



ASPECTOS ERGONÓMICOS DE LAS VIBRACIONES

DOCUMENTOS DIVULGATIVOS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE EMPLEO
Y SEGURIDAD SOCIAL



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO

Título:

Aspectos ergonómicos de las vibraciones

Autora:

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)

Colaboradora:

Teresa Álvarez Bayona
Centro Nacional de Nuevas Tecnologías
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

Edita:

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)
C/ Torrelaguna 73, 28027 Madrid
Tel. 91 363 41 00, fax 91 363 43 27
www.insht.es

Composición:

Servicios Gráficos Kenaf, s.l.
Camino de Hormigueras 124, portal 3, 4º G, 28031 Madrid
Tel. 91 380 64 71
info@kenafsl.com

Edición:

Madrid, noviembre 2014

NIPO (en línea): 272-14-082-5

Hipervínculos:

El INSHT no es responsable ni garantiza la exactitud de la información en los sitios web que no son de su propiedad. Asimismo la inclusión de un hipervínculo no implica aprobación por parte del INSHT del sitio web, del propietario del mismo o de cualquier contenido específico al que aquel redirija.

Catálogo general de publicaciones oficiales:

<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Catálogo de publicaciones del INSHT:

<http://www.insht.es/catalogopublicaciones/>

**ASPECTOS
ERGONÓMICOS
DE LAS VIBRACIONES**

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	5
2. CONCEPTOS BÁSICOS DE LAS VIBRACIONES	5
2.1. Características de las vibraciones	5
2.2. Clasificación de las vibraciones	7
2.3. Resonancia.	8
2.4. Medición de las vibraciones.	9
3. REAL DECRETO 1311/2005	11
4. EFECTOS PSICOFISIOLÓGICOS, SUBJETIVOS Y EN EL RENDIMIENTO	12
4.1. Efectos Psicofisiológicos	13
4.1.1. Vibraciones mano-brazo	13
4.1.2. Vibraciones de cuerpo entero	14
4.2. Efectos Subjetivos	15
4.3. Efectos sobre el rendimiento	16
5. EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A VIBRACIONES EN ERGONOMÍA.	16
5.1. Evaluación de riesgos	16
5.2. Normas Técnicas	18
6. MEDIDAS PREVENTIVAS	23
NORMATIVA LEGAL	24
NORMAS TÉCNICAS	24
BIBLIOGRAFÍA	24

1. INTRODUCCIÓN

El aumento de la industrialización y de la mecanización de procesos de trabajo ha dado lugar a una mayor exposición a riesgos producidos por agentes físicos, entre los que se encuentran las vibraciones. Esta situación ha llevado a que en los últimos años las administraciones tanto de la Unión Europea como españolas han realizado esfuerzos para el control y la prevención relacionada con los daños producidos por este agente.

En relación con la ergonomía, las vibraciones han sido peor estudiadas, en parte por la dificultad que supone establecer límites a la hora de evaluar el riesgo. Si bien en la actualidad todavía no está solucionado este problema, sí se están comenzado a establecer unos primeros criterios normalizados, por ejemplo en la Norma UNE ISO 2631. “Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero” y la Norma UNE-EN ISO 5349 “Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano”.

En la actualidad, los métodos disponibles para la evaluación de los riesgos producidos por la exposición a vibraciones, respecto a las molestias y el confort, requieren todavía estudios de investigación y previsiblemente en los próximos años se van a producir avances en esta materia.

Con este documento se pretende dar a conocer los aspectos relacionados con las vibraciones y facilitar una primera herramienta para proceder a la evaluación desde el punto de vista ergonómico.

2. CONCEPTOS BÁSICOS DE LAS VIBRACIONES

2.1. Características de las vibraciones

Se entiende por vibraciones cualquier movimiento oscilante que efectúa una partícula alrededor de un punto fijo. Este movimiento puede ser regular o aleatorio en dirección, frecuencia y/o intensidad. Son más habituales aquellas vibraciones aleatorias.

Supongamos un niño en un balancín (figura 1):

Un ciclo completo comprende desde que empieza en B hasta que vuelve otra vez al mismo sitio, recorriendo A y C.

El número de ciclos por segundo se denomina frecuencia y se mide en hercios (Hz).

En el ejemplo, representa las veces que el balancín vuelve a B en un tiempo determinado.

El desplazamiento que realiza el balancín se denomina amplitud de onda y se expresa en m. La intensidad de este movimiento también se puede medir utilizando otras posibles magnitudes: mediante la velocidad (se expresa en m/s) o determinando la aceleración (se expresa en m/s^2).

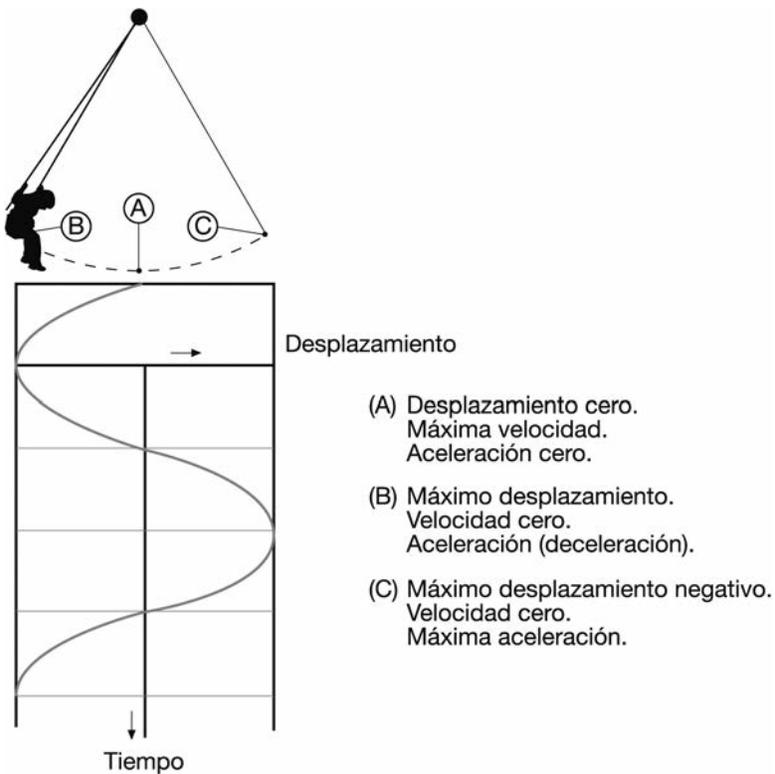


Figura 1: Oscilación de un niño en un balancín

Habitualmente se emplea la aceleración (m/s^2), aunque en ocasiones se puede utilizar una escala logarítmica. En este caso la unidad de medida es el decibelio (dB), al igual que ocurre con el ruido.

La vibración a la que está sometida una persona podrá ser unidireccional y en una sola frecuencia o, lo que suele ser más habitual, en varias direcciones y frecuencias.

Será, por tanto, imprescindible conocer la dirección de las vibraciones. Por este motivo, cuando se miden vibraciones, se toman como referencia los tres ejes X, Y y Z. En los siguientes esquemas se observan las direcciones de los ejes de referencia en el caso de cuerpo entero (figura 2) y mano-brazo (figura 3).

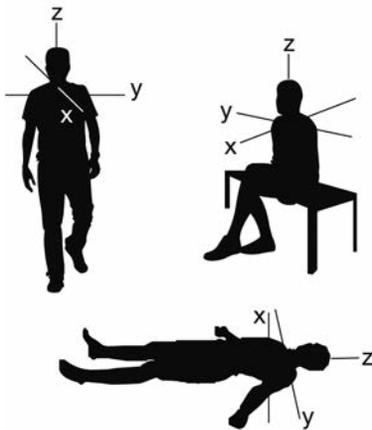


Figura 2: ejes de referencia para la medida de vibraciones de cuerpo entero

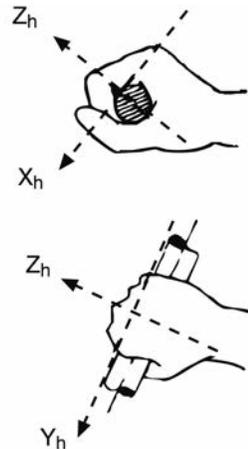


Figura 3: ejes de referencia para la medida de vibraciones mano-brazo

Además, para definir la exposición a la vibración a la que está sometida una persona, se deberá tener en cuenta el tiempo de exposición.

2.2. Clasificación de las vibraciones

Dentro de las posibles clasificaciones de las vibraciones, interesa sobre todo, la basada en el modo de transmisión de las mismas al cuerpo humano. En este sentido, se clasifican en dos:

- Vibraciones de cuerpo completo¹ (Figura 4): Son aquellas vibraciones que se producen cuando gran parte del peso del cuerpo humano descansa sobre una superficie vibrante. Se transmiten generalmente a través de los asientos o de los pies.

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



Figura 4: vibraciones de cuerpo entero



Figura 5: vibraciones mano-brazo

- Vibraciones mano-brazo² (Figura 5): Se transmiten por las manos del trabajador a través generalmente del agarre de herramientas mecánicas. Suelen afectar al sistema mano- brazo.

2.3. 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, de esta forma se aumenta la amplitud de la vibración. A la frecuencia en la que ocurre este fenómeno se le denomina frecuencia de resonancia. Es un efecto que se debe tener en cuenta a la hora de diseñar un lugar de trabajo.

El organismo se puede ver afectado por estas frecuencias de resonancia, ya que el cuerpo humano se comporta como una estructura física (Figura 6). Por un lado, es capaz de amortiguar las vibraciones; pero, por otro, en unas bandas de frecuencia determinadas, puede vibrar aumentando de forma progresiva la amplitud del movimiento. Por ejemplo: la columna es resonante en modo axial para frecuencias de 10 a 12 Hz; la masa abdominal, en bandas de 4 a 8 Hz; y la cabeza, de 20 a 30 Hz.

² El RD 1311/2005 define vibración transmitida al sistema **mano-brazo** como: “la vibración mecánica que, cuando se transmite al sistema humano de mano y brazo, supone riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores, en particular, problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares”.

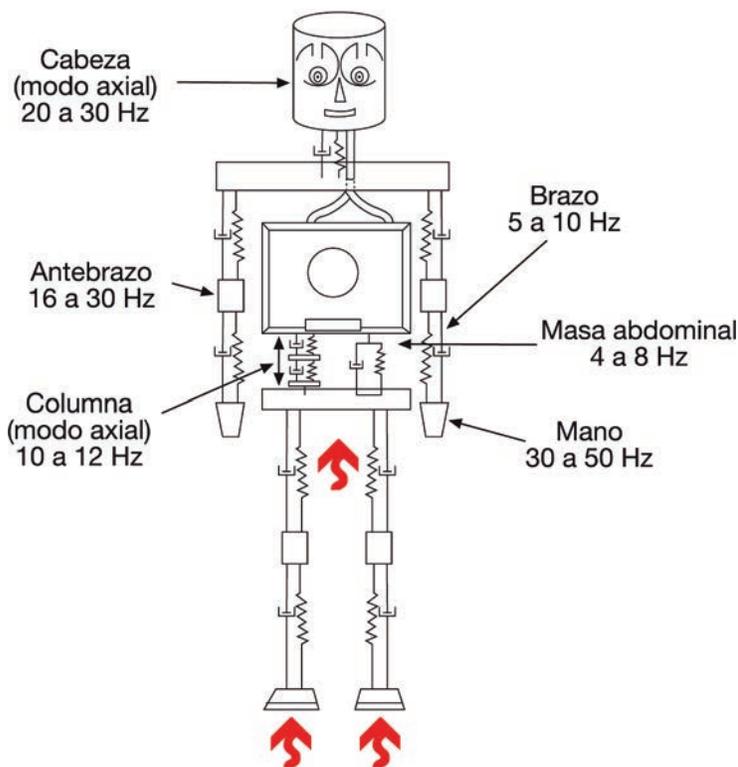


Figura 6: modelo mecánico del cuerpo humano

La respuesta del cuerpo humano, al no ser este simétrico, se verá afectada también por la dirección de entrada de la vibración.

2.4. Medición de las vibraciones

Las vibraciones se definen, como se ha visto anteriormente y de forma simplificada, por su intensidad y por su frecuencia.

El instrumento para medir vibraciones es el vibrómetro (Figura 7). Al igual que ocurre con el ruido, son necesarios una serie de filtros de ponderación capaces de medir aceleraciones complejas y transformarlas en un valor, teniendo en cuenta las más perjudiciales para el organismo humano.



Figura 7: ejemplo de vibrómetro con sus accesorios

El acelerómetro es lo que en ruido equivaldría a un micrófono. Se debe colocar en la zona de contacto del organismo con el elemento que transmita las vibraciones; por ejemplo: en un vehículo se colocaría en el asiento, en el respaldo y en los pies; en actividades que se realicen de pie, en el suelo debajo de los pies; en el caso de manejo de herramientas, en la interfaz mano - herramienta (Figura 8).

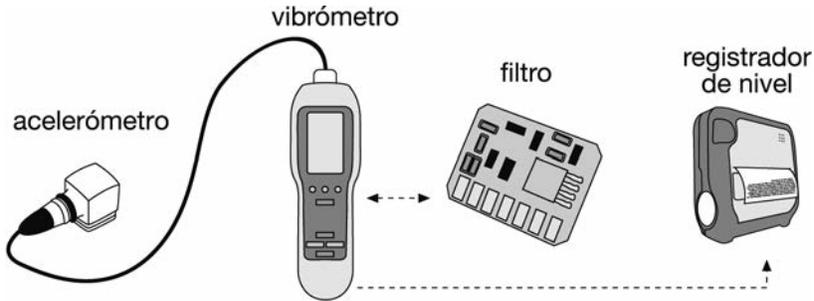


Figura 8: esquema de un equipo de medición de vibraciones

Hay vibrómetros que realizan las mediciones en los tres ejes ortogonales; los que no dispongan de esta opción deberán tomar tres medidas consecutivas en cada eje.

Para poder comparar con los valores de referencia se debe tener en cuenta el tiempo de exposición ponderado a 8 h.

Por último, hay que recordar que, aun sin llegar a los valores límite que se establecen en el RD 1311/2005, las vibraciones pueden producir molestias y malestar, afectar al sentido del tacto, interferir en el agarre, aumentar el riesgo de trastornos musculoesqueléticos, etc. (ver apartado 3).

3. REAL DECRETO 1311/2005

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, es el principal referente normativo.

Este real decreto constituye la normativa vigente en España para la protección de los trabajadores frente a los efectos nocivos derivados de la exposición a vibraciones. Su objeto es, según el artículo 1:

“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”.

Las disposiciones básicas que se indican en esta normativa son:

- La responsabilidad de su aplicación recae sobre el empresario, tanto en lo que se refiere a la evaluación como a la adopción de medidas técnicas y organizativas a llevar a cabo.

- El principio básico es eliminar el riesgo en el origen o reducirlo al nivel más bajo posible, basándose en los principios establecidos en el artículo 15 de la Ley 31/1995.
- Se puede realizar la evaluación de riesgos basándose en la medición o estimación de la vibración, incluso, en algunos casos, es posible que la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de medición o estimación.
- Los valores de exposición diaria [A(8)] son:

	Valor de Acción A(8) ³ (m/s ²)	Valor Límite A(8) ⁴
Mano-Brazo	2,5	5
Cuerpo Completo	0,5	1,15

- La evaluación debe mantenerse actualizada y revisada.
- Se debe llevar a cabo una vigilancia de la salud, cuyo principal objetivo es la prevención y el diagnóstico precoz de cualquier daño para la salud como consecuencia de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Se deben establecer los criterios de formación, información, consulta y participación de los trabajadores.

El cumplimiento de esta norma tiene como principal objetivo la protección de los trabajadores principalmente de los efectos para la salud, si bien deja de lado otros efectos como los que se producen debido a la percepción de las vibraciones mecánicas o del “mal del movimiento”⁵.

4. EFECTOS PSICOFISIOLÓGICOS, SUBJETIVOS Y EN EL RENDIMIENTO

Tanto las vibraciones mano-brazo como las del cuerpo entero son agentes físicos ampliamente extendidos en el ámbito laboral. Pueden ser origen de daños directos

-
- 3 Valor de Acción A(8): La superación de este valor da lugar a acciones como programas de medidas técnicas y organizativas, se someterá al trabajador a una adecuada vigilancia de la salud, etc.
 - 4 Valor Límite A(8): Es el límite de exposición diaria normalizada. Este valor no debe ser excedido en ninguna jornada, salvo excepciones.
 - 5 Mal del movimiento: Vómitos, náuseas o enfermedad provocada por un movimiento real o percibido del cuerpo o de su entorno (Informe UNE-CR 12349:1996).

a la salud de los trabajadores; pero también son causantes de efectos psicofisiológicos, subjetivos y de comportamiento.

Por ejemplo: una exposición a vibraciones de cuerpo entero intensa y prolongada en el tiempo focalizará las principales alteraciones psicofisiológicas en la columna vertebral y en el sistema nervioso periférico, mientras que vibraciones mano-brazo causarán un conjunto de alteraciones vasculares, neurológicas y musculoesqueléticas.

4.1. Efectos Psicofisiológicos

4.1.1. Vibraciones mano-brazo

La transmisión de las vibraciones depende de sus características físicas (intensidad y frecuencia), de la dirección y de la respuesta dinámica de la mano. Los efectos adversos también van a depender entre otros factores de la presión de agarre, de la fuerza estática aplicada, de la postura de la extremidad superior, así como del tiempo de exposición y de recuperación.

Los trastornos podrán ser:

- *Trastornos vasculares:* el más conocido es el llamado fenómeno de Raynaud (o dedo blanco inducido por vibraciones). Consiste en una oclusión temporal de la circulación sanguínea a los dedos, provocando una sensación de palidez o dedo blanco. Mientras se produce, el trabajador percibe una pérdida de sensibilidad y destreza en los dedos, que puede incrementar los riesgos de accidente. En los casos más graves pueden producir incluso ulceración y gangrena.
- *Trastornos neurológicos:* otro efecto es la sensación de hormigueo y entumecimiento en los dedos y en la mano. Si se prolonga en el tiempo, acaba repercutiendo en la capacidad de trabajo y en las actividades de la vida normal. Las vibraciones mano-brazo son un factor que puede incrementar el riesgo de aparición del síndrome del túnel carpiano (trastorno debido a la compresión del nervio mediano en su paso por las muñecas).
- *Trastornos osteoarticulares:* se observa un incremento de lesiones en huesos y articulaciones en los trabajadores que utilizan herramientas de percusión. En concreto, se ha descrito una mayor prevalencia de artrosis de muñeca y codo en aquellos trabajadores expuestos a vibraciones de baja frecuencia.

- *Trastornos musculares:* puede producir debilidad muscular y dolores en mano y brazos, así como una disminución de la fuerza de agarre. También pueden aparecer trastornos como tendinitis y tenosinovitis en las extremidades superiores.
- *Otros trastornos:* se han relacionado con pérdida auditiva, aunque no se sabe bien si se debe a la asociación de ruido que suelen conllevar las vibraciones o directamente a las propias vibraciones.

4.1.2. Vibraciones de cuerpo entero

Hay que distinguir entre los efectos agudos y los efectos a largo plazo.

Respecto a los efectos agudos:

- *Trastornos respiratorios:* pueden provocar hiperventilación, causada, probablemente, por la influencia mecánica de las vibraciones sobre el diafragma y el pecho.
- *Trastornos musculoesqueléticos:* en algunos estudios se ha observado que las vibraciones activan algunos músculos. Esta activación produce movimientos musculares pasivos e involuntarios.
- *Trastornos sensoriales y del sistema nervioso central:* las vibraciones de gran amplitud provocan lo que se conoce como “mal del movimiento” o “mareo inducido por el movimiento”.
- *Otros efectos:* pueden aparecer problemas como aumento de la frecuencia cardíaca, de la presión arterial y del consumo de oxígeno. También se han observado cambios en los niveles de algunas hormonas, tales como las catecolaminas y la adrenocorticotrópica.

Respecto a los efectos a largo plazo:

- *Efectos sobre el sistema musculoesquelético:* cuando las vibraciones se prolongan en el tiempo, los cambios en la columna vertebral pueden resultar patológicos. Pueden producir una alta incidencia de cambios degenerativos y desviaciones de la curvatura, fundamentalmente en la parte lumbar. Es un factor que incrementa la posibilidad de trastornos en la región torácica, incluso artrosis en las articulaciones. A medida que aumenta la intensidad y la duración de las vibraciones, aumenta el riesgo de padecer este tipo de trastornos. Se han descrito este tipo de efectos incluso en exposiciones a intensidades bajas.

- *Efectos sobre el sistema nervioso:* las principales alteraciones se producen en exposiciones por encima de los 20 Hz. Estas suelen ser inespecíficas, como cefaleas, irritabilidad, etc. En ocasiones pueden producir alteraciones en las estructuras cortical y subcortical, alterando el suministro de sangre al cerebro.
- *Efectos sobre el sistema coclear-vestibular:* puede provocar una mayor incidencia de las perturbaciones vestibulares, como es el caso del vértigo. Es posible que potencie la pérdida de audición inducida por el ruido.
- *Efectos sobre el sistema circulatorio:* hay una diversidad de trastornos circulatorios relacionados con las vibraciones. Se dividen en cuatro grupos principales: trastornos periféricos; venas varicosas en extremidades inferiores, hemorroides y varicocele; alteraciones isquémicas e hipertensión; y cambios neurovasculares.
- *Efectos sobre el sistema digestivo:* la exposición a vibraciones puede provocar una mayor incidencia de alteraciones del aparato digestivo: úlceras gástricas y de duodeno, gastritis, apendicitis, colitis... Este tipo de alteraciones pueden aparecer en exposiciones a baja intensidad.
- *Efectos 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.

Factores como las posturas de trabajo, las características antropométricas, el tono muscular, las situaciones de sobrecarga física y la susceptibilidad individual van a ser determinantes para la aparición de estos efectos, especialmente de los trastornos musculoesqueléticos.

4.2. Efectos Subjetivos

La exposición a vibraciones, incluso por debajo de los límites legales, puede producir en los trabajadores sensación de malestar o incomodidad.

Esta sensación dependerá de distintas variables entre las que se encuentran las características personales, la tarea que se realiza y la propia vibración.

La percepción subjetiva de las vibraciones está influida por parámetros físicos como la intensidad y la frecuencia:

- *Intensidad*: la mayoría de los estudios relacionan el aumento de los efectos subjetivos con el aumento en forma lineal de la intensidad, si bien hay algún estudio que indica que esta relación lineal no está totalmente demostrada.
- *Frecuencia*: aunque también hay estudios contradictorios, parece ser que, en el caso de cuerpo entero, la máxima sensibilidad para las vibraciones se produce en el rango de 1 a 80 Hz y en el caso de mano-brazo, en el de 8-1000 Hz.

En el caso del cuerpo entero, exposiciones por debajo de 1 Hz pueden producir el “mal del movimiento”.

- *Tiempo de exposición*: hay estudios que indican que, a mayor tiempo de exposición, mayor malestar, por lo menos durante la primera hora.

4.3. Efectos sobre el rendimiento

Las vibraciones pueden inducir movimientos corporales involuntarios. Por ejemplo, en una actividad visual, las vibraciones provocarán un movimiento relativo entre los ojos y el punto de focalización. En ocasiones, puede producir un deterioro visual y este, a su vez, afectar al rendimiento. El rango de frecuencias crítico para que se produzcan daños visuales es de 2 a 20 Hz.

5. EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A VIBRACIONES EN ERGONOMÍA

5.1. Evaluación de riesgos

El primer paso en todas las evaluaciones consiste en la **identificación de las fuentes** que provoquen vibraciones. En este punto se debe distinguir entre vibraciones mano-brazo y cuerpo entero.

También es preciso conocer las **características de las fuentes**: fuentes exteriores, equipos de trabajo, transmisión por el edificio, etc. En el esquema de la figura 9 se pueden observar distintos ejemplos de vibraciones y sus valores de aceleración aproximada.

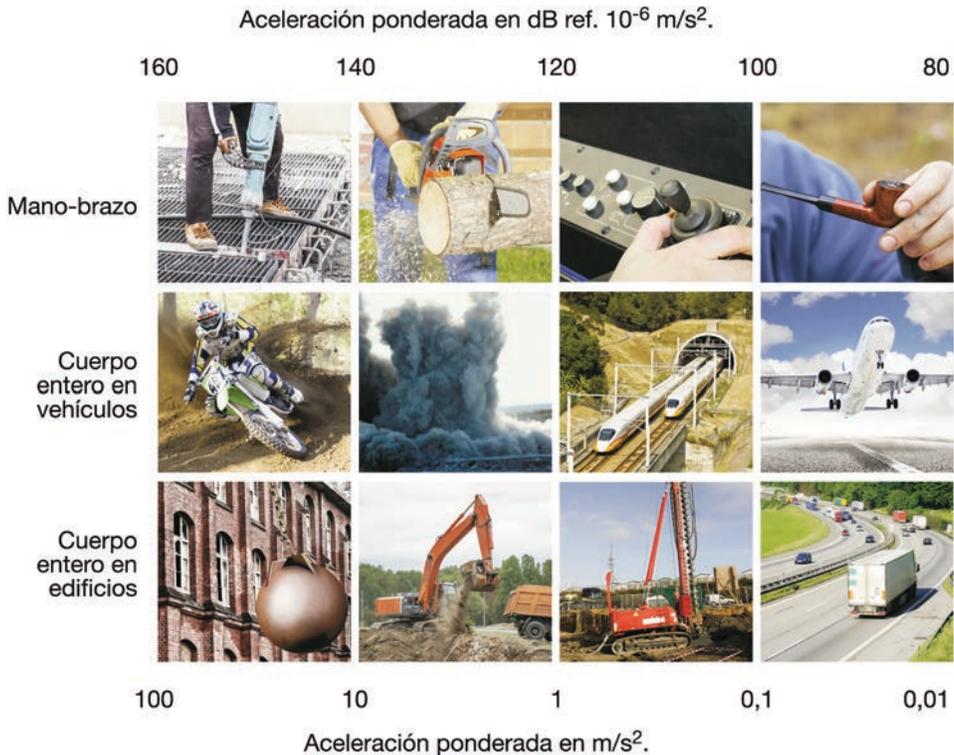


Figura 9: ejemplos de situaciones en las que se produce transmisión de vibraciones.

Igualmente se deben conocer las características del individuo (entre otras: la edad, el sexo, las afecciones que se padecen) y las características del medio ambiente (temperatura, humedad, etc.).

Una vez que se dispone de toda la información necesaria, se procederá a determinar la metodología de evaluación. En primer lugar, habrá que asegurarse de que no se sobrepasan los valores que se establecen en el RD 1311/2005, bien a través de mediciones o por estimación. En este último caso, la estimación se realiza mediante comparación con los valores facilitados por los fabricantes u otros provenientes de otras fuentes⁶ (Figura 10).

⁶ En la página web del INSHT se dispone de dos herramientas de PRL: una base de datos de diferentes equipos de trabajo que producen vibraciones mecánicas y un calculador para las vibraciones mecánicas que facilita el cálculo de la aceleración eficaz ponderada en frecuencia referida a 8 horas para la evaluación de la exposición a vibraciones, tanto de cuerpo entero como de mano-brazo.



Figura 10: métodos de realizar la evaluación de riesgos según el RD 1311/2005.

El cumplimiento de los valores recogidos en la normativa va a proteger a la mayoría de los trabajadores desde un punto de vista higiénico, pero no elimina la posibilidad de que se produzcan riesgos provocados por su exposición. En ocasiones, es necesaria una evaluación más específica, especialmente si se detecta que los trabajadores se quejan de molestias producidas por las vibraciones.

Desde un punto de vista ergonómico no existe una normativa clara que indique cómo se debe llevar a cabo esta evaluación, aspecto que dificulta la misma. Pero no hay que olvidar que el *RD 486/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo*, en su anexo III, punto 2 establece que:

“...en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores”.

Ante esta situación el técnico debe emplear, para la evaluación, otros criterios independientemente de los legales, tal como se indica en el artículo 5.3. del *Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención*. Podrá recurrir a normas UNE, Guías del INSHT, normas internacionales o, en ausencia de las anteriores, a otros criterios profesionales.

A continuación se van a describir algunas normas UNE que se podrán emplear para dicha evaluación. No hay que olvidar que también se podrán emplear otro tipo de herramientas para su evaluación como: entrevistas informales, cuestionarios subjetivos o escalas de valoración.

5.2. Normas Técnicas

La UNE-EN ISO 5349 está orientada a la evaluación de vibraciones mano-brazo y la UNE-ISO 2631 a las vibraciones de cuerpo entero (Figura 11).



Figura 11: normas a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo una evaluación de riesgos.

- Norma UNE-ISO 5349: Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano

Esta norma consta de dos partes. La primera establece los requisitos generales para la medición y evaluación de la exposición a vibraciones mano-brazo. La segunda parte es una guía práctica para la medición de las vibraciones en los lugares de trabajo.

La primera parte de esta norma indica los criterios básicos para realizar la evaluación. A la hora de ejecutar las mediciones se asume que son igualmente perjudiciales las vibraciones independientemente de su dirección y por este motivo se deben realizar las mediciones en los tres ejes axiales. El valor total de las vibraciones se definirá como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los valores de los tres ejes. Como toda evaluación, es fundamental el determinar el tiempo de exposición, este debe ser representativo de la actividad.

Esta norma informa sobre qué aspectos hay que considerar para la evaluación de la exposición a vibraciones transmitidas a la mano y que son los siguientes:

- El sujeto de la evaluación de la exposición.
- Las operaciones que causan las exposiciones a las vibraciones.
- Las herramientas guiadas a motor, herramientas insertadas y/o piezas de trabajo implicadas.
- La localización y orientación de los transductores.
- El valor total de las vibraciones para cada operación.

- La duración diaria de la operación.
- La exposición diaria a las vibraciones.

La probabilidad de que un trabajador desarrolle síntomas relacionados con las vibraciones va a depender, además, de otros aspectos, como patologías previas relacionadas y otros que se definen en el anexo D, como, por ejemplo:

- La dirección de las vibraciones transmitidas a la mano.
- El método de trabajo y las habilidades del operador.
- La edad del trabajador y otros factores relacionados con la salud.
- El tipo de exposición temporal, el método de trabajo, la duración de las vibraciones, la frecuencia de trabajo, los periodos de descanso, etc.
- La postura de la mano y del brazo.
- Las partes de la mano que están expuestas.
- Las condiciones climáticas.
- La ingesta de medicamentos, nicotina y exposición a productos químicos.
- El ruido.

Otros anexos informativos, recogidos en la citada norma, están orientados a describir los efectos sobre la salud, a determinar la relación entre la exposición y los efectos sobre la salud, así como a proponer las posibles medidas preventivas a adoptar.

- Norma UNE-ISO 2631: Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero

Esta norma consta de dos partes. La primera establece los requisitos generales para la evaluación de la exposición a vibraciones de cuerpo entero. La segunda parte se centra en las vibraciones en edificios.

La primera parte distingue tres tipos de efectos: sobre la salud, sobre el bienestar y la percepción, y sobre el mal del movimiento.

En el caso del bienestar y la percepción, no se establece ningún valor de referencia debido a la gran diferencia en la capacidad de percepción y tolerancia de las personas.

A modo de ejemplo, indica una serie de valores obtenidos en un estudio realizado en viajeros de transporte público:

Intensidad de la vibración	Sensación del viajero
Menos de 0,315 m/s ²	No molesto
De 0,315 m/s ² a 0,63 m/s ²	Un poco molesto
De 0,5 m/s ² a 1 m/s ²	Algo molesto
De 0,8 m/s ² a 1,6 m/s ²	Molesto
De 1,25 m/s ² a 2,5 m/s ²	Muy molesto
Mayor de 2 m/s ²	Extremadamente molesto

Se ha observado también que personas sanas podrían empezar a percibir vibraciones cuando la intensidad de la vibración es de 0,015 m/s².

Esta norma recoge asimismo las vibraciones en frecuencias entre 0,1 Hz y 0,5 Hz, que producen el efecto considerado como *mal del movimiento*: a mayor tiempo de exposición, mayor probabilidad de que aparezcan síntomas como mareo y estómago revuelto. Estos síntomas desaparecen al poco tiempo de que desaparezca la exposición a las vibraciones. En este caso, existe la posibilidad de adaptación, pero esto ocurre tras largos periodos de exposición.

Se ha observado que marineros embarcados tardan días en adaptarse; sin embargo, es posible que la adaptación se conserve para futuras exposiciones. También se ha observado que las mujeres son más propensas al mal del movimiento y que la prevalencia de los síntomas disminuye con la edad. Todo esto nos lleva a que tampoco se establecen unos valores de referencia.

La *vibración en edificios* se contempla en la segunda parte de esta norma. Se consideran las frecuencias entre 1 Hz y 80 Hz susceptibles de producir este tipo de efecto. Esta norma está planteada desde el punto de vista del confort y de las molestias por parte de los ocupantes. Especifica un método de medición y de evaluación, comprendiendo la determinación de la dirección y localización de la medición.

El problema es que hasta el momento, de nuevo, no se dispone de magnitudes de referencia aceptadas, aspecto que dificulta la evaluación. Por tanto, para llevar a cabo la evaluación se debe recabar información sobre las quejas de los ocupantes del edificio.

Propone la posibilidad de evaluar con un método comparativo: dos edificios similares, el primero con quejas causadas por las vibraciones y el segundo, a modo de referencia.

En un anexo de la norma, se indican los parámetros a tener en cuenta, entre ellos:

- Parámetros relacionados con la fuente:
 - Fuente permanente, intermitente o poco frecuente.
- Parámetros relacionados con las vibraciones medidas:
 - Medición de las vibraciones
 - Categoría de las vibraciones
 - Tiempo de exposición
- Fenómenos asociados:
 - Ruido estructural: las vibraciones en los edificios se pueden volver audibles en forma de radiación acústica. Este ruido se debe medir en el lugar donde sea más perturbador. En ocasiones es difícil determinarlo, ya que se ve enmascarado por el ruido ambiental.
 - Ruido aéreo: a la hora de medir el ruido aéreo se debe considerar si se realiza con las ventanas abiertas o cerradas, pues las propias ventanas pueden producir vibración. Los ruidos aéreos de bajas frecuencias pueden constituir un problema respecto a las quejas sobre las vibraciones⁷.
 - Sacudidas inducidas: las sacudidas de objetos, puertas, ventanas, etc. pueden poner en evidencia la presencia de vibraciones.
 - Efectos visuales: vibraciones por debajo de 5 Hz pueden ser percibidas.

⁷ El criterio de evaluación del ruido RC Mark II considera un rango de frecuencias de ruido que induce a las vibraciones estructurales (entre 16 Hz y 31 Hz).

6. MEDIDAS PREVENTIVAS

Las medidas preventivas pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Actuación técnica sobre el foco y sobre el medio

Las actuaciones técnicas consisten en minimizar la intensidad de las vibraciones antes de que se transmitan al individuo. Ejemplo de este tipo de actuación son el mantenimiento preventivo de las instalaciones y de los equipos.

En ocasiones puede interesar la modificación de las frecuencias de resonancia para desincronizar las vibraciones. El uso de mecanismos de suspensión, por ejemplo en vehículos de transporte, es otra medida técnica.

Las herramientas deben estar diseñadas ergonómicamente. A la hora de seleccionar una herramienta se deberá tener en cuenta su diseño: estabilidad, facilidad en el agarre, adecuación a la tarea y la postura que el trabajador necesite adoptar.

Las vibraciones, en ocasiones, suelen ir acompañadas de ruido. Si se disminuye la intensidad de las vibraciones, se disminuirá el nivel de presión acústica.

- Actuación técnica sobre el receptor

El uso de EPI como guantes o calzado, incluso los que no están expresamente diseñados para la absorción de vibraciones, pueden llegar a disminuir la transmisión de intensidad de las vibraciones.

Un aspecto que se debe contemplar a la hora de seleccionar un guante es la adaptación del mismo a la mano del usuario. Cuanto más se ajuste a la mano, mejor será el agarre a la herramienta o máquina y, por tanto, menor será la transmisión de las vibraciones.

- Actuación organizativa

Se basa en organizar el trabajo de tal manera que se disminuya el tiempo de exposición: rotación de puestos de trabajo, establecimiento de pausas y adecuación de las tareas a las diferentes características individuales.

Una adecuada formación e información es fundamental y en ocasiones puede ser conveniente contemplar este riesgo en la vigilancia de la salud.

NORMATIVA LEGAL

- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. Boletín Oficial del Estado, 2005, n 265.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. Boletín Oficial del Estado, 1997, n 97.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Boletín Oficial del Estado, 1997, n 27.

NORMAS TÉCNICAS

- Norma UNE ISO 2631-1:2008. “Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero. Parte 1: Requisitos generales”.
- Norma UNE ISO 2631-2:2011. “Evaluación de la exposición humana a las vibraciones de cuerpo entero. Parte 2: Vibraciones en edificios (1 Hz a 80 Hz)”.
- Norma UNE-EN ISO 5349-1:2002. “Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano. Parte 1: Requisitos generales”.
- Informe UNE-CR 12349:1996: “Vibraciones mecánicas. Guía relativa a los efectos de las vibraciones sobre la salud del cuerpo humano”.

BIBLIOGRAFÍA

- González Través, C (2007) NTP 795: Evaluación del ruido en ergonomía. Criterio RC Mark II”. INSHT. FD.2798. Disponible en Web: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/786a820/795%20web.pdf>
- SEBASTIÁN GARCÍA, O. (1999). *Efectos del ambiente físico de trabajo sobre las personas: respuestas psicofisiológicas, subjetivas y de comportamiento*. Madrid: INSHT. 79p. ISBN: 84-7425-548-1, NIPO: 211-99-009-X.

- CARRETERO RUIZ, RM, et Col (1999). *Exposición a vibraciones en el lugar de trabajo*. INSHT
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. (2008) *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con las vibraciones mecánicas: Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre. BOE nº 265, de 5 de noviembre*. Madrid, INSHT 55 p., ISBN 978-84-7425-754-0, NIPO 211-08-018-3. Disponible en Web del INSHT: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/Vibraciones.pdf>
- Base de datos de vibraciones mecánicas. Disponible en Web del INSHT: <http://vibraciones.insht.es:86/>
- Calculadores para la prevención: vibraciones mecánicas. Disponible en Web del INSHT: <http://calculadores.insht.es:86/Vibracionesmecánicas/Introducción.aspx>



DEO.1.1.14



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE EMPLEO
Y SEGURIDAD SOCIAL



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO