



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Evaluación de exposición a vibraciones mano y brazo en un puesto de trabajo de la industria de automoción.

Autor: Francisco Alriols Maiques

Tutor: D. Vicente Agustín Cloquell Ballester

Cotutor: Miguel Ángel Artacho Ramírez

Valencia, septiembre 2018

MEMORIA

INDICE

1. Objeto del proyecto.....	4
2. Antecedentes.....	5
2.1. Antecedentes generales.....	5
2.2. Antecedentes particulares.....	12
2.2.1 Datos de identificación.....	12
2.2.2 Motivo y justificación.....	12
2.2.3 Condiciones de realización del estudio.....	12
3. Metodología.....	14
3.1. Fases.....	14
3.1.1 Fase 1: Descripción del puesto de trabajo.....	14
3.1.2 Fase 2: Consulta y participación de los trabajadores	15
3.1.3 Fase 3: Proceso de medición de la exposición a vibraciones mano-brazo..	16
3.1.4 Fase 4: Configuración del equipo de medición.....	19
3.2. Material y métodos.....	24
3.2.1 Criterios de valoración.....	24
3.2.2 Descripción del equipo de medición.....	25
3.2.3 Formulas de aplicación en vibraciones.....	29
4. Resultados.....	31
4.1 Volcado de datos de las mediciones.....	31
4.2 Resultado de las mediciones.....	35
4.2.1 Medición 1 (pistola eléctrica).....	35
4.2.2 Medición 2 (pistola neumática).....	37
4.2.3 Cálculo de la medición combinada (pistola neumática + pistola eléctrica)	39
5. Conclusiones.....	41
6. Consideraciones finales.....	42
7. Anexos.....	43
Anexo I. Lista de ámbitos y trabajadores.....	44
Anexo II. Certificado de calibración.....	45

1. Objeto del proyecto

A raíz de la evaluación de riesgos laborales realizada en una empresa del sector de automoción, se detectó la necesidad de realizar una Evaluación de Exposición a Vibraciones en mano y brazo en un puesto de trabajo durante la operación de montaje de neumáticos. Estas son provocadas por la utilización de herramientas manuales.

El fin de esta evaluación es analizar las causas y factores determinantes susceptibles de provocar enfermedades profesionales o daños en la salud de los trabajadores afectados.

Los criterios de valoración utilizados en esta evaluación son los 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 puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

2. Antecedentes

2.1. Antecedentes generales

PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

La Organización Internacional del Trabajo ha desarrollado varios convenios que tienen como objeto la seguridad y la salud de los trabajadores, algunos de estos forman parte del marco jurídico español. Uno de ellos es el 155 de junio de 1981, trata de manera general el medioambiente en el trabajo y la seguridad y salud de los trabajadores, forma parte del ordenamiento jurídico de España desde julio de 1985.

El tratado por el que se constituyó la Comunidad Europea establece como uno de sus objetivos la mejora del entorno laboral, como medida para proteger la seguridad y salud de los trabajadores. Desde este estándar jurídico, la Unión Europea se ha ido dotando de un marco normativo clave para garantizar la mejora continua en el ámbito de prevención de riesgos laborales.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales, del 8 de noviembre de 1995 (Ley 31/95), en adelante LPRL, establece los principios generales para la protección de la salud de las personas en el trabajo. Transpone varias directivas, entre las que destaca como directiva marco la promoción de la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores

La LPRL es el marco normativo tomado como base para desarrollar la política de prevención de riesgos laborales. Se aplica en empresas públicas y privadas y tiene en cuenta a todos los trabajadores por cuenta ajena independientemente de su relación laboral. El objeto de esta ley es crear una base de garantías y responsabilidades que permitan alcanzar un nivel óptimo en la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados como consecuencia del trabajo.

El derecho a la seguridad y salud en el medio laboral es la base de la ley de prevención de riesgos laborales, que recoge como pilar fundamental “La necesidad de desarrollar una política de protección de la salud de los trabajadores mediante la prevención de los riesgos derivados de su trabajo”.

En diciembre de 2003, se reformó el marco normativo de la LPRL mediante la Ley 54/2003. En esta se introdujeron modificaciones de algunos fundamentos y disposiciones de la LPRL, tras 8 años desde su entrada en vigor. La Mesa de Diálogo Social en materia de prevención

de riesgos laborales, ratificada por la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, estableció como objetivos básicos de la LPRL, los siguientes:

- Combatir de manera activa la siniestralidad laboral.
- Fomentar una auténtica cultura de la prevención de los riesgos en el trabajo que asegure el cumplimiento efectivo y real de las obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales. Eliminando el cumplimiento meramente documental y formal derivado de las mismas.
- La integración de la prevención de los riesgos laborales en los sistemas de gestión de la empresa, como medida indispensable.
- Dotar a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de una adecuada norma sancionadora para mejorar el control del cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

La LPRL establece las garantías y responsabilidades necesarias para obtener el nivel necesario de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados del trabajo. El incumplimiento de la misma puede derivar en responsabilidades de índole penal, civil y administrativo.

Según el artículo 6 de la LPRL, se deben concretar medidas preventivas mediante normas reglamentarias que garanticen la protección de los trabajadores expuestos a riesgos laborales como consecuencia del trabajo. Entre estas medidas se encuentran las destinadas a garantizar la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición a vibraciones durante el trabajo.

El artículo 14 de la LPRL establece el derecho a la protección frente a los riesgos laborales. “Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo.” Todo ello con el objetivo de mejora continua de las actividades de identificación, evaluación y control de los riesgos laborales

El artículo 15 de la LPRL, recoge como principio de la acción preventiva que el empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención previsto en el artículo 14 de la LPRL, teniendo en cuenta los siguientes principios generales:

- a) Evitar los riesgos.
- b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- c) Combatir los riesgos en su origen.

Para ello la elección de equipos de trabajo y la concepción, procedimientos y métodos de trabajo se debe adaptar al trabajador. El empresario debe tener siempre en cuenta la evolución de la técnica sustituyendo lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.

El artículo 16 de la LPRL determina que la prevención de riesgos laborales deberá integrarse en el sistema general de gestión de la empresa, tanto en el conjunto de sus actividades como en todos los niveles jerárquicos de ésta, a través de la implantación y aplicación de un plan de prevención de riesgos laborales. Este plan de prevención de riesgos laborales deberá incluir la estructura organizativa, las responsabilidades, las funciones, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para realizar la acción de prevención de riesgos en la empresa, en los términos que reglamentariamente se establezcan.

El apartado 2 del artículo 16 de la LPRL recoge los instrumentos esenciales para la gestión y aplicación del plan de prevención de riesgos, son la evaluación de riesgos laborales y la planificación de la actividad preventiva y cita textualmente los párrafos siguientes:

- a) El empresario deberá realizar una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, teniendo en cuenta, con carácter general, la naturaleza de la actividad, las características de los puestos de trabajo existentes y de los trabajadores que deban desempeñarlos. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo. La evaluación inicial tendrá en cuenta aquellas otras actuaciones que deban desarrollarse de conformidad con lo dispuesto en la normativa sobre protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad. La evaluación será actualizada cuando cambien las condiciones de trabajo y, en todo caso, se someterá a consideración y se revisará, si fuera necesario, con ocasión de los daños para la salud que se hayan producido.

Cuando el resultado de la evaluación lo hiciera necesario, el empresario realizará controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios, para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

b) Si los resultados de la evaluación prevista en el párrafo a) pusieran de manifiesto situaciones de riesgo, el empresario realizará aquellas actividades preventivas necesarias para eliminar o reducir y controlar tales riesgos. Dichas actividades serán objeto de planificación por el empresario, incluyendo para cada actividad preventiva el plazo para llevarla a cabo, la designación de responsables y los recursos humanos y materiales necesarios para su ejecución.

Por otro lado, el apartado 3 del artículo 16 de la LPRL establece que cuando se haya producido un daño para la salud de los trabajadores o cuando, con ocasión de la vigilancia de la salud prevista en el artículo 22, aparezcan indicios de que las medidas de prevención resultan insuficientes, el empresario llevará a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de estos hechos.

El artículo 17 de la LPRL establece que el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo sean adecuados para el trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizarlos.

Así mismo, el artículo 22 de la ley deja claro que el empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Si se parte de la base de que no deben existir riesgos en el puesto de trabajo, cuando esto no sea posible se debe evaluar el riesgo y proponer medidas correctoras. Estas deben ir orientadas a eliminar el riesgo o, a reducir y controlar el riesgo. En este último caso se debe evaluar el alcance de la exposición de los trabajadores al riesgo y la incidencia de esta exposición en su salud. De manera que se pueda tener controlado el riesgo y si la salud del trabajador se ve afectada por la exposición al mismo.

Todo ello deriva en la necesidad de realizar evaluaciones suplementarias que determinen si la utilización de determinados equipos o herramientas de trabajo puede tener consecuencias negativas para la salud de los trabajadores. Estas consecuencias pueden ser un accidente de trabajo o una enfermedad profesional.

REGLAMENTACIÓN ESPECÍFICA

En el ámbito de las evaluaciones suplementarias, surge la necesidad de la protección de los trabajadores frente a los riesgos relacionados con la exposición a vibraciones mecánicas. Para ello ha sido adoptada la 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). Mediante 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 mencionado real decreto utiliza las normas UNE-EN ISO 5349-1 y 2 como referencia para establecer las directrices técnicas en la evaluación de la exposición a vibraciones mano -brazo.

La norma UNE- EN ISO 5349-1 trata de las vibraciones transmitidas a la mano por una superficie de contacto que esté vibrando, y que a través de la mano se propaguen al brazo y al resto del cuerpo. Este tipo de vibración se encuentra fundamentalmente en aquellas situaciones en la que se utiliza una herramienta vibrátil portátil, como por ejemplo motosierras, sierras de disco, herramientas percutoras o de acabado de superficies. La UNE- EN ISO 5349-1 establece un mismo filtro de ponderación para los tres ejes ortogonales.

EL R.D. 1311/2005 establece claramente unos valores límite de exposición, que son aquellos que no deberían sobrepasarse en ninguna circunstancia debido a que conducirían muy probablemente al síndrome de Raynaud o de los dedos blancos, así como unos valores de exposición que dan lugar a una acción, que son aquellos que marcan la frontera a partir de los cuales se deben tomar medidas para disminuir la exposición a vibraciones.

VIGILANCIA DE LA SALUD

La NTP (Nota Técnica de Prevención) 963 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo (INSHT) se centra en todo lo relativo a la vigilancia de la salud en trabajadores expuestos a vibraciones mano-brazo y sobre el cuerpo entero. Hace referencia a efectos derivados para la salud y a la vigilancia de la salud que comprenderá los apartados de prevención higiénica y prevención sanitaria.

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, incluye una lista de enfermedades profesionales y cita algunas actividades capaces de producir enfermedades osteoarticulares o angioneuróticas derivadas de la exposición a vibraciones mecánicas, como son:

En relación con las afecciones vasculares:

- 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 o 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.

CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES

La ley establece la consulta y la participación de los trabajadores en materia preventiva como parte del derecho de estos a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. Para garantizar esa protección a este derecho está el deber empresarial de consultar a los trabajadores y posibilitar su participación.

Según se cita en el artículo 33 de la LPRL, sobre consulta de los trabajadores:

El empresario deberá consultar a los trabajadores con la debida antelación, entre otras, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores, derivadas de la elección de los equipos, la determinación y la adecuación de las condiciones de

trabajo y el impacto de los factores ambientales en el trabajo.

- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- Cualquier otra acción que pueda tener efectos substanciales sobre la seguridad y la salud de los trabajadores. En las empresas que cuenten con representantes de los trabajadores, las consultas a las que se refiere el apartado anterior se llevarán a cabo con dichos representantes.

Así mismo, el artículo 34 de la LPRL, sobre derechos de participación y representación, cita en su apartado 1 que: “Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.” Esta participación viene reglada en el artículo 35, que establece que los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo.

El artículo 36 de la LPRL, sobre competencias y facultades de los Delegados de Prevención, cita textualmente como competencias de los Delegados de Prevención:

- a) Colaborar con la dirección de la empresa en la mejora de la acción preventiva.
- b) Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la ejecución de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
- c) Ser consultados por el empresario, con carácter previo a su ejecución, acerca de las decisiones a que se refiere el artículo 33 de la presente Ley.
- d) Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

Como consecuencia del ejercicio de estas competencias deben tener acceso a la información y documentación relativa a las condiciones de trabajo que sean necesarias. Por otro lado queda claro que los Delegados de Prevención están facultados para acompañar a los técnicos en las evaluaciones de carácter preventivo que se realicen en el medio ambiente del trabajo.

2.2. Antecedentes particulares

2.2.1 Datos de identificación

Empresa: AUTOMOCIÓN S.A.

Actividad: auxiliar de automoción

Centro de Trabajo: Valencia

2.2.2 Motivo y justificación

La empresa objeto de este estudio pertenece al sector de la automoción, una de sus secciones se dedica a la instalación de neumáticos.

A raíz de la realización de la evaluación de riesgos de la empresa, se detectó la necesidad de realizar una evaluación específica con el fin de analizar las causas y factores determinantes de la exposición a vibraciones mano-brazo susceptibles de provocar enfermedades profesionales en los trabajadores, así como indicar las medidas de prevención que procedan con objeto de controlar o reducir el riesgo.

2.2.3 Condiciones de realización del estudio

El instrumento de medida que se usa para medir las vibraciones es el vibrómetro, a este se le acoplan un acelerómetro y un dispositivo para tratamiento y salida de datos, unido por un cable de conexión entre ambos.

El acelerómetro detecta la vibración y, utilizando el efecto piezoeléctrico, transforma la energía que transmite en una corriente eléctrica. Para alcanzar una medición de la aceleración eficaz durante un periodo de medida, se procesa la señal de vibración del acelerómetro para alcanzar un valor ponderado en frecuencia.

Con el fin de que la vibración medida sea representativa de la que recibe habitualmente el trabajador en una jornada laboral, el acelerómetro debe fijarse rígidamente a la superficie que emite la vibración interfiriendo lo menos posible en la tarea del trabajador. Es un aspecto que debe verificarse durante la medición ya que si la fijación no es correcta puede inducir a errores importantes.

En el caso de las vibraciones mano-brazo deben utilizarse adaptadores entre los dedos de la mano que se fija a la empuñadura, sobre estos se coloca el acelerómetro que debe estar

situado en la mitad de la zona de agarre. El cable que une el acelerómetro con el vibrometro se fija mediante abrazaderas al brazo, de manera que se evite el efecto triboeléctrico.

El anexo A de la norma UNE EN ISO 5349-2: 2002 aporta ejemplos de los puntos de localización para herramientas que disponen de empuñaduras o zonas de agarre rígidas. A modo de ejemplo la figura 1 recoge el tipo de agarre para realizar la medición con una mano sobre empuñadura.



Figura 1. Tipos de agarre con una mano sobre empuñadura

Los equipos de medida y análisis deben cumplir con la Norma UNE-EN ISO 8041: 2006 “Respuesta humana a las vibraciones. Instrumentos de medida”, donde se especifican los requisitos mínimos a cumplir para medir las vibraciones, tales como filtros de ponderación en frecuencia, tolerancias, rango dinámico, sensibilidad, calibración, linealidad y capacidad de sobrecarga.

Debe tenerse en cuenta que el resultado de la medición puede verse afectado por las características de la empuñadura (rígida o con revestimiento flexible) o la fuerza de agarre.

Principales fuentes de error en la medición:

- Problemas del cable conector: asegurar todas las conexiones del cable y verificar que los cables no han sido dañados en ninguna parte. Se debe prestar especial atención en no someter el cable a tensiones indebidas.
- Efecto triboeléctrico: Se recomienda fijar los cables de transmisión de la señal a la superficie vibrante cerca del acelerómetro empleando, por ejemplo, abrazadera o cinta adhesiva. Los cables sometidos a tensiones mecánicas elevadas pueden generar perturbación eléctrica y por tanto distorsionar la señal que recibe el vibrometro. En el caso de herramientas neumáticas, la fijación del cable debe hacerse a lo largo de la línea que suministra el aire.

3. Metodología

3.1. Fases

3.1.1. Fase 1: Descripción del puesto de trabajo

Este estudio se realizó en la empresa AUTOMOCIÓN S.A., que se dedica al mantenimiento de vehículos. Se efectuó una evaluación específica de la exposición a vibraciones mano-brazo en el puesto de trabajo Mecánico, se trata de una actividad en la que se utilizan herramientas de mano y portátiles de tamaño y peso considerable. Algunas de estas herramientas provocan exposición a vibraciones, sobre todo las eléctricas y las neumáticas.

En concreto se realizó el estudio en la operación de montaje de neumáticos, en el que utilizan pistola eléctrica y pistola neumática. Se realizó de manera separada en ambas operaciones al ser equipos de trabajo diferentes y, posteriormente, de manera conjunta.

Uno de los servicios que habitualmente realiza es la sustitución de neumáticos. La actividad se realiza en una sección con una superficie de 1.200 m², situada en la nave principal de la empresa y ocupada por 16 mecánicos que se reparten distintas tareas. El trabajo evaluado es el de sustitución de neumáticos de turismo y la medición se ha realizado durante la sustitución del neumático trasero derecho.

La tarea de sustitución de neumáticos considera las siguientes operaciones:

- Posicionamiento y bloqueo del vehículo: mediante indicaciones y supervisión de otro operario se debe colocar el vehículo sobre el elevador hidráulico. Una vez detenido el motor y activado freno de mano, el operario se retira del vehículo.
- Elevar el vehículo: se procede a elevar el vehículo mediante sistema hidráulico, de manera que se asegure la imposibilidad que el vehículo se desplace.
- Retirada del conjunto neumático-llanta del vehículo: mediante herramienta hidráulica o eléctrica (pistola) se procede a retirar las 4 tuercas que fijan el neumático, para posteriormente extraerlo y situarlo en el suelo.
- Retirada del neumático de la llanta: una vez vaciada la presión de aire del neumático, mediante un equipo mecanizado se fija el neumático con un sistema de abrazaderas

hidráulicas y se procede a retirar el neumático de la llanta.

- Revisión, limpieza y engrase de la llanta: se revisa y limpia bien la parte interior de la llanta, luego se lubrica con grasa por completo. Lo mismo se hace con el borde del neumático.

- Instalación del neumático de sustitución en la llanta: se procede a instalar el neumático de recambio, colocar sello de goma y seguros. Posteriormente se presuriza a los bares homologados y se equilibra en el equipo de equilibrado de neumáticos.

- Instalación del conjunto neumático-llanta en el vehículo: una vez posicionado el neumático en el tambor del eje del vehículo, se procede a colocar las 4 tuercas que fijan el sistema con pistola hidráulica o eléctrica.

La tarea de sustitución de un neumático tiene un tiempo total de ejecución de 15 minutos, de los cuales hay exposición a vibraciones mano-brazo durante 3 minutos. Los trabajadores rotan en diferentes tareas para que el tiempo total de exposición a vibraciones mano-brazo en una jornada no supere los 30 minutos, esto son 10 cambios de neumáticos por jornada.

Los trabajadores utilizan equipos de protección individual para manipular las pistolas, se trata de guantes anti-vibración.

3.1.2. Fase 2: Consulta y participación de los trabajadores

Tal como recoge el artículo 36 de la LPRL, en el ejercicio de las competencias atribuidas a los Delegados de Prevención, éstos estarán facultados para acompañar a los técnicos en las evaluaciones de carácter preventivo del medio ambiente de trabajo.

Por parte de la empresa estuvieron presentes en el transcurso de las mediciones, siendo consultadas y/o aportando la información necesaria, las personas que a continuación se relacionan:

- Representante de la Empresa
- Delegado de Prevención

3.1.3. Fase 3: Proceso de medición de la exposición a vibraciones mano-brazo

Según recoge el texto de la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos derivados de la exposición a vibraciones mecánicas en los lugares de trabajo, que Desarrolla el RD 1311/2005, el objeto de la medición es determinar cuantitativamente, mediante el equipo de medición, la magnitud de las vibraciones mano-brazo a la que están expuestos los trabajadores. Por este motivo, es importante asegurar que las mediciones sean representativas de esta exposición, se deben seleccionar las operaciones de trabajo a medir y el tiempo de exposición correspondiente.

Las tareas que se realizan en un puesto de trabajo se descomponen en varias operaciones que pueden repetirse a lo largo de la jornada laboral. La exposición a las vibraciones puede variar entre estas operaciones debido a la utilización de diferentes herramientas o a diferencias en la manera de trabajar con cada una de ellas.

Las etapas a seguir para la evaluación de la exposición a vibraciones mano-brazo, son las siguientes:

1. Identificación de las operaciones discretas que constituyen el modo normal de trabajo:

Para evaluar la exposición diaria a las vibraciones, se deben identificar las operaciones que pueden contribuir significativamente a la exposición y decidir el método de medida a utilizar para cada una de ellas. Este dependerá del tipo de operación y la duración de las misma. Se obtendrá un valor representativo de la magnitud de las vibraciones para cada operación o tareas identificadas.

2. Selección de las operaciones a medir:

Se deben identificar una serie de factores que permiten diferenciar una operación de otra:

- Fuentes de exposición a las vibraciones (herramientas que se están utilizando).
- Modos de funcionamiento de cada herramienta.
- Cambios en las condiciones de funcionamiento que puedan afectar a la exposición a las vibraciones.

- Herramientas insertadas que afecten a la exposición a las vibraciones.
- Información por parte de los trabajadores y supervisores sobre las situaciones de trabajo en las que se pueden producir los mayores niveles de vibración.
- La evaluación por estimación basada en la información correspondiente, en el caso de que se hubiese realizado previamente a ésta.

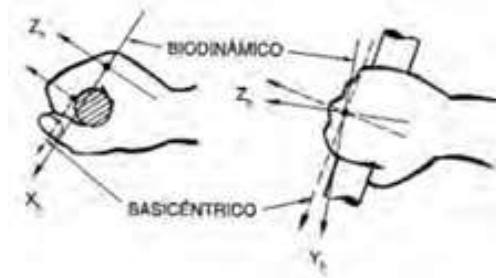
3. Medición de la aceleración para cada operación seleccionada:

La medición se ajustará a los criterios de la norma UNE-EN ISO 5349-2: 2002. “Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por VIBRACIONES MECÁNICAS mano. Parte 2: Guía práctica para la medición en el lugar de trabajo”.

Las mediciones deben hacerse en los tres ejes de referencia (x, y, z) del sistema de coordenadas ortogonal definido en la primera parte de la norma (figura 2). Entonces, para cada uno de los tres ejes de referencia se obtiene su valor de aceleración continua equivalente ponderada en frecuencia (a_{hw_x} a_{hw_y} a_{hw_z}) y a partir de ellos se determina el valor total de aceleración equivalente ponderada en frecuencia mediante la siguiente expresión:

$$a_{hw} = \sqrt{(a_{hw_x})^2 + (a_{hw_y})^2 + (a_{hw_z})^2}$$

Al colocar el acelerómetro debe tenerse especial cuidado en hacerlo de manera que se respete la orientación de los ejes de coordenadas (según figura 2). Cuando se trate de herramientas que se utilizan con las dos manos, deben medirse ambas y evaluar con referencia a la magnitud más elevada de las dos.



Direcciones de los ejes:

X dorso - palma de la mano

Y línea nudillos

Z mano - interior brazo

Figura 2. Sistema de coordenadas.

4. Estimación del tiempo de exposición diario representativo de cada operación identificada:

La norma UNE-EN-ISO 5349:2 (y en particular su anexo E) establece las formas de organizar la medición que corresponden a llevar a cabo la operación asociada al puesto de trabajo, en cada una de las cuales, además de determinar la magnitud de las vibraciones, habrá que determinar el tiempo de exposición.

Cuando se trate de una medición de corta duración en operaciones con equipos en funcionamiento intermitente (como es el caso), se hacen mediciones de la magnitud de las vibraciones a lo largo de un periodo de operación continuada. En el tiempo de exposición no se incluyen ni los descansos ni los periodos en los que las manos pierden el contacto con las vibraciones. Por tanto, el tiempo de exposición coincide con el tiempo de operación.

Para ello, es importante conocer el número de operaciones que se realizan en una jornada laboral. El tiempo diario equivalente se obtiene multiplicando la duración de la operación por el número de operaciones por jornada laboral.

En caso de que varíe el tiempo de duración en alguna de las operaciones, se cogerá el más desfavorable como tiempo medio a multiplicar por el número diario de operaciones. Es decir, el de mayor duración.

Medición:

Las mediciones se efectuaron a las 9 horas del día 22-12-2017. Para la realización de las mediciones se utilizó un equipo convenientemente calibrado y verificado antes de llevarlas a cabo. Este instrumental cuenta con el correspondiente certificado de calibración (ver anexo II) que lo habilita para realizar evaluaciones del tipo vibración mano-brazo y vibración cuerpo entero.

Durante las mediciones, las condiciones de trabajo fueron las habituales, sin alteración del proceso productivo. Tanto la actividad como la exposición en el puesto de trabajo fueron las de una jornada laboral habitual.

3.1.4 Fase 4: Configuración del equipo de medición

Para medir la exposición de vibraciones mano brazo se precisa Monitor de vibraciones HMV100, el acelerómetro mano-brazo, el cable de conexión CBL 122 (conecta el monitor con el acelerómetro) y el adaptador adecuado para el tipo de medición (escoger entre el ADP060, ADP061 o ADP062).

Colocación del acelerómetro con configuración mano-brazo:

- El canal X debe coincidir con el eje basicéntrico (X), que corresponde a la línea que une el dorso con la palma.
- El canal Y debe coincidir con el eje basicéntrico (Y), que corresponde a la línea de los nudillos.
- El canal Z debe coincidir con el eje basicéntrico (Z), que corresponde a la línea que une la mano con el interior del brazo.

La colocación del acelerómetro se representa en la figura 3:

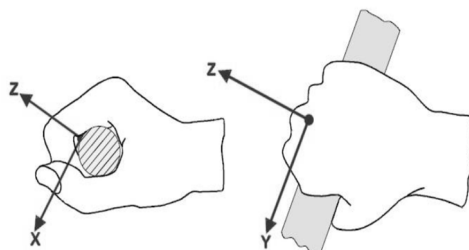


Figura 3. Colocación del acelerómetro


Carga del Setup:


El primer paso para realizar la medición es cargar el Setup adecuado del equipo Monitor de vibraciones LARSON & DAVIS HVM100 (ver figura 4):




Figura 4. Monitor de vibraciones LARSON & DAVIS HVM100


Paso 1 (pulsar)  . En el display se visualiza: MODO DE OPERAR MANO-BRAZO


Paso 2 (pulsar)  . En el display se visualiza: LLAMA SETUP


Paso 3 (pulsar)  . En el display se visualizan las configuraciones disponibles, situar el cursor sobre la adecuada: MANO-BRAZO


Paso 4 (pulsar)  . Confirmar la elección del SETUP. En el display aparece el nombre de la configuración escogida. Se mantiene hasta que el equipo es apagado.


Inicio, parada y almacenamiento de la medida

Paso 1 (pulsar)  . Inicio de la medición. En la parte superior derecha, aparece el carácter "?" (el equipo está midiendo).


Paso 2 (pulsar)  . Finalizar la medición. En la parte superior derecha, aparece el carácter "I" (el cual ha sustituido al carácter "?").

Paso 3 (pulsar)  . Guardar fichero. Escoger el número de fichero donde se guardará la medida. Por defecto siempre escoge el primero que esté vacío. Tener la precaución de no sobrescribir otras mediciones.


Paso 4 (pulsar)  . Confirmar guardar fichero. El fichero queda almacenado (anotar el número de fichero para posteriormente relacionar con el valor de la medición con el puesto de trabajo evaluado).

Paso 5 (pulsar)  . Borrar fichero temporal (no borra la medición, sino que hace un reset de la pantalla).


Consulta de los valores medidos:


Paso 1 (pulsar)  . Borra el fichero temporal de la secuencia anteriormente ejecutada. En el display se visualiza: Datos borrados


Paso 2 (pulsar)  . En el display se visualiza: LLAMA FICHERO


Paso 3 (pulsar)  . En el display se visualizan los ficheros de las mediciones almacenadas. Situar el cursor sobre el número de fichero que se desea visualizar.

Paso 4 (pulsar)  . confirmar la elección del fichero.

Paso 5 (pulsar)  . Pulsar 4 veces hasta visualizar en el display el valor de A_{eq} para los canales del acelerómetro. En el display se visualiza: A_{eq} "duración de la medición" "nº fichero"; "Valor medición" m/s^2 WdX.

Paso 6 (pulsar)  . En el caso anterior se ha visualizado el valor del canal X con la curva de ponderación Wd. Para visualizar el canal Y, se pulsa la flecha de desplazamiento "derecha" A_{eq} "duración de la medición" "nº fichero"; "Valor medición" m/s^2 WdY

Paso 7 (pulsar)  . Para visualizar el canal Z, se pulsa de nuevo la flecha de desplazamiento "derecha" A_{eq} "duración de la medición" "nº fichero"; "Valor medición" m/s^2 WkZ

Paso 8 (pulsar)  . Borra el fichero temporal de la secuencia anteriormente ejecutada. En el display se visualiza: Datos borrados

Una vez preparado el equipo, para realizar las mediciones se fijó fuertemente el adaptador con su acelerómetro triaxial. Se le colocó el adaptador al trabajador asegurando que el acelerómetro estaba perfectamente unido a la superficie vibrátil, (empuñadura) y que registraba fielmente el nivel de vibración de la superficie objeto de estudio que se transmite a la mano del trabajador.

Los operarios pueden utilizar en el montaje de ruedas, tanto pistola neumática como pistola eléctrica (ver figuras 5 y 6). Con objeto de analizar las posibles situaciones que pueden darse en la operación de sustitución de neumáticos, se han realizado mediciones de cada una de las pistolas por separado y medición combinada utilizando las dos durante la misma operación de sustitución de neumático.



Figura 5. Pistola eléctrica: IQV20 W7000 Series



Figura 6. Pistola neumática: YAIM

Descarga y explotación de datos

- Conectar el monitor de vibraciones al equipo (solo funciona en los ordenadores de sobremesa) mediante el cable de conexión CBL006 y pulsar la tecla ON del monitor de vibraciones.
- Abrir la aplicación informática BLAZE (Inicio/ Programas).
- En el menú superior, pulsar en "Opciones" y posteriormente en "Conexión".
- En la vista "Configuraciones de conexión" seleccionar "HVM", "Com 1" y "9600" y pulsar en "Conectar" (si no funciona con Com 1 probar con el resto de puertos).

- A continuación se visualiza una nueva ventana con varias pestañas. Pulsar en la pestaña "Descarga" y posteriormente en el botón "Descarga". No debemos borrar los datos desde la aplicación.
- Una vez finalizada la descarga, se genera un archivo con nombre "blaze1.blz". Para guardar el archivo con todas las mediciones realizadas pulsar en "Archivo" y "Guardar como".
- Nombrar el archivo y escoger la carpeta de destino (una vez realizado este paso, se puede desconectar el monitor de vibraciones del PC y borrar los ficheros de las mediciones, ya que la información se ha guardado en el archivo de extensión.blz.).
- En el archivo creado, hay un desplegable con de título "HVM 100 Registro de archivo 0", mediante este desplegable pueden visualizarse los datos correspondientes a todas las mediciones, siendo el número de registro, el número de fichero donde se ha guardado previamente la información de la medición. Por ejemplo, si se ha guardado una medición en el fichero 14, el valor de la medición estará en el registro "HVM 100 Registro de archivo 14".
- El valor necesario para realizar el informe es el indicado en el parámetro A_{eq} , para cada uno de los canales del acelerómetro X, Y, y Z.
- Para adjuntar el volcado de datos al informe se deben seguir los siguientes pasos:
 - Seleccionar en el desplegable el registro de la medición.
 - Pulsar el botón "Imprima informes" de la barra de herramientas.
 - Seleccionar la opción Informe del Sumario y activar todas las casillas de Opciones del Informe.
 - Pulsar el botón Imprimir.
 - Seleccionar como impresora "Impresora PDF"
 - Guardar el archivo en el directorio deseado.
 - El archivo guardado se debe abrir con la aplicación Adobe Reader.

3.2. Material y Métodos

3.2.1 Criterios de valoración

Para el análisis de los resultados es determinante tener en cuenta el tiempo de exposición a las vibraciones producidas como consecuencia del uso de los citados equipos de trabajo, ya que se utiliza en el cálculo de los resultados y se compara con el valor límite de exposición. Este dato lo facilita la empresa en función del promedio diario de dedicación del mecánico a la operación de sustitución de neumáticos.

Se efectuaron mediciones en el puesto de trabajo Mecánico durante la operación de sustitución de neumáticos. Se utiliza pistola eléctrica y pistola neumática. Cabe añadir que los tiempos de exposición considerados son los indicados por parte de la empresa y reflejan el promedio de dedicación de los mecánicos a la operación de montaje de neumáticos.

Según información facilitada por la empresa se considera que la exposición media a las vibraciones mano -brazo para las operaciones cambio de neumáticos es de 30 minutos diarios. Dado que los trabajadores también pueden combinar las pistolas, es decir pueden manejar o bien pistolas neumáticas o bien pistolas eléctricas. Según información facilitada por la empresa la exposición media a las vibraciones en tal caso es de 15 minutos por pistola. Siendo la exposición media total a las vibraciones mano-brazo para las operaciones cambio de ruedas es de 30 minutos diarios.

Para evaluar la exposición de los trabajadores a la vibración mano-brazo se aplica la legislación específica vigente, el R.D. 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. Este real decreto utiliza como referencia las normas UNE-EN ISO 5349-1 y 2, para establecer las directrices técnicas en la evaluación de la exposición a vibraciones mano -brazo.

La norma UNE- EN ISO 5349-1 trata de las vibraciones transmitidas a la mano por una superficie de contacto que esté vibrando, y que a través de la mano se propaguen al brazo y al resto del cuerpo. Este tipo de vibración se encuentra fundamentalmente en aquellas situaciones en la que se utiliza una herramienta vibrátil portátil, como por ejemplo motosierras, sierras de disco, herramientas percutoras o de acabado de superficies. La UNE- EN ISO 5349-1 establece un mismo filtro de ponderación para los

tres ejes ortogonales.

EL R.D. 1311/2005 establece de manera clara los valores límite de exposición, que no deben sobrepasarse en ninguna circunstancia debido a que de manera probable conducirían al síndrome de Raynaud o de los dedos blancos. Se debe tener en cuenta valores de exposición que dan lugar a una acción, que son aquellos a partir de los cuales hay que tomar medidas para disminuir la exposición a vibraciones.

El parámetro utilizado para valorar la vibración que afecta al conjunto mano-brazo es el nivel energético eficaz o aceleración continua equivalente ($A_{eq,t}$) en unidades de aceleración m/s^2 . Los valores límite de exposición, son:

- Valor límite de exposición para 8 horas: $5 m/s^2$
- Valor de exposición que da lugar a una acción para 8 horas: $2,5 m/s^2$

3.2.2 Descripción del equipo de medición

Para las mediciones se utilizó el Equipo Monitor de vibraciones y Acelerómetro triaxial mano-brazo montado con el Adaptador de agarre correspondiente, con los siguientes datos:

Marca/Fabricante: Larson Davis

Modelo monitor vibraciones: HVM 100, nº serie 01956

Modelo acelerómetro triaxial: SEN021F, nº serie P103394

Última calibración: 22-05-2017

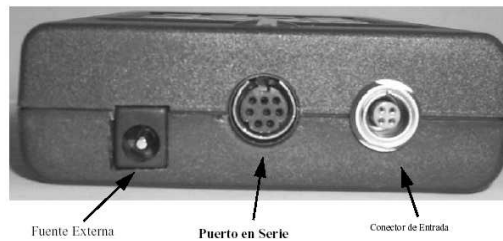
El monitor de vibraciones y el acelerómetro triaxial cumplen con lo establecido en la norma UNE- EN ISO5349-1 (2002) de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano.

Mediante el monitor HVM 100 se ejecutan las acciones necesarias para realizar la medición. El monitor dispone de:

- Dos conexiones de entrada y salida de datos.
- Una pantalla de visualización (display).

- Un teclado con botones de función, de dirección y de confirmación de acción.
- Alojamiento de las pilas para alimentación del equipo.

Las conexiones de entrada y salida de datos y de alimentación, están ubicadas en la parte superior del monitor (ver figura 7):



La conexión situada en el centro sirve para descargar los datos de las mediciones al PC, mediante el cable CBL006 (puerto serie).

La conexión situada a la derecha establece la comunicación entre el monitor y el acelerómetro correspondiente, (cuerpo entero o mano-brazo), mediante el cable CBL122 (tipo lemo de 4 pins).

Figura 7. Parte superior del monitor HVM 100

La pantalla y el monitor se muestran en la figura 8.

El teclado dispone de teclas de función, de desplazamiento y de confirmación, son las siguientes:

-De función: run, data, history, store, recall, print, reset, power, setup

-De desplazamiento: arriba, derecha abajo e izquierda.

-De confirmación: V (visto).



Figura 8. Pantalla y teclado del monitor

Alojamiento de las pilas para alimentación del equipo, ver figura 9.



Figura 9. Alojamiento pilas

A este equipo se le añade un conjunto suplemento que consta de Acelerómetro mano brazo (ver figura 10). Se trata de la parte del conjunto medidor que está en contacto con la mano del trabajador.

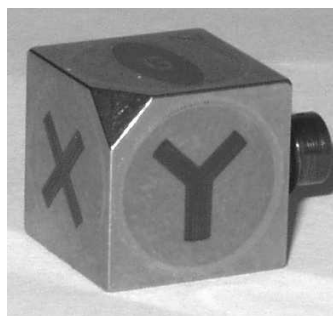


Figura 10. Acelerómetro

Dispone de 3 adaptadores para facilitar la colocación en la mano del trabajador, como puede verse en las figuras 11, 12 y 13:



Figura 11. Adaptador mano-brazo ADP060. Tipo T



Figura 12. Adaptadores mano-brazo ADP061.

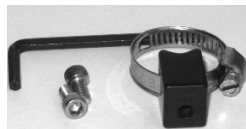


Figura 13. Adaptador mano-brazo ADP062 Tipo abrazadera.

El conjunto queda unido por un cable que conecta el monitor de vibraciones con el acelerómetro correspondiente, modelo CLB122 (ver figura 14).



Figura 14. Cable CLB122

Para la descarga de datos se utiliza el cable CBL006 (ver figura 12), que conecta el monitor de vibraciones con el PC. El proceso de descarga de datos se realiza mediante

la aplicación Blaze (ver figura 13), esta hace de interfaz y convierte los datos en archivos con extensión pdf o Excel.



Figura 12. Cable CBL006

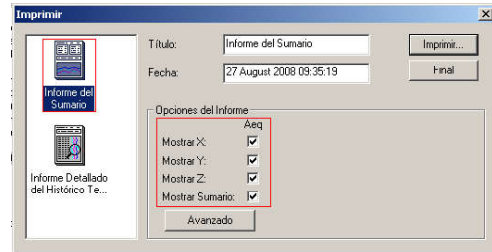


Figura 13. Aplicación Blaze

3.2.3 Formulas de aplicación en vibraciones

El acelerómetro triaxial utilizado proporciona las lecturas en los tres ejes ortogonales X, Y y Z simultáneamente. De acuerdo con la legislación vigente, se utiliza la siguiente fórmula para encontrar la aceleración global equivalente ponderada en frecuencia de vibración $A_{eq,Ti}$ en los tres ejes:

$$A_{eq,Ti} = \sqrt{(A_{eq,x})^2 + (A_{eq,y})^2 + (A_{eq,z})^2}$$

siendo $A_{eq,x}$, $A_{eq,y}$ y $A_{eq,z}$ las aceleraciones medidas en cada uno de los tres ejes ortogonales.

La aceleración continua equivalente ponderada en frecuencia $A_{eq,Ti}$ (m/s^2) para puestos de trabajo sometidos a distintos niveles de vibración $A_{eq,Ti}$ a lo largo de la jornada laboral, se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$A_{eq,Ti} = \sqrt{\frac{[\sum(A_{eq,Ti})^2 Ti]}{\sum Ti}}$$

El parámetro $A_{eq,T}$ se convertirá en $A_{eq,d}$ (nivel de aceleración equivalente diario) cuando el tiempo de exposición (T_i) en la jornada laboral sea de 8 horas.

Por último, la fórmula a utilizar cuando las exposiciones son distintas de 8 horas es:

$$A_{eq,d} = A_{eq,Ti} \sqrt{\frac{Ti}{8}}$$

siendo:

- $A_{eq,Ti}$ la aceleración continua equivalente para una determinada situación vibratoria en m/s^2 .
- $A_{eq,d}$ el nivel de aceleración equivalente diario en m/s^2 referido a 8 horas.
- Ti el tiempo de exposición de la mencionada situación.

4. Resultados

4.1 Volcado de datos de las mediciones

Los resultados de los ensayos están expresados en dB relativos a $1\mu\text{m}/\text{s}^2$ ($1\text{m}/\text{s}^2=120\text{ dB}$).

La indicación de la frecuencia de referencia puede verse en la tabla 1.

Banda limitante (0,4-100Hz)

	Nominal (m/s^2)	Frec (Hz)	Prom	Max-min	error
Eje X	140.00	159.15	139.70	0.0%	-0.2%
Eje Y	140.00	159.15	139.70	0.0%	-0.2%
Eje Z	140.00	159.15	139.60	0.0%	-0.3%

EMP: $\pm 3.0\%$ $\pm 3.0\%$

Tabla 1. Frecuencia de referencia.

Los indicadores de linealidad y respuesta frecuencial mecánica pueden verse en las tablas 2 y 3.

Referencia: 140 dB
Frecuencia: 159.15 Hz

Entrada	X	Y	Z
160	0.00	0.00	0.00
159	0.00	0.00	0.00
158	0.00	0.00	0.00
157	0.00	0.00	0.00
156	0.00	0.00	0.00
155	0.10	0.10	0.10
150	0.10	0.10	0.10
145	0.10	0.10	0.10
140	0.00	0.00	0.00
135	0.10	0.10	0.10
130	0.10	0.00	0.10
125	0.10	0.00	0.10
120	0.10	-0.10	0.00
115	0.10	0.10	0.20
110	0.10	0.10	0.20
105	0.10	0.00	0.10
100	0.10	0.10	0.10
95	0.10	0.10	0.10
90	0.10	0.00	0.20
85	0.00	0.10	0.20
84	0.10	0.10	0.20
83	0.00	0.10	0.20
82	0.10	0.10	0.20
81	0.10	0.10	0.20
80	0.10	0.10	0.20

EMP: $\pm 0.5\text{ dB}$
U: $\pm 0.1\text{ dB}$

Tabla 2. Linealidad.

Referencia: 140 dB
Frecuencia ref: 160 Hz
Banda limitante (6,3-1250 Hz)

FREC	X	Y	Z	Tol. Sup	Tol. Inf
7.94	1.16	1.06	1.16	+2	-2
10.00	0.24	0.24	0.24	+1	-1
12.59	0.07	-0.03	-0.13	+1	-1
15.85	0.01	0.01	-0.09	+1	-1
19.95	0.04	-0.06	-0.06	+1	-1
25.12	0.02	0.02	0.02	+1	-1
31.62	0.01	0.01	-0.09	+1	-1
39.81	0.10	0.10	0.00	+1	-1
50.12	0.00	0.00	-0.10	+1	-1
63.10	0.00	0.30	0.00	+1	-1
79.43	0.00	0.10	0.00	+1	-1
100.00	0.00	0.10	-0.10	+1	-1
125.89	0.00	0.10	0.00	+1	-1
158.49	0.10	0.00	0.00	+1	-1
199.53	0.00	0.00	0.00	+1	-1
251.19	0.01	0.11	-0.09	+1	-1
316.23	0.02	0.02	-0.08	+1	-1
398.11	-0.06	-0.06	-0.06	+1	-1
501.19	0.01	0.01	-0.09	+1	-1
630.96	-0.03	0.07	-0.13	+1	-1
794.33	-0.06	0.14	-0.16	+1	-1
1000.00	0.06	0.16	-0.04	+2	-2
1258.93	0.31	0.21	0.21	+2	-2
1584.89	0.46	0.46	0.46	+2	-2
1995.26	0.64	0.24	0.64	+2	$-\infty$

EMP: $\pm 1.0\text{ dB}$
U: $\pm 0.1\text{ dB}$

Tabla 3. Respuesta frecuencial mecánica.

Los valores de respuesta frecuencial eléctrica pueden verse en la tabla 4.

Referencia: 120 dB
 Frecuencia ref: 5 Hz Banda limitante (6,3-1250 Hz)

n	f nom (Hz)	f exac (Hz)	X	Y	Z	Tol. Sup	Tol. Inf
-1	0.8	0.79	1.70	1.80	1.70	+2	-∞
0	1	1.00	0.80	0.90	0.80	+2	-∞
1	1.25	1.26	0.31	0.31	0.21	+2	-∞
2	1.6	1.58	0.12	0.12	0.02	+2	-∞
3	2	2.00	0.04	0.04	0.04	+2	-∞
4	2.5	2.51	0.01	0.01	0.01	+2	-2
5	3.15	3.16	-0.03	-0.03	-0.03	+2	-2
6	4	3.98	0.04	0.04	0.04	+2	-2
7	5	5.01	-0.04	-0.04	-0.04	+1	-1
8	6.3	6.31	0.01	0.01	0.01	+1	-1
9	8	7.94	-0.04	-0.04	-0.04	+1	-1
10	10	10.00	-0.06	-0.06	-0.06	+1	-1
11	12.5	12.59	-0.03	-0.03	-0.03	+1	-1
12	16	15.85	0.01	0.01	0.01	+1	-1
13	20	19.95	-0.06	-0.06	-0.06	+1	-1
14	25	25.12	0.02	0.02	0.02	+1	-1
15	31.5	31.62	0.01	0.01	0.01	+1	-1
16	40	39.81	0.00	0.00	0.00	+1	-1
17	50	50.12	0.00	0.00	0.00	+1	-1
18	63	63.10	0.00	0.00	0.00	+1	-1
19	80	79.43	0.00	0.00	0.00	+1	-1
20	100	100.00	0.00	0.00	0.00	+1	-1
21	125	125.89	0.00	0.00	0.00	+1	-1
22	160	158.49	0.00	0.00	0.00	+1	-1
23	200	199.53	0.00	0.00	0.00	+1	-1
24	250	251.19	-0.09	0.01	-0.09	+1	-1
25	315	316.23	-0.08	-0.08	-0.08	+1	-1
26	400	398.11	-0.06	-0.06	-0.06	+1	-1
27	500	501.19	-0.09	-0.09	-0.09	+1	-1
28	630	630.96	-0.13	-0.03	-0.13	+2	-2
29	800	794.33	-0.06	-0.06	-0.06	+2	-2
30	1000	1000.00	-0.04	0.06	-0.04	+2	-2
31	1250	1258.93	0.11	0.21	0.11	+2	-∞
32	1600	1584.89	0.16	0.26	0.16	+2	-∞
33	2000	1995.26	-0.26	-0.26	-0.26	+2	-∞
34	2500	2511.89	-2.13	-2.03	-2.03	+2	-∞
35	3150	3162.28	-7.69	-7.49	-7.69	+2	-∞

U: ±0.1 dB

Tabla 4. Respuesta frecuencial eléctrica.

Los valores de ponderación en frecuencia (Wh) pueden verse en la tabla.

n	f nom (Hz)	f exac (Hz)	X	Y	Z	Tol. Sup	Tol. Inf
8	6.3	6.31	-0.03	0.07	0.07	+2	-2
9	8	7.94	-0.02	-0.02	-0.02	+2	-2
10	10	10.00	-0.07	-0.07	-0.07	+1	-1
11	12.5	12.59	-0.02	0.08	-0.02	+1	-1
12	16	15.85	-0.04	0.06	0.06	+1	-1
13	20	19.95	0.04	0.04	0.04	+1	-1
14	25	25.12	-0.02	0.08	-0.02	+1	-1
15	31.5	31.62	-0.01	-0.01	-0.01	+1	-1
16	40	39.81	0.02	0.02	0.02	+1	-1
17	50	50.12	-0.02	0.08	-0.02	+1	-1
18	63	63.10	0.03	0.03	0.03	+1	-1
19	80	79.43	-0.02	0.08	-0.02	+1	-1
20	100	100.00	0.01	0.01	0.01	+1	-1
21	125	125.89	0.03	0.03	0.03	+1	-1
22	160	158.49	-0.06	0.04	0.04	+1	-1
23	200	199.53	-0.05	0.05	0.05	+1	-1
24	250	251.19	-0.04	0.06	-0.04	+1	-1
25	315	316.23	-2.03	-2.03	-2.03	+1	-1
26	400	398.11	0.00	0.00	0.00	+1	-1
27	500	501.19	-0.03	-0.03	-0.03	+1	-1
28	630	630.96	-0.07	0.03	-0.07	+1	-1
29	800	794.33	0.00	0.00	0.00	+1	-1
30	1000	1000.00	0.02	0.22	0.12	+2	-2
31	1250	1258.93	0.37	0.37	0.37	+2	-2
32	1600	1584.89	0.52	0.42	0.52	+2	-2
33	2000	1995.26	1.10	1.30	1.20	+2	-∞
34	2500	2511.89	-1.67	-1.57	-1.67	+2	-∞
35	3150	3162.28	-7.13	-7.13	-7.13	+2	-∞

U: ±0.1 dB

Tabla 5. Ponderación en frecuencia (Wh).

Los valores de ruido del instrumento quedan reflejados en la tabla 6.

Banda limitante (0,4-100 Hz)

Eje	Promedio
X	101.59
Y	101.19
Z	101.49

Tabla 6. Ruido del instrumento

La tabla 7 recoge los valores de respuesta del pulso de señal en diente de sierra continua para una frecuencia de referencia de 79,58 Hz.

154 dB Banda limitante

Eje	Ciclos	B lim	Wh
X	8	0.06	0.34
Y	8	0.06	0.34
Z	8	0.06	0.34

EMP:10%= 0.83; U:0.1

Tabla 7. Respuesta pulso señal.

La indicación de sobrecarga del instrumento se recoge en la tabla 8.

Banda limitante, semiciclos positivos y negativos

Frec (Hz)	Signo	X	Y	Z
159.15	+	--	--	--
	-	0.00	0.00	0.00

EMP:15% =±1.2 dB; U:±0.1 dB

Tabla 8. Indicación de sobrecarga.

4.2 Resultado de las mediciones

4.2.1 Medición 1 (pistola eléctrica)

La tabla 9, recoge el volcado de datos de la medición 1 mediante la aplicación Blaze. Muestra datos de sensibilidad de la medición, tiempo de funcionamiento y nivel de vibración equivalente en cada eje.

Número de Serie:	01956	Inicio:	22 Dec 2017 09:20:37
Número del Modelo:	LARSON DAVIS HVM100	Parado:	22 Dec 2017 09:23:10
Modo de funcionamiento:	Mano/Brazo	Tiempo de Funcionamiento:	00:02:33
Integración:	Ninguno	Promediando:	5 segundo
Ponderación X:	Wh	Referencia de Exposición:	2.8 m/s ²
Ponderación Y:	Wh	Factor de Suma X:	1.00
Ponderación Z:	Wh	Factor de Suma Y:	1.00
Sensibilidad X:	10.33 mV/g	Factor de Suma Z:	1.00
Sensibilidad Y:	10.07 mV/g	Ganancia X:	0 dB
Sensibilidad Z:	10.14 mV/g	Ganancia Y:	0 dB
Número TH Muestras:	30	Ganancia Z:	0 dB

	Canal X	Canal Y	Canal Z	Suma	Unidades
Aeq	.30900	3.5000	3.0600	4.6500	m/s ²
Amax	.33600	6.7500	5.2400	8.3200	m/s ²
Amp	1.7600	52.400	46.200	55.900	m/s ²
Amin	.27800	.13400	.19300	.38500	m/s ²
A(1)	.06370	.72100	.63000	.95800	m/s ²
A(2)	.04510	.51000	.44500	.67800	m/s ²
A(4)	.03190	.36100	.31500	.47900	m/s ²
A(8)	.02250	.25500	.22300	.33900	m/s ²
A(8) Exp	656.00	5.1300	6.7200	2.9000	Horas

Tabla 9. Volcado de datos de la medición 1.

Los datos para el cálculo de la aceleración continua equivalente $A_{eq,Ti}$ de la medición 1 están recogidos en la tabla 10.

Medición 1: Pistola eléctrica		Exposición (horas)	Nivel de vibración A_{eq} (m/s ²)
Aceleración	Eje X	0,5	0,309
Aceleración	Eje Y	0,5	3,50
Aceleración	Eje Z	0,5	3,06

Tabla 10. Datos para el cálculo de la aceleración equivalente

La aceleración continua equivalente $A_{eq,Ti}$ se obtiene a partir de la fórmula:

$$A_{eq,Ti} = \sqrt{(A_{eq,x})^2 + (A_{eq,y})^2 + (A_{eq,z})^2} = \sqrt{(0,309)^2 + (3,5)^2 + (3,06)^2} = 4,66 \text{ m/s}^2$$

Al ser la exposición distinta de 8 horas se aplica la siguiente corrección para hallar la aceleración equivalente diaria $A_{eq,d}$:

$$A_{eq,d} = A_{eq,Ti} \sqrt{\frac{Ti}{8}} = 4,66 \quad \sqrt{\frac{0,5}{8}} = 1,17 \text{ m/s}^2$$

La figura 14 muestra el histórico temporal de la medición 1 por eje de coordenadas.

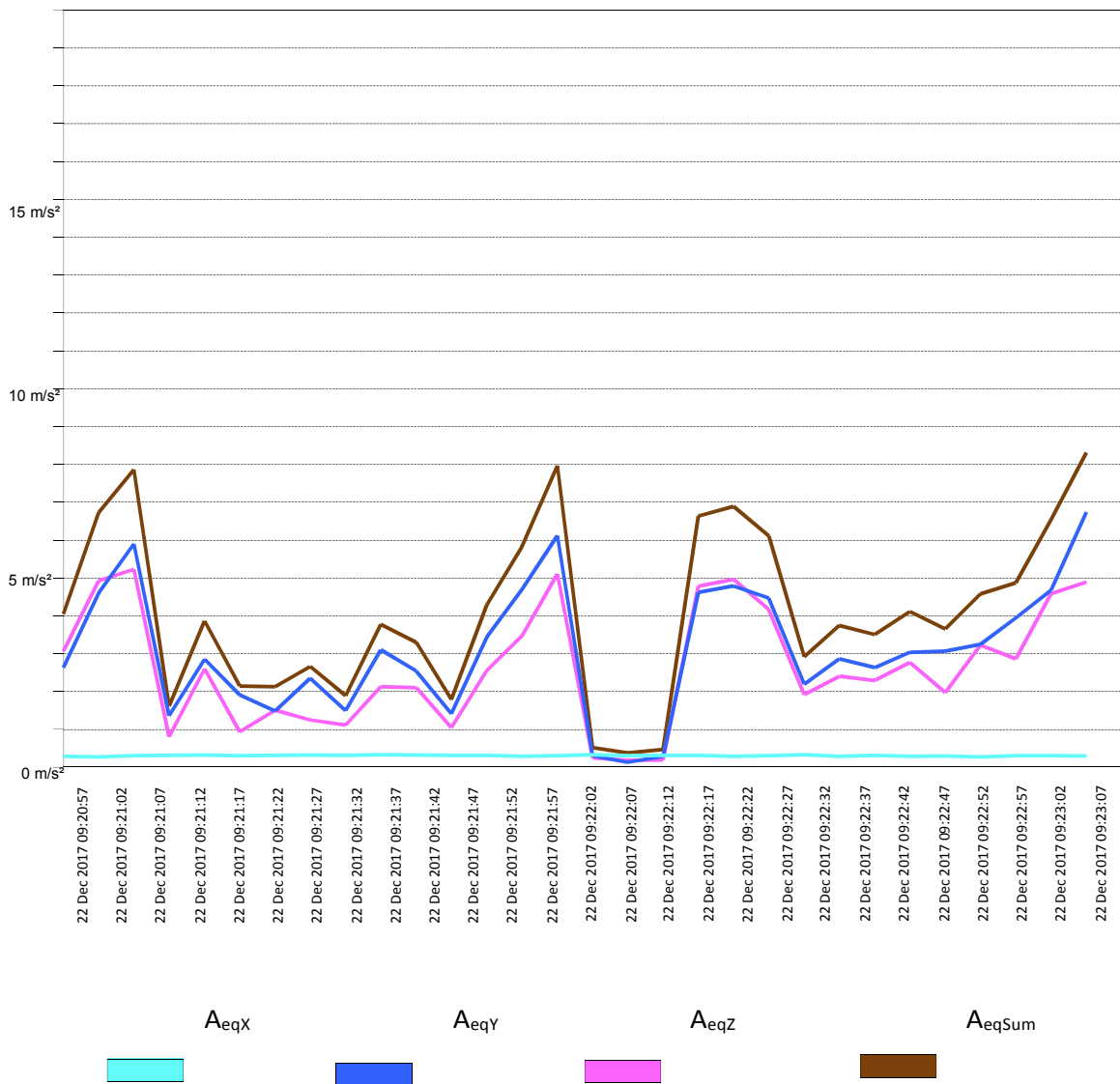


Figura 14. Gráfica con el histórico temporal de la medición 1.

4.2.2 Medición 2 (pistola neumática)

La tabla 11, recoge el volcado de datos de la medición 2 mediante la aplicación Blaze. Muestra datos de sensibilidad de la medición, tiempo de funcionamiento y nivel de vibración equivalente en cada eje.

Número de Serie:	01956	Inicio:	22 Dec 2017 09:24:28
Número del Modelo:	LARSON DAVIS HVM100	Parado:	22 Dec 2017 09:28:11
Modo de funcionamiento:	Mano/Brazo	Tiempo de Funcionamiento:	00:03:43
Integración:	Ninguno	Promediando:	5 segundo
Ponderación X:	Wh	Referencia de Exposición:	2.8 m/s ²
Ponderación Y:	Wh	Factor de Suma X:	1.00
Ponderación Z:	Wh	Factor de Suma Y:	1.00
Sensibilidad X:	10.33 mV/g	Factor de Suma Z:	1.00
Sensibilidad Y:	10.07 mV/g	Ganancia X:	0 dB
Sensibilidad Z:	10.14 mV/g	Ganancia Y:	0 dB
Número TH Muestras:	44	Ganancia Z:	0 dB

	Canal X	Canal Y	Canal Z	Suma	Unidades
Aeq	.30100	3.8400	2.4300	4.5400	m/s ²
Amax	.32800	7.5400	4.8300	8.5600	m/s ²
Amp	2.2000	91.500	50.300	98.700	m/s ²
Amin	.27500	.20800	.16600	.39600	m/s ²
A(1)	.07480	.95600	.60500	1.1300	m/s ²
A(2)	.05290	.67600	.42800	.79800	m/s ²
A(4)	.03740	.47800	.30200	.56500	m/s ²
A(8)	.02640	.33800	.21400	.39900	m/s ²
A(8) Exp	694.00	4.2500	10.600	3.0500	Horas

Tabla 11. Volcado de datos de la medición 2.

Los datos para el cálculo de la aceleración continua equivalente $A_{eq,Ti}$ de la medición 2 están recogidos en la tabla 12.

Medición 2: Pistola neumática		Exposición (horas)	Nivel de vibración A_{eq} (m/s ²)
Aceleración	Eje X	0,5	0,301
Aceleración	Eje Y	0,5	3,84
Aceleración	Eje Z	0,5	2,43

Tabla 12. Datos para el cálculo de la aceleración equivalente

La aceleración continua equivalente $A_{eq,Ti}$ se obtiene a partir de la fórmula:

$$A_{eq,Ti} = \sqrt{(A_{eq,x})^2 + (A_{eq,y})^2 + (A_{eq,z})^2} = \sqrt{(0,301)^2 + (3,84)^2 + (2,43)^2} = 4,55 \text{ m/s}^2$$

Al ser la exposición distinta de 8 horas se aplica la siguiente corrección para hallar la aceleración equivalente diaria $A_{eq,d}$:

$$A_{eq,d} = A_{eq, Ti} \sqrt{\frac{Ti}{8}} = 4,55 \sqrt{\frac{0,5}{8}} = 1,14 \text{ m/s}^2$$

La figura 15 muestra el histórico temporal de la medición 2 por eje de coordenadas.

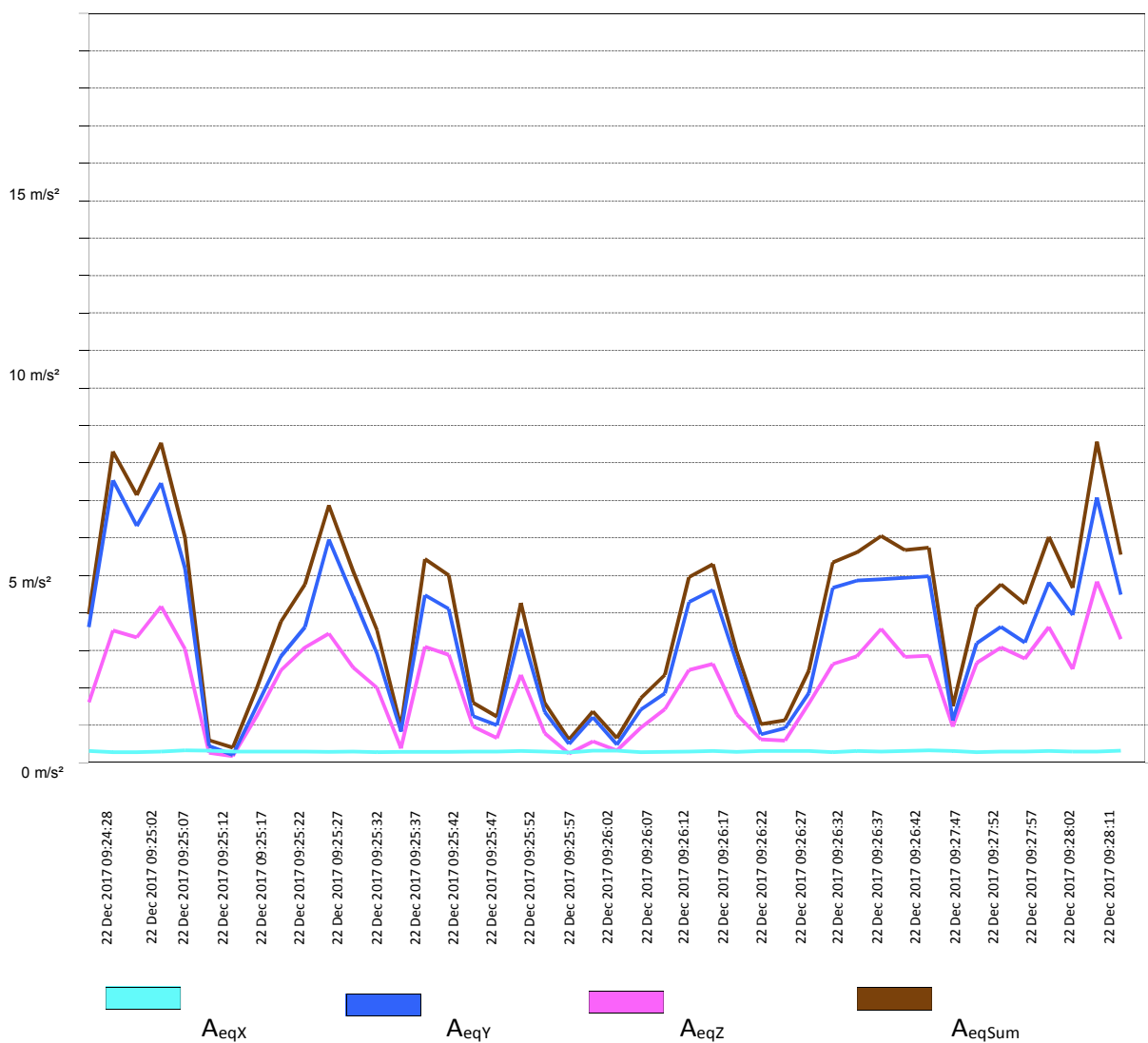


Figura 15. Gráfica con el histórico temporal de la medición 2.

4.2.3 Cálculo de la medición combinada (pistola neumática + pistola eléctrica)

Para el cálculo de la medición combinada se utilizan los datos de la medición de pistola eléctrica y de pistola neumática, ponderados s 15 minutos cada una.

La tabla 13 recoge los datos de la medición ponderada a 15 minutos para pistola eléctrica.

Medición 1: Pistola eléctrica		Exposición (horas)	Nivel de vibración A_{eq} (m/s ²)
Aceleración	Eje X	0,25	0,309
Aceleración	Eje Y	0,25	3,50
Aceleración	Eje Z	0,25	3,06

Tabla 13. Datos de la medición ponderada a 15 minutos para pistola eléctrica.

La tabla 14 recoge los datos de la medición ponderada a 15 minutos para pistola neumática.

Medición 2: Pistola neumática		Exposición (horas)	Nivel de vibración A_{eq} (m/s ²)
Aceleración	Eje X	0,25	0,301
Aceleración	Eje Y	0,25	3,84
Aceleración	Eje Z	0,25	2,43

Tabla 14. Datos de la medición ponderada a 15 minutos para pistola eléctrica.

Se debe obtener la aceleración continua equivalente $A_{eq,Ti}$ para cada situación:

Pistola eléctrica:

$$A_{eq,Ti} = \sqrt{(A_{eq,x})^2 + (A_{eq,y})^2 + (A_{eq,z})^2} = \sqrt{(0,309)^2 + (3,5)^2 + (3,06)^2} = 4,66 \text{ m/s}^2$$

Pistola neumática:

$$A_{eq,Ti} = \sqrt{(A_{eq,x})^2 + (A_{eq,y})^2 + (A_{eq,z})^2} = \sqrt{(0,301)^2 + (3,84)^2 + (2,43)^2} = 4,55 \text{ m/s}^2$$

Para hallar la aceleración equivalente diaria $A_{eq,d}$ se utilizará la siguiente fórmula

(se sustituye $\sum T_i = 8$ horas correspondiente a toda la jornada laboral, considerando que las restantes 7,5 horas diarias laborales sin utilización pistolas implican un nivel de vibración de 0 m/s²):

$$A_{eq,d} = \sqrt{\frac{[\sum (A_{eq,T_i})^2 T_i]}{\sum T_i}} = \sqrt{\frac{[(4,66)^2 \cdot 0,25] + [(4,55)^2 \cdot 0,25] + [(0)^2 \cdot 0,75]}{\sum 8}} = 1,15 \text{ m/s}^2$$

Se presenta a continuación la tabla 15 con resumen de las aceleraciones medidas y de los límites a aplicar para los puestos de trabajo mencionados.

Puesto de trabajo	Nivel de vibración resultante $A_{eq,d}$ (m/s ²)	Valor que da lugar a una acción para 8 horas (m/s ²)	Valor límite de exposición para 8 horas (m/s ²)
Medición1: Pistola eléctrica. (Exposición 30 min)	1,17	2,5	5
Medición2: Pistola neumática. (Exposición 30min)	1,14	2,5	5
Medición combinada: Pistola neumática 15 min y Pistola eléctrica 15min (Exposición total 30 min)	1,15	2.5	5

Tabla 15. Resumen de las aceleraciones medidas

Debe entenderse que los riesgos higiénicos analizados, afectarán en su caso, al conjunto de trabajadores relacionados en la lista de ámbitos y trabajadores expuestos, recogida en el Anexo I. La empresa debe adjuntar y mantener actualizado el listado de ámbitos y trabajadores.

5. Conclusiones

De acuerdo con los criterios higiénicos mencionados y a partir de los resultados obtenidos, en las condiciones en las que se efectuaron las mediciones y en el caso de mantenerse estables los valores hallados, se concluye que:

No se supera el valor límite de exposición que da lugar a una acción para 8 horas: 2,5 m/s² según el R.D. 1311/2005.

Con objeto de dar cumplimiento al derecho de información, consulta y participación de los trabajadores se debe comunicar a los representantes de los trabajadores los resultados del presente informe.

A pesar de este resultado favorable, se recomienda establecer un programa adecuado de mantenimiento de los equipos de trabajo (pistolas) dirigido a evitar que los elementos susceptibles de provocar excesivas vibraciones por desgaste lo hagan.

Durante el trabajo los trabajadores deben seguir utilizando los equipos de protección individual: guantes anti-vibraciones.

Se debe formar e informar a los trabajadores que puedan estar expuestos a vibraciones mano-brazo sobre correcto uso de las herramientas vibrátiles, así como de los posibles efectos nocivos que éstas pueden provocar para su salud, al efecto de mentalizarlos para que adopten actitudes preventivas y puedan reconocer los primeros síntomas del síndrome de Raynaud o de los dedos blancos.

Los resultados del presente informe deben comunicarse al médico de Vigilancia de la Salud, con objeto de que realice una vigilancia de la salud apropiada para los trabajadores expuestos.

6. Consideraciones finales

Cabe señalar que existe la posibilidad de calcular una estimación de la $A_{eq,d}$ relativa a las vibraciones, a partir del valor declarado por el fabricante en el manual de instrucciones.

Estos valores se han obtenido a partir de ensayos realizados por el fabricante, utilizando normas armonizadas y en determinadas condiciones de funcionamiento que deben describirse en el manual de instrucciones. Por lo general, estos valores se obtienen aplicando los códigos de ensayo armonizados elaborados por los comités europeos e internacionales de normalización, y se basan en la norma UNE-EN ISO 20643: Vibraciones mecánicas. Maquinaria sujeta y guiada con la mano. Principios para la evaluación de la emisión de las vibraciones.

Es importante, cuando se realiza la compra de una herramienta de trabajo, neumática o eléctrica, revisar los valores de la $A_{eq,d}$ relativa a las vibraciones declarada por el fabricante en el manual de instrucciones, ya que permitirá escoger la herramienta que menor impacto tenga en la salud de los trabajadores y más se ajuste a las condiciones laborales de la empresa.

7. Anexos

Anexo I. Lista de ámbitos y trabajadores

Anexo II. Certificado de calibración

Anexo I. Lista de ámbitos y trabajadores

(adjuntar por parte de la empresa)

Anexo II. Certificado de calibración



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of calibration

OBJETO

Item

Medidores de vibración mano-brazo

IDENTIFICACIÓN

Identification

	Medidor	Acelerómetro
Marca / <i>Mark</i>	LARSON & DAVIS	Larson Davis
Modelo / <i>Model</i>	HVM100	SEN041F
Nº serie / <i>Serial Nº</i>	01956 Mano-Brazo	P103394

FECHA/S DE CALIBRACIÓN

Date/s of calibration

2017-05-22

SIGNATARIO/S AUTORIZADO/S:

Authorized signatory/ies

Responsable Técnico / *Technical Manager*

Técnico / *Technician*

22/05/2013 17:45:47

Código Seguro de Verificación (CSV): 531775864T

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedidas por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad a patrones nacionales.
ENAC es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MRA) de certificados de calibración de European Cooperation for Accreditation (EA) y de International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC).
Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de Opplus.

*This certificate is issued in accordance with the conditions of accreditation granted by ENAC which has assessed the measurement capability of the laboratory and its traceability to national standards.
ENAC is one of the signatories of the Multilateral Agreement of the European Cooperation for Accreditation (EA) and the International Laboratories Accreditation Cooperation (ILAC).
This certificate can not be partially reproduced, except with the prior written permission of Opplus.*

CARACTERÍSTICAS DEL INSTRUMENTO CALIBRADO

Tipo de instrumento: Medidores de vibración mano brazo

Rango de medida: 80-160 dB

Referencia: 140 dB

PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN

La calibración se ha realizado según el procedimiento C2620816, basado en la norma de referencia UNE-EN ISO 8041, aplicable a instrumentos de medida de respuesta humana a las vibraciones

CONDICIONES DE VERIFICACIÓN

Temperatura: 21.0 °C

Humedad relativa: 39%

Presión: 1002 mbar

Fecha del ensayo: 2017-05-22

INCERTIDUMBRE DE MEDIDA

La incertidumbre expandida de medida, U, indicada en el aparatado de resultados, se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medida por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%. La incertidumbre se ha determinado conforme al documento EAL-R2(1996). La designación actual de EAL-R2 es EA-4/02.

TRAZABILIDAD

Los equipos utilizados durante la calibración son los siguientes:

Patrón	Identificación	Trazabilidad
Generador de funciones	102994	FLUKE (NKO;NL) / INTA (ENAC;ES)
Sistema de vibración	102887	DPLA (DANAK;DK)
Amplificador de carga	102986	DPLA (DANAK;DK)

PRESUPUESTO

INDICE

1. Desglose de tareas y dedicación horaria.....	49
2. Costes de desarrollo.....	49

1. DESGLOSE DE TAREAS Y DEDICACIÓN HORARIA

Desplazamiento y preparación del equipo de medición..... 4 horas
Toma de datos para realización del informe..... 10 horas
Muestreo..... 6 hora
Cálculo de resultados y elaboración de la memoria 20 horas

2. COSTES DE DESARROLLO

PARTIDA	PRECIO ud.	Cantidad	TOTAL
Coste del personal implicado	65 €/hora	40	2.600 €
Coste de material (alquiler del equipo de medición)	150 €/día	2	300 €
Coste desplazamientos	0.30 €/km	70	21 €
Dietas	18 €/día	5	90 €
Costes indirectos (8% del importe total del proyecto):	-	-	240,88 €
		Total	3.251,88 €

PLIEGO

INDICE

1. OBJETO.....	52
2. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	53
2.1 Legislación relacionada y normas técnicas.....	54
3. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.....	55
3.1 Normas técnicas y legislación específicas.....	56

1. OBJETO

A través del pliego de condiciones de este proyecto se establecen las condiciones y cláusulas por las que se deben regir las etapas de planificación y ejecución de las pruebas pertinentes en consideración con la normativa legal vigente. De esta forma, se exponen aquellas especificaciones técnicas y requisitos legales que permiten el desempeño de los procesos que conforman el proyecto.

2. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

2.1 LEGISLACIÓN RELACIONADA y NORMAS TÉCNICAS

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 de 10 de noviembre.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. BOE núm. 298 de 13 de diciembre.
- Real Decreto 56/1995 por el que se modifica el Real Decreto 1435/1992, de 27 de noviembre, relativo a las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, sobre máquinas. BOE núm. 33 de 8 de febrero.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE núm. 27 de 31 de enero.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. BOE núm. 127 de 29 de mayo.
- 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. BOE núm. 188 de 7 de agosto.
- El protocolo correspondiente a las neuropatías por presión informado por el Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud.
- Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 2002/44/CE, 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), de 25 de junio de 2002 (decimosexta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). Declaración conjunta del Parlamento Europeo y del Consejo. DO L 177 de 6.7.2002, p. 13/20.
- UNE-EN-ISO 8041:2006 Respuesta humana a las vibraciones. Instrumentos de medida.

3. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

3.1 NORMAS TÉCNICAS Y LEGISLACIÓN ESPECÍFICA

- UNE-EN-ISO 10819:1996 Vibraciones mecánicas y choques. Vibraciones mano-brazo. Método para la medida y evaluación de la transmisibilidad de la vibración por los guantes a la palma de la mano. (ISO 10819:1996).

- UNE-EN-ISO 5349-1:2002 Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano. Parte 1: Requisitos generales.

- UNE-EN-ISO 5349-2:2002 Vibraciones mecánicas. Medición y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano. Parte 2: Guía práctica para la medición en el lugar de trabajo.

- UNE-EN-ISO 20643:2005 Vibración mano-brazo. Máquinas portátiles y guiadas a mano. Principios para la evaluación de la emisión de las vibraciones.

- EN 12096:1997 Vibración Mecánica- Declaración y verificación de valores de emisión de las vibraciones.

- EN 60745 Herramientas manuales eléctricas accionadas por motor eléctrico. Seguridad (serie de normas).

- EN ISO 8041:2005 Respuesta Humana a las vibraciones- Instrumentos de medida.

- EN ISO 20643:2005 Vibración mecánica-Máquinas portátiles y guiadas a mano. Principios para la evaluación de la emisión de la vibración.

- EN ISO 8662 Herramientas a motor portátiles. Medida de las vibraciones en la empuñadura (serie de normas)

- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

- Guía Técnica, para la evaluación y prevención de los riesgos derivados de la exposición a vibraciones mecánicas en los lugares de trabajo. Desarrolla el RD 1311/2005.