

## HIGIENE INDUSTRIAL

Las empresas y la ELECCIÓN DE MEDIDAS par

# Soluciones para el RUIDO en el trabajo

Un análisis técnico del problema, con el empleo de herramientas de medida, cálculo y buena documentación, clave para dar con la mejor solución

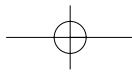
La política de las empresas respecto al ruido en el trabajo se centra muy a menudo en la evaluación del riesgo y en la salud. Las soluciones, cuando se adoptan, se limitan a los protectores acústicos y se fían a proveedores que suelen proponer cierres para los equipos o amortiguadores de ruidos. Pero el ámbito de estas soluciones es mucho más amplio e incluye medidas técnicas y de organización. La empresa debe conocer el mayor número posible de estas medidas para elegir la más adecuada. Como ayuda le puede servir un análisis del problema del ruido, para lo que dispone de herramientas de medida y cálculo y de buena documentación.

**L**os temas «clásicos» de la política del ruido son la evaluación del riesgo, la atención a la salud y la protección personal. Cuando se buscan soluciones para la reducción del ruido, con gran frecuencia se propone aislar los equipos o instalar amortiguadores de ruidos en el lugar de trabajo.

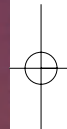
Las políticas de salud y seguridad en el trabajo se fijan con frecuencia en lo que consideran prioritario: la evaluación del riesgo y la atención a la salud, y el ruido no es una excepción. Y lo podemos entender, porque esos dos temas son el límite mínimo de protección a los trabajadores. Pero una auténtica política de prevención debe conceder más importancia a la implementación de medidas para reducir el riesgo.

La propia legislación ilustra esta actitud: en los textos legislativos predominan los requisitos sobre evaluación →

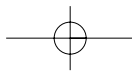
Por PIERRE CANETTO. EXPERTO EN RUIDO DEL INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ, NANCY, FRANCIA



# ...DAS para limitar los PROBLEMAS ACÚSTICOS



AGE FOTOSTOCK



## HIGIENE INDUSTRIAL

del riesgo y la atención a la salud. El asunto de las soluciones se reduce a consideraciones generales y sólo desde la nueva Directiva del Ruido se ha empezado a tomar algunas medidas preventivas [1]. Pero esta falta aparente de información en las normas no explica el poco esfuerzo de las empresas por implantar soluciones. Las razones son más profundas, sobre todo en lo que se refiere al ruido: es una mezcla de información abundante pero poco especializada, complejidad física del problema y confusión de muchos conceptos.

Hay una gran cantidad de documentos sobre el ruido, pues es un asunto con muchas facetas que a menudo afectan a nuestra vida diaria. Los documentos de divulgación tratan con frecuencia del ambiente en general y de los edificios en particular. Por su parte, los artículos científicos o técnicos se refieren a problemas domésticos como el transporte o los electrodomésticos. Comparativamente, muy pocos artículos tratan del ruido en el lugar de trabajo.

Y esto es un fallo, porque el ruido en el lugar de trabajo es un problema físico muy concreto: el ruido se propaga en un local cerrado, generalmente de grandes dimensiones, procedente de distintas fuentes; los trabajadores expuestos al ruido se mueven... Además, el contexto es específico: el ruido no es considerado como un problema de confort de los clientes, ni siquiera de los ciudadanos. Es un problema de salud que afecta a las relaciones entre la empresa y sus empleados y cuyo análisis debe tener en cuenta las limitaciones industriales. Todas estas características hacen que el análisis del problema y la elección de las soluciones se hagan con mucha frecuencia «a medida».

*El ruido es un problema de salud que afecta a las relaciones entre las empresas y sus empleados, en el que hay que considerar las limitaciones industriales*

Las personas preocupadas por los problemas del ruido ocupacional suelen ser expertas en problemas generales de salud y seguridad o especialistas en su campo industrial, pero rara vez son especialistas en ruido. Por tanto, no están preparadas para analizar un problema tan complejo y disponen de pocos documentos que les ayuden. Podemos entender que para ellas resulte difícil imaginar un programa de soluciones técnicas.

La consecuencia es que con frecuencia encontramos errores en la aproximación o la solución a problemas como la absorción de ruido en una nave cuando el puesto de trabajo que se quiere proteger está cerca de los equipos, cuando se trata de un recinto abierto, cuando hay que identificar las fuentes de ruido... El empresario buscará, evidentemente, la ayuda de especialistas, pero en realidad no puede evitar su participación en el problema, porque «la mejor» solución debe tener en cuenta el contexto industrial. Por consiguiente, debe conocer las distintas soluciones disponibles y tener algunos elementos que le ayuden en su discusión con los expertos.

### UNA AMPLIA GAMA DE SOLUCIONES

Cuando tratamos de hacer una lista exhaustiva (o casi) de las soluciones para la reducción del ruido, nos damos cuenta de que hay muchas ([2], [9]) y que, para las empresas, es difícil saber cuál es «la mejor». La mayoría se refieren a medidas técnicas, de las que muy pocas son de uso corriente. Algunas afectan incluso a la organización de la fábrica.



**Figura 1: El uso de protectores acústicos es una «solución en última instancia».**

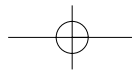
Fotos © y cortesía de Bacou-Dalloz / Howard Leight / Bilsom

### Soluciones «en última instancia»

Un caso especial es el de las soluciones personales: los protectores acústicos y los refugios.

Los protectores acústicos (PA) son una solución general, porque a menudo es difícil reducir el ruido ambiente por debajo del umbral de exposición. Pero esta solución está en contradicción con uno de los principios básicos de la prevención, «dar prioridad a las medidas colectivas de protección frente a las individuales» [3]. Este requisito está en línea con la necesidad de adaptar el trabajo al trabajador, y no al contrario, dar prioridad a las soluciones que tengan un impacto global sobre el lugar de trabajo y evitar los riesgos que comporta el mal uso de los protectores individuales.

Además, el uso de estos protectores es bastante engañoso en relación al ruido, porque no protegen al trabajador contra riesgos excepcionales, sino contra una cantidad global de exposición continua. Y el problema es que la influencia de cortos periodos sin llevar el PA es importante en el nivel diario de exposición. Por ejemplo, cuando un trabajador está expuesto a altos niveles de ruido durante ocho horas, si no lleva el PA durante cinco minutos el efecto de



atenuación se reduce de 30 a 20 dB (es decir, ¡la exposición «bajo» el PA aumenta 10 dB!).

El refugio es una solución al ruido parecida al PA. Se trata de una «cabin» en la que se encierra el trabajador para protegerse del ruido exterior (y de otros posibles contaminantes). Es otra medida de protección individual y la atenuación del ruido disminuye del mismo modo que con el PA, teniendo en cuenta la cantidad de tiempo que pase el trabajador fuera del refugio.

Por tanto, los protectores acústicos se pueden considerar como una «solución en última instancia».

### Las soluciones «corrientes»

Las soluciones colectivas adoptadas más corrientemente en las fábricas son probablemente los cierres y la amortiguación del ruido mediante su absorción por materiales porosos. Los cierres son «cajas» donde se encierran los equipos ruidosos, de modo que la cantidad de ruido transmitido se reduzca gracias a la atenuación producida por las paredes del cierre.

La absorción del ruido por las paredes de la nave o local aumenta si se recubren

## La absorción del ruido por las paredes de la nave aumenta si se recubren con material poroso como lana de roca o vidrio



**Figura 3: El cierre de los equipos es una de las soluciones más corrientes para la reducción del ruido.**

Foto © y cortesía del INRS & CRAM Bretagne.

con material poroso como lana de roca o de vidrio. El resultado es un descenso de la amplificación del ruido que se produce al reflejarse en las paredes.

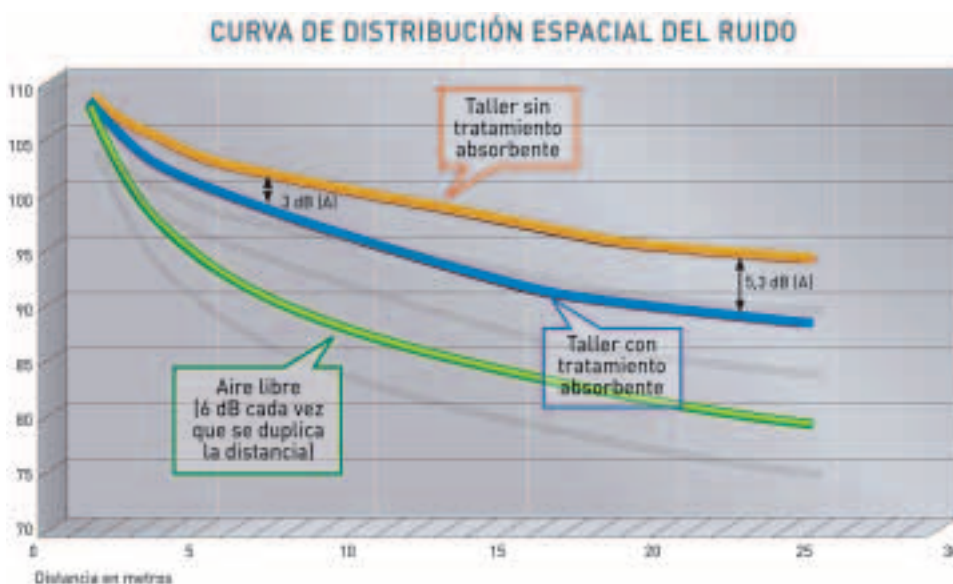
Lo habitual de estas medidas se explica por varias razones:

- Las ventajas acústicas son seguras.
- Su implantación no requiere medidas importantes sobre los equipos ni sobre los procesos.
- En su diseño no tiene por qué participar el personal de fábrica, sino que se puede encargar totalmente a los proveedores.

Hagamos hincapié en este último punto porque, como el problema del ruido es complicado, la empresa agradece no tener que resolverlo directamente, sino que contratará la solución. Generalmente a sus proveedores, y podemos imaginar que, como muy seguramente serán competentes en su campo, sabrán establecer las prioridades.

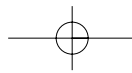
Cuando se eligen estas soluciones, hay que tener también en cuenta sus inconvenientes:

- Los cierres deben tener aberturas que faciliten la entrada y salida de los productos. Esos «agujeros» se deben →



**Figura 2: Las ventajas del tratamiento absorbente de ruidos en el lugar de trabajo aumentan con la distancia a la fuente de ruido.**

© y cortesía de INRS & CRAM Rennes



## HIGIENE INDUSTRIAL

### *Además de las soluciones técnicas se puede reducir la exposición al ruido mejorando la organización en las empresas*

tener en cuenta en los cálculos de la atenuación acústica, pues las «fugas acústicas» debidas al sistema de cierre pueden reducir de forma significativa la atenuación teórica.

La absorción por las paredes es más eficaz para las personas que trabajan lejos de los equipos ruidosos. Esta solución no protege a los que están cerca de las máquinas y además es difícil conseguir una atenuación que llegue a unos 10 dB(A).

El punto crítico es éste: aunque sabemos que estas soluciones proporcionan una ventaja acústica, no sabemos si serán «las mejores». Porque además de los inconvenientes citados, que son específicos de cada solución, podemos hacernos estas preguntas:

- ▶ ¿Cuál es la magnitud de la ventaja acústica? ¿Cuál es la ventaja en relación a la exposición diaria del trabajador?
- ▶ ¿Cuál es el coste/beneficio de esta solución, comparada con otras?
- ▶ ¿Qué impacto tiene sobre la tarea de los trabajadores?
- ▶ ¿Qué impacto tiene en el proceso?
- ▶ ¿Qué permanencia puede tener esta solución en cuanto a su uso por los trabajadores y en cuanto a los posibles cambios en el lugar de trabajo y en los procesos?

#### Otras soluciones técnicas

Una lista de las soluciones técnicas para reducir el ruido nos da un catálogo muy dispar:

- ▶ Se puede actuar sobre el primer origen del ruido. Las soluciones son muy distintas, según sea la fuente: reducir los impactos y rozamientos de las piezas mecánicas, reducir la velocidad de las máquinas o la rugosidad de las superficies...

- ▶ Se puede reducir la emisión sonora de los equipos o de la instalación cambiando su estructura mecánica o recubriéndolos con capas aislantes.
- ▶ Se pueden instalar dispositivos especiales que reduzcan el ruido: diversos tipos de amortiguadores y silenciadores, sobre todo para caudales y salidas de gases.
- ▶ Se pueden reducir las vibraciones transmitidas por los equipos mediante aislantes, montantes flexibles en vez de rígidos, etc.
- ▶ En algunos casos, las pantallas pueden reducir la propagación del ruido.
- ▶ La planta se puede compartimentar en distintas zonas mediante paredes aislantes, para crear zonas silenciosas.
- ▶ La absorción de las paredes se puede aumentar con otros materiales, además de los porosos: «resonadores», huecos eficaces para absorber ruidos de baja frecuencia, o diafragmas, planchas de madera que también absorben ese tipo de ruidos.
- ▶ El «control activo» es una técnica consistente en colocar una fuente artificial de ruido frente a la que se quiere amortiguar. Si se trata de un sonido, la fuente secundaria puede ser un altavoz; si es una vibración, un vibrador.

#### Soluciones «de organización»

Las medidas técnicas no son la única solución. Se puede reducir la exposición al ruido mejorando la organización. Los elementos principales de esta mejora son:

- ▶ Sustituir los equipos ruidosos por otros más silenciosos.
- ▶ «Afinar» los procesos hasta reducir el ruido lo más posible.
- ▶ Tratar de que los trabajadores estén el mayor tiempo posible alejados de la fuente de ruido y expuestos durante el menor tiempo posible.

Pero, si lo miramos bien, estas soluciones no se refieren sólo a la organización del trabajo. Como se pueden prever, y para distinguirlas de las medidas que tomamos sobre los equipos o situaciones dados, las podemos llamar «de arriba».

Son medidas coherentes con los principios generales de la prevención [3], como «evitar riesgos», «adaptar el trabajo a los trabajadores, especialmente en el diseño del puesto de trabajo, los métodos y equipos de trabajo y de producción», «sustituir equipos peligrosos por otros no peligrosos o menos peligrosos», «desarrollar una política global de prevención que abarque la tecnología, la organización del trabajo y las condiciones de trabajo».

Las empresas suelen ser reacias a implantar estas soluciones, porque tienen miedo de que interfieran con los procesos (que son su prioridad). Pero la experiencia demuestra que se pueden tomar mu-



**Figura 4 : El uso de herramientas o equipos silenciosos es una solución que puede afectar al proceso, pero que puede aportar grandes ventajas. Por ejemplo, las hojas de sierra silenciosas pueden reducir el ruido hasta más de 7 dB(A) en condiciones de trabajo, y además hacen un corte más preciso y alargan la vida de la herramienta.**

Foto © y cortesía del INRS

chas medidas sencillas: regular el transporte de las botellas de vidrio para evitar golpes, utilizar soplantes o aspiradores de aire silenciosos, reunir la maquinaria ruidosa (compresores, ventiladores) en zonas separadas, utilizar medios de control remoto en vez de manual, etc.

Como este tipo de soluciones plantea la necesidad de pensar en la organización del trabajo globalmente, su implantación supone muchas veces la mejora de otras condiciones de trabajo, e incluso de la calidad de los procesos.

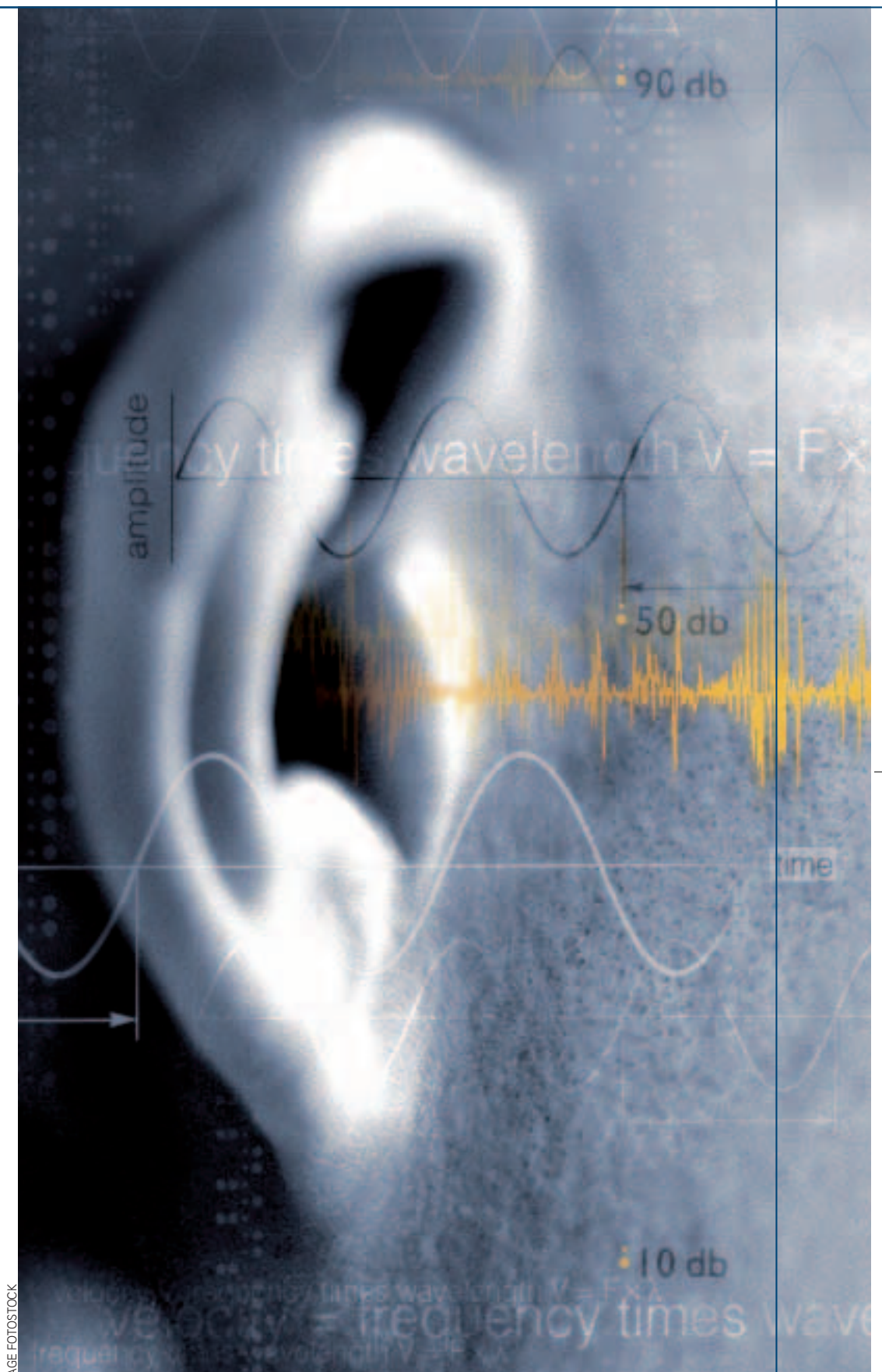
### PROCESO ANALÍTICO PARA ELEGIR LA MEJOR SOLUCIÓN

#### ¿Cuál es el problema?

Parece una perogrullada decir que, para encontrar la solución, primero hay que identificar el problema. Pero eso no siempre es fácil.

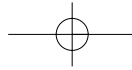
El primer paso es saber quién corre el riesgo. La evaluación del riesgo en el caso del ruido es engañosa, porque el ambiente acústico cambia constantemente, según el tiempo y la situación del puesto de trabajo. Hay muchos métodos de evaluación y no hay consenso sobre cuál es el mejor [4]. El proceso de evaluación del riesgo debe llevar a clasificar la exposición (desde la más ruidosa a la menos ruidosa) y a identificar las fuentes de ruido. Este segundo punto también es difícil, debido al gran número de fuentes de ruido en la planta y al número aún mayor de superficies reflectantes.

Es necesario identificar también el lugar de trabajo y los correspondientes equipos, porque precisamente ahí se encuentra la base del análisis del problema. Pero eso nos da además otra información de gran importancia: cuando comparamos la exposición real al ruido con los umbrales de exposición, podemos calcular la reducción de ruido que pretendemos, y esta información es del máximo interés para elegir la solución más adecuada. →



AGE FOTOSTOCK

*Cuando se compara la exposición real al ruido con los umbrales de ésta se puede calcular la reducción pretendida*



## HIGIENE INDUSTRIAL

### Clasificar las soluciones para entender el problema

Clasificar las distintas medidas de reducción del ruido nos permite agrupar las situaciones acústicas en tipos homogéneos y a asociar soluciones de naturaleza similar. Esto nos ayuda a buscar la mejor solución entre todas las posibles y a evitar las que no responden al problema. En temas de ruido podemos seguir dos criterios para clasificar los problemas acústicos, clasificación que se utiliza en las normas de diseño de maquinaria [5].

El primer criterio consiste en clasificar el problema según su lugar en la «cade-

na acústica»: la emisión, la propagación y la recepción. La emisión es la fuente de ruido, es decir, el equipo; la recepción es el trabajador y la propagación es la ruta que va desde el emisor al receptor. Si clasificamos los problemas según este criterio, buscaremos la solución en el equipo, en los trabajadores o en lo que haya entre uno y otros.

El segundo criterio es la naturaleza del ruido: el ruido puede producirse y trans-

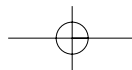
mitirse en un medio sólido, líquido o gaseoso. Por ejemplo, el ruido producido por el paso de un tren o por un ascensor se transmite sobre todo por un medio sólido, a través del suelo o de la estructura del edificio. El ruido producido por un escape de gas se transmite por el aire. Por tanto, la solución dependerá de factores físicos.

La Figura 5 es una clasificación de problemas de ruido según sus tipos, con sus correspondientes soluciones.

*Para dar con las soluciones, lo primero es clasificar la carencia acústica para poder analizar la naturaleza del ruido*



Figura 5 : Clasificación de problemas de ruido y sus correspondientes soluciones para reducirlo [6].



## Proceso de análisis

Como cada situación es distinta, es difícil construir un modelo general de análisis del ruido ocupacional que nos lleve a la solución más adecuada. No obstante, hemos confeccionado el diagrama de la figura 6, que puede sernos de gran ayuda.

Cada paso de ese diagrama nos da resultados que podemos utilizar para buscar la mejor solución. Después, en la Tabla 1, se recogen los aspectos favorables y desfavorables de cada solución. Para evaluar los resultados del diagrama de flujos hay diversos métodos y niveles, que no explicamos en este artículo. He aquí algunos comentarios sobre los pasos de este diagrama:

- ▶ Una primera medida es evaluar la calidad acústica del lugar de trabajo. Si hay reverberación, se debe tratar con elementos absorbentes. En algunos países, esta cuestión está regulada.
- ▶ El análisis del problema comienza con la identificación de las condiciones de trabajo de la fábrica, que sean «la media» de las que se producen a lo largo del año o las más desfavorables con respecto al ruido. El análisis debe hacerse precisamente durante las horas de trabajo.
- ▶ Como ya hemos visto, la base del análisis técnico es identificar el problema:
  - ▶ cuáles son los puestos de trabajo con riesgo;
  - ▶ cuáles son los principales equipos que producen ruido;
  - ▶ qué ventajas acústicas queremos conseguir para que el nivel de exposición al ruido esté por debajo del umbral recomendado.
- ▶ Algunas características del ruido pueden influir en la solución elegida: frecuencia (sobre todo, si es de alta o baja frecuencia), ruido continuo o a impulsos;
- ▶ El tipo de problema nos ayudará a encontrar la solución: naturaleza del ruido, lugar que ocupa en la «cadena acústica».

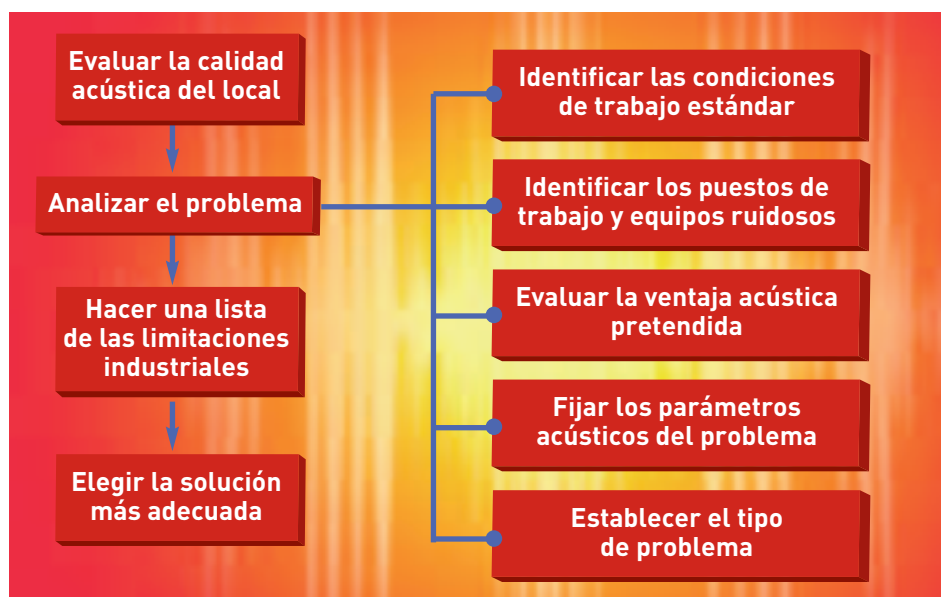


Figura 6 : Proceso de análisis de un problema de ruido ocupacional.

- ▶ Evidentemente, para la implantación de las soluciones hay que tener en cuenta las limitaciones industriales.

### Elementos para elegir una solución

Para elegir la mejor solución nos basaremos en los elementos obtenidos en el análisis. El primer elemento es la clasificación del problema:

- ▶ Como ya hemos dicho, las medidas en la recepción del ruido son «medidas en última instancia».
- ▶ Es preferible una medida sobre el equipo cuando el ruido que emite el equipo se considere anormalmente alto y cuando un equipo afecte a muchos puestos de trabajo.
- ▶ El impacto sobre el proceso ayudará a elegir soluciones que afecten a la fuente o a la propagación del ruido.
 

Entre las medidas que afectan a la fuente figuran los silenciadores y las medidas sobre los caudales o sobre las fuerzas y estructura internas del equipo, según sea la naturaleza del ruido.

Entre las medidas que afectan a la propagación están:

- ▶ el tratamiento absorbente del taller o la planta, si hay reverberación y si los puestos de trabajo afectados están lejos del equipo ruidoso (fuera del llamado «campo acústico directo»);
- ▶ la naturaleza del ruido es fundamental para elegir el aislamiento sólido o del aire.

El resultado del análisis técnico nos proporciona informaciones útiles :

- ▶ número de trabajadores y/o puestos de trabajo afectados;
- ▶ equipos que afectan a cada puesto de trabajo y viceversa;
- ▶ frecuencia de los ruidos: un ruido de baja frecuencia es difícil de atacar con soluciones a través de la propagación;
- ▶ el ruido a impulsos se amplifica mucho por la reverberación del local y las medidas más eficaces suelen ser las que afectan a la fuente (silenciadores, amortiguadores);
- ▶ los ruidos de baja frecuencia se deben a menudo a la cinemática de los componentes mecánicos sobre los que se pueden tomar medidas;
- ▶ no todas las soluciones consiguen una buena reducción del ruido.

En la siguiente Tabla se resumen los principales problemas de ruido, sus soluciones más corrientes y los elementos favorables y desfavorables de cada una. →

*Cuando el equipo afecta a muchos puestos de trabajo es preferible tomar medidas*



## HIGIENE INDUSTRIAL

**Tabla 1: Resumen para la localización y solución de los problemas de ruido (6)**

Tipo de problema	Solución	Elementos favorables	Elementos desfavorables
Todos	«De arriba» (organización)	Posibles renovaciones o nuevas instalaciones, muchas fuentes, muchos puestos de trabajo independientes	Proceso difícil de cambiar
Todos	En la fuente (equipos)	Mal estado de los equipos, acceso frecuente a las máquinas, ruido de baja frecuencia, a impulsos, muchos puestos de trabajo afectados	Responsabilidad si hay que modificar el equipo (p.ej., si está en garantía)
Ruido ambiente	Absorción en la planta	Reverberación; muchas fuentes y dispersas, muchos trabajadores y dispersos, acceso frecuente a la fuente, ruido por impulsos, trabajadores en movimiento	Trabajadores en el campo directo, gran necesidad de reducir el ruido
Ruido ambiente	Compartimentación	Fuentes múltiples o predominantes, gran necesidad de reducir el ruido, muchos trabajadores afectados, varios tipos de contaminación procedente de la fuente	Fuentes dispersas
Ruido ambiente	Cierre	Fuente predominante, gran necesidad de reducir el ruido, muchos trabajadores afectados, trabajadores en el campo directo y en movimiento, varios tipos de contaminación procedente de la fuente	Acceso frecuente al equipo; muchas fuentes
Ruido ambiente	Pantalla	Trabajadores en el campo directo	Reverberación, muchas fuentes, gran necesidad de reducir el ruido, trabajadores en movimiento
Ruido ambiente	Refugio	Muchas fuentes y un solo trabajador afectado, ambiente contaminado	Trabajador en movimiento (es necesario llevar protector acústico fuera del refugio)
Vibraciones	Aislamiento contra vibraciones	Ruido de baja frecuencia, vibraciones de los soportes y del suelo	Predominio del ruido transmitido por el aire
Ruido ambiente	Protector acústico	Última instancia: trabajadores en movimiento e imposible de actuar sobre la fuente	Cuando no es posible otra solución

## HERRAMIENTAS ÚTILES

### Cálculos

Los cálculos son de gran ayuda para lograr «la mejor» solución. Hay muchos métodos para calcular la ventaja acústica (reducción del ruido) de una solución. Los cálculos se llevan a cabo para comparar los resultados de distintas soluciones.

Estos cálculos se pueden hacer en todos los casos: para analizar la situación con el fin de buscar una medida protectora, o para diseñar un nuevo puesto de trabajo con el fin de optimizar la elección del equipo, su colocación y el tratamiento absorbente del taller o la planta.

Las herramientas de cálculo pueden ser sencillas, basadas en fórmulas generales, o sofisticadas (*software*). La situación más corriente es simular la propagación del ruido en un recinto cerrado. Los datos necesarios son la posición del equipo, la emisión de ruido, la posición de los trabajadores, las dimensiones del taller y la absorción de las paredes. El resultado será, en general, un «mapa de ruido» del taller que se puede utilizar para calcular la ganancia o ventaja acústica y comparar varias situaciones (equipo colocado en otro lugar, etcétera).

La norma ISO 11690 parte 3 [7] ofrece elementos para hacer unos cálculos básicos. Existen en el mercado muchos

programas de *software* que permiten hacer simulaciones sofisticadas. Estos cálculos se pueden utilizar para problemas concretos, sobre todo para analizar el ruido emitido por un equipo. Permiten simular lo que sucedería si se hacen cambios en el equipo o diagnosticar los principales problemas de ruido [8].

### Mediciones

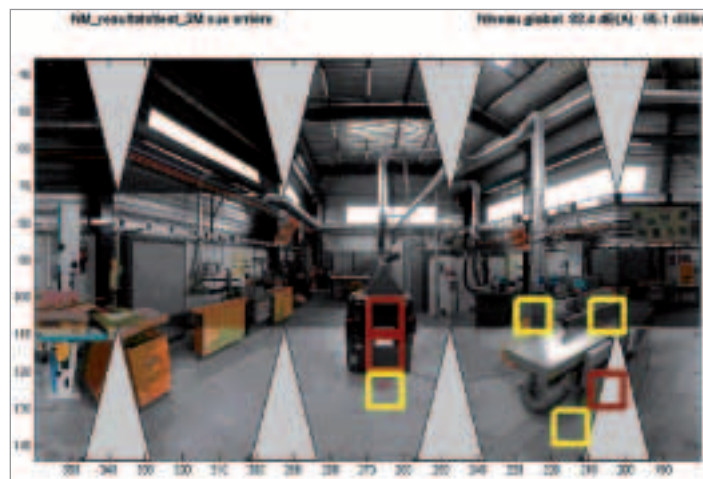
Las mediciones se hacen normalmente para determinar las condiciones acústicas del local mediante el tiempo de reverberación o, preferiblemente, la curva de distribución espacial del ruido. Estas mediciones son corrientes y están descritas en muchas normas [16].

Herramientas más específicas, como aparatos de medida combinados con programas de *software*, pueden ser de gran ayuda para analizar problemas complicados derivados de una situación difícil. Es el caso enunciado anteriormente de encontrar el equipo principal que causa el mayor ruido, cuando hay varias fuentes de ruido en el taller, pueden servir las mediciones de la intensidad acústica [14] o las antenas acústicas, algunas desarrolladas especialmente para medir el ruido en el lugar de trabajo [13].

El uso de estas herramientas sofisticadas requiere unos buenos conocimientos de análisis de ruidos.

## Documentación

La dificultad de establecer un procedimiento general de análisis del ruido hace que no exista un manual de referencia sencillo y a la vez completo. Un manual semejante debería incluir todas las soluciones posibles, tener en cuenta todas las situaciones industriales y ofrecer métodos sencillos de medida y de cálculo. No obstante, hay «catálogos de soluciones» para la reducción del ruido, que recogen algunas de las



**Figura 7 : Hallar las principales fuentes de ruido en el lugar de trabajo es difícil, dado el número de equipos ruidosos y las superficies que reflejan el ruido. Esta imagen muestra el uso de una antena específica para la medición de ruidos y su clasificación en categorías (en rojo aparecen las fuentes principales) .**  
ISIT © System, © y cortesía del INRS.

utilizadas en la industria, tratando de ofrecer la ventaja acústica de cada una y su contexto. Estos catálogos están publicados por organizaciones dedicadas a la salud y seguridad ocupacional (véase [2],[9],[10],[11],[12]).

## CONCLUSIÓN

Desde hace 20 años existen normas sobre el ruido en el lugar de trabajo, que ya resultan familiares para las empresas. Los programas de reducción del ruido abarcan hoy una amplia gama

de soluciones que con frecuencia se pasaban por alto. Para elegir la mejor solución hay que empezar por hacer un análisis riguroso del problema. Las empresas no suelen tener gente capaz de hacer un buen análisis acústico, por lo que deben acudir a especialistas de fuera. Pero su participación en la búsqueda de soluciones es esencial, pues se debe tener en cuenta el contexto industrial y considerar todo tipo de soluciones. Por ello, las empresas deben ser conscientes del problema y, si fuera necesario, usar o dejar usar las herramientas que ayuden a solucionarlo.

## □ Para saber más

**Directiva 2003/10/EC** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de febrero de 2003, sobre requisitos mínimos de salud y seguridad relativos a la exposición de los trabajadores al riesgo derivado de agentes físicos (ruido).

**Prevention of risks from occupational noise in practice.** Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo. Luxemburgo, Office for Official Publications of the European Communities, 95 p., 2005.

**Directiva 89/391/EEC**, de 12 de junio de 1989, sobre introducción de medidas que fomenten mejo-

ras en la salud y seguridad de los trabajadores en el trabajo.

**The New «Noise Directive»:** A European Tool For Prevention Of Occupational Noise, P.Canetto, MAPFRE SEGURIDAD nº 101.

**EN ISO 11688 series - Acústica:** Práctica recomendada para el diseño de maquinaria y equipos de bajo ruido.

**Guide de réduction du bruit en entreprise,** P.Canetto, INRS – CRAM project, INRS report ref. IET-NP/05DT-084/Pct, 08/2005 ; publicación del INRS prevista para 2006.

**ISO 11690 series - Acústica:** Práctica recomendada para el diseño de puestos de trabajo con bajo ruido que contengan maquinaria.

**La simulation par éléments finis comme outil de diagnostic;** P.Canetto, Conférence internationale sur les progrès récents des méthodes de surveillance acoustiques et vibratoires, UTC Compiègne, Francia, octubre de 2001.

**Lärmarm konstruieren XVIII – Systematische Zusammenstellung maschinakustischer Konstruktionsbeispiele/** P. Dietz, F.

Gummersbach.– Alemania NW Verlag 2000.– ISBN 3-87901525-0 Fb 883.

**Fight the Noise:** examples of methods and solutions within companies and institutions in Sweden; The Swedish Work Environment Fund, 1990.

**Sound solutions:** techniques to reduce noise at work; HS(G)138, Health and Safety Executive, 1995.

**Exemples d'applications pratiques de réduction du bruit dans l'industrie de la région est de la France;** INRS – NST 72 (1989).

**Méthode temporelle d'identification de sources** sonores bruyantes en milieu industriel, NS 236, INRS, 2004.

**Métrie pour la réduction du bruit des machines.** Evolution et perspectives, Loyau T., Lovat G, Arbey H, ND 1909, INRS, 1993.

**ISO 14257:2001 - Acústica:** Medida y descripción paramétrica de las curvas de distribución espacial del sonido en locales de trabajo para la evaluación de su comportamiento acústico.