

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA E ANALISI DEI DATI SPERIMENTALI CON EXCEL

1 – RAPPRESENTAZIONE GRAFICA

Per l'analisi dati con Excel si fa riferimento alla versione 2007 di Office, le versioni successive non differiscono di molto.

Per prima cosa effettuiamo una rappresentazione grafica dei dati di laboratorio, come riferimento prendiamo una serie di misure fittizie, x e y con i corrispondenti errori Δx e Δy e unità di misura arbitrarie $[v]$ e $[u]$. nella tabella di figura 1 sono riportati i valori.

1.1 – Tabella dei dati e calcolo degli errori

Dopo aver aperto Excel riportiamo i valori delle variabili x ed y e dei corrispondenti errori come indicato nella figura 1 (nelle colonne A e C i valori, nelle colonne B e D gli errori).

1.2 – Rappresentazione grafica

Per rappresentare graficamente i dati riportati nella tabella procediamo come segue:

- cliccare sull'icona del grafico, o, nel menu INSERISCI e quindi GRAFICO a dispersione

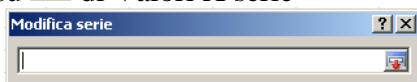



- dal menu cliccare su SELEZIONA DATI



- appare la finestra di figura 2,
- cliccare su Aggiungi
- appare una nuova finestra (vedi figura 3)

- cliccare su  di Valori X serie



- compare
- selezionare sul foglio di lavoro i valori da inserire sull'asse delle ascisse, nel nostro caso i valori contenuti nelle caselle C3:C22
- cliccare su 
- ripetere la stessa operazione per i dati da inserire sull'asse delle ordinate
- compare il grafico grezzo di figura 4
- l'asse X, nel nostro caso la tensione, al termine dell'operazione nella zona bianca compare l'indirizzo della zona selezionata
- clicca Ok per uscire dalle varie finestre aperte

Per ripulire il grafico è necessario effettuare le seguenti operazioni:

	A	B	C	D
1	y	Δy	x	Δx
2	[u]	[u]	[v]	[v]
3	9,9	0,5	0,4	0,1
4	19,9	1,0	0,7	0,1
5	30,0	1,5	1,2	0,1
6	39,9	2,0	1,5	0,1
7	49,9	2,5	2	0,1
8	60,1	3,0	2,4	0,1
9	70,1	3,5	2,8	0,1
10	80,1	4,0	3,1	0,1
11	90,2	4,5	3,6	0,1
12	100,2	5,0	4	0,2
13	110,2	5,5	4,4	0,2
14	120,2	6,0	4,8	0,2
15	130,3	6,5	5,2	0,2
16	140,2	7,0	5,6	0,2
17	150,2	7,5	6	0,2
18	160,2	8,0	6,4	0,2
19	170,2	8,5	6,9	0,2
20	180,2	9,0	7,3	0,2
21	190,1	9,5	7,7	0,2
22	200,1	10,0	8,1	0,2

Figura 1 – Tabella delle misure.



○ cliccare sull'icona del menu grafico , appare la finestra di figura 5



○ cliccare su grafico a dispersione (XY) e quindi selezionare

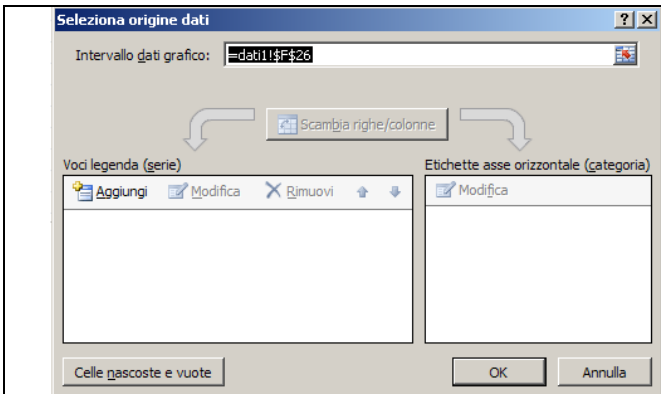


Figura 2 – Finestra Excel per la selezione dei dati

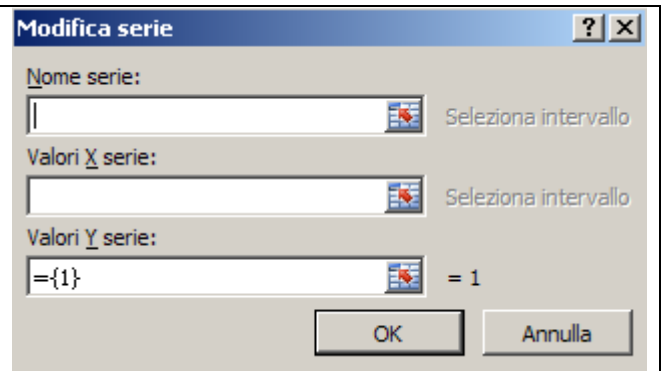


Figura 3 – Finestra Excel per la selezione dei dati

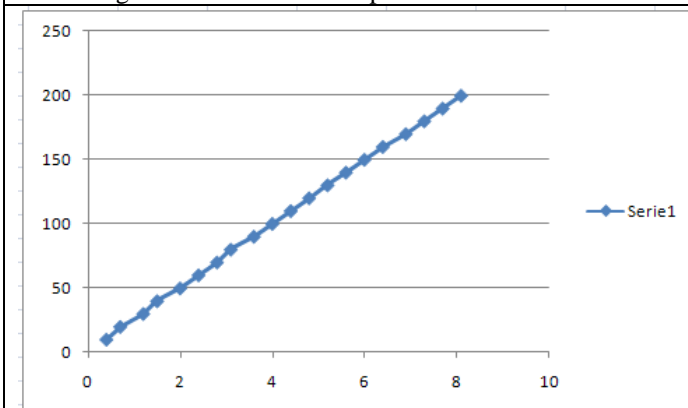


Figura 4 – Finestra Excel grafico grezzo

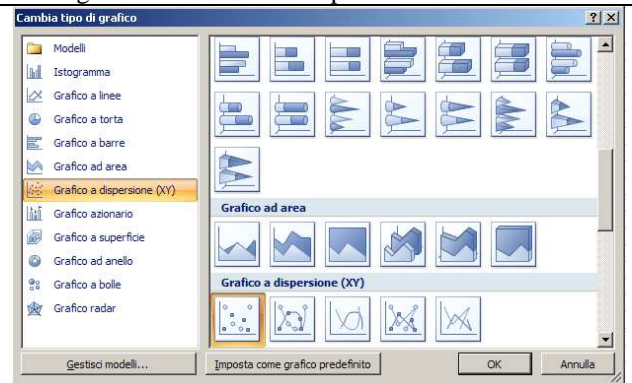


Figura 5 – Finestra Excel per la selezione del tipo di grafico

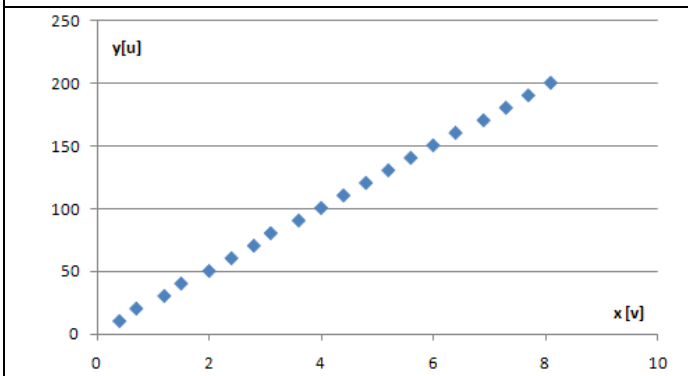


Figura 6 – Titoli sugli assi

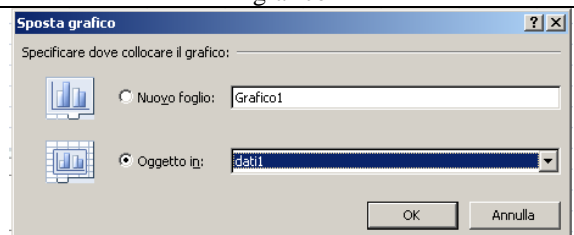



Figura 7 – Sposta grafico

○ Cliccare sopra Serie1 e quando diventa cancellare con il tasto [Canc]

- Per aggiungere i titoli degli assi cliccare su  Layout e



quindi su **Titoli degli assi**; selezionare e aggiunge i titoli al termine dell'operazione si ottiene un grafico come quello di figura 6.

- cliccando con il tasto destro del mouse sul grafico appare un menu a tendina in cui è possibile selezionare [sposta grafico], cliccando con il tasto sinistro appare il menu di figura 7
- mettere la spunta su Nuovo foglio, inserire un nome e cliccare OK

1.3 – Inserimento delle barre d'errore

Procediamo ora all'inserimento nel grafico delle barre d'errore, sia per i valori della x, sia per quelli della y.

- Cliccare su Layout del menu  Strumenti grafico



- cliccare su **Barre di errore** e scegliere "Altre opzioni barre di errore" appare il menu di figura 8.

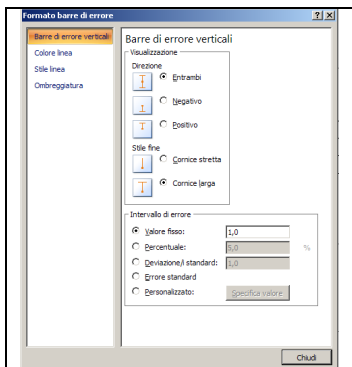


Figura 8 – Menu per le barre d'errore verticali

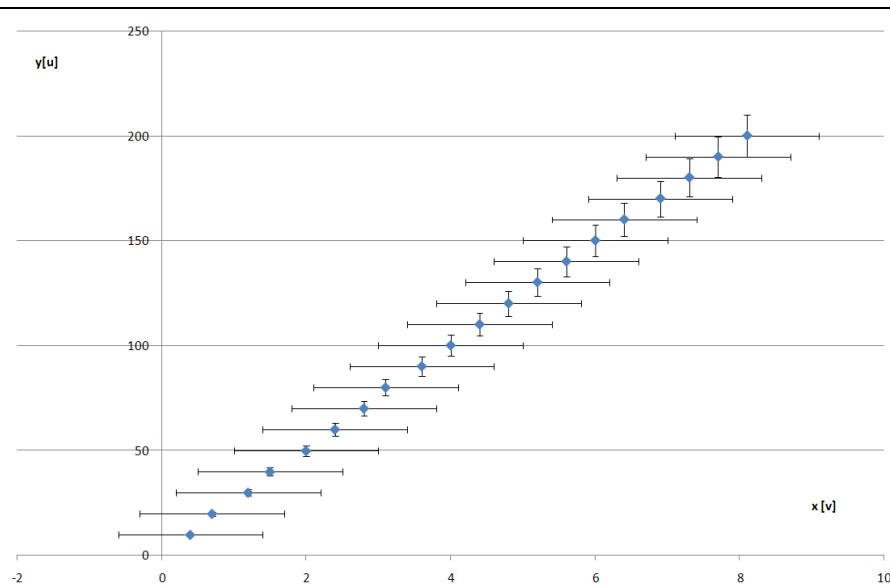


Figura 10 – Grafico con gli errori

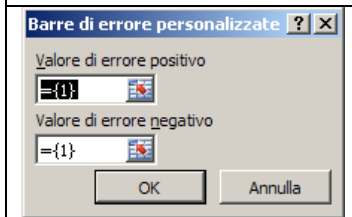


Figura 9 – Inserimento barre di errore

- mettere la spunta su Personalizzato, appare il menu di figura 9, scegliere sia per il valore di errore positivo, che per quello negativo il contenuto della zona B3:B22, si ottiene il grafico di figura 10 in cui sono state inserite in modo automatico le barre di errore sui valori di X, che però non sempre corrispondono a quelle volute.
- per sistemare le cose, dal grafico, posizionarsi su una delle barre d'errore delle X e cliccare con il tasto destro, nel menu che appare selezionare Formato barre d'errore, appare la finestra di figura 11

- o procedere come nella selezione degli errori su Y prendendo i valori per gli errori nella zona D3:D22. Appare il grafico di figura 12.

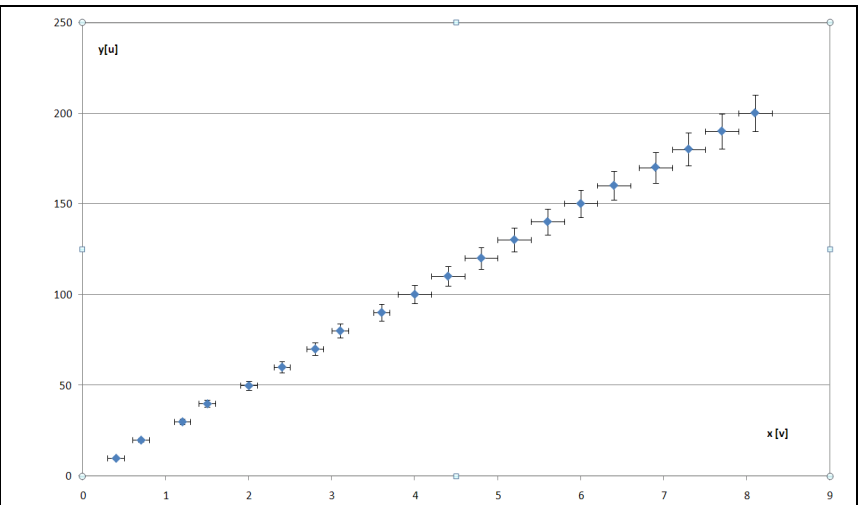
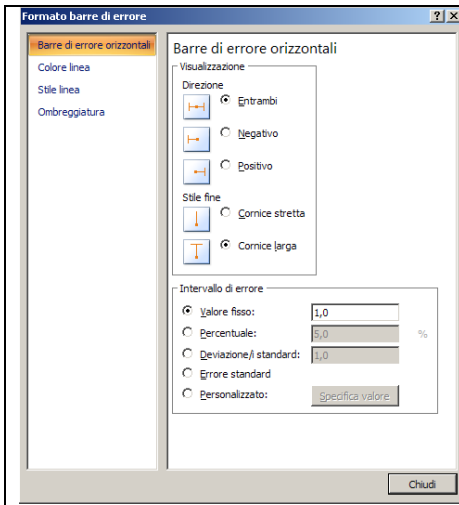


Figura 11 – Barre d'errore X Figura 12 – Grafico con le barre d'errore

2 – LA REGRESSIONE LINEARE CON EXCEL

2.1 – Calcolo dei coefficienti della retta di regressione

La regressione lineare permette di determinare la retta che meglio approssima un insieme di dati sperimentali utilizzando il metodo dei minimi quadrati. Tale metodo consiste nel determinare la retta di equazione $y = kx + q$ per la quale la quantità

$$S = \sum_{i=1}^N (y_i - Y_i)^2 = \sum_{i=1}^N (kX_i + q - Y_i)^2$$

risulta minima; le coppie $(X_i; Y_i)$ sono i dati sperimentali.

Dopo aver realizzato il grafico dei dati sperimentali, si può vedere “a occhio” se i valori si allineano lungo una retta, in tal caso si cerca la retta dei minimi quadrati. L'intercetta q , ovviamente, può essere zero se la proporzionalità è diretta.

Excel permette di determinare i valori di k e q in modo automatico con le loro incertezze (errore standard) e altri parametri della regressione, alcuni dei quali non sono necessari per i fini del nostro lavoro. La sintassi della funzione è:

=REGR.LIN(y_nota;x_nota;cost;stat)

dove

Y_nota è l'insieme dei valori y già noti della relazione $y = kx + q$.

X_nota è l'insieme dei valori x già noti della relazione $y = kx + q$.

Cost è un valore logico che specifica se la costante q deve essere uguale a 0

- Se cost è VERO o è omissso, q verrà calcolata secondo la normale procedura.
- Se cost è FALSO, q verrà impostata a 0 e i valori k verranno calcolati in modo che sia $y = kx$.

Stat è un valore logico che specifica se restituire statistiche aggiuntive di regressione.

- Se stat è VERO, REGR.LIN restituirà le statistiche aggiuntive di regressione.

- Se stat è FALSO o è omesso, REGR.LIN restituirà solo i coefficienti k e la costante q .

Il risultato della funzione REGR.LIN viene visualizzato in una zona di 5 righe e due colonne contenenti rispettivamente:

k	q
σ_k	σ_q
r^2	σ_y
F	gdl
sqreg	sqres

dove

k, q	Sono il coefficiente angolare e il termine noto della retta
σ_k	Il valore dell'errore standard su k
σ_q	Il valore di errore standard per la costante q ($\sigma_q = \#N/D$ quando cost è FALSO).
r^2	Il coefficiente di determinazione. Confronta i valori y previsti con quelli effettivi e può avere un valore compreso tra 0 e 1. Se è uguale a 1, significa che esiste una correlazione perfetta nel campione, vale a dire, non sussiste alcuna differenza tra il valore previsto e il valore effettivo di y . Se invece il coefficiente di determinazione è uguale a 0, l'equazione di regressione non sarà di alcun aiuto nella stima di un valore y .
σ_y	L'errore standard per la stima di y .
F	La statistica F o il valore osservato di F . Utilizzare la statistica F per determinare se la relazione osservata tra le variabili dipendenti e indipendenti è casuale.
gdl	I gradi di libertà. Utilizzare i gradi di libertà per trovare i valori critici di F in una tabella statistica. Confrontare i valori trovati nella tabella con la statistica F restituita dalla funzione REGR.LIN, per stabilire un livello di confidenza per il modello. Per informazioni sul calcolo dei gradi di libertà, vedere la sezione Osservazioni di questo argomento. Nell'esempio 4 viene illustrato l'utilizzo di F e dei gradi di libertà.
sqreg	La somma della regressione dei quadrati.
sqres	La somma residua dei quadrati. Per informazioni sul calcolo di sqreg e sqres, vedere la sezione Osservazioni di questo argomento.

Nel caso che abbiamo analizzato nel capitolo precedente, dobbiamo trovare la retta $y = kx + q$. operiamo come segue:

- Ci spostiamo in una casella libera del foglio, per esempio nella casella K1, e, con riferimento ai dati della tabella di figura 1,
- scriviamo: **=REGR.LIN(A3:A22;C3:C22;VERO;VERO)**
- posizioniamo il cursore sulla casella K1 e facciamo un clic con il tasto sinistro del mouse
- tenendo premuto il tasto sinistro del mouse evidenziamo una zona di 2 colonne e 5 righe,
- rilasciamo il mouse
- premiamo il tasto funzione F2 e quindi, insieme, i tasti [Ctrl][↑][Invio] ([↑] è il tasto delle maiuscole)
- Nelle caselle K1:L5 compare la statistica relativa ai valori selezionati. Nel caso in esame si ottengono i valori della tabella di figura

	K	L
1	24,5728	1,78149
2	0,10187	0,49073
3	0,99969	1,07055
4	58180,3	18
5	66679,7	20,6296

Figura 13 – Dati della regressione lineare

La casella K1 contiene il valore di k , la casella K2 il suo errore, la casella L1 il valore di q , la casella L2 il suo errore. Il valore della casella K3 ci dice quanto è buona la relazione lineare (se il valore è prossimo a 1 la correlazione è buona, se è vicino a 0 non c'è correlazione; in questo caso è molto buona).

2.2 – Rappresentazione sul grafico Excel della retta di regressione

Per visualizzare sul grafico la retta di regressione operiamo come segue:

- posizioniamo il cursore sul grafico, su uno qualunque dei dati
- clicchiamo con il tasto destro del mouse
- selezioniamo Aggiungi linea di tendenza, appare la finestra di figura 14
- nel caso in questione la tendenza è ovviamente lineare, quindi mettiamo la spunta li Lineare
- mettiamo anche la spunta su Visualizza l'equazione sul grafico
- mettiamo Futura = 0,5 e Verifica^[1] = 0,4
- si ottiene il grafico finale di figura 15.

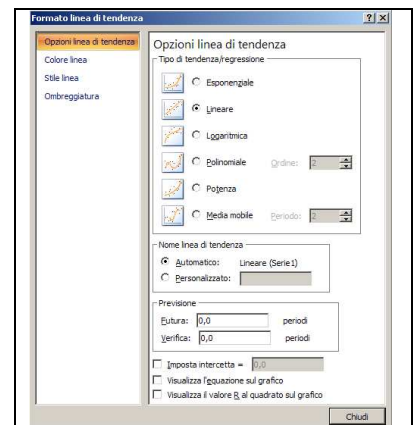


Figura 14 – Menu per la linea di tendenza.

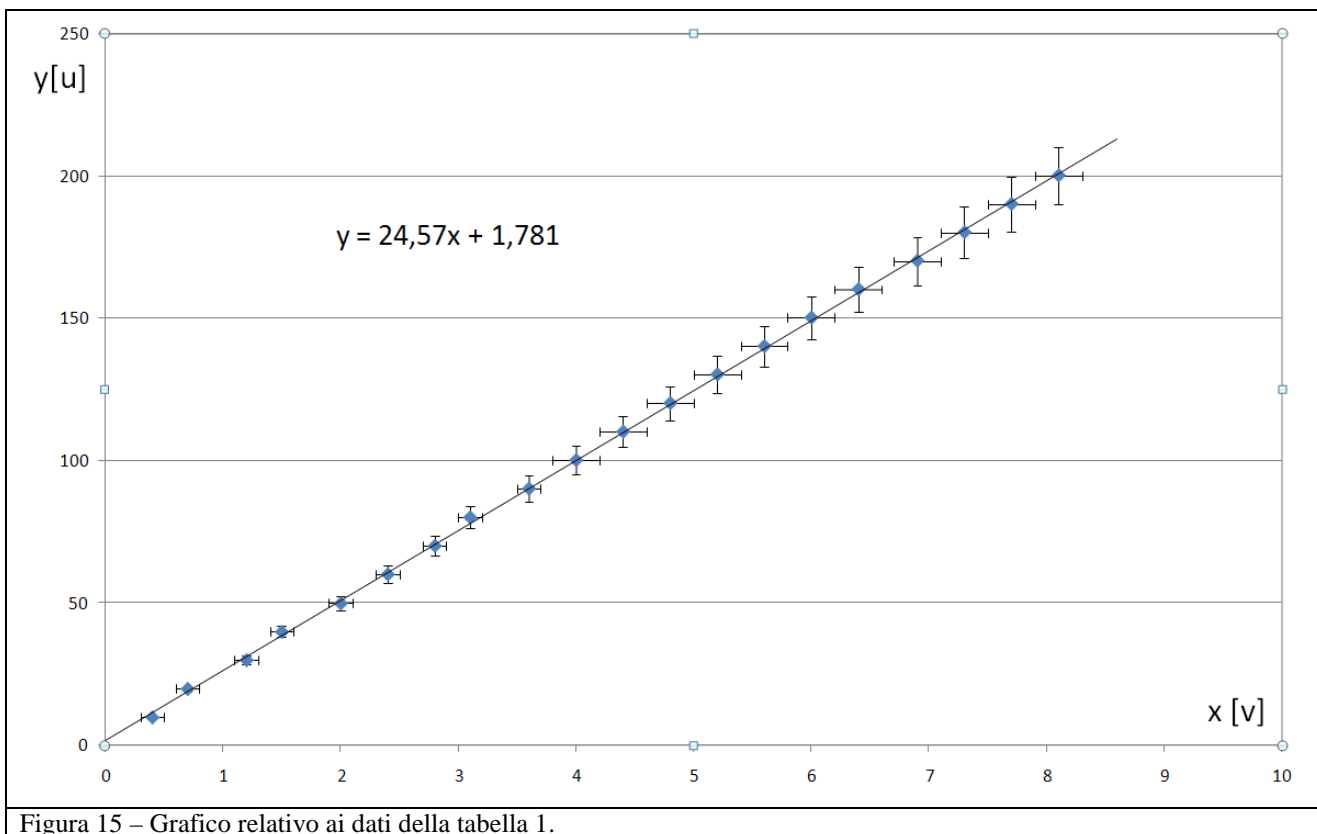


Figura 15 – Grafico relativo ai dati della tabella 1.

^[1] Verifica va posta uguale al più piccolo valore di x in modo tale che la retta parta da un punto dell'asse y.