

# Evaluación de riesgos en trabajos con vibraciones mecánicas

**Victoria Hernández Esguevillas**

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías INSHT  
vhernandez@mtin.es

*Aunque se dispone de legislación específica para evaluar los riesgos por exposición a vibraciones, es frecuente que esta evaluación suponga una tarea compleja para el técnico de prevención. En este artículo se explica, a través de preguntas y ejemplos concretos, cuándo y cómo se debe evaluar ese riesgo, así como las medidas preventivas que deben adoptarse.*

## Introducción

Cuando se desea conocer la extensión del potencial riesgo por exposición a vibraciones en España, es preciso acudir a los datos recogidos en la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo. Según la VI Encuesta, el 14% de los trabajadores indica que en su puesto de trabajo están expuestos a vibraciones. Por sector de actividad, el más afectado es el de la Construcción (36,4%), seguido del sector Industria (24,4%) y del Agrario (19,8%).

A la hora de abordar cualquier evaluación, lo primero es considerar si se dispone de un procedimiento para evaluar estos riesgos. Así, de acuerdo con el art. 5 del Reglamento de los Servicios de Prevención, en el caso de que exista normativa específica de aplicación el procedimiento de evaluación de riesgos deberá ajustarse a lo establecido en la misma.

Esto es lo que sucede con vibraciones: se dispone del Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad

de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. Además, se ha publicado recientemente la Guía Técnica elaborada por el INSHT que facilita la aplicación del citado Real Decreto y dispone de varios apéndices en los que se abordan temas tan relevantes como los efectos sobre la salud o la evaluación del riesgo.

Uno de los principales objetivos de la Estrategia Española de Seguridad y Salud en el Trabajo 2007-2012 es lograr un mejor y más eficaz cumplimiento de la normativa, con especial atención a las pequeñas y medianas empresas. Por ello, en este artículo se tratará de contestar de manera sencilla a las preguntas más frecuentes que puede plantearse un técnico de prevención que se enfrente a esta evaluación.

## ¿Qué tipos de vibraciones existen?

Según la parte del cuerpo que se vea afectada, nos encontramos con dos tipos

de vibraciones: la vibración transmitida al sistema mano-brazo (VMB), que ocasiona problemas vasculares, de huesos o de articulaciones (síndrome de vibración mano-brazo) y la vibración transmitida al cuerpo entero (VCE), que puede producir trastornos musculoesqueléticos y otras alteraciones.

### Ejemplo 1

Un trabajador que utilice un martillo neumático estará sometido a VMB mientras que aquél que conduce una excavadora está sometido a VCE.

## ¿Cuándo debemos evaluar este riesgo?

En todos los puestos de trabajo en que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a los riesgos de vibraciones como consecuencia de su trabajo.

Así, cuando se conducen vehículos por superficies en mal estado, si se

producen choques o sacudidas o se conducen vehículos no diseñados para ser usados en carretera, puede existir riesgo por VCE.

En el caso de las VMB, podremos sospechar que existe riesgo cuando se utilizan herramientas manuales percutoras o rotativas.

Lógicamente, la comunicación por parte de los trabajadores de daños en su salud que puedan tener relación con las vibraciones (dolores de espalda, hormigueo o entumecimiento de manos) es motivo suficiente para realizar la evaluación de riesgos.

Sin embargo, no será necesario cuantificar el riesgo en aquellos casos en que, a criterio de una persona que tenga la cualificación apropiada, se decida que o bien no existe exposición a vibraciones, o que el nivel de exposición va a ser claramente inferior al valor que da lugar a una acción.

Salvo en estos casos, se deberá realizar una evaluación que consistirá en la cuantificación del riesgo, como se mostrará en el siguiente apartado.

### Ejemplo 2

Aquellas actividades en las que existe claramente riesgo por exposición a vibraciones se encuentran en el sector de la Construcción, el Metal o el Transporte. Sin embargo, en actividades del sector Comercio es muy poco frecuente encontrarnos con personal expuesto y, si lo está, es por debajo del valor de acción.

### ¿Cómo se cuantifica el riesgo?

Mediante el cálculo de la aceleración continua equivalente ponderada



**Tabla 1** ■ Valores límite de exposición y valores que dan lugar a una acción

	Valor límite A(8)	Valor de acción A(8)
<b>Mano-brazo</b>	5 m/s <sup>2</sup>	2,5 m/s <sup>2</sup>
<b>Cuerpo entero</b>	1,15 m/s <sup>2</sup>	0,5 m/s <sup>2</sup>

normalizada para un periodo de 8 horas, también expresada como A(8).

Una vez determinado el valor de A(8), éste se compara con los valores establecidos en el RD 1311/2005, según se trate de VMB o VCE (Tabla 1).

Tras efectuar esta comparación sólo existen tres situaciones posibles:

a) Por debajo del valor de acción (riesgo aceptable, salvo especialmente sensibles).

b) Entre el valor de acción y el valor límite [en cuyo caso el empresario establecerá un programa de medidas técnicas y organizativas destinado a reducir las vibraciones].

c) Por encima del valor límite (cuando el empresario debe aplicar acciones correctoras para reducir la exposición a niveles inferiores a este valor).

### ¿Cómo se calcula A(8)?

El valor de A(8) se obtiene directamente si disponemos de dos paráme-

## Ejemplo 3

Un jardinero utiliza tres herramientas durante su jornada laboral. En la tabla se muestran los valores medidos de aceleración y el tiempo de exposición de cada una de ellas.

	$a_v$ (m/s <sup>2</sup> )	T (h)
Desbrozadora	7,3	2
Cortaseto	13,0	2,5
Motosierra	4,3	1

Como son varias las fuentes de exposición se calculan los valores parciales de A[8], a través de la expresión básica:  $A(8) = a_v \sqrt{\frac{T}{T_0}}$

$$\left. \begin{aligned}
 A_{\text{desb}}(8) &= 7,3 \sqrt{\frac{2}{8}} = 3,65 \text{ m/s}^2 \\
 A_{\text{cort}}(8) &= 13,0 \sqrt{\frac{2,5}{8}} = 7,26 \text{ m/s}^2 \\
 A_{\text{mota}}(8) &= 4,3 \sqrt{\frac{1}{8}} = 1,52 \text{ m/s}^2
 \end{aligned} \right\} \text{ Para VMB}$$

$$A(8) = \sqrt{A_{\text{desb}}(8)^2 + A_{\text{cort}}(8)^2 + A_{\text{mota}}(8)^2} = 8,26 \text{ m/s}^2$$

En este caso la exposición supera el valor límite (5 m/s<sup>2</sup>). El empresario debe tomar de inmediato medidas para reducir la exposición a niveles inferiores a dicho valor.

tros: la aceleración ponderada en frecuencia y el tiempo de exposición. Éste es el caso más sencillo, cuando exista únicamente una fuente de vibraciones

Sin embargo, lo más habitual es que sean varias las fuentes a las que está expuesto el trabajador. En este caso, se determinan los valores parciales de A[8] que corresponden a cada exposición. El procedimiento de cálculo de estos valores parciales es diferente para VMB y VCE.

Es importante recalcar la precisión con la que tienen que ser obtenidos la aceleración y el tiempo de exposición, ya que de ello depende que la evaluación proporcione confianza sobre su re-

sultado. Sin embargo, no es una tarea sencilla, ya que a la hora de determinar estos parámetros se nos plantean varias dificultades, que se explicarán más adelante.

## ¿Qué debemos tener presente cuando se estima el tiempo de exposición?

Se trata de obtener, con la mayor precisión posible, el tiempo total en el que el trabajador está expuesto a vibraciones en su jornada laboral. Esto se conseguirá a través de la observación de los métodos de trabajo concretos (haciendo uso de los registros en vídeo, cronómetros o muestreos de actividad)

teniendo especial precaución en contar únicamente el tiempo que el trabajador está expuesto a vibración. Esto último, que puede resultar evidente, entraña uno de los mayores problemas a los que se enfrenta el técnico de prevención.

## Ejemplo 4

En el Ejemplo 3, no se contarán como tiempo de exposición los períodos en que el jardinero sujeta las herramientas sin estar funcionando o cuando deja las mismas en el suelo. En general es importante obtener información lo más precisa posible para evitar incluir períodos durante los que los trabajadores no están expuestos a vibraciones, como los tiempos de espera o de carga de combustible.

## ¿Cómo se determina la aceleración ponderada en frecuencia?

Una vez estimado el tiempo de exposición, sólo nos resta determinar el valor de la aceleración para así proceder al cálculo de A[8].

Sin duda, una de las principales novedades contenidas en el RD 1311/2005 es la posibilidad de obtener este valor a través de dos procedimientos diferentes: por estimación o por medición.

Cada uno de estos dos procedimientos presenta ventajas e inconvenientes, por ello debe analizarse bien el puesto de trabajo antes de decantarse por uno de ellos.

La estimación no es otra cosa que utilizar como valor de aceleración el pro-

porcionado por el fabricante y, si éste no está disponible, recurrir a alguna de las bases de datos existentes que clasifican las máquinas por tipo, marca y modelo.

El hecho de que el RD 1311/2005 no obligue al empresario a hacer mediciones indiscutiblemente constituye una ventaja. Sin embargo, en la práctica no siempre puede utilizarse este procedimiento para determinar la aceleración, ya que exige el cumplimiento de una serie de requisitos que es difícil que tengan lugar simultáneamente. Así, además de disponer de los valores de emisión del equipo, las condiciones de funcionamiento reales han de ser similares a aquellas para las que se han obtenido los niveles de emisión. También el equipo debe estar en buenas condiciones (lo que implica la realización de un mantenimiento adecuado) y las herramientas insertadas deben ser similares a las empleadas en la determinación de estos valores de emisión.

Por todo ello, la estimación constituye un método muy recomendable como primera aproximación, pero en muchos casos será imprescindible realizar una medición. Esto ocurre a menudo, ya que los valores proporcionados por el fabricante están, en la gran mayoría de los casos, por debajo de los valores medidos.

Para la medición de la aceleración (como en cualquier otro procedimiento de medida) es preciso diseñar una estrategia de medición.

Como es lógico se necesita disponer de un equipo de medida, el vibrómetro. El componente principal de este equipo es el acelerómetro, que es el elemento capaz de detectar la vibración y transformar su energía en una corriente eléctrica. En la actualidad, la mayoría de los acelerómetros

### Ejemplo 5

Conozcamos cómo se llegó a los valores planteados en el Ejemplo 3. Primeramente se tratará realizar la evaluación por estimación, que siempre constituye la opción más sencilla.

En primer lugar buscamos en la información proporcionada por el fabricante el valor de la aceleración.

	$a_w$ (m/s <sup>2</sup> )
Desbrozadora	3,0
Cortaseto	7,9
Motosierra	2,6

Se efectúa el cálculo de  $A(8)$  según el procedimiento expuesto y resulta:  $A(8)=4,8$  m/s<sup>2</sup>: entre los valores de acción y límite.

Llegados a este punto se plantearon dudas acerca de la fiabilidad de la evaluación (debido a la antigüedad de la herramienta y a que las condiciones de trabajo en el jardín no son muy parecidas a los ensayos realizados por el fabricante).

Por este motivo se procedió a realizar una evaluación por medición de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN-ISO 5349:2.

Así se seleccionaron cuáles eran las operaciones en las que se iba a medir: para cada una de las tres herramientas se hicieron medidas con la herramienta a ralentí y con la misma funcionando.

Las mediciones se llevaron a cabo en un período de trabajo normal, anotando las circunstancias ocasionales que harían que la medida no fuera tan representativa como se busca (por ejemplo que el equipo se quede sin combustible o que el operario tenga que parar inesperadamente).

En este caso se realizaron cinco muestras de cada operación para cada una de las tres herramientas. Se obtuvieron medidas para la mano derecha y la izquierda. El tiempo de muestreo fue de 2 minutos.

De todo este trabajo se obtuvieron los resultados indicados en el Ejemplo 3, claramente superiores a los obtenidos en la evaluación por estimación.

utilizados son piezoeléctricos y son capaces de medir simultáneamente en los tres ejes.

Uno de los aspectos más conflictivos de la medición es sin duda el montaje de los acelerómetros. La fijación inadecuada de los mismos impide que la vibración se transmita en su totalidad hacia el cuerpo

del trabajador, por lo tanto es recomendable utilizar adaptadores sobre los que se montan los acelerómetros.

Existen además otras fuentes de error en la medición, siendo algunas de las más importantes los fallos debidos al cable conector o la saturación del instrumento.



El procedimiento para medir vibraciones es distinto para mano-brazo y cuerpo entero, ya que para cada uno de ellos se siguen los criterios indicados en sus respectivas normas. Además en VMB es preciso medir en las dos manos.

Sin embargo, en ambos casos es necesario definir las operaciones de las que consta la exposición (naturaleza, localización y duración de las mismas) y establecer el número de mediciones y su respectiva duración de acuerdo con la tarea.

## ¿Qué debe incluir un informe de medición?

Tanto si el técnico de prevención decide realizar él mismo las mediciones como si contrata a una empresa especializada es preciso que en el informe se reflejen una serie de puntos.

En primer lugar, ha de verificarse que los equipos de medición empleados deben ser conformes con la normativa vigente. Así, estos equipos han de disponer de los filtros con las curvas de ponderación necesarias para VMB y VCE y medir en los tres ejes (x, y, z). Desde la entrada en vigor de la Directiva sobre vibraciones, la tecnología ha permitido desarrollar equipos que reúnen en la mayoría de los casos estos requisitos.

En segundo lugar, las mediciones deben ser representativas de la exposición, esto se consigue seleccionando las operaciones más interesantes (donde haya mayor nivel de vibraciones, cambios en las condiciones de funcionamiento, etc.) y tomando muestras de duración adecuada.

- El tiempo de exposición ha de estimarse de una forma concisa, sin limitarse a contar como tiempo únicamente el indicado por el trabajador. El técnico de prevención tiene que contar con la ayuda de empresario y trabajadores para hacer una correcta estimación.

Independientemente del procedimiento utilizado (estimación o medición), sería conveniente que cuando se proporcionen los resultados de A(8) se acompañen de la incertidumbre correspondiente.

Y como último aspecto, pero no menos importante, la medición es una

La medición es una tarea muy compleja que ha de realizarse por personal competente y con experiencia

tarea muy compleja que ha de realizarse por personal **competente y con experiencia**. Éste es otro de los puntos novedosos del RD 1311/2005, en el que se indica expresamente que la evaluación y la medición serán realizadas por personal que cuente con la titulación superior de riesgos laborales con la especialidad de higiene industrial.

### ¿Qué medidas preventivas pueden adoptarse?

El paso siguiente a la evaluación de riesgos es la planificación de las medidas adecuadas para eliminar o controlar el riesgo por exposición a vibraciones mecánicas

Como se ha explicado anteriormente, se puede actuar sobre dos parámetros para disminuir el valor de  $A(8)$  la aceleración ponderada y el tiempo de exposición.

Para reducir la aceleración, las medidas más comunes son:

- Establecer un programa de mantenimiento adecuado de los equipos.
- Sustituir los equipos por otros que reduzcan el nivel de vibraciones.
- Utilizar accesorios que atenúen las vibraciones (amortiguación, mangos acolchados, guantes antivibratorios). Esta medida es conflictiva, puesto que en algunos casos estos materiales no sólo no atenúan las vibraciones, sino que las aumentan.

La otra posibilidad es reducir el tiempo de exposición, que es una de las medidas preventivas más efectivas. En la mayoría de los casos basta con mejorar la organización del tra-

### Ejemplo 6

En el caso concreto del ejemplo que venimos considerando, en el puesto de trabajo del jardinero se ha superado con creces el valor límite, así que no podría seguir realizando el trabajo en estas condiciones. Como el empresario debe actuar inmediatamente, la medida más lógica es la reducción del tiempo de exposición.

Veamos lo que ocurre si disminuimos el tiempo que está trabajando con las herramientas donde se midieron las mayores aceleraciones, especialmente el cortaseto.

	$a_w$ (m/s <sup>2</sup> )	T (h)
Desbrozadora	7,3	0,5
Cortaseto	13,0	0,75
Motosierra	4,3	1

Operando como en el Ejemplo 3, resulta un  $A(8)=4,6$  m/s<sup>2</sup>. Aunque sigue resultando necesario poner en marcha medidas para reducir este valor, al menos se encuentra por debajo del valor límite.

Como en este caso los valores de aceleración medidos en las herramientas son bastante elevados, se hace necesario incidir en las medidas que actúan sobre la aceleración.

Así por ejemplo, el valor tan elevado de  $a_w$  en el cortaseto sugiere que tal vez no se ha realizado un mantenimiento correcto ya que es posible que la herramienta presente alguna avería o sea un equipo muy desgastado.

Una buena medida sería la sustitución de este equipo por otro que haya sido diseñado, por ejemplo, con un sistema antivibración.

bajo (introduciendo descansos, programando rotaciones) para conseguir disminuir el nivel de vibraciones a que está expuesto el trabajador afectado.

### ¿Cuándo se revisará la evaluación inicial de riesgos?

La evaluación de riesgos deberá mantenerse actualizada y se revisará de acuerdo con lo indicado por el Reglamento de los Servicios de Prevención.

En el caso concreto que nos ocupa, la evaluación inicial debe repetirse especialmente cuando se hayan detectado daños en la salud que coincidan con los encontrados en trabajadores expuestos a vibraciones (lumbalgias, fenómeno de Raynaud, etc.) o cuando la maquinaria utilizada haya sufrido signos de deterioro debidos al paso del tiempo.

Como en cualquier ámbito preventivo, la introducción en el puesto de trabajo de nuevas máquinas o tecnologías que puedan causar exposición a

vibraciones hará que deba repetirse la evaluación inicial.

Por último será preciso comprobar que las actividades preventivas puestas en marcha para reducir el riesgo por vibraciones se ejecutan correctamente.

## Conclusiones

Aunque se dispone de normativa específica sobre vibraciones, en la práctica las empresas cuentan con dificultades para el cumplimiento real y efectivo de las obligaciones preventivas dispuestas en relación con esta materia.

Se ha constatado que la evaluación de riesgos es un proceso complejo que debe llevarse a cabo por higienistas que posean la suficiente experiencia en este campo.

Por ello resulta imprescindible potenciar la formación así como sensi-

Por ello resulta imprescindible potenciar la formación así como sensibilizar a la sociedad ante los daños derivados de las vibraciones mecánicas

bilizar a la sociedad ante los daños derivados de las vibraciones mecánicas. En este sentido, otra acción de

vital importancia sería promover las inversiones en prevención (fomentando la renovación de maquinaria, por ejemplo).

Es preciso destacar que un número cada vez mayor de entidades relacionadas con la prevención de riesgos laborales, entre ellas el INSHT, están realizando estudios técnicos especializados en vibraciones con el objeto de conocer los factores sobre los que es necesario incidir actualmente.

En conclusión, sería de gran utilidad para el técnico que debe enfrentarse a esta evaluación que se realizasen mediciones en diferentes sectores de actividad y que se publicasen posteriormente sus resultados, para que así pudiera disponer de una referencia antes de comenzar sus propias mediciones. En esta línea, se deberían difundir también las buenas prácticas relacionadas con vibraciones que más éxito han tenido en las empresas. ●

## Bibliografía

- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. BOE núm. 265 de 5 de noviembre.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas. Madrid, 2008.
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE núm. 27 de 31 de enero.
- UNE-EN ISO 5349 - 1:2002. Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN ISO 5349-2:2002. 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.
- UNE-EN ISO 8041:2006. Respuesta humana a las vibraciones. Instrumentos de medida.
- UNE-EN 14253:2004. Vibraciones mecánicas. Medidas y cálculos de la exposición laboral a las vibraciones de cuerpo completo con referencia a la salud. Guía práctica.
- ISO 2631-1:1997. *Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 1: General requirements.*
- European Commission General Direction Employment and Social Affairs (2006). *Guide to good practice on Whole-Body Vibration and Guide to good practice on Hand-Arm Vibration.*
- INSHT. Curso de Técnico Superior de Prevención de Riesgos Laborales - Versión 2.0. Unidad Didáctica 3.8: Vibraciones. Madrid, 2007.