



MINISTERIO
DE TRABAJO
E INMIGRACIÓN



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

CUESTIONARIOS

RUIDO: EVALUACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO ERGONÓMICO

**RUIDO: EVALUACIÓN Y
ACONDICIONAMIENTO
ERGONÓMICO**

AUTORA:

María Gómez-Cano Alfaro

Edita:

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
C/ Torrelaguna, 73. 28027 Madrid.

Composición e impresión:

Servicio de Ediciones y Publicaciones. INSHT. Madrid.
NIPO: 792-11-024-9

PRESENTACIÓN

Uno de los principales objetivos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo es el desarrollo de instrumentos y metodologías adecuadas para facilitar la evaluación de riesgos y la adopción de medidas preventivas para proteger la salud y seguridad de los trabajadores. La presente publicación sigue la línea de otras herramientas prácticas editadas por el INSHT, diseñadas con este objetivo.

En concreto la evaluación del ruido y su acondicionamiento ergonómico facilitará la adopción de medidas destinadas a la mejora de las condiciones acústicas en los lugares y puestos de trabajo, contribuyendo al aumento de la productividad y del bienestar de los trabajadores.

ÍNDICE

- I. Introducción
- II. Indicaciones sobre la utilización del cuestionario
- III. Cuestionario sobre confort acústico
- IV. Guía para la elección de medidas de prevención y control
- V. Disposiciones legales y normas técnicas correspondientes
- VI. Glosario de términos
- VII. Bibliografía
- Anexo I. Medición del ruido
- Anexo II. Selección de procesos de trabajo y de maquinaria con bajo nivel de ruido
- Anexo III. Adquisición de maquinaria con bajo nivel de ruido

I. INTRODUCCIÓN

El **ruido** es uno de los agentes contaminantes más habituales en los puestos de trabajo, tanto en el sector servicios como en el industrial. La relación entre la exposición laboral al ruido y sus efectos auditivos es bien conocida pero existen otros efectos difíciles de valorar relacionados con el ruido, que comprenden desde una “simple” molestia hasta alteraciones fisiológicas en diferentes órganos, no solamente en el oído (trastornos cardiacos, presión arterial inestable, trastornos estomacales, trastornos nerviosos, cansancio o fatiga, dolores de cabeza, insomnio, etc.), distracciones, interferencias en la comunicación o alteraciones psicológicas (irritabilidad, tensión, agresividad, etc.), disminución del rendimiento y efectos en el desempeño de la tarea. Hay que destacar que todos estos efectos tienen importantes consecuencias económicas y sociales.

Efectos del ruido sobre la salud

- **Enfermedad: Efectos sobre la audición (RD 286/2006)**
- **Efectos extra-auditivos:**
 - **Efectos fisiológicos: Afectan directamente el Sistema Nervioso Central y Sistema Nervioso Autónomo**
 - **Efectos**
 - **Aumento del ritmo cardiaco**
 - **Vasoconstricción**
 - **Aceleración del ritmo respiratorio**
 - **Disminución de la actividad de los órganos digestivos**
 - **Reducción de la actividad cerebral**
 - **Efectos psicológicos: Interferencias con el sueño, alteraciones en el comportamiento, cansancio, etc**
 - **interferencias con la actividad: Afecta a a realización del trabajo**
 - **Las interferencias que provoca el ruido, respecto al desarrollo de la tarea, va a depender de la dificultad y duración de la tarea, las características del ruido y el estado del sujeto.**

Dado que dedicamos una importante cantidad de tiempo al trabajo, la **exposición del trabajador al ruido** se debería eliminar o disminuir para así prevenir y evitar daños importantes. Es un error considerar que el ruido es inherente al desempeño de nuestra tarea aunque nos hayamos acostumbrado a su presencia.

En cuanto a las medidas legales para la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición laboral al ruido es de aplicación el Real Decreto 286/2006. Este RD determina unos niveles de exposición diario equivalente que dan lugar a una acción de 80 dBA (que están directamente relacionados con la pérdida de audición). Para niveles de ruido inferiores se ha de recurrir a recomendaciones y normativas técnicas.

Tanto la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales como el Real Decreto 486/1997 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo hacen referencia a que las condiciones ambientales no deben suponer una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores.

Basándonos en los conocimientos actuales y la normativa técnica relacionada hemos desarrollado el presente documento con la finalidad de prevenir las molestias e interferencias en la comunicación debidas al ruido dentro del entorno de trabajo. Se incluye un cuestionario de análisis y evaluación del ruido perturbador y una guía de soluciones.

II. INDICACIONES SOBRE LA UTILIZACIÓN DEL CUESTIONARIO

El “**cuestionario sobre confort auditivo**” es una herramienta de gran utilidad para el técnico de prevención de riesgos laborales en la identificación de posibles fuentes de ruido y evaluación de la exposición de los trabajadores.

Este cuestionario es de aplicación cuando los niveles de ruido sean moderados (menores de 80 dBA) y se tendrá muy en cuenta si existe un estudio higiénico previo pues proporcionaría datos muy interesantes, como por ejemplo, **mapas de ruido**, protección auditiva si es necesaria, etc., que serán de gran utilidad para abordar el problema.

El diagnóstico del problema de ruido, su estudio y la implantación de las medidas de control del ruido se desarrollarán en colaboración con las partes implicadas de los diferentes estamentos de la empresa: la dirección, comité de seguridad y salud, departamento de compras, servicio médico, mantenimiento, departamentos de producción y procesos, personal técnico, sindicatos y, obviamente, los trabajadores. El éxito del control del ruido depende de la implicación y compromiso activo de todos ellos.

En la aplicación del presente cuestionario se valora especialmente la opinión del trabajador para determinar cómo interfiere y afecta el ruido en la tarea. Lo primero es conocer si existen quejas por ruido en el lugar de trabajo y aplicar el cuestionario para obtener información sobre las condiciones de trabajo, mediante la descripción de la tarea y la caracterización del ruido (aspectos físicos y no físicos) y de su procedencia.

El segundo paso debe consistir en determinar qué factores definen que un ruido sea considerado molesto, afecte a la concentración o interfiera en la comunicación. En algunos casos será preciso realizar mediciones (ver Anexo I). El resultado de dichas mediciones debe ser valorado con los métodos descritos en normas técnicas como son UNE e ISO y documentación del INSHT para el estudio de las molestias por el ruido y la interferencia sobre la conversación

EFFECTOS EXTRA-AUDITIVOS

RUIDO

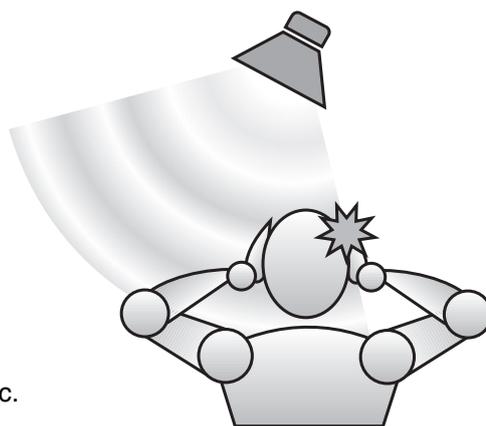
Características:

Nivel de presión sonora
Frecuencia
Variabilidad

Individuo

Características:

Edad, sexo, personalidad, etc.
Actitud



RUIDO

Características no físicas:

Contenido en información
Predictibilidad

Tarea

Características:

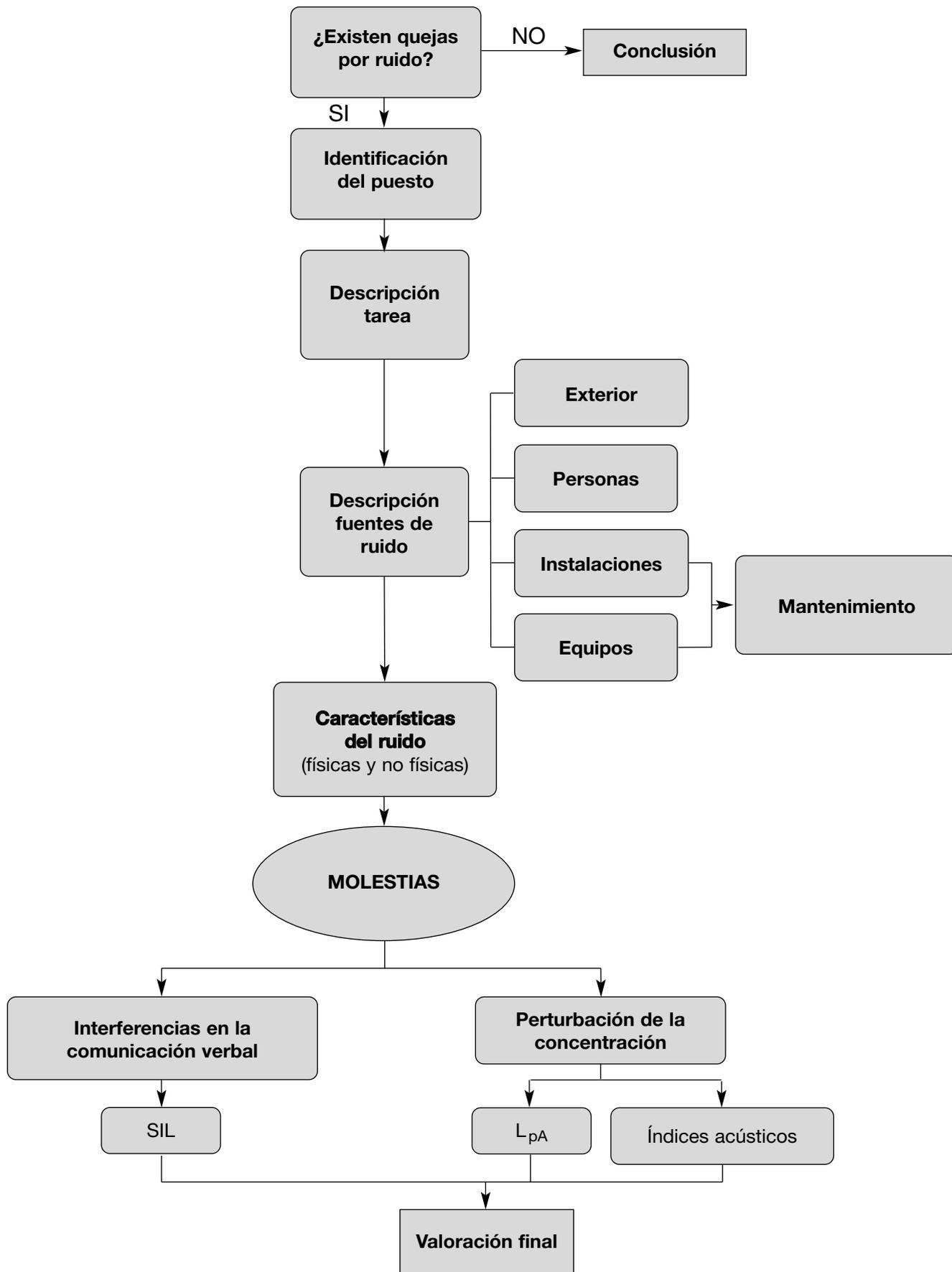
Naturaleza
Complejidad

Por otra parte, en el documento se incluye una “guía de soluciones” (capítulo IV), referidas a los sucesivos aspectos abordados en el cuestionario de evaluación. Esta guía puede facilitar la selección de las medidas correctoras más adecuadas para lograr un buen acondicionamiento acústico. En el cuestionario se ha reservado un espacio para que el evaluador pueda reflejar las observaciones que considere oportunas para después aplicar las medidas correctoras pertinentes.

A continuación, se recogen las disposiciones legales y normas técnicas correspondientes a cada uno de los aspectos considerados y, finalmente, un glosario de términos.

III. CUESTIONARIO SOBRE CONFORT ACÚSTICO

En esquema el procedimiento será el siguiente:



Es necesario aclarar que este cuestionario no contiene preguntas directas para los trabajadores sino proposiciones para el técnico quien, antes de pronunciarse sobre ellas, tendrá que recabar los datos que considere necesarios y, en base a ellos, responder según su propio juicio.

Es importante que el técnico lea detenida y literalmente todas las preguntas que le indicarán en qué aspectos se tiene que fijar. Cualquier aclaración o comentario podrá anotarlo en el espacio reservado para ello.

Identificación del puesto

Empresa.....

Área

Puesto

Nº de puestos similares.....

Existen quejas previas de los trabajadores por el ruido

Otros datos

NOTA: En el cuestionario, las situaciones incorrectas se indican mediante un doble recuadro:

1. CARACTERÍSTICAS DE LA(S) TAREA(S) REALIZADA(S) (marque con una ^ la(s) casilla(s) correspondiente(s))

Descripción de la(s) tarea(s):
.....
.....
.....

- 1.1. El trabajo desarrollado implica altos niveles de atención
- 1.2. El trabajo desarrollado requiere tareas mentales o manuales de alta complejidad
- 1.3. El desarrollo habitual de la tarea exige una elevada discriminación auditiva

Por ejemplo:

- reconocimiento de conversaciones, sean directas (personal o presencial) o telefónicas, de señales de aviso o de alarma, atención al público
- reconocimiento de diferencias y variaciones de sonido, en tono o intensidad como, por ejemplo, afinación de instrumentos musicales
- reconocimiento de la posición de los sonidos o tonos como, por ejemplo, la localización de sonidos críticos en máquinas funcionando, averías, etc.

Comentarios

.....
.....
.....

2. FUENTES DEL RUIDO (marque con una ^ la(s) casilla(s) correspondiente(s))

- 2.1. El ruido es producido por la tarea que realiza el propio trabajador

2.2. El ruido es producido por fuentes ajenas al trabajador

En caso afirmativo, rellene los apartados siguientes 2.2.1 hasta 2.2.6:

Ruido exterior

2.2.1. Es importante el ruido procedente del exterior (calle, tráfico, etc.)

SÍ

NO

En caso afirmativo, pregunte al trabajador en qué momento de la jornada le resulta más molesto

.....
.....

Ruido de personas

2.2.2. Hay ruido molesto procedente de personas (conversaciones entre compañeros, público, etc.)

SÍ

NO

Especificar en caso afirmativo

.....

Ruido de las instalaciones

2.2.3. Existe un sistema de ventilación/climatización ruidoso

SÍ

NO

2.2.4. Existe reverberación en la sala que interfiera en la tarea

SÍ

NO

Especificar en caso afirmativo (localización de las instalaciones, tiempo de funcionamiento, etc.)

.....

Ruido de los equipos de trabajo

2.2.5. El puesto de trabajo está próximo a un proceso productivo ruidoso

SÍ

NO

2.2.6. Existen equipos ruidosos para el desarrollo de la tarea (impresoras, ordenadores, teléfonos, etc.)

SÍ

NO

Especificar en caso afirmativo (localización de los equipos, tiempo de funcionamiento, etc.)

.....

Comentarios sobre las fuentes de ruido

.....
.....
.....
.....

3. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS-INSTALACIONES

3.1. Ausencia de un programa correcto de mantenimiento periódico de equipos e instalaciones

SÍ NO

Comentarios

.....
.....
.....
.....

4. CARACTERÍSTICAS DEL RUIDO (marque con una ^ la(s) casilla(s) correspondiente(s))

- 4.1. El nivel de ruido es constante y continuo en el tiempo
- 4.2. El nivel de ruido sufre grandes variaciones a lo largo de la jornada
- 4.3. Existe habitualmente ruido de impactos (golpes)
- 4.4. Hay ruido aleatorio e inesperado en algún momento de la jornada que puede sobresaltar al trabajador
- 4.5. Existen ruidos de varios tipos combinados habitualmente
- 4.6. Existe algún tono o frecuencia del ruido predominante

Comentarios

.....
.....
.....
.....

5. MOLESTIAS ⁽¹⁾ (RECOGER LA OPINIÓN DEL TRABAJADOR)

5.1. Al trabajador le molesta el ruido en su puesto de trabajo (marque con ^ la casilla correspondiente)

Mucho*	
Bastante*	
Regular*	
Poco*	
Nada	

En caso afirmativo* conteste a las siguientes preguntas: 5.1.1 y 5.1.2

5.1.1. Cuánto tiempo, a lo largo de su jornada laboral, el trabajador considera que el ruido es más molesto (marque con ^ la casilla correspondiente)

Siempre	
Más de media jornada	
Entre la media y la cuarta parte de la jornada	
Menos de la cuarta parte de la jornada	
Nunca	

Precise en qué momento y tarea(s) de la jornada laboral

.....

5.1.2. Señale las fuentes de ruido que le resulten más molestas al trabajador. En primer lugar ponga la que considere más molesta asignándole el número 1 a continuación la siguiente con el número 2 y así sucesivamente. No anote nada si el trabajador no siente ninguna molestia relacionada con alguna de estas fuentes.

- Ruido exterior
- Ruido procedente de personas
- Ruido de las instalaciones.....
- Ruido de equipos de trabajo.....

Comentarios

.....

.....

.....

.....

(1) Se recomienda un análisis y valoración de las molestias mediante índices acústicos (ver disposiciones legales y normas técnicas en el capítulo V).

6. PERTURBACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MENTAL⁽¹⁾
(recoger la opinión del trabajador)

6.1. El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de la(s) tarea(s)

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

6.2. El ruido le dificulta la concentración mental requerida en la(s) tarea(s)

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

Comentarios

.....
.....
.....
.....

(1) Se recomienda un análisis y valoración de las molestias mediante índices acústicos (ver disposiciones legales y normas técnicas en el capítulo V).

**7. INTERFERENCIA EN LA COMUNICACIÓN VERBAL⁽²⁾
(recoger la opinión del trabajador)**

7.1. Es necesario elevar el tono de voz para hacerse entender en el desarrollo de su trabajo

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

7.2. Es necesario forzar la atención por parte del receptor a la distancia habitual de trabajo para que resulte inteligible una conversación mantenida con un tono de voz cómodo para el emisor

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

7.3. Los niveles de ruido impiden escuchar señales acústicas relevantes o entender mensajes por megafonía

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

Comentarios

.....
.....
.....
.....

(2) Se recomienda el análisis y valoración del efecto del ruido sobre la comunicación mediante el método SIL (*Speech Interference Level*) UNE-EN ISO 9921:2004.

IV. GUÍA PARA LA ELECCIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL

Las soluciones se basan en medidas técnicas, encaminadas a reducir el ruido, y organizativas, dirigidas a disminuir la exposición al ruido de los trabajadores. Las medidas de control del ruido molesto siguen los mismos principios preventivos que las que se aplican en la prevención del daño auditivo, es decir, son más eficaces las actuaciones sobre la fuente generadora de ruido que las que se realizan sobre el medio de transmisión del ruido, y éstas, más eficaces que las que se aplican al receptor. La selección de la medida de control apropiada se hará teniendo en cuenta que no existan posibles consecuencias negativas sobre otras condiciones de trabajo y no planteen inconvenientes sobre la seguridad y la salud de los trabajadores.

Una vez que se toma la decisión de la puesta en práctica de alguna solución se debería considerar lo siguiente:

- Prioridad de las intervenciones en las tareas afectadas por el ruido
- Efectos de las soluciones adoptadas sobre otras tareas
- Planificación de cada etapa
- Verificación periódica de la eficacia de la medida adoptada

La verificación de la eficacia de la medida adoptada deberá realizarse con una programación donde queden por escrito las condiciones del lugar de trabajo, las mediciones del ruido (si hubiese sido necesario), la técnica empleada y, si fuera preciso, la modificación de la medida adoptada y la persona responsable de su control.

A continuación se ofrecen una serie de medidas de control del ruido, sin olvidar que, a fin de ser más efectiva, se debería(n) elegir la(s) medida(s) más apropiada(s) de control del ruido para cada situación. Esas medidas se van a exponer siguiendo la numeración de los epígrafes que aparecen en el cuestionario del apartado anterior.

1. CARACTERÍSTICAS DE LA(S) TAREA(S) REALIZADA(S)

Dependiendo de las características de la tarea, la presencia de ruido afecta en mayor o menor medida en su desarrollo. No están claramente definidos los efectos del ruido sobre la realización de la tarea. Un mismo ruido podría disminuir la concentración en unos casos y ser estimulante en otros como en las tareas monótonas y repetitivas.

Las tareas que se ven más afectadas negativamente por el ruido son:

- Tareas que requieren alto grado de concentración, aprendizaje o procesamiento analítico. Cuanto más ruido hay, mayor esfuerzo realiza el trabajador para concentrarse.
 - Tareas donde una parte muy importante de su realización incluye la comunicación (conversación – escucha)
 - Tareas manuales que requieren gran destreza
 - Tareas simultáneas
 - Tareas de vigilancia y tareas que utilizan señales auditivas
- Una vez analizada la tarea del trabajador, se recomienda una correcta programación de las mismas alternando las tareas ruidosas con las que no lo son.

2. FUENTES DEL RUIDO

Una vez localizada la fuente del ruido se recomienda adoptar las siguientes medidas que se adaptarán a cada caso en particular:

2.1.

Un ruido se considera más tolerable cuando es consecuencia inevitable de la actividad desarrollada o cuando el ruido contiene información útil (ruidos que avisan de anomalías, etc.).

- Adoptar medidas técnicas ver “Ruido de las instalaciones y Ruido de los equipos”.
- Adoptar medidas organizativas como:
 - Distribución adecuada de los puestos de trabajo
 - Rotación de puestos en tareas ruidosas y poco ruidosas
 - Organización de tareas
 - Dotación de lugares sin ruidos para las pausas
 - Realización de pausas a lo largo de la jornada
 - Formación e información a los trabajadores sobre la existencia del ruido.

2.2.

Ruido exterior

2.2.1.

- En el caso de ruido procedente del exterior del lugar de trabajo (calle, tráfico, etc...), la mejor forma de tratar este problema será evitar la transmisión del ruido al interior de los espacios con la selección apropiada de los materiales de construcción, el diseño del **aislamiento** y, en especial, la selección del tipo de ventanas.

Ruido de personas

2.2.2.

- Adoptar medidas organizativas como:
 - Distribución adecuada de los puestos de trabajo
 - Rotación de puestos en tareas ruidosas y poco ruidosas
 - Organización de tareas
 - Dotación de lugares sin ruidos para las pausas
 - Realización de pausas a lo largo de la jornada
 - Formación e información a los trabajadores sobre la existencia del ruido.
- Efectuar un tratamiento acústico al local con **materiales absorbentes** de tal manera que disminuya el nivel de energía acústica reflejada en paredes, suelos, etc.
- Compartimentación de los puestos de trabajo

Ruido de las instalaciones

2.2.3.

- Es posible conseguir una reducción del ruido procedente del sistema de ventilación y climatización aplicando medidas tales como:
 - el uso de conexiones aislantes en los conductos
 - el encamisado de los conductos con materiales absorbentes de ruido
 - la instalación de silenciadores en los conductos
 - el uso de elementos antivibratorios o bloques de inercia para evitar la transmisión de las vibraciones a la estructura
 - la modificación del tamaño o modelo de los difusores y las rejillas de retorno del aire.

- En términos generales, el ruido del sistema de ventilación deberá ser lo suficientemente bajo como para que no interfiera con la actividad de los trabajadores (ITE 02.2.3 RITE).

En las oficinas no debería superar los 35 dBA y, si la tarea exige un alto grado de concentración los niveles recomendados son de 30 dBA.

En lugares de trabajo industriales (con la maquinaria de producción apagada) los valores máximos recomendados del ruido de fondo, proveniente de sistemas de ventilación o ruidos del exterior, son de 65 dBA a 70 dBA.

- Se utiliza el **control activo del ruido** sobre todo para controlar las bajas frecuencias de los sistemas de ventilación.
- Es muy importante un correcto mantenimiento de equipos y sistemas de ventilación y aire acondicionado.

2.2.4.

- Efectuar un tratamiento acústico al local con materiales absorbentes de tal manera que disminuya el nivel de energía acústica reflejada en paredes, suelos, etc. En la NBE-CA-88 se recomiendan unos valores del **tiempo de reverberación** según el tipo de local habitable de diversos tipos de edificios (tabla 1).

TIPO DE EDIFICIO	LOCAL	TIEMPO DE REVERBERACIÓN (s)
Residencial (público y privado)	Zonas de estancia	≤ 1
	Dormitorios	≤ 1
	Servicios	≤ 1
	Zonas comunes	$\leq 1,5$
Administrativo y de oficinas	Despachos	≤ 1
	Oficinas	≤ 1
	Zonas comunes	$\leq 1,5$
Sanitario	Zonas de estancia	$0,8 \leq T \leq 1,5$
	Dormitorios	≤ 1
	Zonas comunes	$1,5 \leq T \leq 2$
Docente	Aulas	$0,8 \leq T \leq 1,5$
	Salas de lectura	$0,8 \leq T \leq 1,5$
	Zonas comunes	$1,5 \leq T \leq 2$

Tabla 1. Tiempos de reverberación en diferentes edificios. NBE-CA-88.

Ruido de los equipos de trabajo

2.2.5. y 2.2.6.

- Actuar en la medida de lo posible sobre aquellos equipos de trabajo generadores de ruido o vibraciones con objeto de limitar sus efectos sobre las personas expuestas. En muchos casos es posible solucionar el problema eliminando o sustituyendo los equipos por otros que emitan menos ruido.
- Selección de procedimientos o procesos de producción menos ruidosos (ver anexo II y III). Es una práctica recomendable, al comprar un equipo ó una máquina, seleccionar el de menor **emisión de ruido** o, en su caso, el que produzca menos vibraciones. En el anexo III se indican una serie de cuestiones que el comprador se tiene que plantear antes de adquirir una máquina nueva.
- Comprobar que en el manual de instrucciones se indica los niveles de emisión de ruido (declaración del ruido) y, en el caso particular de las máquinas portátiles o guiadas a mano, las informaciones relativas a las vibraciones producidas.
- Sustitución de materiales (siempre que sea posible) que absorban el ruido por ejemplo engranajes de metal por plástico, goma u otros materiales de características similares; transmisión de movimiento por medio de

correas trapezoidales en lugar de cadenas metálicas. Uso de silenciadores (en los escapes de válvulas, por ejemplo).

- Modificación de componentes de las máquinas o su régimen de funcionamiento como por ejemplo, la reducción de la velocidad innecesariamente alta de las partes transmisoras de fuerza que produzcan ruido o de los sistemas de transporte (anexo II).
- Para disminuir el ruido transmitido por las estructuras se deberá aislar a las estructuras entre sí o lograr un aislamiento de las máquinas al suelo mediante conexiones flexibles. Los métodos para atenuar y aislar los sonidos transmitidos por impacto sólido son diferentes de los transmitidos por vía aérea. Una estructura que es un excelente aislante para un tipo de transmisión sonora, será muy pobre para el efecto de la absorción sonora. Se amplía este punto en el anexo II.
- Si no se pueden eliminar o sustituir las máquinas o equipos de trabajo ruidosos, es posible evitar la transmisión del ruido con una redistribución de dichos equipos:
 - Distribución adecuada de las máquinas (alejando las máquinas de paredes y objetos reflectantes).
 - Agrupamiento de las máquinas ruidosas.
 - Alejamiento de la fuente de ruido del receptor. Compartimentación adecuada.
 - **Aislamiento** de la fuente de ruido (con los cerramientos se puede conseguir una reducción del ruido de 5 dBA hasta 25 dBA) o del receptor (en este caso la reducción del ruido suele ser inferior a 10 dBA).
- Interposición de barreras aislantes que limiten el ruido como **barreras y pantallas acústicas, cabinas aislantes**, etc. Con las barreras y pantallas acústicas se puede conseguir una reducción del ruido de aproximadamente 10 dBA. Con las cabinas aislantes la reducción del ruido es entre 15 dBA y 30 dBA.
- Efectuar un tratamiento acústico al local con materiales absorbentes de tal manera que disminuya el nivel de energía acústica reflejada en paredes, suelos, etc.
- En el caso de sonidos originados por impacto directo, por ejemplo:
 - Impulsos producidos por objetos que caen sobre un piso.
 - El ruido de pasos.
 - El golpeteo de las puertas.

Se recomienda:

- Disminuir la altura a la que están situados los materiales para que al caer no se produzca tanto ruido.
- Si es posible, reduzca los golpes secos, alargando el periodo de frenado de las partes oscilantes, o usando cubiertas de plástico o goma.
- Mantenimiento adecuado de instalaciones y equipos de trabajo.
- Adoptar medidas de enmascaramiento del ruido por ejemplo utilizando **ruido blanco** o medidas de control activo del ruido.
- Utilización del control remoto de equipos ruidosos.
- Adoptar medidas organizativas ver “Ruido de personas”

3. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTALACIONES

- A menudo los niveles de ruido producido por las herramientas y máquinas se incrementan debido a un mal mantenimiento de las mismas o a vibraciones innecesarias. El ruido puede proceder de partes aflojadas o de partes metálicas golpeadas por materiales. Dicho ruido puede reducirse fácilmente con un mantenimiento periódico apropiado, en el que son aspectos a tener en cuenta la lubricación, los defectos de alineamiento, el equilibrado de masas, etc.
- En caso de existir:
 - Compruebe que las pantallas acústicas absorbentes estén bien colocadas.
 - Compruebe que el estado del material absorbente que recubre suelos, techos y paredes esté en correctas condiciones.

- Implantar un programa de mantenimiento correcto periódico de los equipos y sistemas de climatización.
- Se deben seguir las instrucciones del fabricante para la instalación y el mantenimiento.

4. CARACTERÍSTICAS DEL RUIDO

Según las características físicas del ruido el ser humano presenta diferentes reacciones. La mayor sensibilidad auditiva se localiza entre 500 y 5.000 Hz y esta sensibilidad decrece rápidamente en los extremos del espectro de frecuencias. Se ha comprobado que los tonos puros (frecuentes en oficinas) son más molestos cuando son audibles y cuando se producen en frecuencias altas. En concreto las frecuencias mayores de 2 kHz (rango de frecuencias conversacional) afectan negativamente en el desempeño de la tarea.

No todos los individuos perciben de la misma manera la presencia de ruido, existen diferencias individuales como edad, sexo, tipo de personalidad, etc. que determinan diferente sensibilidad al ruido. Además otro factor a tener en cuenta es que la respuesta al ruido está influenciada por la actitud de las personas (motivación, interés por la tarea, etc.) frente a las fuentes de ruido. Cuando por alguna razón se está a disgusto en o con el trabajo, cualquier ruido generado por él será percibido como molesto.

Los ruidos esperados son evaluados subjetivamente como menos molestos que los inesperados. Sin embargo, la presencia de ruido continuo procedente del tráfico, de conversaciones, de equipos, etc., y de ruido variable e impredecible como teléfonos, puertas y equipos puede ser muy molesta, sobre todo si se trata de ruidos que se perciben como «innecesarios y evitables».

- Es muy interesante conocer el espectro de frecuencias para la adopción de medidas de control del ruido, por ejemplo, en la elección del **material absorbente** frente a un ruido determinado y en el **control activo** contra el ruido (adoptado en sistemas de aire acondicionado).
- Así mismo se recomienda estudiar cada caso en particular para resolver el problema de la mejor manera posible. Además de dar formación e información a los trabajadores sobre la existencia del ruido.

5. MOLESTIAS

- Para valorar la relación existente entre la exposición al ruido y las molestias de una persona o de un colectivo de una forma objetiva, se han desarrollado unos índices acústicos descritos en varias normas técnicas de entidades de reconocido prestigio (ASHRAE, ANSI, UNE). Los índices acústicos definen una familia de curvas que establecen límites aceptables de confort acústico en diferentes espacios en los que existen unos niveles de ruido de fondo estables. Según la OMS, a partir de 35 dBA puede aparecer la sensación de malestar. Teniendo en cuenta los apartados anteriores adoptar y adaptar las soluciones más adecuadas para el trabajador.

6. PERTURBACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MENTAL

- Evitar ruidos impredecibles, la variabilidad del sonido es una característica molesta que produce distracción.
- Cuando la diferencia entre los niveles de ruido máximo y mínimo es menor de 5 dBA se habla de «ruido estable» y éste, en principio, si se encuentra en un nivel aceptable (por debajo de los 55 dBA, para tareas de oficina y aún por debajo de los 45 dBA, si se requiere mucha concentración), no tiene por qué perturbar el mantenimiento del nivel de atención y concentración necesario.
- Teniendo en cuenta el puesto de trabajo, la naturaleza de la tarea, las características del ruido se recomienda adaptar alguna de las medidas descritas en los apartados anteriores para controlar los niveles de ruido perturbadores.

7. INTERFERENCIA EN LA COMUNICACIÓN VERBAL

7.1.

- Si el proceso de intercambio de información verbal plantea mayores exigencias y dificultades de comprensión, el ruido de fondo no debe exceder de 45 dBA a 50 dBA o debería estar en una relación de 20 dBA por debajo de la voz humana.
- Existen diferentes metodologías para valorar la interferencia del ruido, tanto en la comprensión de la palabra, como en la capacidad de interpretar las conversaciones, y del esfuerzo vocal necesario para mantener una conversación. Para una evaluación más precisa se recomienda utilizar el Criterio SIL (*Speech interference level*) (UNE-EN ISO 9921:2004) para evaluar la interferencia del ruido en la comunicación.

7.2.

- El principal aspecto generador de molestias son las conversaciones. Es posible garantizar la reducción del ruido de las conversaciones mediante compartimentación adecuada del lugar de trabajo e interposición de barreras, biombos, etc.
- Adoptar medidas de enmascaramiento del ruido de conversaciones irrelevantes por ejemplo utilizando **ruido blanco** o medidas de control activo del ruido.
- Además se recomienda adoptar las medidas organizativas descritas en el apartado de “Ruido de personas”.

7.3.

- Examine con los trabajadores si la comunicación esencial para el desarrollo del trabajo y los avisos necesarios se ven impedidos por el ruido. El nivel sonoro de la señal acústica deberá ser de al menos 10 dBA superior al del ruido ambiente. Si la señal o nivel sonoro de la voz resulta inferior en 10 dBA al ruido de fondo, su comprensión se reduce al 70%.
- Sustituir señales acústicas (timbres, bocinas, etc) por señales luminosas o por carteles del tipo “pase sin llamar”.

ITEM N°	ITEM MARCADO EN EL CUESTIONARIO	GUIA PARA LA ELECCION DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL DEL RUIDO MOLESTO
1.1	El trabajo desarrollado implica altos niveles de atención	1
1.2	El trabajo desarrollado requiere tareas mentales o manuales de alta complejidad	
1.3	El desarrollo habitual de la tarea exige una elevada discriminación auditiva	
2.1	El ruido es producido por la tarea que realiza el propio trabajador	2.1, 2.2.3 - 2.2.6
2.2	El ruido es producido por fuentes ajenas al trabajador	2.2
2.2.1	Es importante el ruido procedente del exterior (calle, tráfico, etc.)	2.2.1
2.2.2	Hay ruido molesto procedente de personas (conversaciones entre compañeros, público, etc.)	2.2.2, 7.1 - 7.3
2.2.3	Existe un sistema de ventilación/climatización ruidoso	2.2.3
2.2.4	Existe reverberación en la sala que interfiere en la tarea	2.2.4
		Realizar mediciones del tiempo de reverberación
2.2.5	El puesto de trabajo está próximo a un proceso productivo ruidoso	2.2.5 - 2.2.6
2.2.6	Existen equipos ruidosos para el desarrollo de la tarea (impresoras, ordenadores, teléfonos etc.)	2.2.5 - 2.2.6
3.1	Ausencia de un programa de mantenimiento correcto y periódico de equipos e instalaciones	3.1
4.1	El nivel de ruido es constante y continuo en el tiempo	4
4.2	El nivel de ruido sufre grandes variaciones a lo largo de la jornada	
4.3	Existe habitualmente ruido de impactos (golpes)	
4.4	Hay ruido aleatorio e inesperado en algún momento de la jornada que sobresalte al trabajador	
4.5	Existen ruidos de varios tipos combinados habitualmente	
4.6	Existe algún tono o frecuencia del ruido predominante	
5.1	Le molesta al trabajador el ruido en su puesto de trabajo	
5.1.1	Cuando el trabajador, a lo largo de su jornada laboral, considera que el ruido es más molesto	
5.1.2	Señale las fuentes de ruido que le resulten más molestas al trabajador	Si además responde afirmativo a las preguntas 5, 6, 7 realizar mediciones de los niveles de ruido
5		Realizar mediciones de los niveles de ruido (análisis y valoración de las molestias mediante índices acústicos)
6.1	El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de la tarea	6
6.2	El ruido le dificulta la concentración mental requerida en la tarea	
7.1	Es necesario elevar el tono de voz para hacerse entender en el desarrollo de su trabajo	7.1
7.2	Es necesario forzar la atención por parte del receptor a la distancia habitual de trabajo para que resulte inteligible una conversación mantenida con un tono de voz cómodo para el emisor	7.2
7.3	Los niveles de ruido impiden escuchar señales acústicas relevantes o entender mensajes por megafonía	7.3
		Realizar mediciones de los niveles de ruido (valoración del ruido sobre la comunicación mediante el método SIL (Speech Intference Level))

V. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS TÉCNICAS CORRESPONDIENTES

Tratan de la exposición de los trabajadores al ruido centrándose especialmente en la prevención de la sordera profesional,

- el **RD 286/2006**, de 10 de marzo sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. Actualmente es la disposición fundamental en España en lo referente a ruido en el trabajo y establece las responsabilidades del empresario en este campo.
- el **CONVENIO 148 DE LA OIT**, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la contaminación del aire, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo, y la **Recomendación R156** sobre el medio ambiente de trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones) de 1977

Para el control de las molestias por ruido no existen disposiciones legales específicas, existe normativa técnica internacional y nacional que desarrolla métodos de evaluación y de control del ruido con el objetivo de conseguir los niveles razonablemente más bajos de emisión de ruido, **inmisión de ruido** y exposición al ruido, teniendo en cuenta:

- el conocimiento de las medidas disponibles;
- el estado actual del progreso técnico;
- el tratamiento del ruido de la fuente;
- la apropiada planificación, adquisición e instalación de máquinas y equipos.

Se debe tener en cuenta el **RD 486/1997** de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (Artículo 7. Condiciones ambientales de los lugares de trabajo), donde se indica:

“1. La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deberá suponer un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.

2. La exposición a los agentes físicos, químicos y biológicos del ambiente de trabajo se regirá por lo dispuesto en su normativa específica.”

Y en el punto 2 del Anexo III *“Asimismo, y en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores....”*

Asimismo se tendrá en consideración el punto 2.d del anexo del **RD 488/1997** de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo que incluye pantallas de visualización y la guía correspondiente editada por el INSHT.

“d. El ruido producido por los equipos instalados en el puesto de trabajo deberá tenerse en cuenta al diseñar el mismo, en especial para que no se perturbe la atención ni la palabra.”

En la guía del INSHT se recomienda que el nivel sonoro en los puestos de trabajo con pantallas de visualización sea lo más bajo posible. Para ello, es preciso utilizar equipos con una emisión sonora mínima, unido al acondicionamiento de la acústica del local. Para tareas difíciles y complejas (que requieren concentración) el nivel sonoro continuo equivalente, L_{Aeq} , que soporte el usuario, no debería exceder los 55 dBA.”

En cuanto a señalización acústica en el lugar de trabajo, se debe cumplir el **RD 485/1997**, de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo y su guía técnica correspondiente. En el anexo IV Señales luminosas y acústicas en el punto 2 vienen descritas las características acústicas y requisitos de uso de las señales acústicas.

1°. *La señal acústica deberá tener un nivel sonoro superior al nivel de ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto. No deberá utilizarse una señal acústica cuando el ruido ambiental sea demasiado intenso.*

En la guía técnica del INSHT sobre señalización se recomienda que para que una señal acústica sea audible en cualquier zona del recinto deberá tener un nivel sonoro de al menos 10 dBA superior al del ruido ambiente y no se recomienda que sobrepase los 120 dBA en periodos muy cortos.

Para el control de la emisión de ruidos de máquinas y equipos de trabajo, se debe cumplir el **RD 1215/1997**, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

“17. Todo equipo de trabajo que entrañe riesgos por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.”

También el **RD 1435/1992**, de 27 de noviembre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre máquinas. En su Anexo I “Requisitos esenciales de seguridad y salud relativos al diseño y fabricación de las máquinas y de los componentes de seguridad”, en el apartado 1.5 “Medidas de seguridad contra otros peligros” se tiene en cuenta la emisión de ruido y en el apartado 1.7.4 “Indicaciones-Manual de instrucciones” se hace referencia a la obligación del fabricante de indicar en el manual de instrucciones el ruido aéreo emitido por la máquina.

“8. Ruido.

La máquina estará diseñada y fabricada para que los riesgos que resulten de la emisión del ruido aéreo producido se reduzcan al más bajo nivel posible, teniendo en cuenta el progreso técnico y la disponibilidad de medios de reducción del ruido, especialmente en su fuente.”

“1.7.4 a. En el manual de instrucciones se darán las siguientes indicaciones sobre el ruido aéreo emitido por la máquina (valor real o valor calculado partiendo de la medición efectuada en una máquina idéntica):

- 1. El nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A en los puestos de trabajo, cuando supere los 70 dBA; si este nivel fuera inferior o igual a 70 dBA, deberá mencionarse.*
- 2- El valor máximo de la presión acústica instantánea ponderada C, cuando supere los 63 Pa (130 dB con relación a 20 µPa).*
- 3- El nivel de potencia acústica emitido por la máquina, si el nivel de presión acústica continua equivalente ponderado A supera, en los puestos de trabajo, los 85 dBA.**

Cuando la máquina sea de muy grandes dimensiones la indicación del nivel de potencia acústica podrá sustituirse por la indicación de los niveles de presión acústica continuos equivalentes en lugares especificados en torno a la máquina.

Cuando no se apliquen las normas armonizadas, los datos acústicos se medirán utilizando el código de medición más apropiado, adaptado a la máquina.

El fabricante indicará las condiciones de funcionamiento de la máquina durante la medición, así como qué métodos se han utilizado para ésta.

Cuando el o los puestos de trabajo no estén definidos o no puedan definirse, la medición del nivel de presión acústica se efectuará a 1 metro de la superficie de la máquina y a una altura de 1,60 metros por encima del suelo o de la plataforma de acceso. Se indicará la posición y el valor de la presión acústica máxima.”

La normativa aplicable a máquinas nuevas exige que el fabricante aplique las medidas adecuadas en el diseño, de manera que los riesgos que resulten de la emisión de ruido o de las vibraciones producidas se reduz-

can al nivel más bajo posible. Además, debe indicar en el manual de instrucciones los niveles de emisión de ruido y, en el caso particular de las máquinas portátiles o guiadas a mano, las informaciones relativas a las vibraciones producidas.

* En un futuro próximo, la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, que refunde en un solo texto la Directiva 89/392/CEE y sus modificaciones, será sustituida (el 29/12/2009) por la Directiva 2006/42/CE, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas, publicada en el DOUE del 9 de junio de 2006. Esta nueva directiva introduce algunas modificaciones con respecto al ruido; la más relevante es quizá la obligación de medir la potencia acústica emitida por la máquina si el nivel de presión acústica de emisión ponderado A supera, en los puestos de trabajo, 80 dBA, en lugar de los 85 dBA de la anterior directiva.

Normas técnicas relacionadas con el ruido perturbador son:

- Entidades de reconocido prestigio como ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*) y ANSI (*American National Standard Institute*) recomiendan el uso de índices acústicos como son las curvas NR (*Noise rating*) (**UNE 74022:1981**: en la actualidad está anulada) y otros criterios americanos similares que establecen otras familias de curvas, muy utilizadas en la valoración de la exposición del individuo al ruido, como son: NC (*Noise criteria*) de la que derivan las curvas PNC (*Preferred noise criteria*), NCB (*Balanced noise criteria*), y, RC (*Room criteria*) de la que deriva RC Mark II.
- La norma **UNE-EN ISO 9921:2004** (Ergonomía, evaluación de la comunicación verbal) recomienda el método SIL (*Speech interference level*) para valorar la interferencia del ruido en la comunicación verbal.
- Se recomienda la consulta del conjunto de normas **UNE-EN ISO 11690:1997** de acústica – Práctica recomendada para el diseño de lugares de trabajo con bajo nivel de ruido que contienen maquinaria – proporciona estrategias para el tratamiento de los problemas de ruido tanto en lugares de trabajo existentes como planificados, mediante los conceptos básicos de control del ruido.
- La Norma **UNE-EN ISO 11690-1:1997** (Acústica. Práctica recomendada para el diseño de lugares de trabajo con bajo nivel de ruido que contienen maquinaria. Parte 1: estrategias de control del ruido) donde se recomienda los siguientes valores ponderados en A:

<i>En los lugares de trabajo industriales, de 75 dBA a 80 dBA</i>
<i>Para trabajos de rutina en oficina, de 45 dBA a 55 dBA</i>
<i>Para salas de reuniones o tareas que implican concentración, de 35 dBA a 45 dBA</i>

- También la Norma **UNE-EN ISO 11690-1:1997** (Acústica. Práctica recomendada para el diseño de lugares de trabajo con bajo nivel de ruido que contienen maquinaria. Parte 1: estrategias de control del ruido) recomienda unos valores de ruido de fondo según el lugar de trabajo. Ver tabla 3.

TIPO DE LOCAL	L_{pAeq} dBA
Salas de conferencias	30 a 35
Aulas	30 a 40
Oficinas individuales	30 a 40
Oficinas multipersonales	35 a 45
Laboratorios industriales	35 a 50
Salas de control industriales	35 a 55
Lugares de trabajo industriales	65 a 70

Nota: El ruido de fondo es el ruido proveniente de los equipos técnicos interiores (por ejemplo sistemas de ventilación) o ruidos provenientes del exterior, con maquinaria de producción apagada en el caso de lugares de trabajo industriales.

Tabla 3. Norma UNE-EN ISO 11690-1:1997

VI. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aislamiento estructural

Impedimento de la transmisión de vibraciones a las estructuras (suelos, paredes, elementos de montaje, tuberías). Mediante:

- a) montaje de la máquina sobre aislantes vibratorios apropiados
- b) amortiguamiento de las estructuras radiantes (disipación del sonido estructural como calor)
- c) en sistemas de tuberías utilización de juntas flexibles o revestimientos con láminas de metal amortiguador. Utilización de sistemas de fijación apropiados (resortes amortiguados, fijaciones viscoelásticas).

Aislamiento aéreo

Depende de la masa por unidad de superficie, en general se consigue un aumento del aislamiento a ruido aéreo de unos 5 dB cuando se dobla la masa por unidad de superficie. El grado de aislamiento debería establecerse en la etapa de diseño o planificación.

Barreras y Pantallas acústicas

Generalmente consisten en láminas de acero, madera, vidrio o plástico. Deberían ir recubiertas de material absorbente en el lado que mira a la fuente. La adopción de esta medida de control del ruido es más eficaz si se combina con tratamientos acústicos de techos y paredes.

Cabinas aislantes

Recinto cerrado para proteger al trabajador de la exposición al ruido. A la hora de diseñar una cabina no hay que olvidar la ventilación de la misma. En aquellos casos donde exista una elevada exposición al calor puede ser necesaria la instalación de una unidad de aire acondicionado.

Cerramientos

Consisten principalmente en estructuras envolventes aislantes acústicamente (metal, madera, hormigón, etc.) con un revestimiento absorbente en su interior. Según el diseño del cerramiento se conseguirá una reducción del ruido. La reducción de ruido alcanzada en el cerramiento será menor si la fuente de ruido emite principalmente sonido a bajas frecuencias. Es muy importante el correcto mantenimiento del cerramiento sino su eficacia disminuirá con el tiempo.

Control activo del ruido

La técnica de control activo del ruido y vibraciones se fundamenta en la creación de una interferencia destructiva generada artificialmente en oposición de fase entre las ondas acústica o mecánicas.

Estas técnicas son efectivas principalmente en el intervalo de frecuencias medio o bajo, que es en el intervalo donde las medidas clásicas pierden su eficacia. Las reducciones de ruido pueden alcanzar 10 dB a 20 dB.

Se puede obtener una reducción significativa en el caso de fenómenos repetitivos.

Emisión de ruido

Es el nivel de presión acústica producido por una fuente acústica bajo ensayo en un puesto de trabajo o en cualquiera otra posición especificada.

Enmascaramiento

Cuando un sonido débil queda tapado por un sonido más fuerte se dice que está enmascarado por él. El sonido fuerte se denomina enmascarador y el débil enmascarado o señal. Un sonido intenso y grave puede enmascarar un sonido débil y agudo, pero lo contrario no sucede.

Exposición de un trabajador al ruido

Todos los ruidos que llegan, durante un periodo de tiempo específico, al oído de una persona (en uno o varios puestos de trabajo o para una persona en movimiento).

Inmisión de ruido en un puesto de trabajo

Todos los ruidos que llegan a un punto de medida (puesto de trabajo) estando presente o no el trabajador, en un periodo de tiempo específico T.

Mapa de ruido

Plano donde se representan las zonas ruidosas de los lugares de trabajo.

Material absorbente

Cuando el sonido choca con un obstáculo parte de la energía se refleja, parte es absorbida por el obstáculo y parte se transmite.

Los absorbentes acústicos funcionan como transductores de energía, convirtiendo la energía mecánica del sonido en calor. La fracción de energía que el obstáculo absorbe se conoce como coeficiente de absorción. Un buen material absorbente presenta un coeficiente de absorción aproximado a 1. Los mejores materiales absorbentes acústicos son tableros, telas y paneles de materiales ligeros y porosos.

Nivel de presión sonora

Es el nivel de presión acústica sin ponderar en todo el rango de frecuencias audibles (20 a 20.000 Hz).

Representa el valor instantáneo del nivel de presión acústica. Este índice no proporciona información sobre la variabilidad del ruido, ni sobre su composición espectral.

Nivel de presión sonora ponderado (ponderación A)

Son los valores de presión acústica en todo el rango de frecuencias a los que se aplica la curva de ponderación A para compensar las diferencias de sensibilidad que el oído humano tiene para las distintas frecuencias dentro del campo auditivo.

De la misma forma que el anterior, este índice sólo nos proporciona información sobre el nivel de presión sonora.

Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, $L_{Aeq,T}$

El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left[\frac{P_A(t)}{P_0} \right]^2 dt \right]$$

donde $T = t_2 - t_1$ es el tiempo de exposición del trabajador al ruido.

Nivel sonoro diario equivalente

Es el índice utilizado para la valoración de la exposición al ruido y que figura en el RD 286/2006. Está definido por la ecuación:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \frac{T}{8}$$

donde:

T = Duración diaria de la exposición (horas)

$L_{Aeq, T}$ = Nivel de presión sonora equivalente en el período de tiempo T (dBA)

En el caso de que el trabajador esté expuesto a “m” distintos tipos de ruido, medidos con un sonómetro integrador y de valores: $L_{Aeq, T1}$, $L_{Aeq, T2}$, ..., $L_{Aeq, Tm}$, el nivel diario equivalente se calcula por las expresiones:

$$L_{Aeq, d} = 10 \log \sum_{i=1}^{i=m} 10^{\frac{(L_{Aeq, d})^i}{10}}$$

o bien, directamente:

$$L_{Aeq, d} = 10 \log \frac{1}{8} \sum_{i=1}^{i=m} T_i \cdot 10^{\frac{(L_{Aeq, d})^i}{10}}$$

Este índice proporciona información sobre el nivel de exposición al ruido del trabajador. Es útil para valorar el riesgo de pérdida de la capacidad auditiva, pero no da información sobre otras características del ruido.

Ruido

Se define como el sonido molesto o no deseado

Ruido blanco

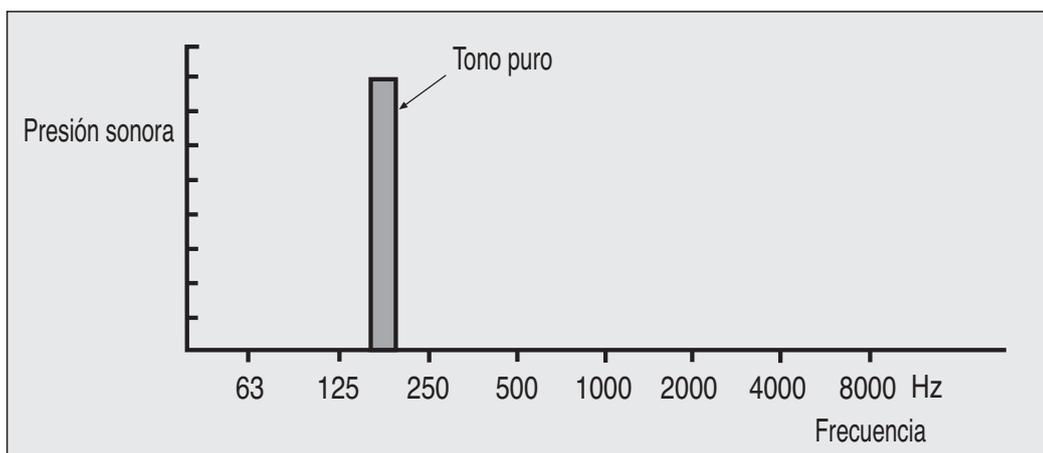
El ruido blanco es un ruido cuyo nivel es constante en todas las frecuencias. Ejemplos: ruidos de una corriente de agua, ruido del viento, etc...

Tiempo de reverberación

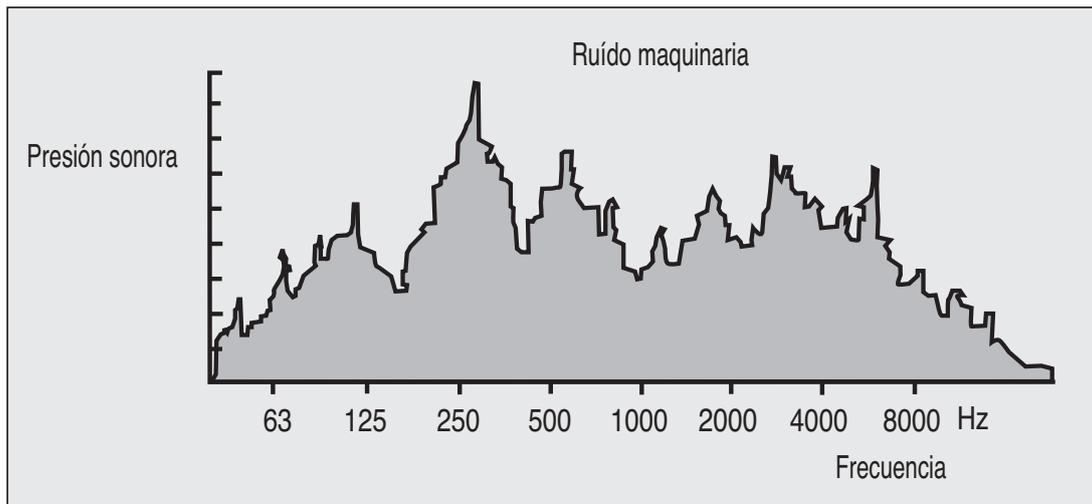
El tiempo de reverberación para una frecuencia dada es el tiempo, en segundos, necesario para que después de que cese la emisión de ruido, el nivel de presión sonora disminuya 60 decibelios. El tiempo de reverberación es un índice útil para la evaluación de la “calidad acústica” de un local. Los locales con superficies muy reflectantes presentan tiempos de reverberación elevados, lo que implica dificultades en la comunicación.

Tono puro

Sonido compuesto por una única frecuencia.



El ruido normalmente se compone de muchas frecuencias distintas.



VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Gómez Cano, M. Aspectos ergonómicos del ruido, Salud y Trabajo, 1994, nº 102.
2. Hernández Calleja A. Confort acústico. El ruido en las oficinas. NTP 503. INSHT 1998.
3. Kjellberg, A. and Landström, U. Noise in the office: Part I. Guidelines for the practitioner, Int. J. Ind. Ergonomics, 1994, vol. 14, nº 12.
4. Kjellberg, A. and Landström, U. Noise in the office: Part II. The scientific basis for the guide, Int. J. Ind. Ergonomics, 1994, vol. 14, nº 12.
5. Sailer U and Hassenzahl M. Assessing noise annoyance: an improvement – oriented approach. Ergonomics, 2000, vol 43, nº 11, 1920-1938.
6. López, G. El ruido en el lugar de trabajo. INSHT 1993.
7. Álvarez Brime C. Ruido. INSHT 1996.
8. Sebastián Gracia O. Efectos del ambiente físico de trabajo sobre las personas: respuestas psicofisiológicas, subjetivas y de comportamiento. INSHT 1999.
9. Manual para la evaluación y prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales en PYME. INSHT e IBV 2003.
10. Villar, M^a F. y cols. Guía metodológica para el estudio ergonómico del trabajo de cajera de hipermercado. INSHT 1994.
11. Curso de Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales, versión 2. INSHT.
12. Suter A. Naturaleza y efectos del ruido. Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo.
13. Lista de comprobación ergonómica: *Ergonomic checkpoints*. Soluciones prácticas y de sencilla aplicación para mejorar la seguridad, la salud y las condiciones de trabajo. INSHT 2000.

Legislación y Recomendaciones

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- Real Decreto 2115/82, de 12 de agosto. Norma Básica de la Edificación NBE-CA-88 sobre Condiciones Acústicas en los edificios.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y su guía técnica correspondiente.
- Real Decreto 488/1997 de 14 de abril de disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización y su guía técnica correspondiente.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo y su guía técnica correspondiente.

- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1495/1986, de 26 de mayo, del MIE por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las Máquinas y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre sobre aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas a máquinas.
- Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, por el que se modifica el RD 1435/92 anterior.
- ASHRAE 2001 Fundamentals Handbook Chapter7: Sound and vibration.
- RITE ITE 02.2.3 Ruidos y vibraciones, 1998.
- Guidelines for community noise. OMS. Ginebra 1999.
- Norma UNE 74-024-92 (ISO 2204): Guía para la elaboración de normas sobre la medida de ruido aéreo y la evaluación de los efectos sobre el hombre.
- Norma UNE 74-022-81 (ISO-R-1966): Valoración del ruido en función de la reacción de las colectividades.
- Norma UNE-EN ISO 9921:2004: Ergonomía, evaluación de la comunicación verbal.
- Norma UNE-EN ISO 9241-6:2000: Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD) Parte 6: Requisitos ambientales.
- Norma UNE 74-023-92: Acústica. Determinación de la exposición a ruido en el trabajo y estimación de las pérdidas auditivas inducidas por el ruido.
- Norma UNE-EN ISO 11690-1:1997. Acústica. Práctica recomendada para el diseño de lugares de trabajo con bajo nivel de ruido que contienen maquinaria. Parte 1: estrategias de control del ruido.
- Norma UNE-EN ISO 11690-2:1997. Acústica. Práctica recomendada para el diseño de lugares de trabajo con bajo nivel de ruido que contienen maquinaria. Parte 2: medidas de control del ruido.
- Norma UNE-EN ISO 11690-3:1999. Acústica. Práctica recomendada para el diseño de lugares de trabajo con bajo nivel de ruido que contienen maquinaria. Parte 3: propagación del sonido y predicción del ruido en recintos de trabajo.

ANEXO I MEDICIÓN DEL RUIDO

En algunas ocasiones, es necesario hacer mediciones de los **niveles de presión sonora** o del **nivel de ruido continuo equivalente** y, en otras será necesario conocer el espectro de frecuencia del ruido.

Pasos a seguir:

1. Selección de la muestra

Se tendrá que seleccionar la muestra estadísticamente más representativa una vez analizado los resultados del cuestionario.

2. Toma de datos

Según el objetivo de nuestra medición la toma de datos se realizará empleando un equipo de medición del nivel de presión acústica ponderado.

<i>Perturbación mental y otras molestias</i>	<i>Interferencia en la comunicación</i>
Sonómetro integrador-promediador (mide el nivel sonoro continuo equivalente en dBA $L_{Aeq,T}$) para un tiempo T	Sonómetro integrador-promediador y analizador del espectro de frecuencia para el análisis de las frecuencias en bandas conversacionales (cálculo de SIL)
Sonómetro integrador-promediador y analizador de espectro de frecuencias en bandas de octava en tiempo real (el analizador puede que no esté incluido en el sonómetro, en cuyo caso los datos registrados se volcarán en un analizador de frecuencias externo)	Sonómetro integrador-promediador (Nivel en dBA y conversión al valor SIL; $SIL = L_A - 8$)

Estos instrumentos de medición deben cumplir los requisitos establecidos en el RD 286/2006 sobre la protección de los trabajadores frente al ruido. Esto es:

El sonómetro integrador promediador se ha de ajustar como mínimo a las prescripciones establecidas en la norma UNE-EN 60804:1996 para los instrumentos del “tipo 2”.

La medición se efectuará con la característica “SLOW” ponderación frecuencial A.

Los instrumentos de medición deberán calibrarse antes y después de la medida. Los calibradores deberán cumplir con la norma *CEI 942* y debe realizarse según las instrucciones del fabricante.

Si medimos el nivel de ruido que recibe el trabajador se colocará el sonómetro procurando apuntar con el micrófono a la zona donde se obtenga mayor lectura, a unos 10 cm de la oreja del operario, y, si es posible, apartando a dicho operario para evitar apantallamiento con su cuerpo.

Si medimos el nivel de ruido en el lugar de trabajo se efectuará la medida a una distancia mínima de 1 m de las paredes, entre 1,2 y 1,5 del suelo y alrededor de 1,5 m de las ventanas. Los niveles sonoros medidos se promediarán al menos en tres posiciones separados entre sí $\pm 0,5$ m.

Si el ruido no es estable se determinará la duración y el nivel de ruido. Se elegirá el periodo de tiempo de muestreo según la variación del ruido.

Si la medición se efectuase con un sonómetro integrador-promediador se obtendría directamente el $L_{Aeq,T}$. Como precaución podrían efectuarse un mínimo de tres mediciones de corta duración a lo largo del periodo T y considerar como $L_{Aeq,T}$ la media aritmética de ellas.

La metodología empleada está recogida en la norma UNE 74-023-92.

ANEXO II

SELECCIÓN DE PROCESOS DE TRABAJO Y DE MAQUINARIA CON BAJO NIVEL DE RUIDO (UNE-EN ISO 11690-2:1997)

Se recomienda la adopción de las medidas de reducción del nivel de ruido en la etapa de diseño debido a que las medidas *a posteriori* pueden afectar a los requisitos de funcionamiento y son generalmente más costosas. Cuando se considera un equipo o una máquina ruidosa, deben distinguirse dos tipos de generación de ruido: Generación por fluidos en movimiento (gas y/o líquido) como en procesos de combustión, ventiladores, venteadores, sistemas hidráulicos, etc. y generación mecánica por vibraciones, impactos, masas desequilibradas, etc. como en motores eléctricos, engranajes, martillos, prensas mecánicas, etc.

Algunos ejemplos de medidas para reducir el ruido:

RUIDO PRODUCIDO POR FLUIDOS EN MOVIMIENTO
a. Reducción de variaciones periódicas de la presión en la fuente de excitación b. Reducción de velocidades de flujo c. Evitar variaciones bruscas de presión d. Diseño eficaz de los elementos de paso de fluidos
RUIDO MECÁNICO
a. Reducción de fuerzas dinámicas excitadoras, por ejemplo con capas elásticas ... b. Reducción de la velocidad de vibración de la estructura, por ejemplo, con bloques de inercia ... c. Reducción de la transmisión de las vibraciones, por ejemplo, con elementos elásticos ... d. Reducción del sonido radiado por una estructura vibratoria, por ejemplo, capas amortiguadoras sobre planchas metálicas finas, planchas metálicas perforadas, revestimiento con material absorbente, sellar las aberturas que no sean necesarias ... e. Envolturas de aislantes acústicos o estructuras de paredes gruesas

Es posible la modificación o sustitución de componentes de máquinas para disminuir la transmisión del ruido dentro de la máquina y la radiación del ruido por su superficie sin que se vea afectado su funcionamiento. Algunos procedimientos de reducción de la generación y transmisión de ruido son:

- evitar impactos o movimientos rápidos sustituyéndolos por movimiento uniforme y reduciendo las velocidades de impacto (mediante disminución de la altura de caída, con masas más pequeñas...) y utilizando materiales amortiguadores sobre las superficies de impacto (material elástico)
- instalar bombas de engranajes en vez de bombas de pistón axial
- utilizar engranajes de materia plástica si es posible
- instalar engranajes helicoidales en lugar de engranajes rectos
- asegurar que todas las masas rotativas están equilibradas
- seleccionar materiales que ofrecen las mejores combinaciones (por ejemplo, plástico/acero) y una lubricación de los elementos con contactos por fricción.

En algunas circunstancias es posible la sustitución de un proceso ruidoso por otro de bajo ruido. Algunos ejemplos de procesos alternativos con menor ruido se citan a continuación.

PROCESOS DE RUIDO ELEVADO	PROCESOS DE BAJO RUIDO
Remachado por percusión	Remachado por compresión y por desenrollamiento
Movimiento por aire comprimido o por motor de combustión interna	Movimiento por electricidad
Corte o taladro, por ejemplo en piedra u hormigón mediante el uso de máquinas percursoras neumáticas o de combustión interna	Utilización de máquinas que pueden fijarse con brocas o discos de sierra circular equipados con dientes de diamante
Encabezamiento de la matriz	Extrusión por contracción por recorrido total
Corte por empuje	Corte por tracción
Secado por chorro	Secado por radiación
Oxicorte por chorro de plasma	Corte por plasma bajo el agua
Troquelado	Corte por rayo láser
Soldadura convencional TIG/TAG	Soldadura por arco protegida TIG/TAG
Endurecimiento a la llama	Endurecimiento por rayo láser
Fijación por remaches	Fijación por presión
Conformación por golpes	Prensado hidráulico
Soldadura por puntos	Soldadura continua

Hay también operaciones ruidosas que no están relacionadas con maquinaria fija sino con herramientas manuales. Se deberán tomar precauciones a la hora de seleccionarlas o en la disposición del puesto de trabajo (por ejemplo: martillos insonorizados, mesas de trabajo acolchadas, muelas de bajo ruido, tapices amortiguados magnéticos, etc.).

ANEXO III

ADQUISICIÓN DE MAQUINARIA CON BAJO NIVEL DE RUIDO (UNE-EN ISO 11690-2:1997)

En la Norma UNE-EN ISO 11690-1:1996 apartado 8 se describe la actuación de un comprador antes de adquirir una máquina nueva.

El comprador debería considerar:

- a) ¿Está disponible la información sobre la emisión de ruido de la máquina (declaración de ruido) y sobre el menor ruido alcanzable?
- b) Se ha incluido en la petición de oferta al posible suministrador algún requisito específico de información o de garantía sobre la emisión de ruido?
- c) ¿Cuál será el impacto sonoro de la nueva máquina en el lugar de trabajo donde se pondrá en funcionamiento?

La información básica a demandar a los posibles suministradores incluye los siguientes datos de emisión de ruido:

- nivel de potencia acústica ponderado A declarado
- nivel de presión acústica ponderado A declarado
- nivel de presión acústica de emisión de pico ponderado C declarado (si es pertinente)
- referencia al código de ensayo de ruido normalizado utilizado. Si no existe código para esa máquina, una descripción total del método de medida de la emisión de ruido, la posición del puesto de trabajo, las condiciones de montaje y funcionamiento y el ciclo de trabajo de la máquina que se haya utilizado.

Los valores de emisión de ruido sirven para:

- seleccionar la máquina con menor emisión de ruido
- evaluar el estado de la técnica de reducción del ruido
- permitir el dialogo directo entre suministrador y comprador
- la predicción de los posibles niveles de inmisión de ruido en el local de trabajo donde la máquina (y otras) funcionarán
- la evaluación por el comprador de la conformidad con los niveles de emisión de ruido especificados o garantizados



MINISTERIO
DE TRABAJO
E INMIGRACIÓN



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO