

SOLUZIONE

La presente soluzione verrà redatta facendo riferimento al manuale:

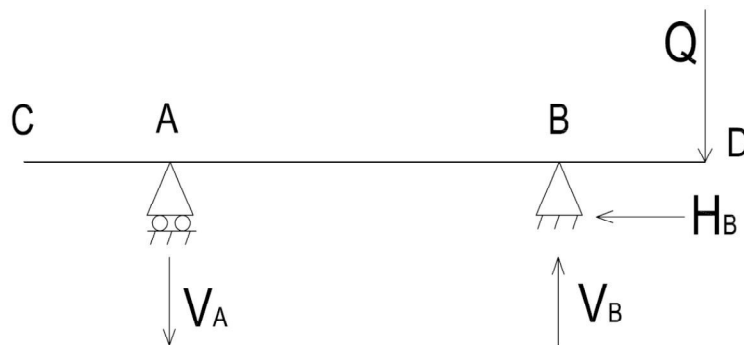
Caligaris, Fava, Tomasello

Manuale di Meccanica

Hoepli.

- Modellazione dell'albero e calcolo delle forze

L'albero è sollecitato a flessione-torsione e può essere così modellizzato:



La forza Q che esercita la puleggia sull'albero può essere approssimata, per cinghie trapezoidali da:

$$Q = 2 \cdot F \text{ dove } F = \frac{2 \cdot M_t}{d} \text{ è la forza periferica.}$$

M_t è il momento torcente e d è il diametro primitivo della puleggia.

Con i dati forniti dal testo si può calcolare:

$$M_t = \frac{P}{\omega} = \frac{25000}{157} = 159,23 \text{ Nm} = 159235 \text{ Nmm}, \text{ essendo } \omega \text{ la velocità angolare}$$

$$(\omega = \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot n = \frac{2 \cdot 3,14}{60} \cdot 1500 = 157 \text{ rad/s}).$$

$$\text{Da cui } F = \frac{2 \cdot 159235}{250} = 1274 \text{ N e quindi } Q = 2548 \text{ N}$$

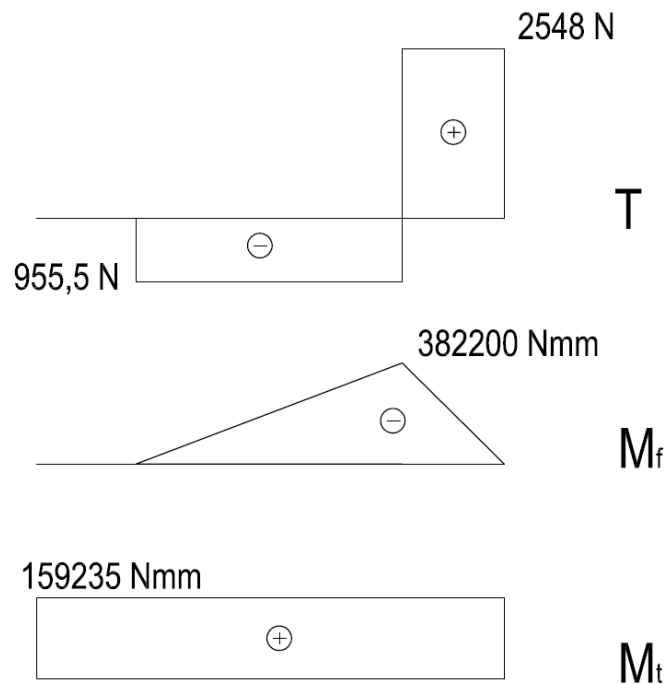
Si procede quindi al calcolo delle reazioni vincolari applicando le equazioni cardinali della statica. Data la semplicità dei calcoli, si omettono i calcoli e le reazioni calcolate sono:

$$V_A = 955,5 \text{ N}, V_B = 3503,5 \text{ N e } H_B = 0.$$

Il momento flettente massimo è in corrispondenza della sezione B.

$$M_{fB} = 955,5 \cdot 400 = 382200 \text{ Nmm}.$$

Di seguito sono tracciati i grafici delle caratteristiche della sollecitazione:



- **Dimensionamento della sede del cuscinetto B e del relativo cuscinetto a sfera**

Si calcola ora il diametro minimo della sezione B, più sollecitata e sede di cuscinetto a sfera. Si considera un carico unitario di rottura per l'acciaio C40 UNI-EN 10083 pari a $R_m=650 \text{ N/mm}^2$.

Si procede al dimensionamento a flessione-torsione.

Prima si calcola il momento flettente ideale:

$$M_{fid} = \sqrt{M_f^2 + 0,75 \cdot M_t^2} = 406317 \text{ Nmm}, \text{ poi la tensione ammissibile a fatica:}$$

$$\sigma_{amf} = \frac{R_m}{9} = 72,2 \text{ N/mm}^2.$$

$$\text{Quindi il diametro minimo della sezione B è: } d_B = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{fid}}{\pi \cdot \sigma_{amf}}} = 38,6 \text{ mm}.$$

La sezione B è sede di cuscinetto a sfera. Dall'analisi della tabella I.70 a pag. I-100 del manuale, si approssima il diametro a 40 mm e si dimensiona il relativo cuscinetto a sfera.

$$\text{Si calcola il numero di cicli di progetto: } L_{10} = \frac{60 \cdot n \cdot L_{10h}}{10^6} = 900 \text{ milioni di cicli e il carico dinamico richiesto } C = P \cdot L_{10}^{1/p} = 33826 \text{ N}.$$

Si sceglie pertanto il cuscinetto: d=40 mm, D=90 mm, B=23 mm.

- **Dimensionamento della sede della puleggia (sezione D)**

Per esigenze costruttive la puleggia verrà calettata su una sede albero di 36 mm di diametro per creare uno spallamento a cui andrà a battuta la puleggia stessa. La puleggia verrà poi fissata con rosetta e ghiera di sicurezza.

La sede della puleggia prevede una linguetta di calettamento tipo A.

Si procede quindi alla determinazione del diametro minimo previa dimensionamento a torsione.

$$\text{Posto } \tau_{amm} = \frac{\sigma_{amf}}{\sqrt{3}} = 41,6 \text{ N/mm}^2.$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_t}{\pi \cdot \tau_{amm}}} = 26,9 \text{ mm}.$$

Si calcola ora la larghezza della puleggia.

Dalla figura I.129 a pagina I-166 del manuale ponendo $P_c=25 \text{ kW}$, $n=1500 \text{ giri/min}$ si determina una cinghia di tipo B.

Dalla tabella I.119 pagina I-164, ipotizzando una puleggia a 3 cave, come indicato dal disegno allegato alla prova d'Esame, si può calcolare la larghezza della puleggia:

$$L=f+e+e+f=11,5+19+19+11,5= 61 \text{ mm}.$$

Ora si può dimensionare la linguetta attraverso la Tabella I.26 pagina I-32.

Per un diametro $d=36 \text{ mm}$ si può scegliere una linguetta 10x8 con cava d'albero $t_1=4,5 \text{ mm}$.

Sommando al diametro pocanzi determinato il valore di t_1 si ottiene un diametro pari a 31,4 mm minore di quello scelto e quindi verificato.

La linguetta deve avere una lunghezza sufficiente ad interessare la maggior parte della larghezza della puleggia e quindi si sceglie una lunghezza unificata di 56 mm.

Designazione della linguetta: Linguetta UNI 6604 – A 10x8x56.

Si procede ora a verifica della linguetta.

Si calcola la tensione agente sulla linguetta:

$$\tau_{max} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2 \cdot M_t}{d} \cdot \frac{1}{A_1} = 24,6 \text{ N/mm}^2, \text{ dove } A_1=538 \text{ mm}^2$$

Scegliendo un per la linguetta un acciaio S275 UNI 10025 $\tau_{ams} = \frac{275}{2 \cdot \sqrt{3}} = 79 \text{ N/mm}^2$, la linguetta è verificata.

- **Sede cuscinetto A**

Per esigenze costruttive, di manutenzione ed economiche si sceglie lo stesso cuscinetto dimensionato nella sezione B anche per la sezione A. Dato che in questo caso la sollecitazione è inferiore, non si procede a verifica.

- **Sede giunto elastico (sezione C)**

Si ipotizza l'utilizzo di un giunto elastico a pioli.

Per esigenze costruttive, si decide di mantenere lo stesso diametro di 40 mm fino alla estremità dell'albero sede del giunto.

Dalla tabella I.55 a pagina I-71, per un diametro interno di 40 mm e un momento torcente di 159 Nm, si sceglie il giunto con diametro esterno $D_e=160 \text{ mm}$, $L=145 \text{ mm}$, $s=5 \text{ mm}$.

Il semigiunto ricopre l'albero per $(L-s)/2=70 \text{ mm}$.

L'albero calettato al semigiunto prevede inoltre una Linguetta UNI 6604 – B 12x8x70. Non necessità di verifica perché di dimensioni maggiori di quella relativa alla sezione D e sollecitata dallo stesso momento torcente.

- **Disegno di fabbricazione e ciclo di lavorazione**

In allegato sono inseriti il disegno di fabbricazione dell'albero con le relative tolleranze e gradi di rugosità e il ciclo di lavorazione.

- **Calcolo della velocità di minimo costo**

Dalla formula G.39 a pagina G-28 si calcola la velocità di minimo costo.

$$v_{tminc} = C \cdot \left[\frac{A_2}{A_3} \cdot \frac{I}{\left(\frac{I}{n} - I \right)} \right]^n, \text{ dove } \frac{A_3}{A_2} = \frac{M \cdot T_{cu} + C_{ut}}{M} = \frac{(20/60) \cdot 1 + 5}{(20/60)} = 16$$

Da cui $v_{tminc}=139$ m/min.

Si calcola anche la relativa durata dell'utensile.

$$T_{minc} = \left(\frac{I}{n} - I \right) \cdot \frac{A_3}{A_2} = \left(\frac{1}{0,25} - 1 \right) \cdot 16 = 48 \text{ min.}$$

- **Calcolo del tempo macchina necessario all'operazione e relativo costo**

Calcolo del numero di giri del mandrino:

$$n = \frac{1000 \cdot v_{tminc}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 139}{\pi \cdot 50} = 885 \text{ giri/min. Valore accettabile in caso di lavorazione al C.N.}$$

Calcolo del tempo macchina:

$$T_m = \frac{L + e}{a \cdot n} = \frac{765 + 10}{0,3 \cdot 885} = 2,9 \text{ min.}$$

Si consideri la formula G.31 a pagina G-26:

$$C_0 = C_p + C_m + C_{cu} + C_u \quad [\text{€/pezzo}]$$

$$C_p = \frac{M \cdot t_p}{n_p} = \frac{20/60 \cdot 2}{1} = 0,66 \text{ €/pezzo, ipotizzando la lavorazione di un pezzo singolo.}$$

$$C_m = M \cdot T_m = (20/60) \cdot 2,9 = 0,97 \text{ €/pezzo.}$$

$$C_{cu} = \frac{(M \cdot T_{cu}) \cdot T_m}{T} = \frac{((20/60) \cdot 1) \cdot 2,9}{48} = 0,02 \text{ €/pezzo (considerando } T=T_{minc}).$$

$$C_u = \frac{C_{ut} \cdot T_m}{T} = \frac{5 \cdot 2,9}{48} = 0,3 \text{ €/pezzo (considerando } T=T_{minc}).$$

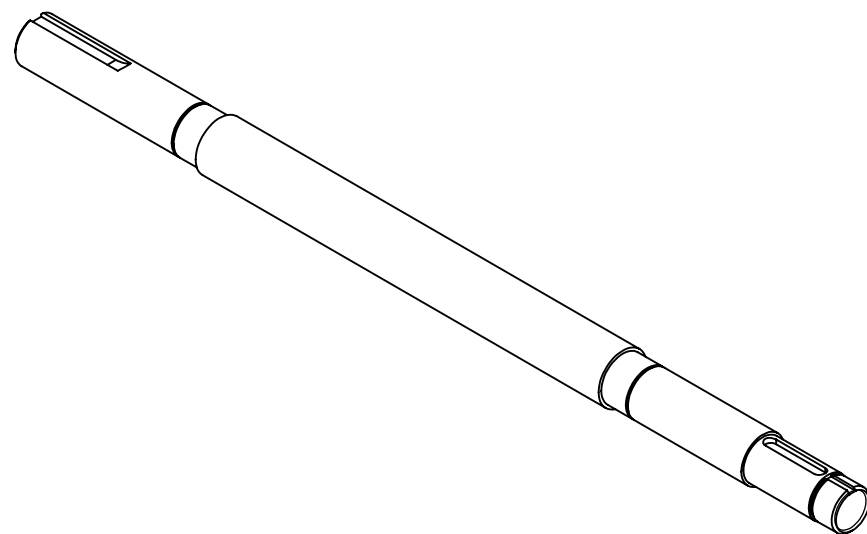
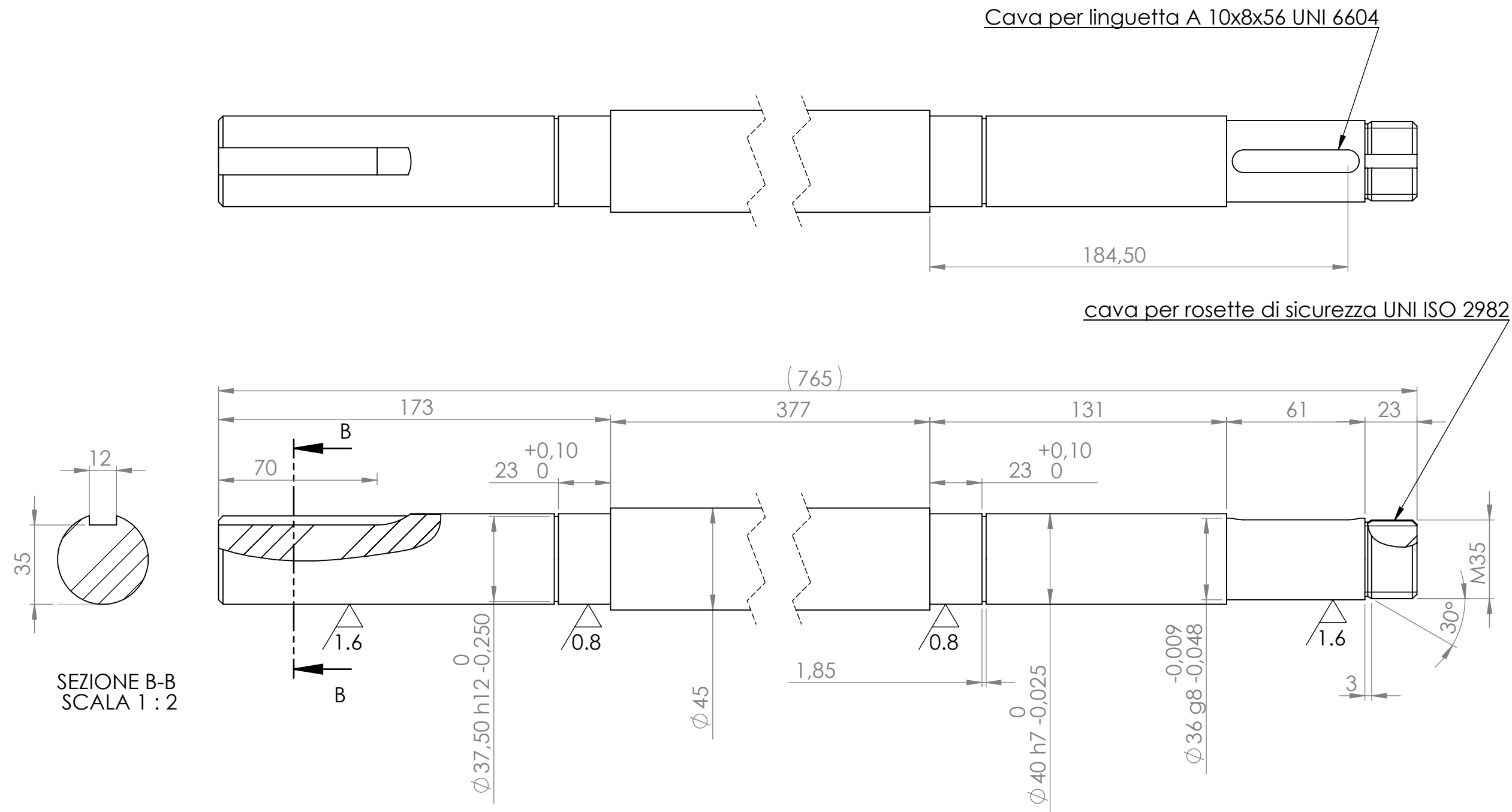
Si può ora calcolare il costo relativo all'operazione:

$$C_0 = 0,66 + 0,97 + 0,02 + 0,3 = 1,95 \text{ €/pezzo.}$$


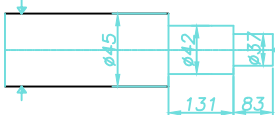

Prof. Alberto Ariotti

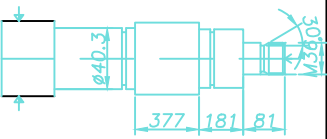
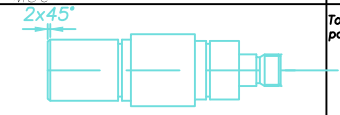

Prof. Alessandro Bacigalupo

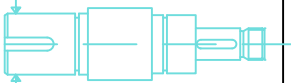
ITIS “G. Natta” – Sestri Levante (GE)



SE NON SPECIFICATO: QUOTE IN MILLIMETRI FINITURA SUPERFICIE: TOLLERANZE: LINEARE: ANGOLARE:				FINITURA: 3.2/ (1.6/0.8/)		REVISIONE	
DISEGNATO Bacigalupo Alessandro				TITOLO: Albero		Esame di Stato 2013 - Disegno e Prog.	
VERIFICATO Ariotti Alberto				MATERIALE: C 40 UNI EN 10083		N. DISEGNO 1000-00001	
				PESO: 8.260 Kg		SCALA:1:5	
						FOGLIO 1 DI 1	
						A3	

Ist. Tecn. ITIS NATTA		Cartellino per ciclo di lavorazione		ESAME DI STATO PER PERITO INDUSTRIALE	
Data 20/06/13 Ciclo n° 1 Foglio n°1		Denominazione elemento ALBERO DI TRASMISSIONE		Materiale c40 Rm 650 N/mm2 HB190 Stato normalizzato Grezzo barra d=50mm Quantità 1	
N°	OPERAZIONE		Macch. Reparto	Utensili, attrezzi, strumenti di misura	
10	 10.1 Montaggio barra 10.2 Esecuzione sfacciatura 10.3 Esecuzione foro da centro		Tornio parallelo	- Utensile SESCR 1616H-08-P20 Punta da centri R2 UNI 3223	
20	 20.1 Esecuzione tornitura cilindrica $\varnothing 45 \times 765$ 20.2 Esecuzione tornitura cilindrica $\varnothing 42 \times 214$ 20.3 Esecuzione tornitura cilindrica $\varnothing 37 \times 83$		Tornio parallelo	- Utensile PTGMR 2020 K-16 - Calibro 1/20 - Olio Emulsionante	
30	 30.1 Esecuzione tornitura cilindrica $\varnothing 42 \times 173$ 30.2 Finitura $\varnothing 40.3 \times 173$ 30.3 Finitura $\varnothing 40.3 \times 181$ 30.4 Finitura $\varnothing 36 \times 83$		Tornio Parallelo	- Utensile PAACL 2020 A-16 L - Utensile SEGCR 1616 H-08 Calibro 1/20	

N°	OPERAZIONE	Macch. Reparto	Utensili, attrezzi, strumenti di misura
40	 <p>40.1 Esecuzione gola di scarico per filettatura 40.2 Esecuzione gola per anello elastico $\varnothing 40$ UNI 7435 40.3 Esecuzione filettatura M36</p>	Tornio Parallelo	<ul style="list-style-type: none"> – Utensile per gole UNI 6370–P20 – Utensile per gole per anelli elastici – Utensile per filettatura metrica CER 2525 M16 DT
50	 <p>50.1 Esecuzione smusso 2x45° 50.2 Esecuzione troncatura</p>	Tornio parallelo	<ul style="list-style-type: none"> – Utensile troncatore UNI 4109–68
60	 <p>60.1 Esecuzione fresatura per linguetta 10x8x46 UNI6604 60.2 Esecuzione fresatura per linguetta 12x8x70 UNI6604 60.3 Esecuzione cava per rosetta di sicurezza</p>	Fresatrice verticale	<ul style="list-style-type: none"> – Fresa per cave 10 UNI ISO 1641 – Fresa a disco A63x12 N UNI3905 – Fresa a disco UNI 8060
70	70.1 Trattamento termico di bonifica	Reparto T.T	

N°	OPERAZIONE	Macch. Reparto	Utensili, attrezzi, strumenti di misura
80	 <p>80.1 Rettifica cilindrica Ø40x23 80.2 Rettifica cilindrica Ø40x23</p>	Rettifica per esterni	– Mola forma 1 150x20
90	90.1 Controllo dimensionale		– Micrometro digitale

