

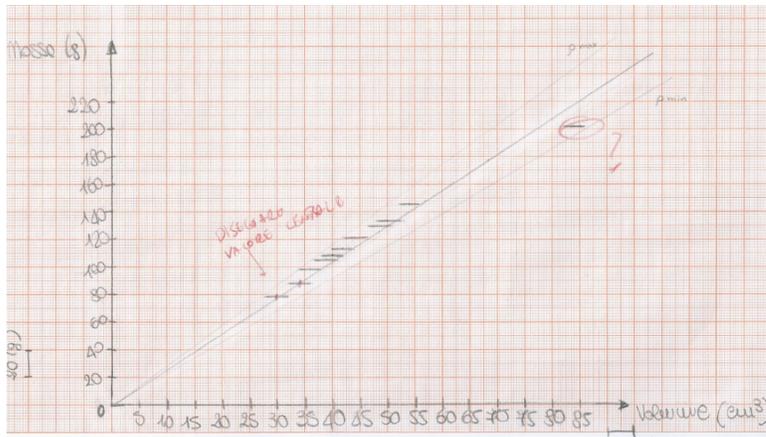
## Errori tipici relazione

### *FORMA (fino a 5 punti):*

- Il linguaggio deve essere preciso, asciutto ed essenziale. Evitare il linguaggio colloquiale.
  - Esempio: termini come “sballati”
- Evitare la forma del raccontino da tema del liceo.
  - Esempio: “Ottenuta la nostra tabella ora non resta che attribuire l'appartenenza...” oppure “fondamentalmente scontrati con le problematiche tipiche del compiere misure”
- Proibito il virgolettato.
  - Esempio: “I pesi “piccoli” ...” oppure “Prima di procedere con l'analisi dei dati e “tirare le somme”...”
- Numerare le pagine, mettere nome gruppo, data, nome membri del gruppo.
- Suddividere chiaramente la relazione in sezioni. Fare riferimento alle varie sezioni nel testo se necessario.
- Mettere riferimento alle figure e alle tabelle quando vengono discusse.
- Riportare in modo chiaro le formule utilizzate in una sezione introduttiva dedicata, fare riferimento nel testo alle formule di questa sezione. Discutere le formule prima che vengano utilizzate.
- Nel caso di relazioni in formato elettronico, usare il punto invece della virgola. Esempio: 2,714 -> 2.714

### *ANALISI (fino a 6 punti):*

- Escludere punti non coerenti con gli altri. Si tratta di una procedura molto delicata. Quando si individuano delle misure anomale, queste devono quindi essere isolate e riviste con attenzione, cercando di individuare possibili effetti sistematici non considerati o eventuali errori di procedura. Solo nel caso in cui non sia possibile ripetere o ricontrollare la misura si può decidere di non includere una misura nel risultato globale. E' buona norma comunque produrre entrambi i risultati con e senza la misura anomala. In generale, guardare istogrammi e grafici con spirito critico per individuare potenziali problemi.
  - Esempi: code negli istogrammi oppure grafici in 2D in cui un punto non si allinea con l'andamento aspettato.



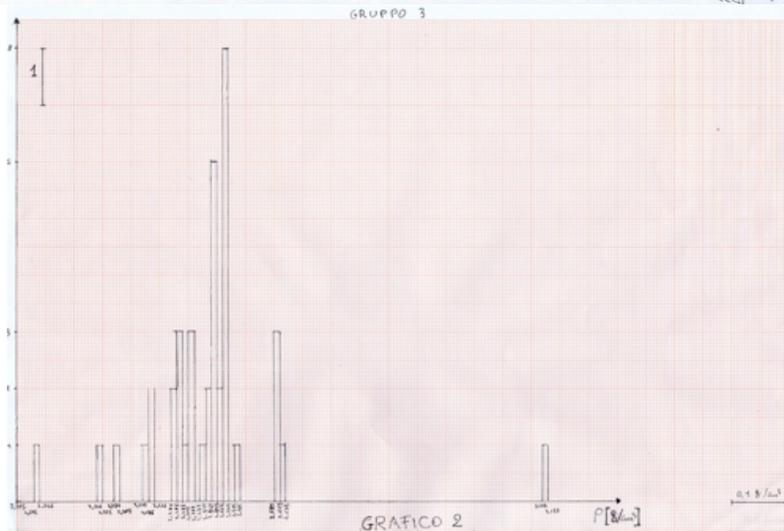
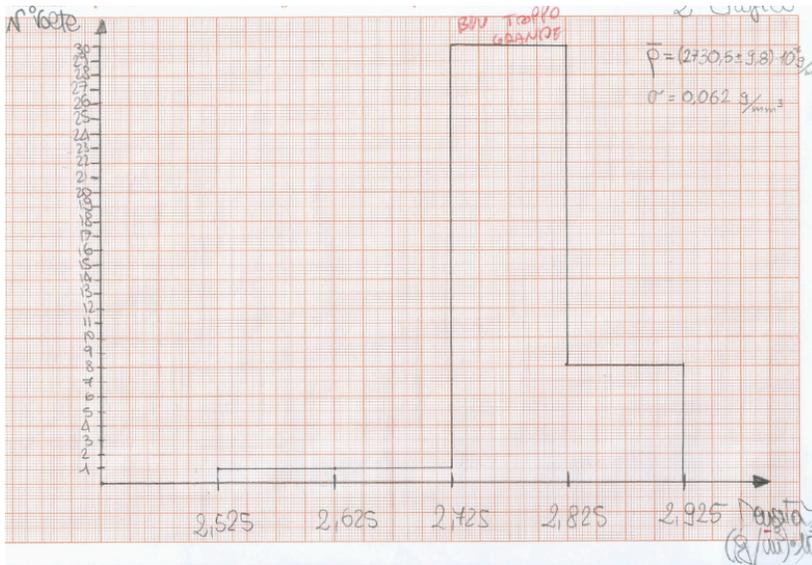
- Nel caso di distribuzioni multimodali, chiedersi sempre se i picchi sono dovuti a campioni diversi o a misure fatte in modo o con strumenti diversi.
- L'errore sistematico non è equivalente ad una non taratura dello strumento. Una volta corretta, la non taratura non dà più un errore sistematico, magari aggiunge una componente all'incertezza di sensibilità dello strumento. In generale, l'errore sistematico non si corregge ma si stima (altrimenti non è più un errore sistematico). Ci può essere però un errore sistematico su una correzione.
  - Esempio di errore sistematico: se c'è una distribuzione multimodale e non si capisce il motivo perché essa è presente e non è possibile rianalizzare i dati o correggere, si può assegnare come incertezza sistematica la metà della distanza tra i due picchi.
- Non si può calibrare uno strumento con un altro strumento, se non si è certi che questo secondo non sia perfettamente calibrato e meno affetto dall'incertezza sistematica che si vuole correggere.
  - Esempio: calibrare il calibro ventesimale con il calibro Palmer o viceversa.
- Quando si calibra uno strumento, l'incertezza di misura va aumentata.
  - Esempio: se si è calibrato il calibro Palmer con il calibro ventesimale, l'incertezza della misura con il Palmer non corrisponde più alla sensibilità del Palmer ma risulta essere quella del calibro ventesimale.

#### *COERENZA CIFRE E RISULTATI (fino a 5 punti):*

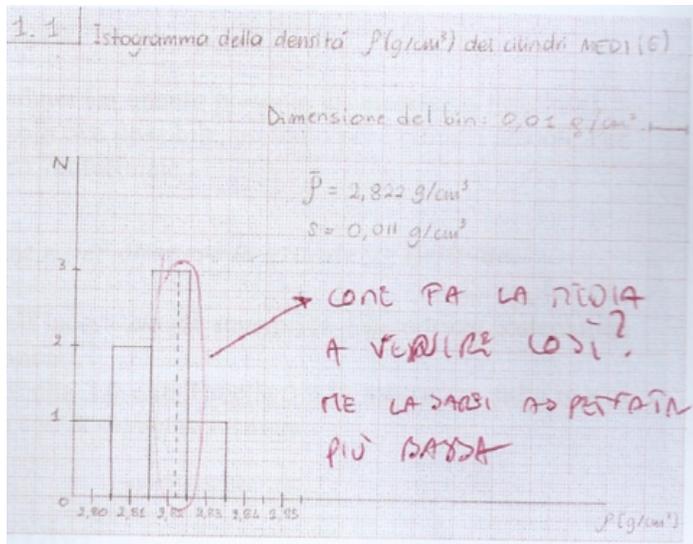
- Verificare sempre la coerenza dei risultati.
  - Esempio: se la densità ha un'incertezza relativa di ~5% e il volume del ~20%, è chiaro che c'è un problema o un errore di conto.
- Cifre significative: stabilire se si intende riportare l'incertezza con una o due cifre significative, quindi riportare il valore misurato con la stessa precisione dell'errore. Mai riportare l'incertezza con tre cifre significative.
- Evitare di riportare troppi zeri in tabelle.
  - Esempio: 0.00025 →  $2.5 \cdot 10^{-4}$

GRAFICI, ISTOGRAMMI e TABELLE (fino a 6 punti):

- Binning: scegliere con attenzione la dimensione del bin. Ne' troppo grande (tutte le misure, che pure fluttuano, finiscono in un bin), ne' troppo piccolo (troppi casi in cui c'e' solo un evento in un bin).



- Riportare assi cartesiani e unità di misura anche negli istogrammi (frequenze/conteggi asse y)
- Associare una didascalia completa e concisa che descriva il grafico. Assicurarsi che ogni grafico venga descritto e citato nel testo.
- Rette di massima e minima pendenza: contano sia le incertezze per la variabile riportata in asse x che quelle in asse y
- Verificare che la media cada in un punto dell'istogramma che abbia senso. Fare anche una verifica per la deviazione standard



*DESCRIZIONE APPARATO SPERIMENTALE, DELLA MISURA E MOTIVAZIONI (fino a 6 punti):*

- Descrivere come si vuole fare la misura e perché. Perché diversi metodi? Quali sono le differenze ed i vantaggi di un metodo rispetto ad un altro
- Cosa si intende inferire con le misure sperimentali? Quali proprietà? Quali leggi fisiche?
- L'introduzione non deve riportare i risultati finali. Altrimenti è inutile andare avanti con la lettura della relazione
- Sensibilità, portata, taratura, riproducibilità misura

*CONCLUSIONI (fino a 2 punti):*

- brevi ma complete. Qual è lo scopo dell'esperienza. Che misure si sono effettuate. Che ipotesi si sono fatte. Che risultati hanno prodotto. Come si confrontano i vari risultati. Quali conclusioni si possono trarre dal punto di vista metodologico. Come si possono produrre risultati migliori.

*BONUS (fino a 2 punti):*

Esempi di studi che hanno dato bonus:

- Effetti sistematici e verifica della regolarità dei solidi: confronto volume estratto dalla misura diretta con volume estratto da misure indirette di lunghezze. Effetto della dilatazione termica sull'incertezza della misura.
- Studio delle correlazioni, misure effettuate con strumenti diversi
- Rette max min pendenza. Necessità di fissare il passaggio della retta per zero e suo impatto sulla determinazione del coefficiente angolare.
- Studio di distribuzione multimodale e sue cause.

### *ALTRE OSSERVAZIONI:*

- se l' errore casuale nell'analisi dei 30 campioni viene molto maggiore dell' errore ottenuto con il singolo campione significa che c'è qualche contributo all' incertezza casuale che non può essere trascurato
- l' ordine logico della relazione è importante. Il flusso deve essere coerente. Chi legge deve capire cosa avete fatto, senza sapere nulla dell'esperienza.

### *ERRORI DALL' ESERCITAZIONE 2*

- Mai buttare via eventi o dati mentre si prendono o durante l'analisi o decidere che dei dati sono più affidabili perché più vicini al valore atteso (riportare  $g$  ricavata con 5 oscillazioni invece di 50 solo perché più vicina a  $g$  attesa).
- Propagazione dell'errore, rivedere la formula. Quando si ha una differenza bisogna fare la somma in quadratura delle incertezze. Valeva anche per l' allungamento della molla che era, a tutti gli effetti, una differenza tra due posizioni.
- Media aritmetica va bene solo se le misure hanno tutte lo stesso errore e sono tutte dello stesso tipo ed, inoltre, se le misure sono tutte scorrelate. Non era ovviamente il caso per la misura di  $g$  ottenuta con i tre metodi (5 oscillazioni, 50 oscillazioni e metodo grafico).
- Consistenza interna della analisi. Esempi:
  - 5 massette e 10 massette rappresentavano due punti del caso con le masse aggiunte in modo integrale. I risultati dovevano essere coerenti (cioè le incertezze su  $k$  e  $g$  o uguali o meglio nel caso integrale).
- Scarsa discussione delle ragioni che portano ad effettuare misure della stessa grandezza con tecniche diverse e/o complementari.
- Tabelle e grafici non sempre citati e descritti nel testo, ordine non sequenziale.
- utilizzo di  $\sigma_{\text{media}}$  per le incertezze della media. Se si ottiene un'incertezza casuale che è molto minore di quella corrispondente all'incertezza di sensibilità non è automatico che essa possa rimpiazzarla. Discutere.
- non avere liste a pallochi nell' introduzione e nelle conclusioni.
- La scelta del numero di cifre significative deve essere coerente nella relazione. Non si possono scegliere due cifre per l'incertezza da una parte e una sola cifra da un' altra (a patto che l'incertezza sia dello stesso ordine di grandezza).
- Leggere bene il testo dell' esercitazione! Bisognava misurare anche  $m_0$ !!!
- Le conclusioni devono riportare i risultati finali e la discussione circa la compatibilità tra essi e con il valore atteso
- Le misure fatte vanno riportate: anche le misure di  $m$  e di  $x_{\text{eq}}$  sono fondamentali per estrarre i risultati.

### *ALTRI ERRORI DALL' ESERCITAZIONE 3*

- Quando si fa una serie di misure e l'incertezza è di tipo casuale l'errore da associare alla media è  $\sigma/\sqrt{N}$ !

- Se si fanno piu' misure della stessa quantita', ciascuna delle quali ha un errore di tipo casuale ci sono due opzioni: 1) fare la media pesata di tutte le misure e calcolare l' errore della media pesata 2) Assumere che tutte le misure siano affette dalla stessa incertezza (dopo verifica), fare la media e calcolare l' incertezza (deviazione standard di questo set di misure/sqrt(N)).
- Nella relazione bisogna dare dettagli sulla la strategia dell'analisi. Esempio: se si usano metodi diversi per misurare una certa quantita', bisogna spiegarne la ragione ed evidenziare i vantaggi e gli svantaggi di ciascuna opzione.
- CIFRE SIGNIFICATIVE!!! Dovunque (risultati finale, tabelle, grafici) i risultati di una misura devono avere un numero di cifre significative coerente. Le incertezze hanno max due cifre.
- Una misura deve sempre essere corredata di incertezza (esempio: misura di angoli)
- Dovete documentare in "misure" le misure delle grandezze fondamentali fatte. Per esempio per gli angoli, dovete descrivere le misure delle altezze, ecc...
- Correlazione tra i parametri. Se due grandezze sono derivate dalle stesse quantita' misurate ci puo' essere correlazione fra di esse. Quindi si deve preferire la misura diretta di queste quantita', piuttosto che derivarle in modo indiretto. Esempio: nella misura di g usando il metodo che confronta l'accelerazione nel tratto in discesa e quella nel tratto in salita, non bisogna prima derivare mug e poi usare questo valore per ricavare g, ma ricavare direttamente g come somma delle due accelerazioni.

#### *ALTRI ERRORI DALL' ESERCITAZIONE 4*

- errore sulle rate e'  $\sqrt{n}/t$ , dove n e' il numero di eventi misurato. Bisogna prima estrarre le rate misurate con errore e poi fare la propagazione dell' errore per ottenere le rate di cosmici e fondo. Non va bene: 1) estrarre rate parziali con errore e poi usare quell' errore per derivare un' altra rate. Le rate sono correlate e gli errori sono sbagliati 2) derivare il numero di eventi per i differenti processi e poi prendere la radice del numero di eventi derivato. Quella non e' la grandezza che segue la distribuzione poissoniana.
- le distribuzioni di probabilita' attese devono avere la normalizzazione giusta, fissata dal numero di eventi nell' istogramma. Cio' significa che bisogna fare un grafico di  $N*f(x)$  (dove N e' il numero di eventi dell' istogramma e  $f(x)$  e' la densita' di probabilita' che si vuole confrontare con l' andamento misurato).
- l' andamento atteso puo' avere valori semi-interi (i.e. non si deve arrotondare all' intero piu' vicino).
- per confrontare l' istogramma misurato con quello aspettato, e' utile confrontare non solo la media ma anche la deviazione standard.
- Binning: nel caso di conteggi a 30 secondi non e' obbligatorio avere la larghezza del bin pari ad una unita', altrimenti grandi fluttuazioni e bin vuoti (valgono sempre le stesse regole per la scelta del binning anche se si tratta di una grandezza discreta).
- Il valore atteso di una distribuzione non corrisponde al valore della variabile casuale per il quale si ha il massimo della distribuzione (questo e' ancora piu' vero nel caso in cui si hanno frequenze e non distribuzioni di probabilita').
- Attenzione al numero di gradi di liberta' del chi2. Riportarlo.

- Confronti e commenti devono essere quantitativi non qualitativi.

#### *ALTRI ERRORI DALL' ESERCITAZIONE 5*

- La posizione del baricentro della pallina non coincideva ne' con il centro della pallina ne' con l'estremo della pallina a causa del contenuto di essa (che si accumulava in fondo). La sistematica andava discussa e comunque non poteva essere inferiore ad un paio di millimetri
- La compatibilita' tra le due misure di periodo andava discussa. Il metodo migliore per farlo era di prendere la differenza, che rappresentava una distribuzione gaussiana di sigma pari alla quadratura delle due sigma e valore atteso zero.
- La propagazione degli errori va sempre discussa (in questo caso da dove veniva l'incertezza per  $T^2$  e quella per  $g$ )
- Una tabella con  $L, T, T^2$  e relative incertezze aiutava la lettura

#### *ALTRI ERRORI DALL' ESERCITAZIONE 6*

- L'errore su  $\eta$  doveva essere almeno del 40% per i capillari bianchi. Questo perche'  $\Delta\eta/\eta \sim 4 * DR/R = 40\%$
- I grafici con il fit sovrainposto andavano mostrati
- Le incertezze sulle grandezze in asse  $y$  andavano riportate, in particolare nel caso del fit. In molti casi le incertezze erano palesemente sovrastimate.
- Moltissimi non hanno discusso il  $\chi^2$  dei fit