



JORNADAS NACIONALES DE ACUSTICA

Zaragoza, Abril 1989

CONTROL DEL RUIDO EN LA INDUSTRIA

Félix Bernal Dominguez

SEAT.

Parque de Vehiculos, Seguridad del Trabajo y Ecología
Apartado 740
08000-BARCELONA

1.-INTRODUCCION

El riesgo de trauma sonoro como consecuencia de la exposición laboral al ruido está reconocido como uno de los de mayor incidencia en la población laboral de cualquier país industrializado. Generalmente la exposición al ruido se considera como un hecho inherente al trabajo, y el planteamiento de su solución se limita a establecer el uso de protecciones personales o a reclamar el abono de un plus derivado de la declaración del puesto de trabajo como excepcionalmente penoso.

Cada vez en más cantidad, y por motivaciones muy diversas, las empresas españolas están estableciendo "Programas de Conservación de la Audición", que son una aproximación más racional, y más eficaz, que la simple exigencia del uso de protecciones personales, a la prevención de los riesgos que la exposición a ruido comporta a los trabajadores.

Realmente la situación está muy condicionada por las exigencias de una reglamentación laboral que favorece el planteamiento de limitar la prevención al uso de protecciones personales.

La incorporación de España a la CEE, con la consiguiente adaptación a nuestra legislación de los reglamentos comunitarios, es una oportunidad para modificar la situación, ya que aunque las leyes y reglamentos por sí mismos no hacen prevención de riesgos laborales, sí que es cierto que unos buenos reglamentos son un aliciente para que se implanten en las empresas procedimientos de prevención eficaces. En el caso del ruido el mandato de la CEE de elaborar una norma reglamentaria que adapte a España los contenidos de la Directiva 86/188/CEE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos debidos a la exposición al ruido durante el trabajo es una buena oportunidad para elaborar un reglamento laboral que potencie la actividad

preventiva en nuestro país en lo que respecta a este riesgo, tal como ya está ocurriendo con el plomo o el amianto.

2.-CONSIDERACIONES SOBRE UN PROGRAMA DE CONSERVACION DE LA AUDICION

El objetivo prioritario, y casi único, de un programa de conservación de la audición en una empresa, es la conservación de la capacidad auditiva de los trabajadores que puede verse afectada por las exposiciones a ruido durante el trabajo, aunque un programa de este tipo bien concebido puede ser también muy útil para prevenir los riesgos no auditivos que la exposición a ruido puede ocasionar.

Los responsables de la prevención de riesgos de cada empresa deben desarrollar un programa cuyo objeto es alcanzar los objetivos de prevención que se hallan establecido previamente, y determinar la eficacia del programa, es decir, determinar en que grado se alcanzan los objetivos y cuáles son las causas que lo pueden impedir. Para ello es muy importante disponer de unas normas claras de evaluación del grado de conservación de la audición de una plantilla o grupo de trabajadores, y de como evaluar el riesgo para la audición de unas condiciones trabajo determinadas. La existencia de una norma reglamentaria es de gran ayuda en este contexto, ya que al hablar de la prevención de riesgos laborales, y el ruido no es una excepción, siempre existe una zona de indeterminación, en la cual no se puede concluir de forma taxativa si una exposición es o no es peligrosa, los riesgos laborales siempre son progresivos, y en consecuencia siempre hay la necesidad de que un árbitro decida que riesgos son tolerables, y cuales no son tolerables. Esta definición de riesgo tolerable es uno de los objetivos que debe cubrir un reglamento laboral, y que debe ser revisable, a medida que los avances técnicos o la sensibilidad social lo exijan. Como ejemplo de lo que no debe suceder es casi obligado mencionar la prevención de los riesgos causados por el ruido reglamentada en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, vigente desde 1971 sin sufrir alteraciones, lo cual, sin juzgar la bondad de su contenido, es una contradicción, ya que no es posible que una política de prevención bien definida en 1971 pueda tener vigencia en 1989.

Actualmente los programas de conservación de la audición se fundamentan en cinco elementos, o áreas de actividad claramente definidas, cada una de las cuales tiene objetivos concretos y cuya acción conjunta debe conseguir el objetivo prioritario enunciado al principio de evitar daños a la salud del trabajador a causa de su trabajo.

Estas cinco áreas de actividad son:

- 1) Evaluaciones ambientales.
- 2) Control del ruido.
- 3) Protecciones personales.
- 4) Control audiométrico.
- 5) Información y entrenamiento.

La importancia que debe darse a cada una de estas áreas es variable, y depende en gran manera de las características y personalidad propias de cada empresa, por ello no existe un programa de conservación de la capacidad auditiva que pueda considerarse como universal. Cada empresa debe diseñar su propio programa y desarrollarlo en función de sus necesidades y condicionamientos particulares, pero en cualquier caso deben existir los cinco elementos enunciados, si alguno no existe el programa tiene muchas posibilidades de fracasar, y en prevención es muy común que sólo se detecten los fracasos cuando ya no es posible remediar las consecuencias.

En esta charla vamos a exponer ideas y procedimientos que quedan englobados en el área que antes se ha llamado "Control de ruido", no obstante se ha empezado por definir someramente el marco general en el que se incluye el control de ruido, para no perder de vista la necesidad de que cualquier acción de control de ruido debe ir acompañada de otras que no son estrictamente de control si se desea evitar un riesgo laboral, que es en definitiva la motivación primaria. El control de ruido no es más que una faceta, y no tiene porqué ser la más importante, dentro de un marco más amplio de la actividad preventiva que hay que desarrollar en una empresa, aunque hablemos únicamente del problema de la exposición a ruido.

3.-PLANIFICACION DE LA LUCHA CONTRA EL RUIDO

La forma de presentarse los problemas de ruido en una industria o taller, suele ser extraordinariamente compleja, generalmente el ruido es el resultado de varias fuentes sonoras que actúan simultáneamente, y que están relacionadas entre sí. Además para solucionar un problema dado casi siempre es posible actuar en varias de las fuentes con resultados aceptables, y a la vez es posible que la actuación en algunas de las fuentes no de ningún resultado positivo, toda esta complejidad convierte al trabajo de buscar soluciones a los problemas de ruido en algo ingrato, y "poco agradecido", y por lo tanto con muchas posibilidades de preferir el camino de abandonar el intento, confiando la solución del problema a la Protección Personal.

Según la Directiva de la CEE, el control técnico o administrativo del ruido debe implantarse en los puestos de trabajo en los que la exposición personal diaria supere 90 dBA, siempre que ello sea "razonablemente posible". El juicio sobre que medidas de control de ruido son o no son razonablemente posibles es uno de los puntos de discusión

clásicos de los técnicos de prevención, y en la práctica la respuesta depende de la importancia, que dentro de cada empresa, tengan los asuntos relativos a las condiciones de trabajo. En cualquier caso la Directiva define un criterio para decidir cuando el control del ruido debe ser un elemento prioritario del programa de conservación de la audición, y el objetivo a alcanzar con el desarrollo de este elemento del programa. Esta definición del objetivo a alcanzar es el primer paso para la planificación de la lucha contra el ruido.

Como norma general, siempre que un técnico se enfrenta a una situación no deseada causada por el ruido, y después de establecer el objetivo que debe alcanzarse, es importante realizar un análisis muy detallado de la situación. Este análisis debería localizar todos los mecanismos de generación, transmisión y recepción del ruido que existen en el problema, para así poder evaluar las posibilidades de tratamiento existentes y elegir, entre los posibles, el tratamiento más adecuado. Este proceso de análisis lo llamamos planificación de la lucha contra el ruido.

Cualquier problema de control de ruido puede describirse como un sistema con tres elementos: Origen del ruido, Medio de transmisión y Receptor.

El Origen del ruido es la parte del sistema en que se genera la vibración mecánica, puede ser un rotor desequilibrado, un flujo turbulento de un fluido en una canalización, etc. En una máquina pueden existir varias fuentes de ruido, por ello es importante que el análisis no se limite a identificar la máquina que genera el ruido, sino que debe detallar mejor cual es el origen último de la vibración que posteriormente será el ruido que se desea disminuir o eliminar.

La energía vibratoria generada en el Origen se propaga a través de un Medio de Transmisión, que puede ser una estructura, un fluido continuo, o el aire, o cualquier otra combinación. Las características del ruido aéreo, que finalmente es el síntoma medible del problema, dependen en gran manera del comportamiento de los elementos que intervienen en los caminos de transmisión de la energía vibratoria. En el análisis es importante identificar los caminos de propagación de la vibración, ya que generalmente será la actuación sobre estos elementos la única posibilidad que tendremos para atenuar un ruido.

El Receptor es el tercer componente del sistema, puede ser un instrumento, una persona o un grupo social que resulta perjudicado por el ruido. Nótese que para que exista un problema de ruido es imprescindible que exista un Receptor, y en no pocos casos un problema de ruido se puede solucionar cambiando al receptor de lugar para evitar que sea afectado por el ruido.

La planificación de la lucha contra el ruido acaba cuando el análisis de Orígenes, Medios de Transmisión y

Receptores permite hacer una lista de acciones convenientes o necesarias para eliminar el problema de ruido. Como es lógico pueden existir acciones prioritarias, es decir, que hasta que no se ejecuten cualquier otra acción no tendrá resultados apreciables, o acciones complementarias, es decir, que por si mismas no logran ninguna ventaja, pero que combinadas con otras, las refuerzan o perfeccionan. En todo caso la obtención de esta lista de acciones es un dato importante, que permite saber en todo momento que es lo que se debe hacer, lo que no se debe hacer y lo que tiene que esperar, además puede servir como indicador del avance de un programa de control de ruido.

Antes de describir el catálogo de posibilidades que existen para reducir el nivel sonoro conviene hacer mención a un detalle que suele olvidarse: El control del ruido no es sinónimo de reducción del nivel sonoro, es posible reducir la exposición a ruido reduciendo los tiempos de exposición, sin alterar el nivel sonoro existente en un taller o puesto de trabajo, de hecho la reducción del tiempo de exposición a la mitad es equivalente a reducir el nivel sonoro en 3 dBA.

4.-POSIBILIDADES DE ACTUACION

Centrando la atención en las técnicas aplicables para reducir el nivel sonoro, y por razones de mantener un orden en la exposición, trataremos primero de las posibilidades de reducir el nivel sonoro en las instalaciones ya construidas, y en un punto posterior dedicaremos la atención a las posibilidades de actuar en el proyecto de una máquina o instalación.

En cualquier caso no hay que perder de vista que es muy raro el problema de ruido que pueda solucionarse con la aplicación de una solución o tratamiento único, en la mayoría de casos se deben poner en juego varias de las medidas que describiremos, y es el conjunto de medidas lo que permite reducir el nivel sonoro, de esta circunstancia se deriva la importancia del análisis previo que se ha mencionado en el punto anterior.

4.1.-Reduccion del Ruido en la Fuente

La reducción de los movimientos vibratorios es un camino muy eficaz para reducir ruido, ya que cualquier ruido tiene su origen en una vibración. La reducción de las vibraciones originadas por usura de los materiales, rozamientos, desequilibrios de elementos giratorios, etc. siempre será beneficiosa en lo que a reducción del ruido se refiere. En general todas las acciones y controles que constituyen el mantenimiento preventivo de averías son eficaces para reducir el ruido. Es un hecho conocido que uno de los síntomas precoces de avería de casi todas las máquinas es el aumento de su nivel sonoro.

El trabajo a baja velocidad es otro de los recursos para evitar emisión de ruido, así como evitar las

solicitaciones bruscas de energía a una máquina o mecanismo. Desgraciadamente las modificaciones de los modos de trabajo de una máquina no suelen estar al alcance del usuario, y por tanto no son soluciones que tengan una posibilidad real de aplicación.

4.2.-Reducción del Ruido en la Transmisión

Generalmente, antes de que una vibración se convierta en un ruido aéreo que pueda causar un problema, existe un cierto trayecto de la vibración a través de estructuras sólidas; a lo largo de este trayecto es posible actuar para evitar o disminuir la propagación, de forma que se conseguirá reducir el nivel sonoro, aunque la vibración se mantenga constante. Para ejemplarizar la idea vamos a considerar el caso relativamente común de los sistemas de ventilación, en estos sistemas el ruido se genera fundamentalmente en el ventilador, que es el único elemento móvil del sistema, y en el que las turbulencias son mayores por la acción de las palas del rodete sobre el aire. Si el ventilador está unido rigidamente a la conducción, la vibración generada en el rodamiento del eje llegará a la pared del conducto, haciendola vibrar, y por tanto emitir ruido, en lugares en los que puede crear un problema. Aunque el origen del ruido sea el desequilibrio del rodete del ventilador es evidente que la solución más conveniente es evitar que la vibración llegue a un elemento que pueda convertirse en radiador de ruido.

4.2.1.-Modificaciones en las máquinas o instalaciones

Las técnicas clásicas para atenuar el ruido a este nivel son:

- 1.Instalar silenciadores en las descargas de las válvulas de los sistemas neumáticos.
- 2.Utilizar bombas de tipo mas silencioso en los sistemas hidráulicos.
- 3.Utilizar ventiladores menos revolucionados, o instalar silenciadores en los conductos.
- 4.Utilizar boquillas de soplado de aire comprimido con diseños especiales, y mejor aún evitar en lo posible este tipo de operaciones.
- 5.Minimizar la altura de las caidas de piezas en los contenedores de recogida.
- 6.Rigidizar los paneles que reciben impactos de piezas, y amortiguar la vibración de estos paneles mediante tratamientos con materiales viscoelásticos.
- 7.Evitar los choques entre elementos rígidos interponiendo láminas o topes de caucho o plástico.

4.2.2.-Cerramiento de máquinas

Si las acciones anteriores no son aplicables, o no son suficientes, es posible intentar aislar el conjunto de la máquina o instalación que genera el ruido mediante una cabina o cerramiento. Esta solución, para que sea satisfactoria, debe cumplir ciertos requisitos.

1. El conjunto del cerramiento, construido de chapa metálica o de obra, debe ser lo mas hermético posible, es decir, sin zonas en las que el cerramiento se consiga con un material ligero por las que existirán "fugas de ruido".
2. El interior de la cabina debe estar tratado con un material absorbente de ruido tipo lana de roca, fibra de vidrio, o espumas de poliuretano.
3. En las aberturas que sean necesarias para entrada y salida de piezas, conducciones de servicio a la máquina, o entradas y salidas del aire de enfriamiento de la máquina, es necesario instalar silenciadores.

Una cabina simple, pero bien construida, puede reducir el nivel sonoro de 15 a 20 dBA.

4.2.3.-Aislamiento y amortiguación de vibraciones

Las vibraciones generadas a causa de un anclaje roto, o de un tornillo flojo son facilmente evitables, pero cuando una máquina bien mantenida genera un nivel de vibración que causa emisión de ruido en los elementos a los que está unida, la única solución es intentar evitar la propagación de las vibraciones, para ello las técnicas aplicables son:

1. Instalar las máquinas en estructuras rígidas e independientes. El conjunto se une a la estructura con elementos elásticos tales como muelles de acero o tacos de caucho.
2. Las máquinas pesadas deben instalarse en bancadas especiales, aisladas de la estructura del edificio.
3. Los paneles de una máquina deben unirse a la estructura de la misma de forma elástica, con el fin de que no les alcancen las vibraciones generadas en las partes móviles. También suele ser una buena solución el tratamiento amortiguante de estos paneles mediante materiales viscoelásticos que se aplican mediante encolado o pintado.

4.2.4.-Tratamiento acústico de locales

Los locales industriales suelen ser acústicamente muy reverberantes, es decir, de paredes, suelo, y techo duros y buenos reflectores del sonido. Esto significa que cuando una onda sonora alcanza uno de estos límites es devuelta al local sin apenas atenuación de su intensidad.

Una forma práctica de medir esta característica de un local es trazar las curvas de decaimiento del nivel sonoro con la distancia. En un local el ruido generado por una fuente sonora primero disminuye rápidamente al alejarnos de ella, pero a partir de una cierta distancia, el nivel permanece relativamente constante, esto es así porque cerca de la fuente el decaimiento del nivel sonoro es aproximadamente como el que presenta un campo libre (6 dB al doblar la distancia), sin embargo a distancias mayores el ruido reflejado en los límites del local es mas intenso

que el que proviene directamente de la fuente, dominando el ruido reflejado, y ya no se observa el decaimiento al aumentar la distancia. El tratamiento del techo y paredes de un local con materiales absorbentes de ruido evita la reflexión, y por tanto posibilita que, en lugares alejados de las fuentes de ruido, el nivel sonoro disminuya.

Los tratamientos acústicos de locales pueden lograr atenuaciones de hasta 10-12 dBA en lugares alejados de los focos de ruido, y además mejoran la sensación que se experimenta en un local ruidoso, ya que el oyente identifica espacialmente el origen de cada ruido, mientras que en un local reverberante el sonido parece venir de todas partes creando la desagradable sensación de estar "sumergido" en el ruido.

4.3.-Reducción de Ruido en el Receptor

Generalmente el receptor de un ruido es el trabajador. Los desarrollos actuales de procesos cada vez mas automatizados y con control remoto, posibilitan el diseño de puestos de trabajo en cabinas insonorizadas, en las que se puede permanecer la mayor parte de la jornada laboral, con breves exposiciones al ruido que pueda existir en el taller.

Para que una cabina de control esté bien aislada del ruido exterior es preciso:

- 1.Los materiales de construcción deben ser buenos aislantes del ruido, en particular las ventanas.
- 2.Los diseños de las puertas de acceso y ventanas deben ser muy cuidados para evitar que las juntas se conviertan en los pasos de ruido hacia el interior de la cabina.
- 3.Las entradas y salidas del aire de ventilación deben estar equipadas con silenciadores. Es muy importante diseñar la capacidad de ventilación con un exceso suficiente, en caso contrario las puertas de la cabina estarán abiertas y ello manda al traste cualquier posible atenuación de ruido.
- 4.El diseño de la iluminación y acabado interior de las cabinas de control tambien es de importancia capital, si la cabina no es cómoda no se usará, y en este caso no tiene sentido haberla construido.

5.-REDUCCION DE RUIDO EN NUEVOS PROYECTOS

Al planificar o diseñar nuevas instalaciones o máquinas es cuando se tienen las mejores oportunidades de reducir el ruido.

- 1.El diseño de la estructura del edificio y de los cimientos de las máquinas mas pesadas deben estar aislados de vibraciones entre sí.
- 2.Se deben situar las instalaciones de servicios (agua, aire comprimido, calderas, etc.) en edificios o locales separados del taller y estos locales deben

- estar convenientemente aislados del resto, prestando especial atención al diseño de las puertas y accesos de conducciones, para que no sean fugas de ruido.
3. El tratamiento acústico de los locales que van a contener máquinas ruidosas no encarece mucho el coste total del proyecto, y puede evitar problemas posteriores. Por otra parte un buen tratamiento acústico se puede combinar fácilmente con un buen aislamiento térmico.
 4. El diseño de los flujos de material se debe acomodar en lo posible para conseguir que las máquinas ruidosas estén agrupadas, y en locales separados de las fases del proceso productivo en las que la generación de ruido no sea un problema.
 5. Las máquinas ruidosas se deben montar lo mas separadas posible, y con espacio entre ellas en los que instalar posteriormente pantallas, o que posibiliten la instalación de cerramientos.
 6. Si una máquina o instalación que genera ruido debe instalarse próxima a una pared es conveniente hacer un tratamiento absorbente de ruido en esta pared.
 7. En la selección de la maquinaria a instalar es conveniente especificar los requerimientos acústicos que se desean. Muchos fabricantes son capaces de suministrar máquinas silenciosas a demanda del comprador. El incremento de coste que ello supone generalmente no es significativo cuando se está planificando una nueva instalación, y los problemas futuros que puede evitar compensan largamente el posible incremento.
 8. En mas ocasiones de las que parece los sistemas de ventilación de los locales son una causa importante del ruido. La selección de ventiladores silenciosos siempre será una buena solución para evitar problemas posteriores.