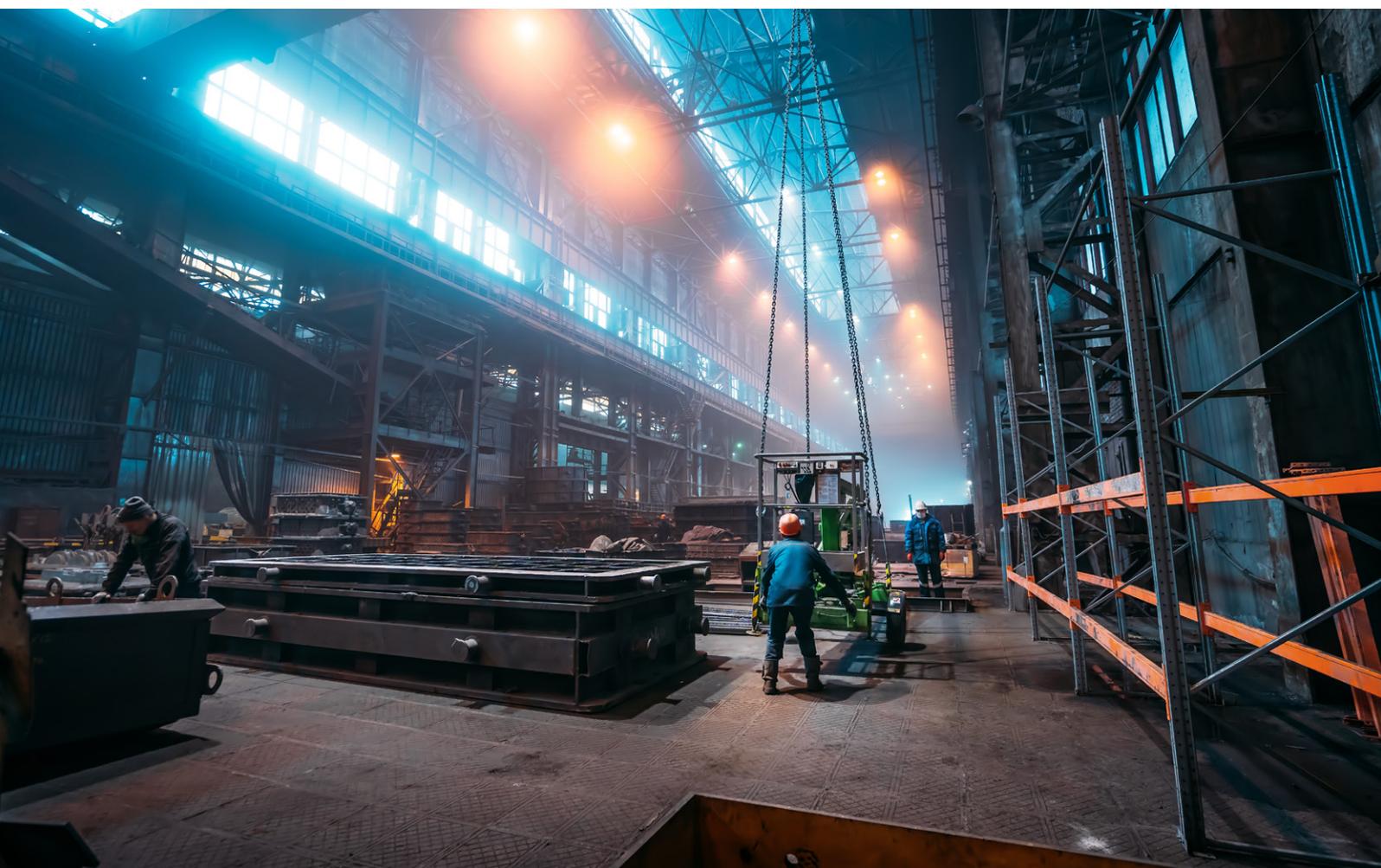


# INFORMACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN DE LOS RIESGOS ERGONÓMICOS DEL SECTOR DEL METAL DE LA COMUNIDAD VALENCIANA



## Contenido

INTRODUCCIÓN A LA ERGONOMÍA Y LAS IMPLICACIONES DE LA FALTA DE ADECUACIÓN DE LOS PUESTOS DE TRABAJO CON ENFOQUE DE GÉNERO Y EDAD	3
EL PROYECTO	5
CLAVES PARA CONSIDERAR EL GÉNERO Y LA EDAD EN LA EVALUACIÓN ERGONÓMICA	6
CRITERIOS BÁSICOS DE ADECUACIÓN ERGONÓMICA CON ENFOQUE DE GÉNERO Y EDAD PARA PUESTOS REPRESENTATIVOS DEL SECTOR DEL METAL	8
EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO Y ESTIRAMIENTO	33
REFERENCIAS	38

# Introducción a la ergonomía y las implicaciones de la falta de adecuación de los puestos de trabajo con enfoque de género y edad

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020) define la salud como “el estado de bienestar completo físico, mental y social, y no simplemente la ausencia de afecciones y enfermedades”. Nuestra salud puede verse afectada por el diseño de los puestos de trabajo inadecuado desde el punto de vista ergonómico.

Ya en 1999 Tortosa, García-Molina, Page, y Ferreras (1999) indicaron que la ergonomía laboral evalúa aspectos como el diseño de los puestos de trabajo, herramientas, mandos, controles e indicadores, etc. proponiendo soluciones para reducir o eliminar los problemas detectados. Es, por tanto, el objetivo principal de la ergonomía conseguir la mejor adaptación de los productos, tareas y entornos a todas las personas para incrementar la eficiencia, la salud y el bienestar. Definiéndose como el campo de conocimientos multidisciplinar que estudia las características, necesidades, capacidades y habilidades de los seres humanos.

Si se desea disponer de puestos adecuados a las personas trabajadoras, estos deberán diseñarse teniendo en cuenta los principios generales de la ergonomía, estos son: considerar las dimensiones corporales, las posturas, los movimientos corporales o la capacidad de esfuerzo físico de las personas. Para asegurar la adecuación del puesto, lo principal es que las demandas de las tareas que se vayan a llevar a cabo coincidan con las capacidades de quienes van a llevarlas a cabo. En este sentido, la edad y el sexo son aspectos que influyen indudablemente en las capacidades físicas y sensoriales de las personas, por lo que es necesario tenerlos en cuenta.

La adecuación ergonómica lleva implícito que se incorporen criterios ergonómicos en función del sexo para el diseño y rediseño de los puestos de trabajo, lo cual, a su vez, permitirá avanzar en la construcción de la igualdad de género en el ámbito laboral. Ello pone de manifiesto la importancia de la adecuación ergonómica de los puestos de trabajo, haciendo especial hincapié en la evaluación de los riesgos diferenciales con perspectiva de género. También en el ámbito laboral, el concepto de perspectiva de género, hace referencia a las estrategias que permitan identificar, cuestionar y valorar la discriminación, desigualdad y exclusión de las mujeres, así como las acciones que deben llevarse a cabo para actuar sobre los factores de género y crear las condiciones de cambio que permitan avanzar en la construcción de la igualdad de género, (Cuarta Conferencia Mundial sobre la Mujer, 1995, Informe del Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas, 1997).

Dentro de los sectores industriales, muchos de los puestos de trabajo que ocupan las mujeres están asociados a la realización de tareas repetitivas de miembros superiores y que requieren una importante destreza manual, mientras que los trabajos que requieren la aplicación de fuerza y la manipulación de elementos más pesados suelen ser realizados por los hombres.

Según el estudio de investigación “Integración de la perspectiva de género en los criterios de adecuación ergonómica de entornos laborales” (IBV, 2020) los puestos con mayores problemas para la adecuación ergonómica desde la perspectiva de género son los:

- Puestos con mayor carga física: manipulación manual de cargas y aplicación de fuerzas elevadas.
- Puestos diseñados con dimensiones antropométricas difíciles de adaptar a la anatomía femenina.
- Puestos socialmente asociados a hombres o a mujeres.
- Puestos con tareas repetitivas y con adopción de posturas forzadas.
- Puestos con necesidad de uso de herramientas o máquinas.

- Puestos que utilizan equipos de protección individual.

Por otra parte, hay una serie de factores como son: el envejecimiento de la población, el retraso de la edad de jubilación y la falta de reemplazos en determinados sectores, que tiene como consecuencia que el colectivo de trabajadores entre 50 y 65 años sea cada vez más numeroso en las empresas. Si bien muchos trabajadores mayores pueden desempeñar la práctica totalidad de sus tareas de manera satisfactoria, aportando su larga experiencia y habilidades, el proceso natural de envejecimiento hace que ciertas capacidades se vean mermadas.

En lo que respecta a la adecuación ergonómica de los puestos en función de la edad, deberá prestarse especialmente atención a los siguientes aspectos:

- Las posturas forzadas, mediante el ajuste del diseño de los puestos de trabajo y equipos a las características de las personas trabajadoras, considerando los alcances, espacios y holguras, las alturas de trabajo, apoyos, etc.
- Los movimientos repetitivos, mediante rotaciones de tareas, organización adecuada de descansos, variación en el ritmo de trabajo, optimización de movimientos y mecanización de tareas.
- Los pesos manipulados, reduciendo, de ser necesario, el peso máximo a manipular, mejorando las condiciones de las manipulaciones (frecuencias, duración, alturas, etc.) o introduciendo ayudas técnicas para la manipulación.
- Las fuerzas aplicadas, seleccionando herramientas cuyo diseño permita optimizar la aplicación de fuerzas, o automatizando.
- Experiencia, aprovechando la experiencia y conocimiento de las personas trabajadoras de mayor edad para ayudar en el diseño de los puestos de trabajo, y en la formación al personal más joven en la manera correcta para realizar las tareas.

## El proyecto

Este proyecto/acción (TRCOIN/2022/22) ha sido apoyado/a por la Conselleria de Economía Sostenible, Sectores Productivos, Comercio y Trabajo en el marco de las ayudas en materia de colaboración institucional, a través de acciones sectoriales e intersectoriales mediante programas o actuaciones en materia de prevención de riesgos laborales en la Comunitat Valenciana para el ejercicio 2022.

FEMEVAL, como federación de las empresas del sector metal y consciente del envejecimiento de la población laboral y del aumento considerable de la presencia de la mujer en puestos no administrativos dentro de esta industria, ha querido continuar con la labor emprendida en 2021 desarrollando materiales para la información y sensibilización sobre riesgos ergonómicos derivados de la falta de adecuación ergonómica en este sector. Esta continuación viene, además, justificada por ser los accidentes relacionados con las condiciones ergonómicas inadecuadas en el puesto de trabajo los más numerosos.

En esta segunda anualidad, se han incorporado puestos de soldadura, de mecanizado por arranque de viruta (fresadora y CNC) y de mecanizado por deformación (plegadora) a los analizados anteriormente (carga y descarga de bastidores, montaje de piezas metálicas y torneado). Para todos estos puestos se han identificado los factores de riesgo ergonómico y se han propuesto mejoras ergonómicas, que permitan a las empresas reducir los posibles riesgos a los que estarían expuestas las personas que los ocupan, todo ello con enfoque de género y edad.

La acción va dirigida a personas empresarias, delegados/as de prevención y profesionales de la prevención de riesgos laborales. La misma ha consistido en el desarrollo de material informativo a partir del estudio de identificación de riesgos ergonómicos que ha realizado el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) en diferentes empresas del sector. Y el material desarrollado contiene, además de la identificación de posibles riesgos y propuestas de mejora ergonómica, ejercicios de calentamiento y estiramiento a realizar por las personas trabajadoras en base a los grupos musculares en juego durante la realización de las diferentes tareas que conforman los puestos analizados.

Es por tanto el principal objetivo de esta acción, informar y sensibilizar sobre riesgos ergonómicos derivados de la falta de adecuación ergonómica con enfoque de género y edad a las empresas del sector del metal de la Comunitat Valenciana.

Para la consecución de este objetivo se han realizado las siguientes actividades:

- Revisión bibliográfica de los riesgos ergonómicos y recomendaciones de mejora con enfoque de género y edad.
- Análisis previo de los puestos de trabajo propuestos para el estudio de campo.
- Estudio de campo analizando tres puestos representativos del sector de la Comunitat Valenciana: soldadura, fresado y plegado de piezas metálicas.
- Elaboración de materiales.
- Acciones de sensibilización e información, mediante una jornada de presentación de los resultados.

En los siguientes apartados se presentan los resultados de ambos estudios. Estos resultados se han agrupado en tres apartados. En el primero de ellos se describen las claves para considerar el género y la edad en la evaluación ergonómica, en el segundo se describen los puestos analizados en el estudio de campo, los principales riesgos ergonómicos de dichos puestos y se proponen recomendaciones para la adecuación ergonómica con enfoque de género, y en el último se presentan los ejercicios de calentamiento y estiramiento.

# Claves para considerar el género y la edad en la evaluación ergonómica

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre) establece en su artículo 16 que “El empresario deberá realizar una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, teniendo en cuenta, con carácter general, la naturaleza de la actividad, las características de los puestos de trabajo existentes y de los trabajadores que deban desempeñarlos.” Esto implica que debe de tenerse en cuenta en dicha evaluación inicial, entre otros aspectos, si el puesto va a ser ocupado por plantilla de mayor edad y/o mujeres. En cualquier caso, si inicialmente ningún/a trabajador/a de mayor edad o mujer ocupase el puesto, en este mismo artículo se indica que “la evaluación será actualizada cuando cambien las condiciones de trabajo y, en todo caso, se someterá a consideración y se revisará, si fuera necesario, con ocasión de los daños para la salud que se hayan producido”, por lo que aún en puestos originalmente diseñados solo para población masculina de mediana edad, cuando vayan a ser ocupados por otro tipo de perfil, es necesario volver a realizar la evaluación.

Sin embargo, en la actualidad, en muchos puestos, los principales riesgos ergonómicos se deben a que no están diseñados siguiendo criterios ergonómicos, es decir, no se adaptan a las características de todas las personas que los ocupan. Por eso para evaluar y diseñar los puestos de trabajo es muy importante conocer a la población objetivo y las diferencias poblacionales que se dan debido a diversas características, entre ellas el género y la edad.

Siempre, lo más efectivo será considerar los aspectos ergonómicos en la etapa de definición de requisitos y diseño del puesto, ya que un puesto de trabajo bien diseñado ergonómicamente desde el principio requerirá pocas modificaciones y adaptaciones independientemente de la persona que lo ocupe.

Algunos criterios clave para tener en cuenta el enfoque de género y edad son:

- En el diseño de puestos:
  - Un diseño o rediseño adecuado de: los lugares de trabajo, equipos, herramientas, equipos de protección individual e indumentaria de trabajo teniendo en cuenta la variabilidad humana. Para ello se pueden realizar análisis antropométricos que permitan configurar y ajustar las dimensiones de los puestos de trabajo a las características de la población trabajadora que está ocupando los puestos analizados. De esta manera se puede valorar si es necesario que el puesto sea regulable o si se debe modificar alturas o dimensiones, si la indumentaria se ajusta, etc.
  - Una correcta organización de las tareas,
    - con una distribución equilibrada de las mismas, considerando el sexo y la edad, pero evitando los estereotipos; y
    - de manera que el ritmo de trabajo, las rotaciones y las pausas estén adaptados al tipo de tarea que se realiza.
  - Una formación adecuada en hábitos posturales en el trabajo y en ergonomía activa (ejercicios de estiramiento y calentamiento adaptados a la tarea que se realiza, al sexo y a la edad).
- En la evaluación ergonómica:
  - Se debe evaluar a la población trabajadora real en el puesto de trabajo, por ejemplo, realizando análisis posturales que incluyan muestras de ambos sexos y de todos los rangos de edad, independientemente de que la mayoría de personas que se encuentran en dicho puesto sean hombres o mujeres o que pertenezcan mayoritariamente a un grupo de edad concreto.
  - Es necesario realizar una evaluación del puesto con quien lo ocupa, para ver posibles interacciones entre sus características y las del puesto. Este aspecto es especialmente importante si el trabajador es una persona mayor. Se han de considerar tanto las características del trabajador (antropometría, características físicas, problemas de salud, valoración funcional) como sus preferencias, lo que permite no solo que el trabajo se ajuste a la persona, sino mayor satisfacción en el trabajador (Pagán y otros, 2011)

- Aplicar los factores correctores de los métodos de evaluación existentes, por ejemplo, en los módulos de Fuerzas (basado en la UNE-EN 1005-3) (AENOR, 2009) y de Manipulación Manual de Cargas del *software* de Ergo/IBV (IBV, 2000).
- Realizar evaluaciones específicas en casos como el de trabajadoras en situación de embarazo, parto reciente o lactancia (p. ej. el módulo ErgoMater del *software* Ergo/IBV) (IBV, 2004), (Nogareda S. y otros, 2007), o personas de mayor edad (p.ej. el módulo Ergo+50 del *software* Ergo/IBV) (IBV, 2004) (Ferrerías y otros, 2019).
- Utilizar métodos de ajuste que permitan comparar capacidades específicas con demandas específicas en los puestos de trabajo.

# Criterios básicos de adecuación ergonómica con enfoque de género y edad para puestos representativos del sector del metal

## Descripción de puestos y riesgos ergonómicos asociados

A continuación, se describen, en base al estudio de campo realizado, los puestos tipo del sector del metal seleccionados y los principales riesgos asociados a las tareas y recomendaciones para mejorar la ergonomía con enfoque de género y edad.

Los puestos son:

- Carga y descarga de bastidores
- Puesto de montaje de piezas metálicas
- Torneado
- Fresado
- Centro de mecanizado CNC
- Plegado
- Soldadura

### PUESTO DE CARGA Y DESCARGA DE BASTIDORES

La actividad principal en este puesto es la carga de piezas metálicas en bastidores vacíos para el tratamiento de su superficie. Las piezas metálicas se colocan en el bastidor manualmente, y estas pueden tener forma, tamaño y peso variable. Incluso dependiendo del tamaño y peso se pueden manipular varias piezas simultáneamente. Los bastidores cargados, se manipulan con medios mecánicos (carretillas o transpaletas eléctricas, grúas, etc.). Una vez finalizado el recubrimiento, se vacía el bastidor y se colocan las piezas ya tratadas en cajas o contenedores para su almacenamiento y/o reparto al cliente.

Las principales tareas son las siguientes:

- Transportes de bastidores, contenedores y/o cajas vacíos y llenos de piezas, para lo que se emplean medios mecánicos de ayuda a la manipulación.
- Llenado manual del bastidor con las piezas metálicas.
- Vaciado del bastidor y colocación de las piezas tratadas en un contenedor vacío manualmente.

A continuación, se recogen una serie condiciones de trabajo en el puesto de carga y descarga de bastidores que podrían suponer un riesgo ergonómico, en especial, para las mujeres y personal de mayor edad.

- **Posturas forzadas**, que pueden afectar a:
  - Miembros superiores (brazos y muñecas). Se pueden dar cuando se tienen que alcanzar zonas de accesibilidad más difícil de los bastidores durante su llenado/ vaciado.
  - Tronco y cuello, debido a:
    - Flexión de tronco y cuello cuando se debe alcanzar el fondo del bastidor o se debe llenar/vaciar las capas inferiores del contenedor, ya que esto supone realizar una manipulación manual de las piezas más cerca del suelo.

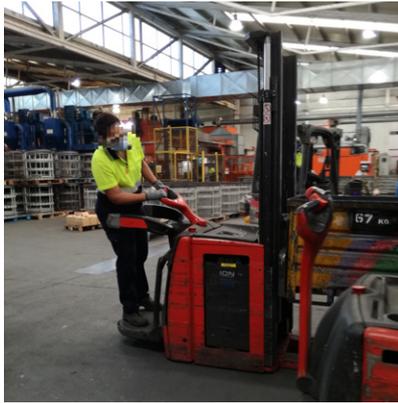


Figura 1.- Transporte con transpaleta eléctrica (Fuente: Estudio de campo).



Figura 2.- Llenado de bastidor con arandelas, área externa e interna (Fuente: Estudio de campo).



Figura 3.- Transporte de bastidor con grúa (Fuente: Estudio de campo).



Figura 4.- Transporte bastidor lleno con pernos con transpaleta (Fuente: Estudio de campo).



Figura 5.- Colocación arandelas tratadas en contenedor (Fuente: Estudio de campo).



Figura 6.- Vaciado de bastidor de pernos tratados y colocación en superficie de trabajo (Fuente: Estudio de campo).

- Giro de tronco cuando se coge una pieza de un punto y se deja en otro (bastidor a mesa de trabajo, mesa de trabajo a contenedor...) si esta acción no se realiza en condiciones adecuadas. El giro de tronco con respecto a las piernas (asimetría en la manipulación), es un factor de gran importancia en el manejo de cargas, que puede incrementar el riesgo de lesión dorsolumbar hasta un 30%.
- Durante el manejo de transpaleta y carretilla, principalmente si hay falta de visibilidad, por obstáculos o por la propia carga transportada.
- Brazos y cuello, pudiendo darse si se realizan alcances alejados para acceder a zonas centrales del bastidor o a las capas inferiores de los contenedores durante su llenado o vaciado.
- **Manipulación manual de cargas:** la manipulación manual de cargas se da de manera frecuente en el puesto en la colocación de piezas metálicas (arandelas, pernos...) en los bastidores o durante el vaciado de los mismos. La manipulación se da a diferentes alturas, según el nivel de llenado de los contenedores y bastidores.
- **Movimientos repetitivos:** puede darse durante la colocación de piezas en el bastidor o en los contenedores.

## PUESTO DE MONTAJE DE PIEZAS METÁLICAS

En este tipo de puestos de montaje de piezas metálicas normalmente se colocan y fijan elementos metálicos de diferentes tipos a una pieza o cuerpo principal (tornillos, arandelas, escuadras, etc.).

Las tareas de montaje se pueden realizar tanto de forma individual como por dos personas o más y el peso de las piezas puede variar desde unos pocos gramos, en el caso de las piezas más pequeñas, a varios kilogramos dependiendo del producto que se esté montando.

En función de los requisitos de fuerza de la tarea y peso y volumen de las piezas, son puestos que pueden desarrollarse en posición de pie o sentada.

Las principales tareas son las siguientes:

- Manipulación del cuerpo o pieza principal y abastecimiento de piezas, en las que suele haber manipulación manual de cargas en distintos formatos, tanto levamiento de cargas (cajas y piezas sueltas), transportes, empujes y arrastres de carros de piezas.
- Colocación de piezas para su montaje, en las que se suelen dar movimientos repetitivos, posturas inadecuadas y requisitos de precisión con miembro superior.
- Fijación de las piezas al cuerpo principal, en las que se emplean habitualmente herramientas manuales o máquinas, dándose en ocasiones requerimientos de aplicación de fuerza y posturas forzadas.



Figura 7.- Colocar pieza metálica sobre mesa de trabajo (Fuente: Estudio de campo).



Figura 8.- Coger y colocar piezas metálicas (Fuente: Estudio de campo).



Figura 9.- Colocar pieza principal sobre las piezas (Fuente: Estudio de campo).



Figura 10.- Coger pistola y fijar piezas (Fuente: Estudio de campo).



Figura 11.- Retirar pieza metálica principal (Fuente: Estudio de campo).



Figura 12.- Colocar pieza terminada en carro (Fuente: Estudio de campo).



Figura 13.- Arrastrar carro lleno  
(Fuente: Estudio de campo).



Figura 14.- Arrastrar carro vacío  
(Fuente: Estudio de campo).

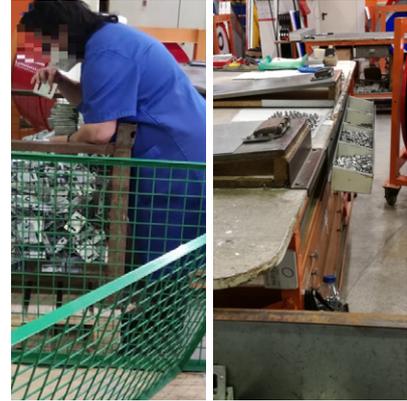


Figura 15.- Coger piezas para  
acopiar / zona de acopio  
(cajones y mesa) (Fuente:  
Estudio de campo).

A continuación, se recogen una serie condiciones de trabajo en el montaje de piezas metálicas que podrían suponer un riesgo ergonómico, en especial, para las mujeres y personal de mayor edad.

- **Posturas forzadas**, que pueden afectar a:
  - Miembros superiores (brazos y mano-muñeca) y cuello, que pueden darse al colocar las piezas metálicas sobre la mesa de trabajo, al colocar las distintas piezas y durante su fijación.
  - De tronco y cuello, pudiéndose dar por:
    - Inclinación lateral y flexión de brazos y cuello cuando se colocan las piezas metálicas en el carro o cuando se cogen las piezas del carro y se dejan sobre la mesa de trabajo.
    - Flexión de tronco y cuello al coger las piezas del contenedor.
    - Alcances y elevación de brazos al coger las herramientas.
    - Durante el manejo de los carros, por falta de visibilidad o por presencia de obstáculos en el recorrido.
  - De miembros inferiores y zona lumbar, debido a una bipedestación prolongada: en tareas que se desarrollan en postura de pie.
- **Manipulación manual de cargas:** debido al empuje y arrastre de los carros llenos o vacíos de piezas metálicas.
- **Movimientos repetitivos:** puede darse durante la colocación de las distintas piezas y durante la fijación de las mismas.

## PUESTO DE TORNEADO EN TORNO PARALELO

En el presente puesto la actividad principal es el torneado de piezas metálicas. El torneado es un proceso de mecanizado por arranque de viruta, mediante el cual se reduce el diámetro del material de una pieza empleando una herramienta provista de un filo especial.

El movimiento de corte se consigue haciendo girar la pieza a mecanizar, y los movimientos de avance y de penetración los efectúa la herramienta. Mediante estos tres movimientos básicos y seleccionando la geometría más apropiada del filo de la herramienta, se transforma la forma y dimensiones de un sólido.

Las principales tareas son:

- Preparación y ajustes del torno.
- Mecanizado de la pieza. Se dan fundamentalmente dos tipos de operaciones de torneado:
  - De desbaste: en el que se elimina la máxima cantidad de material, y en las que se trata de conseguir la forma final sin importar el acabado, usando para ello herramientas robustas de mayor tamaño.
  - De acabado: en las que se busca la máxima precisión, y se emplean herramientas para acabado de detalles, de menor tamaño.

A continuación, se recogen una serie condiciones de trabajo en el torno paralelo que podrían suponer un riesgo ergonómico, en especial, para las mujeres y personal de mayor edad.

- **Posturas inadecuadas o forzadas**, que pueden afectar a:
  - Cuello y tronco, en especial, cuando se están realizando operaciones a una altura no ergonómica o existen necesidades de precisión por lo que la persona que opera la máquina se acerca para tener una mejor visión.
  - Brazos, codos y muñecas. Se pueden producir cuando se tienen que alcanzar diferentes zonas de la máquina, cuando se trabaja sobre la pieza con herramientas, cuando se accionan los mandos y controles, etc.



Figura 16.- Torno paralelo (Fuente: Estudio de campo).



Figura 17.- Diferentes posturas adoptadas durante el trabajo en el torno (Fuente: Estudio de campo).



Figura 18.- Diferentes accionamientos de mandos y controles (Fuente: Estudio de campo).

- **Manipulación manual de cargas.** Ésta se puede dar en la carga y descarga de piezas de más de 3 kilogramos.
- **Aplicación de fuerza** durante el empuje-arrastre de partes móviles de las máquinas manuales, así como durante la preparación de la máquina (cambio de cabezal).

## PUESTO DE FRESADO

La fresadora es una máquina utilizada para realizar diferentes tipos de mecanizado por arranque de viruta, como, por ejemplo: ranurado, planeado, corte, etc. Para ello se emplea una herramienta rotativa, denominada fresa. Dependiendo de la orientación del eje de giro de la herramienta se distinguen tres tipos de fresadoras: horizontales, verticales y universales.



Figura 19.- Fresadora (Fuente: Estudio de campo).

Las principales tareas durante la atención de esta máquina son:

- Preparación y ajustes de la fresadora.
- Mecanizado de la pieza.

A continuación, se recogen una serie condiciones de trabajo en la máquina que podrían suponer un riesgo ergonómico, en especial, para las mujeres y personal de mayor edad:

- Posturas inadecuadas o forzadas, que pueden afectar a:
  - Cuello, tronco y piernas, cuando se está accediendo a los mandos situados en la parte inferior o lateral de la bancada, en especial cuando éstos no están a una altura adecuada, o bien por requerimientos de visión, por lo que la persona que opera la máquina se agacha o aproxima para poder ver mejor (Figura 20).



Figura 20.- Diferentes posturas adoptadas durante el fresado (Fuente: estudio de campo).

- Brazos, codos y muñecas. Se pueden producir cuando se tienen que alcanzar los mandos y accionamientos de la máquina (Figura 21).



Figura 21.- Diferentes posturas adoptadas durante el fresado (Fuente: estudio de campo).

- Manipulación manual de cargas. Ésta se puede dar en la carga y descarga de piezas de más de 3 kilogramos.
- Aplicación de fuerza: puede darse durante la preparación de la máquina (cambio de cabezal), así como durante el accionamiento de algunos mandos (manivelas, etc.).
- Movimientos repetitivos: durante el movimiento de la manivela para el ajuste y fijación de la pieza durante la preparación.

### **PUESTO DE ATENCIÓN DE CENTRO DE MECANIZADO CNC**

Los centros de mecanizado con control numérico se emplean para realizar operaciones de torneado, fresado, taladrado y/o mandrinado. El control numérico por computador, llamado CNC por sus siglas en inglés (Computer Numerical Control), permite en estos centros de mecanizado, controlar en todo momento la posición de la herramienta de arranque de viruta, mediante órdenes elaboradas de forma totalmente automática a partir de informaciones numéricas en tiempo real, que controlan las coordenadas de posición de la misma. Existen gran variedad en cuanto a tipologías (Castelló y otros, 2010).

El operario/a se encarga habitualmente de:

- Cargar y descargar la máquina.
- Cambiar las herramientas que se van a utilizar.
- Vigilar el proceso.
- Realizar el control de calidad de las piezas mecanizadas.
- Y, en ocasiones, se encarga además de introducir datos.

Los riesgos ergonómicos que podrían darse en este puesto son:

- **Posturas inadecuadas o forzadas**, que pueden afectar a:
  - Brazos, tronco y piernas, cuando se está accediendo al interior de la máquina para alimentar las piezas de forma manual, durante la recogida de piezas de los contenedores, así como durante el acceso a determinadas partes de la máquina (Figura 22).



Figura 22.- Diferentes posturas adoptadas durante el trabajo en el CNC (Fuente: estudio de campo).

- Movimientos repetitivos de miembro superior durante el control de calidad, por ejemplo, al comprobar las roscas de piezas (Figura 23).



Figura 23.- Movimientos repetitivos de manos durante tareas de control de calidad (Fuente: estudio de campo).

- Manipulación manual de cargas durante operaciones de control, cuando tienen que coger cajas con conjuntos de piezas (Figura 24).



Figura 24.- Manipulación manual de cargas  
(Fuente: estudio de campo).

## PUESTO DE PLEGADO

El plegado es un proceso de mecanizado por deformación que se realiza con máquinas tipo prensa, utilizadas para el trabajo en frío de metales en forma de planchas. El formato de las piezas de chapa a plegar puede variar tanto en dimensiones, con longitudes que van desde unos centímetros a varios metros, y espesores que van desde 0,5 mm a 25 mm, como en composición. Existen diferentes tipos de plegadoras en el mercado (hidráulicas, eléctricas...) y se distinguen básicamente dos tipos de trabajos: plegado al aire y plegado a fondo.

Las principales tareas en la plegadora son:

- Ajuste de la máquina.
- Aprovisionamiento de la chapa en el puesto de trabajo.
- Alimentación de la máquina, apoyo de la pieza sobre los topes en la zona de plegado y accionamiento del sistema (pedal, barra, botón).
- Sujeción de la pieza acompañándola en su movimiento de elevación en el plegado.
- Retirada y acopio de la pieza ya plegada.

Según las dimensiones y peso de las chapas, el plegado puede requerir la presencia de una o más personas.

Asociado a este tipo de tareas se pueden dar una serie de factores de riesgo ergonómico como son:

- **Posturas inadecuadas o forzadas**, que pueden afectar a:
  - . Cuello y tronco, cuando se están introduciendo y/o sujetando las piezas (Figura 25).
  - . Brazos y codos. Estas se pueden dar, en ocasiones, cuando se tienen que acompañar la pieza durante el plegado, así como durante el accionamiento de los mandos y controles de la máquina (Figura 26).
- **Manipulación manual de cargas**. Este tipo de riesgo se puede dar: durante la preparación previa de las piezas, asociado a la alimentación y acompañamiento durante el plegado, así como en la retirada de las piezas ya plegadas (Figura 27). Hay aspectos críticos como el peso de las piezas



Figura 25.- Diferentes posturas adoptadas durante trabajos de plegado.



Figura 26.- Diferentes posturas adoptadas durante trabajos de plegado.

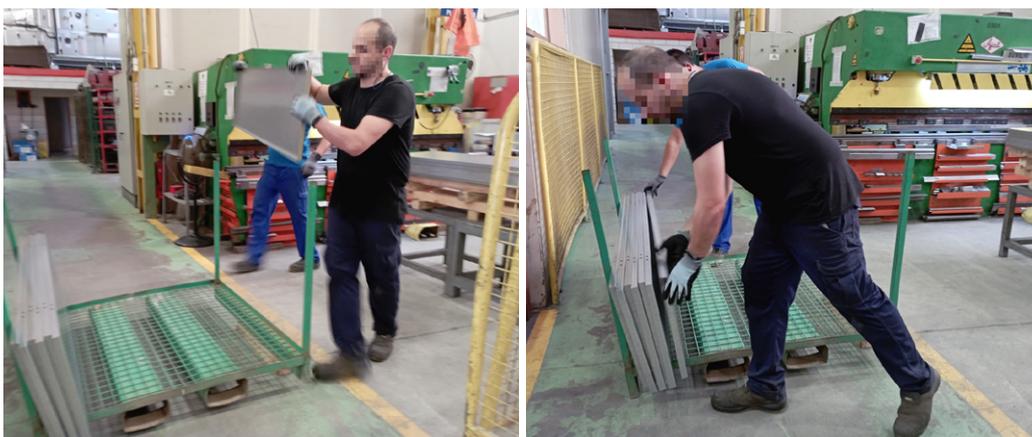


Figura 27.- Manipulación manual de cargas durante trabajos de plegado.

que se tienen que levantar, incluso cuando se manipulan en equipo, así como las alturas de manipulación, las rotaciones de tronco durante los levantamientos y el tipo de agarre, que pueden penalizar el riesgo asociado al levantamiento.

## PUESTO DE SOLDADURA

La soldadura es un proceso de fijación que consiste en establecer una unión entre piezas normalmente metálicas. Lo habitual es que se realice a través de la fusión. Es frecuente que se añada un plástico o un metal que, cuando se funde, termina uniendo ambas piezas. Para lograr la fusión y realizar la soldadura, pueden utilizarse diferentes fuentes de energía, como, por ejemplo: llama generada con gas, arco eléctrico, láser, ultrasonido, etc. Los principales procedimientos utilizados son soldadura eléctrica al arco, la soldadura oxiacetilénica-oxicorte, la soldadura TIG (Tungsteno Inerte Gas) y la soldadura MIG-MAG (Metal Inert Gas - Metal Active Gas).

Las principales tareas en este puesto son las siguientes:

- Preparación del equipo, material y de las piezas para su soldadura.
- Ejecución de la soldadura por el procedimiento escogido. Es posible que durante la soldadura se tenga que reposicionar la pieza.

A continuación, se recogen una serie condiciones de trabajo durante la soldadura que podrían suponer un riesgo ergonómico, en especial, para las mujeres y personal de mayor edad:

- **Posturas inadecuadas o forzadas**, que pueden afectar a:
  - . Cuello y tronco (Figura 28), cuando se están soldando las piezas, bien por necesidades de precisión y/o visión por lo que la persona se acerca al punto de soldadura, o bien por la altura de la superficie de trabajo.
  - . Piernas. En ocasiones se pueden llegar a dar posturas en cuclillas o de rodillas.
  - . Brazos, codos y muñecas. Estas se pueden dar, en ocasiones, cuando se tienen que alcanzar diferentes zonas de la pieza y/o caras internas de la misma.
  - . Posturas estáticas o mantenidas. Además, muchas de estas posturas se mantienen durante periodos prolongados de tiempo, lo que incrementa el riesgo.
- **Manipulación manual de cargas**. Este tipo de riesgo se puede dar: durante la preparación previa de las piezas, asociado al reposicionado de la pieza durante la soldadura, y en la retirada de la pieza ya soldada. En especial, se puede dar si las piezas tienen un peso significativo y/o se manipulan en condiciones inadecuadas (por ejemplo, a alturas bajas próximas al suelo). En ocasiones, las piezas de manera individual no llegan a los 3 kg (peso por encima del cual se recomienda evaluar), pero se manipulan varias de forma conjunta.
- **Aplicación de fuerza asociada al uso repetido del gatillo** de las pistolas de soldadura. Lo cual, al requerir el uso intensivo de los dedos, combinado con la aplicación de fuerza de activación del gatillo, puede suponer un riesgo ergonómico.

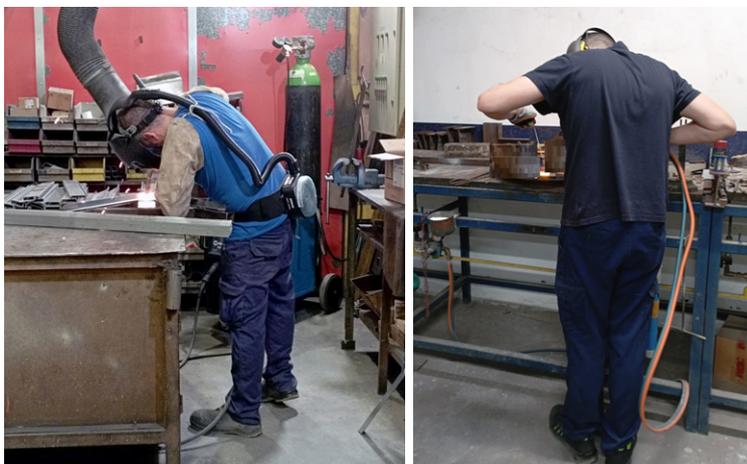


Figura 28.- Diferentes posturas adoptadas durante trabajos de soldadura.



Figura 29.- Manipulación manual de cargas durante trabajos de soldadura.

## Recomendaciones ergonómicas de mejora

### MANIPULACIÓN DE CARGAS

#### Levantamiento y transporte:

- Es importante tener presente que se considera que la manipulación de cualquier carga que pese 3 o más kilogramos puede suponer un potencial riesgo para la zona dorsolumbar de la espalda, y por ello deberá ser analizada.
- Siempre que sea posible, deben tomarse medidas para eliminar totalmente el riesgo de manipulación manual de cargas mediante la automatización o la mecanización de los procesos (Ruiz, 2011).
- Si no es posible eliminar totalmente la manipulación manual de cargas, es recomendable utilizar ayudas para el transporte sustituyendo la manipulación por un empuje (carros, transpaletas, grúas...), o emplear ayudas mecánicas, como carretillas, grúas o equipos de levantamiento por vacío, para que quien realiza la manipulación no tenga que soportar el peso y solo dirija los movimientos (Ruiz, 2011).
- En general, y en condiciones ideales, no se deben manipular cargas de más de 25 kg. Si además la población expuesta son mujeres, personas jóvenes o mayores, o si se quiere proteger a un porcentaje mayor de población, este valor se verá minorado (Ruiz, 2011).
- En la siguiente tabla, se resumen los pesos máximos recomendados, en condiciones ideales, en función de la edad y del sexo de quien realiza la manipulación:

Sexo	Edad	Peso
Mujer	entre 20 y 45 años	20 kg
	menores de 20 años o mayores de 45	15 kg
Hombre	entre 20 y 45 años	25 kg
	menores de 20 años o mayores de 45	20 kg

Tabla 1.- Pesos máximos recomendados, en condiciones ideales, en función de la edad y del sexo de quien realiza la manipulación (Fuente: ISO 11228-1:2021).

Es importante tener en cuenta que, en condiciones no ideales, el peso máximo se reduce. Algunos de los factores que afectan a este peso son: la posición de la carga respecto al cuerpo, giros e inclinación de tronco, el tipo de agarre, la frecuencia de manipulación, la distancia de transporte, tamaño y forma de la carga, las pausas inadecuadas, las condiciones del suelo, el espacio o las condiciones ambientales.

- Cuando mayor sea la separación de la carga a manipular con respecto al cuerpo, mayor es el esfuerzo a realizar y por tanto el riesgo de lesión. Se debe manipular la carga lo más cerca posible del cuerpo y restringir las alturas de levantamiento.
- La altura más favorable de manipulación es la comprendida entre los codos y los nudillos, evitando en cualquier caso superar la de los hombros.
- Si se emplean sistemas de alimentación y/o evacuación de piezas, y hay que acceder a los mismos, conviene que la altura de acceso no solo favorezca la manipulación de las piezas en condiciones adecuadas, sino que, además, permita hacerlo manteniendo una buena postura de trabajo.
- Se recomienda que las mujeres embarazadas no realicen manipulación manual de cargas, siendo reubicadas siempre que sea posible, en otro puesto donde no exista este riesgo o se haya evaluado específicamente en función de la semana de gestación y de la zona de manipulación y sea tolerable (Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones, 2020).
- Conviene tener en cuenta que con la edad se reduce la fuerza muscular y pueden aparecer problemas degenerativos de las articulaciones, por lo que el manejo de pesos puede ser un problema especialmente importante para personas de mayor edad, pudiendo generar problemas como artrosis, dolores de espalda y accidentes. (Ferrerías y otros, 2020).
- En la siguiente tabla se presentan, de manera general los pesos máximos que se pueden manipular por parte de personas de mayor edad en función de las demandas de la tarea.  
Debe tenerse en cuenta que, en caso de darse más de una demanda, la carga máxima se verá reducida.



Figura 30.- Sistemas de alimentación y evacuación de piezas (Fuente: estudio de campo).

Demandas de la tarea	Carga máxima (kg)
Peso más elevado de las cargas levantadas o transportadas	15
Se manipulan cargas por encima de los hombros o por debajo de las rodillas	7.8
Se manipulan cargas con el tronco girado	10.5
Se manipulan cargas voluminosas o difíciles de agarrar	13.5
Se manipulan cargas desde profundidades excesivas	7.8
Se manipulan cargas de manera repetitiva (>1 vez/minuto)	11.25
Se manipulan cargas en postura sentada	5

Tabla 2.- Lista de verificación de tareas de manipulación de cargas para trabajadores mayores (Fuente: Pagán y otros, 2011)

Si se incumple alguno de los puntos de la tabla anterior, debe realizarse una evaluación de riesgos más detallada aplicando métodos de evaluación ergonómica.

### Empujes y arrastres:

- En el caso de empujes y arrastres de cualquier elemento con ruedas (como carros o transpaletas), se debe calcular la fuerza máxima tanto inicial como sostenida tanto para hombres como para mujeres en función del tipo de tarea, distancias, frecuencias, etc., y teniendo en cuenta la edad de las personas que van a realizar dichas tareas.
- La altura más favorable de empuje y arrastre es la del codo, para poder mantener una postura lo más neutra posible (muñecas sin girar, desviar o flexionar, brazos pegados al cuerpo, codos a 90° y cuello y tronco erguidos) y optimizar la transmisión de fuerzas. También es importante tener en cuenta que, en general, es preferible empujar una carga que arrastrarla (Ruiz, 2011). Además, los empujes suponen un menor problema de seguridad, dado que la visibilidad del trayecto es mejor (Ruiz, 2011).
- La altura del codo medida desde el suelo varía entre hombres y mujeres, por lo que la altura óptima del agarre en un empuje o arrastre de cargas también variará.

	Altura del agarre de empuje/ arrastre (mm)
Hombres	970 - 1134
Mujeres	913 - 1059

Tabla 3.- Datos antropométricos de la altura del codo desde el suelo de la población española (Fuente: Benjumea, 2001).

- Mantener un correcto orden y limpieza del puesto de trabajo y del suelo, evitando dejar cualquier objeto alrededor de los puestos o en vías de paso, colocándolos en lugar seguro, evitando obstruir pasillos, escaleras o accesos.
- Debe realizarse un correcto mantenimiento de las ruedas de los carros o cualquier otro objeto con ruedas.

### MOVIMIENTOS REPETITIVOS

- Es recomendable reducir los movimientos repetitivos asociados a las tareas. Para ello, las tareas repetitivas, en la medida de lo posible, pueden eliminarse o rediseñarse. El rediseño puede consistir en mejorar las posturas de trabajo, adecuar las dimensiones del puesto o introducir nuevos elementos o equipos para reducir el número de repeticiones, como, por ejemplo, sustituir herramientas manuales por otras eléctricas o neumáticas. La necesidad de evitar este tipo de trabajos viene justificada fundamentalmente porque pueden generar problemas musculoesqueléticos, que se ven acentuados en trabajadores/as de más edad (Pagán y otros, 2011).
- Si la tarea lo permite, diseñar los puestos de trabajo para que puedan emplearse ambos brazos y/o manos, de manera que se reparta la carga de trabajo entre ambos lados.
- Permanecer en un mismo puesto o en varios puestos que suponen la realización de movimientos con los mismos segmentos corporales y grupos musculares puede implicar una sobrecarga importante de los mismos. Una correcta planificación de rotación con otras tareas más ligeras y/o que requieran utilizar grupos musculares diferentes, alternando con descansos puede disminuir la carga física mantenida en dichos miembros anatómicos.
- Si la organización y programación de las tareas lo permite, debe darse a la persona que realiza la tarea cierta autonomía para poder variar tareas, autorregular el ritmo de trabajo y decidir cuándo realizar pausas.

- Adecuar la velocidad de ejecución de movimientos. Determinadas tareas requieren unos movimientos corporales que, en ocasiones, no pueden ser bien ejecutados por la plantilla de mayor edad, debido por una parte a la menor cantidad de fibras musculares, así como a la menor coordinación neuromuscular.

## POSTURAS FORZADAS

La adopción de posturas inadecuadas durante el trabajo puede ser debida a diversos factores. Algunos de estos pueden estar relacionados con el diseño del puesto (altura de trabajo, espacios disponibles, etc.) y otros con aspectos de la tarea. Seguidamente se muestran algunas recomendaciones relativas a este factor:

- Formación: la seguridad depende en parte del método de trabajo seguido, por tanto, es muy importante que todas las personas reciban una completa y adecuada formación para adoptar una postura de trabajo correcta, y para realizar los movimientos correctos.
- Adecuar la altura de trabajo para reducir flexiones de brazos, tronco y cuello y reducir alcances. La regulación de la altura puede realizarse mediante mesas de trabajo o equipos regulables en altura, plataformas o mesas elevadoras, o cuando no sea posible regular la altura, recurrir al uso de tarimas o plataformas de diferentes alturas en función de las necesidades específicas que existan. En cualquier caso, se debe formar a la persona que las utiliza en su correcto uso.

A nivel general, las alturas de trabajo serán (Bestratén, 2008):

	Mujeres	Hombres
Tareas de precisión	950 – 1050 mm	1000 – 1100 mm
Tareas ligeras	850 – 900 mm	900 – 950 mm
Tareas pesadas	700 – 850 mm	750 – 900 mm

Tabla 4.- Altura del plano de trabajo según el tipo de tarea y el sexo (Fuente: Bestratén, 2008).

- Proporcionar herramientas extensibles que permitan acceder y alcanzar zonas difíciles para así evitar posturas forzadas, sobre todo de mano-muñeca, que faciliten que estas se ajusten a las características individuales. Uno de los principales factores que establecen diferencias en la correcta adaptación de los equipos y herramientas entre hombres y mujeres son las dimensiones corporales, observándose diferencias de hasta un 20% (Cabello, 2008).
- Para la correcta selección de las herramientas, deben tenerse en cuenta las siguientes características: forma del mango, dimensión del mango y de la herramienta, peso de la herramienta, material de la herramienta y superficie del mango (Álvarez y otros, 2016).
- Es deseable que quienes vayan a utilizar los equipos, herramientas, o cualquier elemento manual participen en su selección, opinando sobre cuál consideran más adecuado. Para que esta selección atienda a criterios ergonómicos, es importante la información y formación de las personas trabajadoras en aspectos ergonómicos relacionados con las herramientas manuales y equipos. (INSHT, 2016)
- Realizar una correcta planificación de las tareas antes de su comienzo.
- Revisar la distribución de objetos, ubicándolos de forma que los alcances sean menores y eviten la adopción de posturas forzadas. El criterio para la ubicación de los elementos utilizados para el desarrollo de las tareas, se hará considerando siempre las personas de menor tamaño, ya que, si las

personas con menor capacidad de alcance pueden alcanzar los objetos, las personas con mayores dimensiones no tendrán problemas en este sentido. Además, también debe tenerse en cuenta en la intensidad de uso de los elementos alcanzados, de manera que (Álvarez, 2017):

- Los elementos de trabajo de uso frecuente deben ubicarse en el área de alcance normal (356 mm para mujeres y 394 mm para hombres), más cómoda y ubicando los elementos con un uso más intensivo tan cerca y al frente como sea posible. Los elementos que requieran la aplicación de fuerza deberán ubicarse también en esta zona.
- El resto de elementos de uso más esporádico puede ubicarse en un área de alcance más secundaria (con un radio de alcance máximo de 597 mm para mujeres y 673 mm para hombres).

Debe tenerse en cuenta al diseñar los alcances que, a medida que se envejece, se dan cambios en las dimensiones antropométricas que pueden implicar una limitación para realizar alcances. Con la edad se da también la pérdida progresiva de movilidad de las articulaciones y disminuye la elasticidad de los tejidos, pudiéndose dificultar la realización de alcances alejados (Ferrerías, A., 2019).

- Los periodos prolongados en posturas estáticas y/o forzadas se toleran peor a medida que se tiene más edad, debido a la menor fuerza muscular. Además, también hay que tener en cuenta que mantener una misma postura durante periodos largos de tiempo puede acelerar alteraciones de las articulaciones (Pagán, 2011). Se recomienda:
  - Cambiar de postura intercalando unas tareas con otras que impliquen movimientos diferentes y requieran utilizar grupos musculares distintos o facilitar rotaciones.
  - En la medida de lo posible, permitir alternar posturas de pie y sentada para hacer la misma tarea, por ejemplo, mediante la dotación de mobiliario ajustable en altura (mesas y/o sillas). O bien, considerar la posibilidad de emplear sillas de tipo semisentado cuando la tarea demande estar de pie durante periodos de tiempo prolongado.
- Cuando el trabajo se realice entre dos personas, lo más recomendable es que ambas tengan estaturas similares, de tal manera que sea posible establecer una altura de trabajo adecuada para ambas personas.
- Deben evitarse los movimientos asimétricos de tronco (giro, inclinación lateral...) y brazos que pueden producirse al coger y dejar cualquier elemento. Para ello se recomienda colocar el punto de recogida y depósito en un mismo plano (siempre que eso no provoque alcances alejados) o en perpendicular, o si no es posible, realizar los movimientos con los pies, es decir: girando todo el cuerpo y no solamente el tronco y/o los brazos.
- Para evitar la flexión de espalda para acceder a ciertos elementos al tener que alcanzar piezas en cajas o contenedores se pueden colocar estos en mesas elevadoras, las cuales permiten regular la altura de la superficie de alcance, facilitando la adopción de posturas adecuadas del tronco. Existen en el mercado mesas o carros con altura de fondo regulable por peso (cuando el peso disminuye el fondo se eleva) e inclinables para facilitar el alcance.
- Espacio para los pies: es necesario garantizar el espacio suficiente para los pies ya que este aspecto puede generar alcances y posturas inadecuadas de tronco y brazos, en especial cuando se trabaja de frente a una máquina. Es importante, cuando la tarea requiere poder acercarse a la máquina o superficie de trabajo correctamente,



Figura 31.- Espacio para los pies  
(Fuente: Estudio de campo).

que los pies no topen contra la parte inferior de la misma. Este aspecto, la profundidad de trabajo, junto a la altura, son importantes para conseguir posturas de trabajo adecuadas. Se recomienda en trabajos de pie un espacio libre mínimo para los pies de 21 cm de profundidad y 23 cm de altura (Castelló y otros, 2010).

- **Bipedestación prolongada:**

Mantenerse de pie durante mucho tiempo puede provocar a medio o largo plazo problemas circulatorios, incrementar la sobrecarga lumbar y aumentar la fatiga, por lo que se recomienda alternar posturas de pie y sentadas, favoreciendo así el aporte sanguíneo a los músculos. Debe tenerse en cuenta que, las personas de mayor edad son más sensibles a las actividades que impliquen posturas estáticas prolongadas.

Algunas recomendaciones para reducir estos problemas derivados de la bipedestación son:

- Estudiar la posibilidad, siempre que la tarea lo permita, de utilizar una silla de postura semisentada, que permite mantener una postura con una menor flexión en todas las zonas de la columna vertebral, mejorando el confort.
- Utilizar alfombras ergonómicas, las cuales permiten facilitar la circulación en los miembros inferiores y distribuir las presiones en las plantas de los pies.
- Colocar frente a la persona trabajadora una barra de reposapiés que permita alternar el apoyo del peso corporal de un pie a otro.
- Utilizar calzado cómodo, estable y seguro.
- Fomentar la realización de paseos cortos, asegurando que las vías de circulación son seguras, anchas y sin obstáculos.
- En el caso de trabajadoras embarazadas, debe calcularse la semana de inicio del riesgo, en función de si el embarazo es único o múltiple, y del tiempo de exposición a dicho riesgo (Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones, 2020).

## **USO DE HERRAMIENTAS**

Para la selección y el uso de cualquier herramienta de trabajo debe tenerse en cuenta que:

- La postura al utilizarla debe ser lo más cómoda posible, evitando posturas forzadas, considerando factores como la duración de la tarea, si la actividad se llevará a cabo de pie o en postura sentada, si se trata de tareas de precisión o de fuerza, etc.
- Siempre que sea posible, utilizar herramientas eléctricas en vez de manuales para reducir el esfuerzo realizado con manos, brazos y espalda y realizar menos movimientos repetitivos.
- El mango debe proporcionar el máximo contacto entre la herramienta y la mano (o guante), teniendo en cuenta que, entre hombres y mujeres se observan diferencias antropométricas de hasta un 20% (Cabello, 2008), y debe permitir que la postura de la mano y el movimiento mano-muñeca sea lo más neutra posible, evitando flexiones pronunciadas, giros y desviaciones (Álvarez, 2016). También debe tenerse en cuenta la altura de trabajo (por encima o debajo del codo) y si la tarea se realiza sobre una superficie horizontal o vertical (Castelló y otros, 2010).
- Se debe tener en cuenta la fuerza de agarre necesaria, considerando que habitualmente la fuerza de agarre de las mujeres es un 20% menor que la de los hombres (Mas, 2019). El agarre de la herramienta debe ajustarse correctamente con la mano de la persona trabajadora que tenga que usarla y de acuerdo con la tarea a realizar (Álvarez, 2016).
- La pérdida de fuerza es un efecto característico del proceso de envejecimiento, por lo que los valores límite considerados para las fuerzas ejercidas con los miembros superiores (por ejemplo, al manejar

herramientas o controles) o inferiores (por ejemplo, pedales) deben reducirse un 25% para los trabajadores mayores (Pagán y otros, 2011).

- En la siguiente tabla se muestran las fuerzas máximas que pueden ejercer el 90% de las personas mayores con la mano (Tabla 5).

Tipo de Fuerza	Límite máximo Mujeres	Límite máximo Hombres
Empuñar/agarre de potencia	9,8 N	17,8 N
Empujar con la mano	53,9 N	78,4 N
Tirar con la mano	79,4 N	94,1 N
Girar/torsión con la mano	1,6 N-m	2,4 N-m

Tabla 5.- Fuerza máxima con la mano (Población española) (Fuentes: IBV (2003); Mateo-Lázaro (2008)).

- Generalmente se considera que un peso entre 0,9 kg y 1,5 kg es un peso aceptable y que el peso máximo no debería exceder de los 2,3 kg, siendo pesos estimados que variarían en función de las características de la tarea y persona que la utilizará (Álvarez, 2016). Las que excedan de 2,5 kg deberían suspenderse.
- Para mantener un mayor control de las herramientas eléctricas o neumáticas, el agarre de la herramienta se suele hacer por la parte inferior de la misma, lo que hace que la persona que la utiliza pulse el gatillo solo con un dedo, por lo que se recomienda utilizar gatillos de mayor longitud que permita presionar con más de un dedo a la vez.
- Realizar un correcto mantenimiento de las herramientas de forma periódica, reparándose o eliminándose en caso de encontrarse deterioradas.
- La persona que utiliza la herramienta debe estar formada en su correcto uso.
- Utilizar siempre las herramientas con el fin para el que se han diseñado.

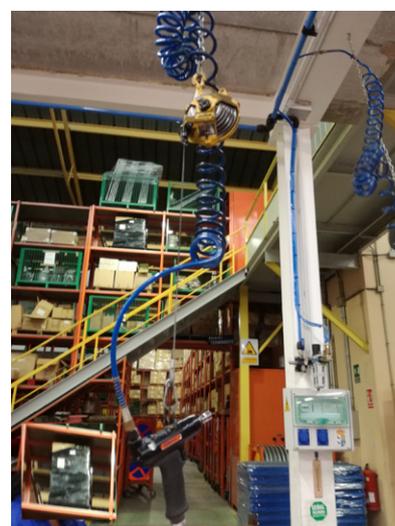


Figura 32.- Herramienta suspendida (Fuente: Estudio de campo).

#### ADEMÁS, PARA PARA LOS PUESTOS DE TORNEADO Y FRESADO OTRAS RECOMENDACIONES A TENER EN CUENTA SON:

- Los **mandos** de la máquina deben estar situados dentro de la zona de alcance de los brazos, de manera que el operario pueda alcanzarlos sin adoptar posturas forzadas, y que su manipulación no entrañe ningún peligro. Los mandos no deberían estar nunca en lugares donde puedan ser alcanzados pasando la mano sobre la zona de trabajo de la máquina, o donde puedan ser golpeados por virutas proyectadas. Los dispositivos de parada de emergencia deberán ser fácilmente accesibles y de color rojo, estarán diseñados y ubicados de manera que puedan ser accionados fácilmente por la persona trabajadora que esté en peligro.
- **Elementos para mejorar la visión.** Para mejorar la postura de cuello, cuando la tarea requiere de precisión y alto control visual, se pueden emplear gafas-lupa o lupas para torneros. Las hay disponibles

también con luz. Debido a que el operario debe realizar tareas de precisión es necesario disponer de iluminación localizada, que debe ser orientable, estanca y resistente a las proyecciones de viruta.

#### Quando hay riesgo por aplicación de fuerza:

- **Emplear apoyos:** para tareas de precisión en las que se utilizan herramientas (gubia, punzón, etc.) emplear un apoyo que ayude a mejorar el control). Idealmente, este debería ser regulable a fin de poder adaptarse en función de las necesidades de la tarea.
- **Empuñaduras del equipo:** los criterios ergonómicos relativos a la fuerza de varios tipos de mandos más comunes en los tornos (Castelló, 2010), son:
  - Manivela accionada con los dedos: 0,6/3 N·m
  - Conmutador rotativo: 320 N·cm máximo
  - Manivela: hasta 2,3 kg, menor cuanto mayor sea la velocidad de operación; hasta 4,5 kg si la operación no es frecuente
- **Máquinas:** existe una norma específica, la UNE-EN 1005-3 sobre Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 3, que establece los límites de fuerza recomendados para diferentes tipos de acciones realizadas durante la utilización de máquinas (AENOR, 2009). Esta norma presenta diversos procedimientos de cálculo de la fuerza, según el nivel de información que se posea de la población objeto e incluye simplificaciones estadísticas de la población europea. El cálculo de la fuerza máxima deberá realizarse para cada una de las acciones en que se aplique una fuerza y para cada tipo de población, estableciendo los niveles de riesgo asociados a las mismas. Si la evaluación de la carga física de la tarea muestra que su exigencia física no se encuentra dentro de los límites fisiológicos y biomecánicos aceptables de todas las personas trabajadoras (hombres y mujeres), deberán establecerse medidas correctoras y preventivas adecuadas. Dicha evaluación de riesgos por carga física debe incorporar criterios de género que garanticen la identificación de los diferentes tipos de riesgos, así como la variabilidad y posible afección de los mismos en función de las diferencias antropométricas, poblacionales, etc.
- **Mantenimiento:** los ajustes y preparación de la máquina no deben requerir de un esfuerzo más allá de lo deseable, para ello hay que prestar especial atención a la realización de las operaciones de mantenimiento y limpieza periódicas (limpieza mediante aspiración, engrase y lubricación de todas las partes metálicas, carros, guías, etc.).



Figura 33.- Apoyo para trabajo con herramientas manuales (Fuente: estudio de campo).

#### ADEMÁS, PARA EL PUESTO DE PLEGADO OTRAS RECOMENDACIONES A TENER EN CUENTA SON:

Conviene tener en cuenta que existe actualmente un amplio número de dispositivos y sistemas opcionales a añadir a las plegadoras que puede facilitar el trabajo:

- **Armario portaherramientas.** Dispositivo auxiliar que permite acceder rápidamente a las herramientas que más se utilizan ahorrando desplazamientos.
- **Mandos orientables** (Figura 34). El panel de mandos sobre brazo móvil permite su ajuste en función no solo de la posición de tra-



Figura 34.- Panel de mandos orientable (Fuente: Gasparini).

bajo sino también en función de las necesidades de quien los usa. La regulación en inclinación, además, permite su manejo tanto de pie como en postura sentada y puede ayudar a evitar reflejos molestos.

- **Soporte para los brazos o mesa delantera ajustable:** Este tipo de accesorio permite al operario/a adaptar la superficie de reposo de los brazos en función de la altura de los útiles inferiores y de la geometría de la pieza plegada.
- **Amarres rápidos de utillaje hidráulicos / neumáticos** (Figura 36): permiten el cambio rápido de los utillajes. Adecuado para empresas que trabajan series cortas y deben realizar muchos cambios de utillaje. Reducen los tiempos muertos de preparación de la plegadora.
- **Brazos de soporte o soportes delanteros** (Figura 37). Se trata de elementos para mejorar la manipulación durante el proceso de plegado, y que son especialmente útiles para el plegado de piezas pesadas o de gran superficie. Se trata de brazos de soporte fijos o desplazables para las piezas, y de dispositivos de ayuda al plegado que sostienen y siguen la chapa de forma precisa durante el proceso de plegado.
- **Ayudas al plegado** (Figura 38). También llamados brazos acompañadores, adecuados para trabajar con piezas de gran peso o de grandes dimensiones.



Figura 35.- Soporte para brazos ajustable (Fuente: Trumpf).



Figura 36.- Sujeción de útil automática (Fuente: Trumpf).



Figura 37.- Brazos de soporte desplazables y regulables (Fuente: Safan-Darley).

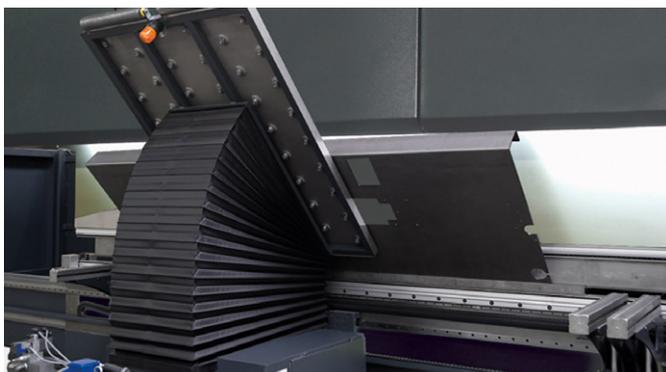


Figura 38.- Dispositivo de asistencia de plegado hidráulico (Fuentes: Safan-Darley, Trumpf).

- Plegadoras para trabajar en postura sentada y de pie.** Para el plegado de piezas pequeñas, utilizar plegadoras grandes y pesadas puede implicar una pérdida de espacio y energía muy importante. En estos casos, y siempre y cuando no se requiere manipular pesos superiores a 5 kilos, ni realizar grandes alcances con los brazos, existe la posibilidad de trabajar en postura sentada. Existen en el mercado plegadoras que permiten trabajar tanto en postura sentada como de pie (Figura 39) y en las cuales se ha habilitado un hueco para las piernas. Incluso algunas plegadoras permiten regular la mesa de soporte de forma individualizada. Este tipo de plegadoras están pensadas para trabajos en los que se pliegan piezas pequeñas o medianas.



Figura 39.- Plegadoras comerciales que permiten el trabajo sentado o con apoyo de pie (Fuentes: Amada, Gasparini, Trumpf).

- Sistemas automáticos y semiautomáticos de manipulación de piezas.** A mayor grado de automatización de la plegadora, menor es la necesidad de acceso a la misma y, por tanto, mejores pueden ser las condiciones desde el punto de vista de las posturas y movimientos a realizar (Castelló y otros, 2010). Existen diferentes sistemas basados en: robots, mesas transportadoras, etc. La mayoría de estos sistemas comerciales son modulares, lo que permite su adaptación e integración tanto para diferentes piezas como técnicas de transporte. Los robots son adecuados para series medias o largas, series que requieran una repetitividad uniforme, no requiere intervención de operarios pudiendo trabajar sola.



Figura 40.- Sistema de manipulación de piezas automáticos (Fuente: Amada).

**ADEMÁS, PARA EL PUESTO DE SOLDADURA OTRAS RECOMENDACIONES A TENER EN CUENTA SON:**

Mejorar las posturas durante la soldadura puede conseguirse mediante:

- **Mesas regulables en altura.** Las mesas de soldadura ajustables (Figura 41) en altura permiten adaptar a cada caso la altura más adecuada favoreciendo una buena postura de trabajo. Este ajuste no solo permite regular la altura en función del tamaño o forma de la pieza, sino que también permite regularla en función de las personas que vayan a ocupar el puesto y sus dimensiones corporales.



Figura 41.- Mesas elevadoras para soldadura (Fuente: Förster).

- **Mesas inclinables y rotatorias.** Mediante la inclinación y/o giro de la superficie a la que se fija la pieza es posible también mejorar posturas de trabajo mediante una orientación de la pieza a soldar que favorezca una buena postura de trabajo (Figura 42).



Figura 42.- Mesas inclinables y rotatorias para soldadura (Fuentes: Förster y StrongHand Tools).

- **Posicionadores.** Los posicionadores de soldadura son elementos móviles de distintos tamaños y características (Figura 43) que sirven para posicionar las piezas a soldar ofreciendo varios grados de libertad. Sujetan la pieza y están dotadas de uno o varios ejes de movimientos que ayuda especialmente en el caso de piezas pesadas. Pueden ayudar a mejorar las posturas tanto del cuello como de espalda y brazos.



Figura 43.- Posicionadores para soldadura (Fuentes: Waldun, PEMA y Siegmund).

- **Taburetes y sillas de trabajo.** Se trata de taburetes y asientos desarrollados específicamente para tareas de soldadura dotados de regulaciones (en altura, inclinación, etc.) y freno (Figura 44). Estos elementos facilitan el trabajo sentado, o bien en posiciones de soldadura bajas que obligarían a inclinarse para acceder al punto de soldadura.

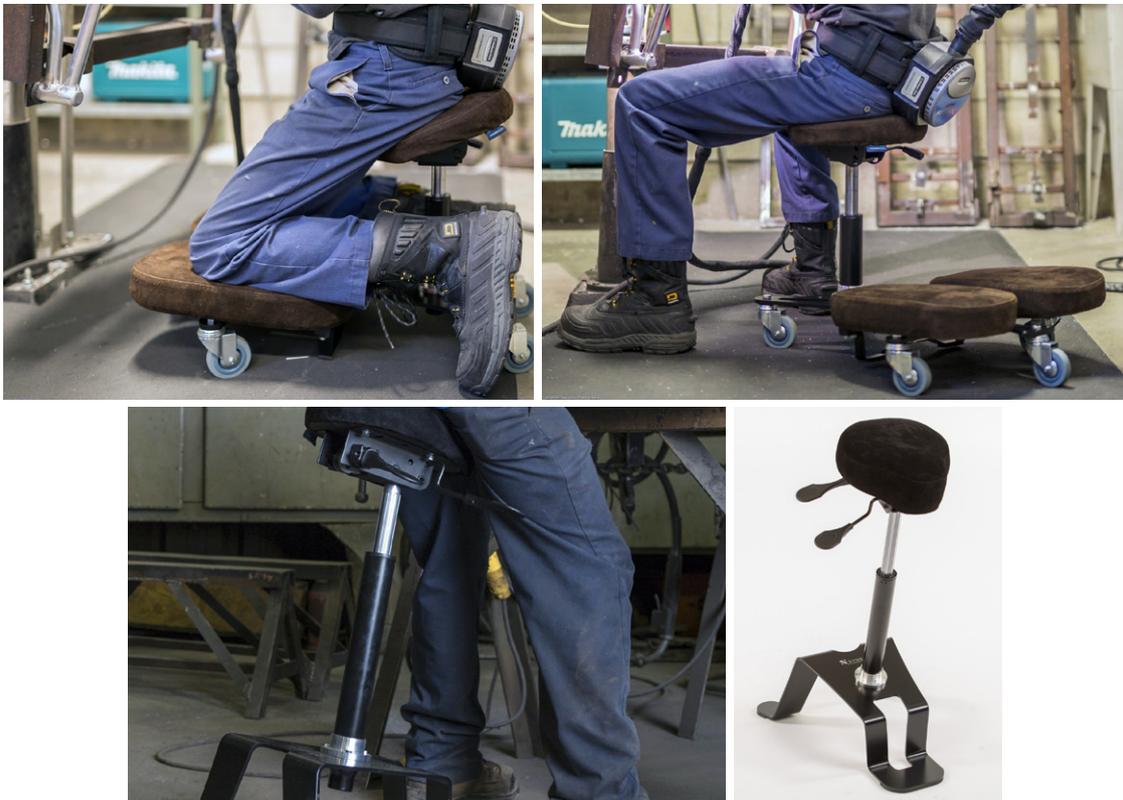


Figura 44.- Taburetes y asientos para soldadura (Fuente: Synetik).

- **Reposapiés y alfombras antifatiga.** La mayoría de las operaciones de soldadura se realizan en postura de pie, por lo que se puede analizar la posibilidad de colocar apoya-pies o bien alfombras antifatiga en los puestos de trabajo con el objeto de disminuir la carga y la tensión en pies y piernas.

Mejorar el esfuerzo y la carga física asociada a la tarea puede conseguirse mediante:

- **Pistolas de soldar flexibles** o con piezas giratorias o articulaciones traseras, en el cable de alimentación, que pueden ayudar a reducir la fuerza aplicada con miembro superior y en especial en muñeca. Diferentes combinaciones de ángulos de mango, ángulos de cuello y longitudes de cuello también pueden ayudar a mantener las muñecas en una posición más neutra. En algunos casos, una pistola de soldar con cuello giratorio puede facilitar el alcance a una junta, con menos tensión. Además, para reducir el esfuerzo se recomienda escoger pistolas de soldadura lo más livianas posibles, así como cables de alimentación más ligeros y con baja rigidez. Otra posibilidad es emplear balanceadores para el soporte de cables.
- Es importante evaluar la forma de la pistola de soldadura, ya que un mal diseño o selección puede provocar desviaciones de muñeca que pueden causar traumas acumulativos a largo plazo. Hay que procurar que la mano y muñeca mantengan una postura lo más neutra o natural posible. En este sentido, la tipología y forma de la pistola influye en la postura, al igual que la orientación y altura de la zona de trabajo. Hay pistolas con empuñadura extraíble para adoptar mango tipo pistola que en determinadas situaciones puede permitir adoptar una postura más natural de la muñeca (Figura 45).



Figura 45.- Pistolas con articulación y empuñadura accesoria extraíble (Fuente: Kemppi).



Figura 46.- Suspensión de la pistola y el cable (Fuente: Miller).

- Emplear pistolas de soldar con gatillo de bloqueo.
- **Suspender la pistola de soldar y el cable** puede reducir la demanda de fuerza. Por ejemplo, los alimentadores de alambre montados sobre brazo-pluma (Figura 46) brindan mayor flexibilidad y ayuda para la soldadura de piezas grandes, ya que facilitan subir y bajar la pluma y mantiene automáticamente su posición.
- **Sistemas de fijación o abrazaderas para mesas de soldadura.** Se trata de soluciones en muchos casos flexibles que permiten mediante fijación a la mesa fijar y sujetar las piezas a soldar. También las hay magnéticas.

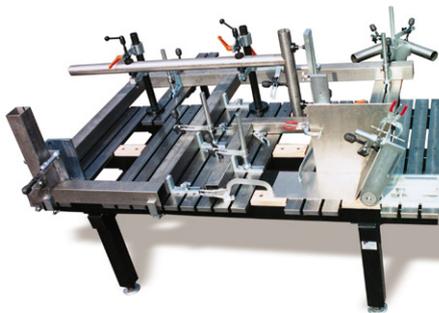


Figura 47.- Sistema de fijación y soportes magnéticos en escuadra (Fuentes: Förster, Master Magnetics USA, Assfalg GmbH).

- **Soportes de fabricación propia** (Figura 48), se trata de soluciones desarrolladas en las propias empresas y que ayudan a posicionar o girar piezas propias o singulares, dando respuesta a problemas concretos.



Figura 48.- Soluciones para soldadura desarrolladas en las empresas (Fuente: Estudio de campo).

- **Sistema de ayuda a la manipulación de cargas.** A la hora de manipular piezas pesadas o de grandes dimensiones emplear equipos mecánicos que faciliten o incluso eliminen la manipulación manual, como grúas, polipastos, etc.

# EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO Y ESTIRAMIENTO

La preparación de los músculos mediante ejercicios de calentamiento y estiramiento, antes y después de las tareas, es fundamental para prevenir lesiones. Esto es especialmente importante en puestos con una elevada carga física, como pueden ser algunos puestos del sector metal.

## Consejos previos:

- Es recomendable incluir ejercicios de calentamiento antes de empezar a trabajar, y ejercicios de estiramiento antes y después de trabajar.
- Generalmente, con 5 a 10 minutos cada día es suficiente.
- Los movimientos deben ser lentos y controlados, evitando movimientos bruscos y rápidos.
- La respiración debe ser relajada y debe acompañar los movimientos.
- Nunca debe sentirse dolor, aunque sí una ligera incomodidad.
- No se trata de agotarse, sino de preparar y proteger el cuerpo. Cada persona puede necesitar invertir una cantidad de tiempo diferente, es totalmente normal.
- Si se siente dolor o malestar durante los ejercicios, es conveniente parar y consultar con el servicio médico.
- Además de los ejercicios, se deben realizar pequeñas pausas y estirar la musculatura en sentido contrario al que se ha usado (por ejemplo, si se está trabajando con el cuello hacia atrás, moverlo hacia delante brevemente).
- Las personas que hayan padecido alguna lesión o tengan problemas previos, deben consultar con el médico antes de iniciar los ejercicios. Puede que sea necesario cambiar alguno de ellos.

## ¡Importante!

- Los ejercicios planteados son una orientación general, y deben introducirse de manera progresiva.
- Ante cualquier duda, se debe consultar a personal médico.
- Es importante practicar algún deporte para conseguir fortalecer la musculatura y evitar así posibles daños o lesiones. Las articulaciones son más propensas a las lesiones cuando los músculos y los ligamentos que las sostienen son débiles. Por eso, es fundamental evitar el sedentarismo y ejercitar el cuerpo.

A continuación, se proponen una serie de ejercicios de calentamiento y estiramiento para reducir el riesgo de trastornos musculoesqueléticos (Piedrabuena y Palomares, 2012).

## Calentamiento

### CABEZA

Mueve la cabeza lentamente:



Arriba y abajo.

Derecha e izquierda.

Hacia los lados.

### ESPALDA

Abre las piernas, coloca las manos en la cintura y realiza los siguientes movimientos con la espalda.



Gira hacia la derecha y la izquierda.

Inclina la espalda hacia la derecha y la izquierda.

Mueve la espalda hacia delante y hacia atrás.

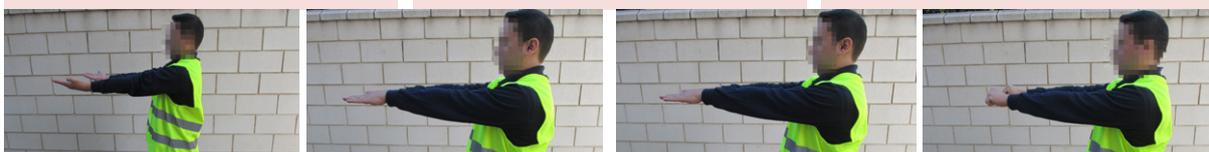
### BRAZOS Y MANOS



Mueve los brazos en círculos (como si estuvieras nadando).

Abre los brazos hacia los lados y luego ciérralos en un abrazo.

Estira los brazos hacia delante y luego dóblalos llevando las manos hacia los hombros.



Con los brazos estirados, mueve las palmas de las manos hacia arriba y hacia abajo.

Estira los brazos delante del cuerpo, con las palmas de las manos hacia abajo, lentamente abre y cierra las manos.

### BRAZOS Y PIERNAS



Mueve los brazos y las piernas en direcciones opuestas, asegurándote que el talón contacta con el suelo. Realiza este ejercicio durante 2-3 minutos.

### PIERNAS



Colócate de puntillas manteniendo la posición unos segundos y posteriormente apóyate sobre los talones y mantén esta postura. Repite el ejercicio.

## Estiramiento

### CABEZA

De pie, con las manos entrelazadas por detrás de la cabeza, lleva hacia abajo la cabeza sin mover el tronco hasta que la barbilla toque el pecho. Vuelve lentamente a la posición inicial y repite el ejercicio. Los hombros deben permanecer relajados.



- Colócate en posición de pie, pies juntos y cuerpo recto.
- Toma con una mano un peso ligero a la vez que colocas la mano opuesta por encima del lateral correspondiente de la cabeza.
- Deja que el hombro que soporta el peso descienda tan bajo como sea posible.
- Inclina la cabeza todo lo que puedas sobre el hombro contrario al que soporta el peso.



### ESPALDA

En posición sentada o de pie, estira el brazo izquierdo e inclínate a la derecha. Para ayudar al estiramiento, coloca la mano derecha en la muñeca izquierda. Cuando llegues al máximo posible, sostén esta postura. Repite con el otro brazo.



En posición de pie, entrecruza los brazos e inclina el tronco hacia el lado derecho, sostén, relaja. Realiza el mismo ejercicio al lado contrario.



## ESPALDA-LUMBAR



Colócate en postura recta y echa ligeramente la espalda hacia atrás. Mantén 15 segundos y vuelve a la posición inicial. Repite 3 veces.

## BRAZOS Y HOMBROS



Cruza ambos brazos por detrás de la cabeza e inclina la espalda lateralmente hacia la derecha. Mantén durante 15 segundos y luego inclina hacia la izquierda. Repite 3 veces por cada lado.

Lleva el brazo izquierdo hacia atrás sobre el hombro del mismo lado. Con la mano derecha sostén el codo y haz una ligera presión hacia abajo, sostén, relaja y repite con el otro brazo.



En posición sentada o de pie, lleva el brazo izquierdo de forma que el codo se acerque al hombro derecho como se muestra en la figura. Sostén. Baja el brazo. Relaja y repite hacia el otro lado.

## PECTORALES

1. Colócate de pie frente al umbral de una puerta (u otra estructura) no muy ancha, de forma que se puedan apoyar los antebrazos en el marco.
2. Coloca los pies, uno delante del otro, como muestra la imagen.
3. Inclina el cuerpo hacia adelante, se debe notar el estiramiento en la parte anterior (región pectoral).
4. Regresa a la posición inicial lentamente y repite.



## PIERNAS



Lleva la rodilla al pecho sosteniéndola con una mano. Mantén, relaja y repite con la rodilla contraria. Apoya la otra mano sobre una pared para mantener el equilibrio.



Apoyándote en una superficie estable, coloca una pierna delante de la otra como se observa en la figura, sin separar los talones del suelo. A continuación, dobla la rodilla de la pierna que está por delante. El estiramiento debe sentirse en la parte posterior de la pierna. Sostén, relaja y repite con la otra pierna.



En posición de pie, con la mano derecha coge el pie del mismo lado llevándolo en dirección a los glúteos. Sostén, relaja y repite con la pierna contraria (si sientes inestabilidad, puedes apoyarte en una superficie firme). Apoya una mano sobre una pared para mantener el equilibrio.

# REFERENCIAS

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y SITIOS WEB

- AENOR. UNE-EN 1005-3 (2002) + A1 (2009). Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 3: Límites de fuerza recomendados para la utilización de máquinas. Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), Madrid.
- Álvarez, A., 2017, Nota Técnica de Prevención 1088: Alcance máximo y normal en el plano horizontal, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Álvarez, T., Sánchez, C., Merayo, A., Centro Nacional de Nuevas Tecnologías, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). (2016). Herramientas manuales: criterios ergonómicos y de seguridad para su selección. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)
- Benjumea, A. C. (2001). Datos antropométricos de la población laboral española. Prevención, trabajo y salud: Revista del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, (14), 22-30.
- Bestratén Belloví, M., Nogareda Cuixart, S., & Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (España). (2008). Ergonomía. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Cabello, E. V. (2008). Antropometría. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo
- Castelló, P., Oltra, A., Pagán, P., Sendra, R., Murcia, J., Corrales, J. M., Casañ, C.,Rodrigo, J. (2010) ERGOMETAL: Manual de Ergonomía para Máquinas del Sector Metal. IBV, Valencia.
- Cuarta Conferencia Mundial sobre la Mujer (1995). <https://www.un.org/womenwatch/daw/beijing/pdf/BDPfA%20S.pdf>
- Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación del riesgo por las fuerzas ejercidas en el puesto de trabajo o en la utilización de máquinas mediante la norma EN 1005-3. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2019.
- Ferreras, A., Chirivella, C., Piedrabuena, A., Poveda, R., Serna, S., Latorre, C., & Sanchis, M. (2019). Ergo+ 50: Ergonomic Assessment Methodology Aimed at Older Workers. In International conference on applied human factors and ergonomics (pp. 27-36). Springer, Cham.
- IBV (2000). Ergo/IBV – Evaluación de riesgos laborales asociados a la carga física. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia.
- IBV (2003). Proyecto LONGDESING: Fundamentos de una metodología de desarrollo del diseño para todas las edades. Instituto de Migraciones y Servicios Sociales, 2003.
- IBV (2020). Integración de la perspectiva de género en los criterios de adecuación ergonómica de entornos laborales. <https://genero.ibv.org/manual>
- Informe del Consejo Económico y Social correspondiente a 1997. Asamblea General. [https://undocs.org/pdf?symbol=es/A/52/3/REV.1\(SUPP\)](https://undocs.org/pdf?symbol=es/A/52/3/REV.1(SUPP))
- INSHT (2016). Herramientas manuales: criterios ergonómicos y de seguridad para su selección. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).
- ISO 11228-1:2021(en) Ergonomics – Manual handling – Part 1: Lifting, lowering and carrying
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Mas, D. (2019). Evaluación del riesgo por las fuerzas ejercidas en el puesto de trabajo o en la utilización de máquinas mediante la norma EN 1005-3. Ergonautas. Published. <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/fuerzas/fuerza-maxima-ayuda.php>

- Mateo Lázaro, M.L.; Berisa Losantos, F; Plaza Bayo, A. (2008). Nuevas tablas de fuerza de la mano para población adulta de Teruel. *Nutrición Hospitalaria*, vol. 23, nº 1, PP. 35-40, 2008.
- Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones (2020) Guía de ayuda para la Valoración del Riesgo Laboral durante el embarazo 3ª edición, Instituto Nacional de la Seguridad Social.
- Nogareda. S., Tortosa.L., García. C., (2007) NTP 785: Carga de trabajo y embarazo. Ergomater: método para la evaluación de riesgos ergonómicos en trabajadoras embarazadas. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, (INSHT).
- Organización Mundial de la Salud (OMS). Constitución (2020). <https://www.who.int/es/about/who-we-are/constitution>
- Pagán P., Ferreras A., Mena S., Oltra A., Poveda R., García C., Ruiz R. (2011). Adaptación de puestos de trabajo para trabajadores mayores: Guía de buenas prácticas. [online] Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia; Conselleria d'Economia, Hisenda i Ocupació, 2011. 20 p. <<https://gestion.ibv.org/gestoribv/index.php/productos/descargables/314-adaptacion-de-puestos-de-trabajo-para-trabajadores-mayores-guia-de-buenas-practicas/file>>
- Piedrabuena, A., Palomares, N. (2012) Buenas prácticas para la mejora de las condiciones ergonómicas del trabajo en el sector cementero. Fundación Laboral del Cemento y el Medio Ambiente (CEMA).
- Ruiz, L. (2011). Manipulación manual de cargas Guía técnica del INSHT. INSHT, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 30.
- Tortosa. L., García-Molina C., Page Á., Cano. A., Sendra. JMª, Aguilar. E., Ballester. R., Prada. P., (2004). ErgoMater/IBV – Requisitos ergonómicos para la protección de la maternidad en tareas con carga física. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia.

## PROCEDENCIA DE LAS IMÁGENES

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18	Estudios de campo realizados en empresas del sector durante 2021
19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30	Estudios de campo realizados en empresas del sector durante 2022
31, 32, 33	Estudios de campo realizados en empresas del sector durante 2021
34	<a href="https://www.gasparini.com/es/">https://www.gasparini.com/es/</a>
35, 36	<a href="https://www.trumpf.com/es_ES/">https://www.trumpf.com/es_ES/</a>
37	<a href="https://safandarley.com/es">https://safandarley.com/es</a>
38	<a href="https://safandarley.com/es">https://safandarley.com/es</a> <a href="https://www.trumpf.com/es_ES/">https://www.trumpf.com/es_ES/</a>
39	<a href="https://www.amada.eu/es-es/">https://www.amada.eu/es-es/</a> <a href="https://www.gasparini.com/es/">https://www.gasparini.com/es/</a> <a href="https://www.trumpf.com/es_ES/">https://www.trumpf.com/es_ES/</a>
40	<a href="https://www.amada.eu/es-es/">https://www.amada.eu/es-es/</a>

- 41 <https://www.forsteramerica.com/>
- 42 <https://www.forsteramerica.com/>  
<https://www.stronghandtools.com/>
- 43 <https://www.hardfacingfty.com/es/>  
<https://pemamek.com/>  
<https://www.siegmund.com/es>
- 44 <https://www.syntikdesign.com/>
- 45 <https://www.kemppi.com/es-ES/>
- 46 <https://www.millerwelds.com/>
- 47 <https://www.forsteramerica.com/>  
<https://www.assfalg-metall.de/en/>
- 48 Estudio de campo realizado en empresas del sector durante 2022

## PROCEDENCIA DE LAS TABLAS

- 1 ISO 11228-1:2021. Ergonomics – Manual handling – Part 1: Lifting, lowering and carrying
- 2 Pagán P., Ferreras A., Mena S., Oltra A., Poveda R., García C., Ruiz R. (2011). Adaptación de puestos de trabajo para trabajadores mayores: Guía de buenas prácticas. [online] Valencia: Instituto de Biomecánica de Valencia; Conselleria d’Economia, Hisenda i Ocupació, 2011. 20 p.
- 3 Benjumea, A. C. (2001). Datos antropométricos de la población laboral española. Prevención, trabajo y salud: Revista del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, (14), 22-30.
- 4 Bestratén Belloví, M., Nogareda Cuixart, S., & Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (España). (2008). Ergonomía. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- 5 IBV (2003). Proyecto LONGDESING: Fundamentos de una metodología de desarrollo del diseño para todas las edades. Instituto de Migraciones y Servicios Sociales, 2003.  
Mateo Lázaro, M.L.; Berisa Losantos, F; Plaza Bayo, A. (2008). Nuevas tablas de fuerza de la mano para población adulta de Teruel. Nutrición Hospitalaria, vol. 23, nº 1, PP. 35-40, 2008.

Proyecto (TRCOIN/2022/22)  
apoyado por la Conselleria de  
Economía Sostenible, Sectores  
Productivos, Comercio y Trabajo  
en el marco de las ayudas en  
materia de colaboración institu-  
cional, a través de acciones secto-  
riales e intersectoriales mediante  
programas o actuaciones en mate-  
ria de prevención de riesgos labo-  
rales en la Comunitat Valenciana  
para el ejercicio 2022.

