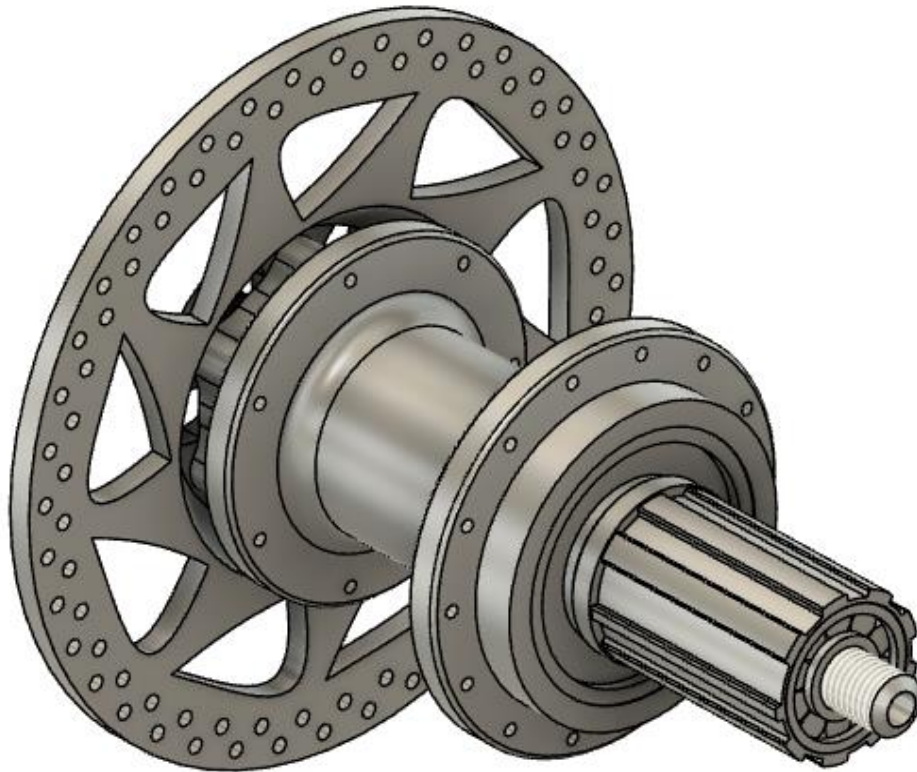


# Progetto di Tecnologia Meccanica

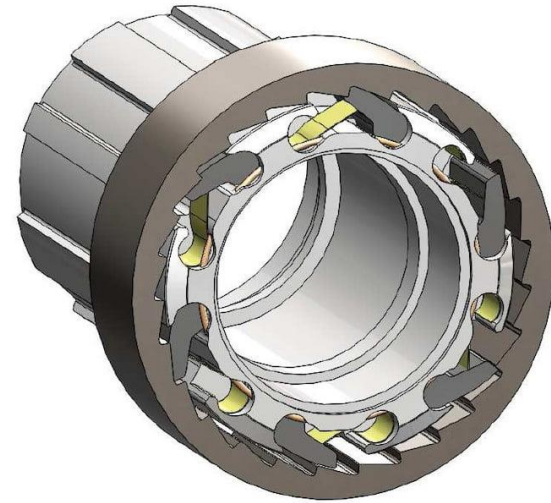
Benvenuti Filippo, Freschi Tommaso



Scuola di Ingegneria UNIPI

---

# L'IDEA DI PARTENZA

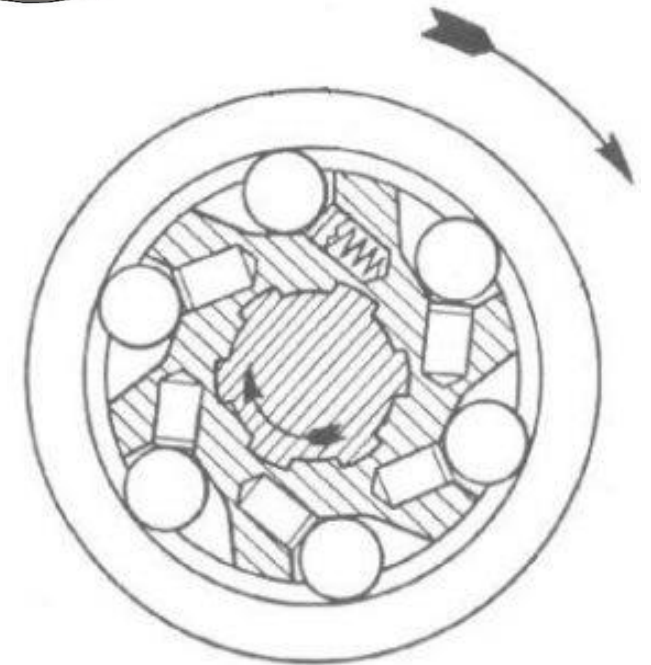


## Vantaggi:

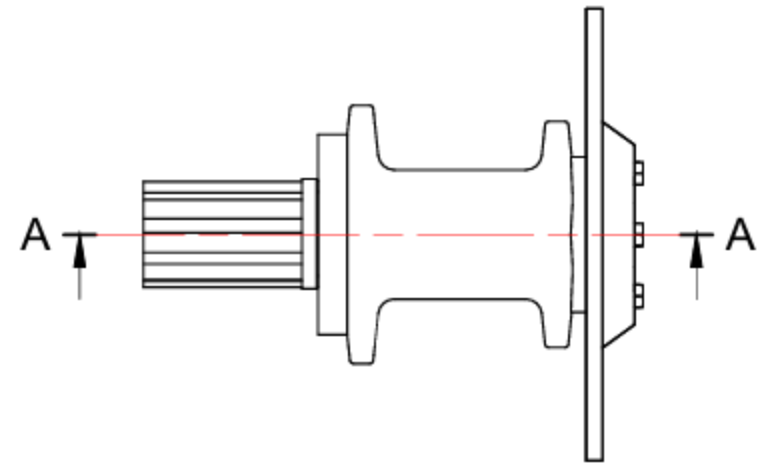
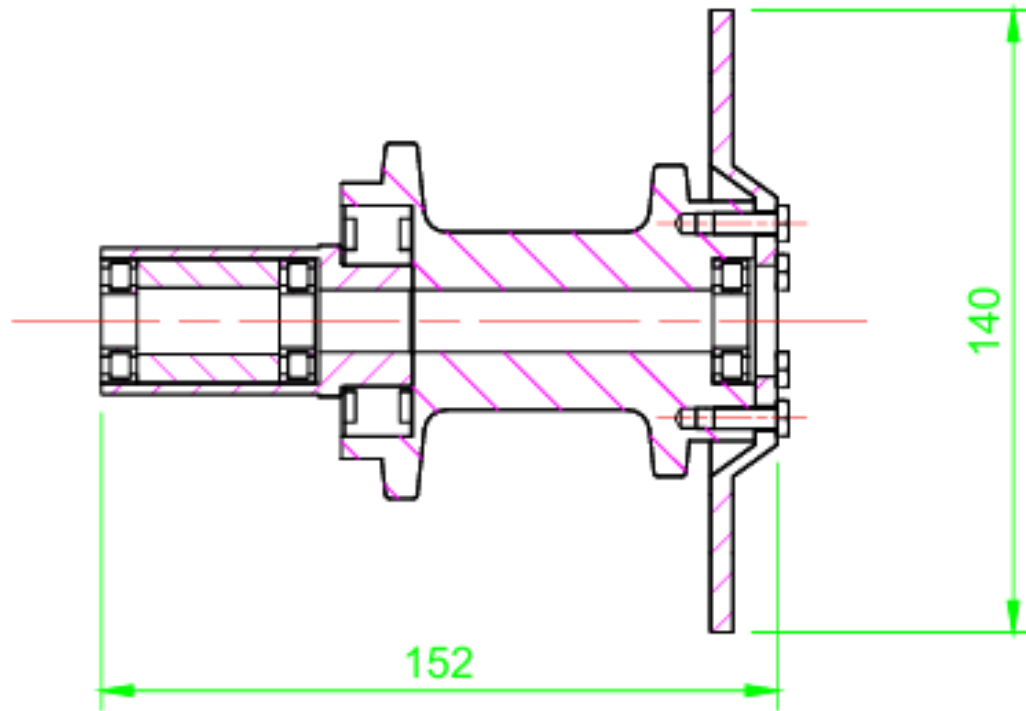
- Fluidità di pedalata
- Maggiore solidità strutturale
- Minor manutenzione necessaria

## Svantaggi:

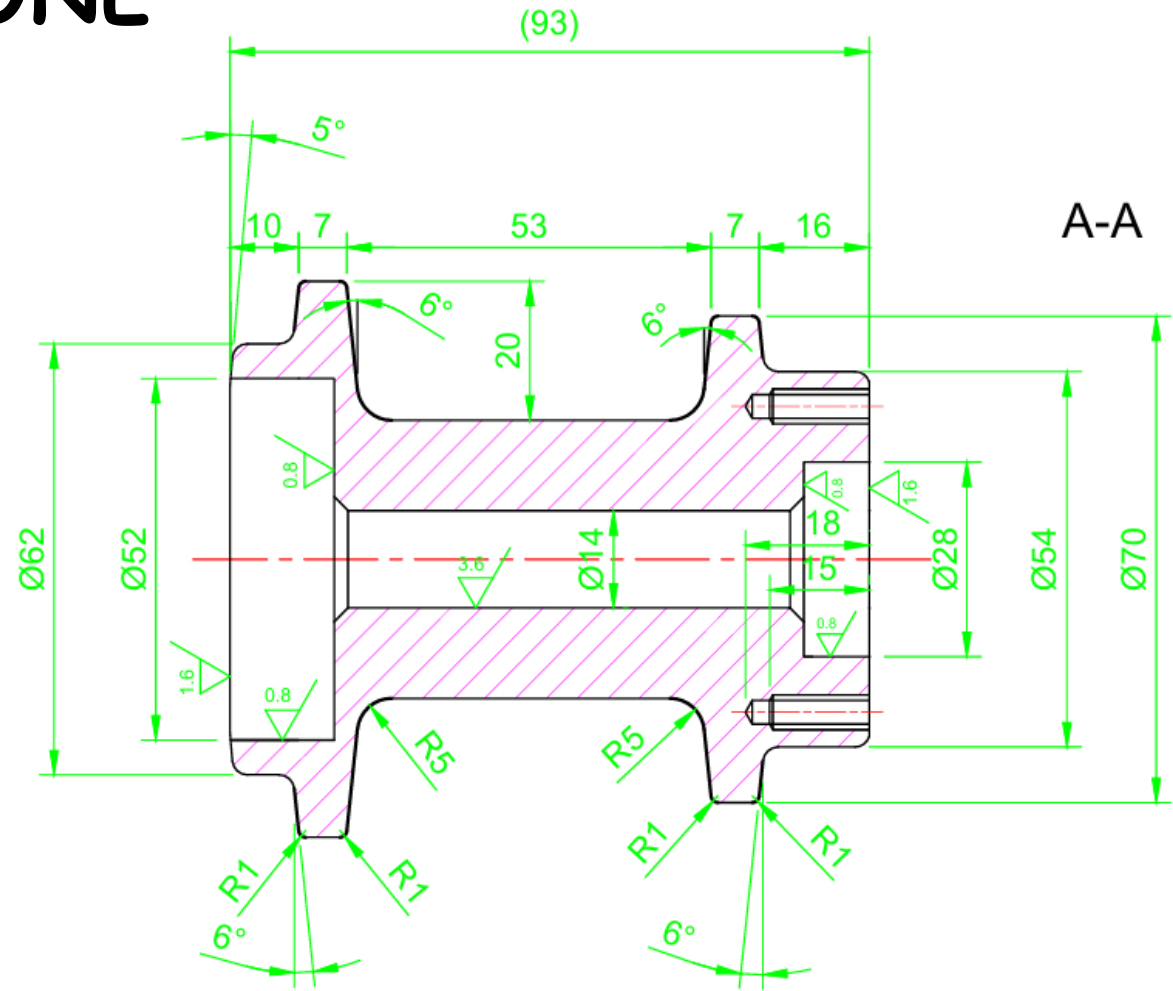
- Aumento di peso



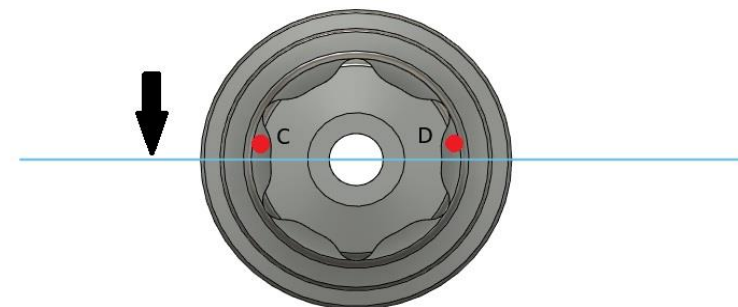
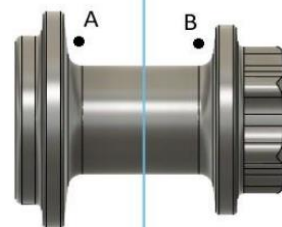
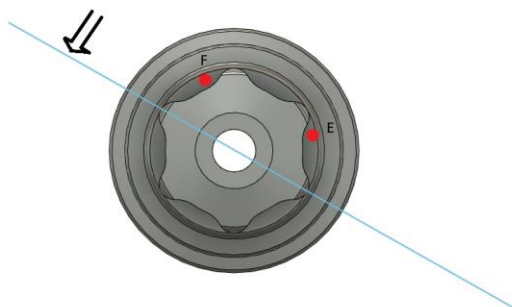
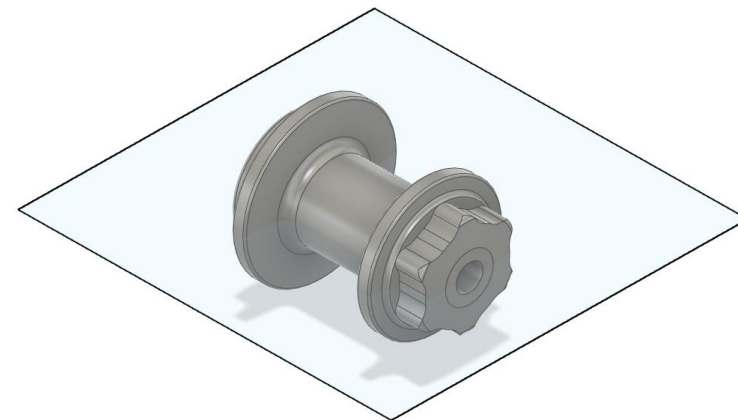
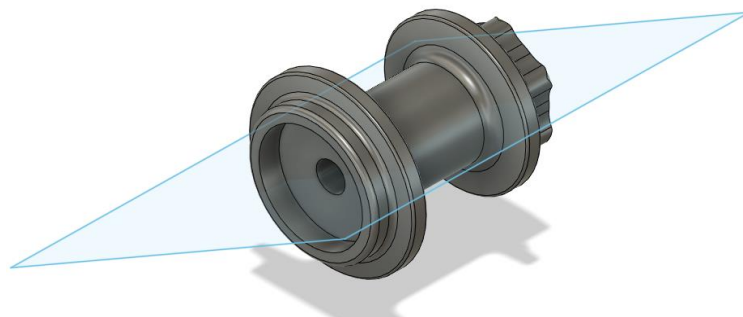
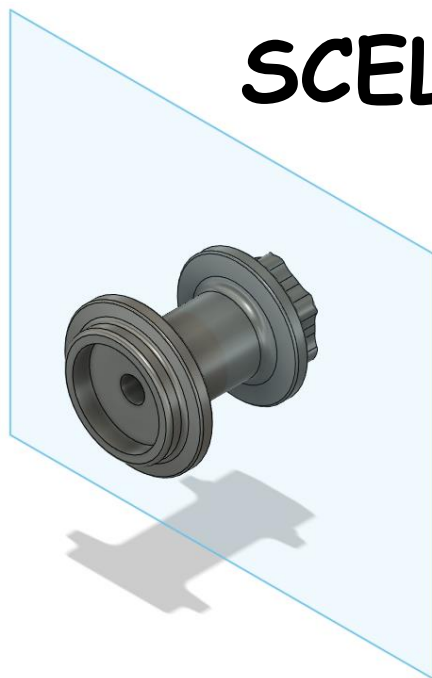
A-A



# PROCESSO DI FUSIONE



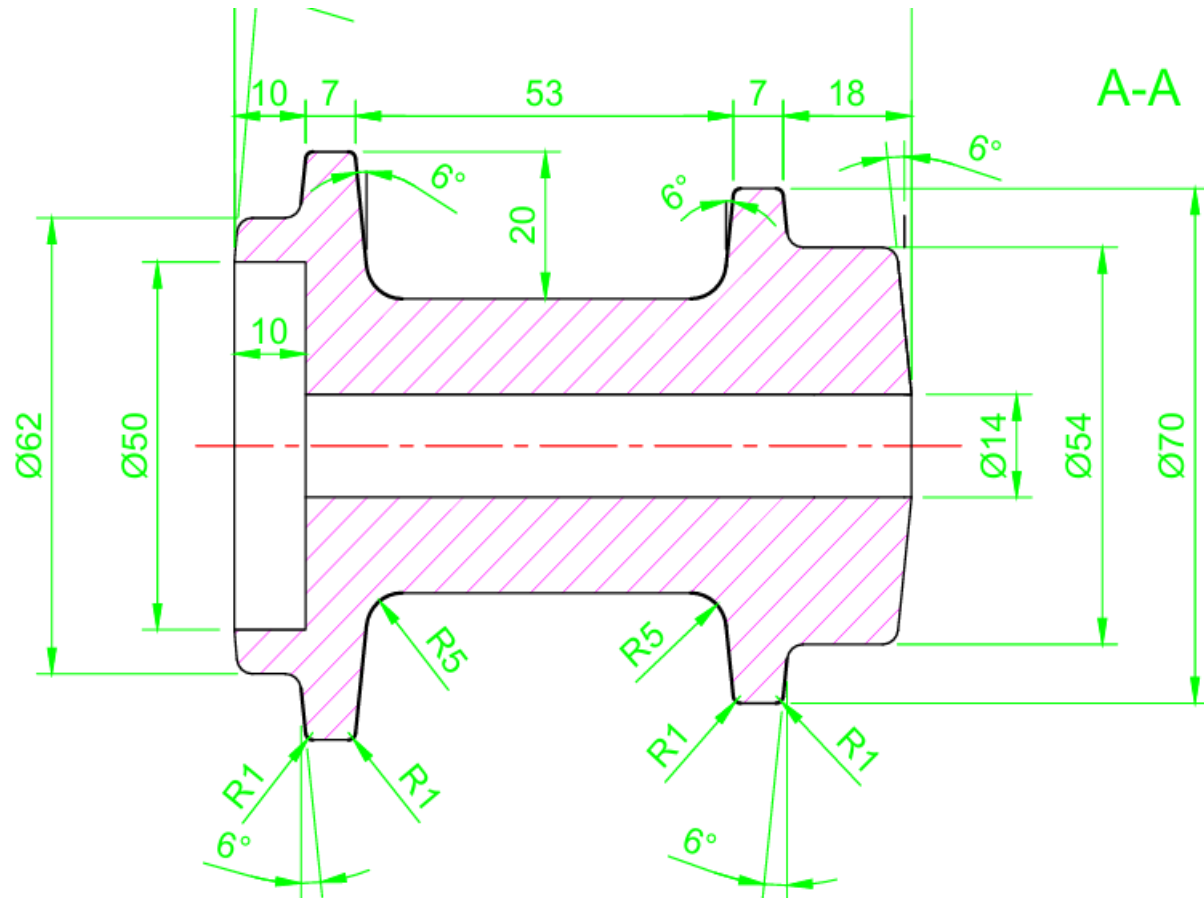
# SCELTA DEL PIANO DI DIVISIONE



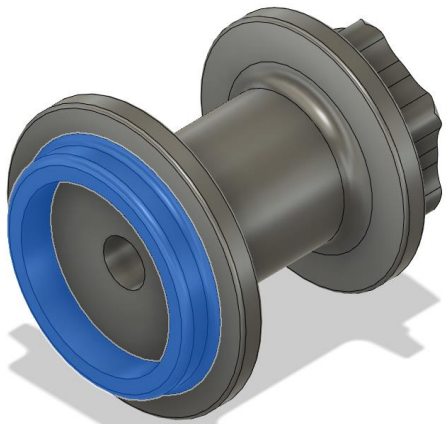
# DISEGNO DEL GREGGIO

## Criteri di modifica del disegno:

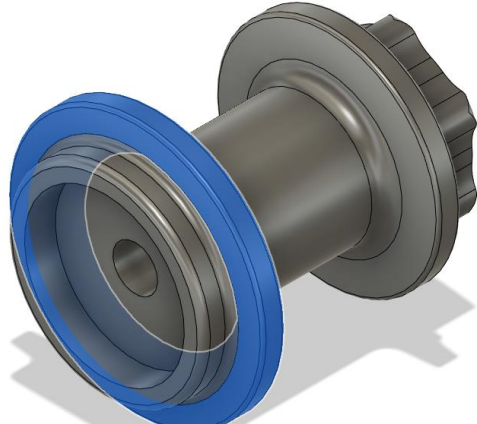
1. Problemi di estrazione
2. Predisposizione del sovrametallo per le lavorazioni successive.
3. Contrazione in fase di solidificazione. Coefficiente di ritiro volumetrico della lega = 5%



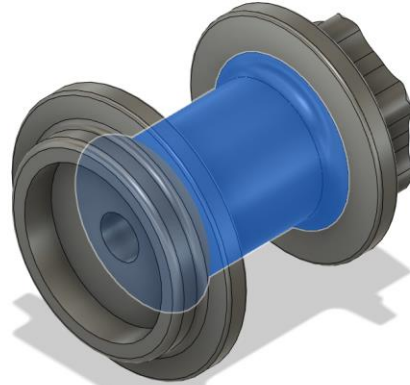
# CALCOLO DEI MODULI DI RAFFREDDAMENTO



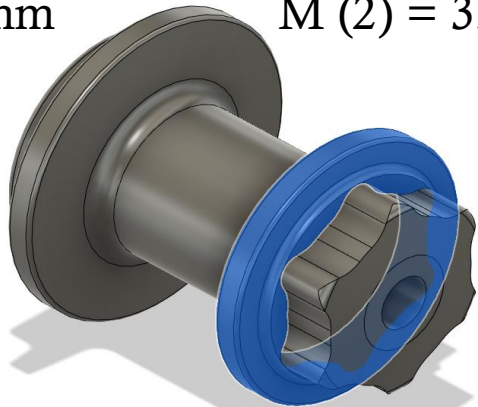
M (1) = 2,30mm



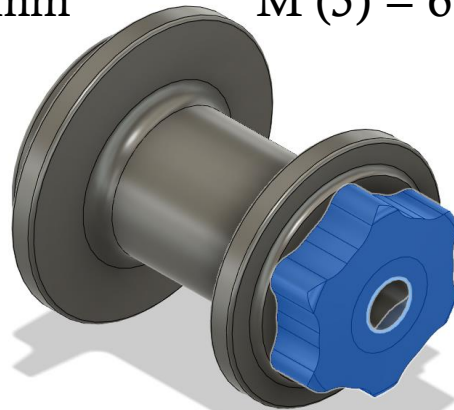
M (2) = 3,18mm



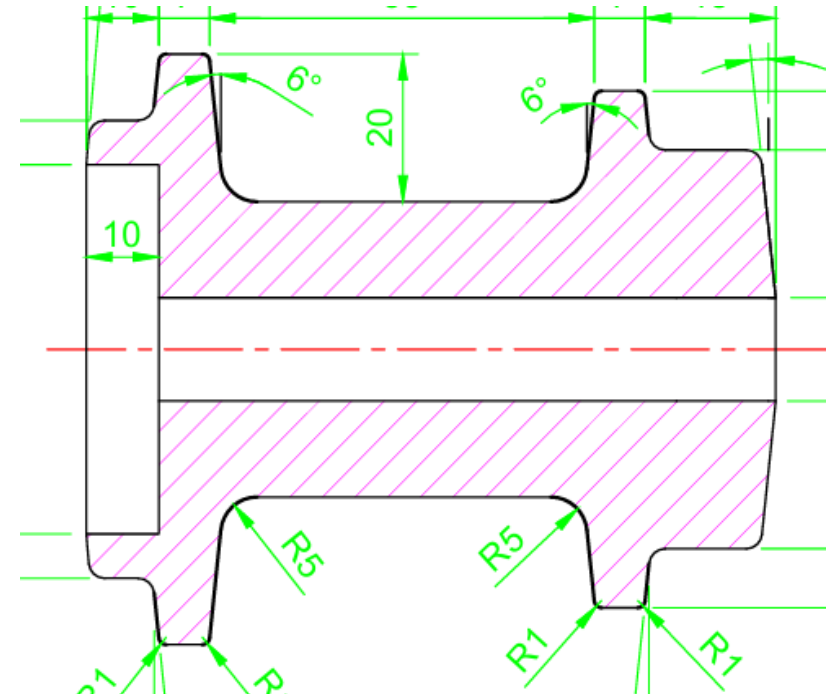
M (3) = 6,5mm



M (4) = 5,82mm

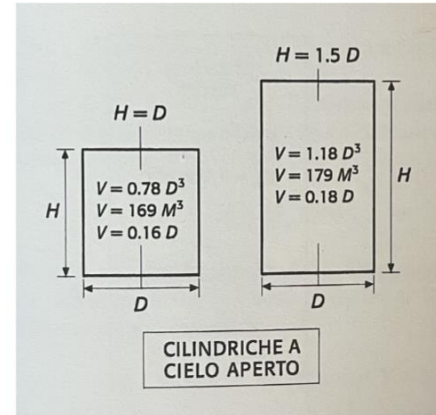
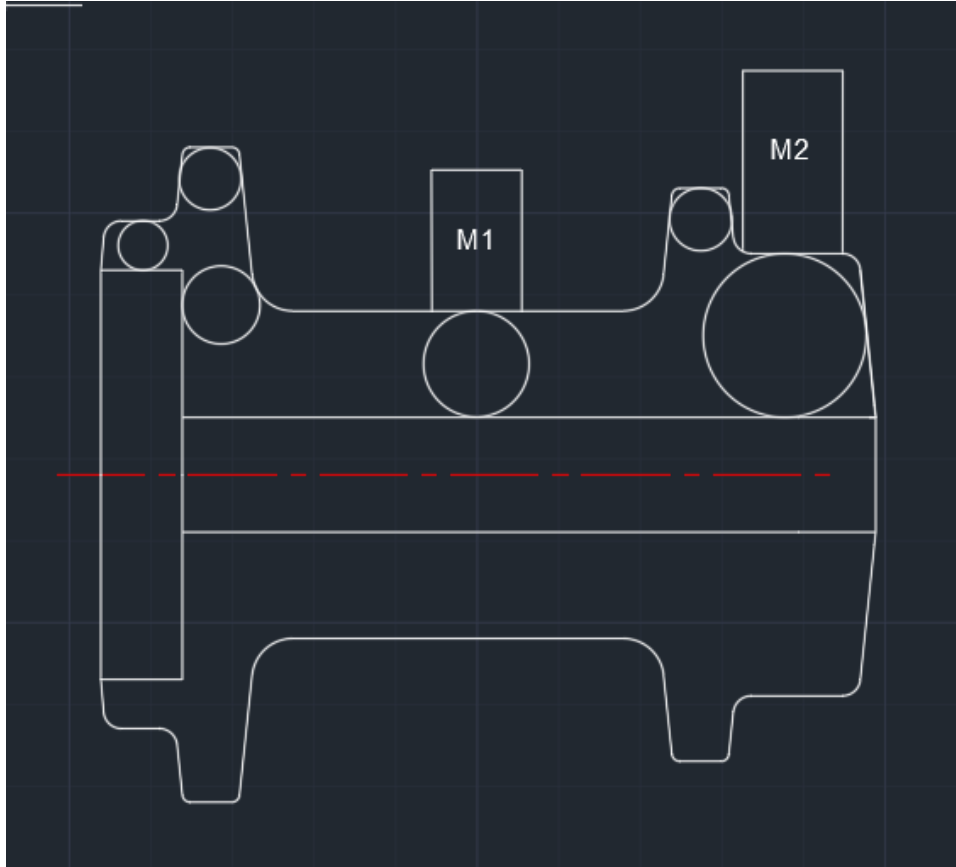


M (5) = 7,5mm



Fonte immagini: Autofusion

# CALCOLI DI VERIFICA



Fonte: Santochi

$$x = \frac{\text{ModuloMaterozza}}{\text{ModuloComponente}}$$

$$y = \frac{\text{Volumematerozza}}{\text{Volumecomponente}}$$

$$x = \frac{a}{y - b} + c$$

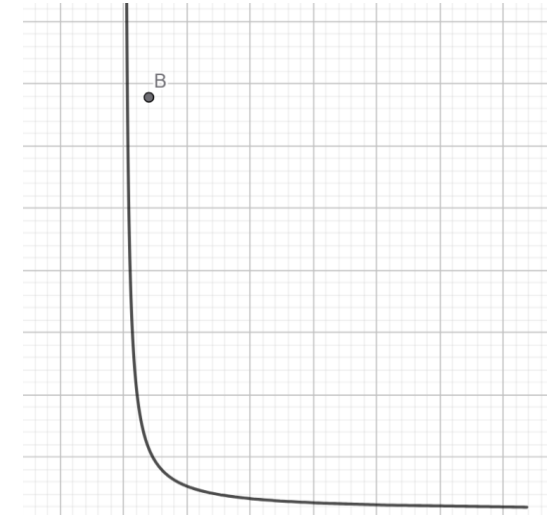
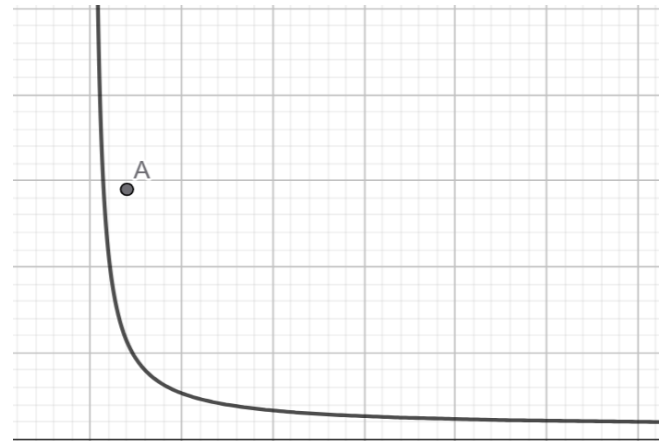


Grafico diagramma del Caine per i volumi 3 e 5

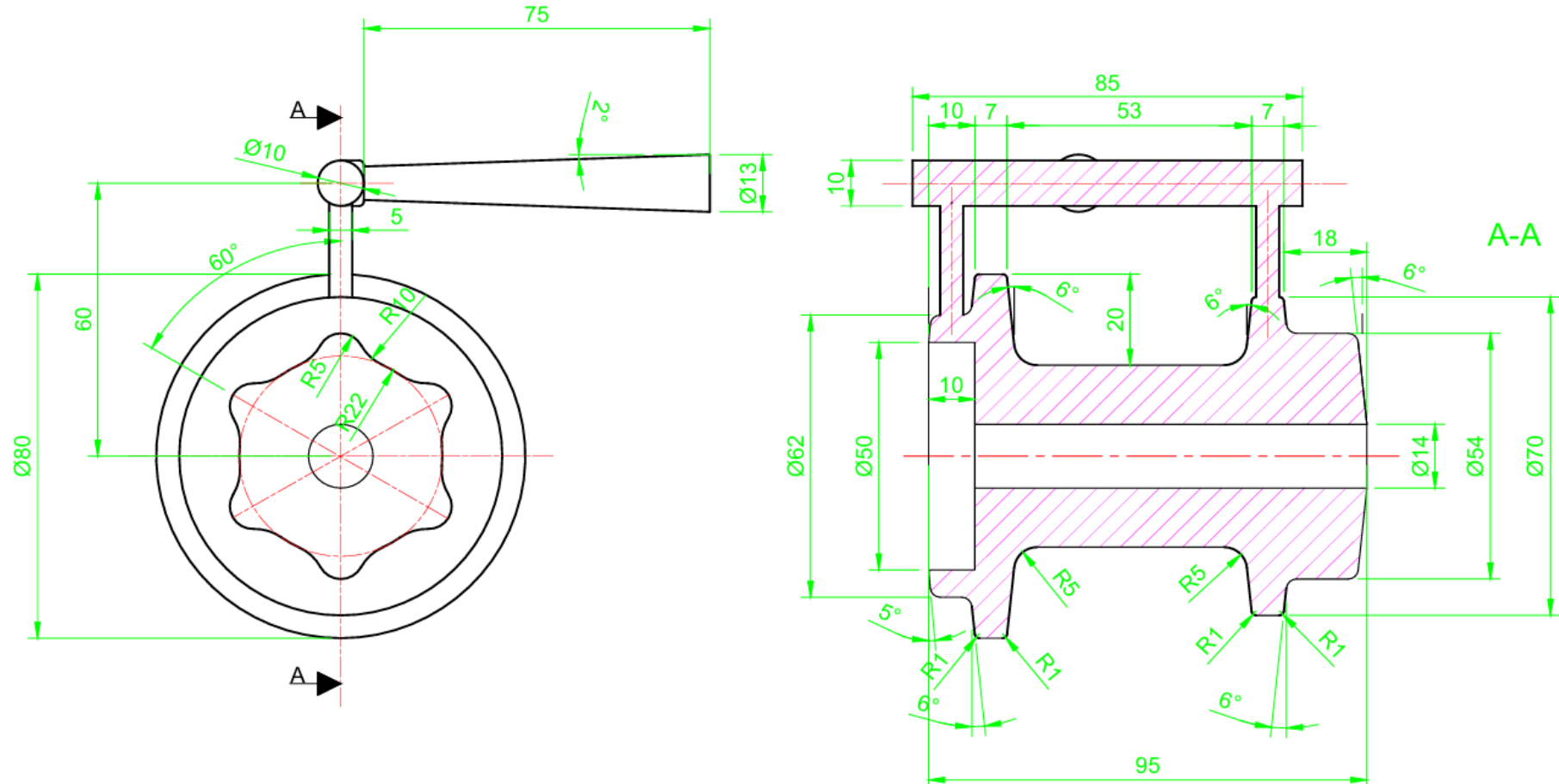


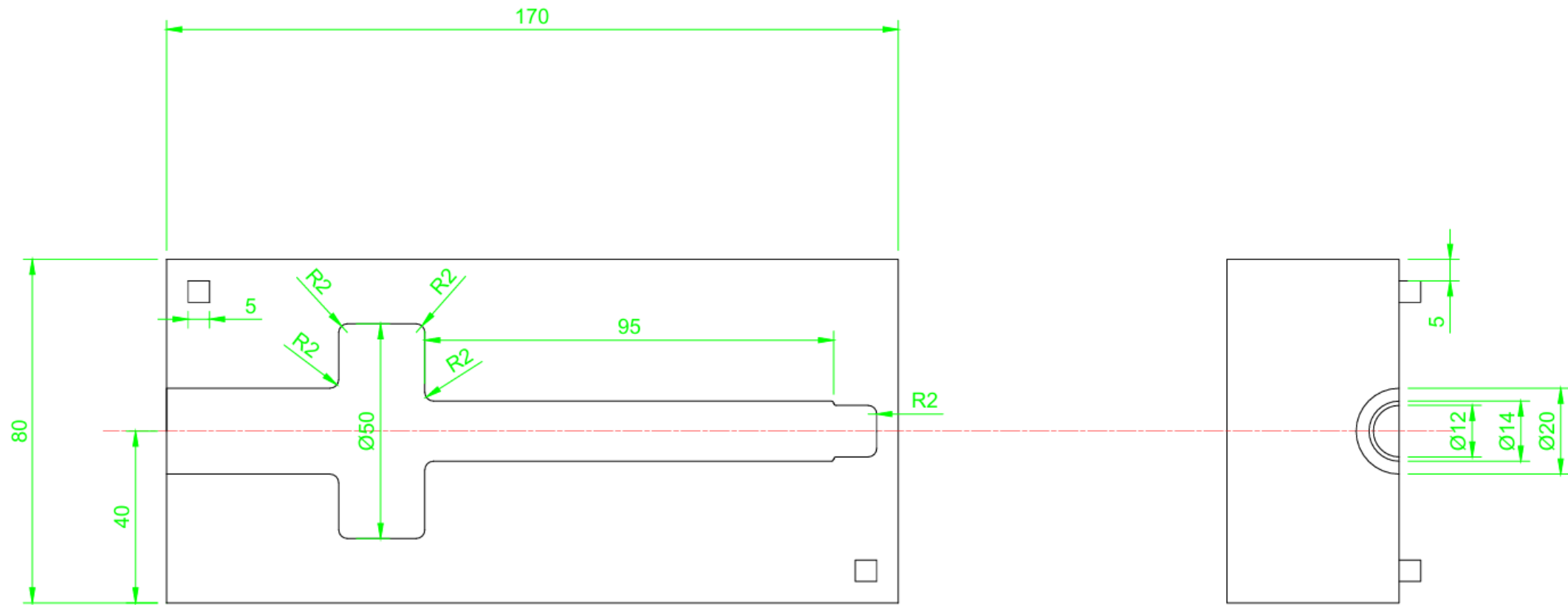
$$S = \frac{k}{vy}$$

$$F = \gamma \times h \times A$$

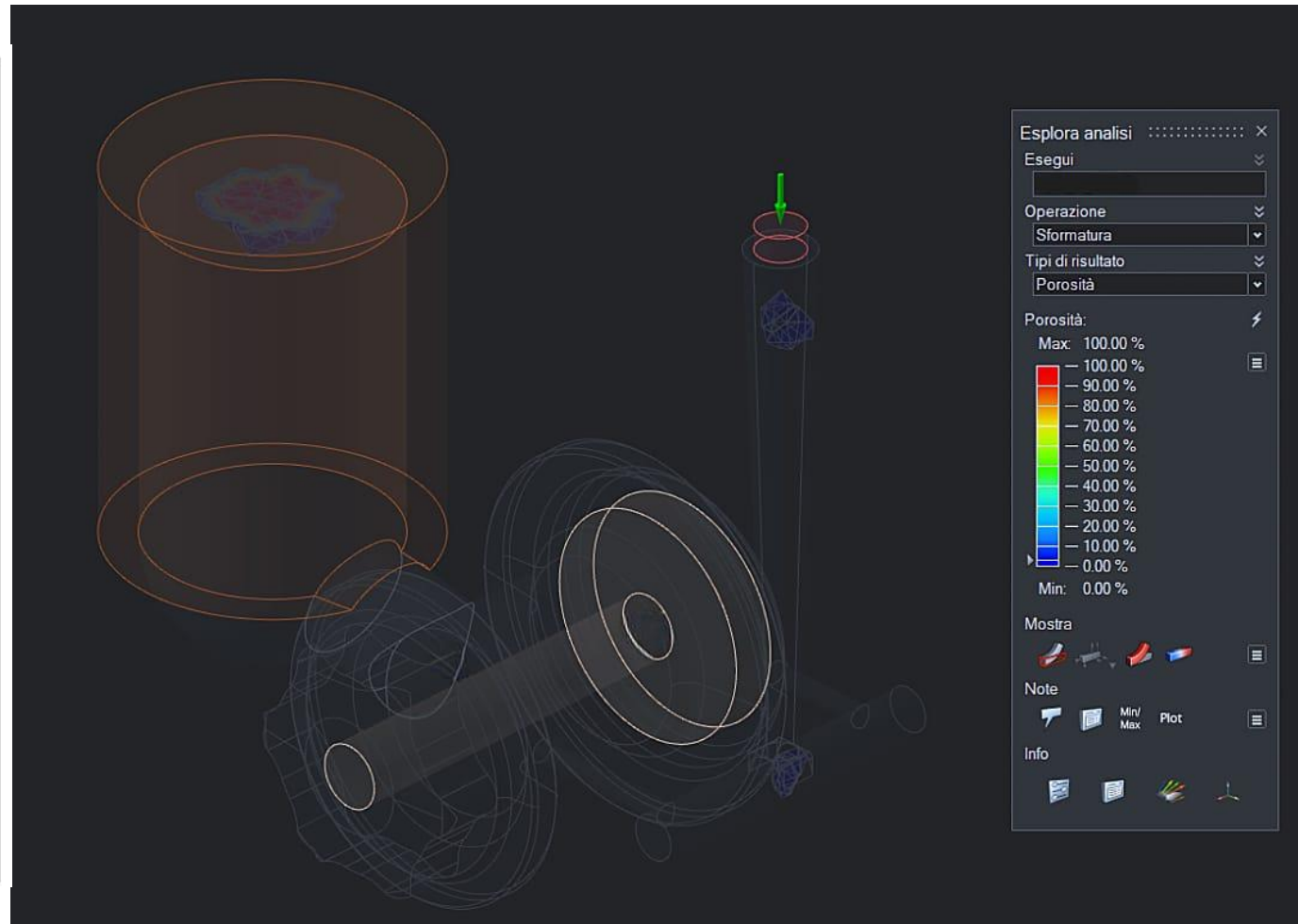
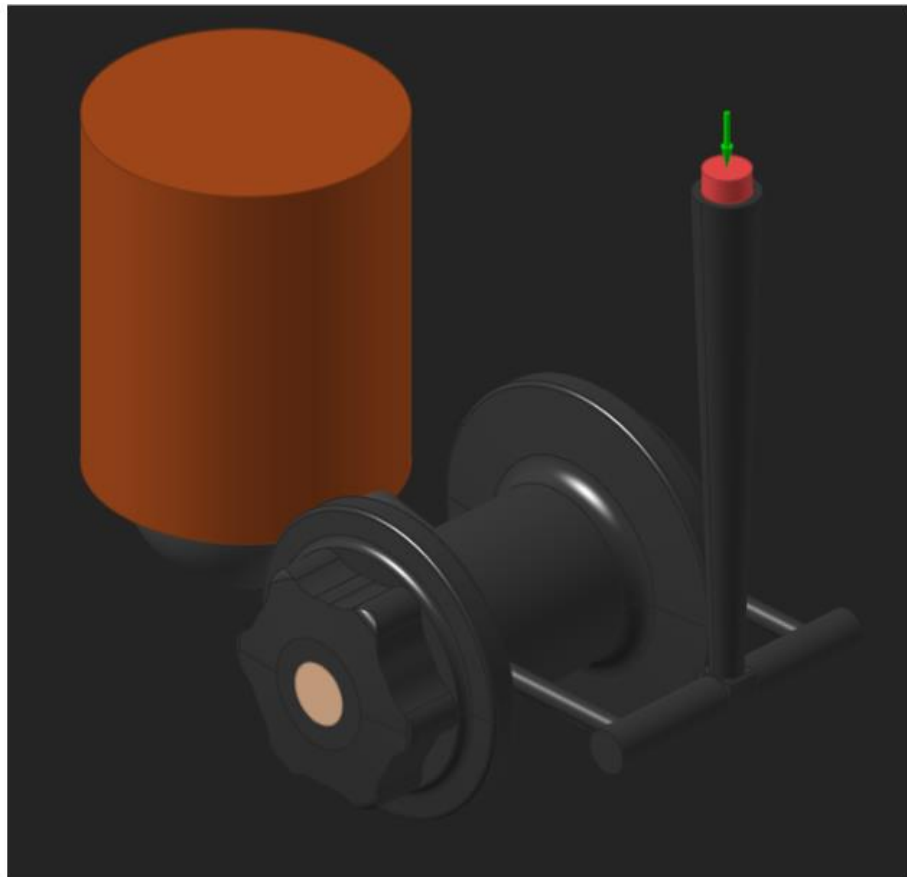
$$F = 24000N/m^3 \times 0.08m \times 0,03m = 57.6N$$

Peso da contrastare =  $57.6N \times 1.5 = 86.4N$





# SIMULAZIONE



# TEMPI E COSTI FONDERIA

Fase operativa	Tempo medio (minuti)	Note pratiche
Preparazione delle staffe	5	Pulizia, posizionamento, verifica
Riempimento con sabbia e compattazione	10	Manuale o con vibratore
Posizionamento del modello	5	Include centraggio e distacco
Inserimento dell'anima	5	Dipende dalla geometria e dai supporti
Chiusura stampo e preparazione canali	5	Include materozze e sfiati

## Tempi attivi:

- Tempo di riempimento:  $T = 3,2x\sqrt{G}$

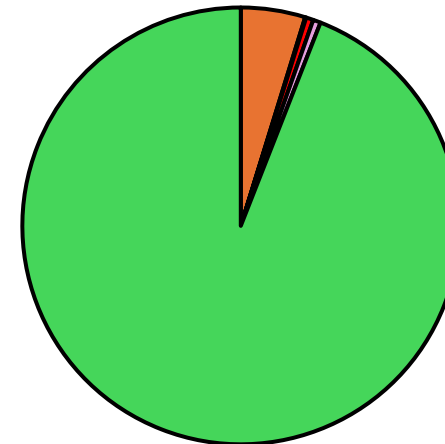
- Tempo di solidificazione:  $t = B \times \left(\frac{V}{A}\right)^n$

## Costi per pezzo:

1. Acciaio: 0,38€
2. Sabbia: 0,006€
3. Modello: 0,04€
4. Cassa d'anima: 0,04€
5. Manodopera: 7,5€

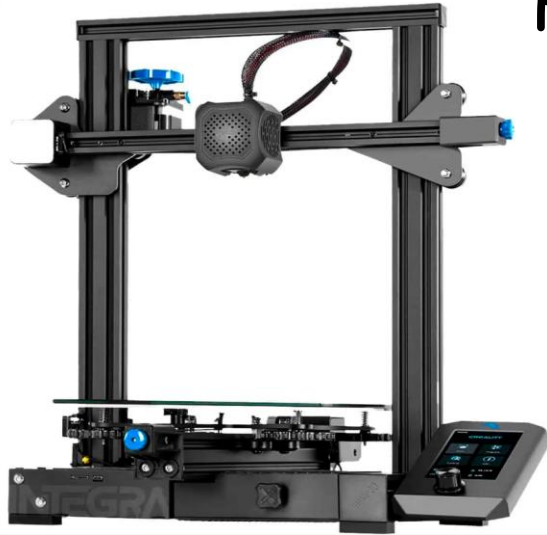
Costo totale per pezzo: 8,44€

## Costo per pezzo



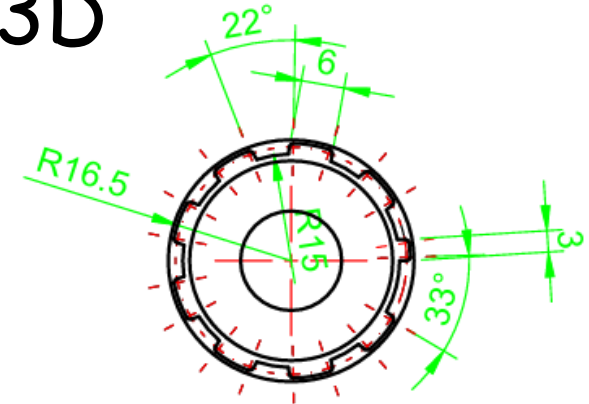
■ Acciaio ■ Sabbia ■ Modello ■ Cassa d'anima ■ Manodopera

# PROCESSO DI STAMPA 3D

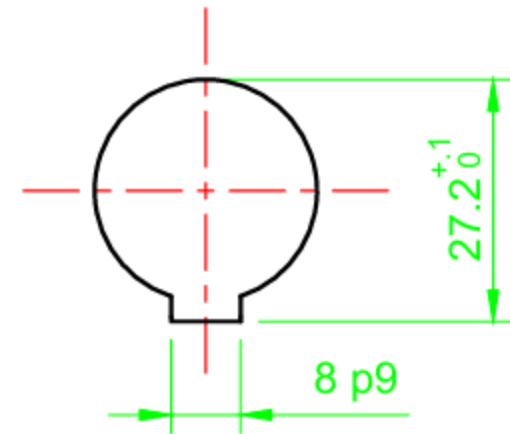
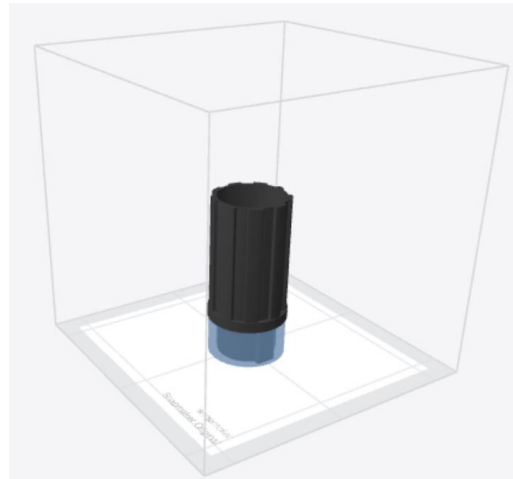


## Motivazioni a supporto dell'FDM:

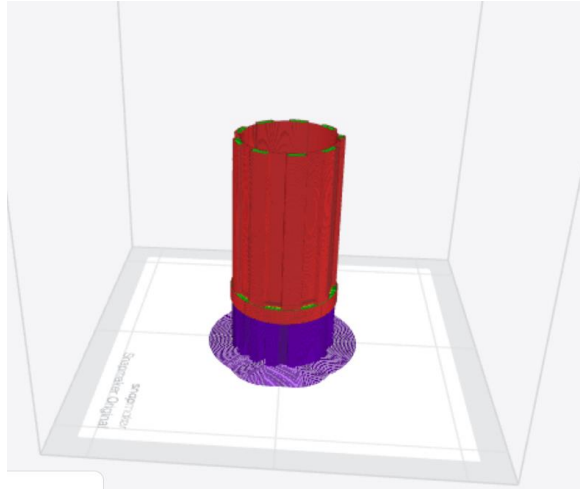
1. Costo
2. Lavorazioni successive
3. Flessibilità
4. Velocità di stampa
5. Resistenza meccanica
6. Durata



Caratteristica	Valore
Tecnologia di stampa	FDM
Volume di stampa	220 × 220 × 250 mm
Risoluzione minima	100 μm
Vita utile stimata	~5.000 ore



# TEMPI E COSTI DEL PROCESSO DI STAMPA



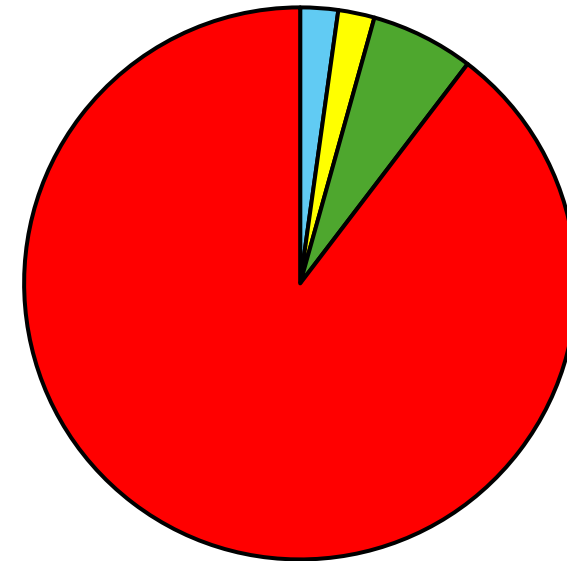
Produzione: 7,42h/pezzo

## Costi per pezzo:

- 1) Ammortamento stampante: 0,185€
- 2) Energia elettrica: 0,178€
- 3) Materiale: 0,505€
- 4) Manodopera: 7,50€

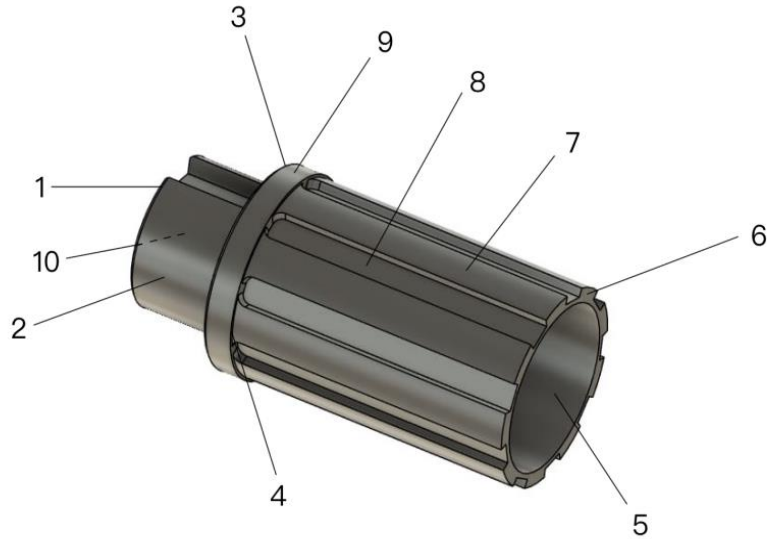
**Costo totale per pezzo: 8,368€**

Costo per pezzo



■ Amm. stampante   ■ Energia elettrica   ■ Materiale   ■ Manodopera

# LE LAVORAZIONI PER ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO



## Vantaggi:

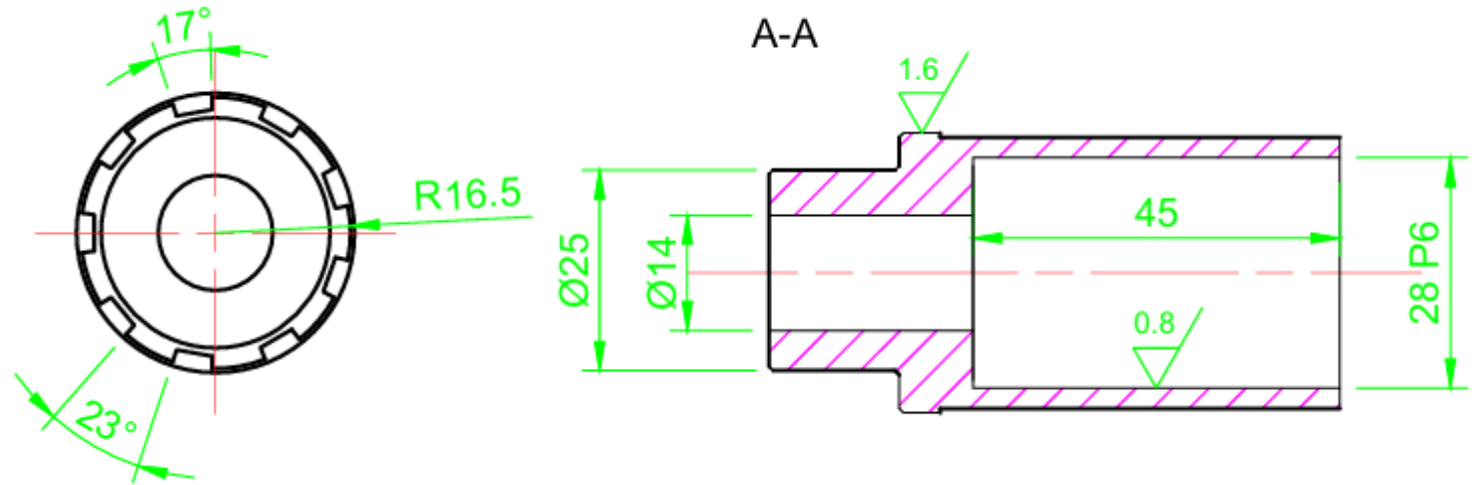
- Lavorabilità alle macchine utensili
- Maggior scorrevolezza e resistenza all'usura

## Svantaggi:

- Complessità del processo

Numero superficie	Lavorazione	Processo
1,3,6	Attestatura	Tornitura
1,5	Centratura	Tornitura
2,5,7	Sgrossatura	Tornitura
2,7	Tracciatura	Tornitura
2,7	Finitura	Tornitura
5	Alesatura	Tornitura
1,6	Foratura	Tornitura
3/9, 1/2, 5/10	Smussatura	Tornitura
2	Fresatura	
8	Fresatura	

# LA TORNITURA

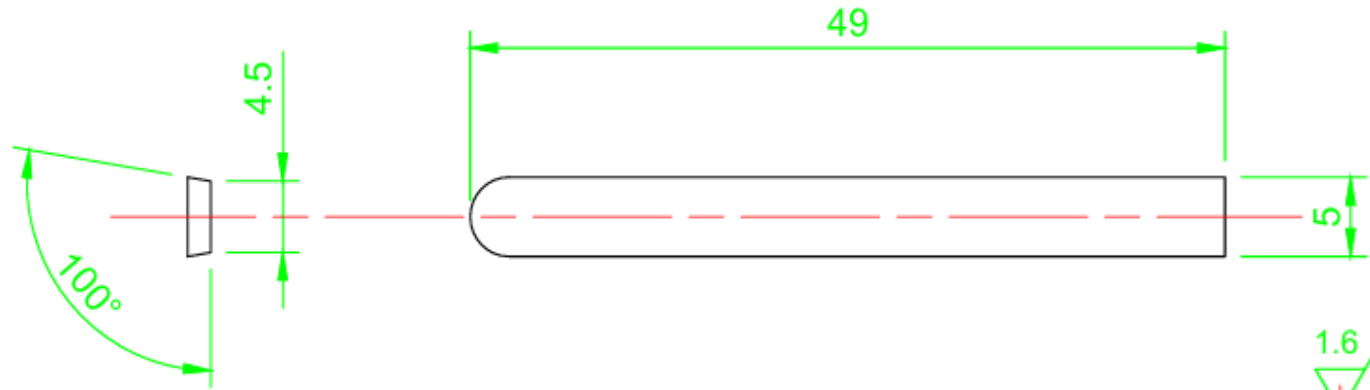


Caratteristica	Valore
Distanza tra le punte	1000 mm
Altezza punte	210 mm
Velocità mandrino	30-3000 giri/min
Foro mandrino	52 mm
Sistema di lettura	Digitale a 3 assi
Funzione speciale	Velocità di taglio costante

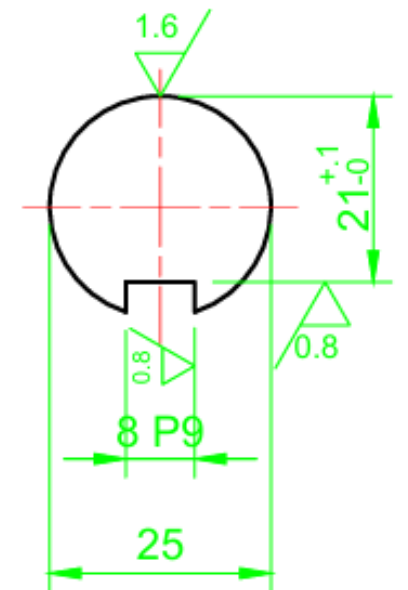
$$\text{RPM} = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times D}$$



# LA FRESATURA



Caratteristica	Valore
Dimensioni tavola	1000 × 240 mm
Corsa assi (X / Y / Z)	590 / 175 / 320 mm
Attacco mandrino	ISO 40
Velocità mandrino verticale	75–2000 giri/min
Velocità mandrino orizzontale	60–1350 giri/min
Testa inclinabile	±90°
Tavola inclinabile	±45°
Visualizzatore digitale	3 assi (X, Y, Z)

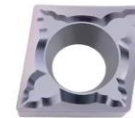


# ATTREZZATURE ED UTENSILERIA

Lavorazione	Portainsero	Inserto
Segatura	Disco Saxton TCT	
Sgrossatura esterna	SCMCN 1616H09	CCMT09T
Attestatura		
Smussatura		
Tracciatura	ISCAR 2300514	ISCAR GTN-3 IC354
Sgrossatura interna	SDJCR/L diametro 10-12	DCMT 070204
Alesatura interna	Garant Master Eco Destro	CNMG 120408
Centratura	Punta da centraggio	
Finitura esterna	Nvlcl 1616 H16	VCGT 160404
Foratura	Punta elicoidale in HSS N TiN 6, 10, 14mm	
Fresatura (cava)	Fresa per cave HM S802HA	
Fresatura (scanalature)	3 Flute Alu-Power HPC Lapped Carbide Slot Drill - E5H22 (YG-1)	

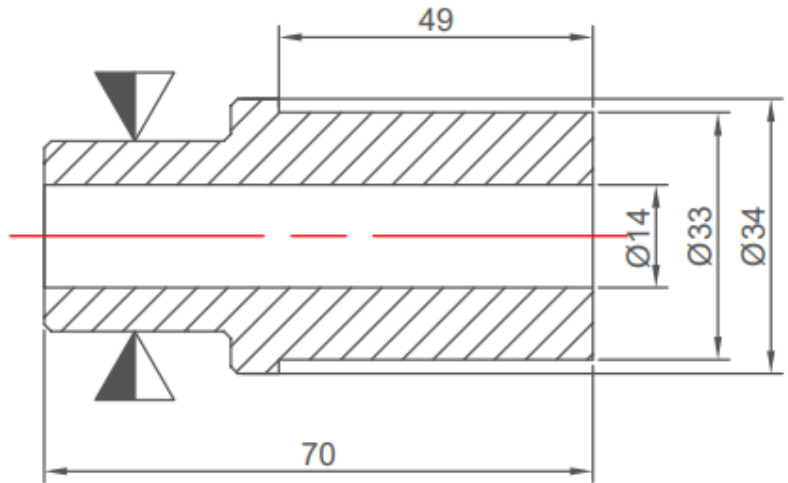


CCMT09T304-MSF(OP1315)  
10PCS





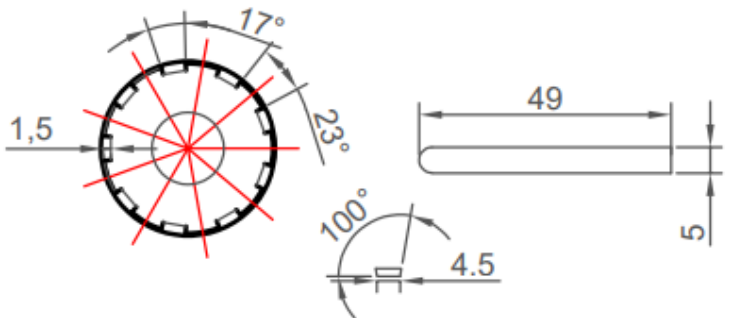
40.1 Smontaggio del pezzo e rimontaggio dalla parte opposta  
 40.2 Tracciatura  
 40.3 Finitura superficie esterna  
 40.4 Foratura da 6 mm  
 40.5 Foratura da 10mm  
 40.6 Foratura da 14 mm (passante)



470		Sgrossatore
650	0.05	Finitore
1500		Punta 6mm
1500		Punta 10mm
1500		Punta 14mm

		1
0.5	2	138
		130
		130
		130

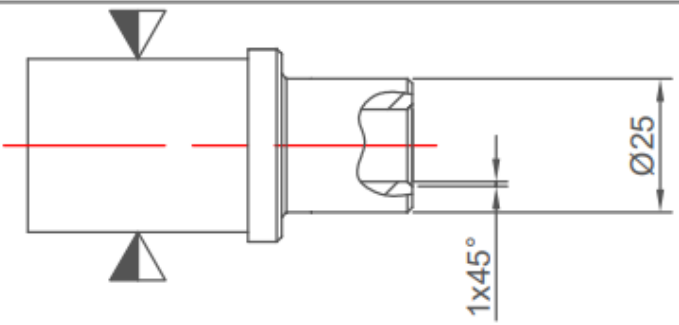
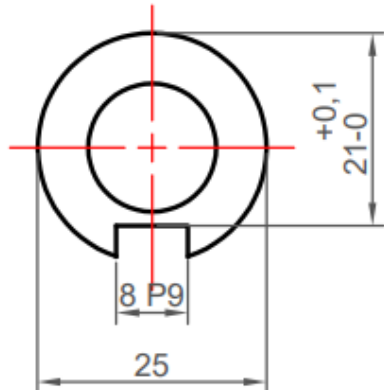
50.1 Smontaggio del pezzo  
 50.2 Montaggio del pezzo sulla fresa  
 50.3 Esecuzione scanalature come da disegno tramite rotazione mandrino



FRESATRICE UNIVERSALE

Codolo da 3mm

54

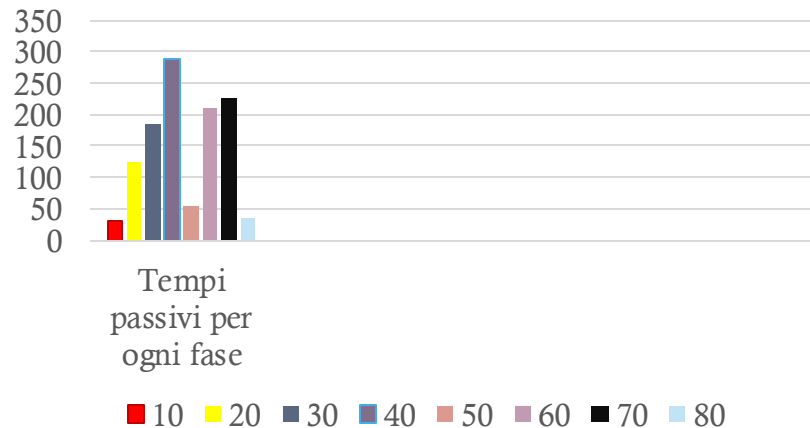
70	70.1 Smontaggio e rimontaggio sul tornio		TORNIO PARALLELO	660		Sgrossatore	CALIBRO VENTESIMALE			1
	70.2 Smussatura interna			900	0.05	Finitore		0.25	2	32
	70.3 Finitura esterna									
80	80.1 Smontaggio del pezzo e montaggio su fresatrice		FRESATRICE UNIVERSALE			Codolo da 8mm P9	CALIBRO VENTESIMALE MICROMETRO PER INTERNI			2
	80.2 Esecuzione cava per linguetta									TOT (1")

# TEMPI E COSTI ASPORTAZIONE DI TRUCIOLO

Tornitura  $t = \frac{L + e}{a \times n}$

Fresatura  $t = \frac{L' + e}{V}$

Tempi passivi

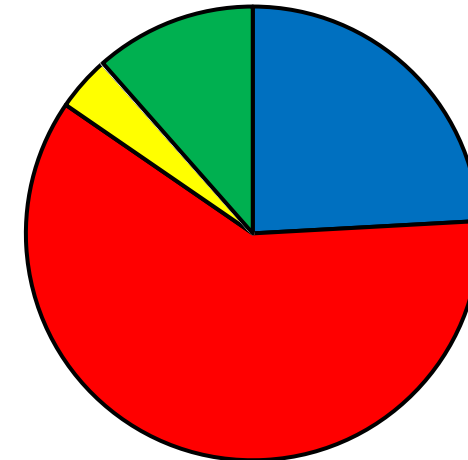


## Costo per pezzo:

- Materia prima: 4,79€
- Manodopera: 12€
- Macchine: 1,26€
- Attrezzature: 0,01€
- Utensili: 2,28€

**Totale per pezzo: 20,34€**

Costo/pz



■ Materia prima ■ Manodopera ■ Macchine ■ Attrezzature ■ Utensili

# LAVORAZIONE PER DEFORMAZIONE PLASTICA

Componente: disco freno

Materiale: AISI 410

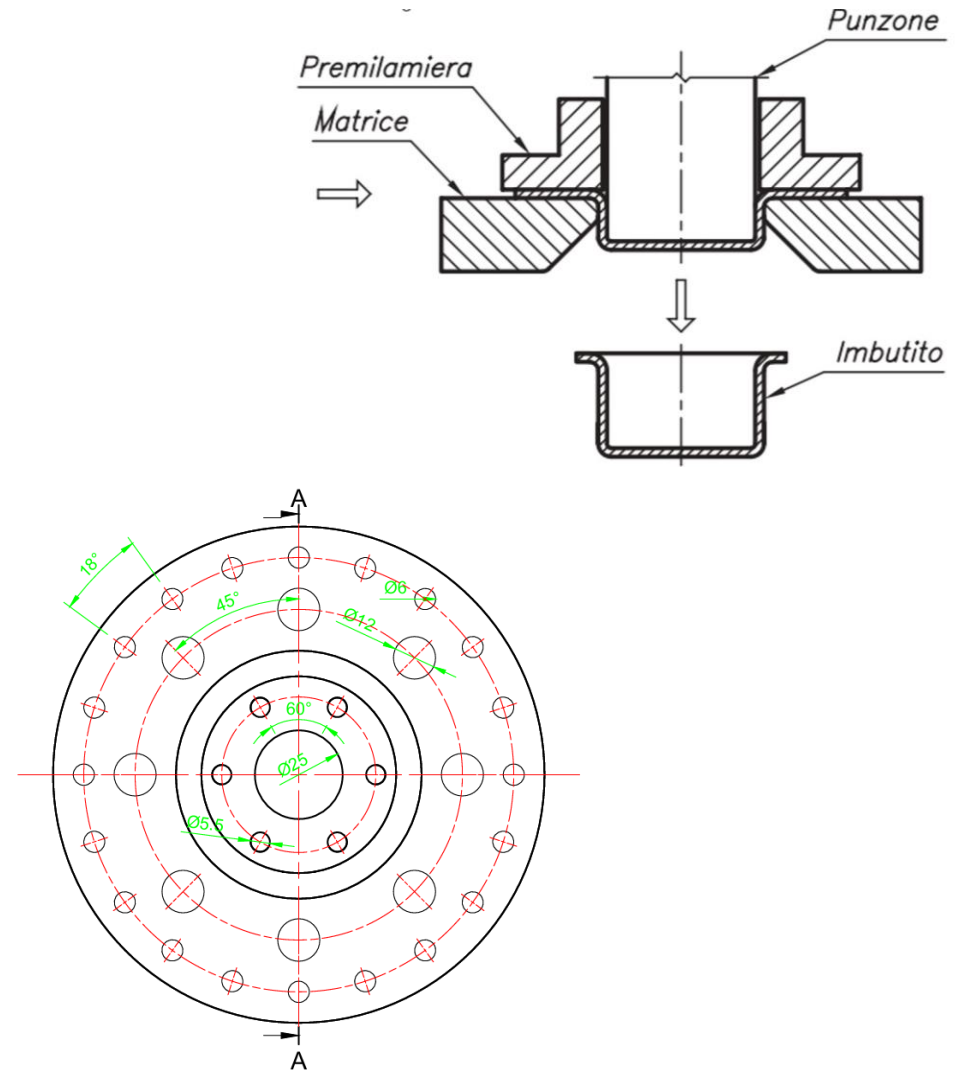
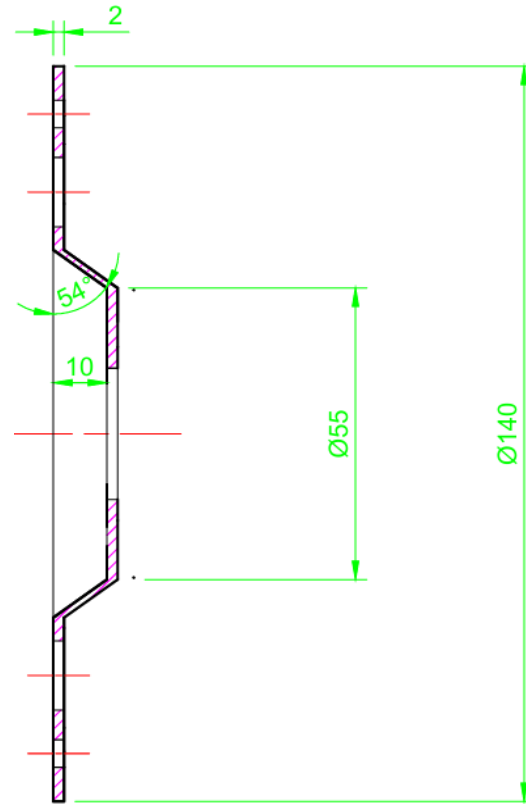
Processo scelto: imbutitura

## Vantaggi:

- Miglior raffreddamento
- Struttura rigida e resistente a flessione e torsione
- Riduzione del peso
- Miglior evacuazione di detriti

## Svantaggi:

- Elevata precisione richiesta durante il processo



# MACCHINA E COSTI IMBUTITURA



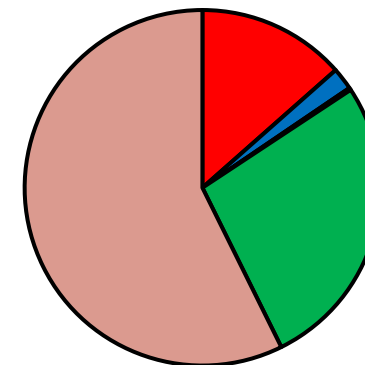
**Produzione:** 1pz/10s

## **COSTI:**

1. Ammortamento macchina: 0,002€
2. Energia elettrica: 0,003€
3. Kit imbutitura: 0,0003€
4. Manodopera: 0,04€
5. Materia prima (lamine AISI 410 1250x2500mm): 0,085€

**TOTALE:** 0,20€/pz

Costi



- Ammortamento macchina
- Energia elettrica
- Kit
- Manodopera
- Materia prima

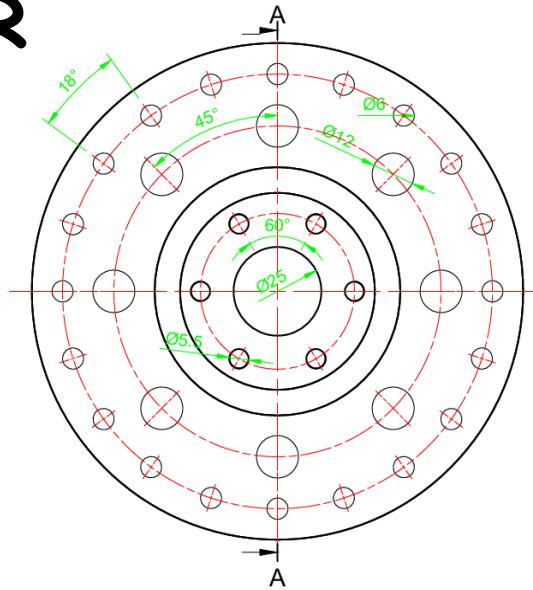
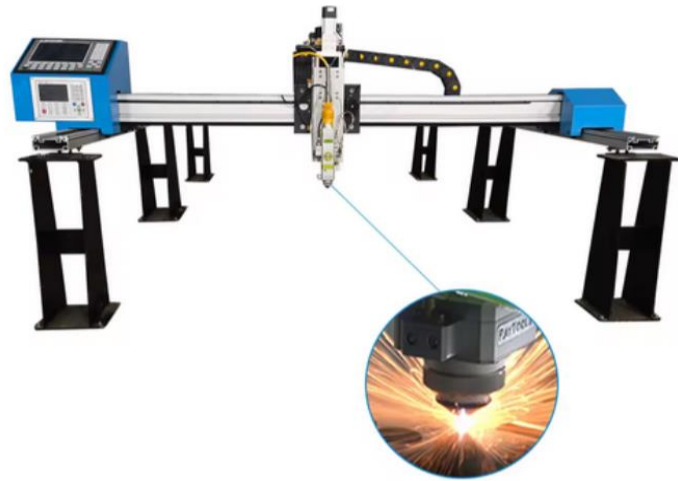
Caratteristica	Valore
Forza di compressione	160 tonnellate
Passaggio tra le colonne	1500 mm
Corsa del pistone	400 mm
Pressione massima	255 bar
Vita utile stimata	20.000 ore

$$P = pi \times d \times s \times m \times R_m = pi \times 55 \times 2 \times 0,86 \times 400 = 118817.6N$$

$$g = s + K \times rad(10 \times s) = 2mm + 0,07 \times rad(20) = 2,31mm$$



# IL TAGLIO LASER



**Produzione: 99 pezzi/h**

**Costi per pezzo:**

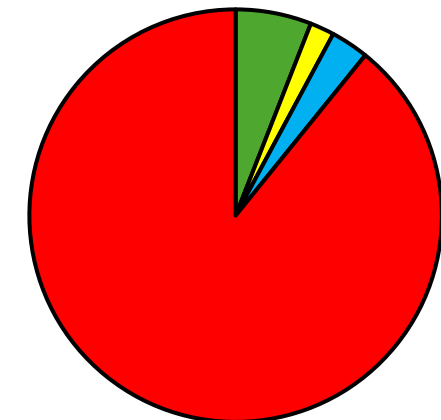
1. Manodopera: 0,15€
2. Energia: 0,005€
3. Macchina: 0,0032€
4. Utensili: 0,01€

**Costo totale per pezzo: 0,17€**

Caratteristica	Valore
Area di lavoro	1500 × 3000 mm
Tipo di laser	Fibra (oppure CO <sub>2</sub> , secondo modello)
Potenza laser	2 kW – 6 kW (variabile)
Velocità di taglio	Fino a 140.000 mm/min
Sistema di controllo	CNC con visualizzatore digitale
Materiali lavorabili	Alluminio, acciaio, inox, rame
Precisione di taglio	±0,05 mm



Costi per pezzo



■ Utensili ■ Amm. macchina ■ Energia ■ Manodopera

---

## SITOGRAFIA:

**Stampante:** [Ender-3 V2 3D Printer | Creality Official](#)

**Pressa:** <https://www.krollit.com/prodotto/presse-industriali-idrauliche-con-cilindro-scorrevole-hwp-160-1500/>

**Tornio:** <https://profionline.it/torni-paralleli-universali-con-variazione-continua-dei-giri/2311-compact-400-x-1000-v-constant-con-display-digitale-a-3-assi-9009468069179.html>

**Fresatrice:** [Fresatrice universale pesante Bernardo UWF 80 E visualizzatore 3 assi](#)

**Macchina laser:** [2000w Cnc Gruppo 1530 Macchina Da Taglio Laser A Cavalletto Portatile - Buy 20000w Laser Source cnc Fiber Laser Cutting Machine For Steel Carbon Laser Cutting Machine Product on Alibaba.com](#)

**Codolo cava:** [Fresa per cave HM S802HA alcrona ø da 1.00 a 5.00mm Dormer \[S802HA2.0\]](#)

**Codolo scanalature:** [E5H22 3 Flute Alu-Power HPC Uncoated Slot Drill | Cutwel Milling Tools](#)

**Micrometro:** [https://www.utensileriaonline.it/strumenti-di-misura-c-28/micrometri-c-28\\_593/micrometri-per-esterni-c-28\\_593\\_387/micrometri-digitali-c-28\\_593\\_387\\_187/mitutoyo-micrometro-digitale-quickmike-abs-digimatic-030mm-risoluzione-0001mm-p-16731.php](https://www.utensileriaonline.it/strumenti-di-misura-c-28/micrometri-c-28_593/micrometri-per-esterni-c-28_593_387/micrometri-digitali-c-28_593_387_187/mitutoyo-micrometro-digitale-quickmike-abs-digimatic-030mm-risoluzione-0001mm-p-16731.php)

**Calibro:** [Calibro ventesimale analogico Borletti CNR 150mm \[CNR\]](#)

**Inserito:** [10 inserti per tornitura in metallo duro CCMT 060204 CCMT09 CCMT12 per la lavorazione di parti in acciaio inossidabile, utensili per tornio CNC in ghisa - AliExpress 1420](#)

**Portainserito:** [SCMCN 1616H09 Portautensili Tornio CNC 16mm per Lavorazioni e Ispezione di Preci | eBay](#)

**Ugello per taglio laser:** [Startnow Ugelli di taglio laser serie Bo Dia.32mm Singolo doppio strato Calibro 1.0 Ugello in rame esagonale laser da 3,0 mm \(Bo-32-D 1 PCS, 1.5\) : Amazon.it: Fai da te](#)

**Software utilizzati:** Inspire cast, Fusion 360, Autocad 2026, Copilot, Snapmaker Luban, Geogebra

## BIBLIOGRAFIA:

Manuale Santochi

---

---

**GRAZIE PER  
L'ATTENZIONE!**

Benvenuti Filippo, Freschi Tommaso

---