

Precisione e accuratezza

Ogni misura comporta una stima!

Accuratezza: quanto la misura è prossima al valore corretto

Precisione: quanto le singole misure sono in accordo tra loro

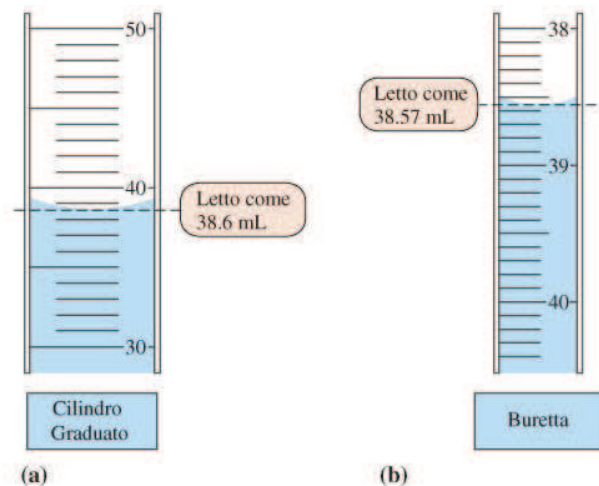
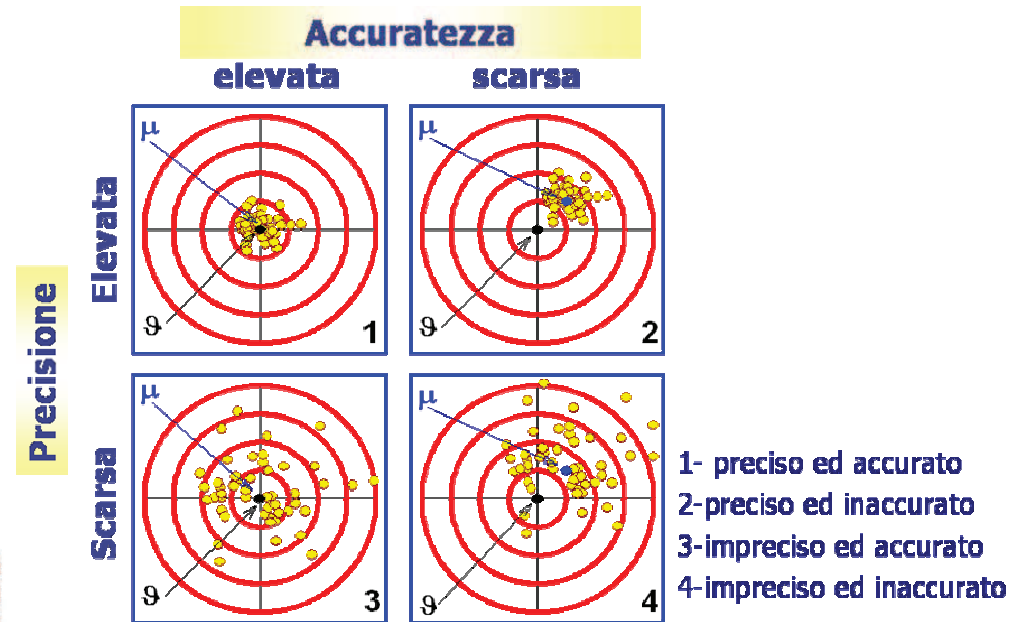


Figura 1-15 Misure di volume per l'acqua mediante l'uso di due tipi di strumenti in vetro tarati volumetricamente. Per un risultato attendibile leggeremo sempre il fondo del menisco (ossia la superficie curva dell'acqua). (a) Un cilindro graduato è usato per misurare la quantità di liquido *contenuta* al suo interno, per cui i valori della scala di misura crescono dal basso verso l'alto. In un cilindro graduato da 50 mL il livello può in genere esser apprezzato entro 0.2 mL; in questo esempio il livello è 38.6 mL (tre cifre significative). (b) La buretta effettua la misura valutando la differenza tra la lettura del volume iniziale e quella del volume finale di un liquido *fatto gocciolare* dallo strumento. In una buretta da 50 mL la lettura è approssimata entro 0.02 mL; in questo esempio il livello è 38.57 mL (quattro cifre significative).



Le cifre significative indicano la precisione di una misura

Tipi di errori

- Errore assoluto
- Errore relativo
- Errore di misurazione
- Errore di parallasse
- Errore di sensibilità
- Errore sistematico
- Errore casuale

Errore assoluto:

L'**errore assoluto** è in genere definito come la differenza tra il valore misurato e il valore esatto:

$$E_{ass} = V_{mis} - V_{ver}$$

dove

E_{ass} = errore assoluto

V_{mis} = valore misurato

V_{ver} = valore vero

Questo errore è calcolabile solo se si conosce il valore vero del dato.

Errore relativo:

L'**errore relativo** di una misura è generalmente definito come il rapporto tra l'errore assoluto e il valore vero:

$$E_{rel} = \frac{E_{ass}}{V_{ver}}$$

dove

E_{rel} = errore relativo

E_{ass} = errore assoluto

V_{ver} = valore vero

Moltiplicando l'errore relativo per 100 si ottiene l'errore relativo percentuale $E_{rel}\%$

Questo errore è calcolabile solo se si conosce il valore vero del dato.

Errore di misurazione:

L'**errore di misurazione** è dato dall'**incertezza di misura** che è il grado di indeterminazione con il quale si ottiene la misurazione. Il risultato di misurazione pertanto non è un unico valore bensì l'insieme dei valori probabili che si assume come dato.

L'errore di misurazione si calcola sulla base dell'incertezza dello strumento indicato, questa incertezza è riportata da chi produce lo strumento di misura. Ad esempio una buretta da 50ml di classe A contiene un'incertezza di misura percentuale che varia da 0.1 a 0.2 % sul volume prelevato, quindi su un prelievo di 20.0ml si può realmente prelevare da 19.96ml a 20.04ml e questo costituisce un errore **inevitabile**.

Errore di parallasse:

L'**errore di parallasse** è l'errore che si commette osservando da uno scorretto punto di vista lo strumento di misura, leggendo così in modo errato il valore indicato.

Errore di sensibilità:

L'**errore di sensibilità** è l'errore di risoluzione che si verifica quando il valore fornito in una misurazione è situato tra due suddivisioni successive della scala graduata dello strumento. Ad esempio su una buretta il punto indicato dalla linea di Shellback è esattamente tra 23.5 e 23.6, in questo caso si tende a prendere un valore intermedio e quindi 23.55. Tuttavia essendoci una sola cifra dopo la virgola non possiamo sapere se il valore reale è 23.54, 23.55, 23.56.

Errore sistematico:

L'**errore sistematico** o **determinato** è definito come lo scostamento tra il valore ottenuto con una misurazione ed il valore reale della grandezza studiata ed è indice dell'accuratezza dei dati.

È detto *sistematico* perché è costante al ripetersi della misura, e per questo non può essere eliminato con la ripetizione della misurazione. Ciò rende particolarmente difficoltoso determinare l'entità, ma anche la stessa presenza dell'errore, a meno di ricorrere a metodi di rilevamento alternativi o valutazioni di coerenza di sistemi di dati.

Tipi di errori sistematici possono essere:

- **L'errore strumentale:** provocato costantemente dallo strumento utilizzato (es errore di misura).
- **L'errore di metodo:** provocato da uno scorretto metodo di analisi o da un metodo di analisi non adeguato.
- **L'errore personale:** provocato dall'operatore che esegue l'analisi.

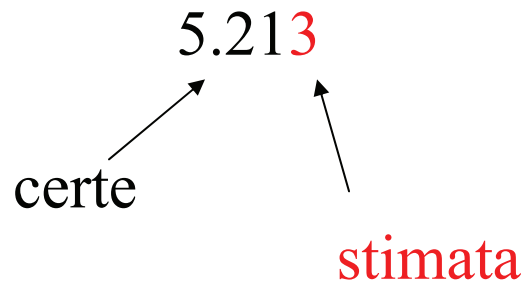
Errore casuale:

L'**errore casuale** o **interterminabile** è un errore che avviene sempre ma che non siamo in grado di riconoscere effettivamente che c'è e di conseguenza non siamo capaci di quantificarne l'entità o di risolverlo. Questi tipi di errori sono provocati ad esempio da piccole imperfezioni nell'attrezzatura di utilizzo, in una lettura casuale errata della buretta, da piccole variazioni di temperatura che dilatano il vetro borosilicato della buretta.

In linea di massima questi errori si possono ridurre, ad esempio utilizzando titolatori automatici che eliminano la lettura della buretta da parte dell'operatore, oppure misurando costantemente la temperatura e ritrarre nuovamente la buretta ad ogni misurazione mediante il coefficiente di dilatazione termica del vetro borosilicato.

Affidabilità di una misura e cifre significative

Le misure scientifiche sono riportate in modo che ciascuna cifra è certa eccetto l'ultima che è stimata



Il numero di cifre riportate in una misura dipende dalla sensibilità dello strumento usato per fare la misura (ovvero dall'accuratezza della misura) e dev'essere preservato nel corso dei calcoli che coinvolgono quella misura. Questo è fatto attraverso la definizione delle *cifre significative*

Cifre significative

Il numero di cifre con cui viene espresso il risultato della misura di una grandezza fisica è detto numero di cifre significative e deve corrispondere all'accuratezza con cui è stata eseguita la misura.

Regole per determinare il numero di cifre significative

Tutte le cifre diverse da zero sono significative

28.03

0.0540

Gli zero tra due cifre sono significativi

7.0301

408

Gli zero che precedono il numero non sono significativi

0.0032

0.0006

Non significative

Gli zero che seguono la virgola sono significativi

45.000

3.5600

Calcoli con cifre significative

Il risultato di un calcolo deve riflettere l'accuratezza con cui sono state eseguite le misure. Non si può guadagnare o perdere in accuratezza durante un'operazione matematica.

1. Nelle moltiplicazioni e divisioni il risultato avrà lo stesso numero di cifre significative del fattore con il minor numero di cifre significative

$$\begin{aligned} 1.052 \times 12.054 \times 0.53 &= 6.7208 = 6.7 \\ (4 \text{ cfr.}) \quad (5 \text{ cfr.}) \quad (2 \text{ cfr.}) \quad (2 \text{ cfr.}) \\ 2.0035 \div 3.20 &= 0.626094 = 0.626 \\ (5 \text{ cfr.}) \quad (3 \text{ cfr.}) \quad (3 \text{ cfr.}) \end{aligned}$$

2. Nelle addizioni e sottrazioni il risultato avrà lo stesso numero di decimali della quantità con il minor numero di cifre decimali

$$\begin{array}{r} 2.345 + \\ 0.07 + \\ \hline 2.9975 \\ \hline 5.4125 = 5.41 \end{array}$$

3. Gli arrotondamenti al corretto numero di cifre significative sono fatti arrotondando per difetto se l'ultima cifra è ≤ 4 e per eccesso se è ≥ 5

$$\begin{aligned} 5.37 &\rightarrow 5.4 \\ 5.34 &\rightarrow 5.3 \\ 5.35 &\rightarrow 5.4 \\ 5.349 &\rightarrow 5.3 \end{aligned}$$

4. Per evitare errori di arrotondamento in calcoli che coinvolgono più operazioni, si arrotonda solo il risultato finale.

$$\begin{aligned} 6.78 \times 5.903 \times (5.489 - 5.01) \\ = 6.78 \times 5.903 \times 0.479 = 19.1707 \\ = 19 \end{aligned}$$

(Cifra significativa determinata dalla differenza)