

## La distanza di sicurezza... quante volte ne abbiamo sentito parlare eh!

Tuttavia camminando sulle nostre strade **sembra che nessuno ne conosca la reale funzione** e anche per questo gli incidenti restano alti...

Molte volte mi hanno chiesto (via mail o a voce) se **esiste una "formula magica" tramite la quale calcolare la distanza da sicurezza da tenere**, beh la mia risposta è sempre stata: **NO!**

Questo perché **ogni auto è diversa dalle altre** (gomme, freni, sospensioni, peso...), **perché ogni strada è diversa dall'altra** (asfalto, condizioni meteo, visibilità...) e soprattutto perché **ogni guidatore è diverso dagli altri** (esperienza, vista, età...).

Se ci pensate bene spesso e volentieri **la distanza di sicurezza è stata ridotta a mera formula matematica senza capirne le più profonde finalità**. L'importanza di capire questo concetto è fondamentale (come molti altri del resto) per potersi garantire una guida sicura. **Non ci sarà patente a punti o decreto legge che vi permetterà di frenare in tempo se non manterrete un'adeguata distanza da chi vi precede**.

Inoltre il codice **all'art. 149** impone che durante la marcia i veicoli devono tenere, rispetto al veicolo che precede, **una distanza di sicurezza tale che sia garantito in ogni caso l'arresto tempestivo** e siano evitate collisioni con i veicoli che precedono. Se non si rispetta tale norma si incorre in una sanzione e in una **decurtazione punti**.



Certo bisogna essere sinceri: oggi come oggi **il traffico cittadino e quello delle tangenziali spesso e volentieri non ci permette di mantenere una distanza di sicurezza adeguata alla velocità di marcia**, ma non per questo bisogna sentirsi autorizzati a stare attaccati al muso di chi ci precede. In autostrada le cose vanno già meglio ma solo in alcuni tratti...

La distanza di sicurezza deve essere adeguata, per quanto possibile, alle condizioni di traffico. **È inutile stare appiccicati all'auto che precede se questa sta superando un'altra auto**. Ci si può avvicinare senza esagerare invece se questi non ha nessuno sulla destra poiché, in caso di frenata, si dispone di una via di fuga per evitare l'impatto. C'è chi dice di tenere il **piede sinistro sul pedale del freno durante i sorpassi** per ridurre al minimo il tempo di reazione, ma è una **manovra da lasciare ai più esperti**, i piloti in grado di controllare e modulare la frenata come se utilizzassero il piede destro. E vi assicuro che è parecchio difficile!

Tuttavia, ciò premesso, per familiarizzare con il concetto di distanza di sicurezza è bene rispolverare un po' di matematica...

## Calcoliamo le distanze

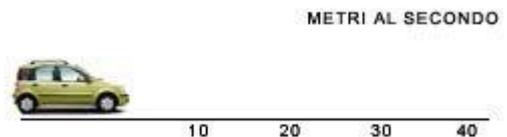
### Quanti metri si percorrono in un secondo a 100 km/h?

La risposta è presto data: **27,8 metri** al secondo. Ma vediamo perché...

Tutti sanno che **a 100 Km/h si percorrono 100 Km ogni 60 minuti**, cioè **100.000 m** (100 x 1000 che sono i metri in un chilometro) **in 3.600 secondi** (60 x 60 che sono i secondi da cui è composto un minuto).

Pertanto **dividendo 100.000 per 3.600** si ottengono i metri percorsi ogni secondo: **27,8 m/s**

**Tempo di reazione: (Velocità Km/h/ 3,6) x il tempo** (di solito 1 secondo)



**Tuttavia questo dato da solo non serve a nulla**, ci dice solo quanto siamo veloci. Il nostro obiettivo è capire in quanto tempo riusciamo a "reagire all'ostacolo" e poi a fermarci, in modo da poter calcolare **quanto spazio dobbiamo lasciare tra noi e chi ci precede**.

## Il tempo di reazione

Le auto di oggi hanno impianti frenanti eccellenti che ci permettono di fermarci in spazi molto ristretti (specialmente se si possiede l'**ABS**) ma questo non significa che dobbiamo sentirci **troppo sicuri**... infatti uno dei fattori principali da tenere in considerazione è il nostro **tempo di reazione**. Il tempo di reazione equivale al tempo che intercorre tra quando ci accorgiamo del pericolo e l'inizio della frenata e, di norma, **varia tra i 0,5 e 1,5 secondi**.

**Il tempo di reazione** (che chiameremo t.d.r) **medio**, ovvero di una persona in condizioni psichiche e fisiche in buona efficienza, **è di circa 7 decimi di secondo** (ma di solito si considera il tempo di 1 secondo).



**Ciò significa che a 100 km/h**, se un ostacolo improvviso compare sulla nostra strada, **prima di spostare il piede dall'acceleratore al freno trascorrono 7/10 di secondo**.

**Quindi prima di iniziare a frenare percorriamo quasi 20 metri!**

Calcolando che anche le auto che precedono avranno bisogno di spazio per fermarsi, **la distanza di sicurezza non dovrà corrispondere allo spazio totale di arresto, ma è teoricamente sufficiente che sia pari allo spazio che si percorre nel tempo calcolato come t.d.r.** il tempo necessario cioè a intuire la necessità di frenare e a spostare il piede destro dall'acceleratore al pedale del freno.

**Ma questo solo teoricamente. Perché? Ve lo spiego subito...**

### L'importanza della vostra vettura

**Chi vi dice che la vostra auto si fermerà più rapidamente di quella davanti a voi?**

Magari chi vi precede ha un'auto con l'**ABS**, quattro freni a disco e delle ottime gomme. In poche parole **lui si ferma in 50 metri** (valori teorici) **mente voi ne impiegate oltre 70** (non avete l'**ABS**, le vostre gomme sono sgonfie o usurate...).



Quindi come vedete **lo spazio di arresto varia da condizione a condizione e da auto ad auto**. Possiamo però cercare di trovare una formula per calcolare lo spazio di arresto necessario, supponendo che la decelerazione sia costante durante tutta la frenata.

Pertanto la formula sarà: **spazio di arresto approssimato; (velocità\* x velocità\*) / 2a (a = decelerazione)**

La **decelerazione media** garantita dalle vetture moderne è pari a circa **9 m/s quadro**

\* La velocità deve essere espressa in metri al secondo

**Esempio reale: 100 km/h = 27,8 metri al secondo -> (27,8 x 27,8) / 18 = 43 metri**

Da cui ne deriva la tabella esplicativa che segue:

Velocità di marcia (Km/h)	50	60	90	100	130
Spazio percorso nel t.d.r. (1 secondo)	14	17	25	28	36
Spazio di frenatura	11	16	35	43	72
Spazio totale	25	33	60	71	108

I valori in tabella sono **valori teorici e "ottimali"**, **nella realtà i valori saranno più alti** poiché come ho più volte detto ogni auto e ogni persona è diversa. Inoltre **la decelerazione non sempre è costante** (pochi premono in maniera efficace il pedale del freno...) **e se le gomme dovessero bloccarsi la frenata sarà molto più lunga!**

### IMPORTANTE!

- in caso di pioggia i valori vanno aumentati del 20/30%;
- sulla neve o sul ghiaccio lo spazio di arresto può addirittura quadruplicare;
- in caso di stanchezza o riflessi appannati il t.d.r. può aumentare considerevolmente.

**Pertanto prudenza sempre!**

### Conclusioni

Come vedete anche **a soli 50 Km/h ci vogliono ben 25 metri per fermarsi**, quanto basta per "entrare e

uscire" da un autobus.

**Quindi per rimanere sempre in sicurezza vi consiglio di:**

- 1) stare attenti non solo a chi vi precede ma cercate di **avere un "vista lunga"**, in modo da prevedere le manovre degli'altri e quindi essere pronti a frenare in tempo;
- 2) rimanere sempre concentrati **evitando di distrarsi con telefonate troppo lunghe** (anche se usate l'auricolare, è provato che le telefonate lunghe distraggono chi guida), abbassare il volume della radio e non distrarsi troppo anche con chi è a bordo (ovviamente non vi sto chiedendo di non parlare ma di farlo nel modo giusto senza esagerare!);
- 3) **mantenere una guida "adattiva"**, cioè in grado di adattarsi alle varie condizioni meteo e non, oltre al fatto di guidare sempre con prudenza ed intelligenza.

**Non mi resta che augurarvi una buona guida sicura!**

**MI HA PARTICOLARMENTE COLPITO, COME INSEGNANTE DI FISICA, LA SEGUENTE AFFERMAZIONE FATTA DA UN ADOLESCENTE:**

*"i 50 all'ora bloccano il traffico.. il limite lo dovrebbero portare almeno a 80 all'ora che tanto con le auto d'oggi in 3 metri ci si ferma... e non dite che non è vero perchè io con un 125 facevo i 100 e passa e in pochissimo mi sono arrestato completamente..."*

Quel che mi preoccupa è cosa possa combinare con un 125 un giovane che fa affermazioni tanto sbagliate quanto pericolose, basate su un macroscopico errore nella valutazione di spazi e tempi. Lo spazio di frenata a 80 km/h è infatti molto superiore a 3 m. In condizioni ottimali è circa 54 m !!! altro che 3m !!!

Sul sito dell'ACI è riportata la formula fisica per il calcolo dello spazio di frenata:

**spazio di frenata = velocità (in metri al secondo) al quadrato, diviso per il prodotto di 2 moltiplicato per accelerazione di gravità moltiplicato per coefficiente di attrito.**

Il coefficiente di attrito varia da 0,8 (strada asciutta e fondo ruvido) a 0,05 (strada ghiacciata): su strada ghiacciata, insomma, lo spazio di frenata può diventare 16 volte superiore ! È da notare che, nella formula, manca ogni riferimento alla massa del veicolo. Infatti, la massa influenzerà la forza con la quale, grazie ad una maggiore pressione nell'area di contatto tra le due superfici, si renderà efficace il coefficiente di attrito e quindi il freno. Secondo questa formula-base, quindi, al raddoppio della massa non corrisponderà nessuna variazione nello spazio di frenata. Questo in teoria. Nella pratica, invece, intervengono altri fattori, tra cui la fusione della gomma determinata dalla maggiore pressione al suolo ed il conseguente "effetto scivolo": il coefficiente di attrito diminuisce e lo spazio di frenata si allunga. Quindi i veicoli più pesanti hanno coefficiente di attrito minore e conseguente spazio di frenata maggiore.

**Nel calcolo fatto poi bisogna tenere conto del tempo di reazione (circa 1s) che aggiunge uno spazio ulteriore di 2,8 m per ogni 10 km/h di velocità contribuendo a rendere ancora più grande lo spazio complessivo di frenata).**

Riporto due tabelle che riassumono i risultati del calcolo per due coefficienti di attrito:  $k = 0,8$  (condizioni di frenata ottimali) e  $k = 0,4$  (asfalto bagnato). Ognuno giudichi da sé.

velocità (km/h)	velocità (m/s)	s frenata (m)	s reazione (m)	s totale (m)	coeff. attrito
50	13,9	12,3	13,9	26,2	0,8
60	16,7	17,7	16,7	34,4	
70	19,4	24,1	19,4	43,5	
80	22,2	31,5	22,2	53,7	
90	25,0	39,8	25,0	64,8	
100	27,8	49,2	27,8	76,9	

velocità (km/h)	velocità (m/s)	s frenata (m)	s reazione (m)	s totale (m)	coeff. attrito
50	13,9	24,6	13,9	38,5	0,4
60	16,7	35,4	16,7	52,1	
70	19,4	48,2	19,4	67,6	
80	22,2	62,9	22,2	85,1	
90	25,0	79,6	25,0	104,6	
100	27,8	98,3	27,8	126,1	

Aggiungo poi un link dove si possono trovare i **coefficienti di attrito**

Per concludere ricordo che la gran parte degli incidenti stradali coinvolgente giovani guidatori è causata dalla incompetenza di questi giovani nel valutare correttamente tempi e distanze. L'amore della velocità e del rischio tipica dei giovani poi fanno il resto.

**Quel che io auspico è che nelle scuole superiori dove si fa Fisica sin dal biennio gli insegnanti, laddove già non lo facciano, si decidano ad affrontare in modo completo questo problema di velocità e spazi di frenata. Un'informazione corretta data a giovani intelligenti può servire a salvare delle vite. Chissà che questa mia pagina non ottenga qualche risultato positivo.**

## I I problema di frenare

### Quale Forza?

Possiamo affermare che la frenata migliore, sia per un motorino sia per un camion, è quella di portare il veicolo verso la condizione di scivolamento, ma senza raggiungerla

(in pratica provocare tra il pneumatico del veicolo in questione e il terreno dove scorre un attrito radente di tipo statico).

La forza d'attrito può variare dal tipo di terreno (asfalto, sterrato) e dalle condizioni atmosferiche (pioggia, neve, ghiaccio e, in condizioni ottimali, "sole").

Oltre a questi fattori, la forza d'attrito, può variare anche in base delle condizioni dei pneumatici e dalla loro grandezza, non a caso esistono vari tipi di pneumatici che, con l'aumentare delle dimensioni e delle resistenze, variano di prezzo.

Per calcolare la forza di attrito esiste una formula:

$$F_a = K * P$$

dove "K" è uguale al coefficiente di attrito e "P" è il peso.

La forza di attrito per una macchina di massa 1000 Kg, con coefficiente 0.4 e 0.5, è di  $(10000 * 0.4) = 4000$  N e  $(10000 * 0.5) = 5000$  N.

### Quanto Tempo?

Per calcolare il tempo è utile avere il coefficiente di attrito che c'è tra il pneumatico e il terreno (tra un asfalto asciutto e un pneumatico in condizioni ottimali è 0.5, mentre con lo stesso pneumatico ma con asfalto bagnato il coefficiente scende a un valore di 0.4), la massa del veicolo e la sua velocità.

Per fare un esempio calcoleremo il tempo che impiega un automobile di massa 1000 Kg che viaggia a una velocità di 50 Km/h (su asfalto asciutto e bagnato) e 100 Km/h (su asfalto asciutto e bagnato).

Per risolvere questo problema useremo la seguente equazione:

$$F * D t = m * D v$$

Dove "F" è la forza di attrito, "D t" è il tempo, "m" è la massa e "D v" è la variazione della velocità.

I risultati sono stati i seguenti, per coefficiente 0.5 abbiamo rilevato 2.76 s (a 50 Km/h) e 5.54 s (a 100 Km/h); mentre per il coefficiente 0.4 abbiamo rilevato 3.45 s (a 50 Km/h) e 6.92 s (a 100Km/h). I tempi appena calcolati sono imprecisi perché bisognerebbe tenere conto del surriscaldamento dei freni che porta una diminuzione dell'efficienza e, quindi, un aumento del tempo di frenata.

Ai tempi che abbiamo calcolato, dovremo aggiungere il valore del *tempo di reazione*, durante il quale il veicolo continua a muoversi senza rallentare; questa reazione varia da persona a persona ed è quel tempo che impiega il conducente a incominciare a frenare da quando ha visto l'ostacolo.

### Quanto Spazio?

Per calcolare la distanza che percorre un veicolo prima di fermarsi occorre la seguente equazione:

$$F * s = m * v^2 / 2$$

dove "F" è la forza frenante, "s" è lo spazio, "m" è la massa dell'auto e "v" è la velocità a cui si muove il veicolo.

Per fare un esempio, calcoleremo lo spazio di frenata sempre di una macchina di 1000 Kg che viaggia a velocità di 50 e 100 Km/h, sia su asfalto asciutto sia su bagnato.

I dati ricavati sono stati i seguenti:

- ASCIUTTO: 33.2 m (a 50 km/h); 105.08 m (a 100 Km/h)
- BAGNATO: 57.35 m (a 50 Km/h); 124.4 m (a 100 km/ h)

Dai dati ricavati si può notare che il cambiamento di condizioni atmosferiche influisce molto, più di 20 m per entrambi i casi di velocità. L'errore citato nel punto precedente (surriscaldamento dei freni) influisce anche in questo caso .

### Quanta Energia?

Quando un veicolo in movimento viene frenato fino a fermarsi, tutta la sua Energia Cinetica deve essere trasformata in calore per mezzo del lavoro della forza frenante.

Per fare un esempio, consideriamo la stessa auto di prima e utilizziamo la seguente equazione:

$$F * s = m * v^2 / 2$$

dove "F" è la forza frenante, "s" è lo spazio percorso, "m" è la massa dell'auto e "v" è la sua velocità a cui si muove il veicolo.

Con una velocità di 50 Km/h e coefficiente di attrito di 0.4 il lavoro della forza frenante, per fermare il veicolo di 1000 Kg, è 312.5 J; a una velocità di 100 Km/h e lo stesso coefficiente d'attrito il suo valore aumenta fino 1250 J;

Con la velocità di 50 Km/h e il coefficiente d'attrito 0.5 il lavoro della forza frenante è di 250 J; con lo stesso coefficiente d'attrito ma a velocità diversa, 100 Km/h, il lavoro è di 1000 J.

Da questi calcoli abbiamo potuto constatare che per dimezzare la velocità dell'auto, occorre disperdere il 75% della sua Energia Cinetica iniziale; per disperderla si utilizzano i freni che la trasformano in calore.