



**ERGONOMÍA  
APLICADA A LAS  
HERRAMIENTAS**

**Lic. José Luis Melo**

**ERGONOMÍA  
APLICADA A LAS  
HERRAMIENTAS**

**CPL ediciones**  
Buenos Aires, 2010

Melo, José Luis

**Ergonomía aplicada a las herramientas.** - 1a ed. - Buenos Aires : CPL Ediciones, 2010.  
86 p. ; 21x14 cm.

ISBN 978-987-20761-x-x

1. Ciencias Aplicadas. I. Título  
CDD 370.114

Primera edición en castellano, 2010

Producción editorial: CPL Ediciones  
Dirección editorial: Patricia Iacovone  
Edición y diseño gráfico: Cecilia Gallino

CPL Ediciones, Buenos Aires, Argentina.  
E-mail: cplediciones@cpl.com.ar

© José Luis Melo, 2010

ISBN 978-987-20761-x-x  
Hecho el depósito que marca la ley 11.723  
Impreso en Argentina. Printed in Argentina 2010

La reproducción total o parcial de este libro, en cualquier forma que sea, por cualquier medio, sea éste electrónico, químico, mecánico, óptico, de grabación o fotocopia no autorizada por los editores, viola derechos reservados. Cualquier utilización debe ser previamente solicitada.

**Auspiciantes:**

## ÍNDICE

---

<b>El autor</b>	11
<b>1. Introducción</b>	13
<b>2. Tipo de trabajo</b>	15
<b>3. Antropometría</b>	16
3.1. Dimensiones del cuerpo humano	16
3.2. Antropometría dinámica	20
3.2.1. Movimientos de los antebrazos	26
3.2.2. Movimientos de los brazos y hombros	27
3.2.3. Movimientos de la cabeza	28
3.2.4. Movimientos de las piernas	28
3.2.5. Movimiento del tronco	29
3.2.6. Ángulos límites	29
3.2.7. Ángulos de confort	32
3.2.8. Características importantes de la relación esfuerzo/fatiga	35
3.2.9. Análisis de la postura por fuerza	35
<b>4. Efecto sobre el cuerpo</b>	40
4.1. Manos y brazos	40
4.1.1. Piel, músculos y tendones	40
4.1.1.1. Heridas y cortes	42
4.1.1.2. Ampollas y callosidades	42
4.1.1.3. Síndrome del túnel carpeano	43
4.1.1.4. Esguinces y distensiones	43
4.1.1.5. Epicondritis	44
4.1.2. Arterias, venas y nervios	44
4.1.2.1. Lesiones de los nervios y vasos sanguíneos digitales	44
4.1.2.2. Estiramiento/compresión del nervio mediano en la muñeca	45
4.1.2.3. Falta de riego sanguíneo	45
4.1.2.4. Problemas cervico-braquiales	45

4.1.3.	Huesos y articulaciones	48
4.1.3.1.	Deformaciones articulares	48
4.1.3.2.	Inflamación de la cápsula articular	48
4.1.3.3.	Bursitis	48
4.1.3.4.	Artrosis	48
4.2.	Espalda	50
4.2.1.	Lumbalgias	50
4.2.2.	Estudio de la biología humana	50
4.2.3.	Columna vertebral	51
4.2.3.1.	Mecánica de la lumbalgia	52
4.2.3.2.	Columna vertebral y lumbalgias de origen muscular y ligamentos	55
4.2.3.3.	Lumbalgia por fatiga muscular paravertebral	57
4.2.3.4.	Lumbalgia por ritmo lumbo-pélvico inadecuado	58
4.2.3.5.	Lumbalgia por inestabilidad articular de la columna vertebral	62
4.2.3.6.	Sistema de amortiguamiento de cargas y las lumbalgias de origen discogénico	62
4.2.3.7.	Lumbalgia por rotura interdiscal del nucleo pulposo	63
4.2.3.8.	Hernia de disco intervertebral	63
<b>5.</b>	<b>Conformación ergonómica de la herramienta</b>	<b>66</b>
5.1.	Lista de control para la conformación antropométrica	77
<b>6.</b>	<b>Herramientas</b>	<b>82</b>
6.1.	Sierras y serruchos	82
6.2.	Limas	82
6.3.	Pinzas, tenazas y alicates	84
6.4.	Tijeras	89
6.5.	Llaves de tubo y accesorios para su uso	90
6.6.	Llaves de boca, estriadas y móviles	98
6.7.	Torquímetros	101
6.8.	Multiplicadores de fuerza	102
6.9.	Martillos	102
6.10.	Destornilladores	105
6.11.	Palas, picos, azaras, barretas y otros	107
6.12.	Herramientas para trabajos con tensión eléctrica	108
6.13.	Herramientas autopropulsadas	108

<b>7.</b>	<b>Reglas de seguridad</b>	<b>110</b>
<b>8.</b>	<b>Diseño antropométrico del puesto de trabajo</b>	<b>115</b>
8.1.	Listado de control para medios de trabajo accionados manualmente	115
8.2.	Posturas forzadas	116
8.3.	Tareas con movimientos repetitivos	116
<b>9.</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>118</b>

## EL AUTOR

---

José Luis Melo es licenciado en Matemática Aplicada, Calculista Científico y Analista del Valor, entre otros títulos. Ha realizado numerosos cursos y estudios de postgrado, entre los que se destaca como Especialista en Estudio del Trabajo y Organización de Empresas (Perito e Instructor REFA).

Es profesor en reconocidas instituciones como la Universidad Favaloro, la Pontificia Universidad Católica de Buenos Aires, la Universidad de Morón, la Universidad Nacional de Tres de Febrero, la Universidad del Comahue, la Universidad Tecnológica Nacional, la Universidad Nacional de San Juan, la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, entre otras.

Es miembro de la Asociación de Ergonomía Argentina (ADEA) y de la Asociación de Ensayos no Destructivos.

Es autor de varios libros, monografías y publicaciones. Ha desarrollado trabajos de investigación y brindado conferencias en diferentes instituciones y provincias argentinas, España y Sudamérica.

## 1. INTRODUCCIÓN

Si se define como *ergonomía* a la adaptación del medio al hombre y se tiene en cuenta que, tanto los medios de elaboración como las herramientas son un componente de ese medio, podemos concluir entonces que las herramientas deberán adaptarse al hombre.

Siguiendo las pautas establecidas por Wolfgang Laurig, podemos decir que para evaluar el trabajo del ser humano y las condiciones de conformación del medio donde actúa, es necesario establecer criterios de valoración del trabajo. Estos criterios de valoración deben considerar todos los valores establecidos por la sociedad y las ciencias.

En 1972, Romhert estableció cuatro criterios de evaluación: la factibilidad, la soportabilidad, la admisibilidad y la satisfacción, según un orden creciente de niveles, definiéndolos como:

- **Factibilidad (nivel inferior) (a corto plazo):** Problema psicofísico, antropométrico, campo de acción de la doctrina e investigación científica del trabajo. Ejemplo: máxima área de alcance, máxima fuerza de presión.
- **Soportabilidad (a largo plazo):** Problema de la fisiología y medicina laboral, campo de acción fisiológica y médica de la doctrina e investigación científica del trabajo. Ejemplo: límites de resistencia del trabajo muscular.
- **Admisibilidad:** Problema sociológico, aceptación por grupos de las condiciones dentro de los límites de la soportabilidad. Campo de aplicación de las ciencias sociales.

- **Satisfacción (nivel superior):** Problema psicológico, aceptación de las condiciones admisibles considerando la satisfacción individual; campo de acción de la psicología personal y la psicología social.

Al momento de la elección de una herramienta, deben observarse los dos primeros criterios, siendo la factibilidad determinada por los límites máximos que pueda soportar una persona y considerando como variable la constitución física de cada individuo (para la elección del herramental se toma el valor correspondiente al 5 percentil).

REFA establece: «Dado que la ergonomía es una disciplina especializada, que reúne las investigaciones científicas con las experiencias prácticas, está en condiciones de valorar los criterios de factibilidad y soportabilidad. En cambio, los criterios de admisibilidad y satisfacción son reservados para la psicología y la sociología propiamente dicha. La conformación ergonómica del trabajo solamente puede lograr las condiciones previas para admisibilidad y satisfacción».

Cuando la tarea es factible, deberá analizarse también si puede ser efectuada en repetición, dado que es allí donde se observan los límites de resistencia y la aparición del cansancio. A su vez, será necesario estimar otros valores externos que afectan al hombre, como el medio ambiente.

Recordemos que el sistema de trabajo está compuesto por un conjunto de elementos que interactúan entre sí, siendo el **hombre** y la **empresa** los más importantes.

Para que este sistema funcione correctamente, todas sus partes componentes deben resultar beneficiadas, fundamentalmente en lo económico, basándose

en el respeto mutuo y el fortalecimiento del entendimiento. La empresa busca mayor rentabilidad; el hombre, mantener en perfecto estado su condición física y la esperanza de un futuro mejor.

Concluimos entonces que el trabajador no sólo necesita el dinero (sueldo), sino también garantizar su seguridad (no lastimarse) e higiene (no enfermarse). La integridad física del trabajador resulta también en un beneficio para la empresa, ya que, evita perder productividad y calidad.

Analizaremos entonces la conformación física del hombre, desde distintos puntos de vista, para poder preservar su óptima condición.

## 2. TIPO DE TRABAJO

El trabajo con herramientas de mano es de tipo **predominantemente energético**.

Si en un trabajo predominantemente energético, la sollicitación recae en primer lugar sobre los músculos, corazón y circulación sanguínea; se habla de **trabajo muscular** y en casos de sollicitación muscular, en conjunto con órganos sensitivos, se habla de **trabajo sensomotriz**.

Las tareas de fabricación y montaje implican la generación de esfuerzos, armonización de músculos y órganos sensitivos, así como la transformación de información en acción.

Por otra parte, en el uso de herramientas especiales de control y/o ajuste nos encontramos con una combinación de este tipo de trabajo y el **predominantemente informativo mental**, dado que el componente de trabajo muscular se combina aquí con el manejo sensitivo de instrumentos (herramientas), el uso de órganos sensitivos, la razón en la apreciación de medidas escalas y el juzgamiento de las indicaciones dadas por ellas (como por ejemplo, en el uso de torquímetros y cintas métricas).



### 3. ANTROPOMETRÍA

Se define como *antropometría* a la «ciencia de la determinación y aplicación de las medidas del cuerpo humano».

#### 3.1. Dimensiones del cuerpo humano

Las medidas del cuerpo humano, en reposo o en movimiento, están determinadas por el largo de los huesos, las capas musculares y la mecánica de las articulaciones.

Para una correcta elección de las herramientas en un determinado puesto de trabajo, es necesario el conocimiento de las medidas más importantes del cuerpo humano y, fundamentalmente, las extensiones de los movimientos de manos, brazos, piernas y pies.

Las dimensiones y proporciones del cuerpo humano son muy diferentes de una persona a otra; la población se distribuye en una serie de curvas, que varían según se considere la población masculina, o la femenina, o de ambos sexos simultáneamente. (Figura 1).

Para la elección de las herramientas deben observarse los valores (de las medidas), si la población de usuarios es de ambos sexos, o sólo de uno de ellos, para tomar en cuenta las medidas extremas (Percentil 5 y 95), ya que éstas serán utilizadas por personas pequeñas y grandes, para las cuales las condiciones de comodidad deben ser igualmente adecuadas.

Según P. Jenik de la Escuela Técnica Superior de Darmstadt, la estatura actúa como parámetro antropométrico básico del que se deducen proporcionalmente las otras dimensiones del cuerpo (como perímetro torácico, longitud de brazos, longitud de piernas, tamaño de pie, etc.). Estas dimensiones se han considerado en función de la frecuencia. Con las medidas del cuerpo humano, entre las tallas 1630 hasta 1900 mm, queda comprendida casi el 90 % de las frecuencias correspondientes a la población masculina activa de la Europa central.

En las figuras 2, 3 y 4 se dan las medidas de las manos según la Norma DIN 33402, parte 2, a ser usadas en el diseño y/o elección de herramientas,

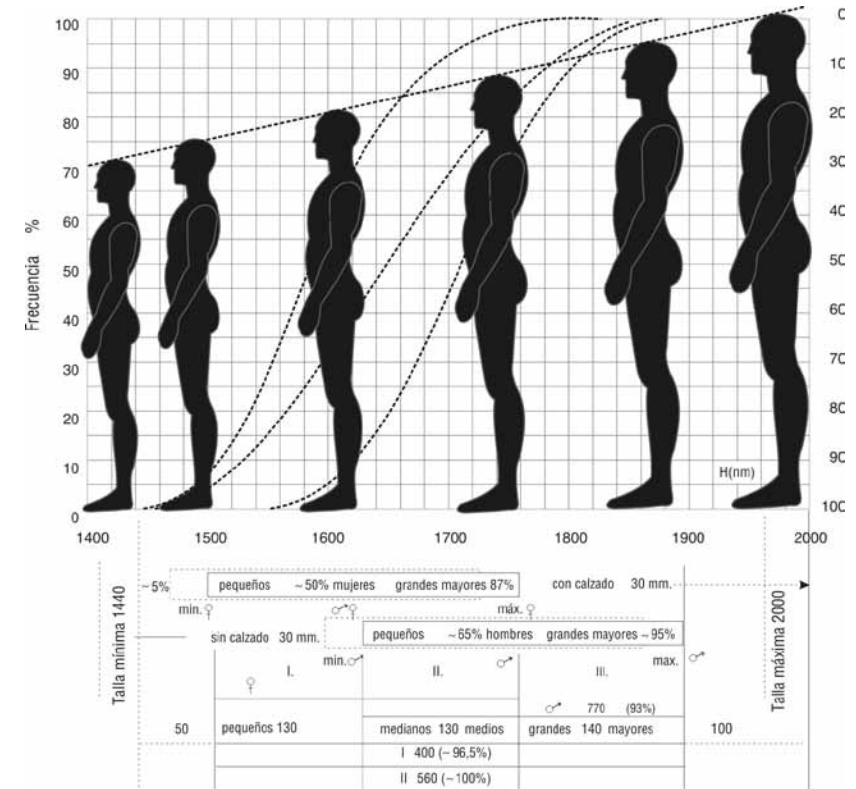
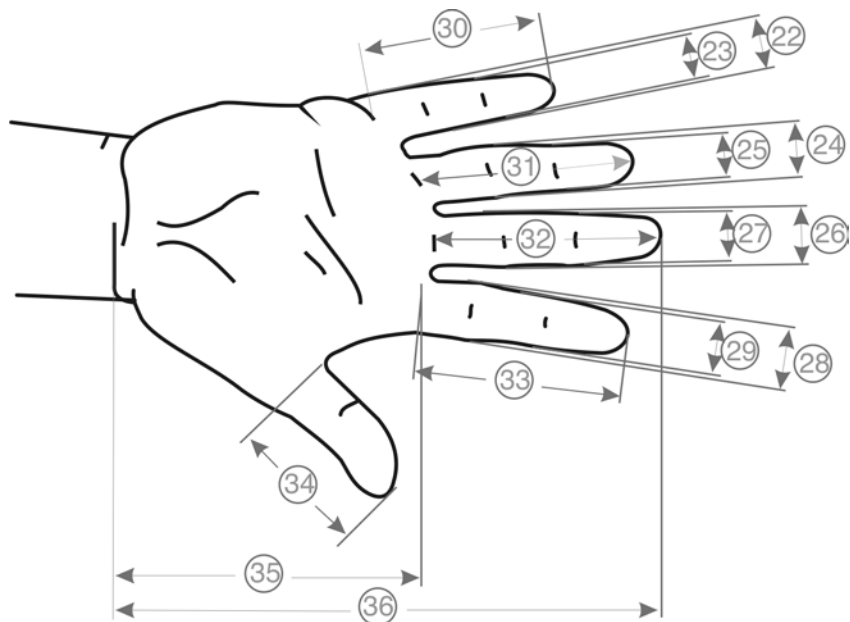


Figura 1. Polígono de frecuencias acumuladas

utilaje y mandos. En las tablas, las medidas medias aritméticas como también los valores límites (superior e inferior). Dichos valores límites han sido establecidos de manera tal que sólo el 5 % de las personas sometidas a estudio evidencian valores mayores al límite superior y otro 5 % acusan valores menores al límite inferior.

El valor medio aritmético de las medidas corporales sólo podrá ser utilizado para la conformación de puestos de trabajo, con la condición de que las desviaciones de este valor promedio, ya sea hacia arriba como hacia abajo, tengan los mismos efectos sobre el hombre.

El criterio es diseñar, fabricar o adquirir elementos de trabajo con los cuales la mayoría de las personas (al menos el 90%), desarrollen sus actividades con absoluta comodidad.



Dimensiones En cm	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
22 Ancho del meñique en la palma de la mano	1,8	1,7	1,8	1,2	1,5	1,7
23 Ancho del meñique próximo de la yema	1,4	1,5	1,7	1,1	1,3	1,5
24 Ancho del dedo anular en la palma de la mano	1,8	2,0	2,1	1,5	1,6	1,8
25 Ancho del dedo anular próximo a la yema	1,5	1,7	1,9	1,3	1,4	1,6
26 Ancho del dedo mayor en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3	1,6	1,8	2,0
27 Ancho del dedo mayor próximo a la yema	1,7	1,8	2,0	1,4	1,5	1,7
28 Ancho del dedo índice en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3	1,6	1,8	2,0
29 Ancho del dedo índice próximo a la yema	1,7	1,8	2,0	1,3	1,5	1,7
30 Largo del dedo meñique	5,6	6,2	7,0	5,2	5,8	6,6
31 Largo del dedo anular	7,0	7,7	8,6	6,5	7,3	8,0
32 Largo del dedo mayor	7,5	8,3	9,2	6,9	7,7	8,5
33 Largo del dedo índice	6,8	7,5	8,3	6,2	6,9	7,6
34 Largo del dedo pulgar	6,0	6,7	7,6	5,2	6,0	6,9
35 Largo de la palma de la mano	10,1	10,9	11,7	9,1	10,0	10,8
36 Largo total de la mano	17,0	18,6	20,1	15,9	17,4	19,0

Medidas respectivamente en la articulación (Según Norma DIN 33402, 2ª parte)

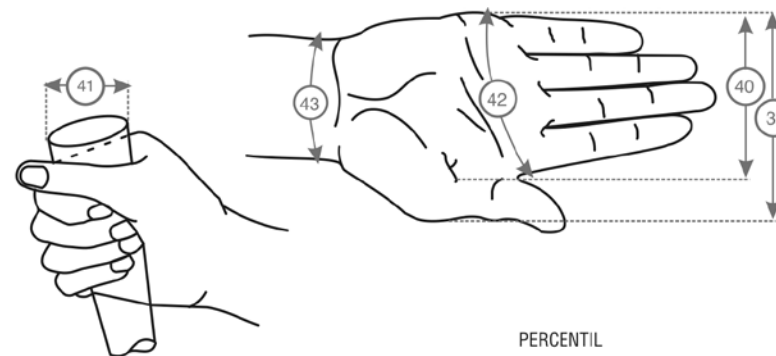
Figura 2. Tabla con las principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33402, parte 2).



Dimensiones En cm	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
37 Ancho del dedo pulgar	2,0	2,3	2,5	1,6	1,9	2,1
38 Grosor de la mano	2,4	2,8	3,2	2,1	2,6	3,1

(37) medido en la articulación (Según Norma DIN 33402, 2ª parte).  
Valores medios X e intervalos de referencia 90º percentil. Estudio basado en 8000 hombres de 20 años y una muestra de control femenina realizada en Alemania por Jurgens.

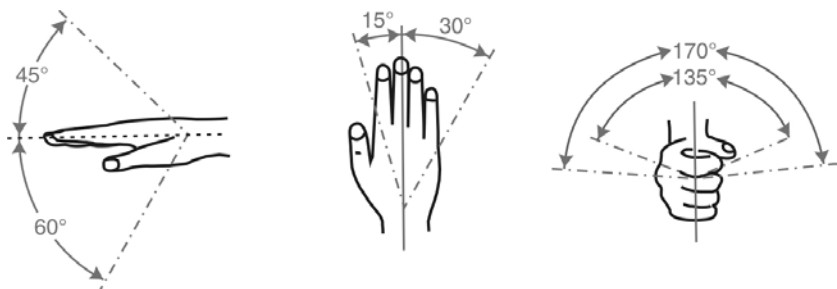
Figura 3. Tabla con las medidas del perfil de la mano (Según Norma DIN 33402, parte 2).



Dimensiones En cm	PERCENTIL					
	Hombres			Mujeres		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
39 Ancho de la mano incluyendo dedo pulgar	9,8	10,7	11,6	8,2	9,2	10,1
40 Ancho de la mano excluyendo el dedo pulgar	7,8	8,5	9,3	7,2	8,0	8,5
41 Diámetro de agarre de la mano*	11,9	13,8	15,4	10,8	13,0	15,7
42 Perímetro de la mano	19,5	21,0	22,9	17,6	19,2	20,7
43 Perímetro de la articulación de la muñeca	16,1	17,6	18,9	14,6	16,0	17,7

\* Las medidas correspondan al anillo descrito por los dedos pulgar e índice

Figura 4. Medidas de la mano (Según Norma DIN 33402, parte 2).

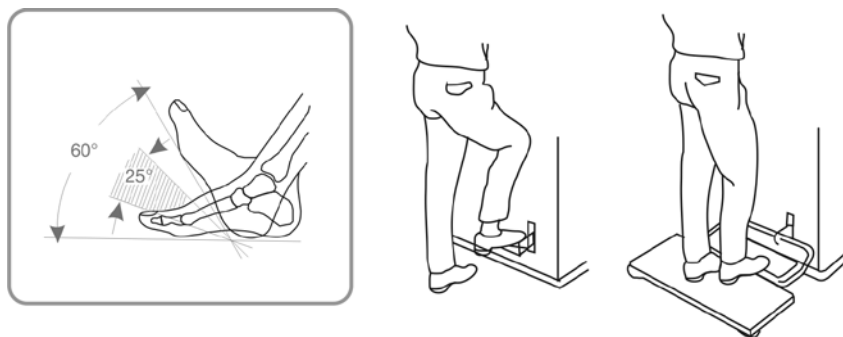


**Figura 5:** Arcos descritos por los movimientos de la muñeca y la mano, teniendo en cuenta la articulación del codo y sin tener en cuenta a ella. (Según Stier y Meyer).

El campo de operación de los miembros, está determinado por su longitud y ángulo de rotación (ver figuras 5 y 6). El brazo puede describir una rotación de 250° alrededor de su eje en el plano sagital, en un semicírculo hacia adelante.

### 3.2. Antropometría dinámica

La antropometría dinámica parte del análisis de la biomecánica de los movimientos (desplazamientos de segmentos del cuerpo cuando efectúa alguna actividad), para diseñar un puesto de trabajo de una tarea específica.



**Figura 6.** Flexión y extensión del tobillo, ángulo máximo 60°, ángulo más cómodo de 25 a 30° (según Stier y Meyer).

El análisis o estudio de los movimientos es una labor difícil en el desarrollo ergonómico del estudio del trabajo y la seguridad e higiene industrial, ya que no sólo se evalúan los factores antropométricos y dimensionales, sino todos los tipos de movimientos que se pueden experimentar en el desarrollo de una jornada laboral.

El correcto análisis dinámico de una tarea es examinar y entender los movimientos que posee, para luego definirlos correctamente a través de nombres «de uso cotidiano» (que permitan reconocer con facilidad la acción que identifican).

En el desarrollo del trabajo, el hombre efectúa toda clase de movimientos, que podemos considerar repetitivos. Pero solamente por medio de un correcto análisis dinámico se puede entender por qué algunos trabajos aparentemente pesados no provocan lesiones y otros, que aparentan ser leves (como la actividad de entrada de datos en una terminal o teclado de PC), causan daños severos.

La idea de factibilidad y soportabilidad permite deducir fácilmente que habrá una mayor o menor incidencia de casos cuando los factores en su conjunto, o independientemente, pasen los límites humanos involucrados (como también lo afirman MAPFRE, PRODERG, REFA, etc.). Considera, además, que cuanto menor sea la duración del ciclo, mayor será la incidencia y que a mayor fuerza, también será mayor la incidencia.

El uso de una videofilmadora, permite hacer un mejor análisis, desde la comodidad de la oficina. La filmación y el posterior uso de cámara lenta (si se dispone), facilitan el reconocimiento de los movimientos existentes. En posiciones o posturas comprometidas, suelen usarse también fotografías para efectuar el análisis con más profundidad y detalle.

Cuando el hombre se ve obligado a tomar posturas inadecuadas durante el trabajo, aumenta la posibilidad de aparición de lesiones y/o enfermedades.

Las posturas inadecuadas se encuentran con más facilidad en las tareas de ciclos largos que en los cortos. En las tareas de ciclos cortos, donde se realizan grandes esfuerzos, es mayor la posibilidad de que se generen enfermedades y/o lesiones. En otro caso, con tareas de ciclo largo de pocos movimientos y fuerza, no se produce daño.

Los miembros superiores poseen muchos huesos, centenas de músculos y tres nervios principales (radial, mediano y ulnar) con sus decenas de ramificaciones. Poseen una enorme capacidad de movimiento, siendo la principal herramienta de trabajo del hombre, pero tienen limitaciones en cuanto a capacidad mecánica y resistencia temporal. A estos límites, se agregan los mecanismos que operan según las condiciones ambientales: talleres, plantas, oficinas o salas con temperatura controlada, entre otros.

Para mejor aclaración y antes de continuar, definiremos algunos movimientos que el hombre efectúa con sus extremidades y que consideraremos como básicos:

- **Posición de referencia:** aquella a partir de la cual se miden los movimientos articulares.
- **Flexión:** movimiento que consiste en doblar o disminuir el ángulo entre las partes del cuerpo. Es un movimiento en el cual un segmento del cuerpo se desplaza en un plano sagital con respecto a un eje transversal, aproximándose al segmento adyacente.
- **Extensión:** acción de enderezarse o ampliar el ángulo entre dos segmentos del cuerpo. Es un movimiento sagital respecto a un eje trans-

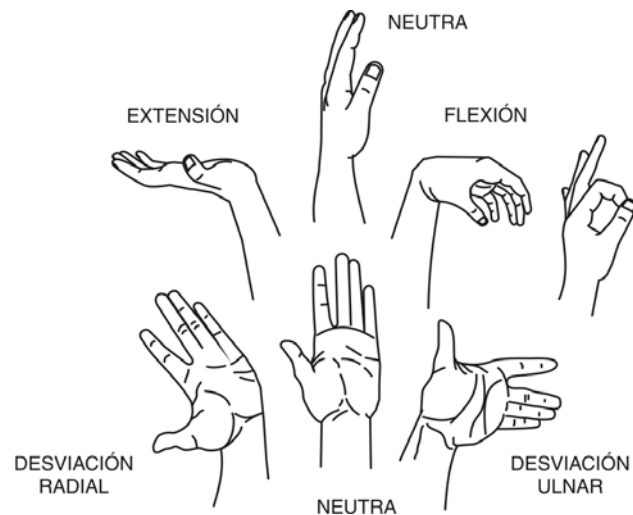


Figura 7. Diferentes posturas de las manos y muñecas (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001).

versal que, desde una posición de flexión, retorna a la posición del cuerpo de referencia o la sobrepasa.

- **Abducción:** movimiento en el plano frontal en torno a un eje antero-posterior, que consiste en aproximar las extremidades a la línea media.
- **Aducción:** movimiento en el plano frontal, que consiste en alejar las extremidades de la línea media del cuerpo.
- **Abducción de la mano:** separación de los dedos, uno de otro, en un mismo plano.
- **Aducción de la mano:** consiste en cerrar los dedos uno contra otro, en un mismo plano.
- **Abducción del pulgar:** extensión o flexión del pulgar en torno a la palma de la mano.
- **Pronación:** giro del antebrazo, quedando la palma de la mano hacia abajo.
- **Supinación:** giro del antebrazo, donde la palma de la mano queda hacia arriba.
- **Circunducción:** acción de circunscribir un cono con una parte del cuerpo, cuyo vértice se encuentre en la articulación y su base en la extremidad distal, sin necesidad de rotación.
- **Prehensión:** acción de tomar un objeto, envolviéndolo con los dedos.

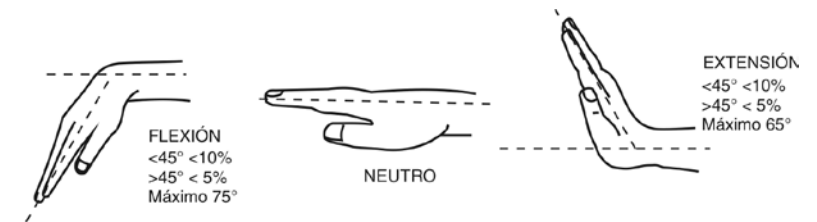


Figura 8.

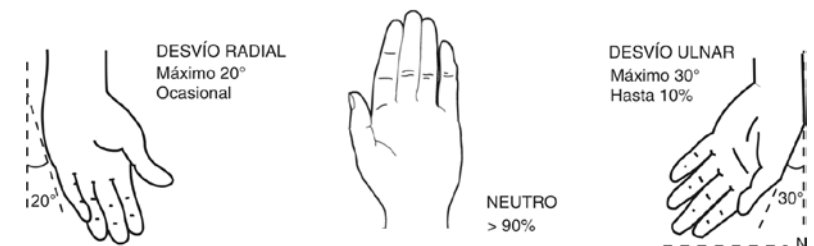
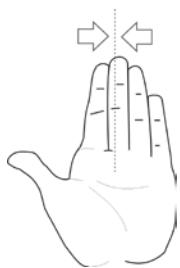
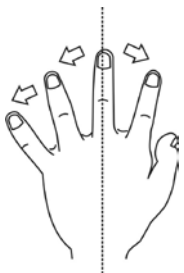


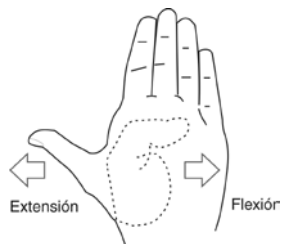
Figura 9.



**Figura 10.**  
Aducción de la mano.



**Figura 11.**  
Abducción de la mano.



**Figura 12.**  
Aducción del pulgar.



**Figura 13.**  
Pinza pulpar.



**Figura 14.**  
Prehensión.



**Figura 15.**  
Pinza.

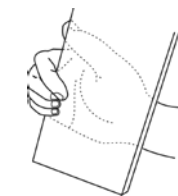


**Figura 16.**  
Hiperextensión de los dedos.

- **Pinza:** acción de sujetar un objeto con las puntas de los dedos opuestos.
- **Hiperextensión de los dedos:** movimiento que consiste en empujar con los dedos estando la mano en posición neutra.
- **Pinza pulpar:** movimiento efectuado al sujetar un objeto con los dedos índice, mayor, anular y meñique flexionados. También se define así a la toma por oposición entre el pulgar y otro dedo opuesto.
- **Compresión digital:** acción de presionar en forma plana con los dedos.
- **Compresión palmar:** presión sobre un objeto con la palma de la mano.

Podemos agregar otros en los que no se compromete a los miembros, tales como:

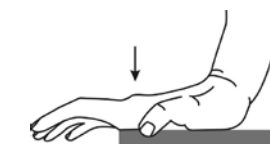
- **Rotación:** acción de girar un segmento corporal en torno a una articulación o varias.
- **Flexión de tronco:** inclinación hacia delante.
- **Lateralización:** inclinación del tronco hacia un lado, pivotando sobre la cadera.



**Figura 17.**  
Pinza palmar.



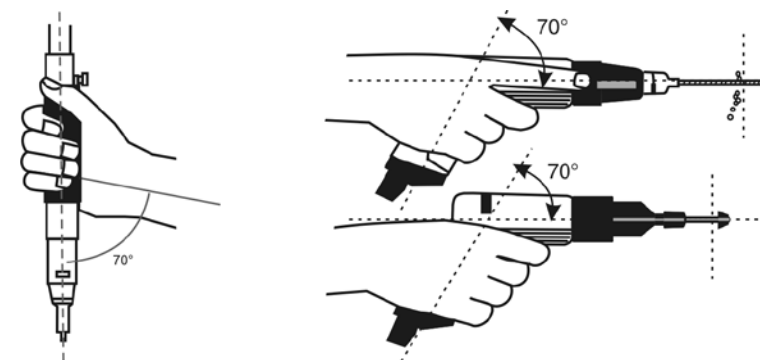
**Figura 18.**  
Compresión digital.



**Figura 19.**  
Compresión palmar.

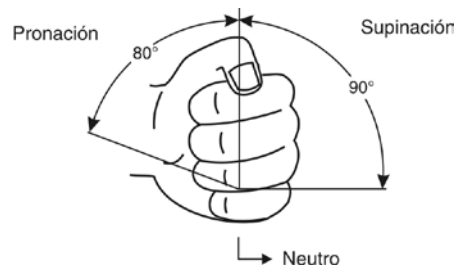
El análisis estereométrico y cronológico de los movimientos que se efectúan en el desarrollo de una tarea, permite establecer la mejor conformación del puesto de trabajo o, en caso contrario, indicar su reconfiguración, sin descartar la posibilidad de eliminarlo o de disminuir riesgos o cargas, mediante una conformación organizativa.

Los movimientos de las manos son difíciles de estudiar debido a su rapidez y complejidad. Por ello, éstos deben observarse con atención y, de ser posible, usar cámaras para luego analizar con mayor detenimiento y exactitud la tarea.



**Figura 20.** La mano humana cerrada forma un ángulo de 70° entre la horizontal y el eje normal.

### 3.2.1. Movimientos de los antebrazos



El conocimiento de los movimientos de pronación y supinación es importante como así también saber diferenciar si este movimiento parte de la rotación del codo o del hombro, donde actúan dos articulaciones en lugar de una.

Figura 21.

Esto permitirá deducir rápidamente la diferencia en el esfuerzo articular, manteniendo un ángulo definido y efectuando el movimiento con uno o dos puntos articulares.

Lo anterior no se repite en otro caso, pero desde ya es sumamente necesario conocer los movimientos de las restantes articulaciones. En el caso de los brazos, la flexión y extensión del brazo en el codo; lo mismo para la articulación del hombro, donde se consideran, además de la flexión y extensión, los movimientos articulares de rotación.

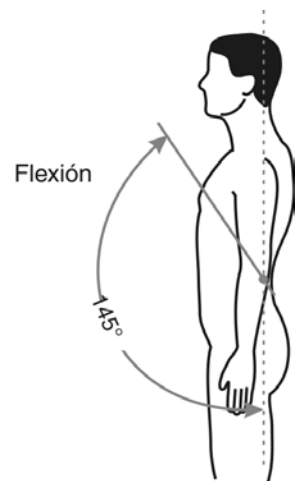


Figura 22.

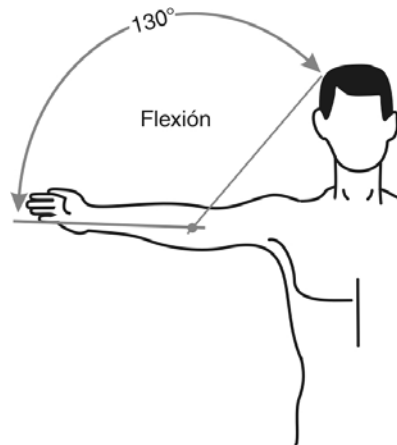


Figura 23.

### 3.2.2. Movimientos de los brazos y hombros

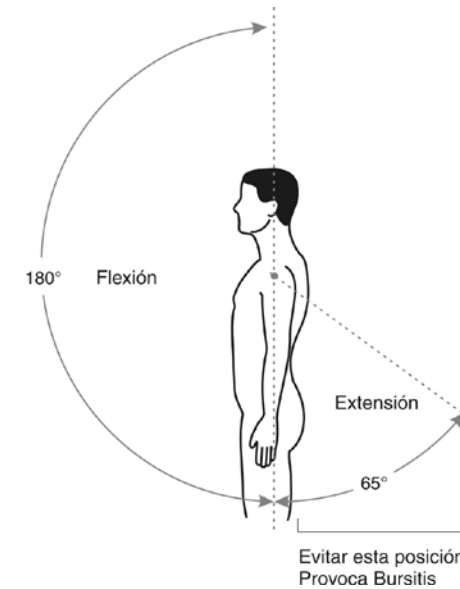


Figura 24.

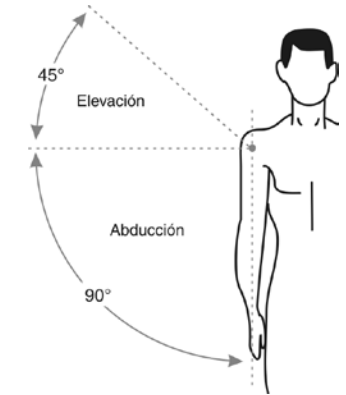


Figura 25.

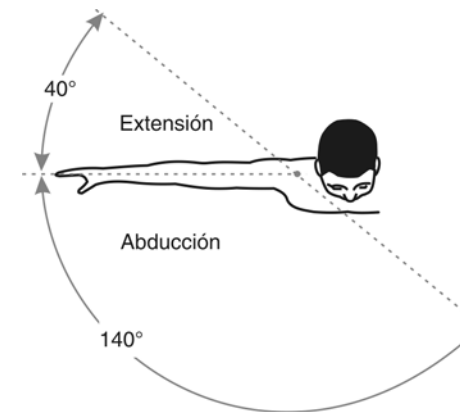


Figura 26.

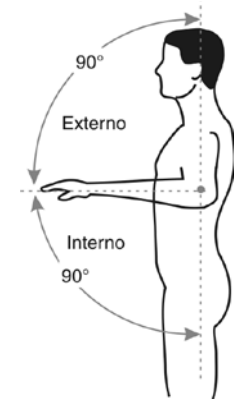


Figura 27.



### 3.2.3. Movimientos de la cabeza

Los movimientos de la cabeza también tienen que ser estudiados tanto en flexión (bajar la cabeza), como en extensión (levantarla), lateralización (inclinarla a derecha y/o izquierda) y rotación (giro a derecha y/o izquierda).

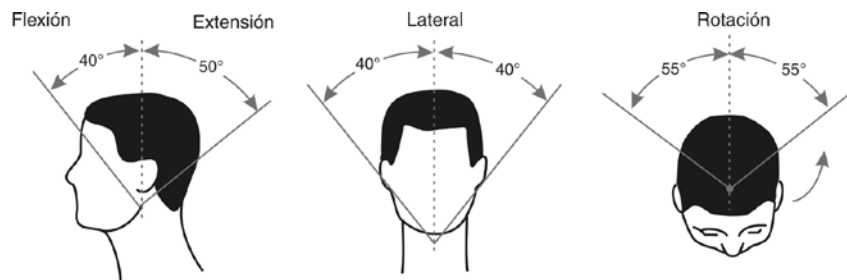


Figura 28.

### 3.2.4. Movimientos de las piernas

Los movimientos de las piernas se analizan con el mismo criterio de los brazos, tomando la abducción por el punto de rotación de la articulación en la cadera (cabeza del fémur), la extensión y flexión en el mismo punto articular y la flexión en la rodilla.

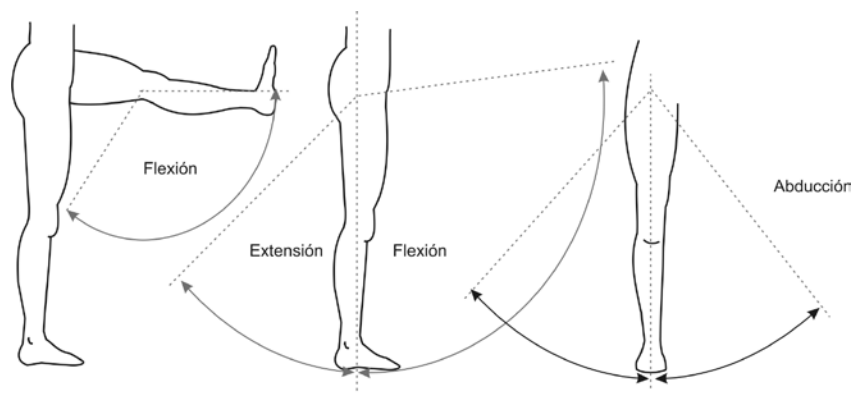


Figura 29.

### 3.2.5. Movimiento del tronco

Para complementar los principales movimientos del cuerpo sólo resta detallar los de la cintura, donde primordialmente se tiene en cuenta la flexión (inclinarse hacia delante o encorvarse), la lateralización (inclinación del tronco con respecto a las piernas hacia la derecha o la izquierda) y, por último, la rotación del tronco sobre la cadera (rotación de la columna vertebral).

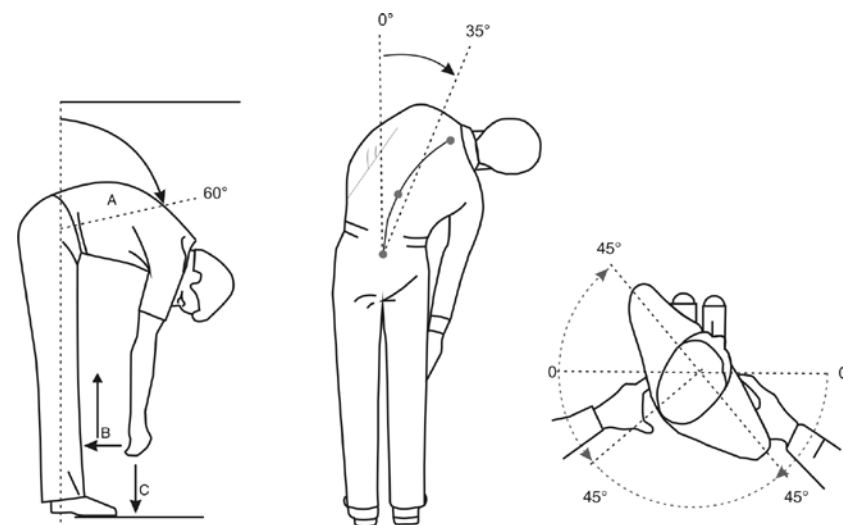


Figura 30. Flexión.

Figura 31. Lateralización.

Figura 32. Rotación del tronco.

### 3.2.6. Ángulos límites

Los movimientos de las personas están marcados en sus articulaciones, por ello es necesario establecer los ángulos límites, más allá de los datos que puede tener un ergónomo en sus plantillas de diseño, como pueden ser las *ergonomiche schablone*, u otras.

Daremos los valores de los ángulos de referencia que caracterizan a la mayoría de la población humana (sin considerar aquellos que alguna patología puede incrementar).

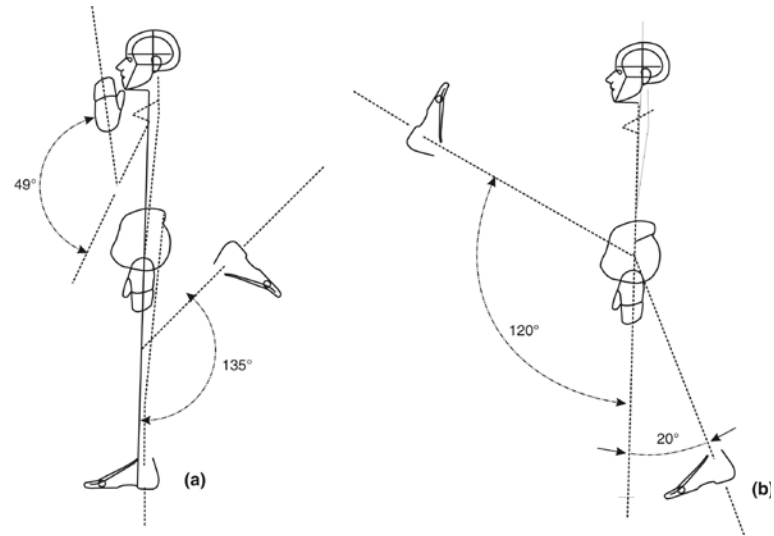


Figura 33. Flexión y extensión de las piernas. (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001).

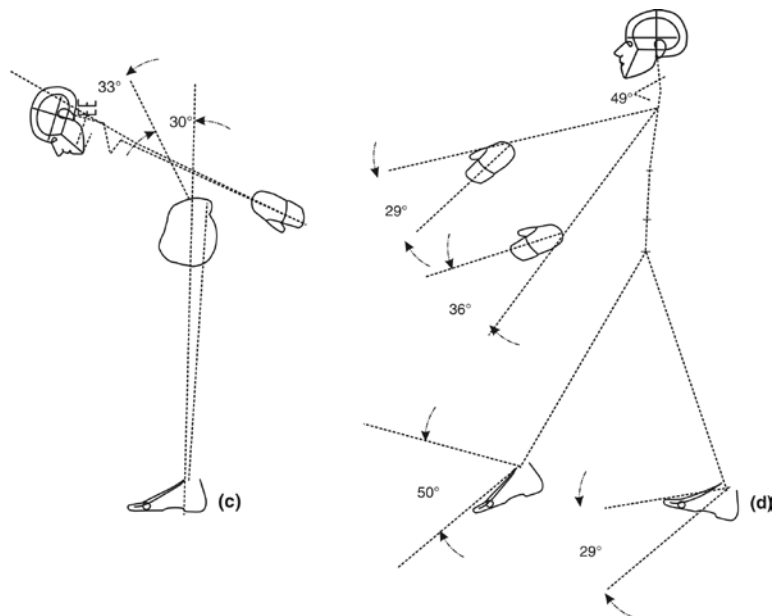


Figura 34. Ángulos de flexión de la cintura, pies y manos (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001).

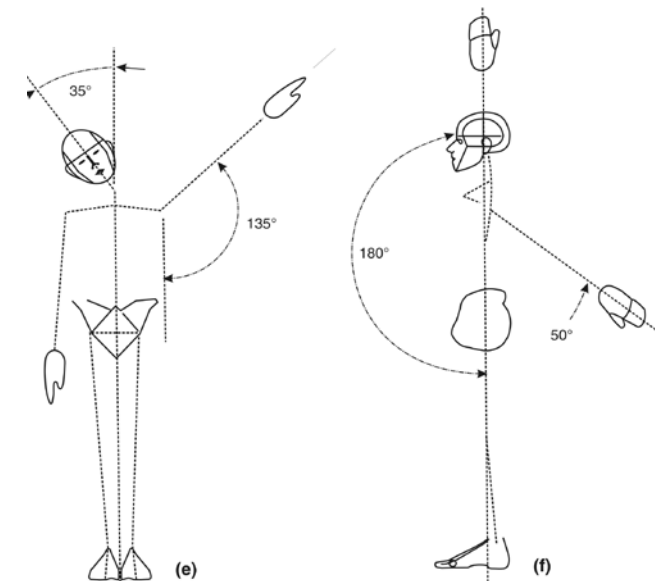


Figura 35. Angulo de inclinación lateral de la cabeza y extensión hacia atrás del brazo (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001).

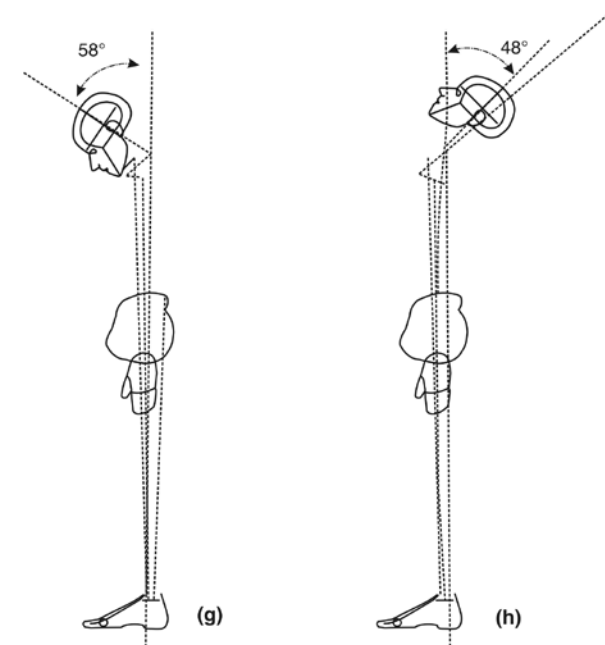


Figura 36. Movimiento de la cabeza (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001).



### 3.2.7. Ángulos de confort

En la empresa moderna, el confort no es una sutileza o un lujo, sino una necesidad. El hombre trabaja mejor en condiciones confortables, lo que resulta en mayor producción y calidad, menor cansancio y disminución del descontento. Cuando hablamos de ángulos de confort en el hombre, no nos referimos a los límites máximos de giro de las articulaciones, sino a los límites dentro de los cuales los movimientos son confortables, no exigen sacrificios ni molestias que tiendan al cansancio.

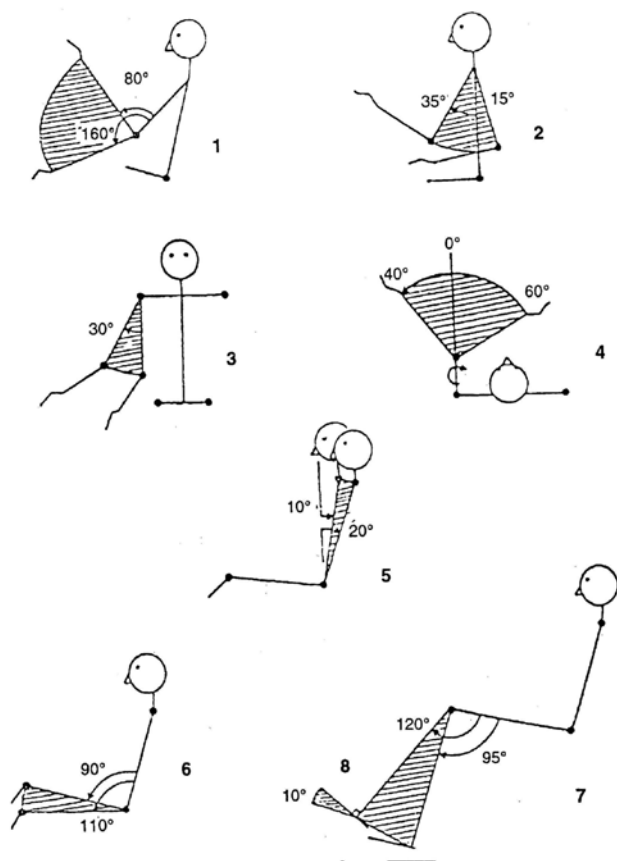


Figura 37. Principales ángulos de confort (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001).

$10^\circ < A1 < 20^\circ$   
 $90^\circ < A2 < 110^\circ$   
 $95^\circ < A3 < 120^\circ$   
 $90^\circ < A4 < 110^\circ$   
 $15^\circ < A5 < 35^\circ$   
 $80^\circ < A6 < 160^\circ$

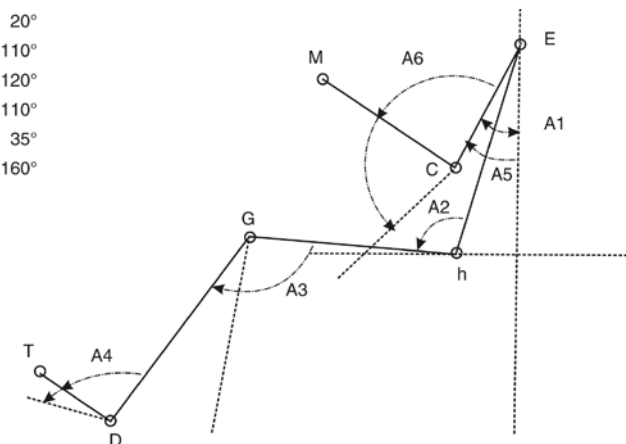


Figura 38. Variación de los ángulos de confort (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001).

De la figura 38, surgen los ángulos de confort de un conductor, según Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau (2001), ello establece en:

- **A1.** Ángulo comprendido entre una línea vertical y la recta que queda establecida entre el hombro y la cadera. En el caso de conductores de autoelevadores, zorras u otra máquina industrial, este ángulo, por razones operativas y dinámica de trabajo, no se mantiene constante. Los valores del ángulo varían entre  $10^\circ$  y  $25^\circ$ ; superar estos valores hace que la persona se canse más rápidamente, dando lugar a la aparición de molestias en la nuca, cuello y hombros.
- **A2.** Ángulo comprendido entre la recta que queda establecida entre el hombro y la cadera y el eje del muslo; este último debe quedar paralelo a la horizontal. Como se estableció para las sillas, nunca debe quedar inclinado hacia abajo ya que así pueden comprimirse las arterias, venas y nervios de la parte posterior del muslo. (También hay que tener en cuenta aquí la terminación de la silla, es decir, su borde según las normas dadas para las sillas). Los valores deben encontrarse comprendidos entre  $90^\circ$  y  $110^\circ$ .
- **A3.** Ángulo comprendido por el muslo y el eje de la pierna, que se encuentra entre  $95^\circ$  y  $120^\circ$ . Si no alcanza los  $95^\circ$  puede generar problemas circulatorios; se debe tener en todo lo que lleve pedaleras.
- **A4.** Ángulo comprendido por el eje de la pierna y la recta generada por la planta del pie. En este caso, la circulación de la sangre se efectúa por la parte superior (empeine), por lo que al trabajar con ángulos

no comprendidos entre los  $90^\circ$  y  $110^\circ$  y después de un tiempo de actividad continua, se generan calambres. Por ejemplo, al utilizar tacos altos, pedaleras de vehículos y máquinas herramientas como la soldadora de punta, la guillotina, el balancín, etc.

- **A5.** Ángulo comprendido entre la vertical que pasa por el hombro y el eje del brazo. El brazo no puede tener un ángulo menor que el establecido por la misma vertical y la recta entre el hombro y la cadera (por el respaldo del asiento), por ello los valores quedan acotados entre  $15^\circ$  y  $35^\circ$  para evitar el cansancio de los brazos. En el caso de verse necesitado de exceder los  $35^\circ$ , se recomienda usar apoyabrazos.
- **A6.** Ángulo comprendido entre el eje del codo y el eje del antebrazo, de gran amplitud, variando entre los  $80^\circ$  y  $160^\circ$ . Tiene mucha importancia en el diseño de las herramientas.
- **A7.** Ángulo comprendido entre el eje del antebrazo y el segmento corporal del puño-articulación metacarpo-falanges. Este ángulo se arbitra en un valor de  $180^\circ$ , variando ampliamente según el puesto de trabajo y equipo a utilizar (fundamentalmente las herramientas).

El esfuerzo muscular se diferencia entre el trabajo muscular estático y el trabajo muscular dinámico, tanto unilateral como pesado. El esfuerzo muscular que realiza el hombre se debe considerar en todo análisis ergonómico, determinando la posibilidad o no de daño, según la masa muscular requerida. Como también deben verificarse los esfuerzos posturales y la compresión mecánica.

Por otra parte, es necesario recordar que la relación fuerza-carga varía entre un individuo y otro, por lo tanto cualquier conclusión basada en suposiciones empíricas no es válida. La fuerza debe medirse por medio de equipos específicos, como un dinamómetro o un torquímetro, para evitar toda subjetividad y dar lugar a la objetividad mensurable.

Para obtener con más precisión los valores del esfuerzo muscular durante el trabajo, puede utilizarse un electromiograma, colocando sensores localizados en los grupos musculares solicitados.

Aunque en la práctica su utilización parezca simple, en el anteproyecto no hay operario trabajando ni simulando la tarea que pueda representar el proceso real de montaje, por lo que se hace necesario el uso de dinamómetros o torquímetros en su estudio, para detectar los puntos de fuerza y su magnitud.

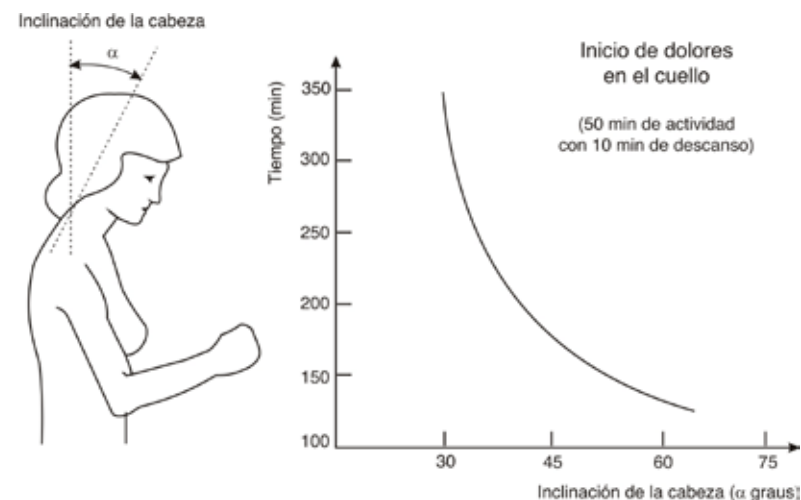
Cuando la tarea es simple, como apretar un bulón o empujar un carro o pieza, el uso de un dinamómetro es el más indicado, mientras que, cuando el puesto incluye una serie de movimientos y operaciones más complejas, se recomienda la utilización del sistema electromiográfico.

### 3.2.8. Características importantes de la relación esfuerzo/fatiga

Como se sabe, los músculos se fatigan rápidamente cuando el esfuerzo es estático o de postura, donde, según el caso, se torna difícil sostener la tarea por un determinado período. Se debe tener en cuenta que el hombre puede realizar una tarea estática durante un largo período, empleando un 15-20% de su capacidad muscular máxima, siendo éste el límite en el que se mantiene la circulación normal.

### 3.2.9. Análisis de la postura por fuerza

Toda postura laboral hace que el trabajador accione un determinado grupo muscular. Si esta cambia, comprometerá a otro grupo diferente que, según sus propias características, puede o no sufrir por el trabajo realizado.



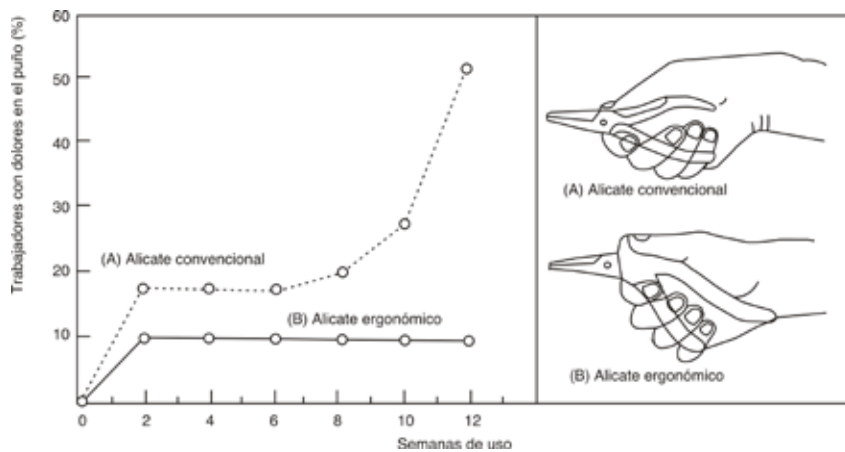
**Figura 39.** Tiempos medios para la aparición de dolores en el cuello, según la inclinación de la cabeza hacia delante (Chaffin, 1973).

En la *figura 39*, se observan los efectos causados sobre el cuello por la inclinación de la cabeza. Partiendo del hecho de que su punto de apoyo se encuentra en el atlas y el axis, el centro de gravedad del conjunto «cabeza» está desplazado del punto de apoyo hacia delante, lo que genera un par que debe contrarrestar los músculos de la parte posterior del cuello. Cuando inclinamos la cabeza, el centro de gravedad se desplaza hacia fuera (adelante) lo que aumenta el par, elongando así los músculos y haciendo más fuerza que en la posición neutra (con la cabeza erguida).

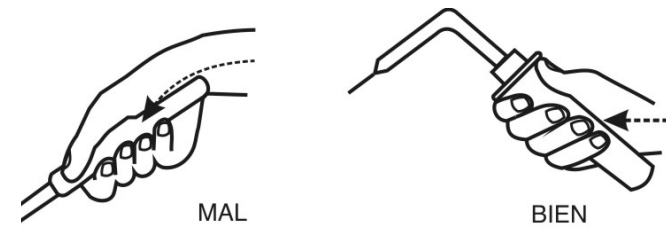
El resultado es fácil de interpretar, la persona se cansa con más rapidez, de allí las recomendaciones de descanso y/o de cambio de postura o modificación de las alturas en el puesto de trabajo (por ejemplo, levantar el monitor, elevar la superficie de operación, reconfigurar la máquina, cambiar la herramienta, o el dispositivo, etc.).

Cuando hablamos anteriormente sobre las herramientas, se destacaron los problemas establecidos en la *figura 40*, dando las recomendaciones necesarias para el correcto análisis de los medios (herramental), antes de su adquisición e implementación de su uso.

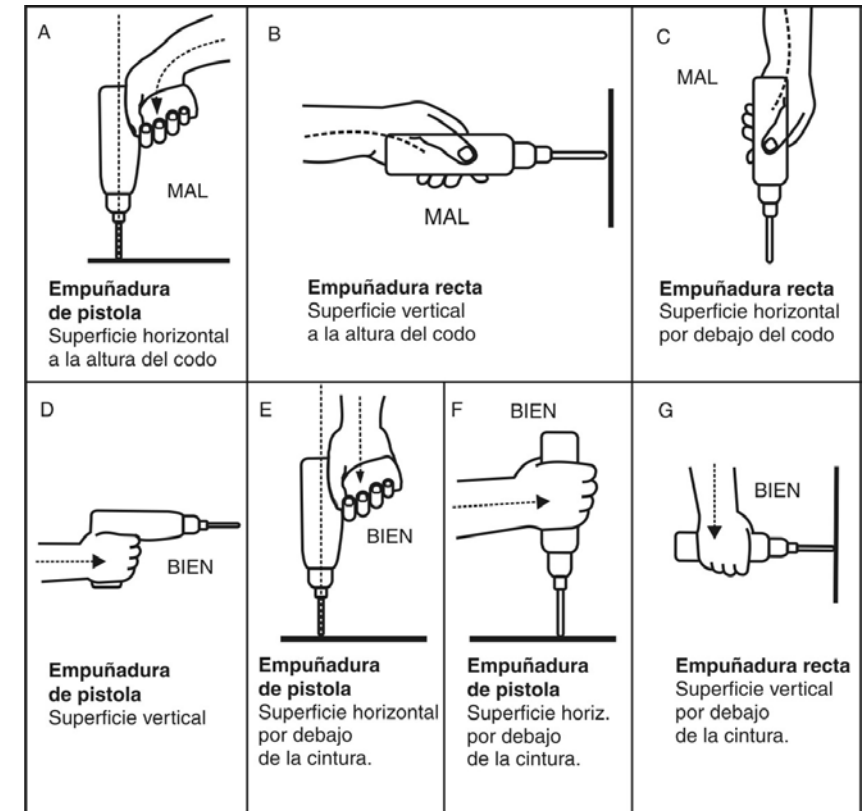
En las siguientes figuras, se ejemplifican posturas correctas e incorrectas, estas últimas asociadas a la generación de lesiones o enfermedades profesionales, por esfuerzos excesivos y/o repetitivos.



**Figura 40.** Comparación entre porcentajes de trabajadores que presentaban dolores en los puños, usando un alicate convencional vs uno ergonómico (Tichauer, 1978).



**Figura 41.**



**Figura 42.**

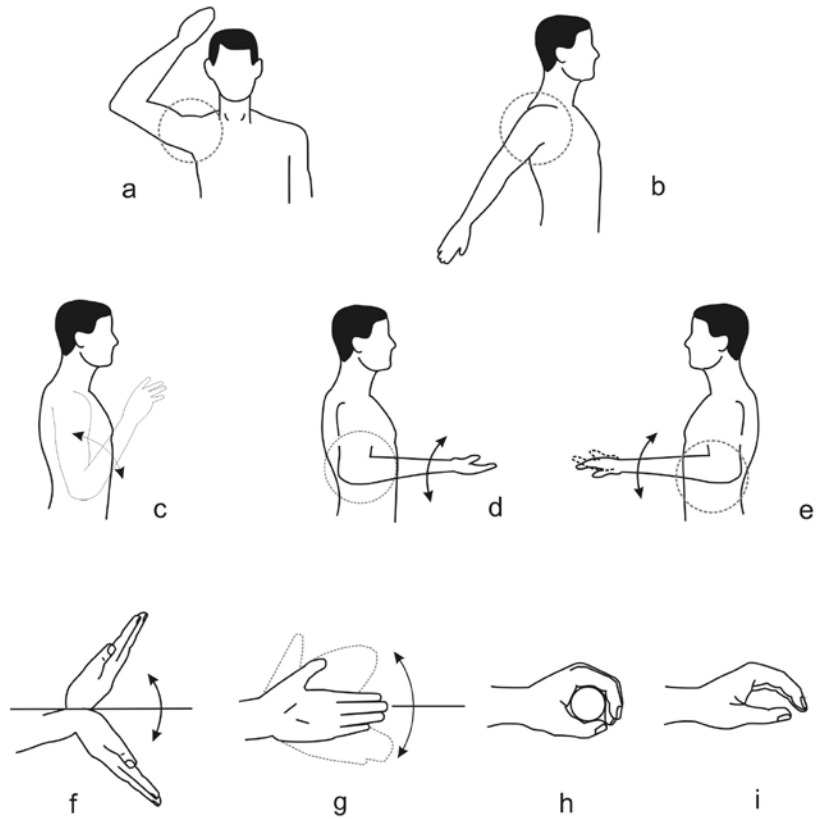


Figura 43. Posturas no recomendadas (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001).

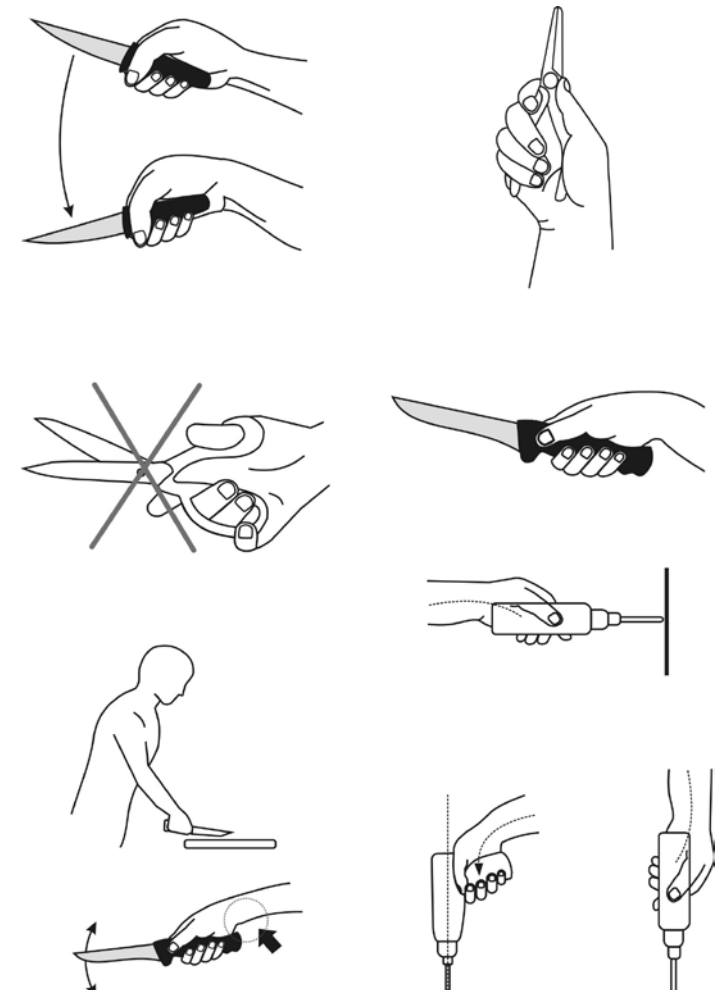


Figura 44. Posturas. Herramientas que generan problemas oseo-musculares (Mondelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001).

## 4. EFECTOS SOBRE EL CUERPO

El trabajo físico provoca en el cuerpo del hombre algunos efectos que deben ser considerados para que el impacto sea el mínimo.

### 4.1. Manos y brazos

Dado que nuestras manos y brazos cumplen la función de herramientas, son considerados las partes del cuerpo más propensas a sufrir accidentes en áreas de peligro.

Para analizar este problema, dividiremos el estudio en tres partes: en primer lugar, piel, músculos y tendones; en segundo, arterias venas y nervios; y por último, huesos y articulaciones.

#### 4.1.1. Piel, músculos y tendones

La función de la piel en todo el cuerpo es la de aislar los tejidos del medio ambiente, protegiéndolos de los elementos agresivos; los músculos, proporcionan la capacidad de mover el cuerpo, y los tendones, fijados a los huesos desde los músculos y utilizando como bisagra a las articulaciones, dan a nuestro cuerpo y, en especial a las manos y brazos, infinitas posibilidades de movimientos.

Así, si pensamos al cuerpo como una máquina, los huesos cumplirían la función de estructura (vigas, columnas, etc.) y los músculos serían pistones de simple efecto, transmitiendo su movimiento a través de los tendones (como si fueran barras, cuerdas, etc.) y obligando a girar los huesos en las articulaciones tal como si fueran pivotes. La piel sería aquí la carrocería, brindando una cobertura al cuerpo.

A continuación, veremos los problemas específicos que afectan la funcionalidad de cada uno de ellos.



Figura 45.

#### 4.1.1.1. HERIDAS Y CORTES

Las heridas y los cortes son causados por filos, aristas y puntas sin protección o por no utilizar la herramienta adecuada y en las correctas condiciones. El resultado son hemorragias, infecciones y, en algunos casos, lesiones tendinosas y/o nerviosas.

Para su prevención se recomienda redondear todas las aristas y zonas cortantes, colocar fundas y defensas.

Es aconsejable:

- Tener en cuenta que todas las pequeñas heridas deberán recibir los primeros auxilios en forma inmediata.
- El accidentado deberá recibir atención de primeros auxilios, independientemente del lugar donde se halle, dentro de los 15 minutos posteriores al hecho, para prevenir infecciones. Luego, concurrir al médico para completar las curaciones.
- Antes de retornar al trabajo, el accidentado deberá presentar un informe de lo ocurrido, de manera tal que el supervisor cuente con elementos para resolver el problema causal del hecho.
- Recordar que todos los accidentes son importantes, independientemente de su consecuencia.

#### 4.1.1.2. AMPOLLAS Y CALLOSIDADES

Las ampollas y callosidades son el resultado de rozamientos constantes sobre la piel, de zonas rugosas, estriadas, marcadas o malformadas.

Las ampollas son provocadas por las malas condiciones de los elementos que se toman con las manos, convirtiéndose posteriormente en callosidades secas y por último, en grietas cutáneas.

Las soluciones son varias: una es tomar las herramientas con la mayor superficie posible de piel (evitando zonas de sobrecarga localizadas) y realizar la fuerza correctamente.

Otra, es mejorar las condiciones de las herramientas e inspeccionarlas en forma periódica. El usuario debe hacerlo antes de usarla (para reemplazarla si su uso reviste riesgos) y al guardarla (para sustituirla antes de iniciar la jornada siguiente).

Es responsabilidad de la Supervisión el buen estado de las herramientas de sus subalternos.

#### 4.1.1.3. SÍNDROME DEL TÚNEL CARPEANO

Se produce por el uso indebido de las manos, en posiciones inadecuadas que obliguen a ejercer presión sobre el nervio mediano de los tendones flexores de los dedos, sobre todo con la muñeca flexionada. Se debe tener en cuenta, como se observa en la *figura 45*, que los músculos de los dedos se encuentran en el antebrazo y que los tendones son los que transmiten los movimientos a los dedos.

Los tendones provenientes del antebrazo pasan por el carpo a través de un puente de fibras que crean un túnel, continuando hacia los dedos; es en ese lugar, que al curvar la muñeca hacia los lados se produce una compresión de los tendones, que va en aumento con el esfuerzo que se realice en forma simultánea y repetitiva. El resultado final es un daño que cada día es más común entre los trabajadores desaprensivos.

Los síntomas son dolor, adormecimiento, calambres y pérdida progresiva del tacto y fuerza de apriete de los dedos. Esto es causado por la inflamación de la vaina de los tendones sobre el nervio mediano.

Para prevenir este problema se debe trabajar con las muñecas en posición neutra, mejorando el diseño de las herramientas y/o dispositivos de trabajo manual.

#### 4.1.1.4. ESGUINCES Y DISTENSIONES

Los esguinces son consecuencia de esfuerzos excesivos, a veces descontrolados, movimientos bruscos, esfuerzos con las manos y/o brazos en mala posición.



Como consecuencia, al comienzo aparece dolor, posteriormente derrames, pudiendo terminar en incapacidad funcional. Las soluciones son similares a las de caso anterior, agregando la necesidad de una buena noción de los movimientos correctos, las posiciones adecuadas y el conocimiento de las limitaciones de fuerza corporal individual.

#### 4.1.1.5. EPICONDITIS

Resultado de movimientos con fuerza y sobrecarga constantes, que producen la rotura del anclaje de los tendones extensores de la mano en el codo, generando dolor en la parte externa del codo con dirección hacia el antebrazo, terminando con incapacidad funcional.

### 4.1.2. Arterias, venas y nervios

La utilización de toda herramienta mal diseñada puede terminar comprimiendo los vasos sanguíneos y lesionando los nervios.

#### 4.1.2.1. LESIONES DE NERVIOS Y VASOS SANGUÍNEOS DIGITALES

Se producen por el rozamiento de los dedos en el uso de mangos del tipo anular (como el de las tijeras, que reduce el flujo sanguíneo), mangos fríos (metálicos, sobre todo en invierno) y/o el uso de máquinas vibratorias (como rotopercutores, llaves de impacto, etc.). El resultado físico es adormecimiento, hormigueo y/o calambres en los dedos.

Para evitar este problema, deben mejorarse las áreas de contacto de las herramientas, mediante mecanismos de recuperación (resortes), mangos con elementos mórvidos y anatómicos; reducir las vibraciones en las máquinas mediante muelles internos (entre la máquina propiamente dicha y la carcasa) y usar guantes apropiados (acolchados especiales para absorber vibraciones).

En lo que respecta al frío, es importante aclarar que la mayoría de las herramientas llamadas *aisladas para uso eléctrico*, no lo son (la aislación eléctrica responde a normas muy especiales), lo que poseen es una cobertura para confort térmico, que sí debe ser considerada al momento

de adquirir herramental para trabajos en condiciones de baja o alta temperatura.

Lo que intenta este tipo de cobertura de confort térmico, es permitir que la superficie de las manos mantenga una temperatura adecuada (cercana a los 35° C), dado que esta es la temperatura donde el hombre alcanza su mayor habilidad: por encima, aparece el malestar de la transpiración y la sensación de quemarse; por debajo, se va perdiendo la habilidad, incrementando los errores de maniobra y el riesgo de accidentes. Es importante también tener en cuenta que cuando la temperatura es menor a -7°C, la piel se pega al metal, produciéndose la llamada *quemazón por frío*.

#### 4.1.2.2. ESTIRAMIENTO/COMPRESIÓN DE NERVIOS MEDIANO EN LA MUÑECA

Este tema se abordó en el *punto 4.1.1.3.* como problema muscular, señalando la compresión del nervio. De todos modos, al tratar el problema nervioso, debemos agregar que es en los movimientos con sobretensión con la muñeca comprimida o estirada y con vibraciones, donde se genera dolor en las manos y brazos, asociado a la pérdida de sensibilidad de los dedos. En este caso, es necesario reducir las vibraciones y utilizar elementos que no creen sobrecargas en el nervio.

#### 4.1.2.3. FALTA DE RIEGO SANGUÍNEO

La falta de irrigación sanguínea es provocada por el uso de bandas circulares sobre el brazo (a veces de la misma ropa), o por ambientes o materiales fríos. Los síntomas son adormecimiento, dolor y calambres. Para evitarla, deberán eliminarse las causas de la compresión circunferencial (efecto torniquete) y utilizar herramientas con coberturas o materiales cálidos, como se mencionó anteriormente.

#### 4.1.2.4. PROBLEMAS CÉRVICO-BRAQUIALES

La compresión de los nervios y vasos sanguíneos en el cuello y los hombros es producida por problemas posturales, que obligan a elevar los brazos por encima de los hombros. Resulta en calambres en los dedos, sensación de adormecimiento en los brazos y pulso débil.



Figura 46.



Figura 47.



### 4.1.3. Huesos y articulaciones

Los huesos son la estructura del cuerpo y por el hecho de ser rígidos, muchas veces se les otorga menos importancia; pero la realidad es otra, ya que terminan sucumbiendo ante sobrecargas dinámicas.

#### 4.1.3.1. DEFORMACIONES ARTICULARES

Cuando la persona está sometida a sobrecargas de repetición reiteradas y de larga duración, se producen deformaciones que acarrearán una disminución de la flexibilidad ósea, con aparición de dolor. Para prevenirlas, deberá revisarse el herramental existente y las posiciones de trabajo.

#### 4.1.3.2. INFLAMACIÓN DE LA CÁPSULA ARTICULAR

Es el resultado de la realización de movimientos repetitivos que causan el deterioro de las cápsulas articulares. Su principal síntoma es la aparición de dolor al realizar movimientos con la parte comprometida del cuerpo. Para evitar esto, es importante no sólo analizar el herramental, sino también mejorar la forma de manipulación.

#### 4.1.3.3. BURSITIS

La bursitis es una inflamación de las bolsas ubicadas en el entorno de las articulaciones, causada por rozamiento tendinoso por falta de descanso, dando lugar a derrames periarticulares con presencia de dolor. Para prevenirla, deberán reducirse los esfuerzos y movimientos demasiado exigidos, acompañados de un descanso de recuperación apropiado.

#### 4.1.3.4. ARTROSIS

Se produce por las sobrecargas y excesivos esfuerzos mecánicos realizados durante períodos prolongados, por golpes de impacto o giros forzados repetitivos. Esta enfermedad es muchas veces asociada a la vejez, pero no es más que el resultado del mal uso del cuerpo durante el paso de los años.

Se presenta con dolor, deformación y rigidez articular (disminución de la capacidad de movimiento). Una vez que aparece es irreversible, por lo que deben evitarse posturas exageradas, impactos y vibraciones, como medida preventiva.

En la *figura 48*, se observa una articulación del codo sana. Cuando se sobreexige el codo, la primera reacción del organismo es la aparición de la artritis (*figura 49*). La misma es dolorosa y molesta, pero desaparece con descanso y tratamiento adecuado.

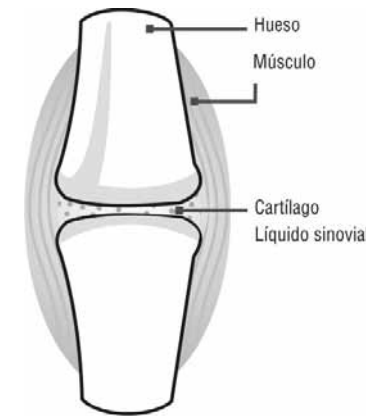


Figura 48. Normal.

De continuar con la actividad que la ocasionó y sin tratamiento ni medidas preventivas que corrijan el causal, la artritis evolucionará a una segunda etapa, pudiendo derivar posteriormente en una bursitis u otra enfermedad, y finalmente en una artrosis (*figura 50*).

En el estado avanzado de esta enfermedad, el hueso se erosiona y produce una degeneración progresiva.



Figura 49. Artritis.

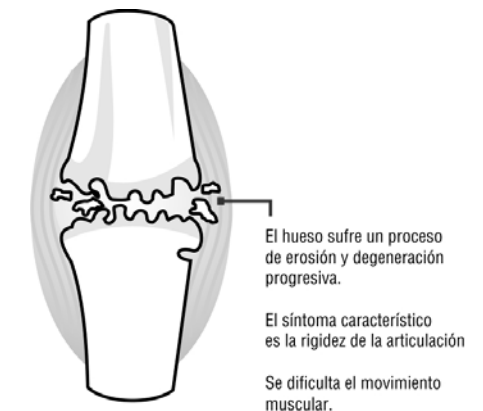


Figura 50. Artrosis.

## 4.2. Espalda

Los principales o más comunes problemas que se presentan en la espalda son las lumbalgias, dorsalgias y cervicalgias.

### 4.2.1. Lumbalgias

Las lumbalgias son, sin lugar a duda, los trastornos músculo-esqueléticos más generalizados que afectan al hombre, encontrándose en mayor o menor frecuencia según la tarea realizada.

Para poder analizarlos, tendremos que ahondar en los conocimientos de la biología humana.

### 4.2.2. Estudio de la biología humana

La caja torácica tiene una serie de huesos planos (costillas) que sostienen la pared, evitando que la estructura colapse cuando se contrae el diafragma (figura 51).

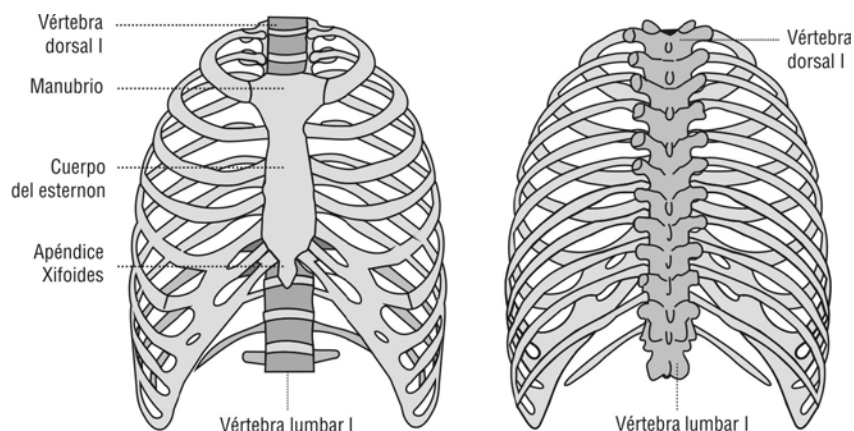


Figura 51. Esqueleto torácico visto por delante (Spalteholz).

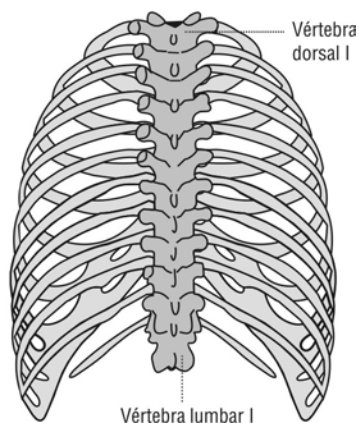


Figura 52. Esqueleto torácico visto por detrás (Spalteholz).

Las costillas se unen con las vértebras en la parte posterior (ver figura 52). El esqueleto humano posee doce pares de costillas, los primeros siete pares se unen en el frente (ventralmente) con el esternón, los tres pares siguientes están unidos en forma indirecta a través de cartílagos y, por último, los dos pares restantes no tienen ningún tipo de unión con el esternón, razón por la cual se las denomina *costillas flotantes*.

### 4.2.3. Columna vertebral

Podemos decir que la columna vertebral es una estructura flexible, con gran capacidad de soportar cargas, que se extiende desde la cabeza hasta la pelvis y está compuesta por un conjunto de huesos (vértebras).

Para estudio y análisis se divide en cinco sectores:

- Cervical
- Dorsal
- Lumbar
- Sacra
- Coccígea

El sector cervical está compuesto por siete vértebras; el dorsal por doce; los sectores lumbar y sacro poseen cinco y por último, el coccígeo de cuatro a seis vértebras. Cada uno de éstos cuenta con vértebras de características diferentes, que corresponden a las funciones específicas que poseen.

La dimensión media de la columna vertebral es de unos 75 cm de largo, alcanzando el ancho máximo en la base del sacro, tanto en dirección anteroposterior como transversal, disminuyendo hacia los extremos.

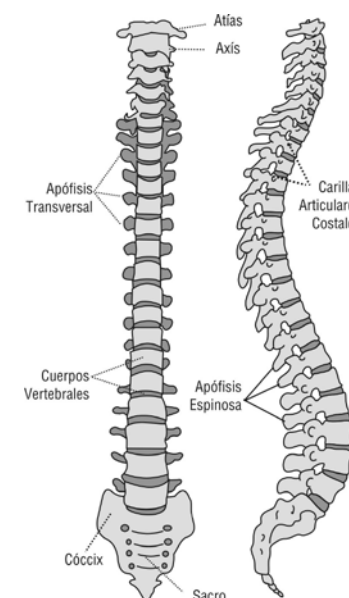


Figura 53. Visión anterior (izquierda) y visión lateral (derecha).

En la columna vertebral se observan cuatro curvaturas en el plano sagital y una en el frontal.

Las curvas sagitales son, de arriba hacia abajo: *cervical* (convexa hacia delante), *dorsal* (cóncava hacia delante), *lumbar* (convexa hacia delante) y *sacro-coccígea* (cóncava hacia delante).

La capacidad de resistencia y la elasticidad de la columna vertebral están determinadas por las curvas sagitales.

Otra división posible está dada por las características que presentan las vértebras: una superior (cervical, dorsal y lumbar), con vértebras articuladas, y otra inferior (sacro-coccígea), con vértebras soldadas.

#### 4.2.3.1. MECÁNICA DE LA LUMBALGIA

El conjunto cabeza-tórax, juega un rol importante en la captación sensorial específica (visión, audición y equilibrio) y es el punto de apoyo de los miembros superiores, que nos permiten alcanzar los objetos. Es, entonces, un elemento determinante de las posturas que una persona adopte en el puesto de trabajo. Participa además en el confort, permitiendo también una organización de los segmentos corporales activos y las informaciones útiles, así como la de los objetos a manipular.

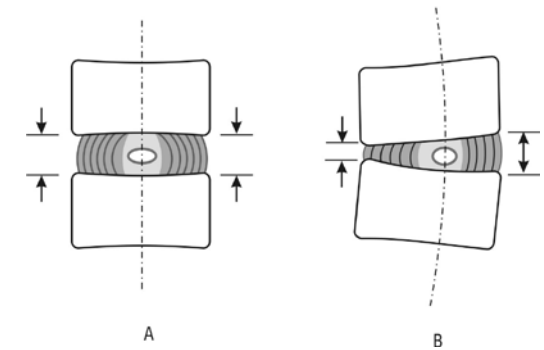
La adopción de una postura corporal incorrecta en el puesto de trabajo, lleva a acentuar el malestar y las alteraciones crónicas (afección cervicobraquial, dorsales y lumbares).



**Figura 54.** Unidad funcional simple con movimiento (articulación). Está compuesta por dos vértebras estabilizadas por los músculos y ligamentos interespinales, además de los músculos rotatorios segmentales e intertransversos.

**Figura 55.**

(A) Disco con presión interdiscal en el núcleo, separa las vértebras. Esta presión está contrarrestada por el anillo y los ligamentos longitudinales. (B) La flexión y extensión se realiza por la deformación del núcleo y la elasticidad del anillo circundante.

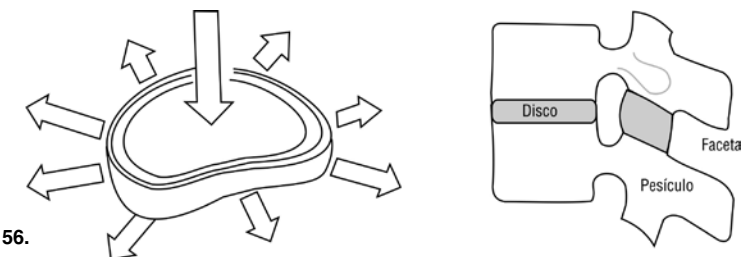


Partimos de que la columna es flexible y está compuesta por un conjunto de unidades funcionales que sirven de apoyo y/o movimiento, según su posición (inferior o superior) dentro de la espina.

En la *figura 54*, se puede observar una unidad funcional simple, con funciones de apoyo y movimiento; en la siguiente, se representa esquemáticamente el rango de movimientos, considerando que entre vértebra y vértebra hay un disco intervertebral.

El disco intervertebral es un anillo fibroso elástico resistente a la compresión del núcleo contenido en el centro y contribuye a la separación normal de los cuerpos vertebrales.

El núcleo pulposo está constituido por un 80 % de agua, lo cual hace que se comporte como un fluido bajo presión; al no poder comprimirse, se deforma, debido a la elasticidad del anillo que lo envuelve, de tal manera que, al recibir la columna un aumento de peso, se deforman los anillos, aplastándose y expandiéndose hacia los lados. Por esta causa, las vértebras se aproximan entre sí, pero al desaparecer el peso, el disco retorna a su forma original (*figura 56*).



**Figura 56.**

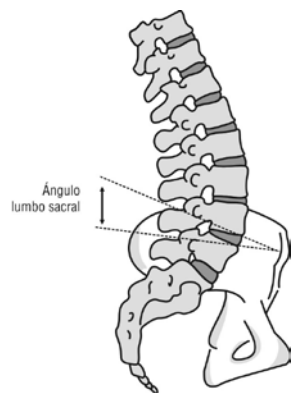


Figura 57.

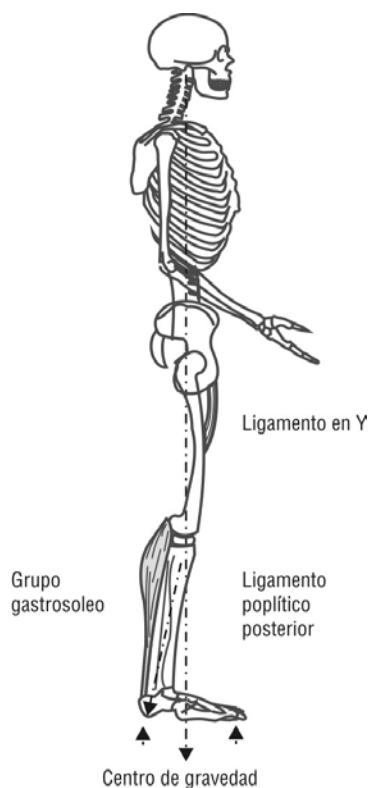


Figura 58.

Como ya se mencionó, la columna es una estructura flexible y equilibrada, apoyada sobre una base móvil (sacro) y posee una serie de curvas, que varían según el ángulo que describe el lumbo-sacro (figura 57).

Para mantener una postura erguida en posición de pie, el hombre necesita apoyarse sobre su ligamento longitudinal anterior, con las rodillas en extensión, y sobre los ligamentos anteriores de la cadera (ligamento en «Y»). Considerando que el tobillo no puede ser inmovilizado por los ligamentos, el *gastrocnemius* mantendrá el equilibrio de la pierna, que posee una inclinación hacia delante de alrededor de los 2° ó 3°. El grupo gastrosoleo mantiene la pierna hacia atrás sobre el pie que está fijo al suelo. Para mantener erecta la columna, es necesario realizar un constante esfuerzo muscular, inclinando la columna sobre su ligamento longitudinal anterior y aumentando sus articulaciones posteriores; esta postura alivia el esfuerzo muscular momentáneo, porque no exige ningún esfuerzo adicional, pero luego se torna molesta porque las facetas posteriores no están preparadas para soportar peso en forma continua.

Esta molestia se denomina *dorsalgia postural común estática*, o dicho de otra manera, es el malestar que se genera por la posición de arqueado excesivo de la espalda. Se presenta en personas habitadas a malas posturas, personas que por razones laborales permanecen mucho tiempo de pie, etc.

### Origen de las lumbalgias en el trabajo

1. De origen muscular y ligamentos.
  - a) lumbalgia por fatiga de musculatura paravertebral.
  - b) lumbalgia por distensión de músculo del ligamento.
2. De origen en el sistema de movilidad y estabilidad de la columna vertebral.
  - c) Lumbalgia por ritmo lumbo-pélvico inadecuado.
  - d) Lumbalgia por inestabilidad articular.
3. De origen discogénico.
  - e) Protusión interdiscal del núcleo pulposo.
  - f) Hernia de disco intervertebral.
4. De origen psíquico.
  - g) Lumbalgia por convención psicósomática.

Figura 59. Clasificación general del origen de las lumbalgias en el trabajo.

#### 4.2.3.2. COLUMNA VERTEBRAL Y LUMBALGIAS DE ORIGEN MUSCULAR Y LIGAMENTOS

Para poder dar una idea simple nos remitiremos a la figura 60, donde se representan los distintos tipos de palancas y las articulaciones que las contienen.

Para equilibrar la columna vertebral se utilizan diferentes curvaturas, de abajo hacia arriba:

1. Lordosis lumbar
2. Cifosis torácica
3. Lordosis cervical

La columna se afirma por medio del ligamento longitudinal anterior (lordosis) y por el ligamento longitudinal posterior (cifosis).

Según lo expresado, nos encontramos con la dorsalgia proveniente de malas posturas. Las causales no sólo resultan de trabajos en posición de parado, sino también por tareas realizadas en posición de sentado (por sentarse en forma inadecuada).

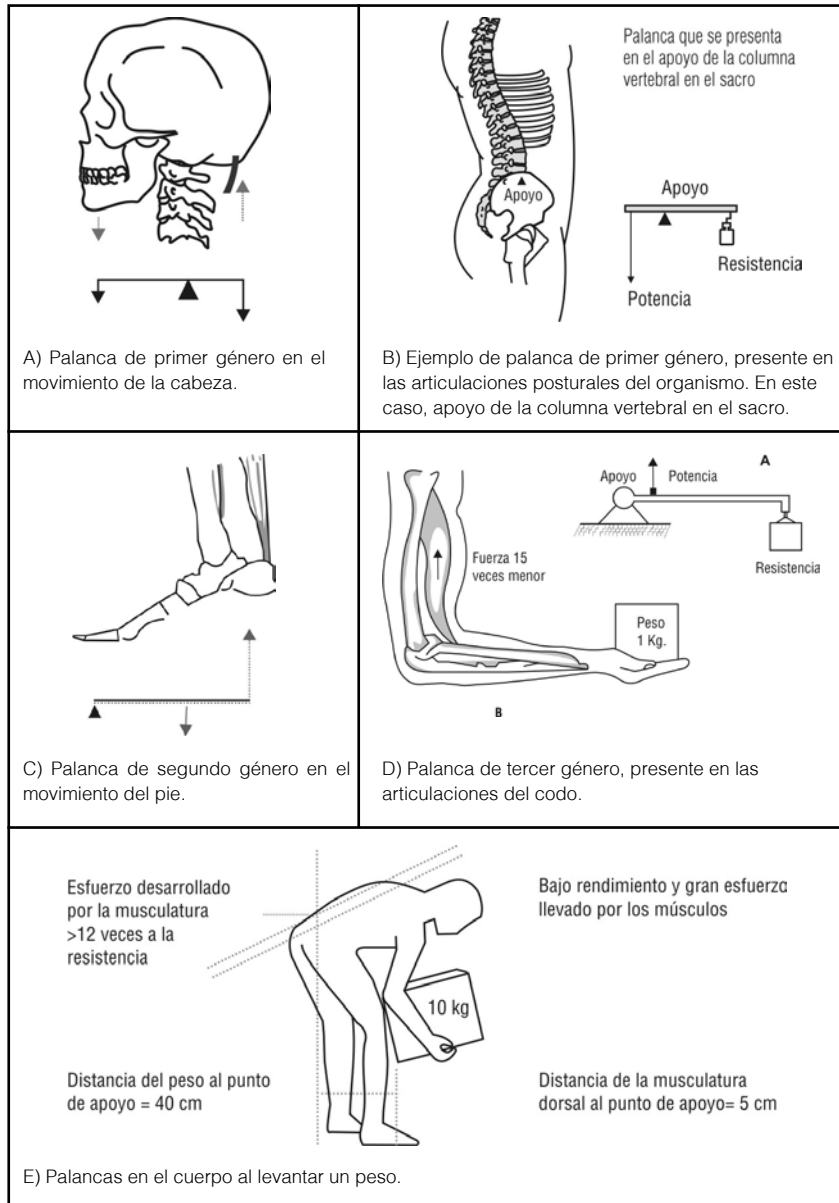


Figura 60.

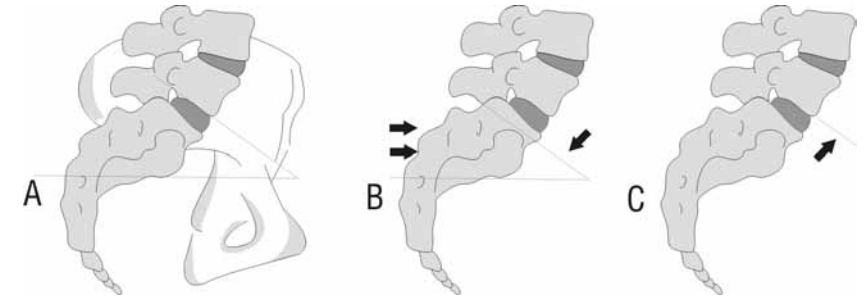


Figura 61. (A) Ángulo lumbo sacro normal, (B) Ángulo aumentado, (C) Ángulo disminuido.

En la figura 61, se aprecian los distintos ángulos del lumbo sacro que puede adoptar el cuerpo al estar correctamente parado o sentado, o por lo contrario, al adoptar una mala postura:

- Cerrado, donde las facetas se separan a medida que el ángulo sacro disminuye.
- Abierto donde al aumentar el ángulo las facetas tienen que soportar el peso, produciéndose frecuentemente por esta causa lumbalgia.

4.2.3.3. LUMBALGIA POR FATIGA MUSCULAR PARAVERTEBRAL

Se produce por la posición curvada excesiva o hacia los lados, en lordosis o cifosis.

La solución consiste en reducir la lordosis, disminuyendo el ángulo lumbo sacro. Esto se logra sentándose en la posición correcta, en un asiento diseñado para tal fin.

Causas de esta lumbalgia:

- Cuando el individuo trabaja sentado encorvado, por imposibilidad de ubicar correctamente las piernas, falta de apoyo, o falta de relajamiento periódico. Por ejemplo: costureras, dactilógrafos, operadores de PC, entre otros.



- Cuando trabaja encorvado en espacios de difícil acceso, como el albañil.
- Por mala postura, al operar una máquina de pie.
- Cuando el trabajador sostiene peso estirándose, o en forma hermética con respecto a la columna vertebral.
- Cuando trabaja en mesas o máquinas excesivamente altas.
- Cuando trabaja sentado, con los elementos bajos.

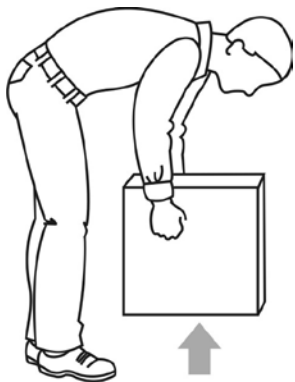
En las siguientes figuras se compara la manera correcta e incorrecta de levantar un objeto pesado (para un mejor análisis, ver *figura 60e*).

Es importante analizar cómo entra en función la columna vertebral cuando una persona se inclina hacia adelante al realizar alguna acción, para comprender cómo se originan los trastornos dolorosos.

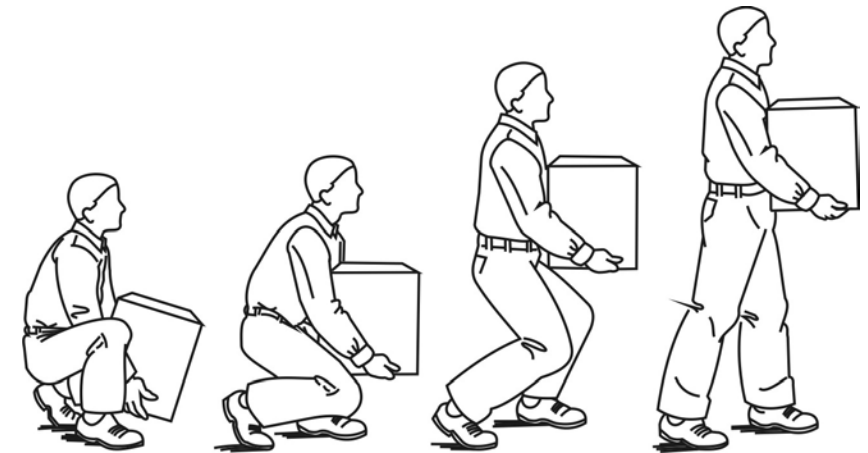
#### 4.2.3.4. LUMBALGIA POR RITMO LUMBO-PÉLVICO INADECUADO

La dirección del movimiento de cada segmento de la columna vertebral es determinada por el plano de las articulaciones posteriores, que están ubicadas en el plano sagital, permitiendo la flexión anterior y la extensión hacia atrás. Por otro lado, limitan las inclinaciones laterales y la rotación.

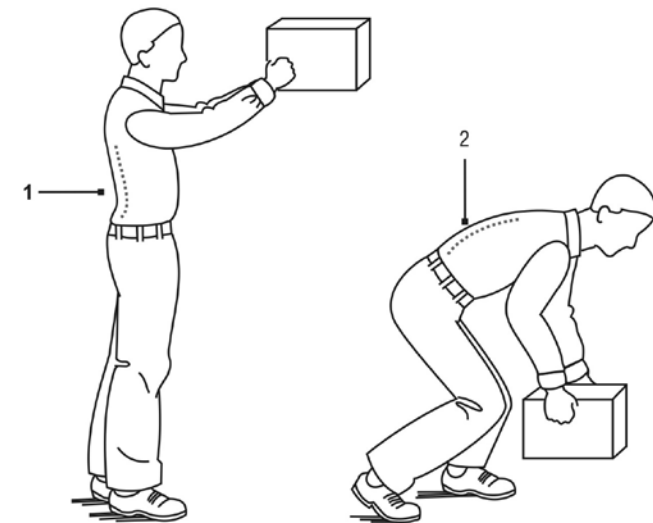
En la hiperextensión de la zona lumbar, se alcanza una lordosis superior a la normal limitada por oposición.



**Figura 62.** Al levantar cualquier objeto, debe hacerse lo más próximo al cuerpo, la pelvis debe girar por debajo de la columna vertebral y flexionar las rodillas de manera que la fuerza de levante se haga con las piernas. En esta figura lo anterior no se cumple.



**Figura 63.** Secuencia de movimientos correcta para levantar un objeto pesado.



**Figura 64.** (1) Lordosis lumbar en posición erecta. (2) Inversión de la lordosis en la flexión. Cuando hay rotación simultánea se produce el aumento del ángulo lumbo sacro.

En la *figura 64*, se observa que el componente predominante es la rotación de la pelvis alrededor de la articulación de la cadera.

El resultado de una inversión coordinada de la lordosis lumbar, simultáneamente con una rotación de la pelvis, es lo que se denomina *ritmo pélvico lumbar*. Es frecuente en el trabajo y ocurre cuando:

- a) El trabajador resbala al caminar y, por mantenerse de pie, tuerce el cuerpo en su columna vertebral, pudiendo ocurrir una rotura de ligamentos o de cápsula articular.
- b) En el caso de un esfuerzo, para asegurar o atrapar algo con un brusco movimiento de rotación lateral.
- c) El trabajador lleva la carga de un lado del cuerpo, obligando a desviar la columna.
- d) Dado el caso en que se deba tomar una carga inaccesible, adoptando una posición anormal con la carga.
- e) Una persona con escoliosis levanta un objeto pesado con el torso curvado (miembros inferiores comprimidos, rigidez de los músculos isquiotibiales o la musculatura paravertebral, rigidez coxofemoral o alteración sacroilíaca).

Podemos concluir, entonces, que la dorsalgia de este tipo se debe a una falla en el movimiento de la columna vertebral, ya sea en la flexión o en la reextensión.

Puede ocurrir que los tejidos sean inflexibles, o que exista una falta de coordinación como consecuencia de un movimiento defectuoso, por costumbre, mala educación en el manejo del cuerpo, o directamente una mala conformación del puesto de trabajo, herramental o medios de elaboración.

Cuando un individuo se inclina hacia adelante, el centro de gravedad se desplaza, cambiando el compromiso de los ligamentos para mantener en equilibrio el cuerpo; los músculos extensores de la columna vertebral y la cadera son los que permiten la inclinación y retención en la

posición deseada, mientras que los ligamentos evitan flexiones adicionales.

El retorno a la posición erecta se efectúa con el mismo grupo muscular; durante la erección del cuerpo, la columna vertebral recobra la lordosis lumbar, mientras que la pelvis cambia su rotación por la inversa (contrario al ritmo pélvico lumbar) y los tejidos blandos, a los que se les ha restringido su elasticidad, impiden la flexión total, originando dolor. Esto es muy común en las personas que tienen ocupaciones sedentarias y que repentinamente comienzan

a realizar tareas en las que comprometen la flexión del cuerpo; es el caso típico del administrativo que en el fin de semana practica un deporte o tareas de mantenimiento en su hogar.



Figura 65.

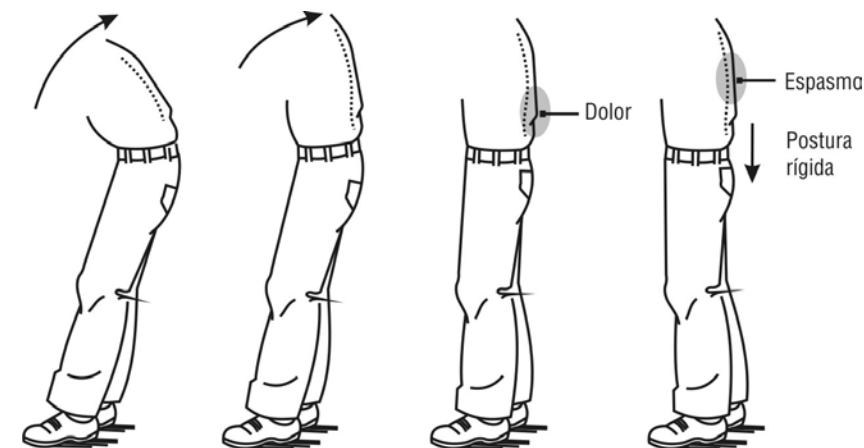
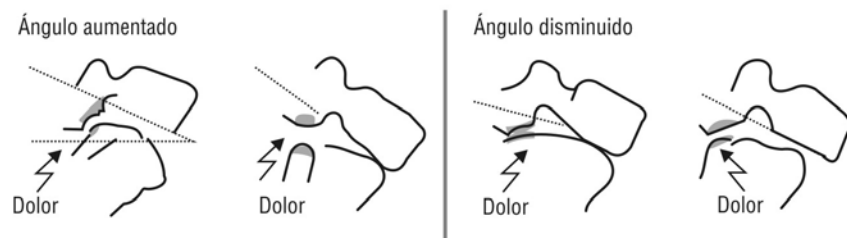
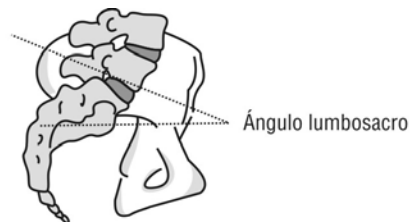


Figura 66. Generación del dolor al retornar a la posición normal, luego de una lordosis excesiva.

#### 4.2.3.5. LUMBALGIA POR INESTABILIDAD ARTICULAR DE COLUMNA VERTEBRAL

La unión lumbo-sacra es un punto importante, por ser la articulación y el punto de apoyo de muchos movimientos del tronco sobre los miembros inferiores (L5-S1).



**Figura 67.** Disminución de espacio entre L5 y S1, deslizamiento anterior de L5 sobre S1.

#### 4.2.3.6. SISTEMA DE AMORTIGUAMIENTO DE CARGAS Y LUMBALGIAS DE ORIGEN DISCOGÉNICO

Los discos intervertebrales son las estructuras que amortiguan las cargas y choques, además de soportar peso y limitar los movimientos excesivos. Contribuyen a dar la característica de estructura semifija y semimóvil de la columna, a través del amarre fibroso de una vértebra con otra; el amortiguamiento de las cargas es permitido por el núcleo pulposo, que consta de un núcleo central de consistencia gelatinosa y un anillo fibroso que rodea al núcleo y se inserta en toda la circunferencia.

La parte superior y la inferior están formadas por capas cartilaginosas, que se encuentran unidas alrededor de la vértebra.

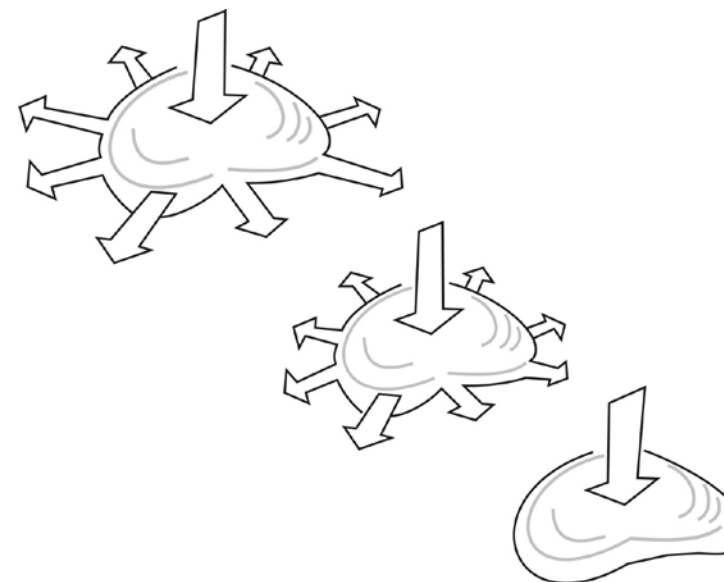
El núcleo pulposo, constituido por gran cantidad de líquido, es elástico e incomprensible. Tiene la función de distribuir equitativamente las fuerzas que accionan sobre él.

#### 4.2.3.7. LUMBALGIA POR ROTURA INTERDISCAL DEL NÚCLEO PULPOSO

Aparece cuando el trabajador toma o manipula una carga muy pesada con el tronco en flexión o rotación.

#### 4.2.3.8. HERNIA DE DISCO INTERVERTEBRAL

Se produce por mover cargas en forma asimétrica, herniándose el núcleo pulposo en los laterales, donde no hay protección de ligamento longitudinal posterior, pudiendo o no comprimir la radícula nerviosa. Se presenta mayormente en L5 y S1 y en segundo lugar entre L5 y L4. Rara vez se presenta en otros discos.

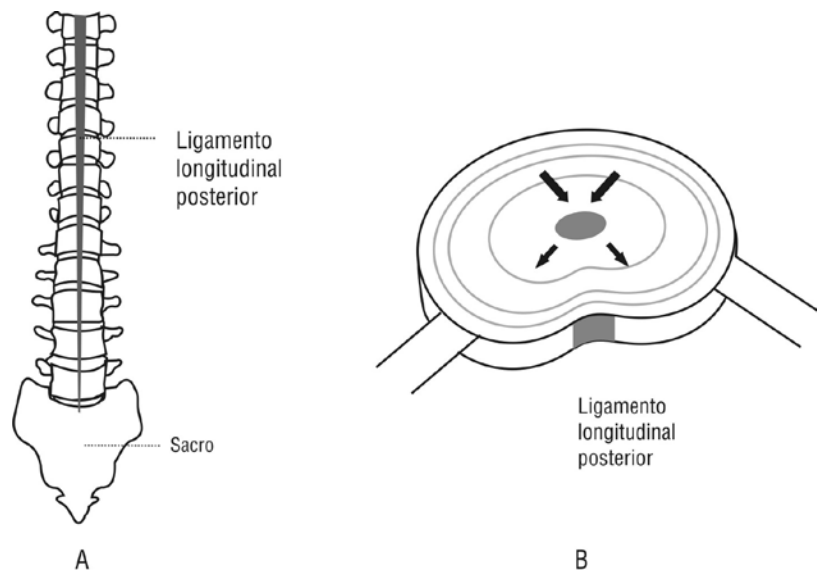


**Figura 68.** Función normal del disco intervertebral. Con el envejecimiento, el disco pierde la propiedad de distribuir radialmente la fuerza que incide sobre él.

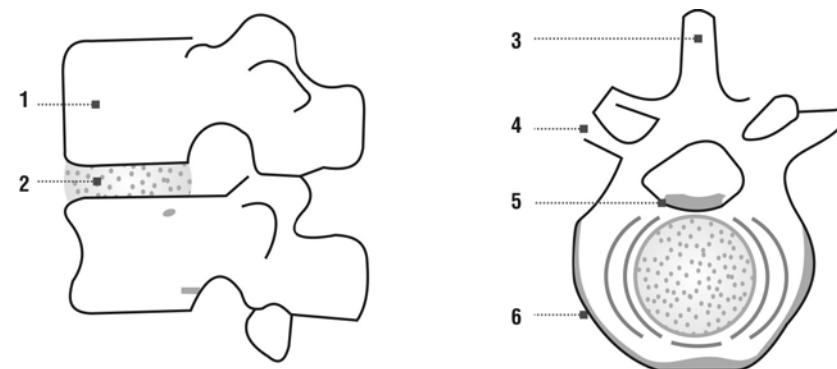


En la siguiente figura, se observa el punto frágil de la columna. El afinamiento cráneo-caudal de ligamento longitudinal posterior permite que lateralmente la resistencia de disco sea menor.

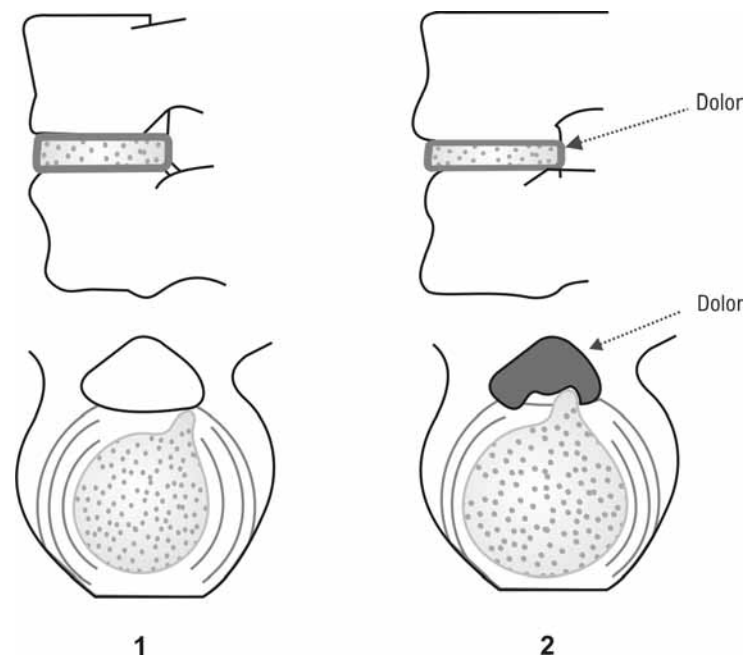
Las lesiones del disco intervertebral aparentemente no producen dolor, pues, pese a la existencia de terminales nerviosas, no se ha podido demostrar su transmisión sensorial, salvo en el caso que se indica en la figura 71, donde se observa un desgarro con protrusión del núcleo.



**Figura 69.** (A) Afinamiento cráneo-caudal del ligamento longitudinal posterior. (B) Resistencia del disco.



**Figura 70.** Unidad estructural de la columna lumbar: (1) Cuerpo vertebral; (2) Disco intervertebral; (3) Apófisis espinosa; (4) Apófisis transversa; (5) Ligamento longitudinal común posterior; (6) Ligamento longitudinal común anterior.



**Figura 71.** (1) Desgarro no doloroso del anillo. (2) Desgarro con propulsión del núcleo y compresión de estructura sensible con presencia de dolor.

## 5. CONFORMACIÓN ERGONÓMICA DE LA HERRAMIENTA

Los medios de trabajo o elaboración son accionados directamente por el usuario con las manos o los pies, para realizar diferentes tareas (como es el caso de los comandos de dispositivos, mandos de máquinas o instalaciones, herramientas, etc.).

Las herramientas de trabajo necesitan, por sobre el resto, una evaluación profunda de su conformación y diseño, dado que, pese al avance de la automatización, las manos siguen siendo para el hombre su principal fuente de trabajo. Esto se corrobora si se analiza conscientemente la cantidad de veces y tiempo que uno las utiliza en el transcurso del día.

De todos modos, la conformación antropométrica de los medios de trabajo no puede ser considerada en forma independiente del resto de las medidas a adoptar.

La adaptación al hombre a los medios abarca áreas específicas:



Figura 72. Áreas específicas de la conformación ergonómica de las herramientas.

Las principales magnitudes condicionantes para la conformación ergonómica de los elementos manuales están representadas en el gráfico presentado por Bullinger/Solf (figura 73).

Realizando una conformación según los pasos indicados en este gráfico, se logran eliminar solicitaciones innecesarias en el hombre y distribuir las exigencias unilaterales, de modo tal que participen la mayor cantidad de músculos.

En la figura 74, se representa para distintos casos de trabajos, la aplicación específica de las medidas condicionantes planteadas por Bullinger/Solf

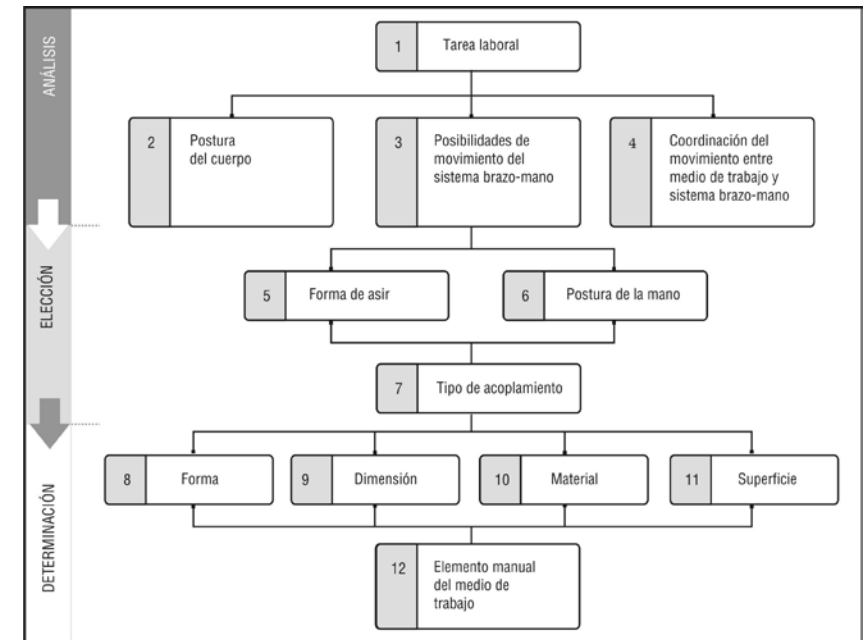


Figura 73. Pasos a seguir en la conformación ergonómica de elementos manuales de medios de trabajo (Según Bullinger/Solf).

(observar el número de magnitud considerada en la parte inferior derecha de cada muestra).

Al hacer un análisis sobre lo que ocurre en el uso de las palancas, pedales, perillas, mangos, empuñaduras (elementos que interactúan con las extremidades del hombre), uno se ve obligado a estudiar las distintas formas de aferrarse a los medios de elaboración, es decir cómo está realizado el acople. Según lo expresan Solf y Rieger en una publicación de 1970, el diámetro correcto de asir, en el caso de tomar al elemento en forma envolvente, depende de:

1. El tipo de material con que está construido el sector de sujeción.
2. La forma del sector de sujeción.
3. Las dimensiones.
4. El tamaño de la mano.
5. Dirección de fuerza (giro a la derecha o izquierda, tracción).
6. Postura de mano (en arrastre de fricción o de forma, etc.).

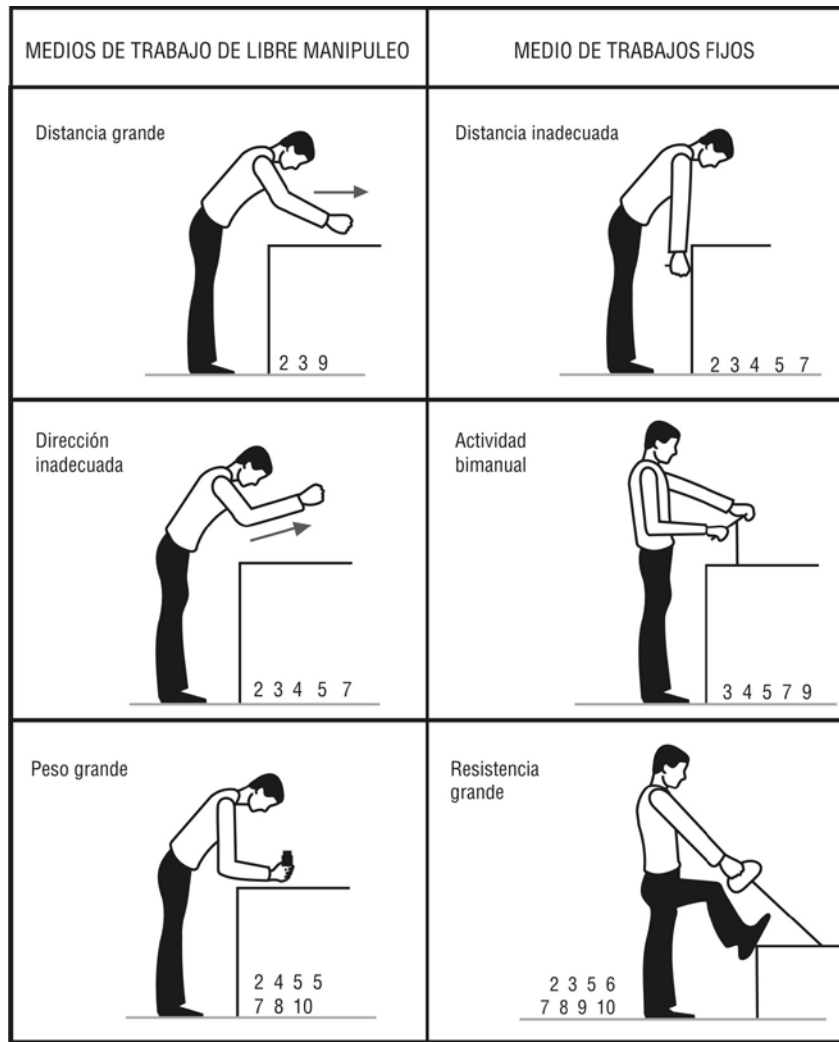


Figura 74. Pasos aconsejados en base al tipo de tarea. (Los números hacen referencia a los pasos de conformación a seguir). REFA

Modo de asir				
Material	Plástico	45 mm ó 70 cmkp	30 mm ó 25 cmkp	30 mm ó 30 cmkp
	Madera	45 mm ó 80 cmkp	30 mm ó 26 cmkp	30 mm ó 30 cmkp
	Metal	45 mm ó 90 cmkp	30 mm ó 27 cmkp	30 mm ó 30 cmkp

Figura 75. Diámetros de empuñaduras REFA.

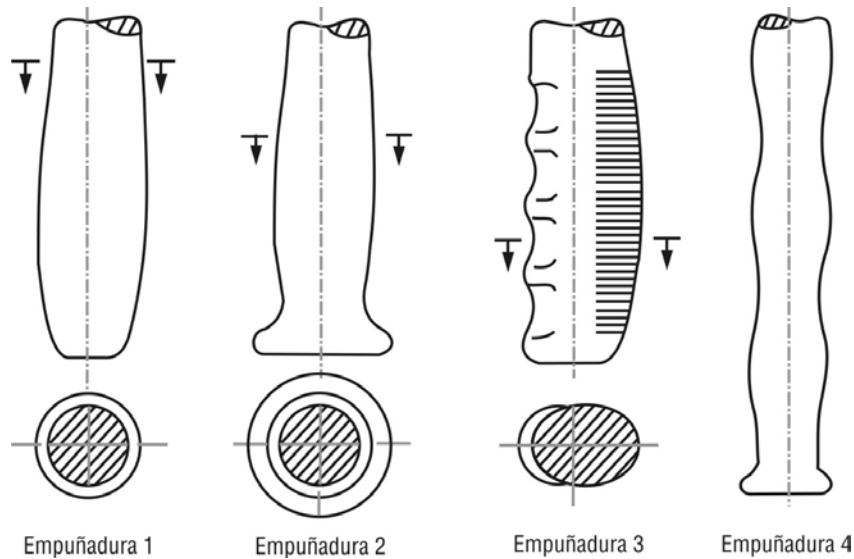
Disposición de la mano	MODO DE ASIR		
	Empuñando	Aferrando	Contacto
En arrastre de fricción			
En arrastre de contacto			

Figura 76. Modos de asir y disposición de la mano. REFA.

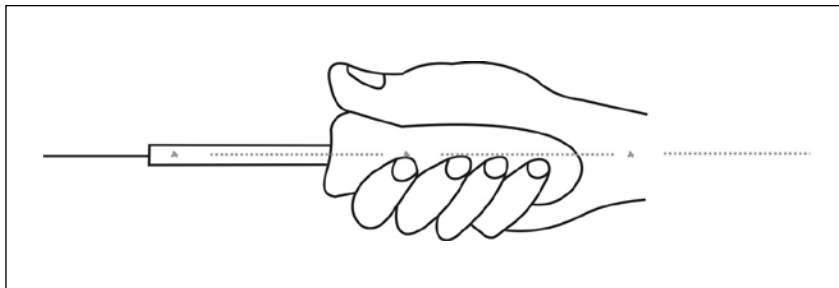
Existen varias formas de sujetar las herramientas en base al uso o al diseño, estas son:

- Empuñando.
- Aferrando
- Contacto

Existe una gran variedad de empuñaduras, cada una de ellas tiene una utilidad distinta y bien definida. En la siguiente figura se dan cuatro ejemplos basados en la propuesta de Kromer.



**Figura 77.** Empuñaduras de arrastre para máquinas y herramientas manuales. (Diámetros comprendidos entre 30 y 35 mm) (Kromer)



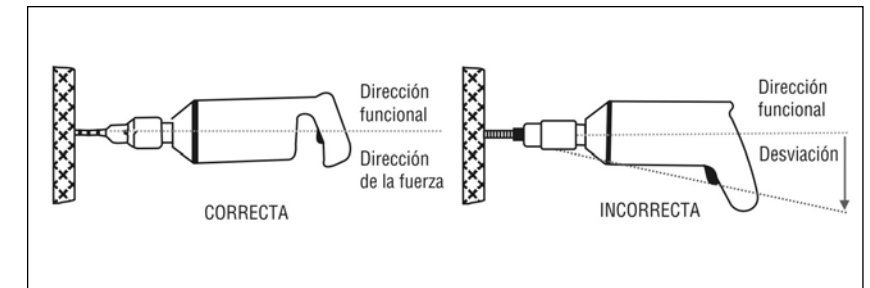
**Figura 78.** Empuñando una lima.

La empuñadura N° 1 de la *figura 77*, se toma apoyando la parte posterior del hueco de la palma de la mano cerrada, de manera tal que los dedos la envuelvan y posibilitando la fuerza hacia adelante (caso típico la empuñadura de una lima); de esta manera, la herramienta, el mango y los huesos del brazo forman una línea recta, evitando formar palancas que molesten o tuerzan la muñeca, agregándole en forma indirecta mayor carga. (Ver *figura 78*).

En cambio, la empuñadura N° 2 es utilizada en herramientas o dispositivos que tienden a deslizarse, al trabajar con elementos que dejen lubricante en las manos o en tareas que por alguna razón generan transpiración en la mano, por lo que debe evitarse que el elemento sujeto se resbale. Esto es impedido con la saliente en forma de anillo.

La empuñadura N° 3 es la empuñadura típica (tipo manopla) de las máquinas manuales o herramientas que deben empujarse. En este caso, debe prestarse atención a que la dirección de la fuerza aplicada a través de la mano, coincida con la dirección de trabajo del medio de elaboración. En la *figura 79*, se muestran dos casos de aplicación de esta empuñadura, presentando una forma incorrecta en la que se genera un momento torsor, que resta precisión al trabajo, desviando la mecha por efecto del difícil control. Por otra parte, al no estar la mano sobre el eje de la mecha, se genera un par que crea una carga adicional sobre la muñeca.

Por último la empuñadura N° 4 se destina a elementos que deban trabajarse con ambas manos a la vez.



**Figura 79.** Disposición de la empuñadura en taladro o rotopercutor o llave de torque.

Requerimientos de la tarea laboral	GRAN FUERZA		GRAN MOVIMIENTO	
	Inadecuado	Adecuado	Inadecuado	Adecuado
Pasos de conformación				
Postura del cuerpo				
Pasos de conformación				
Pasos de conformación				
Pasos de conformación				
Pasos de conformación				
Pasos de conformación				
Pasos de conformación				
Pasos de conformación				

Tipo de acoplamiento	Forma	Dimensión	Material	Superficie
Arrastre por forma Asir envolvente			Coefficiente de fricción por ej: plexiglas, cobre, goma dura, latón, PVC blando.	
Arrastre por fricción Asir por repetición			Coefficiente de fricción por ej: madera, cuero, corcho, madera pintada, acero pintado.	
Extremo de los dedos			Coefficiente de fricción por ej: plexiglas, cobre, goma dura, latón, PVC blando.	En caso de suciedad
Extremo y parte medio de los dedos			Coefficiente de fricción por ej: plexiglas, cobre, goma dura, latón, PVC blando.	En caso de suciedad

Figura 80. Ejemplos de conformación de medios de elaboración en los distintos pasos REFA.

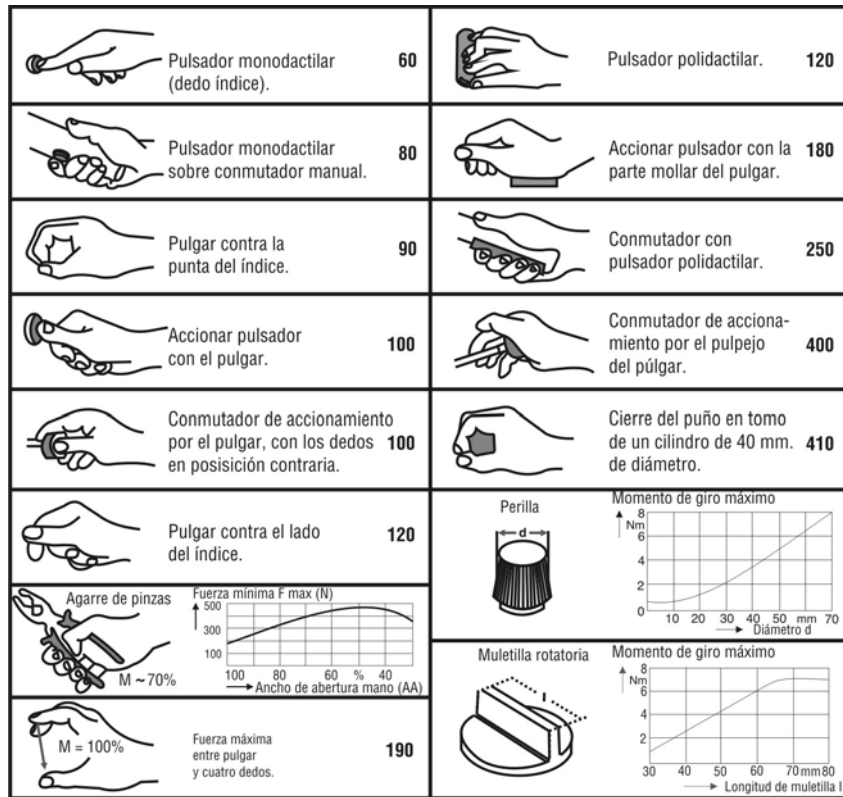


Figura 81. Datos referidos a las fuerzas máximas (en N), que puede ejercer el sistema de la mano.

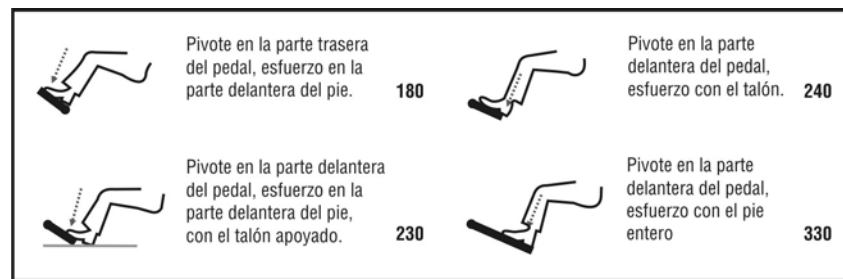


Figura 82. Fuerza del pie.

En la *figura 81*, se representan distintas formas de agarre, de ubicación de pulsadores y capacidades de fuerza en función de la apertura de la mano, dedos, etc.

Al hacer el estudio de distintas herramientas, siempre se encuentra que algunas de ellas no cumplen con los principios básicos de un correcto diseño.

En la *figura 83*, encontramos algunos casos de herramientas planas con empuñadura en arco, donde la muñeca se mueve en arco y en forma exagerada, lo cual llevará en forma inevitable, con el tiempo y a quienes lo utilicen con frecuencia, a tener problemas en las articulaciones comprometidas. Si, en cambio, la empuñadura se asemejara a la de la parte inferior de la misma figura, el movimiento involucraría las articulaciones de cierre, que son más amplias y por lo tanto, menos comprometidas.

La misma consideración se efectúa para el caso de la *figura 84*, con herramientas tales como manijas portamachos o portaterrajás, donde los movimientos son amplios y las articulaciones de la mano no alcanzan a efectuarlos, por lo tanto, el hombre se ve obligado a girar el cuerpo. La tarea es pesada y riesgosa en el caso de roscar con machos o terrajas de poco diámetro, y sin una extrema precaución, son fáciles de romper.

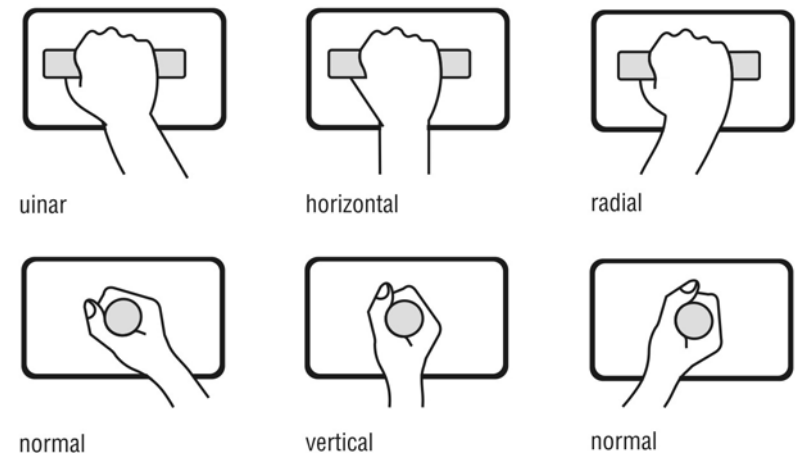


Figura 83. Movimientos de la muñeca en función de la empuñadura.



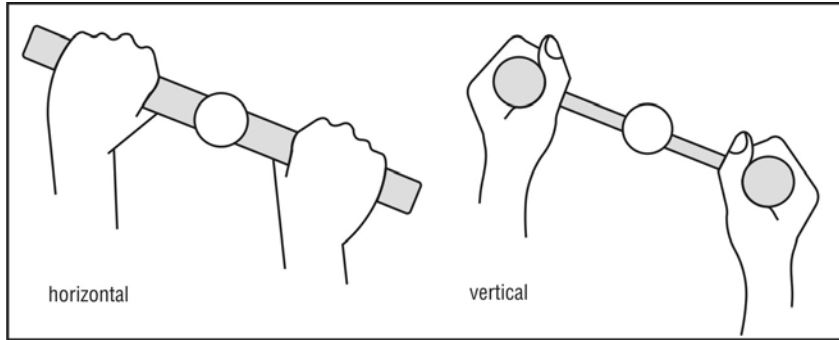


Figura 84. Modo de tomar empuñaduras horizontales y verticales.

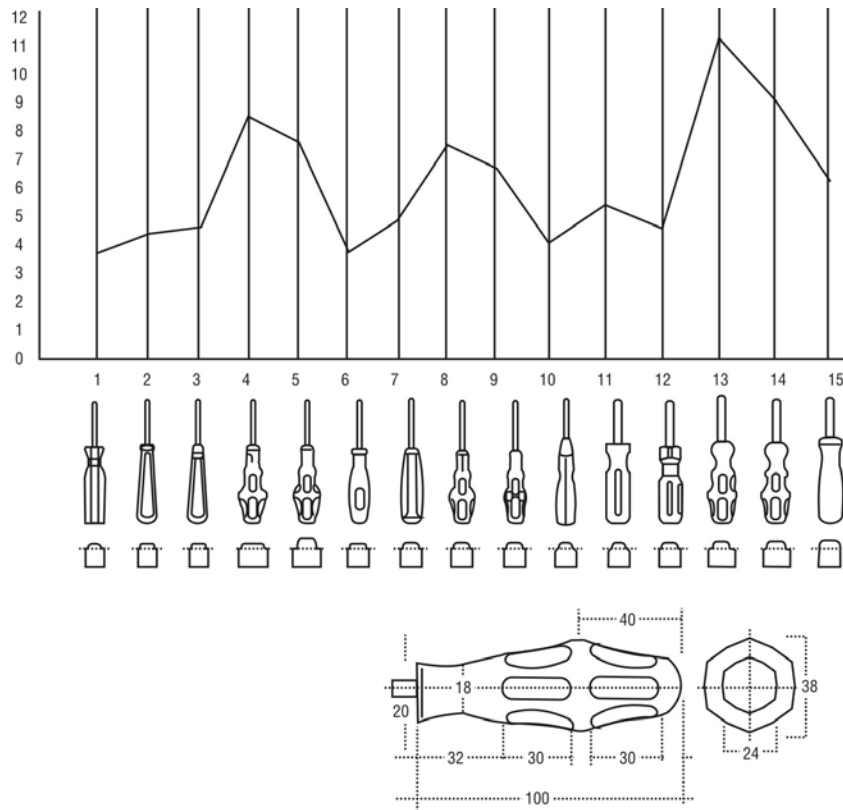


Figura 85. Mangos de destornilladores. (Diferentes torques obtenidos con la misma punta y espada, pero con diferentes mangos).

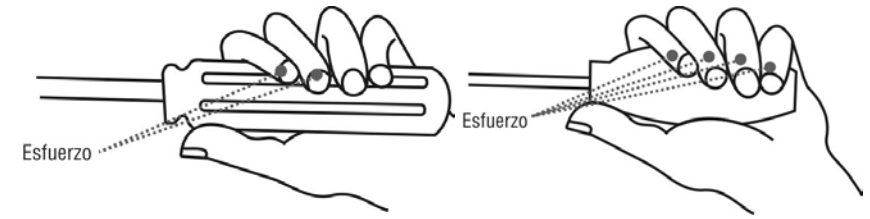


Figura 86. Mango recto.

Figura 87. Mango ahusado.

En la figura 84 se pueden ver las diferentes formas de asir (en forma vertical y en forma horizontal) y se aprecia la ganancia de comodidad, precisión, rapidez, sin esforzar las muñecas.

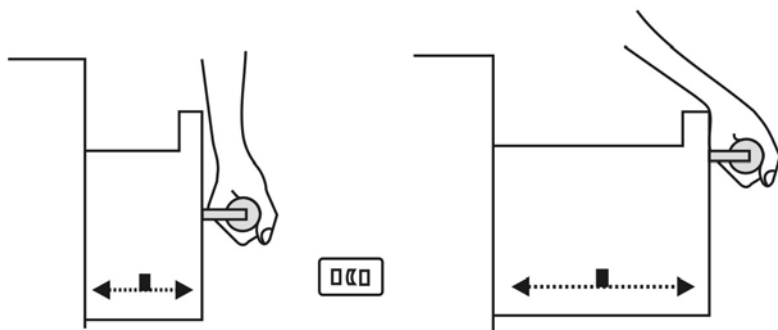
Si se considera la posibilidad de hacer mayor o menor esfuerzo con un destornillador, hay que analizar varios factores. En primer lugar, si la tarea consiste en realizar esfuerzo o simplemente se trata de un movimiento controlado, como en el caso de efectuar regulaciones. Si es este el caso, el mango deberá ser recto y cilíndrico, para aprovechar la sensibilidad, la continuidad y regularidad del movimiento. En cambio, si se trata de una tarea de esfuerzo, el mango tendrá que ser elegido de tal manera que se pueda aprovechar el mayor rendimiento de esfuerzo (mayor torque) y que comprometa la mayor cantidad de dedos y superficie de piel, pues para un igual esfuerzo se distribuye mejor (menor carga por cm<sup>2</sup> de piel), de manera que se disminuye el riesgo de generar ampollas en la mano (ver figuras 86 y 87).

A continuación, resumiremos en una lista de control, las recomendaciones técnicas y los aspectos esenciales a tener en cuenta en la conformación antropométrica.

**5.1. Lista de control para la conformación antropométrica**

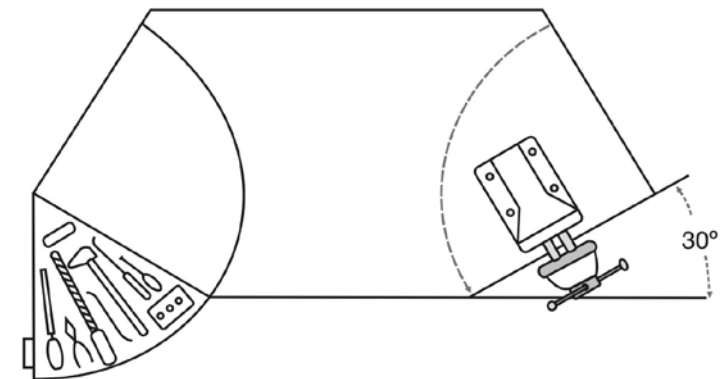
1. ¿Obliga la disposición y/o conformación de los medios de elaboración a posiciones y/o posturas inadecuadas del cuerpo, en el sentido de solicitaciones unilaterales evitables?
2. ¿Se puede alternar entre el trabajo con la mano derecha y la izquierda?

3. ¿Se corresponden la postura y la posición del cuerpo con los requerimientos de la tarea laboral, en cuanto a la fuerza y precisión exigidas?
4. ¿Se ha tenido en cuenta una suficiente libertad de movimientos de los dedos, manos, codos, hombros y, dado el caso, de las piernas, rodillas, tobillos y pies?
5. ¿Fueron consideradas las limitaciones de los movimientos debido a la implementación del trabajo bimanual?
6. ¿Abarca la amplitud de movimiento (o apertura según corresponda) las necesidades mínimas?
7. ¿Tiene una superficie de agarre lo suficiente grande que permita hacer una presión baja y uniforme?
8. ¿Concuerdan los ejes funcionales (de los movimientos, fuerzas, momentos torsores) con las condiciones anatómicas recomendadas?
9. ¿Queda la muñeca en posición normal al tomar la herramienta?
10. ¿Concuerda la forma de aferrarse de las falanges actuantes con el sentido de la fuerza a vencer?
11. ¿Está previsto el arrastre por fricción para grandes ángulos de giro?
12. ¿Concuerda la forma de tomar con el diseño de la empuñadura? ¿En la selección de la herramienta se tuvo en cuenta la forma del acople (unión de la extremidad del hombre que la acciona, con la herramienta)?
13. ¿Fueron previstos elementos de seguridad, anticipando el resbalamiento de la mano?



**Figura 88.** Cajón de un armario o archivero, común en las oficinas y talleres, en donde se observa como un incorrecto diseño (sin tener en cuenta los principios ergonómicos), puede provocar molestias o accidentes al abrirlo. Si la manija está baja, se corre riesgo de lastimarse al abrirlo.

14. ¿Hay suficiente espacio para los dedos y las partes anatómicas comprometidas?
15. ¿En el diseño se tomó en cuenta alguna tabla antropométrica? ¿Fueron adaptadas las medidas externas a las medidas del usuario más pequeño y las medidas internas a las del usuario más grande, 5 y 95 percentil respectivamente?
16. ¿Obliga a trabajar en una altura delimitada o específica?
17. ¿Se puede reducir el trabajo de sostenimiento mediante apoyabrazos, fundamentalmente en las tareas de precisión?
18. ¿Fue analizado el material de los elementos manuales teniendo en cuenta el coeficiente de fricción, la presencia de grasas, aceites o suciedades, conductividad eléctrica, conductividad térmica, peso?
19. ¿Tiene bordes cortantes? o ¿se puede pellizcar la mano?
20. ¿Produce abrasión de la piel?
21. ¿Hay riesgo de tomar contacto con los filos o cortes?
22. ¿Se encuentra apta la herramienta para trabajar toda la jornada?
23. ¿Minimiza la empuñadura las vibraciones?
24. ¿Su peso es equilibrado?
25. ¿Se puede ajustar con facilidad?
26. ¿Se puede usar con guantes?



**Figura 89.** Ordenamiento ergonómico poco ortodoxo de un banco de trabajo de un taller mecánico.



Según la firma BAHCO-Sandvik, en el diseño de una herramienta se debe tener en cuenta:

1. La correcta especificación de los requisitos, que debe reunir:
  - Función y uso.
  - Frecuencia de utilización.
  - Tiempo de uso continuo.
  - Mano con la cual se emplea.
  - Personas que la emplearán (tamaño, fuerza, habilidad).
  - Rudeza en el uso.
  - Uso con o sin guantes.
  - Posiciones que adopta el hombre y sus manos durante el uso.
  - Necesidad de transporte (tarea en lugar fijo o no).
  - Clima del ambiente de trabajo (temperatura, condición de humedad, visibilidad).
  - Trabajo con vibraciones.
  - Trabajo sucio.
  - Utilización de accesorios.
  - Tamaño que debe tener la herramienta, en función al trabajo y al hombre (antropometría).
  - Peso (máximo, mínimo).
  - Material de la empuñadura.
  - Límite a superar (apacidad).
  - Normas y elementos legales a respetar.
2. Preferencias de los usuarios:
  - Duración (vida útil).
  - Necesidad de mantenimiento.
  - Facilidad de uso.
  - Menor esfuerzo.
  - Costo.
  - Repuestos.
3. Antecedentes:
  - Antecedentes de accidentes y/o enfermedades profesionales.
  - Ensayos de uso.
  - Uso anterior en tareas equivalentes.
4. Diseño funcional:
  - Cantidad de modelos y/o tamaños.
  - Acople mano-herramienta.
  - Adaptación a trabajos con distintas temperaturas.
5. Prueba previa al lanzamiento al mercado, mediante un estudio

integral, fundamentalmente fisiológico, con usuarios y/o simulación.

6. Valoración y modificación de los modelos, mediante el resultado del uso de las herramientas en los trabajos concretos, para determinar la necesidad de introducir modificaciones.
7. Prueba de las modificaciones introducidas, sobre la base de los resultados del punto anterior.
8. Propuesta del diseño final, sobre la base del resultado de las pruebas del punto anterior y el *punto 6*.
9. Especificación del producto.
10. Última prueba de la herramienta chequeada por ergonomistas.
11. Seguimiento durante los primeros años del impacto sobre el hombre del herramienta nuevo.

## 6. HERRAMIENTAS

Para poder aplicar todo lo expuesto, analizaremos los distintos tipos de herramientas desde el punto de vista netamente ergonómico.

### 6.1. Sierras y serruchos

Cuando hablamos sobre un serrucho o sierra, lo primero que surge es el tipo de hoja, tamaño, dentado, trabado y clase de acero. Nadie niega la importancia del corte en una herramienta de este tipo, pero bajo la óptica ergonómica, lo importante es de dónde viene la energía que la acciona y aquí aparece el hombre, «el motor», cómo llega esta energía a la herramienta y de allí a los puntos de corte.

De hecho, la energía es transferida a la herramienta por las manos, y en consecuencia surge el acople hombre-herramienta. Se sabe que la carga laboral está compuesta por la sumatoria de todas las cargas parciales, posturas, esfuerzo para el accionamiento, posición, ruido, etc.

Si la importancia radica en la transferencia de energía, las cargas de otro tipo no son rentables y producen cansancio; por lo tanto, un mal mango es un punto en contra.

Es necesario también tener en cuenta la posición en la que se obliga a hacer el esfuerzo al hombre; esto indicará el tipo de herramienta a utilizar (ver figuras 90 y 91).

Algunas sierras poseen la misma empuñadura que las limas. Se pretende que, en el uso, la muñeca no se doble o gire dando lugar a una carga postural de las manos.

### 6.2. Limas

Anteriormente, en las figuras 75 y 76, observábamos mangos convencionales. Lo que se busca es que la lima se alinee en el momento del esfuerzo al eje de los huesos del antebrazo (radio y cúbito), de tal manera que el esfuerzo por mantener el equilibrio del brazo sea lo más próximo a cero.



**Figura 90.** Mango de serrucho, donde se observa la forma oval de la empuñadura, superficie antideslizante, (mango), bordes redondeados, espacio para guía del índice (Sandvik).



**Figura 91.** Distintos tipos de sierras: (A) sierra para cortes a partir de una perforación; (B) sierra para espacios reducidos; (C) y (D) sierras con mango convencional (Armstrong Tools).



**Figura 92.** Empuñadura de lima de último diseño, asimétrica, para indicar al operario la posición de la hoja de la lima y con superficie antideslizante. (BAHCO).

### 6.3. Pinzas, tenazas y alicates

Existe gran variedad de esta clase de herramientas, ya mencionamos una serie de aspectos a tener en cuenta, podemos ampliarlo: por ejemplo, si se toma una barra con una pinza recta, al apretar, no disminuye el ángulo de los mangos, sino que permanece abierto, obligando a hacer un gran esfuerzo, por el gran estiramiento de la mano en su apertura. Cuando en su lugar se utiliza una pico de loro, esta se regula, por lo tanto, al tomar la barra, sus mangos quedan rectos de manera que siempre se puede realizar la máxima fuerza con el menor esfuerzo (ver figura 93).

Otro ejemplo vemos en la figura 94, donde se observa la empuñadura convencional de una pinza para sujetar caños y las alternativas de su modificación: La pinza (a) es la herramienta original, la pinza (b) fue modificada, colocándole en uno de los mangos una manopla recta y móvil; en la pinza (c) se aplicó una manopla similar pero con superficie antideslizante y por último en la pinza (d) se colocó una manopla anatómica antideslizante.

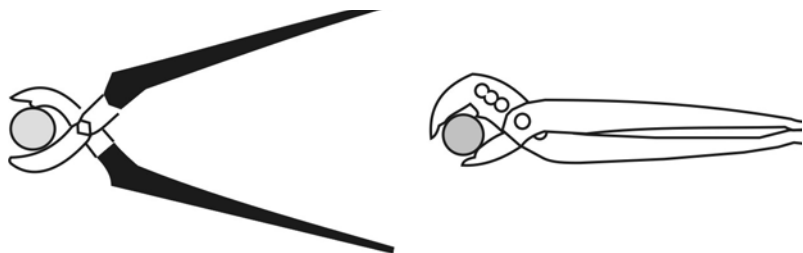


Figura 93. Comparación entre una pinza convencional y una pico de loro.

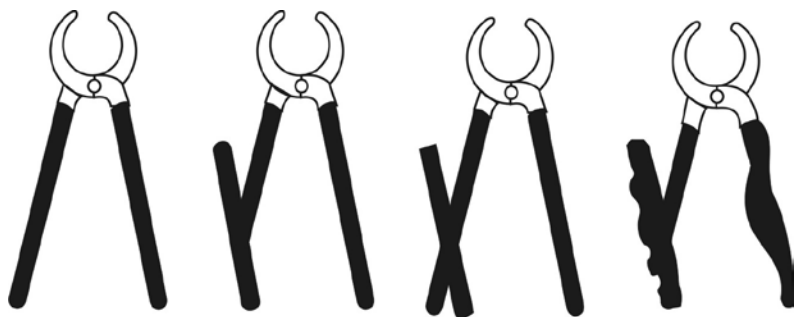


Figura 94. Pinza para sujetar caños.

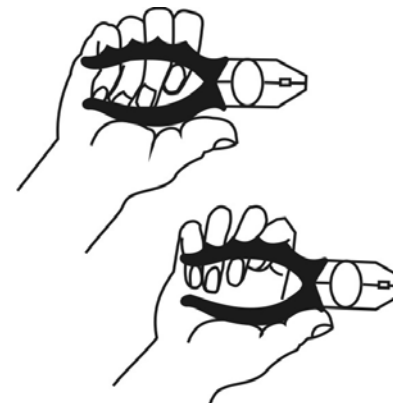


Figura 95. Pinzas frente al tamaño de la mano.

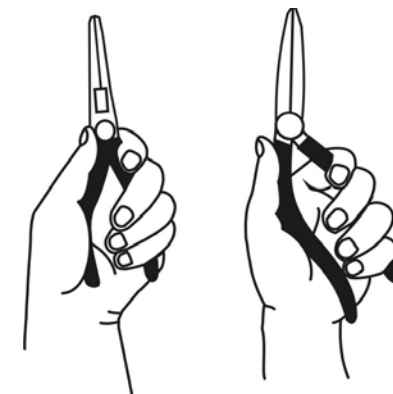


Figura 96. Comparación entre una pinza recta y una de mangos curvos.

Otra elemento a considerar es la forma de las manoplas, como el caso de la figura 95 donde se observa la misma herramienta tomada por manos de diferente tamaño, razón por la cual la forma de asir no es igual. Si el tamaño de la mano es diferente al considerado en el diseño, al usar la herramienta pueden efectuarse presiones no deseadas sobre las articulaciones.

Hay alicates rectos y curvos. Los alicates rectos obligan a realizar con las muñecas fuertes movimientos de flexión; además, en ellos ni el eje de rotación ni el eje de empuje coinciden con los ejes correspondientes al brazo. En cambio, un alicate curvo (de manoplas curvas) elimina totalmente estos problemas (figura 96).

Las tijeras no son ajenas al problema, por ello existen distintos tipos de ellas.

Cuando se especifica alguna de estas herramientas, se debe ser claro y concreto. Por ejemplo, al elegir un tipo de alicate se puede optar entre muchas variantes:

- De corte lateral.
- De corte oblicuo.
- De corte frontal.
- Corta cables.

- Universal.
- De punta.
- De punta delgada.
- Pico de pato.
- Punta aguja.
- Punta aguja doblada.
- Articulado.
- De presión.
- Para anillos de retención.
- y otros.

Los alicates se utilizan en forma específica según su tipo, por ejemplo:

- Para corte de cables y alambres, los de corte lateral, oblicuo o frontal.
- Para montajes o trabajos de formado, los de punta plana.
- Para el doblado de alambres, los de punta fina.

Al seleccionar un alicate, se debe verificar que las puntas (mordazas) estén templadas, ranuradas; los filos de corte, con el chaflán perfectamente hecho y que sea acorde al material a trabajar; como toda herramienta, si no es cromada, debe tener tratamiento antioxidante. En el caso de uso frecuente, contener resorte de retorno (abertura); las empuñaduras deben tener una cobertura confortable y anatómica y, en el caso de utilizar la herramienta en trabajos de electricidad con tensión, esta cobertura debe ser realizada según las normas específicas para este tipo de trabajo (el que tenga cobertura no garantiza su capacidad de aislación, ésta sólo se garantiza con el cumplimiento de las normas específicas).

En lo referente a pinzas, la cantidad de modelos también es muy variada y los elementos a tomar en cuenta son similares a los de los alicates; podemos citar por ejemplo los tipos:

- Pinza regulable de dos posiciones (Ford).
- Pinza regulable (pico de loro).
- Pinza universal.
- Pinza de electricista.
- Pinza de presión.



Figura 97. Distintos tipos de alicates (Bahco).

Las pinzas Ford son aptas para tomar todo tipo de elementos, pudiendo tener dos posiciones para regularse según el tamaño del objeto a tomar; las pinzas de pico de loro tienen el mismo uso, pero poseen muchas más posiciones, pudiendo tomar elementos de mayor tamaño; además, por su diseño evita el quiebre de la muñeca, eliminando una carga y el riesgo de lesiones (síndrome del carpo, tendinitis, etc), y también los pellizcos por trabajo con piezas pequeñas.



**Figura 98.** Pinzas: Ford, universal, de presión y de presión para soldar chapas (Bahco).



**Figura 99.** Entorchadora (Sandvik).



**Figura 100.** Tenazas (Bahco).

Los alicates denominados entorchadoras o retorcedores de alambre son útiles para hacer seguros de alambre rápidamente y sin tener que girar las muñecas. De otra manera, esta operación es lenta y cansadora, provocando, si se hace en forma más o menos continua, síndrome del carpo, tendinitis, tendosinubitis o epicondritis.

Las tenazas también tienen distintos modelos aptos para tareas diferentes, de carpintero, de albañil, de montaje, etc.

#### 6.4. Tijeras

Si analizamos la *figura 101*, encontraremos tijeras para chapa con corte en distinto ángulo. En el caso de utilizar la primera, nos obligaría a doblar la chapa para profundizar el corte, con un alto riesgo de lastimaduras. En cambio, con la segunda, se puede realizar el mismo corte sin riesgo de lesiones. Ambas son del mismo fabricante y tienen el mismo precio, pero la prestación es diferente, lo que confirma que una buena especificación es la que garantiza la calidad de uso de la herramienta.



**Figura 101.** Tijeras con corte en distinto ángulo (Bahco).

**Figura 102.** Otras tijeras (Bahco).



Figura 103. Tijeras (Stanley).

### 6.5. Llaves de tubo y accesorios para su uso

Con un análisis como el que estamos haciendo, en cada una de las herramientas vamos a encontrar defectos y virtudes que nos permitirán lograr resultados positivos sin inversión de importancia; el secreto sólo es la correcta elección. Si continuamos un poco más el estudio, nos encontraremos, con que el empleo de dados (tubos o llaves de tubo) puede dar a lugar grandes discusiones.

Cuando uno hace la elección de un tubo, se encuentra con muchas disyuntivas, la primera, no ergonómica, es si se va a utilizar en una llave de impacto o no. La elección en ese caso corresponde a la seguridad, dado que al no ser la herramienta adecuada, puede romperse y provocar lesiones. El tubo de impacto se hace con distinto acero y el tratamiento térmico varía, por lo que debe ser absorbente a los impactos, elástico y de gran dureza superficial para eliminar el desgaste y tener además una ranura que permita colocar un anillo de goma, el cual, ante la eventualidad de una rotura, evite que las esquirlas se proyecten. (Ver figura 104).

Otro problema consiste en decidir qué cantidad de puntas tendrá: 12, 8, 6 ó 4. Cuantas más puntas tenga la herramienta, menos problemas tendrá



Figura 104.  
Anillo de seguridad (Proto).



Figura 105.  
Dados (tubos), juntas universales (Proto).

el hombre para colocar el tubo sobre el tornillo. Un mayor número de puntas permitirá que las formas geométricas coincidan, reduciendo así los giros de la mano para hacer entrar la cabeza del tornillo o tuerca en el tubo. Sin embargo, un tubo de menor número de puntas es más fuerte.

También se puede estudiar si el tubo debe ser o no universal, para poder trabajar en ángulo, facilitando la tarea cuando hay poco espacio.

Para la misma circunstancia —problema de espacio o distancia—, se pueden analizar las distintas alternativas de espesor del tubo, o la longitud.

Una última alternativa en la elección de los tubos puede ser la terminación superficial. Si es cromado, es apto para trabajar en el mantenimiento de máquinas y equipos de la industria farmacéutica o alimenticia, sin embargo, no conviene en la electrónica, porque el desprendimiento de partículas de la capa superficial de cromo puede hacer puente en los microcircuitos y producir cortos (fallas); tampoco en la aeronáutica, donde las partículas de cromo en las turbinas producen desgaste (erosión), ni en la mecánica, donde los golpes voluntarios o no producen fisuras, en las que se junta suciedad, bacterias, microbios, etc., lo cual, unido a los filos de los bordes que dañan la piel humana, pueden llevar a dermatitis e infecciones, entre otras.

El mismo criterio se emplea en la elección de los mandos (llaves de cricque, mangos, berbiquí, extensiones, llaves de pipa). Cuando no se puede



En la industria alimenticia o farmacéutica, ante cualquier daño superficial de la herramienta cromada, debe ser dada de baja para evitar contaminación.

El cromo es un contaminante, por lo tanto el uso de herramientas no cromadas ayuda a salvaguardar el medioambiente, además son más económicas.

usar una máquina para atornillar o destornillar, se recurre a estas herramientas manuales, eligiendo la más adecuada en función del ángulo necesario para girar o del que permite el lugar de trabajo, como así también, de su forma y articulación (ver *figura 106*).

Con respecto a las llaves, podemos hacer un análisis ergonómico general y luego particularizar en cada tipo de ellas.

En lo referente a la terminación, tenemos que adoptar el criterio expuesto anteriormente para las herramientas cromadas o negras.

Con respecto al tamaño, encontraremos diferentes largos en todos los tipos de llaves. Cuando se realice la elección, debe procurarse que éste sea el más adecuado: las herramientas hechizas, dobladas, alargadas o acortadas, son siempre un riesgo. La hechiza tiene dudosa resistencia y las otras tienen en las costuras un punto débil; son dobladas en caliente, por lo tanto al enfriarse se crea una zona de concentración de tensiones, diferente al resto de la herramienta.

Encontraremos también en el mercado llaves de distintos espesores, por lo que nunca se debe afinar o angostar una herramienta, ya que se le quita resistencia (además, al amolarla, se eleva la temperatura del entorno, creando zonas frágiles y otras blandas).

Ya hemos hablado sobre los anillos de seguridad para retención de esquilas en los tubos de impacto. En la *figura 107*, observaremos una llave de impacto con su dado con anillo de seguridad (fosfatizado).

En la *figura 109*, se observan distintos tipos de bocas (12, 6 y 4 puntas), una de ellas con puntas redondeadas, para que el apoyo y la fuerza no se efectúen sobre el borde, sino en la cara. Esto evita la deformación de tuercas y tornillos y el desgaste de sus vértices, los cuales desgastan luego las herramientas, provocando zafes, con las consecuentes lesiones en las manos, al descontrolarse el movimiento del puño.



Figura 106. Mandos.



Figura 107 (Usag).



Figura 108. Llave de tubo de impacto (Usag) a la izquierda, llave de tubo para uso manual (Proto) a la derecha.



Además de poder elegir entre tubos cromados o no, largos, estándar o cortos, de pared normal o fina, o de diversas puntas, están también los articulados, que facilitan la tarea para acceder a lugares poco accesibles, o para permitir una adecuada posición de la mano y no forzarla en los movimientos repetitivos del ajuste o desajuste de tuercas y tornillos (ver figura 110). También existen una gran cantidad de combinaciones de puntas de adaptación (figuras 111 y 112).

Con respecto a los mandos, tenemos muchas variables, fundamentalmente en las llaves de crিকে, donde las hay de distinto tipo de accionamiento, por relación de engranajes, llaves con ángulos de trabajo amplio (12° a 4°). Las de menor ángulo permiten trabajar en lugares pequeños, sin necesidad de realizar movimientos complicados o de utilizar varios accesorios.

Éstas son sólo algunas de las variables existentes, y podríamos agregar: manija barbiquí, manija te, llave de crিকে con mango ahusado (para centrado en montajes industriales), entre otras.

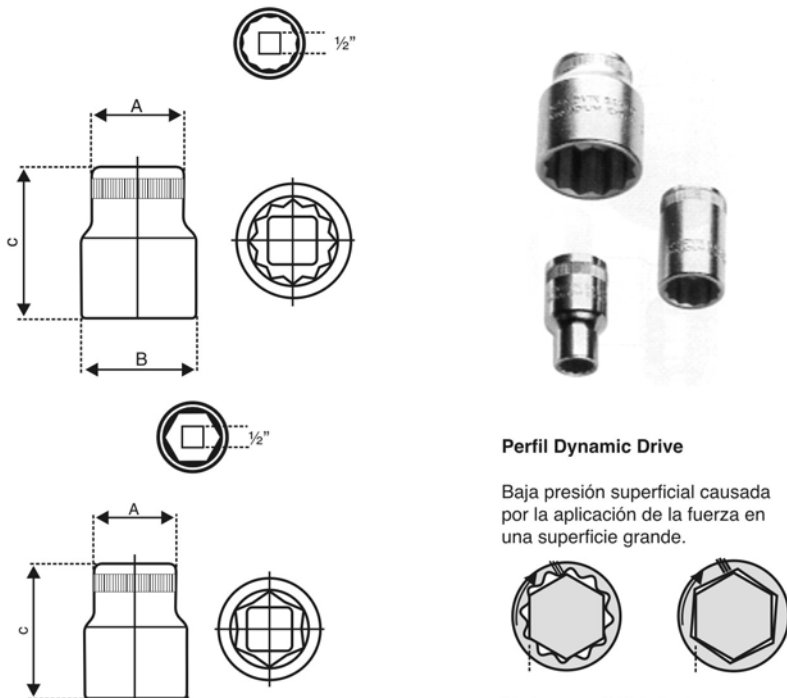


Figura 109. Bocas (Bahco).



Figura 110. Tubo articulado y junta universal (Belzer).

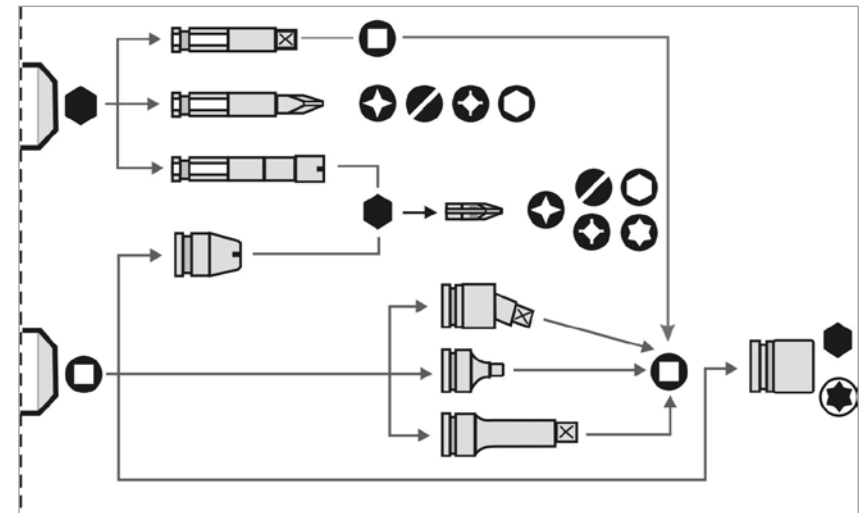


Figura 111. Diagrama de adaptaciones - accesorios (Usag).



Figura 112. Accesorios (Usag).

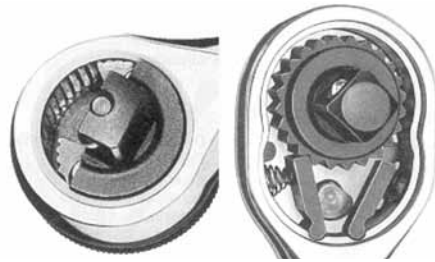


Figura 113. Distintos tipos de cabezas (Proto).



Figura 114. Llave de cricue y manija, anatómicas y confortables (Bahco).



Figura 115. Llaves móviles y de cricue (matracas). Abajo a la izquierda, llave ajustable con cola (apta para centrar agujeros en montajes y evitar llevar una punta); abajo a la derecha, llave ajustable (francesa); arriba, llaves matraca para cañerías (evitan el uso de dos llaves de boca o tener que colocar y sacar las llaves luego de cada giro).



Figura 116. Llaves de boca o españolas, ejemplo de sus múltiples formas tamaños y presentaciones (Armstrong Tool).

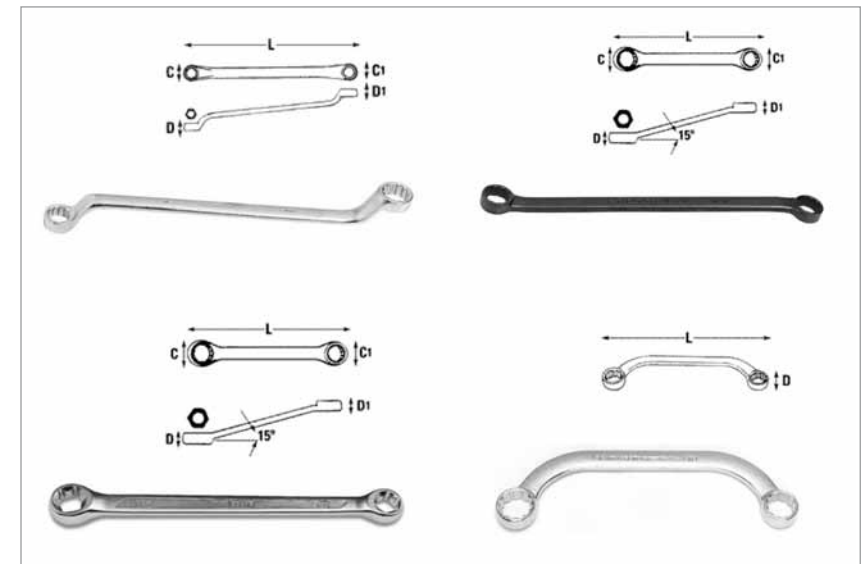


Figura 117. Llaves estriadas de distinto tipo.

## 6.6. Llaves de boca, estriadas y móviles

En el mercado ferretero hay muchas variedades de este tipo de herramientas, las más usadas son las llaves fijas que, independiente de su clase hay muchas formas, tamaños y combinación de llaves, por ello la fabricación de una llave especial es casi injustificado.

En particular, podemos decir que las llaves de boca tienen, además de tamaños y espesores diferentes, varios ángulos de posición de la boca con respecto al eje del mango, y formas de mangos que se adaptan a distintas funciones.

Lo mismo ocurre con las llaves estriadas: se pueden encontrar cromadas o negras, largas, cortas, normales, gruesas, medianas o finas; algunas empresas las fabrican también extrafinas, para acceder a espacios reducidos de montaje o mantenimiento.

Se las construye curvas, planas, anguladas (para permitir el paso de los dedos en montajes sobre superficies amplias) y por último, también las hay con cola para guiar los tornillos.

Para facilitar el trabajo y la cantidad de herramientas a utilizar, se fabrican herramientas combinadas, con distintas medidas (ver figura 118).



Figura 118.



Figura 119. Llaves de golpe.

Ninguna llave fija o móvil debe ser golpeada, para ello hay herramientas diseñadas para soportar impactos sin romperse o saltar. Estas están hechas con aceros menos frágiles y resistentes al impacto. Además su diseño, mucho más robusto que el de las llaves estándar, está hecho para soportar golpes, incluso los mal dados.

En lo referente a llaves móviles, hay de muchos tipos, incluso de formas muy poco ortodoxas, pero no sólo están en los catálogos del exterior sino que son importadas en forma regular. Lo importante es no dejar de buscar las adecuadas existentes en el mercado (llaves de corona, aptas para el montaje de cañerías en la industria automotriz o ferroviaria; llaves ajustables con cola de unta para centrar agujeros, muy usada en montajes industriales y en el roblonado; llaves ajustables con seguro, etc.).

Dentro de las llaves ajustables, también tenemos las llaves para caños, las cuales son muy variadas, fundamentalmente el caso de las llaves denominadas inglesas o Stilson.



Figuras 120 y 121. Llaves móviles con mango confortable (ergonómico) (Bahco).



**Figura 122.** Llaves móviles para tubos recta, angulada, perpendicular y compuesta (Ridgid).



**Figura 123.** Otras llaves para caños (Ridgid).

## 6.7. Torquímetros

En la elección de torquímetros, también es importante considerar los problemas inherentes a la lectura de las mediciones y la probabilidad de golpes del instrumento. Es un hecho que los problemas de golpes van a influenciar en la búsqueda de elementos más robustos; en cambio, los problemas de lectura llevarán acarreado el tener que decidirse entre un equipo digital o uno analógico, en función de la precisión de lectura e iluminación en el área.

Cuando hay buena luz, lo ideal son los torquímetros digitales, pues son más precisos. En lugares poco iluminados son ideales los de zafe, dado que uno puede guiarse por su sonido.



**Figura 124.** Torquímetros (Digital, de zafe y de torsión). (Proto).



Figura 125. Multiplicadores de fuerza (Proto).

### 6.8. Multiplicadores de fuerza

Los multiplicadores de fuerza también son utilizados cuando se trata de realizar tareas donde, por diseño, la capacidad de las llaves es insuficiente o porque la fuerza a vencer supera la capacidad del hombre.

Su uso evita hernias de disco, lumbalgias, dorsalgias, desgarros musculares, fracturas y otras lesiones, ya que reduce notablemente los esfuerzos.

### 6.9. Martillos

La elección del martillo adecuado va más allá del tipo, tamaño o peso. El mango puede ser de madera, como en el caso de martillos de carpinteros o albañiles, o también de goma o plástico con alma de acero. En este caso, es fundamental verificar su mordiente, ya que si el mango es matrizado con mordientes pronunciadas, el uso continuo puede llevar a generar ampollas y, por el contrario, con un poco de lubricante en las manos puede ser despedido por energía centrífuga.

El material utilizado en la masa o cara del martillo es importante para marcar o no al elemento que se golpea (esto depende de muchos factores, como el material del elemento que se golpea, la precisión de este en función del diseño), para ello existen los martillos de cara suave, goma, bronce, plomo, etc.

Hay martillos o porras denominadas de golpe seco, que consisten en una cápsula de acero con bolas de plomo dentro. La cápsula está unida a una barra de acero (soldada o atornillada) y, a su vez, todo el conjunto está rodeado de un plástico resistente a los impactos, que se coloca por inyección. Este martillo, independientemente de su tamaño, tiene un golpe seco porque el plomo de la cápsula queda atrás cuando el martillo golpea, y al tomar contacto con la masa de la pieza, detiene su movimiento, acertando sobre la superficie de contacto y continuando el plomo en movimiento por inercia, dando más fuerza al golpe. No produce vibraciones, ruido, ni chispas.

El extremo con reborde es para evitar ser despedido por deslizamiento, y la envoltura de la estructura de acero del mango da una mejor adherencia.

**Anti-rebote:** La fuerza liberada al golpear es controlada y elimina el rebote con el movimiento de las bolas de acero que hay en el interior de la cabeza del martillo.

**Anti-esquirlas:** La funda plástica que recubre la cabeza y el mango del martillo no se astilla, razón por la cual no proyecta esquirlas (evita tanto el daño a la cabeza, como a la superficie golpeada).

**Anti-chispa:** La cobertura plástica evita las chispas al golpear.

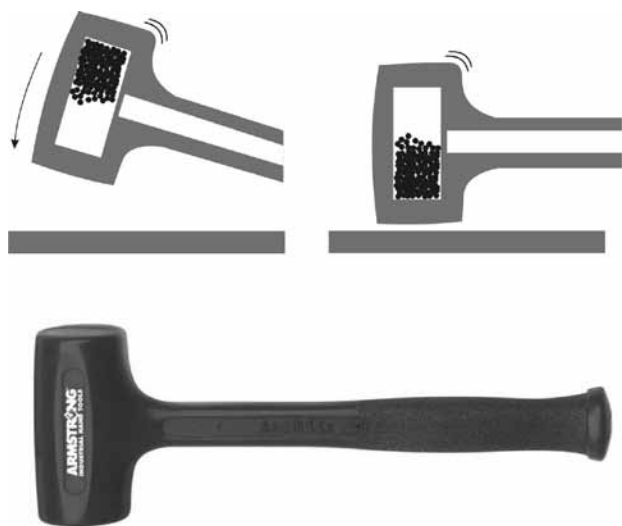


Figura 126. Martillo de cara suave, con caras intercambiables de distinta dureza.



**Figura 127.** Martillos de distintos tipos (Armstrong Tools).

**Figura 128.** Martillos de distintos tipos antichispa, de cobre o goma (Armstrong Tools).



**Figura 129.** Martillo de golpe seco.

## 6.10. Destornilladores

En ergonomía tiene mucho valor un mango adecuado: cilíndrico, para tareas de regulación y anatómico, para hacer fuerza.

También hay que mencionar los mangos en «T», empleados para lugares comprometidos o para lograr un mayor torque.

La espada de los destornilladores, es igual de importante, pues si éste es cuadrado o hexagonal, en lugar de cilíndrico, permite utilizarlo como ayuda de llaves de boca, para mejorar el torque sin forzar las manos, evitando distensiones, esguinces, tendinitis, etc.

Para realizar una correcta elección de mangos de destornilladores es conveniente probarlos; un sistema práctico es colocar dos mangos diferentes unidos por una barra y hacer fuerza opuesta con ambas manos, después cambiar las manos y hacer fuerza nuevamente, para comparar cuál es el más cómodo y/o se adapta mejor al trabajo-tarea en particular.

Otro elemento a tener en cuenta en el diseño del destornillador es la cantidad de caras de la cabeza del tornillo, puesto que cuanto más simetrías presente, menos se deberá doblar la mano (menor ángulo de giro, para colocar el destornillador).

Hay destornilladores especiales que tienen la finalidad de facilitar la colocación de tornillos en lugares de difícil acceso (ver figura 135), y automáticos, que permiten mayor precisión y velocidad en el proceso (figura 136).



**Figura 130.** Destornillador de mango recto (Usag).



**Figura 131.** Mango anatómico (Celestial).





Figura 132. Mango en «T» (Usag).



Figura 133. Puntas de destornilladores.

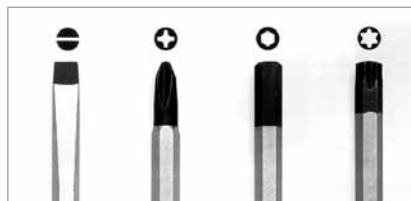


Figura 134. Puntas de destornilladores.

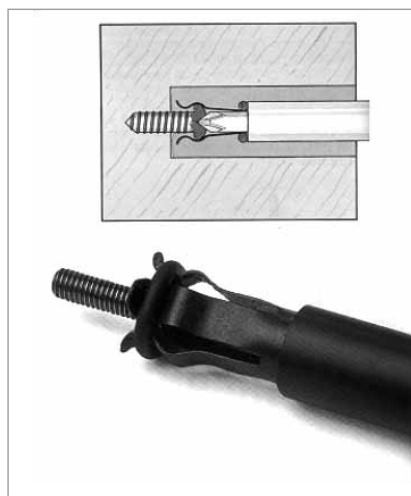


Figura 135. Destornillador para retener tornillos.



Figura 136. Destornillador automático.

## 6.11. Palas, picos, azaras, barretas y otros

Al momento de adquirir una de estas herramientas es necesario considerar, en primer lugar, el tipo de tarea a realizar, la altura del usuario y el lugar donde se va a trabajar.

La clave es la postura que adquiere el usuario durante su utilización, por lo que hay que tener en cuenta la longitud y forma del cabo, de manera que se emplee la fuerza en efectuar el trabajo y no en soportar una mala postura, que derive en lumbalgia, dorsalgia u otra afección en la columna vertebral (si no posee el largo adecuado) o en tendinitis, bursitis, tendosinovitis u otra afección en las manos, codos u hombros (si la empuñadura es inadecuada).



No. 171/No. 171FG

Las hojas y las cañas de las palas son de una sola pieza y a prueba de óxido, fabricadas en acero del tipo 14 y formadas con achafanado y con tratamiento térmico. Las hojas redondas disponen de lomos doblados resistentes al resbalamiento. Los mangos son de Fresno pulido esmaltado y vienen sujetos a la hoja mediante dos remaches. Las palas No. 170 y 171 han sido diseñadas con mangos de fibra de vidrio para proporcionarles un servicio más duradero fuerte.

No. 170/No. 170FG

No. 172

No. 173

No. 174

No. 177

No. 176

Figura 137. Palas (Ridgid).



## 6.12. Herramientas para trabajos bajo tensión eléctrica

Como ya se mencionó anteriormente, para este tipo de trabajos se deben usar las herramientas adecuadas, las que deberán cumplir con las normas pertinentes: que posea cobertura no significa que esté aislada. Para poder visualizar la diferencia, en la *figura 138*, se observan herramientas diseñadas para cumplir con los requisitos de las normas específicas.



**Figura 138.** Herramientas para trabajar bajo tensión eléctrica.

## 6.13. Herramientas autopulsadas

Estas herramientas, como todas, tienen la clave en su unión con las manos. Hay que controlar la línea de aplicación de la fuerza con el eje de trabajo, de tal manera que no genere un movimiento torsor. Si ésta tiende a girar, la empuñadura deberá estar a 90°, de manera que pueda ser sujeta con la otra mano y contrarreste el mencionado giro que, de no ser así, retorcería el puño. Todo esto tiene que ser diseñado considerando la habilidad de la mano (simetría para diestros o siniestros).

En el caso de herramientas que generen impactos o vibraciones, las empuñaduras deben ser móbidas, de tal manera que minimicen el efecto sobre el hombre, al absorber el efecto de la herramienta.



**Figura 139.** Herramientas autopulsadas.

## 7. REGLAS DE SEGURIDAD

Durante el uso de herramientas manuales, el personal tendrá que adoptar una correcta y aplomada posición de seguridad. Los esfuerzos deben ser realizados de modo tal que una falla del material o de la herramienta, no contribuya a lesionar al trabajador que las utiliza, ni a otros que se encuentren cerca. Las herramientas deberán ser mantenidas siempre limpias.

### Recomendaciones

#### EN GENERAL:

- Siempre use protector ocular. Recuerde que puede recibir lesiones serias en los ojos.
- Nunca use caños o tubos de extensión.
- Las herramientas deben ubicarse ordenadamente en el lugar de trabajo. En ningún caso deben dejarse sobre la vía (riel), muy alejadas o sobre los caminos, y menos aún sobre cables.
- No deje las herramientas con los filos o dientes hacia arriba.
- Evite los resbalamientos, manteniendo libres de aceites y grasas las herramientas.
- No utilice herramientas en mal estado. Reemplácelas.
- No trabaje en sistemas o equipos con electricidad sin desconectarlos.
- Mantenga su equilibrio.

#### EN PARTICULAR:

#### Cajas de herramientas (en los paños):

- No abra más de una gaveta llena de herramientas a la vez.
- No sobrecargue gavetas.
- No tire de un carro con herramientas, empújelo.
- Asegure todas las gavetas antes de mover un carro.
- No mueva un carro con herramientas y piezas sueltas encima.
- Ponga freno en las ruedas de los carros y/o gabinetes en su área de trabajo.

#### Gabinetes y/o estanterías múltiples:

- Fije espalda contra espalda todos los gabinetes y/o estanterías y de ser viable también en los lados.
- Asegure las estanterías y gabinetes no móviles al piso.

#### Juego de tubos:

- Tire hacia usted las herramientas, no las empuje.
- Mantenga su equilibrio en la operación con las herramientas.

#### Llaves de crique:

- Tire siempre la llave de crique hacia usted, no la empuje.
- No golpee la cabeza de la llave de crique ni el mango.

#### Tubos de mano:

- No golpee con un martillo los tubos ni las herramientas de mano, o mando.
- Evite el uso de extensiones y adaptadores.

#### Tubos de impacto:

- No tome el tubo, junta, adaptador, junta universal u otro accesorio con la mano, mientras esté funcionando la llave de impacto o herramienta eléctrica.
- No martille con la llave de impacto cuando el tornillo deje de girar.
- No use tubos normales (de mano) en llaves de impacto, pueden estallar y provocar lesiones.

#### Llaves fijas (de boca, estriadas, etc.):

- Use la llave del tamaño adecuado.
- No utilice llaves milimétricas para tornillos en pulgadas o viceversa.
- Utilice la llave adecuada para cada trabajo.
- Cuando pueda utilice una llave de boca.
- Tire hacia usted, no empuje.
- Use lubricantes o removedores para tornillos corroídos o engranados por el óxido.

**Llaves ajustables:**

- Apriete bien la llave.
- Use la llave del tamaño adecuado.
- Utilícela sólo como última alternativa, si es que no se dispone de una llave fija.
- Tire hacia usted, no empuje.
- Use lubricantes o removedores para tornillos corroídos o engranados por el óxido.

**Llaves de golpe:**

- Golpee siempre en ángulo recto.
- Golpee con seguridad.
- No utilice herramientas dañadas.

**Llaves de torque:**

- No las golpee.
- No use caños o tubos como extensiones del mango.
- No exceda la capacidad denotada por el fabricante.
- No venza la capacidad del tornillo.
- No use esta herramienta para aflojar tuercas.
- Tire hacia usted, no empuje.
- Mantenga su equilibrio.
- Coloque los tubos (barras) de reacción de los multiplicadores de fuerza contra elementos fijos y robustos.

**Destornilladores:**

- No los use como cortafrío, palanca, rasqueta o martillo.
- En circuitos eléctricos sólo utilice los realmente aislados.
- Evite que resbale la herramienta.
- Use la punta adecuada para cada cabeza de tornillo.

**Alicates:**

- En circuitos eléctricos sólo utilice los realmente aislados.
- Use el alicate adecuado para cada caso.
- Utilice con precaución en anillos Seeger, Truarc y otros.

- Corte los alambres con la sección apropiada.
- No los exponga al calor.
- Use una entorchadora cuando sea posible.

**Martillos:**

- No mire los golpes.
- Cuando golpee otra herramienta, la superficie de golpe del martillo debe ser 3/4 veces mayor al diámetro de la herramienta que recibe el golpe.
- No golpee dos martillos entre sí.
- No utilice martillos con la superficie de golpe en mal estado (chanfleada, con rebabas, etc.).
- No utilice martillos con el mango flojo.

**Punzones, cortafríos:**

- Mantenga el corte lejos de la gente.
- Elija el tamaño en función del trabajo.
- De ser posible, utilice un sujetador.
- Afilar con un profesional, no utilizar la piedra.
- Adecue el cortafrío a la dureza del material a trabajar.

**Prensas:**

- No use prensas dañadas o rajadas.
- No eleve con ellas otros objetos.
- No trabaje bajo tensión eléctrica.
- Colóquelas siempre perpendicularmente.
- Ajústelas firmemente.

**Extractores:**

- No los use con llaves de golpe.
- Utilice el extractor más grande que pueda.
- Use en lo posible un extractor de tres mordazas.
- Use las patas adecuadas al trabajo.
- Asegúrese de que se encuentre centrada.
- Use lubricante y removedores cuando pueda.

**Cabos de madera:**

- Revise los cabos cada vez que se los use, para detectar astillas, rajaduras, carcomidos, y/o partes sueltas.
- Nunca utilice un cabo reparado con clavos o alambre.
- No reemplace cabos de madera por caños de hierro ya que estos transmiten vibraciones e impactos que afectan las articulaciones.

**Barretas:**

- Utilice barretas rectas y de resistencia adecuada.
- Al hacer palanca con la barreta, ubíquese al costado, haciendo presión sobre la misma. No se sienta sobre ella para lograr mayor fuerza, ni realice la fuerza tirando hacia su cuerpo.
- Colocarlas agrupadas en un lugar visible.

**Mazas:**

- Revise que la cara de golpe esté pareja, libre de rebabas y perfectamente acuñada al cabo.
- No mire el movimiento de la herramienta.
- Cuando golpea otra herramienta, la superficie de golpe debe ser visiblemente mayor que la herramienta que lo recibe.
- Use mazas acordes al trabajo.
- Nunca utilice una herramienta de golpe con el cabo flojo.
- Deseche toda herramienta de golpe que muestre deformaciones, grietas, astilladuras, o posea forma de hongo por desgaste.

**8. DISEÑO ANTROPOMÉTRICO DEL PUESTO DE TRABAJO**

Como ya hemos concluido, es fundamental para la salud física del hombre la correcta elección de la herramienta, de manera que no genere malas posturas, que resulten luego en lesiones tales como síndrome del túnel carpiano, tendinitis, tendosinovitis, etc.

También es importante el ruido que pueda producirse en su uso, de allí las consideraciones a efectuar para evitar trastornos auditivos.

**8.1. Listado de control para medios de trabajo accionados manualmente**

1. ¿Obliga la disposición y/o conformación de los medios de trabajo a posiciones y/o posturas inadecuadas del cuerpo en el sentido de solicitudes unilaterales evitables?
2. ¿Se corresponde la postura y la posición del cuerpo con los requerimientos de la tarea laboral, en cuanto a la fuerza y precisión exigidas?
3. ¿Fueron consideradas las limitaciones de movimiento?
4. ¿Coinciden los ejes funcionales (de los movimientos, fuerzas, momentos torsores) con las condiciones anatómicas recomendadas?
5. ¿Quedan las muñecas en posición neutra?
6. ¿Concuerda la forma de asir el medio de trabajo con la resistencia a vencer?
7. ¿Concuerda la forma de asir con el diseño del elemento manual?
8. ¿Fueron previstos dispositivos de seguridad contra el deslizamiento y suficiente espacio libre para los dedos en la conformación de los medios de trabajo?
9. Al establecer las dimensiones, ¿se tuvieron en cuenta la dispersión en el tamaño de las manos?

10. Teniendo en cuenta la posibilidad de limpieza, el coeficiente de fricción de las manos, la conductibilidad térmica y eléctrica, ¿fue analizado el material de los elementos manuales?

## 8.2. Posturas forzadas

Es importante prevenir las lesiones asociadas a los esfuerzos sostenidos que se producen al mantener posturas inadecuadas. Por lo tanto, debe aplicarse cuando los trabajadores se encuentren frente a tareas que exijan posturas estáticas como las que se describen a continuación, aunque los pesos que se manejen sean menores. Estas posturas son frecuentes en sectores como la construcción, mantenimiento de maquinaria, entre muchos otros.

En orden de importancia, se especifican cuáles son las posturas especialmente peligrosas que deberían evitarse:

- Tronco flexionado y girado.
- Rodillas flexionadas, con el peso del cuerpo apoyado en una pierna.
- Trabajo de rodillas.
- Tronco inclinado.
- Ambos brazos por encima de los hombros.
- Un brazo por encima de los hombros.
- Realizar fuerza con los brazos superior a 10 kilos.

## 8.3. Tareas con movimientos repetitivos

Las lesiones en miembros superiores, cuello y hombros, son muy frecuentes en trabajos de manufactura y se relacionan con el desarrollo de tareas muy repetitivas y a los esfuerzos estáticos que suelen ir asociados a éstas. Es, entonces, conveniente y preventivo, evitar tareas que requieran una frecuencia de movimientos de manos o brazos mayor a cinco veces por minuto.

Las siguientes situaciones se refieren tanto a los movimientos y posiciones de los miembros superiores como a la posición del cuello y la cabeza mientras se trabaja:

- Desviación de muñeca o pronosupinación durante más del 40% del ciclo de trabajo.
- Esfuerzo manual medio y de duración más o menos sostenida. Esfuerzo intenso durante más del 30% del ciclo de trabajo.
- Flexión o extensión sostenida de la muñeca.
- Repetición de movimientos de muñeca superior a cuatro veces por minuto.
- Cuello flexionado y girado durante más del 50% de la duración de la tarea.
- Cuello flexionado durante más del 80% de la duración de la tarea.
- Brazos extendidos más de 20° durante más del 80% de la duración de la tarea.
- Brazos extendidos más de 45° durante más de la mitad del ciclo de trabajo.
- Repetición del movimiento de brazos superior a siete veces por minuto.
- No girar el tronco mientras se levanta un peso.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

ALCOBE, Santiago: *Biología Humana*. Barcelona, 1957.

APA: Manuales varios y afiches.

BENZ - K. F. ROLL: *Gestalten der Sehbedingungen am Arbeitsplatz*, Verlag TÜV Rheinland, 1981.

BENZ – GROSS - HAUBNER. *Gestaltung von Bildschirm-Arbeitsplätzen*, Verlag TÜV Rheinland, 1981.

BERGER, Jenner. *Arbeitsplatz-gestaltung und Körpermasse*. Verlag TÜV Rhrinland, 1986.

BRAGANZA, Barry J. «La ergonomía en la oficina», en *Noticias de Seguridad*, marzo de 1997.

CASTROGIOVANNI; MELO; LOMAX: *Boston Art. Manual de seguridad*.

*Diccionario Enciclopédico Universal Océano*. 1994.

FERROSUR ROCA S.A. *Seguridad en tareas de Mecánica*.

FUNDACIÓN REFA Argentina. *REFA*. Modulo 1, Tema 4 «Ergonomía», 1988.

GRANDJEAN E.: *Physiologische Arbeitsgestaltung*. Ecomed, 1991.

HETTINGER, Theodor: *Handhabung von Lasten*. (REFA) Carl Hanser Verlag. München, 1991.

HETTINGER, Theodor - HAHN Bernd: *Schwere Lasten - leicht gehoben*. Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnug. München, 1991.

HUSQVARNA. *Teoría de la motosierra* (Motorsagslära). Buenos Aires, 1999.

KELLERMAN F.; VAN WELY P.; WILLEMS P.: *Manual de Ergonomía*. Buenos Aires, 1967.

KROEMER, K. H. E. *Was man von Schaltern, Kurbeln und Pedalen wissen muss*. REFA Berlin - Köln - Frankfurt, 1967.

LANDAN, K.: «A. Unswirkunger der Mikroelektronik aus Arbeituswissenschaftlicher Sicht», in *REFA Naachrichten*, 1980.

LANGE, W. Kleine: *Ergonomische Datensammlung*. Verlag TÜV Rheinland, 1993.

LAURIG, Wolfgang: *Grundzüge der Ergonomie*. REFA. Beuth Verlag GmbH. Berlin-Köln, 1992.

MAPFRE: *Manual de Ergonomía*. Madrid, 1995.

MAPFRE: *Manual de Higiene Industrial*. Madrid, 1996.

McCORMICK, E. J.: *Elementos de Ergonomía*. Gustavo Gili, Barcelona, 1980.

——— *Human Factors in Engineering and Design*. Gustavo Gili, Barcelona, 1980.

MELO, J. L.: *Apuntes de estadísticas y costos industriales*. ASIMRA, 1988.

——— *Ergonomía*. Journal. Buenos Aires, 2005.

——— *Boston ART - Ferrosur Roca S.A. Seguridad en tareas de vías y obras*. Olavarría, 1999.

——— *Boston ART - Ferrosur Roca S.A. Seguridad en tareas de mecánica*. Olavarría, 1999.

——— *Prevención de riesgo ergonómico*. La Caja ART, 2005.

MONDELO, P. R.; GREGORI, E.; BLASCO, J.; BARRAU, P.: *Ergonomía 3. Diseño de puestos de trabajo*. Alfaomega, 2001.

PAGE, Alvaro: «Lesiones músculo-esqueléticas», en revista *Empresalud*, Ilustraciones: Chamartín. Produseg SRL.

PRODERG: *Ergonomía avanzado especial*. Brasil, 2000.

PRODERG: *Herramientas y Ejercicios*. Brasil, 2000.

RODRÍGUEZ RON, Manuel: «La biomecánica en el transporte de cargas» en revista de la Fundación MAPFRE N° 83, tercer trimestre de 2001.

ROHMERT, W.: *Grunlagen der technischen Arbeitsgestaltung*. 1981

SCHMISDKE, H.: *Lehrbuch der Ergonomie 3*, Carl Hanser Verlag. München-Vien, 1993.

STRASSER; MÜLLER-LIMMROTH: *Ergonomie an der Kasse, aber wie Menschengerechte Gestaltung von Kassensarbeitsplaetzen*. Bayerisches Staatsministerium für Arbeit, Familie und Sozialordnug, München, 1983.

SZALKOWJCZ, Jorge: «Lumbalgia», en *Medicina y Salud*. Parte 1 y 2.

### **Catálogos, folletos y otros**

ARMSTRONG TOOLS Catalog 880F.

BAHCO. Herramientas (tríptico).

BAHCO. Catálogo 2000 (Herramientas).

CELESTAL. Catálogo.

LABORATORIO MONTPELLIER. Separata. 1993.

PROTO. Catálogo de herramientas industriales.

REED Catálogo F.

RIDGID Catálogo N° RT - 191.

SANDVIK. Programa Sandvik de 11 puntos.

STANLEY. Herramientas. N° LA-1/96.

USAG. Catálogo general. 1992.

UGT España.





