

Spazio e tempo di reazione e di frenatura: rapporti di proporzionalità

Fabio Pasticci



Principio di inerzia

Un corpo ha l'attitudine di conservare il suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme fino a quando una forza esterna non interviene a modificare lo stato medesimo.

Spazio di reazione

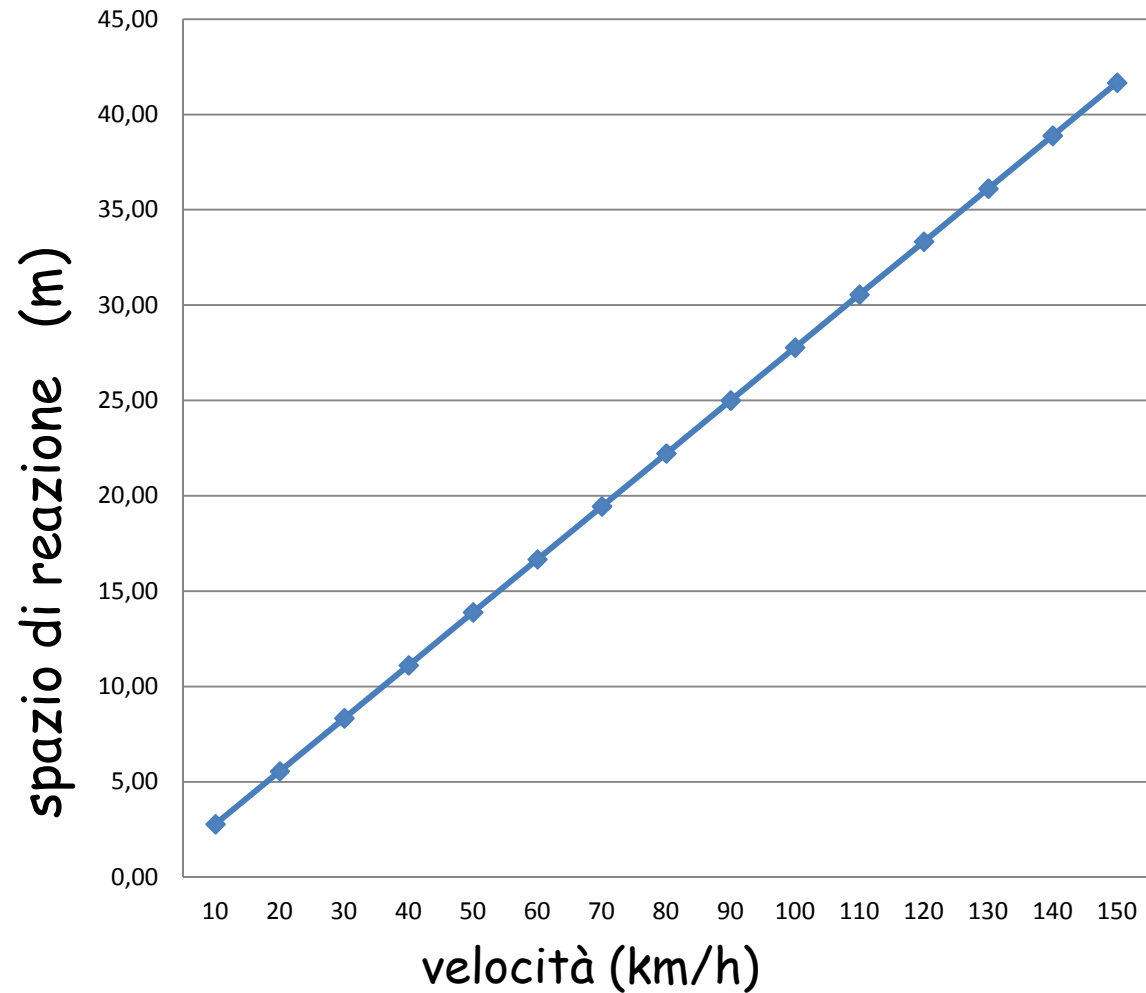
- Spazio percorso da quando il conducente vede il pericolo a quando inizia a frenare
- dipende
 - dalla velocità
 - dal tempo di reazione del conducente
- $s_r(v) = v \cdot t$
- Consideriamo 1 secondo il tempo di reazione medio
- Lo spazio di reazione è direttamente proporzionale alla velocità
- $s_r(v) = \frac{v}{3,6}$ l'automobilista può approssimare con $s_r(v) = \frac{v}{4}$

Spazio di reazione

- 3,6 perché?
- Viene presunto 1 secondo come tempo di reazione e il secondo è la tremilaseicentesima parte dell'ora.
- 1m/s equivale a $3,6\text{ km/h}$

Spazio di reazione

velocità	spazio di reazione
v(km/h)	s (m)
10	2,78
20	5,56
30	8,33
40	11,11
50	13,89
60	16,67
70	19,44
80	22,22
90	25,00
100	27,78
110	30,56
120	33,33
130	36,11
140	38,89
150	41,67



Proporzionalità diretta

Si considerino le due colonne (velocità e spazio di reazione) come due classi di grandezze in corrispondenza biunivoca. Le classi sono costituite da grandezze **direttamente proporzionali** se il rapporto di due elementi scelti nella prima è uguale al rapporto dei corrispondenti elementi scelti nella seconda.

Ad esempio: come $120\text{km/h} : 40\text{ km/h} = 3$,
così $33,33\text{ m} : 11,11\text{m} = 3$

velocità	spazio di reazione
v(km/h)	s (m)
10	2,78
20	5,56
30	8,33
40	11,11
50	13,89
60	16,67
70	19,44
80	22,22
90	25,00
100	27,78
110	30,56
120	33,33
130	36,11
140	38,89
150	41,67

Spazio di frenatura

- Spazio percorso da quando il conducente inizia a frenare a quando il veicolo è fermo.
- Dipende da molteplici variabili, tra cui:
 - velocità
 - fondo stradale,
 - condizioni del veicolo (carico, efficienza dell'impianto frenante)
- $s_f(v) = \frac{v^2}{250 \cdot f}$
- È direttamente proporzionale al quadrato della velocità
- È inversamente proporzionale al coefficiente di aderenza (f)

(La dimostrazione della formula attiene al programma di scuola secondaria di secondo grado)

Spazio di frenatura

Tipo di strada	Coeff di aderenza
Asfaltata asciutta con fondo uniforme e granuloso	0.8
Asfaltata asciutta con fondo ruvido	0.6
Asfaltata asciutta con fondo liscio	0.5
Asfaltata bagnata	0.4
Con fango	0.3 (circa)
Con neve sciolta	0.2
Ghiacciata	0.1

*Toni, B., Autoveicoli e motori a combustione interna,
Toni, La Spezia 1989*

Spazio di frenatura

coefficiente di aderenza

f=	0,8
----	-----

v(km/h)	Sr(m)	Sf(m)	Sr+Sf(m)
10	2,777778	0,5	3,277778
20	5,555556	2	7,555556
30	8,333333	4,5	12,833333
40	11,111111	8	19,111111
50	13,88889	12,5	26,38889
60	16,66667	18	34,66667
70	19,44444	24,5	43,94444
80	22,22222	32	54,22222
90	25	40,5	65,5
100	27,77778	50	77,77778
110	30,55556	60,5	91,05556
120	33,33333	72	105,3333
130	36,11111	84,5	120,6111

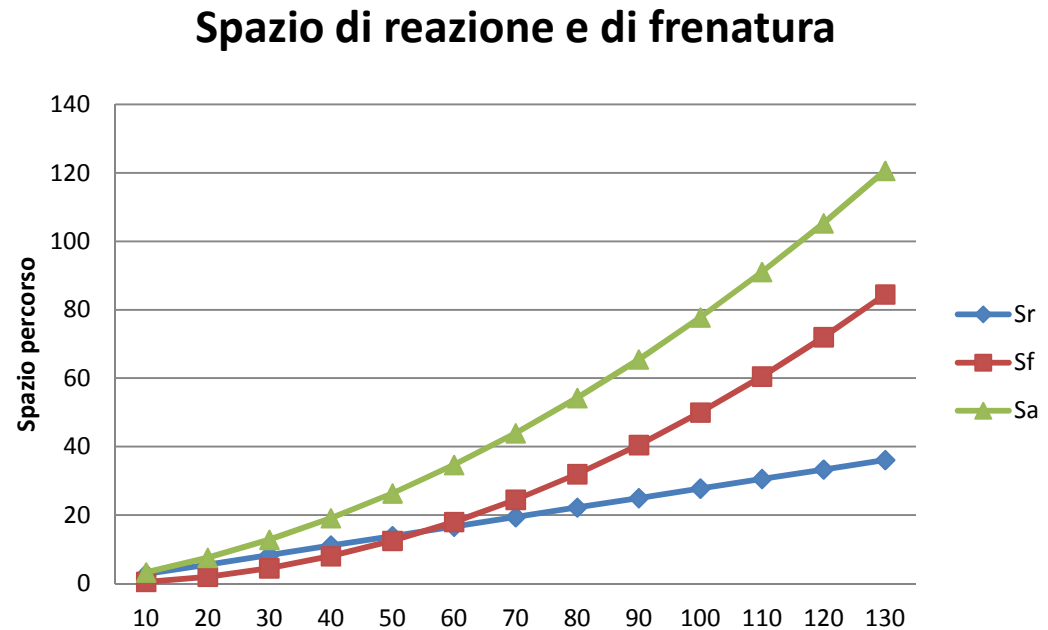
La tabella a sinistra è stata realizzata con il foglio di calcolo per evidenziare la variazione degli spazi di reazione e di frenatura in relazione alla velocità.

La tabella è interattiva*: aggiornando il valore del coefficiente di aderenza f si aggiornano automaticamente i valori degli spazi.

*www.fabiopasticci.altervista.org

Spazio di frenatura

Il grafico a destra
evidenzia la
proporzionalità
diretta tra velocità e
spazio di reazione
(S_r) e la
proporzionalità
quadratica tra
velocità e spazio di
frenatura (S_f).
La linea verde
rappresenta lo spazio
di arresto, somma dei
precedenti due.



Proporzionalità inversa

Si consideri un veicolo che viaggia a una velocità costante su strada rettilinea.

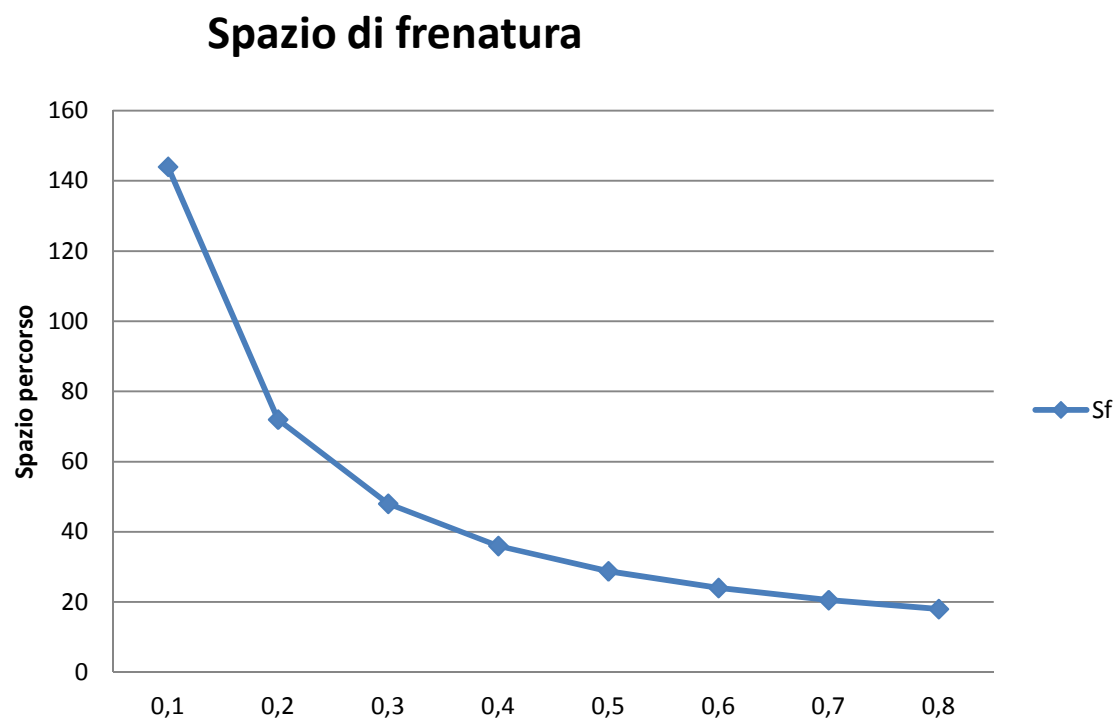
Se varia l'aderenza, come varia lo spazio di frenatura?

Dalle esperienze vissute si può dedurre che sulla strada bagnata serve uno spazio maggiore per fermarsi rispetto che sulla strada asciutta.

Proporzionalità inversa

$v=60\text{km/h}$

f^*	Sf^{**}
0,1	144
0,2	72
0,3	48
0,4	36
0,5	28,8
0,6	24
0,7	20,57
0,8	18



* f = coefficiente di aderenza

** Sf = spazio di frenatura

Proporzionalità inversa

$v=60 \text{ km/h}$

Si considerino le due colonne
(coefficiente di aderenza e velocità)
come due classi di grandezze
in corrispondenza biunivoca.
Le classi sono costituite da grandezze
inversamente proporzionali
quando il rapporto di due elementi scelti
nella prima è uguale al rapporto dei corrispondenti
elementi della seconda, considerati in ordine inverso.

Ad esempio: come $0,3 : 0,1 = 3$,
così invece $144\text{km/h} : 48\text{km/h} = 3$

f	Sf
0,1	144
0,2	72
0,3	48
0,4	36
0,5	28,8
0,6	24
0,7	20,57
0,8	18

Ma l'automobilista può fare questi calcoli mentre guida?

- S_r
- S_f
- $S_a = S_r + S_f$
- Non sono calcoli molto rapidi...

Ma l'automobilista può fare questi calcoli mentre guida?

- La distanza minima di sicurezza coincide con S_r

Ma spesso non basta

- Occorre potersi fermare entro lo spazio disponibile.
- La distanza di sicurezza deve essere almeno $S_r + S_f = S_a$ (Spazio di arresto)

Una formula più semplice

$$s_a(v) = \left(\frac{v}{10} \right)^2$$

Si tratta di una proporzionalità quadratica.

Se l'auto procede a 80 km/h allora:

$$80:10=8,$$

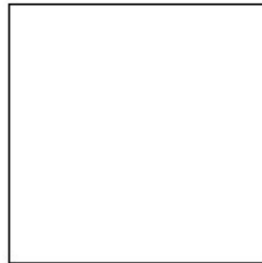
$8^2 = 64$ metri necessari per fermare la vettura.

Per memorizzare divertendosi

www.fabiopasticci.altervista.org

Prova il tempo di reazione:

clicca su *start* e aspetta che il quadrato cambi colore. Appena cambia premi *stop*!



start stop

Calcola lo spazio di arresto

Reset

Tempo di reazione

0.915

Inserisci il tipo di fondo stradale

0.8

Sapendo che:

- strada asfaltata asciutta con fondo uniforme e granuloso c.a.= **0.8**
- strada asfaltata asciutta con fondo ruvido c.a.= **0.6**
- strada asfaltata asciutta con fondo liscio c.a.= **0.5**
- strada asfaltata bagnata c.a.= **0.4**
- strada con fango c.a.= **0.3**
- strada con neve sciolta c.a.= **0.2**
- strada ghiacciata c.a.= **0.1**

Inserisci il valore della velocità in Km/h

100 km/h

Spazio di reazione

52 metri

Spazio di frenatura

50 metri

Lo spazio di arresto è uguale a:

102 metri