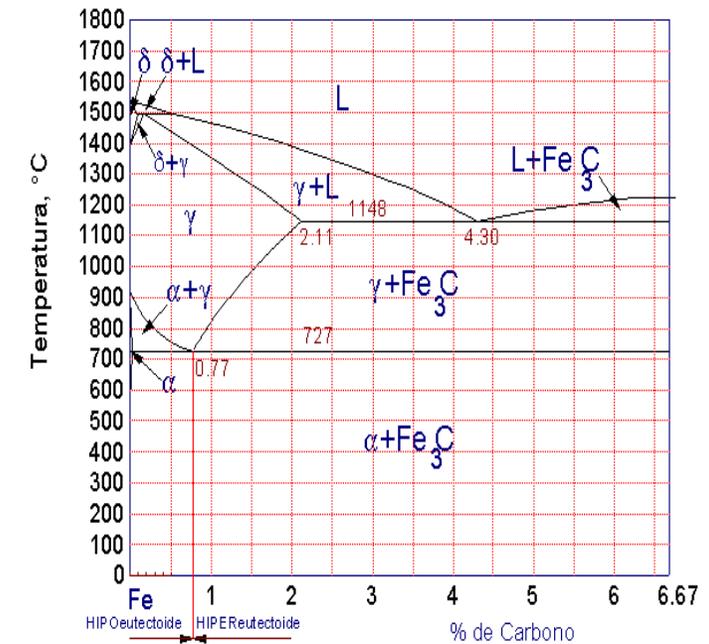


Tratamientos térmicos de los aceros.



Podemos definir los tratamientos térmicos como:

- Proceso térmico que se le aplica a los metales para cambiar su estructura, y transformarla en otra estructura debidamente optimizada.





Tratamientos
térmicos de
los aceros

Tratamientos
superficiales.
(Químicos)

-Nitruración
-Cementación

-Aceros para
nitrurar.
-Bajo contenido
de carbono.

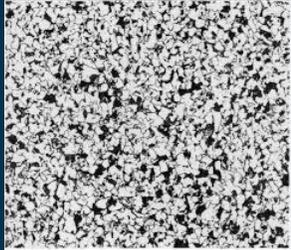
Tratamientos
Totales
(Físicos)

-Recocidos
-Normalizados
-Temple
-Revenido

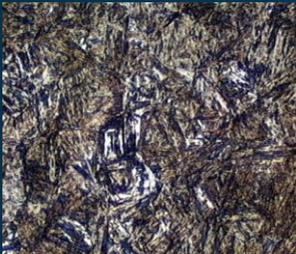
Aceros de
medio y alto
carbono



Recocido



Normalizado



Templado



Revenido

Recocido
Enfriamiento lento. Logra estructura de baja dureza (alivio tensiones, recristalización, estabilización...)

Normalizado
Enfriamiento más rápido que el recocido, (antesala del temple) se produce al aire. (estructura reticular fina)

Tratamientos termo-físicos



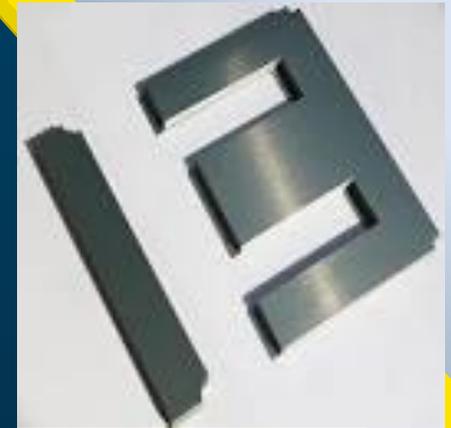
Estructura deseada

Temple
Enfriamiento rápido, produce Martensita (Muy duro y frágil)

Revenido
temperatura más baja, se logra estructura de revenido, sacrifica dureza con más tenacidad.

Efectos de los elementos aleantes en los aceros:

- **Carbono (C):** Elemento principal en el endurecimiento del acero, en pequeñas proporciones aumenta su dureza.
- **Manganeso (Mn):** Gran desoxidante, presente en todos los aceros con menos de 0,8%, porcentajes mayores le confiere gran tenacidad al acero.
- **Silicio (Si):** Desoxidante, presente en todos los aceros en menos de 0,6%, en cantidades mayores le confiere al acero, resistencia al calor y permeabilidad magnética.)



Cromo (Cr): Aumenta la dureza, la templabilidad, impide deformaciones en el temple y resistencia a la oxidación.

Molibdeno (Mo): Aumenta la resistencia, la templabilidad, disminuye la fragilidad en revenido y reemplaza al tungsteno en aceros rápidos.

Níquel (Ni): Evita el crecimiento de grano en el T.T.
Para piezas de mayor responsabilidad en aleaciones Cr-Ní y Cr-Ni-Mo. Aumenta la resistencia a la temperatura si se utiliza en porcentajes mayores del 20%.



Procesos de los tratamientos térmicos de endurecimiento en los aceros.

- Proceso de calentamiento, mantenimiento y enfriamiento controlados, de manera que se obtenga como resultado final el aumento de dureza del material, hasta un valor deseable.



Diagrama de proceso para el temple de metales ferrosos.



Diagrama de proceso para el temple de metales ferrosos

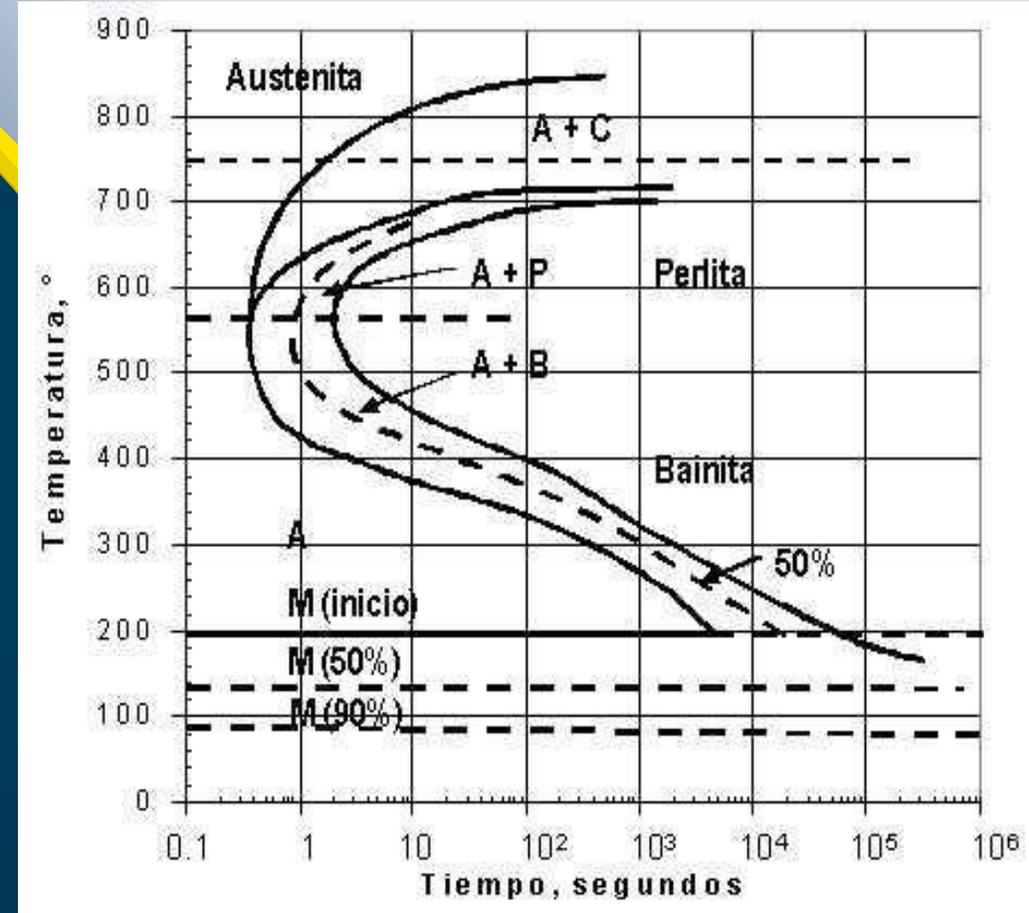


- Revenido para el endurecimiento final según acero y aplicación.

Curvas de Temperatura - Tiempo-Transformación. (T.T.T.)

Estas nos permiten tener un estimado del tiempo que se requiere para bajar una temperatura desde la austenización hasta otra temperatura, que permita obtener una estructura determinada.

A mayor cantidad de Carbono en la aleación, estas curvas tienden a correrse a la derecha.



- A: Austenita: Estructura a alta temperatura
- B: Bainita: Antes de la formación de Martensita.
- C: Cementita o Carbono.
- M: Martensita (inicia la transformación a baja temperatura.
- Perlita: Estructura del acero (Ferrita+cementita)

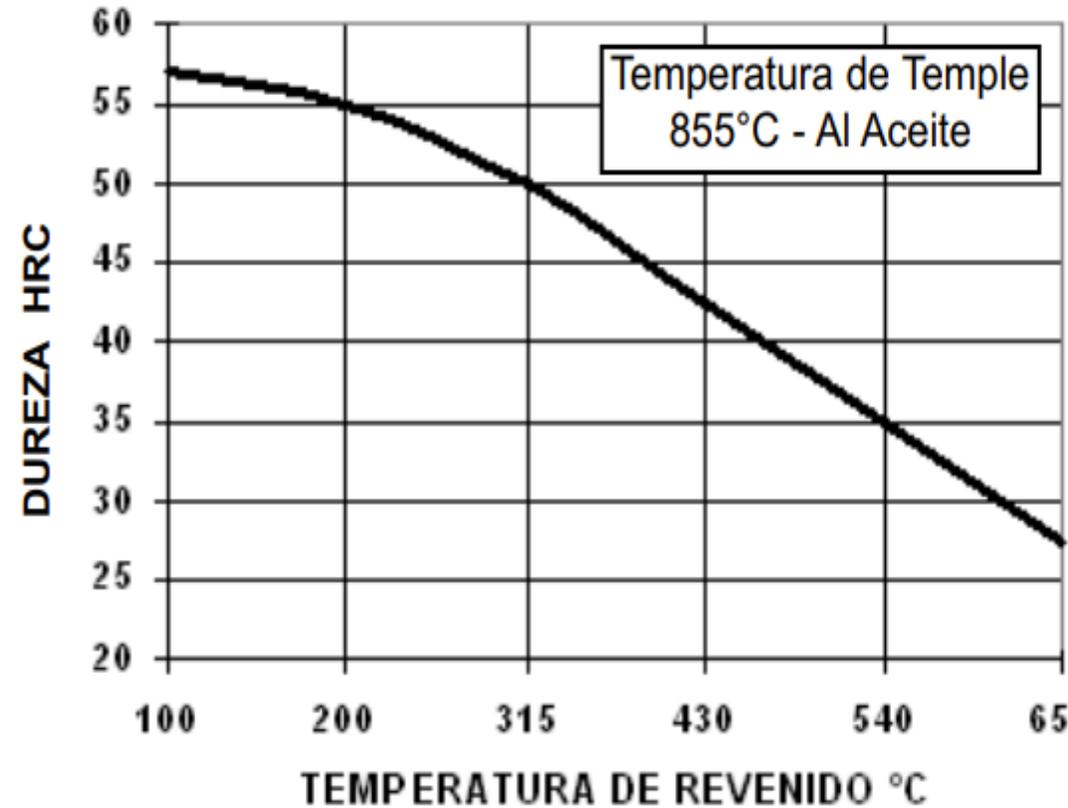


Revenido del acero

- Proceso de calentamiento controlado se realiza después del temple, que busca darle la dureza final deseada para su aplicación.
- Las estructuras obtenidas se llaman estructuras de revenidos, se sacrifica la dureza de temple para quitar la fragilidad (se aumenta la tenacidad).
- Ejemplo:
El acero SAE 4140 obtiene dureza de 52 HRC en el Temple, en el revenido a 315 C. (2 horas) se obtendrá la dureza final de 50 HRC.



DIAGRAMA DE REVENIDO



Tratamiento térmico de Revenido.

- Se realiza inmediatamente después del Temple.
- Elimina tensiones del Temple.
- Sacrifica un poco la dureza para aumentar la tenacidad.
- Proporciona la dureza final según la aplicación, de acuerdo al diagrama de revenido de cada aleación.



Estructura de Revenido



