08-003

ANALYSIS OF THE INFORMATION PROVIDED BY THE TOOL MANUFACTURERS TO ASSES THE RISK OF EXPOSURE TO HAND-ARM VIBRATIONS

Lozano Gaviria, María Del Pilar; Brocal Fernández, Francisco

Universidad de Alicante

With the present work the information about Hand-Arm Vibrations (HAV), given by the manufacturers of tools in the instruction manuals, has been analysed with the objective of determining if said information is adequate to perform the risk assessment by exposition estimation of the workers to HAV, according to the UNE EN ISO 20643:2005 standard and the 2006/42/CE machine directive. To fulfil this objective, a data collection and analysis of instruction manuals of 1822 tool references from manufacturer 1 and manufacture 2 was done.

It can be concluded from the results of this study, that the information provided by these two manufacturers in their instruction manuals starting from 2006, is in its majority complete. However, additional studies are necessary, for example, regarding the test codes used or in terms of quality of the information supplied by the manufacturers in the instruction manuals, as in the present thesis/work only the existence of the required information was analysed; it would also be convenient to extend the analysis to more manufacturers, in order to reach a definitive conclusion.

Keywords: measure; Vibration; occupational hazard

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR LOS FABRICANTES DE HERRAMIENTAS PARA EVALUAR EL RIESGO POR EXPOSICIÓN A VIBRACIONES MANO-BRAZO

Con el presente trabajo se ha analizado la información relativa a las Vibraciones Mano-Brazo (VMB), proporcionada por los fabricantes de herramientas en los manuales de instrucciones, con el objetivo principal de determinar el grado de aplicabilidad práctica de la información en materia de VMB, proporcionada por los fabricantes en el manual de instrucciones, según norma UNE EN ISO 20643:2005 y la directiva de máquinas 2006/42/CE. Para cumplir dicho objetivo, se llevó a cabo una recopilación de datos y análisis de los manuales de instrucciones de 1822 referencias de herramientas de dos de los fabricantes más representativos del mercado. A partir de los resultados de este estudio se puede concluir que la información suministrada por estos dos fabricantes en los manuales de instrucciones a partir del año 2006, es en su mayoría completa, sin embargo, son necesarios nuevos estudios que profundicen en el estudio de calidad de la información suministrada por el fabricante a través del manual de instrucciones, como por ejemplo, respecto a los códigos de ensayo utilizados. Además, también sería conveniente ampliar el análisis a un mayor número de fabricantes con objeto de alcanzar conclusiones más representativas.

Palabras clave: incertidumbre; manual de instrucciones; código de ensayo; vibración manobrazo; riesgo laboral



1. INTRODUCCIÓN

Una vibración consiste en el movimiento oscilatorio de un cuerpo sólido respecto a una posición de referencia. Desde el punto de vista higiénico, según la OIT, el término vibración comprende todo movimiento transmitido al cuerpo humano por estructuras sólidas capaz de producir un efecto nocivo o cualquier tipo de molestia. Este fenómeno se caracteriza por la amplitud del desplazamiento de partículas, su velocidad y su aceleración.

Las vibraciones, están presentes en la mayoría de las máquinas, herramientas y vehículos utilizados en los procesos industriales hoy en día; según la sexta encuesta europea sobre las condiciones de trabajo, en la unión europea el 20% de la población laboral está expuesta al menos ¼ parte del tiempo de su jornada de trabajo a vibraciones producidas por herramientas o máquinas, y en el caso específico de España el 19% (Eurofound, 2015); este dato coincide con el del año 2015, de la encuesta nacional de condiciones de trabajo 2015 6ª EWCS- España del instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT; de donde además se desprende que las actividades económicas con mayor exposición a vibraciones son: la construcción (65%), la agricultura (43%) y la industria (41%), (INSHT, 2015).

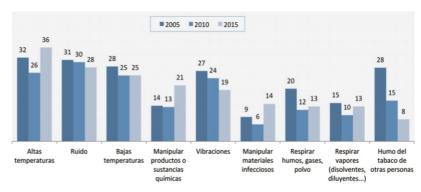


Gráfico 1: Exposición a riesgos. Evolución 2005-2015 (%), INSHT 2015

Tabla 1: Actividades económicas con mayor exposición a riegos físicos, químicos y biológicos, INSHT 2015

	Agricultura	Industria	Construcción	Salud	Total
Vibraciones	43%	41%	65%	8%	19%
Ruido	31%	45%	63%	13%	28%
Altas temperaturas	74%	45%	71%	24%	36%
Bajas temperaturas	68%	27%	55%	12%	25%
Respirar humos o gases, polvo, etc.	13%	30%	48%	4%	13%
Respirar vapores, como disolventes o diluyentes	11%	24%	36%	12%	13%
Manipular productos o sustancias químicas	38%	29%	42%	35%	21%
Humo del tabaco de otras personas	10%	8%	30%	3%	8%
Manipular materiales infecciosos	16%	17%	15%	59%	14%

Las vibraciones mecánicas pueden clasificarse en dos grupos, según la parte del cuerpo a la que afectan: vibraciones cuerpo completo y vibraciones mano-brazo; el RD 1311/2005 define la vibración transmitida al sistema mano-brazo, en adelante (VMB) como 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; define también, la vibración transmitida

al cuerpo completo (VCC) como 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.

La exposición prolongada a vibraciones transmitidas específicamente al sistema manobrazo; puede derivar en lo que se conoce como síndrome de vibración mano-brazo, que incluye alteraciones vasculares y neurosensoriales.

Los deterioros vasculares, están asociados principalmente con la exposición a vibración, mientras que los deterioros neurosensoriales también pueden estar asociados con factores ergonómicos como esfuerzos repetidos y sostenidos, estrés por contacto, posturas forzadas, bajas temperaturas, etc., (Armstrong, 1998) muchos de estos factores son inevitables e inherentes a la actividad que se realiza, lo que podría aumentar el riesgo de padecer alguna de estas enfermedades.

Siguiendo el segundo principio de la acción preventiva contemplado en la ley 31 de prevención de riesgos laborales, "evaluar los riesgos que no se pueden evitar" y desde la publicación del RD 1311/2005, transpuesto de la directiva 2002/44/CE; el empresario tiene la obligación de realizar una evaluación y, en caso necesario, la medición de los niveles de vibraciones mecánicas a que estén expuestos los trabajadores.

Según lo estipulado en el artículo 4 de dicho real decreto, para llevar a cabo la evaluación, podrá recurrirse a la observación de los métodos de trabajo concretos y remitirse a la información apropiada sobre la magnitud probable de la vibración del equipo o del tipo de equipo utilizado en las condiciones concretas de utilización, incluida la información facilitada por el fabricante. Esta operación es diferente de la medición, que precisa del uso de aparatos específicos y de una metodología adecuada.

Los métodos por estimación pueden estar basados tanto en valores de exposición; obtenidos en bases de datos creadas a partir de ensayos realizados en situaciones reales de trabajo, como en valores de emisión o declarados, que se obtienen directamente del manual de instrucciones del fabricante o, de bases de datos que recopilan los valores indicados en dichos manuales; en este último caso el valor de emisión correspondiente puede estar expresado, de acuerdo al código de ensayo utilizado, respecto a mediciones en un solo eje o en los tres ejes.

Esta opción facilita la realización de las evaluaciones, pero plantea varios inconvenientes, ya que es fundamental que la información utilizada sea fiable y semejante al caso que se pretende evaluar; los ensayos hechos en laboratorios, cada día se acercan más a la realidad, pero a pesar de esto, es muy difícil recrear las condiciones reales de funcionamiento, y muchas veces, aun tratándose de la misma referencia de herramienta, ensayada en el mismo material, los resultados pueden variar mucho si, por ejemplo, el mantenimiento de dicha máquina no es el adecuado.

A partir del año 2005, con la publicación de la norma UNE EN ISO 20643:2005 "Vibraciones mecánicas. Maquinaria sujeta y guiada con la mano", se establece, entre otros requisitos, que los valores declarados por el fabricante en el manual de instrucciones deben obtenerse a partir de códigos de ensayo que prevean la utilización de tres ejes.

En muchas ocasiones los valores de emisión proporcionados por el fabricante no son representativos del uso real de la máquina o están medidos en un solo eje, esto puede deberse a que el código de ensayo utilizado es anterior a la norma UNE EN ISO 20643:2005

(Brocal, et al, 2016); para los casos en los que no queda claro si los datos declarados en el manual de instrucciones son mediciones en un eje o en los tres ejes; la norma UNE-CEN/TR 15350:2013 hace referencia al "valor total de vibración"; este valor, puede identificarse por la designación "valores totales de vibración" o "valores de vibración triaxiales" o ahv combinado con la incertidumbre K. Si no puede encontrarse esta combinación, los valores deben considerarse un valor en cada eje.

A su vez, La directiva de máquinas 2006/42/CE, transpuesta al derecho español por el RD 1644/2008, estipula que el fabricante tiene la obligación, antes de la comercialización o puesta en marcha de los equipos, entre otras cosas, de incluir en el manual de instrucciones la siguiente información sobre las vibraciones que la máquina transmita:

- Valor total de la vibración cuando exceda de 2,5 m/s². Si no excede este valor, se debe mencionar.
- La incertidumbre de la medición.
- Condiciones de funcionamiento de la máquina.
- Códigos de ensayo utilizados

La calidad de la información proporcionada por los fabricantes en los manuales de instrucciones, es un factor fundamental en el proceso de evaluación de riesgos por estimación propuesto por Brocal et al. (2016,2018), el cual se basa en el RD 1311/2005 y la norma UNE EN ISO 20643:2005. Sin embargo, hasta la fecha no se han desarrollado estudios amplios que analicen dicha información.

1. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo, es determinar el grado de aplicabilidad práctica de la información en materia de VMB proporcionada por los fabricantes en el manual de instrucciones de las herramientas fabricadas entre el año 2002 y 2017, con la que llevar a cabo el proceso de evaluación de riesgos por estimación propuesto por Brocal et al. (2016,2018).

A partir del objetivo principal, se derivan los siguientes objetivos específicos:

- Determinar si los datos que proporcionan los fabricantes a partir del año 2005 contemplan mediciones en los tres ejes según lo estipulado en la norma UNE EN ISO 20643:2005.
- Analizar si los fabricantes, en los manuales de instrucciones de las herramientas fabricadas a partir del año 2006, proporcionan la siguiente información, de acuerdo con la directiva de máquinas 2006/42/CE:
 - Valor total de las vibraciones emitidas.
 - Incertidumbre de la medición.
 - Condiciones de funcionamiento de la máquina.
 - Códigos de ensayo utilizados.
- Identificar qué porcentaje de manuales de instrucciones cumplen con los cuatro requisitos de la directiva de máquinas 2006/42/CE, a partir del año de publicación de la misma.

2. METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos propuestos, se llevó a cabo una recopilación de datos de los manuales de instrucciones encontrados de las herramientas manuales, en total fueron analizadas 1822 referencias de herramientas.

El primer paso, fue elegir los fabricantes más representativos en el mercado actual; para esto se hizo una consulta en la página de HAVTEC (hand-arm vibration test centre, 2017) perteneciente a OPERC (Off-highway Plant and Equipment Research Centre), que cuenta con suscriptores de distintas industrias como construcción, ingeniería civil, agricultura, transporte, etc.; además de fabricantes, instituciones profesionales y universidades. Dicha página, contiene un registro de datos de vibración de los fabricantes de herramientas eléctricas miembros de EPTA (European Power Tool Association); recopilando la información encontrada en dicho registro, se encontraron un total de 889 herramientas de 31 fabricantes. Según el número de herramientas encontradas de cada fabricante, se encontró que el 48% del total de las herramientas, pertenecían a 4 de los 31 fabricantes encontrados tal como se muestra en el gráfico 1. Para el estudio se eligieron dos de estos cuatro fabricantes, descartando los que tenían menos información disponible en su respectiva página web.



Grafico 2: Representatividad de fabricantes de herramientas eléctricas, ep

2.1 Recopilación de información de los manuales.

El siguiente paso, fue recopilar la información de los manuales de instrucciones de estos dos fabricantes, como se detalla en el siguiente punto. Los datos fueron obtenidos directamente de la página web de los fabricantes y se analizaron todas las referencias de herramientas encontradas fabricadas entre el año 2002 y el año 2017, descartando las que fueran anteriores a esta fecha por estar fuera del objeto del estudio.

2.1.1 Clasificación de datos

Para la clasificación de los datos, se revisaron uno a uno los manuales de instrucciones encontrados en la página web del fabricante, si dicho manual era del año 2002 o posterior, se clasificaba la información, para esto, se diseñó una plantilla en Excel © como se muestra en la tabla 2 para cada año con la información necesaria para llevar a cabo el análisis.

Tabla 2: Plantilla para recolección de datos Excel©, ep

Herramienta	
Marca	
Modelo	
Fuente de alimentación	
Año de fabricación	
Fecha del manual de instrucciones	
Código de ensayo	
Clasificación	
Condiciones de funcionamiento	
Valores de aceleración(m/s²)	
Valor de incertidumbre K (m/s²)	

2.2 Análisis de los datos

Todos los datos encontrados fueron recopilados y clasificados en tablas para facilitar su análisis; una vez hecho esto, se determinó el número de referencias encontradas, así como los tipos de herramientas, fuentes de alimentación utilizadas, códigos de ensayo y, clasificación según el número de ejes utilizado para el ensayo. En esta parte del estudio, se analizó para cada caso el número de datos encontrados por año y el porcentaje que representaban sobre el total.

El primer objetivo del estudio, era determinar si los datos que proporcionan los fabricantes en los manuales de instrucciones a partir del año 2005 contemplaban mediciones en los tres ejes, tal como establece la norma UNE EN ISO 20643:2005; para esto, se clasificaron los datos en una tabla con los valores y porcentajes de todos los años para ver la evolución y, en otra tabla, los mismos datos pero solamente con el total de la información encontrada desde el año 2002 hasta el año 2004 y, el total a partir del año 2005 hasta el año 2017; esto con el fin de analizar el porcentaje de manuales que cumplían con este requisito a partir del año de publicación de dicha norma.

El siguiente objetivo, era analizar si de acuerdo con la directiva de máquinas 2006/42/CE, en los manuales de instrucciones se incluía el valor total de las vibraciones emitidas, la incertidumbre de la medición, las condiciones de funcionamiento de la máquina y el código de ensayo utilizado.

Para determinar si el fabricante incluía dichos datos; se llevó a cabo la clasificación de la información obtenida, en una tabla para cada requisito, con el número de herramientas por año que contenían información al respecto y los porcentajes que representaban para cada año, y en otra tabla, de la misma manera que en el caso anterior, se analizó la información proporcionada esta vez desde el año 2002 hasta el año 2005 y, a partir del año 2006 hasta la actualidad, para analizar qué porcentaje de manuales cumplían con cada requisito de la directiva a partir de su publicación en el año 2006. Para esta parte, solamente se analizó si existía información al respecto, independientemente las condiciones o del valor declarado; de la misma forma, se analizó cuantos de los manuales cumplían con la totalidad de los requisitos de la directiva, ya que dicha información no está necesariamente correlacionada;

por ejemplo, algunos manuales incluían el valor total de vibración, pero dicho valor no necesariamente estaba acompañado de la incertidumbre o incluían el código de ensayo utilizado pero no las condiciones de funcionamiento de la máquina, y así sucesivamente.

3. RESULTADOS

En total se encontraron 1822 referencias de herramientas de los dos fabricantes, de las cuales 999 pertenecían al fabricante 1 y 823 al fabricante 2; entre estas, se encontró un alto porcentaje de herramientas de fuente de alimentación eléctrica; 79,58% en el caso del fabricante 1 y 96,96% en el caso del fabricante 2, el porcentaje restante pertenece en gran parte a herramientas de combustión interna y en menor medida a herramientas hidráulicas y neumáticas.

Con respecto a si los datos que proporcionan los fabricantes contemplaban mediciones en los tres ejes, tal como establece la norma UNE EN ISO 20643:2005, en el caso del fabricante 1, se encontró que a partir de dicho año un 74,95% de las herramientas estaban ensayadas en los tres ejes y, en el caso del fabricante 2 un 91,82%. Es importante resaltar que hasta el año 2004, en el 100% de los manuales analizados tanto del fabricante 1 como del fabricante 2, se encontró información de tipo uniaxial como se muestran en los gráficos 2 y 3

Grafico 3. ejes utilizados para la medición



Gráfico 4. ejes utilizados para la medición



El siguiente objetivo, era analizar si de acuerdo con la directiva de máquinas 2006/42/CE, en los manuales de instrucciones se incluía el valor total de las vibraciones emitidas, al respecto se encontró para los dos fabricantes, que más de un 95% de los manuales analizados contenían esta información.

Gráfico 5. Valor total de vibraciones



Gráfico 6. Valor total de vibraciones



En relación con la incertidumbre de la medición, se encontró que, en el caso del fabricante 1 después del año 2006, un 88,88% de los manuales incluían esta información y, en el caso del fabricante 2 un 92,58%; cabe mencionar que antes de dicho año, menos del 1% de los manuales incluía esta información

Gráfico 7. Valor de incertidumbre



Gráfico 8. Valor de incertidumbre



Otro de los requisitos de la directiva de máquinas es incluir las condiciones de funcionamiento de la máquina, en cuanto a esto, hasta el año 2005 se encontró esta información en menos del 10% de los manuales; A partir del año 2006, el 83,40% de los manuales del fabricante 1 ya la incluía, y en el caso del fabricante 2, se encontró en un 85,15% de los manuales.

Gráfico 9. Condiciones de funcionamiento Gráfico 10. Condiciones de funcionamiento





Después de analizar si existía información sobre el código de ensayo utilizado para la medición en los manuales de instrucciones, último requisito de la directiva de máquinas, se encontró que a partir del año 2006 un 97,17% de los manuales del fabricante 1 incluían esta información y en el caso del fabricante 2 se encontró en más del 99% de los manuales.

Gráfico 11. códigos de ensayo



Gráfico 12. códigos de ensayo



Por último, se analizó la cantidad de manuales que cumplían con los cuatro requisitos de la directiva de máquinas; al respecto se encontró que a partir del año 2006 un 80,69% de los manuales del fabricante1 incluían la totalidad de dichos requisitos, en el caso del fabricante 2 un 85,15%.

Gráfico 13. Requisitos Directiva



Gráfico 14. Requisitos Directiva



4. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se desprenden del siguiente trabajo se pueden exponer en relación a los objetivos propuestos. De este modo, respecto al objetivo principal se puede concluir que la información suministrada por estos dos fabricantes en los manuales de instrucciones a partir del año 2006, es en su mayoría completa, y por lo tanto permiten aplicar el proceso de evaluación de riesgos por estimación propuesto por Brocal et al. (2016,2018). En relación a los objetivos específicos, a partir del año 2005 más del 70% de los manuales analizados, proporcionaban información de tipo triaxial, cumpliendo así con lo estipulado en la norma UNE EN ISO 20643:2005. Con respecto a los requisitos de la directiva de máquinas 2006/42/CE, a partir del año 2006, más del 80% de los manuales analizados incluían toda la información exigida

Finalmente debe indicarse que son necesarios nuevos estudios que profundicen en el estudio de calidad de la información suministrada por el fabricante a través del manual de instrucciones, como por ejemplo, respecto a los códigos de ensayo utilizados. Además, también sería conveniente ampliar el análisis a un mayor número de fabricantes con objeto de alcanzar conclusiones más representativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AENOR, UNE-CEN/TR 15350 IN (2013). Vibraciones mecánicas, Directrices para la evaluación de la exposición a las vibraciones transmitidas por la mano usando la información disponible incluyendo la información proporcionada por los fabricantes de maquinaria, Madrid, Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
- AENOR, UNE-EN ISO 20643 (2005). Vibraciones mecánicas. *Maquinaria sujeta y guiada con la mano. Principios para la evaluación de la emisión de las vibraciones*, Madrid, Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR).
- Armstrong T, MB. (1998). Upper limb disorders associated with manual work and hand transmitted vibration, Eighth International Conference on Hand-Arm Vibration, pp.1, oral presentation, Sweden.
- Brocal, F., Sebastian, MA, & González, C, (2018). Practical methodology for estimating occupational exposure to hand-arm vibrations according to CEN/TR 15350:2013. *Safety Science*, 103, pp. 197-206.
- Brocal, F., Sebastian, M., González, C. (2016). Propuesta para la mejora metodológica del proceso de evaluación del riesgo por exposición laboral a vibraciones mano-brazo mediante estimación. 20th International congress on proyect and engineering, pp. 2375, 2376. Cartagena, España.
- España. 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. *Boletín Oficial del Estado*, 5 de noviembre de 2005, núm. 265, pp 36385 a 36390.
- España. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. Boletín Oficial del Estado, 10 de noviembre de 1995, núm. 269, pp. 32590 a 32611.
- Eurofound (2017), Sixth European Working Conditions Survey Overview report (2017 update), Publications Office of the European Union, Luxembourg. [consultado 8 de diciembre de 2017] Disponible en: https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/ef1634en.pdf
- Falagán, M., Canga A., Ferrer P., Fernandez J. (2000). Manual básico de prevención de riesgos laborales: higiene industrial, seguridad y ergonomía. Oviedo, España: Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo Fundación Médicos Asturias.
- INSHT (2014). Aspectos ergonómicos de las vibraciones. Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, pp. 5.
- INSHT (2015). Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo. 2015 6a EWCS España. Evolución 2005-2015. Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, pp. 33.

- OIT (1977). C148 Convenio sobre el medio ambiente de trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones) Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo. Ginebra, Suiza.
- Pujol Senovilla L. (2009) NTP 839: Exposición a vibraciones mecánicas. Evaluación de riesgo, Centro nacional de condiciones de trabajo, Barcelona, España.
- Unión Europea. 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 los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones). Decimosexta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE) (DO L 177 de 6.7.2002, p. 13)