

# Capitolo 1

## CENNI SULLA RAPPRESENTAZIONE DEGLI ORGANI MECCANICI E SULLA LORO MISURADIMENSIONALE

### 1.1 II DISEGNO

Il disegno tecnico meccanico è un linguaggio convenzionale che serve a rappresentare un oggetto (organo di macchina) mediante una rappresentazione simbolica basata su convenzioni normalizzate stabilite da Enti nazionali e internazionali che stabiliscono criteri sulle norme e sulla unificazione delle stesse.

#### **Rappresentazione nei piani di proiezione.**

In figura 1 è mostrato, come esempio, un oggetto in prospettiva.

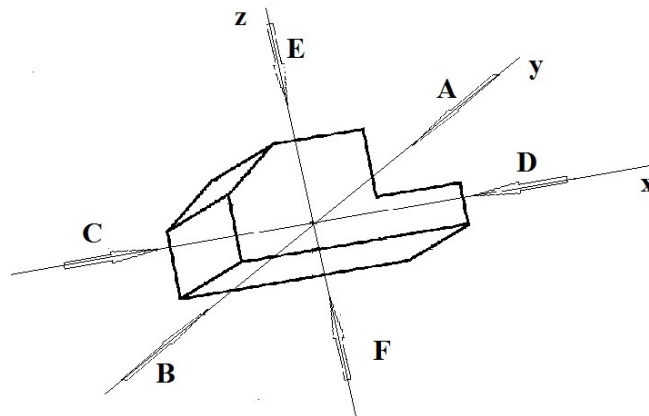


Fig. 1

Nel disegno tecnico esso viene normalmente rappresentato mediante tre viste; ciascuna di esse rappresenta ciò che si vede dell'oggetto stesso se lo si osserva in uno dei tre piani ortogonali ai tre assi x, y e z in figura; ossia se lo si osserva dalle direzioni x, y o z.

Nella figura 2 sono riportate tali viste.

Si osservi che, a partire dalla vista laterale A, le altre si ottengono da questa con un ribaltamento intorno ad un asse mostrato in figura. In

sostanza, si riporta sulla destra la vista che si osserva ruotando il pezzo verso destra, in alto la vista che si osserva ruotando il pezzo verso l'alto e così via. Tale operazione costituisce la regola di ribaltamento che viene adottata in tutto il mondo tranne che negli Stati Uniti di America, Paese nel quale si ribalta, invece in senso opposto.

Nella figura 2 non è riportata la vista da B poiché essa è, evidentemente, assolutamente identica alle vista da A.

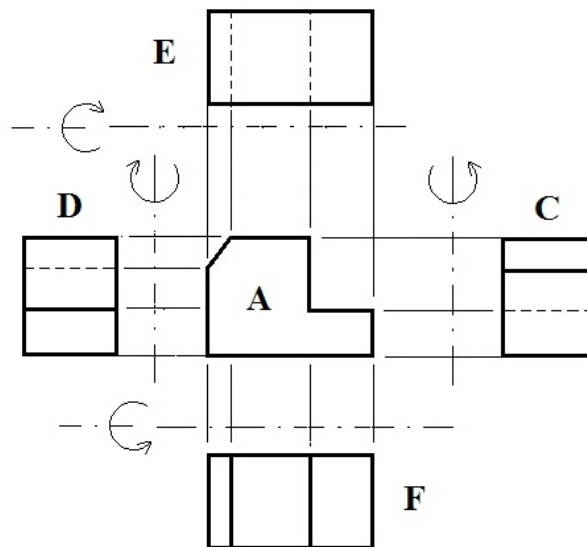




Fig. 2

Le linee che si usano più comunemente per rappresentare un disegno e la funzione di ciascuna di esse è riportato nella tabella che segue.

Tipo di linea	Denominazione	Applicazioni generali
	continua grossa	contorni in vista, spigoli in vista
	continua fine	spigoli fittizi in vista, linee di misura, linee di riferimento, linee di richiamo,

— — — — —	a tratti fine	contorni nascosti, spigoli nascosti
— - — - —	mista fine o a tratti e punti	assi di simmetria, tracce di piani di simmetria, traiettorie, linee e circonferenze primitive

### **Viste in sezione.**

Accade spesso che, per la complessità geometrica di un pezzo o per rappresentarlo con maggiore chiarezza, si rappresentino sezioni dello stesso.

Si parte allora da una vista del pezzo o di un complessivo costituito da più pezzi montati insieme e con una linea a tratti e punti si indica, sul piano di rappresentazione corrente, la traccia del piano con il quale si taglia idealmente il pezzo. Si procede quindi a rappresentare la sezione con la regola di ribaltamento descritta in precedenza.

Nella figura 3, come esempio, è mostrato un gruppo costituito da due pezzi diversi a contatto, entrambi attraversati da un foro. Sulla vista laterale del gruppo sono riportati, con linee a tratti e punti, due diversi piani di sezione, indicati con A-A e con B-B. Per ciascun piano di sezione, le frecce indicano le direzioni dalla quale sarà osservata la sezione stessa. In altri termini: la linea indica il piano che seziona il sistema e le frecce indicano la superficie tagliata che verrà rappresentata.

Tutte le superfici che risultano essere state “tagliate” vengono riempite da un tratteggio con linee sottili inclinate di 45°.

I fori, naturalmente, non vanno tratteggiati poiché non sono costituiti da materia solida.

Come si osserva dalla figura, per differenziare pezzi a contatto ma diversi tra di loro, l’inclinazione del tratteggio, sempre a 45°, ha inclinazione opposta.

### **La quotatura.**

La quotatura consiste essenzialmente nell’indicare sul disegno le dimensioni di quanto rappresentato.

In Fig. 4 è mostrato un esempio di disegno quotato.

Come si osserva, le linee di quotatura sono indicate con un tratto sottile compreso tra due linee di riferimento anche esse a tratto sottile; queste ultime indicano la posizione delle superfici tra le quali la quota è misurata. La linea di quota inizia e termina con una freccia. Nel caso vi sia poco spazio per le frecce, esse possono essere riportate al di fuori delle linee di riferimento.

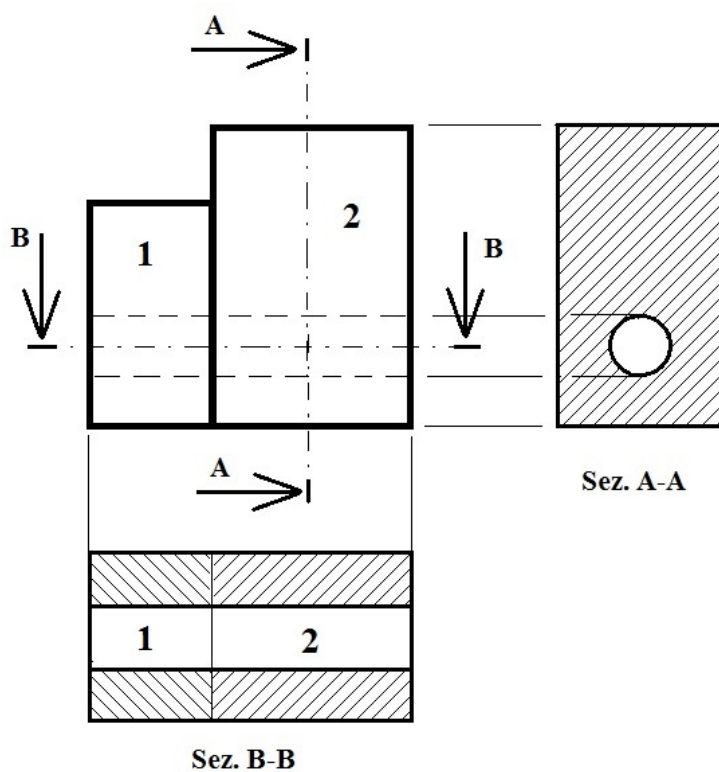
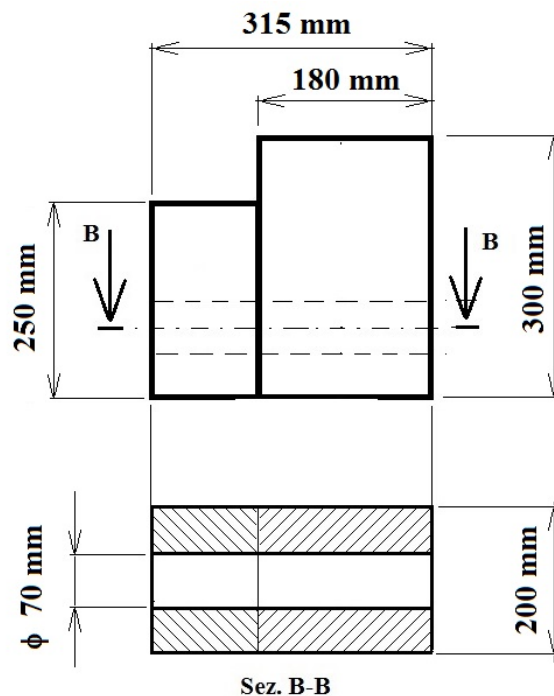


Fig. 3

Il valore della misura è indicata sulla linea di quota. La unità di misura può anche essere assente se è la stessa per tutte le quote, in questo caso sarà indicata a parte sullo stesso foglio.



Sez. B-B

Fig. 4

Si osservi infine che la misura del diametro del foro è preceduto dalla lettera greca “ $\phi$ ”. Questa circostanza indica, appunto, che si tratta di una quota relativa ad una superficie cilindrica, cioè rappresenta un diametro; se non fosse stata presente, questo avrebbe indicato che quella dimensione quotata era la distanza tra due superfici piane e parallele. In altri termini, nell’esempio, la mancanza della “ $\phi$ ” avrebbe indicato che quel volume vuoto non era un cilindro ma un prisma.

#### **La scala di rappresentazione.**

Come è facile immaginare, non sempre è possibile rappresentare su di un foglio un oggetto nelle sue dimensioni reali perché troppo grande rispetto alle dimensioni del foglio stesso. Allo stesso modo, un pezzo o un suo particolare molto piccolo, sarebbe difficilmente osservabile se rappresentato nelle sue dimensioni reali. Si adottano allora delle scale di

rappresentazione sia di ingrandimento che di riduzione. Le scale più frequentemente adottate sono le seguenti:

Scala al naturale: 1:1

Scale di ingrandimento (consigliate): 50:1, 20:1, 10:1, 5:1, 2:1

Scale di riduzione (consigliate): 1:2.5, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100

### Il rilievo delle dimensioni – il calibro.

Il rilievo delle dimensioni di un pezzo costituente, per esempio, un organo di macchina, può essere effettuato utilizzando diversi strumenti. Quello che viene più comunemente adoperato è il calibro. Tra i vari tipi di calibri, quello largamente più usato è del tipo mostrato in Fig.5.

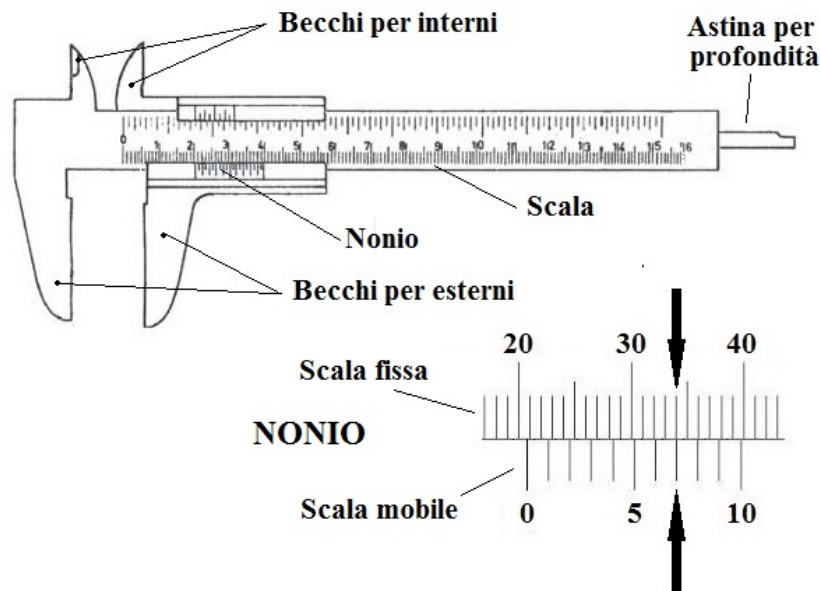


Fig. 5

Esso è fatto di acciaio, normalmente inossidabile, ed è costituito da una parte fissa sulla quale scorre una parte mobile. Quest'ultima permette di regolare la distanza tra i becchi e la profondità della quale sporge l'astina di profondità.

Nella Fig. 6 sono mostrati esempi di misura. Si osservi che il pezzo è rappresentato parzialmente in sezione in modo da evidenziare la presenza di una cavità nello stesso.

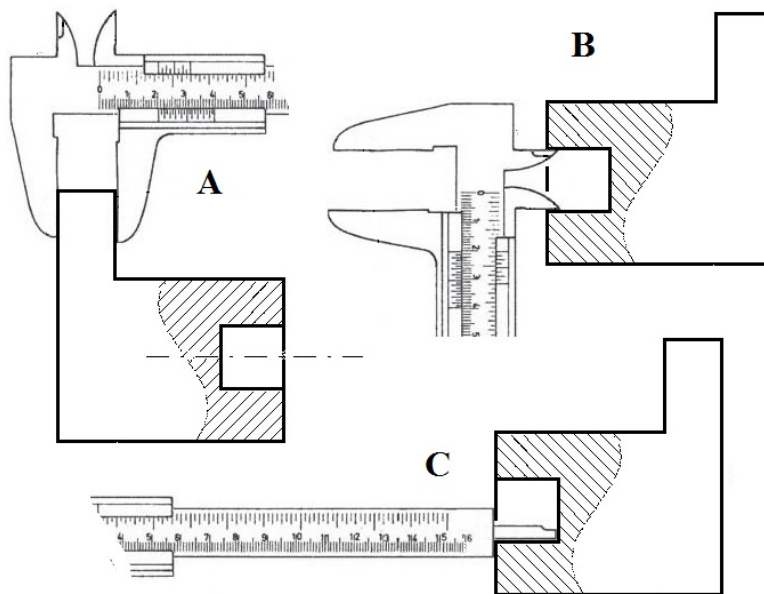


Fig. 6

In particolare:

- In fig. 7,A viene mostrato come si prende la misura dello spessore esterno della parte del pezzo mediante i becchi per esterni.
- In fig. 7,B è mostrato come si prende la misura dello diametro interno di un foro (o di una cavità di qualunque forma geometrica) mediante i becchi per interni.
- In fig. 7,C è mostrato come si prende la misura della profondità della cavità descritta al punto precedente, mediante l'astina di profondità.

Nella Fig. 5 è mostrato come si effettua la lettura della misura.

Una volta posizionato il calibro come mostrato in uno degli esempi di Fig.6, esso viene allontanato dal pezzo; naturalmente, occorre fare attenzione a non spostare la posizione relativa tra i becchi. Per questo la parte mobile ha un piccolo freno che viene rilasciato o viene lasciato agire, come necessario, premendo o meno una levetta.

La lettura viene fatta mediante il nonio, riportato ingrandito sulla Fig. 5.

Come si può osservare la tacca di riferimento indicata con 0 sulla scala mobile si trova un poco oltre la tacca indicata con 20 sulla scala solidale alla parte fissa. La misura sarà quindi compresa tra 20 mm e 21 mm.

Osservando ora le altre tacche riportate sulla scala della parte mobile, si nota che una sola di esse si viene a trovare in corrispondenza di una delle tacche della parte fissa. Nell'esempio di figura è la numero 7. Questo numero indica i decimi di millimetro dei quali la dimensione rilevata eccede i 20 mm.

La misura sarà pertanto:

$$M = 21 + 7/10 = 21,7 \text{ mm}$$

La scala del nonio avrebbe potuto essere divisa in 20 tacche anziché in 10; in questo caso la frazione da aggiungere sarebbe stata 7/20 di millimetro.

## 1.2 IL CONCETTO DI MISURA

Occorre innanzitutto chiarire cosa significhi effettuare una misura o, in termini più semplici, misurare. Misurare significa confrontare una grandezza fisica (ad es. lunghezza; forza; massa; tensione elettrica; pressione) con un campione; quest'ultimo, che viene scelto arbitrariamente, è detto **unità di misura**. Il numero che esprime il rapporto tra la grandezza fisica ed il campione (o unità di misura) è detta **misura** della grandezza fisica in esame.

### Esempio 1.I:

La lunghezza del tavolo è 3,4 metri : ciò significa che il rapporto tra la lunghezza del tavolo (grandezza fisica) è l'unità di misura (campione metro) è pari a 3,4 ; tale numero è, nel caso preso ad esempio, la misura.

Vale pertanto la relazione:

$$\begin{array}{l} \text{Grandezza fisica} \\ \text{(la lunghezza del tavolo)} \end{array} = \begin{array}{l} \mathbf{3,4} \\ \text{(misura)} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{metri} \\ \text{(unità di misura)} \end{array} \quad (1.1)$$

### 1.3 SISTEMI DI UNITÀ DI MISURA

Da quanto detto, è evidente che sia necessario stabilire un insieme di unità di misura che prenderà il nome di Sistema di Unità di Misura.

In qualunque sistema di unità di misura vengono fissate alcune unità dette fondamentali, dalla combinazione (prodotto e/o rapporto) delle quali si ottengono tutte le altre che vengono dette unità derivate.

Le principali caratteristiche che un sistema di unità di misura può avere sono le seguenti:

- 1) Assoluto: le unità adottate non variano nel tempo o nello spazio.
- 2) Coerente: il prodotto o il rapporto di più unità di misura fornisce unità dello stesso sistema.
- 3) Decimale: multipli e sottomultipli sono potenze di 10.

Un sistema di unità di misura si dice razionalizzato se i coefficienti numerici che compaiono nelle leggi vengono scelti in modo che il fattore irrazionale  $\pi$  compaia solo in formule relative a configurazioni circolari sferiche o cilindriche. Ciò interessa solo le unità dell'elettromagnetismo.

#### 1.3.1 Sistema Internazionale

Nella quasi totalità delle nazioni viene adottato il Sistema Internazionale (abbreviato S.I.) ; esso è obbligatorio in Italia (tra le prime nazioni ad adottarlo) dal 23.04.78 . Le unità di misura del SI di interesse meccanico, più frequentemente utilizzate sono riassunte nella tabella 1.I .

TAB. 1.I : SISTEMA INTERNAZIONALE

#### UNITA' FONDAMENTALI

GRANDEZZA	DIMENSIONI	UNITA'	SIMBOLO
Lunghezza	[L]	Metro	m
Massa	[M]	Chilogrammo	kg
Tempo	[T]	Secondo	s

#### UNITA' DERIVATE

GRANDEZZA	DIMENS		UNITA'	SIMB.
Velocità	L T <sup>-1</sup>		Metro al secondo	m/s - m s <sup>-2</sup>

Vel. angolare	$T^{-1}$		Radiante al secondo	rad/s
Accelerazione	$L T^{-2}$		Metro al secondo <sup>2</sup>	$m/s^2 - m s^{-2}$
Acc. angolare	$T^{-2}$		Rad. al secondo <sup>2</sup>	rad/s
Frequenza	$T^{-1}$	Cicli al secondo	Hertz	Hz
Forza	$M L T^{-2}$	Forza=massa x accelerazione	Newton ( $kg m/s^2$ )	N
Lavoro-Energia	$M L^2 T^{-2}$	Lavoro=forza x spostamento	Joule (Newton metro)	J Nm
Potenza	$M L^2 T^{-3}$	Potenza = lavoro / tempo	Watt (Nm/s)	W
Pressione - Sollecitazione	$M L^{-1} T^{-2}$	Pressione = forza / superficie	Pascal ( $N/m^2$ )	Pa
Mom.stat. massa	$M L$	Massa x distanza	Chilogr. per metro	kg m
Mom. di inerzia di massa	$M L^2$	Massa x distanza <sup>2</sup>	Chilogrammo per metro <sup>2</sup>	$kg m^2$

Il S.I. è, dunque, assoluto e coerente.

I simboli che indicano unità di misura si scrivono con lettera minuscola, salvo che il nome di tale unità sia il cognome di uno scienziato.

### 1.3.2 Sistema Tecnico.

Esistono ancora libri e strumenti, precedenti la data di adozione del S.I., che adottano il Sistema Tecnico (abbreviato S.T.); per questo motivo si riportano, in Tab. 1.II, le unità fondamentali di tale sistema.

TAB. 1.II : SISTEMA TECNICO

#### UNITA' FONDAMENTALI

GRANDEZZA	DIMENSIONI	UNITA'	SIMBOLO
Lunghezza	[L]	Metro	m
Forza	F	Chilogrammo forza opp. Chilopond	kgf - kp
Tempo	[T]	Secondo	s

L'unità di forza, (chilogrammo forza o chilopond) è definito come la forza che agisce sulla massa di un chilogrammo quando è sottoposta all'accelerazione di gravità (valore medio) terrestre.

Il S.T. non è assoluto perché è stata scelta la forza come unità fondamentale. Le unità derivate si ottengono dalle fondamentali in modo del tutto analogo a quanto visto per il S I, perché anche il S T è coerente.

Nel S.T. è consuetudine misurare la potenza in cavalli che si indicano con il simbolo CV;  $1 \text{ CV} = 75 \text{ kp m s}^{-1} = 735,75 \text{ W}$ .

### 1.3.3 Sistema anglosassone

In alcune nazioni ed in campo aeronautico sono ancora in uso unità di misura del Sistema Anglosassone. In Tab 1.III sono riportate le unità di misura fondamentali.

TAB. 1.III : SISTEMA ANGLOSASSONE

UNITA' FONDAMENTALI			
GRANDEZZA	UNITA'	SIMBOLO	Equivalenza
Lunghezza	Pollice (inch)	in opp. “	25,4 mm
	Piede (foot)	ft opp. ‘	12 ” = 304,8 mm
	Iarda (yard)	yd	3 ‘ = 914,4 mm
	Braccio		1,829 m
	Miglio (mile)	mi	5280 ft = 1609,344 m
Massa	Libbra massa (pound)	Lb	0,4536 kg
	Oncia		28,35 g
	Tonnellata	ton	1016 kg
Forza	Libbra forza (pound force)	lbf	4,448 N = 0,4536 kp
Tempo	Secondo	s	s

Anche per questo sistema di unità di misura le unità derivate si ottengono dalle fondamentali in modo del tutto analogo a quanto visto per i sistemi precedenti.

Anche nel sistema anglosassone la potenza si misura in cavalli, indicati con il simbolo HP (Horse Power);  $1 \text{ HP} = 76,2 \text{ kp m s}^{-1} = 747,5 \text{ W}$ .

### 1.3.4 Multipli e sottomultipli

Come detto in precedenza, nei sistemi decimali i multipli ed i sottomultipli si succedono secondo potenze di 10.

Nella Tab. 1.IV sono riportati i multipli ed i sottomultipli più comunemente usati con le unità di misura meccaniche.

TAB. 1.IV  
Multipli e sottomultipli di uso comune

Prefisso	Simbolo	Fatt. moltiplic.
micro	$\mu$	$10^{-6}$
milli	m	$10^{-3}$
kilo	k	$10^3$
mega	M	$10^6$
giga	G	$10^9$

## 1.4 CONVERSIONE DA UN SISTEMA DI UNITA' DI MISURA AD UN'ALTRO

La relazione (1.1) può essere scritta sinteticamente come segue:

$$G = m(u) u \quad (1.1')$$

dove si è indicato con:

G la grandezza fisica

u la unità di misura

m(u) la misura della grandezza fisica, avendo adottato l'unità di misura u.

E' evidente che, se si adottano due differenti unità di misura, ad esempio  $u_1$  ed  $u_2$ , cambierà la misura della grandezza ma non la grandezza stessa. Si può pertanto scrivere:

$$G = m(u_1) u_1 = m(u_2) u_2$$

Da cui:

$$\frac{m(u_1)}{m(u_2)} = \frac{u_2}{u_1} \quad (1.2)$$

La (1.2) consente di la conversione di una misura da un sistema ad un altro.

### **Esempio 1.II**

Si vuol sapere a quanti kW corrispondono 90 CV. Applicando la (2.2) si scrive:

$$\frac{x \text{ kW}}{90 \text{ CV}} = \frac{\text{CV}}{\text{kW}} = \frac{75 \times 9,81 \text{ N m s}^{-1}}{1000 \text{ N m s}^{-1}} = 0,73575$$

da cui:

$$90 \text{ CV} \times 0,73575 = 66,22 \text{ kW}$$

### **Esempio 1.III**

Un manometro tarato in unità di misura del sistema anglosassone indica una pressione di 1000 PSI; si desidera conoscere il valore di tale pressione in unità del S.T.

Sapendo che PSI significa libbre forza su pollice quadrato e che nel S.T. la pressione si misura in  $\text{kp/cm}^2$ , la (2) si scrive:

$$\frac{x \text{ kg/cm}^2}{1000 \text{ PSI}} = \frac{\text{lbf/in}^2}{\text{kg/cm}^2} = \frac{\text{lbf cm}^2}{\text{kg in}^2} = \frac{0,454}{1} \left( \frac{1}{2,54} \right)^2 = 0,0704$$

da cui:

$$1000 \text{ PSI} \times 0,0704 = 70,4 \text{ kp/cm}^2 .$$

#### 1.4 ANALISI DIMENSIONALE

L'analisi dimensionale di una equazione consiste nel sostituire a ciascun elemento della stessa le sue dimensioni.

##### **Esempio 1.IV**

La relazione che lega la potenza  $P$  fornita da un motore al momento torcente  $m$  ed alla velocità angolare  $\omega$  è la seguente:

$$P = m \omega$$

Gli elementi a secondo membro hanno dimensioni:

$$[m] = [M L^2 T^{-2}]$$

$$[\omega] = [T^{-1}]$$

per cui:

$$[m \omega] = [M L^2 T^{-2} T^{-1}] = [M L^2 T^{-3}]$$

Come si può osservare, il secondo membro ha le dimensioni di una potenza; come deve essere.

##### **Esempio 1.V**

Si consideri una trave di lunghezza  $l$  incastrata ad una delle sue estremità con un carico concentrato  $F$  alla sua estremità libera, rappresentata schematicamente in fig. 1 .

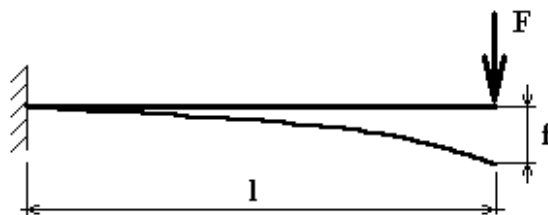


Fig. 1.1

La formula che consente di calcolare la freccia  $f$  dell'estremità libera è la seguente:

$$f = \frac{I^3}{3EI}$$

Verificare dimensionalmente la formula.

Le dimensioni dei termini a secondo membro della relazione sono:

$$[F] \text{ la forza applicata} = [M L T^{-2}]$$

$$[I] = [L]$$

$$[E] \text{ modulo di elasticità} = [M L^{-1} T^{-2}]$$

$$[I] \text{ momento di inerzia della sezione retta} = [L^4]$$

per cui, le dimensioni del secondo membro sono:

$$\frac{[M L T^{-2}][L^3]}{[M L^{-1} T^{-2}][L^4]} = \frac{1}{[L^{-1}]} = [L]$$