

# Evaluación de la exposición a la vibración mano-brazo. Evaluación por estimación

*Assessment of exposure to hand-arm vibration. The estimation of the daily vibration exposure*  
*Evaluación de l'exposition à la vibration main-bras: évaluation per estimation*

## Redactora:

Natalia Lavín Ortiz

*Licenciada en Ciencias Físicas*

CENTRO NACIONAL DE  
NUEVAS TECNOLOGÍAS

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Complementada por la NTP 1068.

## 1. PRINCIPIO DE PROCEDIMIENTO PARA ESTIMAR LA EXPOSICIÓN A LAS VIBRACIONES

El Real Decreto 1311/2005, en su artículo 4. Determinación y evaluación de los riesgos, establece en su punto 1 que el empresario deberá realizar una evaluación y, en caso necesario, la medición, de los niveles de vibraciones mecánicas a que estén expuestos los trabajadores.

Para evaluar el nivel de exposición a las vibraciones mecánicas no será necesario en todos los casos medir, y en una primera aproximación, se puede determinar el parámetro A(8) basándose en la observación de los métodos de trabajo concretos junto con la información apropiada sobre la magnitud probable de la vibración del equipo o del tipo de equipo en las condiciones concretas de utilización, incluida la información facilitada por el fabricante.

No siempre es posible realizar la "Evaluación por estimación", para ello se tiene que dar una serie de requisitos que a continuación se desarrollan.

### Que se disponga de los valores de emisión de la herramienta

En este caso es posible que se disponga de datos del fabricante o bien que haya que recurrir a otras fuentes de información

#### *Utilización de datos del fabricante*

El Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, modificado por el Real Decreto 56/1995, de 20 de enero, relati-

vo a las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392/CEE, sobre máquinas (BOE núm. 33 de 8 de febrero) define los requisitos esenciales de seguridad y salud para las máquinas que se comercializan dentro de la UE incluyendo los requisitos específicos relacionados con las vibraciones. Entre otros requisitos, la directiva sobre máquinas obliga a los fabricantes, importadores y suministradores de máquinas a suministrar la información de los niveles de emisión en el Manual de instrucciones.

El ANEXO I del Real Decreto 1435/1992 que define los requisitos esenciales de seguridad y de salud relativos al diseño y fabricación de las máquinas y de los componentes de seguridad, al referirse al manual de instrucciones que debe acompañar a todas las máquinas (apartado 1.7.4.f) establece que en lo referente a las máquinas portátiles y máquinas guiadas a mano (anexo I, pto 2.2), se debe indicar:

- El valor cuadrático medio ponderado en frecuencia de la aceleración a la que se vean expuestos los miembros superiores, cuando exceda de  $2,5 \text{ m/s}^2$ , definida por las normas de prueba adecuadas. Cuando la aceleración no exceda de  $2,5 \text{ m/s}^2$ , se deberá mencionar este particular

A falta de normas de prueba aplicables, el fabricante indicará los métodos de medición utilizados y en qué condiciones se realizaron las mediciones.

Recordemos que los valores de emisión se obtienen aplicando los códigos de ensayo armonizados elaborados por los comités europeos e internacionales de normalización, y (desde el año 2005) se basan en la norma UNE EN ISO 20643: 2005 Vibración mecánicas. Maquinaria sujeta y guiada con la mano. Principios para la evaluación de la emisión de las vibraciones. Ejemplos de códigos de ensayo armonizados, son la serie de normas

**EN ISO 8662** para herramientas neumáticas y otras no eléctricas y la serie de normas **EN 60745** para las herramientas eléctricas.

Por otro lado, según la norma armonizada EN 12096, el fabricante de maquinaria, además, debería informar sobre dos valores cuando se declara la emisión de vibración de su producto:

- la medida del valor promedio de la aceleración, **a**
- la incertidumbre de **a**, **k**

Declarando los valores de **a** y **k**, los fabricantes y/o suministradores establecen que el valor obtenido de una reproducción del ensayo de emisión probablemente genere un valor de **a** menor que **a+k**. En algunos casos **k** puede ser mayor que el 40% de **a**. La diferencia entre los valores de **a** para dos máquinas no se debería considerar significativa si la diferencia es mas pequeña que uno de los valores **k**.

Los datos de emisión de los fabricantes nos informan sobre cuanta vibración es probable que se transfiera por la mano al trabajador cuando se está utilizando una herramienta en particular. Esto puede ser muy útil cuando se quiere estimar la exposición diaria a las vibraciones en la evaluación de riesgos.

En realidad, los valores de la vibración derivados de los códigos de ensayo tienden a subestimar el valor real de la vibración de las herramientas cuando estas están siendo utilizadas en el lugar de trabajo y normalmente se basan en mediciones que se realizan en un solo eje de vibración. Según el documento técnico CEN/TR 15350: 2006 para solucionar esto, los valores de emisión declarados por el fabricante deberían, en la mayoría de los casos, multiplicarse por un factor dependiendo del tipo de herramienta:

- Herramientas de motor de combustión: **x1**
- Herramientas neumáticas: **x1,5 a 2**
- Herramientas eléctrica: **x1,5 a 2**

Para más información sobre los factores de corrección, se recomienda acudir a las tablas D.3, E.1 y F.1 del documento técnico CEN/TR 15350: 2006.

Cuando los fabricantes declaren valores de emisión de la vibración menores de  $2,5 \text{ m/s}^2$ , entonces se debería utilizar dicho valor multiplicado por el factor correspondiente.

Si se declaran valores de emisión por debajo de  $2,5 \text{ m/s}^2$  y se hace referencia a normas publicadas anteriormente a la norma UNE-EN ISO 20643:2005 "Vibraciones mecánicas. Maquinaria sujeta y guiada con la mano. Principios para la evaluación de la emisión de las vibraciones", entonces se recomienda utilizar  $2,5 \text{ m/s}^2$  para evaluar la exposición en vez de tomar el valor declarado de la vibración.

Cuando no se dispone de una información adecuada y se da un rango de factores de multiplicación, entonces se debería usar el factor más alto.

Las localizaciones de medida especificadas en las normas con el objetivo de determinar los niveles de emisión de las vibraciones pueden no ser apropiadas para la medida de la exposición. A veces, el punto real de agarre de la herramienta no coincide con el punto donde se agarra la herramienta motorizada durante un ensayo de tipo. En general, los ensayos de tipo normalizado identifican solo una localización y eje de medida.

Muchos de estos códigos de ensayo armonizados europeos están actualmente bajo revisión. Los códigos de ensayo ya revisados producen unos valores de emisión mejores pero no se pueden comparar directamente con

los valores de emisión antiguos, sin embargo son más precisos y se acercan mas a los valores de la vibración experimentados en el lugar de trabajo.

En la práctica, la evaluación por estimación se ve obstaculizada por la ausencia de códigos de ensayo de vibración apropiados y por la falta real de información sobre emisiones de vibración de las máquinas.

#### *Utilización de otras fuentes de información*

No siempre es posible disponer de la información del fabricante para obtener la magnitud de la vibración. En este caso existen otras fuentes de información a las que se puede acudir y a veces son suficientes para decidir si es probable que se superen los valores de exposición que dan lugar a una acción o los valores límites de exposición.

Las Asociaciones de fabricantes pueden disponer de datos sobre los niveles de vibraciones en determinadas máquinas además de los datos que algunos fabricantes ofrecen en sus páginas web sobre los niveles reales de vibración durante el uso real típico de la herramienta. También se pueden encontrar bases de datos en Internet sobre niveles de emisión de vibración para ciertos equipos de trabajo. Esto es muy útil cuando se quiere realizar una evaluación inicial de riesgos por estimación de la exposición a vibraciones.

Entre otras fuentes de información se incluyen los organismos oficiales de reconocido prestigio, las empresas consultoras especializadas en realizar estudios de vibraciones así como publicaciones científicas y/o técnicas y en Internet relacionadas con el tema.

Hay dos páginas Web europeas donde podemos encontrar unas bases de datos alimentadas con datos sobre los niveles de emisión de vibraciones de los fabricantes junto con algunas medidas realizadas en campo para un amplio rango de máquinas:

<http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/eng/havhome.lasso>

[http://www.las-bb.de/karla/index\\_.htm](http://www.las-bb.de/karla/index_.htm)

Para utilizar estas bases de datos centralizadas europeas, se debe conocer el fabricante, la marca y el modelo del equipo que se está utilizando. En el caso de no disponer de esta información, como punto de partida se puede utilizar la información conocida de otro equipo de trabajo de características similares, sustituyendo los datos provisionales por los definitivos cuando estén disponibles.

En estas páginas Web se pueden obtener dos tipos de valores, el valor declarado de la vibración o/y medidas de vibraciones realizadas en campo.

Cuando se busque información publicada sobre vibraciones, los factores que hay que tener en cuenta son:

- el tipo de equipo (ej. martillos rompedores)
- la clase del equipo (ej. tamaño o potencia)
- la fuente de alimentación (ej. neumática, hidráulica, eléctrica o de combustión)
- cualquier característica antivibratoria (ej. empuñaduras suspendidas)
- la velocidad de trabajo de la máquina
- el tipo de superficie o material sobre el que se trabaja
- la tarea que se está realizando con el equipo

Cuando se manejen datos publicados sobre vibraciones, constituye una buena práctica intentar comparar datos de dos o mas fuentes.

**Que las condiciones de funcionamiento reales de la máquina sean similares a aquellas para las cuales se han declarado los niveles de emisión**

La observación de los métodos de trabajo se centrará en comprobar que las condiciones reales de utilización del equipo son las mismas que las contempladas por el fabricante en el manual de instrucciones.

Los códigos de ensayo especifican las condiciones de funcionamiento que ha de tener la máquina cuando se miden los valores de emisión de la vibración. Dichas condiciones de funcionamiento contenidas en la mayoría de los códigos de ensayo fueron descritas para ser reproducibles, y en algunos casos, esto ha conducido a condiciones de funcionamiento artificiales. La norma EN ISO 20643:2005 establece que las condiciones de funcionamiento que reflejen situaciones de trabajo reales típicas son preferibles a las condiciones artificiales, y que las condiciones de funcionamiento seleccionadas deberían corresponder a los valores más altos de la vibración que probablemente se dé durante el uso típico y normal de la máquina.

Los valores de emisión obtenidos de la aplicación de los códigos de ensayos publicados antes de la norma EN ISO 20643:2005, pueden no reflejar una buena representatividad del uso típico de la máquina.

En el documento técnico CEN/TR 15350:2006 se dan unas tablas donde se indica como influye un código de ensayo determinado en el valor declarado de la vibración y en que medida se acercan a la magnitud real de la vibración durante la utilización real de la herramienta.

**Que la máquina esté en buenas condiciones y su mantenimiento se realice de acuerdo con las recomendaciones del fabricante**

Hay que tener en cuenta que los valores de emisión de la vibración declarados por el fabricante son medidas realizadas cuando las máquinas son nuevas.

El mantenimiento deficiente o irregular de las máquinas puede desembocar en cambios sustanciales de los valores emisores de la vibración. Los empresarios deben garantizar que el mantenimiento de las máquinas se realice de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, es la única forma de garantizar que los niveles de emisión van a estar probablemente dentro del rango indicado por el fabricante.

**Que las herramientas insertadas o accesorios sean al menos similares a aquellas usadas en la determinación de los valores declarados de emisión.**

Las propiedades de las herramientas insertadas tienen una gran influencia en la emisión de la vibración.

La mayoría de los códigos de ensayo definen las características de las herramientas insertadas. Cuando las herramientas insertadas en el trabajo real no coinciden con las que se definen en los códigos de ensayo, entonces los valores de la vibración en uno y otro caso difieren considerablemente, pudiendo ser más altos o más bajos.

El fabricante de la máquina o suministrador puede tener información adicional sobre los valores de emisión con diferentes herramientas insertadas. Por lo tanto, para controlar la vibración en una situación real es importante elegir una herramienta insertada de buena calidad que se adapte a la máquina.

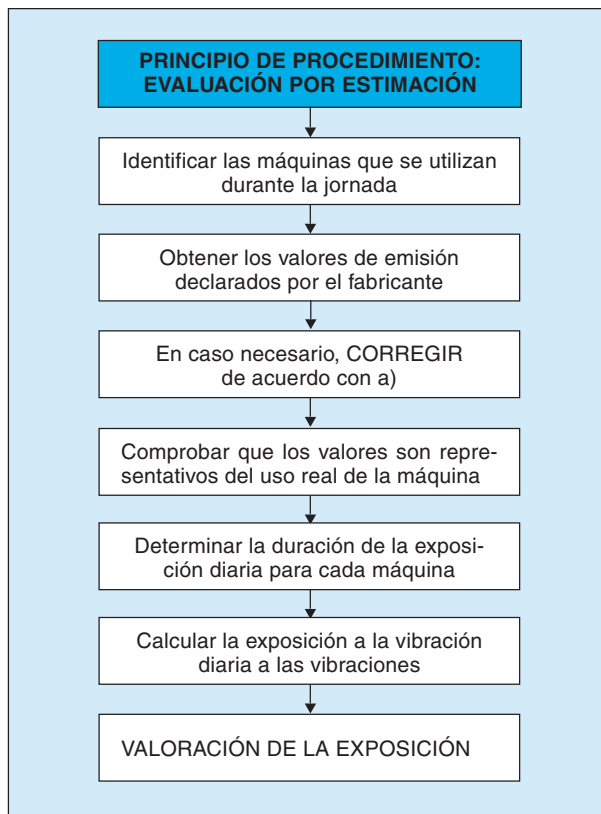


Figura 1. Principio de procedimiento: evaluación por estimación

**2. EVALUACIÓN POR ESTIMACIÓN: METODOLOGÍA**

La estimación de A(8) puede efectuarse en una primera aproximación, tal y como dice el Real Decreto 1311/2005, a partir de la observación de las prácticas de trabajo específicas y de las informaciones relativas a los niveles de emisión de los equipos de trabajo utilizados. A esta “evaluación por estimación”, le seguiría la evaluación por medición en el caso de que no se pudiera concluir o llevarse a cabo.

Para realizar la “evaluación por estimación” se han de dar todos los requisitos marcados en el primer apartado de esta nota técnica.

**Identificar y seleccionar las operaciones pertinentes**

En primer lugar se han de identificar y seleccionar las operaciones que puedan contribuir significativamente a la exposición global a las vibraciones mediante la observación de las prácticas de trabajo.

Se entiende por operación aquella tarea identificable para la que se efectúa una medida representativa de la magnitud de la vibración, para el uso de una herramienta simple motorizada, tipo de pieza de trabajo guiada a mano o para una simple fase de la tarea.

Para realizar un buen perfil de la exposición diaria a las vibraciones se ha de identificar:

- a) Las máquinas y herramientas que se están empleando
- b) Los modos de funcionamiento de la herramienta motorizada
- c) Los cambios en las condiciones de funcionamiento, ej. superficie de trabajo

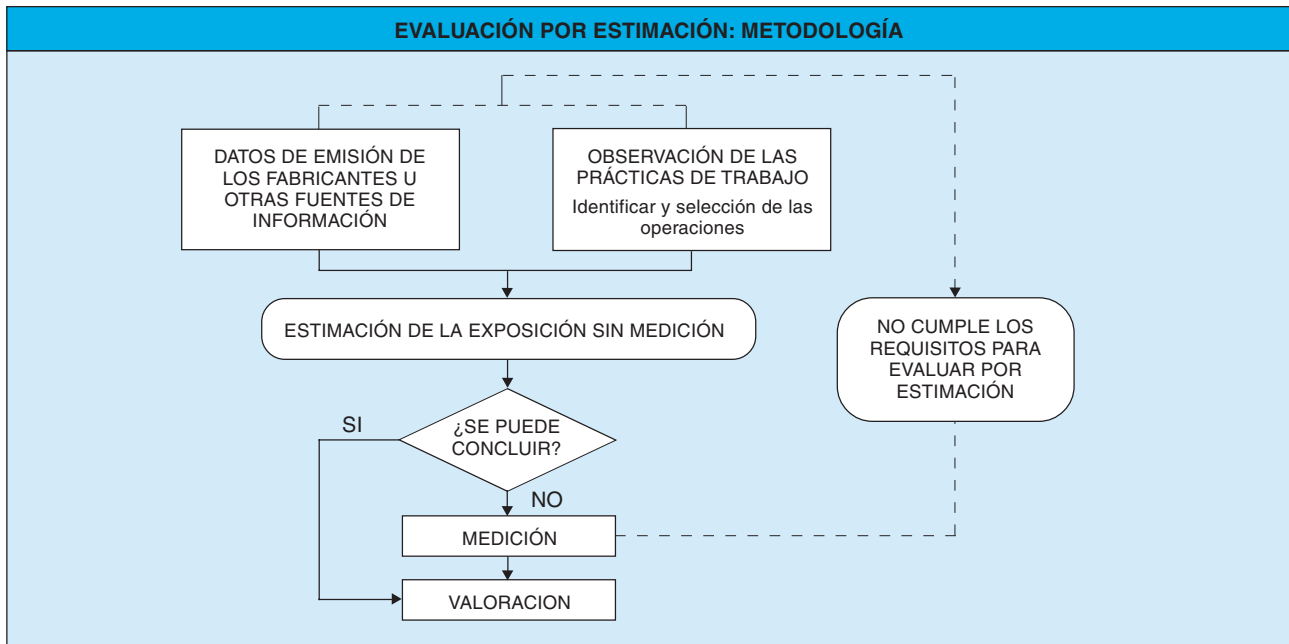


Figura 2. Evaluación por estimación: METODOLOGÍA

- d) Las herramientas insertadas
- e) La información de los trabajadores y supervisores sobre las situaciones en las que pueden producirse los mayores valores de las vibraciones.

#### Conocer el nivel de emisión y el tiempo de exposición para cada operación

Considerando que el trabajador realice una serie de operaciones que pueden repetirse, existen dos magnitudes a evaluar para cada operación  $i$  durante la exposición a las vibraciones:

- el valor total de las vibraciones  $a_{hvi}$ , para cada operación
- el tiempo de exposición de cada operación  $i$ ,  $t_i$

Una vez identificada cada operación, se ha de conocer el nivel de emisión de las vibraciones, empleando la información proporcionada por los fabricantes sobre los valores de emisión de las vibraciones, o empleando resultados ya publicados de medidas previas sobre herramientas motorizadas similares.

En el caso de disponer de manual de instrucciones, para obtener la magnitud probable de la vibración de cada operación, hay que considerar el valor que se incluye en el manual de instrucciones y la incertidumbre de la aceleración, además de aplicar los factores de multiplicación.

#### Calcular del nivel de exposición a las vibraciones $A(8)$

Con el valor de la aceleración procedente del manual de instrucciones o de otras fuentes de información, se calcula el parámetro principal  $A(8)$  para evaluar el riesgo, la exposición diaria normalizada para un periodo de 8 horas.

Este parámetro se calcula a partir de los valores  $a_{hvi}$ , y  $T_i$  de cada una de las operaciones  $i$ , según la siguiente ecuación:

$$A(8) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i}{8}} \quad (1)$$

Donde:

$a_{hvi}$  es el valor total de las vibraciones para la operación  $i$ , que se obtiene a partir de los valores eficaces de la aceleración ponderados en frecuencia en cada uno de los tres ejes ortogonales  $x$ ,  $y$  y  $z$  (manual de instrucciones u otras fuentes de información):

$$a_{hvi} = \sqrt{a_{h,w,x}^2 + a_{h,w,y}^2 + a_{h,w,z}^2} \quad (2)$$

$T_i$  es la duración de cada operación  $i$ ;

Una vez realizados todos los cálculos, se compara con los valores límites establecidos en el Real Decreto 1311/2005 para proceder a la valoración del riesgo por exposición a vibraciones.

#### BIBLIOGRAFÍA

- (1) UNE-EN ISO 5349-1. Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano. Parte 1: Requisitos generales
- (2) UNE-EN ISO 5349-2. Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano. Parte 2: Guía práctica para la medición en el lugar de trabajo.
- (3) EN 12096:1997 Vibración Mecánica- Declaración y verificación de valores de emisión de las vibraciones
- (4) EN ISO 20643: 2005 Vibración mecánica-Máquinas portátiles y guiadas a mano. Principios para la evaluación de la emisión de la vibración.
- (5) CEN/TR 15350:2006 Vibración Mecánica – Guía para la evaluación de la exposición a la vibración mano-brazo utilizando la información disponible, incluida la información proporcionada por el fabricante de maquinaria.