

## DECADIMENTO DELLA SCHIUMA DI BIRRA

### STUDENTI:

Classe 4D liceo, gruppo 4

Leoncini;

Marranci;

Masi;

Mazzoncini

Tutti gli studenti sono stati presenti durante l'esperienza e tutti hanno concorso alla stesura della relazione.

### STRUMENTI:

A TEMPERATURA AMBIENTE (20°):

-2 lattine di birra Martens Gold (0,5 L; 4,6%)

-2 lattine di birra Top Blonde (0,5 L; 4,6%)

-2 bottiglie in vetro di birra Erdinger (0,5L; 5,3% )

-2 coca zero zuccheri in lattina (330 mL l'una)

-1 righello (600 ± 1) mm

-1 cronometro con sensibilità di ± 0,01 s

-1 cilindro graduato (1000 ± 10) mL



## SCOPO:

Determinazione della retta di regressione lineare e determinazione dei coefficienti, quindi del tempo di decadimento ( $\tau$ ) della relativa incertezza.

## PROCEDIMENTO:

Versiamo una birra alla volta all'interno di un cilindro graduato, con un righello accostato ad esso per misurare volta volta l'altezza della colonna di schiuma. I primi tre minuti abbiamo eseguito le misure ogni venti secondi con un cronometro attivato manualmente.

Successivamente abbiamo eseguito le misure a intervalli di un minuto l'una dall'altra fino a che la schiuma non è decaduta totalmente.

I valori dell'altezza della colonna di schiuma misurati sono risultati imprecisi perché la schiuma si attaccava ai bordi del cilindro graduato, non permettendoci di capirne l'esatto valore.

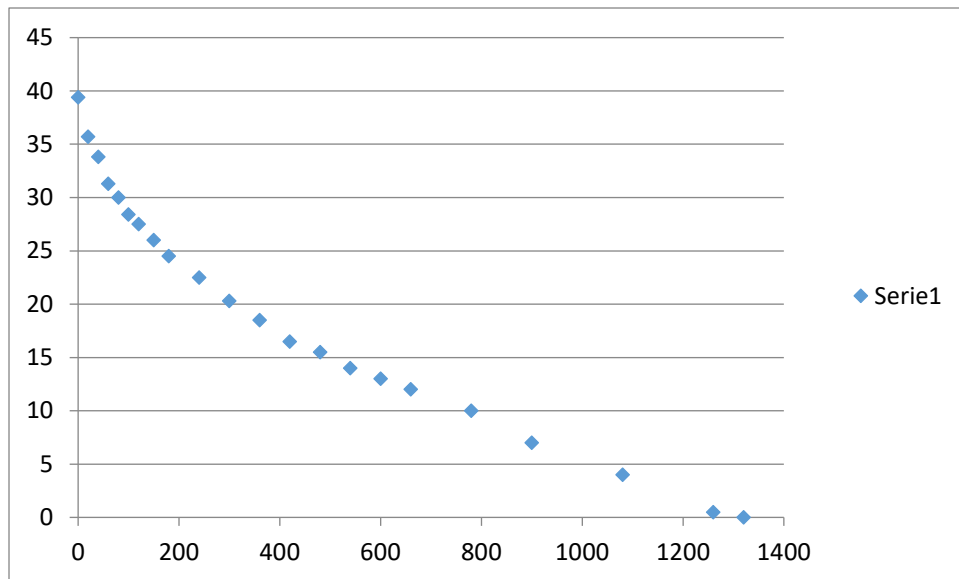


Per quanto riguarda la coca cola zero, è stato necessario fare misure ogni secondo a causa del suo rapido tempo di decadimento.

Mazzoncini si è occupato del cronometro e di segnalare il tempo; Marranci di misurare con la riga l'altezza della colonna di schiuma di birra; Masi di versare la birra nel cilindro graduato e Leoncini di segnare le misure analizzate.

### **Martens gold (1)**

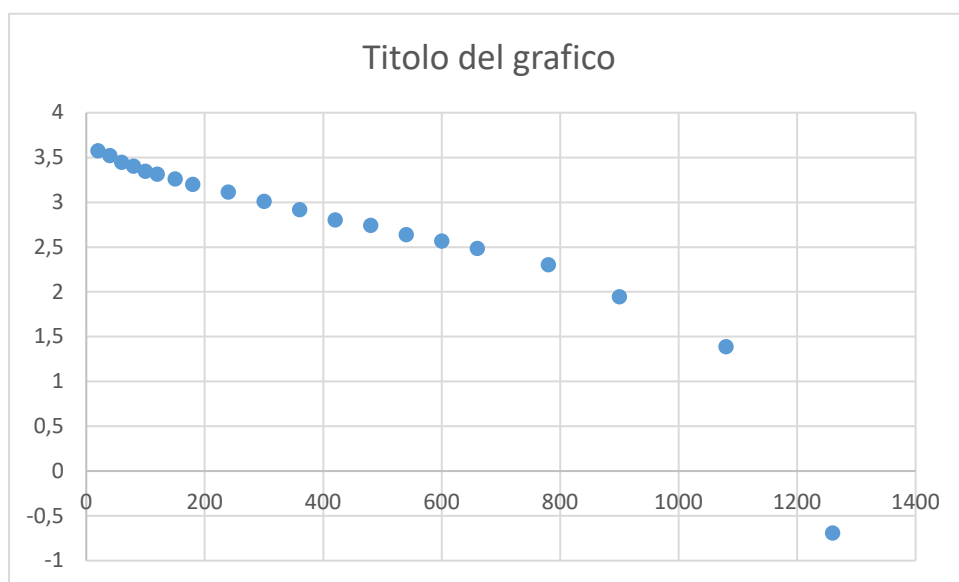
SECONDI (s)	ALTEZZA COLONNA SCHIUMA DI BIRRA (cm)
0	39,4
20	35,7
40	33,8
60	31,3
80	30,0
100	28,4
120	27,5
150	26,0
180	24,5
240	22,5
300	20,3
360	18,5
420	16,5
480	15,5
540	14,0
600	13,0
660	12,0
780	10,0
900	7,0
1080	4,0
1260	0,5



### ANDAMENTO LINEARE

SECONDI (s)	LOGARITMO
0	3,673765816
20	3,575150689
40	3,520460802
60	3,443618098
80	3,401197382
100	3,346389145
120	3,314186005
150	3,258096538
180	3,198673118
240	3,113515309
300	3,010620886
360	2,917770732
420	2,803360381
480	2,740840024

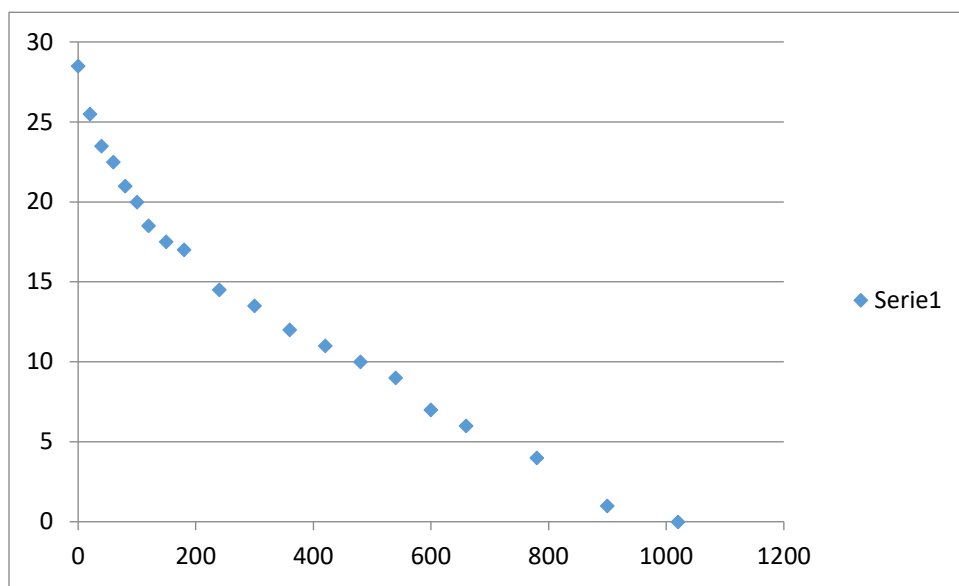
540	2,63905733
600	2,564949357
660	2,48490665
780	2,302585093
900	1,945910149
1080	1,386294361
1260	-0,693147181



### **MARTENS GOLD (2)**

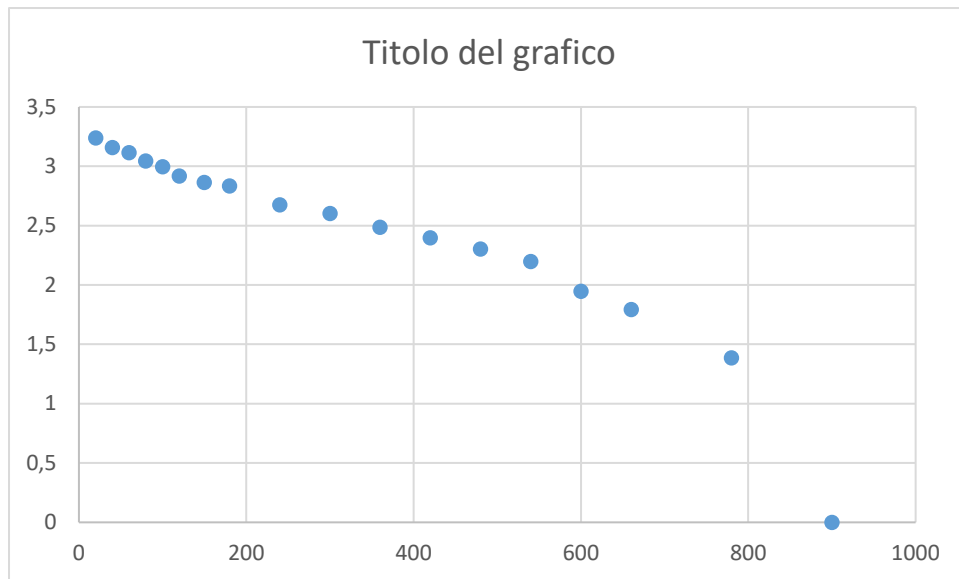
SECONDI (s)	ALTEZZA COLONNA SCHIUMA DI BIRRA (cm)
0	28,5
20	25,5
40	23,5
60	22,5
80	21,0

100	20,0
120	18,5
150	17,5
180	17,0
240	14,5
300	13,5
360	12,0
420	11,0
480	10,0
540	09,0
600	07,0
660	06,0
780	04,0
900	01,0
1020	0



## ANDAMENTO LINEARE

SECONDI(s)	LOGARITMO
0	3,349904087
20	3,238678452
40	3,157000421
60	3,113515309
80	3,044522438
100	2,995732274
120	2,917770732
150	2,862200881
180	2,833213344
240	2,674148649
300	2,602689685
360	2,48490665
420	2,397895273
480	2,302585093
540	2,197224577
600	1,945910149
660	1,791759469
780	1,386294361
900	0

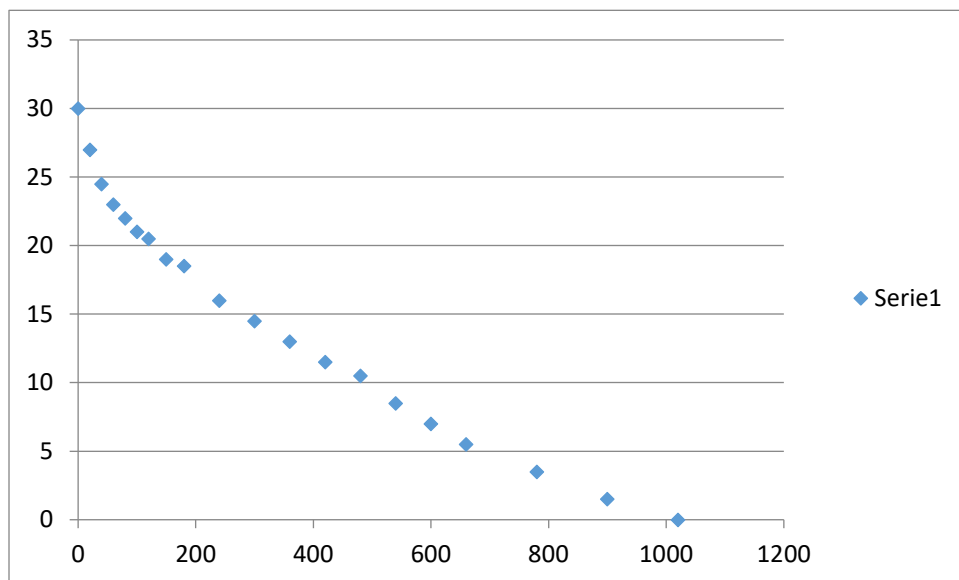


**TOP BLONDE (1)**

SECONDI (s)	ALTEZZA COLONA DI BIRRA (cm)
0	30,0
20	27,0
40	24,5
60	23,0
80	22,0
100	21,0
120	20,5
150	19,0
180	18,5
240	16,0
300	14,5
360	13,0
420	11,5
480	10,5



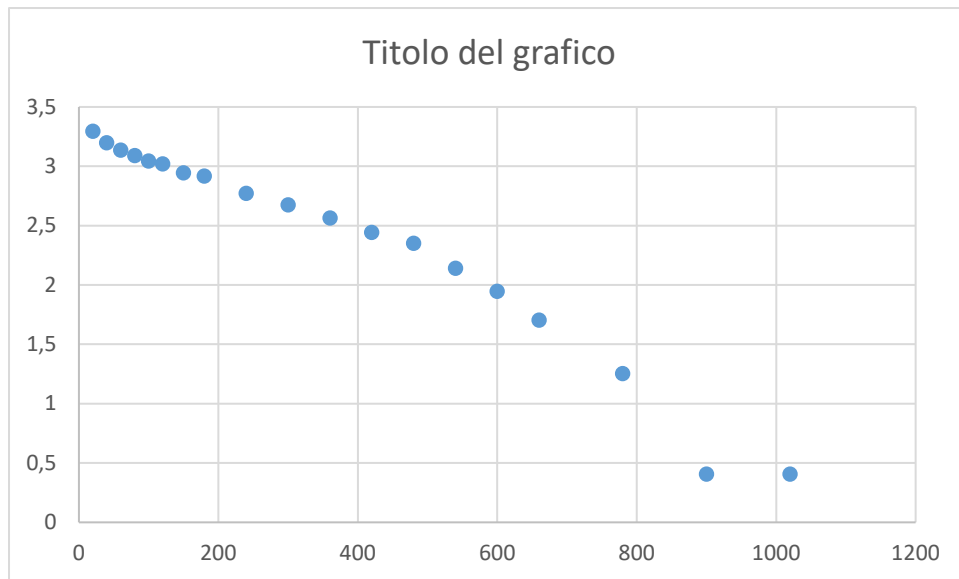
540	8,5
600	7,0
660	5,5
780	3,5
900	1,5
1020	0



### ANDAMENTO LINARE

Secondi (s)	logaritmo
0	3,401197382
20	3,295836866
40	3,198673118
60	3,135494216

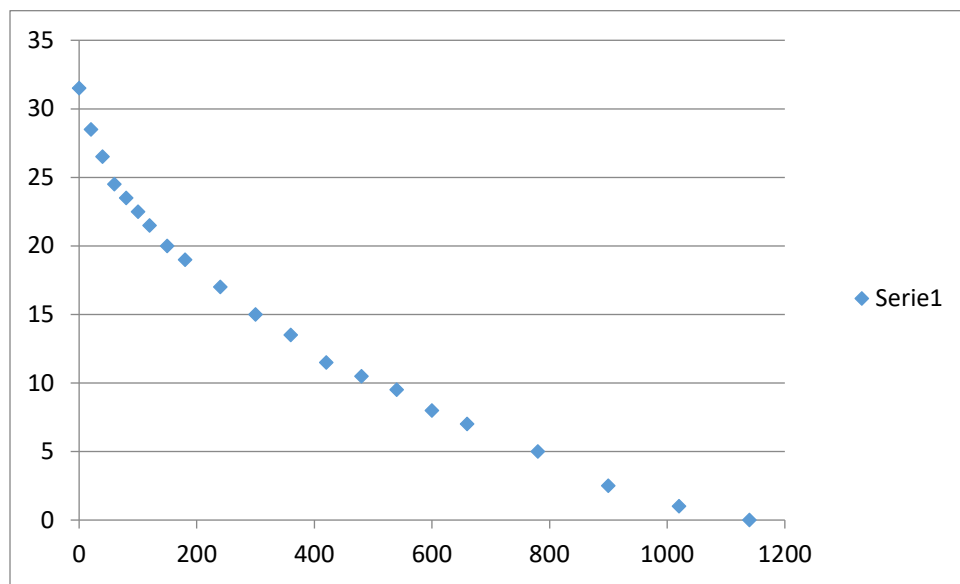
80	3,091042453
100	3,044522438
120	3,020424886
150	2,944438979
180	2,917770732
240	2,772588722
300	2,674148649
360	2,564949357
420	2,442347035
480	2,351375257
540	2,140066163
600	1,945910149
660	1,704748092
780	1,252762968
900	0,405465108
1020	0,405465108



**TOP BLONDE (2)**

SECONDI (s)	ALTEZZA COLONNA SCHIUMA DI BIRRA (cm)
0	31,5
20	28,5
40	26,5
60	24,5
80	23,5
100	22,5
120	21,5
150	20,0
180	19,0
240	17,0
300	15,0
360	13,5
420	11,5
480	10,5

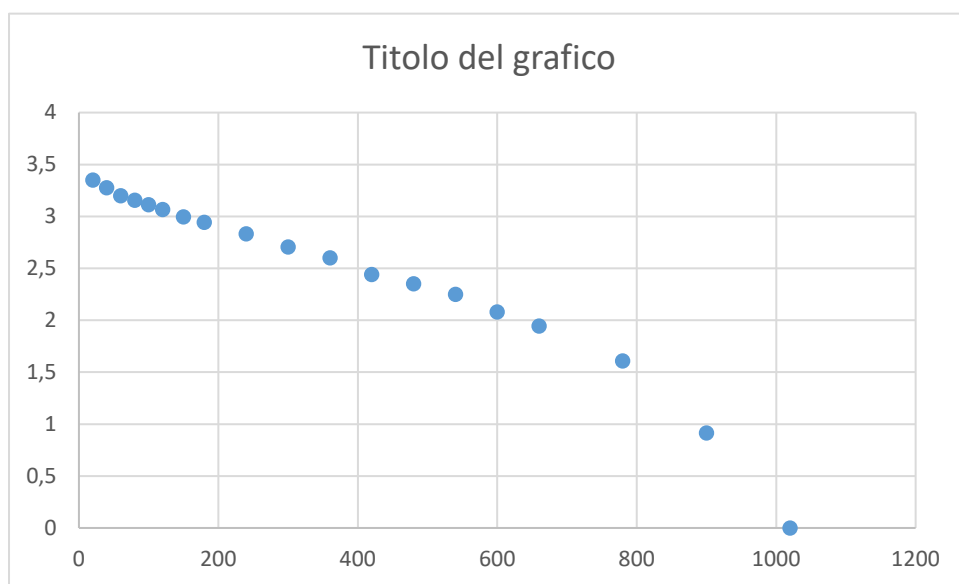
540	9,5
600	8,0
660	7,0
780	5,0
900	2,5
1020	1,0
1140	0



**ANDAMENTO LINEARE**

SECONDI (s)	LOGARITMO
0	3,449987546
20	3,349904087
40	3,277144733
60	3,198673118

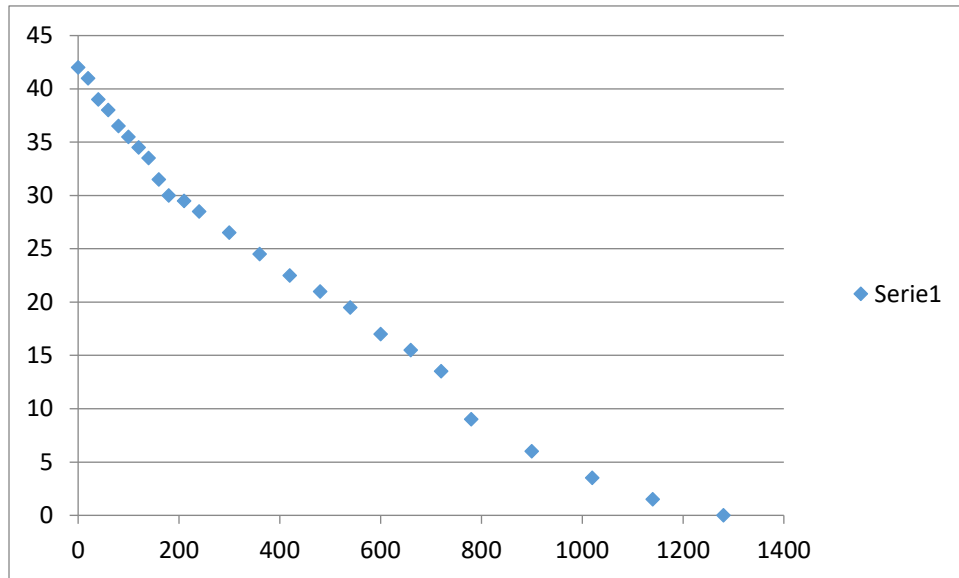
80	3,157000421
100	3,113515309
120	3,068052935
150	2,995732274
180	2,944438979
240	2,833213344
300	2,708050201
360	2,602689685
420	2,442347035
480	2,351375257
540	2,251291799
600	2,079441542
660	1,945910149
780	1,609437912
900	0,916290732
1020	0



**Erdinger (1)**

ALTEZZA COLONNA SCHIUMA (cm)	SECONDI(s)
0	42
20	41
40	39
60	38
80	36,5
100	35,5
120	34,5
140	33,5
160	31,5
180	30
210	29,5
240	28,5
300	26,5
360	24,5
420	22,5
480	21
540	19,5
600	17
660	15,5
720	13,5
780	9
900	6

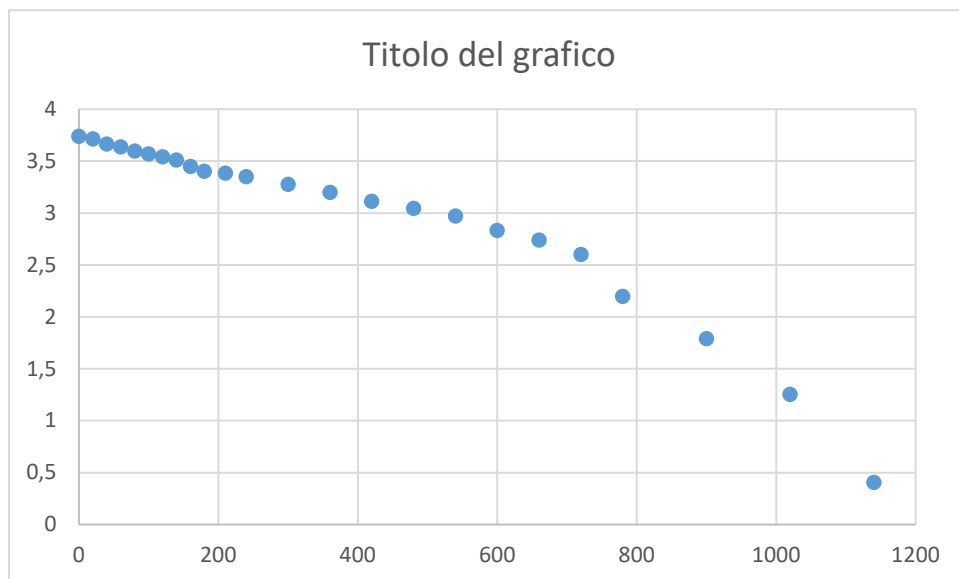
1020	3,5
1140	1,5
1280	0



**ANDAMENTO LINEARE:**

SECONDI (s)	LOGARITMO
0	3,737669618
20	3,713572067
40	3,663561646
60	3,63758616
80	3,597312261
100	3,569532696
120	3,540959324
140	3,511545439
160	3,449987546
180	3,401197382

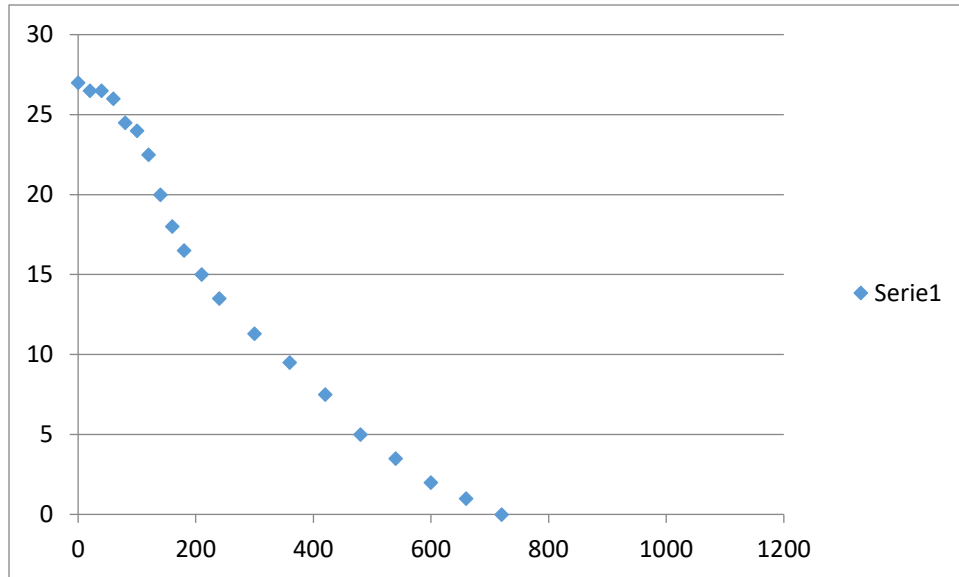
210	3,384390263
240	3,349904087
300	3,277144733
360	3,198673118
420	3,113515309
480	3,044522438
540	2,970414466
600	2,833213344
660	2,740840024
720	2,602689685
780	2,197224577
900	1,791759469
1020	1,252762968
1140	0,405465108





## Erdinger (2)

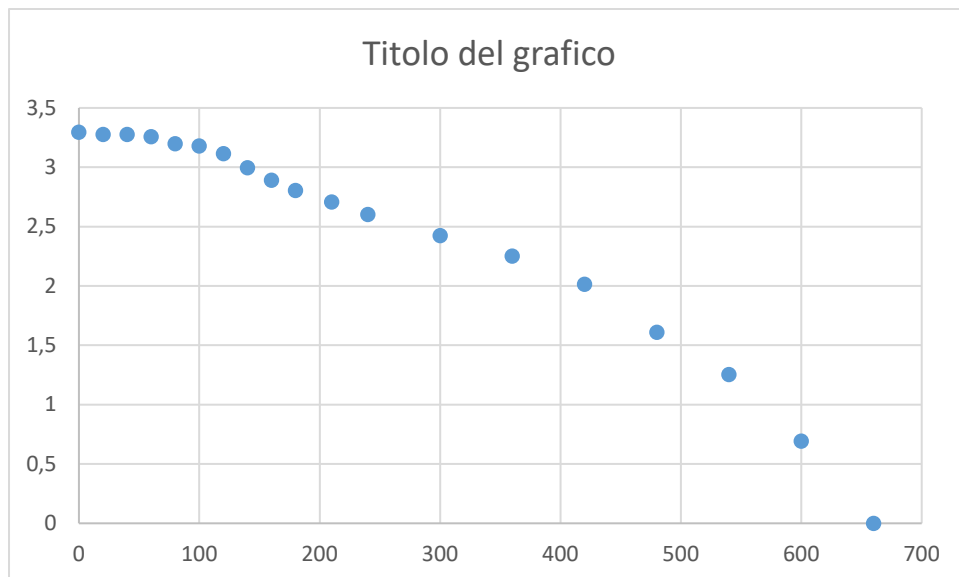
SECONDI (s)	ALTEZZA COLONNA (cm)
0	27
20	26,5
40	26,5
60	26
80	24,5
100	24
120	22,5
140	20
160	18
180	16,5
210	15
240	13,5
300	11,3
360	9,5
420	7,5
480	5
540	3,5
600	2
660	1
720	0



### ANDAMENTO LINEARE

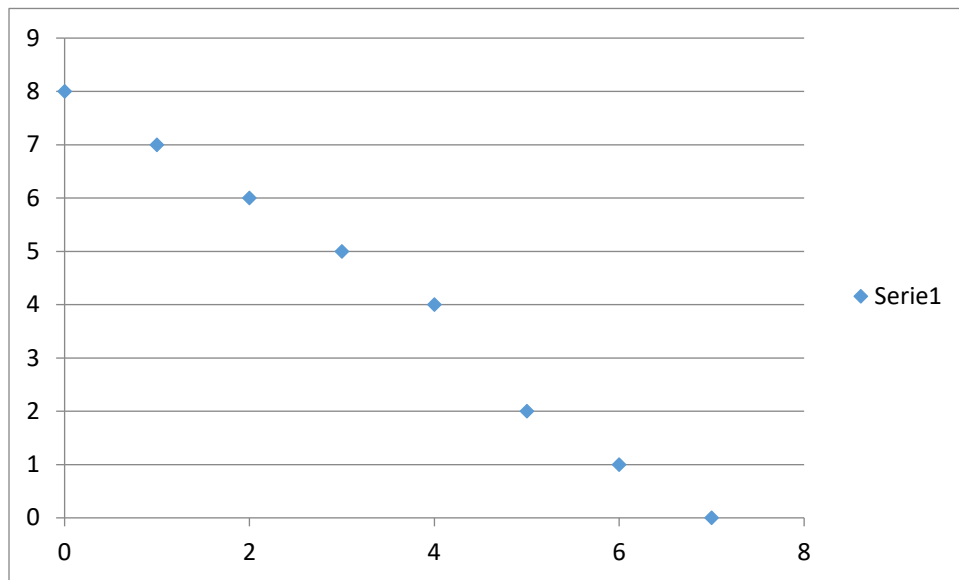
SECONDI (s)	LOGARITMI
0	3,295836866
20	3,277144733
40	3,277144733
60	3,258096538
80	3,198673118
100	3,17805383
120	3,113515309
140	2,995732274
160	2,890371758
180	2,803360381
210	2,708050201

240	2,602689685
300	2,424802726
360	2,251291799
420	2,014903021
480	1,609437912
540	1,252762968
600	0,693147181
660	0



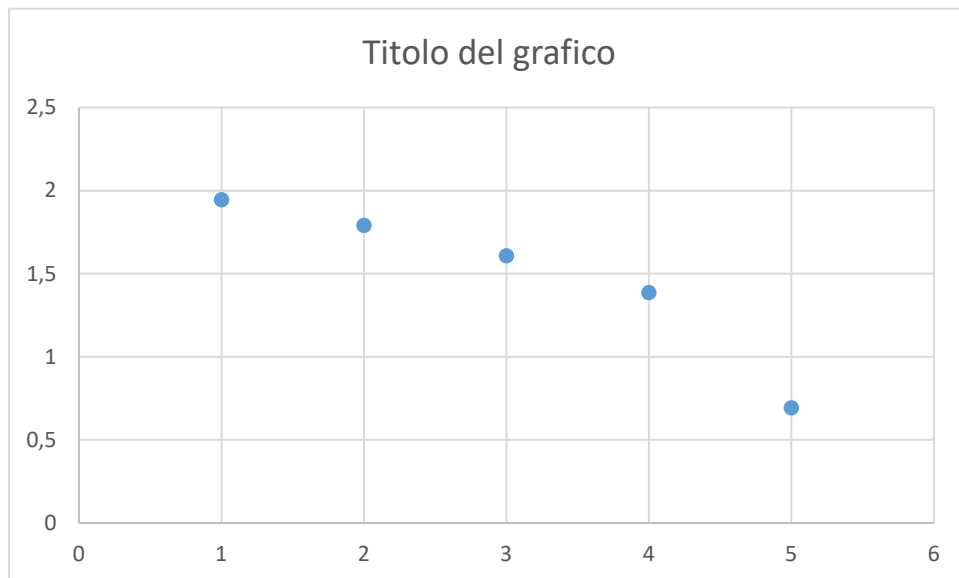
**Coca cola 330 ml lattina (1)**

SECONDI (s)	LOGARITMO
0	8
1	7
2	6
3	5
4	4
5	2
6	1
7	0



## ANDAMENTO LINEARE

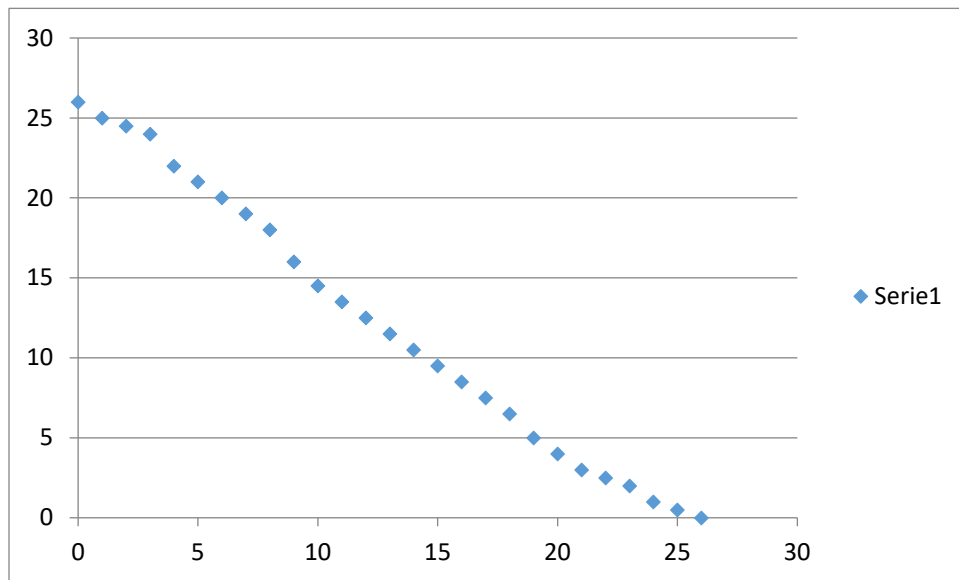
SECONDI (s)	LOGARITMO
0	2,079441542
1	1,945910149
2	1,791759469
3	1,609437912
4	1,386294361
5	0,693147181
6	0



**Coca cola lattina 330 ml (2)**

SECONDI (s)	ALTEZZA DELLA COLONNA (cm)
0	26
1	25
2	24,5
3	24
4	22
5	21
6	20
7	19
8	18
9	16
10	14,5
11	13,5
12	12,5
13	11,5
14	10,5
15	9,5
16	8,5
17	7,5
18	6,5
19	5
20	4
21	3

22	2,5
23	2
24	1
25	0,5
26	0

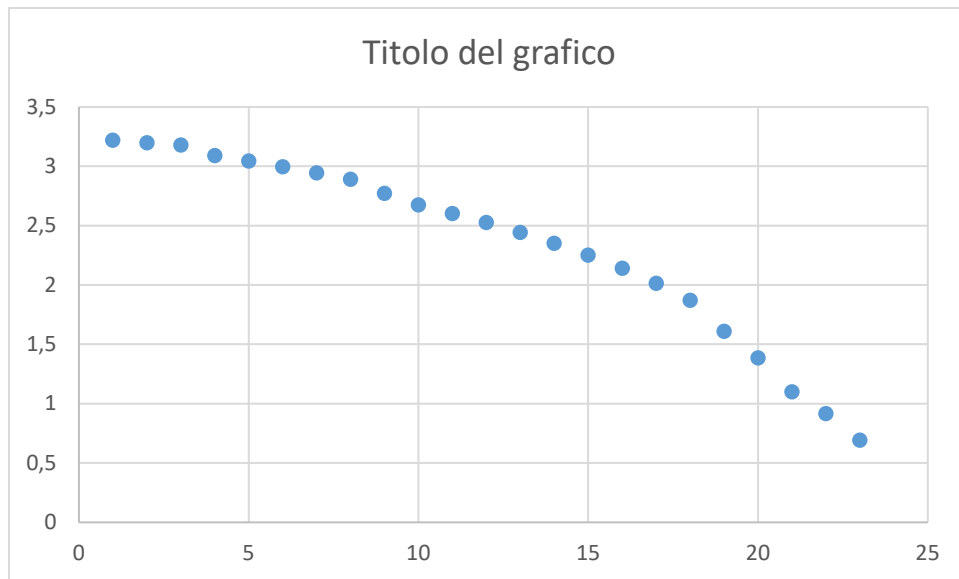


### ANDAMENTO LINEARE

SECONDI (s)	LOGARITMO
0	3,258096538
1	3,218875825
2	3,198673118
3	3,17805383
4	3,091042453
5	3,044522438
6	2,995732274

7	2,944438979
8	2,890371758
9	2,772588722
10	2,674148649
11	2,602689685
12	2,525728644
13	2,442347035
14	2,351375257
15	2,251291799
16	2,140066163
17	2,014903021
18	1,871802177
19	1,609437912
20	1,386294361
21	1,098612289
22	0,916290732
23	0,693147181
24	0





## ANALISI DELL'ANDAMENTO LINEARE

Dai grafici abbiamo ricavato che l'andamento della schiuma di birra è esponenziale e decrescente, e segue quindi la formula:

$$H = H_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

E' stato possibile linearizzare questo andamento utilizzando la funzione logaritmica:

$$-\lambda \cdot t = \ln(H/H_0)$$

Quindi se imponiamo  $\ln(H/H_0)=Y$  e  $t=x$  otteniamo la seguente retta:

$$y = -\lambda x$$

dato che la forma generica di una retta è  $y = a + bx$ , e la retta che dobbiamo ricavare è quella precedente, abbiamo imposto  $a=0$  e  $b=-\lambda$ . Abbiamo calcolato  $b$  e successivamente  $\lambda$ , facendo:

$$b = 1/t_i \cdot \ln(h_i/h_0)$$

abbiamo calcolato il relativo errore di  $b$ , ovvero lo standar error, attraverso la deviazione standard:

$$se(b) = \sigma / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di osservazioni e  $\sigma$  è la deviazione standard (misura di errore della singola misura)

Poiché il tempo di decadimento  $\tau$  è uguale a:

$$\lambda = \frac{1}{\tau} \rightarrow \tau = \frac{1}{\lambda} = -\frac{1}{b}$$

Abbiamo calcolato  $\tau$  e il relativo errore facendo:

$$\Delta\tau = se(b)/b * (-1/b)$$

Infine abbiamo calcolato il tempo di dimezzamento  $\tau_{1/2}$  con la seguente formula:

$$t_{\frac{1}{2}} = \tau \cdot \ln 2$$

E il relativo errore attraverso la formula:

$$\Delta\tau_{1/2} = \Delta\tau \cdot \ln 2$$

#### TABELLA DATI FINALI

Birra	$\lambda = -1/t_i \cdot \ln(h_i/h_0)$	$\tau = 1/\lambda$ costante di decadimento	$\tau_{1/2} = \tau \cdot \ln(2)$ costante di dimezzamento	Coefficiente della retta di regressione lineare (b)
Marteens gold 1	0,00266± 0,000188	376,117± 26,5374	260,7043± 18.3943	-0,00266± 0,000188
Marteens gold 2	0,00315± 0,000229	317,8059± 23,0849	220,2862± 16,0012	-0,00315± 0,000229
Top blonde 1	0,00313± 0,0002256	319,3921± 23,0243	221,3857± 15,9592	-0,00313± 0,0002256
Top blonde 2	0,003± 0,000186	333,4189± 20,6458	231,1084± 14,3106	-0,003± 0,000186
Erdinger 1	0,00173282± 0,000076067	577,0947765± 25,5462679	400,0116173± 17,7073236	-0,00173282± 0,000076067
Erdinger 2	0,00247± 0,000301	404,2528± 49,2154	280,2067± 34,1135	-0,00247± 0,000301

Dal momento che  $R^2 = 0,158176874165824$ , risulta compreso tra 0 e 1, allora i valori ottenuti possono essere ritenuti attendibili ( $R^2$  è la correlazione  $(x,y)^2$ ).

Per quanto riguarda la coca cola zero, invece, abbiamo constatato dai grafici che non ha un andamento esponenziale, ma lineare.

“Linearizzandolo”, infatti, il grafico ottenuto è quello esponenziale crescente.