

SESIÓN TÉCNICA

INTRODUCCION A LA ACUSTICA INDUSTRIAL

Noise control technology

INERCO

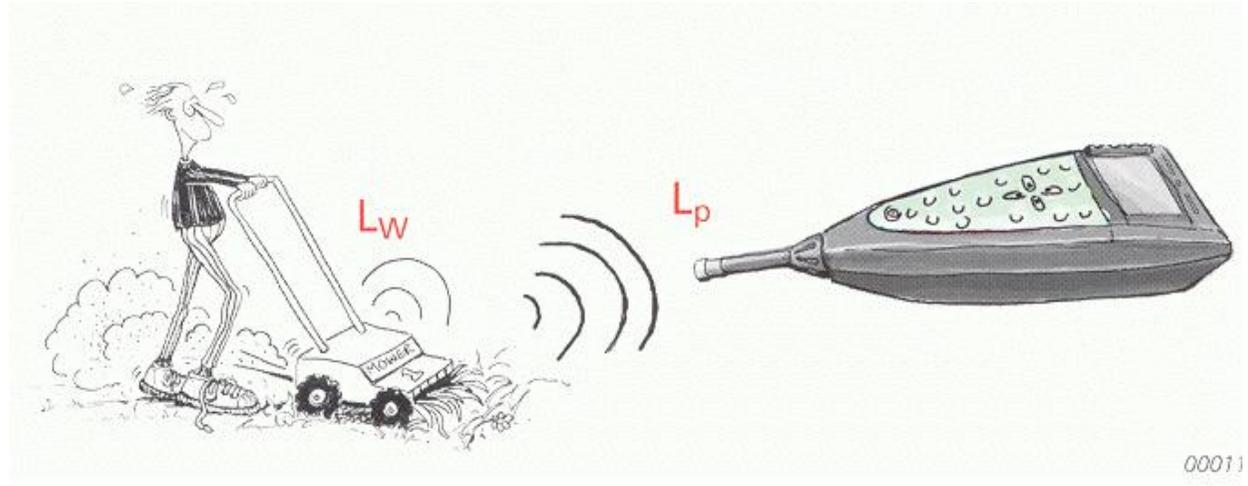


Acústica

www.inercoacustica.com

Conceptos de acústica:
sonido/ruido, aislamiento,
absorción, vibraciones, ruido
de impacto.

Nivel de potencia y nivel de presión



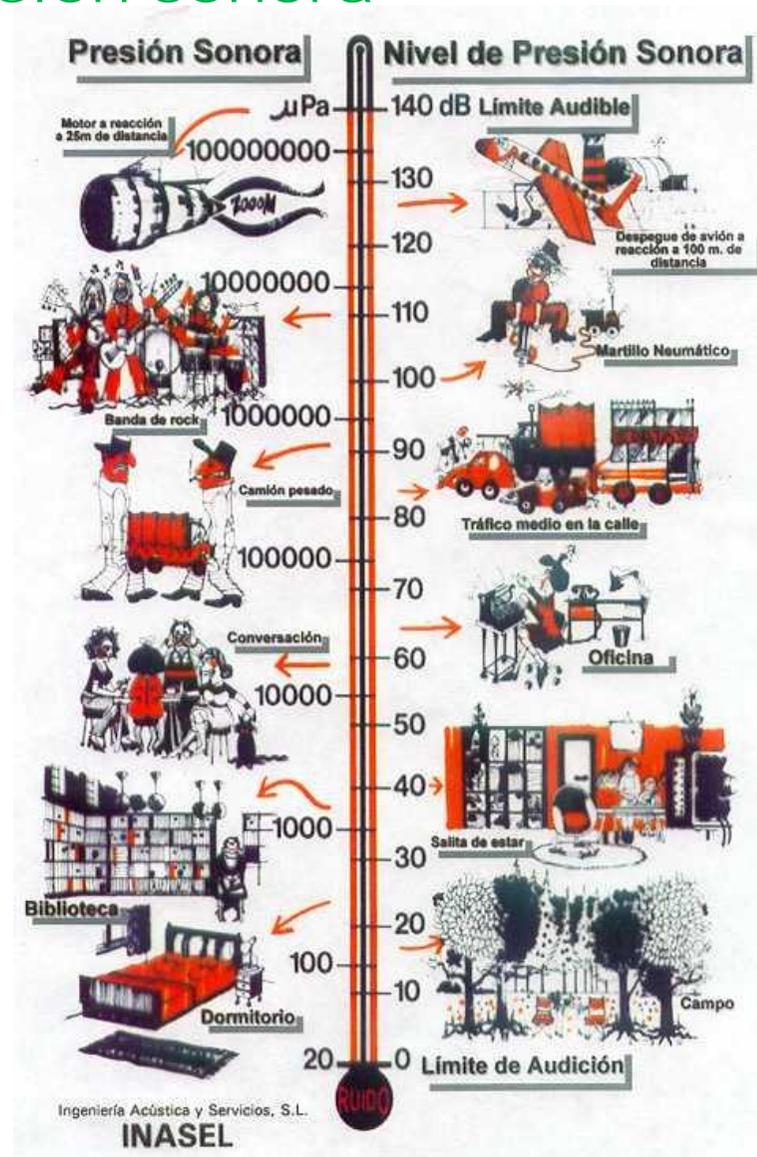
Wattios (W)

Pascales (Pa)

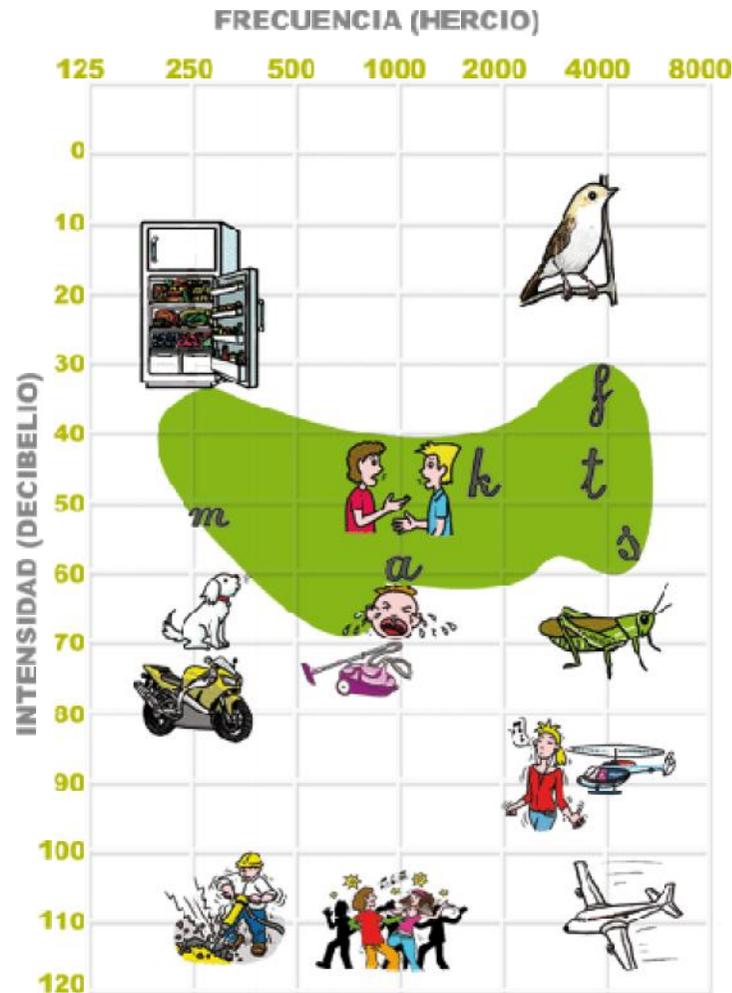
$$SWL (dB) = 10 \log \frac{W}{W_{ref}}$$

$$SPL (dB) = 10 \log \frac{P_{ef}^2}{P_{ref}^2} = 20 \log \frac{P_{ef}}{P_{ref}}$$

Nivel de presión sonora



Espectro sonoro



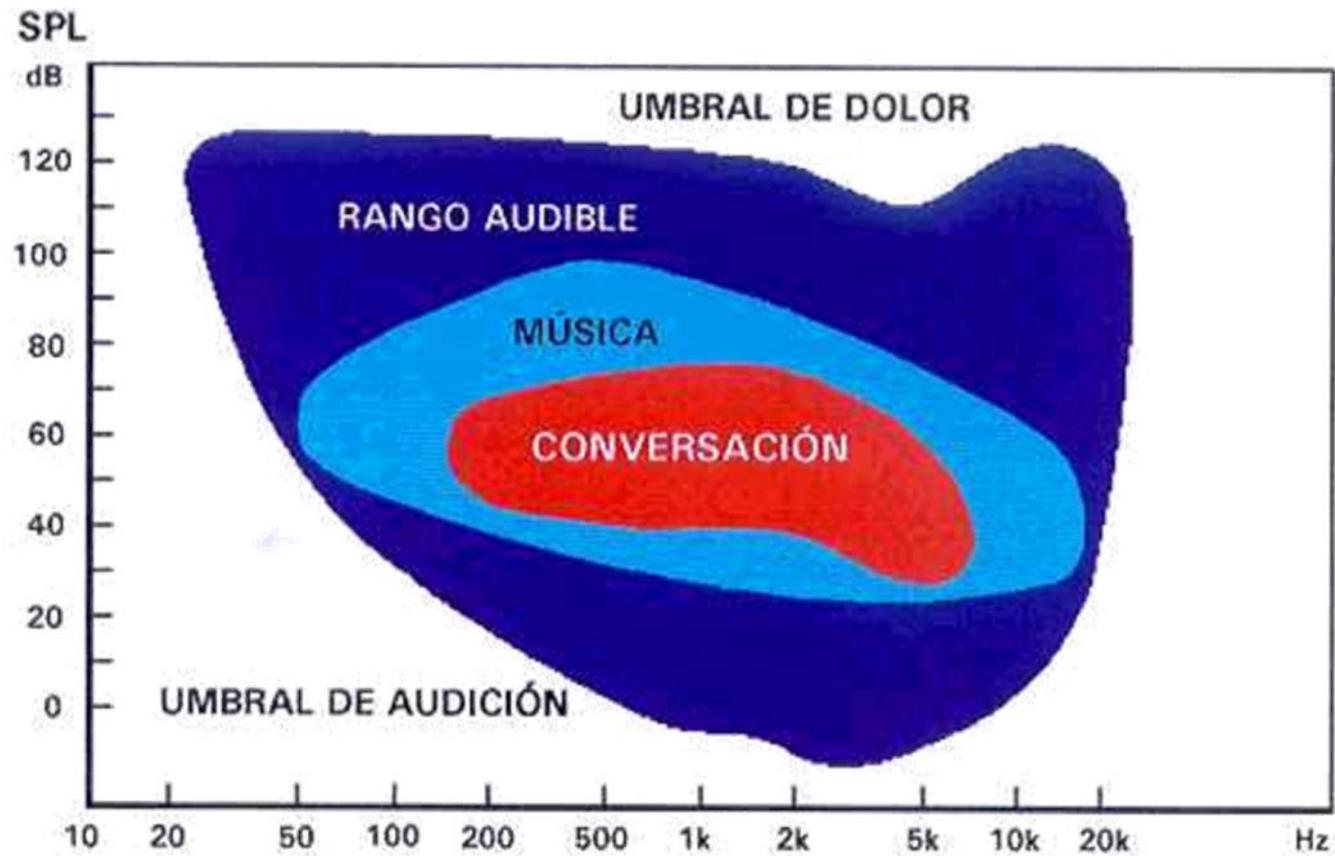
Ponderación "A" pasar de dB a dB(A)



Sin embargo, para que la medición del ruido tenga en cuenta la diferente sensibilidad de nuestro oído a distintas frecuencias, se emplea un método de ponderación, obteniéndose con ello el nivel global ponderado, dBA. Para ello se emplean los siguientes valores de ponderación (según CTE-DB-HR):

Escala de frecuencias (bandas de octava)					
125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
- 16,10	- 8,60	- 3,20	0,00	1,20	1,00

Áreas de audición



Áreas de audición. Información extraída del Bilson International Ltd.

Nivel de ruido recomendado

TIPOS DE RECINTOS	CURVA NC RECOMENDADA	EQUVALENCIA EN dBA
Estudios de grabación	15	28
Salas de conciertos y teatros	15-25	28-38
Hoteles (habitaciones individuales)	20-30	33-42
Salas de conferencias / Aulas	20-30	33-42
Despachos de oficinas / Bibliotecas	30-35	42-46
Hoteles (vestibulos y pasillos)	35-40	46-50
Restaurantes	35-40	46-50
Salas de ordenadores	35-45	46-55
Cafeterías	40-45	50-55
Polideportivos	40-50	50-60
Talleres (maquinaria ligera)	45-55	55-65
Talleres (maquinaria pesada)	50-65	60-75

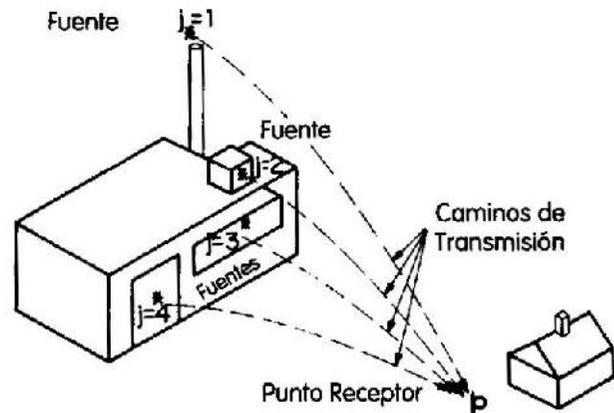
Suma de niveles

55 dB + 55 dB no es igual a 110 dB, sino que son 58 dB

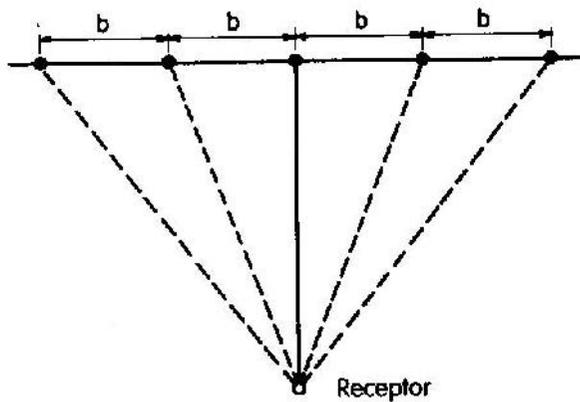
Por ejemplo, en un local existen dos fuentes de ruido de 55 dB cada una (una lavadora y un televisor, por ejemplo), el nivel global producido se calcula:

$$L = 10 \log \left[10^{\frac{55}{10}} + 10^{\frac{55}{10}} \right] = 58 \text{ dB}$$

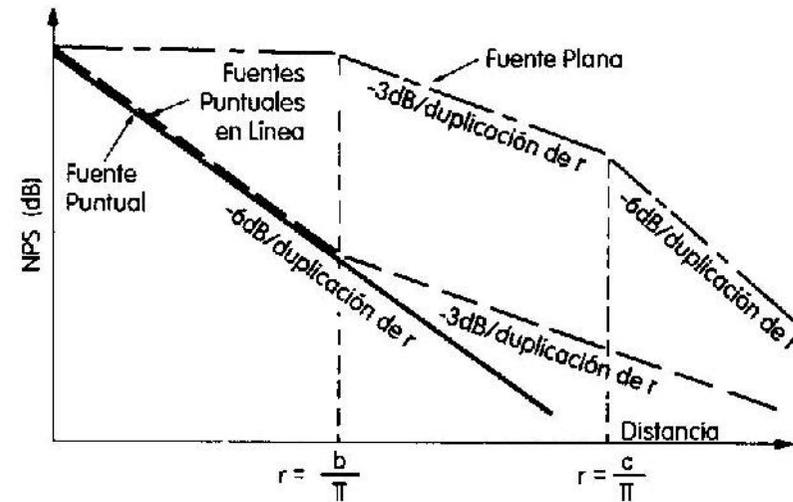
Atenuación de nivel con la distancia



Modelo para la predicción del ruido en la comunidad

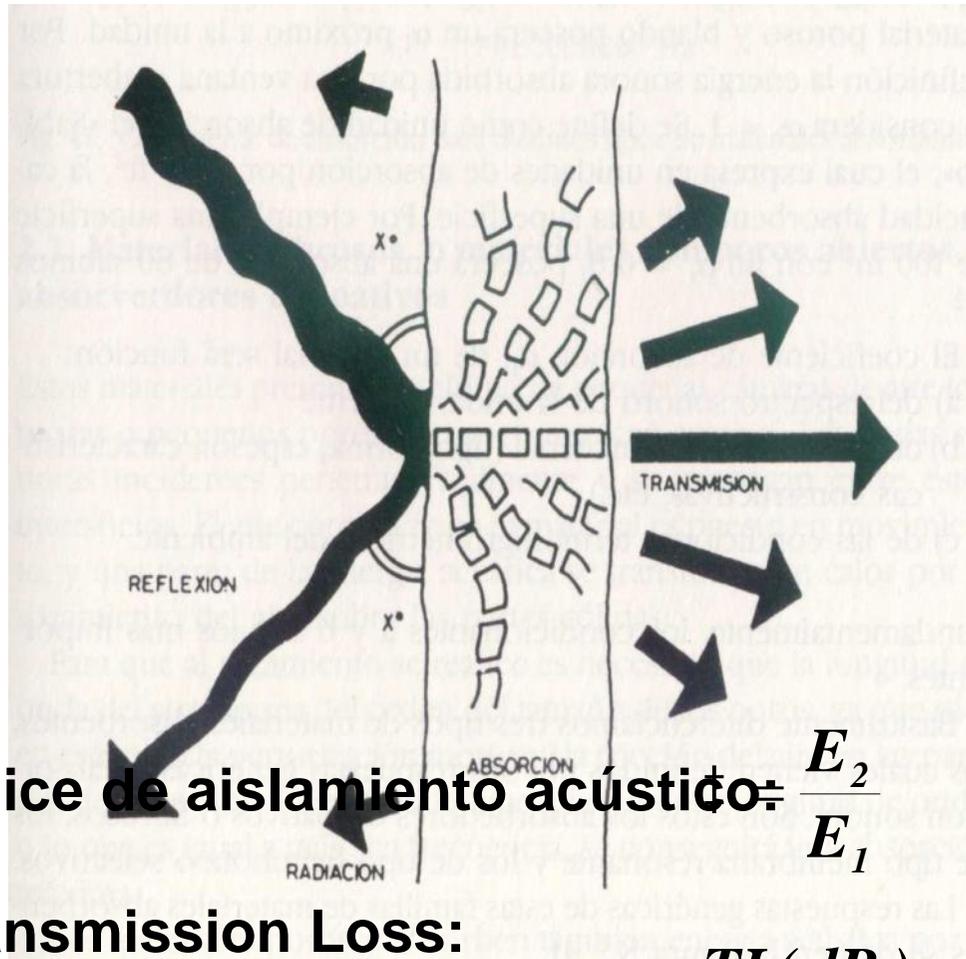


Fuentes lineales



Atenuación con la distancia para varios tipos de fuentes

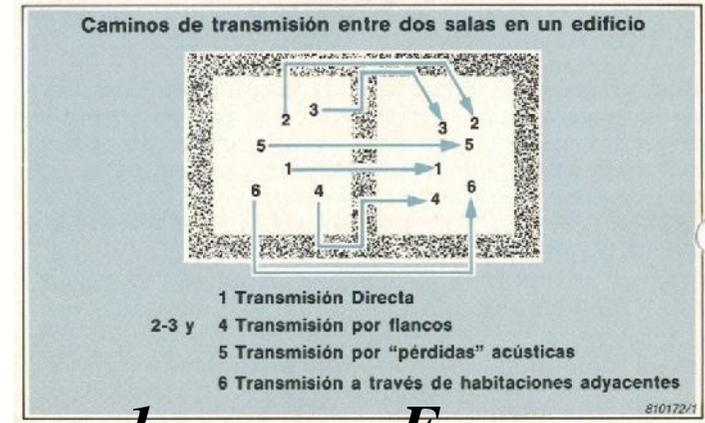
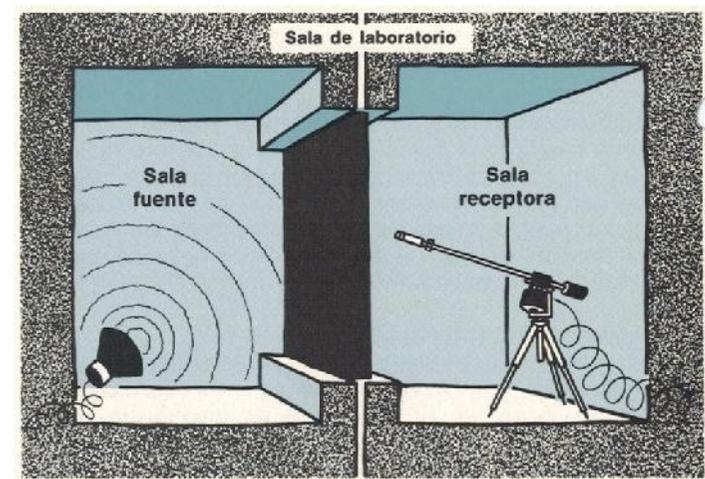
Aislamiento acústico



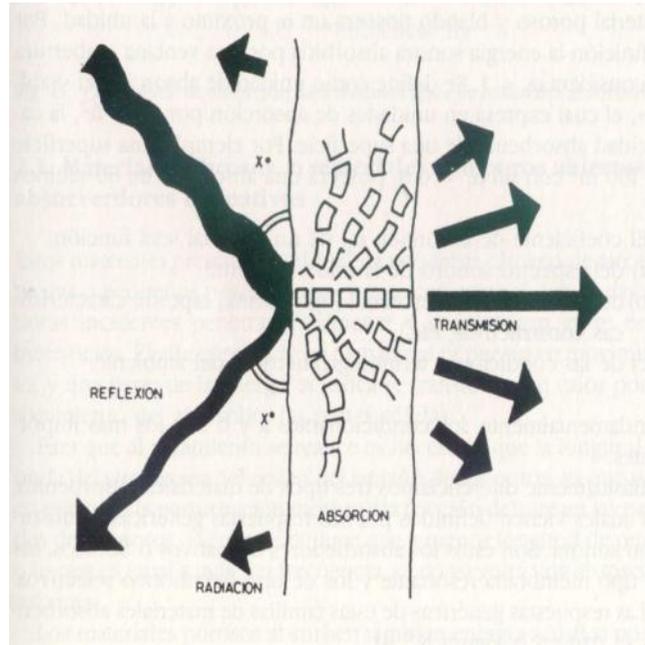
Indice de aislamiento acústico: $\frac{E_2}{E_1}$

Transmission Loss:

$$TL(dB) = 10 \cdot \log \frac{I_1}{I_2} = 10 \cdot \log \frac{E_1}{E_2} = 10 \cdot \log \frac{W_1}{W_2}$$



Aislamiento acústico



Indice de aislamiento acústico: $\dagger = \frac{E_2}{E_1}$

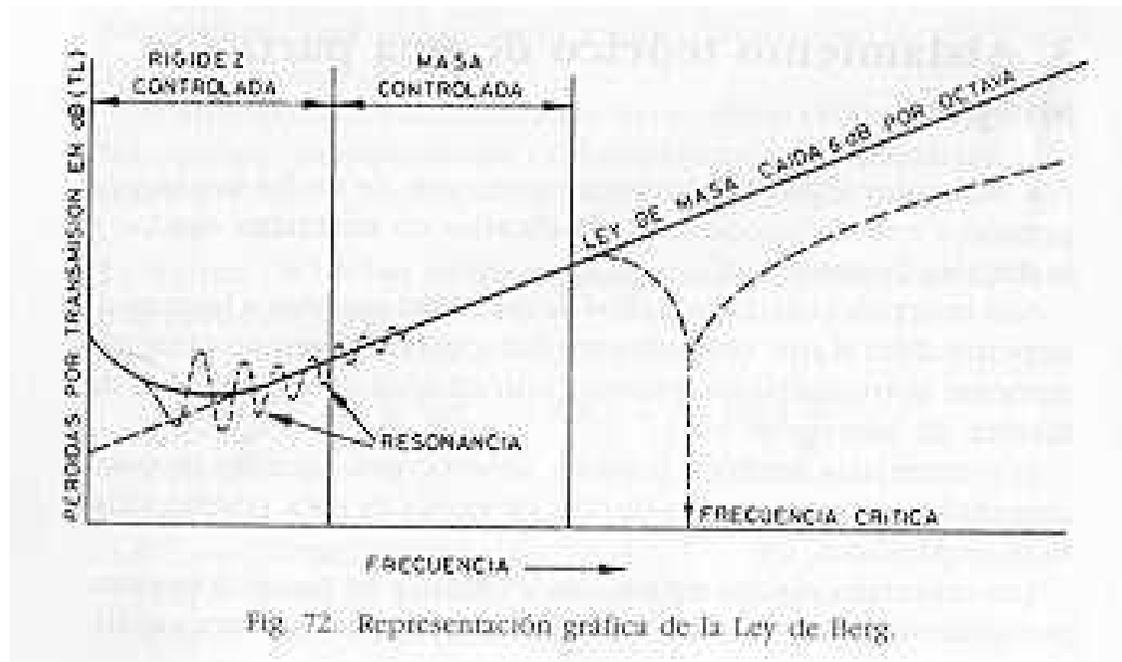
Transmission Loss: $TL(dB) = 10 \cdot \log \frac{1}{\dagger} = 10 \cdot \log \frac{E_1}{E_2} = 10 \cdot \log \frac{V}{V}$

Aislamiento acústico

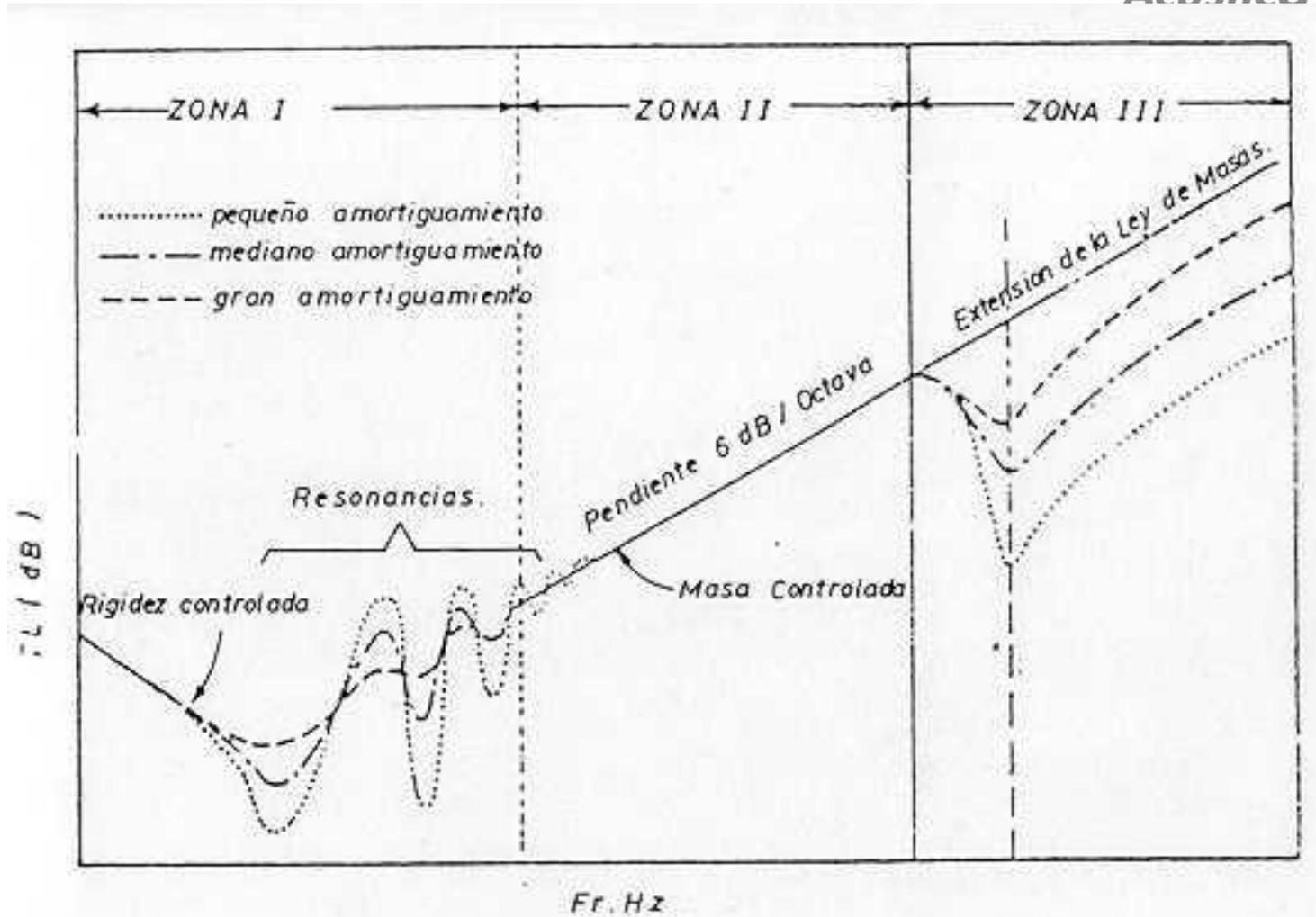
Para materiales rígidos, densidades superiores a 1, impermeables al aire, normalmente homogéneos, no obligatoriamente isótropos, se cumple que:

LEY DE MASAS

$$TL(dB) = 20 \cdot \log M + 20 \cdot \log f - 42$$

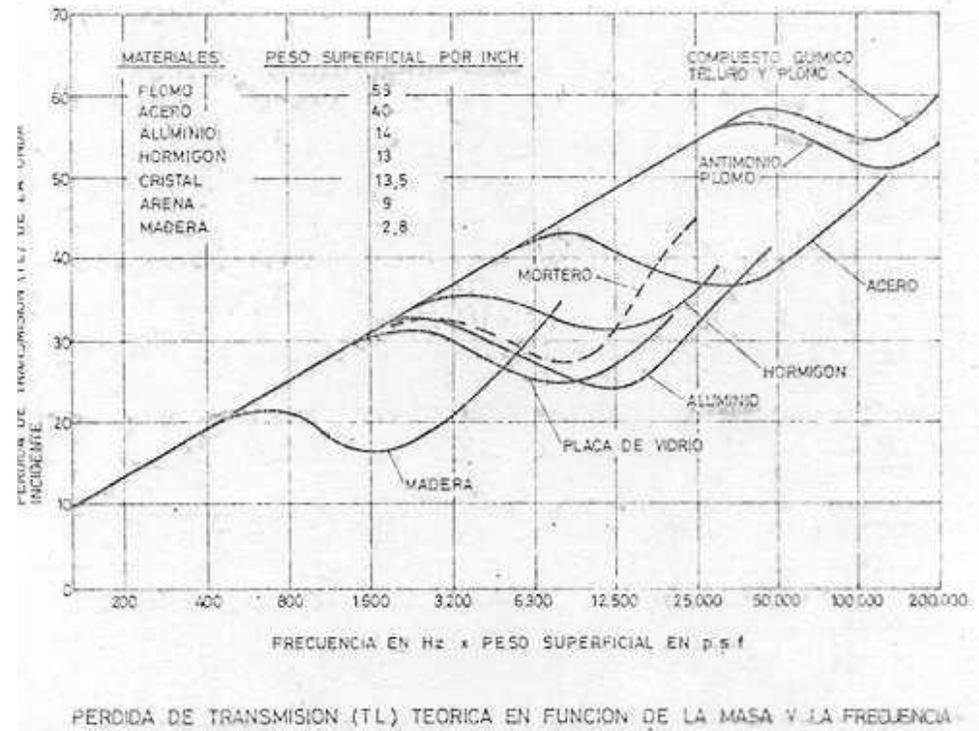
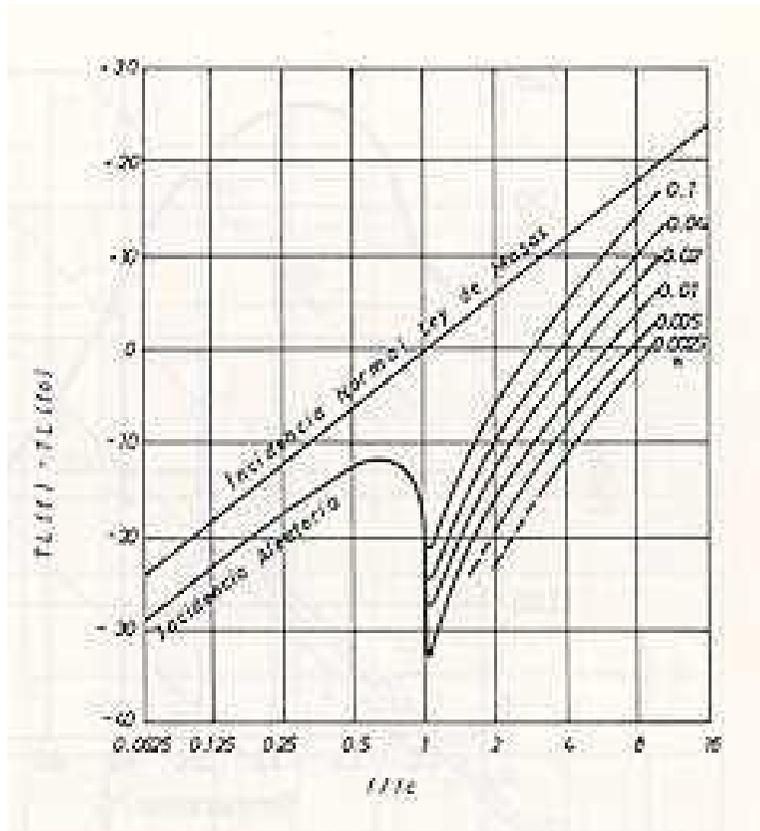


Aislamiento acústico

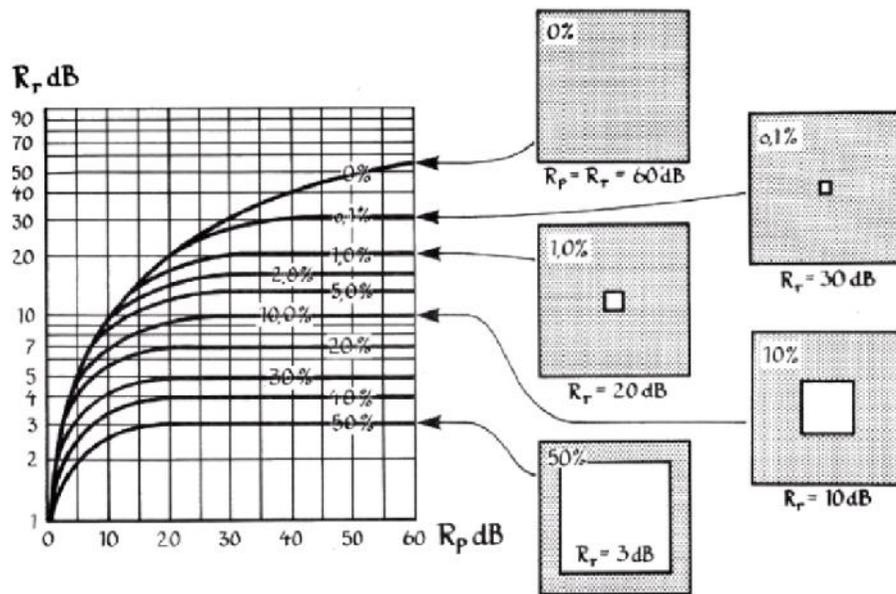


Comportamiento real Ley de Masas.

Aislamiento acústico



Aislamiento acústico



$$TL_i = 10 \cdot \log \frac{1}{\tau_i}$$

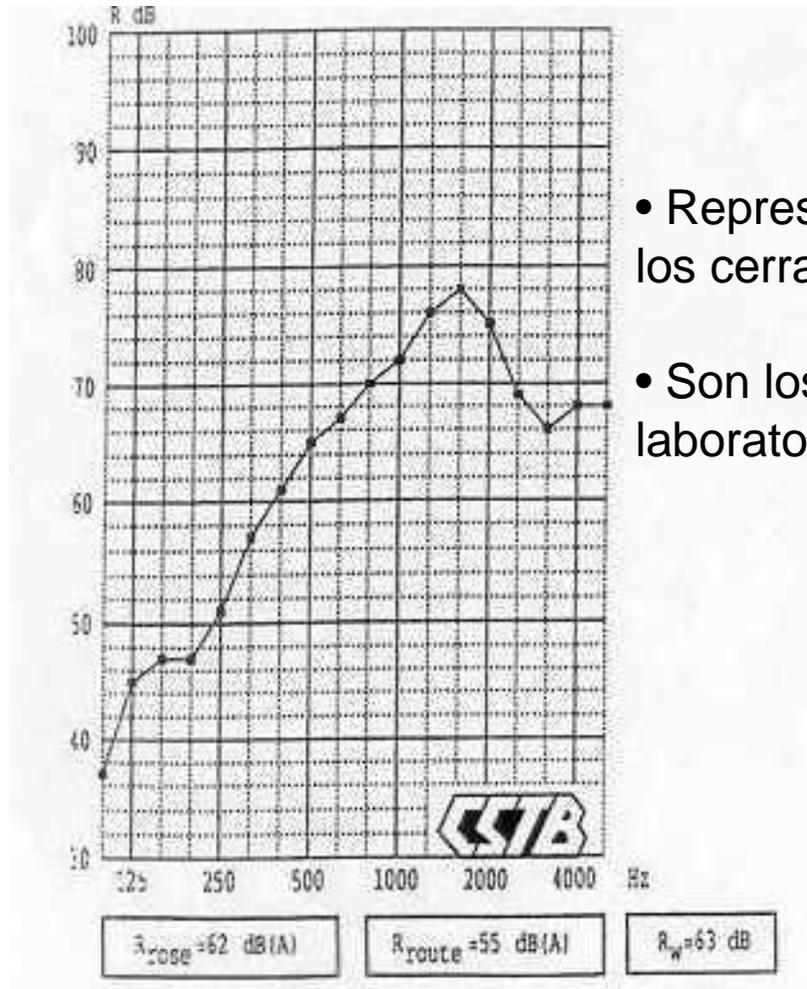
$$\tau_i = 10^{\frac{-TL_i}{10}}$$

$$\bar{\tau} = \frac{\sum_i S_i \cdot \tau_i}{\sum_i S_i}$$

$$\bar{TL} = 10 \cdot \log \frac{1}{\bar{\tau}} = 10 \cdot \log \frac{\sum_i S_i}{\sum_i S_i \cdot \tau_i}$$

$$\bar{TL} = 10 \cdot \log \frac{\sum_i S_i}{\sum_i S_i \cdot 10^{\frac{-TL_i}{10}}}$$

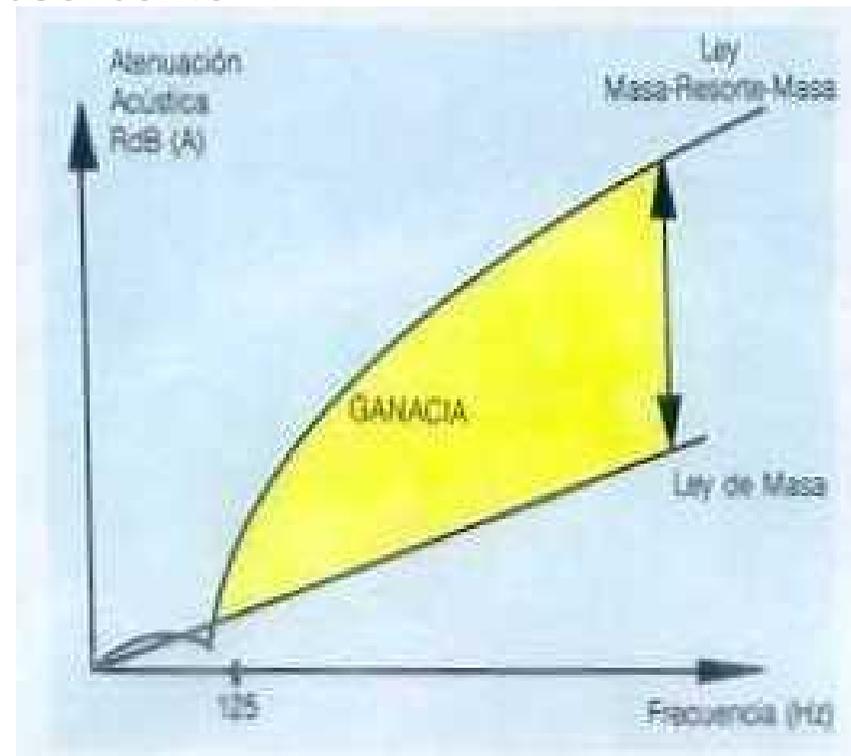
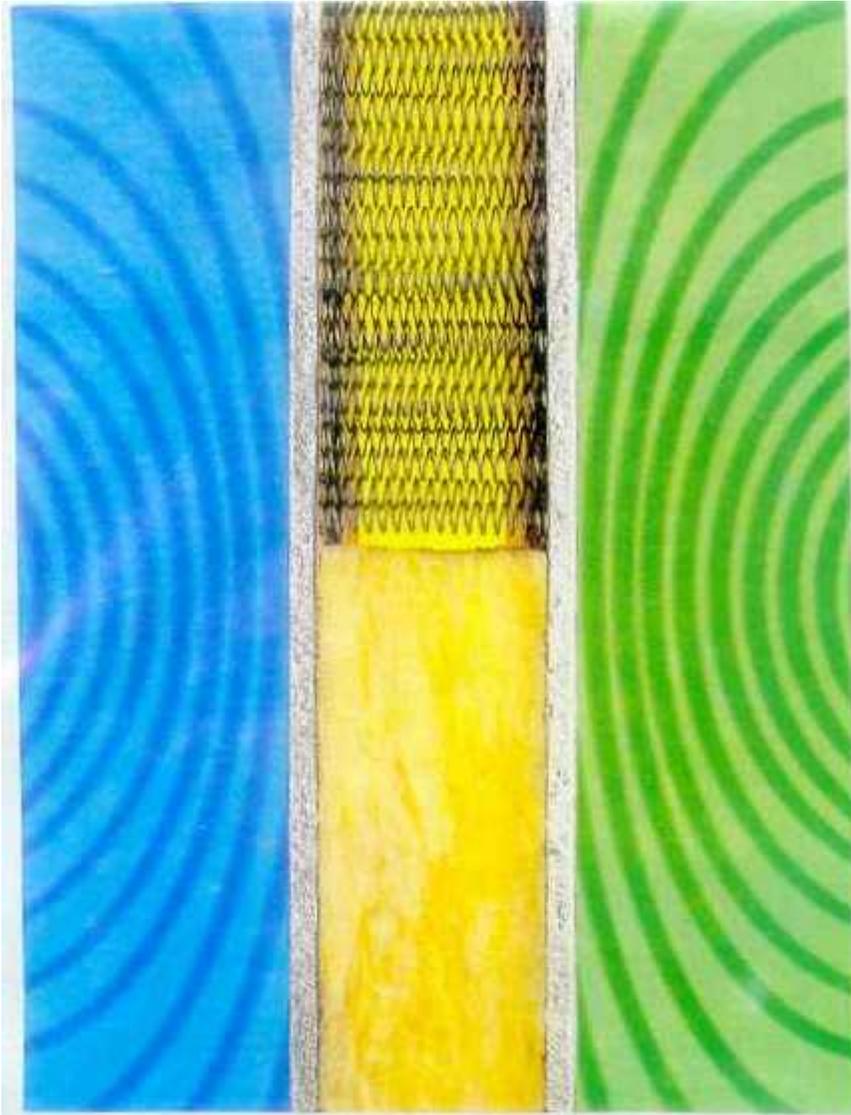
Aislamiento acústico



- Representan la realidad física del comportamiento de los cerramientos.
- Son los valores realmente medidos por los laboratorios.

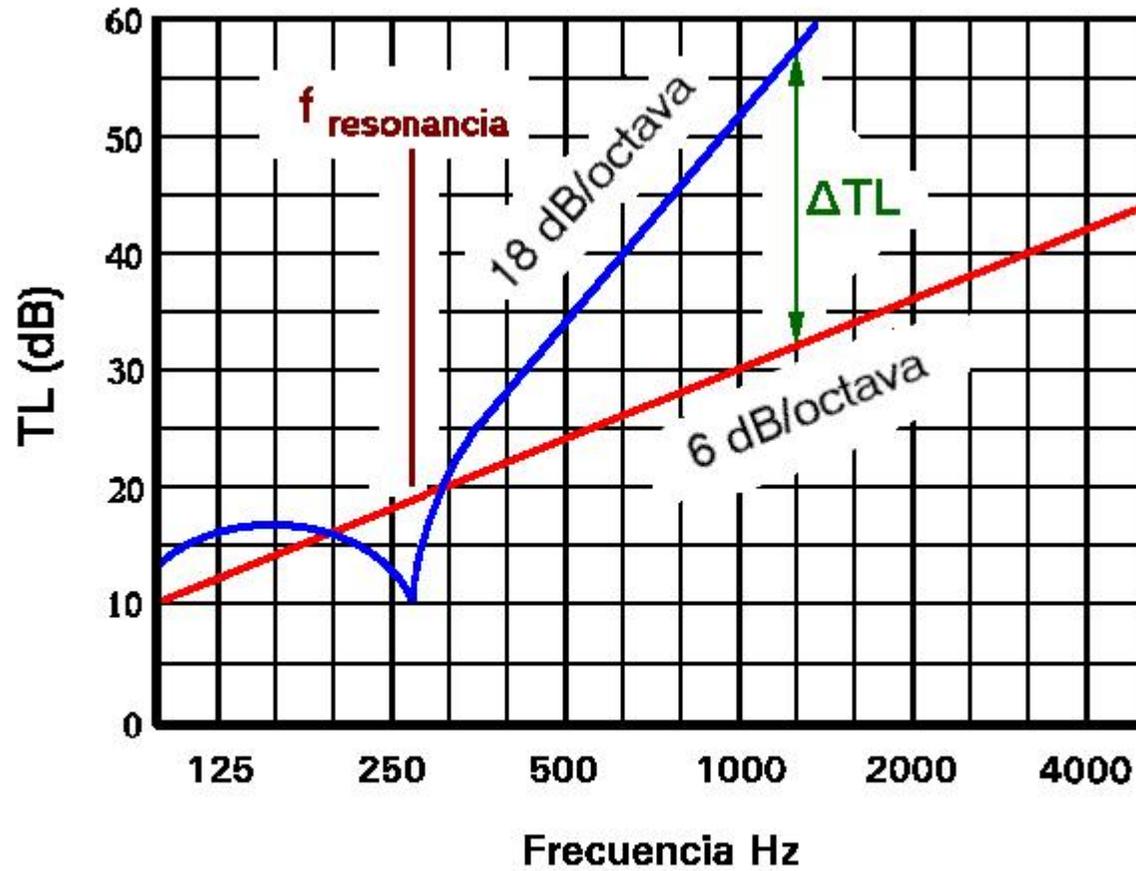
Aislamiento acústico

Pared constituida por dos paredes simples homogéneas iguales o desiguales, separadas por una cavidad de aire que puede estar parcial o totalmente rellena de material absorbente



- ✦ **TL, de cada una de las paredes**
- ✦ **Absorción acústica de la cámara de aire**
- ✦ **Acoplamiento elástico entre ambas paredes**
- ✦ **Uniones que existan entre ambas paredes
: *vías secundarias de transmisión***

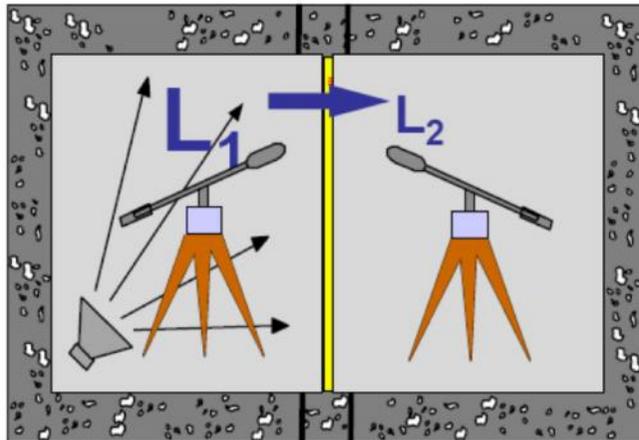
Aislamiento acústico



- Lámina sola
- Lámina + complejo fonoacústico (PKB-2)

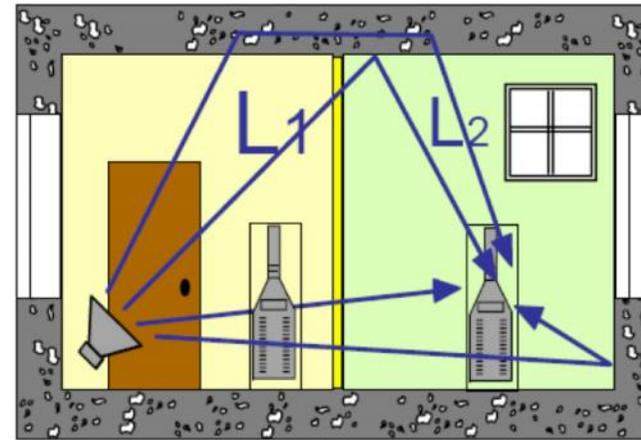
Aislamiento acústico ¿Cómo medirlo?

CA 88 Laboratorio



Sin transmisiones por flancos

CTE In situ

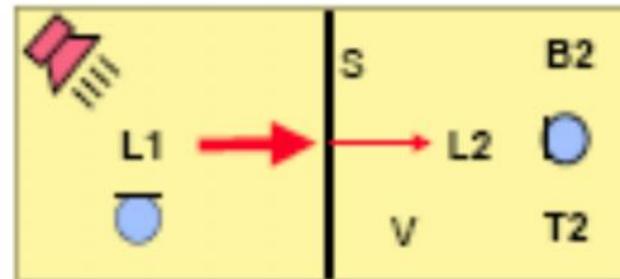


Con transmisiones por flancos
y ecos

DIFERENCIAS R_A Y D_{nTA}

UNE EN ISO 140 IV – índices de aislamiento

S es el área de la partición



Diferencia de niveles

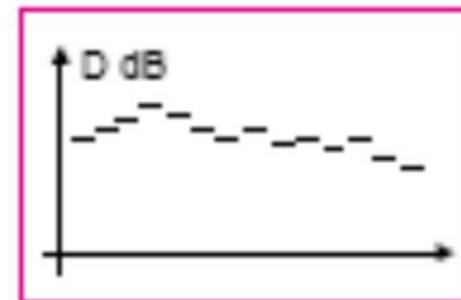
$$D = L1 - L2$$

Diferencia de niveles normalizado

$$D_n = L1 - L2 - 10 \log(A/A_0)$$

Diferencia de niveles standardizado

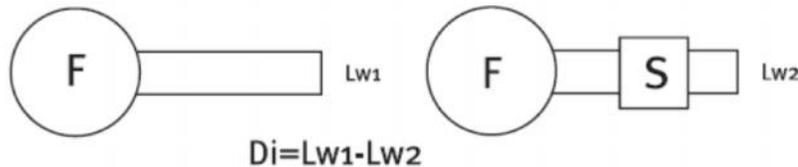
$$D_{nT} = L1 - L2 + 10 \log(T/T_0)$$



Aislamiento acústico en terminal de aire

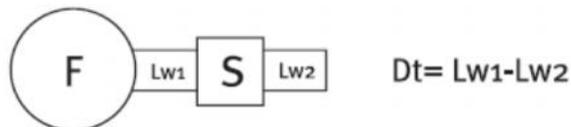


$NR=L_1-L_2$
 L_2 medido a 1,5 metros de las rejillas (R)



F = fuente sonora | S = silenciador.

D_t , Pérdidas por transmisión (de la unidad terminal de aire, UNE-EN ISO 7235:2010): Diferencia entre los niveles de las potencias acústicas incidentes en y transmitidos a través del objeto de ensayo.

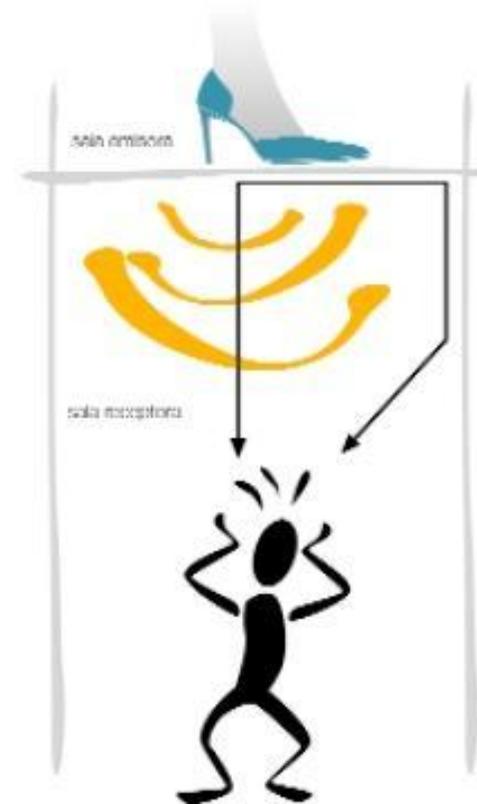


F = fuente sonora | S = silenciador.

Ruido de impacto

TRANSMISIÓN DE RUIDO DE IMPACTO

Se trata de un ruido que se produce al vibrar una estructura como consecuencia de un impacto (arrastrar un mueble, etc).

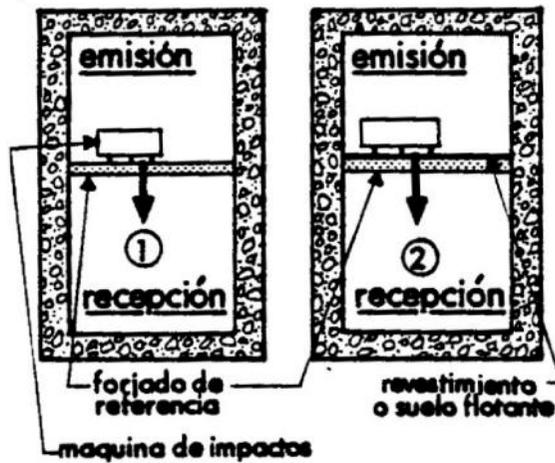


Mejora a ruido de impacto

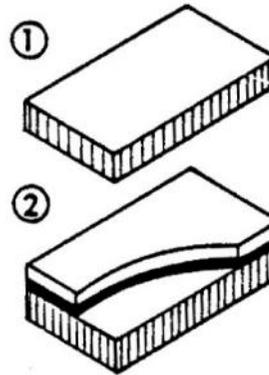
MEJORA AL RUIDO DE IMPACTO

ΔL más grande \rightarrow más eficaz es la solución constructiva

Medida en laboratorio



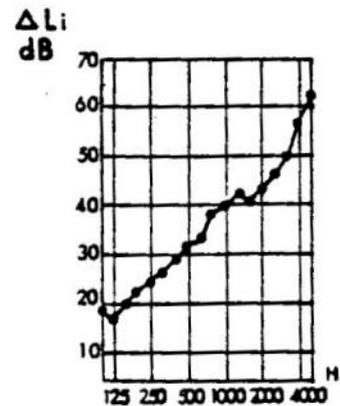
ejemplo



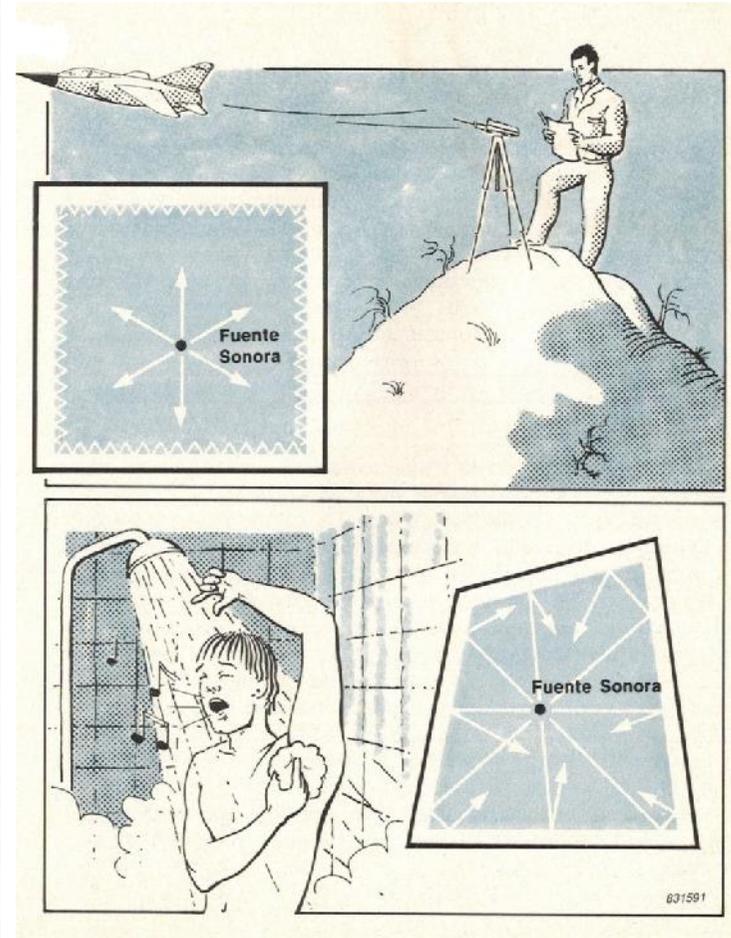
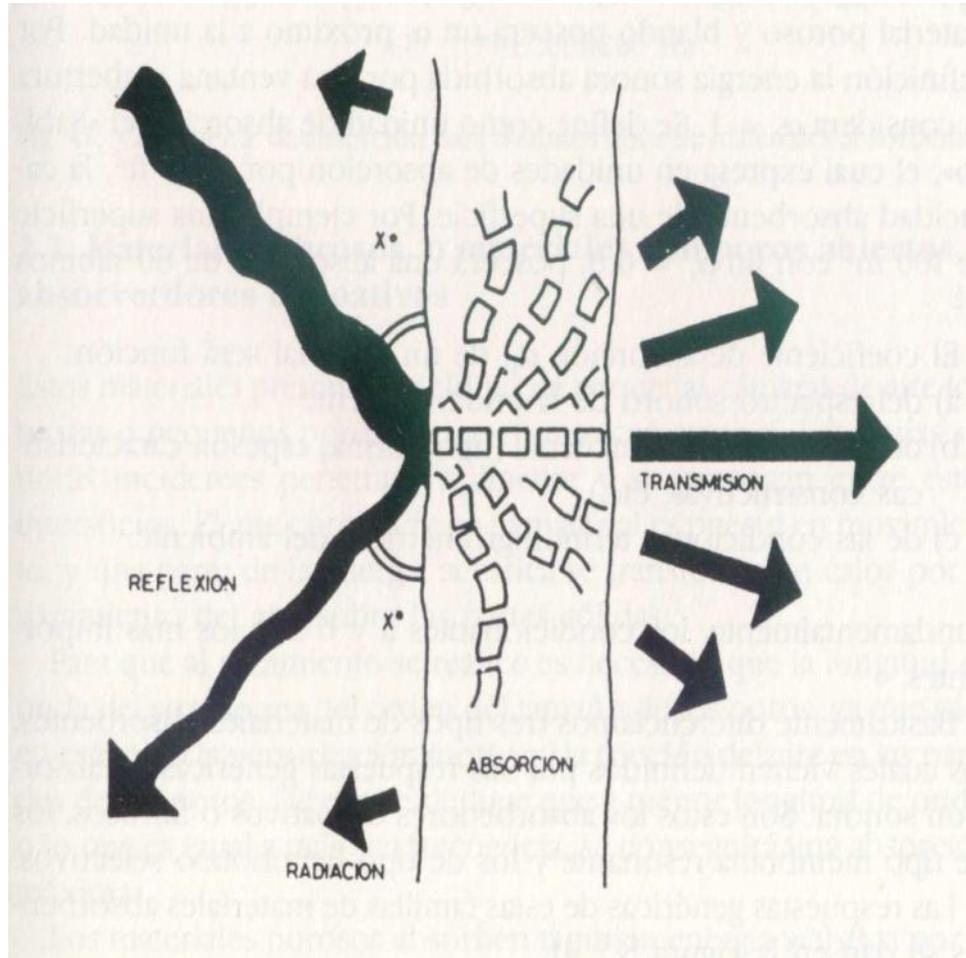
Resultados

- Espectro de frecuencias ΔL en dB en 1/3 de octava
- Valor global de ΔL en dB (A)

$$\Delta L = \text{dB (A)}$$



Absorción acústica

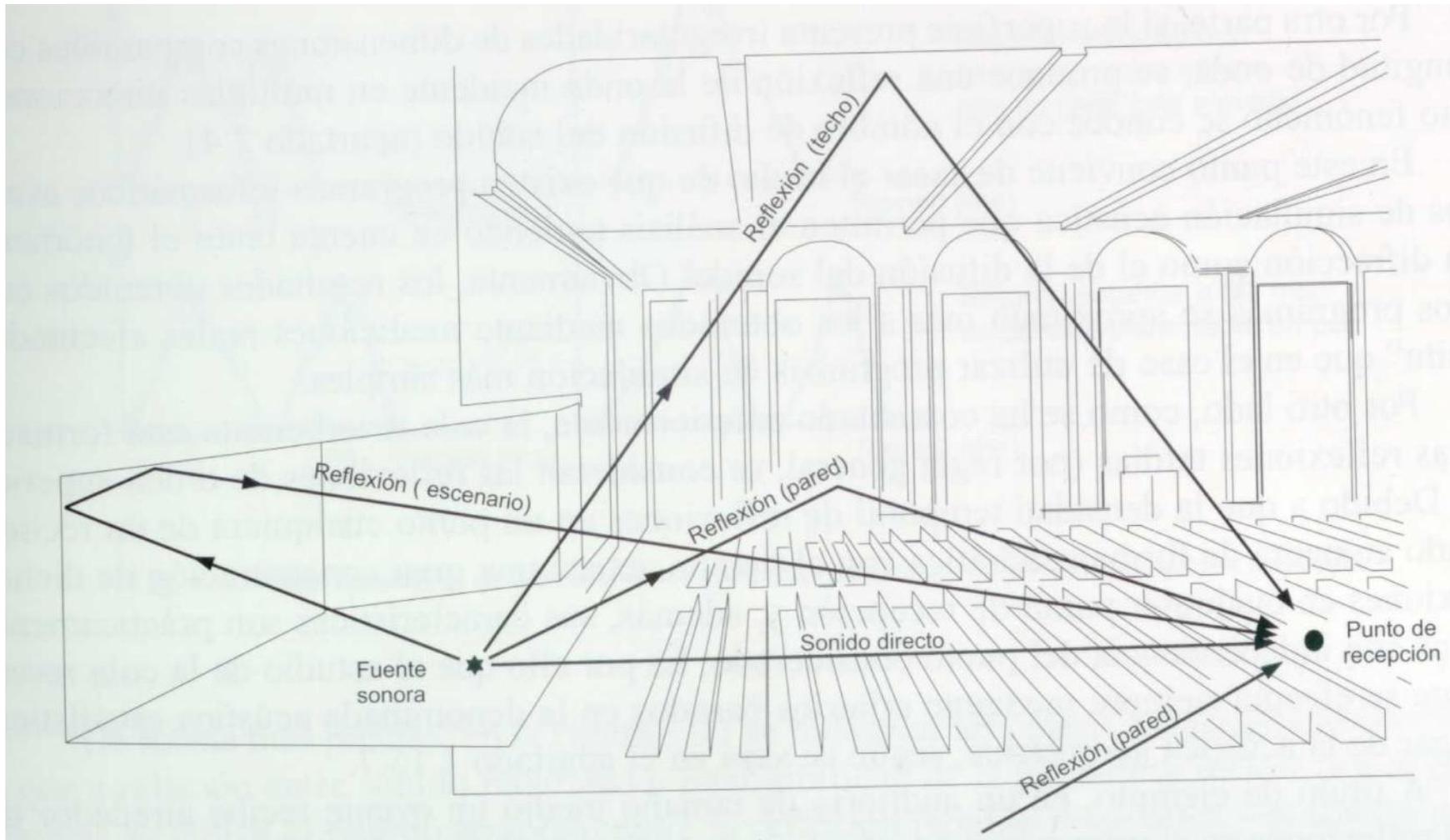


Coeficientes de absorción típicos

Descriptor	125Hz	250Hz	500Hz	1KHz	2KHz	4KHz	$\bar{\alpha}$
(a) Tarima	-	-	-	-	-	-	0,09
(a) Tarima sobre rastreles	-	-	-	-	-	-	0,05
(a) Corcho	-	-	-	-	-	-	0,06
(a) Metales	-	-	-	-	-	-	0,02
(a) Revestimientos textiles	-	-	-	-	-	-	0,17
(a) Moqueta, espesor ≤ 10 mm	-	-	-	-	-	-	0,17
(a) Moqueta, espesor ≥ 10 mm	-	-	-	-	-	-	0,30
(a) PVC	-	-	-	-	-	-	0,05
(a) Linóleo	-	-	-	-	-	-	0,03
(a) Caucho	-	-	-	-	-	-	0,03
(a) Terrazo	-	-	-	-	-	-	0,02
(a) Baldosas, plaquetas.	-	-	-	-	-	-	0,02
(a) Vidrio	-	-	-	-	-	-	0,04
(Aobj) INABAF 50/1200x1200 - SUSPENDIDO HORIZONTAL	0,67	1,16	2,09	2,52	2,67	3,00	2,42
(Aobj) INABAF 50/1200x1200 - PEGADO PARED	0,68	1,03	1,48	1,50	1,51	1,52	1,50
(Aobj) INABAF 50/1200x1200 - 30cm PARED	0,87	1,32	1,62	1,56	1,71	1,76	1,63
(Aobj) INABAF 50/1200x1200 - PEGADO TECHO	0,40	1,17	1,67	1,70	1,44	1,44	1,60
(Aobj) INAFRACTUS	0,22	0,60	0,68	0,66	1,11	2,08	0,82
(Aobj) ABR - SUSPENDIDO VERTICAL	0,07	0,36	0,71	0,93	1,06	1,10	0,90
(Aobj) ABR - SUSPENDIDO HORIZONTAL	0,06	0,33	0,69	0,91	1,05	0,98	0,88
(Aobj) INARONDO A/150/1200	0,10	0,24	0,50	0,75	0,78	0,70	0,68
(Aobj) INARONDO B/150/1200	0,22	0,24	0,48	0,71	0,85	0,93	0,68
(a) INAPHON G	0,36	0,94	1,13	1,01	0,80	0,73	0,98
(a) INASCENIC WALL	0,05	0,10	0,28	0,70	0,95	0,90	0,64
(a) INAPICEL	0,24	0,50	0,85	0,93	0,99	0,98	0,80
(a) INAPICELL IGN PIRAMIDAL	0,06	0,30	0,61	0,83	0,74	0,47	0,72
(a) INAPICELL IGN ALVEOLAR	0,03	0,17	0,40	0,64	0,67	0,39	0,57

$\bar{\alpha}$ = sabines/m³; A=sabines/ud.

Acondicionamiento acústico



Tiempo de reverberación

El tiempo de reverberación es la magnitud que caracteriza la reverberación de un recinto, siendo ésta la mayor o menor persistencia del sonido que se oye en una sala después de que la fuente sonora que lo produce cese súbitamente de emitir. Exactamente se llama tiempo de reverberación al tiempo que la energía sonora tarda en caer a una millonésima de su valor inicial, que en términos logarítmicos corresponde a una caída de 60 dB. Para medirlo se recoge la caída de energía en el tiempo. Por ejemplo, la siguiente figura corresponde al decremento de energía para la frecuencia de 500 Hz en el punto central de un anfiteatro:

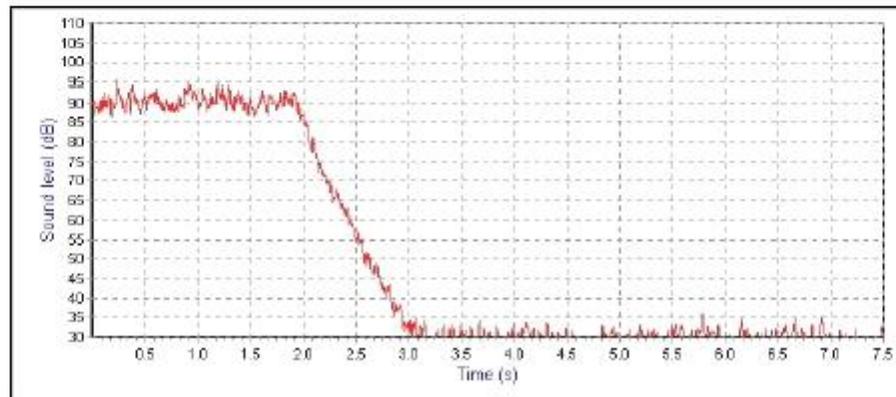


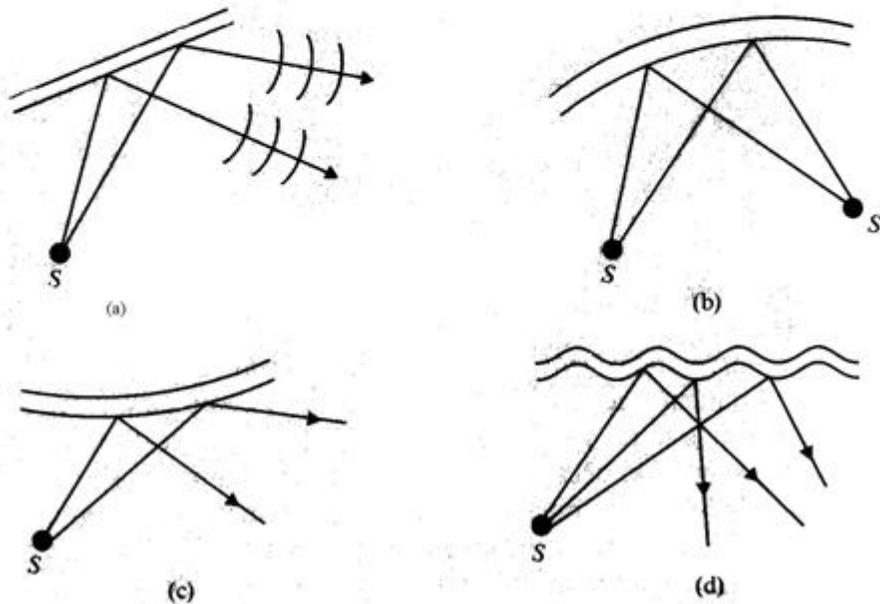
Figura 35. Caída de la energía sonora para 500 Hz

Trabajo con firma electrónica del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación el 13/07/2007
Iniciará su periodo de validez en el archivo de la DITTT 5 años, a partir de esta fecha será borrado del archivo.

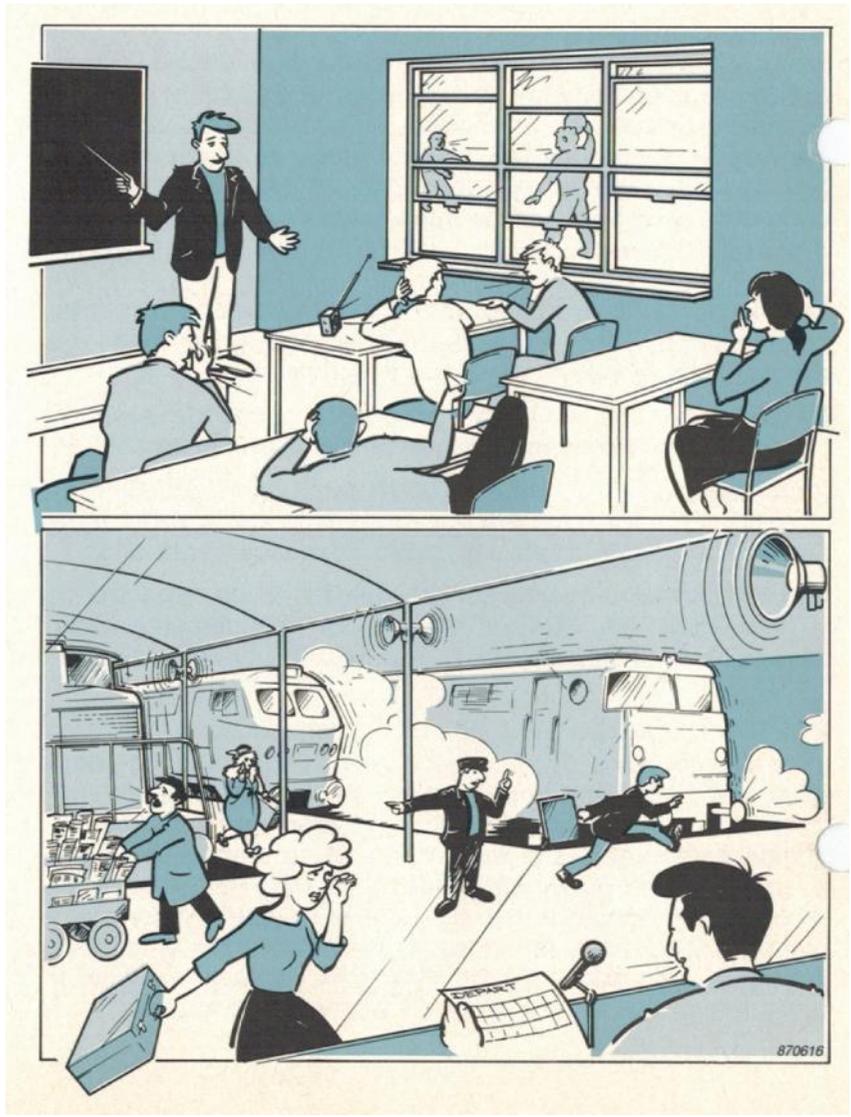
La importancia de la geometría

Vemos cómo se comporta el sonido, emitido por la fuente S , según la naturaleza de la superficie en la que se refleja:

- a) Las superficies planas actúan como espejos.
- b) Las superficies cóncavas concentran el sonido en la posición S' .
- c) Las superficies convexas dispersan el sonido, lo reflejan en haces divergentes.
- d) Las superficies rugosas hacen que el sonido se difunda.



Inteligibilidad



Se puede medir por métodos objetivos y/o subjetivos:

- “AI” Índice de articulación
- “RASTI” Índice rápido de transmisión de la palabra
- “%ALCONS” Pérdida porcentual de articulación de las consonantes.
- “STI” Índice de transmisión de la palabra

Soluciones:

- Refuerzo sonoro
- Reducción del tiempo de reverberación
- Reducción del ruido de fondo
- Evitando “ecos”

Parámetros que maneja el CTE DB-HR



PROBLEMA	¿QUÉ HAY QUE BUSCAR?	¿QUÉ CARÁCTERÍSTICA HAY QUE PEDIR?	
Reflexión del sonido	ACONDICIONAR (dar confort acústico dentro de una sala)	Absorción	α sabine
Transmisión al ruido aéreo	AISLAMIENTO RUIDO AÉREO (evitar que el ruido pase de una sala a otra)	Reducción sonora	R_w
Transmisión de ruido producido por impacto	AISLAMIENTO RUIDO DE IMPACTO (evitar que la estructura vibre por un impacto)	Presión acústica de impacto	$L_{i,w}$

Principales focos de ruidos



- venteo de vapor
- hornos de gas
- líneas embotellado
- compresores
- reductores de presión
- punzonadoras
- bombas
- quemadores
- sierras de corte
- ventiladores
- motores eléctricos
- prensas
- molinos martillo
- separadores
- turbinas
- muelas
- vibradores
- motores térmicos
- clasificadores
- sopladores
- sistemas de aspirado
- compactadoras
- secadoras
- sistemas climatización
- reductores
- hornos
- grupos electrógenos
- tuberías
- enfriadores de aire
- plegadoras
- válvulas
- motores de gas
- aire comprimido

Fuentes de ruido en maquinas y equipos



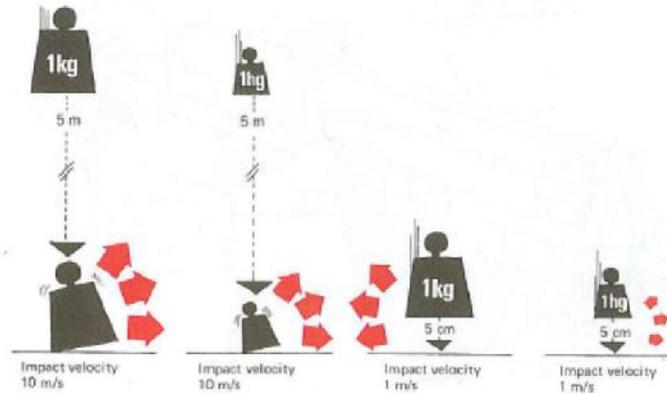
- Engranajes.
- Rodamientos.
- Vibración de las estructuras.
- Choques.
- Motores eléctricos.
- Sistemas Hidráulicos.
- Procesos de corte.
- Rozamientos de superficies
- Escapes de aire

Causas de los ruidos producidos en maquinas y equipos

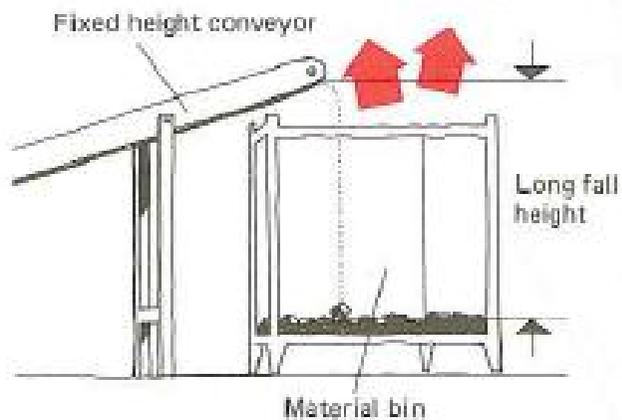
- Ruidos de impacto
- Ruidos de frotamientos
- Ruidos de flujo
- Ruidos producidos por fuerzas mecánicas o magnéticas alternantes.

Tipologías de Ruidos

Impactos de elementos rígidos sobre superficies



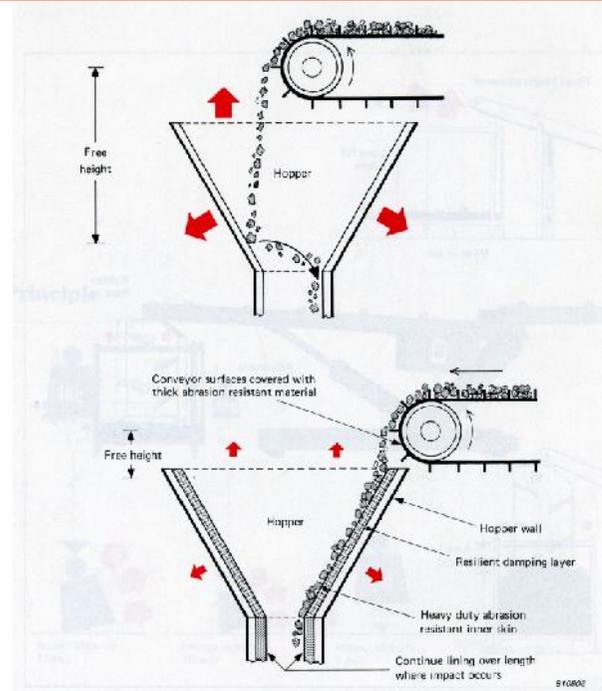
Una disminución de la masa o la altura de caída en una décima parte disminuye en 10 dB el ruido generado.



Tipologías de Ruidos

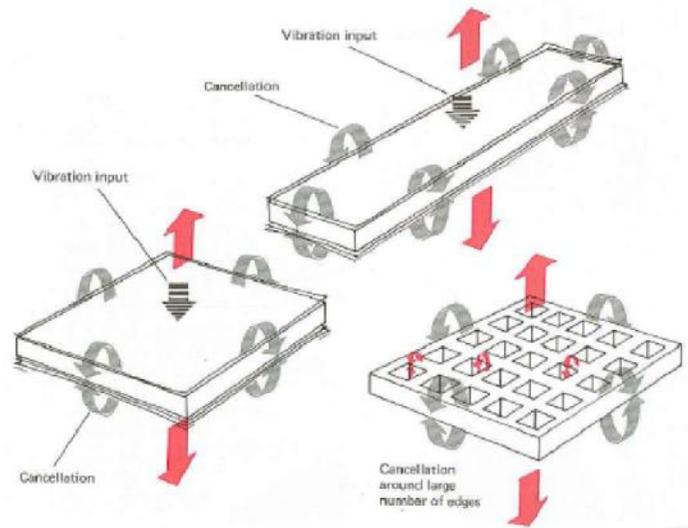
Superficies radiantes

$$SPL(dB) \cong 10 \cdot \log \left(\sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{v_i}}{10}} \right) + 10 \cdot \log \frac{S}{A} + 6,24$$

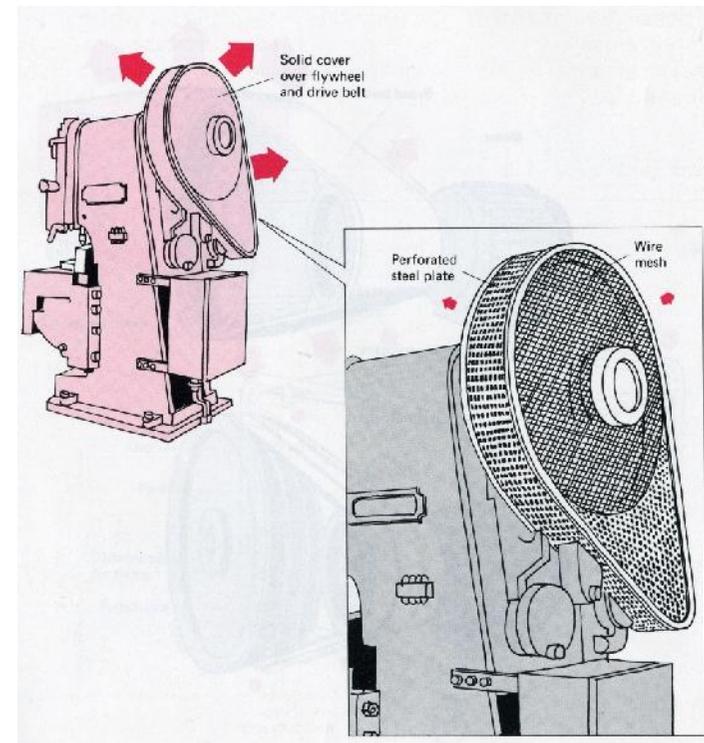


Tipologías de Ruidos

Radiación de superficies vibrantes.

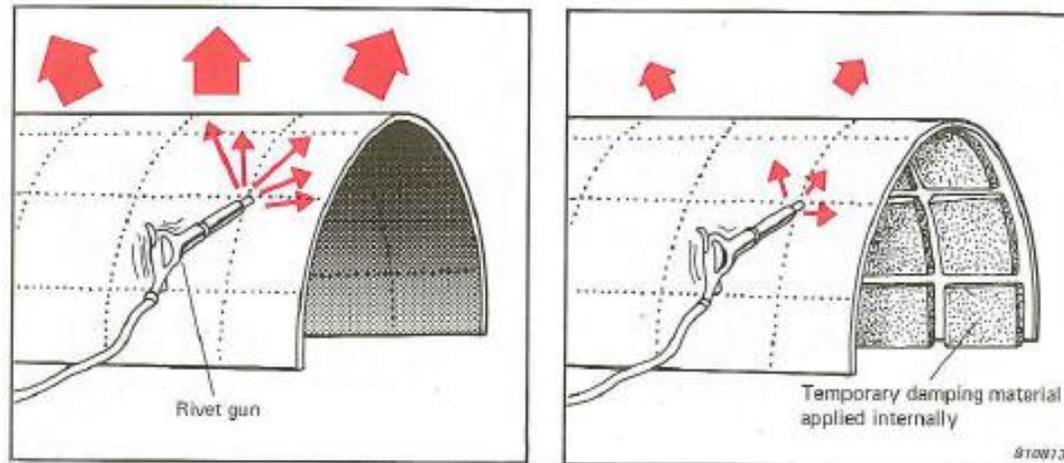
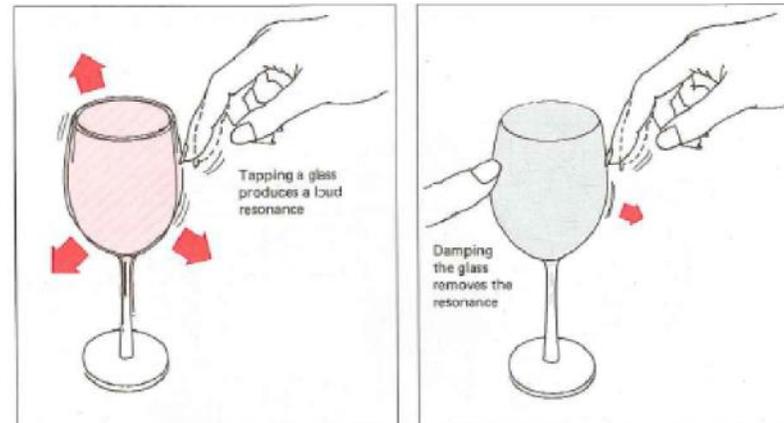


Una superficie estrecha y alargada radia
Menos energía que una cuadrada



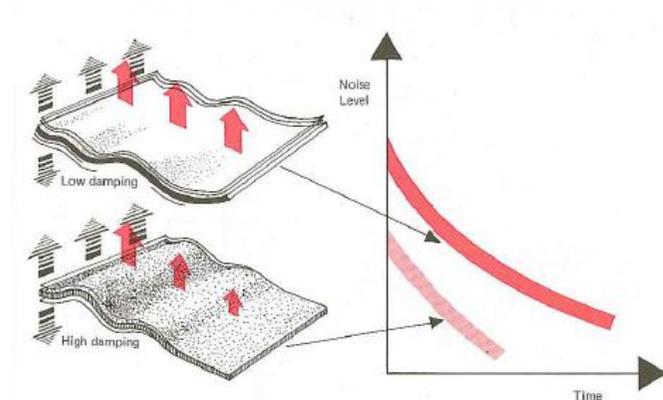
Tipologías de Ruidos

Radiación de superficies vibrantes.

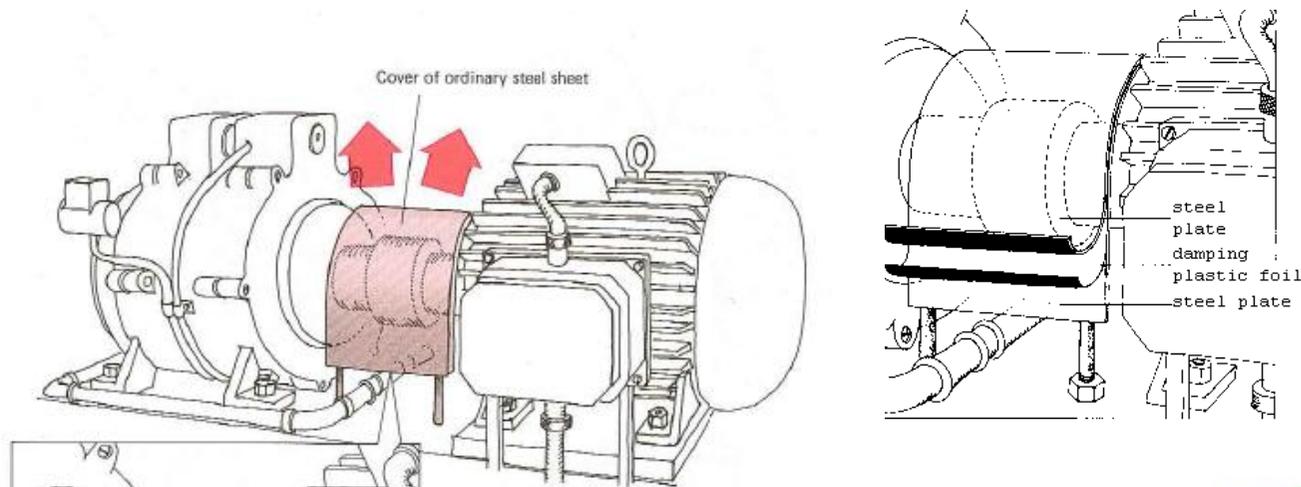


Tipologías de Ruidos

Radiación de superficies vibrantes.

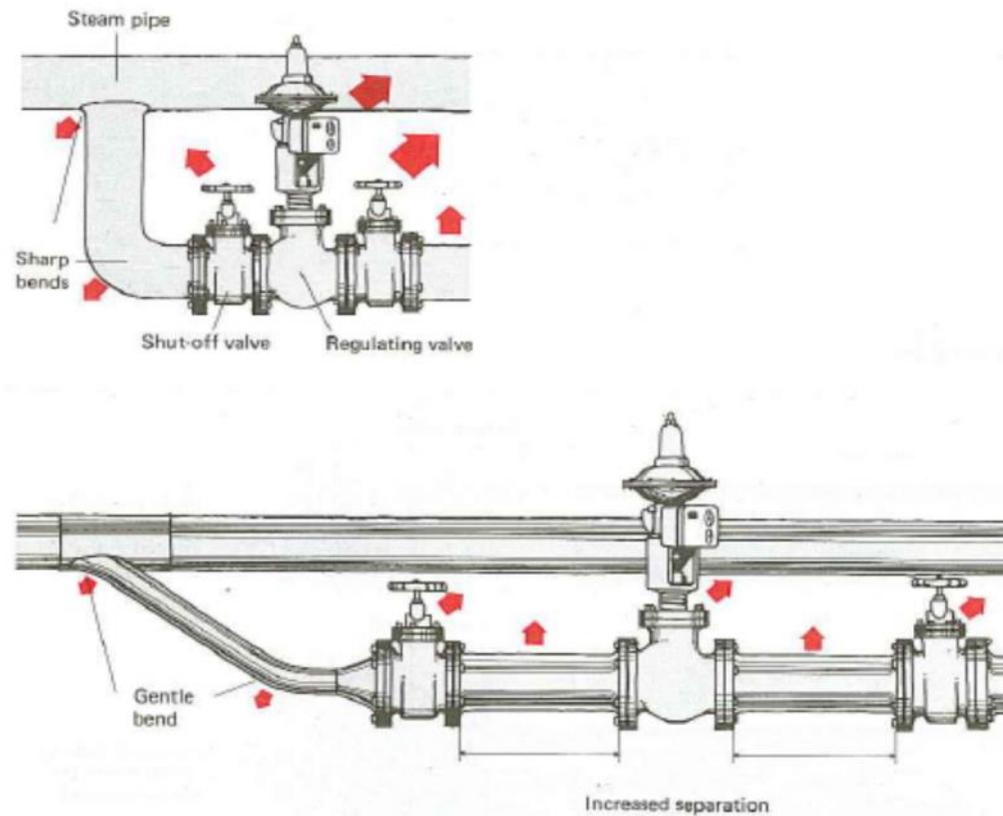


Superficies de chapa amortiguadas radian menos energía acústica



Tipologías de Ruidos

Ruidos de flujo producidos por gases, vapores y líquidos en conductos



Tipologías de Ruidos

Vibración de superficies por transmisión de equipos en vibración

