

- **Estricción.** Es la propiedad que tienen los metales de oponerse a la reducción de su sección cuando están sometidos a una carga de tracción.

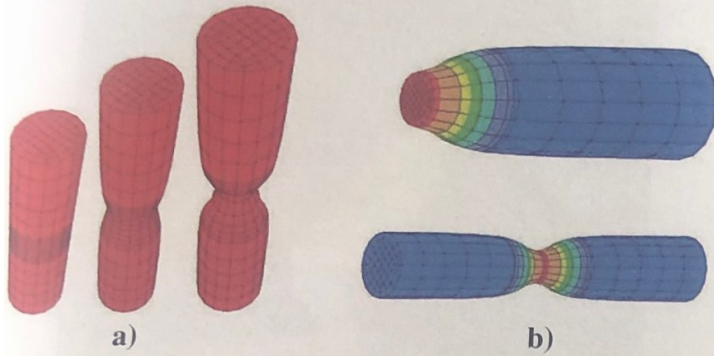


Figura 2.13. Pruebas de estricción de una probeta cilíndrica: a) Secuencia del tiramiento. b) Contornos de deformación plástica efectiva.

- **Dureza.** Es una propiedad que tienen los metales que define la resistencia que oponen a ser penetrados por otros cuya forma y dimensiones se encuentran debidamente normalizadas. Se entiende, asimismo, como la resistencia que opone un cuerpo a ser rayado por otro. También da idea de la resistencia de un material a una deformación permanente.

#### 2.8. Dureza.

Dureza	(HB)
Acero	62
Aluminio	15



El diamante es el mineral natural más duro.

**Frágilidad.** Es la propiedad de los metales de romperse más o menos fácilmente bajo la acción de un esfuerzo. Un material frágil es aquel que se rompe al pasar el límite elástico sin apenas experimentar deformación plástica alguna.

- **Resiliencia.** Define la resistencia que opone un cuerpo a la ruptura por choque o percusión. Es la propiedad inversa a la fragilidad, es decir, un metal resiliente no es frágil. Da idea de la energía que es capaz de absorber el material al romperse mediante un solo golpe.
- **Fluencia.** Es la propiedad que tienen algunos metales de deformarse lenta y espontáneamente bajo la acción de su propio peso o de cargas muy pequeñas. En general, esta característica aparece con más intensidad en los metales con temperaturas de fusión bajas, como el plomo.
- **Maquinabilidad.** Con esta denominación se agrupan varias propiedades, como: velocidad a la que puede mecanizarse el material al someterle a trabajos con máquinas, clase de viruta producida, capacidad de desgaste por herramienta y tipo de acabado superficial que puede obtenerse.

## 2.4. Mejora de las cualidades de un metal

Gran parte de las aplicaciones habituales de los metales exigen una serie de características que obligan a mejorar las cualidades y propiedades naturales de los mismos. Estas mejoras se consiguen sometiendo a los metales a tratamientos térmicos que permiten modificar sus características mecánicas, o incorporándoles elementos de adición (aleaciones) para mejorar o conseguir ciertas cualidades.

### 2.4.1. Aleaciones

Se denomina aleación a la unión de un metal con otros metales o metaloides conservando, en estado sólido, sus propiedades metálicas.

Los metales se alean con otros para conseguir un conjunto de características muy difíciles de encontrar en los metales puros, los cuales no tienen una utilización industrial salvo en casos muy específicos.

En general, en toda aleación se pueden apreciar dos elementos: el elemento predominante o de base, que es el que está en mayor proporción y determina las principales propiedades de la misma, y los elementos aleantes, que modifican, complementan o acentúan dichas propiedades.

Para obtener una aleación, se funden al mismo tiempo el metal base y los elementos aleantes y a continuación se los deja enfriar y solidificar.





Figura 2.15. Estructura de una aleación níquel-tungsteno. Los cristales azules están hechos sobre todo de níquel, mientras que las regiones rojas están hechas mayormente de tungsteno.

## 2.4.2. Clasificación de las aleaciones

Existen diferentes criterios a la hora de clasificar las aleaciones. Entre los más habituales se encuentran:

- Según el número de elementos que componen las aleaciones. En función de ello, estas se denominarán *binarias* (dos), *ternarias* (tres), etc. Existen aleaciones que contienen hasta seis o siete elementos (como los aceros rápidos con Fe, C, Co, W, Cr, V, Mo).
- Según la naturaleza de sus componentes. Con este criterio se pueden clasificar como sigue:
  - » *Aleaciones férreas*. Las que tienen el hierro como elemento principal.
  - » *Aleaciones no férreas*. Aquellas cuyo elemento principal no es el hierro.
  - » *Aleaciones pesadas*. Contienen principalmente metales pesados (cuyo peso específico es mayor que 7) como el cobre, estaño, cinc, níquel, plomo, etc.
  - » *Aleaciones ligeras*. Se denominan así a las aleaciones que tienen como elemento base el aluminio.
  - » *Aleaciones ultraligeras*. Son las que tienen como elemento base el magnesio.

## 2.5. Conformado de metales

Los procesos de conformado son técnicas utilizadas para dar a los objetos una forma o contornos sin añadir o separar materiales. De hecho, para utilizar los metales es necesario darles una forma que se adapte al uso que va a tener la pieza. Algunos de estos procesos se realizan en caliente y otros en frío, según es el espesor del metal y de su temperatura adecuada de trabajo.

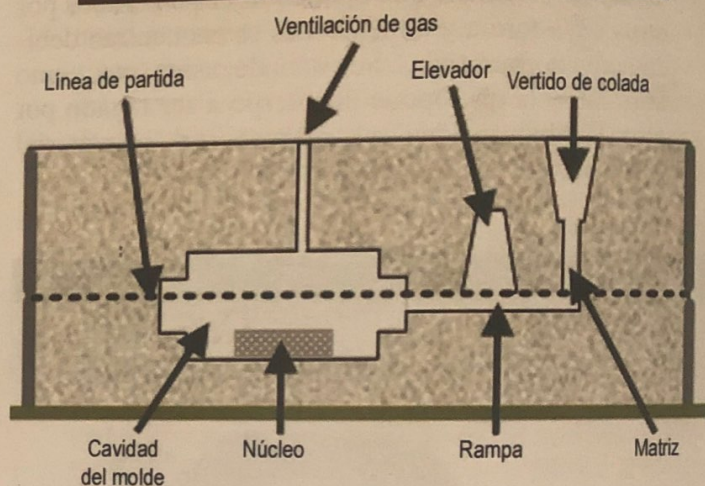
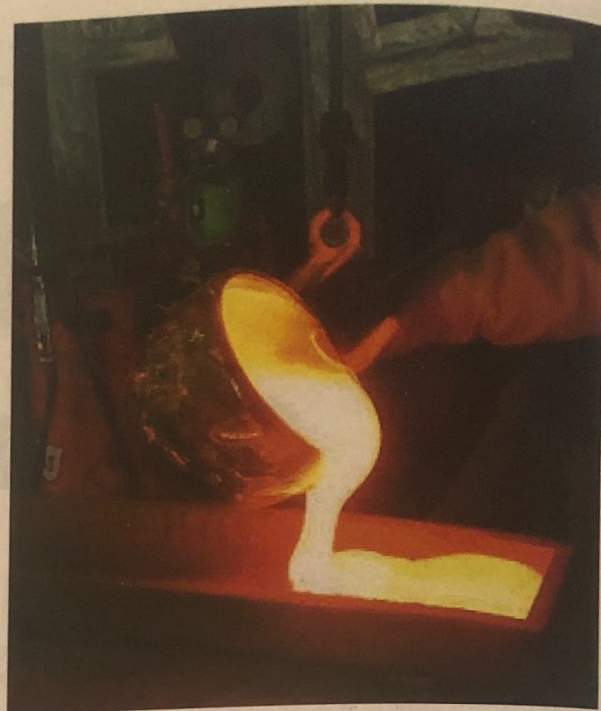


Figura 2.16. Proceso de fundición.

Entre las operaciones de conformado más comunes se encuentran:

- **Fundición.** En este proceso el conformado se consigue vertiendo metal fundido en una cavidad hueca y dejándolo enfriar (endurecer) en su interior. Así el líquido llena la cavidad del molde y adquiere su forma en una sola operación. Con este método se fabrican la mayor parte de las piezas del motor y de la transmisión. Los moldes en que se cuecen las piezas se pueden hacer con una arena especial o pueden ser metálicos. El sistema es tan perfecto que permite la reproducción de pequeños detalles sobre la superficie de la pieza.

Una forma especial de fusión es la **sinterización**, que a diferencia de la fusión convencional, lo que se introduce en el molde no es metal líquido sino polvo. La sinterización tiene la ventaja de permitir controlar más el proceso previo a la fusión y con ello la calidad y peso de la pieza.





Figura 2.17. Proceso de sinterización.

Como inconveniente, requiere un proceso previo más largo e impide realizar la aleación de los metales en el mismo momento de fabricar la pieza.

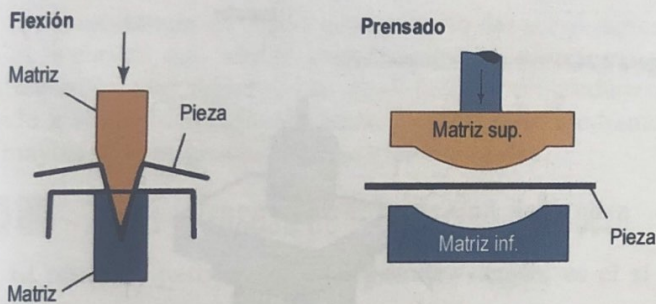


Figura 2.18. Procesos de flexión y de prensado.

- **Flexión.** Mediante la flexión se somete a un metal a un esfuerzo o estiramiento a lo largo de un eje recto, de lo que resulta un producto de forma recta o lineal. En estas operaciones se incluyen algunas técnicas típicas como las realizadas en las plegadoras de barra, los rodillos de conformado o las máquinas curvadoras.
- **Prensado.** El prensado es un proceso consistente en moldear una lámina metálica en varias direcciones al mismo tiempo, forzándola entre dos matrices. El prensado difiere de la flexión en que en una única operación moldea los materiales en varias direcciones. Para entenderlo basta con comparar la forma de una bandeja con la de una caja.
- **Forja.** Este proceso de conformado puede hacerse de dos formas distintas: forjado con prensa y forjado con martillo.

En el primer método, el conformado se consigue mediante una prensa de forjar martilleando o aplicando una presión constante sobre la pieza de trabajo, de esta forma el metal fluye plásticamente en la cavidad formada por la matriz, forzándolo así a adoptar su forma.

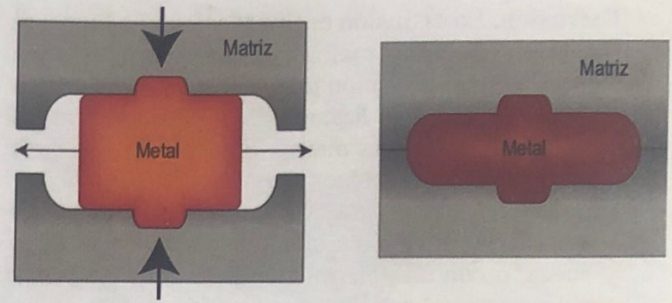


Figura 2.19. Proceso de conformado por forja con prensa.

El segundo método, el metal se calienta a una temperatura elevada y se moldea mediante la presión aplicada con un martillo mientras se apoya el metal sobre otra superficie (yunque) consiguiendo su deformación plástica.

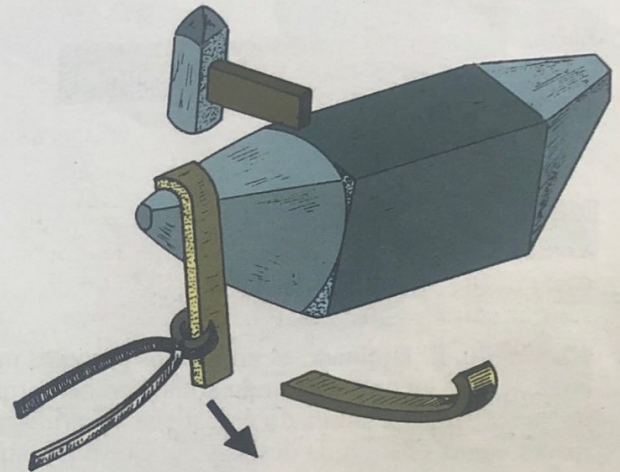


Figura 2.20. Proceso de conformado por forja con martillo.

- **Trefilado (estirado).** El trefilado consiste en dar forma a una varilla o cinta metálica tirando de ella a través de un molde o matriz para reducirla a un hilo o para formar un tubo. Para lograr un hilo se requieren normalmente varias operaciones, en las que se reduce gradualmente el diámetro hasta el tamaño deseado.

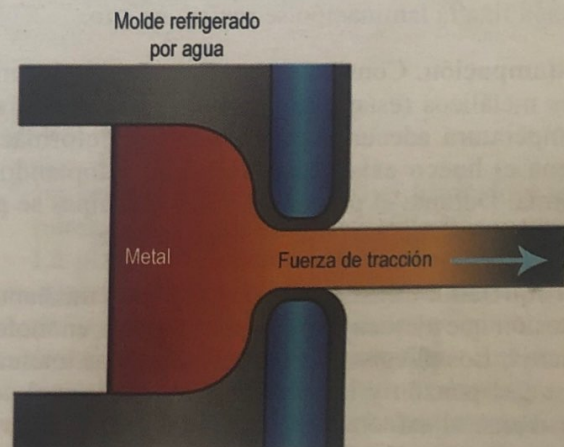


Figura 2.21. Trefilado.



- **Extrusión.** La extrusión es una técnica que fuerza al metal a través de una matriz o abertura para darle una forma deseada de sección transversal. Al ser empujado con una fuerza de hasta 1.200 toneladas, el metal adopta la forma de la matriz. Solo puede aplicarse a determinadas aleaciones muy dúctiles, que posteriormente se tratan para que consigan la resistencia adecuada. Normalmente una pieza extruida es larga y hueca, o con un determinado perfil que no puede conseguirse mediante la estampación.

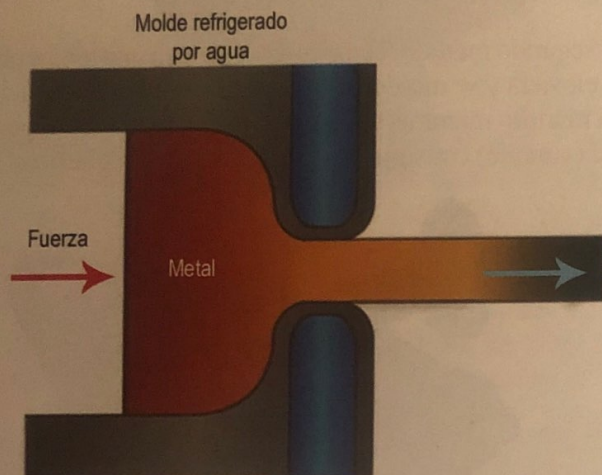


Figura 2.22. Extrusión.

- **Laminado.** El laminado es uno de los procesos más comunes en los métodos industriales de conformado en caliente. El laminado en caliente es principalmente una operación de desbastado. En su principal aplicación se destina a dar forma a grandes lingotes de metal basto para obtener un contorno fácil de trabajar. El laminado se realiza en grandes trenes de laminado en los que se comprime el metal entre dos rodillos giratorios que se encuentran a una distancia entre sí inferior al grosor inicial del metal sometido al proceso. Estos trenes de laminado pueden producir numerosas formas distintas: chapas, varillas redondas, barras planas y ángulos. Para la elaboración de chapa fina la laminación se realiza en frío.
- **Estampación.** Consiste en presionar entre dos moldes metálicos (estampas) un trozo de material a la temperatura adecuada, hasta que por deformación llena el hueco existente entre ellas, adoptando su forma. Durante el proceso, las dos estampas se presionan mediante una prensa muy potente.
- **Troquelado.** Consiste en obtener piezas mediante la presión que ejercen unos punzones sobre un molde o matriz. Los pliegos o láminas de chapa se intercalan entre el punzón y la matriz, produciéndose el corte mediante el esfuerzo de cizalla del punzón sobre la chapa. La forma del punzón, y consecuentemente de la matriz, determina la pieza obtenida.

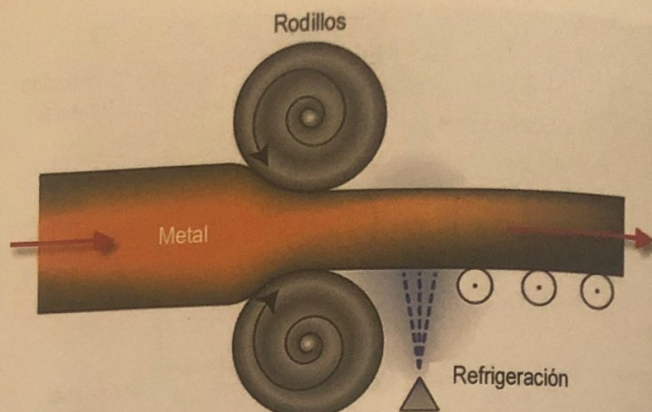


Figura 2.23. Laminación.

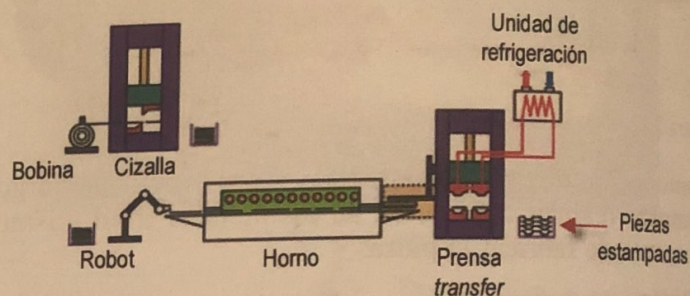


Figura 2.24. Proceso de estampación.

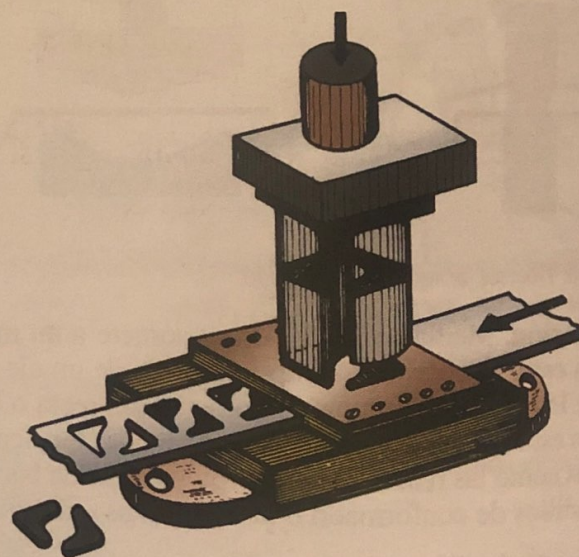


Figura 2.25. Proceso de troquelado.

- **Embutición.** Es un procedimiento similar al anterior, pero en este caso, la compresión a que es sometida la chapa entre punzón y matriz, solo consigue que se deforme sin cortarla. Se utiliza para obtener cuerpos huecos en la chapa.



Figura 2.26. Proceso de embutición.



## 2. Características de los materiales metálicos

La profundidad origina un alargamiento que en el caso de los aceros empleados en la construcción de carrocerías y en función del tipo de embutición, viene a ser de:

- » Embutición ordinaria: 30%
- » Embutición profunda: 35%
- » Embutición difícil: 45%

