



Tecnologia Meccanica (Cod. 977II) 2024-25

MORSA PER TUBI

Lorenzo Bartelloni 695835

Francesco Benedetti 673171



INDICE

1. Generalità
2. Disegno complessivo
3. Componenti interessate dal processo di fonderia
 - 3.1. Base
 - 3.1.1. Disegno del particolare
 - 3.1.2. Scelta del processo
 - A. Scelta della sabbia da fonderia
 - B. Scelta del materiale
 - 3.1.3. Piano di divisione
 - 3.1.4. Sovrametalli
 - 3.1.5. Ritiro
 - 3.1.6. Raggi di raccordo
 - 3.1.7. Sformo
 - 3.1.8. Anime
 - 3.1.9. Disegno del greggio
 - 3.1.10. Solidificazione
 - A. Moduli di raffreddamento
 - B. Cerchi di Heuvers
 - C. InspireCast
 - 3.1.11. Materozza
 - A. Modulo raffreddamento
 - B. Dimensionamento materozza e collare d'attacco
 - C. Disegno
 - D. Posizionamento
 - E. Raggio Influenza & massimo volume alimentabile
 - F. Diagramma di Caine
 - 3.1.12. Sistema di colata
 - A. Getto
 - B. Attacchi di colata e canale distributore
 - 3.1.13. Spinta metallostatica
 - 3.1.14. Tempo di solidificazione e analisi porosità
 - A. Riempimento
 - B. Frazione solida
 - C. Porosità
 - 3.1.15. Analisi dei costi processo di fonderia
4. Componenti interessate dal processo di stampa 3d
 - 4.1. Guarnizione
 - 4.1.1. Scelta del processo
 - A. Scelta Stampante
 - B. Orientamento geometria
 - C. Valori di stampa
 - D. Costi, Tempi, Materiale
 - E. Disegno particolare
5. Componenti interessate dal processo di asportazione di truciolo
 - 5.1. Criteri di scelta dei parametri di taglio
 - 5.2. Criteri di calcolo dei costi
 - 5.3. Criteri di accorpamento superfici simili e definizioni fasi, sottofasi ed operazioni



- 5.4. Albero filettato
 - 5.4.1. Scelta del materiale
 - 5.4.2. Scelte progettuali
 - 5.4.3. Ottimizzazione dell'operazione di tornitura
 - 5.4.4. Ottimizzazione dell'operazione di foratura
 - 5.4.5. Costi
 - A. Tornitura
 - B. Foratura
 - C. Tot
- 5.5. Base
 - 5.5.1. Ottimizzazione dell'operazione di fresatura
 - A. Costi fresatura
 - B. Costi tot
- 6. Componenti interessate dal processo di deformazione plastica
 - 6.1. Supporto filettato
 - 6.1.1. Stampaggio a caldo
 - 6.1.2. Costi
- 7. Macchine ed accessori
 - 7.1. Tornio
 - 7.2. Trapano-Fresatrice
- 8. Utensili ed inserti
- 9. Saldatura
 - 9.1. Strumenti
 - 9.2. Tempi e costi
 - 9.3. Disegni
 - 9.4. Assemblaggio
- 10. Metrologia
 - 10.1. Ammortamento costi
- 11. Bibliografia

1 Generalità

La morsa per tubi è uno strumento essenziale per il bloccaggio sicuro delle tubazioni durante lavorazioni come taglio, filettatura, saldatura e piegatura. Costruita con materiali resistenti garantisce una presa stabile, evitando movimenti che potrebbero compromettere la precisione del lavoro. La sua principale funzione è quella di mantenere fermo il tubo, permettendo all'operatore di eseguire lavorazioni in sicurezza e con maggiore efficienza. Grazie alla sua solidità e affidabilità, trova largo impiego in settori come idraulica, carpenteria metallica, edilizia e manutenzione industriale, dove è indispensabile per ottenere risultati precisi e professionali. Il suo utilizzo facilita operazioni di taglio con seghe manuali o elettriche, di saldatura, di piegatura. La morsa è dunque uno strumento fondamentale per chi opera nel settore delle tubazioni contribuendo a migliorare la qualità e la sicurezza delle lavorazioni. La morsa per tubi in analisi è un oggetto prodotto in lotti da 2000 pezzi

2 Disegno Complessivo

Si veda l'appendice per i disegni tecnici "Morsa per tubi"

3 Componenti interessate dal processo di fonderia

3.1. Base

La base è la componente a diretto contatto con il banco da lavoro.

Caratteristiche richieste:

- Rigida e pesante in modo da evitare di muoversi durante l'operazione di taglio dei tubi
- Nelle zone a diretto contatto coi tubi richiede una finitura che consenta allo stesso tempo di non raschiare/incidere i tubolari e di fornire sufficiente attrito affinché non scivolino

3.1.1. Disegno particolare

Si veda l'appendice per i disegni tecnici "Base" e "Base greggio"; quest'ultimo è frutto delle scelte progettuali sotto esposte.

3.1.2. Scelta del processo

Per la componente "Base" la colata in sabbia con modello permanente in legno è stata preferita agli altri processi di fonderia in base a:

- Geometria della componente
- Rapporto pezzi annui/costi vantaggioso
- Materiale

A. Scelta della sabbia da fonderia

Per quanto riguarda la scelta della terra da fonderia la decisione è ricaduta sulla sabbia verde, adatta per colate in ghisa, ha un costo relativamente basso ed è riutilizzabile. Per questo è stata preferita a sabbie con leganti chimici come resine, che oltre ad essere più costosa hanno problemi legati allo smaltimento, ma soprattutto per l'emissione di gas tossici che possono risultare pericolosi per l'incolumità dei lavoratori, per questo andrebbe anche previsto un sistema di ventilazione; mentre con

la sabbia verde non abbiamo problemi di questo tipo; infatti, oltre alle caratteristiche elencate in precedenza ha anche una buona evacuazione di gas.

Dati tecnici

Caratteristica	Valore indicativo
Tipo sabbia	Sabbia silicea naturale lavata o rigenerata
Granulometria	50-70 AFS (medio-fine, per buona finitura)
Legante	Bentonite (5-10% in peso)
Umidità	3-4%
Resistenza verde	100-200 kPa (sufficiente per modelli in legno)
Permeabilità	Media (buona evacuazione gas)

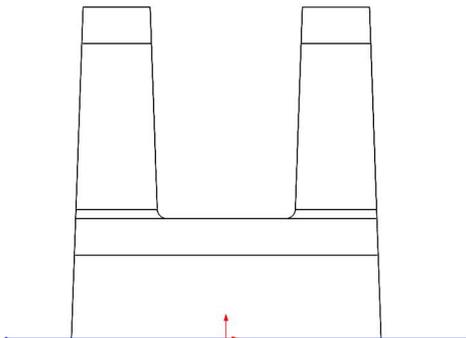
B. Scelta del materiale

È stata selezionata la Ghisa grigia EN-GJL-150 per i seguenti motivi

- Buona colabilità
- Ottimo assorbimento vibrazioni
- Costo contenuto

3.1.3. Piano di divisione

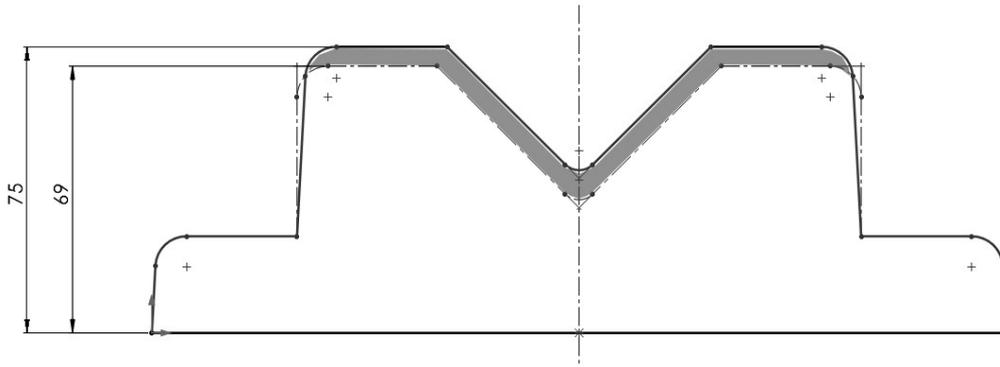
Il piano di divisione è stato posizionato come in figura: coincidente con la faccia inferiore



3.1.4. Sovrametalli

I Sovrametalli sono stati previsti nelle seguenti zone:

- Fori: Troppo piccoli per essere creati con delle anime, sono stati riempiti completamente e verranno creati tramite lavorazioni successive alle macchine utensili
- Nella zona a V: zona a rischio perché interessata dalla "martellata" della colata, come visibile nei disegni tecnici, l'altezza della base varia da 69mm a 75mm



Nell'immagine si può apprezzare l'aggiunta di sovrametalli data la variazione di quota 69-75 marcata dalla area colorata.

3.1.5. Ritiro

Il fenomeno del ritiro è stato analizzato secondo le indicazioni fornite da "Tecnologia meccanica e studi di fabbricazione Francesco Giusti e Marco Santochi" (tab. 4.1)

Tab. 4-1 Ritiri lineari per getti colati in sabbia (valori medi indicativi)

Materiali	Getti piccoli (%)	Getti medi (%)	Getti grandi (%)
Ghise grige	1	0,85	0,7

(1) I getti piccoli comprendono getti con una dimensione max < 500 mm; i getti medi comprendono getti con una dimensione massima compresa tra 500 e 1000 mm; i getti grandi comprendono getti con una dimensione massima > 1000 mm.

(2) Il ritiro delle cavità è in genere un po' minore (5-10%) rispetto a quello delle superfici esterne a causa della resistenza che oppongono le anime alla libera contrazione del metallo.

Si è quindi deciso di proseguire scalando la componente del 1%

3.1.6. Raggi di raccordo

Sono stati previsti raggi di raccordo per facilitare il flusso del metallo fuso e prevenire la formazione di cricche

3.1.7. Sformo

Sono stati previsti sformi di 3° sulle facce perpendicolari al piano di divisione per consentire la formatura

3.1.8. Anime

Non sono previste anime o tasselli per le dimensioni troppo ridotte dei fori

3.1.9. Disegno del greggio

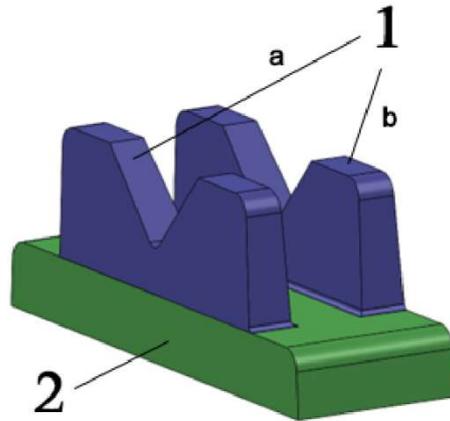
Si veda l'appendice per i disegni tecnici "Base greggio"

3.1.10. Solidificazione

In questo capitolo verranno presentate varie metodologie di calcolo della direzione di solidificazione

A. Moduli di raffreddamento

E' stato suddiviso il modello in 2 porzioni principali visibili in figura



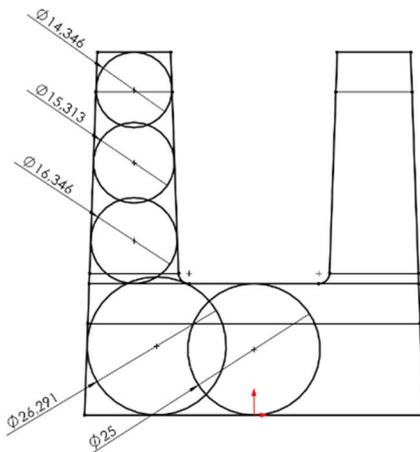
$$\text{Modulo} = \frac{\text{Volume}}{\text{SuperficieDiScambioCalore}}$$

$$M_{1a} = M_{1b} = 5.81\text{mm}$$

$$M_2 = 9.73\text{mm}$$

Si evince che la direzione procede verso la parte bassa della componente

B. Cerchi di Heuvers

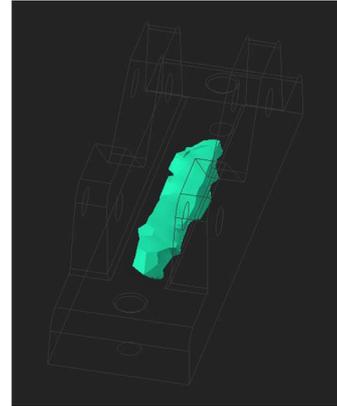
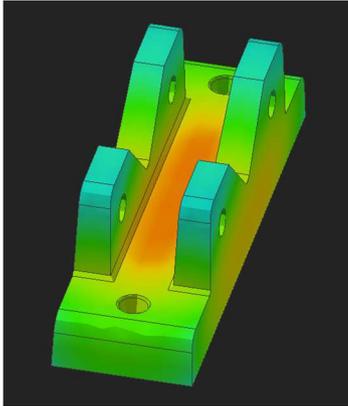


La piccola variazione di poco più di 1 mm di diametro dei cerchi nella parte basse del componente è stata valutata non rilevante. Questa scelta è sostenuta dalla simulazione digitale esposta in seguito

c. Inspire cast

temperatura(t)

frazione solida(t)



La simulazione illustra l'ultima zona del particolare che si raffredda; come ci aspettavamo dall'analisi fatta tramite i cerchi di Heuvers questa zona coincide con la parte centrale del pezzo

3.1.11. Materozza

In questo paragrafo è esposta la progettazione di una materozza cilindrica a cielo aperto in accordo con le formule/indicazioni fornite in classe e dalla bibliografia

A. Modulo di raffreddamento

$$\text{Modulo di raffreddamento della materozza} = M_m = 1,2M_2 = 11,67\text{mm}$$

B. Dimensionamento materozza e collare di attacco

$$\text{Volume della materozza} = V_m = 179M_m^3 = 285000\text{mm}^3$$

$$\text{Diametro del corpo della materozza} = D = \sqrt[3]{\frac{V_m}{1,18}} = 62,27\text{mm}$$



$$\text{Altezza della materozza} = H = 1,5D = 93,41\text{mm}$$

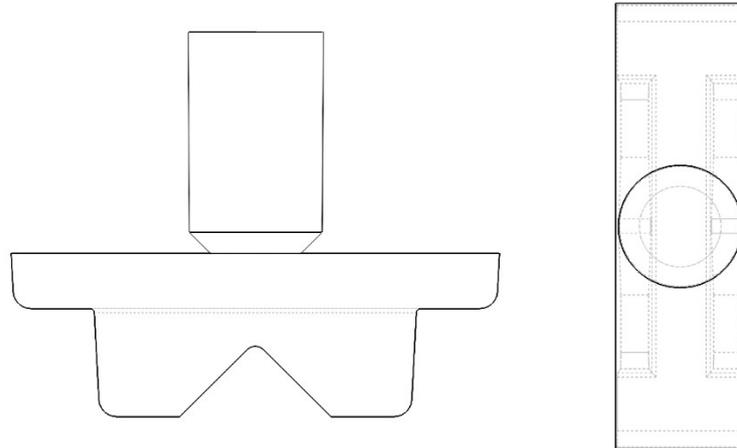
$$\text{Diametro del collare di attacco} d = 0,66D = 41,1\text{mm}$$

$$\text{Altezza del collare di attacco} = L = 0,16D = 9,96\text{mm}$$

C. Disegno materozza

Si veda l'appendice per i disegni tecnici "Materozza"

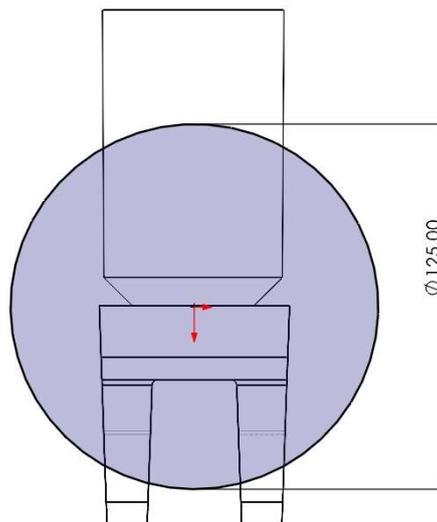
D. Posizionamento



Grazie all'analisi della solidificazione si è deciso di posizionare la materozza come in figura: con il centro della circonferenza del proprio collare coincidente con il centro del rettangolo di base del pezzo

E. Raggio di influenza e massimo volume alimentabile

$$R_{inf} = k \times \text{spessore medio da proteggere} = 125\text{mm con } k = 5$$



$$V_{max} = \frac{V_m(20 - b)}{b} = 5,7 * 10^3 \text{mm}^3$$

La zona di probabile comparsa di porosità, l'ultima a solidificarsi, risulta protetta.

F. Diagramma di Caine

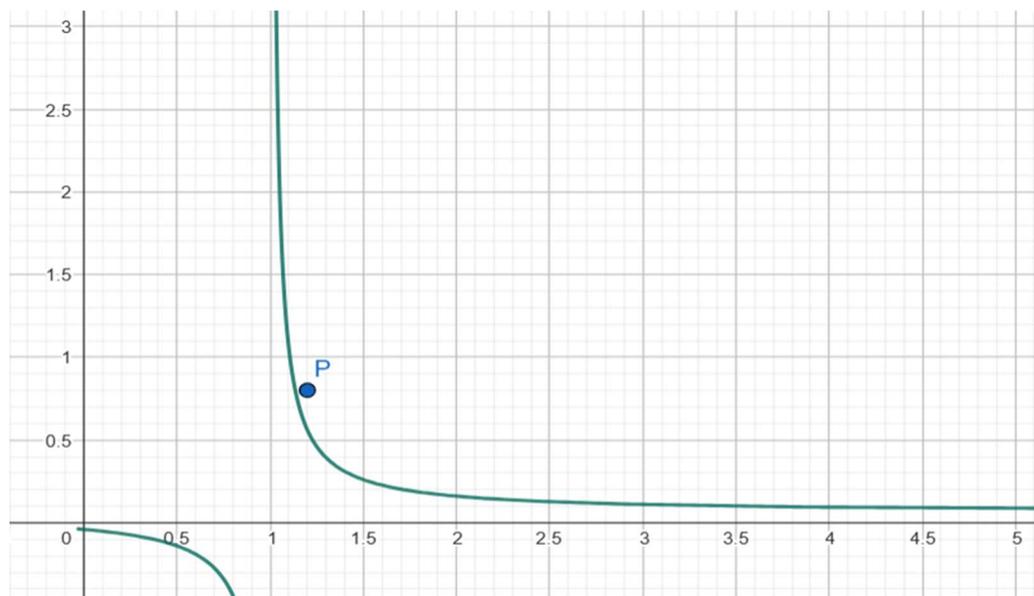
$$x = \frac{M_m}{M_p} = 1.2 \quad y = \frac{V_m}{V_p} = 0,8$$

$$x(y) = \left(\frac{a}{y - b} \right) + c$$

$$a = 0.1$$

$$b = 0.06$$

$$c = 1$$



Il diagramma di Caine ci conferma che il nostro pezzo, indicato nel grafico soprastante con il punto P, si trova nella zona dei pezzi sani

3.1.12. Sistema di Colata

Seguono i calcoli che ci consentono di modellare il sistema dei canali di colata

A. Getto

$$G = (V_m + V_p)\gamma = 4,53kg \text{ con } \gamma = 7100kg/m^3$$

$$T = 3.2\sqrt{G} = 6.81s$$

$$v = \sqrt{2gh} = 1.5m/s \text{ con } h = H + L + 12.5 = 115.5mm$$

$$k = \frac{G}{T} = 0,66kg/s$$

B. Attacco di colata e canale distributore

$$S_a = \frac{k}{v\gamma} = 62mm^2$$

$$S_c = 2S_a = 124\text{mm}^2$$

3.1.13. Spinta metallostatica

La spinta metallostatica verso l'alto che tende a sollevare la staffa superiore si calcola come:

$$F = S \cdot h \cdot \gamma \cdot g = 178,4\text{N}$$

Per la valutazione dell'aggiunta di pesi si considera il peso della sabbia nella staffa superiore:

$$V_{sabbia} = V_{staffa} - V_m = 11290000\text{mm}^3$$

$$P_{sabbia} = V_{sabbia} \cdot \gamma_s \cdot g = 188,28\text{N}$$

In quanto il peso della sabbia risulta maggiore della spinta metallostatica non è necessario l'aggiunta di ulteriori pesi

3.1.14. Tempo di solidificazione e analisi porosità

$$c = 4,2\text{s/mm}^2$$

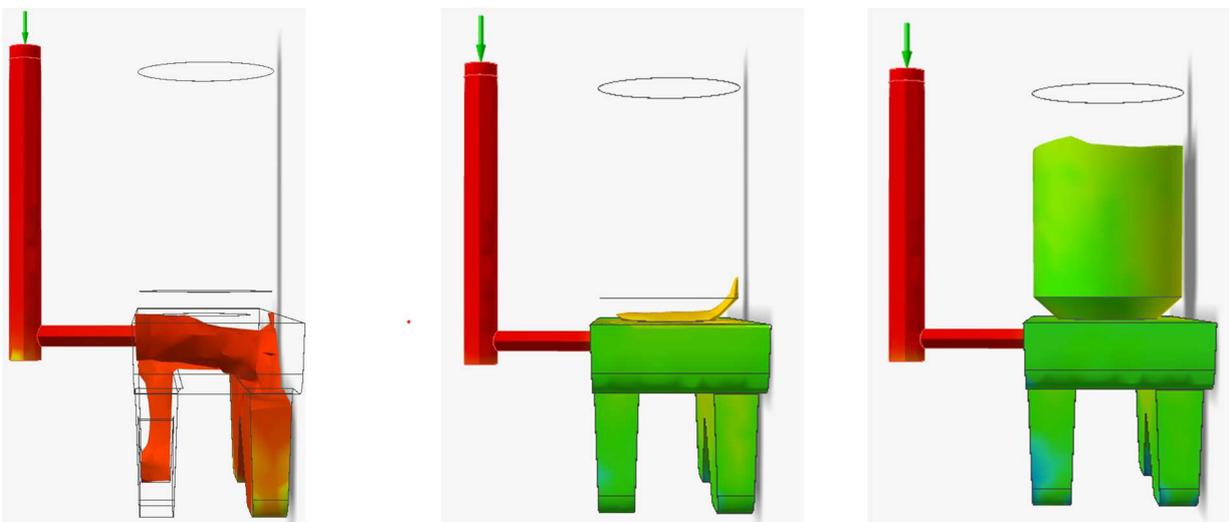
$$V_{tot} = 822000\text{mm}^3$$

$$S_{tot} = 92000\text{mm}^2$$

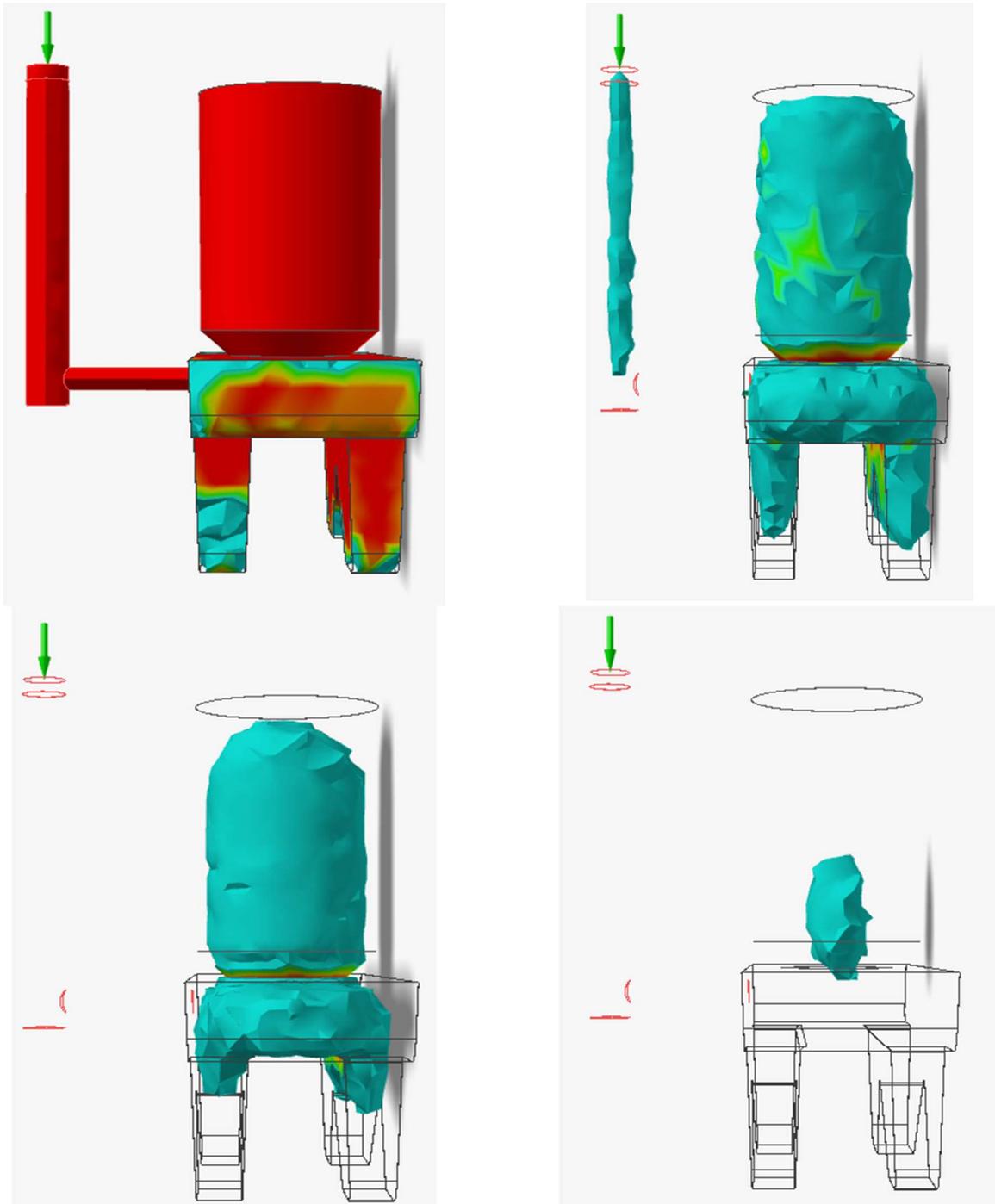
$$n = 2$$

$$t = c \left(\frac{V_{tot}}{S_{tot}} \right)^n = 335,28\text{s} = 5,58\text{min}$$

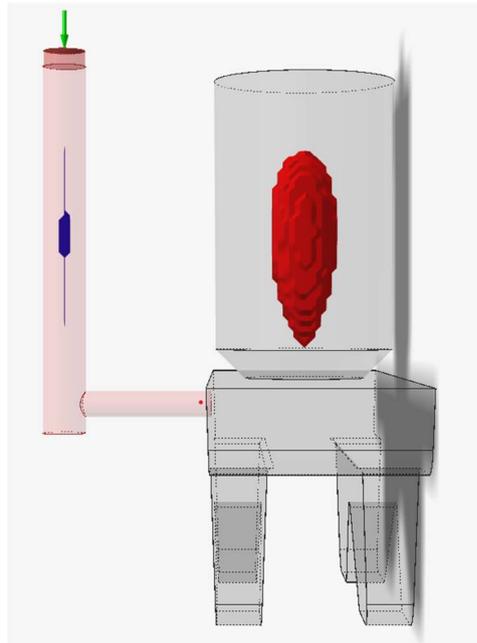
A. Riempimento



B. Frazione solida



C. Porosità



3.1.15. Analisi dei costi processo di fonderia

Per calcolare i costi di manodopera abbiamo stimato un tempo totale di 36 minuti per pezzo comprensivo delle seguenti fasi: formatura, colata, distaffatura e finitura.

$$CostoGhisa = 2000 \cdot 4,53Kg \cdot 0,258 \frac{\text{€}}{Kg} = 2337,48\text{€}$$

$$T_{fonderia} = 36min$$

$$CostoManodoperaFonderia = 2000 \cdot 0,6h \cdot 30 \frac{\text{€}}{h} = 36000\text{€}$$

$$CostoEnergeticoFonderia = 2810\text{€}$$

$$CostoProduzioneLotto = 41148\text{€} = 20,50 \frac{\text{€}}{\text{pezzo}}$$

La precedente è una stima soggetta a variazioni in base a

- Capacità forno
- Tempo di formatura: se ipotizziamo una linea automatica a 100 stampi/ora. Tempo formatura per 2000 pezzi $\rightarrow 2000 / 100 = 20$ h di produzione continua.
- Finitura (sbavatura, taglio materozze, sabbiatura, controllo): stima 10–30 min/pezzo se in gran parte manuale
- Numero operai

4 Componenti interessate dal processo di stampa 3d

4.1. Guarnizione aggiuntiva per base

Questa componente è adibita a proteggere la superficie esterna dei tubi da tagliare. Il suo utilizzo è indicato per la lavorazione di pezzi con un valore estetico rilevante, ad esempio: profilati metallici cromati.

4.1.1. Scelta del processo

Perché è stata scelta la stampa 3D FDM

- Proietta l'azienda verso altri possibili scenari di sviluppo
- Economica
- Gestione in-house semplice
- Facilità d'uso
- Ampia gamma di materiali (PLA, PETG, TPU...)

N.B. L'anisotropia è da considerare pregio o difetto caso per caso ed è stata valutata in ambito di orientazione della componente in fase di stampa

A. Scelta stampante

La scelta della tecnologia FDM è dovuta ad un confronto con le altre principali alternative

SLS/MJF: costose: decine di migliaia di €, gestione polveri, manutenzione complessa

SLA/DLP: ottima qualità ma le resine sono fragili, tossiche, e richiedono post-processing non banale

Pensando a proiettare l'azienda verso l'opportunità di prototipare componenti indipendentemente e a basso costo senza compromettere un flusso di lavoro comprovato si è deciso di scegliere la BambuLab X1C (~1000 €)

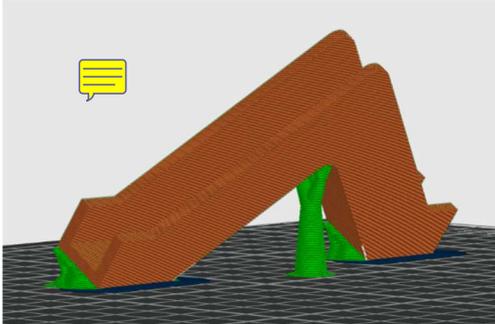
- Vol. stampa: 256×256×256 mm
- Camera chiusa, molto veloce
- ADF (automatic filament detection)
- Ottima qualità su materiali tecnici (TPU, PLA, ABS, Nylon, CF...)
- Assistenza tecnica efficiente e community attiva e competente

La scelta è stata fatta a seguito di un attento confronto con altre stampanti quali: Qidi X-Plus 3 (~950 €), Prusa MK4 (~1100€), Raise3D E2 (~3200 €)

Si è deciso di mantenere i costi contenuti, evitando però la fascia di prezzo delle stampanti "Home project", come prima stampante in azienda così da poterne valutare effettivamente l'utilità senza effettuare un investimento eccessivo

È stato valutato un plus il software BambuStudio di proprietà di BambuLab

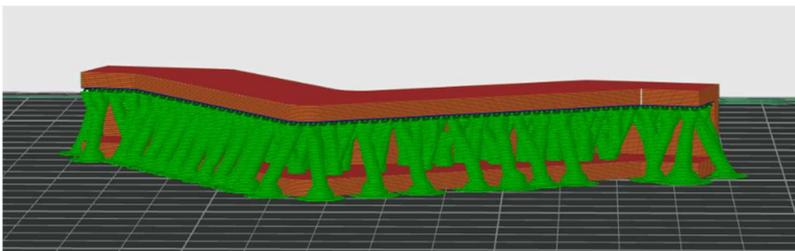
B. Orientamento geometria



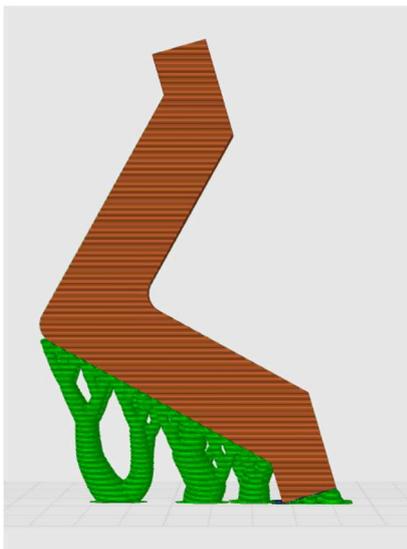
Stampa3D 1

La geometria è stata orientata come in figura "Stampa3D 1" per limitare i supporti, facilitarne la rimozione e disporre il filamento lungo la direzione preferenziale di sforzo a trazione al quale è sottoposto il componente.

Le altre figure sono rappresentative di altri possibili posizionamenti errati



Stampa3D 2



Stampa3D 3

C. Valori di stampa

Material	TPU
Extrusion temperature	210°C a 240°C.
Nozzle diameter	0.4mm
Plate	Cool: 50°C - 70°C (Colla stick if necessary)
Layer height	0.2mm

Filling density	25%
Filling texture	Grill
Speed: external wall	3mm/s
Speed: internal wall	5mm/s
Speed: filling	3mm/s
Support	Tree
Threshold angle	25°
Orientation	Coordinate globali X Y Z Rotate (relative) 0,00 0,00 0,00 Rotate (absolute) 125,00 180,00 180,00

D. Costi, Tempi, Materiale

Filamento tot	22,33g
Costo materiale	1.34 €
T.stampa	16h12m
T.rimozione supporti	1m
T.preparazione stampa	2m
$Costo\ manodopera = 2000 \cdot 2parti \cdot 0,05h \cdot 30 \frac{\text{€}}{h}$	6000€
$Costo\ tot = (C.manodopera + C.materiale)/2000$	3€/prodotto

E. Disegno particolare

Si veda l'appendice per i disegni tecnici "Guarnizione"

5 Componenti interessate dal processo di asportazione di truciolo

In questo capitolo sono presenti le lavorazioni per asportazione di truciolo eseguite sui vari particolari. I fogli di ciclo e i disegni dei particolari in esame sono allegati in appendice.

5.1. Criterio di scelta dei parametri di taglio

Scelta la velocità di taglio, considerando di lavorare acciai hss, definiamo il numero di giri

v : velocità di taglio, d : diametro

$$\frac{1000 \times v}{d \times \pi} = n^{\circ}giri$$

La profondità di passata (p) è scelta in base alla lunghezza di taglio utile dell'inserto ed in modo da garantire la miglior la produttività bilanciando vibrazioni e usura dell'utensile.

L'avanzamento (a) è scelto in base a: operazione da eseguire, materiale del pezzo, tipo di lavorazione (sgrossatura/finitura), geometria dell'utensile, e capacità della macchina (rigidità, potenza).

V_a : velocità di avanzamento è stata calcolata come segue

$$n^{\circ}giri \times a = v_a$$

5.2. Criteri di calcolo dei costi

Di seguito i criteri di calcolo dei costi

- $C_{mac} = T_{attivi} \cdot C_{ora}$
 - C_{mac} = Costi macchina (esclusa manutenzione)
 - T_{attivi}
 - $C_{ora} = C_{macchina}$ (costi energetici) + $C_{manodopera} = 38\text{€/h}$
- $C_{ut/pezzo} = \sum (C_{ut}/N_{vita} + (T_{passivi} \cdot C_{manodopera})/N_{vita})$
 - C_{ut} = Costo unitario inserto
 - N_{vita} = Vita utensile: quantità di pezzi che può lavorare prima di essere sostituito o riaffilato = T_{vita}/T_{attivi}
 - $T_{passivi}$ = Tempo di sostituzione/attrezzaggio
 - La sommatoria \sum è definita dal numero di inserti
- $C_{att/pezzo} = C_{att}/Lotto$
 - $C_{att/pezzo}$ = costo utensili ammortizzato sull'intero lotto
- $C_{tot/pezzo} = C_{mac} + C_{ut/pezzo} + C_{att/pezzo} + C_{materiale}$

5.3. Criterio di accorpamento superfici simili e definizione delle fasi, sottofasi ed operazioni

I criteri adottati fanno riferimento alla bibliografia e alle lezioni del corso e il risultato della loro applicazione è espresso nei fogli di ciclo allegati in appendice. Alcune precisazioni sono espresse nei capitoli inerenti al pezzo specifico

5.4. Albero filettato

Questo pezzo consente il serraggio dei tubi tramite un moto verticale ottenuto grazie ad un **ingranaggio vite-madrevite**

5.4.1. Scelta del materiale

Greggio di partenza: barra profilo circolare diametro 35mm acciaio AISI304

5.4.2. Scelte progettuali

Nella fase 10 si è scelto di iniziare a lavorare (s. fase A) dalla "testa" dell'albero: la parte più spessa, interessata da meno lavorazioni così da poter poi lavorare in un'altra sola s.fase (s. fase B) la parte caratterizzata dalla filettatura TR e dalla gola circolare.

Al tornio si è scelto di lavorare il pezzo in autocentrante a tre griffe per i seguenti motivi:

- Rapido: serraggio e centraggio automatico.
- Non richiede preparazione preliminare.
- Ottimo per pezzi corti o di forme particolari (non solo cilindriche).

Piuttosto di una lavorazione tra le punte che avrebbe permesso di lavorare su tutta la superficie cilindrica spostando o invertendo il pezzo senza perdere la centratura ma avrebbe richiesto maggiori tempi di preparazione (foratura dei centri e montaggio trascinatore per trasmettere il moto).

La scelta ha guidato anche il posizionamento del particolare sulla tavola a dividere a 3 griffe sul trapano

5.4.3. Ottimizzazione dell'operazione di tornitura

$$\text{Sezione truciolo} = p \times a$$

$$(2.4 \times Rm^{0.454}) \times \beta^{0.666} = \text{Pressione specifica di taglio}$$

Rm = resistenza a trazione

$$\text{Pressione di taglio} = \text{Pressione specifica} \times \text{Sezione truciolo}^{\frac{-1}{n}}$$

1/n costante = 0.197 (per acciaio)

$$\text{Forza} = \text{Sezione truciolo} \times \text{Pressione di taglio}$$

$$\text{Potenza} = \text{Forza} \times v/60$$

$$\text{Rugosità} = (a^2 / (32 \times \text{raggioldiraccordo})) \times 10^3$$

Fase	S.Fase	Operazione	Sezione Truciolo (mm ²)	Pressione (Mpa)	Forza (N)	Potenza (W)	Rugosità (µm)
10	A	1	0.3	1088	326,4	136	7,08
		2	0.3	1088	326,4	136	12,6
		3	0,03	1712,5	51,37	28,25	6,25
	B	1	0.3	1088	326,4	136	7,08
		2	0,5	983,85	491,93	205	12,6
		3	0,66	931,5	614,78	204,93	12,6
		4	0,52	976,3	507,66	211,53	12,6
		5	0,03	1712,5	51,37	25,68	6,25
		6	0,03	1712,5	51,37	25,68	6,25
		8	0,03	1712,5	51,37	25,68	6,25
		9	1,23	844,83	1039	173,2	7
10	3,2	355	1136,5	151,53			
11	0,18	1233,65	222	37	0,6		

5.4.4. Ottimizzazione dell'operazione di foratura

$$\text{Sezione truciolo} = \frac{d \times a}{2}$$

d = diametro di taglio

$$(2.4 \times Rm^{0.454}) \times \beta^{0.666} = \text{Pressione specifica di taglio}$$

Rm = resistenza a trazione, $\beta = 80$

$$\text{Pressione di taglio} = \text{Pressione specifica} \times \text{Sezione truciolo}^{\frac{-1}{n}}$$

1/n costante = 0.197 (per acciaio)

$$\text{Forza} = \text{Sezione truciolo} \times \text{Pressione di taglio}$$

$$\text{Potenza} = \text{Forza} \times v/60$$

Fase	S.Fase	Operazione	Sezione Truciolo (mm ²)	Pressione (Mpa)	Forza (N)	Potenza (W)
30	A	1	1.5	737,2	1105,8	552,9
		2	0,7	856,6	600	250

5.4.5. Costi

A. Tornitura

$$C_{mac/pezzo} = T_{attivi} \cdot C_{ora} = 0,32h \cdot 38\text{€}/h = 12\text{€}/pz$$

$$C_{cut/pezzo} = \sum (C_{cut}/N_{vita} + (T_{passivi} \cdot C_{manodopera})/N_{vita}) = C_{totinserti}/N_{vita} + (T_{passiviTot} \cdot C_{manodopera})/N_{vita}$$

$$= 18,2\text{€}/(T_{vita}/T_{attivi}) + (0,08h \cdot 30\text{€}/h)/T_{vita}/T_{attivi} = 6,8\text{€}/pz$$

Considerando una media di $T_{vita}/T_{attivi} \approx 3$

$$C_{att/pezzo} = C_{att}/Lotto = 1637\text{€}/2000 = 0,82\text{€}/pz$$

$$C_{totT/pezzo} = C_{mac/pezzo} + C_{cut/pezzo} + C_{att/pezzo} = 19,6\text{€}/pz$$

B. Foratura

$$C_{mac/pezzo} = T_{attivi} \cdot C_{ora} = 0,10h \cdot 38\text{€}/h = 3,8\text{€}/pz$$

$$C_{cut/pezzo} = \sum (C_{cut}/N_{vita} + (T_{passivi} \cdot C_{manodopera})/N_{vita}) = C_{totinserti}/N_{vita} + (T_{passiviTot} \cdot C_{manodopera})/N_{vita}$$

$$= 273,3\text{€}/(T_{vita}/T_{attivi}) + (0,08h \cdot 30\text{€}/h)/T_{vita}/T_{attivi} = 2,75\text{€}/pz$$

Considerando una media di $T_{vita}/T_{attivi} \approx 100$

$$C_{totF/pezzo} = C_{mac/pezzo} + C_{cut/pezzo} + C_{att/pezzo} = 6,55\text{€}/pz$$

C. Tot

Si stima che lo spezzone iniziale di acciaio costi 5,4€ su un trafilato da 30Kg di acciaio AISI 304

$$C_{TOT/pezzo} = 31,55\text{€}/pz$$

5.5. Base

5.5.1. Ottimizzazione dell'operazione di fresatura

$$\text{Sezione truciolo} = p \times a_{\text{dente}}$$

Avanzamento per dente = 0.3mm/s

$$(2.4 \times Rm^{0.454}) \times \beta^{0.666} = \text{Pressione specifica di taglio}$$

$$Rm = \text{resistenza a trazione, } \beta = 90$$

$$\text{Pressione di taglio} = \text{Pressione specifica} \times \text{Sezione truciolo}^{\frac{-1}{n}}$$

1/n costante = 0.137 (per ghisa)

$$\text{Forza tangenziale} = \text{Sezione truciolo} \times \text{Pressione di taglio} \times z$$

Z = numero di denti in presa

$$\text{Potenza} = \text{Forza} \times v/60$$

Fase	S.Fase	Operazione	Sezione Truciolo (mm ²)	Pressione (Mpa)	Forza (N)	Potenza (W)
30	A	1	1,2	842,3	2021,5	1347
		2	1,2	842,3	2021,5	1347

A. Costi fresatura

$$C_{\text{mac/pezzo}} = T_{\text{attivi}} \cdot C_{\text{ora}} = 0,12\text{h} \cdot 38\text{€/h} = 4,56\text{€/pz}$$

$$C_{\text{ut/pezzo}} = \sum (C_{\text{ut}}/N_{\text{vita}} + (T_{\text{passivi}} \cdot C_{\text{manodopera}})/N_{\text{vita}}) = C_{\text{totinserti}}/N_{\text{vita}} + (T_{\text{passiviTot}} \cdot C_{\text{manodopera}})/N_{\text{vita}}$$

$$= 134\text{€}/(T_{\text{vita}}/T_{\text{attivi}}) + (0,03\text{h} \cdot 30\text{€/h}) / T_{\text{vita}}/T_{\text{attivi}} = 3,38\text{€/pz}$$

Considerando una media di $T_{\text{vita}}/T_{\text{attivi}} \approx 40$

$$C_{\text{totFr/pezzo}} = C_{\text{mac/pezzo}} + C_{\text{ut/pezzo}} = 7,98\text{€/pz}$$

B. Costi tot

Costi totali comprensivi di una stima sui costi di foratura (non analizzata per questa componente) uguali a circa il doppio di quelli di fresatura

$$C_{\text{tot/pezzo}} = C_{\text{totFr/pezzo}} + C_{\text{totFo/pezzo}} = 15,96\text{€/pz}$$

6 Componenti interessate da un processo di deformazione plastica

6.1. Supporto filettato

Questo particolare consente il moto verticale dell'albero filettato tramite un meccanismo vite-madrevite. Data la geometria è stata prevista la lavorazione per stampaggio a caldo in una pressa. I due semistampi con i quali si dà forma al particolare sono identici data la simmetria del pezzo. Tra di loro è previsto un canale di bava di altezza 3mm.

6.1.1. Stampaggio a caldo

La lavorazione parte da un trafilato cilindrico di diametro 40mm (30Kg)

Forza necessaria all'esecuzione dell'operazione di stampaggio:

$$F = K \cdot R_e \cdot A = 5900KN$$

$$K = cost. = 5$$

$$R_e = \text{Limite elastico del materiale} = 215MPa$$

$$A = \text{Area} = 5500mm^2$$

Considerata la potenza richiesta, la lavorazione viene commissionata a un'azienda esterna specializzata nello stampaggio a caldo.

6.1.2. Costi

Il processo di stampaggio a caldo non viene eseguito internamente ma affidato a un fornitore esterno. Il costo complessivo comprende la realizzazione dello stampo (costo fisso) e la lavorazione per pezzo (costo variabile). In assenza di un preventivo reale, il costo può essere stimato sulla base del tempo ciclo della pressa ($\approx 2-5$ min/pezzo) e del costo orario medio di una pressa da 600 tonnellate ($\approx 150-250$ €/h), a cui va aggiunto il costo dello stampo ($\approx 5.000-15.000$ €)

Stampo = 8.000 € (costo fisso)

Setup = 300 € (costo fisso per lotto)

Costo macchina = 200 €/h

Manodopera = 30 €/h

Energia = 20 €/h

Tempo ciclo = 3 min/pezzo \rightarrow 20 pezzi/ora

Finitura + controllo = 1,5 €/pz

Trasporti = 0,5 €/pz

Materiale: 30Kg acciaio AISI 304 = 120€ \rightarrow spezzone = 5 €/pz

Per ciascun lotto (Q pezzi = 2000):

- Quota fissa per pezzo = (Stampo + Setup) / Q = 4,15€
- Costo variabile per pezzo ((macchina + manodopera + energia) / (pezzi_ora) + (materiale + Finitura + Trasporti)) = 19,5 €

Quindi:

- Costo unitario = Quota fissa per pz + Costo variabile per pz = 23,65€
- Costo totale lotto = Costo unitario stimato × Q = 47.300€

7 Macchine ed accessori

Le macchine sono state selezionate dal catalogo "Macchine utensili OPTIMUM" consultabile su ltf.it

7.1. Torno

Per i seguenti motivi è stato scelto il seguente tornio manuale con possibilità di avanzamento automatico meccanico:

- Distanza tra le punte e altezza punte sufficiente a lavorare i pezzi del complessivo in particolare l'albero filettato
- N° giri mandrino adeguato a controllare le lavorazioni da fare a mano
- È dotato di serie di un autocentrante a tre griffe di diametro sufficiente

OPTIMUM
MACHINEN - GERMANY

OPTIturn

TORNI

TORNI PARALLELI CON SCATOLA AD INGRANAGGI DI AVANZAMENTO. MODELLO VARIO CON MOTORE BRUSHLESS PER REGOLAZIONE CONTINUA DEL NUMERO DI GIRI

- Motore potente che non necessita di manutenzione
- Bancale prismatico in ghisa grigia con renitatore di rinforzo, temprato per induzione e rettificato di precisione
- Guida del bancale temprate e rettificato
- Precisione di rotazione concentrica del naso mandrino < 0,009 mm
- Precisione di rotazione concentrica autocentrante < 0,04 mm

TU 2506 V
Motore potente brushless

- Marcia elettrica
- Unità potenza in cassa
- Azionamento costante della coppia in tutta la gamma di velocità

CE

- Rotazione destra-sinistra innestabile sul comando di comando
- Vite conduttrici montate su due cuscinetti
- Vantanti per alite con gradazione file regolabile, divisione 0,04/0,01 mm
- Set ingranaggi cambio per la filettatura
- Interruttore di emergenza e rele di minima tensione

TU 2506 V

- Motore a corrente continua silenzioso e potente con eccellenti caratteristiche di regolazione
- Albero mandrino in acciaio di alta precisione per un numero di giri maggiore
- Cambio velocità facilmente regolabile tramite potenziometro
- Visualizzazione digitale del numero di giri

13

TU 2506

- Portautensili a quattro scomparti
- Tutte le alite regolabili con lenti conici
- Protezione artificiale sulla vite segnapunte

La contropunta si può spostare di 4 mm per le torniture coniche

Contropunta carotata e ugretato con divisione file regolabile 0,02 mm

Regolazione semplice e rapida della contropunta tramite leva di sbloccaggio

Albero mandrino ottico tarso e montato su cuscinetti a rulli conici di precisione

Cassa corno, naso del mandrino tarso

Ingranaggi di avanzamento alluminati, a forme arrotondate a la bagno d'olio

1 dati sopra riportati non sono impegnativi e a discrezione del costruttore possono essere modificati

96 **13**

OPTIMUM
MACHINEN - GERMANY

OPTIturn

TORNI

TORNI PARALLELI CON SCATOLA AD INGRANAGGI DI AVANZAMENTO. MODELLO VARIO CON MOTORE BRUSHLESS PER REGOLAZIONE CONTINUA DEL NUMERO DI GIRI

Modello	TU 2506	TU 2506 V
ART. (230 V)	0500P5001	0500P5004
ART. (400 V)	0500P5003	-

DATI TECNICI

Potenza motore - 50 Hz	750 W	1,6 kW
Altezza punte	135	125
Distanza tra le punte	650	650
Ø tombilla su bancale	250	250
Lunghezza bancale	135	135
N° giri mandrino	126 - 2.000	30 - 4.000
N° velocità	6	4 (1° giri regolabile elettronicamente)
Cono mandrino	CM 4	4
Filettatura barra	Ø mm	26 - 26
Corso alita superiore	mm	70 - 70
Corso alita trasversale	mm	110 - 110
Avanzamento longitudinale	mm/giro	0,07 - 0,4 - 0,07 - 0,4
Filettatura a passo metrico	mm/giro	0,2 - 4 - 0,2 - 4
Filettatura pollici	Fit 1"	58 - 8 - 58 - 8
Altezza attacco portautensili a 4 scomparti	mm	max 13 - max 13
Cono contropunta	CM	2 - 2
Corso contropunta/canotto	mm	65 - 65
Dimensioni	mm	1.250x565x775 - 1.250x505x700
Peso netto	kg	125 - 130

DOTAZIONE DI SERIE

- Autocentrante a tre griffe Ø 125 mm
- Contropunta fase CM 2 - CM 4
- Pinze paraespigoli e vasca raccogli trucioli
- Utensili da tornio HSS
- Binda
- Portautensili a 4 scomparti
- Set ingranaggi cambio
- Chiavi di servizio

Per specifiche compatibilità accessori vedi pagine 122-123

ART.	ACCESSORI OPZIONALI
344 2874	Autocentrante in ghisa 4 griffe Ø 125 mm (serraggio individuale)
344 2812	Autocentrante in ghisa 4 griffe Ø 125 mm (serraggio concentrico)
344 1312	Fanega per autocentrante Ø 125 mm
344 1352	Plattforma di serraggio a disco Ø 240 mm
344 1315	Lunetta fissa Ø max 50 mm
344 1310	Lunetta mobile Ø max 24 mm
344 0702	Contropunta girevole CM 2
344 1109	Set pinze di serraggio ER 25, 1 - 16 mm, 15 pz
344 1122	Set pinze di serraggio ER 32, 3 - 20 mm, 16 pz
344 1305	Mandrino portapinzza ER 25
344 1306	Mandrino portapinzza ER 32
338 4301	Portautensili cambio rapido SWH 1-A
900 0401	Montaggio tornetta cambio rapido SWH
338 4302	Portautensili di scorta tipo D per utensili quadrati
338 4321	Portautensili di scorta tipo H per utensili tondi
0500P1108	Set utensili da tornio 10 mm, 11 pz
0500P1668	Set utensili da tornio 12 mm, 5 pz
338 1012	Supporti antivibranti con dispositivo di livellamento
344 0409	Basamento macchina

13

DIMENSIONI

ACCESSORIO OPZIONALE

ART. Descrizione

338 3975	Sistema di misurazione magnetico digitale DMO 5
338 3978	Nastro magnetico lunghezza 1.100 mm
900 0420	Montaggio

1 dati sopra riportati non sono impegnativi e a discrezione del costruttore possono essere modificati

97 **13**

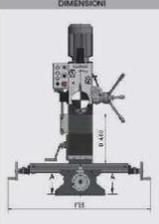
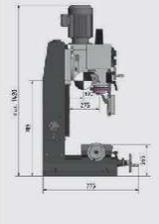
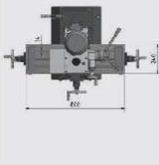
7.2. Trapano – Fresatrice

Per i seguenti motivi è stato scelto il seguente Trapano-Fresatrice:

- 2 strumenti in 1
- Soddisfacente potenza motore
- Dimensioni sufficienti per i pezzi da lavorare
- N° giri mandrino adeguato




Modello	MB 4
APR. (400 V)	0580P8450
DATI TECNICI	
Potenza motore - 50 Hz	KW 1,1/1,5
Capacità max filettatura acciaio (S235JR)	Ø mm 32
Capacità max filettatura continue su acciaio (S235JR)	Ø mm 28
Dimensioni max testa a maselcoito	Ø mm 63
Dimensioni max testa a carotata	Ø mm 28
Corona carotato	mm 120
Ø carotato	mm 75
Attacco mandrino	CM 4
Distanza mandrino/corona	mm 375
N° giri mandrino	95 - 3.200
N° velocità	2x6
Inclinazione testata	+ 60°
Dimensioni tavola a croce	mm 800x240
Distanza mandrino / tavola a croce	mm 450
Dimensioni scianatura a T	mm 14
N° scianature a T	3
Distanza scianature a T	mm 63
Corona asse X-Y-Z	mm 450/195/490
Dimensioni	mm 1.150x770x1.420
Peso netto	kg 320
DOTAZIONE DI SERIE	
Adattatore CM 4-CM 3	
Asta di trapano M 16	
Chiam di servizio	

Per specifiche complete accessori vedi pagina 74-75

APR.	ACCESSORI OPZIONALI
335 4001	Set parafilo per norme 20 pz
335 6155	Contropunta con altezza regolabile RST 1
335 6150	Tavola a divisione orizzontale-verticale RT150
335 2355	Set testa cilindrica a carotata HSS, 20 pz
335 4100	Morsa di precisione FMS 100
335 2017	Cassetta vitaggio SPW 12, 58 pz
335 3014	Esarimento universale (S235) Ø750 mm
335 2002	Impianto di refrigerazione universale 230 V
335 1012	Supporto antibrucce con dispositivo di livellamento (accessori 4 pz)
335 0314	Pressa porta inserti CM 4
335 2094	Set barili CM 4
335 2094	Mandrino porta pinze CM 4 / M16
335 2081	Piedini antirivoli SE 95

* dall' sopra riportati non sono impegnativi e a discrezione del costruttore possono essere modificati

13

53



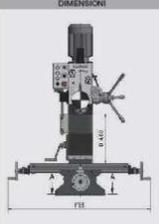
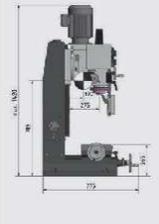
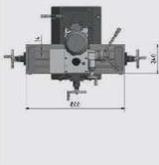

OPTI TRAPANI-FRESATRICI

TRAPANO-FRESATRICE UNIVERSALE DI PRECISIONE CON CAMBIO A 12 VELOCITÀ

- Fusione robusta e massiccia
- Alta silenziosità di funzionamento grazie agli ingranaggi di avanzamento realizzati in bagno d'olio
- Ampia gamma di velocità

- Motore elettrico a due velocità
- Marcia destra-sinistra
- Lendini conici regolabili
- Fermo della profondità di foratura







13

52

13

8 Utensili ed Inserti

Gli utensili ed inserti sono stati scelti valutando le varie lavorazioni cercando ove possibile di utilizzare lo stesso utensile per più inserti in modo da ammortizzare i tempi e i costi produttivi

Sottofase	Produttore	Utensile	Costo (EUR cad.)	Inserto	Costo (EUR)
Filettatura	Sandvik/Sandivik	266RFG-3232-22	239.00	266RG-22TR01F400E 1020	58.70 (10pz)
Troncatura 7	//	C2T-CC4-NJ25BB	304.00	C2I-J2N-0500-0004-GL3115	34.50 (5pz)
Sfacciatura	//	C3-SCLCR-22040-09C1	369.00	CCMT 09 T3 04-UR 4415	12.70 (10pz)
Sgrossatura	//			CCMT 09 T3 02-PF 4425	14.35 (10pz)
Finitura	//				
Smussatura	//	QS-PSSNR2020-12C1	257.00	SNMG 12 04 16-QM 1205	15.20 (10pz)
Gola 6	//	SL70-L123H11LC-HP	468.00	L123H1-0150-RO 1125	28.25 (5pz)
Trapano	OPTIMUM LTF Sandvik	MANDRINI AUTOSERRANTI DI PRECISIONE 305 0610	47.00	460.1-0700-021A0-XM GC34	68.30
Fresatura	//			460.1-1500-045A0-XM GC34	205.00
				2P342-0800-PB P2BM	134.00

- C3-SCLCR-22040-09C1 è stato scelto per:
 - Angolo di registrazione 95 ° per tornire spallamenti
 - Angolo di spoglia superiore 0 ° affinché l'utensile non penetri o non si incunei nel materiale, limitando l'efficacia del taglio ma garantendo una maggiore robustezza e una maggiore durata
 - Versione: right
 - CCMT 09 T3 04-UR 4415 è stato scelto per:
 - Angolo di spoglia inferiore principale 7° scelta prioritaria per la tornitura interna ed esterna di componenti sottili
 - Angolo di punta 80° per un tagliente più robusto
 - CCMT 09 T3 02-PF 4425 ha caratteristiche molto simili all'inserto per la sgrossatura con la principale differenza riguardante il raggio di punta:
 - Il raggio di punta risulta 4 volte inferiore (0,2mm) rispetto al precedente permettendo così una rifinitura stabile e precisa
- 266RFG-3232-22 è stato scelto per:
 - Sezione 32x32, in grado di fornire elevata rigidità e ridurre le vibrazioni
 - Angolo di inclinazione elica +1° mantiene la precisione del profilo filettato
 - Angolo di spoglia assiale -10° per facilitare il deflusso del truciolo
 - Versione: right
 - 266RG-22TR01F400E 1020 è stato scelto per:
 - Passo della filettatura: 4mm
 - Differenza altezza filettatura: 2,5mm
 - Angolo di spoglia positivo riducendo così le forze di taglio



- C2T-CC4-NJ25BB è stato scelto perché:
 - Assicura rigidità e precisione nelle operazioni di troncatura
 - Garantisce stabilità e compatibilità con gli inserti CoroCut
 - C2I-J2N-0500-0004-GL31 15 è stato scelto per:
 - Larghezza taglio 5mm adatta per gole di media dimensione
 - Angolo di spoglia inferiore 7° migliorando così la qualità della finitura e aumentando la durata dell'inserto
 - Raggio di punta 0,4mm

- QS-PSSNR2020-12C1 è stato scelto per:
 - Angolo del tagliente 45°, perfetto per operazioni di questo tipo in quanto permette di lavorare vicino a spallamenti
 - Sezione 20x20 e lunghezza funzionale 101,7mm offrendo robustezza e stabilità
 - Ottimo sistema di serraggio che consente un blocco sicuro dell'inserto
 - SNMG 12 04 16-QM 1205 è stato scelto per:
 - Numero di taglienti 8, riduce il tempo di sostituzione, di conseguenza anche il costo del pezzo
 - Raggio di punta 1,6mm, offrendo alta resistenza e migliore distribuzione delle forze rispetto ad inserti più sottili o con meno spoglia

- SL70-L123H11LC-HP è stato scelto per:
 - Efficiente lavorazione di gole profonde con minimo rischio di vibrazioni e ottimo controllo del truciolo
 - L123H1-0150-RO 1125 è stato scelto per:
 - Larghezza di taglio 1,5mm adatto per gole strette e precise
 - Profondità di taglio 4mm
 - Raggio di punta 0,75mm ottimizzato per gole

- MANDRINI AUTOSERRANTI DI PRECISIONE 305 0610 scelti per:
 - Forza di serraggio uniforme, utile per una presa affidabile dell'inserto
 - Alta concentricità fondamentale per lavorazioni ad alta precisione, aumentare la vita dell'utensile e ridurre vibrazioni e squilibri
 - 460.1-0700-021A0-XM GC34 e 460.1-1500-045A0-XM GC34 scelti per:
 - Lunghezza funzionale soddisfacente per entrambi gli inserti per la realizzazione del foro
 - Diametri di taglio 7mm e 15mm
 - Angolo di punta 140°
 - 2P342-0800-PB P2BM è stato scelto per:
 - Diametro di taglio 8mm
 - Numeri di taglienti 5
 - Lunghezza utile 25mm
 - Raggio di punta 1 mm

9 Saldatura

La saldatura interessa i componenti "Braccio" e "Pomello" a formare il manico

È stato scelto un processo di saldatura autogena ad arco elettrico con elettrodo rivestito data la sua economicità e velocità di esecuzione

9.1. Strumenti

Gli strumenti sono stati selezionati dal catalogo generale Wurth

https://catalogosfogliabile.wuerth.it/catalog/3114IT/CompleteCatalog?mode=or&searchquery=1636996&hook_url=https%3A%2F%2Feshop.wuerth.it%2F-%2F#page_2156

Si è scelto di utilizzare un elettrodo dal diametro di 2mm a 80–100 A



SALDATRICE INVERTER A ELETTRODO EWI 200S

Art. 5952 200 200





La saldatrice inverter a doppia tensione è dotata della più recente tecnologia IGBT per la saldatura in modalità ARC e LIFT.

Controller PFC (Power Factor Correction) tecnologicamente avanzato
Offre vantaggi in termini di risparmio energetico e prestazioni dell'arco affidabili e costanti.

Facile da usare
Impostazione digitale precisa della corrente di saldatura; saldatura con risultati eccellenti.

Design pratico
Rende la macchina facile da trasportare e ne consente l'utilizzo praticamente in qualsiasi luogo di lavoro.

Arc force: aumenta la tensione dell'arco in situazioni critiche. Impedisce che le scorie finiscano nel bagno di saldatura e spengano l'arco. Di conseguenza, possono essere lavorati anche elettrodi difficili da saldare.

Hot start: garantisce un'accensione affidabile dell'elettrodo. L'energia dell'Hot start è regolata automaticamente in base alla corrente di saldatura selezionata.

Anti-stick: impedisce che l'elettrodo si attacchi al pezzo da lavorare riducendo automaticamente la corrente. Di conseguenza, l'elettrodo non si spegne.

Tecnologia IGBT
La tecnologia IGBT fornisce una saldatura perfetta con tensione instabile (lavoro con i generatori)

TIG
Consente di eseguire facilmente la saldatura TIG utilizzando una torcia „Lift TIG“.

Design del raffreddamento migliorato
Riduce la polvere all'interno della macchina e aumenta il ciclo di lavoro.

Dati tecnici	
Tensione nominale	230 V
Corrente min/max	20-200 A
Elettrodi saldabili	1,5 - 5 mm
Bacchette per saldatura TIG saldabili	1 - 3,2 mm
Durata di attivazione alla corrente max (40°C)	20 %
Corrente di saldatura a ED 100%	89 A
Corrente di saldatura a ED 90%	116 A
Peso prodotto (per pezzo)	7,2 kg
Dimensioni	394 x 164 x 293 mm
Classe di protezione IP	IP 21

Contenuto	
Descrizione	Art.
Cavo di massa a terra per inverter	0708 001 208
Pinza portaelettrodo	0708 001 209
Valigetta in plastica per EWI 200	---
Saldatrice inverter EWI 200S	---

Accessori	
Descrizione	Art.
Torcia saldatrice TIG (Lift TIG)	0984 001 008
Riduttore di pressione	0984 018 007
Elettrodo in Tungsteno	0984 130 1...
Elettrodo Rutile	0982 001 ...
Elettrodo Baseco	0982 003 ...
Maschera automatica per saldatura SOLAR II (9.13)*	0984 700 400
Granibule in pelle	0984 312 1
Manichetta in pelle	9301 010 724

*verificare che il livello di protezione offerto dal prodotto sia adeguato all'utilizzo specifico e all'ampereaggio utilizzato

Indicazione

- Utilizzare motogeneratori stabilizzati ed avviare la saldatrice solo dopo l'accensione e la stabilizzazione del motogeneratore (potenza richiesta min. 7 kW)
- Per evitare anomalie durante la saldatura, il cavo d'alimentazione o eventuali prolunghe devono avere una sezione min. di 25 mm²
- Non è possibile effettuare saldature su alluminio sia con elettrodo che TIG
- Saldatura in continuo con elettrodo fino a Ø 4,0 mm e per brevi periodi fino a Ø 5,0 mm

GEN 08 1.5 210

ELETTRODO RUTILE

Punta colore verde

Caratteristiche:

- tipo scarrevalissimo di facile impiego che salda in tutte le posizioni
- spruzzi quasi inesistenti, scorie che si staccano da sole
- accensione e riaccensione molto facile
- buone caratteristiche meccaniche
- arco dolce e silenzioso

Campi d'impiego:

Per tutte le costruzioni saldate mediante sollecitate p. es. piccola e media carpenteria, e su metallo base di buona qualità e con poche impurità, ecc. Particolarmente idonei per serbatoi da saldarsi in una sola passata e per passate di riempimento e finitura.

Modalità d'impiego:

Si usa in corrente alternata o continua con polo negativo (-) alla pinza. Può lavorare anche a contatto.

Classificazione:
AWS A5.1 E 6013
EN ISO 2560-A E 42 0 R 12
Omologazioni: TÜV 18685

Caratteristiche meccaniche:
Resistenza a trazione 500 - 640 MPa
Limite di snervamento \geq 420 MPa
Allungamento ASd \geq 20%
Resilienza Charpy a 0°C Kv \geq 47 J

Ø [mm]	lunghezza [mm]	intensità Ampère	confezione	Art.
2,0	300	40 - 70	1 - 400 pz.	0982 001 2
2,5	300	60 - 110	1 - 250 pz.	0982 001 25
3,2	450	90 - 140	1 - 150 pz.	0982 001 325

9.2. Tempi e costi

Per una saldatura di questo tipo si stima una velocità media manuale di 100 mm/min, data le dimensioni ridotte delle componenti in esame si riesce a determinare il tempo necessario per la saldatura di ambo le parti di circa 50 secondi

Si trascura il costo dell'elettrodo

$$T_{tot} = 2000 \cdot 0,138h = 28h$$

$$CostoManodopera = 28h \cdot 30 \frac{\text{€}}{h} = 840\text{€}$$

$$CostoEnergetico = 18\text{€}$$

$$AmmortamentoSaldatrice = \frac{420\text{€}}{2000pz} = 0,21 \frac{\text{€}}{\text{pezzo}}$$

$$CostoSaldatura = \frac{858\text{€}}{2000pz} + 0,21 \frac{\text{€}}{\text{pezzo}} = 0,64 \frac{\text{€}}{\text{pezzo}}$$

9.3. Disegni

Si veda l'appendice per i disegni tecnici "Pomello" "Braccio" "Manico"

9.4. Assemblaggio

Muniti di adeguati DPI (guanti, occhiali, maschera di saldatura) accoppiare in una morsa le componenti "Braccio" e "Pomello" ed effettuare la saldatura come richiesta in disegno

10 Metrologia

Gli strumenti di misura sono indicati nei vari cicli di fase delle componenti in esame

Nella seguente tabella sono riportati i costi degli strumenti più "particolari"

Strumento	norma	Produttore	Rivenditore	Costo (EUR)
Calibro ad anello filettato PASSA / GR TR 24x5 tolleranza 7e	DIN 2285-1	Johs. Boss GmbH & Co	Hoffman group	360.90
Calibro a tampone $\varnothing 3\text{mm}$ H7	DIN 7164	Lehren- Messgerätewerk Schmalkalden GmbH	u. //	80.00

- Calibro ad anello filettato è stato scelto perché questo strumento verifica contemporaneamente i parametri fondamentali del filetto (diametro maggiore, passo e forma del profilo) in modo semplice e affidabile, inoltre, permette un controllo rapido senza la necessità di strumenti complessi come proiettori di profilo o macchine di misura a coordinate
- Calibro a tampone controlla rapidamente se il foro rientra nelle tolleranze dimensionali senza strumenti complessi

10.1. Ammortamento costi

Si è stimato che per le operazioni di controllo per entrambi gli strumenti si ha un tempo attivo di circa 2 minuti

$$C_{af} = \frac{C_{str}}{\text{lotto}} + C_{manodopera} = \frac{360,9\text{€}}{2000\text{pz}} + 30 \frac{\text{€}}{h} \cdot \frac{2}{60} h = 1,18 \frac{\text{€}}{\text{pezzo}}$$

$$C_t = \frac{C_{str}}{\text{lotto}} + C_{manodopera} = \frac{80\text{€}}{2000\text{pz}} + 30 \frac{\text{€}}{h} \cdot \frac{2}{60} h = 1,04 \frac{\text{€}}{\text{pezzo}}$$

$$C_{af} = \text{Costo calibro ad anello filettato}$$

$$C_t = \text{Costo calibro a tampone}$$

$$C_{str} = \text{Costo strumento}$$

11 Bibliografia

Tecnologia meccanica e studi di fabbricazione

Marco Santochi, Francesco Giusti, 2° ed., 2000, Casa Editrice Ambrosiana Milano, pp. 674, ISBN 88-408-1028-5



Manufacturing Engineering and Technology

SI (Student International) Edition, 7th Edition, Serope Kalpakjian, Stephen Schmid, Sep 2013,
Paperback, 1224 pages, ISBN13: 9789810694067, ISBN10: 9810694067

Altair Learning learn.altair.com

Tutte le immagini inerenti alla simulazione del processo di fonderia sono state fatte con Altair Inspire Cast

Num. articolo	Num. parte	Quantità
1	Base	1
2	Montante	2
3	Supporto filettato	1
4	Spina elastica ISO 8750-12x60-St	1
5	Albero filettato	1
6	Braccio	1
7	Pomello	2
8	Blocco a V	1
9	Dado autobloccante ISO 7044-M6-N	3
10	Maniglia	1
11	Spina ISO 8734 - 3 x 24 - A - St	1

Complessivo Morsa per tubi

Sottoassieme

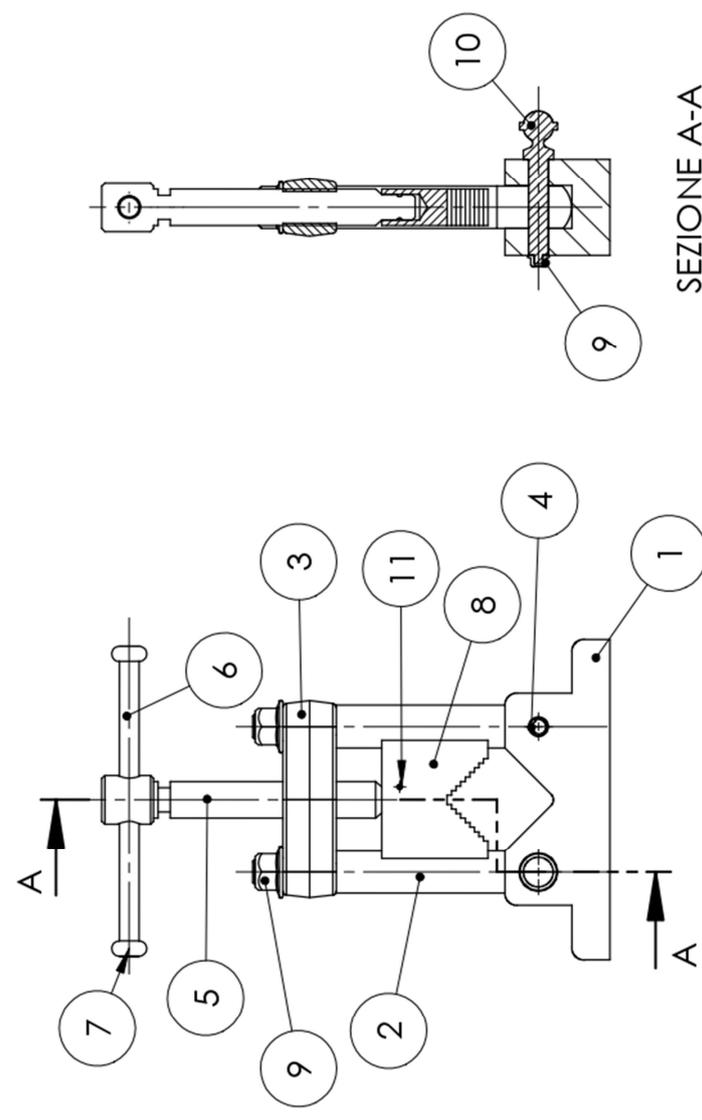
Norma ISO 2768-mK

Dim.Foglio A4

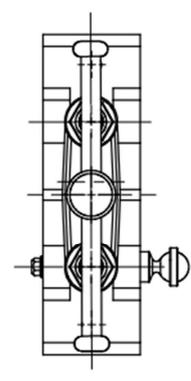
Scala 1:5

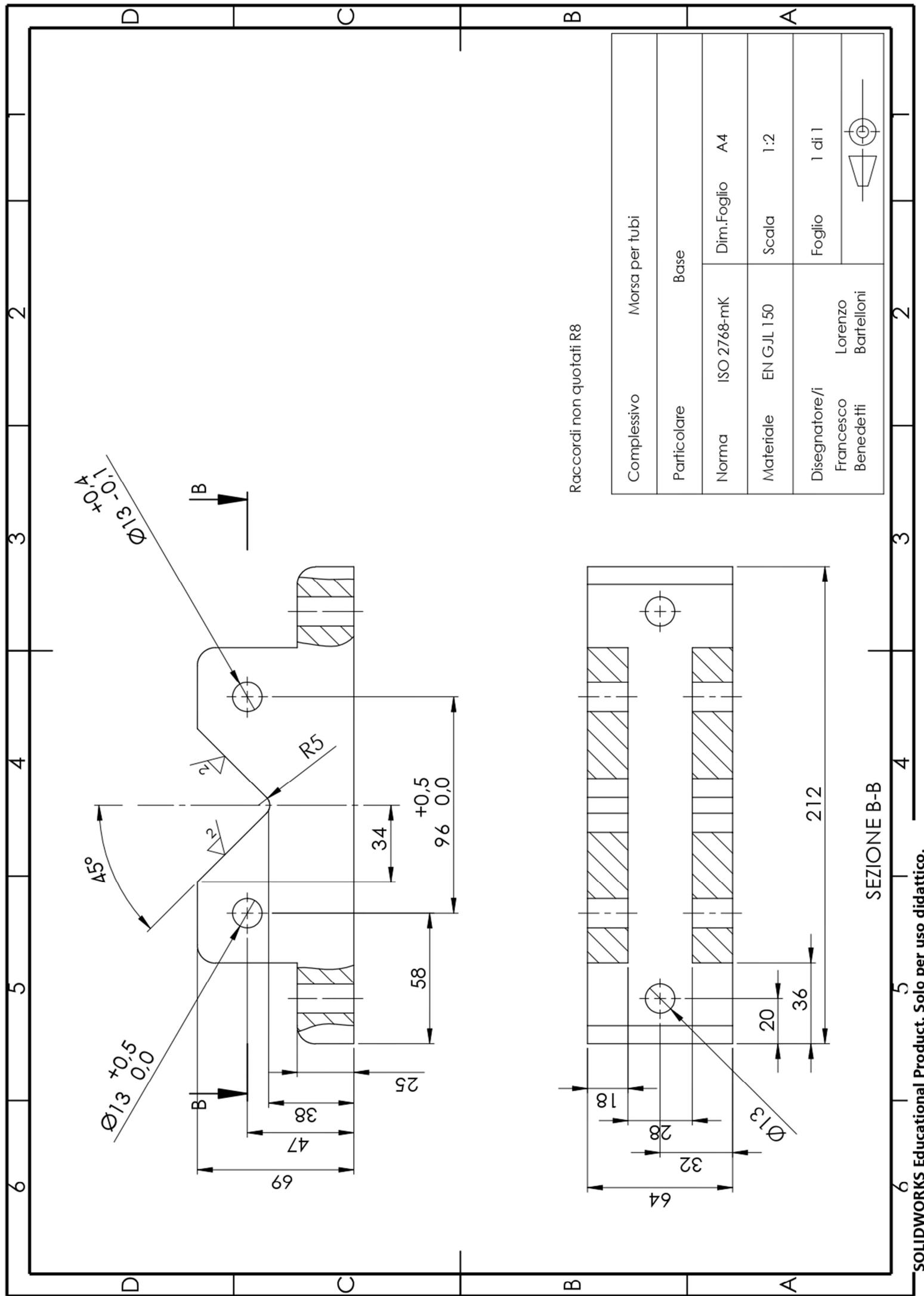
Disegnatore/i
 Francesco Lorenzo
 Benedetti Bartelloni

Foglio 1 di 1



SEZIONE A-A

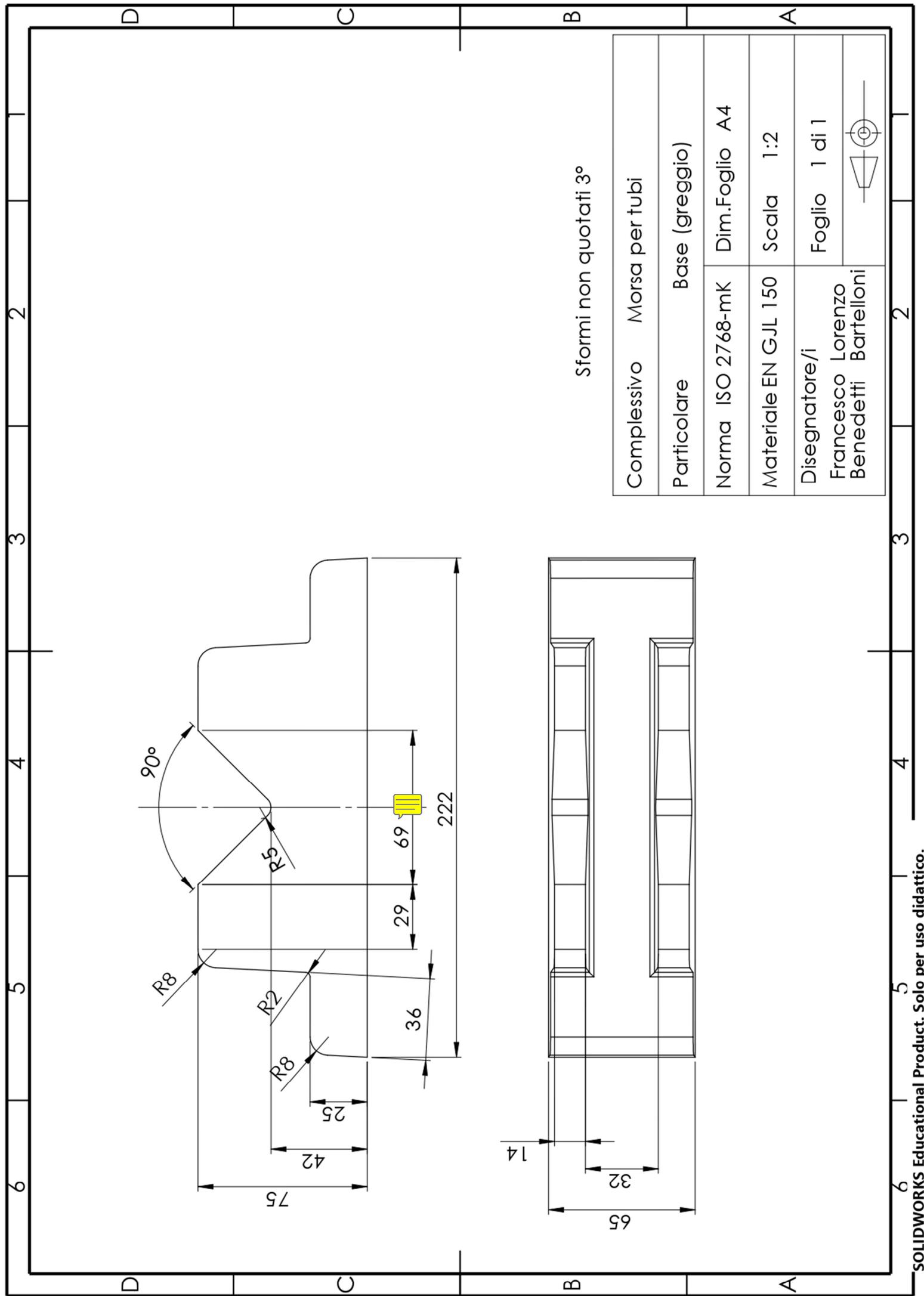


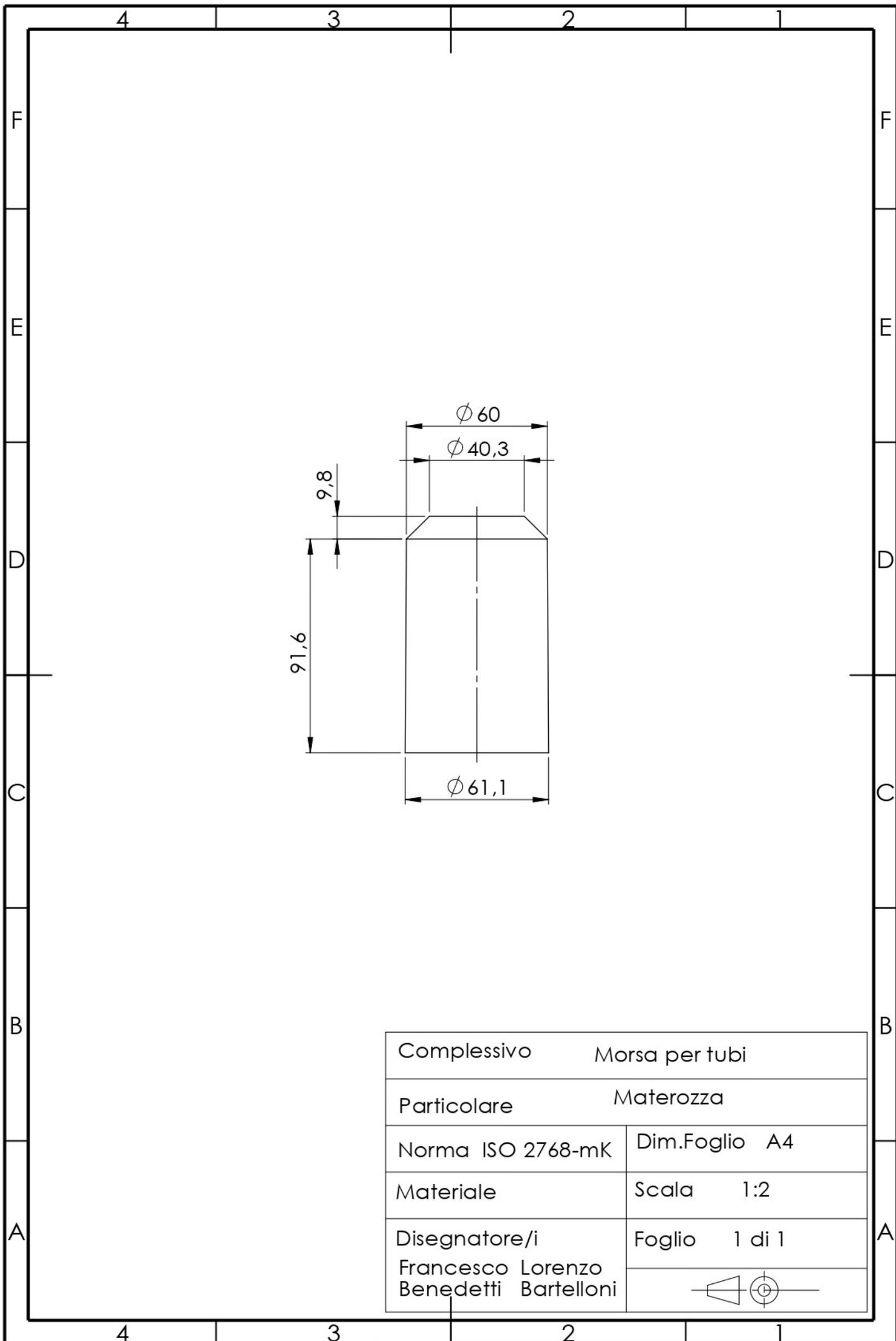


Raccordi non quotati R8

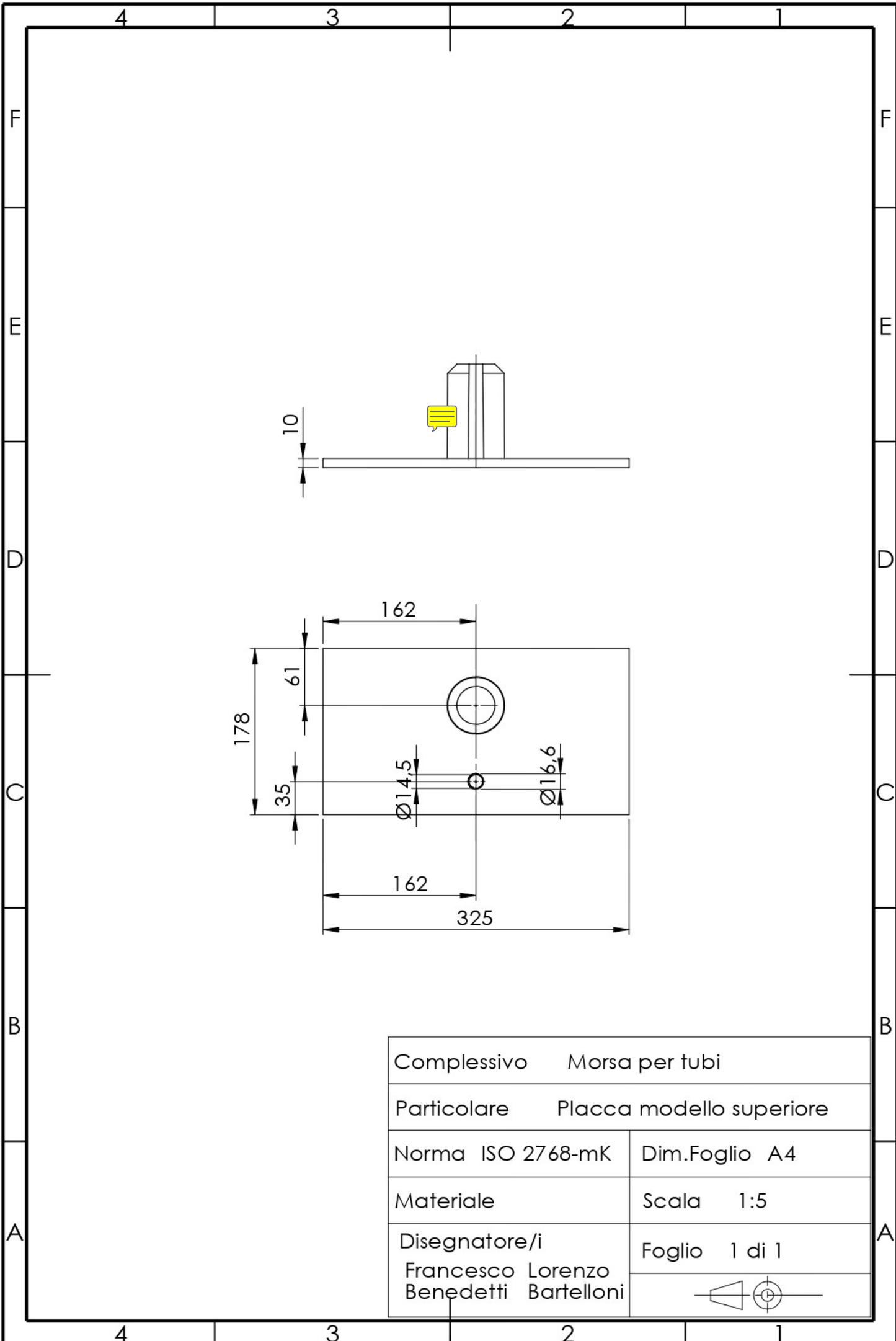
Completivo	Morsa per tubi		
Particolare	Base		
Norma	ISO 2768-mK	Dim.Foglio	A4
Materiale	EN GJL 150	Scala	1:2
Disegnatore/i	Francesco Benedetti	Foglio	1 di 1
	Lorenzo Bartelloni		

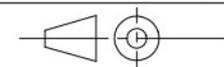
SEZIONE B-B

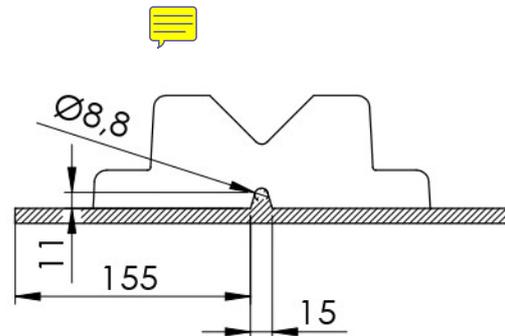
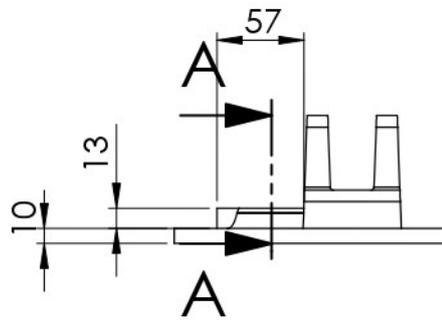




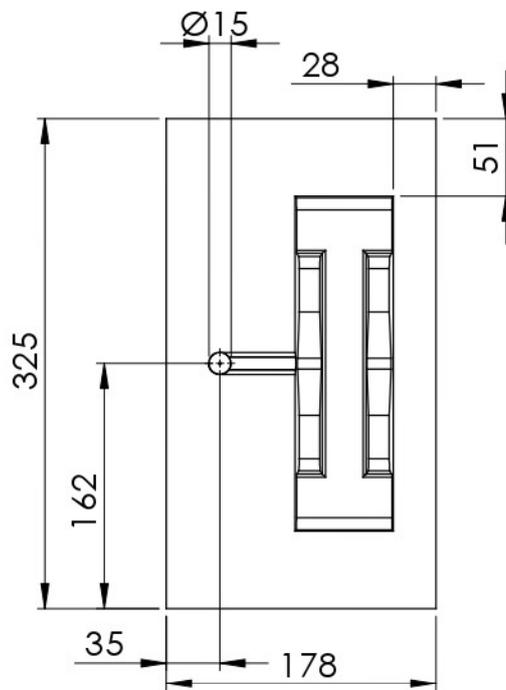
Comlessivo	Morsa per tubi
Particolare	Materozza
Norma ISO 2768-mK	Dim.Foglio A4
Materiale	Scala 1:2
Disegnatore/i Francesco Lorenzo Benedetti Bartelloni	Foglio 1 di 1



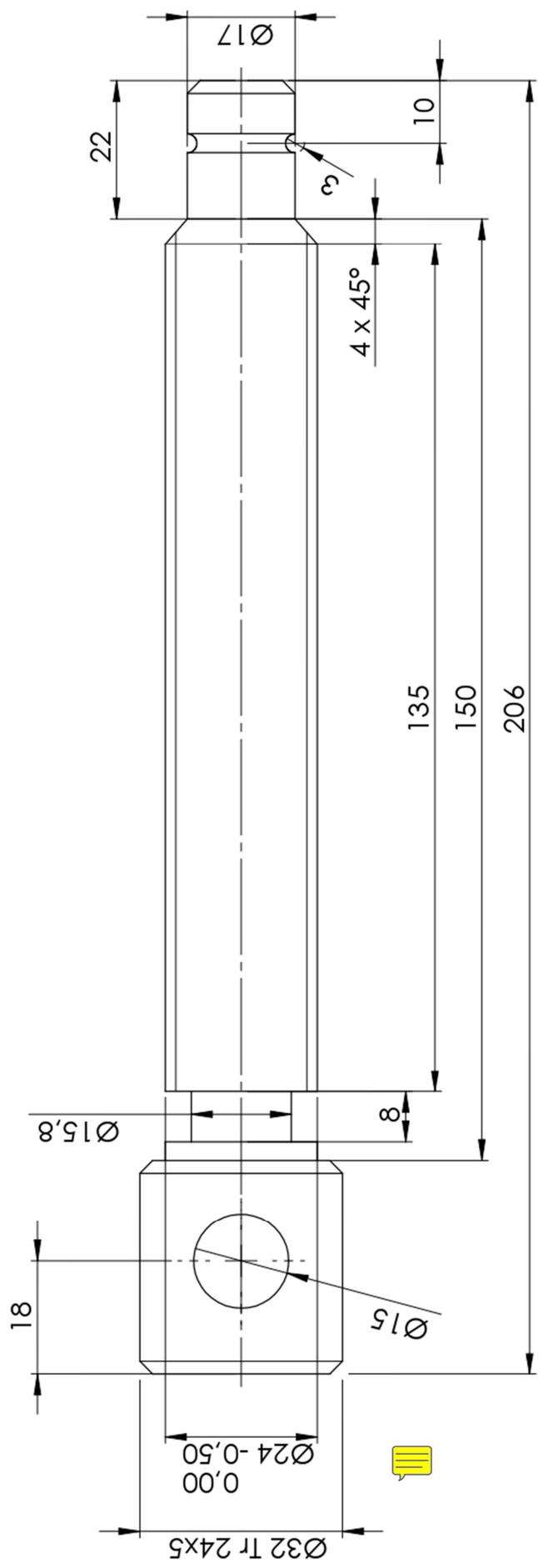
Complessivo	Morsa per tubi	
Particolare	Placca modello superiore	
Norma	ISO 2768-mK	Dim.Foglio A4
Materiale	Scala 1:5	
Disegnatore/i	Foglio 1 di 1	
Francesco Lorenzo Benedetti Bartelloni		



SEZIONE A-A

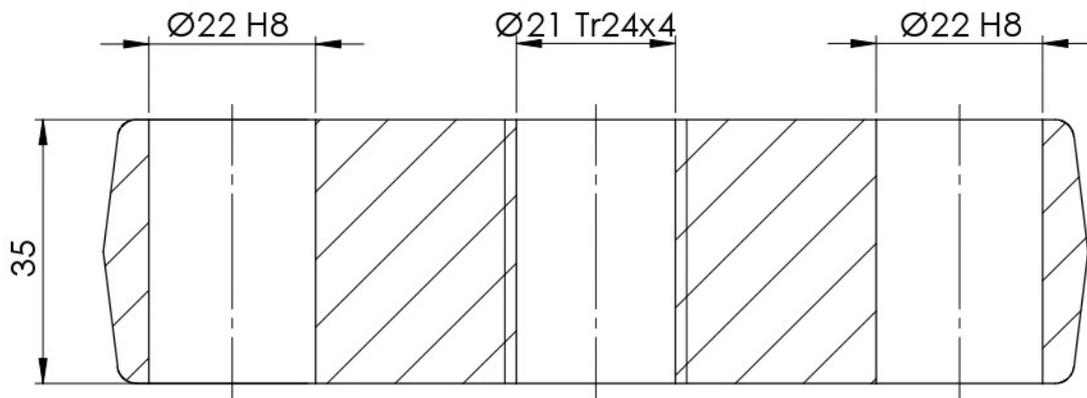


Complessivo	Morsa per tubi		
Particolare	Placca modello inferiore		
Norma	ISO 2768-mK	Dim.Foglio	A4
Materiale		Scala	1:5
Disegnatore/i	Francesco Lorenzo Benedetti Bartelloni	Foglio	1 di 1

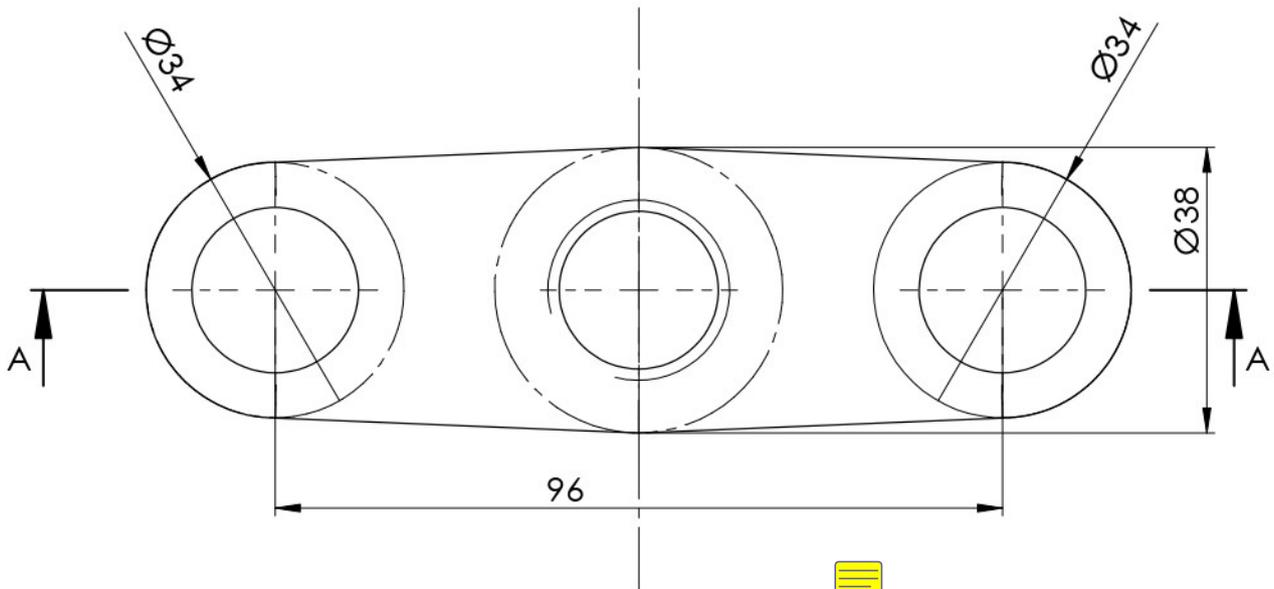


Smussi non quotati 2x45°

Completivo	Morsa per tubi		
Particolare	Albero filettato		
Norma/e	ISO 2768-mk ISO 2901-2904	Dim.Foglio	A4
Materiale	AISI 304	Scala	1:1
Disegnatore/i	Francesco Benedetti	Foglio	1 di 1

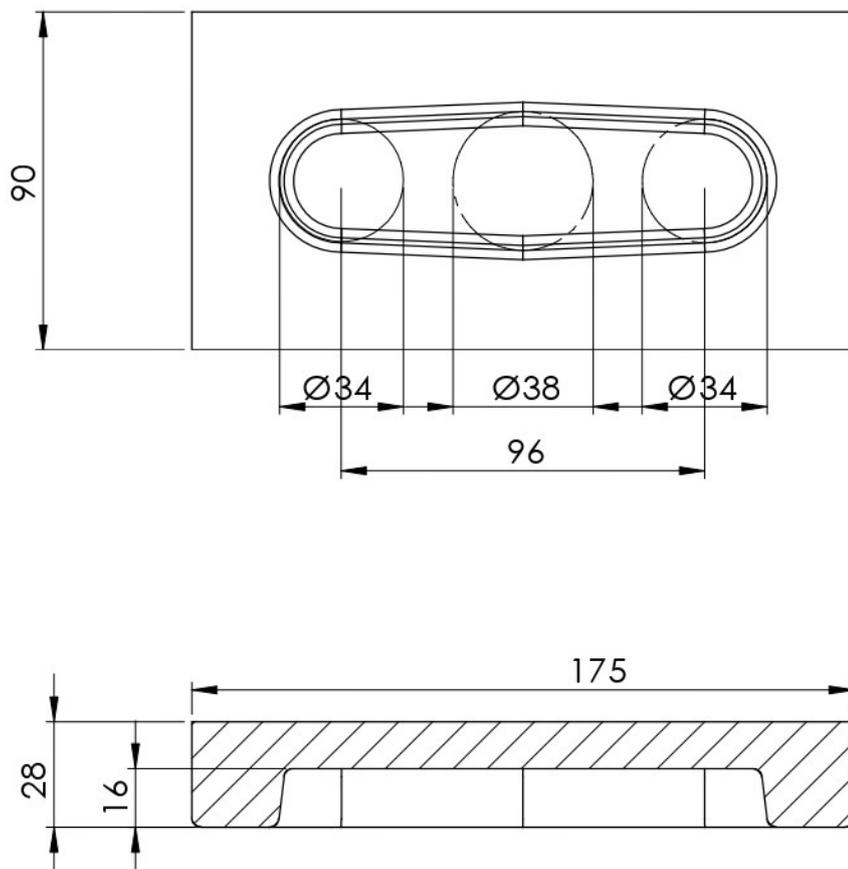


SEZIONE A-A
SCALA 1:1



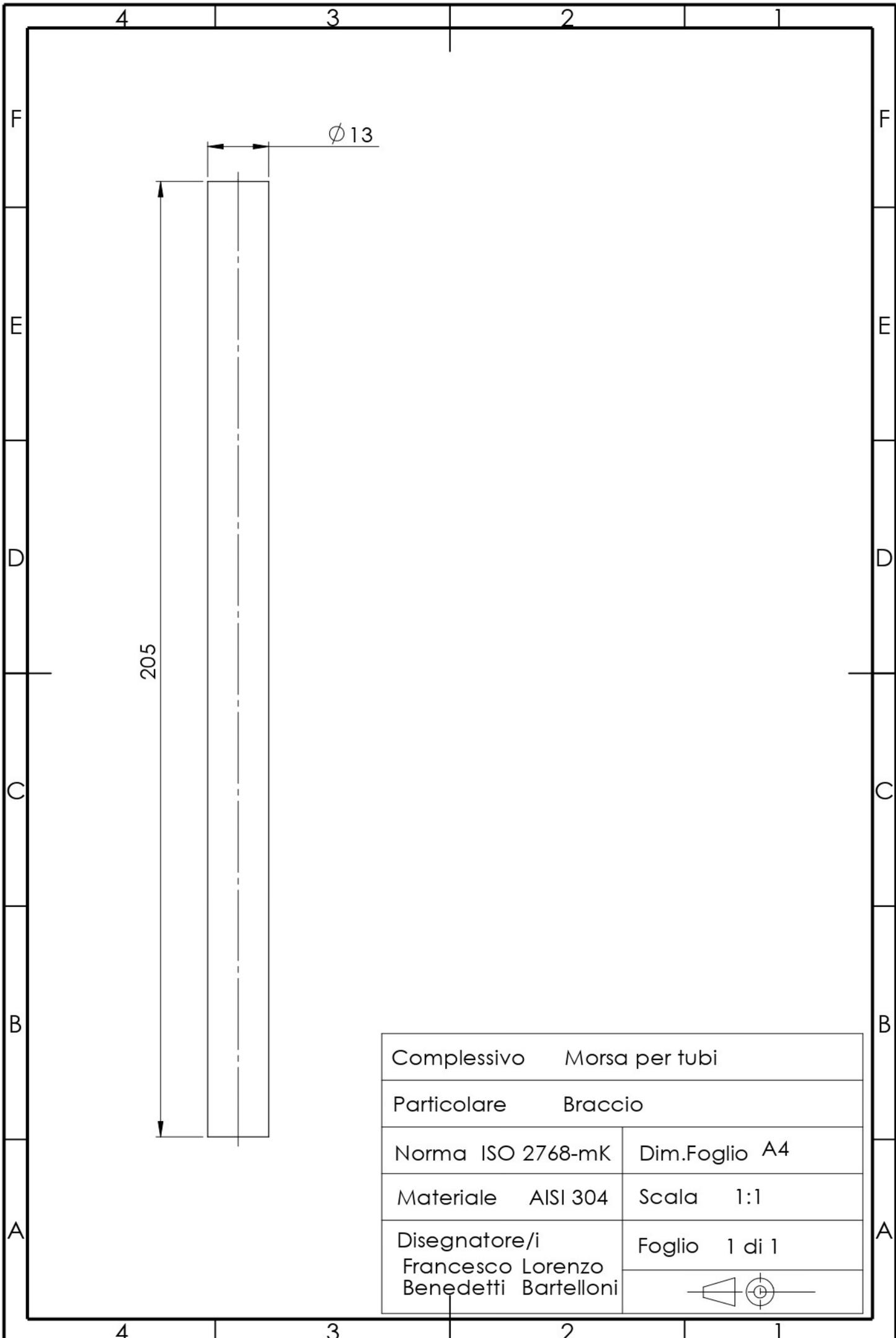
Sforni non quotati 7°
raccordi non quotati 2.5

Completivo	Morsa per tubi	
Particolare	Supporto filettato	
Norma	ISO 2768-mK	Dim.Foglio A4
Materiale	AISI 304	Scala 1:1
Disegnatore/i	Foglio 1 di 1	
Francesco Lorenzo Benedetti Bartelloni		

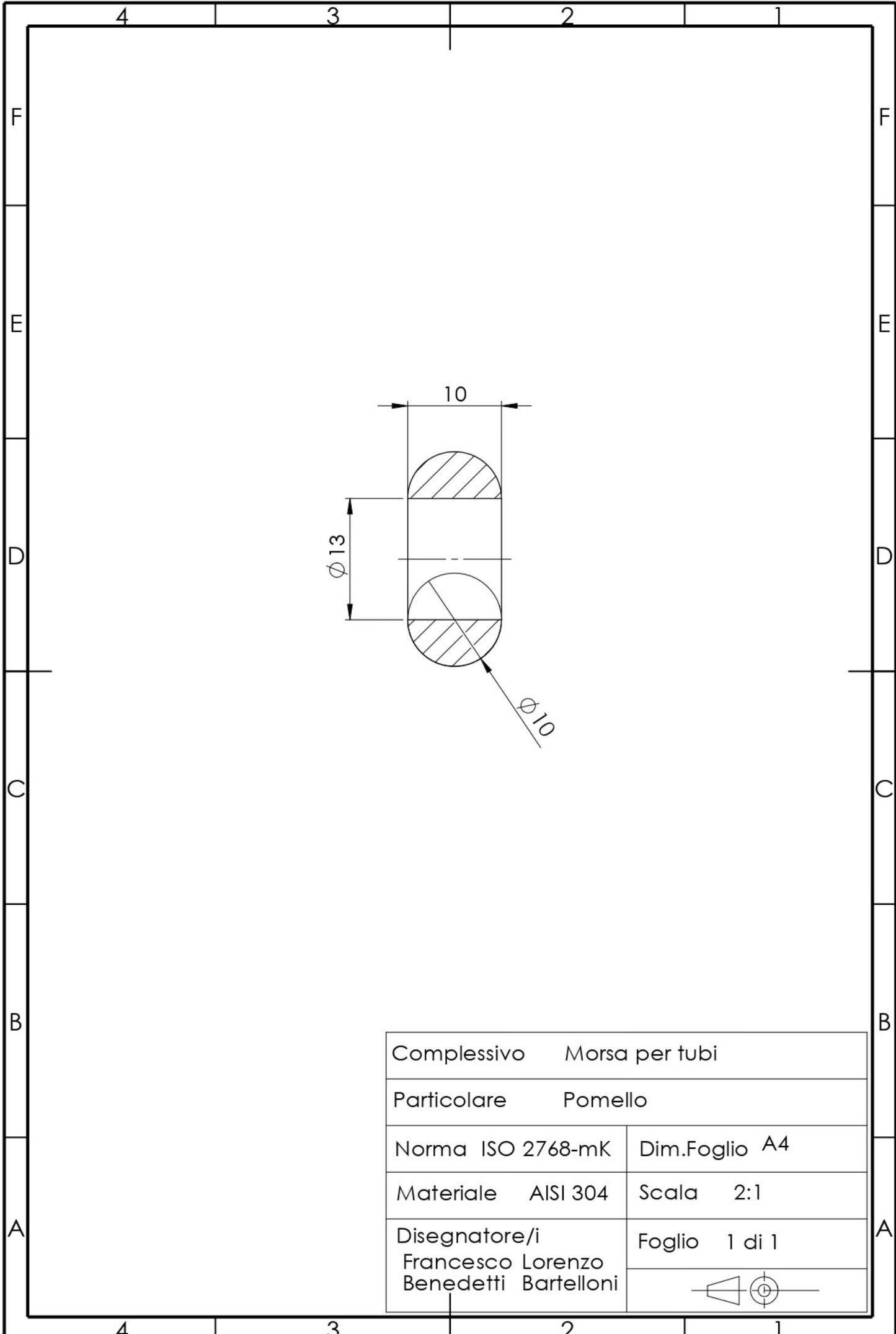


Sforni non quotati 7°
Raccordi non quotati R2.5

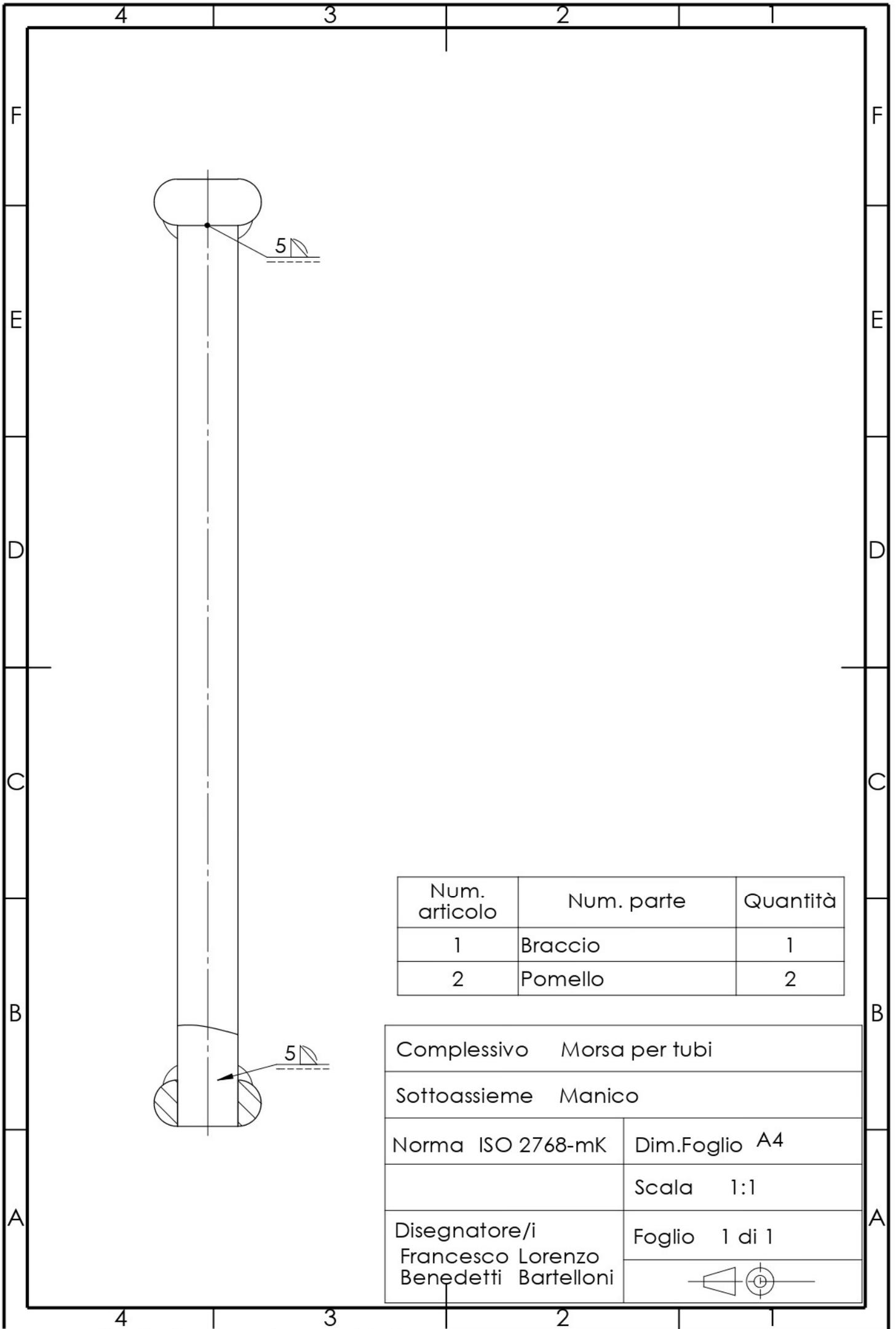
Completivo	Morsa per tubi	
Particolare	Semistampo per supporto filettato	
Norma	ISO 2768-mK	Dim.Foglio A4
Materiale	Cr12MoV	Scala 1:2
Disegnatore/i	Foglio 1 di 1	
Francesco Lorenzo		
Benedetti Bartelloni		



Comlessivo	Morsa per tubi	
Particolare	Braccio	
Norma	ISO 2768-mK	Dim.Foglio A4
Materiale	AISI 304	Scala 1:1
Disegnatore/i	Francesco Lorenzo Benedetti Bartelloni	Foglio 1 di 1

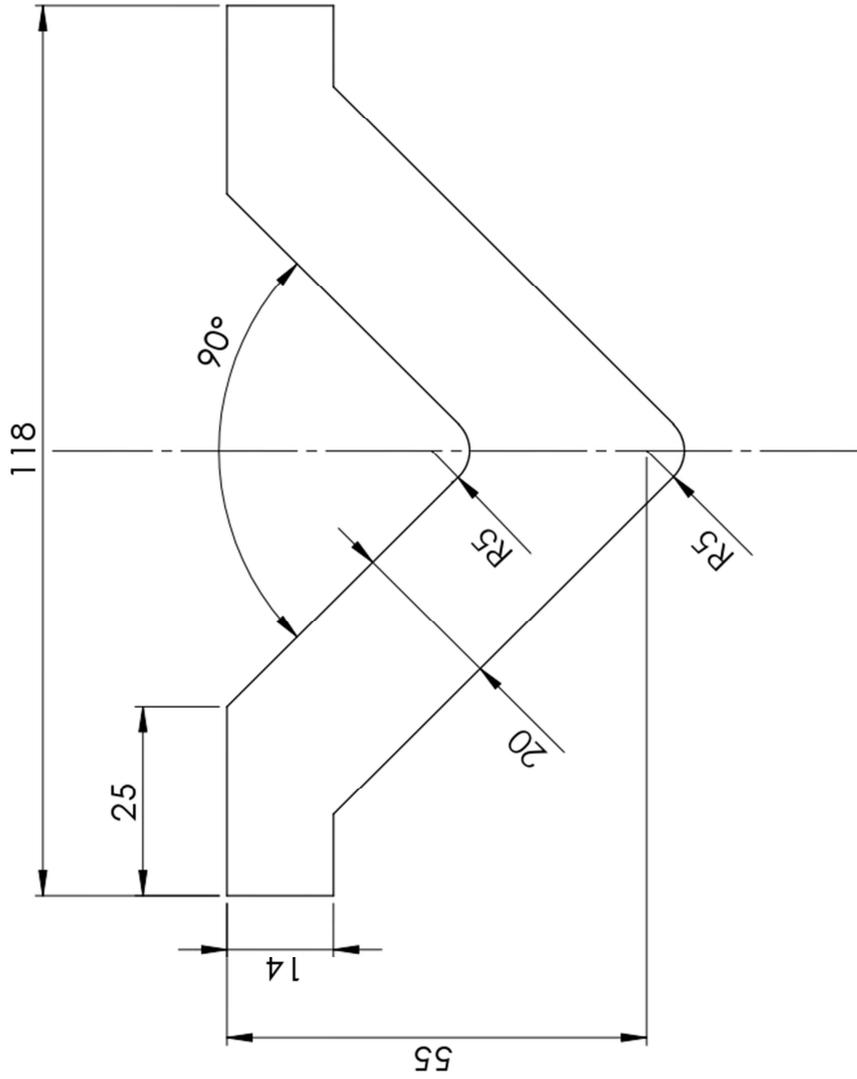


Complesivo		Morsa per tubi	
Particolare		Pomello	
Norma ISO 2768-mK		Dim.Foglio A4	
Materiale AISI 304		Scala 2:1	
Disegnatore/i Francesco Lorenzo Benedetti Bartelloni		Foglio 1 di 1	

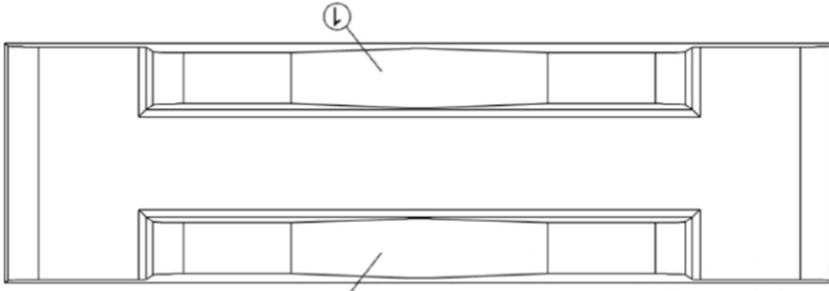


Num. articolo	Num. parte	Quantità
1	Braccio	1
2	Pomello	2

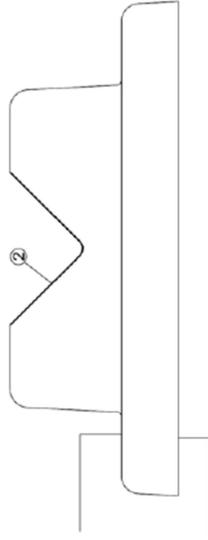
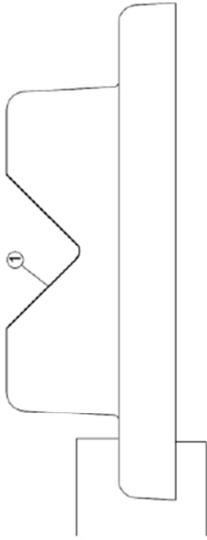
Complessivo		Morsa per tubi
Sottoassieme		Manico
Norma	ISO 2768-mK	Dim.Foglio A4
		Scala 1:1
Disegnatore/i		Foglio 1 di 1
Francesco Lorenzo		
Benedetti Bartelloni		

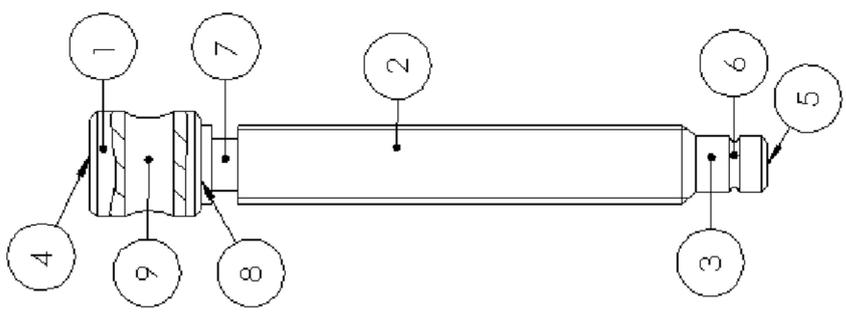


Completivo	(componente aggiuntiva) Morsa per tubi		
Particolare	Guarnizione		
Norma/e	ISO 2768-mK	Dim.Foglio	A4
Materiale	TPU	Scala	1:1
Disegnatore/i	Francesco Benedetti	Foglio	1 di 1

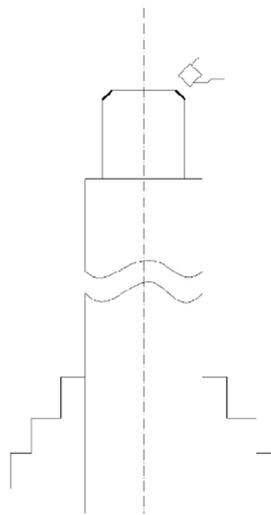
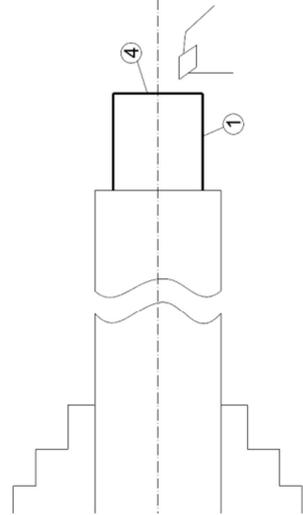
Università di Pisa Dipartimento di ingegneria civile e industriale		Ciclo di lavorazione elemento: Base		Foglio 1/			
Designazione superfici	N.	Fasi e sottofasi	Macchina e configurazione	Attrezzature	Tempo preparazione		Tempo totale di lavoro
					Tempo passivo	Tempo attivo	
	10	Tracciatura	Banco da tracciatura		1'		18'
	20	Foratura					
	30	Fresatura				5'	
	A	Fresatura superficie 1		TRAPANO-FRESATRICE UNIVERSALE DI PRECISIONE CON CAMBIO A 12 VELOCITÀ	Morsa di precisione FMS 150	2'	
B	Fresatura superficie 2						

Università di Pisa Dipartimento di ingegneria civile e industriale		Ciclo di fase elemento: Base				Foglio 1/1					
Materiale: Ghisa 150 Stato: Getto		SCHIZZO DI LAVORAZIONE		PARAMETRI DI TAGLIO							
Fasi	S.Fasi	n	OPERAZIONI	UTENSILE	INSERTO	ATTREZZATURE	CONTROLLO	v (m/min) n° giri	p (mm) n°passate	a (mm/giro)	Superfici Riferimento
10		2	TRACCIATURA								
20	A	3	FORATURA								
30	A	1	SERRARE IL PEZZO CON LA MORSA RIFERITA ALLE SUPERFICI 3 e 4, FRESARE SUPERFICIE 1	MANDRINI AUTOSERRANTI DI PRECISIONE 305 0610	2P342-0800-PB P2BM	Morsa di precisione FMS 150	CALIBRO A CORSOIO Rugosimetro	40 420	4 2	4.2 mm/s	3 e 4
	B	1	CAPOVOLGERE IL PEZZO E RIFERIRE ALLE SUPERFICI 3 e 4, FRESARE SUPERFICIE 2					40 420	4 2	4.2 mm/s	3 e 4

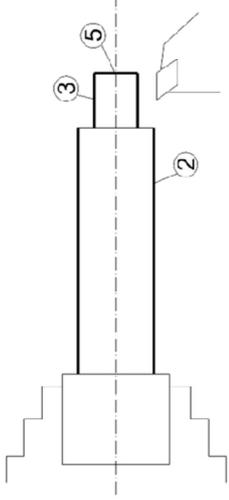
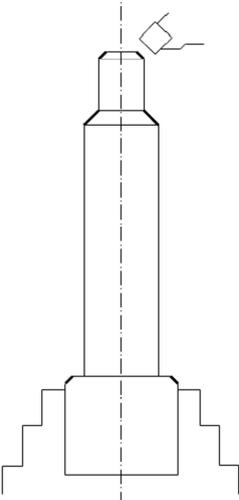
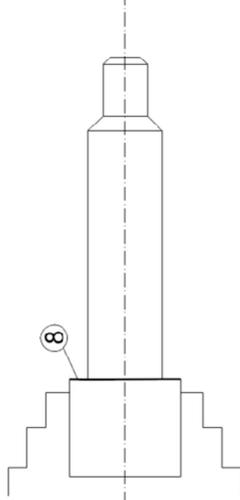
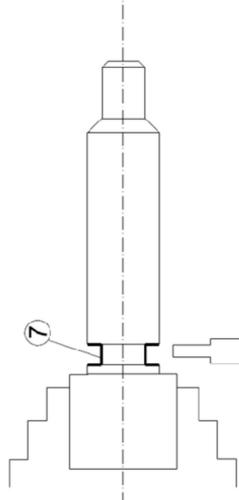


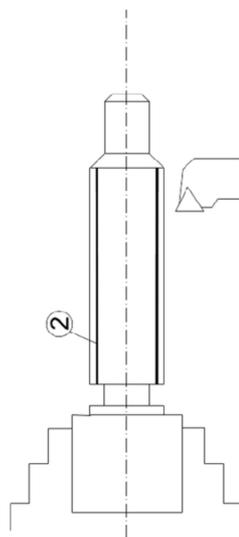
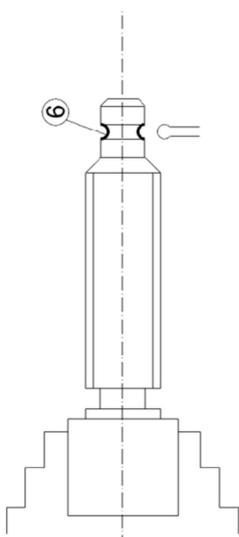
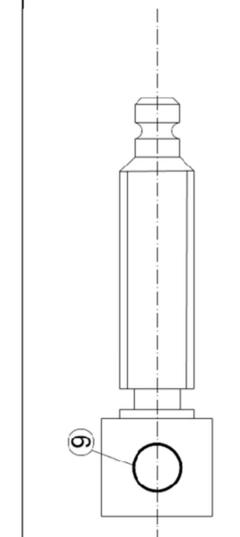
Università di Pisa Dipartimento di ingegneria civile e industriale		Ciclo di lavorazione elemento: Albero filettato		Foglio 1/1											
Designazione superfici		N.	Fasi e sottofasi	Macchina e configurazione	Attrezzature	Tempo preparazione lotto		Tempo totale lavoro							
						Tempo passivo	Tempo attivo								
		10	Tornitura	TORNIO PARALLELO	AUTOCENTR ANTE A 3 GRIFFE	20"	1'18"	30'20"							
			A						Sfacciatura 4 Sgrossatura 1 Finitura 1 Smussatura	2'38"					
			B						Sfacciatura 5 Sgrossatura 3 Sgrossatura 2 Finitura 3 Finitura 2 Finitura 8 Smussatura Troncatura 7 Filettatura 2 Troncatura 6	4'36"	15'48"				
			20						Tracciatura		20"				
			30						Foratura			TRAPANO- FRESATRICE UNIVERSALE DI PRECISIONE CON CAMBIO A 12 VELOCITA	TAVOLE A DIVIDERE ORIZZONTALI- VERTICALI A 3 GRIFFE	1'	
									A	Foratura 9				20"	5'

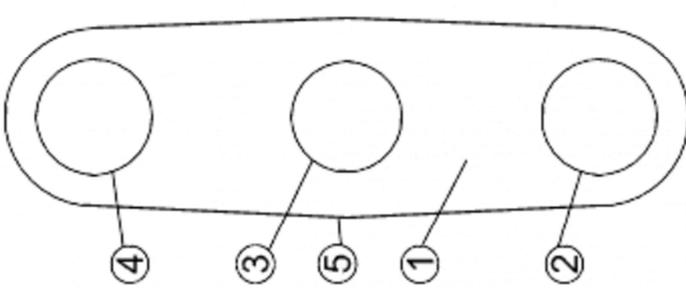
Università di Pisa Dipartimento di ingegneria civile e industriale		Ciclo di fase elemento: Albero filettato				Foglio 1/4					
Materiale: C45 Fasi		Stato: trafilato		SCHIZZO DI LAVORAZIONE		PARAMETRI DI TAGLIO					
S. Fasi	u	OPERAZIONI	UTENSILE	INSERTO	ATTREZZATURE	CONTROLLO	v (m/min) n° giri	p (mm) n° passate	a (mm/giro)	NOTE	
10	A	1	In autocentrante su \varnothing 35 splanare faccia 4	C3-SCLCR-22040-09C1	CCMT 09 T3 04-UR 4415	Calibro a corsolo	25	1	0.3		
		2	Sgrossare superficie 1 a \varnothing 32.6					227	2		
		3	Finitura superficie 1 a \varnothing 32				CCMT 09 T3 02-PF 4425	33	0.15	0.2	
	4	Smussatura	QS-PSSNR2020-12C1	SNMG 12 04 16-QM 1205	Mandrino autocentrante a 3 griffe		20	319	1		



Università di Pisa Dipartimento di ingegneria civile e industriale			Ciclo di fase elemento: Albero filettato			Foglio 2/4					
Materiale: C45	Stato: trafilato	SCHIZZO DI LAVORAZIONE	OPERAZIONI	UTENSILE	INSERTO	ATTREZZATURE	CONTROLLO	PARAMETRI DI TAGLIO	NOTE		
S. Fasi	n							v (m/min) n°giri	p (mm) n°passate	a (mm/ giro)	
10	B		In autocentrante su \varnothing 35 spianare faccia 5	C3-SCLCR-22040-09C1	CMT 09 T3 04-UR 4415	Mandrino autocentrante a 3 griffe	Calibro a corsoio	25	1	0.3	
	2		Sgrossatura superficie 3 a \varnothing 27.5					25	1.25	0.4	
	3		Sgrossatura superficie 3 a \varnothing 17.6					20	1.65	0.4	
	4		Sgrossatura superficie 2 a \varnothing 24.6					25	1.3	0.4	
	5		Finitura superficie 3 a \varnothing 17					30	0.15	0.2	
					CMT 09 T3 02-PF 4425			545	2		

Università di Pisa Dipartimento di ingegneria civile e industriale			Ciclo di fase elemento: Albero filettato			Foglio 3/4							
Materiale: C45	Stato: trafileato	SCHIZZO DI LAVORAZIONE	n	OPERAZIONI	UTENSILE	INSERTO	ATTREZZATURE	CONTROLLO	PARAMETRI DI TAGLIO				
Fasi	S.Fasi								v (m/min)	n° giri	p (mm) n°passate	a (mm/giro)	NOTE
10	B		6	Finitura superficie 2 a $\varnothing 17$	C3-SCLCR-22040-09C1	CCMT 09 T3 02-PF 4425	Mandrino autocentrante a 3 griffe		30	398	0.15	0.2	
			7	Smussatura	QS-PSSNR2020-12C1	SNMG 12 04 16-QM 1205			20	319	1		
			8	Finitura superficie 8	C3-SCLCR-22040-09C1	CCMT 09 T3 02-PF 4425			30	398	0.15	0.2	
			9	Troncatura gola 7	C2T-CC4-NJ25BB	C21-J2N-0500-0004- GL3115			10	132	4.10	0.3	

Università di Pisa Dipartimento di ingegneria civile e industriale			Ciclo di fase elemento: Albero filettato			Foglio 4/4						
Materiale: C45	Stato: trafilato	SCHIZZO DI LAVORAZIONE	n	OPERAZIONI	UTENSILE	INSERTO	ATTREZZATURE	CONTROLLO	v (m/min)	p (mm) n°passate	a (mm/giro)	NOTE
10	B		10	Filettatura superficie 2	266RFG-3232-22	266RG-22TR01F40E 1020	Mandrino autocentrante a 3 griffe	Calibro ad anello filettato	8	0.8	4	
20	A		11	Troncatura gola 6	SL70-L123H1LC-HP	L123H1-0150-RO 1125		Tampone maschio	10	1.5	0.12	
30	A		1	Tracciatura	MANDRINI AUTOSERRANTI DI PRECISIONE 305 0610	460.1-0700- 021A0-XM GC34	Tavola a dividere a 3 griffe	Calibro a corsoio	30		0.20	
			1	Foratura 9		460.1-1500- 045A0-XM GC34			500	1		
			2	Foratura 9					25		0.20	
									420	1		

Università di Pisa Dipartimento di ingegneria civile e industriale	Ciclo di lavorazione elemento: Supporto filettato		Foglio 1/1				
	Designazione superfici	N.	Fasi e sottofasi	Macchina e configurazione	Attrezzature	Tempo preparazione Tempo passivo Tempo attivo	Tempo totale di lavoro
	10	Stampaggio		Pressa			
	20	Foratura		TRAPANO-FRESATRICE UNIVERSALE DI PRECISIONE CON CAMBIO A 12 VELOCITÀ			