

# The Sound of Silence

sento, capisco, apprendo a scuola



L'integrazione tra spazio architettonico e sistemi di correzione acustica

Antonio Lauria, Luigi Vessella

«L'orecchio può “vedere” le proporzioni.  
Si può “ascoltare” la musica della  
proporzione visuale...»  
Le Corbusier, 1950

# Udire ed essere uditi

Il progettista deve occuparsi di creare condizioni interne agli spazi che rispondano alle varie funzioni umane (esigenze) ospitate da un edificio, che sia un'abitazione, un teatro, un ufficio o una scuola.



# Udire ed essere uditi

Il tema dell'integrazione tra spazio e ambiente acusticamente corretto riguarda due aspetti di particolare importanza di cui il progettista deve tenere conto:

1\_

Le **qualità spaziali**  
dell'ambiente interno

2\_

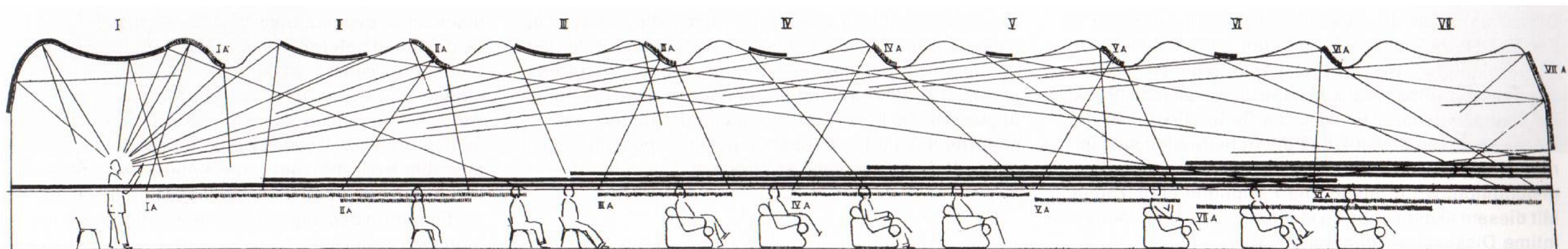
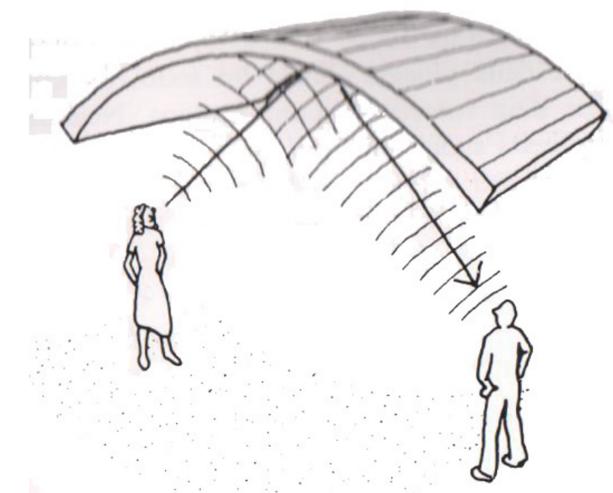
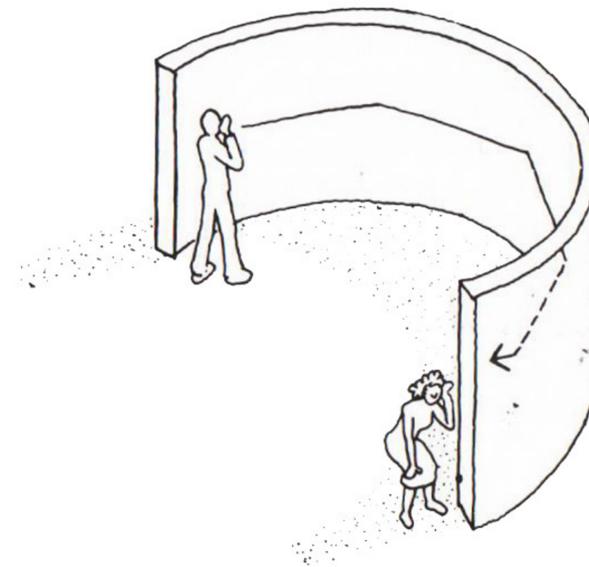
La **corretta progettazione**  
**acustica** dello spazio



# Udire ed essere uditi

Il progettista al fine di costruire un ambiente che risponda alle molteplici esigenze, può agire su diversi aspetti, alcuni particolarmente significativi, ovvero:

- La forma
- La dimensione
- I materiali



Akustikschema bei einer Diskussion / Le tracé du schéma acoustique lors d'un débat / Acoustic diagram for a discussion

# La progettazione acustica nella storia dell'architettura

# Spazio al suono



Auditorium della biblioteca di Viipuri, Alvar Aalto, 1935

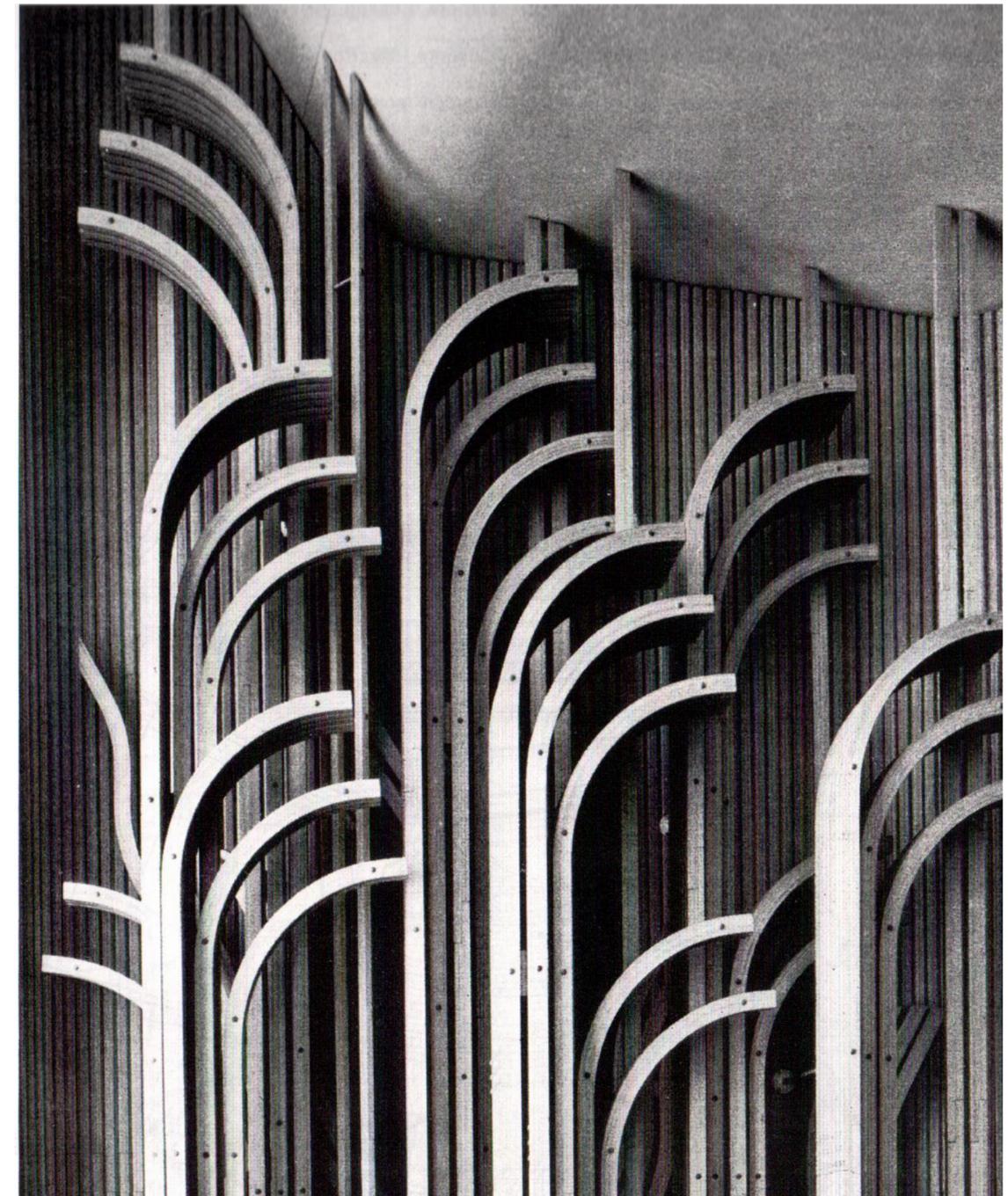
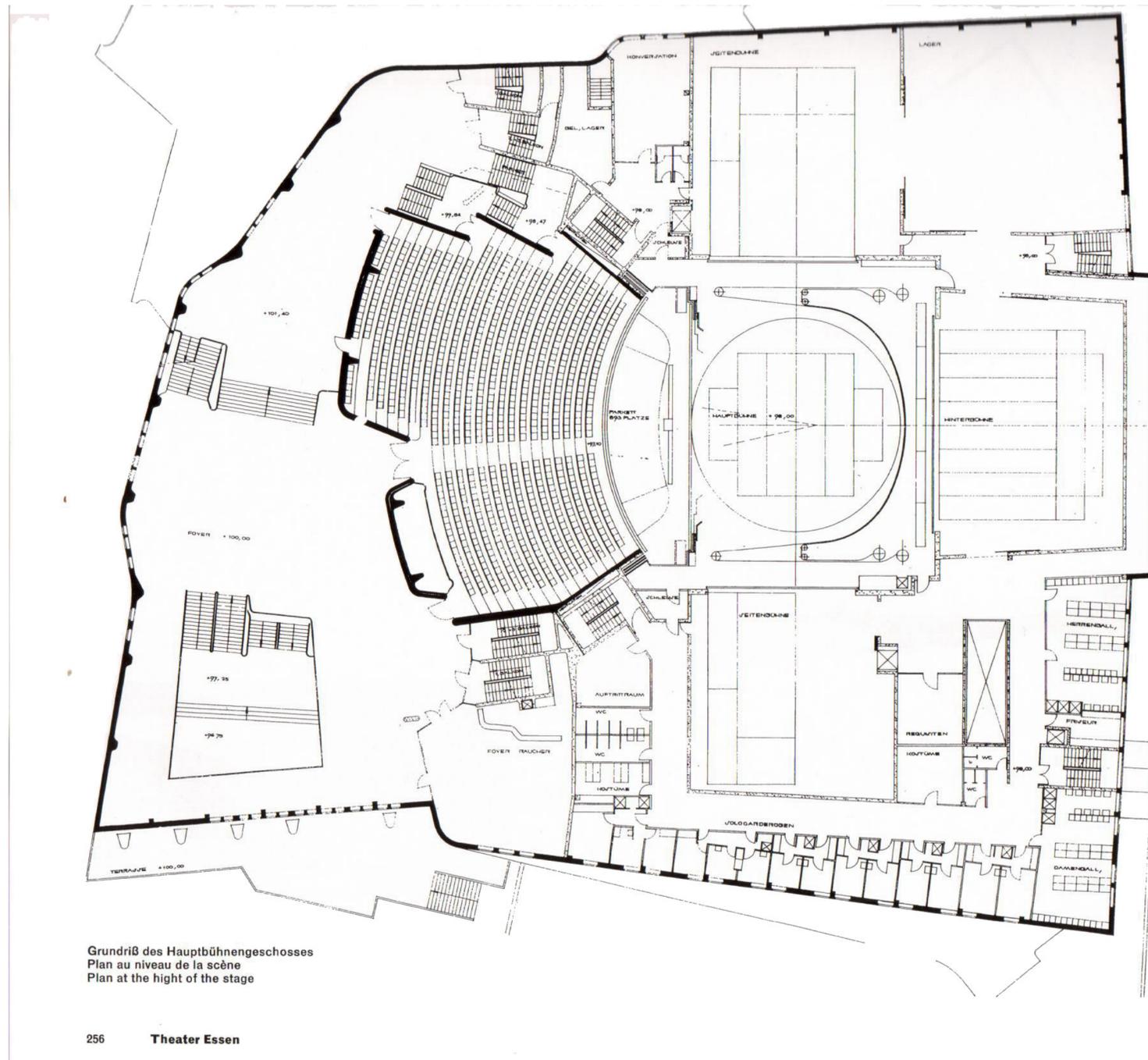
# Spazio al suono



Auditorium della biblioteca di Viipuri, Alvar Aalto, 1935

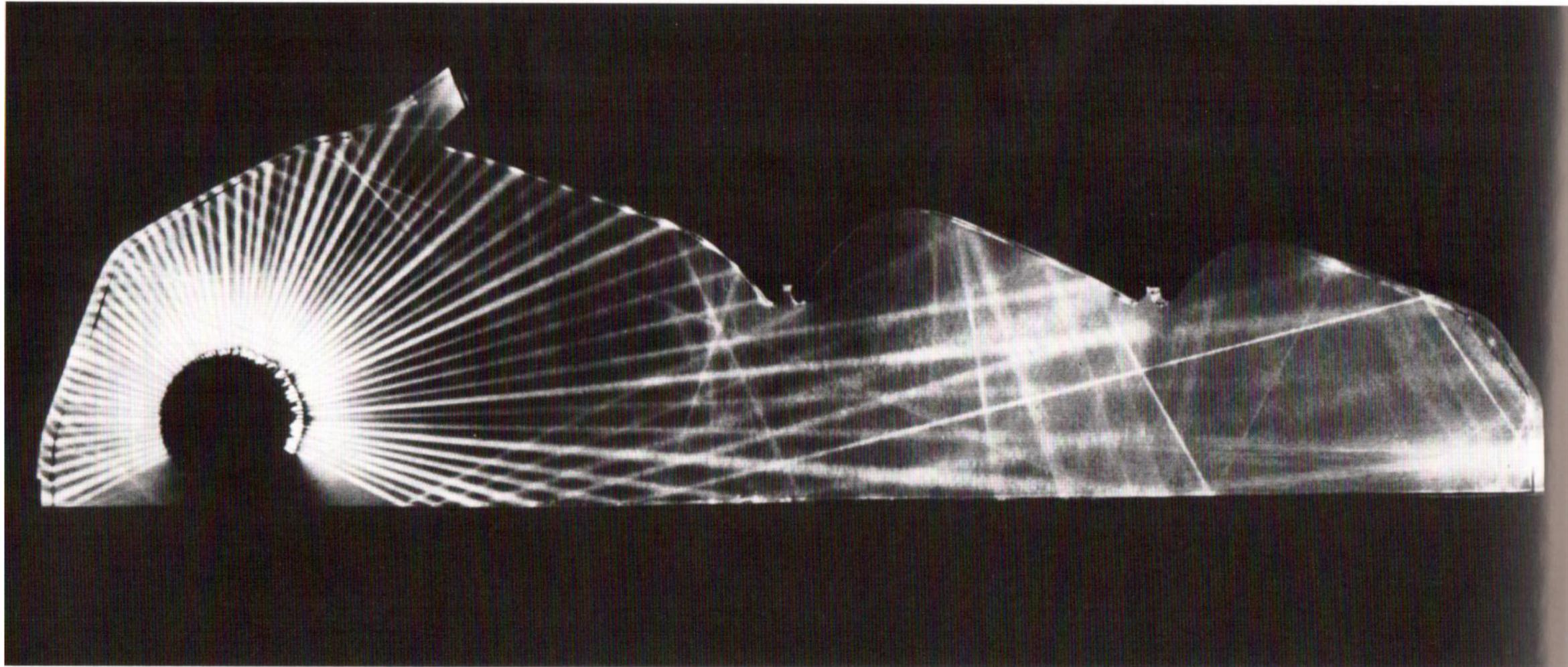
# Spazio al suono

il trattamento delle superfici interne



Teatro dell'opera di Essen, Alvar Aalto, 1964

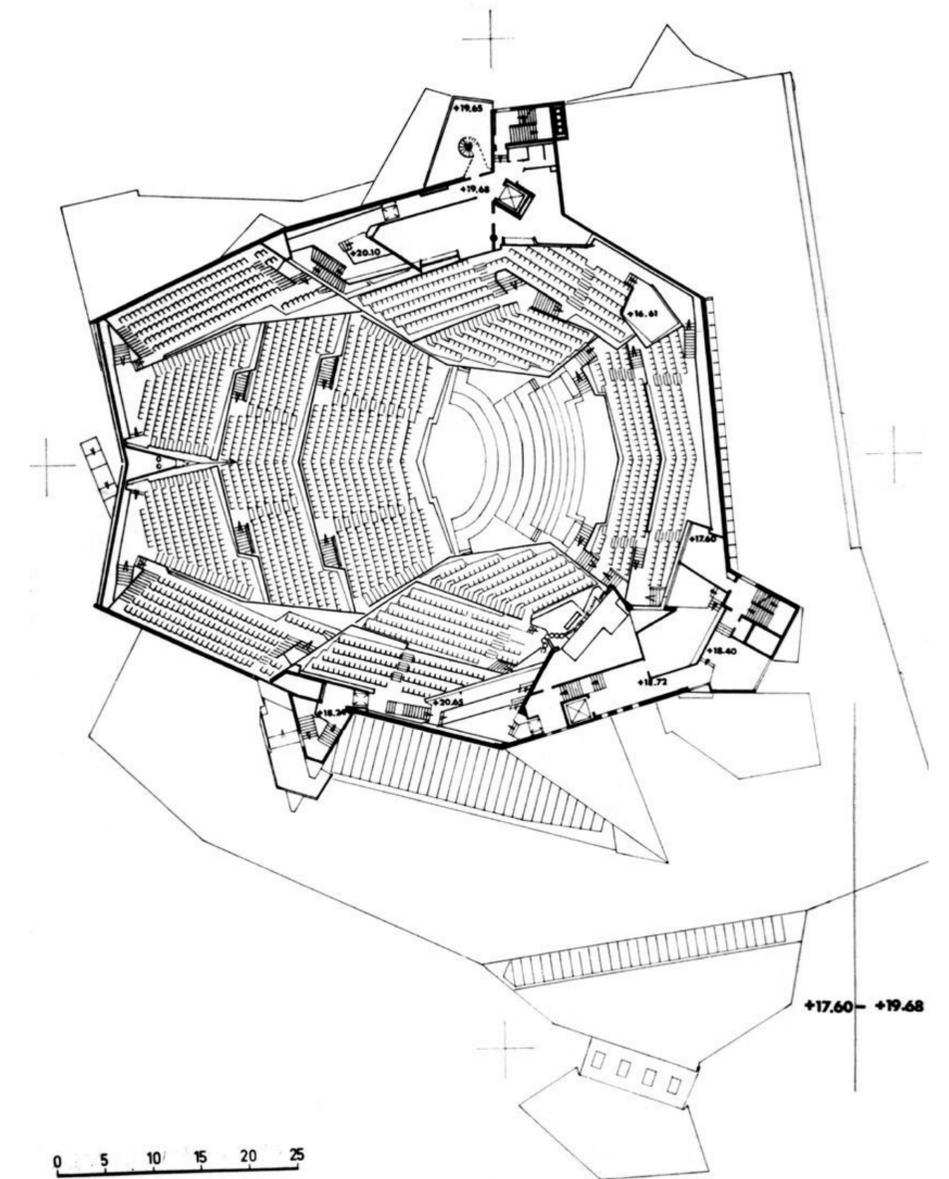
# Spazio al suono



Akustikmodell / Maquette acoustique / Acoustic model

Modello di studio acustico della chiesa di Vuoksenniska, Alvar Aalto, 1959

# Lo spazio acustico



Philharmonie Berlin, Hans Scharoun, 1963

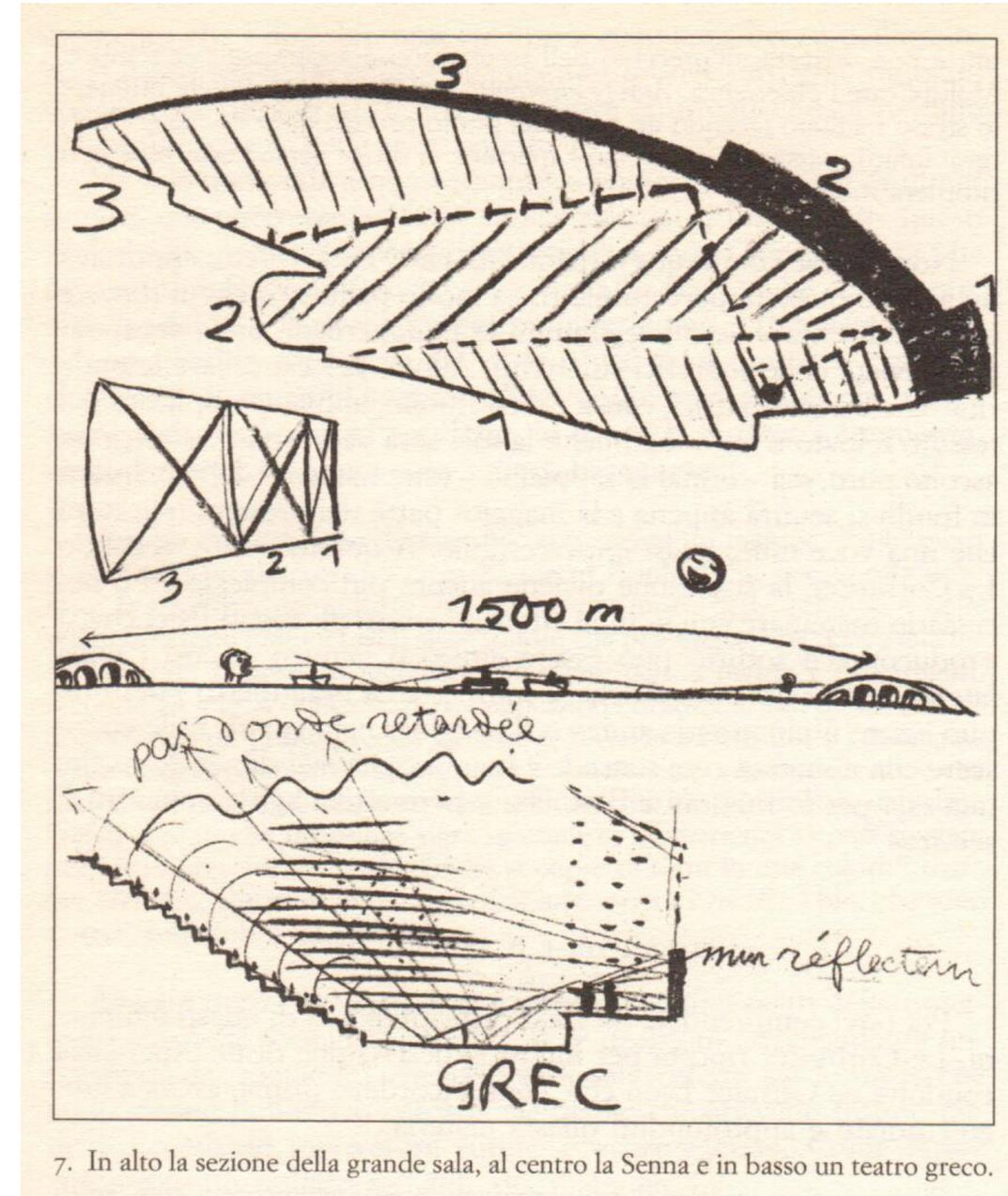
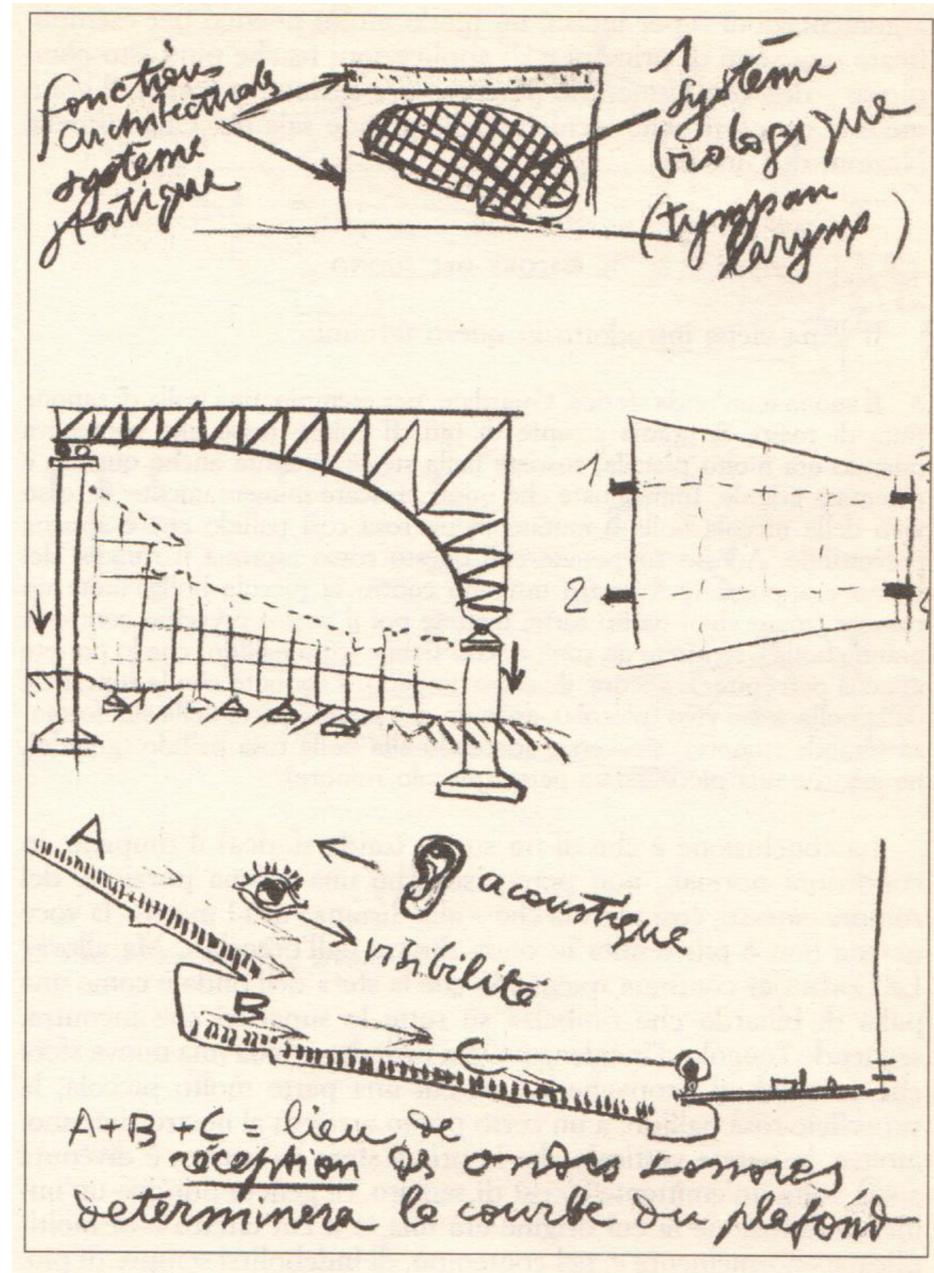
# Lo spazio acustico



Philharmonie Berlin, interno, Hans Scharoun, 1963

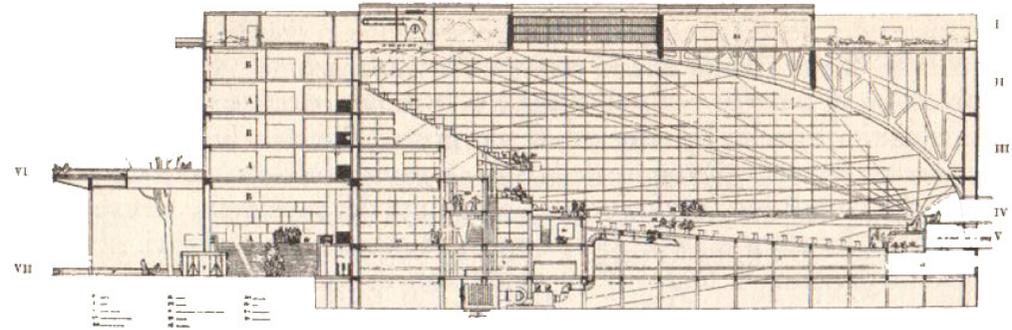
# Un organismo per vedere e ascoltare

Il colore del suono

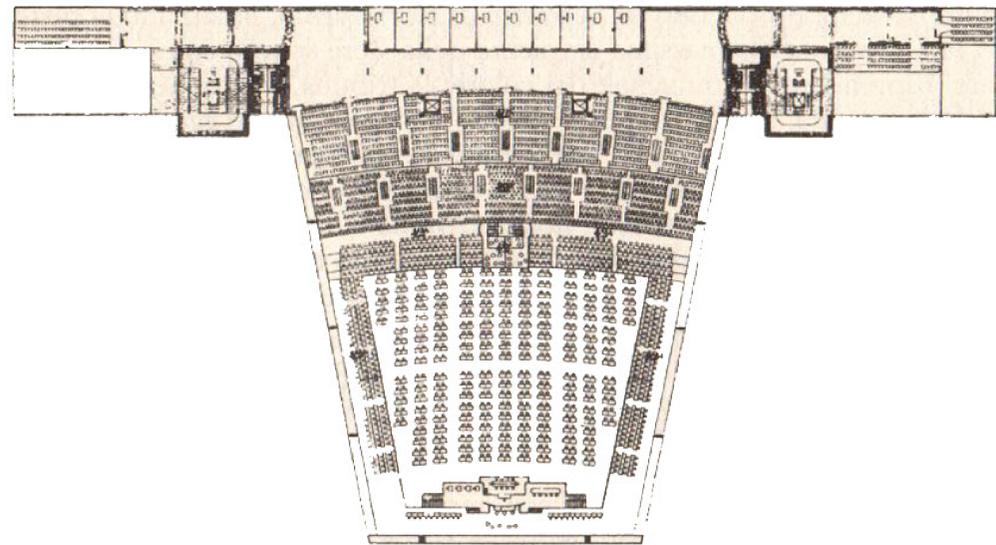


Schizzi di studio per la sala del consiglio del Palazzo delle Nazioni Unite, Ginevra, 1927

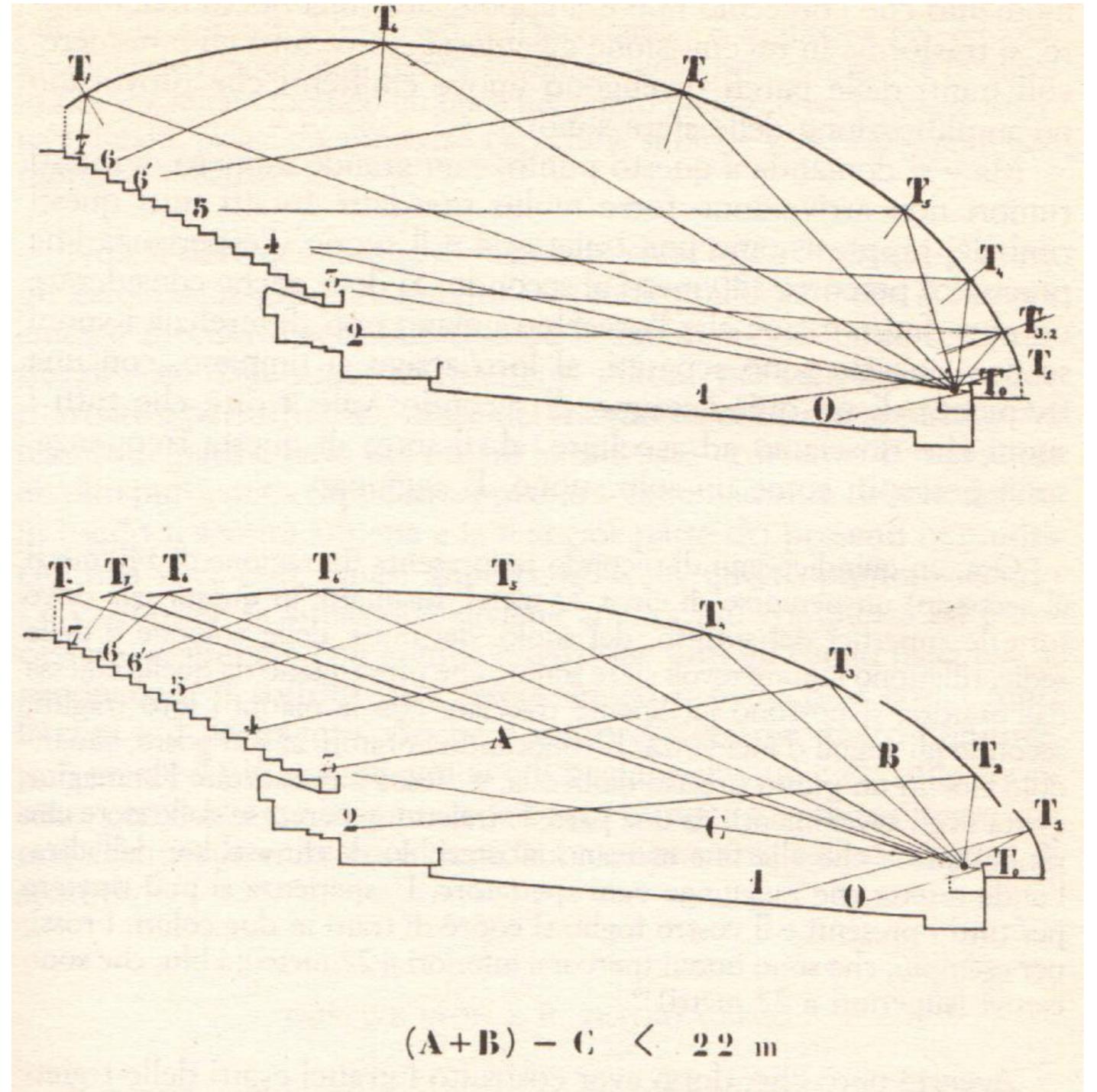
# Un organismo per vedere e ascoltare



8. Sezione della grande sala.

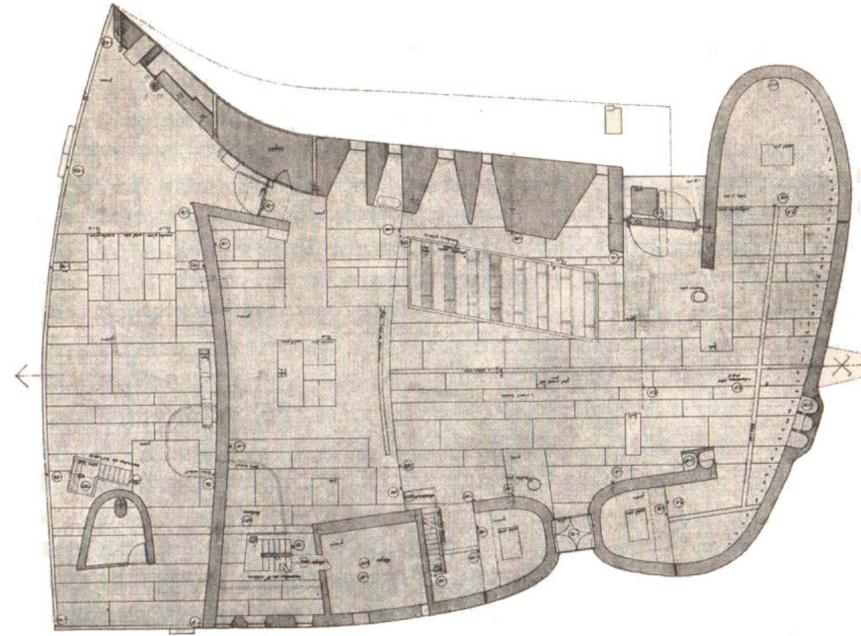


9. Pianta della grande sala.

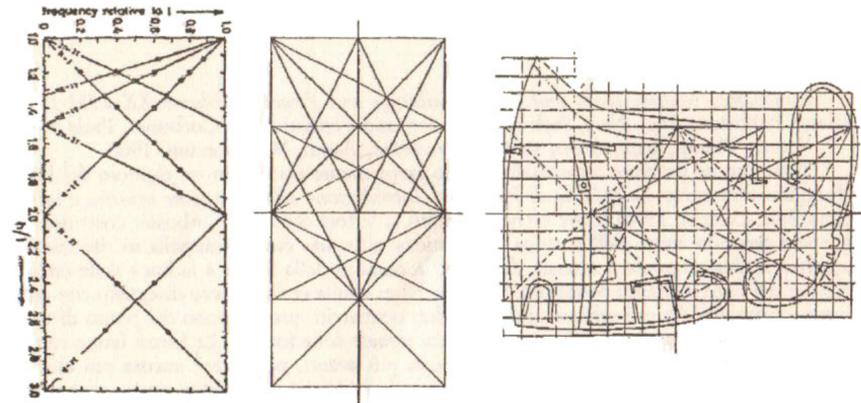


Le Corbusier e Gustave Lyone

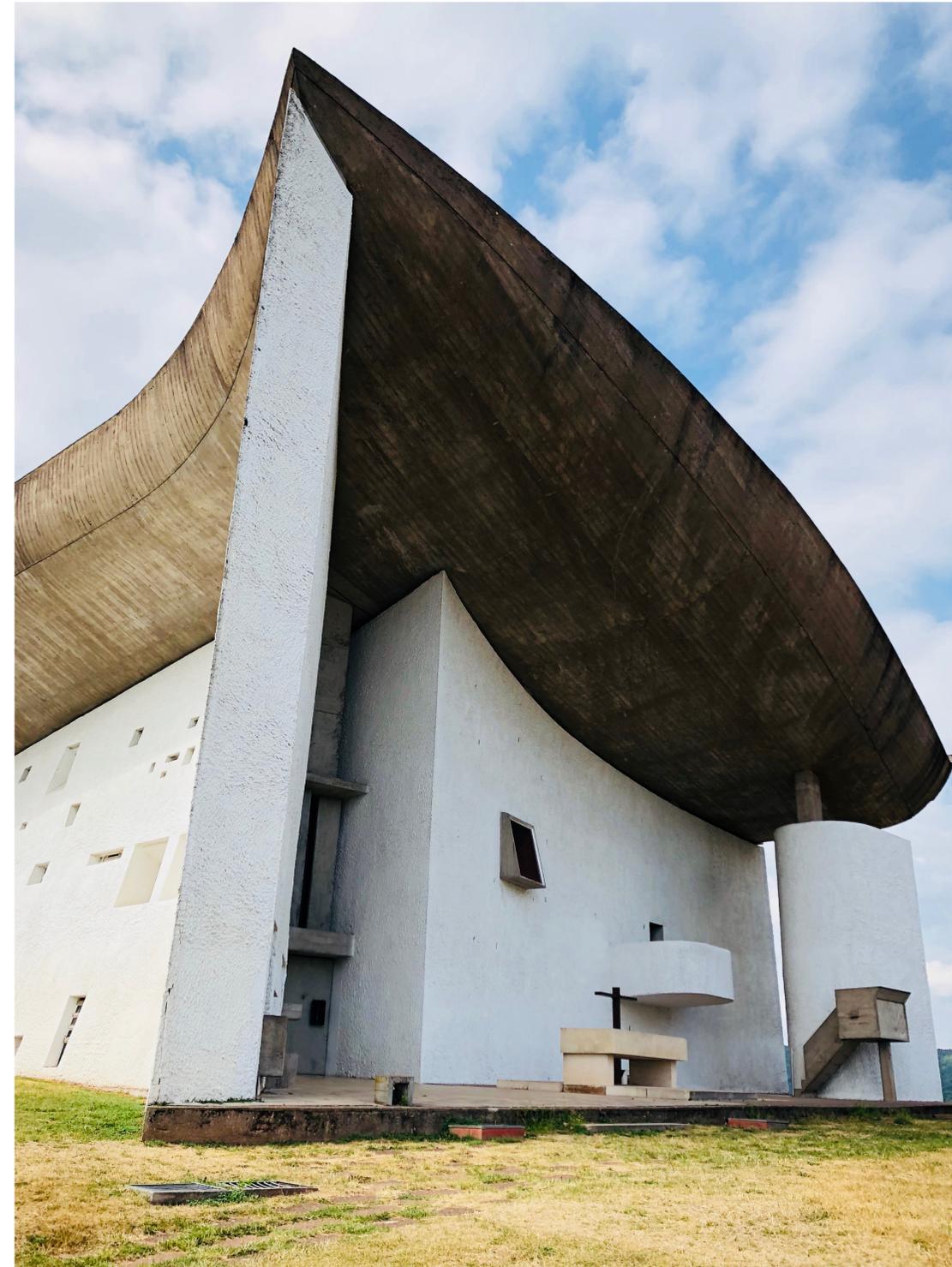
# Le Corbusier e il paesaggio acustico



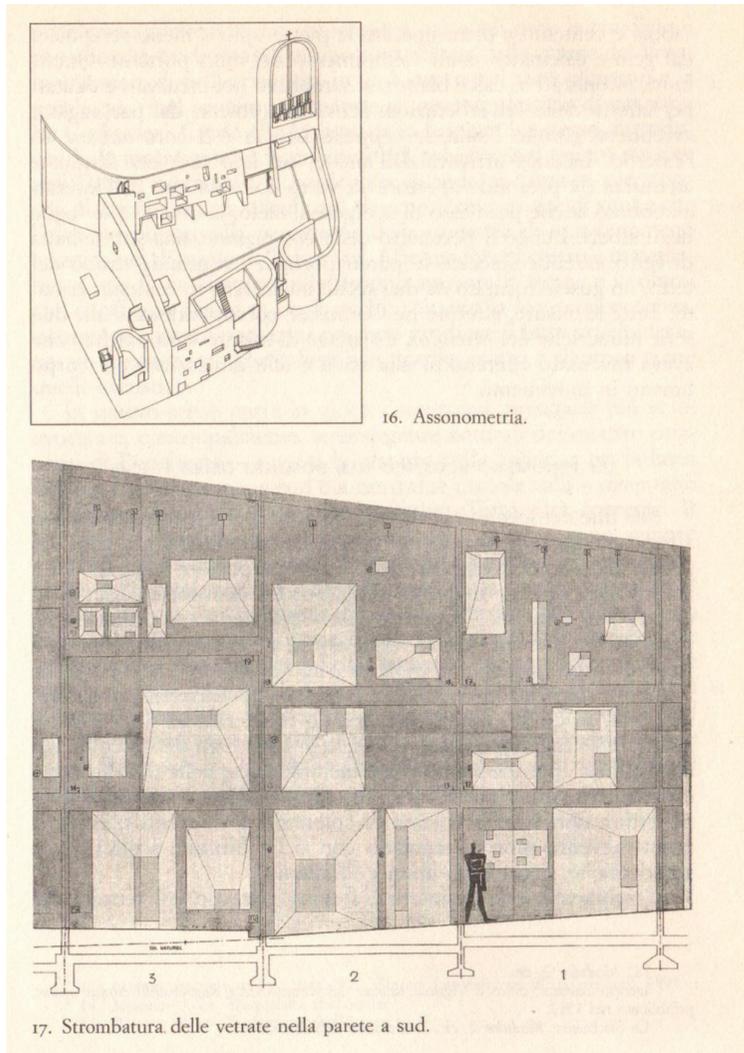
Pianta della cappella di Ronchamp



A sinistra il grafico acustico di Reiner Plomp, in mezzo il tracciato di Le Corbusier e sulla destra la pianta della cappella di Ronchamp



# Le Corbusier e il paesaggio acustico



La cappella di Ronchamp, Le Corbusier, 1957

# Le forme del suono



Parco della Musica, Roma, Renzo Piano - 2002

# Soluzioni architettoniche per la correzione acustica: il caso dell'aula scolastica



# Migliorare acusticamente lo spazio interno

Oltre alla valutazione degli aspetti inerenti la fisica tecnica, la progettazione di un intervento di correzione acustica di un'aula scolastica richiede la definizione di elementi che riguardano:

## 1) Sicurezza degli utenti

Infiammabilità, tossicità, resistenza meccanica e agli urti, pulibilità, durevolezza, ecc.

## 2) Fruibilità dell'ambiente

possibilità di poter utilizzare la superficie delle pareti e di non avere ingombri accidentali sul piano di calpestio

## 3) Spazialità intera

qualificazione dello spazio interno e incremento delle qualità estetiche

## 4) Integrabilità

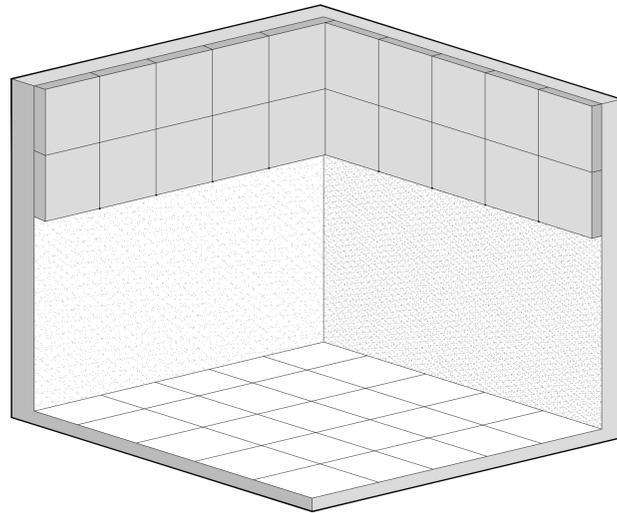
provvedere a integrare i sistemi di correzione acustica con gli elementi e gli impianti preesistenti

# Migliorare acusticamente lo spazio interno

Al fine di classificare le diverse possibilità progettuali legate alla correzione acustica, abbiamo individuato alcune categorie di interventi in base alle specifiche caratteristiche tipologiche

## pannelli

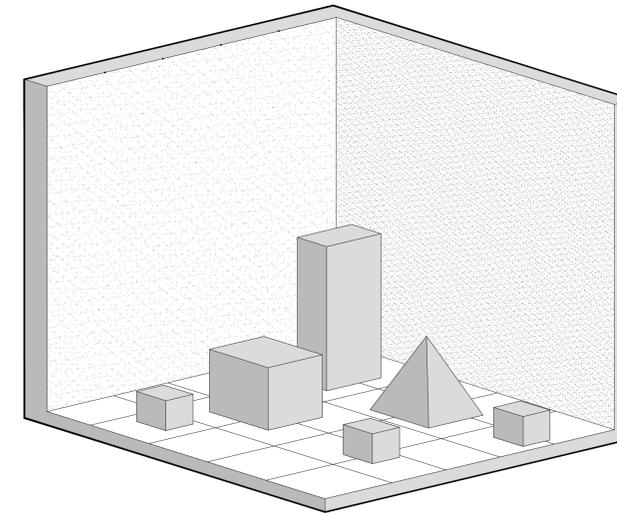
(bidimensionali)



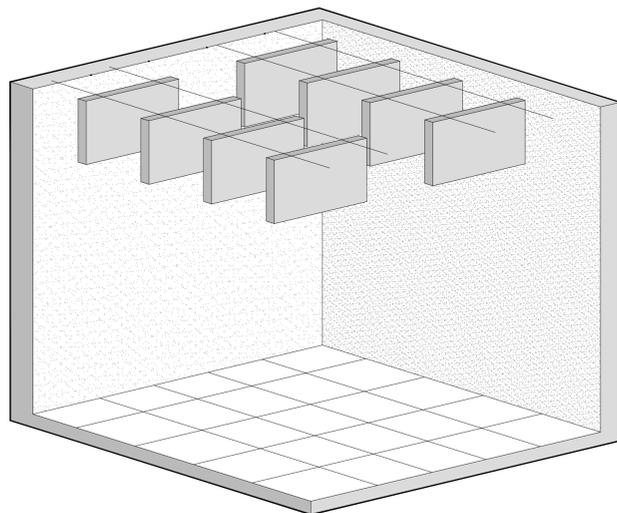
pannelli a parete

## volumi

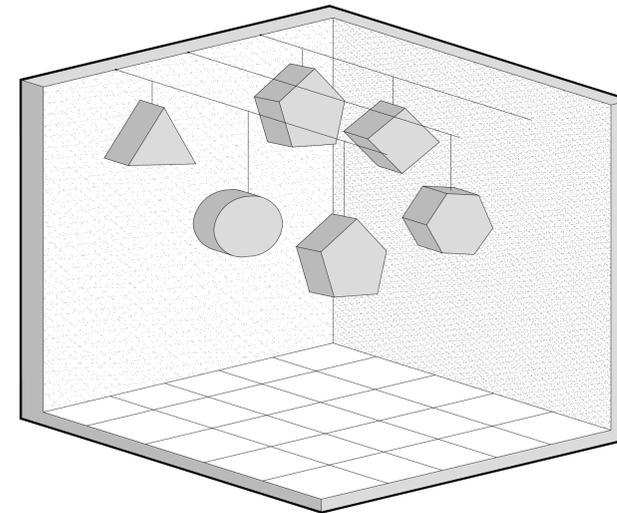
(tridimensionali)



volumi a pavimento



pannelli a soffitto



volumi a soffitto

# La ricerca di mercato

Dopo aver classificato le diverse tipologie di interventi possibili, è stata svolta una ricerca di mercato per valutare le soluzioni esistenti sul mercato. La selezione dei prodotti e delle soluzioni tecniche si è svolta sulla base di alcune caratteristiche tecniche che abbiamo ritenuto maggiormente importanti, tra cui:

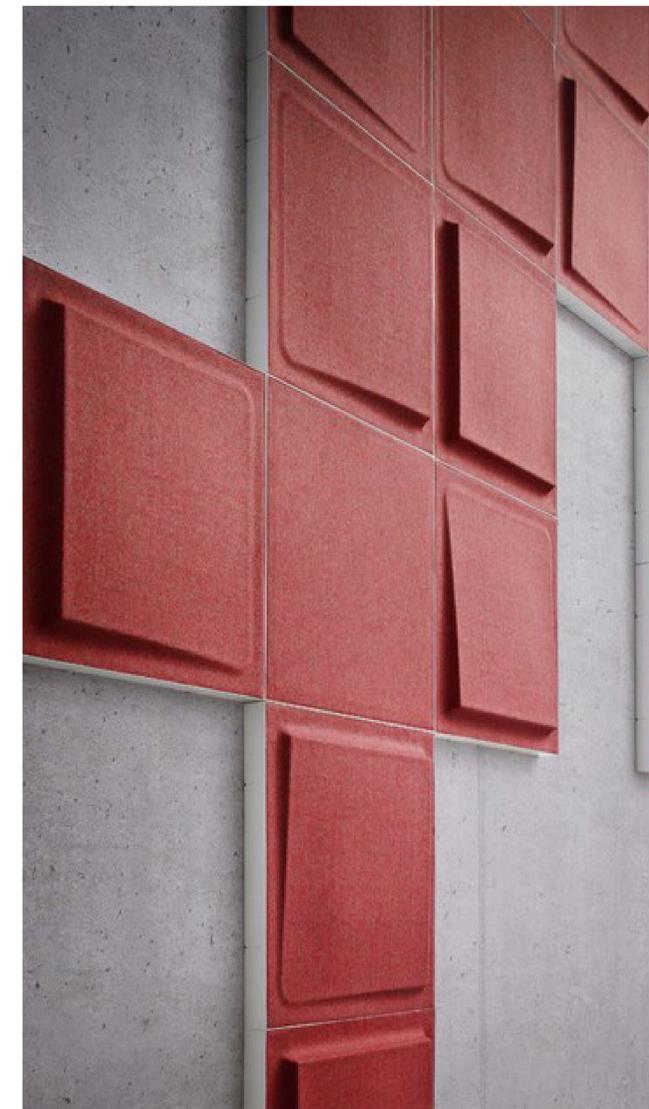
## Requisiti per la selezione dei prodotti

- |                          |                                       |
|--------------------------|---------------------------------------|
| a) Assorbimento acustico | e) Tossicità                          |
| b) Assorbimento termico  | f) Resistenza al gelo                 |
| c) Diffusione acustica   | g) Anigroscopicità                    |
| d) Resistenza al fuoco   | h) Resistenza agli attacchi biologici |

# Pannelli a parete

Questa soluzione progettuale impiega pannelli fonoassorbenti che vengono usualmente fissati sulle pareti verticali, con diversi sistemi di aggancio fino a raggiungere la superficie desiderata per ottenere la correzione acustica necessaria

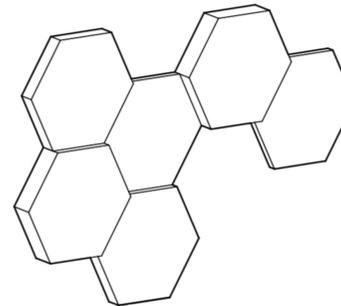
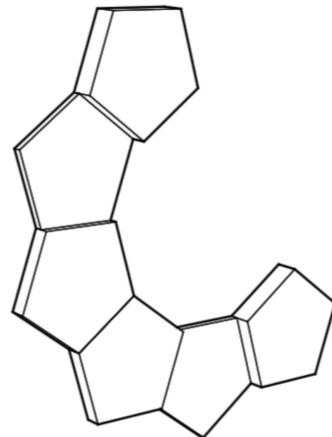
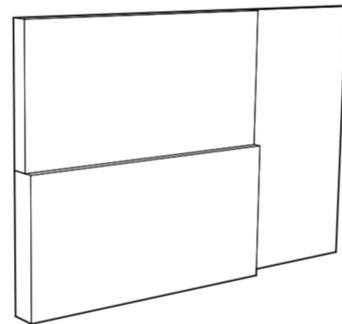
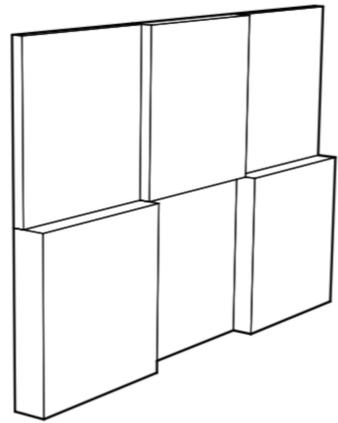
## alcuni modelli realizzabili



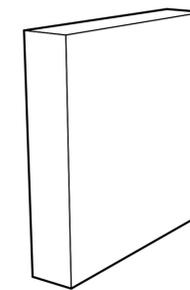
# Pannelli a parete

I pannelli, dal punto di vista estetico, si differenziano per forma, dimensione e colore, le soluzioni di aggancio alle pareti verticali sono molto diverse tra loro. Grazie all'uso di questi pannelli si possono elaborare diversi pattern in grado di riprodurre geometrie e forme anche molto articolate.

## gli elementi costituenti



### Fixing System Wall



Square | Square Wedge | Hexa | Penta  
Rectangular | Rectangular Wedge

1pc  
2pcs

#### MATERIALI

I pannelli fonoassorbenti Canuso Acoustic sono costituiti da un telaio metallico, da un materiale fonoassorbente interno e da un tessuto di rivestimento.

L'azienda propone due diversi materiali per la componente fonoassorbente interna: resina melamminica Basotect® di Basf® e Whisper® di Stratocell®.

Il tessuto di rivestimento, sfoderabile e disponibile in un'ampia gamma di colori, è certificato Oeko-Tex, mentre i materiali fonoassorbenti interni sono soggetti a ripetuti controlli in produzione per garantire la massima qualità e resa nel tempo.



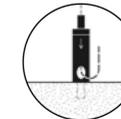
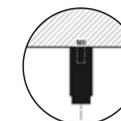
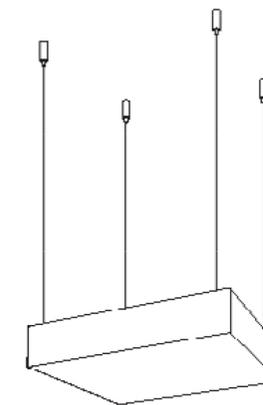
Basotect® di Basf® è un materiale eco-sostenibile prodotto senza l'utilizzo di idrocarburi alogenati e/o metalli pesanti tossici. Altra importante caratteristica della resina melamminica è la conformità alle più importanti normative internazionali di sicurezza antincendio in quanto materiale termoisolante. La sua struttura interna conferisce a questo materiale caratteristiche di leggerezza e flessibilità.

Whisper® di Stratocell®, è un materiale resistente all'acqua e non necessita di un rivestimento protettivo all'umidità, è flessibile, autoportante ed è conforme alle attuali norme antincendio. Composto da polietilene espanso, è altamente performante dal punto di vista acustico consentendo un minor impiego di materiale con conseguente ottimizzazione delle applicazioni e riduzione degli sprechi.



BASOTECT® WHISPER®

### Fixing System Ceiling Pendant



**Fixing System Screw**  
Square | Square Wedge | Rectangular | Rectangular Wedge: 4 cables per set, incl. fastner

Hexa | Penta: 3 cables per set, incl. fastner

Cables: 200 or 500 cm

Color cable: Black or Silver

**Fixing System Magnet**  
Square | Square Wedge | Rectangular: 4 cables + 4 magnets\*

Hexa | Penta: 3 cables + 3 magnets\*

Cables: 200 or 500 cm

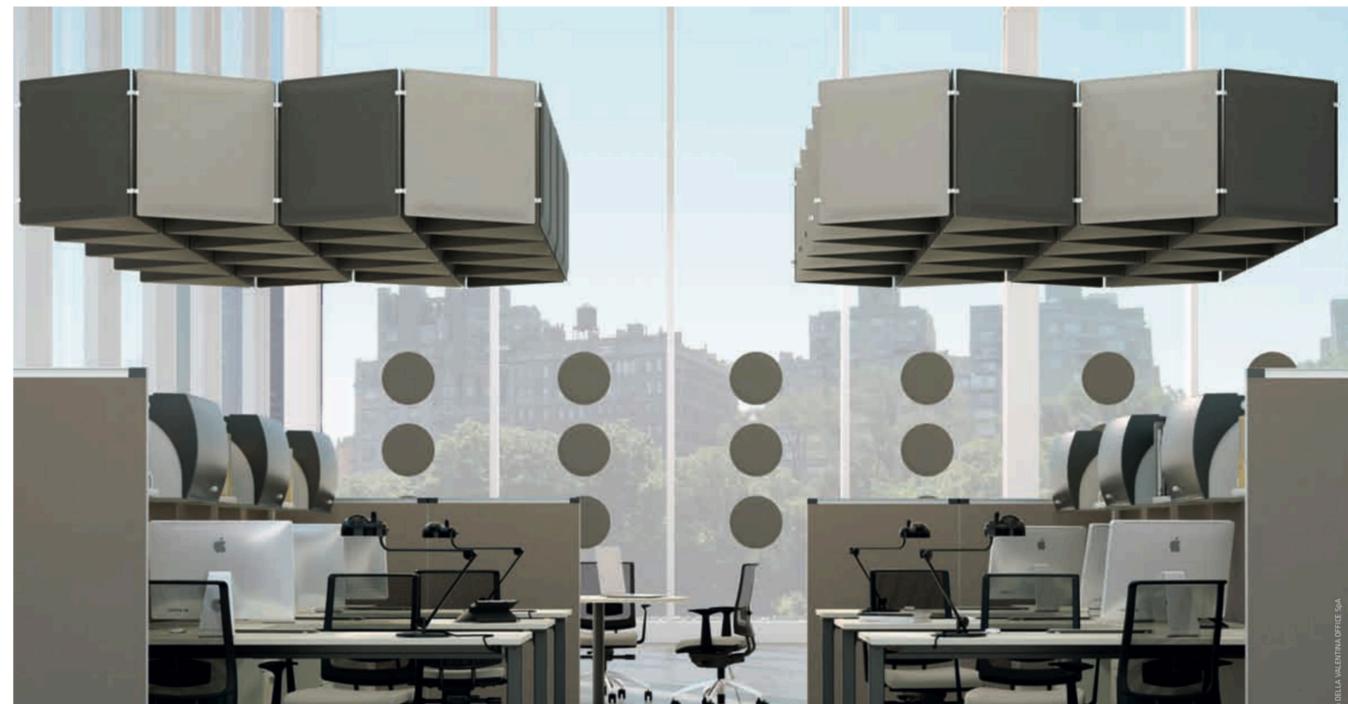
Color cable: Black or Silver

\*1 magnet (Ø 3,2 cm H 0,8 cm | Ø 1.26" H 0.31") can take up to 10 kg | 22.05 lbs when hanging on a solid metal surface.

# Pannelli appesi

Gli elementi appesi sono abbastanza diffusi ed impiegati in ambienti con altezze utili adeguate e nei quali si desidera mantenere libere le pareti. Questa soluzione è molto utilizzata negli ambienti di grandi dimensioni come palestre, auditorium o mense.

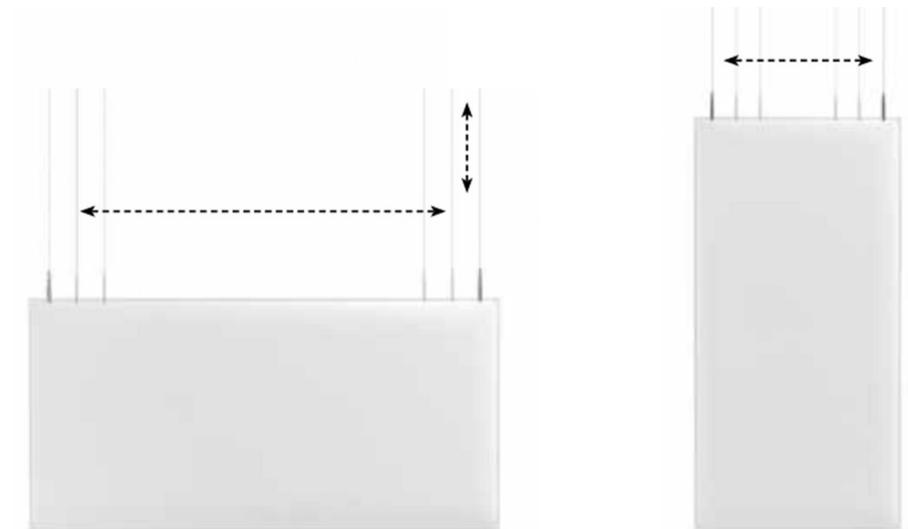
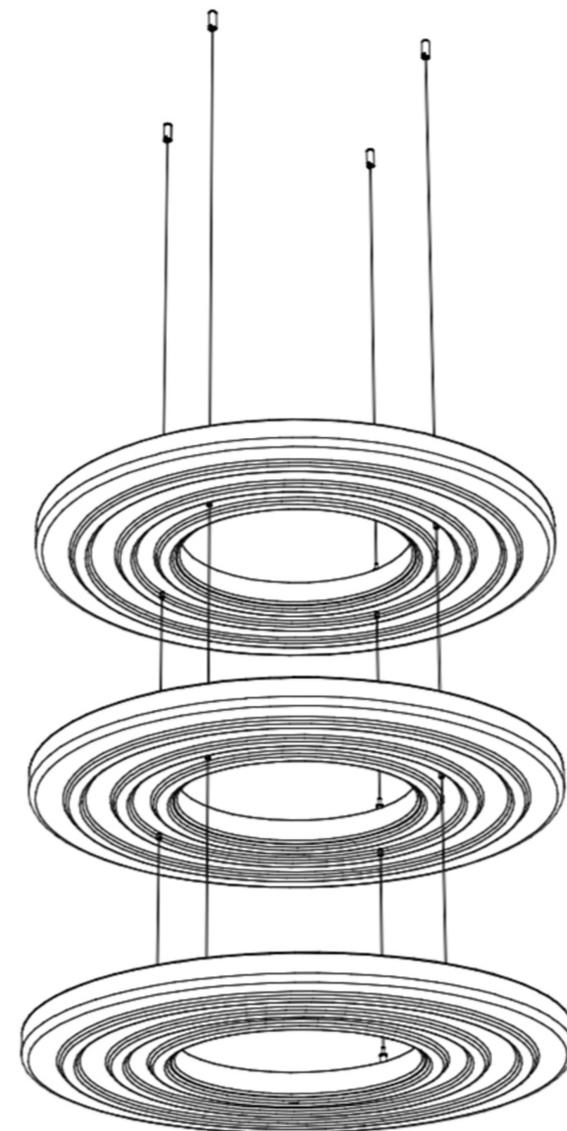
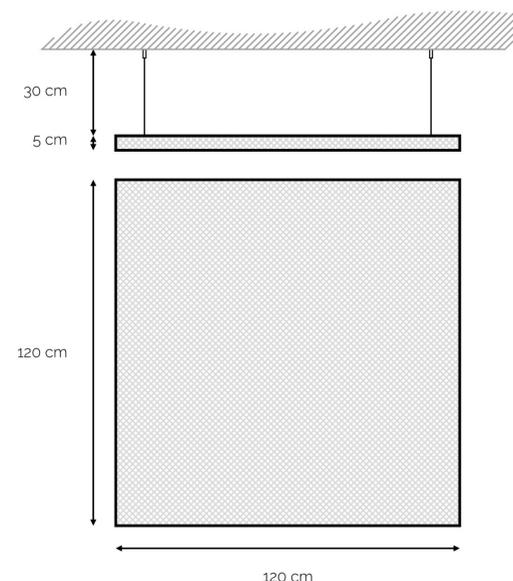
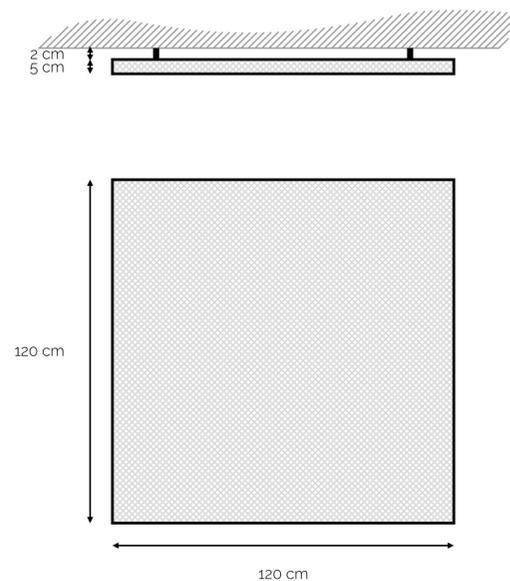
## alcuni modelli realizzabili



# Pannelli appesi

Le modalità impiegate per realizzare soluzioni con elementi appesi sono prevalentemente due: 1) impiego di pannelli disposti su un piano parallelo al soffitto; 2) impiego di pannelli su piani perpendicolari al piano del soffitto;

## gli elementi costituenti



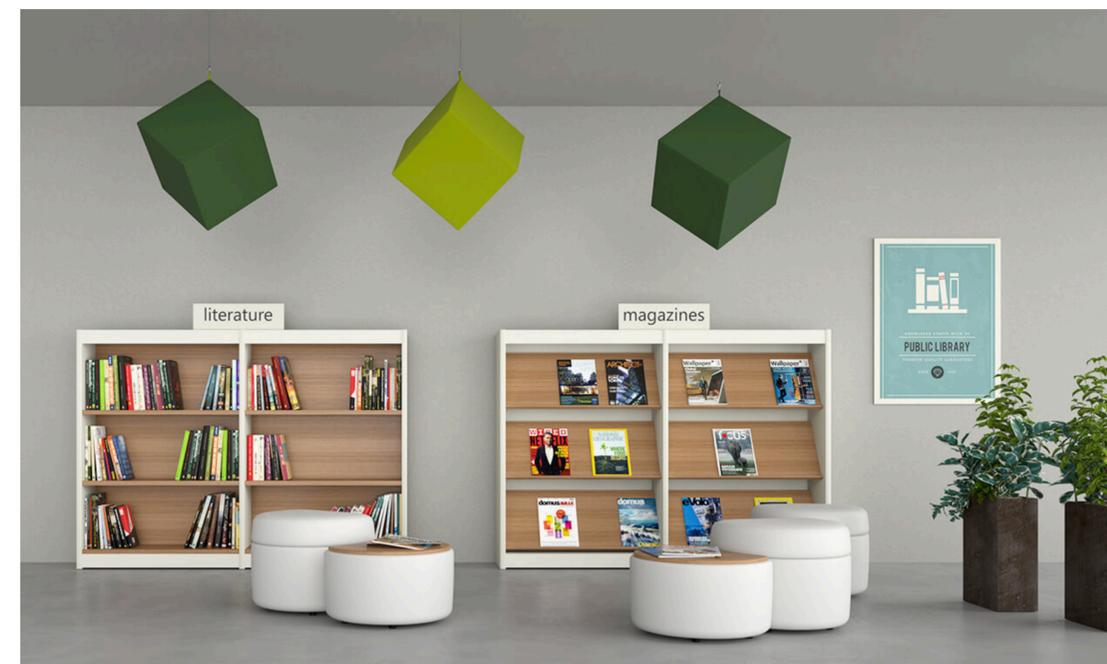
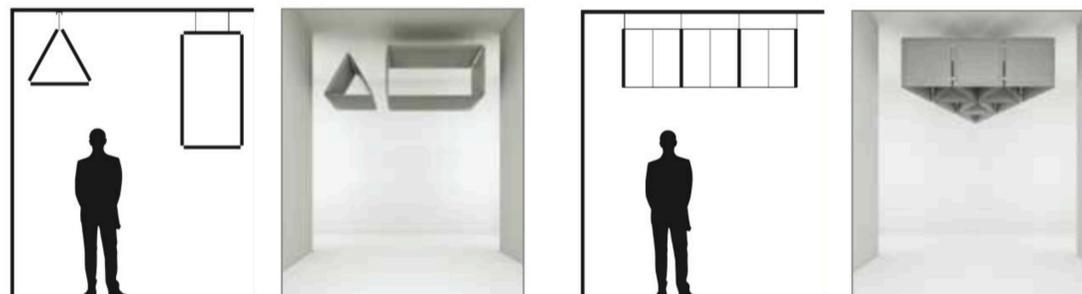
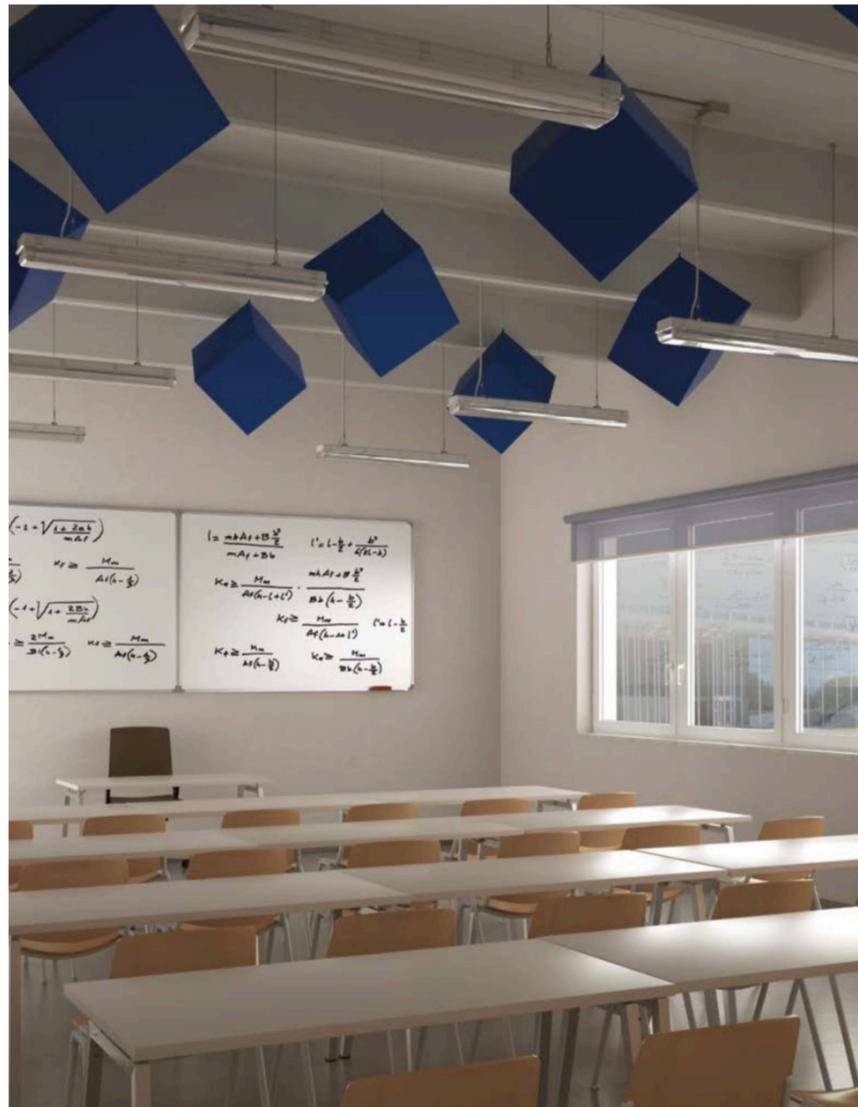
Flap



# Volumi appesi

L'uso di elementi volumetrici appesi è una soluzione meno diffusa rispetto alle precedenti. Per la sospensione degli elementi vengono impiegati tiranti in acciaio fissati alle pareti verticali o direttamente al soffitto e pendini metallici specifici.

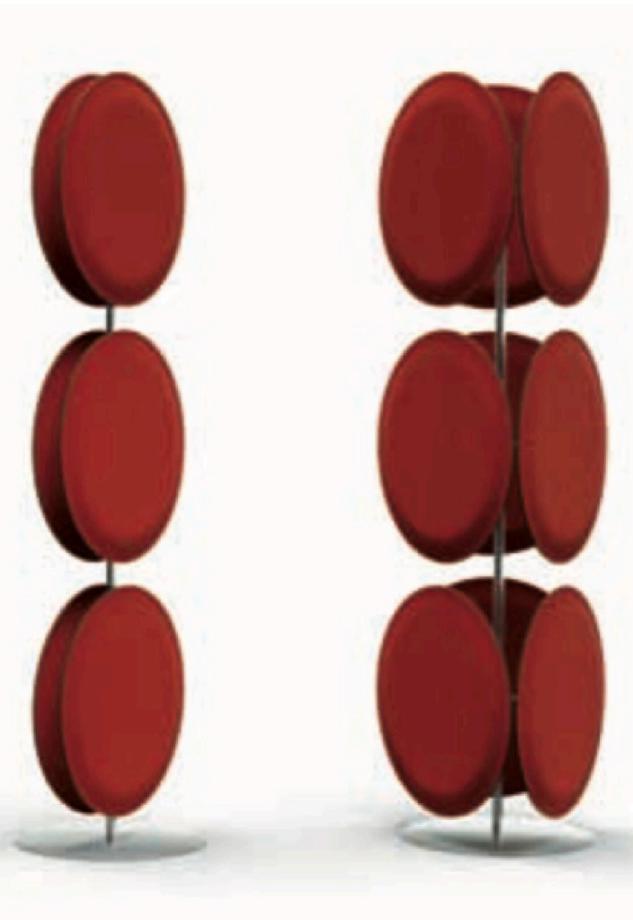
## alcuni modelli realizzabili



# Volumi a pavimento

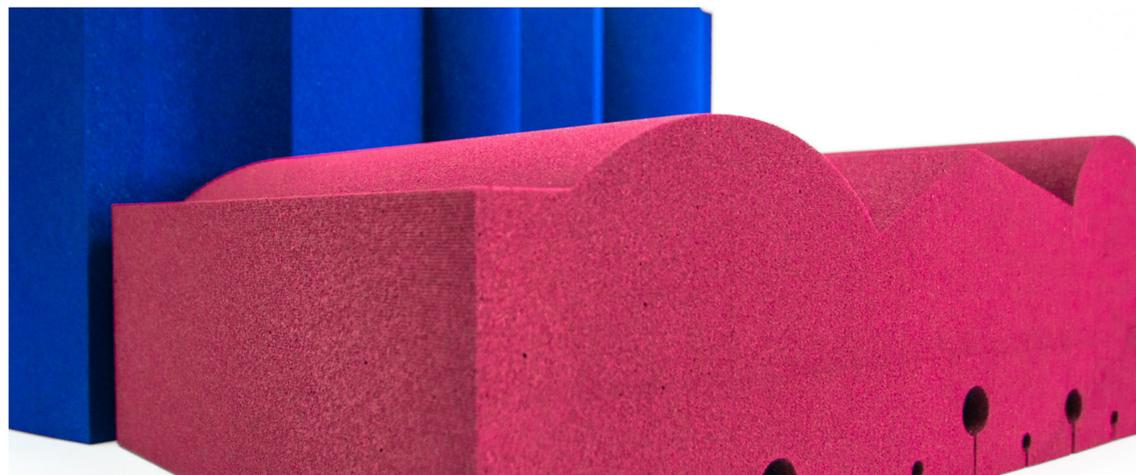
Gli elementi volumetrici a pavimento rappresentano la soluzione meno diffusa tra quelle elencate ma una delle più interessanti sotto il punto di vista estetico e compositivo. Gli elementi si configurano come arredi e possono stimolare un'interazione con l'utente.

## gli elementi costituenti



bifacciale  
double-sided  
deux faces

trifacciale  
triple-sided  
trois faces



# Volumi a pavimento

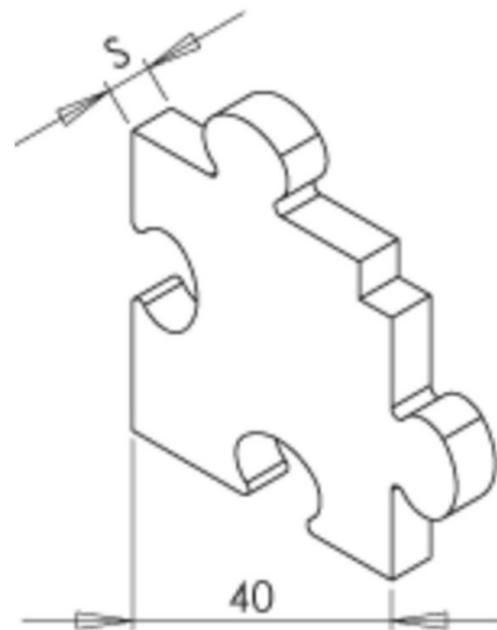
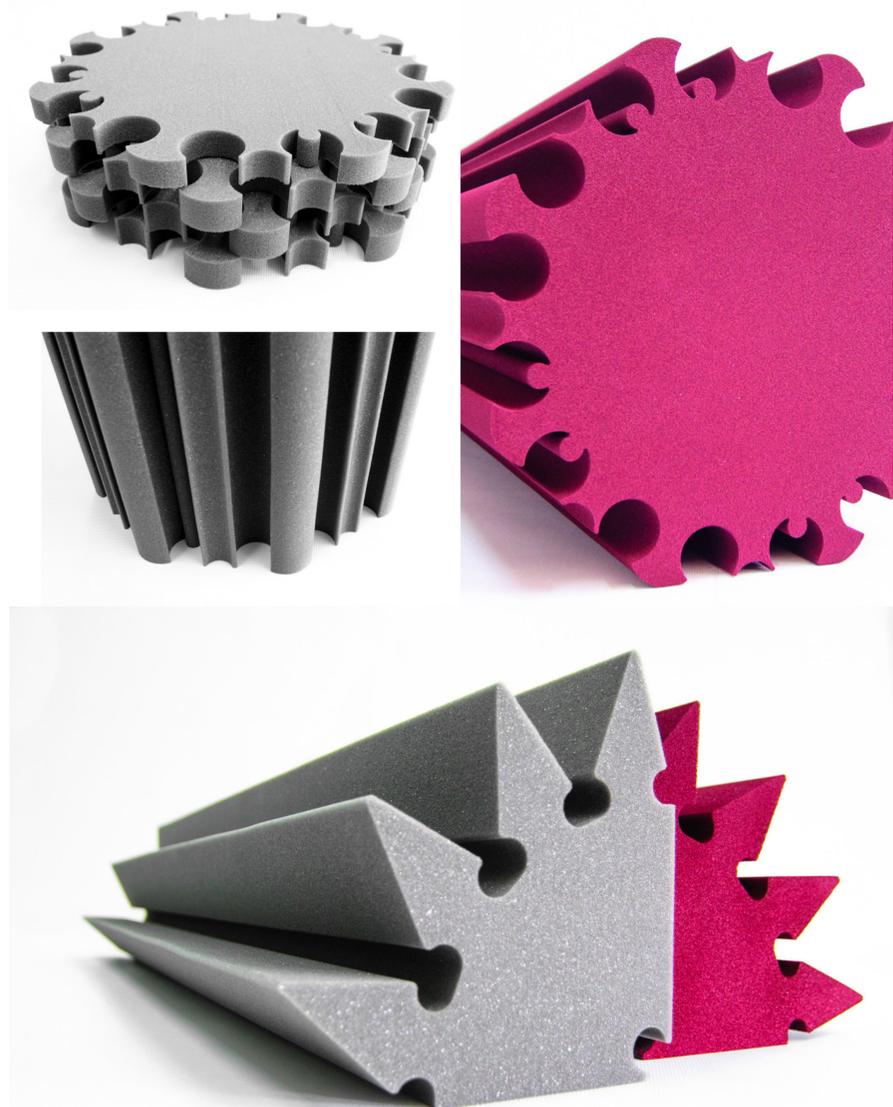
Gli elementi volumetrici se ben integrati nello spazio interno oltre a migliorare l'acustica degli ambienti lo possono caratterizzare in maniera decisiva.



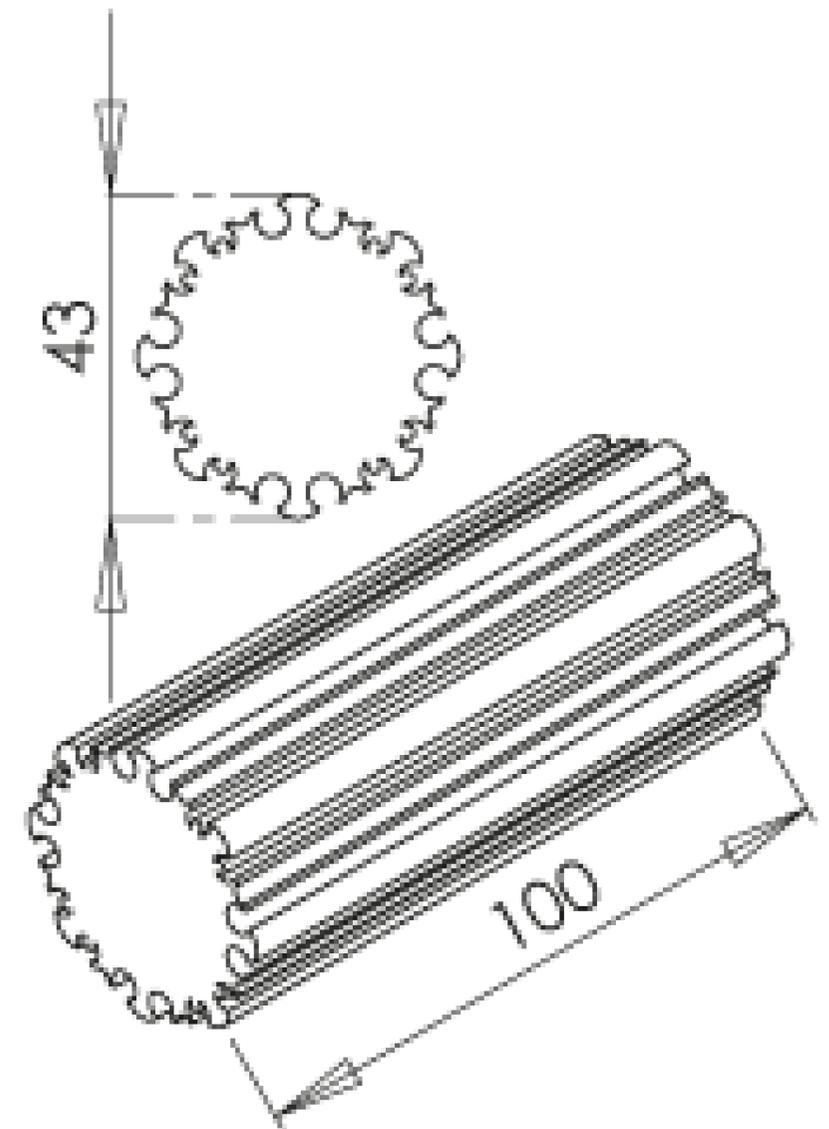
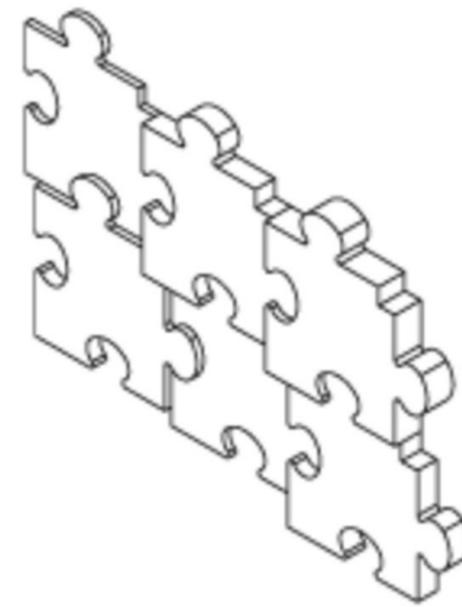
# Volumi a pavimento

Gli elementi volumetrici possono avere varie forme e dimensioni a seconda del tipo di correzione acustica che si deve realizzare e in base alle caratteristiche e alla disponibilità di spazio dell'ambiente che si deve correggere

## gli elementi costituenti



PUZZLE  
40x40x(s)



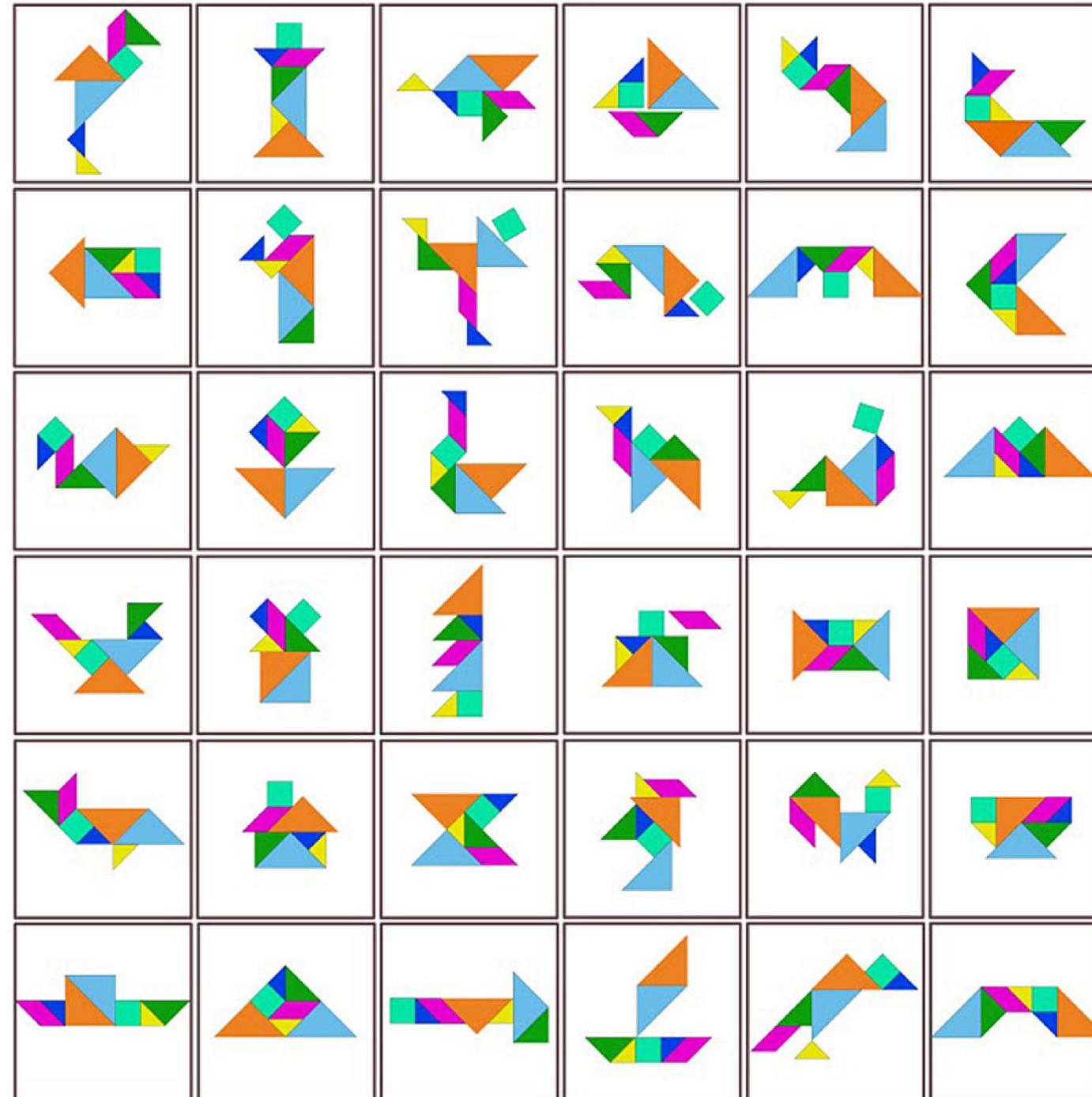
# Le proposte per lo sviluppo di un kit



Il Tangram

# Il Tangram

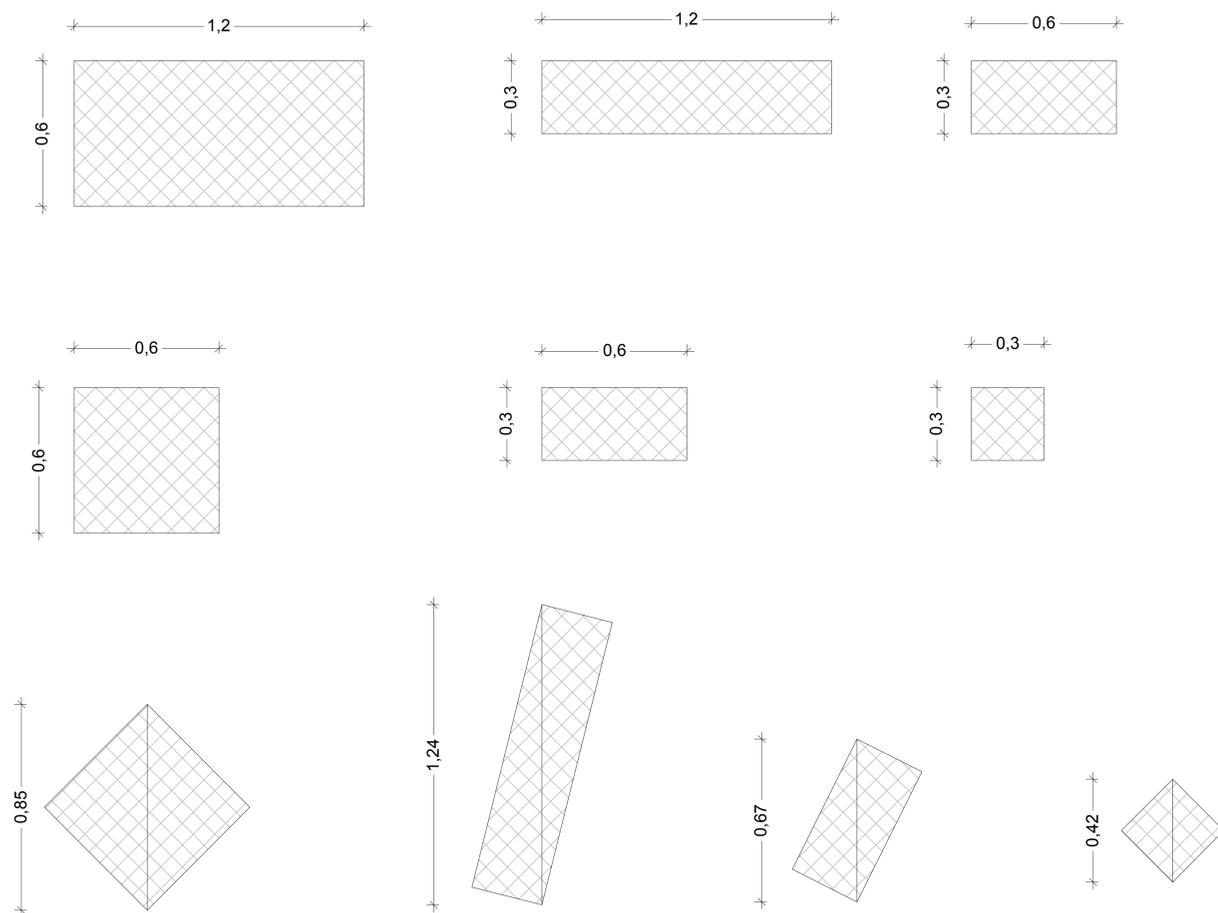
Il Tangram è un antico gioco cinese costituito da 7 pezzi di forma diversa attraverso i quali si possono costruire numerose figure diverse. Un rompicapo geometrico.



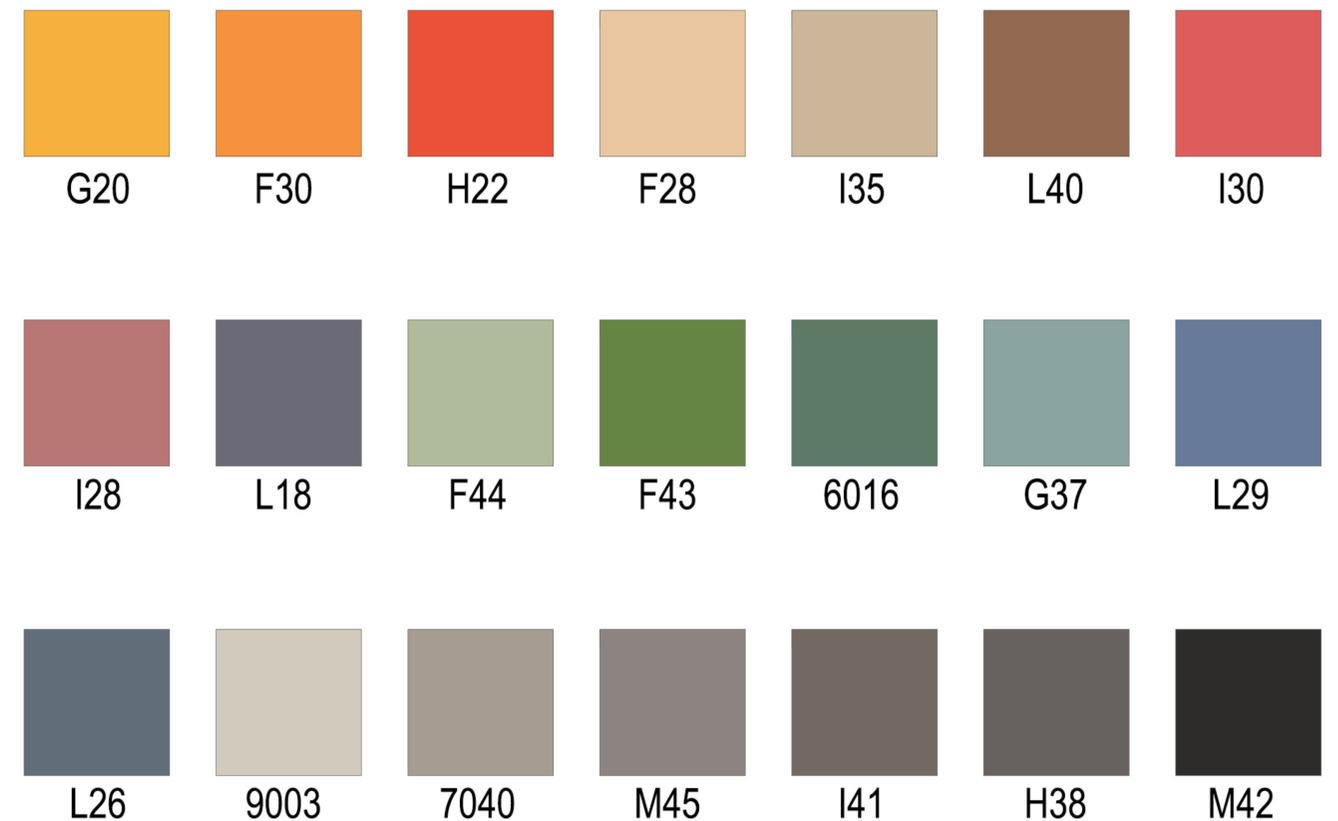
# Il Tangram

Avendo come riferimento il Tangram e la sua logica abbiamo costruito un abaco di elementi fonoassorbenti da utilizzare per comporre diverse figure

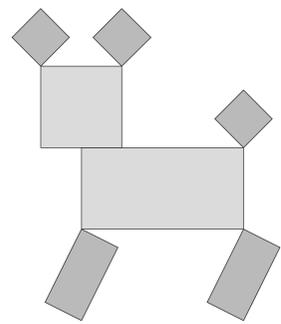
## abaco dei pezzi



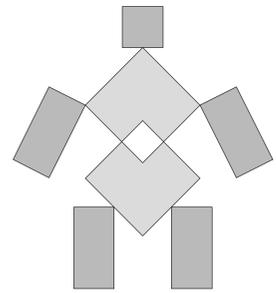
## abaco dei colori



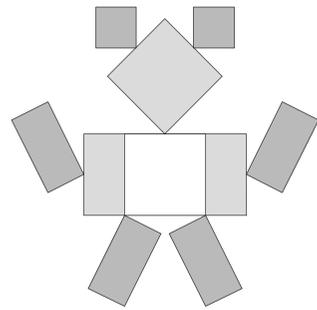
# Alcune delle figure immaginate



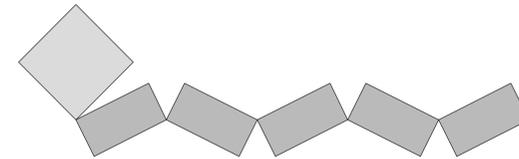
cane



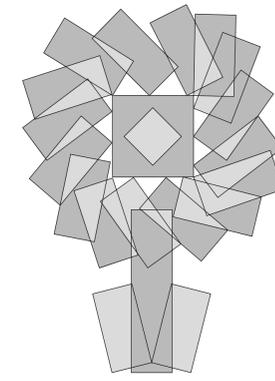
omino



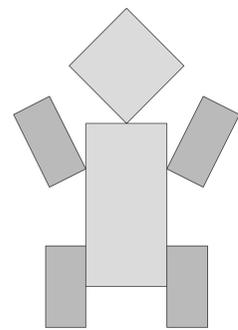
orsacchiotto



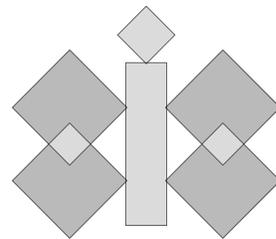
bruco



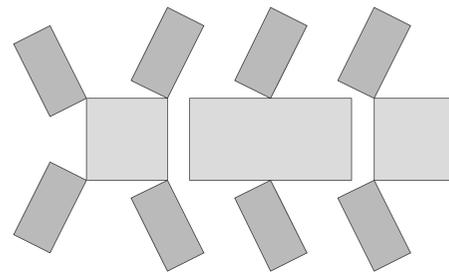
girasole



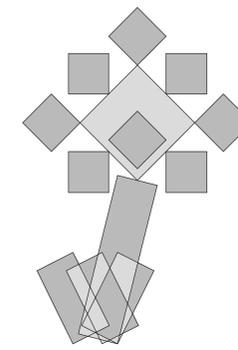
cucciolo



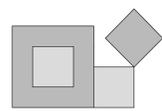
farfalla



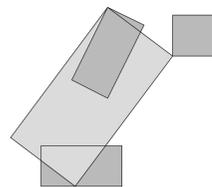
formica



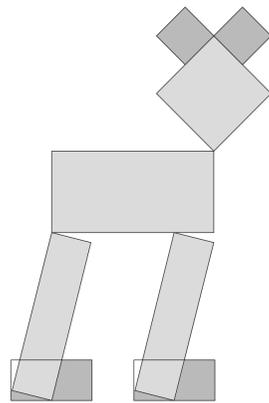
fiore



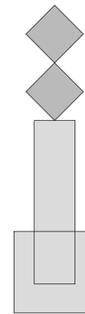
lumaca



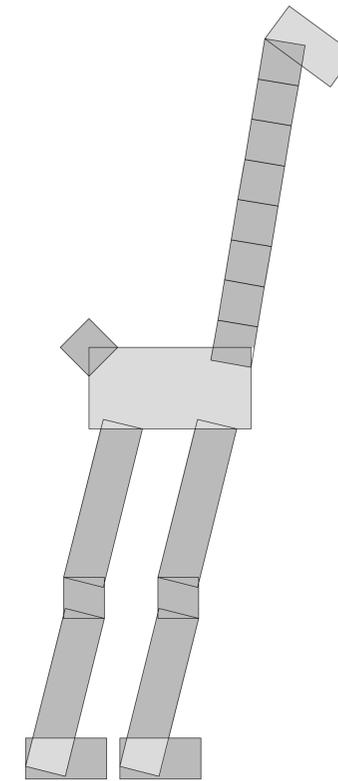
avvoltoio



gatto

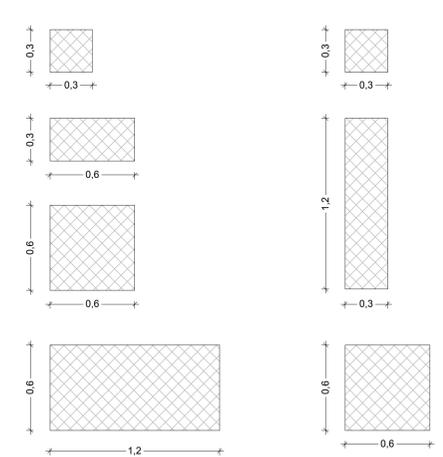
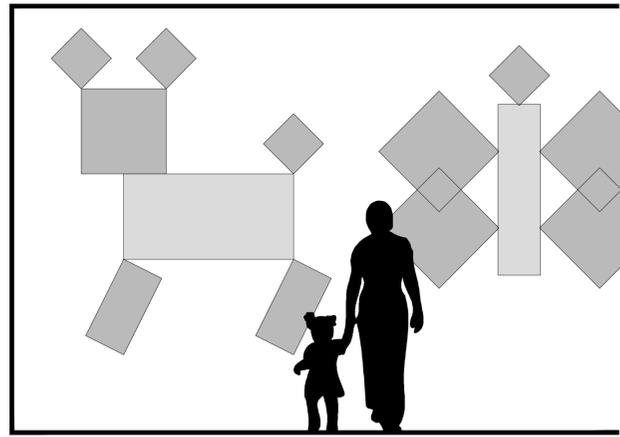


candela

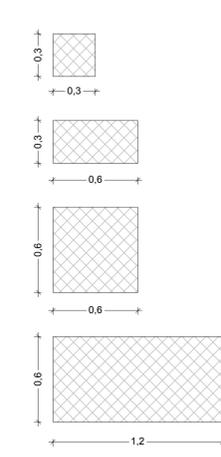
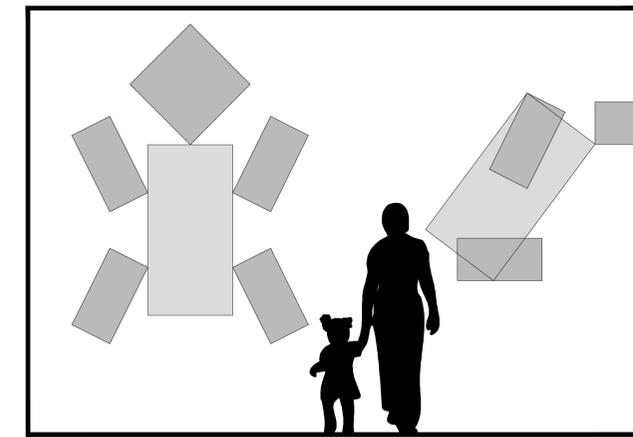


giraffa

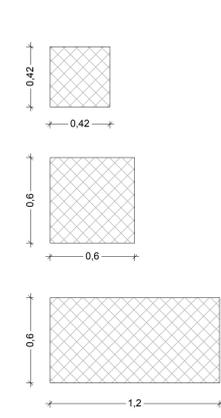
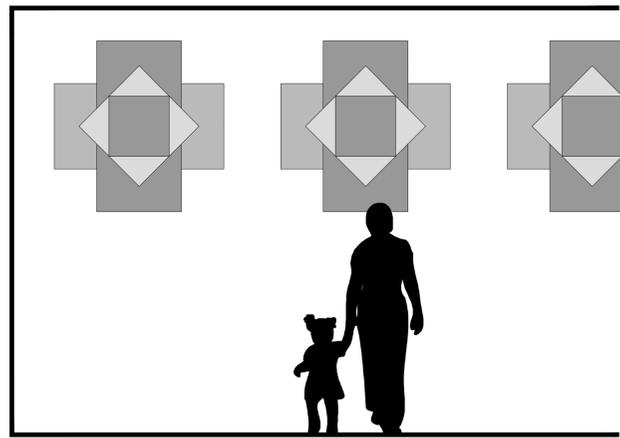
# Possibili soluzioni geometriche per pareti



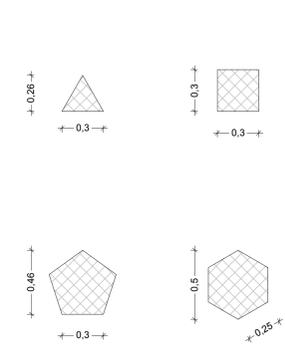
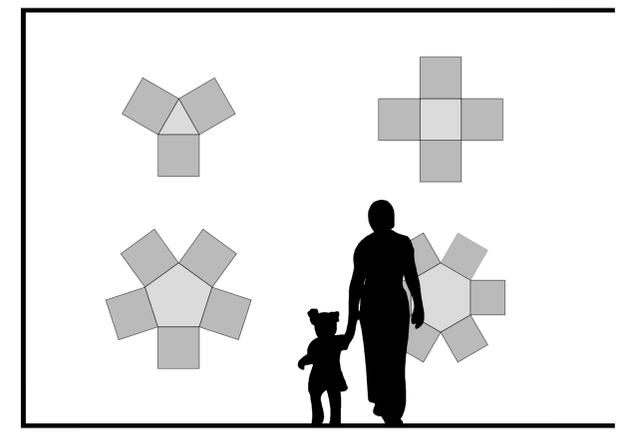
animali 1



animali 2

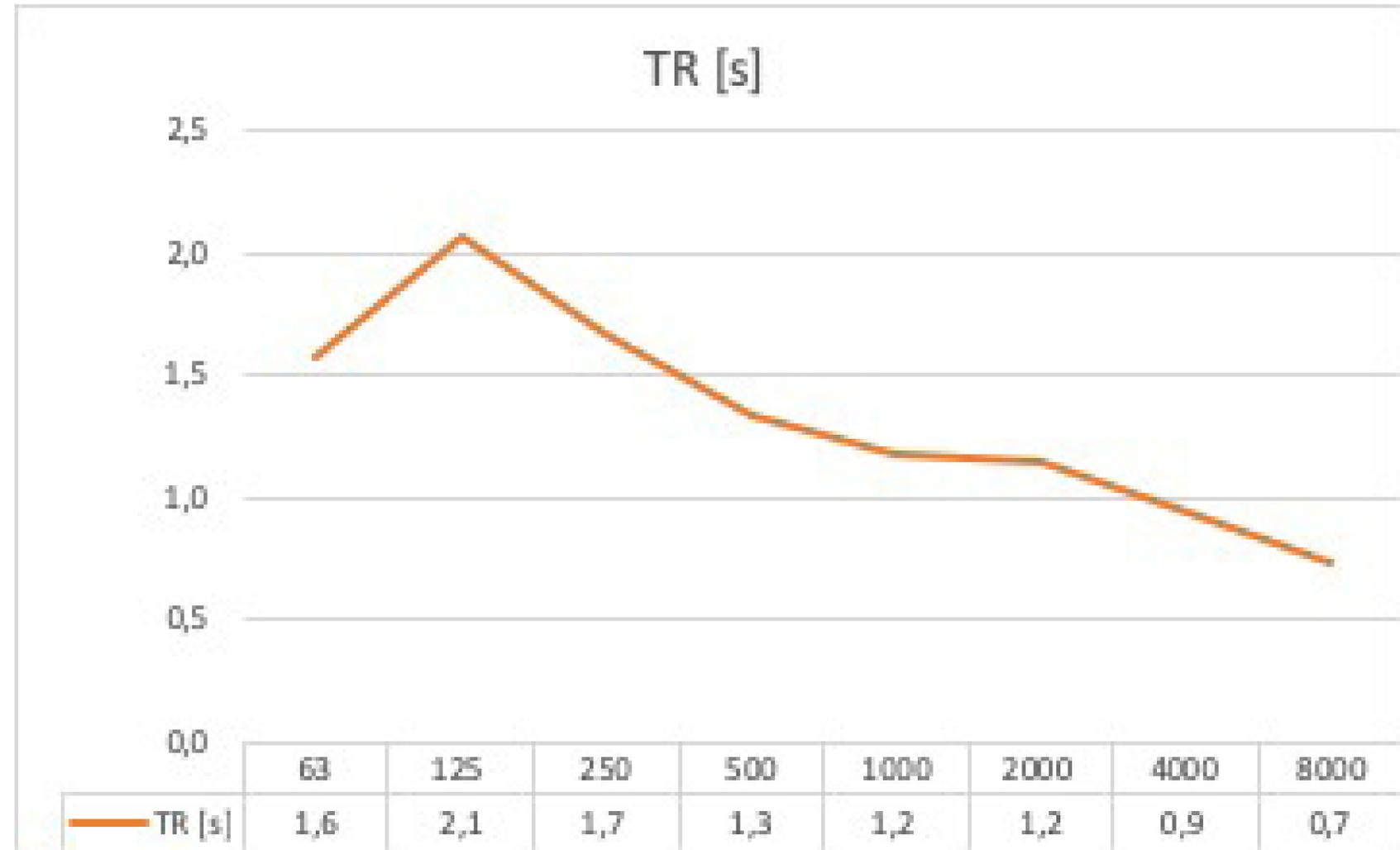
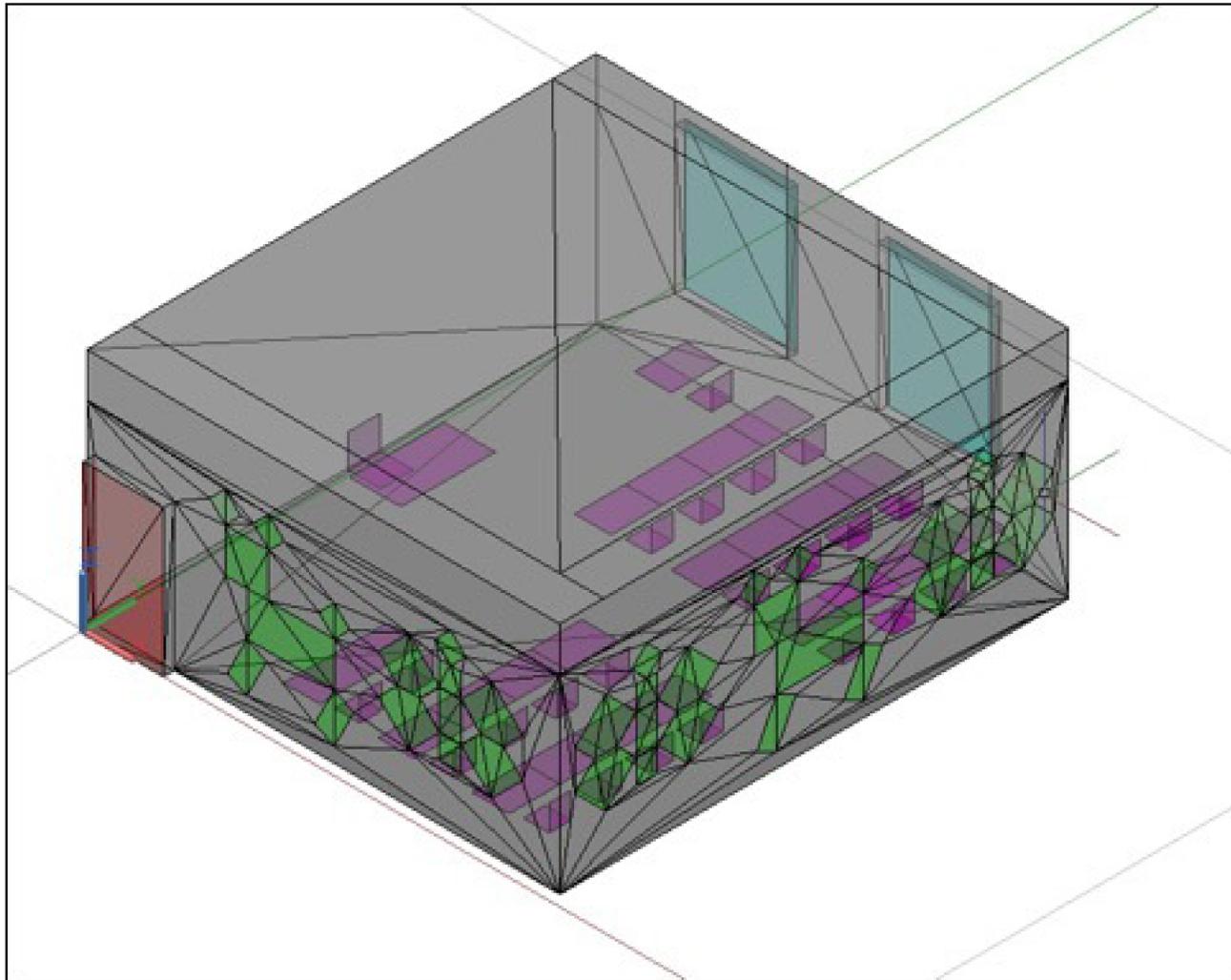


fiori

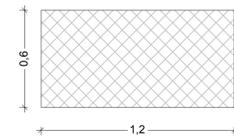
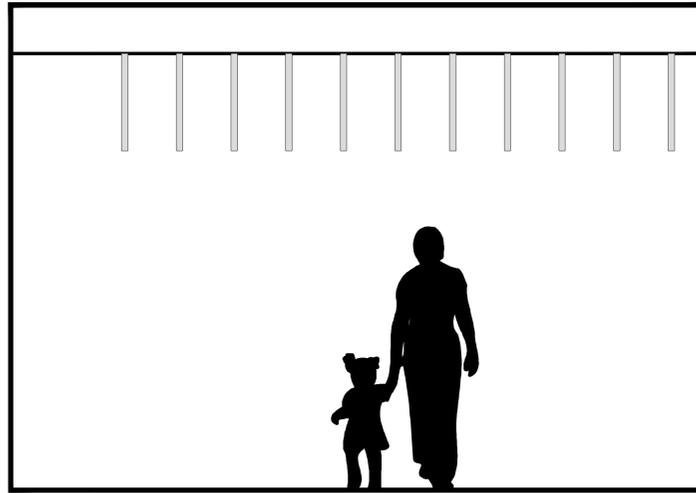


forme geometriche

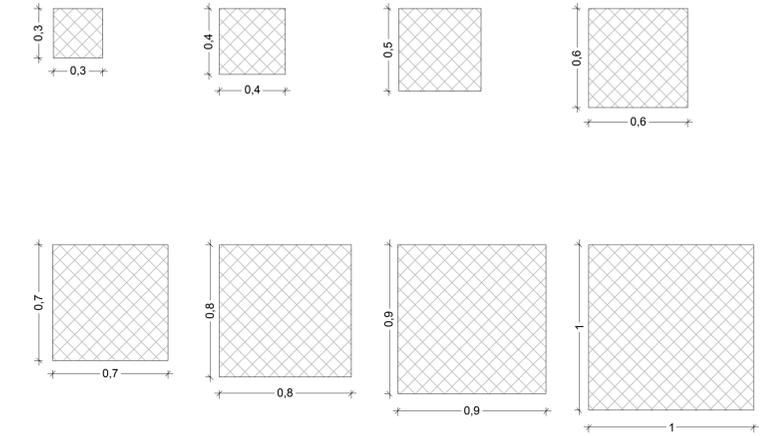
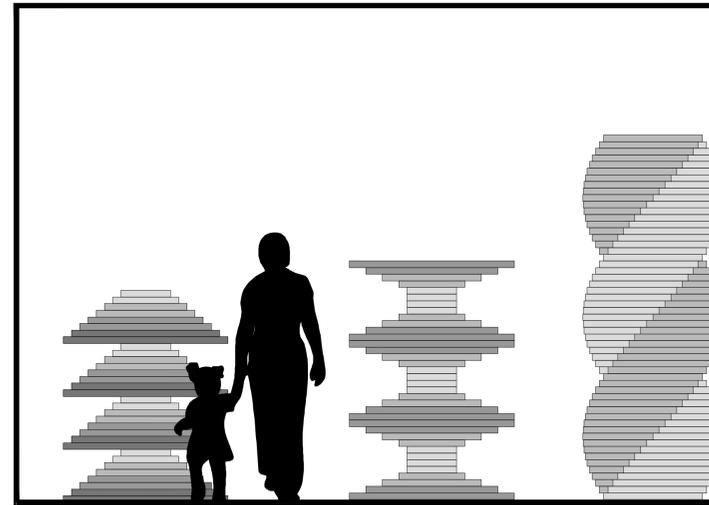
# Le simulazioni acustiche con le figure di animali



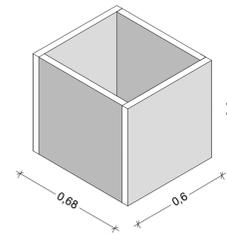
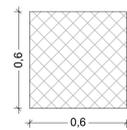
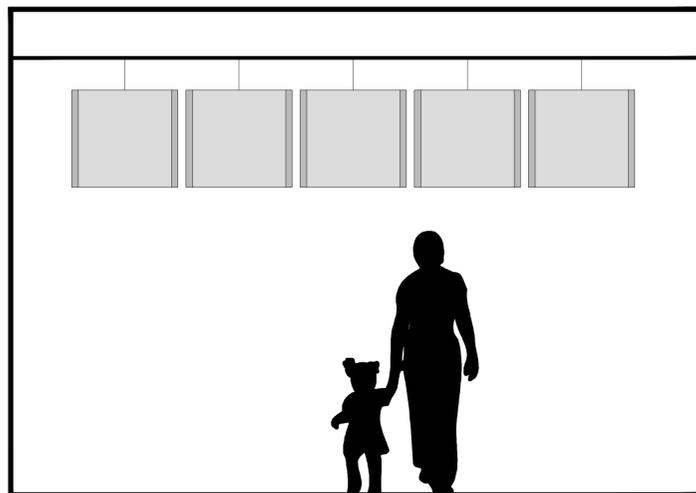
# Elementi appesi e volumetrici



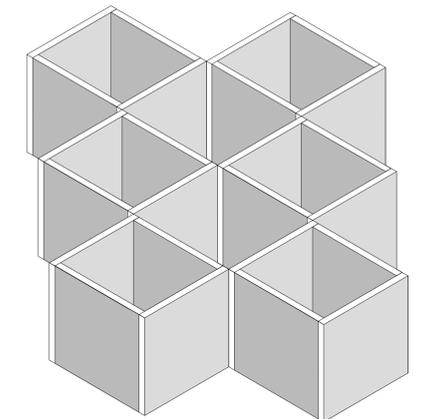
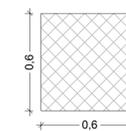
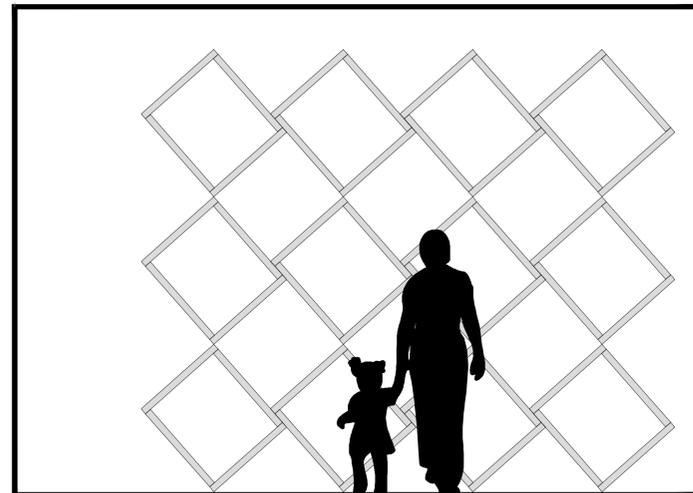
pannelli a baffle



totem

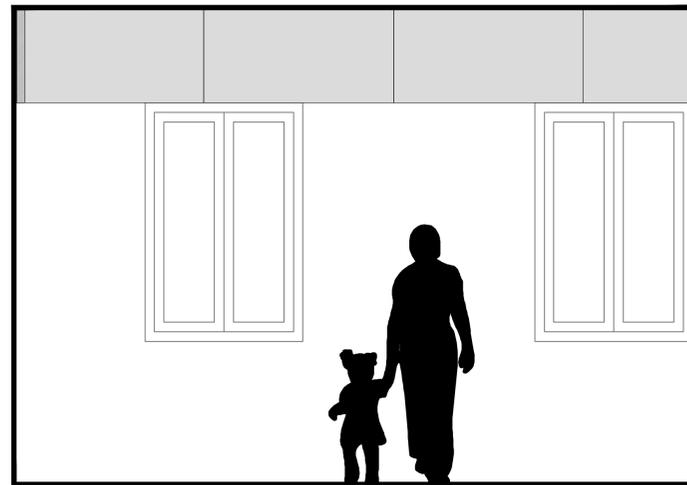


scatole

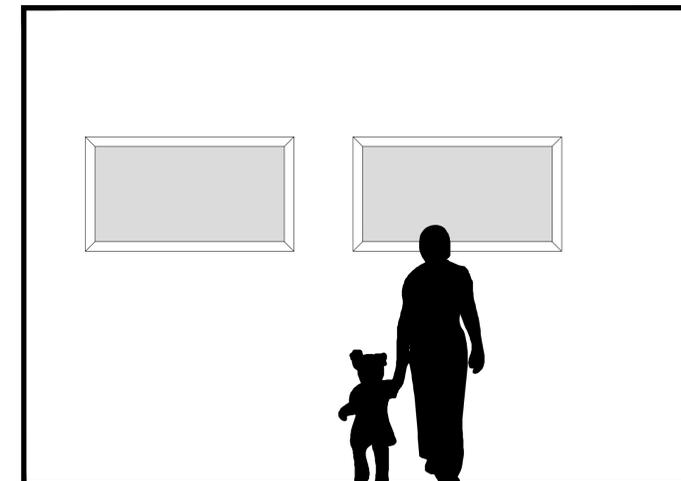
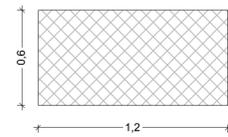


tipo alveare

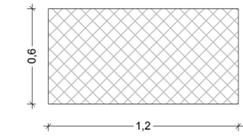
# Soluzioni di minima



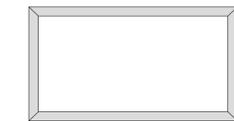
cornicione



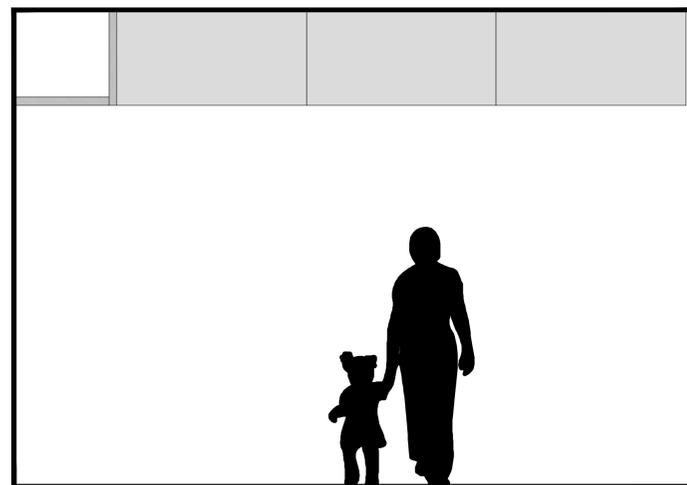
quadro



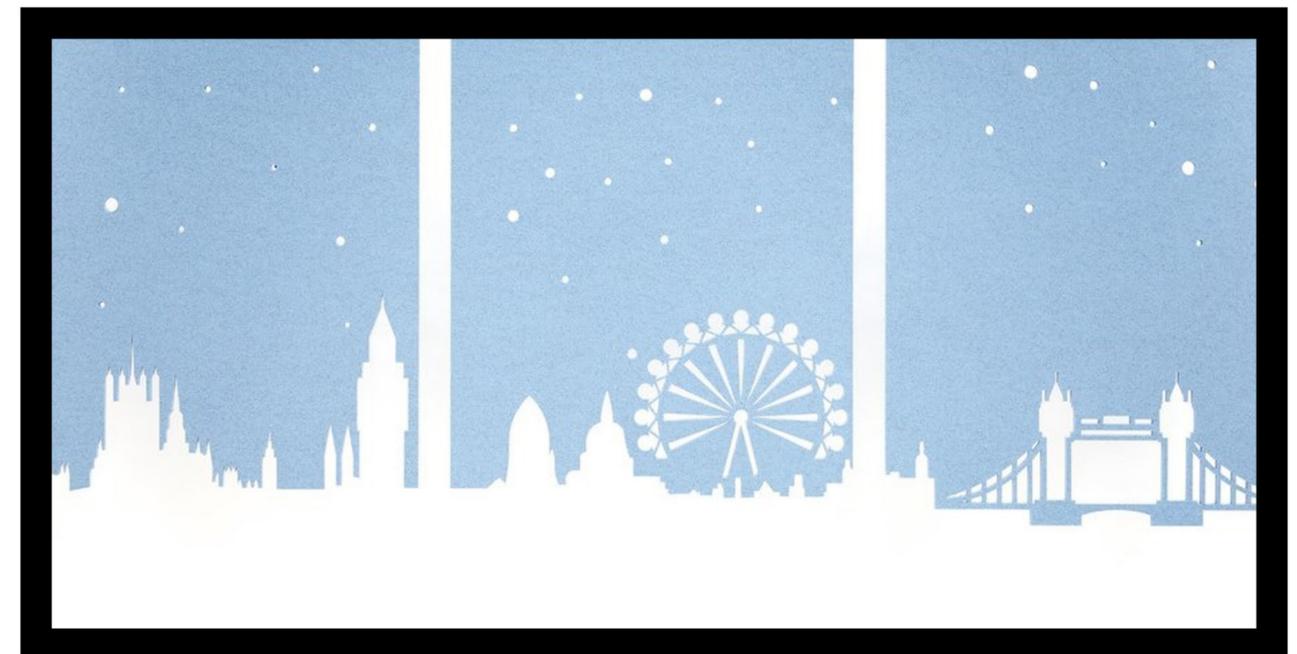
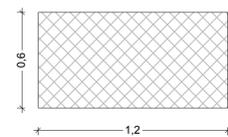
pannello



cornice in legno

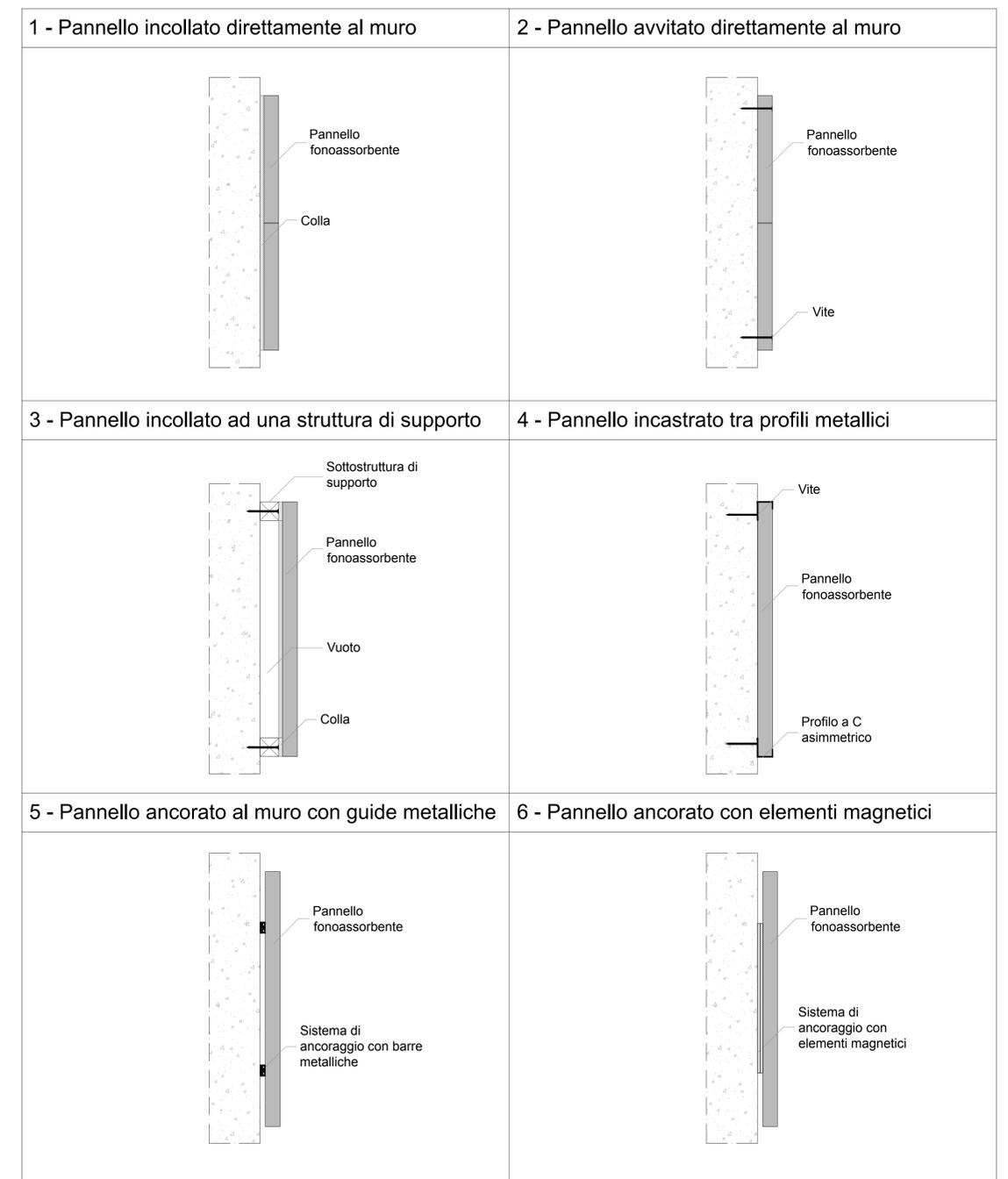
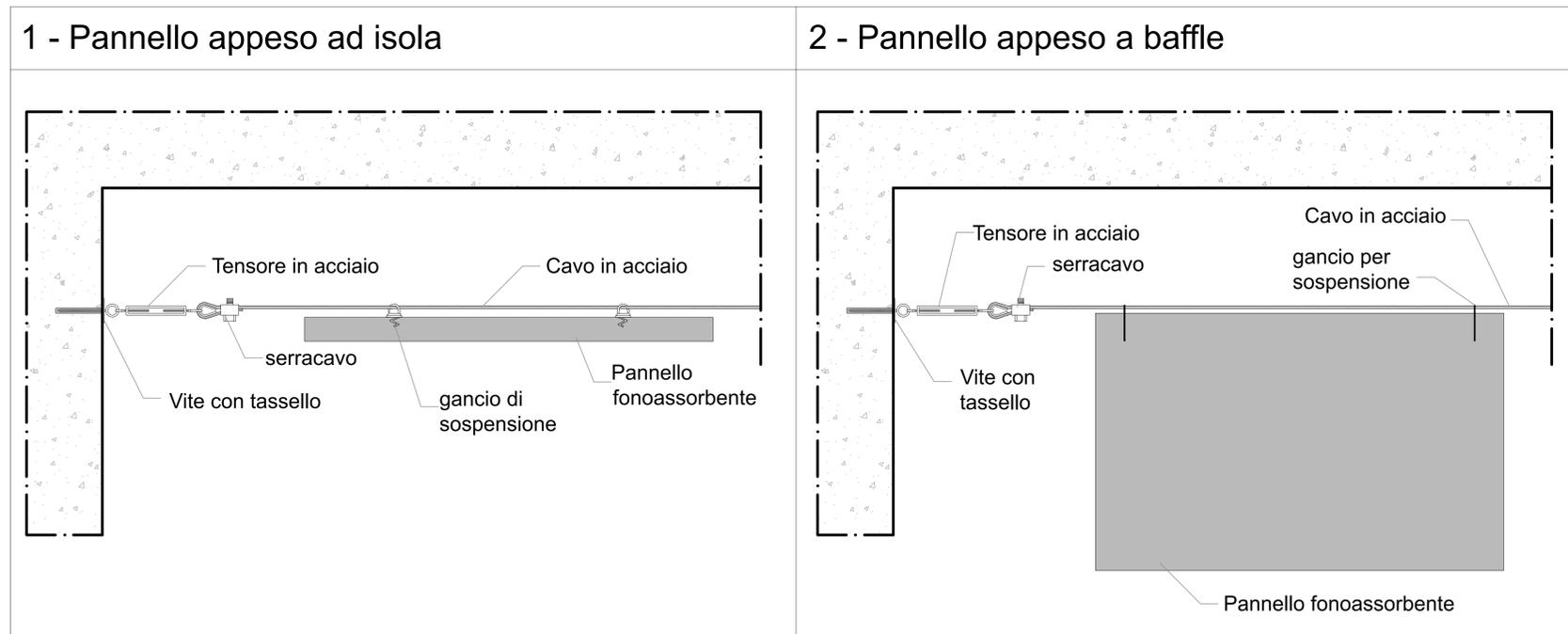


fregio



# Ingegnerizzazione del progetto

Lo sviluppo del kit per la correzione acustica necessita anche dell'ingegnerizzazione del progetto in modo tale da comprendere quali sono le possibilità di ancoraggio e i vincoli da rispettare per mettere a punto una correzione acustica adeguata



# I pannelli di vetro musicali del convento di La Tourette

«Osservate il gioco delle ombre, entrate nel gioco... Ombre esatte, nitide o sfumate, definite dal rigore e dalle regole del tracciato, ma anche arabesco e ritaglio così ammaliante! Contrappunto e fuga. Musica, grande musica...»



Grazie