La soluzione è scritta in carattere normale. *Ulteriori spiegazioni in corsivo.*

ESERCIZIO 3.1

1. L'energia di attivazione Q è direttamente proporzionale alla temperatura di fusione T_{fus}.
2. La temperatura di fusione T_{fus} è direttamente all'energia di legame E. Un'energia di legame alta significa anche maggiore difficoltà per la diffusione, ovvero un'alta energia di attivazione Q.
3. Il coefficiente di espansione termico α è inversamente proporzione all'energia di legame E (o alla temperatura di fusione T_{fus}) quindi dal ferro al piombo si avrà un andamento crescente di tale coefficiente.
4. La più piccola variazione del modulo di Young E si osserva per il ferro. Il ferro ha la temperatura di fusione più alta rispetto agli altri materiali in esame, pertanto una variazione da 0 [°C] a 100 [°C] rispetto a 1500 [°C] non cambia significativamente il modulo di Young.

ESERCIZIO 3.2

1. La lavorazione a freddo aumenta il numero di dislocazioni. In una prova di trazione le dislocazioni aggiuntive bloccano il movimento di ulteriori dislocazioni.
   L'inserimento di atomi addizionali di zinco invece crea nel reticolo tanti difetti di punto che distorcono il reticolo impedendo così il movimento delle dislocazioni.
2. Come si vede dai due grafici il metodo più efficace è la lavorazione a freddo.
   Approssimativamente con una lavorazione a freddo del 30% otteniamo un carico di snervamento di circa 260 [MPa] mentre con una percentuale del 30% di zinco tale carico risulta essere intorno a 110 [MPa].

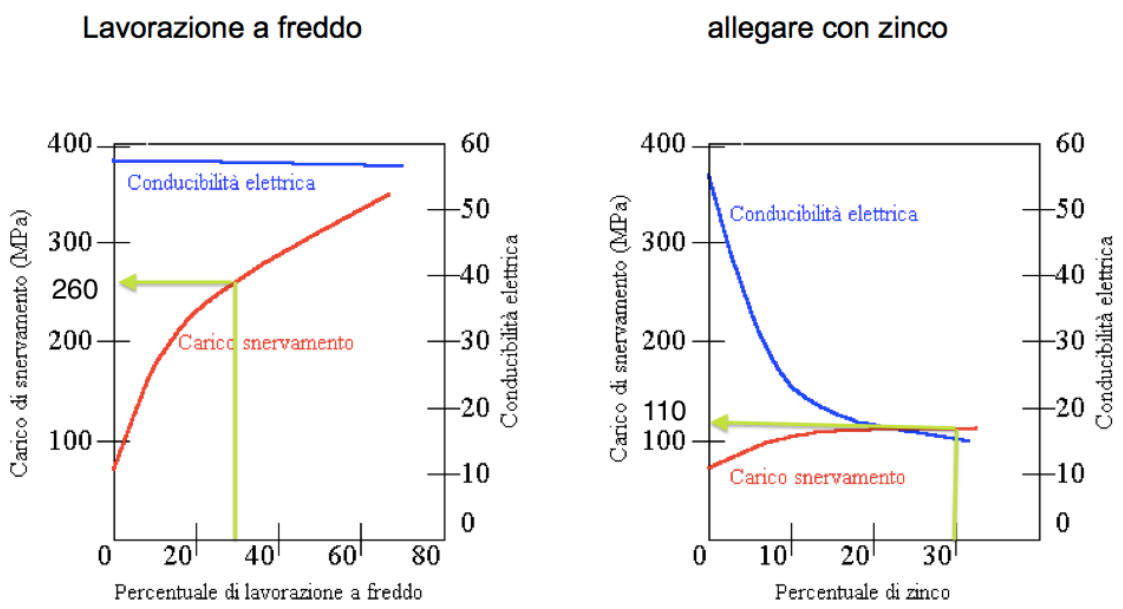

Figura 1 Metodo grafico per la stima dei carichi di snervamento

3. Graficamente possiamo osservare i carichi richiesti. In via approssimativa assumiamo un 3% di deformazione a freddo ed un 10% di zinco in lega.

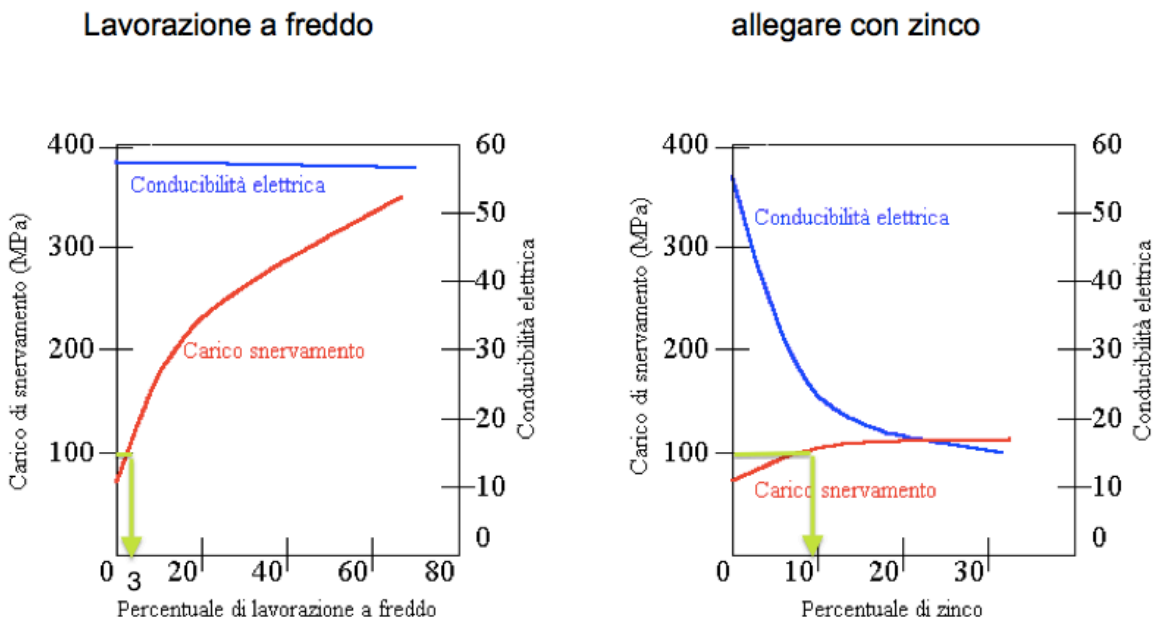

Figura 2 Procedura per la stima della percentuale di lavorazione a freddo e della percentuale di zinco per ottenere un dato carico di snervamento

4. Il metodo migliore è la lavorazione a freddo in quanto non influisce sulla conducibilità, o meglio tale influenza è trascurabile.

ESERCIZIO 3.3

1. La deformazione a freddo crea tantissime dislocazioni che boccano il movimento di altre dislocazioni. Questo porta ad un aumento della resistenza ed ad una diminuzione dell'allungamento a rottura. (diagramma rosso figura 2)
2. Il matallo rame ha reticolo CFC mentre il ferro CCC, pertanto il rame risulta più duttile del ferro.
   Il modulo di Young del rame è leggermente minore rispetto a quello del ferro, questo si spiega confrontando l'energia di legame dei due metalli, quella del ferro è maggiore.
3. Le possibilità sono le seguenti:
   a) Grani fini, quindi maggior numero di bordi di grano che bloccano le dislocazioni.
   b) Alligazione con atomi sostituzionali che distorcono il reticolo rendendo così più difficile il movimento delle dislocazioni.
4. Il monocristallo di rame è caratterizzato dall'assenza di bordi di grano; in seguito a ciò il materiale risulta essere più duttile e meno resistente come mostra la figura.
5. Il rame wisker è praticamente privo di dislocazioni e si rompe in maniera fragile.

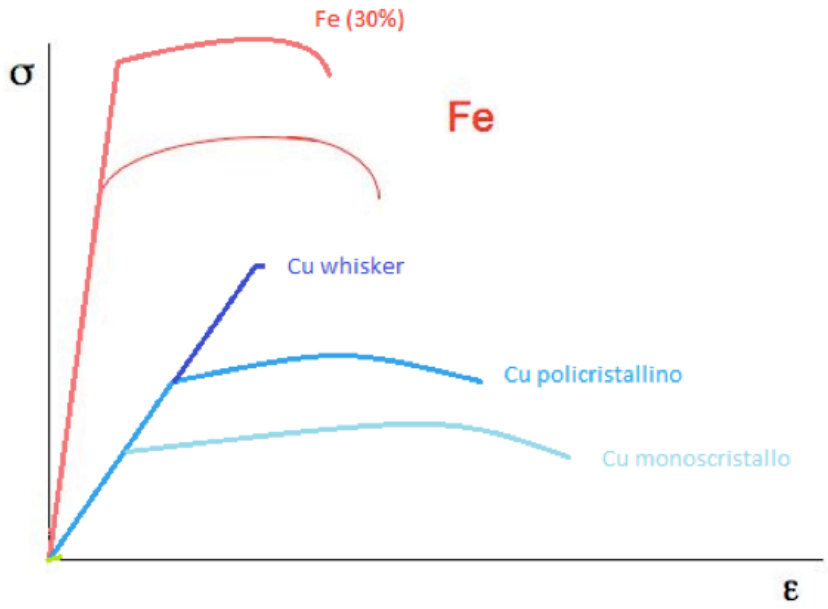

Figura 3 Curva sforzo-deformazioni per i vari materiali richiesti