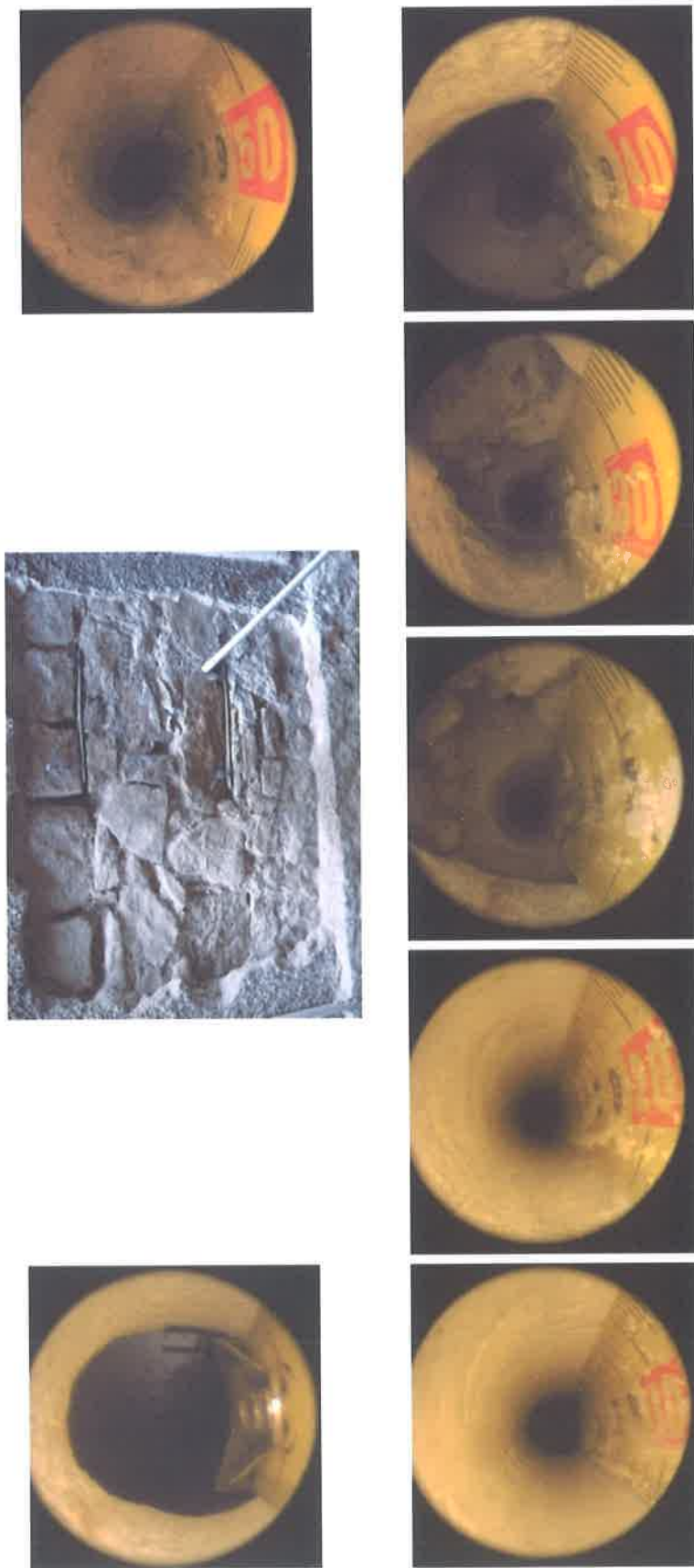
2.2 SCH_End_01 INDAGINE ENDOSCOPICA SU MURATURA - PIANO TERRA LOCALE CANONICA



L'indagine, sul paramento murario interno di divisione tra la Chiesa e la Canonica, al piano terra dell'edificio, evidenzia uno spessore complessivo di 85 cm (foro passante). L'ispezione visiva evidenzia paramenti murari accostati senza soluzione di continuità, e rileva una muratura compatta con assenza di vuoti.



2.3 SCH_End_02 INDAGINE ENDOSCOPICA SU MURATURA - PIANO TERRA LOCALE CANONICA



L'indagine, sul paramento murario esterno dell'edificio, evidenzia uno spessore complessivo di 56 cm (foro passante). Il pacchetto murario è costituito da due paramenti murari, con presenza di alcuni vuoti nella porzione centrale (tra i 25 e i 40 cm). Si evidenzia una buona qualità complessiva in termini visivi.

2.4 Documentazione fotografica



Foto 01. Posizione prova endoscopica End_01 parete interno Chiesa



Foto 02. Posizione prova endoscopica End_01 parete interno Canonica

2.4 Documentazione fotografica

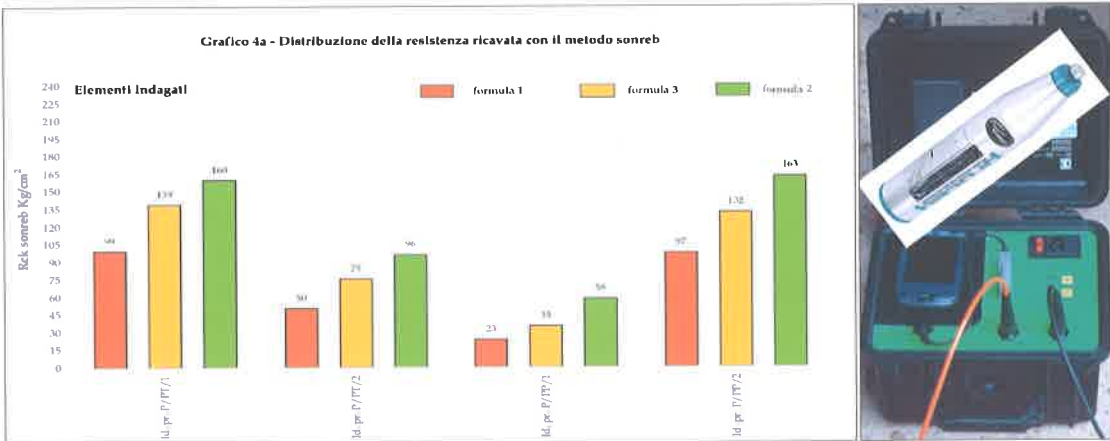


Foto 03. Realizzazione foro per prova endoscopica End_02 su parete esterna Canonica

ARCIDIOCESI DI POTENZA-MURO LUCANO E MARSICO NUOVO

LARGO DUOMO N. 5 85100 POTENZA

LAVORI DI RESTAURO E CONSERVAZIONE CHIESA DELLA SS. TRINITA' DI POTENZA. INDAGINI DIAGNOSTICHE.



ALLEGATO:

A.08

INDAGINE ULTRASONICA SCLEROMETRICA

REV.

DATA

FEBBRAIO 2015

REV.

N. 00 DEL 02/2015



Dedalo s.r.l.
Agenzia di Architettura

IL DIRETTORE TECNICO ARCH. MICHELE PIETRO DI CAPUA



INDICE

1.0	Indagine ultrasonica e sclerometrica	pag. 02
1.1	Prova ultrasonica	pag. 02
1.2	Prova sclerometrica	pag. 03
1.3	Metodo combinato "Sonreb"	pag. 05
1.4	Risultati ottenuti	pag. 08
1.5	Tabella riassuntiva indagini effettuate	pag. 11
2.0	Allegati	
2.1	Planimetria con ubicazione prove, piano terra	pag. 13
2.2	Planimetria con ubicazione prove, primo piano	pag. 14
2.3	Misure ultrasoniche	pag. 15
2.4	Misure sclerometriche	pag. 16

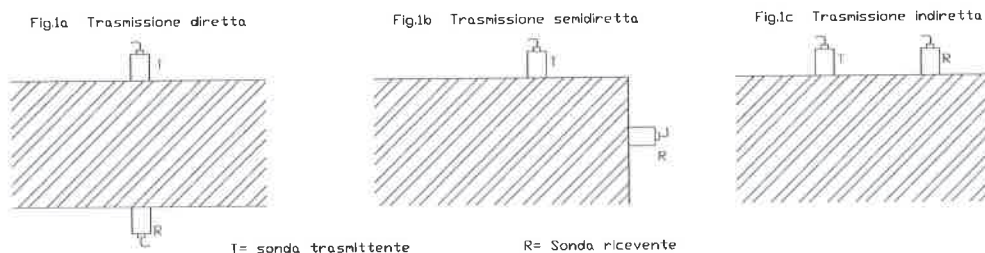
1.0 INDAGINE ULTRASONICA E SCLEROMETRICA

1.1 Prova ultrasonica

Il rilevatore ad ultrasuoni portatile è utilizzato per la misura dei valori caratteristici dei materiali mediante l'impiego di impulsi ad ultrasuoni ed è in grado di misurare il tempo di propagazione delle onde compressionali (onde P) nei materiali, con grande precisione e con la possibilità di visualizzare la forma d'onda reale del segnale acquisito su un monitor ad alta definizione di un computer palmare o di un PC controllando la qualità del segnale.

Nell'utilizzo pratico, la sonda trasmittente, posta a contatto con la superficie del manufatto e ad essa accoppiata grazie a speciali materiali, genera impulsi ultrasonici che si propagano nel mezzo secondo fronti d'onda approssimativamente sferici date le sue caratteristiche dimensionali e di frequenza di vibrazione. La trasmissione è comunque, regolata da quelle che sono le comuni leggi fisiche che soddisfano i fenomeni relativi alla propagazione delle onde elastiche in qualsiasi mezzo. La sonda ricevente rileva l'arrivo dell'impulso e, grazie all'utilizzo del timer digitale, è possibile registrare il tempo di percorrenza relativo al primo fronte d'onda. Nota la distanza fra le sonde, si deduce la velocità di propagazione degli ultrasuoni nello specifico mezzo. Le misure possono essere eseguite, esclusivamente, per trasmissione diretta (Fig. 1a), applicando le due sonde sulle due facce opposte dell'elemento da saggiare; nei casi di inaccessibilità di una delle due facce, non si opera per trasmissione semidiretta (Fig. 1b),

(consiste nell'applicare i trasduttori in punti appartenenti a due facce adiacenti, in genere



ortogonali) o indiretta (Fig.1c) posizionando le sonde su un stessa faccia a distanza nota. Nel caso specifico n. 4 misure tutte per trasmissione diretta.

Essendo note le velocità di propagazione delle onde ultrasonore (V_p), è stato possibile utilizzando la seguente formula:

$$(2) E_d = V_p^2 \rho \frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{(1-\nu)} \quad (\text{Kg / cm}^2)$$

determinare il modulo di elasticità dinamica (E_d), attribuendo allo stesso una densità (ρ) pari a 230 Kg/m^3 ed un coefficiente di Poisson (ν) pari a 0,16 (inteso come valore medio più probabile ed appartenente al range di valori suggerito dalla normativa). Il procedimento eseguito nell'indagine rispetta la Norma UNI EN 12054/4. Le misure eseguite sono elencate nell'allegato 2.3.

1.2 Prove sclerometriche

Utilizzato per effettuare prove non distruttive su strutture di calcestruzzo in opera, fornisce un'immediata indicazione della resistenza di rottura a compressione del calcestruzzo. Gamma di misura $10 - 70 \text{ N/mm}^2$, energia di percussione 2.207 N/m .

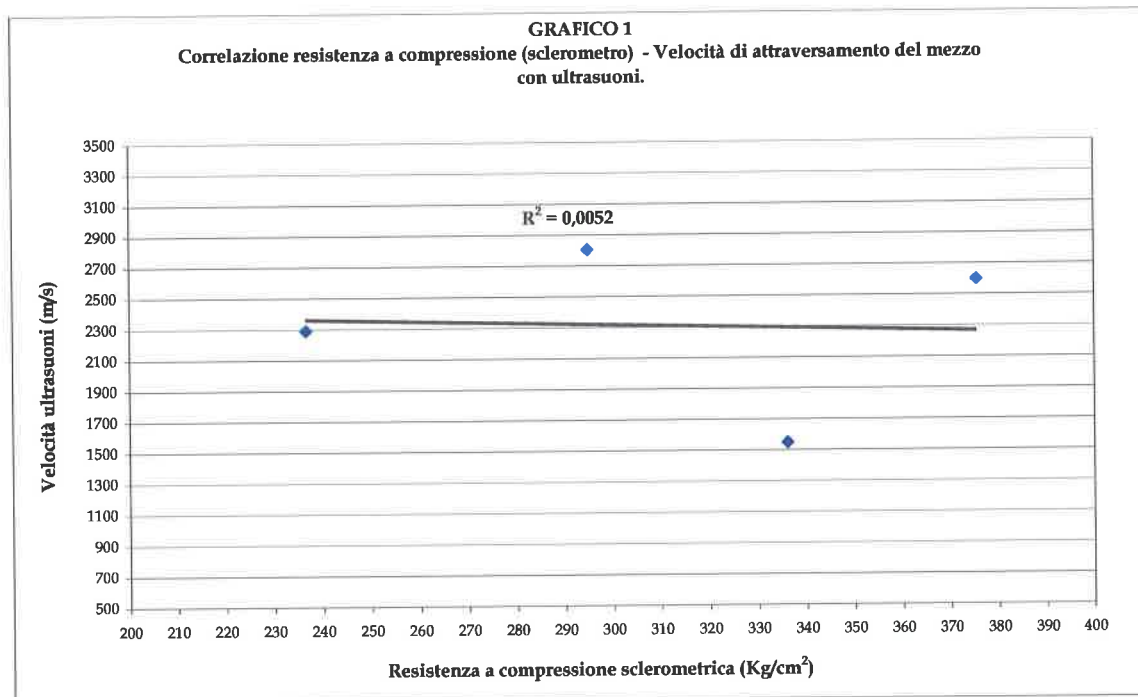
Nella pratica utilizzazione l'operatore, in prima fase, pulisce la superficie del pilastro (o trave) da esaminare con l'ausilio di una pietra abrasiva, successivamente individuati i punti di misura (almeno 9) posiziona lo strumento perpendicolarmente alla superficie da investigare, aumenta gradualmente la pressione sul martello fino a produrre l'urto. Dopo l'urto legge l'indice di rimbalzo su una scala graduata. terminate le misure si determina l'indice di rimbalzo sclerometrico calcolando la media di tutte le misure effettuate. Infine utilizzando opportune curve di correlazione si ricava la resistenza a compressione cubica del calcestruzzo.

Nel nostro caso le misure sono state eseguite su tutti gli elementi investigati, negli elaborati appare il valore medio (Indice di rimbalzo medio $I_{r_{med}}$).

Il procedimento eseguito nell'indagine rispetta la Norma UNI EN 12504-2.

Le misure eseguite sono riportate nell'allegato 2.4.

Le indagini sclerometriche eseguite sono state correlate alle misure ultrasoniche e riportate nel grafico 1.



Al fine di ottenere un risultato di resistenza a compressione il più veritiero possibile si è proceduti ad una operazione di taratura utilizzando i risultati ottenuti dalle prove di schiacciamento eseguite sulla carota attraverso la seguente relazione:

$$R_c = R_{scler} * (C_m * C_u) * K^1$$

dove

R_c = Resistenza a compressione per il cls indagato

R_{scler} = Resistenza letta sullo sclerometro (curve standard)

C_m = Coefficienti di influenza (maturità del calcestruzzo)

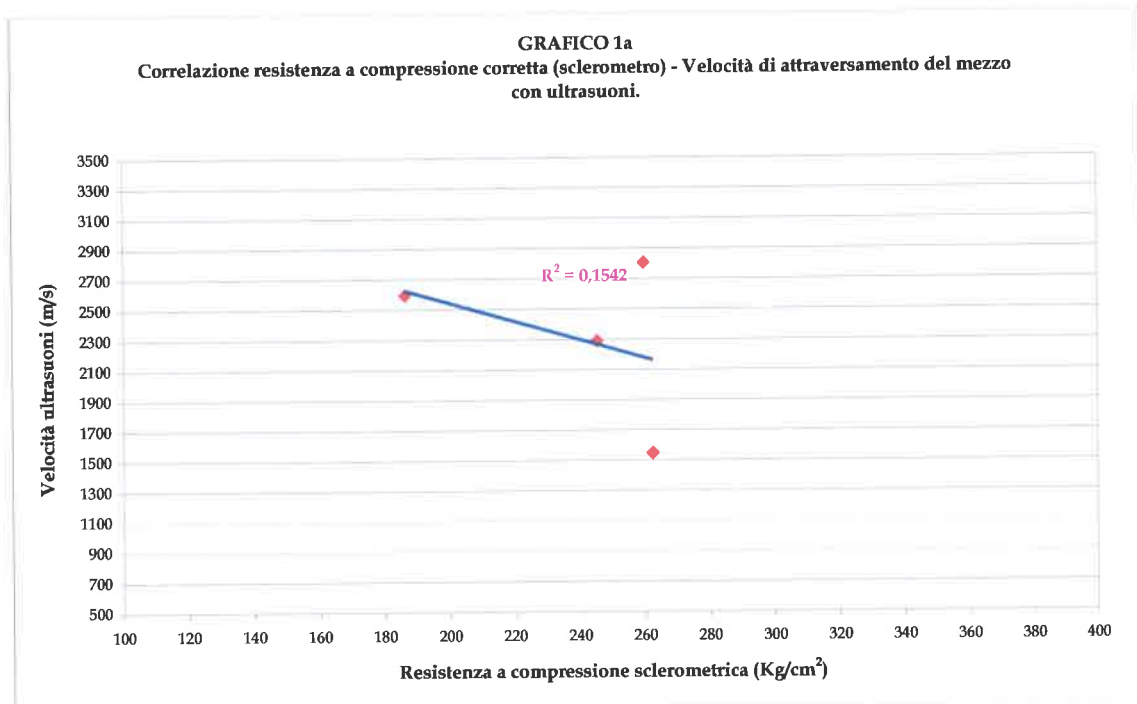
C_u = Coefficienti di influenza (umidità del calcestruzzo)

$K = R_{car} / R_{scler}$

R_{car} = Resistenza a compressione ricavata da una carota prelevata

I risultati ottenuti sono riportati nel grafico 1a

¹ Patologia e diagnostica del cemento armato – R. Pucinotti dicembre 2005



1.3 Metodo combinato “Sonreb”

Metodo combinato sclerometro+ultrasuoni (SONREB): la combinazione dei metodi non distruttivi mediante sclerometro ed ultrasuoni consente di ottenere i risultati più attendibili sulla resistenza del calcestruzzo sia in sito che sulle carote.

I vantaggi del metodo possono essere così riassunti:

- annullamento dell'influenza dell'umidità e del grado di maturazione del calcestruzzo sui risultati dell'analisi in quanto essi hanno, a parità di effettiva resistenza a rottura, effetto opposto sulle misure della velocità di propagazione degli ultrasuoni e dell'indice di rimbalzo;
- riduzione, rispetto al metodo ultrasonico, dell'influenza della granulometria dell'inerte, del dosaggio e del tipo di cemento e dell'eventuale additivo utilizzato per il getto del calcestruzzo;
- diminuzione, rispetto al metodo sclerometrico, dell'importanza delle variazioni di qualità tra strati superficiali e strati profondi del calcestruzzo.

Il metodo viene applicato determinando per ogni area di saggio due coppie di valori:

- velocità media di propagazione degli impulsi ultrasonici (mediata su tre misure);
- indice di rimbalzo medio (mediato su 10 misure).

L'indagine Sonreb, eseguita secondo la Raccomandazioni RILEM 43 CND, si avvale quindi della combinazione dei risultati del rilievo ultrasonico (eseguito secondo la Norma

UNI EN 12504-4), basato sulla misura della velocità di propagazione di impulsi ultrasonici, e di quelli del metodo sclerometrico (eseguito secondo la Norma UNI EN 12504-2), basato sulla misura della durezza superficiale tramite l'indice di rimbalzo dello sclerometro. I parametri misurati con queste indagini, e cioè velocità di propagazione ed indice di rimbalzo, possono essere messi in correlazione con la resistenza a compressione del calcestruzzo secondo la seguente legge di variazione

$$R_{cson} = A \times S^B \times V^C \quad (\text{MPa})$$

S= indice medio di rimbalzo;

V= velocità media degli ultrasuoni;

A,B,C= costanti ricavate sperimentalmente

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

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

$$R_{c1} = 7,695 \cdot 10^{-10} \cdot S^{1,4} \cdot V^{2,6} \quad (\text{con } R_c \text{ in Kg/cm}^2 \text{ e } V \text{ in m/sec}) \quad (\text{Formula 1})$$

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

$$R_{c2} = 0.0286 \cdot S^{1,246} \cdot V^{1,85} \quad (\text{con } R_c \text{ in N/mm}^2 \text{ e } V \text{ in Km/sec}) \quad (\text{Formula 2})$$

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

$$R_{c3} = 1.2 \cdot 10^{-9} \cdot S^{1,058} \cdot V^{2,446} \quad (\text{con } R_c \text{ in N/mm}^2 \text{ e } V \text{ in m/sec}) \quad (\text{Formula 3})$$

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

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

- con la formula 1 si ottengono i valori di resistenza stimata del calcestruzzo minori (rispetto alle altre due formule).
- con la formula 2 si ottengono i valori di resistenza stimata del calcestruzzo maggiori

(rispetto alle altre due formule).

- con la formula 3 si ottengono i valori di resistenza stimata del calcestruzzo intermedi (rispetto alle altre due formule).

Si evidenzia che le formule suddette forniscono valori di resistenza con differenze dell'ordine anche del 30-40%. Ne consegue una notevole difficoltà tecnica nella scelta del valore di R_{ck} da attribuire al calcestruzzo dell'edificio esaminato, anche in considerazione del fatto che spesso si rilevano notevoli differenze di resistenza sia da piano a piano dello stesso edificio, sia tra gli elementi strutturali di uno stesso livello sia, talvolta, tra le due zone dello stesso elemento strutturale indagate con il Metodo Sonreb.

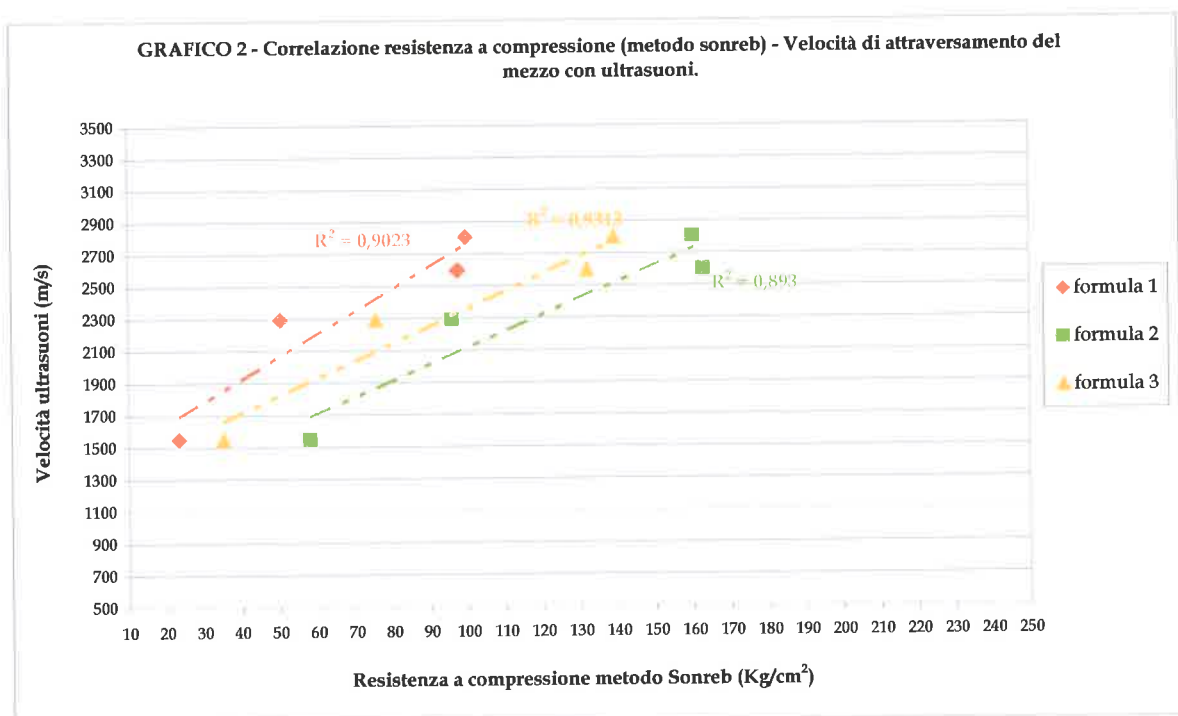
Secondo Faccaoru il metodo combinato Sonreb applicato alle strutture permette di ricavare il carico di rottura con le seguenti approssimazioni:

+/- 15% quando è nota la composizione del materiale e possono essere ricavate carote di taratura.

+/- 25% quando è nota correttamente la composizione del calcestruzzo

+/- 30% quando è nota la composizione del calcestruzzo e non si possono estrarre carote per la taratura del metodo.

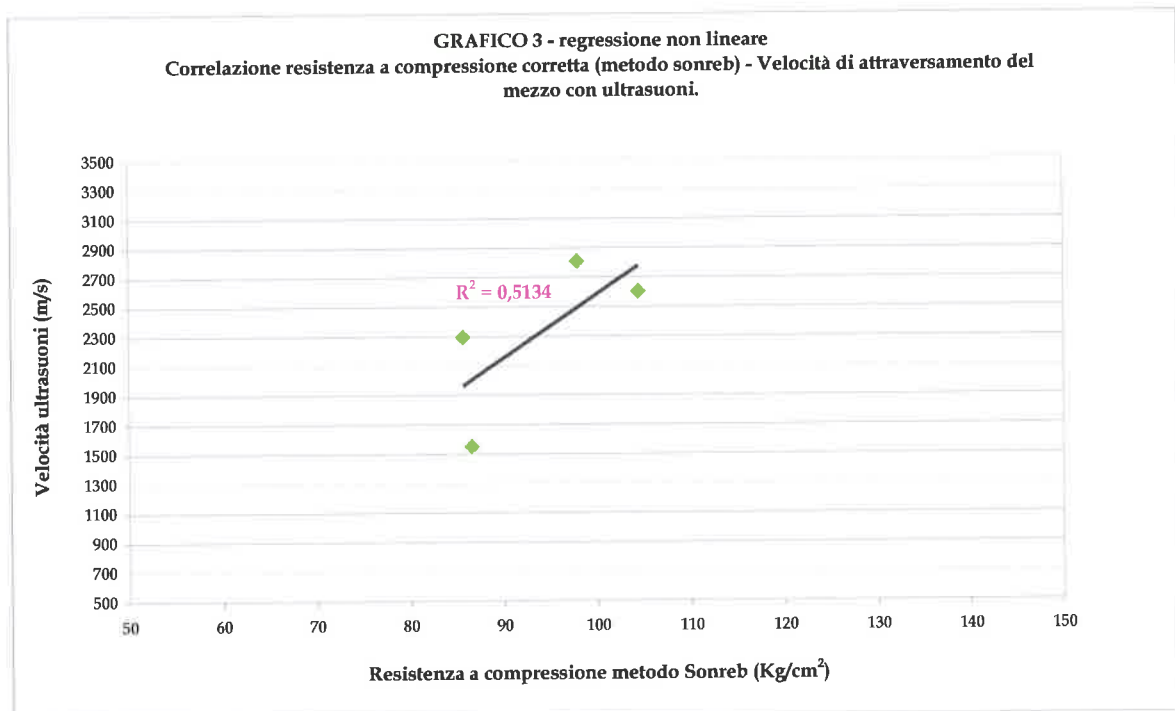
I risultati ottenuti sono riportati nel grafico 2.



Per ottenere un'espressione valida specificamente per il nostro caso in esame i parametri **A**, **B** e **C** della formula $R_{cson} = A \cdot S^B \cdot V^C$ sono stati calcolati sperimentalmente attraverso una regressione non lineare utilizzando i risultati ottenuti dallo schiacciamento della carota.

Parametri A, B, C ottenuti attraverso una regressione non lineare Corpo A							
Id. Elemento	Rcub (MPa)	S (n. colpi)	V (m/s)	A	B	C	$R_{cson} = A * S^B * V^C$
P/PT/1	9,60	34,2	2803	0,0898492	0,6818344	0,2850723	9,60

I risultati ottenuti sono riportati nel grafico 3.



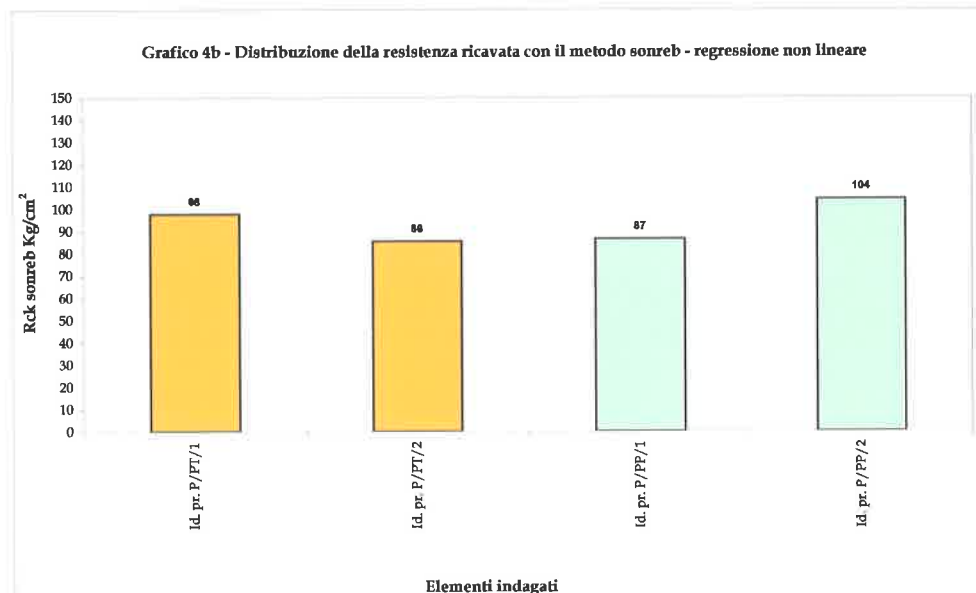
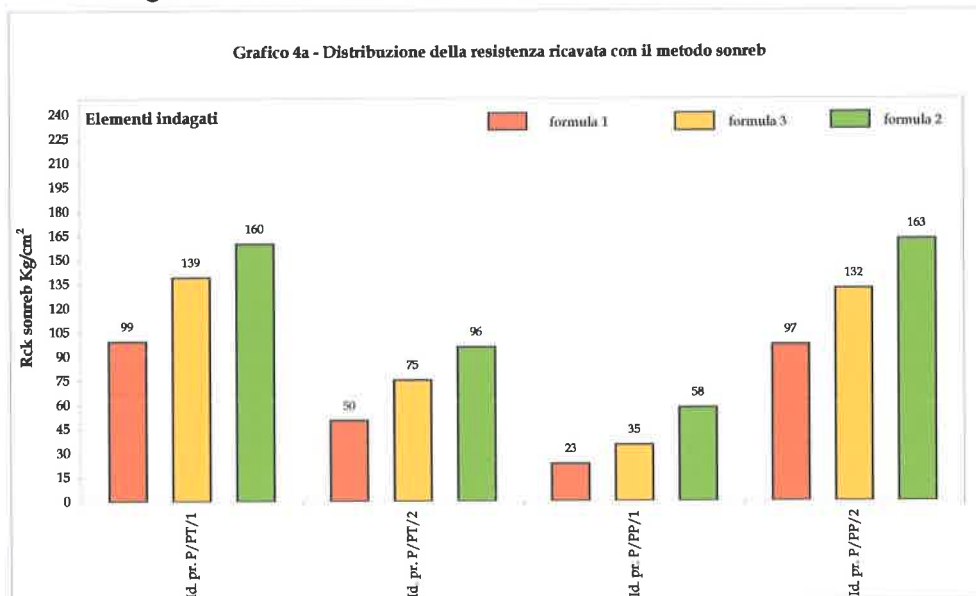
1.4 Risultati Ottenuti

La propagazione dell'onda ultrasonora è legata strettamente alle condizioni di eterogeneità e/o omogeneità del mezzo in cui essa si trasmette. In particolare, la velocità di propagazione delle onde ultrasonore in un mezzo solido è funzione diretta del modulo di elasticità dei materiali che compongono il solido e dei loro pesi specifici. Pertanto appare evidente quanto le velocità siano influenzate dalla presenza di materiali con diverse proprietà elastiche e dalla presenza di soluzioni di continuità. Premesso che l'entità dei difetti cresce in maniera inversamente proporzionale alla velocità, di seguito sono riportati i valori medi di velocità ricavati dalle diversi fonti bibliografiche (Sawczuk, Cheesman, ecc.):

Classe A: Velocità < 2000 m/sec	Qualità del calcestruzzo molto scadente
Classe B: Velocità da 2000 a 3000 m/sec	Qualità del calcestruzzo scadente
Classe C: Velocità da 3000 a 3500 m/sec	Qualità del calcestruzzo discreto
Classe D: Velocità da 3500 a 4000 m/sec	Qualità del calcestruzzo buona
Classe E: Velocità da 4000 a 5000 m/sec	Qualità del calcestruzzo eccellente

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle indagini, effettuate su tutti gli elementi strutturali.

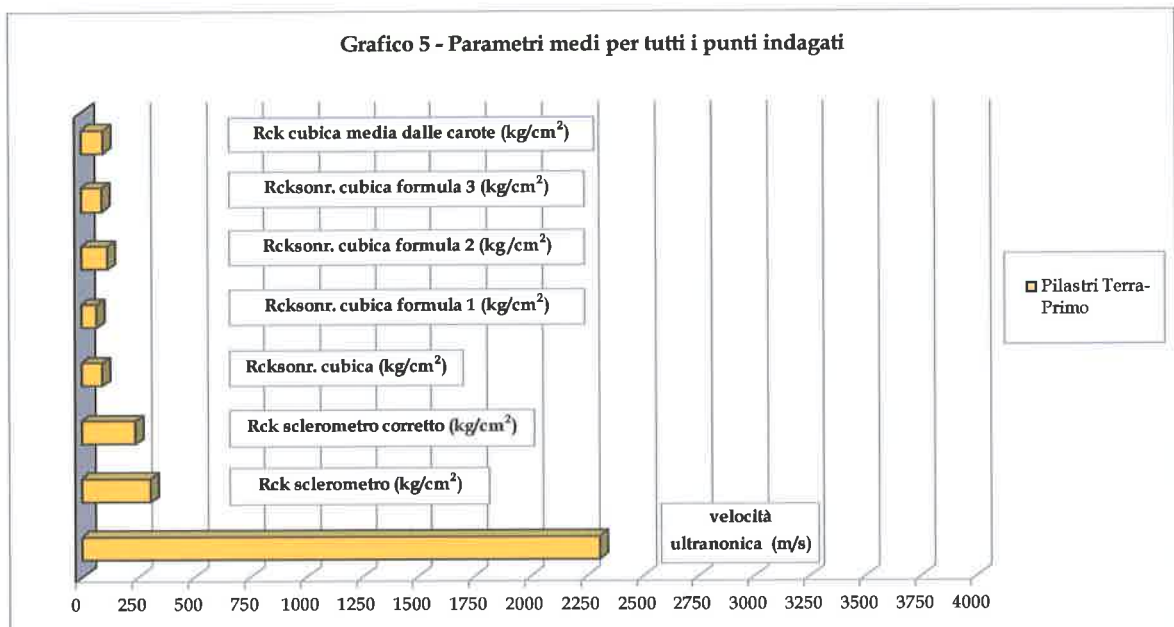
Le indagini dirette e indirette eseguite sugli elementi strutturali evidenziano un calcestruzzo con caratteristiche di resistenza scadente circa 100 kg/cm². Di seguito si riportano in forma grafica i valori delle resistenze sonreb per tutti gli elementi indagati.



Infine si riportano in formato numerico e grafico i risultati delle N resistenze cubiche ottenute in-situ secondo le metodologie dirette, indirette e combinate.

$$R_{cub} = \frac{\sum_{i=1}^N R_{cub}}{N}$$

Lavori di restauro conservativo della Chiesa della SS Trinità - Comune di Potenza								
Id. Piano	Ultrasuoni velocità di propagazione (m/s)	Sclerometro: resistenza a compressione Kg/cm ²	Sclerometro: resistenza a compressione corretta Kg/cm ²	sonreb reg. non lin.: resistenza a compressione corretta cubica Kg/cm ²	sonreb formula 1: resistenza a compressione corretta Kg/cm ²	sonreb formula 2: resistenza a compressione corretta Kg/cm ²	sonreb formula 3: resistenza a compressione corretta Kg/cm ²	* Resistenza cubica media in situ (carote) Kg/cm ²
Pilastrini Terra-Primo	2310	311	238	94	68	119	95	98



Id. elemento	Autori					R.cub. in situ media
	BS 1881 Part. 120 (1)	Concrete Society (2)	Cestelli Guidi (3)	Valore medio (1, 2 e 3)	Masi	
	Rcub equiv. in situ (kg/cm ²)	Rcub in situ stimata (kg/cm ²)	Reff.cub. in situ (kg/cm ²)	(kg/cm ²)	Reff.cub. in situ (kg/cm ²)	
P/PT/1	101,3	89,4	86,2	92,3	103,4	97,9



1.5 Tabella riassuntiva indagini effettuate

Lavori di restauro conservativo della Chiesa della SS Trinità - Comune di Potenza											
n° preventivo	Elemento	Ultrasuoni velocità di propagazione (m/s)	valore di rimbalzo	Sclerometro: resistenza a compressione Kg/cm ²	Sclerometro: resistenza a compressione corretta kg/cm ²	sondeb reg. non lineare: resistenza a compressione corretta Kg/cm ²	sondeb formula 1: resistenza a compressione corretta Kg/cm ²	sondeb formula 2: resistenza a compressione corretta Kg/cm ²	sondeb formula 3: resistenza a compressione corretta Kg/cm ²	modulo elastico dinamico Kg/cm ²	classe del cls
1	Id. pr. P/PT/1	2803	34	295	260	98	99	160	139	169647	B
2	Id. pr. P/PT/2	2290	31	237	245	86	50	96	75	113294	B
3	Id. pr. P/PP/1	1549	37	336	262	87	23	58	35	51829	A
4	Id. pr. P/PP/2	2598	39	375	186	104	97	163	132	145729	B

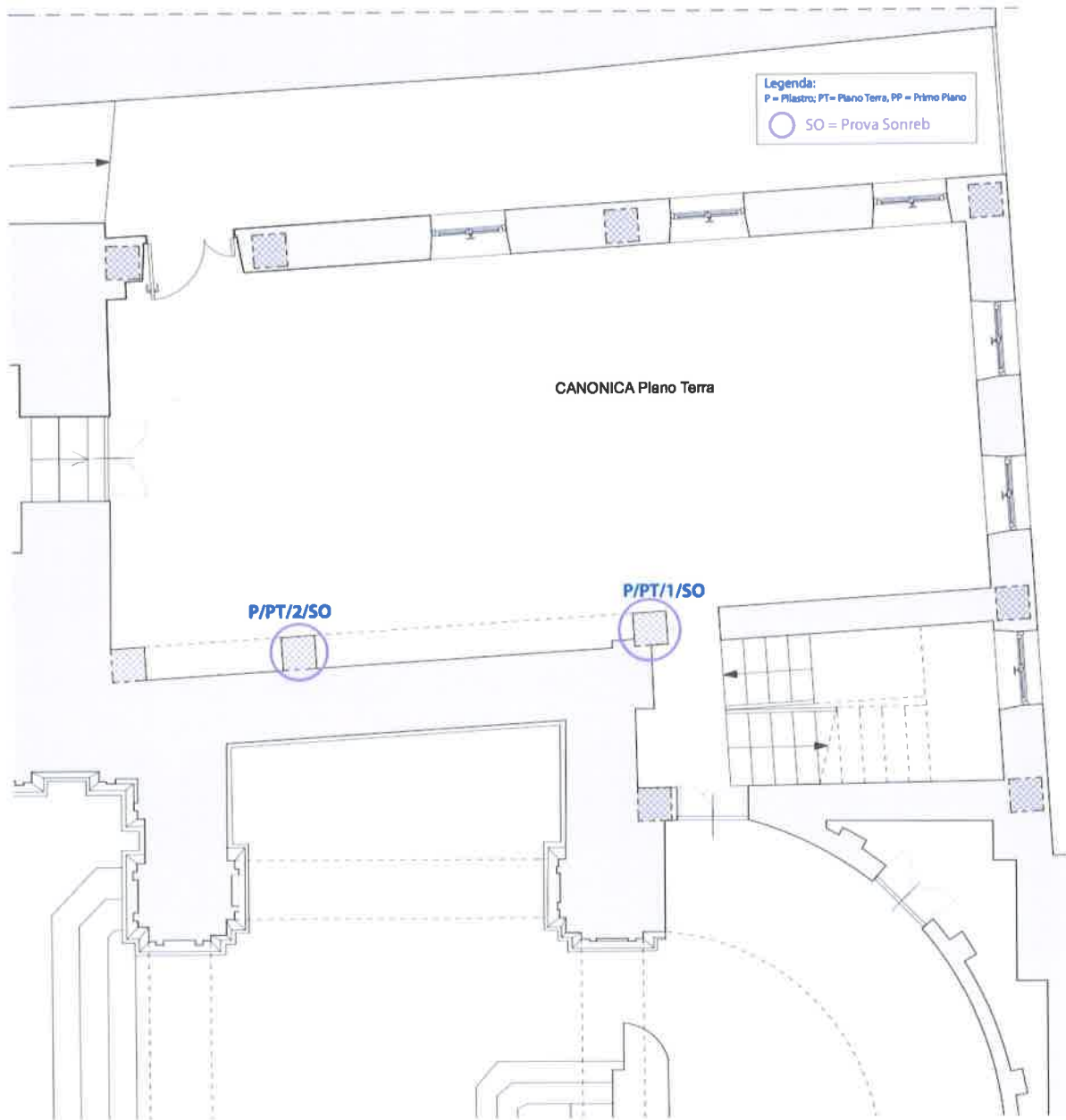


Allegati

- 2.1** **Planimetria con ubicazione prove, piano terra**
- 2.2** **Planimetria con ubicazione prove, primo piano**
- 2.3** **Misure ultrasoniche**
- 2.4** **Misure sclerometriche**

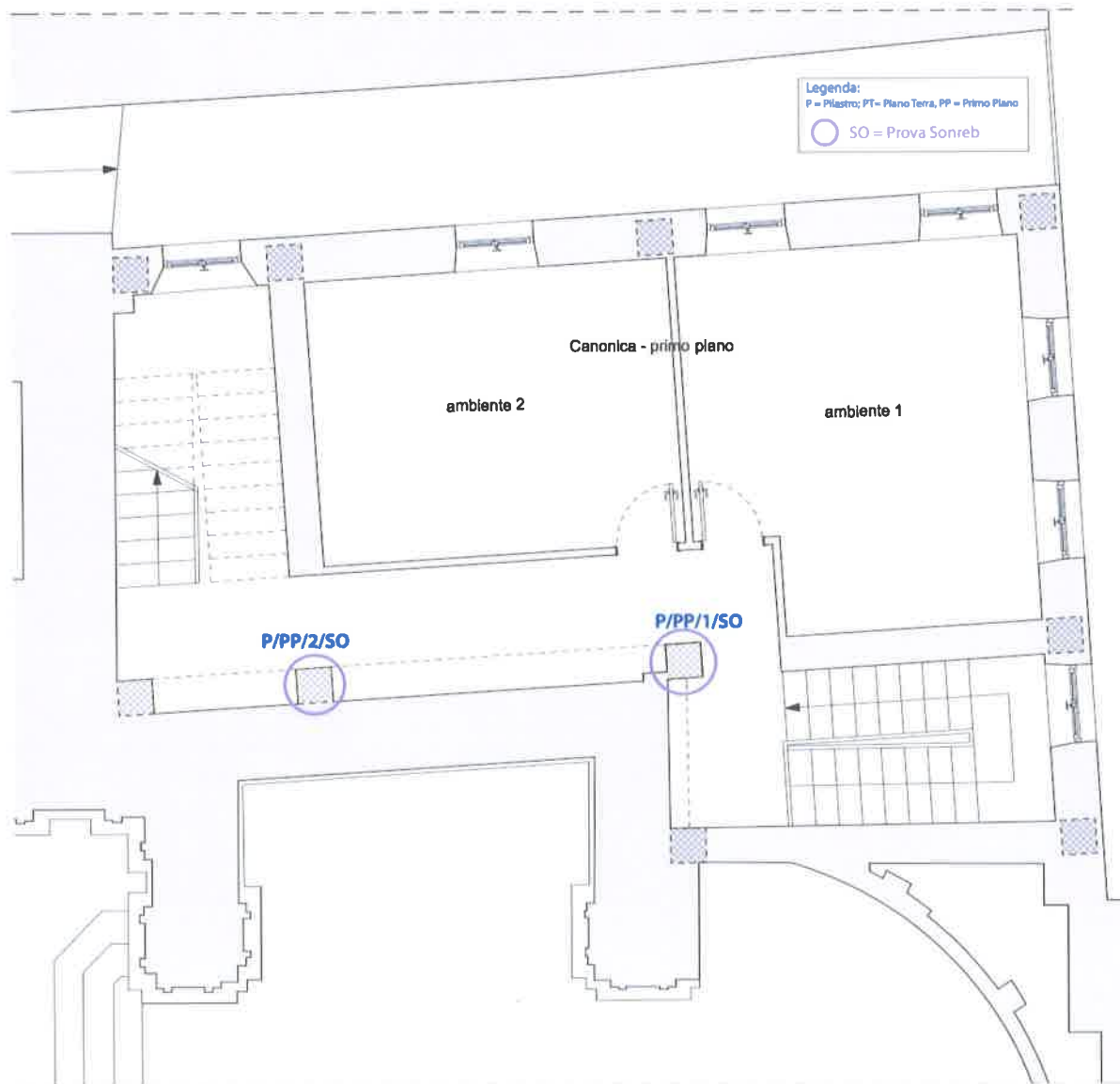


2.1 Planimetria con ubicazione prove, piano terra





2.2 Planimetria con ubicazione prove, primo piano



2.3 Misure ultrasoniche

Tab. 1 - Lavori di restauro conservativo della Chiesa della SS Trinità - Comune di Potenza
Misure Ultrasoniche

misura n° 1		
Id. pr. P/PT/1		
D (cm)	V (m/s)	T (ms)
A 40,00	2802,63	142,72
B 40,00	2802,63	142,72
D 40,00	2802,63	142,72
E 40,00	2802,63	142,72
F 40,00	2802,63	142,72
<i>velocità media misura diretta</i>		
V_m(m/s)=		2803

misura n° 2		
Id. pr. P/PT/2		
D (cm)	V (m/s)	T (ms)
A 40,00	2290,32	174,65
B 40,00	2290,32	174,65
D 40,00	2290,32	174,65
E 40,00	2290,32	174,65
F 40,00	2290,32	174,65
<i>velocità media misura diretta</i>		
V_m(m/s)=		2290

misura n° 3		
Id. pr. P/PP/1		
D (cm)	V (m/s)	T (ms)
A 40,00	1549,09	258,22
B 40,00	1549,09	258,22
D 40,00	1549,09	258,22
E 40,00	1549,09	258,22
F 40,00	1549,09	258,22
<i>velocità media misura diretta</i>		
V_m(m/s)=		1549

misura n° 4		
Id. pr. P/PP/2		
D (cm)	V (m/s)	T (ms)
A 40,00	2597,56	153,99
B 40,00	2597,56	153,99
D 40,00	2597,56	153,99
E 40,00	2597,56	153,99
F 40,00	2597,56	153,99
<i>velocità media misura diretta</i>		
V_m(m/s)=		2598

2.4 Misure sclerometriche

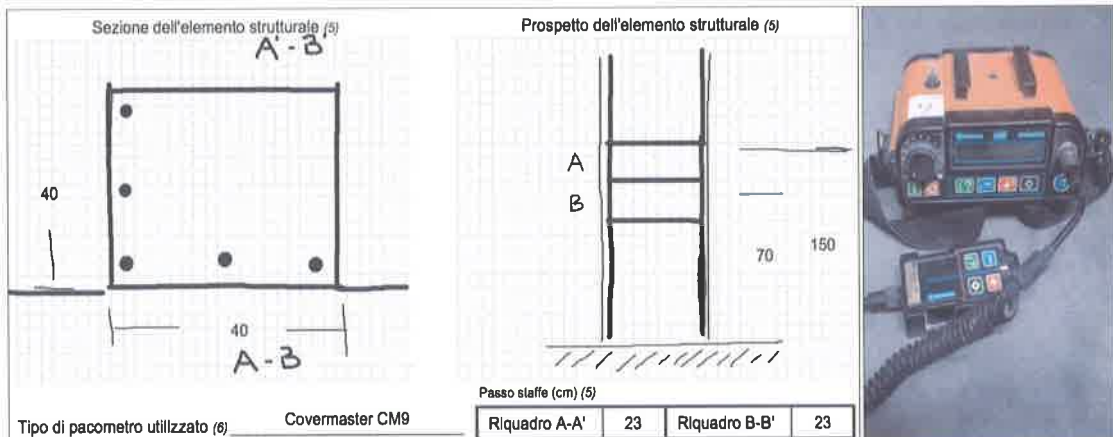
Tab.2 - Lavori di restauro conservativo della Chiesa della SS Trinità - Comune di Potenza - Misure Sclerometriche

correzione	misura n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
valore di Rimbuzzo	scarto dalla media	valore di Rimbuzzo	scarto dalla media	media rimbuzzo	resistenza letta sulle curve di calibrazione (kg/cm²)	resistenza con valore del rimbuzzo corretto (kg/cm²)	E (modulo elastico tramite la formula $(Rc \cdot 0,5)^{1,8000}$ (kg/cm²); valore corretto	media rimbuzzo	resistenza letta sulle curve di calibrazione (kg/cm²)	resistenza con valore del rimbuzzo corretto (kg/cm²)	E (modulo elastico tramite la formula $(Rc \cdot 0,5)^{1,8000}$ (kg/cm²); valore corretto
30	-4,2	34	3,4	0	295	260	290027	34	295	260	290027
32	-2,2	34	3,4	0	36	36	36	36	36	36	36
34	-0,2	32	1,4	1	36	36	36	36	36	36	36
36	-0,2	30	-0,6	1	36	36	36	36	36	36	36
38	1,8	30	-0,6	1	36	36	36	36	36	36	36
40	1,8	30	-0,6	1	36	36	36	36	36	36	36
42	0	28	-2,6	1	34	34	34	34	34	34	34
44	-0,2	26	-4,6	0	34	34	34	34	34	34	34
46	1,8	30	-0,6	1	36	36	36	36	36	36	36
Ci sono	9	Ci sono	7	7	misurazioni che non si scostano dal valore medio per più di 3 unità.	misurazioni che non si scostano dal valore medio per più di 3 unità.	misurazioni che non si scostano dal valore medio per più di 3 unità.	7	misurazioni che non si scostano dal valore medio per più di 3 unità.	misurazioni che non si scostano dal valore medio per più di 3 unità.	misurazioni che non si scostano dal valore medio per più di 3 unità.
valore di Rimbuzzo	scarto dalla media	valore di Rimbuzzo	scarto dalla media	media rimbuzzo	resistenza letta sulle curve di calibrazione (kg/cm²)	resistenza con valore del rimbuzzo corretto (kg/cm²)	E (modulo elastico tramite la formula $(Rc \cdot 0,5)^{1,8000}$ (kg/cm²); valore corretto	media rimbuzzo	resistenza letta sulle curve di calibrazione (kg/cm²)	resistenza con valore del rimbuzzo corretto (kg/cm²)	E (modulo elastico tramite la formula $(Rc \cdot 0,5)^{1,8000}$ (kg/cm²); valore corretto
34	-2,6	38	-0,8	1	336	262	291629	37	336	262	291629
36	-0,6	38	-0,8	1	36	36	36	36	36	36	36
38	-0,6	40	1,2	1	38	38	38	38	38	38	38
40	1,4	38	-0,8	1	38	38	38	38	38	38	38
42	-0,6	40	1,2	1	38	38	38	38	38	38	38
44	1,4	40	1,2	1	38	38	38	38	38	38	38
46	-0,6	38	-0,8	1	38	38	38	38	38	38	38
48	0,6	38	-0,8	1	38	38	38	38	38	38	38
50	1,4	38	-0,8	1	38	38	38	38	38	38	38
Ci sono	10	Ci sono	10	10	misurazioni che non si scostano dal valore medio per più di 3 unità.	misurazioni che non si scostano dal valore medio per più di 3 unità.	misurazioni che non si scostano dal valore medio per più di 3 unità.	10	misurazioni che non si scostano dal valore medio per più di 3 unità.	misurazioni che non si scostano dal valore medio per più di 3 unità.	misurazioni che non si scostano dal valore medio per più di 3 unità.

ARCIDIOCESI DI POTENZA-MURO LUCANO E MARSICO NUOVO

LARGO DUOMO N. 5 85100 POTENZA

LAVORI DI RESTAURO E CONSERVAZIONE CHIESA DELLA SS. TRINITA' DI POTENZA. INDAGINI DIAGNOSTICHE.



ALLEGATO:

A.09

INDAGINE PACOMETRICA

REV. DATA

FEBBRAIO 2015

N. 00 DEL 02/2015



Dedalo s.r.l.
Agenzia di Architettura

IL DIRETTORE TECNICO ARCH. MICHELE PIETRO DI CAPUA



INDICE

1.0	Indagine pacometrica	pag. 02
1.1	Metodologia di indagine e risultati ottenuti	pag. 02
3.0	Allegati	
3.1	Planimetria con ubicazione prove Piano Terra	pag. 04
3.2	Scheda prova di qualità del CLS P/PT/1	pag. 05
3.3	Scheda prova di qualità del CLS P/PT/2	pag. 06

1.0 INDAGINE PACOMETRICA

1.1 Metodologia di indagine e risultati ottenuti

Utilizzato per la localizzazione delle armature nel cls, per la misura del copriferro e calcolo automatico del diametro delle barre (norma BS1881:204).

Il pacometro CoverMaster CM9, prodotto dalla Protovale (Oxford) Ltd, a differenza della maggior parte degli altri pacometri che sfruttano il principio dell'induzione magnetica, si fonda sul principio operativo delle eddy current (correnti parassite), è essenzialmente costituito da una sonda con la quale si spazzola la superficie da esaminare e da una centralina di rilevamento, capace di emettere un segnale digitale e sonoro allorquando viene rilevata la presenza di un tondino d'acciaio.

Nella pratica operativa l'operatore, in una prima fase, spazzola la superficie del pilastro (o trave) da esaminare con la sonda tracciando sulla stessa il graticcio individuato sulla scorta del segnale rilevato. Successivamente si procede all'individuazione del copriferro riponendo la sonda sulla maglia individuata e infine si procede alla determinazione dei diametri mediante una doppia misurazione effettuata posizionando la sonda prima parallelamente poi ortogonalmente al ferro del quale si vuol conoscere il diametro, una speciale funzione dell'attrezzatura fornisce il valore direttamente. (non è stata richiesta elaborazione)

Nell'indagine condotta sui pilastri al piano terra si sono rilevati i seguenti dati:

P/PT/01 n. 6 barre \varnothing 14 come ferri longitudinali e staffe \varnothing 6 passo cm. 23 e copriferro variabile 23/24 mm senza intonaco;

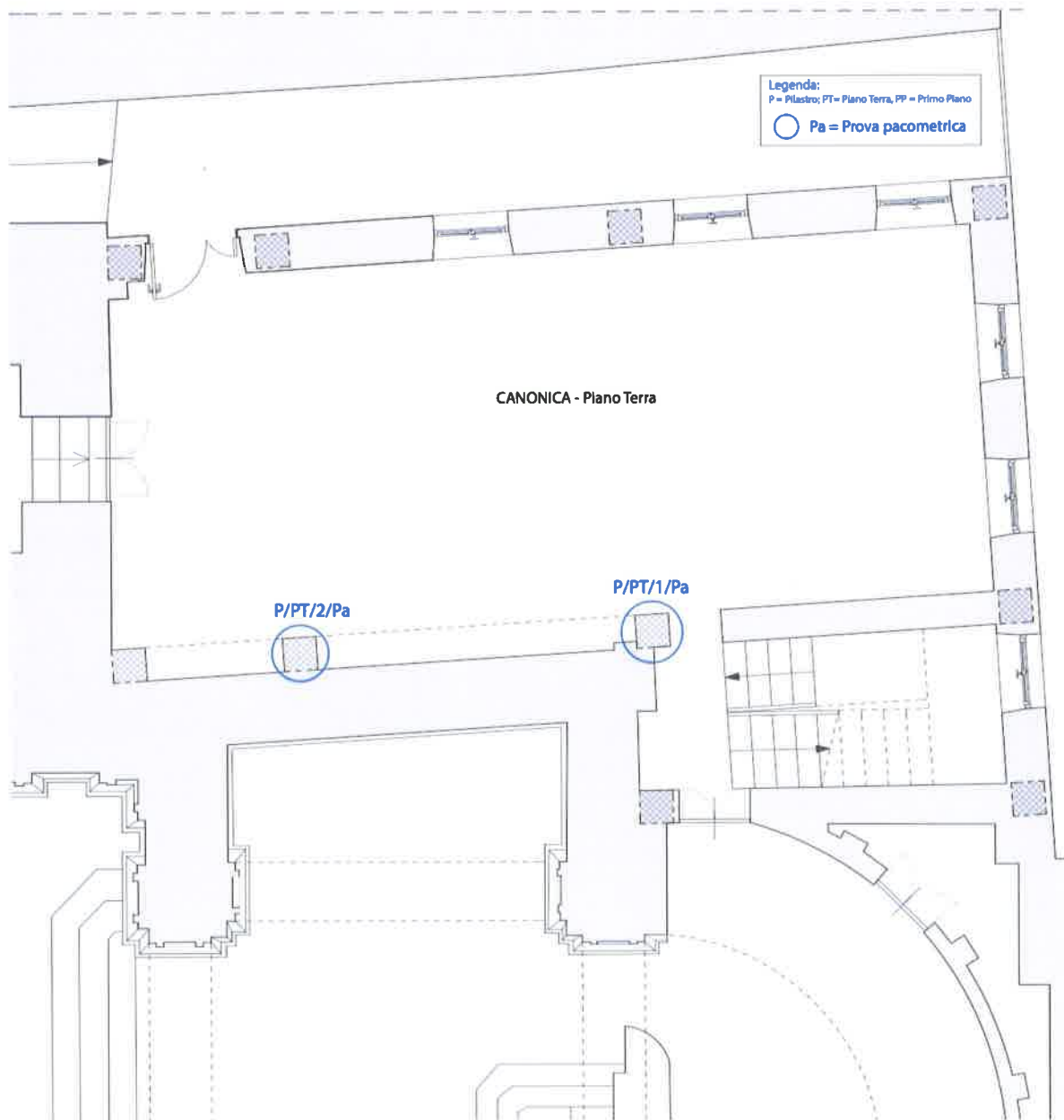
P/PT/02 n. 6 barre \varnothing 14 come ferri longitudinali e staffe \varnothing 6 passo cm. 23 e copriferro variabile 19/28 mm senza intonaco.



Allegati

- 3.1 Planimetria con ubicazione prove Piano Terra**
- 3.2 Scheda prova di qualità del CLS P/PT/1**
- 3.3 Scheda prova di qualità del CLS P/PT/2**

3.1 Planimetria con ubicazione prove Piano Terra



3.2 Scheda prova di qualità del CLS P/PT/1

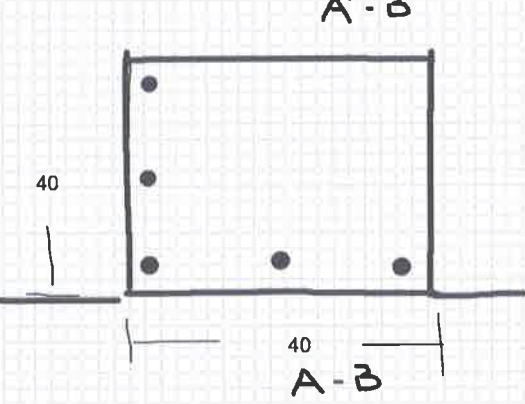
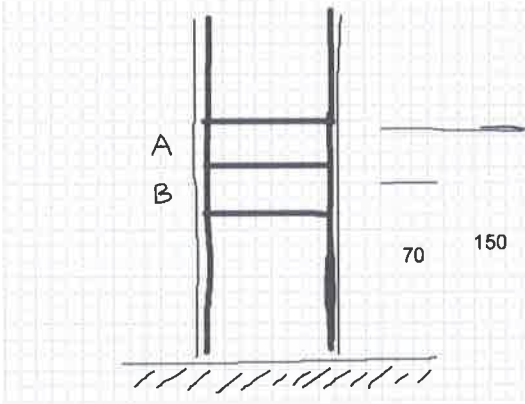


Regione Toscana
Giunta Regionale
Direzione Generale
Politiche Territoriali e Ambientali
Settore - Servizio Sismico Regionale

ALL.H
Versione 16 maggio 2005
ALL-PAC

SCHEDA PROVE QUALITÀ CALCESTRUZZO

Sigla dell'elemento strutturale (1) P/PT/1 Scheda n° (2) 01

Dati generali	
Denominazione e località dell'aggregato strutturale indagato (1) _____	Comune di Potenza _____
Denominazione dell'edificio (1) <u>Canonica S.S. Trinità</u>	Data di esecuzione delle prove (3) <u>19/01/2015</u>
Operatori (4) <u>Ing. Rocco Tolve - Geol. Raffaele Sessa</u>	
Dati geometrici	
Sezione dell'elemento strutturale (5) A'-B'	Prospetto dell'elemento strutturale (5)
	
Tipo di pacometro utilizzato (6) <u>Covermaster CM9</u>	
Passo staffe (cm) (5)	
Riquadro A-A'	Riquadro B-B'
<u>23</u>	<u>23</u>
Dati ambientali	
Temperatura interna/esterna (°C) (3) <u>8</u> / <u>N.r.</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Presenza di umidità (3) <input type="checkbox"/> Ambiente asciutto
Caratteristiche superficiali	
Faccia A-B (Lato 1) (7)	Faccia A'-B' (Lato 2) (7)
<input type="checkbox"/> Esterna <input checked="" type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Intonacata <input type="checkbox"/> Piastrellata <input type="checkbox"/> Nuda <input type="checkbox"/> Altro (specificare) _____	<input checked="" type="checkbox"/> Calcestruzzo resistente alla molatura <input type="checkbox"/> Calcestruzzo friabile alla molatura <input type="checkbox"/> Inerti affioranti <input checked="" type="checkbox"/> Inerti non affioranti <input type="checkbox"/> Presenza di anomalie (specificare) <input checked="" type="checkbox"/> Nessuna anomalia presente
<input checked="" type="checkbox"/> Calcestruzzo resistente alla molatura <input type="checkbox"/> Calcestruzzo friabile alla molatura <input type="checkbox"/> Inerti affioranti <input checked="" type="checkbox"/> Inerti non affioranti <input type="checkbox"/> Presenza di anomalie (specificare) <input checked="" type="checkbox"/> Nessuna anomalia presente	<input type="checkbox"/> Esterna <input checked="" type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Intonacata <input type="checkbox"/> Piastrellata <input type="checkbox"/> Nuda <input type="checkbox"/> Altro (specificare) _____
Note relative all'elemento strutturale (8) Staffe fi 6 barre fi 14 Copriferro 23/34 mm no intonaco	
Regione Toscana - Servizio Sismico Regionale	

3.3 Scheda prova di qualità del CLS P/PT/2

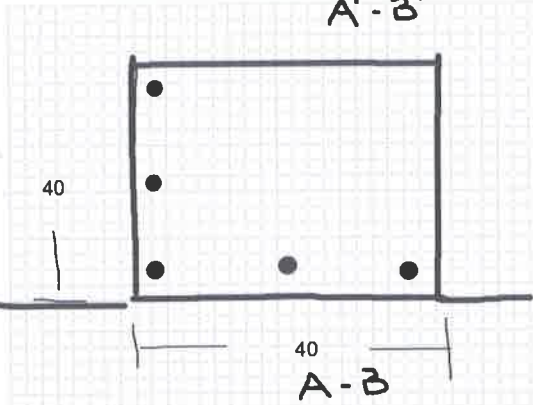
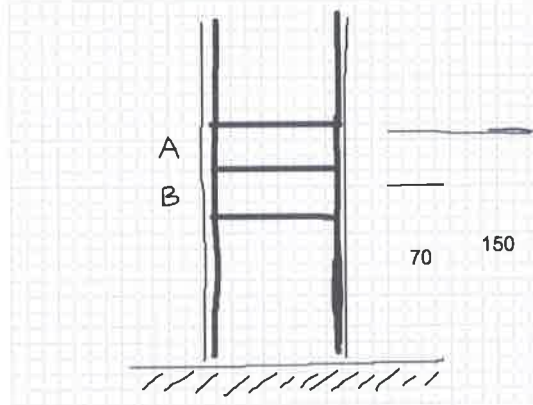


Regione Toscana
Giunta Regionale
Direzione Generale
Politiche Territoriali e Ambientali
Settore - Servizio Sismico Regionale

ALL.H
Versione 16 maggio 2005
ALL-PAC

SCHEDA PROVE QUALITÀ CALCESTRUZZO

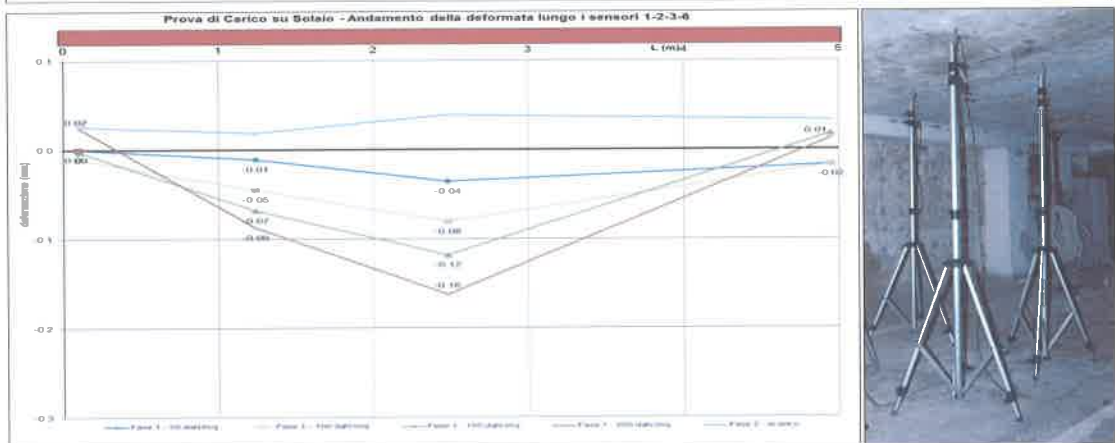
Sigla dell'elemento strutturale (1) P/PT/2 Scheda n° (2) 02

Dati generali			
Denominazione e località dell'aggregato strutturale indagato (1) _____		Comune di Potenza	
Denominazione dell'edificio (1) <u>Canonica S.S. Trinità</u>		Data di esecuzione delle prove (3) <u>19/01/2015</u>	
Operatori (4) _____		Ing. Rocco Tolve - Geol. Raffaele Sessa	
Dati geometrici			
Sezione dell'elemento strutturale (5) A'-B'		Prospetto dell'elemento strutturale (5)	
			
Tipo di pacometro utilizzato (6) <u>Covermaster CM9</u>		Passo staffe (cm) (5)	
		Riquadro A-A'	23
		Riquadro B-B'	23
Dati ambientali			
Temperatura interna/esterna (°C) (3) <u>8</u> / <u>N.r.</u>		<input checked="" type="checkbox"/> Presenza di umidità (3) <input type="checkbox"/> Ambiente asciutto	
Caratteristiche superficiali			
Faccia A-B (Lato 1) (7)		Faccia A'-B' (Lato 2) (7)	
<input type="checkbox"/> Esterna <input checked="" type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Intonacata <input type="checkbox"/> Piastrellata <input type="checkbox"/> Nuda <input type="checkbox"/> Altro (specificare)	<input checked="" type="checkbox"/> Calcestruzzo resistente alla molatura <input type="checkbox"/> Calcestruzzo friabile alla molatura <input type="checkbox"/> Inerti affioranti <input checked="" type="checkbox"/> Inerti non affioranti <input type="checkbox"/> Presenza di anomalie (specificare) <input checked="" type="checkbox"/> Nessuna anomalia presente	<input type="checkbox"/> Esterna <input checked="" type="checkbox"/> Interna <input checked="" type="checkbox"/> Intonacata <input type="checkbox"/> Piastrellata <input type="checkbox"/> Nuda <input type="checkbox"/> Altro (specificare)	<input checked="" type="checkbox"/> Calcestruzzo resistente alla molatura <input type="checkbox"/> Calcestruzzo friabile alla molatura <input type="checkbox"/> Inerti affioranti <input checked="" type="checkbox"/> Inerti non affioranti <input type="checkbox"/> Presenza di anomalie (specificare) <input checked="" type="checkbox"/> Nessuna anomalia presente
Note relative all'elemento strutturale (8) <div style="text-align: center; padding: 10px;"> Staffe fi 6 barre fi 14 Copriferro 19/28 mm no intonaco </div>			
Regione Toscana - Servizio Sismico Regionale			

ARCIDIOGESI DI POTENZA-MURO LUCANO E MARSICO NUOVO

LARGO DUOMO N. 5 85100 POTENZA

LAVORI DI RESTAURO E CONSERVAZIONE CHIESA DELLA SS. TRINITA' DI POTENZA. INDAGINI DIAGNOSTICHE.



ALLEGATO:

A.10

PROVA DI CARICO SOLAIO

REV. DATA

FEBBRAIO 2015

N. 00 DEL 02/2015



Dedalo s.r.l.
Agenzia di Architettura

IL DIRETTORE TECNICO ARCH. MICHELE PIETRO DI CAPUA



INDICE

1.0	Prova di carico su solaio	pag. 02
1.1	Strumentazione adottata e sistema di carico	pag. 02
1.2	Descrizione prova di carico	pag. 04
1.3	Risultati ottenuti	pag. 05
2.0	Allegati	
2.1	Planimetria con ubicazione prove	pag. 10
2.2	Schema prova di carico	pag. 11
2.3	Documentazione fotografica	pag. 12
2.4	Dati numerici sensori prova di carico	pag. 14
2.5	Certificati di taratura manometro digitale	pag. 16
2.6	Certificati di taratura fessurimetri e trasduttore di spostamento	pag. 20



1 PROVA DI CARICO SU SOLAIO

1.1 Strumentazione adottata e sistema di carico

Sistema di carico

La prova, sul solaio in latero-cemento gettato in opera di luce pari a 4.95 m, è stata eseguita con applicazione diretta del carico mediante una forza concentrata calcolata in modo da produrre la medesima sollecitazione prevista in progetto per l'applicazione del carico distribuito.

La forza equivalente F_{eq} è definita come la forza applicata su una linea di 1 metro, in corrispondenza della mezzeria di un solaio, trasversalmente alle nervature, capace di indurre lo stesso momento massimo prodotto da un carico uniformemente distribuito q .

Si utilizza la formula

$$F_{eq} = C_v \cdot b \cdot q \cdot L, \text{ dove}$$

C_v = coefficiente di vincolo; b = fascia trasversale di solaio collaborante (m);

q = carico uniformemente distribuito di prova (daN/mq); L = luce del solaio (m).

La Forza equivalente può essere calcolata con il metodo teorico, dove C_v viene calcolato ipotizzando una condizione di vincolo (appoggio-appoggio, incastro-incastro, e intermedi) mentre la fascia collaborante b viene calcolata con la formula derivata dal metodo di Genel (tenendo conto di un fattore moltiplicativo della formula di calcolo delle frecce dovute ai carichi distribuiti, e del rapporto tra i momenti di inerzia longitudinale e trasversale dipendente dal tipo di solaio). Il calcolo della forza equivalente con il metodo teorico serve ad avere un ordine di grandezza delle forze in gioco (per il solaio di luce pari a 4,95 m, con carico di 200 daN/q, coefficiente di vincolo semiincastro $C_v = 0,44$ e $g = 0,44$ per tipologia di solaio in laterocemento si ottiene una larghezza di fascia collaborante $b = 1,94$ m ed una forza $F_{eq} = 847,2$ daN), mentre preliminarmente all'esecuzione della prova di carico i coefficienti C_v e b vengono calcolati sperimentalmente, applicando una forza $F_1 = 600$ daN e registrando le deformazioni, tramite le seguenti formule:

$$C_v = 0,895 f_{1/2}/f_{1/4} - 0,117$$

($f_{1/4}$ ed $f_{1/2}$ sono rispettivamente la freccia registrata a $1/4$ di luce ed in mezzeria al netto del cedimento medio degli appoggi del solaio);

$$b=(f_{1/2}+2*Sf_i)*s/f_{1/2}$$

(dove con f_i sono intese tutte le frecce misurate su mezza deformata trasversale depurate dei cedimenti degli appoggi, ed s è l'interasse dei sensori f_i);

Il carico è applicato con un martinetto idraulico mod. **CDE-A-22/600** con carico a spinta di 22 ton e a tiro di 12 ton, relative prolunghe e traverse superiori/inferiori sfruttando il solaio superiore come contrasto (tale metodo è possibile finché la struttura di contrasto è in grado di sopportare, mediante il momento positivo dovuto al peso proprio, uno sforzo in senso opposto a quello di prova senza il minimo danno), un manometro digitale AEP fondo scala 700 bar avente sensibilità 0,05 bar n. di serie 866248, una pompa a doppio stadio PDS-20-DEL4 e relativi tubi di collegamento.

In fase di esecuzione della prova si è proceduto al calcolo della forza equivalente F_{eq} , mediante metodo sperimentale, con applicazione di una forza pari a 600 daN e lettura delle deformazioni dei sensori al fine della valutazione numerica diretta del coefficiente di vincolo C_v e della fascia collaborante b (valori sperimentali $C_v = 0.33$, $b = 2.20$ m, $F_{eq} = 719.8$ daN) Tale valore è stato confrontato con quello teorico, ottenendo un coefficiente di vincolo più vicino al grado di appoggio ed una fascia collaborante più larga rispetto alle ipotesi teoriche, il che si traduce in una forza concentrata equivalente più bassa. Si è ritenuto opportuno fare riferimento ai parametri di calcolo teorici ($F_{eq} = 847.2$ daN). Tale approccio è a vantaggio di sicurezza in quanto il solaio viene caricato con una forza concentrata superiore a quella sperimentale.

L'applicazione del carico è avvenuta in due fasi:

fase 1: carico progressivo del solaio, in quattro step, ciascuno di ampiezza pari a $F_{eq}/4$, attesa fino a completa stabilizzazione del carico. Mantenimento del valore di F_{eq} .

fase 2: scarico progressivo del solaio con il medesimo gradiente di carico.

Letture delle deformazioni

La lettura delle deformazioni è avvenuta attraverso l'utilizzo di una centralina a 8 canali, che, in tempo reale registra i dati provenienti da sensori di spostamento di tipo potenziometrico (accuratezza pari a 0,01 mm) installati all'intradosso del solaio, montati su aste telescopiche estensibili fino a 6,2 m. Durante l'esecuzione della prova è stato inoltre monitorato l'andamento della temperatura mediante sensore mod. NTC ris. 0,1 °C.

1.2 Descrizione prova di carico

Sono stati installati complessivi 6 sensori potenziometrici con risoluzione centesimale per la rilevazione delle deformazioni del solaio, nella posizione indicata dalla committenza. Tutti i sensori per la rilevazione delle deformazioni all'intradosso del solaio sono stati fissati sulle aste telescopiche e tutti e 6 sono stati collegati alle centraline di acquisizione. La strumentazione è stata montata in zona coperta, protetta da adeguata schermatura, e non è stata influenzata da effetti termici dovuti ad irraggiamento diretto e/o variazioni sensibili di temperatura. È stato inoltre installato un sensore di temperatura per il monitoraggio delle variazioni termiche. La temperatura media rilevata nel corso della prova è risultata pari a $8,57^{\circ}\text{C}$, con scarto quadratico a $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$, ed assenza di irraggiamento diretto. Visti i bassi valori delle frecce registrate si è ritenuto opportuno procedere alla correzione dei cedimenti registrati utilizzando il coefficiente di dilatazione termica lineica $\alpha = 0,021 \text{ mm}/^{\circ}\text{C}/\text{m}$ con il quale sono stati decurtati i cedimenti acquisiti dal datalogger (altezza aste 2,7 m) della quota di dilatazione delle aste di supporto. La fase di carico è stata eseguita secondo le modalità riportate al punto 2.1 del presente rapporto.

In Fig. 1 è riportato lo schema di ubicazione dei sensori

- S1 : Appoggio solaio, lato interno
- S2 : L/4 solaio (1,23 m)
- S3 : mezzeria del solaio (2,47 m)
- S4 : trasversale ad 1,0 m da S3
- S5 : trasversale ad 1,0 m da S4
- S6 : Appoggio solaio, lato esterno



Fig. 1 – Posizionamento Sensori S1 – S6

1.3 Risultati ottenuti

La prova in oggetto, eseguita attraverso una strumentazione opportunamente tarata, è stata eseguita in due fasi, con mantenimento del carico di esercizio fino a stabilizzazione delle misure. La prova è iniziata alle ore 09.20 circa e si è conclusa alle ore 10.20 circa per una durata complessiva di 60 minuti.

I risultati della prova sono riportati nella tabella sottostante:

Fase	Feq (daN)	eq (daN/m)	Ora	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	S4 (mm)	S5 (mm)	S6 (mm)
Scarico	0.0	0.0	09.24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fase 1	212.0	50.0	09.32.00	-0.02	-0.01	-0.04	-0.02	-0.02	-0.02
	424.0	100.0	09.37.00	-0.01	-0.05	-0.08	-0.02	0.00	-0.02
	635.0	150.0	09.45.00	0.00	-0.07	-0.12	-0.03	0.00	0.02
	847.0	200.0	10.02.00	0.02	-0.09	-0.16	-0.05	0.06	0.01
Fase 2	635.0	150.0	10.07.00	0.02	-0.08	-0.13	-0.04	0.05	0.01
	424.0	100.0	10.10.00	0.02	-0.05	-0.06	-0.04	0.05	0.01
	212.0	50.0	10.15.00	0.03	-0.05	-0.03	-0.01	0.05	0.03
	0.0	0.0	10.20.00	0.03	0.02	0.04	0.00	0.05	0.03

In fig. 2 e 3 sono riportati il grafico tempo-spostamento e l'andamento della temperatura per i sensori potenziometrici posti all'intradosso del solaio.

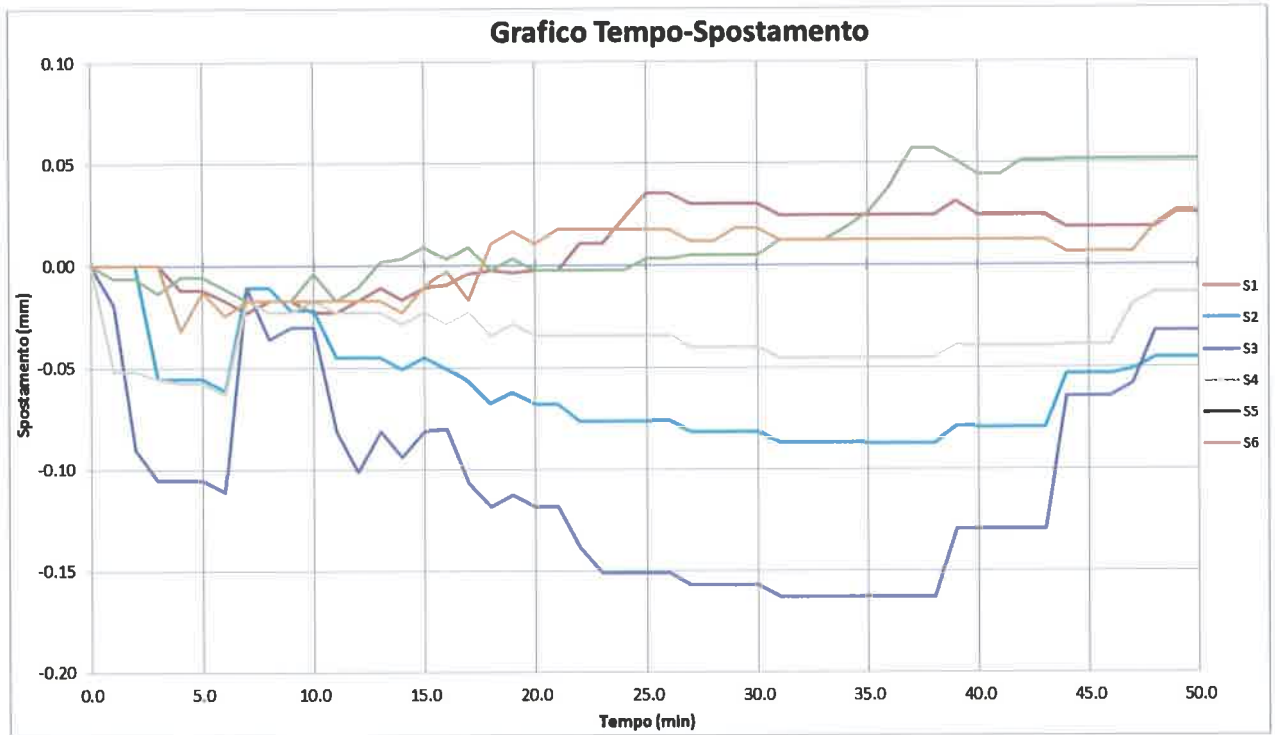


Fig. 2 – Grafico tempo spostamento – Sensori S1 – S6

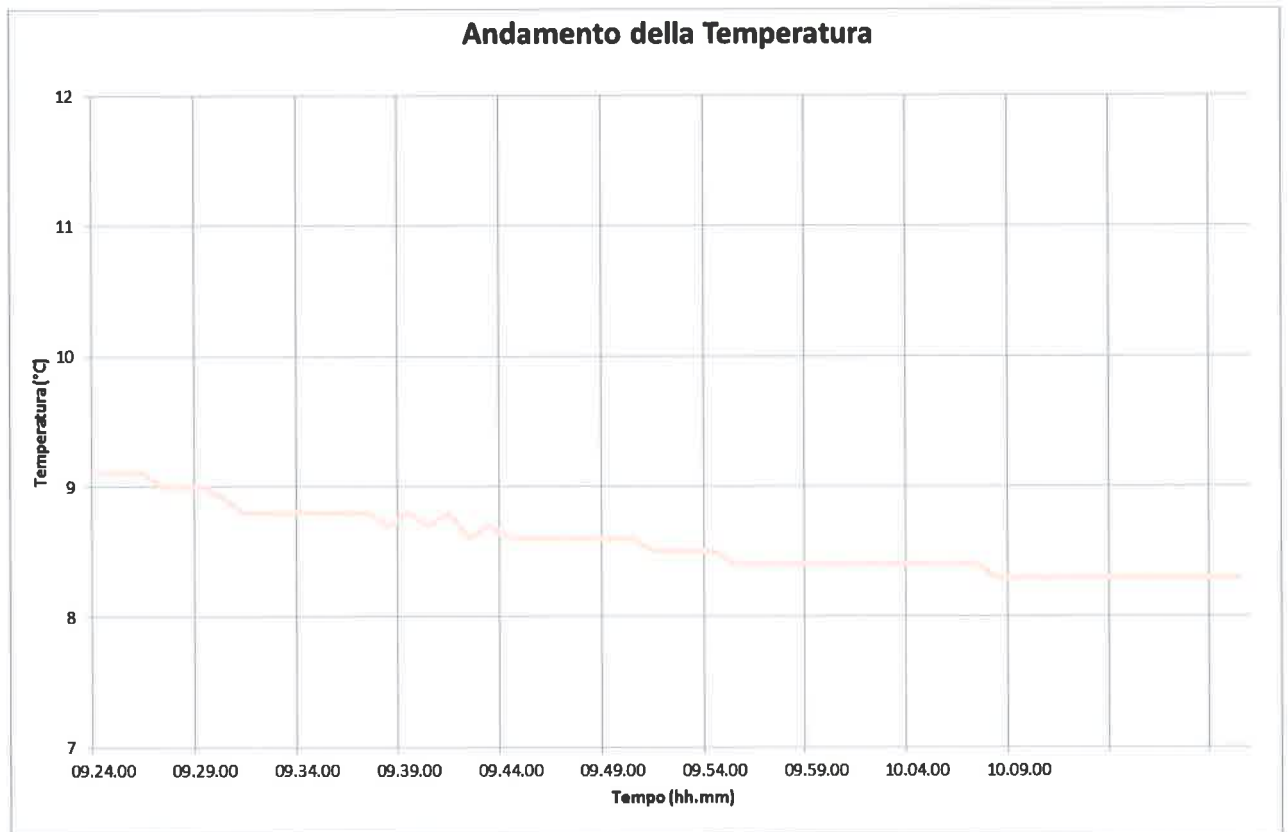
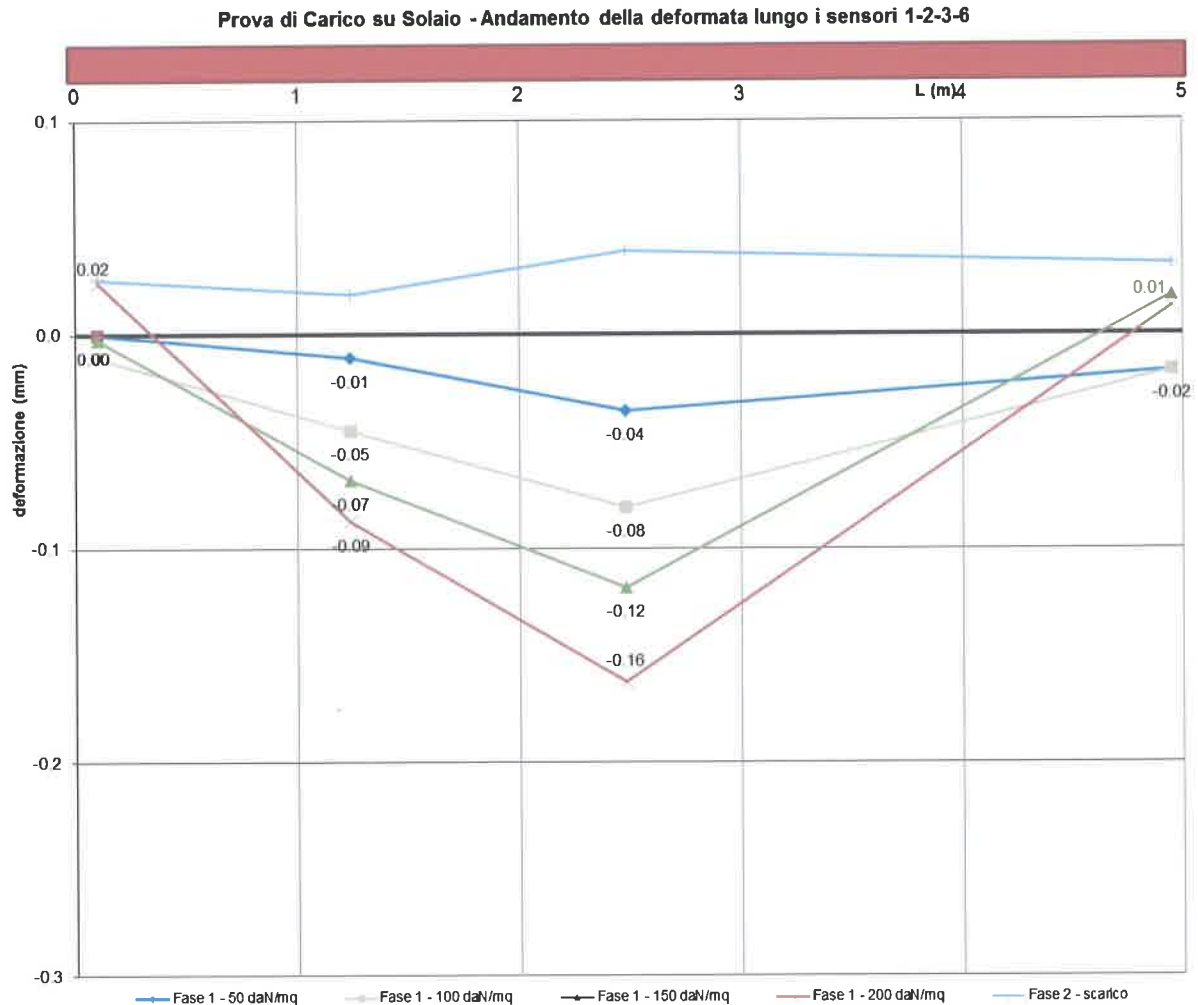


Fig. 3 – Andamento della temperatura

In fig. 4 è infine riportato l'andamento della deformata lungo l'asse di orditura dei solai
(sensori S1, S2, S3, S6)



Sensore S3 (Mezzeria del solaio)

Freccia massima (mm) = 0,16 ;

Freccia residua (mm) = -0,04

$F_{residua}/F_{massima} = n.d.$

Considerazioni finali:

- La prova ha avuto una durata di circa 60 minuti, conclusa a seguito della stabilizzazione numerica dei risultati a solaio completamente scarico;
- gli spostamenti si accrescono in maniera proporzionale ai carichi;
- nel corso della prova non si sono prodotte lesioni, deformazioni o dissesti che compromettono la sicurezza o la conservazione dell'opera;



- *le deformazioni residue allo scarico sono negative, con solaio che risulta sollevato di alcuni centesimi di millimetro rispetto all'inizio della prova, possibile indice di un non perfetto ammorsamento nei cordoli perimetrali. Potrebbe essere opportuno provvedere ad alcuni interventi di rinforzo strutturale.*



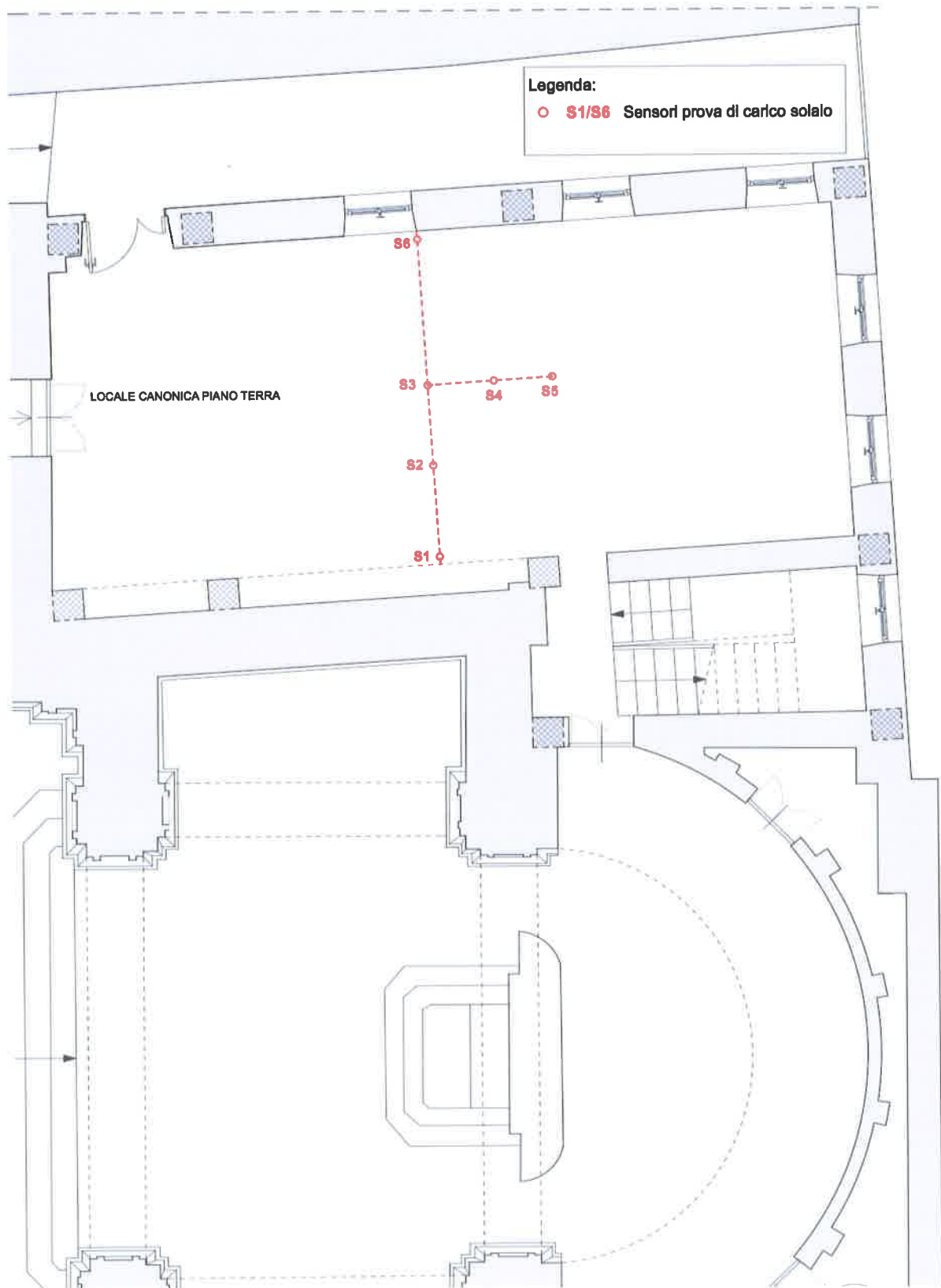


Allegati

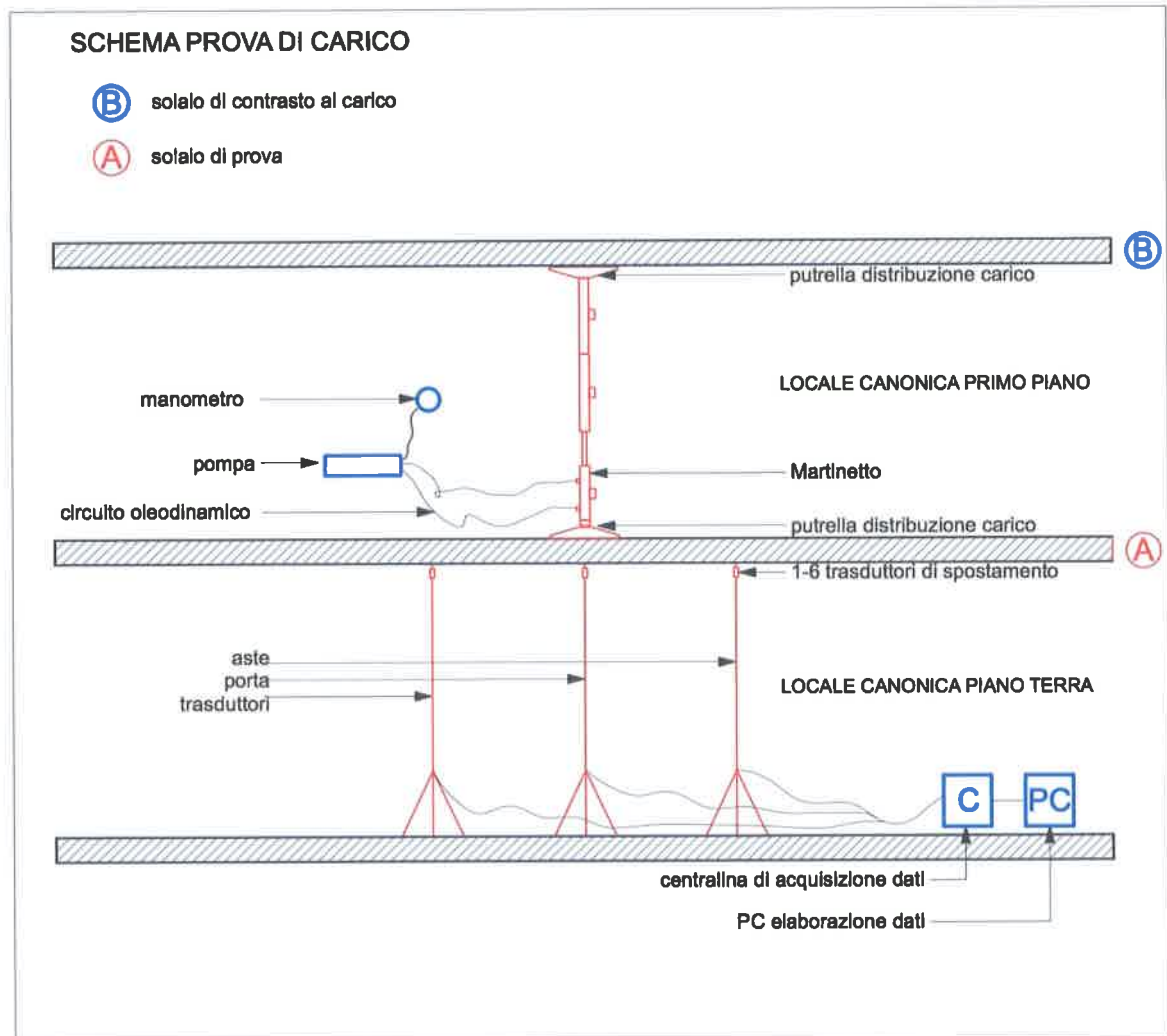
- 2.1** **Planimetria con ubicazione prove**
- 2.2** **Schema prova di carico**
- 2.3** **Documentazione fotografica**
- 2.4** **Dati numerici sensori prova di carico**
- 2.5** **Certificati di taratura manometro digitale**
- 2.6** **Certificati di taratura fessurimetri e trasduttori di spostamento**



2.1 Planimetria con ubicazione prove



2.2 Schema prova di carico





2.3 Documentazione fotografica



Foto 01 – Posizionamento Sensori S1 – S6. Piano terra Canonica



Foto 02. Acquisizione dati. PC e centralina

2.3 Documentazione fotografica



Foto 03. Martinetto. Primo piano Canonica



Foto 04. Martinetto. Primo piano Canonica

2.4 Dati numerici sensori prova di carico

Pag. 2

09/01/2015	10.04.00	40.00	0.064	-0.040	-0.090	0.000	0.084	0.052	8.4	3.31	0.040	0.024	-0.080	-0.130	-0.040	0.044	0.012
09/01/2015	10.05.00	41.00	0.064	-0.040	-0.090	0.000	0.084	0.052	8.4	3.31	0.040	0.024	-0.080	-0.130	-0.040	0.044	0.012
09/01/2015	10.06.00	42.00	0.064	-0.040	-0.090	0.000	0.091	0.052	8.4	3.32	0.040	0.024	-0.080	-0.130	-0.040	0.051	0.012
09/01/2015	10.07.00	43.00	0.064	-0.040	-0.090	0.000	0.091	0.052	8.4	3.32	0.040	0.024	-0.080	-0.130	-0.040	0.051	0.012
09/01/2015	10.08.00	44.00	0.064	-0.008	-0.019	0.006	0.097	0.052	8.3	3.31	0.045	0.019	-0.053	-0.064	-0.039	0.052	0.007
09/01/2015	10.09.00	45.00	0.064	-0.008	-0.019	0.006	0.097	0.052	8.3	3.31	0.045	0.019	-0.053	-0.064	-0.039	0.052	0.007
09/01/2015	10.10.00	46.00	0.064	-0.008	-0.019	0.006	0.097	0.052	8.3	3.31	0.045	0.019	-0.053	-0.064	-0.039	0.052	0.007
09/01/2015	10.11.00	47.00	0.064	-0.006	-0.013	0.026	0.097	0.052	8.3	3.3	0.045	0.019	-0.051	-0.058	-0.019	0.052	0.007
09/01/2015	10.12.00	48.00	0.064	0.000	0.013	0.032	0.097	0.065	8.3	3.31	0.045	0.019	-0.045	-0.032	-0.013	0.052	0.020
09/01/2015	10.13.00	49.00	0.071	0.000	0.013	0.032	0.097	0.072	8.3	3.3	0.045	0.026	-0.045	-0.032	-0.013	0.052	0.027
09/01/2015	10.14.00	50.00	0.071	0.000	0.013	0.032	0.097	0.072	8.3	3.3	0.045	0.026	-0.045	-0.032	-0.013	0.052	0.027
09/01/2015	10.15.00	51.00	0.071	0.000	0.013	0.032	0.097	0.072	8.3	3.3	0.045	0.026	-0.045	-0.032	-0.013	0.052	0.027
09/01/2015	10.16.00	52.00	0.071	0.064	0.084	0.045	0.097	0.078	8.3	3.31	0.045	0.026	0.019	0.039	0.000	0.052	0.033
09/01/2015	10.17.00	53.00	0.071	0.064	0.084	0.045	0.097	0.078	8.3	3.32	0.045	0.026	0.019	0.039	0.000	0.052	0.033
09/01/2015	10.18.00	54.00	0.071	0.064	0.084	0.045	0.097	0.078	8.3	3.31	0.045	0.026	0.019	0.039	0.000	0.052	0.033
09/01/2015	10.19.00	55.00	0.071	0.064	0.084	0.045	0.097	0.078	8.3	3.3	0.045	0.026	0.019	0.039	0.000	0.052	0.033
09/01/2015	10.20.00	56.00	0.071	0.064	0.084	0.045	0.097	0.078	8.3	3.3	0.045	0.026	0.019	0.039	0.000	0.052	0.033



2.5 Certificato taratura manometro digitale. pag 01



Centro di Taratura LAT N° 093
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 093
Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC
Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

FORZA
PRESSIONE
MOMENTO
TORCENTE

FORCE
PRESSURE
TORQUE



www.aep.it
41126 Cognento MODENA
Via Bottego, 33/A
Tel. +39 059 346441
Fax +39 059 2922007
E-mail: lab@aep.it

Pagina 1 di 4
Page 1 of 4

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 093 41914P
Certificate of Calibration

- data di emissione <i>date of issue</i>	2014/03/04
- cliente <i>customer</i>	BRAINSTORMERS S.R.L. C.da Titolo Zona PIP snc 85022 BARILE (PZ)
- destinatario <i>receiver</i>	-
- richiesta <i>application</i>	120/S14
- in data <i>date</i>	2014/02/13
Si riferisce a <i>Referring to</i>	
- oggetto <i>item</i>	Manometro digitale (Digital pressure gauge)
- costruttore <i>manufacturer</i>	AEP transducers
- modello <i>model</i>	DFF
- matricola <i>serial number</i>	521627
- data di ricevimento oggetto <i>date of receipt of item</i>	-
- data delle misure <i>date of measurements</i>	2014/03/04
- registro di laboratorio <i>laboratory reference</i>	RL/41914P

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 093 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI). Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 093 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI). This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Il Responsabile del Centro
Head of the Centre
p.i. Paolo Lioi



Firma Digitale



2.5 Certificato taratura manometro digitale.pag.02



41126 Cognento MODENA
Via Bottego, 33/A
Tel. +39 059 346441
Fax +39 059 2922007
E-mail: lab@aep.it
www.aep.it

Centro di Taratura LAT N° 093
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di
Taratura



LAT N° 093

Membro degli Accordi di Mutuo Riconoscimento EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 093 41914P
Certificate of Calibration

Pagina 2 di 4
 Page 2 of 4

Di seguito vengono riportate le seguenti informazioni:

- la descrizione dell'oggetto in taratura (se necessaria);
- l'identificazione delle procedure in base alle quali sono state eseguite le tarature;
- gli strumenti/campioni che garantiscono la catena della riferibilità del Centro;
- gli estremi dei certificati di taratura di tali campioni e l'Ente che li ha emessi;
- il luogo di taratura (se effettuata fuori dal Laboratorio);
- le condizioni ambientali e di taratura;
- i risultati delle tarature e la loro incertezza estesa.

In the following, information is reported about:

- description of the item to be calibrated (if necessary);
- technical procedures used for calibration performed;
- instruments or measurement standards which guarantee the traceability chain of the Centre;
- relevant calibration certificates of those standards with the Issuing Body;
- site of calibration (if different from the Laboratory);
- calibration and environmental conditions;
- calibration results and their expanded uncertainty.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure N. PTQ021r10
 The measurement results reported in this Certificate were obtained following procedures No.

La catena di riferibilità ha inizio dai campioni di prima linea N 6473 (cod. PMP01-94), 3516 (cod. AMM01-94)
 Traceability is through first line standards No.

muniti di certificati validi di taratura rispettivamente N. 23233, 23234 (DH-COFRAC), M110566, M110568 (ACCREDIA LAT N° 044)
 validated by certificates of calibration No.

CONDIZIONI AMBIENTALI DI TARATURA (CALIBRATION CONDITIONS)

Temperatura ambiente (Room temperature): 19,9 °C ± 1,0 °C
 Umidità relativa (Relative humidity): 48,9 % ± 5 %
 Pressione atmosferica (Atmospheric pressure): 992 mbar ± 3 mbar

SISTEMA CAMPIONE DI SECONDA LINEA (SECOND LINE SAMPLING SYSTEM)

Oggetto (Device): Bilancia di pressione a pesi diretti (Dead weights pressure balance)
 Costruttore (Manufacturer): DH Budenberg
 Tipo (Type): 50000 II
 N° di Serie (Serial number): 8856
 Accoppiamento (Piston-Cylinder assembly): 20 bar/kg
 N° di Serie (Serial number): 8845
 Campo di misura (Measurement range): (40 ÷ 2000) bar
 Modalità di taratura (Calibration procedure): Pressione relativa alla pressione atmosferica (Pressure relative to the atmospheric value)
 Certificato di taratura N° (Certificates of calib. No): 01813BP (LAT N° 093)
 Incertezza estesa (Expanded uncertainty): U = 309 + 6,9E-05 · p [Pa] / p = (4 + 160) MPa
 U = 9,0E-05 · p [Pa] / p = (160 ÷ 200) MPa

SISTEMA IN TARATURA (SYSTEM IN CALIBRATION)

Oggetto (Device): Manometro digitale (Digital pressure gauge)
 Costruttore (Manufacturer): AEP transducers
 Tipo (Type): DFP
 N° di Serie (Serial number): 521627
 Campo di misura (Measurement range): (0 ÷ 1000) bar
 Posizione (Position): Verticale (Vertical)
 Fluido di misura (Measurement fluid): Liquido (Liquid)(di-ethyl-hexyl-sebacate)
 Risoluzione (Resolution): 0,1 bar

NOTE (NOTES):

Taratura effettuata nei punti come da precedente Certificato.

1 bar = 10⁵ Pa

I valori della pressione di riferimento riportati nel certificato, sono calcolate al livello di riferimento dell'oggetto in taratura (Δh = 0 m).
 (All quoted reference pressures are calculated at the level of the calibration system.)



2.5 Certificato taratura manometro digitale. pag 03

Σ



41126 Cognento MODENA
 Via Bottego, 33/A
 Tel. +39 059 346441
 Fax +39 059 2922007
 E-mail: lab@aep.it
 www.aep.it

Centro di Taratura LAT N° 093
 Calibration Centre
 Laboratorio Accreditato di
 Taratura



LAT N° 093

Membro degli Accordi di Mutuo
 Riconoscimento
 EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
 Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 093 41914P
 Certificate of Calibration

Pagina 3 di 4
 Page 3 of 4

VERIFICA INIZIALE (INITIAL CHECK)

Pressione di Riferimento (Reference pressure)	Pressione misurata (measured pressure)
bar	bar
0,0000	0,0
250,022	250,2
1000,014	1000,6

NOTA: lo strumento NON È stato aggiustato prima della taratura.
 (NOTE: the instrument HAS NOT BEEN adjusted before the calibration.)

LETTURE (READINGS)

1° Ciclo (1st Cycle)		2° Ciclo (2nd Cycle)		3° Ciclo (3rd Cycle)	
Pressione di Riferimento (Reference pressure)	Pressione misurata (Measured press.)	Pressione di Riferimento (Reference pressure)	Pressione misurata (Measured press.)	Pressione di Riferimento (Reference pressure)	Pressione misurata (Measured press.)
bar	bar	bar	bar	bar	bar
0,0000	0,0	0,0000	0,0	0,0000	0,0
50,0215	50,1				
150,022	150,1				
250,022	250,1	250,022	250,1	250,022	250,1
500,019	500,4				
1000,014	1000,6				
1000,014	1000,6				
500,019	500,5				
250,022	250,2				
150,022	150,1				
50,0215	50,1				
0,0000	0,0				



2.5 Certificato taratura manometro digitale. pag.04



41126 Cognento MODENA
 Via Bottego, 33/A
 Tel. +39 059 346441
 Fax +39 059 2922007
 E-mail: lab@aep.it
 www.aep.it

Centro di Taratura LAT N° 093
 Calibration Centre
 Laboratorio Accreditato di
 Taratura



LAT N° 093

Membro degli Accordi di Mutuo
 Riconoscimento
 EA, IAF e ILAC

Signatory of EA, IAF and ILAC
 Mutual Recognition Agreements

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 093 41914P
 Certificate of Calibration

Pagina 4 di 4
 Page 4 of 4

RISULTATI DI TARATURA (CALIBRATION RESULTS)

Elaborazione conforme alla guida EURAMET cg-17 e al documento tecnico SIT/Tec-009/05.
 Calculation according to EURAMET cg-17 and SIT/Tec-009/05 guidelines.

Pressione nominale (Nominal pressure)	Media pressione di riferimento (Mean reference pres.) <i>Pr, mean</i>	Media pressione misurata (Mean measured pres.) <i>Pi, mean</i>	Errore di indicazione (Error) <i>e</i>
bar	bar	bar	bar
0	0,0000	0,00	0,00
50	50,0215	50,10	0,08
150	150,022	150,10	0,08
250	250,022	250,15	0,13
500	500,019	500,45	0,43
1000	1000,014	1000,60	0,59

I risultati di taratura sono presentati come medie dei valori ottenuti a pressione crescente e decrescente.
 The calibration results are shown as means of values at increasing and decreasing pressure.

Pressione nominale (Nominal pressure)	Ripetibilità (Repeatability)	Isteresi (Hysteresis)	Incertezza estesa di misura (Expanded uncertainty of measurement) <i>U</i>	Incertezza estesa quando NON si effettuano correzioni (Error span) <i>U'</i>
bar	bar	bar	bar	bar
0	-	0,0	0,058	0,058
50	-	0,0	0,058	0,14
150	-	0,0	0,059	0,14
250	0,0	0,1	0,084	0,21
500	-	0,1	0,090	0,52
1000	-	0,0	0,092	0,68

Nel calcolo dell'incertezza estesa di misura *U* si è tenuto conto dell'incertezza del campione, della ripetibilità, dell'isteresi, della risoluzione, e dell'incertezza dell'eventuale strumento di misura del segnale elettrico (tensione, corrente, frequenza, ecc.).
 In the calculations of expanded uncertainty of meas. *U*, we have kept into consideration the uncertainty due to reference standard, repeatability, resolution, hysteresis and due to the uncertainty of eventual measurement instrument of electric signal (voltage, current, frequency, etc.).

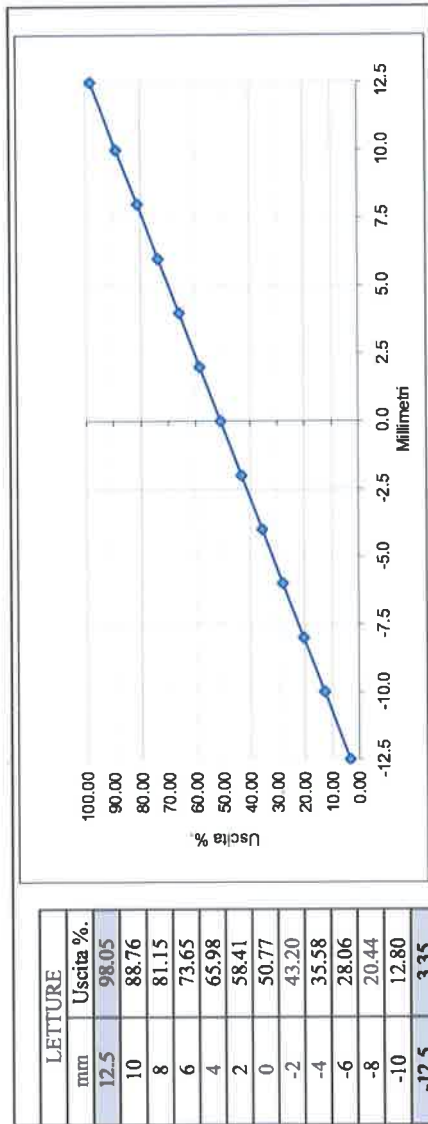
U è l'incertezza estesa da associare alla misura nel caso in cui si effettui la correzione sulla lettura: $P_{correcta} = P_{indicata} - \theta$.
U is the expanded uncertainty to be associated to the measurements when the correction on the reading is performed: $P_{corrected} = P_{indicated} - \theta$.

U' è l'incertezza estesa nel caso in cui NON si effettuino correzioni sulle letture dello strumento.
U' is the expanded uncertainty when corrections on instrument readings is NOT performed.

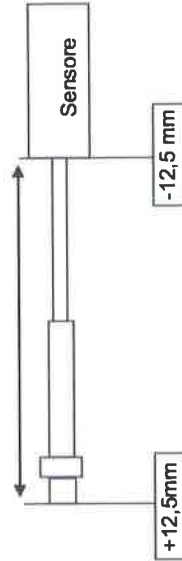
Operatore Tecnico
 Technical Operator
 p.i. Daniele Piani

2.6 Certificato di taratura fessurimetro. pag 01

Ed/Rev 01/01 - Mar' 14



R² 0.999998



Strumento	Fessurimetro
Tipo	PY2-F-025
N° Matricola	081100081
Campo di misura	+/-12,5mm
Uscita Segnale	0 - 100% (Con LPA)
Alimentazione	2,5V
Offset %	50.77
Taratura %/mm	3.788
Linearietà	+/- 0.2%
Sensibilità	0.01 mm
Lunghezza cavo	0.5 mt.
Tipo cavo	3 poli standard
Tipo connettore	Accoppiatore cont. F.
Prolunga	20,0 mt.

Codici Colori		PTN	Sistema campione di taratura
Rosso	+ REF	L	Testina micrometrica Mitutoyo
Giallo	+ SEG	I	
Nero	- V	N	
			Mod./Mat. 152-103/1000060
			Certificato LAT 107 130054MAH del 20/03/13

Il tecnico
Sessa Raffaele



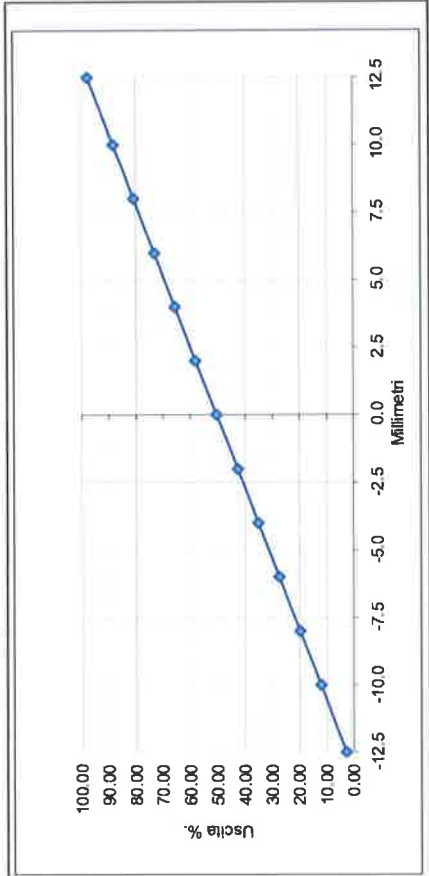
BRAINSTORMERS s.r.l. - P.IVA & C.F. 01574020762 - Tel. 0972 770724 - Vop. 0971 46008 - Fax. 0971 1830120
Sede Legale: Via del Gallinello, 169 - 85100 Potenza (Pz) - Sede Amministrativa e Operativa: Zona PIP - #5022 Barile (Pz)
Capitale sociale € 100.000 - REA Potenza n° 118902 - Web: <http://www.brainstormers.it> - e-mail: info@brainstormers.it

FOGLIO TECNICO - CER-STR

Ed/Rev 01/01 - Mar 14

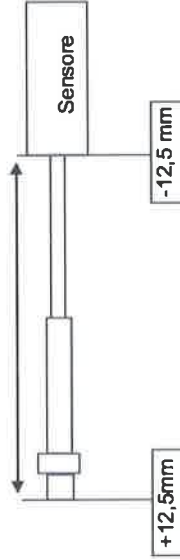
Strumento	Fessurimetro
Tipo	PY2-F-025
N° Matricola	081100081-B
Campo di misura	+/-12,5mm
Uscita Segnale	0 - 100% (Con LPA)
Alimentazione	2,5V
Offset %	50.33
Taratura %/mm	3.794
Linearità	+/- 0.2%
Sensibilità	0,01 mm
Luoghezza cavo	0,5 mt.
Tipo cavo	3 poli standard
Tipo connettore	Accoppiatore cont. F.
Prolunga	20,0 mt.

LETTURE	
mm	Uscita %
12.5	97.61
10	88.25
8	80.68
6	73.11
4	65.57
2	58.02
0	50.33
-2	42.78
-4	35.12
-6	27.47
-8	19.88
-10	12.23
-12.5	2.76



R² 0.999997

Codici Colori		PIN	Sistema campione di taratura
Rosso	+ REF	L	
Giallo	+ Alimentazione + Segnale	I	Testina micrometrica Mitutoyo
Nero	- V - Alimentazione	N	
			Mod./Mat. 152-103/1000060
			Certificato LAT 107 130054MAH del 20/03/13



Il tecnico
Sege Raffaele



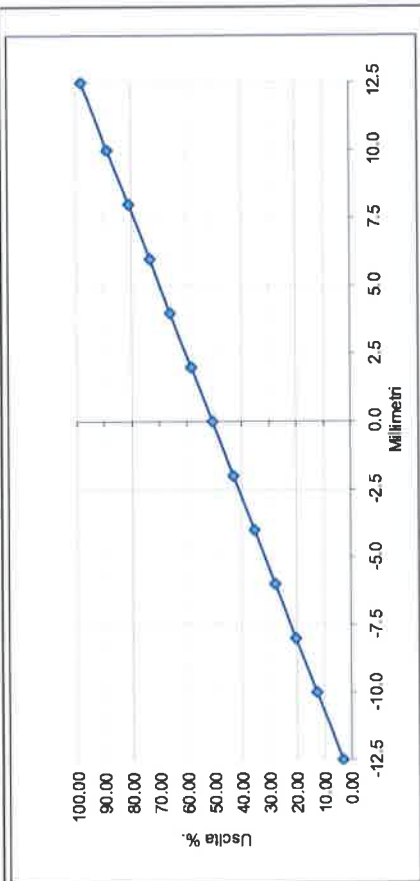
BRAINSTORMERS s.r.l. - P.IVA & C.F. 01574020762 - Tel. 0972 770724 - Voip. 0971 45008 - Fax. 0971 1930120
Sede Legale: Via del Galileo, 169 - 55100 Pienza (PI) - Sede Amministrativa e Operativa: Zona Pip - 55022 Bivio (PI)
Capitale sociale € 100.000 - REA Pienza n° 119563 - web: <http://www.brainstormers.it> - e-mail: info@brainstormers.it

FOGLIO TECNICO - CER-STR

Ed/Rev 01/01 - Mar' 14

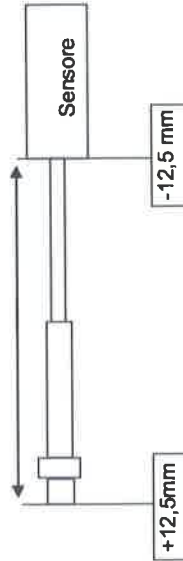
Strumento	Trasduttore di spostamento
Tipo	PY2-F-025
N° Matricola	03151317
Campo di misura	+/-12,5mm
Uscita Segnale	0 - 100% (Con LPA)
Alimentazione	2,5V
Offset %	50,62
Taratura %/mm	3,786
Linearità	+/- 0,2%
Sensibilità	0,01 mm
Lunghezza cavo	0,5 mt.
Tipo cavo	3 poli- standard
Tipo connettore	Accoppiatore cont. F.
Prolunga	20,0 mt

LETTURE	
mm	Uscita %.
12.5	97.88
10	88.50
8	80.90
6	73.28
4	65.84
2	58.24
0	50.62
-2	43.08
-4	35.41
-6	27.86
-8	20.34
-10	12.65
-12.5	3.22



R² 0.999999

Codici Colori		PIN	Sistema campione di taratura
Rosso	+ REF	L	Testina micrometrica Mitutoyo Mod./Mat. 152-103/1000060
Giallo	+ SEG	I	
Nero	- V	N	
			Certificato LAT 107 130054MAH del 20/03/13



Il tecnico
Sessa Raffaele



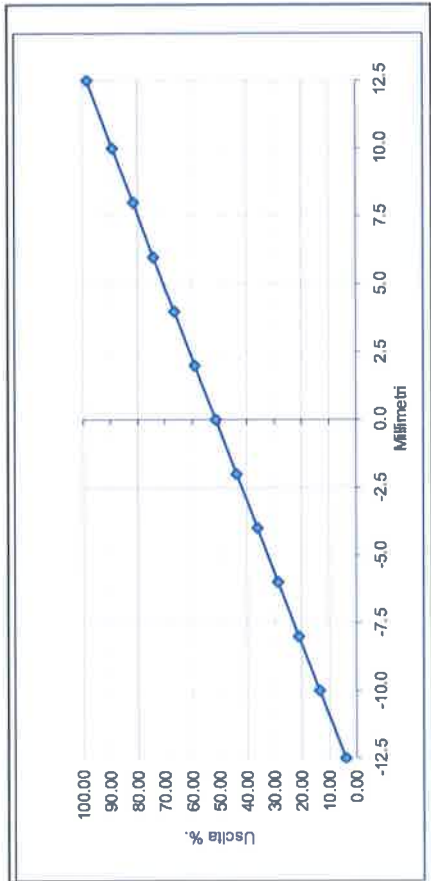
BRAINSTORMERS s.r.l. - P.IVA & C.F. 01574020762 - Tel. 0972 770724 - V.lep. 0971 46008 - Fax. 0971 1930130
Sede Legale: Via del Galileo, 16B - 65100 Potenza (Pz) - Sede Amministrativa e Operativa: Zona P.P. - 65022 Barile (Pz)
Capitale sociale € 100.000 - REA Potenza n° 119963 - web: <http://www.brainstormers.it> - e-mail: info@brainstormers.it

FOGLIO TECNICO - CER-STR

Ed/Rev 01/01 - Mar' 14

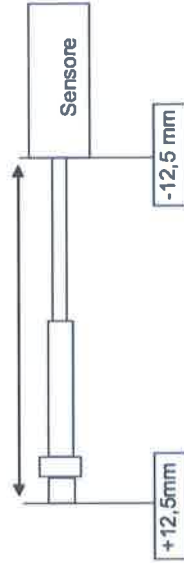
Strumento	Fessurimetro
Tipo	PY2-F-025
N° Matricola	03151327
Campo di misura	+/-12,5mm
Uscita Segnale	0 - 100% (Con LPA)
Alimentazione	2,5V
Offset %	51.36
Taratura %/mm	3.776
Linearità	+/- 0,2%
Sensibilità	0,01 mm
Lunghezza cavo	0,5 mt.
Tipo cavo	3 poli standard
Tipo connettore	Accoppiatore cont. F.
Prolunga	20,0 mt.

LEITURE	
mm	Uscita %
12.5	98.39
10	89.11
8	81.49
6	74.07
4	66.40
2	58.93
0	51.36
-2	43.79
-4	36.21
-6	28.72
-8	21.07
-10	13.48
-12.5	3.98



R² 0.999997

Codici Colori		PIN	Sistema campione di taratura
Rosso	+ REF	L	Testina micrometrica Mitutoyo
Giallo	+ Alimentazione + Segnale	1	
Nero	- V - Alimentazione	N	
		Mod/Mat.	152-103/1000060
		Certificato LAT 107 130054MAH del 20/03/13	



Il tecnico
Sergio Raffaele



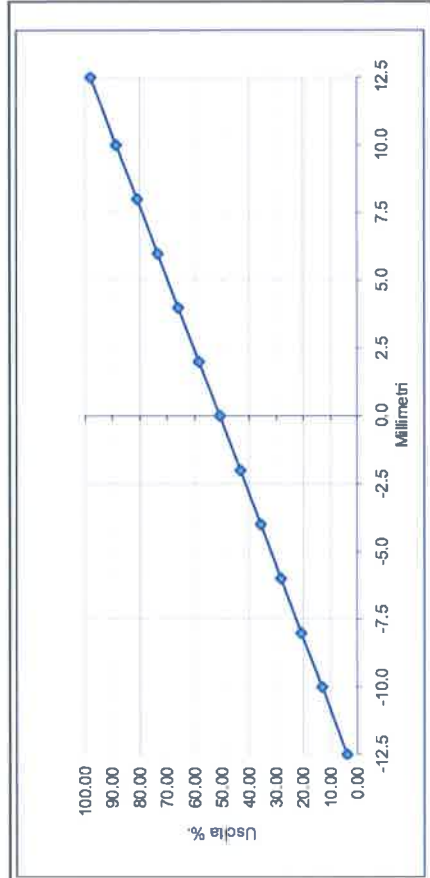
BRAINSTORMERS s.r.l. - P.IVA & C.F. 01574020762 - Tel. 0972.770724 - Voip. 0971.46008 - Fax. 0971.1830120
Sede Legale: Via dei Gallitelli, 169 - 85100 Potenza (Pz) - Sede Amministrativa e Operativa: Zona PIP - 85022 Barile (Pz)
Capitale sociale € 100.000 - REA Potenza n° 118903 - web: <http://www.brainstormers.it> - e-mail: info@brainstormers.it

FOGLIO TECNICO - CER-STR

Ed/Rev 01/01 - Mar' 14

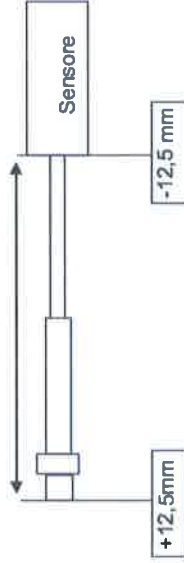
Strumento	Fessurimetro
Tipo	PY2-F-025
N° Matricola	03151328
Campo di misura	+/-12,5mm
Uscita Segnale	0 - 100% (Con LPA)
Alimentazione	2,5V
Offset %	50.77
Taratura %/mm	3.766
Linearità	+/- 0,2%
Sensibilità	0,01 mm
Lunghezza cavo	0,5 mt.
Tipo cavo	3 poli standard
Tipo connettore	Accoppiatore cont. F.
Prolunga	20,0 mt.

LETTURE	
mm	Uscita %.
12.5	97.85
10	88.50
8	80.90
6	73.38
4	65.96
2	58.41
0	50.77
-2	43.30
-4	35.78
-6	28.25
-8	20.73
-10	13.19
-12.5	3.69



R² 0.999999

Codici Colori		PIN	Sistema campione di taratura
Rosso	+ REF	L	Testina micrometrica Mitutoyo
Giallo	+ Alimentazione + Segnale	I	
Nero	- V	N	
			Mod./Mat. 152-103/1000060
			Certificato LAT 107 130054MAH del 20/03/13



Il tecnico
Sevsa Raffaele



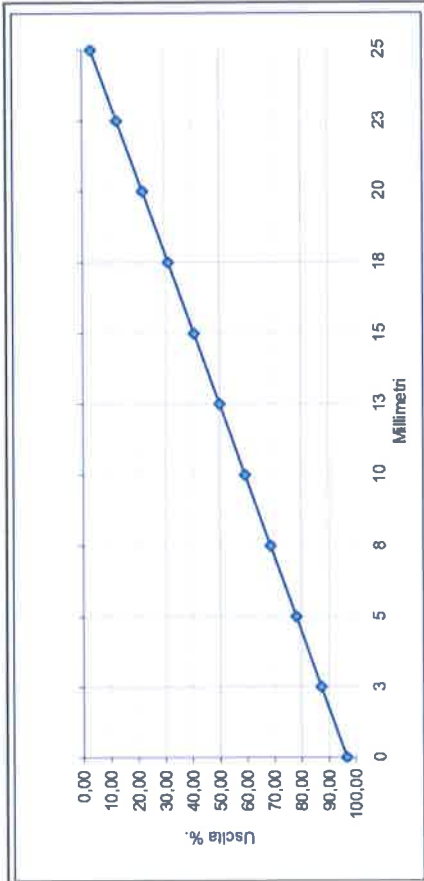
BRAINSTORMERS s.r.l. - P.IVA & C.F. 01574020762 - Tel. 0972.770724 - Voip. 0971.45008 - Fax. 0971.1830120
Sede Legale: Via dei Gabbie, 169 - 85100 Potenza (Pz) - Sede Amministrativa e Operativa: Zona PIP - 84022 Barie (Pz)
Capitale sociale € 100.000 - REA Potenza n° 113963 - web: <http://www.brainstormers.it> - e-mail: info@brainstormers.it

FOGLIO TECNICO - CER-STR

Ed/Rev 01/01 - Dic' 14

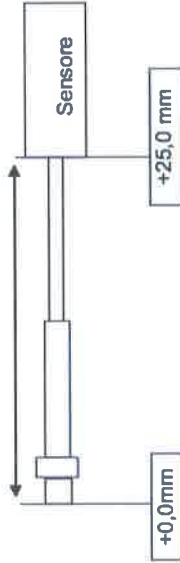
Strumento	Fessurimetro
Tipo	TR25
N° Matricola	129437A45
Campo di misura	0 - 25 mm
Uscita Segnale	0 - 100% (Con LPA)
Alimentazione	2,5V
Offset %	50,01
Taratura %/mm	0,934
Linearità	+/- 0,1%
Sensibilità	0,01 mm
Lunghezza cavo	0,5 mt.
Tipo cavo	3 poli standard
Tipo connettore	Accoppiatore cont. F.
Prolunga	20,0 mt.

LETTURE	
mm	Uscita %
0,0	96,64
3	87,32
5	77,99
8	68,64
10	59,32
13	50,01
15	40,64
18	31,31
20	21,96
23	12,60
25	3,28



R² 1,0000000

Codici Colori		PIN	Sistema campione di taratura
Rosso	+ REF	L	
Giallo	+ SEG	1	Testina micrometrica Mitutoyo
Nero	- V	N	
			Mod./Mat. 152-103/1000060
			Certificato LAT 107 130054MAH del 20/03/13



Il tecnico
Sessa Raffaele



BRAINSTORMERS s.r.l. - P.IVA & C.F. 01574020762 - Tel. 0972 770724 - Vop. 0971 46008 - Fax. 0971 1830120
Sede Legale: Via del Galileo, 169 - 85100 Potenza (Pz) - Sede Amministrativa e Operativa: Zona PIP - 85032 Barilo (Pz)
Capitale sociale € 100.000 - REA Potenza n° 118963 - web: <http://www.brainstormers.it> - e-mail: info@brainstormers.it

ARCIDIOCESI DI POTENZA-MURO LUCANO E MARSICO NUOVO

LARGO DUOMO N. 5 85100 POTENZA

LAVORI DI RESTAURO E CONSERVAZIONE CHIESA DELLA SS. TRINITA' DI POTENZA. INDAGINI DIAGNOSTICHE.



ALLEGATO:

A.11

CAROTAGGIO CALCESTRUZZO

REV. DATA

FEBBRAIO 2015

N. 00 DEL 02/2015



Dedalo s.r.l.
Agenzia di Architettura

IL DIRETTORE TECNICO ARCH. MICHELE PIETRO DI CAPUA



INDICE

1.0	Carotaggio su CLS	pag. 02
1.1	Metodologia di indagine e risultati ottenuti	pag. 02
1.2	Misura della profondità di carbonatazione	pag. 05
2.0	Allegati	
2.1	Planimetria con ubicazione prova Piano Terra Canonica	pag. 07
2.2	Documentazione fotografica	pag. 08
2.3	Risultati prova carota	pag. 12
2.4	Certificato prova a compressione	pag. 13

1.0 CAROTAGGI SU CLS

1.1 Metodologia di indagine e risultati ottenuti

E' stato eseguito un (1) carotaggio mediante carotatrice elettrica a corona diamantata finalizzato alla valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera sulla quale è stata effettuata prova di: carbonatazione, rettifica e schiacciamento presso laboratorio Autorizzato 1086 i risultati sono riportati nell' allegato 2.4 dove sono elencati i valori di resistenza cubica in situ del calcestruzzo indagato per le tre formulazioni tratte dalla letteratura scientifica (BS 1881 Part.120, Concrete Society, Cestelli Guidi) e di seguito espletate.

Il metodo **BS 1881 Part.120** tiene conto solo dei fattori R1 (Rapporto lunghezza/diametro) e V7 (Passaggio dalla resistenza cilindrica a quella cubica). Esso fornisce la Resistenza Cubica in Situ del cls, attraverso l'elaborazione dei seguenti dati:

1. Rcar = Resistenza misurata dalla rottura della carota; il valore viene assunto dal dato fornito dal laboratorio di prove;
2. Rapporto di snellezza della carota ($n = H/\phi$), variabile tra 1 e 2;
3. Applicazione di un fattore correttivo (R1) che tiene conto della snellezza della carota, variabile da 0,92 (per rapporti di snellezza pari a 1) ed 1 (per rapporti di snellezza pari a 2), desunto dalla curva fornita dalle BS 1881.

1. Resistenza cilindrica corretta: si ottiene tramite la seguente formula

$$R_{carota} * R1$$

2. Resistenza cubica equivalente: si ottiene tramite la seguente formula

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

Il metodo **Concrete Society** tiene conto di tutti i fattori tranne che di V8 (Modalità di preparazione e stagionatura) e V9 (Maturazione (età) al momento della prova). Esso fornisce la Resistenza Cubica in Situ e la Resistenza Cubica Convenzionale del cls, attraverso l'elaborazione dei seguenti dati:

1. Rcar: Resistenza misurata dalla rottura della carota; il valore viene assunto dal dato fornito dal laboratorio di prove;
2. Rapporto di snellezza della carota ($n = H/\phi$), variabile tra 1 e 2;
3. Resistenza cilindrica: si ottiene tramite la seguente formula

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

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

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

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

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

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

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

$$1 + 1,5 * \left(\frac{\phi}{d} * \frac{b}{h} \right)$$
 in cui: ϕ il diametro della barra, b è la distanza della barra dalla base più

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

6. Resistenza cubica convenzionale stimata: si ottiene dal prodotto della Resistenza cubica attuale stimata per un coefficiente moltiplicativo 1,3. L'incremento del 30% (coefficiente moltiplicativo 1,3), è dovuto al fatto che le condizioni di preparazione e stagionatura dei getti in cantiere sono peggiori di quelle per provini standard.

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

Il metodo Cestelli Guidi tiene conto di:

- R1 - Rapporto lunghezza/diametro
- R2 - Direzione di perforazione dei getti (orizzontale o verticale)
- R3 - Dimensioni del campione
- R4 - Posizione del prelievo nell'ambito dell'elemento strutturale.
- V5 - Disturbo conseguente alle operazioni di prelievo
- V6 - Presenza di armature
- V7 - Passaggio dalla resistenza cilindrica a quella cubica
- V9 - Maturazione (età) al momento della prova.

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

1. R_{car} : Resistenza misurata dalla rottura della carota; il valore viene assunto dal dato fornito dal laboratorio di prove;
2. Rapporto di snellezza della carota ($n = H/\phi$), variabile tra 1 e 2;
3. Resistenza cilindrica effettiva si ottiene tramite la seguente formula:

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

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

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

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

Dove il coefficiente 1,20 = (1/0,83) fornisce la resistenza cubica a partire da quella cilindrica. Il fattore 1/0,83 è riportato nella normativa (D.M. 1992).

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

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

Di seguito si riporta anche l'elaborazione proposta da [MASI, 2005] non presente negli allegati la quale fornisce la resistenza cubica in situ del cls attraverso la seguente relazione:

$$R_{cubica\ in\ situ} = R_{cilindrica} / 0.83$$

$$con \quad R_{cilindrica} = (C_{h/D} * C_{dia} * C_a * C_d) R_{car}$$

Dove:

$C_{h/d}$ è il coefficiente correttivo per rapporti h/D diversi da 2, pari a $C_{h/d} = 2/(1.5 + D/h)$;

C_{dia} è il coefficiente correttivo relativo al diametro, da assumere pari a 1.06, 1.00 e 0.98 per D pari, rispettivamente, a 50, 100 e 150 mm;

C_a è il coefficiente correttivo relativo alla presenza di armature incluse, variabile tra 1.03 per barre di piccolo diametro (φ 10) a 1.13 per barre di diametro elevato (φ 20).

C_d è il coefficiente correttivo per tener conto del disturbo arrecato alla carota nelle operazioni di estrazione. Le norme americane FEMA 274 [FEMA, 1997] suggeriscono di assumere un valore costante pari a 1.06, mentre in letteratura si propone di assumere il valore 1.10, in entrambi i casi per operazioni di prelievo condotte con estrema accuratezza. Tenendo però conto del fatto che il rimaneggiamento è tanto maggiore quanto minore è la qualità del calcestruzzo da carotare, appare più convincente assumere $C_d = 1.20$ per $f_{car} < 20$ MPa, e $C_d = 1.10$ per $f_{car} > 20$ MPa.

Id. Prova	Piano	R _{carota} (kg/cm ²)	R _{cilindrica} (kg/cm ²)	R _{cubica in situ} (kg/cm ²)
P/PT/1	terra	88	86	103

1.2 Misura della profondità di carbonatazione

La prova ha lo scopo di misurare la profondità di carbonatazione dello strato superficiale di calcestruzzo.

Il calcestruzzo possiede un valore di pH di circa 12,5, che gli conferisce un carattere fortemente basico. Questa forte alcalinità di fatto costituisce una protezione naturale dell'acciaio dell'armatura contro la corrosione (passivazione).

Il fenomeno chimico è conseguente all'anidride carbonica dell'aria che penetrando nei pori del calcestruzzo neutralizza la calce libera presente. Il pH dello strato superficiale del calcestruzzo si abbassa fino a scendere a valori inferiori a 9 provocando il fenomeno della carbonatazione. In questo stato il calcestruzzo è fortemente permeabile e riduce la capacità protettiva: fornisce, inoltre, allo strato superficiale, una durezza che tende ad ingannare i metodi di determinazione della resistenza a compressione misurati con sclerometro e pull-out. L'indagine consiste nello spalmare il liquido sulla superficie della carota dopo averla pulita accuratamente. La soluzione di fenoftaleina, all'1% di alcool etilico, reagisce con il calcestruzzo provocando un cambiamento di colore nella parte non carbonatata da bianco trasparente a rosso violetto. In presenza di carbonatazione il cls manterrà inalterata la sua colorazione. L'analisi va condotta subito dopo il prelievo della carota, per evitare che si formi un film superficiale carbonatato lungo tutta la superficie, che impedirebbe la reazione. La prova di carbonatazione è stata eseguita sulla carota prelevata.

ID prova	Profondità carbonatazione	Tipo di esposizione
P/PT/1	Carbonatazione: 90 mm	Normale*

* Calcestruzzi al coperto o normalmente asciutti.

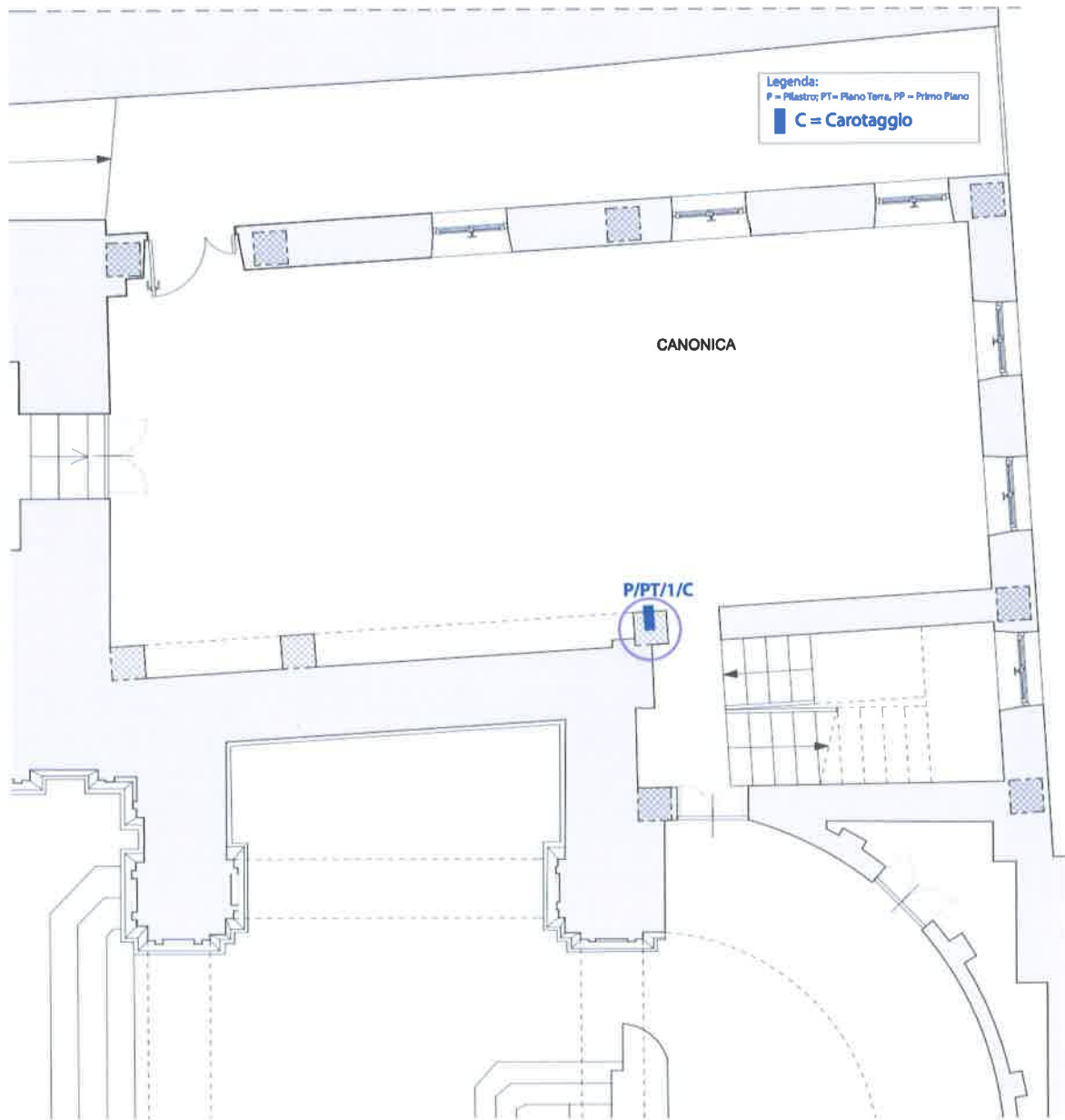


Allegati

- 2.1 Planimetria con ubicazione prove**
- 2.2 Documentazione fotografica**
- 2.3 Risultati prova carota**
- 2.4 Certificato prova a compressione**



2.1 Planimetria con ubicazione prove. Piano Terra Canonica





2.2 Documentazione fotografica



Foto 01. Operazione di carotaggio del pilastro al piano terra del Locale Canonica



Foto 2. Operazione di carotaggio del pilastro al piano terra del Locale Canonica



2.2 Documentazione fotografica



Foto 03. Carotaggio del pilastro a piano terra



Foto 04. Carotaggio del pilastro a piano terra



Foto 05. Carotaggio del pilastro piano terra Locale Canonica

2.2 Documentazione fotografica



Foto 06. Carotaggio del pilastro piano terra Locale Canonica



Foto 07. Pilastro a piano terra Locale Canonica



Foto 08. Pilastro a piano terra Locale Canonica



2.2 Documentazione fotografica



Foto 08. Carota prelevata.

□



2.3 Risultati prova carota

Brainstormers srl	Zona di prelievo		P/PT/1
	DATA ESECUZIONE PROVE		23/1/15
	Dati geometrici del provino	Diametro ϕ (cm)	10,00
		Altezza prima della cattura (cm)	10,60
		Altezza dopo la cattura (cm)	10,50
		Area Resistente (cmq)	78,54
		Rapporto di snellezza λ (su provino cappato)	1,05
		Inverso del rapporto di snellezza $1/\lambda$	0,95
	Inerti	Dimensione media Inerte (cm)	0,80
		Dimensione max inerte (cm)	7,00
		Rapporto diametro carota/dimensione max inerte	1,43
		Tipo inerte	misti
	Peso (g)		1860
	Peso specifico (kg/mc)		2234
	Prove ultrasoniche	Velocità media, da sonreb (m/s)	2803,0
		Velocità media sulla carota, in situ (m/s)	n.r.
		Velocità media sulla carota, in laboratorio (m/s)	n.r.
	Note		Carota non passante
	Rcarota (kg/cm²)		87,7
	BS 1881 Part. 120	Fattore di correzione (BS)	0,924
		Rcarota (kg/cm ²) x Fattore di correzione (BS)	81,0
		Rcub equiv. in situ (kg/cm ²) = Rcarota x Coeff. Correz. x 1.25	101,3
	Concrete Society	Coeff. C della CS $C=(2.5/(1.5+1/\lambda))$	1,02
		Rcub in situ stimata (kg/cm ²) = Rcarota x C	89,4
		Rcub convenzionale stimata (kg/cm ²) = Rcub attuale x 1.3	116,2
	Castelli Guidi	Coeff. C Formula articolo $C=2/(1.5+1/\lambda)$	0,82
		Reff cil (kg/cm ²)=Rcarota x C	71,5
		Reff.cub. in situ (kg/cm ²) = Rreff.cil./0.83	86,2
		Rcub. convenzionale (kg/cm ²) = Rreff.cub. in situ x 1.5	129,3
	Resistenza media in situ (kg/cm²)		92,3
	Resistenza media convenzionale		122,7
	Differenza percentuale BS / Media		9,76
	Differenza percentuale CS / Media		-3,13
Differenza percentuale CG / Media		-6,63	



2.4 Certificato prova a compressione



LABORTEST S.r.l.

Laboratorio prove sui materiali da costruzione e sulle strutture

Autorizzazione L. 1086/71 - D.P.R. 380/01 Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
 D.M. 876 del 04/02/2013 - Settore A

Azienda certificata UNI EN ISO 9001:2008
 da RINA - Certificato n. 24933-115

CERTIFICATO DI PROVA A COMPRESSIONE SU CAROTE DI CLS (L.1086/71 UNI EN 12390-1/09; 12390-3/09 D.M. 14.01.2008)

CERTIFICATO N. **343/2015**

CORATO, 23/01/2015

Rif. Verbale Accettazione N. **83 del 23/01/2015**

Committente dei lavori: BRAINSTORMERS S.R.L. - VIA DEL GALLITELLO, 169 POTENZA
Descrizione dei lavori (*): Lavori di restauro conservativo della chiesa della SS Trinità.
Cantiere (*): Via Pretoria n.109 nel Comune di Potenza.
Proprietario (*): ARCIDIOCESI DI POTENZA, MURO LUCANO E MARSICO NUOVO
Impresa (*): ..
Richiesta sottoscritta ARCH. MICHELE DI CAPUA IN QUALITÀ DI DIRETTORE TECNICO DELLA DEDALO S.R.L.

(*): Dalli forniti dal richiedente le prove.

RISULTATI DELLE PROVE

SIGLA	DATA PRELIEVO	STRUTTURA DATA DELLE PROVE	PROVENIENZA	DIMENSIONI-mm (diametro alt)	AREA (mm ²)	MASSA (Kg)	MASSA VOL (Kg/m ³)	Rc (N/mm ²)	RETTIF. TIPO DI ROTL.
P/PT/1	19/01/2015	Pilastro canonica	23/01/2015	100 105	7854	1.86	2255	8.6	RM NS

Tipo rottura. S= SODDISFACENTE tipo 1-bipiramidale; 2-sfaldamento piramidale; 3-sfaldamento obliquo; 4- sgretolamento.
 NS= NON SODDISFACENTE (vedi UNI EN 12390-3)

Rettifica: NR= nessuna rettifica; RM: rett. meccanica; RC: cappatura;

NOTE:

Attrezzatura utilizzata: CONTROLS 250 KN Mod. L1301/FR Matr. 11002035

Il Tecnico Sperimentatore

Gen. Marcello MARINO



Il Direttore di Laboratorio

Ing. Antonio Mario RISIOL

Labortest S r l - Via Castel del Monte, 174 - 70033 Corato (BA) - Iscrizione Registro delle Imprese di Bari

Part IVA 06811860722 - R.E.A. 511878 - Tel. 080/8983458 - Fax 080/3591967 - e-mail: info@labortest.it - web: www.labortest.it

Il presente documento può essere riprodotto integralmente o parzialmente solo previa autorizzazione di Labortest S r l. Le copie non autorizzate saranno considerate contraffatte.