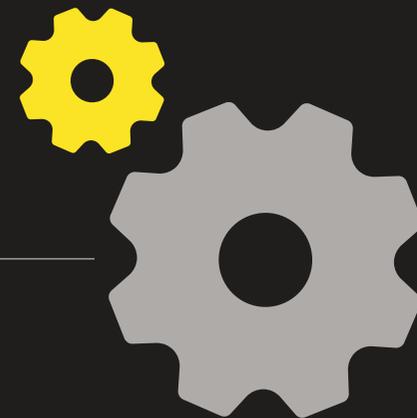


# GUÍA DE SEGURIDAD PARA MÁQUINAS

Sector del Metal  
Parte 2



# GUÍA DE SEGURIDAD PARA MÁQUINAS

Sector del Metal

---

Parte 2

**Edita y elabora:**

Foment del Treball Nacional  
oficinatecnica@foment.com

**Con la financiación de:**

Fundación para la Prevención  
de Riesgos Laborales

**Con la colaboración de:**

Institut d'Estudis  
de la Seguretat (IDES)

**Autores:**

Bernardo Gutiérrez,  
Ingeniero técnico industrial

Josep Maria Nadal,  
Ingeniero industrial

**Código de acción:**

IT-0137/2014

**Diseño:**

Veus Veus

**Maquetación:**

Anglofort

Reedición de la "Guía de seguridad para máquinas. Sector metal", correspondiente al código de acción IT-0169/2013 (Acción solicitada y ejecutada por Foment del Treball con la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales).



# 1.

## Introducción

→ Pág. 4

# 2.

## Las obligaciones legales

→ Pág. 6

# 3.

## Aspectos generales

3.1	Órganos de accionamiento	→ Pág. 9
3.2	Puesta en marcha	11
3.3	Parada y parada de emergencia	12
3.4	Caída de objetos y de proyecciones	14
3.5	Emanación de gases, vapores o líquidos y emisión de polvo	15
3.6	Estabilidad y medios de acceso y permanencia	16
3.7	Estallidos o roturas	18
3.8	Elementos móviles	19
3.9	Iluminación	21
3.10	Temperaturas elevadas o muy bajas	23
3.11	Dispositivos de alarma	25
3.12	Separación de las fuentes de energía	26
3.13	Advertencias y señalización	28
3.14	Incendio - condiciones climatológicas	30
3.15	Explosión	31
3.16	Contactos eléctricos	33
3.17	Ruido, vibraciones y radiaciones	35
3.18	Líquidos corrosivos o a alta temperatura	37
3.19	Herramientas manuales	38

# 4.

## Fichas para máquinas del sector metal

Tronzadora pivotante de disco	→ Pág. 40
Sierra cinta horizontal	44
Sierra alternativa	48
Taladro radial	51
Soldadora por puntos	54
Prensa plegadora hidráulica	58
Mandrinadora de bancada en cruz	61
Medios de acceso fijos a equipos de trabajo (1): rampas – pasarelas – guardacuerpos	65
Medios de acceso fijos a equipos de trabajo (2): escaleras – escalas	68
Celda robotizada	73

# 5.

## Glosario

→ Pág. 79



---

Guía de seguridad  
para máquinas del sector metal

---

## Introducción



En el año 2014, la Oficina de Prevención de Riesgos Laborales de Foment del Treball Nacional editó una **Guía de seguridad para máquinas del sector metal**, con el objetivo de ayudar a los empresarios, organismos oficiales y públicos, responsables de mantenimiento de ingenierías y de producción y a técnicos de prevención, ofreciendo una herramienta para realizar la adecuación de máquinas a la normativa vigente.

Debido a las dificultades detectadas en las empresas respecto a la adecuación de los equipos de trabajo, en el transcurso de este año, se ha considerado necesario realizar una segunda edición de la guía, con la finalidad de facilitar orientaciones al empresario del sector del metal, sobre la adaptación de máquinas a las características preventivas establecidas en el RD 1215/1997 y con el objetivo de crear unas nuevas fichas que contemplen los requisitos preventivos que deben contemplarse en la adaptación de máquinas al Real Decreto por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los equipos de trabajo.

Para el desarrollo de esta guía, se ha contado de nuevo, con la participación del Instituto de Estudios de la Seguridad (IDES), con la colaboración de expertos especialistas en la materia y con la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.

Al igual que en la guía anterior, se ha editado una parte general de la guía, en la que se relacionan los diecinueve apartados del Anexo I del Real Decreto. Para cada uno de estos apartados, después de citar el texto que aparece en la norma, se describen los criterios fundamentales de tipo general que deberán aplicarse a cualquier máquina, cuando el apartado le sea de aplicación.

Como novedad, en el último bloque de la guía, se han desarrollado siete nuevas fichas específicas para máquinas del sector metal (tronzadora pivotante de disco, sierra cinta horizontal, sierra alternativa, taladro radial, soldadura por puntos, prensa plegadora hidráulica, madrinadora de bancada en cruz), una ficha para equipos de trabajo complejos (celdas robotizadas) y dos fichas para medios de acceso fijos a equipos de trabajo.

Dada la utilidad de esta colección para la adecuación de máquinas; estamos convencidos de la oportunidad y necesidad de ampliar este tipo de fichas a otros sectores industriales como el plástico, la madera, el embalaje, el textil, la alimentación, el sector químico, etc.

Creemos firmemente que con la suma del esfuerzo de todos, podremos conseguir mejorar la situación del parque de máquinas de nuestro país y la seguridad de los trabajadores.

# 2



---

Guía de seguridad  
para máquinas del sector metal

---

## **Las obligaciones legales**



La Directiva 89/655 de 30 de noviembre de 1989, relativa a la utilización de los equipos de trabajo, transpuesta por el RD 1215/1997, prevé la puesta en conformidad de los equipos de trabajo en servicio en las empresas, a unos requisitos técnicos de seguridad.

La puesta en conformidad de los equipos de trabajo, debe ser una parte fundamental de la evaluación de riesgos de la empresa, una oportunidad para el director de la fábrica para conocer el estado de sus equipos de trabajo y una buena base para mejorar el aspecto organizativo de la producción.

La correcta aplicación de esta legislación dará como resultado una sensible disminución de los incidentes y/o accidentes de trabajo en la empresa.

Es a esta finalidad a la que hemos dedicado este trabajo fruto de muchos años de dedicación a esta apasionante y novedosa rama de la ingeniería que es la seguridad de los equipos de trabajo y, en particular, de las máquinas.

En el año 2000, el INSHT publicó la *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos de trabajo*. Esta Guía, aún siendo de carácter no vinculante, facilita la aplicación del RD 1215/1997 al ampliar todos y cada uno de sus apartados.

En el apéndice A, «Disposiciones aplicables a las máquinas», se definen los períodos de aplicación de todas las disposiciones aplicables a las máquinas, en relación con la primera comercialización y/o puesta en servicio. De la lectura de dicho apéndice y de la figura que le acompaña, se deduce que el RD 1215/1997 se aplica

a las máquinas que fueron comercializadas y/o puestas en servicio con anterioridad al 1 de enero de 1995.

La Guía del INSHT, en su página 16, afirma que «Los requisitos fijados en el anexo 1 del RD 1215/1997 tienen poca concreción. Por el contrario, las directivas relativas a la comercialización de productos establecen niveles elevados de seguridad, se aplican a productos (y riesgos) específicos y fijan (directa o indirectamente) requisitos mucho más concretos. Consecuentemente, en la práctica, el anexo I es de aplicación subsidiaria respecto a la citada normativa y debe suponerse que los equipos de trabajo sujetos al mercado CE (máquinas, equipos médicos, aparatos de gas, equipos a presión, etc.) lo cumplen siempre. La simple aplicación de los requisitos de este anexo I a equipos con reglamentación específica (en el caso de las máquinas, a las posteriores al 1 de enero de 1995) podría suponer una merma en los niveles de seguridad exigibles y puede que no satisfagan lo requerido por el estado de la técnica.» Es muy recomendable que en el momento de la compra de máquinas, el empresario se asegure de que el Marcaje CE es correcto.

La aplicación de la directiva de máquinas y, por ende, de las normas europeas armonizadas, exige unos niveles de seguridad más exigentes que la aplicación de los requisitos establecidos en el RD 1215/1997.

Por lógica, el paso del tiempo irá haciendo desaparecer las máquinas más antiguas, siendo estas sustituidas por otras de nueva construcción con unos niveles de seguridad más elevados. Este proceso nos llevará a una disminución de los accidentes en máquinas, que es lo que pretende esta legislación sobre seguridad que se ha ido publicando en estos últimos años.

# 3



---

Guía de seguridad  
para máquinas del sector metal

---

**Aspectos generales**

**RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 1:**

«Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y, cuando corresponda, estar indicados con una señalización adecuada.

Los órganos de accionamiento deberán estar situados fuera de las zonas peligrosas, salvo, si fuera necesario, en el caso de determinados órganos de accionamiento, y de forma que su manipulación no pueda ocasionar riesgos adicionales. No deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Si fuera necesario, el operador del equipo deberá poder cerciorarse desde el puesto de mando principal de la ausencia de personas en las zonas peligrosas. Si esto no fuera posible, la puesta en marcha deberá ir siempre precedida automáticamente de un sistema de alerta, tal como una señal de advertencia acústica o visual. El trabajador expuesto deberá disponer del tiempo y de los medios suficientes para sustraerse rápidamente de los riesgos provocados por la puesta en marcha o la detención del equipo de trabajo.

Los sistemas de mando deberán ser seguros y elegirse teniendo en cuenta los posibles fallos, perturbaciones y los requerimientos previsibles, en las condiciones de uso previstas».

En este apartado de la Guía, se relacionan los diecinueve apartados del Anexo I del Real Decreto 1215/1997 en el mismo orden en el que aparecen en dicho Real Decreto.

En cada uno de estos apartados, después de citar el texto que aparece en la norma, los expertos describen los criterios fundamentales de tipo general que deberán aplicarse a cualquier máquina, cuando el apartado le sea de aplicación.

## 3.1 Órganos de accionamiento

Los órganos de accionamiento del equipo, que tienen alguna incidencia en la seguridad, deben ser claramente visibles e identificables y, cuando corresponda, estar indicados con una señalización adecuada. Se recomienda el siguiente código de colores:

- Puesta en marcha: BLANCO (se acepta el verde en máquinas antiguas).
- Paro: NEGRO (se acepta el rojo en máquinas antiguas).
- Paro de emergencia: ROJO sobre fondo amarillo.
- Rearme: AZUL.

Los órganos de accionamiento<sup>1</sup> deben estar situados fuera de las zonas peligrosas. Excepcionalmente, si es necesario realizar operaciones dentro de una zona peligrosa, habrá que cumplir los siguientes requisitos:



#### 3.1 Órganos de accionamiento

1. Utilizar un modo de mando específico en la máquina que anule el resto de modos de mando.
2. Los elementos peligrosos solo deben funcionar si se actúa permanentemente sobre un dispositivo de validación<sup>2</sup>, un mando sensitivo<sup>3</sup> o un mando a dos manos<sup>4</sup>.
3. Autorizar, únicamente, el funcionamiento de los elementos peligrosos en condiciones de riesgo reducido (velocidad reducida, movimientos paso a paso, etc.)
4. Cumplir con, al menos, una de las siguientes medidas preventivas:
  - a) Máxima restricción posible de acceso a la zona peligrosa,
  - b) Paro de emergencia al alcance inmediato del operador; o
  - c) Botonera de mando portátil, como único mando activo.

Los órganos de accionamiento no deben acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria. Es aconsejable el uso de pulsadores enrasados, o con anillo de protección. En caso de pedales, deben estar cubiertos y cerrados lateralmente.

El operador del equipo debe poder cerciorarse, desde el puesto de mando principal, de la ausencia de personas en las zonas peligrosas. Si esto no es posible, las zonas fuera del control del operador deben estar cerradas perimetralmente y, si disponen de accesos, estos deben estar dotados de enclavamientos. Es recomendable que el rearme de cada acceso se realice localmente, y que haya disponible un paro de emergencia<sup>5</sup> en el interior de estas zonas. Si no es posible usar estas medidas, se recomienda instalar un aviso acústico y/o visual que se active automáticamente antes

de que ocurran los movimientos peligrosos y cuya duración garantice la evacuación de las zonas peligrosas. Si aun así no se puede garantizar que estén despejadas las zonas peligrosas, hay que instaurar un procedimiento de trabajo que lo asegure.

Los órganos de accionamiento relativos a la seguridad (como paros de emergencia<sup>5</sup>, dispositivos de enclavamiento<sup>6</sup>, barreras fotoeléctricas<sup>7</sup>, mandos a dos manos, etc.), deben tener una fiabilidad acorde al riesgo que protegen. Se recomienda seguir las indicaciones de la norma pertinente.

**RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 2:**

«La puesta en marcha de un equipo de trabajo solamente se podrá efectuar mediante una acción voluntaria sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto.

Lo mismo ocurrirá para la puesta en marcha tras una parada, sea cual fuere la causa de esta última, y para introducir una modificación importante en las condiciones de funcionamiento (por ejemplo, velocidad, presión, etc.) salvo si dicha puesta en marcha o modificación no presentan riesgo alguno para los trabajadores expuestos o son resultantes de la secuencia normal de un ciclo automático».

## 3.2 Puesta en marcha

Solo debe ser posible efectuar la puesta en marcha del equipo de trabajo mediante una acción voluntaria sobre un órgano de accionamiento previsto a tal efecto.

En caso de cambio del modo de funcionamiento de la funcionalidad de la máquina, este debe ser realizado voluntariamente por el operador y debe requerir una nueva puesta en marcha.

Tras una parada, se debe asegurar que la nueva puesta en marcha se realice de forma voluntaria. La máquina no se debe poner en marcha en los siguientes casos:

- Por el cierre de un resguardo<sup>8</sup> con dispositivo de enclavamiento
- Por la liberación de un dispositivo sensible<sup>9</sup>, como una barrera fotoeléctrica
- Por el cambio en un selector de modo de funcionamiento
- Por el desbloqueo de un paro de emergencia
- Por un rearme

Excepcionalmente, se permite que un resguardo con enclavamiento o un dispositivo sensible autoricen una puesta en marcha, si se cumplen los siguientes requisitos:

- Que sea imposible permanecer en la zona peligrosa al cerrar el resguardo o atravesar el dispositivo sensible.
- Que el resto de resguardos estén cerrados y rearmados.
- Que, si el riesgo que se está protegiendo puede causar lesiones graves, el sistema de mando sea de alta fiabilidad, según la norma pertinente.

**RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 3:**

«Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cada puesto de trabajo estará provisto de un órgano de accionamiento que permita parar en función de los riesgos existentes, o bien todo el equipo de trabajo o bien una parte del mismo solamente, de forma que dicho equipo quede en situación de seguridad. La orden de parada del equipo de trabajo tendrá prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha. Una vez obtenida la parada del equipo de trabajo o de sus elementos peligrosos, se interrumpirá el suministro de energía de los órganos de accionamiento de que se trate.

Si fuera necesario en función de los riesgos que presente un equipo de trabajo y del tiempo de parada normal, dicho equipo deberá estar provisto de un dispositivo de parada de emergencia».

### 3.3 Parada y parada de emergencia

El equipo debe estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Si el equipo dispone de más de un puesto de mando, cada uno debe estar provisto de un órgano de accionamiento que permita hacer un paro, total o parcial del equipo, ante una situación de peligro.

La orden de parada del equipo de trabajo debe tener prioridad sobre las órdenes de puesta en marcha.

La orden de parada del equipo de trabajo debe interrumpir el suministro de energía de los órganos de accionamiento o de sus elementos peligrosos una vez obtenida la parada del equipo de trabajo.

El equipo debe tener un dispositivo de parada de emergencia en función de los riesgos que presenta el equipo de trabajo y del tiempo de parada normal. El paro de emergencia solo tendrá sentido cuando reduzca efectivamente el tiempo de parada normal. Esto no implica la obligatoriedad de instalar un sistema de frenado en el equipo, únicamente se debe instalar si el riesgo es alto. Por ejemplo, no es necesario instalar un sistema de frenado en una esmeriladora.



#### 3.3 Parada y parada de emergencia

Están permitidas las siguientes formas de parada para el dispositivo de parada de emergencia:

- Parada inmediata: interrupción inmediata de energía sobre todos los accionadores.
- Parada controlada: los accionadores necesarios permanecen en tensión para llevar al equipo a un estado de parada segura, y luego se interrumpe la energía sobre todos los accionadores.

El órgano de accionamiento del paro de emergencia puede ser:

- Pulsador tipo «seta».
- Cable (con la condición de que al cortarlo, se desencadene la parada de emergencia).
- Barra.
- Pedal (en este caso sin caperuza de protección).

**RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 4:**

«Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos».

## 3.4 Caída de objetos y proyecciones

Se deben tomar medidas para evitar que se puedan producir accidentes por la caída o proyección de:

- Material relacionado a la producción: virutas, chispas, fluidos, partículas, etc.
- Partes móviles del equipo: herramientas giratorias, ejes, contrapesos, etc.

Las medidas preventivas a tomar son:

- Resguardos que tengan la resistencia suficiente para retener dichas caídas o proyecciones.
- Evitar puestos de trabajo en la trayectoria de dichas caídas o proyecciones.
- Impedir que se pueda circular por zonas en la trayectoria de dichas caídas o proyecciones, mediante barandillas, protecciones u otros medios.
- Instalación de sistemas de frenado, de bloqueo, sistemas paracaídas o válvulas antiretorno, en los equipos de elevación de cargas que eviten la caída de las cargas, incluso en el caso de que se produzcan cortes de energía imprevistos.



RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 5:



**«Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente».**

## 3.5 Emanación de gases, vapores o líquidos y emisión de polvo

Se debe evitar la exposición de los trabajadores a sustancias peligrosas por emisión de gases, vapores, líquidos o polvo. Se debe evaluar la peligrosidad de las sustancias emitidas, la intensidad de la emisión y las condiciones de trabajo.

Hay que solicitar al proveedor habitual la «Ficha de seguridad» de los productos que utiliza el equipo. Si los productos son peligrosos<sup>10</sup>: irritantes<sup>11</sup>, sensibilizantes<sup>12</sup>, fibrogénicos<sup>13</sup>, asfixiantes<sup>14</sup>, tóxicos<sup>15</sup>, carcinógenos<sup>16</sup>, infecciosos<sup>17</sup>, etc.; se deberán tomar medidas de las concentraciones de los contaminantes en los puestos de trabajo y compararlos con los valores VLA<sup>18</sup> para comprobar si existe riesgo de contraer una enfermedad profesional.

Si la evaluación requiere medidas preventivas, será necesario instalar un sistema de captación y extracción. Podría ser necesario tomar otras medidas complementarias como: ventilación, organización del trabajo y, como último recurso, la protección individual.

**RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 6:**

«Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios. Los equipos de trabajo cuya utilización prevista requiera que los trabajadores se sitúen sobre los mismos, deberán disponer de los medios adecuados para garantizar que su acceso y permanencia en esos equipos no suponga un riesgo para su seguridad y salud. En particular, cuando exista riesgo de caída de altura de más de 2 metros, deberán disponer de barandillas rígidas de una altura mínima de 90 centímetros, o de cualquier otro sistema que proporcione una protección equivalente».

## 3.6 Estabilidad y medios de acceso y permanencia

Hay que fijar adecuadamente el equipo de trabajo según indique el manual de instrucciones del fabricante; asimismo, también deberá estar nivelado. Habrá que tener en cuenta el tipo de fijación para que esta no transmita vibraciones.

Comprobar que las condiciones de acceso a un equipo de trabajo son seguras, tanto si se realizan con medios de acceso móviles (andamios, escaleras de mano, etc.), como si se realizan con medios de acceso fijos (escala, escalera, rampa, pasarela, etc.)

**Andamio:**

Es importante para estos elementos seguir las instrucciones de montaje y mantenimiento indicadas por el fabricante, y en su caso redactar el preceptivo proyecto, para evitar dichos riesgos.

Si supera los 2 m. de altura, necesitan un acceso desde el interior mediante trampilla y que las ruedas tengan un dispositivo de fijación para evitar cualquier movimiento involuntario.

Tendrá especial consideración el hecho de que la base sea estable (ruedas fijadas, el andamio debe estar a nivel).

**Escala:**

Medio de acceso fijo con un ángulo de inclinación superior a 75°, hasta 90°, cuyos elementos horizontales son escalones. A partir de los 2,20 m. de altura irá provista de una jaula de seguridad.



#### 3.6 Estabilidad y medios de acceso y permanencia

##### **Escala de peldaños:**

Medio de acceso fijo con ángulo de inclinación superior a 45°, hasta 75° cuyos elementos horizontales son peldaños.

##### **Escalera:**

Medio de acceso fijo con un ángulo de inclinación superior a 20°, hasta 45°, cuyos elementos horizontales son peldaños. La huella (g) y la contrahuella (h) deben respetar la fórmula:  $600 < g + 2h < 660$  (dimensiones en mm.)

##### **Rampa:**

Medio de acceso fijo constituido por un plano inclinado continuo con un ángulo de inclinación superior a 0°, hasta 20°.

##### **Pasarelas:**

La altura libre entre el techo y el suelo de la pasarela debe ser de 2.100 mm. La anchura mínima de una pasarela, excepto en circunstancias excepcionales, será de 800 mm. Las aberturas máximas del suelo, deben ser tales que no pueda pasar una esfera de 35 mm. de diámetro. La superficie del suelo debe estar diseñada para reducir el riesgo de resbalar.

##### **Barandillas:**

El pasamano de las barandillas tendrá una altura mínima de 1.100 mm. respecto al suelo. Tendrá un travesaño a 600 mm. del suelo y un rodapié de 100 mm. de altura mínima.

**RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 7:**

«En los casos en que exista riesgo de estallido o de rotura de elementos de un equipo de trabajo que pueda afectar significativamente a la seguridad o a la salud de los trabajadores, deberán adoptarse las medidas de protección adecuadas».

## 3.7 Estallidos o roturas

En general el riesgo será consecuencia de la rotura de una herramienta, una tubería por fluidos, un golpe recibido o diferentes tipos de desgaste como la fatiga o la corrosión, por ejemplo.

Los resguardos y las conducciones de fluidos deben resistir los impactos previstos por el fabricante tanto por masa como por velocidad del objeto o del material proyectado, así como la resistencia de las uniones y puntos de fijación usados en estos (en caso necesario, hay que tener en cuenta los requisitos del apartado 8).

Las máquinas con herramientas rotativas deben disponer de las correspondientes protecciones, pero si estas no son suficientes, además, deberán:

- Evitar que sobrepase el régimen de velocidad establecido por el fabricante, en función del material.
- Seguir las instrucciones del manual de instrucciones del equipo de trabajo en cuanto a las revisiones de mantenimiento para conocer los ajustes de herramientas, desgaste y sustitución.

Para los equipos de trabajo que funcionen automáticamente con un movimiento del material hacia la herramienta solo entrarán en contacto herramienta y pieza cuando hayan alcanzado las condiciones normales de trabajo.

El movimiento de la herramienta y de la pieza estará coordinado cuando se efectúe tanto la puesta en marcha como una parada tanto si se realiza de forma voluntaria como involuntaria.

 RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 8: 

«Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgos de accidente por contacto mecánico deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas o que detengan las maniobras peligrosas antes del acceso a dichas zonas.

Los resguardos y los dispositivos de protección:

- a) Serán de fabricación sólida y resistente.
- b) No ocasionarán riesgos suplementarios.
- c) No deberá ser fácil anularlos o ponerlos fuera de servicio.
- d) Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- e) No deberán limitar más de lo imprescindible o necesario la observación del ciclo de trabajo.
- f) Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación o la sustitución de las herramientas y para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso únicamente al sector en el que deba realizarse el trabajo sin desmontar, a ser posible, el resguardo o el dispositivo de protección».

## 3.8 Elementos móviles

Los sistemas de protección existentes y sus características son:

- **Resguardo fijo:** protección que solo se puede retirar con el uso de una llave o herramienta.
- **Resguardo móvil:** protección que se puede abrir sin utilizar herramientas. Este tipo de protección siempre irá asociado a un sistema de enclavamiento o enclavamiento y bloqueo.
  - Resguardo con enclavamiento: el resguardo se puede abrir en cualquier momento del proceso y el sistema de enclavamiento da la orden de parada (es seguro si en el momento de acceso no hay órganos en movimiento).
  - Resguardo con enclavamiento y bloqueo: el resguardo permanece bloqueado en posición de cerrado hasta que hayan desaparecido las funciones peligrosas.
- **Resguardo regulable:** protección móvil ajustable que una vez ajustado mantiene la posición y no lleva asociado otro sistema de seguridad.
- **Dispositivo de protección sensible:** equipo para detectar personas o partes de personas, que genera una señal apropiada al sistema de mando con el fin de reducir el riesgo para las personas detectadas (barreras fotoeléctricas, alfombras sensibles, escáneres, etc.). INCONVENIENTE: no protegen ante algunos riesgos como la proyección de objetos, líquidos o movimientos con energías residuales.



#### 3.8 Elementos móviles

##### **Selección en función del acceso**

**Elementos móviles de transmisión:** Como la mayoría de las veces el acceso a estos elementos es ocasional, con un resguardo fijo, será suficiente. En caso de que existan movimientos inerciales, se pueden poner tornillos de rosca más largos, para alargar el tiempo de apertura, o un sistema de enclavamiento con bloqueo.

**Elementos móviles en la zona de trabajo:** En la mayoría de los casos se instalará un resguardo móvil asociado a un sistema de enclavamiento o enclavamiento y bloqueo, o bien un sistema de protección sensible.

Los resguardos con cierre automático deben estar provistos de un borde sensible que evite los posibles atrapamientos.

##### **Selección en función de la frecuencia**

**Esporádico (menos de una vez por turno):** resguardo fijo o móvil con enclavamiento.

**Frecuente (más de una vez por turno):** resguardo móvil con enclavamiento o enclavamiento y bloqueo o dispositivos de protección sensible (barreras fotoeléctricas, alfombras, etc.).



RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 9:



«Las zonas y puntos de trabajo o de mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse».

## 3.9 Iluminación

Se puede consultar el Anexo IV del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre lugares de trabajo, el cual regula su nivel de iluminación, en función de las tareas desarrolladas.

Debe predominar la iluminación natural y se puede complementar con la artificial en caso de que no se garanticen las condiciones adecuadas de visibilidad. En tales casos se debe utilizar preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una iluminación localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.

Los niveles mínimos de iluminación de los equipos de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla (Real Decreto 486/1997, Anexo IV):

Zona de ejecución de tareas(*)	Nivel mín de iluminación (lux.)
1º Bajas exigencias visuales (pasillos, almacenes, etc.)	100
2º Exigencias visuales moderadas (puestos de carga )	200
3º Exigencias visuales altas (puestos de montaje, máquinas para madera, máquinas-herramienta)	500
4º Exigencias visuales muy altas (montaje mecánico de precisión, electrónica, etc.)	1.000

(\*) El nivel de iluminación se medirá a la altura donde se realice la tarea.



#### 3.9 Iluminación

En general se conseguirán estos niveles de iluminación mediante:

- a) Una iluminación general (de 100 lux.)
- b) La instalación de aparatos locales que proporcionen la iluminación adecuada al tipo de trabajo que se lleve a cabo (ver tabla anterior)

Para obtener una iluminación de 500 lux., basta con una bombilla de 75 W. situada a 40 cm. del objeto a iluminar.

Estos niveles mínimos deberán duplicarse en las zonas donde un error de apreciación visual durante la realización de las tareas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros; o si el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra, sea muy débil.

La instalación eléctrica relativa al alumbrado no debe originar ningún riesgo eléctrico, ni de incendio, ni de explosión, por lo tanto, antes de dotar a un equipo de trabajo de una instalación de iluminación hay que tener en cuenta el ambiente donde se ubica dicha máquina (debe prestarse atención a lugares húmedos, en los que haya emisión de gases, etc.).

En condiciones húmedas de trabajo, deberán instalarse sistemas de iluminación con una tensión inferior a 50 V.

Además de los niveles mínimos de iluminación de los equipos de trabajo debe tenerse en cuenta:

- Distribuir uniformemente la luz evitando sombras.
- Evitar deslumbramientos directos que provengan de la luz solar (mediante parasoles, cortinas, etc.) y de la luz artificial (mediante difusores, entre otros).
- Evitar deslumbramientos indirectos de superficies reflectantes (mediante superficies mates, por ejemplo).
- Se recomienda no utilizar lámparas fluorescentes, a fin de evitar los efectos estroboscópicos que pueden llegar a ser peligrosos en ciertas máquinas (taladros o tornos, entre otros).

**RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 10:**

«Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas, cuando corresponda, contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores».

## 3.10 Temperaturas elevadas o muy bajas

En general, se evitarán contactos con los elementos calientes (o muy fríos) de instalaciones caloríficas (por ejemplo, calderas), instalaciones frigoríficas (por ejemplo, grupos de frío), emisores de calor (por ejemplo, hornos), materiales a alta temperatura que procesen determinadas máquinas (por ejemplo, inyección de plástico), tanto de forma involuntaria (contacto con tubería, emisión de vapor, etc.) como voluntaria (accionamiento de mandos, válvulas, etc.).

Se evitarán los posibles contactos con las piezas mecanizadas calientes o con la temperatura de los refrigerantes en el sector del metal.

Hay que tener en cuenta 3 factores:

- a) Temperatura: la temperatura de quemadura se considera dentro de unos rangos definidos en la tabla siguiente.
- b) Material de la superficie de contacto: si clasificamos en categorías los materiales: metales, cerámicos, vidrios, piedras, plásticos y maderas, los primeros son los que precisan de menos temperatura para que el trabajador pueda sufrir una quemadura.
- c) Tiempo de exposición a la quemadura y superficie de contacto del trabajador: las características mencionadas en los apartados siguientes no consideran una superficie >10% de la piel, una superficie >10% de la cabeza ni contactos en zonas vitales del rostro.



## 3.10 Temperaturas elevadas o muy bajas

Umbral de temperaturas de quemadura para diferentes tipos de material y tiempos de contacto:

Material	Temperatura °C (0,5 s)	Temperatura °C (4 s)
Metal no revestido	65	60
Cerámica, cristal, piedra	80	70
Plástico	85	75
Madera	115	95

Tiempo de contacto: 0,5 s: accionar un interruptor, presionar interruptor.  
4 s: ajuste de un volante, válvula.

Se deben tomar medidas preventivas si la temperatura es superior o igual al umbral de quemadura; estas se decidirán en función del tipo de proceso que se realice pre-valorando la medida técnica a la organizativa y teniendo en cuenta que habrá casos en que el trabajo con temperatura sea un requisito indispensable:

## 1. Técnicas:

- a) Reducir la temperatura de la superficie
- b) Aislar al agente conductor (calorifugar tuberías, resguardos que apantallen, etc.)

## 2. Organizativas:

- a) Señalización
- b) Formación e información
- c) Equipos de protección individual

Los elementos que se encuentren a muy baja temperatura ( $-10^{\circ}$ ) deberán protegerse, tomando medidas como las indicadas anteriormente y señalizarse con el pictograma correspondiente.





 RD 1215/1997, Anexo 1., Apdo. 11:



«Los dispositivos de alarma del equipo de trabajo deberán ser perceptibles y comprensibles fácilmente y sin ambigüedades».

## 3.11 Dispositivos de alarma

En los equipos de trabajo, en los que desde el puesto de mando, el operario no pueda visualizar la ausencia de personas en todas las zonas peligrosas accesibles, de la instalación, se instalarán avisos sonoros y/o luminosos antes de cada puesta en marcha de la instalación. En estos casos la secuencia de la puesta en marcha con aviso sonoro será: duración de la señal: 3 s; tiempo de espera: 5 s; tiempo de validación: < 30 s.

Además en las zonas no visibles, desde el puesto de mando de la instalación, deberán instalarse unos paros de emergencia que sean fácilmente accesibles, en caso necesario.

Estos avisos sonoros y/o luminosos puede que no sean eficaces cuando el ruido y el movimiento de grandes masas de material hagan inaudibles o invisibles dichos avisos, por lo que deberán tomarse otras medidas de seguridad.

**RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 12:**

«Todo equipo de trabajo deberá estar provisto de dispositivos claramente identificables que permitan separarlo de cada una de sus fuentes de energía».

## 3.12 Separación de las fuentes de energía

En un equipo de trabajo, la separación de las fuentes de energía debe ser identificable y además fácilmente consignable (o bloqueable) para que las operaciones de mantenimiento puedan llevarse a cabo con seguridad.

La separación de la energía eléctrica se obtiene mediante:

- a) Un seccionador que corte todos los conductores activos.
- b) Un seccionador con contactos de precorte.
- c) Un interruptor-seccionador con o sin fusible.
- d) Una combinación base-clavija con cable flexible de alimentación para equipos de trabajo con una potencia inferior a 3 kW y una intensidad inferior o igual a 16 A.

La separación de la energía neumática se obtiene mediante:

- a) Una válvula manual de corte instalada a la entrada del circuito.
- b) Una conexión rápida colocada a la entrada del circuito.

Es muy recomendable que el órgano de accionamiento que separe las fuentes de alimentación de la energía pueda ser bloqueado (mediante un candado, entre otros).



#### 3.12 Separación de las fuentes de energía

Las *intervenciones de los equipos de mantenimiento*, para que sean seguras, requieren seguir los siguientes pasos.

1. Separación de todas y cada una de las energías que alimentan el equipo de trabajo.
2. Bloqueo de todos los órganos de separación de cualquier energía (excepto en el caso de base-clavija y de las conexiones rápidas, que no requieren su bloqueo).
3. Disipación de las energías residuales dentro del equipo de trabajo —por ejemplo, descarga de condensadores, eliminación de la presión neumática o hidráulica, puesta a tierra y en cortocircuito de los conductores a partir de 500 V, vaciado de las conducciones que contengan líquidos corrosivos, posicionamiento de la corredera en su PMI (punto muerto inferior) en una prensa, etc.—.
4. Verificación de la ausencia de energía en el equipo de trabajo. La verificación de la ausencia de energía debe considerarse como un trabajo con energía.
5. Señalización clara del corte de energía y de las zonas donde se está trabajando.



RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 13:



«El equipo de trabajo deberá llevar las advertencias y señalizaciones indispensables para garantizar la seguridad de los trabajadores».

## 3.13 Advertencias y señalización

En los equipos de trabajo que, a pesar de las medidas de protección adoptadas, presenten algún riesgo residual, este deberá estar claramente señalizado mediante el uso de pictogramas normalizados.

Ejemplos:

1. En la puerta de los armarios eléctricos, se colocará el pictograma que indique «peligro eléctrico».
2. Las partes calientes de un equipo de trabajo se señalarán mediante el pictograma de peligro «alta temperatura».
3. Las zonas barridas por partes móviles de un equipo de trabajo o por sus cargas se señalarán marcando el suelo con franjas amarillas y negras.
3. Cuando al abrir el seccionador eléctrico general, queden componentes con tensión, dichos componentes deberán señalizarse claramente (en algunos países se marcan de color naranja).
4. Los equipos de trabajo en los que la variación de algunos parámetros de funcionamiento (presión-temperatura-velocidad, etc.) puedan desencadenar algún riesgo, deberán estar equipados con medios que permitan alertar eficazmente a los operarios.



#### 3.13 Advertencias y señalización

Cuando se utilicen señales luminosas deberán utilizarse los siguientes colores:

VERDE: Normal

AMARILLO: Anomalía/Situación crítica

ROJO: Peligro

La señalización debe efectuarse de acuerdo con el Real Decreto 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.



**RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 14:**

«Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores contra los riesgos de incendio, de calentamiento del propio equipo o de emanaciones de gases, polvos, líquidos, vapores u otras sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por este.

Los equipos de trabajo que se utilicen en condiciones ambientales climatológicas o industriales agresivas que supongan un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores, deberán estar acondicionados para el trabajo en dichos ambientes y disponer, en su caso, de sistemas de protección adecuados, tales como cabinas u otros».

## 3.14 Incendio - condiciones climatológicas

### Incendio

El análisis del riesgo de incendio en un equipo de trabajo, comprende:

- Lista de todos los productos, incluidas las materias primas, que intervienen en el proceso de fabricación, de su inflamabilidad, combustión y carga calorífica.
- La relación de las posibles fuentes de ignición.

La reducción del riesgo de incendio se obtiene a partir de:

- Utilización de materiales y productos no combustibles, no inflamables o que presenten una combustión/inflamabilidad reducida (por ejemplo, productos tratados con retardadores de llama).
- La eliminación o reducción del riesgo de sobrecalentamiento o de producción de chispas, en las fuentes de ignición.
- Utilización, en el equipo de trabajo, de sistemas integrados de detección y extinción del fuego.

(Ver también el apartado 3.15: «Explosión»)

### Condiciones ambientales, climatológicas o industriales agresivas

Los equipos de trabajo que deban funcionar al aire libre (carretillas industriales, máquinas agrícolas, etc.) o en condiciones industriales agresivas (acerías, almacenes de congelación, etc.) deberán disponer de cabinas, donde el operario se encuentre protegido frente a los riesgos externos (altas temperaturas, bajas temperaturas, lluvia, ruido, etc.).

**RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 15:**

«Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para prevenir el riesgo de explosión, tanto del equipo de trabajo como de las sustancias producidas, utilizadas o almacenadas por este».

## 3.15 Explosión

Los riesgos de explosión son debidos a las características de los productos procesados y a la clasificación de la zona en que se encuentre ubicado el equipo de trabajo.

Una vez estudiadas las características de los productos, se podrán clasificar las zonas del equipo de trabajo con riesgo de explosión (ver el Real Decreto 400/1996: sobre atmósferas potencialmente explosivas).

Los principales factores de riesgo de una ignición o explosión pueden ser:

- Las instalaciones térmicas.
- Las instalaciones eléctricas (arco eléctrico, cortocircuitos, defectos en el conexionado eléctrico, etc.).
- Los motores de combustión interna.
- La producción de chispas por impactos entre metales.
- Las descargas de electricidad estática.
- Las altas temperaturas debidas a rozamientos entre metales.
- La manipulación de soldadores o aparatos con llama.
- Los ultrasonidos.
- Fumar.
- Otros.



#### 3.15 Explosión

Es necesario determinar las zonas ATEX y deberán tomarse medidas para reducirlas, por ejemplo, la aspiración. Una vez reducidas, y en función de estos factores, se adoptarán medidas específicas de protección, por ejemplo:

- Derivación a tierra de la electricidad estática.
- Utilización de componentes específicos para ATEX.
- Colocación de pictogramas indicando las actividades prohibidas (fumar, soldar, etc.)



**RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 16:**

«Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad. En cualquier caso, las partes eléctricas de los equipos de trabajo deberán ajustarse a lo dispuesto en la normativa específica correspondiente».

## 3.16 Contactos eléctricos

Todos los equipos de trabajo alimentados con energía eléctrica, deben protegerse contra los posibles contactos eléctricos directos e indirectos.

**Contacto eléctrico directo:**

Contacto de personas con las partes eléctricas activas.

**Contacto eléctrico indirecto:**

Contacto de personas con partes conductoras accesibles que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento.

**Contactos eléctricos directos:**

La instalación eléctrica de un equipo de trabajo se encuentra, generalmente, encerrada dentro de un armario eléctrico, excepto en las máquinas portátiles, de pequeño tamaño. La apertura de las puertas de un armario eléctrico solo será posible:

- a) Mediante el uso de una llave o herramienta (ni monedas, ni corta-uñas), o
- b) Seccionando todas las partes activas situadas dentro de dicho armario, antes de que su apertura sea posible. Se recomienda, en este caso, que el grado de protección de las partes activas, en el interior del armario, sea IP2X o IPXXB.



#### 3.16 Contactos eléctricos

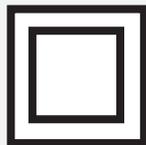
Las partes activas protegidas por aislamiento (por ejemplo, los cables) deben estar completamente cubiertas por un aislamiento que solo pueda ser separado por destrucción. Los barnices, lacas, pinturas y productos similares no se consideran aislamientos suficientes.

#### Contactos eléctricos indirectos:

La protección, en este caso, se llevará a cabo mediante una de las siguientes opciones:

- a) Aislamiento por el uso de equipos de clase II:

Los equipos de clase II o de doble aislamiento se reconocen por el símbolo



Este tipo de protección se utiliza casi exclusivamente en equipos de trabajo de pequeño tamaño (taladros portátiles, equipos de ofimática, etc.).

- b) Protección por separación eléctrica:

Mediante la instalación de transformadores separadores, se consigue evitar las tensiones de contacto peligrosas en el circuito que se encuentra aguas abajo del transformador.

- c) Protección por la utilización de Muy Baja Tensión de Protección (MBTP):

La MBTP se utiliza como protección a las personas contra los contactos eléctricos directos e indirectos.

Las tensiones de la MBTP deben ser inferiores a 25 V en corriente alterna y a 60 V en corriente continua (juguetes, entre otros).

- d) Por desconexión automática de la alimentación:

Es el tipo de protección más utilizado, en general, en los sistemas de distribución TT y consiste en la utilización de interruptores automáticos diferenciales junto a un circuito de protección equipotencial, conectando todas las partes conductoras accesibles.

**RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 17:**

«Todo equipo de trabajo que entrañe riesgos por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos».

## 3.17 Ruido, vibraciones y radiaciones

Para poder cuantificar los riesgos producidos por el ruido, las vibraciones o las radiaciones, en general deberán realizarse las mediciones pertinentes.

El resultado de dichas mediciones se comparará con las exigencias establecidas en la legislación específica:

Ruido: Real Decreto 286/2006

Vibraciones: Real Decreto 1311/2005

Radiaciones: Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales y Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

Las medidas preventivas a adoptar, en función de las mediciones obtenidas pueden ser:

**Ruido:**

- Aislamiento de los focos de ruido mediante cabinas insonorizadas (prensas de alta velocidad, pulidoras, cepilladoras para madera, etc.)
- Instalación de silenciadores en las salidas de aire a presión.
- Sistemas de aspiración bien diseñados.



#### 3.17 Ruido, vibraciones y radiaciones

##### **Vibraciones:**

- Apoyo de las máquinas mediante lapas antivibratorias<sup>19</sup>.
- Colocación de «silent-blocks» entre componentes.

##### **Radiaciones:**

- Instalación de mamparas con cristales especiales (en las instalaciones de soldadura, entre otros).
- Utilización de pantallas para soldadores (EPI con marcado CE).

**RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 18:**

«Los equipos de trabajo para el almacenamiento, trasiego o tratamiento de líquidos corrosivos o a alta temperatura deberán disponer de las protecciones adecuadas para evitar el contacto accidental de los trabajadores con los mismos».

## 3.18 Líquidos corrosivos o a alta temperatura

En los equipos de trabajo, que utilicen o contengan líquidos corrosivos, deberán respetarse las indicaciones descritas en la «ficha de seguridad» de cada producto.

Asimismo, dichos equipos de trabajo deberán instalarse en locales bien ventilados y prever cubetos para la recogida de posibles fugas accidentales. En estos equipos de trabajo deberá colocarse, en lugares muy visibles, el pictograma de peligro «líquido corrosivo».

Los equipos de trabajo que contengan líquidos a alta temperatura (vapor, fluidos térmicos, etc.) deberán protegerse con el fin de eliminar o reducir los riesgos de quemaduras. Aunque el texto del Real Decreto 1215/1997 no lo explicita, deberá tenerse en cuenta, de igual modo, la temperatura extremadamente baja, de los líquidos.



**RD 1215/1997, Anexo 1.1, Apdo. 19:**

«Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos. Sus mangos o empuñaduras deberán ser de dimensiones adecuadas, sin bordes agudos ni superficies resbaladizas, y aislantes en caso necesario».

## 3.19 Herramientas manuales

Aunque la Directiva 89/655 CEE no contemplaba las herramientas manuales, estas lo han sido en el Real Decreto 1215/1997 ya que en general son las grandes olvidadas del apartado de los equipos de trabajo.

Su bajo coste junto a su frecuente utilización, aconsejan realizar una verificación periódica de su estado de conservación y de su idoneidad para la función a la que se destinan y a sustituirlas por otras nuevas cuando estén en mal estado.

Las herramientas son los equipos de trabajo más utilizados en algunos oficios y sobre todo por los operarios de mantenimiento.

En general se presta poca atención a este tipo de equipos de trabajo y actualmente ya existen en el mercado herramientas manuales de diseño ergonómico y adaptadas a cada tarea.

Ejemplos:

- Herramientas manuales (alicates, destornilladores, etc.) fabricadas con materiales aislantes para ser utilizadas en trabajos eléctricos.
- Herramientas manuales de nylon para utilizar en espacios con riesgo de incendio o explosión.



---

Guía de seguridad  
para máquinas del sector metal

---

**Ficha para máquinas  
del sector metal**





Fuente: MG

## Tronzadora pivotante de disco

### 1. Descripción del equipo de trabajo

Las tronzadoras pivotantes de disco descritas en esta ficha se utilizan para cortar metales en frío en forma de barras, tubos o de distinto perfil.

Estas tronzadoras utilizan como herramienta una sierra de disco, con el filo de corte en la periferia, en forma de dientes o de materiales abrasivos aglomerados.

La pieza a cortar se fija en una mordaza, situada en la mesa de la propia tronzadora.

Las tronzadoras pivotantes de disco, pueden tener el avance manual del cabezal o bien puede ser motorizado.

En las tronzadoras de avance manual, el corte se realiza con ayuda de un brazo de palanca accionado por el operario.

En las tronzadoras de avance motorizado, el corte lo realiza la sierra de disco avanzando el cabezal de forma automática.

### 2. Principales riesgos

Cortes por la herramienta – Heridas en los miembros superiores del cuerpo ocasionadas por la propia herramienta.



Tronzadoras pivotantes de disco

Atrapamientos por o entre objetos:

1. Atrapamientos de los dedos entre los elementos móviles de transmisión.
2. Atrapamientos de los dedos en el amarre de la pieza.

Proyección de fragmentos o partículas – Lesiones ocasionadas por la proyección de fragmentos o partículas provenientes de las piezas que se trabajan y/o de la propia máquina o por la eyección de fluidos a presión.

Exposición al ruido – Peligros generados por el ruido.

Contacto eléctrico – Efectos eléctricos producidos por contactos directos o indirectos.

Otros peligros – Peligros generados por vibraciones; peligros generados por sustancias usadas en el equipo; peligros de incendio o explosión, o peligros generados por no respetar los principios ergonómicos.

---

### 3. Recomendaciones generales

Asegurarse de que el operario ha recibido la formación correspondiente y de conservar los registros de su formación.

Tener a mano las instrucciones de uso (el operario).

Mantener adecuadamente el equipo: anotar el procedimiento y conservar los registros de mantenimiento.

Asegurarse de que el operario mantiene posturas normales, no forzadas, durante su trabajo. Asegurarse de que hay espacio suficiente para la máquina considerando sus movimientos, las piezas que se trabajan y reservando un espacio seguro y confortable para el operario.

El equipo dispondrá en su proximidad de soportes donde poder apoyar las barras a tronzar.

Iluminar suficientemente la zona de trabajo y los órganos de accionamiento, como mínimo a 500lux., si no, colocar una lámpara (flexo) suplementaria.

Cerciorarse de que el equipo tenga en cada puesto de trabajo un paro de emergencia que detenga la máquina en un tiempo inferior al de parada normal. Este debe ser de color rojo con fondo amarillo y fácilmente accesible. El paro de emergencia debe detener de forma inmediata todos los movimientos y cortar todas las energías.

Asegurarse de que todas las partes metálicas están conectadas a tierra.

Verificar que los órganos de accionamiento sean fácilmente identificables e indiquen su función. La identificación debe ser permanente y en el idioma del usuario.



Tronzadoras pivotantes de disco

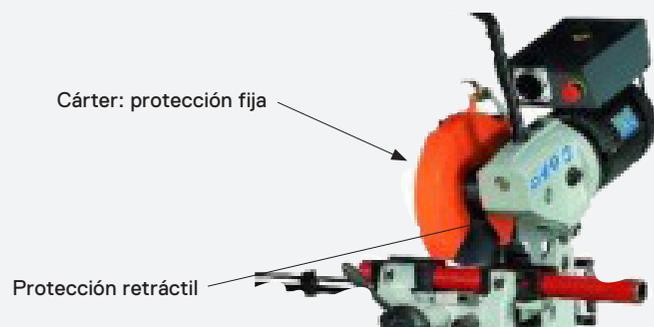
#### 4. Recomendaciones específicas

##### Fijación del material a tronzar

Prestar especial atención a la sujeción de las piezas que se van a tronzar y a los posibles atrapamientos de los dedos cuando la mordaza sea motorizada. Cualquier desplazamiento del material durante el corte, incluso el del trozo cortado, puede provocar la rotura de la sierra de disco.

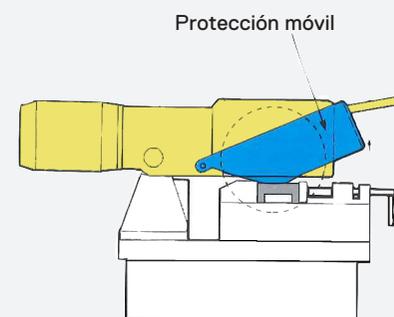
##### Protección de la zona de trabajo

Asegurarse de que el disco de corte de la tronzadora está protegido mediante una protección fija envolvente, tipo cárter, que lo cubra totalmente, a excepción de un sector de 150° en su parte inferior. Esta zona inferior es la zona de corte del disco de sierra que entra en contacto con el material a tronzar.



Proteger la zona inferior del disco de sierra mediante una protección retráctil que se irá abriendo a medida que el disco de sierra baje, para dejar libre la zona del disco en contacto con el material a tronzar.

- Esta protección retráctil puede ser de apertura automática, mediante un juego de palancas, que retira la protección a medida que la sierra de disco baje.
- Cuando la tronzadora no disponga de dicha protección retráctil, o de no poder instalar dicha protección, podrá colocarse una protección pivotante que se asiente sobre el material y que apoyándose sobre este vaya subiendo a medida que el disco vaya penetrando en la pieza que se tronza.



Asegurarse de que la palanca de subir-bajar manualmente la sierra de disco dispone de un pulsador sensitivo de mando que al pulsarlo ponga en marcha la sierra de disco, y al soltarlo la detenga.



Tronzadoras pivotantes de disco

Verificar que al soltar la palanca de desplazamiento del disco de sierra, esta se desplace automáticamente a su posición más elevada, levantando así, el disco de sierra del material. El muelle que provoca la subida de la sierra de disco, debe ser de compresión, de modo que su rotura no provoque la caída intempestiva de la sierra de disco.

## 5. Equipos de protección individual

Indicar mediante los correspondientes pictogramas colocados en lugar visible desde el puesto de trabajo, los EPI que deben utilizarse durante el trabajo y que han sido determinados en la evaluación de riesgos (por ejemplo, protección ocular, auditiva, guantes para la manipulación de viruta, etc.).

Usar los EPI que indica el manual de instrucciones.

Usar gafas de protección.

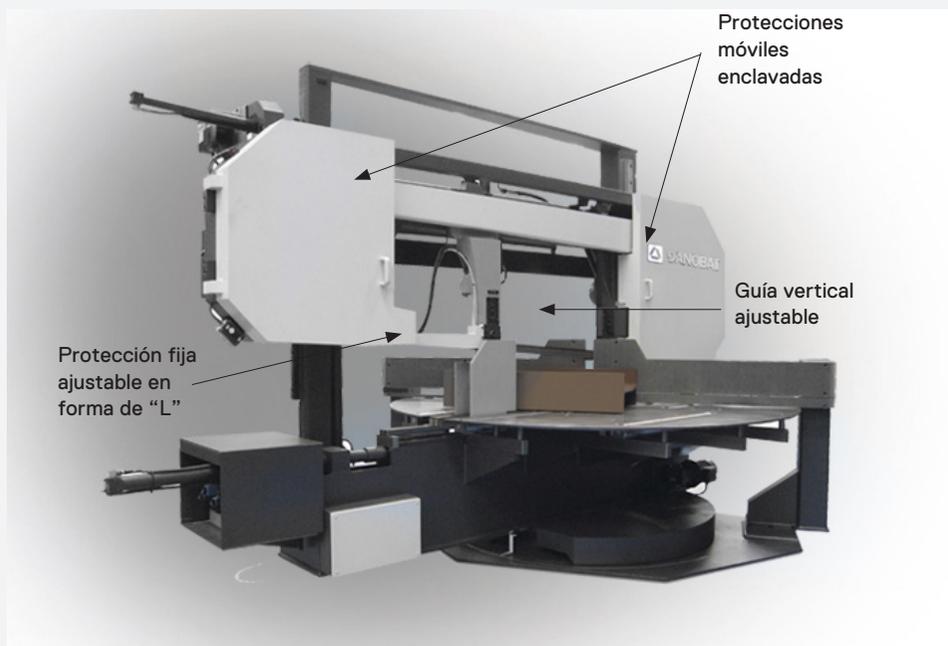
Usar protección auditiva cuando el material mecanizado produce un ruido que excede los 80dB(A).

Usar guantes de protección.



## 6. Otras recomendaciones

Colocar estos equipos de trabajo de modo que las virutas incandescentes desprendidas o las chispas proyectadas hacia la parte trasera del equipo no se proyecten sobre otros puestos de trabajo, aconsejando colocar una pantalla o instalarlos contra un muro.



Fuente: DANOBAT

## Sierra cinta horizontal

### 1. Descripción del equipo de trabajo

Las sierras cinta horizontales, descritas en esta ficha, se utilizan para cortar metales en frío, en forma de barras macizas o tubos de distinto perfil. Este tipo de sierras utilizan como herramienta de corte una sierra cinta continua.

La pieza a cortar se fija a una mordaza, situada en la mesa de la propia sierra.

Las sierras cinta de corte horizontal pueden tener el avance manual o bien, dicho avance, puede ser motorizado.

En las sierras cinta de avance manual el corte se realiza con ayuda de un brazo de palanca accionado por el operario.

En las sierras cinta de avance motorizado, el corte se realiza mediante el avance automático del cabezal.

### 2. Principales riesgos

Cortes por la herramienta – Heridas en los miembros superiores del cuerpo ocasionadas por la propia herramienta.

Atrapamientos por o entre objetos:

1. Atrapamientos de los dedos entre los elementos móviles de transmisión.
2. Atrapamientos de los dedos en el amarre de la pieza.



Sierra cinta horizontal

Proyección de fragmentos o partículas – Lesiones ocasionadas por la proyección de fragmentos o partículas provenientes de las piezas que se trabajan y/o de la propia máquina o por la eyección de fluidos a presión.

Exposición al ruido – Peligros generados por el ruido.

Contacto eléctrico – Efectos eléctricos producidos por contactos directos o indirectos.

Otros peligros – Peligros generados por vibraciones; peligros generados por sustancias usadas en el equipo; peligros de incendio o explosión, o peligros generados por no respetar los principios ergonómicos.

---

### 3. Recomendaciones generales

Asegurarse de que el operario ha recibido la formación correspondiente y de conservar los registros de su formación.

Tener a mano las instrucciones de uso (el operario).

Mantener adecuadamente el equipo: anotar el procedimiento y conservar los registros de mantenimiento.

Asegurarse de que el operario mantiene posturas normales, no forzadas, durante su trabajo. Asegurarse de que hay espacio suficiente para la máquina considerando sus movimientos, las piezas que se trabajan y reservando un espacio seguro y confortable para el operario.

El equipo dispondrá, en su proximidad, de soportes auxiliares donde poder apoyar las barras que se vayan a serrar, cuando estas sean largas.

Iluminar suficientemente la zona de trabajo y los órganos de accionamiento, como mínimo a 500lux., si no, colocar una lámpara (flexo) suplementaria.

Cerciorarse de que el equipo tenga en cada puesto de trabajo un paro de emergencia que detenga la máquina en un tiempo inferior al de parada normal. Este debe de ser de color rojo y fondo amarillo y fácilmente accesible. El paro de emergencia debe detener de forma inmediata todos los movimientos y cortar todas las energías.

Asegurarse de que todas las partes metálicas están conectadas a tierra.

Verificar que los órganos de accionamiento sean fácilmente identificables e indiquen su función. La identificación debe ser permanente y en el idioma del usuario.

---

### 4. Recomendaciones específicas

#### Fijación del material a serrar

Prestar especial atención a la sujeción de las piezas que se van a serrar, y a los posibles atrapamientos de los dedos cuando la mordaza sea motorizada. Cualquier desplazamiento del material durante el corte, incluso el del trozo cortado, puede provocar la rotura de la sierra cinta. Por tanto el material debe estar apoyado sobre un soporte durante toda la operación de corte.



Sierra cinta horizontal

### Protección de la zona de trabajo

Asegurarse de que la sierra cinta está protegida mediante protecciones fijas (normalmente en forma de U o de ángulo) ajustables (normalmente correderas), que cubran toda la longitud de la sierra cinta excepto su zona de trabajo.

Cerciorarse de que los volantes de arrastre de la sierra cinta están protegidos mediante protecciones móviles (tapas con bisagras) enclavadas con detector, de modo que, al abrir dichas protecciones, se detenga el motor de arrastre de la sierra cinta. Con dicha protección abierta no podrá ponerse en marcha la sierra cinta.



Protección móvil enclavada

Instalar una guía vertical, ajustable, que soporte el esfuerzo de la sierra cinta, de modo que se reduzca el riesgo de rotura de la hoja de la sierra.

### Sierras cinta de corte manual

Asegurarse de que la palanca de subir-bajar disponga de un pulsador sensitivo que al accionarlo ponga en marcha la sierra cinta, y al soltarlo la detenga.

Verificar que, al soltar la palanca de subir-bajar la sierra cinta, esta se desplace automáticamente a su posición más alta, levantando así la sierra cinta del material.

El muelle que provoca la subida de la sierra cinta, debe ser de compresión, de modo que su rotura no provoque la caída intempestiva del conjunto de la sierra cinta.

## 5. Utilización de equipos de protección individual

Indicar, mediante los correspondientes pictogramas colocados en lugar visible desde el puesto de trabajo, los EPI que deben utilizarse durante el trabajo y que han sido determinados en la evaluación de riesgos (por ejemplo, protección ocular, auditiva, guantes para la manipulación de viruta, etc.).

Usar los EPI que indica el manual de instrucciones.

Usar gafas de protección.

Usar protección auditiva cuando el material mecanizado produce un ruido que excede los 80dB(A).

Usar guantes de protección.



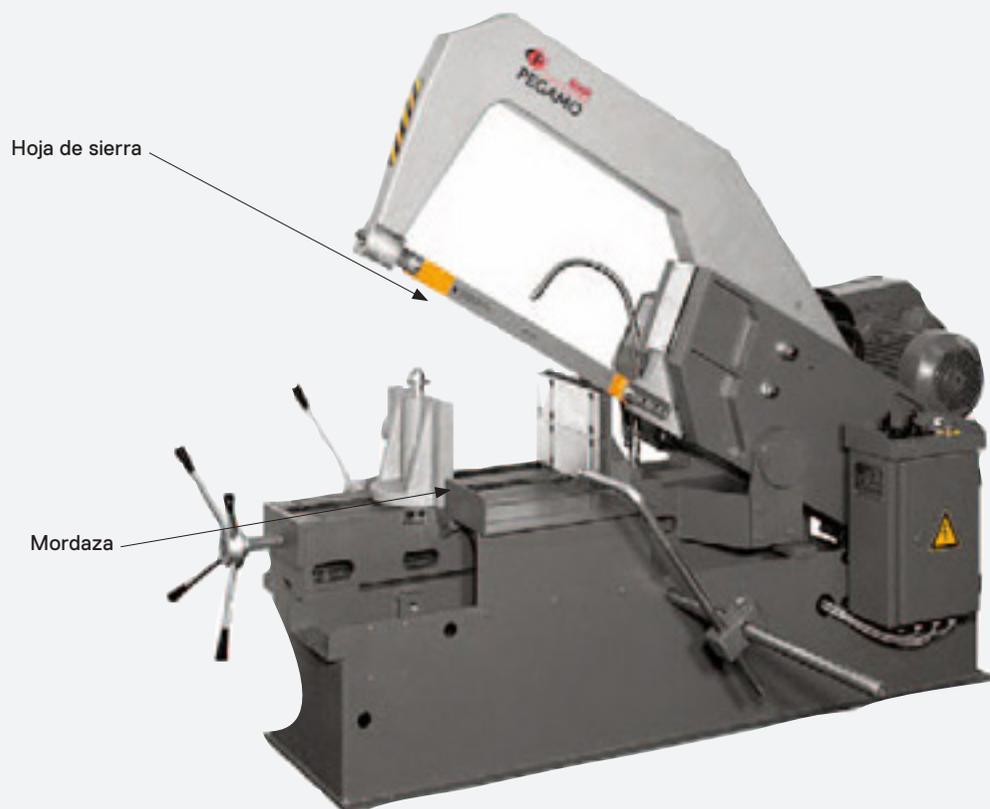


Sierra cinta horizontal

---

## 6. Otras recomendaciones

Colocar estos equipos de trabajo de modo que las virutas incandescentes desprendidas o las chispas proyectadas hacia la parte trasera del equipo no se proyecten sobre otros puestos de trabajo, aconsejando colocar una pantalla o instalarlos contra un muro.



Fuente: PEGAMO

## Sierra alternativa

### 1. Descripción del equipo de trabajo

Las sierras alternativas descritas en esta ficha se utilizan para cortar metales en frío, en forma de barras macizas o tubos de distinto perfil. Este tipo de sierras utiliza como herramienta de corte una hoja de sierra, que tiene un movimiento alternativo de vaivén.

La pieza a cortar se fija a una mordaza, situada en la mesa de la propia sierra.

Las sierras alternativas tienen el avance de corte automático. Normalmente, cuando la sierra acaba el corte de la pieza, se levanta también de forma automática.

### 2. Principales riesgos

Cortes por la herramienta – Heridas en los miembros superiores del cuerpo ocasionadas por la propia herramienta.

Atrapamientos por o entre objetos:

1. Atrapamientos de los dedos entre los elementos móviles de transmisión.
2. Atrapamientos de los dedos en el amarre de la pieza.

Proyección de fragmentos o partículas – Lesiones ocasionadas por la proyección de fragmentos o partículas provenientes de las piezas que se trabajan y/o de la propia máquina o por la eyección de fluidos a presión.



Sierra alternativa

Exposición al ruido – Peligros generados por el ruido.

Contacto eléctrico – Efectos eléctricos producidos por contactos directos o indirectos.

Otros peligros – Peligros generados por vibraciones; peligros generados por sustancias usadas en el equipo; peligros de incendio o explosión, o peligros generados por no respetar los principios ergonómicos.

---

### 3. Recomendaciones generales

Asegurarse de que el operario ha recibido la formación correspondiente y de conservar los registros de su formación.

Tener a mano las instrucciones de uso (el operario).

Mantener adecuadamente el equipo: anotar el procedimiento y conservar los registros de mantenimiento.

Asegurarse de que el operario mantiene posturas normales, no forzadas, durante su trabajo. Hay que tener en cuenta que estas máquinas, en general, tienen la zona de trabajo a muy baja altura.

Asegurarse de que hay espacio suficiente para la máquina considerando sus movimientos, las piezas que se trabajan y reservando un espacio seguro y confortable para el operario.

El equipo dispondrá, en su proximidad, de soportes auxiliares donde poder apoyar las barras que se vayan a serrar, cuando estas sean largas.

Iluminar suficientemente la zona de trabajo y los órganos de accionamiento, como mínimo a 500lux., si no, colocar una lámpara (flexo) suplementaria.

Cerciorarse de que el equipo tenga en cada puesto de trabajo un paro de emergencia que detenga la máquina en un tiempo inferior al de parada normal. Este debe de ser de color rojo y fondo amarillo y fácilmente accesible. El paro de emergencia debe detener de forma inmediata todos los movimientos y cortar todas las energías.

Asegurarse de que todas las partes metálicas están conectadas a tierra.

Verificar que los órganos de accionamiento sean fácilmente identificables e indiquen su función. La identificación debe ser permanente y en el idioma del usuario.

---

### 4. Recomendaciones específicas

#### Fijación del material a serrar

Prestar especial atención a la sujeción de las piezas que se van a serrar, y a los posibles atrapamientos de los dedos cuando la mordaza sea motorizada. Cualquier desplazamiento del material durante el corte, incluso el del trozo cortado, puede provocar la rotura de la sierra cinta. Por tanto, el material debe estar apoyado sobre un soporte durante toda la operación de corte.



Sierra alternativa

### Protección de la zona de trabajo

Tener en cuenta que el desplazamiento alternativo de la hoja de sierra se obtiene por un sistema de biela-manivela.

Cubrir este mecanismo de biela-manivela con protecciones fijas (atornilladas) de modo que no sea accesible. Este protector cubrirá suficientemente dichos elementos móviles, de modo que se eviten los posibles atrapamientos o cizallamientos de los miembros superiores o inferiores.

Cerciorarse de que el sistema de amarre de la pieza a serrar está suficientemente alejado del soporte de la hoja de sierra con el fin de evitar, entre ellos, los posibles atrapamientos de los miembros superiores.



En general, no es posible realizar una protección de la zona de trabajo de la sierra. Su movimiento de vaivén impide cualquier peligro de arrastre.

Colocar un vallado, desplazable, a cada lado de la máquina de modo que quede delimitada su zona de trabajo.

### 5. Utilización de equipos de protección individual

Indicar mediante los correspondientes pictogramas colocados en lugar visible desde el puesto de trabajo, los EPI que deben utilizarse durante el trabajo y que han sido determinados en la evaluación de riesgos (por ejemplo, protección ocular, auditiva, guantes para la manipulación de viruta, etc.).

Usar los EPI que indica el manual de instrucciones.

Usar gafas de protección.

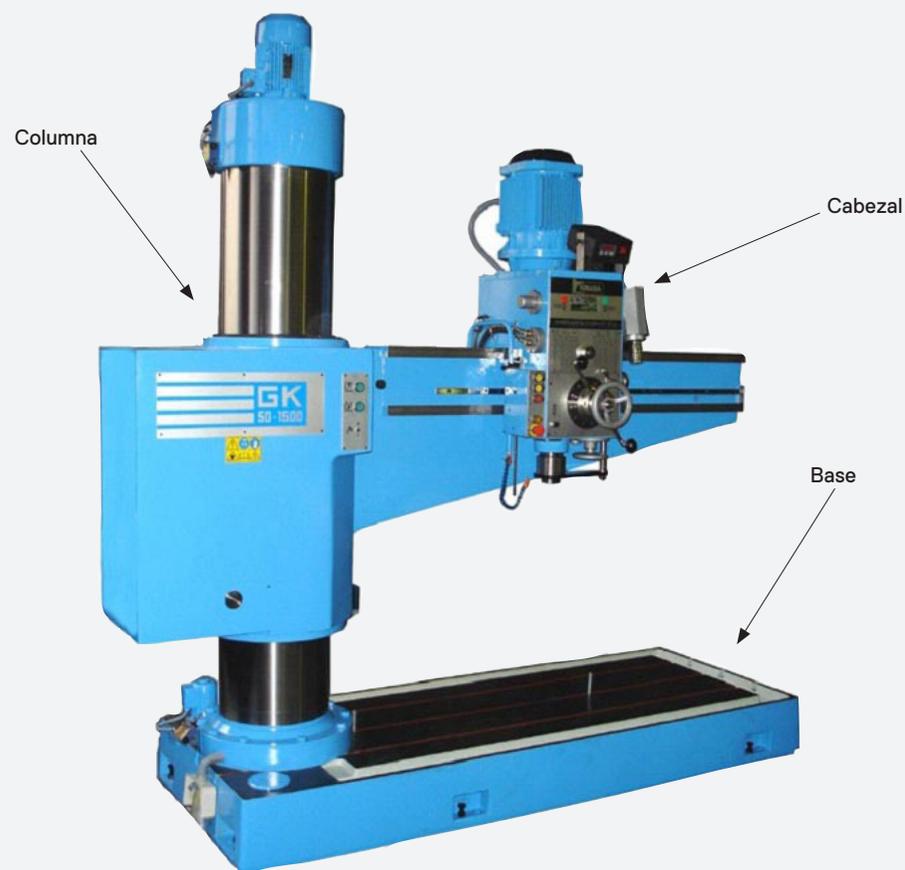
Usar protección auditiva cuando el material mecanizado produce un ruido que excede los 80dB(A).

Usar guantes de protección.



### 6. Otras recomendaciones

Asegurarse de que la parada de emergencia se detiene de forma inmediata todos los movimientos y corta el suministro eléctrico a todos los accionadores (incluida la mordaza, si está motorizada).



Fuente: FORADIA

## Taladro radial

### 1. Descripción del equipo de trabajo

El taladro radial es una máquina de gran tamaño que mueve su cabezal, su mesa de trabajo y el husillo principal, con motores independientes. Tiene una base sobre la cual se coloca la mesa de trabajo y sobre la que se sustenta la columna, que es de gran tamaño. En la columna se ubica un brazo que sostiene el cabezal principal con su motor.

### 2. Principales riesgos

Golpes/cortes/abrasiones por objetos o herramientas – Contusiones o heridas en manos o en diferentes partes del cuerpo ocasionados por las piezas con las que se está trabajando o por la propia herramienta.

Proyección de fragmentos o partículas – Lesiones ocasionadas por la proyección de fragmentos o partículas provenientes de las piezas que se trabajan y/o de la propia máquina, o por la eyección de fluidos a presión.

Exposición al ruido – Peligros generados por el ruido.

Contacto eléctrico – Efectos eléctricos producidos por contactos directos o indirectos.



Taladro radial

Otros peligros – Peligros generados por vibraciones; peligros generados por sustancias usadas en el equipo; peligros de incendio o explosión, o peligros generados por no respetar los principios ergonómicos.

### 3. Recomendaciones generales

Asegurarse de que el operario ha recibido la formación correspondiente y de conservar los registros de su formación.

NOTA: En el caso de equipos de trabajo de gran capacidad, el traslado de las piezas a trabajar hasta la máquina, se suele realizar por medio de equipos de elevación de cargas (puente grúa o polipasto). El personal deberá estar entrenado en la utilización de estos equipos y para la elevación de las cargas se utilizarán eslingas y ganchos adecuados.

Tener a mano las instrucciones de uso (el operario).

Mantener adecuadamente el equipo: anotar el procedimiento y conservar los registros de mantenimiento.

Consignar el equipo, durante su preparación, para evitar arranques intempestivos durante esta maniobra.

Verificar, antes de iniciar el ciclo de trabajo, que todas las protecciones están instaladas y que los operarios visten los EPI indicados.

Verificar que la pieza a trabajar no tiene dimensiones y peso inadecuados para las características del taladro.

Asegurarse de que el operario mantiene posturas normales, no forzadas, durante su trabajo. Asegurarse de que hay espacio suficiente para la máquina considerando sus movimientos, las piezas que se trabajan, y reservando un espacio seguro y confortable para el operario.

Utilizar taladrinas o líquidos refrigerantes siempre que sea necesario.

Desalojar la viruta generada durante el proceso de trabajo.

No retirar nunca las virutas recién proyectadas con la mano sin proteger, ya que estas pueden estar a alta temperatura.

Limpiar la zona adyacente a la máquina de todas las virutas que hayan podido ser proyectadas y de los posibles charcos de líquido refrigerante.

Verificar el estado del líquido refrigerante para proceder a su cambio en caso de que sea necesario.

Iluminar suficientemente la zona de trabajo y los órganos de accionamiento, como mínimo a 500lux., si no, colocar una lámpara (flexo) suplementaria. Si es necesario, limpiar su carcasa protectora exterior para que ilumine perfectamente la zona de operación.

Verificar el estado de las herramientas y sustituir las que se hayan deteriorado por el uso.

Asegurarse de que todas las partes metálicas están conectadas a tierra.

Verificar que los órganos de accionamiento sean fácilmente identificables e indiquen su función. La identificación debe ser permanente y en el idioma del usuario.



Taladro radial

#### 4. Recomendaciones específicas

##### Fijación del material a taladrar

Fijar la pieza perfectamente antes de empezar el ciclo de trabajo. Se utilizarán para ello sistemas de amarre adecuados. Nunca sujetar con la mano aunque sean piezas pequeñas.

Amarrar perfectamente la herramienta de corte seleccionada en el portaherramientas.

##### Protección de la zona de trabajo

Colocar un protector, teniendo en cuenta que la variedad de los trabajos a realizar y la necesidad de cambios frecuentes de herramienta dificultan la colocación de un protector universal.

#### 5. Utilización de equipos de protección individual

Indicar, mediante los correspondientes pictogramas colocados en lugar visible desde el puesto de trabajo, los EPI que deben utilizarse durante el trabajo y que han sido determinados en la evaluación de riesgos (por ejemplo, protección ocular, auditiva, guantes para la manipulación de viruta, etc.).

Usar los EPI que indica el manual de instrucciones.

Usar gafas de protección.

Usar protección auditiva cuando el material mecanizado produce un ruido que excede los 80dB(A).

Usar botas.

Usar ropa de trabajo para protegerse de enganchones con herramienta de trabajo.



#### 6. Otras recomendaciones

Tener en cuenta que no procede que el equipo disponga de parada de emergencia si esta no incorpora un sistema de frenado.



Fuente: GALAGAR

## Soldadora por puntos

### 1. Descripción del equipo de trabajo

La máquina de soldadura por puntos aplica la soldadura por resistencia al material a soldar. Este tipo de soldadura se basa en aplicar presión y temperatura en el punto a unir. Se calienta una parte de las piezas a soldar, por corriente eléctrica a temperaturas próximas a la fusión, y se ejerce una presión entre las mismas. Generalmente se destina a la soldadura de chapas o láminas metálicas de poco espesor.

Los materiales base se colocan solapados entre los electrodos, que se encargan de aplicar secuencialmente la presión y la corriente correspondiente al ciclo produciendo uno o varios puntos de soldadura.

Este tipo de soldadura necesita un transformador donde la bobina del secundario suministra un voltaje muy bajo a los electrodos pero con una corriente muy elevada, ya que, generalmente, la resistencia de las piezas a soldar es muy baja por lo que la corriente que pasa por la zona a soldar es del orden de los 500 amperios.

En este tipo de máquinas, el operario dispone las piezas a soldar con la mano o sobre una bancada adecuada y dispone de un dispositivo de mando a dos manos o de un pedal para accionar el movimiento de los electrodos que harán presión sobre el punto de soldadura.



Soldadura por puntos

## 2. Principales riesgos

Atrapamientos por o entre objetos:

1. Atrapamientos entre los elementos móviles de transmisión.
2. Atrapamientos entre los electrodos.

Radiaciones ultravioleta y luminosas.

Proyecciones y quemaduras - Los electrodos, brazos, así como otros conductores secundarios, pueden alcanzar una temperatura muy elevada y quedarse calientes mucho tiempo después del paro de la máquina, por lo que existe riesgo de quemaduras serias.

Exposición a humos y gases.

Golpes/cortes/abrasiones por objetos o herramientas – Contusiones o heridas en manos o en diferentes partes del cuerpo ocasionados por las piezas con las que se está trabajando o por la propia herramienta.

Proyección de fragmentos o partículas – Lesiones ocasionadas por la proyección de fragmentos o partículas provenientes de las piezas que se trabajan y/o de la propia máquina o por la eyección de fluidos a presión.

Contacto eléctrico – Efectos eléctricos producidos por contactos directos o indirectos.

Otros peligros – Peligros generados por vibraciones; peligros generados por sustancias usadas en el equipo; peligros de incendio o explosión, o peligros generados por no respetar los principios ergonómicos.

## 3. Recomendaciones generales

Asegurarse de que el operario ha recibido la formación correspondiente y de conservar los registros de su formación.

Tener a mano las instrucciones de uso (el operario).

Mantener adecuadamente el equipo: anotar el procedimiento y conservar los registros de mantenimiento.

Efectuar el mantenimiento y las reparaciones, sólo por personal cualificado.

Cortar y despresurizar la alimentación con aire comprimido antes de cualquier operación de mantenimiento o de reparación.

Asegurarse de que el operario mantiene posturas normales, no forzadas, durante su trabajo. Asegurarse de que hay espacio suficiente para la máquina considerando sus movimientos, las piezas que se trabajan, y reservando un espacio seguro y confortable para el operario.

Iluminar suficientemente la zona de trabajo y los órganos de accionamiento, como mínimo a 500lux., si no, colocar una lámpara (flexo) suplementaria.



Soldadura por puntos

Asegurarse de que todas las partes metálicas están conectadas a tierra.

Verificar que los órganos de accionamiento sean fácilmente identificables e indiquen su función. La identificación debe ser permanente y en el idioma del usuario.

---

#### 4. Recomendaciones específicas

##### Electricidad

Asegurarse de que el equipo esté conectado a la toma de tierra y que la conexión del cable de alimentación a tierra esté en buen estado.

Evitar que el operador toque las partes metálicas a soldar, sin protecciones o con ropa húmeda.

Evitar el contacto con la pieza a soldar.

No realizar puntos de soldadura en entornos muy húmedos o en suelo mojado.

No soldar con cables gastados. Asegurarse de que no haya ningún defecto de aislamiento, hilos pelados o conexiones flojas.

Desconectar el equipo antes de sustituir los electrodos.

Desconectar el equipo a nivel de la toma de corriente, antes de efectuar cualquier control o mantenimiento

##### Protección de los ojos y el cuerpo

Protegerse (el operario) de proyecciones eventuales de metal en fusión, mediante ropa de protección, durante la soldadura: guantes de cuero, delantal de cuero, zapatos de seguridad, máscara o gafas de protección. Asimismo, durante operaciones de pulimento o de martilleo, el usuario tendrá que protegerse los ojos.

Mantener todas las partes del cuerpo alejadas de los elementos móviles para evitar cualquier riesgo de aplastamiento o cizallamiento. La fuerza de apriete de los electrodos es muy elevada.

Situar las manos del operario fuera de la zona peligrosa, en el caso de soldar piezas de grandes dimensiones.

Reducir al máximo el desplazamiento del electrodo móvil cuando las piezas a soldar son de pequeñas dimensiones ya que existe un peligro de aplastamiento de los dedos entre los electrodos (distancia entre electrodos < grosor de la piezas + 4mm).

No llevar ni anillos, ni reloj, ni joyas conductores de electricidad ya que pueden ocasionar graves quemaduras.

Todos los paneles de protección deben estar en buen estado y mantenidos en su lugar.

Proteger el entorno próximo del aparato contra las proyecciones y contra los reflejos.



Soldadura por puntos

### Humos y gases

Realizar el trabajo en locales ventilados o equipados con aspiradores de humo, ya que el proceso de soldadura provoca la emisión de humos tóxicos y de polvos metálicos perjudiciales.

Desengrasar y limpiar el material a soldar con el fin de limitar la emisión de gases tóxicos durante la soldadura.

### Incendio

Vigilar que las chispas no produzcan incendio, especialmente en proximidad de materiales inflamables.

Asegurarse de que los extintores se encuentren cerca del usuario.

Colocar el equipo en un local equipado de aspiradores de aire.

No soldar encima de contenedores de combustible o de lubricante, aún vacíos, ni en contenedores que contengan materiales inflamables.

No soldar en una atmósfera cargada de gases inflamables o de vapores de carburantes.

## 5. Utilización de equipos de protección individual

Indicar mediante los correspondientes pictogramas colocados en lugar visible desde el puesto de trabajo, los EPI que deben utilizarse durante el trabajo y que han sido determinados en la evaluación de riesgos (por ejemplo, protección ocular, auditiva, guantes para la manipulación de viruta, etc.).

Usar los EPI que indica el manual de instrucciones.

Usar botas.

Usar guantes de protección.

Usar gafas de protección o careta.

Usar ropa de trabajo para protegerse de proyecciones y quemaduras.

Usar protección auditiva cuando el material mecanizado produce un ruido que excede los 80dB(A).



ES OBLIGATORIO  
EL USO  
DE GAFAS

## 6. Otras recomendaciones

Verificar, antes de trabajar, el estado de los EPI y si es necesario sustituirlos.

Verificar el funcionamiento de sistemas de ventilación en cada turno de trabajo. Si se detectan anomalías durante el proceso productivo detener la producción.



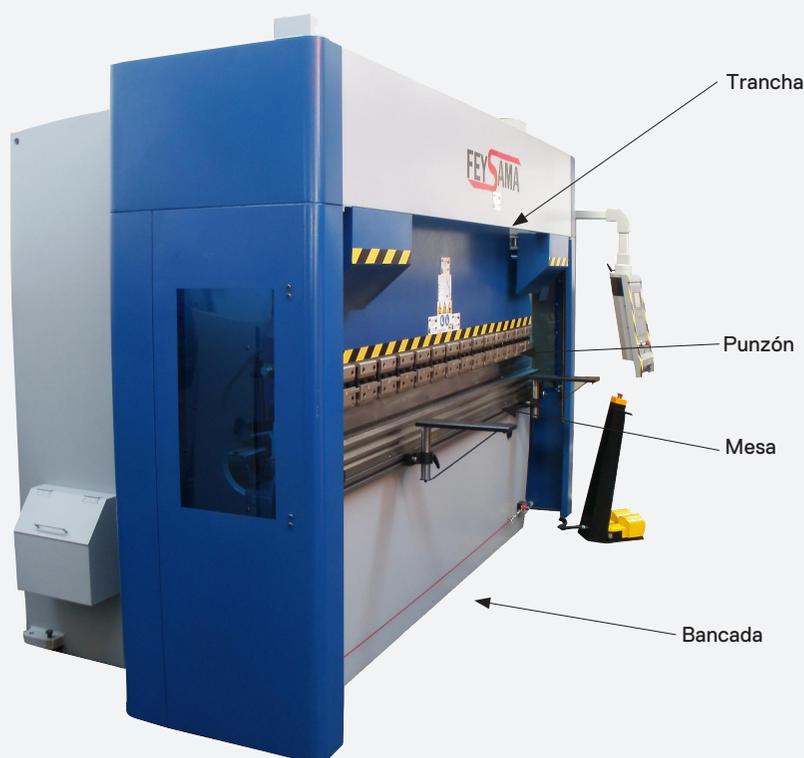
## Prensa plegadora hidráulica

### 1. Descripción del equipo de trabajo

Las prensas plegadoras hidráulicas son máquinas utilizadas para el doblado en frío de planchas metálicas de poco espesor. Son, básicamente, prensas hidráulicas, sincronizadas, o no, destinadas a trabajar principalmente chapas metálicas, bien sea aluminio, hierro, acero inoxidable o algunos derivados.

Las plegadoras están constituidas por los siguientes elementos:

- **Bancada:** es la pieza de fundición sobre la que se apoya la máquina; está formada por dos montantes laterales en cuello de cisne que son los que soportan el esfuerzo y permiten que se realice el trabajo.
- **TranCHA:** es el tablero superior que está formado por una placa metálica vertical, generalmente móvil, que lleva incorporado el punzón de plegado.
- **Mesa:** es el tablero inferior que está formado por una placa metálica vertical, generalmente fija, sobre la que se apoya la matriz de plegado.
- **Los accionadores:** son dos cilindros hidráulicos de doble efecto.
- **Mandos:** pedal, pulsadores o doble mando; es muy común que existan al mismo tiempo varios de ellos ante lo cual existe un selector para elegir el sistema de accionamiento.
- **Utillajes:** como topes de regulación de carrera, topes de posicionamiento del material, consolas y topes eclipsables.



Fuente: FEYSAMA





Prensa plegable hidráulica

## 2. Principales riesgos

Golpes/cortes/abrasiones por objetos o herramientas – Contusiones o heridas en manos o en diferentes partes del cuerpo ocasionados por las piezas con las que se está trabajando o por la propia herramienta.

Atrapamientos por o entre objetos:

1. Atrapamientos entre los elementos móviles de transmisión.
2. Atrapamientos entre el punzón y matriz.

Exposición al ruido – Peligros generados por el ruido.

Contacto eléctrico – Efectos eléctricos producidos por contactos directos o indirectos.

Otros peligros – Peligros generados por vibraciones; peligros generados por sustancias usadas en el equipo; peligros de incendio o explosión, o peligros generados por no respetar los principios ergonómicos.

## 3. Recomendaciones generales

Asegurarse de que el operario ha recibido la formación correspondiente y de conservar los registros de su formación.

Tener a mano las instrucciones de uso (el operario).

Mantener adecuadamente el equipo: anotar el procedimiento y conservar los registros de mantenimiento.

Es importante el estado general de la máquina; para ello se recomienda una limpieza y seguimiento periódico del mantenimiento de la misma a fin de que la máquina esté siempre en condiciones óptimas de funcionamiento y su vida sea más prolongada.

No desmontar ni anular ninguna de las protecciones de la máquina, especialmente las incorporadas específicamente para reducir riesgos durante el plegado.

Asegurarse de que el operario mantiene posturas normales, no forzadas, durante su trabajo. Asegurarse de que hay espacio suficiente para la máquina considerando sus movimientos, las piezas que se trabajan, y reservando un espacio seguro y confortable para el operario.

Iluminar suficientemente la zona de trabajo y los órganos de accionamiento, como mínimo a 500lux., si no, colocar una lámpara (flexo) suplementaria.

Asegurarse de que todas las partes metálicas están conectadas a tierra.

Verificar que los órganos de accionamiento sean fácilmente identificables e indiquen su función. La identificación debe ser permanente y en el idioma del usuario.

### Protección de la zona de trabajo

Utilizar los siguientes elementos de protección:

- PARTE FRONTAL: Sistemas optoeléctrico láser (categoría 4).
- PARTE POSTERIOR: Protección de acceso, ya sea con puertas con enclavamientos de seguridad o barreras categoría 2, mínimo.



Prensa plegable hidráulica

- PARTE LATERAL: Protecciones móviles, puertas con enclavamiento de seguridad.

### Protección de los elementos de transmisión

Instalar protecciones fijas que impidan el acceso a los elementos de transmisión.

## 5. Utilización de equipos de protección individual

Indicar, mediante los correspondientes pictogramas colocados en lugar visible desde el puesto de trabajo, los EPI que deben utilizarse durante el trabajo y que han sido determinados en la evaluación de riesgos (por ejemplo, protección ocular, auditiva, guantes para la manipulación de viruta, etc.).

Usar los EPI que indica el manual de instrucciones.

Usar protección auditiva cuando el material mecanizado produce un ruido que excede los 80dB(A).

Usar botas de protección.

Usar guantes de protección.



## 6. Otras recomendaciones

Seguir las siguientes instrucciones en caso de atrapamiento:

- Pulsar la parada de emergencia y dejar de pisar el pedal de bajada.
- Si se ha quedado atrapado con el tope trasero, moverlo manualmente por su correa.
- Pisar a fondo el pedal de subida.



## Mandrinadora de bancada en cruz

### 1. Descripción del equipo de trabajo

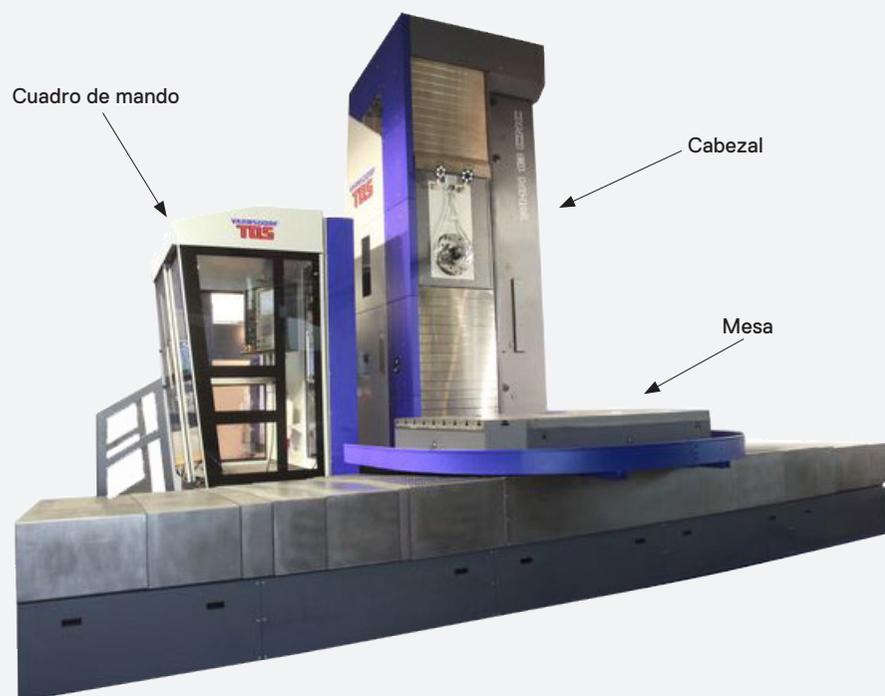
Existen dos tipos de mandrinadoras: de bancada en cruz y de columna móvil. Ambas son máquinas de mecanizado por arranque de viruta para piezas de grandes dimensiones. En el caso de la mandrinadora de bancada en cruz, las piezas suelen ser de tamaño medio y en la mandrinadora de columna móvil, piezas de gran tamaño.

Ambos tipos de máquinas utilizan herramientas giratorias de una o varias aristas de corte, como son fresas, brocas o platos, y en ambas se utiliza un dispositivo de riego de líquido refrigerante.

Estas máquinas están destinadas a realizar diferentes tipos de mecanizado sobre una misma pieza, como son el refrentado, mandrinado o taladrado, por lo que los cambios de herramienta son frecuentes.

Las máquinas pueden incorporar CNC, visualizador de coordenadas y cambio automático de herramienta para optimizar la producción.

La mandrinadora de bancada en cruz posee un cabezal donde se colocan las herramientas que tiene un movimiento vertical, mientras que la mesa se desplaza en los otros dos ejes. El operario se sitúa en el cuadro de mando que está localizado fuera del ámbito de movimiento de la mesa.



Fuente: Maquinaria Márquez



Mandrinadora de bancada en cruz

---

## 2. Principales riesgos

Proyección de fragmentos o partículas – Lesiones ocasionadas por la proyección de fragmentos o partículas provenientes de las piezas que se trabajan y/o de la propia máquina o por la eyección de fluidos a presión.

Golpes/cortes/abrasiones por objetos o herramientas – Contusiones o heridas en manos o en diferentes partes del cuerpo ocasionados por las piezas con las que se está trabajando o por la propia herramienta.

Atrapamientos por o entre objetos:

1. Atrapamientos entre los elementos móviles de transmisión.
2. Atrapamientos en movimiento de mesa porta piezas.

Contacto eléctrico – Efectos eléctricos producidos por contactos directos o indirectos.

Otros peligros – Peligros generados por vibraciones; peligros generados por sustancias usadas en el equipo; peligros de incendio o explosión, o peligros generados por no respetar los principios ergonómicos.

---

## 3. Recomendaciones generales

Asegurarse de que el operario ha recibido la formación correspondiente, y de conservar los registros de su formación.

NOTA: El traslado de las piezas a trabajar hasta la máquina se suele realizar por medio de equipos de elevación de cargas (puente grúa o polipasto). El personal deberá estar entrenado en la utilización de estos equipos y para la elevación de las cargas se utilizarán eslingas y ganchos adecuados.

Tener a mano las instrucciones de uso (el operario).

Mantener adecuadamente el equipo: anotar el procedimiento y conservar los registros de mantenimiento.

Consignar el equipo, durante su preparación, para evitar arranques intempestivos durante esta maniobra.

Amarrar perfectamente la herramienta de corte seleccionada en el portaherramientas.

Seleccionar unas revoluciones y paso de herramienta adecuados al material y la herramienta a trabajar, antes de iniciar ciclo de trabajo.

Verificar, antes de iniciar el ciclo de trabajo, que todas las protecciones están instaladas y que los operarios visten los EPI indicados.

Asegurarse de que el operario mantiene posturas normales, no forzadas, durante su trabajo. Asegurarse de que hay espacio suficiente para la máquina considerando sus movimientos, las piezas que se trabajan, y reservando un espacio seguro y confortable para el operario.



Mandrinadora de bancada en cruz

Utilizar taladrinas o líquidos refrigerantes siempre que sea necesario. Nunca se deberán retirar con la mano sin proteger las virutas recién proyectadas ya que estas pueden estar a alta temperatura.

Desalojar la viruta generada durante el proceso de trabajo.

Limpiar la zona adyacente a la máquina de todas la virutas que hayan podido ser proyectas y de los posibles charcos de líquido refrigerante.

Verificar el estado del líquido refrigerante para proceder a su cambio en caso de que sea necesario.

Limpiar las pantallas protectoras para tener una perfecta visibilidad de la zona de operación a través de ellas.

Iluminar suficientemente la zona de trabajo y los órganos de accionamiento, como mínimo a 500lux., si no, colocar una lámpara (flexo) suplementaria. Si es necesario limpiar su carcasa protectora exterior para que ilumine perfectamente la zona de operación.

Verificar el estado de las herramientas y sustituir las que se hayan deteriorado por el uso.

Verificar el estado de las eslingas y ganchos utilizados para el traslado de piezas.

Asegurarse de que todas las partes metálicas están conectadas a tierra.

Verificar que los órganos de accionamiento sean fácilmente identificables e indiquen su función. La identificación debe ser permanente y en el idioma del usuario.

---

#### 4. Recomendaciones específicas

##### Fijación de la pieza a trabajar

No instalar resguardos. Teniendo en cuenta la variedad de piezas y operaciones a realizar, no se pueden instalar resguardos. En consecuencia, el uso de estas máquinas solo se podrá llevar a cabo por operarios especializados y formados.

Instalar una pantalla protectora móvil para evitar el riesgo de proyección de virutas.

##### Fijación de la pieza a trabajar

Verificar que la pieza a trabajar no tiene dimensiones y peso inadecuados para las características de la mandrinadora.

Fijar la pieza perfectamente antes de empezar el ciclo de trabajo. Se utilizarán para ello, sistemas de amarre adecuados.

##### Señalización

Colocar en un lugar bien visible (bastidor de máquina) una tabla donde se indiquen las velocidades de corte de los distintos materiales a trabajar.

---

#### 5. Utilización de equipos de protección individual

Indicar mediante los correspondientes pictogramas colocados en lugar visible desde el puesto de trabajo, los EPI que deben utilizarse durante el trabajo y que han sido determinados en la evaluación de riesgos (por ejemplo, protección ocular, auditiva, guantes para la manipulación de viruta, etc.).



Mandrinadora de bancada en cruz

Usar los EPI que indica el manual de instrucciones.

Usar gafas de protección.

Usar botas de protección.

Usar ropa de trabajo para protegerse de enganchones con el husillo y piezas en movimiento de giro.

Usar protección auditiva cuando el material mecanizado produce un ruido que excede los 80dB(A).



ES OBLIGATORIO  
EL USO  
DE GAFAS



## 6. Otras recomendaciones

Asegurarse de que la parada de emergencia debe detener de forma inmediata todos los movimientos y cortar el suministro eléctrico a todos los accionadores.

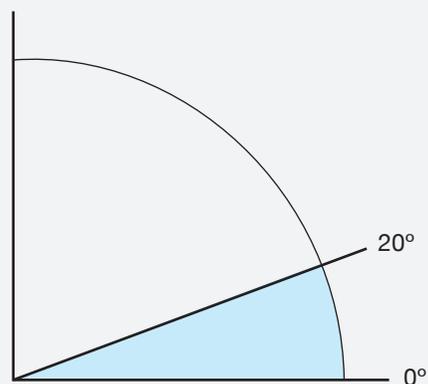


# Medios de acceso fijos a equipos de trabajo (1): rampas – pasarelas – guardacuerpos

## 1. Descripción del equipo de trabajo

**Medio de acceso:** La selección del medio de acceso a una máquina o instalación, o parte de la misma, se seleccionará siguiendo las siguientes recomendaciones, según la inclinación del medio de acceso:

**Rampa:** Medio de acceso fijo, que consta de un plano inclinado, que no supere los 20° de inclinación. El material del que podrá estar construida la rampa puede ser: hormigón, metal, madera, plástico etc.



$0^\circ < \text{Ángulo de inclinación} \leq 20^\circ$

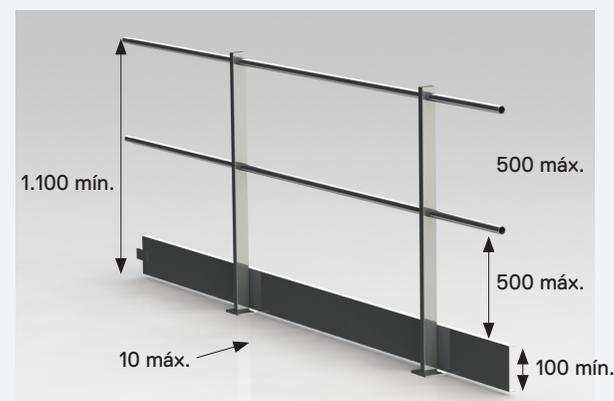


**Pasarela:** Medio de acceso fijo que consta de superficie a distinto nivel del suelo, utilizada para desplazarse de un punto a otro. Su superficie es horizontal (inclinación 0°).



Fuente: PLABELL

**Guardacuerpos:** Estructura de protección destinada a evitar cualquier caída accidental o acceso a una zona peligrosa. Puede estar instalada en pasarelas, escalas de peldaños o escaleras.



Fuente: SVELT



Medios de acceso fijos a equipos de trabajo (1) rampas – pasarelas – guardacuerpos

---

## 2. Principales riesgos

Caídas a distinto nivel.

---

## 3. Recomendaciones generales

Mantener adecuadamente el equipo: anotar el procedimiento y conservar los registros de mantenimiento.

Asegurarse de que hay espacio suficiente por encima de las rampas, pasarelas, plataformas (mínimo 2.100mm) de modo que se eviten los posibles golpes en la cabeza.

Iluminar suficientemente los medios de acceso.

Verificar que los medios de acceso a las máquinas sean resistentes a los efectos ambientales (clima, agentes corrosivos etc.)

Prestar especial atención a la superficie de la rampa o pasarela de modo que esta sea antideslizante.

Cerciorarse de que, en los casos en que la presencia de líquidos (aceite, taladrina, agua etc.) pueda provocar resbalones, el suelo de la rampa o pasarela sea de material antideslizante o perforado tipo “trame”, “reca”, etc.

---

## 4. Recomendaciones específicas

### Rampas - Pasarelas

Asegurarse de que el ancho mínimo de una rampa o pasarela sea de 600 mm. Por circunstancias excepcionales (entorno, restricciones de la máquina etc.) puede reducirse a 500 mm. Si por la rampa o pasarela, se cruzan varias personas, se recomienda aumentar su anchura a 800 – 1.000 mm.

Cerciorarse que las aberturas máximas del suelo de la rampa o pasarela sean tales que no pueda pasar una esfera de 35 mm de diámetro. Cuando la rampa o pasarela se encuentre instalada sobre lugares donde haya personas trabajando, las aberturas se reducirán a una esfera de 20 mm de diámetro.

Colocar un rodapié cuando las aberturas entre la rampa o pasarela y los elementos constructivos colindantes (muros, estructura de la máquina etc.) sean superiores a 30 mm (*ver apartado siguiente: “guardacuerpos”*), para evitar la introducción del pie entre la rampa o pasarela y el muro.

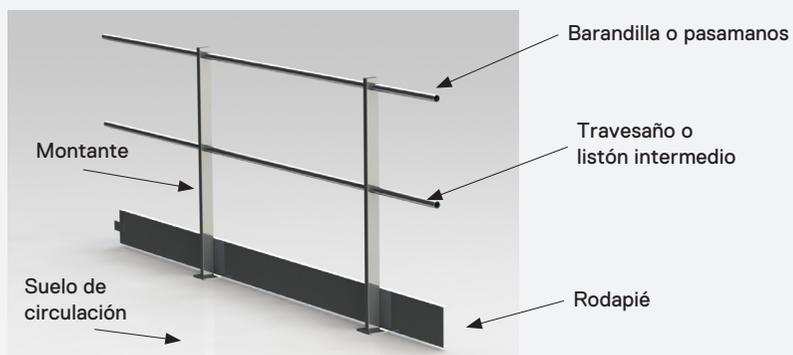
### Guardacuerpos

Guardacuerpos: Sistema de protección destinado a evitar cualquier caída accidental o acceso accidental a una zona peligrosa.



Medios de acceso fijos a equipos de trabajo (1) rampas – pasarelas – guardacuerpos

Componentes de un guardacuerpos:



Fuente: SVELT

- Barandilla o pasamanos: Parte superior del guardacuerpo por donde se desliza la mano y que permite soportar el cuerpo.
- Travesaño o listón intermedio: Parte del guardacuerpo colocado paralelo al pasamano, por debajo de este.
- Rodapié: Parte maciza del guardacuerpo colocado en su parte inferior, destinada a evitar la caída de objetos del suelo.
- Montante: Parte vertical del guardacuerpo que sustenta todos los elementos anteriores.
- Suelo de circulación: Suelo de la rampa, pasarela o plataforma de trabajo.

Se instalará siempre un guardacuerpos cuando la altura de caída sea superior a 500 mm.



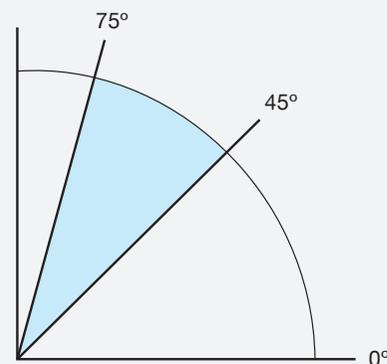
## Medios de acceso fijos a equipos de trabajo (2): escaleras – escalas

### 1. Descripción del equipo de trabajo

**Medio de acceso:** La selección del medio de acceso a una máquina o instalación o parte de la misma, se seleccionará siguiendo las siguientes recomendaciones, según la inclinación del medio de acceso:

**Escalera:** Medio de acceso fijo que consta de unos escalones horizontales y de unos montantes cuyo ángulo de inclinación está comprendido entre 20° y 45°.

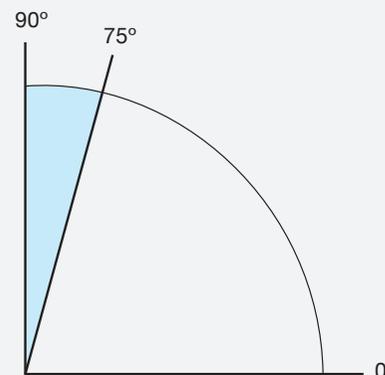
**Escalera de peldaños:** Medio de acceso fijo, que consta de unos escalones horizontales y de unos montantes cuyo ángulo de inclinación está comprendido entre 45° y 75°.



$45^\circ < \text{Ángulo de inclinación} \leq 75^\circ$



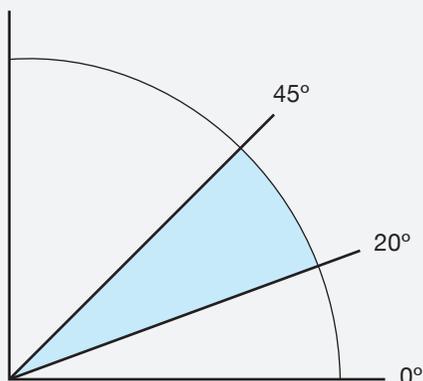
**Escala:** Medio de acceso fijo, que consta de unos peldaños y de unos montantes cuyo ángulo de inclinación está comprendido entre 75° y 90°.



$75^\circ < \text{Ángulo de inclinación} \leq 90^\circ$



Fuente: SVELT



$20^\circ < \text{Ángulo de inclinación} \leq 45^\circ$





Medios de acceso fijos a equipos de trabajo (2) escalera – escalas

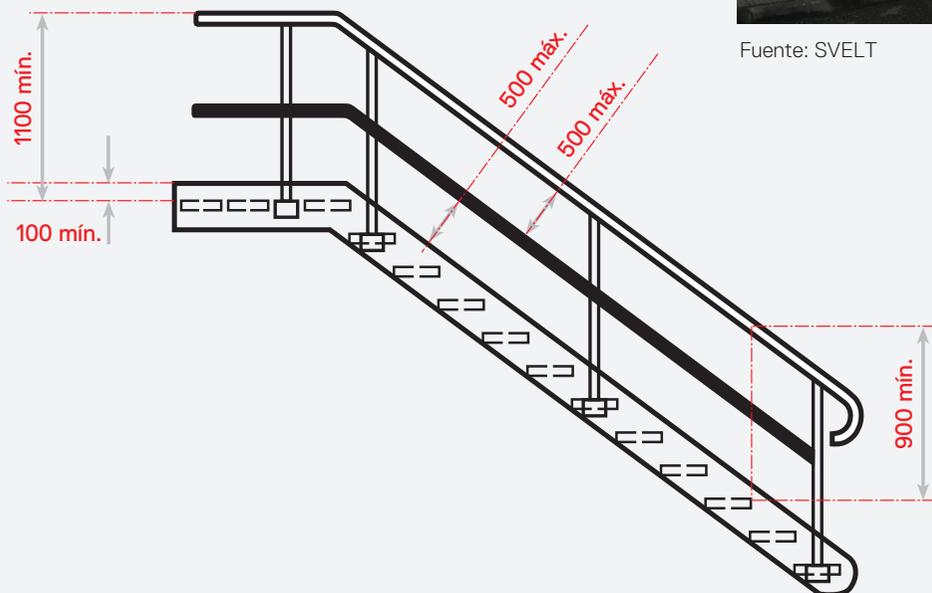
**Jaula de seguridad:** Conjunto que sirve para limitar el riesgo de caída de personas desde la escala.

Este sistema de protección anticaídas es prioritario al sistema de seguridad de protección individual (dispositivo anticaídas: línea de vida con arnés, capaz de detener la caída del operador)

**Guardacuerpos de escaleras y escalas de peldaños:** Estructura de protección destinada a evitar cualquier caída accidental o acceso a una zona peligrosa.



Fuente: SVELT



## 2. Principales riesgos

Caídas a distinto nivel.

## 3. Recomendaciones generales

Mantener adecuadamente el equipo: anotar el procedimiento y conservar los registros de mantenimiento.

Asegurarse de que hay espacio suficiente por encima de las rampas y pasarelas (mínimo 2.300 mm.) de modo que se eviten los posibles golpes en la cabeza.

Iluminar suficientemente los medios de acceso.

Verificar que los medios de acceso a las máquinas sean resistentes a los efectos ambientales, clima, agentes corrosivos etc.

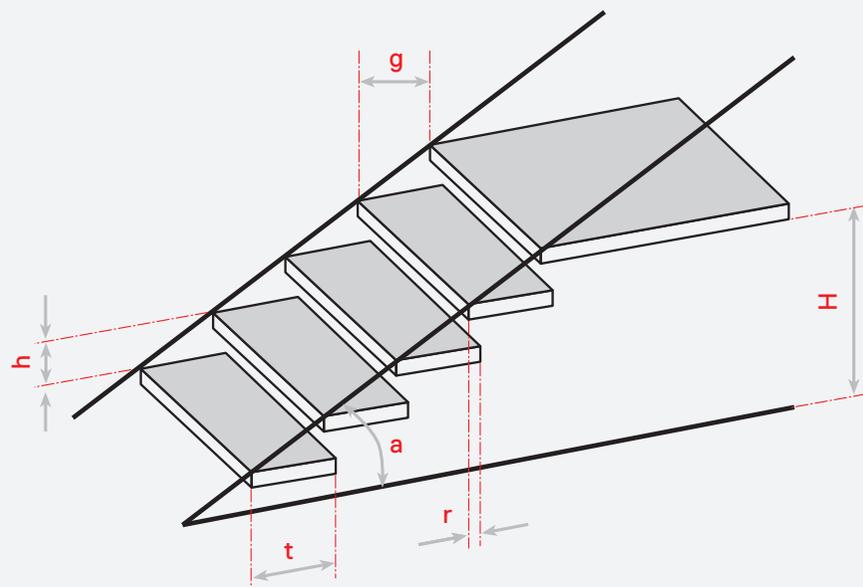
Prestar especial atención a la superficie de los peldaños de modo que esta sea antideslizante.

Eliminar los ángulos vivos, rebabas, etc.



## 4. Recomendaciones específicas

### Escaleras



**Escalón:** Superficie horizontal en la que se pone el pie para subir o bajar de la escalera o escala.

**Tramo:** Secuencia ininterrumpida de escalones entre dos descansillos.

**Altura de la escalera (H):** Altura vertical entre el nivel de referencia y la salida de la escalera.

**Huella (g):** Distancia horizontal entre el borde de dos escalones consecutivos.

**Contrahuella (h):** Altura que separa dos escalones.

### Diseño de escaleras:

Para el diseño de las escaleras se utilizará la fórmula de Blondel:

$$600 < g + 2h > 660$$

- Se admite que la escalera más segura tiene una  $h = 18$  cm y  $g = 28$  cm.
- A ser posible,  $g$  será mayor de 24 cm.
- El solapamiento de un escalón sobre su inferior debe ser igual o mayor de 10 mm.
- La altura libre (sin obstáculos) por encima de los escalones y los peldaños debe ser mayor de 2.300 mm.
- La altura de la escalera  $H$  de cada tramo no será superior a 3.000 mm.
- La anchura mínima de una escalera será de 600 mm. Si es posible será de 800 mm.
- Se puede disminuir la anchura mínima a 500 mm si las restricciones de espacio alrededor de la máquina no permiten la anchura mínima.
- Si debajo de la escalera se encuentran puestos de trabajo, la abertura mínima en los escalones será tal que una bola de 20 mm no pase por la abertura.

### Escalas de peldaños

**Profundidad mínima del peldaño:** Igual o mayor de 80 mm.

**Contrahuella máxima:** Igual o menor de 250 mm.

**Anchura de la escala de peldaños:** entre 450 mm y 800 mm.

Altura libre (sin obstáculos) por encima de los peldaños debe ser igual o mayor que 2.300 mm.



Medios de acceso fijos a equipos de trabajo (2) escalera – escalas

Altura (H) de cada tramo de la escalera de peldaños no debe ser superior a 3.000 mm.

### Escalas

Las escalas pueden ser de 2 montantes o de un montante. Si es posible se escogerá prioritariamente la de 2 montantes.



Escalera de dos montantes

Fuente: SVELT

Los elementos de fijación, soportes, y fijaciones de la escala deben garantizar la seguridad del operador.

La distancia entre peldaños debe ser homogénea y estar comprendida entre 225 mm y 300 mm.

El peldaño final debe estar colocado al mismo nivel que la plataforma de llegada.

La anchura de una escala debe ser entre 400 – 600 mm.

El perfil de los peldaños será de diámetro mínimo de 20 mm o, de no ser redondo, deberá tener una superficie de apoyo de más de 20 mm.

La separación de la escala con obstáculos será de 650 mm por delante de la escala y de 200 mm por detrás.

Las escaleras de peldaños pueden tener una altura máxima de 10 m si sólo constan de un solo tramo.

Si la altura a superar es superior a 10 m, los tramos de la escala de peldaños serán iguales o menores de 6.000 mm. Al final de cada tramo de escalera se instalará un descansillo (plataforma), cuya longitud mínima será de 700 mm y de la anchura del peldaño.

### Jaula de seguridad

La jaula de seguridad se instalará de modo que el aro inferior esté a una altura comprendida entre 2.200 – 3.000 mm del punto de partida.

El diámetro de la jaula de seguridad estará comprendido entre 650 – 800 mm.

La jaula de seguridad estará formada por unos aros horizontales unidos mediante travesaños verticales (pasamanos).

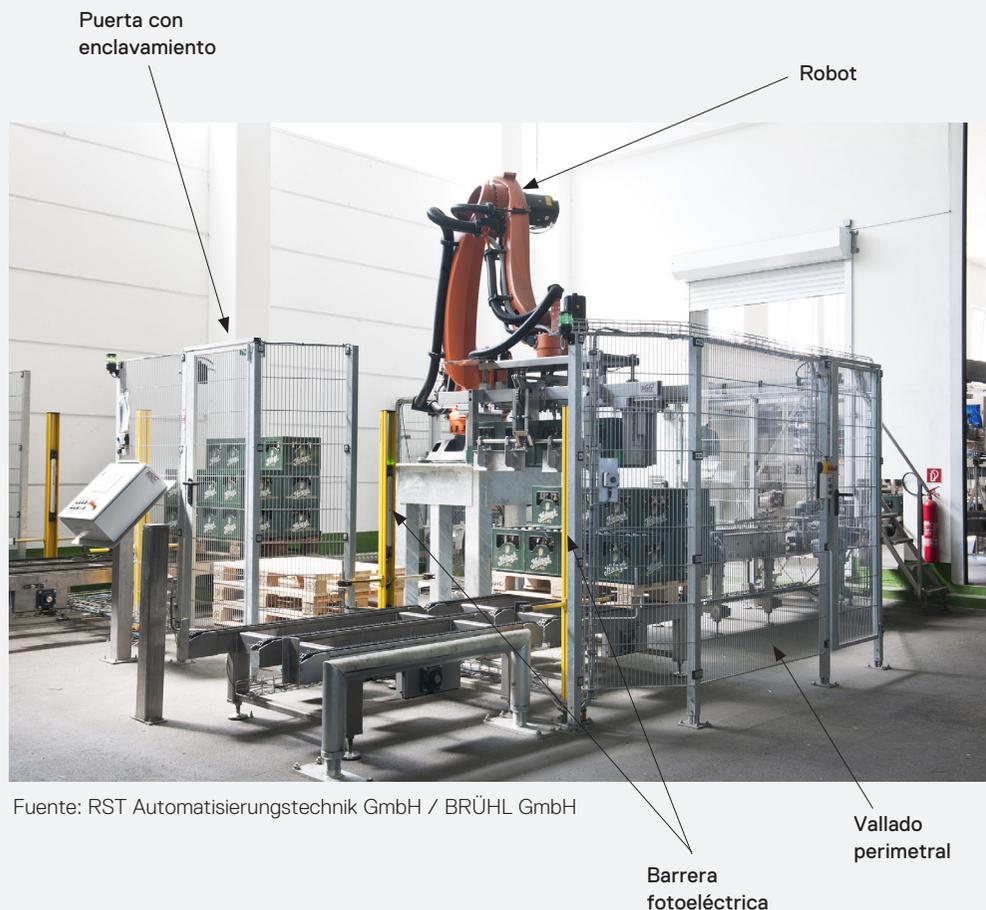




Medios de acceso fijos a equipos de trabajo (2) escalera – escalas

La distancia entre aros consecutivos debe ser menor de 1.500 mm y la distancia entre travesaños adyacentes será menor de 300 mm.

Cualquier abertura en la jaula de seguridad será menor a 0,40 m<sup>2</sup>.



Fuente: RST Automatisierungstechnik GmbH / BRÜHL GmbH

## Celda robotizada

### 1. Descripción del equipo de trabajo

La celda robotizada se define como un conjunto de equipos que forman una célula de trabajo dónde el componente principal está formado por uno o varios robots industriales realizando operaciones de fabricación, desplazamiento, manipulación o acondicionamiento de un material.

Una célula robotizada comprende el robot industrial, (de cualquier equipo), dispositivo o detector necesario para que el robot desempeñe su tarea y una interfaz de comunicación que emplea y controla el robot, los equipos o los detectores, en la medida en que estos dispositivos periféricos están supervisados por el sistema de mando del robot.

Todo el conjunto suele estar delimitado por un vallado perimetral, dentro del cual se encuentra el denominado espacio controlado, también llamado zona de aislamiento y que es la zona dónde el o los robots operan durante el ciclo automático.

### 2. Principales riesgos

Golpes/cortes/abrasiones por objetos o herramientas – Contusiones o heridas en manos o en diferentes partes del cuerpo derivados de las operaciones automáticas del robot a gran velocidad.

Atrapamientos por o entre el propio robot en movimiento y las partes fijas de la celda o su perímetro vallado.



Celda robotizada

Exposición al ruido – Peligros generados por el ruido.

Contacto eléctrico – Efectos eléctricos producidos por contactos directos o indirectos.

Otros peligros – Peligros generados por vibraciones; peligros generados por sustancias usadas en el equipo; peligros de incendio o explosión, o peligros generados por no respetar los principios ergonómicos.

---

### 3. Recomendaciones generales

Prestar especial atención, durante el diseño de la celda robotizada, a los movimientos que realizará el robot. Definir claramente las zonas de alcance máximo, los solapamientos con otros movimientos o con partes fijas de la instalación, la posibilidad de impactos, proyecciones, etc.

Prever la necesidad de intervenir en la celda con energía en los accionamientos para intervenciones de mantenimiento o programación.

Restringir siempre el acceso y prohibir la permanencia de personal en el espacio controlado durante el funcionamiento automático del robot o la celda.

Tomar medidas de reducción del riesgo durante las posibles intervenciones dentro del espacio controlado:

- Prever y definir el espacio controlado y el espacio restringido, que será aquel mediante el que limitamos el alcance del robot, con dispositivos limitadores (mecánicos, eléctricos o por software con el nivel de seguridad adecuado).

- Diseñar la posición de los mandos y funcionalidades de la celda robotizada, para que la mayoría de las tareas se realicen desde el exterior del espacio controlado.
- Disponer medidas compensatorias para las intervenciones indispensables en el interior del espacio controlado, por ejemplo, introducción o retirada de piezas o tareas de reprogramación del robot. Estas medidas pasarán por definir un procedimiento de trabajo específico, utilizar dispositivos de protección, asociar estas intervenciones a un modo de trabajo de programación, con una botonera especial con un mando sensitivo o de “hombre muerto” y permitir las intervenciones sólo en unas condiciones de riesgo reducido (por ejemplo velocidad muy baja).

---

### 4. Recomendaciones específicas

#### Protección de la zona de trabajo

Utilizar el vallado perimetral como método de protección general contra los elementos en movimiento que no deban ser accesibles durante el funcionamiento de la celda.

Restringir el acceso de los operarios al interior del perímetro vallado durante las fases de funcionamiento automático.

Tener en cuenta los siguientes puntos:

#### Vallado perimetral

- La altura de la valla para impedir el acceso por encima a zonas peligrosas viene condicionada por la distancia a la que se encuentre la zona peligrosa, básicamente el movimiento del robot. Tomar como referencia los valores de la tabla 2 de la norma UNE-EN 13857.



Celda robotizada

- La altura mínima será de 1.400 mm si no hay ningún peligro a menos de 1.100 mm de distancia. Para las dimensiones habituales de los robots industriales, se recomienda una altura de 2.000 mm, preferentemente.
- Cualquier peligro situado por encima de los 2.700 mm se considerará inalcanzable y no precisará protección a no ser que existan pasarelas o medios de acceso fijos que permitan el acceso a esa zona.
- En algunos puntos, la propia estructura de la instalación puede servir como restricción de acceso o como base para colocar una protección contra el acceso. Se tienen que evitar huecos en la estructura o la protección que nos permiten acceder con manos o brazos y alcanzar las zonas peligrosas.
- Para determinar cuáles son las dimensiones mínimas que restringen suficientemente el acceso de una parte del cuerpo humano se utilizarán las tablas 4 y 7 de la misma norma UNE-EN 13857.

Colocar dispositivos de protección en zonas que puedan ser comunes a operarios y robots y que garanticen la ausencia de los primeros cuando el robot realiza su ciclo de trabajo. Los dispositivos habituales para estas funciones serían las puertas de acceso o las barreras fotoeléctricas o láser escáner, pero también los dispositivos de validación para movimientos manuales en el caso de intervenciones especiales de ajuste, mantenimiento o reprogramación del robot.

Colocar topes mecánicos en la base del robot para evitar la colisión del robot con el vallado.

#### **Puertas de acceso con enclavamiento o enclavamiento y bloqueo**

En el perímetro vallado pueden existir puertas de acceso asociadas al sistema de control del robot, por ejemplo con un enclavamiento eléctrico, y que sigan los mis-

mos requisitos de distancias y alturas de seguridad para el diseño mecánico que la valla perimetral en la que se integran.

El acceso desde cada puerta permitiría el control visual de una zona del perímetro vallado. Preferentemente se debería acceder a cada zona sólo por la puerta habilitada y los operarios deberían abandonar cada zona por su puerta correspondiente.

Para impedir el encerramiento inadvertido de los operarios dentro de la instalación, las puertas deben cumplir las siguientes características:

- Las manetas o sistemas de cierre de las puertas deben permitir asegurarlas o cerrarlas desde el exterior, pero no debe ser posible, que se cierren desde el interior. Para conseguir esto se pueden utilizar manetas “locas” en el interior de la puerta o bien debe existir algún sistema mecánico que deba ser liberado desde el exterior para asegurar físicamente el cierre.
- Si la puerta se cierra inadvertidamente, no deberá asegurarse o bloquearse el cierre por sí solo, deberá ser necesario algún accionamiento exterior para que la puerta quede enclavada.
- Colocar en las cercanías de cada puerta una botonera que permita gestionar el sistema eléctrico de apertura de la misma, así como el rearme y cierre. Se debe garantizar que esta botonera es inaccesible desde el interior de la zona protegida por el vallado perimetral.
- Desde la posición de cada puerta se debe poder dominar visualmente toda la zona de influencia. Es necesario que las zonas de las diferentes puertas estén físicamente separadas entre sí de forma que no se pueda pasar de una a otra. El operario que sale debe comprobar que no existe otro personal en el interior de la zona y confirmar o rearmar.
- Además, las puertas dispondrán de un sistema de enclavamiento o enclavamiento y bloqueo.



Celda robotizada

### Barreras fotoeléctricas y escáner

Si se opta por la colocación de barreras fotoeléctricas o dispositivos opto-electrónicos activos, se debe tener en cuenta que la norma de referencia será la UNE-EN 13855 para las distancias de colocación de la misma.

Se deberán tener en cuenta los siguientes requisitos en la instalación de barreras fotoeléctricas:

- Las barreras fotoeléctricas deben ser de Tipo 4, es decir, deben tener dos señales seguras OSSD1/OSSD2 preparadas para la conexión a doble canal con un dispositivo de supervisión.
- Si se utilizan barreras fotoeléctricas colocadas verticalmente de alta resolución (barreras fotoeléctricas de 14 o 30 mm de distancia entre haces,  $d$ ), la distancia de colocación de la barrera hasta las zonas peligrosas debe cumplir los requisitos de distancia de la norma UNE-EN 13855, por lo que el perímetro protegido debe situarse, al menos, a una distancia  $S$  (en mm) de la zona peligrosa según la siguiente fórmula:

$$S[\text{mm}] = (2.000 \times T) + 8 \cdot (d - 14)$$

El tiempo  $T$  (en segundos) representa el tiempo de parada del movimiento peligroso desde que se corta la barrera hasta que el movimiento peligroso se detiene. Por movimiento peligroso se puede entender, por ejemplo, el avance de los rodillos de las mesas de alimentación. Se debe medir o valorar este tiempo teniendo en cuenta que este es la suma de:

- el tiempo de reacción del dispositivo de seguridad;
- la suma de los tiempos de reacción de los posibles relés, contactores y válvulas colocados en cascada hasta parar los movimientos peligrosos, y

- el tiempo de reacción mecánico hasta que el movimiento se detiene físicamente.

La distancia mínima que se obtenga de esta fórmula siempre debe ser mayor que 100 mm. Además, si se obtienen más de 500 mm de distancia, se puede sustituir el valor de 2.000 mm/s y que representa la velocidad de acercamiento de los brazos por 1.600 mm/s que es la velocidad de acercamiento del cuerpo completo o la parte superior del cuerpo.

- Si la barrera fotoeléctrica vertical es multihaz, es decir, de 2, 3 ó 4 haces, se entiende que es factible sólo en accesos caminando hasta la zona peligrosa. En este caso, la fórmula sería la siguiente:

$$S[\text{mm}] = (1.600 \times T) + 850$$

- Se debe utilizar una barrera de un mínimo de 3 ó 4 haces para la detección de paso de una persona caminando por la zona cuando esta barrera limita verticalmente la zona peligrosa y la separa de la zona segura. Las alturas de los haces para evitar la intrusión por debajo de los mismos, por encima o entre ellos, deben cumplir las alturas de 300, 700 y 1.100 mm para 3 haces o 300, 600, 900 y 1.200 mm para 4 haces, contados desde el suelo.
- Si se utilizan barreras fotoeléctricas colocadas horizontalmente y dónde el operario se acerca en una dirección paralela a la dirección de colocación de la barrera, el objetivo es cubrir una amplia zona de detección del operario. En este caso, la fórmula a aplicar sería la siguiente:

$$S[\text{mm}] = (1.600 \times T) + (1.200 - 0,4 \cdot H)$$



Celda robotizada

Dónde H es la altura de colocación de la barrera. Esta altura debe ser tal que el valor  $1.200 - 0,4H$  sea superior a 850 mm. La altura menor admisible de H, además, viene determinada por la resolución de la barrera según la siguiente fórmula:

$$H = 15 \cdot (d - 50)$$

Se deben evitar zonas dónde el operario pueda subirse o escalar por encima del nivel de colocación de la barrera y evitar ser detectado por la misma.

- También es posible utilizar barreras fotoeléctricas en posiciones angulares intermedias entre la posición vertical y horizontal, utilizando, en ese caso, las fórmulas más próximas a la vertical u horizontal respectivamente, dependiendo del ángulo de colocación.

### Programación, reprogramación y mantenimiento del robot

Cuando exista un riesgo provocado por un movimiento durante las operaciones de ajuste, mantenimiento, limpieza o cualquier operativa especial de la máquina y que no pueda ser protegido directamente por resguardos o dispositivos de protección que eviten completamente el acceso o para el que se deban anular temporalmente resguardos o dispositivos de protección existentes, se dispondrá un dispositivo de validación para que un operario supervise dicho movimiento mientras este se produce activando permanente dicho dispositivo.

La forma de accionamiento y el dispositivo, por tanto, tendrán las siguientes características:

- Existirá un modo de trabajo específico para la función del dispositivo de validación.

- El dispositivo será del tipo de marcha de acción continua o mandos de acción sostenida, es decir, el operario tendrá que accionar el dispositivo permanentemente para que se mantenga el movimiento; si se libera, el movimiento se parará.
- El dispositivo será de tres posiciones, es decir, si se pulsa o activa a tope sobrepasando la posición de funcionamiento, existirá una tercera posición que también provocará la parada del movimiento.
- Los movimientos controlados de esta forma estarán asociados a una velocidad reducida del TCP del robot de, como máximo 250 mm/s
- La botonera de control dispondrá de un paro de emergencia.

## 5. Utilización de equipos de protección individual

La utilización de equipos de protección individual depende del tipo de proceso que realice la celda robotizada y viene asociado habitualmente a las características del material a manipular o procesar.

Se utilizará calzado de seguridad contra los tropiezos en el tránsito en el interior de la celda o para evitar daños en las posibles caídas de las piezas a manipular.

Se usarán guantes dependiendo de las características de las piezas a manipular (por ejemplo térmicos en celdas de soldadura).

Se utilizará protección acústica cuando el ruido debido al proceso de la celda exceda de 80 dB.





Celda robotizada

Se utilizarán gafas o pantalla de protección cuando exista posibilidad de proyecciones o chispas debidas al proceso (ejemplo celdas de soldadura).

---

## **6. Otras recomendaciones**

La mayor parte de las situaciones peligrosas más importantes en instalaciones altamente automatizadas como estas se generan durante las operaciones de mantenimiento o programación, debido al uso de la celda con protecciones anuladas o como consecuencia de intervenciones de operarios no autorizados para corregir errores o defectos puntuales.

Es muy importante que todos los operarios tengan la formación adecuada y exhaustiva sobre los riesgos potenciales de este tipo de instalaciones.

Cualquier cambio en la programación de los movimientos del robot debe ser realizado sólo por personal con la formación adecuada. Los nuevos recorridos, secuencias y trayectorias deben ser probados suficientemente y a velocidades progresivamente más elevadas hasta alcanzar las velocidades de régimen automático del robot.

# 5

---

Guía de seguridad  
para máquinas del sector metal

---

**Glosario**



1. Órgano de accionamiento: Dispositivo de mando el cual es accionado por un operario y sirve para dar una orden a una máquina (funcionamiento, control, selección...); estos dispositivos pueden ser pulsadores, palancas, pedales...
2. Dispositivo de validación: Dispositivo adicional de mando que se utiliza simultáneamente con un órgano de puesta en marcha. Mientras está accionado se autoriza el funcionamiento de la máquina.
3. Mando sensitivo: Dispositivo de mando que autoriza el funcionamiento de la máquina mientras es accionado y la detiene cuando deja de accionarse.
4. Mando a dos manos: Dispositivo de mando que requiere, como mínimo, el accionamiento simultáneo mediante ambas manos, para iniciar y mantener las funciones peligrosas de una máquina, proporcionando así una medida de protección solamente para la persona que lo acciona.
5. Paro de emergencia: Conjunto de componentes para garantizar la función de parada de emergencia de forma manual por un operario; el tipo de paro de emergencia más común es el del pulsador en forma de «seta». También pueden ser de cable, de pedal etc.
6. Dispositivo de enclavamiento: Dispositivo de protección mecánico, eléctrico o de cualquier otra tecnología, destinado a impedir el funcionamiento de las funciones peligrosas de una máquina bajo determinadas condiciones (generalmente mientras un resguardo no esté cerrado).
7. Barrera fotoeléctrica: Dispositivo de protección opto-electrónico que detecta el traspaso de una área predeterminada y genera una señal apropiada para el sistema de mando, con el fin de reducir el riesgo para la persona, o partes de ella, detectada.
8. Resguardo: Elemento físico de protección o barrera material, diseñado como parte de una máquina, destinado a impedir el acceso a una parte de la máquina tal como una puerta, carcasa, envolvente...
9. Dispositivo sensible: Dispositivo que al ser accionado provoca la parada de la máquina o parte de ella (si se garantiza un nivel de seguridad equivalente) cuando el operario rebasa unos límites de seguridad; este dispositivo puede accionarse tanto por contacto físico (presión) como por detección (barreras fotoeléctricas).
10. Producto peligroso: Toda sustancia sólida, líquida o gaseosa que por sus características físicas, químicas o biológicas pueda ocasionar daños a los seres humanos, al medio ambiente y a los bienes.
11. Producto irritante: Sustancia o preparado no corrosivo que, por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o las mucosas, puede provocar una reacción inflamatoria.
12. Producto sensibilizante: Sustancia o preparado cuya exposición puede causar asma, rinitis, vasculitis, la neumonitis de hipersensibilidad, fiebre inespecífica, urticarias angioedemas o dermatitis alérgica de contacto.
13. Producto fibrogénico: Sustancia pulverulenta que se acumula en los pulmones provocando reacciones tisulares ante su presencia. Pueden alterar permanentemente o destruir la arquitectura pulmonar, cicatrizando el pulmón a causa de polvos tales como la sílice, asbesto, talco, carbón, etc. Polvos como los de estaño o bario no destruyen la arquitectura tisular por lo que la reacción al polvo es potencialmente reversible.
14. Producto asfixiante: Sustancia gaseosa que desplaza el oxígeno del aire provocando que este sea irrespirable o bloqueando el mecanismo de la respiración celular.



15. Producto tóxico: Sustancia que, incorporada a un ser vivo en pequeñas cantidades, es capaz de producir graves alteraciones funcionales, e incluso la muerte.
16. Producto carcinógeno: Es un agente físico, químico o biológico potencialmente capaz de producir cáncer al exponerse a tejidos vivos.
17. Producto infeccioso: Microorganismos patógenos, como los virus o las bacterias que invaden un ser vivo y se multiplican en él produciéndole deterioro de la salud.
18. Valores VLA: Los Valores Límite Ambientales son un conjunto de valores de referencia para las concentraciones medias ponderadas en el tiempo, en una jornada normal de trabajo de 8 horas y una semana laboral de 40 horas, realizados en la zona de respiración de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.
19. Lapa antivibratoria: Superficie, generalmente de goma, que se coloca entre la máquina y el suelo con el fin de no transmitir las vibraciones de la máquina al firme.