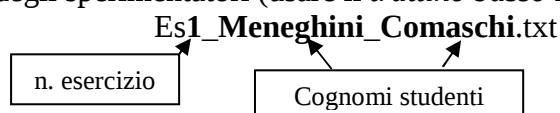


Statistica in pratica.

Si propongono qui alcuni esperimenti pratici di statistica e analisi dati da svolgere in **gruppi di due persone**. Le relazioni saranno corrette e, eventualmente (dal momento che è un tentativo il condizionale è d'obbligo), considerate al fine della valutazione del profitto.

La relazione va preparata in formato elettronico e deve consistere di:

- 1 Uno file testo (ASCII) contenente i dati il cui nome deve contenere il numero dell'esercizio e i cognomi degli sperimentatori (usare il *trattino basso* invece degli spazi). Ad esempio:



Il file di dati sarà un file a più colonne con un certo numero di righe di intestazione per riportare in breve l'esperimento, la data di misura, chi lo ha eseguito e i dati. Nell'esempio a sinistra un file di dati in cui siano state effettuate una serie di misure delle grandezze A e B (in cm), ognuna con un errore DA e DB.

```
# esperimento n. 1
# data
# nome-cognome
# nome cognome
#
# contenuti delle colonne
# N.      A +/-  DA      B +/-  DB
#              cm              cm
1        1.5    .2      3.1    .3
2        3.2    .3      4.5    .2
3        4.3    .2      5.5    .4
4        3.5    .6      5.1    .5
...
...
...
```

- 2 un file EXCEL (o altro foglio elettronico: es. openoffice) con lo svolgimento delle operazioni. Il titolo del file sarà lo stesso del precedente con l'estensione appropriata:

Es1_Meneghini_Comaschi.xls

Qui saranno effettuate le varie operazioni di trattamento dei dati (eventualmente commentate)

- 3 un file testo o word (o equivalente) con la descrizione dell'esperimento fatto, i risultati ottenuti ed eventuali commenti.

Es1_Meneghini_Comaschi.doc

Specificare nella relazione quale esame si deve sostenere e l'anno di corso o fuoricorso. Es.:

AD(fc): analisi dati N.O., fuori corso

AD-LPC: Analisi dati e Laboratorio di Programmazione e Calcolo N.O.

CI(I): Corso integrato N.O.R., I anno

CI(II): corso integrato, iscritto al secondo anno,

etc...

I files devono essere contenuti in un file compresso (es. **Es1_Meneghini_Comaschi.zip**) e inviati via e-mail entro il termine stabilito

Nota: Come redigere la relazione di un esperimento scientifico

La relazione di un esperimento deve contenere tutti gli elementi necessari per comprendere il lavoro svolto e rendere possibile una rielaborazione e/o ulteriore continuazione e/o riproduzione dell'esperienza a scopo di verifica dei risultati ottenuti. Pertanto una relazione deve essere concisa, chiara e ordinata. Deve consentire al lettore di individuare in modo preciso:

- lo scopo dell'esperienza
- le condizioni sperimentali
- le misure effettuate
- i risultati ottenuti

Possibile schema di relazione

A: Introduzione

- breve descrizione dell'esperimento in cui sia chiaramente indicato lo scopo delle misure.

B: studio preliminare

- Trattamento teorico del problema, descrizione dell'esperimento proposto e risultati attesi (con eventuale ausilio di grafici).
- Descrizione della strumentazione utilizzata.
- Descrizione dell'esperimento.

C: Misure

- Descrizione delle misure effettuate (il file di dati sperimentale deve essere allegato).
- Tabella con i risultati sperimentali e/o grafico (istogramma).

D: Elaborazione dei dati e risultati

- Tutti i dettagli necessari a comprendere l'elaborazione effettuata.
- Confronto tra dati e modello (test statistici)

E: Discussione e conclusioni

- Presentazione dei risultati ottenuti e discussione in relazione a quanto previsto.

La check-list che segue può essere utile

Introduzione

- Ho individuato in modo chiaro lo scopo dell'esperienza?

Preparazione e studio preliminare

- Ho descritto in modo esaustivo l'esperimento?
- Ho descritto gli strumenti utilizzati? Quali possono essere gli errori di misura?
- Ho descritto il modello teorico con cui confrontare i risultati?
- Ho riportato le formule utilizzate per il calcolo degli errori di misura ed errori statistici?
- Ho rispettato le cifre significative?
- E' utile riportare un grafico con l'andamento teorico atteso?

Misure

- Ho effettuato un numero sensato di misure?
- Ho scelto in modo opportuno le misure da fare in base ai risultati che voglio ottenere?
- Ho calcolato gli errori in modo corretto?
- Ho riportato le formule usate per il calcolo degli errori?

Tabelle

- Ci sono le unità di misura?
- Le cifre significative sono corrette
- Ho messo le didascalie?

Grafici

- Ho riportato le scale e le unità di misura?
- Ho messo i titoli?
- Le didascalie sono chiare?
- Ho usato simboli chiaramente distinguibili per grafici sovrapposti?
- Ho usato linee per le funzioni teoriche e punti (simboli) per i dati sperimentali?
- Ho scelto grafici significativi (non troppi né troppo pochi)?

Test statistici

- Ho descritto la statistica in modo corretto?
- Ho applicato in modo corretto il test statistico?
- Ho tratto le conclusioni corrette dal test? Il risultato è sensato?

Conclusioni

Ho tratto le dovute conclusioni in relazione allo scopo dell'esperienza?

Esercizi proposti

1) Si lanci 1 moneta 100 volte registrando i risultati (1=Testa, 0=Croce).

- Calcolare la frequenza assoluta e relativa di teste
- Calcolare la frequenza assoluta e relativa di sequenze di 2, 3, 4, 5 teste consecutive
- Calcolare la frequenza assoluta e relativa di sequenze di 2, 3, 4, 5 croci consecutive
- Confrontare i risultati ottenuti con le frequenze attese in base al calcolo delle probabilità.

1b) Ripetere l'esercizio N. 1 generando a mano una sequenza casuale di 0 e 1.

2) Si lancino per 10 volte 10 monete registrando i risultati (1=Testa, 0=Croce).

- Calcolare frequenza assoluta e relativa di teste per ogni lancio.
- Calcolare media, deviazione standard e varianza per le frequenze assolute e relative.
- Confrontare i risultati ottenuti con le frequenze attese in base al calcolo delle probabilità.

3) Per 50 volte: uno dei due nasconde una moneta nella mano destra o nella sinistra, l'altro deve indovinare la posizione della moneta. Registrare i dati su un file nel seguente modo:

colonna A moneta (valore vero): 1 se a destra, 0 se a sinistra

colonna B risposta: 1 se a destra, 0 se a sinistra

- Calcolare la frequenza assoluta e relativa con cui si indovina la posizione della moneta.
- Confrontare questo valore con il valore atteso in base al calcolo delle probabilità.
- Ripetere l'esperimento invertendo i ruoli di chi nasconde e chi cerca.
- Confrontare le percentuali di successo e stabilire se uno dei due è significativamente più bravo a trovare la moneta.

4) Si prendono 5 stecchini, uno più corto degli altri. Uno dei due nasconde gli stecchini, l'altro estrae a caso uno stecchino per 50 volte. Registrare i risultati su un file indicando con 1 il successo (trova lo stecchino corto) e 0 un insuccesso.

- Calcolare la frequenza assoluta e relativa di successi.
- Confrontare i risultati con il valore atteso in base al calcolo delle probabilità.

5) Lanciare 10 monete per 50 volte e registrare su un file il numero di teste ad ogni lancio.

Calcolare la frequenza assoluta e relativa con cui si presentano:

- 2 teste
- 5 teste
- 6 test
- Più di 5 teste
- Fino a 5 teste
- Tra 4 e 6 teste (inclusi gli estremi)

Per ogni caso confrontare i risultati con le frequenze attese in base al calcolo delle probabilità.

6) Materiale: metro da ferramenta

misurare in vari punti (almeno 50, meglio 100) l'altezza di un marciapiede e riportare i dati in un file.

- Calcolare il valore medio, deviazione standard e varianza della distribuzione di altezze e calcolare l'errore sul valore medio così ottenuto.
- Riportare su un istogramma di frequenza la distribuzione dei valori osservati
- Calcolare valore medio, deviazione standard e varianza utilizzando i dati dell'istogramma (valori raggruppati in classi)
- Confrontare i risultati ottenuti utilizzando i dati disaggregati e i dati dell'istogramma.

7) Materiale: metro da ferramenta

Misurare la larghezza e la lunghezza di (almeno 50, meglio 100) mattoni di tufo sul vialetto del prato che porta dal Dipartimento di Biologia a quello di Fisica. Riportare i dati in un file e:

- calcolare la superficie media con l'errore associato.
- calcolare varianza e deviazione standard della distribuzione delle aree.
- Riportare su un istogramma di frequenze la distribuzione delle aree misurate.

8) Materiale: orologio con cronometro.

Fissando un traguardo opportuno (es sul marciapiede di fronte al dipartimento, alla porta di ingresso del dipartimento o altro) misurare per almeno 10-15 minuti (o comunque in modo da avere almeno 50-100 eventi) i tempi t corrispondenti al passaggio di una persona (in un solo senso di marcia).

- Riportare su un file i tempi di passaggio così misurati.
- Calcolare gli intervalli di tempo che intercorrono tra il passaggio di due persone consecutive.
- Calcolare la distribuzione degli intervalli di tempo tra due passaggi e riportarla su un grafico.
- Confrontare il risultato con una distribuzione di probabilità nota (Poisson).
- Commentare i risultati.

9) Materiale: orologio con cronometro.

Osservando una rampa di scale tra due piani (es. nel dipartimento, presso la mensa etc..) cronometrare i tempi percorrenza di alcuni studenti isolati distinguendo tra salita e discesa (circa 10 eventi per parte). Salvare i dati in un file.

- Preparare gli istogrammi di frequenza con i tempi di percorrenza distinti tra salita e discesa.
- Graficare gli istogrammi a confronto.
- Calcolare media, varianza ed errore sulla media per ciascun set di misure.
- Confrontare tra loro le misure (test statistico)

Ripetere l'esperimento osservando almeno 50 passaggi in salita e 50 in discesa.

- Discutere i risultati e le differenze osservate nei due casi (10 o 50 misure)

10) Materiale: bacinella, brocca, bilancia da cucina.

Riempire una bacinella d'acqua. Pescare con una brocca cercando di riempirla a metà in una sola pescata. Ad ogni pescata pesare la brocca e salvare i dati in un file. Effettuare la misura almeno 40 volte per ciascun componente del gruppo e distinguere i dati di ciascuno (colonne diverse del file).

- Preparare un istogramma di frequenze per ogni set di misure
- Graficare gli istogrammi dei diversi set a confronto.
- Calcolare media, varianza ed errore sulla media per ciascun set di misure.
- Confrontare i risultati con una distribuzione di probabilità nota (Gaussiana)
- Confrontare tra loro le misure (test statistico) e stabilire se ci sono differenze significative tra i due sperimentatori.
- Discutere i risultati.

11) Materiale: Fagioli secchi.

Dopo aver riempito di fagioli secchi un pentolino pescarne un pugno contando il numero di fagioli pescato. Ripetere la misura almeno 40 volte per ciascuno e registrare i dati in una tabella distinguendo i due sperimentatori.

- Presentare i dati in un istogramma e darne una descrizione statistica.
- Stabilire con un test statistico se le pescate dei due sperimentatori possono essere distinte.

12) Materiale: foglio di carta millimetrata.

Su un foglio di carta millimetrata tracciare una coppia di assi cartesiani. Tenere una penna sollevata di 20-30 cm dal foglio, chiudere gli occhi e cercare di colpire il centro. Spostare il foglio e riprovare. Dopo qualche decina di tentativi registrare le posizioni (x,y) dei tiri su un file.

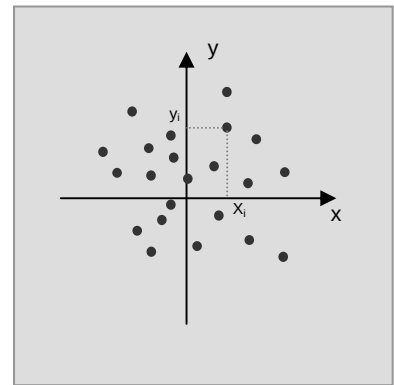
- Riportare su un istogramma di frequenze la distribuzione delle ascisse e la distribuzione delle ordinate.

- Calcolare valore medio e errore sulla media in x e y

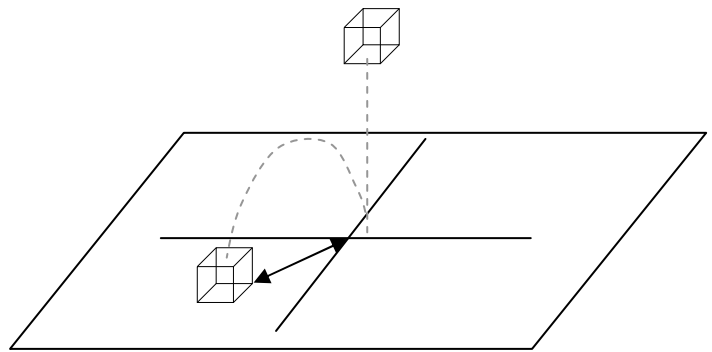
- Riportare su un istogramma la distribuzione di distanze ottenute ($d^2=x^2+y^2$)

- Calcolare valore medio, errore sulla media, varianza e deviazione standard per la distribuzione di distanze.

- Utilizzare un test statistico per stabilire se uno dei due sperimentatori è significativamente più bravo dell'altro ad avvicinarsi al centro.



13) Tagliare un cubetto di circa 1 cm di lato di gomma da cancellare. Su un foglio di carta tracciate due assi ortogonali e, da un'altezza fissa (circa 10 cm) lasciate cadere il cubetto sul centro degli assi e misurate la distanza tra il centro degli assi e la posizione in cui si ferma il cubetto (prendere come riferimento lo spigolo più vicino all'origine). Ripetere la misura qualche decina di volte (almeno 20) e salvare i dati in un file.



Ripetere l'esperimento facendo cadere il cubetto da un'altezza doppia.

- Riportare su un istogramma di frequenze la distribuzione delle istanze ottenute ($d^2=x^2+y^2$) nei due casi.

- Calcolare valore medio, errore sulla media, varianza e deviazione standard per la distribuzione di distanze.

- Utilizzare un test statistico per stabilire se le distanze medie di caduta sono significativamente diverse

Discutere i risultati.

14) Prendere un pungo di lenticchie e stenderle su un foglio di carta millimetrata in modo omogeneo. Selezionare **alcuni** quadrati di 2 cm di lato e contare le lenticchie all'interno di ogni quadrato. Nota: distribuire le lenticchie in modo da avere poche lenticchie per quadretto.

- Stimare la densità di lenticchie per cm^2 .

- Riportare su un istogramma la distribuzione dei conteggi per quadrato e confrontare la distribuzione ottenuta con una distribuzione di probabilità appropriata.

15) Gonfiare un palloncino e lasciarlo cadere da altezze diverse cronometrando i tempi di caduta T. Ripetere la misura per una decina di altezze (h) tra pochi cm e 2-3 metri.

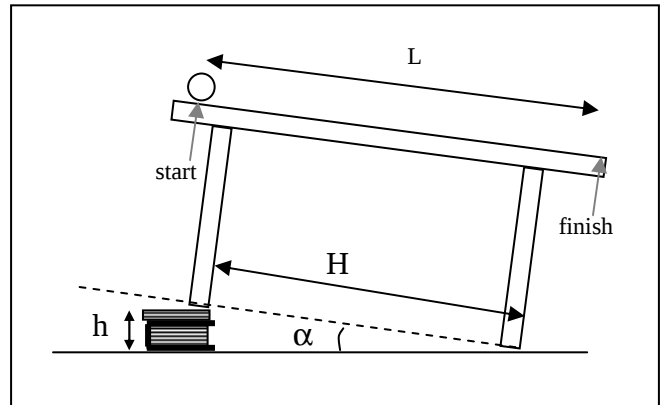
- Riportare su un grafico i valori T(h) con i relativi errori,

- calcolare i parametri della retta di regressione lineare,

Il moto del palloncino è dominato dall'attrito viscoso dell'aria e si muove, con buona approssimazione, di moto rettilineo uniforme con velocità costante. Determinare la velocità media e riportarla con il suo errore statistico.

16) Utilizzando un piano lungo 1-1.5 m (es. un tavolo), fissare un punto di partenza e misurare il tempo che impiega un oggetto per percorrere tutto il piano. Riportare i dati dell'esperimento con gli errori associati: l'angolo di inclinazione α ($\tan \alpha = h/H$), la lunghezza L del percorso, H , h , etc... Effettuare gli esperimenti con: una bottiglia (cilindro) piena d'acqua e una bottiglia piena di farina.

- Riportare in una tabella i parametri statistici che riassumono la distribuzione dei tempi di caduta dei due oggetti
- Riportare su un istogramma di frequenze la distribuzione dei tempi di percorrenza per i due oggetti
- stabilire, mediante un test statistico, se i tempi di percorrenza dei due oggetti sono significativamente diversi



17) Utilizzare un piano inclinato come nell'esperimento precedente e grafico i tempi di percorrenza in funzione dell'angolo di inclinazione α per una bottiglia piena di Farina pressata (almeno 10-15 valori di h diversi). Per la legge del moto uniformemente accelerato si ha: $L = 0.5 g \sin(\alpha) t^2$ con $\sin(\alpha) = h/H$. Invertendo l'espressione si ha:

$$T = (2LH/g)^{1/2} h^{-1/2}$$

- Riportare su un grafico i tempi di percorrenza T in funzione dell'inclinazione h .
- Utilizzando i valori misurati L e H e sapendo che $g=9.8 \text{ [m/s}^2\text{]}$ graficare la curva teorica insieme a quella sperimentale e commentare il confronto.
- Utilizzare l'espressione teorica per linearizzare i dati e calcolare la retta di regressione
- Dal coefficiente angolare della retta di regressione determinare sperimentalmente g .
- Stabilire mediante un test statistico se il valore ottenuto sperimentalmente e' compatibile con il valore teorico di g .