

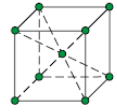
Materiali: gli acciai

Struttura cristallina degli acciai

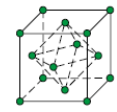
- **acciai**: leghe composte da ferro e carbonio formate da cristalli differenti e legati fra loro;
- **grano** (o grana): grossezza media dei cristalli

stati allotropici: forme dei cristalli al variare della temperatura:

- ferro α (alfa): da temperatura ordinaria a 769 °C;
- ferro β (beta): da 769 °C a 912 °C, non magnetico;
- ferro γ (gamma): da 912 °C a 1394 °C;
- ferro δ (delta): da 1394 °C a 1538 °C (temperatura di fusione del ferro puro)



ferro α, β, δ



ferro γ

Le **proprietà meccaniche e tecnologiche** dipendono da:

- temperatura;
- velocità di raffreddamento;
- percentuale di carbonio;
- trattamenti successivi dopo raffreddamento.

Fasi e struttura di una lega

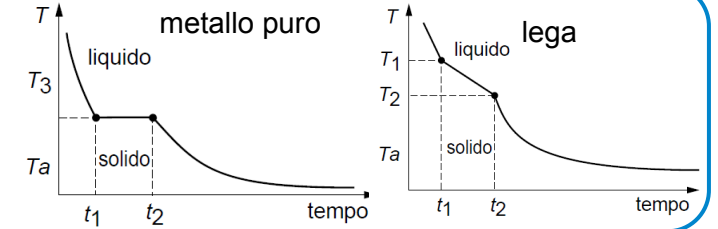
Una lega con caratteristiche meccaniche e tecnologiche specifiche si ottiene con temperatura e concentrazione definite;

- **fase**: massa che in ogni suo punto presenta le stesse proprietà fisiche e chimiche (struttura omogenea). Un elemento chimico puro (per esempio il ferro) allo stato liquido presenta un'unica fase (quella liquida), mentre durante la solidificazione presenta due fasi (liquida e solida);
- **lega binaria**: lega formata da due componenti. Una lega binaria può avere una o più fasi a seconda della temperatura e della concentrazione dei due componenti;
- **concentrazione percentuale**: quantità di un componente che forma la lega in rapporto al totale (espressa in percentuale); influisce sulla struttura della lega.

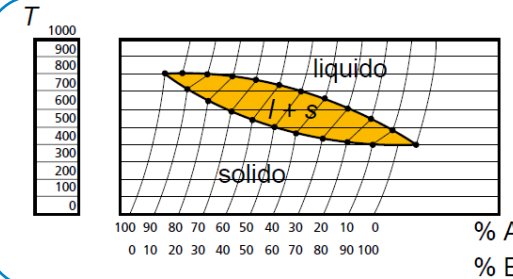
Diagrammi di stato

rappresentazioni dello stato fisico di sostanze pure o leghe al variare della temperatura e della pressione

- **curve di raffreddamento**: variazioni della temperatura nel tempo di un materiale metallico che si raffredda a pressione e temperatura costanti;
- **punti critici**: temperature di trasformazione dello stato fisico o della struttura cristallina di un materiale metallico

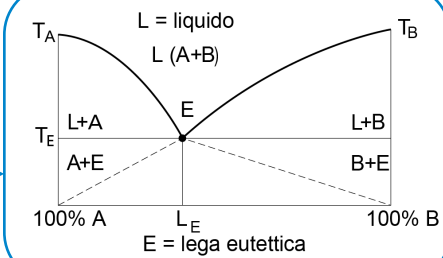


lega binaria completamente solubile allo stato solido



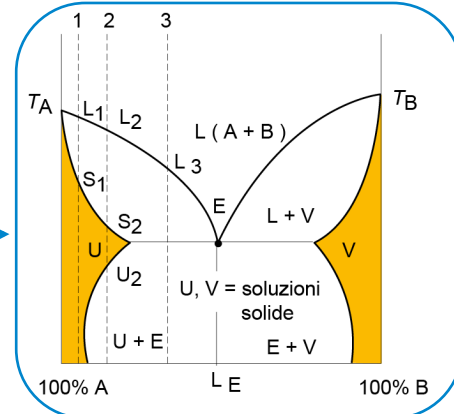
lega binaria completamente insolubile allo stato solido

A e B puri, sciolti uno nell'altro allo stato liquido L, solidificando si separano e formano una miscela eterogenea di cristalli di A e B puri. Aggiungendo ad A o B percentuali crescenti dell'altro elemento, la temperatura di fusione si abbassa fino al minimo T_E e poi risale



lega binaria parzialmente solubile allo stato solido

lega binaria con A e B solubili allo stato liquido e parzialmente allo stato solido. Solidificando, restano sciolti fino a una data concentrazione. La parte eccedente cristallizza. B forma con A la soluzione solida U fino a un limite di concentrazione di U che decresce con la temperatura (stato solido), mentre A forma con B la soluzione solida V fino al limite di saturazione di V



Strutture caratteristiche degli acciai

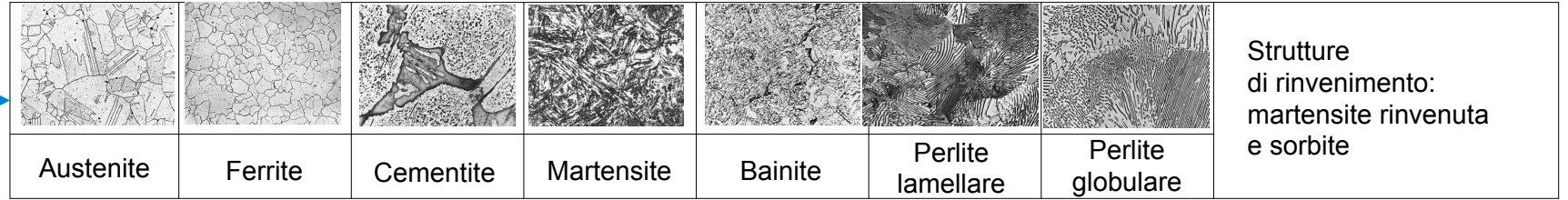


Diagramma di stato delle leghe ferro-carbonio (Fe-C)

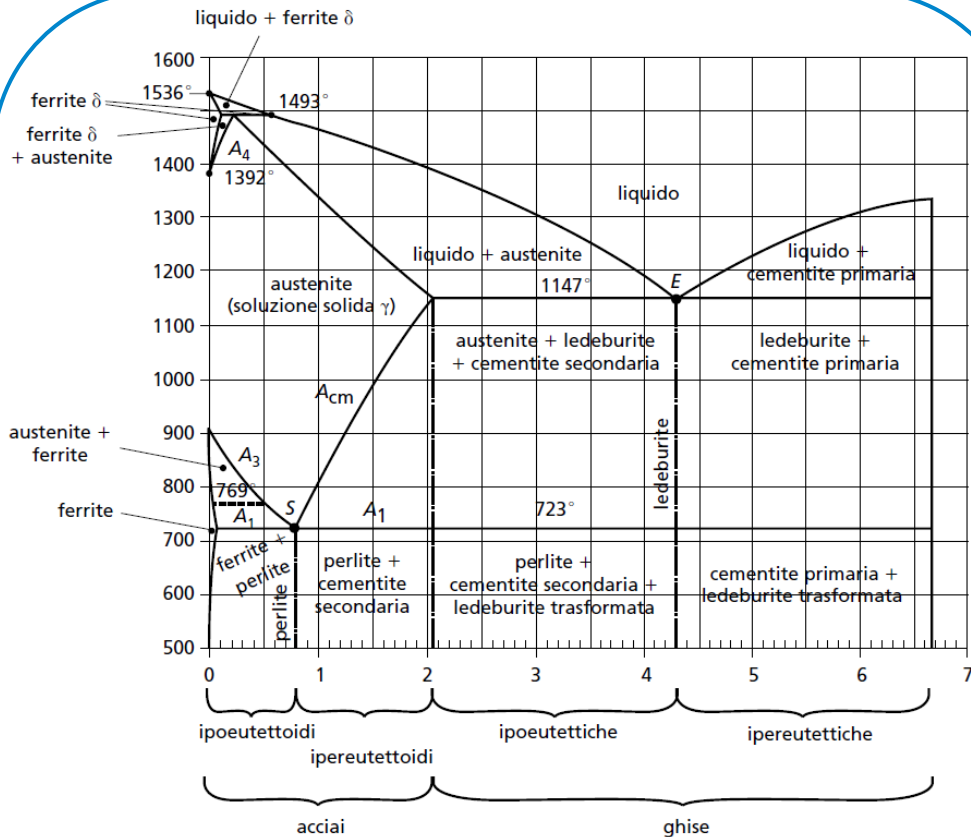


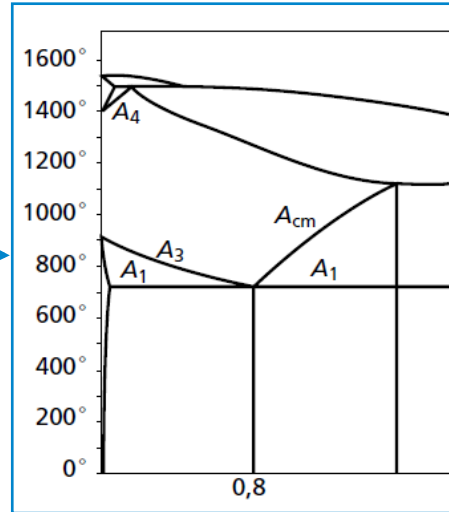
diagramma delle leghe binarie siderurgiche (acciai e ghise), i cui componenti ferro (Fe) e carbonio (C) presentano solubilità completa allo stato liquido e trasformazioni allo stato solido

Influenza delle percentuali di carbonio sulla struttura degli acciai

acciaio eutettoide (carbonio = 0,77%): “ben fusibile”, temperatura di solubilità 727 °C. La fase γ (austenite) si trasforma in fase α (ferrite) + Fe_3C (cementite) detta **perlite**;
acciaio ipoeutettoide (carbonio < 0,77%): perlite e ferrite, ottenute a temperatura inferiore a 727 °C;
acciaio ipereutettoide (carbonio > 0,77%): percentuale di carbonio al di sotto del 2,06%

Punti critici

- **A₁** temperatura di trasformazione: → perlite al raffreddamento e inversa al riscaldamento;
- **A₃** temperatura di trasformazione: austenite → ferrite per gli ipoeutettoi, variabile con la percentuale di C al raffreddamento, e ferrite → austenite al riscaldamento;
- **A_{cm}** temperatura di inizio trasformazione: austenite → cementite al raffreddamento e cementite → austenite al riscaldamento per gli ipereutettoi;
- **A₄** temperatura (1390 °C) di trasformazione: austenite → ferrite, durante il riscaldamento, e ferrite → austenite, durante il raffreddamento



Influenza della velocità di raffreddamento sulla struttura degli acciai

La velocità di raffreddamento determina strutture diverse, con differenti caratteristiche meccaniche:

- **perlite**: raffreddamento molto lento, al di sotto di A₁ (723 °C);
- **martensite**: raffreddamento molto rapido (*tempra*) a velocità critica;
- **bainite**: raffreddamento a velocità intermedia tra quella critica e quella della perlite.