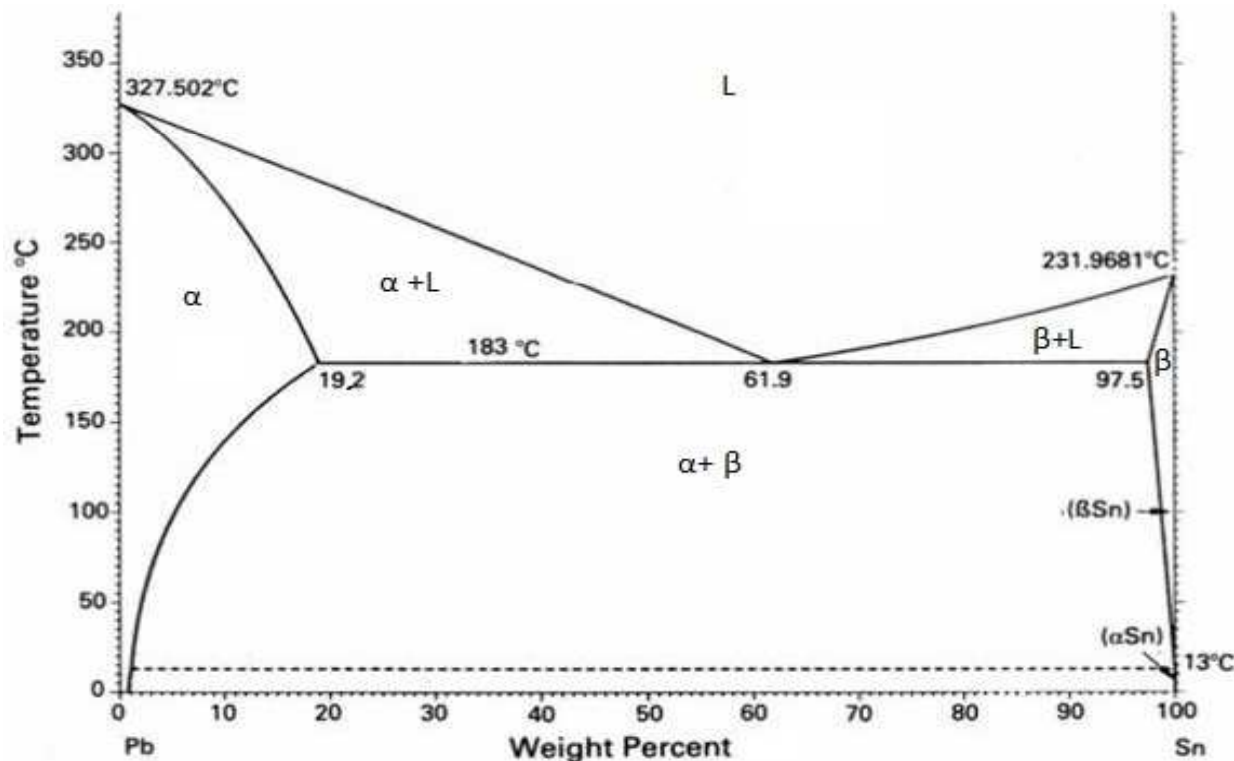


# SISTEMA CON EUTETTICO

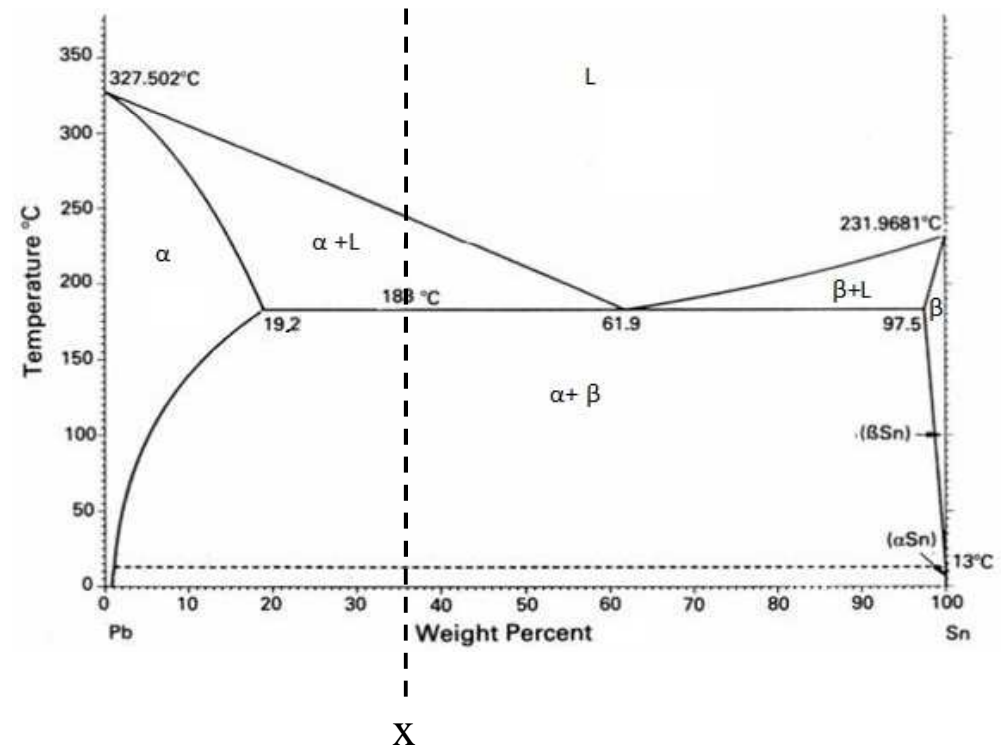
Una lega piombo-stagno contiene il 64% in peso di proeutettico  $\alpha$  ed il 36% in peso di eutettico  $\alpha+\beta$  a  $183^{\circ}\text{C}-\Delta T$ . Descrivere il diagramma e calcolare la composizione chimica media di questa lega.



# SISTEMA CON EUTETTICO – SOLUZIONE

Una lega piombo-stagno contiene il 64% in peso di proeutettico  $\alpha$  ed il 36% in peso di eutettico  $\alpha+\beta$  a  $183^{\circ}\text{C}-\Delta T$ . Descrivere il diagramma e calcolare la composizione chimica media di questa lega.

Siccome è presente proeutettico  $\alpha$ , si tratta di una lega ipoeutettica. Sia  $x$  la percentuale incognita di Sn della lega.



# SISTEMA CON EUTETTICO – SOLUZIONE

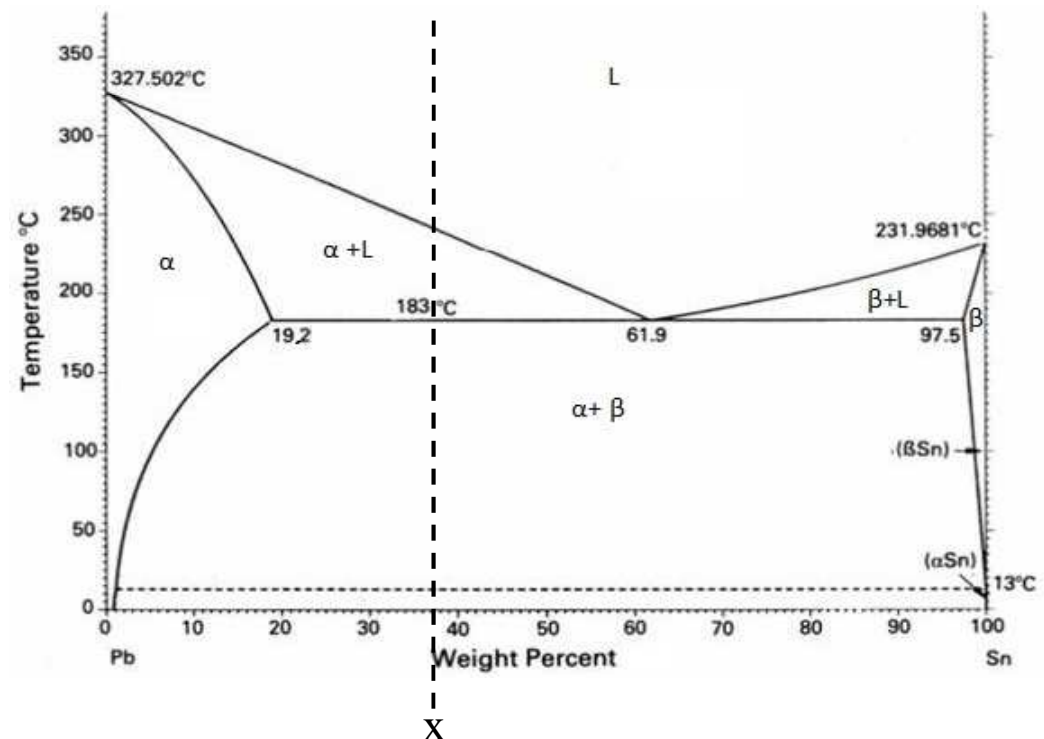


Una lega piombo-stagno contiene il 64% in peso di proeutettico  $\alpha$  ed il 36% in peso di eutettico  $\alpha+\beta$  a  $183^{\circ}\text{C}-\Delta T$ . Descrivere il diagramma e calcolare la composizione chimica media di questa lega.

Si applichi la regola della leva per la valutazione dell'incognita  $x$ :

$$\begin{aligned} \% \text{ proeutettico } \alpha &= \\ &= \frac{61.9 - x}{61.9 - 19.2} \cdot 100 = 64\% \end{aligned}$$

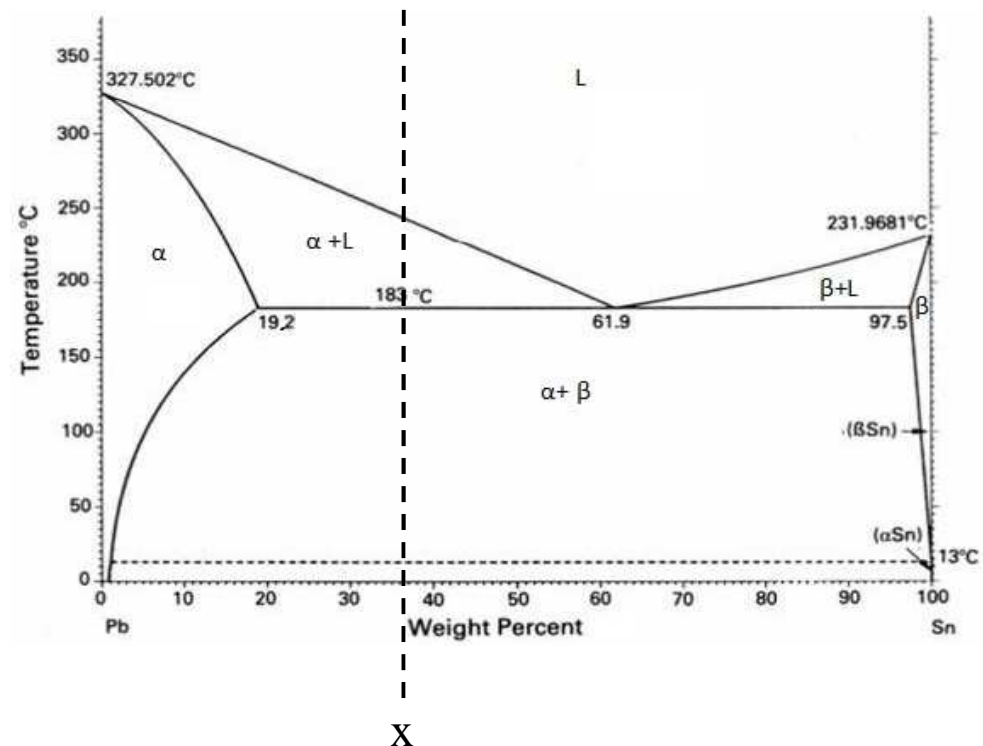
da cui:  $x=34.6\%$



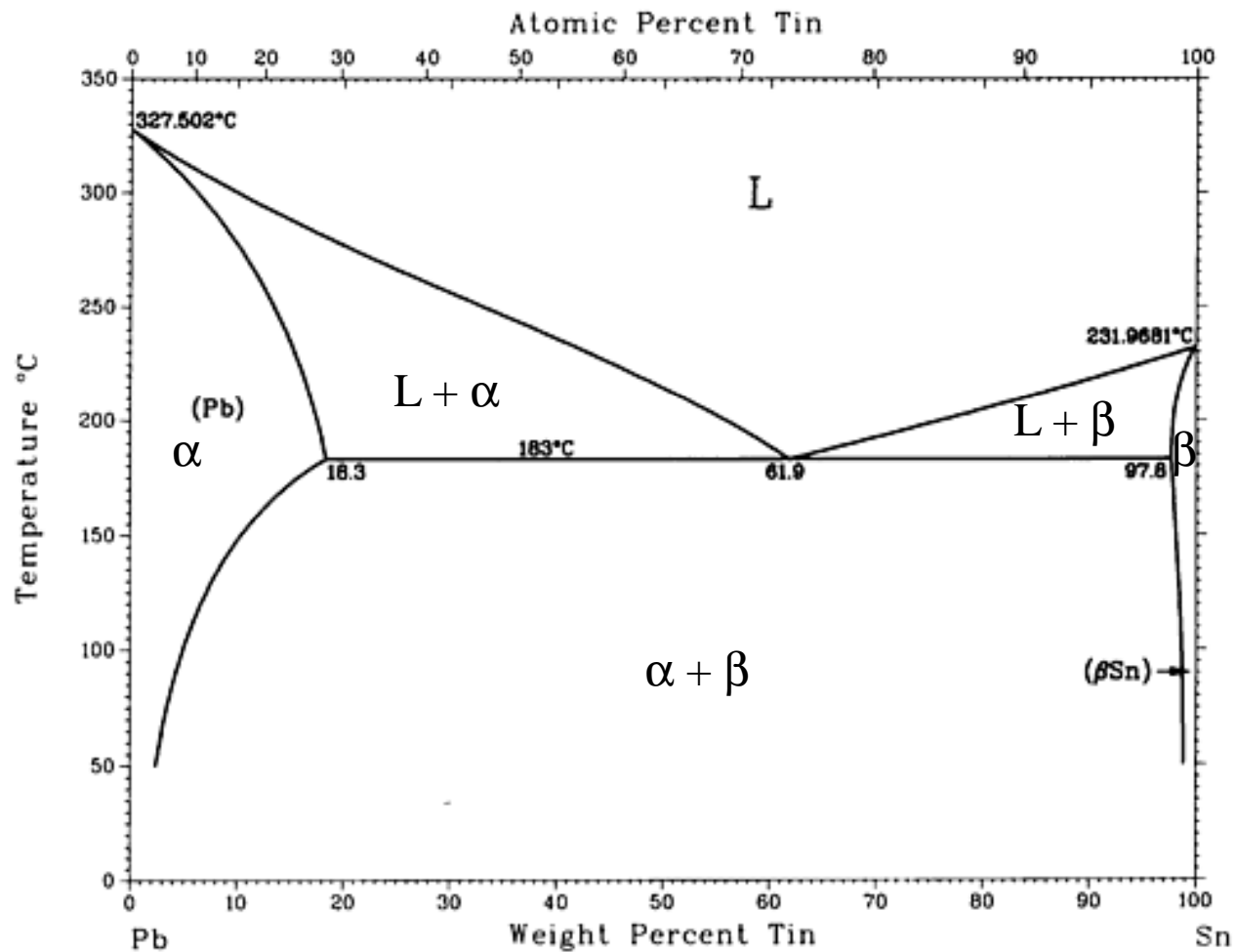
# SISTEMA CON EUTETTICO – SOLUZIONE

Una lega piombo-stagno contiene il 64% in peso di proeutettico  $\alpha$  ed il 36% in peso di eutettico  $\alpha+\beta$  a  $183^\circ\text{C}-\Delta T$ . Descrivere il diagramma e calcolare la composizione chimica media di questa lega.

La composizione chimica media della lega è 34.6% di Sn e 65.4% di Pb. Si noti che la percentuale di proeutettico  $\alpha$  resta la stessa appena sopra e appena sotto la temperatura eutettica



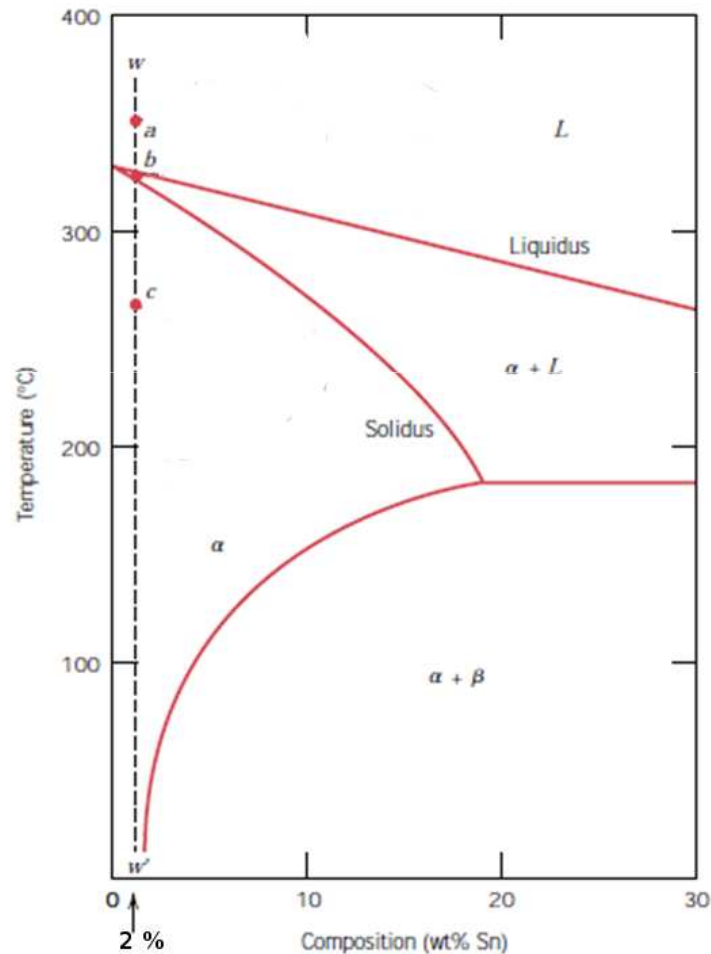
# ESEMPIO: SISTEMI CON EUTETTICO DIAGRAMMA PIOMBO-STAGNO



Seguiamo  
l'evoluzione di 3  
diverse leghe:  
1: 2% Sn  
2: 15% Sn  
3: 40% Sn

# ESEMPIO: SISTEMI CON EUTETTICO

## CASO 1: LEGA AL 2% DI Sn



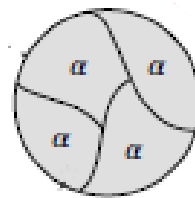
Punto a : Campo di esistenza della sola fase liquida,  $V = 2$ .

Punto b : Campo di esistenza all'equilibrio della fase solida con la fase liquida,  $V = 1$ .

Punto c : Campo di esistenza all'equilibrio della sola fase solida,  $V = 2$ .

Nulla succede fino al raggiungimento della temperatura ambiente.

Al di sotto del limite di solubilità la lega si comporta come una lega isomorfa

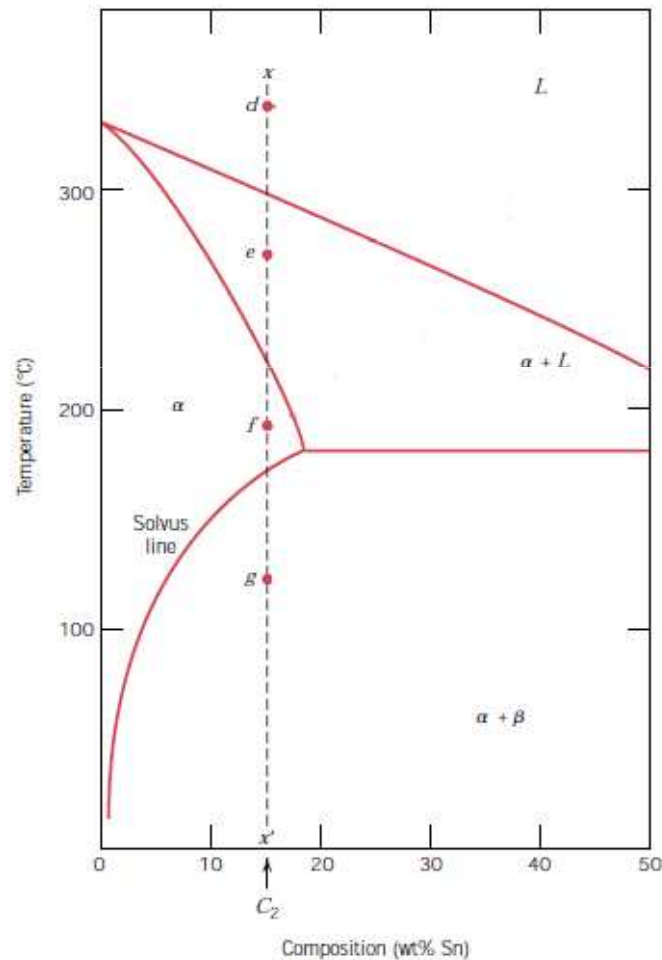


Anche la curva di raffreddamento è del tutto simile al caso di sistema isomorfo

Microstruttura

# ESEMPIO: SISTEMI CON EUTETTICO

## CASO 2: LEGA AL 15% DI Sn



Punto d : Campo di esistenza della sola fase liquida,  $V = 2$ .

Punto e : Campo di esistenza all'equilibrio della fase solida con la fase liquida,  $V = 1$ .

Punto f : Campo di esistenza all'equilibrio della sola fase solida,  $V = 2$ .

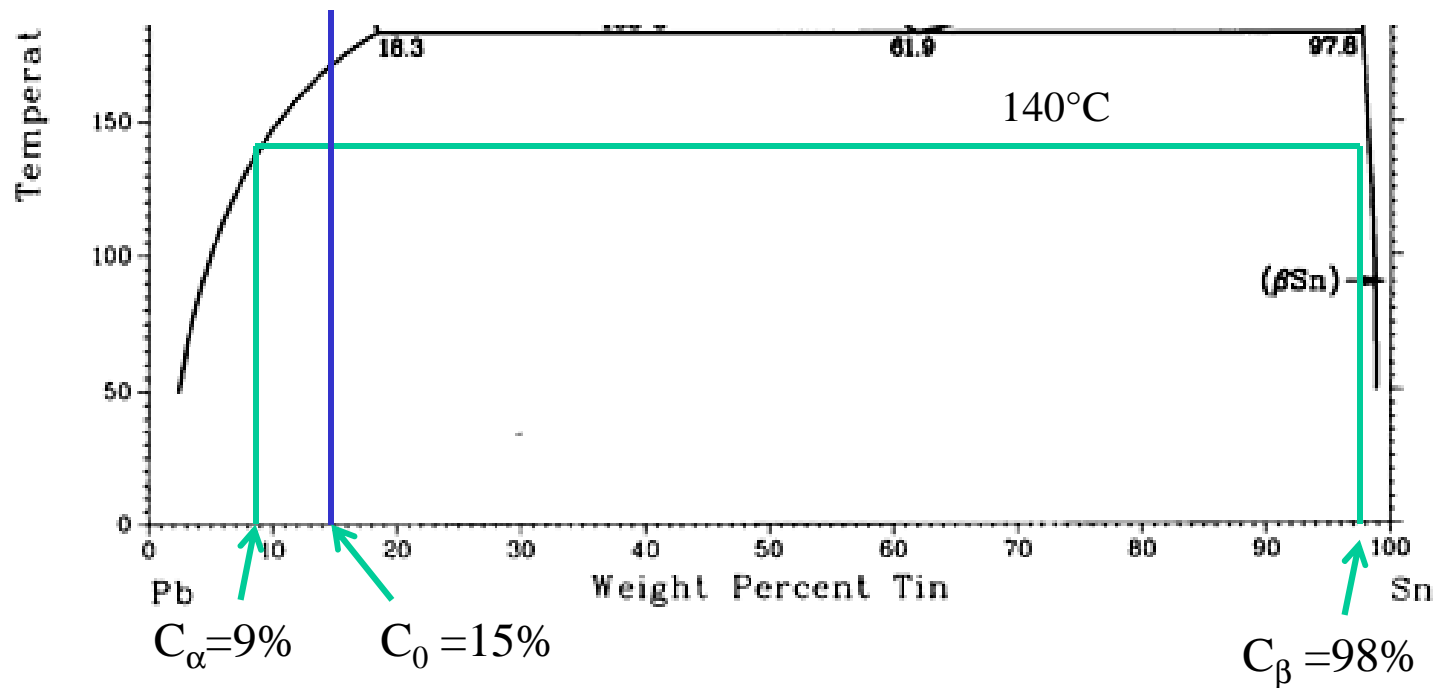
Fino a questo punto nulla cambia rispetto ai casi precedenti, ma adesso, a circa 180 °C incontriamo la linea del SOLVUS.

Quando incontriamo la linea del solvus, la soluzione solida  $\alpha$  diventa sovrassatura di componente  $\beta$  che precipita.

Applicando la REGOLA DELLA LEVA in questa regione possiamo determinare la concentrazione e la composizione delle soluzioni solide  $\alpha$  e  $\beta$  all'equilibrio ad una data temperatura.

# ESEMPIO: SISTEMI CON EUTETTICO

## CASO 2: LEGA AL 15% DI Sn



Il solido  $\alpha$  a 140° contiene in soluzione il 9% di stagno, mentre il solido  $\beta$  che precipita è formata al 98% da stagno

Percentuale in peso di solido  $\alpha$

$$\%W_{\alpha} = \frac{98-15}{98-9} \cdot 100 = 93.3\%$$

Percentuale in peso di solido  $\beta$

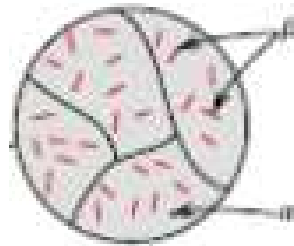
$$\%W_{\beta} = \frac{15-9}{98-9} \cdot 100 = 6.7\%$$

# ESEMPIO: SISTEMI CON EUTETTICO

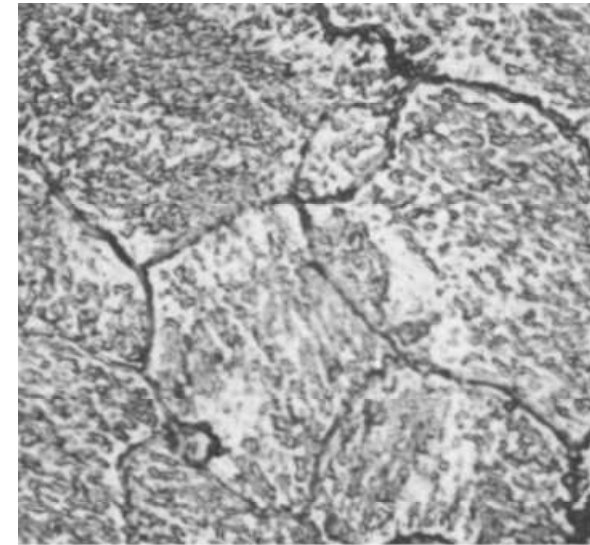
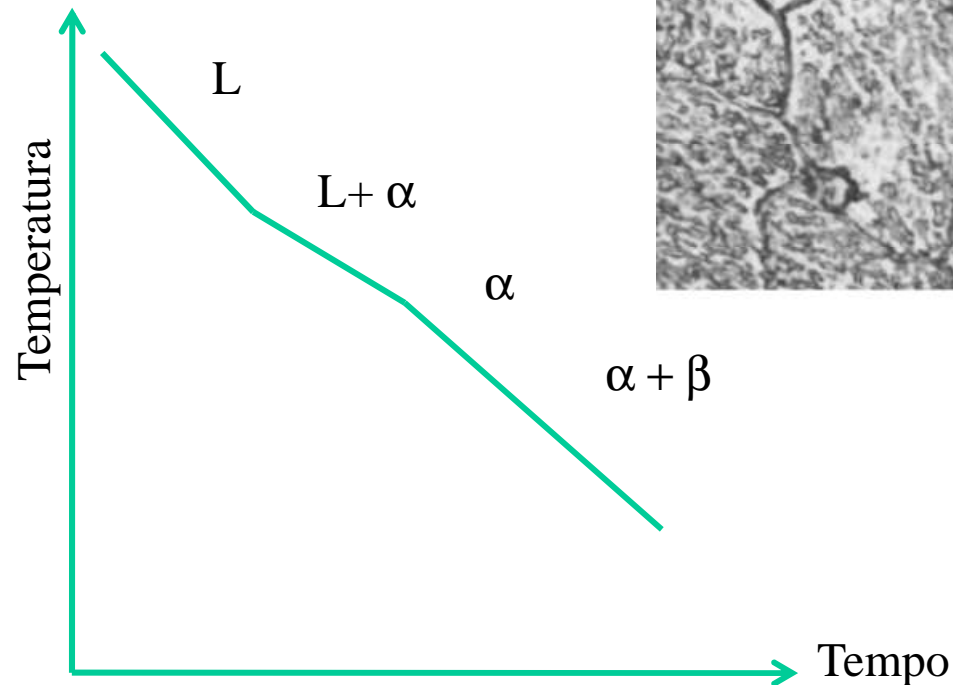
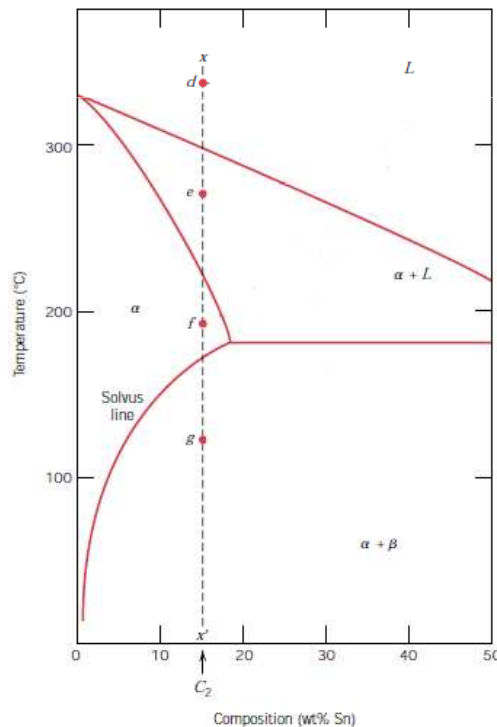
## CASO 2: LEGA AL 15% DI Sn

La microstruttura nel punto g si presenta così:

Piccoli grani di  $\beta$  si formano all'interno di grani di  $\alpha$  più grandi.



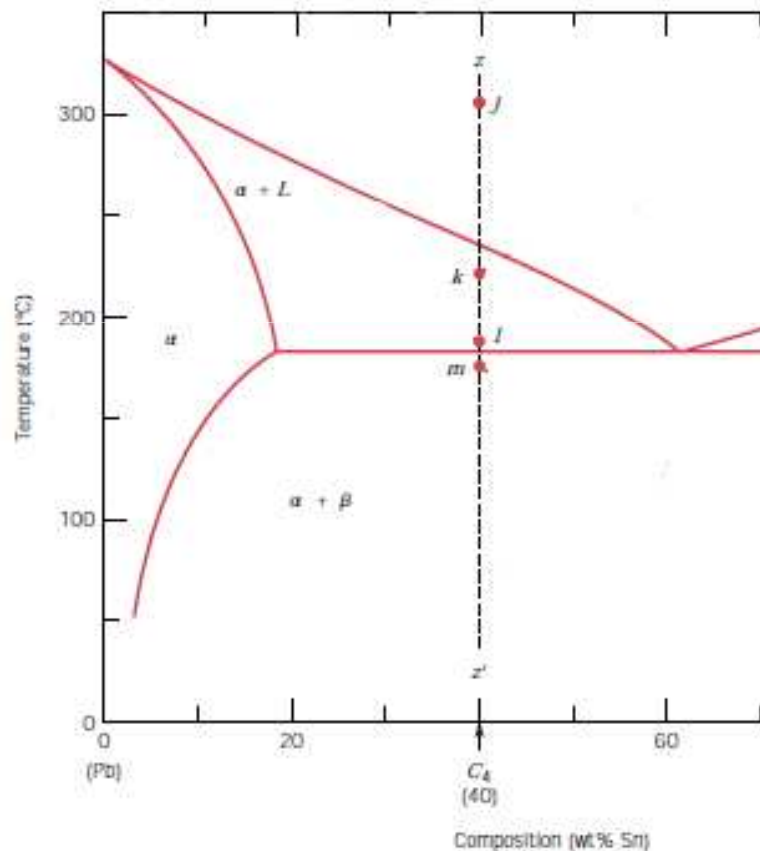
Curva di raffreddamento



25  $\mu\text{m}$

# ESEMPIO: SISTEMI CON EUTETTICO

## CASO 3: LEGA AL 40% DI Sn



Punto j : Campo di esistenza della sola fase liquida,  $V = 2$ .

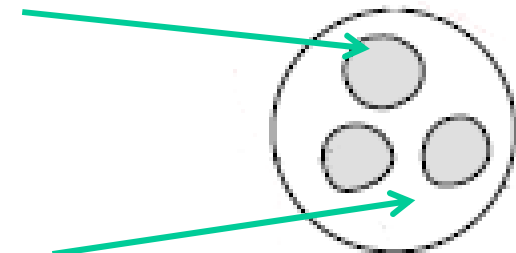
Punto k : Campo di esistenza all'equilibrio della fase solida con la fase liquida,  $V = 1$ .

Spostandosi dal punto k al punto l ci accorgiamo che la concentrazione del liquido si sposta sempre più verso la composizione eutettica, ossia 61.9 % Sn

Osserviamo la situazione nel punto l a  $183^{\circ}\text{C} + \Delta T$ , (al limite di  $\Delta T$  tendente a 0)

$\alpha$  19.2 % Sn

L 61.9 % Sn



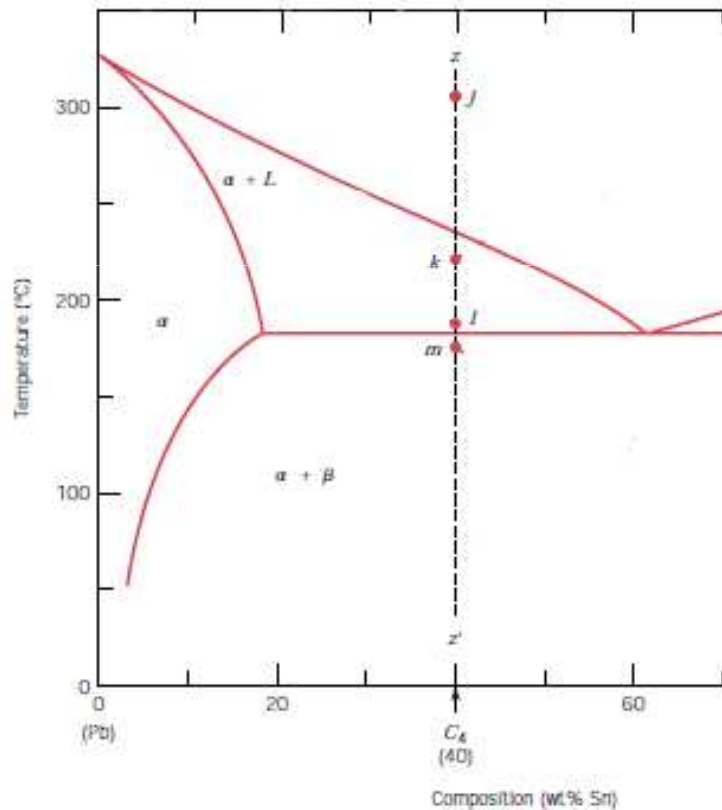
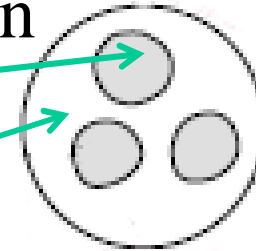
# ESEMPIO: SISTEMI CON EUTETTICO

## CASO 3: LEGA AL 40% DI Sn



$\alpha$  19.2 % Sn

L 61.9 % Sn



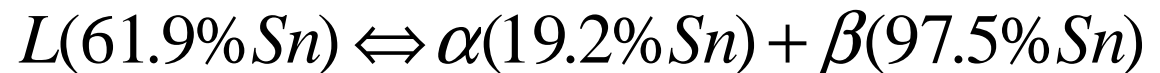
Abbiamo due fasi, il liquido di composizione eutettica e il solido  $\alpha$ .

All'approssimarsi della temperatura eutettica compare la terza fase, il solido  $\beta$  che porta così il conto delle fasi a 3; applichiamo qui la regola delle fasi:

$$F + V = C + 1 \rightarrow 3 + V = 2 + 1 \rightarrow V = 0$$

La solidificazione di una lega di composizione eutettica è una trasformazione invariante; questo implica un arresto termico (come nel caso dei metalli puri).

La trasformazione eutettica può essere rappresentata nel modo seguente:



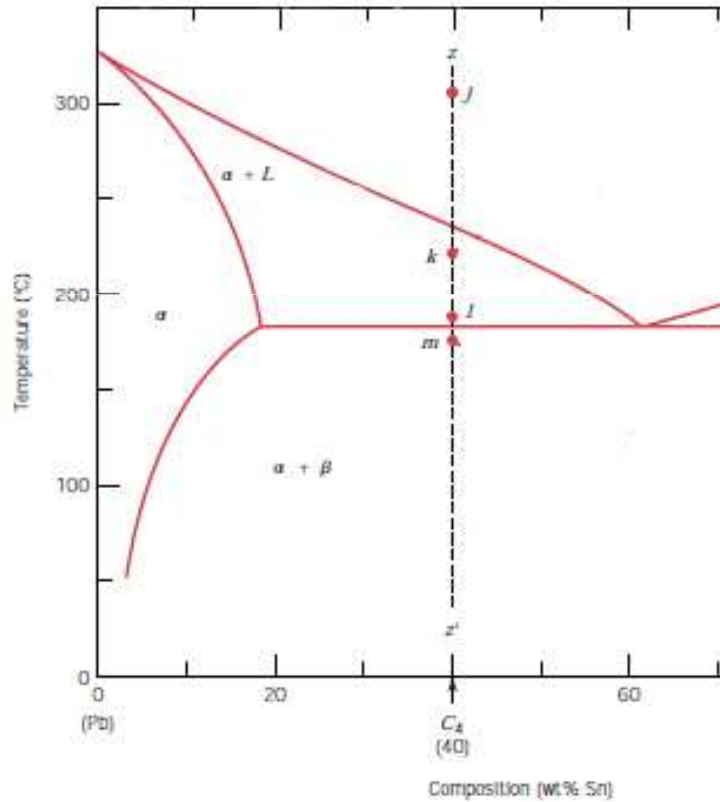
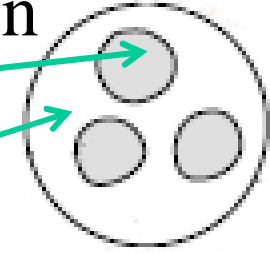
# ESEMPIO: SISTEMI CON EUTETTICO

## CASO 3: LEGA AL 40% DI Sn

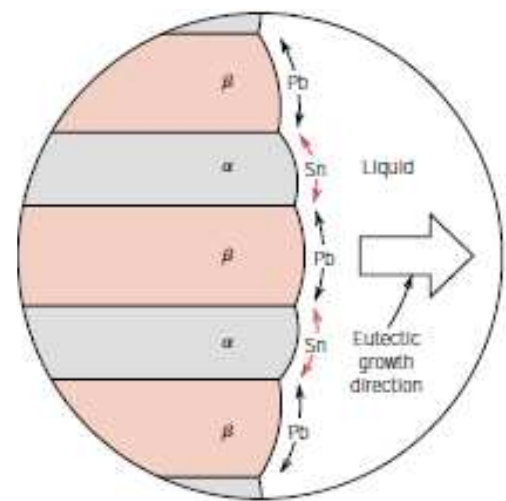


$\alpha$  19.2 % Sn

L 61.9 % Sn



Fino all'esaurimento della fase liquida la temperatura non varia. Il meccanismo di solidificazione è diverso, in seno al liquido si accrescono due solidi differenti. Le fasi solide  $\alpha$  e  $\beta$  crescono formando delle lamelle; la struttura è dettata da motivi termodinamici legati alla diffusione.

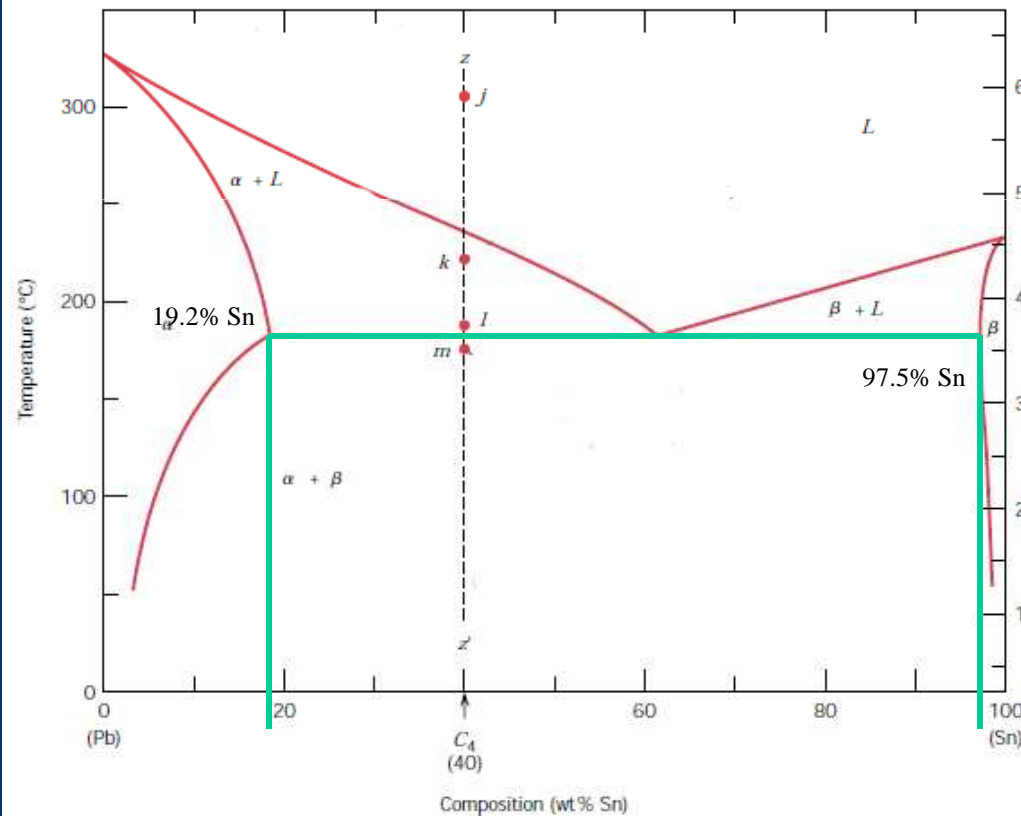


# ESEMPIO: SISTEMI CON EUTETTICO

## CASO 3: LEGA AL 40% DI Sn

Nel punto m a  $183^{\circ}\text{C} - \Delta T$ , (al limite di  $\Delta T$  tendente a 0), la trasformazione eutettica è completata, il liquido è scomparso, applicando la regola delle fasi si ha:

$$F+V = C+1 \rightarrow 2 + V = 2 + 1 \rightarrow V = 1$$



Siamo nuovamente in condizioni di monovarianza; applicando la regola della leva possiamo conoscere i rapporti percentuali in peso tra la fase  $\alpha$  e  $\beta$  e le composizioni dei solidi, oltre che la percentuale di  $\alpha$  formatasi prima della trasformazione eutettica. Rapporto tra i solidi  $\alpha$  e  $\beta$ :

$$\%W_{\beta} = \frac{40 - 19.2}{97.5 - 19.2} \cdot 100 = 27\%$$

$$\%W_{\alpha} = \frac{97.5 - 40}{97.5 - 19.2} \cdot 100 = 73\%$$



# ESEMPIO: SISTEMI CON EUTETTICO

## CASO 3: LEGA AL 40% DI Sn

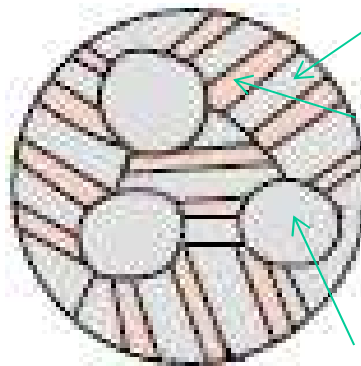
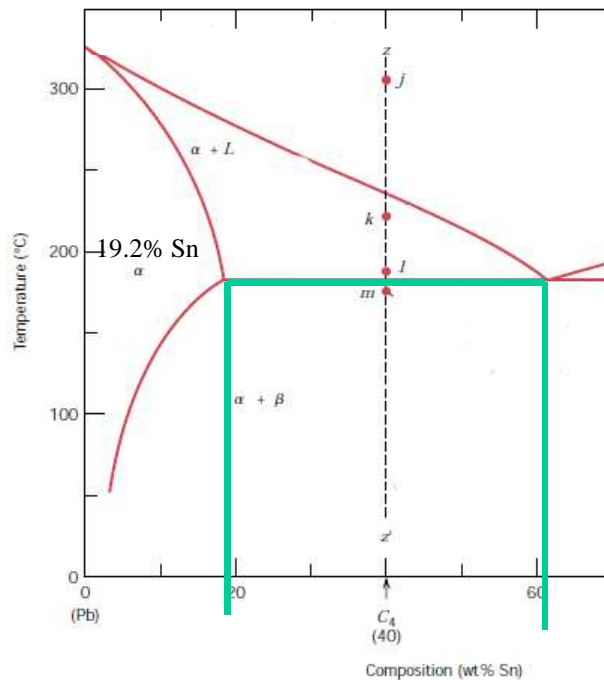


Del solido  $\alpha$  calcoliamo la frazione in peso di  $\alpha$  primario (solidificatosi prima che il liquido raggiungesse la composizione eutettica) e l'eutettico, applicando la regola della leva:

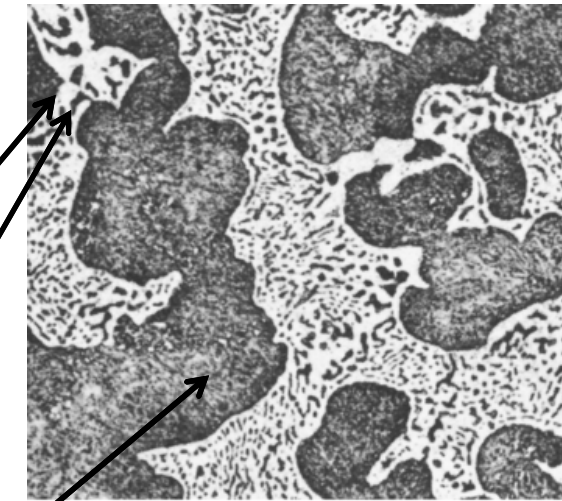
$$\alpha \text{ primario: } \%W_{\alpha'} = \frac{61.9 - 40}{61.9 - 19.2} \cdot 100 = 51\%$$

$$\text{eutettico: } \%W_{\alpha\beta} = \frac{40 - 19.2}{61.9 - 19.2} \cdot 100 = 49\%$$

La microstruttura finale sar  la seguente:



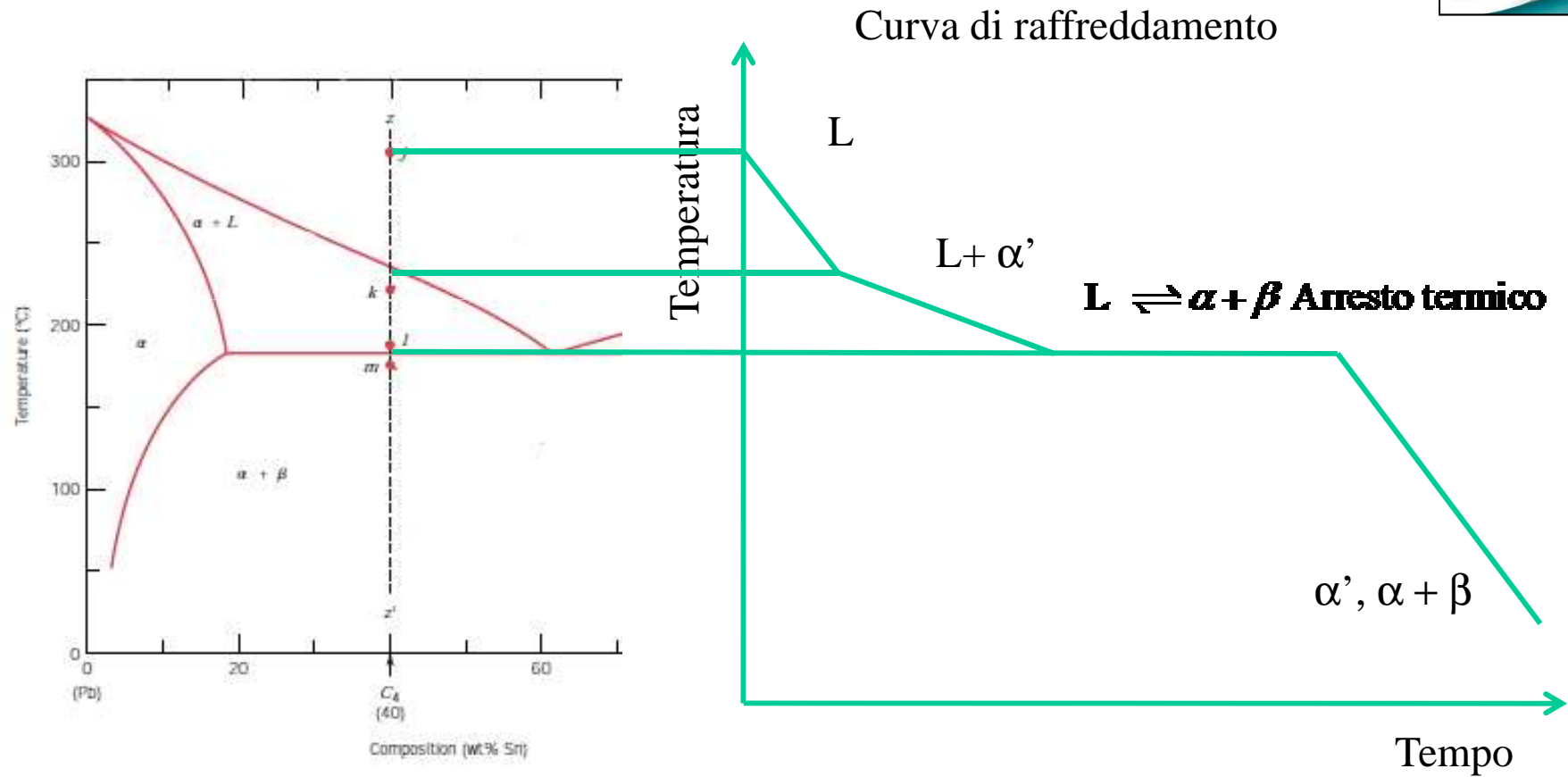
$\alpha$  Eutettico  
 $\beta$  Eutettico  
 Struttura eutettica  
 $\alpha$  primario



25  $\mu\text{m}$

# ESEMPIO: SISTEMI CON EUTETTICO

## CASO 3: LEGA AL 40% DI Sn



# SISTEMA EUTETTICO DI LEGA BINARIA

In alcuni sistemi di lega binaria, i componenti hanno una solubilità solida pari a zero (completa immiscibilità allo stato solido)

