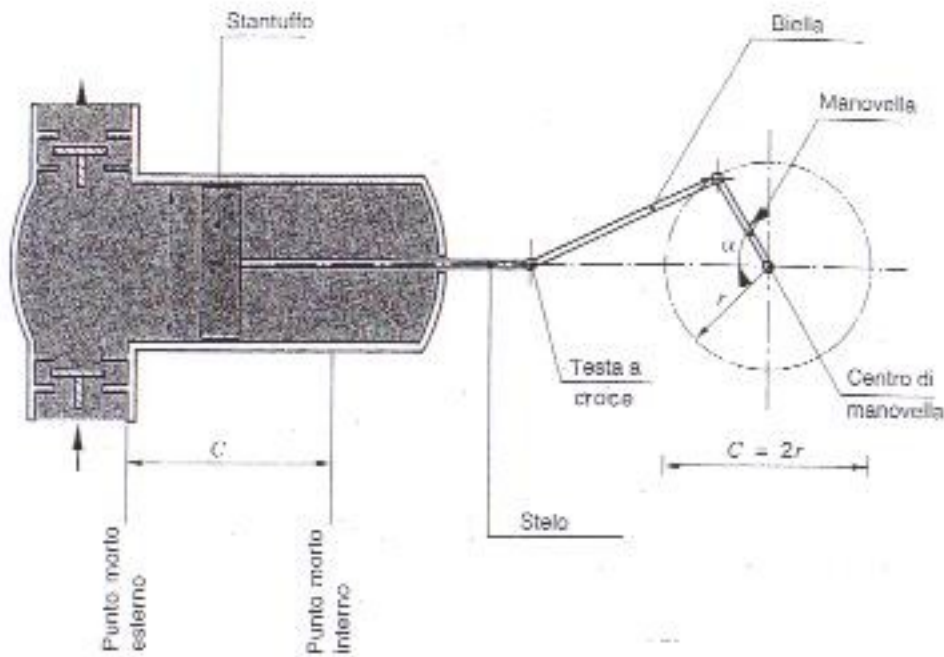


1.) Schema del dispositivo biella-manovella azionante la pompa a semplice effetto:



La portata media di una pompa a stantuffo a semplice effetto è espressa dalla relazione:

$Q = \eta_v \pi D^2 C n / 4 \cdot 60$ $\eta_v = 0,95 \div 0,99$ si sceglie un rendimento volumetrico $\eta_v = 0,97$
 e si fissa un rapporto corsa alesaggio $C/D = 1,6$

Si determina il diametro del pistone dalla relazione: $Q = 1,6 \eta_v \pi D^3 n / 4 \cdot 60$

$$D = \sqrt[3]{\frac{240 \cdot Q}{1,6 \cdot \pi \cdot n \cdot \eta_v}} = \sqrt[3]{\frac{240 \cdot 0,015}{1,6 \cdot \pi \cdot 150 \cdot 0,97}} = 0,17 \text{ m} = 170 \text{ mm} \Rightarrow C = 1,6 \cdot 170 = 272 \text{ mm}$$

La velocità media del pistone risulta essere:

$$v_m = 2 C n / 60 = 2 \cdot 0,272 \cdot 150 / 60 = 1,36 \text{ m/s} \quad \text{valore accettabile.}$$

La potenza utile $P_i = \gamma Q H = 9810 \cdot 0,015 \cdot 80 = 11772 \text{ W}$ da cui la potenza assorbita dalla pompa è:

$$P_{\text{eff}} = \gamma Q H / \eta_p = 11772 / 0,75 = 15696 \text{ W} \quad \text{con} \quad \eta_p = 0,45 \div 0,85 \quad \text{il rendimento della pompa.}$$

Nelle macchine lente la forza F_{max} agente sul pistone si determina nel modo seguente:

$$F_{\text{max}} = p_{\text{max}} \pi D^2 / 4 = 784800 \pi \cdot 0,17^2 / 4 = 17804,36 \text{ N} \quad p_{\text{max}} = H \gamma = 80 \cdot 9810 = 784800 \text{ Pa} \quad H = \Delta p / \gamma_1$$

$$\text{Il momento motore medio vale: } M_m = P_{\text{eff}} / \omega = 15696 \cdot 60 / (2 \pi \cdot 150) = 999,75 \text{ N m}$$

$$\text{Si ricava il raggio di manovella: } r = C / 2 = 136 \text{ mm}$$

2.) Dimensionamento perno di estremità della manovella.

Si dimensiona il perno del bottone di manovella, scegliendo come materiale un acciaio al carbonio da bonifica C 30 UNI 7845 con $R_m=650 \text{ N/mm}^2$, che comporta una tensione ammissibile a fatica $\sigma_{Fam}=R_m/n_f$ $3=54 \text{ N/mm}^2$ e la pressione specifica $p_m=8 \text{ N/mm}^2$, essendo $p_m=6\div 9 \text{ N/mm}^2$.

Il perno o bottone di manovella, viene calcolato come un perno portante di estremità sollecitato da una forza agente normalmente al proprio asse, trasmessagli dalla biella, utilizzando le seguenti relazioni:

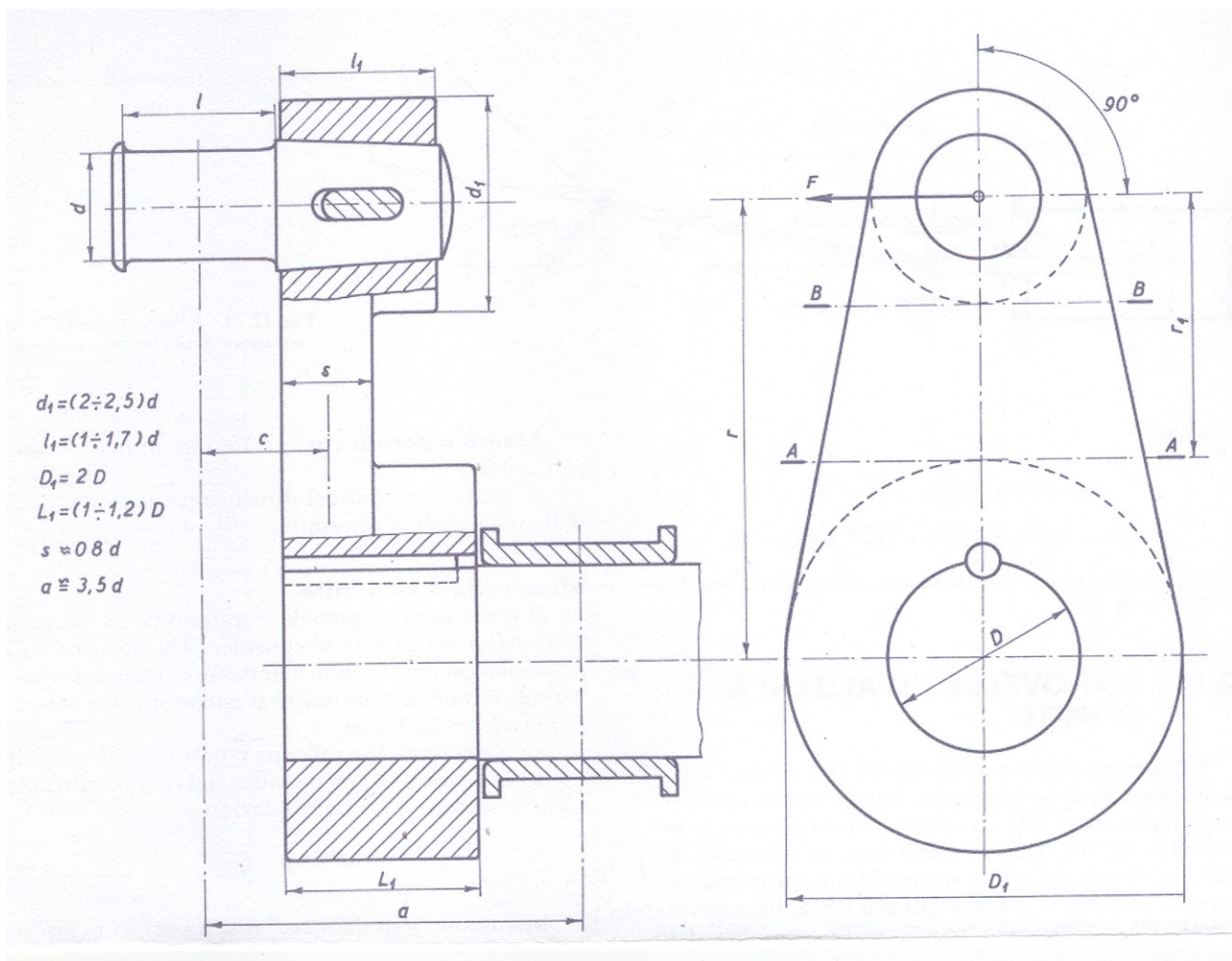
$$\frac{l}{d} \leq \sqrt{\frac{\sigma_{Fam}}{5 \cdot p_m}} = \sqrt{\frac{54}{5 \cdot 8}} = 1,16 \quad \frac{l}{d} = 1,1$$

$$d \geq \sqrt{\frac{5 \cdot F \cdot l}{\sigma_{am} \cdot d}} = \sqrt{\frac{5 \cdot 1,1 \cdot 17804,36}{54}} = 42,58 \text{ mm} \Rightarrow d=44 \text{ mm} \Rightarrow l=1,1 d=48,4 \text{ mm} \Rightarrow l=50 \text{ mm}$$

$$d_1=(2\div 2,5)d=2 \cdot 44=88 \text{ mm} \quad l_1=(1\div 1,7)d=1,4 \cdot 44=61,6 \text{ mm} \Rightarrow l_1=62 \text{ mm}$$

3.) Dimensionamento del perno di banco dell'albero e della sede di calettamento del braccio della manovella.

Manovella con gli elementi di proporzionamento.



Il momento torcente massimo si verifica in quadratura, supponendo che la forza agente lungo la biella resti costante per tutta la prima semicorsa (braccio massimo):

$$M_{t\max} = r p_{\max} \pi D^2/4 = 136\,784\,800 \pi 0,17^2/4 = 2421393,67 \text{ Nmm}$$

Nella suddetta posizione di quadratura il momento flettente può, a sua volta, ricavarsi ritenendo, a sua volta in prima approssimazione, pari a 3,5 d la distanza intercorrente tra la mezzaria del bottone e la mezzaria del perno d'estremità dell'albero, come indicato nel disegno:

$$M_f = F_{\max} 3,5 d = 17804,36 \cdot 3,5 \cdot 42 = 2617240,92 \text{ N mm}$$

$$\text{Il momento flettente ideale } M_{fi} = \sqrt{M_f^2 + 0,75 \cdot M_{t\max}^2} = 3353701,02 \text{ N mm}$$

$$D = \sqrt[3]{32 \cdot M_{fi} / \pi \cdot \sigma_{Fam}} = \sqrt[3]{32 \cdot 4943621,34 / \pi \cdot 54} = 85,86 \text{ mm} \Rightarrow D = 86 \text{ mm}$$

La lunghezza del perno d'estremità dell'albero si ricava:

$$L = (1 + 1,2)D = 1,1 \cdot 86 = 94,6 \text{ mm} \Rightarrow L = 95 \text{ mm} \quad D_1 = 2 D = 172 \text{ mm}$$

Seppure non richiesto si procede al dimensionamento e alla verifica del braccio della manovella che presenta sezione rettangolare, con il lato maggiore gradualmente crescente dalla sezione tangente al mozzo del bottone alla sezione tangente al mozzo dell'albero, mentre il lato minore ha valore costante:

$$c = 0,8 d = 0,8 \cdot 44 = 35,2 \text{ mm} \Rightarrow c = 36 \text{ mm}$$

La verifica di resistenza del braccio viene effettuata per le due sezioni pericolose B-B (hxc) e A-A (gxc) indicate nel disegno valutando il momento flettente e torcente:

$$h = d_1 + (D_1 - d_1) d_1 / 2 \quad r = 101,58 \text{ mm} \quad g = d_1 + (D_1 - d_1) r_1 / r = 118,88 \text{ mm} \quad r_1 = r - D_1/2 = 50 \text{ mm}$$

$$M'_f = F_{\max} b = 765587,48 \text{ Nmm} \quad \sigma_f = 6 M'_f / c^2 h = 34,89 \text{ N / mm}^2$$

$$\sigma_c = F_{\max} / c h = 17804,36 / 36 \cdot 101,58 = 4,87 \text{ N / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_c + \sigma_f = 39,76 \text{ N / mm}^2 \leq \sigma_{Fam}$$

$$M''_f = F_{\max} r_1 = 17804,36 \cdot 50 = 890218 \text{ Nmm} \quad M_t = F_{\max} b = 17804,36 \cdot 43 = 765587,48 \text{ Nmm}$$

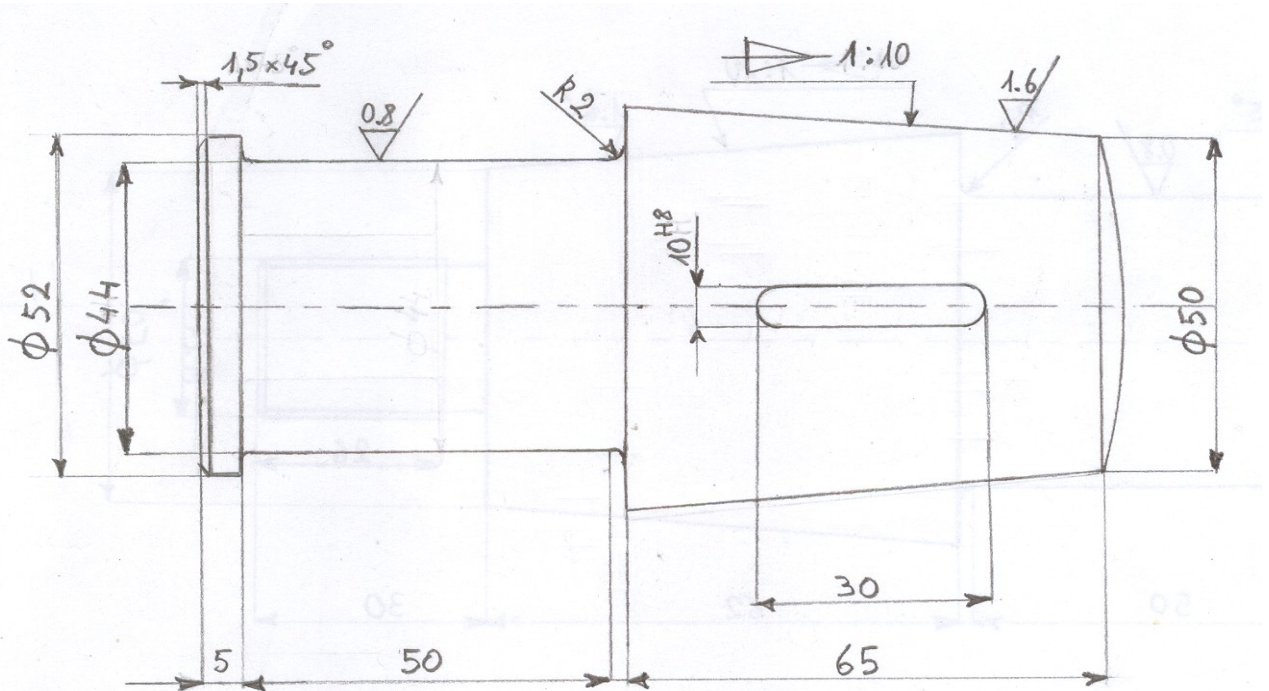
$$b = l/2 + c/2 = 25 + 18 = 43 \text{ mm}$$

$$\sigma_f = 6 M''_f / c^2 g = 6 \cdot 890218 / 36 \cdot 118,88^2 = 10,5 \text{ N / mm}^2$$

$$\tau_1 = \beta M_t / c^2 g = 3 \cdot 765587,48 / 36^2 \cdot 118,88 = 14,9 \text{ N / mm}^2 \quad \beta = 2,2 + 2,6 c/g = 3$$

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma_f^2 + 3\tau_1^2} = 27,86 \text{ N / mm}^2 \leq \sigma_{Fam}$$

4.) Disegno di fabbricazione del perno di manovella



5.) Ciclo di lavorazione perno di manovella

Grezzo di partenza: barra laminata $\Phi=75$ L=125 mm

Materiale: C30 UNI 7845

Lavorazione su barra continua

Fase	Operazione	Macchina
10	Innestatura	Tornio CN
20	Sgrossatura del profilo	Tornio CN
30	Finitura del profilo	Tornio CN
40	Sede della bietta	Tornio CN
50	Troncatura	Tornio CN
60	Rettifica sede bronzina	Rettificatrice
70	Rettifica sede conica	Rettificatrice

Il controllo sarà effettuato con calibro passa / non passa, un rugosimetro per la sede del cuscinetto a strisciamento ed un calibro centesimale per le altre quote.