

1.1

Visión teórica del aislamiento de un elemento constructivo: Pared Doble

Sergi Soler Rocasalbas

Gerente de Áurea Ingeniería Acústica

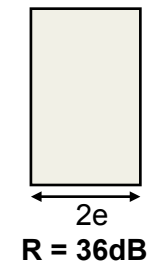
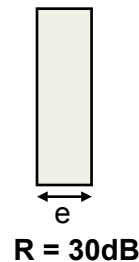
Sergi@aurea-acustica.com

- **Pared simple y pared doble:**
 - Es difícil obtener aislamientos elevados con paredes simples, deberíamos recurrir a:
 - Materiales muy pesados.
 - Grosos elevados.
 - Cuidado con la frecuencia de coincidencia.
 - Es más eficiente recurrir al uso de paredes dobles.

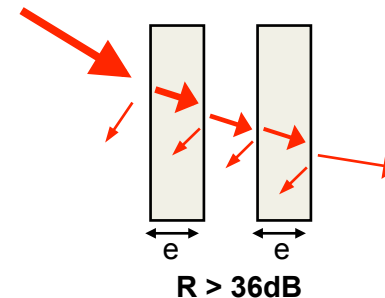
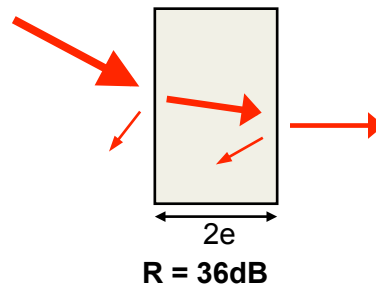
PARED DOBLE

- **Pared simple y pared doble. Ejemplo:**

- Si doblamos la masa (o el grosor) de una pared simple obtenemos un incremento de 6dB.

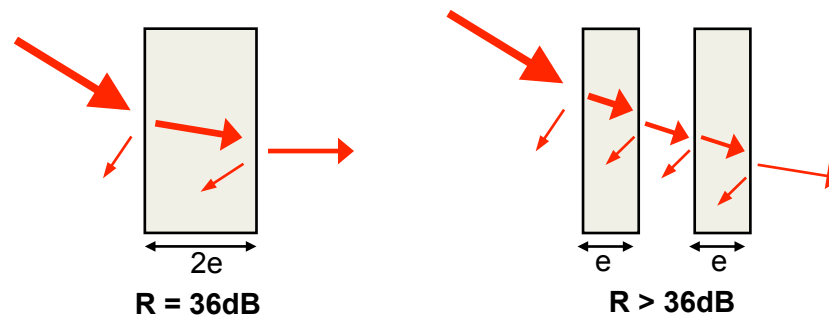


- En cambio, si mantenemos el grosor inicial pero hacemos dos paredes separadas por una cámara de aire, obtendremos un incremento de aislamiento superior a 6dB.



PARED DOBLE

- En este caso el aislamiento conseguido es mucho mayor debido a que produce una ruptura de la continuidad del material.
- Al llegar al cambio de medio, una parte de la energía sonora del frente de onda se reflejará, de manera que la energía sonora transmitida será menor.



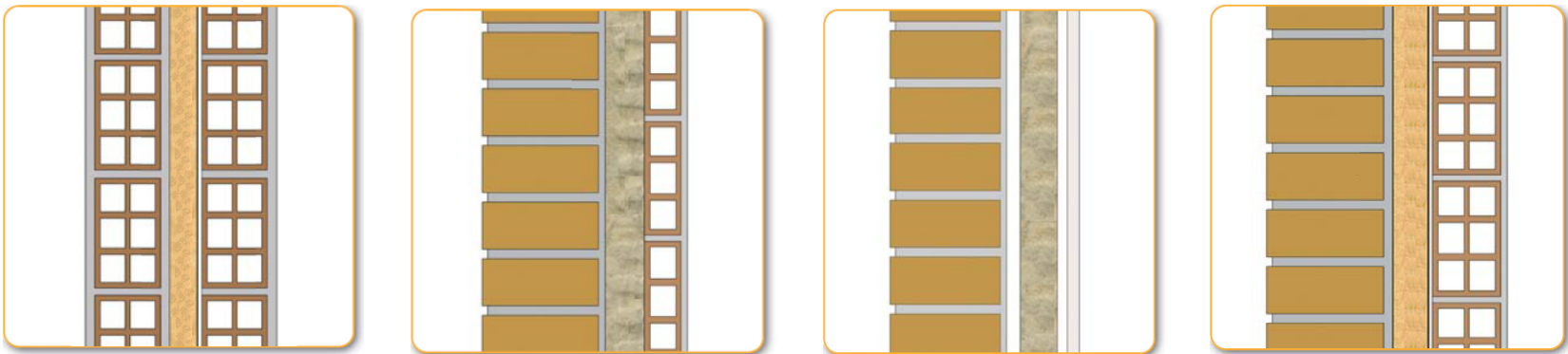
- Cuantos más cambios de impedancia (cambios de medio) encuentre la onda de presión, menor será la energía transmitida.

- **Pared simple y pared doble:**

- Lo ideal sería conseguir un aislamiento de $30 + 30 = 60\text{dB}$, pero esto no sucede debido a que el nuevo sistema (pared – cavidad – pared) presentará pérdidas de aislamiento respecto al caso ideal de dos paredes simples.
- Estas pérdidas se deben principalmente a:
 - Las ondas estacionarias que se crean en la cavidad.
 - La nueva resonancia del sistema pared – cavidad – pared.
 - Las uniones rígidas entre los componentes de la pared doble.
- A continuación estudiaremos una teoría que nos permitirán calcular el aislamiento de una pared doble en función de la frecuencia.

PARED DOBLE

- **Pared doble:**
 - Un sistema de pared doble está constituido por dos paredes simples homogéneas, iguales o no, separadas por una cavidad de aire que puede estar parcial o totalmente rellena de material absorbente.

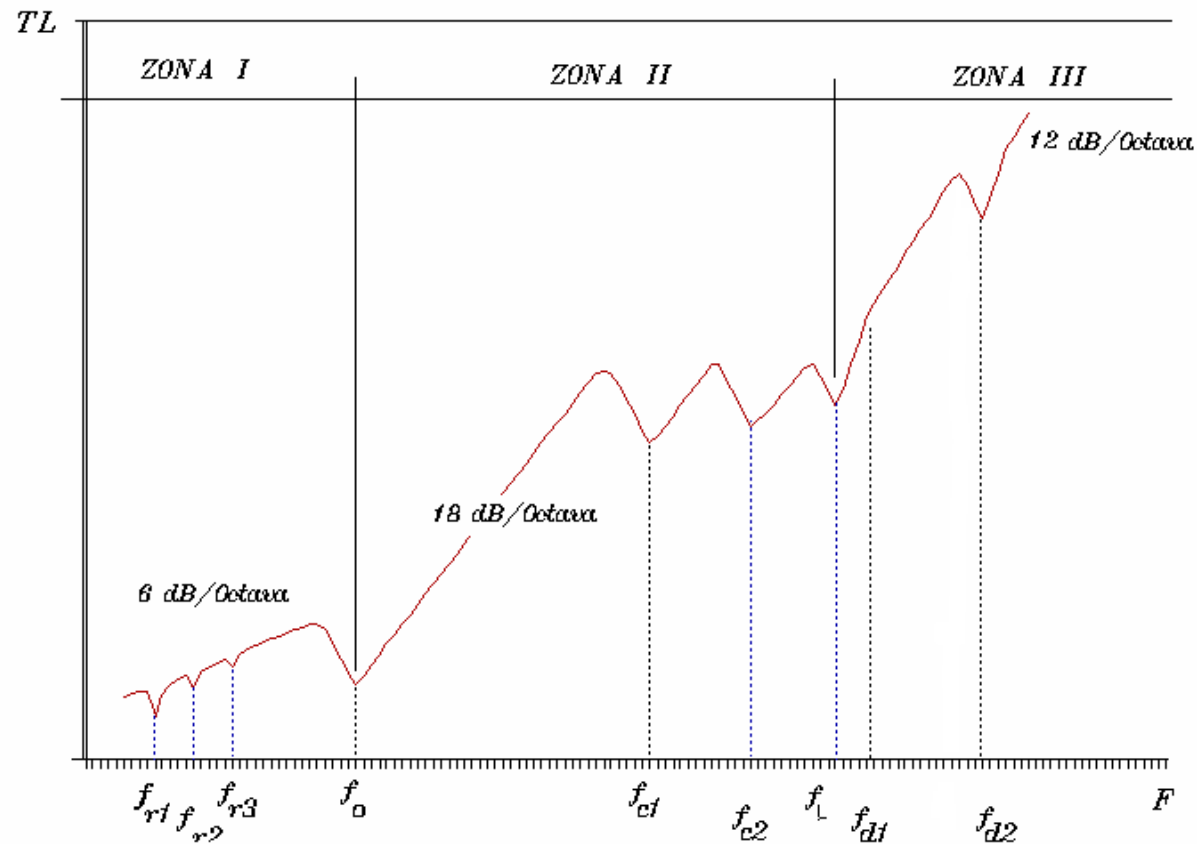


Fuente de las Imágenes: Catálogo de Soluciones de Aislamiento DANOSA

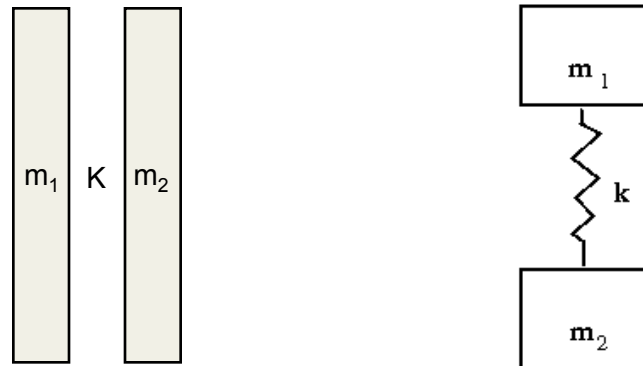
- **Pared doble:**

- El aislamiento de una pared doble obedecerá a la ley de masas para paredes dobles pero, al igual que en el caso de pared simple, deberemos tener en cuenta que existen diversas frecuencias en las que se produce una pérdida de aislamiento importante.
 - f_{ri} → frecuencias de resonancia como placa de cada pared.
 - f_0 → frecuencia de resonancia del sistema pared – cavidad – pared.
 - f_{ci} → frecuencias críticas o de coincidencia de cada pared.
 - f_L → frecuencia límite o de cavidad.
 - f_{di} → frecuencias de densidad de cada pared.

- Aislamiento de una pared doble:**



- **Resonancia del sistema pared – cavidad – pared:**
 - Toda pared doble se comporta como un sistema masa – muelle – masa.
 - Masa → la masa de cada pared (m_1 y m_2 respectivamente).
 - Muelle → aire de la cavidad, se caracteriza por su rigidez (k).



- Este sistema tendrá una frecuencia de resonancia. A esta frecuencia la vibración del sistema será mucho mayor → pérdida de aislamiento.

- **Resonancia del sistema pared – cavidad – pared:**

- Frecuencia de resonancia para incidencia normal y aire en la cavidad:

$$f_o = 60 \cdot \sqrt{\frac{1}{L} \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)} \quad \text{Hz}$$

$f_o \rightarrow$ frecuencia de resonancia (Hz).

- Y para incidencia aleatoria:

$L \rightarrow$ espesor de la cavidad (m).

$$f_o = 84 \cdot \sqrt{\frac{1}{L} \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)} \quad \text{Hz}$$

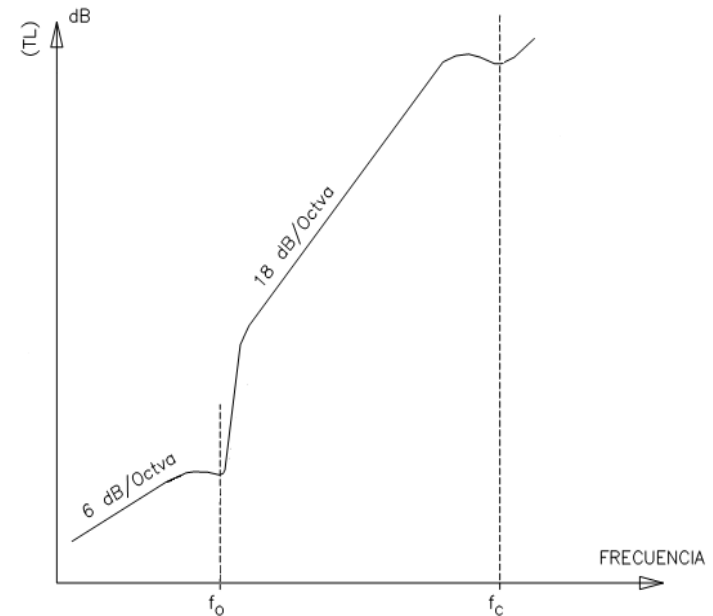
$m_i \rightarrow$ masa superficial de cada pared (kg/m^2)

- Para el caso en que en la cavidad se haya instalado material absorbente, la frecuencia de resonancia dependerá de la rigidez de dicho material.

$$f_o = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{L} \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)} \quad \text{Hz}$$

- **Resonancia del sistema pared – cavidad – pared:**

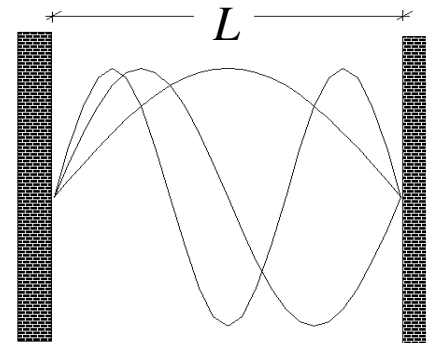
- Alrededor de la frecuencia de resonancia, el aislamiento de la pared doble será bajo. El mínimo aislamiento se da a la frecuencia de resonancia f_0 . Típicamente será un aislamiento inferior al de cada una de las hojas por separado. EMPEORAMOS a baja frecuencia... !
- Por debajo de la frecuencia de resonancia, la pared se comporta como una pared simple de masa $m=m_1+m_2$, por lo que la pendiente será de 6dB por octava.
- Por encima la frecuencia de resonancia el aislamiento acústico obedecerá a la ley de masas de paredes dobles, según la cual se obtienen 18 dB por octava frente a los 6dB por octava que ofrece la ley de masas de paredes simples.



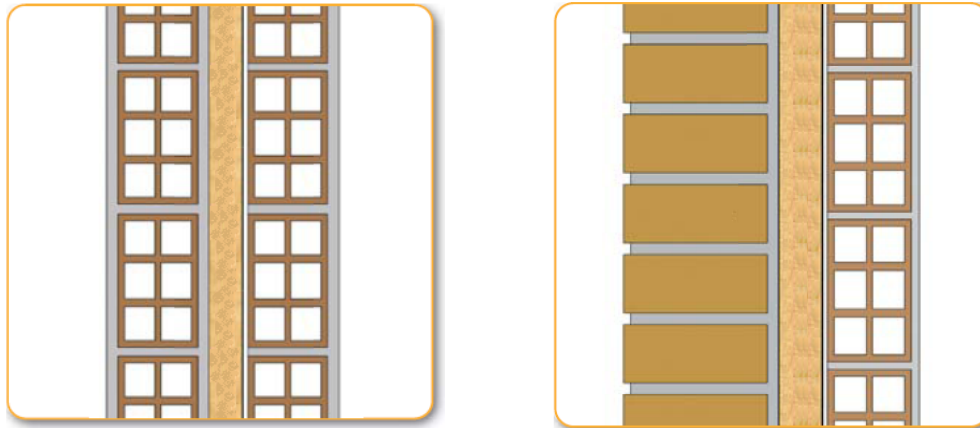
- **Frecuencia límite o de cavidad:**

- Existe otro grupo de frecuencias en las que el aislamiento vuelve a debilitarse, son las frecuencias de resonancia de la cavidad de aire que queda entre ambas paredes.
- Si dentro de la cavidad no hay material absorbente, las reflexiones en las caras internas de ambas paredes serán importantes y se crearán ondas estacionarias.
- Estas ondas tendrán una amplitud mucho mayor a unas determinadas frecuencias (frecuencias de resonancia de la cavidad, f_L). También se las denomina frecuencias de espesor.

$$f_L = \frac{c}{2L} \cdot n = \frac{170}{L} \cdot n$$



- **Frecuencia límite o de cavidad:**
 - Para evitar los efectos perjudiciales de estas frecuencias es aconsejable colocar material absorbente en la cavidad.

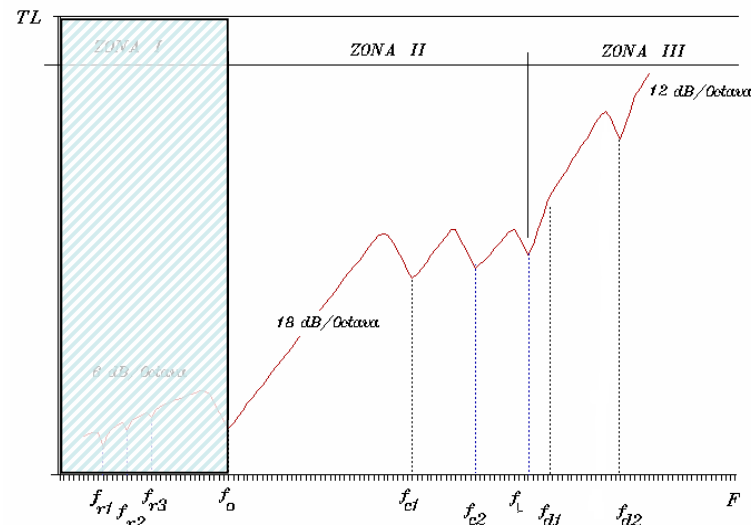


- Aislamiento de una pared doble:**

Zona I:

Por debajo de la frecuencia de resonancia del sistema masa – muelle – masa las dos paredes vibran en fase. El sistema se comporta como una pared simple con una masa igual a la suma de la masa de cada panel.

Por lo tanto en esta zona la pendiente es de 6dB/octava.



- Aislamiento de una pared doble:**

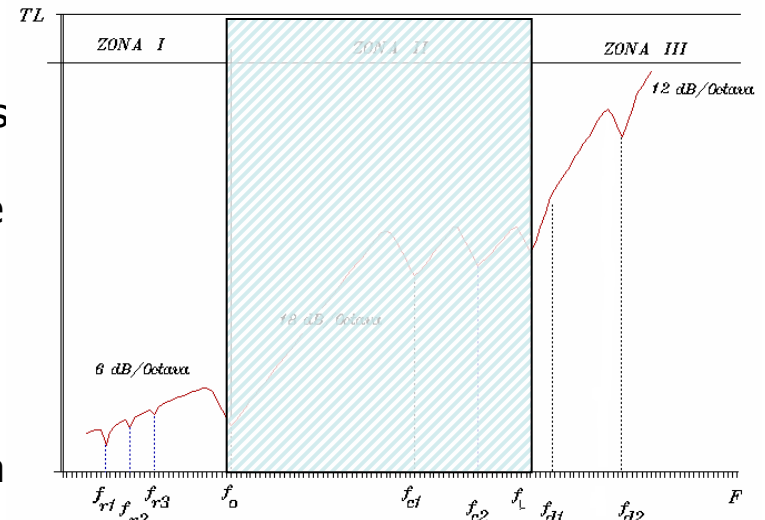
Zona II:

A medida que aumentamos la frecuencia también aumenta la inercia de los paneles, a la frecuencia de resonancia del sistema

masa – muelle – masa la inercia del panel es cancelada por la rigidez del aire y los dos paneles se mueven en contrafase entre ellos. A esta frecuencia se produce una pérdida importante de aislamiento.

A partir de la frecuencia f_0 entramos en la zona donde la pared doble actúa como tal, es decir, el aislamiento aumenta con una pendiente de hasta 18dB/octava.

La falta de estanqueidad y los caminos secundarios harán disminuir este aislamiento.

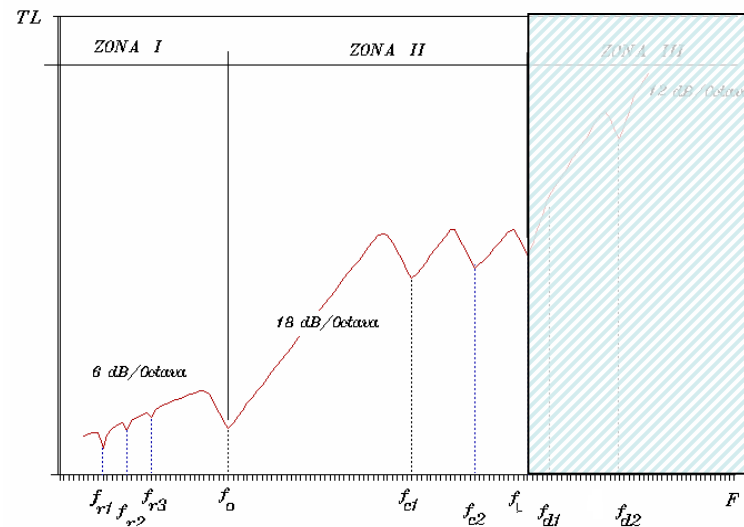


- Aislamiento de una pared doble:**

Zona III:

A muy alta frecuencia, cuando las longitudes de onda son comparables al doble de la separación entre paneles (por encima de f_L), la pared doble se comporta como si fuera un recinto de un solo panel a cada lado.

En esta zona la pendiente será de 12 dB/octava.



- **Modelo simple de una pared doble de albañilería**

Para $f < f_0$: $R (dB) = 20 \log (m_1 + m_2) f - 48$ [f en saltos de tercio de octava]

Para $f_0 < f < f_L$: $R (dB) = R_{m1} + R_{m2} + 10 \log L + 10 \log \alpha' + 10 \log \frac{h+l}{hl} + 3$

Donde h es la altura del tabique, l es su longitud y $\alpha' = k \alpha$.

$K = 0,1$ para $L \leq 0,1$ m.

$K = 0,2$ para $0,1 < L < 0,2$ m.

$K = 0,5$ para $0,3 \leq L < 0,5$ m.

α es el coeficiente de absorción del material.

R_{m1} y R_{m2} son los aislamientos de cada tabique.

Para $f > f_L$: $R (dB) = R_{m1} + R_{m2} - 10 \log \left[\left(\frac{1}{\alpha} \right) + \left(\frac{1}{4} \right) \right]$