

AISLAMIENTO ACÚSTICO DE UNA SALA DE MÁQUINAS UNA VISIÓN GLOBAL

Rodero Antunez, Carlos
SAINT-GOBAIN CRISTALERIA, S.A.
Pº de la Castellana, Nº 77 – 28046 Madrid.
Teléfono: +34.91.397.2485 Fax: +34.91.397.2110
(carlos.rodero@saint-gobain.com)

Resumen

Las salas de máquinas de los edificios con bombas, ventiladores,, etc. son generadoras de transmisión de ruido estructural y por tanto someten a recintos lejanos a niveles de inmisión inaceptables para las actividades tanto de trabajo como de descanso.

Los dos elementos claves son:

- Generación de ruido estructural (en los elementos sólidos) producidos por vibraciones de la máquina por desequilibrios propios y por los flujos de los distintos fluidos utilizados transmitidos a los soportes de los sistemas de transporte.
- Generación de ruido aéreo sometiendo a los recintos cercanos a niveles de inmisión inaceptables para las actividades a realizar.

En este estudio se proponen los métodos y sistemas de tratamiento de las vibraciones en unos casos y del ruido aéreo en otros para minimizar y controlar los problemas causados por la emisión de energía acústica.

Abstract

The rooms for machinery inside buildings, with pumps and airing devices,.... are important sources of structure borne sound, causing annoyance in other rooms that can be used for intellectual work or leisure.

The key related aspects are respectively:

- The structure borne sound exerted on solid elements by machine vibrations, due to unbalanced internal machines sub-bodies and flows of different fluids.
- Airborne sound establishing unacceptable noise levels for certain activities, in rooms nearby.

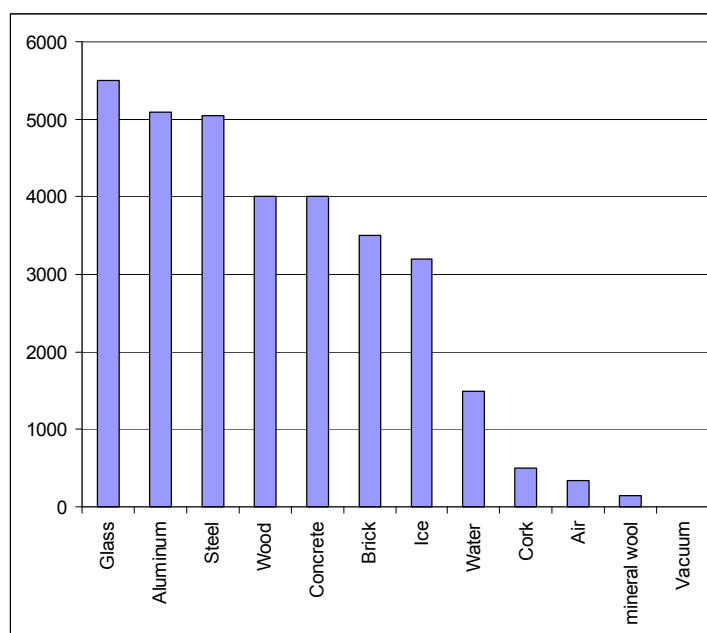
This study presents methods and corrective solutions to deal with machine vibrations, by one side, and airborne sound, by the other, in order to control and minimize the problems caused by acoustic energy emission.

1 INTRODUCCIÓN

El ruido estructural es aquél sonido producido sobre un sólido y transmitido por él mismo, propagándose por la estructura del edificio hasta llegar al oído mediante ondas aéreas.

La velocidad de transmisión de una onda audible depende del medio, alcanzando velocidades muy altas en los materiales sólidos que componen la estructura resistente del edificio.

En el cuadro siguiente se muestran a título de ejemplo las velocidades de transmisión en distintos medios (m/s).



La característica de la transmisión de ruidos en medios sólidos es que sufren amortiguaciones muy bajas lo que hace que se transmita de forma audible a grandes distancias. Es típico que un ruido estructural producido en una planta del edificio alcance plantas muy alejadas del foco emisor. Pensemos por ejemplo en una máquina taladradora portátil con percusión: cuando es utilizada, los niveles producidos en muchos recintos muy alejados perturban cualquier actividad.

En este caso una bomba, un motor o un ventilador que por desequilibrios mecánicos generen en una cubierta ruido estructural en espectros audibles convierten en inhabitable no sólo los recintos adyacentes sino también algunos muy lejanos. Al ser la transmisión del ruido estructural, una transmisión por vía sólida, la única forma de evitarla es interrumpiendo el camino sólido mediante elementos o cortes elásticos.

La solución a este tipo de problema requiere el empleo de sistemas constructivos elásticos masa-muelle. El tratamiento debe realizarse en varios frentes:

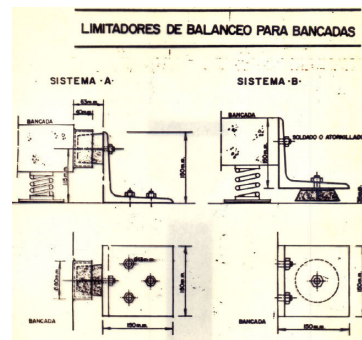
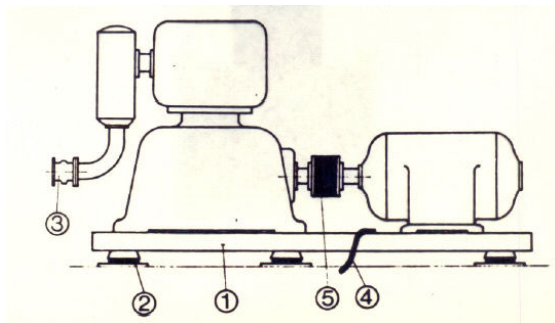
- Utilización de soportes elásticos para las bancadas de máquinas.
- Interrumpir la transmisión de vibraciones a través de las alimentaciones de fluidos a las máquinas (tuberías, canaletas eléctricas,...)
- Dotar a la sala de máquinas en función del ruido aéreo producido de los elementos correctores tanto de campo reverberante como de aislamiento acústico a los recintos adyacentes.

2. BANCADAS DE MÁQUINAS

Una máquina constituye con su bancada un sistema vibratorio que genera ruido estructural por desequilibrios mecánicos. El tratamiento consistirá en intercalar entre la bancada de la máquina y el soporte estructural del edificio los correspondientes materiales elásticos que interrumpan el medio de transmisión. Se asegurará que la vibración de la máquina no se transmita al medio sólido estructural.

Sistemas

- Empleo de antivibradores de acero o caucho entre bancadas y soporte. Condiciones



1.- La misma rigidez dinámica (deben deformarse lo mismo cuando soporten cargas iguales). Una vez conocida la posición del centro de gravedad y el peso de la máquina se posicionan los antivibradores para que estén sometidos a la misma carga.

2.- La bancada se diseña para que los antivibratorios sean iguales y estén sometidos a la misma carga.

3.- Para evitar el movimiento de la bancada por las variaciones de momentos cinéticos en arranques y paradas, se instalarán limitadores de balanceo. Si la máquina tuviera paradas y arranques frecuentes con grandes variaciones de momentos cinéticos habría que instalar una bancada de inercia consistente en un dado de hormigón con una masa $\geq 1,5$ veces la de la máquina.

La propiedad física que caracteriza la idoneidad de la solución para la reducción del nivel de transmisión de ruido estructural es la frecuencia natural o de resonancia del sistema constructivo (El sistema está constituido por la masa de la máquina + elasticidad antivibrador).

Cuanto menor sea la frecuencia de resonancia, mayor será la atenuación conseguida, para un mismo sistema.

Para máquinas con bancadas elásticas como las previamente expuestas esta es:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \text{ (Hz)}$$

donde:

- f_0 frecuencia de resonancia del sistema
 k es la constante elástica del antivibrador en kg
 m es el peso de la máquina en kg

- Ejecución de suelos flotantes con empleo de materiales (lanas minerales) de la adecuada rigidez dinámica.

Los pavimentos flotantes se basan en intercalar un elemento elástico entre el forjado y el pavimento para que absorba buena parte de las vibraciones que se producen sobre estas superficies.

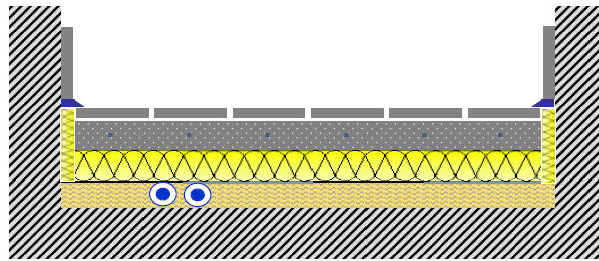
Como en el caso de bancadas, cuanto menor sea la frecuencia de resonancia, mayor será la atenuación conseguida, para un mismo sistema. Esta es:

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}} \text{ (Hz)}$$

donde:

- f_0 frecuencia de resonancia del sistema
- s' es la rigidez dinámica por unidad de área de la capa elástica en MN/m³
- m' es la densidad superficial del pavimento flotante en kg/m²

El “suelo flotante” construido totalmente debe quedar como en la figura siguiente:



Es clave asegurar la flotabilidad vertical y horizontal de la losa

En las fotografías se ven los detalles principales del montaje de un suelo flotante de lana mineral.





3. TUBERIAS

Las tuberías de fluidos constituyen un sistema vibratorio que genera ruido estructural por las siguientes causas:

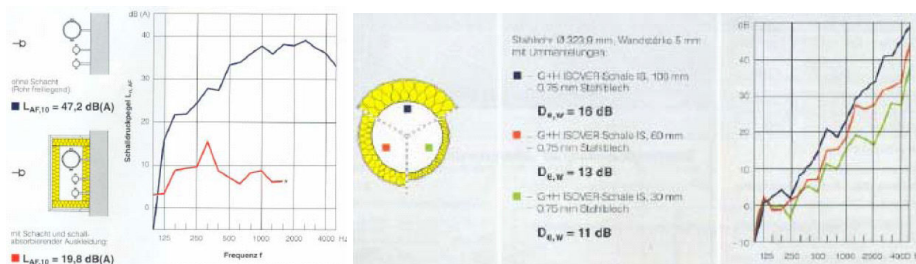
- Transmisión de las vibraciones de la carcasa de la máquina, convirtiéndose en superficies radiantes de ruido y generando ruido estructural a través de sus soportes mecánicos.
- Emisión de ruido producido por el flujo turbulento del fluido, radiando ruido y transmitiéndolo a las estructuras a través de sus soportes.

Sistemas de tratamiento

- Las vibraciones de la máquina se reducen intercalando un sector elástico de tubería entre el tramo solidario a la máquina que vibra con ella y el tramo que no puede vibrar retenido por sus soportes, rompiendo ese camino de transmisión.

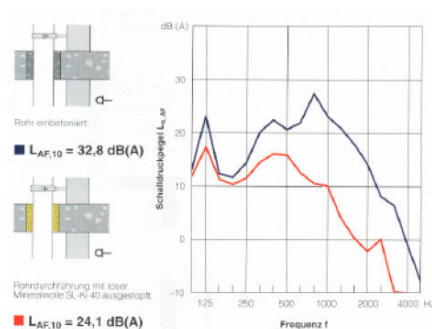


- El ruido radiado se reduce/evita forrando la tubería con material absorbente o instalándolas en un cajeadado con absorción interior (ver figuras)



- La transmisión/generación de ruido estructural a través de los soportes de las tuberías se evita/reduce intercalando un elemento elástico para romper la vía de transmisión (ver figuras).

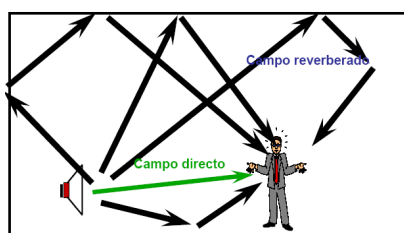




4. LA SALA DE MAQUINAS. ELEMENTOS SEPARADORES

La sala de máquinas es el volumen que contiene a las distintas máquinas utilizadas en los edificios. Constituye un volumen técnico que acústicamente debe cumplir:

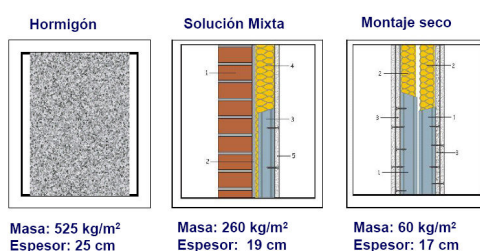
- Aislamiento adecuado a ruido aéreo. No puede generar inmisiones por encima de los niveles de confort ($\leq 35/40$ dBA).
- La sala debe tener la absorción acústica adecuada. En una sala de máquinas, la energía acústica puede considerarse proveniente de dos fuentes: campo directo producido por la máquina y campo reverberado producido en los rebotes en las superficies separadoras. La energía total es entonces, suma de la de campo directo y de la de campo reverberado (ver figura).



Sistemas de tratamiento

- Aislamiento a ruido aéreo. Las soluciones solo masa son inadecuadas, dado que exigirían espesores y masas excesivas. En la comparación adjunta pueden verse distintas soluciones.

Soluciones para $R_A \approx 62$ dBA



En cualquier caso la solución de la partición debe adaptarse al nivel específico de la sala teniendo en cuenta que los valores de aislamiento adecuados corresponderán siempre a valores in situ (teniendo en cuenta la transmisión secundaria) que son los exigidos en el CTE.

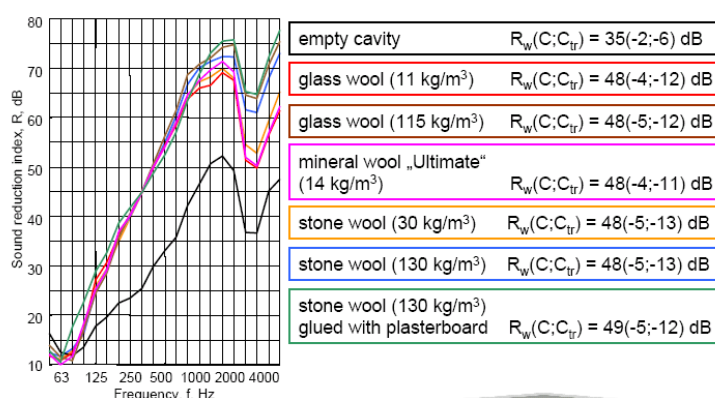
Las soluciones con lana mineral NO SON CALCULABLES POR LAS LEYES DE MASA dado que son sistemas masa-muelle-masa.

Bajo esta óptica existe la tendencia a utilizar como material de lana mineral el de mayor densidad, cuando los parámetros que afectan la prestación de aislamiento acústico son:

- Resistencia al paso del aire expresada en $Kpa.s/m^2$.
- Absorción acústica α_w .

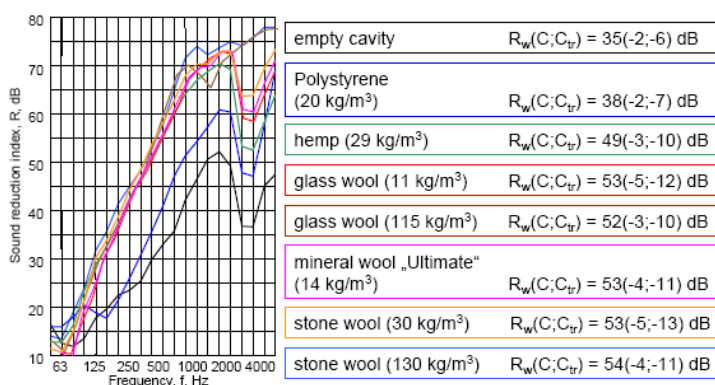
En las gráficas adjuntas puede comprobarse la prestación de una partición vertical utilizando el mismo espesor y distintas densidades.

Partición compuesta por dos placas de PYL de 13 mm de espesor separadas 50mm comparando cámara vacía o con lanas minerales de distintas resistencias al paso del aire.



Si se utilizan materiales con poca absorción acústica (gran resistencia al paso de aire o de celda cerrada) el resultado es:

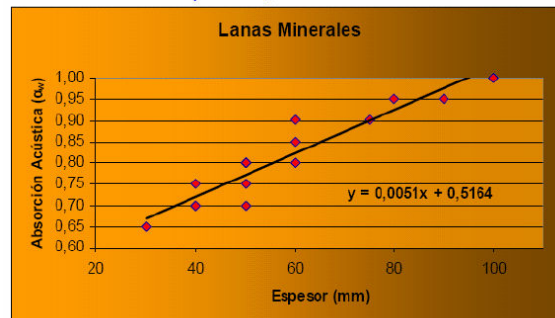
En este caso la cavidad y por tanto el espesor del aislamiento utilizado es de 100 mm de espesor.



Se comprueba fácilmente al analizar las gráficas que la resistencia al paso del aire, ligada a la densidad del producto, tiene muy poca o nula participación entre 5 y 50 $Kpa.s/m^2$ (densidades de 11 a 130 Kg/m^3). Sin embargo si se utilizan productos de celda cerrada caracterizados por una muy alta resistencia al paso del aire ($\geq 50Kpa.s/m^2$) y una baja o muy baja absorción acústica ($\alpha_w \leq 0,40$) los valores de aislamiento de la solución constructiva son claramente inferiores.

- Absorción acústica. Con el objeto de reducir al mínimo posible el campo reverberado se instalará en la sala de máquinas materiales absorbentes caracterizados por un valor de $\alpha_w \geq 0,40$. Las lanas minerales son materiales idóneos con valores $\alpha_w \geq 0,60$. El valor de absorción acústica varía fundamentalmente con el espesor del material como se ve en la gráfica adjunta.

Gráfico 2.- Influencia del espesor en α_w



Densidad: < 30 Kg/m³.

El material absorbente se colocará en el techo y paredes de la sala pudiendo dejarse visto, con revestimientos porosos o cubiertos por chapa metálica perforada.

5. CONCLUSIONES

Las salas de máquinas constituyen un volumen técnico que contienen las distintas máquinas utilizadas en los edificios. En estas salas están presentes todos y cada uno de los posibles problemas acústicos. El presente trabajo ha pretendido dar pautas claras para el diseño y conocimiento de las soluciones, tratadas estas de forma obligada, desde la necesaria generalidad.

La elección de los materiales idóneos y las características físicas que los definen, ocupan una parte importante y necesaria del documento.