

ANÁLISIS DE LAS VIBRACIONES MANO-BRAZO EN EL EMPLEO DE HERRAMIENTA FORESTAL

PACS: 43.40.Ng

Susana Cavia Santos¹, Joaquín Serra Martín², Verónica Antón Herrera³, Miguel Ángel Muñoz Sastre⁴

1Licenciada en C.C. Físicas, Técnico de prevención de la Unidad de seguridad y salud laboral de la O.T.T de Valladolid, Junta de Castilla y León.

2 Ingeniero de Montes, Coordinación Medio Natural Junta de Castilla y León

3 Ingeniero Técnico Forestal, empresa INCOSA

4 Ingeniero de Montes, Assessor of the National Proficiency Tests Council, empresa ARPANA Formación Forestal, S.L.

Colaboradores

Junta de Castilla y León

Empresa: TRAGSA

Fabricantes de guantes: Moran S.L. y Tomás Boderó S.A.

1. INTRODUCCIÓN

La legislación relativa a la exposición de los trabajadores a riesgos físicos; vibraciones, (*Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre*, modificado por el *Real Decreto 330/2009 de 13 de marzo*) establece en su disposición transitoria unas fechas límites (6 de julio de 2010) para que los empresarios adopten medidas de forma inmediata, para reducir el nivel de exposición de los trabajadores a las vibraciones por debajo de unos valores límites establecidos.

Los trabajos silvícolas, recogidos expresamente en este real decreto, disponen de una prórroga de al menos dos años (hasta el 6 julio 2012) para su cumplimiento respecto a otros sectores. Esto se debe a la dificultad que entraña reducir los niveles de emisión de la mayoría de las herramientas rotativas utilizadas en el sector forestal y la inexistencia de medios de protección eficaces.

Durante este periodo en el que ahora nos encontramos, es fundamental realizar un esfuerzo conjunto entre Administraciones Públicas, fabricantes y empresarios para conocer la situación y reducir los niveles de emisión de las máquinas a los niveles más bajos posibles, optimizando el diseño de los sistemas antivibración, desarrollando nuevos materiales absorbentes y aportando la información necesaria para que los empresarios den un uso óptimo de los equipos y medios de protección de manera que no se ponga en peligro la seguridad y salud de los trabajadores.

Con el fin de aproximarnos a la realidad del sector silvícola, se acompañó durante una semana a una cuadrilla de peones especialistas de tratamientos silvícola de la empresa TRAGSA, durante su trabajo de corte y desbrozado de la masa forestal en un monte de la meseta castellana. Los valores obtenidos de las mediciones de vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo, así como la eficacia de los guantes antivibratorios utilizados y la influencia del correcto uso y mantenimiento de los equipos, son algunos de los resultados que se pretenden transmitir en el artículo que nos ocupa.

2. EFECTOS DE LAS VIBRACIONES SOBRE LA SALUD

Las vibraciones de frecuencias medias generadas por herramientas rotativas o percutoras en el sistema mano-brazo, provocan enfermedades cuya gravedad depende de la intensidad, el tiempo de exposición y la dirección del movimiento vibratorio respecto al cuerpo.

Los efectos perjudiciales que afectan al sistema mano-brazo son:

- Lesiones óseas de muñeca y codo (artrosis de codo).
- Alteraciones angioneuróticas (articulaciones) de la mano como calambres, trastornos de sensibilidad...etc.
- Síndrome de Raynaud (dedo blanco). **(Fot 1)**
- Alteraciones musculares; dolor, entumecimiento, rigidez y disminución de la fuerza muscular.

Así mismo se han detectado alteraciones gástricas en conductores de maquinaria pesada.

El nuevo Cuadro de Enfermedades Profesionales en el Sistema de la Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto 1299/2006 de 10 de noviembre, reconoce en su Anexo1, Grupo 2. "Enfermedades causadas por Agentes Físicos" entre las que se incluyen las enfermedades osteoarticulares y angioneuróticas provocadas por las vibraciones mecánicas.

Este hecho supone un avance considerable para el reconocimiento del riesgo y la adopción de medidas preventivas que permitan buscar soluciones.

3. OBJETIVOS

Los objetivos principales que se han planteado con este trabajo han sido:

1. **Evaluación del riesgo de vibraciones** mano-brazo, al que están expuestos los trabajadores en la realización de trabajos silvícolas con herramientas de corte portátiles más usuales. Con los niveles de vibraciones obtenidos se propone un tiempo de utilización de las herramientas en condiciones de seguridad y salud para los trabajadores.
2. **Valoración comparativa de la amortiguación de los guantes antivibratorios (de gel y espuma)**, facilitados por distintas casas comerciales, mediante la realización de mediciones con o sin guantes.
3. **Valoración de la influencia del correcto mantenimiento y uso de los equipos** mediante la comparación de herramientas de las mismas características en correcto estado de mantenimiento o con deficiencias en el mismo.

4. LOCALIZACIÓN Y TAREAS

Las mediciones de vibraciones se han realizado durante la ejecución de trabajos forestales, en el monte "El Carrascal", situado en la provincia de Valladolid, dentro del Término Municipal de Quintanilla de Onésimo. Posee una superficie de 1.168,58 has y fue incluido dentro del Catálogo de Montes de Utilidad Pública en agosto de 1987.

En la actualidad constituye un bosque heterogéneo de pino piñonero principalmente y resinero en menor proporción, con aspecto maduro y de estructura irregular, con representación de pies de todos los diámetros y de todas las edades, en mezcla íntima. Claramente se pueden distinguir tres estratos: uno superior o dominante formado por pino piñonero y pino resinero en menor medida; un estrato arbustivo de menor altura, compuesto mayoritariamente por encina, quejigo y de forma salpicada ejemplares de sabina; y por último un estrato arbustivo con abundancia de encina, quejigo, cistáceas, ciertos tomillos y demás especies gipsófilas.

Los trabajos forestales consisten en la realización de fajas auxiliares como labores silvícolas preventivas de incendios forestales. Una faja consiste en una franja de 20 metros de ancho, realizada a ambos lados del camino forestal, en la que se reduce la densidad de la vegetación con el fin de reducir el combustible forestal. Además se realizan mejoras fitosanitarias al eliminar arbolado seco o enfermo. **Foto2**

Las principales tareas desarrolladas a este fin son:

- Corta de árboles, principalmente pino piñonero (pinus pinea) y resinero (pinus pinaster), trabajo realizado con motosierra. **(Foto 3)**.
- Desramado y tronzado de pino; consistente en cortar las ramas y tronzar -cortar en secciones- el tronco una vez que éste ha caído. Para estas tareas también se emplea la motosierra. **(Foto 4)**.
- Desbrozado de matorral de encina y herbáceas, es decir corta de matorral y arbustos de baja altura, para lo que se utiliza el disco de corte de la desbrozadora. **(Foto 5)**
- Resalveo de encina; eliminación del renacido de encina proveniente de las raíces con el fin de seleccionar de entre toda la mata varios pies que lleguen a convertirse en árboles, operación que se realiza con la desbrozadora si el grosor es pequeño o con la motosierra si es mayor.
- Olivación de pinos, poda de hasta dos terceras partes de la altura del árbol con el fin de formar la copa con fines productivos de piña, realizado con la motopértiga **(Foto 6)**

Las herramientas utilizadas y sus características son las recogidas en la siguiente tabla:

Tabla I

Herramienta, ,	Modelo	Marca	Año	Potencia (kw)	Nivel vibraciones. (fabricante)	
					Izquierda	Derecha
Motosierra	MS 260	STHIL	2007	2.6	3.6	4.1
Motosierra	MS 341	STHIL	2004	3.1	3.1	3.1
Desbrozadora	FS 550	STHIL	2001	2.8	3.8	3.8
Desbrozadora	FS 550	STHIL	2008	2.8	3.8	3.8
Desbrozadora	FS 550	STHIL	2007	2.8	3.8	3.8
Motopértiga	HT 101	STHIL	2008	1	3.7	5.5

5. METODOLOGÍA DE ACTUACIÓN E INSTRUMENTACIÓN

La metodología de actuación de nuestro trabajo de campo ha sido la establecida por la Higiene Industrial, que comienza con una primera fase de identificación del riesgo y establecimiento de la estrategia de muestreo, una segunda de realización de las mediciones, y termina con la valoración del riesgo con los resultados obtenidos. Durante la primera fase se visitó el tajo en el monte El Carrascal, para conocer in situ el trabajo desarrollado. Se identificaron tareas, herramientas, procedimientos de trabajo con sus cambios posturales, traslados y periodos de descanso, sin olvidar los equipos de protección individual utilizados y muy especialmente el tipo de guantes. Se entrevistó a trabajadores y capataces y se seleccionó a un trabajador con experiencia que, voluntariamente se prestó para ser objeto de nuestras mediciones. Al trabajador se le explicó la finalidad de nuestro estudio y la importancia de que las mediciones se realizarán en las condiciones lo más representativas de la realidad posible y de que nos advirtiera de cualquier posible incidencia.

En la segunda fase o etapa se realizaron alrededor de 200 mediciones, durante los tres días que duró el muestreo. Para cada tipo de tarea concreta se tomó una media de tres a cuatro mediciones de corta duración (1.5 a 2 min), repitiendo aquellas en las que se producían "incidentes" como rotura o atranque de cadena, del disco de corte, fin de combustible, golpes bruscos, etc. Esto se hizo de acuerdo los métodos de muestreo y análisis descritos en el Real Decreto 1311/2005 en su Anexo, que remite a los capítulos 4 y 5 y normas UNE-EN ISO 5349-1:2001 y UNE-EN ISO 5349-2001 y también en la Guía Técnica de vibraciones mecánicas del INSHT, que recomienda para operaciones intermitentes con herramientas, la realización de mediciones de corta duración durante un trabajo ininterrumpido simulado.

Por último, con el software que acompaña a los equipos de medida, se volcaron y procesaron todos los datos en una hoja de cálculo analizando, uno por uno los resultados. En esta fase se apreció la variabilidad de los resultados por la influencia de numerosos factores durante la medición (materia prima, forma de agarre, postura, golpes bruscos, régimen de trabajo....etc),

lo que obligó a desechar algunos resultados que se “escapaban de la media”. Con los resultados válidos se realizó el promedio o media representativa, con la siguiente fórmula recogida en el apdo 3.1.4, Apéndice 3 de la Guía del INSHT:

$$a_{hv} = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^{i=n} a_{hwj}^2 t_i}$$

donde :

a_{hwj} es la magnitud de las vibraciones medida para la muestra i

t_i es la duración de la medición de la muestra j .

Se recomienda un mínimo de 3 muestras con una duración total mínima de 1 min

El resultado final debe compararse con los valores límites establecidos en el *Real Decreto 1311/2005 de 4 de noviembre*, sobre exposición a vibraciones mecánicas, modificado por el *Real Decreto 330/2009 de 13 de marzo* y son de dos tipos:

- los niveles de acción-**N.A.** (a partir de los cuáles el empresario tiene la obligación de “actuar” mediante la aplicación de medidas técnicas y organizativas para reducir los niveles) y
- los valores límites de exposición, **V.L.** (que no pueden superarse nunca), así como las fechas a partir de las cuales entran en vigor.

Tabla II: VALORES LÍMITES LEGALES

	Vibraciones mano-brazo	Vibraciones cuerpo-completo
Nivel de Acción (N.A.)	2.5	0.5
Valor Límite (V.L.)	5	1.15
Entrada en vigor del artículo 5.3	6 de julio de 2010 6 de julio de 2012 (sector agrícola y silvícola)	

Los instrumentos de medida utilizados, fueron dos “vibrómetros” de diferentes casas comerciales, compuestos por un acelerómetro triaxial o transductor de vibraciones, que se coloca en la mano del trabajador, transmite la señal a un monitor que filtra y registra la señal para su procesamiento. El equipo se complementa con un calibrador de vibraciones, que permite calibrar los equipos antes y después de cada serie de medidas. Todos los equipos cumplen las especificaciones de la ISO 8041:2005. **(Fot.7).**

Para conseguir el segundo objetivo -comprobar la amortiguación de los guantes antivibración- se practicó un pequeño orificio en el guante **(Fot. 8)**, para colocar el acelerómetro entre la mano y los distintos guantes, y de ese modo testar los diferentes materiales.

6. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

6.1. EVALUACIÓN DEL RIESGO CON GUANTES NORMALES.

La estimación de la exposición diaria normalizado para un periodo de ocho horas, **A(8)**, se determina por:

- la duración de la exposición diaria a las mismas t_{exp} ,
- y por la aceleración ponderada en frecuencia “ a_{hv} ” o nivel de aceleración medido en cada herramienta.

El tiempo de exposición diaria, t_{exp} es siempre menor que la jornada laboral, y en nuestro caso se ha considerado de 5 horas y 45 minutos que se obtiene de restar a una jornada ordinaria de 8 horas, los periodos de descanso establecidos por la empresa y otras interrupciones propias de la tarea (respostajes). Además hay que tener en cuenta que cada operario cogía un solo tipo de herramienta al día, salvo la motopértiga que se solía

utilizar sólo media jornada, para luego coger la desbrozadora o motosierra el resto del tiempo.

La aceleración ponderada en frecuencia, “ a_{hv} ” como ya se ha indicado en el apartado anterior, se obtuvo de calcular la media representativa de las muestras tomadas para cada operación concreta.

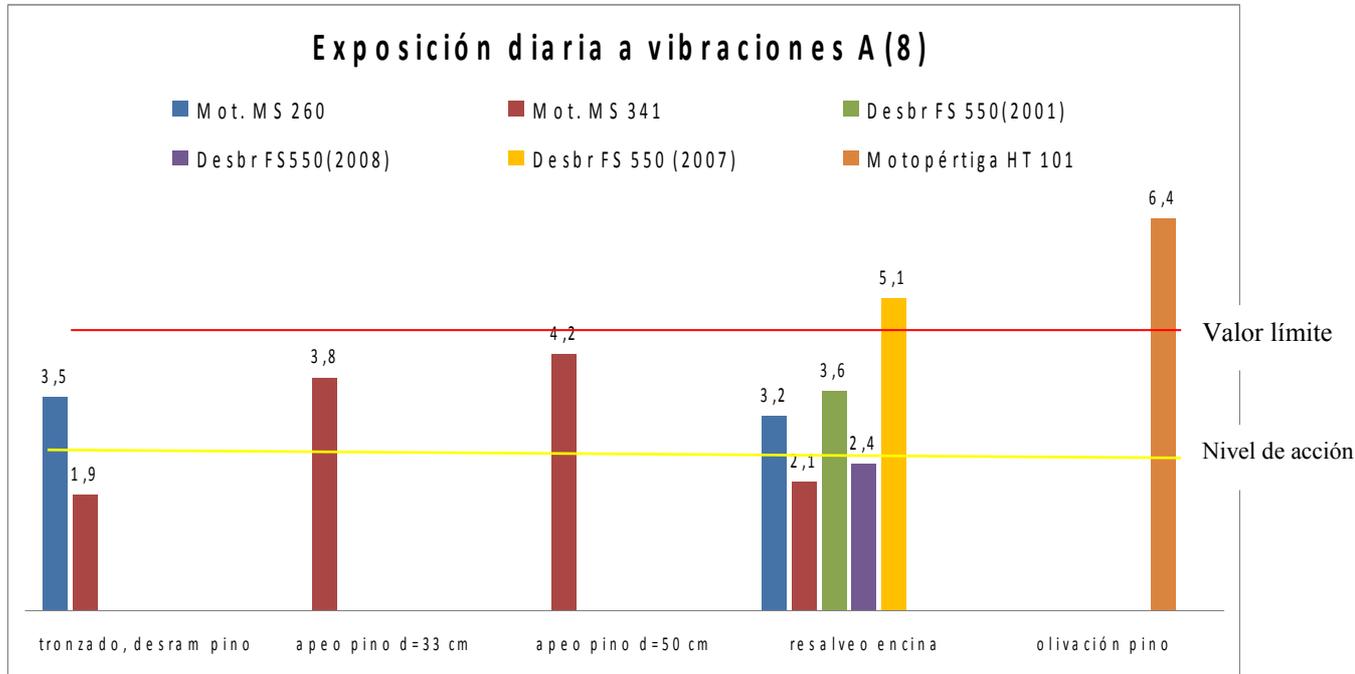
Se tipificaron catorce operaciones diferentes obteniendo para cada una de ellas, la aceleración ponderada en frecuencia a_{hv} y su promedio para una exposición normalizada de 8 horas **A(8)**. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos con los guantes normales de anticorte utilizados por los operarios de corte.

Tabla III: VALORES DE A(8) TRANSMITIDA AL SISTEMA MANO-BRAZO PARA CADA HERRAMIENTA Y TAREA DIFERENCIADA UTILIZANDO GUANTES SIN PROTECCIÓN A LA VIBRACIÓN.

Nº OPERACIÓN	HERRAMIENTA	TAREA	a_{hv}	A(8)	NIVEL ACCIÓN (M/S ²)	VALOR LIMITE (M/S ²)	TIEMPO RECOMENDADO (HORAS)
1	MOTOSIERRA MS 260	Apeo pino resinero Diam=30 cm	4,5	3,8	2,5	5	2,47
2		Tronzado y desramado pino	4,1	3,5	2,5	5	2,97
3		Resalveo encina	3,8	3,2	2,5	5	3,46
4		Apeo pino (Miguel M.)	5,3	4,5	2,5	5	1,78
5		Tronzado Desramado (Miguel M.)	5,2	4,4	2,5	5	1,85
6	MOTOSIERRA MS 341	Apeo pino -diam=33	4,5	3,8	2,5	5	2,47
7		Apeo pino -diam=50	5	4,2	2,5	5	2
8		Tronzado pino	3,3	2,8	2,5	5	4,59
9		Tronzado y desramado pino	2,3	1,9	2,5	5	9,45
10		Resalveo encina	2,5	2,1	2	5	8
11	DESBROZADO RA FS 550 (2001)	Resalveo encina	4,3	3,6	2,5	5	2,7
12	DESBROZADO RA FS 550 (2008)	Resalveo encina	2,8	2,4	2,5	5	6,24
13	DESBROZADO RA FS 550 (2007)	Resalveo encina	6	5,1	2,5	5	2,7
							SUPERIOR AL VL
14	MOTOPERTIGA HT 101	Olivación pino	7,6	6,4	2,5	5	0,87
							SUPERIOR AL VL

La representación gráfica de estos resultados, facilita la comparativa visual con el valor límite y el nivel de acción legalmente establecido, además de identificar los factores que influyen en los resultados obtenidos.

GRÁFICA DEL NIVEL DIARIO DE VIBRACIONES A(8) (m/s²) TRANSMITIDO AL SISTEMA MANO-BRAZO PARA CADA HERRAMIENTA Y OPERACIÓN ESPECÍFICA SEGÚN TABLA III



Grafica 1.

Representación gráfica del nivel diario de vibraciones, obtenido para las seis herramientas ensayadas (2 motosierras, 3 desbrozadoras y 1 motopértiga) durante la realización de las principales tareas (tronzado y desramado de pino, apeo pino de diámetro 33 cm, apeo pino de diámetro 50 cm, resalveo de encina, y olivación de pino). Para facilitar su interpretación se muestran los valores límites (Valor límite= 5 m/s² y Nivel de Acción=2.5 m/s²), y se han agrupado los datos por tareas para comparar la influencia de distintos factores.

A la vista de los resultados obtenidos se puede afirmar:

- Todas los puestos de trabajo con las herramientas medidas; motosierras, desbrozadoras y moto pértigas generan un nivel de vibraciones A(8) que superan el nivel de acción (N.A.).** Esto significa que el empresario tiene la obligación de ejecutar un programa de medidas técnicas y organizativas para reducir el nivel obtenido y someter al trabajador a una adecuada vigilancia de la salud. Las únicas excepciones reseñables son cuando se utiliza la motosierra MS 360 (la de mayor potencia) para el tronzado y desramado de pino, y para el resalveo de encina. Además la **motopértiga** y la desbrozadora FS 550-2007 (mantenimiento deficiente) **superan el valor límite (V.L.). por lo que se deberían adoptar medidas inmediatas para reducir estos niveles.**
- Los resultados obtenidos **dependen de los siguientes factores:**
 - La operación concreta que se está realizando.** En el caso concreto de las motosierra se obtienen valores más altos durante el apeo de los troncos, que durante el desramado de los mismos por la diferencia de grosores en el corte. Lo mismo ocurre durante el desbrozado o realveo de arbustos y matorrales que se obtienen valores más bajos.
 - Las características de la materia prima** con la que se está trabajando, por ejemplo se ve claramente como la tala de un tronco de 50 cm con la motosierra

- MS 360 genera un nivel de vibraciones más alto que durante la tala de un pino de 30 cm de diámetro, porque requiere que el motor permanezca más revolucionado durante más tiempo. Pero además se ha comprobado que influye la dureza de la madera de corte, es decir si es pino piñonero o resinero, si es herbácea o leñosa (jara, encina o pino), su estado (madera húmeda o seca).
- **La herramienta que se utiliza**, en este sentido llama la atención como el tronzado y desramado de pino, genera un nivel de vibraciones de 1.9 m/s^2 cuando se utiliza la motosierra de mayor potencia (MS 361) y este valor casi se duplica hasta 3.5 m/s^2 cuando se utiliza la de mediana potencia (MS 260). También se obtienen distintos valores durante el resalveo de encina cuando se utilizan distintas herramientas, pero en este caso la reducción de vibraciones que se obtiene al utilizar la motosierra grande (MS 360) es pequeña de 2.1 a 2.4 m/s^2 . En este sentido es muy importante, a la hora de elegir la herramienta tener en cuenta además de las vibraciones, otros factores ergonómicos como el peso, ya que elegir una herramienta más potente supone un aumento de peso- en este caso 800gr- que influye directamente en el nivel de fatiga del operario. Esta situación puede provocar agarres defectuosos de la máquina y el consecuente riesgo de rebotes incontrolados, posibles cortes y en todo caso problemas musculoesqueléticos. Además la postura de corte de la desbrozadora, siempre será más confortable que la de la motosierra. Por lo tanto una correcta elección de la máquina a utilizar y profundizar en la implementación de medidas correctoras deben de tenerse en cuenta a la hora de realizar cualquier trabajo.
- **Mantenimiento de la herramienta**, este factor se desarrolla ampliamente en el siguiente apartado, 6.c.
- **Velocidad de funcionamiento** (ralentí, media carga, plena carga...etc) que está directamente relacionado con la dureza de la materia prima.
- **Operario de corte**, que está directamente relacionado con la **forma y fuerza de agarre de la herramienta** (con ambas manos, por el manillar,...etc) y con el **ritmo de trabajo**. En este sentido llama la atención, que los resultados obtenidos por Miguel M. experto formador de motoseristas durante el apeo de pinos es mayor (5.3) que el obtenido en la misma tarea por el operario de corte habitual (4.5), a pesar de que Miguel M. echaba en freno de cadena en cada desplazamiento y cambio de postura lo cual redundaba en una reducción del nivel de vibraciones del motor. Observando ambos trabajos, queda claro que la diferencia está en el ritmo de trabajo, que en el caso de Miguel era superior al del resto de los operarios que llevaban varias horas trabajando. Por tanto la **fatiga** del trabajador es otro factor no tan obvio de observar que influye directamente en la fuerza de agarre, la forma de sujetar la herramienta y el nivel de vibraciones.
- **Características de la zona de corte** (altura de corte, puntos de apoyo, espacio, posturas forzadas, ...etc.). Por ejemplo con la motopértiga se obtienen valores elevados porque exigen coger la herramienta "a pulso" y trabajar en posturas elevadas..

Como observación adicional indicar, que los datos publicados por los fabricantes de herramientas no coinciden con los valores de vibraciones medidos y son por lo general inferiores a los reales. Además el fabricante no especifica en qué condiciones o tareas concretas se obtienen los valores publicados lo que dificulta enormemente la evaluación del riesgo sin realizar las mediciones. En el caso de la motosierra, da el mismo nivel para ambas manos, cuando lo habitual para persona diestra que el nivel sea superior en la mano izquierda porque soporta el peso del motor y está más cerca de éste.

6.2. VALORACION COMPARATIVA DE LA AMORTIGUACIÓN DE LOS GUANTES ANTIVIBRATORIOS

En cuanto a los resultados obtenidos en la amortiguación de los guantes antivibratorios cabe destacar que éstos no han sido concluyentes con las motosierras, debido a la gran variedad de operaciones (tala, tronzado, desramado...) que se incluye en las medidas, lo cual dificulta la repetibilidad de los resultados y poder realizar una comparativa.

Sin embargo con la desbrozadora sí que se ha podido constatar la amortiguación de los guantes, gracias a que las condiciones de trabajo son más homogéneas -misma tarea "desbrozado", misma posición de trabajo-altura de los brazos- materia vegetal similar, etc. Lo mismo ocurre durante la operación de olivación de pino con la moto pértiga en la que se comprobó una amortiguación superior frente al guante normal.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de los tres tipos de guantes ensayados: guantes de espuma y guantes de gel, prototipos aún sin comercializar realizados especialmente para este estudio, y guantes de gel comercializados. Dentro de los guantes de espuma se probaron dos modelos con o sin muñequera, siendo estos últimos los que mejor aceptación tuvieron entre los operarios.

Herramienta	Tipo de guante		
	Espuma sin comercializar	Gel sin comercializar	Gel comercializado (Gelfom-DECADE)
Desbrozadora	2-3%	7-8%	7-8%
Motopértiga	-	-	Hasta 25%

TABLA IV: Porcentaje de amortiguación de los guantes

Como puede observarse en la tabla, los valores de amortiguación no son muy altos y se obtiene mayor valor con los guantes de gel que con los de espuma, y dentro de éstos con los comercializados de Gelfom, marca (DECADE). (Fotos 7, 8, 9)

Los resultados obtenidos nos hacen reflexionar en los siguientes aspectos:

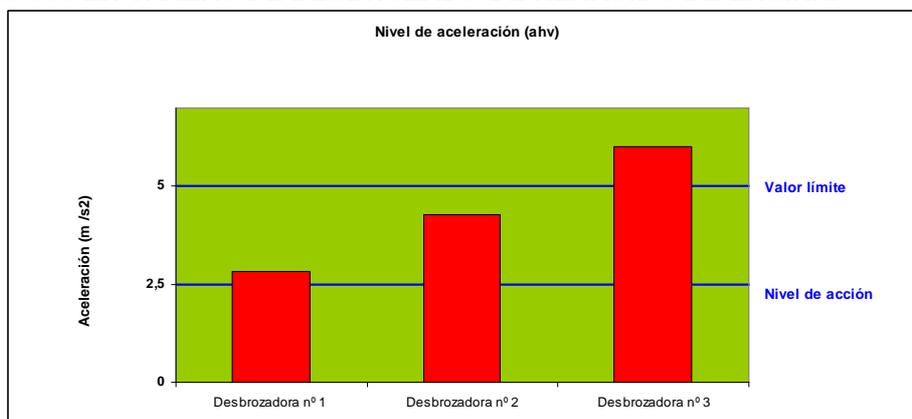
1. La variabilidad en los resultados en las mediciones de campo nos conduce a la necesidad de realizar el estudio de los guantes en condiciones de laboratorio, con un excitador de vibraciones que permita controlar las condiciones en las que se reproduce el ensayo, proyecto que se está poniendo en marcha en colaboración con la Universidad de Valladolid.
2. Es importante que los fabricantes de guantes informen de la amortiguación de sus productos en función de la frecuencia. Al igual que el ruido, la vibración es una onda mecánica que se caracteriza por dos magnitudes: la amplitud y la frecuencia. La primera magnitud es la más conocida porque es la que reflejan todos los equipos de medida y en función de ella se fijan los valores límite. Sin embargo, es necesario conocer el espectro para elegir la amortiguación de los equipos de protección individual. Al igual que para ruido, habría que hacer un análisis de la frecuencia en bandas de octava, para conocer la frecuencia característica de la herramienta y aplicar el material que mejor amortigüe. De lo contrario se podrían elegir erróneamente los materiales y llegar a fenómenos de resonancia que, aunque improbables, aumentarían significativamente la amplitud.
3. Aunque los resultados de la amortiguación de los dos prototipos son por lo general bajos, es importante que se realice un esfuerzo en ensayar nuevos materiales para conseguir los objetivos marcados en julio del 2012.

6.c INFLUENCIA DEL CORRECTO MANTENIMIENTO Y USO DE LOS EQUIPOS

Los **resultados obtenidos** en lo que respecta al **mantenimiento de las herramientas han sido contundentes** y muestran valores mucho menores en las máquinas revisadas previamente a su uso en contraposición a las utilizadas habitualmente por los trabajadores, con un mantenimiento menos riguroso.

A continuación se muestra los valores obtenidos con tres desbrozadoras de la misma marca y modelo (STHIL, FS 550) durante el desbrozado de encina, pero a las que se las ha dado distinto uso y mantenimiento. La desbrozadora nº1, del año 2008 pertenece al formador en trabajos forestales, y por lo tanto se considera que tiene un buen mantenimiento. Las desbrozadoras nº 2 y nº 3 pertenecen a la cuadrilla de trabajos. En concreto la desbrozadora nº3 a pesar de ser relativamente nueva, se comprobó a posteriori que tenía un amortiguador roto y el disco desgastado. Esto hace que se obtengan valores muy dispares pasando de una situación segura (por debajo del nivel de acción) para la desbrozadora nº1 con un mantenimiento riguroso (año 2008) a una situación que supera los valores límites establecidos, desbrozadora nº3 para la misma tarea.

COMPARATIVA DEL NIVEL DE VIBRACIONES EMITIDO POR TRES DESBROZADORAS STHIL FS 550 EN TAREAS DE DESBROZADO DE RENACIDO DE ENCINA.



Denominación	Nº Inventario	Año	Nivel de aceleración a_{hv}
Desbrozadora nº 1	Nº INV. (Arpana)	2008	2,83
Desbrozadora nº 2	Nº INV. 758341 (Tragsa)	2001	4,28
Desbrozadora nº 3	Nº INV. 758257 (Tragsa)	2007	6,03

A la vista de los resultados se pudo constatar una reducción de casi el 50% del nivel de vibraciones cuando se utilizaba la herramienta bien mantenida ($a_{hv} = 3.4 \text{ m/s}^2$, frente a $a_{hv} = 6.02 \text{ m/s}^2$).

7. RECOMENDACIONES GENERALES

- **Utilizar las herramientas adecuadas** para cada tipo de tarea, teniendo en cuenta el nivel de vibraciones que emiten, adecuando la potencia a la tarea a realizar, así como los útiles de corte, como discos y cadenas antirebote, etc....
- **Técnicas de trabajo seguras** siguiendo las instrucciones del fabricante y la formación recibida. En este aspecto es fundamental adoptar con la motosierra una postura adecuada durante su arranque, utilizar el freno de cadena durante los desplazamientos, no sólo por un tema de reducción de vibraciones sino por la propia seguridad de los trabajadores, así como mantener las distancias de seguridad. Además un conocimiento adecuado de la técnica de apeo de los árboles reduce el tiempo y el esfuerzo de la herramienta y en consecuencia del trabajador.

- **Mantenimiento de las herramientas** fundamental para reducir el nivel de vibraciones y en concreto:
 - Mantenimiento de los sistemas de amortiguación –muelles metálicos o silenblock- que separan el motor de la estructura de sujeción.
 - Regulación de los niveles de carburación y ralentí del motor directamente relacionado con el nivel de vibraciones emitido. Se ha comprobado que en ocasiones se lleva la herramienta muy revolucionada.
 - Control del nivel de desgaste del piñón de ataque de la cadena mediante su sustitución periódica.
 - Correcto afilado de los dientes de la cadena de la motosierra evitando en cualquier caso un excesivo rebaje de las guías de profundidad, las cuales inciden de manera directa en el nivel de vibración de la máquina.
- **Proporcionar ropa y calzado de abrigo** a los trabajadores durante las estaciones de mayor variabilidad climatológica, como por ejemplo guantes térmicos y con la palma de material antideslizante para garantizar un agarre firme de la herramienta.
- **Proporcionar guantes antivibratorios** certificados a los trabajadores, no sin antes comprobar su eficacia. En este sentido este estudio ha permitido comprobar la amortiguación de los guantes de gel con la desbrozadora y moto pértiga,
- **Organización del trabajo**, estableciendo turnos de trabajo que permitan alternancia de tareas, es decir, que un mismo operario dedique parte de su jornada al trabajo con herramientas y parte a recoger o a realizar otras tareas de limpieza y mantenimiento.
- **Formación e información** a los trabajadores sobre los riesgos derivados de la exposición al nivel de vibraciones y medidas de control. En este sentido, es fundamental la labor de concienciación de técnicos y capataces para conseguir realizar un uso de las herramientas que minimice el daño, tanto por la forma, como por la organización del trabajo permitiendo la rotación de herramientas y diversificando funciones.
- **Entrega del manual de instrucciones** de cada máquina a los trabajadores dejando constancia documental de ello. Los trabajadores deberán leer y comprender las normas de seguridad y mantenimiento recogidas en el manual. Además se recomienda de forma explícita que cada operario tenga los conocimientos básicos en el mantenimiento de las herramientas así como la existencia de una persona especializada que realice un control periódico de estas cuestiones, que controle la sustitución de los útiles, los rebajes de las cadenas, los piñones de ataque, los protectores, ...etc y todos aquellos elementos que influyan decisivamente en el mantenimiento correcto de la máquina.
- **Continuar con la Vigilancia de la Salud**, aplicando los protocolos necesarios para la detección precoz de lesiones vasculares, osteoarticulares. Además debe registrarse cualquier historia previa sobre la exposición a las vibraciones.



Fot. 1 Síndrome de Rynaud



Foto 2. Fajas auxiliares



Foto 3. Apeo de pino



Foto 4. Tronzado y desramado de pino.



Foto 5 Resalveo de encina



Foto 6. Olivación de pino



Foto 7. Equipo de medida



Fot 8. Prototipo guante espuma, Morán



Foto.9. Prototipo guante de gel, Tomás Boderó



Fot. 9 Guante de gel comercializado DECADE