

SOLUZIONE

La presente soluzione verrà redatta facendo riferimento al manuale:

Caligaris, Fava, Tomasello

Manuale di Meccanica

Hoepli.

PRIMA PARTE

– Verifica dell'albero di trasmissione

Il testo della prova indica che l'agitatore è montato verticalmente, probabilmente collegato a una staffatura mediante il manicotto flangiato.

Non sono date indicazioni riguardo alla costruzione dell'albero nella parte interna al motore elettrico. Trattandosi di un'unica commessa dell'intero agitatore si è ipotizzato un albero unico che unisce direttamente la ventola con l'elica e, al suo interno, tutte le sedi per cuscinetti e rotore del motore elettrico.

Dovendo lavorare in ambienti corrosivi si è ipotizzato l'utilizzo di un acciaio inox X 5 Cr Ni 18 10 avente un carico di rottura $R_m = 650 \text{ N/mm}^2$ (tabella pag. F123).

I carichi, ipotizzando che l'agitatore lavori verticalmente con l'elica verso il basso, sono tutti verticali.

Si ipotizza: peso dell'elica 80 N, peso dell'albero 55 N e spinta assiale dell'elica 1500 N. Quest'ultima viene ipotizzata verso il basso a sommarsi con gli altri carichi come condizione peggiore.

Trattandosi di un liquido a bassa densità si trascurano le eventuali forze laterali che possono svilupparsi nel suo funzionamento. Le stesse comunque sono abbondantemente ricomprese nel coefficiente di sicurezza scelto.

Ne deriva quindi che, in prima approssimazione, l'albero di trasmissione è sollecitato contemporaneamente sia a torsione che a trazione.

Il carico di trazione risulta pari a $N=80+55+1500= 1635 \text{ N}$, approssimato cautelativamente a 2000 N.

Il momento torcente può essere così calcolato: ipotizzando un fattore di servizio F_s pari a 1,5 come può essere desunto dalla tabella a pg. I-156, la potenza corretta diventa $P_c=1,5 \times 1,5=2,25 \text{ kW}$.

Il momento torcente massimo trasmissibile diventa quindi

$$M_t = \frac{P_c}{\omega} = \frac{2250}{73,3} = 30,7 \text{ N} \cdot \text{m} = 30700 \text{ N} \cdot \text{mm}, \text{ dove}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot n = \frac{2 \cdot 3,14}{60} \cdot 700 = 73,3 \text{ rad/s}.$$

La sezione più critica dell'albero può essere considerata quella in corrispondenza dell'elica. Dal disegno si può ipotizzare che abbia un diametro di 24 mm ridotto dalla cava per la linguetta.

Ne deriva che la verifica può essere limitata a quella sezione e il diametro resistente sarà uguale al diametro esterno meno la profondità della cava della linguetta (pari a 4 mm come da tabella pg. I-32). Quindi $d_{\text{resistente}} = 24 - 4 = 20 \text{ mm}$.

Si calcolano quindi le due tensioni relative alla torsione e alla trazione.

In particolare per la torsione risulta una tensione tangenziale massima:

$$\tau_{\max} = \frac{M_t}{W_t} = \frac{30700}{1570} = 19,6 \text{ N/mm}^2, \text{ essendo } W_t = \frac{\pi \cdot d_{\text{resistente}}^3}{16} = 1570 \text{ mm}^3.$$

Per la trazione invece si calcola una tensione assiale pari a:

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{2000}{314} = 6,4 \text{ N/mm}^2, \text{ dove } A = \frac{\pi \cdot d_{\text{resistente}}^2}{4} = 314 \text{ mm}^2.$$

Combinando le due tensioni con la formula di Von Mises si calcola una tensione ideale pari a:

$$\sigma_{id} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} = \sqrt{6,4^2 + 3 \cdot 19,6^2} = 34,5 \text{ N/mm}^2.$$

Se si considera un coefficiente di sicurezza pari a 8, la tensione ammissibile risulta:

$$\sigma_{amm} = \frac{R_m}{n} = \frac{650}{8} = 81,2 \text{ N/mm}^2$$

e quindi maggiore della tensione ideale calcolata. La sezione risulta quindi verificata.

In allegato i disegni della flangia, dell'albero e il ciclo di lavorazione della flangia.

Per quanto riguarda il disegno del manicotto è stata fatta una modifica all'asola. Per motivazioni tecnologiche si è preferito arrotondare il lato corto dell'asola con un raggio di curvatura di 12,5 mm per permettere un'unica lavorazione con una fresa a candela da 25 mm di diametro. Le altre soluzioni richiedevano un maggior numero di fasi e quindi maggiori tempi di esecuzione o ricorrere a tecnologie più costose.

SECONDA PARTE

Ai candidati viene richiesto di rispondere a due dei quattro quesiti proposti.

– QUESITO N.1

Di seguito le fasi per la fabbricazione dell'albero di trasmissione.

Da testo la lunghezza dell'albero da esterno elica a linguetta della ventola è di 1000 mm, ai quali vanno sommati i sistemi di chiusura filettati che portano la lunghezza complessiva dell'albero a 1070 mm. Considerando la perdita di 10 mm a troncone, ogni albero impegna 1080 mm di barra.

Quindi con la barra da 4000 mm si possono fabbricare 3 alberi con uno sfrido di 760 mm, con la barra da 6000 mm si possono fabbricare 5 alberi con uno sfrido di 600 mm. La soluzione più economica risulta quindi la seconda.

Di seguito si può indicare un possibile cartellino di lavorazione per lavorazione da spezzone:

fase 10.1 Attestatura e centratura

fase 20.2 tornitura Φ 30 x 800

fase 20.3 tornitura Φ 24 x 73

fase 20.4 esecuzione gola di scarico e filettatura M 24

fase 20.5 esecuzione cave per anello elastico

fase 30.1 giro il pezzo

fase 30.2 tornitura Φ 30 x 270

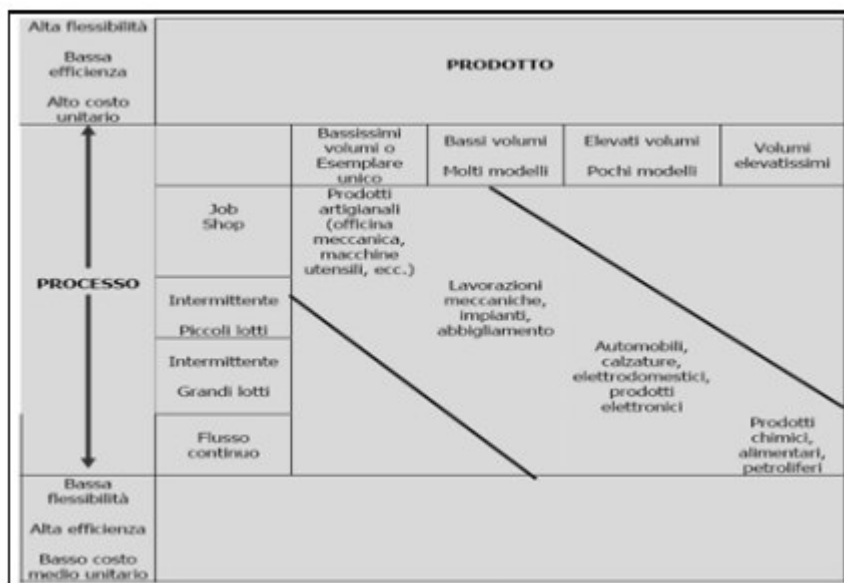
fase 30.3 tornitura Φ 24 x 33

fase 40.4 esecuzione gola di scarico e filettatura M 24

fase 50.1 montaggio su fresa universale ed esecuzione delle tre cave per linguetta.

– **QUESITO N. 2**

La produzione per commessa consiste nell'attivare le lavorazioni una volta acquisito l'ordine dal cliente, non essendo prevedibile né la quantità né il tempo della domanda. Generalmente per lavorare per commessa è necessario disporre di macchine flessibili e di manodopera polivalente. Essa è caratterizzata dall'assenza o da minimali giacenze di magazzino.



La produzione per magazzino viene effettuata per tutti quei prodotti la cui richiesta di mercato, normalmente medio-alta, è determinata con un'analisi di previsione. Il materiale prodotto viene stoccato nei magazzini e venduto ai clienti che ne fanno richiesta.

Rispetto alla produzione per commessa la produzione per magazzino soddisfa immediatamente la richiesta di mercato a fronte, però, dell'onere della gestione dei magazzini e dell'eventuale invenduto.

– **QUESITO N.3**

Per quanto riguarda la produzione del manicotto flangiato si può ipotizzare l'utilizzo di utensili a placchetta in carburi sinterizzati. I parametri di taglio delle lavorazioni di sgrossatura possono massimizzare la produttività: si possono prevedere quindi una velocità di taglio di 70-80 m/min, una profondità di passata di 4-5 mm e avanzamenti di 0.1-0.4mm/giro.

Le operazioni di finitura, anche se non richiedono particolari finiture superficiali, possono richiedere parametri di taglio meno “tirati” come velocità di taglio di 50-60 m/min, profondità di passata di 0,5 mm e avanzamenti di 0,05-0.1 mm/giro.

Ovviamente l’analisi sarebbe molto lunga se valutassimo matematicamente tutti gli aspetti relativi alla teoria del taglio includendo il calcolo della velocità di minimo costo o ad esempio di massima produttività.

– **QUESITO N. 4**

Si definisce lay-out degli impianti la disposizione planimetrica dei reparti produttivi. Il layout ottimale deve soddisfare le esigenze tecnico-economiche complessive dell’azienda. Gli obiettivi principali di un layout ottimale sono:

- la semplificazione del processo produttivo;
- la riduzione al minimo dei costi del trasporto dei materiali;
- la riduzione al minimo delle scorte di produzione e dei materiali immagazzinati;
- l’utilizzazione dello spazio disponibile nel modo più efficace;
- l’offerta di un ambiente di lavoro soddisfacente ai dipendenti;
- la possibilità di evitare investimenti di capitale non necessari;
- l’utilizzazione efficace della manodopera.

LAYOUT PER PRODOTTO	LAYOUT PER PROCESSO
Minore costo totale dei trasporti del materiale	Minore duplicazione di macchinario e conseguenti minori investimenti in attrezzature fisse
Minore tempo complessivo di produzione	Maggiore flessibilità di produzione
Minori scorte di produzione	Controllo e supervisione più specializzati e quindi più efficaci
Maggiori incentivi per i vari reparti volti ad aumentare la produttività (e migliori occasioni di applicare metodi di incentivazione di gruppo)	Maggiori incentivi per i singoli dipendenti tesi ad aumentare la produttività (e migliori occasioni di applicare metodi di incentivazione individuale)
Minore superficie di stabilimento richiesta per unità di prodotto	Migliore controllo di processi ad alta precisione o particolarmente complessi
Semplificazione del controllo della produzione (sono necessari infatti meno controlli ed il costo amministrativo è minore)	Maggiori possibilità di ovviare ad avarie del macchinario

Si possono proporre due lay-out di stabilimento.

Uno basato su macchine tradizionali come il seguente:

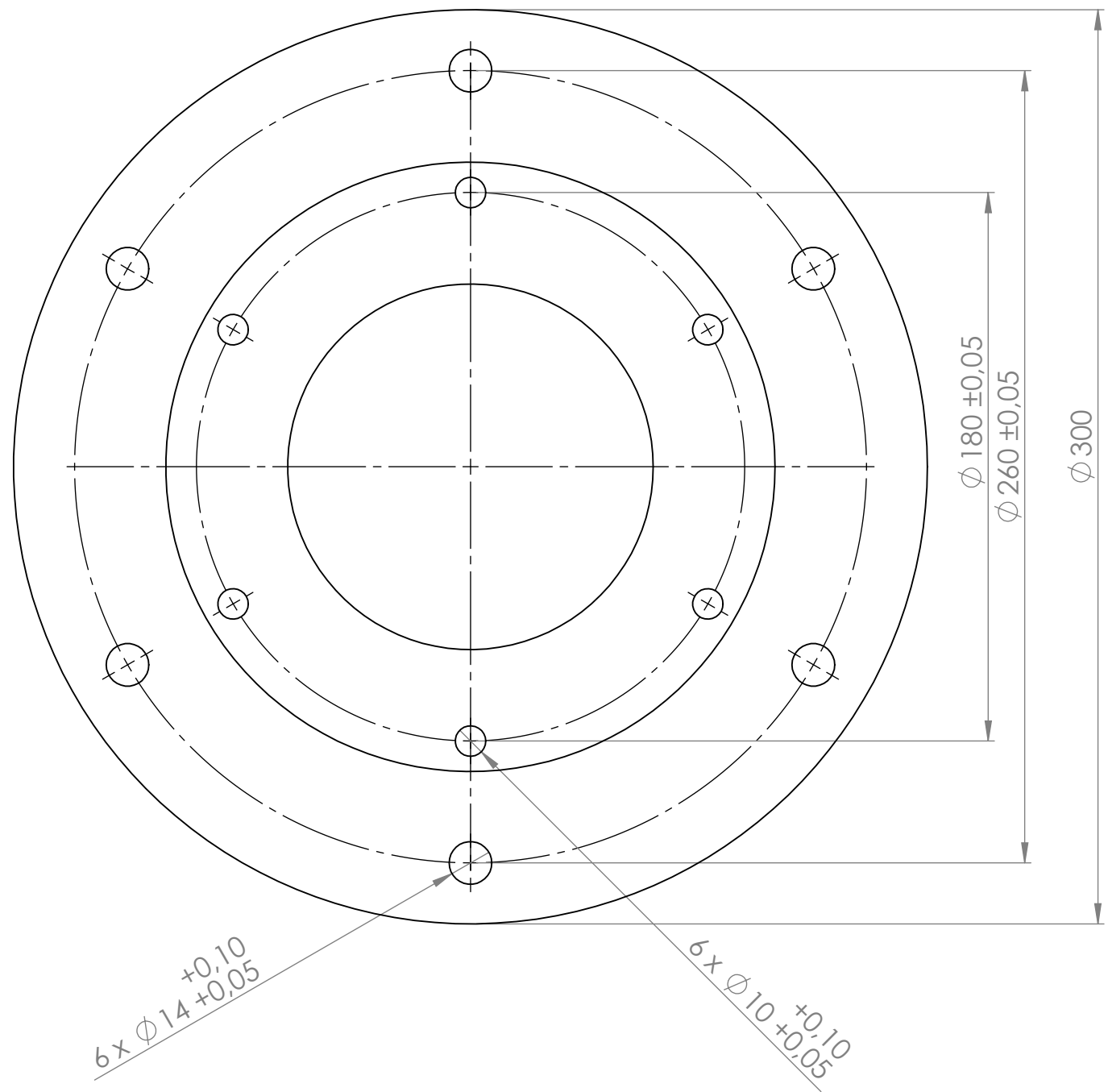
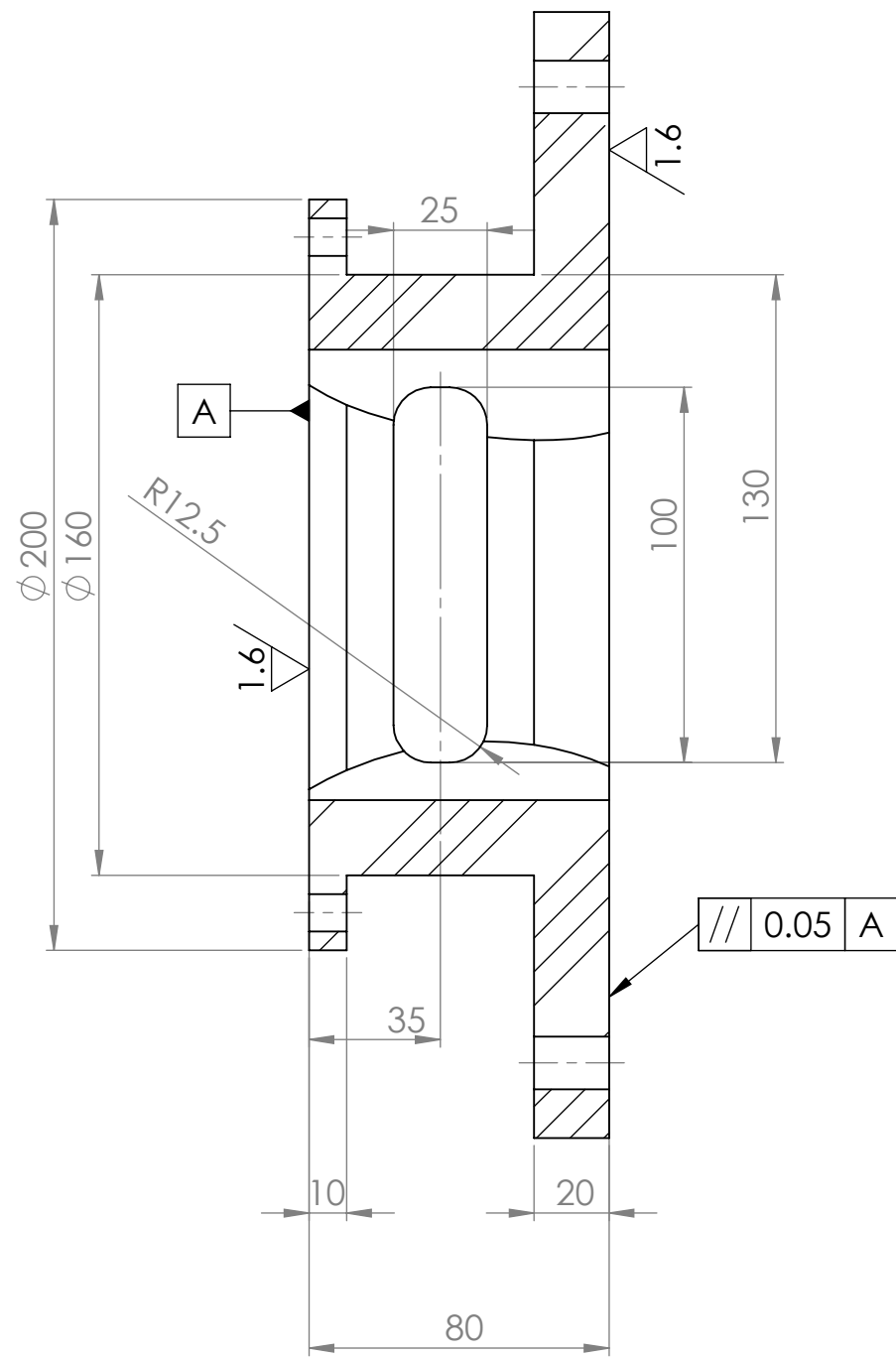
Oppure un lay-out con predominante presenza di macchine a controllo numerico e mini-reparti con macchine tradizionali.

Accettazione materie prime	Macchine a CNC				Unità
Magazzino					
	Montaggio	Tornitura	Fresatura	Trattamento termico	
Spedizione prodotti finiti	Collaudo	Fresatura	Rettificazione	Saldatura	

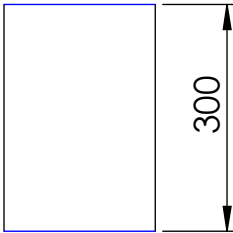
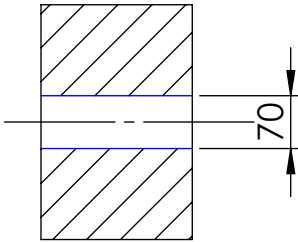
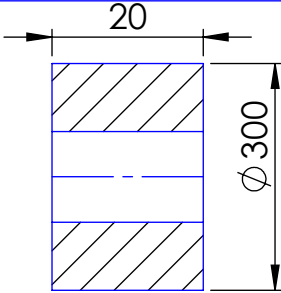
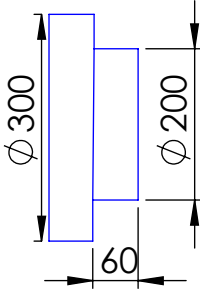
Prof. Alberto Ariotti

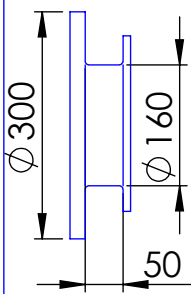
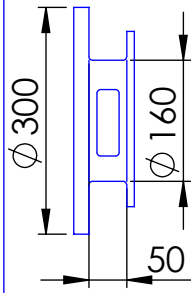
Prof. Alessandro Bacigalupo

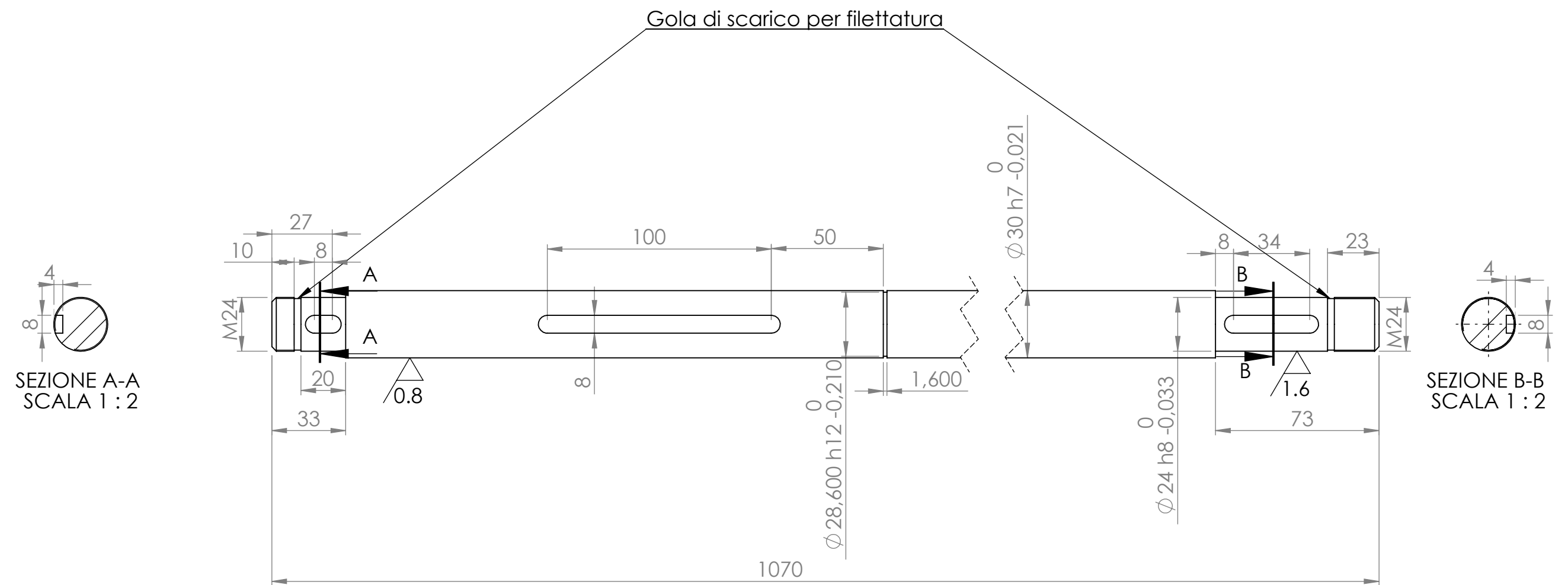
I.I.S. "Natta – Deambrosis" – Sestri Levante e Chiavari (GE)



SE NON SPECIFICATO: QUOTE IN MILLIMETRI FINITURA SUPERFICIE: TOLLERANZE: LINEARE: ANGOLARE:				FINITURA: 3.2/ 1.6/ ▽ (▽)		SBAVATURA E INTERRUZIONE DEI BORDI NETTI		NON SCALARE IL DISEGNO		REVISIONE	
DISEGNATO BA				FIRMA		DATA		TITOLO: Manicotto Flangiato			
VERIFICATO AA											
APPROVATO											
FATTO											
QUALITA'						MATERIALE: X 5 Cr Ni 18 10		N. DISEGNO		A3	
						PESO: 13.5 kg		SCALA:1:5		FOGLIO 1 DI 1	

Ariotti Bacigalupo Foglio1		Cartellino di lavorazione di un manicotto flangiato	Materiale X 5 Cr Ni 18 10 Rm 650 MPa Stato Trafilato Grezzo barra \varnothing 300 x 6000
N	Operazione	Macchina Utensile	Utensili e strumenti di misura
10	 <p>10.1 Attestatura e centratura</p>	Tornio	Ut. SESCO 1616H Punta da centri R2 UNI 3223
20	 <p>20.1 Foratura \varnothing 10 20.2 Foratura \varnothing 20 20.3 Foratura \varnothing 30 20.4 Foratura \varnothing 50 20.5 Foratura \varnothing 70</p>	Tornio	Punte elicoidali DIN 345 Calibro 1/20
30	 <p>30.1 Alesatura \varnothing 120</p>	Tornio	CoroBore 820XL antivibrante
40	 <p>40.1 Tornitura esterna \varnothing 200 x 60</p>	Tornio	Utensile S 40 VSCLCR12

Ariotti Bacigalupo Foglio 2		Cartellino di lavorazione di un albero		Materiale X5 Cr Ni 18 10 Rm 650 MPa Stato Trafilato Grezzo barra \varnothing 300 x 6000	
50	 <p>50.1 Tornitura scanalatura interna</p>	Tornio	Utensile Sandvik N123H2-0475-0008-GF Calibro 1/20		
60	 <p>60.1 Montaggio sulla fresa 60.2 Esecuzione scanonatura rettangolare 25 x 100</p>	Fresa Universale	Fresa a candela Coromill plura \varnothing 25 Sandvik 490-025C3-08M		
70	70.1 Controllo dimensionale		Micrometro		



Smussi non quotati 2 x 45°

SE NON SPECIFICATO: QUOTE IN MILLIMETRI FINITURA SUPERFICIE: TOLLERANZE: LINEARE: ANGOLARE:			FINITURA: 1.6 / 0.8 / (∇) (∇)			NON SCALARE IL DISEGNO		REVISIONE
	NOME	FIRMA	DATA			TITOLO: Albero agitatore		
DISEGNATO								
VERIFICATO								
APPROVATO								
FATTO						N. DISEGNO Disegno24		
QUALITA'								
					MATERIALE: X5 Cr NI 18-10	SCALA:1:10		
					PESO: 6.5 kg	FOGLIO 1 DI 1		