



Università degli  
Studi di Padova

Dipartimento di Geoscienze

**Tesi di Laurea Triennale in Scienze Geologiche**

# **Inclusioni nei diamanti superprofondi attraverso spettroscopia micro-Raman**

**Inclusions in super-deep diamonds by micro-Raman spectroscopy**

Tesista: Ivan Brusco

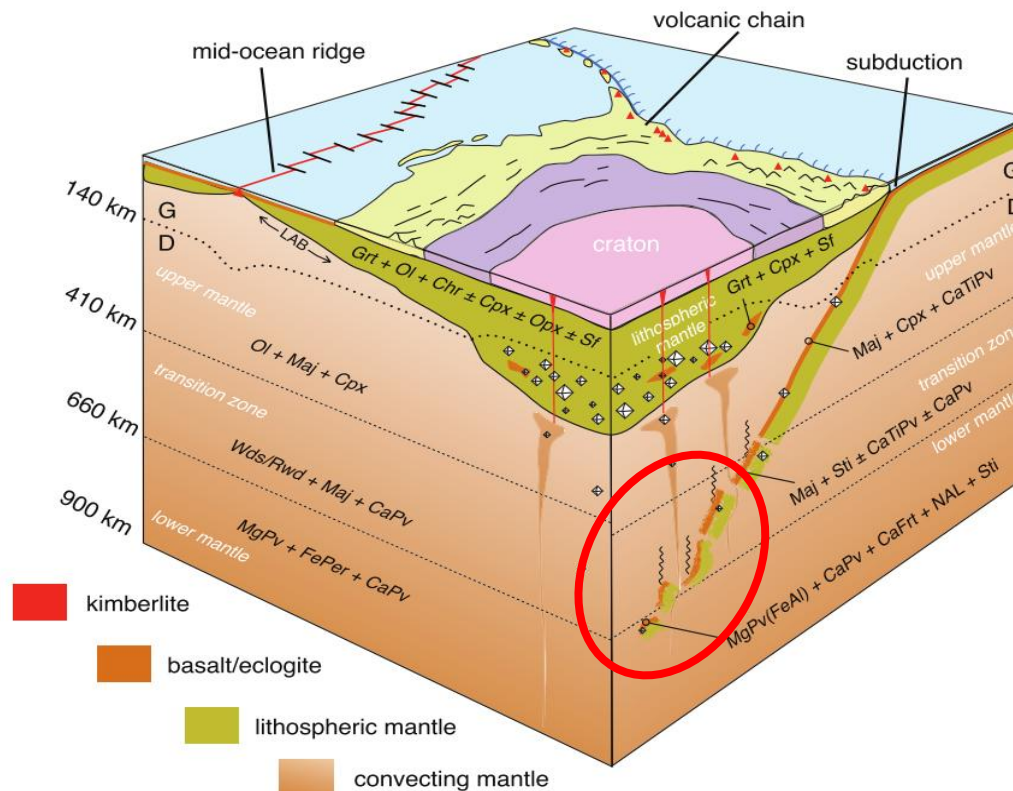
Matricola: 1026952

Relatore: Prof. Fabrizio Nestola

Data: 12/12/2014

# Cosa sono i diamanti superprofondi ?

Sono diamanti che si formano a profondità superiori rispetto ai diamanti litosferici e più in particolare in zone che possono essere comprese tra i 300 e gli 800 km di profondità





# Le inclusioni più comuni nei diamanti superprofondi

**Ferropericlasio =  $(\text{Mg,Fe})\text{O}$**

**Perovskite di magnesio =  $(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_3$  (si ritrova come enstatite)**

**Perovskite di Ca-Si =  $\text{CaSiO}_3$  (si ritrova con struttura walstromite)**

**TAPP =  $(\text{Mg,Fe})_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ , tetragonale**

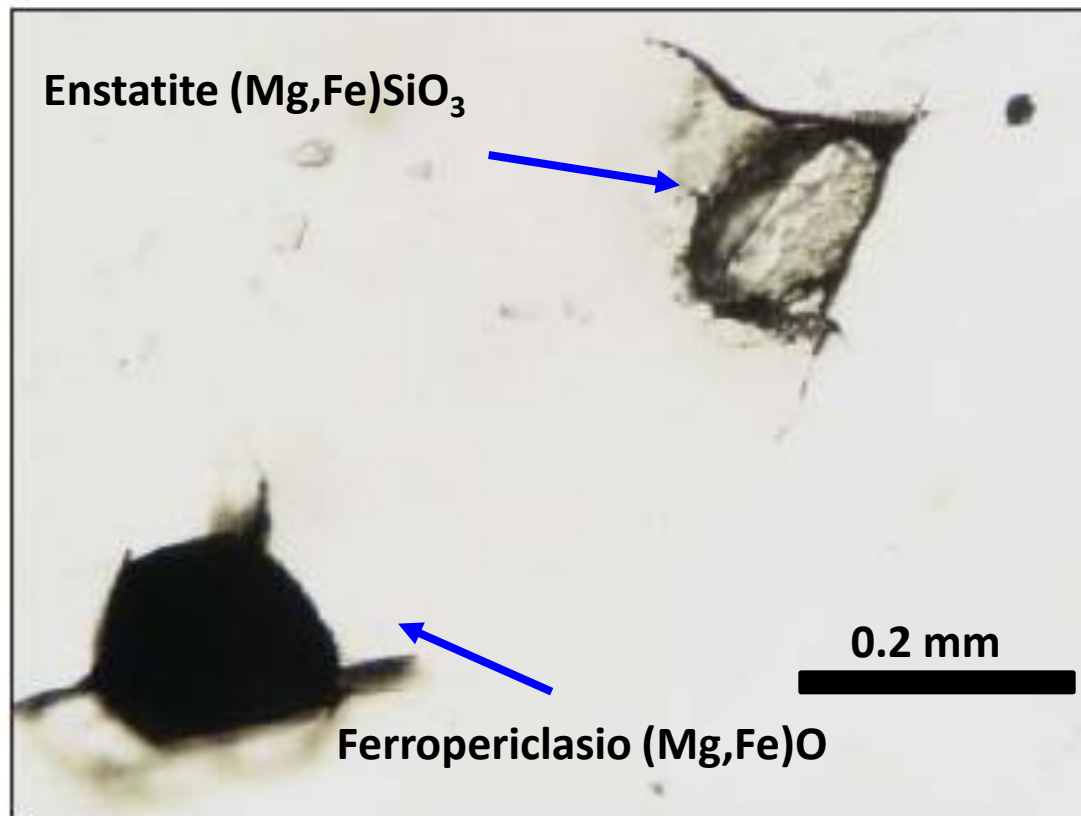
**Stishovite =  $\text{SiO}_2$**

**Ringwoodite =  $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$**



## Un esempio di associazione di minerali di mantello profondo

McCammon (2001, Science)





**Nel presente lavoro di tesi è stato investigato il sistema  $\text{CaSiO}_3$  nei diamanti superprofondi.**

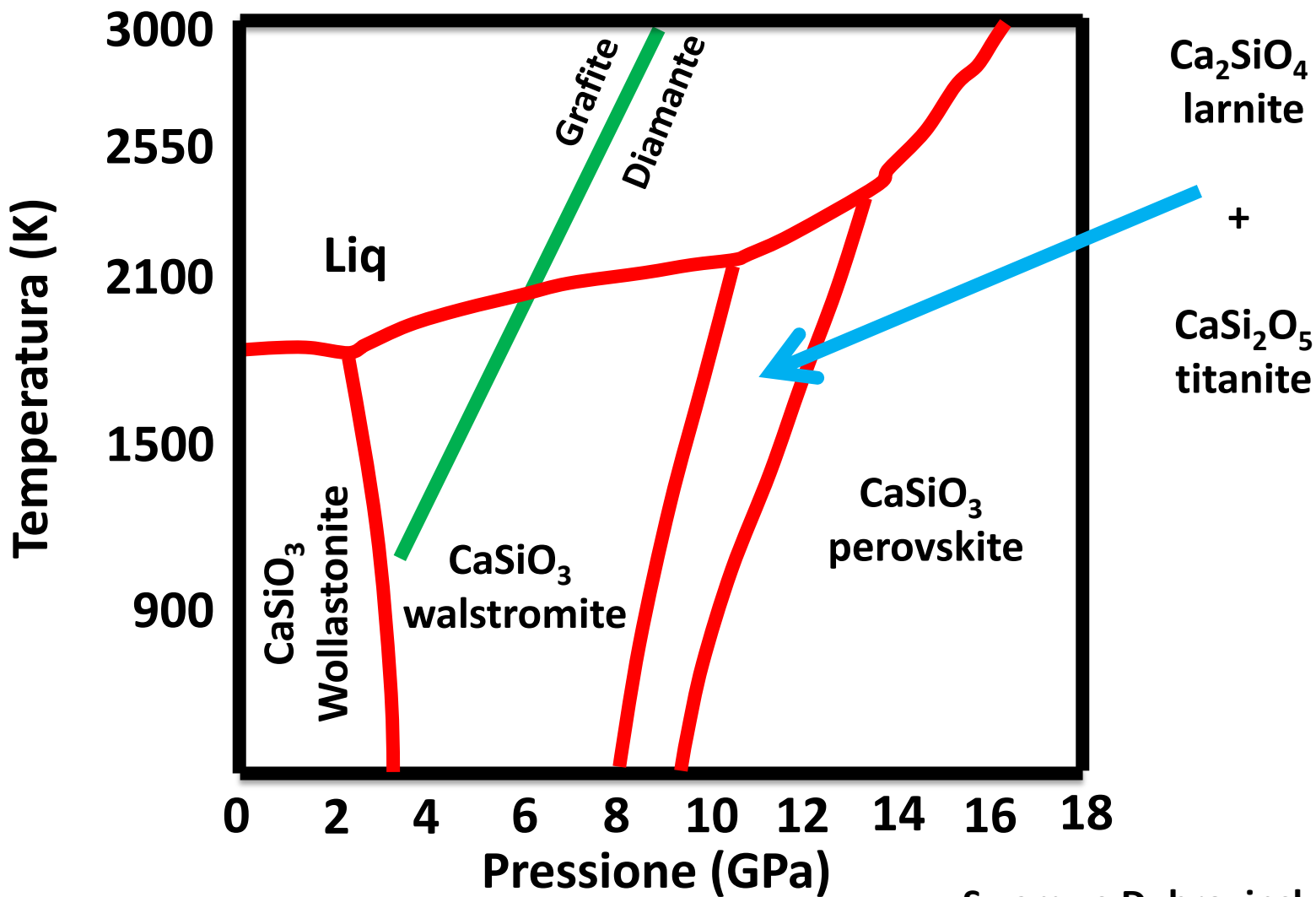
**I silicati di calcio nei diamanti superprofondi sono relativamente abbondanti ed in particolare il minerale più studiato è il silicato di calcio con struttura walstromite.**

**Tuttavia non vi sono ancora in letteratura dati sulla profondità a cui tale struttura cristallizza all'interno dei diamanti**

**Scopo del presente lavoro di tesi è quello di determinare per la prima volta in letteratura la profondità di formazione dei diamanti superprofondi attraverso micro-Raman**



Diagramma di stabilità termodinamico del sistema  $\text{CaSiO}_3$  (teorico)





Ad esempio a 1500 K le relazioni di trasformazioni sono le seguenti:

**CaSiO<sub>3</sub> (walstromite)**

**9.7 GPa**

**=**

**CaSi<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>**  
**(larnite) (titanite)**

**=**

**11.9 GPa**

**CaSiO<sub>3</sub> (perovskite)**



# Come calcolare la profondità di formazione?

**Il nuovo metodo elastico**

**EOSFIT 7.C (Angel et al. 2014)**





Parametri termoeleastici  
del diamante e di un  
tipico silicato di mantello  
come l'olivina

### Diamante

$$K_{T0} = 444 \text{ GPa}$$

$$\alpha_V = 0.3 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

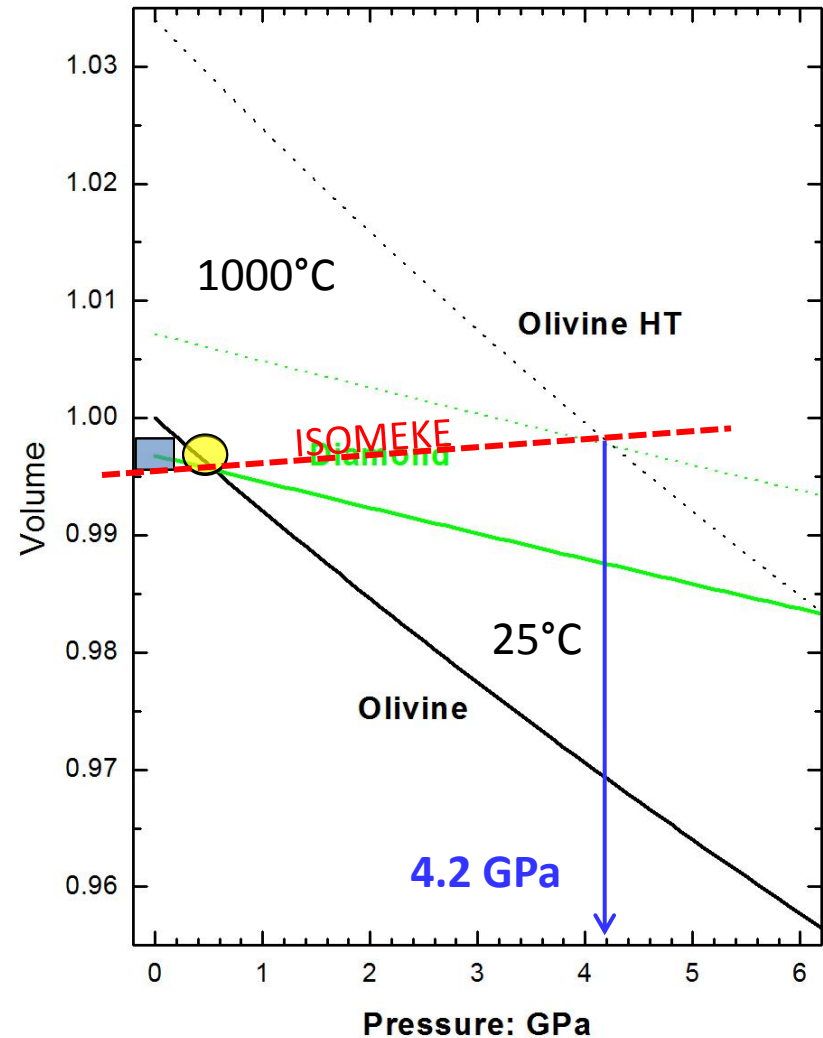
$$dK/dT = -0.0043 \text{ GPa K}^{-1}$$

### Olivina $\text{Fo}_{92}$

$$K_{T0} = 124 \text{ GPa}$$

$$\alpha_V = 2.6 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

$$dK/dT = -0.016 \text{ GPa K}^{-1}$$





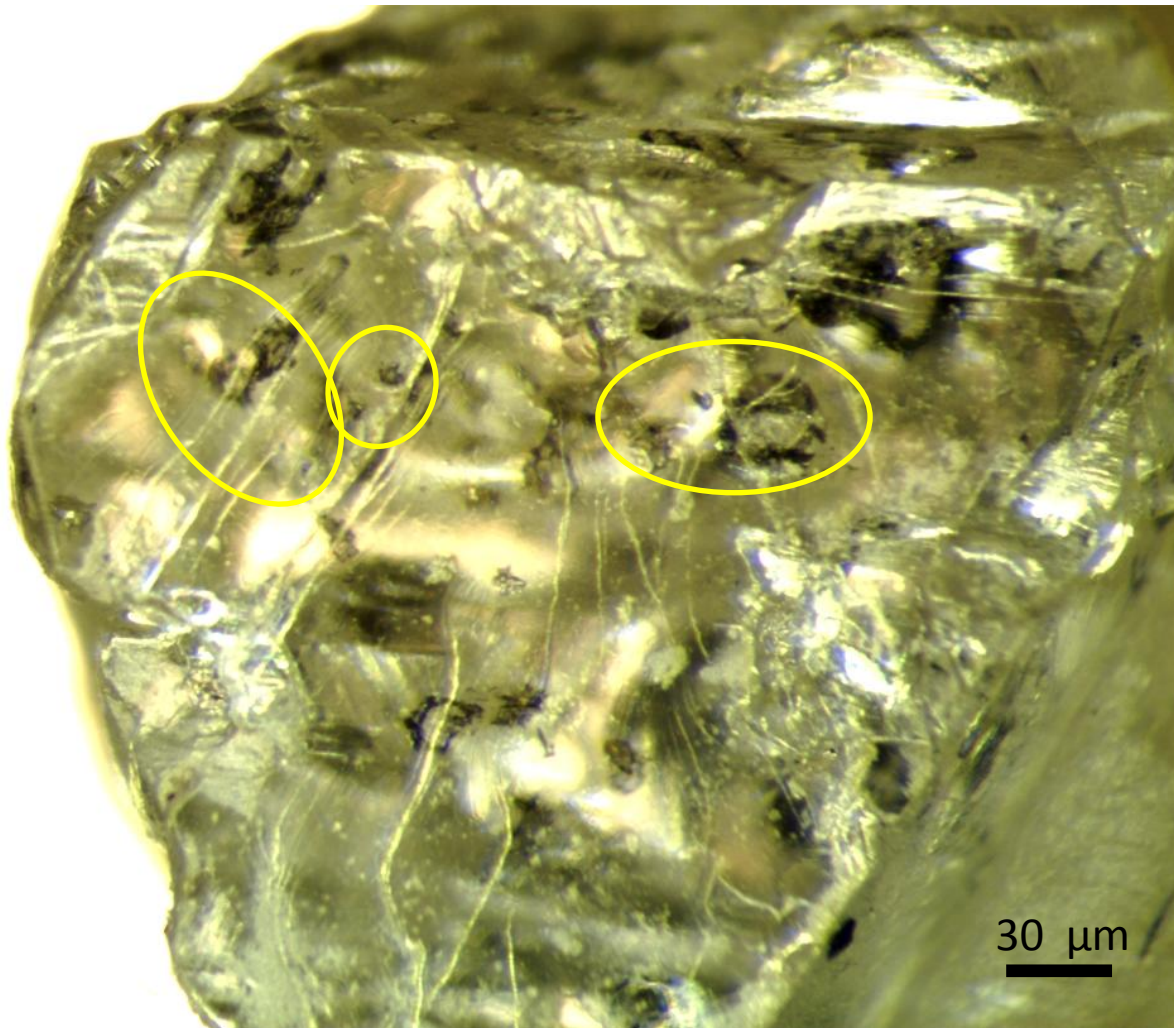
# Spettroscopia micro-Raman

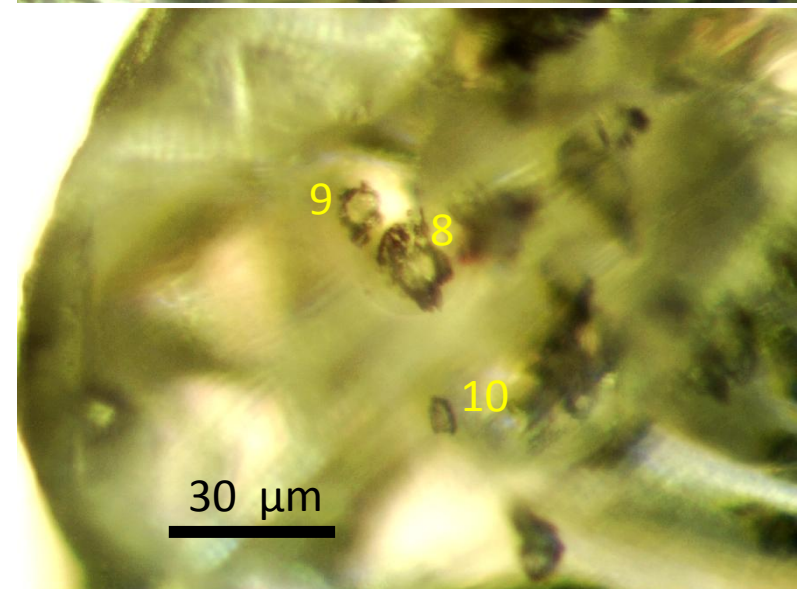
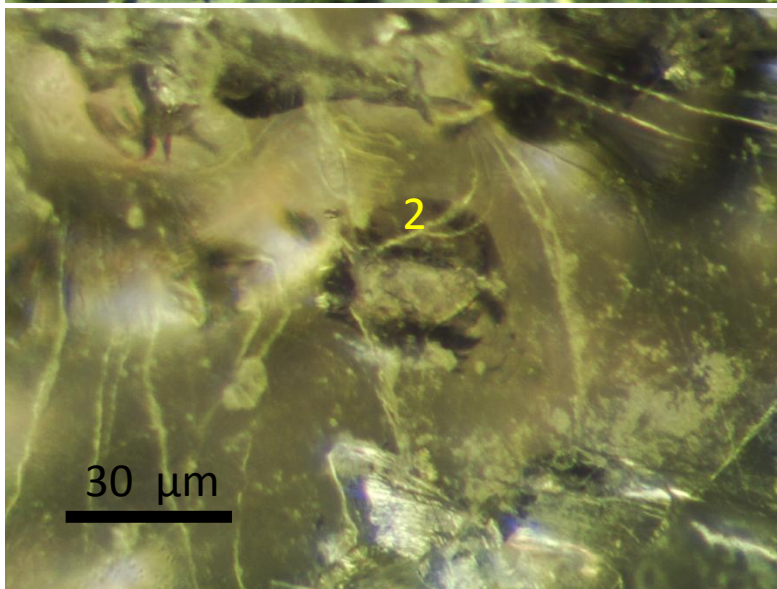
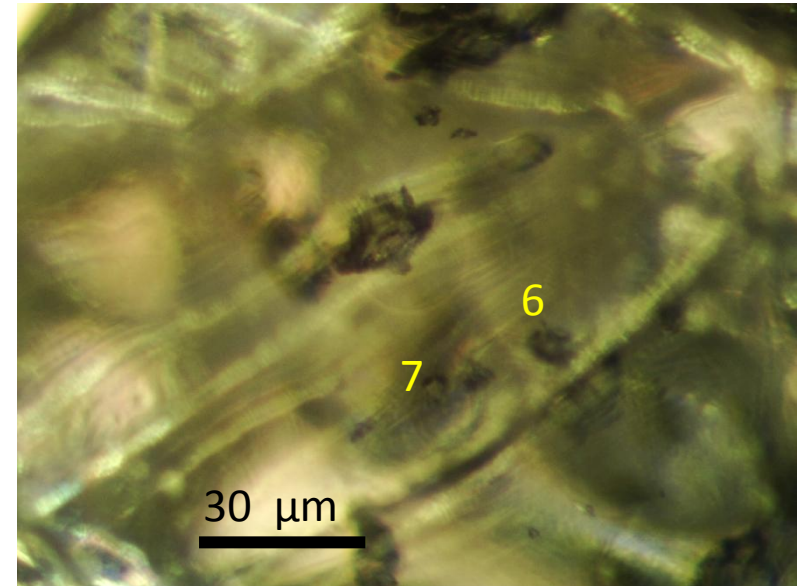
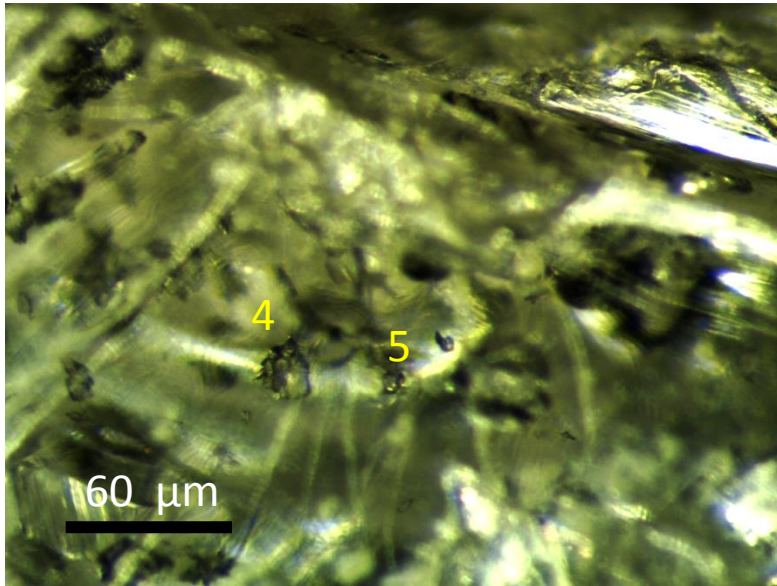


Determinazione dello shift dello spettro



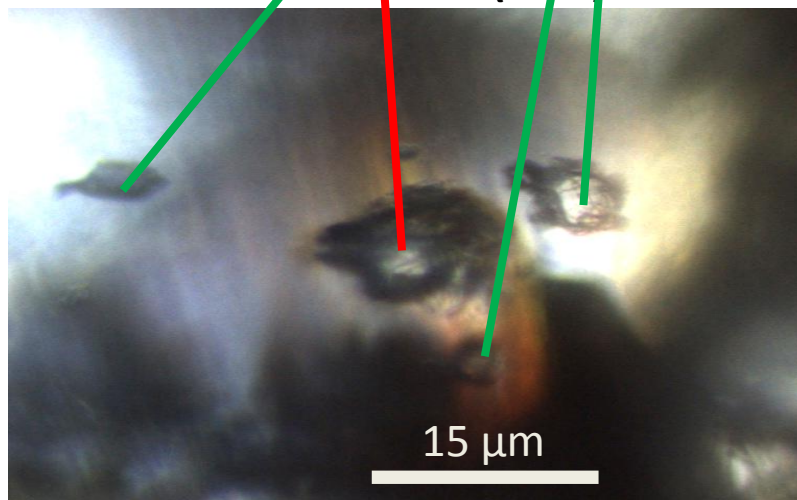
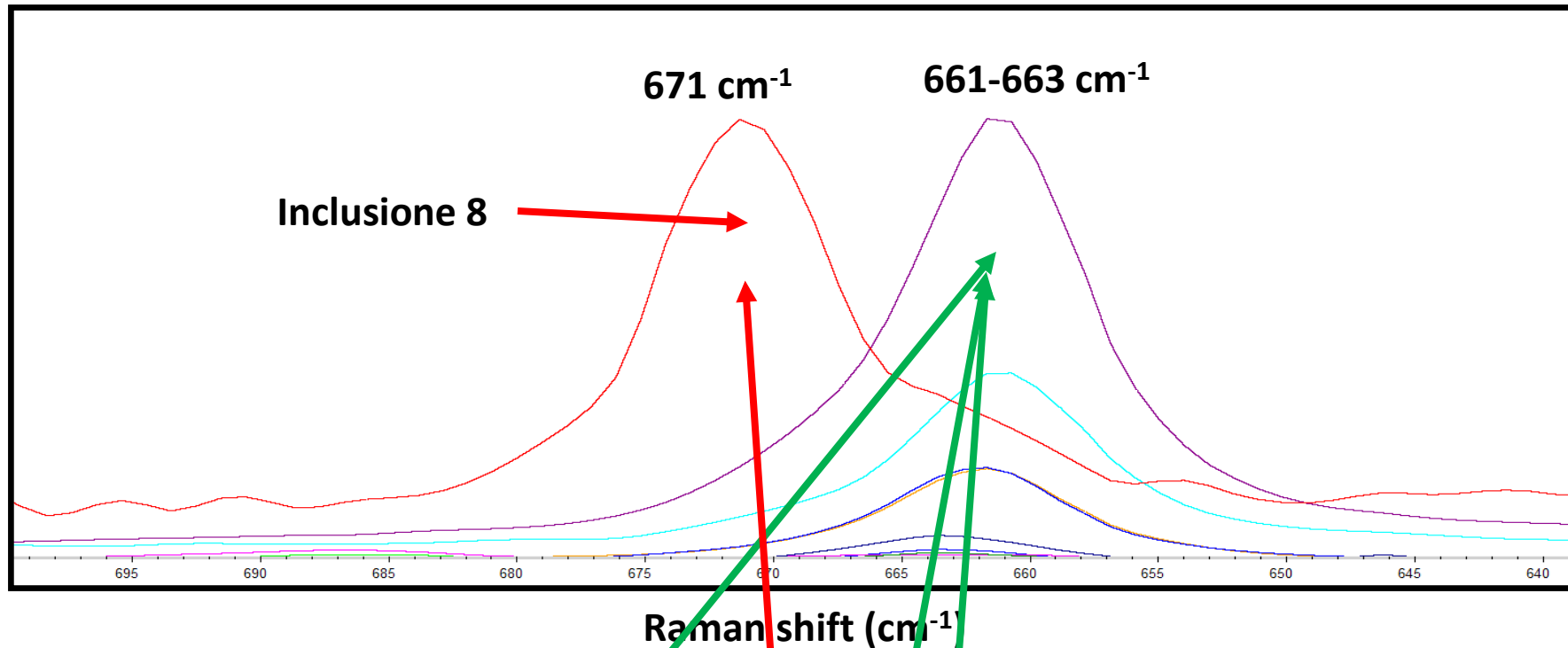
## Il diamante in esame: SLFFM08







Intensità (unità arbitrarie)





# Diffrazione a raggi X a cristallo singolo



Determinazione del volume dell'inclusione

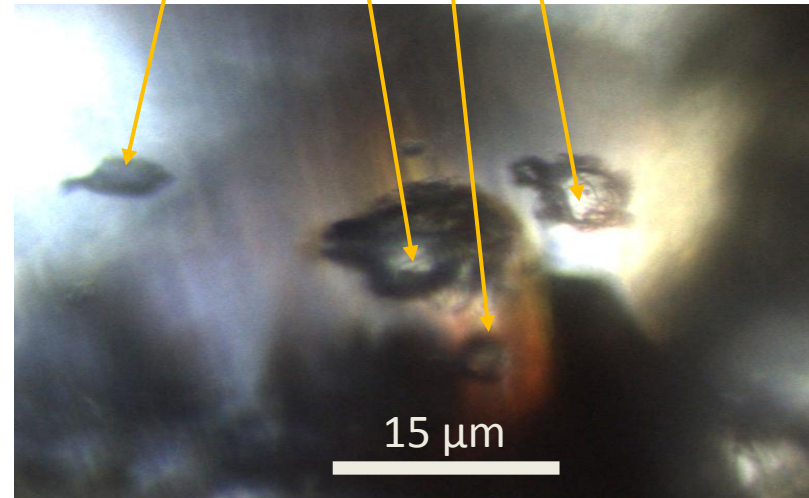


**Volume di cella medio  
determinato  
attraverso diffrazione  
a cristallo singolo**

**Volume di cella atteso  
per lo shift Raman  
osservato**

$$V = 365.6 \text{ \AA}^3$$

$$V = 369(1) \text{ \AA}^3 \text{ !!!!!}$$





Per il calcolo del metodo elastico è stato necessario utilizzare i seguenti parametri termoelastici per il  $\text{CaSiO}_3$ :

Equazione di stato Birch-Murnaghan:  
Bulk modulus  $K_0 = 106.5$  GPa  
Derivata prima del bulk modulus  $K' = 5.0$

Espansione termica, equazione di Fei:

$$dK/dT = -0.0200 \text{ GPa/K}$$

$$\alpha_0: 3.1 \times 10^5 \text{ K}^{-1}$$

$$\alpha_1: 0.15 \times 10^8 \text{ K}^{-2}$$



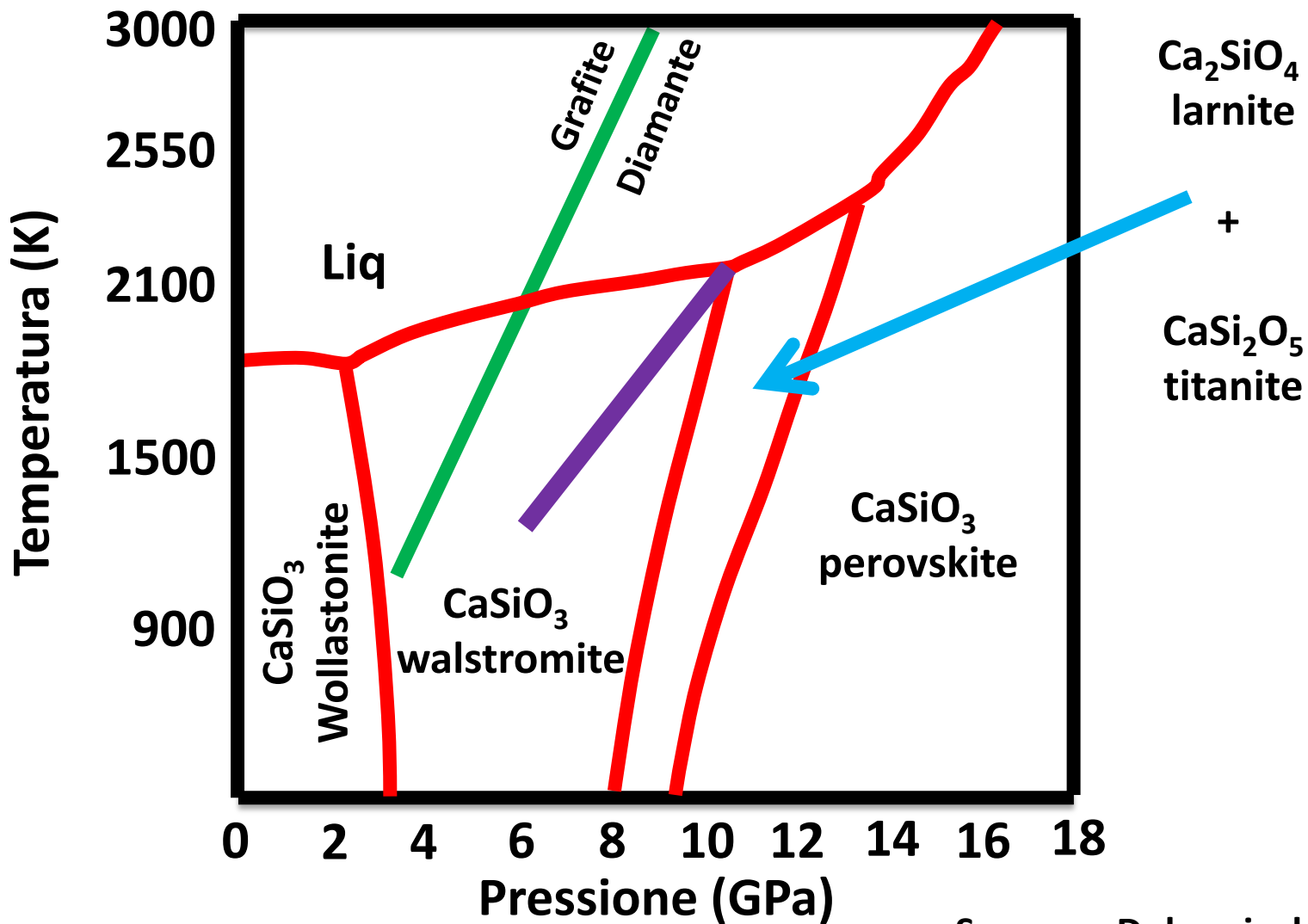


**Il metodo elastico ha portato ad i seguenti  
valori di pressione e temperatura:**

<b>Temperatura (K)</b>	<b><math>P_{\text{intr.}}</math> (GPa)</b>
<b>1400</b>	<b>7.05</b>
<b>1425</b>	<b>7.07</b>
<b>1450</b>	<b>7.09</b>
<b>1475</b>	<b>7.11</b>
<b>1500</b>	<b>7.13</b>



# Diagramma di stabilità termodinamico del sistema $\text{CaSiO}_3$





# Conclusioni

In base ai valori di pressione residua e parametri termoelastici disponibili in letteratura possiamo calcolare una profondità di formazione di circa 250 Km ad una temperatura di 1500 K

Considerando che la pressione determinata è probabilmente una pressione minima si può ritenere che il  $\text{CaSiO}_3$  walstromite si forma effettivamente in condizioni sub-litosferiche derivando dalla reazione larnite + titanite



Grazie per  
l'attenzione!