



*Rapporto di Collaudo Acustico Strumentale post
intervento nella aule provvisorie (Moduli metallici
Niederstätter) della Scuola Primaria di Lana (BZ)*



Collaudo Acustico Aule Provvisorie Knabenschule - Lana (BZ)

Intervento acustico con sistema a pannelli vibranti a risonanza di cavità progettati e prodotti da WESAKUSTIK srls, Via Trieste 19, Arona (NO).

Il presente studio è conseguente all'intervento di correzione acustica delle aule della Scuola primaria di Lana, attualmente alloggiate in edifici/container in metallo, della Ditta Niederstätter. Ogni aula misura m. 9,50 x 5,80 x 2,65h, per un volume di circa 146 mc. I differenti valori misurati a vuoto sono conseguenza della presenza o meno di arredi all'interno.

La Provincia Autonoma di Bolzano ha disposto alcuni criteri acustici che devono possedere le aule scolastiche. Tra questi si nota il tempo di riverberazione che, per le frequenze di 500 Hz e 1 kHz devono essere pari o inferiori alla curva riportata nella tabella seguente e dipendono dal volume della stanza. Nella fattispecie per un'aula di circa 150 mc il tempo di riverberazione di riferimento a 500 Hz e 1 kHz deve essere pari o inferiore a 0,5 secondi.

E' noto che i sistemi fonoassorbenti con materiali porosi sono efficaci solamente alle alte frequenze e sono scarsi o inefficaci alle medie e basse frequenze. Inoltre i materiali porosi non hanno una valenza estetica rilevante e sono soggetti ad usura in breve tempo.

Wesakustik, in anni di ricerca, ha elaborato diversi sistemi di correzione acustica con l'impiego di pannelli vibranti a risonanza di cavità basati sul principio del Risonatore di Helmholtz. Sono strumenti estremamente selettivi ed altamente efficaci e richiedono una attenta progettazione per garantire l'efficacia. Nel caso in esame sono stati progettati e costruiti interamente da Wesakustik dei pannelli in PVC espanso da 4mm di spessore con una geometria appositamente elaborata per contrastare e assorbire il suono proveniente dalla voce umana, in particolar modo quella femminile e dei bambini e ragazzi in età scolare.

Il prodotto è atossico, non contiene formaldeide, è lavabile e sanificabile oltre 120°. Il sistema di aggancio è costituito da dischetti magnetici al neodimio di grandissima efficacia. Il diametro di ogni magnete è di 20mm ed ognuno esercita una forza attrattiva di 5 kg che, per i sei magneti a corredo di ogni pannello, corrisponde ad una forza attrattiva di 30 kg a fronte di una massa totale per pannello di circa 1,6 kg.

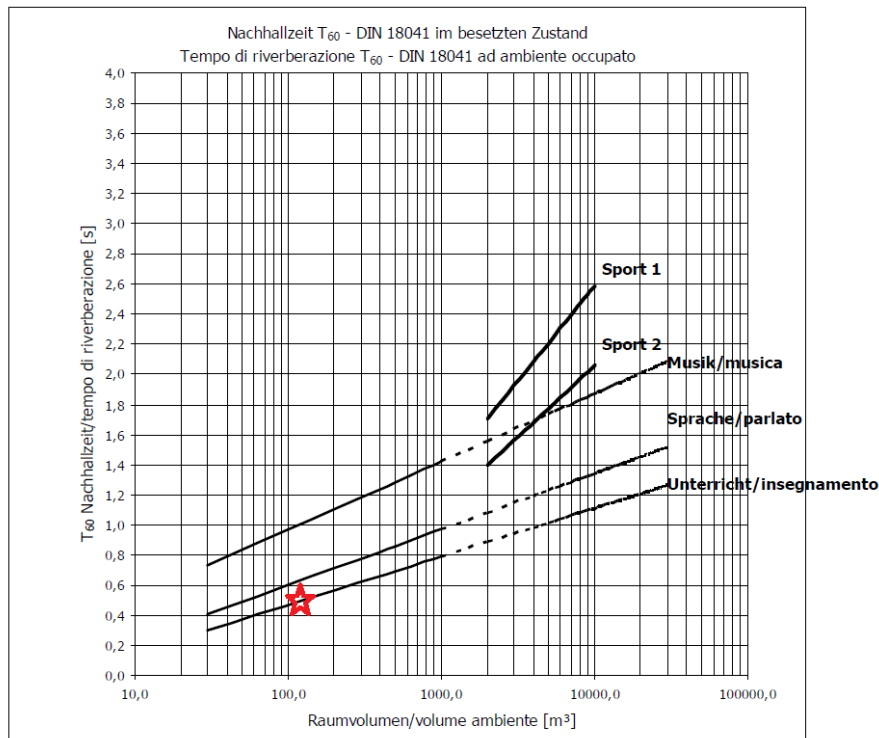
L'efficacia dell'intervento è puntualmente evidenziata nei passaggi seguenti che corrispondono alle misure del tempo di riverberazione prima e dopo l'applicazione del sistema acustico.

15 febbraio 2018

Per. Ind. Sergio Villa

Tecnico Competente in Acustica, iscritto al N. 346 DA 10.04 - Regione Piemonte (IT)

Mitglied Schweizerische Gesellschaft für Akustik Nr. E496



AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL



PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO - ALTO ADIGE

Secondo quanto previsto dalle norme vigenti nella Provincia Autonoma di Bolzano il valore di T_{60} a 500 Hz e 1k Hz a locale occupato, deve essere inferiore a 0.5 sec.

Aula 1 - Piano Terreno - Prima stanza a sinistra

Misure del 24 agosto 2017

Ante operam

Frequenza	T_1	T_2	T_M
125 Hz	0,91	1,02	0,97
160 Hz	1,43	1,38	1,41
200 Hz	1,3	1,19	1,25
250 Hz	1,18	1,28	1,23
315 Hz	1,42	1,21	1,32
400 Hz	1,05	0,96	1,01
500 Hz	0,88	1,01	0,95
630 Hz	1,12	1,23	1,18
800 Hz	1,13	1,27	1,20
1 kHz	1,21	1,3	1,26
1.25 kHz	1,08	1,15	1,12
1.6 kHz	1,15	1,14	1,15
2 kHz	1,19	1,17	1,18
2.5 kHz	1,18	1,21	1,20
3.15 kHz	1,2	1,23	1,22
4 kHz	1,15	1,15	1,15
5 kHz	1,1	1,08	1,09
6.3 kHz	0,97	1	0,99
8 kHz	0,83	0,85	0,84
10 kHz	0,72	0,69	0,71

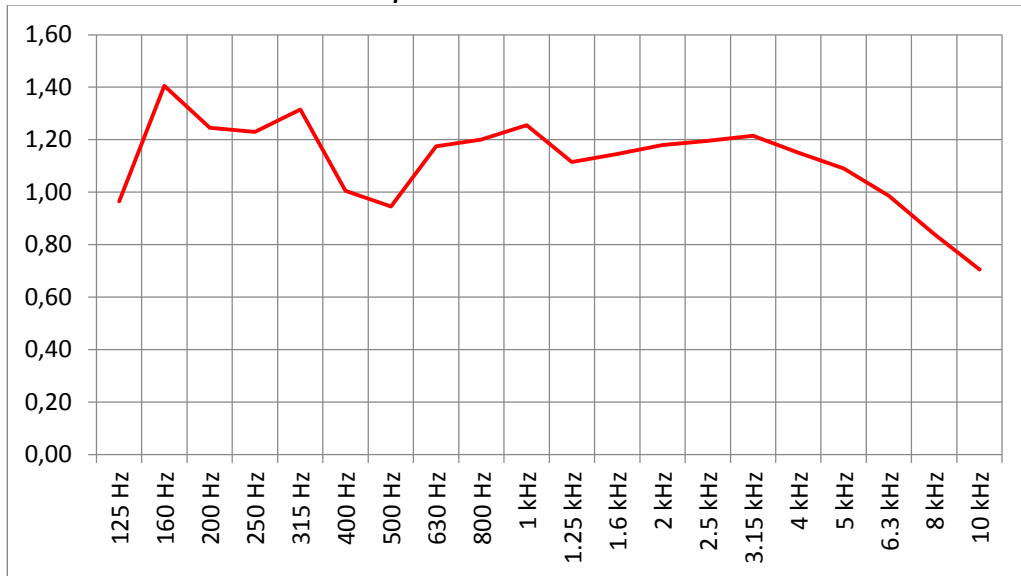


Grafico del tempo di riverberazione a stanza vuota ante operam

Post operam

Frequenza	T_1	T_2	T_M
125 Hz	0,96	1,17	1,07
160 Hz	0,97	1,14	1,06
200 Hz	0,87	0,77	0,82
250 Hz	0,77	0,79	0,78
315 Hz	0,7	0,64	0,67
400 Hz	0,48	0,65	0,57
500 Hz	0,47	0,49	0,48
630 Hz	0,51	0,47	0,49
800 Hz	0,47	0,5	0,49
1 kHz	0,54	0,52	0,53
1.25 kHz	0,56	0,57	0,57
1.6 kHz	0,63	0,63	0,63
2 kHz	0,69	0,71	0,70
2.5 kHz	0,74	0,79	0,77
3.15 kHz	0,84	0,86	0,85
4 kHz	0,86	0,85	0,86
5 kHz	0,85	0,84	0,85
6.3 kHz	0,76	0,77	0,77
8 kHz	0,74	0,73	0,74
10 kHz	0,65	0,63	0,64

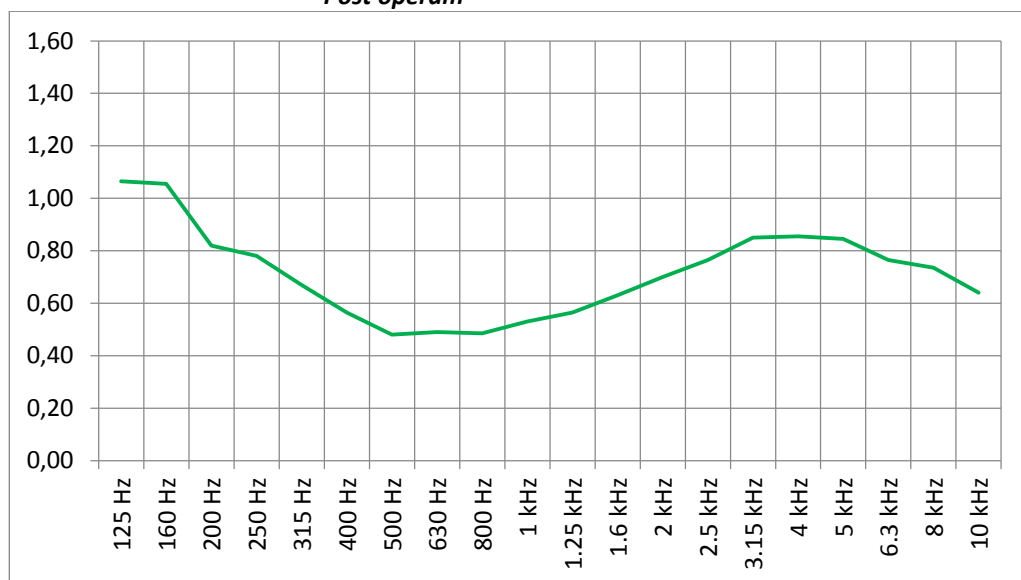
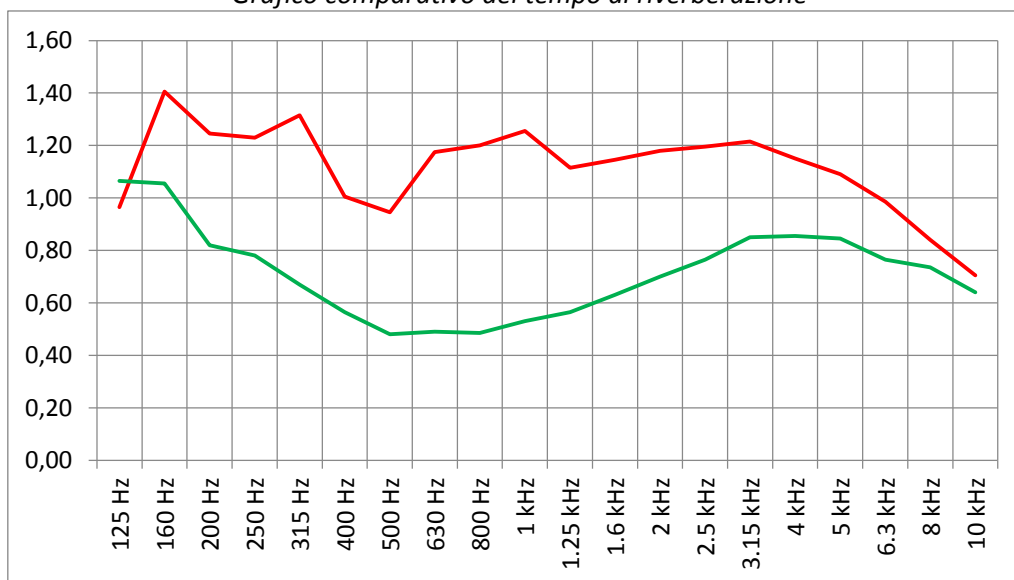
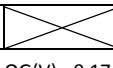
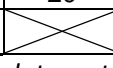


Grafico del tempo di riverberazione a stanza vuota post operam

Grafico comparativo del tempo di riverberazione



linea rossa: ante operam - linea verde: post operam

			Bande di frequenza - Hz					
			125	250	500	1000	2000	4000
T_R misurato post intervento a stanza vuota	sec		1,07	0,78	0,48	0,53	0,70	0,86
T _{R,ott} per aule occupate - Prov. Aut. Bolzano	0,32*LOG(V) - 0,17		0,87	0,65	0,50	0,50	0,52	0,55
Alunni presenti	n	20						
T_R calcolato post intervento a stanza occupata	sec		0,93	0,66	0,41	0,45	0,55	0,66

Tempo di riverberazione calcolato a stanza occupata



Aula 2 - Piano Terreno - seconda stanza a sinistra

Misure del 12 febbraio 2018

Ante operam

Frequenza	T ₁	T ₂	T _M
125 Hz	0,74	0,71	0,73
160 Hz	0,82	0,72	0,77
200 Hz	0,72	0,79	0,76
250 Hz	0,84	0,92	0,88
315 Hz	0,87	1,01	0,94
400 Hz	0,75	0,84	0,80
500 Hz	0,77	0,81	0,79
630 Hz	0,89	1	0,95
800 Hz	0,87	0,94	0,91
1 kHz	0,96	0,9	0,93
1.25 kHz	0,89	0,83	0,86
1.6 kHz	0,87	0,88	0,88
2 kHz	0,86	0,82	0,84
2.5 kHz	0,88	0,88	0,88
3.15 kHz	0,79	0,84	0,82
4 kHz	0,76	0,77	0,77
5 kHz	0,67	0,66	0,67
6.3 kHz	0,58	0,58	0,58
8 kHz	0,48	0,47	0,48
10 kHz	0,4	0,39	0,40

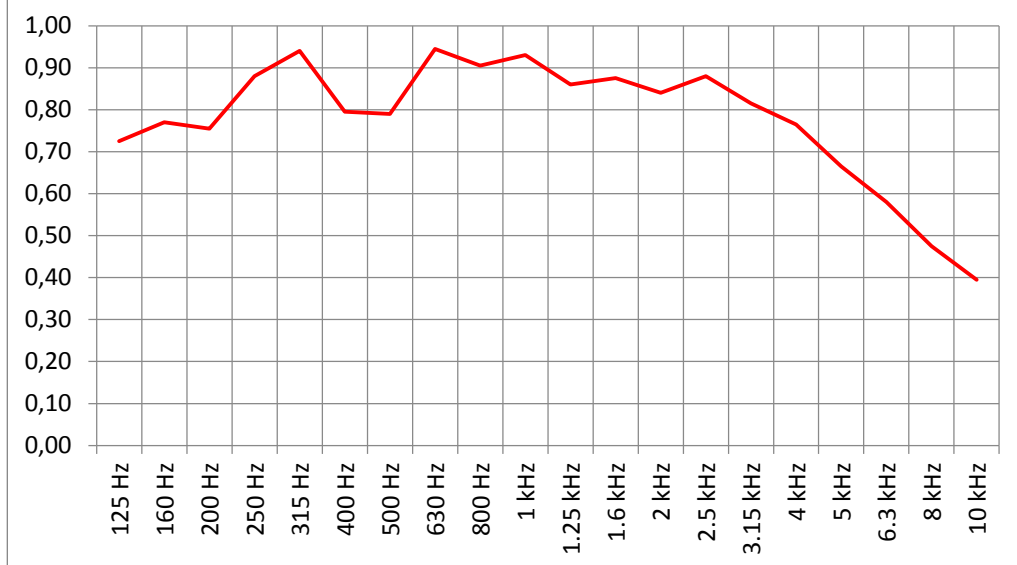


Grafico del tempo di riverberazione a stanza vuota ante operam

Post operam

Frequenza	T ₁	T ₂	T _M
125 Hz	0,7	0,5	0,60
160 Hz	0,57	0,5	0,54
200 Hz	0,61	0,61	0,61
250 Hz	0,63	0,53	0,58
315 Hz	0,7	0,54	0,62
400 Hz	0,47	0,43	0,45
500 Hz	0,36	0,42	0,39
630 Hz	0,38	0,4	0,39
800 Hz	0,43	0,41	0,42
1 kHz	0,48	0,43	0,46
1.25 kHz	0,42	0,53	0,48
1.6 kHz	0,57	0,51	0,54
2 kHz	0,61	0,58	0,60
2.5 kHz	0,66	0,66	0,66
3.15 kHz	0,67	0,68	0,68
4 kHz	0,62	0,68	0,65
5 kHz	0,59	0,59	0,59
6.3 kHz	0,51	0,52	0,52
8 kHz	0,46	0,44	0,45
10 kHz	0,36	0,38	0,37

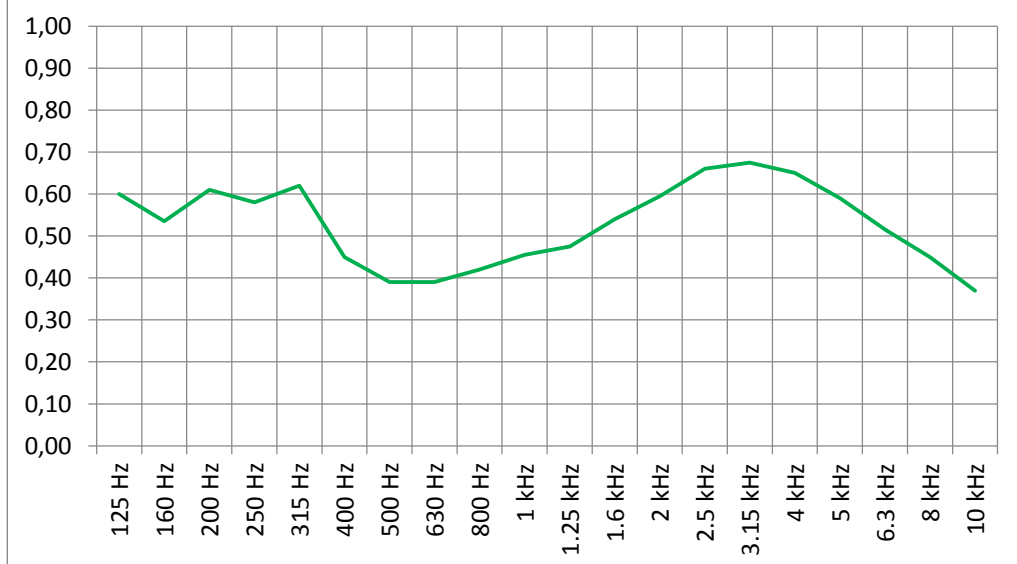
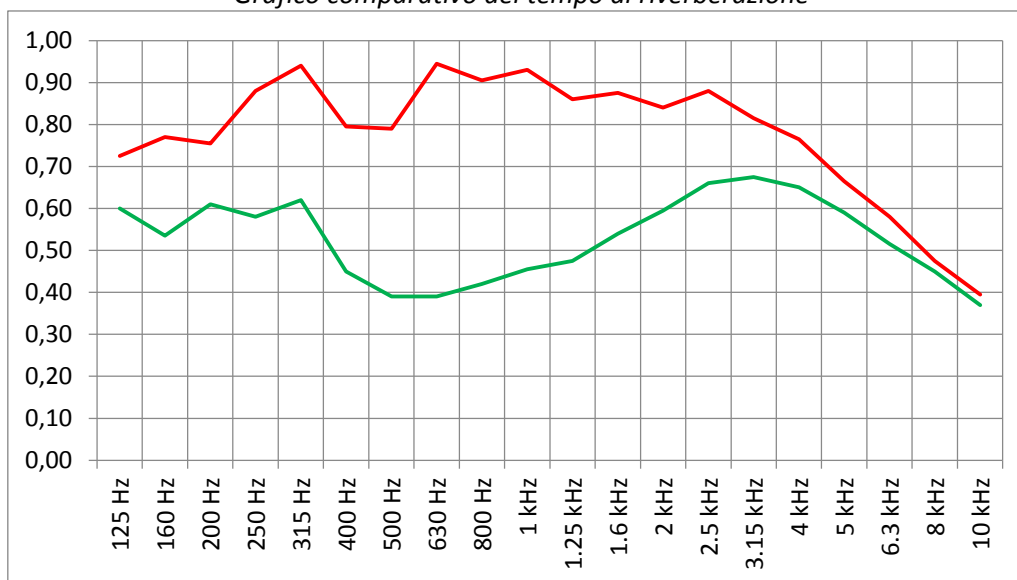
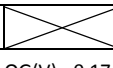
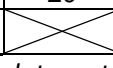


Grafico del tempo di riverberazione a stanza vuota post operam

Grafico comparativo del tempo di riverberazione



linea rossa: ante operam - linea verde: post operam

			Bande di frequenza - Hz					
			125	250	500	1000	2000	4000
T_R misurato post intervento a stanza vuota	sec		0,60	0,58	0,39	0,46	0,60	0,65
T _{R,ott} per aule occupate - Prov. Aut. Bolzano	0,32*LOG(V) - 0,17		0,87	0,65	0,50	0,50	0,52	0,55
Alunni presenti	n	20						
T_R calcolato post intervento a stanza occupata	sec		0,55	0,51	0,34	0,39	0,48	0,53

Tempo di riverberazione calcolato a stanza occupata



Aula 3 - Piano Terreno - Stanza a destra

Misure del 12 febbraio 2018

Ante operam

Frequenza	T_1	T_2	T_M
125 Hz	0,93	1,08	1,01
160 Hz	0,96	1,07	1,02
200 Hz	0,83	0,95	0,89
250 Hz	0,96	1,08	1,02
315 Hz	1,12	1,14	1,13
400 Hz	1,1	0,97	1,04
500 Hz	0,89	0,89	0,89
630 Hz	1,14	1,01	1,08
800 Hz	1,22	1,27	1,25
1 kHz	1,18	1,18	1,18
1.25 kHz	1,09	1,1	1,10
1.6 kHz	1,13	1,17	1,15
2 kHz	1,16	1,11	1,14
2.5 kHz	1,24	1,15	1,20
3.15 kHz	1,12	1,1	1,11
4 kHz	0,96	1,02	0,99
5 kHz	0,86	0,82	0,84
6.3 kHz	0,74	0,7	0,72
8 kHz	0,56	0,56	0,56
10 kHz	0,43	0,46	0,45

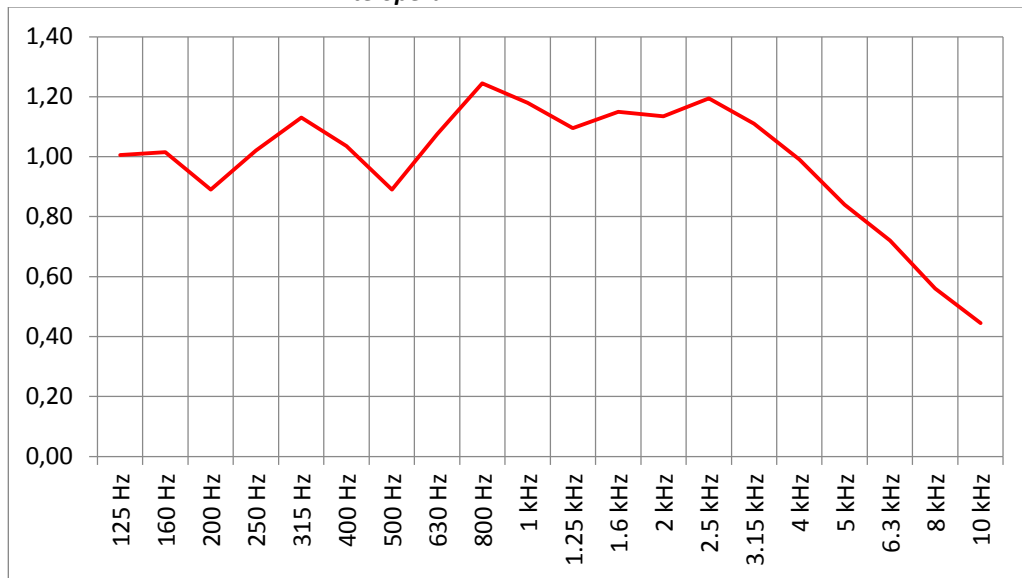


Grafico del tempo di riverberazione a stanza vuota ante operam

Post operam

Frequenza	T_1	T_2	T_M
125 Hz	0,84	0,91	0,88
160 Hz	0,93	0,81	0,87
200 Hz	0,8	1,02	0,91
250 Hz	0,82	0,87	0,85
315 Hz	0,67	0,91	0,79
400 Hz	0,52	0,59	0,56
500 Hz	0,49	0,47	0,48
630 Hz	0,51	0,56	0,54
800 Hz	0,56	0,49	0,53
1 kHz	0,6	0,58	0,59
1.25 kHz	0,56	0,58	0,57
1.6 kHz	0,66	0,69	0,68
2 kHz	0,79	0,82	0,81
2.5 kHz	0,86	0,94	0,90
3.15 kHz	0,89	0,93	0,91
4 kHz	0,9	0,89	0,90
5 kHz	0,8	0,8	0,80
6.3 kHz	0,7	0,68	0,69
8 kHz	0,6	0,6	0,60
10 kHz	0,49	0,48	0,49

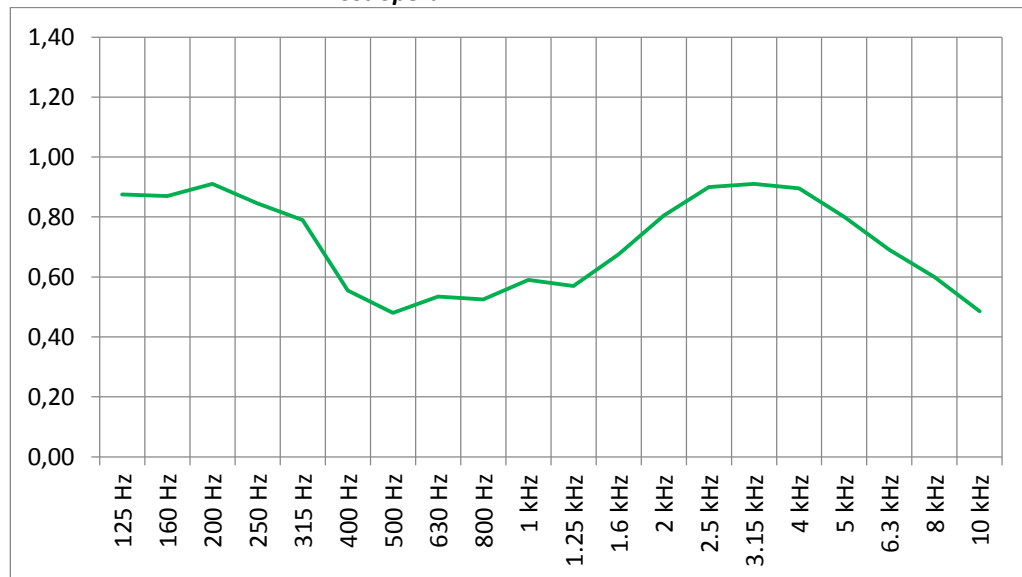
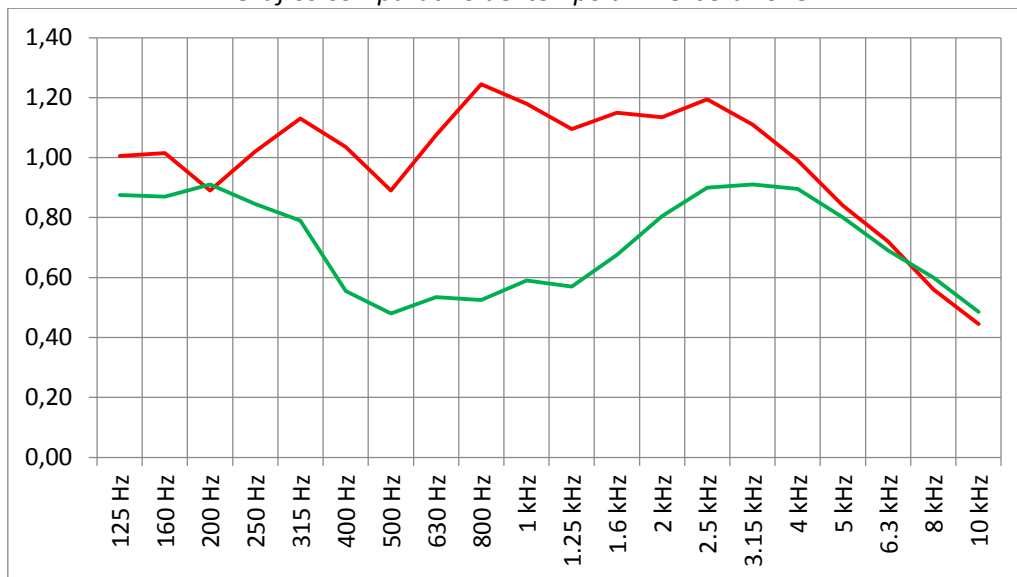
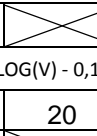
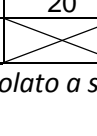


Grafico del tempo di riverberazione a stanza vuota post operam

Grafico comparativo del tempo di riverberazione



linea rossa: ante operam - linea verde: post operam

			Bande di frequenza - Hz					
			125	250	500	1000	2000	4000
T_R misurato post intervento a stanza vuota	sec		0,88	0,85	0,48	0,59	0,81	0,90
T_{R,ott} per aule occupate - Prov. Aut. Bolzano	$0,32 \cdot \text{LOG}(V) - 0,17$		0,87	0,65	0,50	0,50	0,52	0,55
Alunni presenti	n	20						
T_R calcolato post intervento a stanza occupata	sec		0,78	0,71	0,41	0,49	0,61	0,68

Tempo di riverberazione calcolato a stanza occupata



Aula 1 - Piano Primo - Prima stanza a sinistra

Misure del 12 febbraio 2018

Ante operam

Frequenza	T_1	T_2	T_M
125 Hz	0,77	0,71	0,74
160 Hz	0,97	0,8	0,89
200 Hz	0,88	1,01	0,95
250 Hz	0,85	1,01	0,93
315 Hz	0,77	0,92	0,85
400 Hz	0,81	0,82	0,82
500 Hz	0,75	0,72	0,74
630 Hz	0,81	0,77	0,79
800 Hz	0,86	0,98	0,92
1 kHz	0,9	0,95	0,93
1.25 kHz	0,83	0,86	0,85
1.6 kHz	0,86	0,89	0,88
2 kHz	0,86	0,86	0,86
2.5 kHz	0,84	0,87	0,86
3.15 kHz	0,76	0,82	0,79
4 kHz	0,71	0,79	0,75
5 kHz	0,66	0,67	0,67
6.3 kHz	0,59	0,56	0,58
8 kHz	0,49	0,51	0,50
10 kHz	0,4	0,41	0,41

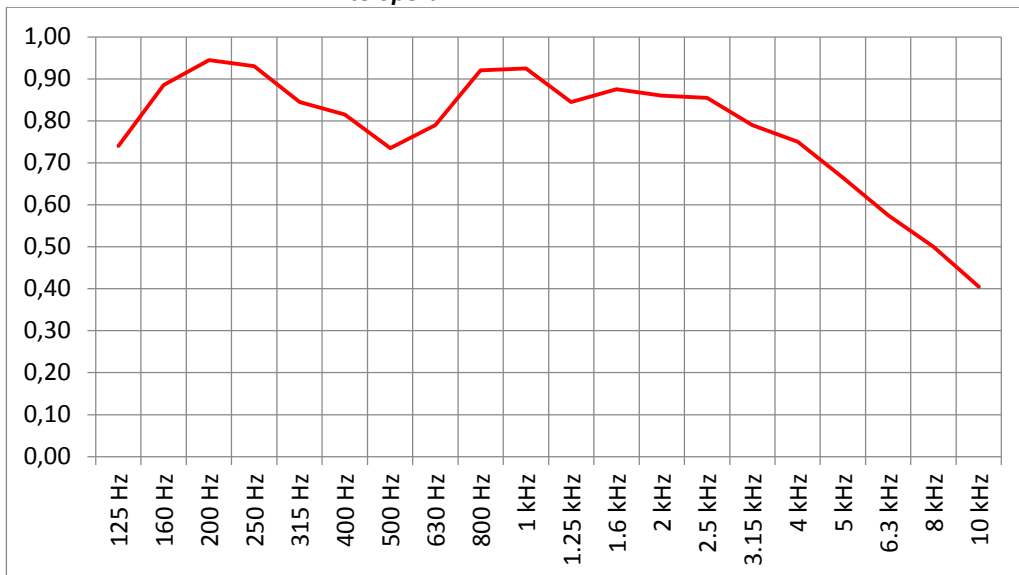


Grafico del tempo di riverberazione a stanza vuota ante operam

Post operam

Frequenza	T_1	T_2	T_M
125 Hz	0,87	0,94	0,91
160 Hz	0,66	0,78	0,72
200 Hz	0,75	0,71	0,73
250 Hz	0,74	0,61	0,68
315 Hz	0,51	0,54	0,53
400 Hz	0,38	0,51	0,45
500 Hz	0,29	0,41	0,35
630 Hz	0,42	0,43	0,43
800 Hz	0,44	0,37	0,41
1 kHz	0,47	0,54	0,51
1.25 kHz	0,47	0,5	0,49
1.6 kHz	0,56	0,56	0,56
2 kHz	0,56	0,62	0,59
2.5 kHz	0,68	0,62	0,65
3.15 kHz	0,62	0,66	0,64
4 kHz	0,58	0,61	0,60
5 kHz	0,54	0,51	0,53
6.3 kHz	0,45	0,49	0,47
8 kHz	0,36	0,42	0,39
10 kHz	0,3	0,36	0,33

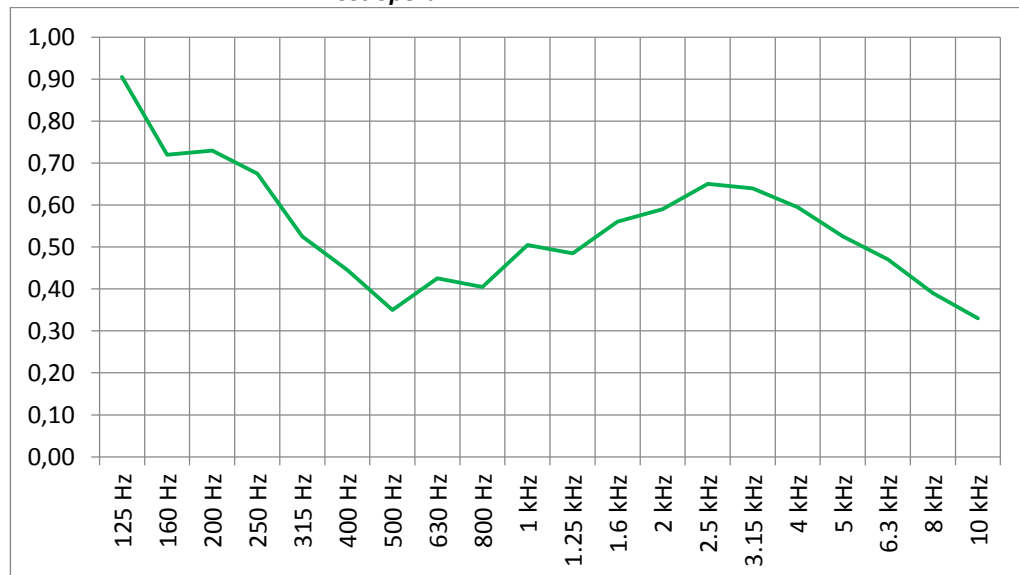
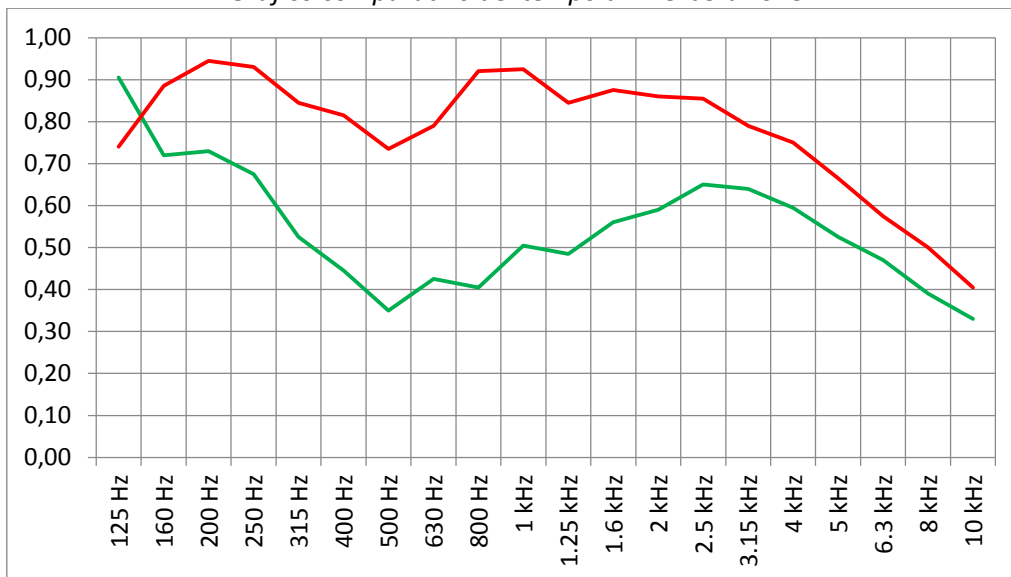
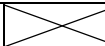
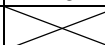


Grafico del tempo di riverberazione a stanza vuota post operam

Grafico comparativo del tempo di riverberazione



linea rossa: ante operam - linea verde: post operam

			Bande di frequenza - Hz					
			125	250	500	1000	2000	4000
T_R misurato post intervento a stanza vuota	sec		0,91	0,68	0,35	0,51	0,59	0,60
T_{R,ott} per aule occupate - Prov. Aut. Bolzano	0,32*LOG(V) - 0,17		0,87	0,65	0,50	0,50	0,52	0,55
Alunni presenti	n	20						
T_R calcolato post intervento a stanza occupata	sec		0,81	0,59	0,31	0,43	0,48	0,49

Tempo di riverberazione calcolato a stanza occupata



Aula 2 - Piano Primo - Seconda stanza a sinistra

Misure del 12 febbraio 2018

Ante operam

Frequenza	T_1	T_2	T_M
125 Hz	1,05	1,16	1,11
160 Hz	1,11	1,18	1,15
200 Hz	0,86	1,17	1,02
250 Hz	1,03	1,35	1,19
315 Hz	1,05	0,98	1,02
400 Hz	1,13	0,94	1,04
500 Hz	0,73	0,84	0,79
630 Hz	0,99	1	1,00
800 Hz	1,08	1,03	1,06
1 kHz	1,03	0,99	1,01
1.25 kHz	0,83	0,88	0,86
1.6 kHz	0,88	0,91	0,90
2 kHz	0,9	0,87	0,89
2.5 kHz	0,89	0,86	0,88
3.15 kHz	0,84	0,82	0,83
4 kHz	0,77	0,76	0,77
5 kHz	0,65	0,69	0,67
6.3 kHz	0,59	0,57	0,58
8 kHz	0,49	0,44	0,47
10 kHz	0,39	0,35	0,37

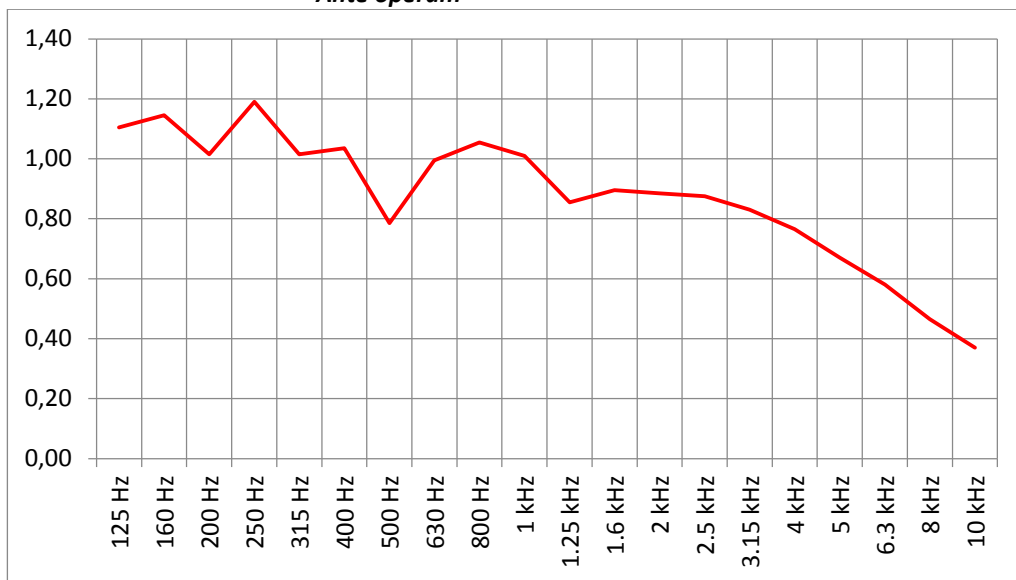


Grafico del tempo di riverberazione a stanza vuota ante operam

Post operam

Frequenza	T_1	T_2	T_M
125 Hz	0,96	1,13	1,05
160 Hz	0,79	0,82	0,81
200 Hz	0,63	0,59	0,61
250 Hz	0,54	0,62	0,58
315 Hz	0,65	0,66	0,66
400 Hz	0,62	0,62	0,62
500 Hz	0,39	0,4	0,40
630 Hz	0,4	0,4	0,40
800 Hz	0,4	0,46	0,43
1 kHz	0,46	0,49	0,48
1.25 kHz	0,52	0,51	0,52
1.6 kHz	0,6	0,54	0,57
2 kHz	0,67	0,67	0,67
2.5 kHz	0,69	0,74	0,72
3.15 kHz	0,74	0,72	0,73
4 kHz	0,72	0,71	0,72
5 kHz	0,67	0,69	0,68
6.3 kHz	0,58	0,6	0,59
8 kHz	0,5	0,51	0,51
10 kHz	0,43	0,42	0,43

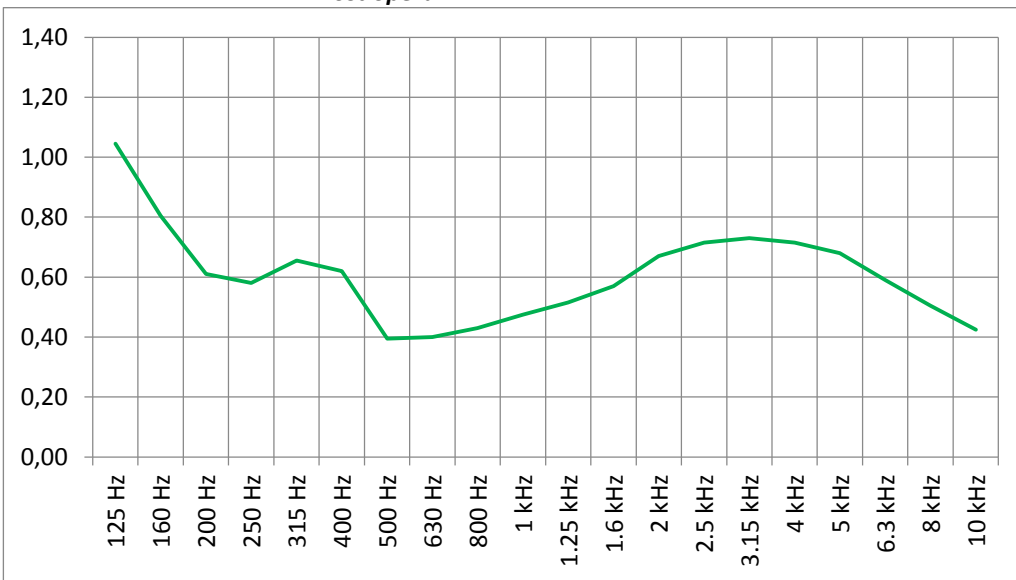
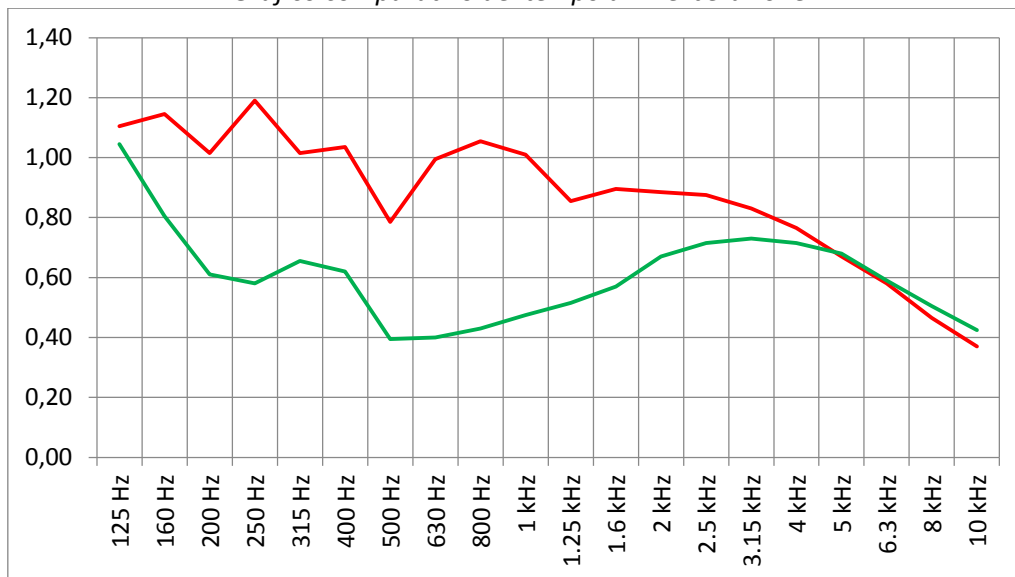
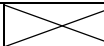
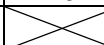


Grafico del tempo di riverberazione a stanza vuota post operam

Grafico comparativo del tempo di riverberazione



linea rossa: ante operam - linea verde: post operam

			Bande di frequenza - Hz					
			125	250	500	1000	2000	4000
T_R misurato post intervento a stanza vuota	sec		1,05	0,58	0,40	0,48	0,67	0,72
T_{R,ott} per aule occupate - Prov. Aut. Bolzano	$0,32 \cdot \text{LOG}(V) - 0,17$		0,87	0,65	0,50	0,50	0,52	0,55
Alunni presenti	<i>n</i>	20						
T_R calcolato post intervento a stanza occupata	sec		0,92	0,51	0,35	0,41	0,53	0,57

Tempo di riverberazione calcolato a stanza occupata



Aula 3 - Piano Primo - Stanza a destra - (Aula Keith Haring)

Misure del 12 febbraio 2018

Ante operam

Frequenza	T ₁	T ₂	T _M
125 Hz	1,33	1,17	1,25
160 Hz	0,81	1,04	0,93
200 Hz	0,96	1,14	1,05
250 Hz	1,2	1,24	1,22
315 Hz	1,19	1,18	1,19
400 Hz	1,15	1,04	1,10
500 Hz	1,02	0,8	0,91
630 Hz	1,18	1,1	1,14
800 Hz	1,23	1,18	1,21
1 kHz	1,13	1,08	1,11
1.25 kHz	1,04	0,96	1,00
1.6 kHz	1,17	1,07	1,12
2 kHz	1,17	1,12	1,15
2.5 kHz	1,07	1,23	1,15
3.15 kHz	1,03	1,07	1,05
4 kHz	1,00	0,96	0,98
5 kHz	0,87	0,86	0,87
6.3 kHz	0,74	0,73	0,74
8 kHz	0,56	0,59	0,58
10 kHz	0,4	0,46	0,43

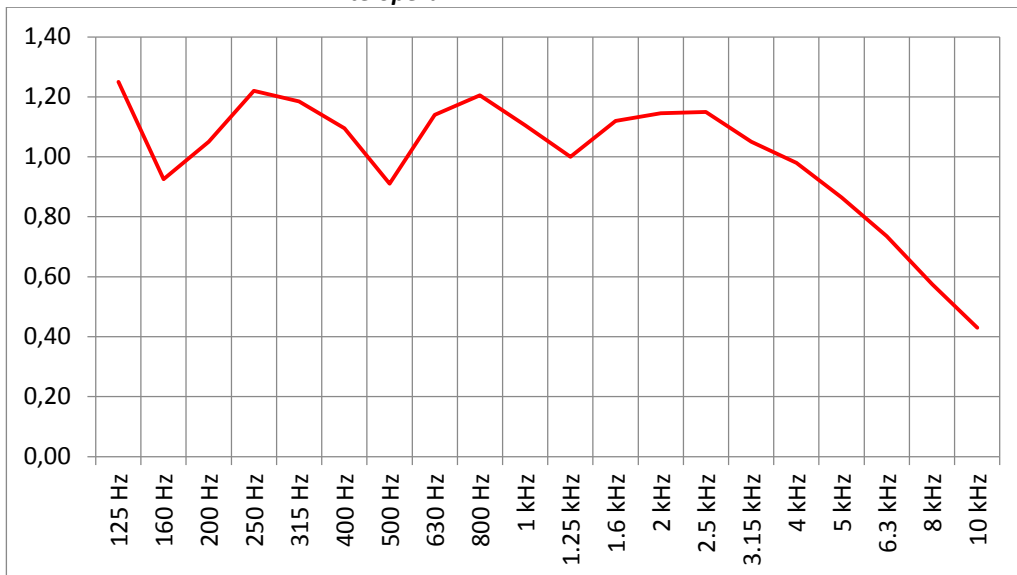


Grafico del tempo di riverberazione a stanza vuota ante operam

Post operam

Frequenza	T ₁	T ₂	T _M
125 Hz	1,07	1,08	1,08
160 Hz	0,82	0,81	0,82
200 Hz	0,66	0,93	0,80
250 Hz	0,85	0,83	0,84
315 Hz	0,66	0,68	0,67
400 Hz	0,66	0,64	0,65
500 Hz	0,5	0,56	0,53
630 Hz	0,61	0,68	0,65
800 Hz	0,55	0,55	0,55
1 kHz	0,52	0,56	0,54
1.25 kHz	0,6	0,64	0,62
1.6 kHz	0,69	0,79	0,74
2 kHz	0,73	0,83	0,78
2.5 kHz	0,84	0,84	0,84
3.15 kHz	0,83	0,86	0,85
4 kHz	0,76	0,77	0,77
5 kHz	0,72	0,68	0,70
6.3 kHz	0,6	0,59	0,60
8 kHz	0,49	0,48	0,49
10 kHz	0,41	0,41	0,41

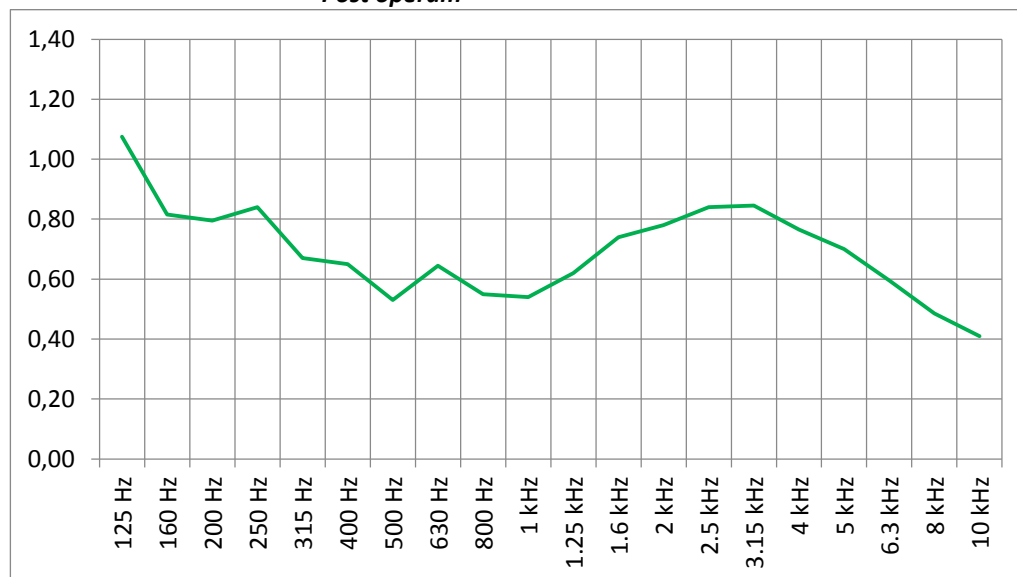
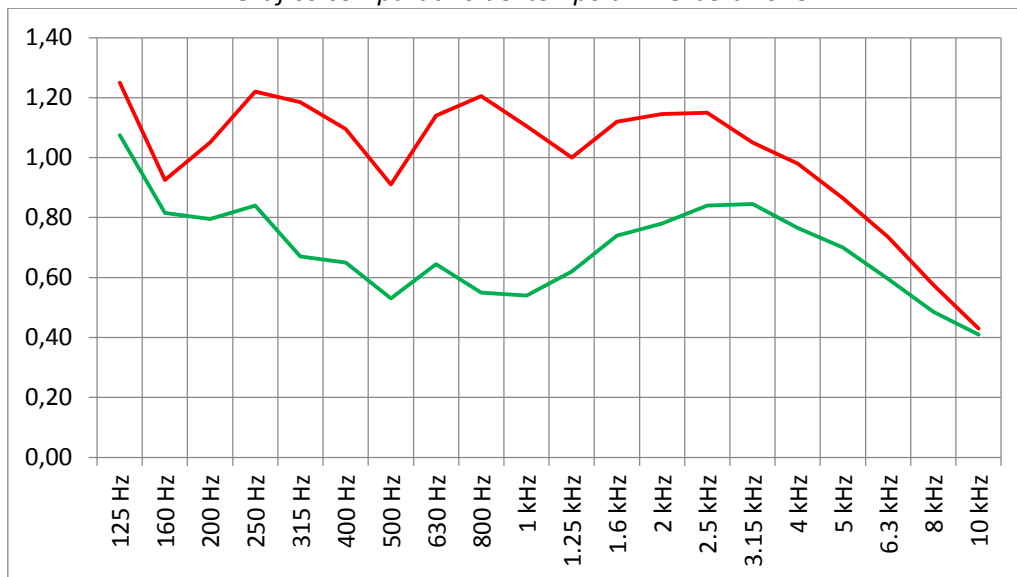
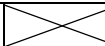
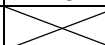


Grafico del tempo di riverberazione a stanza vuota post operam

Grafico comparativo del tempo di riverberazione

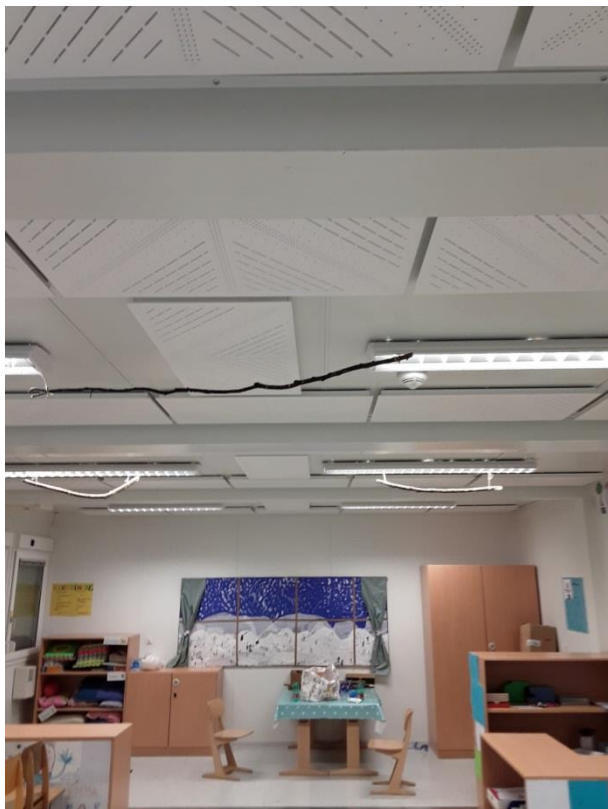


linea rossa: ante operam - linea verde: post operam

			Bande di frequenza - Hz					
			125	250	500	1000	2000	4000
T_R misurato post intervento a stanza vuota	sec		1,08	0,84	0,53	0,54	0,78	0,77
T _{R,ott} per aule occupate - Prov. Aut. Bolzano	0,32*LOG(V) - 0,17		0,87	0,65	0,50	0,50	0,52	0,55
Alunni presenti	n	20						
T_R calcolato post intervento a stanza occupata	sec		0,94	0,71	0,45	0,45	0,59	0,60

Tempo di riverberazione calcolato a stanza occupata





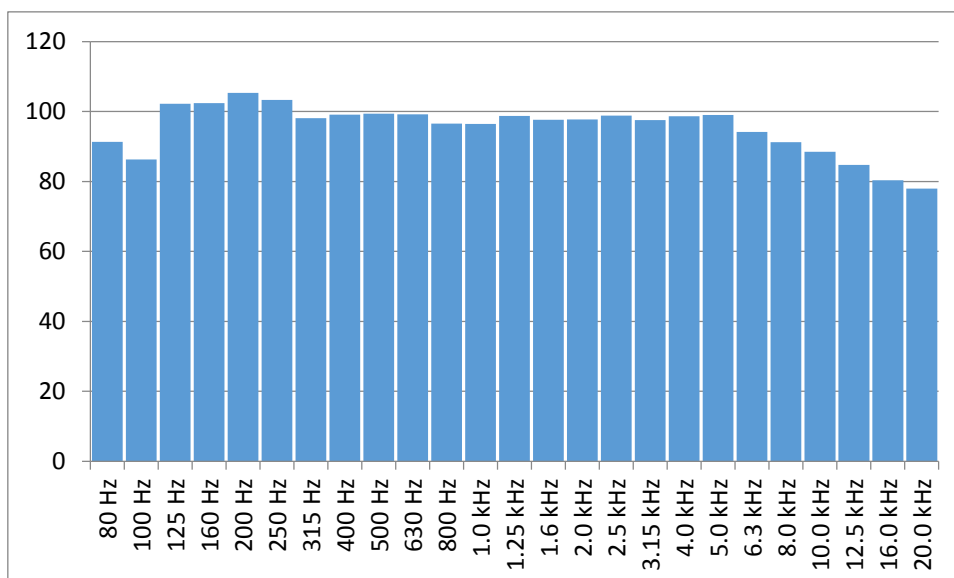
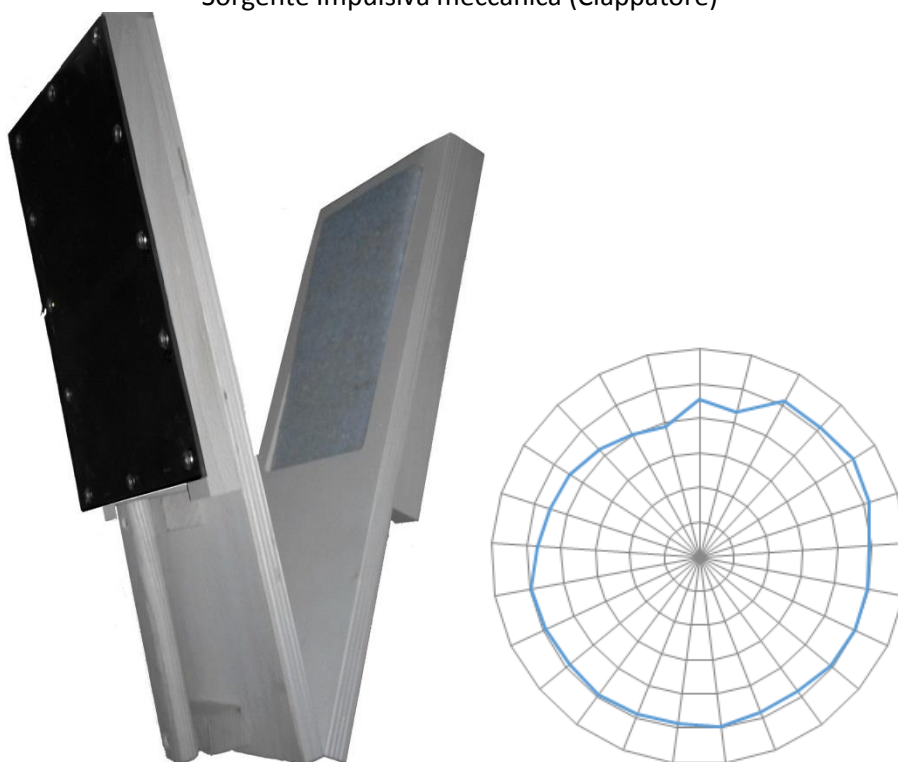


Esecuzione delle misure

Le misurazioni del tempo di riverberazione ante operam e post operam, secondo quanto disposto dalla Norma UNI EN 12354-6/marzo 2006, sono state effettuate col sistema del rumore impulsivo prodotto da una sorgente analogica (clappatore) le cui caratteristiche sono descritte di seguito.

La scelta di tale metodo deriva dal fatto che le aule sono caratterizzate da un volume di ridotte dimensioni e il livello di pressione sonora della sorgente impulsiva è tale da rendere efficaci misure di questo tipo.

Sorgente Impulsiva meccanica (Clappatore)





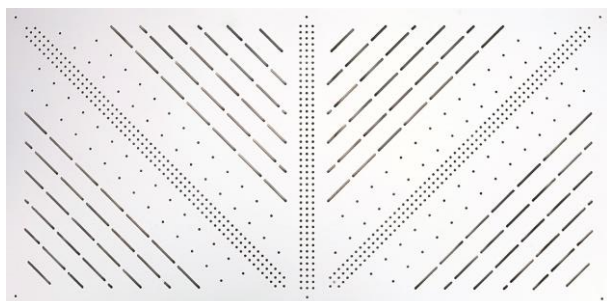
Analizzatore



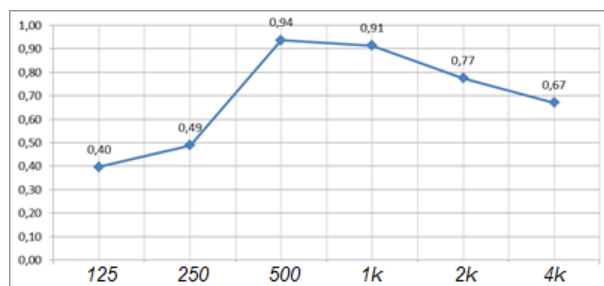
Strumento	Marca e modello	N° di serie	Classe di precisione	Data taratura	Ente certificatore	N° di certificato
Fonometro	Morsonic NOR 140	1404882	1	22/11/2016	LAT 068	068/38342-A
Microfono	Norsonic 1225	149547	WS2F	22/11/2016	LAT 068	068/38342-A
Preamplificatore	Norsonic Type 1209	14364	=	22/11/2016	LAT 068	068/38342-A
Calibratore	Delta Ohm HD 9101	00001991	1	22/11/2016	LAT 068	068/38341-A



Moduli acustici per l'assorbimento del parlato



Modulo 1000500



α

WESAKUSTIK AZTEC BDG®

Pannello fonoassorbente in PVC espanso appositamente progettato per migliorare l'acustica nelle aule scolastiche, palestre, piscine, mense, ecc. x 500 x 4 - 500 x 500 x 4 - altre misure a richiesta.

Non contiene formaldeide, è ignifugo in Classe 1 (Euroclass: B₁-S₂-D₀)

Schallabsorbierende PVC-Schaumplatte, die eigens dazu entwickelt wurde, um die Akustik in Klassenzimmern, Turnhallen, Schwimmbädern, Kantinen usw. zu verbessern. Abmessungen (mm): 1000 x 500 x 4 - 500 x 500 x 4 - weitere Maße auf Anfrage. Sie ist abwaschbar und desinfizierbar, enthält kein Formaldehyd, ist feuerbeständig



WESAKUSTIK

Innovative Acoustic

Certificazioni



REGIONE
PIEMONTE

Direzione Ambiente

Settore Risanamento acustico ed atmosferico

carla.contardi@regione.piemonte.it

23 GIU. 2008

Data

Protocollo 1431 /DA10.04

Egr. Sig.
VILLA Sergio
Via G. Chiara 8
28923 - VERBANIA (VB)

Oggetto: L. 447/1995 - Attività di tecnico competente in acustica ambientale.

Ho il piacere di comunicare che, con determinazione dirigenziale n. 346/DA10.04 del 19/06/2008 allegata in copia fotostatica, la domanda da Lei presentata ai sensi dell'art.2, comma 7, della L. 26/10/1995 n. 447 è stata accolta. Detta determinazione sarà pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Piemonte unitamente al quarantasettesimo elenco di Tecnici riconosciuti.

Come previsto dall'art. 16, comma 2, della legge regionale 20 ottobre 2000, n. 52, i dati personali utili al fine del Suo reperimento, da Lei forniti in allegato alla domanda (cognome, nome, comune, numero di telefono fisso, numero di cellulare e indirizzo e-mail), saranno inseriti nell'elenco dei tecnici riconosciuti da questa Regione. Le eventuali comunicazioni di aggiornamento di tali dati possono essere comunicate a questa Direzione Ambiente, via Principe Amedeo 17 - 10123 TORINO anche via FAX al numero 011 432 3665.

Distinti saluti.

Il Dirigente del Settore
(ing. Carla CONTARDI)

referente:
Baudino/Rosso
Tel. 011/4324678-4479

Lettera accoglimento domanda tecnico competente in acustica

Via Principe Amedeo, 17
10123 Torino
Tel. 011-43.21420
Fax 011-43.23665

Mitgliederliste 2017 - Einzelmitglieder

E 271 Tami Sergio

Ing. STS
c/o IFEC Consulenze
Casella postale 505
6802 Rivera
TEL G: 091 935 97 00
TEL P:
sergio.tami@ifec.ch
Interess. Gebiete: 234

E 453 Thurnherr Martin J.

Chommlé 9
6222 Gunzwil
TEL G: 041 930 47 05
TEL P:
info@idee-fix.ch
Interess. Gebiete: 1

E 323 Veit Sebastian

Dipl. Ing. Stadt- u. Regionalplanung
Mühlehofstrasse 11
6210 Sursee
TEL G:
TEL P: 041 920 39 54
sebastian.veit@urbitekten.com
Interess. Gebiete: 24

E 526 Thaçi Burim

Bollwerk 4
3000 Bern 18
TEL G: 079 172 42 78
TEL P:
burim.thaci@sbb.ch
Interess. Gebiete: 12345678

E 277 Tomasi Adriano

Ing. Dipl. STS-ETS-SAE
Residenza Orchidea
Via Ravredo 1
6946 Ponte Capriasca
TEL G: 091 935 22 00
TEL P:
Interess. Gebiete: 1234567

E 284 Verdan Gilbert

Dr. dipl. phys. ETH
Sonnhaldenweg 35
3508 Grosshöchstetten
TEL G:
TEL P: 031 711 11 01
g.verdan@zapp.ch
Interess. Gebiete: 2467

E 523 That Pueng

Dipl. Umwelt-Ing. ETH/SIA
Kirchbergstrasse 24
5023 Biberstein
TEL G: 062 824 58 58
TEL P: 079 437 98 91
pueng@that.ch
Interess. Gebiete: 2346

E 276 Totis Bernhard

Dipl. Ing. HTL
Dipl. Akustiker SGA
Schanzeneckstrasse 25
3012 Bern
TEL G: 031 321 63 06
TEL P: 031 301 62 55
Bernhard.Totis@Bern.CH
Interess. Gebiete: 2345678

E 496 Villa Sergio

Via G. Chiara 8
I- 28923 Verbania
TEL G: +390323086108
TEL P: +3903774176779
sergio.villavb@gmail.com
Interess. Gebiete: 2357

E 275 Thöni Jakob

Bauing.HTL
Alte Landstrasse 47
8803 Rüschlikon
TEL G:
TEL P: 044 724 00 19
ejthoeni@bluewin.ch
Interess. Gebiete: 2347

E 372 Truttmann Marcel

bpp Ingenieure AG
Riedstrasse 7
6430 Schwyz
TEL G: 041 818 50 20
TEL P:
marcel.truttmann@bpp-ing.ch
Interess. Gebiete: 234

E 367 von Kaenel Anton

Ingénieur ETS
B&K Techn.de mesure
c/o Alchemy Co.Sàrl / Rte de Prilly 23
1023 Crissier
TEL G: 021 636 00 67
TEL P:
romandie@bktm.ch
Interess. Gebiete: 12345678

E 274 Thomann Georg

Eidg. dipl. Kulturing./Umwelting. ETH
Dipl. Akustiker SGA
Stöcklistrasse 1
7205 Zizers
TEL G: 081 257 29 52
TEL P: 081 322 93 56
georg.thomann@bluewin.ch
Interess. Gebiete: 1234

E 280 Tschupp Fredy

Dipl Ing. ETH/SIA
Porthofstrasse 18
8645 Jona
TEL G:
TEL P: 055 243 27 32
tschupp_ingenieure@vbxnet.ch
Interess. Gebiete: 234

E 427 Voraberger Roland

Eidmattstrasse 46
8032 Zürich
TEL G: 071 955 99 43
TEL P: 076 561 50 20
redhotpitshifter@gmail.com
Interess. Gebiete: 12357

E 351 Thoms Mike

Diplom Bauingenieur
Dipl. Akustiker SGA
Lindenhofweg 1
3400 Burgdorf
TEL G: 034 423 59 59
TEL P: 034 422 54 48
mike.thoms@ibmt.ch
Interess. Gebiete: 234

E 283 Vassalli Caspar

Ing. HTL
Schützenhausstrasse 66 g
8424 Embrach
TEL G:
TEL P: 044 865 38 39
caspar.vassalli@hispeed.ch
Interess. Gebiete: 47

E 285 Wälti Michael

Sägematte 3
3872 Oberdiessbach
TEL G: 031 721 23 67
TEL P: 031 721 25 92
mike@zeugin.ch
Interess. Gebiete: 234

Knabenschule Lana



Speech Intelligibility

Speech Intelligibility
by STIPA



Indice di trasmissione del parlato - STI

L'indice di trasmissione del parlato, STI, si è dimostrato uno strumento prezioso per la valutazione oggettiva dell'intelligibilità del parlato. Dalla sua prima presentazione in Acustica nel 1971, il metodo è stato perfezionato e sviluppato per varie applicazioni. La Commissione elettrotecnica internazionale, IEC, ha lanciato la terza revisione della norma internazionale che specifica il metodo per calcolare l'indice come IEC 60268-16. Essenziale per questo sviluppo è stato il lavoro svolto a TNO-Humanman Factors nei Paesi Bassi, e in particolare i pionieri Tammo Houtgast e Herman Steeneken.

I metodi STI possono essere utilizzati per confrontare la qualità della trasmissione vocale in varie posizioni e in varie condizioni all'interno dello stesso spazio di ascolto; in particolare è utile per valutare l'effetto dei cambiamenti nelle proprietà acustiche. Ciò include effetti dalla presenza di un pubblico o di cambiamenti in un sistema audio. I metodi sono anche in grado di prevedere la valutazione assoluta della qualità della trasmissione vocale rispetto all'intelligibilità quando si confrontano spazi di ascolto diversi in condizioni simili o si valuta un canale di comunicazione vocale.

Sviluppo di STI

La base dell'indice STI è che l'intelligibilità del parlato si basa in gran parte sulla modulazione lenta della forza del segnale di pressione sonora che funge da vettore. Nel metodo STI, la portante è un segnale di rumore gaussiano stazionario diviso in sette bande in passi di ottava che vanno da 125 Hz a 8 kHz. La larghezza di banda di ciascuna banda è di mezza ottava. Ciascuna delle bande è modulata con una delle 14 frequenze di modulazione. Le frequenze di modulazione sono selezionate in incrementi di un terzo di passi da 0,63 Hz a 12,5 Hz. Questo dà in totale 98 combinazioni.

Nel contesto STI, il quadrato della pressione sonora è chiamato intensità. L'intensità è la quantità che viene modulata. Un piccolo altoparlante che suona il segnale di eccitazione modulato, funge da parlante. Il suono nella posizione dell'ascoltatore viene ricevuto da un microfono. Il livello e il grado di modulazione in ciascuna banda di ottava viene utilizzato per determinare l'indice di trasmissione vocale. Il rumore e il riverbero nella stanza ridurranno il grado di modulazione osservato. Il metodo considera anche l'effetto dei più comuni tipi di distorsione come la distorsione armonica e l'intermodulazione. Tuttavia, altre forme di non-linearità, come gli spostamenti di frequenza e le moltiplicazioni di frequenza, non sono trattate in modo efficace.

Al fine di curare pienamente gli effetti della non-linearità, è importante che il segnale di base che viene modulato sia un segnale di rumore con un alto fattore di cresta, una distribuzione spettrale simile allo spettro del discorso a lungo termine, e che la frequenza di modulazione principale sia selezionata una per una. Pertanto, la misurazione dell'intero STI deve essere eseguita come una sequenza di misurazioni. Se ciascuna delle 98 combinazioni viene misurata per 10 secondi, il tempo di misurazione totale sarà di circa un quarto d'ora. La necessità di un così lungo measurem

Al fine di curare pienamente gli effetti della non-linearità, è importante che il segnale di base modulato sia un segnale di rumore con un fattore di cresta elevato, una distribuzione spettrale simile allo spettro del discorso a lungo termine, e che la frequenza di modulazione principale sia selezionata una per una. Pertanto, la misurazione dell'intero STI deve essere eseguita come una sequenza di misurazioni. Se ciascuna delle 98 combinazioni viene misurata per 10 secondi, il tempo di misurazione totale sarà di circa un quarto d'ora. La necessità di un tempo di misurazione così lungo per ottenere il valore STI in una posizione di una stanza limita l'applicabilità del metodo STI completo.

Il metodo STI può essere modificato in diversi modi per ridurre il tempo necessario per la misurazione. Se il sistema da misurare è considerato lineare, esiste un certo numero di soluzioni. Il segnale di eccitazione può essere modulato simultaneamente con tutte le frequenze di modulazione e i componenti possono essere



separati dopo la ri-percezione mediante l'uso di filtri o con l'analisi di Fourier. Un metodo più comune consiste nel calcolare la complessa funzione di trasferimento della modulazione dalla risposta all'impulso della stanza.

Se la risposta all'impulso può essere considerata come una risposta di camera ben corretta con un inviluppo di decadimento esponenziale caratterizzato dal tempo di riverbero, la funzione di trasferimento di modulazione a frequenza, F , può essere calcolata direttamente dal valore del tempo di riverbero " T " e il rapporto segnale/rumore effettivo " S/N " in dB. Una formula semplificata, non prendendo in considerazione gli effetti del mascheramento e la soglia dell'udito, indicava la seguente relazione:

$$m(F) = \frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi F \frac{T}{13.8})^2}} \cdot \frac{1}{1 + 10^{(-S/N)/10}}$$

Come visto da questa formula, un rapporto segnale-umore limitato riduce la funzione di trasferimento della modulazione per tutte le frequenze. Un lungo tempo di riverbero riduce la modulazione per la maggior parte delle frequenze di modulazione più elevate. Il valore STI è una media ponderata dei diversi indici di modulazione. L'ultima revisione del metodo (standard IEC) considera anche gli effetti di mascheramento e la soglia assoluta dell'udito.

RASTI e STIPA

Al fine di semplificare la misurazione diretta, il metodo RASTI (Room Acoustic Speech Transmission Index) è stato sviluppato presso TNO nel 1979. Diversi strumenti sono stati sviluppati per la misurazione secondo questo standard. Un tempo di misurazione tipico era tra 10 e 15 secondi. Il metodo RASTI considera solo due bande di ottava 500 Hz e 2 kHz.

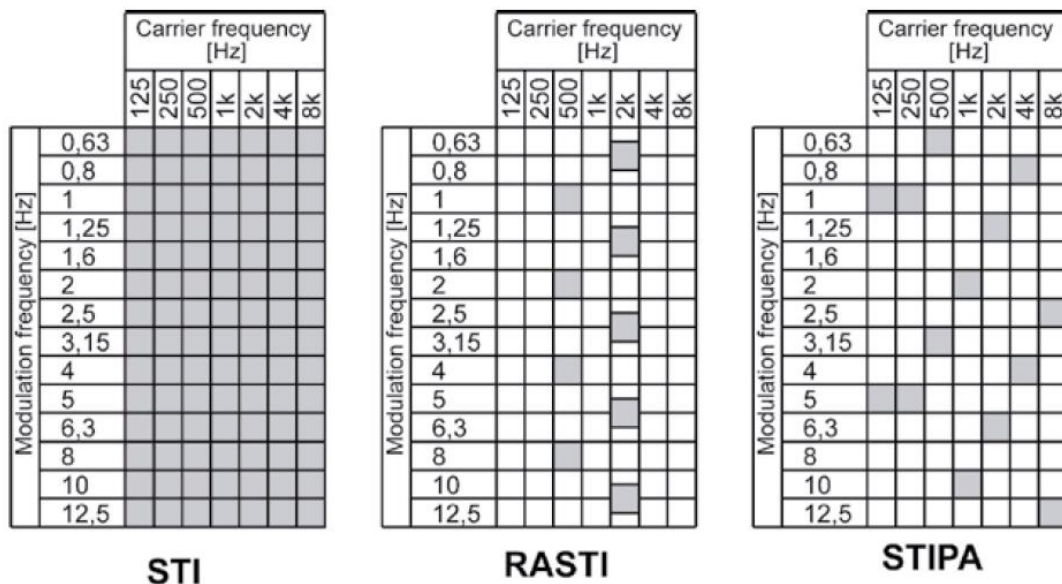
Grazie alla semplicità d'uso, gli strumenti RASTI sono stati utilizzati anche per applicazioni che vanno oltre l'obiettivo principale: l'acustica della stanza. Il valore RASTI è spesso usato per valutare la qualità dei sistemi di informazione pubblica, ma i confronti con le misurazioni soggettive hanno dimostrato che il deterioramento dell'intelligibilità del parlato non viene gestito correttamente se il sistema PA è fortemente non lineare o soffre di larghezza di banda limitata.

Al fine di migliorare l'accuratezza nella valutazione dell'intelligibilità, è stato sviluppato il metodo STIPA. Gestisce gli effetti dovuti al riverbero nella stanza e le distorsioni che si trovano comunemente nei sistemi di comunicazione pubblica. Funziona bene anche per l'acustica della stanza e quindi in quasi tutti i casi può sostituire il metodo RASTI e fornire risultati più vicini ai valori ottenuti con il metodo STI completo. Il tempo di misurazione per una misurazione STIPA è simile al metodo RASTI: 10 - 15 sec.

Il metodo STIPA utilizza un grado più alto di modulazione per ciascuna frequenza di prova. Sarà quindi più robusto per le interferenze da rumore di fondo non stazionario. Vedere la figura sotto per un confronto tra i metodi.

Come viene misurato STIPA

Per una misurazione STI, tutte le bande di frequenza portanti sono modulate con tutte le frequenze di modulazione - in totale 98 indici di modulazione. Per RASTI, vengono utilizzate due frequenze portanti con 9 indici di modulazione. Per STIPA, 12 indici di modulazione sono misurati dalla gamma completa di frequenze portanti



STI è una misura numerica di rappresentazione delle caratteristiche del canale di comunicazione il cui valore varia da 0 = cattivo a 1 = eccellente. Su questa scala, una STI di almeno 0,5 è desiderabile per la maggior parte delle applicazioni.

Barnett (1995, 1999) propose di utilizzare una scala di riferimento, la scala comune di intelligibilità (CIS), basata su una relazione matematica con STI ($CIS = 1 + \log(STI)$).

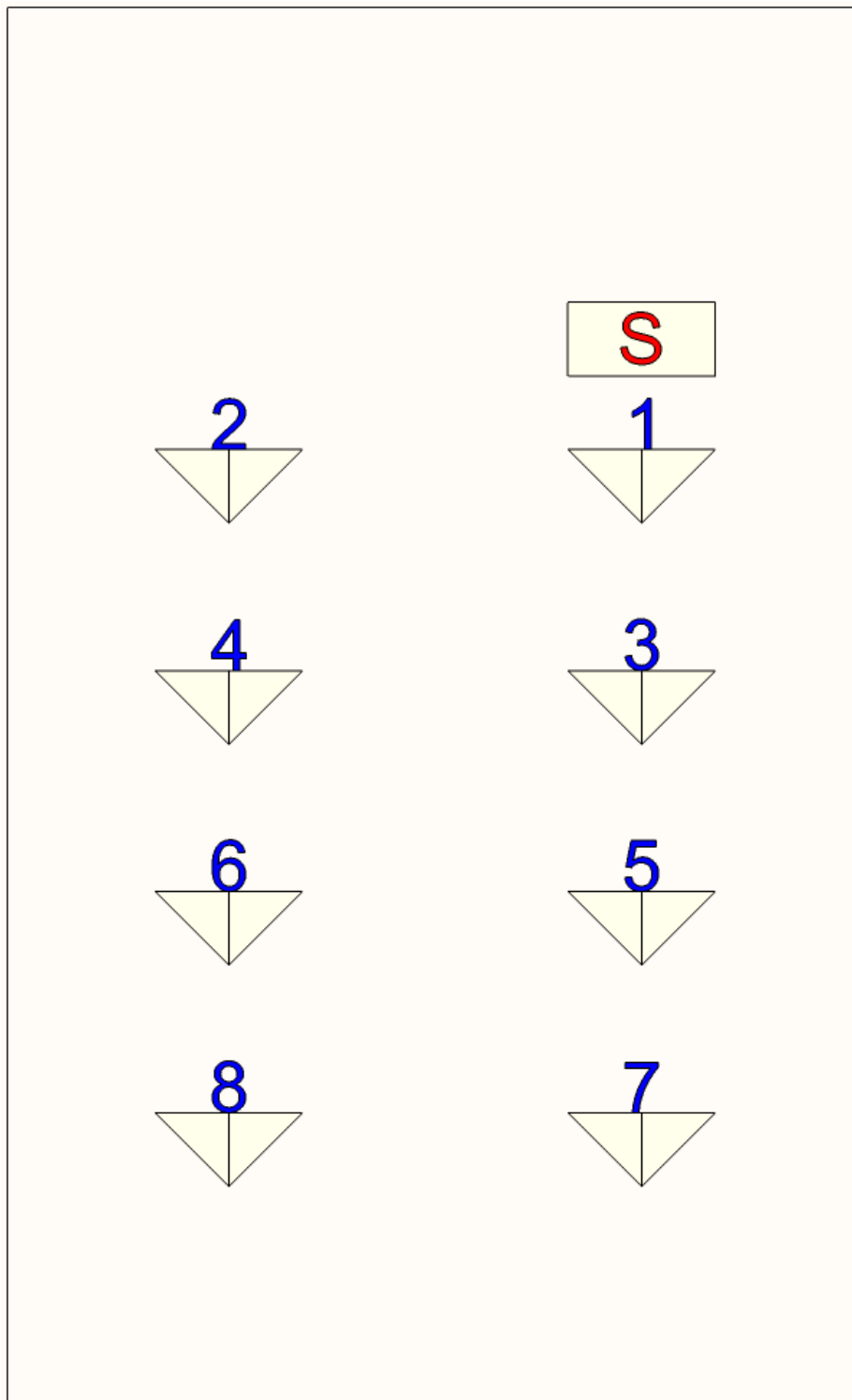


L'intelligibilità del parlato può essere espressa da un singolo valore numerico. Due scale sono più comunemente utilizzate: STI e CIS

STI predice la probabilità che sillabe, parole e frasi siano comprese. Ad esempio, per i madrelingua, questa verosimiglianza è data da:

Valore di STI	Qualità secondo la IEC 60268-16	Intelligibilità delle Sillabe in %	Intelligibilità delle Parole in %	Intelligibilità delle Frasi in %
0 - 0.3	bad	0 - 34	0 - 67	0 - 89
0.3 - 0.45	poor	34 - 48	67 - 78	89 - 92
0.45 - 0.6	fair	48 - 67	78 - 87	92 - 95
0.6 - 0.75	good	67 - 90	87 - 94	95 - 96
0.75 - 1	excellent	90 - 96	94 - 96	96 - 100

Misura di STIPA



Aula 3F - P1

STIPA	Postazione 1 - ante		
Octave	Mod.freq.	m	Speech Ls(dB)
125Hz			78
250Hz			80,4
	1 Hz	0,75	
	5 Hz	0,53	
500Hz			75,2
	0.63 Hz	1,05	
	3.15 Hz	0,84	
1.0kHz			67,5
	2 Hz	0,81	
	10 Hz	0,77	
2.0kHz			59,5
	1.25 Hz	0,93	
	6.3 Hz	0,8	
4.0kHz			50,3
	0.8 Hz	0,97	
	4 Hz	0,7	
8.0kHz			50,8
	2.5 Hz	1,03	
	12.5 Hz	0,94	
A		75,9	
STI		0,77	Excellent
CIS		0,89	

STIPA	Postazione 1 - post		
Octave	Mod.freq.	m	Speech Ls(dB)
125Hz			78
250Hz			80
	1 Hz	0,93	
	5 Hz	0,55	
500Hz			73,6
	0.63 Hz	0,77	
	3.15 Hz	0,92	
1.0kHz			67,3
	2 Hz	0,84	
	10 Hz	0,87	
2.0kHz			62
	1.25 Hz	0,99	
	6.3 Hz	0,87	
4.0kHz			51,1
	0.8 Hz	0,89	
	4 Hz	0,76	
8.0kHz			51,4
	2.5 Hz	1,03	
	12.5 Hz	0,98	
A		75,1	
STI		0,8	Excellent
CIS		0,9	

STIPA	Postazione 2 - ante		
Octave	Mod.freq.	m	Speech Ls(dB)
125Hz			71,8
250Hz			77,7
	1 Hz	0,8	
	5 Hz	0,29	
500Hz			69
	0.63 Hz	0,97	
	3.15 Hz	0,64	
1.0kHz			62,3
	2 Hz	0,72	
	10 Hz	0,32	
2.0kHz			54,2
	1.25 Hz	0,87	
	6.3 Hz	0,3	
4.0kHz			46,2
	0.8 Hz	0,9	
	4 Hz	0,53	
8.0kHz			37,5
	2.5 Hz	0,84	
	12.5 Hz	0,36	
A		71,4	
STI		0,59	Fair
CIS		0,77	

STIPA	Postazione 2 - post		
Octave	Mod.freq.	m	Speech Ls(dB)
125Hz			69,4
250Hz			76,8
	1 Hz	0,71	
	5 Hz	0,65	
500Hz			65,7
	0.63 Hz	0,9	
	3.15 Hz	0,7	
1.0kHz			58,4
	2 Hz	0,79	
	10 Hz	0,37	
2.0kHz			53,5
	1.25 Hz	0,94	
	6.3 Hz	0,54	
4.0kHz			46,7
	0.8 Hz	0,95	
	4 Hz	0,6	
8.0kHz			37,6
	2.5 Hz	0,89	
	12.5 Hz	0,44	
A		69,3	
STI		0,65	Good
CIS		0,81	



WESAKUSTIK
Innovative Acoustics

STIPA	Postazione 3 - ante		
Octave	Mod.freq.	m	Speech Ls(dB)
125Hz			75,4
250Hz			76,4
	1 Hz	0,88	
	5 Hz	0,42	
500Hz			69,2
	0.63 Hz	0,88	
	3.15 Hz	0,6	
1.0kHz			61,5
	2 Hz	0,74	
	10 Hz	0,23	
2.0kHz			56,2
	1.25 Hz	0,84	
	6.3 Hz	0,55	
4.0kHz			50,5
	0.8 Hz	0,86	
	4 Hz	0,66	
8.0kHz			39
	2.5 Hz	0,82	
	12.5 Hz	0,51	
A		71,1	
STI		0,6	Good
CIS		0,78	

STIPA	Postazione 3 - post		
Octave	Mod.freq.	m	Speech Ls(dB)
125Hz			75,2
250Hz			76,5
	1 Hz	0,74	
	5 Hz	0,55	
500Hz			67,2
	0.63 Hz	0,85	
	3.15 Hz	0,84	
1.0kHz			59,6
	2 Hz	0,84	
	10 Hz	0,45	
2.0kHz			56,3
	1.25 Hz	0,97	
	6.3 Hz	0,63	
4.0kHz			51,8
	0.8 Hz	0,97	
	4 Hz	0,81	
8.0kHz			40,8
	2.5 Hz	0,9	
	12.5 Hz	0,67	
A		70,5	
STI		0,71	Good
CIS		0,85	



WESAKUSTIK
Innovative Acoustics

STIPA	Postazione 4 - ante		
Octave	Mod.freq.	m	Speech Ls(dB)
125Hz			70,6
250Hz			78,3
	1 Hz	0,87	
	5 Hz	0,48	
500Hz			68,9
	0.63 Hz	0,78	
	3.15 Hz	0,6	
1.0kHz			61
	2 Hz	0,71	
	10 Hz	0,18	
2.0kHz			54
	1.25 Hz	0,82	
	6.3 Hz	0,38	
4.0kHz			46,7
	0.8 Hz	0,95	
	4 Hz	0,54	
8.0kHz			37,9
	2.5 Hz	0,87	
	12.5 Hz	0,44	
A		71,5	
STI		0,58	Fair
CIS		0,77	

STIPA	Postazione 4 - post		
Octave	Mod.freq.	m	Speech Ls(dB)
125Hz			68,8
250Hz			76,2
	1 Hz	0,71	
	5 Hz	0,54	
500Hz			66
	0.63 Hz	0,9	
	3.15 Hz	0,8	
1.0kHz			57,9
	2 Hz	0,86	
	10 Hz	0,58	
2.0kHz			53,3
	1.25 Hz	0,89	
	6.3 Hz	0,48	
4.0kHz			46,9
	0.8 Hz	0,93	
	4 Hz	0,64	
8.0kHz			38,2
	2.5 Hz	0,86	
	12.5 Hz	0,47	
A		69,1	
STI		0,65	Good
CIS		0,81	



WESAKUSTIK
Innovative Acoustics

STIPA	Postazione 5 - ante		
Octave	Mod.freq.	m	Speech Ls(dB)
125Hz			70,8
250Hz			77,5
	1 Hz	0,79	
	5 Hz	0,28	
500Hz			70,7
	0.63 Hz	0,82	
	3.15 Hz	0,67	
1.0kHz			60,3
	2 Hz	0,62	
	10 Hz	0,3	
2.0kHz			52,8
	1.25 Hz	0,82	
	6.3 Hz	0,3	
4.0kHz			47,2
	0.8 Hz	0,91	
	4 Hz	0,62	
8.0kHz			38,6
	2.5 Hz	0,89	
	12.5 Hz	0,45	
A		71,7	
STI		0,58	Fair
CIS		0,76	

STIPA	Postazione 5 - post		
Octave	Mod.freq.	m	Speech Ls(dB)
125Hz			72,3
250Hz			74,6
	1 Hz	0,88	
	5 Hz	0,3	
500Hz			64,8
	0.63 Hz	0,62	
	3.15 Hz	0,66	
1.0kHz			57
	2 Hz	0,84	
	10 Hz	0,46	
2.0kHz			50,9
	1.25 Hz	0,83	
	6.3 Hz	0,36	
4.0kHz			46,1
	0.8 Hz	0,96	
	4 Hz	0,59	
8.0kHz			37,4
	2.5 Hz	0,84	
	12.5 Hz	0,45	
A		68	
STI		0,61	Good
CIS		0,78	



WESAKUSTIK
Innovative Acoustics

STIPA	Postazione 6 - ante		
Octave	Mod.freq.	m	Speech Ls(dB)
125Hz			69,9
250Hz			75,8
	1 Hz	0,91	
	5 Hz	0,41	
500Hz			67,8
	0.63 Hz	0,94	
	3.15 Hz	0,64	
1.0kHz			60,2
	2 Hz	0,69	
	10 Hz	0,21	
2.0kHz			53,1
	1.25 Hz	0,88	
	6.3 Hz	0,4	
4.0kHz			46,7
	0.8 Hz	0,92	
	4 Hz	0,61	
8.0kHz			38
	2.5 Hz	0,87	
	12.5 Hz	0,44	
A		69,8	
STI		0,61	Good
CIS		0,78	

STIPA	Postazione 6 - post		
Octave	Mod.freq.	m	Speech Ls(dB)
125Hz			68,9
250Hz			74,7
	1 Hz	0,79	
	5 Hz	0,52	
500Hz			62,9
	0.63 Hz	0,77	
	3.15 Hz	0,63	
1.0kHz			56,7
	2 Hz	0,84	
	10 Hz	0,45	
2.0kHz			51,9
	1.25 Hz	0,9	
	6.3 Hz	0,49	
4.0kHz			46,2
	0.8 Hz	0,91	
	4 Hz	0,55	
8.0kHz			38,3
	2.5 Hz	0,89	
	12.5 Hz	0,57	
A		67,6	
STI		0,63	Good
CIS		0,8	

STIPA	Postazione 7 - ante		
Octave	Mod.freq.	m	Speech Ls(dB)
125Hz			74,7
250Hz			75,5
	1 Hz	0,85	
	5 Hz	0,25	
500Hz			68,2
	0.63 Hz	0,93	
	3.15 Hz	0,62	
1.0kHz			60
	2 Hz	0,64	
	10 Hz	0,09	
2.0kHz			53,1
	1.25 Hz	0,87	
	6.3 Hz	0,29	
4.0kHz			45,7
	0.8 Hz	0,99	
	4 Hz	0,5	
8.0kHz			36,2
	2.5 Hz	0,75	
	12.5 Hz	0,29	
A		69,8	
STI		0,56	Fair
CIS		0,75	

STIPA	Postazione 7 - post		
Octave	Mod.freq.	m	Speech Ls(dB)
125Hz			73,4
250Hz			72,3
	1 Hz	0,66	
	5 Hz	0,61	
500Hz			62,6
	0.63 Hz	0,68	
	3.15 Hz	0,62	
1.0kHz			56,3
	2 Hz	0,84	
	10 Hz	0,33	
2.0kHz			51,7
	1.25 Hz	0,91	
	6.3 Hz	0,46	
4.0kHz			45,8
	0.8 Hz	0,9	
	4 Hz	0,58	
8.0kHz			37,6
	2.5 Hz	0,88	
	12.5 Hz	0,49	
A		66,6	
STI		0,61	Good
CIS		0,79	



WESAKUSTIK
Innovative Acoustics

STIPA	Postazione 8 - ante		
Octave	Mod.freq.	m	Speech Ls(dB)
125Hz			72,4
250Hz			75,7
	1 Hz	0,77	
	5 Hz	0,35	
500Hz			68,8
	0.63 Hz	0,84	
	3.15 Hz	0,61	
1.0kHz			60,6
	2 Hz	0,75	
	10 Hz	0,25	
2.0kHz			53,3
	1.25 Hz	0,84	
	6.3 Hz	0,36	
4.0kHz			45,4
	0.8 Hz	0,94	
	4 Hz	0,5	
8.0kHz			37,3
	2.5 Hz	0,85	
	12.5 Hz	0,47	
A		70,2	
STI		0,59	Fair
CIS		0,77	

STIPA	Postazione 8 - post		
Octave	Mod.freq.	m	Speech Ls(dB)
125Hz			70,4
250Hz			74,6
	1 Hz	0,89	
	5 Hz	0,41	
500Hz			64,1
	0.63 Hz	0,83	
	3.15 Hz	0,63	
1.0kHz			56,5
	2 Hz	0,83	
	10 Hz	0,34	
2.0kHz			51
	1.25 Hz	0,9	
	6.3 Hz	0,45	
4.0kHz			45
	0.8 Hz	0,88	
	4 Hz	0,57	
8.0kHz			37,3
	2.5 Hz	0,87	
	12.5 Hz	0,54	
A		68	
STI		0,62	Good
CIS		0,79	