

CALIDAD ACÚSTICA EN LA EDIFICACIÓN: INSTALACIONES DE ASCENSORES

Jiménez S., Romeu J., Salueña X., Capdevila R.

Laboratorio de Mecánica e Ingeniería Acústica. E.T.S. de Ingenieros Industriales de Terrassa U.P.C.
C/ Colom, 11 08222 TERRASSA
Telf: 93-7398146
Fax: 93-7398101
e. mail: sjimenez@em.upc.es

SUMMARY

A Study is carried out to determine the sound sources in typical elevators devices used in home buildings in Spain. The analysis consist of experimental measurements in more than 50 different buildings, including vibration analisys. Surveys has shown that the main sound souces are the machine in itself, the controller, the doors and its blocking device. Noise measurements have been taken at interior of adjacent parts of residential building, shown values as far as 50 dBA, caused by faults in the vibration insulation of the machine and controller in electric devices, but hidraulic elevators shown a greater variability in results, depending on the machine.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, la acústica ha sido uno de los temas olvidados en cuanto a calidad en la edificación. Actualmente la situación está cambiando, La sociedad desea disfrutar de ambientes menos ruidosos, espccialmente en su propia vivienda, y la administración al efecto prepara nuevas normas y estudia la modificación de las existentes para reducir la contaminación acústica.

Cuando se habla de acústica en la edificación se tiende a pensar como conseguir un aislamiento adecuado al ruido que proviene del exterior, siendo este un campo que ha recibido un empuje importante últimamente, a veces mas como consecuencia de cuestiones térmicas que no acústicas en sí mismo.

Pero no se pueden olvidar los problemas de ruido originados por las instalaciones propias del edificio. Esta área no ha sido tratada debidamente, como lo demuestra el hecho de que la NBE-CA 88 no regula los valores máximos de inmisión acústica a causa de estas fuentes de ruido.

Ante la ausencia de datos sobre el tema, el Colegio de Ingenieros Industriales de Cataluña, mediante el Grupo de Trabajo de prevención de ruido y vibraciones, ha realizado un trabajo de valoración de las soluciones constructivas en las instalaciones actuales desde el punto de vista acústico.

METODOLOGÍA DEL TRABAJO

En todos los casos se ha medido el nivel máximo ponderado A L_{pAmax} de la maniobra a 1 metro de distancia de la fuente

sonora y a 1,5 metros de altura, (posición fast en el sonómetro), En algunos casos, también se presenta el nivel equivalente, pero se tiene que tener en cuenta que el valor obtenido en este caso, depende del tiempo empleado en la maniobra. Las medidas se realizaron en los puntos mas representativos de emisión sonora de las instalaciones de ascensores:

- En la sala de máquinas, donde se aloja la máquina que propulsa la cabina y también el cuadro de maniobras, que acciona todos los mecanismos que componen la instalación.
- Dentro de las viviendas en la habitación más próxima a la sala de máquinas, con el fin de determinar el nivel de ruido causado por el ascensor dentro de la vivienda y valorar los niveles máximos de inmisión.
- Delante de la puerta de la cabina, al considerar que las puertas y sus componentes son una fuente importante de ruido.

Los datos y conclusiones que se presentan se han obtenido de visitar instalaciones típicas de ascensores en viviendas con cuatro años de antigüedad, y así valorar las soluciones constructivas actuales. Para obtener una muestra representativa de cada tipo de instalación, se han realizado al final del trabajo unas 50 visitas a diferentes instalaciones en función de su tipología.^{1,2}

RESULTADOS

Maquinaria de ascensores electromecánicos. Los resultados del nivel de presión sonora obtenidos se muestran en la tabla I. Y son similares a los obtenidos por otros estudios.³ Se observa que los ascensores de una velocidad presentan, en general, unos valores más altos. Este incremento es debido a una actuación más brusca del freno, ya que no hay una reducción previa de la velocidad antes de la frenada, como en el caso de sistemas de dos velocidades.

Máquinas		Sala de máquinas				Cabinas	Medida vivienda
		$L_{pA eq}$		$L_{pA max}$			Ático
		\bar{x}	σ	$\bar{x} + \sigma$	\bar{x}	σ	$\bar{x} + \sigma$
Electromecánica 1 velocidad	\bar{x}	70,6	69,0	87,2	85,4	65,5	53,4
	σ	5,2	3,0	5,8	3,9	5,7	5,3
	$\bar{x} + \sigma$	75,8	72,0	93,0	89,3	71,2	58,7
Electromecánica 2 velocidades	\bar{x}	71,0	70,9	84,6	84,1	63,1	49,6
	σ	1,9	1,8	4,0	4,6	8,9	4,4
	$\bar{x} + \sigma$	72,9	72,7	88,6	88,7	72,0	54,0
Oleodinámica	\bar{x}	69,4	66,5	80,0	75,3	66,6	—
	σ	2,9	5,8	3,1	4,0	5,2	—
	$\bar{x} + \sigma$	72,3	72,3	83,1	79,3	71,8	—

Tabla I. Niveles de presión sonora en dBA medidos en la sala de máquinas

Maquinaria de ascensores oleodinámicos. Los valores máximos de ruido se deben a los producidos por los contactores, el propio compresor y el estrangulamiento del fluido al pasar por las electroválvulas. Los niveles máximos de subida y de bajada difieren en unos 5 dBA. Se va observar que el nivel de presión sonora se incrementa alrededor de 10 dBA si se abría la tapa del grupo hidráulico que cierra el depósito de aceite donde está también la bomba.

Cuadro de maniobras. La principal, y notable, fuente de ruido del cuadro de maniobras son los contactores, responsables de las maniobras de arrancada y frenada, así como del cambio de velocidad. Cuando se accionan provocan un golpe fuerte contra el final del recorrido, generando un importante nivel de presión sonora, que coincide siempre con el momento de arrancada o de frenada. Es en estos momentos que se encuentra el nivel de ruido más alto.

El problema se agrava en el caso en que el cuadro está colgado directamente de una de las paredes de la sala de máquinas, pudiendo provocar entonces una transmisión estructural de la vibración hacia otras dependencias. El peor de los casos es cuando el cuadro está fijado a la propia pared separadora de la vivienda.

Puertas de acceso. Se ha obtenido el nivel máximo de la maniobra medido en dBA desde el replano a la distancia de un metro en frente de la puerta y a una altura de 1,5 metros. El análisis confirma que las puertas semiautomáticas son unos 11 dBA de media más ruidosas que las correderas (tabla II).

			\bar{X}	σ	$\bar{X} + \sigma$
Puertas de acceso	Batientes o semiautomáticas	$L_{pA \max}$	73,2	4,5	77,7
	Correderas o automáticas	$L_{pA \max}$	62,0	4,1	66,2

Tabla II. Niveles de presión sonora en dBA de puertas de acceso.

Se tiene en cuenta que de todas las medidas de ruido para puertas batientes, el valor máximo medido ha sido de 84,8 dBA, mientras que la medida mínima ha sido de 67,1 dBA. Es decir, que la puerta batiente más silenciosa de las medidas es más ruidosa que la media de las puertas automáticas. Esta diferencia de niveles se produce básicamente por causa del movimiento de la puerta y sobre todo del contacto entre la puerta y marco, ambos metálicos.

Otro componente de las puertas a tener en cuenta desde el punto de vista del ruido es el sistema de desenclavamiento de las puertas de acceso. Los métodos de apertura son en general silenciosos, excepto el sistema electromecánico, en que la leva llega al final de recorrido a gran velocidad y provoca un golpe que se amplifica al estar el sistema montado sobre el marco metálico. El promedio de los niveles de presión sonora medidos por la leva electromecánica se muestran en la tabla III, y se han medido desde el replano con la puerta cerrada.

			\bar{X}	σ	$\bar{X} + \sigma$
Desenclavamiento	Leva electromecánica	$L_{pA \max}$	79,9	4,3	84,2

Tabla III. Niveles sonoros en dBA del desenclavamiento mediante leva electromecánica

Este nivel originado por la leva es 6 dBA superior al nivel de la puerta semiautomática por ella misma (tabla III), con el problema añadido de que el impacto de la leva también se transmite estructuralmente por las paredes del recinto.

Medidas en las viviendas. Se ha determinado el nivel de presión sonora máximo en el interior de las viviendas más afectadas por la instalación. En el caso de ascensores electromecánicos se han medido en los áticos en la habitación más próxima a la sala de máquinas. Se puede apreciar que el nivel resultante es más alto para los ascensores de una velocidad, obteniendo un valor promedio de 53,4 dBA, mientras que para sistemas de dos velocidades es de 49,6, una diferencia de 3 dBA que concuerda perfectamente con los resultados obtenidos del nivel de presión sonora máximo en la sala de máquinas para diferentes instalaciones (tabla I). En general, considerando todas las instalaciones conjuntamente, los niveles máximos oscilan entre 47 y 60 dBA, valores perfectamente audibles sobre todo por la noche.

De la comparación de las medidas realizadas tanto en la sala de máquinas como en el interior de la vivienda, se puede determinar que el aislamiento promedio "in situ" que presentan las paredes de la sala de máquinas a ruido del ascensor, es de unos 35 dBA. Teniendo en cuenta que la NBE-CA 88 exige para los locales que alojan los equipos comunitarios un aislamiento a ruido aéreo R de 55 dBA aunque está referido a ruido rosa, esta diferencia de 20 dBA es excesiva, y parece que los cerramientos que habitualmente se utilizan, no consiguen el aislamiento a ruido aéreo exigido.

Para el caso de ascensores hidráulicos, se han encontrado situaciones que van desde que el ruido generado en el interior de la vivienda es negligible, hasta casos en que los niveles rondan los 60 dBA, debido a que algún tipo de máquina concreto parece que genera una turbulencia en el fluido que se propaga a lo largo del pistón.

ANÁLISIS DE LA TRANSMISIÓN DE RUIDO.

Al analizar los resultados obtenidos en el interior de las viviendas y en la sala de máquinas, se ha comprobado que el aislamiento bruto es muy bajo, lo que permite suponer que hay transmisión estructural. Para comprobar esta hipótesis, se midió el nivel de presión sonora en bandas de octava tanto en el interior de la vivienda como en la sala de máquinas, completando estos datos con medidas de vibración en la sala de máquinas.

Se presenta el caso más representativo de las instalaciones electromecánicas, en que la losa se apoya directamente sobre las paredes del buje, y la máquina está aislada de la losa con tacos flexibles. Las medidas realizadas en el interior de la vivienda indicaban que el nivel máximo corresponde al momento de la frenada. (fig. 1)

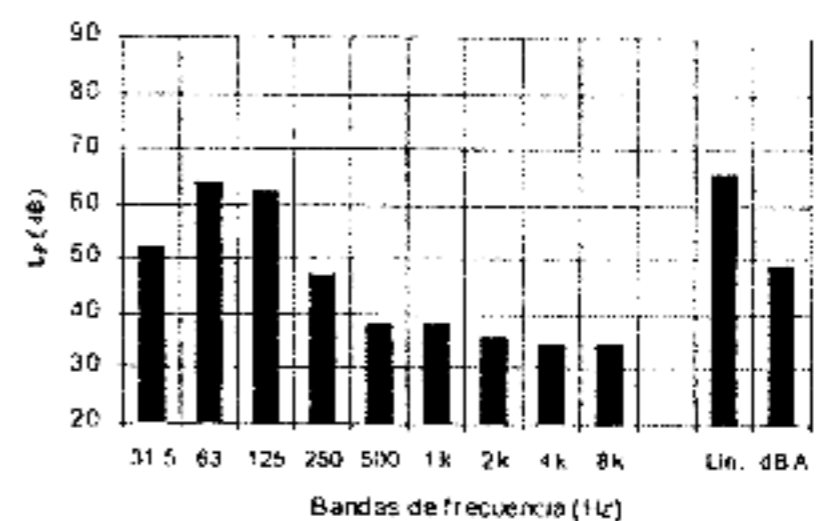


Fig. 1. Espectro en el interior de la vivienda

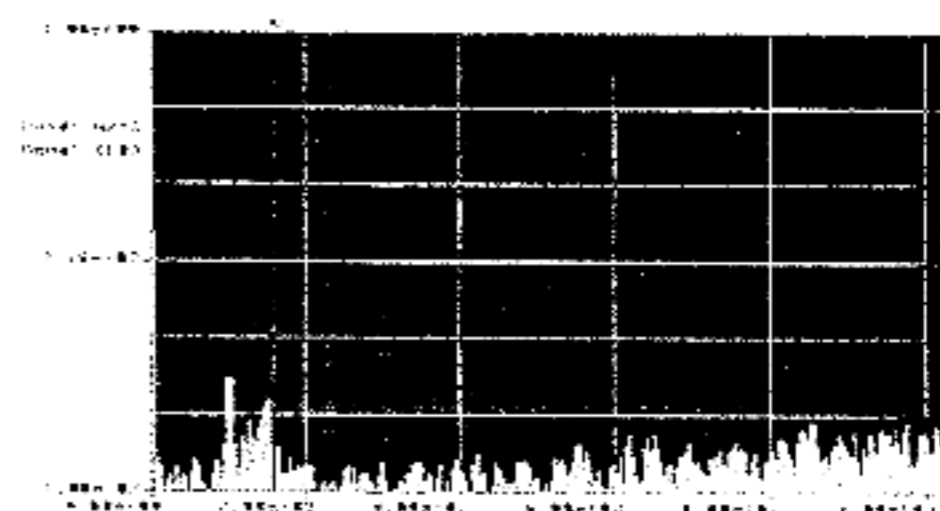


Fig. 2. Vibración en régimen permanente

Se observa un nivel muy alto en las bandas de frecuencia de 31,5, 63 y 125 Hz. Este hecho induce a pensar en transmisión por vía estructural, originada por un aislamiento deficiente de la vibración de la máquina debido a una mala elección de los elementos aislantes. Esta situación se confirma al realizar las medidas de vibración sobre la losa.

Mientras el ascensor funciona a régimen permanente (fig 2), la vibración que se transmite no es elevada y es en la zona de baja frecuencias, por debajo de 80 Hz que corresponde con la banda de 63 Hz. Por el contrario en el momento de la frenada (fig 3), se produce un aumento de la vibración de la losa, siendo las frecuencias que presentan más amplitud las correspondientes a las bandas de octava de 63, 125 y 250 Hz, que coinciden plenamente con el ruido medido en la vivienda. Parece entonces que, en funcionamiento normal, el aislamiento previsto funciona bastante bien, pero en el momento de la frenada, el conjunto de la máquina entra en una vibración de amplio espectro debido al efecto del freno, la parada más o menos brusca de la cabina y la desconexión del motor. La solución sería sencillamente elegir adecuadamente los tacos de aislamiento, para lo cual hay diferentes propuestas.⁴

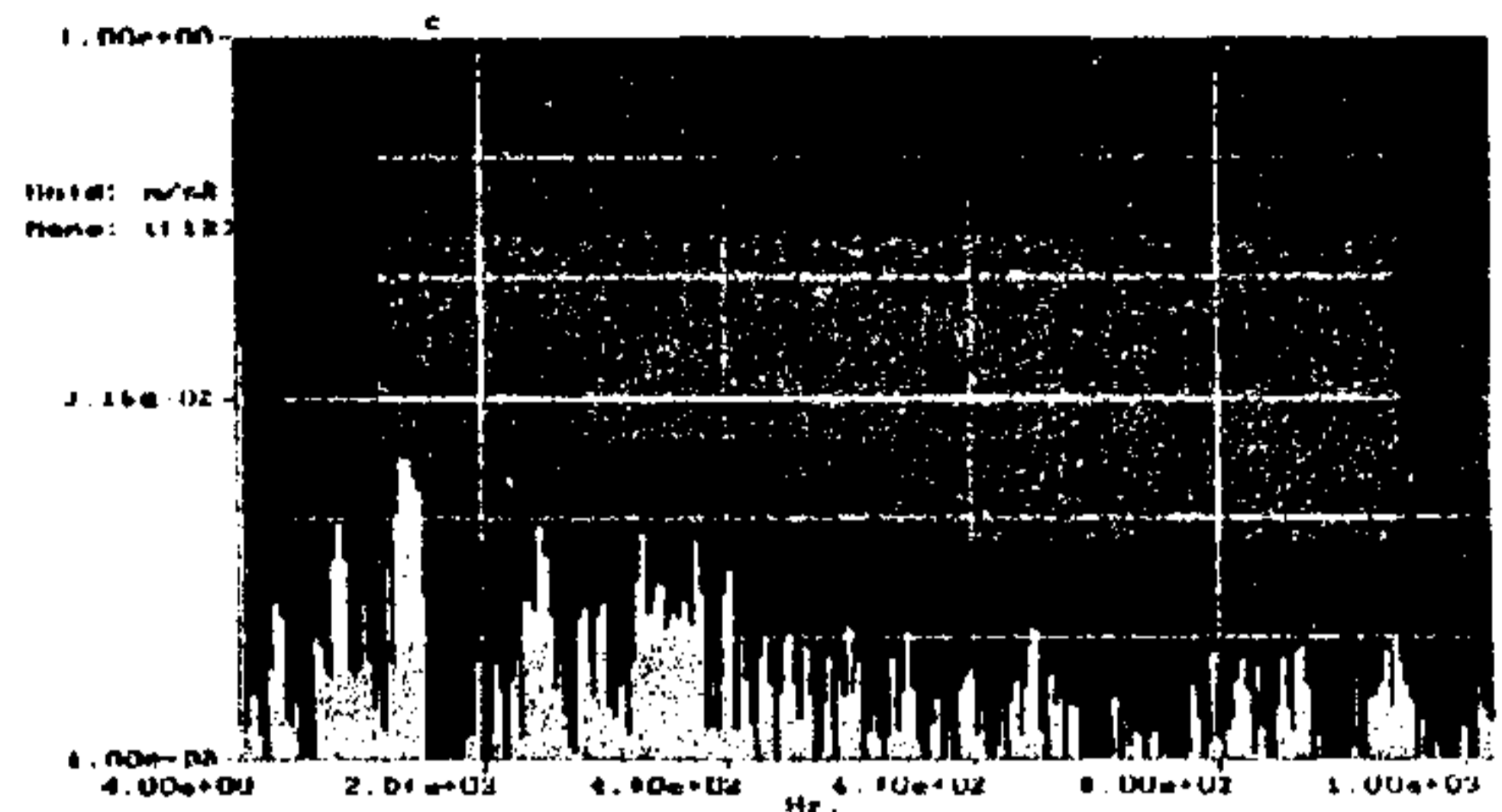


Fig. 3. Vibración en frenada

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de la contaminación acústica generada por las instalaciones de ascensores en las viviendas, es más apropiado medir L_{pAmax} en posición "fast" que el nivel equivalente. Respecto del análisis de las soluciones constructivas, se puede decir que:

- El cuadro de maniobras está casi siempre fijado a la pared; de esta forma los golpes producidos por los contactores se transmiten directamente a la pared y la vibración de este provoca ruido al otro lado del cerramiento.
- Se ha demostrado que, en general, hay transmisión de la vibración del motor a las viviendas, especialmente en el momento de la frenada, por causa de una mala elección de los elementos aislantes.
- El aislamiento acústico medio "in situ" que presentan los cerramientos utilizados en la sala de máquinas de instalaciones electromecánicas es de unos 35 dBA a ruido del ascensor, y por tanto muy inferior a los 55 dBA a ruido aéreo que exige la norma básica de la edificación NBE CA 88 (aunque este es a ruido rosa).
- Para el caso de ascensores oleodinámicos, el nivel de ruido ocasionado en las viviendas parece depender básicamente del tipo de máquina, pudiendo conseguir desde niveles negligibles hasta valores tan elevados como en los electromecánicos y durante todo el tiempo que dura la maniobra. De todas formas, teniendo cuidado de la instalación del pistón, seguramente los niveles de ruido disminuirían.
- Por el diferente tipo de transmisión que tiene lugar, los ascensores electromecánicos nada más transmiten ruido básicamente a la planta superior, mientras que los oleodinámicos pueden transmitir a todas las plantas.
- El análisis confirma que las puertas semiautomáticas son unos 11 dBA de media más ruidosas que las correderas. La diferencia puede aumentar si el mantenimiento es deficiente (engrase, ajuste de muelles ...) Y el uso que se haga (portazos). Otro componente de las puertas a tener en cuenta es el sistema de desenclavamiento, que es más ruidoso en caso de levas electromecánicas (accionadas por electroimán). Estos ruidos se reproducen en todas las plantas.
- Recogida la opinión de las personas cuando se estaban realizando las medidas a las viviendas, se ha comprobado que casi todos sienten el ruido del ascensor, una parte lo considera "normal", y otros lo consideran molesto o muy molesto, sobre todo a la noche. Los factores de molestia se reparten entre el ruido propio de la Maquinaria y el ruido de las puertas y su sistema de enclavamiento.

REFERENCIAS

- 1.- A. Miravete et. al. "Transporte vertical" 1ª edición, 1996 Universidad de Zaragoza
- 2.- Instrucción técnica complementaria MIE-AM 1 del reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a ascensores electromecánicos y ascensores hidráulicos.
- 3.- Mª S Camino et. al. "Análisis de las fuentes de ruido internas de los edificios producidas por las instalaciones" Tecniacústica'95.
- 4.- A. Estévez et. al. "Tratamiento de maquinaria de ascensores para reducción del ruido.