



TEMA 5: MECANIZADO DE CUADROS ELÉCTRICOS

1. HERRAMIENTAS DE MEDIDA

Las herramientas de medida sirven para situar adecuadamente los distintos tipos de elementos sobre el cuadro a mecanizar. El objetivo es que tanto los dispositivos como los espacios, queden distribuidos de la mejor manera posible, de forma que una vez montado el cuadro quede distribuido con una buena presentación y respetando las normas de seguridad. Vamos a ver diferentes instrumentos de medida:

1.1. Metro o flexómetro

Formado por una fina chapa metálica sobre la que se encuentran impresas las divisiones de centímetros y milímetros. Se fabrican en diferentes medidas, 3m, 5m, 8m etc.



1.2. Regla metálica:

Se utiliza menos para tomar medidas, pero si se usa para trazar en los cuadros medidas tomadas.



1.3. Escuadras:

Herramienta muy útil, no solo para medir, sino para trazar líneas a 90° y a 45° respecto a un tablero. Además, se puede comprobar perpendicularidad. Existe la falsa escuadra que permite trazar líneas a ángulos distintos de 90 o 45°



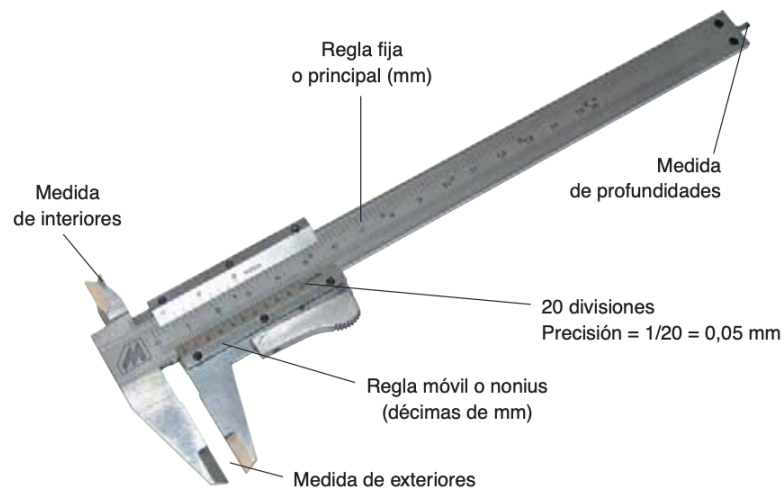


1.4. Calibre o pie de rey:

Elemento de medida que consta de dos partes, una fija y otra graduada distinta, que desliza solidaria sobre la anterior, denominada nonius. El número de divisiones que presenta el nonius determinan la precisión del calibre de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Precisión} = 1 / \text{Nº de divisiones}$$

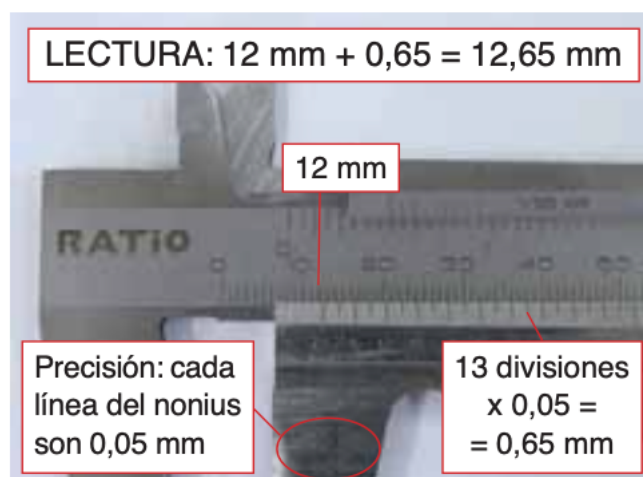
Se pueden medir interiores o dimensiones exteriores, así como profundidades.



- Pasos para la lectura con el calibre:
 - Se desliza el nonius sobre la escala principal.
 - Con la escala fija se miden los milímetros y gracias al nonius se pueden medir hasta décimas de milímetro
 - Interpretación de la medida:
 - Buscar el cero del nonius y contar los milímetros que quedan en la escala fija a la izquierda



- Buscar la coincidencia (la mejor posible) entre las líneas de ambas escalas
- Contar las divisiones en la escala móvil hasta el punto donde se produce dicha coincidencia y multiplícalas por la precisión, obteniendo así las décimas de milímetro
- La lectura total es la suma de las dos: mm de la escala fija y décimas de mm de la escala móvil



2. HERRAMIENTAS DE TRAZADO

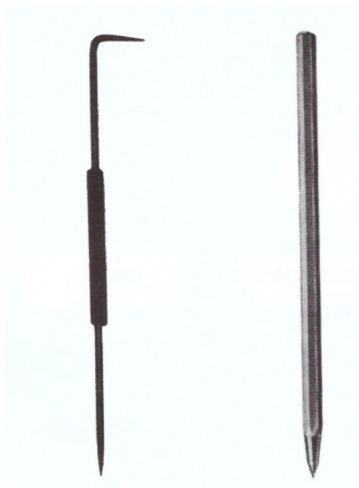
Mediante la operación de trazado, lo que se hace es realizar todas las marcas necesarias para el mecanizado de las superficies del cuadro, señalando los lugares donde irán colocados los aparatos, los centros de los taladros etc.

Tenemos normalmente las siguientes herramientas:

- 2.1. Punta de trazar: formada por una varilla de acero terminada en una punta afilada. Con esta punta se pueden hacer marcas sobre la chapa que se va a mecanizar, indicando la posición de los distintos elementos o el lugar donde posteriormente habrá que hacer un taladro.
- 2.2. Compás de trazar: sirve para medir y para trasladar distancias normalmente, y para representar circunferencias.
- 2.3. Granete: usado también para realizar marcas, suele utilizarse en materiales con una dureza grande. Está terminado en punta, menos afilada que la punta de trazar, más redondeada. En el otro extremo



es más ancho y plano, preparado para ser golpeado con un martillo normalmente. Se suele usar para el inicio y marca de taladros.

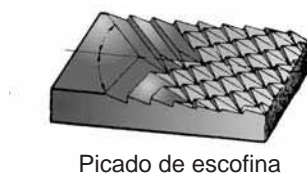
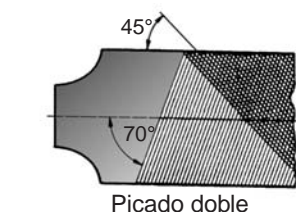
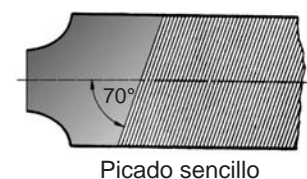


4. Técnicas de mecanizado

4.1. Limado

seguridad

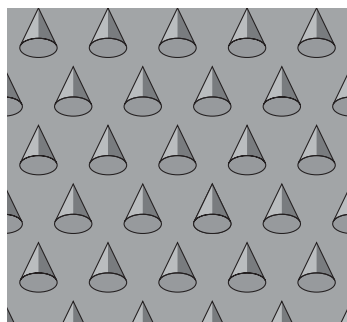
Para utilizar estas herramientas, sigue las indicaciones dadas en las fichas de seguridad del final del libro.



↑ Figura 2.15. Picado en las limas.

saber más

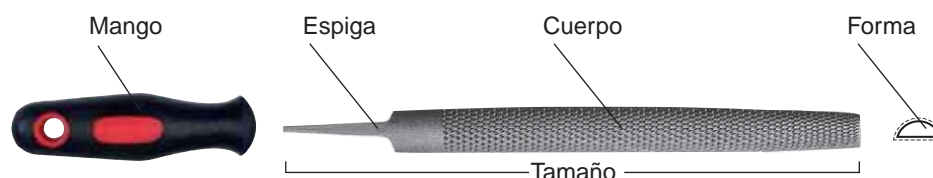
Las denominadas **limas escofinas** tienen picado muy pronunciado y solamente se utilizan para materiales blandos y madera.



↑ Figura 2.17. Picado lima escofina.

Mediante la operación de limado se eliminan las rebabas y virutas que se originan cuando se realiza una operación de serrado o taladrado. Es decir, se trata de que la superficie quede lo más lisa posible y sin ninguna arista cortante. También puede ser utilizada como elemento de desbastado (eliminar material sobrante).

La lima es una herramienta manual que está compuesta por un cuerpo de acero con una superficie lo más rugosa posible (picado), encajada en un mango de madera o plástico.



↑ Figura 2.14. Elementos que constituyen una lima.

Las características que definen una lima son:

- **Tamaño:** longitud de la lima expresada en pulgadas.
- **Forma:** sección transversal del cuerpo de la lima.

Plana		
Media caña		
Triangular		
Cuadrada		
Redonda		

↑ Figura 2.16. Distintos tipos de limas.

- **El picado:** se denomina así a la forma que tiene la superficie de la lima. En función del tipo, el limado será más basto o más fino. Se pueden distinguir tres tipos: sencillo, doble y especial.

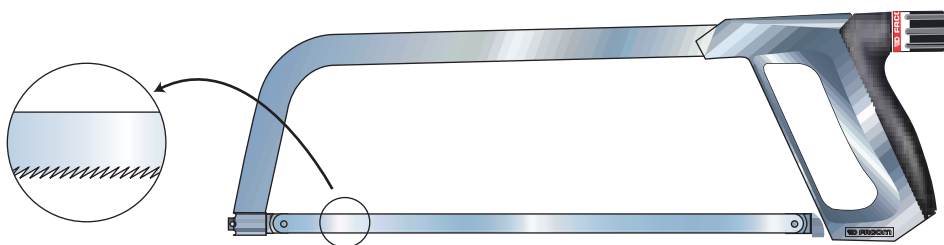
4.2. Aserrado

Serrar consiste en dividir una pieza en dos mediante la herramienta denominada sierra. La hoja de la sierra dispone de dientes, que al penetrar en la pieza a cortar van poco a poco arrancando material, hasta llegar a cortarla completamente.

Sierra manual

Básicamente está formada por un soporte en forma de arco, que contiene un mango o elemento destinado para sujetar la herramienta, y por la hoja de sierra, que va atornillada al soporte.

La forma y número de los dientes, y el material de la hoja de sierra, serán función del material para el cual están destinados. **Las hojas de sierra para metal tienen los dientes muy finos y deben estar orientados hacia adelante.**



↑ Figura 2.19. Orientación de los dientes en la hoja de sierra.

Sierra eléctrica de calar

La sierra de calar es una herramienta eléctrica. La hoja de sierra va colocada verticalmente, y gracias a la energía eléctrica, se mueve rápidamente hacia arriba y hacia abajo. Algunos modelos también tienen un movimiento hacia delante y hacia atrás para acelerar el corte. Es una herramienta muy versátil, ya que cambiándole la hoja se puede cortar madera, plástico o metal, pero a la vez puede ser una herramienta muy peligrosa si no se utiliza adecuadamente. Su uso requiere utilizar equipos de protección individual como gafas y guantes protectores.



↑ Figura 2.20. Dos tipos de sierras de calar con hojas de distintas características (cortesía FEIN).

Las hojas de sierra

Son el útil de corte de las sierras de calar. Es importante elegir la hoja de sierra adecuada para el material que se va a cortar, distinguiéndose así entre hojas de sierra para madera, hojas de sierra para metal y hojas de sierra para otros materiales más blandos, como plástico o corcho.



↑ Figura 2.22. Hojas de sierra para madera blanda, madera dura, metales y cerámica (BOSCH).



↑ Figura 2.18. Sierra manual.

seguridad

Para utilizar estas herramientas, sigue las indicaciones dadas en las fichas de seguridad del final del libro.

caso práctico inicial

La sierra de calar es una herramienta adecuada para realizar orificios cuadrangulares en la puerta del cuadro.

saber más

Para facilitar la operación del serrado, y evitar que la hoja se rompa, los dientes de las hojas de sierra suelen estar inclinados hacia los lados alternativamente. A este efecto se le denomina **triscado**.

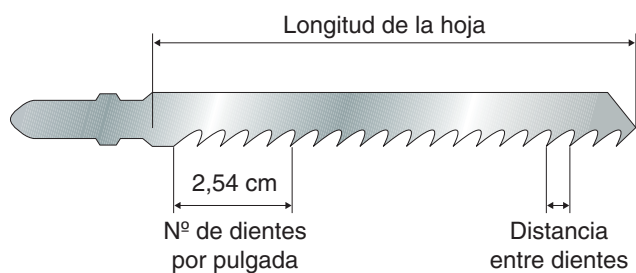


↑ Figura 2.21. Dientes de sierra inclinados.

En otras ocasiones, sobre todo cuando los dientes son muy pequeños, el mismo efecto se consigue haciendo que el filo de la hoja tenga forma ligeramente ondulada.



↑ Figura 2.23. Filo de la hoja inclinado.



↑ Figura 2.24. Características de una hoja de sierra de calar.



↑ Figura 2.25. Roedora.



↑ Figura 2.26. Taladro de mano.

saber más

La mayoría de los taladros de mano de uso genérico disponen de una palanca que permite conmutar entre funcionamiento normal y con percutor.

El segundo modo se utiliza para taladrar en paredes.



↑ Figura 2.28. Palanca del percutor.

Las características que definen una hoja de sierra son:

- **Longitud de la hoja:** suele estar comprendida entre 50 y 100 mm, y se elige en función del grosor del material a cortar.
- **Tamaño de los dientes:** los fabricantes suelen expresar esta medida de dos formas:
 - Nº de dientes por pulgada (2,54 cm).
 - Distancia entre dientes, medida de punta a punta.

En general se puede decir que cuanto más pequeño sea el dentado, obtendremos un corte más fino, y cuanto más grande, la velocidad de corte será mayor.

Roedora

Herramienta utilizada para cortar metales de forma tanto recta como curva. Se utiliza cuando hay que realizar orificios de grandes dimensiones, que son imposibles de realizar con brocas o coronas.



↑ Figura 2.27. Uso de la roedora para hacer un orificio de grandes dimensiones en chapa.

Taladrado

Mediante la operación de taladrado se realizan agujeros en la chapa con una herramienta eléctrica denominada taladro. Al taladro se le acopla la **broca**, que es un elemento giratorio que tiene unas aristas cortantes dispuestas de manera helicoidal, que poco a poco van extrayendo virutas de material hasta que lo traspasa, finalizando de esta manera el orificio.

Se tiene que utilizar siempre una broca con una dureza acorde al material que se quiere taladrar. Además el diámetro de la broca también tendrá que coincidir con el diámetro del orificio que se quiere realizar.

A veces también es necesario realizar un taladrado para poder introducir la hoja de la sierra de calar cuando los orificios son muy grandes.

Los dos tipos de taladros que vas a encontrar habitualmente son:

- **Taladro eléctrico de mano:** es portátil y permite hacer orificios en cualquier dirección.
- **Taladro de columna:** es un taladro fijo, en el cual solamente es posible realizar movimientos arriba y abajo para realizar el taladrado. Dispone de una mesa o apoyo para colocar y sujetar la pieza a taladrar.



← **Figura 2.29.** Taladro de columna (AYERBE).

Brocas

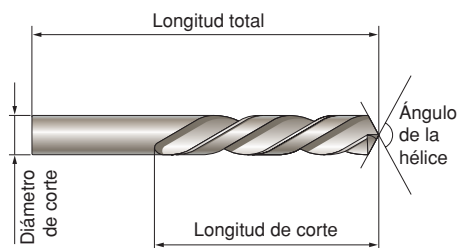
Las principales características que definen una broca son: longitud total, longitud de corte, diámetro de corte, número de hélices, profundidad de las hélices, ángulo de la hélice, material constructivo...

En este apartado nos ocupamos únicamente de las brocas para metales, ya que son las que vas a utilizar en el mecanizado de cuadros eléctricos.

Estas brocas son del tipo helicoidal, están hechas de acero rápido (también llamado HSS) y su calidad depende del tipo de aleación utilizada y del método de fabricación.

Los tipos más frecuentes son:

- **HSS laminada:** es la más barata y la que menos dura. Se utiliza en metales y plásticos en los que no se requiere gran precisión.
- **HSS rectificada:** tiene mayor precisión y mayor duración. Se emplea para todo tipo de metales.
- **HSS titanio rectificada:** están recubiertas con una aleación de titanio lo que hace que tengan gran precisión. Se pueden taladrar materiales como el acero inoxidable.
- **HSS cobalto rectificada:** recubiertas con una aleación de cobalto, son las brocas de mejor calidad, permitiendo el taladrado de los metales más duros. Disipan el calor con mayor facilidad.



↑ **Figura 2.30.** Algunas características de las brocas.



↑ **Figura 2.31.** Dos tamaños de broca para metal.

seguridad

Para utilizar estas herramientas, sigue las indicaciones dadas en las fichas de seguridad del final del libro.

caso práctico inicial

Las brocas para metales son las más apropiadas para taladrar el cuadro de obra propuesto en el caso inicial.

saber más

Las brocas se suelen vender en juegos que incluyen distintos tamaños.



↑ Figura 2.32. Juego de brocas (IZAR).

Coronas

Se utilizan cuando se tienen que realizar orificios de gran diámetro. Están formadas por una broca convencional central, fijada sobre un husillo, que sirve para el guiado y centrado del agujero, y alrededor una corona dentada que al girar es la que realiza el corte con el diámetro deseado. Se fabrican de diversos tamaños.



↑ Figura: 2.33. Corona montada, detalle de broca central y dos tamaños de coronas.

Broca escalonada (fresa)

Es una única broca que se puede utilizar para realizar taladros de diferentes diámetros. Cuando se utiliza hay que tener la precaución de introducir la broca solo hasta el punto donde se encuentra la medida elegida. Es conveniente utilizar topes para no sobrepasar esta medida.



↑ Figura 2.36. Juego de machos de roscar.



↑ Figura 2.34. Broca escalonada.



↑ Figura 2.35. Uso de broca escalonada en cuadro eléctrico.

4.3. Roscado

El roscado es una **operación de mecanizado interior de orificios o agujeros en forma de hélice**, siendo el objetivo, poder acoplar posteriormente un tornillo o perno roscado, en otras palabras, dotar a un taladro de rosca interior.

Esta operación se suele realizar de forma manual, utilizando los denominados «machos de roscar», que son herramientas, que poco a poco van arrancando el material necesario para conformar la rosca.

Los machos de roscar se venden en conjuntos de tres, que se harán pasar, haciéndolos girar, sucesivamente por el taladro hasta conseguir el acabado deseado. Para ello se acoplan al portamachos o bandeador, que permite hacer palanca con las dos manos y provocar el giro.

- El primer macho es el que inicia y guía la rosca. Tiene poco diámetro en la punta y solo marca los hilos de la rosca.
- El segundo elimina la mayoría de material de la rosca. Tiene un diámetro en la punta un poco mayor.



↑ Figura 2.37. Bandeador de tamaño reducido.

- Por último, el tercer macho es el que acaba y le da las dimensiones finales a la rosca. Es el de mayor diámetro en la punta y el que presenta la rosca más pronunciada.

Si el macho se atasca, tienes que girar un poco hacia atrás y después seguir avanzando.



↑ Figura 2.39. Macho de roscar acoplado al bandeador y operación de roscado.

4.4. Punzonado

El punzonado es una técnica de mecanizado que **consiste en hacer orificios en una chapa metálica mediante una herramienta que está formada por dos piezas: el punzón y la matriz.**

El punzón es el elemento encargado de ejercer la presión sobre la chapa y la matriz, también denominada cabeza de corte, es la que le da la forma final al orificio. Es necesario que matriz y punzón estén uno por cada lado de la chapa, por lo que será necesario realizar un taladro previo.

Cuando se aplica una fuerza sobre el punzón, la matriz poco a poco va deformando la chapa, hasta que finalmente la corta y la pieza sobrante es expulsada.

Las **ventajas** que puede presentar la técnica de punzonado sobre otras es: menores rebabas y deformaciones, cortes más limpios, más precisión en las medidas y no produce virutas, lo que favorece la limpieza en el puesto de trabajo.

La matriz se comercializa con diversas formas y tamaños, pudiendo hacer así diferentes tipos de orificios



↑ Figura 2.40. Distintas formas de una matriz para punzonado.

Punzonadora manual o sacabocados

La fuerza de presión sobre el punzón se realiza de manera manual, haciendo girar el punzón mediante una llave fija o inglesa.

Punzonadora hidráulica

En ocasiones, el punzón se acopla a una herramienta externa (punzonadora hidráulica) que, mediante la acción de un pistón, es la encargada de generar la fuerza de presión para el corte de la chapa.

saber más

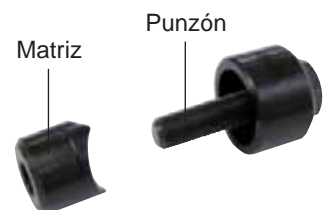
En el mercado existen roscadoras eléctricas



↑ Figura 2.38. Roscadora eléctrica (FEIN).

caso práctico inicial

Las punzonadoras son las herramientas ideales para realizar los orificios para los pilotasen la puerta del cuadro.



↑ Figura 2.41. Punzonadora manual o sacabocados.

saber más

También existen en el mercado punzonadoras eléctricas



↑ **Figura 2.43.** Punzonadora eléctrica (HAUPA).

saber más

En el mercado existen distintos tipos de remachadoras.



↑ **Figura 2.44.** Remachadora de palanca (BÖLLHOFF).



↑ **Figura 2.45.** Remachadora extensora (BÖLLHOFF).



↑ **Figura 2.47.** Remachadora oleoneumática (BÖLLHOFF).



↑ **Figura 2.42.** Punzonadora hidráulica y sus accesorios.



4.5. Fijación de elementos

A la hora de montar un cuadro es necesario unir elementos, como raíles y canalinas, por ejemplo, al fondo del cuadro. Estas uniones pueden ser fijas (remachado) o desmontables (atornillado), en función de las futuras necesidades previstas. Se consideran desmontables, cuando para su separación no es necesario romper el elemento de unión, y fijas en caso contrario.

Remachado

Se llama remachado a la unión de dos o más piezas, que pueden ser de materiales diversos, por medio de un remache.

Un remache es un elemento que consta de un cuerpo cilíndrico o también llamado espárrago y una cabeza en uno de sus extremos. Pueden tener diversas formas, y pueden ser macizos o huecos. Son de materiales blandos (normalmente aluminio) para permitir su fácil deformación.

Cabeza alomada



Cabeza avellanada

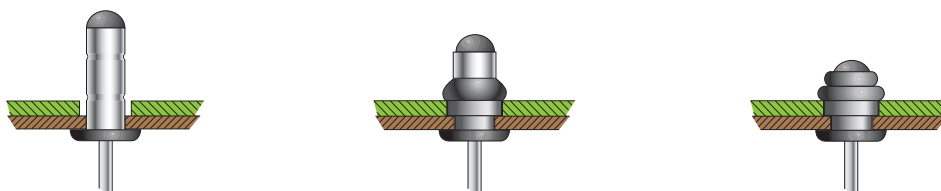


Cabeza grande



↑ **Figura 2.46.** Principales tipos de remaches.

Para realizar el remachado, se introduce el remache en los orificios que previamente se habrán realizado en las piezas a unir. Aplicando una fuerza, se deforma el espárrago hasta conseguir otra cabeza en el extremo que no la tenía, quedando así el conjunto firmemente fijado.



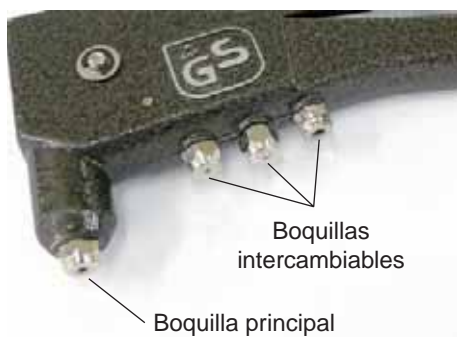
↑ **Figura 2.48.** Proceso de remachado.

La operación de remachado se puede realizar a mano, aplicando la fuerza mediante un martillo, por ejemplo, aunque no es lo más frecuente.

La **remachadora** es una herramienta manual usada para fijar remaches de manera muy sencilla. Dispone de varias boquillas de varios diámetros que son intercambiables. Hay que colocar siempre la boquilla que coincide con el diámetro del espárrago del remache.



↑ Figura 2.50. Remachadora manual.



↑ Figura 2.51. Detalles de una remachadora.

Atornillado

Mediante la utilización de tornillos y tuercas se pueden unir piezas de manera no permanente. Se utilizará esta técnica cuando sea previsible la separación de manera frecuente de las piezas.

A continuación se describen los tipos de tornillería más utilizada en el montaje de cuadros eléctricos:

- **Tornillo más tuerca:** consiste en el empleo de un tornillo habitual junto con una tuerca. En ocasiones también es necesario intercalar arandelas. A veces también se utilizan tuercas especiales (tuercas de seguridad) para que la unión no se afloje.
- **Tornillo roscachapa:** son tornillos de paso ancho que a la vez que se introducen, van realizando la rosca en la chapa, quedando perfectamente unidos a ella. El orificio para pasar un tornillo roscachapa, siempre debe hacerse con una broca de diámetro inferior al del ancho del cuerpo del tornillo.



↑ Figura 2.49. Remaches.



↑ Figura 2.52. Tornillos con tuerca y arandelas.



↑ Figura 2.53. Tornillos roscachapa.

5. Técnicas para el mecanizado de cuadros eléctricos y sus accesorios

5.1. Taladrado en superficies metálicas

1. Midiendo con un metro, regla o escuadra graduada, y utilizando un rotulador indeleble, un lapicero o una punta de trazar, marca el punto en el lugar en el que se debe realizar el orificio.



↑ **Figura 2.54.** Medida y marcado del punto de taladrado.

caso práctico inicial

Con el granate evitamos que la broca resbale.

2. Golpeando con un martillo sobre un granete, marca el punto exacto en el que se realizará el taladrado. Dependiendo de la dureza de la superficie a taladrar, el golpe del martillo sobre el granete debe realizarse con más o menos intensidad, para evitar que la broca resbale.



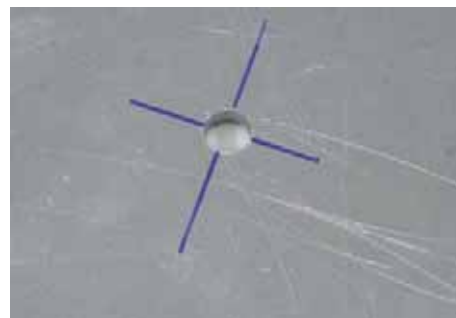
↑ **Figura 2.55.** Marcado con granete.

seguridad

Ten en cuenta las pautas que se marcan para en el uso de herramientas en las fichas de seguridad que tienes al final del libro.

No olvides utilizar los equipos de protección personal adecuados para cada una de las técnicas de mecanizado vistas en esta unidad.

3. Utilizando un taladro de mano o de sobremesa, apoya la broca sobre el punto marcado y taladra. Importante: el taladrado de superficies metálicas debe realizarse sin percutor.



↑ **Figura 2.56.** Taladrado.

5.2. Taladrado de orificios de gran diámetro (más de 6 mm) en superficies metálicas

1. Siguiendo los pasos vistos anteriormente, realiza un taladro previo con una broca no superior a 6 mm de diámetro.
2. Cambia la broca de 6 mm por la broca definitiva y taladra sobre el orificio realizado anteriormente.
3. Si el orificio es de gran diámetro (más de 12 mm), para evitar que la broca se caliente y se boquee en la operación, será necesario utilizar una broca intermedia antes de pasar la definitiva.



↑ **Figura 2.57.** Taladrado de orificios de gran diámetro.

5.3. Punzonado manual

1. Desmonta la pieza matriz del punzón.



↑ **Figura 2.58.** Preparación del punzón.

2. Con un calibre, mide el diámetro del tornillo guía.
3. Elige una broca medio número superior a este diámetro.



↑ **Figura 2.59.** Elección de broca para el espárrago del punzón.

4. En la superficie a punzonar, marca el punto en la que se realizará el orificio.
5. Pasa una broca previa de unos 6 mm de diámetro.
6. Cambia esta broca por la definitiva en el taladro y pásala por el orificio que has realizado anteriormente.

7. Pasa el tornillo guía por el orificio.



↑ **Figura 2.60.** Roscado de la matriz del punzón en el orificio del cuadro.

8. Rosca a mano todo lo que puedas la pieza de corte hasta que el conjunto no se mueva.

9. Utilizando una llave fija o una llave inglesa, aprieta sobre la cabeza del punzón hasta que corte completamente la chapa.

10. Desmonta el punzón y retira el material sobrante.



↑ **Figura 2.61.** Operación de perforado.

5.4. Punzonado con herramienta hidráulica

1. Sigue los pasos estudiados en la técnica de punzonado manual, para realizar el orificio por el que debe pasar el tornillo guía.

2. Introduce el tornillo en el orificio y aprieta manualmente la pieza de corte hasta que quede completamente inmóvil.



↑ **Figura 2.62.** Roscado de la matriz de la punzonadora hidráulica.

3. Manteniendo la punzonadora perpendicularmente a la chapa a cortar, comienza a presionar el gatillo hasta que se realice el corte.

4. Retira el material sobrante de la boca de la punzonadora.



↑ **Figura 2.63.** Operación de perforado con punzonadora hidráulica.

5.5. Taladrado de superficies metálicas con coronas perforadoras

1. Siguiendo las técnicas vistas anteriormente, marca el punto en el que se realizará el orificio.
2. Coloca la corona de diámetro adecuado en el husillo.



↑ **Figura 2.64.** Fijación de la corona en el husillo.

3. Fija el conjunto en el taladro.
4. Coloca la broca piloto en el punto marcado.
5. Taladra hasta que la broca perfora completamente la chapa.
6. Continúa taladrando con la corona manteniéndola vertical con la chapa a perforar.
7. Una vez realizado el orificio, retira el material sobrante del interior de la corona, teniendo la precaución de no tocarlo con las manos justo después de hacer el taladro ya que puede estar muy caliente.



↑ **Figura. 2.65.** Perforado con corona.

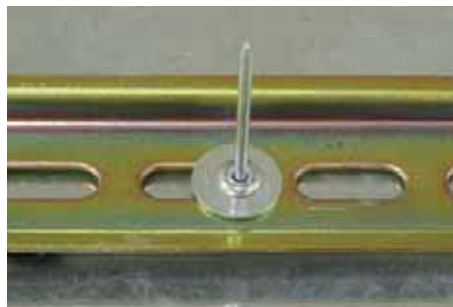
5.6. Fijación de raíles normalizados con remachadora

1. Con una regla o escuadra, marca la línea que se utilizará como guía para colocar el raíl.
2. Sitúa el raíl sobre la línea y con un rotulador o lapicero, marca los puntos de taladrado.
3. Con el calibre, mide el diámetro de cuerpo del remache.
4. Elige una broca de ese diámetro o medio número más.



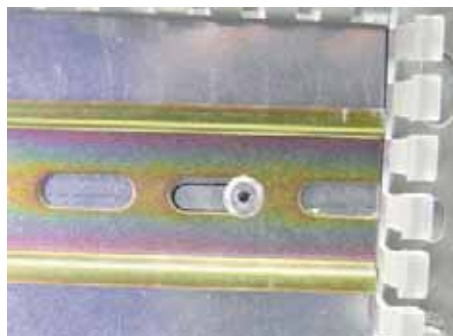
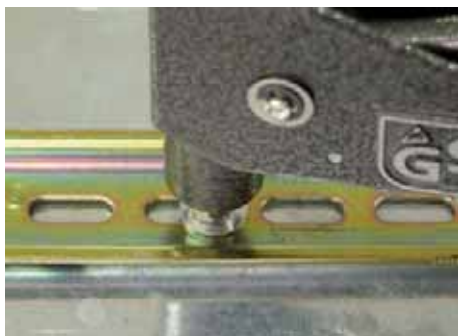
↑ **Figura 2.66.** Elección de broca para diámetro de remache.

5. Pon la broca en el taladro y realiza los orificios en la chapa metálica.
6. Coloca el raíl sobre la línea y pon los remaches en los orificios. Si los raíles se encuentran perforados, puede ser necesario que necesites colocar una arandela en el cuerpo del remache, para evitar que la cabeza pase por el orificio.



↑ **Figura 2.67.** Colocación de arandelas en cabeza de remachado.

7. Pon la boca adecuada en la remachadora e introdúcela sobre el espárrago del remache que está en el orificio.
8. Actúa sobre la manivela de la remachadora hasta que el espárrago se parta.



↑ **Figura 2.68.** Remachado del raíl en el fondo del cuadro.

5.7. Quitar remaches

1. Fíjate en la cabeza del remache a retirar.
2. Elige una broca de un diámetro de unos 2 mm inferior.
3. Coloca la broca en el taladro.
4. Sitúala en la cabeza del remache y taladra sobre ella hasta que el remache salga por completo.
5. Con el taladro desconectado de la red eléctrica, retira el material sobrante de la broca. No realices esta operación nada más retirar el remache, ya que puede estar excesivamente caliente.



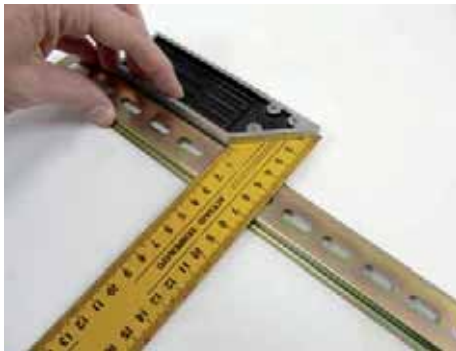
↑ **Figura 2.69.** Taladrado para retirar remache.

seguridad

Utiliza gafas protectoras siempre que realices orificios con taladro eléctrico.

5.8. Corte de perfiles normalizados

1. Con un flexómetro o regla, mide el tramo del raíl a cortar.
2. Apoya la escuadra de tal forma que uno de sus lados quede a 90 grados del eje del raíl.
3. Marca una línea perpendicular.



↑ **Figura 2.70.** Marcado en raíl.

4. Sujeta el raíl en un tornillo de banco, teniendo la precaución que el cuerpo queda verticalmente entre las mordazas del mismo.
5. Asegúrate que la línea de corte marcada sobre el raíl, queda separada solamente un par de centímetros de la boca del tornillo de banco.
6. Realiza el corte con un arco de sierra.



↑ **Figura 2.71.** Forma incorrecta de sujetar el raíl en el tornillo de banco.

7. Si es necesario, remata los bordes de raíl utilizando una lima o una esmeriladora eléctrica.



↑ **Figura 2.72.** Corte del raíl.



↑ **Figura 2.73.** Esmerilado del borde del raíl.

5.9. Ingleteado de canaletas

1. Corta los dos tramos de canaleta con los que se va a realizar la esquina.
2. En uno de ellos, apoya el inglete de la escuadra sobre el borde de la canaleta o tapa.
3. Con un lapicero o rotulador, marca la línea de corte a 45° .
4. Haz lo mismo en un extremo del otro tramo con el orientando el ángulo de 45° en sentido contrario



↑ **Figura 2.74.** Marcado de canaleta con ayuda del inglete de la escuadra.

5. Apoya las canaletas o tapas sobre una mesa y realiza el corte con un arco de sierra.
6. Si es necesario, utiliza una lima para eliminar imperfecciones en el punto de corte.



↑ **Figura 2.75.** Corte de canaleta y eliminación de rebaba.

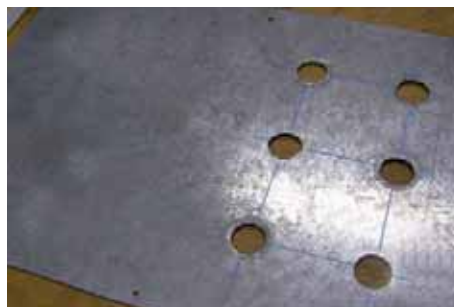
7. Fija con remaches o tirafondos las bases de la canaleta en fondo del cuadro, asegurándote hacer una esquina perfecta entre los dos tramos.
8. Haz lo mismo con las tapas.



↑ **Figura 2.76.** Unión de canaletas y tapas en inglete.

5.10. Taladrado múltiple en forma de matriz (3x2) para aparamenta circular

1. Utilizando una regla o flexómetro, localizar el centro vertical del cuadro.
2. Dibujar en ese punto una línea vertical paralela a los laterales del cuadro.
3. Marcar dos líneas paralelas, una a la izquierda y otra a la derecha de la dibujada anteriormente, separadas lo suficiente para que los elementos no estén demasiado juntos y se pueda trabajar con facilidad entre ellos.
4. En la mitad superior del cuadro, dibujar dos líneas horizontales que corten con las dibujadas anteriormente, siguiendo el mismo criterio en la separación que el punto anterior.
5. Utilizando las técnicas de mecanizado ya estudiadas, realizar los taladros para la aparamenta circular.



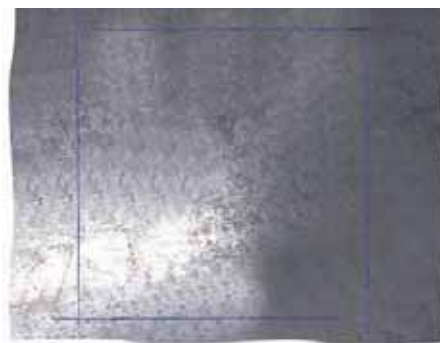
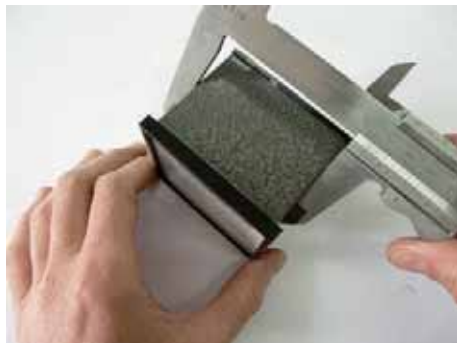
↑ **Figura 2.77.** Matriz de taladros.

5.11. Realización de orificios de tipo cuadrado o rectangular para aparatos de medida para cuadro

seguridad

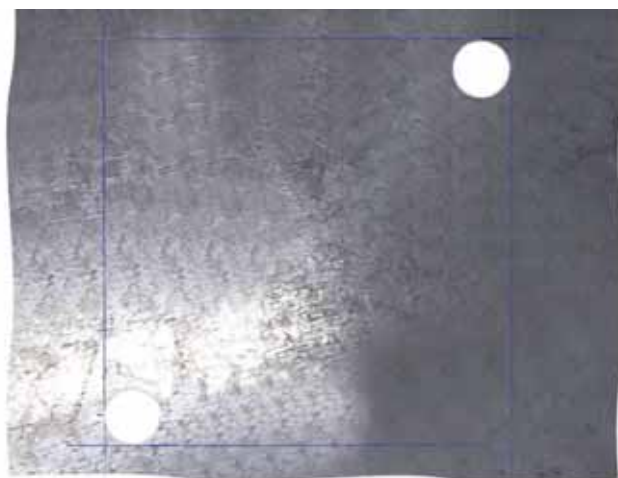
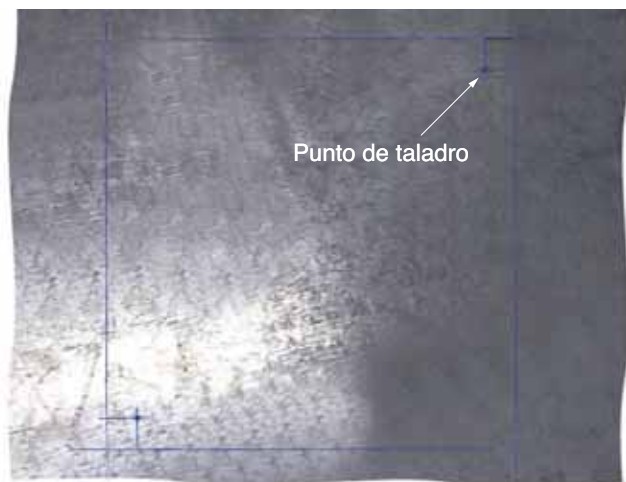
Para utilizar la sierra de calar es necesario que utilices guantes y gafas protectoras.

1. Con un calibre, mide los lados del cuerpo interior del aparato de medida.
2. Utilizando instrumentos de medida y marcado, dibuja sobre la tapa del cuadro el perímetro de aparato. Ten la precaución que todos los lados del rectángulo están paralelos entre sí y con los bordes de la tapa del cuadro.



↑ **Figura 2.78.** Medir y dibujar el perímetro del aparato de medida.

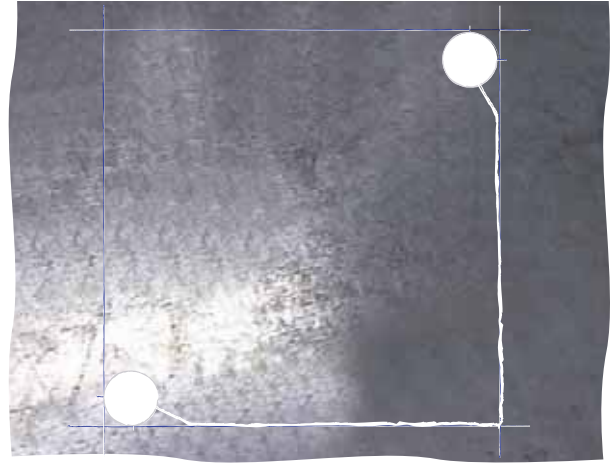
3. Pon una hoja para cortar metales en la sierra de calar.
4. Mide el ancho de la hoja de sierra con el calibre.
5. Elige una broca ligeramente superior del ancho de la hoja de sierra.
6. Utilizando la medida del radio de la broca, dibuja dos líneas perpendiculares partiendo de dos de los vértices opuestos del rectángulo.
7. Con un granete, marca el punto de intersección de estas líneas.
8. Teniendo en cuenta las técnicas de taladrado vistas anteriormente, realiza dos orificios en dichos puntos para que pase por ellos la hoja de la sierra.



↑ **Figura 2.79.** Marcado y taladrado.

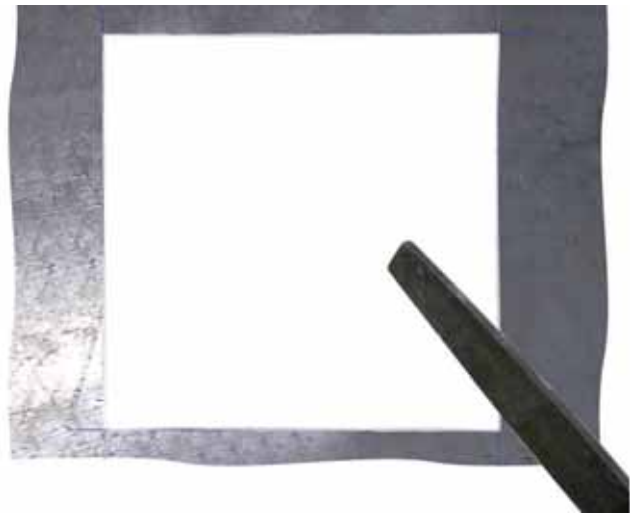
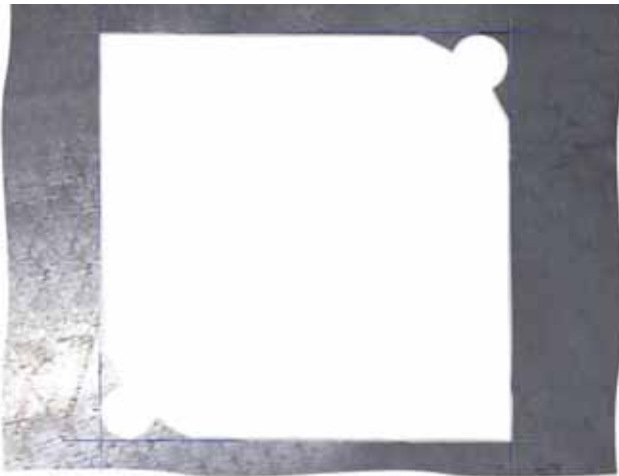
9. Introduce la hoja de la sierra en uno de los orificios.
10. Apoya por completo la base de la sierra de calar sobre la tapa del cuadro y presiona el interruptor de puesta en marcha de la máquina.

11. Desplaza la hoja de la sierra por la línea marcada hasta llegar a la esquina opuesta. Procura hacer el corte siempre por el interior del rectángulo.
12. Haz lo mismo desde el otro orificio hasta coincidir con el final del corte anterior.



↑ **Figura 2.80.** Corte con la sierra de calar.

13. Repite la operación para la otra esquina del rectángulo.
14. Después de realizar los dos últimos cortes, retira el material del interior del rectángulo.
15. Con la sierra de calar, retira el material sobrante en los vértices de las esquinas en las que se hicieron los taladros.
16. Una vez realizado por completo el orificio del rectángulo, prueba si el instrumento de medida pasa por su interior. Si no es así, utiliza una lima para realizar el ajuste fino.



↑ **Figura 2.81.** Ajuste fino del orificio rectangular.