



# JORNADAS NACIONALES DE ACUSTICA

Zaragoza, Abril 1989

PROGRAMA PARA LA REDUCCION DEL NIVEL DE EXPOSICION AL RUIDO EN UNA PLANTA DE EMBOTELLADO

PEREZ ALVAREZ, Jose Luis.

EL FENIX MUTUO.- Sección de Higiene Industrial.- Ramírez de Arellano, 27.- 28043 MADRID.

En esta Ponencia se pretende mostrar una aplicación práctica de la puesta en marcha de un programa global de actuación que permita asegurar la eliminación o, en su defecto, la reducción del riesgo por exposición al ruido.

El caso que a continuación se expondrá, se refiere a una planta de embotellado de bebidas que consta de tres líneas de llenado ubicadas en una sala común.

Independientemente de la clara sensación subjetiva de riesgo, existen datos elaborados por el Departamento de Prevención de EL FENIX MUTUO desde 1976 que objetivan los niveles de exposición laboral y que demuestran que todos los puestos de trabajo superan claramente los niveles recomendables.

Hasta 1984 las actuaciones se centraron fundamentalmente en campañas de información y formación, dirigidas a conseguir una plena utilización de prendas de protección personal así como a controles médicos periódicos.

En el mencionado año de 1984 se produjo un cambio en el Consejo de Administración, debido a una modificación sustancial en el reparto de la participación económica de la Empresa, que trajo consigo una sensible variación en los planteamientos empresariales, de tal manera que en materia de Prevención de riesgos profesionales se planteó como política la mejora de las condiciones de trabajo, fijando como primer objetivo el cumplimiento de la legislación vigente aplicable.

Evidentemente, para la puesta en marcha del objetivo, era necesario tener conocimiento preciso de la extensión y profundidad del problema en cada una de sus vertientes de Seguridad e Higiene para poder así garantizar y programar en el tiempo las distintas actuaciones.

Si bien el ruido era el riesgo higiénico más significativo, es fácilmente comprensible que no se tomaran decisiones y medidas correctoras de forma inmediata, ya que aparecían una serie de aspectos que las dificultaban enormemente.

Por una parte, la legislación vigente aplicable establece que el límite era de 80 dB y aún salvando las deficiencias que el texto legal contiene (interpretando que se refiere al Nivel Sonoro Continuo Equivalente, que el nivel sonoro viene determinado en la escala A, etc.) existían serias dudas sobre la posibilidad real de conseguir ese nivel máximo de exposición, a la par que los costos predecibles se podían estimar fuera de lo razonablemente asumible.

La situación, por tanto, era delicada ya que de una parte no se veía factible conseguir el cumplimiento estricto de la ley y, de otra, fijar objetivos que la superen puede resultar difícil de comprender.

Con objeto de salvar esta dificultad cabía la posibilidad de tomar como referencia la Propuesta de Directiva que sobre exposición laboral al ruido se estaba discutiendo en la Comunidad Económica Europea y precisamente su aprobación y publicación en 1.986 permitió utilizarla como fundamento suficientemente sólido.

Teniendo en cuenta que la mencionada Directiva fija como límite un nivel sonoro continuo equivalente de 90 dB(A), si bien obliga a iniciar acciones preventivas a partir de 85 dB(A), se optó por establecer un primer nivel de objetivo en el cumplimiento del límite para 1.990 (fecha de su entrada en vigor), y un segundo nivel para alcanzar 85 dB(A) en el año 1.992.

En definitiva se ha fijado un objetivo a corto plazo y otro a medio plazo, por lo que cabe la posibilidad de modificar la fecha o el alcance del segundo en función de los resultados del primero.

En el proceso productivo el ruido se genera, en términos generales, durante el transporte de las botellas, por el golpeteo entre sí, pero además existen ciertas operaciones en las que la propia instalación es ruidosa en sí misma, tal como ocurre en despaletizado, desencajonado, llenado, etiquetado, encajonado y paletizado.

Por otra parte, en los puestos de trabajo, los operarios están expuestos al ruido directamente generado por su tarea más el incidente de otros puestos más o menos cercanos y el reverberante del local.

Como es lógico, las características y ecuaciones que definen el comportamiento del ruido como agente físico indican que en aquel puesto de trabajo donde el nivel sonoro generado sea muy elevado, será menor a la incidencia relativa de otros focos ruidosos situados a cierta distancia o la aportación de la reverberación del local.

No obstante, en términos generales, no se deben olvidar este tipo de influencias, ya que existen puestos donde el ruido propio de la operación no es muy elevado y, por el contrario, hay importantes superficies en el local recubiertas de materiales cerámicos o de vidrio que provocan elevada reverberación en el recinto.

Considerando la situación existente siguiendo los princi

pios básicos de actuación en Higiene Industrial, la solución más coherente debería dirigirse a reducir la transmisión del ruido desde el origen, mediante apantallamiento o encapsulado de los focos, completándola con un tratamiento antirreverberante si fuera necesario y, en este sentido, - se solicitaron estudios, proyectos y presupuestos a diversas firmas especializadas.

Se tomó en consideración una oferta que incluía el tratamiento antirreverberante del local, mediante la colocación de baffles absorbentes colgados del techos y el apantallado y encapsulado de algunos focos ruidosos del proceso, si bien dejaba para posterior estudio de viabilidad el encapsulado total de todas las máquinas y cadenas de embotellado.

Básicamente el proyecto consistía en:

- a) Obtener una reducción de 5 a 10 dB(A), mediante la - colocación de 200 baffles absorbentes, suspendidos - del techo, de 0,72 m<sup>2</sup> y 50 mm. de espesor.
- b) Apantallado de las tres llenadoras, lavadora de uno de los grupos y empacadoras de las otras dos.

Lógicamente cualquiera de las dos medidas reduciría en sí misma el nivel de riesgo; evidentemente en mayor medida la segunda que la primera pero, por otra parte, son complementarias, ya que pese al apantallamiento y encapsulado continuarían existiendo focos emisores de ruido y condiciones acústicas reverberantes en el local.

Era necesario entonces estimar la eficacia de cada una de las alternativas y, por otra parte, tomar decisión sobre cual se debería acometer inicialmente.

Para tener elementos de juicio, se analizaron los datos sobre niveles de exposición que quedan recogidos en la Tabla nº 1 y de este conjunto de valores se pueden extraer - las siguientes conclusiones:

- Todos los puestos de trabajo, exceptuando uno, superan el nivel sonoro continuo equivalente de 90 dB(A) fijado como objetivo inicial.
- El 65,625% de los puestos de trabajo quedan comprendidos en dosis iguales o inferiores a 93 dB(A).
- Salvo en la línea A, los puestos más ruidosos corresponden a las llenadoras y en ésta destacan en igual medida el visor de vacío y la descapsuladora que, a su vez, incide en el puesto de entrada a lavadora.

En las líneas B y C siguen, en orden de interés, los puestos de visor de vacío y empacadora.

Es evidente que aún sin acometer la eliminación del ruido en su origen, ni evitar su transmisión, se podría alcanzar el objetivo inicial para el 65,625% de los puestos si la disminución de la dosis por reducción del ruido reverberante fuera del orden de 3 dB(A), llegando a 87,5 si la reducción fuera de 6 dB(A).

NIVELES SONOROS CONTINUOS EQUIVALENTES INICIALES

<u>PUESTO DE TRABAJO:</u>	<u>LINEA A</u>	<u>LINEA B</u>	<u>LINEA C</u>
Despaletizado . . .		91,5 dB(A)	91 dB(A)
Desempacadora . . .	92,5 dB(A)	92 "	91 "
Selección . . . . .	91 "	92 "	90 "
Cajones vacíos . .	91 "		
Descapsuladora . .	96 "		
Entrada lavadora .	94 "	91 "	91 "
Salida lavadora . .	91 "	92 "	92,5 "
Visor vacío . . . . .	96,5 "	94 "	95 "
Llenadora . . . . .	95 "	97,5 "	98,5 "
Visor lleno . . . . .	93,5 "	91,5 "	93,5 "
Etiquetadora . . .		91 "	91 "
Empacadora . . . . .	92,5 "	93 "	94,5 "
Paletizado . . . . .	91 "	92 "	92 "

T A B L A 1

El proyecto considerado ofrecía una mejora de 5 a 10 dB (A), pero no se debe olvidar que una cosa es la reducción del ruido reverberante y otra bien distinta la disminución de la dosis recibida ya que, sobre todo en los puestos de mayor nivel sonoro, el principal componente del nivel sonoro continuo equivalente procede del ruido directamente generado en la operación laboral.

De cualquier forma sí era esperable que se produjeran reducciones de alrededor de 3 dB(A), sobre todo para los puestos de trabajo en los que su ruido propio no fuera especialmente significativo y, por tanto, actuar sobre el ruido reverberante, como primera medida, empezaba a tener un sentido práctico por su presunta eficacia porcentual en relación con la totalidad de la plantilla expuesta.

Por otro lado, en aquel momento, estaban estudiándose alternativas para incrementar la producción y una de las posibles soluciones podía ser la sustitución de las cadenas B y C por otras de nuevas características, con lo que se podrían incluir entre las especificaciones a cumplir por las nuevas instalaciones las innovaciones tecnológicas de apantallado necesarias para reducir el ruido en el origen o evitar su transmisión.

Considerando la situación de partida y las perspectivas de modificación a corto plazo, se tomó la decisión de acometer inicialmente el tratamiento acústico del local, mediante la instalación de pantallas absorbentes suspendidas del techo, según el proyecto presentado.

La obra se ejecutó en 1.987 y una vez terminada se realizaron estudios comparativos para determinar por una parte la mejora acústica que se había producido en el local y, por otra, la reducción del nivel sonoro de exposición laboral.

En relación con las condiciones del local se comprobó - que la atenuación media había sido de 8,6 dB(A) y las dosis laborales quedan reflejadas en la Tabla nº 2:

NIVELES SONOROS CONTINUOS EQUIVALENTES FINALES					
PUESTO DE TRABAJO:	LINEA A		LINEA B		LINEA C
Despaletizado . . . .			90	dB(A)	87,5 dB(A)
Desempacadora . . . .	89	dB(A)	88	"	90 "
Selección . . . . .	89	"	90	"	87 "
Cajones vacíos . . . .	87,5	"			
Descapsuladora . . . .	92,5	"			
Entrada lavadora . . . .	90	"	88	"	89 "
Salida lavadora . . . .	93	"	87,5	"	85,5 "
Visor vacío . . . . .	94	"	92	"	92,5 "
Lenadora . . . . .	91,5	"	95,5	"	94,5 "
Visor lleno . . . . .	92	"	86,5	"	90 "
Etiquetadora . . . . .			90	"	89 "
Empacadora . . . . .	89	"	91	"	92 "
Paletizado . . . . .	88,5	"	90	"	91 "

T A B L A 2

Comparando los resultados reflejados en la Tabla anterior con los de la Tabla nº 1, se observa que en todos los puestos de trabajo, excepto en Salida de lavadora de la línea A, se producen reducciones del nivel sonoro continuo - equivalente.

No deja de sorprender en incremento de dosis encontrado en el mencionado puesto, pero no habiéndose detectado - fallos en el funcionamiento del equipo de medida -ya que se verificó antes y después de la medición- únicamente es posible atribuirlo a permanencia del trabajador en otro lugar más ruidoso o más probablemente a un error en la anotación de la lectura.

A efectos comparativos, resulta más útil emplear la Tabla nº 3, en la que se recoge, para cada puesto de trabajo, la diferencia entre niveles sonoros continuos equivalentes, antes y después del tratamiento acústico del local, los - tiempos máximos permisibles en cada caso (según el criterio marcado por la Directiva 86/188 C.E.E.) y el incremen-

to porcentual de tiempo permisible que la nueva situación -  
ha creado.

T A B L A N O 3

PUESTO DE TRABAJO:	DIFa dB(A) N.S.C.E.*	TIEMPO EXPOS.PERM.		INCRE- MENTO
		INICIAL	FINAL	
<u>LINEA A:</u>				
Desempac. y empac.	3,5	4,5	10,0	S**
Selección	2,0	5,6	10,0	S
Cajones vacíos	3,5	5,6	14,0	S
Descapsuladora	3,5	2,0	4,5	1,25
Entrada lavadora	4,0	3,2	8,0	S
Salida lavadora	-2,0	5,6	4,0	-0,29
Visor de vacío	2,5	1,8	3,2	0,78
Llenadora	3,5	2,5	5,6	1,24
Visor de lleno	1,5	3,6	5,0	0,39
Paletizadora	2,5	5,6	11,2	S
<u>LINEA B:</u>				
Despaletizadora	1,5	5,6	8,0	S
Desempacadora	4,0	5,0	12,5	S
Selección	2,0	5,0	8,0	S
Entrada lavadora	3,0	5,6	12,5	S
Salida lavadora	4,5	5,0	14,0	S
Visor de vacío	2,0	3,2	5,0	0,56
Llenadora	2,0	1,45	2,25	0,55
Visor de lleno	5,0	5,6	17,5	S
Etiquetadora	1,0	5,6	8,0	S
Empacadora	2,0	4,0	5,6	0,4
Paletizadora	2,0	5,0	8,0	S
<u>LINEA C:</u>				
Despaletizadora	3,5	5,6	14,0	S
Desempacadora	1,0	5,6	8,0	S
Selección	3,0	8,0	16,0	S
Entrada lavadora	2,0	5,6	10,0	S
Salida lavadora	7,0	4,5	22,0	S
Visor de vacío	2,5	2,5	4,5	0,8
Llenadora	4,0	1,15	2,8	1,43
Visor de lleno	3,5	3,6	8,0	S
Etiquetadora	2,0	5,6	10,0	S
Empacadora	2,5	2,8	5,0	0,79
Paletizadora	1,0	5,0	5,6	0,12
*N.S.C.E. = Nivel sonoro continuo equivalente.				
**S = Cuando el tiempo permisible es igual o superior a 8 horas/día.				

Una primera observación de la reducción de niveles so-  
noros continuos equivalentes muestra una alta dispersión -  
de cifras que, por otra parte, no debe extrañar, ya que la  
disminución será función de la importancia relativa del -  
ruido directo y también de su ubicación en el local.

Las determinaciones inicial y final se han efectuado en condiciones generales de fabricación homogéneas, pero no se puede asegurar que se hayan mantenido rigurosamente iguales, con lo que es posible cierta incidencia en los resultados, aunque es esperable que sea pequeña.

El otro aspecto que puede influir en la eficacia de la reducción es la ubicación geográfica del punto de medida - por la incidencia de las condiciones acústicas en ese lugar, que no tiene por qué ser iguales a las de otro lugar.

De cualquier forma, si comparamos los resultados de - atenuación agrupándolos por puestos de trabajo equivalentes (véase Tabla nº 4), se demuestra que la dispersión ya no es tan notable, a excepción de salida de lavadora y, - en todo caso, visor de lleno y desempacadora, aunque éstos en menor medida.

PUESTO DE TRABAJO:	LINEA DE EMBOTELLADO:		
	A	B	C
Despaletizadora . . . . .	1,5	3,5	
Desempacadora . . . . .	4,0	1,0	3,5
Selección . . . . .	2,0	3,0	2,0
Cajones vacíos . . . . .			3,5
Descapsuladoras . . . . .			3,5
Entrada lavadora . . . . .	3,0	2,0	4,0
Salida lavadora . . . . .	4,5	7,0	-2,0
Visor vacío . . . . .	2,0	2,5	2,5
Llenadora . . . . .	2,0	4,0	3,5
Visor de lleno . . . . .	5,0	3,5	1,5
Etiquetadora . . . . .	1,0	2,0	
Empacadora . . . . .	2,0	2,5	3,5
Paletizadora . . . . .	2,0	1,0	2,5

T A B L A   N º   4

A partir de estas cifras se puede cuantificar, en una primera aproximación la eficacia de la medida adoptada ya que las reducciones de nivel sonoro continuo equivalente en los puestos de trabajo han sido:

- El 43,75% disminuye igual o más a 3 dB(A).
- El 37,5% disminuye entre 2 y 3 dB(A).
- El 15,625% disminuye menos de 2 dB(A).

No obstante, el auténtico nivel de mejora conseguido - se aprecia con mayor precisión en la Tabla de resultados - nº 3, observando la variación de tiempos de exposición permisibles y particularmente por el porcentaje de incremento respecto al inicialmente permitido.

La nueva lectura muestra que:

- El 62,5% de los puestos de trabajo quedan en el límite o por debajo del establecido por la Directiva 86/188 C.E.E. El porcentaje aumentaría al 65,625% de - considerar errónea la segunda determinación en salida de lavadora de línea A y que inicialmente estaba en 91 dB(A), es decir, muy próxima al valor de referencia.
- El 31,25% de los puestos de trabajo incrementan el - tiempo de exposición permisible entre el 40 y el 143 por ciento.

Podría establecerse que el primer nivel del objetivo - se ha cumplido para el 62,5% de los puestos de trabajo, - quedando todavía por mejorar:

LINEA A: Visor de lleno  
Llenadora  
Visor de vacío  
Descapsuladora  
Salida de lavadora.

LINEA B: Visor de vacío  
Llenadora  
Empacadora

LINEA C: Paletizadora  
Empacadora  
Llenadora  
Visor de vacío

en donde no debería considerarse como tal el punto de salida de lavadora de Línea A, al menos en tanto no se verifique el resultados de la última determinación.

A efectos de conocer el auténtico nivel de exposición laboral, es necesario tener en cuenta que, con el fin de disminuir la carga física y la monotonía de algunos puestos de trabajo, existen rotaciones en todas las líneas de producción, tal como se señala en la Tabla nº 5. En estos casos las dosis de los trabajadores involucrados se deben obtener a partir de las que se determinan para cada una - de las operaciones y del tiempo de permanencia en ellas.

Los resultados indican que únicamente se continúa superando 90 dB(A) de nivel sonoro continuo equivalente en el conjunto de puestos rotantes de la Línea A y, por tanto, aunque gracias a una medida de carácter administrativo u organizativo, los puestos de trabajo que siguen superando el límite detectado son:



LINEA A: Visor de lleno . . . . .	92	dB (A)
Llenadora . . . . .	91,5	"
Visor de vacío . . . . .	94	"
Descapsuladora . . . . .	92,5	"
LINEA B: Llenadora . . . . .	95,5	"
Empacadora . . . . .	91	"
LINEA C: Empacadora . . . . .	92	"
Llenadora . . . . .	94,5	"

es decir, que contemplando los resultados a través de la exposición laboral se deduce que se ha alcanzado un nivel de cumplimiento del 75%, habiéndose reducido el riesgo notablemente en el 25% restante.

ROTACION DE PUESTOS DE TRABAJO Y DOSIS DE EXPOSICION LABORAL			
A) <u>ROTACIÓN:</u>			
<u>PUESTO DE TRABAJO:</u>	<u>LINEA A</u>	<u>LINEA B</u>	<u>LINEA C</u>
Despaletizadora		30 min.	30 min.
Cajones vacíos	30 min.		
Selección	60 min.	60 min.	60 min.
Descapsulado	30 min.		
Visor de vacío	30 min.	30 min.	30 min.
Visor de lleno	30 min.	30 min.	30 min.
Paletizadora		30 min.	30 min.
B) <u>DOSIS:</u>			
INICIAL	2,38	1,71	1,75
FINAL	1,36	1,01	0,96

T A B L A N O 5

Paralelamente a estas acciones se continuaba el análisis de modificaciones del proceso productivo, aprobándose en 1988 la sustitución de las Líneas B y C por otras con doble capacidad de producción.

Teniendo en cuenta que se tenía un conocimiento bastante preciso sobre cuáles eran los puestos de trabajo que superaban los límites establecidos por el objetivo, cuáles eran las operaciones con mayor aporte sonoro y cuáles eran sus cuasas, se tuvo especial cuidado en demandar especificaciones concretas para la selección de los nuevos equipos productivos.

En la actualidad ya está instalada y a pleno rendimiento la Línea B, mientras que la C está en fase de puesta a punto y ajuste.

En términos generales podemos resumir que las diferencias y mejoras introducidas son:

#### Llenadora:

El sistema de tracción es hidráulico en lugar de cadena y toda la unidad está apantallada, provista de contactos que impiden su funcionamiento con las pantallas abiertas.

En la actualidad no se ha conseguido eliminar completamente el golpeteo y giro de las botellas, ya que la inspección de vacío no tiene autorregulación de velocidad respecto a la llenadora.

#### Visores de vacío y lleno:

En la línea actualmente en funcionamiento no se ha conseguido eliminar el ruido, ya que al no estar autorregulada su velocidad respecto a cada régimen de funcionamiento de la llenadora, se producen retenciones en el flujo que se manifiestan en la entrada, control y salida de botellas.

En la línea C se está poniendo a punto un visor automático por laser que, además de estar autorregulado en velocidad, está completamente encapsulado. La instalación de este equipo supone la desaparición de uno de los puestos de trabajo más problemáticos, no solo por el nivel ruidoso inherente, sino también por la fatiga visual que conlleva.

Por otro lado, al estar encapsulado se reducirá el aporte ruidoso a otros puestos y al local, así como el equilibrio cinético permitirá la entrada de botellas en la llenadora con separación entre sí, evitando el ruido producido por el rozamiento y golpeteo.

#### Etiquetadora:

La diferencia fundamental es la autorregulación de velocidad respecto a la llenadora.

#### Desencajonadora y encajadora:

Actualmente son dos equipos iguales pero que trabajan a la inversa, según la función que realizan, y desde el punto de vista operativo se diferencian de los anteriores por haber sustituido los sistemas de tracción de engranajes a cadenas con pequeña velocidad.

Para coger y soltar las botellas se emplean collarines accionados neumáticamente con movimientos lentos y caída controlada (sin golpe) a diferencia de las antiguas que eran de caída libre.

Toda la instalación está totalmente apantallada.

### Paletizadora y despaletizadora:

Mientras que antes era semiautomático y se producían choques de las cajas, fundamentalmente en el ordenamiento manual, ahora es automático con movimientos uniformes y lentos.

### Cintas transportadoras:

En general, se ha disminuido la velocidad de desplazamiento, pese a que la producción puede alcanzar el doble de la anterior instalación, y en aquellos puntos donde las botellas han de entrar en una sola fila (visores, llenadora y etiquetadora) se efectúa previamente una separación para que no existan choques durante los tramos de alta velocidad.

La alineación y separación se consigue mediante una rampa eliminando los sistemas de dirección mecánica, pero todavía se está trabajando en los codos de 90°, ya que este cambio de dirección provoca frenadas por rozamiento que se traducen en golpes entre las botellas en aquellas zonas.

Por otra parte, al haberse aumentado la capacidad productiva y ser más reducida la velocidad, ha sido necesario aumentar la longitud del transporte, por lo que, en zonas donde antes había tramos lineales ahora se han instalado uno o varios cambios de dirección en "S", con el consiguiente incremento de giros de 90°.

Además del beneficio general que supone la reducción de la velocidad, esta característica trae aparejado que en las zonas de acumulación no llegan a producirse golpes de botellas significativos desde el punto de vista de generación de ruido.

Complementariamente, para casos de acumulación excesiva, se han diseñado en estas zonas líneas unitarias de retorno, con lo que el rozamiento entre botellas, además de pequeño, se produce únicamente entre dos líneas y no entre el conjunto de botellas de la zona.

La serie de modificaciones y mejoras introducidas en el sistema productivo permite esperar, con fundamento racional, que probablemente queden ahora todos los puestos de trabajo por debajo de 90 dB(A) de nivel sonoro continuo equivalente e incluso que se habrá dado un paso muy importante para la obtención del segundo nivel del objetivo, es decir, alcanzar para todos los puestos de trabajo un nivel sonoro continuo equivalente igual o menor a 85 dB(A).

Dado que, como ya se ha indicado, en la actualidad no está toda la planta a pleno rendimiento, no ha sido posible determinar los niveles de exposición laboral existentes.

Una vez que se puedan realizar las nuevas determinaciones además de comprobar la eficacia conseguida se podrán definir los puestos de trabajo y focos ruidosos que necesi

tan control, para lo cual se ha destinado un presupuesto es  
pecífico aplicable a encapsulamientos totales o parciales.