



STUDIO  
SOUND  
SERVICE

# Trattamento acustico e intelligibilità del parlato nelle sale multimediali

# Chi siamo



300+ recording and audio-video  
(post)production facilities

Lavori privati per artisti come  
**Andrea Bocelli, Eros Ramazzotti,  
Ligabue, Piero Pelù & Litfiba,  
Enrico Cremonesi, Mogol,  
Venditti, Marco Masini,  
Homo Sapiens, Planet Funk,  
Renato Zero, Damian Lazarus,  
Vinai, George Lucas.**

Progettazione di chiese, teatri,  
auditoria, sale conferenza,  
home-theater.



## Tra i progetti più importanti:

- Barys Arena (ice hockey) @ Astana, Kazakhstan;
- FOX post-production studios @ München (DE);
- FOX post-production studios @ Hammersmith, London (UK);
- D:POT Recording Arts @ Prato – Fabrizio Simoncioni;
- Mulinetti Studio @ Genova – Alberto Parodi (Resolution Award 2015 Best Audio Facility, Nomination);
- The Garage @ Civitella v.d.C. (AR) (Resolution Award 2014 Best Audio Facility, Nomination);
- House of Glass @ Viareggio (LU) – Gianni Bini (Resolution Award 2013 Best Audio Facility, Nomination);
- Damian Lazarus – Monastic Studio @ Vicchio (FI);
- Vinai Studio @ Brescia;
- PPG Studios (Andrea Bocelli) @ S. Pietro Belvedere (PI);
- In House (Dolby® approved - Sorrentino) @ Roma;
- George Lucas Home Theater, Italy;
- Chiesa di Santa Maria Nuova (Arch. Mario Botta) @ Terranuova Bracciolini (AR);
- Prada Auditorium and Conference Room via Orobica @ Milano;
- Sala Proiezioni Museo Ferrari @ Maranello (MO).

# Portfolio

A close-up, grayscale photograph of a hand adjusting a fader on a mixing console. The hand is positioned on the right side of the frame, with the index finger resting on the fader. The background is blurred, showing other parts of the console and a person's face in the distance. The overall tone is professional and focused.

# Bagnoli bros. studio

Castelnovo ne' Monti — RE



**Vinai**

Brescia



# Kalimba Studio

Monselice – PD



# House of Glass Gianni Bini

Viareggio



# Mulinetti Alberto Parodi

Genova



# D:POT recording arts Fabrizio Simoncioni

Prato



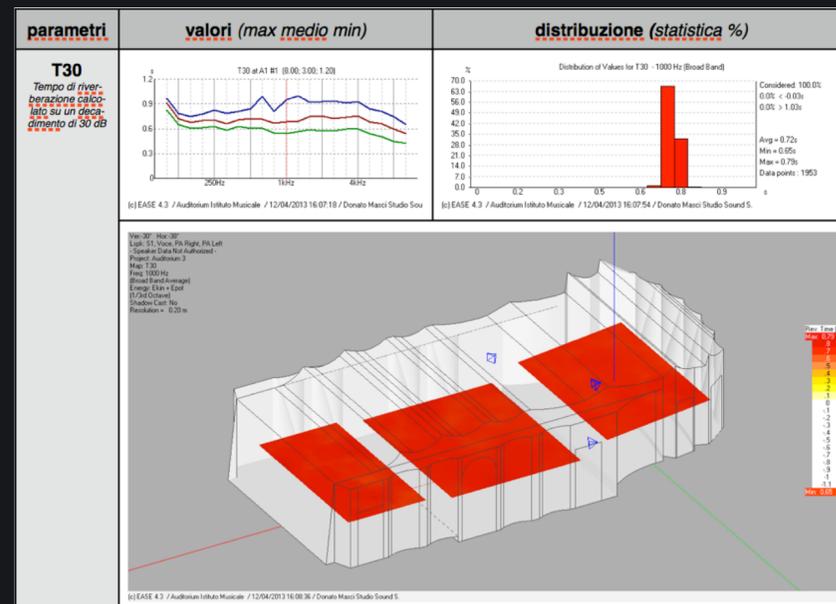
# Come si progettano le sale multimediali?



## ISOLAMENTO ACUSTICO e CONTROLLO DEL RUMORE

Principali interventi:

- A. Requisiti acustici passivi degli edifici:
  - 1. isolamento di facciata;
  - 2. isolamento fra unità abitative o ambienti diversi;
  - 3. controllo rumorosità da calpestio;
  - 4. controllo rumorosità impianti.
  
- B. Impatto acustico dell'attività
  - 1. certificazione e limitazione di impianti elettroacustici;
  - 2. analisi del rumore antropico etc.



## CORREZIONE ACUSTICA DELL'INTERNO

Principali interventi:

- A. Fonoassorbimento (controllo del tempo di riverberazione) → *comfort acustico*
- B. Miglioramento e ottimizzazione della diffusione sonora (acustica e amplificata)
- C. Miglioramento dell'intelligibilità della parola/musica
- D. Predisposizione di impianti elettroacustici (EVAC?)

---

Il lavoro a step:  
come progettare  
una sala multimediale?

## Analisi preliminare

- A. Misure acustiche e stato di fatto:
  - *analisi delle criticità e problematiche.*
- B. Interfaccia con il resto della progettazione:
  - *destinazione d'uso;*
  - *estetica;*
  - *problematiche di tipo edilizio (ignifugo, VVFF etc);*
  - *impianti HVAC;*
  - *impianti audio/video/EVAC.*

---

## Soluzioni e progettazione

- C. Acustica geometrica.
- D. Studio al CAD acustico:
  - *scelta e posizionamento dei materiali;*
  - *scelta e posizionamento delle sorgenti sonore;*
  - *quantificazione interventi VS target.*
- E. Direzione e supporto per i lavori.
- F. Misure finali, collaudo e fine tuning impianto.

# Auditorium della Fraternità di Romena

Pratovecchio (AR)





L'auditorium è nato in una ex stalla, poi adibita a refettorio per la fraternità di Romena

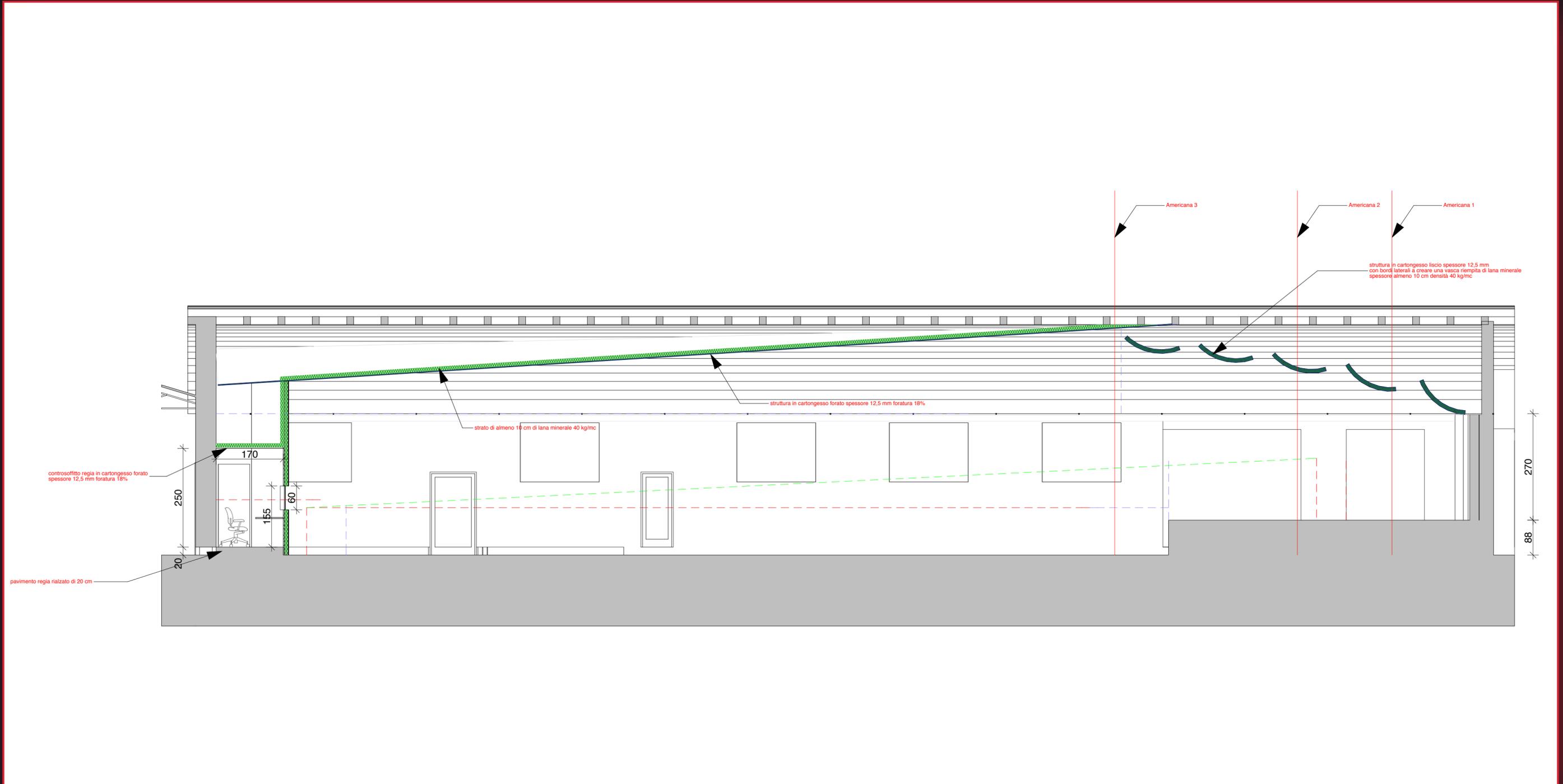


soffitto a volta in laterizio e pareti in pietra

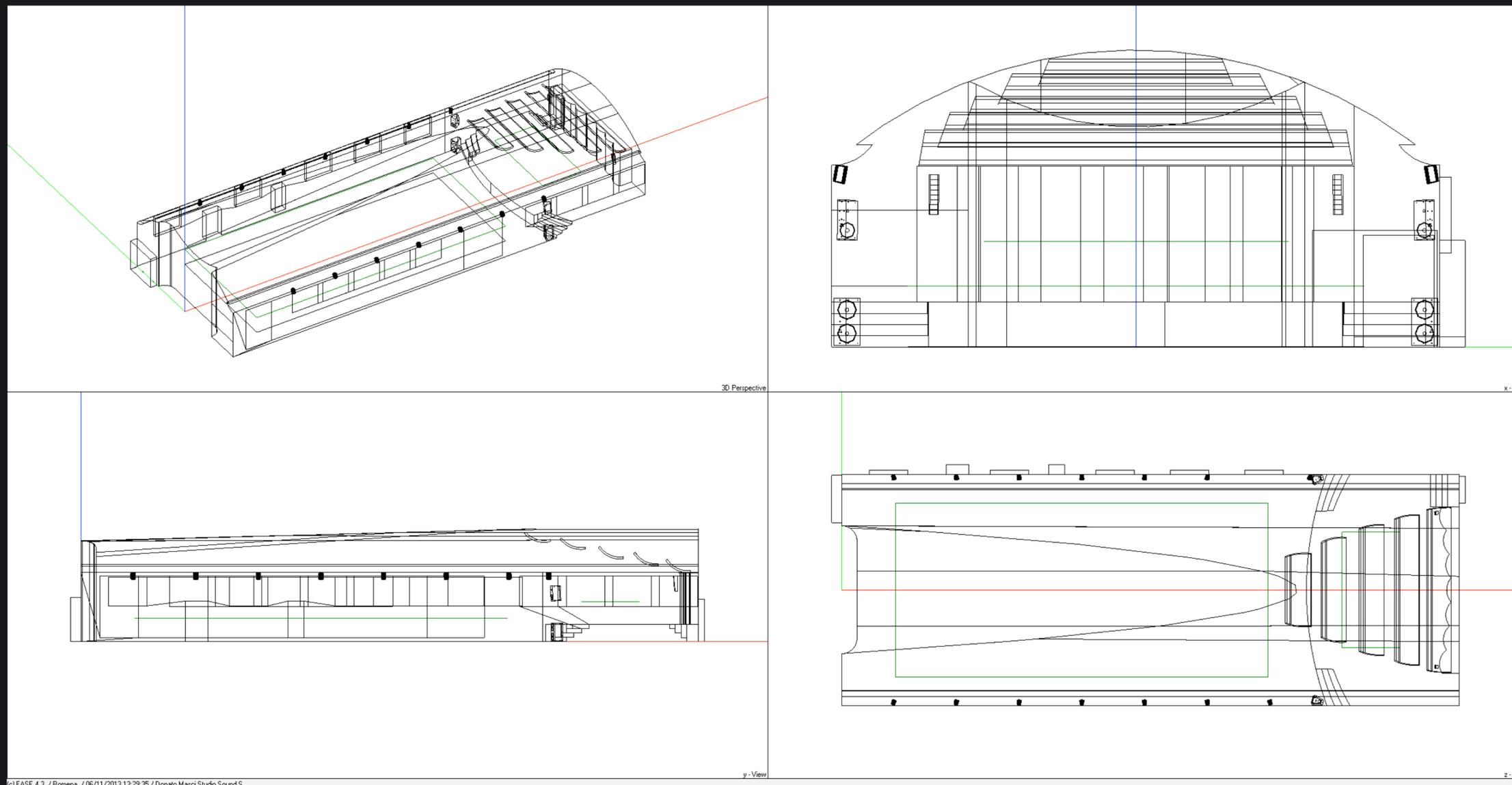
## Il lavoro a step

- A. Analisi dello stato di fatto → lunga riverberazione.
- B. Analisi dei materiali esistenti
  - 1. pietra (ok ma lavoro su intonaco x diffusione);
  - 2. laterizio su volta (problematico, necessita di correzione acustica);
  - 3. pavimento, da rifare;
  - 4. finestre (ok ma predisposizione di tendaggi per eventi con meno riverberazione).
- C. Acustica geometrica:
  - 1. canopy al soffitto;
  - 2. “controvolta” in cartongesso forato.
- D. Progettazione acustica interventi:
  - 1. modello previsionale al CAD acustico;
  - 2. scelta dei materiali ignifughi (la maggior parte dei quali in classe 0) per problemi di carico d'incendio del locale.

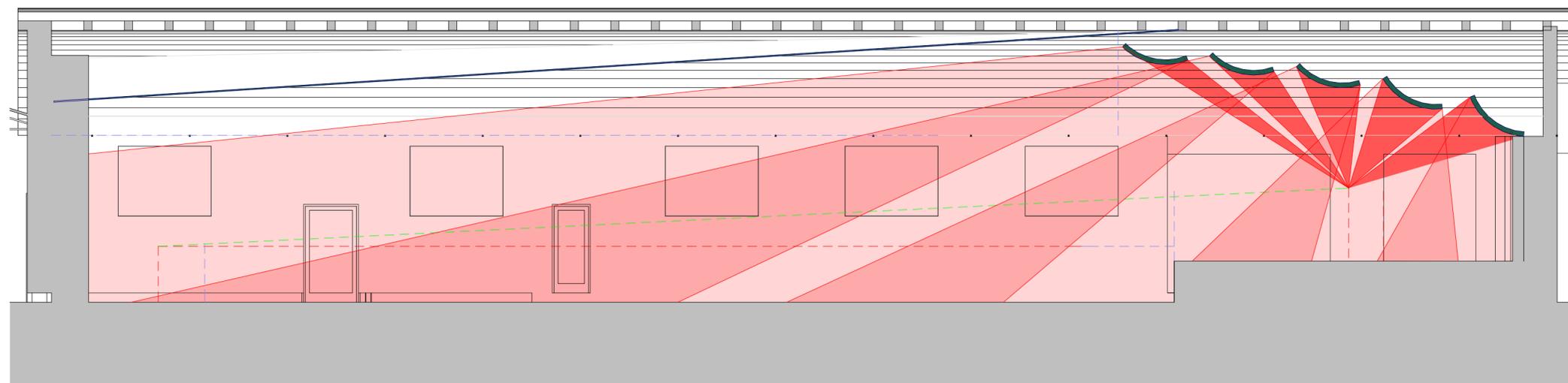




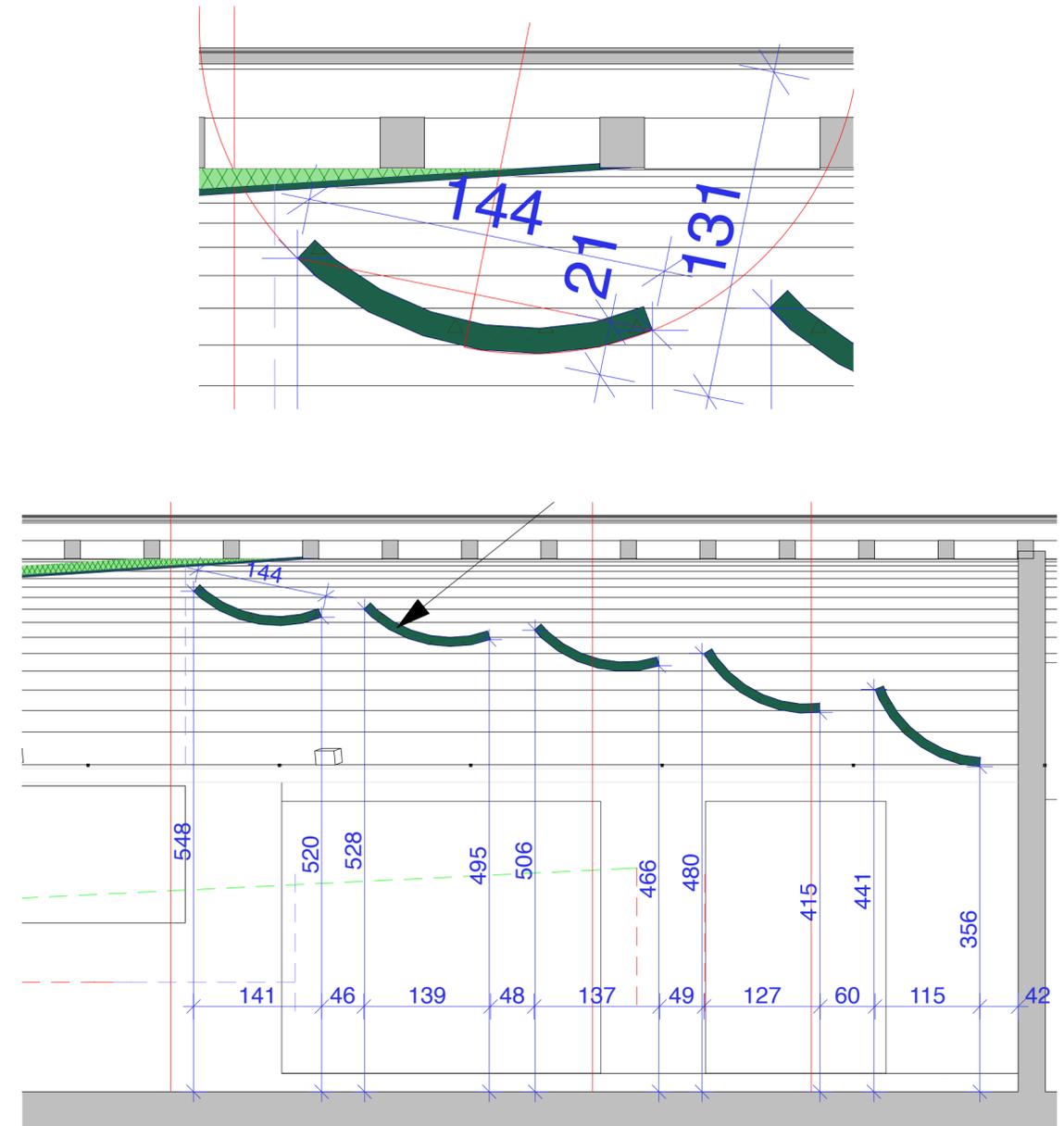
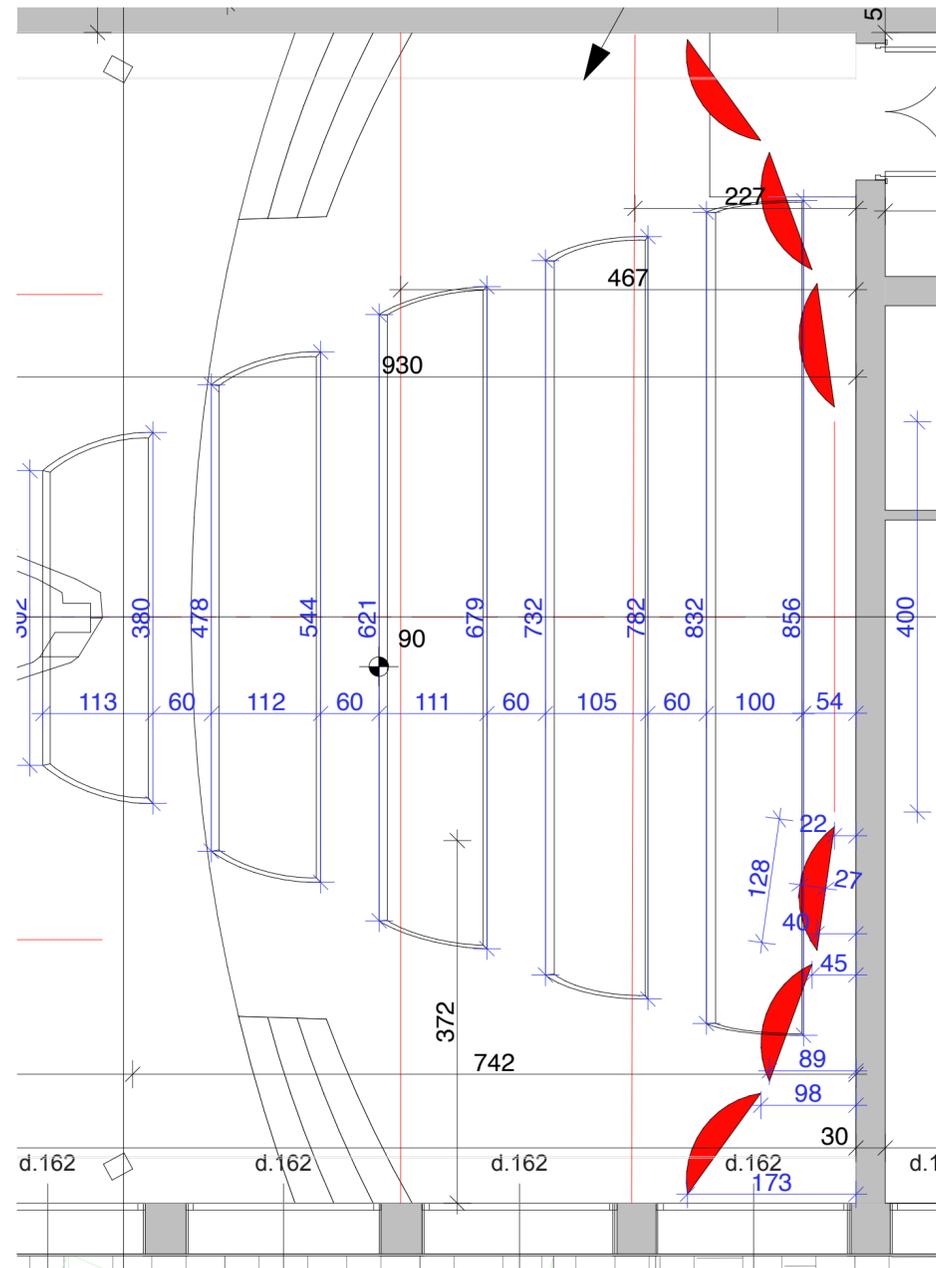
# Modello al CAD acustico



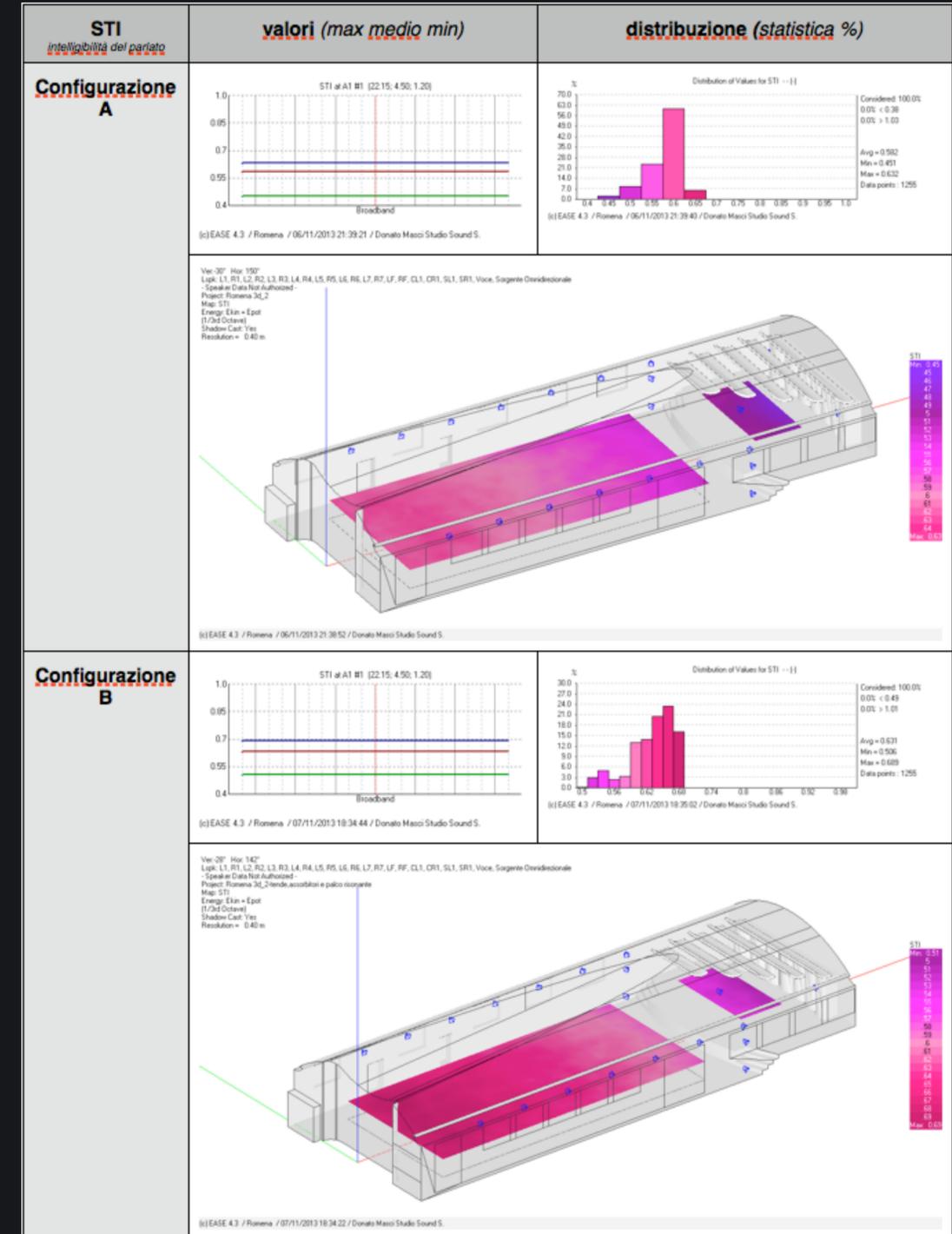
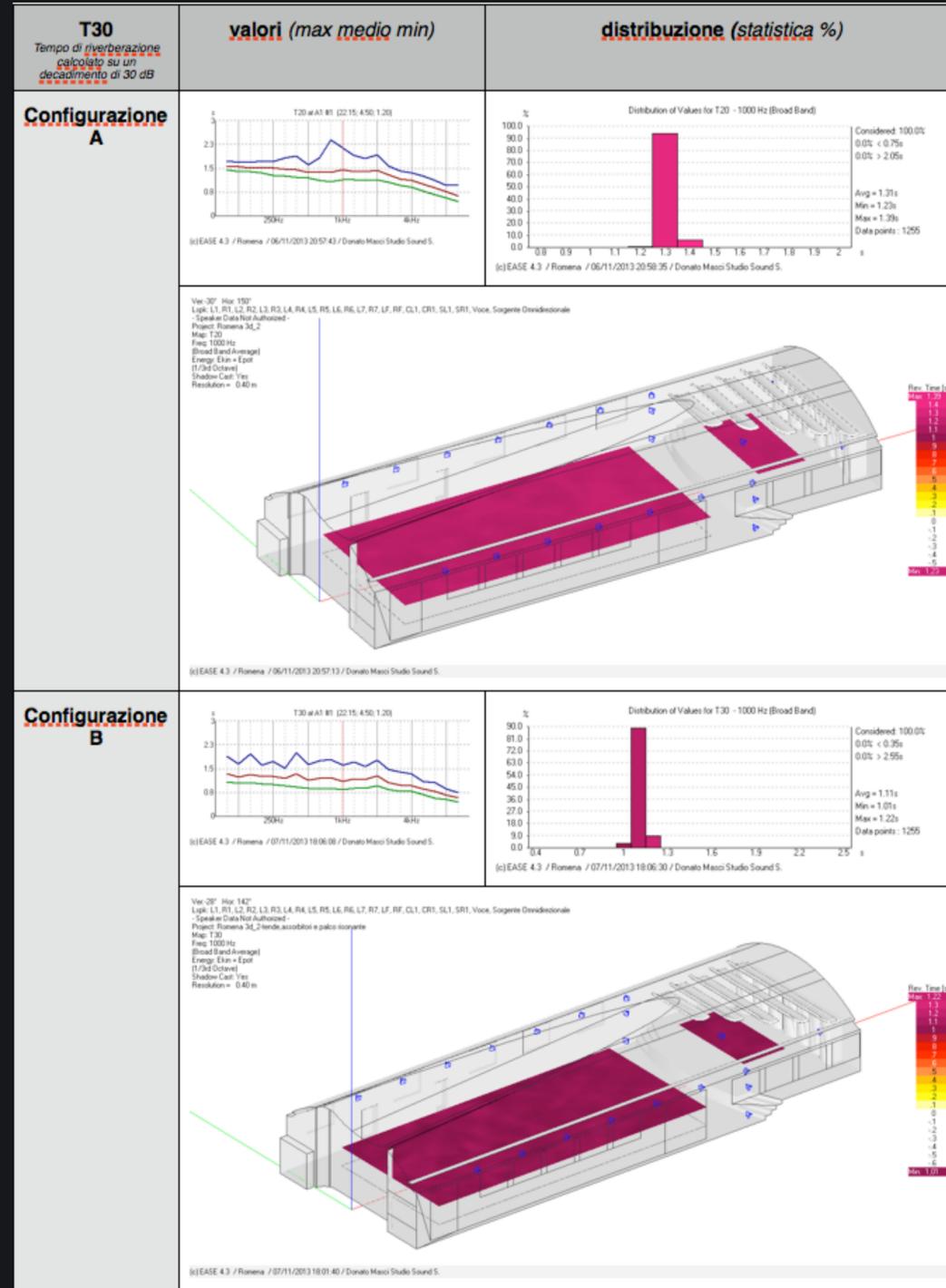
## Acustica Geometrica



# Camera acustica: voltine fondo palco, canopy



# Risultati al CAD acustico





abbiamo lasciato i materiali originali per  
rispetto verso la struttura



e abbiamo inserito delle correzioni  
integrate architettonicamente con  
materiali ignifughi



il palco è tecnologicamente evoluto per poter accogliere una conferenza, un reading, un concerto amplificato e un concerto acustico non amplificato



l'acustica del soffitto (e eventuali correzioni mobili laterali e sul retro a formare una "camera acustica") permettono l'amplificazione naturale di sorgenti acustiche come un'orchestra



anche le basse frequenze dei  
contrabbassi e violoncelli sono facilmente  
percepibili nell'ambiente



il retro è completamente proiettabile



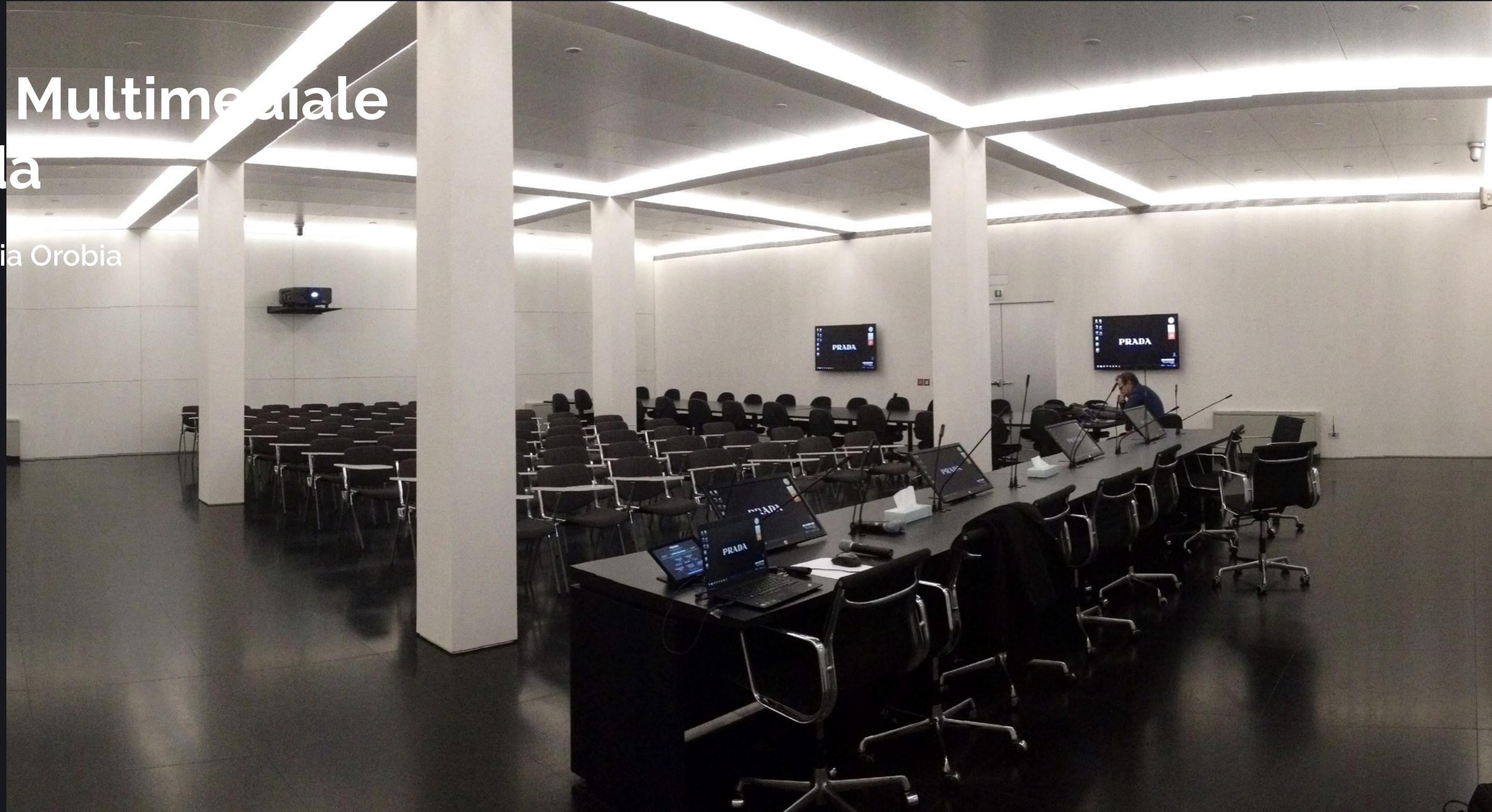
una sala tecnologicamente avanzata in un ambiente tradizionale e antico, che funziona bene per la correzione acustica studiata ad hoc



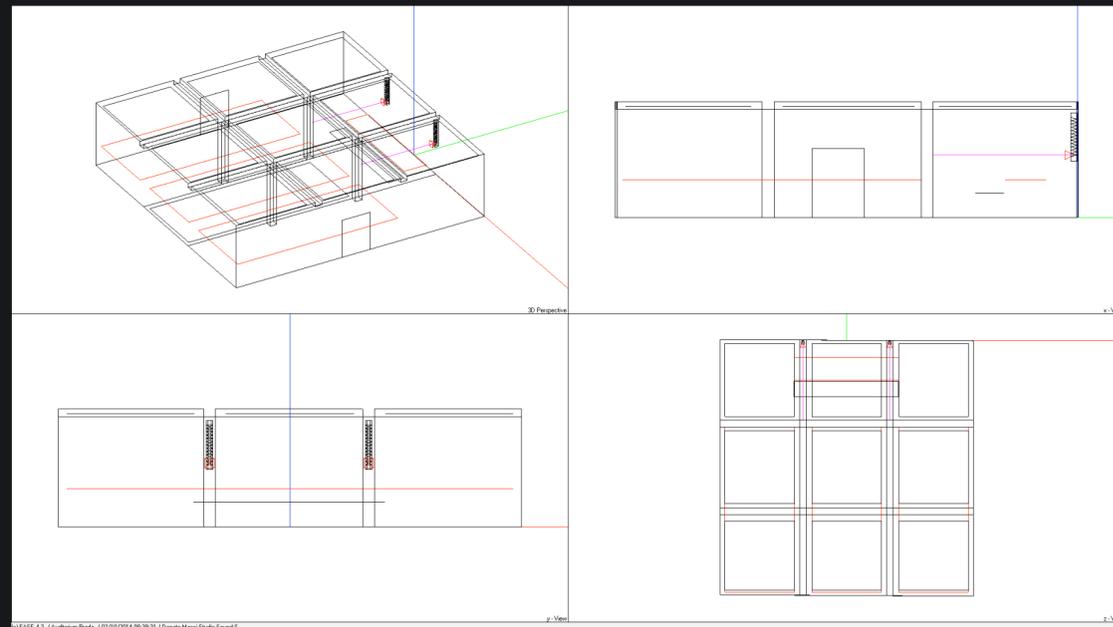
le sedute sono completamente mobili e riarrangiabili per diverse tipologie di evento

# Sala Multimediale Prada

Milano, via Orobica

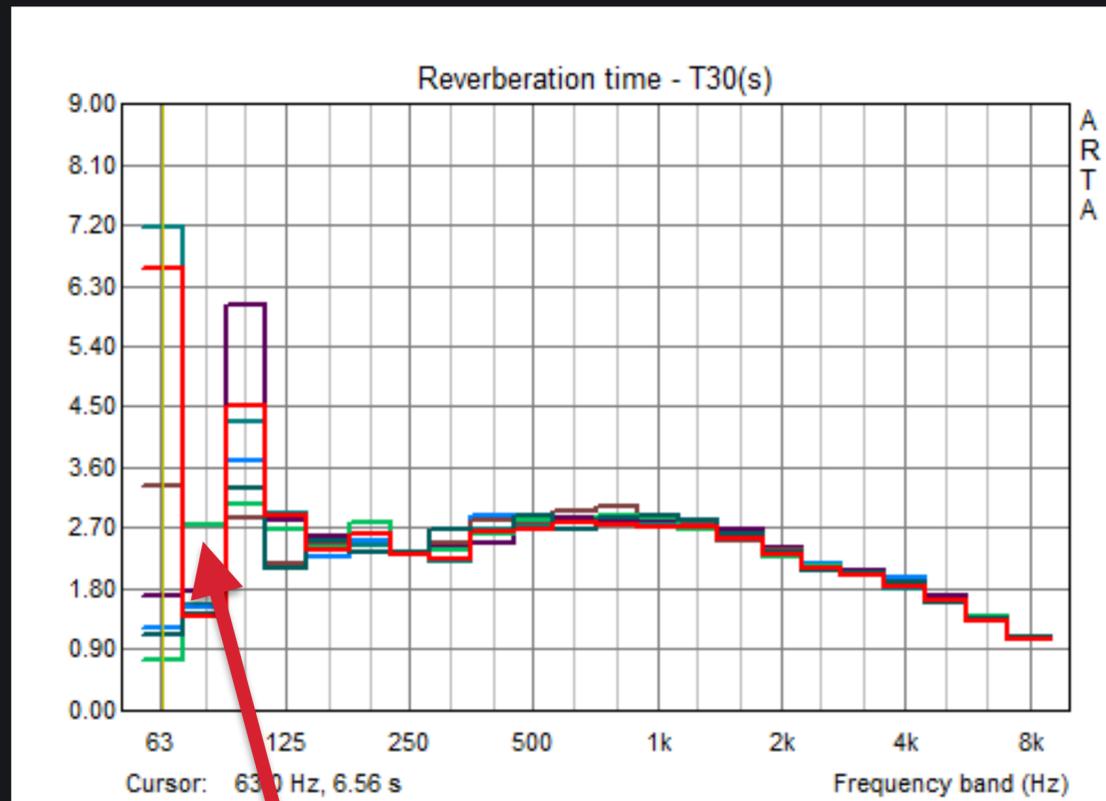


## Il lavoro a step



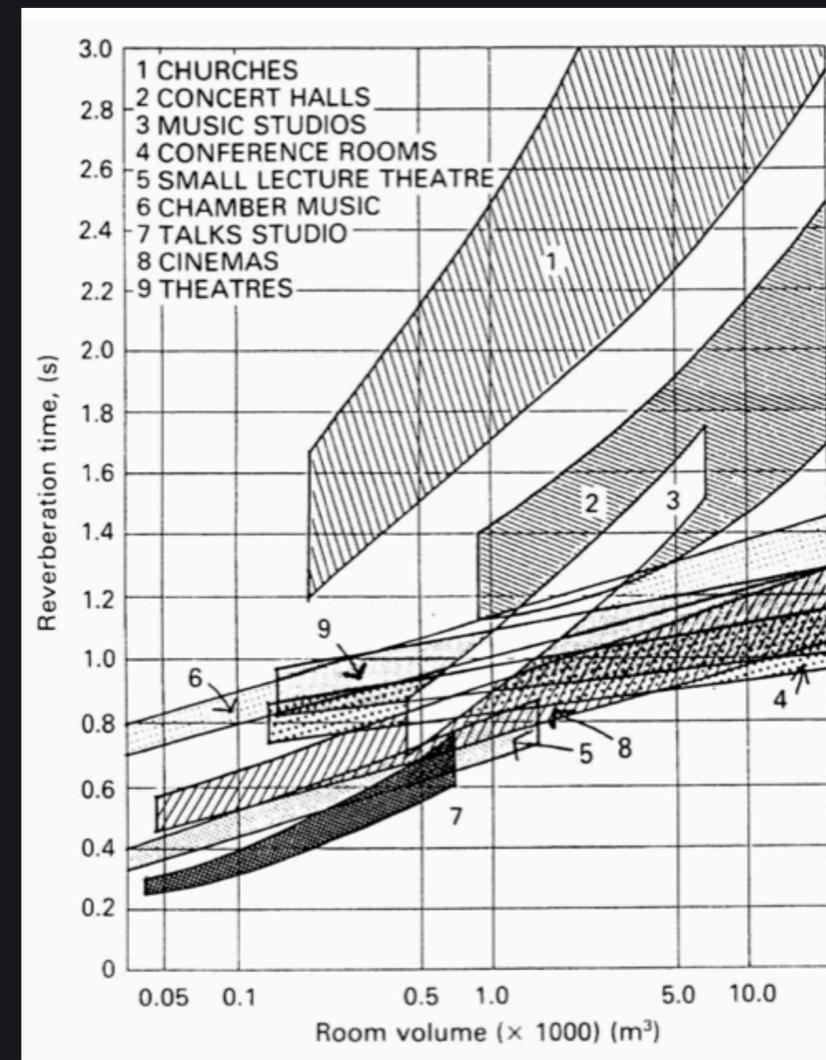
- A. Analisi dello stato di fatto con misure → criticità:
- A. lunga riverberazione;
  - B. scarsa intelligibilità del parlato;
  - C. problemi con feedback dei microfoni;
  - D. posizionamento line array problematico.
- B. Analisi delle possibili soluzioni da integrare architettonicamente:
- 1. solo bianco e nero;
  - 2. soluzioni minimali;
  - 3. possibile integrazione con illuminazione;
  - 4. non toccare la parete di proiezione.
- C. Progettazione acustica interventi:
- 1. modello previsionale al CAD acustico → scelta delle superfici da trattare;
  - 2. scelta dei materiali esteticamente compatibili e acusticamente performanti → pannello microforato con doppia perforazione.

## Misure acustiche



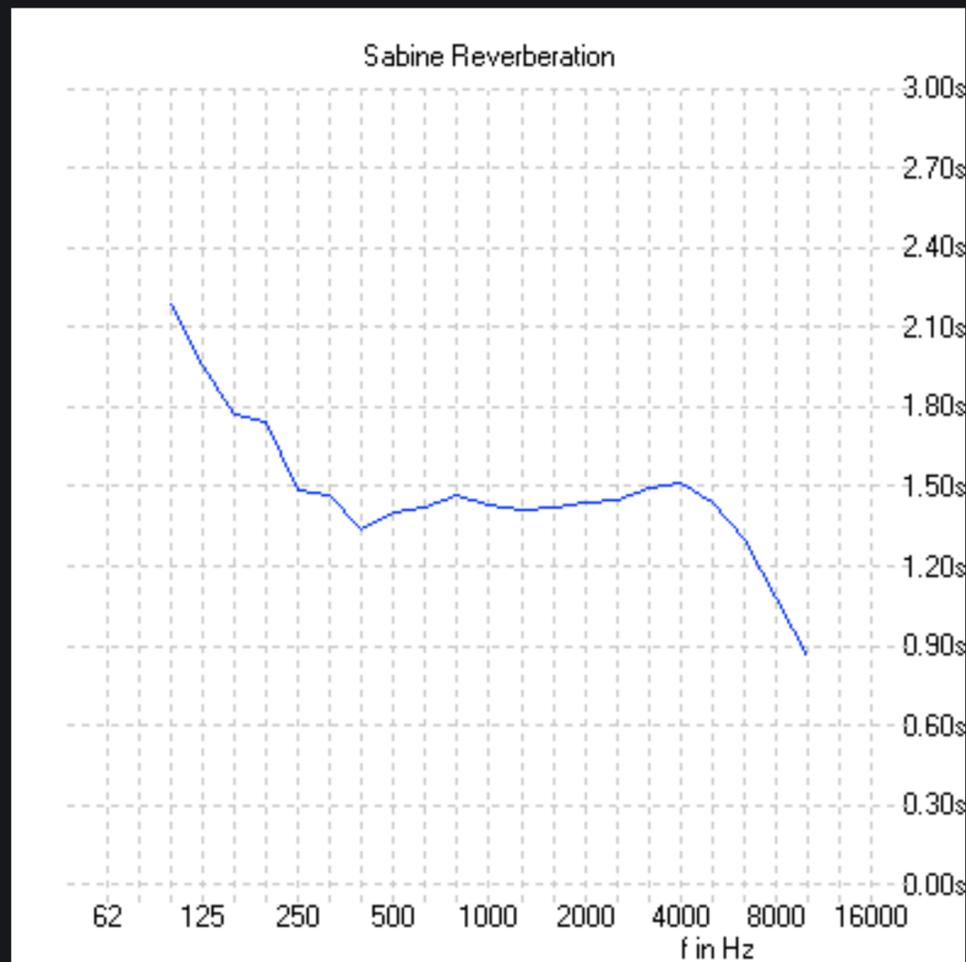
in questo range le misure sono poco attendibili perché effettuate con un sistema che arriva fino a 100 Hz.

Tempo di riverberazione lungo per la destinazione d'uso e per il volume della stanza:  
dovrebbe essere  $0.8 \div 1$  s invece è circa 3 s @ 500 Hz.



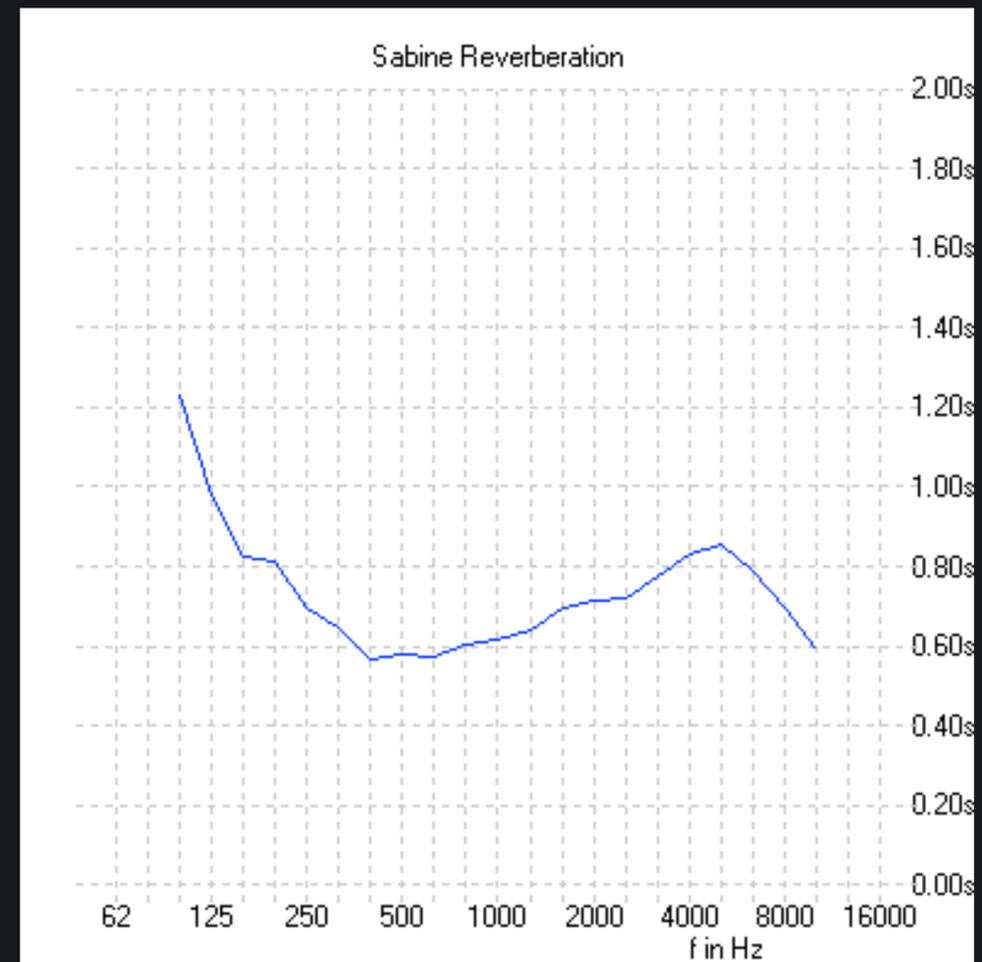
## Analisi al CAD acustico degli interventi

### Solo parete retro



(c) EASE 4.3 / Auditorium Prada / 01/10/2014 13:37:36 / Donato Masci Studio S

### Parete retro + soffitto



(c) EASE 4.3 / Auditorium Prada / 02/10/2014 08:42:59 / Donato Masci Studio S



posizionamento materiale fonoassorbente e telaio per pannelli microforati



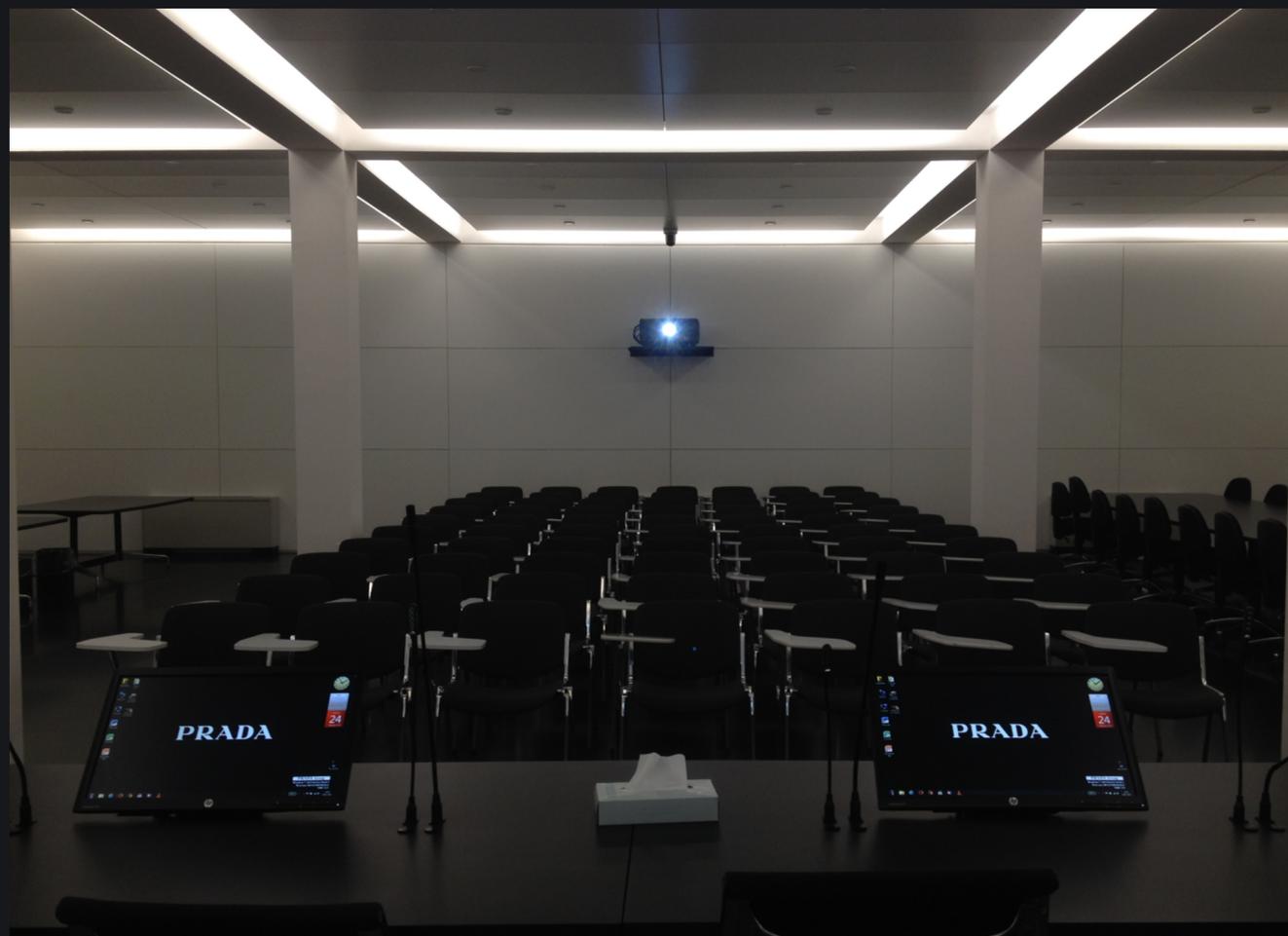
pannelli microforati: si nota la doppia perforazione, davanti e dietro



il veloce cantiere al lavoro



il veloce cantiere al lavoro



parete sul retro trattata e soffitto



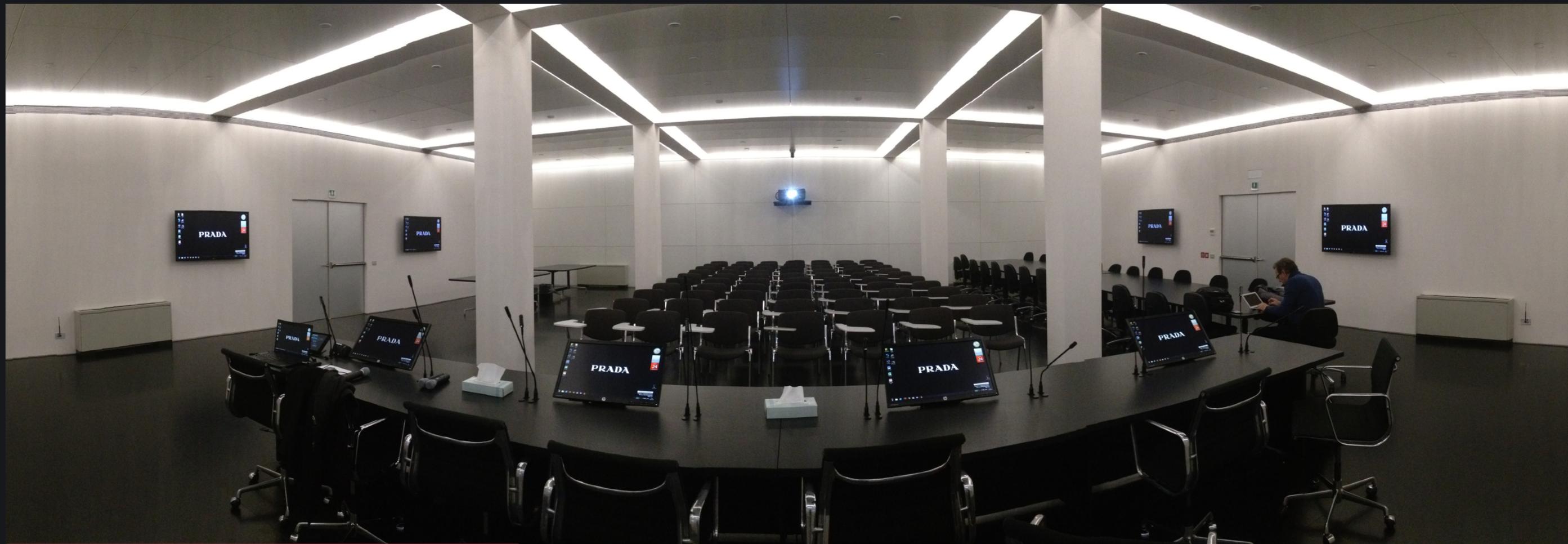
il laterale è rimasto così com'era



integrazione della correzione acustica con  
la tecnologia



integrazione della correzione acustica con  
l'illuminazione



la sala ora è molto più gestibile per qualsiasi tipo di evento



è stato effettuato anche il fine tuning dell'impianto a direttività controllato e dei microfoni

# Aula Magna scolastica

San Felice sul Panaro  
*...gara d'appalto, vinta con  
massimo dei voti...*



## Il lavoro a step

NORMATIVA APPLICABILE : I valori di riferimento per l'isolamento acustico sono stabiliti dal DPCM 5 dicembre 1997, secondo la seguente tabella:

Categoria dell'edificio	Parametri				
	R' <sub>w</sub>	D <sub>2m,nT,w</sub>	L' <sub>n,w</sub>	L <sub>Asmax</sub>	L <sub>Aeq</sub>
D	55	45	58	35	25
A, C	50	40	63	35	35
E	50	48	58	35	25
B, F, G	50	42	55	35	35

Valori di R<sub>w</sub> riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari.

Tabella di sintesi delle migliori relative all'isolamento acustico, rispetto ad indici di normativa o capitolato:

Elemento	Requisito da capitolato o da normativa <u>dB</u> A	Valore raggiunto <u>dB</u> A
Pareti divisorie aula magna	R' <sub>w</sub> minimo 47 (capitolato)	<u>R<sub>w</sub> 71</u> ; R' <sub>w</sub> min 62,8
Porte aula magna	R' <sub>w</sub> min 38 (capitolato)	<u>R<sub>w</sub> 56</u> ; R' <sub>w</sub> min 62,8
Finestre	R' <sub>w</sub> min 38 (capitolato)	facciata ingresso <u>R<sub>w</sub> 50</u> ; R' <sub>w</sub> 49,4 facciate est/ovest <u>R<sub>w</sub> 40</u> ; R' <sub>w</sub> 50,0
Pareti divisorie aula magna	R' <sub>w</sub> min 50 (normativa)	R' <sub>w</sub> min 62,8
Pareti divisorie altri locali	R' <sub>w</sub> min 50 (normativa)	<u>R<sub>w</sub> 65 dB</u> A; R' <sub>w</sub> min 55
Facciata e copertura	D <sub>2m,nT,w</sub> min 48 (normativa)	D <sub>2m,nT,w</sub> 50,0
Solaio interpiano aereo	R' <sub>w</sub> min 50 (normativa)	R' <sub>w</sub> 59
Solaio interpiano calpestio	L' <sub>n,w</sub> massimo 58 (normativa)	L' <sub>n,w</sub> 51

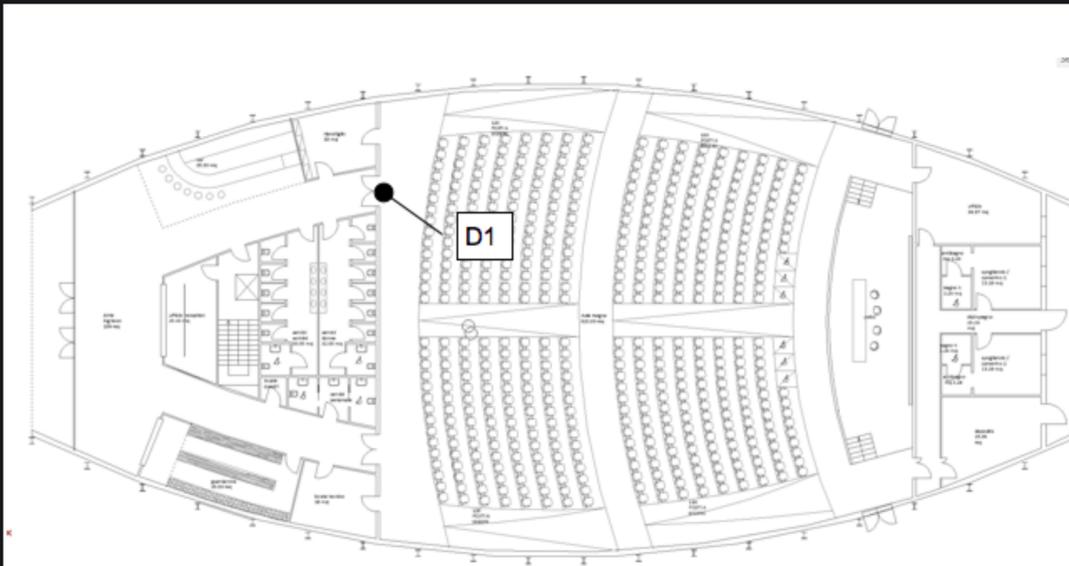
- A. Requisiti acustici passivi degli edifici:
1. isolamento di facciata;
  2. isolamento tra ambienti;
  3. controllo rumorosità da calpestio;
  4. controllo rumorosità impianti;

- B. acustica interna:

1. controllo del tempo di riverberazione;
2. altri parametri di qualità (C<sub>50</sub>, D<sub>50</sub>, STI);
3. studio previsionale – sorgente vocale;
4. studio previsionale – sorgente omnidirezionale;
5. studio previsionale – impianto audio residente;
6. studio previsionale – impianto audio per EVAC.



# Requisiti acustici passivi: verifica delle partizioni interne



Volume ambiente ricevente (m<sup>3</sup>) **800,98**

### Risultato

Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente $R'_w$ (dB)	<b>59</b>
Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato $D_{nT,w}$ (dB)	<b>70</b>

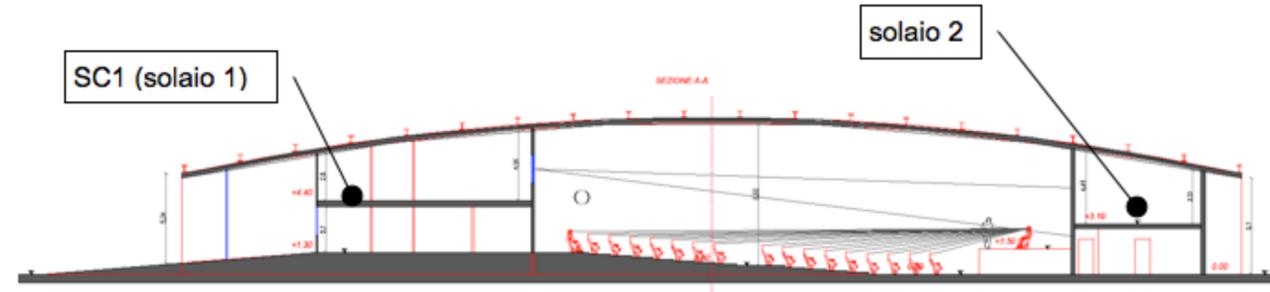
Ambiente	Valore limite di legge	Verifica
Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	$R'_w \geq 50$ (dB)	<b>Verificato</b>

Calcoli eseguiti con il software NIS elaborato da [eos s.r.l.](#) - Milano

Struttura di separazione	$R_w$ (dB)		
	62,8	Parete in cartongesso	
	Massa (kg/m <sup>2</sup> ) 70,00	1408 - <a href="#">knauf 71 dBA</a> con porta <a href="#">56 dBA</a>	
Struttura 1	$R_w$ (dB) 65,0	Parete in cartongesso	
	Massa (kg/m <sup>2</sup> )	<a href="#">Knauf w112</a>	
Struttura 2	$R_w$ (dB) 64,0	Parete in cartongesso	
	Massa (kg/m <sup>2</sup> ) 95,00	1327 - divisoria	
Struttura 3	$R_w$ (dB) 65,0	Parete in cartongesso	
	Massa (kg/m <sup>2</sup> )	<a href="#">Knauf w112</a>	
Struttura 4	$R_w$ (dB) 46,0	Solaio in calcestruzzo	
	Massa (kg/m <sup>2</sup> ) 200,00		
Struttura 5	$R_w$ (dB) 65,0	Parete in cartongesso	
	Massa (kg/m <sup>2</sup> )	<a href="#">Knauf w112</a>	
Struttura 6	$R_w$ (dB) 64,0	Parete in cartongesso	
	Massa (kg/m <sup>2</sup> ) 95,00	1327 - divisoria	
Struttura 7	$R_w$ (dB) 65,0	Parete in cartongesso	
	Massa (kg/m <sup>2</sup> )	<a href="#">Knauf w112</a>	
Struttura 8	$R_w$ (dB) 46,0	Solaio	
	Massa (kg/m <sup>2</sup> ) 200,00		

## Requisiti acustici passivi: verifica dei solai interpiano

### VERIFICA SC1 (ufficio direzione/ufficio reception)



stratigrafia:

- Solaio in ferro greco hybond h= 7 cm
- Caldana collaborante in cemento armato h= 10 cm
- Isolante in polistirene densità 30 kg/mc h = 8 cm
- Materassino anticalpestio tipo ISOLMANT BIPLUS h = 0,8/0,9 cm
- **V. Capitolato Tecnico Prestazionale.**
- Massetto in sabbia e cemento per pavimento h=6 cm
- Pavimento in gres h= 1 cm

Si impone la installazione di materassino anticalpestio e relative fasce laterali, posato a regola d'arte, secondo indicazioni del produttore.

$m1'$ = m' solaio nudo (soletta) =	307	kg/mq
$m2'$ = m' pavimento galleggiante (massetto) =	108	kg/mq
$s$ = rigidità dinamica strato resiliente in NN/mc =	11	MN/mc

#### **solaio nudo**

$L_n$  = isolamento al calpestio =  $164 - 35 * \log m'$  **76,95 dB** UNI

#### **solaio laterocemento: incremento del fonoisolamento con pavimento galleggiante**

$DL_n$  =  $30 * \text{LOG}(500/fo)$  = **29,73 dB**

$fo$  =  $160 \text{ RADQ}(S'/m2')$  = **51,06**

$k$  = **4 dB**

#### **solaio complessivo**

$L_{n,w} = L_n - DL_n + k =$  **51,22 dB** UNI

Si prevede l'applicazione di tale materassino anche nel solaio indicato a disegno come "Solaio 2", per eventuali usi futuri.

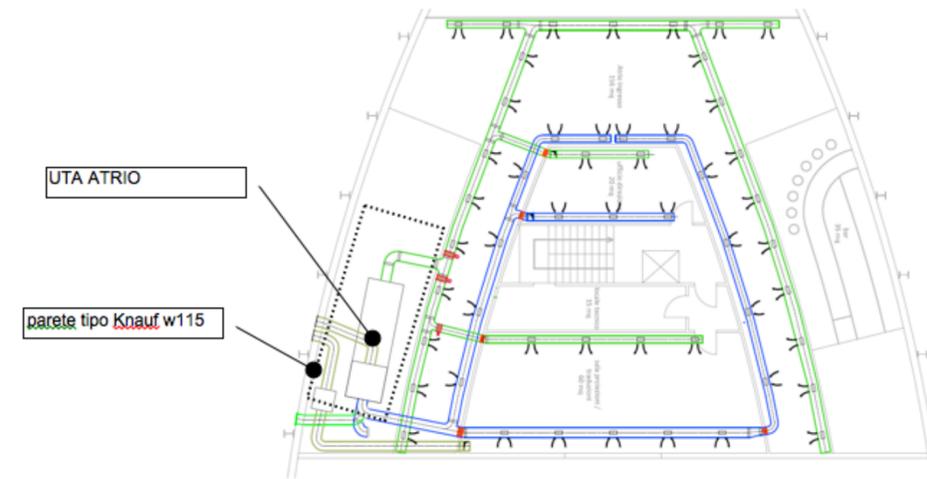
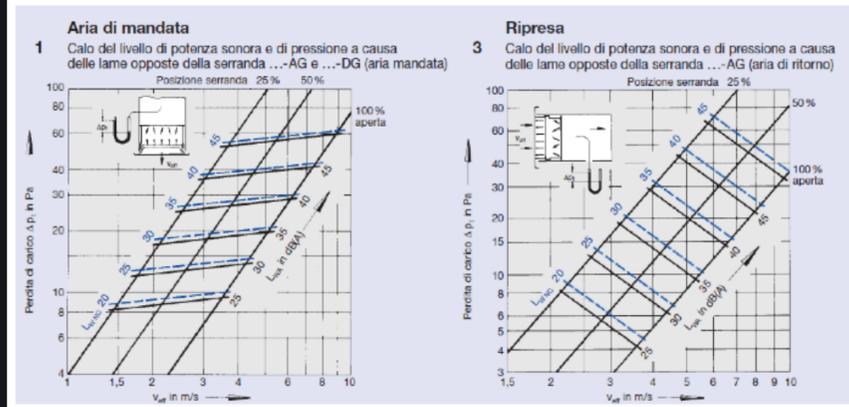
# Requisiti acustici passivi: verifica rumorosità impianti (UTA)

Su entrambe le UTA (interna ed esterna) verranno applicati silenziatori sulla mandata del tipo TROX

Italia S.p.A."CB" coi seguenti valori di smorzamento acustico:

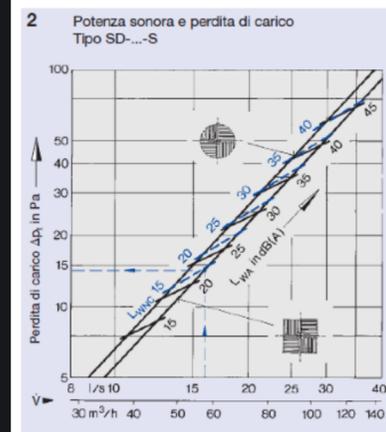
Grandezza	Lunghezza L = 1500 mm							
	$f_{m, ott}$ in Hz							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
250	7	14	22	41	50	50	50	44
315	7	12	20	37	50	50	50	34
400	6	10	17	33	50	50	40	26
450	5	9	16	31	50	50	36	23
500	5	9	16	30	50	50	33	21
560	4	8	15	30	50	48	29	19
630	4	8	14	29	50	44	26	16
710	4	7	13	28	50	41	23	14
800	3	6	13	26	49	37	20	12
900	3	6	12	24	47	34	17	11
1000	3	6	11	23	45	33	16	10

Le griglie di mandata e ripresa dell'Aula Magna saranno del tipo del tipo TROX Italia S.p.A., con le seguenti caratteristiche acustiche (si prevede l'uso 100% aperta):

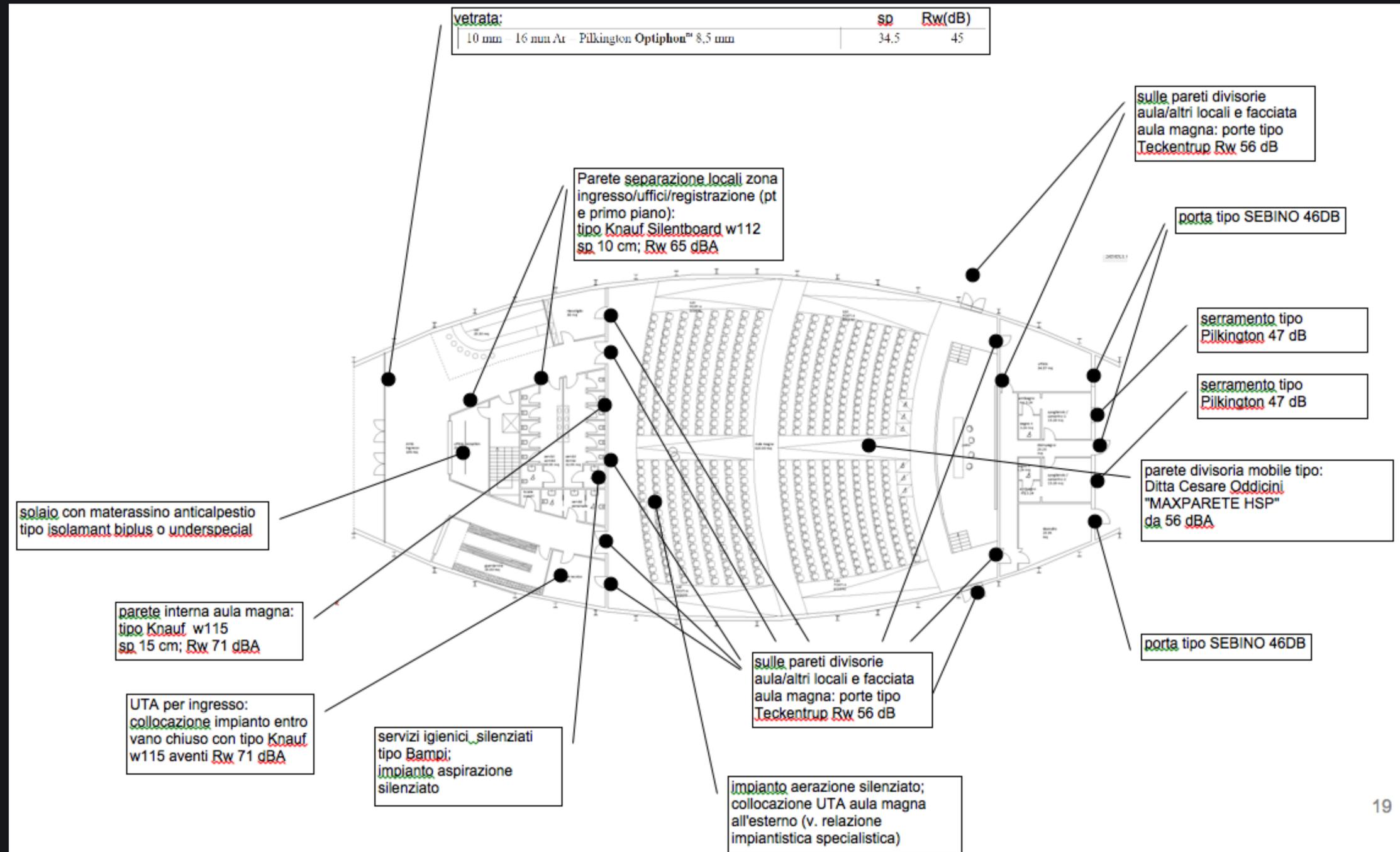


Su entrambe le UTA (interna ed esterna) verranno applicati silenziatori sulla mandata del tipo TROX Italia S.p.A."CB" con valori di smorzamento acustico riportati in *Capitolato Tecnico Prestazionale*.

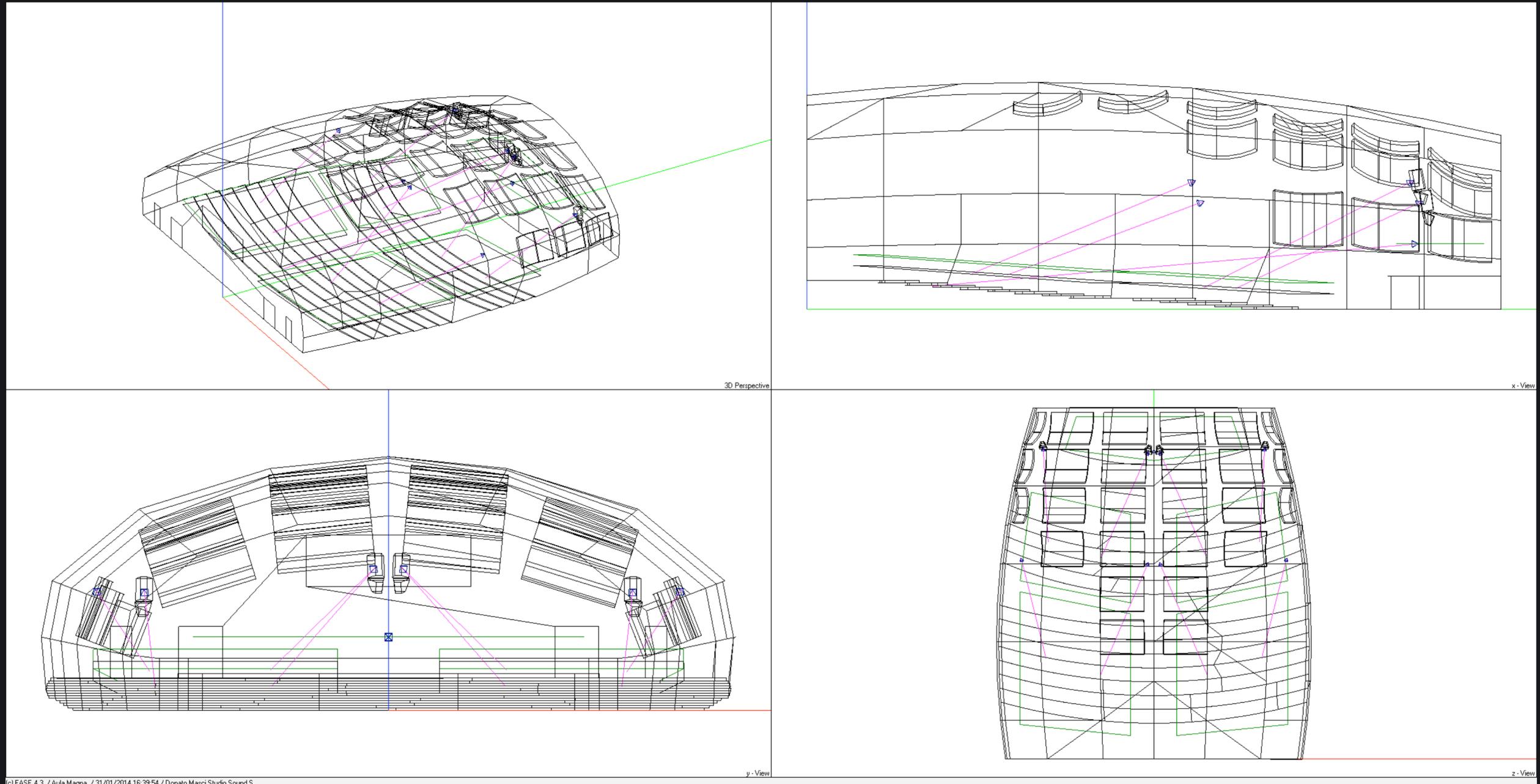
Tipo	$\dot{V}$ l/s	$\dot{V}$ m³/h	Spettro sonoro								$L_{wa}$ dB(A)	$L_{wnc}$ NC
			Frequenza media di banda d'ottava									
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
SD-...-LR-T	14	50	38	30	27	25	16	10	-	-	25	19
	12	43	34	25	23	21	12	6	-	-	21	14
	10	36	28	20	17	15	6	-	-	-	15	8
SD-Q-LQ-T	14	50	28	24	22	20	11	6	-	-	20	13
	12	43	24	20	18	16	9	-	-	-	16	9
	10	36	18	14	12	10	-	-	-	-	10	-
SD-...-LR-S	24	86	39	33	32	33	34	34	26	10	39	34
	16	58	29	27	26	25	23	18	-	-	27	22
	10	36	20	18	15	13	-	-	-	-	13	6
SD-Q-LQ-S	24	86	35	32	31	30	30	27	20	5	34	29
	16	58	27	25	23	21	17	10	-	-	22	15
	12	43	22	18	16	14	5	-	-	-	14	7



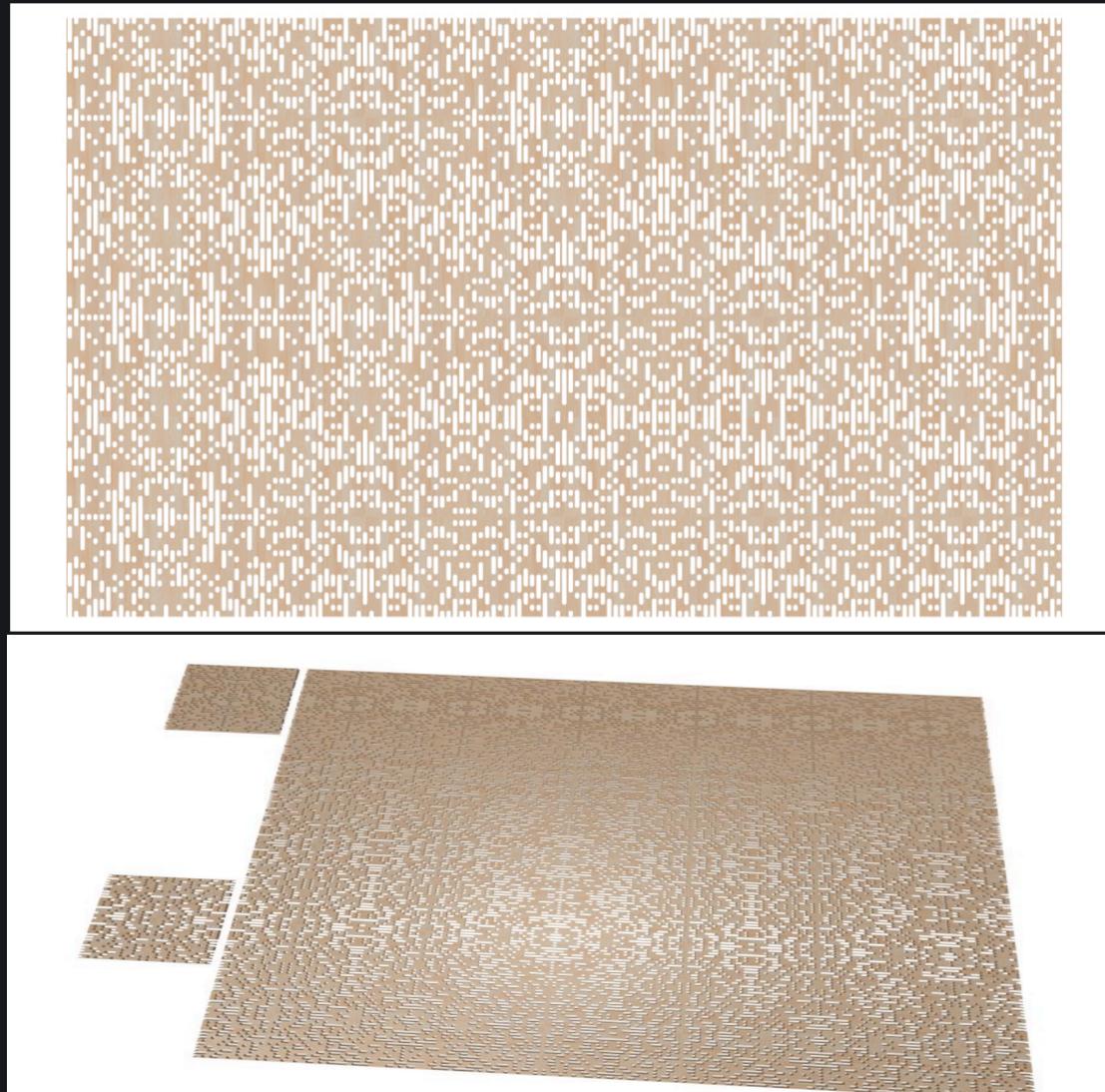
## Requisiti acustici passivi: sintesi generale



# Acustica Interna: modello al CAD Acustico

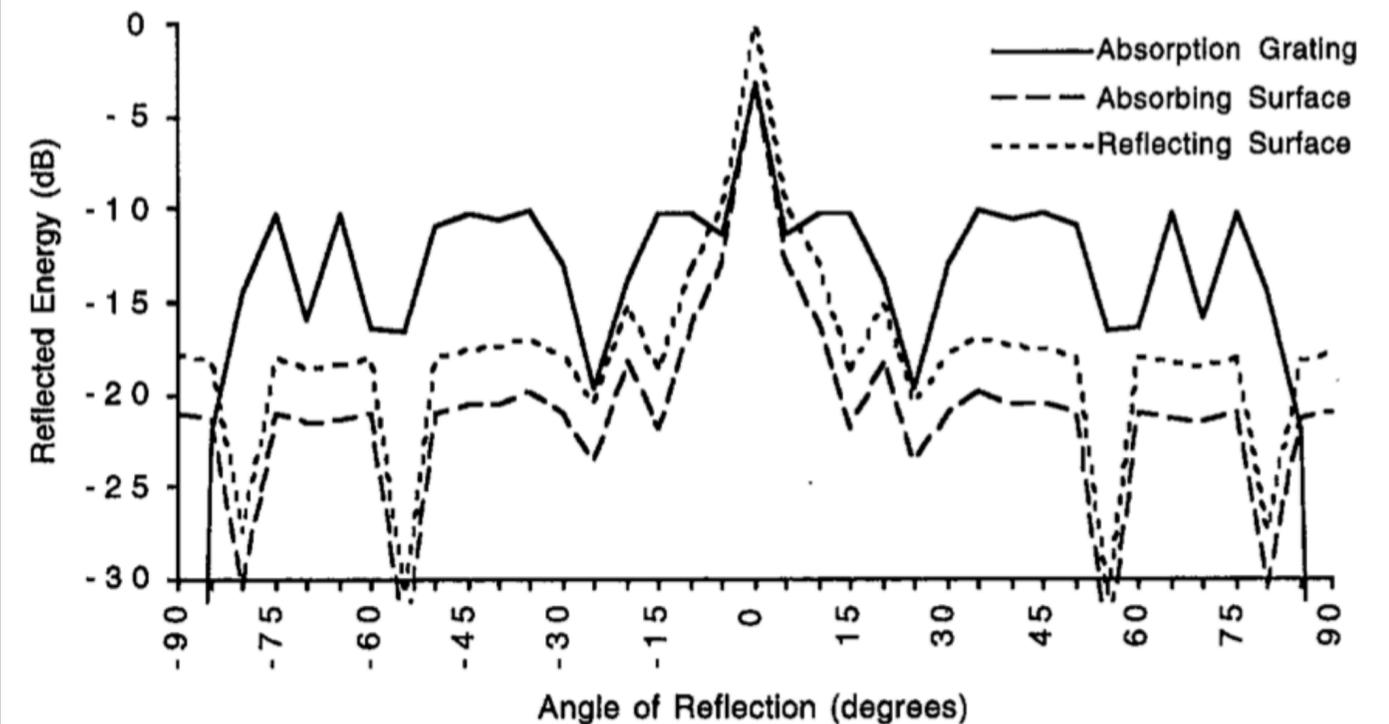


## Materiali: Binary Amplitude Diffuser



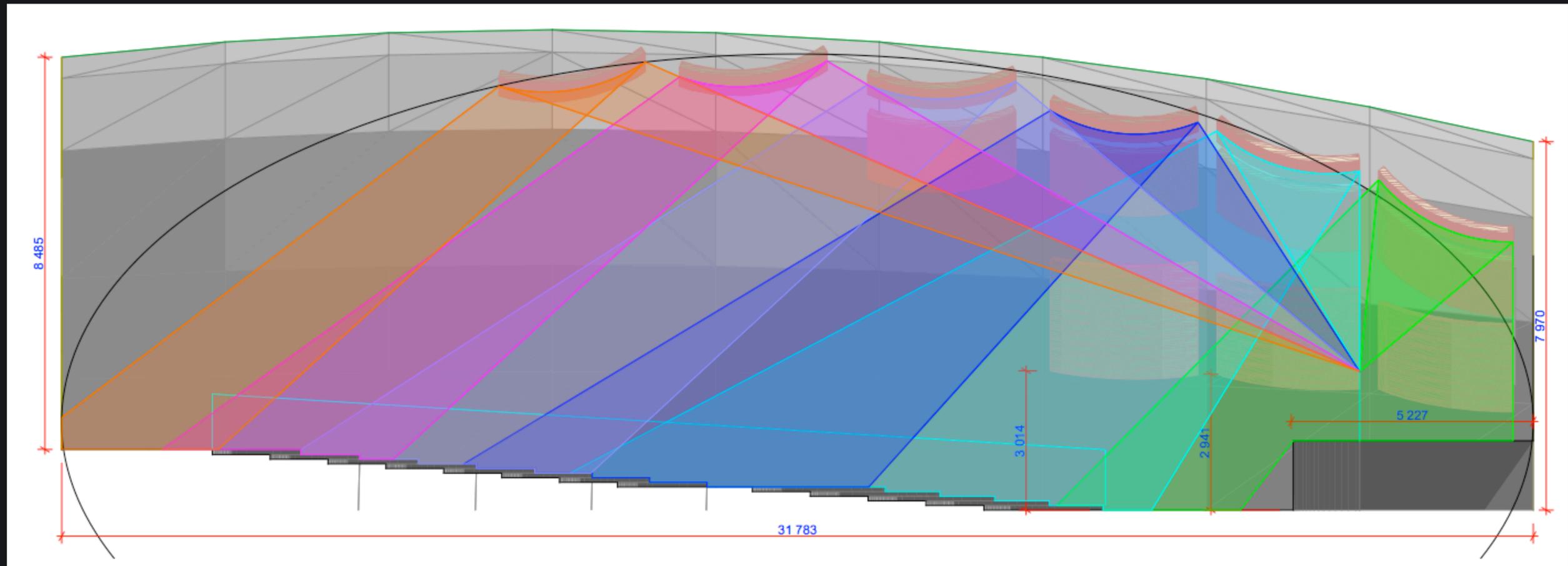
La parte del suono che non viene assorbita, viene riflessa con un angolo molto più ampio di quello incidente, creando così un campo acustico "diffuso". Questi dispositivi sono creati sulla base di un algoritmo matematico basato sulle sequenze MLS e i numeri primi, e rappresenta lo stato dell'arte della correzione acustica degli interni.

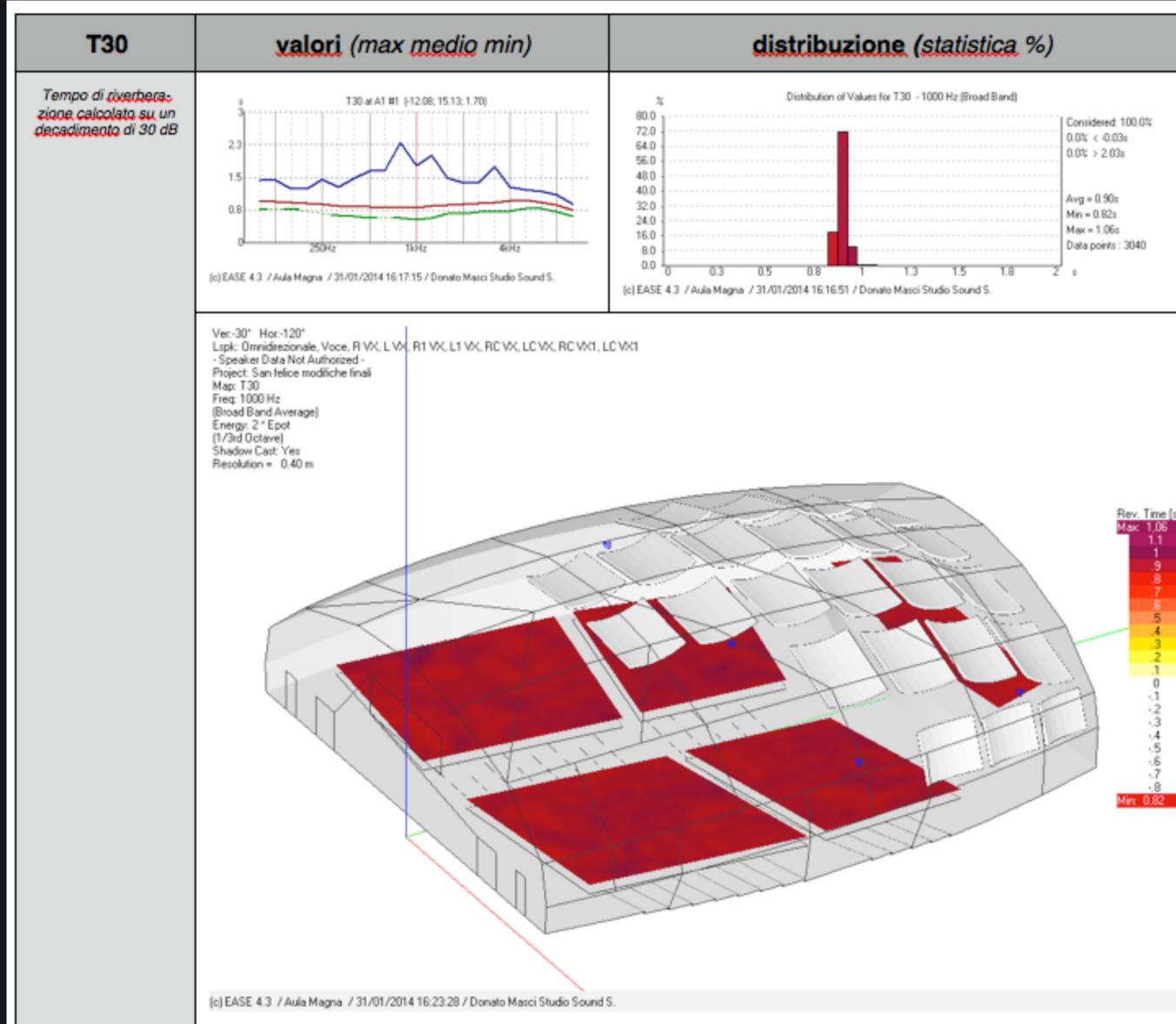
Figure 3. Reflected Energy Ratio vs Angle ( $\lambda = 0.5$ )



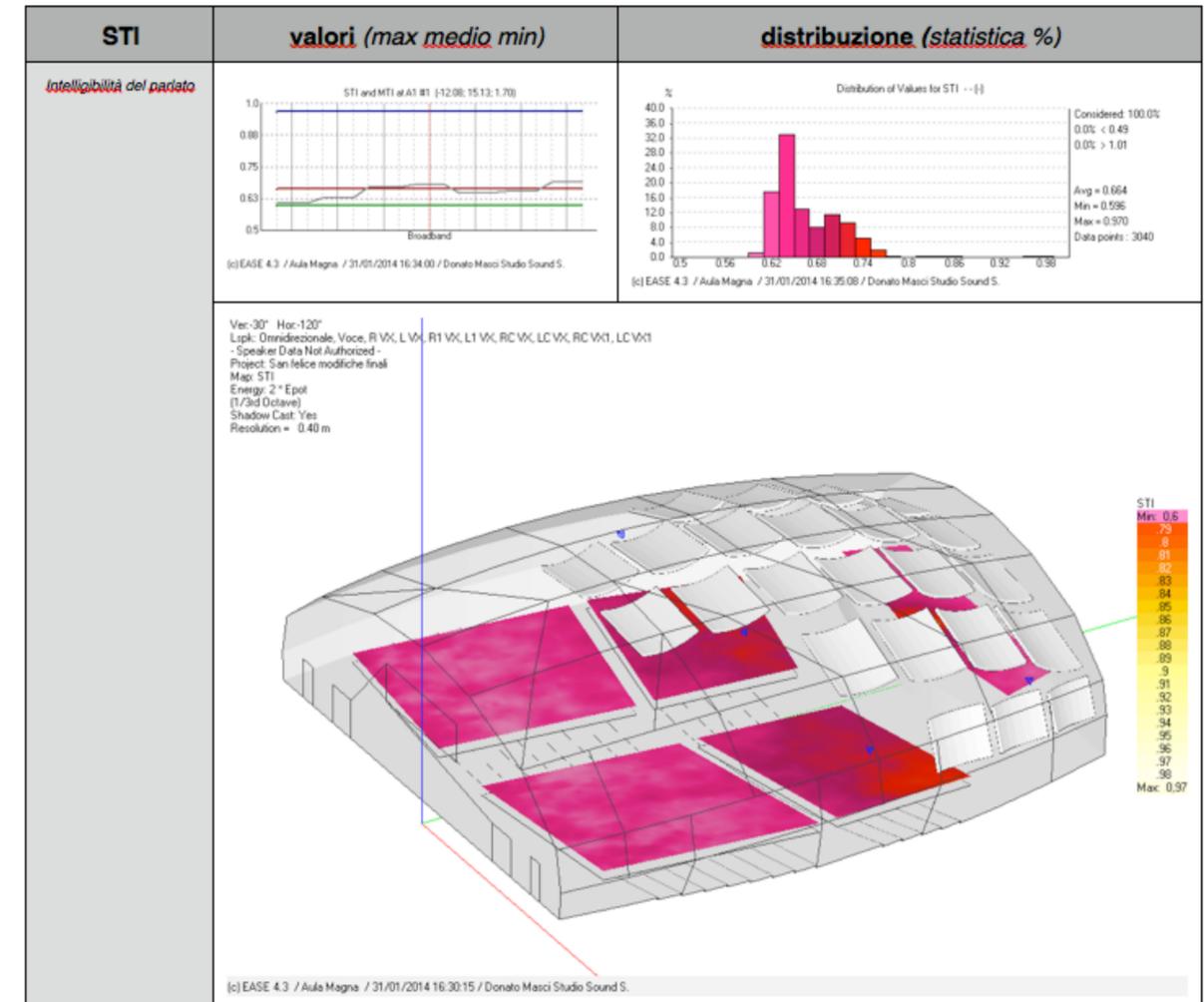
## Geometria: Canopy al Soffitto

Le prime riflessioni sono state "guidate" verso i recettori più lontani che altrimenti avrebbero sentito una pressione sonora molto meno elevata di quelli alle prime file. I materiali posti in fondo alla sala e sull'ultima parte del soffitto invece sono (parzialmente) assorbenti per smorzare le riflessioni successive.





L'intelligibilità del parlato assume valori compresi tra 0.65 ÷ 0.75, ideale per teatri, auditorium e sale conferenza (si veda la legenda in Appendice B).



Simulazione al CAD acustico EASE 4.3: parametro di intelligibilità del parlato con impianto audio, i risultati sono perfettamente in linea con i valori ottimali presenti in letteratura.

# Auditorium Istituto Musicale di San Marino

Repubblica di San Marino

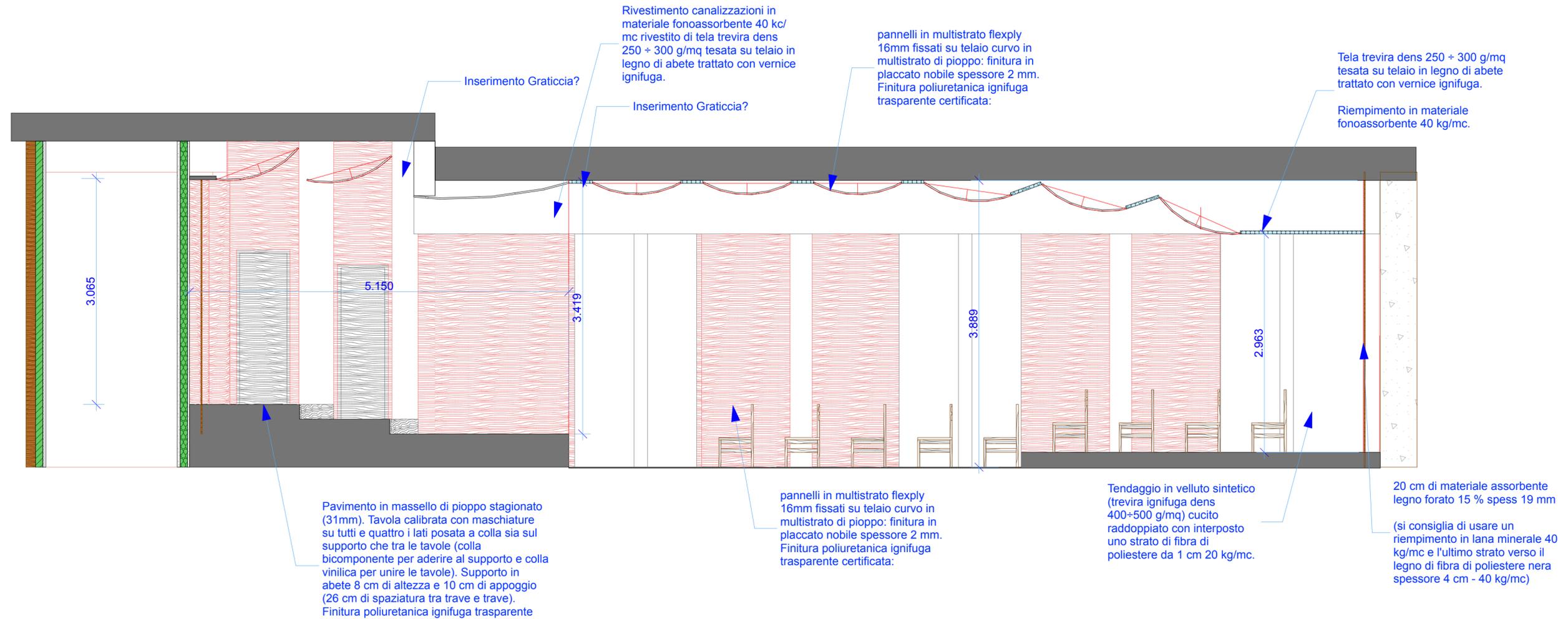


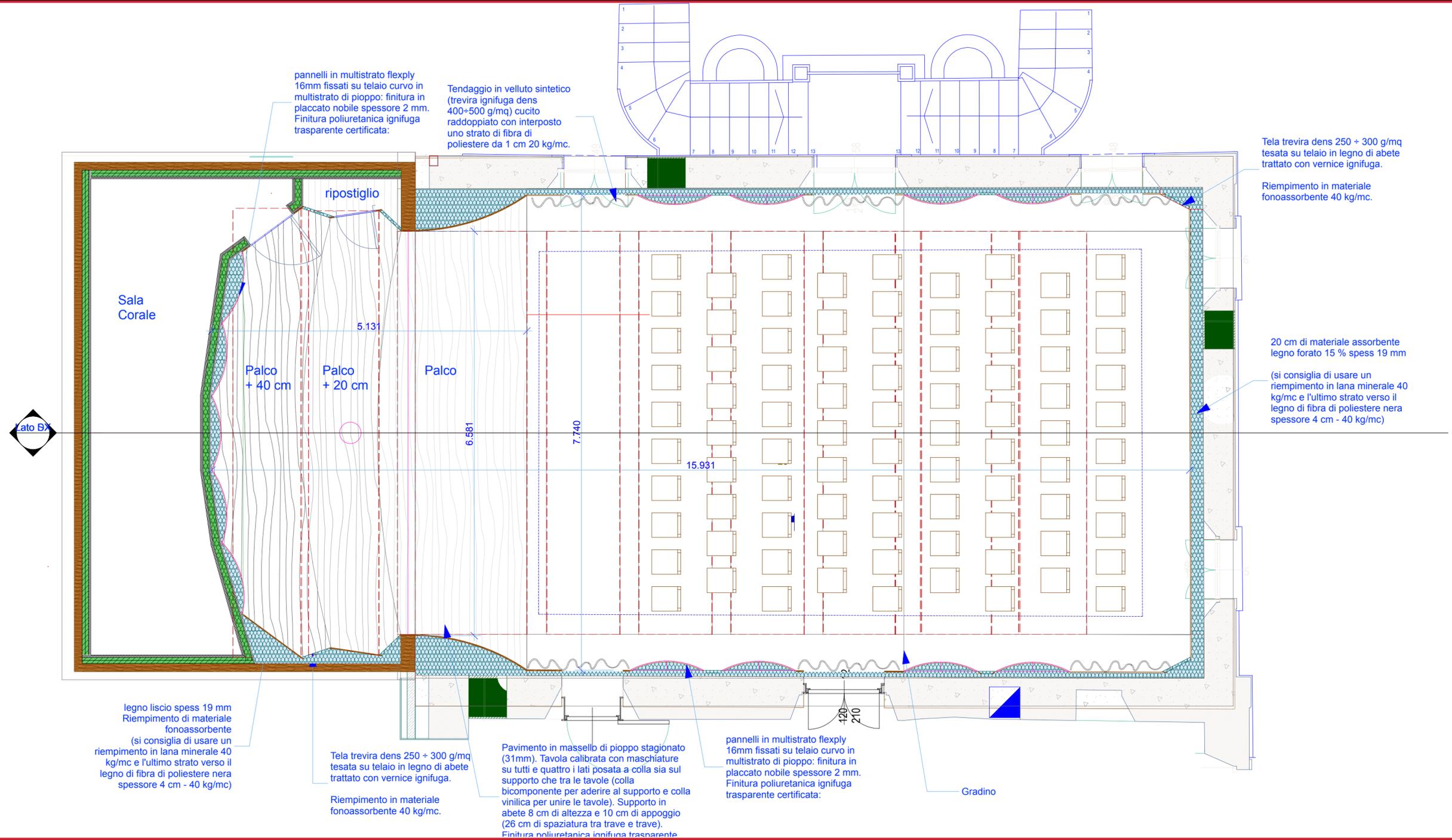


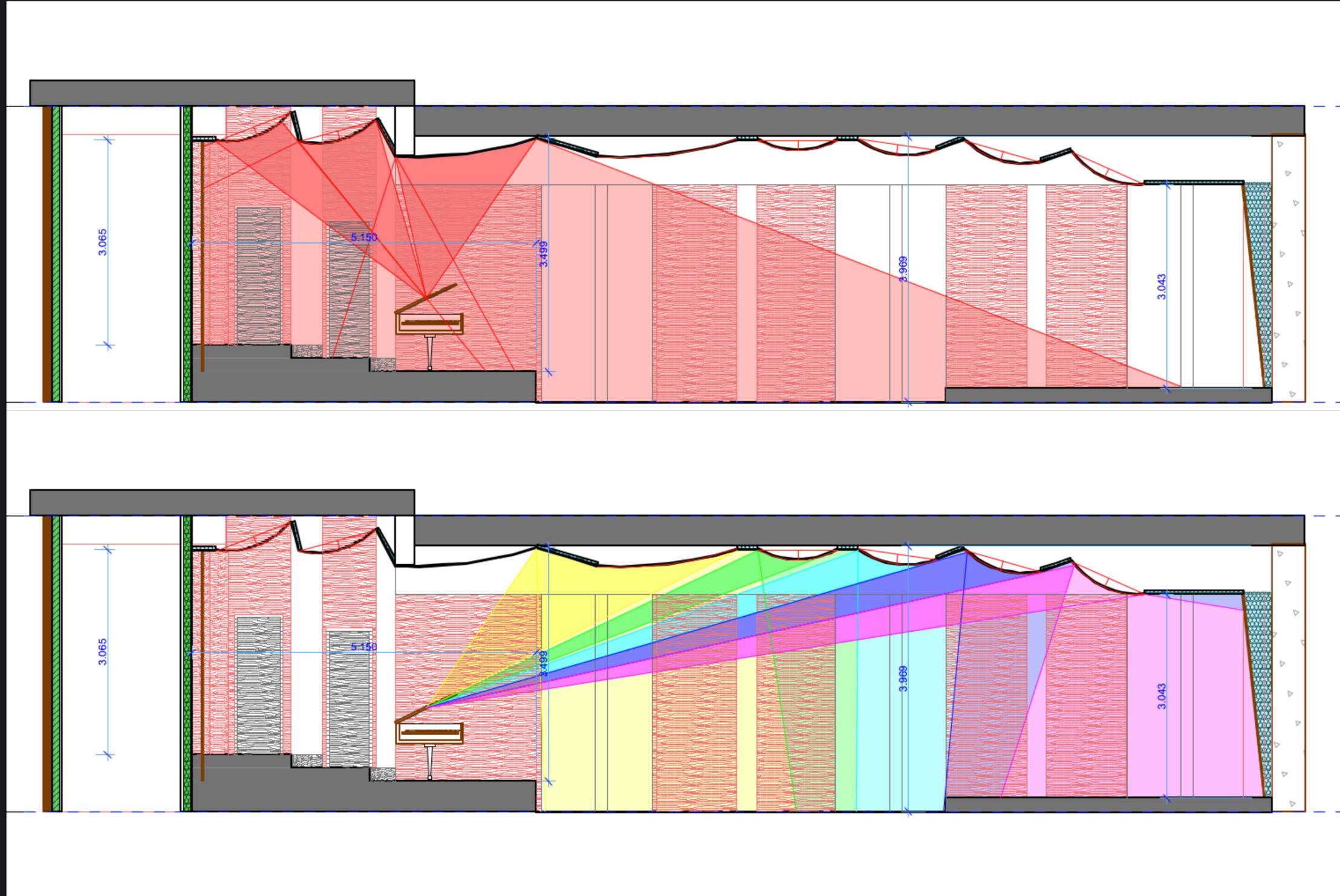
sala molto viva acusticamente, ideale per l'esecuzione musicale; intervento di acustica variabile sui lati per "asciugare" la riverberazione per altre destinazioni d'uso (sala conferenze e lezioni)

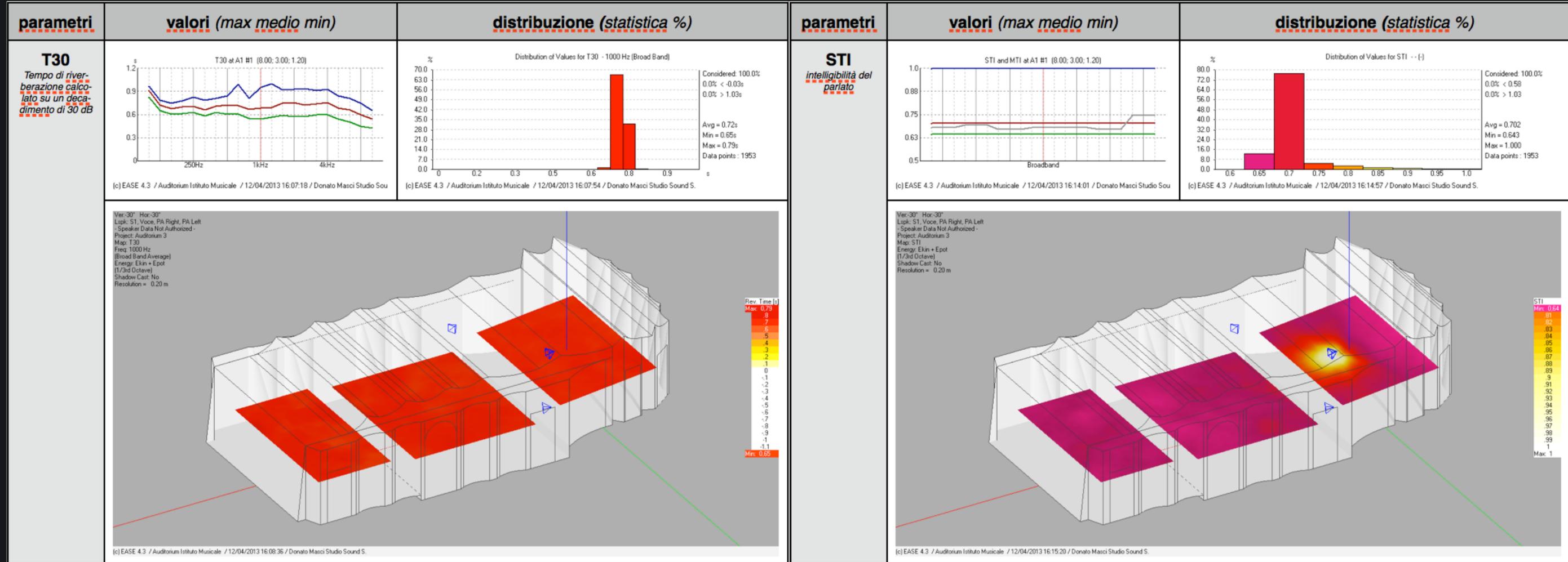


utilizzo di legno e pannelli di diffusione acustica (policilindri) combinati a dispositivi fonoassorbenti in legno forato e tessuti









# Parrocchia Ospedaliera San Gerardo

Monza



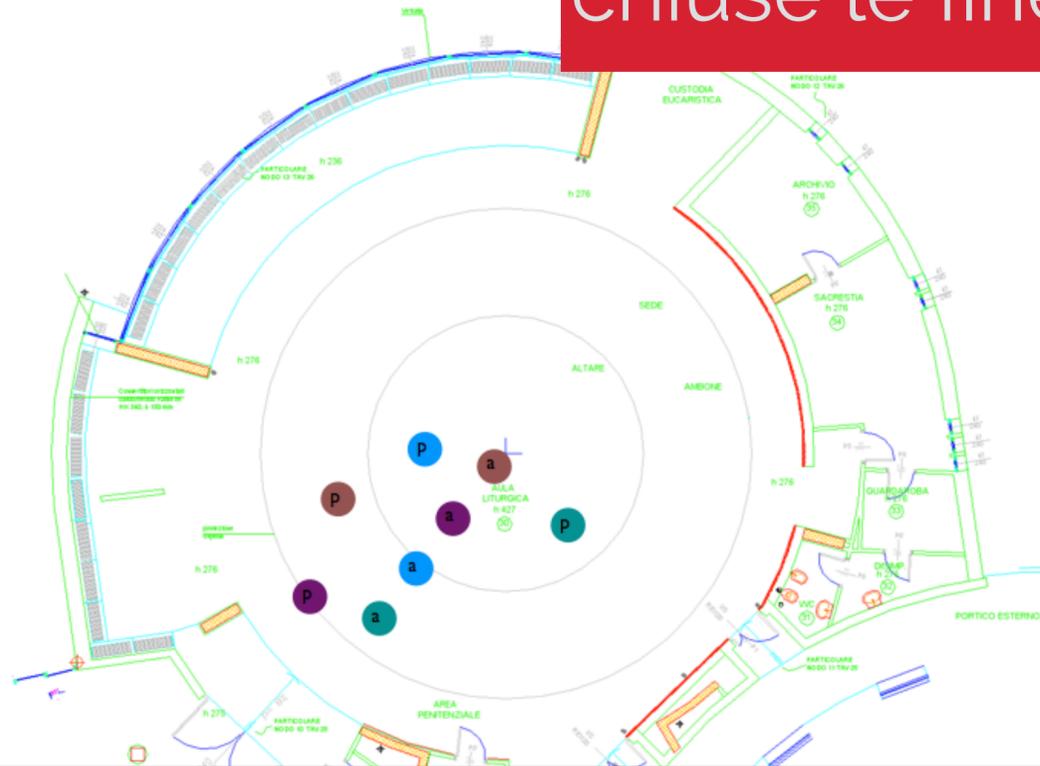


misure preliminari a sala completamente vuota

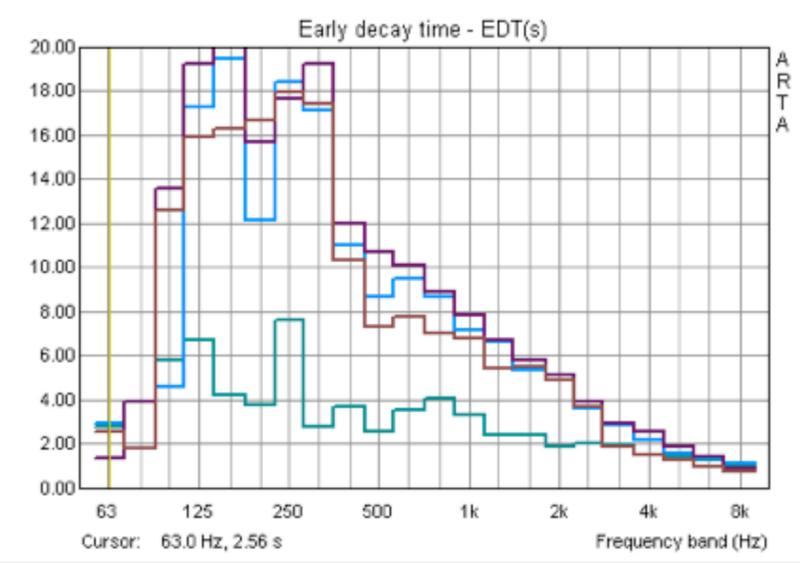
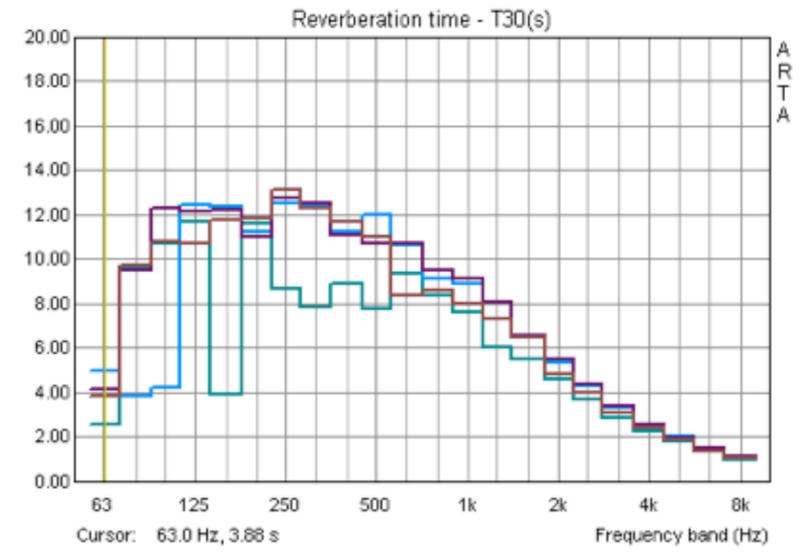


fenomeni di focalizzazione della cupola, strano fenomeno del soffitto

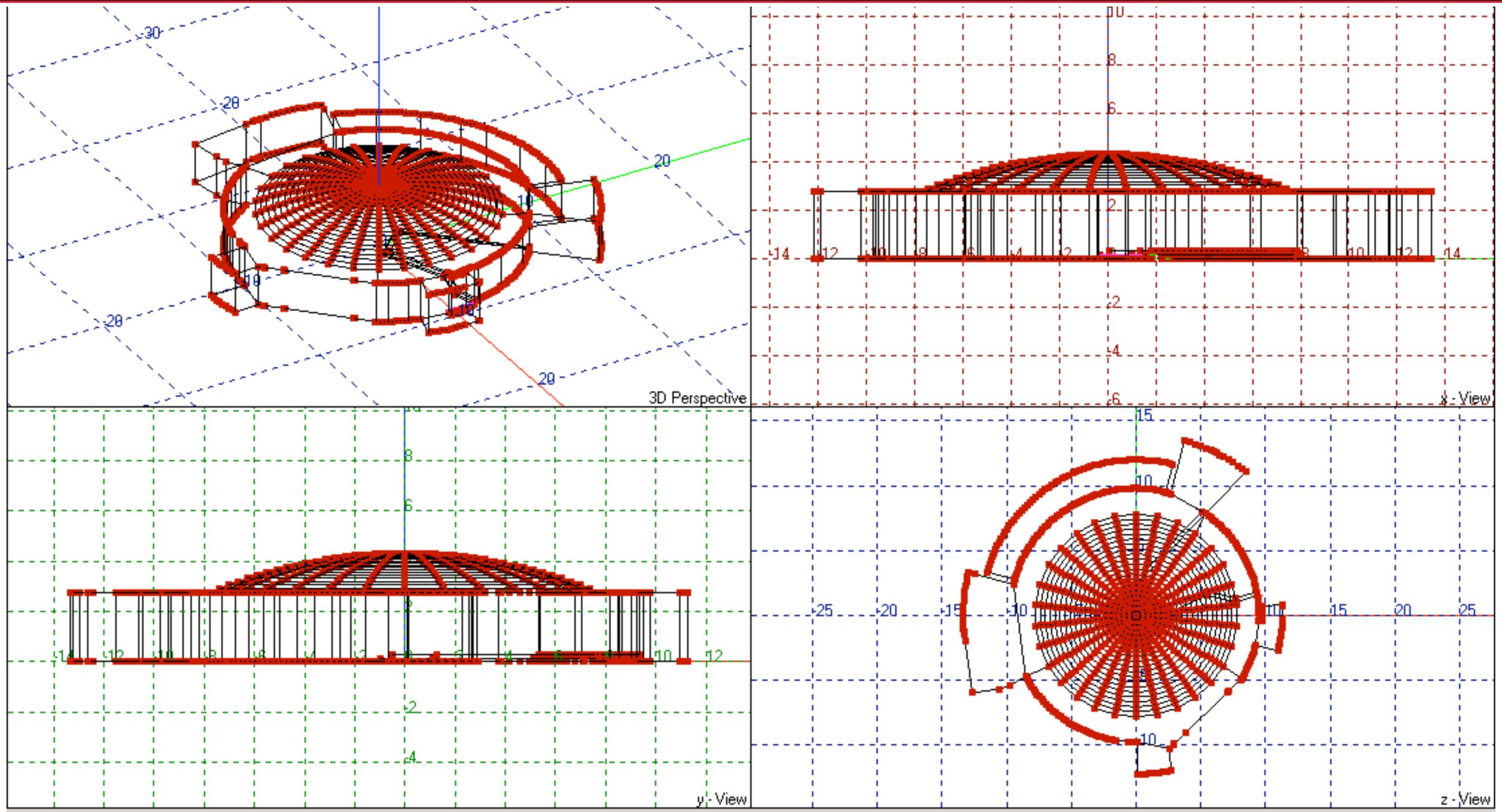
COLORE	PUNTO
	ANTE OPERAM
1	1 m dal bordo cupola verso centro
2	2,5 m dal bordo cupola verso centro
3	5 m dal bordo cupola verso centro
4	7,5 m dal bordo cupola verso centro



T<sub>30</sub> di circa 12 s e EDT con punte di 20 s!!!  
...e non erano ancora chiuse le finestre...

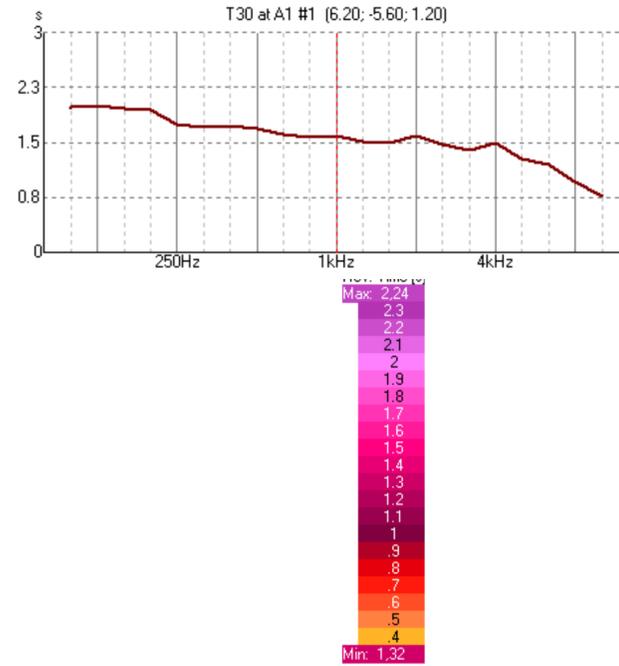
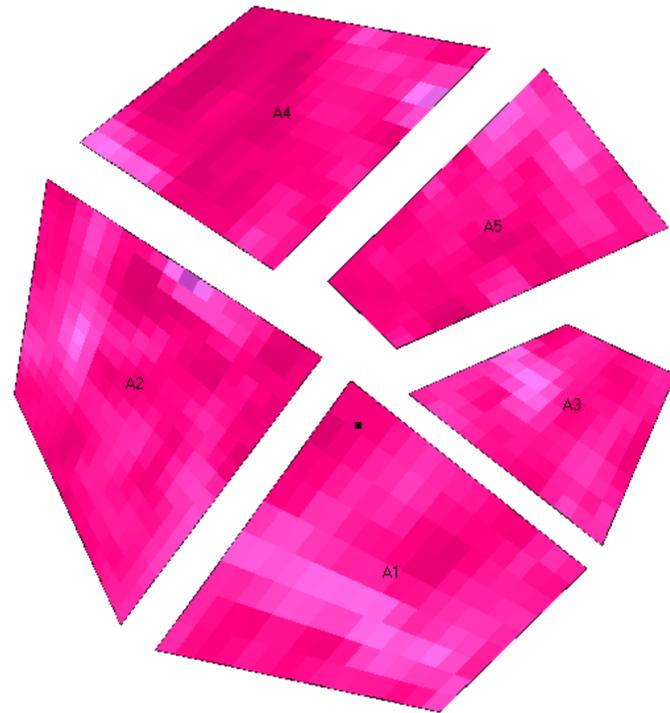


Abbiamo verificato inoltre un fatto piuttosto interessante, ossia che il picco di riverberazione si spostava leggermente in frequenza tra le varie misure che abbiamo effettuato a distanze differenti dal centro della cupola (quello misurato sul bordo è più in basso di quello misurato al centro).

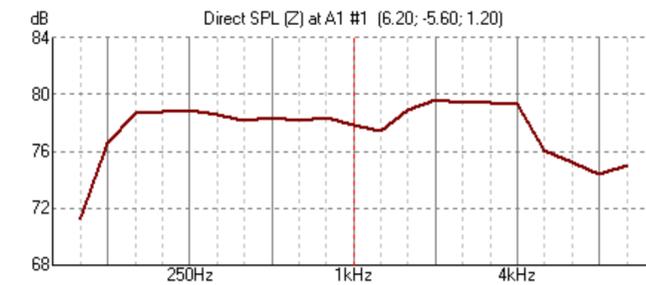
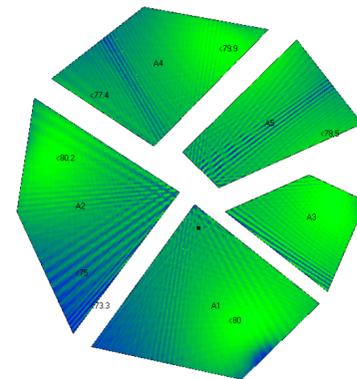
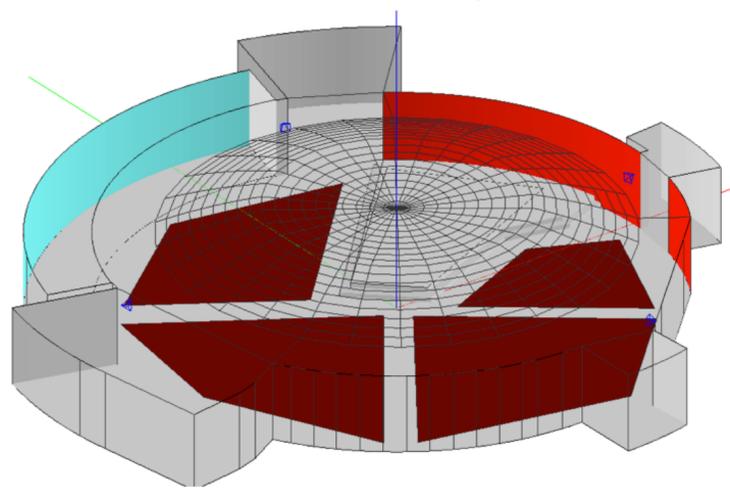
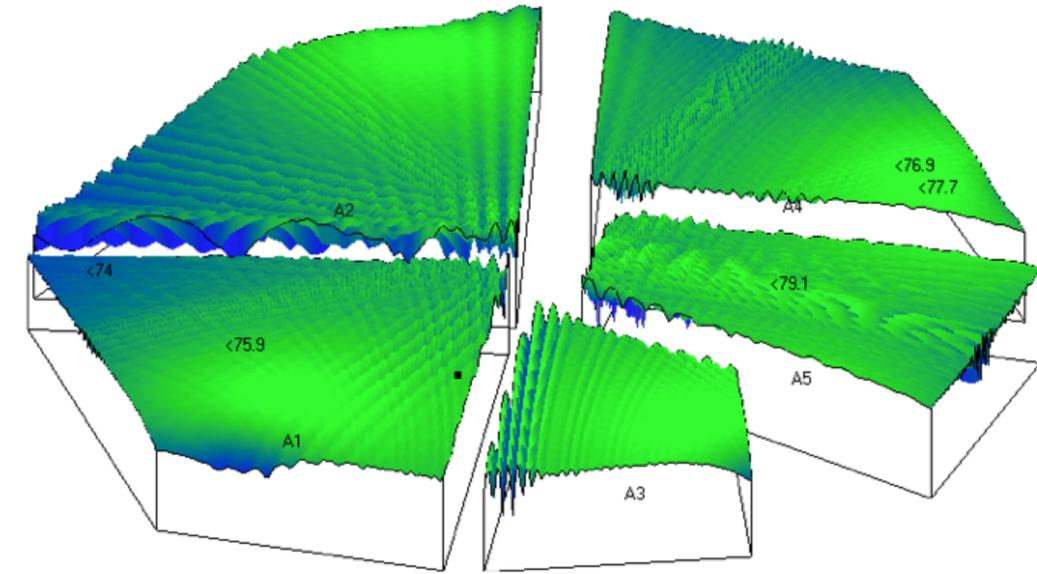


[c] EASE 4.3 / S Gerardo / 21/09/2009 11.35.07 / Danza Cosmica di Musci Donato Donato Masci

T30



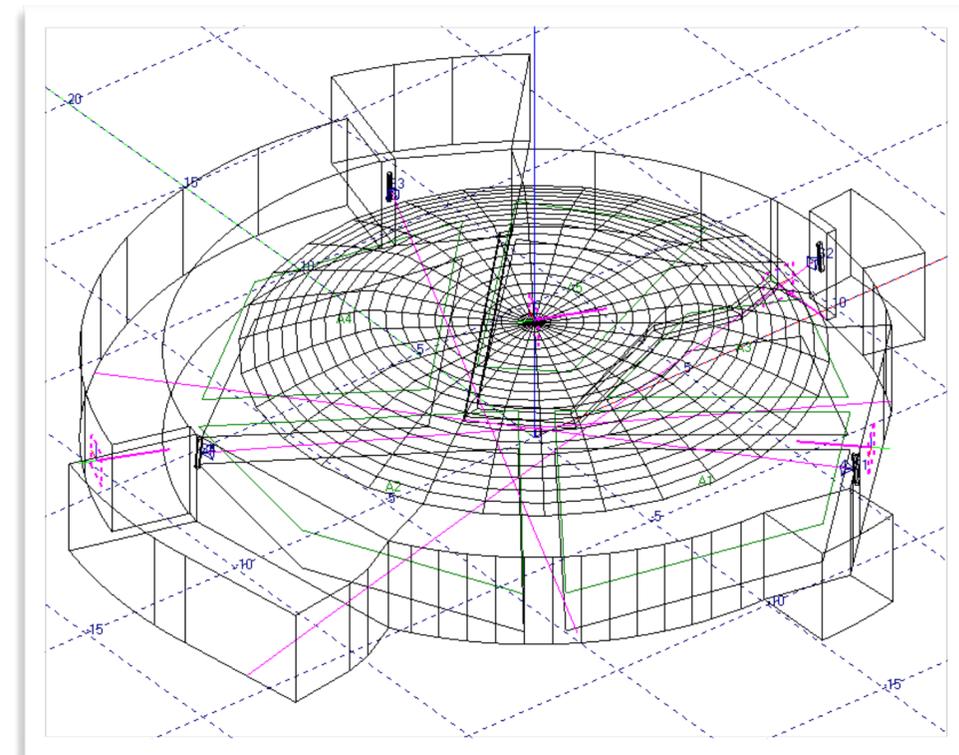
SPL@1000Hz



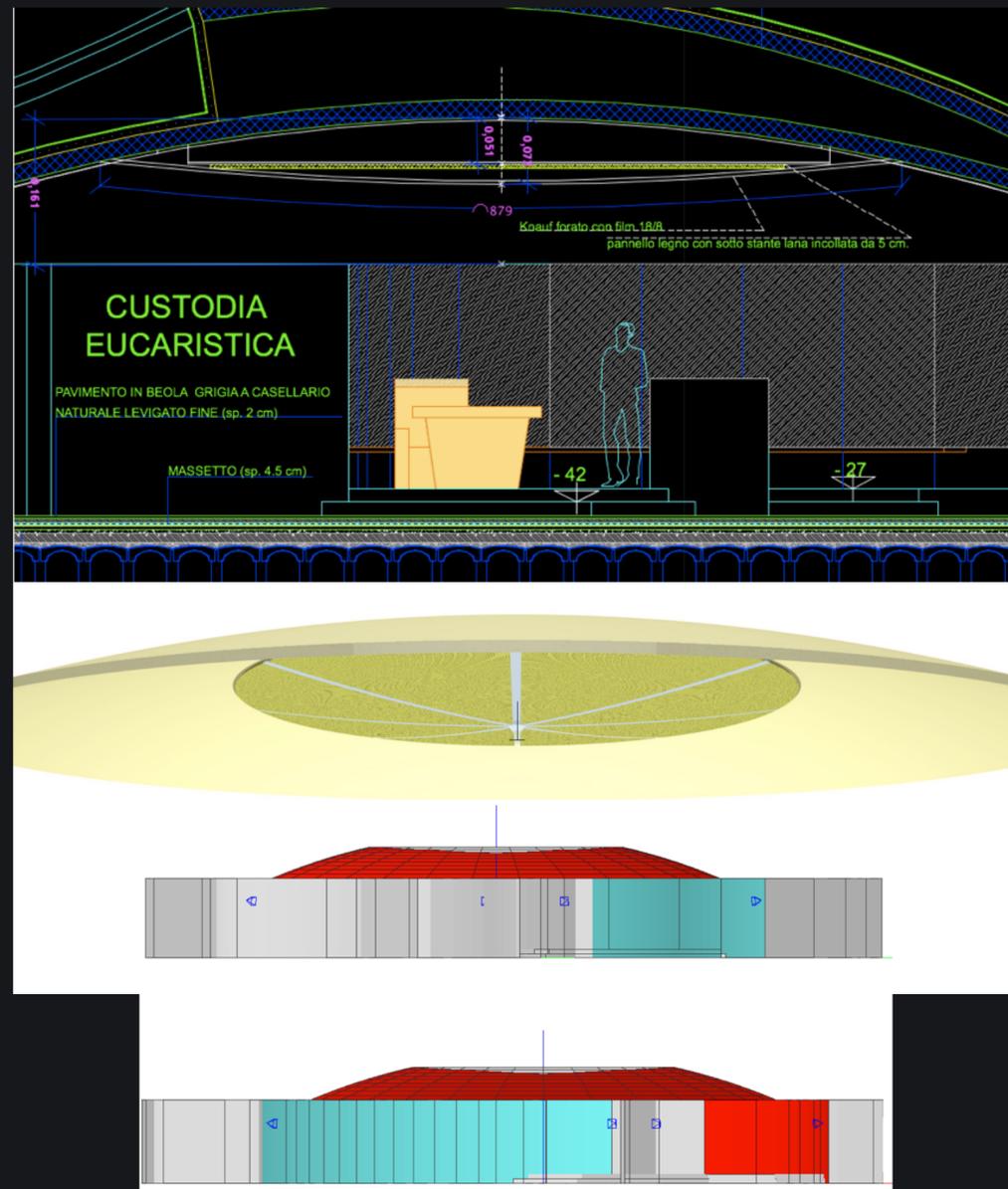


Gli altoparlanti scelti sono le JBL CBT 100LA (Line Array Column Loudspeaker with Sixteen 50 mm Drivers). Abbiamo effettuato questa scelta per la loro efficienza nel riprodurre il parlato, per lo stretto angolo di diffusione verticale (che è utile per non far lavorare la cupola in maniera negativa per il campo acustico) e per la facilità di inclinazione e montaggio.

Le casse sono state disposte in punti strategici e puntate con un angolo di 5° verso il basso per far sì che la cupola non influisca negativamente sull'acustica della chiesa. Nella figura accanto le linee rosa rappresentano il puntamento delle casse.

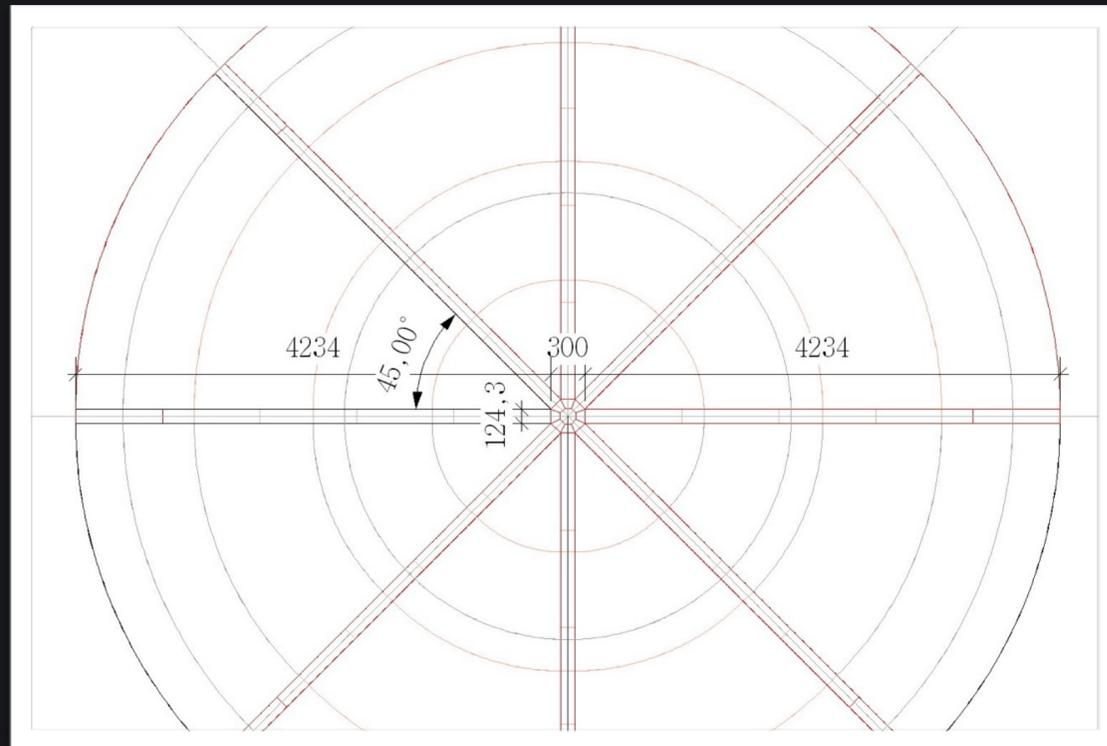


## La Correzione

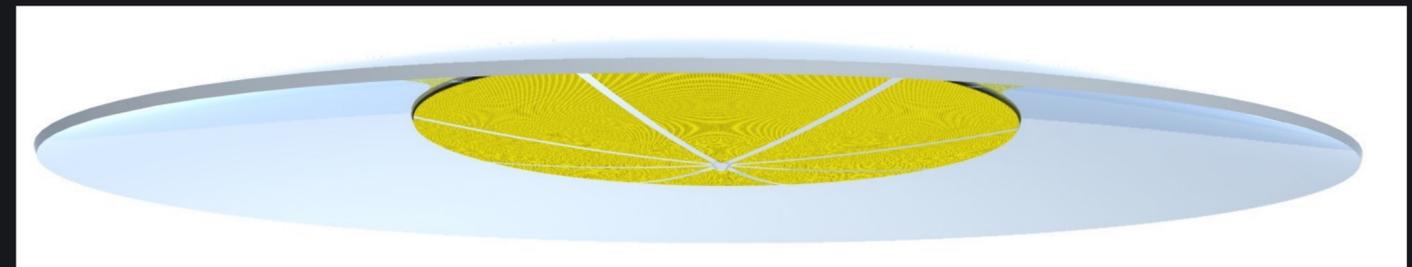


- A. Creazione di un controsoffitto a forma di cupola rovesciata dentro la cupola ("Controcupola"): il sistema funziona da trappola per le basse frequenze ed essendo una superficie convessa e non concava, diffonde il campo acustico con un angolo molto superiore a prima. L'interno della controcupola è riempito con materiale fonoassorbente (lana di vetro) e la superficie della controcupola è in legno forato con percentuale di foratura del 15%;
- B. rivestimento del resto delle pareti con intonaco fonoassorbente;
- C. scelta dell'impianto di diffusione acustica: JBL CBT100LA line array. Abbiamo effettuato questa scelta per la loro efficienza nel riprodurre il parlato, per lo stretto angolo di diffusione verticale (che è utile per non far lavorare la cupola in maniera negativa per il campo acustico) e per la facilità di inclinazione e montaggio. Abbiamo predisposto 4 di queste casse cercando il modo migliore per creare un campo acustico omogeneo in tutta la chiesa.

## Perché la controcupola?

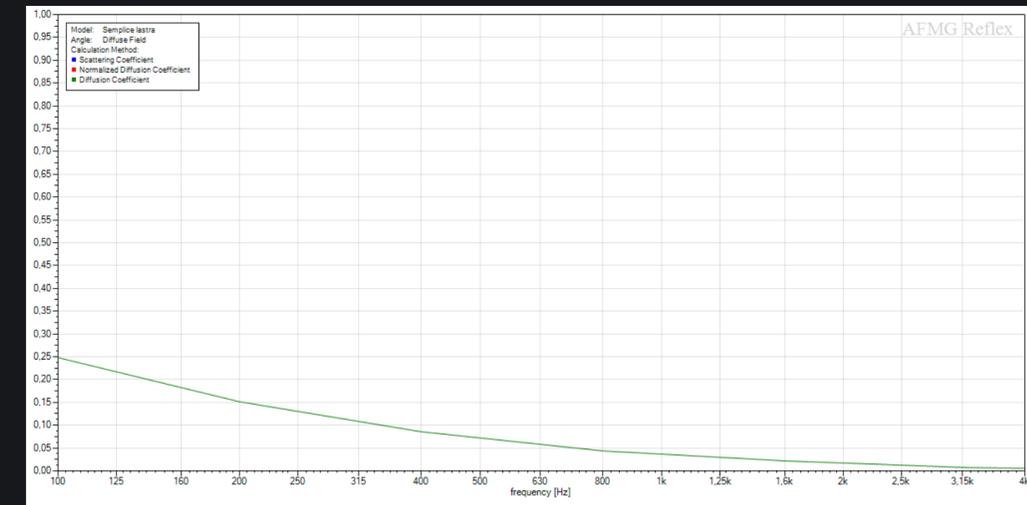
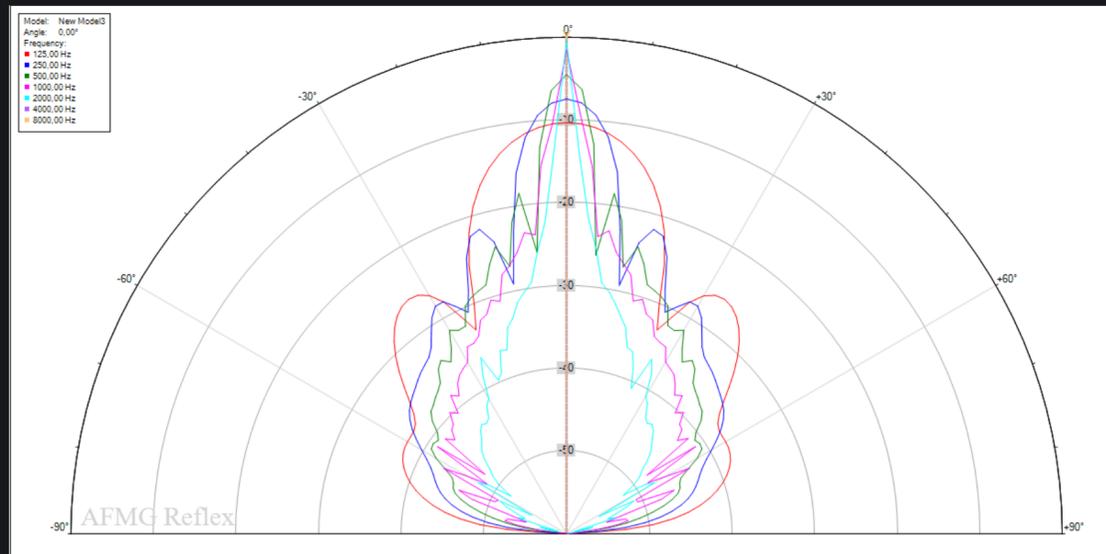


- A. L'esperienza degli studi di registrazione ci insegna che i flutter-echo sono molto fastidiosi e si creano non appena le superfici sono parallele (anche se in parte assorbenti come la controcupola).
- B. È stato poi studiato con Reflex AFMG il profilo e si notano le differenze nello scattering e nella diffusione sonora verso questo elemento.

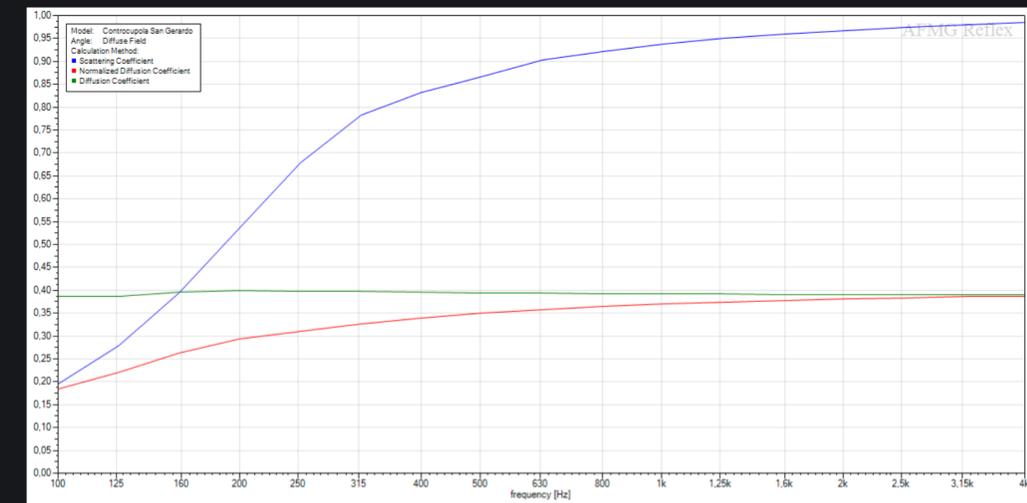
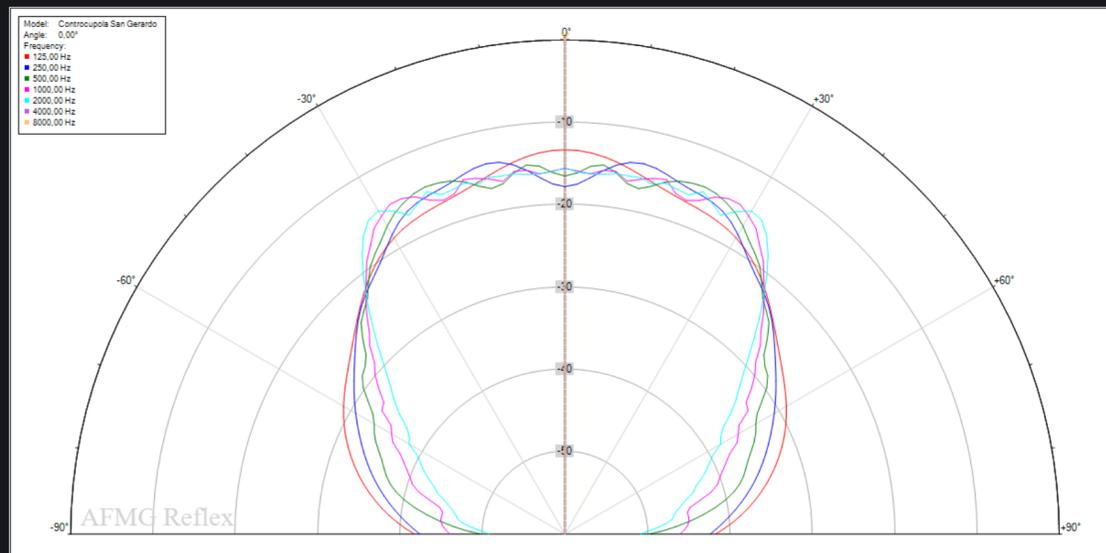


# Diffusione e scattering sulla controcupola

lastra normale



controcupola





controcupola costruita da Alberto Ferraris  
GGP Sound



Costruzione a terra del telaio in legno  
lamellare



Sospensione con tiranti



perno centrale e posizionamento fine



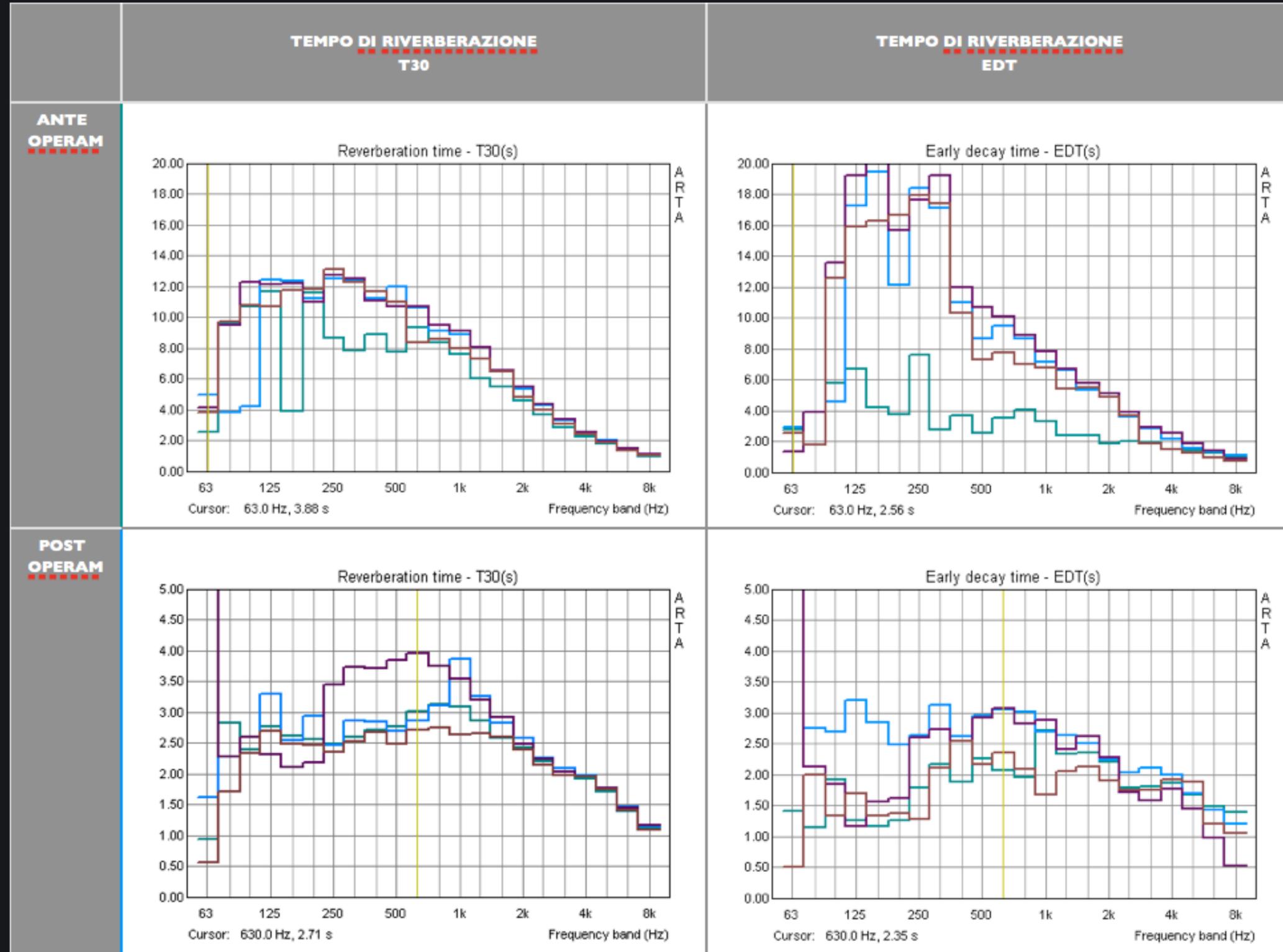
Applicazione delle lastre curvate e forate a pantografo



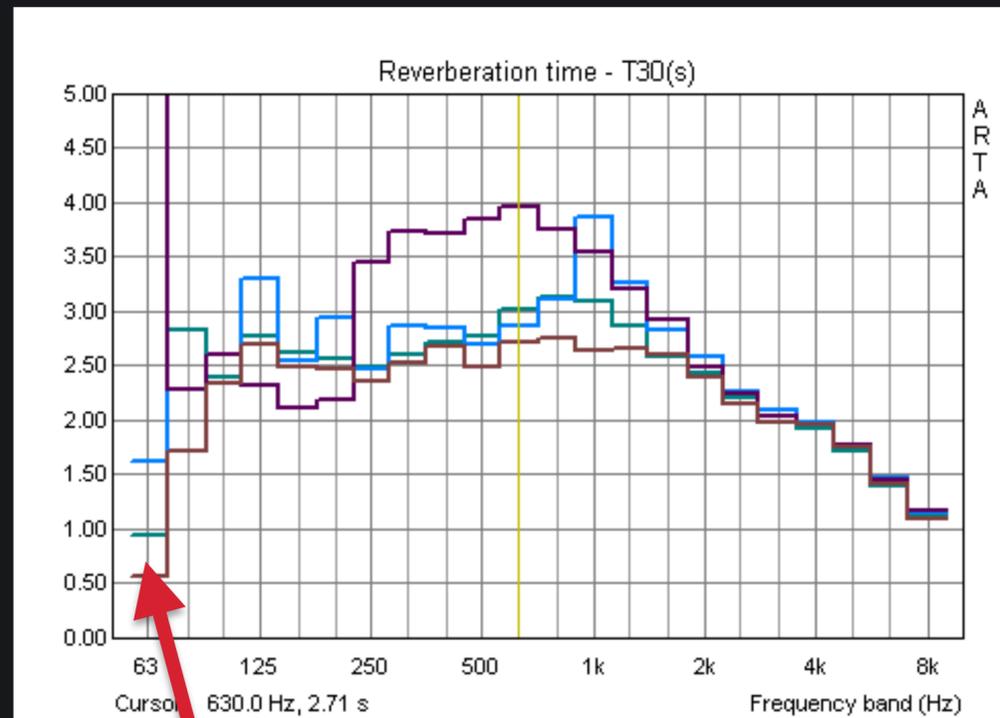
... ultimata la controcupola, mancano verniciatura e corpi illuminanti.

# Risultati

	STI		%Alcons	
	Ante operam	post opera	ante opera	post opera
1	0.40	0.56	19.50	8.72
2	0.38	0.61	22.00	6.87
3	0.30	0.58	33.20	7.61
4	0.35	0.58	25.60	8.36



## Il Tempo di Riverberazione



in questo range le misure sono poco attendibili perché effettuate con un sistema che arriva fino a 80 Hz.

- A. I risultati ottenuti dopo il trattamento di correzione acustica sono vicini al limite superiore del nostro range (sotto la cupola abbiamo valori @ 500 Hz di circa 2,5 s, l'unica eccezione è rappresentata dal punto di misura vicino alla porta che risentiva anche del fatto che il vano porta era aperto e quindi si apprezzava particolarmente la riverberazione proveniente dagli ambienti esterni).
- B. Va inoltre considerato che abbiamo misurato a sala vuota, senza né i fedeli né le panche, le sedute e gli arredi, quindi il risultato ottenuto sarà perfettamente in linea con i risultati simulati al CAD acustico (circa 1,8 ÷ 2,2 s @ 500 Hz).
- C. La colorazione della riverberazione tra l'altro è molto più naturale, con un buon bilanciamento tra frequenze medie e alte, mentre prima della correzione avevamo il massimo dell'energia sonora alle medio basse frequenze, che erano per la loro lunghezza d'onda quelle più enfatizzate dall'effetto "focalizzazione" della cupola, mentre le alte venivano smorzate e quindi ne risentiva l'intelligibilità del parlato.



controcupola e impianto audio JBL



intonaco fonoassorbente diasen

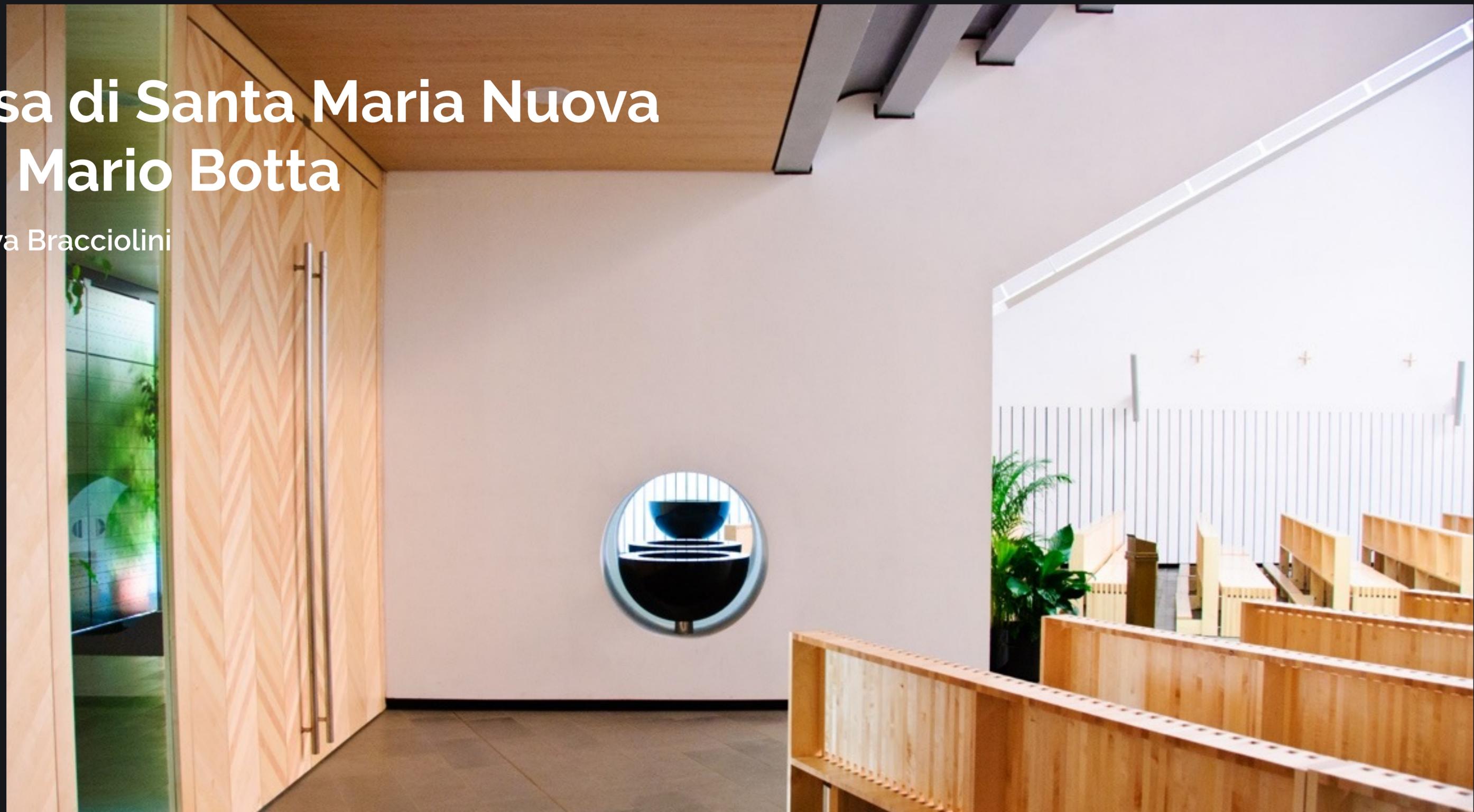
# Parrocchia Ospedaliera San Gerardo

Monza



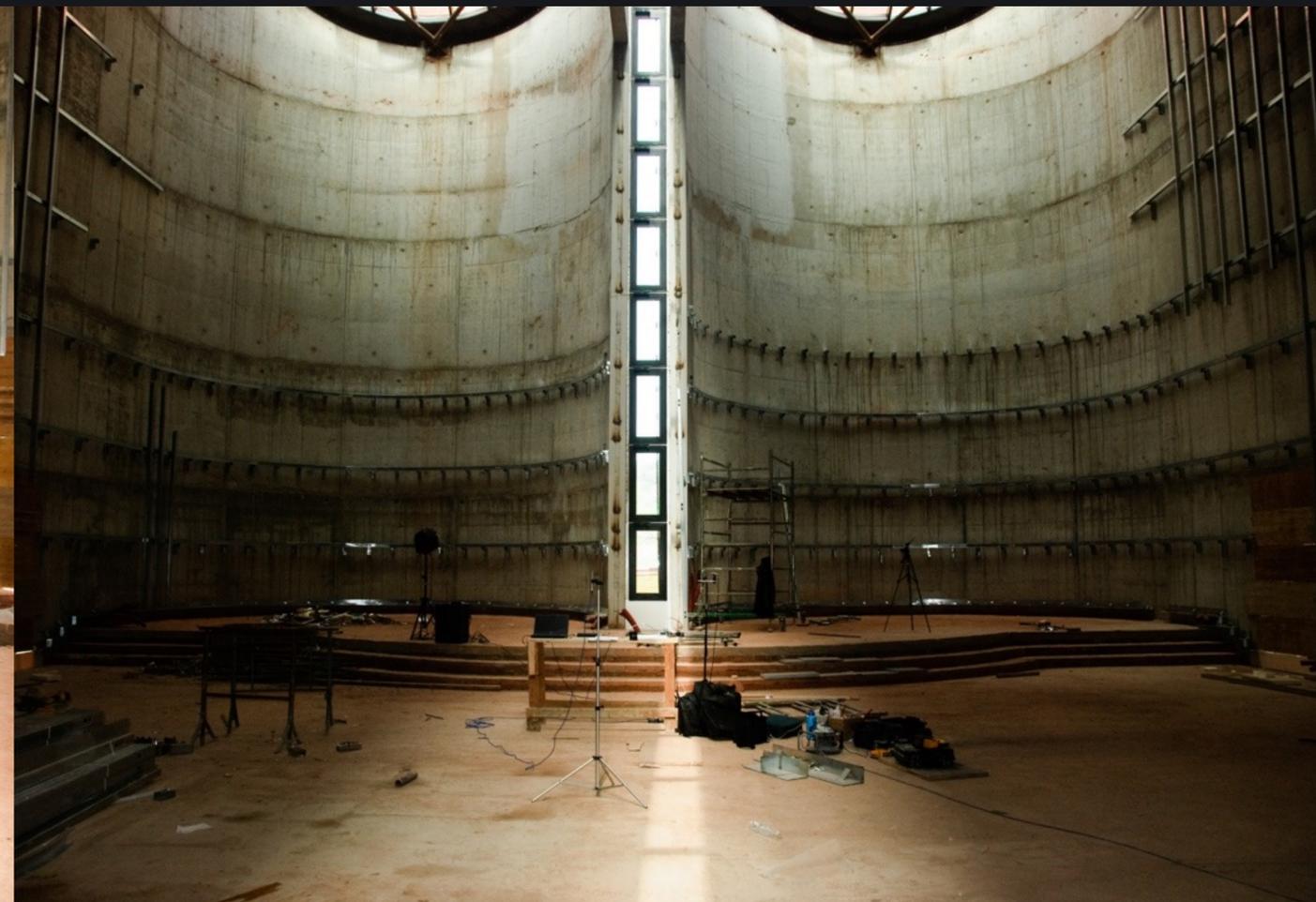
# Chiesa di Santa Maria Nuova arch. Mario Botta

Terranuova Bracciolini



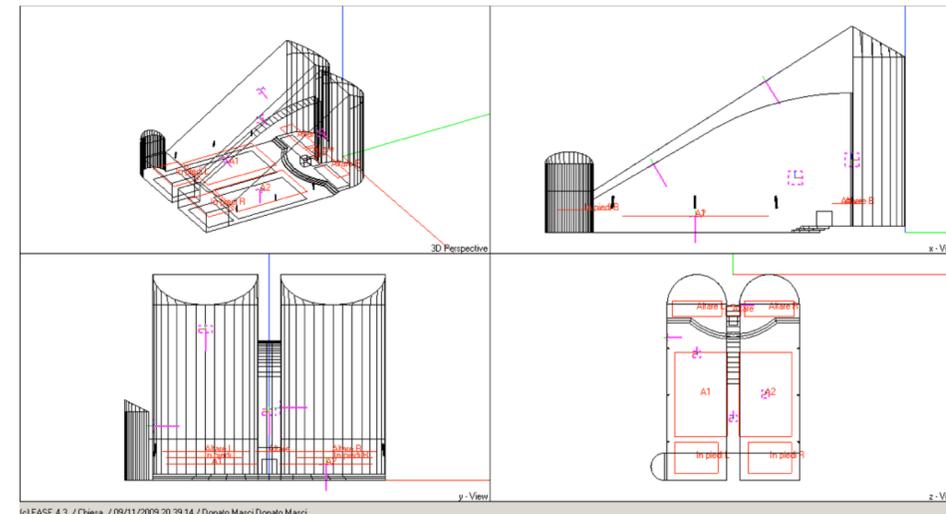
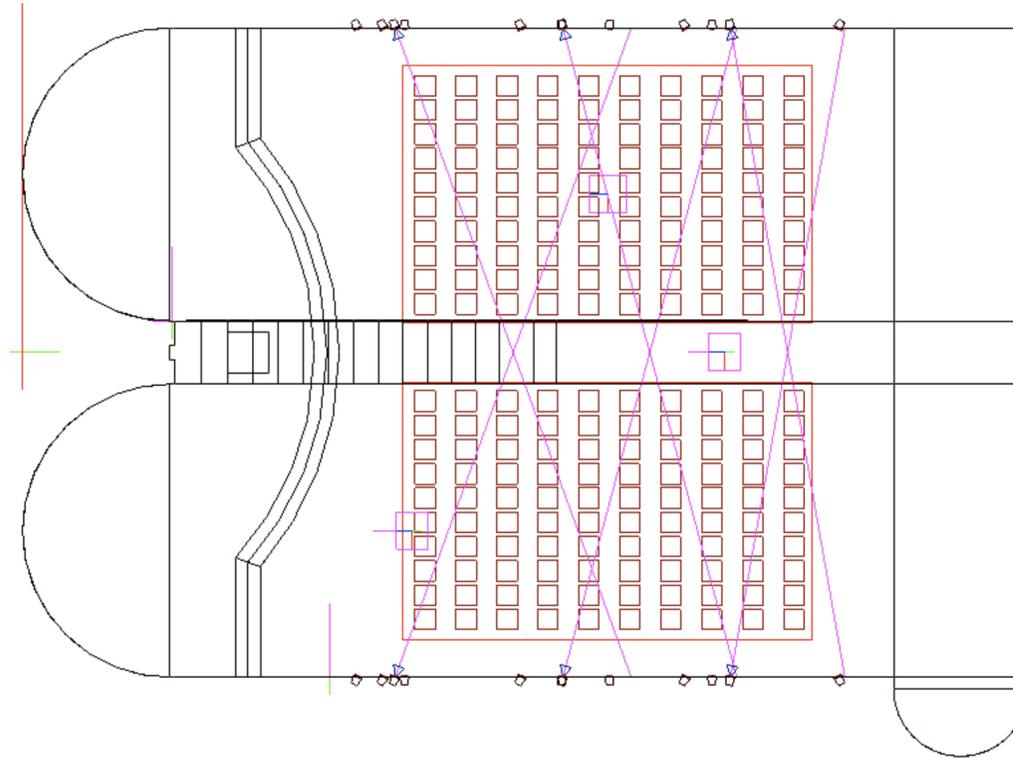
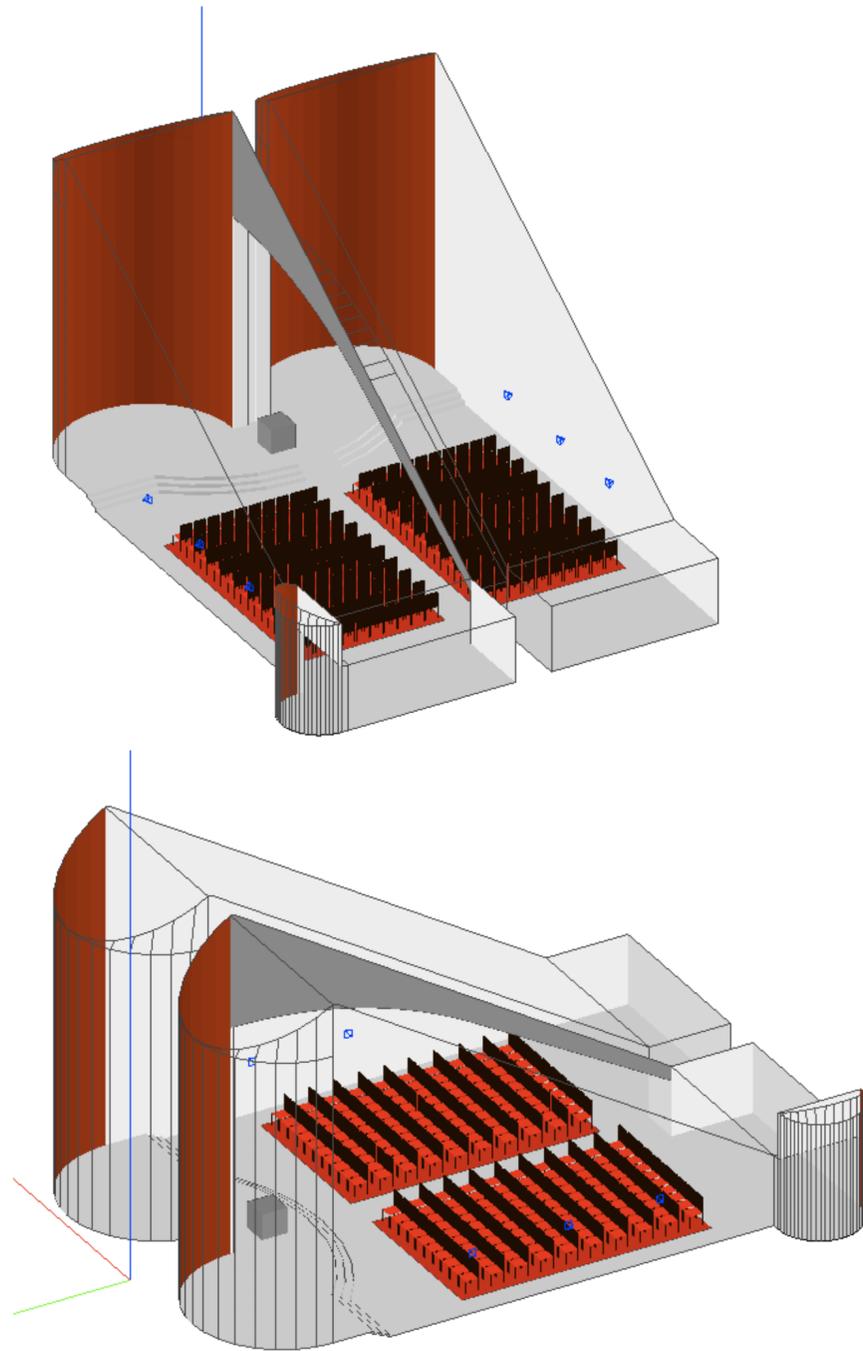


misure preliminari a sala completamente vuota

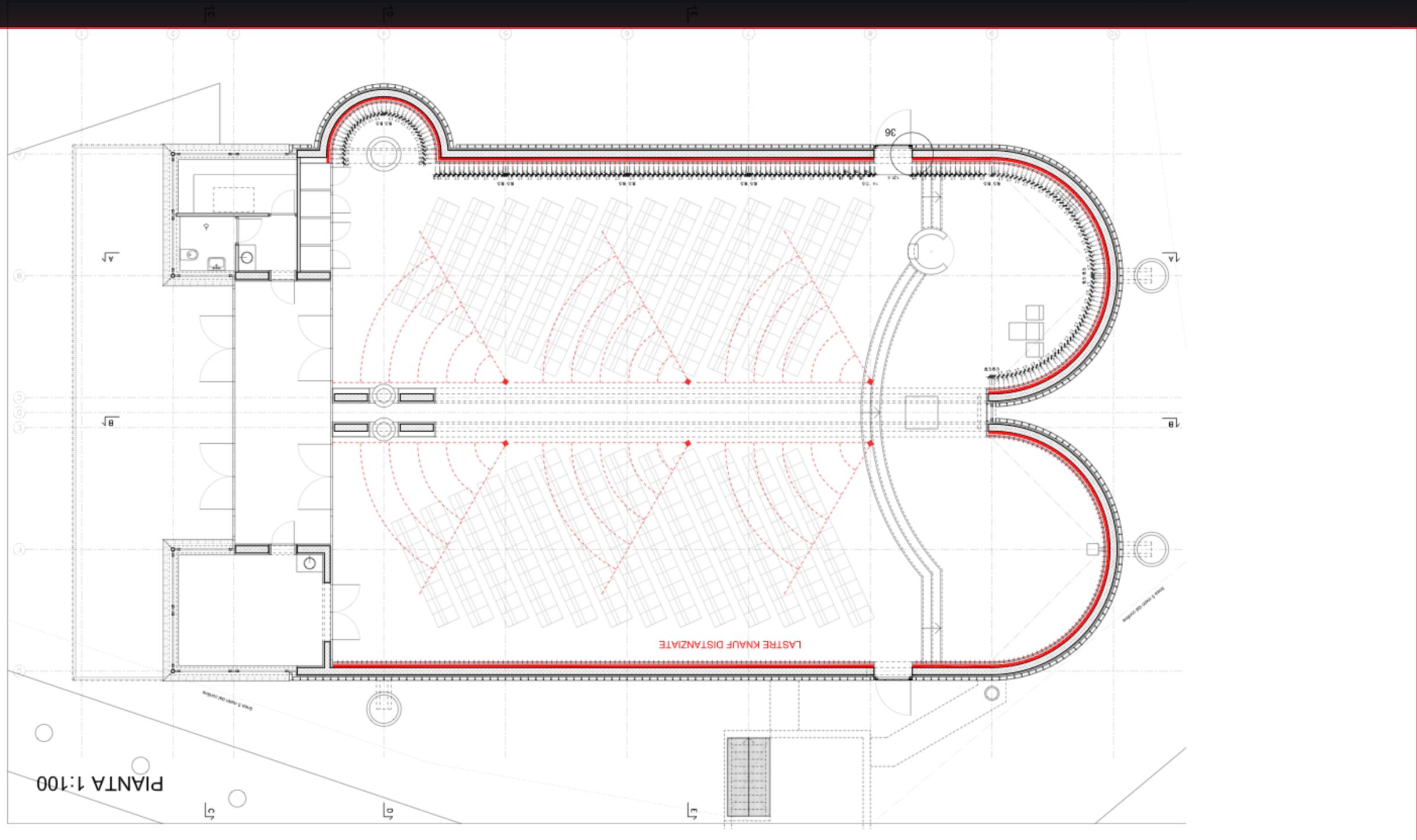


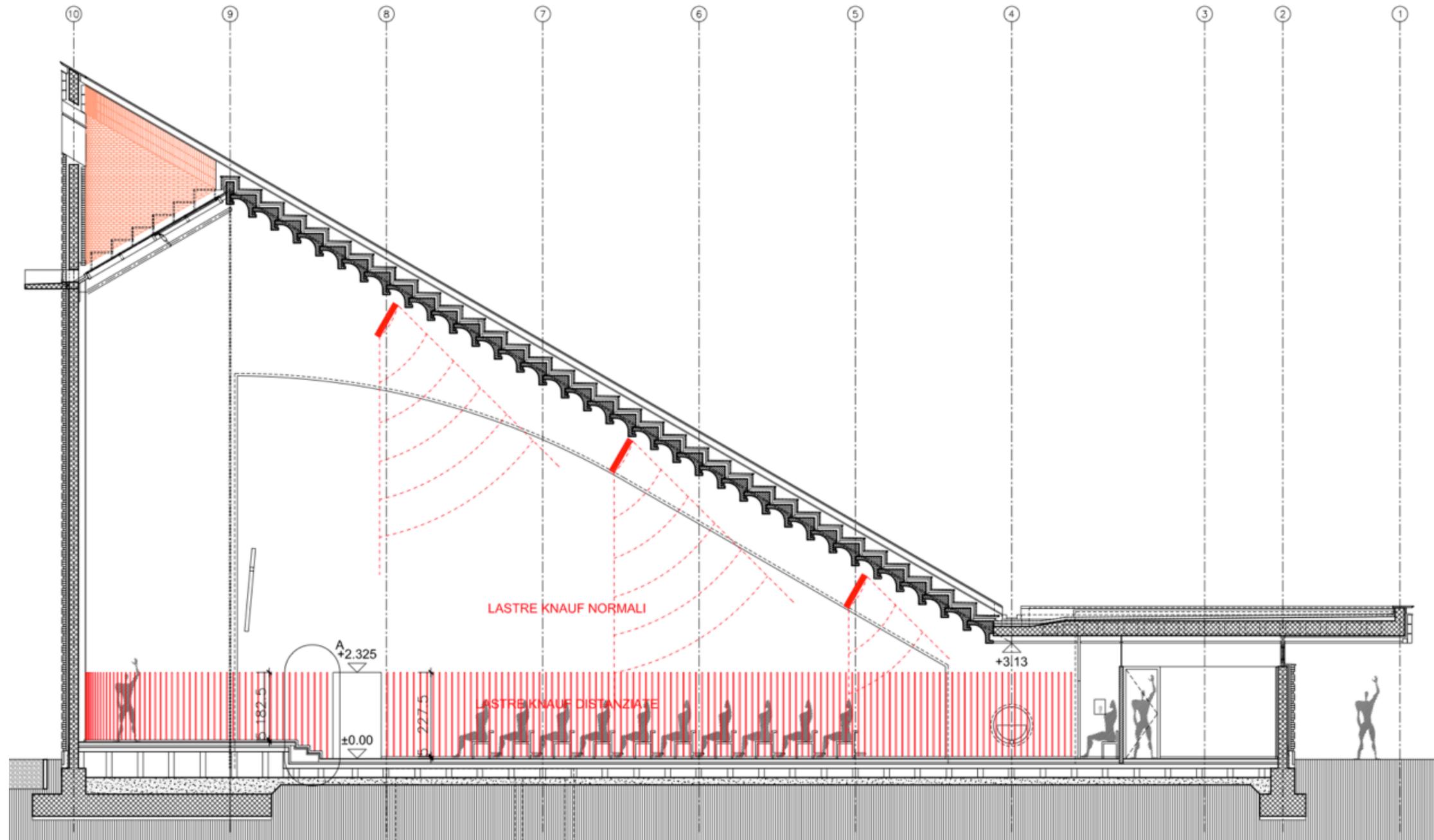
fenomeni di focalizzazione delle volte, strano fenomeno del soffitto



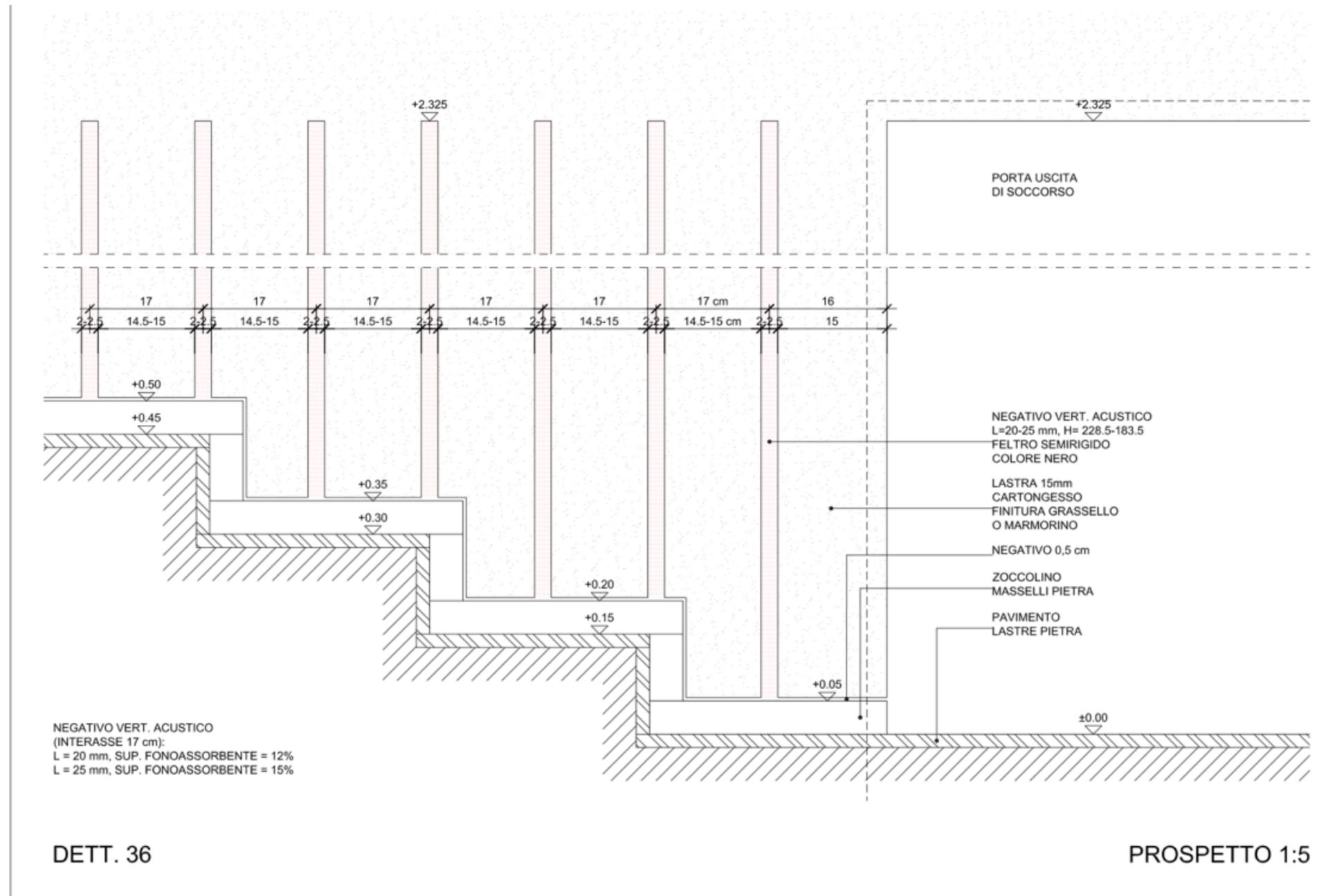


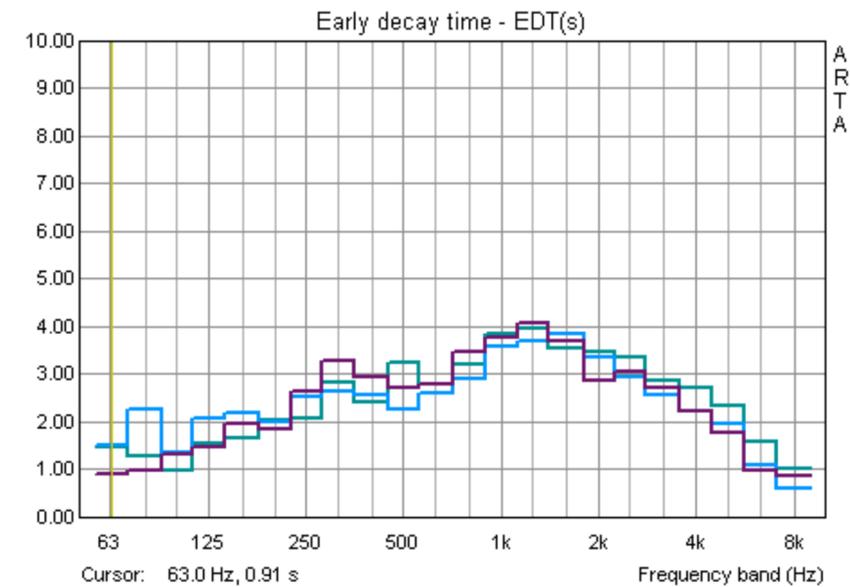
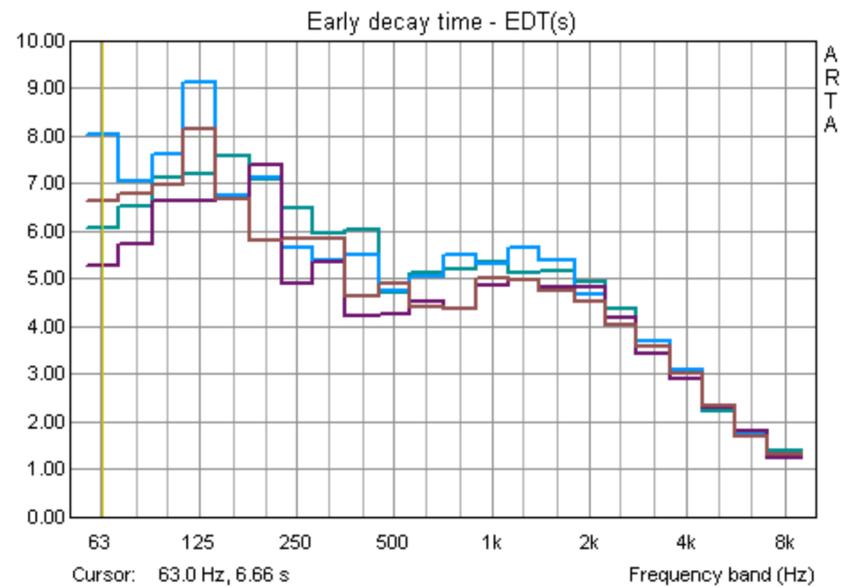
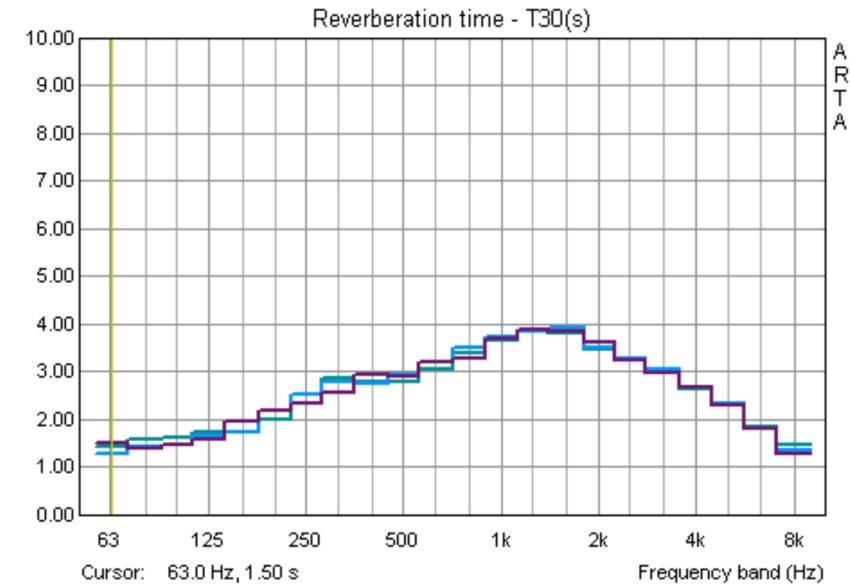
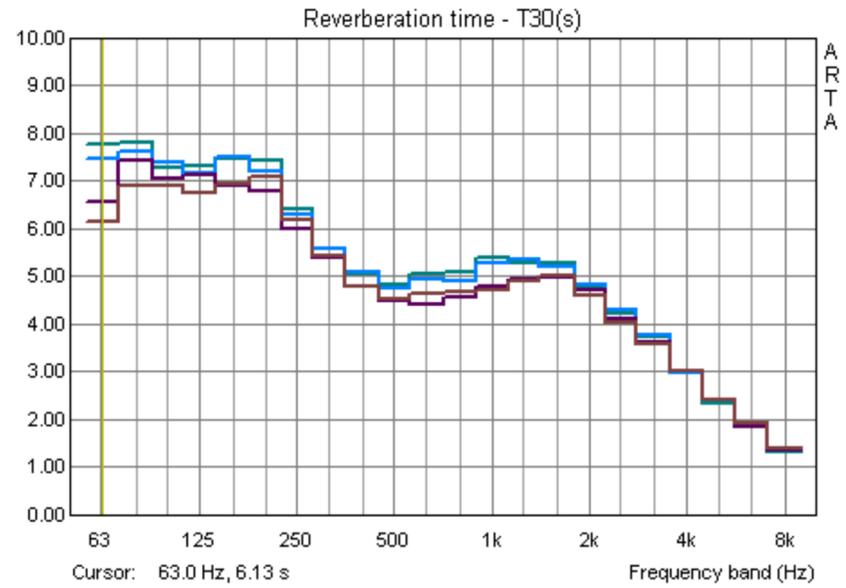
©EASE 4.3 / Chiesa / 09/11/2009 20:39:14 / Donato Masci Donato Masci











parametro	STI - Intelligibilità del parlato <i>(i diversi istogrammi sullo stesso grafico sono relativi a punti di misura differenti)</i>			
	Misura <i>ante-operam</i> prima del trattamento acustico	<b>Voce Maschile</b>	0.28	0.31
	<b>Voce Femminile</b>	0.30	0.32	0.32
	<b>Rating</b>	BAD	BAD	BAD
Misura <i>post-operam</i> (27 Ottobre 2010) con il dodecaedro, senza pubblico	<b>Voce Maschile</b>	0.41	0.34	0.38
	<b>Voce Femminile</b>	0.41	0.34	0.38
	<b>Rating</b>	POOR	POOR	POOR
Misura <i>post-operam</i> (27 Ottobre 2010) con l'impianto audio della chiesa, senza pubblico	<b>Voce Maschile</b>	0.52	0.54	0.57
	<b>Voce Femminile</b>	0.53	0.55	0.58
	<b>Rating</b>	FAIR	FAIR	FAIR



stecche laterali e impianto audio JBL



Topakustik sul soffitto della parete di fondo



STUDIO  
SOUND  
SERVICE

# Grazie

Download presentazione

[studiosoundservice.com/didattica-eventi/](https://studiosoundservice.com/didattica-eventi/)

Contatti

[info@studiosoundservice.com](mailto:info@studiosoundservice.com)

[studiosoundservice.com](https://studiosoundservice.com)

## Bibliografia

- Donato Masci: "Parametri Fisici dell'Acustica Ambientale" tesi di Laurea in Fisica;
- Laura Meucci: "Sistemi di sicurezza EVAC di Segnalazione vocale per l'evacuazione di grandi ambienti: progettazione, messa in funzione e collaudo (con il metodo STI), in ambito acustico, relativi ad alcuni studi e progetti in corso d'opera" Tesi di laurea in Ingegneria Ambientale;
- Acustica delle Sale: dalla progettazione alla verifica (Scuola di Acustica di Ferrara, Università di Ferrara);
- CIRCOLARE MINISTERIALE n.1769 del 30/04/1966;
- CIRCOLARE MINISTERIALE n.3150 del 22/05/1967;
- L. Busa, G. Cellai, S. Secchi: "Isolamento acustico di facciata delle scuole risultati sperimentali e proposta di criteri di intervento" AIA 42° convegno nazionale 16-17 Luglio 2015;
- Angelo Farina: "La caratterizzazione acustica delle sale da spettacolo con particolare attenzione alle esigenze di ascolto della musica sinfonica" Tesi di Dottorato di Ricerca in Fisica Tecnica;
- Angelo Farina: "Simultaneous measurement of impulse response and distortion with a swept-sine technique", 110th AES Convention, February 2000;
- David Griesinger: "Beyond MLS - Occupied Hall Measurement With FFT Techniques" - 101st AES Convention, Nov 1996;
- DM 18/12/75 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica";
- DPR 30 marzo 2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare";
- UNI 11367 "Classificazione acustica delle unità immobiliari";
- ISO 3382 - 1 - "Performance spaces";
- DPCM 05/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
- M.I.U.R. "Linee guida per le architetture interne delle scuole";
- David Egan: "Architectural Acoustics";
- Leo Beranek: "Concert Halls and Opera Houses - Music, Acoustics, and Architecture" 2nd ed.;
- L.E. Kinsler: "Fundamentals of Acoustics" 4th ed.;
- Yoichi Ando: "Architectural Acoustics";
- Yoichi Ando: "Concert halls Acoustics";
- T.J. Cox, P. D'Antonio: "Acoustic Absorbers and Diffusers - Theory, design and application" 2nd ed.;
- Marshall Long: "Architectural Acoustics";
- Alton Everest: "The Master Handbook of Acoustics" 4th ed.