

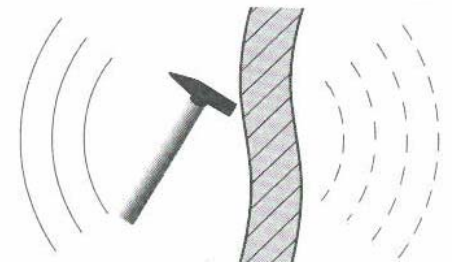
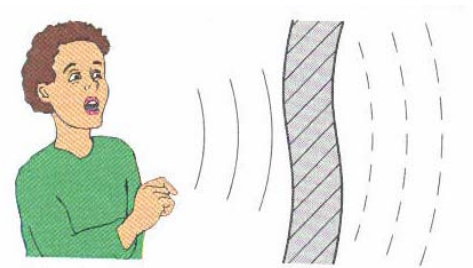
# Metodología para el diseño acústico en la edificación con madera

## Ejemplos Prácticos

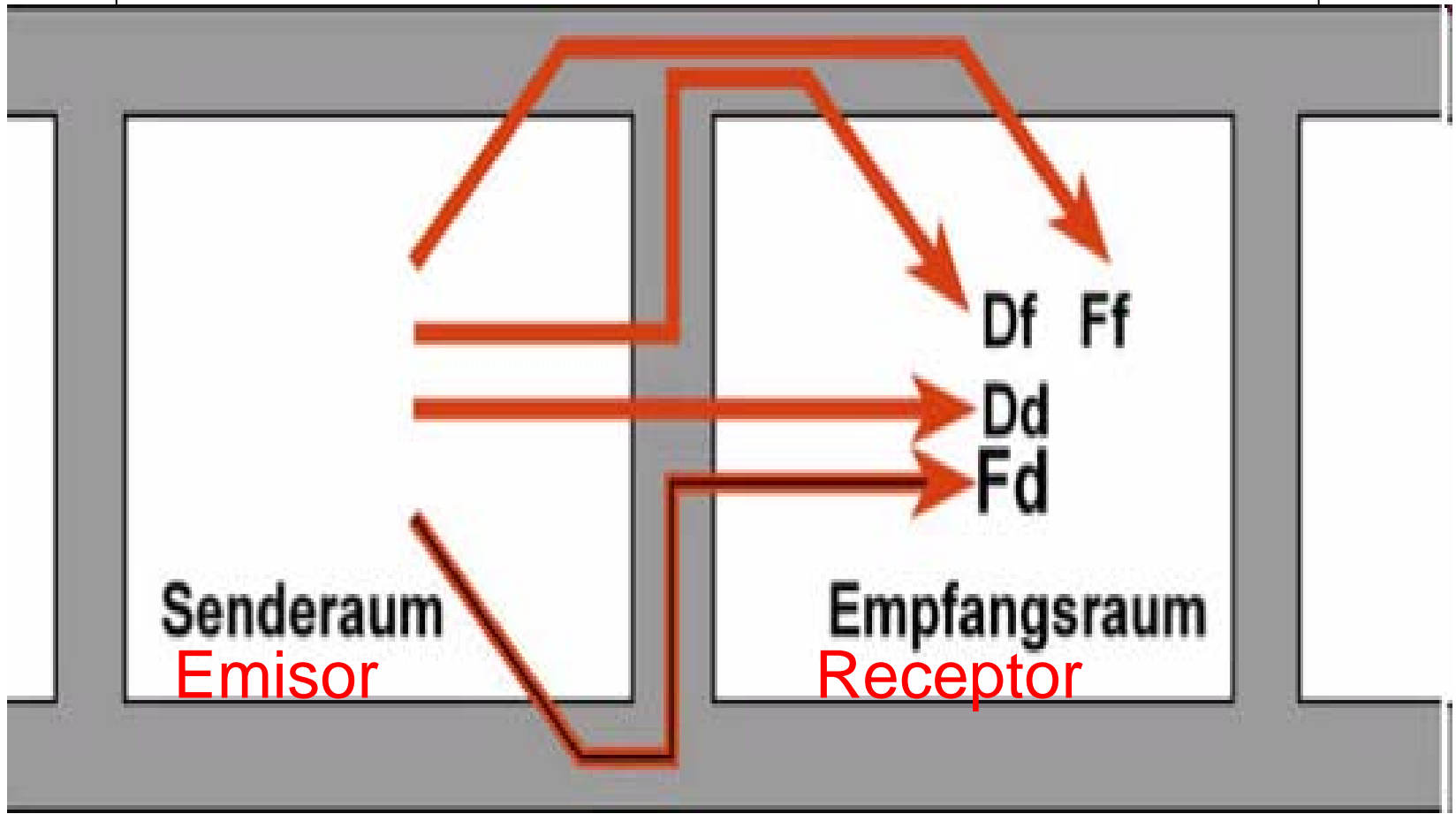
Dr. Karl Torghele, Spektrum GmbH  
Presidente del Instituto Austriaco de  
Biología y Ecología en la Construcción (IBO)

## Protección contra el ruido (PCR) – Exigencias

- PCR aereo
  - Cerramientos exteriores
  - Muros medianeros
  - Forjados medianeros
- PCR golpeteo/ PCR vibraciones
  - Forjados medianeros
  - Terrazas
- Instalaciones
  - Huecos de instalación, maquinarias y aparatos

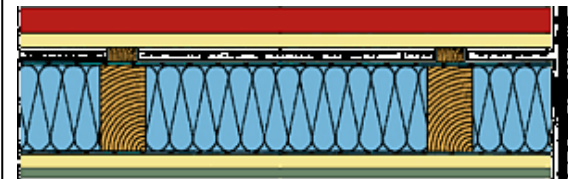


Transmisión del ruido, vias directas e indirectas



## Principios básicos de la PCR

- Masa
  - Valores altos de masa mejoran los valores de PCR. Una duplicación de la masa equivale a unos 8dB de mejora del valor.
  - Contar con la masa no es la estrategia para la PCR con madera. ¡¡¡Un Muro de medianería tendría que tener una sección de aprox. 50 cm.!!!
- Superposición de capas
  - Uso del principio Masa-Muelle
  - Aporta muy buenos valores de PCR – la construcción tiene que estar muy bien diseñada y ejecutada para evitar el efecto de resonancias

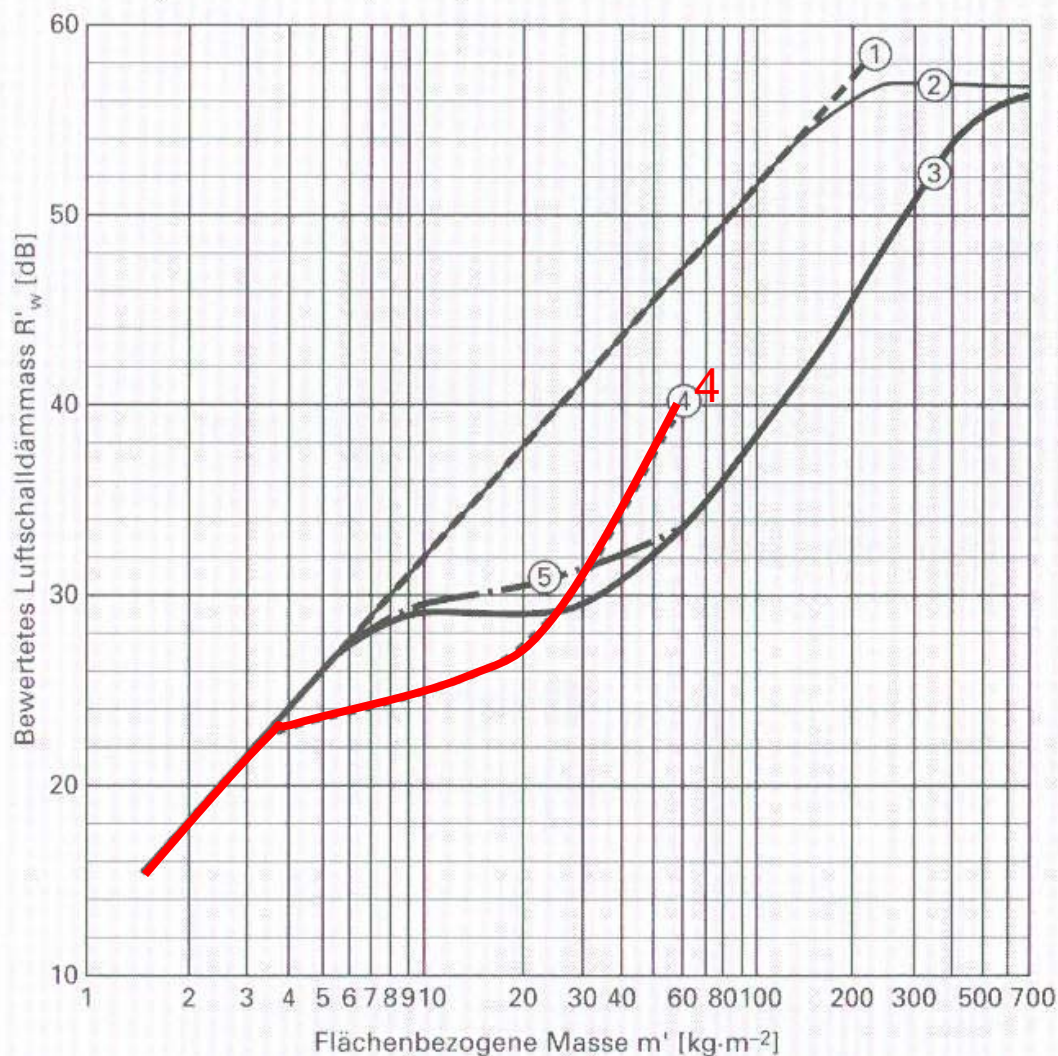


## Peculiaridades de la madera

- La madera es ligera y rígida
- Tiene propiedades mecánicas excelentes
- Estas ventajas para la estática suponen una desventaja para la PCR
  - El diseño de las soluciones de PCR para este material deberá estar adaptado a sus características
- La conducción del sonido es, como el material, anisotrópica
  - Diferentes valores de transmisión en la dirección de la fibra o perpendicular a ellas
  - Característica muy útil a la hora de diseñar soluciones constructivas.

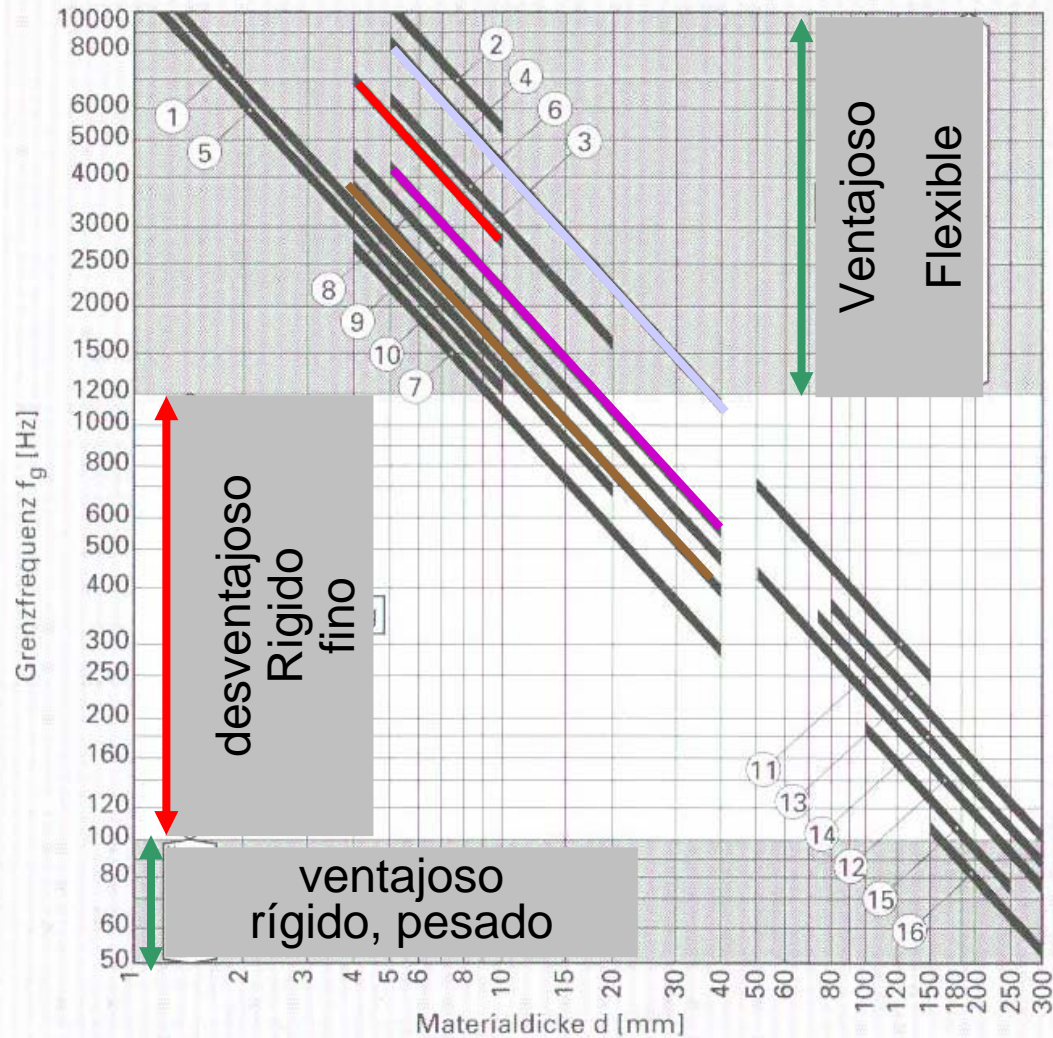


# Protección Contra el Ruido y la masa



1. Curva teórica de la ley de Masa
2. Curva para materiales maleables (láminas metálicas finas)
3. Hormigón, Fábrica de ladrillo, Yeso
4. **Madera o sus derivados**
5. Placas de vidrio

# Limite de frecuencia – rigidez



1. Madera contrachapada
2. Plomo
3. **MDF**
4. Tablero fibras madera
5. Aluminio, acero, vidrio
6. Panel cartón-yeso
7. Abeto
8. **Tablero aglomerado**
9. Fibra madera-cemento
10. **Roble**
11. Escayola
12. Cerámica porosa
13. Hormigón ligero
14. Ladrillo Klinker
15. Roca calcárea
16. Hormigón H 300

## Ejemplos de PCR-aéreo

**Tablero aglomerado madera 30 mm**

$R_w \sim 28$  dB



## Ejemplos de PCR-aéreo



Tablero aglomerado madera 30 mm  
**Lámina Pesada Flexible 10 kg/m<sup>2</sup>**

$R_w \sim 31$  dB

## Ejemplos de PCR-aéreo



**Madera maciza 120 mm**

$R_w \sim 39$  dB

## Ejemplos de PCR-aéreo

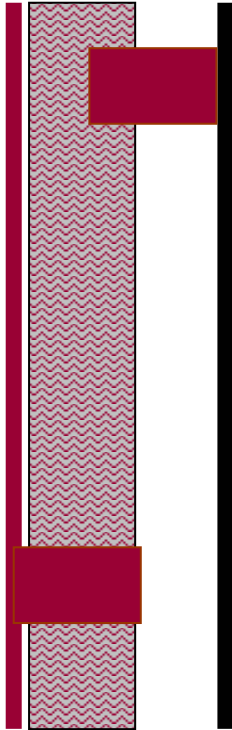


**Entramado ligero con 2 capas de tablero  
distancia entre tableros 10 cm  
8 cm fibra aislante ( $\rho \sim 50 \text{ kg/m}^3$ )  
18 mm tablero aglomerado ambas caras**

**Espesor total = 136 mm.**

$R_w \sim 40 \text{ dB}$

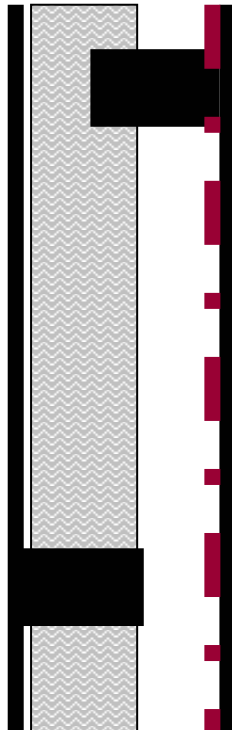
## Ejemplos de PCR-aéreo



Entramado ligero con 2 capas de tablero  
distancia entre tableros 10 cm  
8 cm fibra aislante ( $\rho \sim 50 \text{ kg/m}^3$ )  
18 mm tablero aglomerado ambas caras  
**Montantes desacoplados**

$R_w \sim 55 \text{ dB}$

## Ejemplos de PCR-aéreo



Entramado ligero con 2 capas de tablero  
distancia entre tableros 10 cm  
8 cm fibra aislante ( $r \sim 50 \text{ kg/m}^3$ )  
18 mm tablero aglomerado ambas caras  
Montantes desacoplados  
**Lámina Pesada Flexible**

$R_w \sim 62 \text{ dB}$

## Medidas para la PCR aérea exigente

- Construcción con doble capa o paño
- Eliminación de uniones rígidas entre ambos paños, (desacople estructural)
- Paneles poco rígidos (Cartón-yeso o paneles finos de madera)
- Rellenado de huecos con aislantes de fibra
- Asimetría en la construcción de los elementos
- Incorporar Mallas Pesadas Flexibles

# Protección Contra el Ruido aéreo y de golpeteo en la construcción de forjados

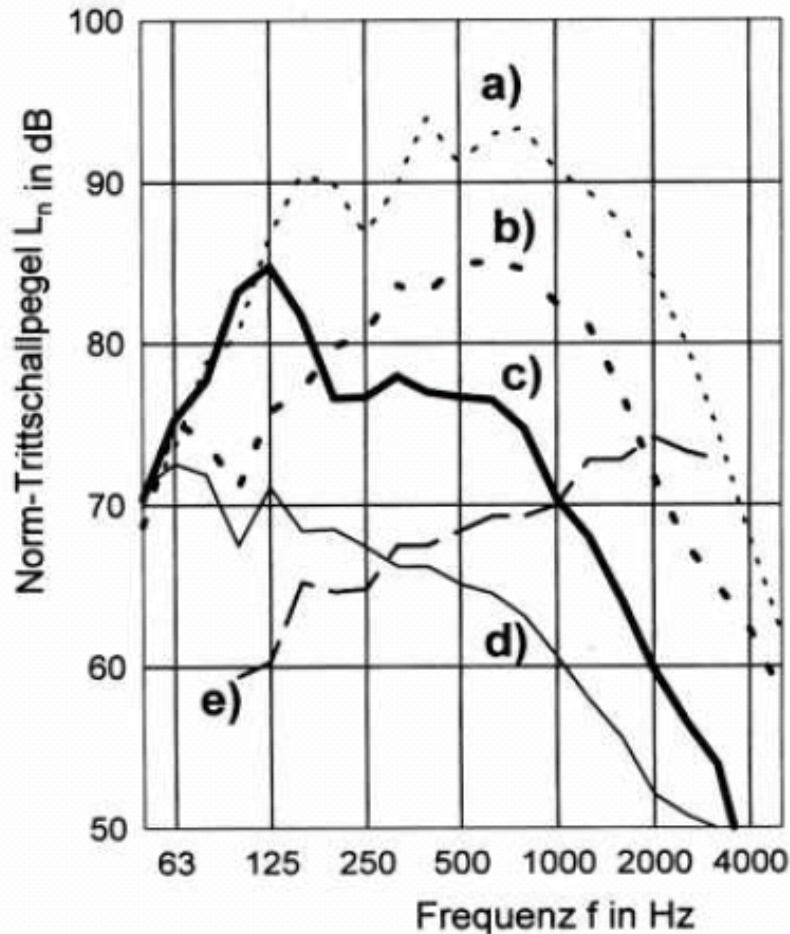
Estructura de Forjado

Solados

Masivización

Falsos techos

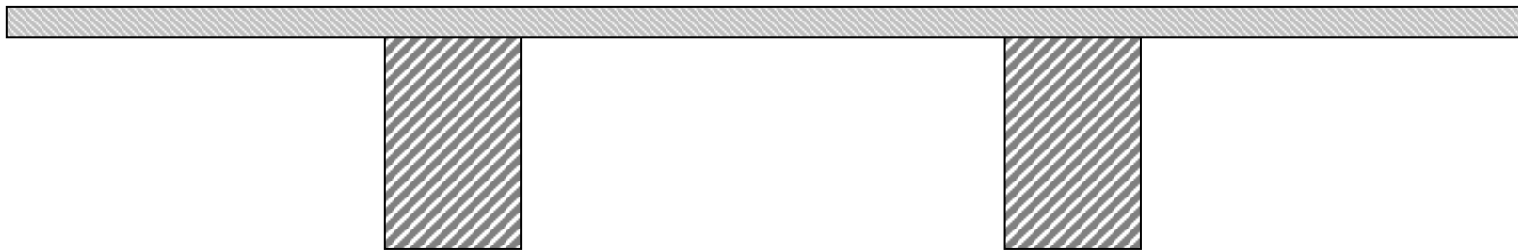
# Transmisión del ruido en forjados



- a) Forjado simple de madera
- b) Tablero contralaminado
- c) Forjado de madera con falso techo
- d) Forjado de madera con falso techo amortiguado
- e) Forjado de hormigón



# Forjado simple de madera



$L_{nw} \sim 92 \text{ dB}$   
 $R_w \sim 28 \text{ dB}$

# Forjado simple de madera tapizado



**5 mm de tapizado**

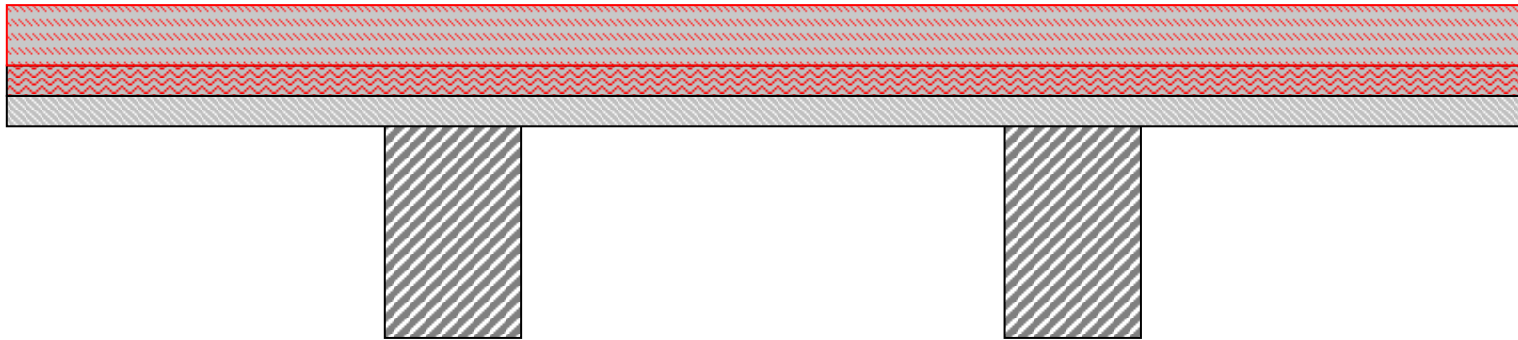
$\Delta L \sim 6 \text{ dB}$

$\Delta R \sim 2 \text{ dB}$

$L_{nw} \sim 86 \text{ dB}$

$R_w \sim 30 \text{ dB}$

## Forjado de madera con solera de hormigón



**5 cm solera de hormigón**  
**30 mm MW-T;  $s' < 10 \text{ MN/m}^3$**   
 MW-T= Placa de Lana de Roca  
 de protección acústica

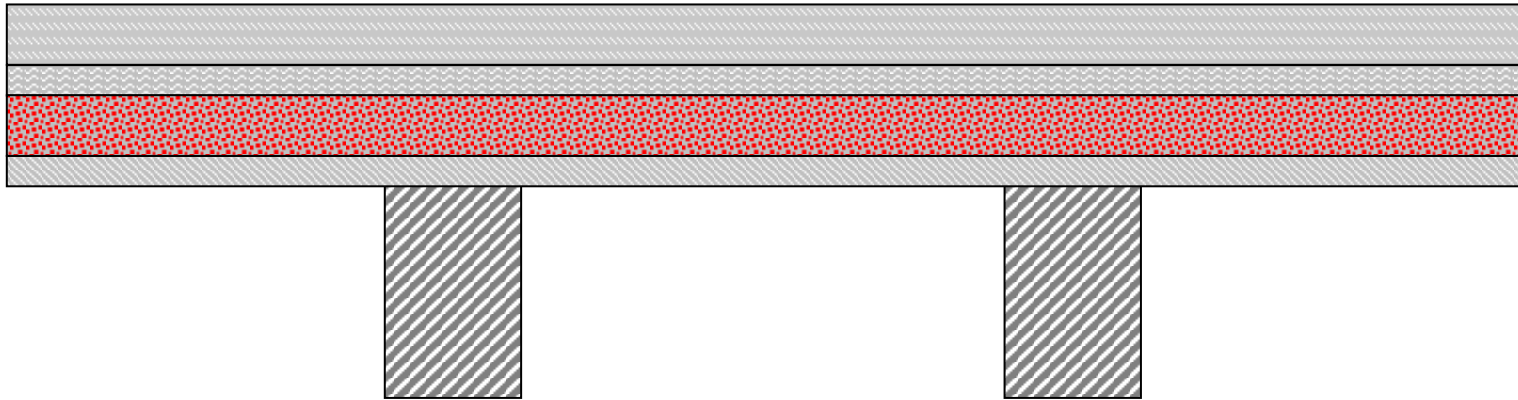
$\Delta L \sim 25 \text{ dB}$

$\Delta R \sim 21 \text{ dB}$

$L_{nw} \sim 67 \text{ dB}$

$R_w \sim 49 \text{ dB}$

Forjado de madera con solera de hormigón con masivizado

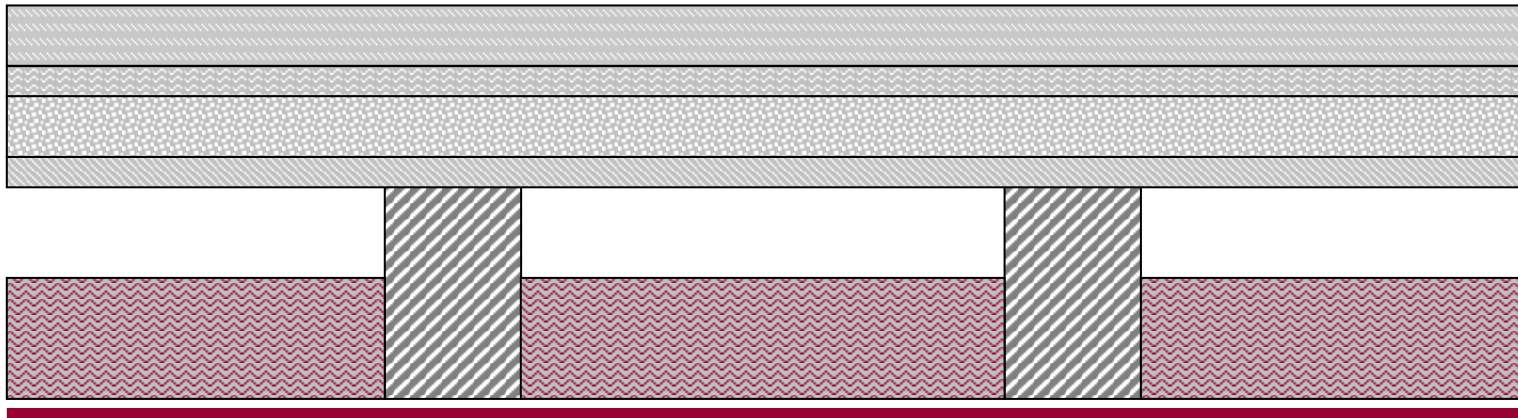


5 cm Nassestrich  
 30 mm MW-T;  $s' < 10 \text{ MN/m}^3$   
**5 cm masivizado ~ 80 kg/m<sup>2</sup>**  
**Ej. con gravilla**

$\Delta L \sim 36 \text{ dB}$   
 $\Delta R \sim 27 \text{ dB}$

$L_{nw} \sim 56 \text{ dB}$   
 $R_w \sim 55 \text{ dB}$

## Forjado de madera masivizada con solera de hormigón y falso techo contra rastreles



5 cm solera

30 mm MW-T;  $s' < 10 \text{ MN/m}^3$

5 cm Masivizado  $\sim 80 \text{ kg/m}^2$

**10 cm lana de roca acústica**

**Panel cartón-yeso atornillado  
directamente contra rastreles.**

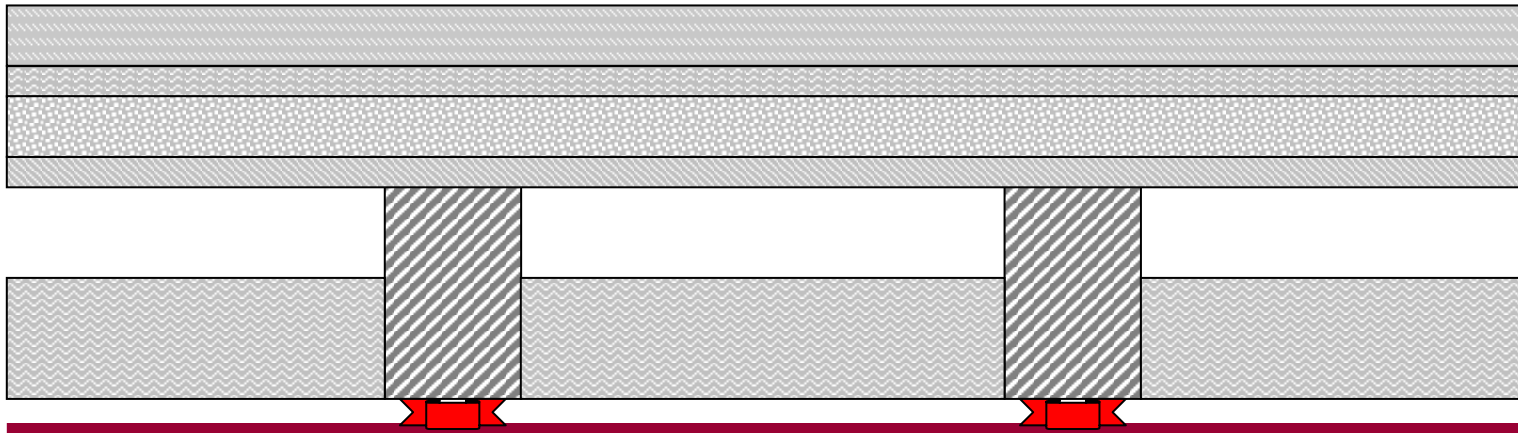
$\Delta L \sim 45 \text{ dB}$

$\Delta R \sim 37 \text{ dB}$

$L_{nw} \sim 47 \text{ dB}$

$R_w \sim 65 \text{ dB}$

## Forjado de madera masivizada con solera de hormigón y falso techo sobre elemento amortiguador



5 cm Nassestrich

30 mm MW-T;  $s' < 10 \text{ MN/m}^3$

5 cm Masivizado  $\sim 80 \text{ kg/m}^2$

10 cm lana de roca acústica

**Panel de Cartón-Yeso anclado  
con elemento amortiguador**

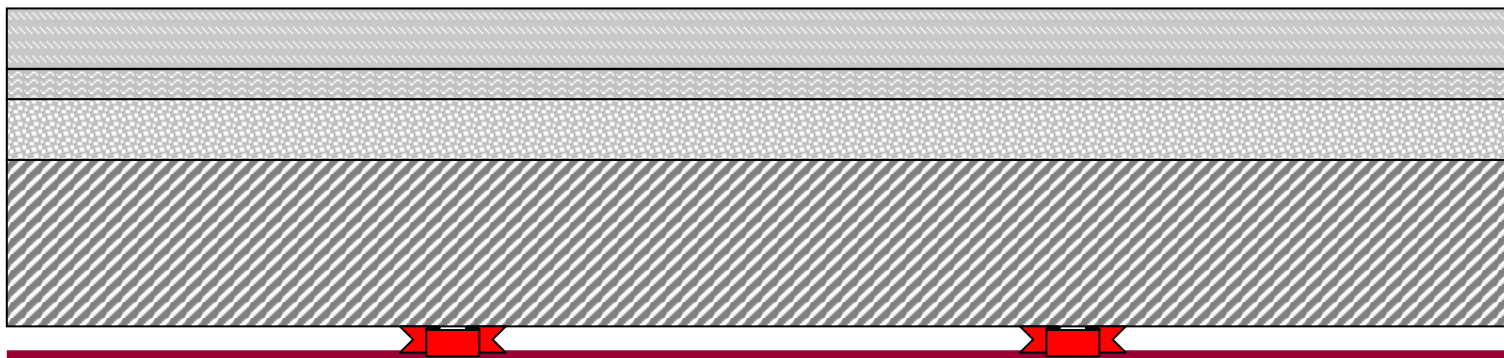
$\Delta L \sim 50 \text{ dB}$

$\Delta R \sim 41 \text{ dB}$

$L_{nw} \sim 42 \text{ dB}$

$R_w \sim 69 \text{ dB}$

**Forjado de madera contralaminada  
masivizada con solera de hormigón y falso  
techo sobre elemento amortiguador**



5 cm Nassestrich

30 mm MW-T;  $s' < 10 \text{ MN/m}^3$

5 cm Masivizado  $\sim 80 \text{ kg/m}^2$

10 cm lana de roca acústica

**Panel de Cartón-Yeso anclado  
con elemento amortiguador**

$\Delta L \sim 50 \text{ dB}$

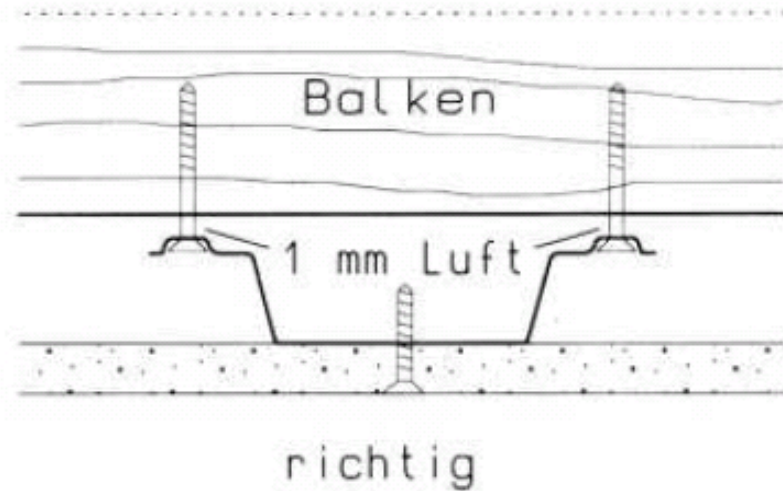
$\Delta R \sim 41 \text{ dB}$

$L_{nw} \sim 42 \text{ dB}$

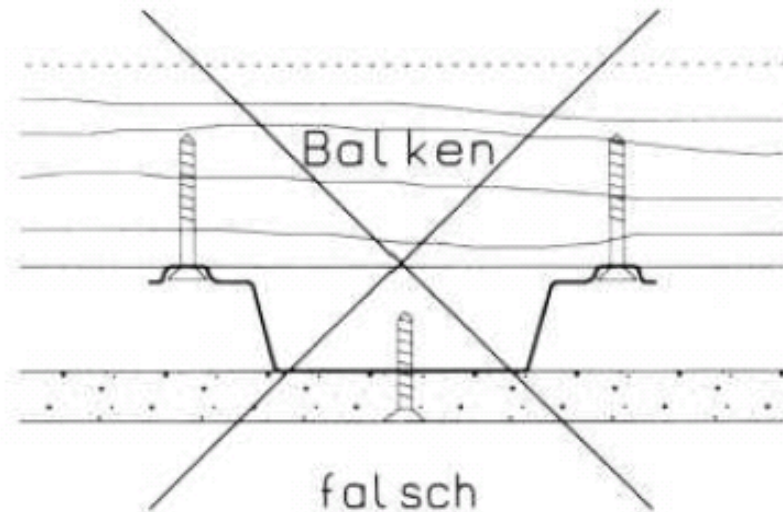
$R_w \sim 69 \text{ dB}$

## Rieles amortiguadores

**Correcto**,  
anclaje no rígido. Al menos una  
separación de 1 mm. de aire

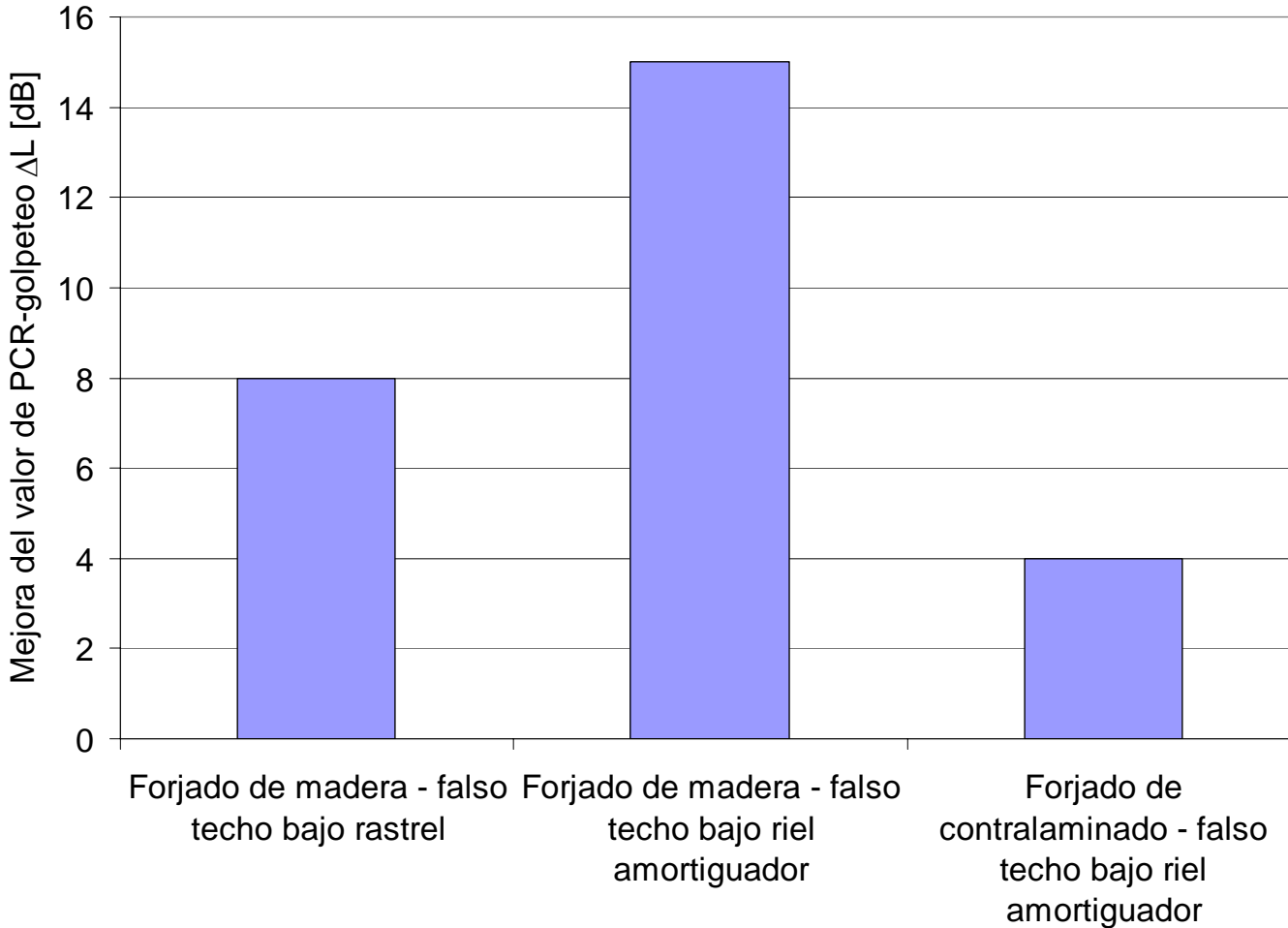


**Incorrecto**,  
ánclaje rígido





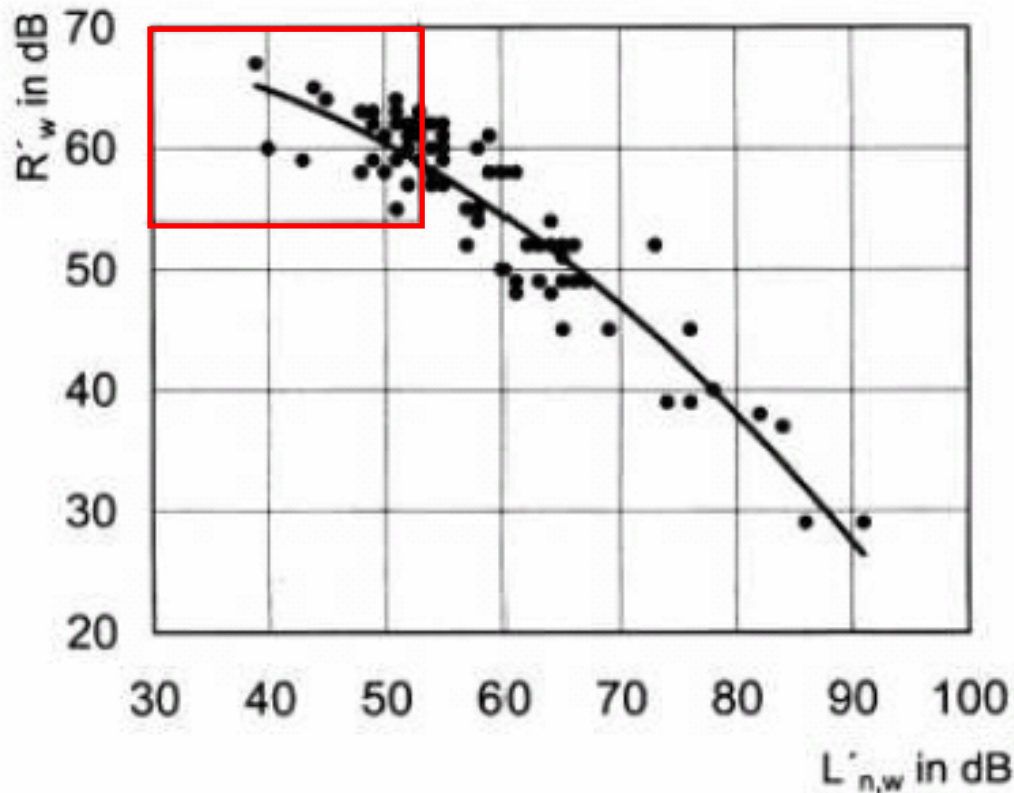
## Valores de mejora en dB por medio del uso de falsos techos



## Estrategias para la PCR-golpeteo (supone exigencias muy elevadas)

- Solera de cemento (húmedo), ( $m' > 100 \text{ kg/m}^2$ ) mejor que relleno simple (seco).
- Panel de aislamiento acústico especial para golpeteo  
(Ej. Panel de lana mineral  $s' < 7,5 \text{ MN/m}^3$ )
- Riéles amortiguadores (especialmente eficiente en el caso de forjados de madera normales)
- Masivizado flexible sobre/en el forjado
- Rellenado de huecos con aislantes de Fibras

## PCR aereo y de golpeteo



Los forjados que cumplen con la PCR de golpeteo, cumplen automáticamente con las exigencias del PCR aéreo.