

STUDIO
SOUND
SERVICE

Innova

Lunedì 26/02/2013 - Frosinone

dott. Donato Masci
donatomasci@gmail.com

Progettazione acustica dei grandi ambienti

slide disponibili al link:

www.studiosoundservice.com/didattica/materiale-didattico

Presentazione

Works » Studi di Registrazione Teatri Chiese Radio Auditorium – Sale Conferenza Italiano English

 **STUDIO SOUND SERVICE**
acoustic design

Home News Studio » Servizi » Didattica » Realizzazioni » Portfolio Contatti search this site...



« Progettiamo e correggiamo l'acustica per ogni spazio ed ogni suono. »

www.studiosoundservice.com

Progettazioni acustiche



- Studi di registrazione
- Teatri - Sale da concerto
- Auditorium - Sale Conferenza
- Cinema, studi radio/TV
- Luoghi di culto
- Consulenze in acustica edile, civile, industriale e legale

Portfolio

Studio Sound Service s.a.s.

Donato Masci - Fabrizio Giovannozzi

Studi per artisti e produttori come:

- Andrea Bocelli, Eros Ramazzotti, Ligabue, Piero Pelù, Enrico Cremonesi, Mogol, Venditti, Masini, Homo Sapiens, Planet Funk, Mario Manzani, Roberto Zanetti

Circa 300 studi di registrazione e mastering in tutta Italia tra cui citiamo:

- Larione 10, Firenze
- House of Glass (Gianni Bini), Viareggio (LU)
- International Sound, Conversano (BA)
- Top Studio (Pietro Benini), Savio Ravenna (RA)
- Sound Studio Service (Capaccioni), Città di Castello (PG)
- Audacia Records (Stornelli), Avezzano (AQ)
- Creative Mastering (Cappelli), Forlì
- PPG Studio (Guerrini - Bocelli) S. Pietro Belvedere (PI)
- Sudestudio, Guagnano (LE)

Studi radio/televisivi e postpr. a/v

- Mediaset (Matrix, Striscia la Notizia, TG5 e altri)
- Radio Subasio, Radio Toscana, Lady Radio, Radio Cuore, Radio Blu
- Jinglebell, Milano

Cinema

- Home cinema per George Lucas in residenza privata italiana
- Cromie Disco e Imax, Castellaneta Marina (TA), Cinema a 360°

Edifici Religiosi

- Santuario di Maria Theotokos di Loppiano (FI) (più teatro/auditorium annesso)
- Chiesa di Santa Maria Nuova di Terranuova Bracciolini (AR) (arch. Mario Botta)
- Chiesa di San Gerardo a Monza
- Chiesa di Castiglioncello del Trinoro, Sarteano

Teatri e Auditorium

- Auditorium del Nuovo Palazzo di Giustizia di Firenze (*in lavorazione*)
- Teatro Bucci San Giovanni Valdarno (*in lavorazione*)
- Teatro Boccaccio di Certaldo (*in lavorazione*)
- Teatro Politeama di Poggibonsi
- Teatro del Popolo di Colle Val D'Elsa
- Teatro del Popolo di Castelfiorentino
- Teatro dei Risorti di Buonconvento

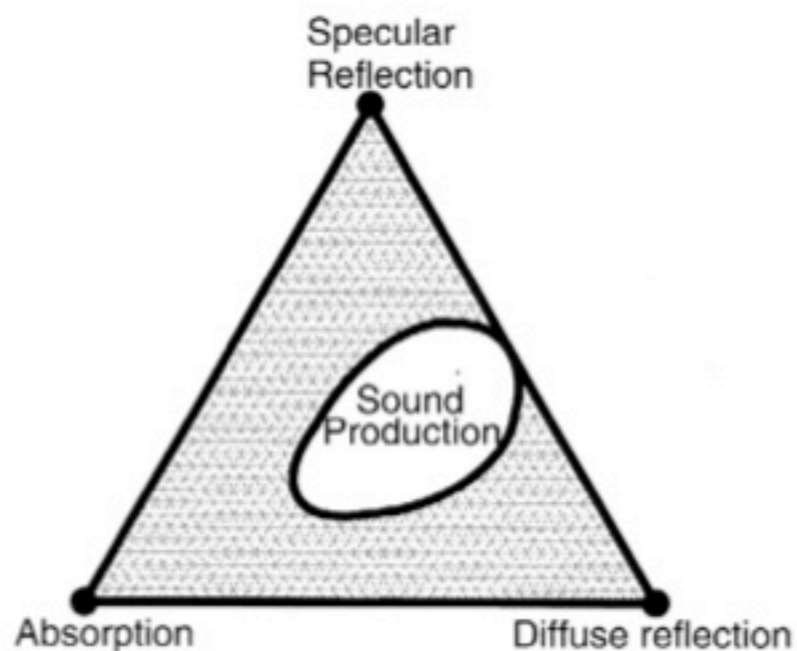
Combinazioni delle superfici al contorno

Linee guida per una buona progettazione acustica:

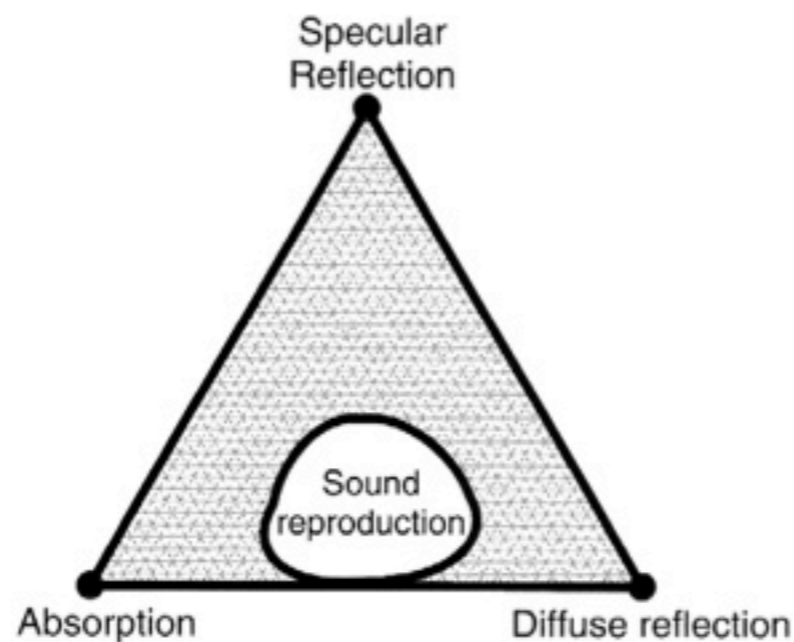
1. volume appropriato
2. geometria e forma ottimizzate
3. trattamento acustico delle superfici.

Il punto 3. segue da un'appropriata scelta di combinazioni e posizionamenti di materiale con caratteristiche acustiche **assorbenti, riflettenti e diffondenti.**

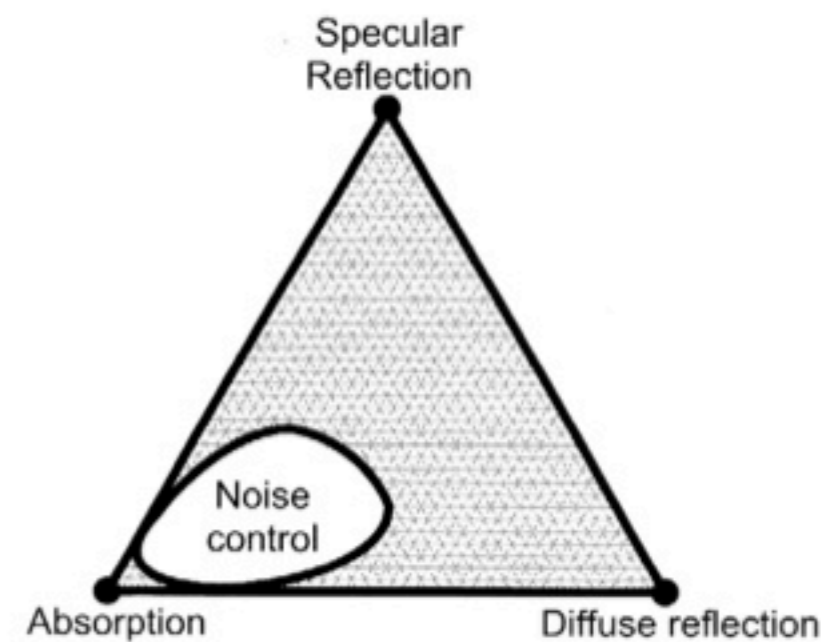
Ogni ambiente ha necessità differenti:



Concert Halls
Opera Houses
Teatri di prosa
Auditorium
Sale Conferenza
Luoghi di culto



Studi di registrazione
Studi Radio televisivi
Home Theatres

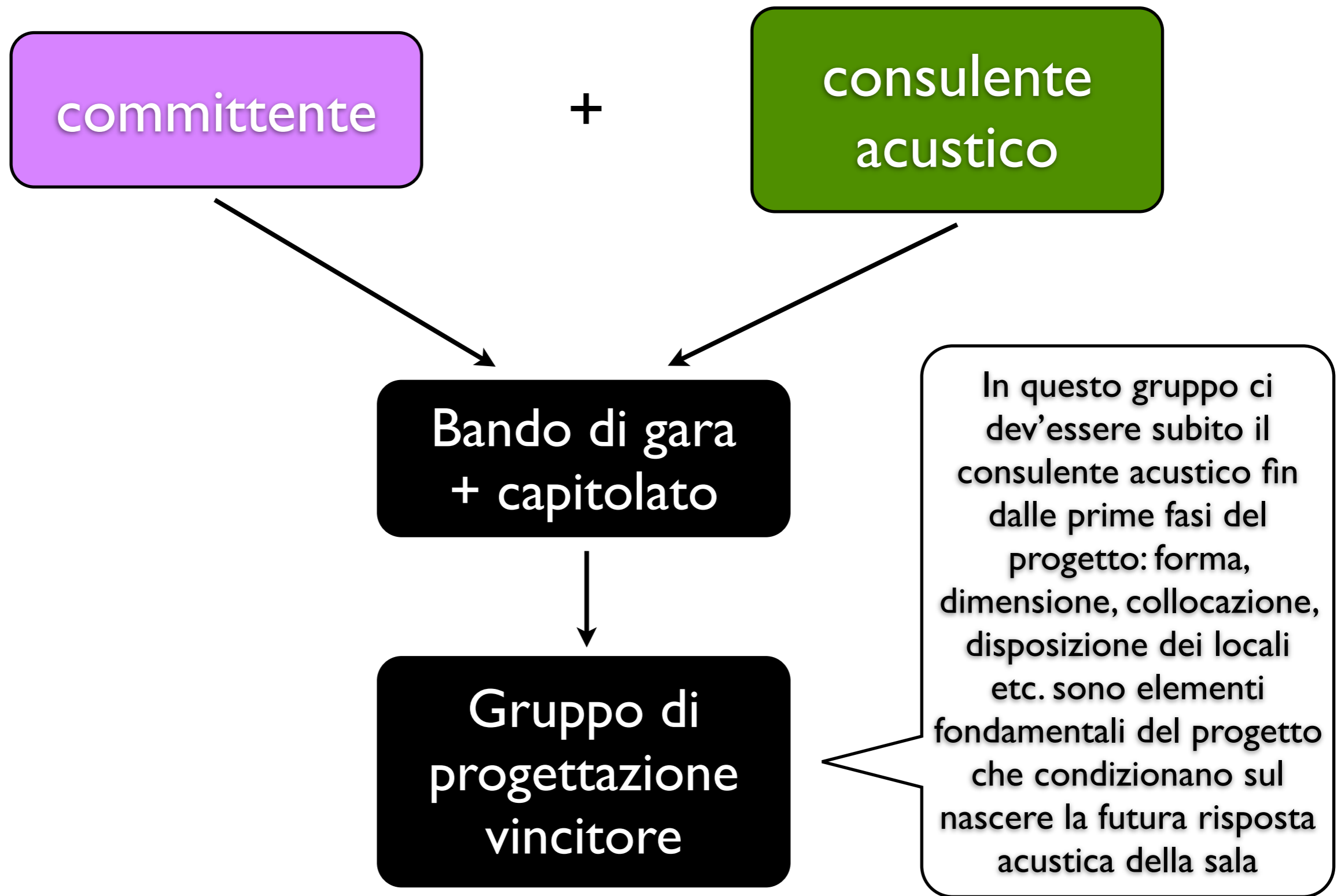


Ambienti industriali
Palestre
Piscine
Biblioteche
Foyer - altri

2. Le fasi della progettazione acustica



Il progetto acustico



Relazione acustica metodologica

1. Il contesto acustico in cui si inserisce la sala (clima acustico)
2. Disposizione degli ambienti e degli impianti
3. Isolamenti acustici di facciata
4. La progettazione acustica della sala
5. La sala e il palcoscenico (se c'è)
6. La buca d'orchestra e il palcoscenico (nel caso dei teatri d'opera)
7. Il rumore degli impianti
8. L'acustica di altri ambienti con specifiche vocazioni acustiche
 - nel caso dei teatri: il ridotto, i camerini, le sale prove coro, ballo e orchestra, etc;
 - nel caso di sale conferenza: gli ambienti per la traduzione simultanea, le regie audio/video, etc.

Vecchio e Nuovo?

Le fasi di progettazione acustica che abbiamo indicato sono applicabili sia ad una sala nuova o al restauro/ricostruzione/recupero di una vecchia.

La vera differenza tra i due casi sta nel fatto di poter effettuare una campagna di misurazioni acustiche *ad hoc* per una sala già esistente per capire perfettamente lo stato di fatto.



“fotografia acustica”

Correzioni?

Dalla “fotografia acustica” si possono valutare le prestazioni acustiche della sala nello stato di fatto:

partendo da questo risultato si possono capire le necessità di correzione.

Tutti gli interventi poi vanno discussi con il committente e il resto della progettazione: i risultati acustici finali che si potranno raggiungere non dipenderanno quindi solo dal progetto acustico, ma da una serie di vincoli (estetici, meccanici, funzionali, etc)

Vincoli per le grandi sale

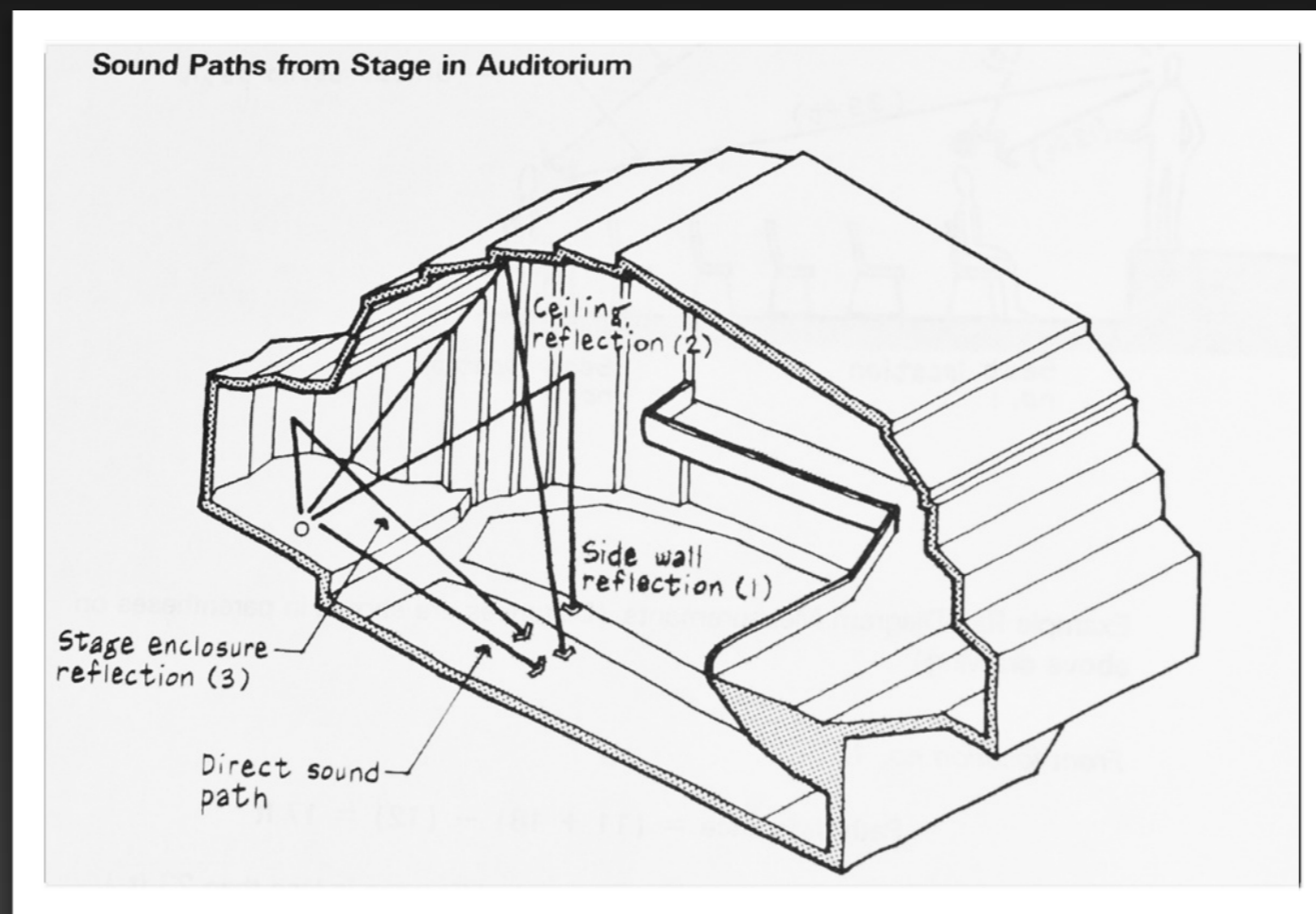
Tutte le sale di grandi dimensioni con una certa capienza sono soggette a severe norme di sicurezza e di prevenzione incendi imposte dalla legge, che lasciano poco spazio all'utilizzo di materiali di tipo tradizionale ed impongono percorsi di fuga obbligati.



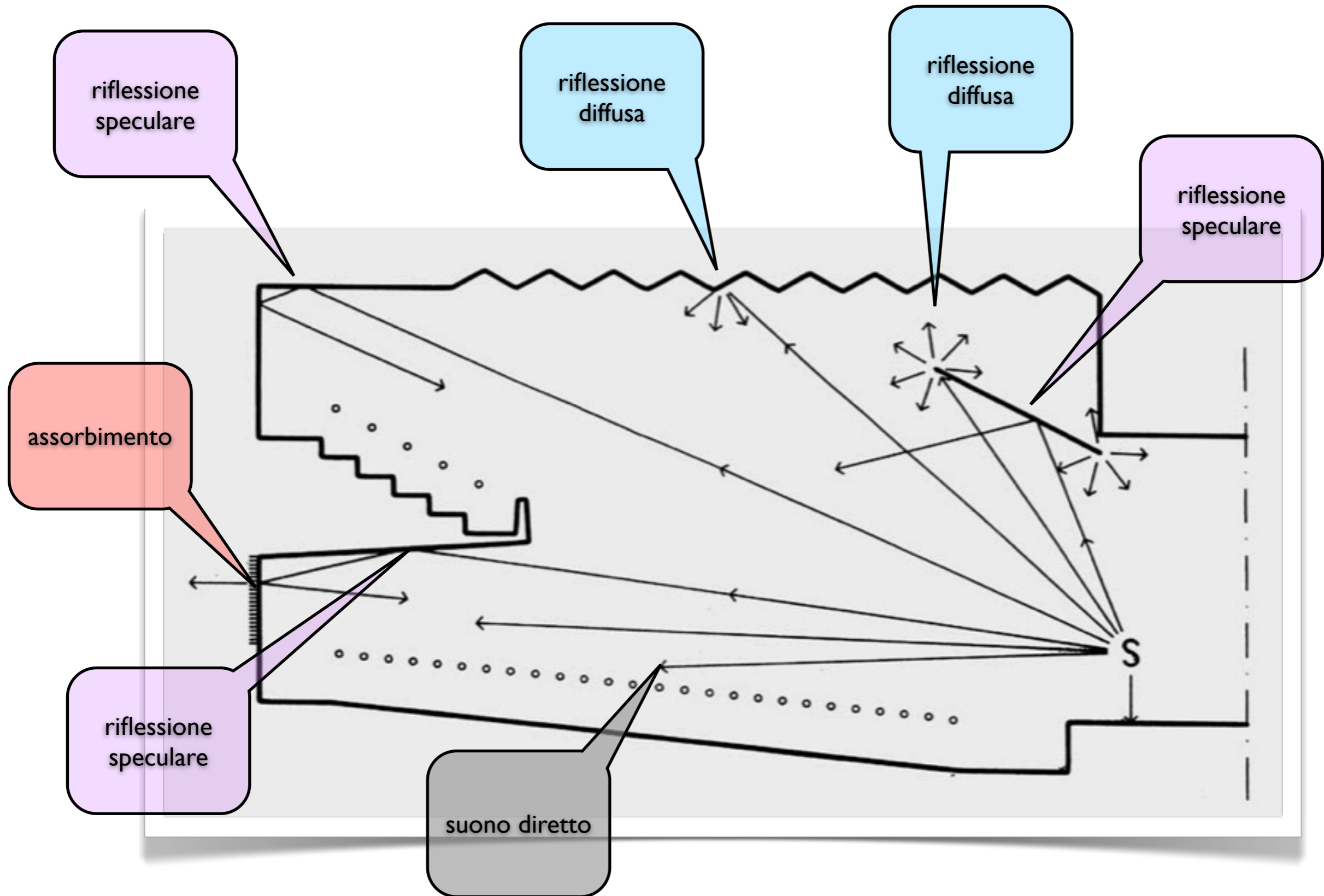
soluzioni alternative

(è pressochè impossibile la mera copia di sale storiche prestigiose)

3. Linee guida al progetto acustico della sala



Sorgente e campo sonoro



Campo diretto

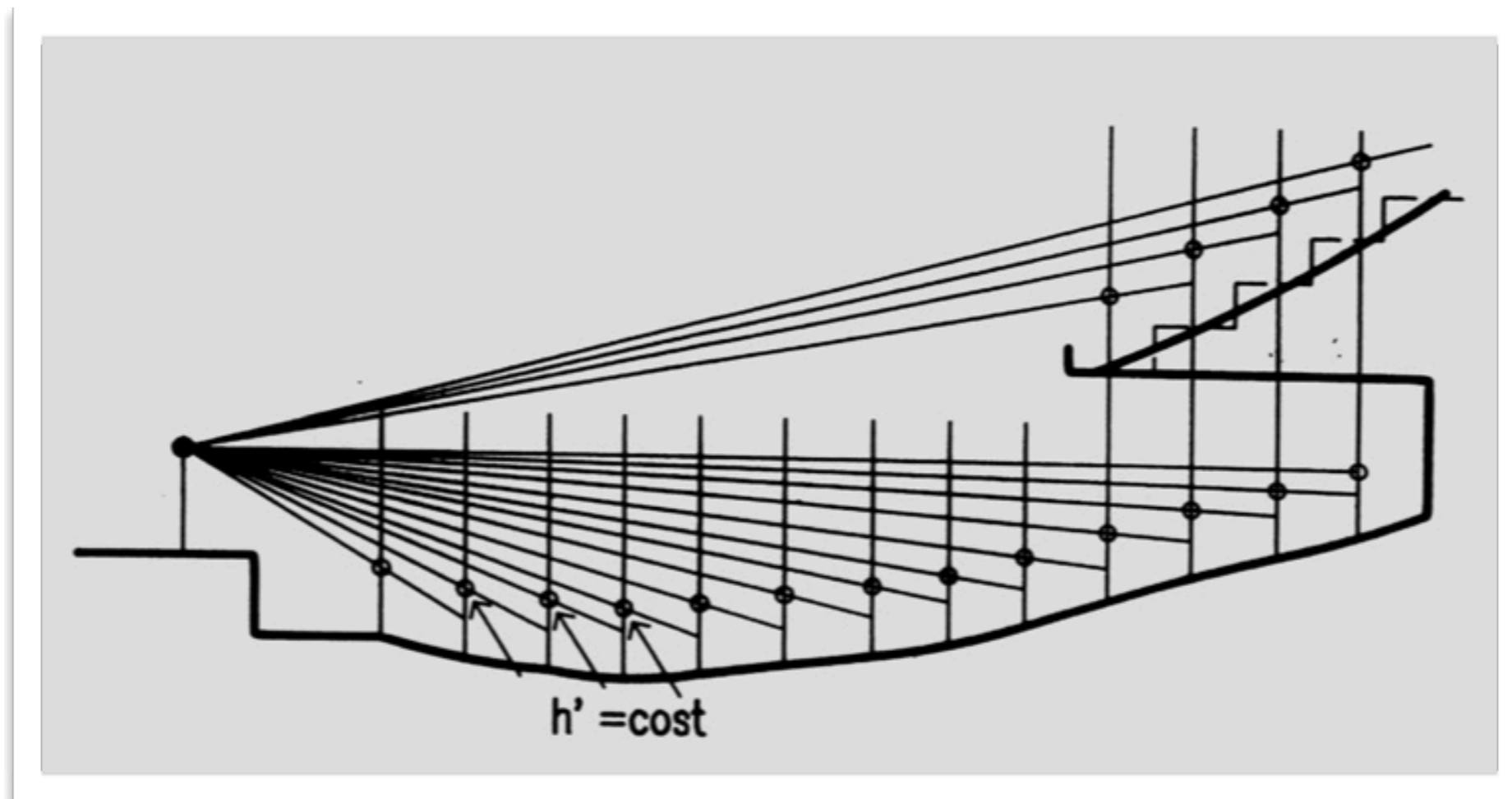
Il livello sonoro che è possibile accettare nelle posizioni più lontane deve essere sufficientemente elevato da superare il rumore di fondo eventualmente esistente.

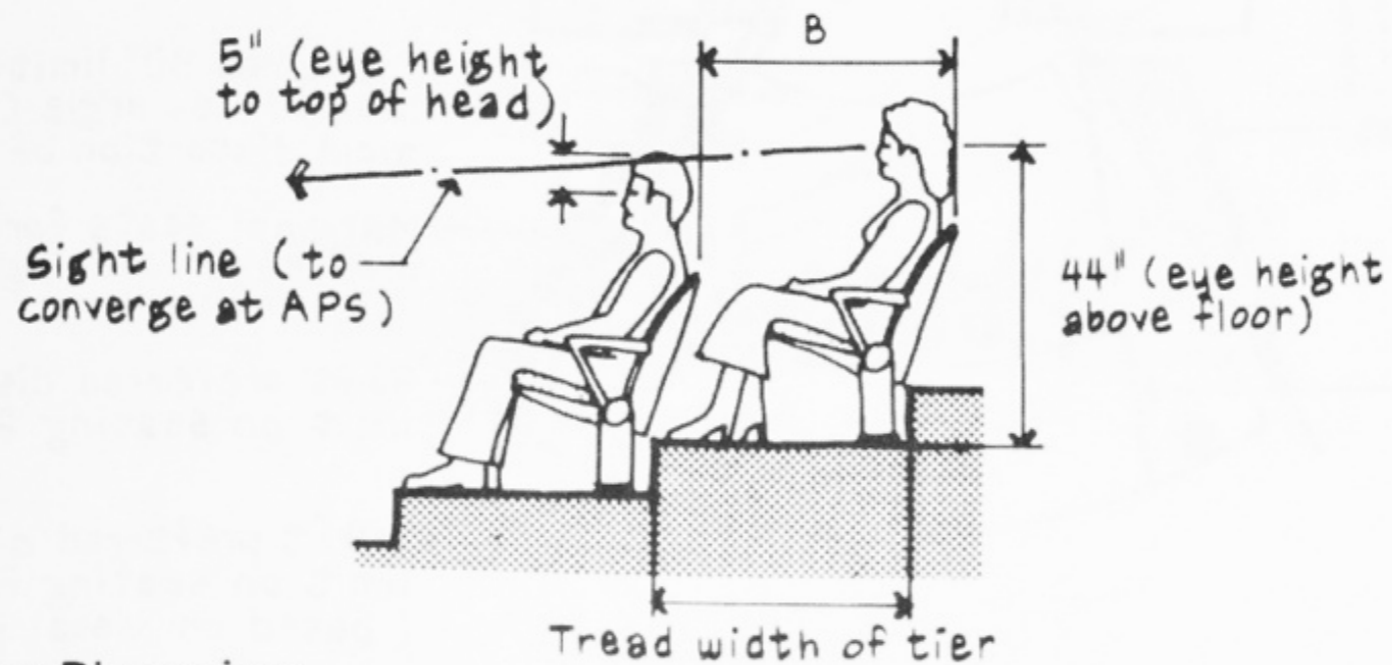
1. Ridurre al minimo il rumore di fondo
(impianti, sorgenti sonore interne e esterne, qualità infissi etc)

2. “Amplificare” il suono diretto
(la sala può essere progettata per questo scopo oppure si può ricorrere a soluzioni elettroacustiche)

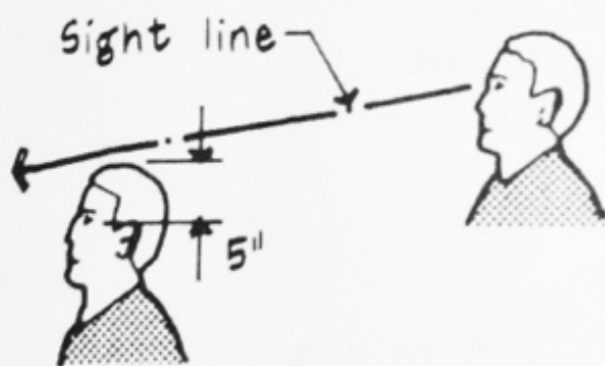
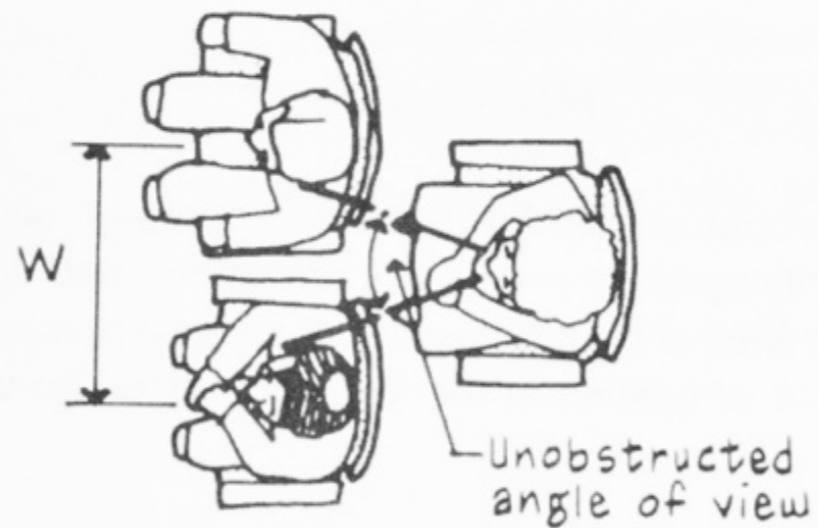
Calcolo della inclinazione della platea

Si costruisce geometricamente tenendo conto delle linee di visibilità: una buona visibilità generalmente garantisce un buon ascolto.

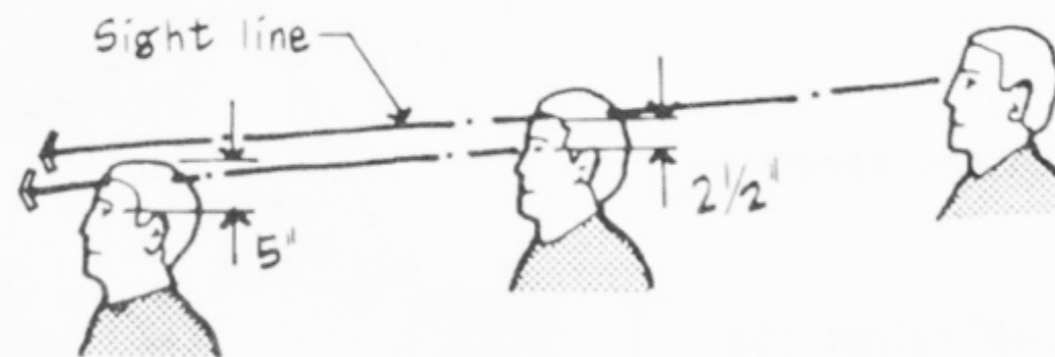




Average Seating Dimensions



Every-Row Vision



Every-Other-Row Vision

Balconate

Le balconate vengono utilizzate nelle grandi sale per ridurre la distanza tra i posti più lontani e la sorgente e per aumentare la capacità della sala.

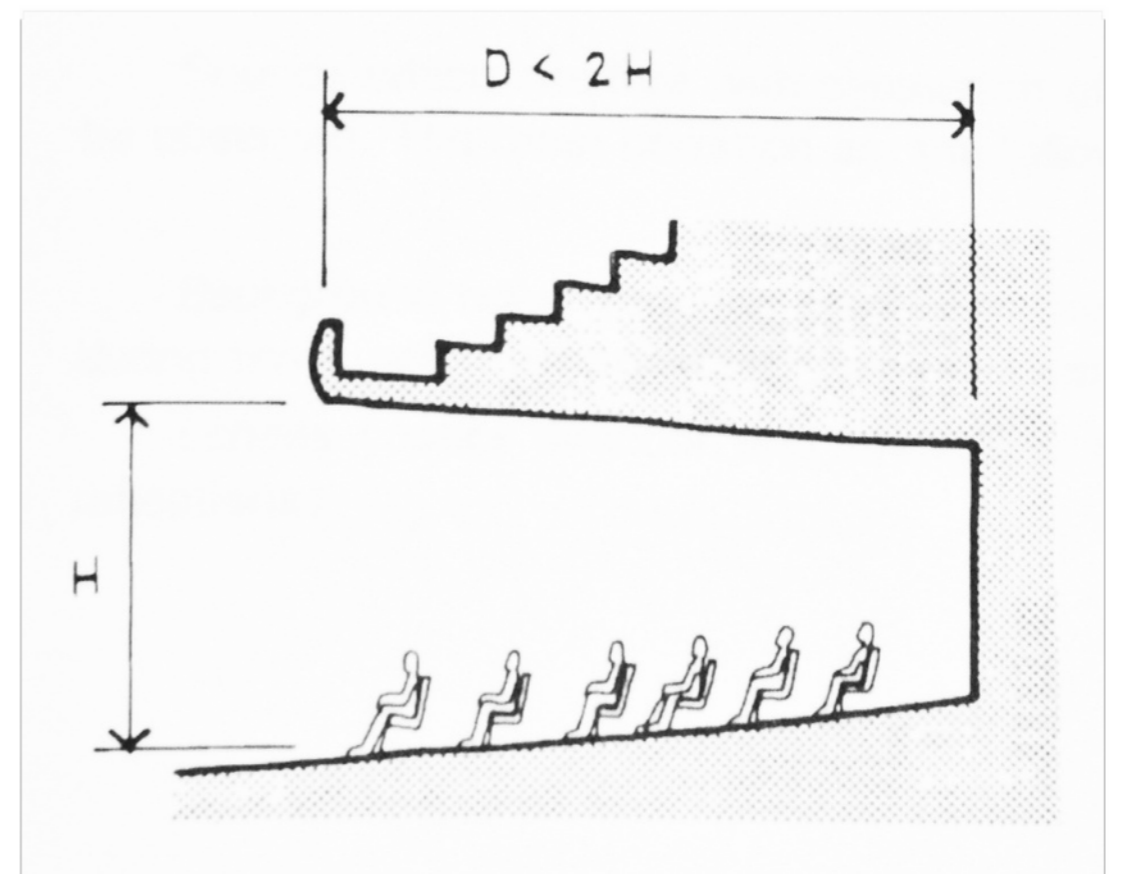
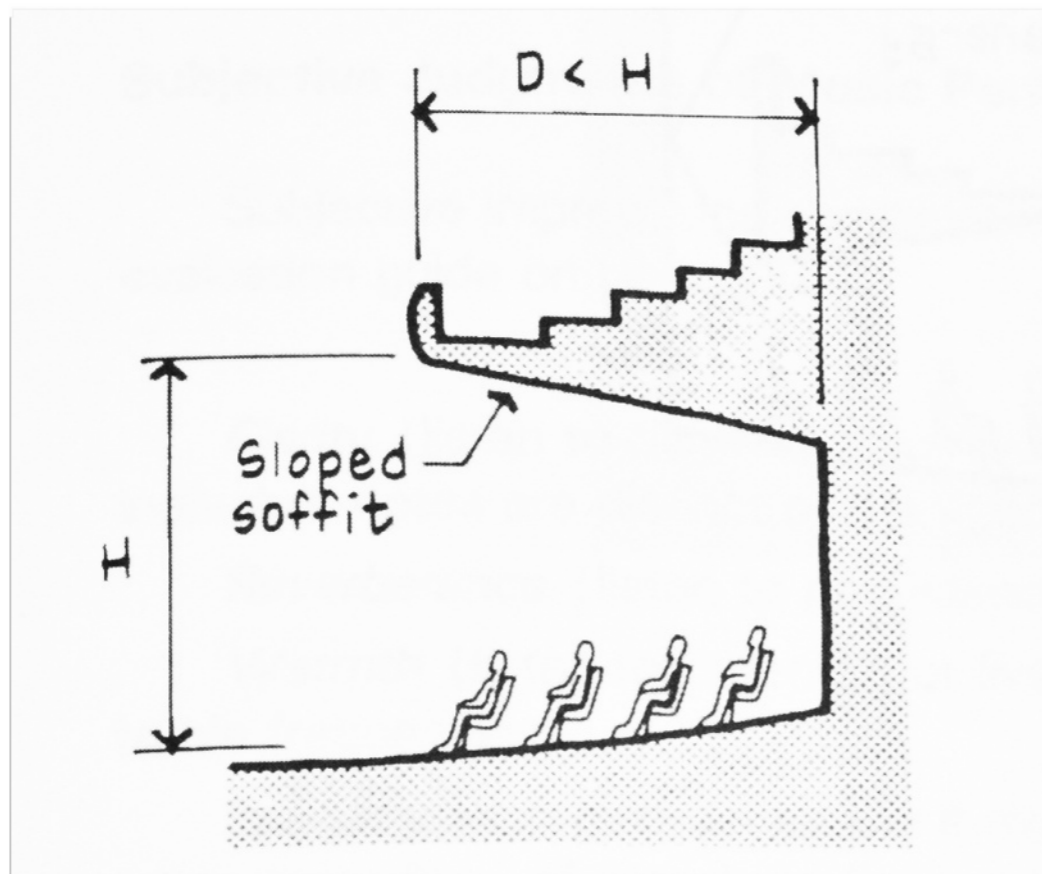
Se non correttamente dimensionate, possono essere causa di difetti acustici come echi o zone d'ombra.

Inoltre le sale con balconate devono avere un'altezza maggiore.

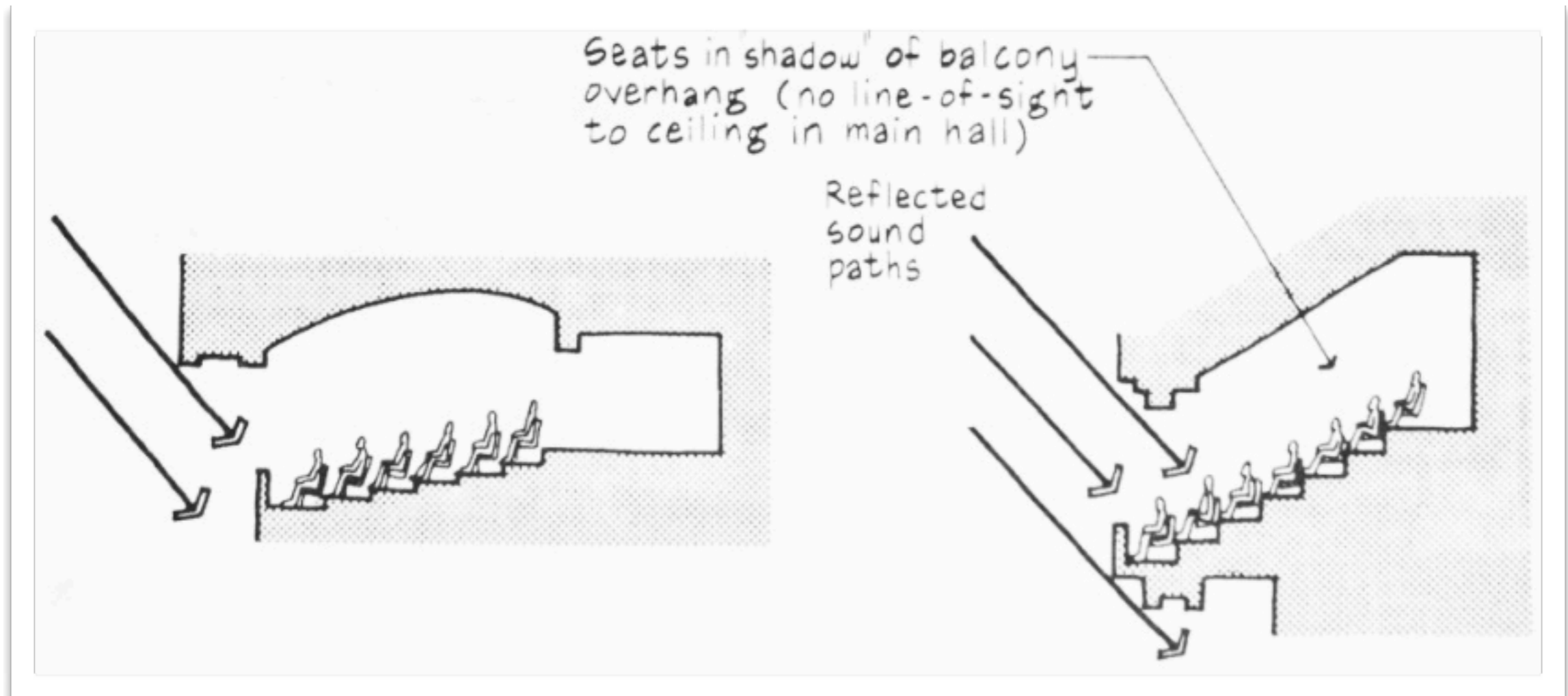
Specifiche per le balconate

Concert Halls
&
Teatri d'Opera

Cinema



Balconate “sbagliate”

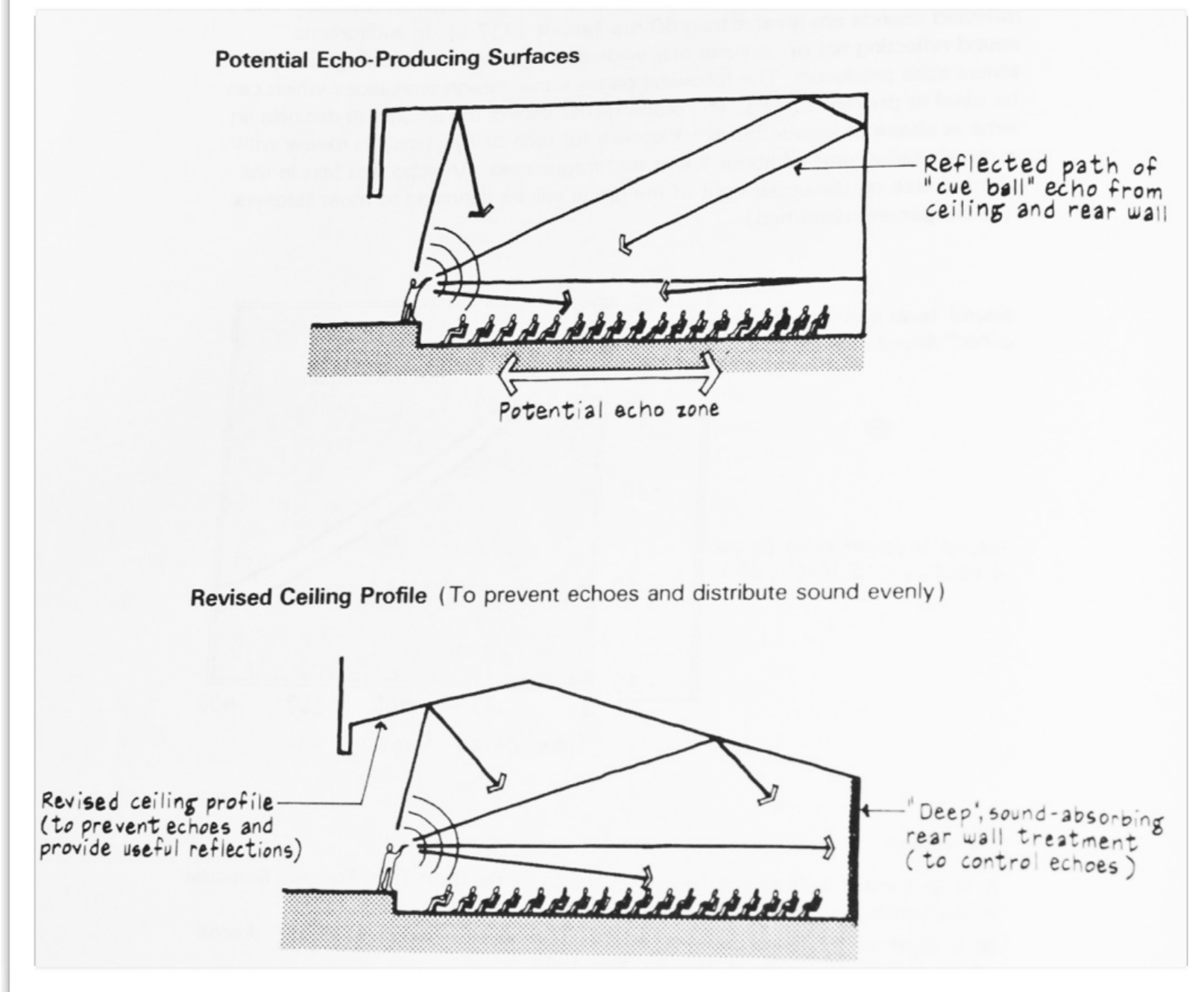


situazioni in cui non avviene la prima riflessione dal soffitto: il suono è molto debole!

Prime riflessioni

Negative: giungono dopo 35 ms e possono creare echi (capita spesso per le pareti di fondo)

Positive: giungono all'ascoltatore dopo poco tempo rispetto al suono diretto (ITDG = 0÷35 ms)



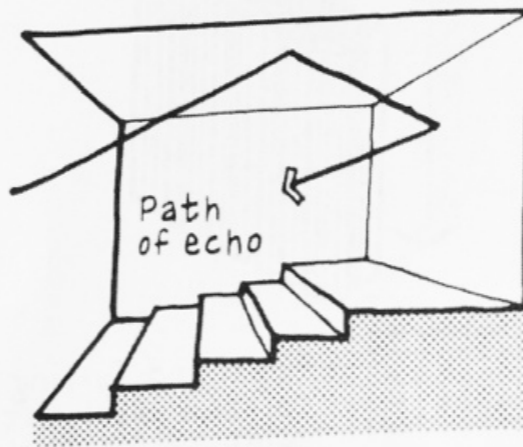
Parete di fondo

1. correzione
assorbente

2. correzione
diffondente

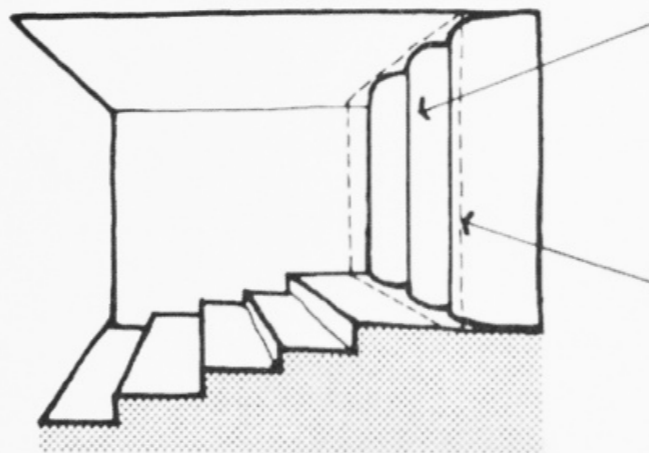
3. correzione
riflettente

Echo-Producing Rear Wall
(Echo at ceiling-wall reentrant angle)



Surface Modulations or "Rumples"
(Use cylinders with different radii for optimum diffusion)

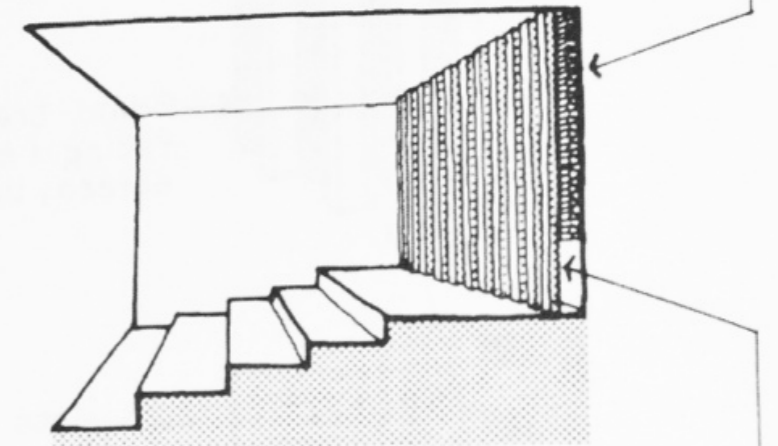
Large-scale irregularities or modulations at cylinder diameter $> \frac{1}{2} \lambda$ (to provide diffusion)



Optional sound-transparent facing (to provide visual barrier)

Sound-Absorbing Treatment
(Extend deep treatment from seated head level)

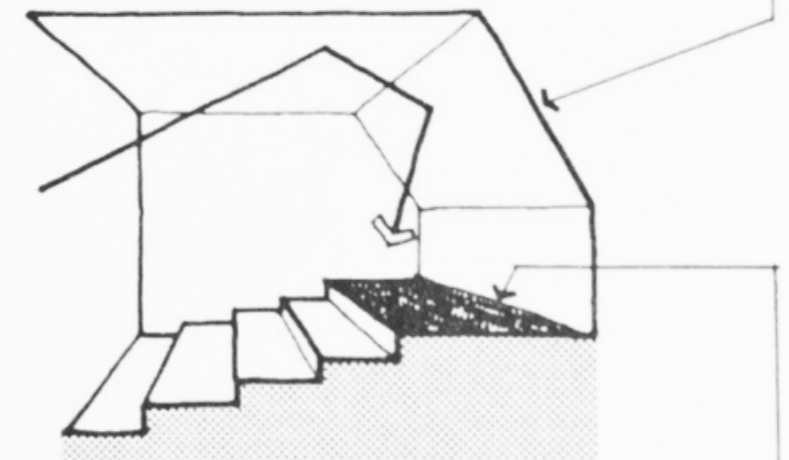
"Deep" sound-absorbing treatment such as glass-fiber blanket (or board) supported by furring



Protective sound-transparent facing (called "transodent")

Splayed Wall
(To produce useful short-delayed reflections)

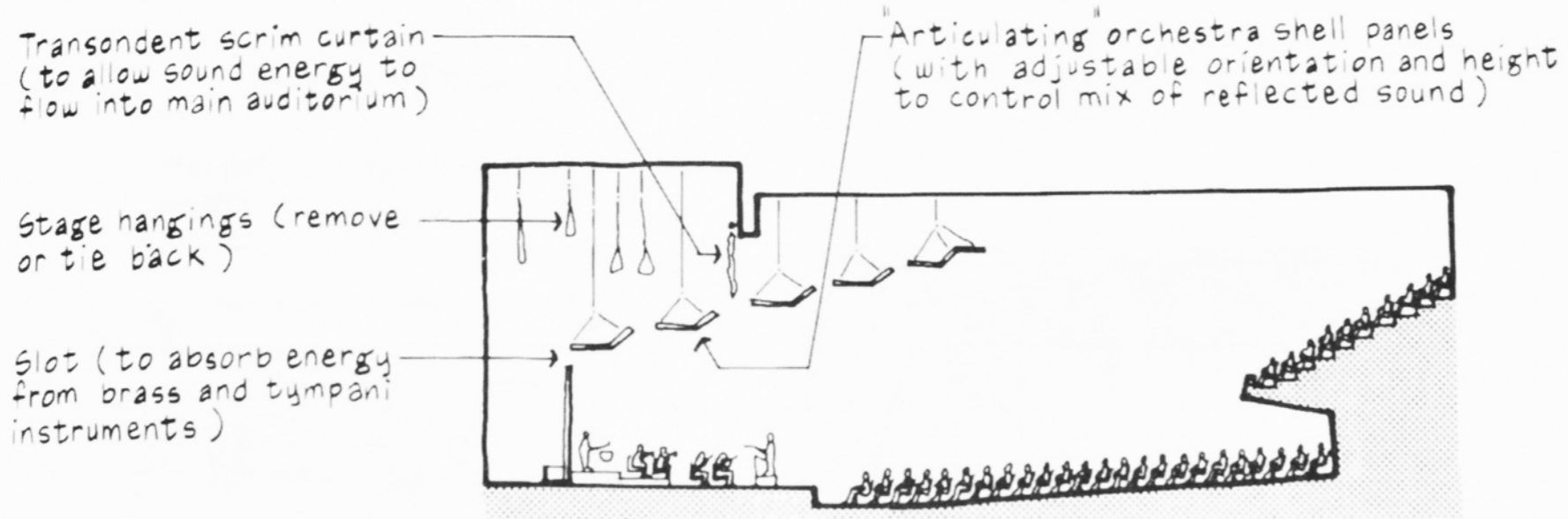
Splayed surface (to direct sound downward)



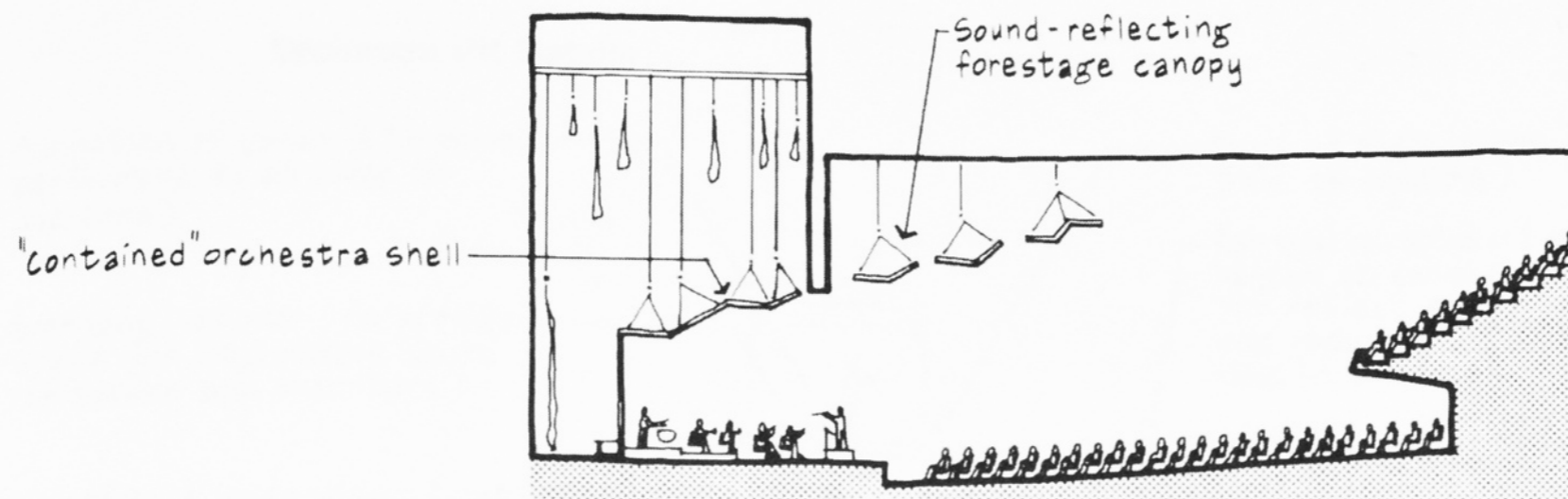
Carpet (with pad underneath)

Soffitto

Coupled Stagehouse (With open articulating shell to allow flow of low-frequency sound energy)

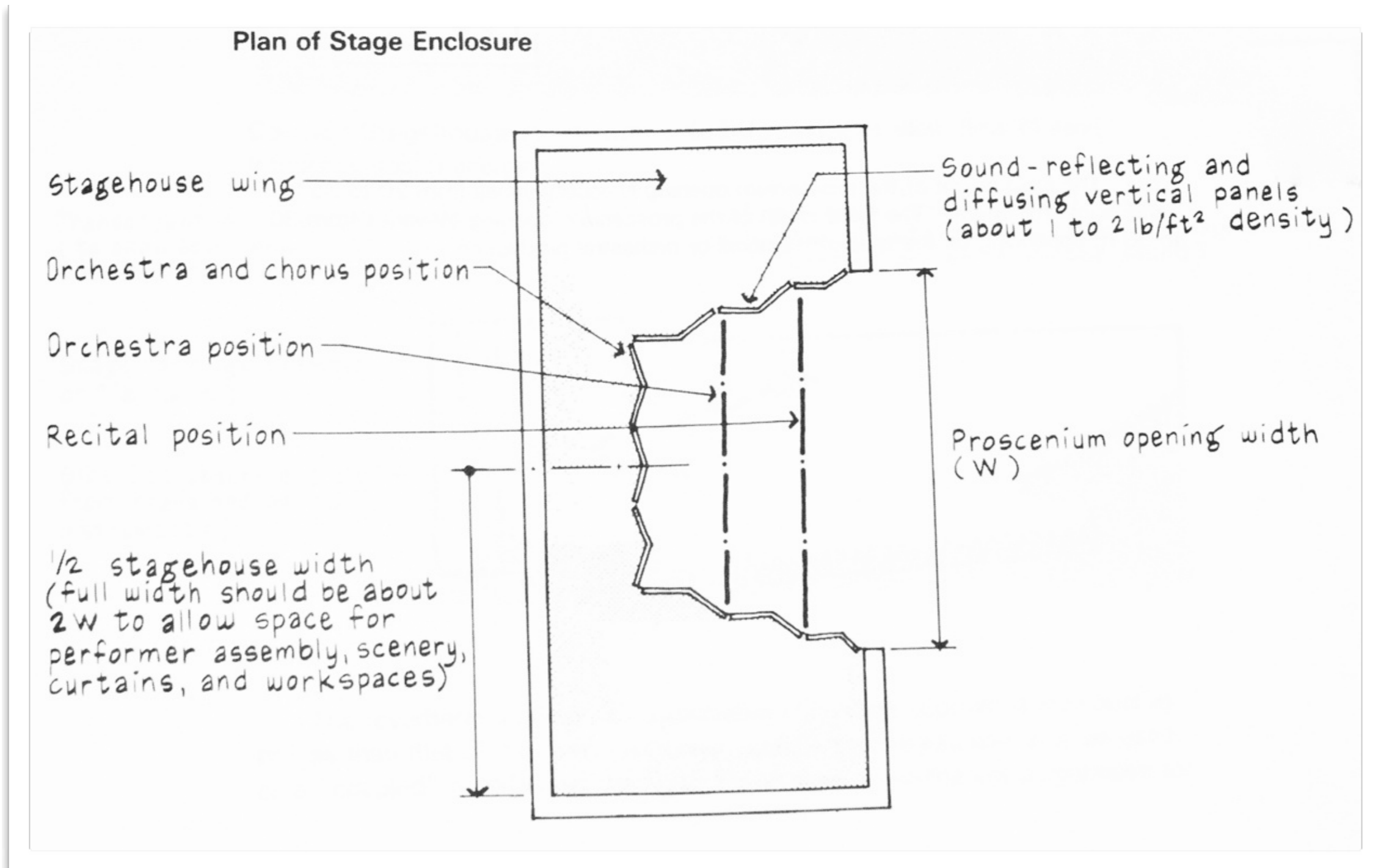


Forestage Canopy (To extend contained shell)



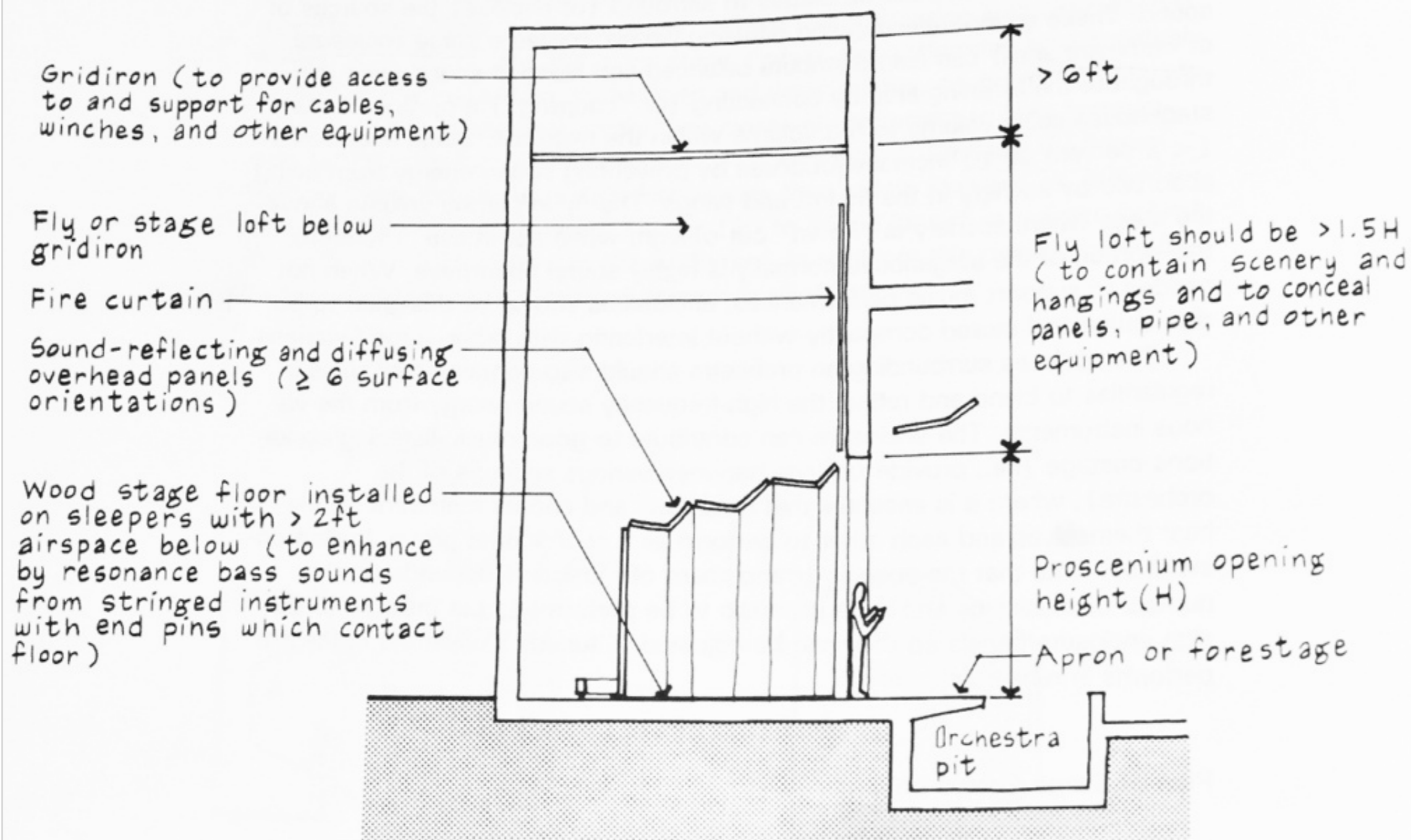
“Camera acustica”

(Orchestra Shell)



chiuse al 2% max: aumentano la Loudness!

Stagehouse Section

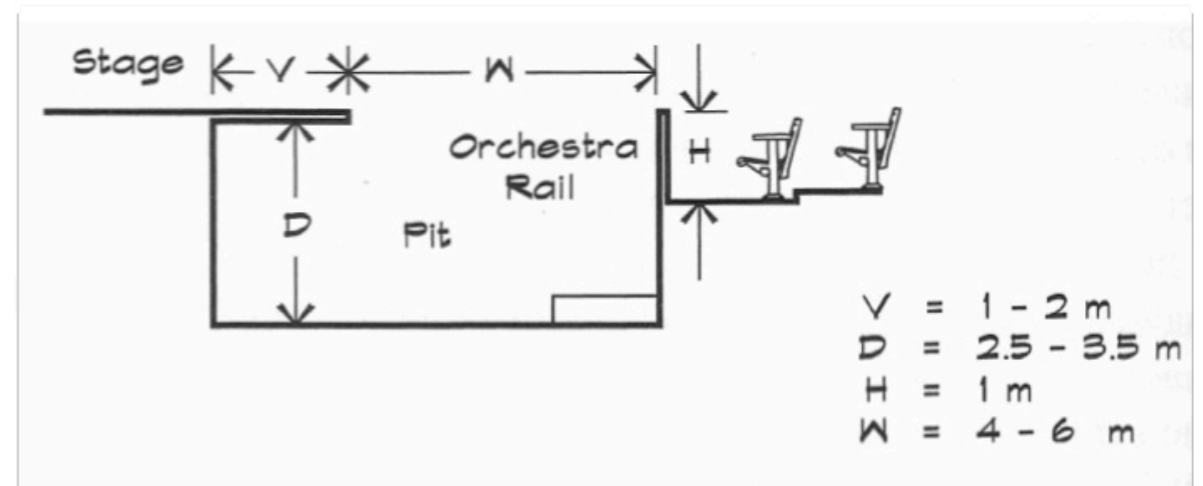
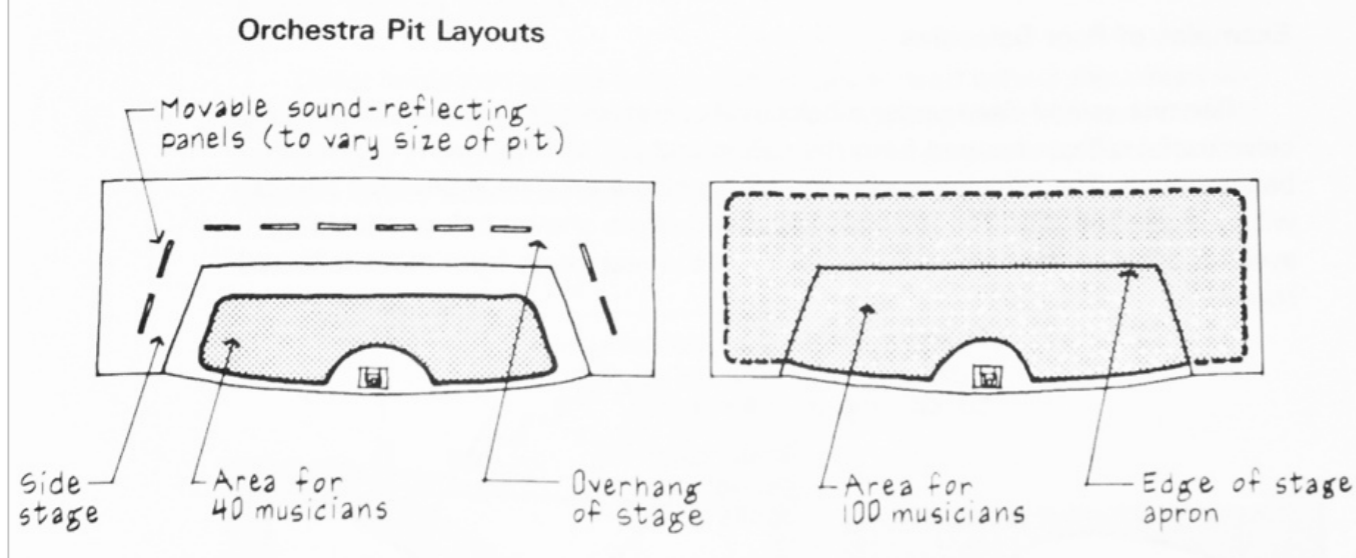
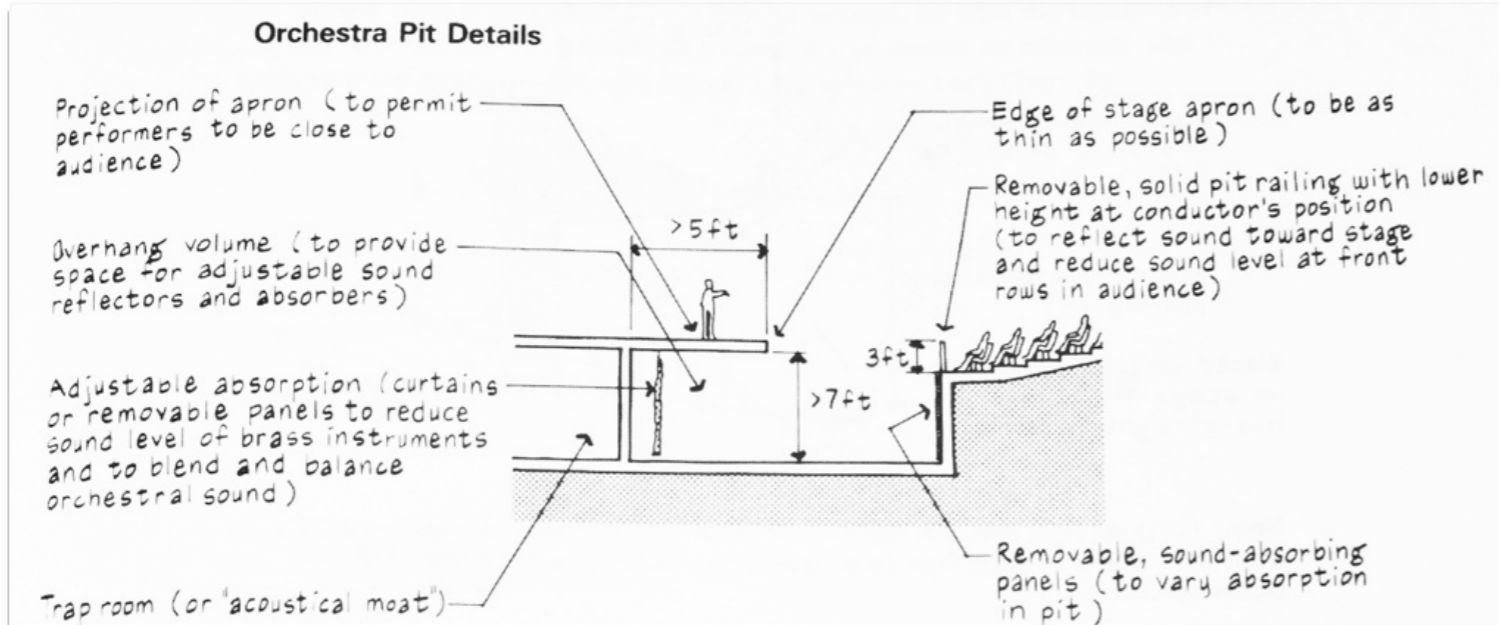


Note: The fixed height of the proscenium opening H usually varies from 20 to 35 ft (and higher for opera). The fixed width of the proscenium opening W varies from 30 to 80 ft, depending on the type of theatrical or orchestral production.

“Buca d’orchestra”

(Golfo Mistico - Orchestra Pit)

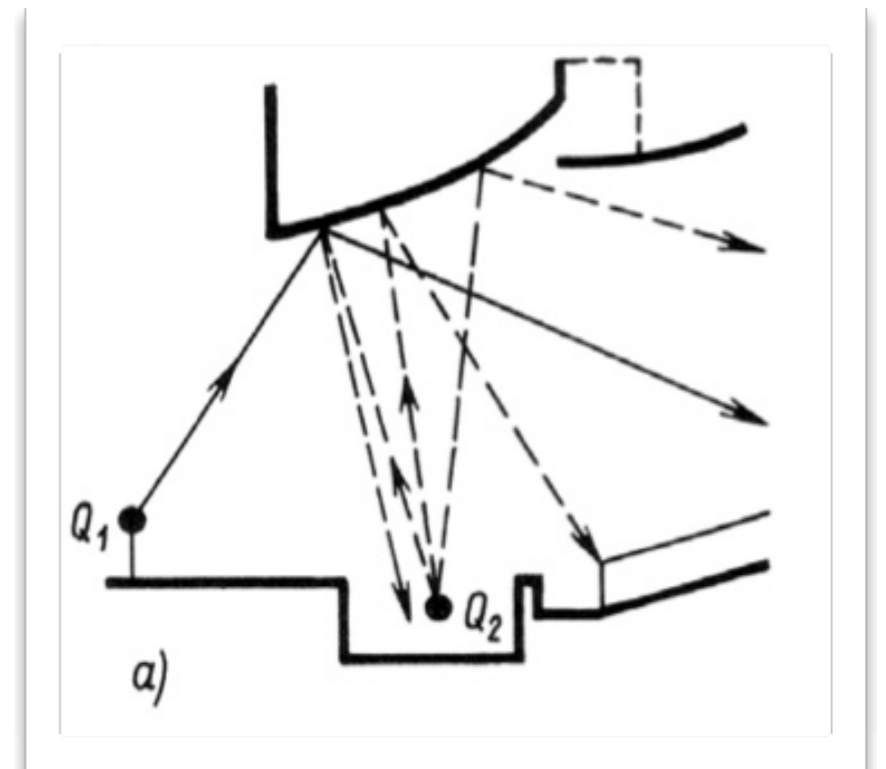
fondo tipicamente
fonoassorbente (variabile)
parte frontale e laterali
diffondente per
aumentare spazialità e
rinforzo per i cantanti sul
palco (che devono sentire
i musicisti)



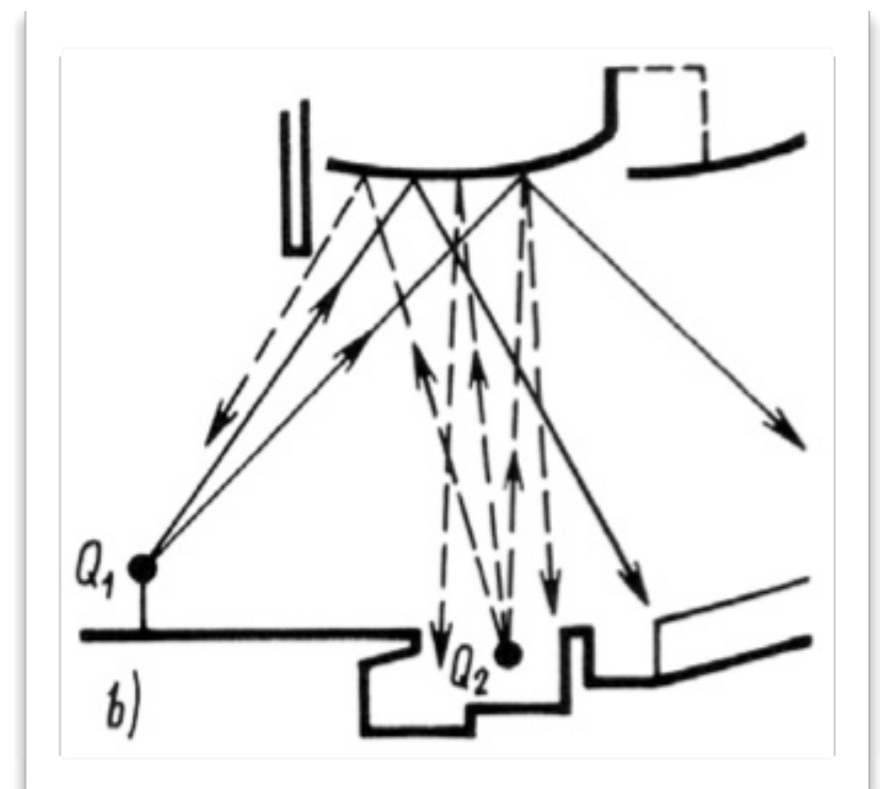
Lo spazio per musicista è di
circa 1.2 - 1.5 m

Boccascena - Proscenio

Soluzione in cui tutto il suono va verso il pubblico: in questo caso i cantanti non sentono i musicisti e viceversa



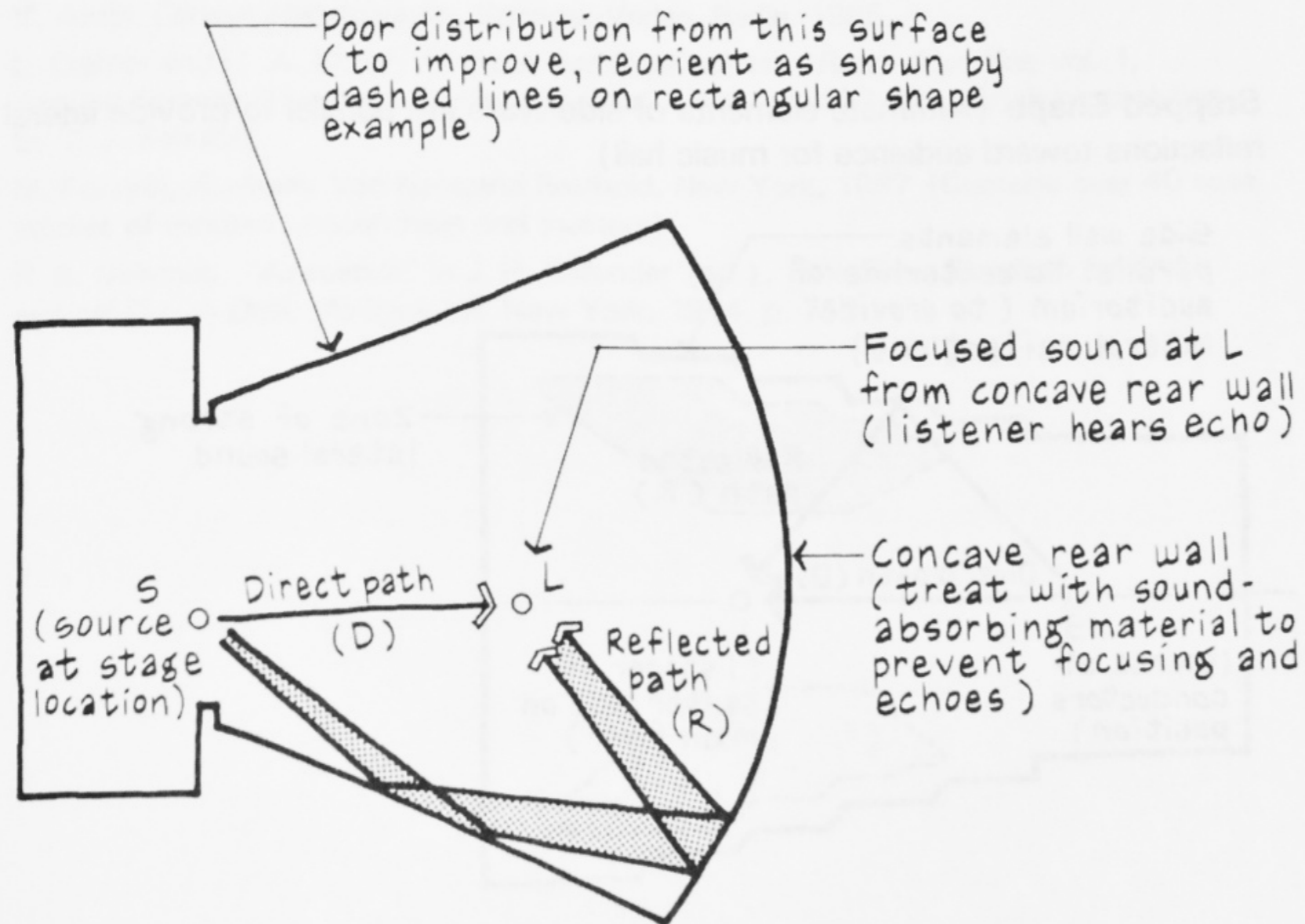
In questo caso una frazione di energia sonora dei cantanti va nella buca e viceversa: cantanti e musicisti possono suonare insieme



Pareti laterali

(forme tipiche)

Fan Shape (For lecture room)



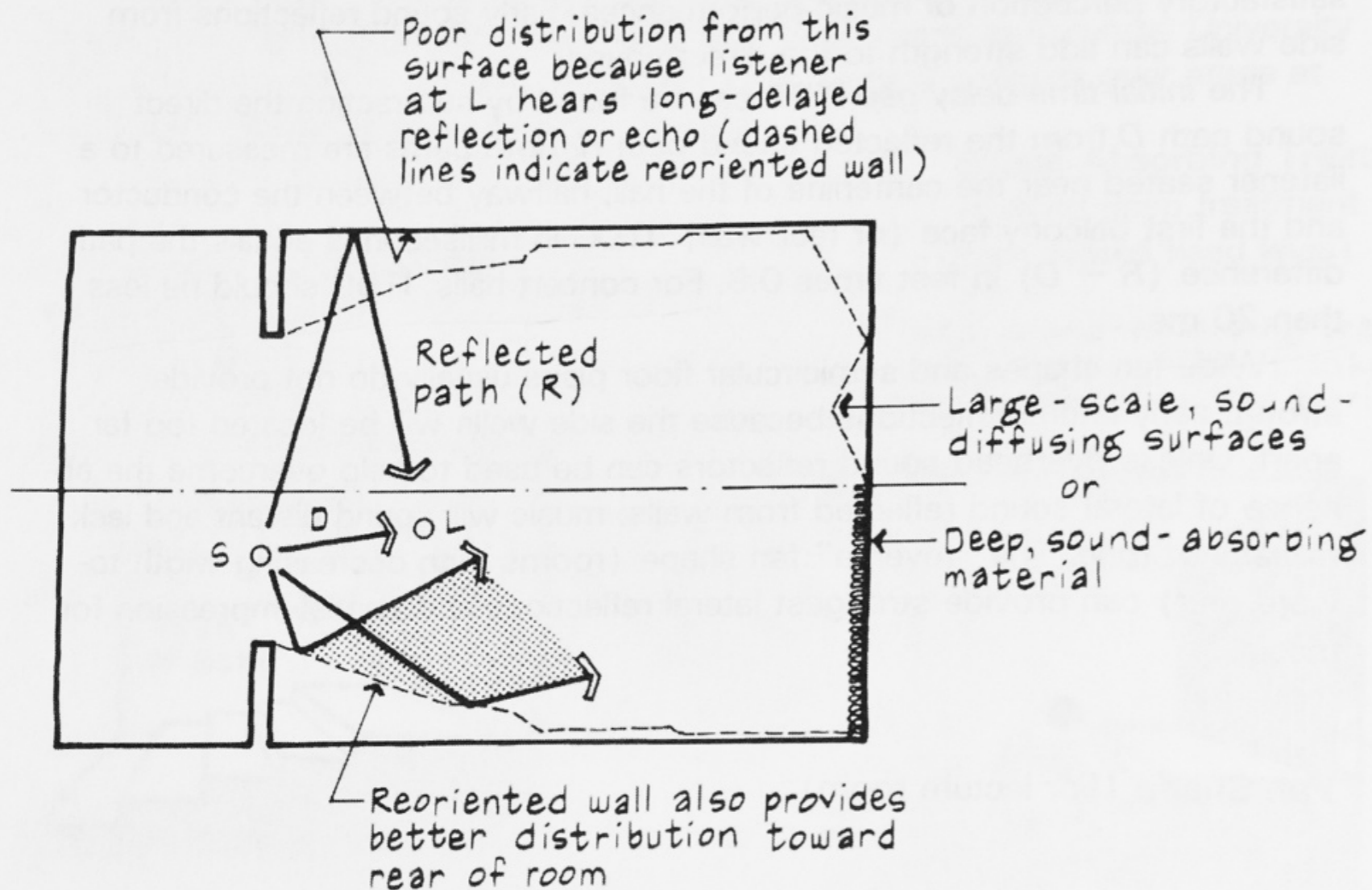
“a ventaglio”
sala conferenze

Pareti laterali

(forme tipiche)

rettangolare
sala conferenze

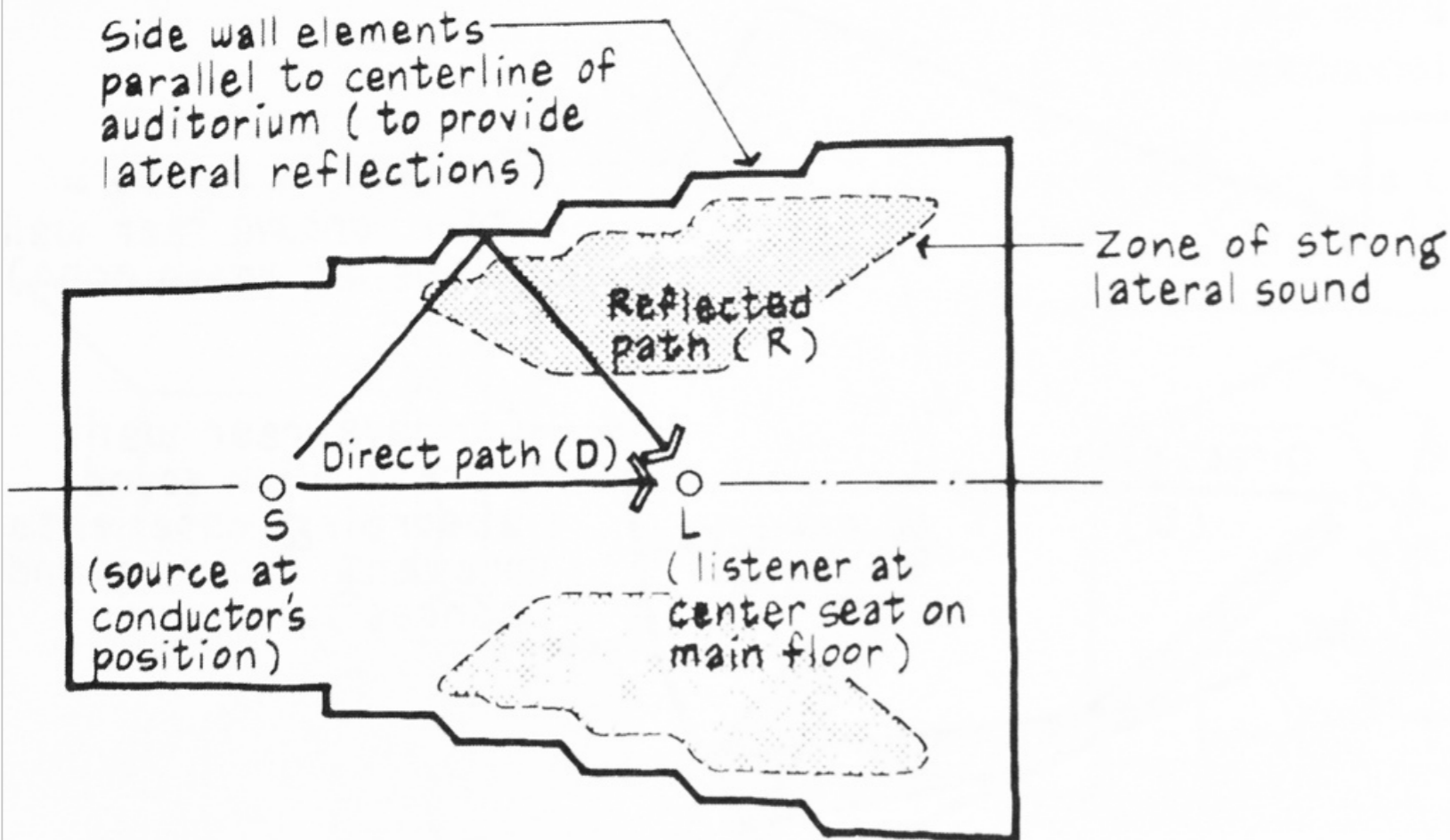
Rectangular Shape (Dashed lines indicate preferred orientations for a lecture room)



Pareti laterali

(forme tipiche)

Stepped Shape (Alternate elements of side walls are parallel to provide lateral reflections toward audience for music hall)



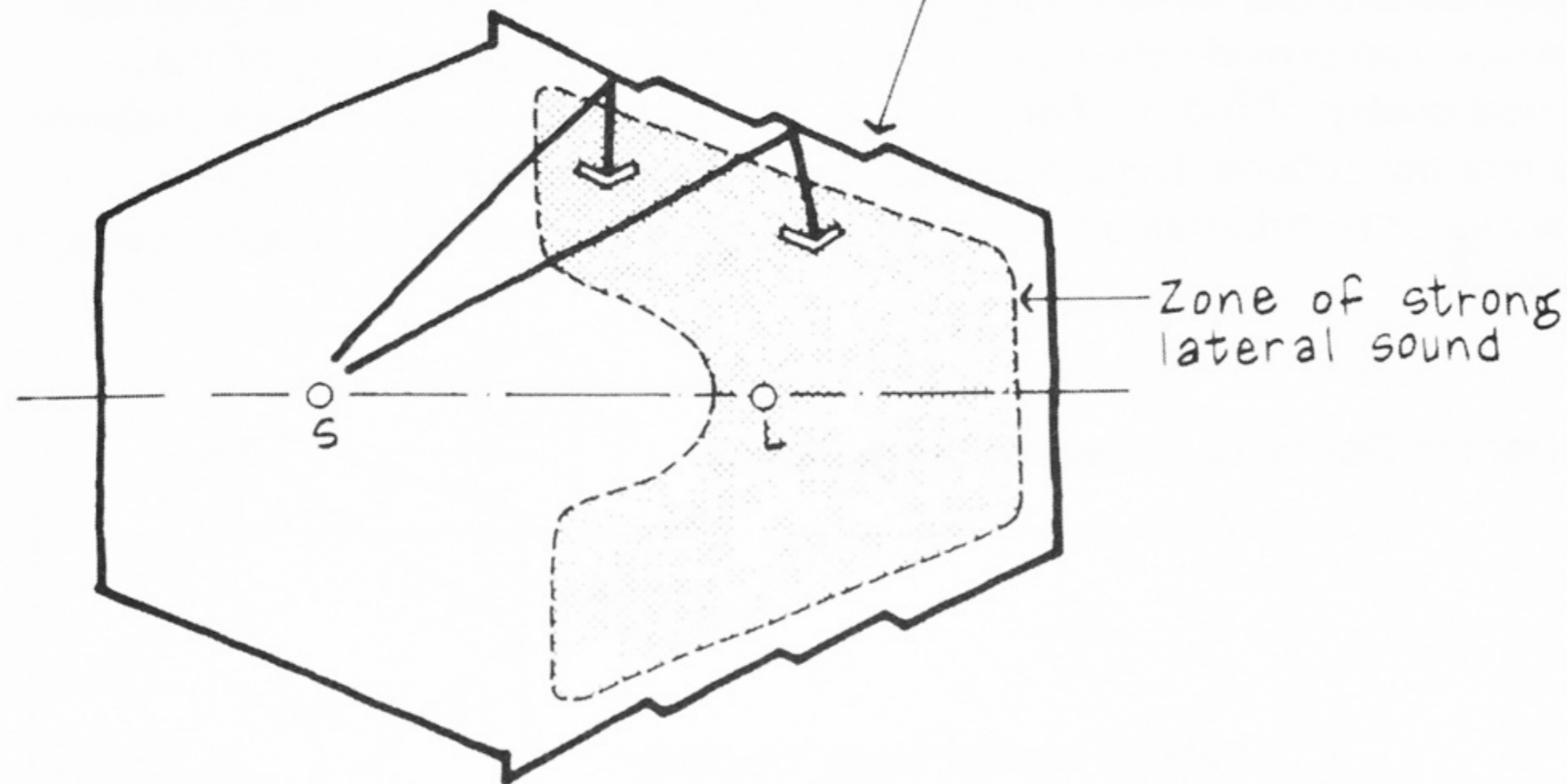
“a scalini”
sala concerti
musica

Pareti laterali

(forme tipiche)

Reverse Fan Shape (Side walls at rear reflect sound toward audience for definition of music)

Converging side wall
(to provide greater length of wall contributing lateral reflections)



“a ventaglio
rovesciato”

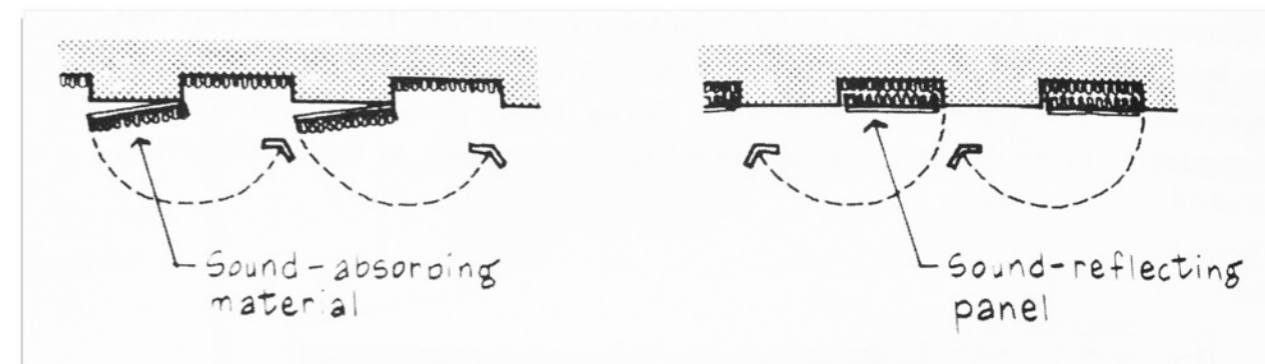
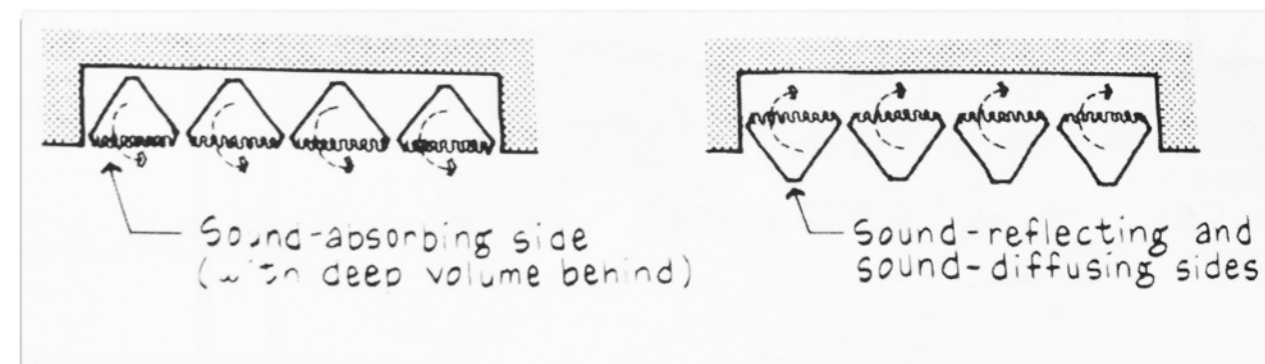
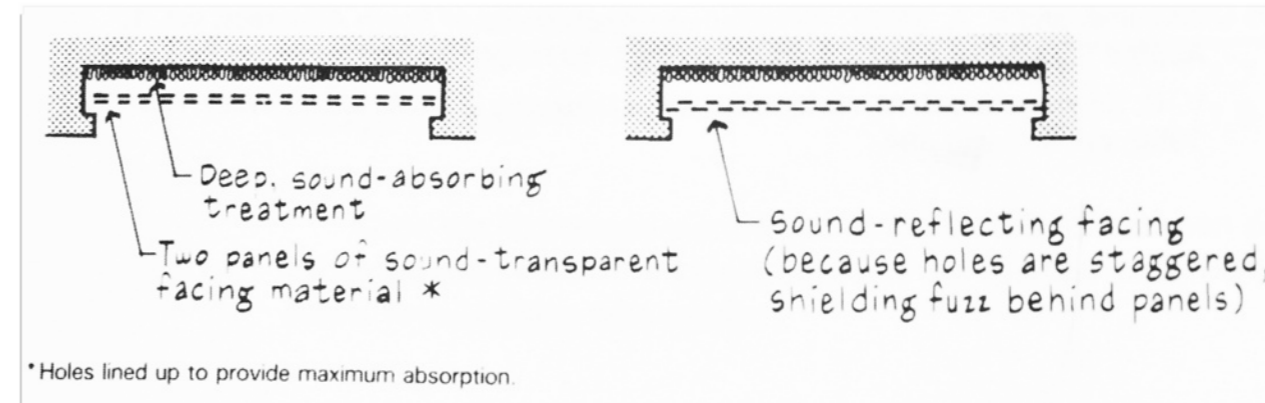
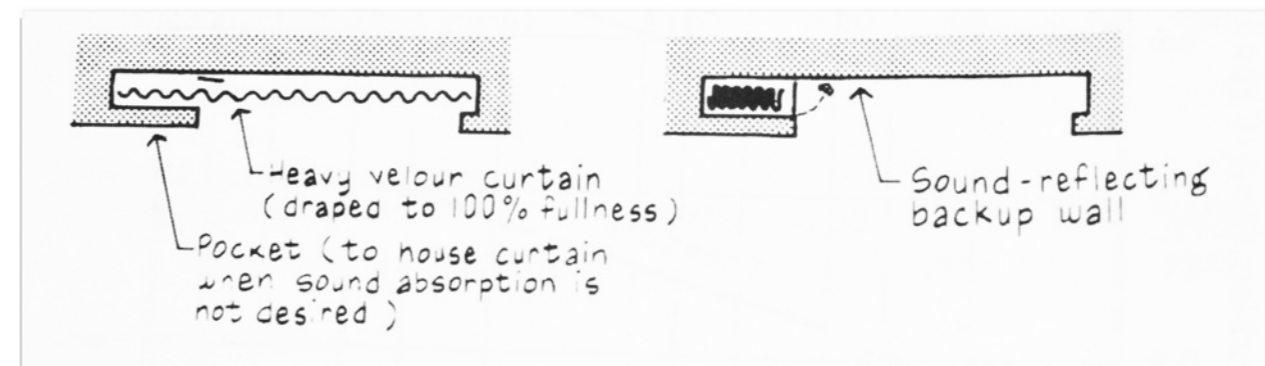
sala concerti
musica

Acustica Variabile

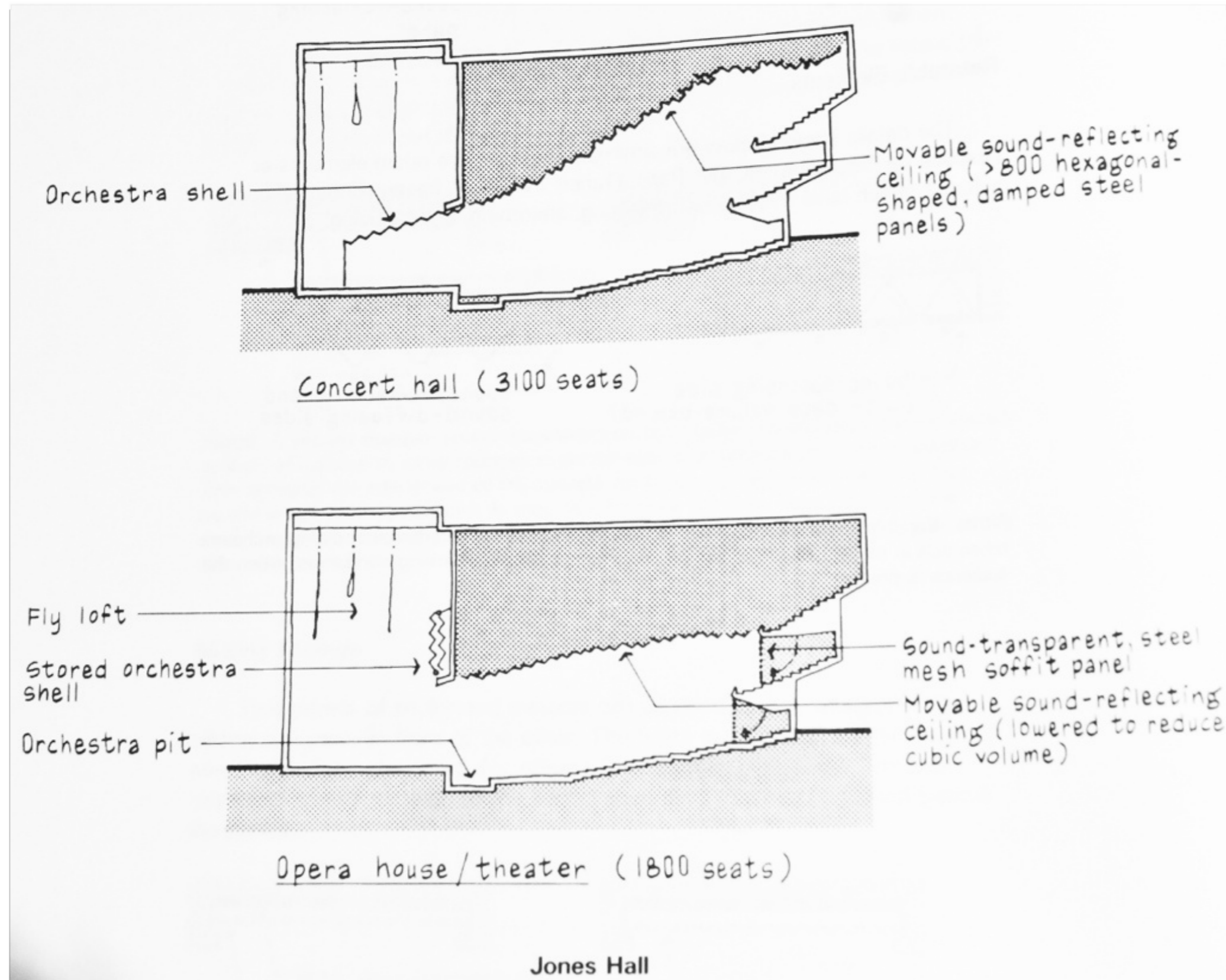
La richiesta più comune è quella di fare sale polifunzionali.

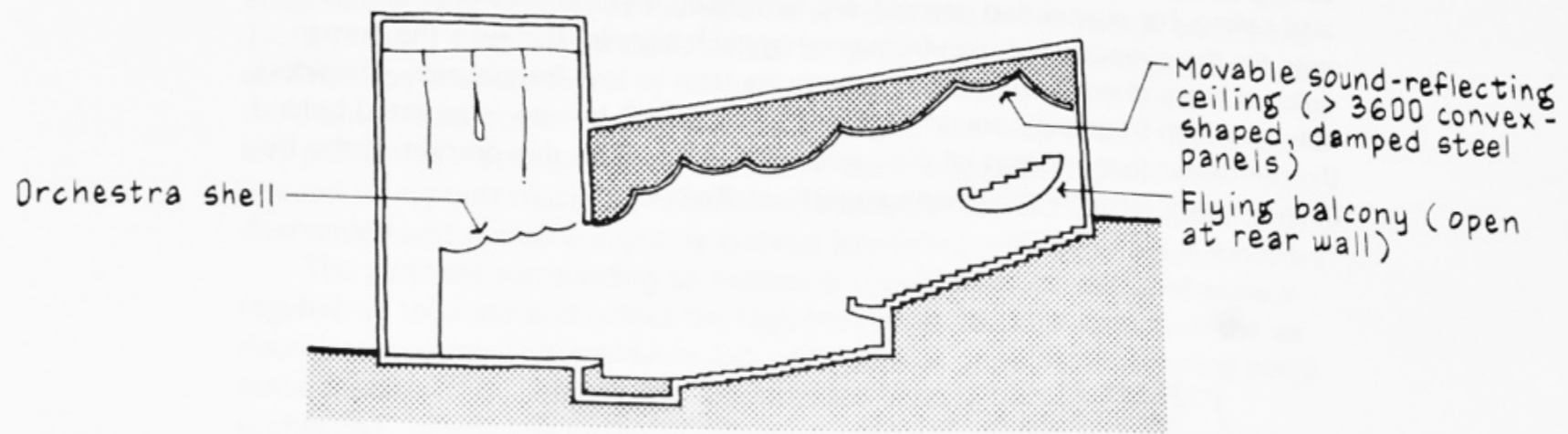
si cambia la riverberazione

I. tendaggi e pannelli mobili/rotanti

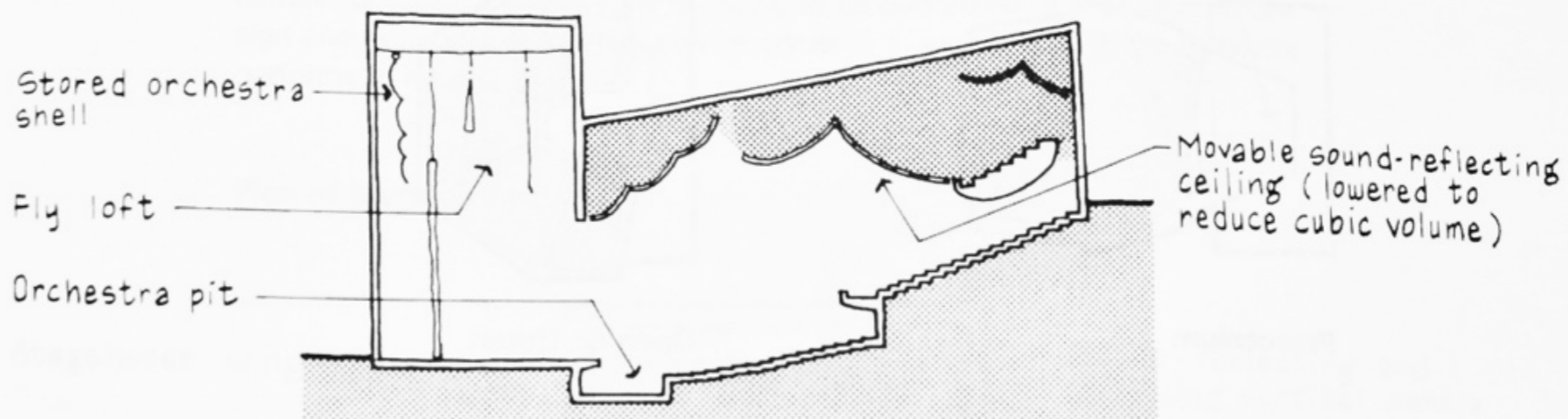


2. pareti/soffitti mobili

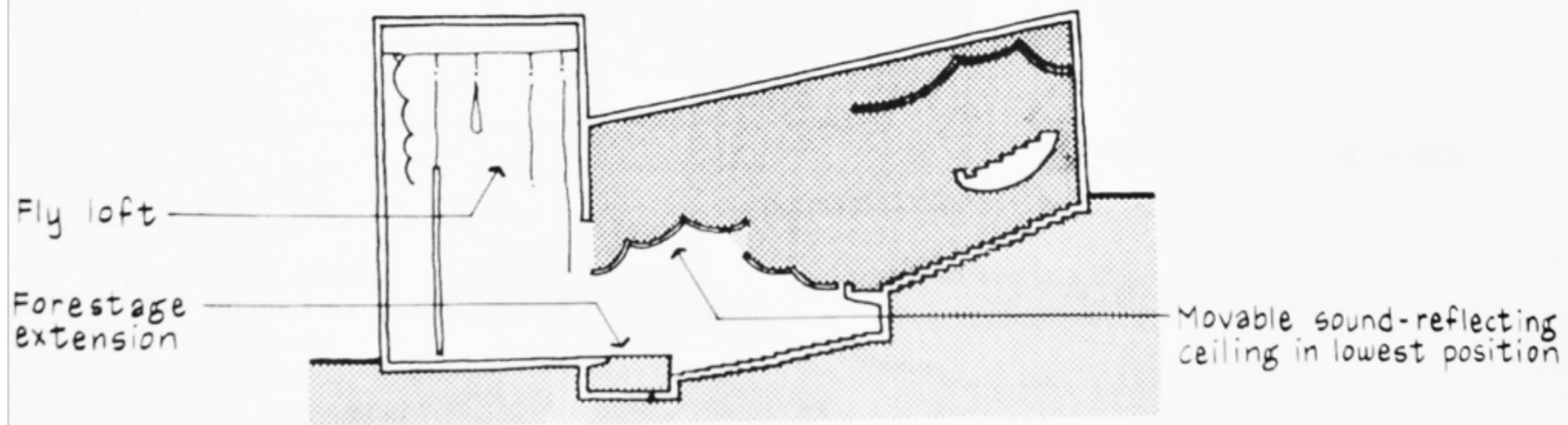




Concert hall (3000 seats)



Opera house (2300 seats)



Drama theater (900 seats)

Thomas Hall

3. volumi accoppiati

- la sala comunica con camere laterali di riverberazione
- si ottiene variabilità con l'apertura di porte
- il risultato è una riverberazione più lunga ma non cambia la prima parte del decadimento
- delicate da gestire: se le aperture sono piccole possono funzionare anche al contrario assorbendo il suono (risonatori di Helmholtz)



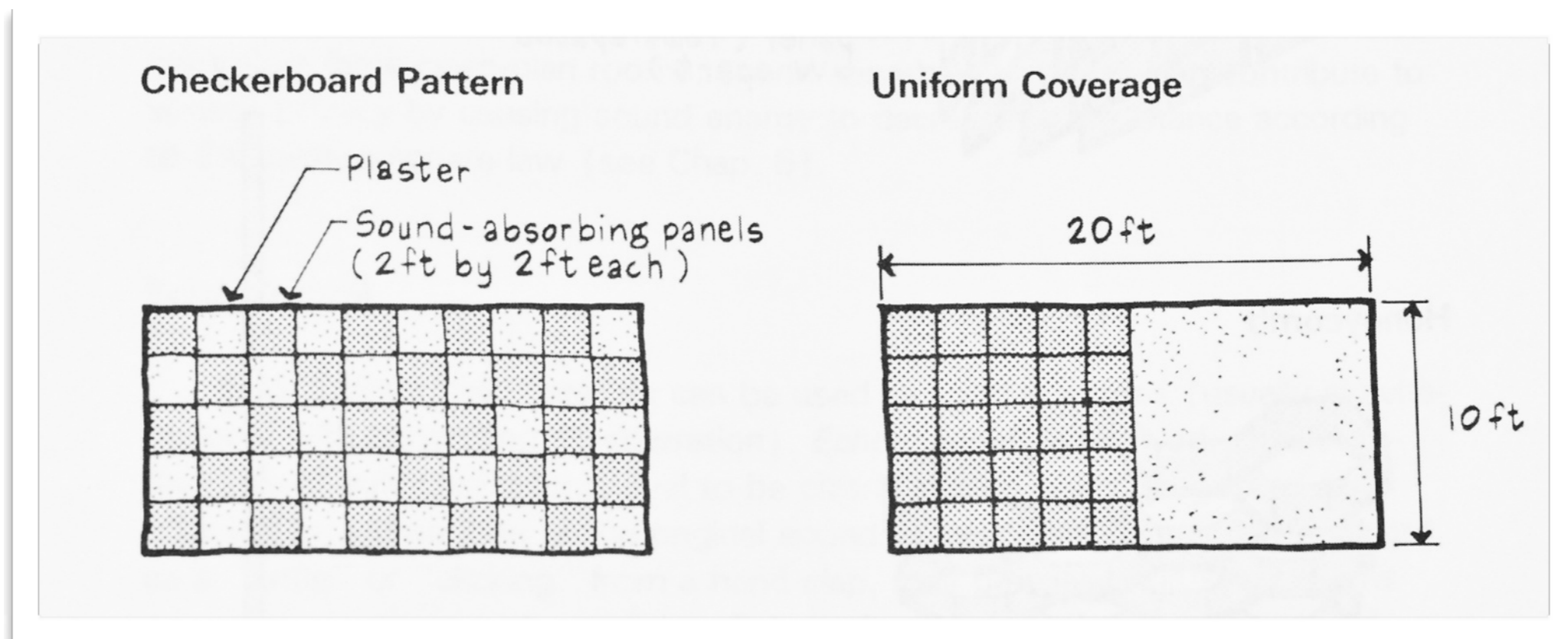
4. sistemi elettroacustici

Si può modificare la riverberazione di un ambiente con sistemi elettroacustici:

1. ripresa del suono con microfoni direttivi in prossimità del boccascena
2. si generano riflessioni tardive (o anche prime) per arricchire la risposta all'impulso
3. si impiegano linee di ritardo tarate su tempi utili per la buona acustica

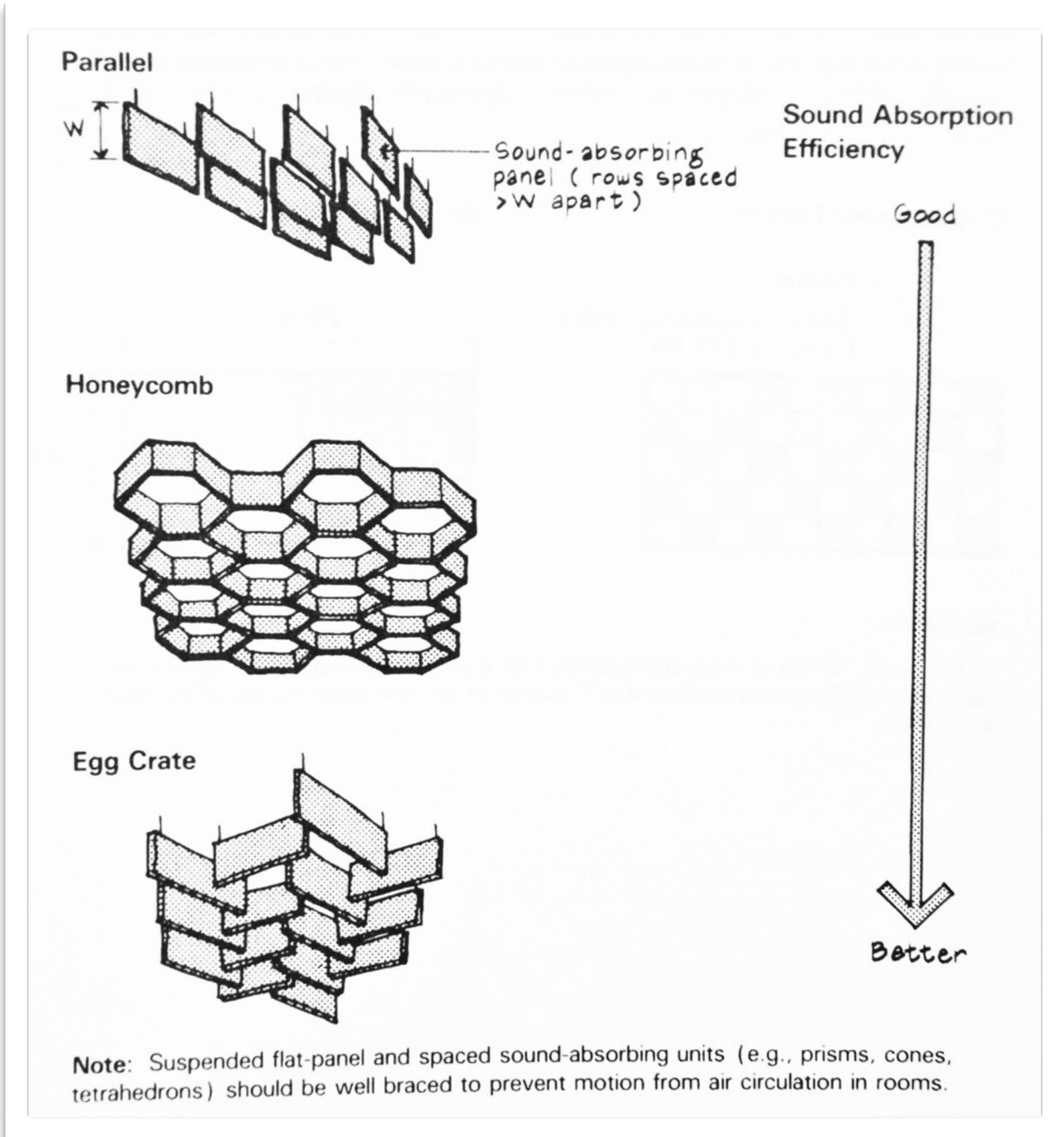
Questa soluzione sta diventando sempre più diffusa, utile e forse anche inevitabile per le sale di dimensioni maggiori (>3000 posti)

“Area Effect”

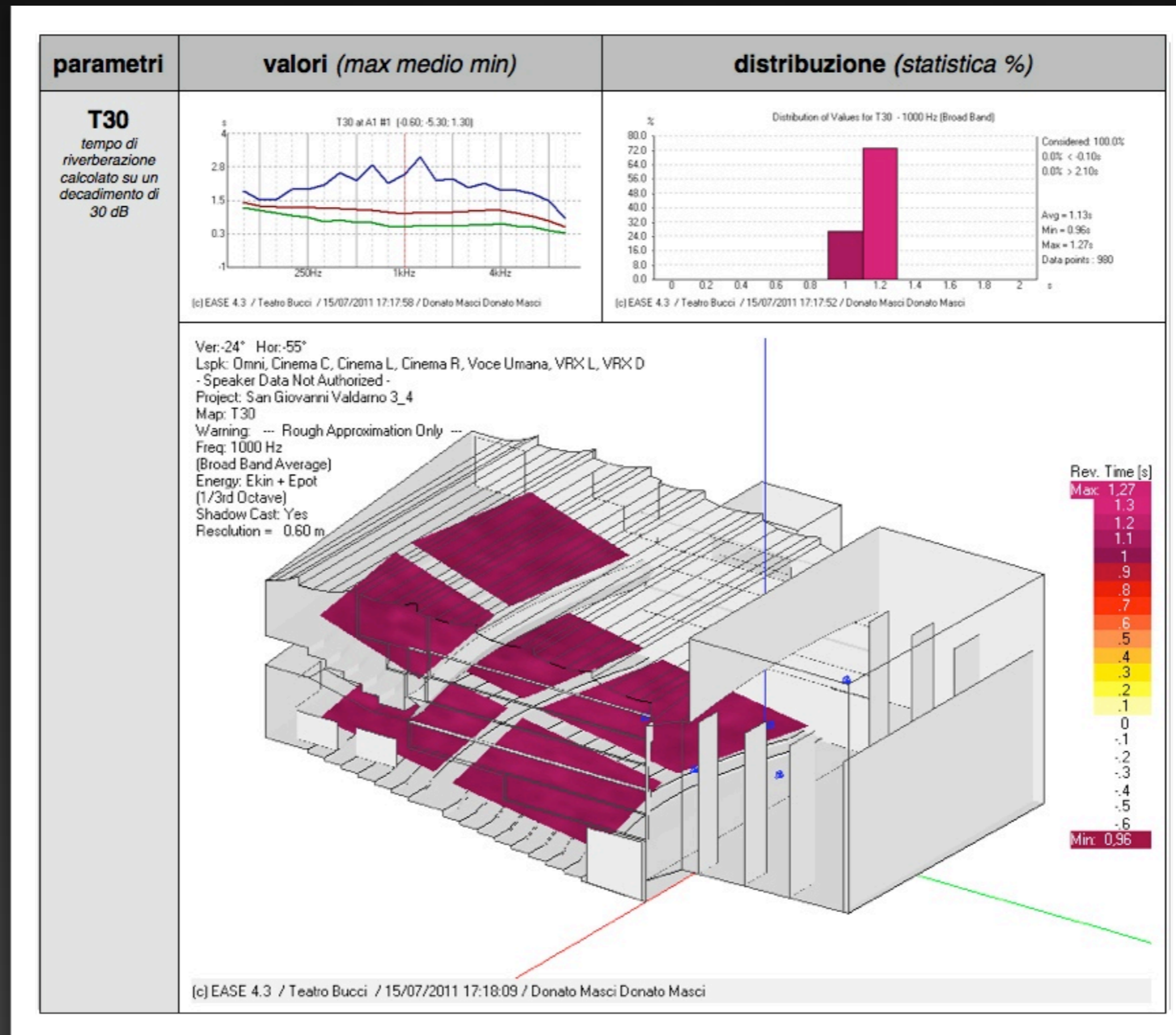


L'efficienza di un materiale fonoassorbente può variare in base alla distribuzione e posizionamento in una stanza. Per esempio 25 pannelli assorbenti assorbiranno più energia sonora se posizionati a scacchiera piuttosto che in modo uniforme. Questa variazione è dovuta alla diffrazione dell'energia sonora attorno ai perimetri dei pannelli spaziatati tra loro e all'assorbimento aggiuntivo dei loro bordi.

L'“Area Effect” influisce anche in 3 dimensioni: un caso pratico è l'installazione dei baffles a soffitto. Alcuni pattern sono meglio di altri.



4. Modelli di simulazioni



Cosa sono?

Esistono metodi per simulare la propagazione acustica sotto forma di “raggi” (ray tracing) e elementi finiti (FEM):

| Metodo | Campo acustico | Geometria | Range di Frequenze | Ambienti | Risultati |
|-------------|------------------------------------|--------------|--------------------|----------|------------------------------|
| FEM | Esatto discretizzato | approssimata | basse | piccoli | Analisi modale |
| RAY TRACING | Approssimato (acustica geometrica) | esatta (CAD) | medio-alte | grandi | Ecogrammi Parametri Acustici |

Come funzionano?

1. Il suono è irradiato da una sorgente sottoforma di raggi (utilizzando le caratteristiche di direttività della sorgente, che sia una voce o uno strumento o una cassa)

2. ogni raggio ha una certa energia, subisce urti con le superfici che delimitano l'ambiente; a ogni riflessione si tiene conto dell'assorbimento della superficie stessa
(è molto importante attribuire ai materiali le corrette caratteristiche di assorbimento e diffusione)

3. quando l'energia residua di un raggio si ritiene trascurabile, si abbandona tale raggio: si possono registrare le energie dei raggi, il loro percorso ed i tempi di propagazione.

4. Si può simulare la risposta all'impulso e quindi i parametri acustici in ogni punto della sala.

In pratica come li usiamo?

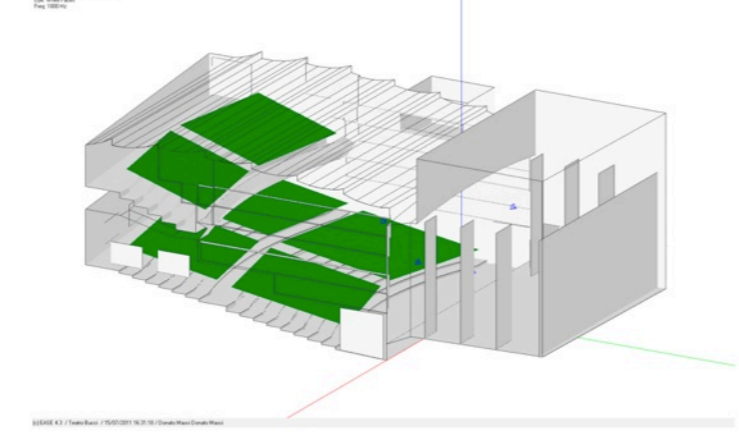
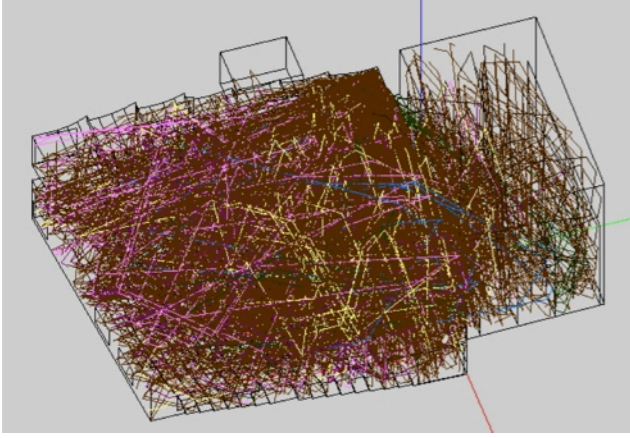
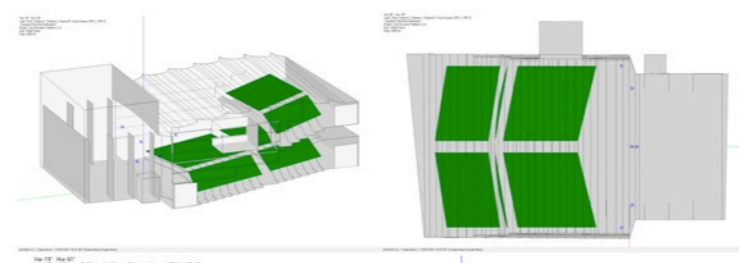
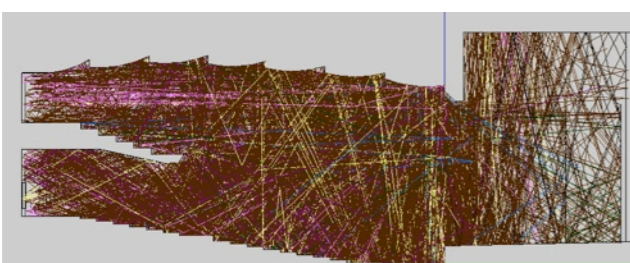
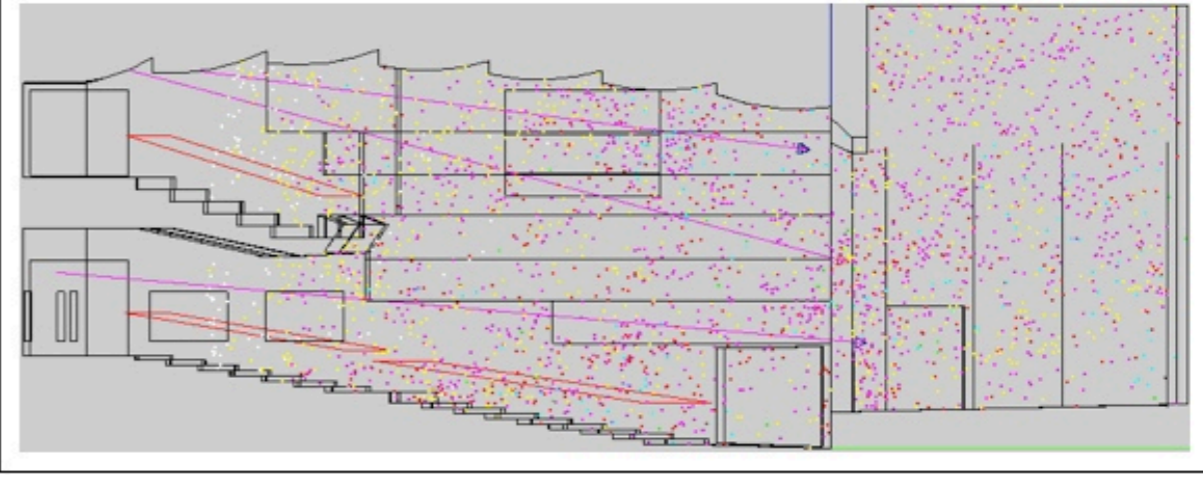
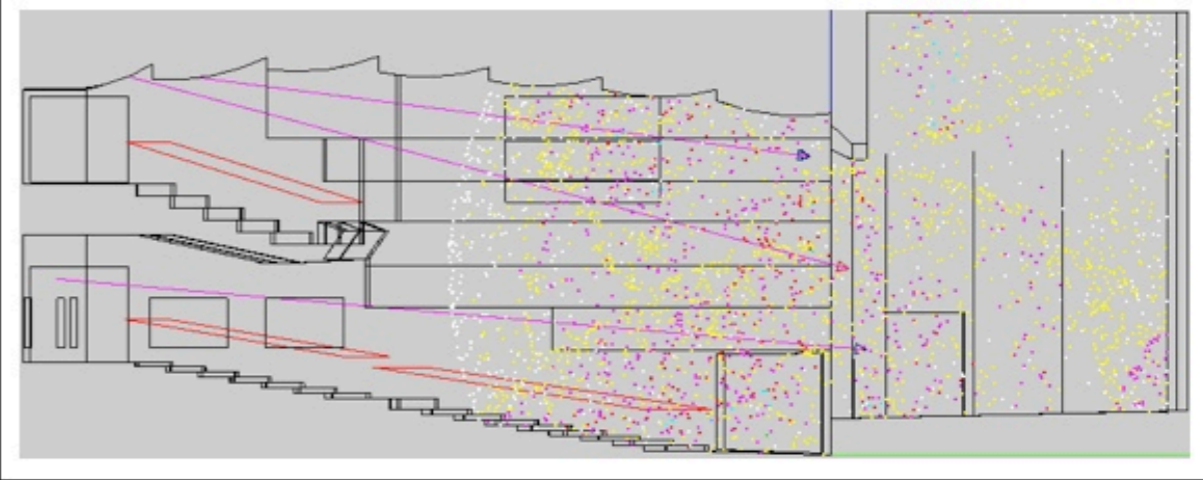
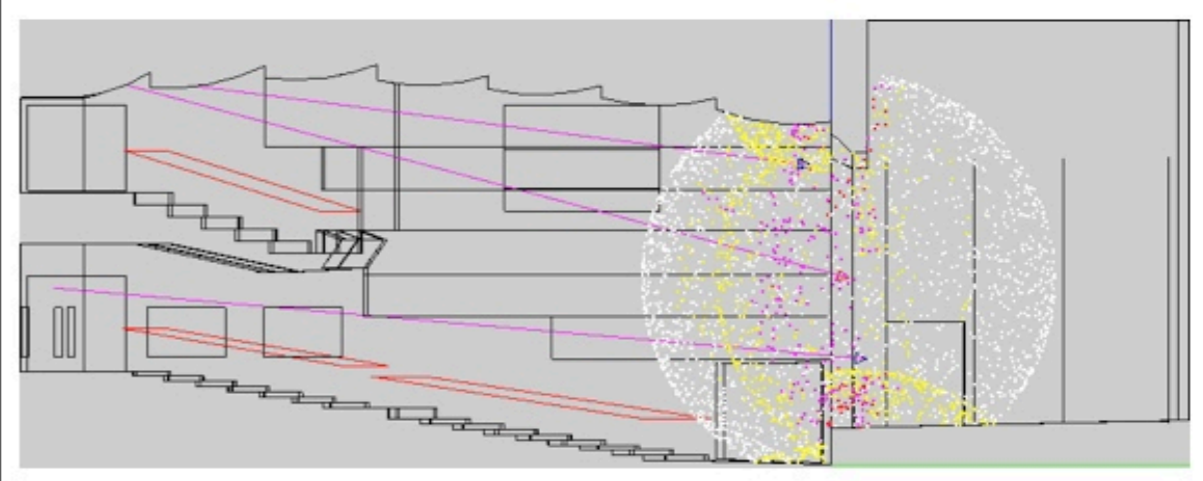
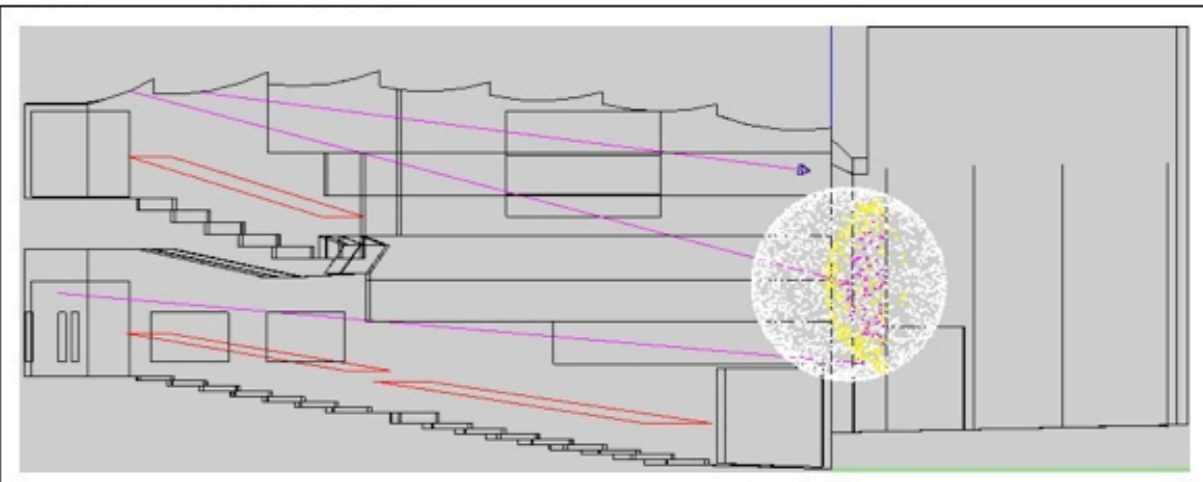
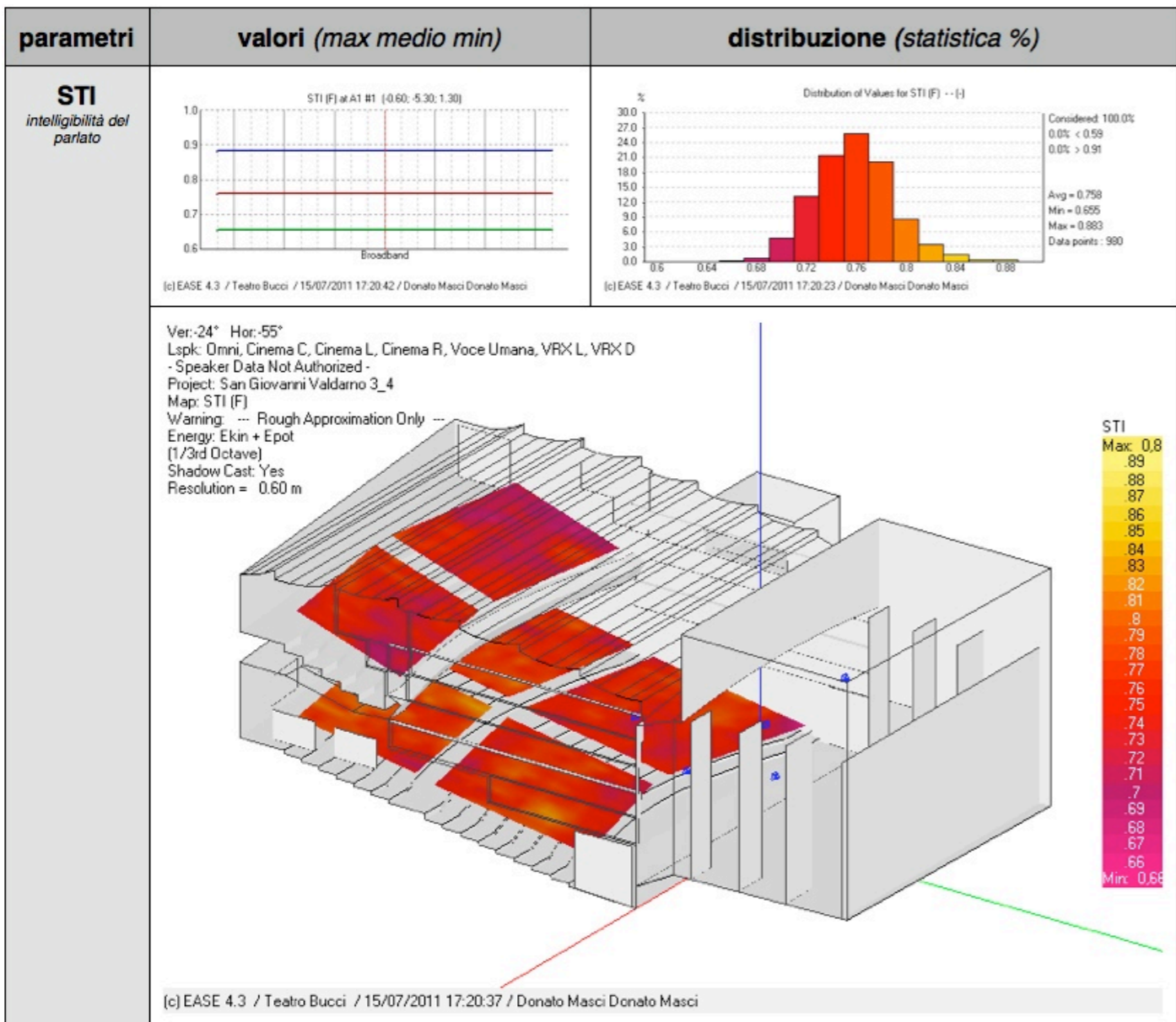
caso di una nuova costruzione

1. si parte da un'idea di base della forma della sala, in accordo con il resto della progettazione
2. ci si fa un'idea dei parametri acustici che si devono ottenere alla fine sulla base dei dati presenti in letteratura e delle esigenze del committente
3. si cominciano a simulare i parametri con simulazioni leggere e veloci utilizzando la forma e i materiali individuati
- 4a. si cerca di capire se con modifiche minime si riescono ad ottenere risultati ottimali oppure se vanno fatte modifiche sostanziali (a questo punto si riscute con il resto della progettazione e si riparte con una nuova idea, cercando di capire e modificare i problemi che hanno causato l'eliminazione del modello)
- 4b. se il modello risponde bene si passa alle correzioni "fini" e le simulazioni più accurate (*dopo aver simulato con precisione i coefficienti di assorbimento e diffusione delle superfici*)

In pratica come li usiamo?

caso di un restauro/rifacimento

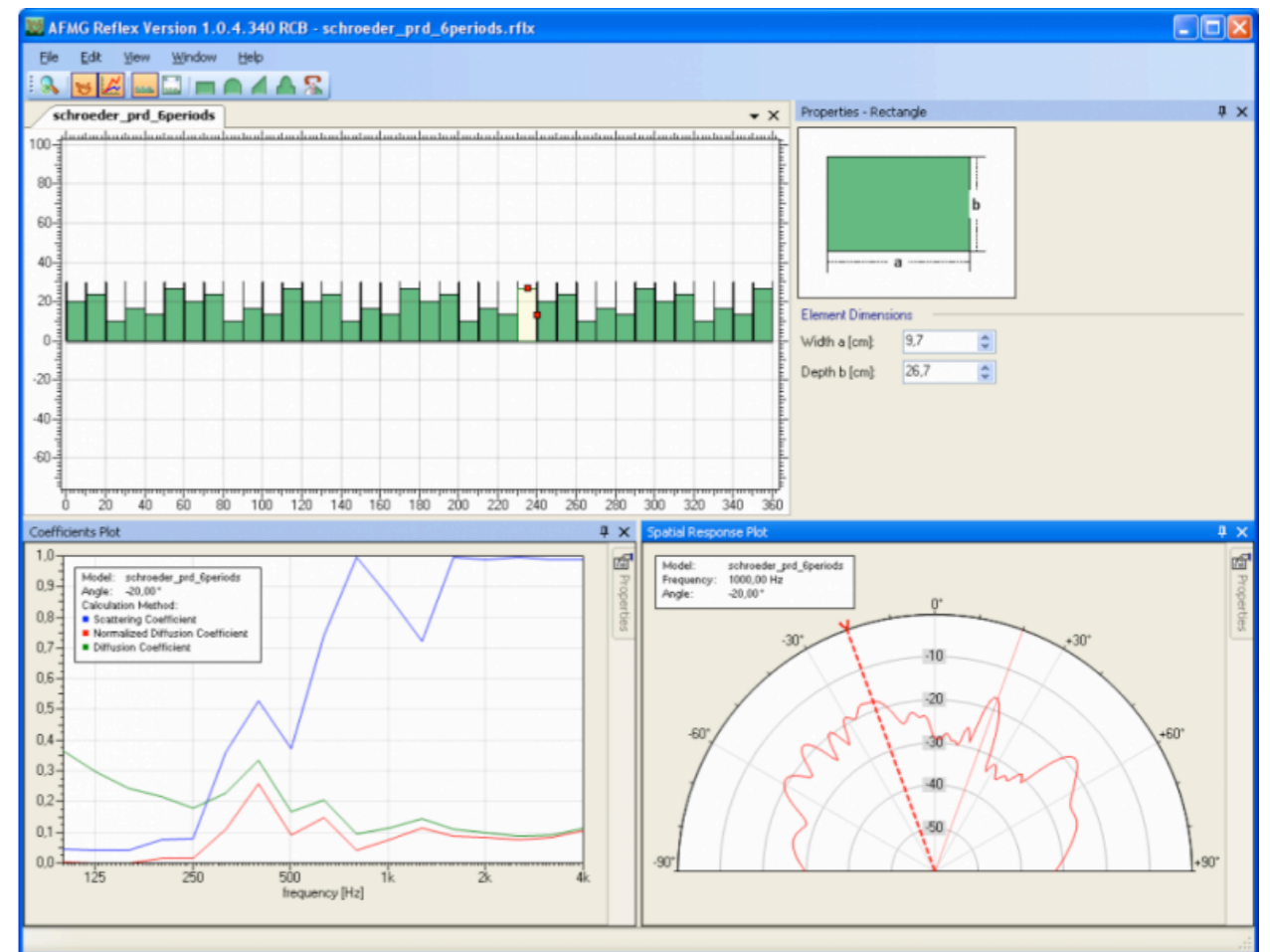
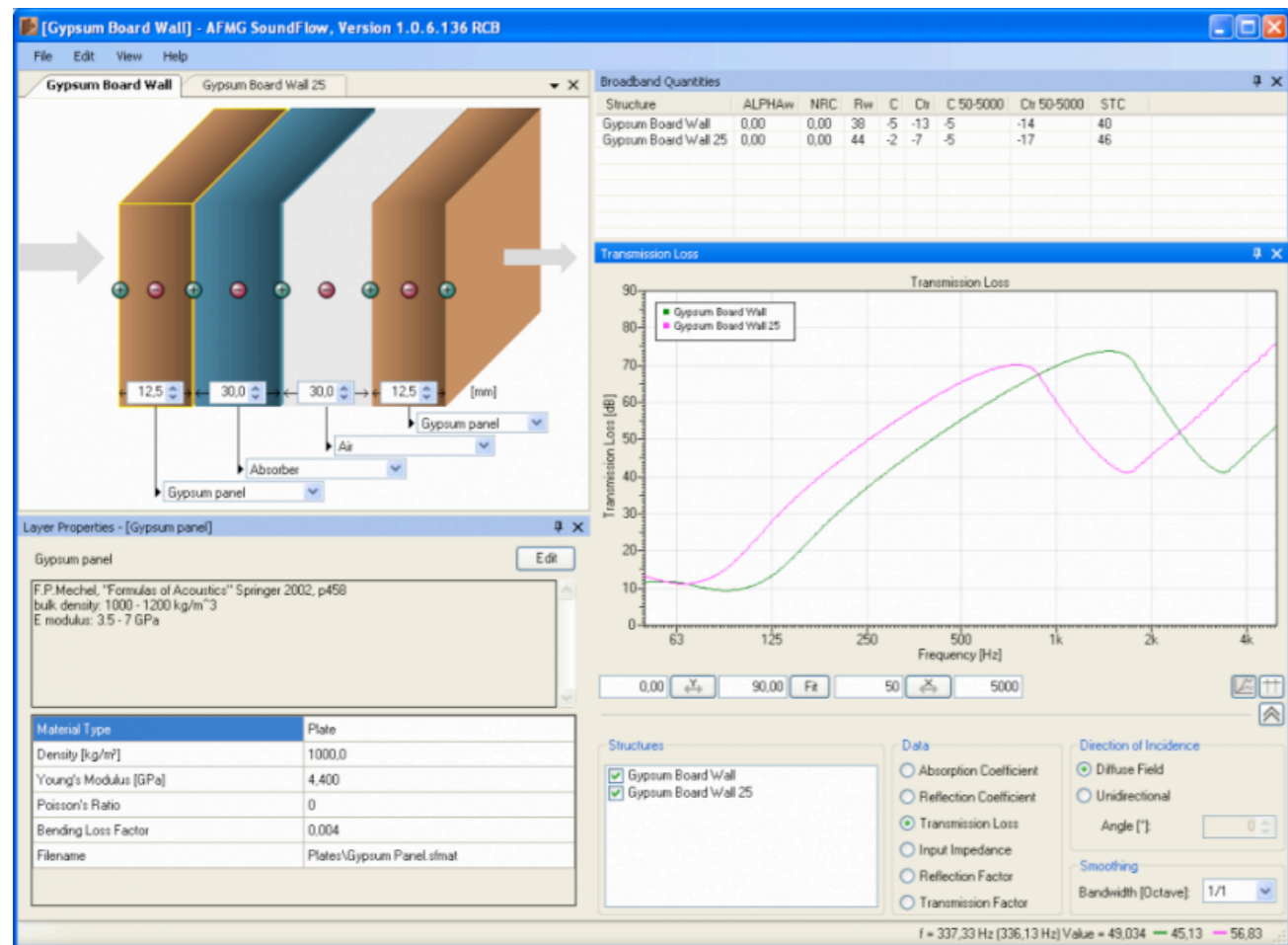
1. si parte facendo una campagna di misure acustiche della sala
2. si costruisce il modello al CAD acustico e si “tara” sulle misure, in modo da valutare attentamente i coefficienti di assorbimento dei materiali esistenti
3. si cerca di capire quali sono i problemi e le eventuali correzioni, discutendone con il resto della progettazione
4. si eseguono le simulazioni più accurate al CAD acustico e si passa alle correzioni “fini” (*dopo aver simulato con precisione i coefficienti di assorbimento e diffusione delle superfici nuove*)



DONATO MASCI

dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.**
 Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com

Simulare i coefficienti di assorbimento e diffusione



AFMG Soundflow

simula i coefficienti di assorbimento, riflessione e trasmissione per strutture composte da più strati (ad esempio materiali forati, a strisce, strati più o meno grandi o distaccati dalla parete)

AFMG Reflex

simula lo scattering acustico contro una superficie 2D e crea il diagramma polare e i coefficienti di diffusione da inserire in EASE

Nuova Norma Uni I I 367: Classificazione acustica delle unità immobiliari

- La norma definisce, in riferimento ad alcuni requisiti acustici prestazionali degli edifici, i criteri per la loro misurazione e valutazione.
- Su tale base la norma stabilisce inoltre una classificazione acustica (in riferimento ad ognuno dei requisiti), per l'intera unità immobiliare (salvo alcune tipologie).
- È infine proposta una valutazione sintetica (con un unico indice descrittore) dell'insieme dei requisiti per unità immobiliare.
- I criteri stabiliti nella norma sono applicabili a tutte le unità immobiliari con destinazione d'uso diversa da quella agricola, artigianale e industriale.
- Fornisce un'indicazione per la valutazione delle **caratteristiche acustiche interne** degli ambienti.

Classificazione Acustica degli edifici

Come per la classificazione energetica, viene introdotto un criterio per la classificazione acustica degli edifici, che tiene di conto dei parametri già descritti nel D.P.C.M. 5/12/97 sui “Requisiti acustici passivi degli edifici”.

Indicazioni per la valutazione delle caratteristiche acustiche interne degli ambienti

All'interno di ambienti dove il comfort acustico, e in specifico l'intelligibilità del parlato, rivestono un'importanza fondamentale (aule scolastiche, ambienti espositivi, sale da conferenza, mense, etc) e/o dove il controllo dell'assorbimento acustico risulta essere critico (palestre, piscine, ambienti per lo sport in genere), la valutazione acustica richiede la determinazione di alcuni specifici parametri.

Parametri di intelligibilità: C50 e STI

Le caratteristiche interne di un ambiente, soprattutto quando sia essenziale garantire una buona intelligibilità del parlato, possono essere ben descritte attraverso i parametri C50 (*chiarezza*) e STI (*Speech Transmission Index*).

| | C50 dB | STI |
|---------------------------------------|-----------|------------|
| Ambienti adibiti al parlato | ≥ 0 | $\geq 0,6$ |
| Ambienti adibiti ad attività sportive | ≥ -2 | $\geq 0,5$ |

Tempo di Riverberazione

Nella pratica corrente è molto diffuso, per quanto generalmente meno affidabile, l'utilizzo del tempo di riverberazione T per valutare le caratteristiche acustiche interne di un ambiente.

I valori ottimali del tempo di riverberazione medio fra 500 Hz e 1000 Hz sono ricavabili dalle espressioni seguenti:

$$T_{\text{ott}} = 0,32 \log(V) + 0,03 \quad [\text{s}] \quad (\text{ambiente non occupato adibito al parlato})$$

$$T_{\text{ott}} = 1,27 \log(V) - 2,49 \quad [\text{s}] \quad (\text{ambiente non occupato adibito ad attività sportive})$$

dove V è il volume dell'ambiente [m^3]

* si suggerisce che i risultati ottenuti dalle misurazioni di tempo di riverberazione T ad ambiente non occupato, rispettino il seguente criterio, in tutte le bande di ottava comprese fra 250 Hz e 4000 Hz: $T \leq 1,2 T_{\text{ott}}$

* per quanto riguarda la determinazione del tempo di riverberazione consenta di valutare un ambiente dedicato al parlato, tuttavia per una completa caratterizzazione acustica di un ambiente avente tale utilizzo è consigliabile la rilevazione di altri parametri acustici (come il C50 e lo STI). A maggior ragione il tempo di riverberazione non è adeguato per valutare ambienti utilizzati per l'ascolto della musica (teatri, cinema, etc).

Espressione grafica del Tempo di Riverberazione Ottimale

C.1 Valori ottimali del tempo di riverberazione medio tra 500 Hz e 1 000 Hz, T_{ott} , in ambienti adibiti al parlato e ad attività sportiva

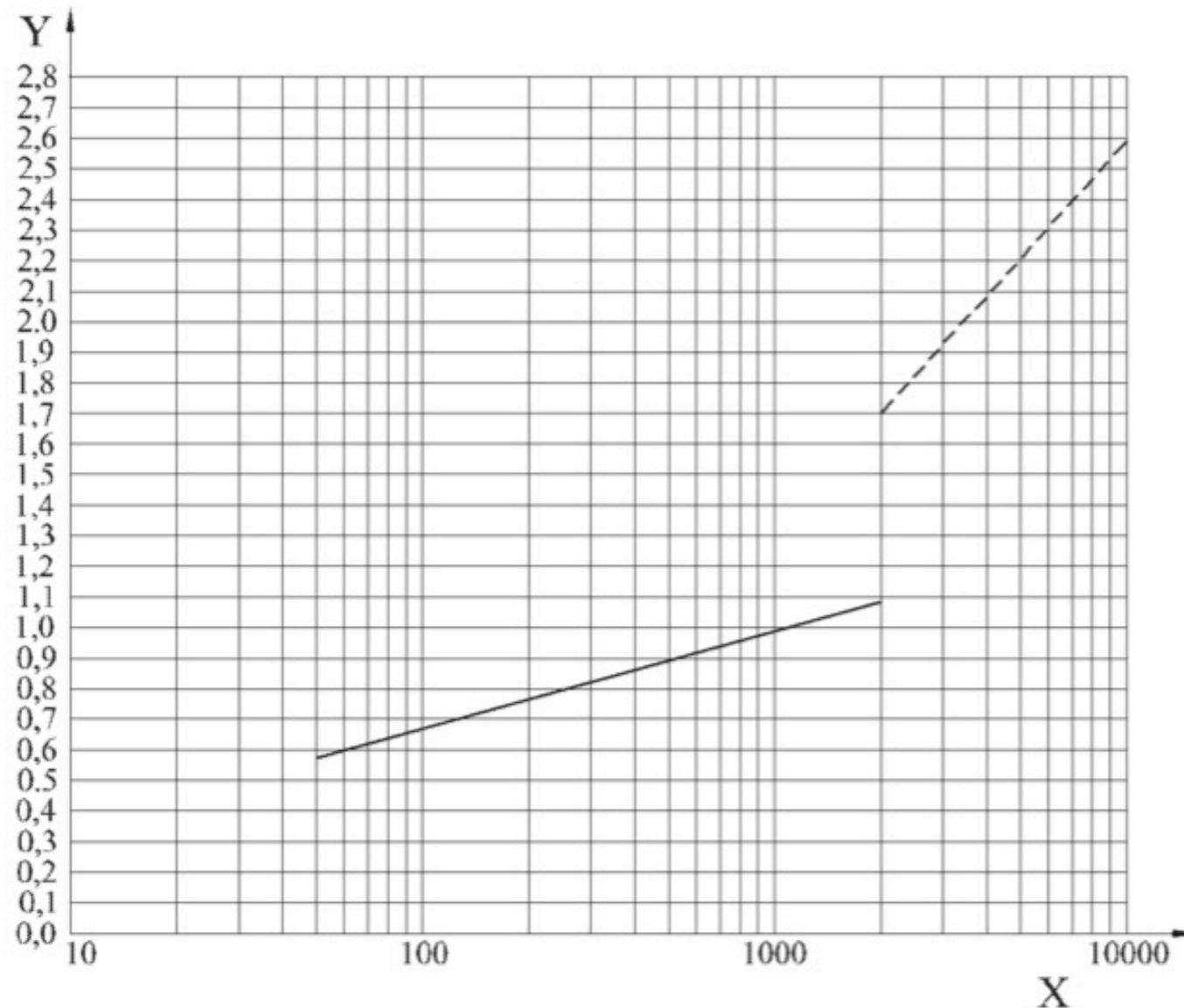
Legenda

—— Parlato (ambiente non occupato)

----- Sport (ambiente non occupato)

X Volume V , m^3

Y Tempo di riverberazione ottimale, T_{ott} , s



5. Casi Studio



CASO STUDIO: Parrocchia Ospedaliera San Gerardo @ Monza

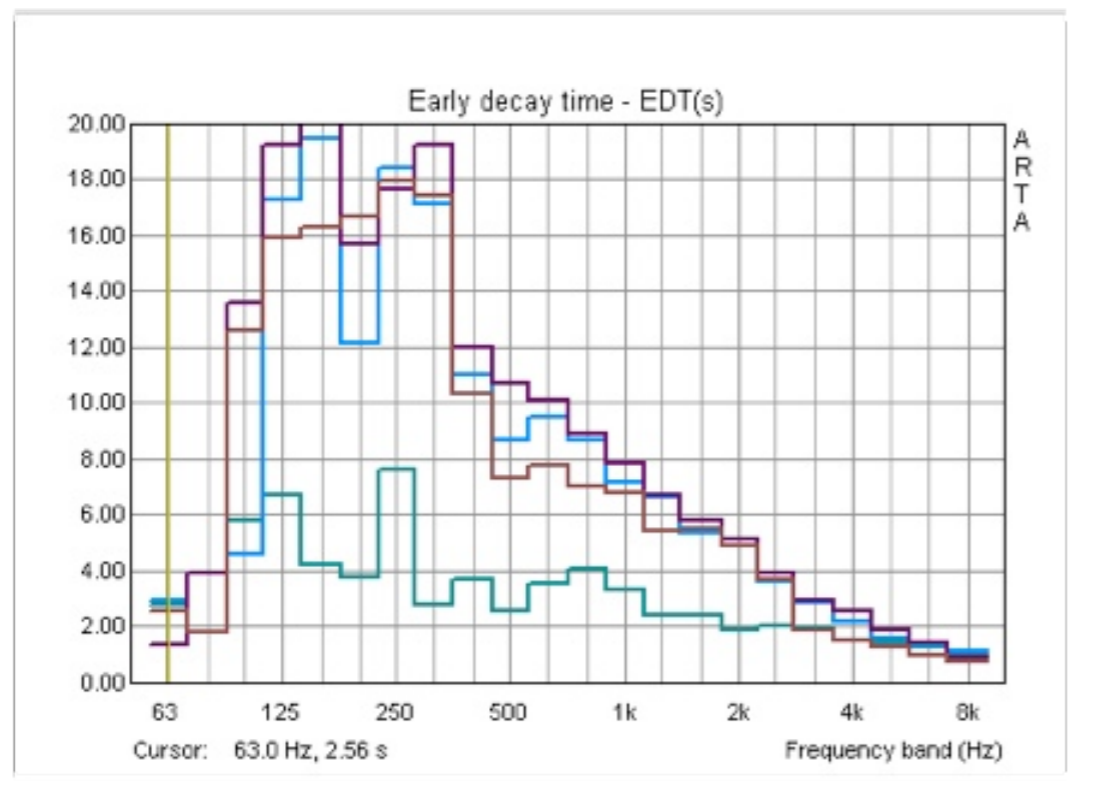
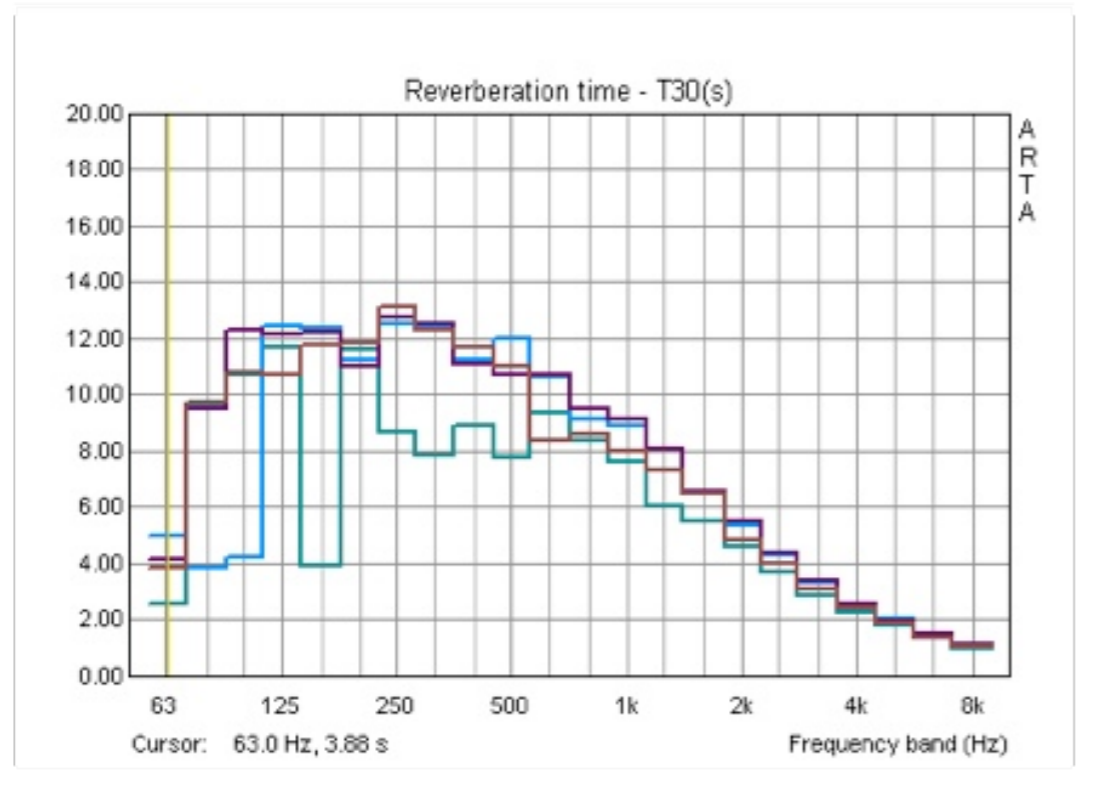


Il problema acustico

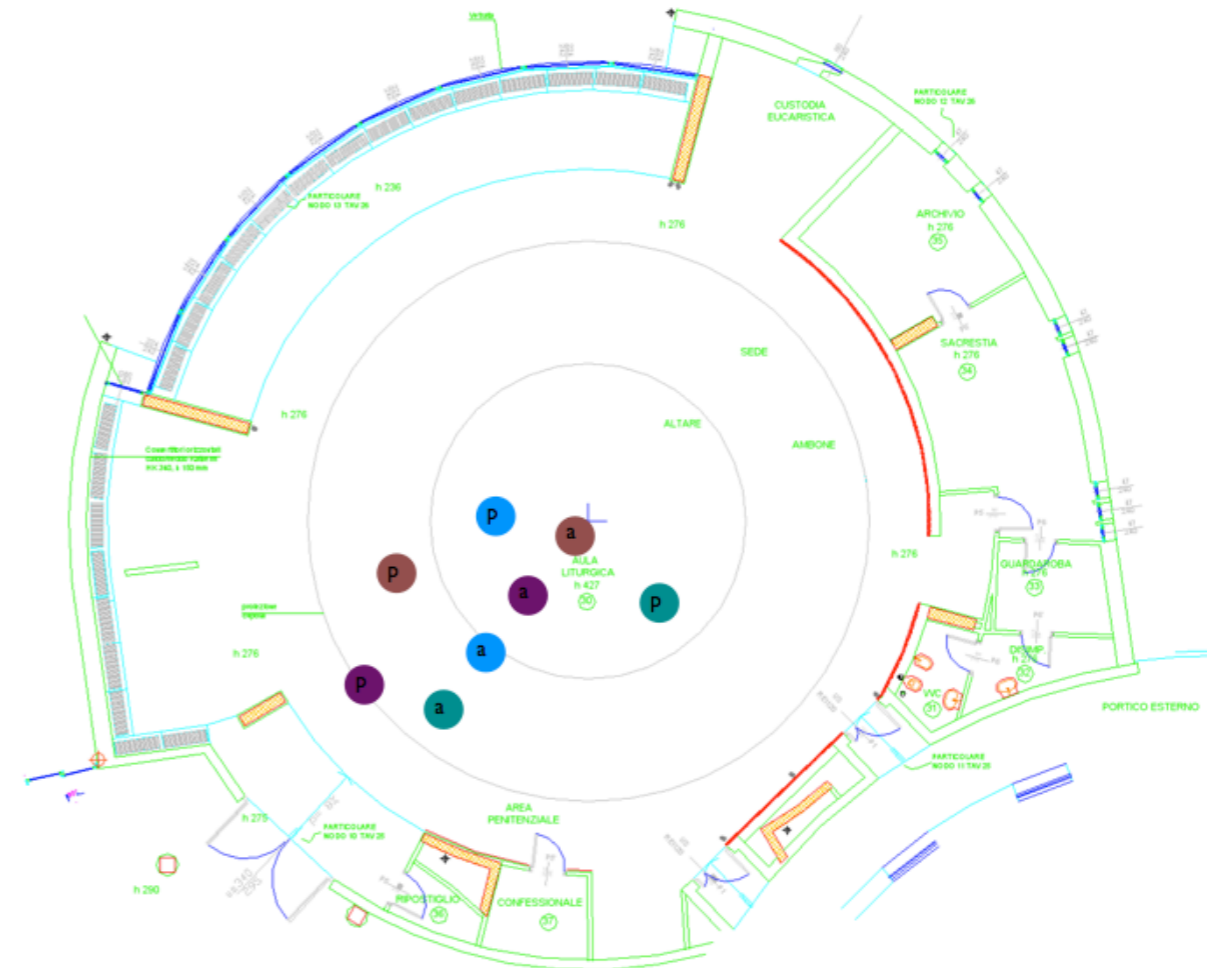
Nel momento in cui siamo stati chiamati era stata realizzata soltanto la struttura di cemento armato: la chiesa presentava dei problemi acustici evidenti perché l'effetto focalizzazione della cupola era realmente fastidioso al punto di non riuscire a capire quello che diceva una persona posta a più di un metro e mezzo di distanza.

Abbiamo effettuato le prime rilevazioni acustiche e abbiamo misurato valori di tempo di riverberazione T30 di circa 12 s e EDT con punte di 20 s: estremamente lunghi, soprattutto alle frequenze basse e medio-basse. Questo rappresentava un fatto notevole, considerando anche che al momento delle prime misure il locale non era chiuso interamente, dato che mancavano porte e vetrate (per un totale di almeno 1/3 dell'intera superficie laterale).

I risultati delle misure ante-operam



| COLORE | PUNTO DI MISURA | |
|--------|-------------------------------------|---------------------|
| | ANTE OPERAM | POST OPERAM |
| 1 | 1 m dal bordo cupola verso centro | davanti altare dx |
| 2 | 2,5 m dal bordo cupola verso centro | davanti altare sx |
| 3 | 5 m dal bordo cupola verso centro | fine cupola |
| 4 | 7,5 m dal bordo cupola verso centro | appena sotto cupola |



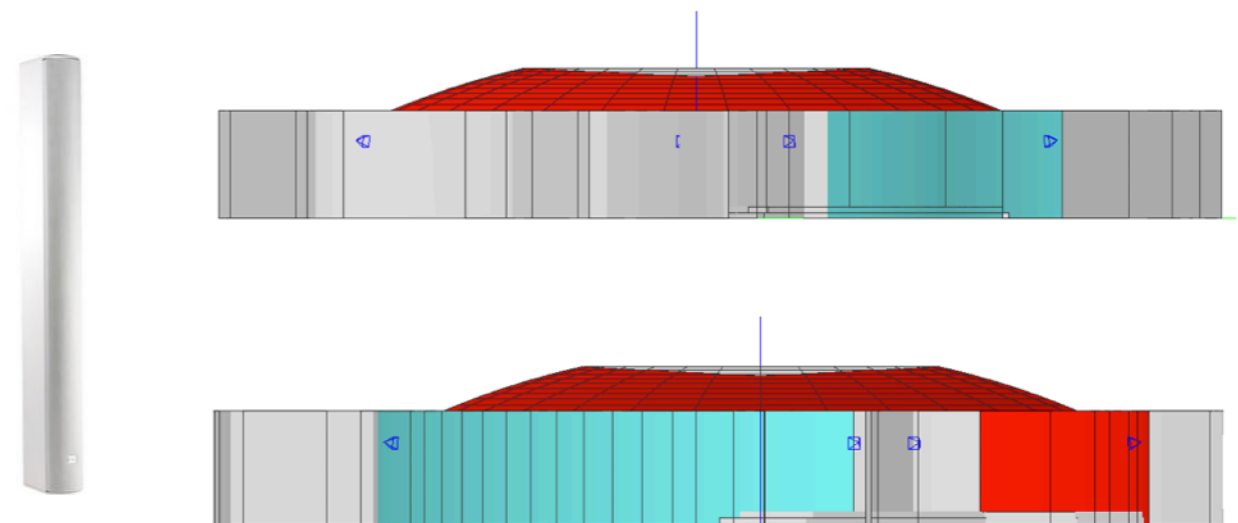
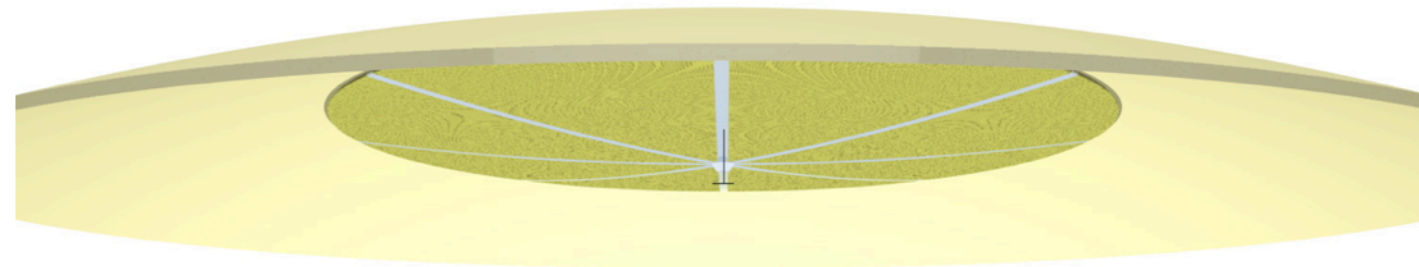
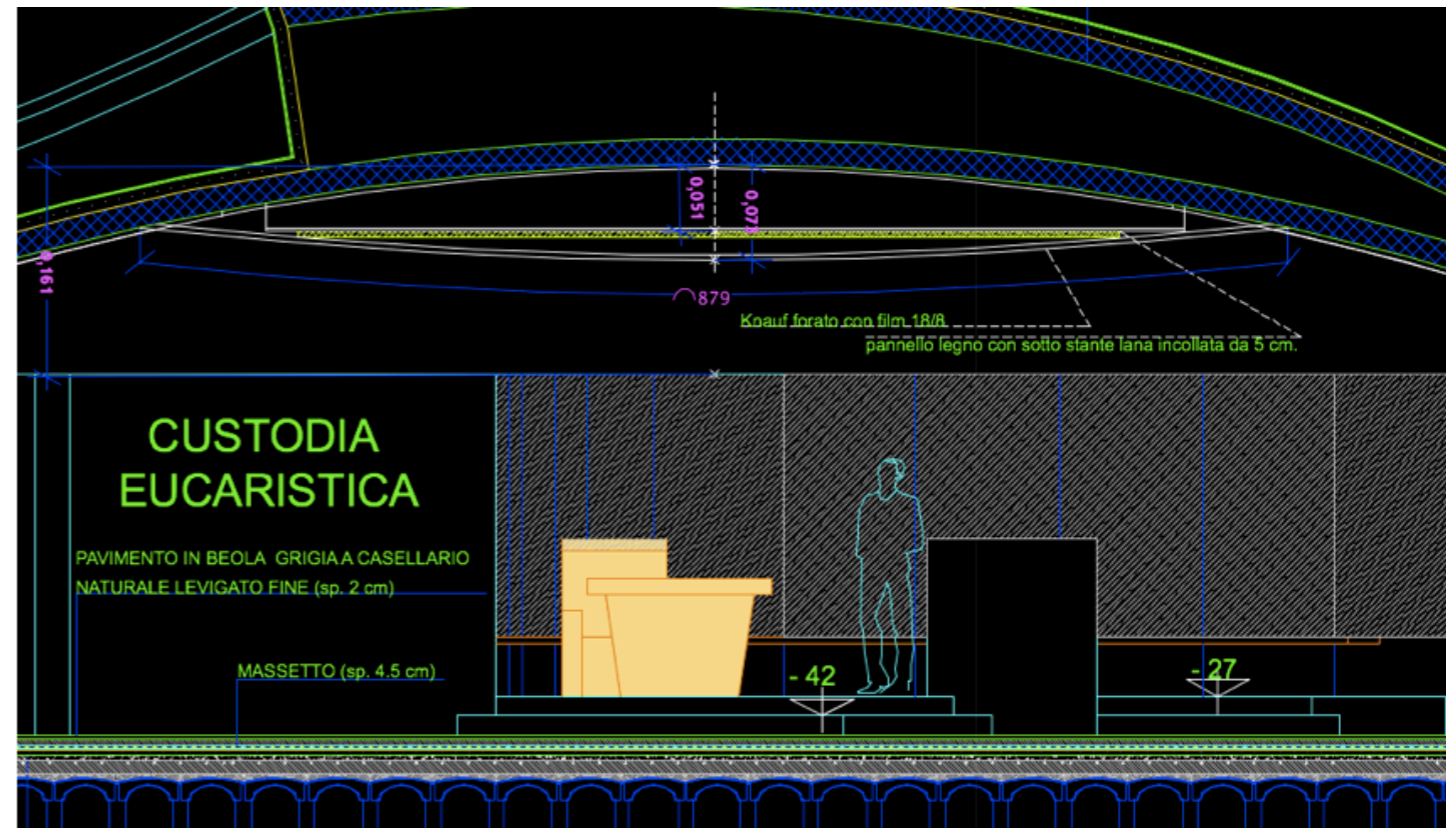
Abbiamo verificato inoltre un fatto piuttosto interessante, ossia che il picco di riverberazione si spostava leggermente in frequenza tra le varie misure che abbiamo effettuato a distanze differenti dal centro della cupola (quello misurato sul bordo è più in basso di quello misurato al centro).

la correzione

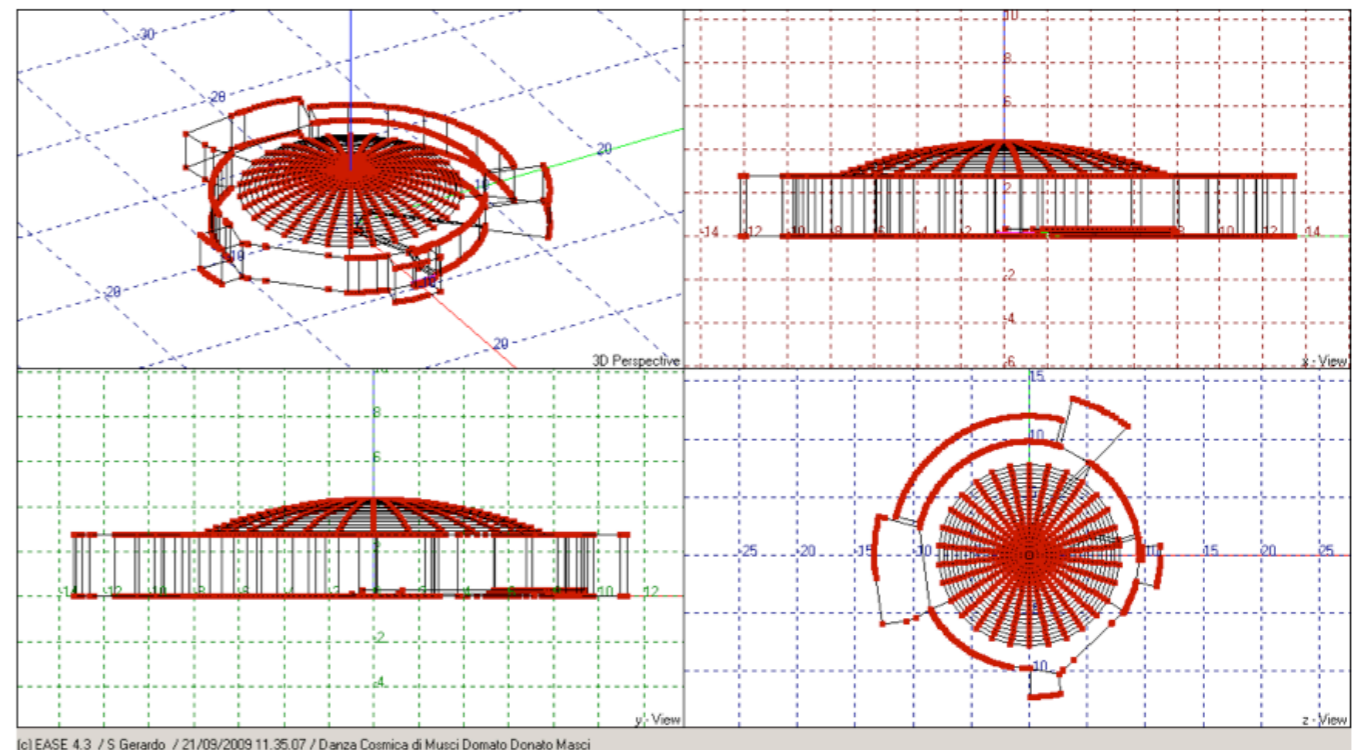
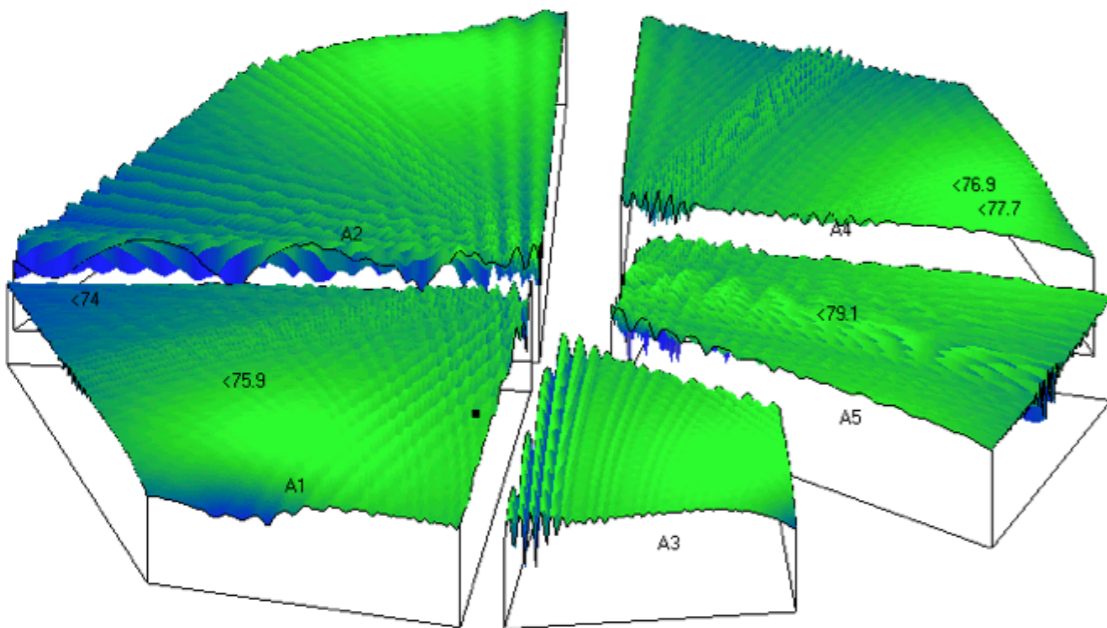
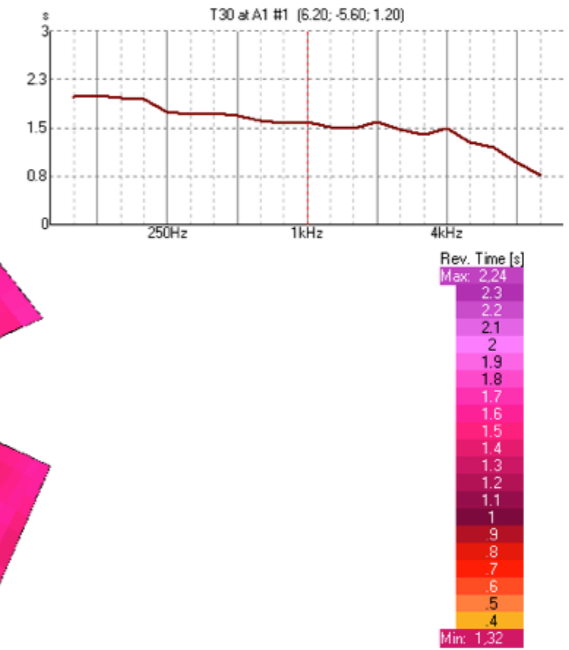
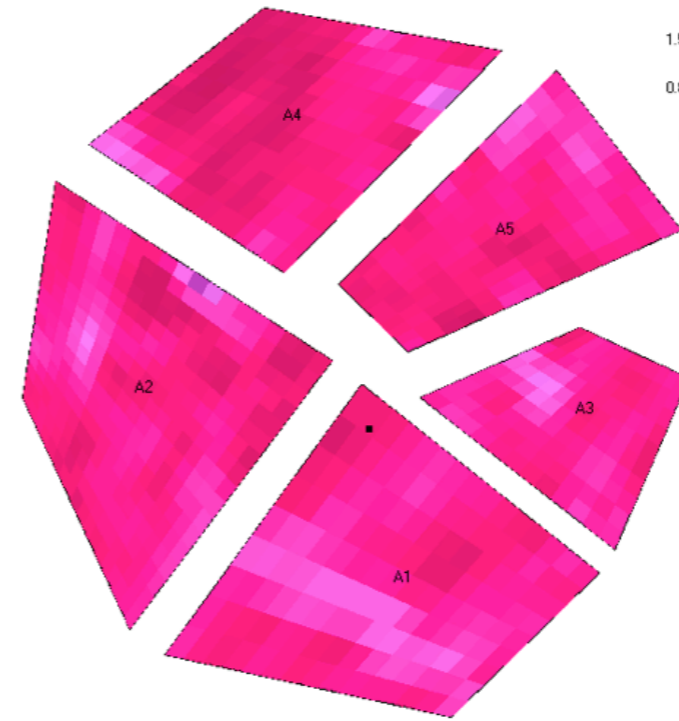
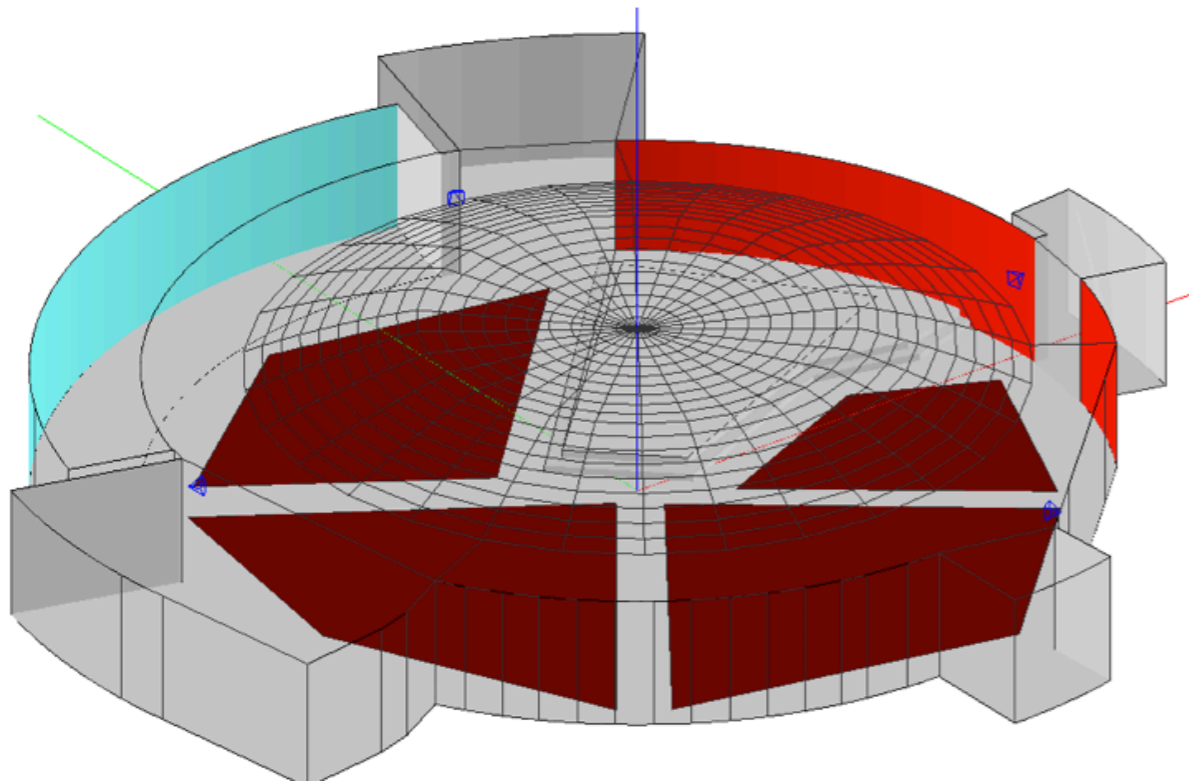
1. creazione di un controsoffitto a forma di cupola rovesciata dentro la cupola (**controcupola**): il sistema funziona da trappola per le basse frequenze ed essendo una superficie convessa e non concava, diffonde il campo acustico con un angolo molto superiore a prima. L'interno della controcupola è riempito con materiale fonoassorbente (lana di vetro) e la superficie della controcupola è in legno forato con percentuale di foratura del 15%;

2. rivestimento del resto delle pareti con intonaco fonoassorbente;

3. 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.



Studio al CAD acustico (EASE)



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



DONATO MASCI

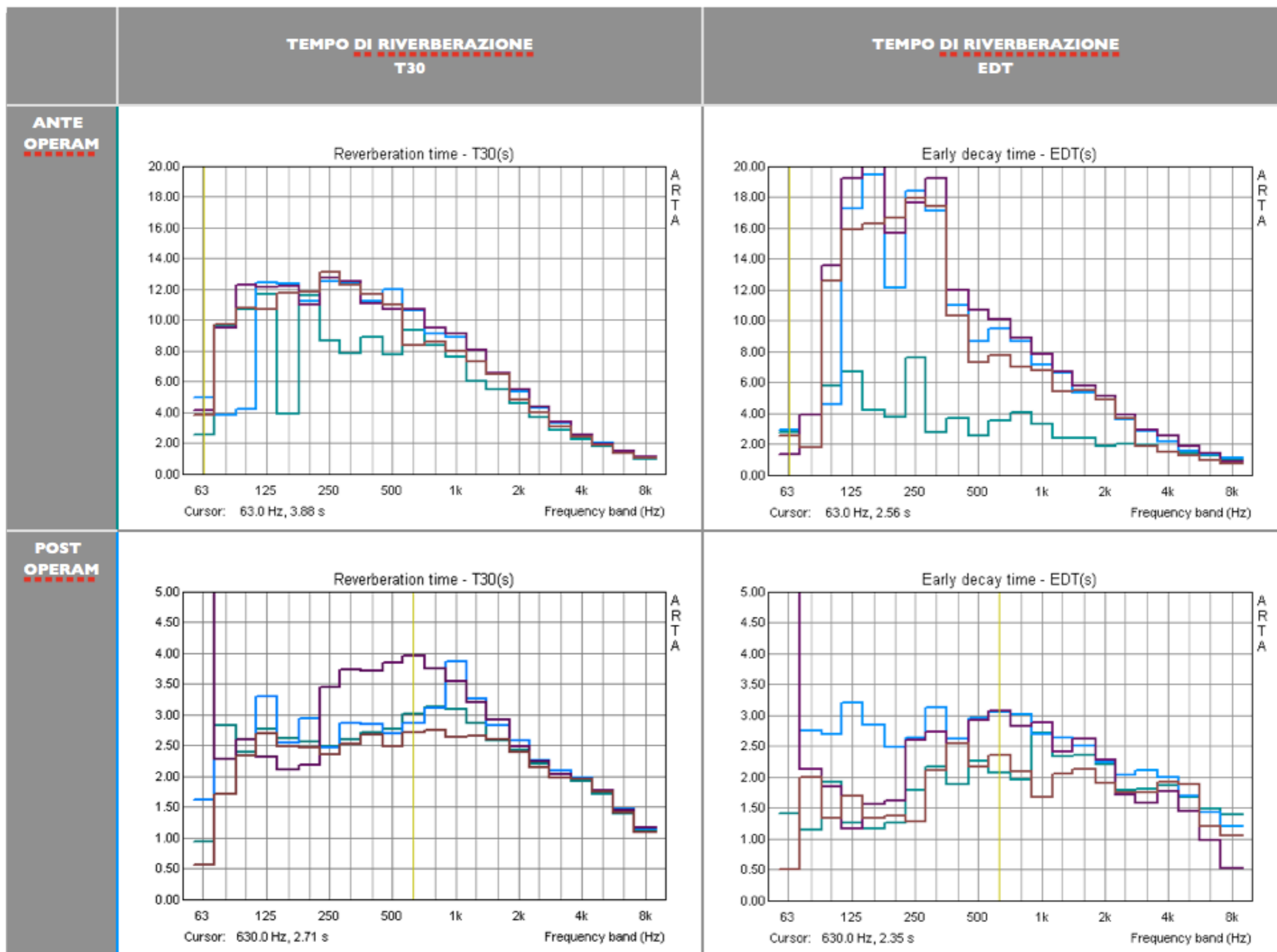
*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.***
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomaschi@gmail.com - www.studiosoundservice.com



DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.***
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com

Risultati finali





Parrocchia Ospedaliera S. Gerardo @ Monza

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.***
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com



Parrocchia Ospedaliera S. Gerardo @ Monza

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.**
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com*



Parrocchia Ospedaliera S. Gerardo @ Monza

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.***
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com



Parrocchia Ospedaliera S. Gerardo @ Monza

DONATO MASCI

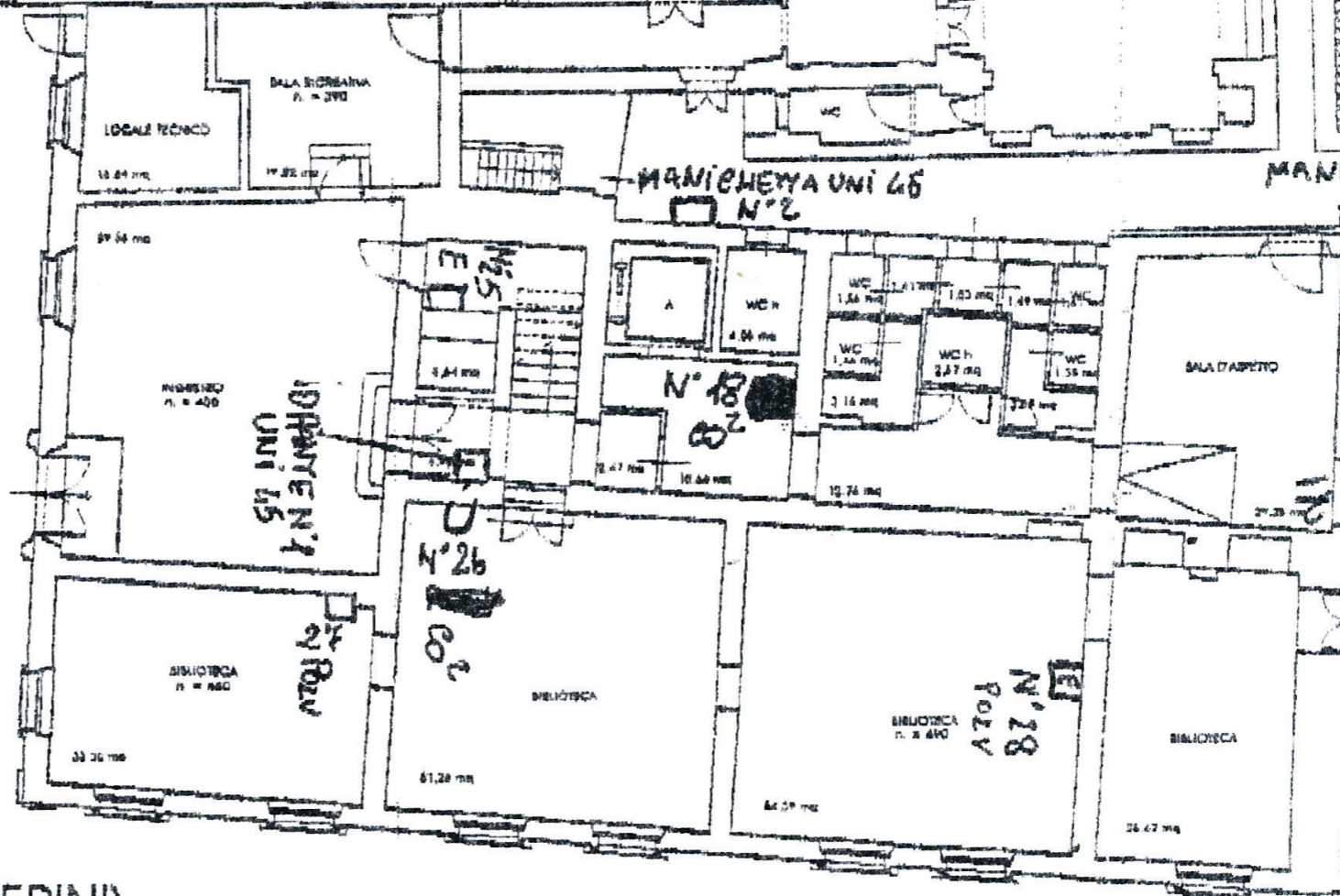
*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.***
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomaschi@gmail.com - www.studiosoundservice.com

CASO STUDIO: Auditorium Istituto Boccherini di Lucca

ITDG molto alto (35 ÷ 45 ms)
Correzione della prima riflessione
ITDG finale < 27 ms



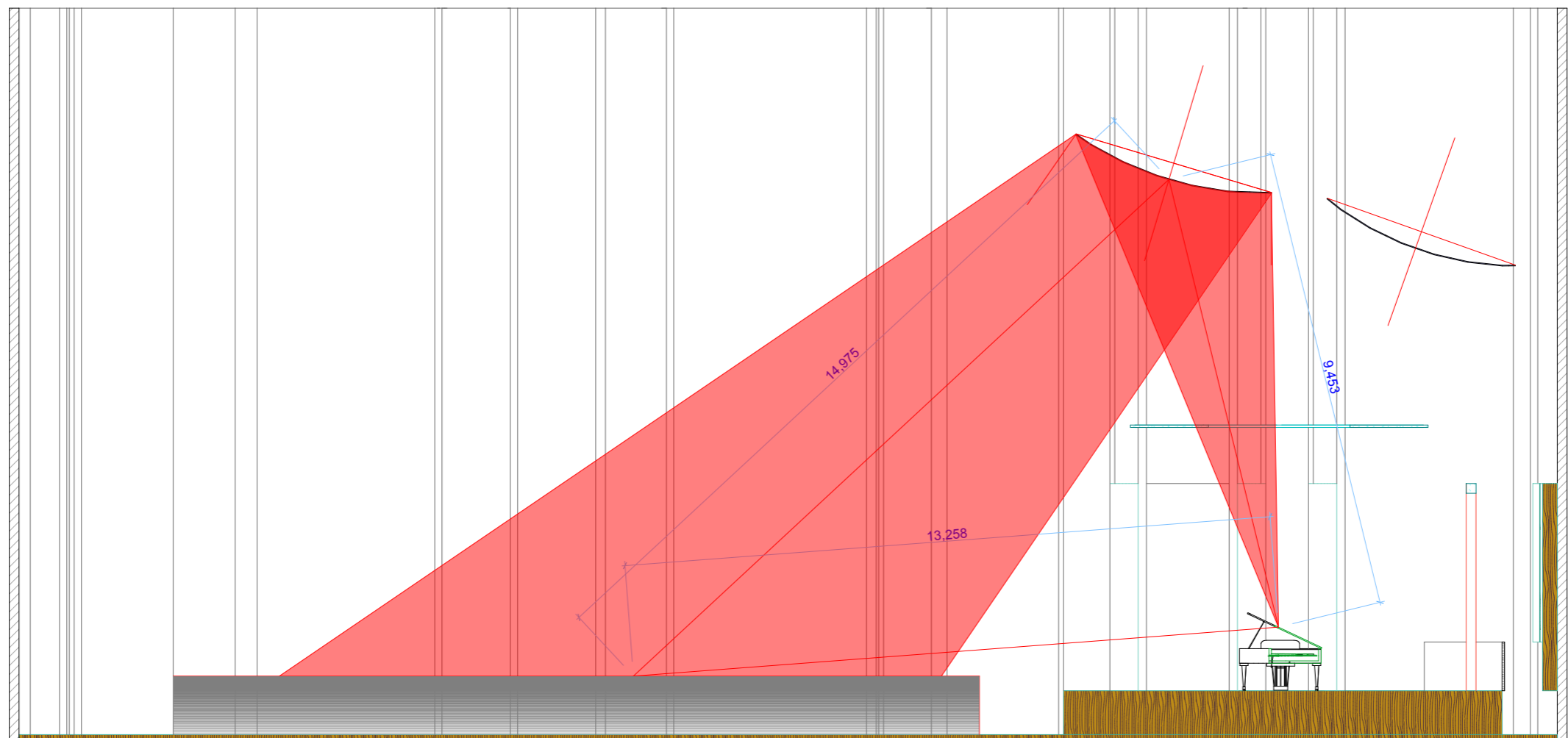
SUP COPERTA CHIESA = 609 mq
 SUP COPERTA PALAZZO = 1043 mq

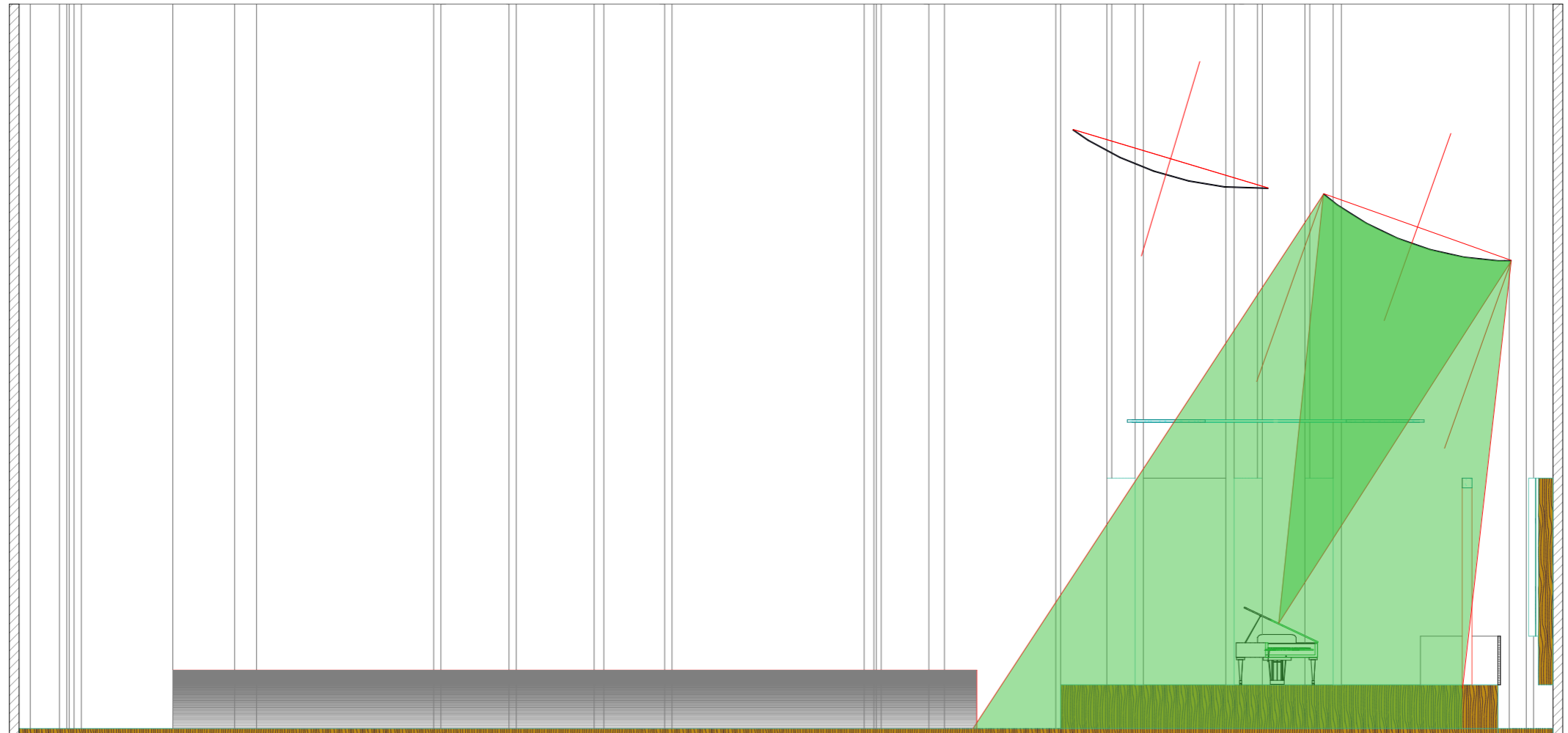


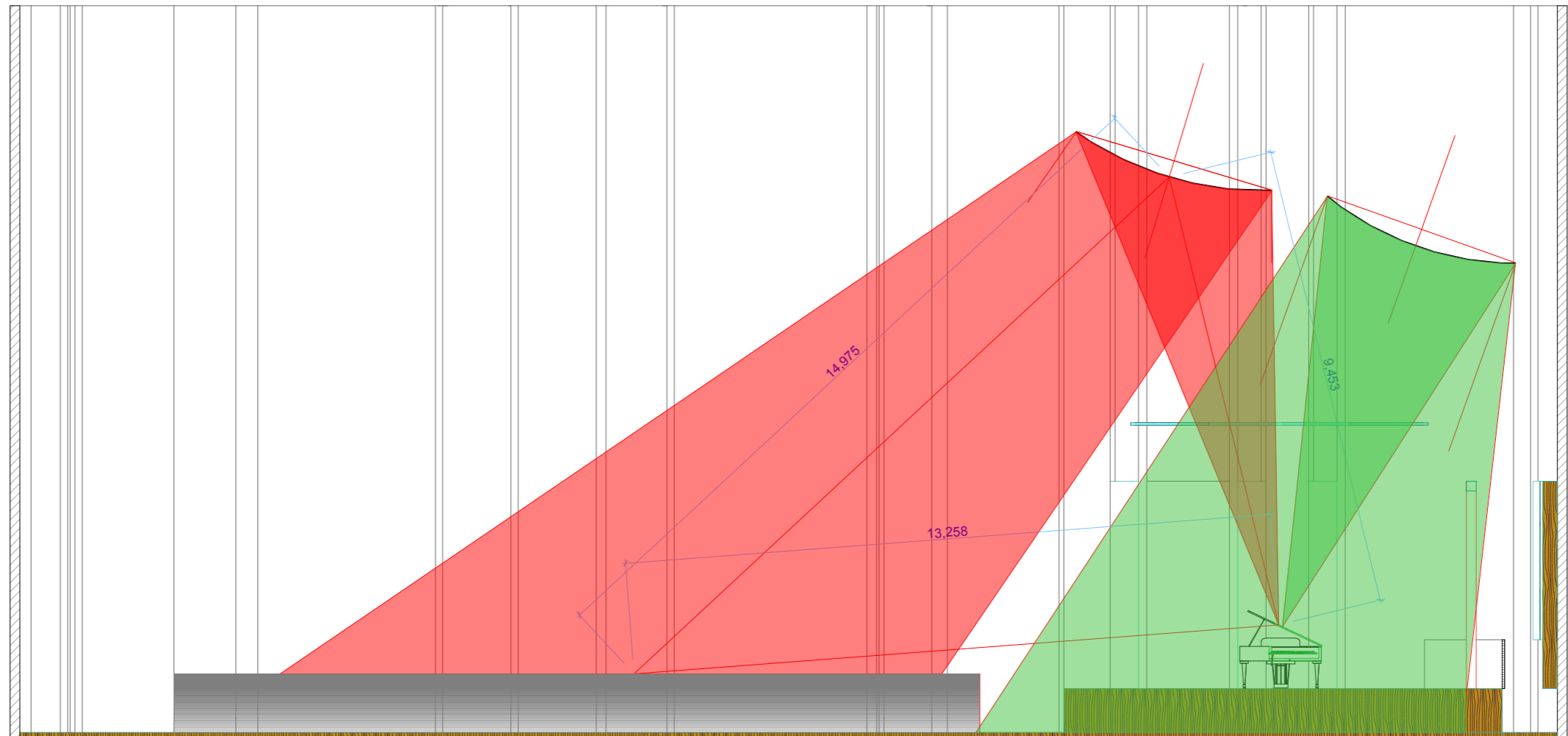
AZZO LIPPI (IST. BOCCHERINI)

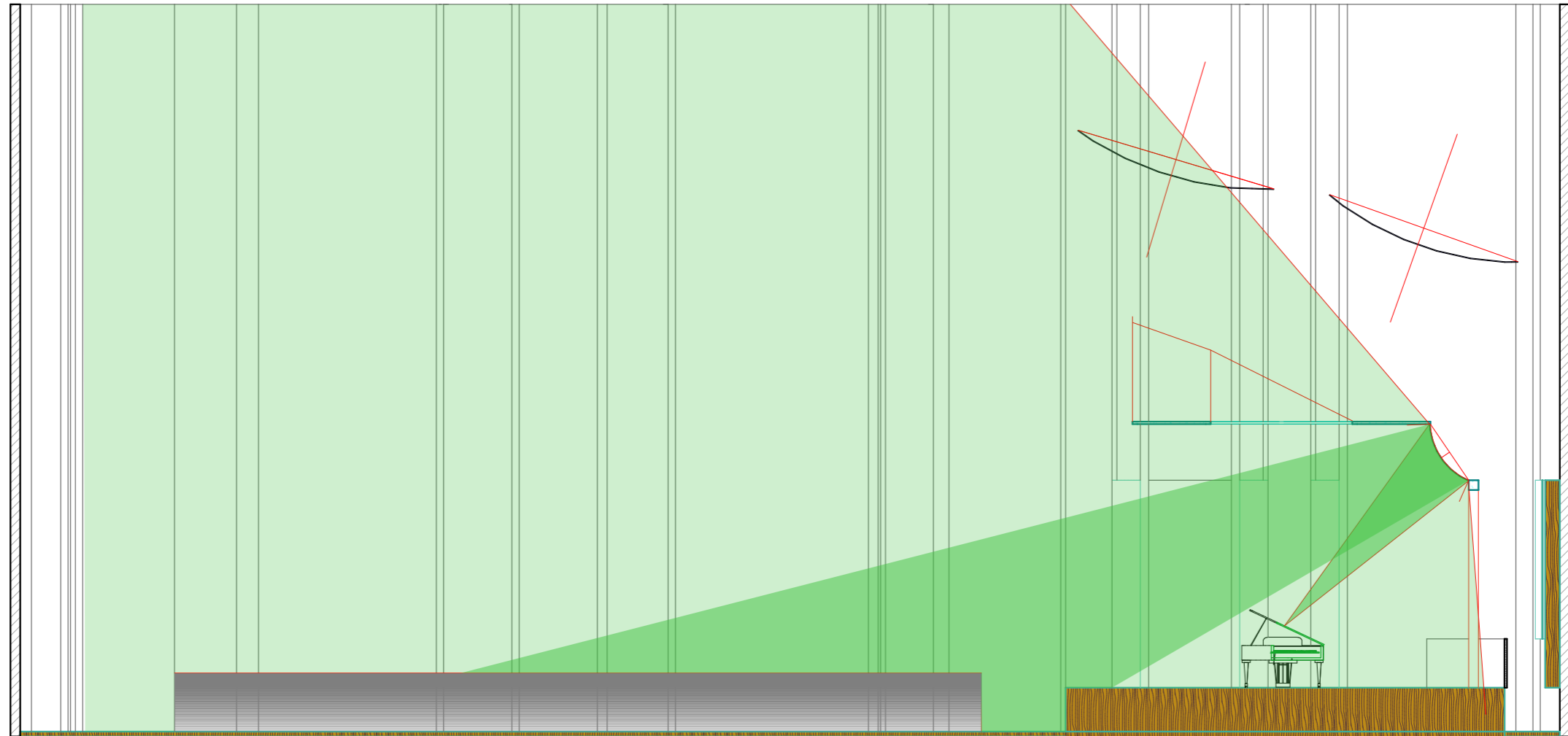
PIANTA PIANO TERRA

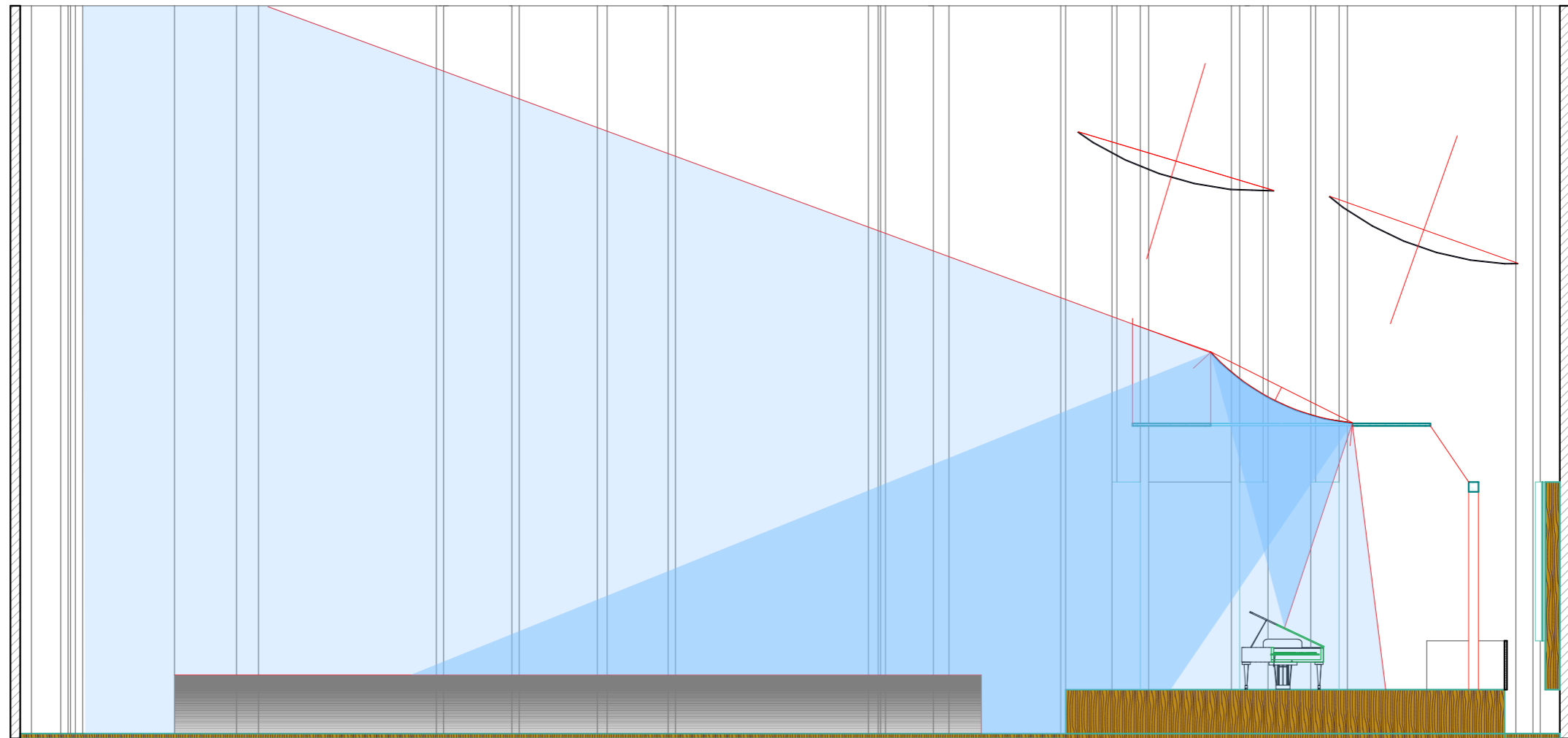
SCALA 1:200

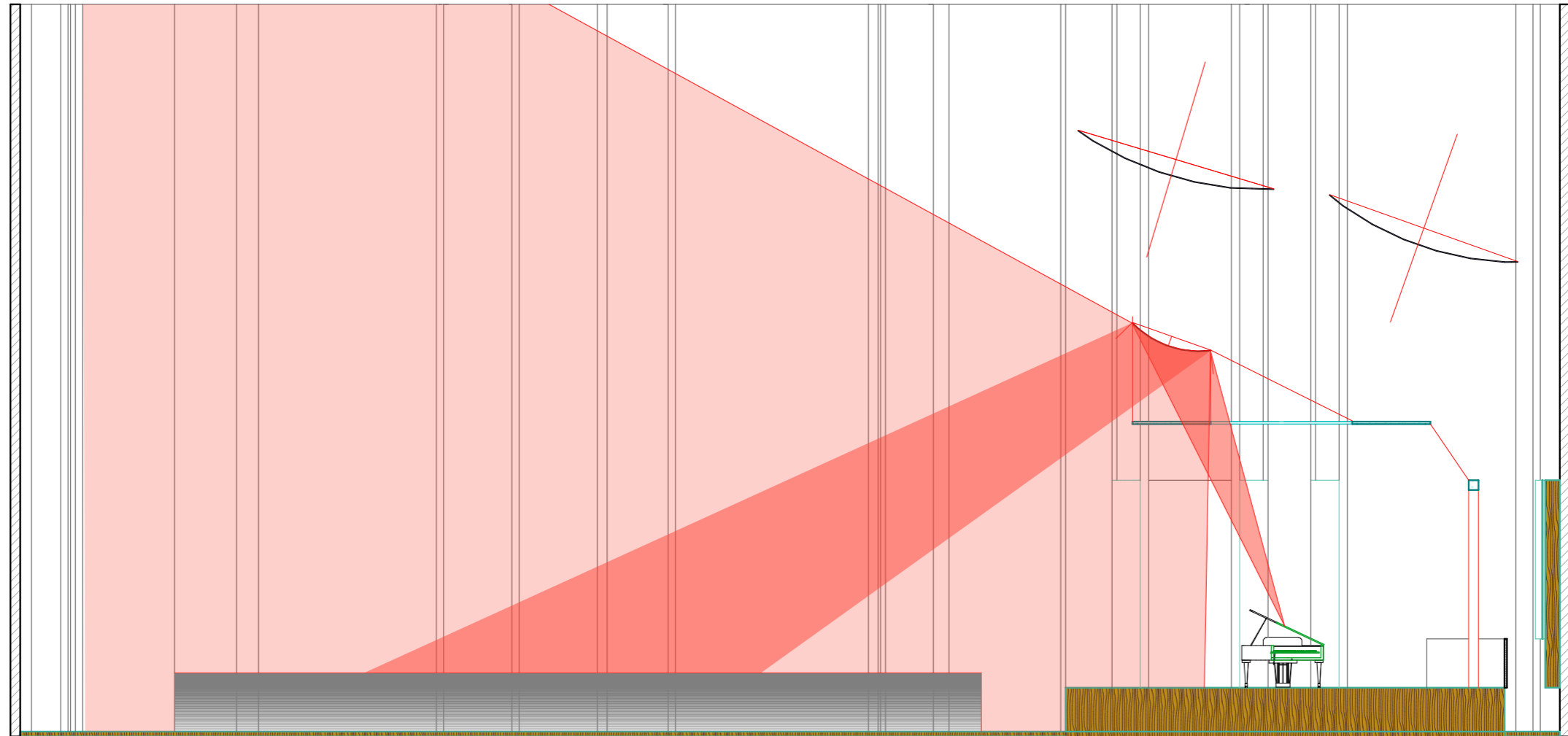


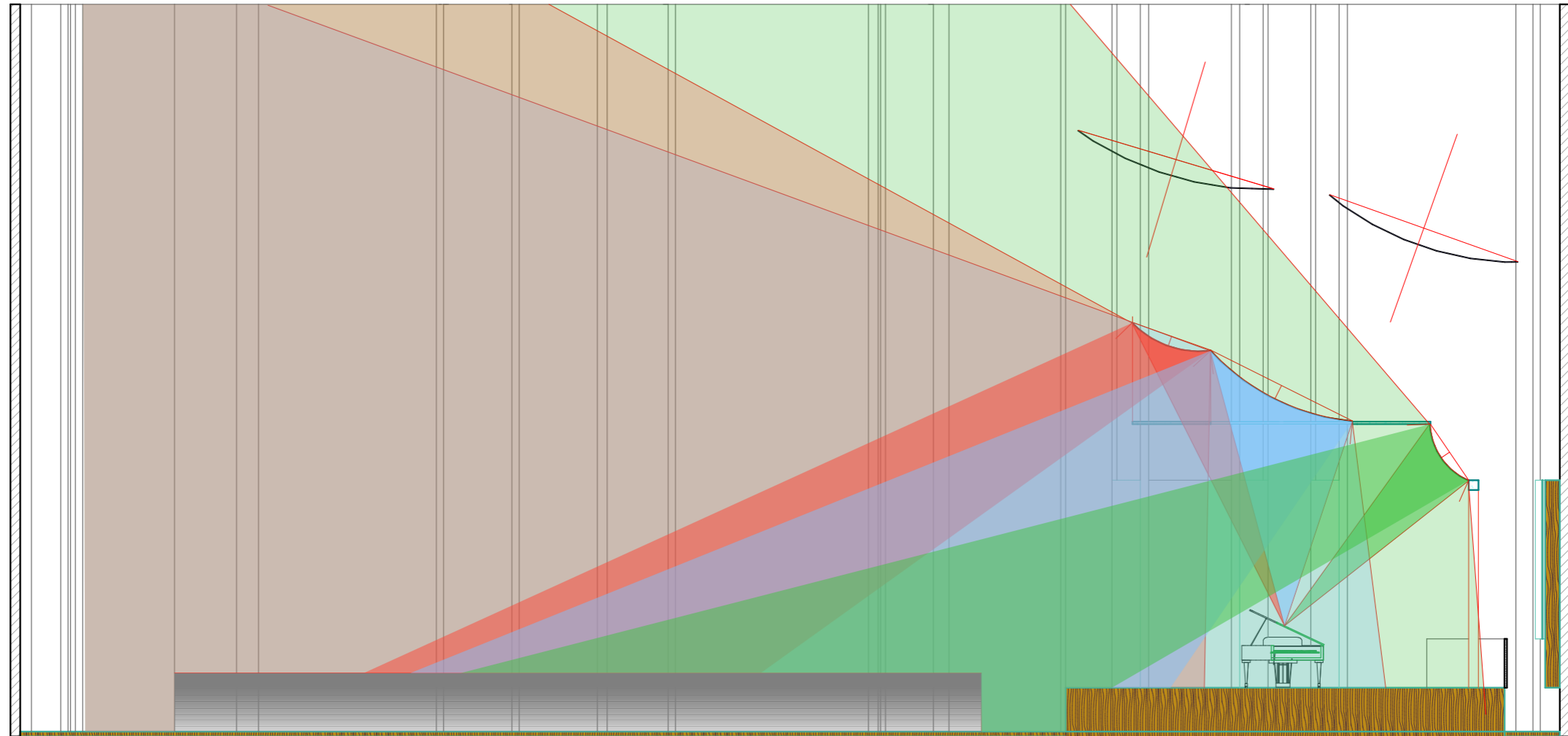


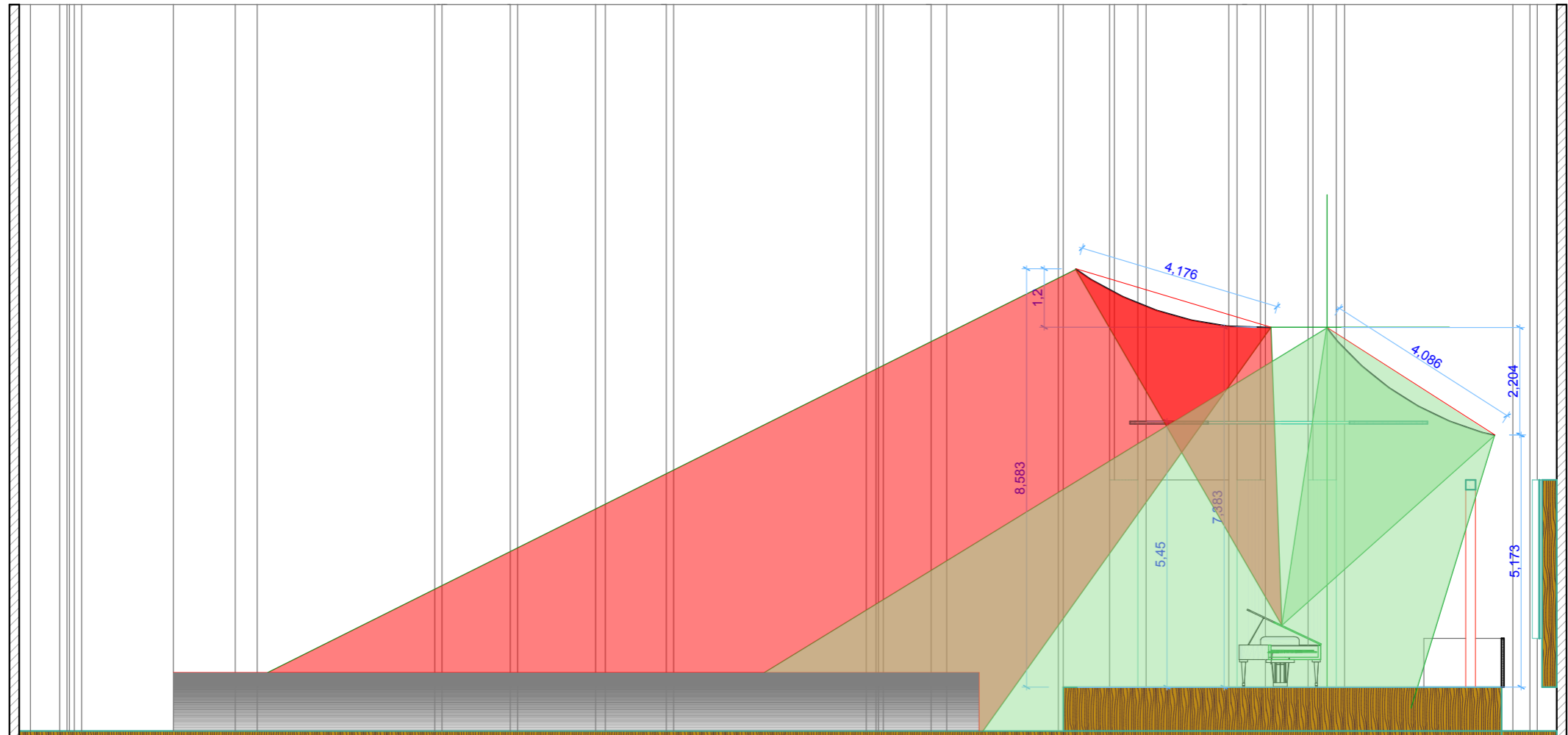


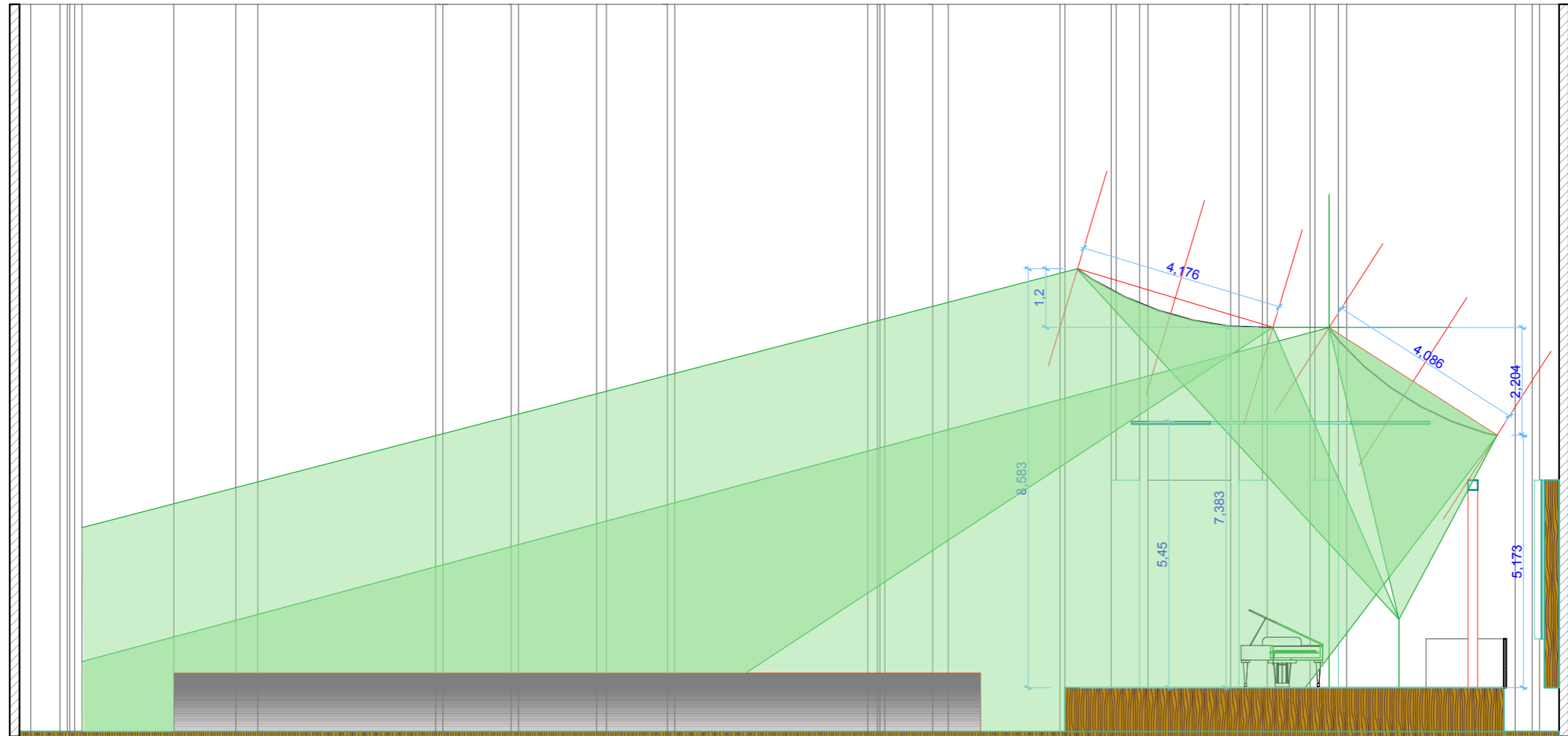












| | Pannello frontale | | Pannello sul retro | |
|--|-------------------|-------|--------------------|-------|
| | Cima | Fondo | Cima | Fondo |
| Percorso [m] vecchia posizione | 10,2 | 14 | 15,3 | 13,7 |
| ITDG [ms] vecchia posizione | 30 | 38 | 45 | 40 |
| Percorso [m] nuova posizione | 6 | 9,5 | 9,1 | 7,7 |
| ITDG [ms] nuova posizione | 17,5 | 27 | 26 | 22,5 |

CASO STUDIO: Chiesa di Terranuova Bracciolini - Mario Botta





DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.***
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com



DONATO MASCI

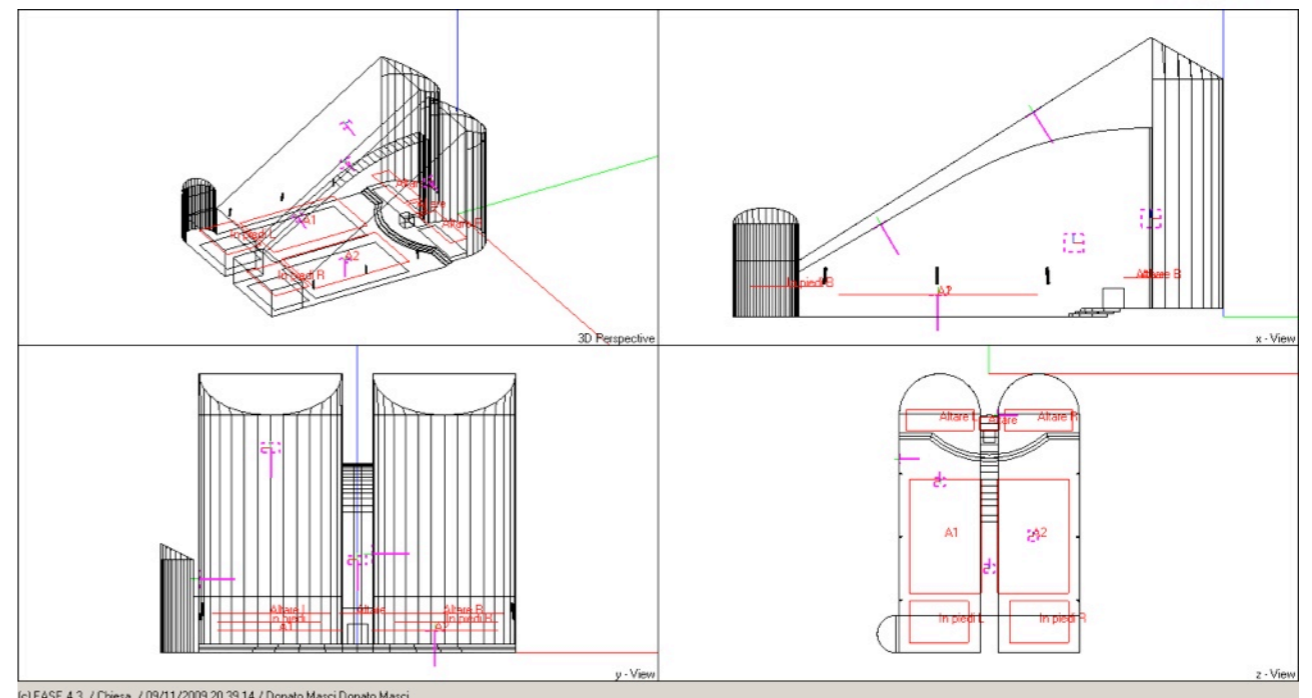
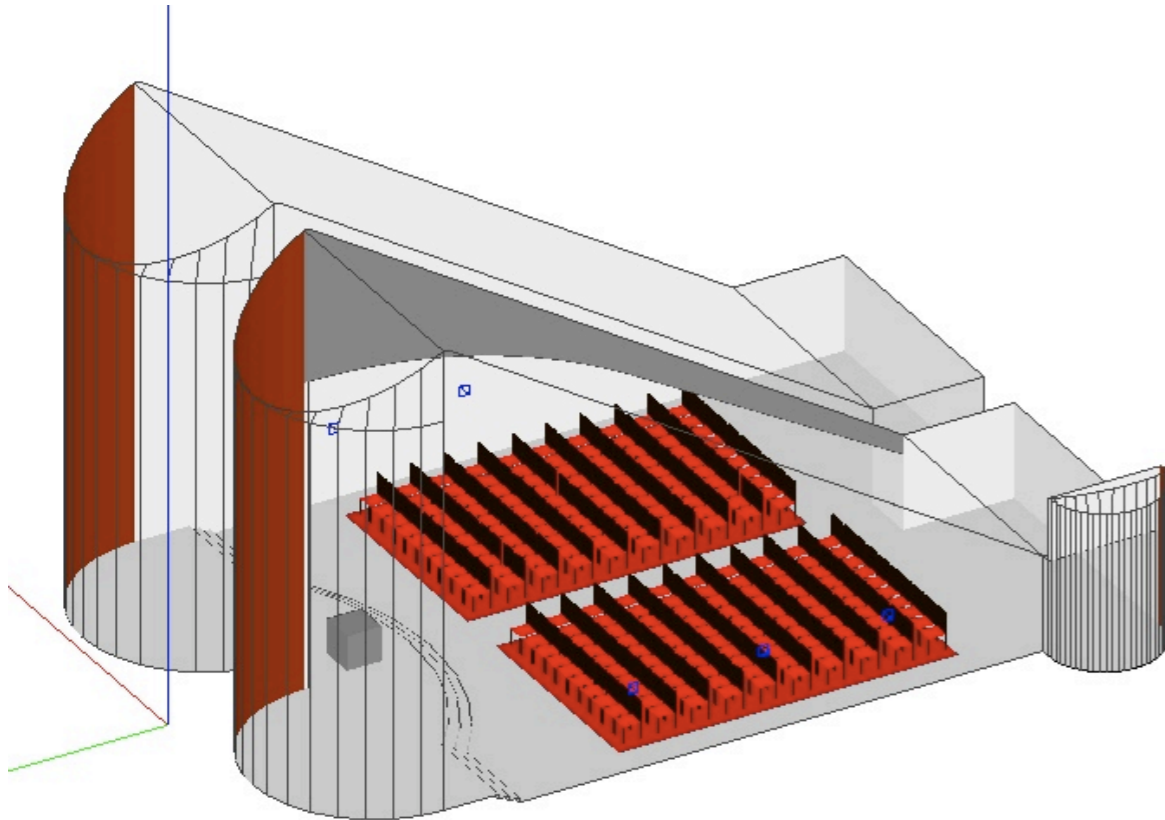
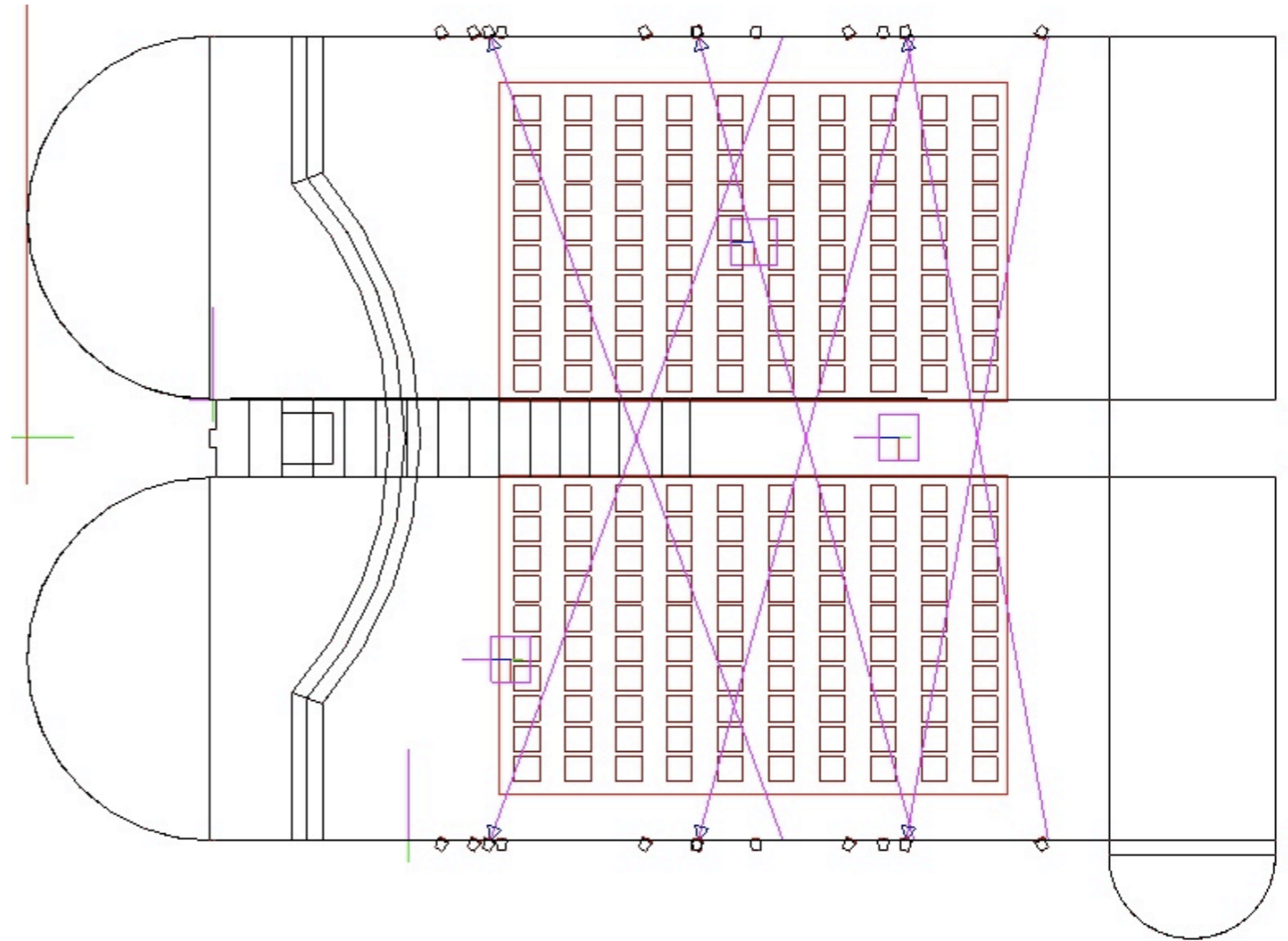
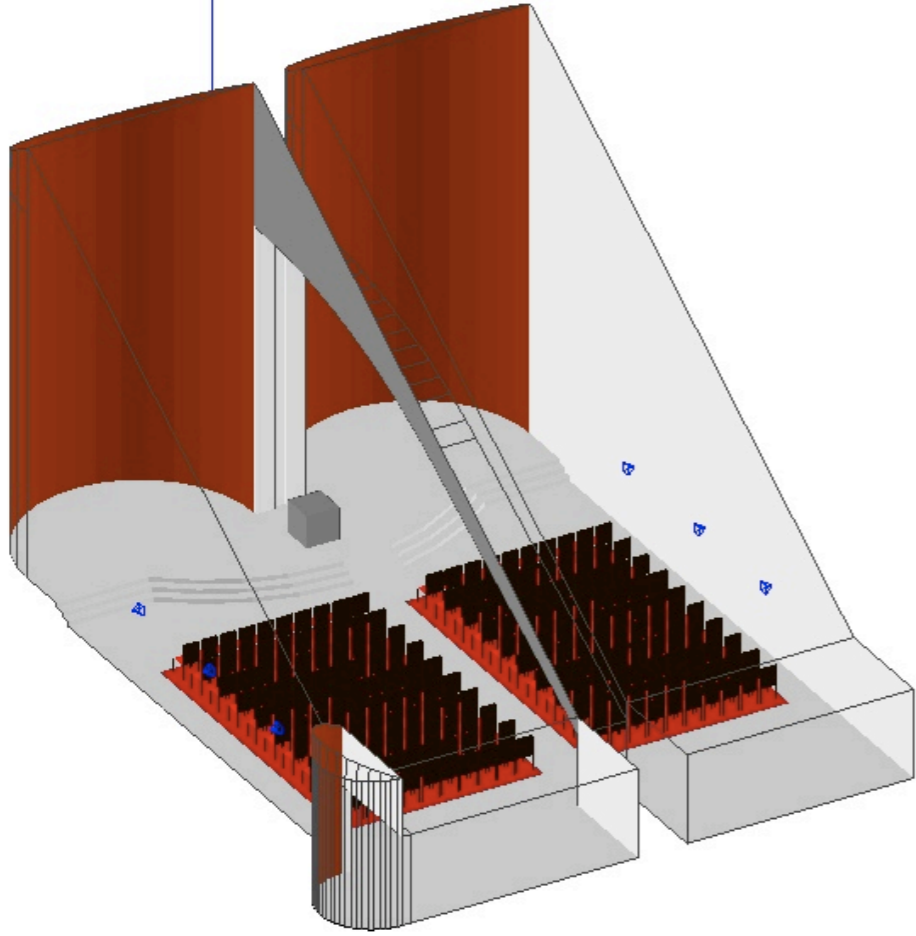
*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.***
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com



DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.**
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com*

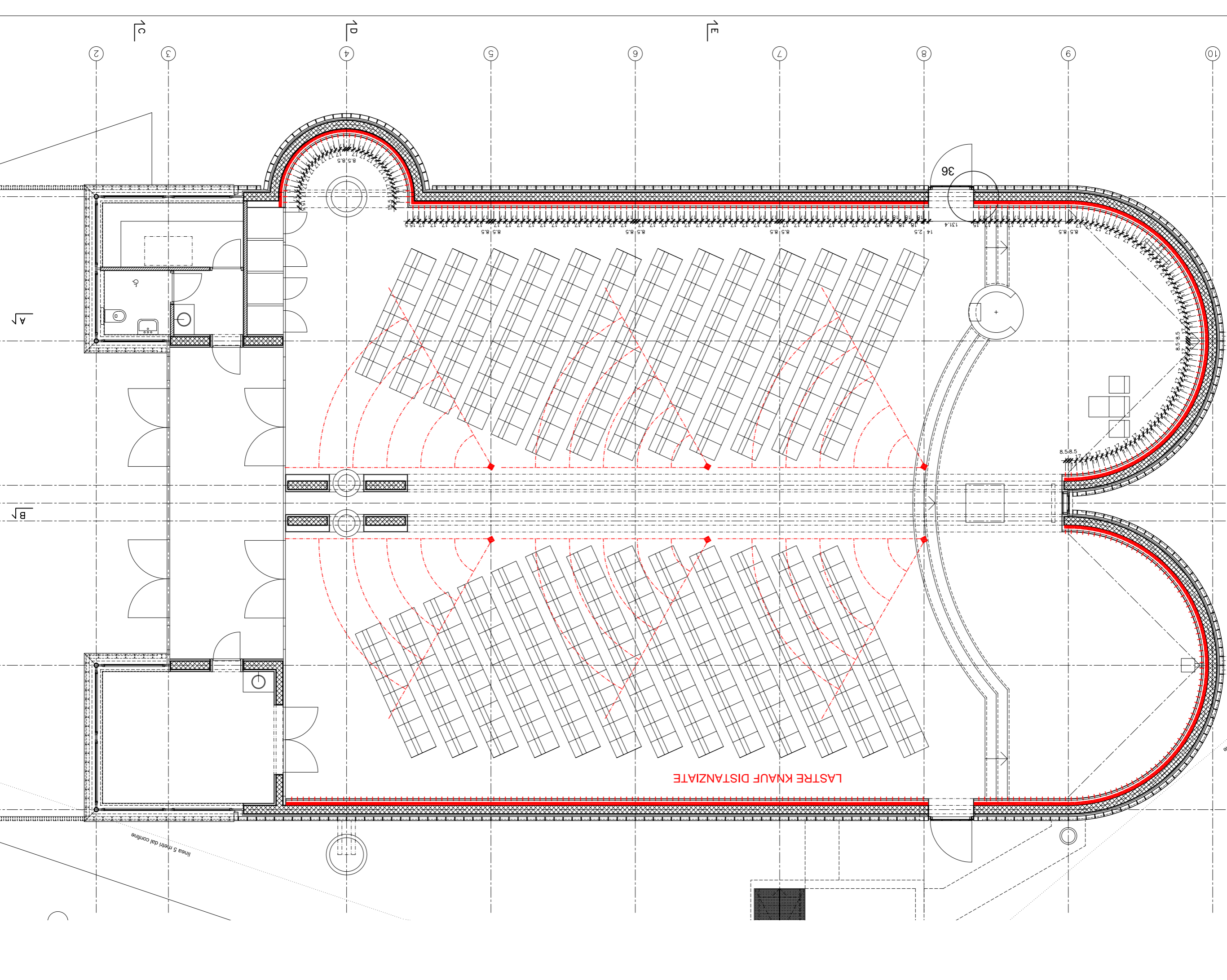
Studio al CAD acustico (EASE)



(c) EASE 4.3 / Chiesa / 09/11/2009 20:39:14 / Donato Masci Donato Masci

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.***
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com



LASTRE KNAUF DISTANZATE

linea 5 metri dal confine

36

C

B

A

2

3

4

5

6

7

8

9

10

A

B

5

5

5

5

8.5/8.5

8.5/8.5

8.5/8.5

8.5/8.5

14.25

131.4

8.5/8.5

8.5/8.5

8.5/8.5

C

B

A

2

3

4

5

6

7

8

9

10

A

B

5

5

5

5

8.5/8.5

8.5/8.5

8.5/8.5

8.5/8.5

14.25

131.4

8.5/8.5

8.5/8.5

8.5/8.5

C

B

A

2

3

4

5

6

7

8

9

10

A

B

5

5

5

5

8.5/8.5

8.5/8.5

8.5/8.5

8.5/8.5

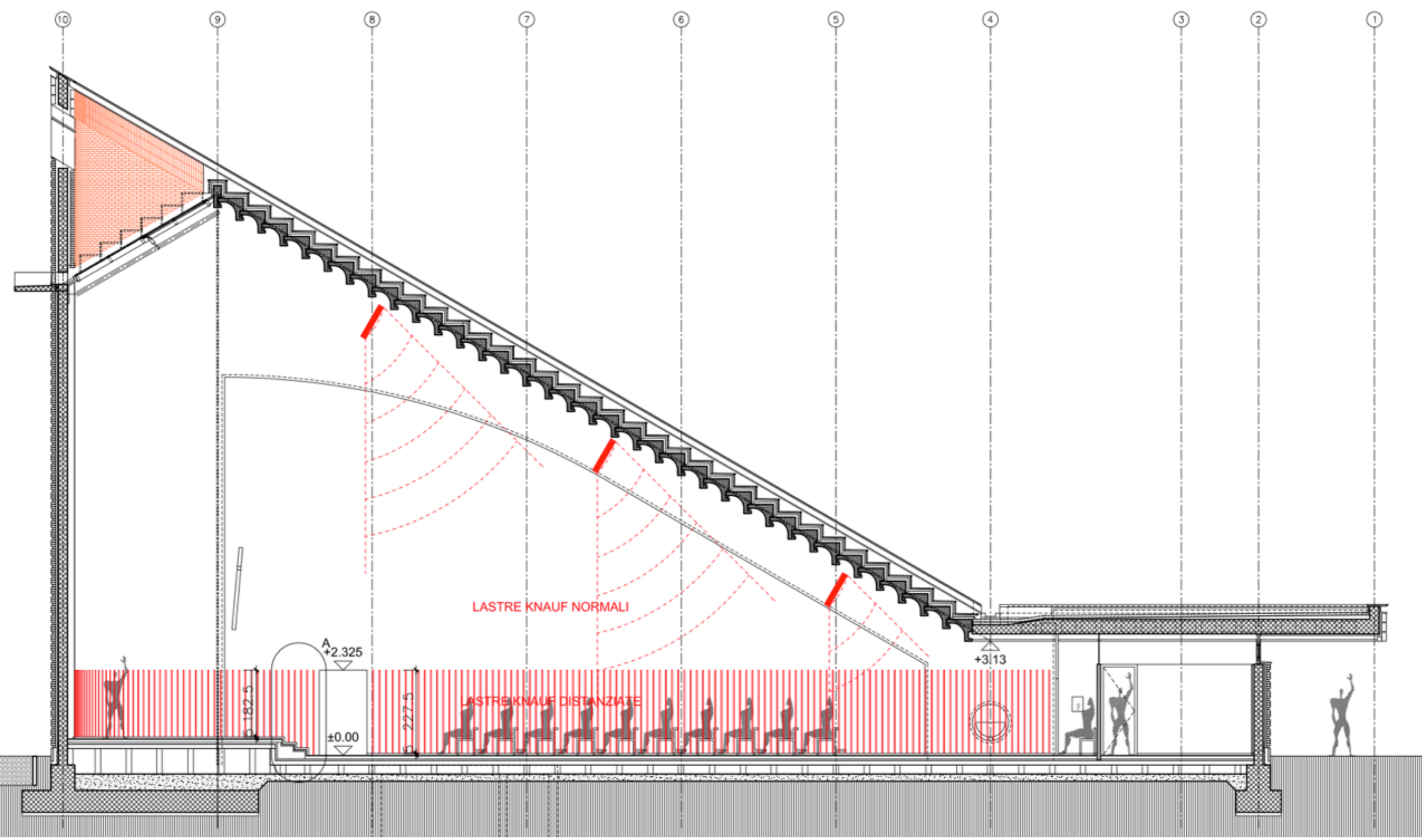
14.25

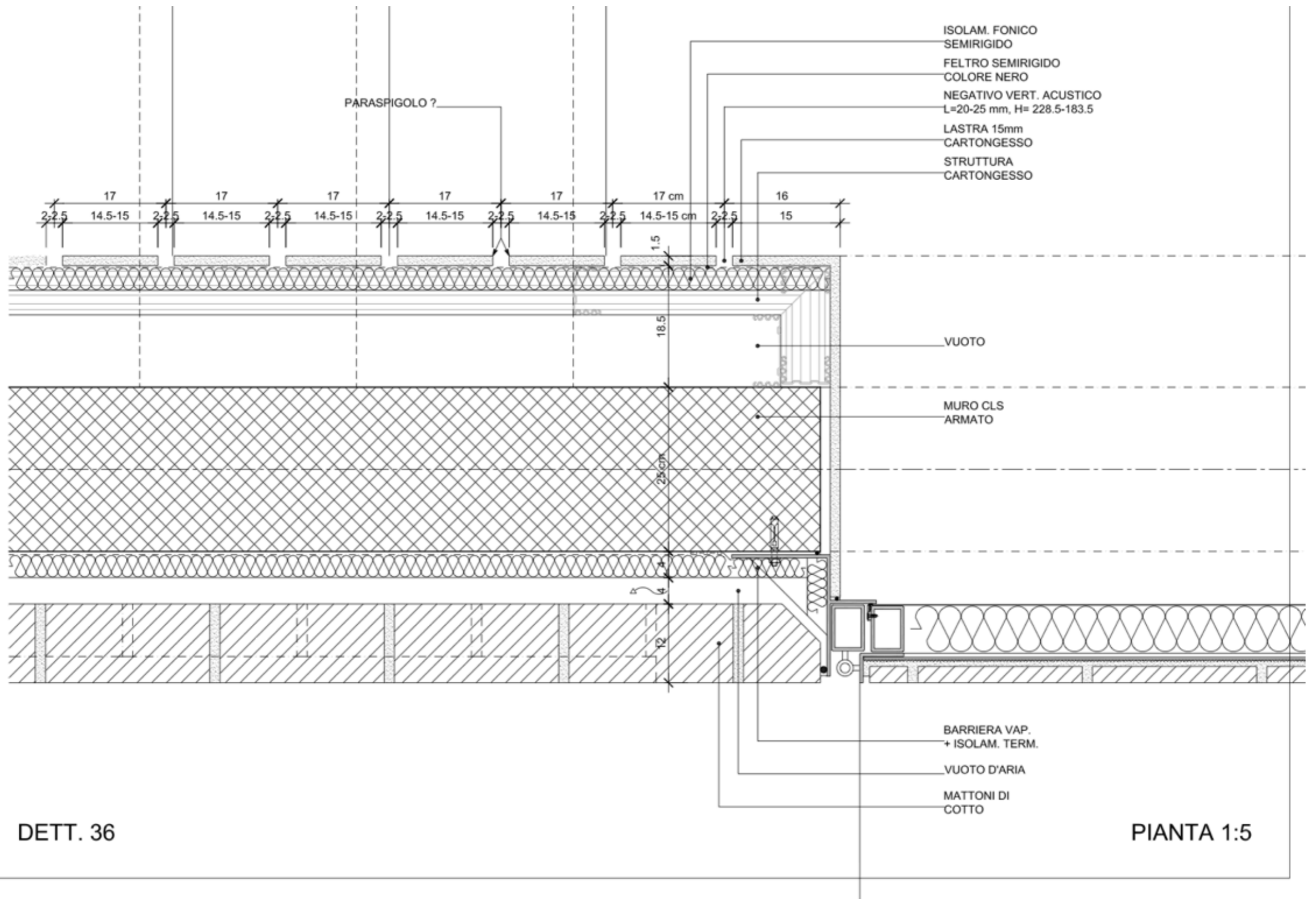
131.4

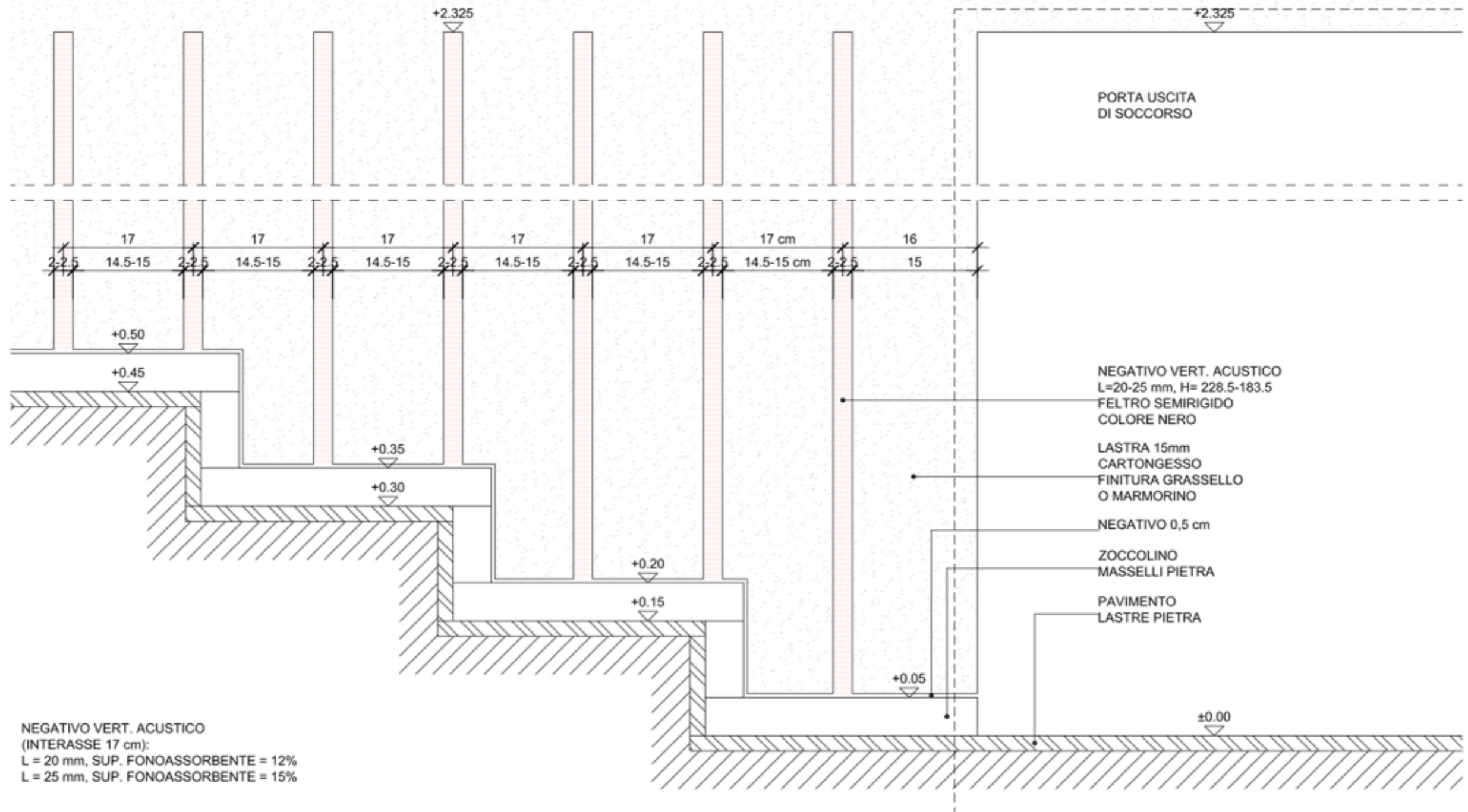
8.5/8.5

8.5/8.5

8.5/8.5



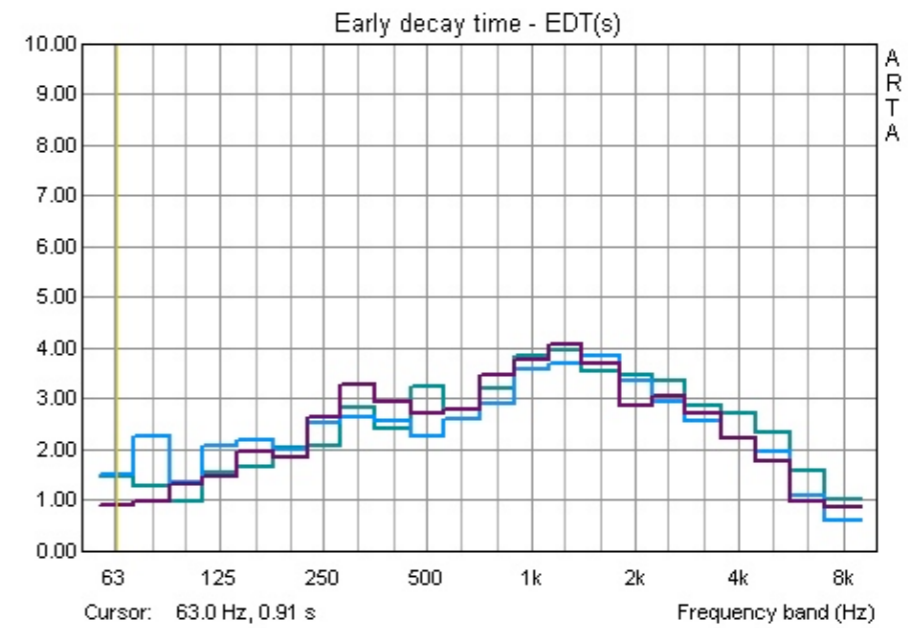
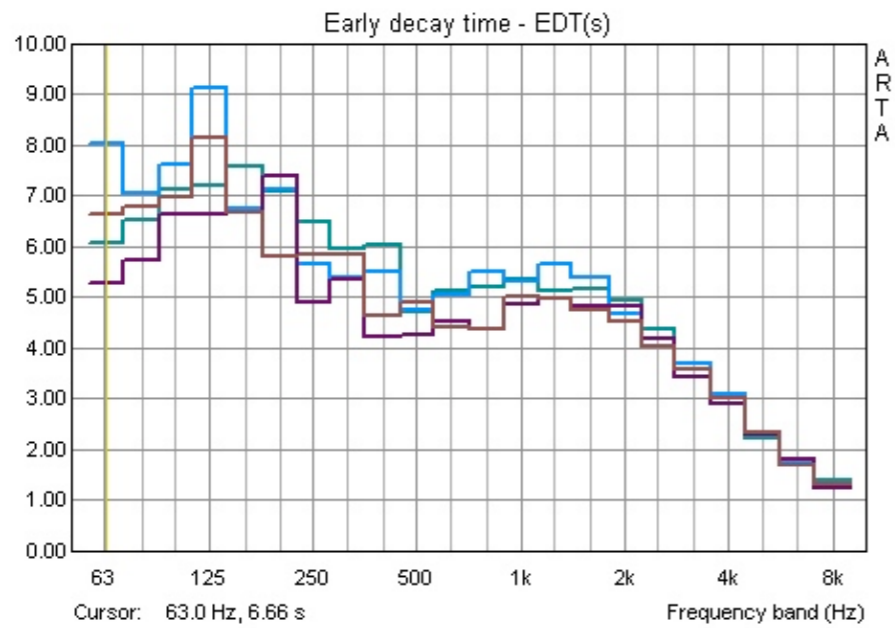
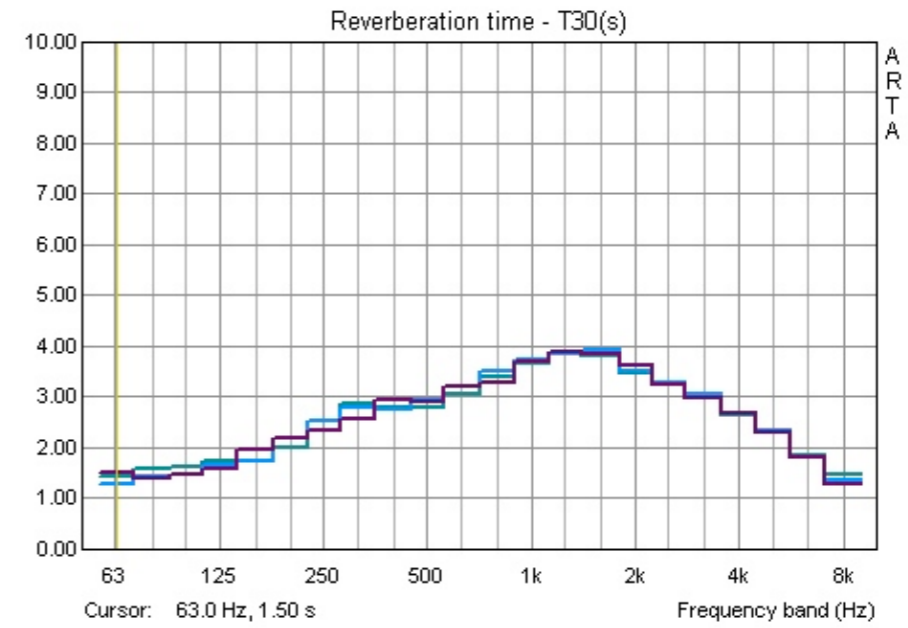
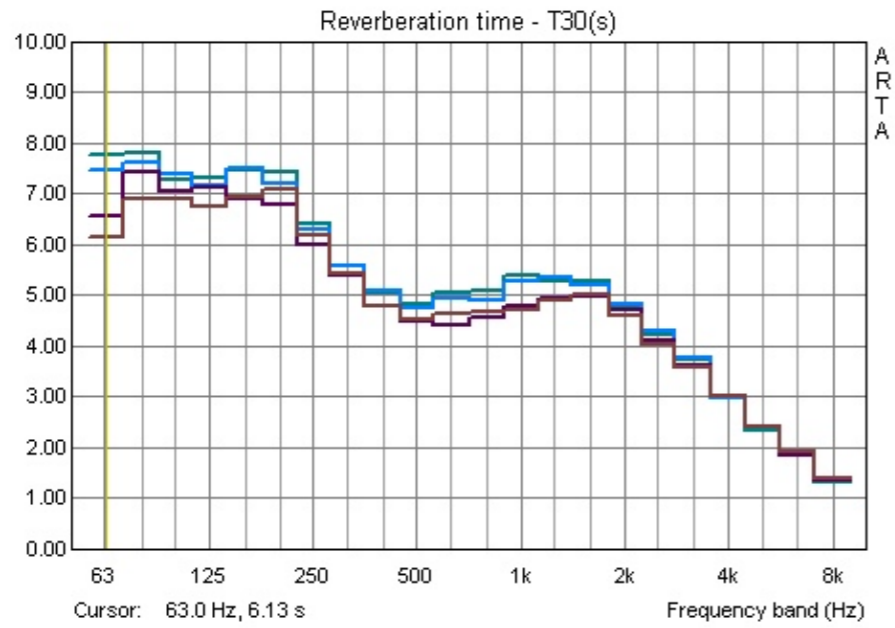




DETT. 36

PROSPETTO 1:5

Risultati finali



Risultati finali

| 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 | Voce Maschile | 0,28 | 0,31 |
| | Voce Femminile | 0,30 | 0,32 | 0,32 |
| | Rating | BAD | BAD | BAD |
| Misura <i>post-operam</i> (27 Ottobre 2010) con il dodecaedro, senza pubblico | Voce Maschile | 0,41 | 0,34 | 0,38 |
| | Voce Femminile | 0,41 | 0,34 | 0,38 |
| | Rating | POOR | POOR | POOR |
| Misura <i>post-operam</i> (27 Ottobre 2010) con l'impianto audio della chiesa, senza pubblico | Voce Maschile | 0,52 | 0,54 | 0,57 |
| | Voce Femminile | 0,53 | 0,55 | 0,58 |
| | Rating | FAIR | FAIR | FAIR |



Chiesa di Santa Maria Nuova @ Terranuova Br. (AR)

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.***
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com



Chiesa di Santa Maria Nuova @ Terranuova Br. (AR)

DONATO MASCI

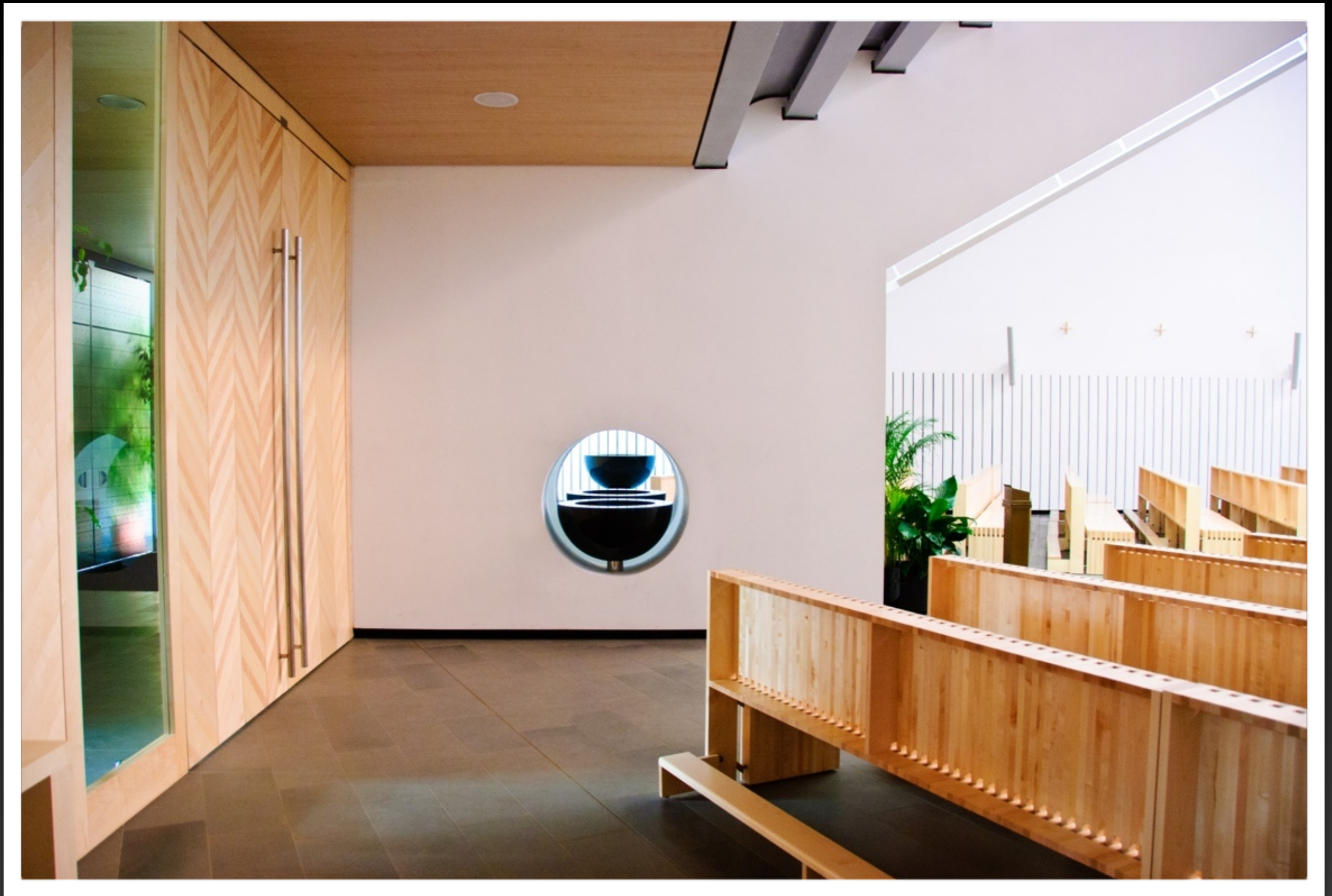
*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.**
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomaschi@gmail.com - www.studiosoundservice.com*



Chiesa di Santa Maria Nuova @ Terranuova Br. (AR)

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.***
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com



Chiesa di Santa Maria Nuova @ Terranuova Br. (AR)

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.**
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com*



International Sound @ Conversano (BA)

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.**
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com*



International Sound @ Conversano (BA)

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.**
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com*



International Sound @ Conversano (BA)

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.***
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com



Sudestudio @ Guagnano (LE)

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.**
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com*



Sudestudio @ Guagnano (LE)

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.**
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com*



Audacia Records @ Avezzano (AQ)

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.***
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com



House of Glass (Gianni Bini) @ Viareggio (LU)

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.**
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomaschi@gmail.com - www.studiosoundservice.com*



Tube Studio @ Fiano Romano (RM)

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.**
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com*



House of Glass (Gianni Bini) @ Viareggio (LU)

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.**
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomaschi@gmail.com - www.studiosoundservice.com*



PPG Studios (Guerrini - Bocelli) @ S. Pietro Belvedere (PI)

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.**
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com*



International Sound @ Conversano (BA)

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.**
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomaschi@gmail.com - www.studiosoundservice.com*



International Sound @ Conversano (BA)

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.**
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com*



BLURoom DI GROVILLE :: CONTROL ROOM ::

Blu Room (Manzani-Corsellini-Cannone) @ Poppi (AR)

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.**
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com*



Jinglebell Communications @ Milano

DONATO MASCI

*dott. in Fisica, acoustic designer & consultant. Tecnico competente in acustica n°184 Provincia di Firenze. Socio Accomandatario **Studio Sound Service s.a.s.***
Via Torricella, 22/a - 50023 Impruneta (FI), Italy - +39.055.2373831 - +39.335.8233579 - donatomasci@gmail.com - www.studiosoundservice.com

Bibliografia e testi di riferimento

- Donato Masci: “Parametri Fisici dell’Acustica Ambientale” tesi di Laurea in Fisica;
- Norma ISO 3382 - 1 – “Performance spaces”;
- Acustica delle Sale: dalla progettazione alla verifica (Scuola di Acustica di Ferrara, Università di Ferrara);
- 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;
- Alton Everest: “The Master Handbook of Acoustics” 4th ed.;
- 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”;
- Carmine Ianniello: “L’acustica degli auditorî: arte, scienza o mito? I tempi dei teatri greci e romani”;
- A. Farnetani, N. Prodi, R. Pompoli: “Misure per la caratterizzazione acustica del teatro antico di Segesta” – Memoria n° 2B6 del 34° Congresso della Associazione Italiana di Acustica - Firenze 2007.
- A. Astolfi, R. Pisani, et al.: “La ristrutturazione acustica del Conservatorio G. Verdi di Torino” – Memoria n° 2B7 del 34° Congresso della Associazione Italiana di Acustica - Firenze 2007.
- G. Evola, G. Ciaburro, et al.: “Interventi per la correzione acustica di teatri lirici con l’ausilio di programmi di simulazione geometrica” – Memoria n° 101 del 36° Congresso della Associazione Italiana di Acustica - Torino 2009.