

1.- INTRODUCCIÓN

Las materias primas a partir de las cuales se fabrican la absoluta totalidad de objetos actuales son los metales, los plásticos (derivados del carbón o con muchísima mayor frecuencia, del petróleo), las maderas, los materiales cerámicos (cocidos o áridos) y los materiales textiles.

Para formar un objeto se usan distintas piezas elementales, que suelen ser de diferentes materiales. Cada pieza ha sufrido un proceso de fabricación y luego todas ellas se unen o acoplan para formar el objeto. En los objetos de uso cotidiano, los metales y plásticos tienen una mucha mayor frecuencia de utilización que las maderas y cerámicos; este tema trata principalmente los procesos de fabricación más corrientes con dichos materiales.

Cualquier proceso de fabricación se puede englobar en uno de los grupos siguientes:

- * Modelado o moldeo: se funde el material y se vierte en un molde
- * Conformado (deformación/corte): se varía la forma del material
- * Arranque de material o mecanizado: eliminándolo para dejar la forma deseada
- * Unión: de piezas simples para formar una más compleja

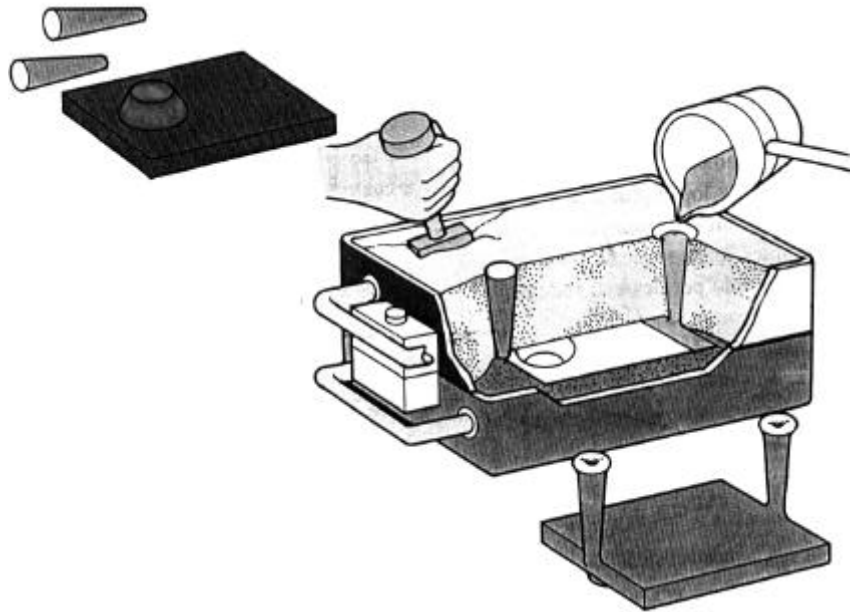
A continuación se estudia con más detalle estos procesos. Por su importancia, también se ha incluido un punto sobre los tratamientos térmicos básicos que se aplica a los metales.

2.- MOLDEO

Se realiza fundiendo metal o plástico y vertiéndolo en moldes o cavidades que reproducen la forma de la pieza. Las dos formas tradicionales de moldeo son:

2.1.- FUNDICIÓN EN ARENA DE METALES

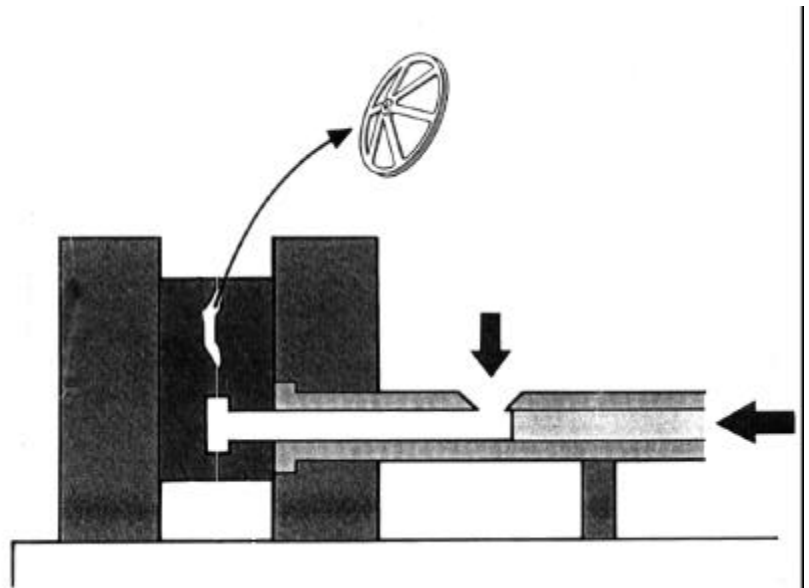
Los moldes se realizan apisonando una mezcla de arena y arcilla sobre una pieza de madera con la forma deseada. Luego se vierte el metal fundido por los canales de colada hasta llenar el molde y se deja solidificar. Cuando la temperatura baja hasta la ambiental, se deshace el molde y se saca la pieza fundida, eliminando los bebederos.



Es un método rápido, pero requiere hacer un molde nuevo para cada pieza. De todas formas, se usa para obtener bloques y culatas de motores de automóvil, tapas de alcantarillas y de registro, etc.

2.2.- FUNDICIÓN A PRESIÓN

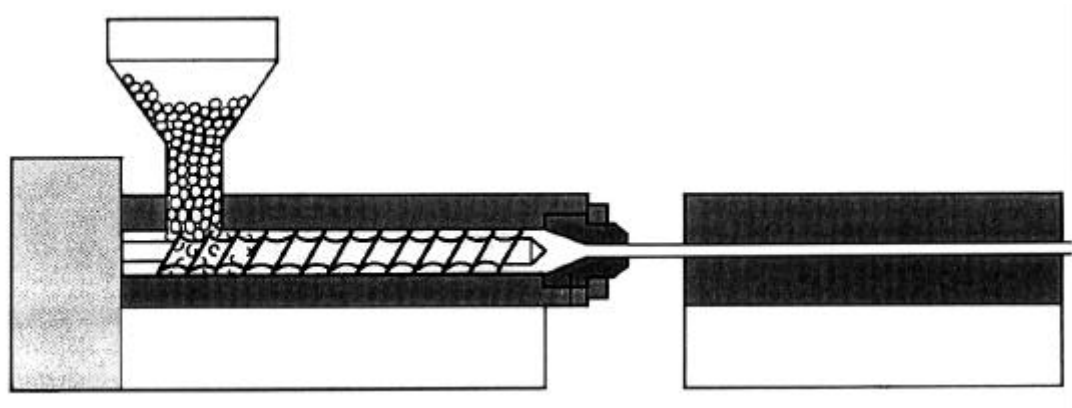
El molde se forma por unas cavidades en dos piezas llamadas matrices, que se mantienen unidas entre sí. Al material fundido se le obliga a entrar en dicho molde por inyección a presión. Las matrices se mantienen juntas hasta que el material solidifica y al separarse, la pieza es expulsada. A continuación se unen para volver a empezar el ciclo.



Es un método para producciones en serie, pero hay que usar aleaciones de baja temperatura de fusión (de aluminio) o plásticos. Así se obtienen carburadores, carcasas de motores eléctricos, poleas, cubos, barreños,...

2.3.- ESPECIFICACIONES PARA PLÁSTICOS

Los materiales plásticos siempre se trabajan casi o totalmente fundidos, pues así están muy blandos y las temperaturas rara vez sobrepasan los 400°C (que la mayoría de metales soportan bien). Para los termoplásticos existe una máquina denominada extrusora, que los funde en el cilindro y mediante un tornillo giratorio los empuja hacia la boquilla.



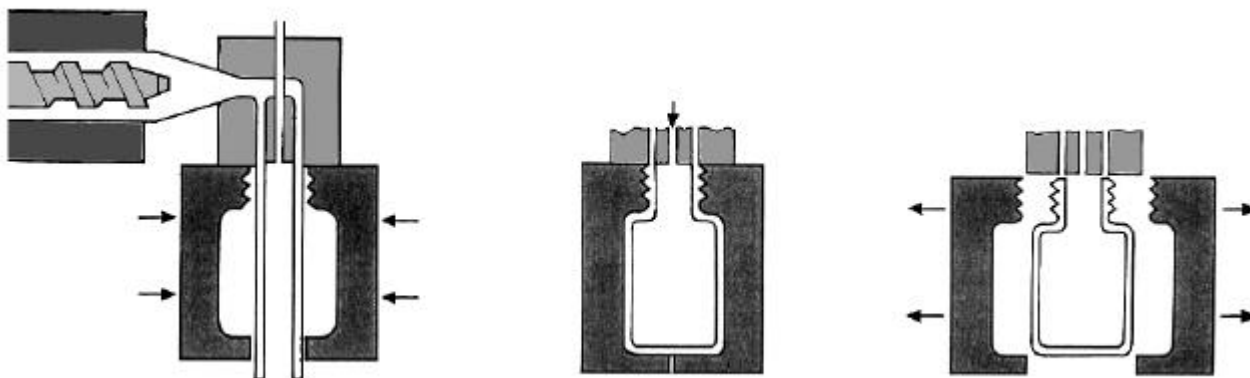
Al salir de dicha boquilla, se puede enfriar o aplicar el perfil obtenido (sin enfriarlo), a otros procesos de moldeo, como son:

2.3.1.- Moldeo a presión

Es idéntico a la fundición a presión de metales, pero el plástico sale a presión de la extrusora.

2.3.2.- Moldeo por aire comprimido

La boquilla de la extrusora da forma de tubo al plástico. Este tubo se encierra dentro de un molde metálico y a continuación se introduce aire a presión que empuja al tubo hasta adquirir la forma de las paredes del molde. Al abrir las dos mitades del molde, sale la pieza, normalmente botellas y recipientes.

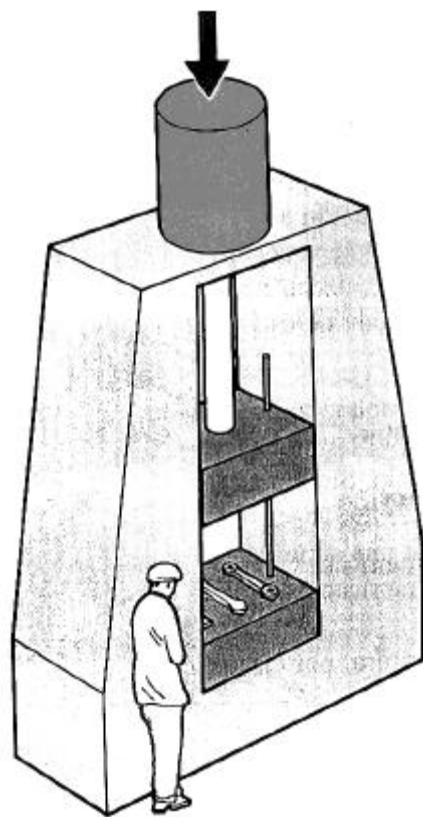
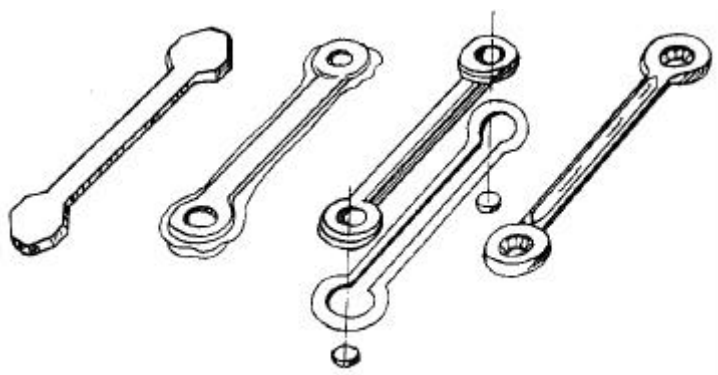


3.- CONFORMADO

Se realiza por deformación o corte, con esfuerzos de compresión o de cizalla a temperatura ambiente (procesos en frío) o a elevada temperatura (procesos en caliente). Los más corrientes son:

3.1.- FORJA

Se usaba en Egipto hace 2.500 años para formar armas de cobre. Consiste en someter una barra metálica muy caliente a golpes violentos, por prensa o maza. En la industria se usan varias estampas con formas cada vez más aproximadas a la forma final. Así, el esfuerzo requerido es menor.

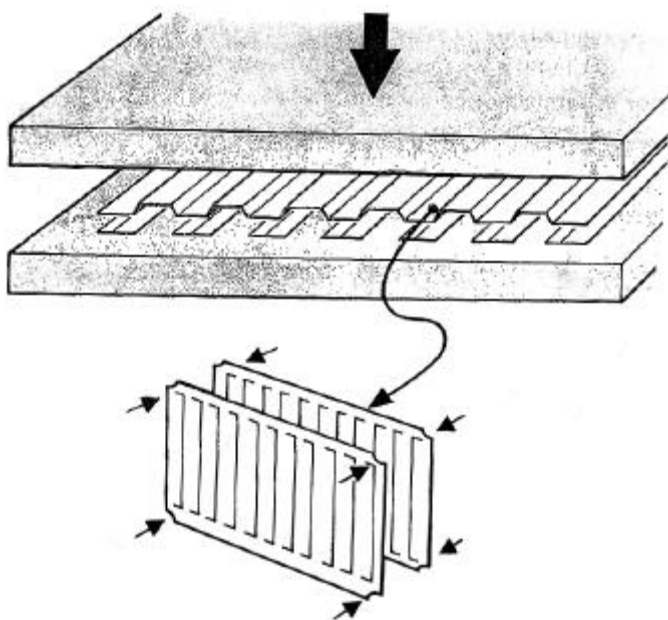


Las piezas forjadas tienen buen acabado superficial, y aguantan esfuerzos elevados. Son piezas como bielas de motor, herramientas, etc.

3.2.- ESTAMPACIÓN

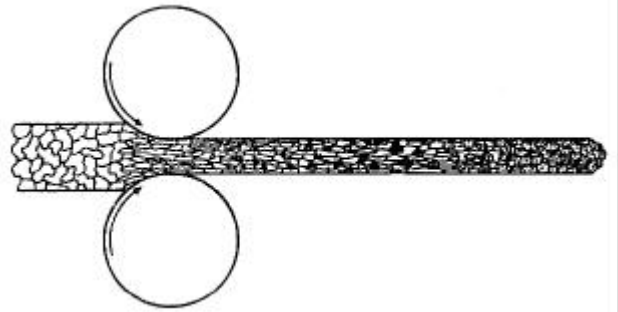
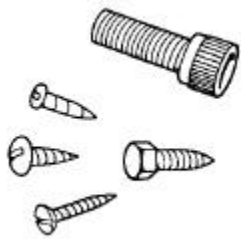
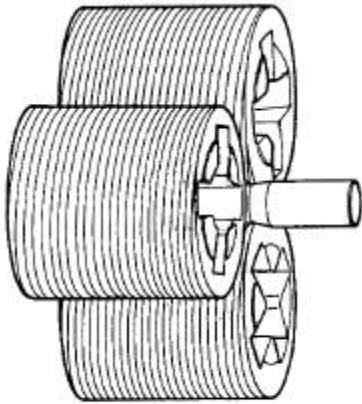
Es el equivalente a la forja cuando se realiza a temperatura ambiente. Los metales usados son más blandos o las secciones deformadas son más pequeñas. En este caso se deforma el material por prensa hidráulica, que aplica la presión de forma progresiva.

Se estampan mayoritariamente aceros al carbono, para obtener chapas de automóvil, planchas de radiadores, etc. que posteriormente se suelen unir a otras piezas también estampadas para dar lugar a objetos más complejos, como carrocerías de coches, por ejemplo.



3.3.- LAMINACIÓN

Consiste en hacer pasar el material (en frío o en caliente) entre unos rodillos que reducen su grosor o le dan la forma que tenga dichos rodillos, tales como vigas o raíles.



Los rodillos se mantienen uno contra otro mediante robustas estructuras, y además se hacen girar con motores eléctricos de gran potencia.

Un caso especial de laminado es la fabricación de elementos roscados, en la cual los cilindros tienen canales helicoidales que al girar van produciendo la rosca.

3.4.- EXTRUSIÓN

En este proceso, se hace fluir el material a través de una boquilla. Se realiza normalmente con metales y plásticos en caliente, casi o totalmente fundidos, empujandolos en el interior de un cilindro y, al salir, se obtiene una barra con la sección igual a la forma de la boquilla.

Así se producen perfiles de muy variadas secciones con longitud ilimitada, mayoritariamente con aluminio y latón.

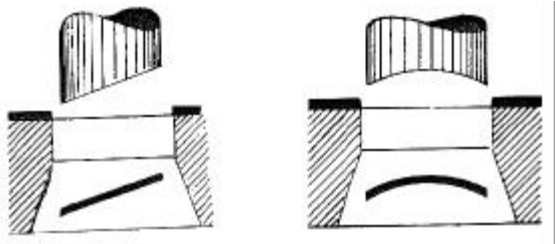


3.5.- TREFILADO

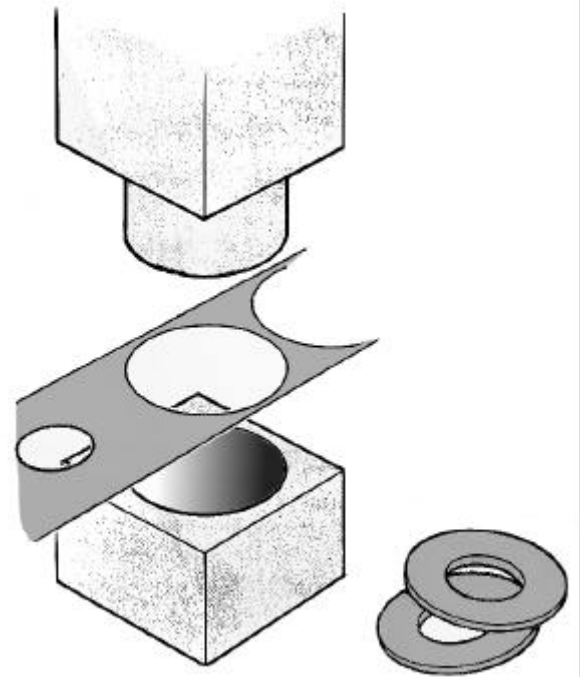
Es un caso particular de la extrusión, cuando se realiza tirando de un perfil cilíndrico y haciéndolo pasar a través de una boquilla circular. Es la forma de obtener alambres de grosor igual al diámetro de la boquilla.

3.6.- TROQUELADO

Es la operación en la que se realiza un agujero de forma determinada en una lámina mediante un punzón perforador y un troquel. A nivel doméstico se está troquelando cuando se hacen agujeros a las hojas para meterlas en carpetas de anillas.



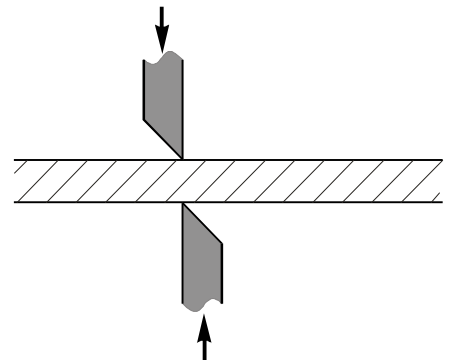
Es corriente realizar varios troquelados hasta obtener la pieza deseada, como arandelas, chapas de automóvil con sus ventanas, etc. con uno o dos golpes de prensa.



3.7.- CIZALLADO

Es el nombre técnico del tradicional corte con tijeras. Mientras que el troquelado corta figuras cerradas, el proceso de cizallado realiza cortes rectos o curvados que no tienen por qué ser cerrados.

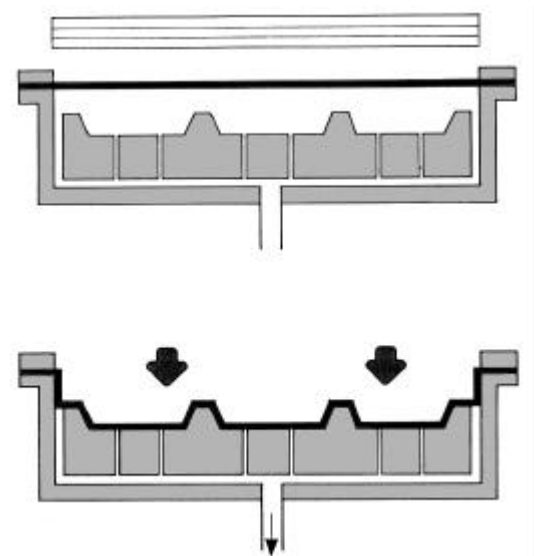
Es una operación más barata que la anterior, ya que no necesita grandes prensas hidráulicas, pero es más lenta y por tanto se usa en empresas de producción moderada.



3.8.- ESPECIFICACIONES PARA PLÁSTICOS

3.8.1.- Estampación por vacío

Para deformar plásticos hay que reblandecerlos con calor para evitar que vuelvan a adquirir su forma original. La estampación de láminas de termoplásticos se realiza siempre sujetándola en una caja y calentándola por estufas eléctricas. Cuando está caliente, se extrae el aire de dentro de la caja y el vacío hace que la lámina se oprima contra el molde del fondo de la caja. Así se obtienen hueveras, envases para dulces, etc. de no demasiada profundidad.

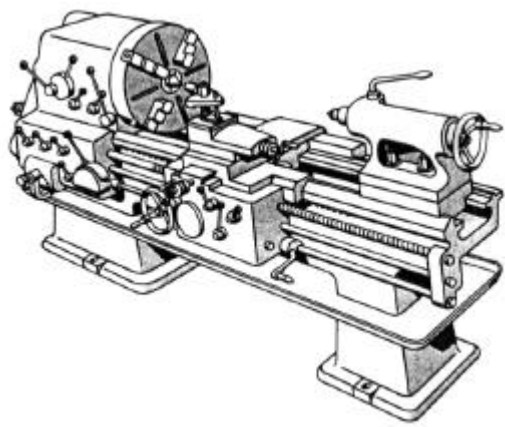
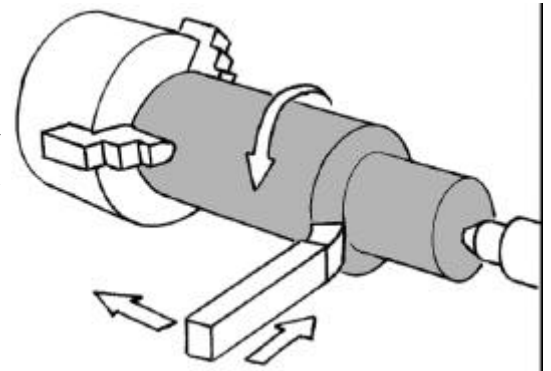


4.- MECANIZADO

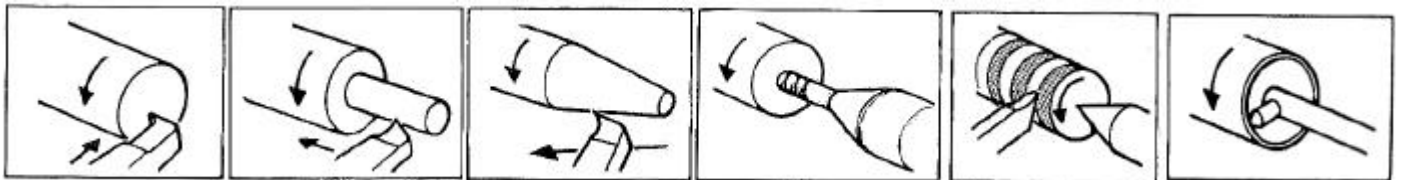
Las operaciones de mecanizado o arranque de viruta conllevan eliminar material para formar la pieza deseada. Esto ocurre por ejemplo al aserrar madera: siempre se desprende una cantidad de material en forma de serrín. El mecanizado, por tanto, se realiza cortando material por desplazamiento de la herramienta, de la pieza o de ambas. Debemos distinguir: el **movimiento de corte**, que es el que produce directamente el arranque, y el **movimiento de avance**, que hace progresar el corte. Los siguientes métodos son los más corrientes:

4.1.- TORNEADO

Se hace girar la pieza por medios mecánicos, y con una herramienta afilada se le da forma. Evidentemente estas formas son siempre figuras de rotación.



Los tornos son máquinas muy robustas provistas de un motor eléctrico que hace girar un cabezal al que se fija la pieza por un extremo. Para evitar que la pieza flexione al trabajar, se sujeta su extremo libre mediante otro cabezal provisto de una pieza formando punta. Las formas de atacar al material reciben nombres específicos:



Refrentado

Cilindrado

Torneado cónico

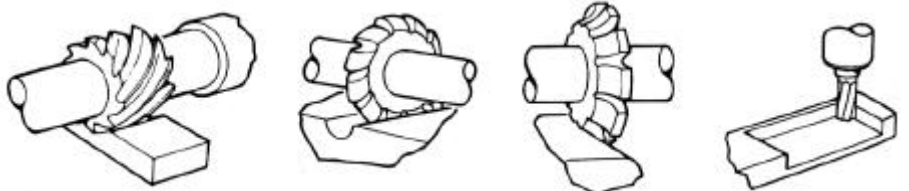
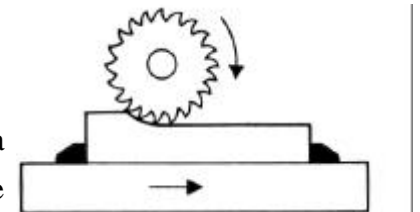
Taladrado

Roscado

Mandrinado

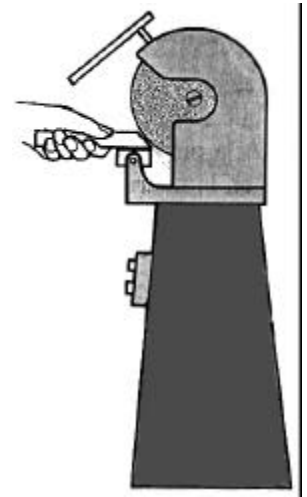
4.2.- FRESADO

En este caso, una fresa o herramienta cilíndrica con filos en su periferia elimina material mientras gira. La pieza está sujeta a un soporte o mesa que se desplaza contra la fresa. Así, se da a la pieza la forma que tenga la sección de la fresa, y se puede redondear bordes, alisar superficies o fabricar engranajes.



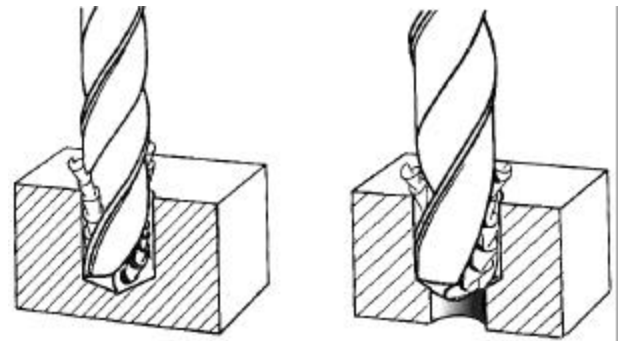
4.3.- RECTIFICADO

Cuando se sustituye la fresa por una piedra natural o artificial, se está realizando un rectificado o esmerilado. Con la operación de rectificado se elimina muy poco material, pero la dureza de las piedras (o muelas) permite trabajar materiales muy duros, y así se pueden afilar herramientas, alisar superficies metálicas, etc.



4.4.- TALADRADO

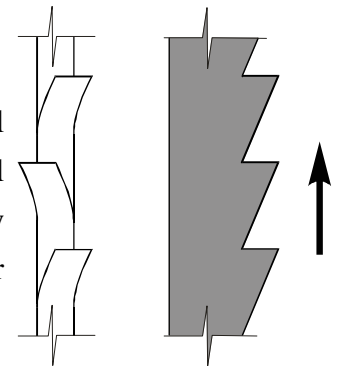
En esta conocida operación, la pieza se mantiene fija mientras la herramienta gira y avanza, produciendo un agujero de igual diámetro al de la broca. Cuando se realizan taladros de gran diámetro o en materiales muy duros, se hace un primer agujero estrecho que después se agranda pasando una broca mayor. La velocidad de giro es tanto más lenta cuanto más duro es el material.



La taladradora de sobremesa está presente en multitud de talleres, pero industrialmente se utilizan máquinas mucho mayores e incluso con varios cabezales portabrocas.

4.5.- ASERRADO

La hoja de la sierra está provista de dientes que eliminan partículas al desplazarse sobre el material en la dirección de corte: contra los dientes de la hoja (al intentar aserrar al revés sólo se consigue llenar de partículas el hueco entre dientes y la sierra patina). Para evitar que las hojas de sierra se atasquen, los dientes suelen estar triscados, y así se realiza un corte de mayor anchura que la hoja.



4.6.- LIMADO

Es una operación en que se deja plana una superficie. Suele realizarse manualmente con limas (metales y plásticos) o escofinas (maderas y plásticos) después de aserrarlos, para ajustar el tamaño de las piezas a las medidas finales.

Las limas son de acero y tienen unos dientes similares a las sierras, que sólo eliminan material al desplazarse en el sentido de corte, de forma similar a las hojas de sierra. Cuando se intenta limar en sentido contrario al de corte, los dientes se llenan de las partículas antes eliminadas y se dice que la lima se embota.

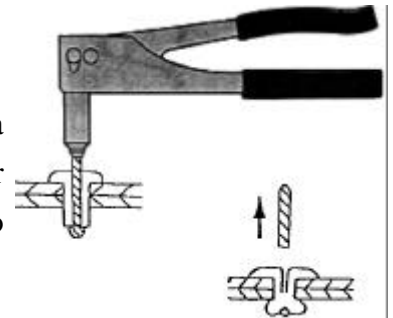
5.- UNIONES

Es más fácil fabricar partes para luego unir las y formar un objeto que fabricar ese objeto de una pieza. Los distintos métodos de unión se clasifican en dos grupos: *uniones fijas* (hay que mecanizar la unión para separarlas) y *uniones desmontables* (se pueden desarmar extrayendo el elemento de enlace). Los casos más corrientes son:

5.1.- UNIONES FIJAS o PERMANENTES

5.1.1.- Remaches

Un remache es un cilindro con su cabeza ensanchada. La unión se realiza traspasando el cilindro por dos agujeros alineados en las piezas a unir, y por medios mecánicos ensanchar el extremo del remache que sobresale por el lado opuesto a la cabeza.



5.1.2.- Soldadura

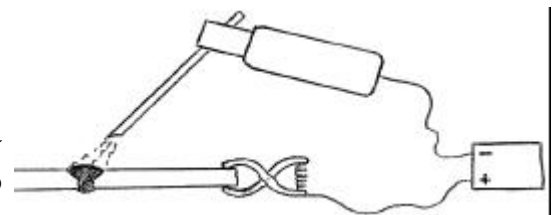
Consiste en unir dos o más piezas al fundir y luego solidificarse ambas, una sola o un material de aporte. En cualquier caso, la unión debe quedar "mojada" completamente por el material fundido. Tenemos:

5.2.1.a.- Soldadura blanda o de estaño

Se usa una aleación de estaño y plomo que funde a unos 230°C. Por ser un material blando, las uniones son poco resistentes, aunque se usa con cualquier metal corriente excepto el aluminio. Es fundamental que las superficies a unir estén perfectamente limpias; a continuación se suele aplicar un fundente que las mantiene limpias y ayuda al estaño fundido a mojar las piezas; por último, se calienta con soldador las dos piezas y EL ESTAÑO SE DEBE FUNDIR SOBRE ELLAS.

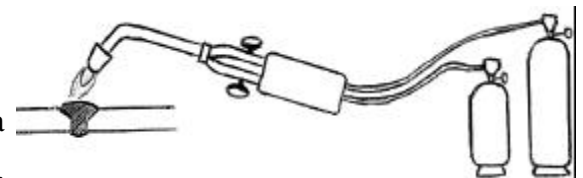
5.2.1.b.- Soldadura por arco eléctrico

Se funden las piezas a unir mediante el calor que genera una corriente eléctrica saltando entre un electrodo y el metal, alcanzando entre 3.000 y 4.000°C.



5.2.1.c.- Soldadura oxiacetilénica o autógena

El calor necesario para fundir las piezas se obtiene de la combustión de acetileno y oxígeno que salen de la boquilla del soplete.



En estos dos últimos casos se usan mandiles y gafas protectoras, pues el brillo es tan intenso que se puede producir desprendimiento de retina o al menos conjuntivitis.

5.1.3.- Adhesivos o pegamentos

Son el método más antiguo y en la actualidad el desarrollo de nuevos materiales les ha dado un gran impulso. Cada familia de pegamentos tiene su propia forma de aplicación, que hay que seguir rigurosamente, pero para todos se cumple que el exceso es más perjudicial que la falta del mismo: sólo unen las piezas, pero los adhesivos rara vez son resistentes por sí mismos.

5.2.- UNIONES DESMONTABLES

5.2.1.- Tornillos

Son cilindros roscados en parte o totalmente (vástago), provistos de un ensanche para hacerlos girar (cabeza). Se suelen denominar por la forma de la cabeza y su uso.



AVELLANADA



REDONDA



DE ESTRELLA



ALLEN



HEXAGONAL

Los tornillos son inseparables de los elementos en que se roscan: madera (tirafondos), metal (rosca-chapa) y tuercas (métricos), por lo que hay varios tipos de vástago:



TIRAFONDOS



ROSCA-CHAPA

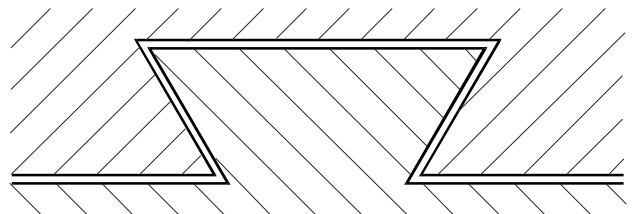


MÉTRICO

Cuando el material a unir es blando o por seguridad contra aflojado, se usan arandelas. Con tornillos métricos se usan tuercas autoblocantes o contratuerca. También es corriente que una pieza cumpla el papel de tornillo y la otra el de tuerca, como ocurre con las bombillas y casquillos domésticos.

5.2.2.- Ajustes

Las piezas a unir están formadas para que no se separen una de otra. Las formas más empleadas son las llamadas de cola de milano. Observando este ajuste, se puede comprobar el principio de cualquier otro: las piezas tienen un elemento que impide el desplazamiento entre ellas. Pueden estar formados a presión o ser deslizantes.



6.- TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LOS METALES

La solidificación de materiales suele conllevar una serie de efectos como cambios de densidad, contracciones, etc. que la Humanidad ha sabido aprovechar en múltiples ocasiones. Por ejemplo, En el antiguo Egipto, hacían agujeros en las rocas y los llenaban de agua; con el intenso frío de la noche del desierto el agua se congelaba y la presión que ejercía rompía la roca (evitando trabajo, por supuesto).

Este tipo de efectos no sólo se produce al solidificar. Al calentar un cuerpo, sus partículas adquieren movilidad, y el movimiento las permite colocarse en posiciones ordenadas. Si ahora permitimos que ese mismo cuerpo se enfríe lentamente, las contracciones que sufre van descolocando a las partículas de su posición ordenada. Los tratamientos que aparecen a continuación "juegan" con estos cambios.

6.1.- TEMPLE o TEMPLADO

Consiste en calentar un metal y mantenerlo caliente hasta que las partículas adquieren la posición de orden, y a continuación se enfría bruscamente, introduciéndolo en agua o aceite. Este cambio brusco elimina el movimiento de las partículas y éstas se quedan en sus posiciones. El metal adquiere dureza, pero las contracciones pueden provocar deformaciones, y siempre producen tensiones internas en el material, debido a que no se ha permitido la recolocación de partículas que compensen las contracciones.

6.2.- RECOCIDO

Este es el nombre que se da cuando se permite el enfriamiento lento del metal, perdiéndose el orden y la dureza del mismo. Se realiza el recocido para ablandar las piezas y realizar trabajos sobre ellas (mecanizados o conformados); posteriormente se vuelven a templar para devolverles su dureza.

6.3.- REVENIDO

En ocasiones es preferible perder algo de dureza en las piezas templadas y evitar las tensiones internas, ya que la oxidación, por poner un ejemplo, suele empezar por las zonas afectadas por tensión. En este caso, después del temple se calienta un poco el metal y se deja enfriar lentamente, permitiendo que sólo algunas partículas pierdan el orden.

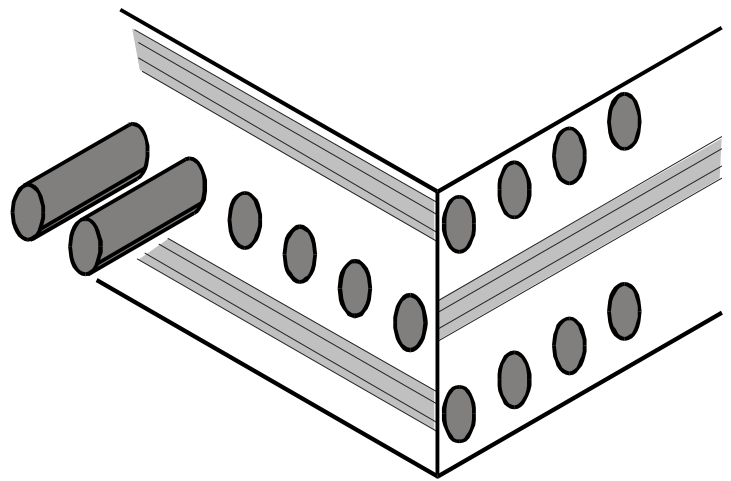
7.- MATERIALES COMPUESTOS

Reciben este nombre aquellos materiales en cuya composición se distinguen perfectamente los materiales que los componen. Por ejemplo, la mezcla fraguada de cemento y arena es el **mortero** homogéneo usado en albañilería; pero si al mortero se le añaden guijarros, el material resultante ya no es homogéneo, sino que se distinguen las piedras y se denomina **hormigón**. Si el hormigón tiene barras de hierro en su interior, se llama **hormigón armado**.

Con las mezclas de distintos materiales se persiguen dos objetivos, el primero es dar más resistencia a un material blando, y el segundo es mantener unido un material duro.

Los composites o materiales compuestos por excelencia son los que tienen como base dura las fibras de vidrio, carbono o kevlar, de diámetros entre 0,005 y 0,01 mm. Estos hilos son insuperables para soportar esfuerzos de tracción.

Para mantener unidas las fibras, se utilizan siempre plásticos termoestables o resinas. La resina se mezcla con un catalizador que acelera la reacción de su endurecimiento.



La fabricación de composites se realiza colocando una primera capa de fibras sobre un molde y extendiendo sobre ella la resina. Sobre esta capa se coloca otra capa de fibras y se vuelve a aplicar resina, y así con las capas deseadas. Para evitar la formación de burbujas se extiende la resina con ligeros golpes de la punta de una brocha.

Para producciones más numerosas, la resina se aplica con pistola o con brocha, y se eliminan las burbujas ejerciendo presión con prensa hidráulica.

Las grandes producciones en serie de parachoques, carenados o cascos para motocicleta, por poner algunos ejemplos, tienen maquinaria especialmente diseñada para la fabricación de composites. En ellas se usan enormes bobinas de fibras que se impregnan en tanques de resina, se cortan, se introducen en moldes y se prensan de forma totalmente automática.