



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA  
CAMPUS D'ALCOI



Departamento de  
Proyectos de Ingeniería

GRADO EN INGENIERIA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

---

# APUNTES DE ERGONOMIA



UNIDAD DIDACTICA 6

**ANTROPOMETRÍA DE LA MANO**



**INDICE:**

<b>1.- ANTROPOMETRÍA DE LA MANO</b>	<b>4</b>
1.1.- LAS DIMENSIONES DE LAS MANOS	4
1.2.- TIPOS DE MOVIMIENTOS DE LOS MIEMBROS DE LA MANO Y LA MUÑECA	6
<b>2.- HERRAMIENTAS</b>	<b>10</b>
2.1.- ERGONOMIA DE LAS HERRAMIENTAS	10
2.1.1.- Tipo de agarre y adaptabilidad a la mano	10
2.1.2.- Forma del mango	12
2.2.- FORMA DE LA HERRAMIENTA	13
2.3.- DIMENSIÓN DEL MANGO Y DE LA HERRAMIENTA	14
2.4.- PESO DE LA HERRAMIENTA	14
2.5.- MATERIAL DE LA HERRAMIENTA Y SUPERFICIE DEL MANGO	15
<b>3.- MANDOS</b>	<b>16</b>
3.1.- NORMAS APLICABLES	16
3.2.- TIPOS DE MANDOS	17
3.3.- SELECCIÓN DE MANDOS	19
3.3.1.- Objetivo y campo de aplicación	20
3.3.2.- Términos y definiciones	20
3.4.- PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN	20
3.4.1.- Evaluación de la tarea y recogida de información	21
3.4.2.- Selección intermedia de las familias de mandos manuales	25
3.4.3.- Identificación de los tipos de mandos manuales	29
3.5.- INFORMACIÓN ADICIONAL PARA EL DISEÑO DE MANDOS MANUALES	39
3.5.1.- Dimensiones	39
3.5.2.- Fuerza o par de accionamiento	40

## **INDICE FIGURAS:**

Figura 1.- Principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33 402 2ª parte )(1)	4
Figura 2.- Principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33 402 2ª parte)(2)	5
Figura 3.- Principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33 402 2ª parte )(3)	6
Figura 4.- Movimientos de la mano y la muñeca	7
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)	8
Figura 6.- Ángulos límites mano (JOHN CRONEY)	9
Figura 7.- Ángulos de movimiento de la mano A. ALVIN R. TILLEY	9
Figura 8.- Modo de asir	10
Figura 9.- Modos de asir y disposición de la mano	11
Figura 10.-Diferentes formas de las empuñaduras o mangos	12
Figura 11.-Modificación de la fuerza cortante al variar la longitud de los filos	13
Figura 12.-Ejemplos de diferentes tipos de tijeras para la poda	14
Figura 13.-Ejemplo de empuñadura con un coeficiente de rozamiento elevado	16
Figura 14.-Pulsadores	17
Figura 15.-Teclados	18
Figura 16.-Interruptores	18
Figura 17.-Rotativos	18
Figura 18.-Lineales deslizantes	18
Figura 19.-Palancas	18
Figura 20.-Manivelas	19
Figura 21.-Volantes, palancas y manivelas de ajuste continuo y fuerza intensa	19
Figura 22.-Pedales	19
Figura 23.-Proceso completo de selección de mandos manuales	22
Figura 24.-Tipos de movimiento	24
Figura 25.-Tipos de prensión	24

### **INDICE TABLAS:**

Tabla 1.- Datos antropométricos de la población trabajadora española del año 1996 referidos a la mano	4
Tabla 2.- Tabla con las principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33 402 2ª parte) (1)	5
Tabla 3.- Tabla con las principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33 402 2ª parte) (2)	5
Tabla 4.- Tabla con las principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33 402 2ª parte) (3)	6
Tabla 5.- Dimensiones generales en función del tipo de herramienta	14
Tabla 6.- Sistema de clasificación para la evaluación de los requisitos de la tarea	23
Tabla 7.- Clasificación de la fuerza/par para la selección de mandos manuales	23
Tabla 8.- Formulario registro de la información empleado en el procedimiento de selección de mandos manuales	25
Tabla 9.- Selección de familias de mandos (lineal)	26
Tabla 10.- Selección de familias de mandos (rotativos)	28
Tabla 11.- Identificación de tipos de mandos adecuados	31
Tabla 12.- Dimensiones mínimas recomendadas para los mandos manuales	40
Tabla 13.- Fuerzas y pares máximos recomendados para el accionamiento de mandos manuales	40

### **BIBLIOGRAFÍA**

- DIN 33.402 segunda parte. (Deutsches Institut für Normung).
- John Croney; Antropometría para diseñadores. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona. ISBN: 84-252- 0727-4
- Alvin R. Tilley; The Measure of Man and Woman: Human Factors in Design (Revised Edition). John Wiley & Sons; Revised Edition edition (2002-02-13)
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT); Herramientas manuales: criterios ergonómicos y de seguridad para su selección; Madrid 2016
- Melo, J.L. Ergonomía Aplicada a la Herramientas. Estucplan, 2002. [Consultada: 05/10/2017] Disponible en:; <http://www.estucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=64>
- Norma UNE EN 894-3. Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y mandos. Parte 3: Mandos.

## 1.- ANTROPOMETRÍA DE LA MANO

Las dimensiones de las manos tienen una gran importancia para el diseño de dispositivos de mandos y herramientas manuales.

### 1.1.- LAS DIMENSIONES DE LAS MANOS

Los datos antropométricos de la población trabajadora española del año 1996 nos proporcionan las medidas generales de la mano. Estos son:

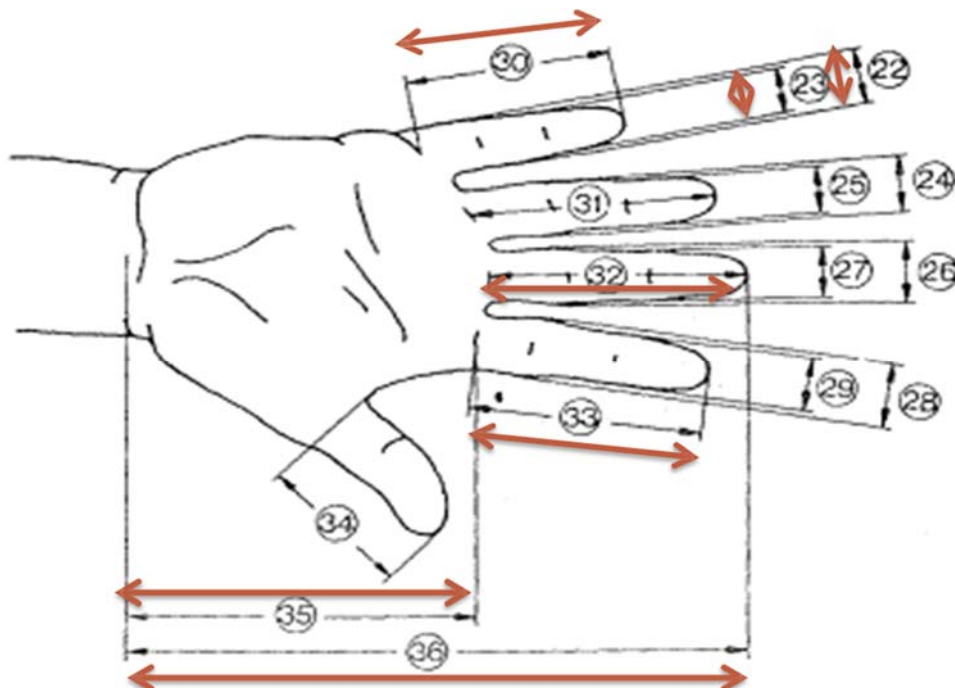
**Tabla 1.- Datos antropométricos de la población trabajadora española del año 1996 referidos a la mano**

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

Como se puede comprobar la mano es más compleja en cuanto a necesidad de conocer más dimensiones.

La Norma DIN 33 402. 2ª parte, nos da una mayor cantidad de medidas de los elementos de la mano y, mediante el método de estimación proporcional, podemos adecuarla a la población española

**Figura 1.- Principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33 402 2ª parte )(1)**



**Tabla 2.- Tabla con las principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33 402 2ª parte) (1)**

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

**Figura 2.- Principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33 402 2ª parte)(2)**

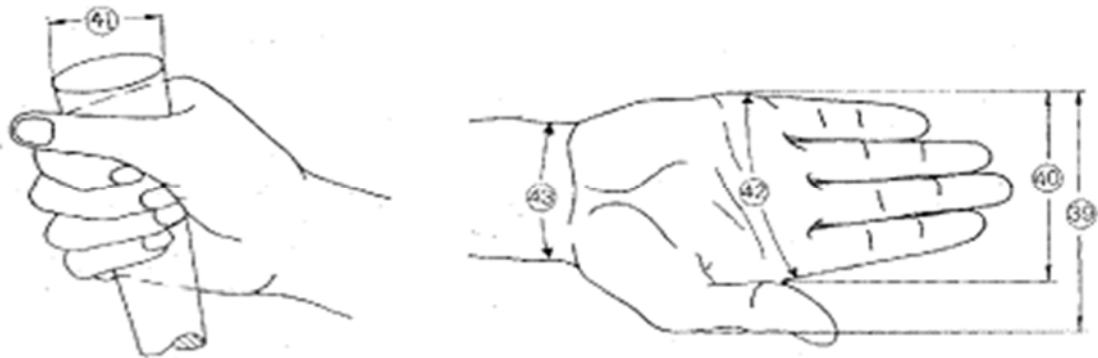


**Tabla 3.- Tabla con las principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33 402 2ª parte) (2)**

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

(37) medido en la articulación

**Figura 3.- Principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33 402 2ª parte )(3)**



**Tabla 4.- Tabla con las principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33 402 2ª parte) (3)**

Dimensiones En cm.		PERCENTIL					
		Hombres			Mujeres		
		5%	50%	95%	5%	50%	95%
<b>39</b>	Ancho de la mano incluyendo dedo pulgar	9,8	10,7	11,6	8,2	9,2	10,1
<b>40</b>	Ancho de la mano excluyendo el dedo pulgar	7,8	8,5	9,3	7,2	8,0	8,5
<b>41</b>	Diámetro de agarre de la mano*	11,9	13,8	15,4	10,8	13,0	15,7
<b>42</b>	Perímetro de la mano	19,5	21,0	22,9	17,6	19,2	20,7
<b>43</b>	Perímetro de la articulación de la muñeca	16,1	17,6	18,9	14,6	16,0	17,7
* Las medidas corresponden al anillo descrito por los dedos pulgar e índice							

## 1.2.- TIPOS DE MOVIMIENTOS DE LOS MIEMBROS DE LA MANO Y LA MUÑECA

A la hora de definir un movimiento se debe partir de una posición de referencia que se considerará neutra

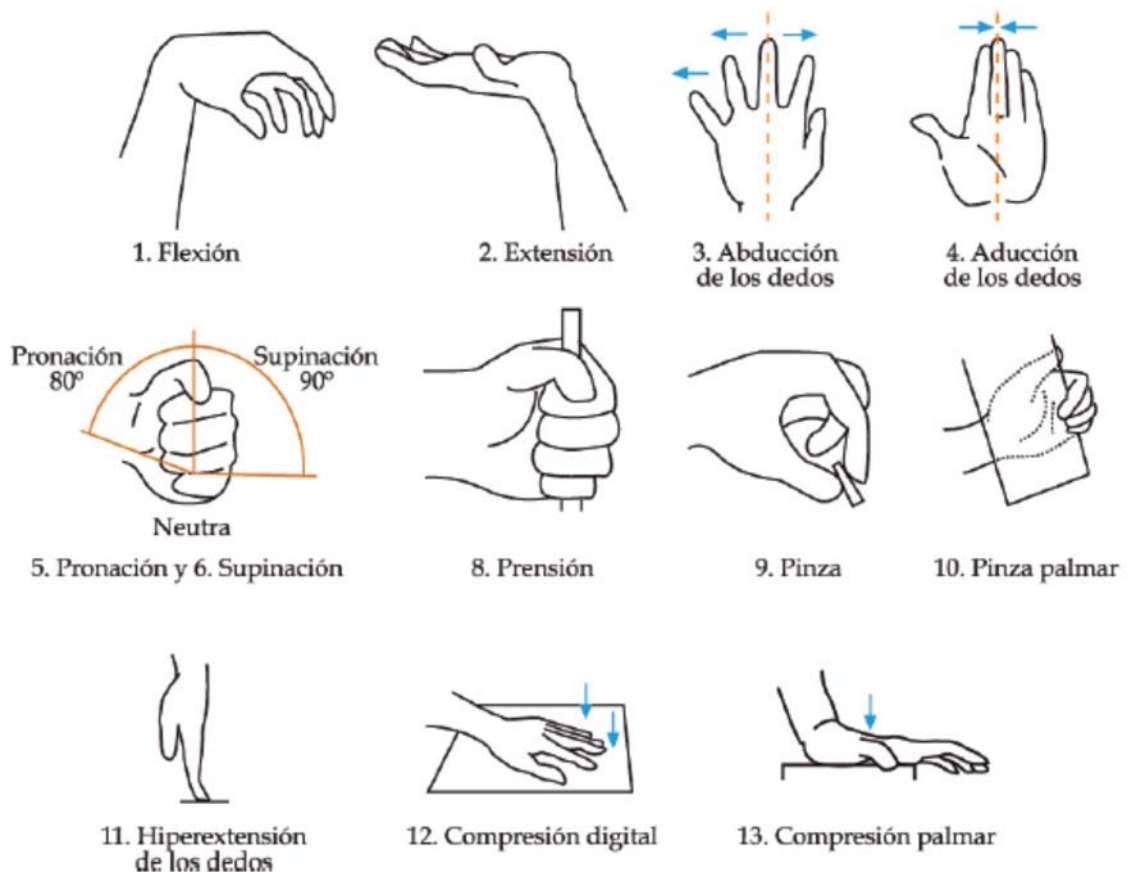
A partir de esa posición se definen los movimientos que realiza la mano y la muñeca. A continuación, se definen alguno de esos movimientos:

1. **Flexión:** Consiste en el movimiento que dobla o disminuye el ángulo entre dos segmentos del cuerpo. Se produce un desplazamiento en un plano sagital con respecto a un eje transversal, aproximándose al segmento adyacente.
2. **Extensión:** Se aumenta el ángulo entre dos segmentos del cuerpo. Se produce un movimiento sagital respecto a un eje transversal tal que, desde una posición de flexión, retorna a la posición del cuerpo de referencia o la sobrepasa.
3. **Abducción:** Movimiento mediante el cual una extremidad se aleja del plano medio. Abducción de los dedos: Consiste en separar los dedos, uno de otro, en un plano.



4. **Aducción:** Movimiento de una extremidad hacia el plano medio.
- a. **Aducción del pulgar:** El pulgar se extiende o se flexiona entorno a la palma de la mano.
  - b. **Aducción de la mano:** Consiste en cerrar los dedos uno contra otro, en un plano.

**Figura 4.- Movimientos de la mano y la muñeca**



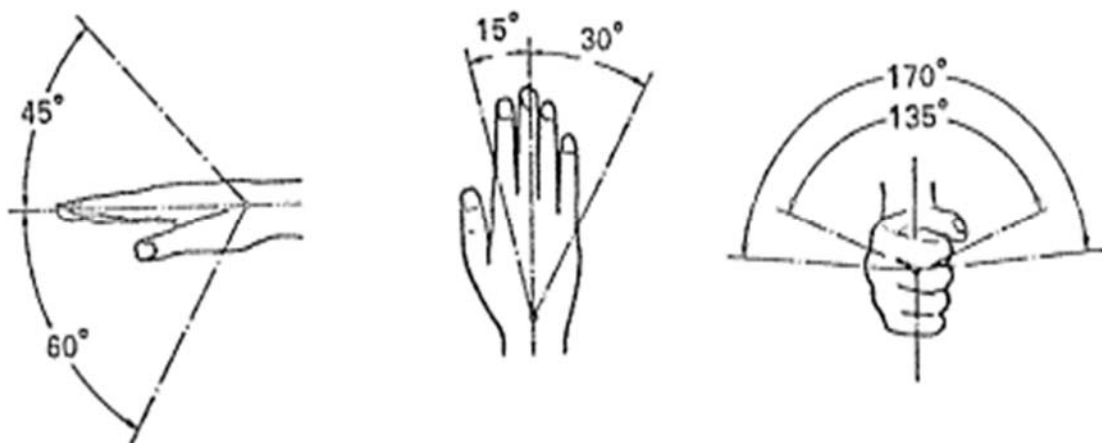
5. **Pronación:** El movimiento consiste en hacer girar el antebrazo de tal modo

que la palma de la mano quede hacia abajo.

6. **Supinación:** Consiste en hacer girar el antebrazo de tal modo que la palma de la mano quede hacia arriba.
7. **Circundicción:** Este movimiento consiste en que una parte del cuerpo describe un cono cuyo vértice está en la articulación y su base en la extremidad distal de esa parte y no necesita rotación.
8. **Prensión:** Acción de agarrar un objeto envolviéndolo. En este caso los dedos se cierran en torno al objeto envolviéndolo.
9. **Pinza:** Agarrar un objeto con los dedos índice, corazón, anular y meñique (flexionados sujetando un objeto) en oposición al pulgar. También se define así el agarre realizado con el pulgar y otro dedo (normalmente con el índice).
10. **Pinza palmar:** Agarrar un objeto con los dedos índice, corazón, anular y meñique (flexionados sujetando un objeto). También se define así la toma por oposición entre el pulgar y otro dedo opuesto solamente
11. **Hiperextensión de los dedos:** Empujar con los dedos estando la mano en posición neutra.
12. **Compresión digital:** Es la acción de presionar en forma plana con los dedos.
13. **Compresión palmar:** Es la acción de presionar un objeto con la palma de la mano.

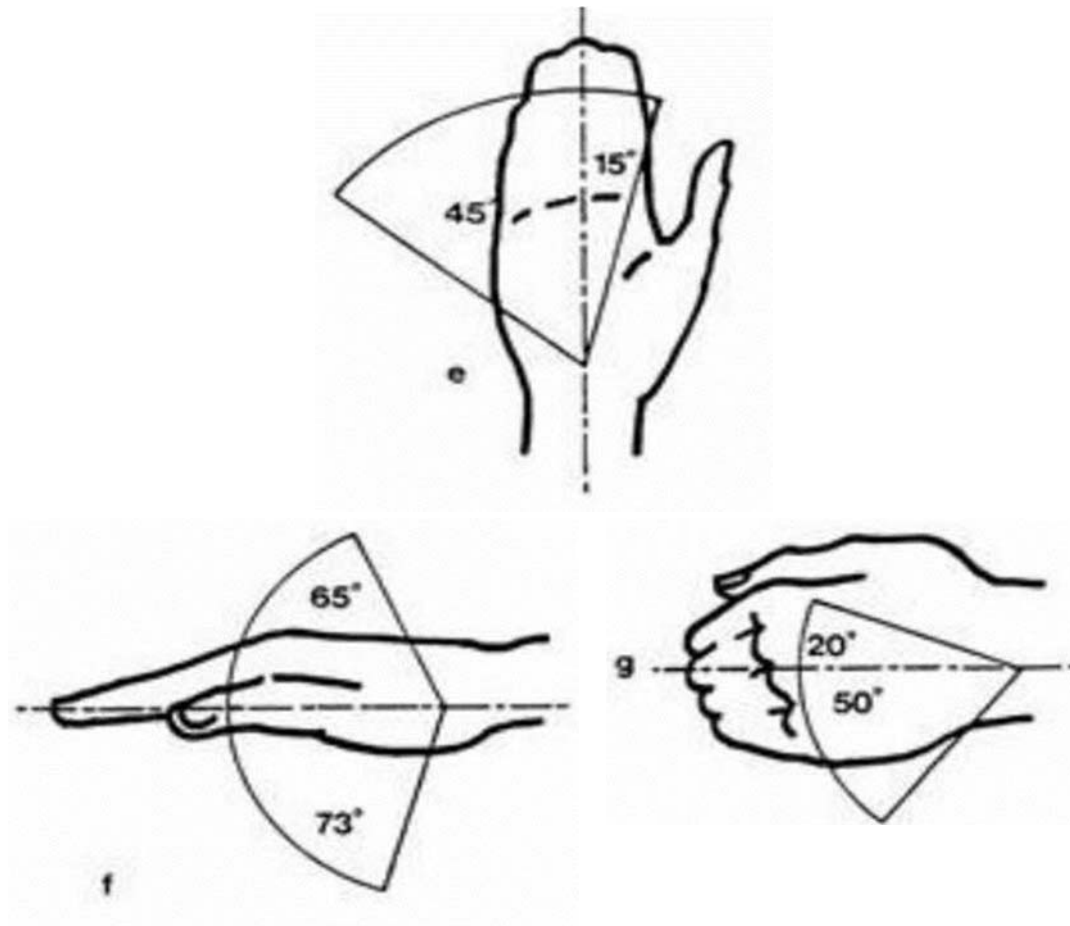
Así mismo, los ángulos límites y de confort que se han estudiado son los siguientes:

**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)*



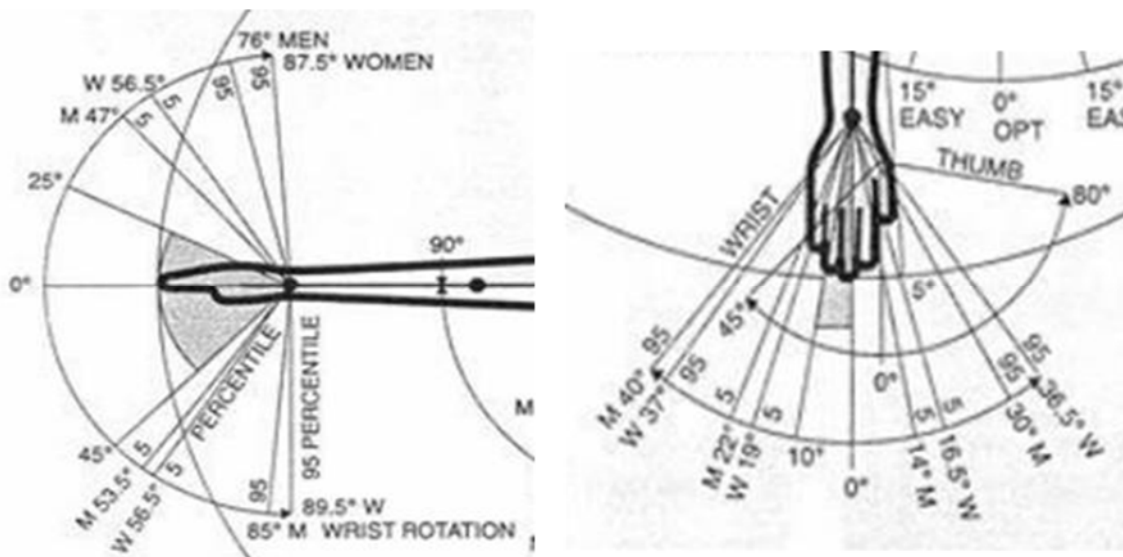
El brazo puede describir una rotación 250° alrededor de su eje en el plano sagital en un semicírculo hacia adelante.

**Figura 6.-**      *Ángulos límites mano (JOHN CRONEY)*



- e) Con la palma vuelta hacia el frente, aducción de la muñeca hacia la línea medial del cuerpo y abducción de la muñeca.
- f) Dorsiflexión de la muñeca y flexión de la palma. El antebrazo está pronado.
- g) Flexión de la muñeca y extensión del antebrazo supinado en el plano perpendicular.

**Figura 7.-**      *Ángulos de movimiento de la mano A. ALVIN R. TILLEY*



## **2.- HERRAMIENTAS**

Las herramientas juegan un papel esencial, ya que son el nexo de unión entre el trabajador y el proceso productivo realizado.

Son muchos los factores que influyen, pero el resultado cuando no se realiza una adecuada adaptación al trabajador puede ser la producción de lesiones de diversa índole, en el peor de los casos de elevada gravedad.

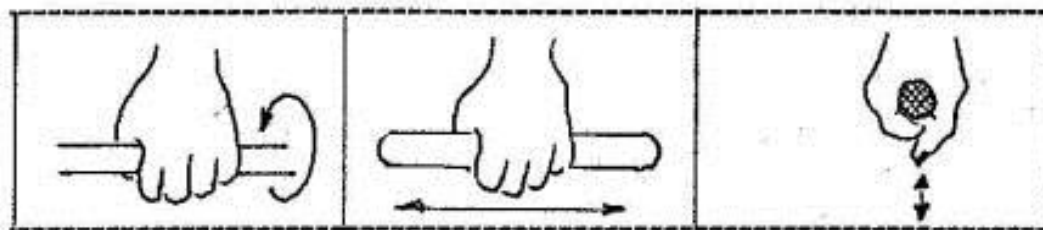
### **2.1.- ERGONOMIA DE LAS HERRAMIENTAS**

#### **2.1.1.- Tipo de agarre y adaptabilidad a la mano**

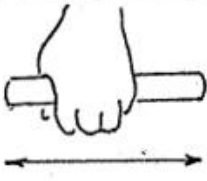

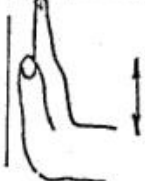
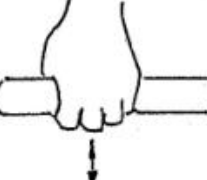


Al hacer un análisis sobre lo que ocurre en el uso de las palancas, pedales, perillas, mangos, empuñaduras, es decir, los elementos que interactúan con las extremidades del hombre, uno se ve obligado a estudiar las distintas formas de aferrarse a los medios de elaboración (como está realizado el acople), según lo expresan Solf y Rieger en una publicación del año 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 la fuerza, (giro al derecho o a la izquierda, o tracción, etc.).
- 6- La postura de la mano (en arrastre de fricción, en arrastre de forma, etc.).

**Figura 8.- Modo de asir**



**Figura 9.- Modos de asir y disposición de la mano**

Disposición de la mano	Modo de asir		
	Empuñando	Aferrando	Contacto
En arrastre de fricción			
En arrastre de contacto			

Reglas básicas:

- 1º Siempre se preferirá el agarre de fuerza al agarre de precisión. En el agarre de fuerza se recomiendan longitudes del asa de aproximadamente 10 a 14 cm (siempre >7 cm),
- 2º la forma debe ser ovalada de unos 4 cm de diámetro mayor y de 2-2,5 cm de diámetro menor.
- 3º La superficie debe asegurar un buen acoplamiento mano-herramienta y no deberá tener bordes agudos. No se recomiendan las formas anatómicas ni marcas para posicionar los dedos.
- 4º Posición correcta de trabajo: con los codos a 90º y el antebrazo en posición horizontal.
- 5º La muñeca debe permanecer en posición neutra.
- 6º Se ha de procurar que exista la mayor superficie de contacto entre el mango de la herramienta y la mano.
- 7º Para trabajo con herramientas de dos mangos se ha de tener en cuenta:
  - La distancia entre las asas cuando se ejecuta el máximo esfuerzo. La fuerza de aprehensión depende de la abertura de las manos.
    - o Existe una posición para la cual la mano es capaz de ejercer los esfuerzos más elevados con la menor contracción muscular.
    - o Es en esta posición donde el diseño de la herramienta está preparado para hacer su función principal.
    - o Si se aumenta o disminuye esta distancia repercutirá disminuyendo la capacidad de realizar fuerza con la mano.
  - El diseño intrínseco de los mangos.
    - o Los mangos deberán tener una pequeña curvatura que ayude a la adaptación de la mano
    - o Estarán recubiertos con un material que favorezca el contacto con la piel
    - o Tendrán la longitud suficiente para que apoye toda la mano.

- Evitar siempre que existan aristas o bordes agudos que a la larga originarán lesiones en la piel y en estructuras adyacentes. En el caso de la mano, por su especial anatomía, podrían resultar dañados tendones o nervios.

### 2.1.2.- Forma del mango

El mango debe proporcionar el máximo contacto entre la herramienta y la piel (o guante). En general su sección será cilíndrica achatada o elíptica. A modo de ejemplo, los mangos podrán tener formas diferentes como, por ejemplo: A, D o I (figura 10).

El mango se deberá diseñar para:

- adaptarse al contorno de la mano en la posición de agarre
- la postura de la mano sea lo más próxima a la posición neutra

Para considerar las dimensiones de los mangos:

- Se debe definir el uso previsto de la herramienta
- Establecer los criterios biomecánicos de la tarea. Estas especificaciones biomecánicas se deberán conjugar con las características antropométricas.

**Figura 10.- Diferentes formas de las empuñaduras o mangos**



Los mangos y empuñaduras deben:

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

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

El ángulo de agarre de los cuchillos está relacionado con la forma de aplicar la fuerza, por esto existe la variedad tan grande de cuchillos en el mercado que facilita diversas características en el agarre. En función de la empuñadura, la fuerza que ejerce el brazo se descompone en

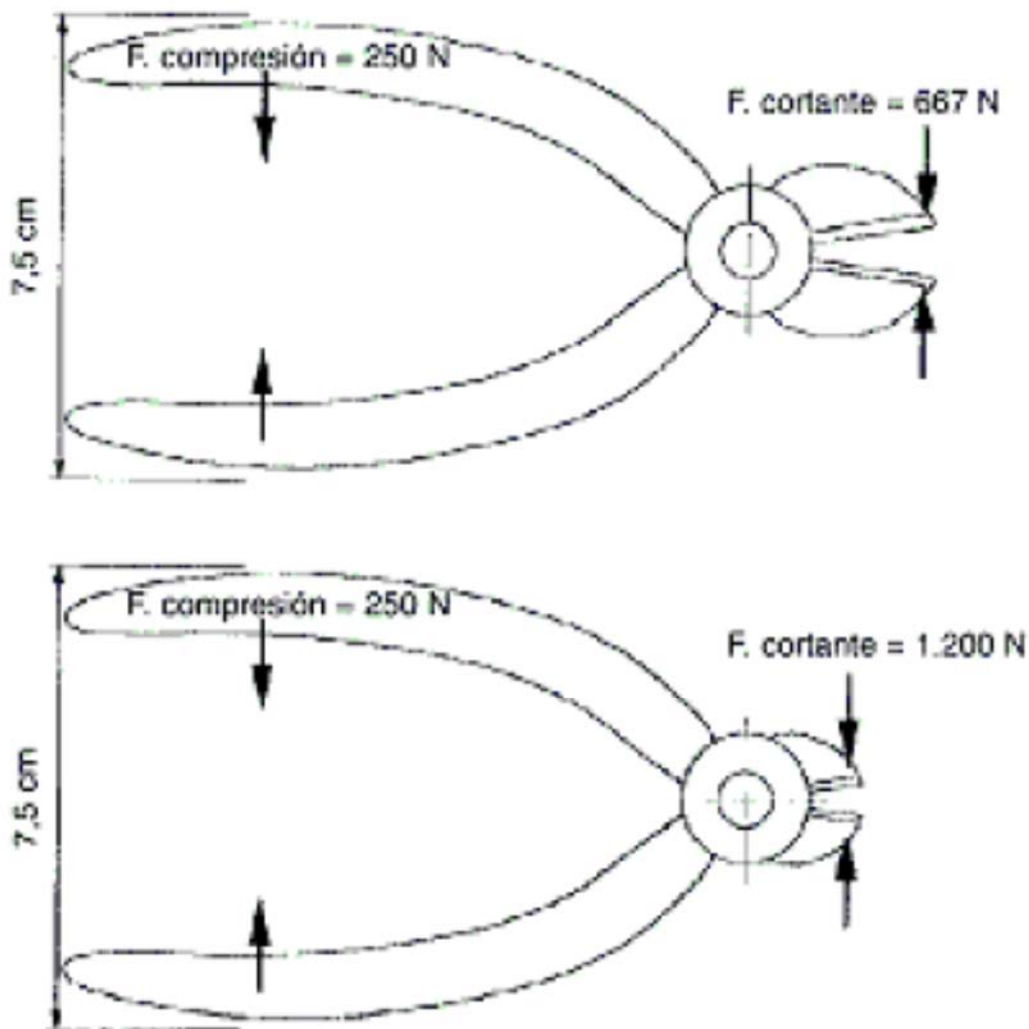
unas componentes horizontales y verticales que hacen más eficiente el trabajo de corte y evitan desviaciones perjudiciales para la muñeca.

## **2.2.- FORMA DE LA HERRAMIENTA**

No sólo se debe considerar el mango de la herramienta a la hora de una selección adecuada de la misma. La tarea también va a determinar la forma de la herramienta en su conjunto. En ocasiones, la tarea va a determinar la métrica de la herramienta: es el caso de las llaves. Otras veces, será la forma del filo, por ejemplo, en el caso de los cuchillos que, además de seleccionar un filo cortante, se deberá seleccionar en función de la curvatura del mismo (figura 11).

En el caso de las tijeras se observa que en el mercado hay una gran diversidad de ellas. Las diferentes actividades en las que se emplean han determinado no sólo el tipo de mango y por tanto de agarre (mediante anillas o mangos) sino también las diferentes formas de cuchillas (con variación en sus tamaños, materiales e inclinaciones). El análisis acerca de la relación de momentos de fuerza aplicados hace que las tijeras adquieran formas cada vez más extrañas para nuestros ojos pero más adaptadas para las tareas (figura 12).

**Figura 11.-** *Modificación de la fuerza cortante al variar la longitud de los filos*



**Figura 12.- Ejemplos de diferentes tipos de tijeras para la poda**



### 2.3.- DIMENSIÓN DEL MANGO Y DE LA HERRAMIENTA

La longitud de los mangos es un aspecto importante a tener en cuenta.

Un mango corto no resulta adecuado para un agarre de fuerza, mientras que un mango inferior a 19 mm será inadecuado para un agarre de precisión en el que se debe sujetar bien el mango entre el pulgar y el resto de los dedos.

Dependiendo del sexo de los trabajadores los mangos deberán ser más o menos largos y en el caso de que se empleen guantes, se deberán añadir unos 10 mm más. Para un martillo la longitud ideal está entre 100mm y 150mm.

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

**Tabla 5.- Dimensiones generales en función del tipo de herramienta**

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

### 2.4.- PESO DE LA HERRAMIENTA

No se puede indicar un límite de peso de una herramienta. Cuanto menor sea el peso de la



herramienta, será más favorable, y a mayor tiempo de uso, más importante será que la herramienta pese poco.

No hay un consenso sobre el peso de la herramienta se considera:

- un peso entre 0,9 Kg y 1,5 Kg es aceptable
- peso máximo se van a considerar los 2,3 Kg.

Estos pesos son estimativos, pues dependerá de las características del usuario y de la tarea a realizar

## **2.5.- MATERIAL DE LA HERRAMIENTA Y SUPERFICIE DEL MANGO**

Para herramientas que demandan agarres de fuerza, el material del que esté hecho el mango debe tener un coeficiente de rozamiento elevado, pues así se aumenta la fuerza de rozamiento y, por tanto, de agarre.

Las manos sudorosas o con aceites o grasas disminuyen el rozamiento, así que habrá que evitar estas situaciones o bien tenerlo previsto a la hora de seleccionar el mango.

Los materiales con menor coeficiente de rozamiento son:

- flexiglás,
- esmalte,
- goma dura,
- PVC blando...

y entre los que tiene mayor coeficiente de rozamiento están:

- la madera de haya o de fresno,
- el cuero,
- el corcho,
- la espuma dura de Poliuretano ...

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

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

- Los mangos de las herramientas no deben dejar surcos o marcas en la palma de la mano.
- Los mangos de las herramientas serán redondeados, sin cantos agudos, ni rebabas.
- Las empuñaduras deben distribuir la fuerza por toda la superficie de contacto. No deben producir presiones en los costados de los dedos.
- Los mangos tampoco deben ser lisos ni resbaladizos. Deben generar un coeficiente de rozamiento que favorezca un adecuado agarre (figura 13).
- Los mangos deben favorecer el agarre, pero no deben resultar ásperos, pues pueden irritar la mano.

**Figura 13.-** *Ejemplo de empuñadura con un coeficiente de rozamiento elevado*



### **3.- MANDOS**

Se entiende por mando la parte de un sistema de control que responde directamente a una acción del usuario.

Se trata de dispositivos para respuesta o interacción con la información. Permiten introducir información en una máquina o proceso. Esta entrada de información comprende:

- La selección de estados.
- La regulación de variables continuas o su ajuste.
- La entrada de datos.

El control de los sistemas es el objetivo final del usuario, es decir, constituyen el último eslabón del sistema de circuito cerrado hombre-máquina. Las funciones básicas con las que debe cumplir un control son:

1. Activar y desactivar.
2. Fijación de valores discretos.
3. Fijación de valores continuos.
4. Control ininterrumpido.
5. Entrada de datos

#### **3.1.- NORMAS APLICABLES**

- a) **UNE - EN 894 - 1:1997+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y mandos. Parte 1: Principios generales de la interacción entre el hombre y los dispositivos de información y mandos.**

Se aplica al diseño y proyecto de dispositivos de información y mandos de maquinaria. Especifica los principios generales de las interacciones entre el hombre y estos dispositivos de información y mando para minimizar los errores del operador y para asegurar una interacción eficaz entre el operador y el equipo.

- b) **UNE - EN 894 - 2:1997+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y órganos de accionamiento. Parte 2: Dispositivos de información.**

Proporciona una orientación sobre la selección, el diseño y proyecto y el emplazamiento de los dispositivos de información de forma que se eviten los riesgos ergonómicos relacionados con su utilización. Especifica los requisitos ergonómicos y comprende los dispositivos de

información visual, sonora y táctil. Se aplica a los dispositivos de información utilizados en maquinaria como dispositivos e instalaciones, paneles de mando, consolas de operación y control.

c) **UNE - EN 894 - 3:2001+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y mandos. Parte 3: Mandos.**

Proporciona recomendaciones para la selección, el diseño y emplazamiento de los mandos, de manera que estén adaptados a los requisitos de los operadores, sean adecuados para las tareas de control en cuestión y tengan en cuenta las condiciones de su uso. Se aplica a los mandos manuales. Es de particular importancia cuando la operación de un mando pueda provocar daños o riesgos para la salud, bien directamente o como resultado de un error humano.

### 3.2.- TIPOS DE MANDOS

Una primera clasificación en dos grupos, de acuerdo a su función:

- **Discretos:** Aquellos que se usan para alterar discretamente el estado de la máquina (ejemplo, interruptor de encendido o apagado)
- **Continuos:** Se usan para hacer ajustes continuos (ejemplo, el control del volumen de un radio)

Con frecuencia aparecen mezclados en el área de trabajo, o integrados en un mismo control.

A partir de la clasificación anterior, surge la siguiente tipología:

#### A. Pulsadores

Tienen dos posiciones y son adecuados para las funciones de paro/marcha o para alternar entre encendido o apagado.

Permiten un accionamiento rápido y ocupan un espacio reducido.

Dos tipos: de mano o de pie

**Figura 14.- Pulsadores**



#### B. Teclados

Los teclados son agrupaciones de teclas o pulsadores que permiten la entrada de información de tipo alfanumérica, la selección de opciones o la regulación continua de variables en pasos discretos.

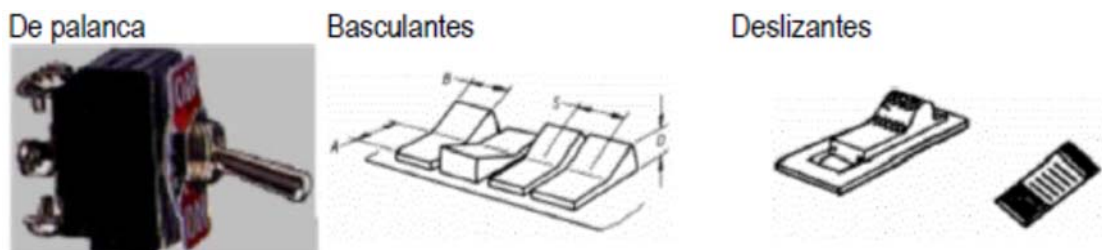
**Figura 15.- Teclados**



### **C. Interruptores**

Pueden tener dos o tres posiciones. Un ejemplo son los interruptores de palanca, los basculantes o los deslizantes

**Figura 16.- Interruptores**



### **D. Rotativos**

Pueden ser de posiciones o de ajuste rotativo continuo. Permiten ajustes rápidos y de posición.

**Figura 17.- Rotativos**



### **E. Lineales deslizantes**

Permiten el ajuste continuo con un cursor lineal. Buena identificación visual de la posición del control.

**Figura 18.- Lineales deslizantes**



**Figura 19.- Palancas**



### **F. Palancas**

Palancas miniatura (joystick): Palancas de regulación continua, para realizar ajustes finos

en una o dos dimensiones.

Palancas de retención: Son palancas que se enclavan en varias posiciones.

#### **G. Manivelas**

Permiten un ajuste continuo y de muy amplio rango sin necesidad de soltar el control.

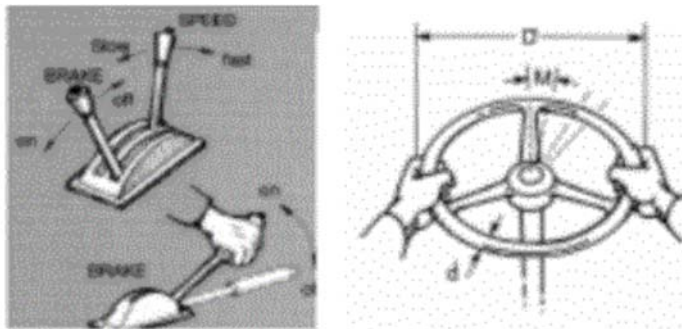
#### **H. Volantes, palancas y manivelas de ajuste continuo y fuerza intensa**

La capacidad de realizar fuerza aumenta al hacerlo el radio de los volantes y manivelas o la longitud de las palancas. Los volantes permiten un rango de giro de 120 grados sin cambio de agarre.

**Figura 20.- Manivelas**



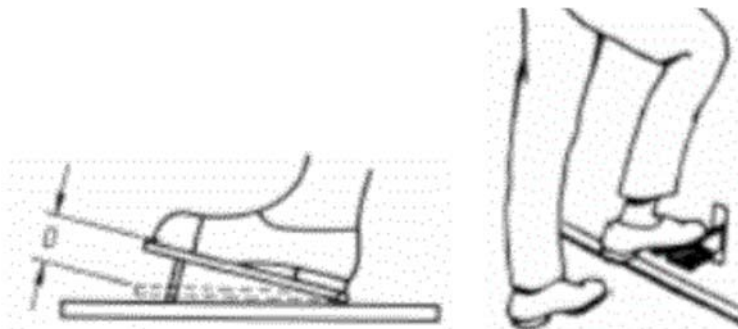
**Figura 21.- Volantes, palancas y manivelas de ajuste continuo y fuerza intensa**



#### **I. Pedales**

El diseño depende de su función, de la situación, del ángulo que forma con la tibia y del esfuerzo que se considera necesario para ser accionado.

**Figura 22.- Pedales**



### **3.3.- SELECCIÓN DE MANDOS**

Es importante **seleccionar bien el tipo de mando**, ya que esto va a asegurar su funcionamiento seguro y eficaz.

En función de los **requisitos de la tarea** será adecuado uno u otro tipo de mando.

En la norma **UNE EN 894-3** viene recogido un procedimiento para la selección de mandos.

El procedimiento comprende tres pasos:

1. Evaluación de la tarea y recogida de información (requisitos y características),
2. Selección intermedia de las familias de mandos,

3. Identificación de los tipos de mandos específicos más apropiados.

#### 3.3.1.- Objetivo y campo de aplicación

la norma da las recomendaciones para la selección, el diseño y el emplazamiento de los mandos, de manera que:

- Estén adaptados a los requisitos de los operadores
- Sean adecuados para las tareas de control en cuestión
- Tengan en cuenta las condiciones de uso

Esta norma se aplica a mandos de uso profesional y privado.

Es de particular importancia atender a las recomendaciones cuando la operación pueda provocar daños o riesgos para la salud, bien de forma directa o bien como resultado de un error humano

#### 3.3.2.- Términos y definiciones

1. **Mando:** Parte de un sistema de control que responde directamente a una acción del operador, por ejemplo, a la aplicación de una presión. [EN 894-1].
2. **Mando manual:** Mando regulado o accionado por la mano del hombre para producir cambios en un sistema, por ejemplo, un pulsador, una palanca, un volante. No se incluyen los mandos sensibles al tacto.
3. **Tipo de mando:** Gama de mandos que tienen las mismas características de movimiento y presión y que satisfacen requisitos de la tarea similares.
4. **Familia de mandos:** Grupo de tipos de mandos.
5. **Operador:** Persona encargada de instalar, hacer funcionar, poner a punto, mantener, limpiar, reparar o transportar una máquina. [EN 292-1].
6. **Tarea (tarea de trabajo):** Actividad o actividades necesarias para alcanzar el resultado previsto del sistema de trabajo. [EN 614-1].
7. **Tarea de control:** Actividad en la que se utiliza un mando para cumplir un objetivo de la tarea.

### 3.4.- PROCEDIMIENTO DE SELECCIÓN

Existen numerosos tipos de mandos manuales disponibles, desde pulsadores hasta volantes de maniobra.

Cada tipo es apropiado para determinados requisitos de la tarea y para ciertas aptitudes del operador.

Los factores medioambientales (por ejemplo, iluminación, vibración) y de organización (por ejemplo, trabajo en equipo, espacio entre los puestos de trabajo) también deben tenerse en cuenta.

El procedimiento de selección comprende tres pasos que se llevan a cabo de una forma iterativa. Estos son:

1. evaluación de la tarea y recogida de información;
2. selección intermedia de las familias de mandos;
3. identificación de los tipos de mandos apropiados.

En la figura 23 se indican las etapas principales del procedimiento de selección

### 3.4.1.- Evaluación de la tarea y recogida de información

#### 3.4.1.1.- Requisitos y características

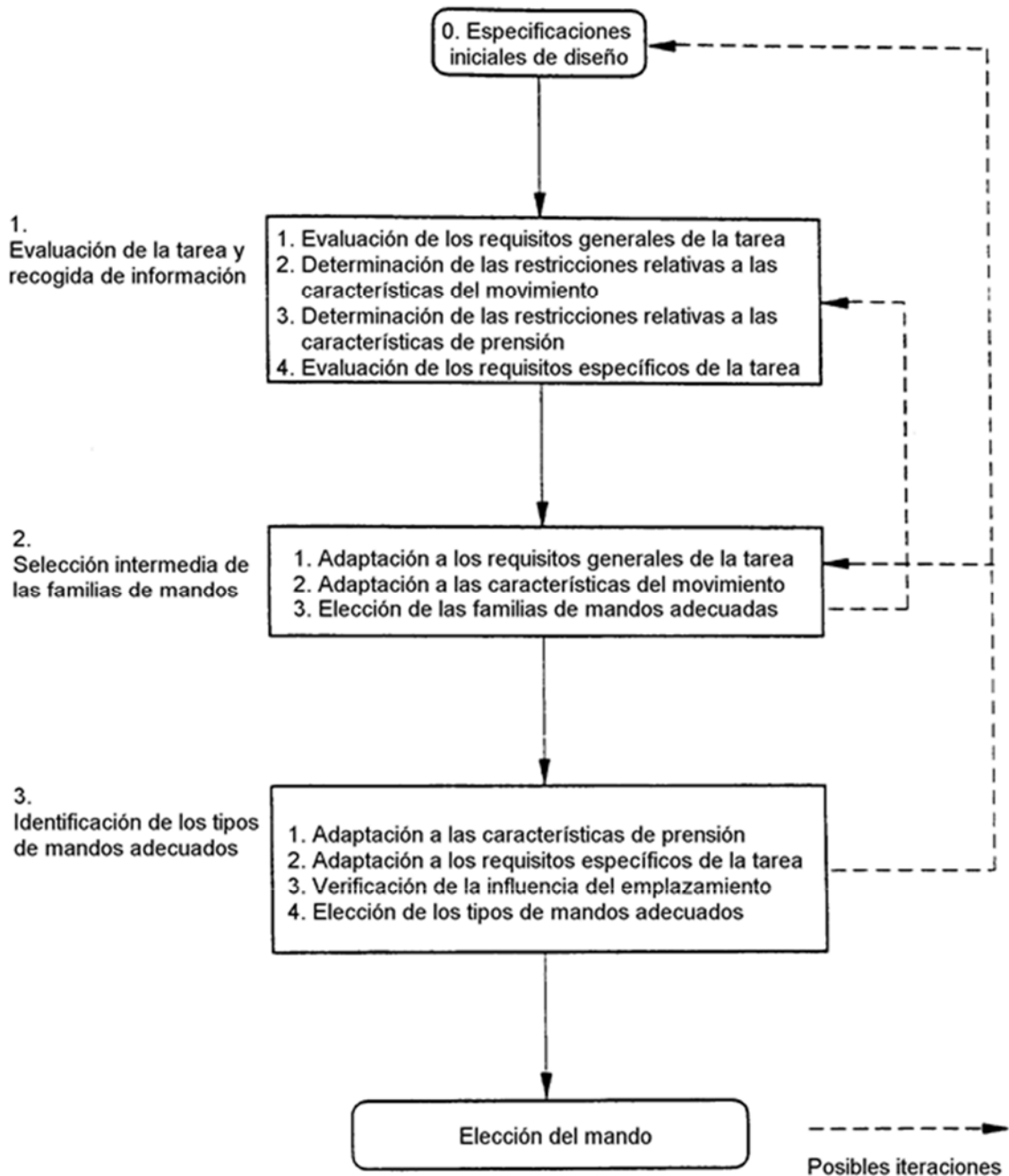
Existen requisitos generales y específicos impuestos por una tarea que no pueden ser, normalmente, modificados. Si no es posible encontrar un mando adecuado para una tarea específica, la asignación de la tarea, o la tarea en sí misma, ha de ser reconsiderada.

Los requisitos de las tareas considerados en esta norma europea son aquellos que la experiencia ha revelado como más importantes para la selección de mandos manuales, de la manera siguiente:

#### 1) **Requisitos generales de la tarea:**

- a) Requisitos de precisión en el posicionamiento del mando manual (**precisión**).
  - b) Requisitos de velocidad de desplazamiento (**velocidad**).
  - c) Requisitos de fuerza/par (**fuerza**).
- Una precisión elevada no es compatible con la aplicación de una fuerza elevada.
  - Los requisitos de precisión son más importantes cuando los mandos se emplean con mayor frecuencia o durante periodos de tiempo más largos.
  - Una velocidad de operación alta es incompatible con el empleo de fuerzas elevadas.
  - Los requisitos de fuerza se aumentan cuando los mandos se empleen frecuentemente o durante largos periodos de tiempo.

**Figura 23.-** *Proceso completo de selección de mandos manuales*



## 2) Requisitos específicos la tarea

- d) Necesidad de un control visual de la situación del mando manual (**control visual**).
- e) Necesidad de un control táctil de la situación (**control táctil**).
- f) Necesidad de evitar cualquier accionamiento involuntario (**accionamiento involuntario**).
- g) Necesidad de evitar cualquier deslizamiento de la mano sobre el mando manual (**fricción**).
- h) Necesidad, por parte del operador, de utilizar guantes (**uso de guantes**).
- i) Necesidad de una fácil limpieza (**facilidad de limpieza**).



Los requisitos generales de la tarea se utilizan para identificar las clases de mandos manuales adecuados.






Los requisitos específicos de la tarea se utilizan para la selección de mandos individuales dentro de una clase determinada.

Con el fin de evaluar los requisitos de la tarea, es conveniente utilizar el sistema de clasificación que se muestra en la tabla 6. En ésta se diferencian 5 niveles, comprendidos entre el 0 y el 4.

**Tabla 6.- Sistema de clasificación para la evaluación de los requisitos de la tarea**

Código	Símbolo	Grado del requisito
0		Despreciable
1		Bajo
2		Medio
3		Alto
4		Muy alto

**Tabla 7.- Clasificación de la fuerza/par para la selección de mandos manuales**

Código	Símbolo	Fuerza (N) o Par (N · m)	Grado del requisito
0		< 10 N < 0,5 N · m	Despreciable
1		≥ 10 a < 25 N ≥ 0,5 a < 1,50 N · m	Bajo
2		≥ 25 a < 50 N ≥ 1,50 a < 3,0 N · m	Medio
3		≥ 50 a < 80 N ≥ 3,0 a < 5,0 N · m	Alto
4		≥ 80 a < 120 N ≥ 5,0 a < 50 N · m	Muy alto

**3) Características de movimiento:**

- j) Tipo de movimiento.
- k) Eje de movimiento.
- l) Dirección del movimiento.
- m) Continuidad del movimiento.
- n) Ángulo de rotación en movimientos continuos de giro > 180°.

**4) Características de prensión:**

- o) Tipo de prensión. Se definen tres tipos:
  - Prensión por contacto – aplicación de una fuerza unidireccional sobre el mando manual, mediante un dedo, el pulgar o la mano.
  - Prensión por pinza – cuando el mando manual se sujeta con los dedos

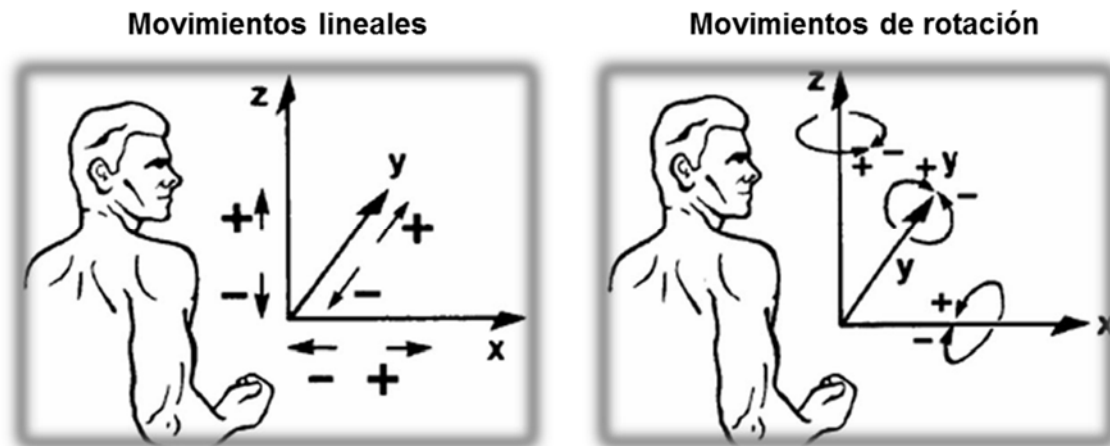
o con los dedos y el pulgar sin cerrar el puño.

- Prensión por empuñadura – cuando todos los dedos rodean al mando manual.








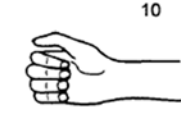
p) Parte de la mano que aplica la fuerza.

q) Método de aplicación de la fuerza.

**Figura 24.- Tipos de movimiento**








**Figura 25.- Tipos de prensión**

Prensión por contacto	Prensión por pinza	Prensión por empuñadura	<b>LEYENDA</b>  1 Dedo 2 Dos dedos 3 Con el pulgar en oposición 4 Con el pulgar en ángulo recto 5 Pulgar 6 Tres dedos 7 Separados por igual 8 Con el pulgar en oposición 9 Dedos 10 Mano
 1	 2		
 5	 6	 9	
 10	 10	 10	

#### 3.4.1.2.- Registro de la información

La Norma UNE EN 894-3, propone un formulario para recoger y agrupar toda la información. Este refleja, acorde con los criterios de la norma, toda la información para la selección de mandos

**Tabla 8.- Formulario registro de la información empleado en el procedimiento de selección de mandos manuales**

Descripción de la información	Apartado Norma	Grado del requisito (clasificación)					Notas
		0	1	2	3	4	
							
Requisitos generales de la tarea	5.2						
a) Precisión	5.2.1						
b) Velocidad	5.2.2						
c) Fuerza	5.2.3						
Requisitos específicos de la tarea	5.3						
d) Control visual	5.3.1						
e) Control táctil	5.3.2						
f) Accionamiento involuntario	5.3.3						
g) Fricción	5.3.4						
h) Uso de guantes	5.3.5						
i) Facilidad de limpieza	5.3.6						
Características del movimiento	5.4						
j) Tipo de movimiento	5.4.1	Lineal			Rotativo		
k) Eje de movimiento	5.4.2	x	y	z	x	y	z
l) Dirección del movimiento	5.4.3	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
m) Continuidad del movimiento	5.4.4	Continuo			Discreto		
n) Ángulo de rotación en movimientos continuos de giro > 180º	5.4.5	Sí			No		
Características de prensión	5.5						
o) Tipo de prensión (véase la figura 4)	5.5.1	Contacto		Pinza		Agarre	
p) Parte de la mano que aplica la fuerza	5.5.2	Dedo			Mano		
q) Método de aplicación de la fuerza	5.5.3	Normal			Tangencial		

### 3.4.2.- Selección intermedia de las familias de mandos manuales

Las tablas 9 y 10 permiten la selección de las familias de mandos manuales lineales y rotativos, respectivamente.

La primera columna proporciona un número para cada fila, L1....L41 y R1...R33. Las siguientes tres columnas indican las combinaciones posibles de precisión, velocidad y fuerza empleando el esquema de clasificación dado anteriormente.

La quinta columna indica aquellos ejes y direcciones de movimiento para los que las combinaciones de precisión, velocidad y fuerza en las tres columnas precedentes pueden ser satisfechas

**GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS**  
**APUNTES DE ERGONOMIA**








































Las últimas dos columnas indican las familias de mandos, representadas por números, que satisfacen los criterios establecidos en cada fila. Una columna es utilizada para mandos de movimiento discreto y la otra para los de movimiento continuo.

La tabla 10 presenta una columna adicional que permite la selección de familias de mandos que requieren más de media vuelta.

**Tabla 9.- Selección de familias de mandos (lineal)**















































































Fila n°	Grado de los requisitos disponibles			Características del movimiento k) eje y l) dirección del movimiento	Número de la familia de mandos	
	a) precisión	b) velocidad	c) fuerza		m) movimiento discreto	n) movimiento continuo
L1				X +/-	6	14
L2				X +	4	12
L3				X +	1	10
L4				X +	7	–
L5				X +	2	11
L6				X +	5	13
L7				X+y Z +	8	15
L8				X +	9	16
L9				X –	1	10
L10				X –	4	12
L11				X –	5	13
L12				X –	2	11
L13				X –	3	–
L14				X –	8	15
L15				X –	9	16
L16				Y +/-	4	12
L17				Y +/-	1	10
L18				Y +/-	7	–
L19				Y +	2	11
L20				Y +	6	14
L21				Y +	8	15
L22				Y +	9	16
L23				Y –	7	–
L24				Y–y Z–	2	11
L25				Y –	5	13
L26				Y –	3	–
L27				Y –	6	14
L28				Y –	9	16






















**GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS**  
**APUNTES DE ERGONOMIA**

Fila n°	Grado de los requisitos disponibles			Características del movimiento k) eje y l) dirección del movimiento	Número de la familia de mandos	
	a) precisión	b) velocidad	c) fuerza		m) movimiento discreto	m) movimiento continuo
L29				Z +/–	1	10
L30				Z +	4	12
L31				Z +	5	13
L32				Z +	6	14
L33				Z +	3	–
L34				Z +	9	16
L35				Z –	7	–
L36				Z –	4	12
L37				Z –	5	13
L38				Z –	8	15
L39				Z –	6	14
L40				Z –	3	–
L41				Z –	9	16

**GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS**  
**APUNTES DE ERGONOMIA**

Tabla 10.- Selección de familias de mandos (rotativos)

Fila n°	Grado de los requisitos disponibles			Características del movimiento	Número de la familia de mandos		
	a) precisión	b) velocidad	c) fuerza		m) movimiento discreto	m) movimiento continuo	n) apto para giro > 180°
R1				X +/- Z +/-	21	30	
R2				X +/- Z +/-	20	29	
R3				Y +/-	18	27	
R4				X +/- Y + Z +/-	23	33	
R5				X +/- Z +/-	25	36	
R6				X +/-	24	35	
R7				X +/-	19		
R8				X +/-	20	28	Si
R9				X + Y +/-	17	26	
R10				X + Y +	22	32	
R11				X +	22	31	Si
R12				X + Y -	24	34	Si
R13				X - Y +	20	28	Si
R14				X -	17	26	
R15				X - Y + Z +/-	22	31	Si
R16				X -	22	32	
R17				X - Y + Z -	24	34	Si
R18				Y +/-	21	30	
R19				Y +/-	20	29	
R20				Y +/-	18	27	
R21				Y +	24	35	
R22				Y + Z -	25	36	
R23				Y -	24	35	
R24				Y -	25	36	
R25				Y -	22	31	Si
R26				Z +/-	17	26	

Fila n°	Grado de los requisitos disponibles			Características del movimiento	Número de la familia de mandos		
	a) precisión	b) velocidad	c) fuerza		m) movimiento discreto	m) movimiento continuo	n) apto para giro > 180°
R27				Z +/-	18	27	
R28				Z +/-	22	32	
R29				Z +/-	19		
R30				Z +	20	28	Si
R31				Z +	24	34,35	Si
R32				Z -	20	28	Si
R33				Z -	24	35	

Las tablas 9 y 10 se utilizan de la siguiente manera:

- Paso 1: se toman, del formulario registro, las combinaciones aceptables de velocidad, precisión y fuerza
- Paso 2: se comparan estas combinaciones con las proporcionadas en las columnas correspondientes de las tablas 9 y 10
- Paso 3: se seleccionan todas las filas de las tablas 9 y 10 que cumplan estos requisitos.
- Paso 4: para las columnas seleccionadas, se comparan las características del movimiento (k, l, m, n) con las especificadas en el formulario registro.
- Paso 5: se seleccionan todas las familias de mandos que cumplan estos requisitos.

Ahora pueden verificarse las características del movimiento.

Cuando ya se hayan determinado las características específicas del movimiento es posible compararlas con las características del movimiento definidas en las filas identificadas como conformes con los requisitos generales de la tarea. Las filas que contengan el eje (k) y la dirección de movimiento (l) requeridos se utilizan para seleccionar las posibles familias de mandos, dispuestas en las dos últimas columnas.

Cuando hayan sido especificados los movimientos discretos o continuos (m) es conveniente utilizar las columnas apropiadas.

Es recomendable que, para cada fila que satisfaga los requisitos anteriores, se anote el número de familia de mandos incluido en la última columna.

Si ninguna de las columnas cumple el conjunto de requisitos generales de la tarea, no es posible identificar el mando manual apropiado, por lo que será necesario reconsiderar tales requisitos. Por tanto, es conveniente repetir el proceso anterior hasta que, al menos, una de las filas de las tablas 9 y 10 satisfaga todos los requisitos impuestos.

### 3.4.3.- Identificación de los tipos de mandos manuales

La selección final de mandos manuales necesita la comparación de los requisitos específicos de la tarea con las características de prensión de las familias de mandos manuales

identificadas como apropiadas. Esto requiere el empleo de la restante información recogida en el formulario registro.

Los diferentes tipos de mandos manuales se dividen en cuatro secciones:

- Mandos manuales lineales – movimientos discretos.
- Mandos manuales lineales – movimientos continuos.
- Mandos manuales rotativos – movimientos discretos.
- Mandos manuales rotativos – movimientos continuos.

El número en la primera columna de cada sección identifica un grupo de tipos de mandos manuales similares; este número se utiliza para las referencias cruzadas con las tablas 9 y 10.

La segunda columna contiene información acerca de las características de prensión del accionamiento de los mandos de ese tipo. Esta columna especifica el tipo de prensión (o), la parte de la mano que aplica la fuerza (p) y el método de aplicación de la fuerza (q).

La tercera columna describe los tipos de mandos específicos que forman parte de la familia.





















































































En la columna siguiente se presenta un ejemplo típico de este tipo de mandos.

Las seis columnas siguientes describen las características de estos tipos de mandos en términos de los requisitos específicos d, e, f, g, h e i de la tarea.





















































































La última columna contiene unas notas que pueden facilitar el proceso de selección











































































**Tabla 11.- Identificación de tipos de mandos adecuados**

Familia de mandos		Tipo de mando	Ejemplos típicos	Características (requisitos específicos de la tarea)						Notas
N°	Características de prensión  o) tipo de prensión p) parte de la mano q) método de aplicación de la fuerza			D	E	F	G	H	I	
				Control visual	Control táctil	Accionamiento involuntario	Fricción	Uso con guantes	Facilidad de limpieza	
1	Contacto normal con el dedo	Dos pulsadores asociados								
		Un solo pulsador								
		Interruptor de tecla (2 posiciones)								Por ejemplo, interruptor de iluminación interior
2	Contacto tangencial con el dedo	Cursor								
		Cursor encastrado								
		Cursor encastrado conformado								
3	Contacto normal con la mano	Pulsador en forma de seta								Por ejemplo, interruptor para parada de emergencia
		Pulsador para la mano o puño								
		Pulsador de seta semiencastrado								
4	Prensión normal con los dedos en pinza	Interruptor cilíndrico basculante								Accionamiento involuntario mucho menos probable en determinadas orientaciones
		Interruptor plano basculante								Accionamiento involuntario mucho menos probable en determinadas orientaciones
		Interruptor plano basculante encastrado								








































































**GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS**  
**APUNTES DE ERGONOMIA**

Familia de mandos		Tipo de mando	Ejemplos típicos	Características (requisitos específicos de la tarea)						Notas
Nº	Características de presión  o) tipo de presión p) parte de la mano q) método de aplicación de la fuerza			D	E	F	G	H	I	
				Control visual	Control táctil	Accionamiento involuntario	Fricción	Uso con guantes	Facilidad de limpieza	
5	Presión tangencial con los dedos en pinza	Conmutador de desplazamiento lateral								El control visual depende fundamentalmente del eje
		Conmutador de desplazamiento vertical								Su accionamiento involuntario depende fundamentalmente de su posición
		Conmutador de superficie estriada								
6	Presión normal con la mano	Tirador para varios dedos								Por ejemplo, tirador de un cajón
		Tirador encastrado								Por ejemplo, tirador encastrado de un cajón
		Bola, móvil en dos direcciones								
7	Agarre normal con los dedos	Asa cerrada								
		Asa abierta								
		Asa en T								
8	Agarre normal con la mano	Empuñadura acodada lisa								
		Empuñadura acodada acanalada								
		Empuñadura cerrada lisa								








































































**GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS**  
**APUNTES DE ERGONOMIA**

Familia de mandos		Tipo de mando	Ejemplos típicos	Características (requisitos específicos de la tarea)						Notas
N°	Características de prensión  o) tipo de prensión p) parte de la mano q) método de aplicación de la fuerza			D	E	F	G	H	I	
				Control visual	Control táctil	Accionamiento involuntario	Fricción	Uso con guantes	Facilidad de limpieza	
9	Agarre tangencial con la mano	Empuñadura cónica lisa								El evitar una operación involuntaria depende fundamentalmente de su posición
		Empuñadura acanalada								
		Empuñadura en estribo								
10	Contacto normal con el dedo	Cursor con aristas conformadas								El control visual depende de la orientación
		Cursor con indicador								El control visual depende de la orientación
		Tirador de anillo								
11	Contacto tangencial con el dedo	Cursor realizado plano								El control visual depende de la orientación
		Cursor realizado conformado								El control visual depende de la orientación
										
12	Prensión normal con los dedos en pinza	Cursor de caras conformadas								El control visual y la ausencia de accionamiento involuntario dependen de la orientación
										
		Cursor encastrado								El control visual depende de la orientación

**GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS**  
**APUNTES DE ERGONOMIA**

Familia de mandos		Tipo de mando	Ejemplos típicos	Características (requisitos específicos de la tarea)						Notas
Nº	Características de prensión  o) tipo de prensión p) parte de la mano q) método de aplicación de la fuerza			D	E	F	G	H	I	
				Control visual	Control táctil	Accionamiento involuntario	Fricción	Uso con guantes	Facilidad de limpieza	
13	Prensión tangencial con los dedos en pinza	Botón esférico								La ausencia de accionamiento involuntario depende de la orientación
		Botón de superficie cóncava								
14	Prensión con la mano en pinza	Cursor de bola								
		Cursor de empuñadura oval en T								
15	Agarre normal con la mano	Cursor de empuñadura								
										
		Cursor de empuñadura con seguro								
16	Agarre tangencial con la mano	Tirador de empuñadura cilíndrica lisa								
		Tirador de empuñadura ahusada lisa								
		Tirador de empuñadura lisa de extremos realzados								
17	Contacto normal con el dedo	Leva para el dedo								Por ejemplo, selector de cambio de bicicleta





















































































**GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS**  
**APUNTES DE ERGONOMIA**

Familia de mandos		Tipo de mando	Ejemplos típicos	Características (requisitos específicos de la tarea)						Notas
N°	Características de prensión  o) tipo de prensión p) parte de la mano q) método de aplicación de la fuerza			D	E	F	G	H	I	
				Control visual	Control táctil	Accionamiento involuntario	Fricción	Uso con guantes	Facilidad de limpieza	
18	Contacto tangencial con el dedo	Rueda								
		Cursor de desplazamiento circular								
19	Contacto normal con la mano	Leva para empujar con la palma de la mano								Por ejemplo, levas anchas que requieren ser empujadas para su accionamiento
		Leva plana								
		Cartela para empujar								
20	Prensión normal con los dedos en pinza	Botón encastrado con barra								
		Botón con indicador								
		Accionamiento mediante llave								
21	Prensión tangencial con los dedos en pinza	Botón redondo moleteado								
		Botón liso con reborde								
		Botón acanalado								



































































**GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS**  
**APUNTES DE ERGONOMIA**

Familia de mandos		Tipo de mando	Ejemplos típicos	Características (requisitos específicos de la tarea)						Notas
N°	Características de prensión  o) tipo de prensión p) parte de la mano q) método de aplicación de la fuerza			D	E	F	G	H	I	
				Control visual	Control táctil	Accionamiento involuntario	Fricción	Uso con guantes	Facilidad de limpieza	
22	Prensión normal con la mano en pinza	Palanca de bola		●	●	◐	◐	●	●	
		Empuñadura en T		●	◐	◐	●	●	◐	
		Botón encastrado con barra transversal		●	◐	●	●	●	◐	El control visual depende de su orientación
23	Prensión tangencial con la mano en pinza	Manija de rueda con borde conformado		○	○	◐	◐	◐	○	La ausencia de accionamiento involuntario depende de su posición
		Botón triangular		○	○	◐	◐	◐	◐	
		Botón hexagonal con escala móvil circular asociada		◐	○	◐	◐	◐	◐	
24	Agarre normal con la mano	Selector de palanca		●	●	◐	●	●	●	
		Tipo manija de puerta		●	◐	◐	●	●	●	
		Tipo empuñadura de barra		◐	◐	◐	●	●	●	
25	Agarre tangencial con la mano	Empuñadura lisa		○	○	◐	◐	○	●	
		Empuñadura de sección cuadrada		○	○	◐	◐	○	●	
		Empuñadura acanalada		○	○	◐	◐	○	◐	

**GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS**  
**APUNTES DE ERGONOMIA**

























































Familia de mandos		Tipo de mando	Ejemplos típicos	Características (requisitos específicos de la tarea)						Notas
N°	Características de prensión  o) tipo de prensión p) parte de la mano q) método de aplicación de la fuerza			D	E	F	G	H	I	
				Control visual	Control táctil	Accionamiento involuntario	Fricción	Uso con guantes	Facilidad de limpieza	
26	Contacto normal con los dedos	Botón con rebaje para el dedo								
		Cursor de desplazamiento circular								
		Botón con indicador								
27	Contacto tangencial con los dedos	Rueda semiencastrada								
		Botón rotativo								
		Esfera seguidora								
28	Prensión normal con los dedos en pinza. Rotación completa >180°	Manivela accionada con los dedos								
		Leva - manivela accionada con el dedo								
		Botón - manivela graduado								
29	Prensión normal con los dedos en pinza. Rotación > 180°	Botón rotativo con barra								
		Botón rotativo con barra, encastrado								
		Llave de palometa								

**GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS**  
**APUNTES DE ERGONOMIA**

Familia de mandos		Tipo de mando	Ejemplos típicos	Características (requisitos específicos de la tarea)						Notas
Nº	Características de prensión  o) tipo de prensión p) parte de la mano q) método de aplicación de la fuerza			D	E	F	G	H	I	
				Control visual	Control táctil	Accionamiento involuntario	Fricción	Uso con guantes	Facilidad de limpieza	
30	Prensión tangencial con los dedos en pinza	Botón con borde rebajado								
										
		Botón acoplado								
31	Prensión normal con la mano en pinza. Rotación > 180 °	Manivela pequeña con bola								
		Manivela tipo enrollador								
		Volante con manivela								
32	Prensión normal con la mano en pinza. Rotación > 180 °	Manija en T ahusada								El control visual depende de la posición del mando
		Botón de tres lados conformados								
		Botón de cuatro lados conformados								
33	Prensión tangencial con la mano en pinza	Botón moleteado de accionamiento lateral								
		Botón octogonal								
		Botón de conformado interno								



**GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DE PRODUCTOS**  
**APUNTES DE ERGONOMIA**

Familia de mandos		Tipo de mando	Ejemplos típicos	Características (requisitos específicos de la tarea)						Notas
Nº	Características de prensión  o) tipo de prensión p) parte de la mano q) método de aplicación de la fuerza			D	E	F	G	H	I	
				Control visual	Control táctil	Accionamiento involuntario	Fricción	Uso con guantes	Facilidad de limpieza	
34	Agarre normal con la mano. Rotación > 180°	Manivela								
		Volante con manivela								
		Rueda con manivela retráctil								Mango plegable
35	Agarre normal con la mano. Rotación > 180°	Empuñadura en estribo								El control visual de la posición es peor cuando el mando está situado por encima de la cabeza del operador
		Manija								
		Molinete								
36	Agarre tangencial con la mano	Volante liso								
		Volante conformado								
* Indica que esa característica depende de la posición del mando										

### 3.5.- INFORMACIÓN ADICIONAL PARA EL DISEÑO DE MANDOS MANUALES

#### 3.5.1.- Dimensiones

Las dimensiones mínimas recomendadas para mandos manuales se presentan en las columnas 3 y 4 de la tabla 11.

Las dimensiones indicadas para el agarre con la mano son inferiores a las requeridas para la aplicación de una fuerza máxima por parte del operador.

**Tabla 12.- Dimensiones mínimas recomendadas para los mandos manuales**

Método de pre-n-sión	Parte de la mano que aplica la fuerza	Anchura o diámetro del mando manual, r (mm)	Longitud del mando manual según el eje de desplazamiento o rotación, s (mm)
Contacto	Dedo Pulgar Mano (plana)	$r \geq 7$ $r \geq 20$ $r \geq 40$	$s \geq 7$ $s \geq 20$ $s \geq 40$
Pinza	Dedo / pulgar Mano / pulgar	$7 \leq r \leq 80$ $15 \leq r \leq 60$	$7 \leq s \leq 80$ $60 \leq s \leq 100$
Agarre	Dedo / mano	$15 \leq r \leq 35$	$s \geq 100$

### 3.5.2.- Fuerza o par de accionamiento

En las columnas 4 y 5 de la tabla 13, se muestran recomendaciones para las fuerzas máximas de accionamiento de mandos manuales lineales y para el par máximo de accionamiento de mandos manuales rotativos.

**Tabla 13.- Fuerzas y pares máximos recomendados para el accionamiento de mandos manuales**

Método de pre-n-sión	Parte de la mano que aplica la fuerza	Otros factores	Fuerza de accionamiento lineal máxima recomendada (N)	Par de accionamiento máximo recomendado (N · m)
Contacto	Dedo Pulgar Mano	Cualquier dirección Cualquier dirección Cualquier dirección	10 10 20	0,5 0,5 0,5
Pinza	Dedo / una mano	Cualquier dirección Dirección x Dirección y Dirección z	10 10 20 10	1 2 2 2
Agarre	Una mano  Las dos manos	Dirección x Dirección y Dirección z Radio de 0,25 m Radio de 0,25 m	35 55 35  	   20 30

Los valores dados se basan en optimizar la fuerza para facilitar el accionamiento. Éstos tienen en cuenta los requisitos derivados del uso frecuente o continuo.

Para determinar las fuerzas o los pares de accionamiento, es necesario tener en cuenta la velocidad, la frecuencia de uso y la duración del accionamiento

Cuando se considera necesario evitar accionamientos involuntarios, es conveniente que la

fuerza de accionamiento no sea inferior a 5 N.

Esta resistencia no constituye por sí sola un medio fiable de evitar el accionamiento involuntario; por ello, se recomienda considerar esta alternativa junto a otras medidas tales como la protección del mando, su selección y emplazamiento adecuados, etc.