# CONSIDERACIONES ACÚSTICAS Y DE SISTEMAS PARA ENTORNOS DE ESCUCHA CRÍTICOS

Presentado por

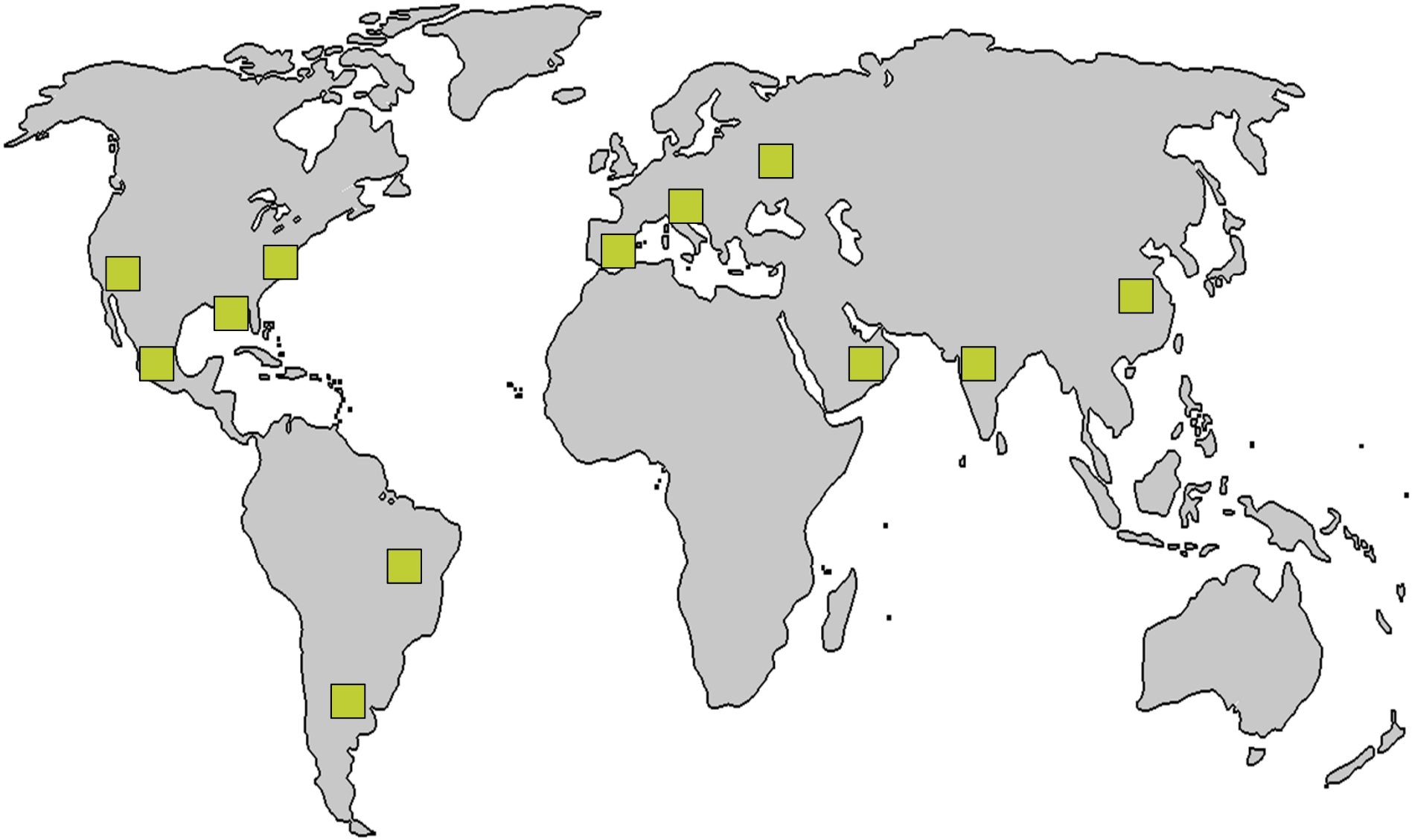
**Zigor Iturbe, Arquitecto y doctorando EHU-UPV**

**Marc Viadiu, Project Engineer – marc.viadiu@wsdg.com**

Walters-Storyk Design Group

www.wsdg.com

# WSDG – Oficinas y representaciones



## ACUSTICA ARQUITECTONICA - AUDIO VISUAL – INTEGRACION TECNOLOGICA

### Acústica Arquitectonica

- Diseño de estudios de grabación
- Consultoria y planificaciónde complejos multimedia
- Acondicionamiento acústico y tratamientos de superficie
- Aislamiento acústico y de vibraciones
- Mediciones ácústicas y simulaciones

## ACUSTICA ARQUITECTONICA - AUDIO VISUAL – INTEGRACION TECNOLOGICA

### Audio Visual

- Sistemas electroacústicos
- Diseño e integración de sistemas
- Diseño de sistemas residenciales y home cinemas

## ACUSTICA ARQUITECTONICA - AUDIO VISUAL – INTEGRACION TECNOLOGICA

### Integración tecnologica

- Distribucuión de contenidos
- Sistemas de comunicacion e IT
- Sistemas de control
- Tecnologia teatral

- **Estudios de grabación – Suites de post producción**
- **Estudios de broadcast– Cine, Radio, TV, Webcast.**
- **Oficinas corportaivas, Hospitales, Museos, Casinos.**
- **Auditorios, Teatros, Cines, IMAX, Slas de presentaciones**
- **Pabellones deportivos, Estadios,  grandes espacios**
- **Restauración acusticas de espacios antiguos**
- **Home cinemas de alta gama**

**45 años de experiencia alrededor del mundo**

**Mas de 70 profesionales entre arquitectos, ingeneros acústicos, diseñadores, integradores de sistemas**

**Más de 3500 proyectos**

# Desafio

*Unir las disciplinas de*

**arquitectura - acústica – integración tecnologica**

Para crear espacios emocionantes que sean

*acústicamente precisos y silenciosos dentro de la comunidad.*

# ESTADIO
# 80000 LOCALIDADES

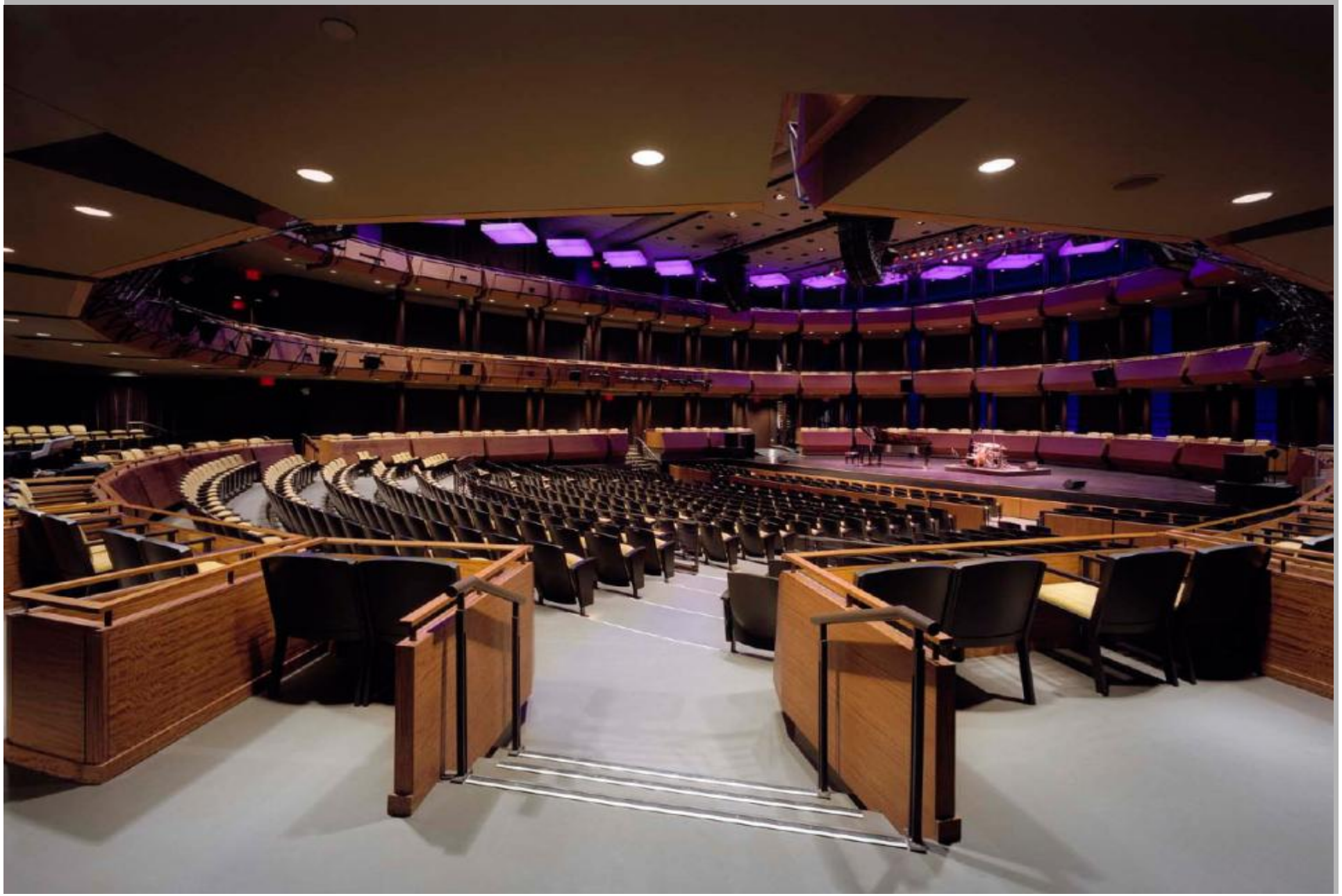
FIFA WORLD CUP
Brasil

**ESTADIOS**
**20000 LOCALIDADES**

# PABELLÓN
# 15000 LOCALIDADES

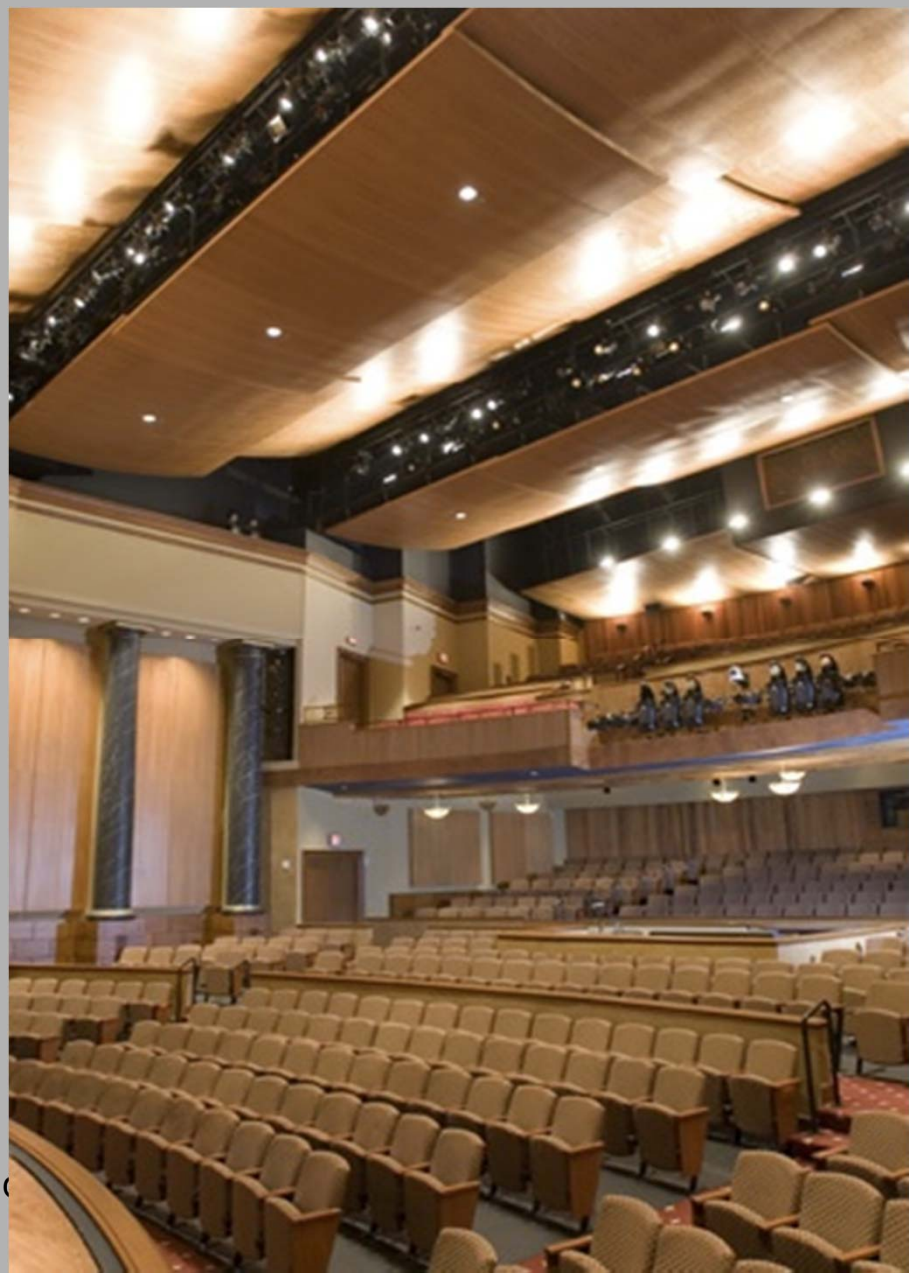
# PABELLON
# 5000 LOCALIDADES

# AUDITORIO - TEATRO
# 3000 LOCALIDADES



# AUDITORIO - TEATRO
# 3000 LOCALIDADES

# AUDITORIO
# 1500 LOCALIDADES



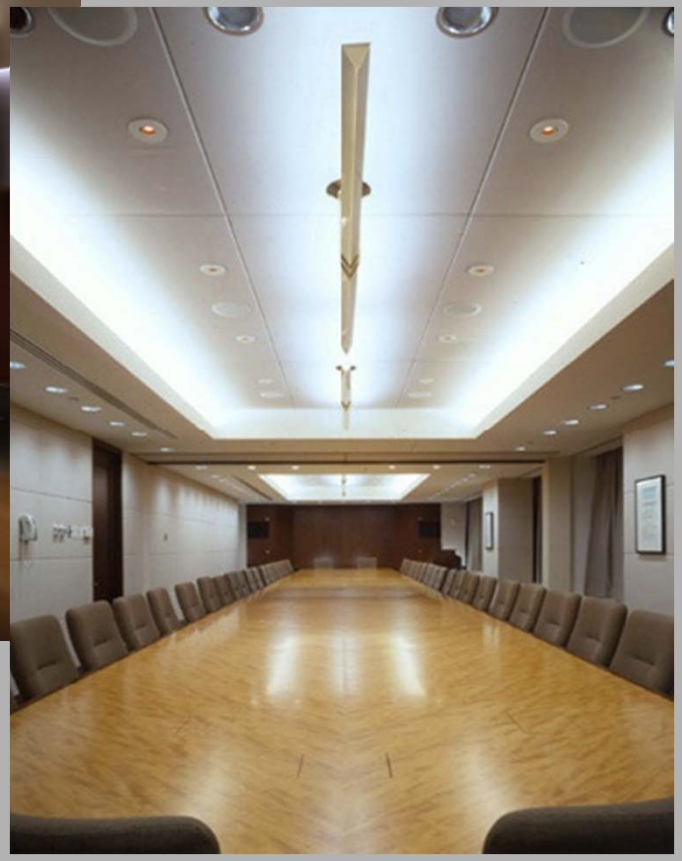
# TEATRO
# 600 LOCALIDADES

# AUDITORIO CORPORATIVO
# 600 LOCALIDADES

# AUDITORIUM – THEATER
## 400 Seats

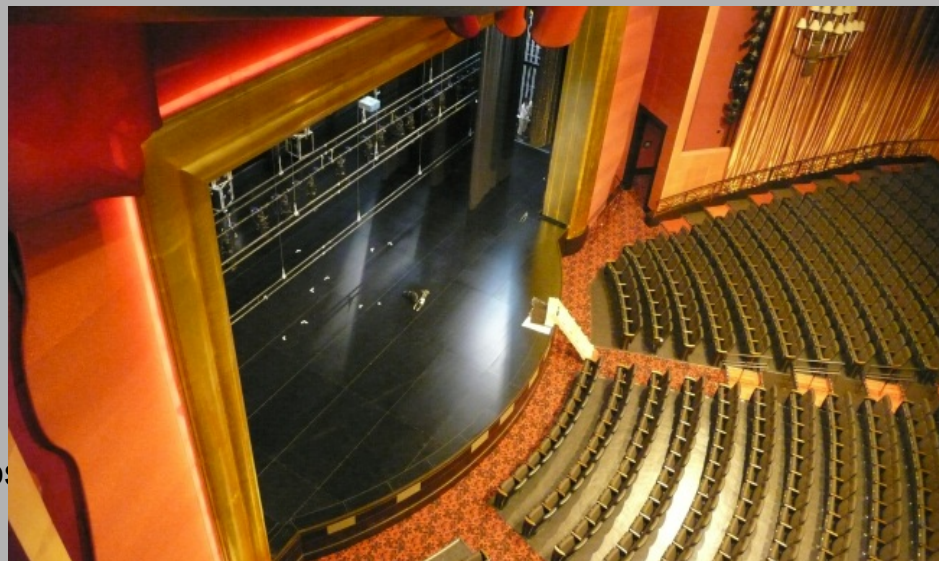
**SALA DE PRESENTACIONES**
**150 ASIENTOS**

# SALA DE PRESENTACIONES – SALA DE CONFERENCIAS
## 30 Asientos



# DISCOTECAS

# SALAS MULTIPLES USOS

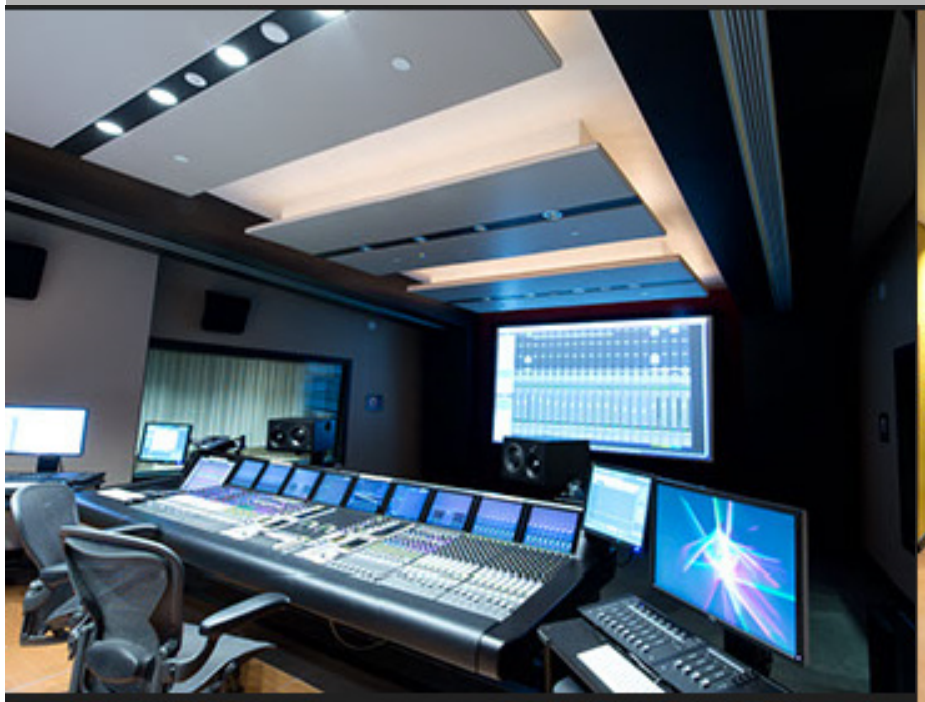


# SALAS MULTIPLES USOS

# ESPACIOS DEPORTIVOS VARIOS

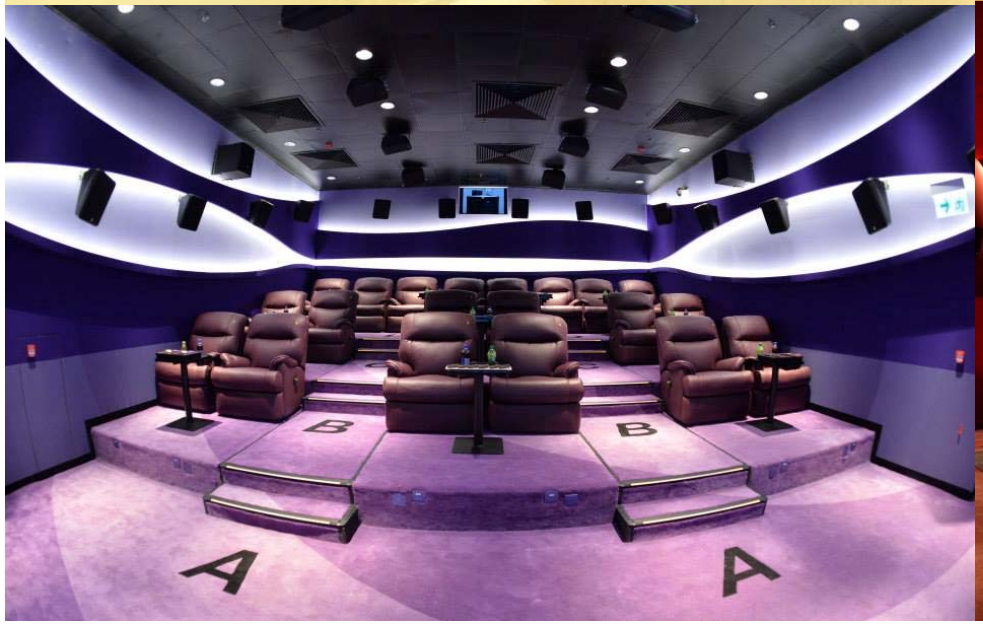
# ESTUDIOS DE GRABACIÓN

# ESTUDIOS DE GRABACÍÓN

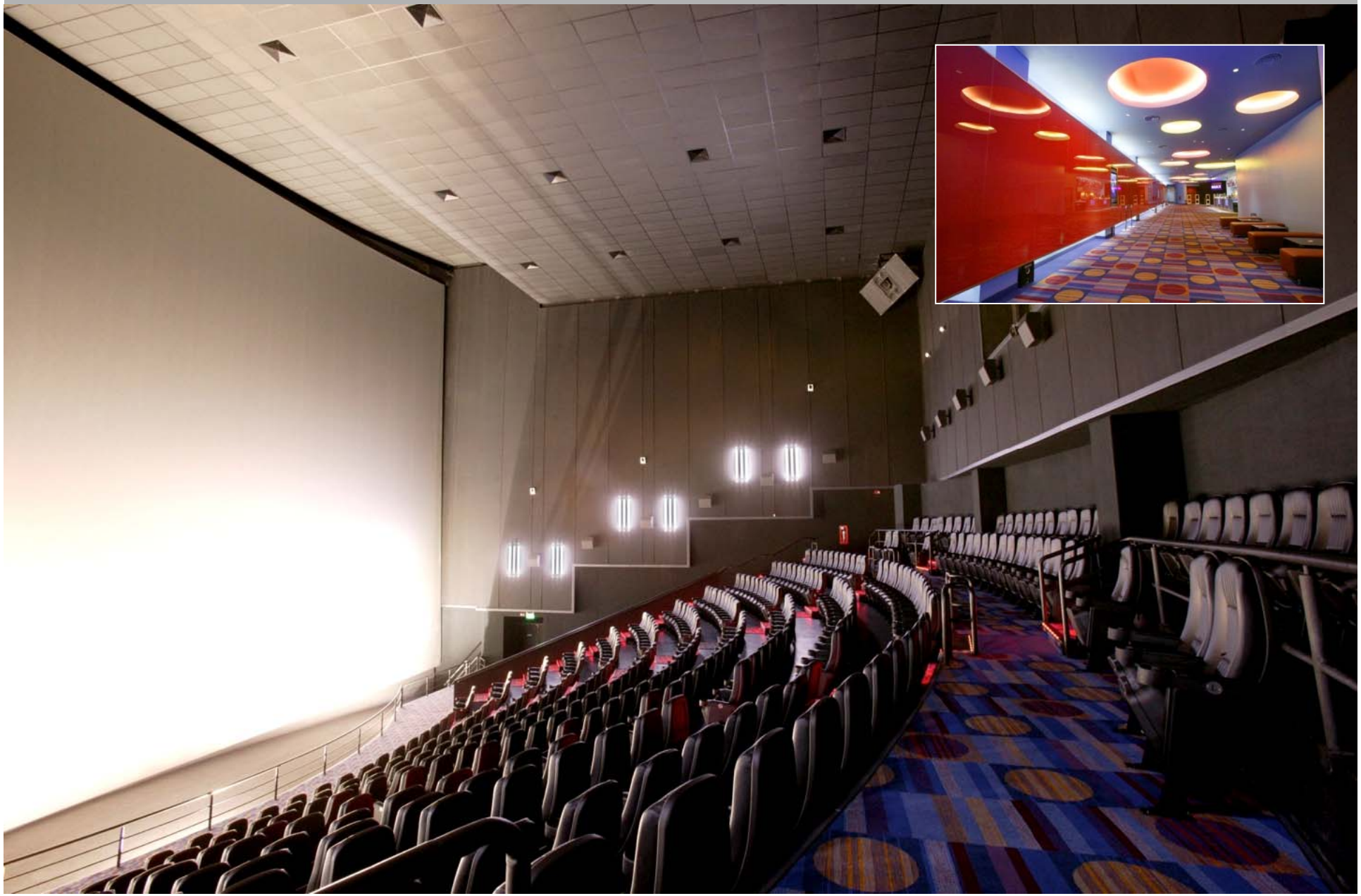


# ESTUDIOS DE GRABACIÓN

# MULTIPLEX
# COMPLEJOS DE CINE



# CINE IMAX



# HOTELES

e espa

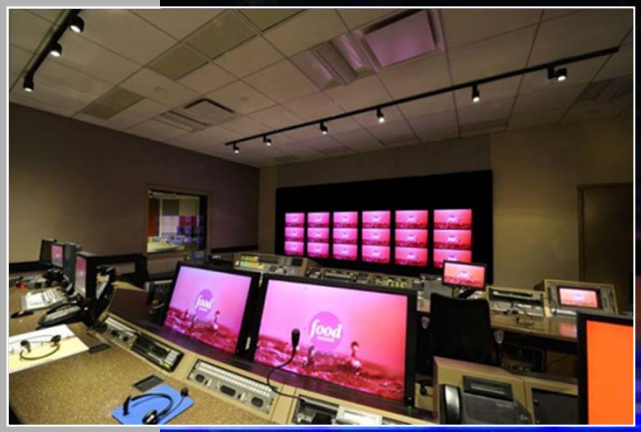
# RESTAURANTES

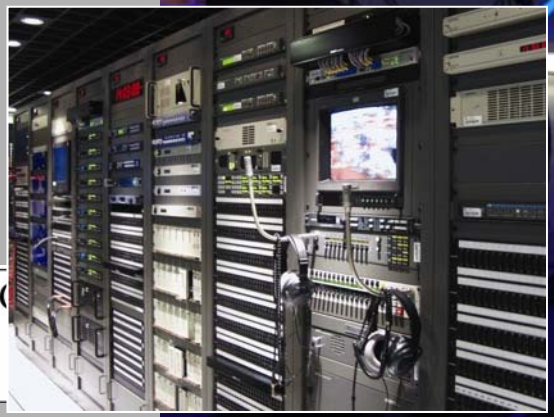
# CENTROS COMERCIALES

# FACADE LIGHTING

# TRANSPORTATION HUBS

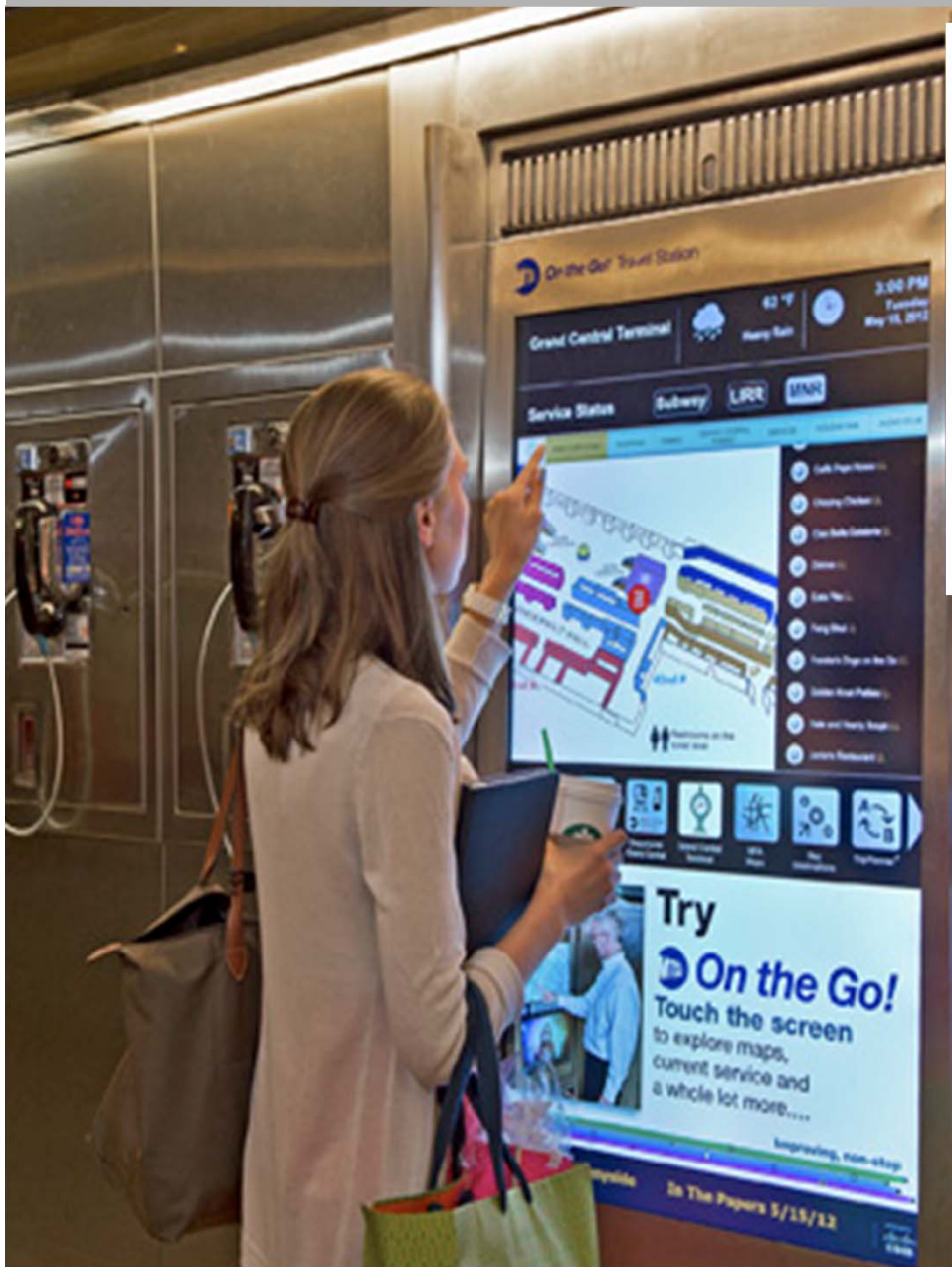
# BROADCAST – ESTACIONES DE TV





# BROADCAST – ESTUDIOS DE TV MOVIL

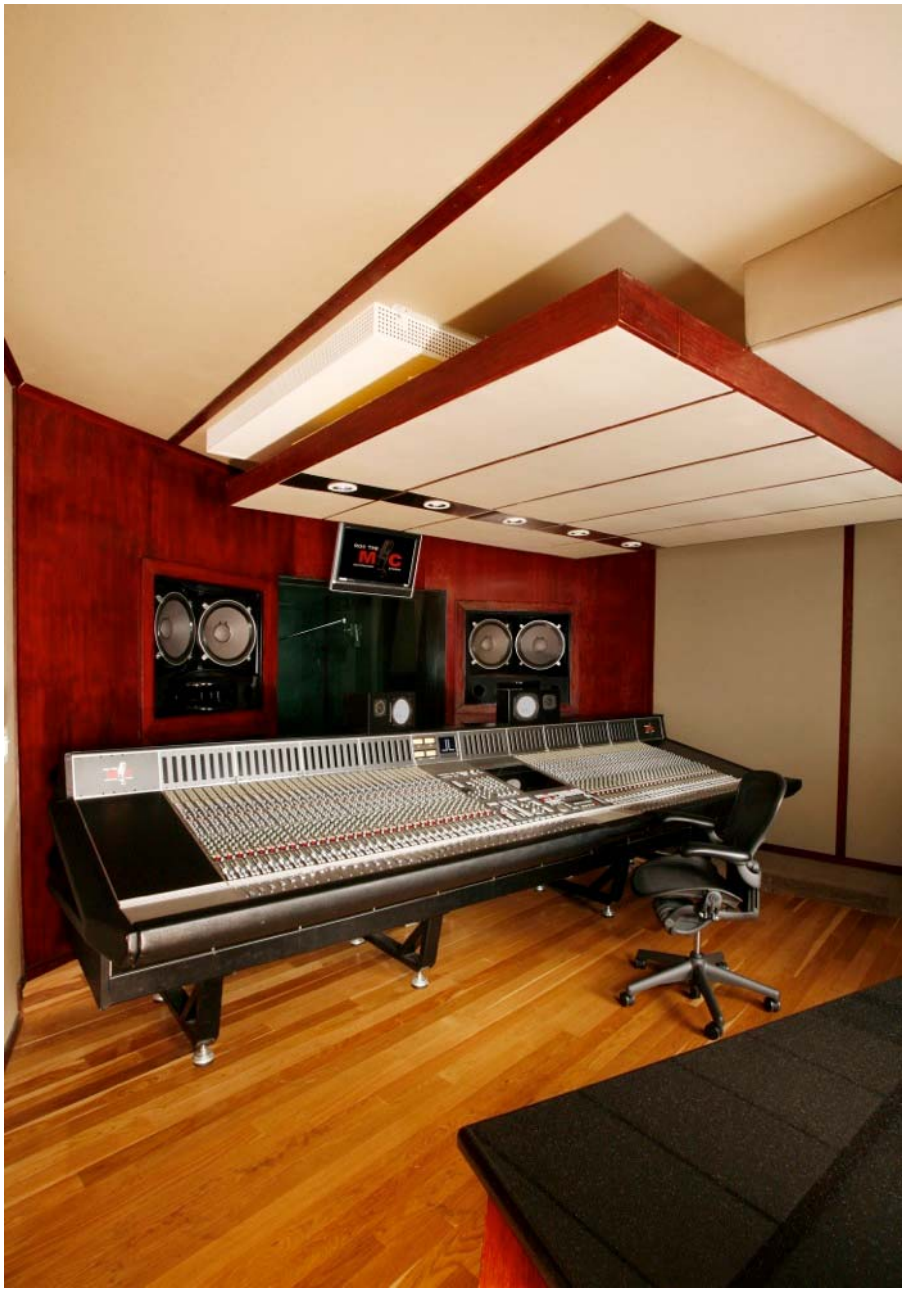
# DISTRIBUTED AUDIO AND VIDEO
# DIGITAL SIGNAGE



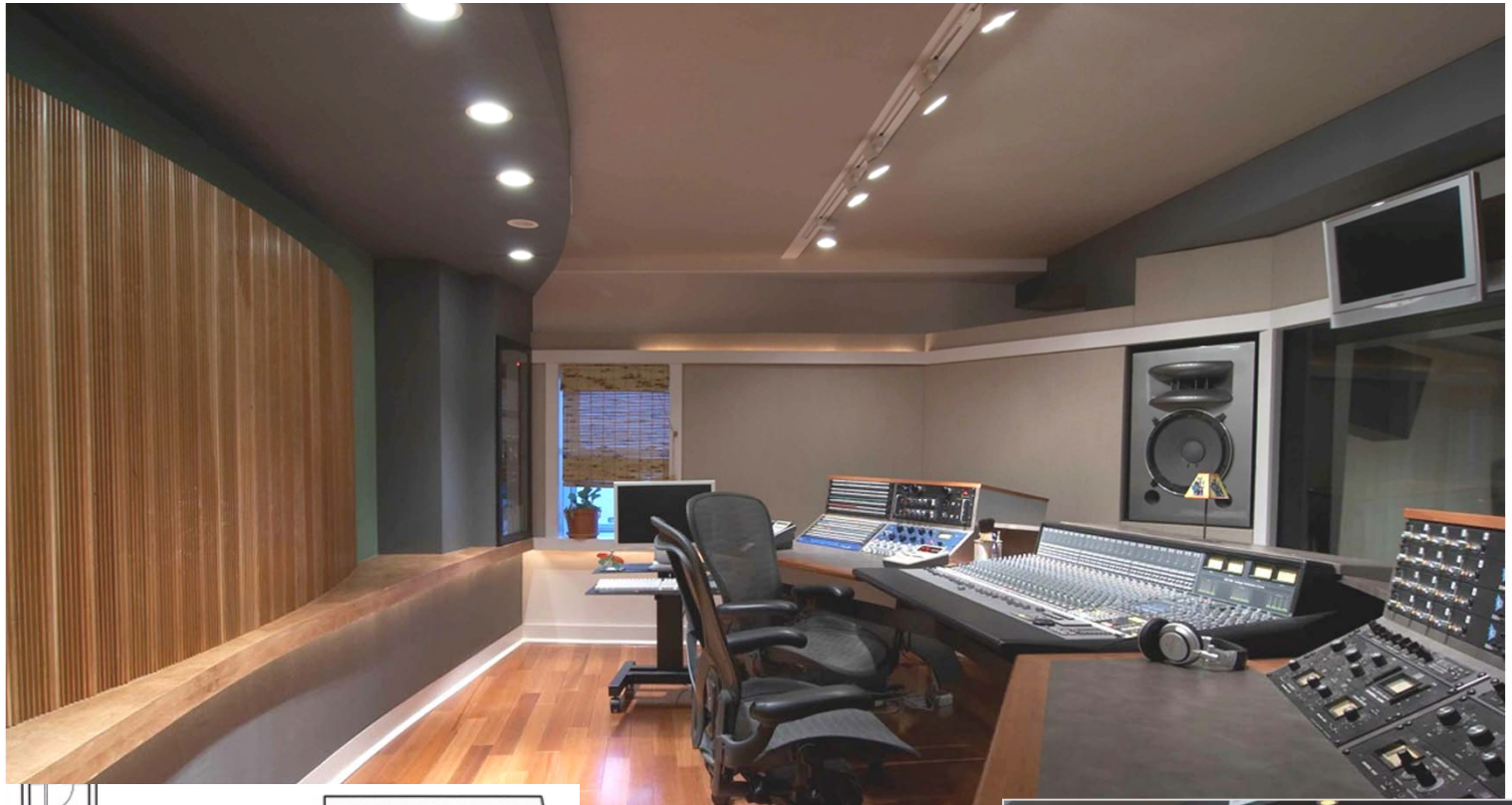
# MASTER CONTROL ROOM

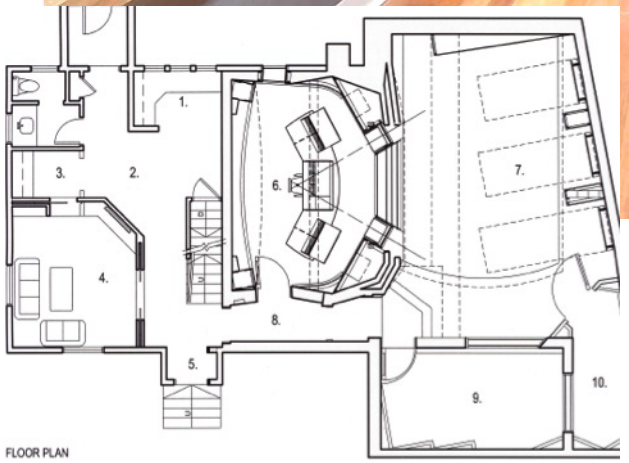
# SALAS MULTIMEDIA RESIDENCIALES

# CINES EN CASA



COAVN BIZKAIA






FLOOR PLAN

COAVN
BIZKAIA

Consideraciones Acústicas – Diseño de espacios de escucha criticos - WSDG

# Fundamentos acústicos

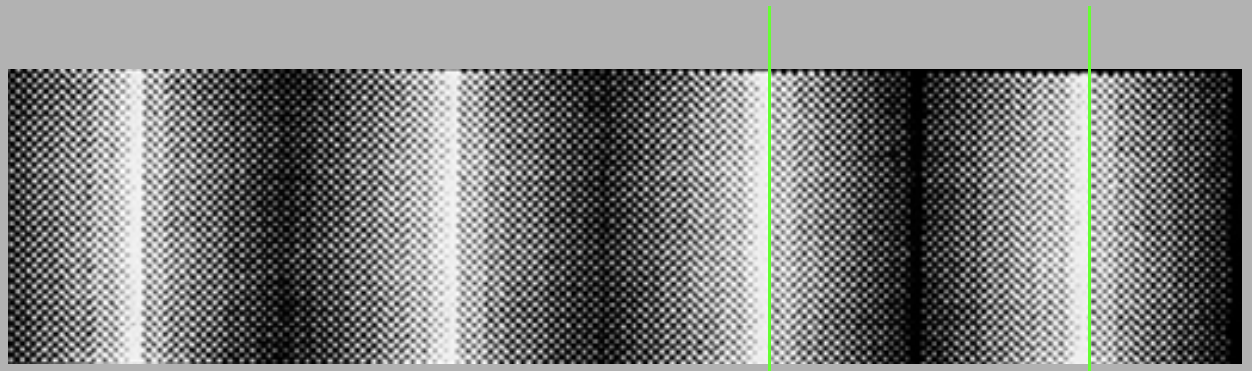
Acústica es el estudio del sonido.

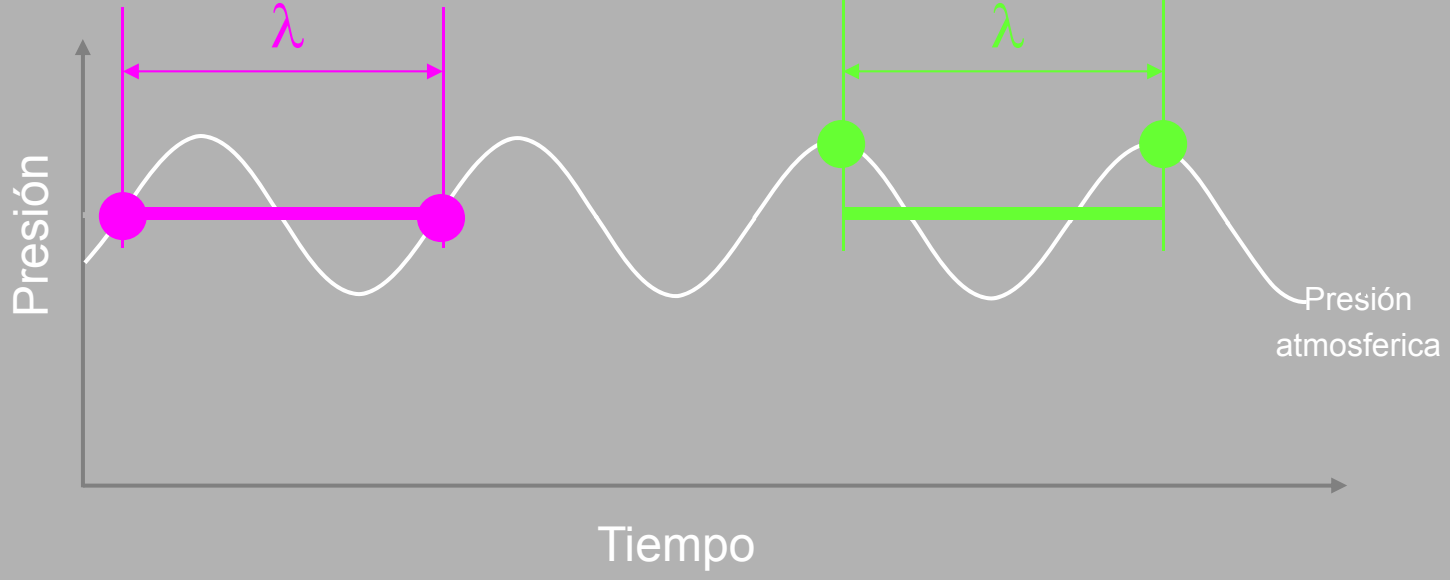
Sonido es el cambio de presión
en un medio ( aire )
en el tiempo.

Todos los parámetros acústicos
son en principio

FRECUENCIALMENTE
DEPENDIENTES

# Longitud de onda





# Longitud de onda & frecuencia

$$c = \lambda f$$

c, es la velocidad del sonido y es constante.

Imperial Units: $c \approx 1130\, ft/s = 1.13\, ft/ms \approx 1\, ft/ms$

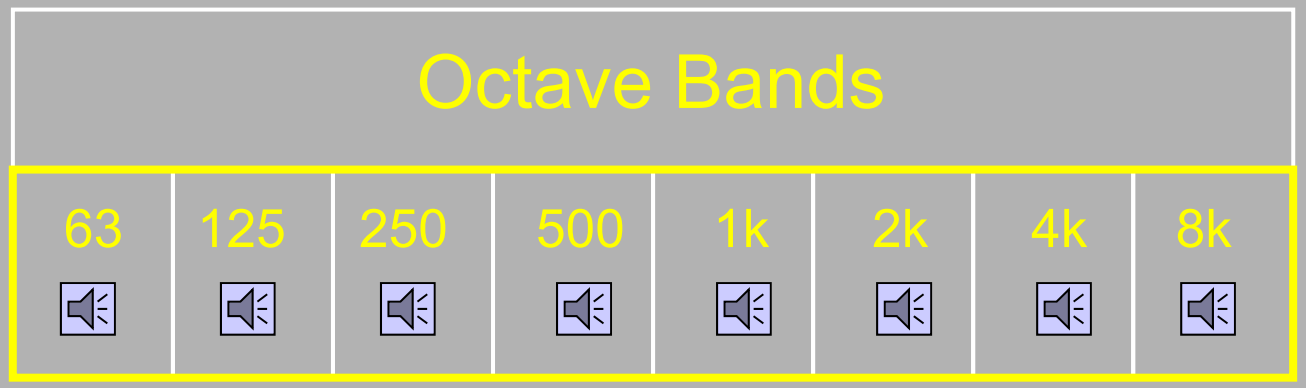
SI Units: $c \approx 344\ m/s = 34.4\ cm/ms \approx 30\ cm/ms$

Por lo tanto, si $\lambda$ es más pequeña, *f* tiene que ser mayor.
Si $\lambda$ se hace mas grande, *f* debe ser m´s pequeña.

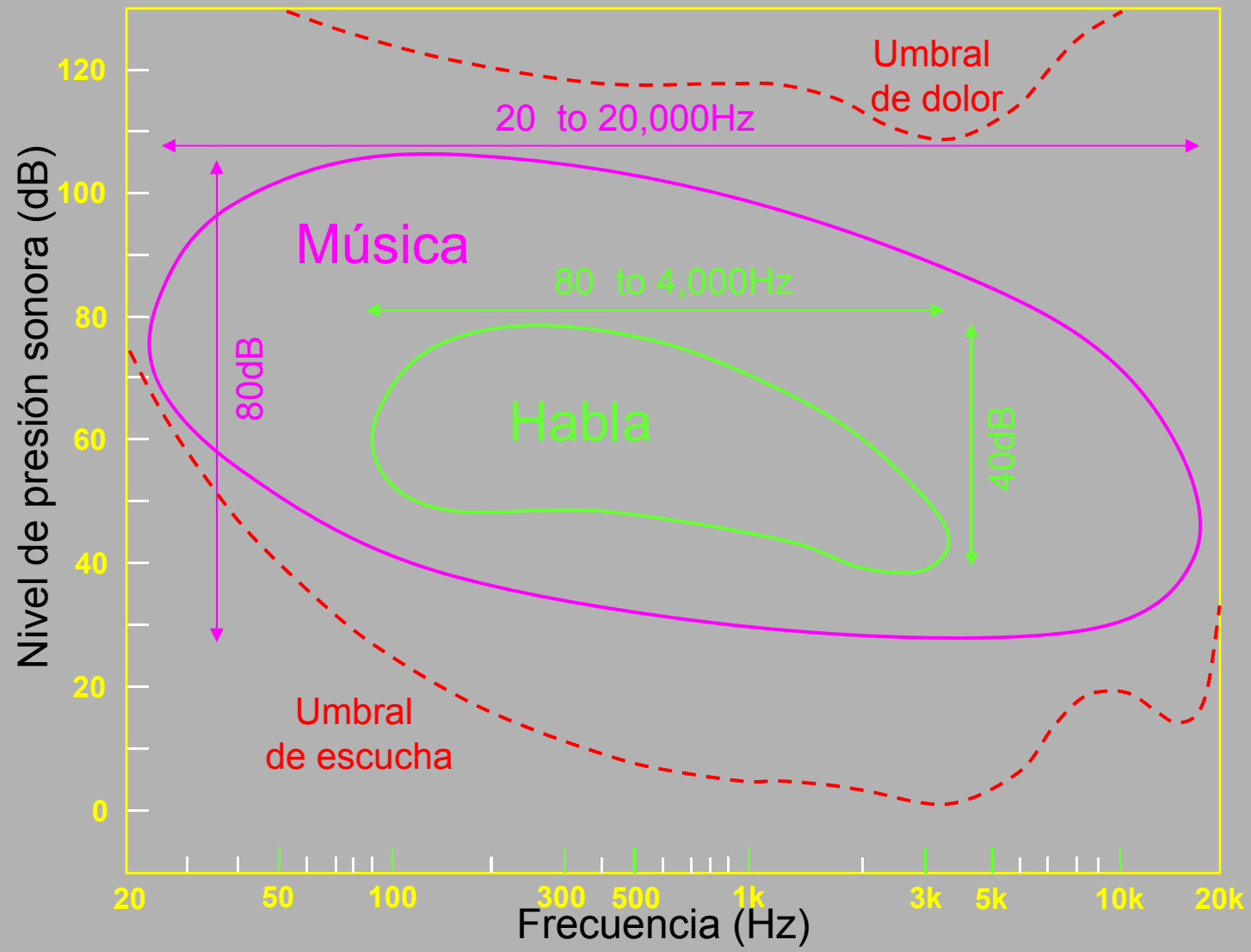
Bajas frecuencias tienen longitudes de onda grandes.
Altas frecuencias tienen pequeñas longitudes de onda.

# Rango de frecuencias en bandas

The most common frequency bands have their centers at octave or 1/3 octave intervals.

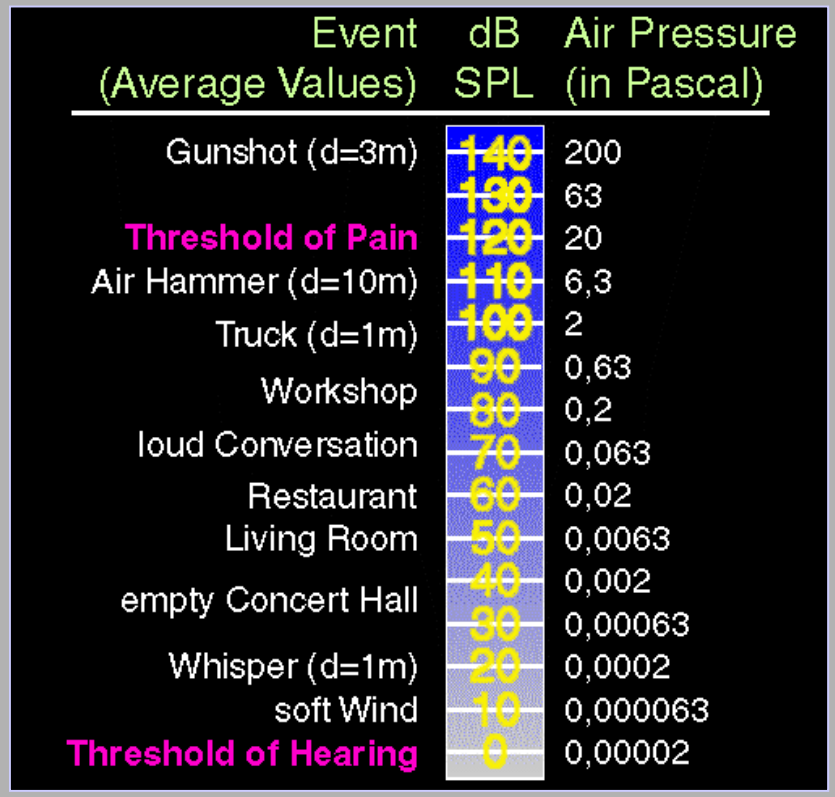


# Habla y Musica



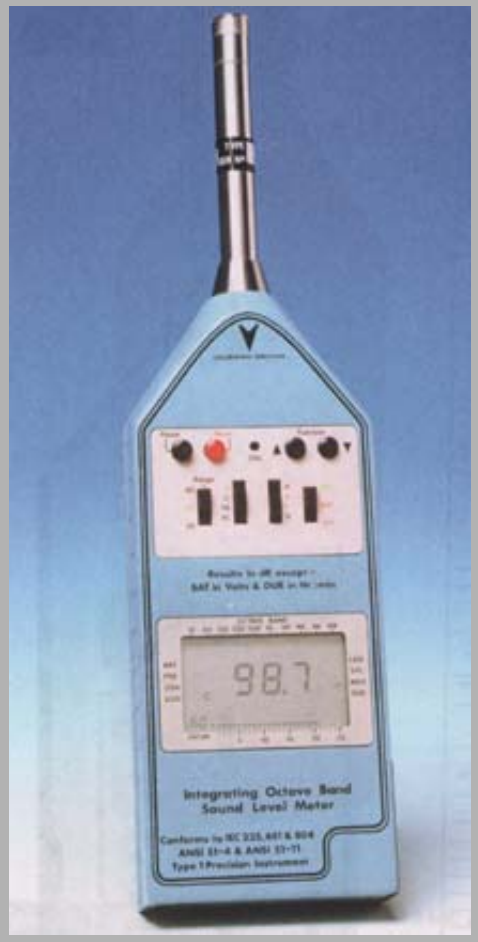
# Niveles acústicos del sonido
## Tabla dB SPL

La sensibilidad de nuestro oído para el volumen y la frecuencia es logarítmica – se mide en decibelios (dB)



# Medición de nivel de presión

*Handheld SPL Meter*
*by Radio Shack*
*under $100*




*Handheld SPL Meter*
*with octave band filters*
*approx. $4000*

*SPL Meter APP*
*on Smartphones*
*approx. $20*

# Aplicando la acústica al diseño

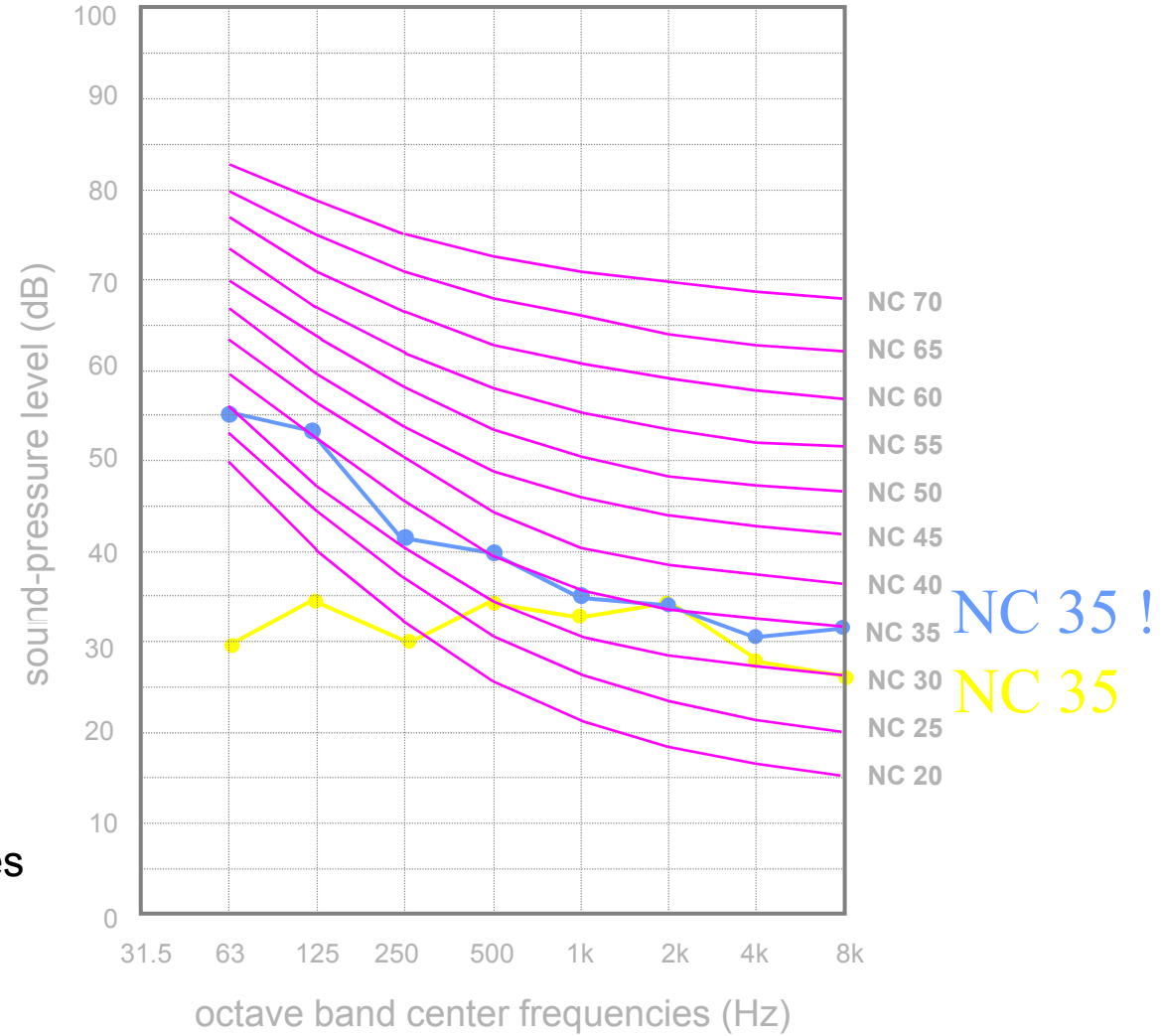
- Aislamiento acústico (NC, STC)
- Acondicionamiento acústico (rt60, a, NRC)

# Aislamiento acústico

# Curvas Noise Criteria (NC)

Uno de los parametros de un solo numero más usados para medir el silencio son las curvas de Noise Criteria (NC).

Las curvas NC son interesantes pero ser decebedoras en la precisión de los valores individuales de las diferentes Frecuencias.

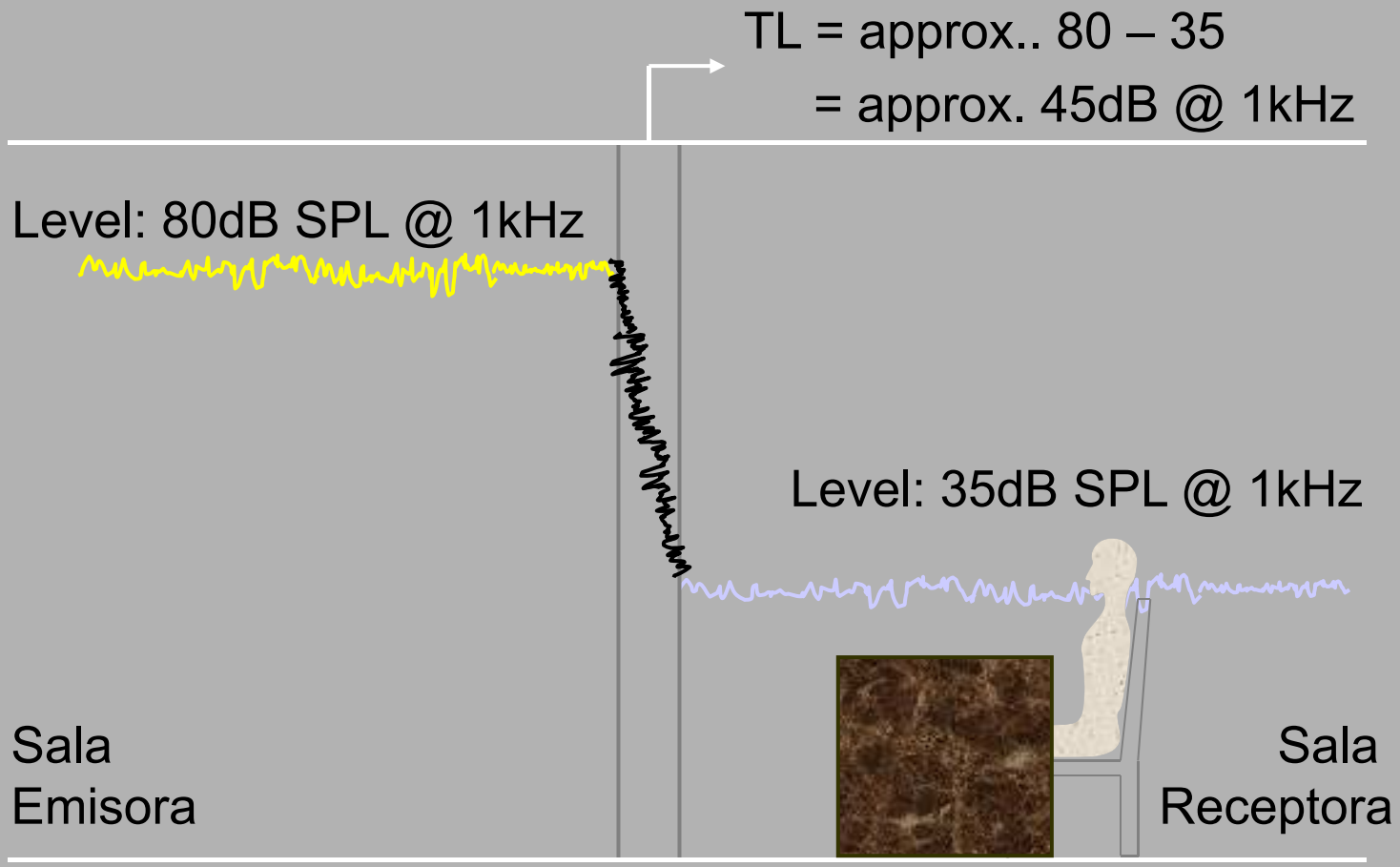


# Valores típicos de NC

| Acciones | Nivel NC |
|---|---|
| Dormitorio | 25-35 |
| Sala de estar | 35-45 |
| Oficina | 30-45 |
| Estudio de grabación | 15-20 |
| Restaurante | 35-50 |
| Cine en casa | 20-25 |
| Sala de conferencias | 25-30 |

# Transmission Loss (TL)

The most common way of determining airborne sound insulation is the two room method.



# Diseño caja dentro de caja

Dos palabras son clave en el diseño del aislamiento

Masa

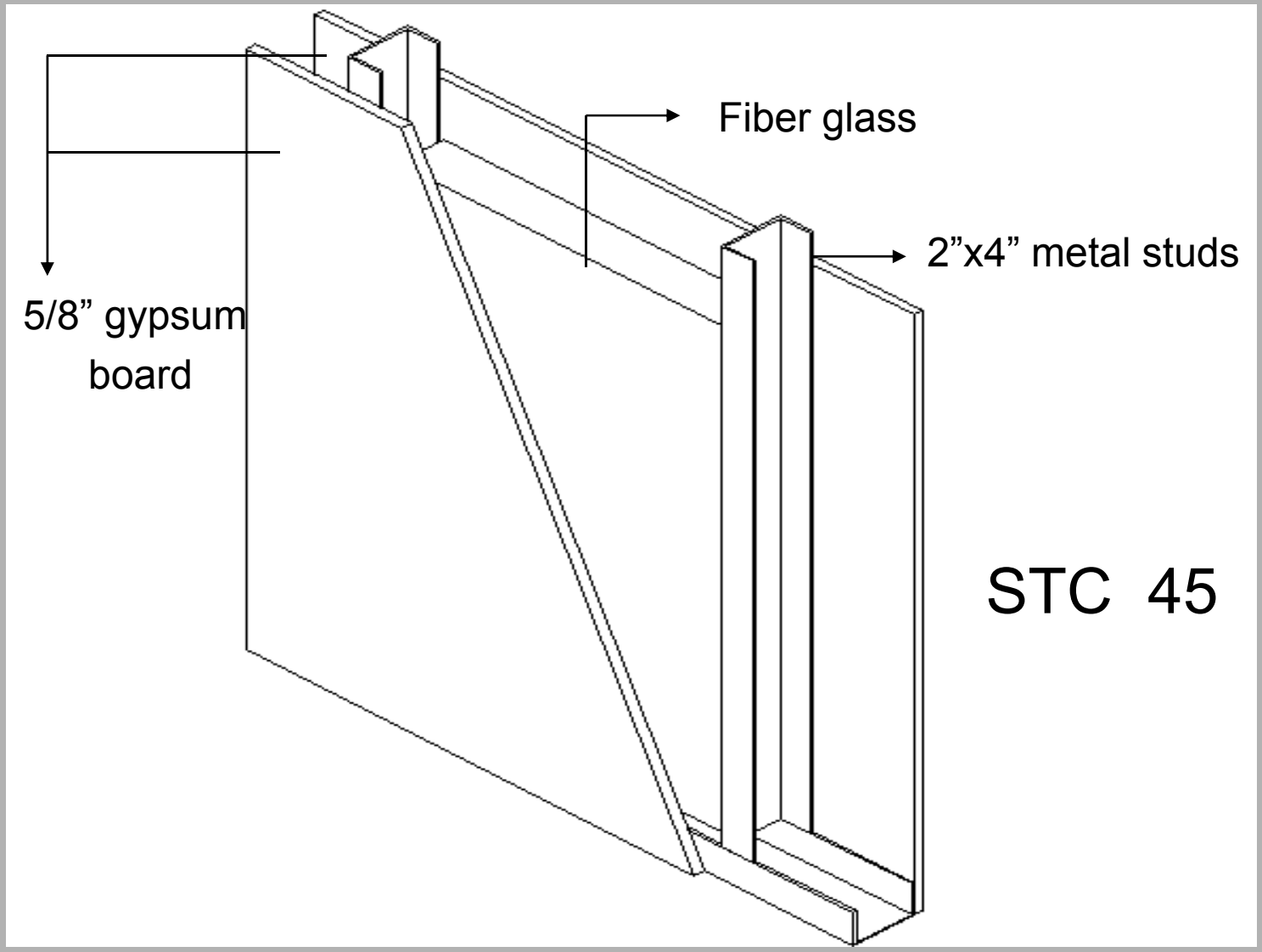
Desacople

Una inteligente combinación de ambas: masa fisica
y desacople mecánico resultará en un
buen aislamiento del sonido

UN aislamiento acústico de altos valores habitualmente será

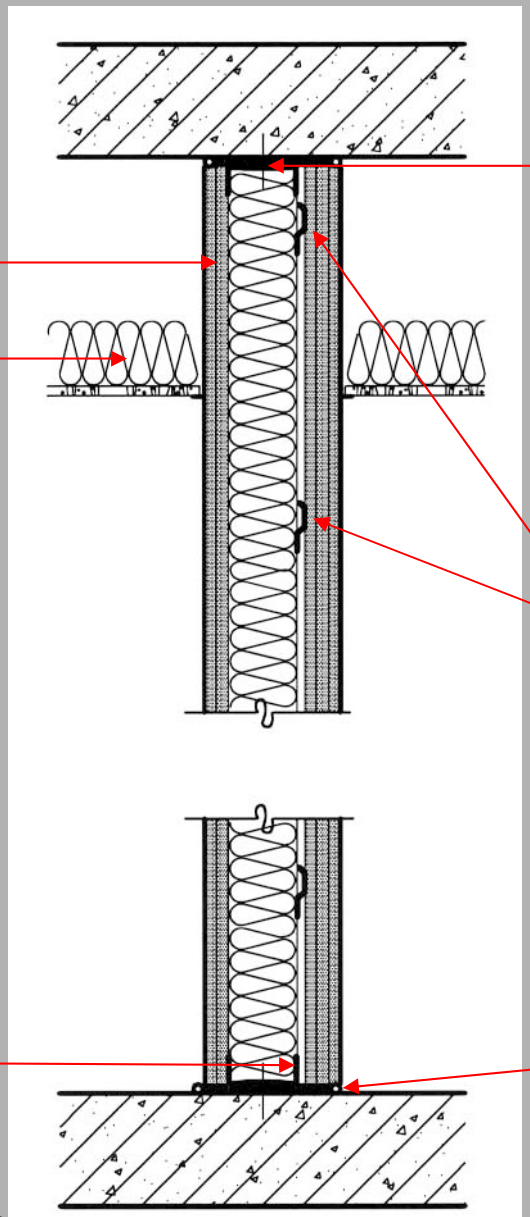
Construción de una habitación dntro de una habitación

# Sound Transmission Class



# Particiones

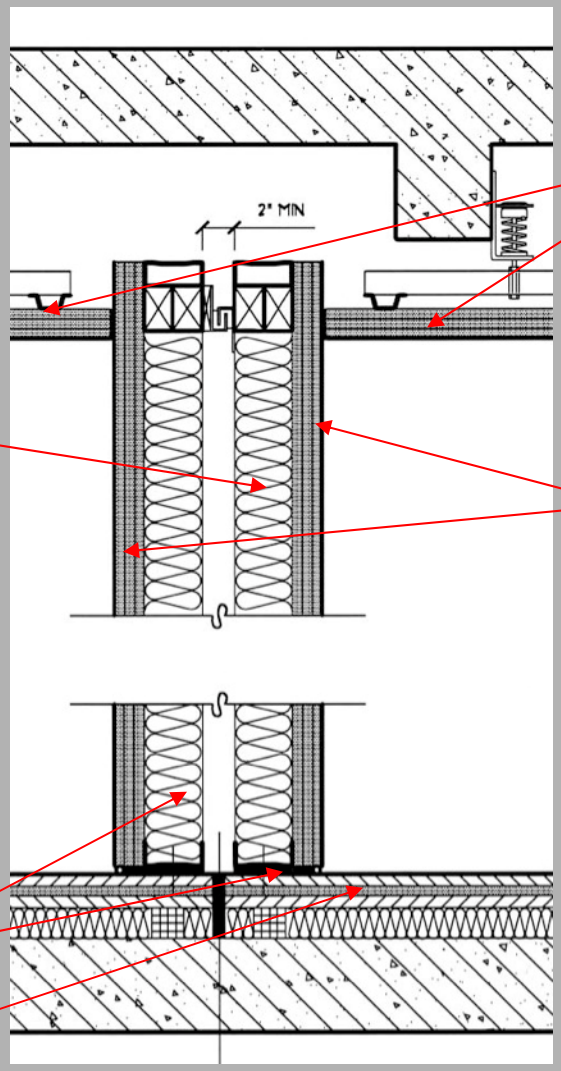
Sistema de perfiles metálicos




**STC 52**

# Particiones

## Sistema de perfiles metalicos




"de-coupled acoustic ceiling

Attenuation Blanket

multiple g.b. layers

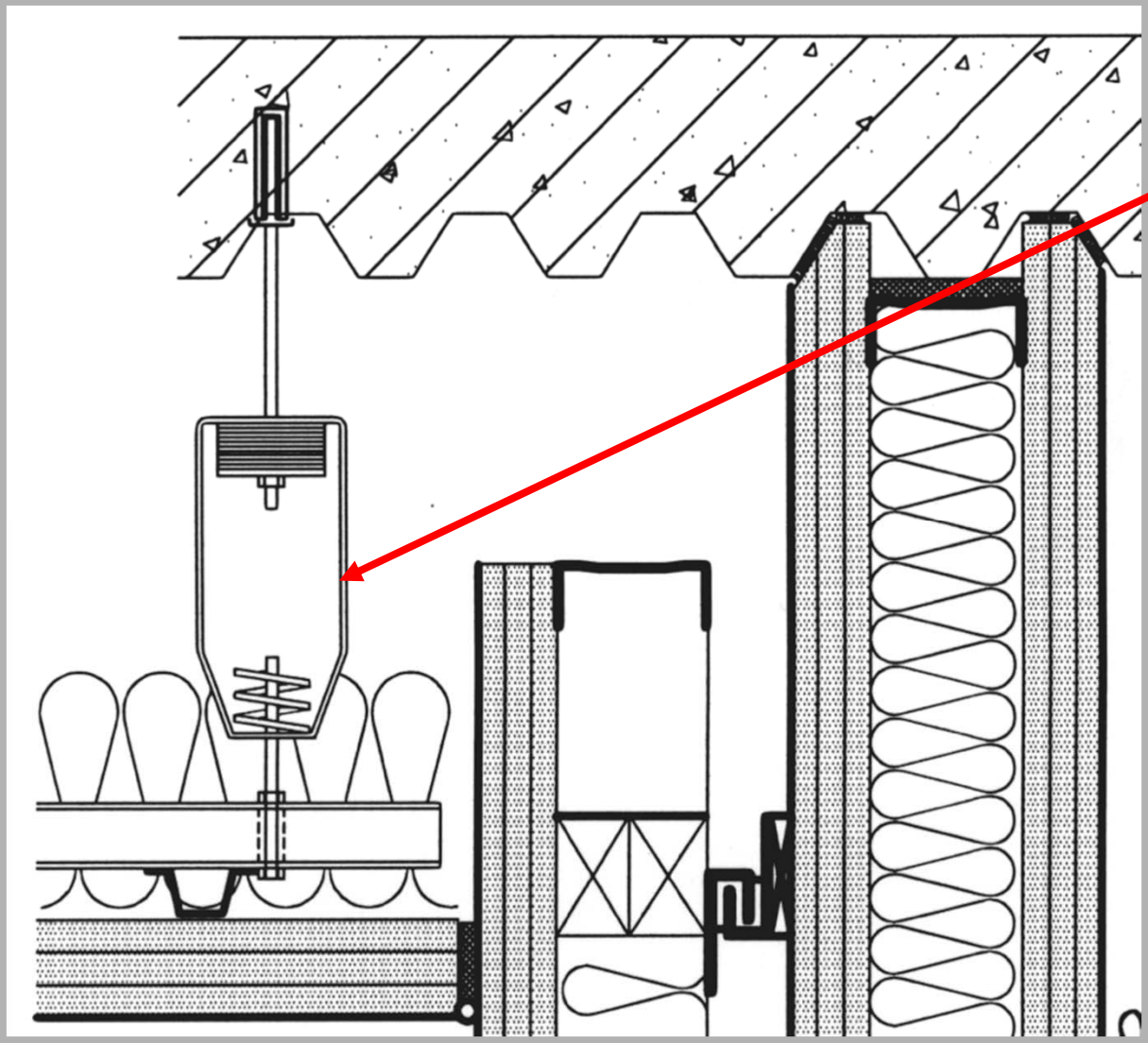
Metal Studs

"Floating Floor"

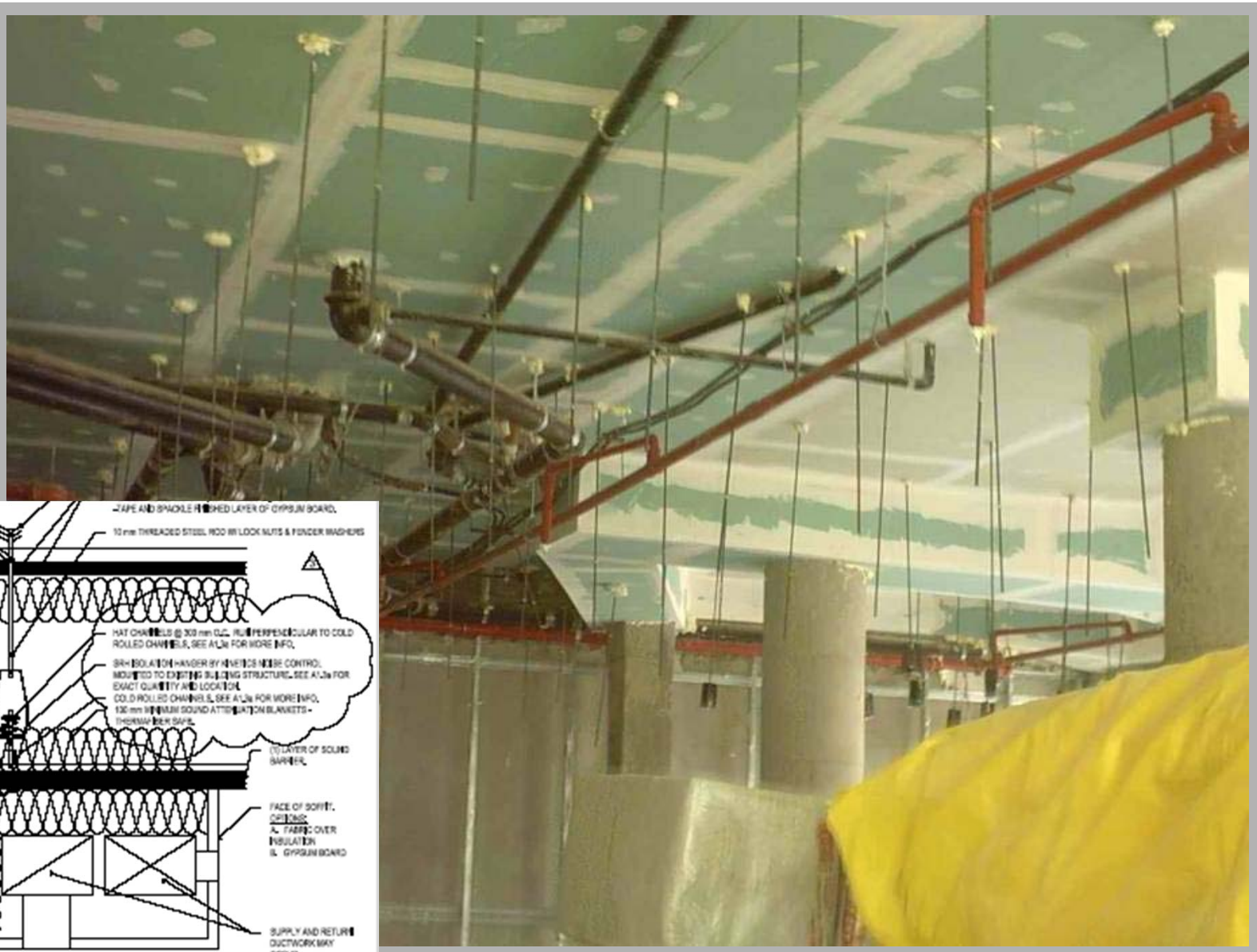
**STC 62**

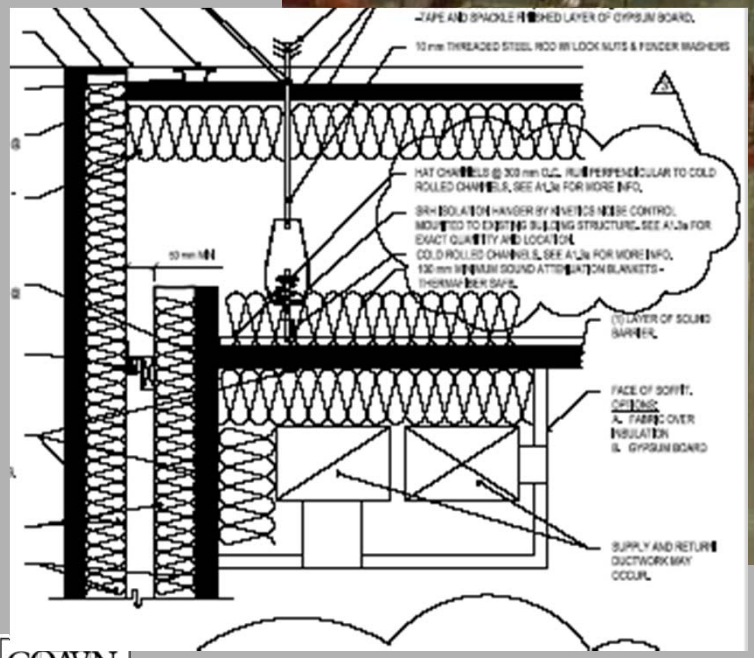
Shown here
with
De-Coupled Floor
and
Ceiling Systems

# Room-within-Room Design



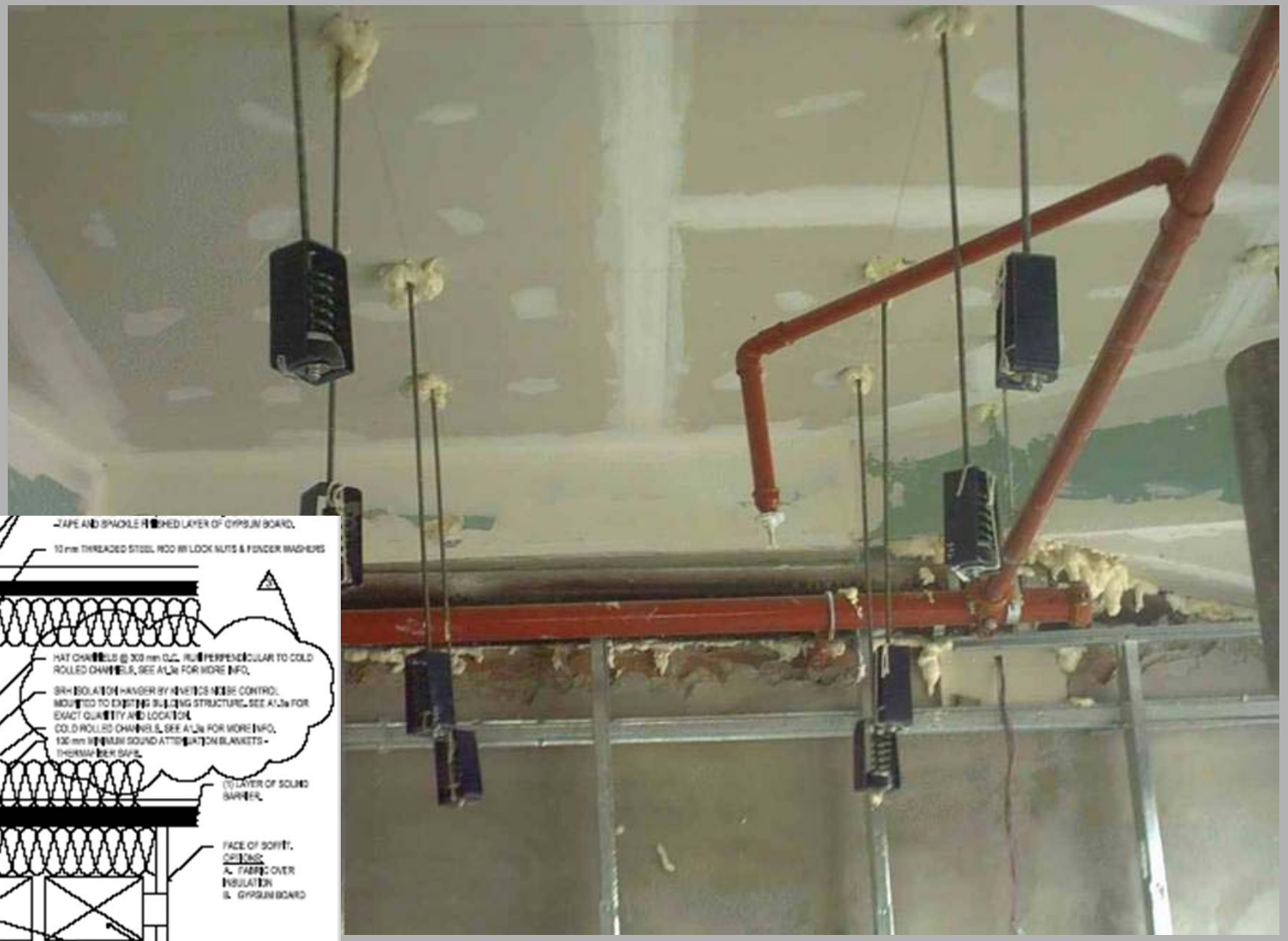

Detail of ceiling spring isolator system

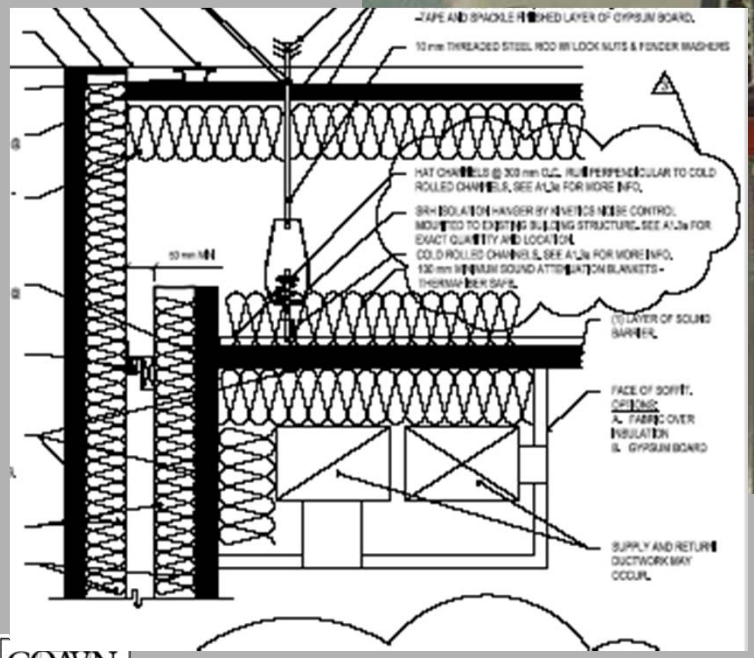





COAVN
BIZKAIA

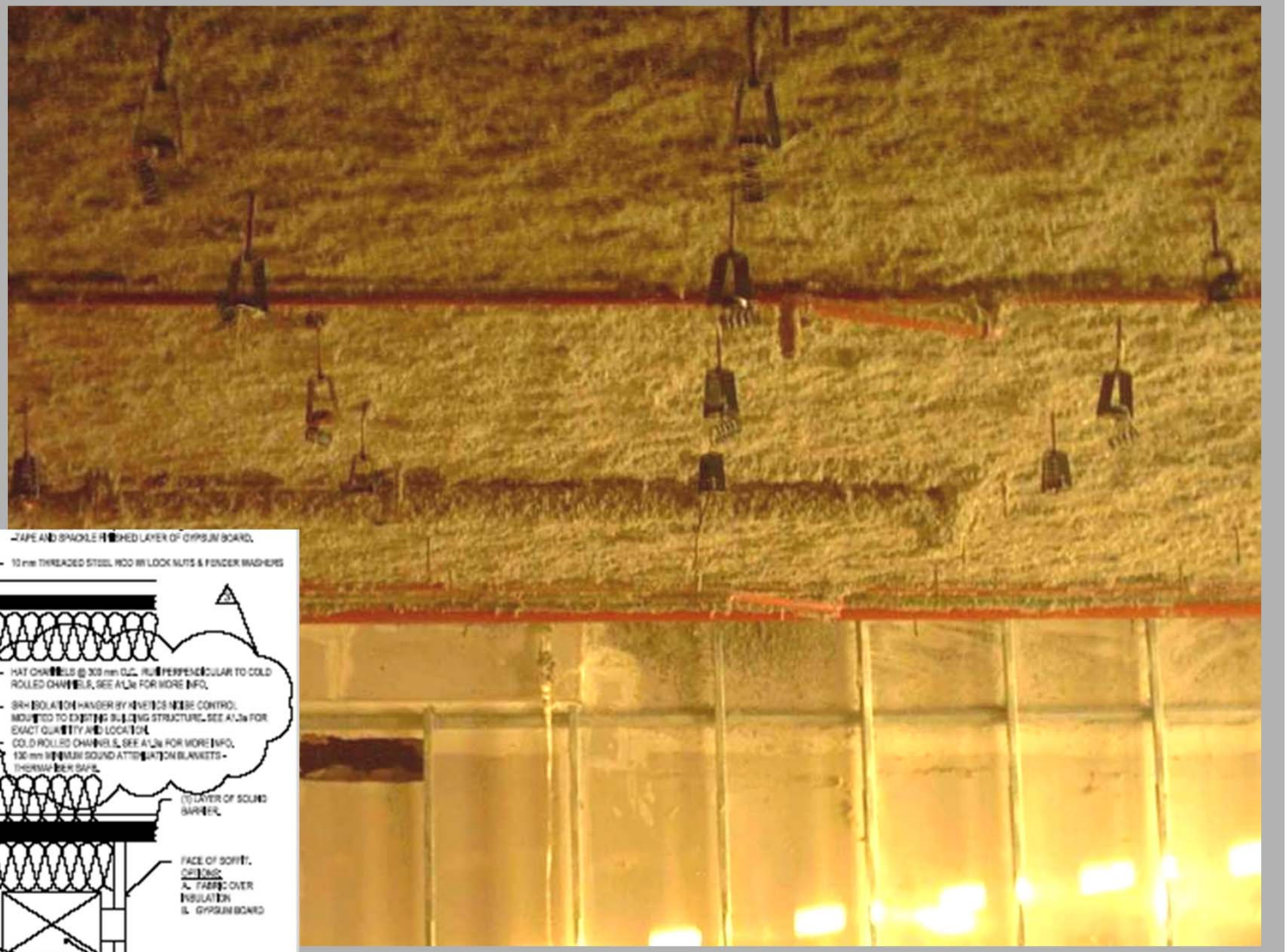
Consideraciones Acústicas – Diseño de espacios de escucha criticos - WSDG

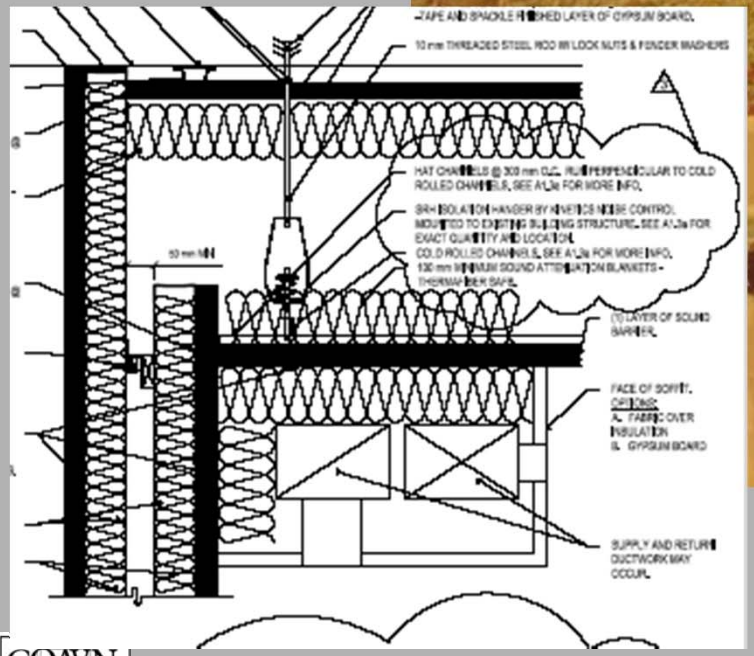





COAVN
BIZKAIA

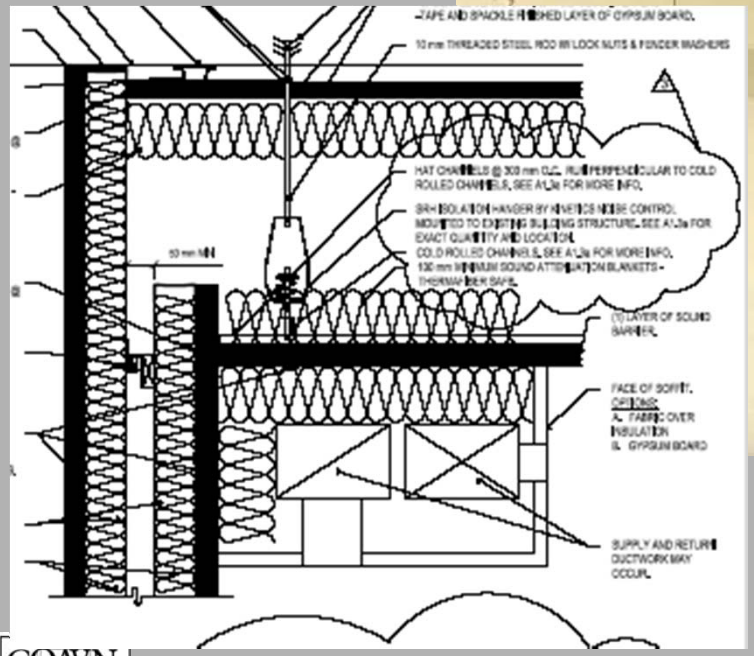
Consideraciones Acústicas – Diseño de espacios de escucha criticos - WSDG





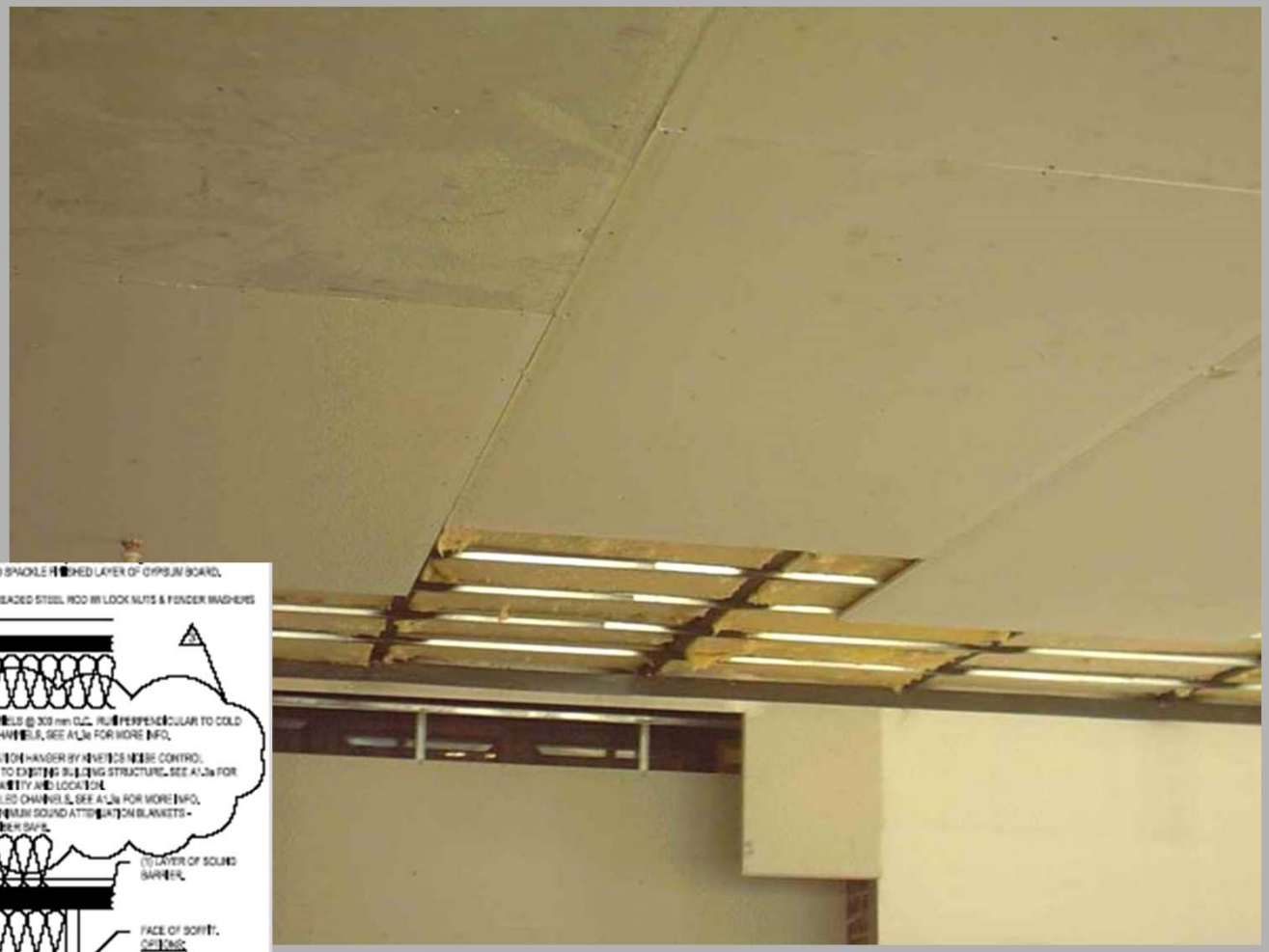

COAVN BIZKAIA

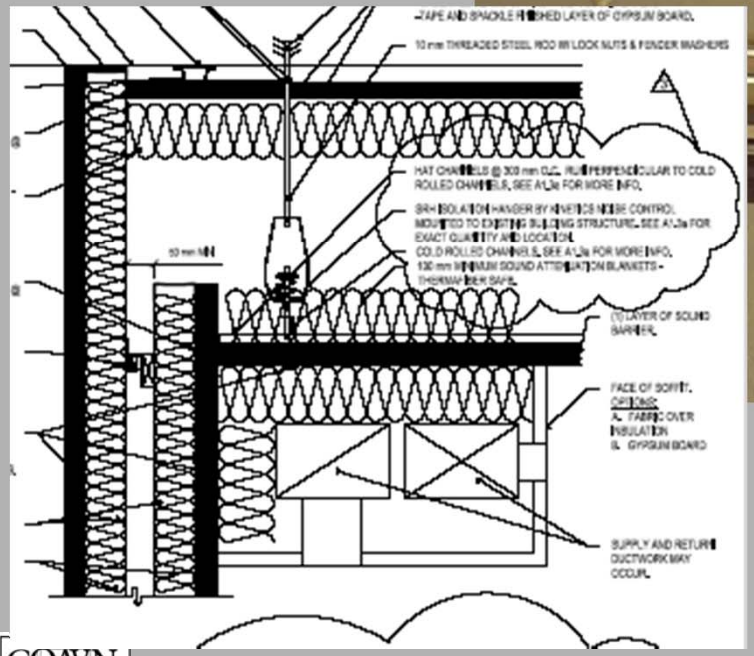
Consideraciones Acústicas – Diseño de espacios de escucha criticos - WSDG




COAVN BIZKAIA

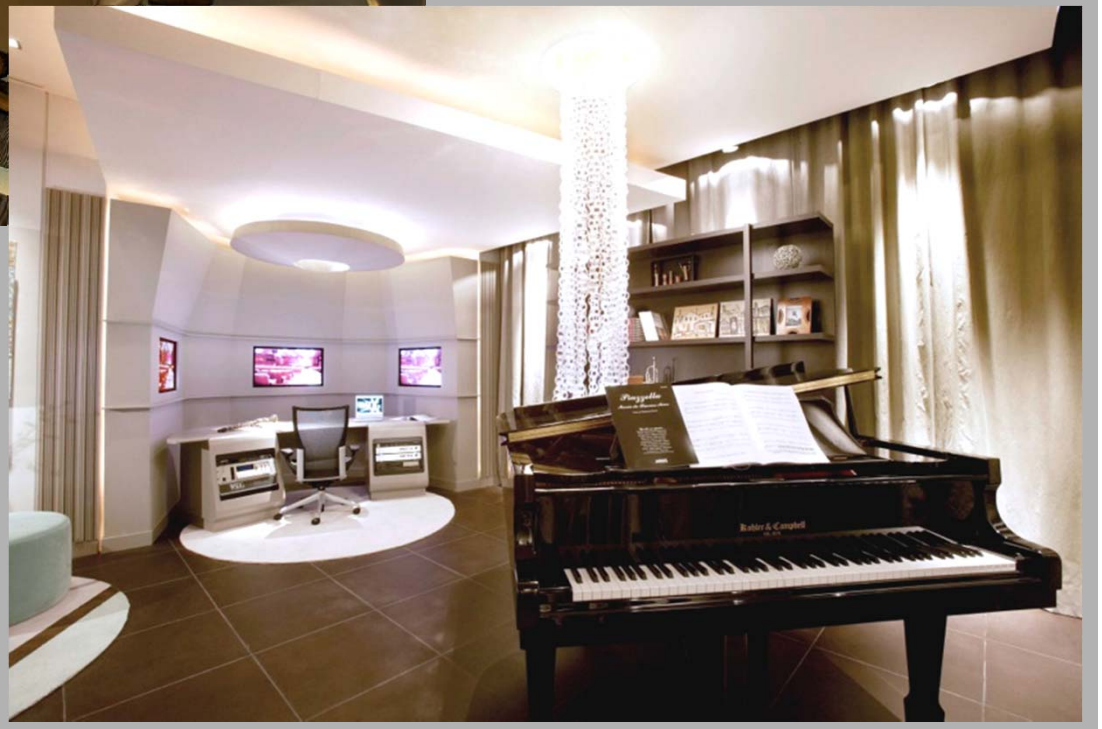
Consideraciones Acústicas – Diseño de espacios de escucha criticos - WSDG






COAVN
BIZKAIA

Consideraciones Acústicas – Diseño de espacios de escucha criticos - WSDG



COAVN
BIZKAIA

Consideraciones Acústicas – Diseño de espacios de escucha criticos - WSDG

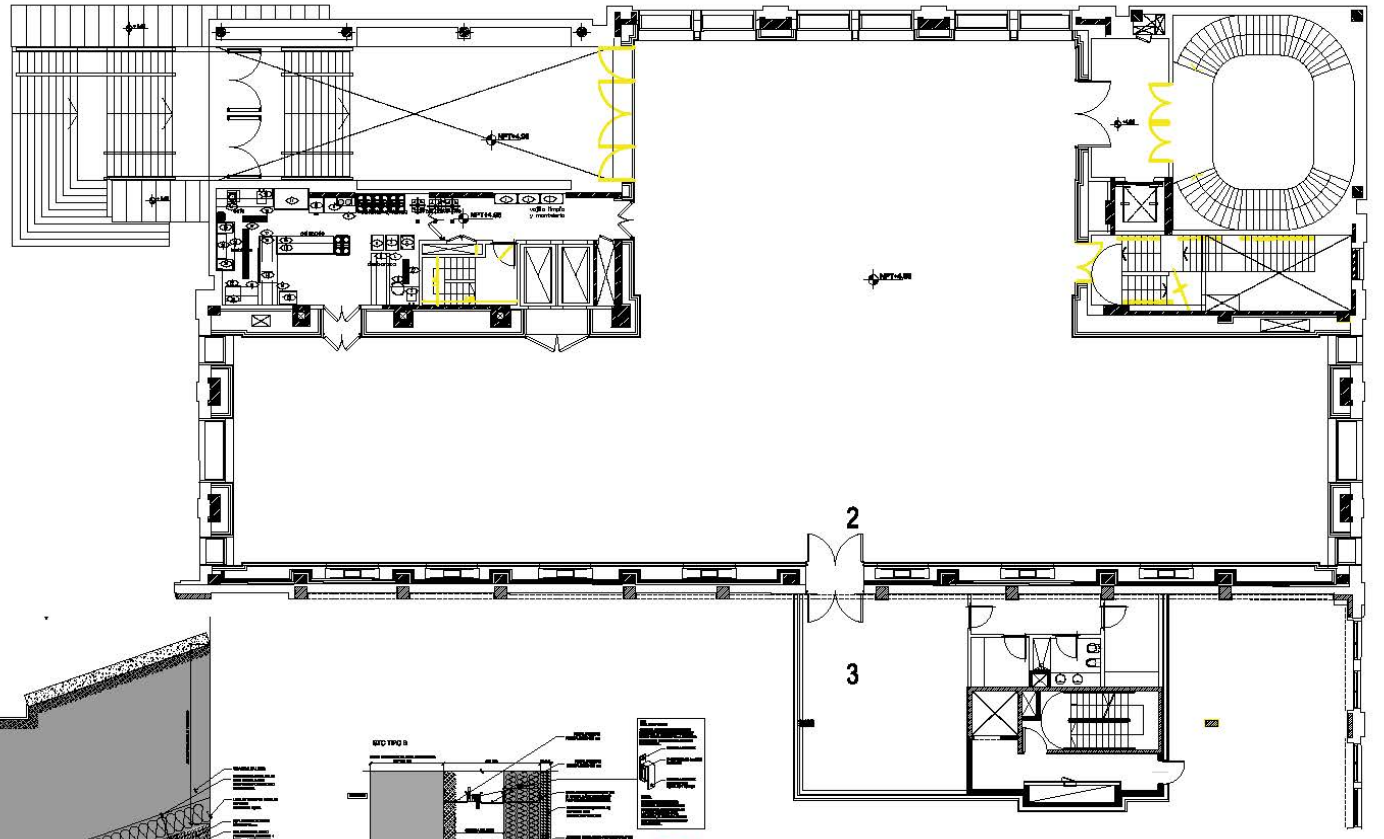
FAENA ART CENTER
ERNESTO
NETO
CURATOR
JESSICA MORGAN
ERNESTO
NETO
CURATOR
JESSICA MORGAN
1908.2011

COAVN BIZKAIA

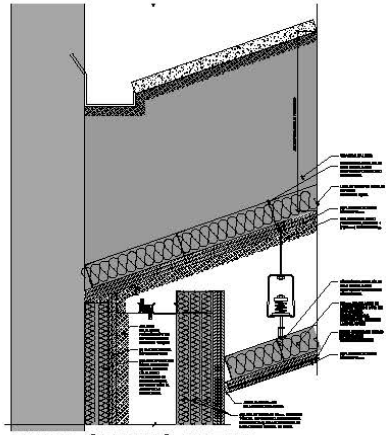
Consideraciones Acústicas – Diseño de espacios de escucha criticos - WSDG

COAVN BIZKAIA

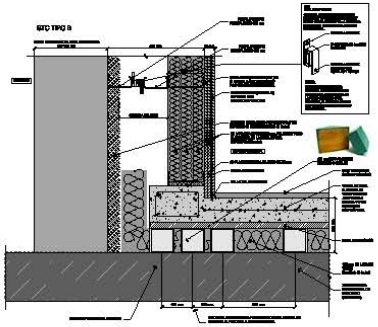
Consideraciones Acústicas – Diseño de espacios de escucha criticos - WSDG




PLAN



WALL-CEILING DETAIL



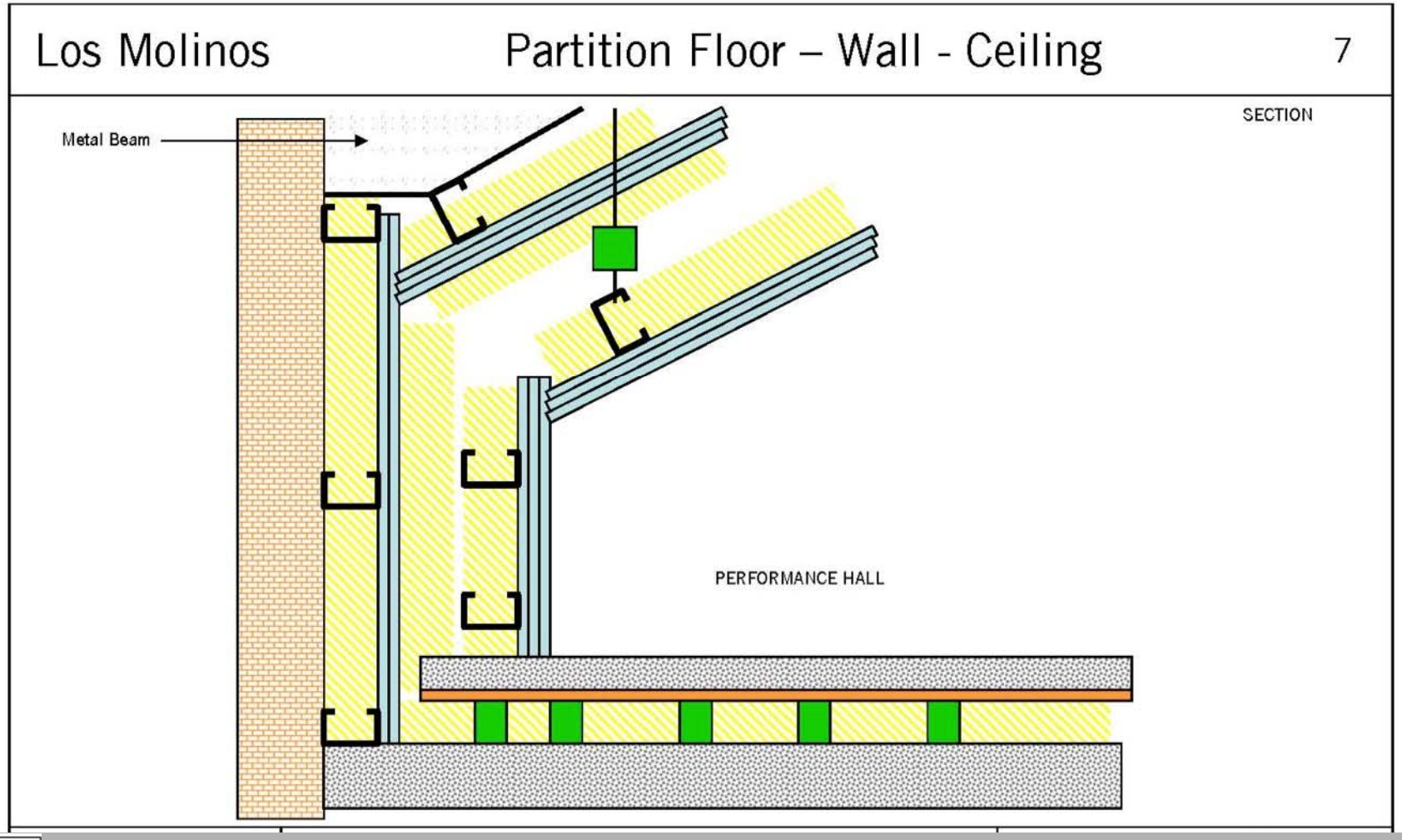
WALL-FLOATING SLAB DETAIL

2- LA CATEDRAL 3- BACK STAGE

LOS MOLINOS
BUENOS AIRES, ARGENTINA

Walters-Storyk Design Group
GASCON 1364, Bs. As. ARGENTINA

COAVN
BIZKAIA

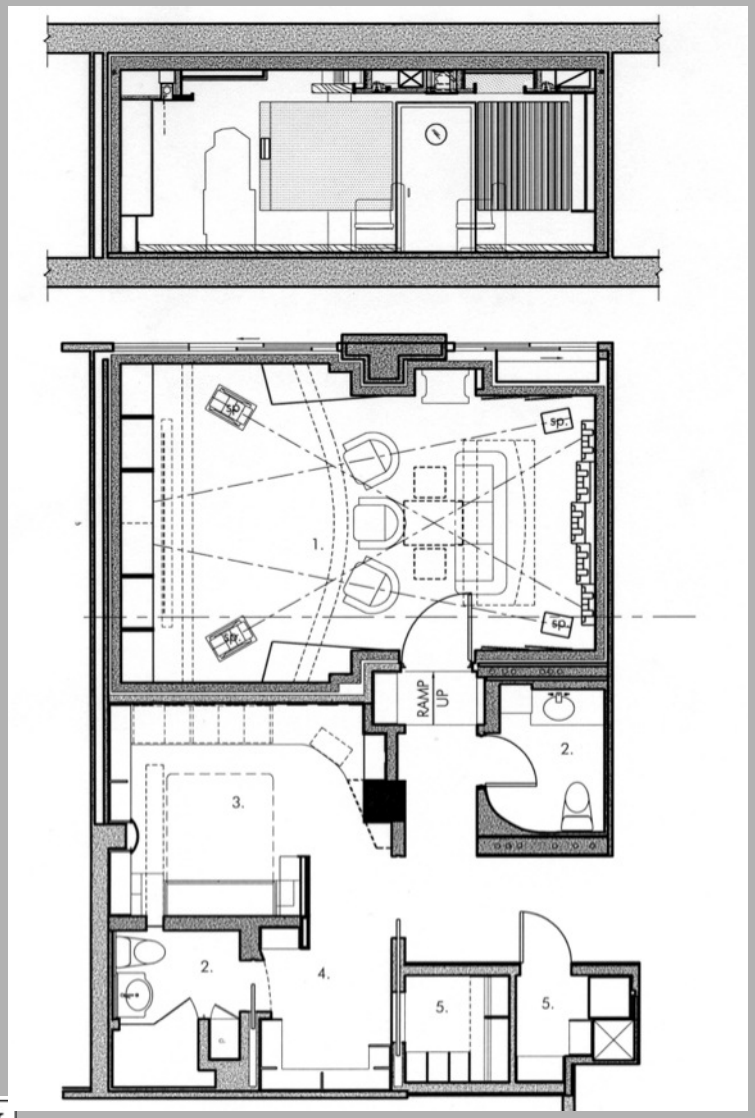

Los Molinos
Partition Floor – Wall - Ceiling
7
SECTION
Metal Beam
PERFORMANCE HALL

COAVN BIZKAIA

Consideraciones Acústicas – Diseño de espacios de escucha criticos - WSDG

*Consideraciones en primeras etapas de un proyecto*

- Hacer una inspección acústica del lugar
- desarrolllar un programa robusto de los requeriemtos de silencio

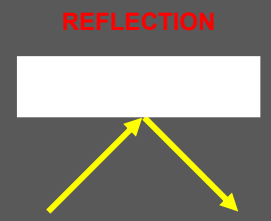

RAMP
UP
1.
2.
3.
2.
4.
5.
5.

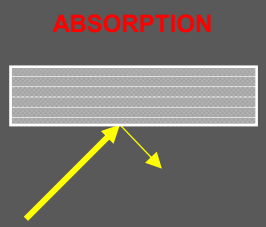
# Acondicionamiento acústico

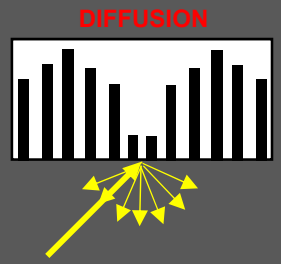
# Comportamiento del sonido

## Conexiones geometricas en el mundo real de los oimos

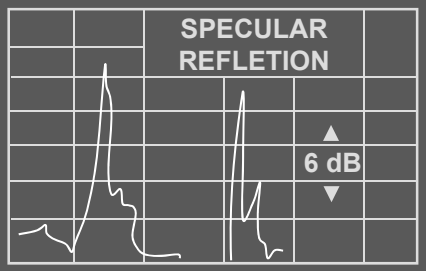
### Tratamiento Acústico

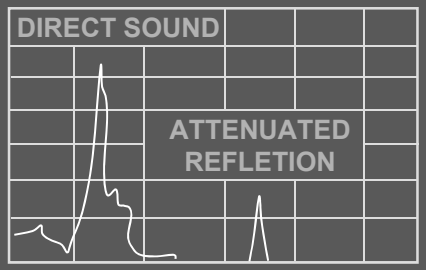


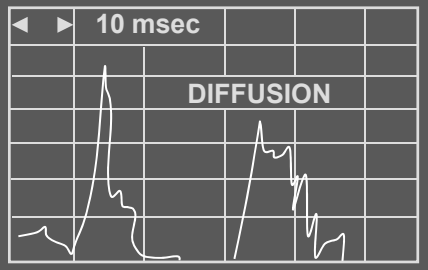



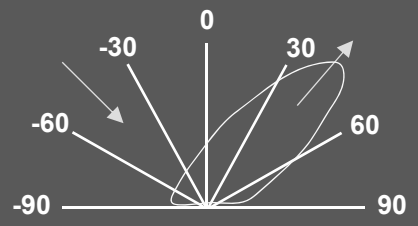

### Respuesta temporal

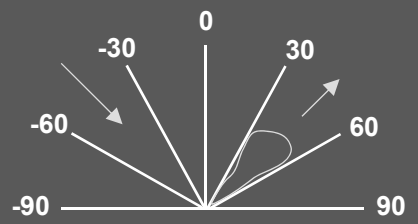


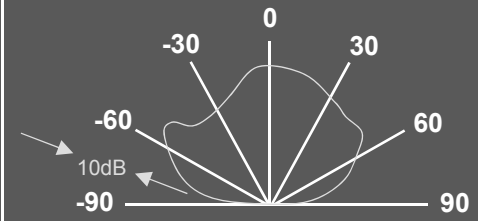



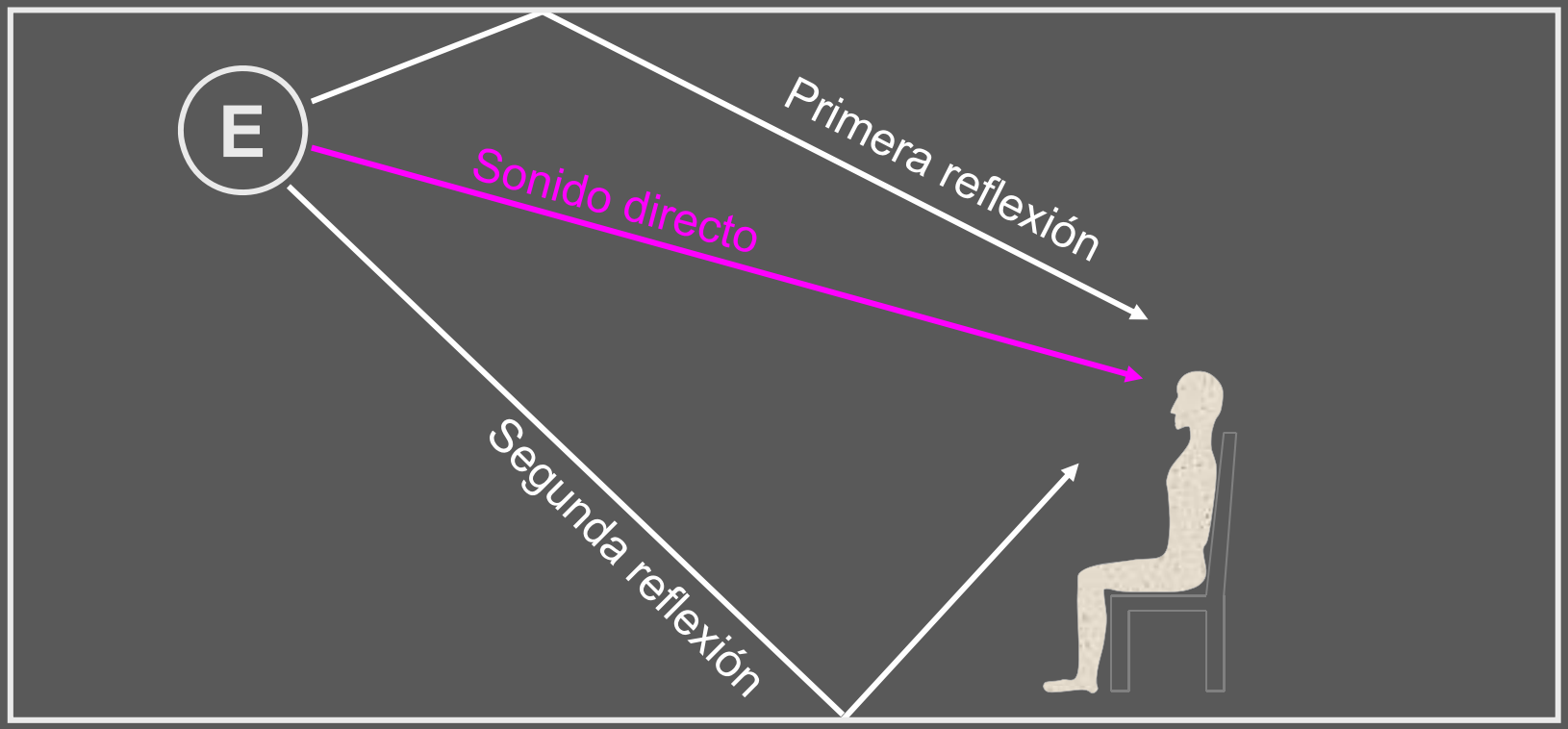

### Respuesta en el espacio



# Reflexiones



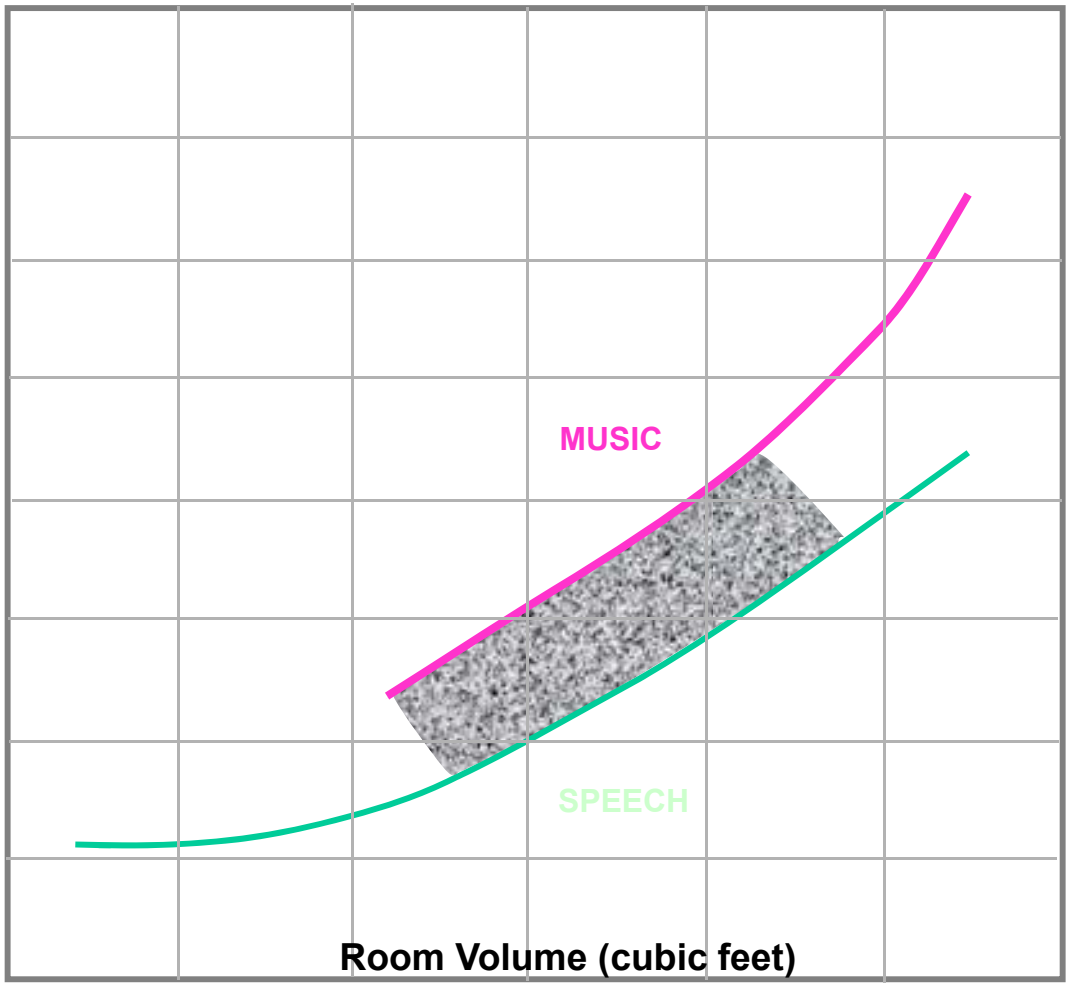
# Reverberación

El tiempo de caida $RT_{60}$ mide
el tiempo necesario (dependiendo de la frecuencia)
para una caida de 60 dB
en el nivel de presion sonora
(una millonesima parte del señal original).

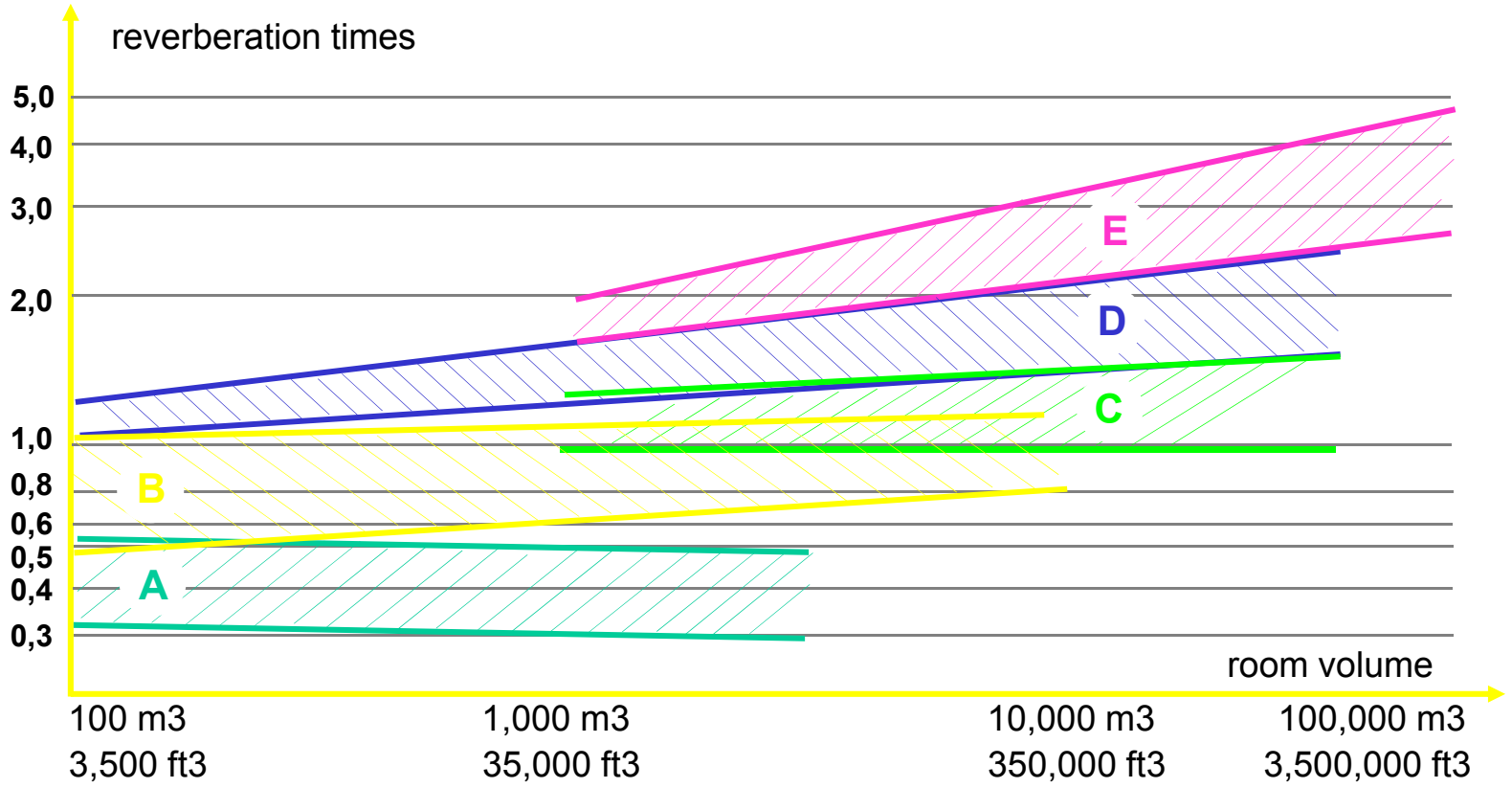
La curva de la pendiente con la que la reberveración decae (que define el tiempo de caida RT60) es importante (pero no ul único parámetro) que define la firma acústica de la sala.

Sin embargo, la distribución de lospicos individuales de la reverberación es otra historia!

# Valores objetivo de RT60



# Valores objetivo

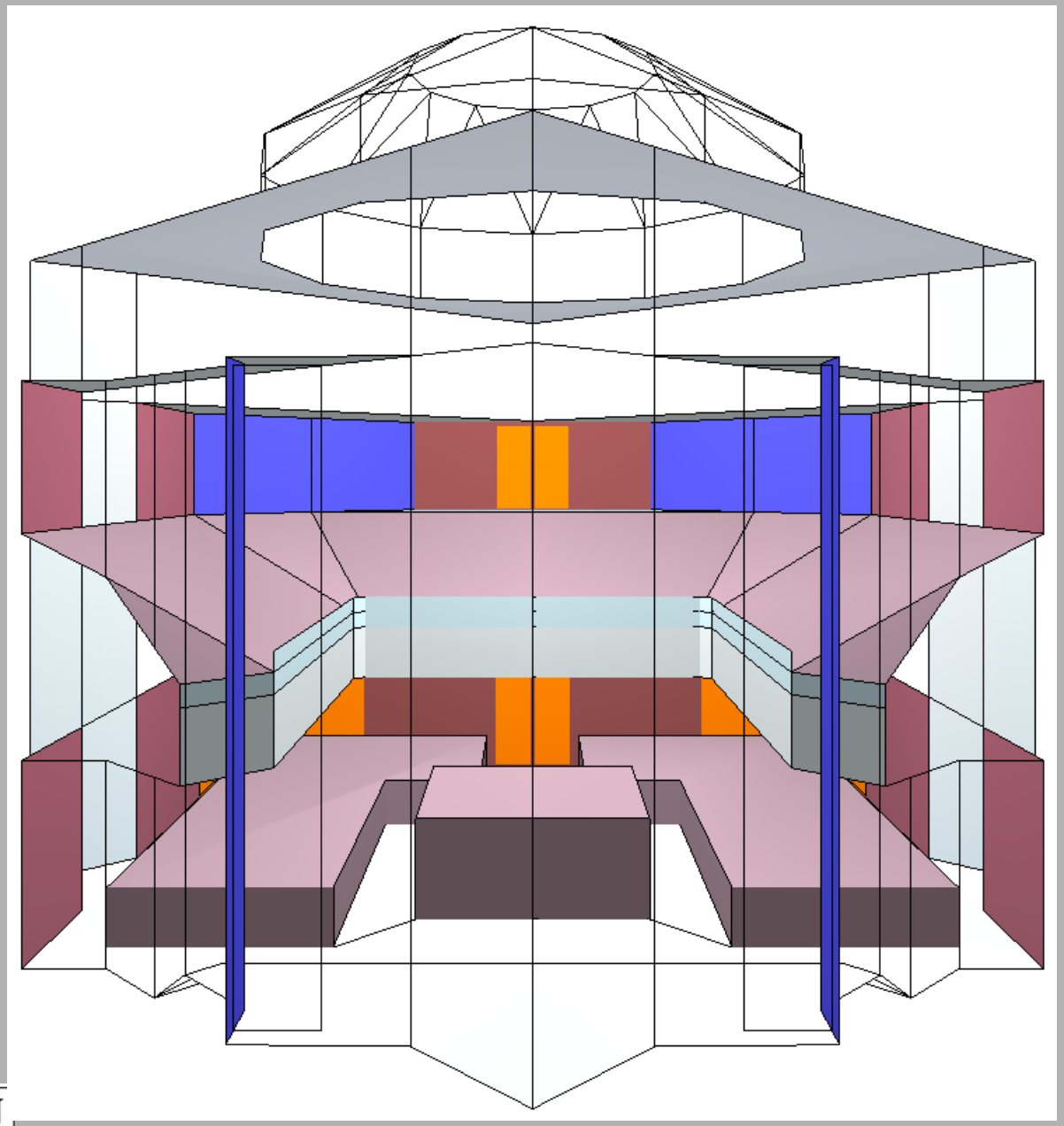


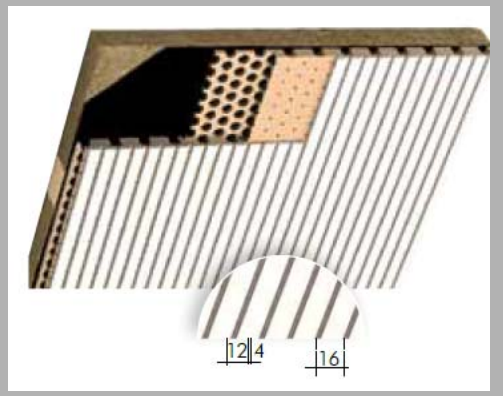

Favorable reverberation times for various room usages

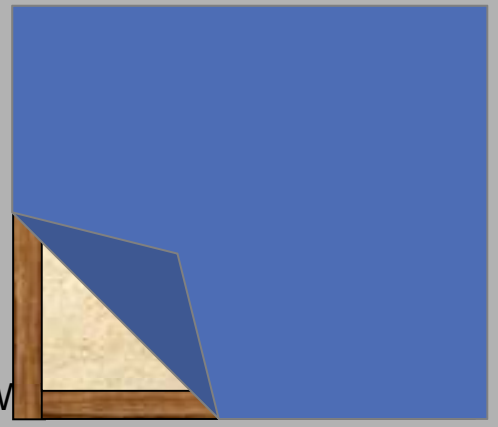
- A. Pop music studio
- B. Conference Room
- C. Opera house with audience
- D. Concert hall with audience
- E. Church empty (max.)

# Predicción acústica– Auralización
# una mirada al futuro de todas las habitaciones

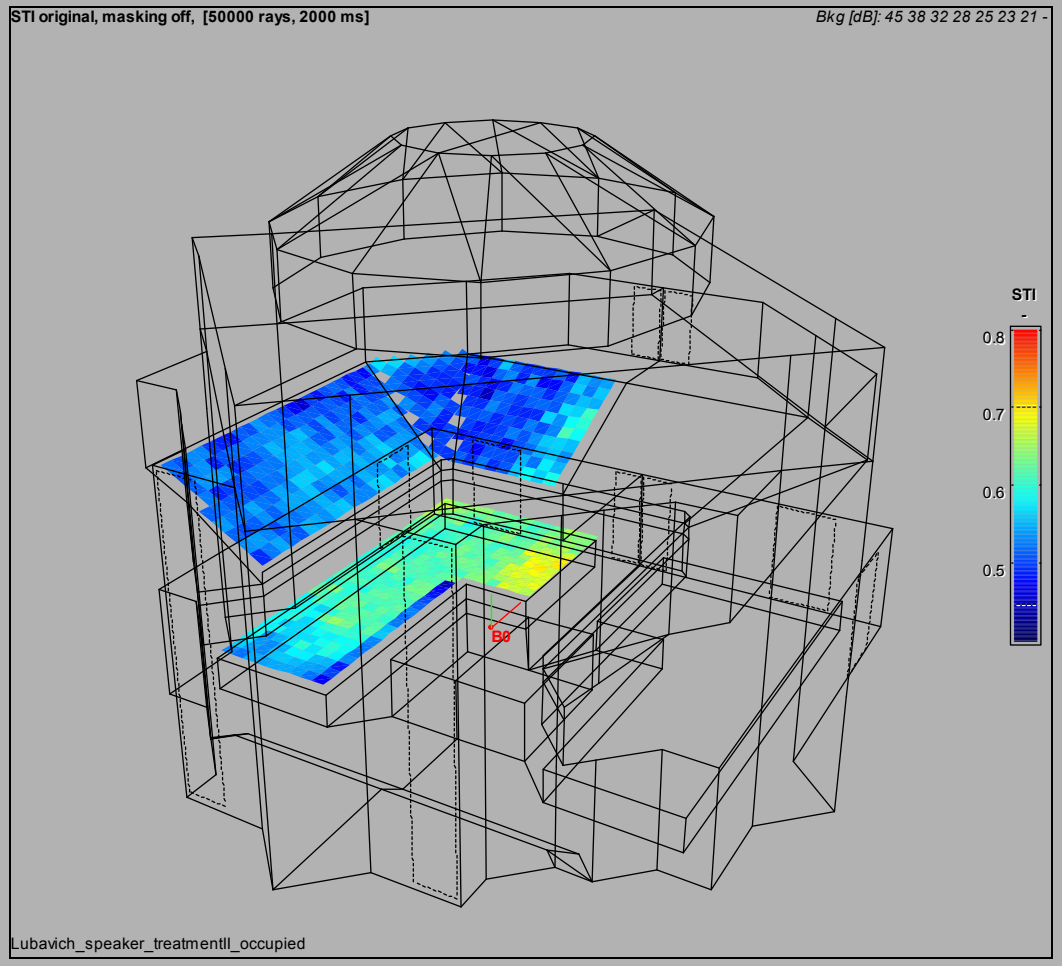
Consideraciones Acústicas – Diseño de espacios de escucha criticos - WSDG

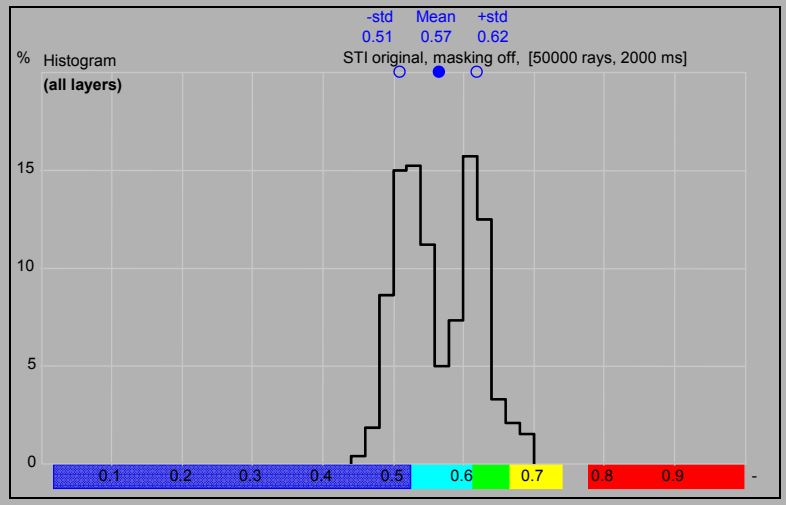


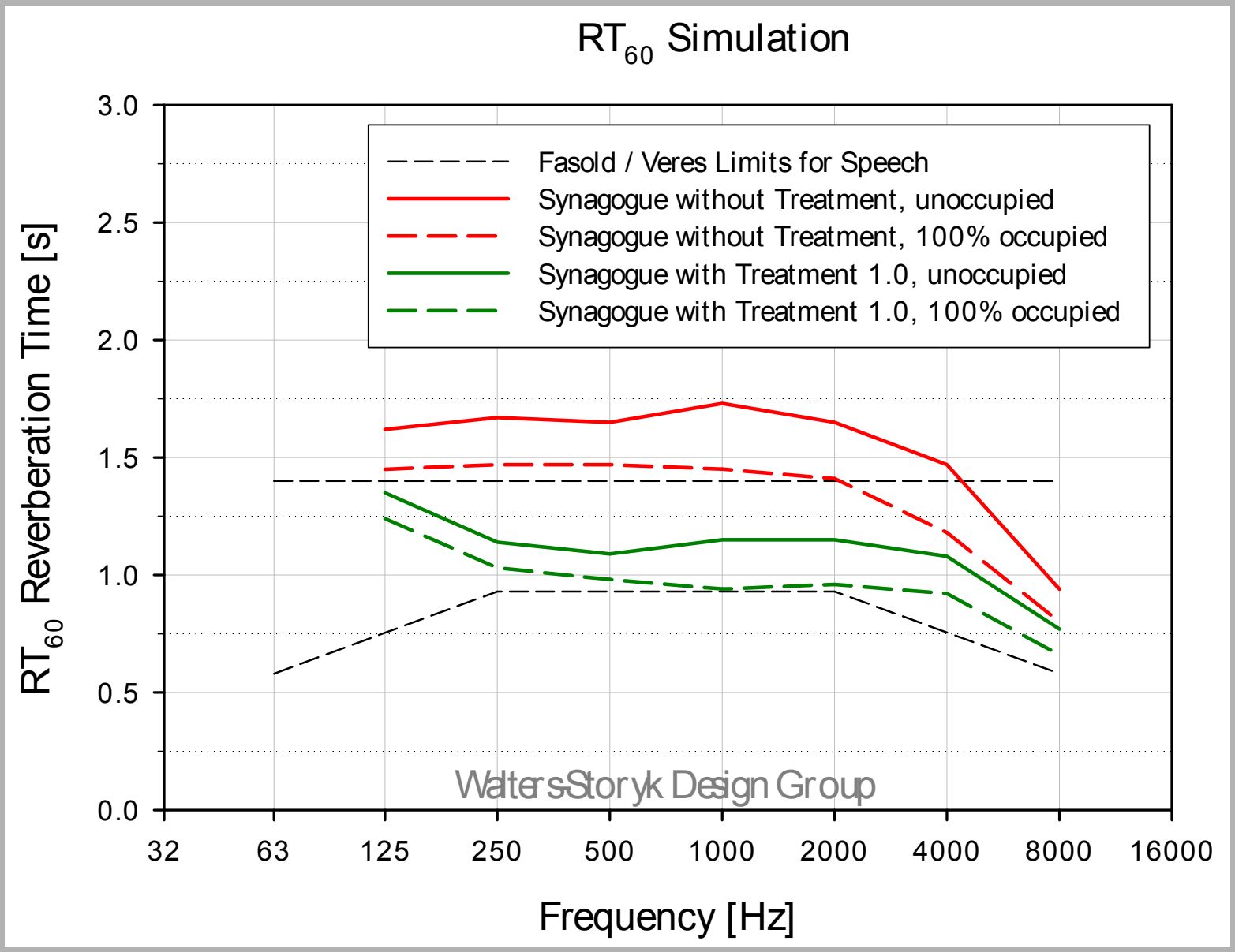


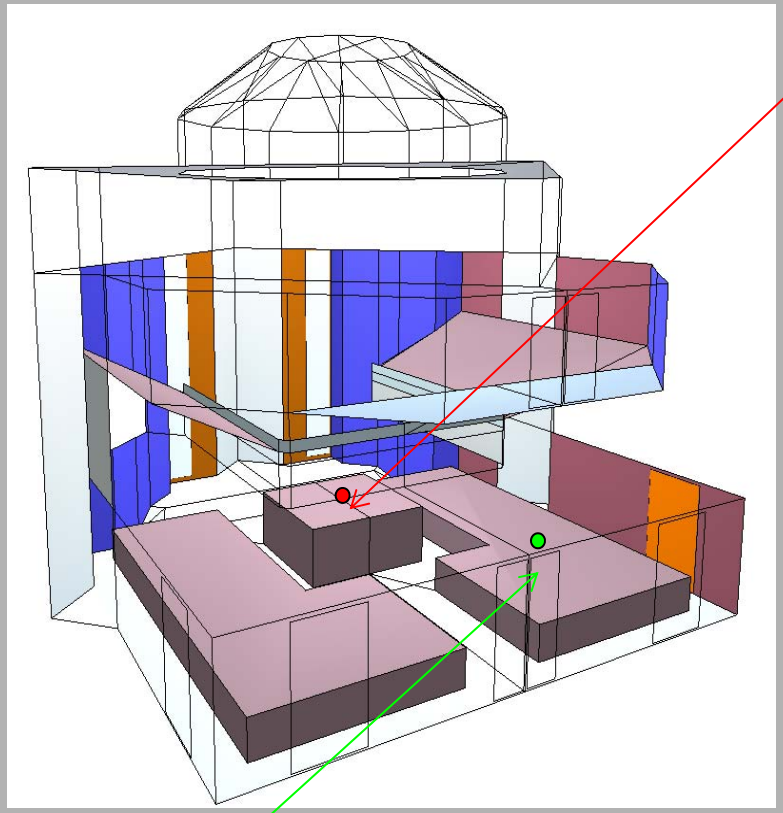



COAVN BIZKAIA


STI original, masking off, [50000 rays, 2000 ms]
Bkg [dB]: 45 38 32 28 25 23 21 -
STI
-
0.8
0.7
0.6
0.5
B0
Lubavich_speaker_treatmentII_occupied


-std Mean +std
0.51 0.57 0.62
% Histogram
(all layers)
STI original, masking off, [50000 rays, 2000 ms]
15
10
5
0
0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9
-


RT60 Simulation
RT60 Reverberation Time [s]
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
Fasold / Veres Limits for Speech
Synagogue without Treatment, unoccupied
Synagogue without Treatment, 100% occupied
Synagogue with Treatment 1.0, unoccupied
Synagogue with Treatment 1.0, 100% occupied
Walters-Storyk Design Group
32
63
125
250
500
1000
2000
4000
8000
16000
Frequency [Hz]



**Altavoz en posición 1**
en el centro del lugar de culto

1. Diseño original–Sin tratamiento acústico

2. Tratamiento acústico recomendado

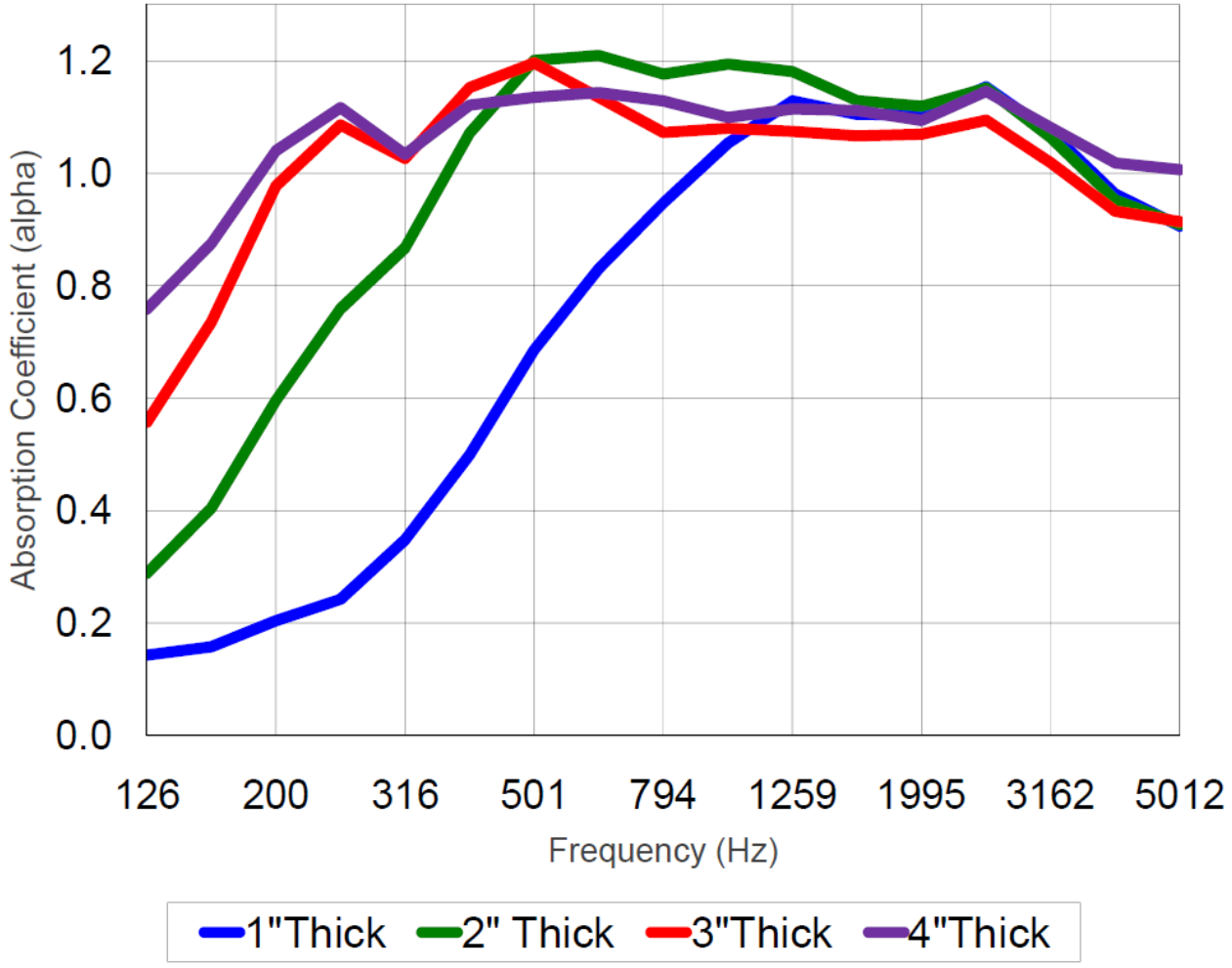
**Receptor posición 1**
en el público @
planta baja

# Acondicionamiento Acústico
# Productos

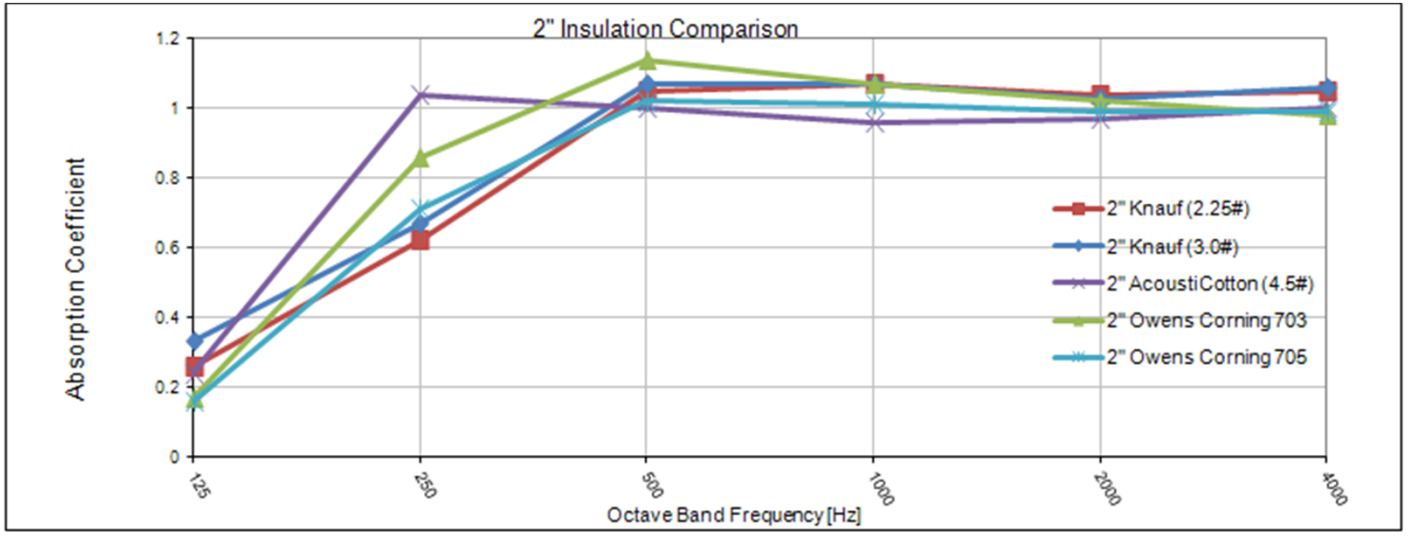
# Mid/High Absorption

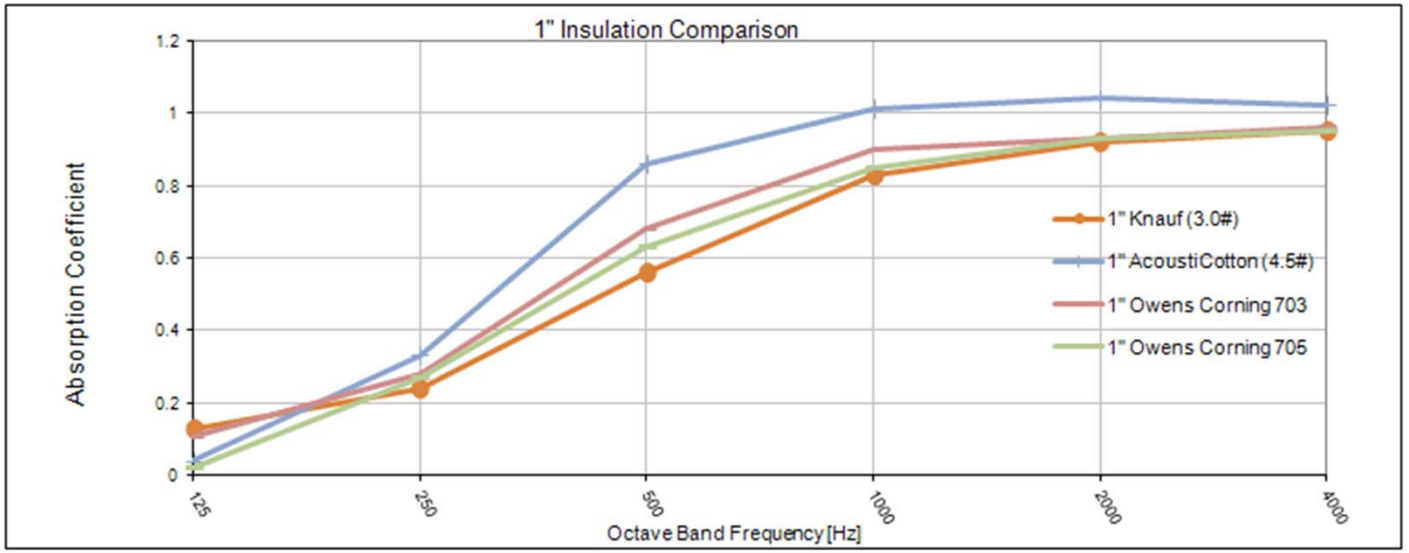
# Fabric Wrapped Panels

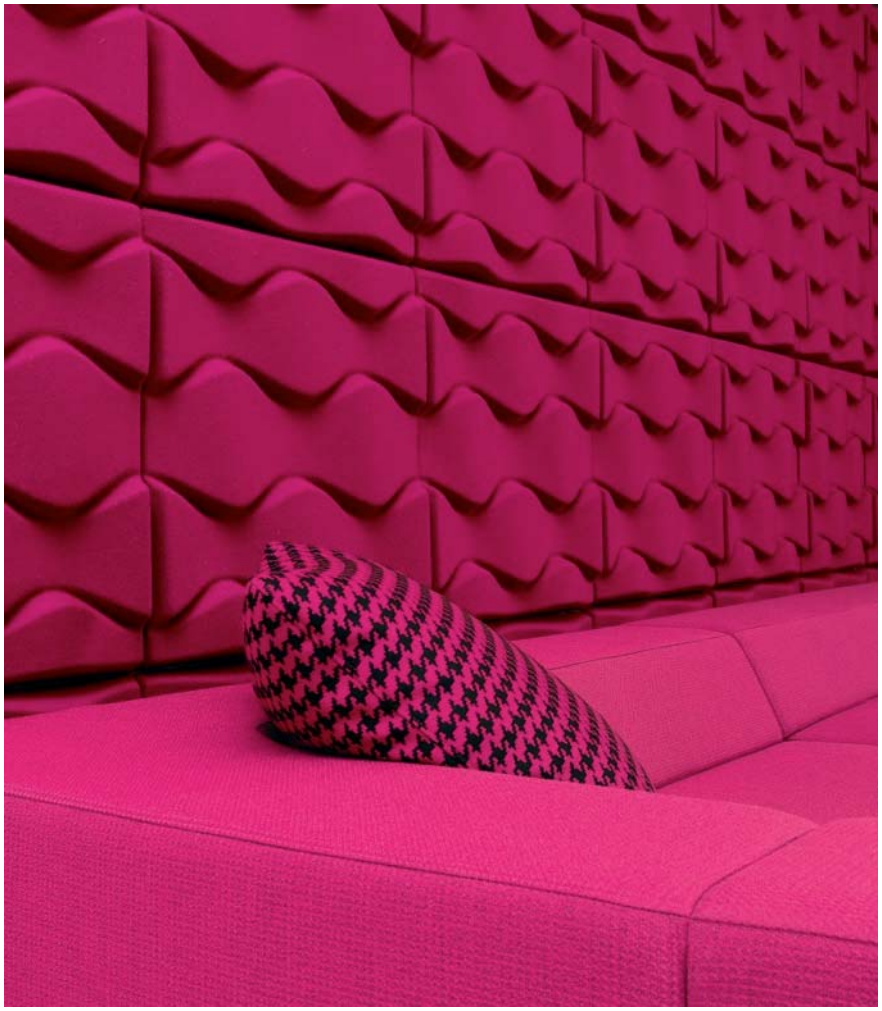
# Paneles de tela



# Comparativa de fabricantes

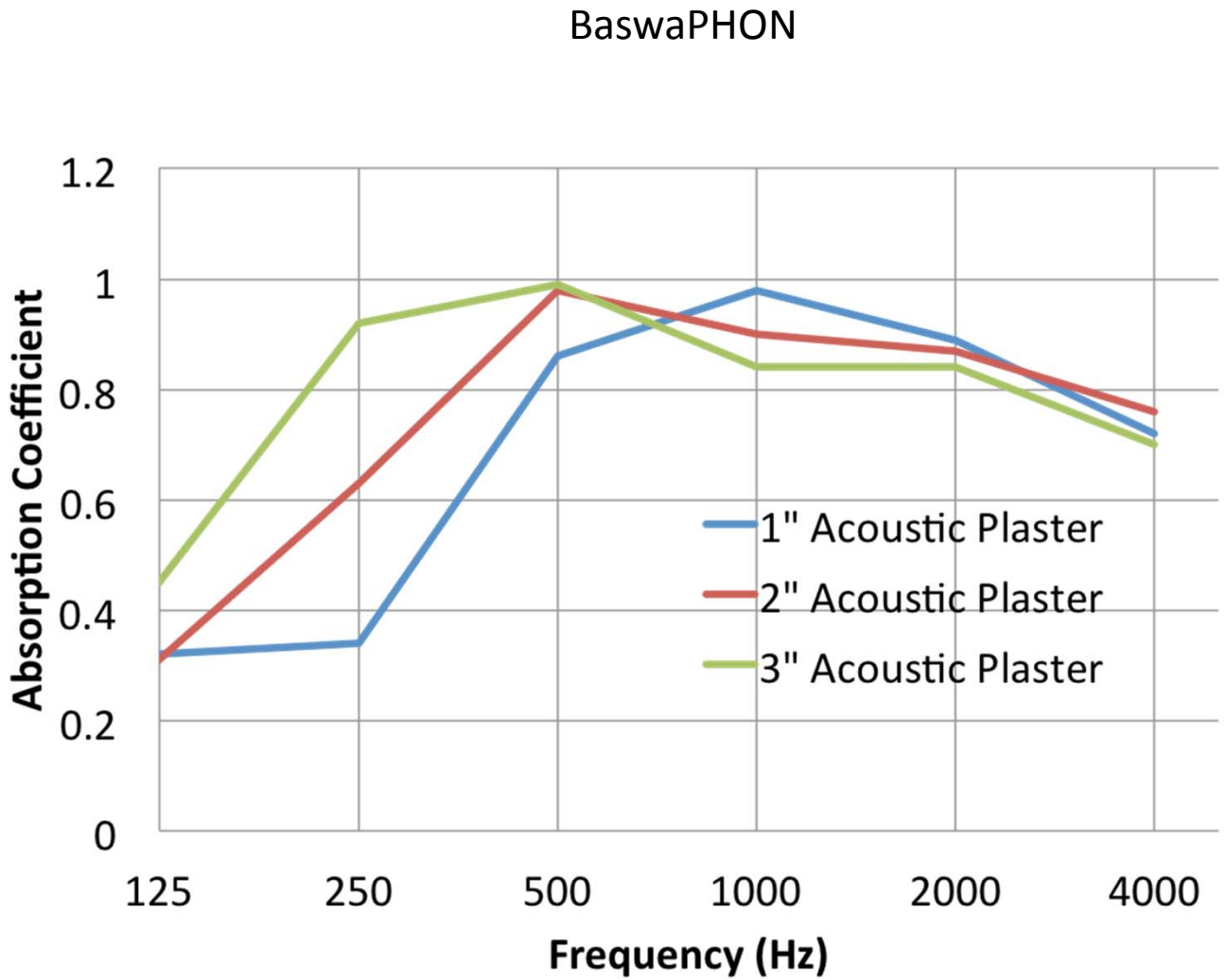




# Yeso acústico

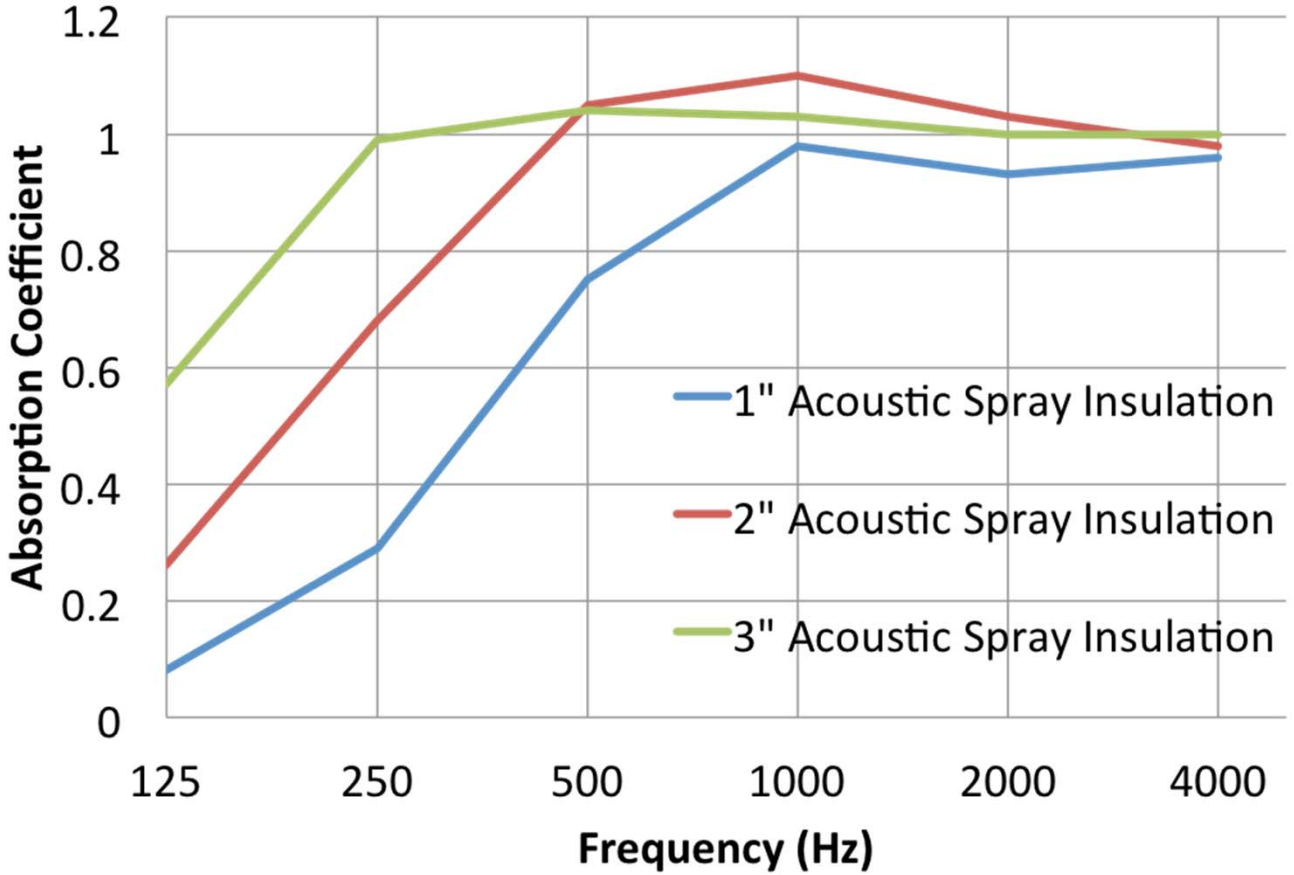
# Yeso acústico



# Spray acústico

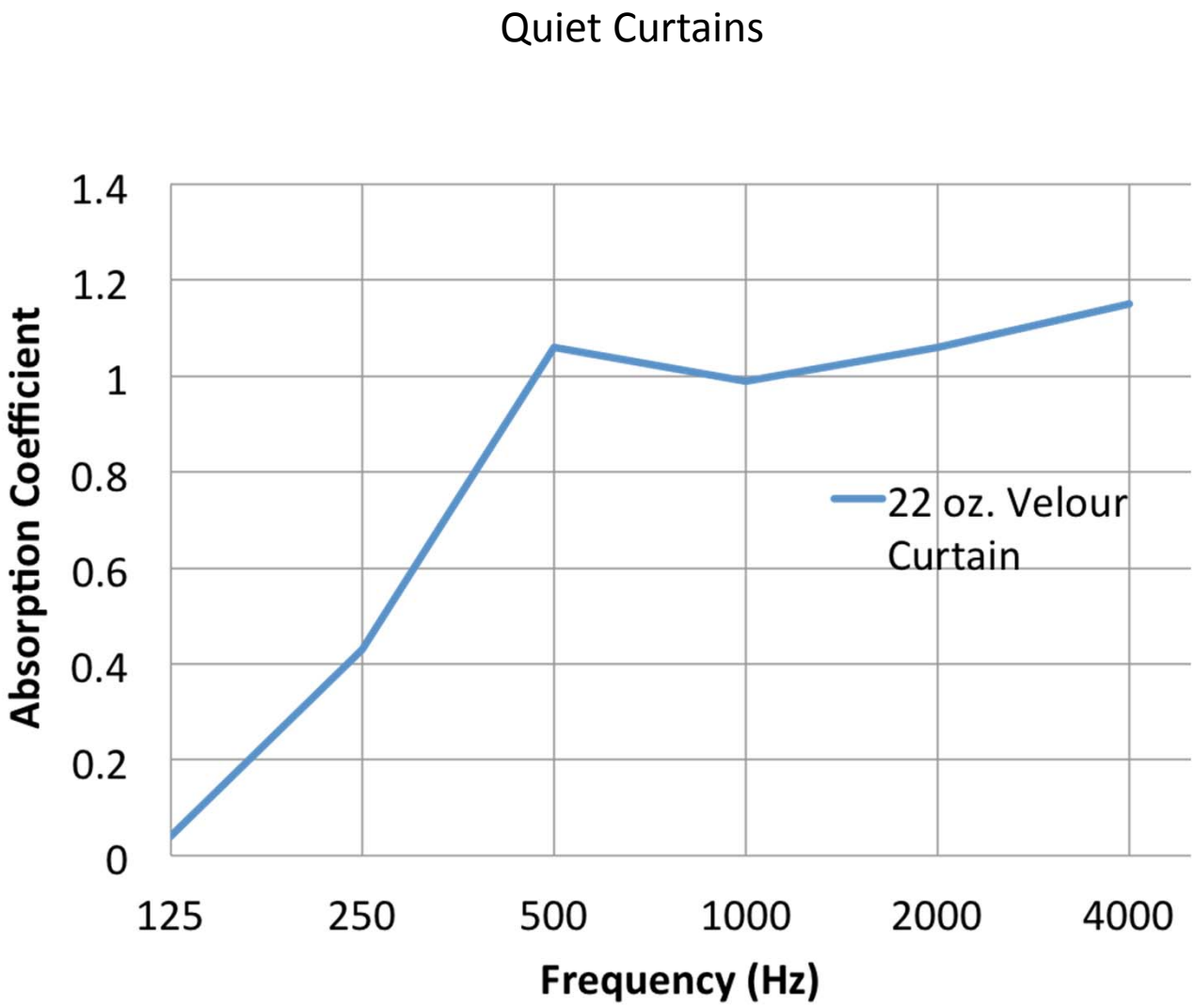
# Spray Acústico

K13



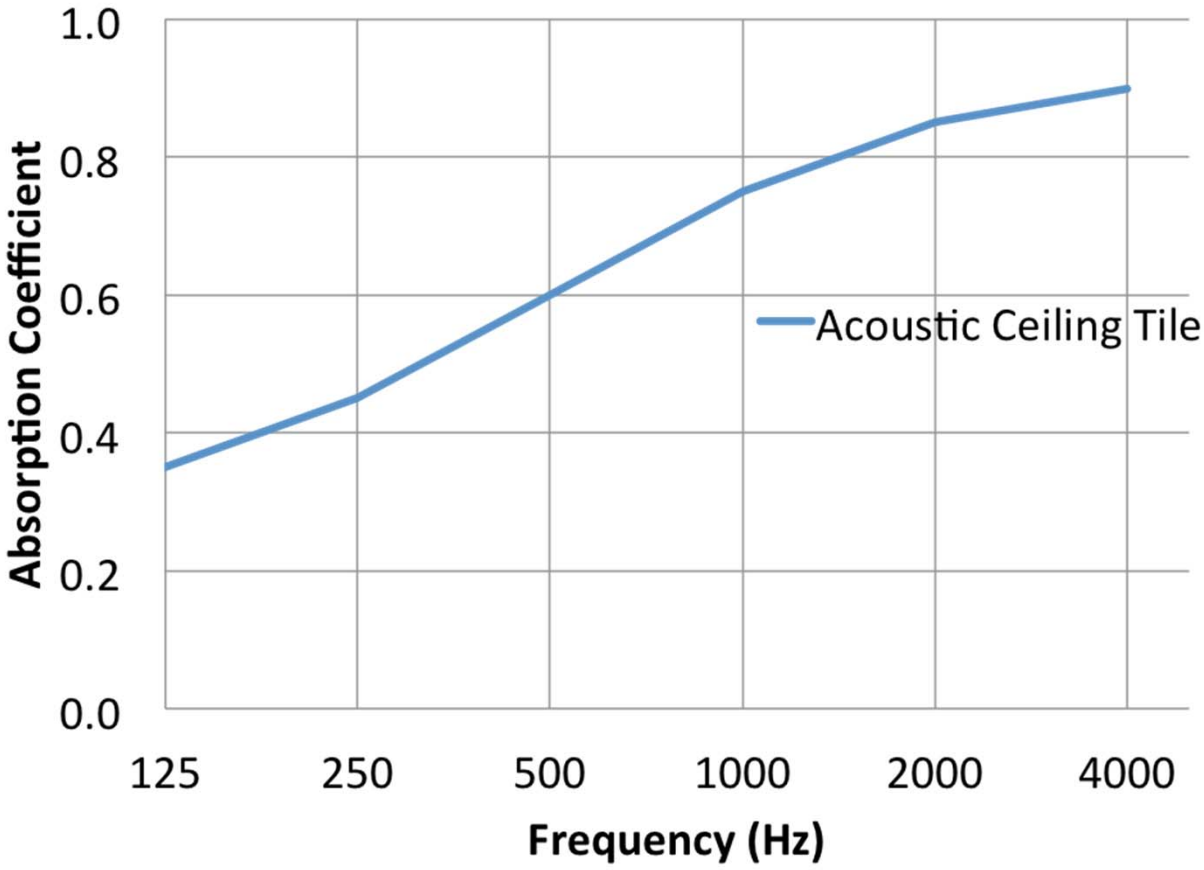
# Cortinas acústicas

# Cortinas Acústicas

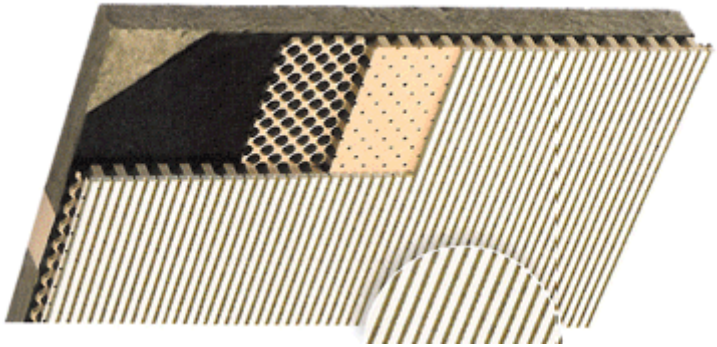


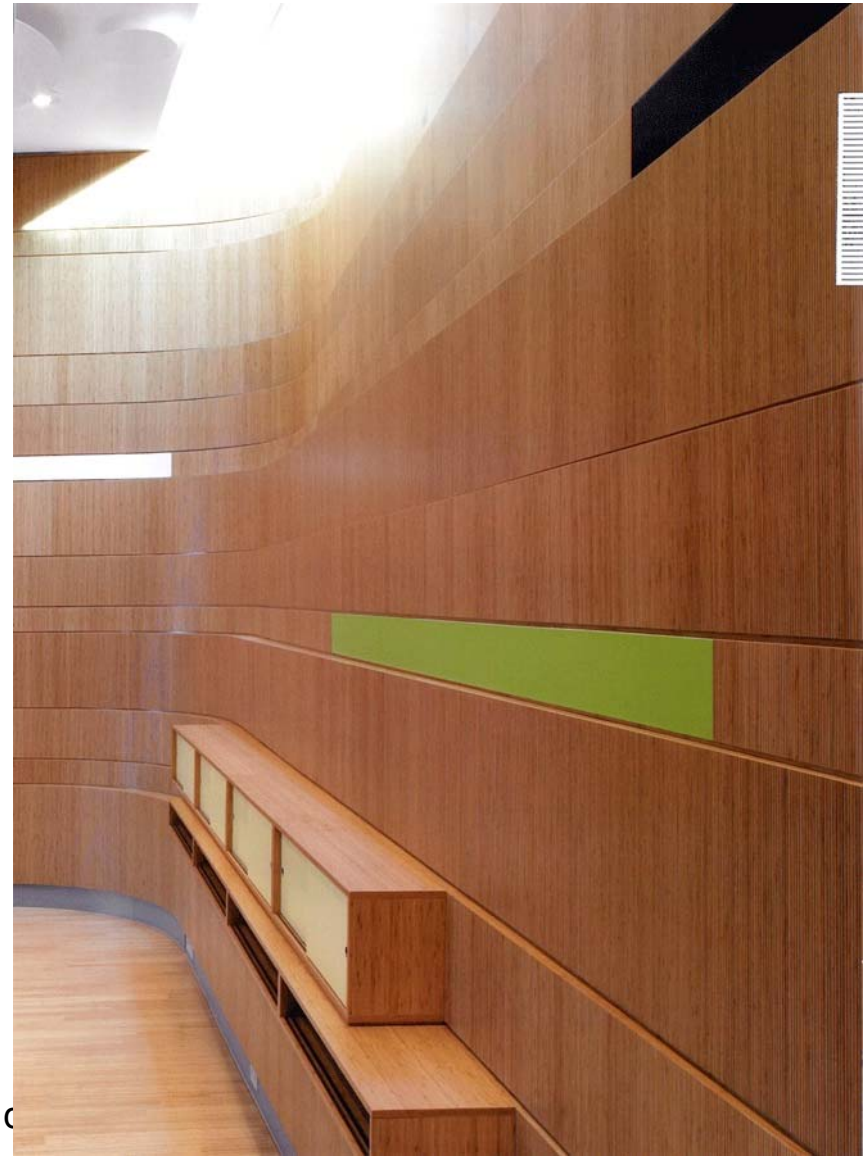
# Techos acústicos

# Techos Acústicos

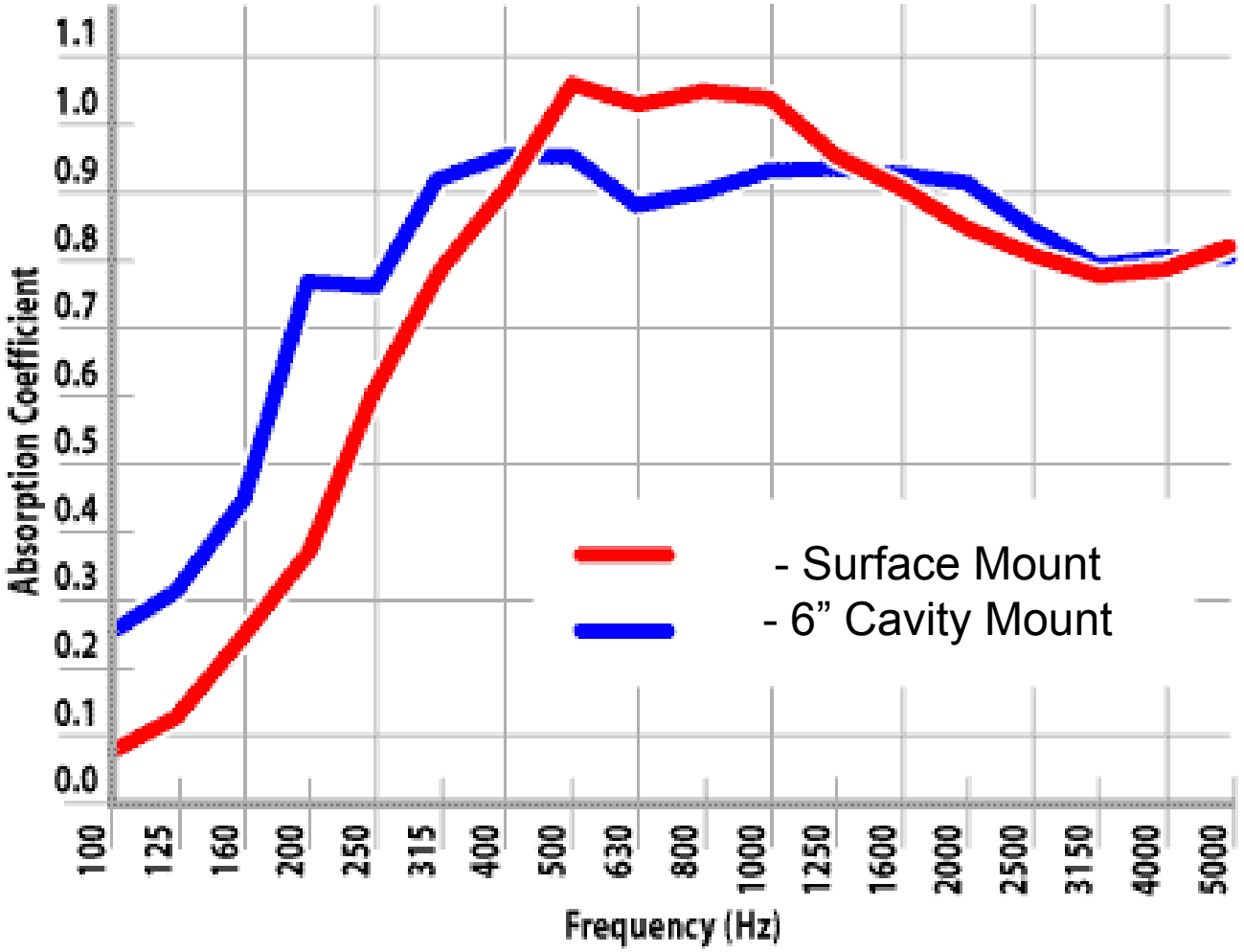


# Madera perforada o ranurada

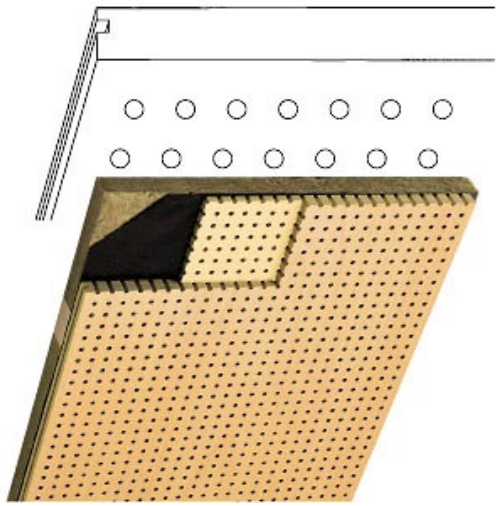


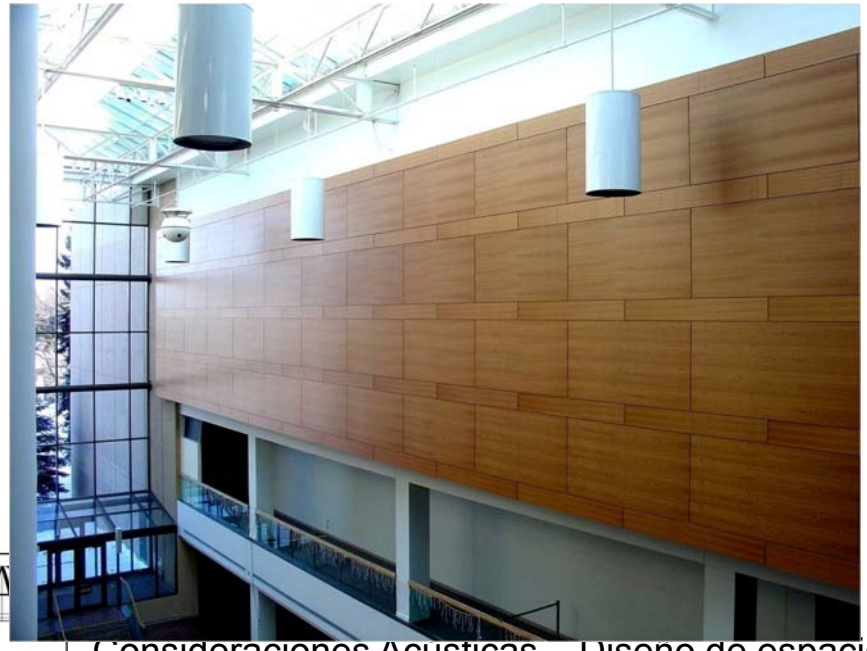


Topakustik

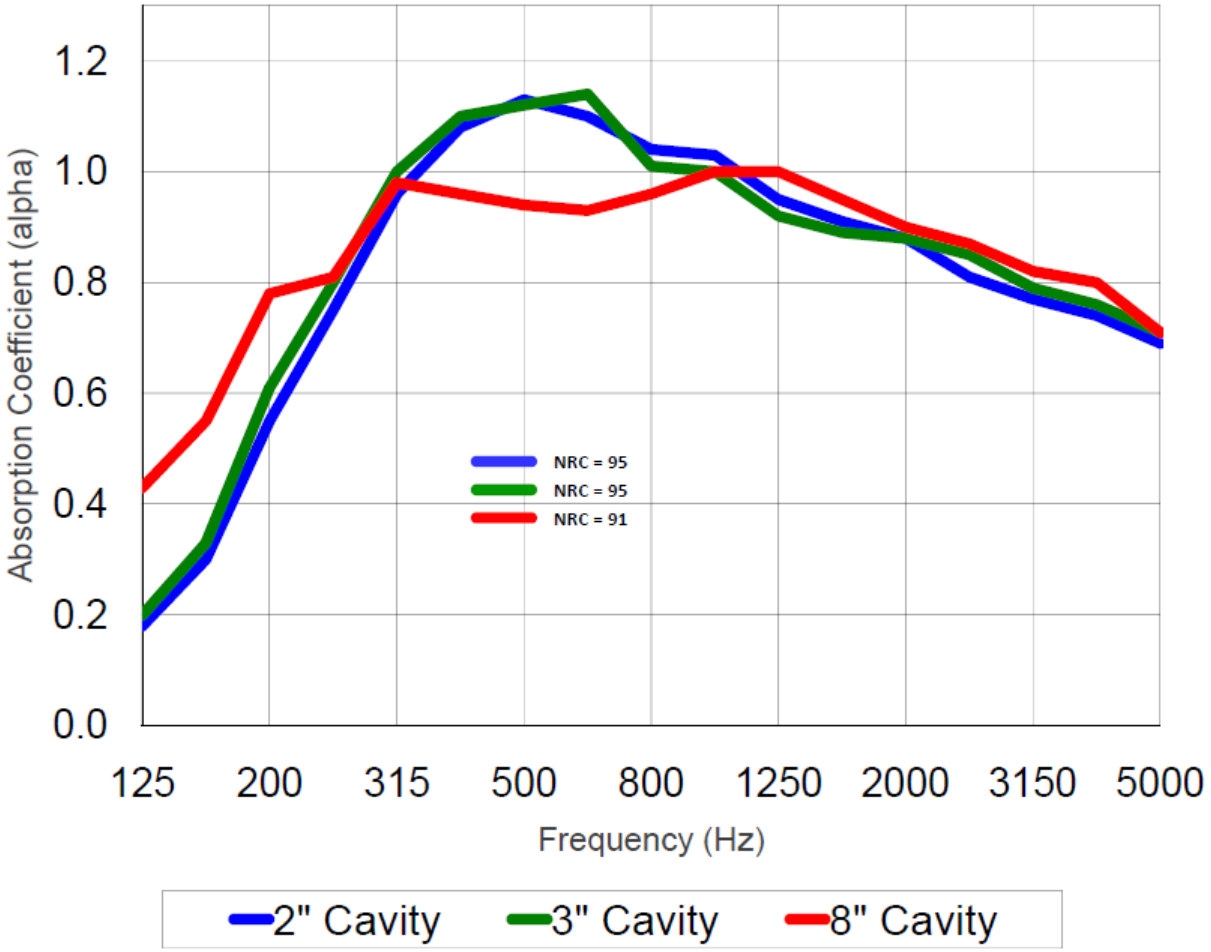

Absorption Coefficient
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
100
125
160
200
250
315
400
500
630
800
1000
1250
1600
2000
2500
3150
4000
5000
Frequency (Hz)
- Surface Mount
- 6” Cavity Mount

Topperfo

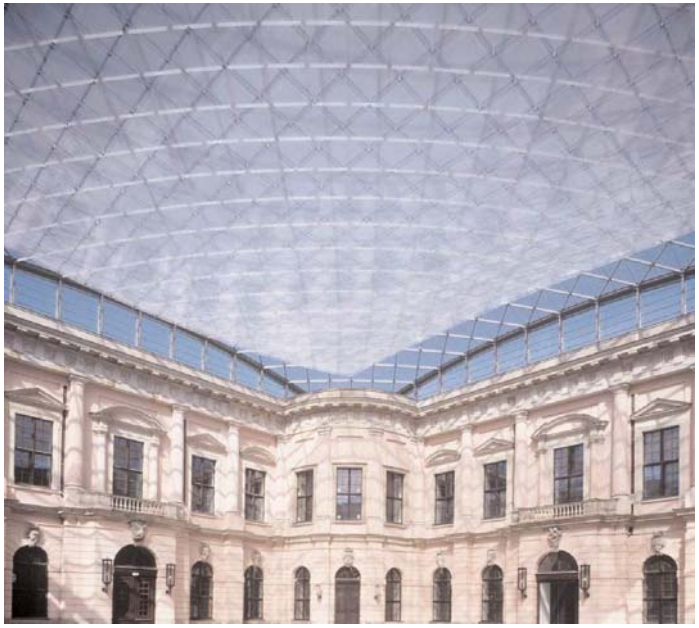




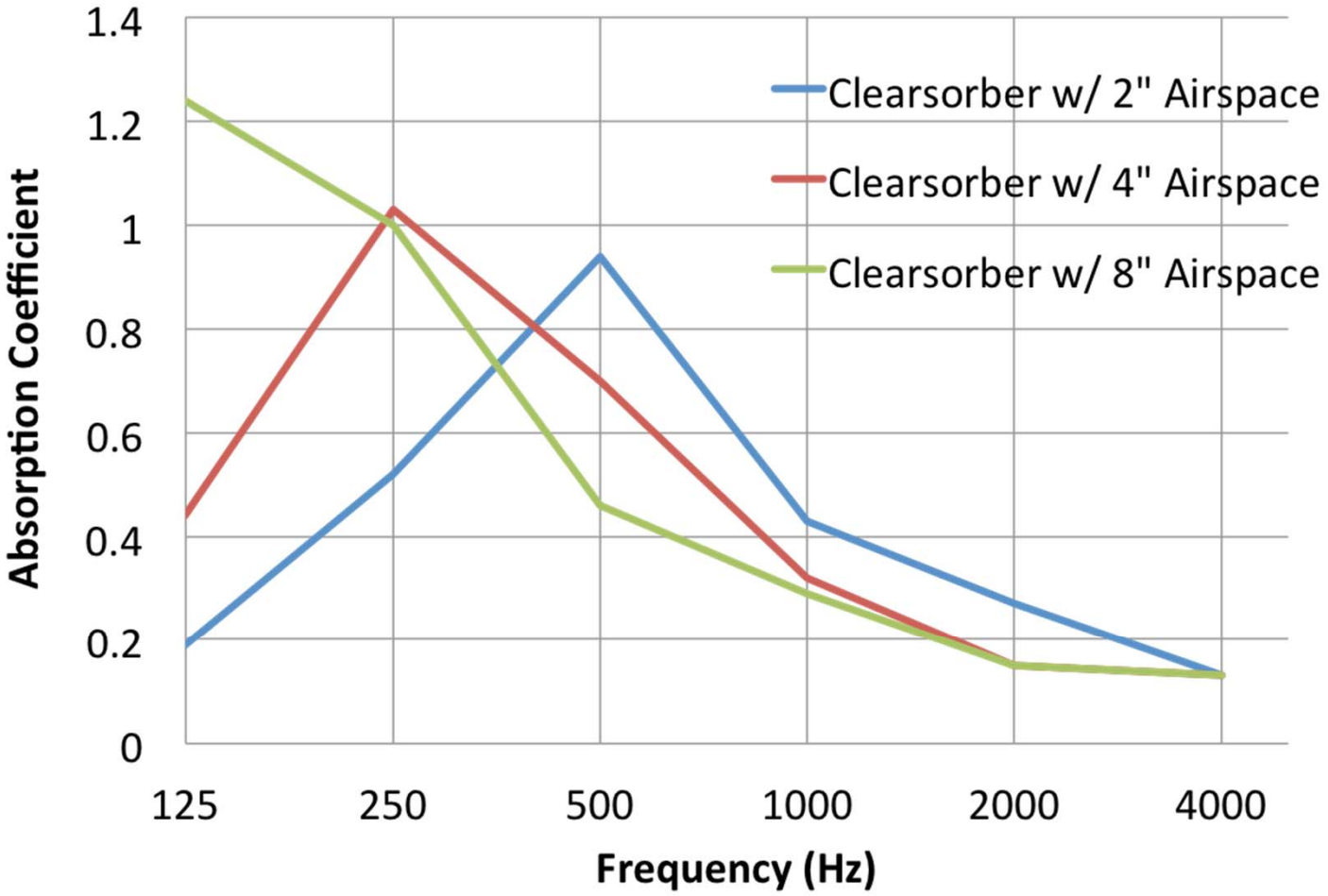
# Topperfo – Microperf



# Láminas microperforadas



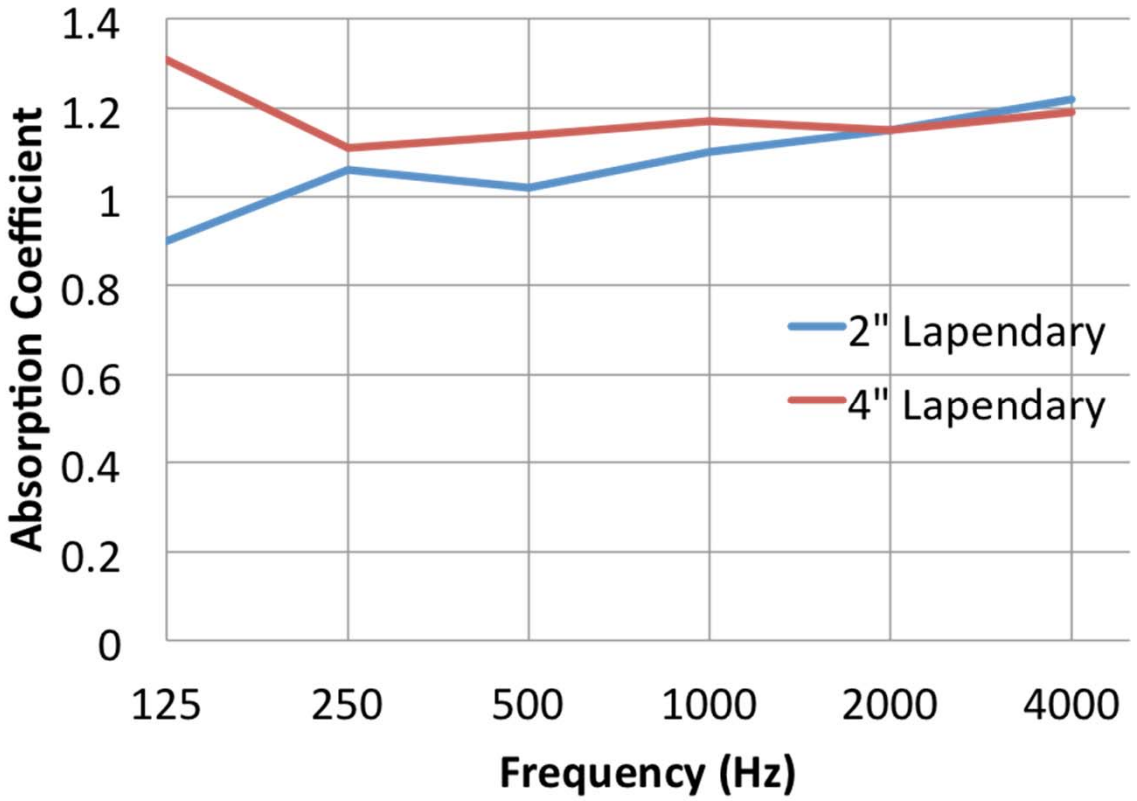
Clearsorber



# Paneles colgantes

# Paneles colgantes

MBI



# Difusores

# Diseño

## En las primeras fases de un proyecto

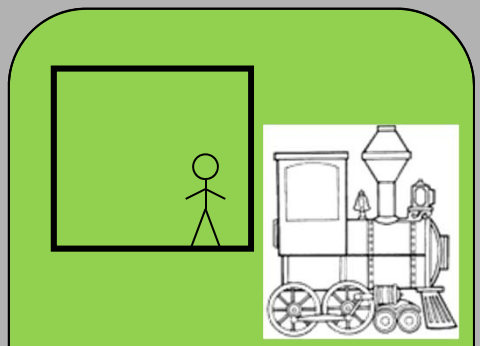
- Programa
- Forma de la sala
- a/v – control – requerimientos de visualización
- Audio – y especificamente control de baja frecuencia
- Aislamiento y silencio
- Requerimientos de acondicionamiento acústico
- Sistema de ventilació y aire acondicionado
- gestión del cableado

1. Aislamiento y silencio
2. Valores de aislamiento acústico
3. Requerimiento de audio y video
4. Programación y educación del cliente

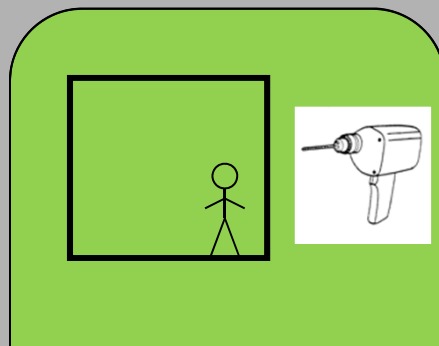
## ACÚSTICA Y SISTEMAS DE INTEGRACIÓN
## IMPLEMENTACIÓN

La acústica tiene un gran impacto en el nivel comfort de la gente (intelegibilidad del habla, silencio, privacidad) y seguridaa (sistema de anuncios).

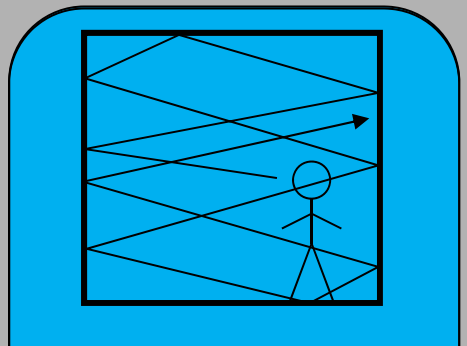
Los siguientes aspectos contribuyen al exito acústico y tecnologico del proyecto:



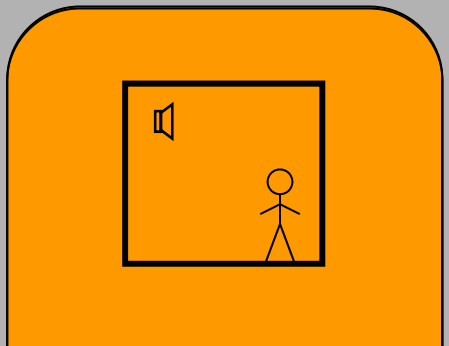
CONTROL ESTRUCTURAL Y VIBRACIONES



AISLAMIENTO ACÚSTICO SUFICIENTE



CONTROL DE LA REVERBERACIÓN



DISEÑO ADECUADO DE LOS SISTEMAS TECNOLOGICOS

TIEMPO DE PLANIFICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN

ACÚSTICA ESTRUCTURAL | AC. ACÚSTICO | TECNOLOGIA

# Diseño de la integración de sistemas

**Audio Visual**

- Sistemas electroacusticos
- Diseño e integración de sistemas
- Diseño de sistemas residenciales y home cinemas

**Integración tecnologica**

- Distribución de contenidos
- Sistemas de comunicacion e IT
- Sistemas de control
- Tecnologia teatral

# Diseño de la integración de sistemas

**Audio Visual**

- Sistemas electroacústicos
- Diseño e integración de sistemas
- Diseño de sistemas residenciales y home cinemas

Fuente

Procesado

Amplificación

Salida

Control

# Diseño de la integración de sistemas

**Integración Tecnologica**

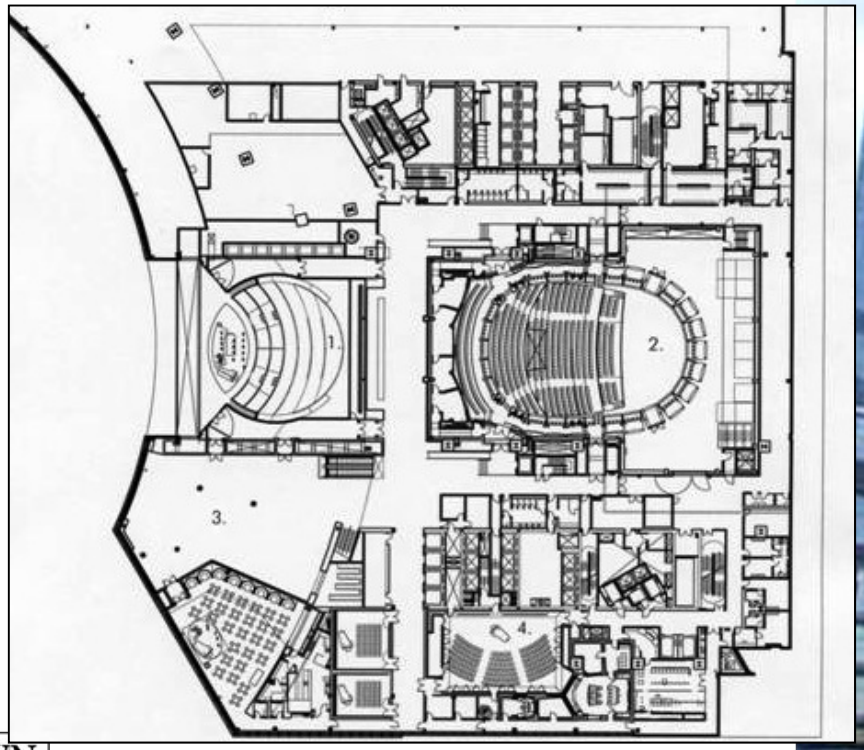
- Distribución de contenidos
- Sistemas de comunicación y IT
- Sistemas de control
- Tecnologia teatral

# Diseño de la integración de sistemas

1. Descripción del programa
2. Narrativa del sistema
3. Especificación de los equipos del sistema
4. Disposición de los conductos
5. Diagrama del sistema
6. Distribución y localización de los equipos
7. Coordinación con el equipo

Tecnologia y acústica aparecen en casi todas las tipologias de edificios

Sin limites- todas las IDEAS son posibles



COAVN
BIZKAIA

# CONSIDERACIONES ACÚSTICAS Y DE SISTEMAS PARA ENTORNOS DE ESCUCHA CRÍTICOS

Para recibir una copia de la presentación apuntarse en las hojas

| Nombre y Apellidos | Correo electrónico |
|---|---|
| | |
| | |

# CONSIDERACIONES ACÚSTICAS Y DE SISTEMAS PARA ENTORNOS DE ESCUCHA CRÍTICOS

Marc Viadiu
Ingeniero de proyectos
Walters-Storyk Design Group

Zigor Iturbe,
Arquitecto y doctorando EHU-UPV

marc.viadiu@wsdg.com
www.wsdg.com