

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

Índex:

2.1. Introducció

2.2. Materials ferrosos

2.2.1. Ferro

2.2.2. Acer

2.2.3. Foses

2.3. Metalls no ferrosos

2.3.1. Alumini

2.3.2. Coure

2.4. Tractaments dels metalls

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.1. Introducció

Metal·lúrgia: ciència que estudia les propietats i aplicacions dels metalls és la metal·lúrgia.

Classificació segons el contingut en ferro

Ferrosos o fèrrics:

- **Ferro:** $C < 0,1\%$
- **Acers:** $0,1\% < C < 2\%$
- **Foses:** $2\% < C < 7\%$
- Els aliatges amb un contingut de carboni superior, no tenen interès industrial perquè són massa fràgils.

No ferrosos

- **Aliatges pesats:** densitat $\geq 5\text{g/cm}^3$ (Cu, Sn, Pb, Zn, Ni, Cr,...)
- **Aliatges lleugers:** dens: $2 - 5\text{ g/cm}^3$ (Al, Ti)
- **Aliatges ultralleugers:** $\leq 2\text{ g/cm}^3$ (Mg, Be)

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.1.Ferro:

El Fe pur no presenta bones propietats mecàniques, pel que té molt poques aplicacions tècniques.

Propietats:

- Es un material magnètic (ferromagnètic).
- Color blanc blavós/gris.
- Molt dúctil i mal·leable
- Punt de fusió: aproximadament 1500°C
- Densitat alta (7,87 g/cm³.)
- Bon conductor de la calor i l'electricitat.
- Es corroeix i rovella amb molta facilitat.
- Baixes propietats mecàniques (al tall, llimat, conformat, etc.)
- És un metall més aviat tou.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.1.Ferro:

Procés siderúrgic: conjunt d'operacions que és precis realitzar per arribar a obtenir un metall fèrric d'unes determinades característiques. El procés siderúrgic engloba des de l'extracció del mineral de ferro a les mines fins a l'obtenció del producte acabat.

El Fe és un metall que forma part de la crosta terrestre (5%); mai no es presenta en estat pur, sinó combinat formant òxids, hidròxids, carbonats i sulfurs.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.1.Ferro: Minerals de ferro

Mineral de ferro	Contingut en ferro	Composició
Magnetita	>70%	Òxid de ferro
Hematites roja	70%	Òxid de ferro
Limonita	60%	Hidròxid de ferro
Siderita	40-50%	Carbonat de ferro
Pirita	<40%	Sulfur de ferro

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.1. Ferro:

Obtenció del ferro

https://www.youtube.com/watch?v=eDPTXTLt_AI

Mineral

Mena (Elements aprofitables)

Ganga (Elements no aprofitables, no ferrosos)

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.1. Ferro:

Obtenció del ferro, passos a seguir:

- Separació de la mena i la ganga utilitzant les seves propietats físiques.
- Obtenció del Fe, per mitjà de la reducció del ferro amb monòxid de carboni



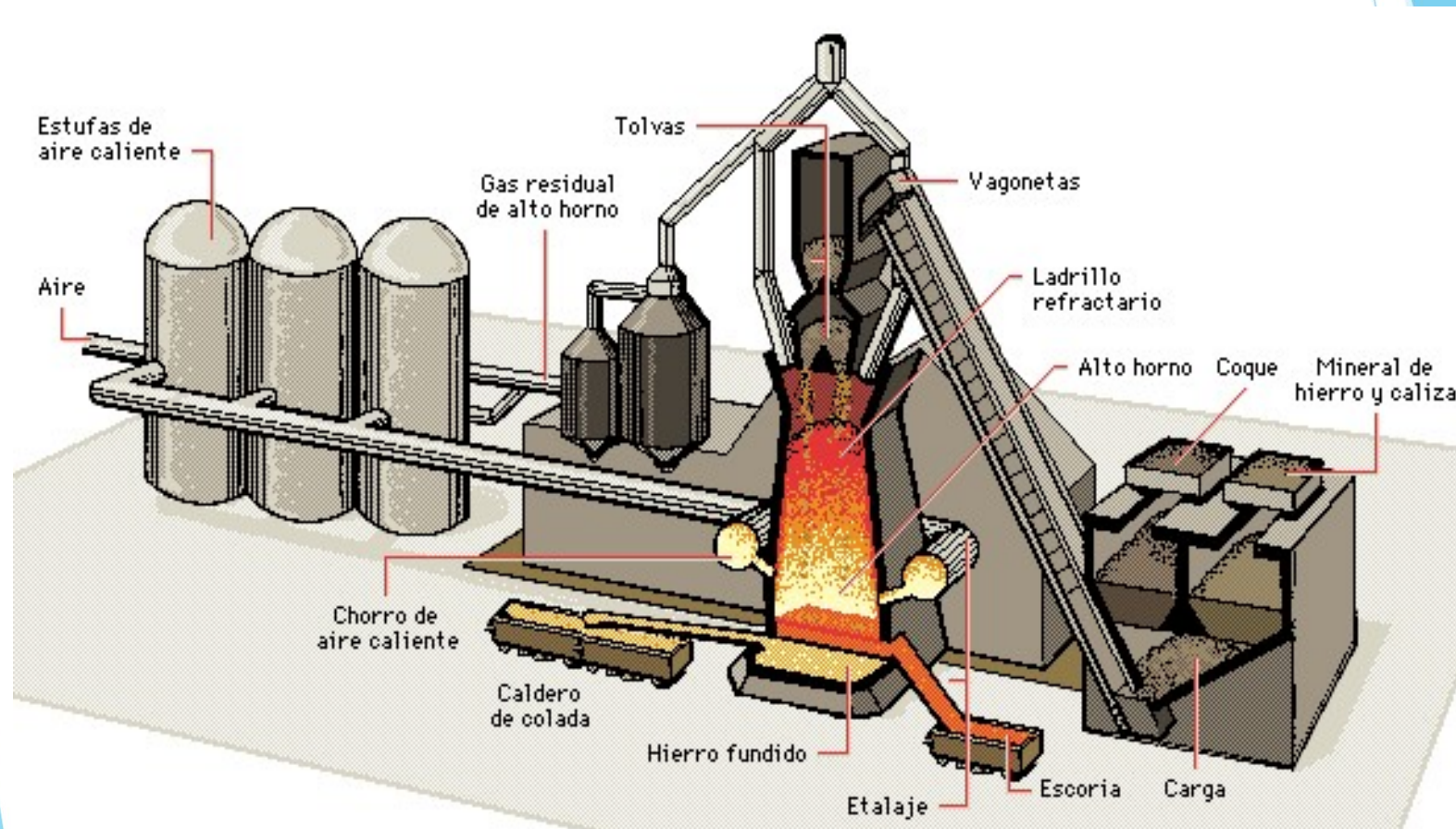
NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.1.Ferro:

L'operació anterior es duu a terme als alts forns



NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.1. Ferro:

En la indústria, el ferro s'utilitza aliat amb carboni i altres materials, el que millora molt les seves propietats. Un aliatge de $\text{Fe} + \text{C}$ és un producte siderúrgic, que es defineix com tota substància fèrria que ha sofert un procés metal·lúrgic.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Processat de l'acer

Els acers són aliatges de Fe-C amb concentracions apreciables d'altres elements.

Els aliatges són la combinació de dos o més metalls o de metalls amb no metalls.

Els aliatges s'obtenen fonen en un forn els components i deixar refredar la solució líquida.

Les característiques dels aliatges depenen exclusivament dels components i de la velocitat de refredament.

En els acers l'element predominant és el ferro i el contingut en carboni és 0,03 - 1,76%

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Propietats:

- Gran plasticitat i mal·leabilitat a elevada temperatura, que permet transformar la seva forma o dimensions per laminat o martellejat en calent amb gran facilitat.
- Dúctil i mal·leable, que permet que en fred es pugui estirar o laminar en forma de xapes o fils de molt petit espessor o diàmetre
- Duresa, que s'adquireix en els tractaments tèrmics
- Con més alta sigui la proporció de carboni major serà la duresa i la resistència a la tracció però també menor la ductilitat i major la fragilitat

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2. Acers:

Classificació:

Els acers es classifiquen segons el seu contingut en C i la presència d'altres elements.

Són **acers no aliats** aquells que contenen una quantitat inferior dels elements que es detallen a continuació.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Contingut límit per acers no aliats	
Element	Contingut (%)
Alumini	0,10
Bismut	0,10
Bor	0,0008
Zirconi	0,10
Cobalt	0,10
Coure	0,40
Crom	0,30
Manganès	1,60
Molibdè	0,08
Niobi	0,05

Contingut límit per acers no aliats	
Element	Contingut (%)
Níquel	0,30
Plom	0,40
Seleni	0,10
Silici	0,60
Tel·luri	0,10
Titani	0,05
Vanadi	0,10
Wolframi	0,10
Lantànids	0,05
Altres (no P,C,N iO)	0,05

Acers aliats: aquells que contenen un o varis elements en percentatge igual o superior a la taula. Cada element serveix per millorar una o vàries propietats:

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Nom de l'element	Propietats que millora
Sofre	Fragilitat
Cobalt	Duresa Propietats magnètiques
Crom	Duresa Fragilitat
Molibdè	Duresa Fragilitat
Níquel	Corrosió S'utilitza en acers inoxidable

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

IUPAC Periodic Table of the Elements

Key:
 atomic number
Symbol
 name
 standard atomic weight

1 H hydrogen [1.007; 1.009]																	18 He helium 4.002																														
3 Li lithium [6.938; 6.997]	4 Be beryllium 9.012											5 B boron [10.80; 10.83]	6 C carbon [12.009; 12.011]	7 N nitrogen [14.00; 14.01]	8 O oxygen [15.99; 16.00]	9 F fluorine 19.00	10 Ne neon 20.18																														
11 Na sodium 22.99	12 Mg magnesium 24.31											13 Al aluminum [26.97; 27.01]	14 Si silicon [28.08; 28.09]	15 P phosphorus 30.97	16 S sulfur [32.05; 32.08]	17 Cl chlorine [35.44; 35.46]	18 Ar argon 39.95																														
19 K potassium 39.10	20 Ca calcium 40.08	21 Sc scandium 44.96	22 Ti titanium 47.87	23 V vanadium 50.94	24 Cr chromium 52.00	25 Mn manganese 54.94	26 Fe iron 55.85	27 Co cobalt 58.93	28 Ni nickel 58.69	29 Cu copper 63.55	30 Zn zinc [65.38(2)]	31 Ga gallium 69.72	32 Ge germanium 72.63	33 As arsenic 74.92	34 Se selenium [78.96(3)]	35 Br bromine 79.90	36 Kr krypton 83.80																														
37 Rb rubidium 85.47	38 Sr strontium 87.62	39 Y yttrium 88.91	40 Zr zirconium 91.22	41 Nb niobium 92.91	42 Mo molybdenum [95.96(2)]	43 Tc technetium	44 Ru ruthenium 101.1	45 Rh rhodium 102.9	46 Pd palladium 106.4	47 Ag silver 107.9	48 Cd cadmium 112.4	49 In indium 114.8	50 Sn tin 118.7	51 Sb antimony 121.8	52 Te tellurium 127.6	53 I iodine 126.9	54 Xe xenon 131.3																														
55 Cs caesium 132.9	56 Ba barium 137.3	57-71 lanthanoids	72 Hf hafnium 178.5	73 Ta tantalum 180.9	74 W tungsten 183.8	75 Re rhenium 186.2	76 Os osmium 190.2	77 Ir iridium 192.2	78 Pt platinum 195.1	79 Au gold 197.0	80 Hg mercury 200.6	81 Tl thallium [204.3; 204.4]	82 Pb lead 207.2	83 Bi bismuth 209.0	84 Po polonium	85 At astatine	86 Rn radon																														
87 Fr francium	88 Ra radium	89-103 actinoids	104 Rf rutherfordium	105 Db dubnium	106 Sg seaborgium	107 Bh bohrium	108 Hs hassium	109 Mt meitnerium	110 Ds darmstadtium	111 Rg roentgenium	112 Cn copernicium																																				
<table border="1"> <tr> <td>57 La lanthanum 138.9</td> <td>58 Ce cerium 140.1</td> <td>59 Pr praseodymium 140.9</td> <td>60 Nd neodymium 144.2</td> <td>61 Pm promethium</td> <td>62 Sm samarium 150.4</td> <td>63 Eu europium 152.0</td> <td>64 Gd gadolinium 157.3</td> <td>65 Tb terbium 158.9</td> <td>66 Dy dysprosium 162.5</td> <td>67 Ho holmium 164.9</td> <td>68 Er erbium 167.3</td> <td>69 Tm thulium 168.9</td> <td>70 Yb ytterbium 173.1</td> <td>71 Lu lutetium 175.0</td> </tr> <tr> <td>89 Ac actinium</td> <td>90 Th thorium 232.0</td> <td>91 Pa protactinium 231.0</td> <td>92 U uranium 238.0</td> <td>93 Np neptunium</td> <td>94 Pu plutonium</td> <td>95 Am americium</td> <td>96 Cm curium</td> <td>97 Bk berkelium</td> <td>98 Cf californium</td> <td>99 Es einsteinium</td> <td>100 Fm fermium</td> <td>101 Md mendelevium</td> <td>102 No nobelium</td> <td>103 Lr lawrencium</td> </tr> </table>																		57 La lanthanum 138.9	58 Ce cerium 140.1	59 Pr praseodymium 140.9	60 Nd neodymium 144.2	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.4	63 Eu europium 152.0	64 Gd gadolinium 157.3	65 Tb terbium 158.9	66 Dy dysprosium 162.5	67 Ho holmium 164.9	68 Er erbium 167.3	69 Tm thulium 168.9	70 Yb ytterbium 173.1	71 Lu lutetium 175.0	89 Ac actinium	90 Th thorium 232.0	91 Pa protactinium 231.0	92 U uranium 238.0	93 Np neptunium	94 Pu plutonium	95 Am americium	96 Cm curium	97 Bk berkelium	98 Cf californium	99 Es einsteinium	100 Fm fermium	101 Md mendelevium	102 No nobelium	103 Lr lawrencium
57 La lanthanum 138.9	58 Ce cerium 140.1	59 Pr praseodymium 140.9	60 Nd neodymium 144.2	61 Pm promethium	62 Sm samarium 150.4	63 Eu europium 152.0	64 Gd gadolinium 157.3	65 Tb terbium 158.9	66 Dy dysprosium 162.5	67 Ho holmium 164.9	68 Er erbium 167.3	69 Tm thulium 168.9	70 Yb ytterbium 173.1	71 Lu lutetium 175.0																																	
89 Ac actinium	90 Th thorium 232.0	91 Pa protactinium 231.0	92 U uranium 238.0	93 Np neptunium	94 Pu plutonium	95 Am americium	96 Cm curium	97 Bk berkelium	98 Cf californium	99 Es einsteinium	100 Fm fermium	101 Md mendelevium	102 No nobelium	103 Lr lawrencium																																	

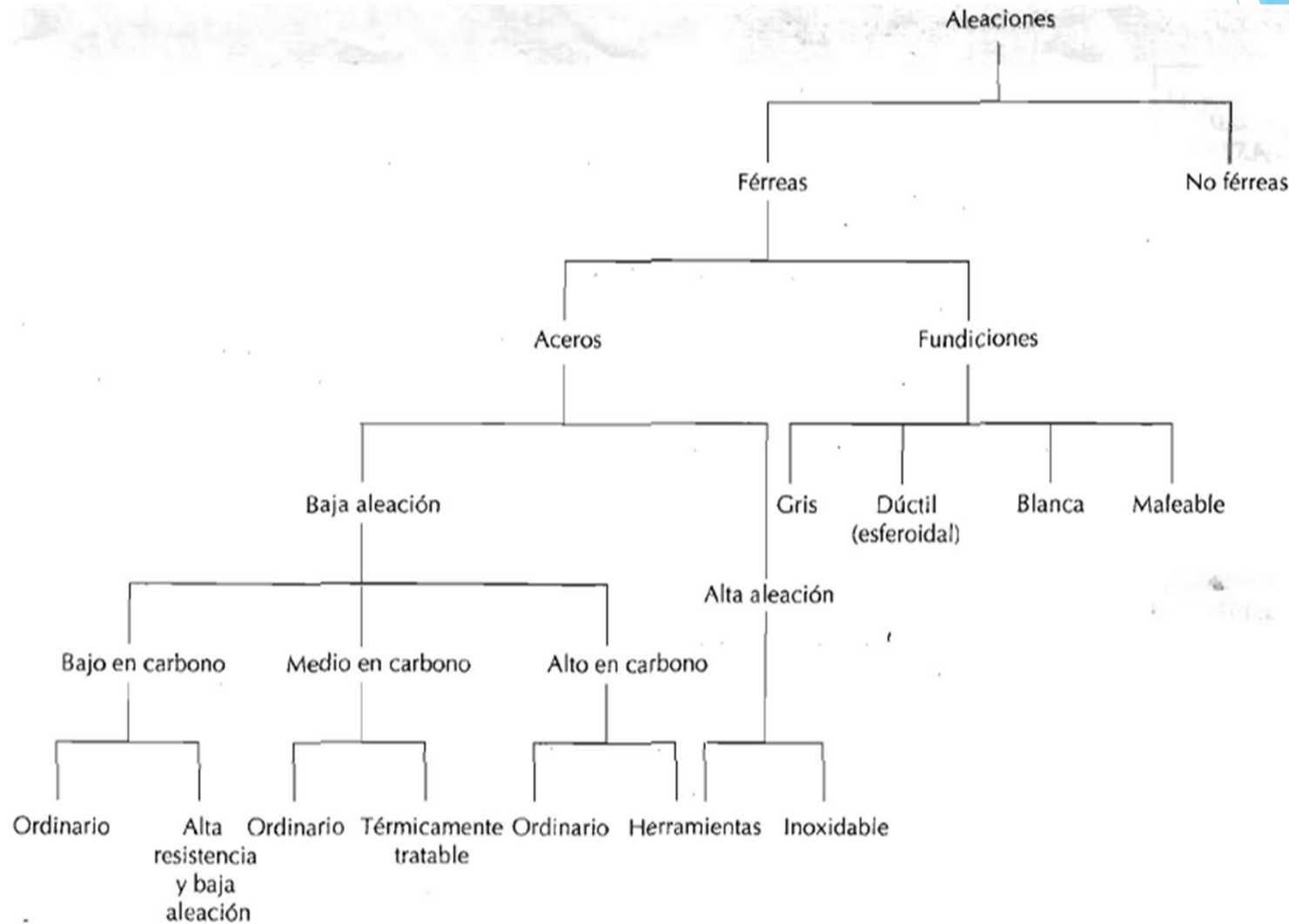
Figura 1. Taula Periòdica en la que se señalen los diferentes elementos químicos que se pueden encontrar en un automóvil tipo, indicando la concentración aproximada según la intensidad del color rojo.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:



NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Acers de baix % carboni.

- Són els que es produeixen comercialment en major quantitat.
- Generalment contenen menys de 0,25% de carboni.
- El seu increment en la resistència pot aconseguir-se per mitjà de treball en fred.
- La seva microestructura consisteix en ferrita i perlita.
- Són aliatges relativament tous i febles però amb una ductilitat i tenacitat excel·lents. Són mecanitzables i soldables.
- Són les de menor cost de producció.
- Les seves aplicacions típiques són: components d'automòbils, perfils estructurals, làmines, canonades.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Acers d'alta resistència i baix aliatge (HSLA *high-strength low-alloy*)

- És un subgrup dels acers al carboni. Posseeixen baix carboni.
- Contenen elements d'aliatge com a coure, vanadi, níquel i molibdè en concentracions combinades de 10% o menys.
- Tenen major resistència que els acers al carboni.
- Molts d'ells poden ser endurits per tractament tèrmic. A més són dúctils, formables i mecanitzables.
- En condicions normals, els acers HSLA són més resistents a la corrosió que els acers al carboni.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Acers de mig carboni.

- Tenen concentracions de carboni entre 0.25 i 0.60%
- Poden ser tractats tèrmicament per austenitzat, temperat i revingut. Normalment s'utilitzen en la condició revinguda.
- Els acers no aliats (al carboni) tenen baixa capacitat d'enduriment i només poden tractar-se tèrmicament en seccions primes i amb elevada rapidesa de refredament.
- En afegir crom, níquel i molibdè es millora la capacitat d'aquests aliatges a ser tractats tèrmicament. Aquests aliatges tenen major resistència que els acers de baix carboni però sacrificant ductilitat i tenacitat.
- S'utilitzen en aplicacions que requereixen la combinació d'elevada resistència, resistència al desgast i ¹⁹tenacitat.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS.

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Acers d'alt carboni

- El seu contingut de carboni varia entre 0.6 i 1.4%
- Són els acers més durs, més resistents i menys dúctils dels acers en carboni.
- Gairebé sempre s'utilitzen revinguts, per això tenen una resistència al desgast especial i són capaços de mantenir un tall tallant.
- Els acers per a eina cauen dins de la categoria d'acers d'alt carboni. Contenen crom, vanadi, tungstè i molibdè. Aquests elements d'aliatge es combinen amb el carboni per formar carburs molt durs i resistents al desgast (Cr_{23}C_6 , V_4C_3 , WC). S'utilitzen per fabricar eines de tall.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Acers inoxidables.

- Tenen una resistència elevada a la corrosió en una varietat d'entorns, especialment el medi ambient.
- L'element principal d'aliatge és el crom (es requereix de almenys 11%). La resistència a la corrosió pot millorar-se en afegir níquel i molibdè.
- Es divideixen en tres classes: martensític, ferrític i austenític.
- Els acers inoxidables austenítics i ferrítics només poden endurir-se per treball en fred.
- Els acers inoxidables austenítics són els que tenen major resistència a la corrosió a causa del seu contingut elevat de crom. Es produeixen en grans quantitats.
- Els acers inoxidables martensítics i ferrítics són magnètics. Els acers austenítics són no-magnètics.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2. Acers:

Diagrama del sistema Fe-C

El ferro i el carboni constitueixen aliatges únicament fins i tot un **6,67%** en pes de carboni. Amb aquesta concentració i amb concentracions superiors es crea un compost químic denominat cementita (Fe_3C) que no té propietats metàl·liques. Per tant, únicament s'estudia el diagrama fins a aquesta proporció.

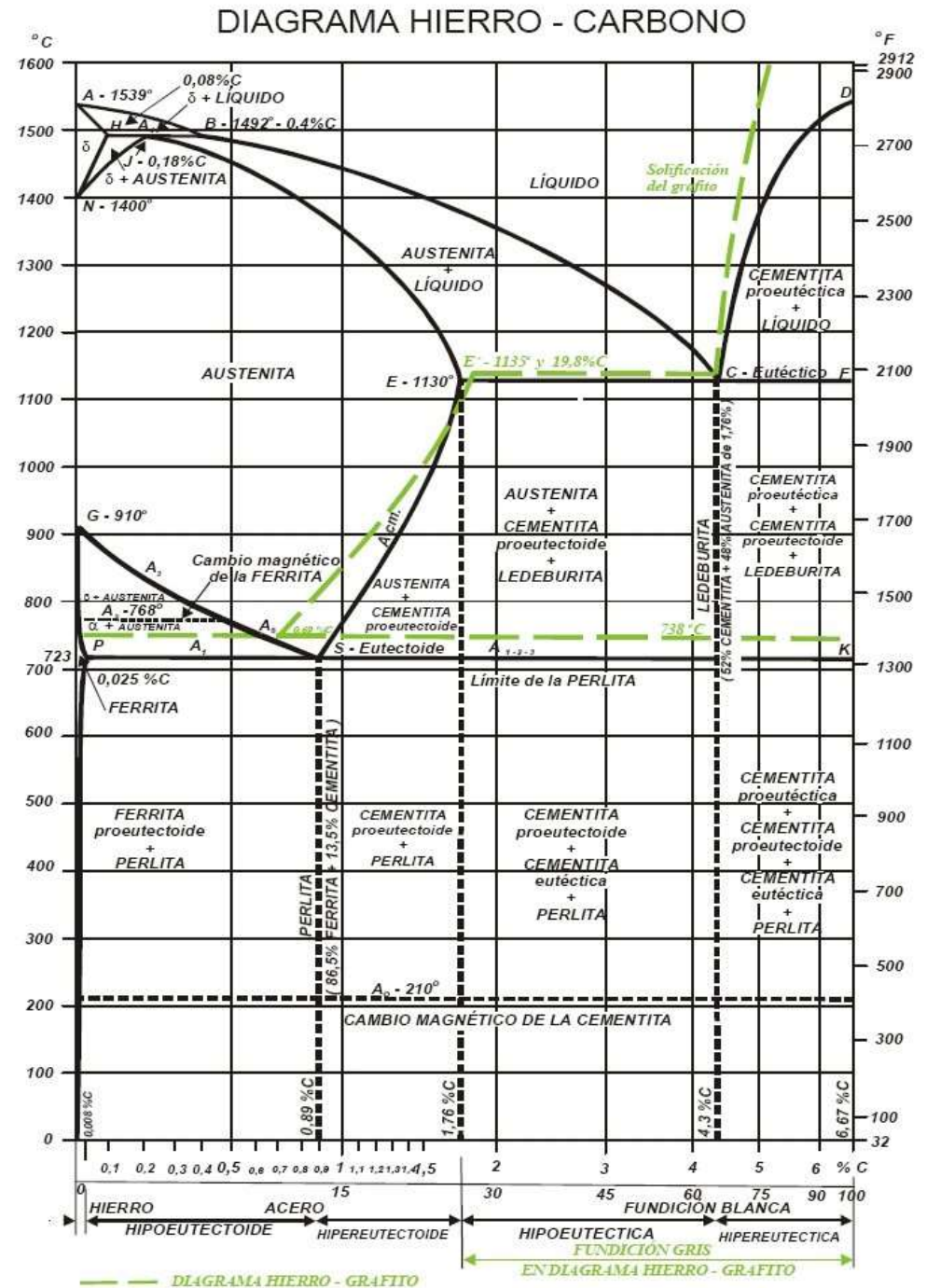
NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Diagrama del sistema Fe-C:



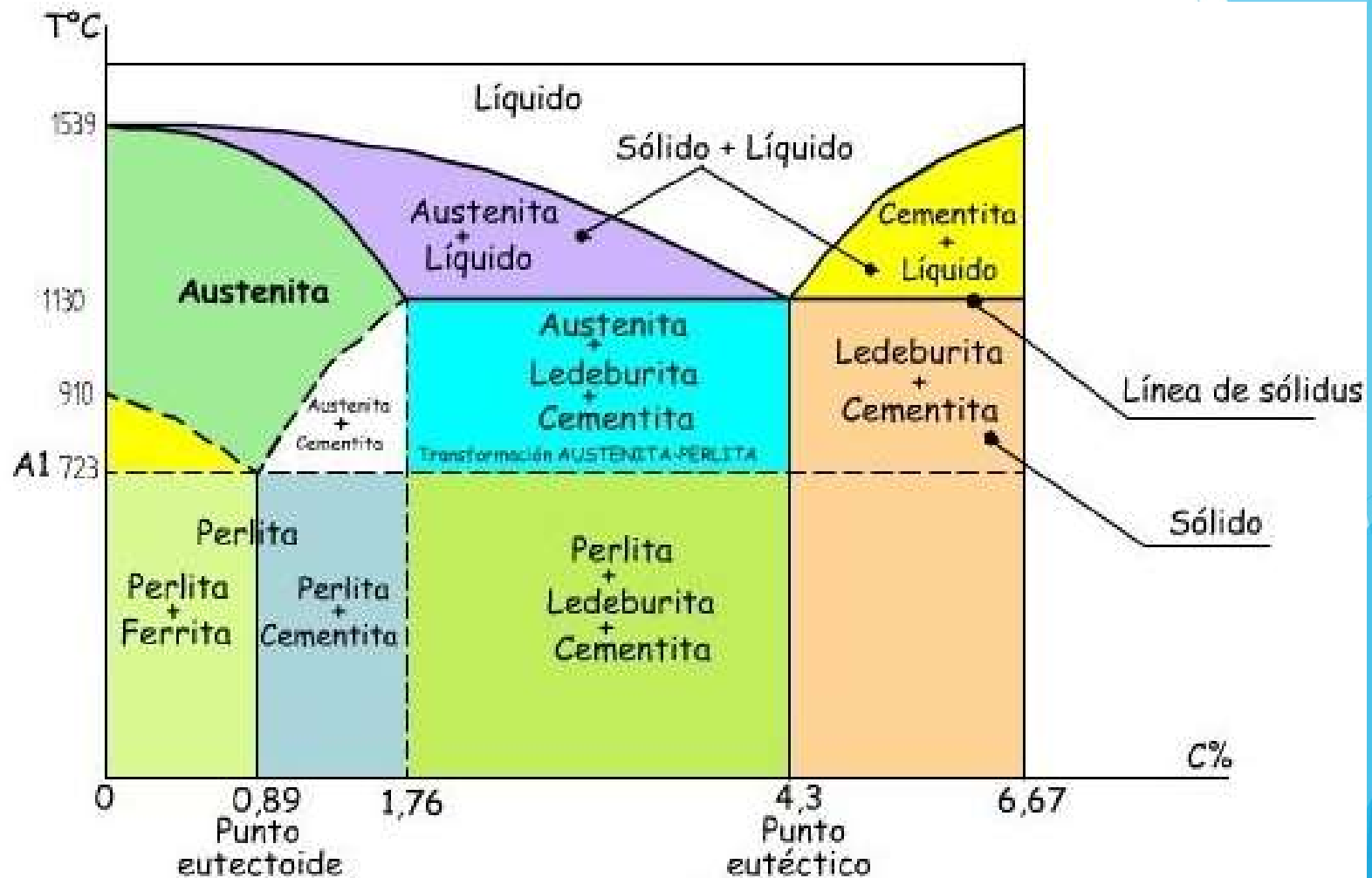
NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Diagrama del sistema Fe-C: [\(altra imatge\)](#)



NF3. Tipus de materials

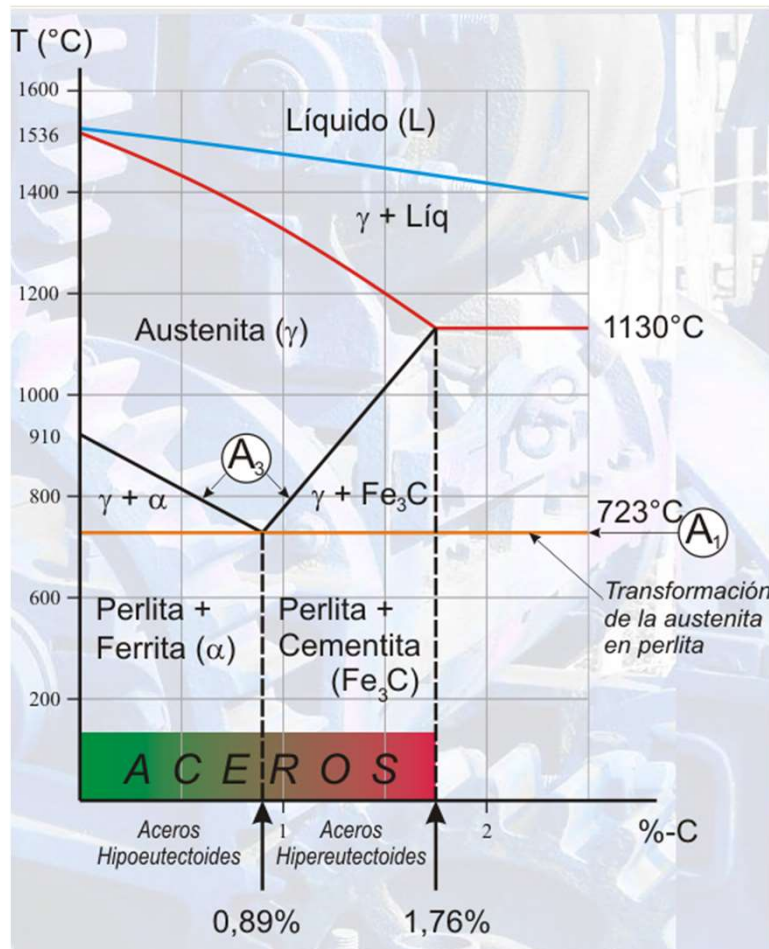
2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Diagrama del sistema Fe-C

La part que correspon als acers és la següent (fins a 1,76%C):



Austenita (ferro γ) (FCC) xarxa cúbica centrada a les cares que en el seu interior admet àtoms de C. Quan disminueix la temperatura la xarxa es contreu i expulsa part dels àtoms de C en forma de **cementita**.

A la temperatura de 723°C gairebé no s'admet carboni i el ferro pateix un canvi **al·lotròpic** transformant-se la seva estructura en (BCC) cúbica centrada al cos. Aquesta forma es denomina **ferrita o ferro α**.

NF3. Tipus de materials

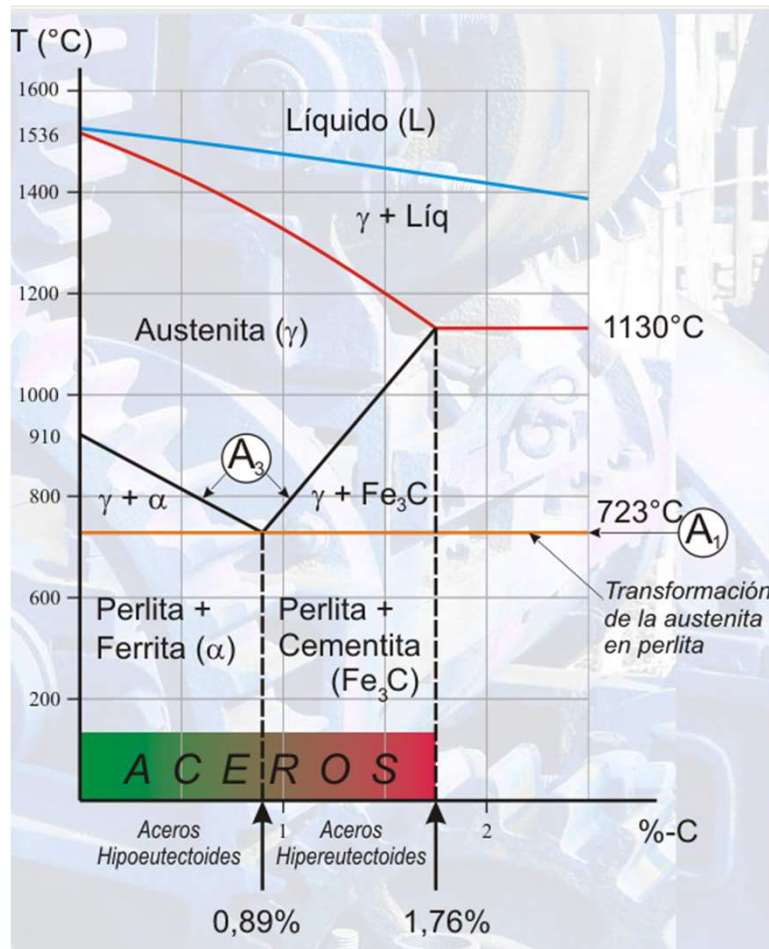
2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Diagrama del sistema Fe-C

La part que correspon als acers és la següent (fins a 1,76%C):



El canvi de solubilitat comporta la formació d'un eutectoide anomenat perlita amb una concentració de 0,89% de carboni format per làmines de perlita i cementita.

L'acer **hipoeutectoide** té una proporció de carboni inferior al 0,89%

L'acer **hipereutectoide** té una proporció de carboni entre 0,89% i 1,76%

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

[Diagrama del sistema Fe-C](#)

[Diagrama de Fe-C \(ampliació\)](#)

https://www.youtube.com/watch?v=CUAobP_DOYk

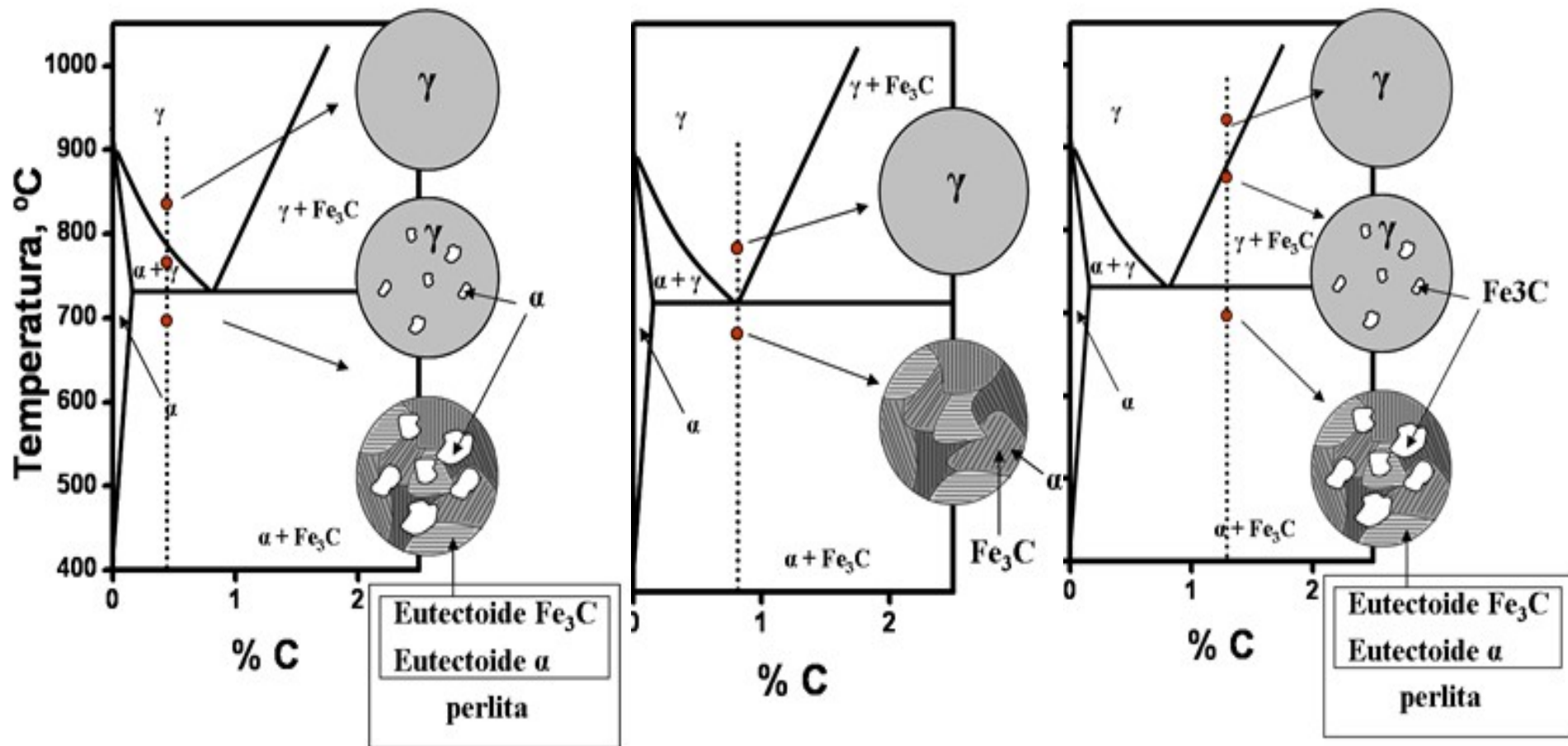
NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers: [\(Vídeo d'ampliació\)](#)

<https://www.youtube.com/watch?v=D9p2BTGSHLY>



NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Designació:

La "Society of Automotive Engineers" (**SAE**), el "American Iron and Steel Institute" (**AISI**) i la "American Society for Testing and Materials" (**ASTM**) són els responsables de la classificació i designació dels acers.

La norma **EN 10027** es la encarregada de la seva designació al marc de la UE i es basa en :

- **la seva utilització i característiques mecàniques i físiques.** L24MB: acer per canonades amb límit elàstic mínim de 245 MPa, les sigles MB indiquen superfície impermeable
- **la seva composició química**
C40: acer no aliat amb contingut medi de carboni del 0,40%
- 18NiCr16-6: acer amb contingut mitjà de 0,18 de C i amb elements d'aliatge majoritaris Ni (amb un $16/4=4\%$) i Cr ($6/4=1,5\%$)
- **la seva designació numèrica**
1:acers
40 -49: inoxidable i refractaris

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Designació:

La norma **UNE 36001** estableix una nomenclatura a base de una lletra seguida por tres nombres, el seu significat és el següent:

- La lletra pot se F (per a aliatges fèrrics), L (per a aluminis i altres aliatges lleugers), C (per a aliatges de coure)
- El primer nombre indica la sèrie o característiques generals; als acers els corresponen les sèries entre 1 i 7, les foses pertanyen a la sèrie 8.
- El segon nombre indica el grup o les característiques comunes dins de cada sèrie.
- Per últim, el nombre de les unitats indica l'individu, amb una composició i propietats específiques. Exemples:

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Designació:

Sèrie **F100** (Acers de construcció)

- **F110:** Acers al carboni
- **F120:** Acers aliats de tremp i revingut per a grans esforços.
- **F130:** Acers per a rodaments, amb alt contingut en crom que els fa resistents al fregament.
- **F140:** Acers per a molles, de gran elasticitat
- **F150:** Acers de cimentació
- **F170:** Acers de nitruració

Sèrie **F200** (Acers especials)

- **F210:** Acers de fàcil mecanització
- **F170:** Acers de fàcil soldadura
- **F170:** Acers de resistència a la fluència.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.2.Acers:

Aplicacions:

- Domèstiques: electrodomèstics, piques de cuina, radiadors, utensilis, llaunes...
- Industria automoció: carrosseries, parts del motor, rodes, eixos, camions, caixes de canvi, vehicles i maquinaria agrícola, excavadores de terra i minerals...
- Construcció: vivendes, locals i edificis
- Electricitat i energia: pous, plataformes petrolíferes, canonades per conducció de fluids, turbines elèctriques, torres...
- Energia electromagnètica: electroimants, nuclis de transformador...

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.3. Foses (ferro colat o ferro fos):

Composició: entre 1,76 i 6,67% de C (majoritàriament entre 3 i 4,5% amb altres elements que li confereixen característiques particulars. El C es troba combinat també com a grafit en forma de làmines i nòduls).

El diagrama de fases mostra que fonen a temperatures més baixes que els acers (comencen a 1130°C i terminen al voltant dels 300°C).

Propietats:

Les foses tenen pitjor resistència a la tracció que els acers i són més fràgils (pel grafit), però en canvi tenen unes excel·lents propietats quant a resistència a compressió, resistència al desgast, bona resposta a la fricció i a vibracions i facilitat de mecanització.

Si la solidificació es verifica en presència de substàncies com el silici, que afavoreixen la formació de grafit, la quantitat de cementita pot ser regulada i es poden obtenir productes amb propietats relativament similars a la dels acers, amb l'avantatge que són molt més fàcils d'emmotllar.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

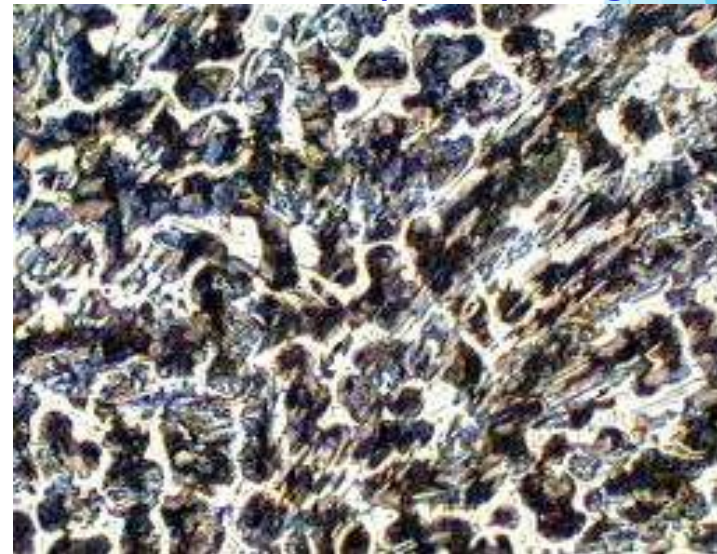
2.2.3.Foses (ferro colat o ferro fos):

Classificació:

Des del punt de vista estructural es distingeixen la fosa blanca, la gris, la dúctil, la mal·leable i la trotxada (granelluda).

Fosa blanca:

- el carboni està present majoritàriament com cementita.
- és molt dura de manera que no es poden mecanitzar .
- és molt fràgil.
- es fabriquen engranatges per a automòbils i maquinària agrícola



NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.3.Foses (ferro colat o ferro fos):

Fosa grisa:

- La seva microestructura conté grafit (estructura laminar
- Es mecanitza fàcilment, la qual cosa vol dir, que té menor duresa que l'anterior.
- Poc resistents a la tracció i molt a la compressió.
- Excel·lents propietats com amortidores de les vibracions
- Es fabriquen peces que serveixen de suport: p.e. carcasses de motors, bancades de màquines.



NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

2.2.3.Foses (ferro colat o ferro fos):

Fosa granelluda:

- Propietats intermèdies entre la fosa blanca i la grisa. .
- Color semblant al de les truites.

NF3. Tipus de materials

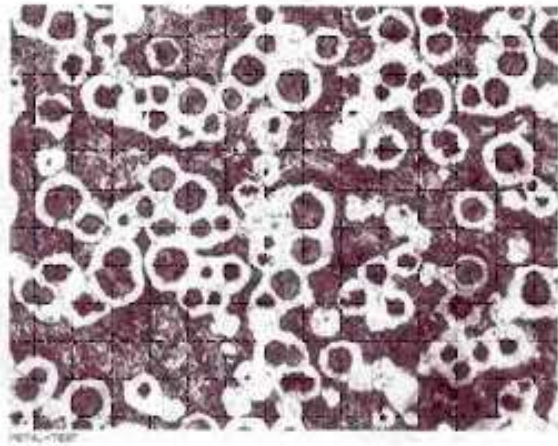
2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

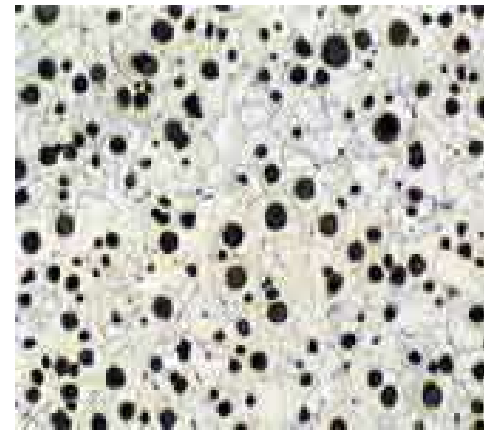
2.2.3.Foses (ferro colat o ferro fos):

Fosa dúctil (esferoïdal):

- Ferro gris + petites quantitats de Ce o Mg, que canvia les propietats: més resistent i dúctil que la fosa gris.
- Té propietats mecàniques semblants a les del acer.
- S'utilitza per a fabricar vàlvules, cossos de bombes, cigonyals, pistons i altres components de l'automòbil i de maquinària.



Fotomicrografia nº1 x 100



NF3. Tipus de materials

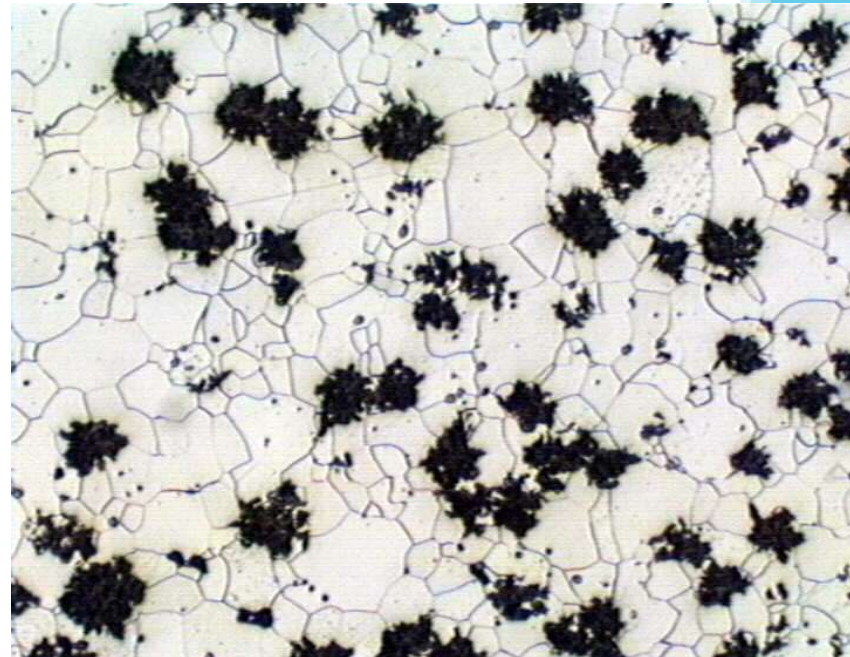
2. MATERIALS METÀL·LICS

2.2. Materials ferrosos

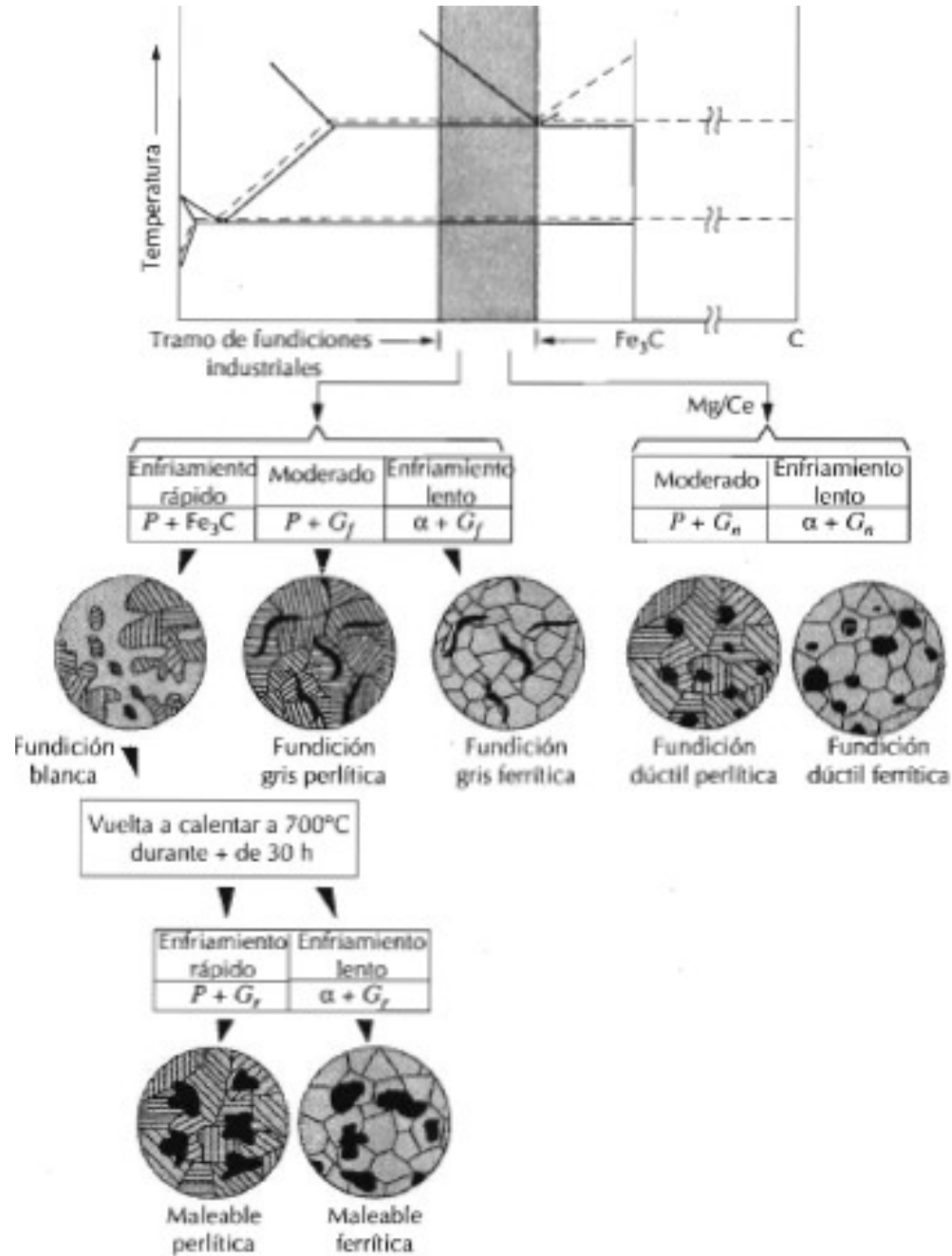
2.2.3.Foses (ferro colat o ferro fos):

Fosa mal·leable

- Es forma a partir de la fosa blanca per tractaments tèrmics: resistència alta, apreciable ductilitat, adequada mal·leabilitat.
- Les seves aplicacions són: tubs de direcció, engranatges de transmissió i caixes de diferencial per a la indústria automobilística.



NF3. Tipos de materials



NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

2.3.1. Alumini i aliatges:

Vídeo

<https://www.youtube.com/watch?v=lC2IBlx3PeE>

Característiques principals:

- És un metall molt lleuger (Baixa densitat: $2,75\text{g/cm}^3$) i molt resistent a l'oxidació.
- És un bon conductor elèctric i de la calor.
- És molt dúctil i mal·leable.
- Color platejat
- Molt tou.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

2.3.1. Alumini i aliatges:

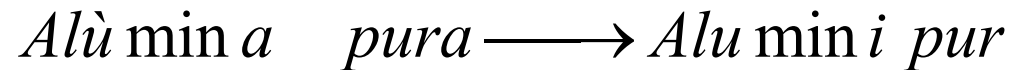
Producció de l'alumini

L'obtenció de l'alumini a partir de bauxita comprèn dos processos:

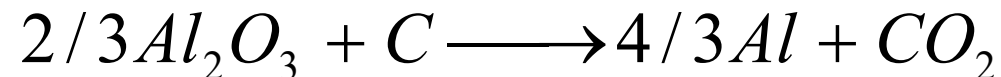
1. Procés Bayer



2. Procés Hall-Heroult



Aquest procés consisteix en una electròlisi de l'alúmina dissolta en un electròlit fos, la criolita (Na_3AlF_6).



El consum d'energia elèctrica en l'electròlisi és força alt, de l'ordre de 13kWh/kg d'alumini

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

2.3.1. Alumini i aliatges:

Aliatges:

Els aliatges d'alumini es classifiquen en aliatges **per a forja** i **aliatges per emmotllament**

Per forja		Per emmotllament	
Principal element d'aliatge	Codi AA	Principal element d'aliatge	Codi AA
>99,0% Al	1xxx	>99,0% Al	1xx.x
Cu	2xxx	Cu	2xx.x
Mn	3xxx	Si-Cu-Mg	3xx.x
Si	4xxx	Si	4xx.x
Mg	5xxx	Mg	5xx.x
Mg-Si	6xxx		
Zn	7xxx	Zn ⁴²	7xx.x

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

2.3.1. Alumini i aliatges:

Aplicacions

- Per la seva bona resistència a alguns esforços, la seva qualitat d'inoxidable i la seva lleugeresa, s'utilitza en construcció per fabricar portes i finestres.
- És un bon conductor elèctric pel que s'utilitza en cables d'alta tensió.
- També és un bon conductor tèrmic: fabricació d'olles, cassons, etc. Encara que cada vegada més s'ha substituït per l'acer.
- La seva elevada resistència mecànica respecte al seu pes el fa adequat per a la fabricació de cotxes i la construcció aeronàutica, i en general estructures que han de tenir poc pes.
- Per la seva mal·leabilitat s'usa en fabricació de paper d'alumini i envasos de begudes

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

2.3.2. Coure i aliatges:

<https://www.youtube.com/watch?v=oMviW9FngEg>

Propietats:

- És un dels metalls no ferrosos de major utilització.
- Té un color vermell-marronós.
- La seva conductivitat elèctrica és elevada ($6,0 \cdot 10^7 \Omega^{-1} \text{m}^{-1}$).
- La seva conductivitat tèrmica també és elevada ($398 \text{ W/m}\cdot\text{K}$)
- És un metall bastant pesat, la seva densitat són $8,9 \text{ g/cm}^3$
- Resisteix molt bé la corrosió i l'oxidació (L'aire sec i l'aigua pura no l'ataquen a cap T, a la intempèrie no es recobreix d'una capa de carbonat verdosa -verdet- que li protegeix de l'oxidació posterior)
- Relativament tou
- És molt dúctil i mal·leable.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

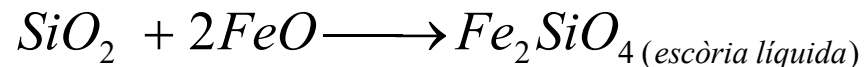
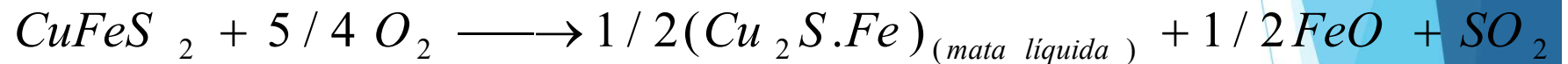
2.3. Materials no ferrosos

2.3.2. Coure i aliatges:

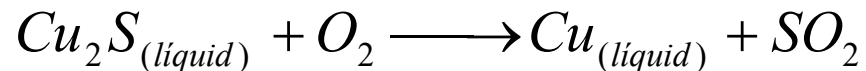
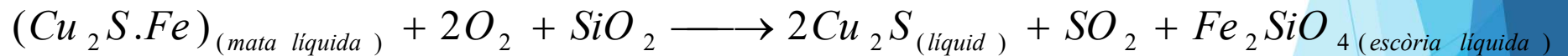
Producció de coure

Procés pirometal·lúrgic.

1. Fusió del concentrat a mata de coure



2. Conversió de la mata



NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

2.3.2. Coure i aliatges:

Producció de coure

Procés pirometal·lúrgic.

3. Refinat reductor

El coure blister de l'etapa anterior queda fortament oxidat amb continguts d'oxigen de 0,5-0,8%. Per tal d'eliminar l'oxigen, el blister es transfereix a un altre convertidor ara amb injecció de gas propà. El propà es combina amb l'oxigen (crema) i s'obté finalment un coure del 99% amb contingut d'oxigen inferior al 0,1%, apte per ser emmotllat.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

2.3.2. Coure i aliatges:

Producció de coure

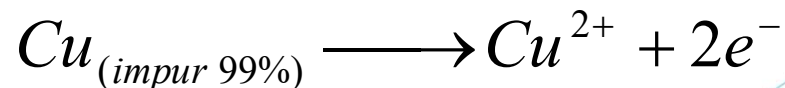
Procés pirometal·lúrgic.

4. Refinat electrolític

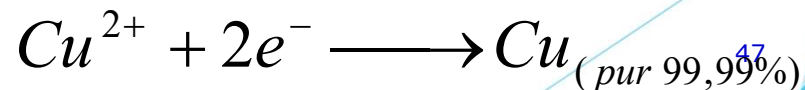
El refinat electrolític del coure és necessari per a dues raons. La primera per arribar a nivells de puresa del 99,99%, necessaris per a les seves principals aplicacions. La segona, com a mètode per a recuperar els metalls preciosos continguts com a impureses.

En el refinat electrolític, els ànodes emmotllats de l'etapa anterior es col·loquen alternativament amb càtodes d'acer inoxidable, en grans sèries de cel·les. Com a electròlit s'utilitza una solució àcida de sulfat de coure.

Ànode (+)



Càtode (-)



NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

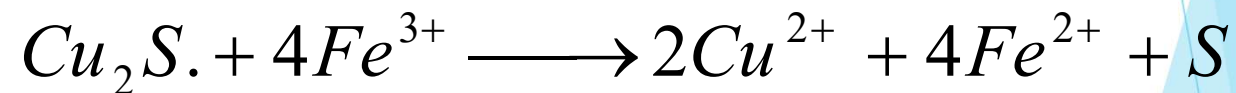
2.3.2. Coure i aliatges:

Producció de coure

Procés hidrometal·lúrgic

1. Lixiviació

Actualment, la lixiviació de minerals oxidats i minerals pobres es realitza formant grans piles de mineral que són regades per solucions àcides diluïdes.



NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

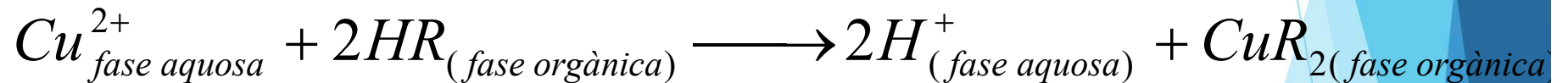
2.3. Materials no ferrosos

2.3.2. Coure i aliatges:

Producció de coure

Procés hidrometal·lúrgic

2. Purificació/concentració Degut a que les solucions obtingudes per lixiviació són massa impures i diluïdes, s'aplica un procés d'extracció/reextracció amb dissolvents orgànics:



NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

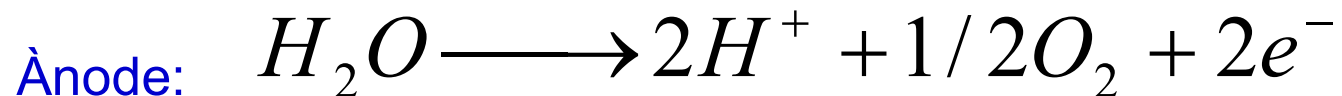
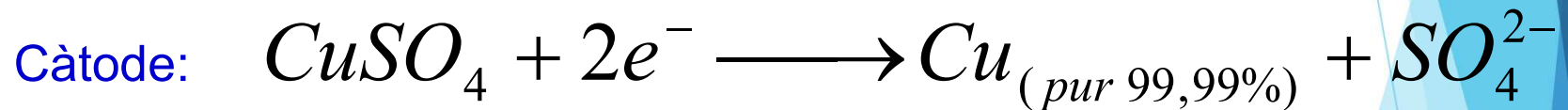
2.3. Materials no ferrosos

2.3.2. Coure i aliatges:

Producció de coure

Procés hidrometal·lúrgic

3. Electròlisi: La solució concentrada i purificada de CuSO_4 s'electrolitza. Els càtodes són d'acer inoxidable però els ànodes són insolubles i es fabriquen normalment d'aliatges de Pb/Sb.



La solució fortament àcida romanent de l'electròlisi es recicla a l'etapa de reextracció.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

2.3.2. Coure i aliatges:

Aliatges rics en coure

Contenen un percentatge de coure superior al 96%. Dins d'aquests materials es troben:

Aliatges de Cu-Be que tenen propietats mecàniques comparables a les dels acers amb l'avantatge de no produir guspires si hi ha fricció. Per aquest motiu s'utilitzen per a engranatges, diafragmes i vàlvules en contacte amb fluids inflamables.

Aliatges Cu-Ag i Cu-Cd, que són materials amb una major temperatura de recristalització que el coure pur, sense pèrdua notable de conductivitat.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

2.3.2. Coure i aliatges:

Llautons:

- Cu amb Zn
- Millor resistència mecànica que el Cu.
- Dúctils, fàcils de treballar i resistents a la corrosió.

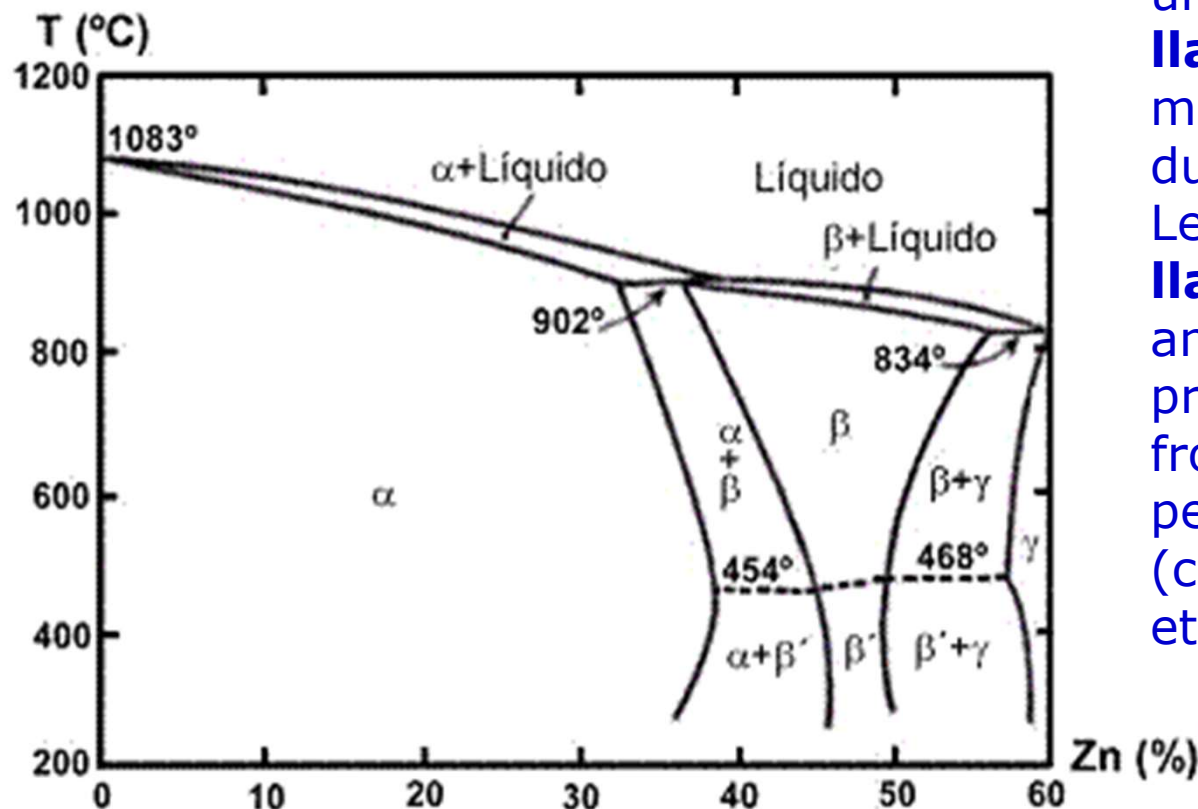
NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

2.3.2. Coure i aliatges:

Llautons:



El sistema Cu-Zn que per un 30% de Zn es forma un material monofàsic **llautó** α (C26000). Aquest material té excel·lent ductilitat.

Les **aplicacions del llautó** α inclouen una molt ampla gamma de productes: radiadors, frotises, panys, material per a lampisteria, munició (cartutxos), canonades, etc.

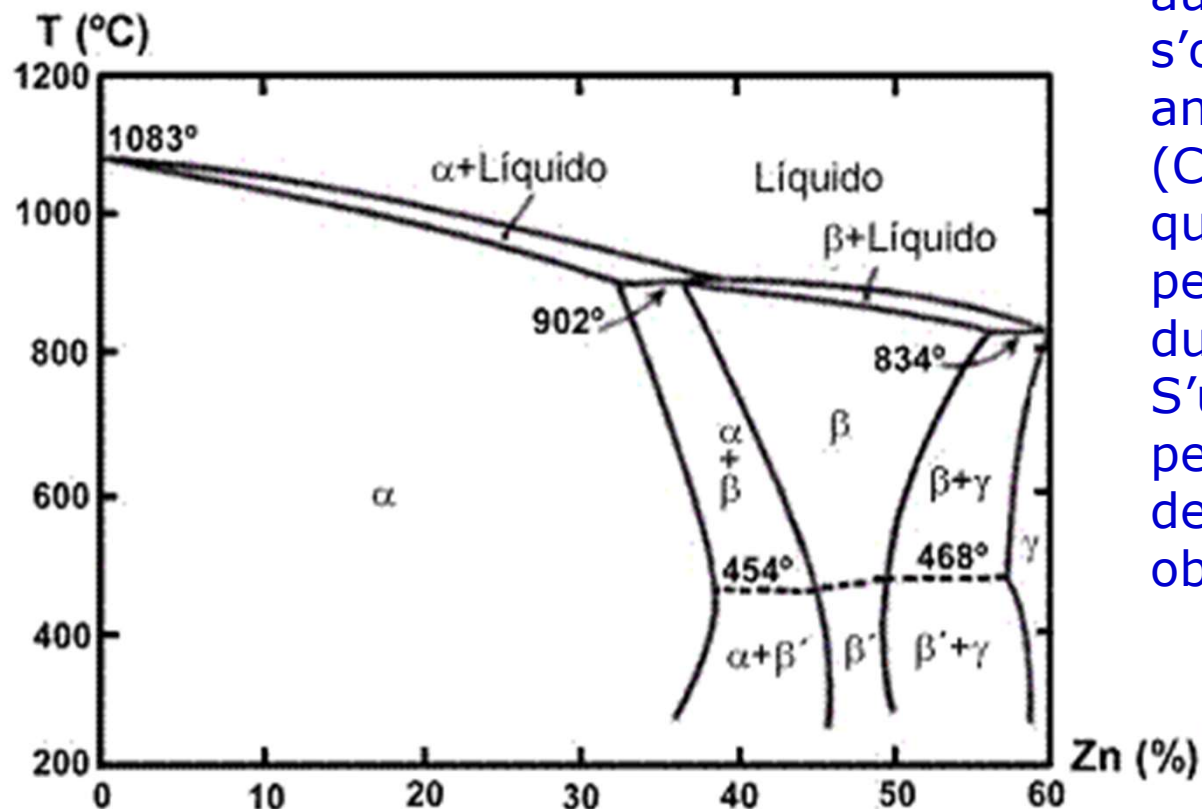
NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

2.3.2. Coure i aliatges:

Llautons:



Si el **contingut de Zn** augmenta fins a un **40%**, s'obté llautó bifàsic $\alpha+\beta$ anomenat metall Muntz (C28000), més resistent que el material anterior, però amb pèrdua de ductilitat. S'utilitza per a barres, pernys, fornillaria i peces de formes complexes obtingudes per forja.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

2.3.2. Coure i aliatges:

Bronzes:

Els bronzes, **aliatges de Cu i Sn** formen una gamma d'aliatges diversos en funció de la composició, la microestructura (velocitat de refredament) i la presència d'altres elements d'aliatge. L'enduriment principal és per dissolució sòlida.

Presenten millor resistència mecànica i a la corrosió que els llautons. Entre els bronzes per forja cal citar el bronze fosforós (C51000), d'excel·lent ductilitat.

Entre els per emmotllament, el C90300, de gran resistència a la corrosió i a la fricció, utilitzat per a coixinets, engranatges, bombes pistons, vàlvules i instal·lacions de vapor.

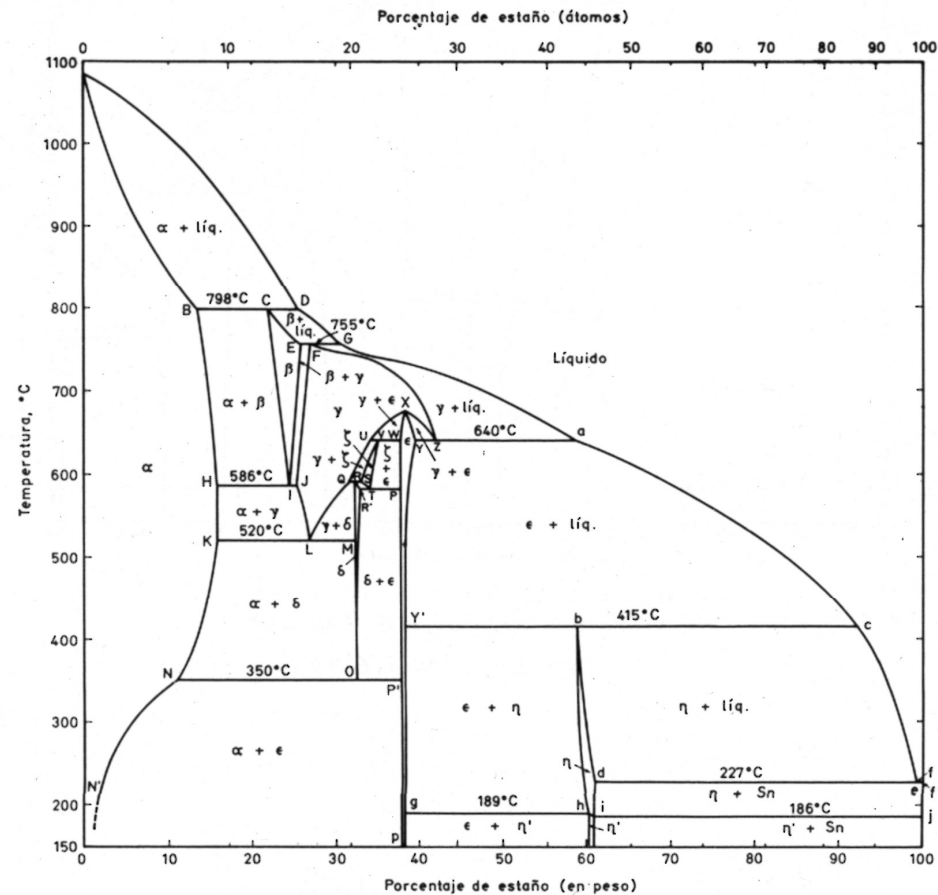
NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

2.3.2. Coure i aliatges:

Bronzes:



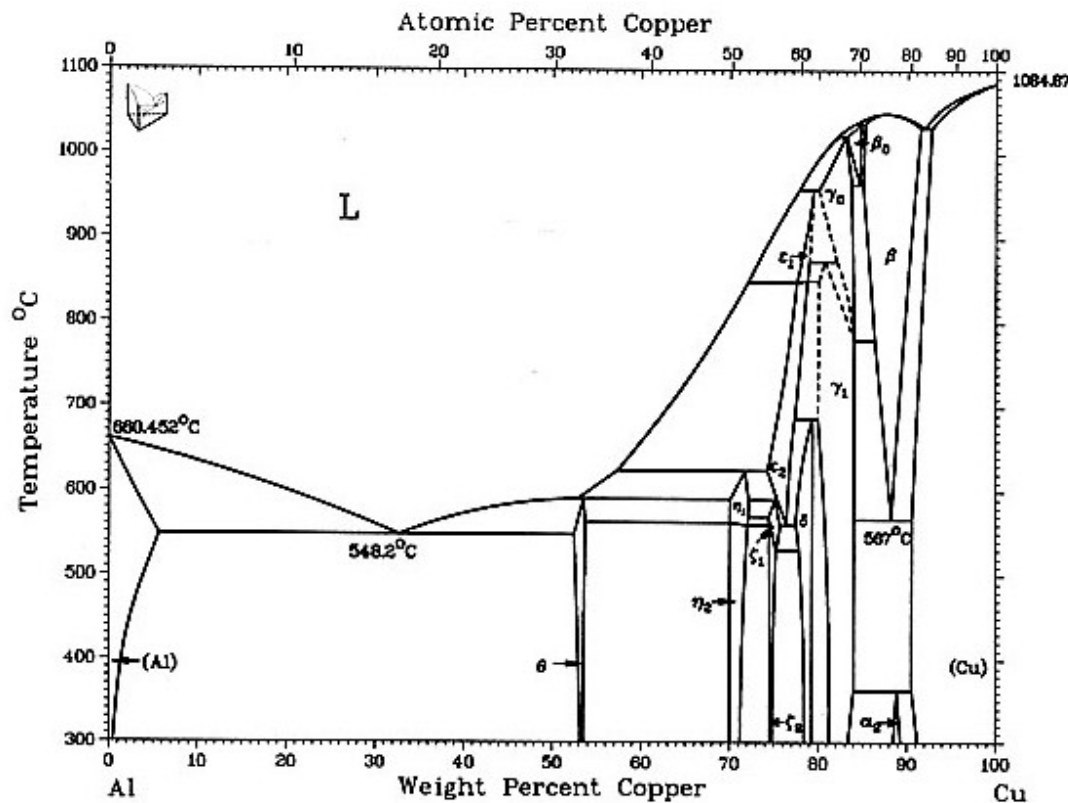
NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

2.3.2. Coure i aliatges:

Cuproalumini:



El sistema Cu-Al presenta solubilitat total fins a un 7-8% d'Al. Els aliatges amb aquests continguts d'alumini són força dúctils i s'utilitzen per a forja (C61400). Les aplicacions són similars a les del llautó α , però amb millor resistència. Tenen alta temperatura de recristalització, que els permet treballar fins uns 300°C

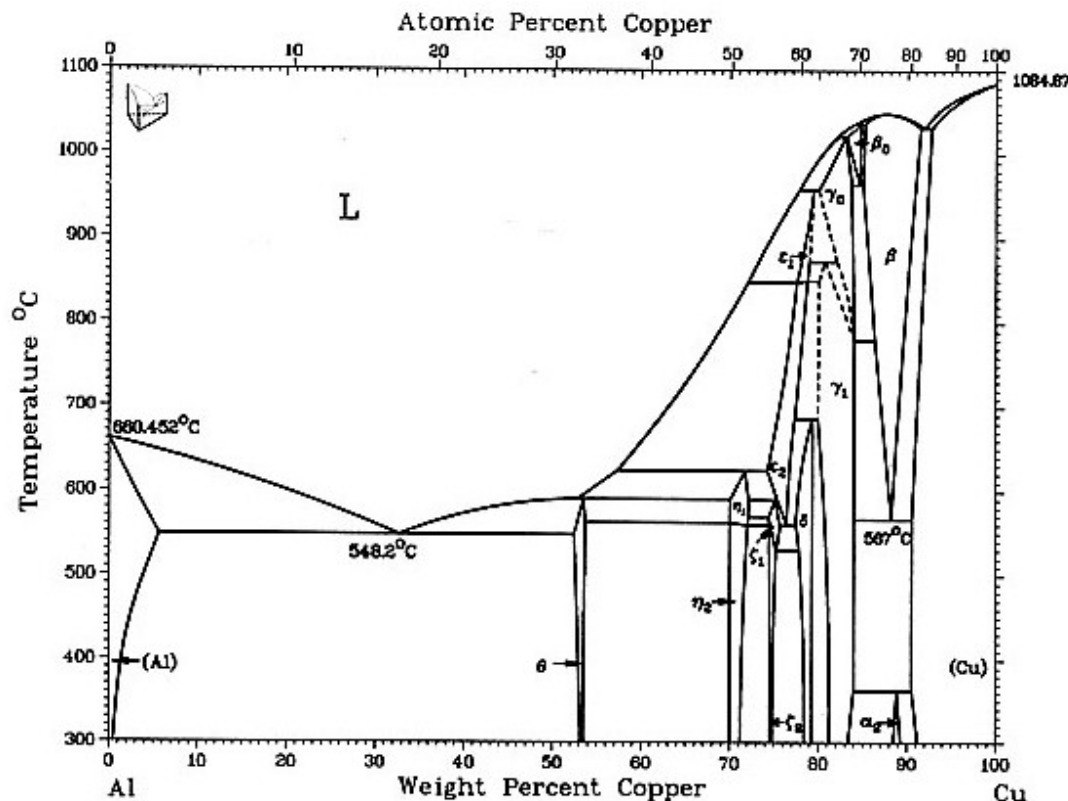
NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

2.3.2. Coure i aliatges:

Cuproalumini:



Per a continguts d'alumini d'un 11%, els aliatges són bifàsics, constituïts per un eutectoide inclòs en una matriu α . Són materials de més baixa ductilitat i s'utilitzen per a emmotllament (C96400), en la fabricació de coixinets, vàlvules i engranatges

NF3. Tipus de materials

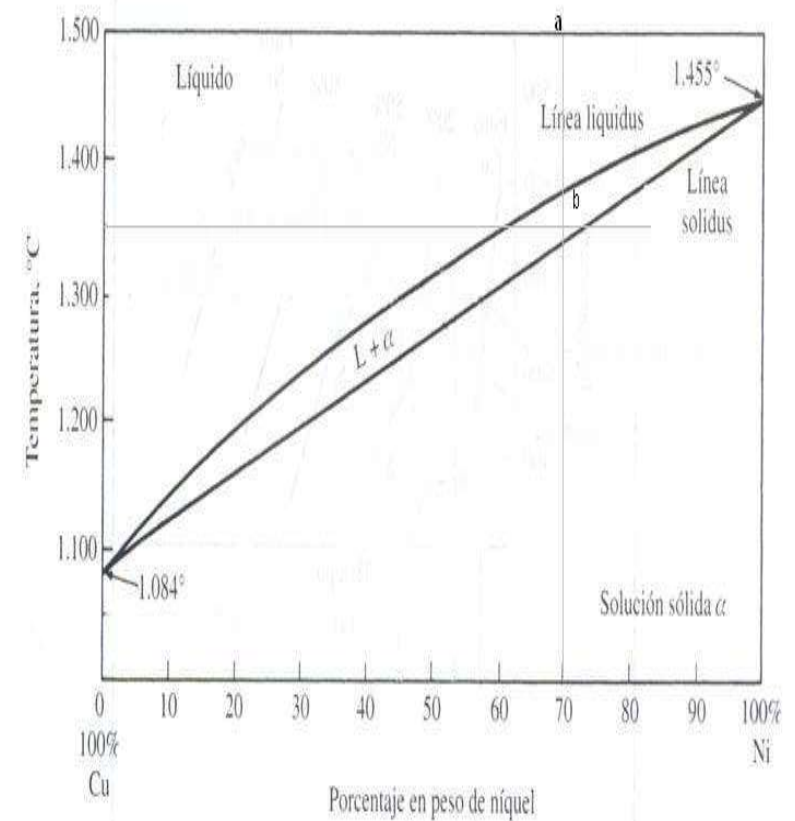
2. MATERIALS METÀL·LICS

2.3. Materials no ferrosos

2.3.2. Coure i aliatges:

Cuproníquels:

El **coure** i el **níquel** són **solubles en qualsevol proporció**. Els aliatges industrials rics en coure d'aquest sistema contenen un 30% de níquel i s'anomenen cuproníquels. Són els aliatges de coure amb millor resistència a la corrosió, sobretot a la corrosió erosiva i a la cavitació. La seva principal aplicació és per a materials amb contacte amb aigües marines (canonades, vàlvules, caixes de bombes) i per a reactors químics. Hi ha aliatges per forja (C71500) i per emmotllament (C96400).



NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.4. Tractament dels metalls

- **Tractaments tèrmics.** El metall és sotmès a processos tèrmics en els quals no varia la seva composició química, encara que sí la seva estructura.
- **Tractaments termoquímics.** Els metalls se sotmeten a refredaments escalfaments, però a més es modifica la composició química de la seva superfície exterior.
- **Tractaments mecànics.** Es milloren les característiques dels metalls mitjançant deformació mecànica, amb o sense calor.
- **Tractaments superficials.** Es millora la superfície dels metalls sense variar seu composició química massica. En aquests tractaments, a diferència dels termoquímics, no és necessari dur a terme cap escalfament.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.4. Tractament dels metalls

2.4.1 Tractament tèrmics

Són operacions d'escalfament i refredament dels metalls que tenen per objecte modificar la seva estructura cristal·lina (en especial, la mida del gra)

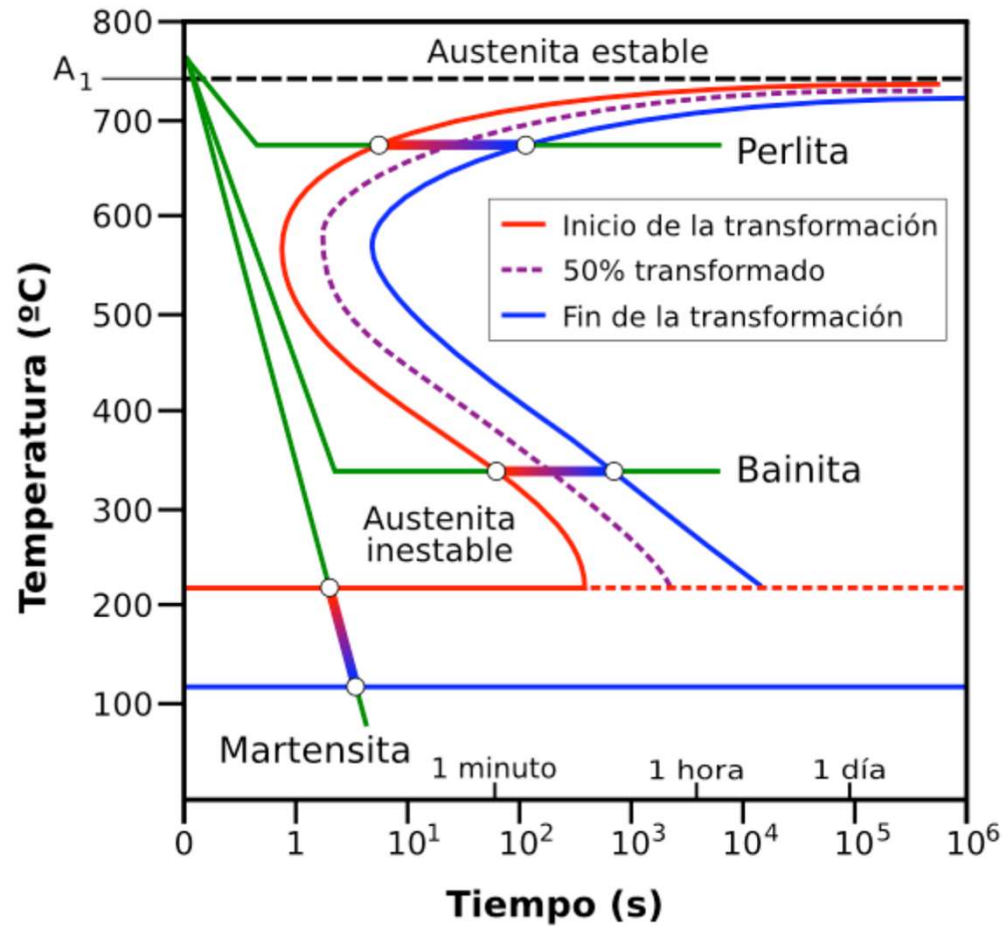
- La composició química roman inalterable.
- Els diagrames de fase varien degut a que varia la velocitat de refredament (deixen de ser processos infinitament lents).
- Les microestructures varien.
- Les propietats varien (la resistència, la duresa, la tenacitat o la resistència a la fractura poden millorar, estabilitat dimensional)
- Durant la producció d'un acer, aquest pot trobar-se en estats que poden dificultar la continuïtat de les diferents etapes de la seva fabricació com pot ser el fet de contenir **segregacions**, el fet de presentar **excessiva acritud** com a conseqüència del treball en fred (enduriment per deformació) o bé el fet de tenir **tensions residuals** després d'una soldadura o del treball en fred. En aquestes situacions és necessària l'eliminació o la reducció d'aquests efectes negatius i això es pot fer per diferents tractaments tèrmics.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.4. Tractament dels metalls

2.4.1 Tractament tèrmic



NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.4. Tractament dels metalls

2.4.1 Tractament tèrmics

Recuit: El metall s'escalfa durant cert temps a una temperatura determinada i, a continuació, es refreda lentament. S'aconsegueix una major plasticitat perquè pugui ser treballat amb facilitat. La temperatura i la durada d'aquest tractament dependran del grau de plasticitat que es vulgui comunicar al metall.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.4. Tractament dels metalls

2.4.1 Tractament tèrmic

Recuit:



NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.4. Tractament dels metalls

2.4.1 Tractament tèrmics

Tremp: Consisteix en l'escalfament del metall, seguit d'un posterior refredament realitzat de forma brusca. Amb això s'aconsegueix obtenir un metall molt dur i resistent mecànicament. L'enduriment adquirit per mitjà del tremp es pot comparar al que s'aconsegueix per deformació en fred.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.4. Tractament dels metalls

2.4.1 Tractament tèrmics

Tremp:



NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.4. Tractament dels metalls

2.4.1 Tractament tèrmics

Revingut: S'aplica exclusivament als metalls temperats, podent considerar-se com un tractament complementari del tremp. Amb això es pretén millorar la tenacitat del metall temperat, a costa de disminuir una mica la seva duresa.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.4. Tractament dels metalls

2.4.1 Tractament tèrmic

Revingut:



NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.4. Tractament dels metalls

2.4.2 Tractament termoquímics

Consisteixen en operacions d'escalfament i refredament dels metalls, completades amb l'aportació d'altres elements a la superfície de les peces.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.4. Tractament dels metalls

2.4.2 Tractament termoquímics

- **Cementació.** Consisteix en l'addició de carboni a la superfície d'un acer que presenti un baix contingut en carboni a una certa temperatura. Se n'obté així una duresa superficial molt elevada.
- **Nitruració.** És un procés d'enduriment de l'acer per absorció de nitrogen a una temperatura determinada. A més, proporciona una bona resistència a la corrosió. S'utilitza per endurir peces de maquinària (bieles, cigonyals, etc.); també eines com broques, etcètera.
- **Cianuració.** És un tractament intermediari entre els dos anteriors. S'utilitza no només en acers amb baix contingut en carboni (com en el cas de la cementació), sinó també en aquells el contingut dels quals en carboni sigui mig o alt, quan es pretén que adquireixin una bona resistència.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.4. Tractament dels metalls

2.4.2 Tractament termoquímics

- **Carbonitruració.** Aconsegueix augmentar la duresa dels acers mitjançant l'absorció simultània de carboni i nitrogen a una temperatura determinada. La diferència amb el tractament anterior és que la carbonitruració es realitza mitjançant gasos, i la cianuració per mitjà de banys. S'empra en peces de gran espessor.
- **Sulfinització.** Mitjançant la immersió del metall en un bany especial s'aconsegueix incorporar-li una capa de carboni, nitrogen i, sobretot, sofre. Amb aquest tractament s'augmenta considerablement la resistència al desgast dels metalls, a la vegada que es disminueix el seu coeficient de fricció.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.4. Tractament dels metalls

2.4.3 Tractaments mecànics

Milloren les característiques dels metalls per deformació mecànica, amb o sense calor.

- **Tractaments mecànics a cop calent o forja.** Consisteixen a escalfar un metall a una temperatura determinada per a, després, deformar-lo colpejant-lo fortament. Amb això s'afina la mida del gra i s'eliminen del material bufades i cavitats interiors, amb el que es millora la seva estructura interna.

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.4. Tractament dels metalls

2.4.3 Tractaments mecànics

- **Tractaments mecànics en fred.** Consisteixen a deformar el metall a la temperatura ambient, bé colpejant-lo, o per trefilatge, laminació o extrusió en fred. Aquests tractaments incrementen la duresa i la resistència mecànica del metall i, també, porten una disminució en la seva plasticitat.

[Vídeo extrusió](#)

NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.4. Tractament dels metalls

2.4.4 Tractaments superficials

- **Metal·lització.** Es projecta un metall fos, polvoritzant-lo sobre la superfície d'un altre. Amb això s'aconsegueix comunicar a la superfície d'un metall les característiques d'un altre de diferent.
- **Cromat.** Es diposita crom electrolíticament sobre el metall; d'aquesta manera, es disminueix el seu coeficient de fricció i s'augmenta la seva resistència al desgast.

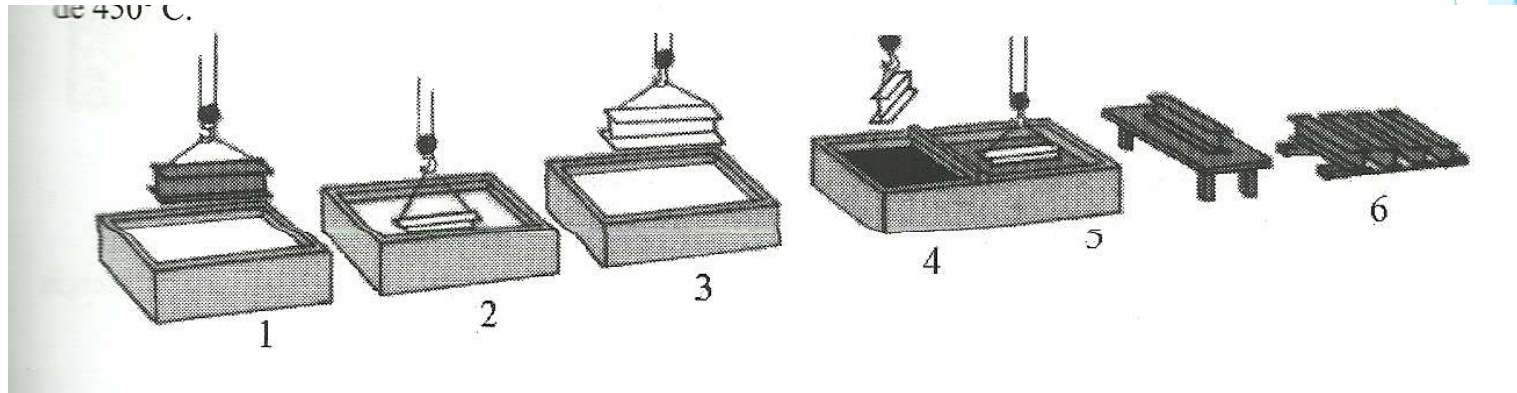
NF3. Tipus de materials

2. MATERIALS METÀL·LICS

2.4. Tractament dels metalls

2.4.4 Tractaments superficials

- **Galvanització:** és el resultat d'un procés fisicoquímic que arriba a una veritable unió entre el ferro i el zinc, i aconseguix d'aquesta manera que el material ferri adquireixi unes propietats superficials equivalents a les del zinc, que conjuga una millor resistència enfront de determinats mitjans corrosius amb les característiques mecàniques del material base.



1.desengreixar; **2.**decarpar; **3.**rentar; **4.**fluxar; **5.**revestir; **6.** controlar

<https://www.youtube.com/watch?v=v5wLyheLp8g>