

**APLICACIÓN DE PRINCIPIOS  
ERGONÓMICOS PARA EL DISEÑO  
DE HERRAMIENTAS ESPECÍFICAS  
PARA LA APERTURA Y  
CIERRE DE VÁLVULAS DE  
VOLANTE**





## ÍNDICE

- 1.- Introducción
- 2.- Desarrollo del diseño de una “llave antropométrica”
- 3.- Desarrollo del diseño de una “llave antropométrica fija”
- 4.- Conclusión
- 5.- Bibliografía

### **RODRIGO OLALLA MENÉNDEZ**

Licenciado en Ciencias Biológicas.  
Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales.

### **JUAN LUENGO ASPIAZU**

Licenciado en Ciencias Biológicas.  
Antropometrista Level II ISAK.

### **MARCOS LUENGO FERNÁNDEZ**

Maestro mecánico.

### **RAQUEL FERNÁNDEZ GARCÍA**

Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.  
Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales.

## 1.- INTRODUCCIÓN

Entre las actividades más habituales en la mayoría de los ámbitos industriales destaca la manipulación de volantes de control, tanto para ajustes de flujos líquidos y gaseosos regulados por valvulismos como para procesos mecánicos de cierre y apertura de compuertas.

Esta actividad suele estar dificultada por el estado de mantenimiento de los engranajes y roscados sobre los que se desplazan los volantes (presencia de grasas, humedad, corrosión, etc.), entornos de permanencia limitada (temperaturas extremas, atmósfera explosiva o asfixiante, etc.) y posturas forzadas que exigen del operario un esfuerzo físico importante que puede derivar en graves lesiones osteomusculares.

## 2.- DESARROLLO DEL DISEÑO DE UNA “LLAVE ANTROPOMÉTRICA”

El procedimiento de diseño ha seguido las pautas establecidas en un modelo ergonómico convencional (Galer, 1987) y que, a

continuación, se relacionan:

### **ETAPA 1: IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Aunque actualmente muchos accionamientos de valvulismos se realizan mediante equipos neumáticos y eléctricos que evitan la actuación directa de los trabajadores, aún es habitual la manipulación manual.

Dado el sobreesfuerzo y el uso de útiles elaborados artesanalmente con ferralla doblada y soldada (Figuras 1 y 2) que carece de control constructivo y estructural, implicando un riesgo importante de punzonamiento en el caso de fractura del mismo por fatiga del material (Figura 3), se hace necesario el diseño de una herramienta estable, robusta, que encaje perfectamente en la periferia del volante y que permita un agarre cómodo y seguro.

### **ETAPA 2: ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DEL USUARIO**

Una vez identificado el problema, se analizaron con los operarios las características básicas que debería tener una herramienta destinada al propósito de accio-



**Figura 1.-** Útil empleado en la apertura y cierre de válvulas de volante.

nar los volantes, obteniendo estos resultados:

- La herramienta ha de ser estable en la unión con el volante.
- La herramienta ha de tener las dimensiones adecuadas para poder accionar de forma segura un amplio rango de tamaños de volante.

●●● La manipulación de volantes de control, tanto para ajustes de flujos líquidos y gaseosos regulados por valvulismos como para procesos mecánicos de cierre y apertura de compuertas, exigen del operario un esfuerzo físico importante que puede derivar en graves lesiones osteomusculares.

- El brazo de palanca ha de ser lo suficientemente largo para optimizar el esfuerzo.
- No ha de tener un peso excesivo, pero sí una resistencia mecánica elevada dado el alto esfuerzo de tracción al que se va a someter.
- El agarre ha de ser cómodo y la empuñadura no debe resbalar.
- Ha de ser diseñada para un uso ambidiestro.
- Debería ser fácil de almacenar, limpiar y mantener.
- Debería ser visible y fácilmente localizable en las instalaciones.

Se realizó una búsqueda en el mercado de herramientas manuales que pudieran ofrecer una alternativa, pero no se obtuvieron resultados positivos.

### ETAPA 3: APORTACIÓN DE CRITERIOS DE DISEÑO

#### ● Material constructivo

Se valoraron distintos materiales que no comprometieran la resistencia de la herramienta y se optó por acero EN-GJS-500-7 con una alta resistencia a la tracción, rotura, torsión y compresión y con una densidad específica que evitara un peso excesivo del útil.



Figura 2.- Útil doblado por efecto de la fatiga.



Figura 3.- Útiles rotos por sobreesfuerzos.

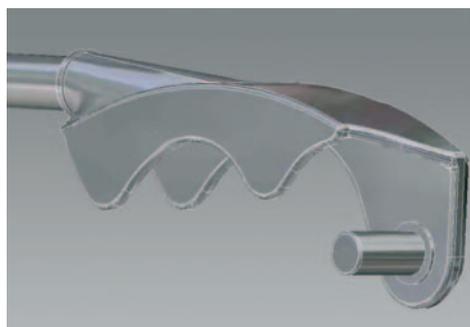


Figura 4.- Diseño del cabezal de agarre.

#### ● Proceso de diseño

Se analizaron varias alternativas de diseño y, tras elaborar los prototipos, se concluyó el modelo definitivo. El resultado es una herramienta de tamaño medio, de un peso de unos 2 kg y formada por un cabezal de agarre, que consta de una cubierta y un tetón extremo que se anclará en los radios del volante (Figura 4). Unido al cabezal mediante fijación mecánica, se dispone un mango tubular de 80 cm con doble empuñadura plástica ergonómica. Se considera necesario un tratamiento de galvanizado superficial para aumentar la resistencia a la corrosión.

### ETAPA 4: EVALUACIÓN FINAL DEL PRODUCTO

Varios prototipos fueron probados por operarios en las instalaciones de la Central Térmica de Aboño (HC Energía), dando sus impresiones los siguientes resultados:

- Se logra una óptima estabilidad en el acople con el volante y se minimiza el esfuerzo por parte del operario.

El útil tiene un uso simple, pero muy efectivo, al basarse en el principio de la palanca. Una vez posicionada, la llave no se mueve ni bascula sobre el volante, gracias a las orejetas laterales, por lo que no lo estropea y se impide que pueda resbalar (Figura 5).

- La longitud del mango hace que la potencia a la hora de realizar el trabajo sea máxima.

- La empuñadura ergonómica, asegura su firme agarre al poder



ser cubierto por la totalidad de la superficie de la mano, lo que evita los peligrosos resbalamientos.

Para el diseño de la zona de agarre, se han tenido en cuenta las medidas antropométricas referentes al agarre palmar, de los dedos y de las manos sobre el percentil 95 de la población española publicadas por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales del Gobierno de España, lo que permite su uso con guantes de trabajo. Además, la presencia de la empuñadura es incompatible con el uso de tubos de extensión del brazo de palanca.



Figura 5.- Llave prototipo en prueba.

●●● Dado el sobreesfuerzo y el uso de útiles elaborados artesanalmente con ferralla doblada y soldada que carece de control constructivo y estructural, implicando un riesgo importante de punzonamiento en el caso de fractura del mismo por fatiga del material, se hace necesario el diseño de una herramienta estable, robusta, que encaje perfectamente en la periferia del volante y que permita un agarre cómodo y seguro.

- El almacenamiento es sencillo al disponer de una perforación en el mango y al poder colocarse en perchas dentro del entorno de trabajo (Figura 6).

- El color metalizado y el color del mango, la hacen muy visible en situaciones de escasa iluminación o acumulación de polvo.

- Permite su uso sobre volantes en posición horizontal y vertical.

- Fácil limpieza dadas sus formas redondeadas y sin esquinas.

### 3.- DESARROLLO DEL DISEÑO DE UNA "LLAVE ANTROPOMÉTRICA FIJA"

Siguiendo las pautas que dirigieron el diseño de la llave anteriormente analizada, se realizó un nuevo planteamiento basado en la posibilidad de disponer una palanca en el mismo cuerpo del volante de la válvula.

#### ETAPA 1: IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En las ocasiones en las que el espacio entre volantes era escaso o no se disponía en el entorno de

trabajo de una llave antropométrica, se hacía necesaria la existencia de un acople en el volante que aumentara la potencia de palanca aplicada. Este acople debería tener giro en la empuñadura para acompañar al movimiento del volante y así evitar giros excesivos al operador. Esta posibilidad también era interesante en aquellos casos en los que eran pocos los volantes que exigían un esfuerzo en su maniobra.

#### ETAPA 2: ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DEL USUARIO

Una vez definido el problema, se analizaron las necesidades que el nuevo útil debería solucionar:

- Ha de unirse solidariamente al cuerpo perimetral del volante, para optimizar el momento de la fuerza.



Figura 6.- Llaves situadas en el soporte.



Figuras 7 y 8.- La llave antropométrica fija con el manubrio en posición axial.

●●● La llave antropométrica tiene un uso simple, pero muy efectivo, al basarse en el principio de la palanca; mientras que la llave antropométrica fija permite su anclaje en volantes de cualquier diámetro y se asegura la estabilidad y fijación gracias a su sistema de encaje mediante piezas mecanizadas y el uso de pernos de apriete.



Figuras 9 y 10.- La llave antropométrica fija con el manubrio en posición radial.

- Es conveniente que presente la posibilidad de colocarlo en posición radial y axial.

- El material de construcción y el sistema de pernos de apriete debe ser lo suficientemente robusto como para que resista el empuje a aplicar.

- La empuñadura ha de ser giratoria para que acompañe al movimiento del volante accionado.

### ETAPA 3: APORTACIÓN DE CRITERIOS DE DISEÑO

- Material constructivo

Dadas las exigencias mecánicas que va a tener que soportar este nuevo útil, se optó por la chapa de acero de 2,5 mm de espesor debidamente mecanizada. Se recubre con pintura galvanizada para evitar el posible proceso corrosivo.

- Proceso de diseño

Se realizó un diseño que permite su anclaje en volantes de cualquier diámetro y se asegura la estabilidad y fijación gracias a su sistema de encaje mediante piezas mecanizadas y el uso de pernos de apriete.

El eje de empuje está dotado con un resorte interno que, al accionarlo, permite colocarlo de forma axial (Figuras 7 y 8) y radial (Figuras 9 y 10) y el manubrio, dotado de empuñadura ergonómica, presenta giro libre.

### ETAPA 4: EVALUACIÓN FINAL DEL PRODUCTO

La colocación de varios acoples en volantes de distinto tama-



ño y su puesta a prueba emulando las condiciones de uso normal pusieron de manifiesto que:

- Es perfectamente adaptable a cualquier diámetro de volante y permanece unido de forma estable gracias a su unión mediante pernos.
- Se ha ensayado sobre los prototipos con diferentes intensidades de tracción y ha permanecido inmóvil e inalterable.
- Se facilita mucho la maniobra y se evita la fatiga muscular derivada de la acción sobre el volante.

#### 4.- CONCLUSIÓN

La constante mejora de las condiciones de trabajo en las empresas ha de incluir un correcto diseño de los equipos y herramientas de trabajo para lograr evitar los esfuerzos musculares que pueden producir dolorosas lesiones y bajas laborales prolongadas. En ocasiones, la inexistencia de una herramienta de óptima utilidad hace que las tareas se realicen con útiles artesanos cuyo manejo representa un riesgo intolerable.

●●● **Se han logrado dos herramientas con diseños novedosos, cumpliendo de forma segura con la tarea y evitando al trabajador los sobreesfuerzos y malas posturas asociados a la apertura y cierre de las válvulas de volante.**

En este caso, se han logrado dos herramientas con diseños novedosos, cumpliendo de forma segura con la tarea y evitando al trabajador los sobreesfuerzos y malas posturas asociados a la apertura y cierre de las válvulas de volante.



#### 5.- BIBLIOGRAFÍA

- Ley 31/1995 de Prevención de riesgos laborales (Art. 14; Art. 15; Art. 17; Art. 29).
- R.D. 1215/1997 sobre disposiciones generales de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (Art. 2, Art. 3, Art. 4, Art. 5, Anexo I, Anexo II).
- Notas Técnicas de Prevención:
  - NTP 391: Herramientas manuales (I): condiciones generales de seguridad.

- NTP 392: Herramientas manuales (II): condiciones generales de seguridad.

- Carmona, A. "Aspectos antropométricos de la población laboral española aplicados al diseño industrial". Instituto Na-

cional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2003.

- Galer, I.A.R. "Applied ergonomics handbook". Butterworths, London, 1987.

- Mital, A.; Karwowski, W. "Workspace, Equipment and Tool Design". Elsevier Science Publishing Company, 1991.

- Page, A.; Porcar, R.; Such, M.J.; Blasco, V. "Nuevas técnicas para el desarrollo de productos innovadores orientados al usuario". Instituto de Biomecánica de Valencia, 2001.