

Ciencia de Materiales



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Metales

Metales

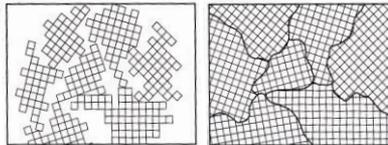
Características: dúctiles, maleables, tenaces, conductores, resistencia considerable, opacos, elevada densidad...

Estructura cristalina

Red de átomos → celda **unitaria:**

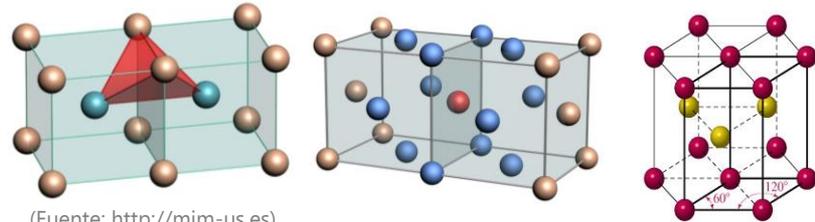
monocristal
policristalino

Granos: Orientación → **Isotropía**
Tamaño → **Fragilidad**



Solidificación Sólido

(Fuente: Kalpakjian, Schmid)



(Fuente: <http://mim-us.es>)

Cúbica centrada (CC): metales alcalinos (litio, sodio o potasio), hierro alfa, bario, radio, vanadio, cromo, molibdeno o wolframio.

Cúbica centrada en las caras (CCC): buenos conductores (aluminio, oro, plata, cobre)

Hexagonal compacta (EXC): cadmio, zinc, titanio

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

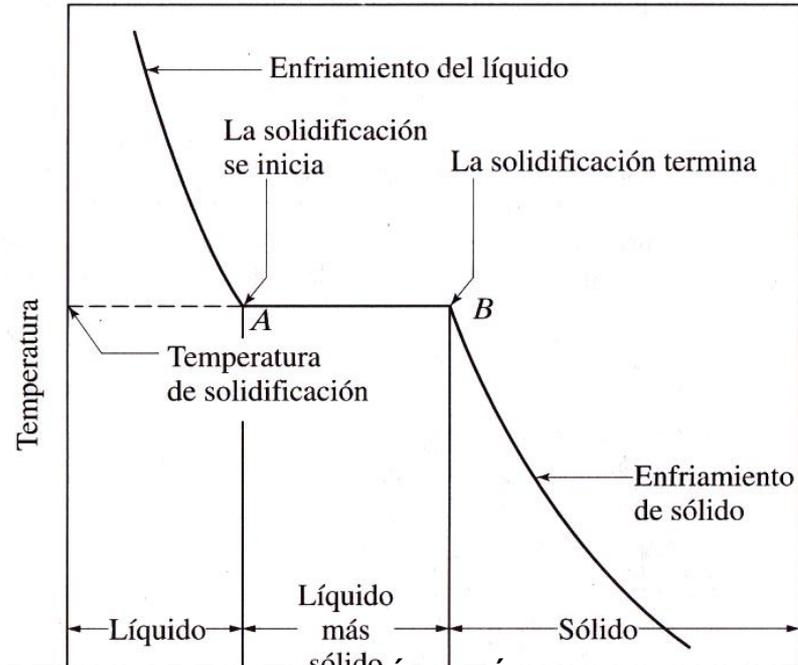
Guillermo Filippone

Metales

Solidificación

Metales puros

A temperatura constante



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

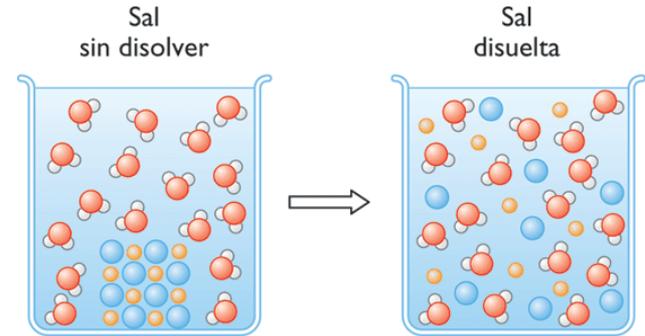
Metales

Solidificación

Aleaciones metálicas

Componente en mayor proporción: **solvente**
menor proporción: **soluto**

- componentes totalmente solubles,
- solubles estado líquido e insolubles en sólido
- pueden reaccionar químicamente



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

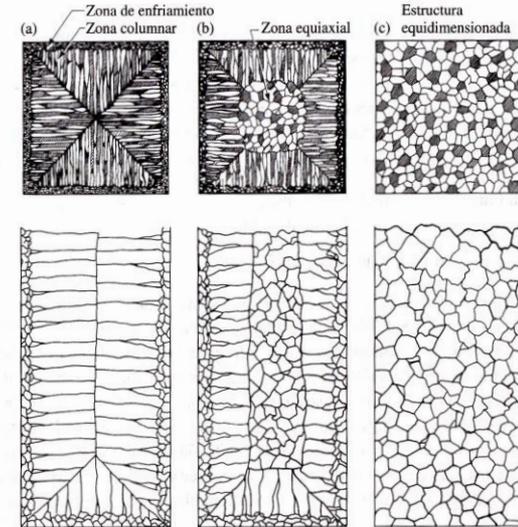
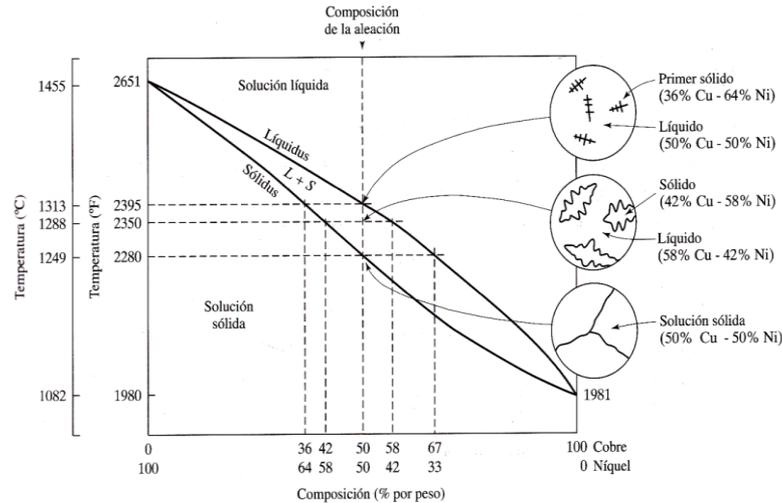
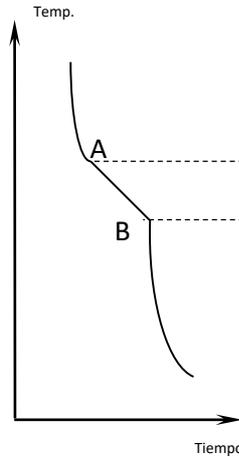
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Metales

Solidificación

Aleaciones metálicas

Solubles



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Guillermo Filippone

Productos siderúrgicos

Aleaciones Fe-C

Productos **siderúrgicos**

Aleación: **eutéctica**

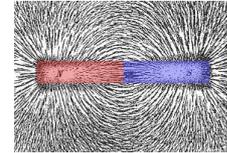
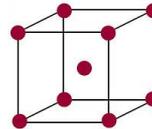
Solidificación:

Fe: metal *alotrópico*

Hierro α . < 768 °C, cúbica centrada (BCC).

Poca solubilidad del C (<0,008%).

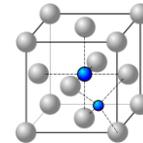
Magnético.



Hierro β . Entre 768 y 910 °C, (BCC).

Hierro γ . Entre 910 y 1400 °C,
cúbica centrada en caras (FCC).

Paramagnético.



Hierro δ . > 1400 °C, (BCC).

Paramagnético.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Aleaciones

Productos siderúrgicos

Aleaciones Fe-C

Estructuras:

- Hierro α . < 768 °C, (BCC).
- Hierro β . Entre 768 y 910 °C, (BCC).
- Hierro γ . Entre 910 y 1400 °C, (FCC).
- Hierro δ . > 1400 °C, (BCC).

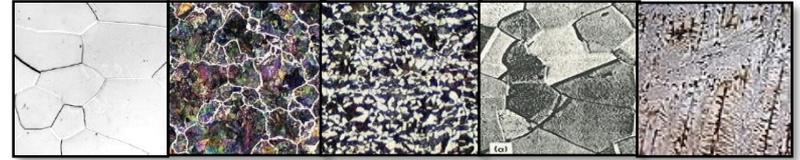
Ferrita: Solución sólida Fe- α con C.
Blanda y dúctil.

Cementita. Fe₃C (6,67%C). El más duro y frágil. Ortorrómico.

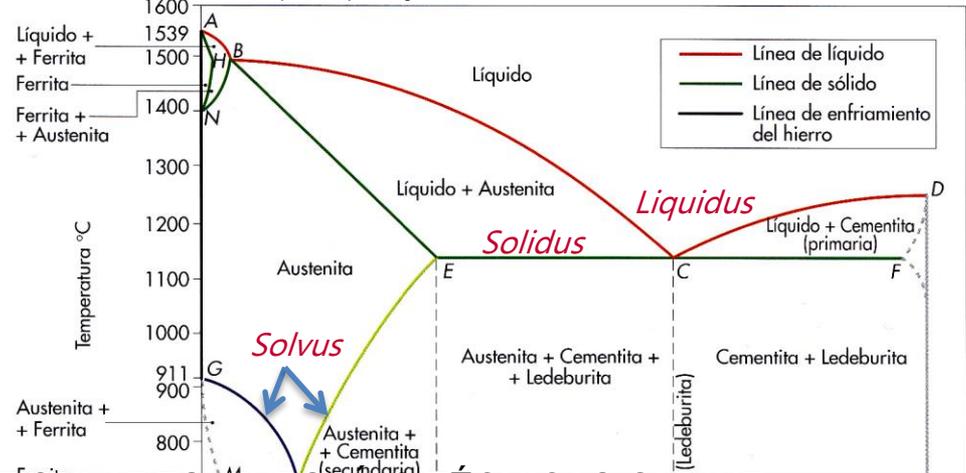
Perlita. Eutectoide, 86,5% ferrita, 13,5% cementita. Dureza y resistencia.

Austenita. Soluc. sólida de C en Fe- γ (0,88 a 2,8% C). No magnética. Sólo estable a T superior a T_{cr}.

Ledeburita. Mezcla eutéctica de austenita



Ferrita (α / β)	Cementita	Perlita	Austenita (γ)	Ledeburita
Dúctil	Duro y frágil	Ferrita+	γ Fe + C	Fundiciones
Fe+C (sustit.)	Fe ₃ C	Cementita		



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

OLIVE y Tecnología

Aceros Fundiciones

Eutéctico

Aleaciones

Aceros

Carbono

Dúctil.	0,25 %, Sut < 400MPa AISI/SAE 1020
Semidúctiles.	0,25 < C < 0,35 %, Sut < 600MPa AISI/SAE 1030
Semiduro.	0,35 < C < 0,45 % C Sut > 600 Mpa SAE 1053
Duro	$0,45 < C < 0,55 \% C$



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Guillermo Filippone

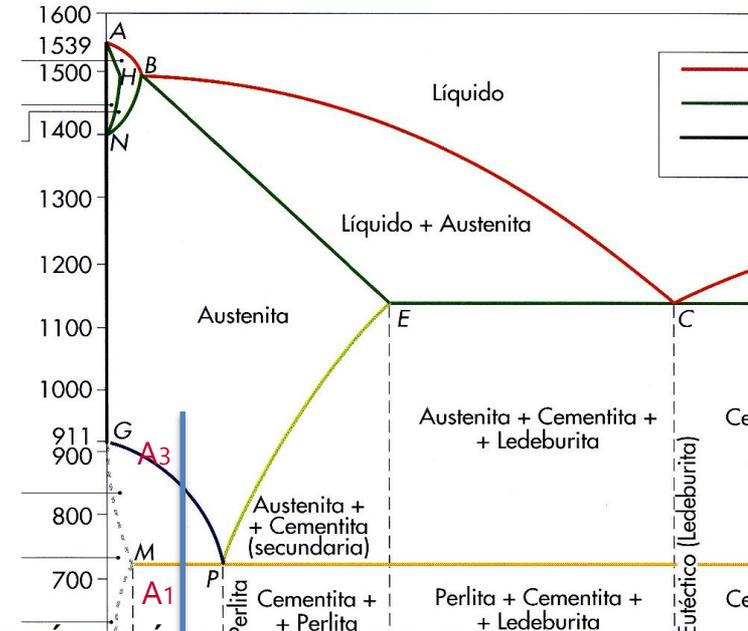
Aleaciones

Aceros

Carbono

Dúctil. Enfriamiento lento:
más austenita se transforma
en perlita → material más dúctil

Duro. Enfriamiento rápido:
menos austenita se transforma
en perlita → material más duro



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Aleaciones

Aceros

Aleados

Elementos de aleación →

mejorar resistencia, dureza, tenacidad, resistencia al desgaste, templabilidad o resistencia en caliente.

Baja aleación, 4 - 8 %

Alta aleación, 8 – 50 %

manganeso: aumenta templabilidad; con *azufre* y *fósforo* reduce la fragilidad
níquel, cromo, molibdeno, vanadio, silicio : mejoran tenacidad y resistencia
boro: aumenta la dureza.

cobalto, titanio, tungsteno: aumentan la resistencia

cobre: aumenta resistencia a la corrosión

aluminio: aleante para la nitruración del acero,

cloro: mejora la maquinabilidad.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Aleaciones

Aceros

Inoxidables: mín. 10 % - 12 % Cr

Martensíticos. 0,2 - 1,2 C, Cr <18 %. SAE 400.

Endurecen, poco soldables, magnéticos

Ferríticos, Cr + Ni < 8 %. SAE 400.

Baja dureza pero endurecibles por temple , poco soldables, magnéticos

Austeníticos. C < 0.08 %. SAE 300.

Duros, excelente resist. corrosión, soldabilidad y conformabilidad.

Austeníticos refractarios.

Soportan temperaturas muy altas, corrosión por picaduras y buen comportamiento bajo tensión: acero SAE 310 (25 % Cr – 20 % Ni), puede trabajar hasta 1150 °C.



Cartagena99

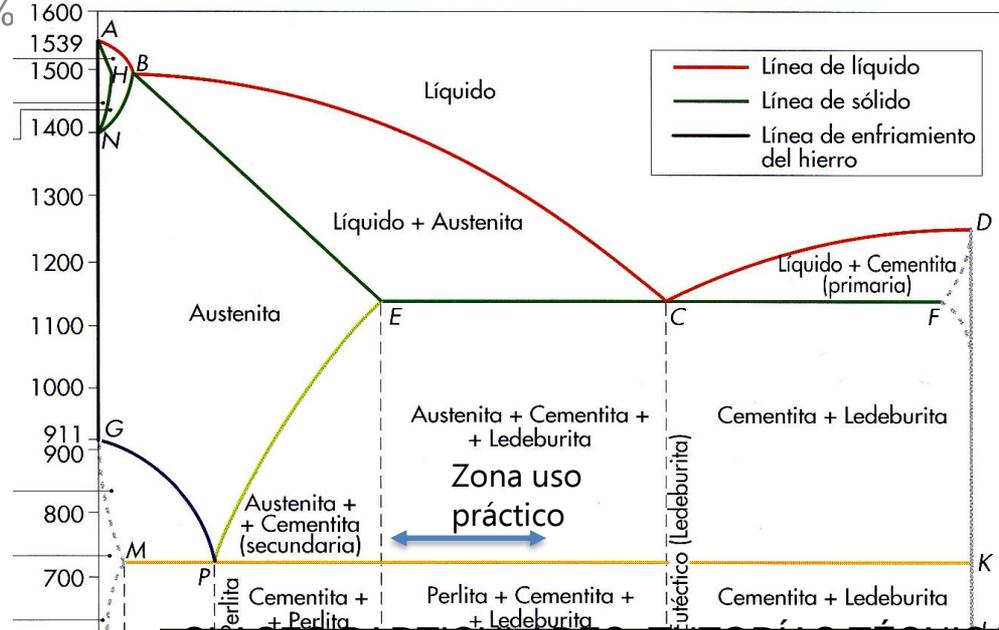
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Aleaciones

Fundiciones

C: 2,11 a 4,5 %



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

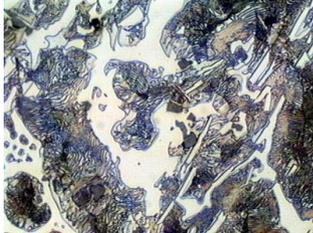
Cartagena99 y Tecnología

Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Aleaciones

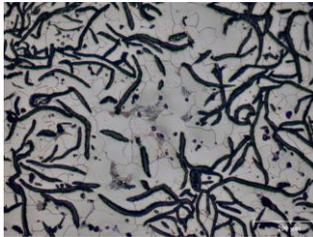
Fundiciones



Blanca: C: 1,8 - 3,6 % / Si : 0,5 - 2 %

Materiales muy duros, elevada resistencia al desgaste y rotura frágil.

No mecanizable.



Gris: C: 2,5 - 4 % / Si : 1 - 3 %

Tiempo solidificación largo, C precipita en forma de grafito y acero en ferrita.

Frágil, baja resistencia ($S < 140$ MPa), buena colabilidad y maquinabilidad, económicas.

C/ tratamientos térmicos:



(Fuente: Kalpakjian)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

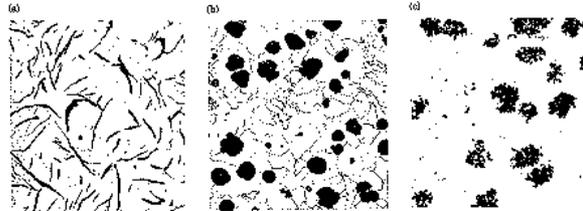
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Aleaciones

Fundiciones

Nodular: aditivos grafitizantes (Mg o Ce) , S y P < 0,03 %.
Resistencia trac. 550 Mpa, límite elástico 380 Mpa

Maleable: fundición blanca recocida en atm.CO₂ a 800 / 900 °C
p/ disociar cementita en Fe y grafito. Dúctiles, S < 240 MPa



(a) Gris ferrítica. (b) Nodular. (c) Maleable ferrítica

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Aleaciones

Hornos

Altos hornos

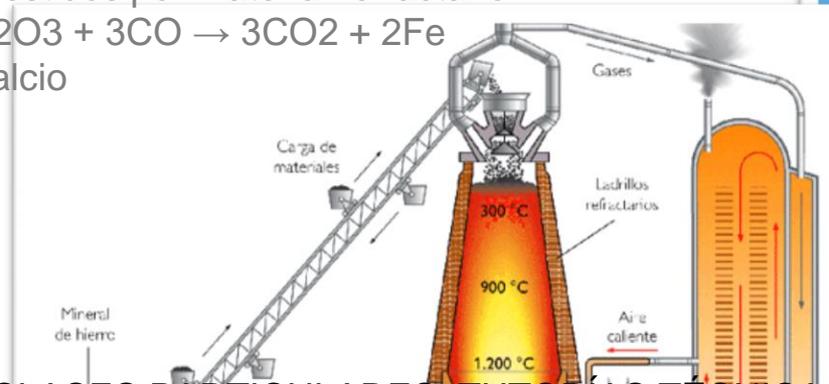
Fusión y reducción del mineral de hierro y obtener **arrabio** (3,6 a 4,5 % C).

Carga: capas de mineral de hierro, coque y caliza

Hornos: metálicos revestidos por material refractario

Reacción química: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 3\text{CO}_2 + 2\text{Fe}$

Escorias: silicato de calcio



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Aleaciones

Hornos

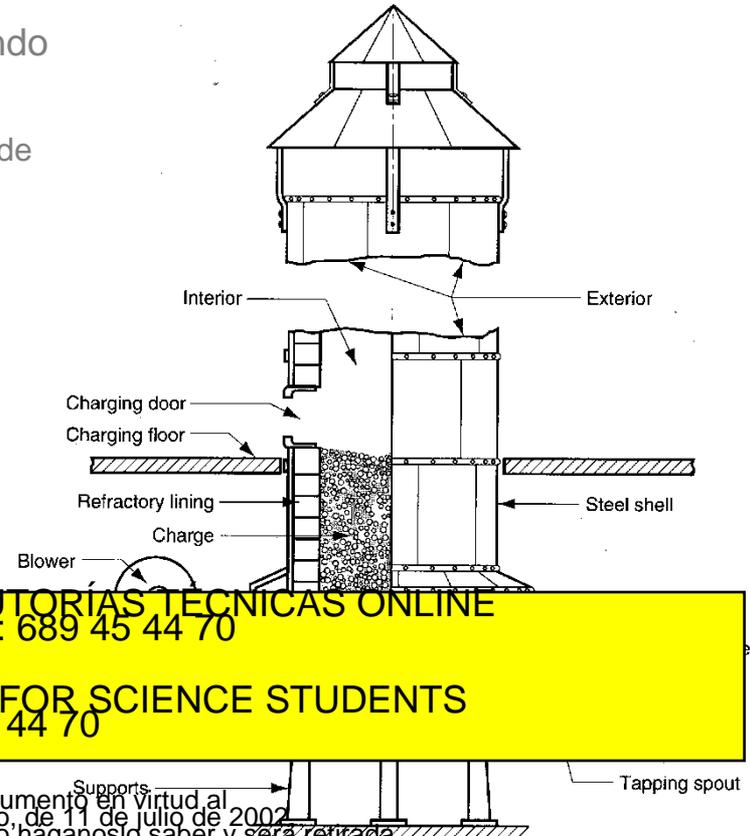
Fundición: cubilote

Hornos utilizados para obtener fundición gris, utilizando como materia prima el arrabio de los altos hornos.

Carga: capas alternadas de 50 - 60 cm de carga metálica y de coque con caliza.
arrabio (\cong 60 %)
coque (13 % de la carga metálica)
caliza (4 % de la c. metálica)
chatarra de fundición y acero (< 40 %)



Pinchado del tapón



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

OLIVE y Tecnología

Aleaciones

Hornos

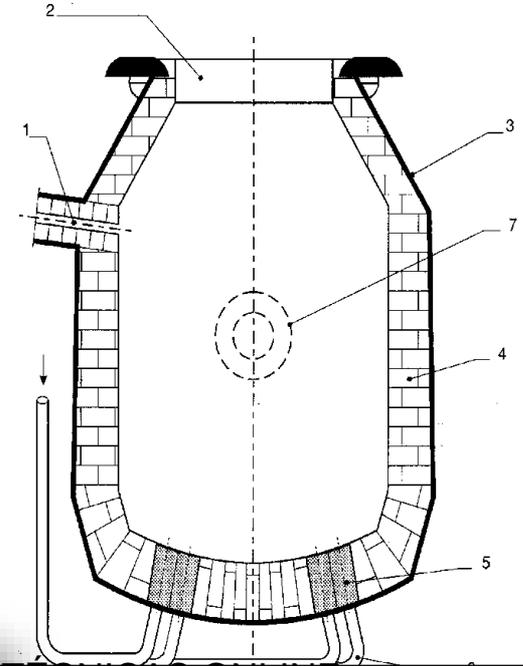
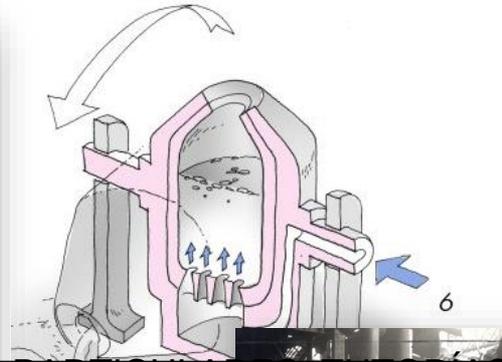
Aceros

Hornos convertidores / oxiconvertidores

Afinamiento del arrabio para obtener acero

Refractario ácido (Bessemer) o básico (Thomas)

Energía: oxidación parte del C del Mn, Si, P, S



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

7. Basculante

Aleaciones

Hornos

Aceros

Hornos de afinado

Hornos de reverbero: Martin-Siemens



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Aleaciones

Hornos

Aceros

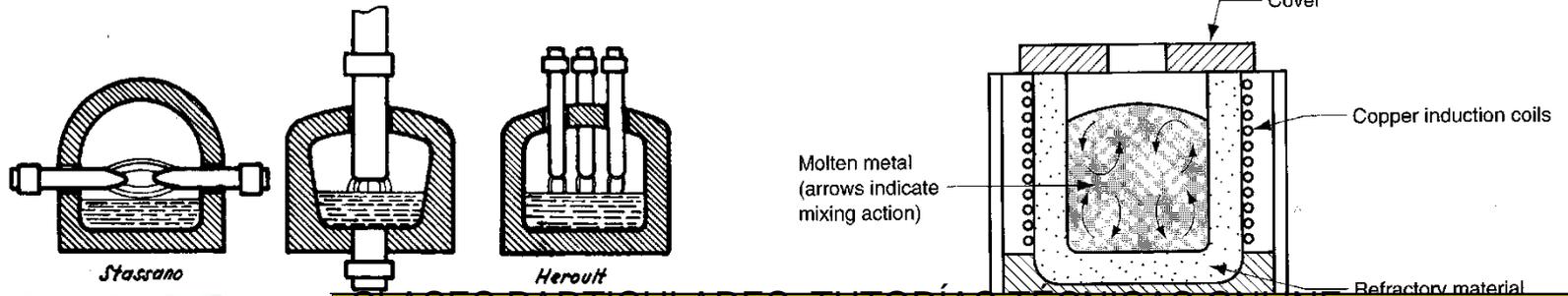
Hornos de afinado

Eléctricos

Permiten las mayores temperaturas de fusión (hasta 3500 °C)

Fino control de la regulación y de la atmósfera (pueden trabajar con vacío)

Dosificación muy precisa de elementos de aleación



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Guillermo Filippone

Aleaciones

Aleaciones no férricas

Ligeras

Aluminio

Aleaciones AISI/SAE 1xxx: aluminio técnicamente puro (99,9%). Laminados en frío.

Endurecibles

Aleaciones AISI/SAE 2xxx: aleaciones con Cu. Alta resistencia ($\cong 450$ MPa) y tenacidad. Estructuras aeroespaciales.

Aleaciones AISI/SAE 3xxx: aleaciones con Mn. Buena maquinabilidad.

Aleaciones AISI/SAE 5xxx: aleaciones con Mg. Resist. Moderada ($\cong 200$ MPa).

Aleaciones AISI/SAE 6xxx: aleaciones con Mg y Si. Buena ductilidad ($\cong 290$ MPa), utilizada para perfiles y estructuras en general.

Aleaciones AISI/SAE 7xxx: aleaciones con Cu, Mg y Zn.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Aleaciones

Aleaciones no férreas

Ligeras

Magnesio

Menor densidad que Al ($1,74 \text{ kg/dm}^3$).

Precio doble que Al.

Alta reactividad (baja resist. a corrosión, arde en estado líquido)

Difícil colabilidad

Frágil en frío.

Aleaciones fundición Al y Zn. Endurecimiento por solución sólida.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Aleaciones

Aleaciones no férrreas

Ligeras

Titanio

Densidad 4,5 kg/dm³.

Precio muy alto.

Alta reactividad fundido (con O, N, H, C y Fe), pero muy resist. corrosión en sólido.

Ti puro (99.0%): Sut= 200 MPa. Alta resist. Corrosión (cloro líquido, ácido acético, ácido nítrico, hipocloritos y salmuera).

Endurecimiento por solución sólida: Sut= 1290 Mpa (aleado con V, Cr, Al).



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Aleaciones

Aleaciones no férricas

Cobre

Más pesadas que el Fe. Densidad $8,96 \text{ kg/dm}^3$.
Mejor resistencia a la fatiga, a la termofluencia y al desgaste que aleaciones ligeras.
Excelente ductilidad, resistencia a la corrosión.
Muy buena conductividad eléctrica y electrónica.
Endurecimiento por deformación.



Cu comercialmente puro (99%): elevada conductividad, blando pero endurecibles por deformación.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Aleaciones

Aleaciones no férricas

Cobre

Latones (Cu-Zn):

< 35 % Zn → soluciones sólidas monofásicas que admiten endurecimiento por deformación.

Fácil de mecanizar, troquelar y fundir.

Resistente a la oxidación y corrosión.

Maleable en frío (no en caliente).

Valvulería y hélices de barco (resist. a la cavitación)

No produce chispas por impacto mecánico.

+ Mn: elevada resistencia (se le llama *bronce al Mn*)

+ Pb: facilita el mecanizado.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99 y Tecnología

Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Aleaciones

Aleaciones no férreas

Cobre

Bronces (Cu-Sn):

- < 10% Sn monofásicos.
- Elevada conductividad.
- Endurecibles por deformación.
- Piezas mecánicas resistentes al roce y a la corrosión.
- Principalmente para fundición.
- Material para campanas: 78 % Cu - 22 % Sn
- + < 10% Pb. Cojinetes de fricción.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Aleaciones

Aleaciones no férricas

Cobre

Alpaca (Cu 45-70 %, Zn 8-45 %, Ni 8-20 %):

Color y brillo parecidos a la plata.

Elevada ductilidad, fácil para ser trabajadas a temperatura ambiente.

Buena resistencia a los medios corrosivos.

Uso extendido en cubertería.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Aleaciones

Aleaciones no férreas

Cobre

Cuproníquel (Cu 75 %, Ni 25 %):

Resistencia a la corrosión (tuberías, uso marino, condensadores...)

Color similar a la plata (numismática).

Termopares y resistores (55% Cu – 45 % Ni).

Monel (63 % Ni)

Extremadamente resistente a la corrosión (ácido sulfúrico, salmuera...).

Elevada resistencia al impacto.

Buena conductividad térmica (intercambiadores de calor)



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Aleaciones

Aleaciones no férrreas

Aleaciones con memoria de forma

Nitinol: aleación Ni / Ti

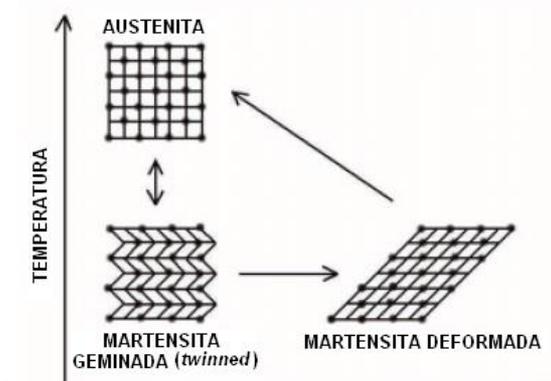
Propiedades debidas a la transición de fase entre una estructura *austenitica* y otra *martensitica*.

Recuperación de la forma por calentamiento:

Se da forma al material a temp. de *austenita*. Al enfriar se transforma en *martensita (a. maclada)*, que se deforma fácilmente. Cuando se vuelve a calentar, se transforma en *austenita* y recupera su forma inicial.

Superelasticidad:

Se deforma en fase *austenita* a una temp. adecuada hasta que se transforma en *martensita bajo tensión*. Al quitar la fuerza se recupera la forma inicial.



Aplicaciones:

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Aleaciones

Aleaciones térmicas

Inoxidables

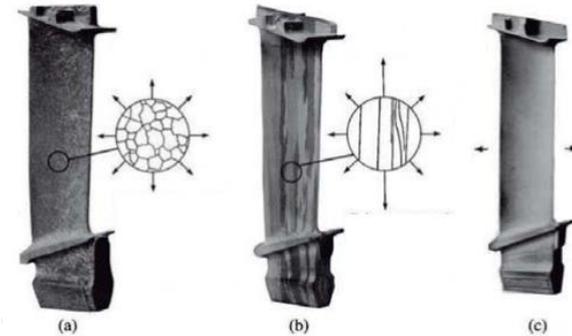
Aleaciones inox. Fe-C especialmente dosificadas para favorecer menor tamaño de grano (favorece la resistencia a la fluencia y la fatiga a A.T.)

Refractarias

Molibdeno, Niobio, Tungsteno, Tántalo.
Alta temp. fusión: 2468°C (Ni), 3410°C (W)
Alto módulo elástico, dureza y resistencia, también a A.T.
Pueden usarse como elem. de aleación en aceros.
Industria química, componentes de motores de reacción.
Obtenidos por fusión o pulvimetalurgia.

Superalaciones

Combinaciones superlativas de propiedades (resist. A.T., resist. me ligereza...)
Generalmente base de aleación Níquel, Cobalto o Níquel-Hierro.



Álabes de compresor:

(a) Policristalino

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

y Tecnología

Ciencia de los materiales

Guillermo Filippone

Aleaciones

Tratamientos térmicos

Modifican las propiedades mecánicas sin modificar la composición química

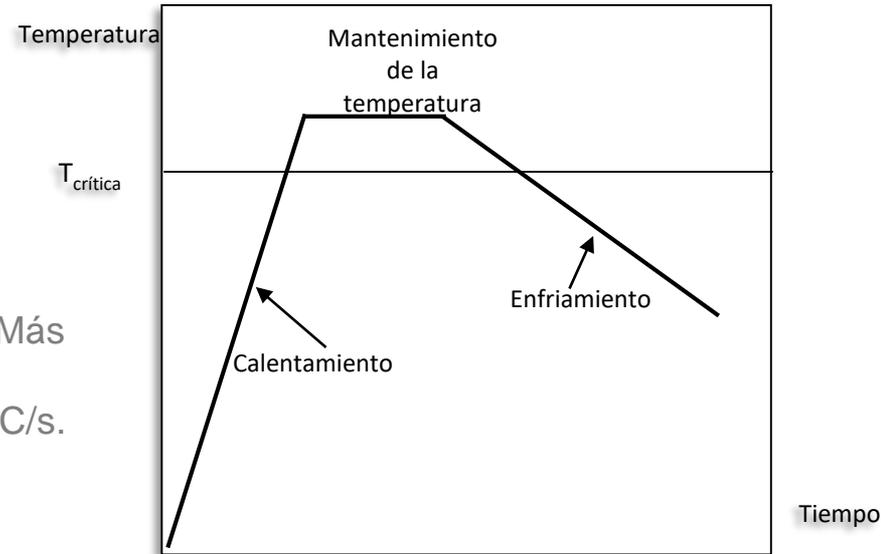
Endurecimiento



Temple

Martensita. Endurecimiento. Transformación de austenita en martensita (enfriamientos a velocidades ~ 600 °C/s)

Bainita. Difusión de ferrita y cementita. Más duros que perlíticos, más dúctiles que martensíticos, a veloc. entre 275 y 500 °C/s.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Aleaciones

Control dureza

Revenido

Se realiza después del temple, para disminuir fragilidad y tensiones internas (transforma en parte la martensita y la austenita).

Recocido

Elimina acritud y recupera la estructura de un material:

Eliminación de tensiones

Contra acritud

Globular

Ablandamiento

Homogeneización

ESTADO DEL METAL	R (Bar)		Re (Bar)		ε (%)	
	A 5	Cu	A 5	Cu	A 5	Cu
Recocido	8,5	23	3,5	7	38	45
Semiendurecido por acritud	13	30	11	25	8	14
Endurecido por acritud	17	35	15.5	32	6	6

Normalizado

Recupera la austenita de una pieza previamente forjada o laminada.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Tratamientos termoquímicos

Además de cambios en la estructura del material, producen cambios en la composición química de la capa superficial.

Endurecimiento superficial

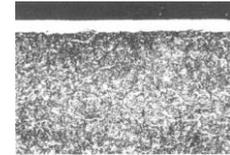
Mejora la resistencia al desgaste, corrosión o fatiga, conservando el núcleo del material dúctil y tenaz.

Mecanismos: difusión,
formación de compuestos
adsorción.

Cementación. Endurecer por aportación de carbono

Nitruración. Aportación de nitrógeno y carbono para formar nitruros

Cianuración. Intermedio entre la cementación y la nitruración



Mejorar mecanizado

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

ESNE Escuela Universitaria
de Diseño, Innovación
y Tecnología

FIN

Muchas gracias

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70