

ACCIÓN ES2017-0044

PREVENCIÓN DE RIESGOS EN TRABAJOS EXPUESTOS A VIBRACIONES EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN



FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.



FUNDACIÓN
LABORAL
DE LA CONSTRUCCIÓN

El presente manual ha sido desarrollado en el marco del Proyecto N°: ES-20170044 “Prevención de riesgos en trabajos expuestos a vibraciones en el sector de la construcción”, con la financiación de la Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales F.S.P. (Convocatoria de asignación de recursos del ejercicio 2017).

La Fundación Laboral de la Construcción agradece su colaboración a todas aquellas personas que de alguna manera han formado parte de este proyecto haciéndolo posible.

Al Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST).

A la empresa Bosch, herramientas eléctricas.



01	Introducción	4
02	Definiciones	7
2.1.	Vibración	8
2.2.	Vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo	9
2.3.	Vibraciones transmitidas al cuerpo entero	9
2.4.	Características de las vibraciones	11
03	Daños provocados por la exposición a vibraciones	19
04	Normativa	31
4.1.	Valores de exposición. Valor que da lugar a una acción y valor límite	33
4.1.1.	Vibración transmitida al sistema mano-brazo	33
4.1.2.	Vibración transmitida al cuerpo entero	33
4.2.	Obligaciones de los fabricantes de equipos de trabajo emisores de vibraciones	38
05	Evaluación del riesgo por exposición a vibraciones	39
5.1.	Fases de la evaluación de riesgos	41
5.2.	Evaluación por medición directa	41
5.3.	Evaluación por estimación	42
5.4.	Cálculo de A(8)	46
06	Oficios expuestos y equipos de trabajo generadores de vibraciones en construcción	52
6.1.	Oficios expuestos a vibraciones mecánicas en construcción	53
6.2.	Equipos de trabajo generadores de vibraciones mecánicas en construcción	54
07	Medidas preventivas frente a vibraciones mecánicas en construcción	58
B	Bibliografía	65

01

INTRODUCCIÓN



Si se analizan los datos de la “VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo”, publicada por el INSST en julio de 2012, el 13,9% de los trabajadores españoles está expuesto a vibraciones en su lugar de trabajo, una cifra prácticamente idéntica a la del año 2007 (14%).

El tipo de exposición más frecuente (8,6%) afecta a la mano y el brazo, y está asociada al empleo de herramientas manuales motorizadas. En menor proporción (2,8%) la exposición afecta a todo el cuerpo. En algunos casos (2,6%) los trabajadores están expuestos a ambos tipos de vibraciones.

Si se realiza un análisis por **sectores de actividad** se puede apreciar que el sector de la construcción es uno de los más afectados:

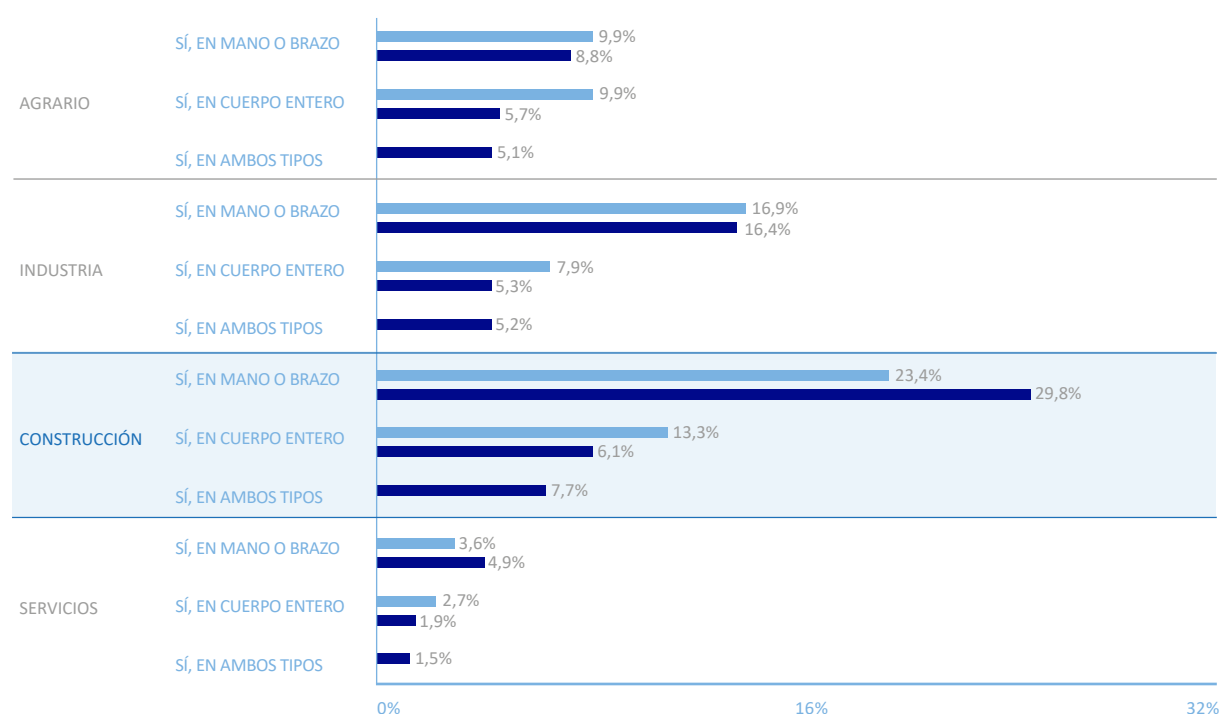
Construcción:

- 29,8% de trabajadores con **vibraciones mano o brazo**.
- 6,1% trabajadores con **vibraciones en cuerpo entero**.
- 7,7% trabajadores con **vibraciones de ambos tipos**.

Los motivos fundamentales por los que elaborar este manual informativo son, por un lado, el escaso desarrollo de información específica de construcción sobre exposición a vibraciones; por otro, la deficiente sensibilización hacia este riesgo y la dificultad de su control.

El efecto perjudicial para la salud de los trabajadores como consecuencia de la exposición a las vibraciones generadas por herramientas, má-

Porcentajes de trabajadores expuestos a vibraciones en diferentes sectores según la VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo





quinas o vehículos se conoce desde hace mucho tiempo pero a menudo se subestima, existiendo una valoración escasa o nula de la exposición a vibraciones como factor de riesgo en construcción. Resulta complicado encontrar documentos de carácter preventivo (estudios de seguridad y salud, planes de seguridad y salud, estudios sectoriales, etc.), en los que exista constancia de la presencia del riesgo por exposición a vibraciones y sus correspondientes medidas preventivas, de protección y de vigilancia de la salud.

En cuanto al conocimiento que los empresarios y trabajadores tienen sobre los riesgos para la salud que conlleva la exposición a vibraciones, cabe indicar que, aunque la mayoría asegura conocerlos, son muy pocos los que toman medidas protectoras frente a la mencionada exposición.

El objetivo principal del proyecto es proporcionar información y sensibilizar sobre:

- Los riesgos relativos a las vibraciones en el sector de la construcción, poniendo de manifiesto que existen un gran número de tareas y maquinaria de construcción en las que existe exposición a vibraciones con los consiguientes daños a la salud que generan.
- La necesidad de cumplir con los requerimientos establecidos en el 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 pueden derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

02

DEFINICIONES



2.1 VIBRACIÓN

Una vibración mecánica se describe como el movimiento oscilante de un cuerpo sólido respecto a una posición de equilibrio o referencia, sin que se produzca desplazamiento “neto” del objeto que vibra.

Al final de la vibración el objeto no cambia de posición, puesto que se mantiene la misma posición de partida en la que se encontraba cuando empezó a vibrar.

La O.I.T. ha definido las vibraciones como todo movimiento transmitido al cuerpo humano por estructuras sólidas (suelo, empuñaduras, asientos, etc.) capaz de producir un efecto nocivo o cualquier tipo de molestia. Este movimiento puede ser regular o aleatorio en dirección, frecuencia y/o intensidad, siendo más habituales las vibraciones aleatorias.

Cuando el objeto que vibra entra en contacto con alguna parte del cuerpo, la energía generada por las vibraciones se transmite al trabajador a través de las zonas de contacto con el mismo. Esta energía es absorbida por el cuerpo y, dependiendo de las características de la vibración, produce diferentes efectos en el organismo que pueden llegar a ser perjudiciales.

Las vibraciones pueden causar sensaciones muy diversas que van desde el simple **malestar o irritabilidad**, hasta **alteraciones graves de la salud**, pasando por la interferencia con la ejecución de ciertas tareas como la lectura, la **pérdida de precisión** al ejecutar movimientos o la **pérdida de rendimiento** debido a la fatiga.

En prevención de riesgos laborales, de acuerdo con lo establecido en el artículo 2 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, interesa sobre todo el modo en que se transmiten al cuerpo humano por lo que se distinguen y toman en consideración dos tipos de vibraciones mecánicas, las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo y las vibraciones transmitidas al cuerpo entero.

Es importante destacar esta distinción entre vibraciones debido a que, desde el punto de vista legal, los valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar al desarrollo de ciertas acciones de obligado cumplimiento son diferentes dependiendo de si se trata de vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo o de vibraciones transmitidas al cuerpo entero.

En punto 4.1 del presente documento se analizarán dichos valores límite.

En relación con la vía de entrada en el organismo, estas se producen por el punto de contacto entre el elemento que vibra y el cuerpo del trabajador.

En este sentido en prevención de riesgos laborales se toman en consideración dos tipos de vibraciones mecánicas, en función de los puntos de contacto más habituales, las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo y las vibraciones transmitidas al cuerpo entero.

2.2 VIBRACIONES TRANSMITIDAS AL SISTEMA MANO-BRAZO

Se transmiten al cuerpo a través de las manos y brazos del trabajador, como consecuencia de la acción de agarre y sujeción del equipo de trabajo que produce la vibración, generalmente herramientas mecánicas portátiles (taladros, martillos neumáticos, radiales, atornilladores, sierras de corte, etc.) o máquinas vibrátiles guiadas con las manos (fratasadoras, piones compactadores manuales, etc.).

Suelen afectar al sistema mano-brazo provocando daños, generalmente, en la zona de contacto con la fuente de vibración. El efecto más frecuente y más estudiado es el Síndrome de Raynaud de origen profesional, o dedo blanco inducido por vibraciones, que tiene su origen en alteraciones vasculares, pero también puede existir una transmisión importante al resto del cuerpo que puede dar lugar a otro tipo de daños.

Las vibraciones mano-brazo están comprendidas dentro del siguiente rango de frecuencias: 8 Hz. - 1.000 Hz.

El RD 1311/2005 define “**Vibración transmitida al sistema mano-brazo: la vibración mecánica que, cuando se transmite al sistema**

humano de mano y brazo, supone riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares.”



Ejemplo transmisión de vibraciones mano-brazo.

2.3 VIBRACIONES TRANSMITIDAS AL CUERPO ENTERO

Las **vibraciones transmitidas al cuerpo entero** son aquellas que el trabajador recibe cuando gran parte de su cuerpo se encuentra apoyado sobre la superficie de un equipo de trabajo que

emite vibraciones. En la mayoría de los casos, la exposición se produce en posición sentada, transmitiéndose la vibración a través del asiento y del respaldo del puesto de conducción de un

equipo de trabajo móvil, carretilla elevadora, dúmper, excavadora, camiones, plataformas vibrantes, etc. Si el trabajador se encuentra de pie sobre un suelo o superficie vibrante, la vibración se transmite a través de los pies.

El RD 1311/2005 define **“Vibración transmitida al cuerpo entero: la vibración mecánica que, cuando se transmite a todo el cuerpo, conlleva riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, lumbalgias y lesiones de la columna vertebral.”**

Las vibraciones transmitidas al cuerpo entero están comprendidas dentro del siguiente rango de frecuencias: 1 Hz. - 80 Hz.



Ejemplo transmisión de vibraciones cuerpo entero.

MANO-BRAZO (8-1000 Hz)



CUERPO COMPLETO (1-80 Hz)



Ejemplos de actividades y tipos de vibraciones en construcción

Tipo de trabajo en construcción	Tipo de vibraciones	Ejemplo de equipos de trabajo utilizados
Uso de máquinas-herramientas	Mano-brazo	Taladros, martillos percutores, radiales, sierras
Movimiento de tierras, excavación	Cuerpo entero	Excavadoras, retroexcavadoras, camiones bañera, motoniveladoras, rodillos, apisonadoras
Cimentación de obra	Cuerpo entero	Pilotadoras, hincas de pilotes, pantalladoras
Trabajo con hormigón	Mano-brazo	Fratadoras, reglas, pulidoras, vibradores, equipos de corte
Estructuras de hierro y acero en obra	Mano-brazo	Radiales, cizallas, dobladoras
Transporte, movimiento de materiales	Cuerpo entero	Camiones, dumper, manipulador telescópico, bombas de hormigón, carretillas elevadoras
Carpintería de madera	Mano-brazo	Lijadoras, sierras, sierras de corte circular, tronadoras

2.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS VIBRACIONES

INTENSIDAD DE LA VIBRACIÓN

La intensidad o magnitud de la vibración se puede medir según tres parámetros distintos; el desplazamiento, que es la distancia que recorre la masa desde el punto de referencia origen del movimiento y se mide en metros; la velocidad con que se produce el movimiento, que se mide en metros por segundo; y la aceleración, que nos indica la rapidez con la que varía la velocidad y se mide en metros por segundo al cuadrado.

Dado que la aceleración es fácil de medir, éste es el parámetro que se utiliza como medida, la intensidad de la vibración se mide con acelerómetros en m/s^2 .

Es importante tener en cuenta que con un mismo equipo de trabajo se pueden realizar diferentes operaciones, de forma tal que la magnitud de las vibraciones generadas por ese equipo varía en función del tipo de actividad que se esté realizando, y por tanto varía el nivel de vibraciones al que el trabajador se expone en cada caso.

Clasificación de equipos de trabajo en relación al nivel de emisión de vibraciones



Por ejemplo, el nivel de vibraciones generadas por un taladro percutor variará considerablemente dependiendo del tipo de operación que con él se esté realizando o el tipo de material sobre el que se intervenga.

Ejemplo de variación del nivel de vibraciones generadas por la misma herramienta en función del tipo de trabajo que se esté realizando

Taladrado con percusión en hormigón	
Valor de vibraciones generadas ah	13 m/s^2
Tolerancia K	$1,5 \text{ m/s}^2$
Taladrar en metal	
Valor de vibraciones generadas ah	$2,5 \text{ m/s}^2$
Tolerancia K	$1,5 \text{ m/s}^2$
Atornillar	
Valor de vibraciones generadas ah	$2,5 \text{ m/s}^2$
Tolerancia K	$1,5 \text{ m/s}^2$

FRECUENCIA

La frecuencia es el número de veces por segundo que se realiza el ciclo completo de oscilación, es decir, el número de veces que vibra por segundo y se mide en ciclos por segundo o Hertzios (Hz).

Desde el punto de vista de la Higiene Industrial tienen especial interés por ser más dañinas para el organismo, las vibraciones cuyas frecuencias están comprendidas entre 1 y 1.500 Hz.

Si se analizan las vibraciones producidas por los equipos de trabajo, generalmente no tienen una frecuencia determinada, sino que son una mezcla de vibraciones de diversas frecuencias.

La frecuencia afecta a la extensión con que se transmiten las vibraciones al cuerpo, tanto a las extremidades como al resto del organismo, a la extensión con que se transmiten a través del cuerpo y al efecto de las vibraciones en el organismo.

Por este motivo, al medir las vibraciones, no se consideran frecuencias individuales, sino que se agrupan en bandas de tercio de octava y se armonizan las mediciones, considerando únicamente las frecuencias centrales comprendidas entre 6,3 y 1.250 Hz en el caso de las vibraciones mano-brazo y entre 0,5 y 80 Hz para las vibraciones de cuerpo entero.

Teniendo en cuenta la frecuencia, las vibraciones se clasifican en:

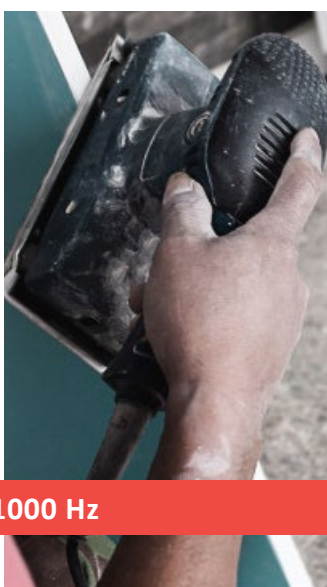
- 1. Vibraciones de muy baja frecuencia,**
de menos de 1 Hz
- 2. Vibraciones de baja frecuencia**
comprendidas entre 1 y 20 Hz
- 3. Vibraciones de alta frecuencia**
con valores superiores a 20 Hz.



MUY BAJA FRECUENCIA <1 Hz



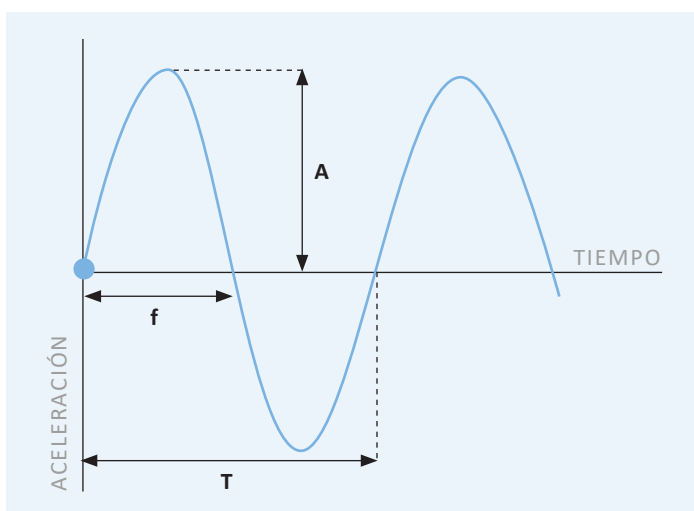
BAJA FRECUENCIA 1-20 Hz



ALTA FRECUENCIA 20-1000 Hz

AMPLITUD

La amplitud es la distancia entre la posición de la partícula que vibra y su posición de reposo.



DIRECCIÓN EN QUE INCIDE EN EL CUERPO

Los efectos de la vibración sobre el cuerpo humano dependen en gran medida de la dirección de incidencia de la misma en el cuerpo.

La incidencia de la vibración se expresa en unos ejes ortogonales de transmisión al cuerpo humano. Por ello, se han fijado unos sistemas de coordenadas ligados al cuerpo humano.

Para vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo:

Existen dos sistemas para establecer los ejes de referencia:

Sistema biodinámico

Eje Z

Dirección del eje longitudinal del tercer hueso metacarpiano. Sentido positivo: hacia la extremidad distal del dedo.

Eje X

Dirección dorso- palma. Sentido positivo: hacia la palma.

Eje Y

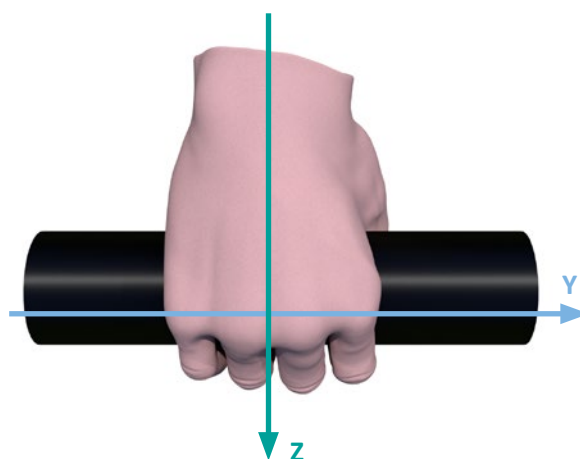
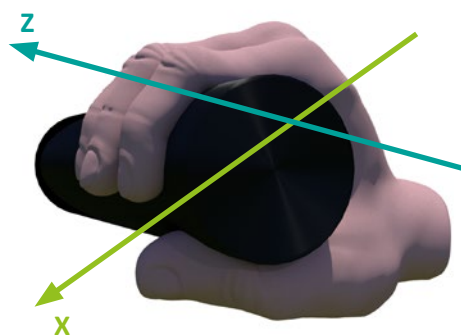
Dirección perpendicular a los otros dos. Sentido positivo: hacia el pulgar

Sistema basicéntrico

Es el sistema utilizado en la práctica puesto que se aproxima más al eje de agarre de las herramientas y máquinas manuales.

Es sustancialmente similar al biodinámico, aunque rotado alrededor del **eje x** de manera que el **eje y** coincide con la línea de los nudillos.

Ejes basicéntricos de la mano



Para vibraciones transmitidas al cuerpo entero

Las vibraciones se pueden producir en tres ejes lineales (longitudinal, lateral y vertical) y tres rotacionales (balanceo, cabeceo y deriva).

Se toman como ejes de referencia:

Eje X

Dirección espalda – pecho (atrás-delante). Sentido positivo: hacia el frente.

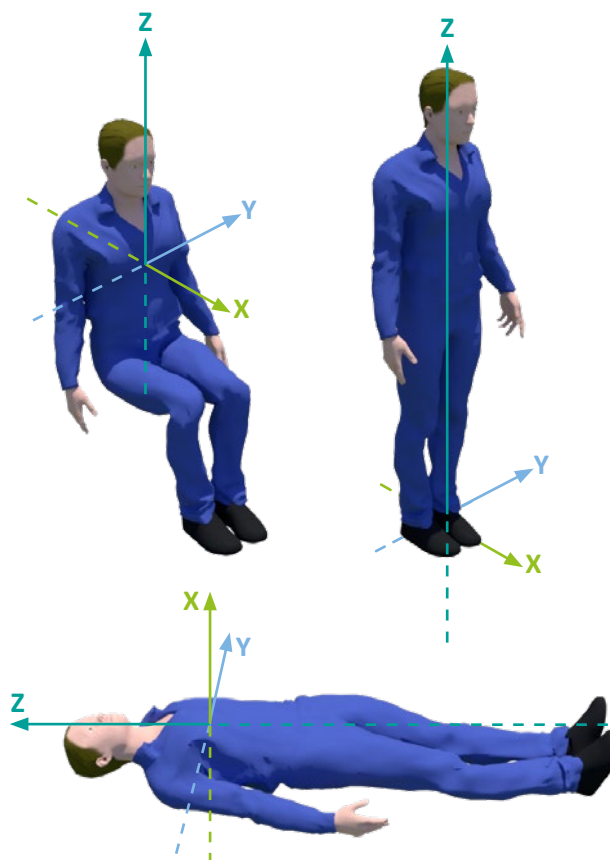
Eje Y

Dirección hombro – hombro (derecha – izquierda). Sentido positivo: hacia hombro izquierdo.

Eje Z

Dirección pies – cabeza (Abajo- arriba). Sentido positivo: hacia la cabeza

Las rotaciones alrededor de los ejes x, y, y, z se designan como r_x (balanceo), r_y (cabeceo) y r_z (deriva), respectivamente.

Ejes basicéntricos del cuerpo entero

TIEMPO DE EXPOSICIÓN

Es el tiempo que se el trabajador está expuesto a la vibración a lo largo de la jornada laboral.

Este es un parámetro fundamental a la hora de medir las vibraciones puesto que es necesario establecer, tanto el tiempo real de uso, como las condiciones en las que se realiza. Por ejemplo, aun utilizando un mismo equipo, la intensidad de las vibraciones puede variar en función de la tarea que se está realizando. La aceleración de la vibración de un taladro varía en función del material sobre el que se está actuando, no es la misma si se taladra hormigón que si se taladra madera. Por este motivo, a la hora de cuantificar el nivel de vibración es necesario tener en cuenta el tiempo dedicado a cada una de las actividades para obtener unos resultados fiables.

Para su determinación, es fundamental observar el proceso de trabajo y utilizar un cronómetro o, en algunos casos, registrar las operaciones realizadas, por ejemplo, en video, para poder determinar dicho tiempo con mayor fiabilidad.

IMPEDANCIA

La impedancia hace referencia a la resistencia mecánica del cuerpo. Es la fuerza que se requiere para que el cuerpo se mueva a cada frecuencia, dependiendo fundamentalmente de la masa corporal del individuo. Se mide en Hertzios.

Normalmente esta impedancia suele generar resonancia cuando alcanza los 5 Hz.

Exposiciones breves

Pueden afectar al sistema nervioso.

Exposiciones prolongadas o de larga duración.

Afectan fundamentalmente a la región lumbar de la columna.

RESONANCIA

La resonancia es un fenómeno que se produce cuando a un cuerpo que vibra se le aplica una fuerza periódica cuyo periodo de vibración coincide con el del cuerpo humano, aumentando la amplitud de la vibración. A la frecuencia en la que ocurre este fenómeno se le denomina frecuencia de resonancia.

Cada parte del cuerpo humano es una estructura física que al recibir energía mecánica vibra a una frecuencia natural de vibración. Las frecuencias de determinadas vibraciones pueden provocar resonancia en determinadas estructuras u órganos, de tal forma que, si la frecuencia de la vibración inducida coincide con la frecuencia natural de vibración del cuerpo se produce el fenómeno de resonancia.

Desde el punto de vista energético, lo que sucede en resonancia es que la fuerza excitadora aumenta o amplifica la intensidad de la vibración, provocando que una pequeña cantidad de energía pueda dar lugar a una gran respuesta de la estructura receptora.

La vibración ocasiona movimientos y desplazamientos relativos en el organismo que pueden variar en función de la frecuencia de la misma.

El cuerpo humano, es capaz, por una parte, de amortiguar las vibraciones; pero en cambio por otra, en unas bandas de frecuencia determinadas, puede vibrar aumentando de forma progresiva la amplitud del movimiento.

En frecuencias de vibración inferiores a 3 Hz, el cuerpo se mueve como una unidad, provocando efectos asociados a cansancio, malestar y enfermedades de movimiento (alteraciones del equilibrio, mareo, náuseas).

A medida que aumenta la frecuencia de la vibración, varias partes del cuerpo tienden a responder de forma diferente.

Las frecuencias comprendidas en el rango de **4 a 12 Hz**, provocan que las caderas, hombros y partes abdominales comiencen a resonar produ-

ciendo una amplificación de la respuesta a la vibración. La dirección de la vibración y la posición de la persona (sentada o de pie), influyen sobre las frecuencias específicas de la resonancia de estas partes del organismo.

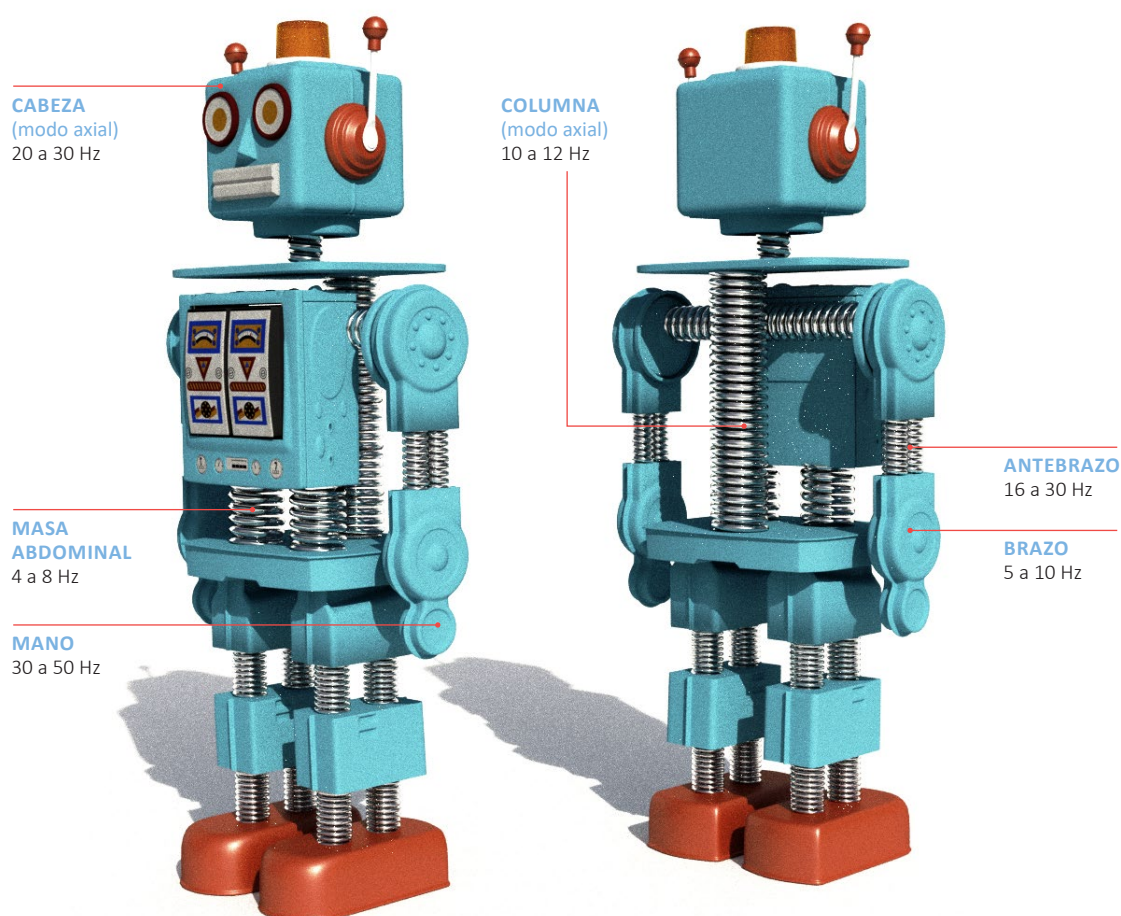
Entre **20 y 30 Hz** resuena el cráneo, produciendo un deterioro de la agudeza visual. Algo similar ocurre entre los **60 y 90 Hz**, cuando son los globos oculares los que muestran una tendencia a resonar con las vibraciones.

La resonancia se produce entre aquellos osciladores que vibran con la misma frecuencia, lo podemos ver con péndulos iguales, y lo podemos oír con diapasones que emiten la misma nota musical

En el siguiente video donde se puede apreciar visualmente el fenómeno de resonancia.

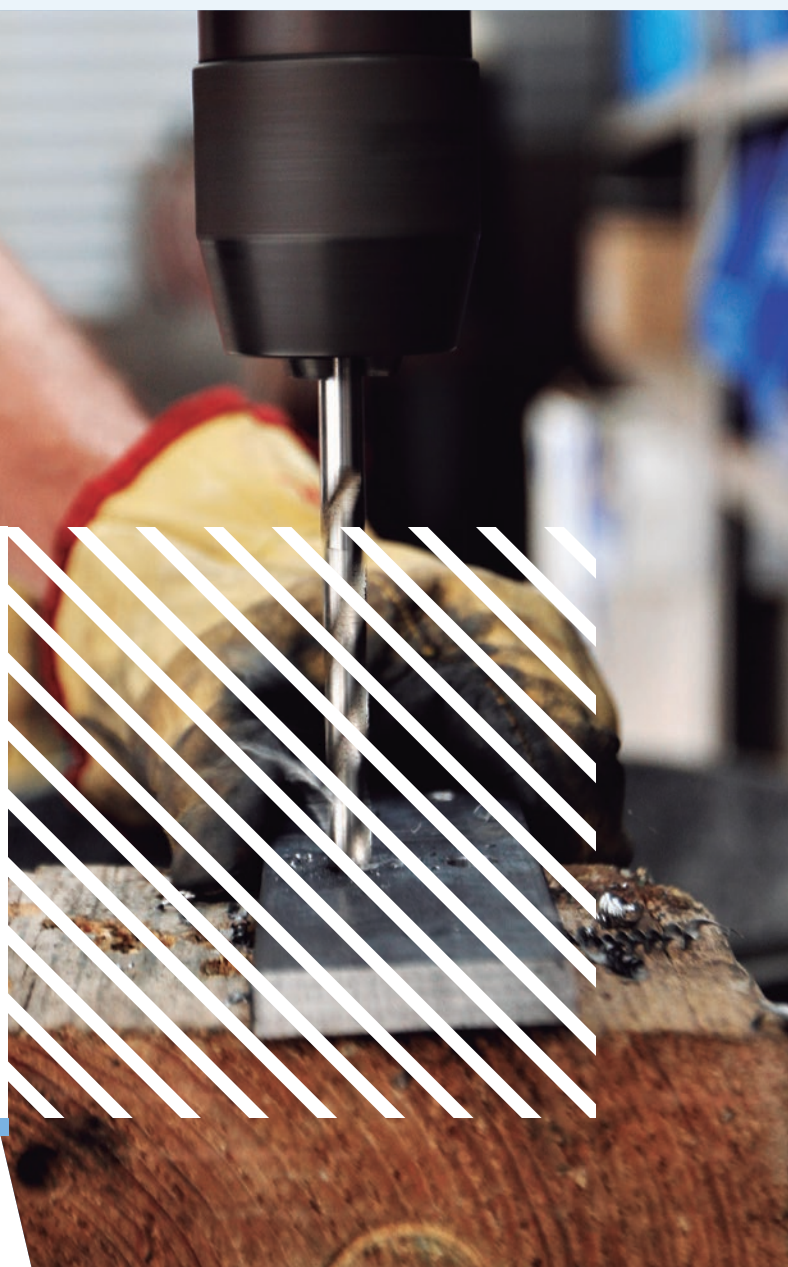


Modelo mecánico del cuerpo humano



03

**DAÑOS
PROVOCADOS
POR LA EXPOSICIÓN
A VIBRACIONES**



Todo trabajador que a lo largo de su jornada laboral se encuentre expuesto a vibraciones mecánicas, bien como consecuencia del uso de máquinas o herramientas, o bien por la conducción de vehículos o maquinaria debe tener en cuenta que dichas vibraciones se transmiten al organismo y producen efectos nocivos para la salud, a veces graves e irreversibles, en función de la intensidad y la frecuencia de las vibraciones y el tiempo de exposición.

En construcción son numerosas las actividades laborales en las que los trabajadores están expuestos a vibraciones mecánicas, tanto transmitidas al sistema mano-brazo como al cuerpo entero. Las principales fuentes de exposición laboral a vibraciones mecánicas son el uso de herramientas

manuales rotatorias, alternativas o percutoras (taladros, martillos percutores, martillos neumáticos, radiales, lijadoras, etc.), así como a la conducción de vehículos de obra, maquinaria de movimiento de tierras, carretillas elevadoras, etc.

Generalmente, las vibraciones no generan daño, bien por la acción de los mecanismos de atenuación que posee el cuerpo humano, o bien porque el nivel de vibraciones no es lo suficientemente alto como para producir trastornos. Sin embargo, en aquellos caso en los que las vibraciones mecánicas superan unos límites, tal y como ocurre en muchas ocasiones en ciertos puestos de trabajo, éstas pueden ser muy peligrosas para la salud de los trabajadores, provocando daños que pueden llegar a ser graves e irreversibles.

Las vibraciones penetran en el organismo a través de las extremidades pudiendo ocasionar efectos indeseables bien en las propias extremidades (vibraciones mano-brazo), bien en el resto del cuerpo (vibraciones de cuerpo entero, transmitidas a través de las extremidades inferiores o por la posición de sentado sobre una superficie que emite vibraciones).



La respuesta humana y los efectos de la exposición a vibraciones mecánicas en el trabajo son diversos y van desde **efectos psicofisiológicos, subjetivos, de comportamiento y en el rendimiento** (malestar, irritabilidad, interferencia en la ejecución de ciertas tareas como la lectura, pérdida de precisión al ejecutar movimientos o pérdida de rendimiento provocada por la fatiga) **a daños graves en la salud de los trabajadores** (enfermedades profesionales como el síndrome de Raynaud o el Síndrome del canal de Guyón).

Tanto el actual Real Decreto 1299/2006, por el que se aprueba el actual cuadro de enfermedades profesionales, como el anterior Real Decreto 1995/1978 reconocen, dentro del grupo de enfermedades profesionales causadas por agentes físicos, aquellas afecciones relacionadas con la exposición laboral a vibraciones mecánicas.

Las enfermedades profesionales que se reconocen en el RD 1299/2006 son las **“Enfermedades osteoarticulares o angioneuróticas provocadas por las vibraciones mecánicas: afectación vascular y afectación osteoarticular producidas por:**

- **Trabajos en los que se produzcan: vibraciones transmitidas a la mano y al brazo por gran número de máquinas o por objetos mantenidos sobre una superficie vibrante (gama de frecuencia de 25 a 250 Hz), como son aquellos en los que se manejan maquinarias que transmitan vibraciones, como martillos neumáticos, punzones, taladros, taladros a percusión, perforadoras, pulidoras, esmeriles, sierras mecánicas, desbrozadoras.**
- **Utilización de remachadoras y pistolas de sellado.**
- **Trabajos que exponen al apoyo del talón de la mano de forma reiterativa, percutiendo sobre un plano fijo y rígido, así como los choques transmitidos a la eminencia hipotenar por una herramienta percutante.”**

Los factores que influyen en los efectos de las vibraciones en los trabajadores se pueden englobar en cuatro grupos:

1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS VIBRACIONES

Intensidad de la vibración

Se conoce que el grado de malestar y/o daño provocado por las vibraciones está relacionado con la intensidad de las mismas. A mayor intensidad, mayor malestar y/o daño y a menor intensidad, menor malestar y/o daño.

Como ya se ha comentado la magnitud de la intensidad que se suele utilizar como medida es la aceleración (en m/s^2).

Frecuencia

Desde el punto de vista de la prevención, tienen interés las vibraciones cuya frecuencia está comprendida entre 1 Hz y 1500 Hz para el sistema mano-brazo y entre 0,1 Hz y 80 Hz para el sistema de cuerpo entero.

Diferentes estudios indican que las vibraciones con frecuencias por debajo de los 50 Hz se transmiten con poca atenuación por el brazo, estando relacionadas con las lesiones de tipo osteoarticular en muñeca y codo. Por el contrario, frecuencias por encima de los 150-200 Hz se relacionan con la afectación de tipo angioneurótico, al disiparse las vibraciones en los tejidos blandos de manos y dedos.

A bajas frecuencias, (1-2 Hz) el mismo movimiento se transmite a lo largo del cuerpo, a frecuencias un poco más altas aparecen resonancias en varias partes de cuerpo y aumenta el malestar y, si las frecuencias son mayores, el cuerpo atenúa las vibraciones y disminuye el malestar. Por ejemplo, las vibraciones monótonas de bajas frecuencias parecen producir cansancio.

Dirección en la que incide en el cuerpo

Se fija en función de unos ejes ortogonales ligados al cuerpo humano (cuerpo entero o sistema mano-brazo).

2 CONDICIONES EN LAS QUE SE REALIZA LA TAREA

- Duración, operaciones continuas o intermitentes.
- La forma de utilizar la máquina o herramienta.
- Área de contacto del cuerpo con el equipo de trabajo vibrante.
- Postura de las manos y del cuerpo durante la realización de la tarea.
- Fuerza requerida, realización de movimientos repetitivos.
- Factores ambientales: temperatura, humedad, etc.

3 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO UTILIZADO

- Tipo de herramienta, máquina o vehículo.
- Condiciones de mantenimiento.
- Tipo de accesorios que se utilicen.

4 CONDICIONES PROPIAS DEL TRABAJADOR

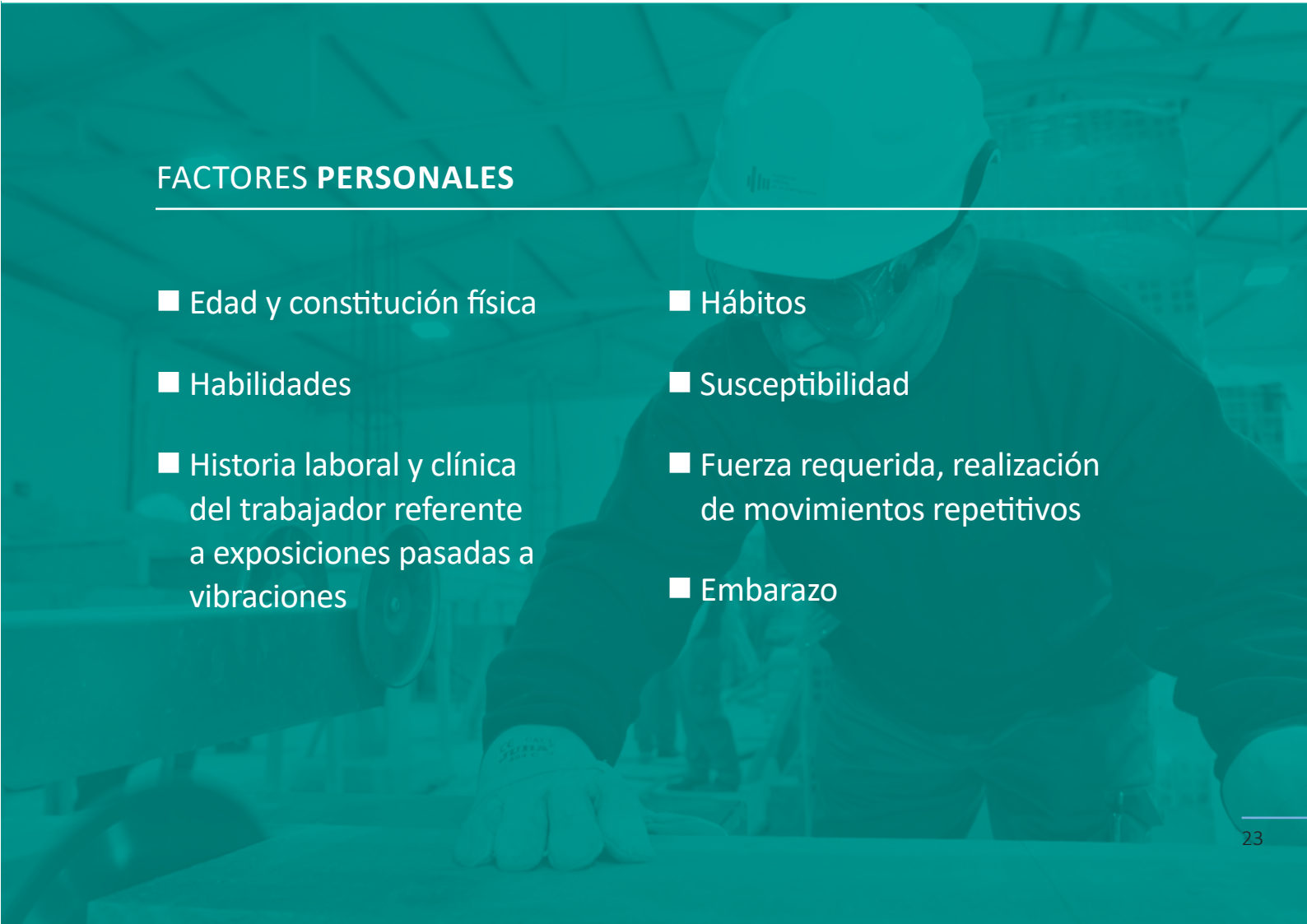
- Edad y constitución física (peso, talla, tono muscular...).
- Habilidades del trabajador.
- Grado de tensión o esfuerzo que el trabajador mantiene en el trabajo.
- Historia laboral y clínica del trabajador referente a exposiciones pasadas a vibraciones.
- Agentes que afectan a la circulación periférica, tales como nicotina, ciertos medicamentos o productos químicos en el ambiente de trabajo.
- Predisposición a patologías relacionadas con el sistema nervioso periférico o con el sistema circulatorio.



FACTORES EXTERNOS

- 
- Vía de entrada en el organismo
 - Intensidad de las vibraciones
 - Tipo de equipo de trabajo
 - Método de trabajo
 - Condiciones de mantenimiento del equipo Tipo de accesorios que se utilicen
 - Factores ambientales: temperatura, humedad, etc.

FACTORES PERSONALES

- 
- Edad y constitución física
 - Habilidades
 - Historia laboral y clínica del trabajador referente a exposiciones pasadas a vibraciones
 - Hábitos
 - Susceptibilidad
 - Fuerza requerida, realización de movimientos repetitivos
 - Embarazo

EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES CUERPO ENTERO

En la actualidad, en España, los efectos derivados de la exposición a vibraciones de cuerpo entero no se consideran como enfermedades profesionales, ni tampoco se establecen las actividades que las provocan. Sin embargo en el Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro se introdujo una **“Lista complementaria de enfermedades cuyo origen profesional se sospecha y cuya inclusión en el cuadro de enfermedades profesionales podría contemplarse en el futuro”** En dicha lista complementaria se encuentran las **“Enfermedades provocadas por vibraciones verticales repetitivas: discopatías de la columna dorsolumbar causadas por vibraciones verticales repetidas de todo el cuerpo”**.

Se conoce que la transmisión de las vibraciones al cuerpo entero como consecuencia, principalmente, de la conducción de vehículos y máquinas favorece la aparición o agrava las patologías de la columna vertebral, especialmente de la zona lumbar. Los síntomas más frecuentes son las contracturas musculares, la rigidez del raquis y los dolores crónicos, consecuencia de la inflamación ligada a los microtraumatismos repetidos de la columna inducidos por las vibraciones.

Las vibraciones de cuerpo entero también pueden dar lugar a trastornos respiratorios, sensoriales, cardiovasculares, efectos en el sistema nervioso, en el sistema circulatorio o en el sistema digestivo.

Los estudios sobre vibraciones y embarazo relacionan esta exposición con un aumento de la incidencia de abortos espontáneos, parto pre-término, complicaciones durante el parto y bajo peso del bebé al nacer.

Las vibraciones de cuerpo entero provocan daños por se pueden diferenciar en dos tipos:

EFFECTOS AGUDOS

Afecciones respiratorias

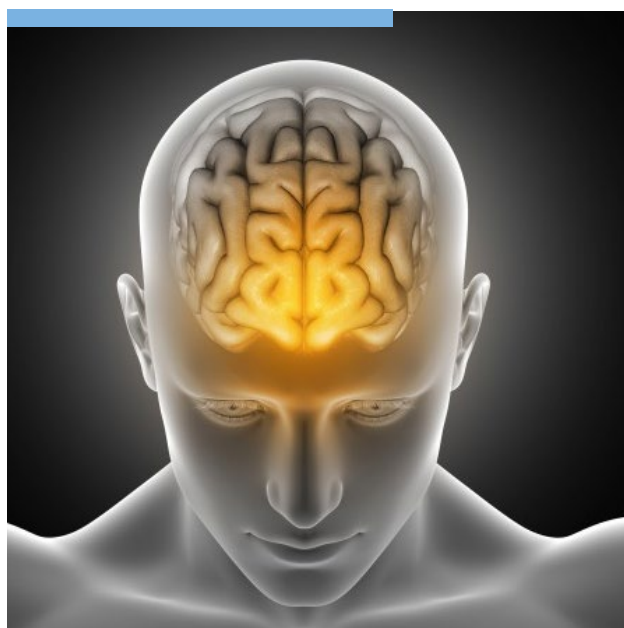
Por ejemplo hiperventilación, consecuencia, probablemente, de la influencia de las vibraciones sobre el diafragma y el pecho.

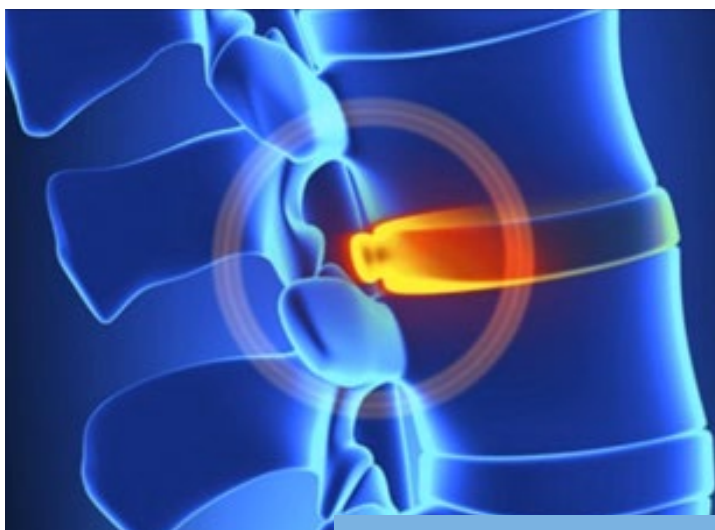
Afecciones musculoesqueléticas

Lumbalgias, dolores en hombros y zona cervical, así como movimientos musculares pasivos e involuntarios originadas por la activación de determinados músculos.

Afecciones sensoriales y del sistema nervioso central

Las vibraciones de gran amplitud y muy baja frecuencia provocan el “mal del transporte”, “mal del movimiento” o “mareo inducido por el movimiento”, caracterizado por náuseas, vómitos, palidez, sudoración fría y alteración del equilibrio.





La exposición a vibraciones de cuerpo completo puede causar hernias discales

EFFECTOS A LARGO PLAZO

Afecciones en el sistema musculoesquelético

Las vibraciones, tanto de bajas como de altas frecuencias, pueden provocar una alta incidencia de cambios degenerativos y desviaciones de la curvatura de la columna vertebral, sobre todo en la parte lumbar. Esta situación incrementa la probabilidad de aparición de discopatías, tales como hernias discales, extrusión discal o degeneraciones discales e incluso artrosis en las articulaciones.

Afecciones en el sistema nervioso central y la esfera psíquica

Se caracterizan por malestar general, cefaleas, irritabilidad, ilusiones ópticas, trastornos del sueño, etc.

Afecciones en el sistema coclear-vestibular

Pueden provocar una mayor incidencia de las perturbaciones vestibulares, como es el caso del vértigo.

Afecciones en el sistema circulatorio

Trastornos vasculares periféricos, tales como venas varicosas en extremidades inferiores, hemorroides y varicocele, alteraciones isquémicas, hipertensión y cambios neurovasculares.

Afecciones en el sistema digestivo

Puede aparecer una mayor incidencia de alteraciones del aparato digestivo: úlceras gástricas y de duodeno, gastritis, o colitis.

Afecciones sobre los órganos reproductores femeninos, la gestación y el aparato genitourinario masculino

En mujeres hay un mayor riesgo de alteraciones: menstruales, amenazas de aborto y otras complicaciones en el embarazo; en hombres se ha detectado una mayor incidencia de prostatitis.

EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES MANO-BRAZO

Los efectos adversos de la exposición a vibraciones mecánicas están relacionados con la energía absorbida en las extremidades superiores. Como ya se ha indicado anteriormente, esta absorción de energía puede variar en función de diferentes factores como son el acoplamiento de la mano y dedos a la fuente de vibraciones, la fuerza de agarre (a mayor presión de agarre mayor es la fuerza transmitida al sistema mano-brazo), la fuerza elástica (postura/posición de la muñeca-codo-hombro). También existen una serie de factores que favorecen la aparición o amplifican los efectos, como son la temperatura, humedad, flujo del aire o condiciones individuales del trabajador, enfermedades, consumo de tabaco o medicamentos, etc.

AFECCIONES VASCULARES

Se producen por la alteración de la circulación periférica. La enfermedad más conocida y estudiada es el llamado fenómeno de Raynaud (enfermedad del dedo blanco o dedo blanco inducido por vibraciones), cuya característica principal es la palidez de los dedos de la mano, aunque este trastorno no se manifiesta de la misma forma en todos los trabajadores. Puede desencadenarse por la exposición combinada a vibraciones y frío o solo vibraciones. Se produce por espasmos vasculares, que originan una oclusión temporal de la circulación sanguínea que llega a los dedos, generando una sensación de palidez en los dedos de la mano afectada, habitualmente el corazón e índice, y en ocasiones al anular y meñique. En los casos más graves pueden producir incluso ulceración y gangrena.



Aspecto que presentan unas manos afectadas por síndrome de Raynaud.

Se produce en dos fases, en la primera, los dedos aparecen fríos y embotados, de color pálido que incluso puede llegar a ser cianótico con pérdida de sensibilidad y destreza en los dedos. En la segunda, que se corresponde con la vasodilatación y retorno de la circulación sanguínea, los síntomas son dolor pulsátil, hormigueo, hinchazón y aumento de la temperatura cutánea.

Excepcionalmente, en casos avanzados con crisis frecuentes y duraderas, pueden aparecer alteraciones tróficas con ulceración en la punta de los dedos.

Sucesión de etapas en la aparición de los síntomas del fenómeno de Rynaud

ETAPA	GRADO	ESTADO DE LOS DEDOS	INTERFERENCIAS SOCIALES Y LABORALES
00		Sin hormigueos, entumecimiento ni palidez de los dedos	No
0T		Hormigueo intermitente	No interfiere con las actividades
0N		Entumecimiento intermitente	No interfiere con las actividades
0TN		Hormigueo y entumecimiento intermitentes	No interfiere con las actividades
01	Medio	Palidez de las puntas de uno o más dedos con o sin hormigueos y entumecimiento	No interfiere con las actividades
02	Moderado	Palidez de los dedos más allá de las puntas, comúnmente limitado al invierno	Leve interferencia en las actividades
03	Severo	Importante palidez de los dedos; frecuentes episodios tanto en verano como en invierno	Importante interferencia tanto en actividades laborales como sociales
04	Muy severo	Importante palidez de la mayor parte de los dedos. Frecuentes episodios tanto en verano como en invierno. Ulceraciones de los dedos	Es necesario el cambio de ocupación para evitar que progrese el efecto de la exposición a vibraciones

AFECCIONES MUSCULARES

Este tipo de lesiones afectan a los tejidos blandos del aparato locomotor, músculos, tendones y nervios provocando debilidad muscular, pérdida de fuerza y disminución de la capacidad de agarre, inflamación, dolores en manos y brazos, rigidez o contracturas, así como dificultad para realizar algún tipo de movimiento. También pueden aparecer trastornos como tendinitis y tenosinovitis en las extremidades superiores.

AFECCIONES NEUROLÓGICAS

El síndrome del canal de Guyón, conocido también como síndrome del martillo hipotenar, es un trastorno neurológico producido por el atrapamiento o compresión del nervio cubital a su paso por el canal de Guyón. Se produce una sensación de hormigueo y entumecimiento en la mano y los dedos. Si se mantiene durante un largo periodo de tiempo se produce la parálisis completa del nervio cubital generando una deformidad característica de “mano en garra” debido a la atrofia y debilidad muscular. En esta fase se ve afectada la capacidad de trabajo e interfiere en las actividades de la vida normal. La exposición a vibraciones mano-brazo es un factor que incrementa el riesgo de aparición del síndrome del túnel carpiano, provocado por la compresión del nervio mediano en su paso por las muñecas.

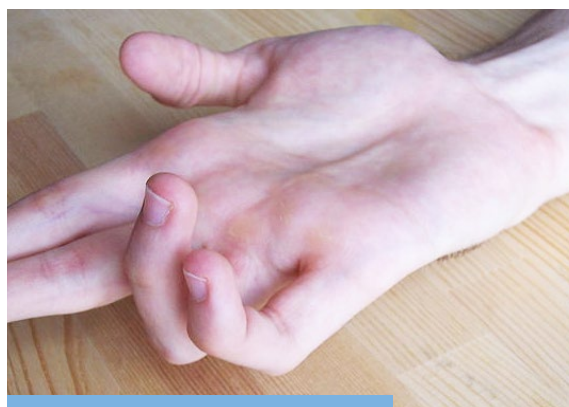
TRASTORNOS OSTEOARTICULARES

En trabajadores que utilizan herramientas de percusión, el 90% de la vibración transmitida a la mano es absorbida a nivel de la articulación del carpo, especialmente sobre los huesos semilunar y escafoides produciéndose un incremento de lesiones en huesos y articulaciones de la muñeca, con una mayor prevalencia de artrosis de muñeca. También se pueden producir trastornos en el codo. Las afecciones más comunes son la enfermedad de K  lher (Osteonecrosis del escafoides) y la enfermedad de Kienb  ck (Necrosis del semilunar) y el síndrome por com-

presión del nervio cubital en el codo. Los daños osteoarticulares son irreversibles, si bien el deterioro de los movimientos de los brazos y de las manos ocurre únicamente en fases avanzadas.



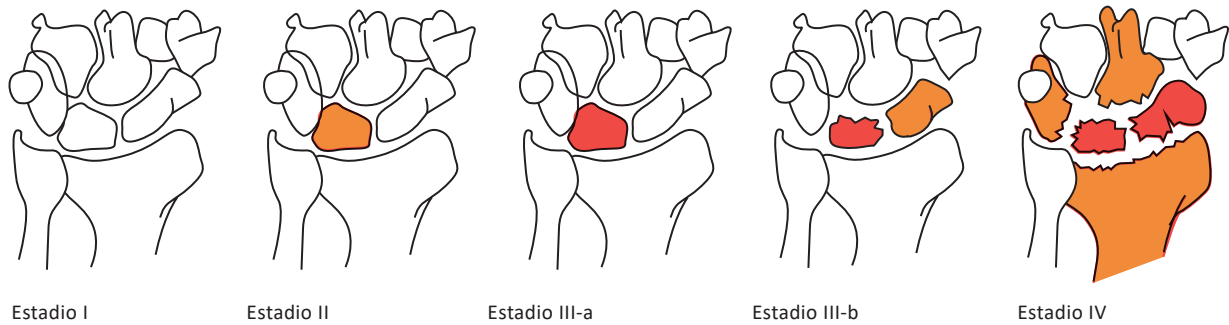
Canal de Guyón.
Fuente DDC-TMC-06.



Mano en garra.

Enfermedad de Kienböck. Estadios propuestos por Lichtman

Fuente DDC-TMC



CUADROS CLÍNICOS DE LA ENFERMEDAD DE KIENBÖCK

VARIANTE 1

- No existen síntomas
- Se trata de un hallazgo radiológico en reconocimientos médicos

VARIANTE 2

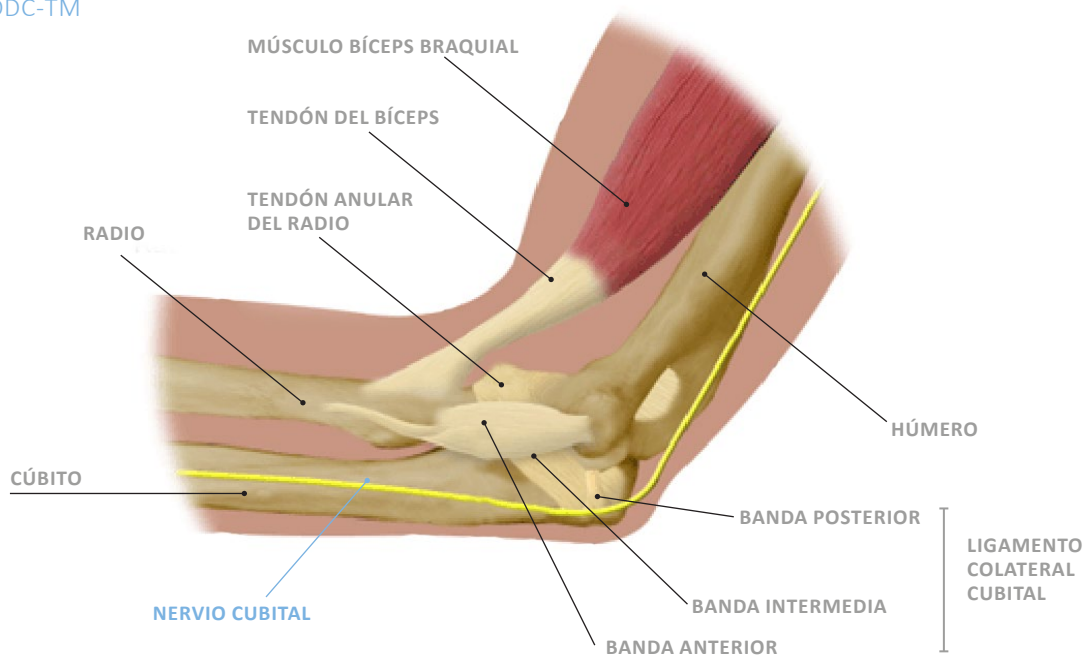
- Existe tan solo dolor articular
- La imagen radiológica no se correlaciona con el cuadro de artralgias

VARIANTE 3

- Existe dolor
- Limitación de la movilidad
- Pérdida de fuerza
- Enrojecimiento de la zona
- Signos radiológicos

Síndrome por compresión del nervio cubital en el codo

Fuente DDC-TM



VIBRACIONES MANO-BRAZO

- Afecciones osteoarticulares:
Osteonecrosis del escafoides
Necrosis del semilunar
- Afecciones neurológicas:
Síndrome del canal de Guyón
- Afecciones vasculares:
Fenómeno de Raynaud
- Alteraciones musculares:
Entumecimiento y dolor
Pérdida de fuerza

VIBRACIONES CUERPO ENTERO

- Afecciones de la columna vertebral:
Discopatias dorsolumbares
Lumbálgias
- Otras alteraciones:
Afecciones en el sistema digestivo
Trastornos vasculares periféricos
Afecciones en el sistema coclear-vestibular

04

NORMATIVA



Como se ha comentado al principio de este documento, el sector de la construcción es uno de los más afectados por la exposición a vibraciones mecánicas debido al uso de herramientas, máquinas y vehículos que pueden llegar a generar un alto nivel de vibraciones.

Sin embargo, es muy frecuente que trabajadores y empresarios, aun siendo conscientes de dicha exposición, no perciban como de riesgo actividades en las que existe exposición a vibraciones, ya sean vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo o vibraciones transmitidas al cuerpo entero.

Precisamente la baja percepción y valoración del riesgo, unidas a la dificultad de su control, hacen que se produzca una deficiente sensibilización y una infravaloración del mismo y que incluso se desconozca que existe una normativa de obligado cumplimiento que regula dicha exposición.

El marco normativo de aplicación vigente en España en relación a la protección de los trabajadores ante los efectos nocivos provocados por la exposición a vibraciones mecánicas en el trabajo se establece en el 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.

El citado real decreto es la transposición a la legislación española de la Directiva 2002/44/CE sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos, entre los que están las vibraciones.

El objeto de Real Decreto 1311/2005 es “**establecer las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores frente a los riesgos para la seguridad y su salud derivados o que**

puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas”, y es aplicable a “las actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a riesgos derivados de vibraciones mecánicas como consecuencia de su trabajo”

En el mismo se establecen las condiciones que se deben tener en cuenta y cumplir a la hora de acometer cualquier tipo de actividad en la que los trabajadores se encuentren expuestos a vibraciones.

El real decreto 1311/2005 consta de **8 artículos, 5 disposiciones y 1 anexo:**

Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación.

Artículo 2. Definiciones.

Artículo 3. Valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción.

Artículo 4. Determinación y evaluación de los riesgos.

Artículo 5. Disposiciones encaminadas a evitar o a reducir la exposición.

Artículo 6. Información y formación de los trabajadores.

Artículo 7. Consulta y participación de los trabajadores.

Artículo 8. Vigilancia de la salud.

Disposición adicional única. Información de las autoridades laborales.

Disposición transitoria única. Normas transitorias.

Disposición derogatoria única. Alcance de la derogación normativa

Disposición final primera. Elaboración y actualización de la guía técnica.

Disposición final segunda. Facultad de desarrollo.

Anexo

1. Vibración transmitida al sistema mano-brazo
2. Vibración transmitida al cuerpo entero

En él se recogen, entre otros aspectos:

- La diferenciación entre vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo y vibraciones transmitidas al cuerpo entero.
- Los valores límite de exposición a vibraciones y los valores que dan lugar a una acción.
- La forma de determinar el parámetro que permite evaluar la exposición.
- Los derechos básicos de los trabajadores en cuanto a formación, información y vigilancia de la salud en relación a los riesgos derivados de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Las obligaciones del empresario.

4.1 VALORES DE EXPOSICIÓN. VALOR QUE DA LUGAR A UNA ACCIÓN Y VALOR LÍMITE

En el Real Decreto 1311/2005 se establecen:

Los valores de exposición a vibraciones mecánicas que dan lugar a una acción; valores que si se superan suponen la necesidad de tomar medidas preventivas. Estos valores se pueden considerar como un valor seguro, por debajo del cual no existen evidencia de que se produzcan efectos adversos.

Los valores límites; valores que no se pueden superar. Se entiende como el valor por encima del cual es probable la aparición de efectos adversos para la salud de los trabajadores expuestos.

La evaluación del riesgo derivado de la exposición a vibraciones mecánicas debe cuantificar el valor del parámetro **A(8)**, el cual representa **el valor de la exposición diaria normalizado para un periodo de referencia de 8 horas**, y comparar el valor obtenido con el valor que da lugar a una acción y con el valor límite que vienen fijados en el propio Real Decreto.

A(8) se calcula teniendo en cuenta dos parámetros, la **aceleración eficaz y el tiempo de exposición**, aunque de forma diferente dependiendo de si las vibraciones afectan a todo el

cuerpo o al sistema mano-brazo. También varía si se cuantifica una sola operación o son varias las operaciones que se van a tener en cuenta para el cálculo.

4.1.1 VIBRACIÓN TRANSMITIDA AL SISTEMA MANO-BRAZO

El valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas A(8) que da lugar a una acción es $2,5\text{m/s}^2$.

El valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas A(8) es 5m/s^2 .

4.1.2 VIBRACIÓN TRANSMITIDA AL CUERPO ENTERO

El valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas A(8) que da lugar a una acción es $0,5\text{m/s}^2$.

El valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas A(8) es $1,15\text{m/s}^2$.

	VALOR DE ACCIÓN	VALOR LÍMITE
MANO-BRAZO (8-1000 HZ) →	$A(8) > 2,5 \text{ m/s}^2$	$A(8) > 5 \text{ m/s}^2$
	VALOR DE ACCIÓN	VALOR LÍMITE
CUERPO ENTERO (1-80 HZ) →	$A(8) > 0,5 \text{ m/s}^2$	$A(8) > 1,15 \text{ m/s}^2$

De la comparación entre $A(8)$ y los valores de exposición pueden derivarse tres situaciones:

- **$A(8)$ es inferior al valor que da lugar a una acción.**

Situación aceptable; no se supera el valor que da lugar a una acción. Excepto en el caso de que haya personal especialmente sensible, personas que padezcan alguna patología que pueda verse agravada por la exposición o trabajadoras embarazadas, no es necesario tomar medidas específicas. Se deberá proporcionar a los trabajadores expuestos y/o a sus representantes una adecuada formación e información relativa al resultado de la evaluación y facilitar y promover la consulta y participación de los mismos en cuestiones relacionadas con la exposición a vibraciones. Revisar la evaluación de riesgos periódicamente o cuando se detecten daños en la salud de los trabajadores. En el artículo 6 del Real Decreto 1311/2005 y en la guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas se recogen los contenidos recomendados de la formación e información que deben recibir los trabajadores.

- **$A(8)$ está comprendido entre el valor de acción y el valor límite**

Situación de riesgo; el valor se encuentra entre el valor que da lugar a una acción y el valor límite. Al igual que en el caso anterior, se deberá proporcionar a los trabajadores expuestos y/o

a sus representantes una adecuada formación, información, facilitar la consulta y participación, revisar la evaluación de riesgos y además, se debe implementar un programa de medidas preventivas, tanto técnicas como de organización, encaminadas a reducir la exposición por debajo del valor que da lugar a una acción y proporcionar a los trabajadores expuestos una vigilancia de la salud específica y apropiada.

- **$A(8)$ es superior al valor límite.**

Situación intolerable; se supera el valor límite. Junto con las medidas de formación, información, consulta, participación y revisión periódica de la evaluación de riesgos contempladas en los casos anteriores, se deberá realizar una vigilancia de la salud específica, apropiada y reforzada, y se deben establecer y ejecutar, de forma inmediata, acciones y medidas preventivas, tanto técnicas como de organización, encaminadas a reducir los riesgos y la exposición de los trabajadores por debajo del valor límite.

En la guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas se advierte:

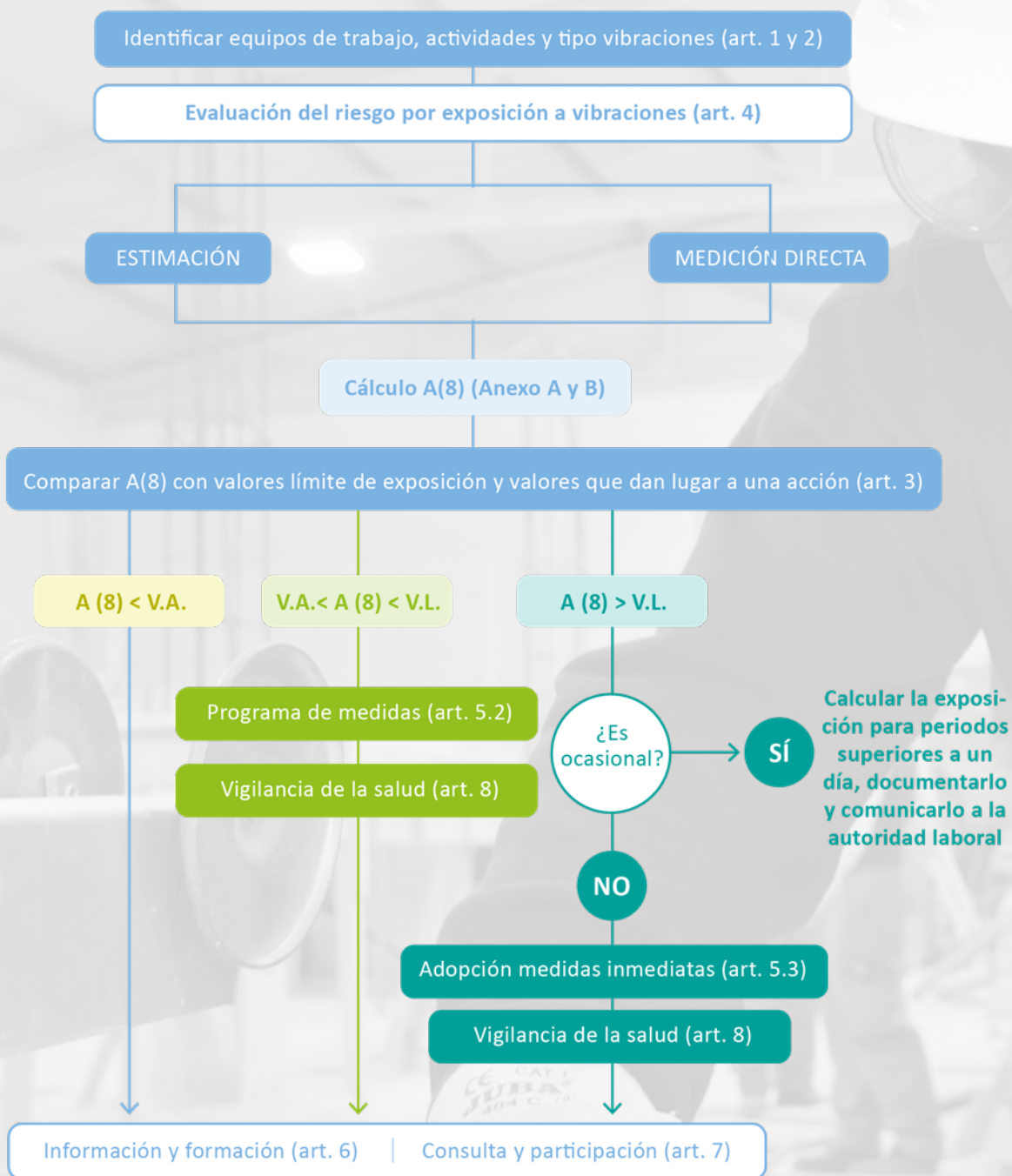
“Los valores límite de exposición no delimitan una situación insegura de una situación segura. Asimismo, los valores que dan lugar a una acción no deben entenderse como valores por debajo de los cuales no existe riesgo derivado de la exposición a vibraciones. Ello dependerá de numerosos factores como la susceptibilidad individual de los trabajadores, trabajar en ambientes fríos o húmedos, etc.”



A(8) MANO-BRAZO	A(8) CUERPO ENTERO	ACCIONES A ADOPTAR
$A(8) \leq 2,5\text{m/s}^2$	$A(8) \leq 0,5\text{m/s}^2$	Acciones razonables para reducir los riesgos de la exposición a vibraciones. Art. 5.1 R.D.1311/2005 Proporcionar información y formación sobre vibraciones. Art. 6 R.D.1311/2005 Facilitar la consulta y participación. Art. 7 R.D.1311/2005
$2,5\text{m/s}^2 < A(8) \leq 5\text{m/s}^2$	$0,5\text{m/s}^2 < A(8) \leq 1,15\text{m/s}^2$	Planificar y ejecutar un programa de medidas preventivas, tanto técnicas como de organización, encaminadas a reducir la exposición a vibraciones y los riesgos derivados. Art. 5.2 R.D.1311/2005 Garantizar la vigilancia de la salud apropiada a los trabajadores expuestos. Art. 8 R.D. 1311/2005 Proporcionar información y formación sobre vibraciones. Art. 6 R.D.1311/2005 Facilitar la consulta y participación. Art. 7 R.D.1311/2005
$A(8) > 5\text{m/s}^2$	$A(8) > 1,15\text{m/s}^2$	Establecer y ejecutar, de forma inmediata, acciones y medidas preventivas, tanto técnicas como de organización, encaminadas a reducir los riesgos y la exposición de los trabajadores por debajo del valor límite. Art. 5.3 R.D. 1311/2005 Garantizar la vigilancia de la salud reforzada a los trabajadores expuestos. Art. 8 R.D. 1311/2005 Proporcionar información y formación sobre vibraciones. Art. 6 R.D.1311/2005 Facilitar la consulta y participación. Art. 7 R.D.1311/2005

A diferencia de actividades como exposición a amianto, manejo manual de cargas o exposición a ruido, en el caso de exposición a vibraciones, no existe un protocolo de vigilancia sanitaria específico. A pesar de que en el Art. 8. 1c. del Real Decreto 1311/2005 se contempla que en función del valor de A(8) en relación a los va-

lores límite o a los valores que dan lugar a una acción, se debe garantizar a los trabajadores una vigilancia de la salud “apropiada” o “reforzada”, actualmente no se ha establecido un protocolo específico para la exposición a vibraciones, utilizándose el protocolo de neuropatías por presión.



4.2 OBLIGACIONES DE LOS FABRICANTES DE EQUIPOS DE TRABAJO EMISORES DE VIBRACIONES

El RD 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, que transpone al derecho español las disposiciones establecidas en la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas, recoge los requisitos esenciales de seguridad y salud que deben cumplir las máquinas que se comercializan o pongan en servicio dentro de la UE.

En el mismo, se recogen las obligaciones que los fabricantes, importadores y suministradores, deben cumplir antes de proceder a la comercialización de una máquina o a su puesta en servicio con el fin de garantizar la seguridad de las mismas y su libre circulación. Entre estas obligaciones están las relacionadas con la emisión de vibraciones, destacando:

Las máquinas deben estar diseñadas y fabricadas para que los riesgos provocados por las vibraciones que producen se reduzcan al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta el progreso técnico y la disponibilidad de medios de reducción de las vibraciones.

El asiento de las máquinas que producen vibraciones debe estar diseñado y fabricado de forma que se reduzca al mínimo razonablemente posible la transmisión de vibraciones al trabajador.

En relación a la información sobre el nivel de emisión de vibraciones, el manual de instrucciones del equipo de trabajo, debe indicar:

Las instrucciones de instalación y montaje dirigidas a reducir las vibraciones.

En el caso de vibraciones mano-brazo, el valor total de las vibraciones a las que esté expuesto el sistema mano-brazo, cuando excedan de los $2,5 \text{ m/s}^2$. Si el valor no so-

brepasa de $2,5 \text{ m/s}^2$, se debe hacer indicación expresa de ello.

Para vibraciones transmitidas al cuerpo entero, el valor cuadrático medio más elevado de la aceleración ponderada. Si este valor es superior a $0,5 \text{ m/s}^2$ se debe hacer indicación expresa de ello.

La incertidumbre de la vibración.

El código de ensayo utilizado para determinar el valor de emisión de vibraciones. Los códigos de ensayo son normas específicas para cada tipo de máquina o grupo de máquinas donde se indica la forma de realizar la medición y las condiciones de funcionamiento de la misma durante la medición.

En resumen, el fabricante debe hacer constar en el manual de instrucciones:

El valor de las vibraciones generadas por la máquina. A_e , aceleración de emisión.

Incertidumbre asociada a la medición. K.

Condiciones de funcionamiento de la máquina durante la medición.

Código de ensayo utilizado.

La declaración por parte del fabricante del nivel de vibraciones emitidas por la máquina tiene tres objetivos principales:

Ayudar a los usuarios a elegir máquinas con emisiones de vibraciones reducidas.

Proporcionar información útil para la evaluación de riesgos que debe realizar el empresario.

En caso de mediciones realizadas utilizando el mismo código de ensayo, poder realizar comparaciones entre el nivel de vibraciones de diferentes máquinas.



05

**EVALUACIÓN
DEL RIESGO POR
EXPOSICIÓN A
VIBRACIONES**

Para detectar la existencia de riesgo y por tanto la necesidad de realizar una evaluación de riesgos se puede hacer un sencillo análisis del puesto de trabajo, en el que se planteen una serie de cuestiones recogidas en las guías europeas de buenas prácticas: “Guide to good practice on Whole-Body Vibration” y “Guide to good practice on hand-arm Vibration”.

PARA VIBRACIONES TRANSMITIDAS AL CUERPO ENTERO.

- ¿Conduce fuera de carreteras?
- ¿Conduce o maneja diariamente maquinaria que vibre durante espacios de tiempo considerables?
- ¿Conduce vehículos no diseñados para ser usados en carretera?
- ¿Conduce por vías poco o mal mantenidas?
- ¿Está expuesto a choques o sacudidas?
- ¿Los fabricantes de la maquinaria que utiliza advierten de riesgo de vibraciones?
- ¿Informan los trabajadores de dolores de espalda?

PARA VIBRACIONES TRANSMITIDAS AL SISTEMA MANO-BRAZO.

- ¿Utiliza herramientas manuales rotativas?
- ¿Utiliza herramientas manuales percutoras o de impacto?
- ¿Advierten los fabricantes o suministradores de sus herramientas de riesgos derivados de las vibraciones?

- ¿Producen sus herramientas hormigueo o entumecimiento de las manos después de utilizarla?
- ¿Alguno de los trabajadores que usan estas herramientas presenta alguno de los síntomas de la exposición a vibraciones?

La simple respuesta afirmativa a cualquiera de estas cuestiones es motivo suficiente para justificar la necesidad de realizar una evaluación de riesgos por exposición a vibraciones y calcular $A(8)$, **valor de la exposición diaria a vibraciones normalizado para un periodo de ocho horas.**

Una vez cuantificado el valor de $A(8)$, el resultado debe compararse, como se ha apuntado en el punto 4.1, con el valor que da lugar a una acción y con el valor límite. De esta comparación se podrán concluir las acciones que se han de llevar a cabo, también apuntadas en el punto 4.1.

En el artículo 4 “**Determinación y evaluación de riesgos**”, del Real Decreto 1311/2005 se establece la forma de evaluar el nivel de exposición a las vibraciones mecánicas y se permite el uso de dos métodos diferentes, que pueden ser alternativos o complementarios.

EVALUACIÓN POR MEDICIÓN DIRECTA

Para medir el valor de A_v , la aceleración eficaz, se utilizan aparatos específicos de medida y una metodología adecuada. Se mide “in situ” el valor de la aceleración eficaz que genera un equipo de trabajo, en un periodo determinado, durante la realización de un trabajo específico. Con los valores obtenidos se realiza el cálculo de $A(8)$.

EVALUACIÓN POR ESTIMACIÓN

No es necesario realizar una medición directa para obtener el valor de A_v . A través de las observaciones de los métodos de trabajo concretos, junto con la información proporcionada por el fabricante en el manual de instrucciones, valores de emisión declarados, o valores de exposición recogidos en bases de datos fiables, se realiza una estimación de la aceleración eficaz, que será la que se utilice para calcular $A(8)$.

5.1 FASES DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

Las fases necesarias para realizar una evaluación de riesgos son las siguientes:

- Identificar los equipos de trabajo generadores de vibraciones.
- Identificar las operaciones en las que los trabajadores están expuestos a vibraciones mecánicas.
- Diferenciar el tipo de vibraciones de que se trata, mano brazo o cuerpo entero.
- Determinar el valor de la aceleración eficaz de las vibraciones generadas por el equipo de trabajo en cada operación. El valor de la aceleración eficaz puede obtenerse por medición directa o por estimación.
- Definir el tiempo de exposición a vibraciones, limitándolo al tiempo real de uso del equipo de trabajo en cada operación que se vaya a evaluar.
- Calcular, teniendo en cuenta, la aceleración eficaz (A_v) y el tiempo de exposición (T_e), el nivel de exposición a vibraciones, $A(8)$, valor de la exposición diaria a vibraciones normalizado para un periodo de ocho horas. Este cálculo se realiza utilizando fórmulas/programas calculadora o los PE, puntos de exposición, (método que indica la exposición a vibraciones como una función del valor total equivalente de las vibraciones y la duración de la exposición asociada).
- Comparar los valores obtenidos con los valores de exposición que dan lugar a una acción y los valores límite. En función de los resultados de la comparación se establecerán las medidas a adoptar.

5.2 EVALUACIÓN POR MEDICIÓN DIRECTA

En este documento se presenta un pequeño resumen del método de medición directa para obtener A_v , sin profundizar en el procedimiento de ejecución, puesto que se trata de un proceso complejo que debe ser realizado por técnicos competentes y expertos en la materia. La medición de vibraciones se realiza con instrumentación especial que requiere de un manejo adecuado, siguiendo unos protocolos de actuación recogidos en normas UNE.

El procedimiento de medición directa puede verse afectado por factores diversos, tales como la inadecuada colocación de los equipos de medida, que interfieren negativamente en los resultados de la medición, provocando distorsiones que dan lugar a errores que afectan a la validez de los resultados obtenidos.

Para poder realizar una medición directa es necesario:

- Disponer de instrumentos de medida acorde con la normativa vigente (UNE EN ISO 8041).



Equipos de medida

- Seguir lo dispuesto en las normas UNE EN ISO 5349, UNE EN ISO 26311 y UNE EN 14253, que nos indican estrategias de muestreo, tiempos de medida, colocación de acelerómetros, etc.
- Llevar a cabo una observación del método de trabajo para poder establecer una estrategia de muestreo en función de las diferentes tareas y/o distintos niveles de vibración a que está sometido el trabajador. En dicha estrategia debe tenerse en cuenta que deben hacerse varias mediciones para cada una de dichas situaciones.
- Colocar los acelerómetros en la posición adecuada y con la orientación correcta.

La medida de la vibración transmitida al cuerpo se lleva a cabo mediante vibrómetros cuyo diseño tiene en cuenta el punto de contacto entre el elemento vibrante y el cuerpo (empuñadura, asiento o piso).

En función de las vibraciones que se pretenden medir se utilizará tipo de acelerómetro u otro. En el caso de vibraciones mano-brazo el pequeño acelerómetro se coloca en contacto con la empuñadura del equipo de trabajo a evaluar y en vibraciones cuerpo entero, el trabajador se apoyará sobre un disco semirígido.

5.3 EVALUACIÓN POR ESTIMACIÓN

A diferencia de la evaluación por medición directa, el valor de A_v , la aceleración eficaz, se obtiene a través de datos medidos con anterioridad, pudiendo ser valores de emisión declarados por el fabricante en el manual de instrucciones del equipo de trabajo o valores de exposición recogidos en bases de datos de vibraciones mecánicas. Estos datos son utilizados en el cálculo de $A(8)$ como si se tratase de los valores de aceleración eficaz medidos para el equipo de trabajo y la operación a evaluar.

EVALUACIÓN POR ESTIMACIÓN A PARTIR DE VALORES DECLARADOS POR EL FABRICANTE

Los datos de emisión de aceleración proceden de mediciones realizadas por el fabricante en laboratorio o en condiciones de trabajo controladas y con equipos de trabajo nuevos.

Para poder realizar una evaluación utilizando este tipo de valores deben darse todas y cada una de estas condiciones:

- Disponer de los valores declarados de emisión. El manual de instrucciones debe indicar:
 - Valor o valores de las vibraciones emitidas por el equipo de trabajo.
 - Incertidumbres asociadas.
 - Condiciones de funcionamiento del equipo de trabajo durante la medición.
 - Códigos de ensayo empleado en la medición.
- Las condiciones de funcionamiento reales del equipo son similares a aquéllas en las el fabricante ha obtenido los niveles de emisión declarados.

- El equipo está en buenas condiciones de uso y mantenimiento de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- Las herramientas insertadas y los accesorios utilizados son similares a los empleados para la determinación de los valores declarados de la aceleración.

A la hora de calcular el valor de aceleración declarado por el fabricante (a_d), es necesario tener en cuenta que en los manuales de instrucciones suelen aparecer por separado el valor de la aceleración de emisión (a_e) y la incertidumbre de la medida (K), y que a_d se obtiene de la suma de la aceleración de emisión, (a_e) y el valor de incertidumbre (K).

$$a_d = a_e + K$$

El valor declarado (a_d) es el que se utiliza para estimar el valor de aceleración eficaz de la vibración (a_v).

En este ejemplo

$$a_e + K = a_d \quad 5 + 1.5 = 6.5 \quad a_d = 6.5 = a_v$$

Por tanto, 6.5 es el valor que se debe utilizar para el cálculo de $A(8)$ o de los puntos de exposición.

En la mayoría de los casos se a_d corresponde con a_v , pero existen una excepción que se debe tener en cuenta.

Cuando los equipos de trabajo son anteriores al año 2005, los valores declarados por los fabricantes, normalmente, se basan en mediciones realizadas en un solo eje de vibración y tienden a ser inferiores a los reales, debido a la aplicación de los códigos de ensayo utilizados en aquel momento. En estos casos es necesario aplicar factores de corrección a la hora de realizar el cálculo de a_d .

Tal como se recoge en la **NTP 1068. Vibraciones: alternativas para evaluar el riesgo**

4.2 Información sobre la emisión de ruidos y valores de vibración según EN 60745

Los valores de vibración y de presión acústica indicados en estas instrucciones han sido medidos conforme a los procedimientos de medición homologados y pueden utilizarse para la comparación de diferentes herramientas eléctricas. También resultan útiles para realizar un análisis de los riesgos de exposición. Los datos indicados son específicos para las aplicaciones principales de la herramienta eléctrica. Los datos pueden, no obstante, registrar variaciones si la herramienta eléctrica se emplea para otras aplicaciones o con útiles de inserción distintos, o si se ha efectuado un mantenimiento insuficiente de la herramienta. En estos casos, los riesgos de exposición podrían aumentar considerablemente durante toda la sesión de trabajo. A fin de obtener un análisis preciso de los riesgos de exposición, también deben tenerse en cuenta los períodos en los que la herramienta está desconectada o está en marcha, pero no realmente en uso. De este modo, los riesgos de exposición podrían reducirse considerablemente durante toda la sesión de trabajo. Adopte medidas de seguridad adicionales para proteger al usuario del efecto del ruido y de las vibraciones, como por ejemplo: mantenimiento de la herramienta eléctrica y los útiles de inserción, mantener las manos calientes, organización de los procesos de trabajo, etc.

Valores de emisión de ruidos

Nivel de potencia acústica (L_{WA})	96 dB(A)
Incertidumbre del nivel de potencia acústica (K_{WA})	3 dB(A)
Nivel de presión acústica de emisiones (L_{pA})	85 dB(A)
Incertidumbre del nivel de intensidad acústica (K_{pA})	3 dB(A)

Información sobre la emisión de ruidos y valores de vibración

Cincelar ($a_{h, Chaq}$)	5 m/s ²
Incertidumbre (K)	1,5 m/s ²

Ejemplo de declaración del nivel de emisión de vibraciones en el manual de instrucciones.

de vibraciones. Estimación, en el caso de las vibraciones mano brazo (VMB), estos valores declarados por el fabricante, A_d , deberían ser corregidos según el informe técnico UNE-CEN/ TR 15350:2013 IN. Directrices para la evaluación de la exposición a vibraciones transmitidas por la mano usando la información disponible incluyendo la información proporcionada por los fabricantes de maquinaria.

Dicho documento, a fin de corregir la citada desviación, establece unos factores de corrección según la norma (o código de ensayo) que aparezca en el manual y según la tarea y máquina a evaluar, y que de manera resumida son:

- En máquinas eléctricas, neumáticas e hidráulicas el valor declarado por el fabricante se debe multiplicar por 1, 1,5 o 2 (según norma utilizada y tarea a evaluar: tablas E.1, F.1 y H.1 del UNE –CEN/TR 15350 IN).
- En máquinas con motor de combustión (tabla G.3), generalmente el valor declarado por el fabricante no se debe multiplicar por ningún factor de corrección, si bien hay alguna excepción.
- Si las máquinas a evaluar no están incluidas en las tablas anteriormente mencionadas, se debe aplicar un factor de corrección de al menos 1.5 (ya sean eléctricas, neumáticas, de combustión o hidráulicas).

Además el documento también indica que:

- Cuando el valor de emisión de vibraciones de una máquina sea inferior a 2.5 m/s^2 , no es necesario que el fabricante declare en el manual el valor concreto obtenido, pero sí debe indicar que el nivel de vibración de su máquina no excede de 2.5 m/s^2 . En este caso, si el técnico quiere evaluar el riesgo de exposición a vibraciones mediante la estimación de la magnitud, a partir de los datos facilitados por el fabricante en el manual de instrucciones, se debe utilizar el valor de $2,5 \text{ m/s}^2$, y aplicar los factores de corrección indicados en las correspondientes tablas según máquina/tarea.
- Si los valores de vibración declarados por el fabricante son inferiores a 2.5 m/s^2 y se hace referencia a normas de emisión publicadas anteriormente a la Norma UNE EN ISO 20643, para evaluar por estimación se recomienda usar el valor de 2.5 m/s^2 y aplicar los factores de corrección correspondiente según máquina, norma y tarea.

En dicha NTP también se puede consultar un ejemplo del cálculo de la aceleración eficaz en un caso de este tipo.

Si el fabricante no proporciona el factor de incertidumbre, K , también es necesario calcularlo. Para ello se multiplica la aceleración de emisión por un factor que va a depender del tipo de vibración y del valor de la aceleración. En la siguiente tabla, correspondiente a la Norma UNE-EN 12096, se recogen los valores de corrección.

■ **Tabla D.1** ■ Incertidumbre, K , para diferentes valores medios, a

Valor medio, a		Incertidumbre, K
Vibraciones mano brazo	Vibraciones de cuerpo completo	
$2,5 \text{ m/s}^2 < a \leq 5 \text{ m/s}^2$	$0,5 \text{ m/s}^2 < a \leq 1 \text{ m/s}^2$	$0,5 a$
$a > 5 \text{ m/s}^2$	$a > 1 \text{ m/s}^2$	$0,4 a$

Cálculo de la incertidumbre asociada, K , según la norma UNE-EN 12096.

En la **NTP 1068. Vibraciones: alternativas para evaluar el riesgo de vibraciones. Estimación** también se puede encontrar un ejemplo de cálculo de un caso de este tipo.

En aquellos casos en los que existan valores diferentes para cada mano, para el cálculo del valor de la aceleración eficaz, se utiliza el valor más elevado.

Si se utiliza la información que figura en el manual de instrucciones de un equipo de trabajo, es necesario tener en cuenta no solo el valor de la vibración sino también la incertidumbre asociada y posibles factores de corrección.

- Comprobar el grado de similitud de la tarea o tareas a evaluar con las recogidas en la base de datos y valorar la posibilidad de aplicación de este método.
- Determinar con la mayor exactitud posible el tiempo real de exposición a las vibraciones.
- Con esta información acceder a la base de datos, y si figura en ella un equipo de trabajo, modo de funcionamiento y tareas realizadas similares a nuestro caso, anotar el valor de la aceleración indicada, que será la que se utilice para realizar el cálculo de $A(8)$.

El INSST dispone de una base de datos de vibraciones con valores de exposición que pueden ser utilizados facilitando una orientación y en algunos casos la evaluación del riesgo por vibraciones mecánicas.

<http://vibraciones.inssbt.es/>

EVALUACIÓN POR ESTIMACIÓN A PARTIR DE VALORES DE EXPOSICIÓN OBTENIDOS DE BASES DE DATOS

Los datos proceden de mediciones de campo, realizadas en condiciones reales de trabajo, generalmente con equipos que no son nuevos.

Para poder realizar una evaluación utilizando este tipo de valores, deben tenerse en cuenta las siguientes condiciones:

- Identificar con la mayor precisión posible el equipo de trabajo utilizado (marca, modelo, potencia, útiles, etc.).
- Realizar un buen análisis del puesto de trabajo, identificando las tareas realizadas y el tiempo de exposición exacto dedicado a cada una de ellas.
- Conocer las condiciones de trabajo y modos de funcionamiento de los equipos de trabajo.



5.4 CÁLCULO DE A(8)

Como ya se ha comentado con anterioridad para calcular A(8) se necesita conocer el valor de la aceleración eficaz y el tiempo de exposición.

Una vez obtenidos los valores de las vibraciones, aceleración eficaz A_v , bien por medición directa o por estimación, y establecido el tiempo de exposición, es necesario calcular el valor de la exposición diaria normalizado para un periodo de referencia de 8 horas (A(8)), que se utilizará para compararlo con los valores de exposición que dan lugar a una acción y los valores límite de exposición.

El cálculo de A(8) se puede realizar mediante dos métodos:

1. Utilizar las fórmulas matemáticas recogidas en la Guía Técnica que desarrolla el Real Decreto 1311/2005 elaborada por el INSHT o programas calculadora.

Es la forma tradicional de calcular A(8), utilizando las diferentes fórmulas, que varían en función de si se trata de vibraciones mano-brazo o cuerpo entero y de si se contemplan una o más fuentes de vibración.

Actualmente, existen programas calculadora que integran las diferentes fórmulas y que permiten calcular directamente A(8) introduciendo los datos de aceleración eficaz y tiempo de exposición, tanto para una única tarea como para varias.

Estos programas, además de calcular el valor de A(8), realizan directamente la comparación con los valores de exposición que dan lugar a una acción (VLA) y los valores límite de exposición, (VL), indicando si el valor de A(8) calculado está por debajo del valor que

da lugar a una acción, entre éste y el valor límite o supera el valor límite permitido.

También indican cual es el tiempo de uso hasta alcanzar el VLA, así como el tiempo de uso hasta alcanzar el VL.

En este proyecto se han desarrollado sendas calculadoras, para vibraciones mano-brazo y cuerpo entero, que permiten el cálculo del nivel de exposición, tanto de A(8) como de los puntos de exposición, método que se explicará a continuación.

Dichas **calculadoras** se pueden descargar en el siguiente enlace:

<http://www.lineaprevencion.com/documentacion/proyectos?pc=&categoria=&anyo=&page=5>

2. Utilizar el método de P_e , puntos de exposición, que indica la exposición a vibraciones como una función del valor total equivalente de las vibraciones y la duración de la exposición asociada.

Se trata de un método sencillo, simple y visual, que facilita la evaluación cuando se trata de medir el nivel de exposición en la realización de varias tareas, puesto que los puntos totales de exposición se calculan sumando los puntos cada una de las tareas que se realicen.

También facilita el cálculo del tiempo de uso hasta alcanzar el VLA y el tiempo de uso hasta alcanzar el VL en función de la aceleración eficaz.

Consiste en una tabla en la que se relacionan la aceleración eficaz y el tiempo de exposición. A cada combinación de ambos factores se le asignan unos puntos, que son los que se utilizan para comparar con VLA y VL.

VIBRACIONES MANO-BRAZO

Puntos totales de exposición a vibraciones P_{Etot}	Exposición diaria a vibraciones $A(8)$	Intervalo de exposición a vibraciones	Acciones a adoptar por el empresario
$P_{\text{Etot}} \leq 100$	$A(8) \leq 2,5 \text{ m/s}^2$	No se supera el valor de exposición que da lugar a una acción	Adoptar acciones razonables para reducir al mínimo los riesgos de la exposición a vibraciones. Proporcionar al trabajador información y formación sobre vibraciones
$100 < P_{\text{Etot}} \leq 400$	$2,5 \text{ m/s}^2 < A(8) \leq 5 \text{ m/s}^2$	Por encima del valor de exposición que da lugar a una acción, pero no se supera el valor límite de exposición	Implementar un programa de medidas para reducir al mínimo la exposición y los riesgos. Asegurar que se proporciona vigilancia para la salud de los trabajadores expuestos
$400 < P_{\text{Etot}}$	$5 \text{ m/s}^2 < A(8)$	Por encima del valor límite de exposición	Adoptar acciones inmediatas para llevar la exposición por debajo del valor límite de exposición



Tiempo. Duración de la exposición

Av m/s ²	0.1 h	0.2 h	0.5 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	8 h
	6 min	12 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min	300 min	360 min	480 min
1			1	2	4	6	8	10	12	16
1.5			2	5	9	14	18	23	27	36
2	1	2	4	8	16	24	32	40	48	64
2.5	1	3	6	13	25	38	50	63	75	100
3	2	4	9	18	36	54	72	90	108	144
3.5	2	5	12	25	49	74	98	123	147	196
4	3	6	16	32	64	96	128	160	192	256
4.5	4	8	20	41	81	122	162	203	243	324
5	5	10	25	50	100	150	200	250	300	400
5.5	6	12	30	61	121	182	242	303	363	484
6	7	14	36	72	144	216	288	360	432	576
6.5	8	17	4	85	169	254	338	423	507	676
7	10	20	49	98	196	294	392	490	588	784
7.5	11	23	56	113	225	338	450	563	675	900
8	13	26	64	128	256	384	512	640	768	1024
8.5	14	29	72	145	289	434	578	723	867	1156
9	16	32	81	162	324	486	648	810	972	1296
9.5	18	36	90	181	361	524	722	903	1083	1444
10	20	40	100	200	400	600	800	1000	1200	1600
10.5	22	44	110	221	441	662	882	1103	1323	1764
11	24	48	121	242	484	726	968	1210	1452	1963
11.5	26	53	132	265	529	794	1058	1323	1587	2116
12	29	58	144	288	576	864	1152	1440	1728	2304
12.5	31	63	156	313	625	983	1250	1563	1875	2500
13	34	68	169	338	676	1014	1352	1690	2028	2704
13.5	36	73	182	365	729	1094	1458	1823	2187	2916
14	39	79	196	392	784	1176	1568	1960	2352	3136
14.5	42	84	210	421	841	1262	1682	2103	2523	3364
15	45	90	225	450	900	1350	1800	2250	2700	3600
15.5	48	96	240	481	961	1442	1922	2403	2883	3844
16	51	102	256	512	1024	1536	2048	2560	3072	4096
16.5	54	109	272	545	1089	1634	2178	2723	3267	4356
17	58	116	289	578	1156	1734	2312	2890	3468	4624
17.5	61	123	306	613	1225	1838	2450	3063	3675	4900
18	65	130	324	648	1296	1944	2592	3240	3888	5184
18.5	68	137	342	685	1369	2054	2738	3423	4107	5476
19	72	144	361	772	1444	2166	2888	3610	4332	5776
19.5	76	152	380	761	1521	2282	3042	3803	4563	6084
20	80	160	400	800	1600	2400	3200	4000	4800	6400
25	125	250	625	1250	2502	3753	5004	6255	7506	10008
30	180	360	900	1800	3603	5004	7206	9007	10809	14412
40	320	641	1601	3203	6405	9608	12810	16013	19216	25621

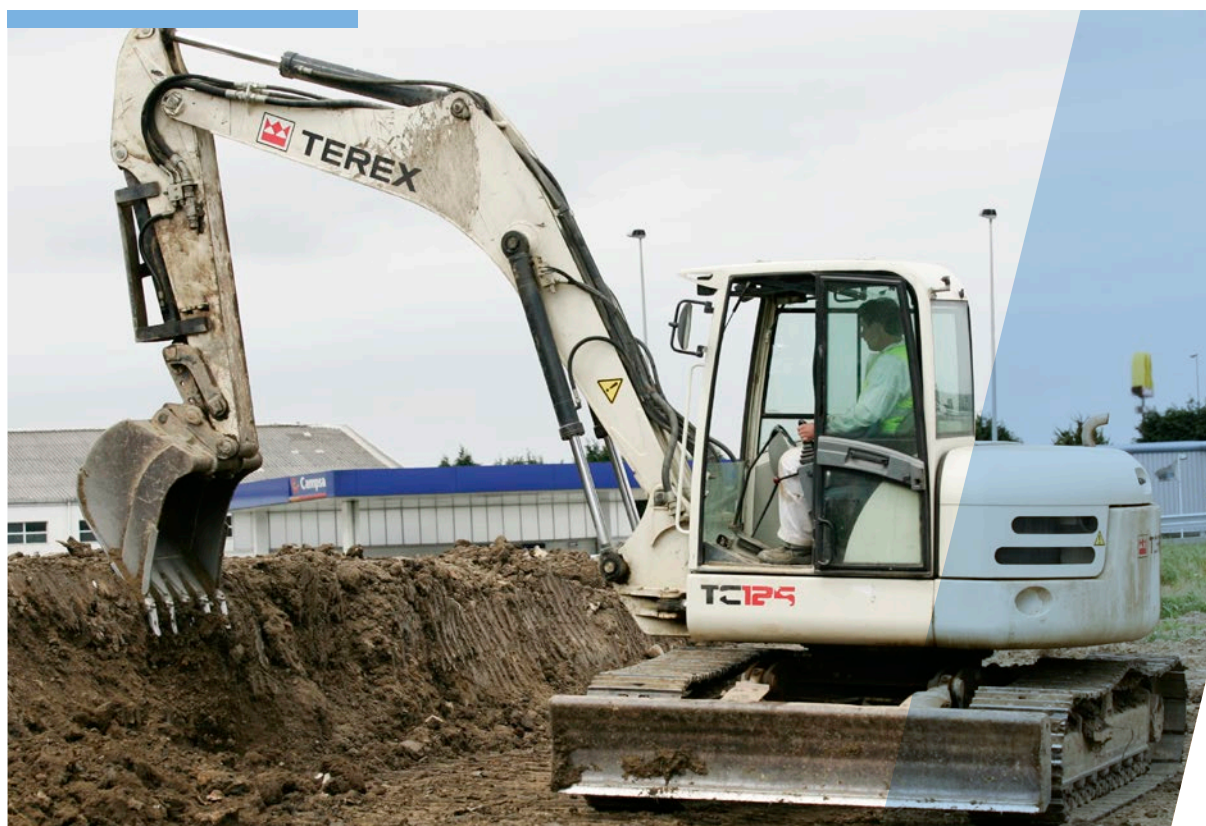
El valor se encuentra por debajo del el valor que da lugar a una acción se entiende que el riesgo es aceptable (salvo en caso de trabajadores especialmente sensibles).

El valor está comprendido entre el valor de acción y el valor límite, es necesario tomar una serie de medidas.

El valor supera el valor límite, se deben tomar medidas urgentes para disminuir la exposición del trabajador pues no se permite que se supere este valor.

VIBRACIONES CUERPO ENTERO

Puntos totales de exposición a vibraciones P_{Etot}	Exposición diaria a vibraciones $A(8)$	Intervalo de exposición a vibraciones	Acciones a adoptar por el empresario
$P_{\text{Etot}} \leq 100$	$A(8) \leq 0,5 \text{ m/s}^2$	No se supera el valor de exposición que da lugar a una acción	Si los resultados están próximos al valor de acción, adoptar las medidas razonables para reducir al mínimo los riesgos derivados de la exposición a vibraciones y proporcionar al trabajador información y formación sobre la reducción de la vibración
$100 < P_{\text{Etot}} \leq 529$	$0,5 \text{ m/s}^2 < A(8) \leq 1,15 \text{ m/s}^2$	Por encima del valor de exposición que da lugar a una acción, pero no se supera el valor límite de exposición	Implementar un programa de medidas para reducir la exposición y los riesgos al mínimo. Asegurarse de que se proporciona vigilancia para la salud de los trabajadores expuestos
$529 < P_{\text{Etot}}$	$1,15 \text{ m/s}^2 < A(8)$	Por encima del valor límite de exposición	Adoptar medidas inmediatas para llevar la exposición por debajo del valor límite de exposición



Valor total equivalente de vibración $A_{hveq} \text{ m/s}^2$	Duración de la exposición Tiempo									
	0.1 h	0.2 h	0.5 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	8 h
	6 min	12 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min	300 min	360 min	480 min
0.2	0	0	1	2	4	6	8	10	12	16
0.25	0	1	2	3	6	9	13	16	19	25
0.3	0	1	2	5	9	14	18	23	27	36
0.35	1	1	3	6	12	18	25	31	37	49
0.4	1	2	4	8	16	24	32	40	48	64
0.45	1	2	5	10	20	30	41	51	61	81
0.5	1	3	6	13	25	38	50	63	75	100
0.55	2	3	8	15	30	45	61	76	91	121
0.6	2	4	9	18	36	54	72	90	108	144
0.65	2	4	11	21	42	63	85	106	127	169
0.7	2	5	12	25	49	74	98	123	147	196
0.75	3	6	14	28	56	84	113	141	169	225
0.8	3	6	16	32	64	96	128	160	192	256
0.85	4	7	18	36	72	108	145	181	217	289
0.9	4	8	20	41	81	122	162	203	243	324
0.95	5	9	23	45	90	135	181	226	271	361
1	5	10	25	50	100	150	200	250	300	400
1.05	6	11	28	55	110	165	221	276	331	441
1.10	6	12	30	61	121	182	242	303	363	484
1.15	7	13	33	66	132	198	265	331	397	529
1.2	7	14	36	72	144	216	288	360	432	576
1.25	8	16	39	78	156	234	313	391	469	625
1.3	8	17	42	85	169	254	338	423	507	676
1.35	9	18	46	91	182	273	365	456	547	729
1.4	10	20	49	98	196	294	392	490	588	784
1.45	11	21	53	105	210	315	421	526	631	841
1.5	11	23	56	113	225	338	450	563	675	900
1.55	12	24	60	120	240	360	481	601	721	961
1.6	13	26	64	128	256	384	512	640	768	1024
1.65	14	27	68	136	272	408	545	681	817	1089
1.7	14	29	72	145	289	434	578	723	867	1156
1.75	15	31	77	153	306	459	613	766	919	1225
1.8	16	32	81	162	324	486	648	810	972	1296
1.85	17	34	86	171	342	513	685	856	1027	1369
1.9	18	36	90	181	361	542	722	903	1083	1444
1.95	19	38	95	190	380	570	761	951	1141	1521
2	20	40	100	200	400	600	800	1000	1200	1600
2.5	31	63	156	313	625	938	1250	1563	1875	2500
3	45	90	225	450	900	1350	1800	2250	2700	3600
3.5	61	123	306	613	1225	1838	2450	3063	3675	4900
4	80	160	400	800						

■ El valor se encuentra por debajo del el valor que da lugar a una acción se entiende que el riesgo es aceptable (salvo en caso de trabajadores especialmente sensibles).

■ El valor está comprendido entre el valor de acción y el valor límite, es necesario tomar una serie de medidas.

■ El valor supera el valor límite, se deben tomar medidas urgentes para disminuir la exposición del trabajador pues no se permite que se supere este valor.

IDENTIFICAR EQUIPOS DE TRABAJO Y OPERACIONES EN LAS QUE SE GENERAN VIBRACIONES

¿Se cumplen los requisitos para evaluar por estimación?

SÍ

NO

Valores declarados por el fabricante en el manual de instrucciones

Valores obtenidos de fuentes fiables

ESTIMACIÓN

¿Se puede concluir?

SÍ

NO

MEDICIÓN DIRECTA

CÁLCULO NIVEL DE EXPOSICIÓN A(8):
▪ Fórmulas o calculadora
▪ Puntos exposición

VALORACIÓN

06

**OFICIOS EXPUESTOS
Y EQUIPOS DE TRABAJO
GENERADORES DE
VIBRACIONES EN
CONSTRUCCIÓN**



En el sector de la construcción se pueden encontrar un gran número de oficios en los cuales los trabajadores se encuentran expuestos a vibraciones mecánicas como consecuencia del uso de equipos de trabajo que en mayor o menor medida las generan.

En este apartado presentaremos un listado no exhaustivo, tanto de oficios como de equipos de trabajo afectados por las vibraciones mecánicas en el sector de construcción.

6.1 OFICIOS EXPUESTOS A VIBRACIONES MECÁNICAS EN CONSTRUCCIÓN

Albañil	Escayolista	Operador de grúa móvil autopropulsada
Cantero	Ferrallista	Operario de conservación y explotación de carreteras
Carpintero de aluminio, metálico y pvc.	Fontanero	Peón
Carpintero de madera	Instalador de calefacción y agua caliente sanitaria	Pintor
Cerrajero	Instalador de gas	Pintor de bandas sobre vías urbanas y carreteras
Colocador de pavimentos ligeros	Instalador de materiales de impermeabilización	Pocero
Colocador de prefabricados	Instalador de tabiques de cartón-yeso	Pulidor de suelos
Colocador de tarima	Mampostero	Revocador / revestidor
Conductor de camión	Marmolista	Solador-alicatador
Conductor de maquinaria de movimiento de tierras	Mecánico reparador de maquinaria de construcción	Soldador
Cristalero	Montador de andamios	
Electricista	Montador de estructuras metálicas	
Encofrador	Montador-instalador de aparatos de elevación	
Enlucidor-yesista (Yesaire)		
Entarimador		

6.2 EQUIPOS DE TRABAJO GENERADORES DE VIBRACIONES MECÁNICAS EN CONSTRUCCIÓN

Herramientas manuales portátiles

Atornillador
 Atornillador de impacto
 Cepillo eléctrico
 Cortadora eléctrica de moqueta
 Radial, amoladora o esmeriladora
 Fresadora
 Lijadora de banda
 Lijadora orbital
 Lijadora excéntrica
 Martillo eléctrico cincelador
 Martillo eléctrico demoledor
 Martillo eléctrico perforador
 Martillo eléctrico combinado
 Martillo neumático
 Mezcladora
 Multiherramienta de corte y lija
 Pistola de anclajes
 Pistola de clavos
 Rozadora
 Regla vibrante
 Sierra circular portátil
 Sierra de cadena
 Sierra de calar
 Sierra de sable
 Sierra circular de mano
 Taladro
 Taladro percutor

Máquinas no portátiles o móviles

Abrillantadora
 Abujardadora
 Apisonadora/compactador
 Bomba de hormigón
 Bomba de proyectar mortero
 Compactador vibrante de bandeja
 Cortadora de asfalto
 Dobladora
 Equipo airless de pintura
 Equipo de corte de hormigón por disco
 Equipo de corte de hormigón por hilo
 Fratasadora de disco
 Fratasadora de hélice
 Hormigonera
 Mesa de corte de madera
 Mesa de corte de material cerámico
 Pisón compactador rana
 Pulidora
 Rodillo compactador manual
 Sierra de cinta
 Sierra ingletadora/tronzadora
 Vibrador de hormigón

Máquinas autopropulsadas y vehículos

Bulldózer
 Camión bañera o basculante
 Camión Hormigonera
 Camión grúa
 Carretilla elevadora
 Compactadora
 Dumper
 Dumper articulado
 Extendedora
 Fratasadora de hélice de conductor
 Fresadora
 Grúa móvil
 Giratoria
 Hincadora de pilotes
 Fresadora de asfalto
 Manipulador telescópico
 Motoniveladora
 Mini cargadora
 Mini retroexcavadora
 Mixta
 Pala cargadora
 Pala excavadora
 Pantalladora
 Pilotadora
 Plataforma elevadora móvil (PEM)
 Retroexcavadora
 Rodillo apisonador liso
 Rodillo apisonador pata cabra
 Volquete o mini dumper.

Partiendo de datos obtenidos de diversas fuentes, manuales de instrucciones de fabricantes, bases de datos y estudios publicados, se presentan valores típicos de generación de vibraciones en algunos de los equipos de trabajo del listado.

Los datos aportados tienen simplemente carácter informativo y pretenden orientar acerca de los niveles habituales de emisión de cada tipo de equipo de trabajo, pero en ningún caso servir como fuente de información para realizar evaluaciones por estimación.



Equipo de trabajo: **Atornillador**
Aceleración m/s^2 : 2.5-7/s²



Equipo de trabajo: **Atornillador de impacto**
Aceleración m/s^2 : 11-15 m/s²



Equipo de trabajo: **Martillo cincelador**
Aceleración m/s^2 : 8-12 m/s²



Equipo de trabajo: **Martillo demoledor**
Aceleración m/s^2 : 12-25 m/s²



Equipo de trabajo: **Martillo perforador**
Aceleración m/s^2 : 8-20 m/s²



Equipo de trabajo: **Radial**
Aceleración m/s^2 : 2.5-15 m/s²



Equipo de trabajo: **Mezcladora**
Aceleración m/s^2 : 4-7 m/s²



Equipo de trabajo: **Rozadora**
Aceleración m/s^2 : 3-5 m/s²



Equipo de trabajo: **Regla vibrante**
Aceleración m/s^2 : 5-8 v



Equipo de trabajo: **Taladro
percutor**
Aceleración m/s^2 : 8-25 m/s^2



Equipo de trabajo: **Taladro de
diamante**
Aceleración m/s^2 : 5-8 m/s^2



Equipo de trabajo: **Taladro**
Aceleración m/s^2 : 5-8 m/s^2



Equipo de trabajo: **Rodillo
compactador manual**
Aceleración m/s^2 : 5-10 m/s^2



Equipo de trabajo: **Pisón
compactador**
Aceleración m/s^2 : 10-20 m/s^2



Equipo de trabajo: **Fratasadora
de helice**
Aceleración m/s^2 : 6-10 m/s^2



Equipo de trabajo: **Mesa de
corte madera**
Aceleración m/s^2 : 2.5-5 m/s^2



Equipo de trabajo: **Mesa de
corte cerámica**
Aceleración m/s^2 : 3-5 m/s^2



Equipo de trabajo: **Ingletadora**
Aceleración m/s^2 : 4-6 m/s^2



Equipo de trabajo: **Vibrador de
hormigón**
Aceleración m/s^2 : 3-6 m/s^2



Equipo de trabajo: **Pantalladora**
Aceleración m/s^2 : 0.4-0.9 m/s^2



Equipo de trabajo: **Pilotadora**
Aceleración m/s^2 : 0.4-0.8 m/s^2



Equipo de trabajo: **Camión hormigonera**
Aceleración m/s^2 : **0.5-0.9 m/s^2**



Equipo de trabajo: **Motoniveladora**
Aceleración m/s^2 : **0.2-0.8**



Equipo de trabajo: **Compactadora**
Aceleración m/s^2 : **0.2-1 m/s^2**



Equipo de trabajo: **Bulldozer**
Aceleración m/s^2 : **0.2-1 m/s^2**



Equipo de trabajo: **Retroexcavadora**
Aceleración m/s^2 : **0.2-0.8 m/s^2**



Equipo de trabajo: **Dumper**
Aceleración m/s^2 : **0.5-1.2 m/s^2**



Equipo de trabajo: **Camión basculante**
Aceleración m/s^2 : **0.4-0.8 m/s^2**



Equipo de trabajo: **Pala cargadora**
Aceleración m/s^2 : **0.2-0.5 m/s^2**



Equipo de trabajo: **Extendedora**
Aceleración m/s^2 : **0.1-0.4 m/s^2**

07

MEDIDAS PREVENTIVAS
FRENTE AL RIESGO DE
EXPOSICIÓN A
VIBRACIONES MECÁNICAS
EN CONSTRUCCIÓN



Las medidas frente a este riesgo se pueden clasificar en:

MEDIDAS QUE ELIMINEN LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES

Siempre que sea posible, utilizar métodos de trabajo alternativos que eviten o reduzcan la exposición a vibraciones

Tal como se recoge en el artículo 5 del RD 1311 y de acuerdo con los principios de la acción preventiva “los riesgos derivados de la exposición a vibraciones mecánicas deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible.”

Por este motivo, cuando sea posible elegir entre diferentes procedimientos de trabajo, se deberá optar por aquel que implique la menor exposición a las vibraciones y a ser posible ninguna.

Por ejemplo, en tareas de demolición, si es posible, se utilizarán equipos de demolición teledirigidos en lugar de martillos demoledores manuales.

En los siguientes vídeos se puede apreciar la diferencia entre el uso de trabajo de demolición con equipos teledirigidos y equipos manuales.

Demolición
utilizando robot.



Demolición
utilizando martillo
demoledor
manual.



MEDIDAS QUE DISMINUYAN LA EMISIÓN DE VIBRACIONES EN LA FUENTE DE ORIGEN

Para obtener $A(8)$, el valor de la exposición diaria normalizado para un periodo de referencia de 8 horas, se tienen en cuenta dos parámetros que son, el tiempo de exposición y el valor de la aceleración eficaz de las vibraciones generadas por el equipo de trabajo que se esté utilizando.

Está claro, por tanto, que disminuyendo el nivel de emisión de vibraciones se consigue disminuir el nivel de exposición. Como ejemplos de este tipo de medidas se encuentran:

Seleccionar equipos de trabajos adecuados a las tareas que se van a realizar

Es importante seleccionar el equipo de trabajo bien diseñado desde el punto de vista ergonómico y acorde a la tarea que va a desempeñar. Un equipo inadecuado o de capacidad insuficiente puede llegar a suponer que sea necesario realizar más esfuerzo durante su uso o incrementar el tiempo de trabajo necesario para la ejecución, provocando que el trabajador se vea expuesto a un mayor nivel de vibraciones.

Además de seleccionar y utilizar equipos de trabajo adecuados a las tareas que se realicen, se deben aportar a los trabajadores instrucciones y establecer procedimientos de trabajo sobre el correcto manejo de los equipos que generan vibraciones, con el fin de optimizar el esfuerzo muscular y evitar posturas que puedan incrementar los efectos perjudiciales de las vibraciones.

Seleccionar equipos que generen el menor nivel de vibración posible

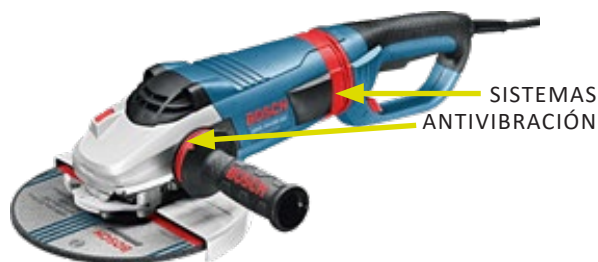
A la hora de adquirir un equipo de trabajo es importante tener en cuenta el valor de aceleración declarado por el fabricante y seleccionar, de entre aquellos equipos que ofrecen las mismas prestaciones o similares, aquellos que generen un menor nivel de emisión de vibraciones. El fabricante debe garantizar el valor de emisión, el cual ha de figurar en el manual de instrucciones.

En los ejemplos que se presentan a continuación se puede comprobar la diferencia de emisión de equipos de trabajo con las mismas prestaciones. Los valores de emisión de vibraciones varían dependiendo de si incorporan o no sistemas de disminución de vibraciones.



- Radial GWS-24-230 JH
- Valor de vibraciones emitidas en amolado superficial 9m/s^2

La diferencia de 2m/s^2 supone que la herramienta sin sistema antivibración solo pueda utilizarse como máximo 2 horas 28 minutos y la que dispone de sistema antivibración pueda usarse 4 horas 5 minutos sin superar el valor límite de exposición.



- Radial GWS-24-230 LVI
- Valor de vibraciones emitidas en amolado superficial 7m/s^2



- Martillo perforador GBH-8-45D
- Valor de vibraciones emitidas en taladro con percusión en hormigón 20m/s^2



- Martillo perforador GBH-8-45DV
- Valor de vibraciones emitidas en taladro con percusión en hormigón $9,5\text{m/s}^2$

El sistema antivibración instalado en esta herramienta consigue que la emisión de vibraciones se reduzca a menos de la mitad, lo que supone que el martillo sin sistema antivibración no pueda utilizarse más de 30 minutos y el que dispone de sistema antivibración 2 horas 13 minutos hasta alcanzar el valor límite de exposición.

En el siguiente vídeo se puede apreciar visualmente la diferencia de emisión de vibraciones entre dos sierras de sable, de diferentes fabricantes pero de prestaciones similares, una

con sistema antivibración y la otra sin sistema antivibración.

Video
comparativo
de emisión de
vibraciones en
sierras de sable.



Garantizar el correcto mantenimiento y buen estado de conservación de los equipos

El nivel de vibraciones emitidas por un equipo de trabajo va a depender en gran medida de las condiciones de uso y mantenimiento. Un uso acorde a las indicaciones del fabricante así como un mantenimiento periódico, tanto preventivo como reparador garantizan que la emisión de vibraciones no aumente a medida que el equipo se utiliza y envejece.

Se debe realizar un mantenimiento adecuado, que incluya lubricaciones de mecanismos móviles, equilibrados, sustitución de elementos desgastados, deteriorados o que presenten roturas, ya sean parte del mecanismo de funcionamiento o accesorios, etc., sobre todo en equipos de trabajo rotatorios de alta velocidad. Este mantenimiento y reparación también debe aplicarse a los sistemas antivibración que pueda incluir el equipo de trabajo, controlar reblandecimiento, o endurecimiento de elementos elásticos, rodamientos, engranajes, etc.

En el caso de vehículos, revisar y mantener el sistema de suspensión del asiento, amortiguadores, rodamientos, engranajes, cojinetes, controlar nivel de presión de los neumáticos, etc. así como mantener en buen estado las vías de circulación.

No realizar modificaciones o alteraciones en los equipos de trabajo

Aunque pueda parecer lo contrario, la alteración de sus mangos o asas recubriéndolos con materiales acolchados puede no ser efectiva y provocar el incremento de la transmisión de vibraciones como consecuencia de la necesidad de ejercer una mayor fuerza de agarre durante el manejo.

No utilizar accesorios o herramientas que no hayan sido especialmente fabricados para el equipo de trabajo

Los accesorios y herramientas insertadas hojas de sierra, brocas, discos pueden influir en la exposición a las vibraciones cuando no son los adecuados para el equipo que se está utilizando.

MEDIDAS ORGANIZATIVAS ENCAMINADAS A ACORTAR EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN

Como ya se ha comentado en el apartado anterior el tiempo es el otro factor clave para determinar el nivel de exposición, al igual que ocurría con la aceleración eficaz, la disminución del tiempo de uso del equipo de trabajo consigue disminuir el nivel de exposición.

Implantar sistemas de rotación de tareas o sustitución

Se debe disminuir el tiempo que un trabajador permanece expuesto a vibraciones, mediante la sustitución y rotación de tareas para disminuir el nivel de exposición.

Esta medida es imprescindible contemplarla en aquellos casos en los que es necesario utilizar un equipo de trabajo durante un largo período o durante toda la jornada laboral. Es necesario organizar el trabajo teniendo en cuenta el tiempo máximo que un único trabajador puede utilizar el equipo sin llegar a sobrepasar el valor límite de exposición.

En el caso de que el tiempo de ejecución del trabajo supere el tiempo de uso permitido hasta alcanzar A(8), valor de la exposición diaria normalizado para un periodo de referencia de 8 horas, se deberán planificar turnos rotatorios en los que los trabajadores sean sustituidos antes de alcanzar ese tiempo máximo de uso.

Establecer períodos de descanso

Es beneficioso realizar periodos de descanso durante los trabajos en los que se trabaje con equipos que generan vibraciones, incluso si los trabajos son de corta duración y el nivel de exposición no es alto. Como dato orientativo, se recomienda interrumpir la exposición durante diez minutos por cada hora de trabajo o bien dividir el tiempo de trabajo con exposición intercalando la realización de otro tipo de tareas en la que el trabajador no esté expuesto a vibraciones.

En este punto es muy importante tener en cuenta que el hecho de realizar una interrup-

ción en la exposición, independientemente de su duración, no supone, en ningún caso, que en la reanudación del trabajo con exposición ya no se tenga en cuenta la exposición anterior y se comience de nuevo de cero, puesto que para el cálculo de $A(8)$ se suman todas las exposiciones que tengan lugar durante la jornada laboral.

MEDIDAS SOBRE EL MEDIO DE TRANSMISIÓN PARA DISMINUIR LA PROPAGACIÓN DESDE LA FUENTE AL RECEPTOR

Adquirir herramientas con sistemas de desacoplo

Los sistemas de desacoplo consisten en separar el cuerpo principal de la empuñadura de la herramienta mediante elementos elásticos que disminuyan la transmisión de vibraciones a la zona de agarre.



Ejemplo de herramienta con sistema de desacoplo.

Utilizar asientos o amortiguadores que atenúan las vibraciones

El uso de asientos con mecanismos de suspensión es otra importante medida técnica que disminuye la transmisión de vibraciones del tipo cuerpo entero.

Existen diferentes tipos de asientos que incorporan tecnologías que reducen significativamente la intensidad de la vibración generada por el vehículo. Se trata de sistemas de suspensión activos, semiautomáticos, automáticos o electrónicos que analizan las vibraciones recibidas por el asiento, realizando ajustes inmediatos que neutralizan la mayor parte de vibraciones, y evitan la transmisión al trabajador.



Asientos con mecanismos de suspensión.



Radial dotada de empuñadura antivibratoria.



Vista en sección de una empuñadura antivibratoria.

Usar empuñaduras antivibratorias

Algunos fabricantes equipan de serie modelos de sus productos con empuñaduras antivibratorias, pero también es posible adquirir estas empuñaduras por separado y acoplarlas a los equipos que ya se poseen y carecen de los mismos. En estos casos se deberá comprobar previamente que esa instalación es posible, evitando tener que realizar modificaciones en el equipo de trabajo que puedan ser perjudiciales.

MEDIDAS SOBRE EL TRABAJADOR

Temperatura

Los efectos negativos de las vibraciones se incrementan con las bajas temperaturas, las corrientes de aire frías y la humedad, especialmente el riesgo de sufrir trastornos vasculares como el síndrome de Raynaud.

Se debe evitar, en la medida de lo posible, la exposición al frío y a la humedad utilizando ropa que permita mantener el cuerpo y especialmente las manos calientes y secas, así como masajear los dedos para mejorar la circulación.

Si es posible, se recomienda calentar las empuñaduras de los equipos vibratorios cuando se trabaja en condiciones ambientales frías.

En los vehículos, una adecuada climatización atenúa el riesgo de tensiones en la espalda, los hombros o el cuello derivado de la exposición a vibraciones.

Adecuación de las tareas a las diferentes características individuales

Se evitará la exposición a vibraciones de trabajadores especialmente sensibles. Se deberán tener en cuenta condiciones particulares de los trabajadores que puedan verse agravadas por los efectos de las vibraciones, causando un daño superior al que sería habitual en trabajadores no sensibles.

En el caso de trabajadoras embarazadas se debe restringir cualquier tarea que suponga la exposición a vibraciones de cuerpo entero incluido el uso de herramientas portátiles de tamaño considerable.

Formar e informar a los trabajadores

Los trabajadores deberán ser informados de los niveles de exposición a los que están expuestos y recibir información y formación adecuada de cómo reducir o prevenir el riesgo por exposición a vibraciones mecánicas.

El contenido de la formación e información que se debe proporcionar a los trabajadores se recoge en el artículo 6 del Real Decreto 1311/2005, y hace referencia a:

- Las medidas tomadas para eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados de la vibración mecánica.
- Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción.
- Los resultados de las evaluaciones y mediciones de la vibración mecánica efectuadas y los daños para la salud que podría acarrear el equipo de trabajo utilizado.
- La conveniencia y el modo de detectar e informar sobre signos de daños para la salud.
- Las circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de su salud anual, que deberá ser específico según el grado de exposición.
- Las prácticas de trabajo seguras para reducir al mínimo la exposición a las vibraciones mecánicas.

Realizar controles de vigilancia de la salud

La realización de un seguimiento del estado de salud de los trabajadores expuestos mediante reconocimientos médicos específicos, realizados de forma periódica, es una buena medida de prevención puesto que ayuda a diagnosticar a tiempo cualquier daño para la salud y, en el caso de que ya existan daños, conocer el estado de afectación de los trabajadores y así poder actuar en los casos de mayor susceptibilidad.

Dicho control deberá ser acorde con el nivel de vibración al que estén expuestos los trabajadores y se informará a los trabajadores de los síntomas y signos asociados a la exposición con el fin de que puedan reconocer los signos y síntomas de enfermedades provocadas por las vibraciones como, por ejemplo, la existencia de hormigueos o pérdidas temporales de sensibilidad tras la exposición.



Guante antivibración

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Actualmente no existen en el mercado ningún EPI que garantice una protección eficaz frente al riesgo de exposición a vibraciones mecánicas.

El único EPI que puede considerarse como antivibración son los guantes conformes a la norma de ensayo UNE-EN ISO 10819.

La capacidad de este tipo de guantes para evitar la transmisión de vibraciones mano brazo no está suficientemente garantizada, tal como demuestran estudios realizados con el fin de evaluar el nivel de protección de este EPI. Las conclusiones obtenidas en dichos estudios determinan que la protección ofrecida se limita a una pequeña atenuación de las vibraciones en las frecuencias más perjudiciales para el trabajador, pero en algunos casos el uso de este tipo de guantes llega incluso a incrementar el valor de vibración en la mano.

Por este motivo, en caso de optar por el uso de guantes antivibratorios, es necesario asegurarse previamente que no se va a incrementar significativamente la transmisión de vibraciones al trabajador. Será necesario, por tanto, verificar que en el folleto informativo suministrado junto con los guantes se incluye el rango de frecuencias en los que el fabricante garantiza la atenuación y éste coincide con el rango de frecuencias de interés, especialmente en el rango de 8 Hz a 16 Hz que son las más dañinas en el caso de las transmitidas al sistema mano-brazo.

B

BIBLIOGRAFÍA



- **DIRECTIVA 2002/44/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a riesgos derivados de agentes físicos (vibraciones).
- **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.
- **REAL DECRETO 330/2009**, de 13 de marzo, por el que se modifica el 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.
- **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 1644/2008**, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- **GUÍA TÉCNICA** para la evaluación y prevención de riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas. REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre. INSST
- NTP 784 Evaluación de las vibraciones de cuerpo completo sobre el confort, percepción y mareo producido por el movimiento. INSST
- NTP 792 Evaluación de la exposición a la vibración mano-brazo. Evaluación por estimación. INSST
- NTP 839 Exposición a vibraciones mecánicas. Evaluación del riesgo. INSST
- NTP 963 Vibraciones: vigilancia de la salud en trabajadores expuestos. INSST
- NTP 1068 Vibraciones: alternativas para evaluar el riesgo de vibraciones. Estimación. INSST
- Aspectos ergonómicos de las vibraciones. INSST