

CICLO SUPERIOR DE AUTOMOCION

**MODULO DE ELEMENTOS AMOVIBLES
Y FIJOS NO ESTRUCTURALES**

METALURGIA

**AUTOR:
LEONARDO CAÑADAS**

INDICE

TEMA	<i>Página</i>
1.-LA METALURGIA	3
2.-PROCESOS DE CONFORMACIÓN	3
3.-LOS METALES	3
4.-PROPIEDADES MECANICAS	4
5.-EL HIERRO	6
6.-LOS ACEROS	7
7.-PRODUCTOS FERRICOS	9
8.-TRATAMIENTOS TERMICOS	11
9.-METALES NO FERRICOS	13
10.-ALEACIONES	14

1.-LA METALURGIA

Es la ciencia que estudia los procesos de obtención de los metales.

Mineral \Rightarrow *Proceso metalúrgico* \Rightarrow Metal puro o combinado \Rightarrow *Procesos de conformación* \Rightarrow Pieza metálica terminada.

2.-PROCESOS DE CONFORMACIÓN

1. Por fundición
2. Por deformación en caliente
 - 2.1. Forja
 - 2.2. Laminación en caliente
 - 2.3. Estampación en caliente
 - 2.4. Extrusión en caliente
3. Por deformación en frío
 - 3.1. Troquelado
 - 3.2. Embutición
4. Por arranque de viruta (mecanizado)
 - 4.1. Operaciones manuales
 - 4.1.1. Serrado
 - 4.1.2. Limado
 - 4.1.3. Roscado
 - 4.1.4. Cincelado
 - 4.2. Mecanizado a máquina
 - 4.2.1. Limado (cepillado)
 - 4.2.2. Torneado
 - 4.2.3. Fresado
 - 4.2.4. Taladrado
5. Por soldadura

3.-LOS METALES

Son unos 80 elementos simples, de los 102 elementos que hay y se caracterizan por tener estructuras cristalinas compuestas por un conjunto de núcleos rodeados de una nube de electrones común a todos ellos: es lo que se llama enlace metálico. Los más empleados industrialmente son: Hierro (Fe), Aluminio (Al), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Estaño (Sn), Plomo (Pb), Níquel (Ni) y Magnesio (Mg).

PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS.- Vienen en gran parte de la existencia del enlace metálico, que consiste en una red de núcleos positivos, rodeados de una nube electrónica común a todos ellos.

- Son buenos conductores del calor y la electricidad
- Presentan una buena plasticidad
- Son sólidos a temperatura ambiente (excepto el mercurio)
- Tienen brillo metálico en el corte reciente

4.-PROPIEDADES MECANICAS

- 1) **DUREZA**.- Se puede definir como: “la resistencia que los cuerpos oponen a dejarse rayar por otros” y, también industrialmente como: “la resistencia que un cuerpo opone a ser penetrado por otro muy duro, cuya forma y dimensiones están normalizados”.

Con respecto a este segundo criterio, existen dos escalas de dureza:

Dureza Brinell, en la que se mide la superficie de la huella dejada por una bola de acero extraduro de diámetro (D), cuando se aplica con una determinada carga. Se representa por las letras HB, así tendríamos:

Acero muy duro.....500 HB

Acero poco duro.....110 HB

Bronce.....100 HB

Aluminio..... 25 HB

Dureza Rockwell, se mide la profundidad de penetración, bien de un cono de diamante de 120° (escala HRC), bien con una bola de acero (escala HRB). Tiene la ventaja que se puede medir la dureza de materiales muy duros, que deformarían la bola del ensayo Brinell, también tiene la ventaja de que la dureza la da directamente la escala de profundidad del aparato de ensayo, que está graduada en grados Rockwell

- 2) **ELASTICIDAD**.- “Es la capacidad que presentan determinados materiales de recobrar su forma original después de haber sido deformados, cuando cesa la fuerza exterior que los deformó”.

Para poder cuantificar esta propiedad, se define el límite elástico (E), en unidades de Kg-f/mm².

Esto se halla mediante un ensayo de tracción: $E = F/S$. Así, tendríamos los siguientes valores:

Metal	Límite de elasticidad (E), en Kgs/mm ²
Aluminio recocido	15
Plata	0,5
Hierro	20
Acero de 0,15% de C	28
Acero de 0,55% de C	43

- 3) **PLASTICIDAD**.-“Es la capacidad que tienen los materiales de adquirir deformaciones permanentes”. Así, si aumentamos la fuerza de deformación por encima del límite elástico en un metal, se aumenta la separación de los átomos y llegan a alcanzar otras posiciones en las que también tienen una estructura estable y, al cesar la fuerza exterior ya no se mueven.

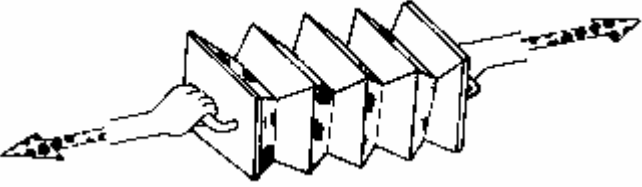
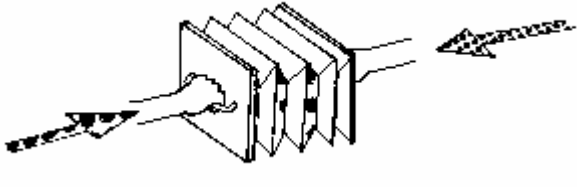
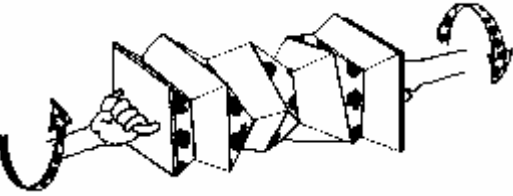
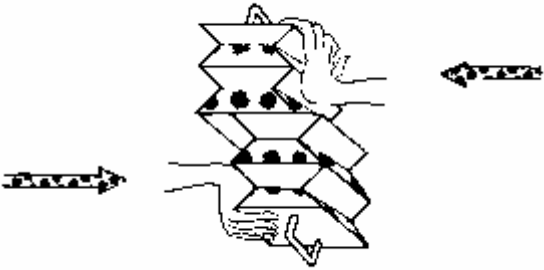
Los metales tienen, en general, muy buenas propiedades plásticas a causa del enlace metálico. Esta propiedades se concretan en dos:

Ductilidad.- Si los esfuerzos son de tracción. Los más dúctiles son el oro y la plata.

Maleabilidad.- Si los esfuerzos son de compresión.

- 4) **RESISTENCIA A LA ROTURA**.- Si a un material le vamos aumentando el esfuerzo de deformación, se deformará primero elásticamente, luego plásticamente y, por último, se romperá. Por eso es muy importante saber en cada material cual es la carga máxima por unidad de superficie que puede soportar sin romperse; a esta carga la llamamos resistencia a la rotura (R).

La resistencia a la rotura se expresa en las mismas unidades que el límite elástico (Kgs/mm²), aunque los esfuerzos a que están sometidas las piezas pueden ser de 4 clases:

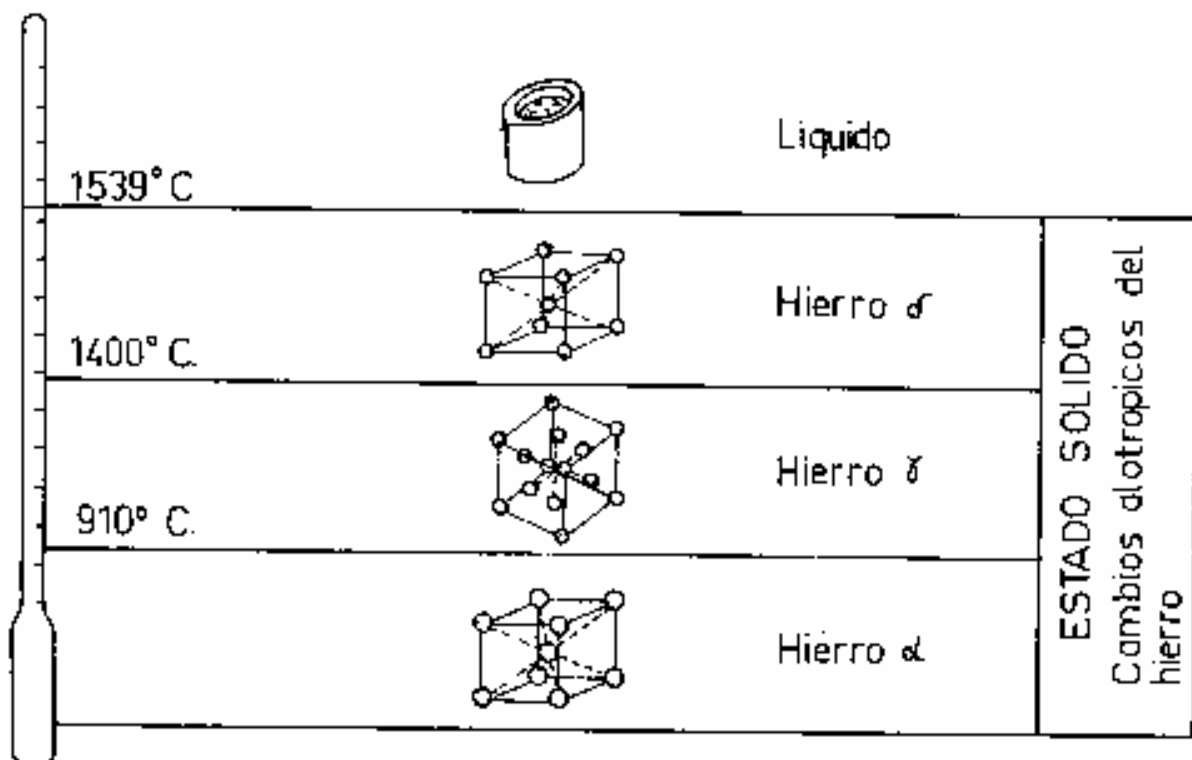
	
TRACCION	COMPRESION
	
TORSION	CIZALLADURA

- 5) **TENACIDAD**.- Es la capacidad que tienen los metales de absorber energía antes de romperse. Pero la energía es igual al producto de la fuerza aplicada por su deformación (espacio), por lo que no hay que confundir tenacidad con gran resistencia a la rotura. Así pues, el diamante tiene gran resistencia a la rotura, pero es poco tenaz.
En resumen, un metal es más tenaz cuanto más separados estén su límite elástico y su resistencia a la rotura y cuanto mayor sea esta última.
- 6) **FRAGILIDAD**.- Frágil es lo contrario de tenaz. “Un material es frágil cuando se rompe al rebasar el límite elástico y sin apenas deformarse plásticamente”, por ejemplo, el vidrio. Los materiales frágiles son poco interesantes para la industria.
- 7) **RESILIENCIA**.- No es una propiedad, sino el resultado de un ensayo: “es la cantidad de energía que es capaz de absorber un material antes de romperse de un golpe”. Está relacionada directamente con la tenacidad. Es muy importante que esta cualidad sea grande en los martillos y en los enganches de remolque, por ejemplo.

5.-EL HIERRO

- 1) Estados alotrópicos.- Son las diferentes estructuras cristalinas que adopta un mismo elemento químico.
- 2) Estados alotrópicos del hierro.- Si vamos calentando el hierro, van apareciendo sus tres estados alotrópicos:
 - Hierro alfa (α).- Es una estructura cubica centrada, que se presenta hasta los 910°
 - Hierro gamma (γ).- Es una estructura cúbica centrada en las caras, que está en el hierro en el margen de temperaturas de 910° a 1400° .
 - Hierro delta (δ).- En el margen de temperaturas de 1400° a 1539°C , se vuelve a la red cubica centrada.

A más de 1539°C , el hierro está fundido en estado liquido y, por consiguiente, no hay estructura cristalina.



EL CARBONO.- Es un elemento no metálico, que se presenta en dos estados alotrópicos: el diamante (el material más duro de la Tierra) y el grafito (negro, muy blando y muy exfoliable). El carbono se combina químicamente con el hierro, formando carburo de hierro (Fe_3C), que se llama en metalurgia cementita ($92,23\% \text{ Fe} + 6,67\% \text{ C}$).

6.-LOS ACEROS

Son las diferentes mezclas de hierro y carbono

CONSTITUYENTES DE LOS ACEROS

Son los diferentes tipos de granos que están presentes en los aceros:

1) **Ferrita**.- Es hierro puro ($\% C < 0,008\%$). Tiene las siguientes características:

-Blando (dureza 90 HB)

-Dúctil (35 – 40% de alargamiento)

-Baja resistencia a la rotura ($R = 28 \text{ Kg/mm}^2$)

2) **Cementita**.- Es carburo de hierro (Fe_3C), que tiene 6,67% de C. Sus características son:

-Muy duro (dureza: 700 HB ó 68 HRC)

-Muy frágil y poco tenaz

3) **Perlita**.- Tiene un 86,5% de ferrita y un 13,5% de cementita. Se obtiene pura si se enfría lentamente un acero con el 0,89 % de C. Sus características son intermedias entre la Ferrita y la cementita:

-Dureza: 200 HB

-Ductilidad (15% de alargamiento)

Resistencia a la rotura: $R = 80 \text{ Kg/mm}^2$

TIPOS DE ACEROS Y FUNDICIONES.-

Si $\% C < 1,76\% \Rightarrow$ Aceros; Si $\% C > 1,76\% \Rightarrow$ fundiciones.

Hay tres composiciones Hierro-Carbono que presentan un único constituyente:

Acero al 0,008%C \Rightarrow Sólo Ferrita

Acero al 0,89%C \Rightarrow Sólo Perlita

Fundición del 6,67%C \Rightarrow Sólo Cementita

Las de composición intermedia tienen dos constituyentes:

Composición del 0,08%C al 0,89%C \Rightarrow Ferrita + Perlita

Composición del 0,89%C al 6,67%C \Rightarrow Perlita + Cementita

De esta manera, podemos saber las propiedades de un acero conociendo su composición:

Acero del 0,1%C.- Tiene mucha ferrita y poca perlita:

-Blando y dúctil

-Resistencia a la rotura: $R = 28 \text{ Kg/mm}^2$

Acero de 0,44%C.- Tiene 50% de ferrita y 50% de perlita. Presenta unas propiedades intermedias entre las de estos constituyentes.

Acero de 1,2%C.- Con mucha perlita y poca cementita. Sus características son parecidas a las de la perlita, pero con más dureza y fragilidad.

Fundición de 3,3%C.- Tiene 50% de perlita y 50% de cementita. Presenta gran dureza y fragilidad.

En la tabla de la página siguiente, podemos ver resumidas las propiedades de los aceros según su composición y constituyentes:

TABLA DE PROPIEDADES DE LOS ACEROS SEGÚN SU COMPOSICIÓN:

Denominación	ACEROS			FUNDICIONES BLANCAS	
% de C	0,008		0,89	1,76	6,67
Constituyentes	Ferrita	Ferrita Perlita	Perlita	Perlita y Cementita	Cementita
Propiedades	<p style="text-align: center;">Aumenta la dureza con el % C →</p> <p style="text-align: center;">Aumenta la fragilidad con el % C →</p> <p style="text-align: center;">Ductilidad ←</p>				<p style="text-align: center;">muy duro muy frágil</p>

CONSTITUYENTES DE LOS ACEROS A ALTA TEMPERATURA.- Cuando aumentamos la temperatura, aparecen otros constituyentes:

- 1) **AUSTENITA.**- Se obtiene cuando se calienta un acero hasta que el hierro α se transforma en Fe γ . Es una solución sólida de carbono en hierro γ , en la que los átomos de carbono ocupan los huecos que aparecen en la red cúbica centrada en las caras del hierro γ , por esto puede tener hasta un 1,76% de C disuelto en la red (a 1130 °C).

Entre sus propiedades destaca su gran plasticidad, característica que se aprovecha en la transformación por forja de los aceros.

- 2) **MARTENSITA.**- Es una estructura un poco desordenada en forma de agujas, que se obtiene enfriando rápidamente la austenita. Sus propiedades son:

- Gran dureza (500-700 HB ó 50-68 HRC)
- Gran resistencia (R = 175-200 Kg/mm²)
- Poco dúctil y maleable: alargamiento máximo de 0,5-2,5%

En la figura 6.1 de la página siguiente, podemos ver los diferentes constituyentes de los aceros, según su composición y temperatura:

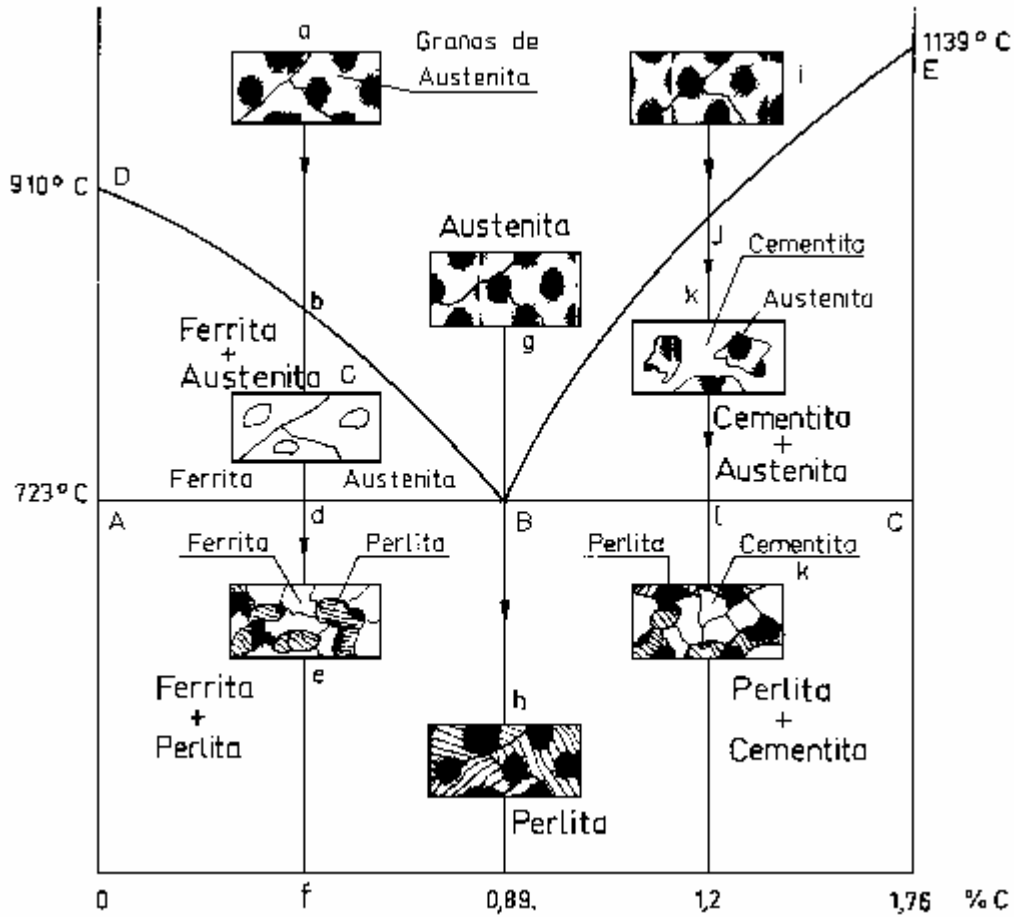


Figura 6.1

7.-PRODUCTOS FERRICOS

Los productos férricos industriales se clasifican por dos características:

- 1) Por su dureza:
 - a. Extra-suaves (0,1-0,2%C). F110
 - b. Suaves (0,2-0,3%C). F120
 - c. Semi-suaves (0,3-0,4%C). F130
 - d. Semi-duros (0,4-0,5%C)
 - e. Duros (0,5-0,6%C). F150
 - f. Extra-duros (0,6-0,7%C)

2) Por su composición:

- a. Aceros al carbono (sólo tienen hierro y carbono)
- b. Aceros aleados. Tienen, además: Cromo, Niobio, Molibdeno, Cobalto, Vanadio, Wolframio (entre estos se encuentran los aceros inoxidable y los aceros al Cromo-Vanadio para herramientas, por ejemplo).

Actualmente la composición y propiedades de los aceros están normalizadas, según las normas del Instituto Español del Hierro y del Acero y se les denomina por la letra F, seguida de tres números:

- F100.- Aceros finos de construcción general
- F200.- Aceros para usos especiales
- F300.- Aceros resistentes a la oxidación y corrosión
- F400.- Aceros para muelles
- F500.- Aceros para herramientas
- Y así hasta el F700.

La chapa que se emplea en carrocería de automóviles es del tipo de acero extra-suave, con un contenido en carbono inferior al 0,2% y de estructura metalográfica de grano fino. Este tipo de acero presenta buena ductilidad, por lo que es adecuado para la embutición y es fácilmente soldable, sin problemas de temple.

Este tipo de chapa se presenta en tres calidades, según el tipo de embutición a la que vaya a ser sometida:

	COMPOSICION				Limite Elástico	Tensión de Rotura	Alargamiento
	% Máximo						
	C	P	S	Mn			
Embutición ordinaria	0,10	0,035	0,035	0,45	24	27÷37	34%
Embutición fuerte	0,08	0,030	0,030	0,40	21	27÷35	38%
Embutición extrafuerte	0,06	0,025	0,025	0,35	18	27÷33	40%

8.-TRATAMIENTOS TERMICOS

Se basan en las transformaciones de los metales con la temperatura y en la posibilidad de obtener determinados constituyentes si dichas transformaciones se realizan en condiciones determinadas.

Un tratamiento térmico consiste en:

1. Calentamiento hasta determinada temperatura
2. Permanencia a dicha temperatura
3. Enfriamiento hasta la temperatura ambiente

Así, en el caso de los aceros, según la velocidad de enfriamiento y la composición inicial, tendremos:

Enfriamiento lento:

Austenita → enfriamiento lento → Perlita-Ferrita-Cementita

Si %C < 0,89% ⇒ Perlita + Ferrita

Si %C = 0,89% ⇒ Perlita (composición eutéctica)

Si %C > 0,89% ⇒ Perlita + Cementita

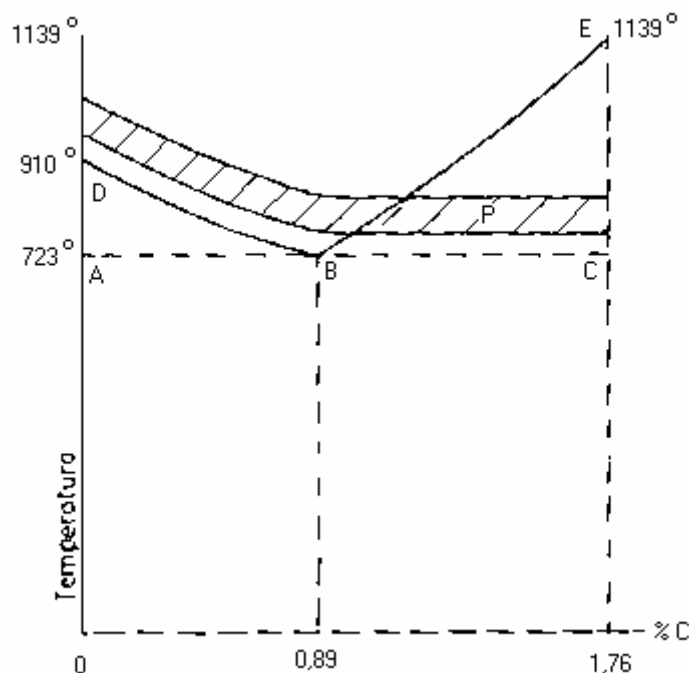
Enfriamiento rápido:

Austenita → enfriamiento rápido → Martensita

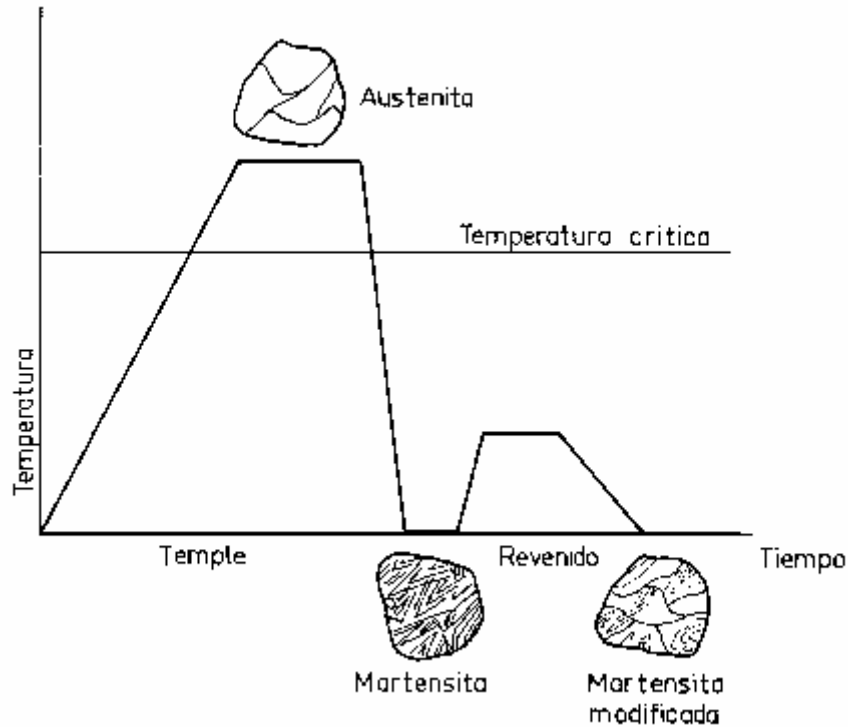
TIPOS DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS.-

- 1) **TEMPLE**.- Se hace para dar mayor dureza y elasticidad, pero aumenta la fragilidad y los aceros templados son más difíciles de mecanizar.

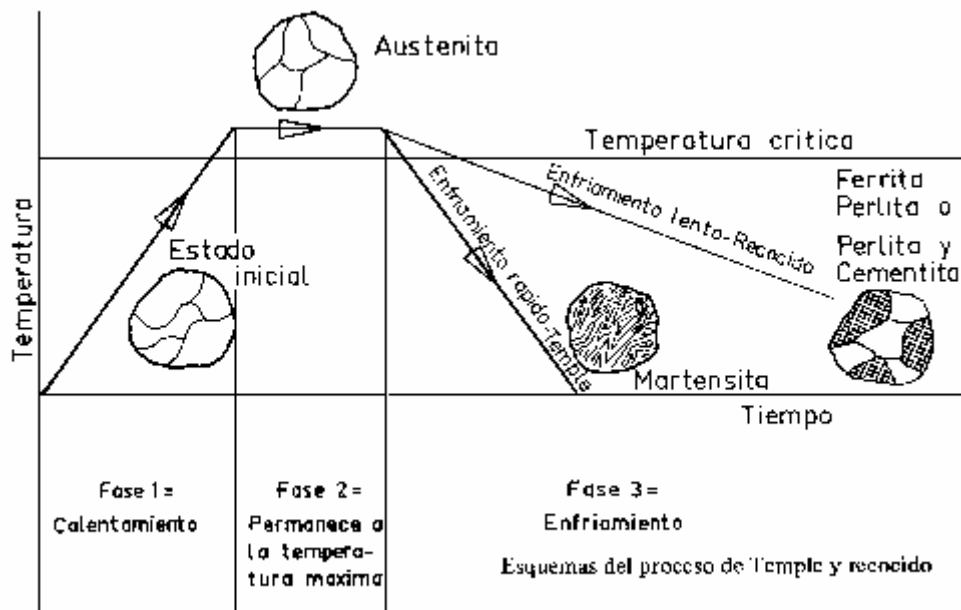
Se calienta el acero hasta la temperatura adecuada, según su composición (zona rayada del gráfico) y después se enfría en agua, aceite, plomo fundido, etc, sin pasar de la velocidad crítica de temple (menor cuanto mas porcentaje de carbono tiene el acero).



2) **REVENIDO**.- Para quitar un poco la dureza y fragilidad que deja el temple, se hace a continuación un revenido, calentando entre 100 °C (poca transformación de la martensita) y 700 °C (muchas transformación de la martensita) y dejando enfriar al aire.

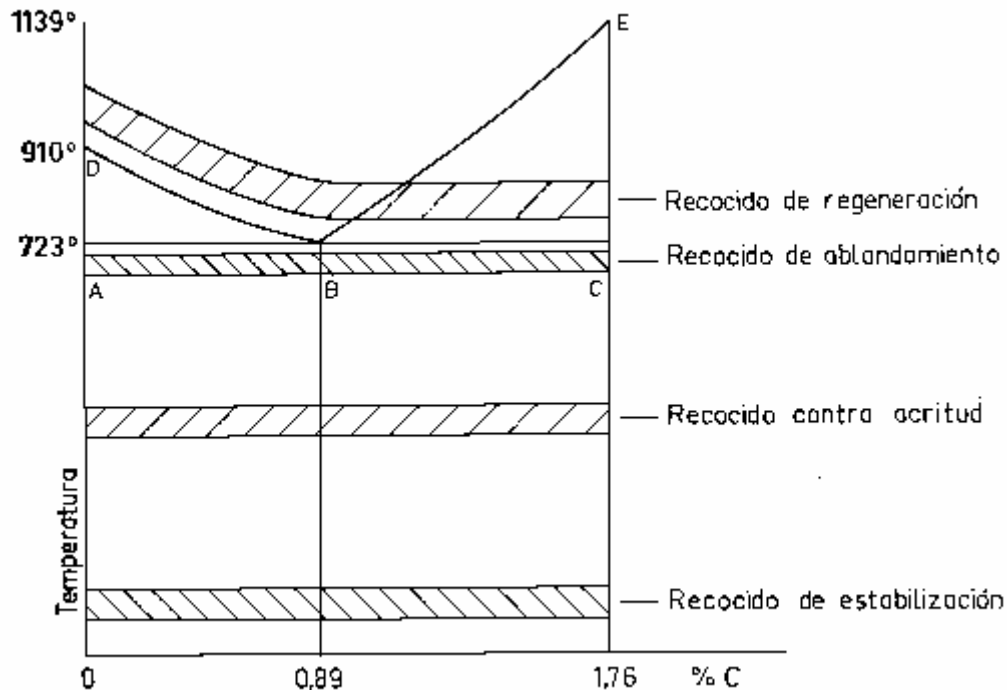


3) **RECOCIDO**.- Es lo contrario del temple y se recupera la estructura básica del material. Se calienta a una temperatura un poco inferior al temple y se enfría en el mismo horno, salvo los aceros de 0,1-0,2%, que se enfrían al aire.



Esquemas del proceso de temple y recocido

Un recocido especial, que se emplea en chapistería es el recocido contra acritud (acritud es la dureza y fragilidad que experimentan los metales al deformarse en frío), en el cual se calienta el metal a 600 – 700 °C y se deja enfriar al aire.



9.-METALES NO FERRICOS

ALUMINIO.- Es resistente a la corrosión, buen conductor eléctrico y dúctil y maleable a 100-150 °C (en frío presenta acritud). De color gris metálico, se recubre de un óxido (alúmina) que lo protege.

Propiedades:

Densidad: 2,6 ÷ 2,7 gr/cm³

Punto de fusión: 660 °C

Resistencia a la tracción: R = 9 ÷ 11 Kg/mm²

Alargamiento: 30%

COBRE.- Después de la plata, es el mejor conductor del calor y la electricidad, de color rojo claro brillante, se recubre de un óxido (pátina) que lo protege. Se trabaja bien en frío, pero también adquiere acritud.

Propiedades:

Densidad: 8,9 gr/cm³

Punto de fusión: 1085 °C

Resistencia a la tracción: R = 20 ÷ 22 Kg/mm²

Alargamiento: 50%

ESTAÑO.- Es muy resistente a la corrosión y los ácidos diluidos, por esto se emplea como recubrimiento en la hojalata de los botes de conservas.

Propiedades:

Densidad: $7,25 \text{ gr/cm}^3$

Punto de fusión: $230 \text{ }^\circ\text{C}$

Resistencia a la tracción: $R = 4 \text{ Kg/mm}^2$

Alargamiento: 40%

CINC.- Es el protector ideal contra la oxidación, se emplea en aleaciones de latón (junto al cobre) y en el galvanizado de tubos (conducciones de agua potable) y chapas de acero suave (puertas metálicas de terraza para exteriores), para evitar la corrosión.

Propiedades:

Densidad: 7 gr/cm^3

Punto de fusión: $400 \text{ }^\circ\text{C}$

Resistencia a la tracción: $R = 15 \text{ Kg/mm}^2$

PLOMO.- Es muy blando y denso y no adquiere acritud. Por su densidad, se emplea como elemento absorbente de radiaciones en envolturas de aparatos de rayos X, etc. Sus humos metálicos provocan una enfermedad pulmonar: el saturnismo. Se emplea en aleaciones con el estaño para soldadura blanda y también en fontanería, por su resistencia a medios corrosivos y su fácil fundición.

Propiedades:

Densidad: $11,5 \text{ gr/cm}^3$

Punto de fusión: $325 \text{ }^\circ\text{C}$

Resistencia a la tracción: $R = 3 \text{ Kg/mm}^2$

Dureza Brinell: 7 HB

10.-ALEACIONES

Son la fusión de dos o más metales que sirven para diferentes aplicaciones en la industria.

Componentes de una aleación.- El metal que entra en mayor proporción es el metal base y el otro metal recibe el nombre de metal aleante.

Tipos de aleaciones.- En función de su densidad, las aleaciones se dividen en ligeras y pesadas:

Aleaciones ligeras.- Son las que tienen como base el aluminio y puede alearse con el cobre, o bien con el silicio y cobre. De las más conocidas es el duraluminio (Al + 4% Cu + 0,25÷1% Mn + 0,5% Mg + 0,2÷0,9% Si) que se emplea en ollas, cacerolas y otros utensilios.

Aleaciones pesadas:

Bronce: es la aleación de cobre con estaño, hay dos tipos: con menos de 8% de estaño y con 8 ÷ 12% de estaño

Latón: es la aleación de cobre con cinc, hay tres tipos: con menos de un 33% Zn, con 33 ÷ 45% de Zn y con más de 45% de Zn

Estaño de soldadura blanda: está aleado con plomo y hay dos tipos: para soldar cobre, con un 25 ÷ 40% de Pb y para soldar chapa de acero, con un 75 % de Pb

Aceros aleados: por ejemplo el acero de herramientas al cromo-vanadio, los aceros inoxidable al cromo, etc.