



HERRAMIENTAS MANUALES



**Crterios ergon3micos y de
seguridad para su selecci3n**

DOCUMENTOS DIVULGATIVOS



**GOBIERNO
DE ESPAÑA**

**MINISTERIO
DE EMPLEO
Y SEGURIDAD SOCIAL**



**INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO**

Título:

Herramientas manuales: criterios ergonómicos y de seguridad para su selección

Autor:

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

Elaborado por:

Teresa Álvarez Bayona

Carlos Sánchez Villar

Antonio Merayo Sánchez

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías

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

Edita:

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

C/ Torrelaguna 73, 28027 Madrid

Tel. 91 363 41 00, fax 91 363 43 27

www.insht.es

Composición:

Servicios Gráficos Kenaf, s.l.

Camino de Hormigueras 124, portal 3, 4º G, 28031 Madrid

Tel. 91 380 64 71

info@kenafsl.com

Edición:

Madrid, diciembre 2016

NIPO (en línea): 272-16-056-0

Hipervínculos:

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

Catálogo general de publicaciones oficiales:

<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Catálogo de publicaciones del INSHT:

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



HERRAMIENTAS MANUALES: CRITERIOS ERGONÓMICOS Y DE SEGURIDAD PARA SU SELECCIÓN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA	7
2.1 Procedimiento para la selección de la herramienta adecuada	7
2.2 Características de la tarea	10
2.3 Análisis postural y biomecánico	15
2.4 Análisis de la herramienta	29
3. RIESGOS MÁS COMUNES Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL USO DE HERRAMIENTAS	36
3.1 Riesgos más comunes y causas	36
3.2 Medidas preventivas	37
ANEXO I: DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS DE LA MANO	46
ANEXO II: ANTROPOMETRÍA DINÁMICA: MOVIMIENTOS DE LA MANO Y LA MUÑECA	47
ANEXO III: FICHAS DE SEGURIDAD DE HERRAMIENTAS MANUALES	50
ALICATES	51
CINCELES Y FORMONES	53
CUCHILLOS	55
DESTORNILLADORES	57
ESCOPLOS Y PUNZONES	59
LIMAS	60
LLAVES	61
MARTILLOS Y MAZOS	63
PICOS Y PALAS	65
SIERRAS	66
TIJERAS	68
ANEXO IV: LISTA DE CHEQUEO	70
ANEXO V: NORMATIVA APLICABLE	72
BIBLIOGRAFÍA	74



1. INTRODUCCIÓN

Los trabajadores han utilizado desde la Antigüedad numerosas herramientas para poder realizar tareas que resultarían imposibles usando sólo sus propias manos. Aunque algunas han sufrido una gran evolución, otras herramientas manuales que se utilizan en la actualidad no difieren demasiado de aquellas primeras. Las herramientas manuales parecen tan sencillas que a veces se olvidan las graves consecuencias que un diseño, fabricación, elección o utilización incorrectos pueden tener sobre la seguridad y salud del trabajador. A veces, los daños aparecen a largo plazo, contribuyendo a menospreciar la importancia que tienen para la salud.

El objetivo de este documento es ofrecer a los técnicos de prevención un texto breve y práctico, que ayude a unificar y simplificar los criterios utilizados en la adquisición y utilización de manera preventiva. Una actuación que comprende la identificación de peligros, la evaluación de los riesgos y la aplicación de medidas, que incluirá necesariamente criterios para la adquisición, elección y utilización de herramientas manuales.

Antes de clasificar y conocer cuáles son las características para la elección y los posibles riesgos que las herramientas manuales presentan para la seguridad y salud de los trabajadores que las utilizan normalmente, parece necesario poder conocer qué es lo que se entiende por “herramienta”.

Se definen como “herramienta” tanto aquellos útiles simples que requieren para su funcionamiento exclusivamente la fuerza humana como aquellos que se sostienen con las manos, pero son accionadas por motores eléctricos o de combustión interna, por medios neumáticos o por medios hidráulicos.

De acuerdo con esta definición podemos clasificar las herramientas del siguiente modo:

- De accionamiento manual o sin motor.
- De accionamiento no manual, mecánicas o con motor.
 - Eléctricas.
 - Neumáticas.
 - Hidráulicas.
 - Combustión interna.



Este documento está orientado a aquellas herramientas manuales de accionamiento manual, es decir, no se van a considerar aquellas que disponen de motor, ni se van a considerar los riesgos y medidas preventivas relacionadas con estos tipos de herramientas.

Desde el punto de vista preventivo se deben considerar algunos aspectos fundamentales:

- En la práctica, el número y variedad de herramientas utilizadas es muy amplio, con lo que los diferentes tipos de peligros que pueden presentar y la importancia o gravedad de los riesgos correspondientes son también muy variables.
- Las herramientas se emplean en prácticamente todos los sectores y actividades, así que el número de trabajadores expuestos a los riesgos relacionados con el uso de herramientas es muy elevado.
- Adquieren una gran importancia aspectos como la información, formación y atención puesta por los trabajadores para evitar o minimizar los riesgos o sus posibles consecuencias, una vez que las herramientas están bien seleccionadas, considerando las características de los trabajos y de las personas que las vayan a emplear.
- Muchos accidentes de trabajo se producen por fatiga de los trabajadores y otros aspectos relacionados, por este motivo es fundamental un buen diseño de la herramienta adaptando el sistema de trabajo a los trabajadores.
- El factor humano está muy implicado en la producción de los accidentes, así como en la gravedad de los mismos. Una buena concienciación es fundamental a la hora de utilizar las herramientas manuales. No se deben subestimar los peligros por el hecho de que sean herramientas manuales con accionamiento manual.

Con este documento se pretende facilitar, entre otros aspectos, las claves para poder establecer las medidas técnicas para la selección de las herramientas manuales más adecuadas, teniendo en cuenta la gran diversidad de las mismas y la dificultad en el establecimiento de medidas universales y generales para la reducción o eliminación de los riesgos.



2. ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA

La selección y el uso adecuado de las herramientas manuales son dos aspectos primordiales para la prevención de la mayor parte de los accidentes y posibles lesiones musculoesqueléticas.

Como regla habitual en el diseño de las herramientas se considerarán los percentiles 5 y 95 de la población objeto, pero no hay que olvidarse de que en ocasiones se deberán seleccionar las herramientas de forma individualizada, especialmente en aquellos casos en los que el trabajador que va a emplear la herramienta se encuentre fuera de esos percentiles o que tenga unas características individuales que así lo precisen. En el anexo I se describen los aspectos antropométricos de la población española relativos a la mano.

Otro de los aspectos que se deberá considerar es si los usuarios son zurdos o diestros. Dependiendo del tipo de herramienta será imprescindible la adecuación del mango o filo para zurdos, como es el caso de las tijeras, por ejemplo. En otras ocasiones, no va a ser un factor clave a tener en cuenta, como es el caso del martillo. También a la hora del diseño de la herramienta se debe considerar el sexo del operario, pues las dimensiones de la mano y el esfuerzo realizado son diferentes. Se ha observado que incluso hay variaciones en la contribución de cada falange a la fuerza final que ejerce la mano dependiendo del sexo del usuario.

En este capítulo, se propone un procedimiento para la selección de la herramienta más apropiada a los trabajos que se vayan a desempeñar.

2.1. Procedimiento para la selección de la herramienta adecuada

Un enfoque global para el diseño de estos sistemas de trabajo¹ debe considerar los principios básicos que se recogen en las normas: UNE-EN 614-1: Principios de diseño ergonómico y UNE-EN-ISO 6385: Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo. En este sentido, el diseño de la herramienta sería un aspecto concreto a analizar dentro de todo el conjunto de este sistema de trabajo.

El enfoque de este documento busca dar a conocer los aspectos más importantes para la selección de las herramientas manuales a emplear. Este enfoque no pretende establecer los principios ergonómicos que las herramientas deben disponer dentro de este sistema. No obstante, la selección de las herramientas debe estar acorde con dichos principios generales.

¹ Sistema de trabajo: Sistema que comprende a uno o más trabajadores y al equipo de trabajo, actuando en conjunto para desarrollar la función del sistema, en el ambiente de trabajo y bajo las condiciones impuestas de trabajo. (UNE-EN-ISO 6385).



Se propone realizar el análisis para la selección de las herramientas en tres fases: estudio de las características de la tarea², análisis biomecánico y análisis de la herramienta. En cada fase se analizarán unos aspectos concretos que se describen a continuación:

- Características de la actividad y de la tarea
 - Tipo de tarea
 - Espacio y ambiente de trabajo
- Análisis postural y biomecánico
 - Postura del cuerpo
 - Postura de la mano y movimiento mano-muñeca
 - Naturaleza del agarre
 - Fuerza del agarre
 - Acoplamiento
- Análisis de la Herramienta
 - Forma de la herramienta
 - Dimensión y peso de la herramienta
 - Material de la herramienta y superficie del mango

Lo primero que se debe realizar es un análisis de la actividad y de la tarea, describir las características del entorno de trabajo y de la organización del mismo: trabajos fijos o itinerantes, frecuencia de uso, condiciones ambientales, riesgos específicos, etc.

Además, es necesario estudiar las exigencias de la tarea y las diferentes posturas que serán finalmente adoptadas. Se deben analizar entre otros aspectos: si la acti-

² Tarea de trabajo: Actividad o conjunto de actividades a llevar a cabo por el trabajador para obtener un resultado previsto (EN ISO 6385:2004).



vidad se va a realizar de pie o sentado, si el cuerpo se inclina con un determinado ángulo, las posibles torsiones del tronco, el número de repeticiones, etc. Las características de los materiales u objetos sobre los que se va a actuar: tamaño, material y dureza, valor económico, etc. Por ejemplo, será diferente la herramienta seleccionada para taladrar un muro de hormigón que la seleccionada para un muro de pladur.

A continuación, este análisis se centrará en las extremidades superiores. Se debe considerar la postura de la mano y en concreto las características del agarre, la postura de la muñeca y del antebrazo más adecuados. Por ejemplo, hay herramientas tipo pistola y otras con el mango recto. La elección de una u otra dependerá del análisis previo que se haya realizado sobre la tarea, fuerza a aplicar, posición del cuerpo y movimientos de la mano. De esta manera se va a determinar el agarre, la postura de la mano y por último se determinará el acoplamiento con la herramienta.

El análisis anterior permite conocer las características que la herramienta debe tener en función de las características personales y de la tarea que se vaya a realizar. En este último punto, el objetivo es determinar las características físicas de las herramientas como puede ser su forma, las dimensiones, el material, el tipo de superficie, etc. En definitiva, se pretende dar los criterios necesarios para una adquisición o selección de la herramienta manual más adecuada en función del tipo de tarea y de las características individuales.



2.2. Características de la tarea

2.1.1. Tipo de Tarea



Figura 1. Criterios de selección – Tipo de tarea

Antes de seleccionar una herramienta, es necesario analizar en detalle la tarea que se va a realizar. Las herramientas manuales, en general, están especialmente diseñadas para usos específicos. El uso de una herramienta que ha sido diseñada para otro tipo de tarea puede causar, con frecuencia, dolor, molestias o lesiones, además de afectar a la calidad del producto y del trabajo realizado. Un análisis ergonómico debe permitir que el diseño sea seguro, saludable y eficiente.

A la hora de estudiar la tarea a realizar, para poder elegir la herramienta más adecuada, es necesario conocer:

- **La frecuencia de utilización**, es decir, el número de ocasiones y el tiempo que el trabajador va a utilizar esa herramienta en la jornada laboral. En este sentido, es preciso puntualizar que, siempre que sea posible, y especialmente si la frecuencia de utilización y la fuerza a aplicar es muy alta, se recomienda la compensación o rotación a otros puestos menos saturados, la automatización del proceso, el uso de una herramienta de accionamiento mecánico o simplemente la distribución de tareas de la extremidad derecha a la izquierda o viceversa siempre que sea posible para evitar lesiones y sobrecargas musculares.



- Respecto a la definición de tareas**, además de evaluar la frecuencia de utilización, es necesario conocer la carga externa³ asociada. La carga se puede estructurar en dos tipos: la física o biomecánica derivada de los esfuerzos musculares, de la posición de trabajo, de los movimientos repetitivos y de la manipulación de pesos; y la carga mental o psíquica derivada principalmente de la presión en el trabajo y todo lo que comporte estrés, debido al procesamiento continuado de información, y finalmente, las tensiones derivadas de la organización del trabajo y las relaciones laborales.

Cuando se produce un desequilibrio entre las demandas de la tarea y las capacidades y expectativas de los trabajadores, esta carga se convierte en fatiga⁴, bien física (o biomecánica) o mental (o psíquica).

Una de las principales causas de la acumulación de fatiga es la falta de pausas, siendo muy importante tanto en cantidad (importancia del conocimiento de los tiempos de reposo) según el esfuerzo efectuado, como en calidad (diseño de los espacios), es decir, la fatiga es un mecanismo de defensa del organismo que nos indica que debemos descansar.

Existen diversas clasificaciones de herramientas manuales en función de la tarea a realizar. El tipo de tarea y acción serán determinantes para definir la clase de herramienta manual y evaluar los riesgos a los que estará sometido el trabajador y las medidas preventivas a adoptar. A continuación se exponen algunas de las clasificaciones más empleadas en función de distintos enfoques (figura 2).

La acción a ejecutar por el operario	El tipo de trabajo que realizan	El tipo de efecto que se quiere conseguir con la herramienta	El esfuerzo que realice la mano
Para cortar, apretar, agarrar (Tijeras, Alicates, Cuchillos...). Para martillar (Martillos, Mazos, Picos...).	Para montaje (Destornilladores, Llaves, Punzones...). Para golpe (Martillos, Mazos, Picos...).	De corte (Tijeras, Alicates, Cuchillos...). De apriete (Destornilladores, Llaves...).	Torsión (Destornilladores, Llaves...). Aprehensión (Tornillos, Pinzas...). Tracción (Alicates...).

³ Carga externa: Suma de todas las condiciones y demandas externas, presentes en el sistema de trabajo, que actúan perturbando el estado físico o psicológico de una persona (EN ISO 6385: 2004).
⁴ Fatiga de trabajo: Manifestación, mental o física, local o general, no patológica, de una tensión de trabajo excesiva, completamente reversible mediante el descanso (EN ISO 6385:2004).



La acción a ejecutar por el operario	El tipo de trabajo que realizan	El tipo de efecto que se quiere conseguir con la herramienta	El esfuerzo que realice la mano
Para impulsar (Destornilladores, Llaves...). Para ser golpeado (Punzones, Cinceles...).	Para sujeción (sargentos, tornillos de mesa, mordazas...). Para corte (Cuchillos, Limas, Sierras, Seguetas, Cepillos, Cinceles, Tijeras...). Para medición y marcación (Reglas, Micrómetros, Flexómetros...).	De percusión (Martillos, Mazos, Picos, Punzones, Cinceles, ...).	Empuje (Martillos, Mazos, Picos, Sierras, Cuchillos...).

Figura 2. Clasificación en función de distintos enfoques

2.1.2. Espacio y ambiente de trabajo

- Asegurarse de que se dispone de espacio suficiente para la realización de la tarea.
- Comprobar si el entorno tiene unas condiciones especiales: Atmosferas ATEX, H% elevada, espacio confinado o atmósferas enrarecidas...
- Condiciones termohigrométricas.
- Iluminación.
- Orden y limpieza.

Figura 3. Criterios de selección – Análisis del espacio y ambiente de trabajo



Si el espacio de trabajo⁵ es reducido o angosto, esto puede obligar al trabajador a adoptar posturas que causan tensión muscular, y a tener que generar mayor esfuerzo físico para llevar a cabo las tareas, lo que puede provocar una lesión o daño en la mano o en otra parte del cuerpo.

Es primordial seleccionar una herramienta que se ajuste al espacio de trabajo y que pueda ser utilizada dentro del área disponible. Por ejemplo, para una tarea que requiera mucha fuerza aplicada en un área pequeña, es importante elegir una herramienta que permita un agarre de fuerza. Si no se puede usar una herramienta con mango largo, se puede utilizar una de mango corto con la que se pueda alcanzar directamente la parte que necesita ser reparada, manteniendo la muñeca sin desviar.

Por otro lado, a la hora de analizar la tarea y elegir la herramienta más adecuada, uno de los factores a tener en cuenta es el entorno en el que se va a desarrollar ese trabajo, que puede variar sensiblemente dependiendo de si la tarea se realiza siempre en el mismo lugar o no.

Los factores ambientales pueden ser de origen químico, biológico o físico. En la mayoría de las ocasiones los factores de tipo físico van a ejercer una mayor influencia a la hora de la selección de la herramienta. Las **condiciones ambientales** adversas, fundamentalmente por agentes físicos como: ruido, vibraciones, radiaciones, calor, frío e iluminación, pueden actuar como factor que puede incrementar la generación de fatiga.

Las condiciones termohigrométricas de un lugar de trabajo están íntimamente relacionadas con la decisión de elegir los medios más adecuados para que los trabajadores puedan ejecutar la tarea correctamente. Especialmente la temperatura y la humedad, relacionadas con la sudoración de la mano, es un factor importante a la hora de poder elegir una herramienta u otra.

Independientemente del cumplimiento normativo en lo relativo a temperatura, iluminación, ruido, vibraciones, etc., se recomienda preferentemente la utilización de luz natural y, en caso de no ser suficiente, se empleará luz artificial general, que a su vez se complementará con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados. Cuando la iluminación no es la adecuada pueden aparecer molestias visuales y oculares, aumentar la fatiga visual y, como consecuencia, producirse más accidentes y disminuir el bienestar y la eficacia.

⁵ Espacio de trabajo: Volumen asignado, en el sistema de trabajo, a una o más personas para llevar a cabo la tarea de trabajo. (EN ISO 6385:2004)



En caso de trabajos en ambiente sometido a un elevado nivel de vibraciones, se utilizarán preferentemente herramientas con mayor capacidad de absorción de la vibración.

Para tareas con riesgo eléctrico, será conveniente utilizar herramientas manuales aisladas o aislantes. Las herramientas aisladas son aquellas fabricadas con material conductor, recubiertas total o parcialmente de un material aislante; las herramientas aislantes son las fabricadas total o esencialmente con material aislante a excepción de insertos de materiales conductores usados como refuerzo, pero sin parte metálica accesible. Actualmente está vigente la norma UNE EN 60900:2012 *Trabajos en tensión. Herramientas manuales para trabajos en tensión hasta 1 000 V en corriente alterna y 1 500 V en corriente continua*. Hay que destacar que, tal y como se indica en la Guía de aplicación de la Directiva de Baja Tensión (Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. DOUE de 27/12/2006, derogada con efectos 20 de abril de 2016 por la Directiva 2014/35/UE, DOUE 29/03/2014), las herramientas para trabajos en tensión no están incluidas en el ámbito de aplicación de esta directiva y por ello, aunque el fabricante de la herramienta cumpla con la norma indicada, la herramienta no tendrá marcado CE. En cualquier caso, desde un punto de vista preventivo, es importante que la herramienta cumpla las especificaciones de la norma, pues es una garantía de que aporta protección frente al riesgo por contacto eléctrico.

Por otro lado, conviene indicar que el trabajo con cierto tipo de herramientas, como picos o martillos, puede provocar electricidad estática o chispa, por lo que será necesario realizar una evaluación de riesgos específica en el caso de trabajos en atmósferas explosivas. El principal riesgo presente cuando se utilizan herramientas metálicas en atmósferas explosivas es la generación de chispas debido al rozamiento o a los golpes a los que se ve sometida la herramienta. Una solución para reducir este riesgo es aplicar un revestimiento que proteja la zona metálica frente a posibles golpes o fricciones y que este revestimiento no genere chispas debido a fenómenos electrostáticos. Sin embargo, esta solución no es válida para las herramientas de percusión (mazos, picos, buriles, etc.), por lo que, para este tipo de trabajos, se utilizan herramientas fabricadas con aleaciones de bronce-aluminio o de cobre-berilio.



2.3. Análisis postural y biomecánico

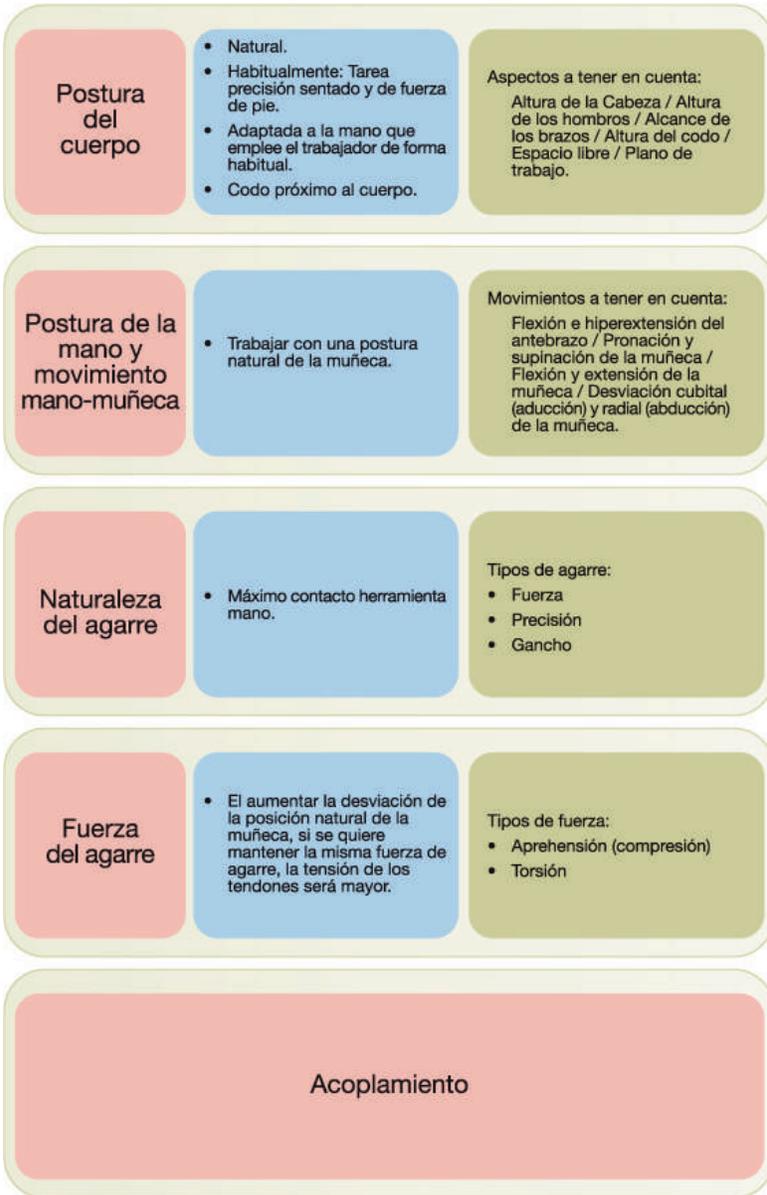


Figura 4. Criterios de selección – Análisis postural y biomecánico



Figura 5. Postura de trabajo

2.3.1. Postura del cuerpo

La postura⁶ de trabajo (figura 5) debe ser lo más cómoda posible, debe permitir movimientos sencillos y que no produzcan efectos adversos para el trabajador. Se evitarán posturas giradas, inclinaciones, en definitiva posturas poco naturales e incómodas.

El problema aparece en los casos en los que se adoptan posturas mantenidas durante prolongados periodos de tiempo o bien posturas forzadas. Las posturas mantenidas son aquellas en las que se adoptan ángulos posturales que no tienen por qué ser grandes, pero que, mantenidos durante un tiempo prolongado, llegan a producir contracciones isométricas desfavorables. Una postura forzada es aquella en la que se adoptan ángulos muy acusados y poco funcionales.

Otro aspecto a considerar es si la actividad a realizar se llevará a cabo de pie o sentado. Por supuesto esto va a depender del tipo de tarea, no va a ser lo mismo un puesto fijo que un puesto itinerante, como suelen ser los puestos de mantenimiento. Tampoco va a ser lo mismo un puesto cuyas tareas sean de precisión que uno cuyas tareas sean de fuerza. En líneas generales, se prefiere una posición de pie en aquellas tareas que requieran fuerza y será preferible una posición de trabajo sentada en

⁶ Postura: Disposición del cuerpo, de sus segmentos o articulaciones (EN 1005-1:2001+A1:2008).



aquellos caso en los que la tarea sea de precisión. En caso de las tareas de precisión, los antebrazos deberán estar apoyados. En algunos casos y en especial en aquellos puestos itinerantes, las posturas que se adoptan pueden ser muy variables y en ocasiones incluso van a ser posturas forzadas. El análisis de estas posturas puede ser complejo y requerir una evaluación específica. Este documento no pretende analizar de manera específica las posturas.

Sin embargo, es interesante conocer de forma sencilla algún aspecto relacionado con la postura de trabajo:

- La postura debe ser lo más natural posible. Se deben permitir cambios posturales en la medida de lo posible. Se deberá evitar, por ejemplo, que el trabajador se arrodille, se ponga en cuclillas, se tumbe o trabaje por encima de los hombros. En caso necesario, se deberá realizar un análisis previo de dicha postura. Se pueden reconocer estas posturas al desviarse de la postura neutra de una forma considerable. Este análisis deberá tener en cuenta otros aspectos como el tiempo de permanencia en esa postura, el tiempo de descanso, la repetitividad de la tarea, la fuerza a realizar, el peso, los movimientos, las condiciones ambientales, etc.
- La posición de trabajo podrá ser de pie o sentada. Habitualmente predominan posiciones de pie. En caso de ejercer fuerza, esta se realizará de manera descendente, procurando disponer el plano de trabajo por debajo del codo y adoptando una postura relajada.
- Puesto que el uso de herramientas habitualmente se realiza con una mano, se debe considerar si el trabajador es zurdo o diestro a la hora de analizar la postura. Existen herramientas diseñadas para el uso de forma indistinta por una u otra mano o bien diseñadas para el empleo de ambas manos a la vez.
- La herramienta debe permitir que el usuario trabaje con los codos lo más próximos al cuerpo, especialmente en trabajos de precisión.
- En trabajos de mucha precisión el antebrazo, o al menos la mano, debe apoyarse sobre la superficie de trabajo durante el uso de la herramienta. Si no es posible, se pueden proporcionar apoyabrazos suspendidos sobre el plano de trabajo.
- Una postura del cuerpo adecuada podrá contribuir a evitar, entre otros, riesgos de caída de objetos, golpes, cortes, resbalones o proyección de partículas.



A la hora de determinar la postura corporal se deben considerar los siguientes aspectos:

Altura de la cabeza: Se debe observar la altura de los ojos a la hora del empleo de la herramienta. Esta exigencia visual obliga a mirar hacia la zona de acción, tendiendo a inclinar la cabeza. Se deberá llegar a un compromiso entre la postura de la cabeza y por tanto su altura y la postura de las extremidades superiores.

Altura de los hombros: Se deben evitar, en la medida de lo posible, las tareas que obligen a la adopción de una postura con los brazos por encima de los hombros. El plano de trabajo debe evitar elevaciones de los hombros.

Alcance de los brazos: El elemento de trabajo debe estar colocado de tal manera que se eviten extensiones, retroflexiones y abducciones muy amplias. Las herramientas que se vayan a usar de forma frecuente se deberán colocar lo más cerca posible del cuerpo y en la zona frontal (pero que permita los movimientos propios de la tarea).

Altura del codo: El plano de trabajo será diferente en función de la tarea (fuerza o precisión) que se realice y en función de que la actividad se lleve a cabo de pie o sentado. Este plano de trabajo determinará la altura del codo y en la mayoría de los casos se deberá encontrar por debajo del codo para poder aprovechar la musculatura de la parte superior en la aplicación de la fuerza. Cuanto más masa muscular, menor carga y, por tanto, menos riesgo de trastorno musculoesquelético.

Otros aspectos relacionados con la postura son el espacio libre y el plano de trabajo:

Espacio libre: Se debe considerar el espacio para las piernas, los brazos y en definitiva para todo el cuerpo. Hay que considerar que va a ser necesario el espacio para el recorrido del movimiento que requiera el uso de la herramienta; espacio para el objeto que se vaya a manipular, reparar o fabricar; para el trabajador y para la propia herramienta. Poco espacio obligará a la adopción de posturas inadecuadas. También hay que prever distancias de seguridad a elementos peligrosos de la zona, así como los posibles cambios posturales.

Plano de trabajo: El plano de trabajo es otro aspecto que se debe analizar. Es más fácil reconocer los planos de trabajo en los puestos fijos que en los itinerantes. La altura e inclinación óptima del plano de trabajo va a depender de las características de la tarea y de los trabajadores. El plano de trabajo puede ser horizontal o inclinado. Estos planos de trabajo se pueden dividir en unas zonas en función del alcance en dichas zonas. Supongamos un plano horizontal (figura 6): la primera zona (Zona 1)



se debe reservar para trabajos habituales y la segunda para trabajos ocasionales (Zona 2).

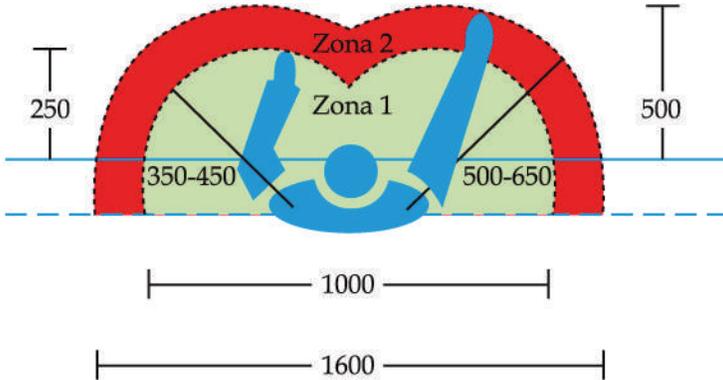


Figura 6. Zonas de alcance en el plano horizontal

En muchas ocasiones el plano de trabajo es horizontal, pero en otras ocasiones se debe considerar el plano inclinado, siendo importante el plano inclinado a 90° , es decir, el vertical (figura 7). Este plano se encuentra en trabajos que requieren realizar tareas sobre paneles verticales o equipos. Para tareas que requieran precisión y alta demanda visual, se recomienda un ángulo de aproximadamente 15° .

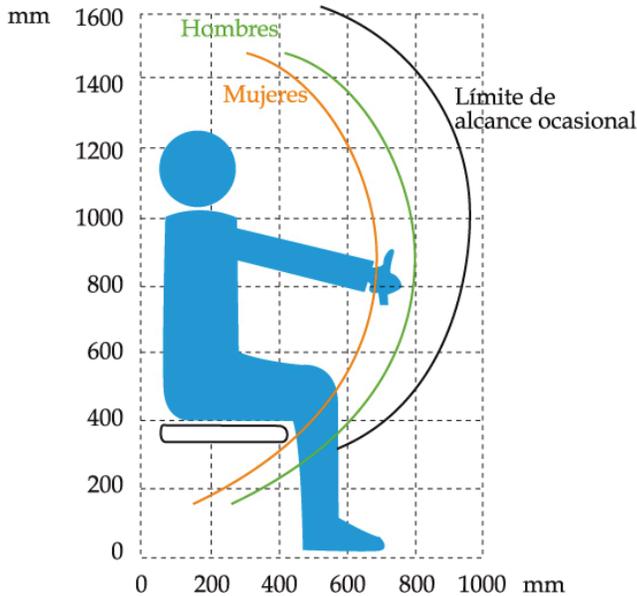


Figura 7. Zonas de alcance en el plano vertical



En definitiva, a la hora de seleccionar el mango de una herramienta, no sólo se debe considerar la fuerza a aplicar, hay otros aspectos como el plano de trabajo que pueden ser determinantes. Una misma acción (atornillar), realizada en diferentes planos de trabajo, requerirá herramientas con diferentes mangos (figura 8).

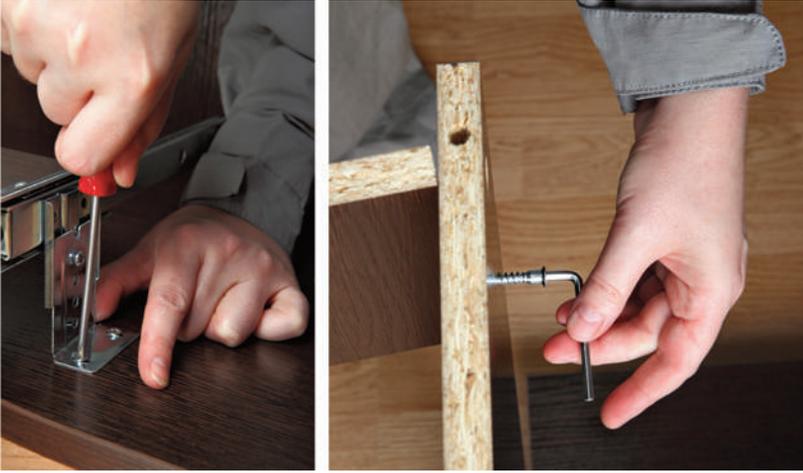


Figura 8. Ejemplos de atornillar en el plano horizontal (a) y vertical (b)

2.3.2. Postura de la mano y movimiento mano-muñeca

La mano es una de las partes más complejas del cuerpo humano. Coexisten músculos, huesos, nervios, tendones, vainas tendinosas, arterias y venas. Todas ellas relacionadas y localizadas en un espacio muy pequeño. Una parte especialmente crítica es el tunel carpiano. Está delimitado por los huesos del carpo y por el ligamento anular del carpo. Por este “hueco” atraviesan tendones y vainas tendinosas, que por su proximidad pueden producir diferentes afecciones, la más frecuente es el síndrome del tunel carpiano. El tamaño y forma de la empuñadura de la herramienta va a ser determinante para evitar presiones localizadas en esa zona durante su uso.

A la hora de definir las posturas y los movimientos se debe partir de una posición de referencia, que se denominará posición neutra (figura 9).



Figura 9. Posición neutra de la mano

A partir de la posición neutra se describen los movimientos habituales de la muñeca y del antebrazo (figura 10):

- Flexión e hiperextensión del antebrazo.
- Pronación y supinación de la muñeca.
- Flexión y extensión de la muñeca.
- Desviación cubital (aducción) y radial (abducción) de la muñeca.

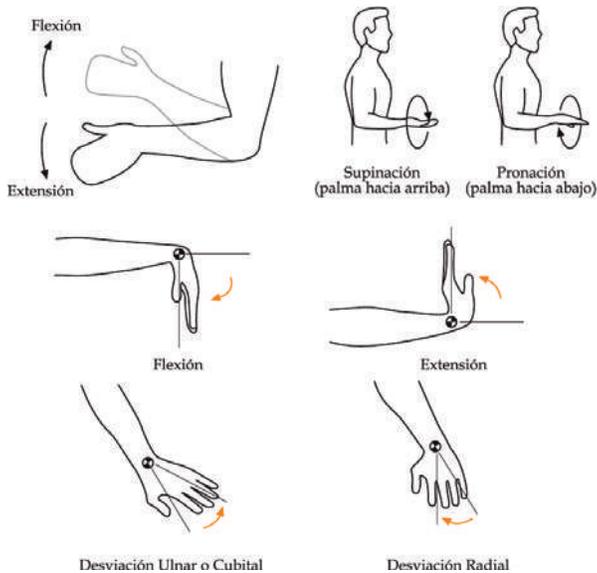


Figura 10. Movimientos de la muñeca y el antebrazo



A estos movimientos generales de la muñeca y el antebrazo hay que añadir los movimientos que pueden realizar las falanges: abducciones, aducciones, flexiones, movimiento de pinza, prensión, hiperextensión de los dedos, compresión digital, etc. (anexo II). En definitiva, la mano es una de las partes del cuerpo que puede realizar mayor número de movimientos.

La postura de la mano debe ser coherente con la tarea y con la herramienta concreta utilizada, de modo que, en la medida de lo posible, se eviten riesgos de golpes, cortes, arañazos, etc. La posición de la mano y del antebrazo debe ser natural. Por ejemplo, en el caso del agarre de un martillo: la muñeca supinada algo más de la mitad, una desviación radial de unos 15° y ligeramente flexionada en dirección dorsal, con el dedo pulgar aducido y flexionado, el meñique muy flexionado y el resto de los dedos algo flexionados (figura 11.a).



Figura 11. Agarre de un martillo: (a) Correcto; (b) incorrecto con la muñeca flexionada

Una postura de la mano inadecuada junto con un tiempo de exposición elevado puede provocar una sobrecarga compresiva en algún punto determinado de la mano o la muñeca. Por ejemplo, un agarre de un martillo, u otro tipo de herramienta, en la que la posición de la muñeca obliga a adoptar la postura de la figura 3b, va a producir una compresión intensa sobre la zona de la muñeca y esta, a su vez, provocará una inflamación de las vainas tendinosas, y afectará a la irrigación sanguínea y a la compresión excesiva de los nervios, pudiendo producir tendinitis (inflamación de los tendones) o fatiga (por la mala vascularización muscular de la zona) entre otros problemas. Esta situación derivará en una disminución de la destreza y la sensibilidad de la zona afectada y aumentará la fatiga muscular, por tanto disminuirá la capacidad del trabajador para realizar la tarea.



2.3.3. Naturaleza del agarre

Algunos autores denominan al agarre **presión de un objeto**⁷. Hay cuatro tipos de agarre, principalmente, que se denominan palmar, de fuerza, de pinza y de gancho. En el caso de herramientas los agarres que van a adquirir mayor importancia van a ser el de fuerza y pinza y, en menor medida, el de gancho.

- **Agarre de fuerza** (figura 12): En este tipo de agarre el pulgar y el resto de los dedos están colocados de forma opuesta y rodean a la herramienta de forma que se consigue la máxima superficie de contacto entre la palma de la mano y el mango de la herramienta.

Con este agarre se consigue aplicar gran fuerza. Hay dos tipos de agarre de fuerza: diagonal y transversal. El caso del ejemplo de la figura 8 es de tipo transversal y representa el agarre característico de la tarea de clavar con un martillo.



Figura 12. Agarre de fuerza

- **Agarre de pinza** (figura 13): Es un agarre más delicado y que puede generar más fatiga. El agarre de pinza es aquel que sujeta la herramienta entre el pulgar y la punta de los dedos, en especial el dedo índice. Dentro de los agarres de pinza se pueden considerar pinza con punta de los dedos, pinza palmar y

⁷ Presión de un objeto: modo en el que pueden manejarse los objetos (sostenidos o movidos con las manos). El tipo de presión efectuado (por ejemplo: presión en pinza, presión en gancho, presión de fuerza) y diseño y colocación respecto a las características, tanto de la tarea como del objeto manipulado, determinarán el grado de dificultad de la tarea de manejo (UNE-EN 1005-1).



pinza lateral. Se denomina también **agarre de precisión** cuando se utilizan pequeños músculos con mayor control nervioso. Un agarre de pinza va a proporcionar un 20% menos de fuerza que un agarre de fuerza.

El **agarre de fuerza fina** (cuando la herramienta está diseñada con un diámetro inferior o igual a 2 cm y se requiere aplicar fuerza con los dedos) es uno de los peores agarres y habrá que evitar herramientas que estén diseñadas de esa manera.



Figura 13. Agarre de pinza

- **Agarre de gancho** (figura 14). Durante este tipo de agarre actúan todos los dedos menos el pulgar. Las articulaciones interfalángicas proximales y distales se flexionan alrededor de un asidero.



Figura 14. Agarre de gancho



2.3.4. Fuerza de agarre

Para cualquier manipulación de herramientas se va a requerir algún tipo de fuerza, aunque sólo sea para sujetar la herramienta.

Para poder describir tanto el tipo de agarre como la fuerza que se realiza, la biomecánica intenta explicar cómo las fuerzas de tracción de los músculos se convierten en fuerzas de agarre. Para ello se han descrito distintos modelos biomecánicos.

Uno de los métodos consiste en una descomposición de fuerzas en un punto determinado, en el de intersección del ligamento según el ángulo que forman con los tendones de los músculos de las falanges, así se va a determinar la fuerza de agarre.

Otro método consiste en tratar las fuerzas de rozamiento como si fuera una polea. Por la muñeca pasan diferentes tendones de los músculos. Estos van a adoptar unos ángulos de curvatura. En función del radio de curvatura de la muñeca se van a producir diferentes fuerzas de rozamiento. La fuerza de rozamiento se va a calcular igual que en una polea. Tras una serie de cálculos se llega a las expresiones:

$$F_r = 2 F_t \text{ sen } (\theta/2)$$

$$F_l = (2,8 \times 4,3) F_t$$

Donde:

F_r es la fuerza total radial.

θ es el ángulo de desviación de la muñeca.

F_t es la fuerza media del tendón.

F_l es la fuerza de agarre.

Este método permite explicar que un ángulo elevado de desviación de la muñeca va a aumentar la fuerza de rozamiento y esta va a producir una disminución de la fuerza de agarre. Esto quiere decir que, al aumentar el ángulo, si se quiere mantener la misma fuerza de agarre, la tensión de los tendones será mayor. Si bien se pueden considerar los siguientes tipos de fuerza en función del tipo de movimiento que se realice acompañando a esa fuerza:

Fuerza de aprehensión (o compresión): Esta fuerza es de las más importantes. Dependerá de la fuerza aplicada y de la distancia requerida por la herramienta (o



del grado de apertura de la mano). Es fundamental que el diseño de las herramientas se ajuste a las dimensiones de donde se realice la mayor fuerza. Así se optimizarán mejor los esfuerzos realizados. En algunos casos, hay herramientas, como tenazas o alicates, que requieren el uso de ambas manos.

Cuanto más largo sea el mango de herramientas tipo llaves inglesas, empleadas para el apriete de tuercas, mayor fuerza se ejercerá en el punto de apriete. Este aspecto se considerará a la hora de elegir una herramienta de este tipo. Cuando se requiere que las tuercas y tornillos sean apretados con una fuerza determinada, dicha fuerza es lo que se conoce como par de apriete. Lo habitual es expresarlo en Nm (Newton por metro). Para poder dar un par de apriete determinado se utilizan llaves dinamométricas, que son llaves que avisan de cuándo se ha alcanzado el par que se quiere dar.

Lo que nos interesa, en este caso, es saber qué fuerza va a tener que ejercer el trabajador en función de la llave dinamométrica que esté usando y el par de apriete requerido. Por ejemplo: si tenemos una llave dinamométrica de 50 cm (0,5 m) desde el eje de la tuerca a apretar hasta el punto en que el operario ejerce la fuerza y queremos apretar la tuerca con un par de 120 Nm, la fuerza que ejerce el operario es el equivalente a levantar un peso aproximado de 24 kilogramos, ya que $120\text{Nm}=240\text{N}\times 0,5\text{m}$ y $240\text{N}/9,8\text{N}=24,49$ kilogramos-fuerza (figura 15).

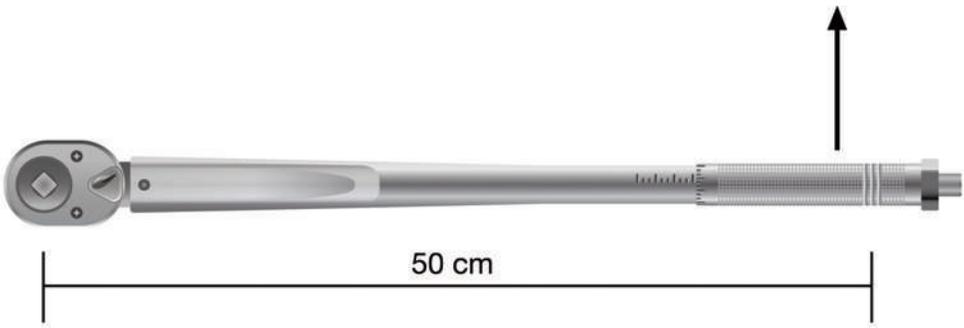


Figura 15. Llave dinamométrica

Fuerza de torsión: Este tipo de fuerza se ejerce con herramientas tipo destornillador. En el movimiento de torsión se ven implicado músculos de la mano y del antebrazo. Los movimientos que se van a realizar son de pronación y supinación de la muñeca. Se debe considerar si la fuerza se va a realizar con toda la muñeca o bien sólo en la punta de los dedos. El par de torsión depende de la capacidad del traba-



jador para transmitir la fuerza al mango. Esta fuerza también dependerá del coeficiente de rozamiento y del diámetro del mango.

Se ha observado que los diestros realizan los giros en sentido de las agujas del reloj con mayor fuerza que los zurdos.

2.3.5. Acoplamiento

El acoplamiento va a hacer referencia a la zona de la herramienta que va a estar en contacto con la mano. Este ajuste de la mano a la herramienta va a depender, entre otros factores, de las dimensiones antropométricas de la mano del trabajador usuario de dicha herramienta (anexo I). Por tanto, dada la variabilidad interpersonal, no existen medidas universales para diámetros y anchuras de las herramientas válidas para toda la población. La selección de la herramienta se debe realizar teniendo en cuenta las características concretas del trabajador que la vaya a emplear. En la bibliografía algunos autores proponen una serie de dimensiones de las herramientas, a la vista de las medidas antropométricas de la población trabajadora, en un momento determinado y en un área geográfica determinada. Se expondrán algunas de las medidas de herramientas más consensuadas.

En este punto, se deberán observar los mangos, asas o empuñaduras. Cuanto mejor sea este acoplamiento, más natural será realizar la tarea.

Para agarres de fuerza en mangos cilíndricos, se recomienda que los dedos rodeen más de la mitad de la circunferencia pero que nunca se llegen a unir los dedos con el pulgar. Las personas con manos pequeñas no deben utilizar nunca herramientas manuales con mangos con un diámetro superior a 60mm.

Los criterios para el diseño de los mangos para favorecer en general un adecuado acoplamiento en agarres de fuerza son los siguientes:

- El plano de la mano debe estar en semipronación y con un ángulo de agarre de unos 70°.
- La anchura del mango debe ser de unos 120 mm mínimo y un espacio por encima de los dedos de 70 mm.
- El diámetro será de aproximadamente 40 mm y la forma, cilíndrica o elíptica.
- La presión en la mano será inferior a 2KPa.



Existe una prueba muy sencilla para comprobar si el acoplamiento mano-herramienta es adecuado. Esta prueba es válida cuando se deba rodear toda la herramienta con la palma de la mano. Es la prueba de la huella (figura 16). Consiste en cubrir el mango de la herramienta con una pintura o un tinte. Se usa la herramienta y posteriormente se plasma la huella en un papel. Si la huella que se deja en el papel cubre gran parte de la superficie de la mano, significa que el agarre es bueno (figura 16.a), pero si la huella cubre sólo parcialmente la mano, implica que el agarre no ha sido adecuado (figura 16.b).



Figura 16. Prueba de la huella: (a) con buen agarre; (b) con un mal agarre

Hay herramientas como alicates, tenazas o tijeras que disponen de dos mangos. La fuerza principal se realiza al acercar las dos empuñaduras del mango. En este caso se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La distancia entre las dos empuñaduras cuando se ejecuta el máximo esfuerzo.
- La fuerza de aprehensión dependerá de la apertura de la mano. El diseño de las herramientas tiene que buscar que el trabajador ejerza el mayor esfuerzo con la menor contracción muscular. Si se aumenta la distancia de las asas, se disminuirá la capacidad de hacer fuerza.
- Las asas deben tener una pequeña curvatura que ayude a la adopción de la postura adecuada de la mano.
- Se recomienda que dispongan de un muelle de retroceso para que se abra de forma automática.



- A veces, puede ser necesario colocar algún tope entre las asas para evitar el pinzamiento de la mano al cerrar las dos asas.

En todos los casos, pero especialmente en las herramientas de precisión, las dimensiones de las herramientas pueden ser muy variables. Como norma general se recomiendan diámetros del mango entre 6 y 13 mm. En herramientas de agarre doble (tipo pinzas) la distancia entre los mangos en posición cerrada será de 25 mm aproximadamente y en posición abierta, de 76 mm.

2.4. Análisis de la herramienta

Hasta este momento, se han descrito las características antropométricas y biomecánicas del trabajador y se ha introducido algún aspecto del mango de la herramienta para favorecer el acoplamiento persona-herramienta. Ahora, hay que describir las características de las herramientas en su conjunto (figura 17), pues en este conjunto de persona-herramienta es fundamental conocer ambos aspectos para poder llegar a un adecuado acoplamiento dentro de todo el sistema de trabajo.

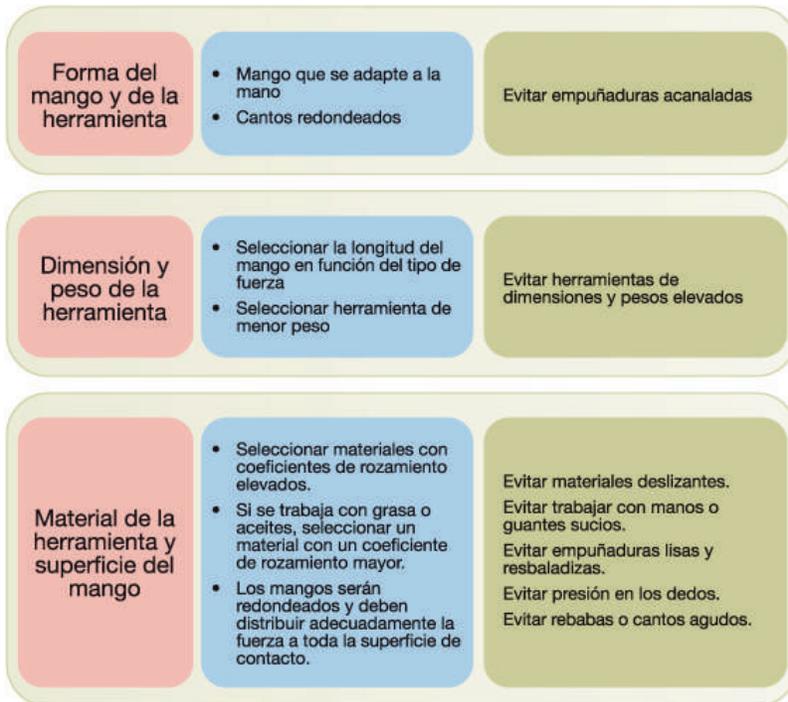


Figura 17. Criterios de selección – Análisis de la herramienta



2.4.1. Forma del mango y de la herramienta

2.4.1.1. Forma del mango

El mango debe proporcionar el máximo contacto entre la herramienta y la piel (o guante). En general su sección será cilíndrica achatada o elíptica. A modo de ejemplo, los mangos podrán tener formas diferentes como por ejemplo: A, D o I (figura 18).



Figura 18. Diferentes formas de las empuñaduras o mangos

Dependiendo de la forma de la que dispongan las herramientas, la parte en contacto con la mano tendrá que tener unas características básicas: en definitiva se deberá adaptar al contorno de la mano en la posición de agarre.

El mango se deberá diseñar para que la postura de la mano sea lo más próxima a la posición neutra, tal y como se ha descrito en los apartados anteriores y se optimice la fuerza que el trabajador pueda ejercer con la herramienta.

Para considerar las dimensiones de los mangos, en primer lugar se debe definir el uso previsto de la herramienta y a continuación establecer los criterios biomecánicos de la tarea. Estas especificaciones biomecánicas se deberán conjugar con las características antropométricas. Los mangos y empuñaduras deben:

- Estar adaptadas a la anchura y longitud de la mano. El mango es conveniente que sobresalga del puño, para evitar una presión sobre la palma de la mano.
- Tener en cuenta la amplitud del movimiento necesario. Este se debe ajustar a la amplitud máxima de rotación de la articulación corporal correspondiente: hombro, codo, muñeca.
- Considerar el eje de trabajo que debe ser la prolongación natural del eje mano-brazo.

Se deben evitar empuñaduras con acanaladuras (figura 19). En pocas ocasiones se ajustan las acanaladuras a las dimensiones de los dedos. Normalmente estas serán



grandes o pequeñas, de tal manera que se apoyarán los dedos sobre sus bordes produciendo una presión sobre los nervios y vasos sanguíneos.



Figura 19. Alicata corta-alambres y serrucho con empuñaduras acanaladas

Se ha observado que en herramientas de pequeño tamaño la sección puede ser hexagonal en lugar de cilíndrica. A veces, esta forma puede favorecer el agarre, pero hay que observar que los cantos sean redondeados.

Numerosos estudios señalan la importancia de analizar el tipo de tarea a la hora de evaluar y diseñar la herramienta manual utilizada. Por ejemplo, en 1982, J. Armstrong realizó un estudio biomecánico del trabajo de corte de una empresa avícola. Su objetivo era asociar el diseño de los cuchillos a las patologías sufridas en los miembros superiores. Observó que la incidencia de los traumatismos repetitivos en la muñeca y en la mano era un 50% superior al resto de los trabajadores de la planta. Comprobó que en el uso de un cuchillo tradicional, los trabajadores requerían realizar una flexión extrema de la muñeca y una desviación cubital elevada de la mano. Propuso un diseño de cuchillo (figura 20) con una empuñadura tipo pistola y también propuso seleccionar la hoja del cuchillo en función del tipo de corte de la tarea. Estas modificaciones del cuchillo reducían la fatiga muscular. Otro beneficio que se observó fue que, al cambiar la configuración de la tarea, se reducía el tiempo necesario de sujeción del mango entre los cortes y esto también contribuía a la reducción de la fatiga muscular.

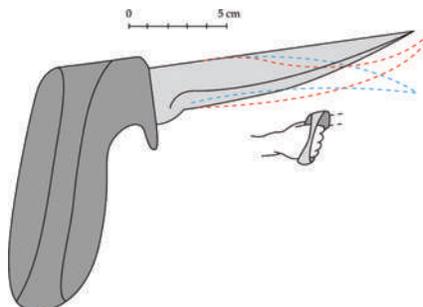


Figura 20. Propuesta de cuchillo para industrias avícolas, realizada por Armstrong (1982)



Otro estudio diferente fue el realizado por Knowlton y Gilbert en 1983. Estos autores describieron la carga muscular que se necesitaba a la hora de martillar. Observaron que con una empuñadura con una curvatura se reducía la carga muscular debido a la menor fuerza de agarre que se ejercía. Estudiaron el esfuerzo que se realizaba al clavar 20 clavos con diferentes martillos: uno con una empuñadura con una inclinación de 19° y otro recto (figura 21). Posteriormente, en 1986, Konz realizó un estudio similar con empuñaduras entre 0° y 32° de inclinación. En este caso, observaron que la eficacia de realizar 10 golpes era la misma con todos los martillos, si bien los trabajadores encontraban más confortable el empleo de los martillos con la empuñadura curva.

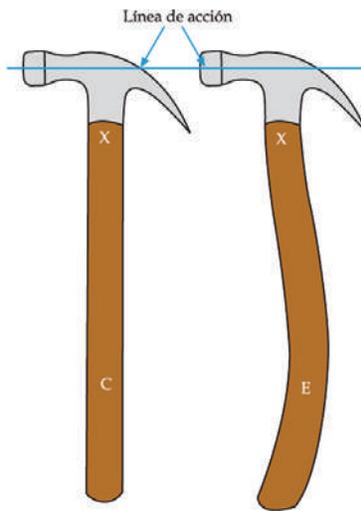


Figura 21. Martillo convencional y martillo propuesta de Kowlton y Gilbert (1983)

En todos los casos la herramienta se debe ajustar a la mano y en el caso de aquellas de dos mangos, como alicates y pinzas, la forma de la herramienta y la apertura de la misma deber ser coherentes con el tamaño de la mano. Por ejemplo, en algunos casos se pueden emplear alicates extensibles en lugar de tradicionales. En el caso de alicates tipo pinza, si el mango es recto, va a obligar a realizar movimientos de flexión con la muñeca, mientras que con uno curvo desaparece el problema.

El ángulo de agarre de los cuchillos está relacionado con la forma de aplicar la fuerza, por esto existe la variedad tan grande de cuchillos en el mercado que facilita diversas características en el agarre. En función de la empuñadura, la fuerza que ejerce el brazo se descompone en unas componentes horizontales y verticales que hacen más eficiente el trabajo de corte y evitan desviaciones perjudiciales para la muñeca.



2.4.1.2. Forma de la herramienta

No sólo se debe considerar el mango de la herramienta a la hora de una selección adecuada de la misma. La tarea también va a determinar la forma de la herramienta en su conjunto. En ocasiones, la tarea va a determinar la métrica de la herramienta: es el caso de las llaves. Otras veces, será la forma del filo, por ejemplo en el caso de los cuchillos que, además de seleccionar un filo cortante, se deberá seleccionar en función de la curvatura del mismo. El estudio de Armstrong en 1982 en la empresa avícola es un ejemplo de esto. En este estudio se modificó la forma del cuchillo y esta modificación contribuyó a la reducción de la carga física en los puestos de despiece.

No se debe olvidar que una buena calidad en cuanto a materiales tanto del mango como de los filos es un criterio fundamental a la hora de seleccionar una herramienta, por sencilla que sea esta. A veces los accidentes con herramientas manuales se producen cuando la herramienta es de mala calidad o está deteriorada y los filos no cortan lo deseado.

En el caso de las tijeras se observa que en el mercado hay una gran diversidad de ellas. Las diferentes actividades en las que se emplean han determinado no sólo el tipo de mango y por tanto de agarre (mediante anillas o mangos) sino también las diferentes formas de cuchillas (con variación en sus tamaños, materiales e inclinaciones). El análisis acerca de la relación de momentos de fuerza aplicados hace que las tijeras adquieran formas cada vez más extrañas para nuestros ojos pero más adaptadas para las tareas (figura 22).

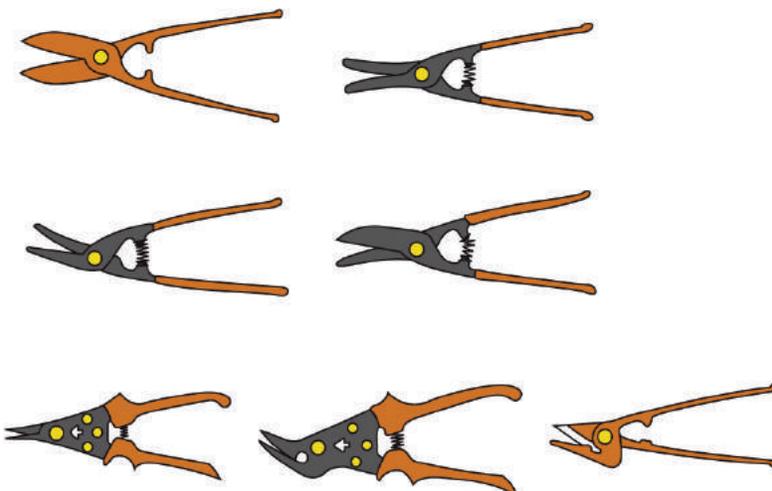


Figura 22. Ejemplos de diferentes tipos de tijeras para la poda



2.4.2. Dimensión y peso de la herramienta

2.4.2.1. Dimensión del mango y de la herramienta

Como ya se ha indicado, el tamaño de la herramienta, en general, debe adaptarse a la tarea y al espacio de trabajo disponible. En tareas, por ejemplo de apriete, el ajuste de la herramienta a la tarea es fundamental, por tanto una buena selección de la métrica de la herramienta será clave.

La longitud de los mangos es un aspecto importante a tener en cuenta. Un mango corto no resulta adecuado para un agarre de fuerza, mientras que un mango inferior a 19 mm será inadecuado para un agarre de precisión en el que se debe sujetar bien el mango entre el pulgar y el resto de los dedos. Dependiendo del sexo de los trabajadores los mangos deberán ser más o menos largos y en el caso de que se empleen guantes, se deberán añadir unos 10 mm más. Para un martillo la longitud ideal está entre 100mm y 150mm.

El diámetro es otro aspecto a considerar. Si el mango es pequeño, los dedos no van a poder ejercer una fuerza efectiva.

Tipo de herramienta	Diámetro	Apertura herramienta doble empuñadura		Longitud del mango
		Mango cerrado	Mango abierto	
Fuerza	32-51 mm	Superior a 51 mm	Inferior a 89 mm	Empuñadura más larga parte más ancha de la mano 100-150 mm
Precisión	6-13 mm	Superior a 25 mm	Inferior a 76 mm	-

Tabla 1. Dimensiones generales en función del tipo de herramienta

2.4.2.2. Peso de la herramienta

No se puede indicar un límite de peso de una herramienta. Cuanto menor sea el peso de la herramienta, será más favorable, y a mayor tiempo de uso, más importante será que la herramienta pese poco.

Si bien no hay un consenso sobre el peso de la herramienta se va a considerar que un peso entre 0,9 Kg y 1,5 Kg es un peso aceptable y como peso máximo se van a considerar los 2,3 Kg. Estos pesos son estimativos, pues dependerá de las características del usuario y de la tarea a realizar. Por ejemplo, si la tarea requiere una po-



sición con el brazo flexionado o un hombro abducido, el peso de la herramienta deberá ser menor.

2.4.3. Material de la herramienta y superficie del mango

Con independencia de que la herramienta sea de un material resistente y con la dureza, ductilidad y resistencia adecuada a la tarea, para herramientas que demandan agarres de fuerza, el material del que esté hecho el mango debe tener un coeficiente de rozamiento elevado, pues así se aumenta la fuerza de rozamiento y, por tanto, de agarre. Las manos sudorosas o con aceites o grasas disminuyen el rozamiento, así que habrá que evitar estas situaciones o bien tenerlo previsto a la hora de seleccionar el mango.

Los materiales con menor coeficiente de rozamiento son: flexiglás, esmalte, goma dura, PVC blando... y entre los que tiene mayor coeficiente de rozamiento están: la madera de haya o de fresno, el cuero, el corcho, la espuma dura de Poliuretano ...

El material, tanto de las empuñaduras como de la parte que ejecuta la acción, debe adaptarse a la tarea y, por ejemplo, en caso de trabajos con tensión eléctrica, se ajustará a normativa y se debe garantizar el aislamiento de las misma.

En general y a modo de resumen, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Los mangos de las herramientas no deben dejar surcos o marcas en la palma de la mano.
- Los mangos de las herramientas serán redondeados, sin cantos agudos, ni rebabas.
- Las empuñaduras deben distribuir la fuerza por toda la superficie de contacto. No deben producir presiones en los costados de los dedos.
- Los mangos tampoco deben ser lisos ni resbaladizos. Deben generar un coeficiente de rozamiento que favorezca un adecuado agarre (figura 23).
- Los mangos deben favorecer el agarre pero no deben resultar ásperos, pues pueden irritar la mano.



Figura 23. Ejemplo de empuñadura con un coeficiente de rozamiento elevado

3. RIESGOS MÁS COMUNES Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN EL USO DE HERRAMIENTAS

Una buena selección de las herramientas es la primera medida preventiva a tener en cuenta para un uso adecuado de las mismas, pero de nada servirá si se adquieren las herramientas adecuadas y no se emplean correctamente. En este apartado se pretenden dar a conocer de manera general los riesgos más comunes y las medidas preventivas que se deben llevar a cabo en el manejo de las herramientas. Por supuesto, el adecuado diseño del sistema de trabajo con espacio suficiente, adecuando los planos de trabajo y adaptando la carga de trabajo al trabajador, son condiciones indispensables para una buena adecuación del puesto. Se podrá comprobar que una de las principales medidas es la adquisición y selección adecuada de herramientas.

Para una información más detallada sobre alguna de las herramientas más habituales se puede consultar el anexo III, en el que se facilitan una serie de fichas específicas de distintos grupos de herramientas manuales.

3.1. Riesgos más comunes y causas

Los riesgos provocados por las herramientas manuales van a depender en gran medida del tipo de herramienta y de la forma de trabajar de las personas. La experiencia ha demostrado que en la mayoría de las ocasiones dichos riesgos pueden estar relacionados con:

- Golpes y cortes ocasionados principalmente en las manos o extremidades superiores con las herramientas durante la realización del trabajo.
- Golpes, cortes y pinchazos en diferentes partes del cuerpo como consecuencia de la proyección de los materiales de trabajo o de las mismas herramientas o partes de las mismas.



- Lesiones oculares como consecuencia de la posible proyección de partículas procedentes de los materiales con que se trabaja o de las mismas herramientas.
- Lesiones musculoesqueléticas derivadas de la realización de determinados sobreesfuerzos, adopción de posturas forzadas y/o movimientos bruscos (esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos...).
- Quemaduras y contactos eléctricos, bien sean directos o indirectos.

A la hora de analizar cuáles son las diferentes causas que pueden llegar a provocar los anteriormente mencionados riesgos se han podido relacionar estos, de una manera más o menos directa, con aspectos tales como los siguientes:

- Selección o adquisición de la herramienta inadecuada.
- Diseño inadecuado de la herramienta.
- Mala calidad de la herramienta.
- Estado defectuoso de la herramienta.
- Uso inadecuado o incorrecto de la herramienta.
- Abandono de herramientas en lugares peligrosos.
- Transporte de las herramientas de una forma inadecuada e incluso peligrosa.
- Herramientas mal conservadas.

Sin olvidar que muchas de estas causas se deben a una problemática en la mala organización del trabajo o de la falta de formación de los trabajadores, en ocasiones puede tener una componente psicosocial. Estos aspectos hay que conocerlos y analizarlos para poder adoptar las medidas preventivas adecuadas.

3.2. Medidas preventivas

Aunque realizar actividades preventivas para la eliminación de los riesgos puede parecer difícil, es aconsejable que estas actividades estén relacionadas con:

- **El diseño ergonómico de la herramienta**, a fin de que sean eficaces para la tarea a realizar por los propios trabajadores encargados de llevarla a cabo.



Como síntesis del capítulo anterior, será necesario considerar que su diseño permita:

- Desempeñar la función a realizar de una manera eficaz, segura y saludable.
 - Adaptarse a la mano del usuario durante su utilización.
 - Presentar una fuerza y resistencia acorde a la del usuario.
 - No generar una carga excesiva al usuario.
- El establecimiento de un **programa adecuado de prevención de riesgos laborales**. Dado que el uso inadecuado de las herramientas es una fuente muy importante de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, es necesario que se lleve a efecto un plan adecuado de prevención de riesgos laborales que básicamente puede estar compuesto por las siguientes etapas:
 1. Selección de la herramienta más adecuada para el tipo de trabajo a realizar.
 2. Mantenimiento y conservación de las herramientas en buen estado.
 3. Uso correcto de las herramientas siguiendo las instrucciones del fabricante si las hubiera y utilizándolas para el fin para el que se han concebido.
 4. Evitar un entorno próximo que pudiera implicar un incorrecto o difícil uso de las herramientas.
 5. Guardar y conservar las herramientas en un lugar seguro.
 6. Siempre que sea posible, procurar asignar a los trabajadores y de una forma personalizada las herramientas a fin de poder garantizar que se emplean las herramientas adaptadas a las características de los usuarios y que su uso y conservación son adecuados.
 - **La gestión adecuada de las herramientas**. Se debe considerar que la reducción de los accidentes hasta unos niveles aceptables no sólo pasa por la selección de un diseño adecuado de las herramientas y de un programa o plan de seguridad, sino que a su vez se hace necesario que se efectúe una gestión adecuada de ellas que abarque desde su adquisición hasta su mantenimiento y transporte.



De una forma general esta gestión debe suponer la realización de las siguientes actividades:

- La **adquisición** de las herramientas. Debe realizarse de tal manera que permita garantizar una calidad en consonancia con el tipo de trabajo a realizar, a la vez que se tenga la seguridad de que disponen de un diseño ergonómico adecuado a la tarea a realizar y a los usuarios.
- La realización de un **plan de formación** práctico. Se centrará en el correcto uso de cada herramienta en particular, por cada trabajador, a fin de que esta sea utilizada de una forma adecuada y única y exclusivamente para el fin y objetivo para el que se ha concebido la herramienta. En dicho plan formativo se debe incidir en que no se trabaje con una herramienta estropeada o rota, así como con accesorios de estas inadecuados para las operaciones a realizar. Este plan de formación se complementará con una serie de inspecciones técnicas que verifiquen el uso correcto de las herramientas.
- El **control** exhaustivo de las herramientas a fin de asegurarse de que todas ellas se encuentran en un perfecto estado. Se procurará realizar un almacenamiento adecuado de las herramientas para asegurarse de su buen estado de conservación para el uso al que se destinan.
- El **mantenimiento y transporte** de las herramientas. Debe ser realizado por personal especializado o, en su defecto, si ello no fuera necesario, realizarse de acuerdo con criterios o procedimientos que garanticen que el estado de estas después de las reparaciones no es origen de nuevos riesgos.



Figura 24. Gestión adecuada de las herramientas



Formación

El operario que vaya a manipular una herramienta manual deberá seguir un plan de formación teórico-práctica sobre los siguientes aspectos:

- No se deben utilizar las herramientas con otros fines que los suyos específicos, ni sobrepasar las prestaciones para las que técnicamente han sido concebidas.
- Utilizar la herramienta adecuada para cada tipo de operación.
- No trabajar con herramientas estropeadas.
- Utilizar elementos auxiliares o accesorios que cada operación exija para realizarla en las mejores condiciones de seguridad.

Siguiendo un programa de inspecciones técnicas, los mandos intermedios observarán periódicamente las posturas adoptadas en relación con la fuerza aplicada y cómo se efectúan las operaciones con las distintas herramientas manuales. Las deficiencias detectadas durante las observaciones se comunicarán a cada operario para su corrección, explicando de forma práctica en cada caso cuál es el problema y cuál la solución asociada.



Figura 25. Formación práctica sobre herramientas

Control y almacenamiento

Para mantener un adecuado nivel de orden y limpieza en el lugar de trabajo que evite accidentes, es recomendable guardar adecuadamente las herramientas en



función de quién, cómo, cuándo y dónde ha de encontrar lo que se busca, recoger las herramientas de trabajo en soportes o estantes adecuados que faciliten su identificación y localización y asignar un sitio para cada cosa y procurar que cada cosa esté siempre en su sitio. Cada emplazamiento debe estar concebido en función de su funcionalidad y rapidez de localización.

Dentro de un programa de seguridad, se debe comprobar que las herramientas se encuentren en perfecto estado (ver figura 26).

Las fases que comprende son:

- Estudio de las necesidades de herramientas y nivel de existencias.
- Control centralizado de herramientas mediante asignación de responsabilidades.

Las misiones que debe cumplir son:

- Asignación a los operarios de las herramientas adecuadas a las operaciones que deban realizar.
- Montaje de almacenamientos ordenados en estantes adecuados mediante la instalación de paneles u otros sistemas. Al inicio de la jornada laboral las herramientas necesarias serán recogidas por cada uno de los operarios debiendo retornarlas a su lugar de almacenamiento al final de la misma o al final de la tarea si finaliza antes.
- Periódicamente se debe inspeccionar el estado de las herramientas y las que se encuentren deterioradas deben enviarse al servicio de mantenimiento para su reparación o su eliminación definitiva.

En grandes instalaciones se puede emplear la ficha de entrega de calidad con registro de personal.



Figura 26. Control y almacenamiento de herramientas

Mantenimiento y transporte

El servicio de mantenimiento general de la empresa deberá reparar o poner a punto las herramientas manuales que le lleguen desechando las que no se puedan reparar. Para ello deberá tener en cuenta los siguientes aspectos (ver figura 27):

- La reparación, afilado, templado o cualquier otra operación la deberá realizar personal especializado evitando en todo caso efectuar reparaciones provisionales.
- En general, para el tratado y afilado de las herramientas, se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

Para el transporte de las herramientas se deben tomar las siguientes medidas:

- El transporte de herramientas se debe realizar en cajas, bolsas o cinturones especialmente diseñados para ello.
- Las herramientas no se deben llevar en los bolsillos, sean o no punzantes o cortantes.
- Cuando se deban subir escaleras o realizar maniobras de ascenso o descenso, las herramientas se llevarán de forma que las manos queden libres.



Figura 27. Mantenimiento y transporte de herramientas

Uso de EPI

En toda situación de trabajo o tarea en la que se haya identificado un riesgo, la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales establece que deberán evaluarse aquellos riesgos que no hayan podido ser evitados. El resultado de la evaluación de riesgos determinará la necesidad de las medidas preventivas y de protección necesarias. Entre las medidas de protección destacan los EPI, siendo responsabilidad del empresario proporcionarlos a los trabajadores.

Los EPI se pueden clasificar en función de las diferentes zonas del cuerpo que protegen:

- Protección del cuerpo.
- Protección de los pies.
- Protección auditiva.
- Protección de la cabeza.
- Protección ocular.
- Protección de las manos.
- Protección contra caídas a distinto nivel.

Se deberá cumplir el Real Decreto 773/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protec-



ción individual. Los EPI empleados deberán estar certificados según el Real Decreto 1407/1992, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual⁸.

Los EPI se deben diseñar y fabricar teniendo en cuenta: las condiciones previstas de uso; que el trabajador pueda realizar su actividad; y que le aporte una protección tan alta como sea necesaria.

En muchas ocasiones el empleo de herramientas manuales requerirá el empleo de guantes de protección mecánica (normas UNE-EN 388 y UNE-EN 420), algo que hay que tener en cuenta en la selección de la herramienta ya que los guantes modificarán la capacidad de agarre y sujeción de la herramienta. No obstante, se deberá valorar, en los casos correspondientes, la necesidad de protección ante otro tipo de riesgos, por ejemplo químicos o eléctricos.

A la hora de seleccionar unos guantes, dicha selección se llevará a cabo en función de la naturaleza del riesgo del que protegerse y de la tarea. Respecto a la naturaleza del riesgo del que hay que protegerse, se pueden clasificar en función de tres categorías (I, II y III), también hay que considerar la naturaleza del riesgo mecánico (abrasión, corte, rasgado y perforación) y la necesidad de proteger frente a otro tipo de riesgo (por ejemplo: frío o calor, eléctrico). Para conocer más al respecto se puede consultar la NTP 747. Guantes de protección: requisitos generales y la NTP 882. Guantes de protección contra riesgos mecánicos⁹.

Una vez definidas las características de protección de dichos guantes, se deben seleccionar en función de la tarea que se vaya a realizar. En el mercado pueden existir EPI con el mismo grado de protección pero que estén diseñados para tareas diferentes. Un guante adecuado para una tarea no tiene por qué ser adecuado para otra.

Por último y no menos importante, se seleccionará la talla del guante. Es fundamental una buena adaptación del guante a la mano del trabajador. Si el guante no se ajusta perfectamente a la mano del usuario, posiblemente el trabajador no la utilizará o bien el propio guante será una nueva fuente de riesgo. Las tallas están normalizadas y deberán estar marcadas en el guante (si se desea ampliar información, se puede consultar la NTP 747).

⁸ Actualmente es un período de transición ya que los nuevos EPI están sujetos al Reglamento 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de marzo de 2016 a partir de su fecha de entrada en vigor, y del 21 de abril de 2018, fecha en que se produce su total aplicación.

⁹ En la bibliografía se dispone del acceso directo a estas NTP.



En la actualidad existe una tecnología textil que permite una gran variedad de materiales para guantes. Se dispone de guantes con un nivel de dexteridad muy alto. Cuanto mayor es el número de dexteridad, mayor es el ajuste del guante al trabajador. Hay factores como el grosor del guante, la elasticidad o la deformidad que van a influir en la dexteridad.

Otros parámetros como la sensibilidad y el agarre también influyen. No existen ensayos específicos para determinar estas propiedades, dependerán de aspectos como el grosor del guante, las propiedades del material exterior y de la presencia de forro así como de las condiciones ambientales: exposición a temperaturas o humedad y del tipo de agarre que requiera la tarea. Esta situación hace necesario que los guantes, previa selección definitiva, se deban probar en una situación real de trabajo.

Por último, hay que recordar que los guantes, al igual que todos los EPI seleccionados, deben ir acompañados de Marcado CE, pictograma específico del riesgo con referencia a la norma específica y niveles de prestación, y el pictograma de información que indica la necesidad de leer el folleto informativo del fabricante. Información que se deberá facilitar al trabajador para su correcta utilización, cuidado y almacenaje (para ampliar información, se puede consultar la NTP 747).



Figura 28. Guantes de protección contra riesgos mecánicos

¹⁰ Nivel de dexteridad: capacidad de manipulación para realizar una tarea. Se asignan niveles del 1 al 5 tras un ensayo en el laboratorio que consiste en coger una varilla de una determinada dimensión con los dedos índice y pulgar con los guantes puestos.



ANEXO I: DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS DE LA MANO

A lo largo de todo el documento se han estado facilitando dimensiones de herramientas. Ya se ha comentado que estas se deben ajustar a las características individuales de las personas que vayan a realizar la actividad concreta y que las dimensiones que se proponen a lo largo del documento son orientativas y extraídas de bibliografía de reconocido prestigio, pues la diversidad humana es muy grande.

No obstante, en la tabla 2 se facilitan los datos antropométricos relacionados con la mano de la población activa española, de esta manera se dispone de una serie de datos reales para poder estimar grosores, longitudes y otras dimensiones de las herramientas. Para poder interpretar esta tabla es fundamental conocer las definiciones de cada dimensión antropométrica. (Ver tabla 2).

Dimensión				Mujeres			Hombres		
	P5	P50	P95	P5	P50	P95	P5	P50	P95
Longitud de la mano	163	183	202	159	173	188	172	188	204
Anchura de la mano en los metacarpianos	72	86	97	70	78	86	80	90	99
Longitud del dedo índice	64	72	81	62	68	75	67	73	82
Anchura proximal del dedo índice	17	20	23	16	18	21	18	21	23
Anchura distal del dedo índice	14	17	20	13	15	18	16	18	21

Tabla 2. Datos antropométricos de la población trabajadora española del año 1996

Definiciones

Longitud de la mano: Es la distancia perpendicular medida desde una línea recta trazada entre las apófisis estiloides hasta la punta del dedo medio (UNE-EN ISO 7250-1:2010).

Anchura de la mano en los metacarpianos: Distancia entre los metacarpianos radial y cubital, medida entre las cabezas del segundo y quinto metacarpiano. (UNE-EN ISO 7250-1:2010).

Longitud del dedo índice: Distancia desde la punta del dedo índice hasta la arruga proximal en la palma de la mano. (UNE-EN ISO 7250-1:2010).



Anchura proximal del dedo índice: Distancia máxima entre las superficies medial y lateral del dedo índice medida sobre la articulación entre las falanges media y proximal. (UNE-EN ISO 7250-1:2010).

Anchura distal del dedo índice: Distancia máxima entre las superficies medial y lateral del dedo índice medidas sobre la articulación entre las falanges media y distal. (UNE-EN ISO 7250-1:2010).

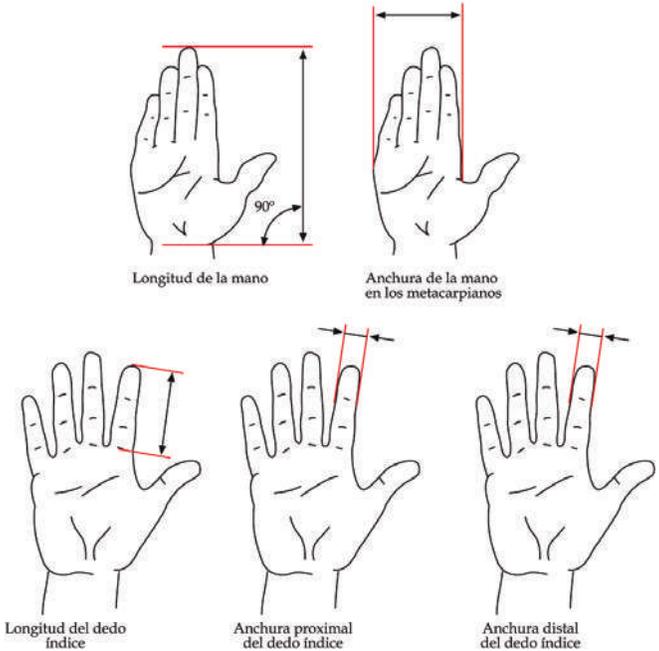


Figura 29. Dimensiones de la mano

ANEXO II: ANTROPOMETRÍA DINÁMICA: MOVIMIENTOS DE LA MANO Y LA MUÑECA

A la hora de definir un movimiento se debe partir de una posición de referencia que se considerará neutra (figura 9). A partir de esa posición se definen los movimientos que realiza la mano y la muñeca. A continuación se definen alguno de esos movimientos (Ver figura 30):



1. Flexión: Consiste en el movimiento que dobla o disminuye el ángulo entre dos segmentos del cuerpo. Se produce un desplazamiento en un plano sagital con respecto a un eje transversal, aproximándose al segmento adyacente.

2. Extensión: Se aumenta el ángulo entre dos segmentos del cuerpo. Se produce un movimiento sagital respecto a un eje transversal tal que, desde una posición de flexión, retorna a la posición del cuerpo de referencia o la sobrepasa.

3. Abducción: Movimiento mediante el cual una extremidad se aleja del plano medio.

Abducción de los dedos: Consiste en separar los dedos, uno de otro, en un plano.

4. Aducción: Movimiento de una extremidad hacia el plano medio.

Aducción del pulgar: El pulgar se extiende o se flexiona entorno a la palma de la mano.

Aducción de la mano: Consiste en cerrar los dedos uno contra otro, en un plano.

5. Pronación: El movimiento consiste en hacer girar el antebrazo de tal modo que la palma de la mano quede hacia abajo.

6. Supinación: Consiste en hacer girar el antebrazo de tal modo que la palma de la mano quede hacia arriba.

7. Circundicción: Este movimiento consiste en que una parte del cuerpo describe un cono cuyo vértice está en la articulación y su base en la extremidad distal de esa parte y no necesita rotación.

8. Prensión: Acción de agarrar un objeto envolviéndolo. En este caso los dedos se cierran en torno al objeto envolviéndolo.

9. Pinza: Agarrar un objeto con los dedos índice, corazón, anular y meñique (flexionados sujetando un objeto) en oposición al pulgar. También se define así el agarre realizado con el pulgar y otro dedo (normalmente con el índice).

10. Pinza palmar: Agarrar un objeto con los dedos índice, corazón, anular y meñique (flexionados sujetando un objeto). También se define así la toma por oposición entre el pulgar y otro dedo opuesto solamente



11. Hiperextensión de los dedos: Empujar con los dedos estando la mano en posición neutra.

12. Compresión digital: Es la acción de presionar en forma plana con los dedos.

13. Compresión palmar: Es la acción de presionar un objeto con la palma de la mano.

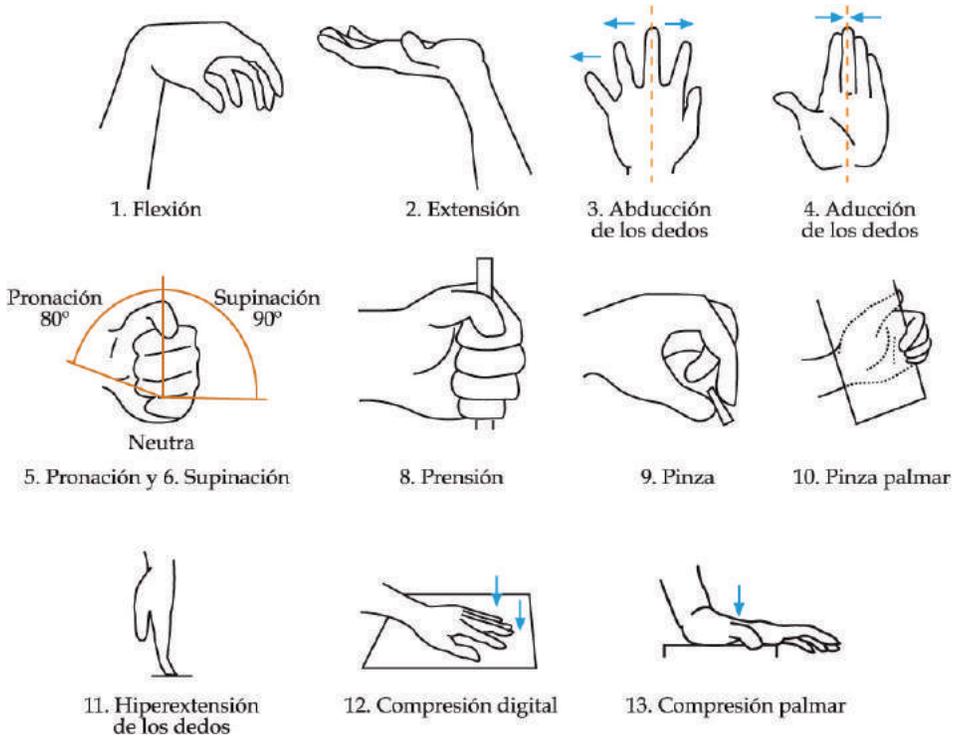


Figura 30. Movimientos de la mano y la muñeca

En la manipulación de herramientas no se debe olvidar que también se ven involucrados el antebrazo, el brazo y el hombro, que podrá sufrir flexión o extensión, pronación o supinación. En el caso de la pronación y supinación es importante distinguir si el movimiento parte del codo o del hombro. El hombro también podrá producir un movimiento de rotación.



ANEXO III: FICHAS DE SEGURIDAD DE HERRAMIENTAS MANUALES

El objetivo de estas fichas es dar a conocer los riesgos y medidas preventivas de algunas de las herramientas manuales más habituales, solamente, desde el punto de vista de la seguridad en su utilización. No se han incluido aspectos ergonómicos relativos a su diseño, adquisición y uso



ALICATES	
USOS HABITUALES INDICADOS POR EL FABRICANTE:	
Sujetar, doblar, cortar	
	
RIESGOS/DEFICIENCIAS MÁS FRECUENTES	
<ul style="list-style-type: none"> • Quijadas melladas o desgastadas. • Pinzas desgastadas. • Utilización para apretar o aflojar tuercas o tornillos. • Utilización para cortar materiales más duros del que compone las quijadas. • Golpear con los laterales. • Utilizar como martillo la parte plana. 	
MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA HERRAMIENTA	
<ul style="list-style-type: none"> • Los alicates de corte lateral deben llevar una defensa sobre el filo de corte para evitar las lesiones producidas por el desprendimiento de los extremos cortos de alambre. • Quijadas sin desgastes o melladas y mangos en buen estado. • Tornillo o pasador en buen estado. • Herramienta sin grasas o aceites. 	
MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • Los alicates no deben utilizarse en lugar de las llaves, ya que sus mordazas son flexibles y frecuentemente resbalan. Además tienden a redondear los ángulos de las cabezas de los pernos y tuercas, dejando marcas de las mordazas sobre las superficies. • No utilizar para cortar materiales más duros que las quijadas. • Utilizar exclusivamente para sujetar, doblar o cortar. • No colocar los dedos entre los mangos. • No golpear piezas u objetos con los alicates. 	



- Mantenimiento.
- Engrasar periódicamente el pasador de la articulación.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

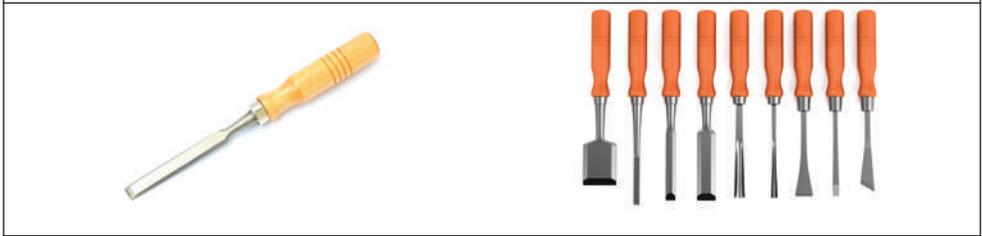
- Guantes, gafas y calzado de seguridad.



CINCELES Y FORMONES

USOS HABITUALES INDICADOS POR EL FABRICANTE

Cortar, ranurar o desbastar material en frío, mediante impacto.



RIESGOS/DEFICIENCIAS MÁS FRECUENTES

- Utilizar cincel con cabeza achatada, poco afilada o cóncava.
- Arista cóncava.
- Uso como palanca.

MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA HERRAMIENTA

- Las esquinas de los filos de corte deben ser redondeadas si se usan para cortar.
- Deben estar limpios de rebabas.
- Los cincelos deben ser lo suficientemente gruesos para que no se curven ni alabeen al ser golpeados. Se deben desechar los cincelos más o menos fungiformes utilizando sólo el que presente una curvatura de 3 cm de radio.
- Para uso normal, la colocación de una protección anular de esponja de goma, puede ser una solución útil para evitar golpes en manos con el martillo de golpear.

MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN

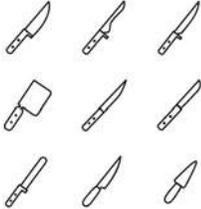
- Siempre que sea posible, utilizar herramientas soporte.
- Cuando se pique metal debe colocarse una pantalla o blindaje que evite que las partículas desprendidas puedan alcanzar a los operarios que realizan el trabajo o estén en sus proximidades.
- Para cincelos grandes, estos deben ser sujetados con tenazas.
- Los ángulos de corte correctos son: un ángulo de 60° para el afilado y rectificado, o un ángulo de corte de 70° como más habitual.
- Para metales más blandos, utilizar ángulos de corte más agudos.
- El martillo utilizado para golpearlo debe ser suficientemente pesado.
- El cincel debe ser sujetado con la palma de la mano hacia arriba, sosteniendo el cincel con los dedos pulgar, índice y corazón.



EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Guantes, gafas y calzado de seguridad. |
|--|



CUCHILLOS	
USOS HABITUALES INDICADOS POR EL FABRICANTE	
Cortar	
	
RIESGOS/DEFICIENCIAS MÁS FRECUENTES	
<ul style="list-style-type: none">• Hoja mellada.• Corte en dirección hacia el cuerpo.• Mango deteriorado.• Colocar la mano en situación desprotegida.• Falta de guarda para la mano o guarda inadecuada.• No utilizar funda protectora.• Empleo como destornillador o palanca.	
MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA HERRAMIENTA	
<ul style="list-style-type: none">• Hoja sin defectos, bien afilada y punta redondeada.• Mangos en perfecto estado y guardas en los extremos.• Aro para el dedo en el mango.	
MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• Uso del cuchillo adecuado en función del tipo de corte a realizar.• Utilizar el cuchillo de forma que el recorrido de corte se realice en dirección contraria al cuerpo.• Utilizar sólo la fuerza manual para cortar absteniéndose de utilizar los pies para obtener fuerza suplementaria.• No dejar los cuchillos debajo de papel de deshecho, trapos, etc. o entre otras herramientas en cajones o cajas de trabajo.• Extremar las precauciones al cortar objetos en pedazos cada vez más pequeños.• No deben utilizarse como abrelatas, destornilladores o pinchos para hielo.	



- Las mesas de trabajo deben ser lisas y no tener astillas.
- Siempre que sea posible se utilizarán bastidores, soportes o plantillas específicas con el fin de que el operario no esté de pie demasiado cerca de la pieza a trabajar.
- Los cuchillos no deben limpiarse con el delantal u otra prenda, sino con una toalla o trapo, manteniendo el filo de corte girado hacia afuera de la mano que lo limpia.
- Utilizar portacuchillos de material duro para el transporte, siendo recomendable el aluminio por su fácil limpieza. El portacuchillos debería ser desabatible para facilitar su limpieza y tener un tornillo dotado con palomilla de apriete para ajustar el cierre al tamaño de los cuchillos guardados.
- Guardar los cuchillos protegidos.
- Mantener distancias apropiadas entre los operarios que utilizan cuchillos simultáneamente.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Guantes y gafas de seguridad. En ocasiones también delantales de malla o cuero.



DESTORNILLADORES

USOS HABITUALES INDICADOS POR EL FABRICANTE

Apretar o aflojar los tornillos de fijación sobre madera, metal, plásticos, etc.



RIESGOS/DEFICIENCIAS MÁS FRECUENTES

- Mango deteriorado, astillado o roto.
- Uso como escoplo, palanca o punzón.
- Punta o caña doblada.
- Punta roma o malformada.
- Trabajar manteniendo el destornillador en una mano y la pieza en otra.
- Uso de destornillador de tamaño inadecuado.

MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA HERRAMIENTA

- Mango en buen estado y amoldado a la mano con superficies laterales prismáticas o con surcos o nervaduras para transmitir el esfuerzo de torsión de la muñeca.
- El destornillador ha de ser del tamaño adecuado al del tornillo a manipular.
- Porción final de la hoja con flancos paralelos sin acuñamientos.
- Desechar destornilladores con el mango roto, la hoja doblada o la punta rota o retorcida, pues ello puede hacer que se salga de la ranura originando lesiones en las manos.

MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN

- Espesor, anchura y forma ajustados a la cabeza del tornillo.
- Utilizar sólo para apretar o aflojar tornillos.
- No utilizar en lugar de punzones, cuñas, palancas o similares.
- Siempre que sea posible, utilizar destornilladores de estrella.
- La punta del destornillador debe tener los lados paralelos y afilados.
- No debe sujetarse con las manos la pieza a trabajar, sobre todo si es pequeña. En su lugar debe utilizarse un banco o superficie plana o sujetarla con un tornillo de banco.



- Emplear siempre que sea posible sistemas mecánicos de atornillado o desatornillado.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Guantes de seguridad, gafas y calzado de seguridad.



ESCOPLOS Y PUNZONES

USOS HABITUALES INDICADOS POR EL FABRICANTE

Expulsar remaches y pasadores cilíndricos o cónicos, aflojar los pasadores y empezar a alinear agujeros, marcar superficies duras y perforar materiales laminados.



RIESGOS/DEFICIENCIAS MÁS FRECUENTES

- Cabeza abombada.
- Cabeza y punta frágil (sobretemplada).
- Cuerpo corto dificultando la sujeción.
- Sujeción y dirección de trabajo inadecuados.
- Uso como palanca.
- No utilizar gafas de seguridad.

MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA HERRAMIENTA

- El punzón debe ser recto y sin cabeza de hongo.

MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN

- Utilizarlos sólo para marcar superficies de metal de otros materiales más blandos que la punta del punzón, alinear agujeros en diferentes zonas de un material.
- Golpear fuerte, secamente, en buena dirección y uniformemente.
- Trabajar mirando la punta del punzón y no la cabeza.
- No utilizar si está la punta deformada.
- Deben sujetarse formando ángulo recto con la superficie para evitar que resbalen.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Utilizar gafas y guantes de seguridad.



LIMAS

USOS HABITUALES INDICADOS POR EL FABRICANTE

Conformar objetos sólidos desbastándolos en frío.



RIESGOS/DEFICIENCIAS MÁS FRECUENTES

- Sin mango.
- Uso como palanca o punzón.
- Golpearlas como martillo.

MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA HERRAMIENTA

- Mantener el mango y la espiga en buen estado.
- Mango afianzado firmemente a la cola de la lima.
- Funcionamiento correcto de la virola.
- Limpiar con cepillo de alambre y mantener sin grasa.

MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN

- Selección de la lima según la clase de material, grado de acabado (fino o basto).
- No utilizar limas sin su mango liso o con grietas.
- No utilizar la lima para golpear o como palanca o cincel.
- La forma correcta de sujetar una lima es coger firmemente el mango con una mano y utilizar los dedos pulgar e índice de la otra para guiar la punta. La lima se empuja con la palma de la mano haciéndola resbalar sobre la superficie de la pieza y con la otra mano se presiona hacia abajo para limar. Evitar presionar en el momento del retorno.
- Evitar rozar una lima contra otra.
- No limpiar la lima golpeándola contra cualquier superficie dura como puede ser un tornillo de banco.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Utilizar gafas y guantes de seguridad.



LLAVES	
USOS HABITUALES INDICADOS POR EL FABRICANTE	
Ejercer esfuerzos de torsión al apretar o aflojar pernos, tuercas y tornillos.	
	
RIESGOS/DEFICIENCIAS MÁS FRECUENTES	
<ul style="list-style-type: none"> • Mordaza gastada. • Defectos mecánicos. • Uso de la llave inadecuada por tamaño. • Utilizar un tubo en el mango para mayor apriete. • Uso como martillo. 	
MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA HERRAMIENTA	
<ul style="list-style-type: none"> • Quijadas y mecanismos en perfecto estado. • Cremallera y tornillo de ajuste deslizando correctamente. • Dentado de las quijadas en buen estado. • No desbastar las bocas de las llaves fijas pues se destemplan o pierden paralelismo las caras interiores. • Las llaves deterioradas no se reparan, se reponen. • Evitar la exposición a calor excesivo. 	
MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • Efectuar la torsión girando hacia el operario, nunca empujando. • Al girar, asegurarse que los nudillos no se golpean contra algún objeto. • Utilizar una llave de dimensiones adecuadas al perno o tuerca a apretar o des- apretar. • Utilizar la llave de forma que esté completamente abrazada y asentada a la tuerca y formando ángulo recto con el eje del tornillo que aprieta. • No debe sobrecargarse la capacidad de una llave utilizando una prolongación de tubo sobre el mango. 	



- Es más seguro utilizar una llave más pesada o de estrías.
- Para tuercas o pernos difíciles de aflojar, utilizar llaves de tubo de gran resistencia.
- La llave de boca variable debe abrazar totalmente en su interior a la tuerca y debe girarse en la dirección que suponga que la fuerza la soporta la quijada fija. Tirar siempre de la llave evitando empujar sobre ella.
- Utilizar con preferencia la llave de boca fija en vez de la de boca ajustable.
- No utilizar las llaves para golpear.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Utilizar gafas y guantes de seguridad.



MARTILLOS Y MAZOS

USOS HABITUALES INDICADOS POR EL FABRICANTE

Golpear.



RIESGOS/DEFICIENCIAS MÁS FRECUENTES

- Mango poco resistente, agrietado o rugoso
- Cabeza unida deficientemente al mango mediante cuñas introducidas paralelamente al eje de la cabeza de forma que sólo se ejerza presión sobre dos lados de la cabeza.
- Uso del martillo inadecuado.
- Exposición de la mano libre al golpe del martillo.

MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA HERRAMIENTA

- Cabezas sin rebabas.
- Mangos de madera (nogal o fresno) de longitud proporcional al peso de la cabeza y sin astillas.
- Mango fijado con cuñas introducidas oblicuamente respecto al eje de la cabeza del martillo de forma que la presión se distribuya uniformemente en todas las direcciones radiales.
- Desechar mangos reforzados con cuerdas o alambre.

MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN

- Antes de utilizar un martillo, asegurarse de que el mango está perfectamente unido a la cabeza. Un sistema es la utilización de cuñas anulares.
- Seleccionar un martillo de tamaño y dureza adecuados para cada una de las superficies a golpear.
- Observar que la pieza a golpear se apoya sobre una base sólida no endurecida para evitar rebotes.
- Sujetar el mango por el extremo.
- Se debe procurar golpear sobre la superficie de impacto con toda la cara del martillo.



- En el caso de tener que golpear clavos, estos se deben sujetar por la cabeza y no por el extremo.
- No golpear con un lado de la cabeza del martillo sobre un escoplo u otra herramienta auxiliar.
- No utilizar un martillo con el mango deteriorado o reforzado con cuerdas o alambres.
- No utilizar martillos con la cabeza floja o cuña suelta.
- No utilizar un martillo para golpear otro o para dar vueltas a otras herramientas o como palanca.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Utilizar gafas y guantes de seguridad homologados.



PICOS Y PALAS	
USOS HABITUALES INDICADOS POR EL FABRICANTE	
Romper superficies, excavar y transportar materiales.	
RIESGOS/DEFICIENCIAS MÁS FRECUENTES	
<ul style="list-style-type: none"> • Mango de dimensiones inadecuadas. • Mango en mal estado. • Pico dentado, agrietado o mellado. • Pico utilizado para golpear metales o aderezar otras herramientas. • Utilización sin mango o dañado. 	
MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA HERRAMIENTA	
<ul style="list-style-type: none"> • Mantener afiladas sus puntas y el mango sin astillas. • Mango acorde al peso y longitud del pico/pala. • Hoja bien adosada. 	
MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • No utilizar para golpear o romper superficies metálicas o para enderezar herramientas como el martillo o similares. • No utilizar herramientas con el mango dañado o sin él. • Desechar equipos con las puntas o las aristas dentadas o estriadas. • Mantener libre de otras personas la zona cercana al trabajo. 	
EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	
<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar gafas y guantes de seguridad. 	



SIERRAS

USOS HABITUALES INDICADOS POR EL FABRICANTE

Cortar superficies de diversos materiales.



RIESGOS/DEFICIENCIAS MÁS FRECUENTES

- Triscado impropio.
- Mango poco resistente o astillado.
- Uso de la sierra de tronzar para cortar al hilo.
- Inadecuada para el material.
- Inicio del corte con golpe hacia arriba.

MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA HERRAMIENTA

- Las sierras deben tener afilados los dientes con la misma inclinación para evitar flexiones alternativas y estar bien ajustados.
- Mangos bien fijados y en perfecto estado.
- Hoja tensada.

MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN

- Antes de serrar, fijar firmemente la pieza a serrar.
- Utilizar una sierra para cada trabajo con la hoja tensada (no excesivamente).
- Utilizar sierras de acero al tungsteno endurecido o semiflexible para metales blandos o semiduros.
- Utilizar hojas de aleación endurecido del tipo alta velocidad para materiales duros y especiales.
- Instalar la hoja en la sierra teniendo en cuenta que los dientes deben estar alineados hacia la parte opuesta del mango.
- Utilizar la sierra cogiendo el mango con la mano derecha quedando el dedo pulgar en la parte superior del mismo y la mano izquierda el extremo opuesto del arco. El corte se realiza dando a ambas manos un movimiento de vaivén y apli-



cando presión contra la pieza cuando la sierra es desplazada hacia el frente dejando de presionar cuando se retrocede.

- Cuando el material a cortar sea muy duro, antes de iniciar se recomienda hacer una ranura con una lima para guiar el corte y evitar así movimientos indeseables al iniciar el corte.
- Serrar tubos o barras girando la pieza.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Utilizar gafas y guantes de seguridad.



TIJERAS

USOS HABITUALES INDICADOS POR EL FABRICANTE

Cortar superficies de diversos materiales.



RIESGOS/DEFICIENCIAS MÁS FRECUENTES

- Mango de dimensiones inadecuadas.
- Hoja mellada o poco afilada.
- Tornillos de unión aflojados.
- Utilizar para cortar alambres u hojas de metal tijeras no aptas para ello.
- Cortar formas curvas con tijera de corte recto.
- Uso sin guantes de protección.

MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA HERRAMIENTA

- Las tijeras de cortar chapa tendrán unos topes de protección de los dedos.
- Engrasar el tornillo de giro periódicamente.
- Mantener la tuerca bien atrapada.

MEDIDAS PREVENTIVAS RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN

- Utilizar sólo la fuerza manual para cortar absteniéndose de utilizar los pies para obtener fuerza suplementaria.
- Realizar los cortes en dirección contraria al cuerpo.
- Utilizar tijeras sólo para cortar metales blandos.
- Las tijeras deben ser lo suficientemente resistentes como para que el operario sólo necesite una mano y pueda emplear la otra para separar los bordes del material cortado. El material debe estar bien sujeto antes de efectuar el último corte, para evitar que los bordes cortados no presionen contra las manos.
- Cuando se corten piezas de chapa largas se debe cortar por el lado izquierdo de la hoja y empujarse hacia abajo los extremos de las aristas vivas próximos a la mano que sujeta las tijeras.



- No utilizar tijeras con las hojas melladas.
- No utilizar las tijeras como martillo o destornillador.
- Si se es diestro, se debe cortar de forma que la parte cortada desechable quede a la derecha de las tijeras y a la inversa si se es zurdo.
- Si las tijeras disponen de sistema de bloqueo, accionarlo cuando no se utilicen.
- Utilizar vainas de material duro para el transporte.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Utilizar guantes y gafas de seguridad.



ANEXO IV: LISTA DE CHEQUEO

Lista de Chequeo para seleccionar herramientas de mano (Seleccione la herramienta que tenga más respuestas "Sí")		Marcar en caso afirmativo			
		Herramientas de empuñadura simple		Herramientas de empuñadura doble	
		H. 1	H. 2	H. 1	H. 2
1	Herramientas de empuñadura simple en tareas de fuerza: ¿La empuñadura es cómoda y su diámetro está comprendido entre 32 mm y 51 mm?			X	X
2	Herramientas de empuñadura simple en tareas de precisión: ¿El diámetro de la empuñadura está comprendido entre 6 mm y 13 mm?			X	X
3	Herramientas de doble empuñadura simple en tareas de fuerza: ¿La abertura es superior a 51 mm con el mango cerrado e inferior a 89 mm con el mango abierto?	X	X		
4	Herramientas de doble empuñadura simple en tareas de precisión: ¿La abertura es superior a 25 mm con el mango cerrado e inferior a 76 mm con el mango abierto?	X	X		
5	Herramientas de doble empuñadura: ¿Existe un muelle de apertura?	X	X		
		Para ambas herramientas			
		Caso 1		Caso 2	
6	¿La empuñadura está libre de bordes agudos y hendiduras para los dedos?				
7	¿La empuñadura está cubierta por un material blando?				
8	¿La herramienta permite mantener la muñeca recta?				
9	¿Se puede utilizar la herramienta con la mano dominante o con ambas manos?				
10	En tareas de fuerza: ¿La empuñadura es más larga que la parte más ancha de la mano? (generalmente entre 100 mm y 150 mm)				
11	¿La herramienta tiene una empuñadura antideslizante?				



Esta lista de chequeo tiene como objetivo ayudar a la selección de la herramienta manual que mejor se ajuste a las características de la tarea que se quiera realizar. Se ha diseñado para ayudar a la selección entre dos herramientas (se las ha denominado H1 y H2) si bien se puede emplear para un mayor número de las mismas. Esta lista consta de dos partes y se recomienda cumplimentarla de forma íntegra. La herramienta que obtenga mayor número de “Sí” será la más adecuada para la tarea.

En caso de requerir más información sobre esta lista de chequeo, se puede acceder a la publicación: “Ergonomía fácil: Guía para la selección de herramientas manuales”, editada por el INSHT.



ANEXO V: NORMATIVA APLICABLE

Sobre la normativa aplicable respecto a la utilización de las herramientas, y al ser estas equipos de trabajo (cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo), la normativa de referencia es el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo y el Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

En cuanto a la normativa de comercialización de las herramientas, conviene distinguir entre las de accionamiento manual y las de accionamiento mecánico. Las de accionamiento mecánico se encuentran dentro del ámbito de aplicación de la Directiva 2006/42/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición), transpuesta al ordenamiento jurídico español por el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. Anteriormente esta materia se regulaba por la Directiva 89/392/CEE y sus modificaciones posteriores, transpuestas al ordenamiento jurídico español por los Reales Decretos 1435/1992, de 27 de noviembre, y 56/1995, de 20 de enero.

El artículo 5, apartado 1, ofrece un resumen de las obligaciones que deben cumplir los fabricantes de máquinas antes de proceder a la comercialización o puesta en servicio de sus productos. En particular, deberán:

- a) asegurarse de que esta cumple los pertinentes requisitos esenciales de seguridad y salud que figuran en el anexo I;
- b) asegurarse de que esté disponible el expediente técnico a que se refiere la parte A del anexo VII;
- c) facilitar en particular las informaciones necesarias, como es el caso de las instrucciones;
- d) llevar a cabo los oportunos procedimientos de evaluación de la conformidad, con arreglo al artículo 12;
- e) redactar la declaración CE de conformidad, con arreglo al anexo III, parte 1, sección A, y asegurarse de que dicha declaración se adjunta a la máquina;



- f) colocar el marcado CE, con arreglo al artículo 16.

Para facilitar los procedimientos de certificación existen las normas armonizadas europeas, de aplicación voluntaria, que otorgan presunción de conformidad con los requisitos esenciales de seguridad y salud aplicables de la Directiva 2006/42/CE.

La comercialización de herramientas manuales de accionamiento manual no está regulada por ninguna normativa específica. Sólo estarían afectadas por la Directiva 2001/95/CE sobre Seguridad General de los Productos, transpuesta a la legislación nacional por el Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre. Esta reglamentación establece la obligatoriedad, a los productores o distribuidores, de poner en el mercado únicamente productos seguros y no contempla el marcado CE de los productos.

En su artículo 3 se especifica que “cuando no exista disposición normativa de obligado cumplimiento aplicable o ésta no cubra todos los riesgos o categorías de riesgos del producto, para evaluar su seguridad, garantizando siempre el nivel de seguridad que los consumidores pueden esperar razonablemente, se tendrán en cuenta los siguientes elementos:

- a) Normas técnicas nacionales que sean transposición de normas europeas no armonizadas.
- b) Normas UNE.
- c) Las recomendaciones de la Comisión Europea que establezcan directrices sobre la evaluación de la seguridad de los productos.
- d) Los códigos de buenas prácticas en materia de seguridad de los productos que estén en vigor en el sector, especialmente cuando en su elaboración y aprobación hayan participado los consumidores y la Administración pública.
- e) El estado actual de los conocimientos y de la técnica”.

Existe una gran diversidad de normas UNE, que proporcionan información muy útil sobre los tipos, tamaños, requisitos, características, funciones y marcado de herramientas manuales de accionamiento manual, así como los ensayos a los que han de someterse.



BIBLIOGRAFÍA

- Armstrong, T. J. et al. Investigation of cumulative trauma disorders in a poultry processing plant ARMSTRONG, T. J. et al, Am Ind Hyg Assoc J. 1982 Vol. 43 No. 2, 103-116
- Carmona, A. Aspectos antropométricos de la población laboral española aplicados al diseño industrial. Madrid. INSHT. 2003, 380 p, ISBN 84-7425-655-0.
- Chaffin, D.B. y Anderson, G.B.J. Occupational Biomechanics. New York: Wiley Interscience, 1991, 2ª ed, 518 p, ISBN 0-471-60134-9.
- DaBabneh, A y col. A Checklist for the Ergonomic Evaluation of Nonpowered Hand Tools. Journal of Occupational and Environmental Hygiene. Diciembre 2004, 135-145. [consultada: 05/12/2016]. Disponible en: <http://www.elcosh.org/record/document/1946/d000745.pdf>
- Farrer Velázquez, F. y col. Manual de Ergonomía. Madrid: Editorial Mapfre, S.A., 1997, 2ª ed, 620 p, ISBN 84-7100-933-1.
- Kapandij, A.I. Fisiología Articular. Tomo 1. Madrid: Editorial Médica Panamericana, S.A. 2006, 6ª ed, 351 p, ISBN 84-9835-002-6.
- Knowlton, R. G.; Gilbert, J. Ulnar deviation and short term strength reductions as affected by a curve-handled ripping hammer and a conventional claw hammer. Ergonomics. 1983, 2, 173-179
- Kong, Y.K. y Kim, D M. The relationship between hand anthropometrics, total grip strength and individual finger force for various handle shapes. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE) Vol 21, No 2, 187-192. [consultada: 05/12/2016]. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/10803548.2015.1029726>
- Konz, S. Bent hammer handles. Human Factors. 1986 27:317-323.
- Melo, J.L. Ergonomía Aplicada a la Herramientas. Estucplan, 2002. [Consultada: 05/12/2016] Disponible en: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/Produccion.asp?IDProduccion=6&Pagina=3>
- Mondelo, P.R. y col., Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo. Barcelona: Ediciones UPC, 1998, 253 p, ISBN 84-8301-188-3.



- Mosquera Camelo, L. Manual del curso: Ergonomía de las herramientas de mano. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).
- Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). UNE-EN 614-1: 2006 + A1:2009. Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómicos. Parte 1: Principios y terminología generales. Madrid: AENOR, 2009, 26p, Depósito Legal M 40178:2009.
- Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). UNE-EN 1005-1: 2001. Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 1: Términos y definiciones. Madrid: AENOR, 2009, 16p, Depósito Legal M 33959:2009.
- Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). UNE-EN 1005-5: 2007. Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 5: Evaluación del riesgo por manipulación repetitiva de alta frecuencia. Madrid: AENOR, 2007, 75p, Depósito Legal M 52347:2007.
- Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). UNE-EN 7250-1: 2010. Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico. Parte 1: Definiciones de las medidas del cuerpo y referencias. Madrid: AENOR, 2010, 31p, Depósito Legal M 40306:2010.
- Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). UNE-EN-ISO 6385:2004: Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo. Madrid: AENOR, 2004, 16p, Depósito Legal M 41887:2009.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid: INSHT, 2011, 2ª ed, 211p., ISBN 978-84-7425-802-8 [Consultada: 05/12/2016]. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/equipo1.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Herramientas Manuales. Nº 36. En: Erga FP [en línea]. Barcelona. INSHT, 2003, 4 p., NIPO 211-03-006-8 [Consultada: 05/12/2016]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/ErgaFP/2003/ErFP36_03.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Alonso Valle, F. [elaborador] Riesgos en la utilización de equipos y herramientas portátiles,



accionados por aire comprimido. NTP 631. En: Notas de Prevención [en línea]. Barcelona. INSHT, 2003, 5 p., NIPO 211-03-048-6 [Consultada: 05/12/2016]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_631.pdf

- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Cáceres Armendáriz, P. [elaborador] Guantes de protección: requisitos generales. NTP 747. En: Notas de Prevención [en línea]. Barcelona. INSHT, 2006, 8 p., NIPO 211-06-062-0 [Consultada: 05/12/2016]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/701a750/ntp_747.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Lara Laguna, A. [elaborador] Guantes de protección contra riesgos mecánicos. NTP 882. En: Notas de Prevención [en línea]. Barcelona. INSHT, 2010, 4 p., NIPO 792-11-011-0 [Consultada: 05/12/2016]. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/882w.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Nogareda Cuixart, S. y Bestratén Belloví, M. [elaboradores] El descanso en el trabajo. Pausas. NTP 916. En: Notas de Prevención [en línea]. Barcelona. INSHT, 2011, 8 p., NIPO 792-11-045-8 [Consultada: 05/12/2016]. Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/891a925/916w.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Tamborero del Pino, J.M. [elaborador] Herramientas manuales (I): condiciones generales de seguridad. NTP 391. En: Notas de Prevención [en línea]. Barcelona. INSHT, 1996, 11 p., NIPO 211-96-012-X [Consultada: 05/12/2016]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_391.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Tamborero del Pino, J.M. [elaborador] Herramientas manuales (II): condiciones generales de seguridad. NTP 392. En: Notas de Prevención [en línea]. Barcelona. INSHT, 1996, 6 p., NIPO 211-96-012-X [Consultada: 05/12/2016]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_392.pdf
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Tamborero del Pino, J.M. [elaborador] Herramientas manuales (III): condiciones generales



de seguridad. NTP 393. En: Notas de Prevención [en línea]. Barcelona. INSHT, 1996, 7 p., NIPO 211-96-012-X [Consultada: 05/12/2016]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_393.pdf

- NIOSH. Ergonomía Fácil: Guía para la Selección de Herramientas de herramientas manuales. Madrid: INSHT, 2006, 14 p, ISBN 84-7425-718-2.
- Oficina Internacional del Trabajo (OIT). Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo, Volumen I, capítulo 29: ergonomía. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos sociales. Subsecretaría General de Publicaciones, 2001, ISBN 84-8417-047-0. [Consultada: 05/12/2016] Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/29.pdf>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). Lista de comprobación ergonómica. Ergonomic checkpoints. Madrid. INSHT, 2001, 274 pp., ISBN: 84-7425-573-2[Consultada: 05/12/2016]. Disponible en: <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=fdb1b1ac39488110VgnVCM100000705350aRCRD&vgnnextchannel=1d19bf04b6a03110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
- Unión Europea. Directiva 89/655/CEE, de 30 de noviembre de 1989, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (Segunda Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). En: Diario Oficial de la Unión Europea [En línea]. Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea, 1998, num. 393, pp. 13-17. [consultada: 05/12/2016]. Disponible en: <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=1c1a738cc0366110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&vgnnextchannel=ff3cc6b33a9f1110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
- España. Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo. En: Boletín Oficial del Estado [en línea]. Madrid: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 1997, núm. 188, pp 24063-24070. [Consultada: 05/12/2016]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/1997/08/07/pdfs/A24063-24070.pdf>
- España. Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las dis-



posiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. En: Boletín Oficial del Estado [en línea]. Madrid: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 2004, núm. 274, pp 37486-37489. [Consultada: 05/12/2016]. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2004/11/13/pdfs/A37486-37489.pdf>



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE EMPLEO
Y SEGURIDAD SOCIAL



INSTITUTO NACIONAL
DE SEGURIDAD E HIGIENE
EN EL TRABAJO