

8. Aleaciones ferrosas

Alotropía del hierro

- El Hierro es un metal que puede presentarse en diversas variedades de estructuras cristalinas. (Alotropía)

Fase aleación	Temperatura °C	Sistema cristalino	Observaciones
Hierro δ	1538 – 1393	BCC	
Hierro γ	1393 – 910	FCC	
Hierro α	910 – 723	BCC	No Magnético
Hierro α	Menos de 723	BCC	Magnético



FCC



BCC

Aleaciones Hierro - Carbono

- Elementos básicos: Hierro (Fe) y Carbono (C)
- **Aceros: Menos del 2 % de Carbono**
- **Fundiciones: Entre 2 y 6,67 % de Carbono**
- El Carbono adicionado modifica las temperaturas a las cuales se producen los cambios alotrópicos.
- El diagrama de equilibrio o diagrama de fases es el denominado **Diagrama Hierro – Carbono**. Se lo representa en el área de interés entre hierro puro y el compuesto químico Fe_3C (Carburo de hierro) que contiene 6,67 % de carbono en peso.

Diagrama Hierro – Carbono

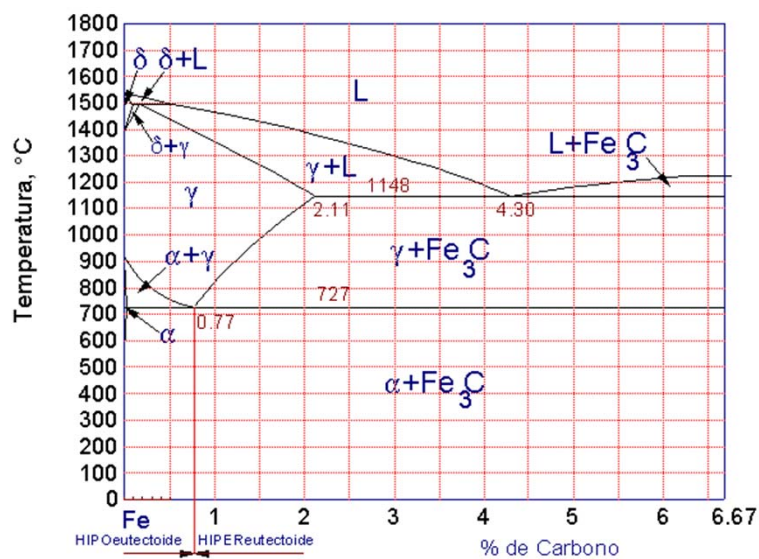
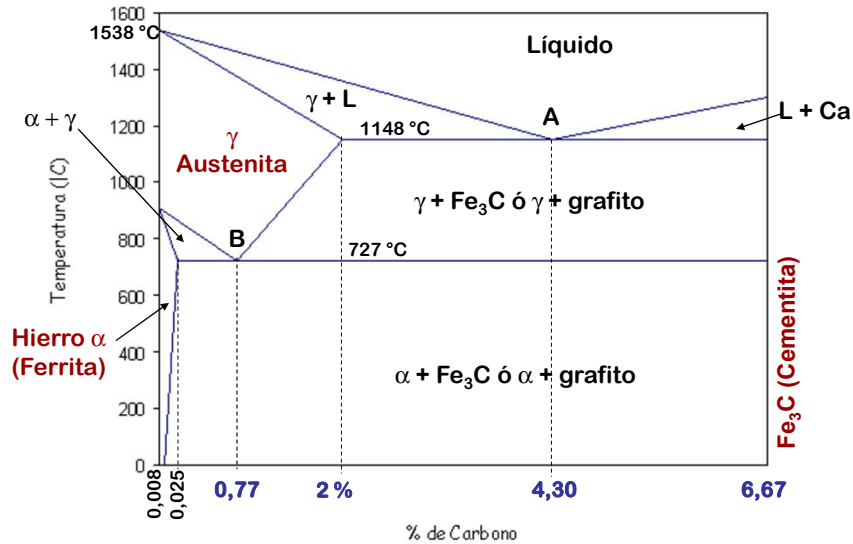


Diagrama Hierro – Carbono (Simplificado)



Fases del diagrama Hierro - Carbono

- De interés ingenieril hay 3 fases:
- Fase α (Ferrita):
 - Solución sólida intersticial
 - Pequeñas cantidades de C disueltas en Fe
 - Estructura BCC (Cúbica de Cuerpo Centrado)
 - Muy blanda y dúctil
 - Resistencia a la tracción: 280 MPa
 - Alargamiento: 40 %
 - Dureza: menos de 100 Brinell

Fases del diagrama Hierro - Carbono

- **Fase Fe₃C (Cementita):**
 - Compuesto químico metaestable { en largos períodos de tiempo y temperatura ambiente se descompone en hierro y carbono (grafito)}
 - Contenido de carbono 6,67%
 - Estructura ortorrómbica
 - Compuesto duro y frágil
 - Baja resistencia a la tracción y alta resistencia a la compresión

Fases del diagrama Hierro - Carbono

- **Fase γ (Austenita):**
 - Solución sólida intersticial
 - Estructura FCC (Cúbica de caras centradas)
 - Es dúctil pero más dura y resistente que la Ferrita
 - Resistencia a la tracción: 1050 MPa
 - Alargamiento: 10 %
 - Dureza: 40 Rockwell
- Es una **estructura que no es estable a temperatura ambiente**, salvo en algunos aceros con otros elementos aleantes.

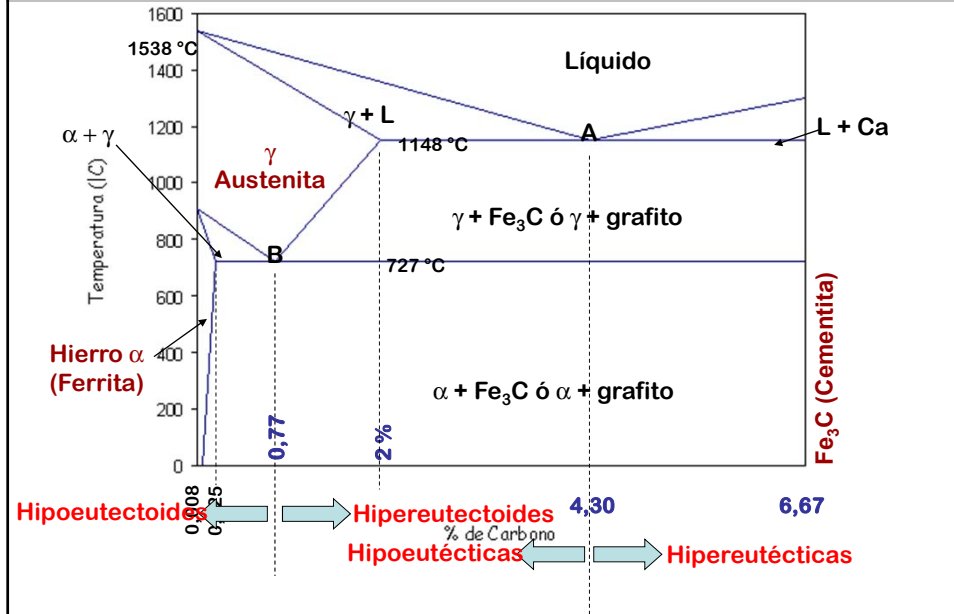
Constituyentes bifásicos

- Existen otros dos microconstituyentes bifásicos (2 fases)
- Corresponden a transformaciones eutécticas y eutectoide (A y B)
- Reciben el nombre de **Lederburita y Perlita**
- **Perlita (en el punto B)**
 - Mezcla eutectoide (de sólido a sólido)
 - Contenido de carbono 0,8 % que se forma a 727 °C
 - Láminas delgadas paralelas de ferrita y cementita
 - Resistencia a la tracción: 840 MPa
 - Alargamiento: 20 %
 - Dureza: 20 Rockwell

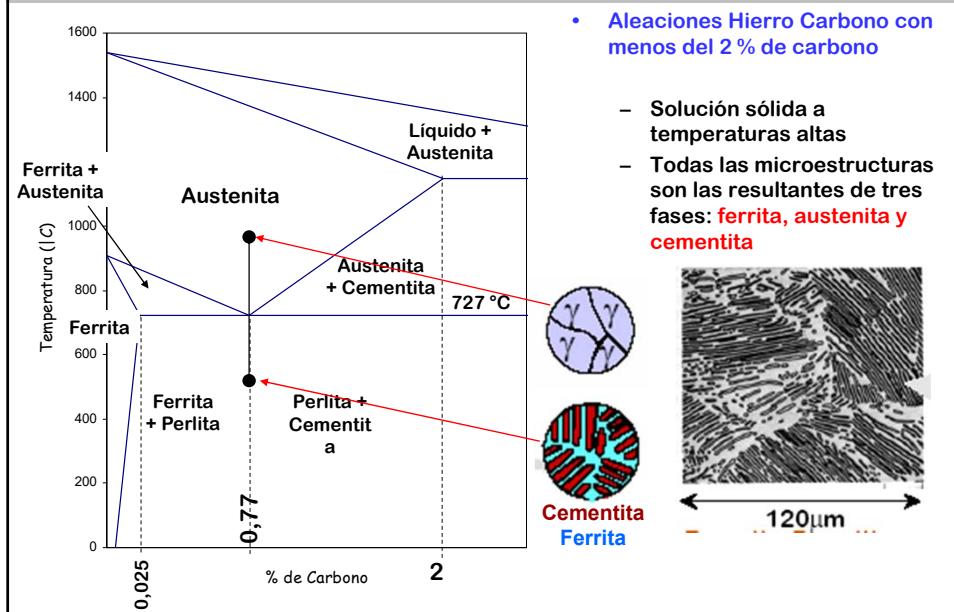
Constituyentes bifásicos

- **Lederburita (en el punto A)**
 - Mezcla eutéctica (de líquido a sólido) de austenita y cementita
 - 4,3 % de carbono
 - Se forma a 1148 °C
 - No es estable a temperatura ambiente

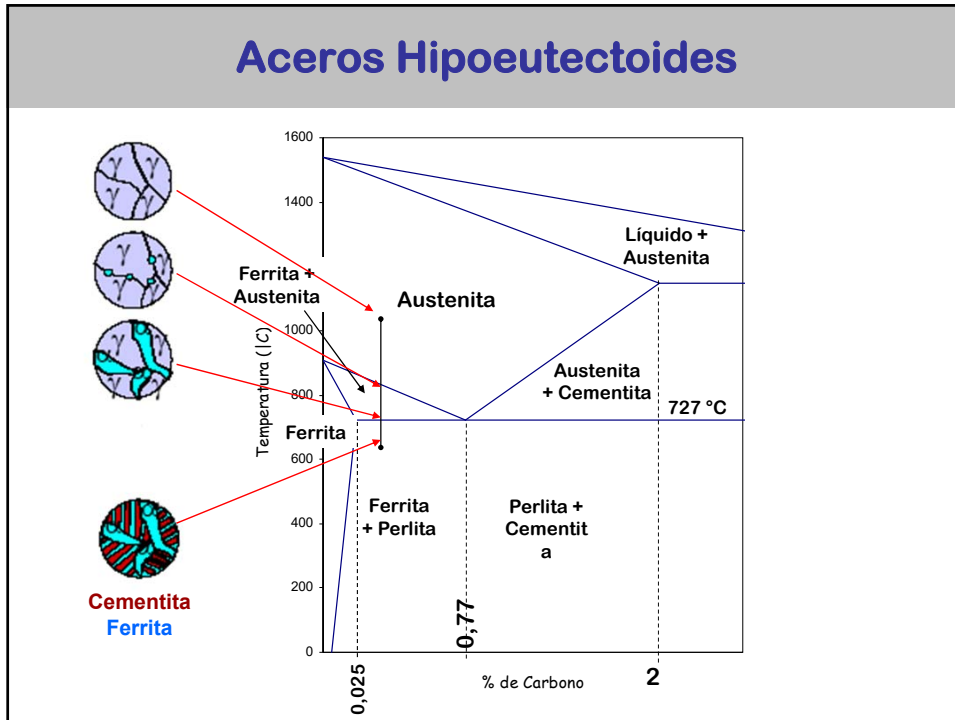
Diagrama Hierro – Carbono (Simplificado)



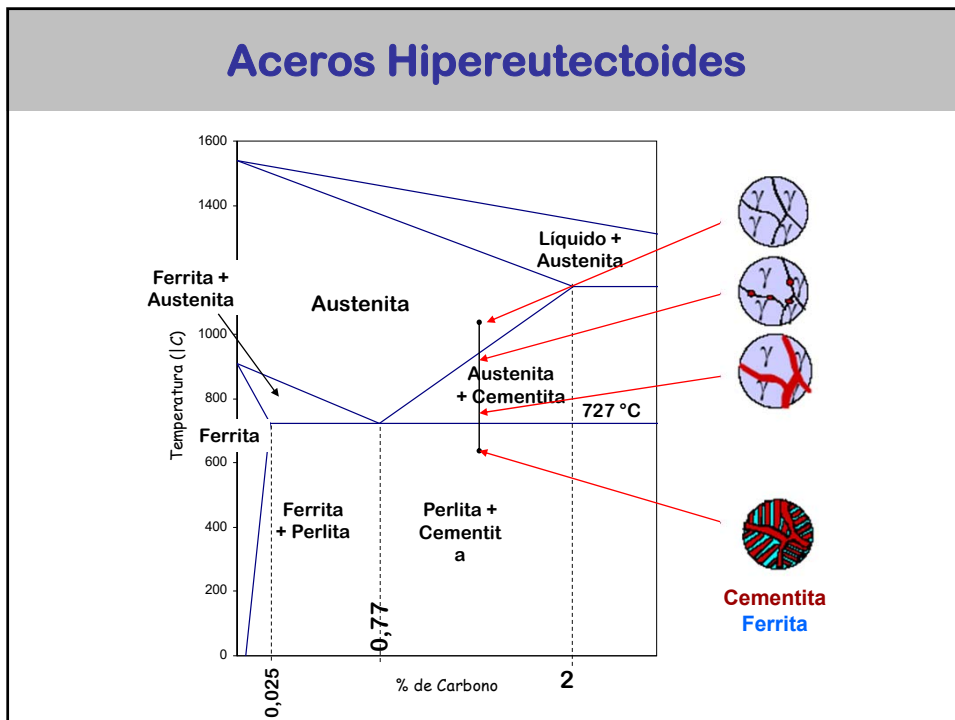
Aceros Eutectoides



Aceros Hipoeutectoides



Aceros Hipereutectoides



Aceros de Construcción

¿Qué composición química tienen los aceros ADN?

Los aceros ADN solamente tienen especificados por la norma los contenidos de Azufre y Fósforo, por lo que la composición queda a elección del fabricante. (Azufre (S) máximo: 0.058 %, Fósforo (P) máximo 0.048%)

En general los diámetros menores se fabrican con un acero similar al SAE 1045 (C: 0,43 / 0,50; Mn: 0,60 / 0,90, hipoeutectoides) y los diámetros mayores con un grado aproximado al SAE 1541 (C: 0,36 / 0,44; Mn: 1,35 / 1,65, hipoeutectoides).

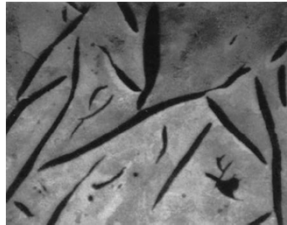
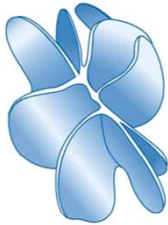
En las medidas 25 y 32 mm se utiliza frecuentemente acero microaleado; con Niobio Nb ó Vanadio V.

Fundiciones

- Aleaciones con más del 2% de carbono
- Si la velocidad de enfriamiento es reducida, el carbono no queda combinado en la cementita (que es metaestable) y se separa en Hierro y grafito → **Fundición gris**
- Si la velocidad de enfriamiento es elevada, el carbono queda combinado en la cementit → **Fundición blanca**

Fundición Gris

- El nombre proviene de que la superficie de fractura es gris por el grafito separado.
- El hierro gris es fácil de maquinar, puede ser tratado térmicamente y tiene buena fluidez para el colado, pero es quebradizo y de baja resistencia a la tracción.
- Menos dúctil que un acero y menos duro y frágil que una fundición blanca.
- Soldable con precauciones y maquinable
- Las propiedades dependen de la matriz y de la forma del grafito separado (laminar o nodular)



Hojuelas de grafito

Fundición Blanca

- La fundición blanca es fundición de hierro en la que todo el carbono está combinado bajo la forma de cementita.
- Se distinguen porque al fracturarse presenta un color blanco brillante. Es un tipo de fundición menos fluida que la gris
- Las fundiciones blancas al contener cementita hacen que estas presenten gran dureza y fragilidad, aunque posee una gran resistencia al desgaste y a la abrasión
- No son maquinables ni soldables
- Aplicación en superficies resistentes al desgaste: camisas interiores de hormigoneras, en placas de revestimiento de molinos para triturar o en rodillos
- Al solidificar a temperatura ambiente queda una estructura formada por perlita (ferrita y cementita) y cementita

Aceros especiales

- El diagrama Hierro – Carbono se modifica si se agregan otros elementos aleantes
- Si el porcentaje de elementos agregados es menos del 5 % se los llama **aceros de baja aleación**
- Si el porcentaje de elementos agregados es más del 5 % se los llama **aceros de media y alta aleación**
- Estos elementos tienen por objeto modificar las propiedades mecánicas, la resistencia a la corrosión y facilitar el desarrollo de propiedades por tratamientos térmicos.
- Algunos elementos aleantes:
 - Silicio, cromo, estaño, molibdeno, tungsteno, titanio y vanadio facilitan la formación de ferrita. íquel estabiliza la austenita. Cromo y cobre aumentan la resistencia a la corrosión. Vanadio y Niobio: se usan para disminuir el tamaño de grano y aumentar resistencia y sin malograr la ductilidad
- Aceros Hadfield que contienen 1,1 % de carbono y 12 % de manganeso. Duros, resistentes a la abrasión de alta tenacidad y templables (uso en minería, bolas de molino, vías de ferrocarril)

Aceros inoxidables

- Aleación de acero con un mínimo del 10 % al 12 % de cromo contenido en masa. También puede contener otros metales, como por ejemplo molibdeno, níquel y wolframio.
- Alta resistencia a la corrosión por intemperismo debido a la formación de una capa de **óxido de cromo**.
- Esta capa dura y resistente impide la formación de óxido de hierro.
- El acero inoxidable es un acero de elevada resistencia a la corrosión, dado que el cromo u otros metales aleantes que contiene, poseen gran afinidad por el oxígeno y reacciona con él formando una capa pasivadora, evitando así la corrosión del hierro.
- Se los clasifica de acuerdo al contenido de cromo y otros aleantes

Clasificación y uso de aceros inoxidable

1. Aceros martensíticos: Son la primera rama de los aceros inoxidable simplemente al cromo y fueron los primeros que se desarrollaron industrialmente. Contienen Cromo de 10,5% a 18% más carbono hasta 1,2%. Se utilizan en Cuchillería, discos de freno, partes para bombas y turbinas a gas o vapor, tuercas y tornillos, equipos quirúrgicos, instrumentos dentales, cabezas de palos de golf, etc.

2. Aceros ferríticos: Son empleados en la industria alimentaria y contienen al menos 16% de cromo y 0,12% de carbono. Tienen una resistencia a la corrosión de moderada a buena, se endurecen por deformación en frío, no pueden ser endurecidos por tratamiento térmico, son magnéticos y de pobre dureza. Su uso se limita a procesos de formado en frío de poca severidad para artículos o utensillos en el hogar e industria alimenticia

3. Aceros austeníticos: Constituyen la familia con el mayor número de aleaciones disponibles con contenidos de Cromo del 16% al 26% y muy bajo carbono. Es el más utilizado en la industria alimentaria (tanques de almacenamiento, transporte de leche, contenedores, equipos de proceso, tuberías) entrando en contacto con el producto. Muy resistentes a la corrosión y soldables.

Fin Aleaciones ferrosas