

DISEÑO ACÚSTICO PREVENTIVO: ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN SONORA EN UN TALLER DE MECANIZADO

Santiago Hernández Valencia

Manuel San Juan Blanco

Antonio Pérez García, pertenece al Laboratorio de Técnicas Instrumentales de la Universidad de Valladolid

Universidad de Valladolid

Paseo del Cauce s/n, Valladolid (Spain)

Tfno: 983-423313

e-mail: mansan@dali.esi.uva.es

SUMMARY

The noise present in a working place, be it either planning a new premise or improving an already existing one, or simply to asses the exposure to noise, is always the combined result of the main factor: activity, noise sources, the actual physical site.

The capacity to act on accoustic design has been enhances by powerful simulation tools. The current work on the validation of a real model has been done under the assumption of either prevention or noise control.

En la mayor parte de los sectores industriales, el ruido aparece como un factor determinante de la situación de trabajo, de la salud del personal y de la mejora de la empresa.

El aumento de las cadencias y el crecimiento en la mecanización de los procedimientos de fabricación transforman la actividad sin hacerla menos ruidosa. Para el trabajador, cada vez menos destinado a un puesto fijo asociado a una máquina única, la situación de trabajo y, como consecuencia, las causas de sus exposición sonora se hacen más compleja. Así pues, determinar los lazos de unión entre la actividad ejercida y las fuentes de ruido en funcionamiento en un lugar de trabajo, es la base de una evaluación de la exposición de los trabajadores al ruido.

Adaptar el ambiente sonoro a la actividad en la que se desarrolla en ellos es un reto realizable. Existen medios para optimizar la organización, reducir la emisión sonora de las máquinas, acondicionar acústicamente los locales, aislar las salas entre ellas. Se hace necesario un análisis preventivo apoyado en métodos de diseño acústico.

Análisis y evaluación preventiva de la exposición sonora.

Para cada grupo de exposición homogénea y para cada individuo aislado, el riesgo acústico se evalúa comparando los resultados de la evaluación y los objetivos fijados.

Las técnicas existentes permiten el cálculo, para un local determinado, de la contribución de cada fuente de ruido en cualquier punto de un local. Las características acústicas de las fuentes de ruido, la geometría del local y sus características acústicas, son parámetros de entrada del modelo y pueden ser modificadas a voluntad. Así pues, para diversas configuraciones predefinidas del local, el nivel sonoro en una zona de actividad se obtiene añadiendo en este lugar la contribución de todas las fuentes de ruido. Esto conlleva a estimar el nivel sonoro para cada fase de actividad. Así pues, a partir del análisis de la actividad de trabajo se evalúan los tiempos y la relación entre la emisión sonora y la presencia de los individuos para cada fase de la actividad.

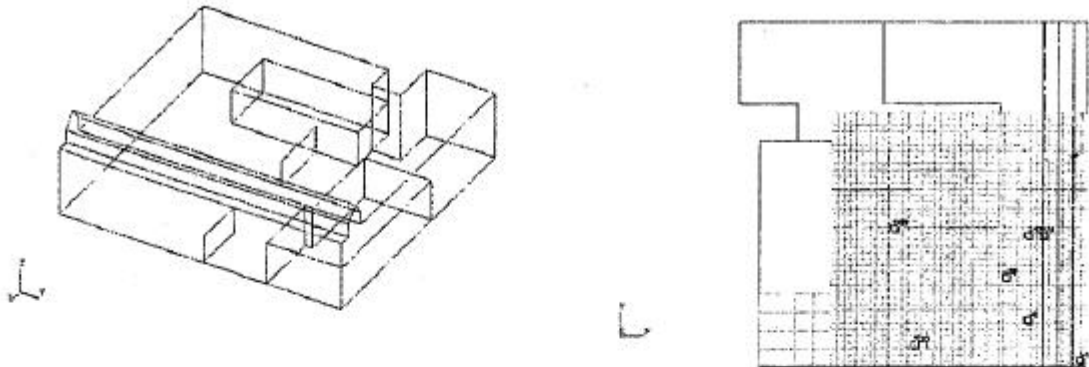
El análisis preciso de la exposición permite detectar primero las secuencias de actividad que más contribuyen a la exposición, después las fuentes cuya contribución a la exposición sonora sea la más fuerte. Así pues es posible definir soluciones técnicas para disminuir el riesgo acústico.

Mientras que la medida de la exposición sonora da un valor global ya que integra los diferentes lugares de presencia del trabajador y la contribución de todas las fuentes de ruido, el desarrollo preventivo permite el conocimiento de la contribución de cada una de ellas sobre la exposición sonora. Así mismo, se podrá evaluar la detección de las fuentes dominantes con respecto a la exposición es inmediata y la eficacia de toda acción de reducción del ruido, incluyendo el tratamiento acústico de las paredes.

CARACTERIZACIÓN DEL TALLER DE MECANIZADO:

El modelo real se trata de un taller de mecanizado caracterizada por distintas fuentes de ruido: tornos, fresas, taladros, sierras, rectificadoras, equipos de soldadura, compresores, pistolas neumáticas, cargas y descarga de materiales.

En los siguientes gráficos se representa un croquis del taller así como la distribución de las principales fuentes sonoras que hemos contemplado: compresor (S6), taladro(S9), rectificadora (S9), compresor (S16), sierra (S20), fresa (S19).



Para caracterizar las fuentes sonoras, el Raynoise obliga a introducir los valores de nivel de potencia sonora en octavas, para lo cual se realiza una medición siguiendo la Norma ISO 3744 *Determinación de los niveles de potencia sonora de fuentes de ruido utilizando presión sonora. Método de ingeniería para condiciones de campo libre sobre un plano reflectante (Grado 2)*. Los resultados de dicha medición quedan reflejados en la siguiente tabla:

	SIERRA CARGA	SIERRA VACIO	FRESA CARGA	FRESA VACIO	TORNO	TALADRO CARGA	TALADRO VACIO	COMPRESOR	RECTIFICADORA
f	Lw (dB)	Lw (dB)	Lw (dB)	Lw (dB)	Lw (dB)	Lw (dB)	Lw (dB)	Lw (dB)	Lw (dB)
63	65,7	65,7	63,0	52,5	56,7	63,8	53,3	65,1	57,9
125	60,4	59,9	64,4	56,5	63,2	65,6	47,8	77,5	52,2
250	64,6	62,4	71,2	63,2	68,6	67,5	56,8	69,9	73,5
500	67,0	65,2	76,4	73,6	70,8	75,4	77,8	81,4	69,1
1K	66,8	65,2	77,7	74,6	70,9	73,4	77,2	78,6	64,3
2K	66,9	66,9	73,0	71,6	69,9	68,4	70,5	78,6	62,7
4K	62,8	61,8	62,6	58,8	63,1	65,1	68,0	76,3	58,0
8K	53,8	50,4	53,3	48,3	51,0	58,1	55,1	68,5	53,1
16K						77,1			
Lp	73,9	72,9	81,5	78,4	76,7	81,1	81,2	86,0	75,6

El otro parámetro fundamental en la alimentación del proceso de simulación es el coeficiente de absorción. Para lo cual hay que caracterizar todos los elementos (paredes, suelo, techo). Para afrontar este parámetro existe una amplia base de datos, aunque una solución válida es hallar un coeficiente de absorción global de todo el taller mediante el tiempo de reverberación, a través de la fórmula de Sabine.

VALIDACIÓN:

Una vez ensayado los distintos parámetros de entrada, el simulador obtiene como valores de salida niveles de presión sonora (dB o dBA). Para validar dichos resultados se ha procedido a realizar medidas de inmisión y realizar mapas de ruido del taller, situando 20 puntos estratégicos en puestos de trabajos actuales o futuros.

Se ha utilizado como criterio de validación la consideración del estadístico:

$$\epsilon = (\sum \epsilon_i / n)^{1/2}$$

Siendo $\epsilon_i = Lp_{real} - Lp_{simulado}$

Una validación con la precisión de ensayo, como es la que se ha realizado, se considera válida si ϵ se encuentra entre 1.5 dB y 3 dB.

Para validar se han considerado tres situaciones o secuencias de trabajo reales:

Mapa 1: Fresa, sierra y rectificadora en carga

Mapa 2: Mapa 1 + compresor

Mapa 3: Sierra, fresa, taladro, rectificadora y torno en vacío

Los resultados de validación son los siguientes (posición en metros y Lp en dB):

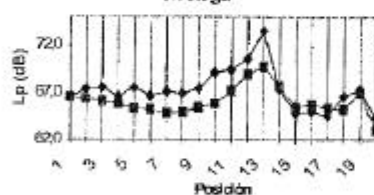
MAPA 1				MAPA 2			MAPA 3					
Pto	x	y	z	Lp _{real}	Lp _{simu}	ϵ	Lp _{real}	Lp _{simu}	ϵ	Lp _{real}	Lp _{simu}	ϵ
1	10	5	1,5	66,5	66,5	0,0	69,7	68,1	1,6	64,8	63,6	1,2
2	10	3,7	1,5	67,4	66,4	1,0	70,6	68,1	2,5	65,7	63,3	2,4
3	11,5	3,7	1,5	67,5	66,1	1,4	68,7	68,1	0,6	66,5	63,9	2,6
4	12,4	2,5	1,5	66,6	65,8	0,8	69,3	68,2	1,1	66,7	63,9	1,8
5	13,7	3,7	1,5	67,5	65,3	2,2	69,4	68,2	1,2	65,8	65,0	0,8
6	13,7	2,5	1,5	66,6	65,2	1,4	69,5	68,3	1,2	65,4	64,4	1,0
7	15,1	3,7	1,5	67,1	64,8	2,3	69,0	68,3	0,7	66,1	65,6	0,5
8	15,1	5,2	1,5	66,9	64,9	2,0	69,2	68,1	1,1	67,2	67,3	-0,1
9	16,5	8	1,5	67,4	65,4	2,0	68,7	67,7	1,0	70,0	69,5	0,5
10	13,8	8	1,5	69,1	65,8	3,3	69,5	67,7	1,8	65,1	65,4	-0,3
11	12	8	1,5	69,4	67,2	2,2	70,6	66,7	1,9	65,1	64,8	0,3
12	10,4	8	1,5	70,6	68,9	1,7	70,2	69,9	0,3	66,0	64,9	1,1
13	9,3	8	1,5	73,5	69,7	3,8	73,0	70,5	2,5	67,1	65,0	2,1
14	12	9,6	1,5	67,4	67,7	-0,3	67,7	68,9	-1,2	64,9	64,6	0,3
15	13,3	10,4	1,5	64,8	65,4	-0,6	66,8	67,9	-1,1	64,8	64,3	0,5
16	14,7	9,66	1,5	65,0	65,7	-0,7	67,0	67,5	-0,5	65,5	65,2	0,3
17	15	11,4	1,5	64,5	65,3	-0,8	66,6	67,1	-0,5	66,1	64,2	1,9
18	18,5	11,4	1,5	66,6	65,2	1,4	66,0	66,9	-0,9	64,3	65,2	-0,9
19	12,3	12,1	1,5	67,3	67,0	0,3	67,6	68,3	-0,7	63,9	63,9	0,0
20	12	14,3	1,5	64,3	63,0	1,3	65,0	66,6	-1,6	63,2	62,4	0,8

$\epsilon = 1.76$

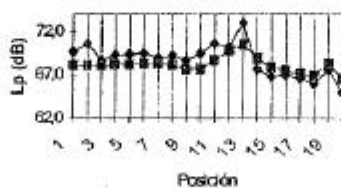
$\epsilon = 1.34$

$\epsilon = 1.24$

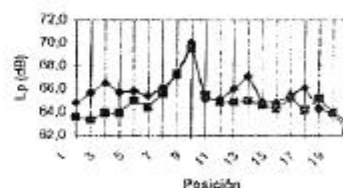
MAPA 1: Fresa, sierra y rectificadora en carga



MAPA 2: Mapa 1 + Compresor



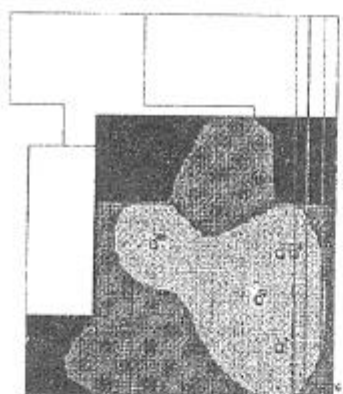
MAPA 3: Sierra, fresa, taladro, rectificadora y torno en vacío



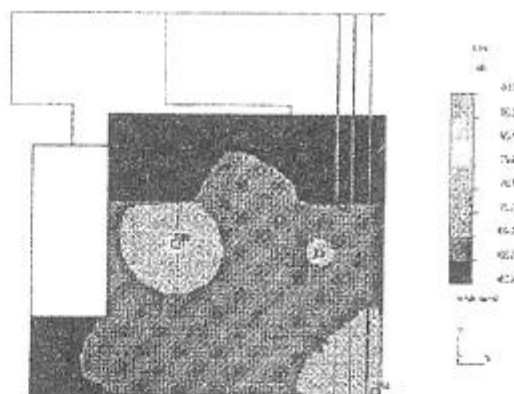
—●— Lp real
- - -■- - Lp simulado

Tras el análisis de estas rutinas de trabajo se ha considerado que el modelo se pueda validar bajo el criterio antes mencionado, ya que la desviación media es inferior a los 3 dB, salvo en alguno de los puntos. En cualquier caso se observa que el simulador en la mayoría de los puntos estudiados devuelve valores inferiores a los reales. Esto en muchos casos es debido a la dificultad de medir ciertos parámetros acústicos como son la difracción y la directividad. En cualquier caso, el simulador se convierte en una potente herramienta de diseño acústico. De esta manera una de las primeras utilidades es la determinación de la contribución de todas las fuentes de ruido, así como la detección de las fuente dominantes, como se puede observar en los mapas obtenidos mediante simulación.

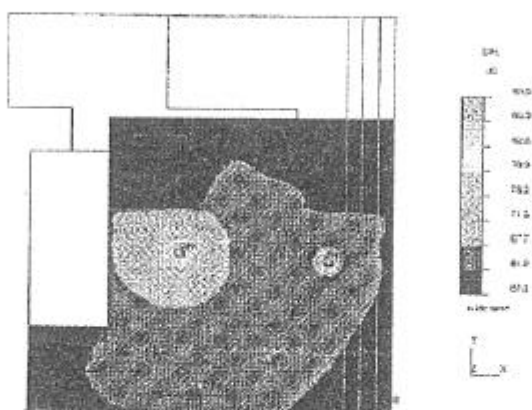
MAPA 1



MAPA 2



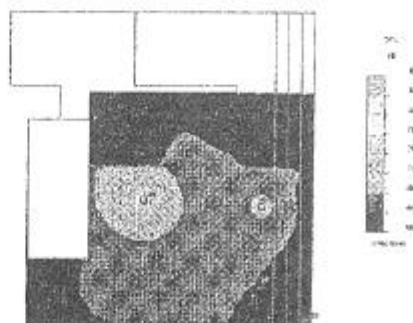
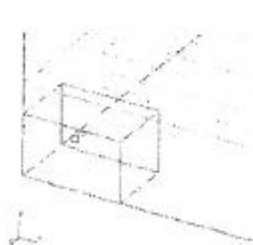
MAPA 3



SIMULACIÓN

El ruido presente en un lugar de trabajo, tanto si queremos concebir una nueva instalación, o mejorar una instalación existente o simplemente evaluar la exposición sonora, es siempre el resultado de la combinación de tres factores preponderantes la actividad, las fuentes de ruido, el local donde está ejercida esta actividad.

Un ejemplo de los diversos diseños acústicos que se han realizado como resultado de la combinación de los tres elementos anteriores es la de del apantallamiento de una de las fuentes que más contribuyen en el taller: el compresor. Así se ha propuesto una modificación del Mapa 2 en el que se incluye el siguiente cerramiento, que tras distintas combinaciones de material y tamaño se obtiene una reducción de más de un 25 % del nivel de presión en el entorno.



REFERENCIAS:

- 1.- López Muñoz, G, "El ruido en el lugar del trabajo", INSHT 1992
- 2.- ISO 3744 *Determinación de los niveles de potencia sonora de fuentes de ruido utilizando presión sonora. Método de ingeniería para condiciones de campo libre sobre un plano reflectante (Grado 2).*