# BUENAS PRÁCTICAS ERGONÓMICAS EN EL SECTOR DETALLISTA DE LA CARNE

## Estudio sobre impactos y vibraciones en la tarea de corte y sus diferentes variables en el sector del comercio minorista de la carne

Convenio específico entre La Comunidad de Madrid (INSTITUTO REGIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO) y la Federación Madrileña de Detallistas de la Carne para la realización durante 2020 de acciones incluidas en el V Plan Director de Prevención de Riesgos Laborales de la Comunidad de Madrid 2017-2020

CARNI MAD Carniceros y Charcuteros de Madrid

Comunidad de Madrid

1. INTRODUCCIÓN 2
2. DEPORTE PROFESIONAL, UN ESPEJO EN EL QUE MIRARSE 4
3. TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN EL MUNDO LABORAL 5
4. ERGONOMÍA 7
5. ¿QUÉ ES LA BIOMECÁNICA? 8
6. PROFESIONALES MINORISTAS DE LA CARNE Y LA BIOMECÁNICA 10
6.1. Principales dificultades encontradas en el estudio 11
7. VIBRACIONES E IMPACTOS EN ERGONOMÍA, UNA VISIÓN GENERAL 15
8. VIBRACIONES E IMPACTOS EN BIOMECÁNICA 20
9. PROTOCOLO DE MEDICIÓN EN TRABAJADORES DETALLISTAS DE LA 22
10. ANATOMÍA DEL SISTEMA MANO-BRAZO 23
10.1. Músculos y planos de movimiento
11. LESIONES ESPECÍFICAS POR VIBRACIÓNES EN MIEMBRO SUPERIOR 26
12. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS Y VIBRACIONES EN FUNCIÓN DE LAS DIVERSAS VARIABLES AMBIENTALES Y FISIOLÓGICAS 27
13. ANÁLISIS DE VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL DESEMPEÑO DE LA LABOR DEL DETALLISMO DE LA CARNE 29
13.1. Variables ambientales y propias del puesto de trabajo 29
13.2. Variables en función de los trastornos musculoesqueléticos más 32
13.3. Análisis de los impactos y vibraciones en función de los diferentes factores ambientales y físicos del puesto de trabajo 33
13.4. Análisis de los impactos y vibraciones en función de las diferentes zonas de lesión 54
14. CONCLUSIÓN GENERAL 67
15. RECOMENDACIONES 68
16. EJEMPLO DE PAUTAS FÍSICAS 70
16.1. Antebrazo 70
16.2. Brazo 71
16.3. Hombro 72
16.4. Entrenamiento de condición física general 73
17. BIPEDESTACIÓN PROLONGADA (MENCIÓN ESPECIAL) 74
18. REFERENCIAS 78

# 1. Introducción:

A medida que se avanza en el estudio de las lesiones musculoesqueléticas en el entorno laboral se observa cómo gracias a la tecnología y gracias a la cada vez mayor intervención de profesionales de diversas áreas, se podrán enriquecer los estudios relacionados con el análisis biomecánico para una posterior contención de los trastornos musculoesqueléticos (TME), que son causa de un elevado porcentaje de bajas laborales que tanto preocupan a los diferentes profesionales que dedican su vida laboral a ayudar a los trabajadores de las empresas y a las propias empresas a conseguir unos niveles de salud más elevados.

Como se acaba de comentar, a medida que avanzan las diferentes ciencias que estudian al ser humano, se podrá contar con nuevas herramientas para profundizar en el conocimiento del cuerpo humano en sus diferentes vertientes y dimensiones, siendo de especial interés la dimensión laboral.

En este sentido ciencias con relativa juventud como podría ser el caso de la Biomecánica pueden aportar nuevas visiones a la perspectiva que hoy por hoy tienen las lesiones de origen laboral. Es innegable el buen hacer realizado en los últimos años en materia de seguridad laboral, concretamente la Ergonomía ha contribuido a combatir las lesiones de origen osteomuscular. Esto pone de manifiesto, que la dirección de acción que ejerce la Ergonomía es la correcta, pero quizá en este camino de la salud laboral, se encuentra demasiado sola para luchar contra todos los factores que pueden influir en la aparición de trastornos musculoesqueléticos.

El motivo de que la Ergonomía se encuentre en esta situación es sencillo. Existe gran cantidad de variables y actitudes frente a la vida de los diferentes trabajadores que dificultan a la Ergonomía alcanzar soluciones integrales que realmente puedan interceder en la salud de las personas. Cada persona tiene una genética muy diferente al resto, cada persona tiene unos hábitos de salud y actividad física distintos, cada persona tiene unos niveles de estrés más o menos elevados en relación con el resto de los congéneres. Estas y otra gran cantidad de variables, hacen que la Ergonomía no pueda afrontar en solitario el difícil reto

de analizar y estudiar por si sola las diferentes variables que facilitan la aparición de trastornos musculoesqueléticos.

A medida que se profundice en el estudio, se subrayará de un modo constante la importancia que tiene que una persona se involucre en su propia salud. No sirve de nada que un especialista en Ergonomía realice un completo análisis del puesto de trabajo si el trabajador no tiene integrados en su vida unos correctos hábitos de salud. A medida que otros profesionales de la salud como fisioterapeutas, preparadores físicos o biomecánicos entre otros se van involucrando en los diferentes estudios y análisis de la incidencia de las lesiones laborales comienzan a ser conscientes de la importancia que tiene que una persona cuente con un estado de salud aceptable para afrontar su día a día.

Todos los profesionales que se dedican a la salud laboral observan de manera constante como las personas que trabajan en las empresas no creen que unos correctos hábitos de vida saludable puedan ayudarles en su vida. Es por ello por lo que es necesario una labor profunda de educación en lo referente a la salud personal para que las personas que trabajan en las empresas comprendan las medidas preventivas del puesto de trabajo y unas pautas de vida saludable no solo les ayudarán a reducir las lesiones de origen laboral, sino que les permitirá alcanzar un estado de vida saludable que les acercará a vivir una vida más plena y feliz, alejados de un gran número de lesiones y de enfermedades relacionadas con actitudes sedentarias.

La salud no deberá ser bajo ningún concepto una obligación laboral más, deberá formar parte de la cultura de la empresa. En el momento en que se produzca esta situación, las personas que trabajan en las empresas aceptarán de un modo constante aquellas actuaciones que se les propondrán derivadas de análisis realizados por profesionales de la salud que únicamente tendrán la intención de ayudarles a mejorar y desarrollar unos correctos hábitos saludables que sin duda harán de su salud y bienestar un punto de apoyo vital.

# 2. Deporte profesional, un espejo en el que mirarse

Es evidente que el deporte profesional es un espectáculo televisivo más que una herramienta para la salud, pero es precisamente por la palabra profesional por lo que debemos de tenerlo en cuenta.

Las personas tienden a confundir dos conceptos, el primero es el deporte y el segundo la actividad física. El primero deberá siempre realizarse como consecuencia del segundo. Si las personas realizan actividad física y se encuentran en unas condiciones adecuadas podrán realizar algún deporte. En el caso del deporte profesional esto toma una relevancia total. Ningún deportista juega un partido o competición si no ha entrenado para ello. En la vida real sin embargo las personas lo realizan de manera constantemente, realizando la actividad laboral que se puede asemejar a jugar un partido profesional sin realizar un mínimo entrenamiento para ello. Los deportistas profesionales realizan entrenamiento como parte de su trabajo, no solo para ser más eficientes y mejores deportistas, sino también para evitar lesiones que les impidan desarrollar sus profesiones con un mínimo de garantías

En este sentido es curioso ver como a la gran mayoría de la población le gusta, e incluso le apasiona seguir a sus deportistas preferidos, imitando la forma de vestir o determinadas actitudes, pero también es curioso observar como otras actuaciones como por ejemplo la de cuidar su cuerpo para un desempeño profesional no tiene el mismo impacto para los seguidores de estos deportistas. En definitiva, los deportistas profesionales cuidan su herramienta de trabajo, el resto de las personas no suelen cuidar tan detalladamente este aspecto.

Estas conclusiones hacen que los profesionales especializados en estudiar la biomecánica del ser humano y los profesionales de la salud que lo hacen desde un punto de vista de creación de programas de salud se unan a las personas que realizan la Ergonomía en el entorno laboral para que entre todos formen un equipo que permita primero educar a empresarios y trabajadores en lo referente a los trastornos musculoesqueléticos y su relación directa no sólo con el ejercicio de la profesión, sino también con el estado de salud íntimo de cada persona.

Una vez se haya conseguido este objetivo, se podrán poner en marcha protocolos similares a los utilizados por los profesionales más físicos de todos, los deportistas profesionales.

# 3. Trastornos musculoesqueléticos en el mundo laboral

Según la EU-OSHA (Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo) (Sin fecha) los trastornos musculoesqueléticos (TME) son una de las enfermedades de origen laboral más comunes que afectan a millones de trabajadores en toda Europa y cuestan a los empresarios miles de millones de euros. Afrontar los TME ayuda a mejorar las vidas de los trabajadores, aunque también tiene sentido desde un punto de vista empresarial. Los TME comprenden cualquier daño o trastorno de las articulaciones y otros tejidos.

Los problemas de salud abarcan desde pequeñas molestias y dolores a cuadros médicos más graves que obligan a solicitar la baja laboral e incluso a recibir tratamiento médico. En los casos más crónicos, pueden dar como resultado una discapacidad y la necesidad de dejar de trabajar. Los dos grupos principales de TME son los dolores y las lesiones de espalda y los trastornos laborales de las extremidades superiores.

La EU-OSHA reconoce que normalmente no hay una única causa de los TME, sino que son varios los factores que trabajan conjuntamente. Entre las causas desatacan:

- ➔ Manipulación de cargas, especialmente al agacharse y girarse
- ➔ Movimientos repetitivos o forzados
- ➔ Posturas extrañas o estáticas
- ➔ Vibraciones, iluminación deficiente o entornos de trabajo fríos
- ➔ Trabajo a un ritmo elevado
- ➔ Estar de pie o sentado durante mucho tiempo en la misma posición

Un estudio publicado por la EU-OSHA (2019) recoge datos sobre desde 2010 sobre los TME en la Unión Europea (UE). En cuanto a la prevalencia de TME concluyen:

- Aproximadamente tres de cada cinco trabajadores en la UE informan quejas de TME. Los tipos más comunes de TME informados por los trabajadores son dolor de espalda y dolores musculares en las extremidades superiores. Siendo estos últimos menos frecuentes.
- De todos los trabajadores en la UE con un problema de salud relacionado con el trabajo, el 60% identifica a los TME como su problema más grave.
- Una de cada cinco personas en la EU sufrió un trastorno crónico de espalda o cuello en el último año.
- La proporción de trabajadores en la UE que declara padecer de TME disminuyó ligeramente entre 2010 y 2015.

En el caso de la variación de TME, en cada uno de los países de la UE podemos encontrar que a nivel nacional incluso se ha producido un ligero aumento.

Revisando la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo 6ª EWCS (European Working Conditions Surveys) publicada en 2017, se pueden destacar las siguientes conclusiones:

- El 37% de los encuestados considera que la influencia del trabajo sobre su salud es negativa.
- Los problemas de salud más frecuentes son: el dolor de espalda con un 46%, dolor muscular de hombros, cuello y extremidades superiores con un 45% y el cansancio general con un 45%.

# 4. Ergonomía

La Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT (Organización Internacional del Trabajo) define la ergonomía literalmente cómo el estudio o la medida del trabajo. En términos de su base científica, gran parte del conocimiento ergonómico deriva de las ciencias humanas cómo anatomía, fisiología y psicología.

La Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo también define la ergonomía cómo el estudio sistemático de las personas en su entorno de trabajo con el fin de mejorar su situación laboral, sus condiciones de trabajo y las tareas que realizan. En ergonomía el objetivo es adquirir datos relevantes y fiables que sirvan de base para recomendar cambios en situaciones específicas y para desarrollar teorías, conceptos, directrices y procedimientos más generales que contribuyan a garantizar que el entorno de trabajo esté en armonía con las actividades que realiza el trabajador.

Otra definición de ergonomía y la más adoptada por la comunidad científica según el Instituto Nacional de seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) es la propuesta por la IEA (International Ergonomics Association) en el año 2000 dónde entienden que la ergonomía es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los humanos y otros elementos de un sistema. La ergonomía aplica la teoría, los principios, los datos y los métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y su rendimiento.

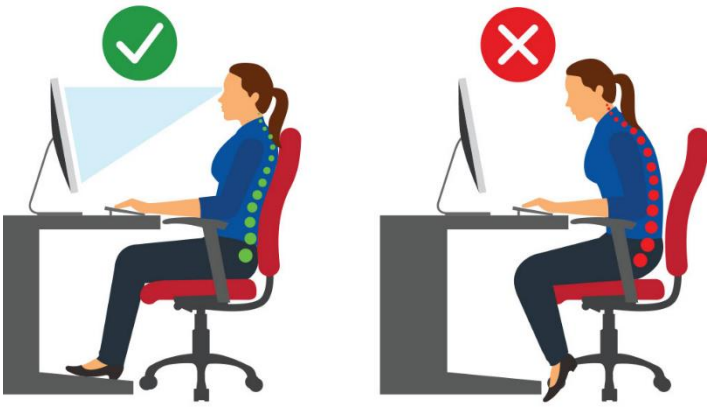


Imagen 1. Posición ergonómica correcta VS incorrecta en oficina

# 5. ¿Qué es la Biomecánica?

Cómo se ha mencionado anteriormente la Ergonomía se basa en otras ciencias para lograr sus objetivos de bienestar humano y armonía laboral. Una de las ciencias que aplica la ergonomía es la biomecánica.

La Real Academia Española (RAE) define la biomecánica cómo el estudio de la aplicación de las leyes de la mecánica, descritas por Newton, a la estructura y el movimiento de los seres vivos.

La Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT define la biomecánica cómo la disciplina que se encarga del estudio del cuerpo, como si éste se tratara simplemente de un sistema mecánico: todas las partes del cuerpo se comparan con estructuras mecánicas y se estudian como tales. El objetivo principal de la biomecánica es estudiar la forma en que el organismo ejerce fuerza y genera movimiento. Esta disciplina se basa principalmente en la anatomía, las matemáticas y la física; las disciplinas afines son la antropometría, la fisiología del trabajo y la cinemática.

Continuando con el término de biomecánica laboral, Chaffin, Andersson, Bernard y Martin (2006) definen el mencionado término cómo la ciencia que relaciona el comportamiento mecánico con las limitaciones del sistema musculoesquelético y sus tejidos cuando una persona realiza un esfuerzo en la industria.

Hall (2014) aclara que el término biomecánica combina el prefijo bio, que significa "vida", con el campo de la mecánica, que es el estudio de las acciones de las fuerzas. La biomecánica utiliza las herramientas de la mecánica, la rama de la física que implica el análisis de las acciones de las fuerzas, para estudiar los aspectos anatómicos y funcionales de los organismos vivos.

Gracias a estas aproximaciones a la ciencia de la Biomecánica podremos entender el beneficio que implicará la relación de los profesionales de esta ciencia en el estudio de la salud musculoesquelética de los diferentes sectores laborales concretamente en el estudio del sector del comercio minorista de la carne.

Técnicamente hablando, la Biomecánica se apoya en diversas tecnologías para poder llevar a cabo sus estudios, no obstante, los sistemas más utilizados podríamos enumerarlos de la siguiente manera:

- Captación de imagen infrarroja (modelos de movimiento)
- Plataformas de fuerza (dinamometría)
- Acelerometría
- Electromiografía de superficie

Esta selección son los elementos más utilizados actualmente, no obstante, como ocurre en otras áreas, las técnicas evolucionan y van introduciéndose nuevos enfoques siempre con la misma intención, la de generar el estudio que reproduzca de la manera más fiel la realidad Biomecánica de los puestos de trabajo que se analizan con el fin de poder extraer la información que mejor permita ayudar a las personas que desempeñar sus actividades profesionales de un modo físico y musculoesquelético.

# 6. Profesionales del comercio minorista de la carne y la Biomecánica

Desde un punto de vista biomecánico los profesionales del comercio minorista de la carne pueden asemejarse a aquellos patrones deportivos asimétricos como podrían ser los deportes de raqueta, o aquellos deportes en los que claramente haya un trabajo osteomuscular con ciertas asimetrías. La postura del trabajador se realiza en bipedestación (último apartado de este informe), lo cual en sí mismo es una actitud que mantenida en el tiempo generará alteraciones musculoesqueléticas y metabólicas. Partiendo de esta postura en la que se desarrolla prácticamente la totalidad de la jornada, el trabajador realiza diversas tareas. No obstante, las tareas más representativas serán las de corte (con diversos patrones) y serrado de materia prima. Estas labores y sobre todo las que implican el corte de piezas generarán un gran trabajo asimétrico debido a que en la gran mayoría de los casos los usuarios utilizarán el brazo dominante para ejecutar esta tarea. Así como en otros desempeños profesionales se aconseja el uso de la bilateralidad, en el caso de esta labor se aconseja el uso de la mano dominante o de mayor destreza motora para realizar labores de precisión como lo es el corte. Esta actividad por lo tanto llevará implícito un gran trabajo asimétrico.

Biomecánicamente podríamos encuadrar las labores del detallista de la carne en un nivel de exigencia alto. Si bien el peso de la herramienta no es excesivo para generar una lesión por sí misma, el hecho de realizar el movimiento de corte de manera tan repetitiva y combinarlo con una postura de bipedestación tan mantenida pueden representar un patrón de osteomuscular descompensado que pueda materializarse en lesiones propias del sector.

El **objetivo de este proyecto** es estudiar este patrón biomecánico en los trabajadores del sector minorista especializado de la carne donde podemos encontrar dos subpatrones, la bipedestación estática y los movimientos repetitivos acompañados de impactos y vibraciones. Es en este segundo patrón es donde se centrará el estudio.

Nuestro principal objetivo es obtener una información útil que ayude a los diferentes profesionales orientados a la salud a conocer mejor la idiosincrasia osteomuscular de este puesto de trabajo. Este estudio ha sido muy cuidadoso en lo referente a las variables escogidas para poder cruzar los datos de vibraciones e impactos con las mismas.

Los trabajadores a los que se les ofreció participar en el estudio fueron explicados sobre el tipo de prueba, qué tecnología se iba a utilizar y el fin de esta. Es imprescindible hacer partícipe del estudio a los trabajadores para evitar situaciones de incomprensión hacia el mismo que pudiera provocar su rechazo.

## Objeciones y dificultades en la realización del estudio

Objeciones como las siguientes fueron encontradas durante nuestra labor, siendo únicamente recibidas de tres aspirantes a participar en el estudio.

- "**¿Calentar?** Eso no sirve para nada…

Al ser preguntado por la posible inclusión de ejercicios básicos de calentamiento antes de comenzar la actividad laboral, un trabajador comentó que eso no servía para nada, lo cual es una afirmación que dista totalmente de la realidad. Multitud de estudios científicos avalan esta práctica y han sido publicados en los repositorios científicos más prestigiosos sobre la materia.

Algunos ejemplos:

1. David M. High, Edward T. Howley, B. Don Franks. (1989) The Effects of Static Stretching and Warm-Up on Prevention of Delayed-Onset Muscle Soreness. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 60:4, pages 357-361.
2. Karen Clippinger-Robertson. (1986) Kinesiology and Injury Prevention: Every Dancer's Guide. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance* 57:5, pages 50-53.
3. Roberta Y.W. Law, Robert D. Herbert. (2007) Warm-up reduces delayed-onset muscle soreness, but cool-down does not: a randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy* 53:2, pages 91-95.

- **¿Sensores?** Estas cosas no sirven para nada…

Tan sólo un caso decidió no participar por que el uso de sensores para monitorizar el impacto y las vibraciones le pareció algo poco útil. En defensa del estudio, se apuntará que la acelerometría es un instrumento totalmente validado por la comunidad científica. No sólo eso, además la acelerometría se utiliza para prácticamente todos los avances científicos aplicados día a día, como podría ser telefonía, automoción y otras muchas otras áreas de aplicación.

Algunos ejemplos:

1. Krishnan, N., Colbry, D., Juillard, C., and Panchanathan, S. 2008. Real time human activity recognition using tri-Axial accelerometers. In Sensors, Signals, and Information Processing Workshop
2. Maurer, U., Smailagic, A., Siewiorek, D., & Deisher, M. 2006. Activity recognition and monitoring using multiple sensors on different body positions. In IEEE Proceedings on the International Workshop on Wearable and Implantable Sensor Networks, 3(5).
3. Yang, J. 2009. Toward physical activity diary: Motion recognition using simple acceleration features with mobile phones, In First International Workshop on Interactive Multimedia for Consumer Electronics at ACM Multimedia.

- **¿Organización** temporal, descansos?… no tengo tiempo para eso.

Otro aspecto en el que en algún caso pudimos encontrar alguna opinión negativa al respecto, fue en el aspecto de la importancia de una correcta organización temporal. Numerosos estudios avalan que una correcta gestión temporal y de nuestras tareas nos ayudará a reducir estrés (lo que afectará positivamente a la no aparición de lesiones) y contribuirá a mejorar los hábitos de vida de las personas.

Algunos ejemplos:

1. Goldberg, J. and Maslach, C. (1996) `Understanding Time: Connections between the Past and Future'. Paper presented at the annual conference of the Western Psychological Association, San Jose, CA.

2. Gonzalez A. and Zimbardo, P.G. (1985) `Time in Perspective: A Psychology Today Survey Report', Psychology Today (May): 21—6.
3. Hamilton, J.M., Kives, K.D., Micevski, V. and Grace, S.L. (2003) `Time Perspective and Health-promoting Behaviour in a Cardiac Rehabilitation Population', Behavioural Medicine 28(4): 132—9.

- **Ejercitarse…** ¿No te parece suficiente ejercicio el que hago?

Algunos trabajadores encuestados reconocían que no realizaban ningún tipo de actividad física. Las razones eran diversas, no obstante, la falta de tiempo solía ser la razón más esgrimida. Está demostrado de manera científica que la actividad física es el mecanismo más importante para poder evitar la aparición de lesiones. De entre todas las ramas de la terapia, la actividad física es la que más evidencia científica presenta.

Algunos ejemplos:

1. Darren E.R. Warburton, Crystal Whitney Nicol and Shannon S.D. Bredin. Health benefits of physical activity: the evidence. CMAJ March 14, 2006 174 (6) 801-809
2. Skelton, D.A. and Beyer, N. (2003), Exercise and injury prevention in older people. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 13: 77-85. doi:10.1034/j.1600-0838.2003.00300.x
3. B. K. Pedersen, B. Saltin, Exercise as medicine – evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases, Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 10.1111/sms.12581, 25, S3, (1-72), (2015).

- **¿Comer bien?** No tengo tiempo, como cualquier cosa…

Ésta es una respuesta muy habitual que los trabajadores objeto de estudio nos han dado. Puede parecer que este factor de salud no tiene nada que ver con el objeto de estudio, las vibraciones e impactos en el puesto de detallista de la carne, pero está demostrado que unas correctas pautas de ejercicio y de alimentación contribuyen a mejorar la calidad muscular, y es por esto que es tan importante una correcta alimentación acompañada de un ejercicio físico adecuado y equilibrado. La fibra muscular es el elemento físico que mejor absorbe las vibraciones, por lo que una falta de musculatura puede derivar en

una situación de sufrimiento articular por la no resistencia a las fuerzas de impacto y vibracionales que ejerce la masa muscular. Una correcta alimentación nos aporta los nutrientes y micronutrientes necesarios (entre ellos las proteínas) que nos ayudarán a crear músculo.

Algunos ejemplos:

1. Mithal, A., Bonjour, J., Boonen, S. et al. Impact of nutrition on muscle mass, strength, and performance in older adults. Osteoporos Int 24, 1555–1566 (2013). https://doi.org/10.1007/s00198-012-2236-y
2. Hoffman JR, Ratamess NA, Tranchina CP, Rashti SL, Kang J & Faigenbaum AD (2009). Effect of protein-supplement timing on strength, power, and body-composition changes in resistance-trained men. Int J Sport Nutr Exerc Metab 19, 172– 185
3. Millward DJ, Bowtell JL, Pacy P & Rennie MJ (1994). Physical activity, protein metabolism and protein requirements. Proc Nutr Soc 53, 223– 240

Las creencias por parte de determinados trabajadores encuestados no representan la realidad científica. Como se ha comentado anteriormente, las personas están acostumbradas a conectar con el deporte (y las ciencias que les rodean) de un modo indirecto, a modo de espectador. Aún hoy por hoy, existen multitud de personas que siguen manteniendo estas creencias que perjudican la salud de quienes las poseen. No sólo es una percepción errónea de la realidad de la salud osteomuscular, sino que además es una percepción peligrosa ya que muchas personas aún siguen viviendo sus vidas y desarrollando sus profesiones dándoles la espalda a la naturaleza del ser humano.

Los profesionales de la salud tienen como obligación invertir más tiempo y recursos en mejorar la salud de los trabajadores y sobre todo la percepción que tienen éstos sobre ella. Muy posiblemente los máximos responsables de que los trabajadores no tengan una percepción negativa sobre los hábitos saludables seamos los profesionales encargados de velar de la salud laboral.

Una de nuestras funciones principales es comenzar una labor de motivación y de filiación hacia la salud y los hábitos saludables. Es tarea de todos comprender que la salud es un bien universal y que no acaba cuando termina nuestra jornada laboral. Cuanto más cuidemos de nuestra salud, más se verán beneficiadas todas nuestras áreas vitales y más plena será nuestra vida

# 7. Vibraciones e impactos en Ergonomía, una visión general

Un gran número de trabajadores está expuesto a vibraciones en sus lugares de trabajo. Algunas herramientas y máquinas las producen, pero también estarán expuestos aquellos trabajadores que utilizan herramientas con las que se producen impactos o golpes, cómo por ejemplo uso del martillo o del cuchillo en el caso del detallista de la carne.

Una vibración consiste en el movimiento de un cuerpo sólido alrededor de su posición de equilibrio. Las vibraciones se transmiten por el interior de un objeto y también a través de los puntos de contacto entre diferentes objetos.

McAtamney y Corlett (1993) han definido el impacto cómo el aumento rápido de la fuerza y lo establecen como un factor de riesgo específico en su método de evaluación rápida del miembro superior. Como consecuencia, los trabajadores que suelen estar expuestos a fuertes impactos en la base de la palma o eminencia hipotenar de la mano, están expuestos a factores de riesgo relevantes para el desarrollo de TME.

Imagen 2. Detallista de la carne efectuando una de sus tareas

En la práctica, las vibraciones a las que se ven expuestos los trabajadores son una combinación de un gran número de diferentes vibraciones simples.

Una vibración o impacto se puede caracterizar por su frecuencia y su intensidad. La frecuencia es el número de veces que se completa un ciclo de oscilación y se mide en hercios (Hz). Un hercio equivale a un ciclo por segundo. En prevención,

las vibraciones que tienen interés, por los efectos que causan en el organismo, son aquellas con frecuencias entre 1 y 1.500 Hz.

La intensidad puede medirse indistintamente en unidades de desplazamiento, velocidad o aceleración del elemento que vibra, ya que las tres magnitudes están relacionadas entre sí.

La magnitud que se utiliza habitualmente para determinar la intensidad de las vibraciones es la aceleración eficaz expresada en unidades de m/s2.

En prevención de riesgos laborales se estudian dos modelos diferenciados de vibración:

- la vibración transmitida al cuerpo entero.
- la transmitida al sistema mano-brazo.

Las vibraciones de cuerpo completo son, por ejemplo, las que se transmiten por los asientos de vehículos o máquinas o la vibración de una plataforma o piso. En el caso de las vibraciones del sistema mano-brazo, quedan incluidas las transmitidas por herramientas manuales, como taladros o lijadoras, o por herramientas que producen un impacto con el miembro superior.

El efecto que pueden ocasionar las vibraciones en el organismo de una persona expuesta depende de su frecuencia y de si actúan sobre todo el cuerpo o sobre el sistema mano-brazo.

Las vibraciones de muy baja frecuencia (menos de 1 Hz) que afectan al cuerpo entero pueden originar pérdida de equilibrio, mareos o vómitos. Un ejemplo son las originadas por el balanceo de un barco o de otros medios de transporte.

Las vibraciones de frecuencias comprendidas entre 1 y 80 Hz, que afectan a todo el cuerpo, pueden ocasionar lumbalgias, hernias, pinzamientos discales y lesiones raquídeas, así como síntomas neurológicos tales como dificultad para mantener el equilibrio. Pueden observarse, por ejemplo, en puestos de trabajo de conductores de vehículos

Las vibraciones de frecuencias comprendidas entre 20 y 1.500 Hz son las típicas de las herramientas manuales rotativas o alternativas y sus efectos se concentran en el sistema mano-brazo. Este tipo de vibraciones pueden originar

lesiones óseas de muñeca y codo y alteraciones en los nervios de la mano que pueden causar calambres o trastornos de la sensibilidad. Una de sus posibles manifestaciones es el llamado síndrome de Raynaud.

Imagen 3. ilustración gráfica de vibraciones

Para valorar los efectos potenciales de unas vibraciones determinadas se debe llevar a cabo una evaluación de riesgos. En España, la normativa que regula la exposición a vibraciones es el Real Decreto 1311/2005, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

En este Real Decreto se establecen los requisitos que deberá cumplir la evaluación de riesgos de los puestos de trabajo en los que puedan existir riesgos derivados de la exposición a vibraciones. Además, se establecen los valores de referencia y las medidas de prevención y control que deben llevarse a cabo si se superan dichos valores.

| VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN Y VALORES QUE DAN LUGAR A UNA ACCIÓN | | |
|---|---|---|
| | VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN | VALOR QUE DA LUGAR A UNA ACCIÓN |
| VIBRACIONES SISTEMA MANO-BRAZO | 5 m/s² | 2,5 m/s² |

El criterio para la evaluación de riesgos se basa en calcular un parámetro denominado A(8), que indica el valor de la exposición diaria a vibraciones normalizado para un periodo de 8 horas, y compararlo con el valor de exposición que da lugar a una acción y el valor límite de exposición establecidos en el real decreto.

En este caso el valor de A(8) se determina por:

$$A\ (8) = a_{hv}\sqrt{\frac{T_{\exp}}{T_0}}$$

donde ahv es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las componentes de la aceleración ponderada en frecuencia en los tres ejes:

$$a_{hv} = \sqrt{(a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2)}$$

La medida preventiva más importante y eficaz para evitar riesgos derivados de la exposición a vibraciones es el correcto diseño y selección de máquinas y herramientas.

Cuando se rebasen los valores que dan lugar a una acción deberá establecerse un programa de medidas técnicas y organizativas (artículo 5 del Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a

vibraciones mecánicas)destinado a reducir al nivel más bajo posible los riesgos por la exposición a vibraciones. Para ello se pueden adoptar medidas para disminuir la intensidad de las vibraciones o bien para disminuir los tiempos de exposición. Los trabajadores no deben estar expuestos en ningún caso a valores superiores al valor límite de exposición.

1. En el caso de **superarse los valores límite** de exposición habría que:

- Primero, aplicar medidas inmediatas para reducir la exposición, así como determinar las causas que han dado lugar a dicha exposición y revisar las medidas de prevención y protección, para evitar que se vuelva a sobrepasar.
- Segundo, ejecutar un programa con las medidas técnicas y/u organizativas necesarias para reducir el riesgo de exposición al mínimo. Se podrían adoptar medidas provisionales, como la limitación del tiempo de exposición, hasta que se corrijan las condiciones de trabajo de forma estable.

2. En caso de **superarse los valores de exposición que dan lugar a una acción**, se debe:

- Aplicar un programa de medidas técnicas y/o organizativas.
- Someter al trabajador a una adecuada vigilancia de la salud.

Para disminuir el nivel de vibración de una máquina se pueden aplicar medidas técnicas destinadas a reducir las vibraciones debidas al desgaste de superficies, holguras, cojinetes dañados, etc. mediante un mantenimiento adecuado. También se puede atenuar la transmisión al trabajador mediante la interposición de materiales aislantes o absorbentes de la vibración, entre otras muchas medidas técnicas disponibles.

Además, se debe informar y formar correctamente a los trabajadores sobre los riesgos y las medidas preventivas y de protección a utilizar. También se debe establecer un programa de vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos.

En este sentido, todo trabajador que supere los **valores de exposición que dan lugar a una acción** tendrá derecho a una **vigilancia de la salud:**

a. Centrada en la detección precoz de las enfermedades o efectos para la salud relacionados con el tipo de vibraciones a que esté expuesto el trabajador.
b. Pautada, teniendo en cuenta las características de la exposición (intensidad, duración, frecuencia…) y los agravantes como: frío, humedad, esfuerzos musculares…

# 8. Vibraciones e impactos en Biomecánica

Para medir la intensidad de una vibración, es decir la aceleración eficaz, se utiliza el equipo conocido como vibrómetro. Consiste en un transductor llamado acelerómetro conectado a una unidad de medida y a un integrador de la señal. El acelerómetro se ha de unir firmemente al objeto o a un segmento corporal que se pretenda analizar para determinar su aceleración eficaz.

Los acelerómetros habitualmente pueden medir los cambios de velocidad de la masa en una unidad de tiempo, normalmente el metro por segundo (m/s). Estos cambios de velocidad se producen en las tres direcciones del espacio (x, y, z). Sin embargo, algunos acelerómetros solo permiten medir en una dirección espacial cada vez. En este caso será necesario medir en cada una de dichas direcciones o mejor, utilizar tres acelerómetros simultáneamente orientados hacia cada una de las direcciones espaciales.

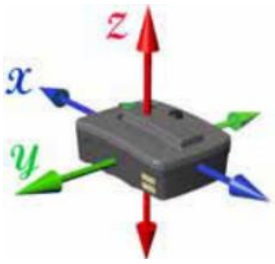
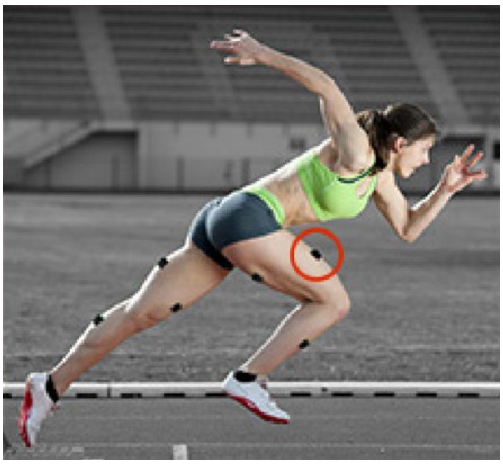



Imagen 4. Imagen real del sensor

Estos equipos pueden incorporar filtros de frecuencias que permiten seleccionar el rango o banda de frecuencias que se desean medir. Además, como sucede en el caso del ruido, la agresividad de las vibraciones depende de su frecuencia. Por ello en los criterios de evaluación se utilizan escalas de ponderación que modifican la señal en función de la peligrosidad de la frecuencia.

Concretamente, para este estudio se ha utilizado un acelerómetro de alta precisión de uso deportivo profesional. Estos acelerómetros están diseñados para valorar el desplazamiento en los tres ejes citados con la mayor precisión posible. El objetivo de esta tecnología es valorar de la manera más precisa el sistema musculoesquelético de los atletas, por lo que el nivel de error debe ser mínimo. El desempeño del deporte profesional es la máxima expresión del movimiento humano.

Imagen 5. Imagen del equipo Delsys Trigno (utilizado para el análisis)



Imágenes 6 y 7. Imágenes de los sensores Delsys en ámbito deportivo

# 9. Protocolo de medición en trabajadores detallistas de la carne

**Ubicación del sensor.** El componente fundamental es la lateralidad por lo que el sensor fue ubicado en el miembro superior dominante y por lo tanto ejecutor del movimiento. La zona exacta de ubicación fue el dorso de la mano del citado lado dominante. El motivo de esta selección es la de no interferir en ningún sentido en la tarea del trabajador ni con el gesto técnico analizado. En este sentido, el agarre de la herramienta y la manipulación de esta no se vio alterada de ninguna manera. El sensor fue adherido a la piel mediante un adhesivo hipoalergénico de uso médico para reducir el riesgo de reacción alérgica cutánea.

Imágenes 8 y 9. Imagen de ubicación dorsal del acelerómetro en la mano ejecutora del sensor Delsys

**Muestra analizada.** La idea de este estudio era desde un comienzo crear una visión muy realista de la intensidad de los impactos producidos por las herramientas de corte y las vibraciones generadas en las labores de corte con la sierra por lo que se decidió realizar el análisis a 80 trabajadores del sector. Una muestra de 80 sujetos es una muestra que permite un análisis científico y riguroso que redundará en datos muy fiables de los cambios de velocidad

producidos por el miembro superior en el momento de realizar las labores propias de la actividad laboral.

**Patrones analizados.** Con el fin de poder estructurar un estudio de variables científicas se procedió a estructurar la medición con el objetivo de que éste tuviera el mayor rigor técnico y científico. Así, se decidió delimitar 3 tareas muy concretas para obtener 3 patrones muy definidos con los que poder establecer comparaciones entre ellos y entre las diferentes variables (ver apartado "variables") que se tuvieron en cuenta mediante un check list previo a la toma de datos. Los tres patrones objeto de análisis fueron:

1. Uso de cuchillo para realizar corte con perfil de golpeo
2. Uso de cuchillo para realizar corte con perfil de "fileteo"
3. Uso de sierra de cinta para realizar corte de huesos

# 10. Anatomía del sistema mano-brazo

El antebrazo está formado por el cúbito y el radio, estos huesos forman parte de las articulaciones del codo y la muñeca, además estos dos elementos articulan entre ellos mediante las articulaciones radio-cubitales distal y proximal que se encargan de los movimientos de pronación y supinación del antebrazo.

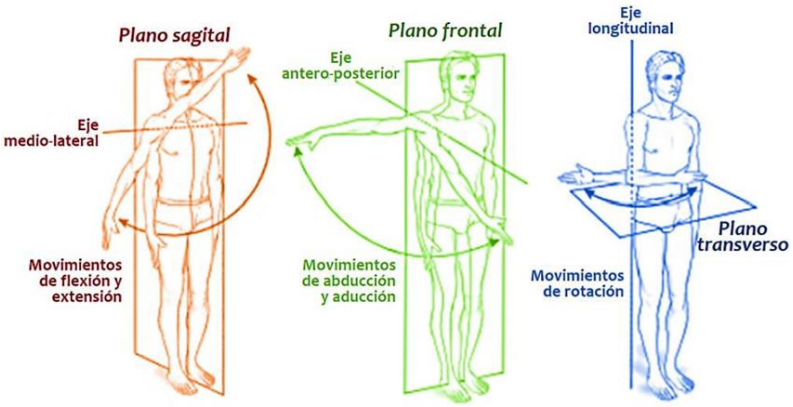
Por último, se localiza la mano, región distal de la extremidad superior, formada por veintisiete huesos que se agrupan en carpos, metacarpos y falanges.

La región anatómica llamada túnel carpiano, es un conducto que se extiende desde la muñeca hasta la mano, está compuesto por tendones, ligamentos y huesos. A través de dicho túnel discurre el nervio mediano y brinda sensación a los dedos pulgares, índices, medios y el lado del anular. A través de este túnel discurren diez estructuras en total: cuatro tendones del músculo flexor común superficial de los dedos de la mano (pasando los correspondientes a los dedos 3º y 4º por arriba, y los demás por debajo); cuatro tendones del músculo flexor común profundo de los dedos de la mano (los cuales pasan yuxtapuestos); el tendón del músculo flexor largo del pulgar, y el nervio mediano.

La eminencia hipotenar es una masa de tres pequeños músculos ubicados en la mano humana, por debajo del dedo meñique, cuya función es controlar los movimientos de dicho dedo. Y la eminencia tenar es una masa muscular de la mano humana, con forma de gota de agua, que constituye la base del pulgar

## 1. Músculos y planos de movimiento:

Para este estudio se ha confeccionado una clasificación especial de los músculos del brazo y del antebrazo. Concretamente se relacionarán los músculos con sus principales ejes de acción. Por lo que se observa:




Imágenes 10. Planos de movimiento

1. Músculos que actúan en el **eje sagital del antebrazo**, estos son los músculos que reproducen el movimiento en el plano frontal, por lo que estaríamos hablando de músculos **abductores y aductores de la muñeca:**

   1.1. Abductores de la muñeca:
   - Extensor corto del pulgar
   - Abductor largo del pulgar

   1.2. Aductores de la muñeca:
   - Flexor cubital del carpo o cubital anterior

2. Músculos que actúan en el **eje transverso del antebrazo** y que por lo tanto generan movimiento en el plano sagital. Se tratarían de los músculos

   **flexores y extensores de la muñeca**.

   2.1. Flexores de la muñeca:
   - Palmar mayor
   - Cubital anterior

   2.2. Extensores de la muñeca:
   - Extensor radial corto del carpo
   - Extensor radial largo del carpo
   - Cubital posterior

3. Músculos que actúan en el **eje longitudinal del antebrazo** y que por lo tanto generan movimiento en el plano Transverso. Se tratarían de los músculos **pronadores y supinadores del antebrazo**.

   3.1. Músculos pronadores del antebrazo:
   - pronador cuadrado
   - pronador redondo.

   3.2. Músculos supinadores:
   - supinador corto (nervio radial) y
   - bíceps braquial (nervio musculocutáneo).

# 11. Lesiones específicas por vibraciones en el segmento mano-antebrazo-brazo

Las lesiones traumáticas de la mano relacionadas con el trabajo son el resultado de la exposición prolongada a fuerzas elevadas y la repetición de las tareas diarias de trabajo con las extremidades superiores (Silverstein et al., 1986). Además, los trastornos de la mano y la muñeca se han asociado con concentraciones de estrés en la base de la palma (Armstrong, 1983). Las lesiones resultantes son las siguientes:

- **Síndrome del martillo hipotenar**. Dicho síndrome, es una enfermedad poco común caracterizada por la presentación de isquemia digital resultado del trauma repetitivo sobre la eminencia hipotenar de la mano
- **Síndrome del túnel carpiano**. Es una afección en la cual existe una presión excesiva en el nervio mediano. Este es el nervio en la muñeca que permite la sensibilidad y el movimiento a partes de la mano. El síndrome del túnel carpiano puede provocar entumecimiento, hormigueo, debilidad, o daño muscular en la mano y dedos.
- **La epicondilitis**. conocida también como codo del tenista, es una lesión caracterizada por dolor en la cara externa del codo, en la región del epicóndilo, eminencia ósea que se encuentra en la parte lateral y externa de la epífisis inferior del húmero.
- **La epitrocleitis**. también llamada codo de golfista o epicondilitis medial, es la denominación que se le da a una enfermedad del codo en la cual se produce una tendinitis en la inserción de los músculos epitrocleares.

# 12. Análisis de los impactos y vibraciones en función de las diversas variables ambientales y fisiológicas

A continuación, se describen los resultados de las diferentes mediciones realizadas a 84 profesionales del sector minorista especializado de la carne. Como se ha mencionado anteriormente se han seleccionado variables ambientales, como la temperatura percibida, el ruido o la idoneidad percibida del espacio de trabajo, así como otras variables de carácter fisiológico como son las lesiones y sobrecargas sufridas pasadas o presentes con el fin de poder interrelacionar la intensidad de los impactos con dichas lesiones.

En líneas generales, tras realizar un análisis de los resultados obtenidos, se puede decir que tanto el eje X (Transversal) como el eje Y (Longitudinal) son los ejes donde se producen una mayor intensidad de impactos representado por fuerzas G (aceleración que produciría la gravedad de la tierra en un objeto cualquiera).

En este sentido se ha podido detectar “picos“ de fuerzas G por encima de 40 G, siendo la media de las fuerzas G de 17 G para todas las tareas y variables analizadas, por lo que se puede decir que el sector detallista de la carne presenta esta característica. Como curiosidad en los picos más elevados de fuerza, los profesionales acelerarán su miembro superior en el momento del impacto (Muñeca-Mano) aproximadamente hasta los 300 m/s, siendo de 200 m/s de aceleración para los 17 Gs de media.

Hay que destacar que las mayores fuerzas de impacto se han detectado en la tarea de corte con impacto donde hemos podido observar un patrón de impacto muy característico y puntual mientras que el trabajo de corte de hueso con sierra de cinta generó un patrón de impacto más próximo a la vibración con una menor intensidad de impacto, pero una frecuencia más alta.

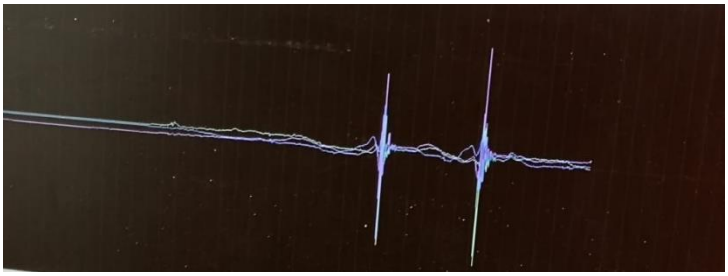


Imagen 11. Imagen de patrón de corte con golpeo extraída del análisis

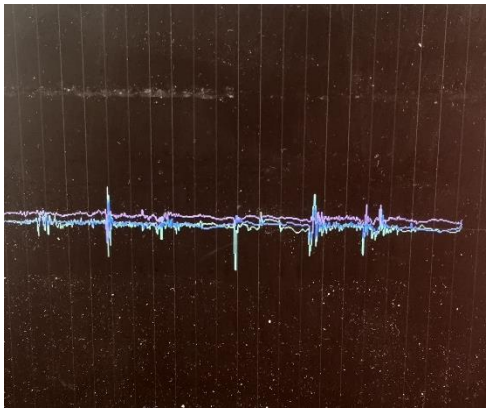


Imagen 12. Imagen de patrón de corte por fileteo extraída del análisis

Se presentarán los resultados en función a las diferentes variables. En cada variable se realizará una descripción, y una interpretación biomecánica.

# 13. Análisis de variables que influyen en el desempeño de la labor del detallismo de la carne

A continuación, se muestra las diferentes variables observadas a los diferentes trabajadores muestreados.

## 1. Variables ambientales y propias del puesto de trabajo:

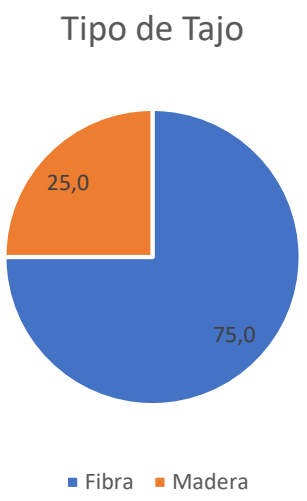



Gráfico 1. Material del tajo utilizado. Fuente propia extraída del cuestionario utilizado en el estudio

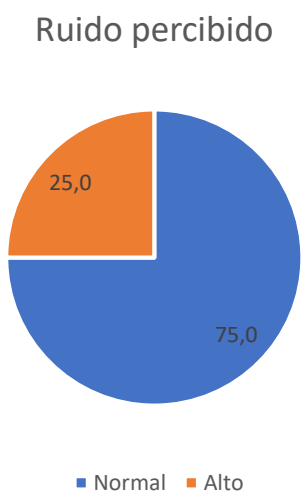



Gráfico 2. Ruido percibido. Fuente propia extraída del cuestionario utilizado en el estudio

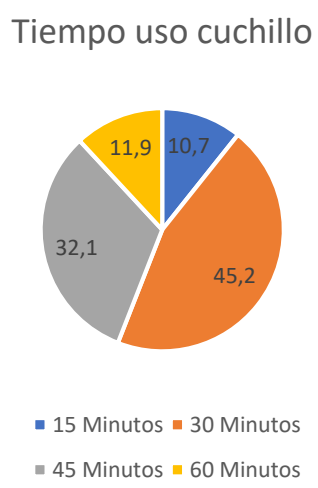



Gráfico 3. Tiempo de uso del cuchillo. Fuente propia extraída del cuestionario utilizado en el estudio

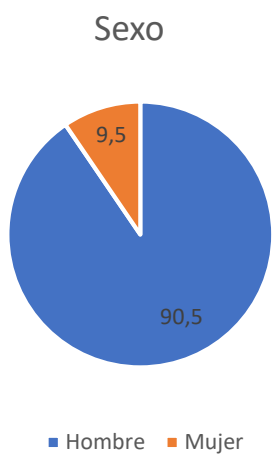



Gráfico 4. Distribución según sexo. Fuente propia extraída del cuestionario utilizado en el estudio

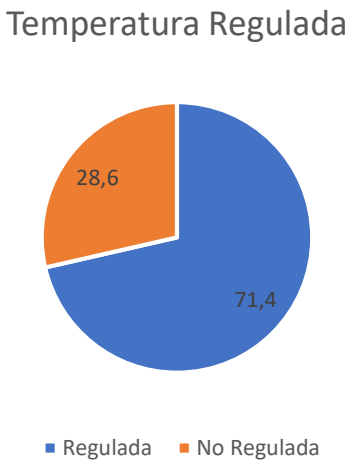



Gráfico 5. Percepción de temperatura. Fuente propia extraída del cuestionario utilizado

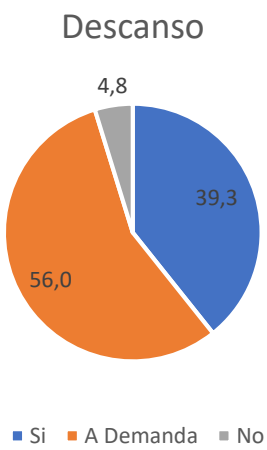



Gráfico 6. Pautas de descanso. Fuente propia extraída del cuestionario utilizado en el estudio

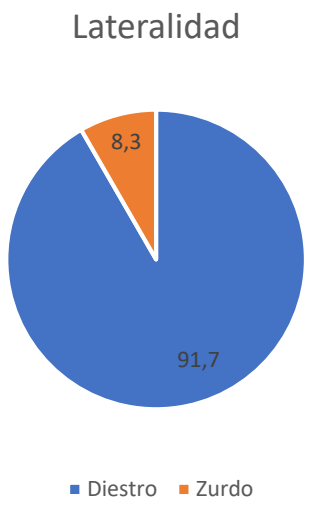



Gráfico 7. Lateralidad. Fuente propia extraída del cuestionario utilizado en el estudio

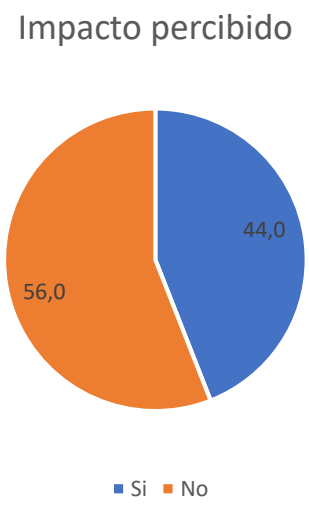



Gráfico 8. Impacto percibido. Fuente propia extraída del cuestionario utilizado en el estudio

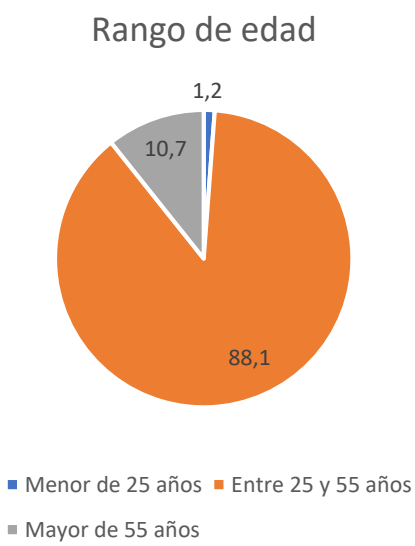



Gráfico 9. Rango de edad. Fuente propia extraída del cuestionario utilizado en el estudio

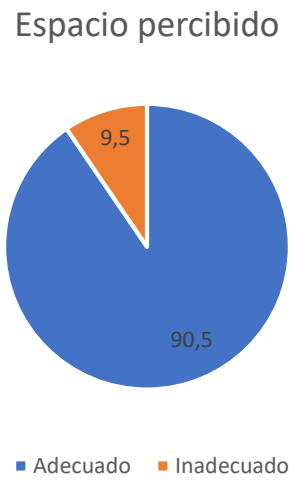



Gráfico 10. Espacio percibido. Fuente propia extraída del cuestionario utilizado en el estudio

La conclusión que se puede extraer del análisis de variables ambientales es que en el sector trabajan **más hombres que mujeres** (Gráfico 4) en una proporción muy elevada hacia el lado masculino. Así mismo, existe un **predominio de trabajadores diestros** de aproximadamente un 90% (ver gráfico 7) de sujetos analizados. Las condiciones de trabajo parecen ser valoradas positivamente por la gran mayoría de los trabajadores. Variables como el **ruido percibido, la temperatura o el espacio** de trabajo (gráficos 2,5 y 10) son adecuados para la gran mayoría de trabajadores muestreados. Se destacará que las **pausas de descanso** (gráfico 6) no están estructuradas, siendo a demanda en función de la cantidad de clientes o afluencia de estos por lo que habitualmente no tienen un horario fijo para realizar los descansos. Otro dato para destacar es el **tipo de tajo** utilizado (gráfico 1) para desarrollar la labor de corte. La gran mayoría usaban el polietileno mientras que el 25% de los trabajadores utilizaban la madera como material del tajo. Prácticamente la mitad de las personas analizadas comentan que el impacto de cuchillo genera estrés en las articulaciones del miembro superior (gráfico 8).

## 2. Variables en función de los trastornos musculoesqueléticos que se refieren:

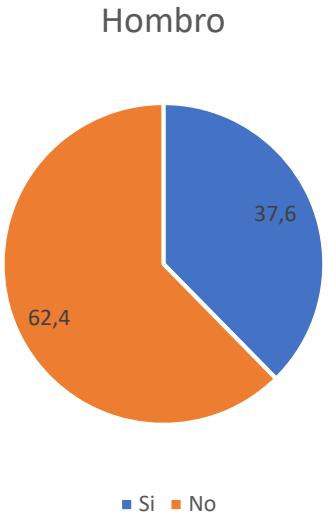



Gráfico 11. Hombro. Fuente propia extraída del cuestionario utilizado en el estudio

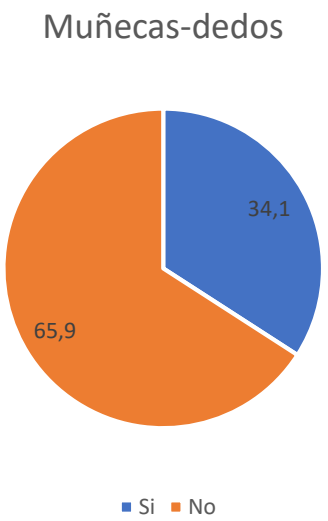



Gráfico 12. Muñeca y dedos. Fuente propia extraída del cuestionario utilizado en el estudio

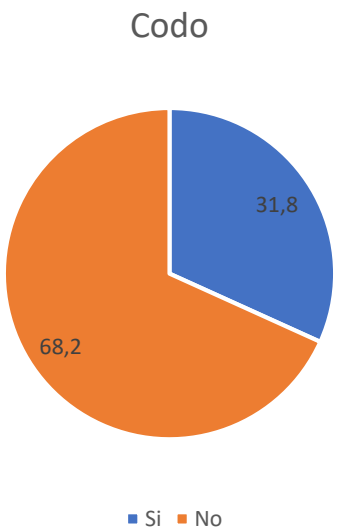



Gráfico 13. Codo. Fuente propia extraída del cuestionario utilizado en el estudio

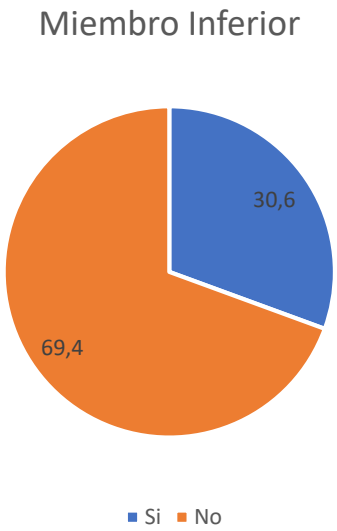



Gráfico 14. Miembro inferior. Fuente propia extraída del cuestionario utilizado en el estudio

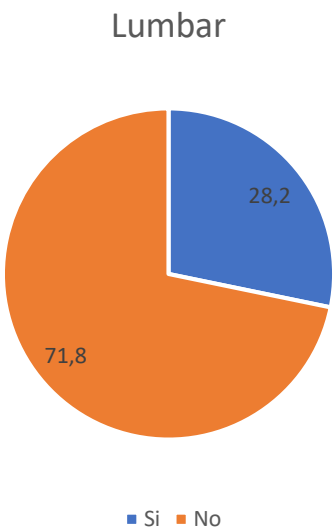



Gráfico 15. Lumbar. Fuente propia extraída del cuestionario utilizado en el estudio

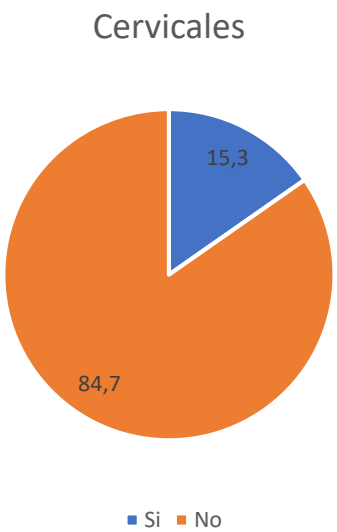



Gráfico 16. cervicales. Fuente propia extraída del cuestionario utilizado en el estudio

En lo referente a la epidemiología de la lesión musculoesquelética se puede observar que las tres primeras causas de lesión (percibida) se encuentran en el miembro superior, siendo el **hombro** la de mayor incidencia seguido por la **muñeca y el codo** (gráficos 11,12 y 13). El miembro inferior (gráfico 14), aunque no era objeto de nuestro estudio, mostró también una alta incidencia.

## 3. Análisis de los impactos y vibraciones en función de los diferentes factores.

En los diferentes factores a analizar distribuiremos las tareas en uso de cuchillo (corte por impacto y corte de filete) y sierra de corte. En todos ellos hemos omitido la frecuencia (vibración) en la tarea de corte por ser muy baja. Se realizará una conclusión de los datos obtenido por cada una de las variables.

# SEXO

## Trabajo con el cuchillo:

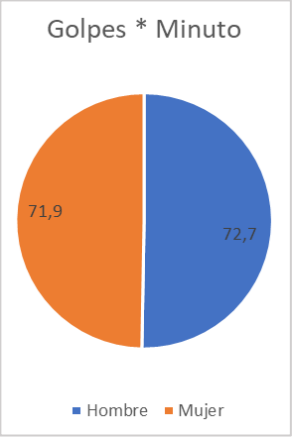



Gráfico 17. Golpes por minuto. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

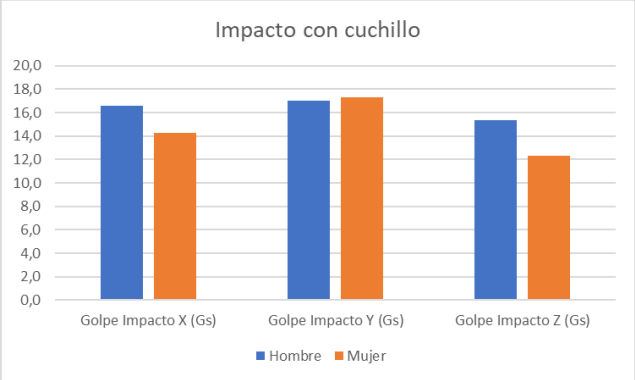



Gráfico 18. Fuerzas G en el impacto de cuchillo. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

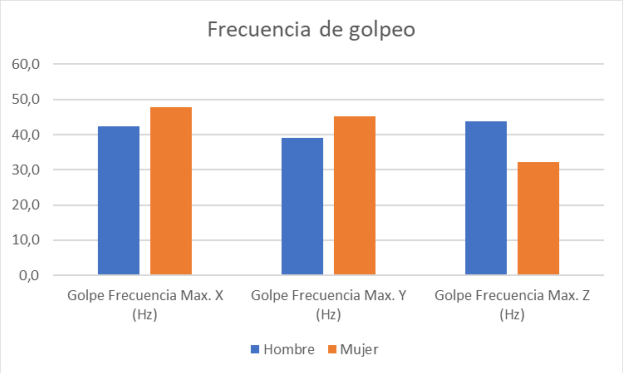



Gráfico 19. Frecuencia (vibración en el golpeo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

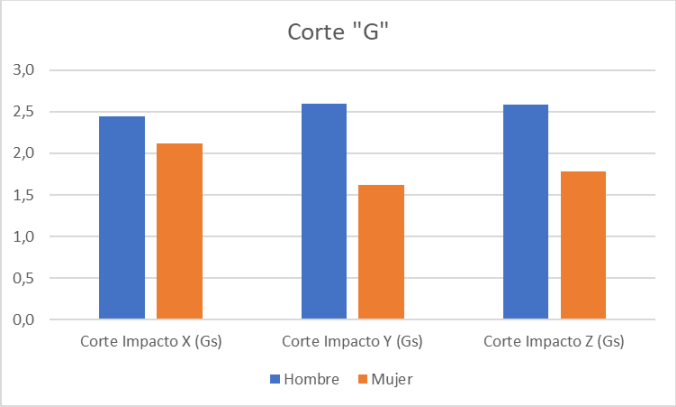



Gráfico 20. Fuerzas G en el corte (fileteo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

## Trabajo con la sierra de cinta:

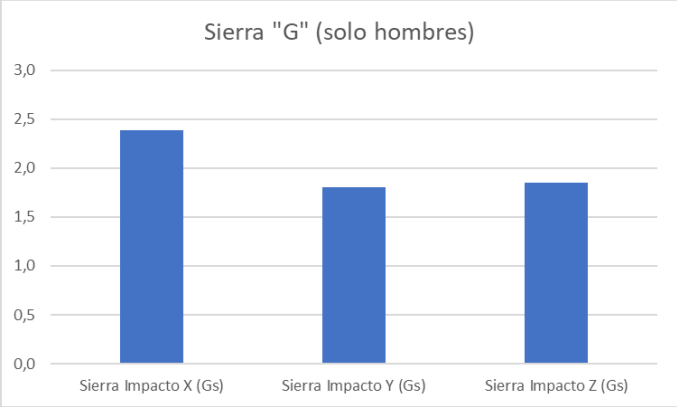



Gráfico 21. Fuerzas G en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

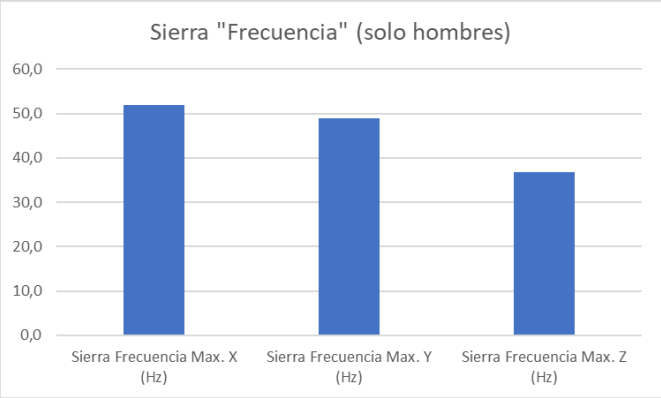



Gráfico 22. Frecuencia (vibración) en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

## Conclusión:

La medición de los impactos y las vibraciones por sexos nos muestra que los hombres realizan una **mayor aceleración en los ejes X e Y**. El eje **X** es movido por los músculos **flexores y extensores de muñeca y codo**, el eje **Y** es utilizado por los músculos **pronadores y supinadores** para generar el movimiento, por lo que la **diferencia de potencia muscular** entre ambos sexos podría explicar esta breve diferencia de velocidad de aceleración (gráfico 18). Un dato significativo es el número de **golpes por minuto** (gráfico 17)**, que es prácticamente idéntico entre ambos sexos**. En cuanto a la **vibración producida** por el impacto de cuchillo (representado por la gráfica de **frecuencia, gráfico 19)**, nos muestra una **mayor vibración en el sexo femenino** que en el masculino. Entre los factores que pueden explicar esta situación, podría encontrarse que la mayor masa muscular de los hombres absorbe parte de la vibración que se genera en el momento de golpeo. La sierra tan sólo pudo analizarse en hombres. Haydestacar que las fuerzas G (gráfico 21) medidas en esta tarea no fueron elevadas, sin embargo, las vibraciones producidas por estas (gráfico 22) son similares en frecuencia a las generadas por los impactos más fuertes.

# DIFERENCIAS BILATERALES

## Trabajo con el cuchillo:

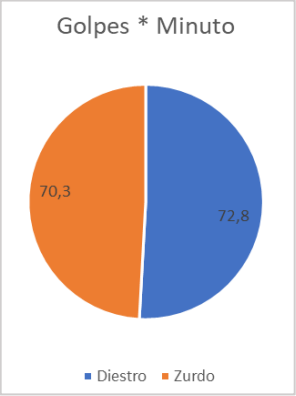



Gráfico 23. Golpes por minuto. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

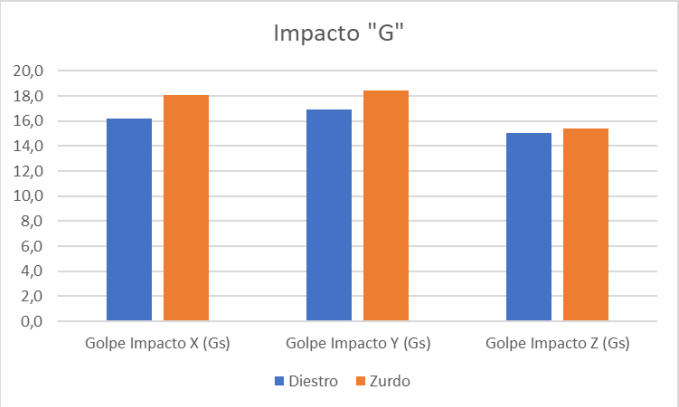



Gráfico 24. Fuerzas G en el impacto de cuchillo. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

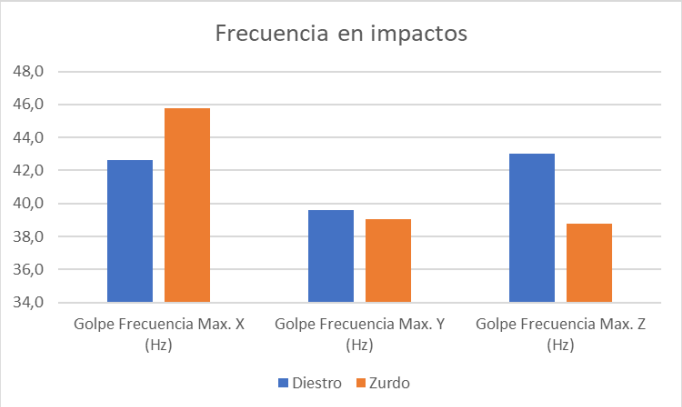



Gráfico 25. Frecuencia (vibración en el golpeo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

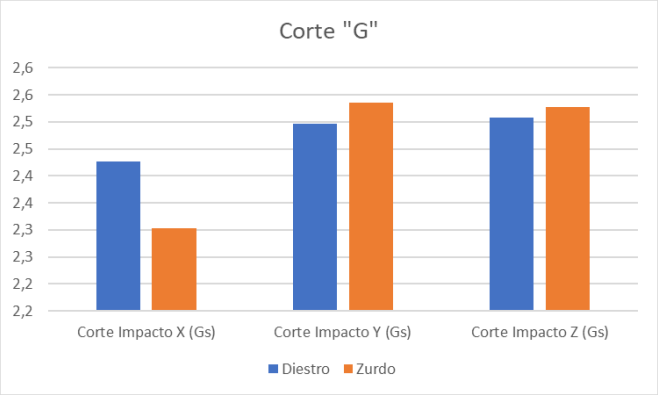



Gráfico 26. Fuerzas G en el corte (fileteo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

## Trabajo con la sierra de cinta:

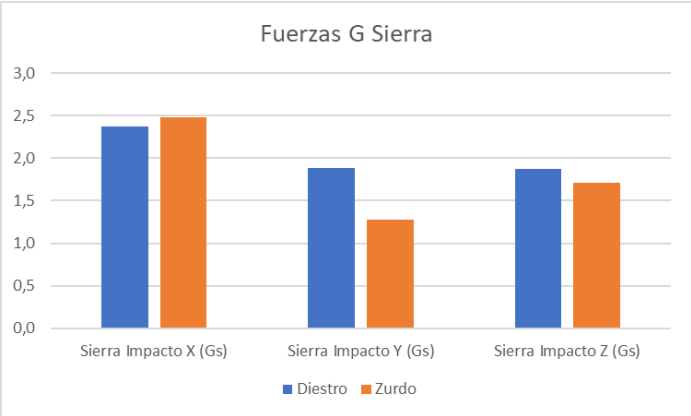



Gráfico 27. Fuerzas G en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

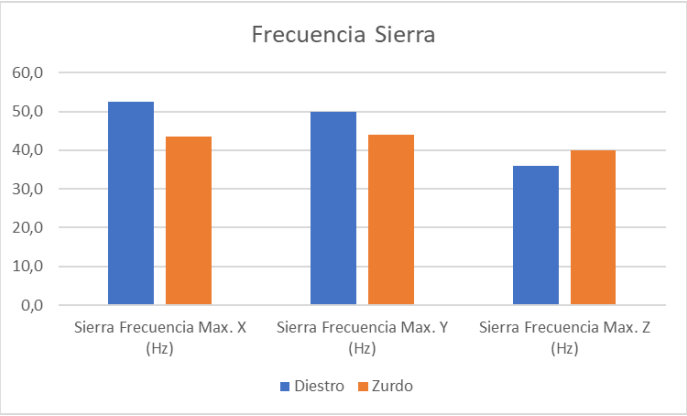



Gráfico 28. Frecuencia (vibración) en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

## Conclusión:

En lo que se refiere a como se gestionan las fuerzas de impacto y las vibraciones entre la población diestra y zurda, obtenemos que el número de golpeos por minuto es muy similar entre ambos (gráfico 23). En lo que se refiere a los **impactos** generados en el momento de corte obtenemos que éstos son **mayores en los zurdos que en los diestros** tanto en el eje X como en el Y (gráfico 24). A tenor de los datos obtenidos, se puede decir que los trabajadores zurdos generan una mayor fuerza de impacto. Cuando se habla de **vibración**, los trabajadores **zurdos sufren una mayor vibración en el eje X** (gráfico 25) por lo que los músculos flexores y extensores podrían tener más posibilidades de lesionarse. Los **valores en el uso de la sierra son muy similares** (gráfico 27 y 28) en parte debido a que la masa muscular es similar **entre ambos grupos** y el trabajo se desarrolla de un modo bilateral, por lo que las fuerzas G de aceleración y las vibraciones producidas están muy igualadas entre ambos grupos.

# DIFERENCIAS POR EDAD

## Trabajo con el cuchillo:

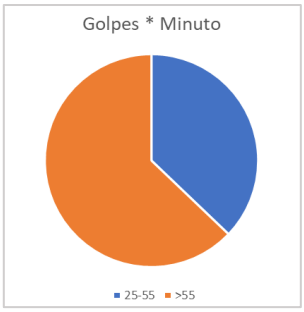



Gráfico 29. Golpes por minuto. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

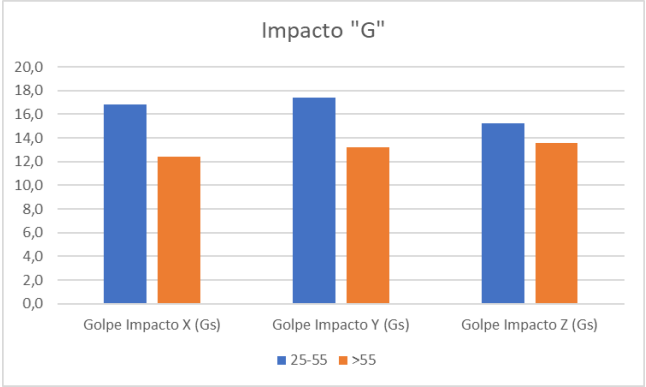



Gráfico 30. Fuerzas G en el impacto de cuchillo. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

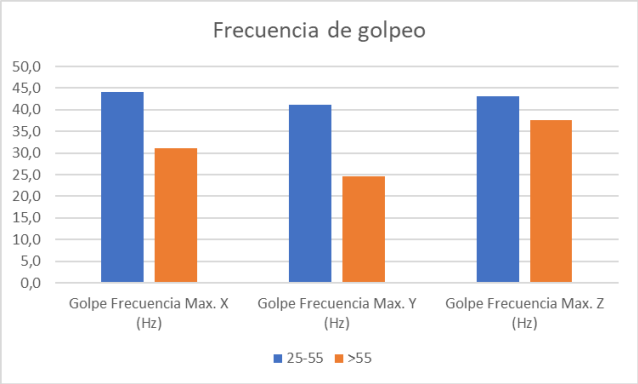



Gráfico 31. Frecuencia (vibración en el golpeo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

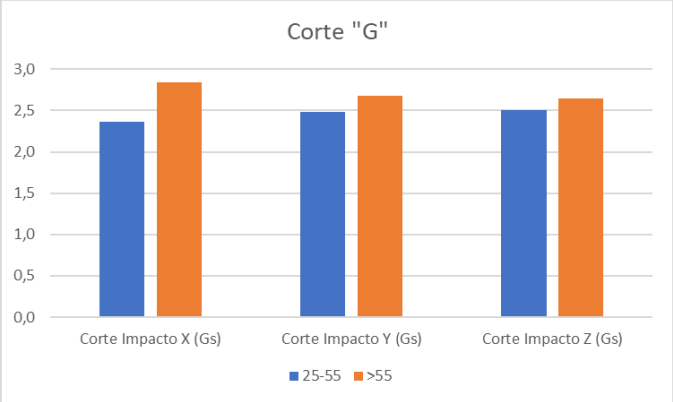



Gráfico 32. Fuerzas G en el corte (fileteo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

## Trabajo con la sierra de cinta:

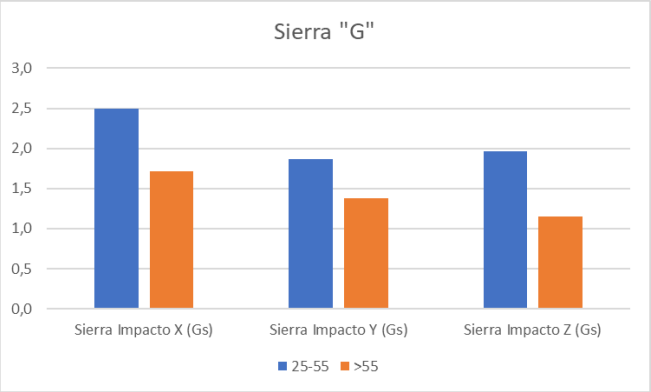



Gráfico 33. Fuerzas G en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

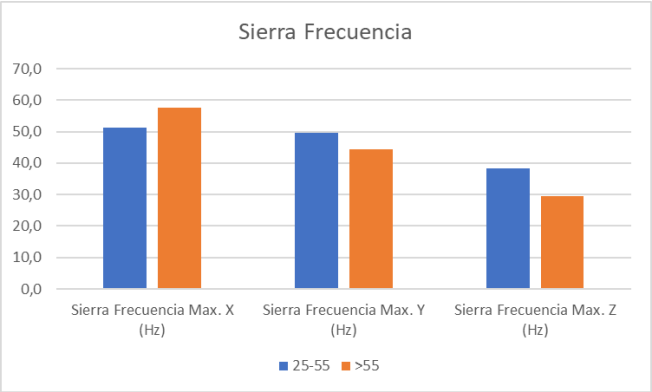



Gráfico 34. Frecuencia (vibración) en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

## Conclusión:

Con respecto a la edad, la franja de edad entre **25 y 55 años golpeó más fuerte** llegando incluso a las **18 Gs** del eje Y (gráfico 30). Existe una diferencia notable si se tiene en cuenta que en el mismo eje la franja de **mayores de 55** obtuvo un número de **13 Gs**. Esta situación puede deberse a que las personas entre 25 y 55 años gracias a un metabolismo más activo conservan una masa muscular más operativa que genera unos torques de potencia más elevados. Podría interpretarse que, debido a la experiencia, las personas mayores de 55 años, al contar con una mayor destreza no necesitan generar impactos tan elevados para separar las piezas. El uso de la de la sierra (gráficos 33 y 34) no mostró unas aceleraciones dignas de reseña, no obstante, se repitió la tendencia en el uso de la sierra donde las personas entre 25 y 55 años demostraron mayores aceleraciones en el movimiento. Donde si se encontró grandes diferencias en es las vibraciones captadas por el acelerómetro. Estas vibraciones son más altas en el eje X en el grupo de más de 55 años, llegando a ser más altas que en el trabajo de impacto con el cuchillo.

# DIFERENCIAS EN EL TIPO DE TAJO

## Trabajo con el cuchillo:

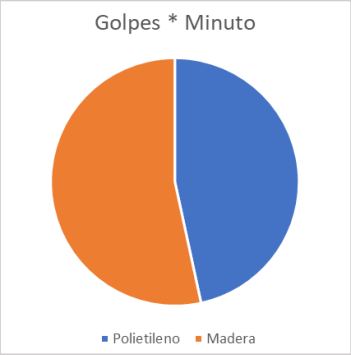



Gráfico 35. Golpes por minuto. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

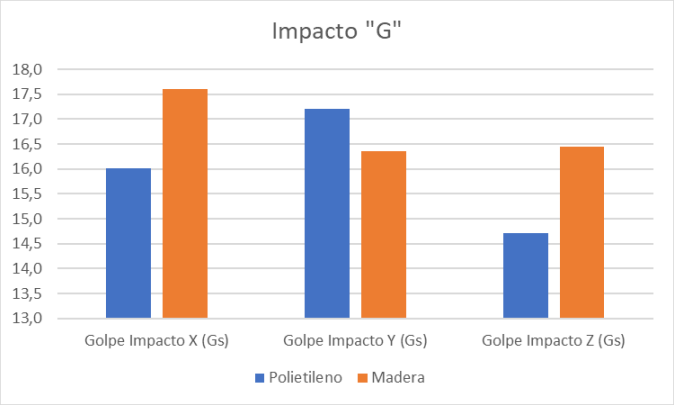



Gráfico 36. Fuerzas G en el impacto de cuchillo. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

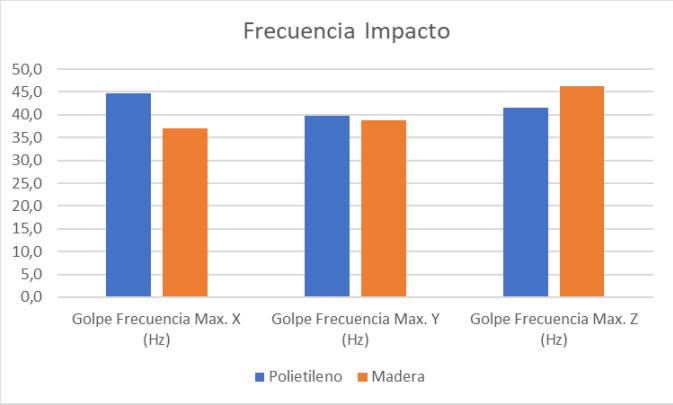



Gráfico 37. Frecuencia (vibración en el golpeo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

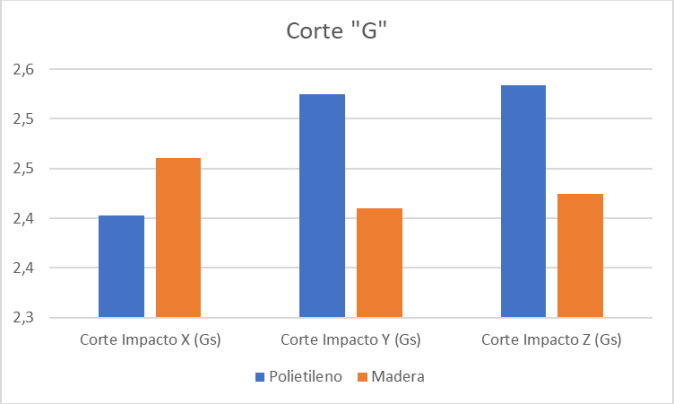



Gráfico 38. Fuerzas G en el corte (fileteo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

Conclusión:

Uno de los aspectos más interesantes del análisis es la comparación entre los materiales del tajo. El equipo de investigación pudo observar cómo existían **dos materiales predominantes, la madera y el polietileno**, siendo este segundo el más extendido. En cuanto a las fuerzas de impacto analizadas (gráfica 36 y 38), se puede observar como el **tajo de madera** genera unos **mayores impactos sobre el eje X** (el eje sobre el que actúan los músculos flexores y extensores de la muñeca) **y el eje Z** (músculos que se encargan de la inclinación cubital y radial). Esto puede significar que estas fuerzas generan una inestabilidad de muñeca en el momento de impacto utilizando el tajo de madera, mientras que **las mayores intensidades de impacto en el eje Y** nos muestra que el **polietileno genera unas mayores fuerzas verticales** muy probablemente por el rebote que este material causa cuando se produce el impacto de cuchillo.

# DIFERENCIAS SEGÚN PERCEPCIÓN DEL IMPACTO

## Trabajo con el cuchillo:

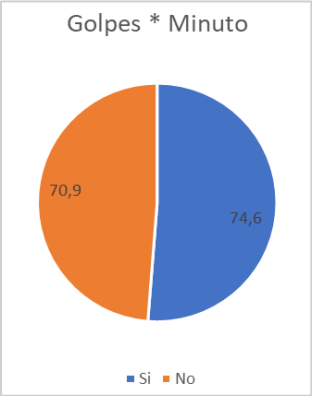



Gráfico 39. Golpes por minuto. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

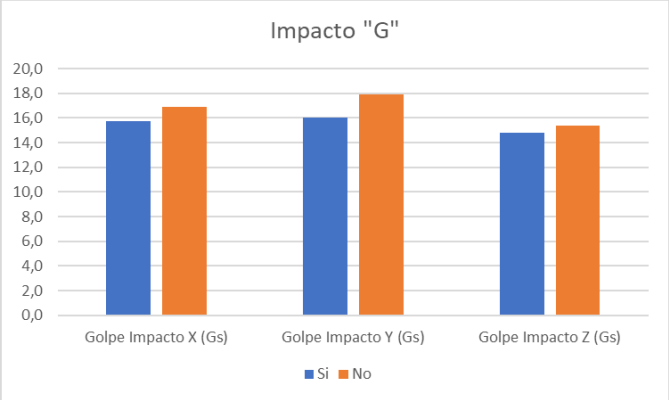



Gráfico 40. Fuerzas G en el impacto de cuchillo. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

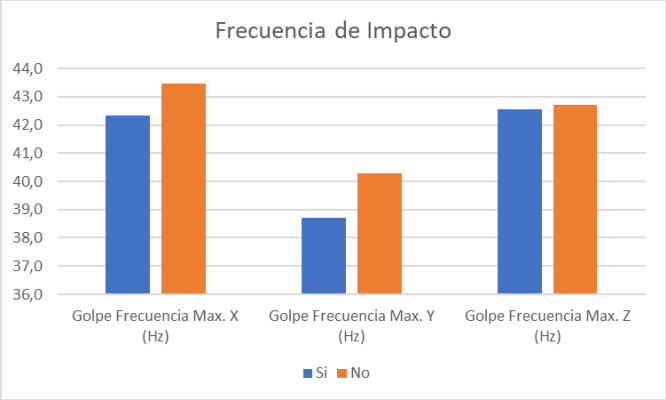



Gráfico 41. Frecuencia (vibración en el golpeo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

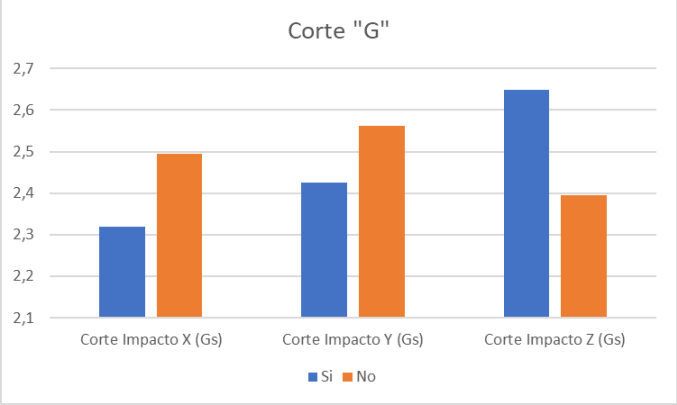



Gráfico 42. Fuerzas G en el corte (fileteo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

## Trabajo con la sierra de cinta:

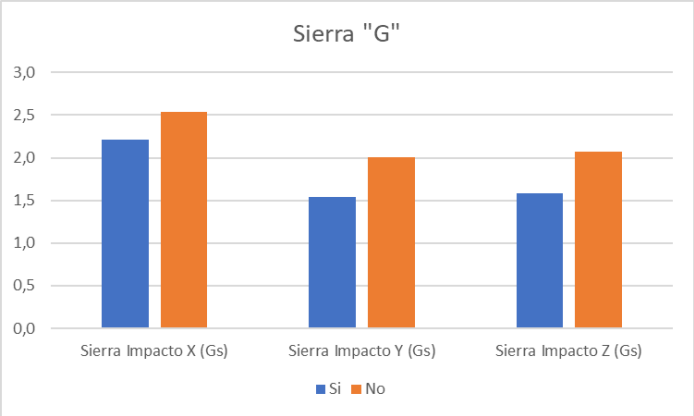



Gráfico 43. Fuerzas G en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

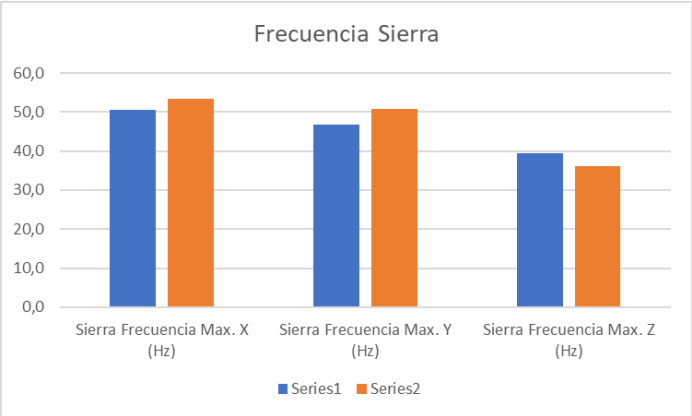



Gráfico 44. Frecuencia (vibración) en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

## Conclusión:

Otro de los aspectos clave de la investigación ha sido analizar los impactos desde el punto de vista de la **percepción de los impactos** por parte de los trabajadores. Como dato curioso y destacable se puede decir que en el grupo de **personas analizadas que comentaron que no percibían que lo impactos fueran algo que les preocupara obtuvieron una intensidad de impactos algo mayor** que a los que si les preocupaba (gráfico 40) que los impactos pudieran dañar sus músculos y articulaciones. El hecho de que las personas que no parecen preocuparle esas fuerzas de impacto parece que estimula una mayor generación de potencia de impacto. En cambio, el grupo que genera un menor impacto, parece que lo hacen como consecuencia de querer generar movimientos menos violentos que puedan perjudicar sus articulaciones en una patología futura. Las fuerzas generadas en los cortes de filete (gráfico 42) no son dignas de reseña debido a las escasas aceleraciones que presentan.

El trabajo con la sierra (gráfico 43 y 44) mostró un patrón vibratorio muy similar en ambos grupos. Esta vibración es más elevada en el trabajo con la sierra de lo que se observa en el golpeo con cuchillo.

# TIEMPO DE USO CUCHILLO (TIEMPO MEDIO POR HORA)

## Trabajo con el cuchillo:

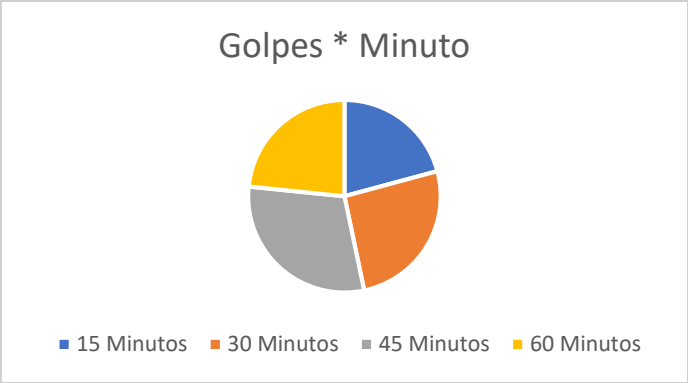



Gráfico 45. Golpes por minuto. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

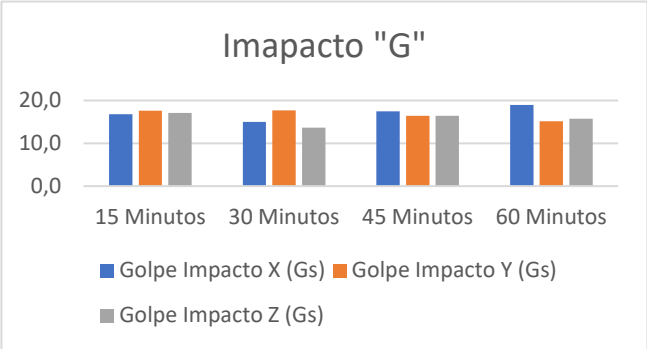



Gráfico 46. Fuerzas G en el impacto de cuchillo. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

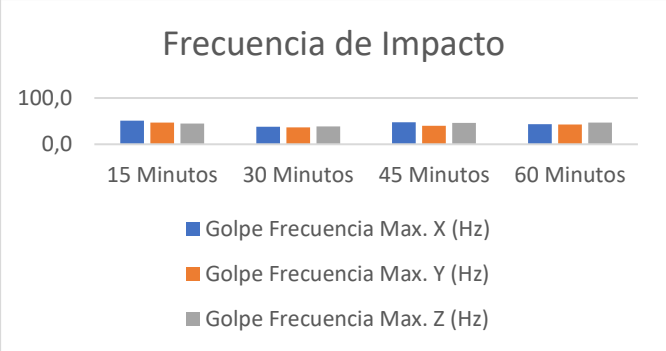



Gráfico 47. Frecuencia (vibración en el golpeo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

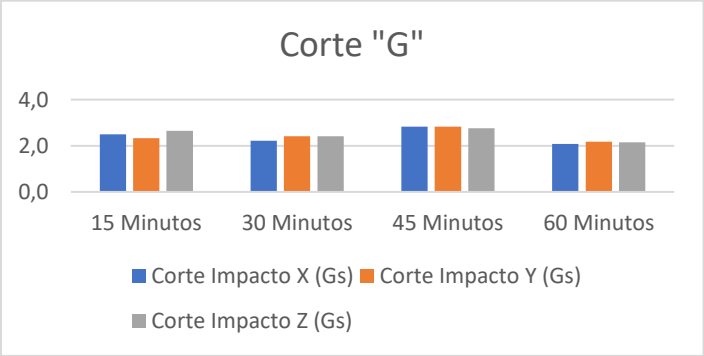



Gráfico 48. Fuerzas G en el corte (fileteo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

Conclusión:

En lo referente al tiempo de uso del cuchillo, los trabajadores fueron preguntados por cuanto tiempo de media podían llegar a utilizar el cuchillo durante una hora. Se obtuvieron cuatro grupo bien diferenciados y equilibrados, siendo el grupo de 45 minutos el que más trabajadores eligió. Estudiando los impactos en función a esta variable, pudimos observar que las diferencias entre los 4 grupos de tiempo y la intensidad de los impactos fue mínima (gráfico 46), prácticamente nula. La misma tendencia se produjo para las vibraciones y las fuerzas generadas en el corte de filetes (gráfico 48). Se puede decir que el tiempo medio de uso de cuchillo **no produce variaciones en lo que a intensidad de impactos y vibraciones se refiere**.

## TIEMPO DE DESCANSO

Trabajo con el cuchillo:

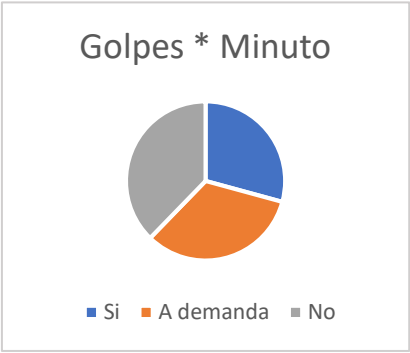



Gráfico 49. Golpes por minuto. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

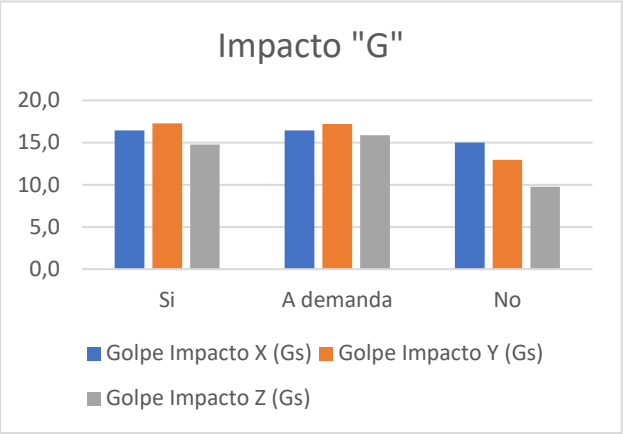



Gráfico 50. Fuerzas G en el impacto de cuchillo. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

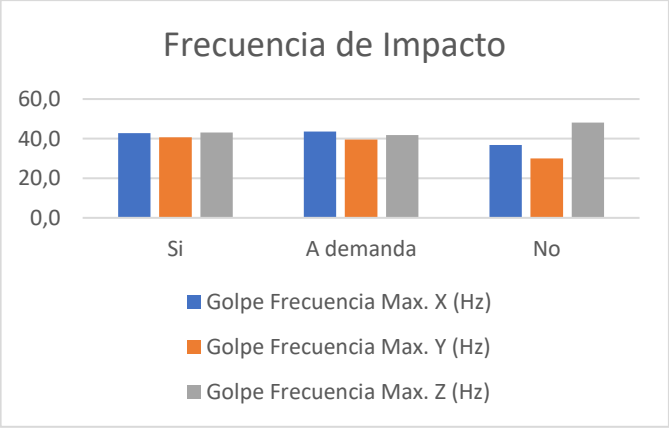



Gráfico 51. Frecuencia (vibración en el golpeo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

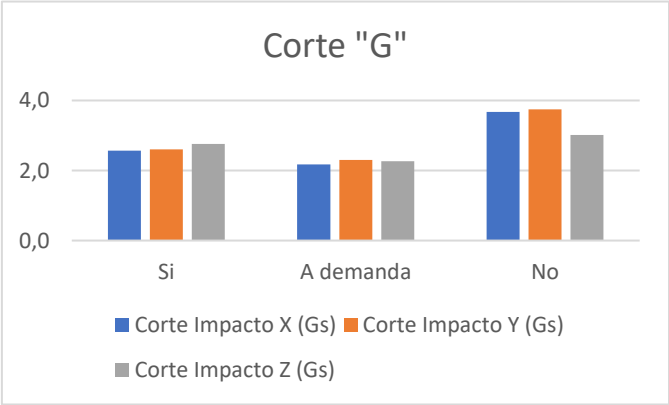



Gráfico 52. Fuerzas G en el corte (fileteo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

## Trabajo con la sierra de cinta:

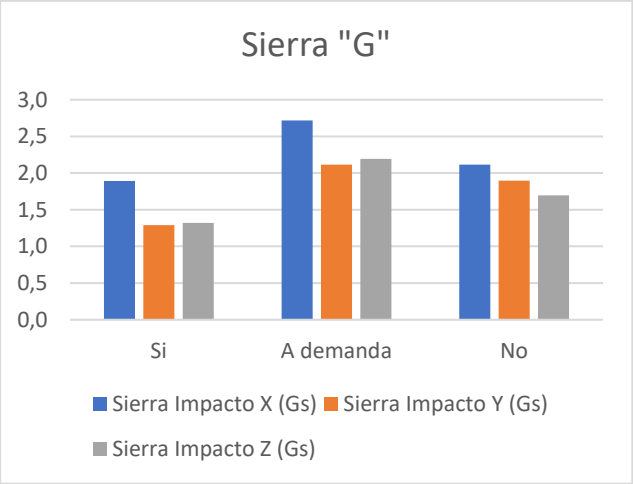



Gráfico 53. Fuerzas G en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

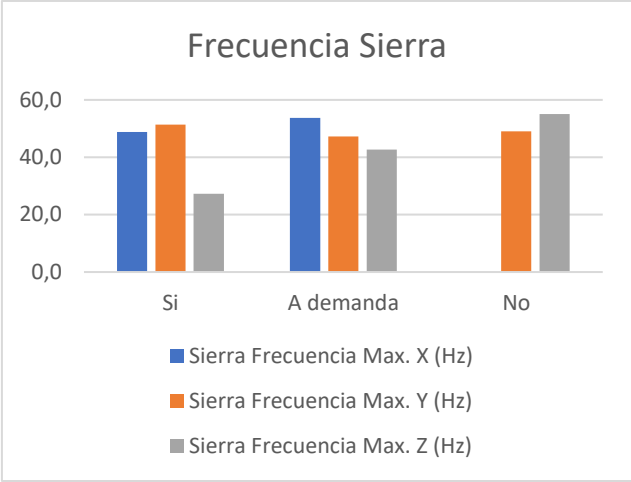



Gráfico 54. Frecuencia (vibración) en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

## Conclusión:

La variable tiempo de descanso se dividió en tres grupos. Los que tenían tiempos de descanso establecidos, los que descansaban según la afluencia de clientes (a demanda) y aquellos que decían que no tenían tiempo para descansar. Estos tres grupos sufrieron una distribución muy homogénea. Esta variable no arrojó diferencias entre los grupos dignas de reseña. Las fuerzas de impacto fueron muy similares entre los diferentes grupos tanto para el impacto con el cuchillo como para el corte como para el trabajo con la sierra.

## TEMPERATURA

Trabajo con el cuchillo:

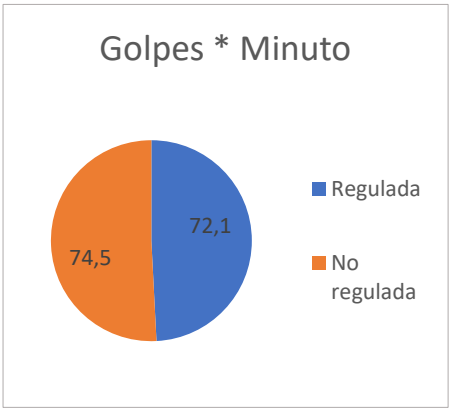



Gráfico 55. Golpes por minuto. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

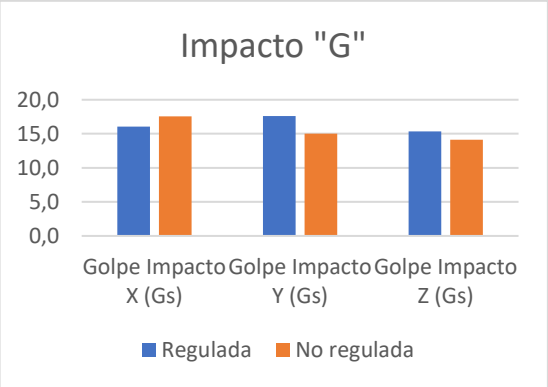



Gráfico 56. Fuerzas G en el impacto de cuchillo. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

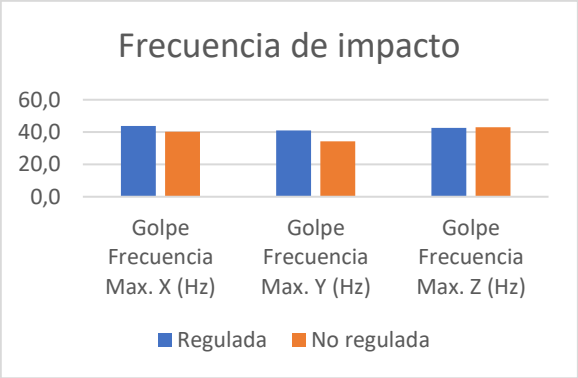



Gráfico 57. Frecuencia (vibración en el golpeo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

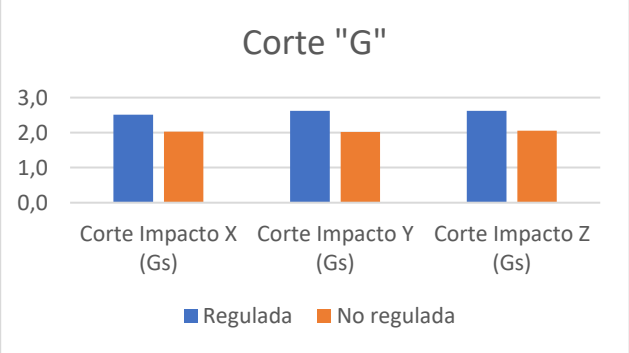



Gráfico 58. Fuerzas G en el corte (fileteo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

## Trabajo con la sierra de cinta:

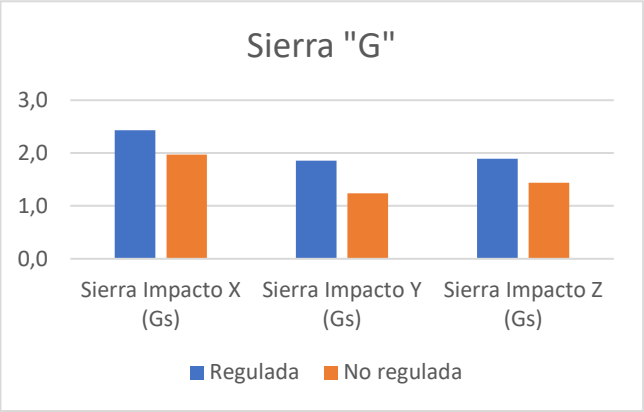



Gráfico 59. Fuerzas G en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

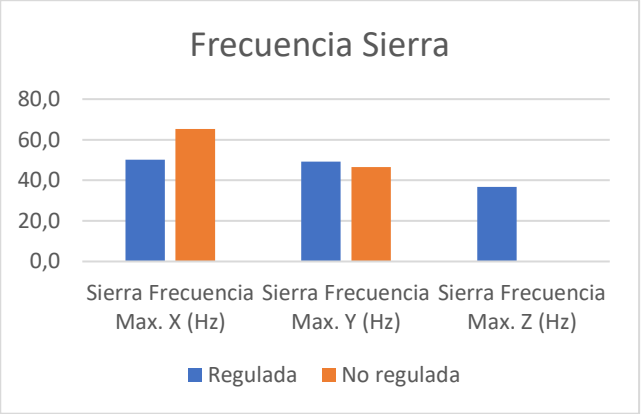



Gráfico 60. Frecuencia (vibración) en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

## Conclusión:

La temperatura no parece ser una variable que influya en los impactos. La media de intensidad de impactos es similar a la de otras variables, siendo muy similar en todos los ejes. Si se tiene en cuenta que ambos grupos, los que poseen una temperatura regulada y los que no, se distribuyen de manera muy similar entre ambos en términos de números de impacto por minuto. **El impacto en el golpeo con cuchillo es el más significativo (gráfico 56). En lo que refiere a la mayor vibración, es más alta en el uso de la sierra (gráfico 60).**

## RUIDO PERCIBIDO

Trabajo con el cuchillo:

Gráfico 61. Golpes por minuto. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

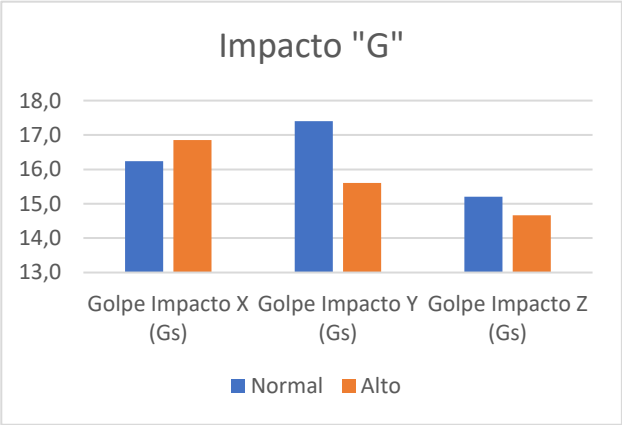



Gráfico 62. Fuerzas G en el impacto de cuchillo. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

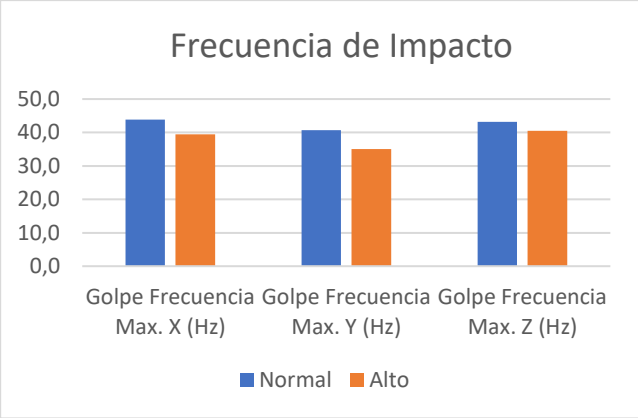



Gráfico 63. Frecuencia (vibración en el golpeo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

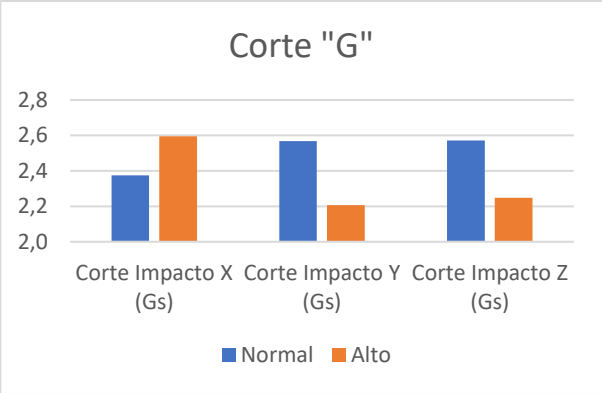



Gráfico 64. Fuerzas G en el corte (fileteo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

## Trabajo con la sierra de cinta:

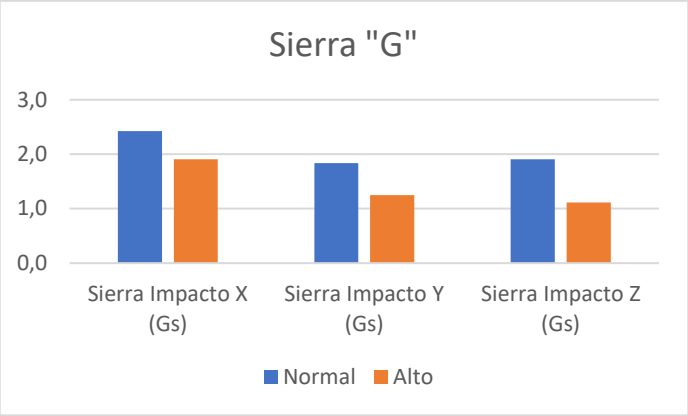



Gráfico 65. Fuerzas G en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

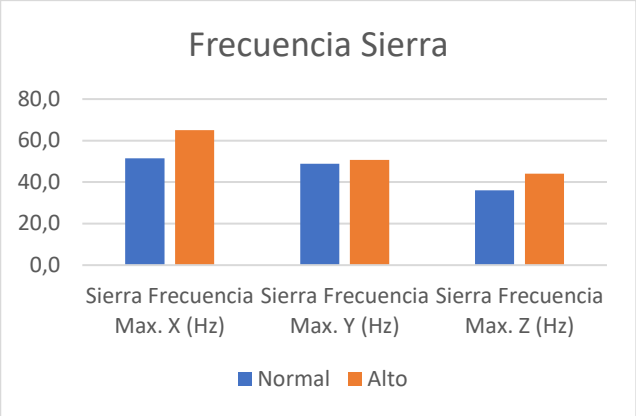



Gráfico 66. Frecuencia (vibración) en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

## Conclusión:

En primer lugar, destacar que el ruido no es una variable que interese para el estudio de impactos ya que el número de trabajadores que comentaban que los niveles de ruido no les eran aceptables era realmente bajo, por lo que la muestra representa a un amplio grupo de trabajadores que consideran que los niveles de ruido son adecuados en sus puestos de trabajo.

# ESPACIO DE TRABAJO PERCIBIDO

## Trabajo con el cuchillo:

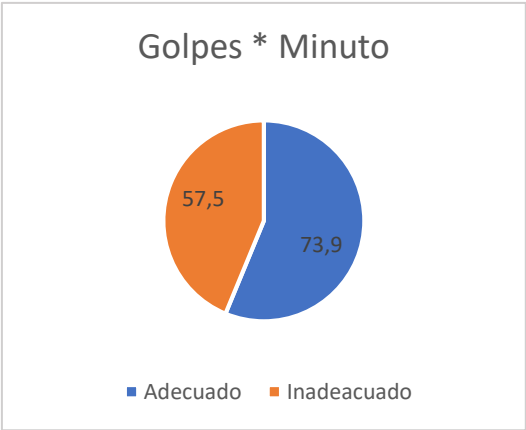



Gráfico 67. Golpes por minuto. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

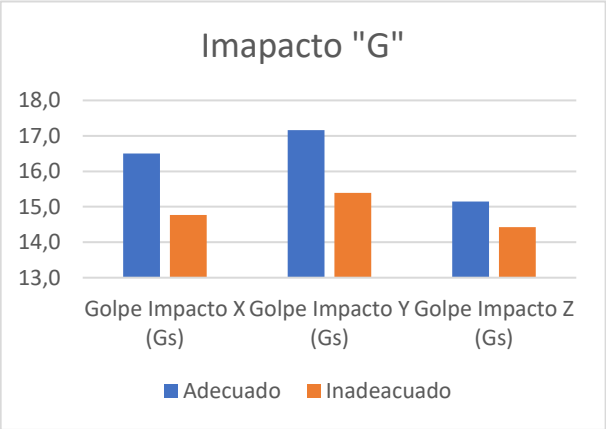



Gráfico 68. Fuerzas G en el impacto de cuchillo. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

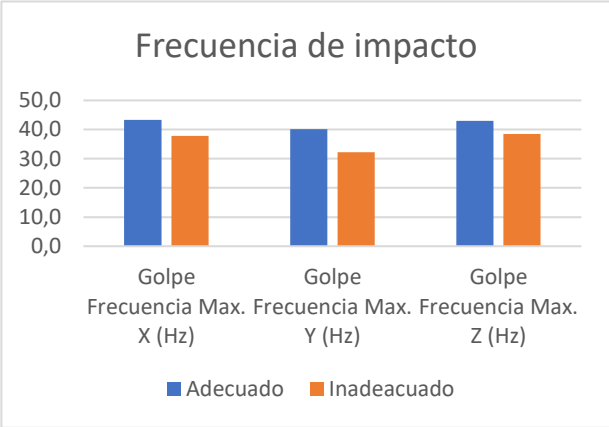



Gráfico 69. Frecuencia (vibración en el golpeo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

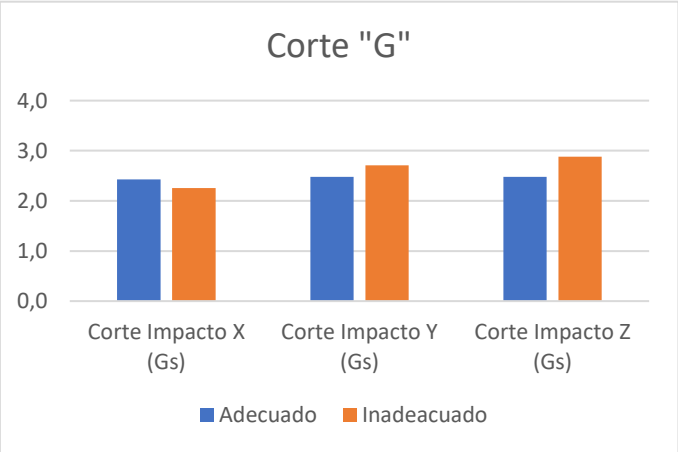



Gráfico 70. Fuerzas G en el corte (fileteo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

## Trabajo con la sierra de cinta:

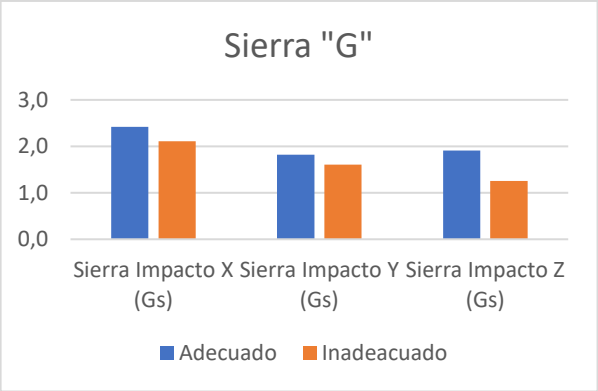



Gráfico 71. Fuerzas G en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

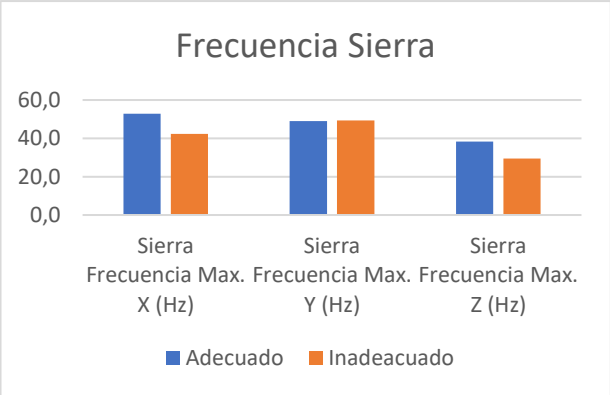



Gráfico 72. Frecuencia (vibración) en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

## Conclusión:

Como ocurre en el caso del ruido percibido, son pocos los trabajadores que consideran su espacio de trabajo inadecuado, por lo que este dato induce a considerar que los resultados para este parámetro no aportan información reseñable sobre los impactos, las vibraciones y el espacio de trabajo.

## 4. Análisis de los impactos y vibraciones en función de las diferentes zonas de lesión.

Además de realizar un análisis de las vibraciones e impactos en los factores ambientales y físicos que envuelven al trabajador, se considera esencial realizar una relación entre las áreas de lesión más prevalentes en el sector y el objeto de este estudio, las vibraciones y los impactos desde un punto de vista Biomecánico.

Como se ha puesto de relieve anteriormente, las áreas corporales en las que los trabajadores refieren más lesiones y sobrecargas son (en orden de prevalencia):

1. Hombro
2. Muñeca
3. Codo
4. MMII
5. Lumbar
6. Cervicales

A continuación, se detallará cada área prestando una mayor atención a las zonas anatómicas del miembro superior que son las estructuras que más están implicadas en el movimiento laboral y son además las áreas más indicadas por los trabajadores como zonas susceptibles a lesionarse o generar una sobrecarga.

# HOMBRO

## Trabajo con el cuchillo:

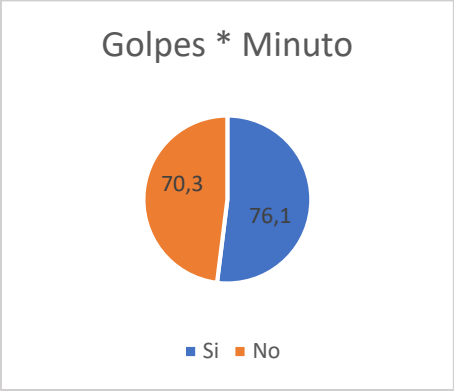



Gráfico 73. Golpes por minuto. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

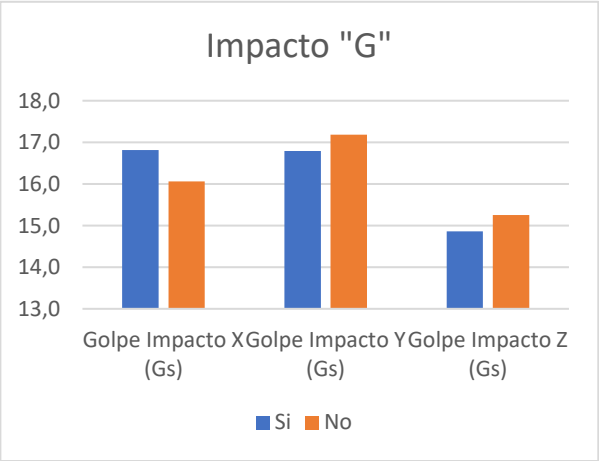



Gráfico 74. Fuerzas G en el impacto de cuchillo. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

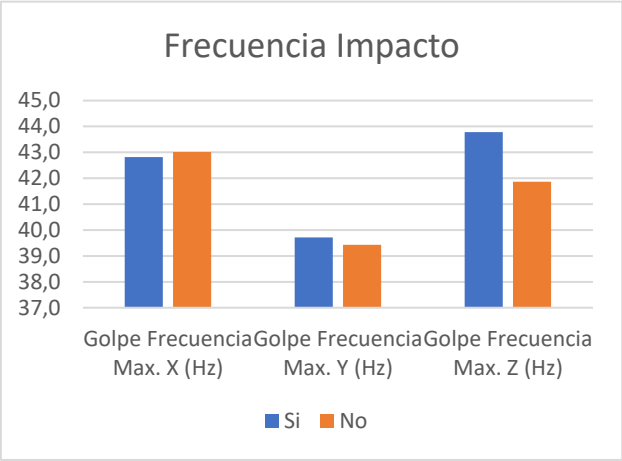



Gráfico 75. Frecuencia (vibración en el golpeo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

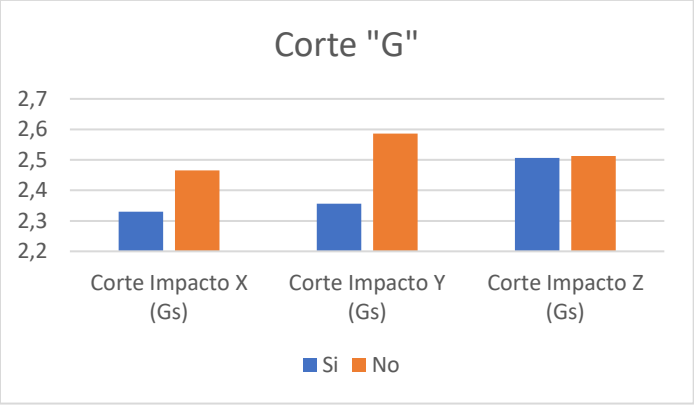



Gráfico 76. Fuerzas G en el corte (fileteo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

Trabajo con la sierra de cint

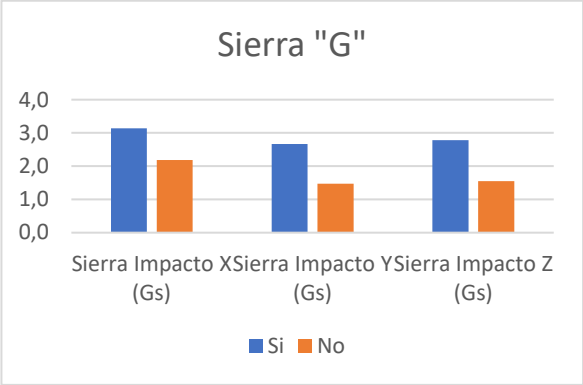



Gráfico 77. Fuerzas G en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

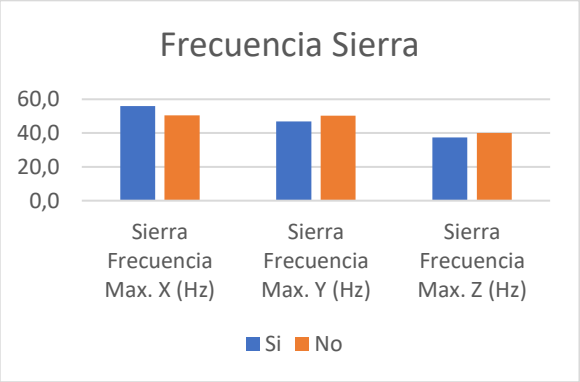



Gráfico 78. Frecuencia (vibración) en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

Conclusión:

El hombro es la estructura anatómica en la que los trabajadores más han referido molestias o lesiones en algún momento de sus vidas laborales. Sobre los impactos en el corte con cuchillo golpeando, hay que decir que se produce un **mayor impacto en aquellos trabajadores que refieren lesiones en esa zona (gráfico 74)**. Concretamente el eje **donde más se concentran los impactos es el eje X**. Los músculos que trabajan en este eje son los **músculos que producen la flexión y extensión de hombro**. Los impactos y las aceleraciones pueden producir sobrecarga en esta musculatura que explicaría las molestias que los trabajadores mencionan. El siguiente valor que se pone en valor son las vibraciones producidas por el uso de la sierra de cinta (gráfico 78). Estas vibraciones han sido las más alta de entre las tareas comparadas, no obstante, el tiempo de utilización de la sierra es muy bajo y difícilmente podría generar una lesión.

Posibles lesiones asociadas:

1. Contracturas en músculos flexores: bíceps, pectoral mayor o deltoides (fibras anteriores)
2. Tendinitis de bíceps
3. Contracturas en músculos extensores: tríceps, redondo mayor, dorsal ancho o deltoides (fibras posteriores)

# MUÑECA

## Trabajo con el cuchillo:

Gráfico 79. Golpes por minuto. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

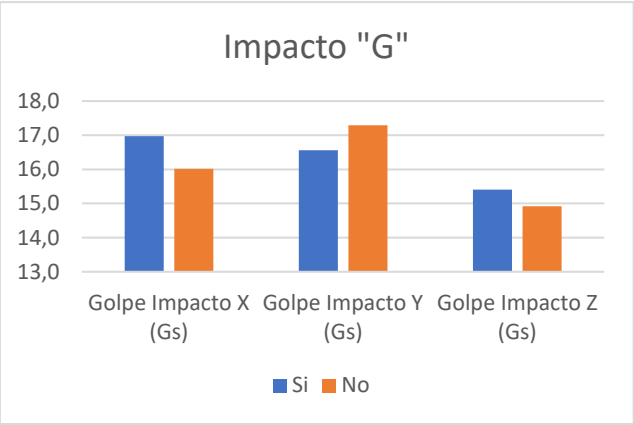



Gráfico 80. Fuerzas G en el impacto de cuchillo. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

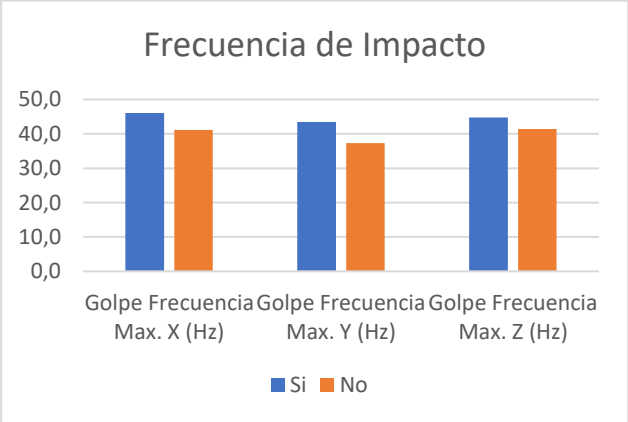



Gráfico 81. Frecuencia (vibración en el golpeo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

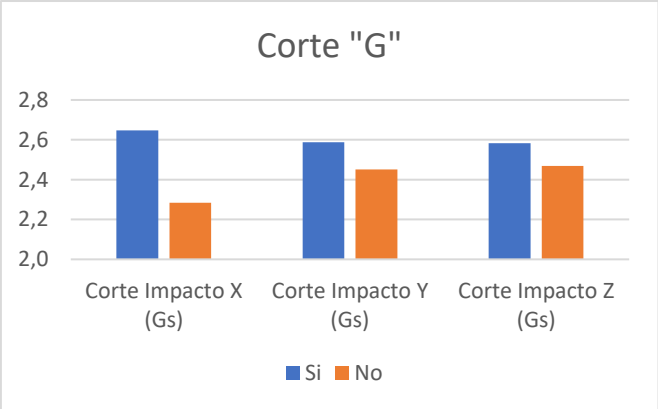



Gráfico 82. Fuerzas G en el corte (fileteo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

Trabajo con la sierra de cinta:

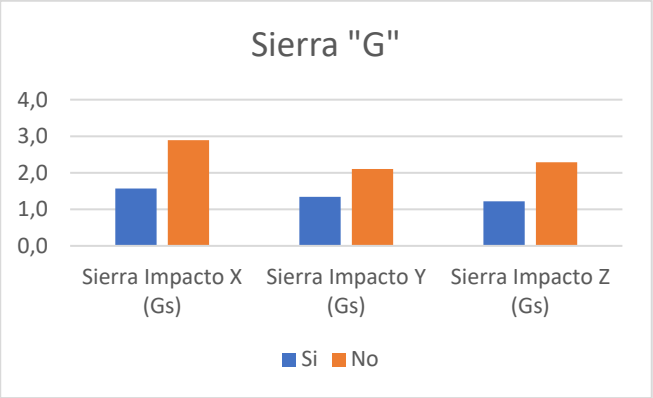



Gráfico 83. Fuerzas G en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

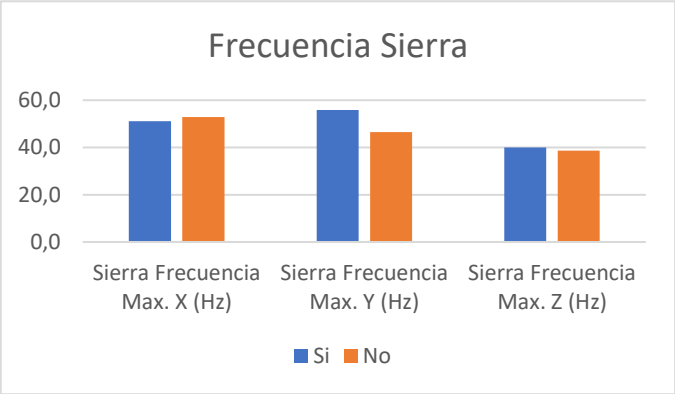



Gráfico 84. Frecuencia (vibración) en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

Conclusión:

En la zona anatómica de la muñeca encontramos que **los mayores impactos se encuentran en el eje X** en los trabajadores que presentan algún tipo de síntomas mientras que los trabajadores que no presentan síntomas concentran dichos impactos en el eje Y (gráfico 80). Los trabajadores del segundo grupo son capaces de aplicar mayores aceleraciones debido a que no presentan molestias en el momento de impacto y por ello generan más fuerza. Los picos de fuerzas G siguen la tendencia valorada en el resto de los factores.

En este caso las vibraciones producidas por el impacto y la sierra son similares.

Posibles lesiones asociadas:

Los ejes X e Y son los ejes donde más se reproducen los impactos. Por lo tanto, los músculos que se expondrán a lesionarse serán los flexo-extensores y Los prono-supinadores.

1. Tenosinovitis de Quervain
2. Síndrome del túnel carpiano

# CODO

## Trabajo con el cuchillo:

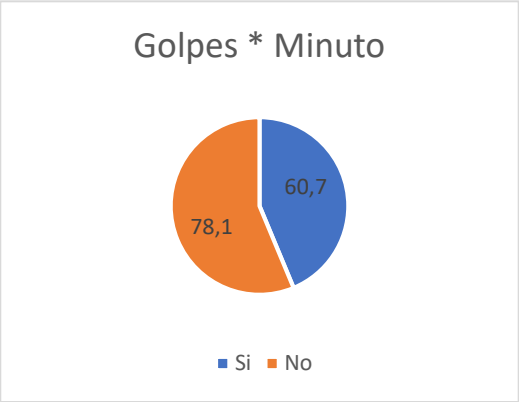



Gráfico 85. Golpes por minuto. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

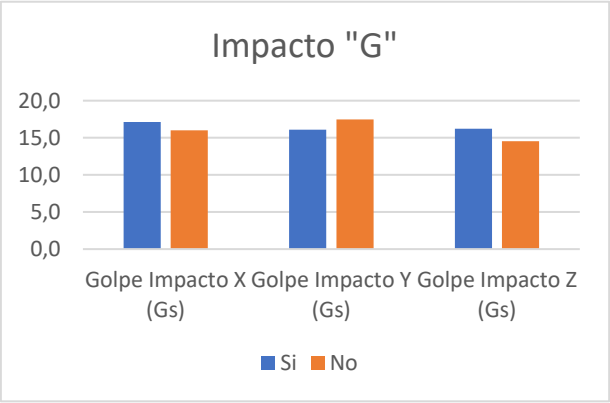



Gráfico 86. Fuerzas G en el impacto de cuchillo. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

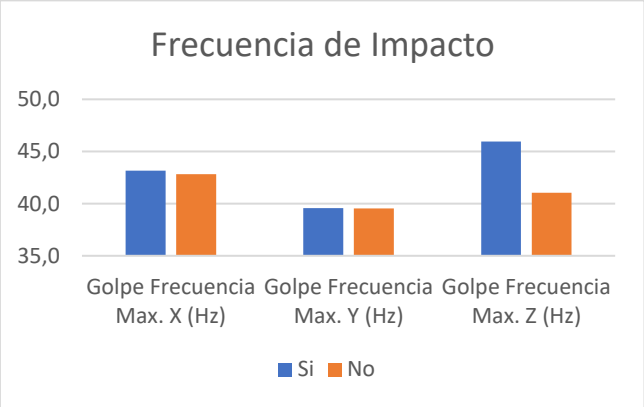



Gráfico 87. Frecuencia (vibración en el golpeo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

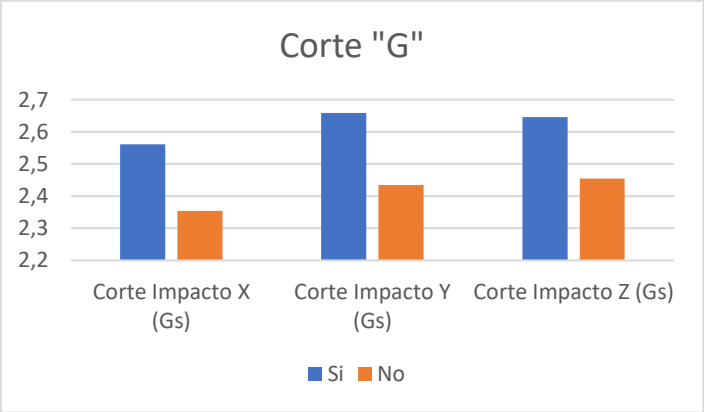



Gráfico 88. Fuerzas G en el corte (fileteo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

Trabajo con la sierra de cinta:

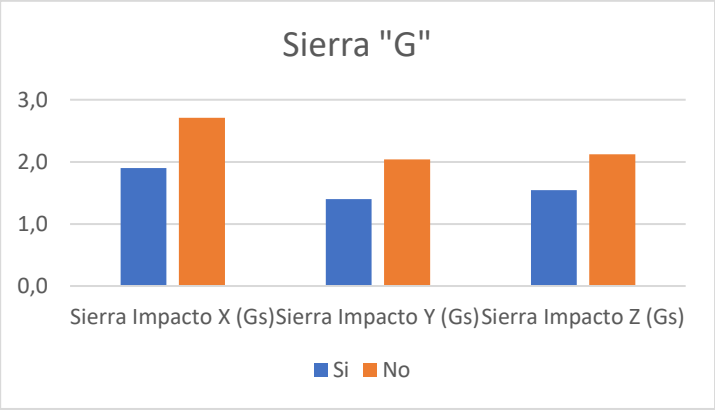



Gráfico 89. Fuerzas G en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

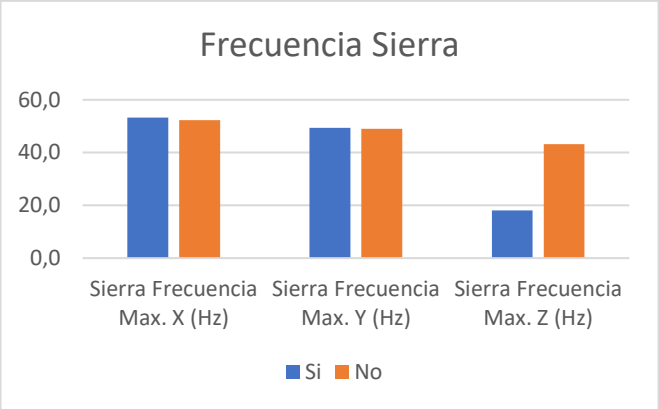



Gráfico 90. Frecuencia (vibración) en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

Conclusión:

La articulación del codo sigue un patrón muy similar al de la muñeca, pero con una diferencia entre ejes y entre trabajadores que sufren patología y los que no menor. La musculatura del antebrazo ejercerá como mecanismo absorbedor de vibraciones. Se encuentran los mayores impactos en el golpeo con cuchillo (gráfico 86) y las mayores vibraciones en el uso de la sierra (gráfico 90).

Posibles lesiones asociadas:

Los ejes X e Y son los ejes donde más se reproducen los impactos. Por lo tanto, los músculos que se expondrán a lesionarse serán los flexo-extensores y Los prono-supinadores.

1. Epicondilitis
2. Epitrocleitis

# MIEMBRO INFERIOR

## Trabajo con el cuchillo:

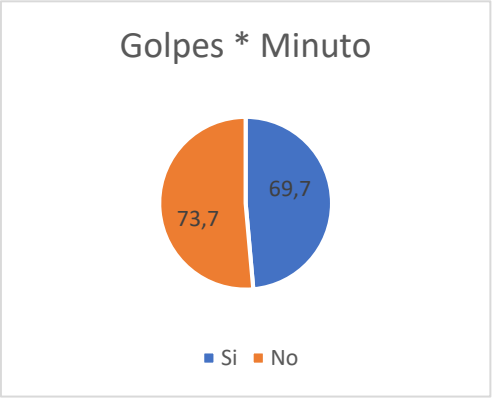



Gráfico 91. Golpes por minuto. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

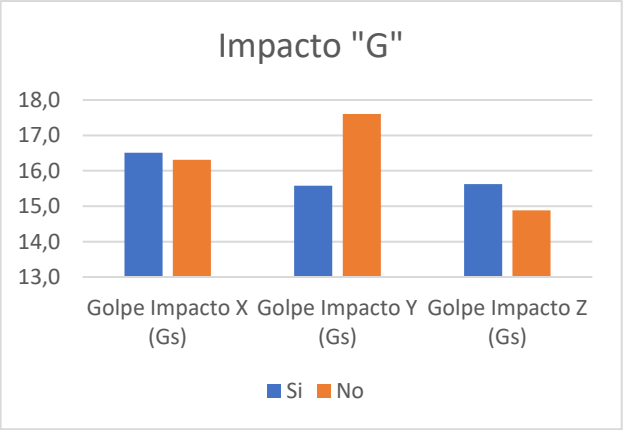



Gráfico 92. Fuerzas G en el impacto de cuchillo. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

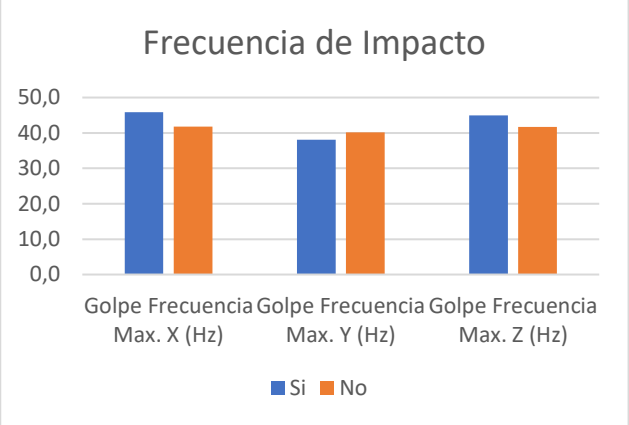



Gráfico 93. Frecuencia (vibración en el golpeo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

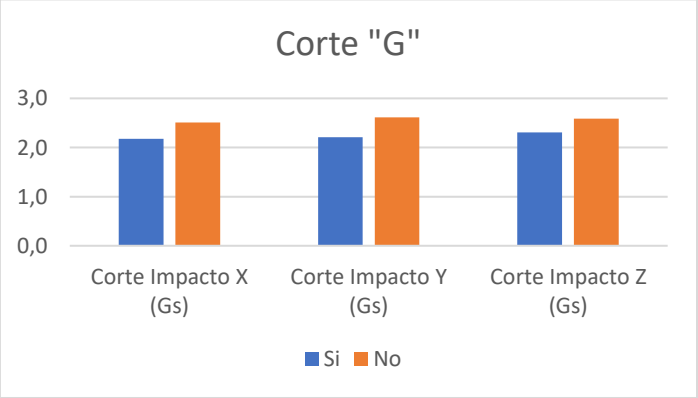



Gráfico 94. Fuerzas G en el corte (fileteo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

Trabajo con la sierra de cinta:

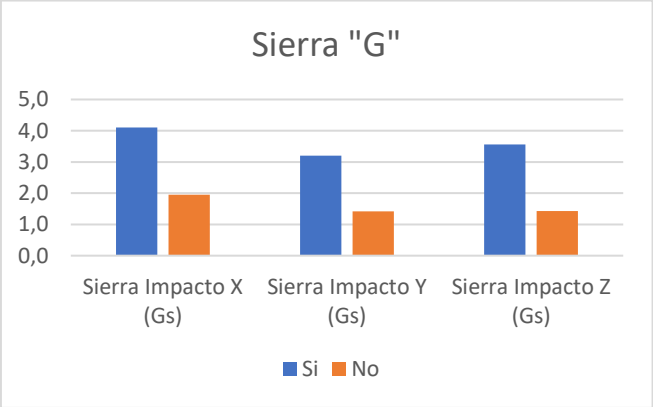



Gráfico 95. Fuerzas G en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

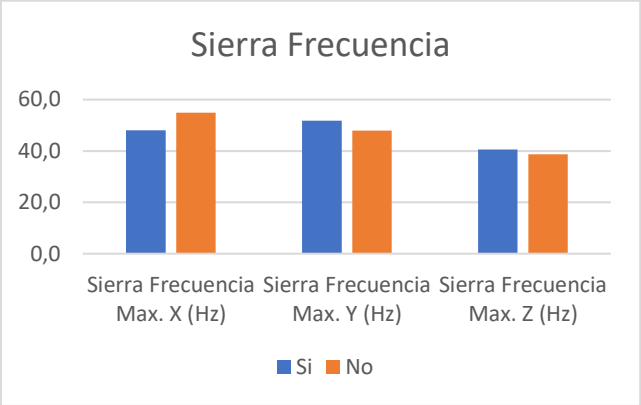



Gráfico 96. Frecuencia (vibración) en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de

Conclusión:

El miembro inferior es una zona anatómica donde también los trabajadores refieren lesiones de origen osteomuscular. Se deduce que esas lesiones estén relacionadas con las vibraciones producidas por las tareas de impacto y corte. En otro apartado, realizaremos una descripción biomecánica de la postura de bipedestación mantenida.

Posibles lesiones asociadas:

Lesiones propias del miembro inferior derivadas de la posición de bipedestación mantenida.

1. Fascitis plantar
2. Metatarsalgia
3. Retracción de musculatura posterior de la pierna.

# LUMBAR

## Trabajo con el cuchillo:

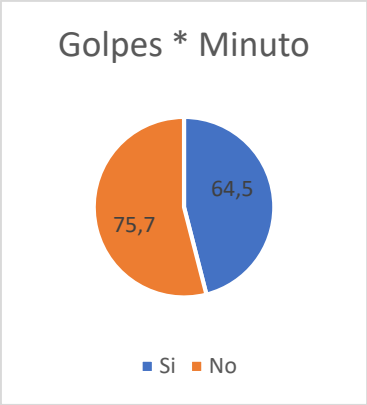



Gráfico 97. Golpes por minuto. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

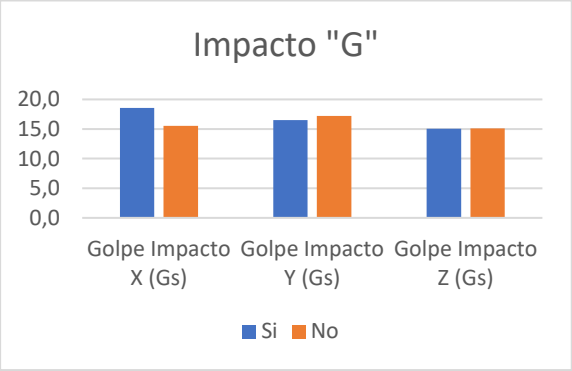



Gráfico 98. Fuerzas G en el impacto de cuchillo. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

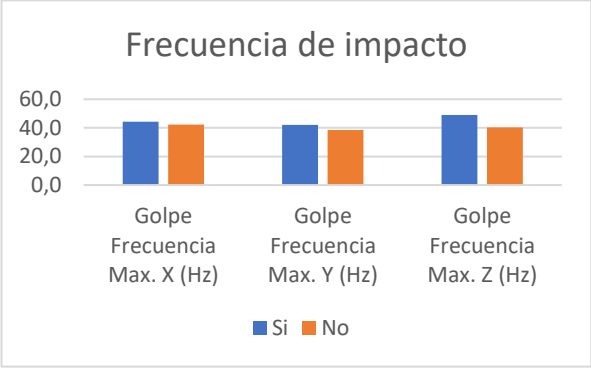



Gráfico 99. Frecuencia (vibración en el golpeo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

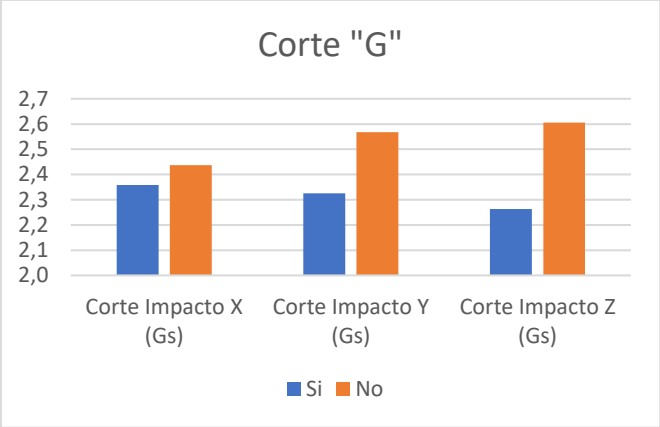



Gráfico 100. Fuerzas G en el corte (fileteo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

Trabajo con la sierra de cinta:

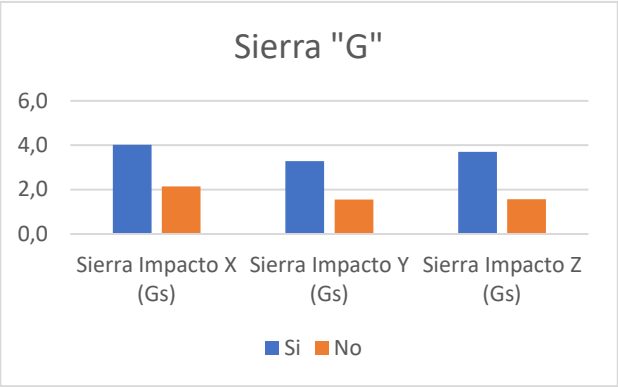



Gráfico 101. Fuerzas G en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

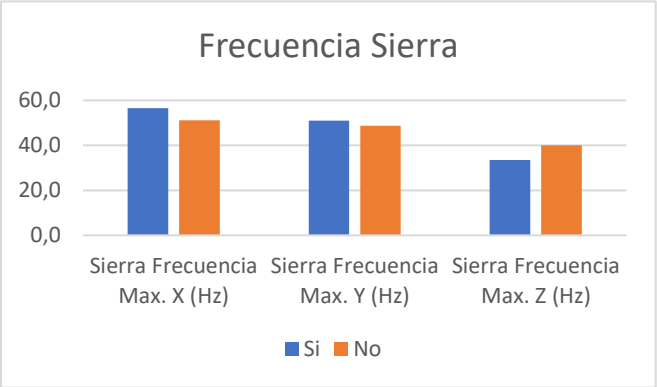



Gráfico 102. Frecuencia (vibración) en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

Conclusión:

La zona lumbar se encarga de dar soporte al tronco y mejorar la estabilidad de la pelvis para optimizar el trabajo del miembro superior. Como sucede con el miembro inferior, las vibraciones producidas por los impactos realizados por el miembro superior no intervienen en un esquema lesional derivado de estos impactos y vibraciones

Posibles lesiones asociadas:

Lesiones propias del segmento lumbar derivadas de la posición de bipedestación mantenida y estabilización de tronco.

1. Lumbalgia
2. Síndrome del piramidal
3. Sacroileitis

# CERVICAL

## Trabajo con el cuchillo:

Gráfico 103. Golpes por minuto. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

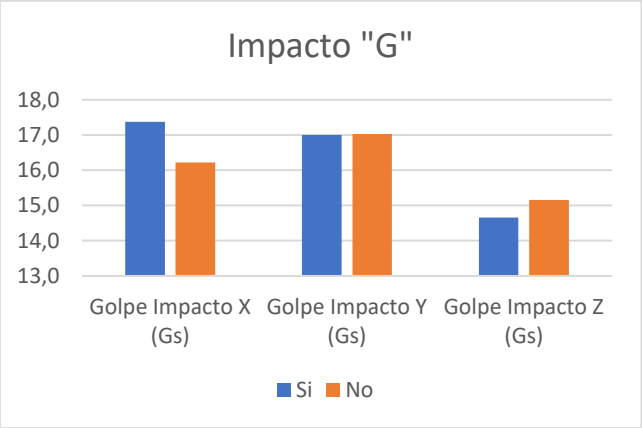



Gráfico 104. Fuerzas G en el impacto de cuchillo. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

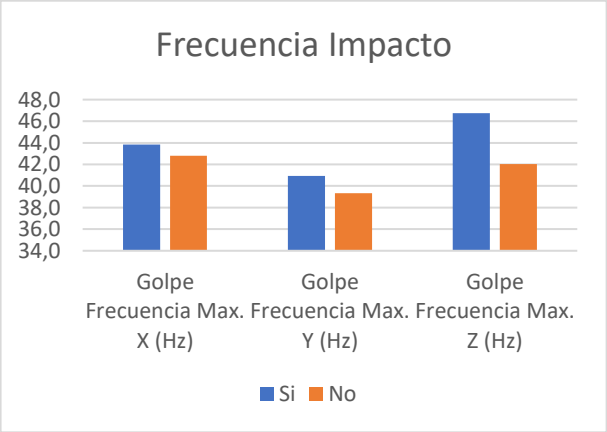



Gráfico 105. Frecuencia (vibración en el golpeo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

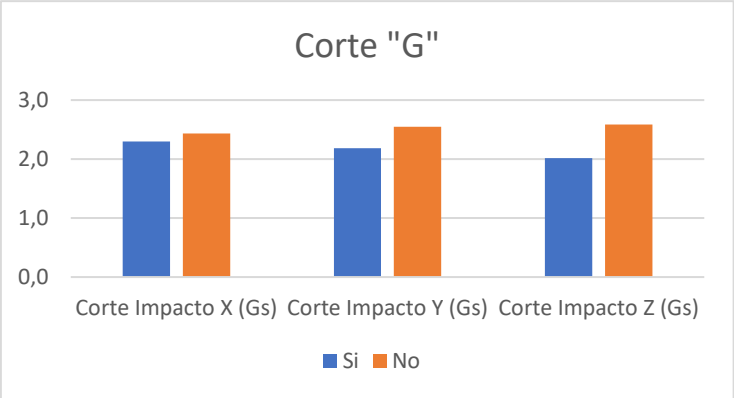



Gráfico 106. Fuerzas G en el corte (fileteo). Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

Trabajo con la sierra de cinta:

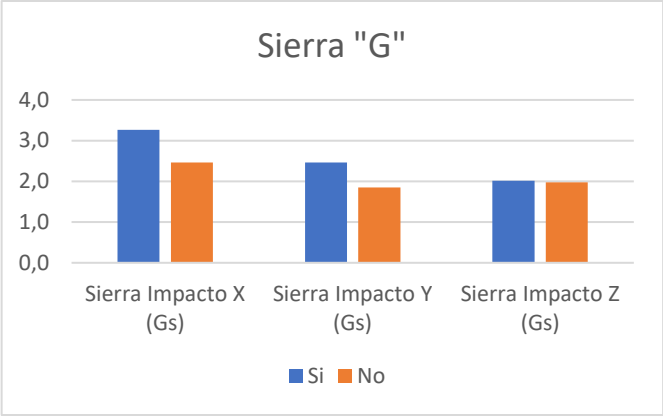



Gráfico 106. Fuerzas G en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

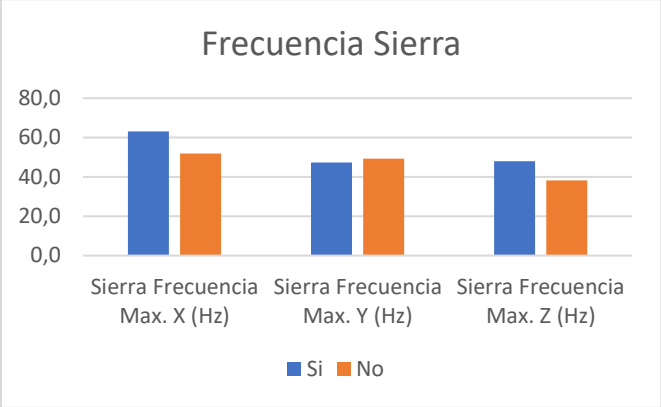



Gráfico 107. Frecuencia (vibración) en sierra de corte de huesos. Fuente propia extraída del análisis mediante sensores de acelerometría

Conclusión:

Esta área anatómica recibe ciertas vibraciones del miembro superior y aunque presumiblemente pequeñas se concentran más en el eje X o transversal. Los músculos flexores y extensores que son los que trabajan en este eje deberán además de generar contracción para estabilizar la cabeza, recibir las vibraciones procedentes del miembro superior.

Posibles lesiones asociadas:

Lesiones propias del segmento cervical derivadas de la estabilización de la cabeza y absorción de vibraciones e impactos provenientes del miembro superior.

1. Cervicalgias
2. Síndrome de escalenos

# 14. Conclusión general

Como conclusión, el impacto con el cuchillo en la tarea de corte con golpeo es el momento donde las fuerzas y las aceleraciones son mayores. En momentos puntuales hemos podido detectar unas fuerzas G de aproximadamente 40. Tanto la tarea de corte de filetes como el uso de la sierra no mostraron impactos que pudieran desempeñar un riesgo para el sistema osteomuscular del trabajador. En lo relativo a la vibración (representado por la frecuencia), la tarea de corte con la sierra de cinta es la que más genera. No obstante, la tarea de impacto con el cuchillo genera unas vibraciones muy similares, pero en un periodo de tiempo mucho más reducido.

Con respecto a las diferentes variables, las más significativas han sido el tipo de tajo, se produjeron unas mayores fuerzas de impacto en el eje vertical con el tajo de polietileno, no obstante, las diferencias son prácticamente imperceptibles. En cuanto a la lateralidad parece que los trabajadores zurdos generan unas mayores fuerzas de impacto que los trabajadores diestros. Comparando los rangos de edad, se observa como los trabajadores menores de 55 años generan mayores impactos que los mayores de esa edad, un mayor desarrollo muscular más activo en el primer grupo y un desarrollo de la tarea más técnico en el segundo podrían ser los responsables de esta diferencia. En cuanto a la otra gran variable, la percepción de los impactos por parte de los trabajadores se observa que aquellos que no sienten que los impactos puedan desembocar en lesiones de origen osteomuscular desarrollan una mayor fuerza de impacto en parte debido precisamente a su “no” preocupación por los impactos desarrollados.

Con respecto a las variables lesionales y su relación con los impactos y las vibraciones se obtiene que las articulaciones del miembro superior han sido las que más relación han tenido con el objeto de este estudio. Los trabajadores han reportado que tanto el hombro como la muñeca y el codo son las áreas que más lesiones y molestias les generan. En este sentido son los grupos flexores y extensores y los músculos pronadores y supinadores son los que más trabajan para poder generar el movimiento, y a su vez lidiar con los impactos, los rebotes y las vibraciones.

# 15. Recomendaciones

Como se apunta previamente en este estudio, además de seguir avanzando en la Ergonomía del puesto de trabajo del profesional minorista de la carne a medida que esta disciplina avanza, es necesario comenzar un trabajo de largo recorrido en el que poco a poco podamos inculcar e incluir la filosofía de la importancia de unos correctos hábitos saludables.

Como ejemplo de estos hábitos saludables se enumeran los siguientes:

1. Los ejercicios de **calentamiento** preactividad laboral son esenciales para preparar nuestras estructuras físicas. El fin de esta práctica es generar la temperatura de trabajo óptima que permita a losmúsculos trabajar en las mejores condiciones, permitiendo a estos una mejor absorción de las vibraciones y los impactos, entre otras muchas ventajas. Esta práctica es algo de obligado cumplimiento en el deporte profesional, ya que está demostrado su eficacia.
2. Ejercicios de **elasticidad y estiramiento**. Si bien se ha demostrado que realizar estiramiento justo después de realizar la actividad física no aporta beneficios aparentes, está demostrado que realizados en las horas adecuadas (a partir de 2 horas después de la actividad principal) son de gran necesidad. Estos ejercicios nos permiten unos mejores rangos articulares y nos ayudan a mejorar la calidad del movimiento y por lo tanto reducen el riesgo a que desarrollemos una lesión.
3. Pautas de **entrenamiento**. Realizar una rutina de ejercicio físico diario es un acto de preparación para la vida. A partir de los 35 años nuestro metabolismo comienza a descender y literalmente comenzamos a envejecer. El ejercicio físico es la mejor herramienta antienvejecimiento, ya que mantiene el sistema hormonal en equilibrio. La práctica de actividad física debe estar presente en nuestro estilo de vida de manera constante. Está demostrado científicamente que el ejercicio físico permite vivir más años y hacerlo además con una calidad de vida mucho mayor.
4. Una correcta **alimentación**. Lo que las personas comen no puede ser menos importante. Todas las reacciones químicas que se producen en el organismo para generar la vida tienen que ver con lo que comemos. A

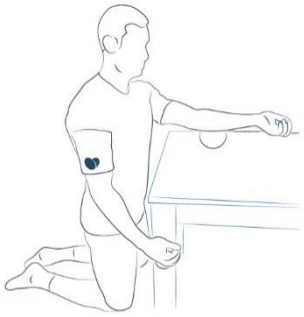
través de esta actividad se obtienen todos los nutrientes que permiten construir la vida. Una dieta equilibrada en la que se incremente el consumo de verduras (habitualmente bajo) y se reduzca los alimentos procesados son una garantía de contar con una materia prima de primera calidad que permitirá alcanzar una salud óptima a las personas que lo hagan.

5. **Descanso**. Dormir 6 u 8 horas diarias son necesarias para evitar no sólo enfermedades osteomusculares, sino para evitar cualquier tipo de enfermedad. Es por la noche cuando se producen multitud de reacciones químicas y metabólicas relacionadas con la reconstrucción. Un déficit de sueño constante produce una menor recuperación tanto física como mental. Si esta situación se prolonga en el tiempo, es inevitable que comiencen a aparecer problemas de salud relacionado con esta mala praxis. Numerosos estudios demuestran la importancia para la esperanza de vida que tiene un sueño suficiente y ordenado.
6. Desarrollo de **nuevas soluciones** que ayuden a los trabajadores a disminuir el riesgo de desarrollar una lesión derivada de los impactos y vibraciones propios del puesto de trabajo. Es importante que se siga investigando para desarrollar nuevos elementos que disminuyan las vibraciones y la transmisión de éstas a las estructuras físicas de los trabajadores. Así, como ejemplo se puede poner el utilizar el de los tenistas, a los que se le ayuda colocando mecanismos antivibratorios en las raquetas para disminuir el riesgo de lesión (gracias a estos mecanismos el codo de tenista ha disminuido su incidencia significativamente). En este sentido desarrollar tajos y otros elementos como cuchillos que absorban estas vibraciones a la vez que presenten superficies estables de corte para un correcto desempeño profesional es de gran importancia.

Imagen 13. Mecanismo antivibrador de una raqueta de tenis

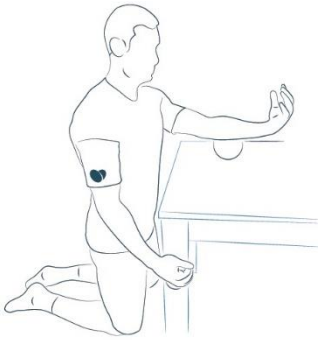
# 16. Ejemplo de pautas físicas

## ANTEBRAZO (a realizar antes y después de la jornada laboral)



**Extensores 10 reps**

**Flexores 10 reps**



**Extensores 10 reps**

**Flexores 10 reps**

**Movilidad de muñeca 10 reps**

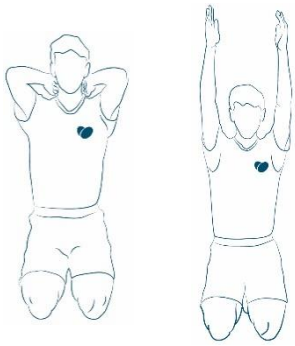
PAUTA DE EJECUCIÓN

4 series (una vuelta 4 veces)

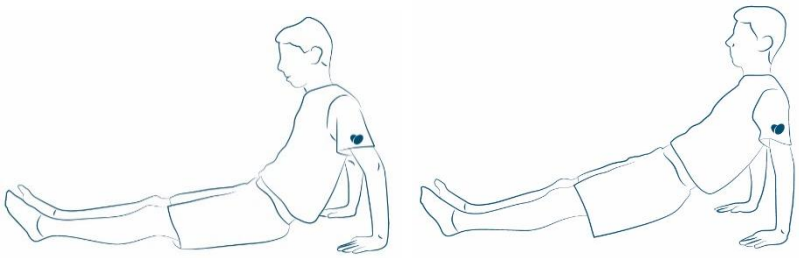
Recuperación entre series ’0 minutos

Recuperación entre ejercicios 0 minutos

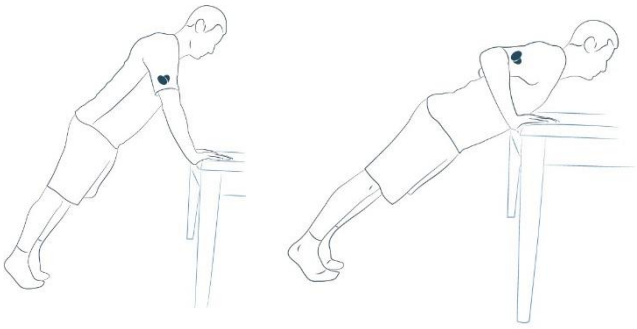
## BRAZO (a realizar después de la jornada laboral)



**1. Triceps fácil reps**



**2. Triceps medio 10reps**



**3. Triceps dicifil 10 reps**

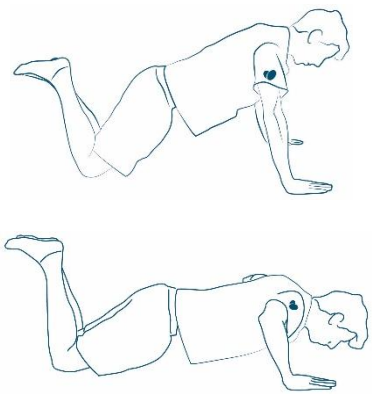
PAUTA DE EJECUCIÓN

4 series (una vuelta 4 veces)

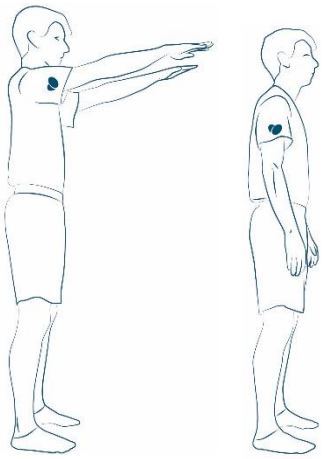
Recuperación entre series 2 minutos

Recuperación entre ejercicios 30 segundos

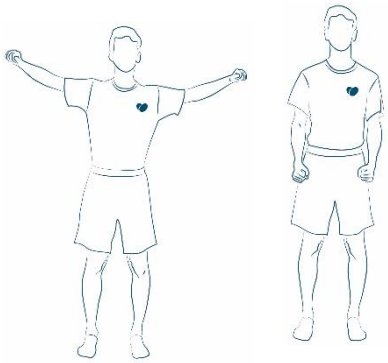
## HOMBRO (a realizar después de la jornada laboral)



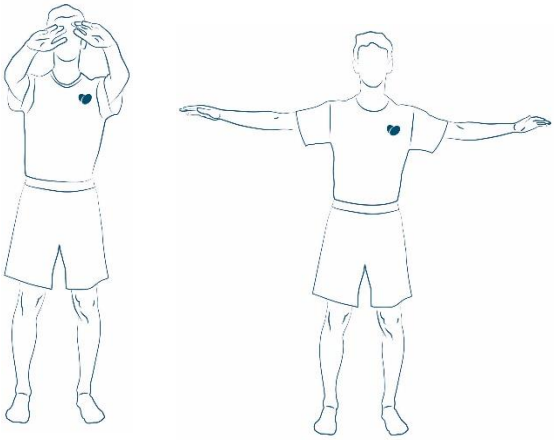
**1. Flexiones 10 reps**



**2. Deltoides anterior 10reps**



**3. Deltoides lateral 10 reps**



**4. Deltoides 10 reps**

PAUTAS DE EJECUCIÓN

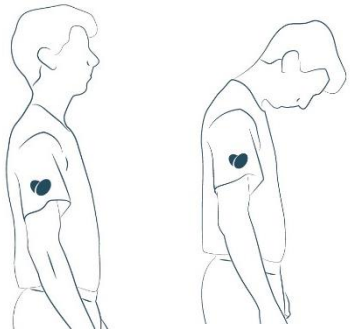
4 series (una vuelta 4 veces)

Recuperación entre series 2 minutos

Recuperación entre ejercicios 30 segundos

# ENTRENAMIENTO DE CONDICIÓN FÍSICA GENERAL

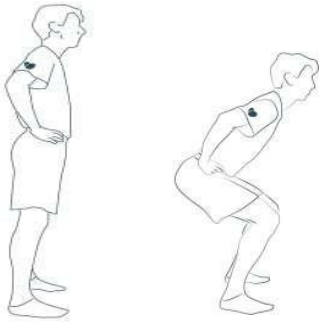
**1. Gemelos (de pie) 15 reps.**



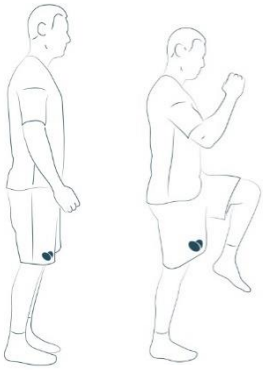
**2. Movilidad de cuello 10 reps**

**3. Abdominales (encogimientos) 15 reps**

**4. Lumbares 10 reps**



**5. Sentadillas 10 reps**



**6. Skipping 15reps**

PAUTA DE EJECUCIÓN

3 series (una vuelta 3 veces)

Recuperación entre ejercicios 30”

# 17. Bipedestación prolongada

Aunque no sea el propósito del estudio, se debe realizar una mención especial a la postura fundamental de trabajo, la bipedestación estática mantenida. Esta postura, además de generar patrones anómalos cuando no está equilibrada, puede influir de manera negativa en otros patrones, haciendo que éstos sean más susceptibles de lesión.

Postura de referencia

Hay que decir que una postura de bipedestación es correcta cuando se soporta un peso similar entre ambos miembros inferiores. A nivel de **tobillo**, este está a 90º de flexión sin que exista un exceso de tensión en la parte posterior de la pierna (Tríceps sural). Las **rodillas** deben encontrarse en extensión, pero no con actitud de Genu Recurvatum (hiperextensión de rodilla) ya que esta actitud generará un bloqueo articular posterior en esta zona anatómica que tensará las estructuras articulares y musculares y además generará un déficit de circulación sanguínea debida a la compresión posterior (por la zona posterior de la rodilla pasan gran cantidad de estructuras vasculares y nerviosas) que redundará en la aparición de enfermedades circulatorias como las varices. Con respecto a la articulación de la cadera y la pelvis, deberán estar en posición anatómica, por lo que cualquier desequilibrio muscular que genere anteversión pélvica o retroversión de esta generará a su vez alteraciones en la zona lumbar que deberá compensar estas rotaciones en el plano sagital con rotaciones en el plano transverso y lateralizaciones en el plano frontal. Será muy importante a nivel lesional tener en cuenta este enfoque biomecánico para evitar alteraciones osteomusculares en el miembro inferior que puedan reflejar en el segmento inferior de la columna.

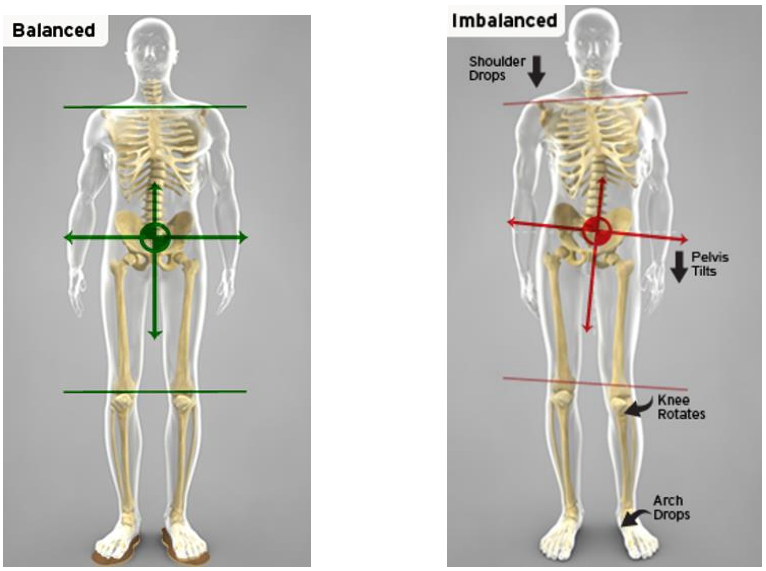



Imagen 14. Ejemplo de cómo una alteración en una zona anatómica obliga a ejercer compensaciones anatómicas en

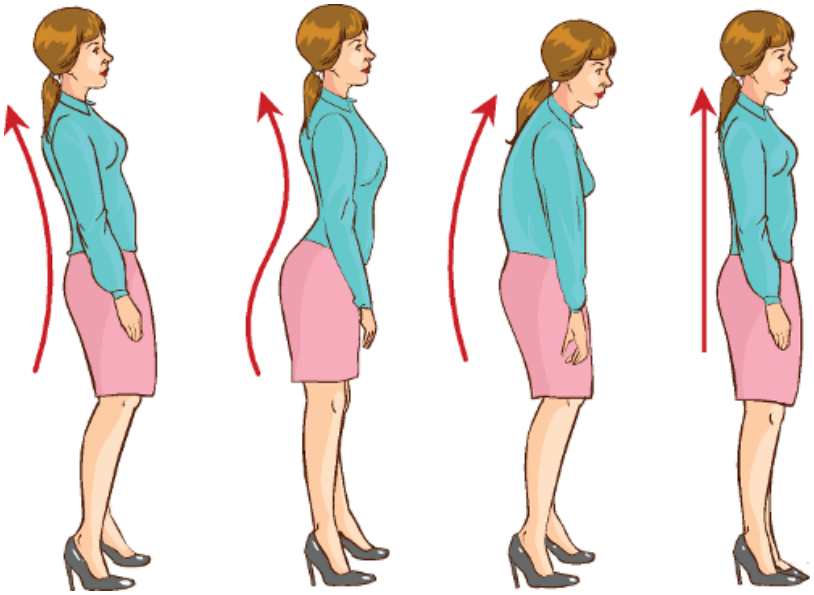


Imagen 15. Ejemplo de diferentes “actitudes” de bipedestación

En lo que se refiere a la relación de esta postura con el objeto de estudio que son los impactos y vibraciones en el profesional minorista de la carne, decir que existen dos patrones para que nuestro cuerpo compense las vibraciones que

produce en su relación con el medio físico que le rodea. Estas dos maneras de canalizar las fuerzas y vibraciones adquiridas serán:

1. **Cadena cinética abierta**. Una cadena está abierta cuando las fuerzas internas de nuestro cuerpo ya sean generadas internamente como externamente, "encuentran" un mecanismo de dispersión. Así mismo, en el cuerpo humano existen varios puntos de dispersión. Como ejemplo se nombra algunos de ellos:

    a. Manos y muñecas
    b. Articulación Témporomandibular (ATM)
    c. Pies
    d. Sínfisis del pubis

Estos puntos de dispersión estarán operativos cuando se encuentren liberados. Pies en descarga, manos sin apoyo y sin estar sujetando nada o la sínfisis púbica sin presencia de ningún bloqueo.

2. **Cadena cinética cerrada.** Son estructuras que no tienen ningún extremo libre. Como ejemplo de este tipo, se puede poner la cadena cinética cerrada los pies cuando se encuentran en bipedestación. Esta situación hace que no se pueda liberar las fuerzas internas por este punto por lo que las fuerzas tanto de impacto como de vibración tenderán a acumularse y a "rebotar" quedando atrapadas en nuestro sistema musculoesquelético quien será el encargado de absorberlas y neutralizarlas con el esfuerzo que esto le conllevará.

Dicho esto, se puede deducir la importancia que tiene un buen trabajo de la postura de bipedestación para una correcta salud corporal. Por un lado, debemos tener en cuenta las alteraciones fisiológicas que tiene este segmento propio de la postura y por otro lado deberemos tener en cuenta las alteraciones mecánicas que se sufren cuando esta estructura trabaja en cadena cinética cerrada.

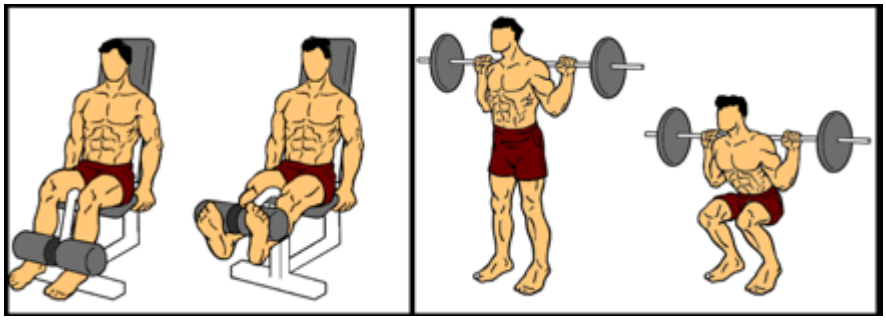


Imagen 16. Ejemplo de dos ejercicios, extensión de cuádriceps (abierta) y sentadilla

# 18. Referencias


- Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva (2001) William E. Prentic.
- Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques. 2007. by Carolyn Kisner PT MS Lynn Allen Colby PT MS.
- David H. Potach y Todd Ellenbecker. Clients With Orthopedic, Injury, and Rehabilitation Concerns, NSCA's Essentials of Personal Training 2012 NSCA.
- A.Sánchez, C.González,F.Brocal; Assessment of emerging risk level by occupational exposure to hand-arm vibrations: Approach under uncertainty conditions, Volume 114, April 2019, Pages 140-147
- S. Blanco etal. Risk Factors and Carpal Tunnel Syndrome in the WorkEnvironment. Rev Iberam Cir Mano 2018;46:20–25
- Päivi Sutinen etal. Hand-arm vibration syndrome with use of anti-vibration chain saws: 19-year follow-up study of forestry workers. International Archives of Occupational and Environmental Health volume 79, pages665–671(2006)
- Silverstein BAFine LJArmstrong TJ Occupational factors and carpal tunnel syndrome. Am J Ind Med. 1987;11343- 358
- Lance D.Barry etal. A retrospective study of standing gastrocnemius-soleus stretching versus night splinting in the treatment of plantar fasciitis. The Journal of Foot and Ankle Surgery. Volume 41, Issue 4, July–August 2002, Pages 221-227
- David M. High, Edward T. Howley, B. Don Franks. (1989) The Effects of Static Stretching and Warm-Up on Prevention of Delayed-Onset Muscle Soreness. Research Quarterly for Exercise and Sport 60:4, pages 357-361.
- Karen Clippinger-Robertson. (1986) Kinesiology and Injury Prevention: Every Dancer's Guide. Journal of Physical Education, Recreation & Dance 57:5, pages 50-53.
- Roberta Y.W. Law, Robert D. Herbert. (2007) Warm-up reduces delayed-onset muscle soreness, but cool-down does not: a randomised controlled trial. Australian Journal of Physiotherapy 53:2, pages 91-95.
- Krishnan, N., Colbry, D., Juillard, C., and Panchanathan, S. 2008. Real time human activity recognition using tri-Axial accelerometers. In Sensors, Signals, and Information Processing Workshop

- Maurer, U., Smailagic, A., Siewiorek, D., & Deisher, M. 2006. Activity recognition and monitoring using multiple sensors on different body positions. In IEEE Proceedings on the International Workshop on Wearable and Implantable Sensor Networks, 3(5).

- Yang, J. 2009. Toward physical activity diary: Motion recognition using simple acceleration features with mobile phones, In First International Workshop on Interactive Multimedia for Consumer Electronics at ACM Multimedia.

- Goldberg, J. and Maslach, C. (1996) `Understanding Time: Connections between the Past and Future'. Paper presented at the annual conference of the Western Psychological Association, San Jose, CA.

- Gonzalez A. and Zimbardo, P.G. (1985) `Time in Perspective: A Psychology Today Survey Report', Psychology Today (May): 21—6.

- Hamilton, J.M., Kives, K.D., Micevski, V. and Grace, S.L. (2003) `Time Perspective and Health-promoting Behaviour in a Cardiac Rehabilitation Population', Behavioural Medicine 28(4): 132—9.

- Darren E.R. Warburton, Crystal Whitney Nicol and Shannon S.D. Bredin. Health benefits of physical activity: the evidence. CMAJ March 14, 2006 174 (6) 801-809

- Skelton, D.A. and Beyer, N. (2003), Exercise and injury prevention in older people. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 13: 77-85.

- B. K. Pedersen, B. Saltin, Exercise as medicine – evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases, Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 10.1111/sms.12581, 25, S3, (1-72), (2015).

- Mithal, A., Bonjour, J., Boonen, S. et al. Impact of nutrition on muscle mass, strength, and performance in older adults. Osteoporos Int 24, 1555–1566 (2013). https://doi.org/10.1007/s00198-012-2236-y

- Hoffman JR, Ratamess NA, Tranchina CP, Rashti SL, Kang J & Faigenbaum AD (2009). Effect of protein-supplement timing on strength, power, and body-composition changes in resistance-trained men. Int J Sport Nutr Exerc Metab 19, 172– 185

- Millward DJ, Bowtell JL, Pacy P & Rennie MJ (1994). Physical activity, protein metabolism and protein requirements. Proc Nutr Soc 53, 223–240

- Wieslander G, Norbäck D, Göthe CJ, et al. Carpal tunnel syndrome (CTS) and exposure to vibration, repetitive wrist movements, and heavy manual work: a case-referent study. Occupational and Environmental Medicine 1989;46:43-47.

- Bashir Kaka etal. An Analysis of Work-Related Musculoskeletal Disorders Among Butchers in Kano Metropolis, Nigeria. Safety and Health at Work, Volume 7, Issue 3, September 2016, Pages 218-224

- Tirloni A.S., dos Reis D.C., Moro A.R.P. Ergonomic Approaches to Reduce the Risk of a Manual Material Handling Task in a Brazilian Poultry Slaughterhouse. Advances in Intelligent Systems and Computing, Volume 1215 AISC, 2020

- dos Reis D.C., Tirloni A.S., Moro A.R.P. Risk assessment of upper limb musculoskeletal disorders in a poultry slaughterhouse. Advances in Intelligent Systems and Computing, Volume 969, 2020

*"El Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo colabora en esta publicación en el marco del V Plan Director de Prevención de Riesgos Laborales de la Comunidad de Madrid 2017-2020 y no se hace responsable de los contenidos de la misma ni de las valoraciones e interpretaciones de sus autores. La obra recoge exclusivamente la opinión de su autor como manifestación de su derecho de libertad de expresión".*