



COMUNE DI CAMERINO (MC)

Località:
Via Pontoni

Committente:
Amministrazione Comunale di Camerino



Oggetto dei lavori:

***Indagini soniche per la determinazione della qualità dei materiali
TEMPIO DELL'ANNUNZIATA
(Intervento di riparazione danni con miglioramento sismico O.C.S.R. 56/2018)***

Rapporto N°: 061.20_STR-MUR	I tecnici incaricati: Ing Federico Paci	Esecutore/i indagini strutturali: Geom. Francesco Formentini <small>(Personale Certificato Liv. 2-3 PND – norma UNI UNI EN 473 e UNI EN ISO 9712)</small>
Data di emissione: 19/09/2018		GEON s.r.l. Via Velluti, 100 - 62100 Macerata (MC) C.F. e P. IVA 01708870439 Tel/Fax 0733.283545 www.geoin.in - mail: info@geoin.eu geo-in@pec.it
Elaborato: RAPPORTO SULLE INDAGINI	Per presa visione Geom. Francesco Formentini <small>(Personale Certificato Liv. 2-3 PND – norma UNI UNI EN 473 e UNI EN ISO 9712)</small>	Per presa visione
Commessa n°: S_021.06.20_STR-MUR		
N° pagine: 26		
Per presa visione	Per presa visione	
GEOIN S.R.L. - Via Velluti, 100 - 62100 - Macerata (MC) C.F. e P. IVA 01708870439 Tel/Fax 0733.283545 Mob. 345.4864216 www.geoin.in info@geoin.eu geo-in@pec.it	MOD 1303 A.4.3	
	Rev. 3	18/04/2017

INDICE

1. corografia pag. 3
2. premessa pag. 3

ALLEGATI

All. 1 – Ubicazione prove e sondaggi pag. 4
All. 2 – Indagine sonica su muratura (US) pag. 6
All. 3 – Certificazione del personale e della strumentazione pag. 23

1. COROGRAFIA



2. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Camerino, è stata eseguita una campagna d'indagini mediante controlli non distruttivi per la determinazione della qualità dei materiali appartenenti alle colonne presenti all'interno del Tempio dell'Annunziata.

Obiettivo dell'indagine è il riconoscimento delle caratteristiche di resistenza e deformabilità dei materiali costituenti le strutture portanti dell'edificio, con particolare riguardo ad alcuni punti individuati dalla committenza e riconducibili nel dettaglio alle porzioni di struttura evidenziate nelle tavole allegate.

Il Tecnico che ha impartito le indicazioni di prova e diretto le stesse è l'Ing. Federico Paci e l'Ing. Ilaria Pagliardini.

Per il conseguimento di tale obiettivo sono state effettuate delle prove soniche

Le prove sono state effettuate nella giornata del 19.06.2020:

All'esecuzione delle prove hanno assistito:

Ing. Ilaria Pagliardini

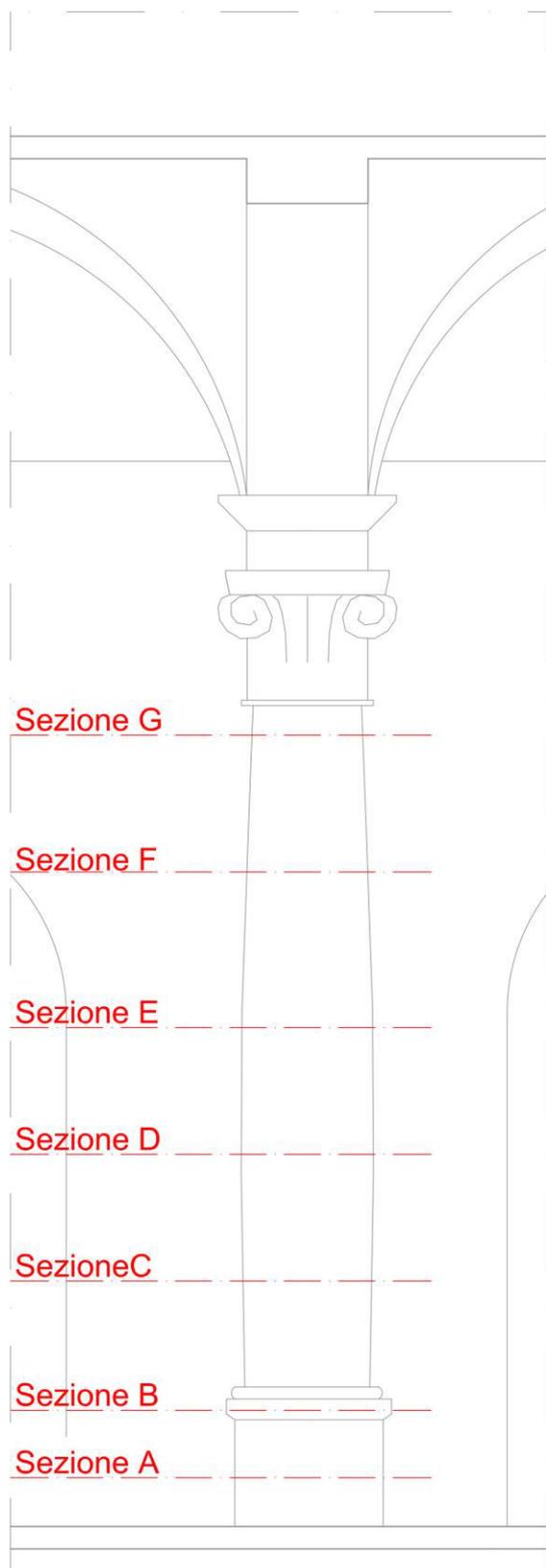
per la Geoin s.r.l.

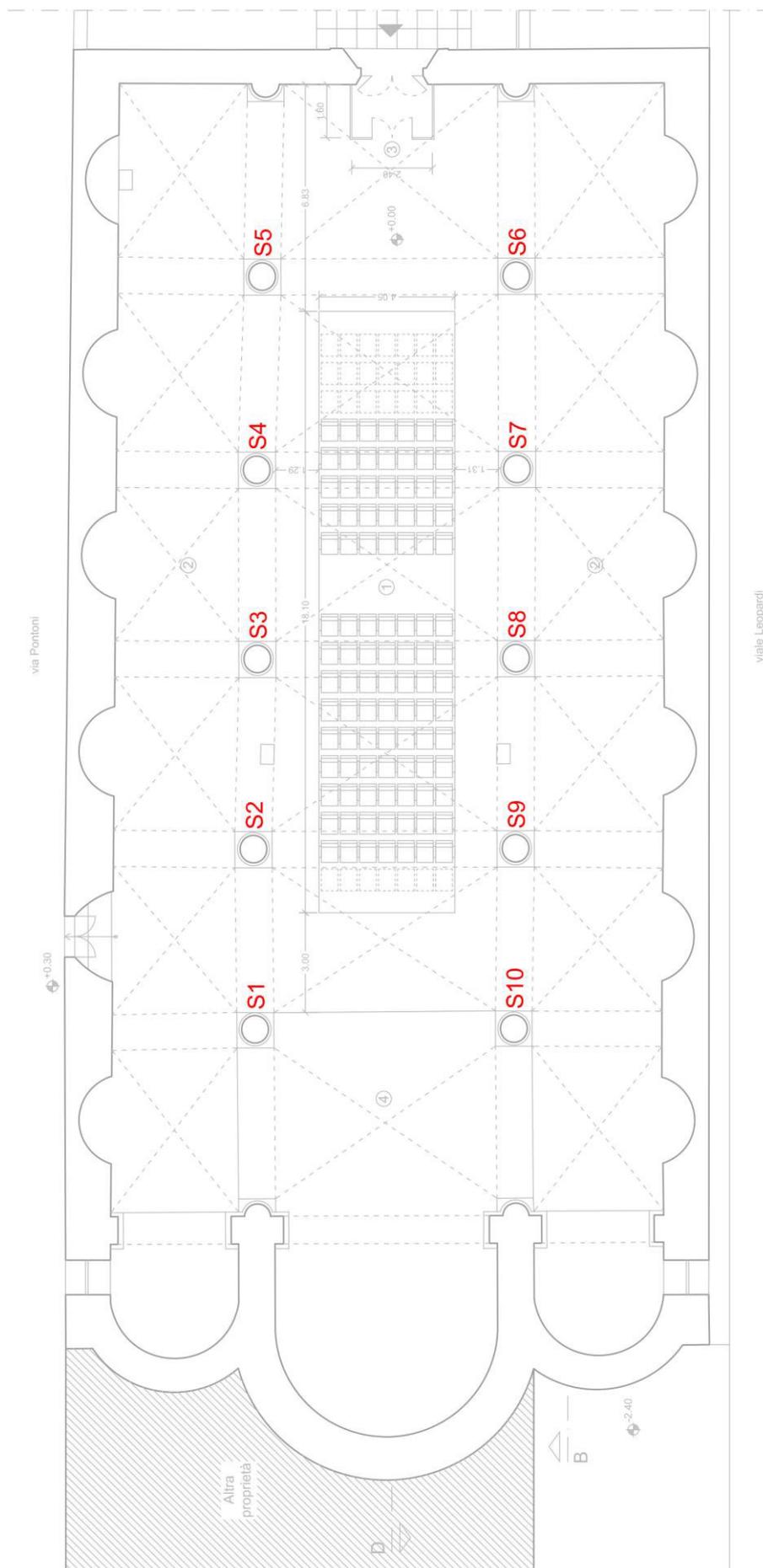
Geom. Francesco Formentini

La Geoin si assume la responsabilità per la precisione delle misure effettuate, mentre l'elaborazione dei dati rappresenta un sussidio al progettista al quale spettano verifica ed approvazione.

ALLEGATO 1

UBICAZIONE PROVE E SONDAGGI





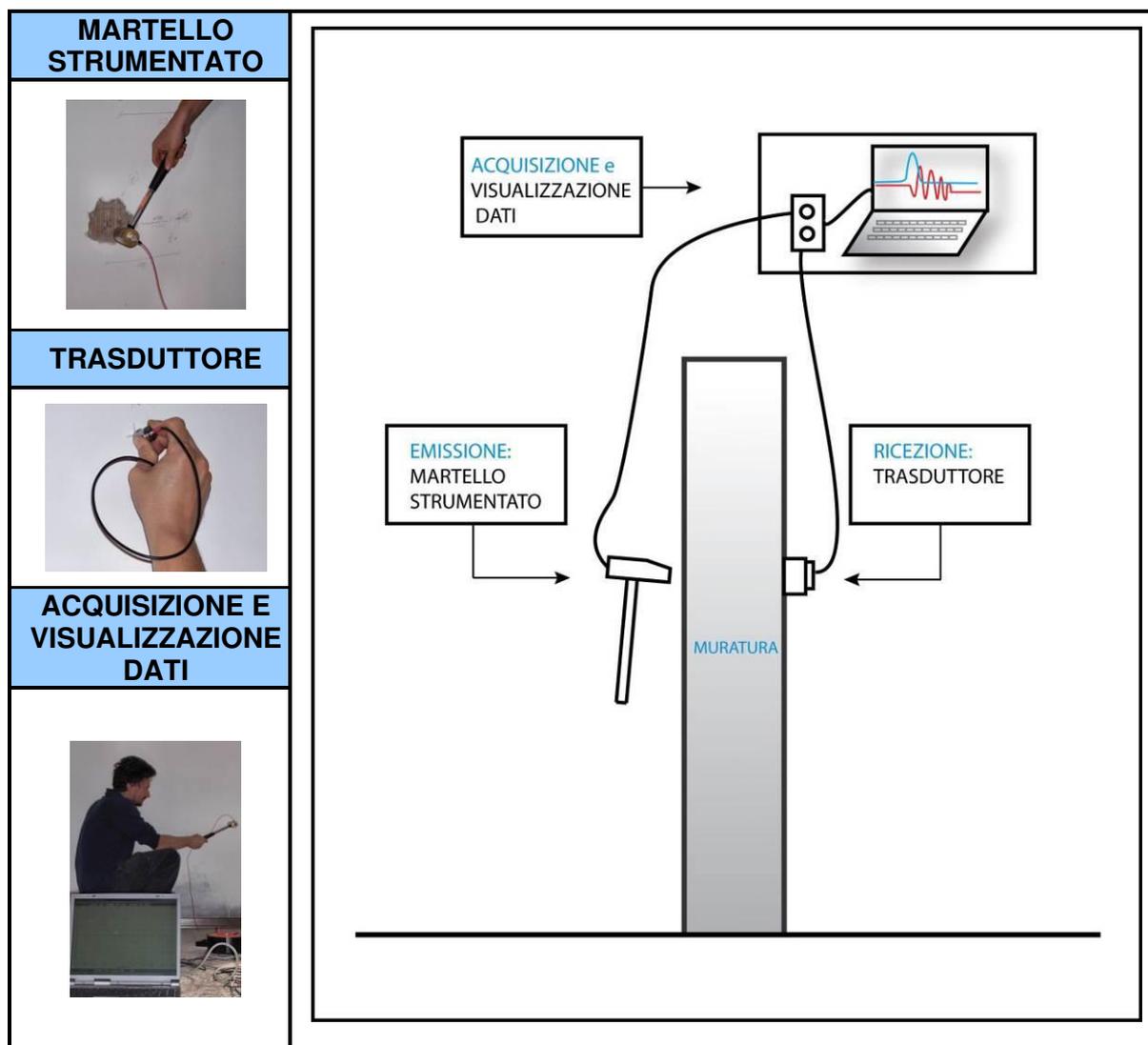
ALLEGATO 2

INDAGINE SONICA SU MURATURA (US)

A. PROVE SONICHE

A.1 DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

Per le prove soniche l'attrezzatura richiesta per la prova comprende un'unità emittente composta da un martello strumentato, che svolge la funzione di sorgente di impulsi e genera l'onda sonora che attraversa la muratura, un sensore ricevente e una centralina di acquisizione interfacciata con un computer portatile per l'acquisizione ed elaborazione dei segnali.



Strumentazione

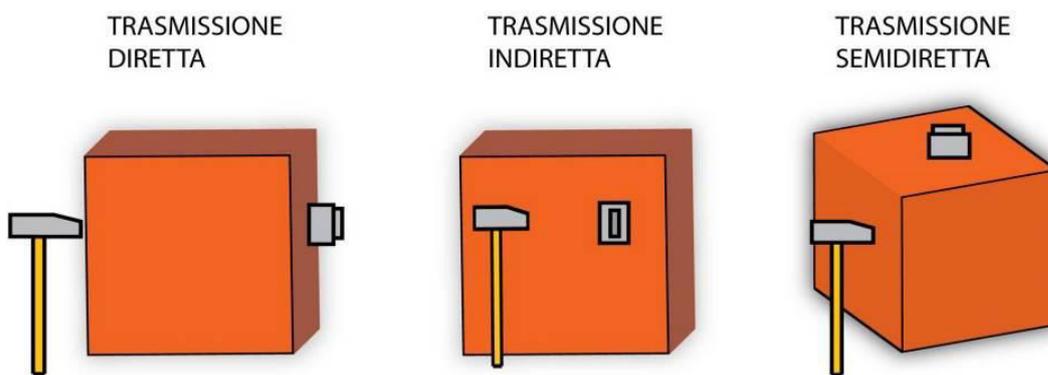
A.2 METODOLOGIA D'INDAGINE

Per indagare una porzione di muratura si posizionano con precisione sulle pareti punti o maglie di punti corrispondenti, dove avverrà la sollecitazione e la ricezione del segnale. Le misure dei tempi di volo sono effettuate dalla centralina di acquisizione, composta da un cronometro di precisione (che misura intervalli di tempo dell'ordine del milionesimo di secondo) e di un oscilloscopio, che permette di visualizzare l'onda sonora.

L'inizio della misurazione del tempo è sincronizzata con l'invio del segnale acustico (battuta), emesso dal martello, al trasduttore di ricezione posizionato a contatto con la struttura da esaminare. Quest'ultimo registra l'arrivo dell'onda elastica e invia un segnale elettrico all'apparecchio di misura. Il segnale elettrico viene rappresentato sullo schermo dell'oscilloscopio in forma di onda.

Sull'onda si misura il tempo intercorso fra l'emissione e la ricezione del segnale e di conseguenza la velocità di propagazione dell'onda sonora nel materiale della struttura in esame.

I principali metodi di misura sono per trasmissione diretta (trasparenza), per trasmissione semi diretta (diagonale) e per trasmissione indiretta (superficiale) in riferimento alla posizione reciproca di martello e trasduttore.



Sintesi dei principali metodi di misura

A.3 SCOPO DELLE INDAGINI

La metodologia sonica indaga la velocità di propagazione delle onde soniche, all'interno delle strutture che si vogliono studiare (paramenti murari, colonne etc.), calcolata registrando i tempi di emissione e ricezione, quindi di propagazione, di un impulso meccanico e la distanza percorsa dallo stesso.

Tale velocità, influenzata dalle caratteristiche intrinseche del materiale quali densità, elasticità e dalla presenza di discontinuità, vuoti o fessurazioni, fornisce informazioni sulla struttura interna dei manufatti indagati ed eventualmente sulle variazioni delle loro caratteristiche, per esempio prima e dopo un intervento di consolidamento. La velocità ricavata è direttamente proporzionale alla resistenza e al modulo elastico della muratura.

Alcune limitazioni all'applicazione di questa metodologia sono legate alla presenza di disturbi del segnale oppure a una forte presenza di umidità nelle murature, che possono impedire una corretta interpretazione dei risultati. Inoltre le variazioni tipologiche, mineralogiche e costruttive che si riscontrano nelle murature si riflettono in un'estrema variabilità di valori, che consentono esclusivamente una valutazione di tipo qualitativo dei parametri meccanici che le caratterizzano.

La preparazione della superficie non è stata ottimale in quanto non è stato possibile preparare la superficie adeguatamente per questioni logistiche dei luoghi, pertanto la prova potrà essere considerata solo qualitativamente con le eventuali riserve del caso.

A.4 RISULTATI DELLE PROVE

A.4.1 PROVA SONICA

Operativamente si è proceduto individuando n° 7 sezioni di altezza variabile lungo il fusto della colonna e trasmissione diretta del segnale. Sono state effettuate n° 4 letture lungo gli assi Nord/Sud, Sud/Nord, Est/Ovest e Ovest/Est. E' stata posta particolare attenzione ad evitare le porzioni di muratura nelle quali erano evidenti distacchi.

Di seguito si riportano tabelle riepilogative e Documentazione fotografica

Di seguito si riporta una tabella nella quale si fornisce un indicazione della qualità della muratura rapportata alla velocità ottenuta dalle prove soniche. Tale tabella è frutto di comparazioni e considerazioni tratte da precedenti lavori e da bibliografia, ed è quindi da considerarsi esclusivamente indicativa.

Scala	Velocità m/s
Buono (Mattone pieno con malta di buona qualità)	$x > 2000$
Discreto (Mattoni pieni con calce o malta di consistenza media)	$1000 > x > 2000$
Pessimo (Murature a sacco o slegate)	$x < 1000$

Tabella riassuntiva

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "A" - H terra 0,60 m							
Colonna 1	S1	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	91.5	1175	779
				Est - Ovest	91.5	1050	871
				Sud - Nord	91.5	1100	832
				Ovest - Est	91.5	1200	763

Velocità media [m/sec] 811

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "B" - H terra 1,05 m							
Colonna 1	S1	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	90	1325	679
				Est - Ovest	90	1300	692
				Sud - Nord	90	1275	706
				Ovest - Est	90	1225	735

Velocità media [m/sec] 703

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "C" - H terra 1,50 m							
Colonna 1	S1	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	775	942
				Est - Ovest	73	1350	541
				Sud - Nord	73	1050	695
				Ovest - Est	73	1300	562

Velocità media [m/sec] 685

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "D" - H terra 2,30 m							
Colonna 1	S1	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	1150	635
				Est - Ovest	73	850	859
				Sud - Nord	73	1150	635
				Ovest - Est	73	900	811

Velocità media [m/sec] 735

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "E" - H terra 3,10 m							
Colonna 1	S1	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	450	1622
				Est - Ovest	73	300	2433
				Sud - Nord	73	1150	635
				Ovest - Est	73	475	1537

Velocità media [m/sec] 1557

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "F" - H terra 3,90 m							
Colonna 1	S1	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	350	1800
				Est - Ovest	63	800	788
				Sud - Nord	63	550	1145
				Ovest - Est	63	425	1482

Velocità media [m/sec] 1304

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "G" - H terra 4,70 m							
Colonna 1	S1	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	375	1680
				Est - Ovest	63	975	646
				Sud - Nord	63	IMPOSSIBILITA' DI POSIZIONARE ACCELEROMETRO	
				Ovest - Est	63		

Velocità media [m/sec] 1163

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "A" - H terra 0,60 m							
Colonna 2	S2	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	91.5	1275	718
				Est - Ovest	91.5	1125	813
				Sud - Nord	91.5	1350	678
				Ovest - Est	91.5	1150	796
Velocità media [m/sec]							751

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "B" - H terra 1,05 m							
Colonna 2	S2	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	90	1100	818
				Est - Ovest	90	1300	692
				Sud - Nord	90	1150	783
				Ovest - Est	90	1350	667
Velocità media [m/sec]							740

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "C" - H terra 1,50 m							
Colonna 2	S2	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	1100	664
				Est - Ovest	73	1300	562
				Sud - Nord	73	1175	621
				Ovest - Est	73	1200	608
Velocità media [m/sec]							614

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "D" - H terra 2,30 m							
Colonna 2	S2	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	550	1327
				Est - Ovest	73	750	973
				Sud - Nord	73	850	859
				Ovest - Est	73	700	1043
Velocità media [m/sec]							1051

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "E" - H terra 3,10 m							
Colonna 2	S2	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	575	1270
				Est - Ovest	73	850	859
				Sud - Nord	73	750	973
				Ovest - Est	73	700	1043
Velocità media [m/sec]							1036

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "F" - H terra 3,90 m							
Colonna 2	S2	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	825	764
				Est - Ovest	63	675	933
				Sud - Nord	63	750	840
				Ovest - Est	63	800	788
Velocità media [m/sec]							831

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "G" - H terra 4,70 m							
Colonna 2	S2	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	300	2100
				Est - Ovest	63	300	2100
				Sud - Nord	63	350	1800
				Ovest - Est	63	325	1938
Velocità media [m/sec]							1985

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "A" - H terra 0,60 m							
Colonna 3	S3	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	91.5	1250	732
				Est - Ovest	91.5	950	963
				Sud - Nord	91.5	850	1076
				Ovest - Est	91.5	900	1017
Velocità media [m/sec]							947

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "B" - H terra 1,05 m							
Colonna 3	S3	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	90	1200	750
				Est - Ovest	90	1350	667
				Sud - Nord	90	1125	800
				Ovest - Est	90	1200	750
Velocità media [m/sec]							742

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "C" - H terra 1,50 m							
Colonna 3	S3	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	1250	584
				Est - Ovest	73	1025	712
				Sud - Nord	73	1425	512
				Ovest - Est	73	1225	596
Velocità media [m/sec]							601

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "D" - H terra 2,30 m							
Colonna 3	S3	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	800	913
				Est - Ovest	73	550	1327
				Sud - Nord	73	1050	695
				Ovest - Est	73	600	1217
Velocità media [m/sec]							1038

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "E" - H terra 3,10 m							
Colonna 3	S3	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	800	913
				Est - Ovest	73	950	768
				Sud - Nord	73	1000	730
				Ovest - Est	73	1200	608
Velocità media [m/sec]							755

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "F" - H terra 3,90 m							
Colonna 3	S3	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	350	1800
				Est - Ovest	63	825	764
				Sud - Nord	63	650	969
				Ovest - Est	63	700	900
Velocità media [m/sec]							1108

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "G" - H terra 4,70 m							
Colonna 3	S3	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	450	1400
				Est - Ovest	63	375	1680
				Sud - Nord	63	350	1800
				Ovest - Est	63	400	1575
Velocità media [m/sec]							1614

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "A" - H terra 0,60 m							
Colonna 4	S4	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	91.5	1300	704
				Est - Ovest	91.5	1200	763
				Sud - Nord	91.5	1025	893
				Ovest - Est	91.5	1000	915

Velocità media [m/sec] 819

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "B" - H terra 1,05 m							
Colonna 4	S4	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	90	1025	878
				Est - Ovest	90		
				Sud - Nord	90	1025	878
				Ovest - Est	90	900	1000

Velocità media [m/sec] 919

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "C" - H terra 1,50 m							
Colonna 4	S4	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	1150	635
				Est - Ovest	73	1450	503
				Sud - Nord	73	1150	635
				Ovest - Est	73	1100	664

Velocità media [m/sec] 609

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "D" - H terra 2,30 m							
Colonna 4	S4	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	550	1327
				Est - Ovest	73	875	834
				Sud - Nord	73	650	1123
				Ovest - Est	73	650	1123

Velocità media [m/sec] 1102

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "E" - H terra 3,10 m							
Colonna 4	S4	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	950	768
				Est - Ovest	73	1250	584
				Sud - Nord	73	950	768
				Ovest - Est	73	725	1007

Velocità media [m/sec] 782

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "F" - H terra 3,90 m							
Colonna 4	S4	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	600	1050
				Est - Ovest	63	875	720
				Sud - Nord	63	500	1260
				Ovest - Est	63	300	2100

Velocità media [m/sec] 1283

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "G" - H terra 4,70 m							
Colonna 4	S4	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	275	2291
				Est - Ovest	63	300	2100
				Sud - Nord	63	550	1145
				Ovest - Est	63	400	1575

Velocità media [m/sec] 1778

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "A" - H terra 0,60 m							
Colonna 5	S5	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	91.5	550	1664
				Est - Ovest	91.5	1250	732
				Sud - Nord	91.5	675	1356
				Ovest - Est	91.5	1100	832

Velocità media [m/sec] 1146

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "B" - H terra 1,05 m							
Colonna 5	S5	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	90	1150	783
				Est - Ovest	90	1175	766
				Sud - Nord	90	900	1000
				Ovest - Est	90	1150	783

Velocità media [m/sec] 833

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "C" - H terra 1,50 m							
Colonna 5	S5	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	950	768
				Est - Ovest	73	1050	695
				Sud - Nord	73	850	859
				Ovest - Est	73	1350	541

Velocità media [m/sec] 716

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "D" - H terra 2,30 m							
Colonna 5	S5	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	1150	635
				Est - Ovest	73	1250	584
				Sud - Nord	73	800	913
				Ovest - Est	73	775	942

Velocità media [m/sec] 768

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "E" - H terra 3,10 m							
Colonna 5	S5	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	1025	712
				Est - Ovest	73	1050	695
				Sud - Nord	73	1200	608
				Ovest - Est	73	1150	635

Velocità media [m/sec] 663

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "F" - H terra 3,90 m							
Colonna 5	S5	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	700	900
				Est - Ovest	63	1000	630
				Sud - Nord	63	825	764
				Ovest - Est	63	550	1145

Velocità media [m/sec] 860

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "G" - H terra 4,70 m							
Colonna 5	S5	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	400	1575
				Est - Ovest	63	550	1145
				Sud - Nord	63	625	1008
				Ovest - Est	63	825	764

Velocità media [m/sec] 1123

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "A" - H terra 0,60 m							
Colonna 6	S6	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	91.5	700	1307
				Est - Ovest	91.5	1150	796
				Sud - Nord	91.5	1175	779
				Ovest - Est	91.5	1125	813
Velocità media [m/sec]							924

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "B" - H terra 1,05 m							
Colonna 6	S6	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	90	1050	857
				Est - Ovest	90	950	947
				Sud - Nord	90	1225	735
				Ovest - Est	90	1050	857
Velocità media [m/sec]							849

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "C" - H terra 1,50 m							
Colonna 6	S6	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	1250	584
				Est - Ovest	73	1150	635
				Sud - Nord	73	1200	608
				Ovest - Est	73	1200	608
Velocità media [m/sec]							609

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "D" - H terra 2,30 m							
Colonna 6	S6	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	800	913
				Est - Ovest	73	1050	695
				Sud - Nord	73	1100	664
				Ovest - Est	73	650	1123
Velocità media [m/sec]							849

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "E" - H terra 3,10 m							
Colonna 6	S6	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	1200	608
				Est - Ovest	73	900	811
				Sud - Nord	73	850	859
				Ovest - Est	73	1225	596
Velocità media [m/sec]							719

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "F" - H terra 3,90 m							
Colonna 6	S6	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	400	1575
				Est - Ovest	63	675	933
				Sud - Nord	63	650	969
				Ovest - Est	63	825	764
Velocità media [m/sec]							1060

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "G" - H terra 4,70 m							
Colonna 6	S6	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	1250	504
				Est - Ovest	63	600	1050
				Sud - Nord	63	825	764
				Ovest - Est	63	1325	475
Velocità media [m/sec]							698

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "A" - H terra 0,60 m							
Colonna 7	S7	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	91.5	1125	813
				Est - Ovest	91.5	1300	704
				Sud - Nord	91.5	1250	732
				Ovest - Est	91.5	800	1144
Velocità media [m/sec]							848

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "B" - H terra 1,05 m							
Colonna 7	S7	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	90	1250	720
				Est - Ovest	90	1200	750
				Sud - Nord	90	1200	750
				Ovest - Est	90	1100	818
Velocità media [m/sec]							760

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "C" - H terra 1,50 m							
Colonna 7	S7	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	1075	679
				Est - Ovest	73	1125	649
				Sud - Nord	73	1050	695
				Ovest - Est	73	1050	695
Velocità media [m/sec]							680

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "D" - H terra 2,30 m							
Colonna 7	S7	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	650	1123
				Est - Ovest	73	650	1123
				Sud - Nord	73	1000	730
				Ovest - Est	73	500	1460
Velocità media [m/sec]							1109

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "E" - H terra 3,10 m							
Colonna 7	S7	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	1150	635
				Est - Ovest	73	1150	635
				Sud - Nord	73	1100	664
				Ovest - Est	73	975	749
Velocità media [m/sec]							670

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "F" - H terra 3,90 m							
Colonna 7	S7	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	300	2100
				Est - Ovest	63	1000	630
				Sud - Nord	63	1025	615
				Ovest - Est	63	1175	536
Velocità media [m/sec]							970

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "G" - H terra 4,70 m							
Colonna 7	S7	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	650	969
				Est - Ovest	63	650	969
				Sud - Nord	63	525	1200
				Ovest - Est	63	550	1145
Velocità media [m/sec]							1071

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "A" - H terra 0,60 m							
Colonna 8	S8	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	91.5	1050	871
				Est - Ovest	91.5	1300	704
				Sud - Nord	91.5	1100	832
				Ovest - Est	91.5	1250	732
Velocità media [m/sec]							785

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "B" - H terra 1,05 m							
Colonna 8	S8	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	90	1250	720
				Est - Ovest	90	1100	818
				Sud - Nord	90	1125	800
				Ovest - Est	90	1250	720
Velocità media [m/sec]							765

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "C" - H terra 1,50 m							
Colonna 8	S8	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	1150	635
				Est - Ovest	73	1150	635
				Sud - Nord	73	1200	608
				Ovest - Est	73	1100	664
Velocità media [m/sec]							635

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "D" - H terra 2,30 m							
Colonna 8	S8	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	NO SEGNALE	
				Est - Ovest	73	1100	664
				Sud - Nord	73	1100	664
				Ovest - Est	73	1050	695
Velocità media [m/sec]							674

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "E" - H terra 3,10 m							
Colonna 8	S8	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	1150	635
				Est - Ovest	73	950	768
				Sud - Nord	73	1100	664
				Ovest - Est	73	1275	573
Velocità media [m/sec]							660

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "F" - H terra 3,90 m							
Colonna 8	S8	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	600	1050
				Est - Ovest	63	1200	525
				Sud - Nord	63	1150	548
				Ovest - Est	63	1250	504
Velocità media [m/sec]							657

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "G" - H terra 4,70 m							
Colonna 8	S8	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	400	1575
				Est - Ovest	63	850	741
				Sud - Nord	63	500	1260
				Ovest - Est	63	500	1260
Velocità media [m/sec]							1209

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "A" - H terra 0,60 m							
Colonna 9	S9	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	91.5	1000	915
				Est - Ovest	91.5	1150	796
				Sud - Nord	91.5	1200	763
				Ovest - Est	91.5	1000	915

Velocità media [m/sec] 847

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "B" - H terra 1,05 m							
Colonna 9	S9	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	90	1200	750
				Est - Ovest	90	1275	706
				Sud - Nord	90	1200	750
				Ovest - Est	90	1200	750

Velocità media [m/sec] 739

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "C" - H terra 1,50 m							
Colonna 9	S9	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	1200	608
				Est - Ovest	73	1150	635
				Sud - Nord	73	1200	608
				Ovest - Est	73	1250	584

Velocità media [m/sec] 609

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "D" - H terra 2,30 m							
Colonna 9	S9	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	400	1825
				Est - Ovest	73	700	1043
				Sud - Nord	73	800	913
				Ovest - Est	73	400	1825

Velocità media [m/sec] 1401

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "E" - H terra 3,10 m							
Colonna 9	S9	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	1250	584
				Est - Ovest	73	1150	635
				Sud - Nord	73	625	1168
				Ovest - Est	73	800	913

Velocità media [m/sec] 825

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "F" - H terra 3,90 m							
Colonna 9	S9	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	1000	630
				Est - Ovest	63	1100	573
				Sud - Nord	63	1200	525
				Ovest - Est	63	1350	467

Velocità media [m/sec] 549

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "G" - H terra 4,70 m							
Colonna 9	S9	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	1150	548
				Est - Ovest	63	975	646
				Sud - Nord	63	825	764
				Ovest - Est	63	325	1938

Velocità media [m/sec] 974

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "A" - H terra 0,60 m							
Colonna 10	S10	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	91.5	950	963
				Est - Ovest	91.5	1150	796
				Sud - Nord	91.5	1175	779
				Ovest - Est	91.5	1125	813

Velocità media [m/sec] 838

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "B" - H terra 1,05 m							
Colonna 10	S10	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	90	800	1125
				Est - Ovest	90	1250	720
				Sud - Nord	90	1250	720
				Ovest - Est	90	425	2118

Velocità media [m/sec] 1171

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "C" - H terra 1,50 m							
Colonna 10	S10	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	850	859
				Est - Ovest	73	1250	584
				Sud - Nord	73	1200	608
				Ovest - Est	73	1100	664

Velocità media [m/sec] 679

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "D" - H terra 2,30 m							
Colonna 10	S10	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	975	749
				Est - Ovest	73	1250	584
				Sud - Nord	73	950	768
				Ovest - Est	73	1250	584

Velocità media [m/sec] 671

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "E" - H terra 3,10 m							
Colonna 10	S10	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	73	1125	649
				Est - Ovest	73	975	749
				Sud - Nord	73	1150	635
				Ovest - Est	73	1000	730

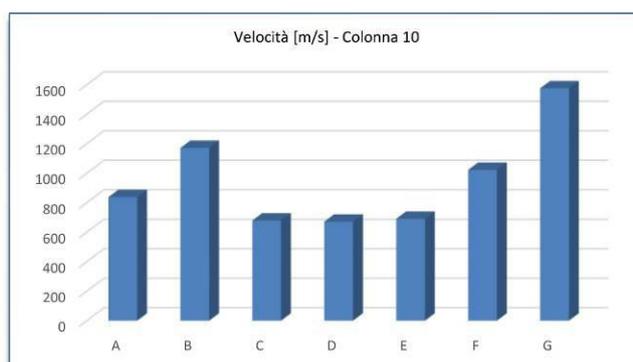
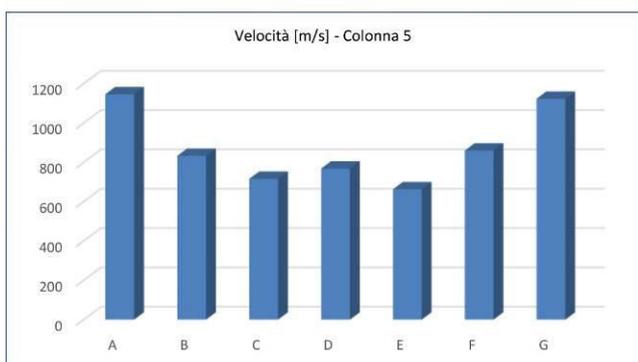
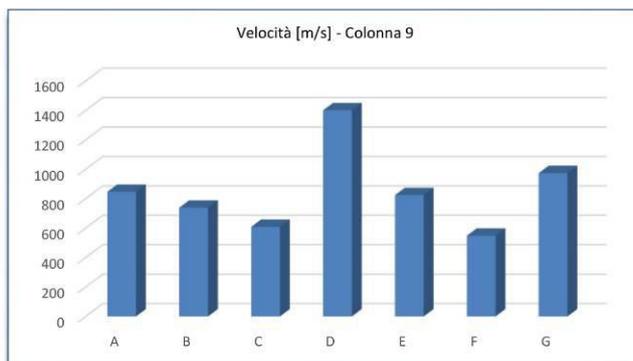
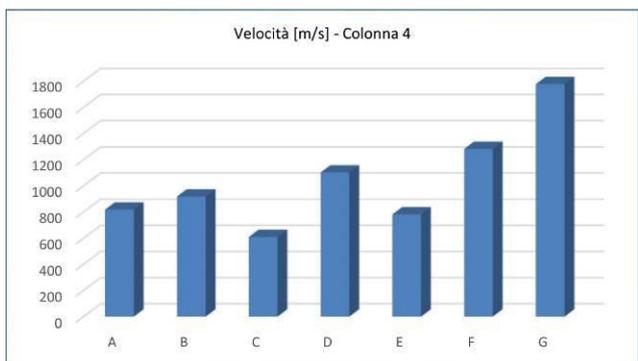
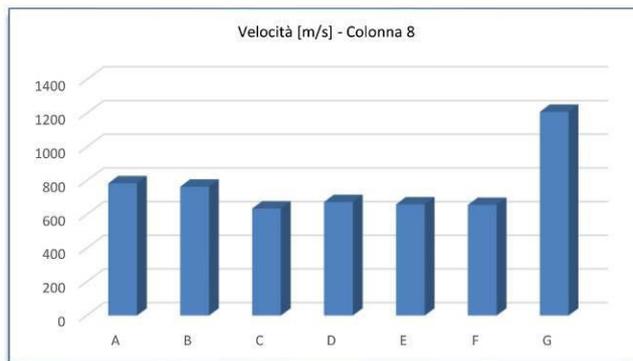
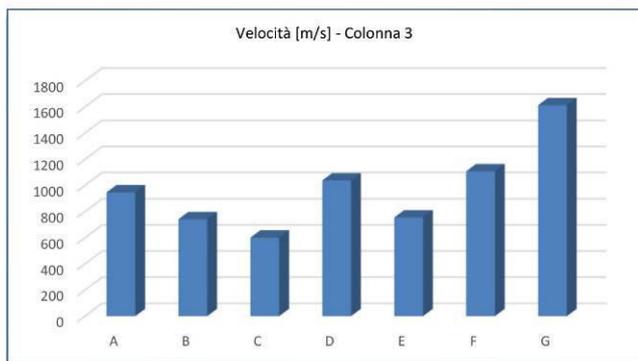
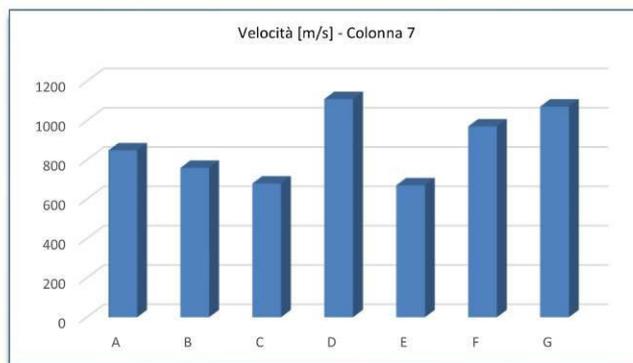
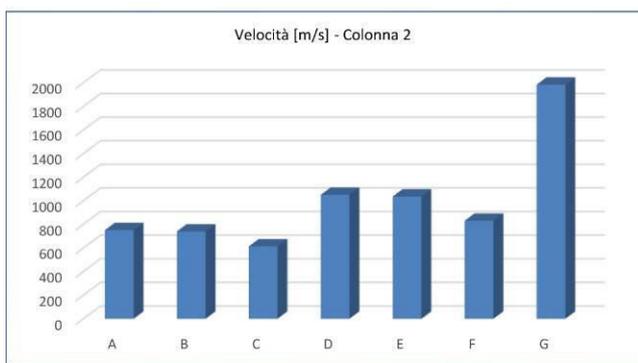
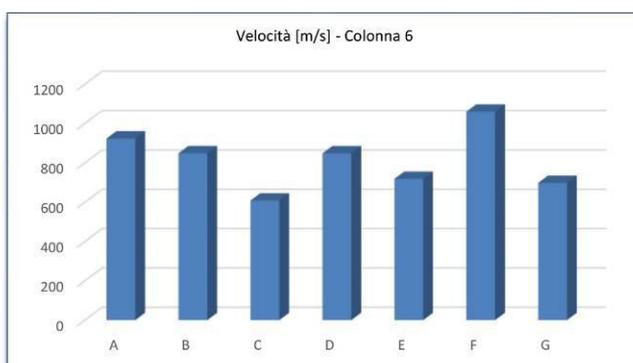
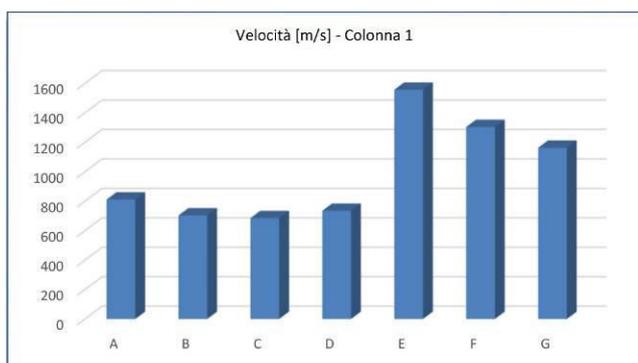
Velocità media [m/sec] 691

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "F" - H terra 3,90 m							
Colonna 10	S10	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	450	1400
				Est - Ovest	63	400	1575
				Sud - Nord	63	1300	485
				Ovest - Est	63	1000	630

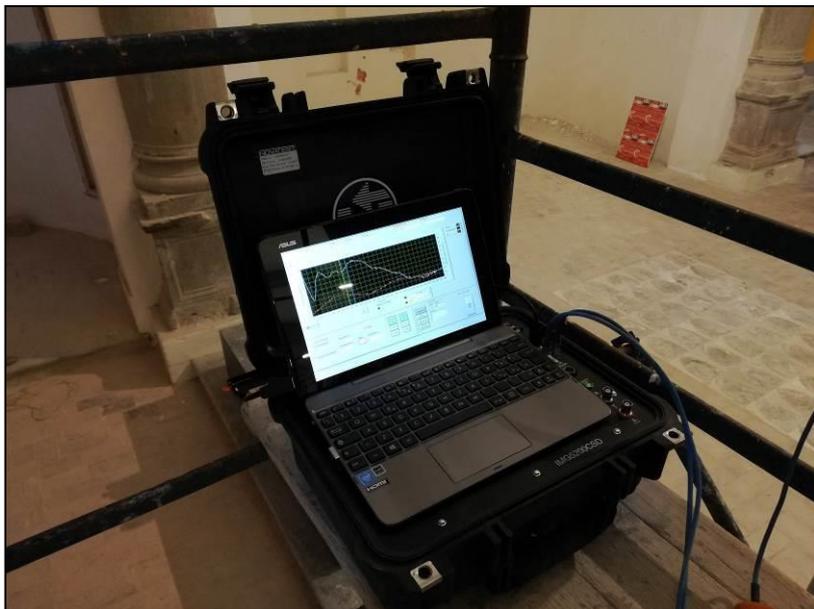
Velocità media [m/sec] 1022

Elemento strutturale	Stazione prova	Data	Metodo di trasmissione	Percorso	Distanza [cm]	Tempo [msec]	Velocità (m/sec)
Sezione "G" - H terra 4,70 m							
Colonna 10	S10	19/06/2020	Diretta (trasparenza)	Nord - sud	63	400	1575
				Est - Ovest	63	400	1575
				Sud - Nord	63	IMPOSSIBILITA' DI POSIZIONARE ACCELEROMETRO	
				Ovest - Est	63	IMPOSSIBILITA' DI POSIZIONARE ACCELEROMETRO	

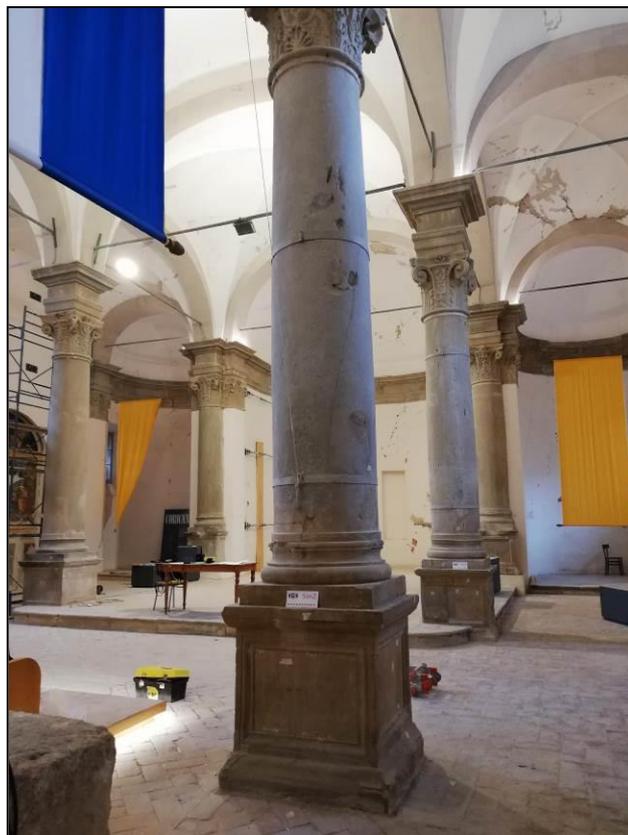
Velocità media [m/sec] 1575

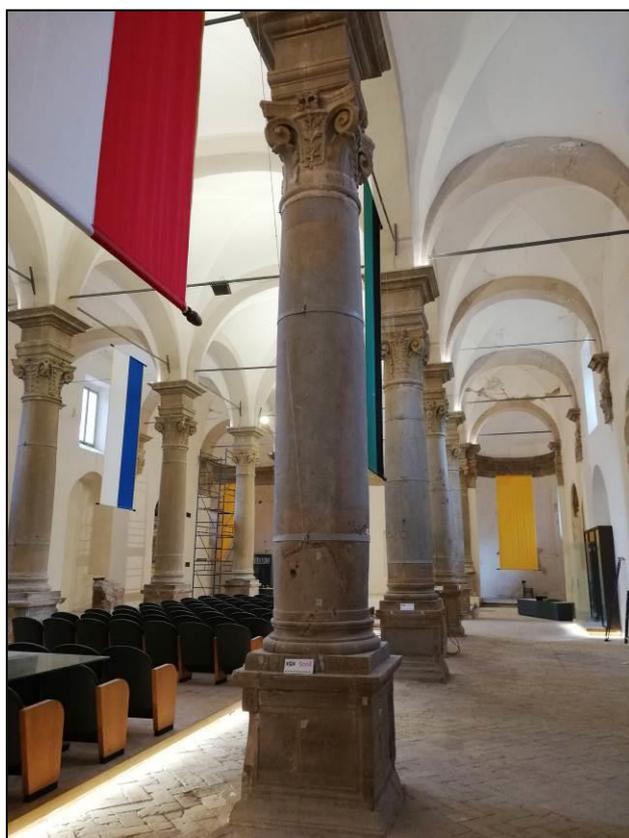


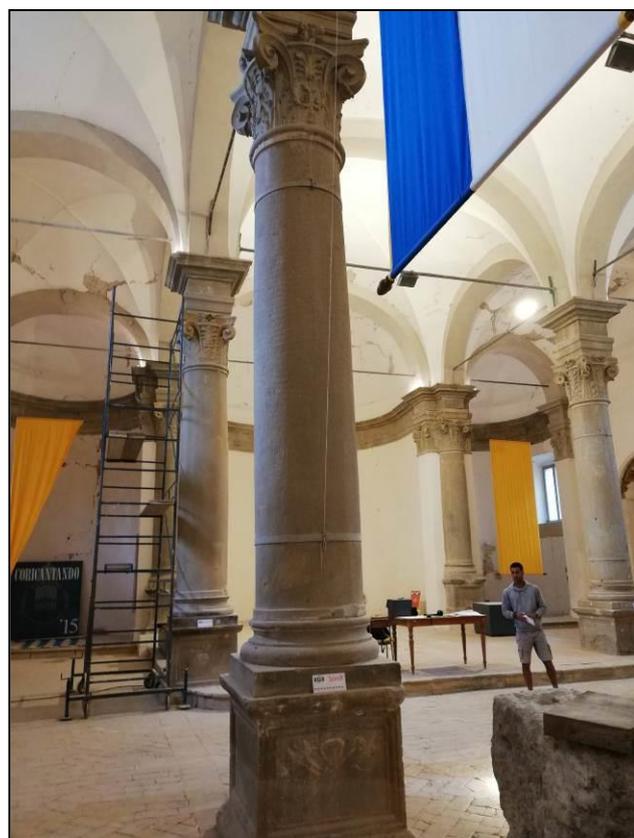
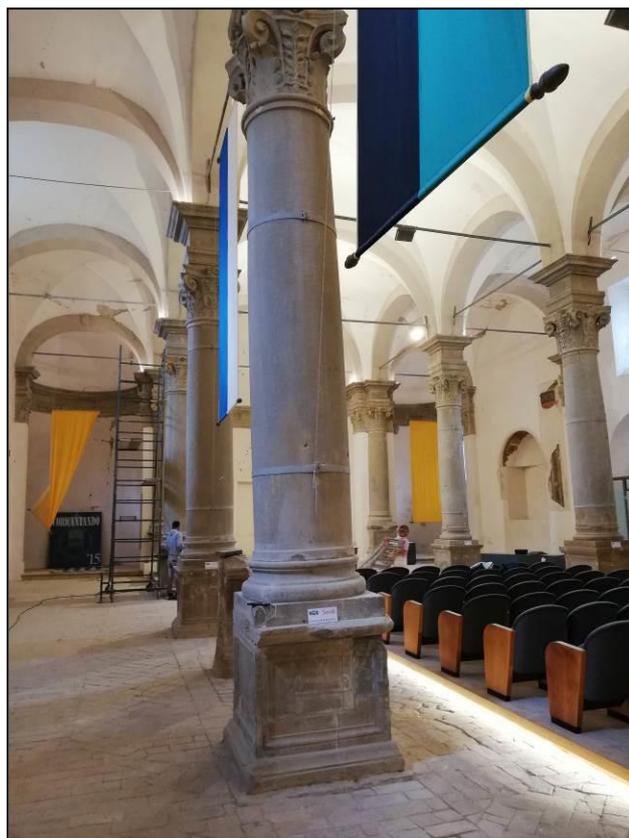
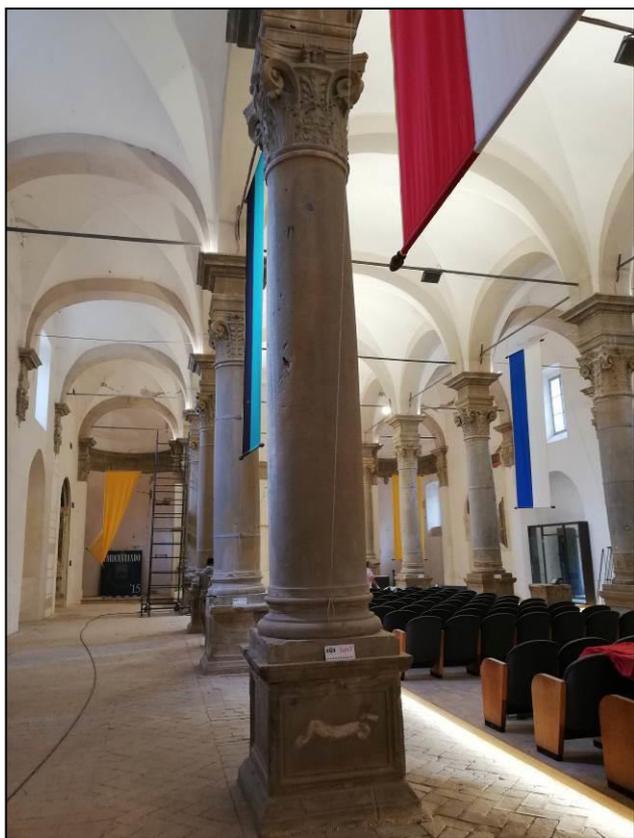
_Documentazione fotografica



Strumentazione utilizzata – NOVASONIC U5200CSD







ALLEGATO 3

CERTIFICAZIONE DEL PERSONALE

E TARATURA STRUMENTAZIONE



Reg. Numero PnD-CIV-0834 Revisione 00
Data di rilascio 08/04/2019 Data di ultima modifica 08/04/2019
Data di prossimo rinnovo 07/04/2024

Sistema di Gestione della Certificazione del Personale sviluppato da
Kiwa Cermet Italia in conformità alla norma ISO/IEC 17024

Si dichiara che il tecnico:

FRANCESCO FORMENTINI

Data e luogo di nascita:

18/10/1976 / Macerata (MC)

ha superato positivamente il processo di valutazione in accordo ai requisiti dello schema PG_PRS_PND CIV Schema di qualificazione e certificazione del personale tecnico addetto alle prove non distruttive (PND) nel campo dell'ingegneria civile e sui beni culturali ed architettonici

e pertanto è certificato quale

PERSONALE TECNICO ADDETTO ALLE PROVE NON DISTRUTTIVE
(PND) NEL CAMPO
DELL'INGEGNERIA CIVILE E SUI BENI CULTURALI E
ARCHITETTONICI

alle condizioni sotto riportate:

Livello: **3**

Per il metodo PND: **ULTRASONORO (UT)**

Per il settore: **INGEGNERIA CIVILE, BENI CULTURALI E ARCHITETTONICI**

¹Redatto facendo riferimento ai livelli di qualificazione elencati al paragrafo 6 della UNI EN ISO 9712.

Il mantenimento della certificazione è soggetto a sorveglianza e subordinato al rispetto dei requisiti contrattuali Kiwa Cermet Italia.

Il presente certificato è costituito da 1 pagina.

Autorizzazione ad operare dal datore di lavoro

Chief Operating Officer
Giampiero Belcredi

Kiwa Cermet Italia S.p.A.
Società con socio unico, soggetta
all'attività di direzione e coordinamento
di Kiwa Italia Holding Srl

Via Cadriano, 23
40057 Granarolo dell'Emilia (BO)
Tel +39.051.459.3.111
Fax +39.051.763.382
E-mail: info@kiwacermet.it
www.kiwacermet.it



SGQ N° 007A
SGA N° 010D
PRD N° 069B
FSM N° 004I
PRS N° 089C



IMG ULTRASUONI SRL
Via agli archi, 8/C
23826 Mandello del Lario (LC)
e-mail img@img-us.com
<http://www.img-us.com>

Tel. (+39) 0341.733.723
Fax. (+39) 0341.720.004
Cod. fiscale e VAT/P. Iva: IT 03037940131
Registro delle Imprese n. 03037940131
R.E.A. LC 305319 Capitale sociale € 50.000,00 i.v.

COMPANY WITH QUALITY MANAGEMENT
SYSTEMS CERTIFIED BY DNV
ISO 9001:2008

CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE

CERTIFICATE OF CALIBRATION

DATA CALIBRAZIONE / CALIBRATION DATE : 26.01.2018
SCADENZA IL / RECALIBRATION DATE : 25.01.2019
APPARECCHIATURA MOD. / EQUIPMENT : NOVASONIC U5200CSD
COSTRUTTORE / PRODUCER : IMG ULTRASUONI
NUMERO DI SERIE / SERIAL NUMBER : 3109727961
VER. SOFTWARE : 3.2.0
VER. FIRMWARE : 1.9.0

La catena di riferibilità ha inizio dal campione di prima linea / AU equipments used for calibration have a certification traceable to International System of Units

Centro di taratura LAT n.19						
Strumento	Costruttore	Modello	Serial	Certificato	Data taratura	Data Scadenza
ATTENUATORE	TELONIC INSTRUMENTS	TG975	5884B	LAT 019 37623	09/12/2013	08/12/2014
ATTENUATORE	ALAN	50DVID.9BNC	140229	LAT 019 37624	10/12/2013	09/12/2014
ALIMENTATORE DC	ISO-TECH	IPS 2303	225B058G2	LAT 019 37618	09/12/2013	08/12/2014

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 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.

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.

Measurement device	Mod. equipment	Serial n.º
BLOCKS CALIBRATION	PVC 2339 mis	98119
BLOCKS CALIBRATION	PVC 2339 mis	208
BLOCKS CALIBRATION	PVC 2339 mis	209
BLOCKS CALIBRATION	PVC 2339 mis	210
BLOCKS CALIBRATION	PVC 2339 mis	211

Condizioni ambientali di prova / environmental conditions:
Temperatura / temperature: 19 -01±3°C Umidità relativa / relative humidity: 55± 5%

TecnicoEsecutore
Examiner

Silvio Andreotti

Ente Collaudo
Emitted By

IMG ULTRASUONI SRL
Via agli archi, 8/c • 23826 Mandello del Lario (LC) ITALY
Tel. (+39) 0341.733.723 - Fax (+39) 0341.720.004
Cod. Fisc. • VAT/P.Iva IT • Reg. Impr. n. 03037940131
R.E.A. LC 305319
e-mail: img@img-us.com • <http://www.img-us.com>



IMG ULTRASUONI SRL
Via agli archi, 8/C
23826 Mandello del Lario (LC)
e_mail img@img-us.com
<http://www.img-us.com>

Tel. (+39) 0341.733.723
Fax. (+39) 0341.720.004
Cod. fiscale e VAT/P. Iva: IT 03037940131
Registro delle Imprese n. 03037940131
R.E.A. LC 305319 Capitale sociale € 50.000,00 i.v.

LINEARITA' ORIZZONTALE

IMPOSTAZIONI DELL'APPARECCHIO

Fondo scala : 100 IJS /1000 IJS /10000 IJS
Temperatura ambiente : 19°
Sonde utilizzate : P1"1/2 50khz H N°4053 - P1"112 50khz H N°4054

BLOCCO DI CALIBRAZIONE	VALORE REALE IJS	VALORE MISURATO IJS	SCOSTAMENTO RILEVATO
PVC W 98119	51,1	51,1	0 IJS
PVC W 209	126,9	126,8	-0,1 IJS
PVC No 209	204,0	203,9	-0,1 IJS
PVC W 210	435,0	435,0	0 IJS
PVC W 211	1050,0	1045,0	-5,0 IJS

PRECISIONE DEI REGOLATORI DI
AMPLIFICAZIONE CALIBRATAIMPOSTAZIONI DELL'APPARECCHIO

Fondo scala : 100 IJS
Tecnica d'esame : TRASPARENZA
Sonde utilizzate : P1"1/2 50khz H N°4053 - P1"1/2 50khz H N°4054
Blocco di taratura : PVC No 98119
Temperatura ambiente : 19°

REGOLATORI A SCATTI DI 10 dB

SCOSTAMENTO

Da -30 a -20 dB = 10 dB	0 dB
Da -20 a -10 dB = 10 dB	0 dB
Da -10 a 0 dB = 10 dB	0 dB
Da 0 a 10 dB = 10 dB	0 dB
Da 10 a 20 dB = 10 dB	0 dB
Da 20 a 30 dB = 10 dB	0 dB
Da 30 a 40 dB = 10 dB	0 dB
Da 40 a 50 dB = 10 dB	0 dB
Da 50 a 60 dB = 10 dB	0 dB
Da 60 a 70 dB = 10 dB	0 dB
Da 70 a 80 dB = 10 dB	0 dB
Da 80 a 90 dB = 10 dB	0 dB