

# Manual de Ergonomía para máquinas del sector del Metal

**Purificación Castelló Mercé\***, **Alfonso Oltra Pastor\***, **Pablo Pagán Castaño\***,  
**Rafael Sendra Pérez\***, **Consuelo Casañ Arándiga\*\*\***, **Javier Murcia Saiz\*\***,  
**Jorge Rodrigo Sánchez\*\*\***, **José Miguel Corrales Gálvez\*\***

\*INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA

\*\*UNIÓN DE MUTUAS

\*\*\*UNIMAT PREVENCIÓN

Unión de Mutuas y el Instituto de Biomecánica (IBV) han desarrollado una herramienta metodológica nueva para la valoración y mejora ergonómica de máquinas y herramientas en el sector del metal. El manual se compone de tres partes: la guía de valoración ergonómica, los resultados del estudio de campo y una colección de fichas por máquina con recomendaciones ergonómicas.

## Ergonomic Handbook for Metal Industry Machines

Unión de Mutuas and the Instituto de Biomecánica de Valencia have developed a new methodological tool for the ergonomic assessment of the machinery and handtools, and the improvement of the workplaces associated with these machines, addressed to the metal industries. The handbook consists of three parts: the ergonomic assessment guide, the results obtained in the field study and a collection of cards by machine with ergonomic recommendations.

## INTRODUCCIÓN

La importancia de la prevención de riesgos ergonómicos en los lugares de trabajo hace necesario disponer de herramientas adecuadas para la identificación y evaluación de estos riesgos. En general, los accidentes relacionados con unas condiciones ergonómicas inadecuadas en el puesto de trabajo son codificados como sobreesfuerzos físicos y, desafortunadamente, este tipo de accidentes se incrementa en muchos sectores e industrias año a año. Datos publicados por el Ministerio de Trabajo y Relaciones Laborales indican que en 2007 casi el 33% de los accidentes laborales con baja en la fabricación de productos metálicos excepto maquinaria se debieron a sobreesfuerzos físicos, lo que supone un tercio del total y representa una tendencia al alza con respecto a años anteriores.

Para mejorar las condiciones ergonómicas de trabajo y hacer frente a los problemas laborales de tipo ergonómico, deben establecerse líneas de actuación que contribuyan de manera óptima a su prevención. Dentro de las líneas de I+D en prevención de riesgos laborales se encuentran el desarrollo de procedimientos de identificación y evaluación de riesgos de tipo ergonómico, la generación de criterios de diseño de puestos de trabajo, máquinas y herramientas, y la realización de estudios sectoriales.

ERGOMETAL es un nuevo ejemplo del esfuerzo que se está llevando a cabo desde Unión de Mutuas y el Instituto de Biomecánica (IBV) por dotar de herramientas prácticas y metodologías para la prevención de riesgos laborales aplicables a un sector concreto. Recientemente se presentó el *Manual de ergonomía para máquinas del sector de Transformados de Madera*. El manual es el resultado de un proyecto de investigación llevado a cabo por Unión de Mutuas junto al IBV.

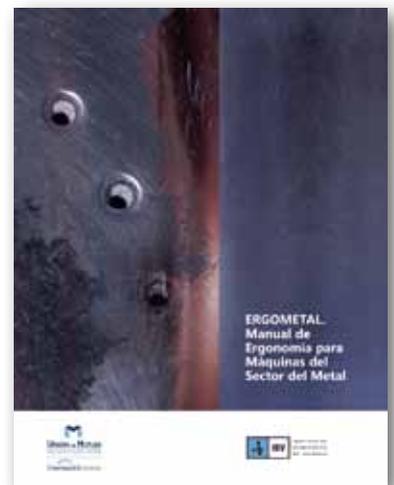


Figura 1. Portada del manual.

## OBJETIVOS

- Reducir los problemas ergonómicos asociados a la utilización de máquinas y herramientas, y mejorar las condiciones de trabajo y la calidad de vida de los trabajadores en el sector del Metal.

- > -- Poner a disposición de los diferentes agentes implicados en la prevención de riesgos de tipo ergonómico en el sector una herramienta para la valoración ergonómica de máquinas y herramientas.
- Proporcionar criterios objetivos relacionados con los riesgos ergonómicos para la selección y compra de máquinas.
- La integración por parte de fabricantes de maquinaria y herramientas de los principios ergonómicos en el diseño y desarrollo de sus equipos.
- Promocionar entre las diferentes entidades involucradas la prevención de riesgos laborales de tipo ergonómico.

## DESARROLLO

Para la elaboración de este manual se estableció un plan de trabajo estructurado en las siguientes fases:

- Fase 1: Identificación y selección de máquinas y herramientas en el sector.
- Fase 2: Revisión documental.
- Fase 3: Análisis ergonómico y generación de los criterios de verificación.
- Fase 4: Elaboración de material de información y asesoramiento.
- Fase 5: Valoración de los materiales y difusión.

### Fase 1: Identificación y selección de máquinas y herramientas

La primera tarea, en esta fase inicial del proyecto, fue la constitución de un grupo de trabajo integrado por expertos en ergonomía y técnicos en prevención de riesgos laborales de la mutua y el servicio de prevención, algunos de ellos especializados en el sector. Este grupo de expertos fue el encargado de seleccionar un grupo de máquinas representativas del sector para su estudio y valoración posterior (Tabla 1).

Tabla 1. Listado del conjunto de máquinas seleccionada.

Amoladora de pedestal
Amoladora portátil
Centro de mecanizado CNC
Cizalla-guillotina
Fresadora
Lijadora-pulidora
Plegadora
Prensa (para trabajo manual)
Rectificadora plana
Equipo de soldadura por resistencia
Taladro de columna
Torno paralelo
Tronzadora de cinta
Tronzadora de disco

### Fase 2: Revisión documental

En la siguiente fase se realizó una amplia revisión documental sobre normativa, publicaciones científico-técnicas y estudios ergonómicos de máquinas, así como catálogos y manuales de fabricantes de máquinas para el sector. Como resultado de esta fase se establecieron los requisitos ergonómicos a considerar en la guía, así como la normativa y legislación existente al respecto, y se recopilaron soluciones y mejoras actualmente implementadas por los fabricantes. Fruto de esta fase se constató que no existía una herramienta para la valoración ergonómica de máquinas específica para el sector.

### Fase 3: Análisis ergonómico y generación de los criterios de verificación

En esta tercera fase, el grupo de trabajo del proyecto confeccionó un listado de puntos relativos a los aspectos ergonómicos a comprobar en las máquinas.

El listado, que se basa en la normativa, tiene una estructura general que parte de la norma sobre Seguridad de las máquinas "Principios de diseño ergonómico". Se trata de una serie de principios ergonómicos que hay que seguir durante el proceso de diseño y proyecto de equipo de trabajo, especialmente de las máquinas. A partir de ahí, las diferentes cuestiones que se plantean en la lista son desarrolladas en la guía con mayor detalle basándose en diversas normas sobre Ergonomía y en la legislación vigente.

Paralelamente a la confección de los primeros borradores del cuestionario (basados en el listado) se llevaron a cabo una serie de visitas preliminares a empresas para probar el cuestionario *in situ*. Tras un período de revisión se puso a punto el cuestionario definitivo que constituye el núcleo de este manual.

La *Guía de verificación ergonómica* consiste en un cuestionario organizado en bloques temáticos (Tabla 2), mediante el cual se comprueban diferentes aspectos de la maquinaria con los que interactúa el trabajador y que pueden influir en el desempeño de la tarea.

Tabla 2. Bloques temáticos que componen la guía de verificación ergonómica.

1. El diseño considerando las dimensiones corporales y el comportamiento mecánico del cuerpo humano
a Dimensiones corporales
b Posturas y movimientos corporales
c Esfuerzo físico
2. Diseño de dispositivos de información y mandos
d Dispositivos de información
e Mandos
3. Interacción con el ambiente físico de trabajo
f Ruido y vibraciones
g Confort térmico
h Confort visual
4. Interacciones en el proceso de trabajo
i Proceso de trabajo
5. Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas de trabajo
j Diseño de las tareas

<b>TRONCO: Flexión lateral/Torsión</b>		
<p>CORRECTO</p>	<p>INCORRECTO</p>	<p>CORRECTO                  &lt; 2 veces/minuto                  periodos cortos de tiempo</p> <p>INCORRECTO  <input type="checkbox"/> ≥ 2 veces/minuto  <input type="checkbox"/> sostenida o estática, o mucho tiempo</p>
12 ¿La máquina permite adoptar posturas aceptables de los brazos durante la realización de la tarea?	CORRECTO <input type="checkbox"/>	INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
<b>BRAZOS: Flexión/Extensión</b>		
<p>CORRECTO</p>	<p>INCORRECTO</p>	<p>CORRECTO                  &lt; 2 veces/minuto                  2-10 veces/minuto en periodos cortos de tiempo sostenida o estática con apoyo</p> <p>INCORRECTO  <input type="checkbox"/> ≥ 10 veces/minuto  <input type="checkbox"/> ≥ 2 veces/minuto durante mucho tiempo  <input type="checkbox"/> sostenida o estática sin apoyo</p>
13 ¿La máquina permite adoptar posturas aceptables del codo durante la realización de la tarea?	CORRECTO <input type="checkbox"/>	INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
<b>CODO: Flexión/Extensión</b>		
<p>CORRECTO</p>	<p>INCORRECTO</p>	<p>CORRECTO                  &lt; 2 veces/minuto                  periodos cortos de tiempo</p> <p>INCORRECTO  <input type="checkbox"/> ≥ 2 veces/minuto  <input type="checkbox"/> sostenida o estática, o mucho tiempo</p>
14 ¿La máquina permite adoptar posturas aceptables de la muñeca durante la realización de la tarea?	CORRECTO <input type="checkbox"/>	INCORRECTO <input type="checkbox"/> N.P <input type="checkbox"/>
<b>MUÑECA: Flexión/Extensión, Inclinación lateral y Giro</b>		
<p>CORRECTO</p>	<p>INCORRECTO</p>	<p>CORRECTO                  &lt; 2 veces/minuto</p> <p>INCORRECTO  <input type="checkbox"/> ≥ 2 veces/minuto  <input type="checkbox"/> sostenida o estática</p>

Figura 2. Ejemplo de las listas de verificación incluidas en el manual.

### Fase 4: Elaboración de material de información y asesoramiento

En esta fase se elaboró el material de información y asesoramiento, que constituye el manual ErgoMetal. El manual se compone de tres partes, que son la *guía de verificación ergonómica*, una presentación de los *resultados de la aplicación de la guía a empresas del sector del Metal*, y un conjunto de *fichas con recomendaciones ergonómicas por máquina*.

La primera parte del manual constituye el núcleo fundamental del mismo, y se compone de dos apartados: el cuestionario ("Guía de Verificación Ergonómica para máquinas del sector de Transformados de Madera") y las instrucciones para su aplicación ("Cómo aplicar la Guía de Verificación").

En la segunda parte del manual se presentan los resultados de la aplicación de la guía a las máquinas seleccionadas (Tabla 1). Para ello, se realizó un estudio de campo en empre-

**h. Posturas y movimientos corporales**

12 ¿La máquina permite adoptar posturas aceptables de los brazos durante la realización de la tarea? (CLAVE)

Observar si las posturas de brazo adoptadas por el trabajador durante la realización de la tarea son aceptables.

La norma UNE EN 1005-4 considera como posturas aceptables de brazos las siguientes:

- Elevado hacia delante o lateralmente (flexionado o abducido) menos de 20° de forma repetida o sostenida.
- Elevado entre 20° y 60° de forma repetida (1-2 veces por minuto).
- Elevado entre 20° y 60° de forma repetida entre 2 y 10 veces por minuto, siempre y cuando se de durante periodos cortos de tiempo para una misma persona.
- Elevado entre 30° y 60° de forma sostenida con apoyo para todo el brazo.
- Elevado más de 60° de manera repetida (1-2 veces por minuto) durante periodos cortos de tiempo por una misma persona.
- En extensión (hacia detrás) de forma repetida (1-2 veces por minuto) durante periodos cortos de tiempo por una misma persona.

**h. Posturas y movimientos corporales**

13 ¿La máquina permite adoptar posturas aceptables del codo durante la realización de la tarea? (CLAVE)

Observar si las posturas de codo adoptadas por el trabajador durante la realización de la tarea son aceptables.

La norma UNE EN 1005-4 considera como posturas aceptables de codo las siguientes:

- Codo flexionado o extendido, lejos de los límites del rango de movimiento (dentro del tercio medio de su rango de movilidad).
- Codo muy flexionado o extendido (cerca de los límites de su rango de movimiento) con baja repetitividad (1-2 veces por minuto).

**h. Posturas y movimientos corporales**

14 ¿La máquina permite adoptar posturas aceptables de la muñeca durante la realización de la tarea? (CLAVE)

Observar si las posturas de muñeca adoptadas por el trabajador durante la realización de la tarea son aceptables.

La norma UNE EN 1005-4 considera como posturas aceptables de muñeca las siguientes:

- Muñeca flexionada o extendida, inclinada lateralmente o girada, lejos de los límites del rango de movimiento (dentro del tercio medio de su rango de movilidad).
- Muñeca muy flexionada o extendida, muy inclinada lateralmente o muy girada (cerca de los límites de su rango de movimiento) con baja repetitividad (1-2 veces por minuto).

Figura 3. Ejemplo de las instrucciones para su aplicación.

Figura 3. Ejemplo de las instrucciones para su aplicación.

sas del sector del Metal que colaboraron en el proyecto. Tras la realización de las visitas, se procedió a analizar la información de los cuestionarios, obteniéndose un diagnóstico de la situación y problemática actual de las máquinas desde un punto de vista ergonómico. Este estudio y análisis fue realizado conjuntamente por técnicos de la mutua, del servicio de prevención y del IBV.

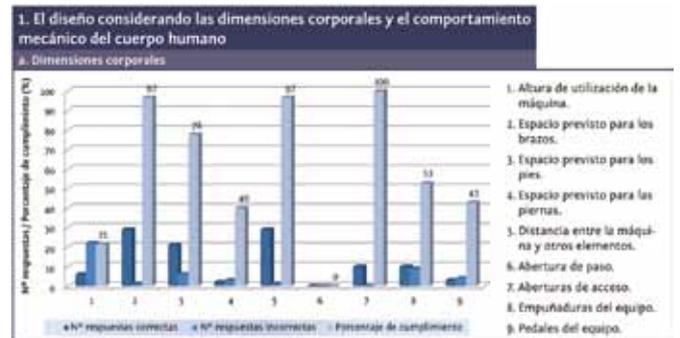


Figura 4. Ejemplo de resultados de la aplicación de la Guía en empresas del sector.

➤ Por último, el manual incluye un conjunto de Fichas por tipo de máquina donde se recogen los principales problemas ergonómicos detectados en el estudio de campo y una serie de propuestas y recomendaciones de mejora ergonómica. Las fichas corresponden a las máquinas seleccionadas en la primera fase.

Las fichas pueden ser utilizadas por los profesionales de los departamentos de Ingeniería y Diseño, Prevención de Riesgos Laborales, Recursos Humanos y Organización, tanto al objeto de plantear mejoras en los puestos de trabajo asociados a las máquinas, como para la adquisición de nuevos dispositivos y equipos. Además, las fichas junto con el manual, pueden ser empleados por los responsables de compras para determinar qué requerimientos deben cumplir los equipos.

### Fase 5: Valoración de los materiales y difusión

Tras la elaboración del manual, éste fue sometido a varias revisiones por parte de expertos, hasta la confección de la versión definitiva.

## CONCLUSIONES

La publicación pone a disposición de empresarios, fabricantes de equipos, técnicos y personal implicado en la prevención de riesgos laborales del sector del metal, un instrumento para la verificación ergonómica y la mejora de máquinas y herramientas, siendo su fin fundamental la mejora de las condiciones de seguridad, salud, confort y eficiencia en utilización de estos equipos.

El *Manual de Ergonomía para Máquinas del Sector del Metal* es un ejemplo de la manera en la que Unión de Mutuas y el Instituto de Biomecánica desarrollan soluciones para las empresas que basan su competitividad en la capacidad de mejorar la calidad de vida de sus trabajadores y clientes.

La edición de este manual se enmarca dentro de una línea de investigación conjunta aplicada a la mejora de la seguridad y salud de los puestos de trabajo en los principales sectores productivos de la Comunidad Valenciana.

### AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las empresas que colaboraron en el estudio de campo: Vda. de G. Mari Montañana S.A., Funtubo S.A., Industrias Ochoa S.L., y Matricería de Inyección S.L. (MAIN).



Figura 5. Ejemplos de fichas de máquinas.