

Introduzione

L'attività in questione consente agli allievi del primo anno di esplorare le problematiche connesse con la necessità di stimare le grandezze più disparate, obbligandoli a pensare in modo autonomo, gestire le potenze in base decimale e gli ordini di grandezza.

Valutando il volume di mina consumato nel disegnare su un foglio e l'area corrispondente tracciata, si ricava una stima dello spessore della grafite impresso sulla carta.

Apparecchiatura e materiale utilizzato

- Porta mina;
- Mina tipo B;
- Foglio di carta da stampante;
- Doppio decimetro o squadra.

Procedura

- Si distribuisce un foglio di carta ed una mina a ciascun allievo;
- Si fa inserire la mina nella "matita" e si chiede di farla sporgere di 1 mm, controllando la misura con il doppio decimetro;
- Si chiede agli allievi di tracciare una serie di righe di uguale lunghezza (ad esempio 10 cm), fino all'esaurimento della mina. L'allievo deve essere invitato a tenere la matita verticale, esercitare (per quanto possibile) la stessa pressione, senza stare troppo leggero o calcare eccessivamente, in sostanza lavorando come al solito quando disegna.
- Esaurito il millimetro di mina, l'alunno deve contare quante righe ha tracciato.

Rilevazione ed elaborazione dei dati

Grandezze misurate - Tab. 1

| <i>Grandezza misurata</i> | <i>Simbolo</i> | <i>Strumento utilizzato</i> | <i>Unità di misura</i> | <i>Valore misurato</i> |
|---------------------------|----------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|
| Lunghezza delle righe | l | Righello o squadra | cm | 10,0 |
| Numero di righe | N | / | / | Vedi Tab. 3 |
| Lunghezza totale | L | Misura indiretta | m | Vedi Tab. 4 |

Caratteristiche degli strumenti utilizzati - Tab. 2

| <i>Strumento Utilizzato</i> | <i>Sensibilità</i> | <i>Portata</i> |
|-----------------------------|--------------------|----------------|
| Righello o squadra | 0,1 | 20,0 - 30,0 |

Misure dirette - Tab. 3

| Alunno | l (cm) | N | Alunno | l (cm) | N |
|--------|--------|-----|--------|--------|-----|
| 1 | 10 | 12 | 14 | 10 | 70 |
| 2 | 10 | 38 | 15 | 10 | 66 |
| 3 | 10 | 28 | 16 | 10 | 64 |
| 4 | 10 | 28 | 17 | 10 | 58 |
| 5 | 10 | 28 | 18 | 10 | 31 |
| 6 | 10 | 22 | 19 | 10 | 96 |
| 7 | 10 | 33 | 20 | 10 | 120 |
| 8 | 10 | 69 | 21 | 10 | 67 |
| 9 | 10 | 57 | 22 | 10 | 60 |
| 10 | 10 | 50 | 23 | 10 | 104 |
| 11 | 10 | 121 | 24 | 10 | 131 |
| 12 | 10 | 29 | 25 | 10 | 67 |
| 13 | 10 | 60 | | | |

Formule utilizzate

$$L(m) = l(cm) \cdot \frac{N}{100} = \frac{N}{10}$$

Misure indirette - Tab. 4

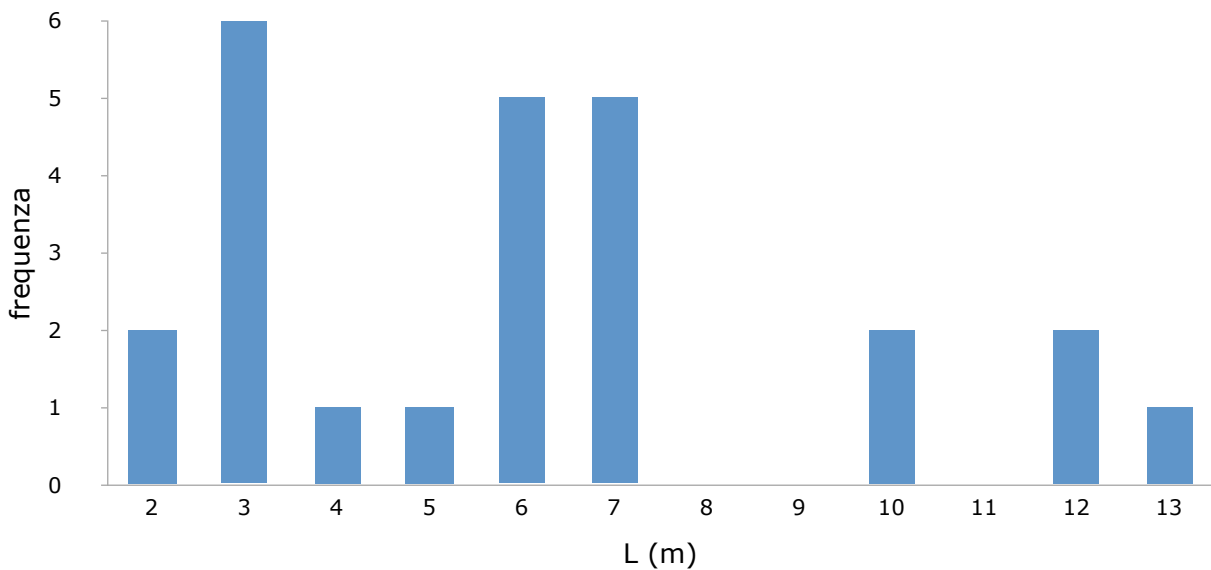
| Alunno | L (m) | Alunno | L (m) |
|--------|-------|--------|-------|
| 1 | 2,1 | 14 | 7,0 |
| 2 | 3,8 | 15 | 6,6 |
| 3 | 2,8 | 16 | 6,4 |
| 4 | 2,8 | 17 | 5,8 |
| 5 | 2,8 | 18 | 3,1 |
| 6 | 2,2 | 19 | 9,6 |
| 7 | 3,3 | 20 | 12,0 |
| 8 | 6,9 | 21 | 6,7 |
| 9 | 5,7 | 22 | 6,0 |
| 10 | 5,0 | 23 | 10,4 |
| 11 | 12,1 | 24 | 13,1 |
| 12 | 2,9 | 25 | 6,7 |
| 13 | 6,0 | | |

Elaborazione delle misure

- Si raccolgono i valori di L, arrotondati all'intero più vicino, in una *tabella di frequenza*:

| L (m) | frequenza f | L (m) | frequenza f |
|-------|-------------|-------|-------------|
| 2 | 2 | 8 | 0 |
| 3 | 6 | 9 | 0 |
| 4 | 1 | 10 | 2 |
| 5 | 1 | 11 | 0 |
| 6 | 5 | 12 | 2 |
| 7 | 5 | 13 | 1 |

- Si visualizza la distribuzione mostrata dalla tabella in un istogramma:



Come si può vedere l'istogramma mostra una certa "dispersione" nelle misure. In ogni caso la zona compresa fra un minimo di 2 (m) ed un massimo di 7 (m) comprende l'80% dei dati raccolti.

- Si calcola il valore più probabile (media aritmetica), il valore assoluto dello scarto e l'incertezza della misura (media dei valori assoluti degli scarti):

$$\bar{L} = \frac{\sum L \cdot f}{\sum f} = 6(m) \quad |s| = |L - \bar{L}|(m) \quad \bar{s} = \frac{\sum |s| \cdot f}{\sum f} = 2(m)$$

- Si scrive il risultato della misura del segno lasciato dalla matita sulla carta:

$$L = 6 \pm 2(m)$$

il che rappresenta un intervallo compreso tra un minimo di 4 ed un massimo di 8 (m): ciò corrisponde a circa il 50% delle misure svolte.

- Si calcola il volume V della parte di mina consumata: esso corrisponde al volume di un cilindro di diametro 0,5 (mm) ed altezza 1 (mm):

$$V = \pi \cdot \frac{0,5^2}{4} \cdot 1 = 0,196 \cong 0,2(mm^3)$$

- Si calcola l'area "ricoperta" dalla grafite: essa equivale a quella di un rettangolo di base pari alla lunghezza totale L e di altezza pari al diametro della mina, ovvero 0,5 (mm):

$$A = (L \cdot 1000) \cdot 0,5 \text{ (mm}^2\text{)} \Rightarrow A_{\max} = 8000 \cdot 0,5 = 4 \cdot 10^3 / A_{\min} = 4000 \cdot 0,5 = 2 \cdot 10^3 \text{ (mm}^2\text{)}$$

- Si determina lo spessore del segno lasciato dalla mina, dividendo il volume V per l'area A:

$$S = \frac{V}{A} \text{ (mm)} \Rightarrow S_{\min} = \frac{V}{A_{\max}} = \frac{2 \cdot 10^{-1}}{4 \cdot 10^3} = 5 \cdot 10^{-5} / S_{\max} = \frac{V}{A_{\min}} = \frac{2 \cdot 10^{-1}}{2 \cdot 10^3} = 10^{-4}$$

Conclusioni

L'intervallo della misura risulta:

$$S = (7,5 \pm 2,5) \cdot 10^{-5} \text{ (mm)}$$

L'ordine di grandezza é, pertanto, 10^{-4} (mm).

Ricordando che l'ordine di grandezza della dimensione atomica é 10^{-7} (mm), si deduce che lo spessore in questione é dell'ordine del migliaio di "strati" atomici di grafite.