

## *Apparecchi di sollevamento*

***A moto continuo:*** Nastri trasportatori  
Sollevatori a tazze

Forze di inerzia limitate; transitori di avviamento e arresto poco rilevanti

***A moto discontinuo:*** Gru a torre

Forze di inerzia rilevanti

## *Classificazione apparecchi di sollevamento*

UNI ISO 4306/1990: Classificazione apparecchi di sollevamento a funzionamento discontinuo atti a sollevare e movimentare carichi sospesi mediante gancio.

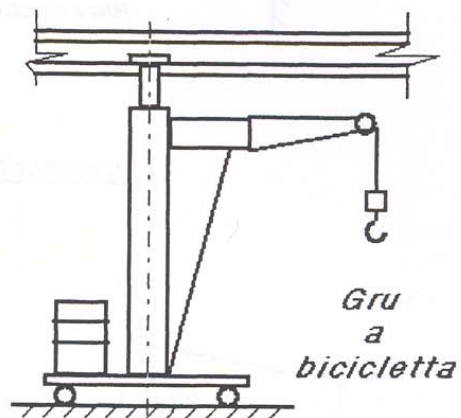
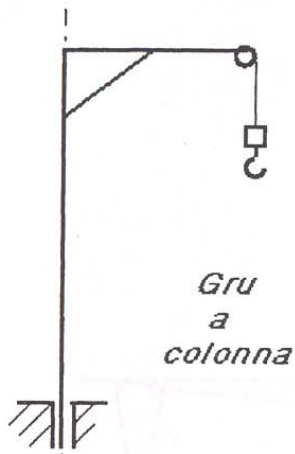
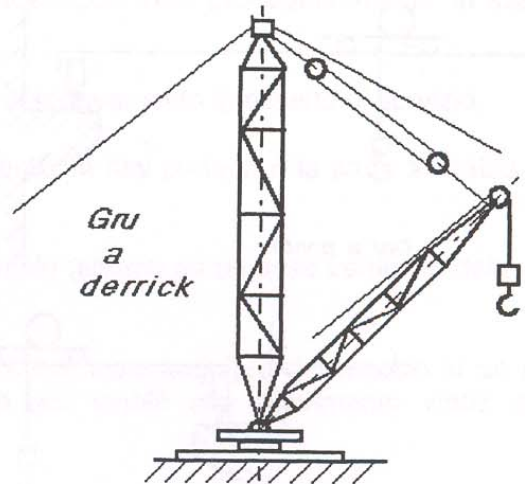
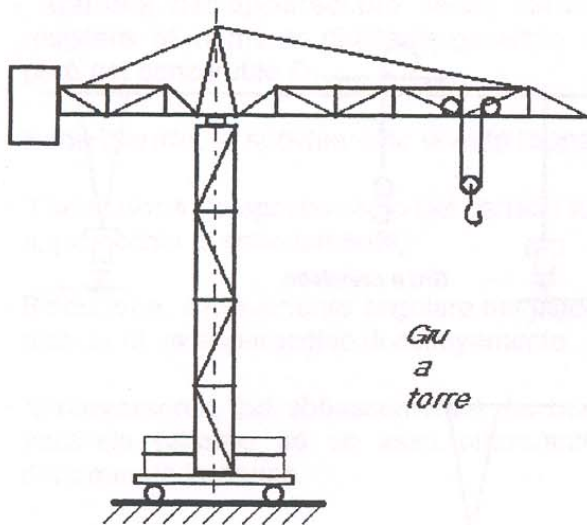
**Tipo costruttivo:** Gru a ponte  
Gru a cavalletto;  
Gru a portale zoppo;  
Gru a fune (Blondins);  
Gru a braccio;  
.....

**Organo di presa:** A gancio;  
A benna;  
Con elettromagnete;  
.....

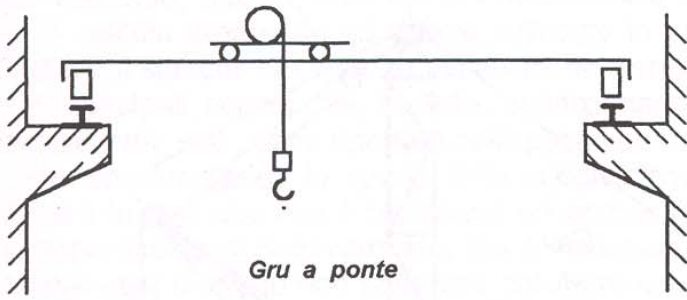
**Modalità di movimento:** Gru a base fissa;  
Gru rampanti;  
Gru spostabili;  
Gru rotanti;  
Gru mobili (che possono anche circolare su strada);  
.....

**Tipo di comando:** Manuale;  
Elettrico;  
Idraulico.  
.....

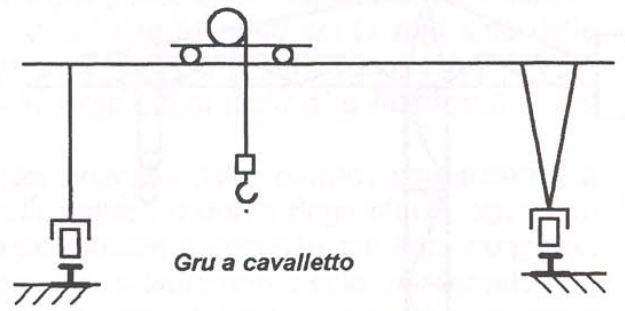
Gru a braccio



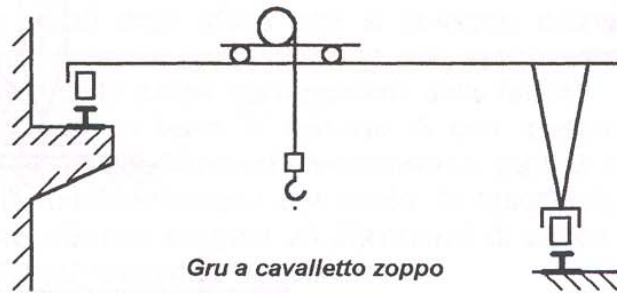
## Apparecchi del tipo a ponte



*Gru a ponte*

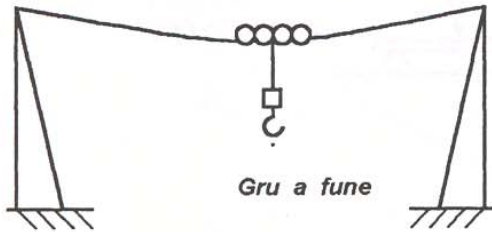


*Gru a cavalletto*

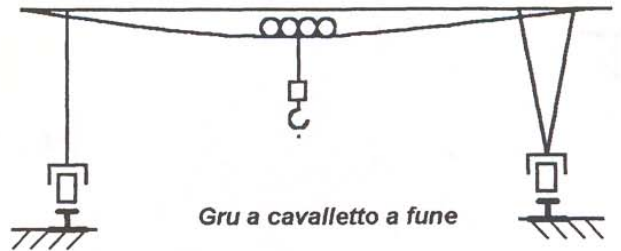


*Gru a cavalletto zoppo*

## Apparecchi a fune

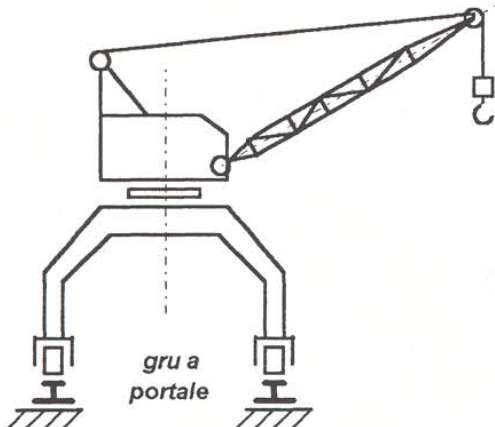


*Gru a fune*

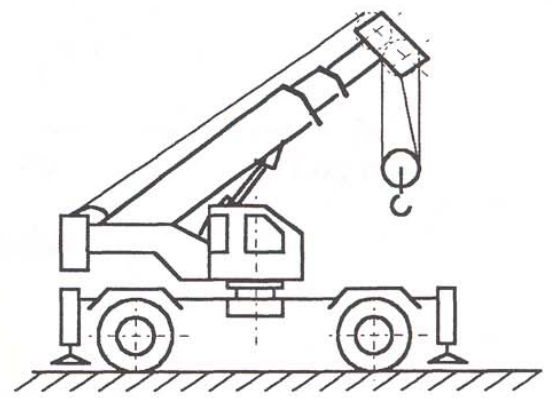


*Gru a cavalletto a fune*

## Gru a braccio



*gru a portale*



*Gru mobile*

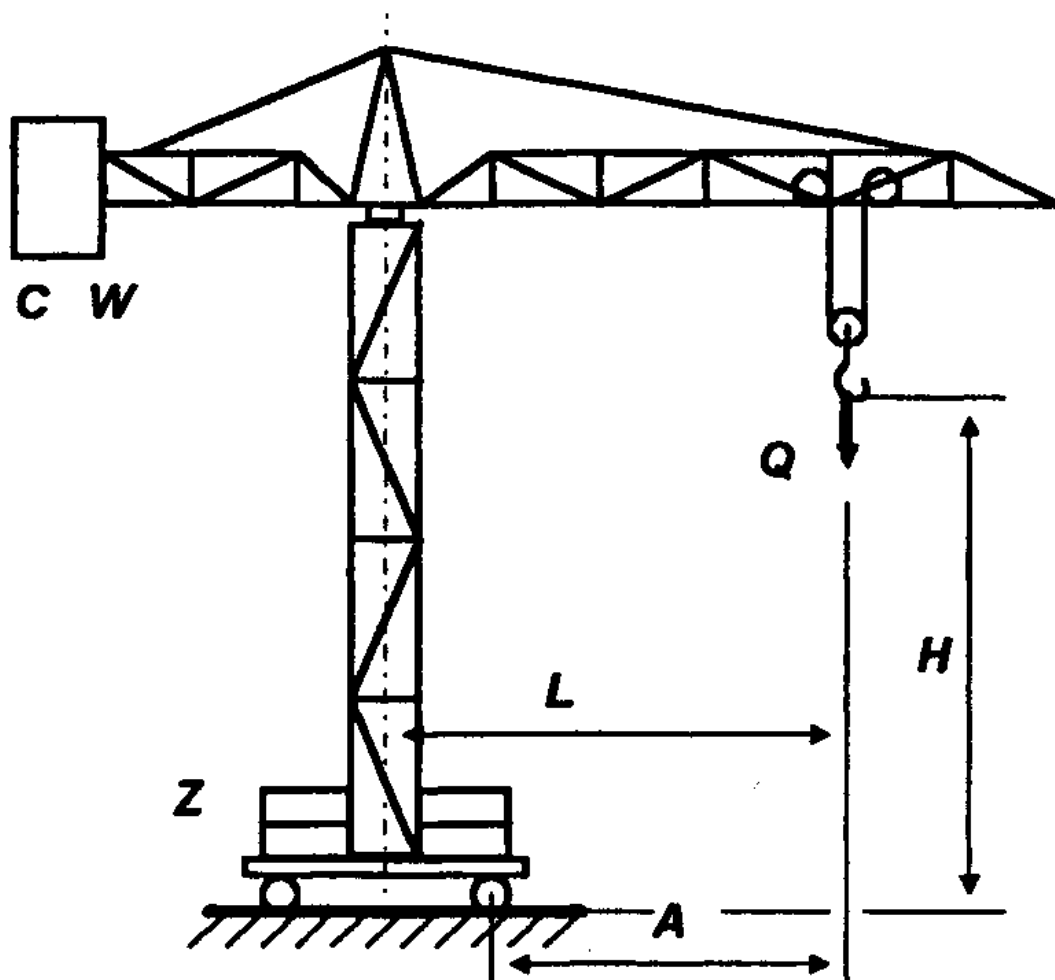
## *Parametri utili per il calcolo degli apparecchi di sollevamento*

- a) Carichi da movimentare;
- b) Parametri geometrici;
- c) Velocità dei movimenti;
- d) Parametri relativi alle vie di corsa.

## *Definizione di stabilità per gli apparecchi di sollevamento*

*Attitudine a resistere al momento ribaltante generato dal carico da movimentare, dal vento, dalle forze di inerzia, dal peso proprio dell'apparecchio di sollevamento.*

- **Stabilità durante l'esercizio**, l'attitudine di un apparecchio di sollevamento a resistere al momento ribaltante generato dal carico  $Q$ , dalle forze d'inerzia, dal vento, ecc., oltre che dal peso proprio della macchina (peso morto);
- **Stabilità dell'apparecchio senza carico**, l'attitudine di un apparecchio di sollevamento di resistere al momento ribaltante generato dalle stesse azioni viste precedentemente, in assenza però del carico utile  $Q$ ;
- **Scorrimento**, lo spostamento di *tutto* l'apparecchio di sollevamento in assetto di servizio;
- **Traslazione**, lo spostamento del carrello lungo il ponte, le funi portanti o la parte a sbalzo di un apparecchio di sollevamento;
- **Rotazione**, il movimento angolare nel piano orizzontale (attorno ad un asse verticale) della parte rotante di un apparecchio di sollevamento;
- **Sollevamento (od abbassamento) del braccio**, il movimento angolare del braccio in un piano verticale (attorno ad un asse orizzontale). Nelle gru mobili tale movimento viene anche denominato *impenno*.

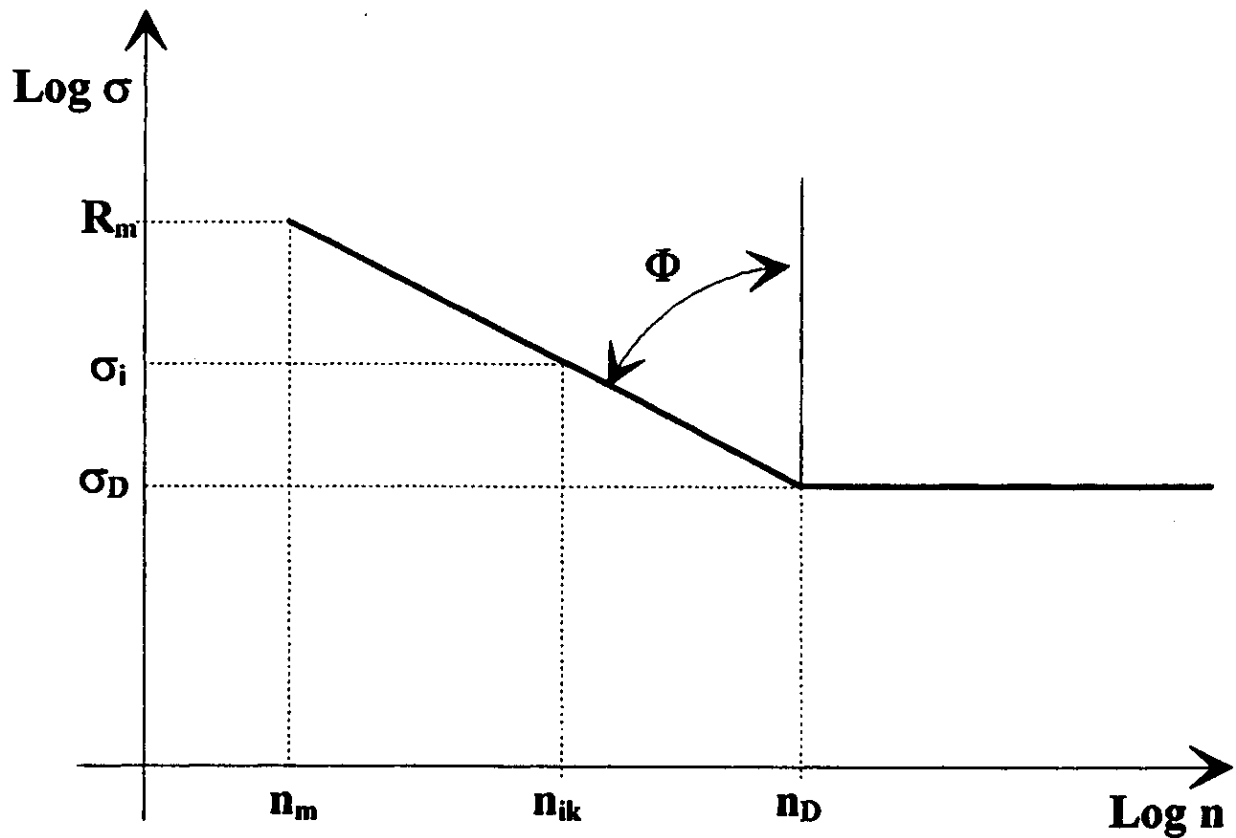


- **Distanza dall'asse di fulcro, A**, la distanza orizzontale fra l'asse verticale del l'organo di presa ed il punto di appoggio della macchina ad esso più vicino;
- **Momento ribaltante,  $M_A = AQ$** , il prodotto della distanza dall'asse di fulcro A per il carico nominale Q;
- **Altezza di sollevamento H**, la distanza verticale fra il piano di appoggio dell'apparecchio di sollevamento e l'organo di presa nella posizione più elevata;
- **Zavorra, Z**, massa fissata all'apparecchio di sollevamento per assicurarne la stabilità senza carico;
- **Contrappeso, CW**, massa fissata alle parti rotanti dell'apparecchio di sollevamento avente lo scopo di equilibrare parzialmente il carico utile (e/o alcune parti dell'apparecchio stesso) durante il funzionamento.

## *Valutazione della “CLASSE” dell’apparecchio di sollevamento*

- La classe dell’apparecchio di sollevamento non dipende solo dallo stato di sforzo cui è soggetto l’apparecchio stesso in esercizio ma anche dal tipo di servizio.
- Non è sufficiente verificare l’apparecchio di sollevamento per la condizione di carico peggiore; è necessario valutare gli effetti indotti dai carichi agenti sull’apparecchio di sollevamento durante la sua vita utile.
- E’ necessario quindi procedere alla verifica a fatica dell’apparecchio di sollevamento.
- Attraverso la suddivisione in classi si assegna agli elementi costituenti l’apparecchio di sollevamento, o all’apparecchio nel suo insieme, un determinato limite di resistenza a fatica.
- Si utilizza il diagramma di Wöhler, a parità di rapporto R.

$$R = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$$



$$(\log n_D - \log n_m) = (\log R_m - \log \sigma_D) \tan \Phi$$

$$\tan \Phi = \frac{(\log n_D - \log n_m)}{(\log R_m - \log \sigma_D)} = \frac{(\log n_D - \log n_{ik})}{(\log \sigma_i - \log \sigma_D)} = C \cong 3$$

Il coefficiente C dipende da:

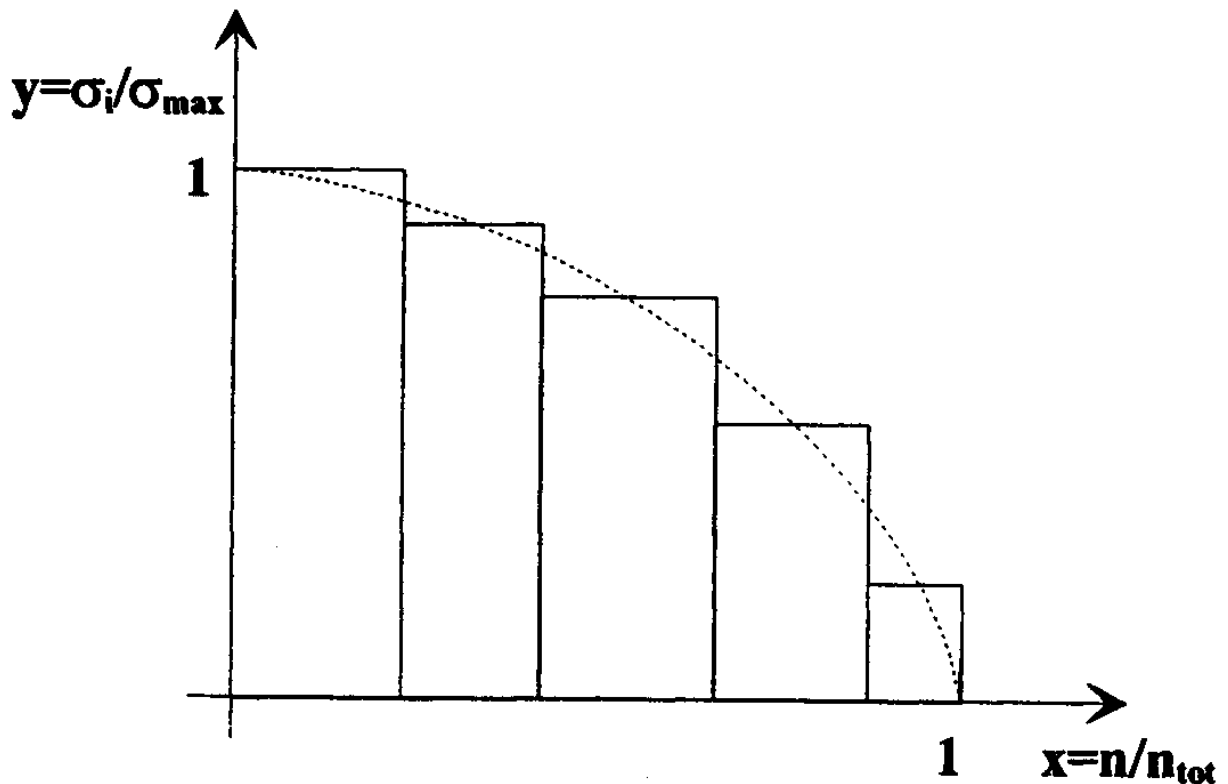
- Materiale;
- Parametri geometrici;
- Finitura superficiale;
- Stato di sforzo.

## Regola di MINER:

$$\sum_{i=1}^n \frac{n_i}{n_{ik}} = \alpha \quad \alpha = 0,1 - 10$$

Supponendo di conoscere l'effettivo servizio cui sarà sottoposto l'apparecchio di sollevamento (o un elemento ad esso appartenente), ed il numero di cicli totali di sollecitazione  $n_{tot}$ , rappresentiamo il servizio della macchina in un diagramma avente come ordinata il parametro

adimensionale  $y = \frac{\sigma_i}{\sigma_{max}}$  ed in ascissa  $x = \frac{n_i}{n_{tot}}$ .





Definiamo il FATTORE DI SPETTRO:  $k_{SP} = \int_0^1 y^c dx$

In termini discreti:  $k_{SP} = \sum_{i=1}^r \left( \frac{\sigma_i}{\sigma_{\max}} \right)^c \frac{n_i}{n_{tot}}$

Quando  $\sigma_i = \sigma_{\max}$  e  $n_i = n_{tot} \longrightarrow k_{SP} = 1$

Riprendiamo le relazioni appena scritte:

Dalla relazione  $C = \frac{(\log n_D - \log n_{ik})}{(\log \sigma_i - \log \sigma_D)}$  possiamo ricavare:

$$\left( \frac{n_D}{n_{ik}} \right) = \left( \frac{\sigma_i}{\sigma_D} \right)^c$$

$$n_{ik} = n_D \left( \frac{\sigma_D}{\sigma_i} \right)^c$$

Posto  $\alpha=1$  nella formula di Miner, inseriamo il valore appena ricavato per  $n_{ik}$  nella formula di Miner:

$$\sum_{i=1}^n \frac{n_i}{n_{ik}} = \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{n_D} \left( \frac{\sigma_i}{\sigma_D} \right)^c = \alpha = 1$$

Moltiplichiamo e dividiamo la relazione precedente per  $\sigma_{\max}$  ed  $n_{\text{tot}}$ .

$$\sum_{i=1}^n \frac{n_i}{n_{\text{tot}}} \frac{n_{\text{tot}}}{n_D} \left( \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_D} \right)^c \left( \frac{\sigma_i}{\sigma_{\max}} \right)^c = \alpha = 1$$

$$\frac{n_{\text{tot}}}{n_D} \left( \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_D} \right)^c \underbrace{\sum_{i=1}^n \frac{n_i}{n_{\text{tot}}} \left( \frac{\sigma_i}{\sigma_{\max}} \right)^c}_{K_{sp}} = \alpha = 1$$

↓

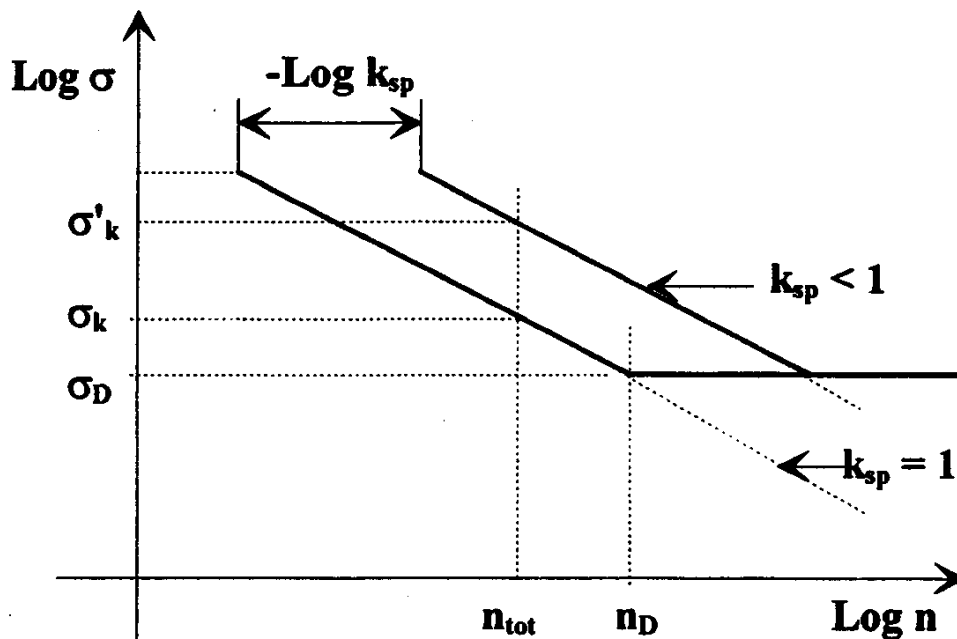
$K_{sp}$

$$K_{sp} \frac{n_{\text{tot}}}{n_D} \left( \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_D} \right)^c = \alpha = 1$$

Questa relazione può essere riscritta nella forma seguente:

$$\log(n_{tot}) + c \log(\sigma_{max}) + \log(K_{sp}) = \log(n_D \sigma_D^c)$$

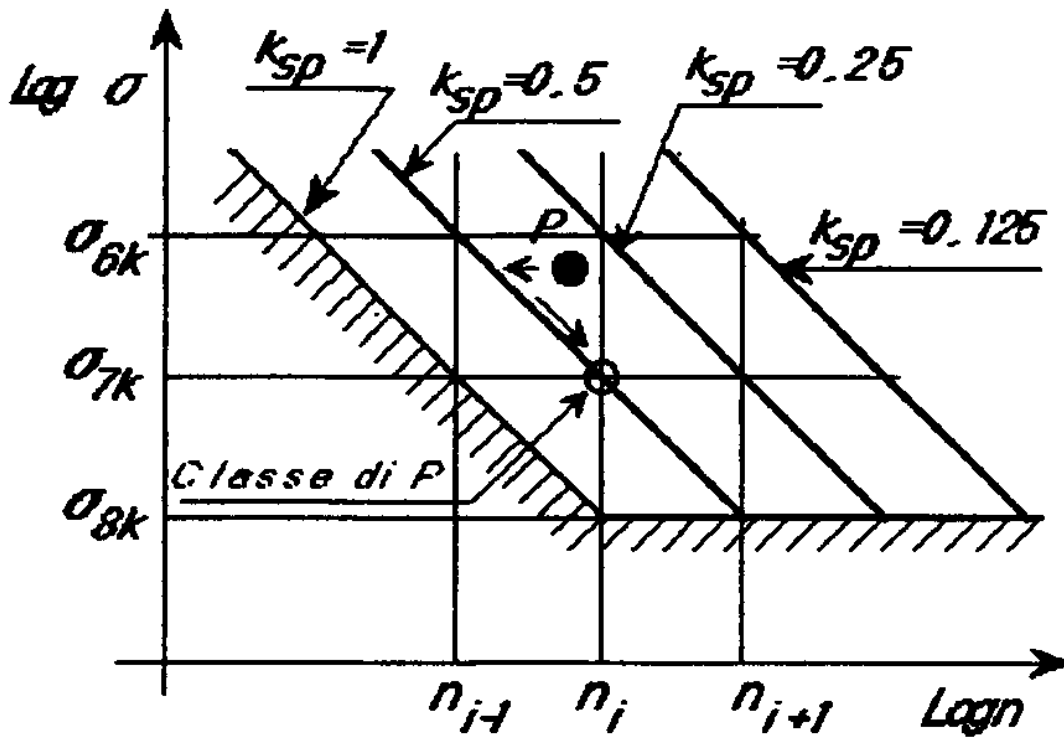
Si deduce quindi che se  $K_{sp}=1$ , si ottiene il segmento di retta inclinato del diagramma del Wöhler.



Quando il fattore di spettro  $K_{sp}$  assume il generico valore minore di 1 ( $K_{sp} < 1$ ), il segmento di retta inclinato del diagramma del Wöhler trasla e si sposta verso valori del numero di cicli maggiori.

Conoscendo quindi il valore del fattore di spettro  $K_{sp}$  possiamo ricavare il valore dello sforzo limite  $\sigma'_k$ , ovviamente maggiore rispetto a  $\sigma_k$  corrispondente a  $K_{sp}=1$ .

***Al valore dello sforzo limite  $\sigma'_k$  viene associata la CLASSE dell'apparecchio di sollevamento.***



C. d. I.	Numero di cicli convenzionale
U <sub>0</sub>	$n \leq 16.000$
U <sub>1</sub>	$16.000 < n \leq 32.000$
U <sub>2</sub>	$32.000 < n \leq 63.000$
U <sub>3</sub>	$63.000 < n \leq 125.000$
U <sub>4</sub>	$125.000 < n \leq 250.000$
U <sub>5</sub>	$250.000 < n \leq 500.000$
U <sub>6</sub>	$500.000 < n \leq 1.000.000$
U <sub>7</sub>	$1.000.000 < n \leq 2.000.000$
U <sub>8</sub>	$2.000.000 < n \leq 4.000.000$
U <sub>9</sub>	$4.000.000 < n$

Tabella I. Condizioni di impiego.

R. d. C.	$k_{sp}$ convenzionale
Q1	$k_{sp} < 0,125$
Q2	$0,125 < k_{sp} \leq 0,250$
Q3	$0,250 < k_{sp} \leq 0,500$
Q4	$0,500 < k_{sp} \leq 1,000$

Tabella II. Regimi di carico

Regime di carico	Condizione di impiego									
	$U_0$	$U_1$	$U_2$	$U_3$	$U_4$	$U_5$	$U_6$	$U_7$	$U_8$	$U_9$
Q1	A1	A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Q2	A1	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8
Q3	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8	A8
Q4	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A8	A8	A8

Tabella III. Classe degli apparecchi.

## Bibliografia

Matteazzi, S., *Apparecchi di sollevamento e trasporto*, CUSL, Milano, 2000.