

Riesgo de exposición laboral a vibraciones mecánicas





Conceptos básicos.

Las vibraciones son movimientos de oscilación rápidos y continuos que se producen en objetos o materiales respecto a su posición de equilibrio, pudiendo transmitirse al cuerpo humano o a alguna de sus partes.

El origen de las vibraciones de tipo laboral puede ser: maquinaria, herramientas manuales motores, vehículos, etc., debido a partes desequilibradas en movimiento, flujos turbulentos de fluidos, golpes de objetos, impulsos, choques, etc.

Características fundamentales de las vibraciones.

La característica física más importante de las vibraciones es la frecuencia, que se puede definir como el número de veces por segundo que se realiza un ciclo vibratorio completo. Se miden en hertzios (Hz) o ciclos/segundo.

Equipo de Trabajo	Rango de frecuencias dominantes
• Corta-setos eléctrico	12 - 15 Hz.
• Chorreado de arena	15 - 30 Hz.
• Taladros portátiles	30 - 40 Hz.
• Herramientas neumáticas	15 - 50 Hz.
• Instrumentos domésticos	30 - 60 Hz.
• Sierras manuales	50 - 200 Hz.
• Afeitadoras eléctricas	200 Hz.
• Pulidoras y amoladoras manuales	200 - 800 Hz.
• Taladros de dentista neumáticos	1500 - 2000 Hz.

Rango de frecuencias de algunas herramientas vibrantes.



Los efectos que pueden producir las vibraciones sobre el cuerpo humano dependerán, principalmente, de las características siguientes:

- De la frecuencia.
- De la intensidad de la vibración.
- De la dirección en que incida en el cuerpo.

- Del tiempo de exposición.

La intensidad y la frecuencia de la vibración en conjunto dan idea de la cantidad de energía transmitida por una vibración.




Efectos de las vibraciones.

El hombre percibe vibraciones en una gama de frecuencias que va desde una fracción de hertzios hasta unos 1.000 Hz. La influencia de las vibraciones en el organismo se puede contemplar desde el punto de vista del cuerpo total o desde una parte determinada, en el caso en que solamente esté expuesta una parte del cuerpo.

Son varios los órganos o sistemas del organismo que pueden ser excitados y, en consecuencia, afectados por las vibraciones, dependiendo su gravedad de la frecuencia, intensidad, dirección y tiempo de exposición a las mismas, como hemos visto anteriormente.

En el cuadro siguiente se resumen algunos de los efectos más significativos en función del tipo de frecuencia de la vibración:



FRECUENCIA DE LA VIBRACION	MÁQUINA, HERRAMIENTA O VEHICULO QUE LA ORIGINA	EFEKTOS SOBRE EL ORGANISMO
Muy baja frecuencia ≤1 Hz 	Transportes: aviones, barcos, coches (movimiento de balanceo).	Estimulan el laberinto del oído izquierdo. Provocan trastornos en el sistema nervioso central. Pueden producir mareos y vómitos (mal de los transportes).
Baja frecuencia 1-20 Hz 	Vehículos de transportes. Vehículos industriales, carretillas, etc. Tractores y maquinaria agrícola. Maquinaria y vehículos de Obras Públicas. Plataformas vibrantes.	Lumbalgias, lumboaciáticas, hernias, etc. Agravan lesiones raquídeas e inciden sobre trastornos debidos a malas posturas. Síntomas neurológicos: dificultad del equilibrio, etc. Trastornos de visión.
Alta frecuencia 20-1000 Hz 	Herramientas manuales rotativas alternativas o percutoras tales como: - Moldeadoras, pulidoras. - Lijadoras, motosierras. - Martillos picadores. - Rompe-hormigones.	Trastornos osteoarticulares tales como: - Artrosis hiperostonante del codo. - Lesiones de muñeca. - Afecciones angioneuróticas de la mano (calambres, Síndrome de Raynaud). - Aumento de enfermedades de estómago.

Tipos, origen y posibles efectos sobre el ser humano de las vibraciones

Según el modo de contacto y la forma en que las vibraciones pueden afectar al organismo humano hacen que las mismas se estudien, básicamente, agrupadas en dos tipos o sistemas diferentes:

- Vibraciones cuerpo completo (rango de frecuencia comprendido entre 1 y 80 Hz).
- Vibraciones mano-brazo (rango de frecuencia comprendido entre 8 y 1.000 Hz).

Vibraciones cuerpo completo.

Se define vibración de cuerpo completo a la vibración que ocurre cuando una gran parte del peso del cuerpo humano descansa en una superficie vibrante.

En el ámbito laboral se producen principalmente en el transporte de personas, mercancías o materiales, donde la vibración es transmitida al cuerpo a través de los asientos y/o respaldos. También se da en posición de pie o en posición yacente.

Este tipo de vibración mecánica conlleva riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, lumbalgias y lesiones de la columna vertebral.



Efectos principales:

- Dolores abdominales.
- Dolores lumbares.
- Problemas digestivos.
- Dificultades urinarias.
- Falta de equilibrio.
- Trastornos visuales.
- Dolores de cabeza, falta de sueño, etc.

RANGOS DE INTERES:	
Aceleración:	Frecuencia:
0,1 a 10 m/seg²	1 – 80 Hz

EQUIPO DE TRABAJO	Aceleración eficaz ponderada (m/seg ²)	EQUIPO DE TRABAJO	Aceleración eficaz ponderada (m/seg ²)
Pala retroescavadora (Eje Z).	0,2 – 1,8	Pala cargadora sobre ruedas (Eje X).	0,5 – 2,5
Niveladora (Eje Z).	0,25 – 1,55	Cortacéspedes (Eje Z).	0,5 – 1
Apisonadora (Eje Z).	0,3 – 1,4	Tractor (Eje Z).	0,1 – 1,9
Dumper (Eje Z).	0,3 – 2,4	Carretilla elevadora (Eje Z).	0,4 – 3
Buldozer (Eje X).	0,4 – 2,4	Camión articulado (Eje Z).	0,5 – 1,2
Camión (Eje Z).	0,45 - 1,1	Excavadora (Eje X).	0,05 – 2,4
Grúa móvil (Eje Z).	0,1 – 1	Camioneta (Eje Z).	0,4 – 0,7
Locomotora (Eje Z).	0,2 – 0,5	Machacadora (Eje Z).	0,1 - 1

Vibraciones mano- brazo.

Las vibraciones mecánicas que entran en el cuerpo a través de las manos se denominan vibraciones transmitidas a la mano o vibraciones mano-brazo.

En el ámbito laboral, los procesos y herramientas que exponen las manos del trabajador a las vibraciones son muchos y diferentes. Sus efectos resultan del contacto de los dedos o la mano con alguna herramienta vibrátil o algún objeto que se sostenga contra una superficie móvil. Estos efectos no se restringen solo a la zona de contacto.



Este tipo de vibración mecánica supone riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular: problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares.

Efectos principales:

- Trastornos vasculares.
- Trastornos del hueso y las articulaciones.
- Trastornos neurológicos.
- Trastornos musculares.

RANGOS DE INTERES:	
Aceleración:	Frecuencia:
1 a 100 m/seg ²	8 – 1000 Hz

EQUIPO DE TRABAJO	Aceleración eficaz ponderada (m/seg ²)	EQUIPO DE TRABAJO	Aceleración eficaz ponderada (m/seg ²)
Segadora de mano.	1 – 9,5	Taladro percutor.	5 – 24
Descortezadora de empuñadura trasera.	7,5 – 20	Cortasetos con empuñadura frontal.	2 – 13
Descortezadora de empuñadura frontal.	9 – 21	Amoladora angular.	1 – 14
Cortasetos de empuñadura trasera.	1 – 14	Buriladora rompedora de hormigón.	1 – 28
Amoladora recta.	2 – 15	Sierra de cadena.	2,5 – 11
Amoladora vertical.	3 – 11	Pulidora.	2,5 – 6
Vibrador de hormigón.	2 – 5	Taladro de impacto.	6 – 35
Llave de impactos.	1 – 18	Martillo de agujas.	6 – 21
Martillo remachador.	1 - 24	Lijadora orbital.	2 - 10

Magnitudes y unidades de las vibraciones.

La vibración hace que al transmitirse al receptor (persona en contacto físico) se desplace de su posición de equilibrio según los tres ejes del espacio (x, y, z).

Cuando el cuerpo humano está en contacto con un dispositivo mecánico que genera vibraciones, se desplaza una cierta cantidad sobre su posición estacionaria. Por lo tanto el desplazamiento (metros) podría ser un parámetro a utilizar para describir el fenómeno vibratorio. Al ser movimiento, también se podría



utilizar su velocidad (metros/segundo) y su aceleración (m/s^2 o, en escala logarítmica, en dB).

De estas tres posibilidades se ha convenido técnicamente en utilizar la aceleración, principalmente por ventajas en su medición.

Criterios de medición y evaluación de la exposición a las vibraciones.

El Real Decreto 1311/2005, “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”, establece la forma de evaluar el riesgo de exposición de los trabajadores a las vibraciones, así como los valores límite de exposición y los valores que dan lugar a una acción preventiva.

Las mediciones de las vibraciones deben estar orientadas principalmente a determinar la existencia o ausencia de riesgo higiénico para los trabajadores que se encuentran expuestos a las mismas. Se trata de determinar la dosis de vibración que un trabajador recibe a lo largo de su jornada laboral.

La magnitud básica utilizada para valorar la intensidad de la vibración es, como hemos visto anteriormente, la aceleración expresada en m/s^2 .

Los equipos utilizados para la medición de las vibraciones constan, básicamente, de un acelerómetro, un receptor y un cable de conexión entre ambos. El acelerómetro es el elemento con el que se detecta la vibración y puede describirse como un transductor electromecánico que, adherido a la superficie vibrante, produce en sus terminales de salida un voltaje proporcional a la aceleración a que está sometido. Los acelerómetros utilizados pueden medir las vibraciones en tres ejes ortogonales simultáneamente.

Con estos sistemas o equipos pueden evaluarse las señales recibidas según dos métodos: Ponderación de frecuencias y Análisis de frecuencias.

Medición de la vibración cuerpo completo.

Para efectuar la medición y evaluación de las vibraciones transmitidas al cuerpo completo se deben seguir los criterios fijados en la norma UNE EN ISO 2631-1, “*Vibraciones y choques mecánicos. Evaluación de la exposición humana a las*



vibraciones de cuerpo completo”, tal y como contempla el citado R.D. 1311/2005.

La señal de aceleración recogida por el equipo de medición se ha de ponderar en el espectro de frecuencias centrales de 0,5 a 80 Hz, de acuerdo con la sensibilidad del cuerpo humano a las vibraciones transmitidas al cuerpo completo, según se recoge en la norma UNE EN ISO 2631-1.

La duración de la medición debe ser suficiente para asegurar una precisión estadística razonable y para asegurar que la vibración es representativa de la exposición.

Las mediciones se han de efectuar sobre la superficie a través de la cual las vibraciones se transmiten al cuerpo y según la dirección de las fuerzas vibratorias. En este sentido, para caracterizar la dirección de las mismas se tendrá en cuenta el sistema de coordenadas ortogonal sugerido por la propia norma UNE EN ISO 2631-1 y obtener la aceleración equivalente en el eje más desfavorable.

Medición de la vibración mano- brazo.

Para efectuar la medición y evaluación de las vibraciones transmitidas al sistema mano- brazo se deben seguir los criterios fijados en la norma UNE EN ISO 5349 (partes 1 y 2), “*Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano*”, que contempla el R.D. 1311/2005.

La señal de aceleración recogida por el equipo de medición se ha de ponderar, en este caso, en el espectro de frecuencias centrales de 6,3 a 1.250 Hz, de acuerdo con la sensibilidad del cuerpo humano a las vibraciones transmitidas al sistema mano- brazo.

La duración de la medición debe ser suficiente para que sea representativa de la exposición. Normalmente la exposición a estas vibraciones se caracteriza por ciclos cortos de trabajo, pero repetidos durante una jornada de trabajo. La medición debe promediarse sobre un periodo que sea representativo del uso normal de la herramienta.

En muchas ocasiones, será preciso repetir las mediciones varias veces



para confirmar los resultados.

La exposición a la vibración debe caracterizarse para que la presión de la mano y la fuerza estática sea representativa del acoplamiento de la mano a la fuente vibratoria cuando el trabajador realiza la tarea.

Igualmente, las mediciones se han de efectuar sobre la superficie a través de la cual las vibraciones se transmiten al cuerpo y según la dirección de las fuerzas vibratorias. En este caso, para caracterizar la dirección de las mismas se tendrá en cuenta el sistema de coordenadas ortogonal sugerido por la norma UNE EN ISO 5349 y obtener la aceleración equivalente combinada de dicho sistema.

La respuesta en frecuencia del acelerómetro debe ser adecuada para el rango de frecuencias contempladas. El transductor debe ser lo más pequeño y ligero posible.

Niveles admisibles de vibraciones.

Una vez determinados los valores de intensidad de la vibración, se debe proceder a su evaluación.

De acuerdo con lo establecido por el Real Decreto 1311/2005, la evaluación del riesgo derivado de la exposición a vibraciones mecánicas debe hacerse determinando el valor del parámetro $A(8)$, en m/s^2 , que representa el valor de la exposición diaria normalizado para un periodo de 8 horas (valor total de la energía equivalente de las vibraciones para 8 h).

Conocidos el valor de la aceleración eficaz de la vibración a que está sometido el trabajador y el tiempo de exposición a la misma, puede calcularse el valor de $A(8)$ que se hará de manera diferente según se trate de vibraciones cuerpo completo o mano-brazo. El R.D.1311/2005 explica detalladamente como calcular este nivel de referencia en cada caso y nos remite a la norma UNE EN ISO 2631-1, para las vibraciones cuerpo completo, y a la norma UNE EN ISO 5349, para el caso de vibraciones mano-brazo.

Niveles de Cuerpo completo:

Para la exposición a vibraciones transmitidas al cuerpo completo, el Real Decreto



1311/2005 establece un valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas “A(8)” de $1,15 \text{ m/s}^2$ y un valor de acción de $0,5 \text{ m/s}^2$, a partir del cual se deben tener en cuenta una serie de medidas de carácter preventivo.

Niveles de Mano-brazo:

Para la exposición a vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo, el R.D. 1311/2005 establece un valor límite de exposición diaria “A(8)” de 5 m/s^2 y un nivel de acción de $2,5 \text{ m/s}^2$, a partir del cual se deben tener en cuenta una serie de medidas de carácter preventivo.

	Nivel Acción	Nivel Límite
Vibraciones cuerpo completo	$0,5 \text{ m/seg}^2$	$1,15 \text{ m/seg}^2$
Vibraciones Mano brazo	$2,5 \text{ m/seg}^2$	5 m/seg^2

<ul style="list-style-type: none">- Programa de medidas técnicas y organizativas.- Información y formación.- Vigilancia de la salud.	Valor que no debe superarse bajo ningún concepto.
--	---

Medidas preventivas.

En términos generales, y siguiendo los principios básicos de la acción preventiva de la Ley de PRL, se ha de procurar eliminar el riesgo o reducirlo al nivel más bajo posible. En este sentido, cabe apuntar que el Real Decreto 1435/92, sobre máquinas, establece que los equipos de trabajo deberán ir acompañados de información suficiente sobre las vibraciones que emiten, de forma que se pueda estimar los niveles de vibración a los que van a estar expuestos los trabajadores que los utilicen.

Por otra parte, para prevenir los efectos de las vibraciones en el cuerpo humano se puede actuar, tal y como indica el R.D. 1311/2005, mediante medidas de tipo organizativo y/o técnico.

Las acciones de tipo organizativo tienen como objetivo la disminución del tiempo diario de exposición a las vibraciones. Se incluyen acciones tales



como la organización del trabajo, el establecimiento de periodos de descanso en la jornada, la rotación de puestos, la modificación de las secuencias de trabajos o sustitución de procesos por otros menos vibrantes.

Las acciones técnicas tienen como objetivo la disminución de la intensidad de vibración que se transmite al cuerpo humano; bien sea disminuyendo la vibración en su origen, evitando su transmisión hasta el cuerpo, o bien utilizando equipos de protección individual.

Entre las medidas preventivas a adoptar podemos citar las siguientes:

- Adquirir máquinas y herramientas seguras, que tengan el marcado CE y cumplir las normas de seguridad indicadas por el fabricante.
- Selección de equipos de trabajo que estén bien diseñados desde el punto de vista ergonómico y que generen el menor nivel de vibración posible.
- Automatización de trabajos y utilización de mandos a distancia.
- Acondicionamiento de locales y puestos de trabajo para reducir las resonancias.
- Mantenimiento adecuado de equipos, vehículos, herramientas y puestos de trabajo en general.
- Dotar de asientos eficaces que atenúen las vibraciones transmitidas al cuerpo.
- Colocación de amortiguadores, ballestas, etc.
- Colocar correctamente las cargas en vehículos de transporte.
- Inflado adecuado de neumáticos en vehículos.
- Corrección del equilibrado en vehículos.
- Reducir irregularidades del terreno.
- Uso de mangos, cubiertas o asas que reduzcan las vibraciones mano-brazo.
- Colocar empuñaduras antivibratorias adecuadas en herramientas.
- Afilar periódicamente las herramientas de corte.
- Reemplazar las piezas desgastadas.
- Tensión de las cadenas de las sierras.
- Llevar ropa que permita mantener el cuerpo y las manos secas y un buen nivel de confort térmico.
- Utilizar equipos de protección individual adecuados a cada persona y al trabajo que deben realizar, con el fin de disminuir la intensidad de la vibración que se transmite al cuerpo.



Además, 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 último, se deberá llevar a cabo una vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a vibraciones, con el objeto de prevenir y diagnosticar a tiempo cualquier daño para la salud como consecuencia de la exposición a las vibraciones mecánicas.