

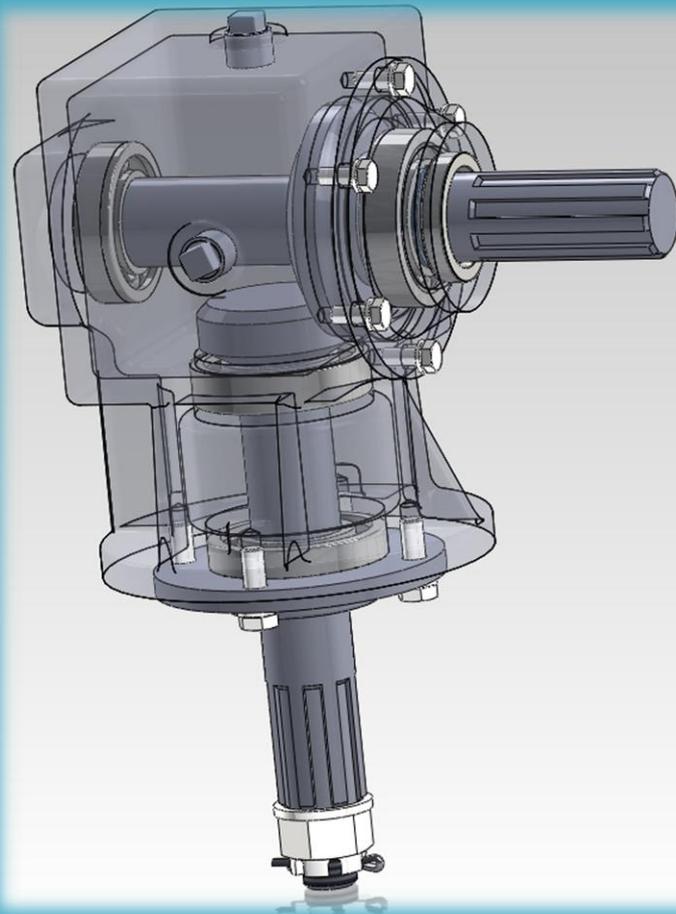
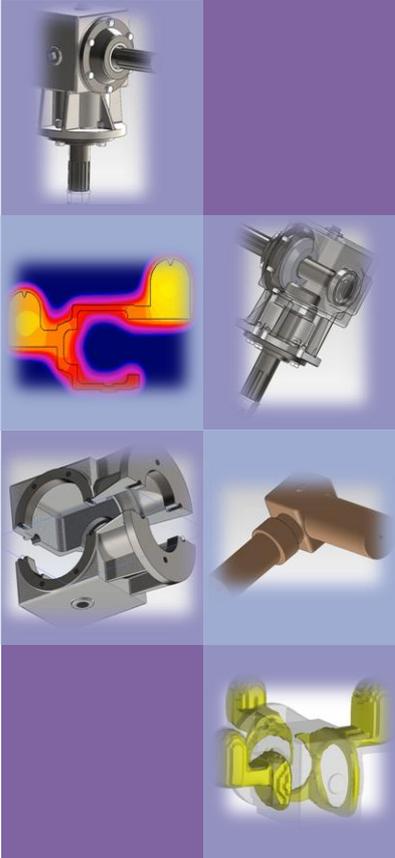


Università degli Studi di Pisa
Corso di Ingegneria Meccanica - 2012/2013

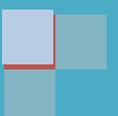
GEARBOX 50 hp

Progetto di Tecnologia Meccanica - Prof. M.Santochi

Trattasi del ciclo di fusione del carter e ciclo di fabbricazione alle macchine utensili di una flangia d'ingresso.



F.Ceccanti A.Ghelli P.Giannotti



PROGETTO DI TECNOLOGIA MECCANICA

F.Ceccanti A.Ghelli P.Giannotti

1 Introduzione

- 1.1 Generalità**
- 1.2 Scelta dei processi di produzione**
- 1.3 Scelta dei materiali**
- 1.4 Disegno del complessivo di montaggio**

2 Ciclo di fabbricazione per fusione

- 2.1 Disegno di definizione**
- 2.2 Scelta del tipo di formatura**
- 2.3 Realizzazione del greggio di fusione**
 - 2.3.1 Scelta del piano di divisione delle due semiforme**
 - 2.3.2 Assegnazione dei sovrametalli**
 - 2.3.3 Assegnazione degli angoli di sformo**
 - 2.3.4 Assegnazione dei raggi di raccordo**
 - 2.3.5 Ritiro globale del getto**
 - 2.3.6 Disegno del greggio**

2.4 Studio della solidificazione del getto

2.4.1 Premessa

2.4.2 Solidificazione del getto

2.4.3 Suddivisione del getto

2.4.4 Calcolo moduli di raffreddamento

2.4.5 Studio e dimensionamento delle materozze e dei relativi collari d'attacco

2.4.6 Simulazione della solidificazione del getto

2.4.7 Studio e dimensionamento del sistema di colata

2.4.7.1 Calcolo del tempo di colata T

2.4.7.2 Calcolo della sezione complessiva Sa.c. degli attacchi di colata

2.4.7.3 Calcolo della sezione complessiva del canale di colata Sc.c.

2.4.7.4 Calcolo della sezione complessiva del canale distributore Sc.d.

2.4.8 Calcolo spinta metallostatica

2.4.9 Progetto del modello

2.4.10 Progetto delle anime e della casse d'anima

2.4.11 Valutazione delle operazioni successive a quelle di estrazione del getto dalla forma

2.5 Progettazione dell'attrezzatura per successiva lavorazione alle macchine utensili

3 Ciclo di lavorazione alle macchine utensili

3.1 Disegno del Particolare

3.2 Analisi critica del disegno e dei dati di partenza

3.3 Scelta dei processi di lavorazione e della sequenza delle fasi

3.4 Raggruppamento delle operazioni in sottofasi

3.5 Scelta della sequenza delle operazioni

3.6 Scelta della macchina utensile

3.7 Scelta degli utensili

3.7.1 Premessa

3.7.2 Utensili per tornitura

3.7.3 Utensili per foratura

3.7.4 Utensili per rettifica

3.8 Scelta dei parametri di taglio

3.9 Scelta degli strumenti e delle procedure di controllo

3.10 Calcolo dei tempi e dei costi

3.10.1 Calcolo dei tempi effettivi di lavoro per ogni utensile

3.10.2 Calcolo dei costi unitari

3.10.3 Calcolo tempo di durata economica

3.10.4 Costo totale del pezzo

3.11 Fogli di ciclo

3.12 Fogli di fase

3.13 Part program

3.13.1 Zero pezzo

3.13.2 Posizionamenti

3.13.3 Part program

1 Introduzione

1.1 Generalità

La **scatola del cambio** o **gearbox**, dall'inglese, è un componente meccanico che ha la funzione di modificare la potenza in uscita da un motore, similmente ad un riduttore, ma permettendo di selezionare di volta in volta un rapporto di trasmissione differente, dalla gamma di cui il cambio è dotato. Il cambio è una macchina trasformatrice, caratterizzata da una certa gamma di rapporti. Può essere azionato in modo manuale od automatico. Generalmente per cambio ci si riferisce alla tipologia a scatola di ingranaggi, normali od epicicloidali. Il caso che analizzeremo si tratta di un cambio con rinvio a 90°. La trasmissione del moto tra assi incidenti avviene mediante una coppia di ruote dentate coniche: per un corretto funzionamento il punto comune ai due assi deve essere il vertice dei due coni ideali che rotolano l'uno sull'altro senza strisciare. Le due ruote dentate si trovano su due alberi, i quali sono bloccati per mezzo di cuscinetti. Il meccanismo per la trasmissione del moto si trova in un bagno d'olio la cui tenuta è garantita da anelli a labbro, noti come *paraoli*.

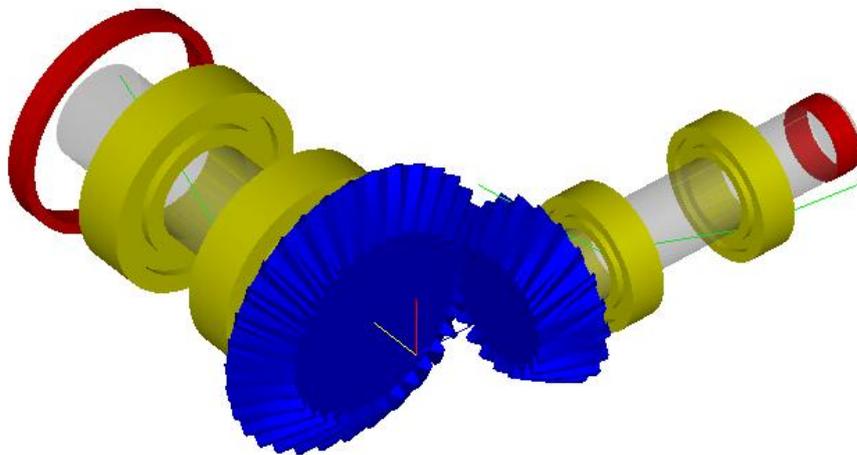


Figura 1.1

1.2 Scelta dei processi di produzione

I pezzi dei quali analizzeremo in dettaglio i processi produttivi sono: il carter (particolare n°1) e la flangia di ingresso (particolare n°2). La geometria elaborata del carter suggerisce una realizzazione per fusione, seguita da una rifinitura alle macchine utensili, mentre per la flangia di ingresso, a causa dell'elevato numero di pezzi da realizzare, è stato scelto di ottenere il pezzo mediante la lavorazione di uno spezzone di barra.

1.3 Scelta dei materiali

Per i pezzi che analizzeremo sono stati scelti materiali diversi a seconda dei requisiti richiesti, tenendo conto delle modalità di produzione, dell'ambiente di funzionamento e dell'economicità della produzione.

Per il carter i requisiti richiesti sono:

- Resistenza alla corrosione;
- Colabilità;
- Leggerezza.

Per la flangia di ingresso i requisiti richiesti sono:

- Resistenza alla corrosione;
- Lavorabilità alle macchine utensili;
- Leggerezza.

Per il carter è stata scelta una ghisa G20, mentre per la flangia di ingresso un acciaio C40. Di seguito le principali caratteristiche:

- **GHISA G20**

Denominazione	Caratteristiche meccaniche	Spessore medi del getto in mm			
		3.5-7.5	7.5-15.0	15-30	30-50
G15	Resistenza a trazione (N/mm ²)	210	150	130	-
	Durezza (HB)	225	185	165	-
G20	Resistenza a trazione (N/mm ²)	260	200	150	120
	Durezza (HB)	235	205	175	155
G25	Resistenza a trazione (N/mm ²)	310	250	210	160
	Durezza (HB)	250	220	195	180
G30	Resistenza a trazione (N/mm ²)	-	300	270	210
	Durezza (HB)	-	235	215	205
G35	Resistenza a trazione (N/mm ²)	-	350	320	270
	Durezza (HB)	-	255	235	220

• **ACCIAIO C40**

COMPOSIZIONE CHIMICA: (analisi di colata secondo norma EN 10277-2)

	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Ni %	Mo %	Cr+Mo+Ni %
DA	0,37	-	0,50	-	-	-	-	-	-
A	0,44	0,40	0,80	0,045	0,045	0,40	0,40	0,10	0,63

*** CARATTERISTICHE MECCANICHE: (secondo norma EN 10277-2)**

Spessore mm	Laminato + pelato rullato (+SH)		Trafilato a freddo (+C)		
	durezza HB	Rm (MPa)	Rp _{0,2} minimo (MPa)	Rm (MPa)	A ₅ % minimo
≥5≤10			540	da 700 a 1000	6
>10≤16			460	da 650 a 980	7
>16≤40	da 163 a 211	da 550 a 710	365	da 620 a 920	8
>40≤63	da 163 a 211	da 550 a 710	330	da 590 a 840	9
>63≤100	da 163 a 211	da 550 a 710	290	da 550 a 820	9

* Stato di fornitura: naturale di laminazione.

PROPRIETA' :

Lavorabilità migliorata:

A richiesta può essere fornito a lavorabilità migliorata con aggiunta di Pb (piombo) per esempio Pb=0,15%÷0,35%

Approfondimenti :

CORRISPONDENZA CON ALTRE NORME (a carattere indicativo) :

UNI 7845 C40	DIN 17200 C40	ISO 683-1 C40	AISI-SAE 1040	AFNOR 35-552 AF60C40
-----------------	------------------	------------------	------------------	-------------------------

1.4 Disegno del complessivo di montaggio

Per il disegno del complessivo si veda **Allegato 1**.

2 Ciclo di fabbricazione per fusione

2.1 Disegno di definizione

Per il disegno di definizione del carter si veda **Allegato 2**.

2.2 Scelta del tipo di formatura

In funzione del materiale del greggio, delle dimensioni, della geometria del pezzo e, in particolare, del numero di pezzi da produrre è stato scelto il metodo di formatura in forma transitoria. Questo metodo è caratterizzato dal fatto che ogni forma può essere utilizzata per una sola colata e viene distrutta al momento dell'estrazione del greggio.

2.3 Realizzazione del greggio di fusione

Nel seguente paragrafo verranno analizzate le operazioni che porteranno a definire tutte le caratteristiche del greggio di fusione. Scegliendo la posizione del piano di divisione delle due semiforme e valutando l'entità dei soprametalli da prevedere sulle superfici lavorate, degli angoli di sformo e dei raggi di raccordo, tenendo conto delle possibilità e dei limiti del procedimento di formatura scelto, arriviamo al disegno dell'elemento greggio di fusione.

2.3.1 Scelta del piano di divisione delle due semiforme

La scelta del piano di divisione delle due semiforme è il primo problema da affrontare nello studio del ciclo di fusione in forma transitoria. La scelta viene effettuata cercando di eliminare o, quanto meno, ridurre i problemi di sottosquadro. Il piano di divisione scelto per il carter è mostrato in figura 1. La scelta è giustificata dal fatto che è un piano che non presenta sottosquadri.

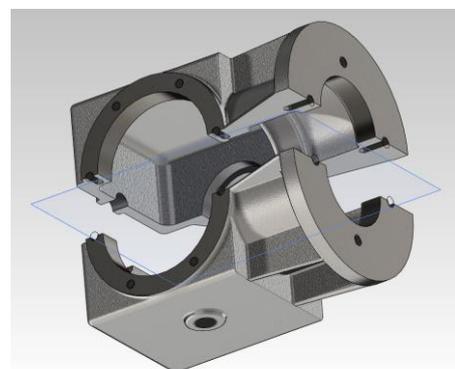


Figura 2.1

2.3.2 Assegnazione dei sovrametalli

L'esigenza di prevedere i sovrametalli, cioè uno spessore di materiale da asportare, nasce dal fatto che la maggior parte dei procedimenti di fusione non permette di ottenere superfici con una qualità macro e micro-geometrica tale da soddisfare in pieno le esigenze funzionali del progetto, per cui tale qualità deve essere ottenuta mediante lavorazioni alle macchine utensili per asportazione di truciolo. L'entità del sovrametallo da prevedere su ogni superficie è un compromesso tra due esigenze: una di carattere economico, che tende a ridurre al minimo tale sovrametallo al fine di ridurre al minimo i tempi di lavorazione e gli sprechi di materiale e di energia, e una di carattere tecnologico, che tende a garantire un margine di sicurezza nei confronti di errori di formatura, difetti superficiali e ritiri difficilmente prevedibili.

Esistono, tuttavia, tabelle in cui sono riportati dei valori orientativi. In ogni caso il progettista è libero di scegliere lo spessore dei sovrametalli, sempre che sia garantito il compromesso tra carattere economico e tecnologico.

I sovrametalli previsti sono stati scelti dalla tabella 1 che riporta i sovrametalli sulle "dimensioni non critiche" di getti in ghisa grigia ottenuti per fusione in terra.

Tabella 2.1

Quote nominali di riferimento [mm]	Massima dimensione del pezzo [mm]			
	≤100	100 ÷160	160 ÷250	250 ÷630
≤16	2,5	2,5	2,5	3,5
16 ÷25	2,5	2,5	2,5	3,5
25 ÷40	2,5	2,5	2,5	4
40 ÷63	3	3	3	4
63 ÷100	3	3	3	4
100 ÷160	-	3	3	4,5

La figura 2.2 mostra i sovrametalli previsti. Il valore del sovrametallo previsto per ogni dimensione del pezzo è di 3 mm, in caso diverso viene indicato in figura 2.2.

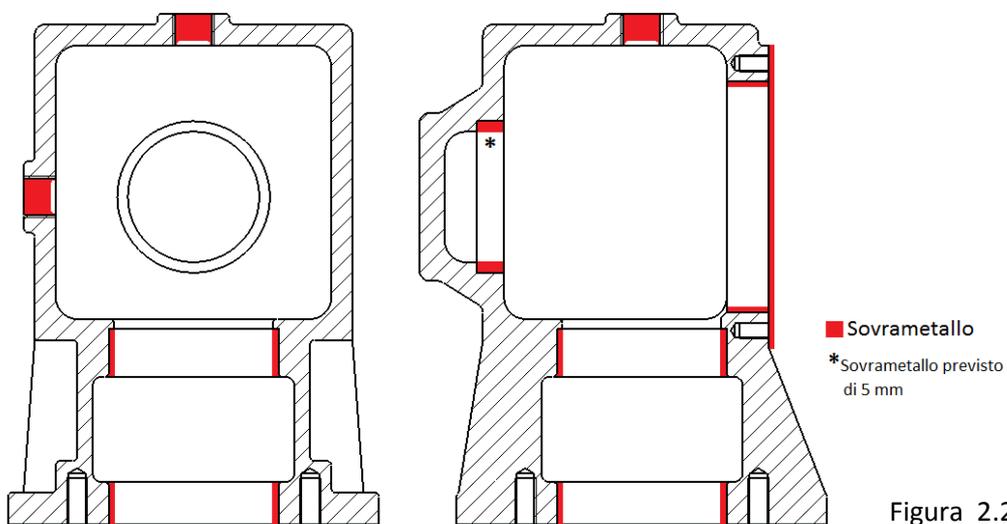


Figura 2.2

2.3.3 Assegnazione degli angoli di sforno

Per facilitare l'operazione di sfornatura i modelli da fonderia sono costruiti in modo da eliminare o ridurre al minimo le superfici perpendicolari al piano di divisione. Questo si ottiene inclinando tali superfici di un piccolo angolo detto *angolo di sforno*, evitando così che, nel movimento di estrazione del modello, la superficie trascini via il materiale di formatura.

Tabella 2.2

Valori indicativi dell'angolo di sforno	
Modelli in legno	1° - 2°
Modelli metallici	30'
Portate d'anima verticali	10° - 12°
Nervature sottili	1' - 2'

Grazie all'utilizzo dei moderni software cad è possibile analizzare lo sforno del modello specificando il piano di divisione e la direzione di sforno. Il software, come si vede in figura 2, evidenzia le superfici che necessitano di sforno.

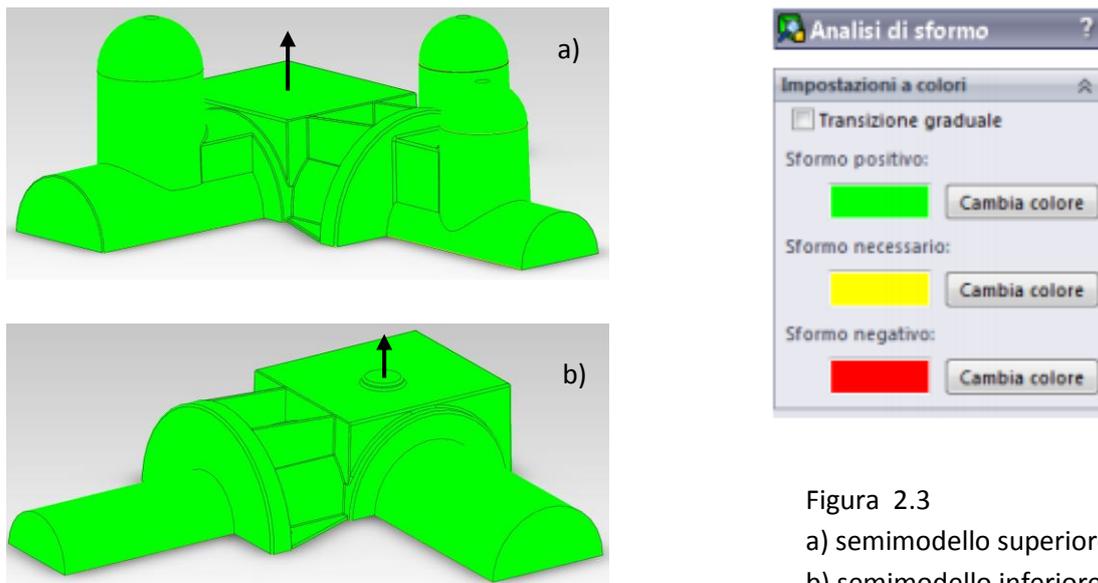


Figura 2.3

- a) semimodello superiore
- b) semimodello inferiore

2.3.4 Assegnazione dei raggi di raccordo

Nelle forme transitorie gli spigoli vivi della forma o delle anime non resisterebbero all'azione erosiva della lega che fluisce nella forma e le parti asportate andrebbero a costruire delle inclusioni non metalliche nel getto. Per questa causa gli spigoli vivi devono essere assolutamente eliminati mediante *raggi di raccordo*. Anche in questo caso il progettista è libero di scegliere il valore dei vari raggi di raccordo. Nel caso in esame variano dai 4 mm ai 10 mm, sia per quelli interni che esterni.

2.3.5 Ritiro globale del getto

Le leghe comunemente impiegate in fonderia subiscono una contrazione volumetrica nell'intervallo di tempo compreso fra la temperatura di colata e quella ambiente; ne segue che il getto risulta di dimensioni inferiori a quelle della forma, per cui la forma deve essere di dimensioni opportunamente maggiorate rispetto alle dimensioni finali desiderate del greggio. Nella pratica è molto difficile prevedere come il getto si contrae nei vari punti. Per attenuare tale fenomeno si è soliti usare un *coefficiente di ritiro lineare medio* per maggiorare le dimensioni del modello.

Tabella 2.3

MATERIALI	RITIRO %		
	Getti piccoli ⁽¹⁾	Getti medi ⁽¹⁾	Getti grandi ⁽¹⁾
Ghise grigie	1	0.85	0.7
Ghise malleabili	1.4	1	0.75
Ghise legate	1.3	1.05	0.35
Acciaio	2	1.5	1.2
Alluminio e leghe	1.6	1.4	1.3
Bronzi	1.4	1.2	1.2
Ottoni	1.8	1.6	1.4
Leghe di magnesio	1.4	1.3	1.1

⁽¹⁾ i getti piccoli comprendono getti con una dimensione massima <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 >1000mm.

Ciò che interessa, in particolare, al progettista, è il ritiro in fase di solidificazione che può dare origine al difetto noto come *cavità di ritiro* che deve essere assolutamente evitato in quanto, nella generalità dei casi, provoca lo scarto del getto. Tale fenomeno viene evitato studiando la solidificazione del getto.

2.3.6 Disegno del greggio

Scelti i vari parametri descritti sopra e valutato l'effetto del ritiro sulle dimensioni del greggio è opportuna una revisione critica del progetto iniziale del pezzo, onde controllare che siano rispettate tutte le esigenze tipiche della fonderia, proponendo eventualmente al progettista modifiche che non varino la funzionalità del pezzo, ma che migliorino la qualità del greggio o ne abbassino i costi di realizzazione. A questo punto è possibile realizzare il disegno del greggio. Per la messa in tavola del disegno del greggio si veda allegato 2.

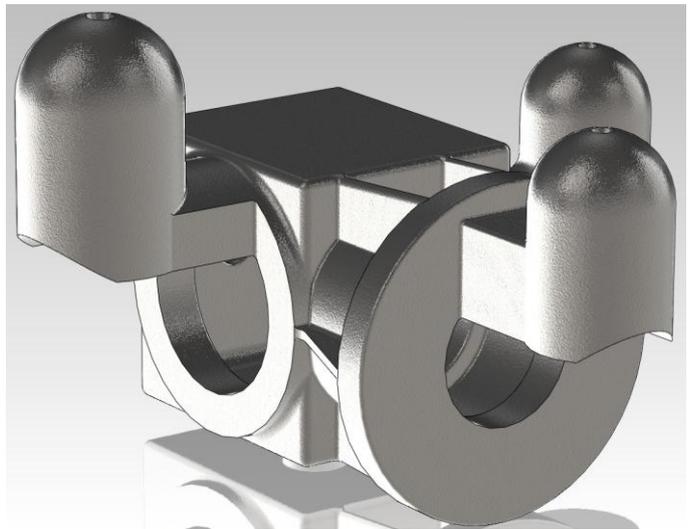


Figura 2.4

2.4 Studio della solidificazione del getto

2.4.1 Premessa

Nel seguente paragrafo verrà analizzato il processo di solidificazione del getto. Attraverso l'analisi termica viene definito il numero di materozze occorrenti per evitare la presenza di cavità di ritiro nel getto ed il relativo dimensionamento con il metodo dei moduli.

2.4.2 Solidificazione del getto

La solidificazione di un getto può ritenersi terminata quando lo spessore dello strato solidificato è pari alla metà dello spessore del getto e quindi al *modulo di raffreddamento*¹ M . Si parla di solidificazione direzionale quando un getto viene disegnato in modo tale che una sezione possa essere facilmente alimentata da quella adiacente, se quest'ultima ha un modulo di raffreddamento superiore di almeno il 10%. Il meccanismo di solidificazione direzionale richiede quindi la presenza di un gradiente termico che, senza interruzioni, deve portare la solidificazione dalle parti con modulo più basso a quelle con modulo più alto fino a terminare nella materozza. La solidificazione direzionale, che assicura l'assenza di cavità di ritiro, si ottiene studiando correttamente l'andamento degli spessori nel getto, la posizione delle materozze in rapporto alle zone di estremità e talvolta inserendo dei raffreddatori. Adottando questo meccanismo di solidificazione il getto viene suddiviso in parti a modulo di raffreddamento crescente. Per questa fase è utile applicare, anche, un metodo comunemente utilizzato in fonderia quello dei *cerchi di Heuvers*, basato appunto sul principio che il modulo di raffreddamento deve continuamente aumentare verso la materozza. Questo metodo fornisce graficamente la direzione qualitativa di solidificazione, permettendo di localizzare le parti del getto con modulo di raffreddamento più alto, come è possibile vedere dalla figura 2.5.

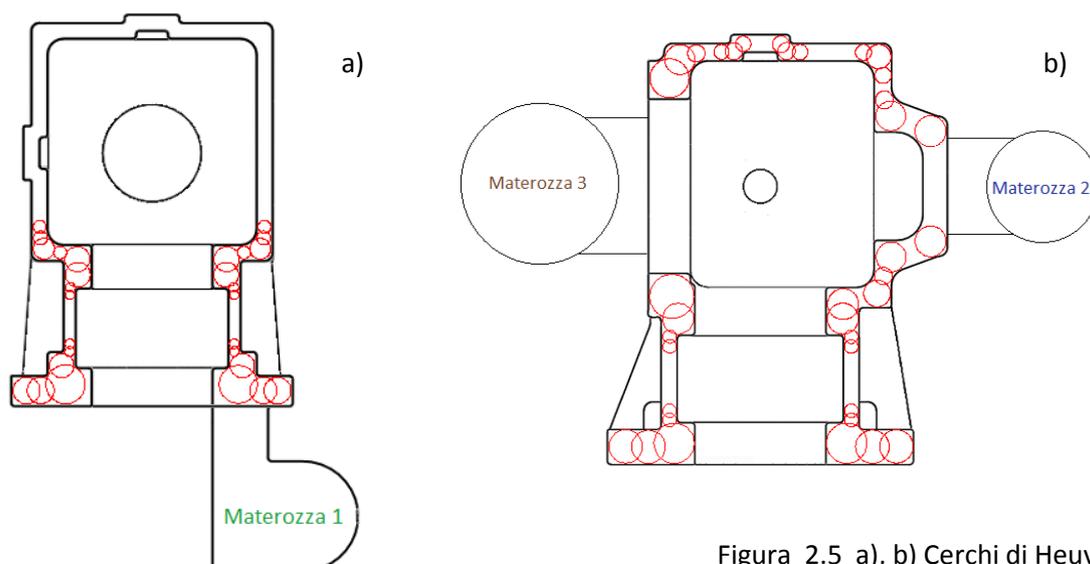


Figura 2.5 a), b) Cerchi di Heuvers

¹Il modulo di raffreddamento M è definito come il rapporto tra il volume di un getto e la sua superficie di scambio termico. Esso ha una notevole influenza sul tempo di solidificazione, maggiore è il modulo di raffreddamento maggiore è il tempo di solidificazione.

2.4.3 Suddivisione del getto

La figura 2.5 motiva la seguente scelta di suddivisione del getto, figura 2.6.

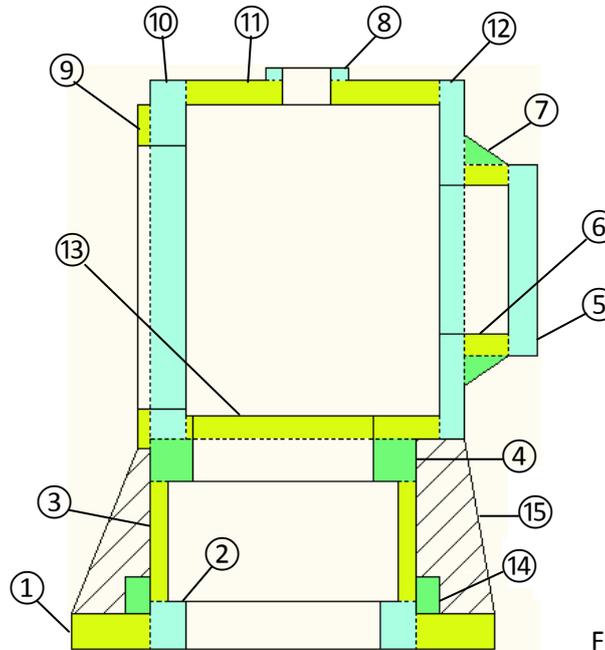


Figura 2.6

2.4.4 Calcolo moduli di raffreddamento

Si calcolano i moduli di raffreddamento M delle parti sopra illustrate come il rapporto tra il volume della parte e la sua superficie di scambio termico.

- **Parte ①**

$$M_1 = \frac{\frac{\pi}{4} (175^2 - 110^2) \cdot 15}{\left[\frac{\pi}{4} (175^2 - 110^2) \cdot 2 \right] + [\pi \cdot 175 \cdot 15]} = 5,84 \text{ mm} \cong \mathbf{6 \text{ mm}}$$

- **Parte ②**

$$M_2 = \frac{\frac{\pi}{4} (110^2 - 80^2) \cdot 20}{\left[\frac{\pi}{4} (110^2 - 80^2) \right] + \left[\frac{\pi}{4} \cdot (95^2 - 80^2) \right] + [\pi \cdot 80 \cdot 20]} = 7,74 \text{ mm} \cong \mathbf{8 \text{ mm}}$$

- Parte ③

$$M_3 = \frac{\frac{\pi}{4} (110^2 - 95^2) \cdot 50}{[\pi \cdot 95 \cdot 50] + [\pi \cdot 110 \cdot 50]} = 3,75 \text{ mm} \cong 4 \text{ mm}$$

- Parte ④

$$M_4 = \frac{\frac{\pi}{4} (110^2 - 75^2) \cdot 17,5}{\left[\frac{\pi}{4} (95^2 - 75^2)\right] + [\pi \cdot 75 \cdot 17,5] + [\pi \cdot 110 \cdot 17,5]} = 6,93 \text{ mm} \cong 7 \text{ mm}$$

- Parte ⑤

$$M_5 = \frac{80 \cdot 80 \cdot 12}{\left[\frac{\pi}{4} \cdot 62^2\right] + [80 \cdot 80] + [12 \cdot 80 \cdot 4]} = 5,79 \text{ mm} \cong 6 \text{ mm}$$

- Parte ⑥

$$M_6 = \frac{[80 \cdot 80 \cdot 20] - \left[\frac{\pi}{4} \cdot 62^2 \cdot 20\right]}{\left[\frac{\pi}{4} \cdot (72^2 - 62^2)\right] + [\pi \cdot 62 \cdot 20] + [20 \cdot 80 \cdot 4]} = 5,96 \text{ mm} \cong 6 \text{ mm}$$

- Parte ⑦²

$$M_7 = \frac{\frac{1}{2} \cdot 12,5 \cdot 20 \cdot 68}{\left[\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 12,5 \cdot 20\right] + [23,5 \cdot 68]} = 4,60 \text{ mm} \cong 5 \text{ mm}$$

- Parte ⑧

$$M_8 = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot (34^2 - 20^2) \cdot 5}{\left[\frac{\pi}{4} \cdot (34^2 - 20^2)\right] + [\pi \cdot 34 \cdot 5]} = 2,63 \text{ mm} \cong 3 \text{ mm}$$

²Per agevolare il calcolo (data la minima influenza), la parte ⑦ è stata semplificata come un triangolo che si sviluppa per una lunghezza di 68 cm.

- **Parte ⑨**

$$M_9 = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot (144^2 - 110^2) \cdot 5}{\left[\frac{\pi}{4} \cdot (144^2 - 110^2)\right] + [\pi \cdot 144 \cdot 5]} = 3,75 \text{ mm} \cong \mathbf{4 \text{ mm}}$$

- **Parte ⑩**

$$M_{10} = \frac{[150 \cdot 150 \cdot 15] - \left[\frac{\pi}{4} \cdot 110^2 \cdot 15\right]}{\left[(130 \cdot 130) - \left(\frac{\pi}{4} \cdot 110^2\right)\right] + \left[(150 \cdot 150) - \left(\frac{\pi}{4} \cdot 144^2\right)\right] + [\pi \cdot 110 \cdot 15]} = 10,37 \text{ mm}$$

$$M_{10} \cong \mathbf{10 \text{ mm}}$$

- **Parte ⑪**

$$M_{11} = \frac{[150 \cdot 150] - \left[\frac{\pi}{4} \cdot 20^2 \cdot 10\right]}{\left[(105 \cdot 130) - \left(\frac{\pi}{4} \cdot 20^2\right)\right] + \left[(105 \cdot 150) - \left(\frac{\pi}{4} \cdot 20^2\right)\right] + [10 \cdot 105 \cdot 2]} = 0,41 \text{ mm}$$

$$M_{11} \cong \mathbf{0,4 \text{ mm}}$$

- **Parte ⑫**

$$M_{12} = \frac{[150 \cdot 150 \cdot 13] - \left[\frac{\pi}{4} \cdot 62^2 \cdot 13\right]}{\left[(130 \cdot 130) - \left(\frac{\pi}{4} \cdot 62^2\right)\right] + \left[(150 \cdot 150) - (\pi \cdot 52,5^2)\right] + [13 \cdot 150 \cdot 2]} = 8,01 \text{ mm}$$

$$M_{12} \cong \mathbf{8 \text{ mm}}$$

- **Parte ⑬**

$$M_{13} = \frac{[105 \cdot 150 \cdot 10] - \left[\frac{\pi}{4} \cdot 75^2 \cdot 10\right]}{\left[(105 \cdot 130) - \left(\frac{\pi}{4} \cdot 75^2\right)\right] + \left[(105 \cdot 130) - \left(\frac{\pi \cdot 55^2 \cdot 290}{360}\right)\right]} = 7,44 \text{ mm} \cong \mathbf{8 \text{ mm}}$$

• Parte ⑭

$$M_{14} = \frac{\frac{\pi}{2} \cdot 10^2 \cdot 15}{\left[\frac{\pi}{2} \cdot 10^2\right] + \left[\frac{1}{2} \cdot 15 \cdot 2\pi \cdot 10\right]} = 3,75 \text{ mm} \cong 4 \text{ mm}$$

• Parte ⑮

$$M_{15} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 87,5 \cdot (32,5 + 20)}{\frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 87,5 \cdot (32,5 + 20) + [5 \cdot 88]} = 2,28 \text{ mm} \cong 2,3 \text{ mm}$$

2.4.5 Studio e dimensionamento delle materozze e dei relativi collari d'attacco

La materozza altro non è che un serbatoio di metallo in grado di alimentare le cavità di ritiro che inevitabilmente si formerebbero nel getto.

Dall'analisi dei moduli di raffreddamento e grazie anche al metodo dei cerchi di Heuvers si deduce che la solidificazione ha inizio sia nella parte superiore, centrale e inferiore e termina essenzialmente in tre parti indicate come parte ②, parte ⑥ e parte ⑨: quindi esistono, fondamentalmente, tre direzioni di solidificazione. Occorrono quindi tre materozze in corrispondenza delle tre parti dove terminano le solidificazioni. Indichiamo con "1" la materozza che dovrà essere posizionata in corrispondenza della parte ②, con "2" la materozza che dovrà essere posizionata in corrispondenza della parte ⑥ e con "3" la materozza in corrispondenza della parte ⑨. Ognuna di esse può essere dimensionata sulla base del modulo che deve essere pari ad almeno:

$$Mm_1 = 1,2 \cdot M_2 = 9,6 \text{ mm} \quad Mm_2 = 1,2 \cdot M_6 = 7,2 \text{ mm} \quad Mm_3 = 1,2 \cdot M_{10} = 13,2 \text{ mm}$$

Tenendo conto della forma e delle superfici dove tali materozze devono essere collegate al pezzo, la scelta può cadere su tre materozze cieche le cui dimensioni vengono calcolate come mostrato in figura 2.7. Otteniamo, così, i seguenti valori:

- Materozza 1: D = 70 mm H = 105 mm V = 359 188,76 mm³;
- Materozza 2: D = 70 mm H = 105 mm V = 359 188,76 mm³;
- Materozza 3: D = 84 mm H = 126 mm V = 620 678,18 mm³.

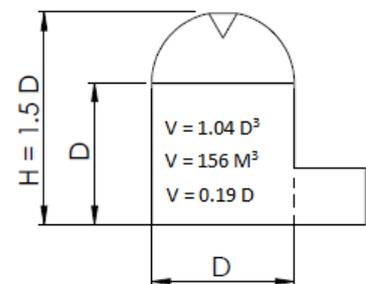


Figura 2.7

Il controllo del raggio di influenza delle tre materozze può essere effettuato in modo approssimato mediante la formula $R = k \cdot S$ dove k vale circa 5 per ghisa:

$$Rm_1 = 5 \cdot 33 = 165 \text{ mm} \quad Rm_2 = 5 \cdot 24,5 = 122,5 \text{ mm} \quad Rm_3 = 5 \cdot 29 = 145 \text{ mm}$$

Come chiaramente verificabile nella figura 2.8, le tre materozze sono sufficienti a proteggere tutto il pezzo.

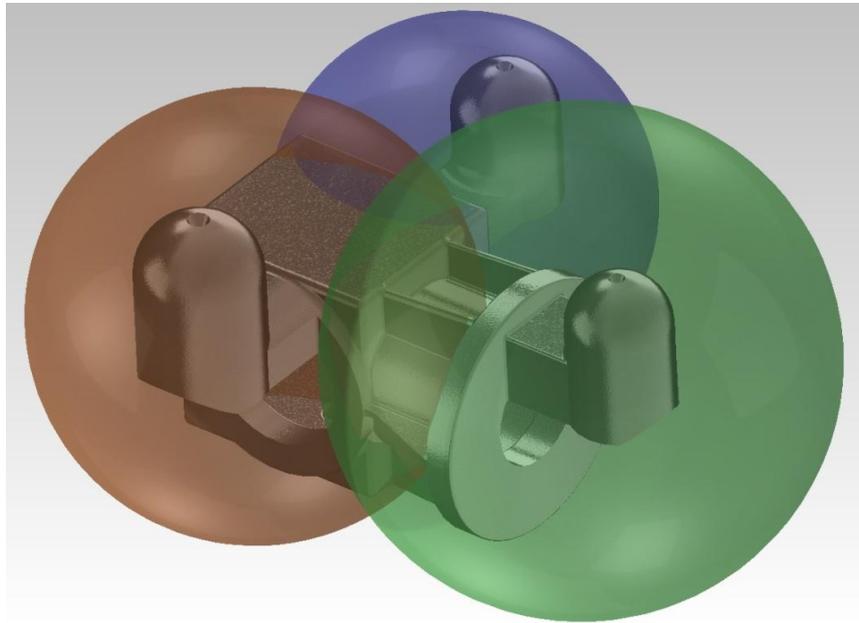


Figura 2.8

Il controllo dei volumi massimi alimentabili dalle tre materozze da i seguenti risultati, essendo $b = 2\%$:

Materozza 1 $V_{max} = Vm_1 \cdot [(14 - b)/b] = 251\,072\,943,20 \text{ mm}^3$

Materozza 2 $V_{max} = Vm_2 \cdot [(14 - b)/b] = 251\,072\,943,20 \text{ mm}^3$

Materozza 3 $V_{max} = Vm_3 \cdot [(14 - b)/b] = 433\,854\,047,80 \text{ mm}^3$

valori largamente maggiori dei volumi delle parti protette dalle materozze, come possiamo vedere di seguito:

Materozza 1 $V_{protetto} = 595\,859,33 \text{ mm}^3$

Materozza 2 $V_{protetto} = 431\,670,67 \text{ mm}^3$

Materozza 3 $V_{protetto} = 364\,512,29 \text{ mm}^3$

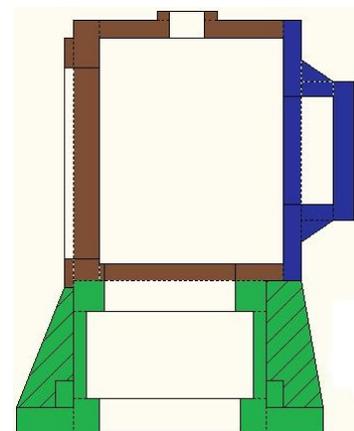


Figura 2.9

La zona di congiunzione tra materozza e pezzo, detta *collare di attacco*, riveste una particolare importanza.

Nel caso di materozze cieche il collare di attacco è generalmente laterale abbastanza esteso in lunghezza, per ragioni di formatura e di sezione rettangolare. Il suo dimensionamento deve essere effettuato tenendo conto del rapporto dei moduli di raffreddamento ($M_m : M_c : M_p = 1.2 : 1.1 : 1$, essendo M_m il modulo della materozza, M_c il modulo del collare, calcolato come $M_c = (a \cdot b) / (2(a+b))$ e M_p il modulo del pezzo).

Moduli materozze effettivi: $M_{m_1} = 13 \text{ mm}$ $M_{m_2} = 13 \text{ mm}$ $M_{m_3} = 16 \text{ mm}$

$$M_c = \frac{1,1}{1,2} \cdot M_m$$

Fissando il parametro a troviamo l'altro: $b = \frac{2 \cdot a \cdot M_m}{a - 2 \cdot M_m}$

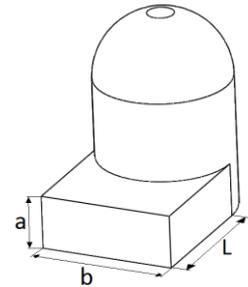


Figura 2.10

Dopo varie verifiche, affinché la solidificazione termini nella materozza, le sezioni dei collari d'attacco risultano:

Materozza 1 $35 \text{ mm} \times 58 \text{ mm}$ $L = 70 \text{ mm}$

Materozza 2 $30 \text{ mm} \times 55 \text{ mm}$ $L = 70 \text{ mm}$

Materozza 3 $29 \text{ mm} \times 77 \text{ mm}$ $L = 50 \text{ mm}$

2.4.6 Simulazione della solidificazione del getto

Dopo aver realizzato il modello solido del componente, tramite software cad, è stata analizzata la solidificazione del getto con l'ausilio di Solidcast. La simulazione della solidificazione del getto permette di verificare quanto previsto in fase di progettazione con il metodo dei moduli e i cerchi di Heuvers. In particolare, tramite la simulazione, al quanto precisa, è possibile verificare che le cavità di ritiro si generano all'interno delle materozze. Le varie funzioni del programma, Solidcast, permettono di analizzare la solidificazione in molti aspetti. Di seguito vengono illustrati alcune di queste funzioni:

- Solidification time

Questa funzione mostra ad un tempo stabilito, espresso in minuti, come solidifica il getto in ogni sua parte fino a completa solidificazione. Di seguito sono riportate delle immagini che rappresentano l'andamento della solidificazione del getto (le zone gialle rappresentano le parti del getto non ancora solidificate).

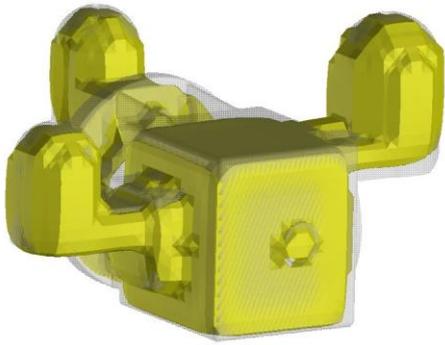


Figura 2.12-a Solidificazione dopo 1,5 min

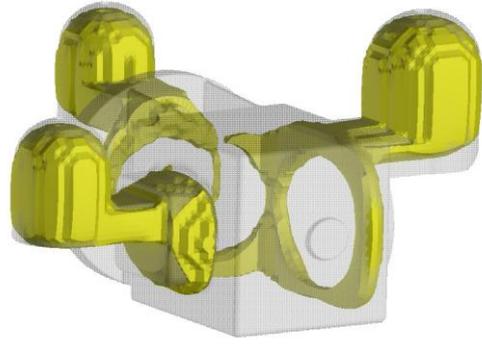


Figura 2.12-b Solidificazione dopo 3 min

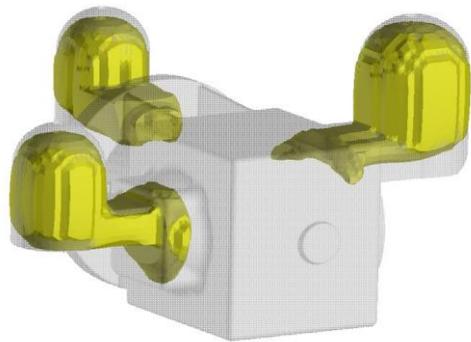


Figura 2.12-c Solidificazione dopo 4 min

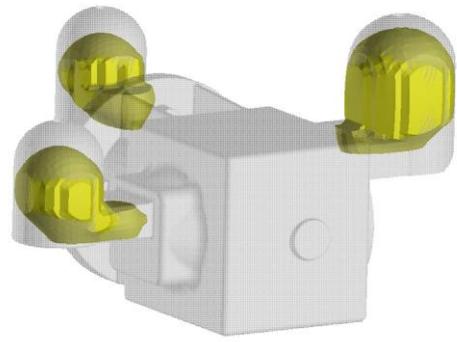


Figura 2.12-d Solidificazione dopo 6,5 min

La successione delle immagini mostra chiaramente come il processo di solidificazione avvenga in modo corretto, mentre le ultime parti che solidificano sono quelle all'interno delle materozze.

- Critical temperature

Questa funzione mostra, stabilita una temperatura, le parti del getto che si trovano alla temperatura scelta. Di seguito sono riportate delle immagini che rappresentano le parti del getto alla temperatura scelta, (le zone gialle rappresentano le parti del getto a suddetta temperatura).

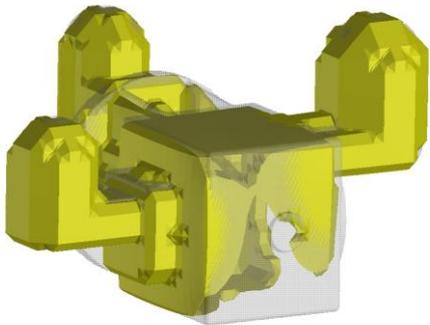


Figura 2.13-a Temperatura di 700°C

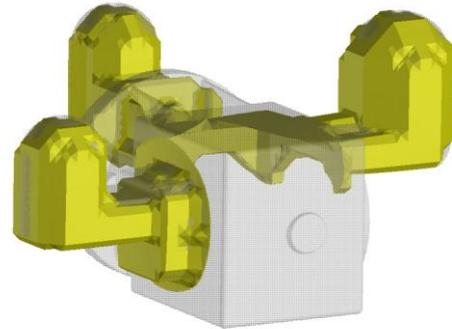


Figura 2.13-b Temperatura di 760°C

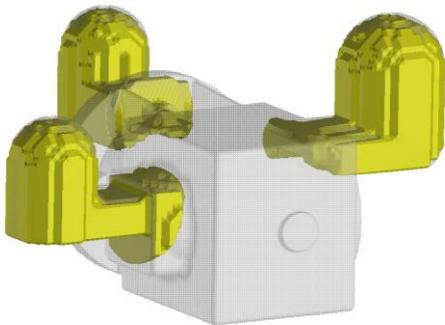


Figura 2.13-c Temperatura di 820°C

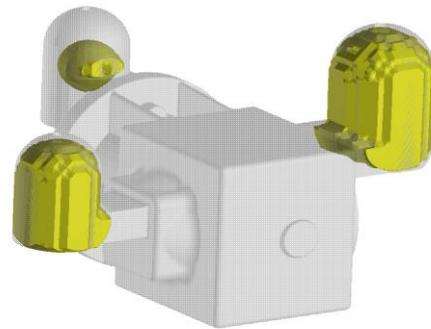


Figura 2.13-d Temperatura di 950°C

La successione delle immagini mostra chiaramente come l'andamento della temperatura avvenga in modo corretto, mentre le ultime parti a temperatura più alta, quindi, quelle che solidificano per ultime, sono quelle all'interno delle materozze.

- Material density function

Questa funzione mostra la densità della lega nel momento in cui tutto il getto è completamente solidificato. Le aree in cui si sono verificate porosità o cavità di ritiro presentano, a causa della mancanza di lega solida, una densità minore rispetto alle altre. L'integrità del getto è espressa con un numero che varia da 0 a 1: con 0 si indica presenza nulla di lega e con 1 presenza totale di lega. In generale è possibile affermare che le zone con densità inferiore a 0,95 rappresentano vere e proprie cavità di ritiro, zone con densità compresa fra 0,95 e 0,98 rappresentano zone con porosità e le zone con densità superiore a 0,99 rappresentano zone completamente riempite di lega.

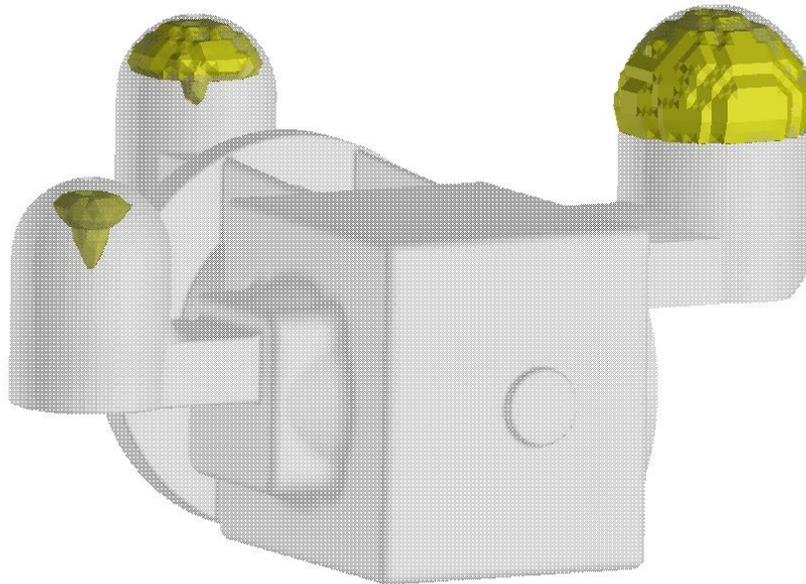


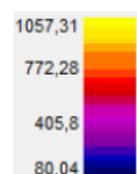
Figura 2.14-c Integrità = 0,99

La figura rappresenta una prospettiva del modello in cui sono evidenziate in giallo le zone con densità inferiore a 0,99: questa zone rappresentano microporosità.

L'immagine sopra mostra come i difetti dovuti a fenomeni di ritiro (cavità di ritiro, macroporosità e microporosità) sono confinate nelle materozze. Questo garantisce che il getto sia di ottima qualità.

- Temperature trend

Questa funzione mostra l'andamento della temperatura al variare del tempo in cui avviene la solidificazione. Di seguito sono riportate delle immagini che rappresentano l'andamento della temperatura fino a fine solidificazione.



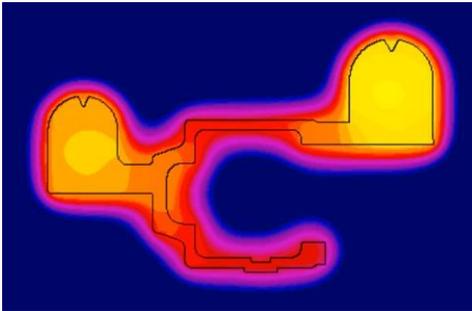


Figura 2.15-a

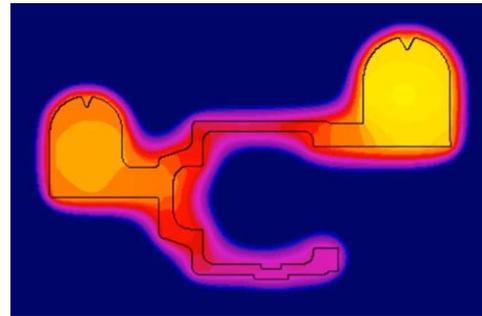


Figura 2.15-b

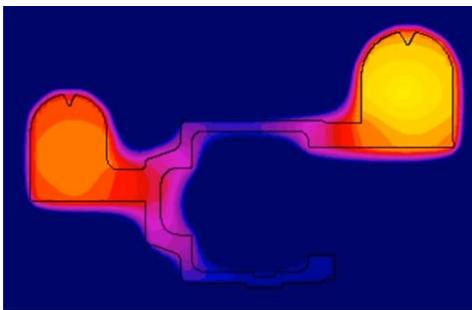


Figura 2.15-c

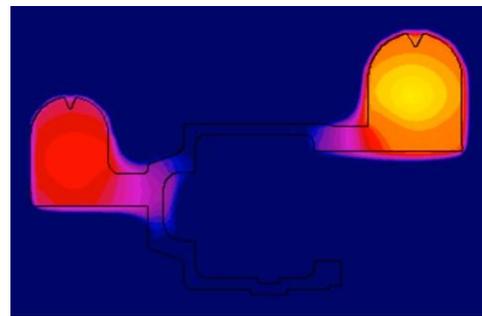


Figura 2.15-d

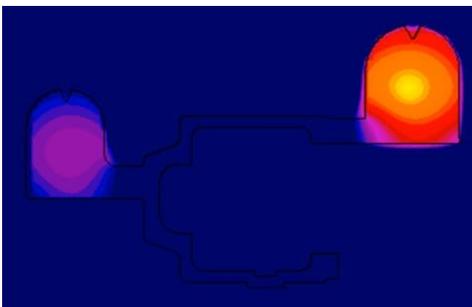


Figura 2.15-e

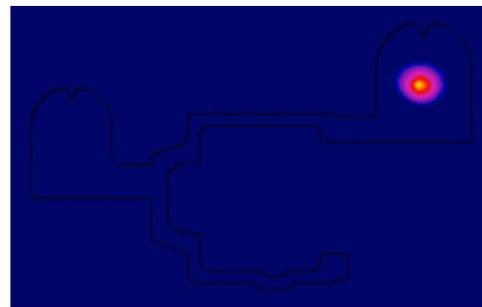


Figura 2.15-f

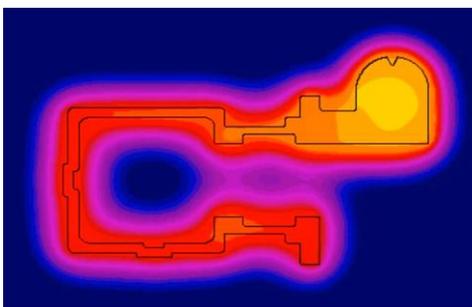


Figura 2.16- a

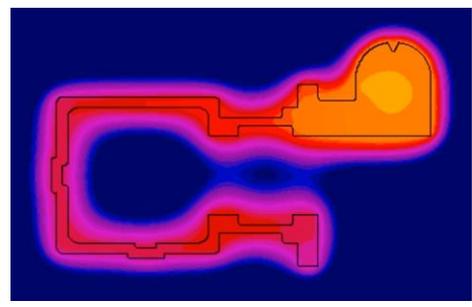


Figura 2.16-b

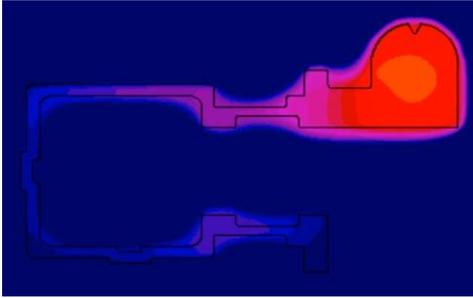


Figura 2.16-c

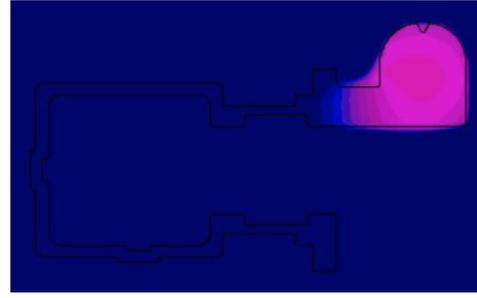


Figura 2.16-d

La successione delle immagini mostra chiaramente come l'andamento della temperatura avvenga in modo corretto, mentre i punti caldi rimangono all'interno delle materozze.

2.4.7 Studio e dimensionamento del sistema di colata

Per sistema di colata si intende l'insieme delle canalizzazioni che permettono alla lega liquida di riempire la forma. Nella fonderia ci si basa sull'esperienza fatta su getti simili e su prove di colata in quanto, il progetto di un corretto sistema di colata è difficilmente eseguibile sulla base di teorie a causa dei vari problemi di fluidodinamica e di trasmissione del calore, della variabilità delle forme dei getti fusi e delle geometrie dei sistemi di colata stessi.

Alcune regole pratiche derivanti dall'esperienza in fonderia sono:

- la forma deve essere riempita rapidamente, prima che in qualche parte sia completata la solidificazione;
- occorre evitare forti velocità e turbolenze della corrente fluida che potrebbero provocare erosioni della forma e trascinamento d'aria all'interno;
- occorre impiegare accorgimenti opportuni al fine di evitare che la scoria penetri all'interno della forma e dia luogo a inclusioni;
- alla fine del riempimento, il gradiente termico presente nella forma deve possibilmente essere adatto a una corretta solidificazione direzionale;
- occorre distribuire la lega liquida in modo quasi contemporaneo nelle varie parti di getti.

Il posizionamento più comune del sistema di colata è quello sul piano di divisione delle due semiforme, posizionamento adottato nel seguente progetto, per ragioni di semplicità di formatura. Mentre per la forma della sezione dei vari canali, non ci sono particolari preferenze. Si prevede l'uso generalizzato del sistema pressurizzato nel quale le sezioni del canale di colata, di quello distributore e degli attacchi stanno nel rapporto $1 : 0,75 : 0,5$, il che consente che i diversi canali siano sempre pieni di metallo liquido durante la colata. In questo modo non esiste il pericolo che la vena liquida si distacchi dalle pareti della canalizzazione aspirando aria nella forma.

Il dimensionamento del sistema di colata viene effettuato partendo dal tempo di colata T e scegliendo il tipo di flusso: pressurizzato o non pressurizzato. Generalmente nelle colate in forma transitoria viene utilizzato il sistema pressurizzato per evitare, durante la discesa della lega, l'aspirazione di aria da parte del fluido. Il valore ottimale del tempo di colata si ottiene da un corretto compromesso tra l'esigenza di evitare che qualche parte solidifichi prima del termine della colata e quella di evitare erosioni nella forma in conseguenza di velocità troppo elevate. In maniera qualitativa un flusso pressurizzato si ottiene facendo decrescere progressivamente la sezione del canale durante la discesa del fluido. Per motivi progettuali, esposti nei capitoli precedenti, la lega viene distribuita attraverso due attacchi di colata in corrispondenza del piano di divisione. Con questa soluzione l'effetto delle materozze viene garantito, nel senso che sicuramente, al termine della colata, all'interno di queste si troveranno i punti a temperatura più alta.

2.4.7.1 Calcolo del tempo di colata T

Il tempo di colata si calcola nel modo seguente:

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

Per il calcolo del tempo di colata è necessario conoscere:

- γ peso specifico della lega in questione, $\gamma_{G20} = 7,25 \text{ Kg/dm}^3$;
- V_g volume del getto, $V_g = 3'453'520 \text{ mm}^3$;
- G peso del getto, ricavabile dal peso specifico sapendo il volume del getto. $G = \gamma \cdot V_g = 25 \text{ Kg}$

Si ottiene così un tempo di colata $T = 16 \text{ sec.}$

2.4.7.2 Calcolo della sezione complessiva $S_{a.c.}$ degli attacchi di colata

La sezione complessiva degli attacchi di colata è ricavabile dalla formula seguente:

$$S_{a.c.} = \frac{K}{v \cdot \gamma}$$

dove $k = G/T$ è la portata complessiva in peso degli attacchi di colata e $v = \sqrt{2gh}$ è la velocità approssimata della vena fluida all'uscita del canale di colata, essendo h il dislivello di colata.

Sostituendo ad $S_{a.c.}$ la portata e la velocità si ottiene:

$$S_{a.c.} = \frac{G}{\gamma \cdot T \cdot \sqrt{2gh}}$$

Da tale formula otteniamo una sezione degli attacchi di colata $S_{a.c.} = 92,8 \text{ mm}^2$. Poiché sono previsti ben due attacchi di colata, la sezione di ciascun di essi è pari a $\frac{S_{a.c.}}{2} = 46,4 \text{ mm}^2$

La sezione scelta per gli attacchi di colata è quella di un triangolo isoscele di base 10 mm e altezza 10 mm, la cui sezione è pari a 50 mm^2 . Tale risultato è accettabile in quanto risulta maggiore di quello di progetto.

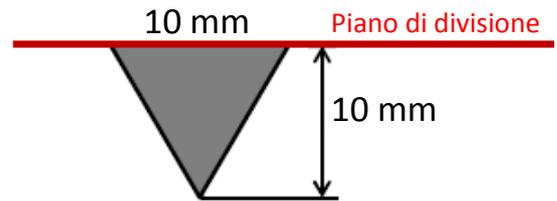


Figura 2.17

2.4.7.3 Calcolo della sezione complessiva del canale distributore $S_{c.d.}$

Avendo previsto il sistema pressurizzato, per i motivi sopra citati, le sezioni del canale di colata, del canale di distributore e degli attacchi di colata stanno nel rapporto $1 : 0,75 : 0,5$.

$$S_{c.d.} : S_{a.c.} = 0,75 : 0,5$$

$$S_{c.d.} = 150 \text{ mm}^2$$

Prevedendo una sezione trapezoidale, di base maggiore 22 mm, base minore 16 mm e altezza pari ad 8 mm, si ottiene una sezione di 152 mm^2 . Tale risultato è accettabile in quanto risulta maggiore di quello di progetto.

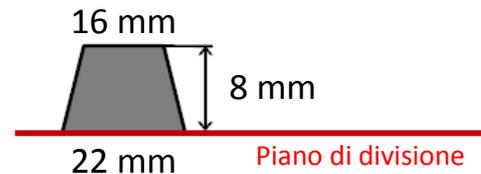


Figura 2.18

2.4.7.4 Calcolo della sezione complessiva del canale di colata $S_{c.c.}$

$$S_{c.c.} : S_{c.d.} = 1 : 0,75$$

$$S_{c.c.} = 202,67 \text{ mm}^2$$

Prevedendo una sezione circolare di diametro 16 mm si ottiene una sezione di $201,06 \text{ mm}^2$. Tale risultato è accettabile nonostante sia minore di quello di progetto in quanto la differenza è di solo $1,6 \text{ mm}^2$.

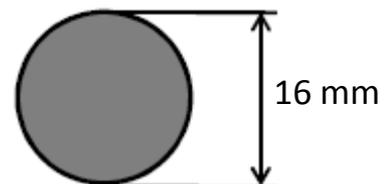


Figura 2.19

Dal dimensionamento dei canali costituenti il sistema di colata sono stati ottenuti i risultati rappresentati in figura 2.20.

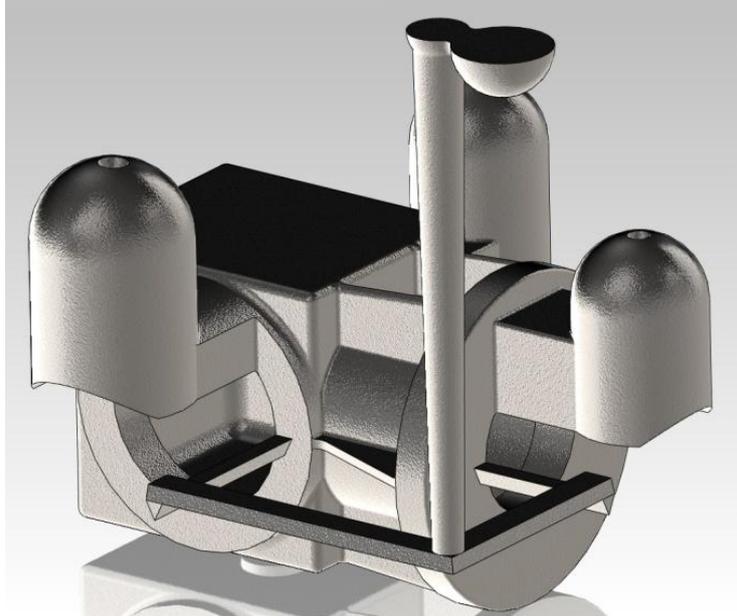


Figura 2.20

2.4.8 Calcolo spinta metallostatica

Per tutto il tempo in cui la lega si mantiene liquida all'interno della forma, ogni punto delle pareti interne della forma stessa è soggetta a una pressione che dipende dalla densità della lega e dalla profondità del punto considerato rispetto al pelo libero del liquido (secondo il principio di Stevino). Tale pressione esercita sulle varie superfici delle spinte dette metallostatiche. I risultati delle spinte metallostatiche permettono di capire l'insorgere di un eventuale difetto nel getto noto in fonderia come *bava*. Infatti questo difetto si ha quando le forme per effetto delle spinte metallostatiche, non correttamente bilanciate, tendono ad aprirsi formando un meato in cui la lega fluisce, conferendo al getto delle appendici sottili e frastagliate. Tra esse ha particolare interesse il calcolo di quella verticale diretta verso l'alto che tende a sollevare la staffa superiore con conseguente fuoriuscita della lega liquida sul piano di separazione delle semiforme e produzione di un getto difettoso.

Il calcolo della spinta metallostatica, su ogni superficie in cui si può scomporre idealmente il getto, viene effettuato mediante la seguente espressione:

$$F_v = S \cdot h \cdot \gamma$$

dove S è l'area della superficie considerata, h è la profondità del suo baricentro rispetto al pelo libero del liquido, γ è il peso specifico della lega liquida.

Per quanto riguarda la spinta verticale verso l'alto occorre aggiungere alla spinta così calcolata anche la spinta di Archimede sulle eventuali anime presenti.

Di seguito riportiamo il calcolo della spinta metallostatica effettiva:

$$F_v = \sum_i F_{v_i} + F_{v_{anima}}$$

$$\begin{aligned} \sum_i F_{v_i} = & 17166 \cdot \gamma \cdot g \cdot 75,75 + 70,88 \cdot \gamma \cdot g \cdot 1641 + 74 \cdot \gamma \cdot g \cdot 7500 + 1653 \cdot \gamma \cdot g \cdot 24,5 + \\ & + 41,5 \cdot \gamma \cdot g \cdot (623 + 640 + 271 + 291,5 + 720) + 810 \cdot \gamma \cdot g \cdot 2,5 + \\ & + 1395 \cdot \gamma \cdot g \cdot 2,5 + \pi \cdot \gamma \cdot g \cdot 52^2 \cdot \left(122,6 - \frac{2}{3} \cdot 52\right) + \pi \cdot \gamma \cdot g \cdot 22,5^2 \cdot \left(42 - \frac{2}{3} \cdot 22,5\right) + \\ & + \pi \cdot \gamma \cdot g \cdot 26,5^2 \cdot \left(91 - \frac{2}{3} \cdot 26,5\right) + \gamma \cdot g \cdot 88,5 \cdot 19,2 \cdot \left(275 \cdot 2 - \frac{\pi}{2} \cdot 88,5\right) + \\ & + \gamma \cdot g \cdot 73,23 \cdot 55,6 \cdot \left(275 \cdot 2 - \frac{\pi}{2} \cdot 55,6\right) = 402 \text{ N} \end{aligned}$$

$$F_{v_{anima}} = \gamma \cdot g \cdot V_{imm} = 165 \text{ N} \quad \text{dove } V_{imm} = 2\,305\,342 \text{ mm}^3$$

$$F_v = 570 \text{ N}$$

Questi 570 N sono equilibrati da una massa equivalente della staffa superiore pari a 58 Kg.

2.4.9 Progetto del modello

Le caratteristiche costruttive del modello influenzano in modo diretto la buona riuscita della forma e del greggio stesso. Per questo motivo le caratteristiche che un buon modello da fonderia deve avere sono:

- la *funzionalità* del modello richiede che esso sia verniciato opportunamente (se in legno) con colorazioni dipendenti dalla lega utilizzata nella colata. Ciò è importante per dare informazioni al formatore sia per scopi di magazzinaggio;
- la *precisione* prevista in fase di progetto impone una costruzione di qualità del modello. Un fattore che influenza molto la precisione del modello è il materiale con il quale esso deve essere realizzato, come pure una buona tecnica costruttiva, specie nel caso del legno;
- la *durata* del modello è legata al tipo di produzione prevista.

Il materiale scelto per la realizzazione del modello, dopo un'analisi del tipo di formatura scelta, del tipo di produzione prevista e delle dimensioni del modello stesso, è il legno. In pratica il materiale da scegliere è quello che permette di realizzare il modello con le prestazioni richieste al minimo costo.

Nel caso in questione, di produzione di soli 20 pezzi, di dimensioni medio-piccole, le esigenze economiche impongono di limitare i costi del modello, che perciò viene realizzato in legno secondo la configurazione classica del *modello diviso*. Dalle figure 2.21 possiamo vedere i due semimodelli. Per i disegni di definizione dei semimodelli si veda **Allegato 3**.

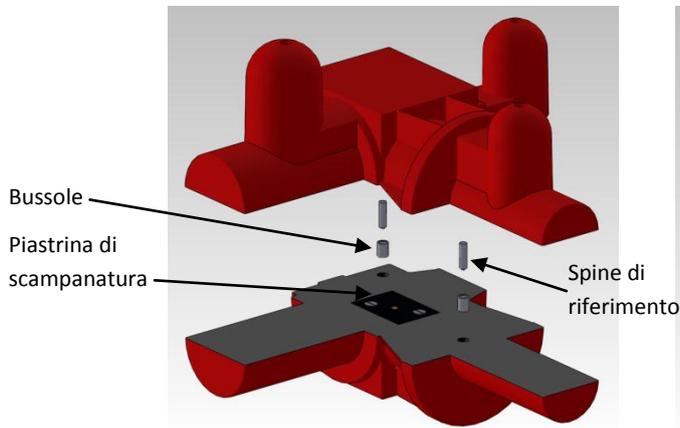


Figura 2.21-a Modello inferiore

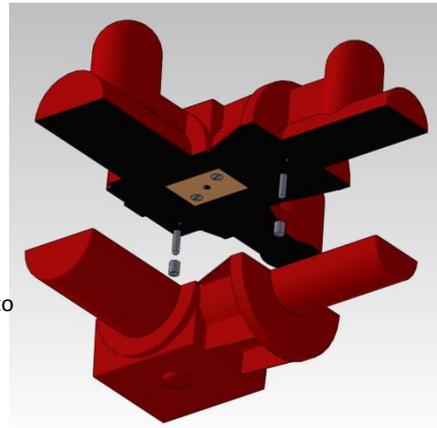


Figura 2.21-b Modello superiore

Come possiamo vedere dalle figure sono state previste delle spine, boccole di riferimento e delle piastrine di scampanatura per rendere agevoli tutte le operazioni di formatura.

2.4.10 Progetto delle anime e delle casse d'anima

Le anime servono per la realizzazione delle cavità eventualmente presenti nel getto. Esse sono costruite in materiale refrattario, essendo avvolte da metallo liquido, e sono appoggiate, prima della chiusura della forma, sulle sedi preparate dalle portate d'anima presenti sul modello. Per evitare che l'anima si infetta e provochi delle differenze indesiderate di spessore nel getto, nella struttura dell'anima vengono inserite apposite armature in materiale metallico come è possibile vedere dalla figura 2.22.

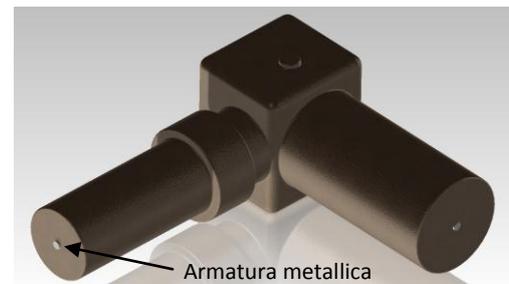


Figura 2.22

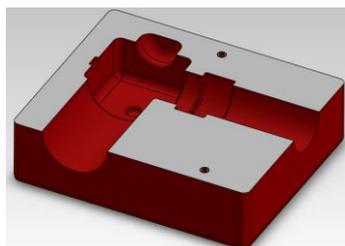


Figura 2.23

Per quanto riguarda le modalità costruttive delle anime per forme transitorie, il metodo comunemente adottato per anime di piccole e medie dimensioni è quello della *cassa d'anima* nel quale il materiale di formatura viene compresso in un contenitore che rappresenta al negativo la forma dell'anima desiderata. In figura 2.23 è possibile vedere l'anima inferiore, quella superiore sarà uguale. Per i disegni di definizione dei semimodelli si veda **Allegato 4**.

2.4.11 Valutazione delle operazioni successive a quelle di estrazione del getto dalla forma

Il pezzo estratto viene ripulito della terra di fonderia con l'operazione di *sterratura*; si tolgono quindi le materozze, il sistema di colata, si eliminano le bave che si sono formate lungo il piano di contatto delle due semiforme, si tolgono eventuali imperfezioni superficiali ed incrostazioni e quindi il getto può essere avviato alle eventuali successive lavorazioni, trattamenti e controlli.

2.5. Progettazione dell'attrezzatura per successiva lavorazione alle macchine utensili

A fine fusione è previsto una lavorazione ad un centro di lavoro a 5 assi che permetta di lavorare le 7 superfici indicate in figura 2.24 (il numero ④ indica la realizzazione della gola) e i vari fori presenti nel particolare finito.

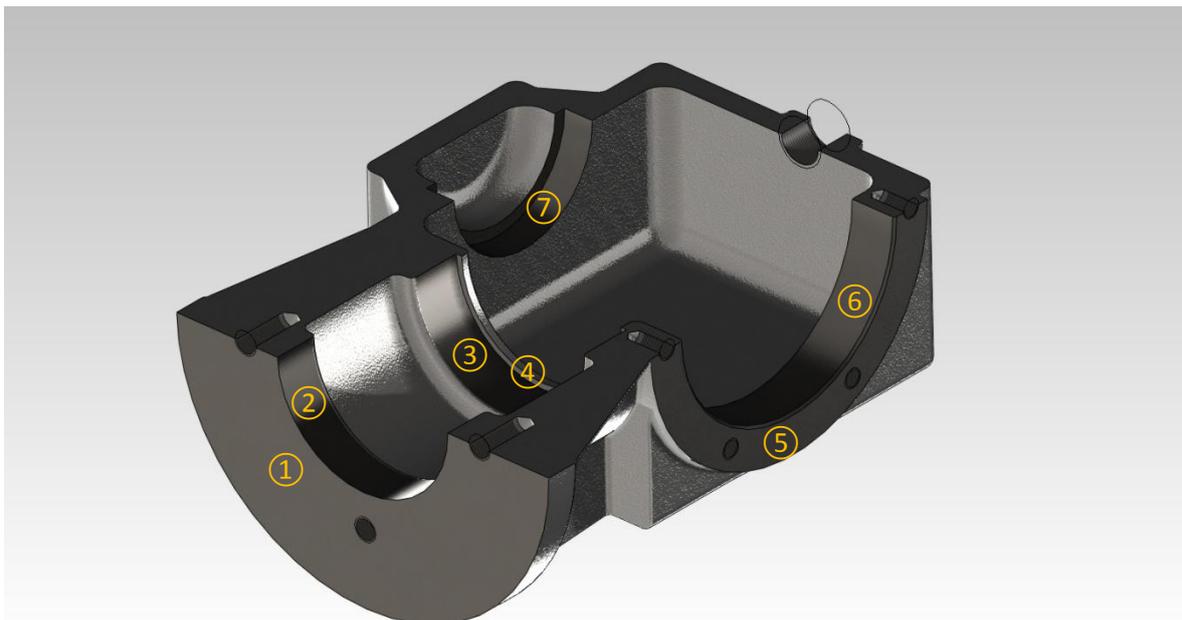


Figura 2.24

L'attrezzatura per il centro di lavoro comprende:

- Una ganaschia guidata completa di fermo laterale;
- Due spessori;
- Quattro staffe di fissaggio complete di vite e tassello a T

Questa attrezzatura ci permette di lavorare entrambe le superfici con l'ausilio di un centro di lavoro con banco inclinabile. In particolare questo tipo di lavorazione ci garantisce la perpendicolarità fra gli assi.

La prima operazione consiste nel piazzare la morsa tramite le 4 staffe sul banco del centro di lavoro. L'operazione successiva consiste nel posizionare il pezzo su 2 spessori prismatici. Questo, come si vede in figura 2.26, ci garantisce in particolare che l'asse del foro della superficie 3 si trovi a 40 mm sopra la morsa, distanza che garantisce spazio di lavoro all'utensile. Portando il pezzo a battuta sul fermo laterale e stringendo la morsa il bloccaggio è completato.

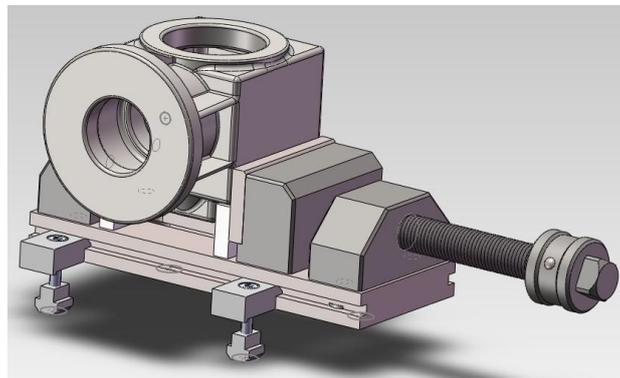


Figura 2.25

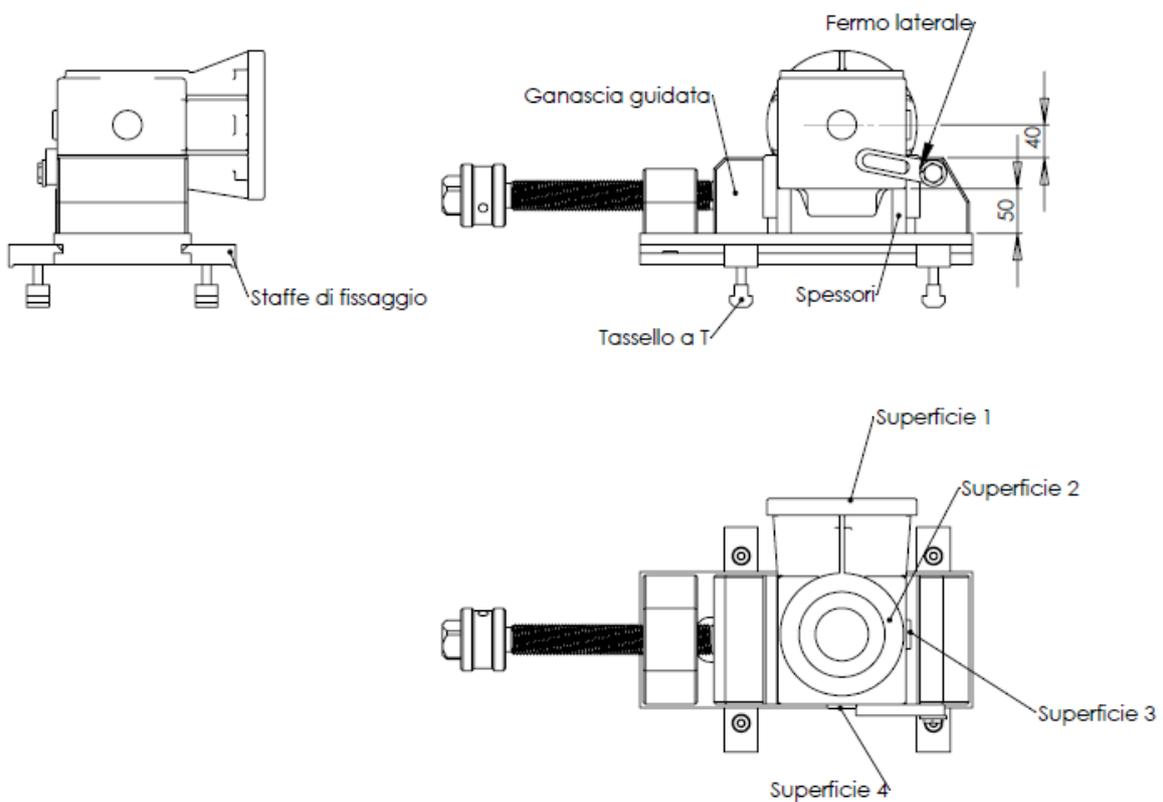


Figura 2.26

3 Ciclo di lavorazione alle macchine utensili

3.1 Disegno del Particolare

Per il disegno costruttivo della flangia si veda **Allegato 5**.

3.2 Analisi critica del disegno e dei dati di partenza

In base al numero di pezzi da realizzare, supposti n° 15'000 pezzi, e alle dimensioni della flangia, è stato deciso di realizzare il pezzo partendo da degli spezzoni di barra di 50mm di lunghezza con diametro $\varnothing 150\text{mm}$, operando ad un tornio a controllo numerico. L'idea di operare da barra è stata scartata in quanto richiederebbe l'impiego di un tornio dotato di un mandrino che possa accogliere una barra di almeno $\varnothing 150\text{mm}$ e l'utilizzo ausiliario di supporto esterno per la barra, poiché le barre vengono fornite con una lunghezza di circa sei metri. Successivamente sarà necessario portare il pezzo su una rettificatrice per ottenere le tolleranze previste in fase di progetto, come possiamo notare dal disegno del particolare.

3.3 Scelta dei processi di lavorazione e della sequenza delle fasi

Il metodo utilizzato per questa scelta è il seguente, descritto con l'ausilio dell'elemento "flangia di ingresso" finito, figura 3.1.

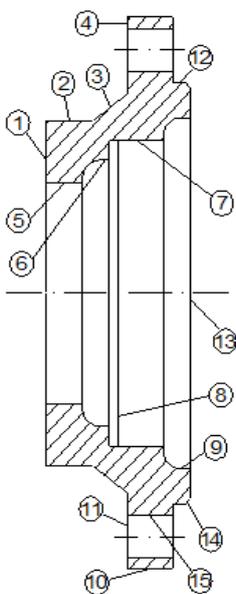


Figura 3.1

- Il primo passo consiste nell'individuare le superfici che devono essere lavorate e, in base alla loro forma, posizione, precisione dimensionale e finitura superficiale, ipotizzare i possibili processi di lavorazione da usare. A questo scopo sono state contrassegnate con un numero le superfici da ottenere attraverso lavorazione per asportazione di truciolo. Per un'idea di massima delle lavorazioni occorrenti, sono state raccolte, nella tabella 3.1, le superfici da lavorare specificandone la tipologia e descrivendo, in funzione di essa, i processi possibili.

Tabella 3.1

N° superfici	Tipologia	Processi possibili
2, 10, 12	Cilindriche esterne coassiali	Tornitura
1, 4, 11, 13	Piane ortogonali all'asse delle 2, 10, 12	Tornitura, Fresatura
3	Conica con conicità 1:1.866	Tornitura
14	Smusso 1.5X45°	Tornitura
5	Cilindriche interne	Foratura e Allargatura
6, 7, 8, 9	Cilindriche interne coassiali	Tornitura
15	Cilindriche interne	Foratura

- A questo punto si raggruppano le superfici secondo il principio di poter lavorare il maggior numero possibile di esse con il medesimo processo di lavorazione e possibilmente con lo stesso piazzamento, tabella 3.2.

Tabella 3.2

N° superfici	Processi possibili
1, 2, 3, 4, 5	Tornitura
10, 11, 12, 13, 14, 15, 5, 6, 7, 8, 9	Tornitura
5, 7	Rettifica

Infine viene stilato il ciclo di lavorazione dove si prevede come prima fase il taglio della barra in spezzoni di 50mm, in tabella 3.3.

Tabella 3.3

Fase	Operazioni	Macchina
10	Taglio barra	Sega circolare
20	Tornitura 1, 2, 3, 4 Foratura e allargatura 5 Tornitura 10, 11, 12, 13, 14, 5, 6, 7, 8, 9 Foratura 15	Tornio a controllo numerico con utensili motorizzati in torretta
30	Rettifica 5, 7	Rettificatrice

3.4 Raggruppamento delle operazioni in sottofasi

Per la fase iniziale, la n°10, e quella finale, la n°30, è previsto un unico piazzamento mentre, nella fase n°20, fase di tornitura, sono necessari due piazzamenti ¹, per cui si prevedono due sottofasi:

- **sottofase a)** Tornitura 1, 2, 3, 4
Foratura 5
Allargatura 5

¹Il numero di piazzamenti necessari può essere funzione anche del numero di assi controllati della macchina; in questo caso, indifferentemente dal numero di assi, risulta complicato realizzare tutte le superfici con un unico piazzamento.

- **sottofase b)** Tornitura esterna 10, 11, 12, 13, 14
 Tornitura interna 5, 6, 7, 8, 9
 Foratura 15

3.5 Scelta della sequenza delle operazioni

La sequenza delle operazioni è stata studiata in modo da minimizzare i tempi di attivi e i tempi passivi e di conseguenza i costi di produzione poiché è richiesto di realizzare ben 15000 pezzi. Nella seconda fase, fase di tornitura, come abbiamo visto, sono previste due sottofasi. In ognuna delle sottofasi si cerca di lavorare il maggior numero di superfici possibili. La sequenza tra le due sottofasi è influenzata dal fatto che il pezzo deve essere montato prima sul mandrino destro e poi su quello sinistro.

3.6 Scelta della macchina utensile

Tra le specifiche che ogni costruttore fornisce, importanti per la scelta della macchina, si citano le seguenti:

- il campo operativo o *cubo di lavoro* corrispondente alle dimensioni della zona dove il mandrino può operare secondo gli assi di traslazione X, Y e Z;
- la posizione del mandrino (orizzontale o verticale);
- il numero di assi controllati e la massima velocità in rapido;
- la precisione di posizionamento;
- la potenza al mandrino e il campo di regimi di rotazione;
- il tipo e le dimensioni di attacco portautensile;
- il tipo di magazzino e le sue caratteristiche tecniche;
- la presenza o meno del dispositivo per cambio pallet.

Generalmente si ha che la potenza del mandrino e il campo di regimi di rotazione, così pure le dimensioni del magazzino utensili, dipendono dalle dimensioni della macchina. Sulla base di queste considerazioni e delle caratteristiche tecniche di una macchina a controllo numerico su citate, è stata cercata la macchina che più rispondeva alle nostre esigenze.

I requisiti in funzione degli elementi da lavorare sono:

- campo operativo con dimensioni minime 150 mm x 150 mm x 50 mm (x, y, z);
- quattro assi controllati (x, y, z, c);
- due mandrini orizzontali;
- potenza del mandrino² superiore a 9 kW
- torretta motorizzate;
- utensileria motorizzata.

²La potenza del mandrino è stata stimata considerando il sovrametallo da asportare e il tipo di lavorazione da effettuare: sgrassatura; In effetti, dal disegno di definizione del pezzo è possibile dedurre che la finitura superficiale prescritta può ottenersi con operazioni di sgrassatura, riducendo così i tempi attivi.

Sulla base di quanto detto, è stato scelto un tornio CNC a due mandrini: HASS Automotive Inc. DS-30SSY, la cui scheda tecnica è riportata di seguito.



DIAMETRO DI VOLTEGGIO	
Sul riparo frontale	806 mm
Sulla slitta trasversale	527 mm
Sul secondo mandrino	552 mm
CAPACITÀ	
Dimensioni mandrino autocentrante	210 mm
Diametro di taglio massimo	406 mm
Lunghezza di taglio massimo	584 mm
Capacità barra	51 mm
CORSE E AVANZAMENTI	
Asse X	318 mm
Asse Y	±50.8 mm
Asse Z	584 mm
Rapidi su X	12 m/min
Rapidi su Y	12 m/min
Rapidi su Z	30.5 m/min
Spinta massima X	18238 N
Spinta massima Y	10231 N
Spinta massima Z	18015 N
MANDRINO	
Potenza nominale massima	22.4 kW
Velocità massima	4800 rpm
Coppia massima	373 Nm @ 600 rpm
Naso mandrino	A2-6
Foro mandrino \varnothing	88.9 mm

MANDRINO PRINCIALE ASSE C	
Potenza nominale massima	3.7 kW
Posizionamento (\pm)	0.01°
Forza di serraggio freno	4448 N
Diametro freno	366 mm
Tipo di controllo	Interpolated Motion & Positioning
MANDRINO SECONDARIO	
Potenza nominale massima	14.9 kW
Velocità massima	4800 rpm
Coppia massima	149 Nm @ 700 rpm
Naso mandrino	A2-5
Dimensioni mandrino autocentrante	210 mm
Diametro di taglio massimo	457 mm
Lunghezza di taglio massimo	5584 mm
Foro mandrino \varnothing	61.9 mm
POSIZIONAMENTO MANDRINO SECONDARIO	
Forza di serraggio freno	2224 N
Diametro freno	178 mm
Tipo di controllo	Positioning Only
TORRETTA	
Numero di utensili	24
Utensili per esterni e per interni	12 VDI/12 BOT
Dimensione utensile (tornitura diam. esterno)	25 mm
Luce libera posteriore barenò (lato della torretta)	216 mm
UTENSILERIA MOTORIZZATA	
Velocità massima	0-3000 rpm
Coppia (picco)	22.03 Nm
Torque (continuous)	8.47 Nm
Forza di serraggio freno	4448 N
Diametro freno	336.6 mm
Utensileria	VDI40
GENERALE	
Aria richiesta	113 L/min, 6.9 bar
Capacità refrigerante	208 L
Peso macchina	6623 Kg

Per la scelta della fresatrice valgono gli stessi requisiti previsti per il tornio.

I requisiti in funzione degli elementi da lavorare sono:

- campo operativo con dimensioni minime 125 mm x 500 mm (x, z);
- assi controllati x, z;
- potenza del mandrino superiore a 30 kW.

A questo scopo è stata scelta una fresatrice a controllo numerico: Morara Multimaic I, la cui scheda tecnica è riportata nella pagina seguente.



MULTIMATIC I

MORARA

ID diametri interni

Rettificatrice per interni per altissima produzione

Macchina compatta, ma molto solida (pesa 8.000 kg e può impiegare mandrini di corpo 170 mm), ha grandi capacità (il massimo carico ammesso è 100 kg, i diametri rettificabili vanno da 5 a 170 mm, il massimo diametro rotante è 360 mm).

Capacità:

- entrambi i movimenti (X e Z) sono compiuti dal carro portamola
- peso massimo a sbalzo 90 Kg
- massimo diametro rettificabile 170 mm.
- massima lunghezza rettificabile 200 mm.



GENERALE	
Massimo diametro rotante	mm. 360
Diametro massimo rettificabile (interni)	mm. 170
Lunghezza massima rettificabile (interni)	mm. 200
Carico massimo in lavorazione a sbalzo (compreso attrezzo)	kg. 90
Potenza totale installata	kw 30
Peso macchina più accessori	kg. 8700
TESTA PORTA PEZZO	
Cono d'attacco	Morse 5
Naso mandrino	ASA 8
Passaggio barra	mm. 40
Orientabilità sul piano orizzontale	0° + 15°
Variatione velocità (gir/min.)	10 + 700
Motore azionamento	Brushless
Coppia motore ac brushless	Nm 5,5
CARRO PORTA MOLLA DA INTERNI	
Corsa massima asse "Z"	mm. 500
Velocità massima asse "Z"	mm./min. 12000
Coppia motore ac brushless asse "Z"	Nm 4,5
Vite a ricircolazione di sfere asse "Z" - diametro	mm. 40
Vite a ricircolazione di sfere asse "Z" - passo	mm. 5
Corsa massima asse "X"	mm. 125
Velocità massima asse "X"	mm./min. 12000
Coppia motore ac brushless asse "X"	Nm 2,2
Vite a ricircolazione di sfere asse "X" - diametro	mm. 40
Vite a ricircolazione di sfere asse "X" - passo	mm. 5
Risoluzione	mm. 0,0001
Sistema di risoluzione	Trasduttore relativo
Orientabilità sul piano orizzontale	± 1,5

Rivolta a chi produce grandi lotti, ha una configurazione ottimale per i carichi automatici (testa ferma e carro mola dotato di entrambi i movimenti).

Può avere tre diversi tipi di teste portapezzo: testa portapezzo per autocentranti o membrane, testa "a rulli" o "su pattini" per l'industria del cuscinetto.

Cilindricità inferiori a 0,001 mm e rotondità < 0,0005 mm.

MULTIMATIC è fornita con i più noti CNC digitali (Fanuc, Num, Siemens, Fagor) per i quali sono stati sviluppati specifici pacchetti software (Menu Interattivi di Programmazione).

3.7 Scelta degli utensili

3.7.1 Premessa

La scelta degli utensili è una fase progettuale delicata che influenza direttamente la qualità e l'economicità della produzione. Scegliere un utensile idoneo al tipo di macchina impiegata e alla superficie da realizzare significa determinare esattamente la geometria di taglio, il materiale del tagliente, la forma dello stelo o del portautensile. Nella scelta dell'utensile e del materiale del tagliente subentrano anche problematiche di carattere economico e di disponibilità degli utensili in magazzino con valutazione della possibilità di nuovi acquisti. Il caso sicuramente più complesso di scelta è quello relativo a operazioni di tornitura: infatti, nonostante la relativa semplicità di questi utensili, la combinazione dei possibili parametri in gioco e il numero elevato di varianti prodotte da ogni costruttore, rende questa scelta non banale. Per questo motivo, dopo un'idea di massima dell'utensile necessario, una scelta ottimale può aversi consultando le moderne guide elettroniche dei vari costruttori sul mercato. Inoltre, affiancati alle guide, molti costruttori forniscono, grazie alla maturata esperienza sul campo, consigli tecnici che garantiscono le varie specifiche dell'utensile. Nelle pagine seguenti saranno scelti, da vari cataloghi, gli utensili adatti ad ogni operazione del ciclo, adottando alla fine il criterio di utilizzare il minor numero di utensili possibile, in modo da minimizzare i tempi passivi.

3.7.2 Utensili per tornitura

Il metodo suggerito per effettuare razionalmente la scelta degli utensili per tornitura da un catalogo è illustrato qui di seguito, ricordando che, in tornitura, occorre scegliere sia l'inserto sia il portautensile, ovviamente compatibili tra loro.

- Scelta degli *angoli del profilo*: gli angoli Ψ e Ψ' vengono scelti in modo che l'utensile abbia, in ogni zona del pezzo che deve lavorare, degli angoli di registrazione positivi e pari ad almeno 3° ;
- Scelta del materiale dell'inserto: questa scelta è fatta, tra i materiali consigliati dal costruttore, in funzione del materiale del pezzo e del tipo di operazione che si desidera eseguire;
- Scelta della forma dell'inserto: tale scelta viene effettuata tenendo conto degli angoli del profilo ammissibile già determinati e delle forme disponibili nel catalogo, per il materiale selezionato, seguendo il principio della massima robustezza dell'utensile, cioè dell'angolo ε massimo;
- Scelta della geometria dell'inserto: con questo termine si intende la forma del petto dell'utensile, cioè le caratteristiche del rompi-truciolo e il valore dell'angolo γ . Anche in questo caso ci si basa sui diagrammi di controllo del truciolo forniti dal costruttore;
- Scelta delle dimensioni dell'inserto (lato e spessore): viene fatta sulla base della massima profondità di passata che si intende usare;
- Scelta del raggio di raccordo tra i taglienti: se si tratta di operazioni di finitura la scelta dipende dalla rugosità desiderata e dall'avanzamento; se si tratta di operazioni di sgrossatura si cerca di scegliere il valore massimo tra quelli disponibili a catalogo per ragioni di resistenza meccanica della punta, tenendo comunque presente il rischio di vibrazioni per valori troppo elevati del raggio;

- Scelta del portautensile: oltre ad essere compatibile con l'inserto scelto, deve garantire che non si superino gli angoli Ψ e Ψ' massimi ammissibili. Inoltre deve essere scelto in base al tipo di operazione da eseguire in termini di rigidezza flessionale e di problemi di ingombro.

In base al metodo sopra descritto, e in base a quanto suggerito dal costruttore, sono stati scelti i seguenti utensili e portautensili adatti alle varie operazioni dal catalogo della SECO TOOLS ITALIA S.p.A.

Secolor
SECO

Secolor è un sistema che semplifica la scelta dell'inserto più indicato per una determinata operazione di tornitura e si basa su uno schema di colori corrispondenti alle norme ISO per identificare i campi d'impiego delle qualità e delle geometrie. Il blu rappresenta gli acciai, il giallo gli acciai inossidabili ed il rosso le ghise.

Ai tre colori base sono state date diverse sfumature per identificare il tipo di operazione: (F) per la finitura, (M) per l'impiego medio e (R) per la sgrossatura. Nell'apposita guida Secolor viene descritto più approfonditamente il processo di selezione sulla base dello schema cromatico. La guida contiene una vasta gamma di inserti e relativi utensili, consigli e dati tecnici oltre a suggerimenti per l'ottimizzazione della lavorazione e la soluzione di eventuali problemi.

Secolor offre una scelta sicura di inserti che garantiscono elevata produttività a costi contenuti.

	F	M	R
Acciai	MF2 TP100	M3 TP200	M5 TP200
Acciai inox	MF2 TP200	M3 TP300	M5 TP300
Ghise	TP100	TP100	TP100

La figura illustra l'applicazione del sistema Secolor impiegando il nuovo programma di tornitura 3x3 costituito da tre geometrie (MF2, M3 e M5) e tre qualità (TP100, TP200 e TP300), appositamente studiate per coprire la maggior parte delle lavorazioni di tornitura. Questo risultato si basa sulle innumerevoli prove condotte con diverse combinazioni su numerosi tipi di materiale.

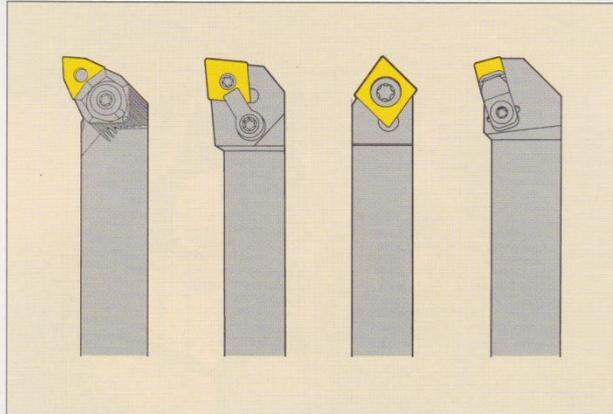
Tornitura – Informazioni tecniche

SECO

Procedura di scelta

Scelta del sistema di bloccaggio, del tipo di utensile, dell'inserto, dei parametri di taglio, ottimizzazione e consigli per la soluzione di problemi tecnici.

1. Scelta del sistema di bloccaggio e del tipo di utensile



In questa sezione vengono indicati i criteri di scelta del sistema di bloccaggio dell'inserto sull'utensile e del tipo di utensile. L'individuazione del sistema di fissaggio dell'inserto dipende in gran parte dal materiale di taglio. La scelta dell'utensile viene pilotata direttamente dal tipo di impiego a cui dovrà essere destinato.

Per la scelta del sistema di bloccaggio e del tipo di utensile vedere alle pagine 9–21.

Per l'assortimento di utensili disponibili vedere alle pagine 39–113.

3. Scelta dei parametri di taglio

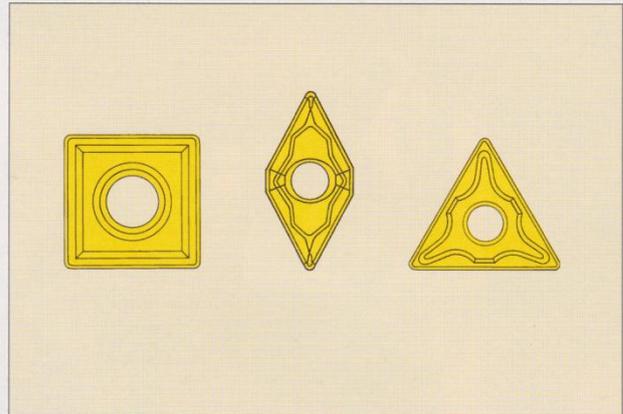
Seco	TP100			TP200			TP300		
	f			f			f		
	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
1	500	385	320	445	340	285	365	275	230
2	425	325	270	380	290	240	305	235	195
3	365	275	230	325	245	205	260	200	165
4	300	230	190	265	205	170	215	165	140
5	255	195	160	225	170	145	185	140	115
6	230	175	145	205	155	130	165	125	105
7	100	75	65	90	70	55	75	55	45

Per poter sfruttare al meglio le caratteristiche dell'utensile e dell'inserto prescelti, questa sezione offre indicazioni su come individuare i parametri di taglio più indicati.

La scelta viene supportata dal programma computerizzato di taglio Secocut, vedere a pagina 33.

Per la scelta dei parametri di taglio vedere alle pagine 32–35.

2. Scelta dell'inserto

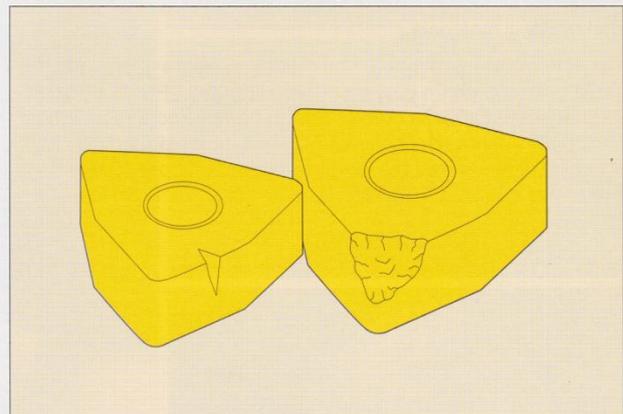


Questa sezione mostra i criteri con cui scegliere la geometria e la qualità di metallo duro. La forma e le dimensioni dell'inserto vengono determinate dal tipo di utensile prescelto.

Per la scelta dell'inserto vedere alle pagine 22–31.

Per maggiori dettagli sulla gamma degli inserti si veda alle pagine 115–150.

4. Ottimizzazione e soluzione di problemi



Per incrementare ulteriormente l'efficacia operativa e per contribuire alla soluzione di eventuali problemi pratici che dovessero insorgere, vengono forniti, in questo capitolo, suggerimenti per l'ottimizzazione del lavoro e per la soluzione dei problemi.

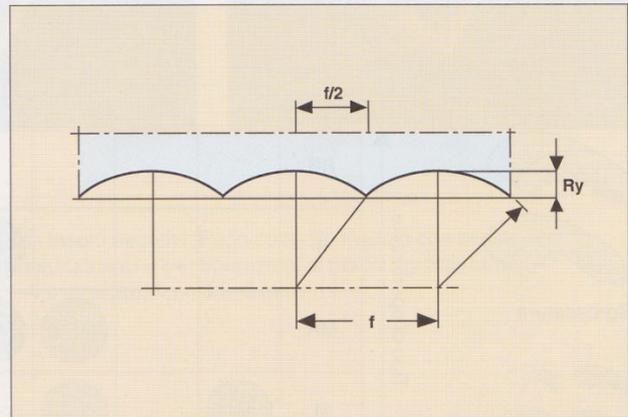
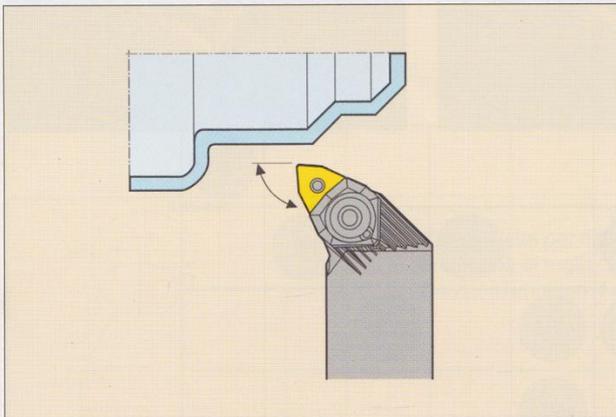
Per l'ottimizzazione e la soluzione dei problemi vedere alle pagine 36–37.

Tornitura – Informazioni tecniche

SECO

Scelta dell'inserto – raggio di punta

Il raggio di punta viene scelto in base alla forma del pezzo ed al tipo di lavorazione che si deve eseguire. In genere, ad un grande raggio di punta corrisponde un tagliente robusto, che di conseguenza consente di utilizzare elevati avanzamenti. Tuttavia, lo svantaggio che scaturisce dall'utilizzo di un ampio raggio di punta è il maggior rischio di vibrazioni. Il raggio di punta influisce inoltre direttamente sulla finitura superficiale del pezzo (si veda dalle seguenti illustrazioni).



La finitura superficiale teorica (R_y) può essere calcolata nel seguente modo:

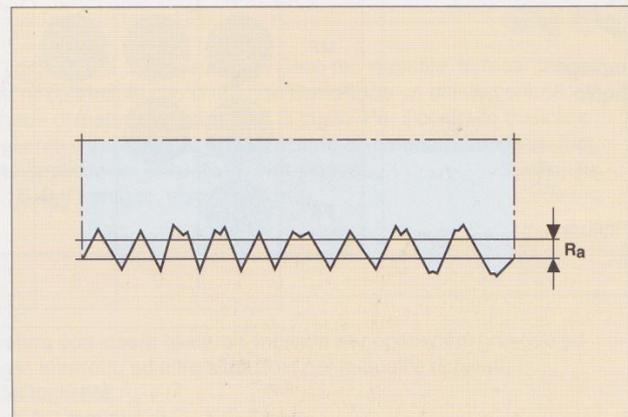
$$R_y = \frac{f^2}{8 \times r_E} \text{ (}\mu\text{m)}$$

Tuttavia, la formula usata più correntemente è la seguente:

$$R_a = \frac{f^2 \times 50}{r_E} \text{ (}\mu\text{m)}$$

f = avanzamento (mm/giro)

r_E = raggio di punta (mm)



Influenza del raggio di punta e dell'avanzamento sulla finitura superficiale

Un ampio raggio di punta produce normalmente una miglior finitura superficiale, fermo restando che la dimensione di tale raggio non generi vibrazioni. Particolari condizioni del pezzo (quali filetti ecc.) possono restringere la scelta del raggio di punta utilizzabile.

E' consigliabile che la profondità di taglio (a_p) sia superiore al raggio di punta (r_E).

La tabella riportata qui a destra indica gli avanzamenti massimi consigliati per ottenere uno specifico valore R_a per la lavorazione di acciai (gruppi materiali Seco 3-4).

Valore R_a Finitura superfic. (μm)	Raggio di punta, r_E (mm)					
	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6	2,4
	Avanzamento, f (mm/giro)					
0,6	0,05	0,07	0,10	0,12	0,14	0,17
1,6	0,08	0,12	0,16	0,20	0,23	0,29
3,2	0,12	0,16	0,23	0,29	0,33	0,40
6,3		0,23	0,33	0,40	0,47	0,57
8,0			0,40	0,49	0,57	0,69

Tornitura – Informazioni tecniche

SECO

Scelta dell'inserto

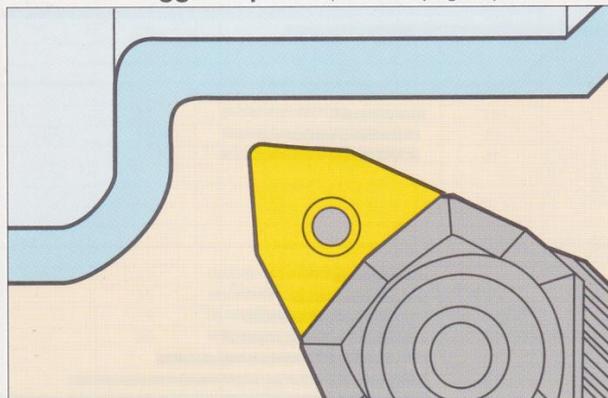
Forma e dimensioni dell'inserto dipendono dal tipo di utensile che si vuole utilizzare (vedere alle pagine precedenti). Successivamente si deve scegliere il raggio di punta, la geometria e la qualità di metallo duro.

Il raggio di punta viene scelto in base alla forma del pezzo da lavorare, alla profondità di taglio e alle condizioni di lavoro.

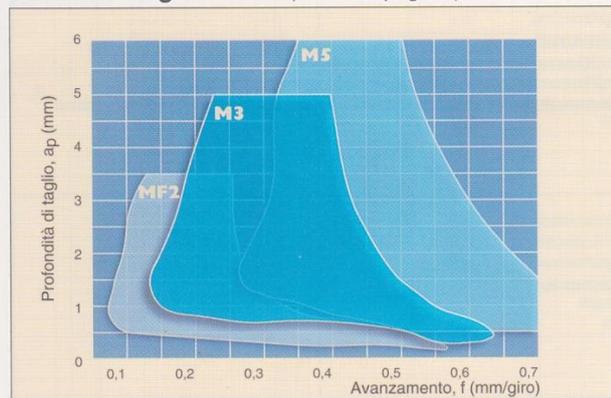
La scelta della geometria e della qualità di metallo duro è facilitata da Secolor. Quest'ultimo è infatti un sistema di scelta che definisce il campo d'impiego delle qualità di metallo duro e delle geometrie attraverso uno schema cromatico.

Tale scelta può comunque essere effettuata anche sulla base delle indicazioni fornite alle pagine seguenti.

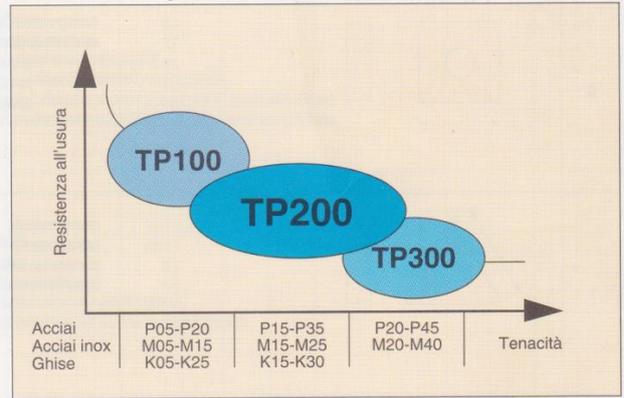
Scelta del raggio di punta (vedere a pag. 23)



Scelta della geometria (vedere a pag. 24)



Scelta della qualità di metallo duro (vedere a pag. 28)



Tornitura – Informazioni tecniche

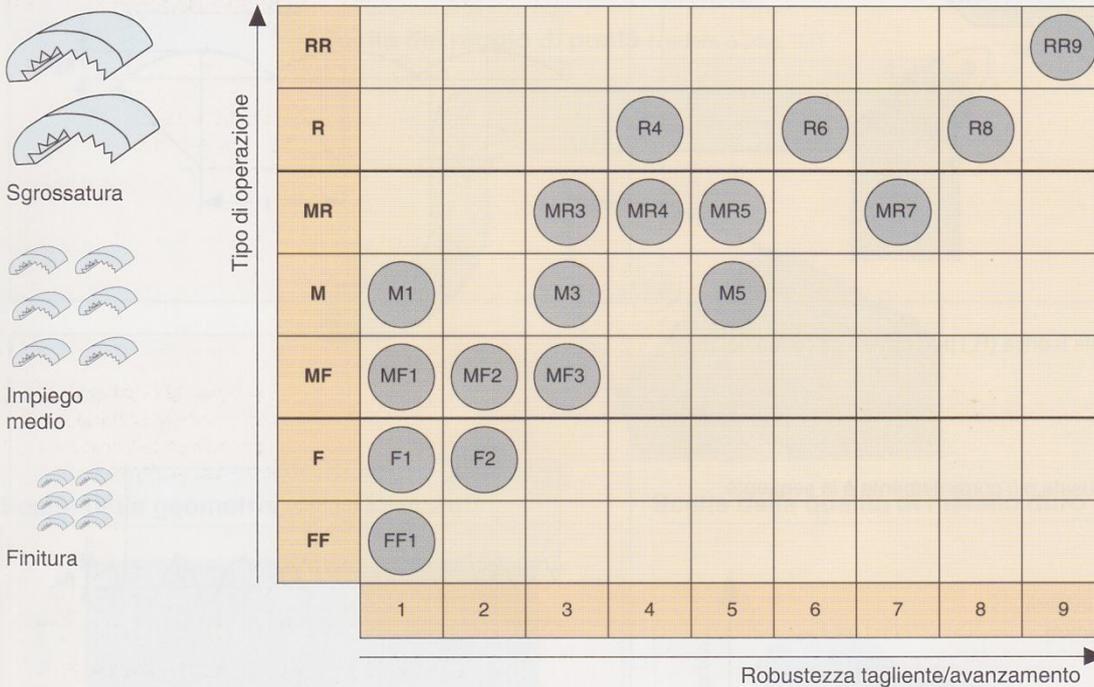


Scelta dell'inserto – geometria

Le geometrie Seco vengono designate da un codice logico, in grado di rivelare il relativo campo d'impiego. Il codice, di tipo alfanumerico, combina lettere e cifre con il seguente significato:

Le lettere indicano il campo d'impiego:
 F (Finishing) = Finitura
 M (Medium roughing) = Impiego medio
 R (Roughing) = Sgrossatura

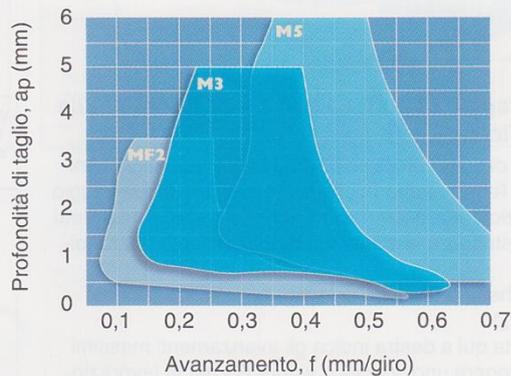
I numeri indicano invece la robustezza del tagliente:
 – un numero elevato sta ad indicare un tagliente molto robusto, adatto per operazioni gravose (taglio interrotto e/o elevati avanzamenti)
 – un numero basso indica che l'inserto è adatto per bassi avanzamenti e/o lavorazioni per cui sono richieste basse forze di taglio.



Tre versatili geometrie

La maggior parte degli impieghi viene coperta dalle tre geometrie Seco (del programma 3x3):

- MF2 per finitura
- M3 per impiego medio
- M5 per sgrossatura



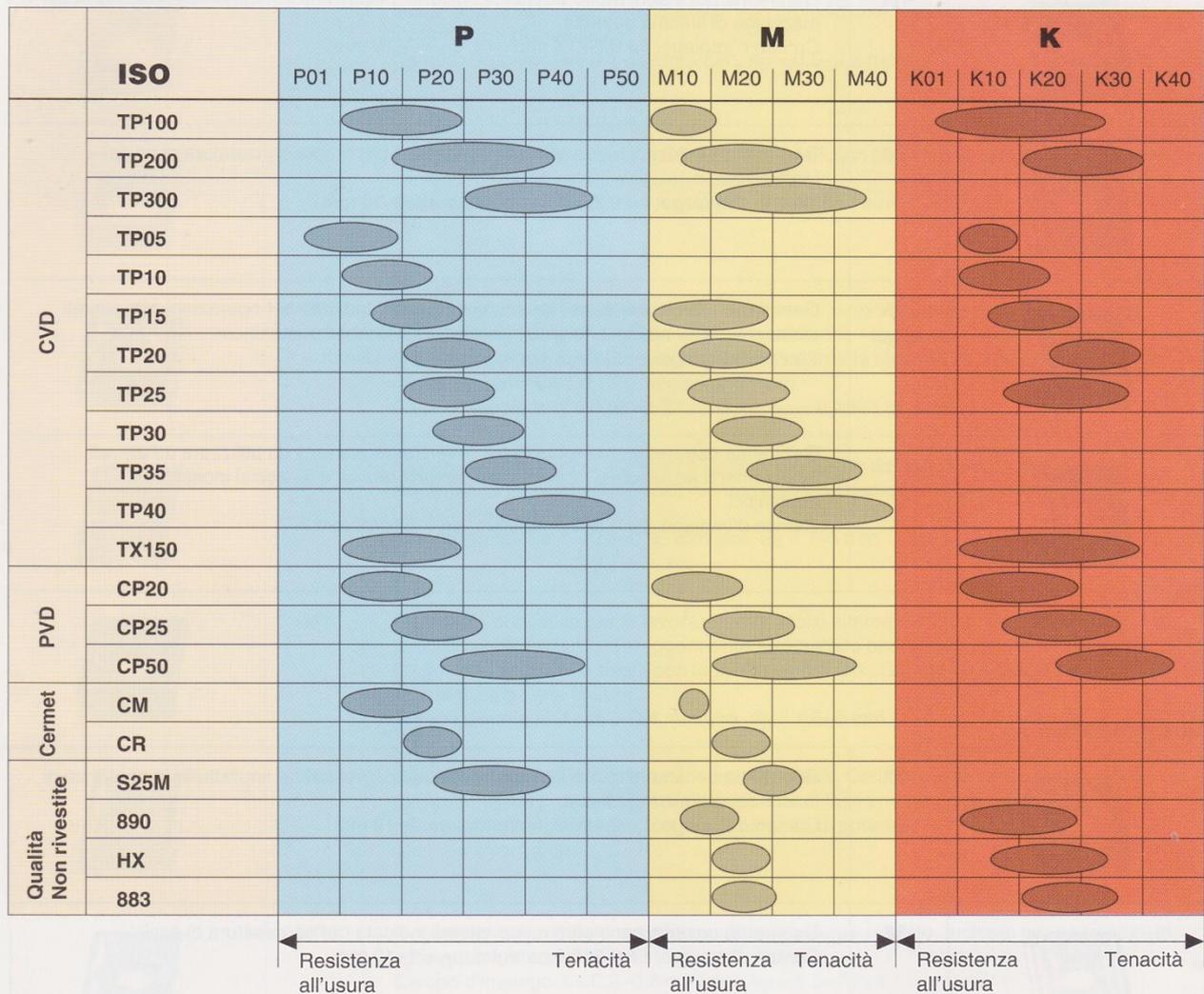
Tornitura – Informazioni tecniche



Scelta dell'inserto – Qualità di metallo duro

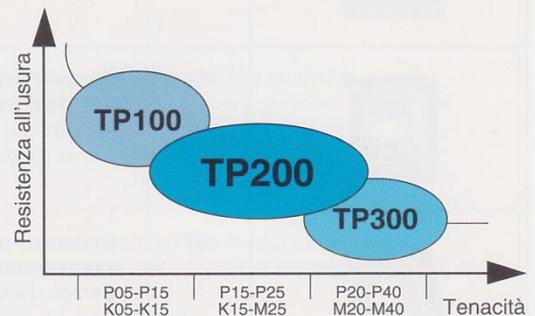
La gamma Seco comprende inserti con rivestimento CVD e PVD, inserti non rivestiti e Cermet: per ulteriori informazioni, vedere a pagina 267. Le designazioni sono state concepite in modo da creare una sequenza logica, come illustrato dal diagramma sottostante. A sinistra, vi sono le qualità che presentano una

maggior resistenza all'usura e una maggior durata. Le qualità a destra presentano una maggior tenacità e di conseguenza riducono il rischio di rottura dell'inserto. Scegliere sempre il miglior compromesso fra elevata resistenza all'usura e tenacità inserto in funzione della lavorazione.



Tre qualità universali

Le qualità TP100, TP200 e TP300 soddisfano la maggior parte delle necessità di lavorazione su acciai, acciai inossidabili e ghise, e vengono quindi sempre consigliate come prima scelta.



Tornitura – Informazioni tecniche



Parametri di tornitura – Velocità di taglio

Con l'aiuto delle tabelle sottostanti si può individuare la velocità di taglio più adatta, v_c (m/min). Vengono fornite tre alternative, in base al valore di avanzamento che si vuole mantenere ($f = 0,2, 0,4$ o $0,6$ mm/giro).

Per la scelta dell'avanzamento, vedere a pagina 23.

Per maggiori dettagli sulla classificazione dei materiali, vedere alle pagine 262–264

Gruppo materiale Seco, n.	Qualità universali rivestite								
	TP100			TP200			TP300		
	Avanzamento, f (mm/giro)			Avanzamento, f (mm/giro)			Avanzamento, f (mm/giro)		
	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
1	500	385	320	445	340	285	365	275	230
2	425	325	270	380	290	240	305	235	195
3	365	275	230	325	245	205	260	200	165
4	300	230	190	265	205	170	215	165	140
5	255	195	160	225	170	145	185	140	115
6	230	175	145	205	155	130	165	125	105
7	100	75	65	90	70	55	75	55	45
8	295	225	185	260	200	165	210	160	135
9	230	175	145	205	155	130	165	125	105
10	–	–	–	150	115	95	120	90	75
11	285	220	185	255	195	165	205	160	130
12	230	175	145	205	155	130	165	125	105
13	200	155	130	180	135	115	145	110	95
14	170	130	110	150	115	95	125	95	80
15	–	–	–	125	95	80	100	80	65

Per maggiori dettagli sulla classificazione dei materiali, vedere alle pagine 262–264

Gruppo materiale Seco, n.	Altre qualità rivestite											
	TP05			TP15			TP20			TP25		
	Avanzamento, f (mm/giro)			Avanzamento, f (mm/giro)			Avanzamento, f (mm/giro)			Avanzamento, f (mm/giro)		
	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
1	–	–	–	420	320	270	405	310	260	420	320	270
2	–	–	–	355	270	230	340	260	220	355	270	225
3	–	–	–	305	230	195	290	225	185	300	230	195
4	–	–	–	250	190	160	240	185	155	250	190	160
5	–	–	–	210	160	135	205	155	130	210	160	135
6	–	–	–	190	145	125	185	140	120	190	145	125
7	–	–	–	85	65	55	80	60	50	85	65	55
8	305	230	195	245	185	155	235	180	150	245	185	155
9	–	–	–	190	145	125	185	140	120	190	145	125
10	–	–	–	–	–	–	135	105	85	140	105	90
11	295	225	190	240	180	155	230	175	145	240	180	150
12	240	180	150	190	145	125	185	140	120	190	145	125
13	210	160	135	170	130	110	165	125	105	170	130	110
14	175	135	110	140	110	90	135	105	90	140	110	90
15	145	110	95	120	90	75	–	–	–	115	90	75

Per maggiori dettagli sulla classificazione dei materiali, vedere alle pagine 262–264

Gruppo materiale Seco, n.	Altre qualità rivestite											
	TP30			TP35			TP40			TX150		
	Avanzamento, f (mm/giro)			Avanzamento, f (mm/giro)			Avanzamento, f (mm/giro)			Avanzamento, f (mm/giro)		
	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6
1	395	305	255	350	265	225	–	–	–	–	–	–
2	335	255	215	295	225	190	–	–	–	–	–	–
3	285	220	185	250	190	160	–	–	–	–	–	–
4	235	180	150	210	160	135	185	140	115	–	–	–
5	200	155	130	175	135	115	155	120	100	–	–	–
6	180	140	115	160	120	100	140	105	90	190	145	125
7	80	60	50	70	55	45	–	–	–	–	–	–
8	230	175	150	205	155	130	180	135	115	–	–	–
9	180	140	115	160	120	100	140	105	90	–	–	–
10	130	100	85	115	90	75	100	80	65	–	–	–
11	225	170	145	200	150	125	175	135	110	240	180	155
12	180	140	115	160	120	100	140	105	90	190	145	125
13	160	120	100	140	105	90	125	95	80	170	130	110
14	135	105	85	120	90	75	105	80	65	140	110	90
15	110	85	70	100	75	65	85	65	55	120	90	75

La velocità di taglio, v_c (m/min) è basata su 20 minuti di contatto.

Tornitura – Utensili esterni

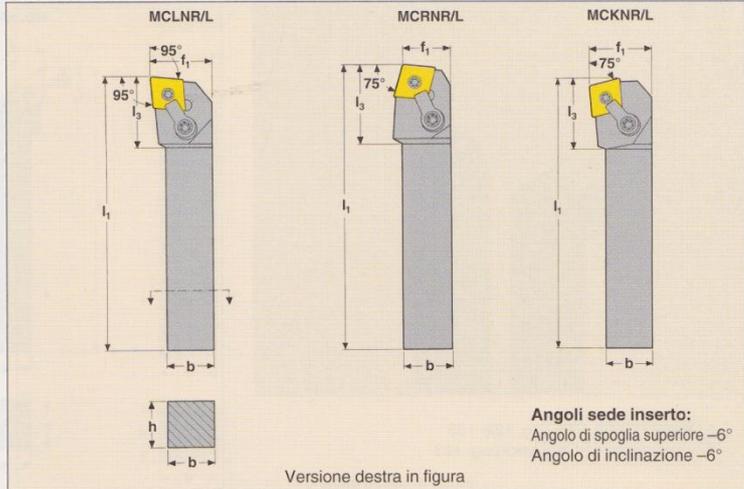


Utensili per inserti CNGA, CNGG, CNMA, CNMG e CNMM

ISO-M



- Gamma inserti, vedi pag. 116–120
- Gamma inserti PCBN, vedi pag. 161



Applicazione	Codici di ordinazione	Dimensioni, mm					Peso Kg	Inserti CN..	
		h	b	l ₁	f ₁	l ₃			
95°	MCLNR/L 2020K12	20	20	125	25	31	0,4	1204..	
	2525M12	25	25	150	32	31	0,7		
	3225P12	32	25	170	32	31	1,1		
	3232P12	32	32	170	40	31	1,3		
	MCLNR/L 2525M16	25	25	150	32	37	0,7		
	3225P16	32	25	170	32	37	1,1		
16	3232P16	32	32	170	40	37	1,3	1606..	
	MCLNR/L 3232P19	32	32	170	40	40	1,4	1906..	
	4040S19	40	40	250	50	40	3,1		
75°	MCRNR/L 2020K12	20	20	125	22	30	0,4	1204..	
	2525M12	25	25	150	27	30	0,7		
	16	MCRNR/L 3225P16	32	25	170	27	39	1,1	1606..
		3232P16	32	32	170	35	39	1,4	
	19	MCRNR/L 3232P19	32	32	170	35	39	1,4	1906..
		12	MCKNR/L 2020K12	20	20	125	25	27	0,4
2525M12	25		25	150	32	27	0,8		
16	MCKNR/L 3225P16	32	25	170	32	32	1,1	1606..	
	19	MCKNR/L 3232P19	32	32	170	40	35	1,4	1906..

Parti di ricambio comprese nella fornitura

Dimensioni utensili	Piastrina di appoggio	Perno/chave	Vite per piastrina di appoggio*	Staffa	Vite per staffa/chave	Tappo*		
2020K12 2525M12 3225P12 3232P12	CSN120412	MN1215	T15-2	CS6313	MC21	LD6025	T15-2	P3
2525M16 3225P16 3232P16	CSN160412	MN1515	T15-2	CS8016	MC12	LD8030	T25-7	P4
3232P19 4040S19	CSN190412	MN1925	T25-7	CS1016	MC12	LD8030	T25-7	P4

Esempio di ordinazione: 1 pz. MCLNR 2020 K12, 20 pz. CNMG 120408-MF2, TP100
Controllare la disponibilità sul listino prezzi in vigore

*Da ordinare separatamente

Tornitura – Utensili interni

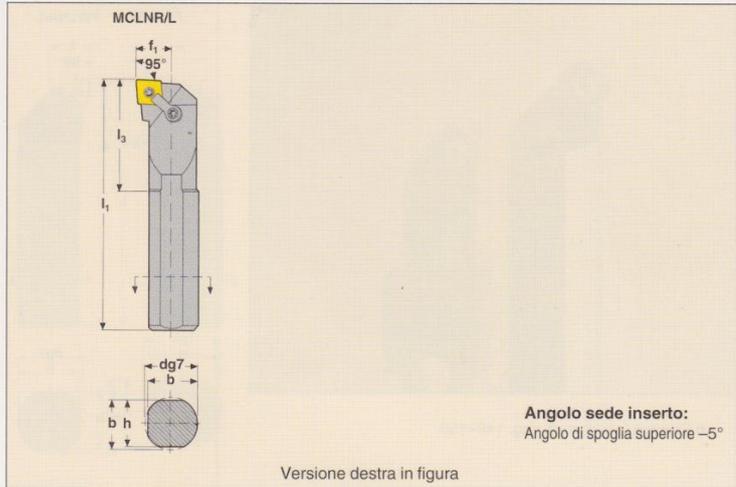


Utensili per inserti CNGA, CNGG, CNMA, CNMG, CNMM e CNMN

ISO-M



- Gamma inserti, vedi pag. 116–120
- Gamma inserti PCBN, vedi pag. 161–162



Applicazione	Codici di ordinazione	Dimensioni, mm						Ø min	Angolo di inclinazione	Peso Kg	Inserti CN..	
		d	b	h	l ₁	l ₃	f ₁					
95°	12	S25S-MCLNR/L 12	25	24	23	250	39	17	32	-14°	1,1	1204..
		S32T-MCLNR/L 12	32	31	30	300	38	22	40	-14°	1,9	
		S40U-MCLNR/L 12	40	38,5	37	350	49	27	50	-14°	2,8	
	16	S50V-MCLNR/L 16	50	48,5	47	400	62	35	63	-14°	5,3	1606..
		19	S50V-MCLNR/L 19	50	48,5	47	400	65	35	63	-14°	5,3

Parti di ricambio comprese nella fornitura

Dimensioni utensili	Piastrina di appoggio	Perno/chave	Vite per piastrina di appoggio*	Staffa	Vite per staffa/chave	Tappo*		
S25S-...12	–	MN1215S	T15-2	–	MC20	LD6020	T15-2	P3
S32T-...12	CSN120412	MN1215R	T15-2	CS6313	MC20	LD6020	T15-2	P3
S40U-...12	–	–	–	–	–	–	–	–
S50V-...16	CSN160412	MN1515	T15-2	CS8016	MC12	LD8030	T25-7	P4
S50V-...19	CSN190412	MN1925	T15-2	CS1016	MC12	LD8030	T25-7	P4

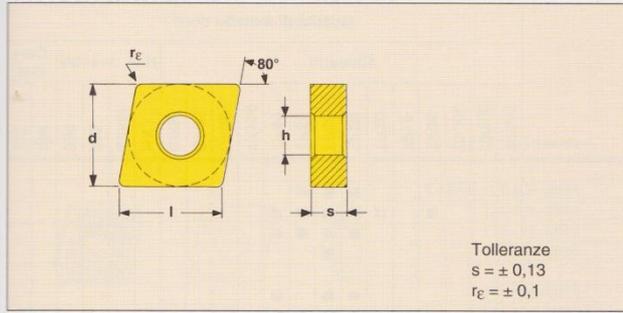
Esempio di ordinazione: 1 pz. S25S-MCLNR 12, 20 pz. CNMG 120408-M3, TP200
 Controllare la disponibilità sul listino prezzi in vigore

*Da ordinare separatamente

Tornitura - Inserti



CNMA, CNMG



Dimensione	Dimensioni, mm				
	d	l	s	h	r _E
09	9,52 ± 0,05	9,7	3,18	3,81	0,4-0,8
12	12,70 ± 0,08	12,9	4,76	5,15	0,4-1,6
16	15,88 ± 0,10	16,1	6,35	6,35	0,8-1,6
19	19,05 ± 0,10	19,3	6,35	7,92	0,8-2,4
25	25,40 ± 0,13	25,8	9,52	9,12	2,4

Inserti	Codici di ordinazione	Qualità di metallo duro																		
		Rivestiti										Non rivestiti		Cermet						
		TP100	TP200	TP300	TP05	TP15	TP20	TP30	TP35	TP40	TX150	CP20	CP25	CP50	HX	S25M	883	890	CM	CR
	CNMA 120404																			
	120408	■			■							■								
	120412	■			■							■								
	120416	■			■							■								
	160608	■			■															
	CNMG 090304					■	■													
	090308					■	■													
	120404					■	■													
	120408					■	■				■						■			
	120412					■	■													
	CNMG 120404-MF1																			■
	120408-MF1	■																		
	CNMG 090304-MF2					■	■													
	090308-MF2					■	■													
	120404-MF2					■	■													■
	120408-MF2					■	■													■
	120412-MF2					■	■													■
						■	■													■

Esempio di ordinazione: 10 pz. CNMA 120408, TP100

■ Verificare l'effettiva disponibilità sul listino prezzi in vigore

Tornitura - Inserti



CNMG

Inserti	Codici di ordinazione	Qualità di metallo duro																			
		Rivestiti										Non rivestiti			Cermet						
		TP100	TP200	TP300	TP05	TP15	TP20	TP25	TP30	TP35	TP40	TX150	CP20	CP25	CP50	HX	S25M	883	890	CM	CR
	CNMG 120404-MF3																				
	120408-MF3				■		■	■	■	■											
	120412-MF3						■	■	■	■											
	120416-MF3								■	■											
	160608-MF3								■	■		■									
	160612-MF3								■	■		■									
	190608-MF3									■											
190612-MF3									■												
	CNMG 120404-M1													■				■			
	120408-M1													■				■			
	120412-M1													■				■			
	160608-M1													■				■			
	160612-M1													■				■			
	190608-M1													■				■			
	190612-M1													■				■			
	CNMG 120404-M3	■	■	■					■	■	■	■							■	■	
	120408-M3	■	■	■					■	■	■	■								■	■
	120412-M3	■	■	■					■	■	■	■								■	■
	120416-M3	■	■	■																	
	160608-M3	■	■	■																	
	160612-M3	■	■	■																	
	160616-M3	■	■	■																	
190608-M3	■	■	■																		
190612-M3	■	■	■																		
190616-M3	■	■	■																		
	CNMG 120404-M4					■	■	■													
	120408-M4					■	■	■													
	120412-M4					■	■	■													
	160608-M4								■												
	160612-M4								■												
	160616-M4								■												
	190612-M4								■												
	CNMG 120404-M5	■	■	■					■	■	■	■	■								
	120408-M5	■	■	■					■	■	■	■	■	■							
	120412-M5	■	■	■					■	■	■	■	■	■							
	120416-M5	■	■	■																	
	160608-M5	■	■	■																	
	160612-M5	■	■	■																	
	160616-M5	■	■	■																	
190608-M5	■	■	■																		
190612-M5	■	■	■																		
190616-M5	■	■	■																		
	CNMG 120408-MR3														■					■	
	120412-MR3														■						■

Esempio di ordinazione: 10 pz. CNMG 120404-MF3, TP30

■ Verificare l'effettiva disponibilità sul listino prezzi in vigore

Tornitura – Utensili interni

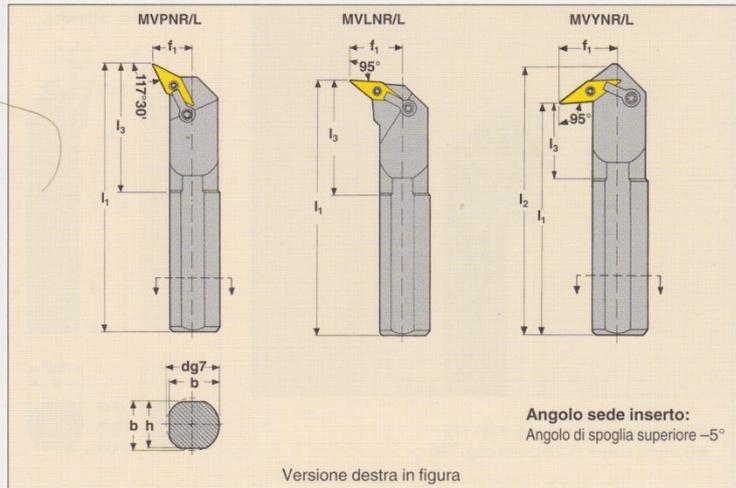


Utensili per inserti VNGA, VNGG, VNGM e VNMG

ISO-M



- Gamma inserti, vedi pag. 146–147
- Gamma inserti PCBN, vedi pag. 170



Applicazione	Codici di ordinazione	Dimensioni, mm							Ø min	Angolo di inclinazione	Peso Kg	Inserti VN..
		d	b	h	l ₁	l ₃	f ₁	l ₂				
<p>117°30'</p>	S32T-MVPNR/L 16	32	31	30	300	44	27	–	46	-12°	1,7	1604..
<p>95°</p>	S32T-MVLNR/L 16	32	31	30	300	40	30	–	48	-12°	1,7	1604..
<p>95°</p>	S32T-MVYNR/L 16	32	31	30	300	16	30	320	48	-12°	1,7	1604..

Parti di ricambio comprese nella fornitura

Dimensioni utensili	Piastrina di appoggio	Perno/chave	Staffa	Vite per staffa/chave		
S32T-...16	VSN160316	MN0909L	T09-2	MC20	LD6021	T09-2

Esempio di ordinazione: 1 pz. S32T-MVPNR 16, 20 pz. VNMG 160408-M3, TP200
 Controllare la disponibilità sul listino prezzi in vigore

Nella tabella 3.4 troviamo la sintesi di tutti gli utensili per tornitura scelti, con relativo inserto, dove viene indicata anche l'applicazione.

Tabella 3.4

UTENSILE	INSERTO
Utensile sinistro per sgrossatura esterna MCLNL 3232 P12	CNMG 120412 M5 TP 200
Utensile sinistro per finitura esterna MCLNL 3232 P12	CNMG 120412 MF2 TP 100
Utensile destro per sgrossatura esterna MCLNR 3232 P12	CNMG 120412 M5 TP 200
Utensile destro per finitura esterna MCLNR 3232 P12	CNMG 120404 MF2 TP 100
Utensile destro per sgrossatura interna S40U MCLNR 12	CNMG 120412 M5 TP 200
Utensile destro per finitura interna S40U MCLNR 12	CNMG 120404 MF2 TP 100
Utensile destro per realizzazione gola interna S32T MVPNR 16	VNMG 160404 M3 TP 200

3.7.3 Utensili per foratura

Nella scelta delle punte, necessarie per le varie operazioni di foratura, intervengono fortemente i valori degli angoli φ e η . Questi angoli vengono scelti dal risultato di un complesso compromesso tra varie esigenze, tra cui:

- assicurare una componente di spinta contraria alla direzione di avanzamento per l'evacuazione dei trucioli;
- garantire un valore dell'angolo di spoglia superiore per ogni tagliente adatto al materiale lavorato;
- conferire alla parte terminale della punta o degli inserti una resistenza meccanica adatta al materiale lavorato;
- permettere ai trucioli di fuoriuscire secondo un elicoide in modo che la resistenza di attrito dei trucioli sulle pareti del foro sia minima.

Gli utensili necessari per le varie forature sono stati scelti dal catalogo dell'azienda WNT.

- Per la foratura e successiva allargatura della $\textcircled{5}$ sono previste delle punte ad inserti della gamma POLY-DRILL. Nella pagina seguente è riportata una scheda che illustra le caratteristiche generali di questa gamma di punte.



SUGGERIMENTI PRATICI
DAL VOSTRO
TECNICO **WNT**

Inserti universali di foratura

POLY-DRILL

Caratteristiche

Inserti trigoni rivestiti di alta qualità con geometrie collaudate

Speciale disposizione degli inserti per un'ottima bilanciatura delle forze di taglio

Geometria specifica dei vani truciolo per una sicura evacuazione

Formatrucioli elicoidali, uscita del refrigerante diretta nella zona di taglio

Caratteristiche

Alte velocità di taglio e avanzamenti, basse forze di taglio, eccellente controllo truciolo

Foratura senza deviazione dell'asse della punta, grandi profondità di foratura mantenendo la qualità e la concentricità dei fori

Massima stabilità, ottima rettilineità, lavorazione silenziosa

Bassa flessione, ridotte forze di taglio, ottima evacuazione trucioli
profondità di foratura fino a 4 x D



L'utensile adatto per la vostra applicazione

POLY-DRILL

- Impiego universale
- Macchine meno stabili
- Macchine con bassa potenza



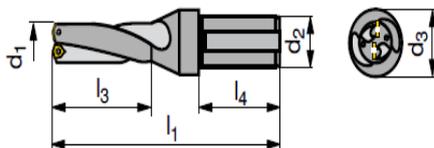
Impiego universale



Punta ad inserti 2 x Ø

POLY-DRILL

- La fornitura comprende: punta ad inserti e viti di fissaggio



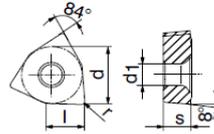
Denominazione	d ₁ mm	d ₃ mm	d ₂ mm	l ₁ mm	l ₃ mm	l ₄ mm	Inserto	destro	
								PG	2B
								Codice	EUR
2D.140.R.02	14,0	32	25	114	30	54	WCGT / XOMT 020204	10 800 ...	140
2D.145.R.02	14,5	32	25	115	31	54	WCGT / XOMT 020204	227,60	145
2D.150.R.02	15,0	32	25	116	32	54	WCGT / XOMT 020204	227,60	150
2D.155.R.02	15,5	32	25	117	33	54	WCGT / XOMT 020204	227,60	155
2D.160.R.02	16,0	32	25	118	34	54	WCGT / XOMT 020204	227,60	160
2D.165.R.02	16,5	32	25	119	35	54	WCGT / XOMT 020204	227,60	165
2D.170.R.02	17,0	32	25	120	36	54	WCGT / XOMT 020204	227,60	170
2D.175.R.02	17,5	32	25	121	37	54	WCGT / XOMT 020204	227,60	175
2D.180.R.03	18,0	32	25	122	38	54	WCGT / XOMT 030204	227,60	180
2D.190.R.03	19,0	32	25	124	40	54	WCGT / XOMT 030204	239,60	190
2D.200.R.03	20,0	32	25	126	42	54	WCGT / XOMT 030204	239,60	200
2D.210.R.03	21,0	32	25	128	44	54	WCGT / XOMT 030204	239,60	210
2D.220.R.03	22,0	32	25	130	46	54	WCGT / XOMT 030204	239,60	220
2D.230.R.03	23,0	32	25	132	48	54	WCGT / XOMT 030204	247,90	230
2D.240.R.05	24,0	32	25	134	50	54	WCGT / XOMT 050304	262,40	240
2D.250.R.05	25,0	32	25	136	52	54	WCGT / XOMT 050304	262,40	250
2D.260.R.05	26,0	32	25	138	54	54	WCGT / XOMT 050304	262,40	260
2D.270.R.05	27,0	32	25	140	56	54	WCGT / XOMT 050304	262,40	270
2D.280.R.05	28,0	32	25	142	58	54	WCGT / XOMT 050304	262,40	280
2D.290.R.05	29,0	32	25	144	60	54	WCGT / XOMT 050304	262,40	290
2D.300.R.06	30,0	49	32	150	62	58	WCGT / XOMT 060304	279,30	300
2D.310.R.06	31,0	49	32	152	64	58	WCGT / XOMT 060304	279,30	310
2D.320.R.06	32,0	49	32	154	66	58	WCGT / XOMT 060304	279,30	320
2D.340.R.06	34,0	49	32	158	70	58	WCGT / XOMT 060304	279,30	340
2D.350.R.06	35,0	49	32	160	72	58	WCGT / XOMT 060304	296,10	350
2D.360.R.06	36,0	49	32	162	74	58	WCGT / XOMT 060304	328,60	360
2D.370.R.06	37,0	49	32	164	76	58	WCGT / XOMT 060304	328,60	370
2D.380.R.07	38,0	49	32	166	78	58	WCGT / XOMT 07T304	328,60	380
2D.390.R.07	39,0	49	32	168	80	58	WCGT / XOMT 07T304	328,60	390
2D.400.R.07	40,0	49	32	170	82	58	WCGT / XOMT 07T304	328,60	400
2D.420.R.07	42,0	49	32	174	86	58	WCGT / XOMT 07T304	328,60	420
2D.440.R.07	44,0	49	32	178	90	58	WCGT / XOMT 07T304	351,50	440
2D.460.R.07	46,0	59	40	197	94	68	WCGT / XOMT 07T304	351,50	460
2D.480.R.07	48,0	59	40	197	94	68	WCGT / XOMT 07T304	364,70	480
2D.500.R.07	50,0	59	40	205	102	68	WCGT / XOMT 07T304	364,70	500
2D.530.R.07	53,0	59	40	211	108	68	WCGT / XOMT 07T304	364,70	530



Inserti per punte ad inserti XOMT / WCGT / WCGT-29

WCGT / XOMT

Denominazione	l mm	d mm	s mm	d ₁ mm
XOMT 0202..	3,37	5,5	2,3	2,25
WCGT 0202..	3,37	5,5	2,3	2,25
XOMT 0302..	3,97	6,0	2,5	2,50
WCGT 0302..	3,97	6,0	2,5	2,50
WCGT 0503..	5,29	8,0	3,0	2,80
XOMT 0503..	5,29	8,0	3,0	2,80
WCGT 0603..	6,62	10,0	3,0	4,00
XOMT 0603..	6,62	10,0	3,0	4,00
WCGT 07T3..	7,94	12,0	3,8	4,40
XOMT 07T3..	7,94	12,0	3,8	4,40



XOMT/WCGT



ISO	r mm	CWX 26		CWN 40		CWP 40		-29 CWX 25		-29 CWN 1435		CWK 16	
		XOMT		XOMT		XOMT		WCGT		WCGT		WCGT	
		PG	1A										
		Codice 10 814 ...		Codice 10 814 ...		Codice 10 814 ...		Codice 10 815 ...		Codice 10 815 ...		Codice 10 812 ...	
		EUR		EUR		EUR		EUR		EUR		EUR	
020204SN	0,4	11,28	198	10,87	398			15,84	198				
030204FN	0,4											13,35	600
030204SN	0,4	11,28	200	10,87	400			15,84	200	15,84	450		
050304FN	0,4											13,87	602
050304SN	0,4	11,59	202	11,28	402	9,46	502	16,25	202	17,08	452		
060304FN	0,4											13,97	604
060304SN	0,4	12,32	204	12,01	404			17,60	204	18,42	454		
07T304FN	0,4											15,84	606
07T304SN	0,4	13,14	206	12,63	406	10,76	506	18,53	206	19,46	456		
Acciaio		•		•		•		•		•		•	
Acciaio inossidabile				•		•		•		•		•	
Ghisa		•						•		•			
Metalli non ferrosi				•								•	
Leghe resistenti al calore												•	
Materiali duri												•	

Vc vedi pag.(g). 27

Per portautensili vedere pagg. 12-14

Guida per la selezione dell'inserto

Lavorazione di acciaio



Lavorazione di acciaio inossidabile



Lavorazione di ghisa



Inserto esterno grado CWX 26 / CWX25
Inserto interno grado CWN 40 / CWN1435

Inserto esterno ed inserto interno, entrambi
dello stesso grado CWN 40 / CWN 1435

Inserto esterno ed inserto interno, entrambi
dello stesso grado CWX 26 / CWX 25

- Per le forature fuori asse, le $\textcircled{15}$, è stata prevista una punta elicoidale in esecuzione N. Di seguito è riportata la scheda tecnica della punta.

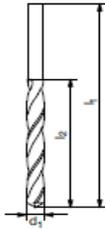


Punte - foratura HSS

Punta elicoidale DIN 1897, extracorta

- Con codolo cilindrico

$\leq 3xD$



d _{1 ha} mm	d ₂ pollici	l ₁ mm	l ₂ mm	PG		T2		Codice	EUR	T2	Codice	EUR	T2	Codice	EUR	T2	Codice	EUR	T2	Codice	EUR	T2	Codice	EUR
				10 107 ...	10 105 ...	10 130 ...	10 106 ...																	
9,30		84	40,0	13,30	093	8,24	093	8,79	093	11,10	093	30,50	093	21,70	09300	17,00	093							
9,40		84	40,0	18,00	094	8,37	094	11,10	094	30,60	094	22,00	09400	17,00	094									
9,50		84	40,0	12,90	095	7,03	095	8,87	095	10,50	095	24,90	09500	14,00	095									
9,60		89	43,0	18,90	096	8,83	096	16,70	096	30,70	096	22,00	09600	17,60	096									
9,65		89	43,0									25,10	09650											
9,70		89	43,0	18,30	097	8,96	097	16,70	097	30,70	097	22,30	09700	17,60	097									
9,75		89	43,0									25,10	09750											
9,80		89	43,0	15,50	098	9,45	098	9,73	098	17,00	098	31,00	09800	18,90	098									
9,90		89	43,0	19,60	099	9,45	099	17,50	099	31,00	099	22,90	09900	18,90	099									
10,00		89	43,0	12,70	100	5,07	100	10,10	100	9,39	100	24,00	10000	13,10	100									
10,05		89	43,0									29,70	10050											
10,10		89	43,0	18,90	101	10,30	101	10,10	102	16,70	102	35,50	10200	18,30	102									
10,20		89	43,0	16,10	102	8,96	102					17,50	10200											
10,25		89	43,0									26,80	10250											
10,30		89	43,0	17,50	103	11,00	103					28,40	10300											
10,40		89	43,0	20,50	104	11,60	104					33,50	10400											
10,50		89	43,0	15,40	105	9,45	105	10,90	105	13,90	105	35,50	10500	17,40	105									
10,60		95	47,0			14,00	106					33,70	10600											
10,70		95	47,0			14,40	107					33,70	10700											
10,75		95	47,0									29,30	10750											
10,80		95	47,0			14,80	108			18,50	108	58,00	10800	39,20	108									
10,90		95	47,0			14,80	109					33,50	10900											
11,00		95	47,0	18,80	110	9,45	110	11,20	110	16,50	110	34,60	11000	17,40	110									
11,10		95	47,0			14,80	111					38,00	11100											
11,11	7/16	95	47,0	20,00	111							39,80	11200											
11,20		95	47,0			15,60	112					42,10	11300											
11,30		95	47,0			15,80	113					42,40	11400											
11,40		95	47,0			15,80	114					23,30	11500	18,50	115									
11,50		95	47,0	19,70	115	9,88	115	12,90	115	21,40	115	36,20	11500											
11,60		95	47,0			15,80	116					42,40	11700											
11,70		95	47,0			15,80	117	13,90	117			46,10	11750											
11,75		95	47,0									42,40	11800											
11,80		95	47,0			16,30	118	26,70	118	43,10	118	42,40	11800	22,00	118									
11,90		102	51,0			16,50	119					27,50	12000	21,40	120									
12,00		102	51,0	19,20	120	12,10	120	14,00	120	21,40	120	41,30	12000											
12,10		102	51,0			16,90	121					42,10	12100											
12,20		102	51,0			16,90	122					42,40	12200											
12,25		102	51,0									46,80	12250											
12,30		102	51,0	32,00	123	17,10	123	26,70	123	48,30	123	32,60	12300	32,90	123									
12,40		102	51,0			17,10	124					42,40	12400											
12,50		102	51,0	20,90	125	12,60	125	21,80	125	43,40	125	28,10	12500	22,00	125									
12,60		102	51,0			17,40	126					28,90	12600											
12,70		102	51,0	26,50	127	16,70	127					28,90	12700											
12,80		102	51,0			18,10	128	32,80	128	60,90	128	42,80	12800	41,60	128									

Acciaio	●	●	○	●	●	●
Acciaio inossidabile	●	●	○	○	○	○
Ghisa	●	●	●	●	○	○
Metalli non ferrosi	●	○	○	●	○	○
Leghe resistenti al calore	○	○	○	○	○	○



Scheda materiali

Indice	Materiale	Resistenza (N/mm² - HB - HRc)	Numero materiale	Denominazione materiale	Numero materiale	Denominazione materiale	Numero materiale	Denominazione materiale	
A	1.1	Acciaio da costruzione generale	< 800 N/mm²	1.0037	St37-2	1.0570	St52-3	1.0060	St60-2
	1.2	Acciaio automatico	< 800 N/mm²	1.0718	9SMnPb28	1.0727	45S20	1.0757	46SPb2
	1.3	Acciaio da cementazione non legato	< 800 N/mm²	1.0401	C15	1.0481	17Mn4	1.1141	C15E (CK15)
	1.4	Acciaio da cementazione legato	< 1000 N/mm²	1.7331	16MnCr5 (EC80)	1.7015	13Cr3 (EC60)	1.5919	15CrNi6
	1.5	Acciaio bonificato non legato	< 850 N/mm²	1.0503	C45	1.1191	Ck45	1.0535	C55
	1.6	Acciaio bonificato non legato	< 1000 N/mm²	1.0601	C60	1.1221	Ck60	1.0540	C50
	1.7	Acciaio bonificato legato	< 800 N/mm²	1.5131	50MnSi4	1.7030	28Cr4	1.7225	42CrMo4
	1.8	Acciaio bonificato legato	< 1300 N/mm²	1.5755	31NiCr14	1.7033	34Cr4	1.3565	48CrMo4
	1.9	Acciaio fuso	< 850 N/mm²	0.9650	G-X260Cr27	1.6750	GS-20NiCrMo3 7	1.6582	GS-34 CrNiMo 6
	1.10	Acciaio da nitrurazione	< 1000 N/mm²	1.8504	34CrAl6	1.8507	34AlMo5	1.8509	41CrAlMo7
	1.11	Acciaio da nitrurazione	< 1200 N/mm²	1.8515	31CrMo12	1.8523	39CrMoV19 3	1.8550	34 CrAlNi 7
	1.12	Acciaio per cuscinetti	< 1200 N/mm²	1.3505	100Cr6 (W3)	1.3543	X192CrMo17	1.3520	100 CrMn 6 (W4)
	1.13	Acciaio da molla	< 1200 N/mm²	1.5026	55Si7	1.7176	55Cr3	1.7701	51CrMoV4
	1.14	Acciaio rapido	< 1300 N/mm²	1.3344	S 6-5-3	1.3255	S 18-1-2-5	1.3294	PMHS6-5-3-8; ASP30
	1.15	Acciaio per utensili (lavorazione a freddo)	< 1300 N/mm²	1.2312	40CrMnMoS8 6	1.2379	X155CrVMo12 1	1.2316	X28CrMo16; RAMAX
	1.16	Acciaio per utensili (lavorazione a caldo)	< 1300 N/mm²	1.2343	X38CrMoV 5 1	1.2767	X45NiCrMo4	1.2842	90MnCrV8
R	2.1	Acciaio e acciaio fuso inossidabile sulfurato	< 850 N/mm²	1.4305	X8CrNiS18 9	1.4105	X4CrMoS18	1.4107	GX8CrNi12
	2.2	Acciaio inossidabile ferritico	< 750 N/mm²	1.4510	X3CrTi17	1.4528	X105CrCoMo18 2	1.4016	X6Cr17
	2.3	Acciaio inossidabile martensitico	< 900 N/mm²	1.4034	X46Cr13	1.4116	X50CrMoV15	1.4106	X2CrNiMoSi18-2-1
	2.4	Acciaio inossidabile, ferritico / martensitico	< 1100 N/mm²	1.4313	X3CrNi13-4	1.4028	X30Cr13	1.4104	X14CrMoS17
	2.5	Acciaio inossidabile, austenitico / ferritico	< 850 N/mm²	1.4460	X8CrNiMo27 5	1.4821	X20CrNiSi25 4	1.4462	X2CrNiMoN22-5-3 (Duplex)
	2.6	Acciaio inossidabile austenitico	< 750 N/mm²	1.4301	X5CrNi18-10	1.4571	X6CrNiMoTi17 12 2	1.4449	X3CrNiMo18-12-3
	2.7	Resistente al calore	< 1100 N/mm²	1.4747	X80CrNiSi20	1.4876	X10NiCrAlTi32-21	1.4825	GX25CrNiSi18-9
F	3.1	Ghisa grigia con grafite lamellare	100-350 N/mm²	0.6010	GG10	0.6025	GG25		
	3.2	Ghisa grigia con grafite lamellare	300-1000 N/mm²	0.6030	GG30	0.6045	GG45		
	3.3	Ghisa sferoidale	300-500 N/mm²	0.7040	GGG40	0.7050	GGG50		
	3.4	Ghisa sferoidale	550-800 N/mm²	0.7060	GGG60	0.7080	GGG80		
	3.5	Ghisa temprata bianca	350-450 N/mm²	0.8035	GTW35	0.8045	GTW45		
	3.6	Ghisa temprata bianca	500-650 N/mm²	0.8055	GTW55	0.8065	GTW65		
	3.7	Ghisa temprata nera	350-450 N/mm²	0.8135	GTS35	0.8145	GTS45		
	3.8	Ghisa temprata nera	500-700 N/mm²	0.8155	GTS55	0.8170	GTS70		
N	4.1	Alluminio (non legato, a basso legante)	< 350 N/mm²	3.0255	Al99,5	3.3308	Al99,9Mg0,5	3.0256	E-Al H
	4.2	Leghe di alluminio < 0,5% Si	< 500 N/mm²	3.0515	AlMn1	3.1355	AlCuMg2	3.3315	AlMg1
	4.3	Leghe di alluminio 0,5 - 10% Si	< 400 N/mm²	3.2152	GD-AlSi6Cu4	3.2373	GD-AlSi9Mg	3.2134	GD-AlSi5Cu1Mg
	4.4	Leghe di alluminio 10-15% Si	< 400 N/mm²	3.2381	G-AlSi10Mg	3.5562	G-MgAl6	3.2525	S-AlSi12
	4.5	Leghe di alluminio > 15% Si	< 400 N/mm²		G-AlSi17Cu4		G-AlSi25CuNiMg		G-AlSi21CuNiMg
	4.6	Rame (non legato, a basso legante)	< 350 N/mm²	2.0060	E-Cu57	2.0090	SF-Cu	2.1522	CuSi2Mn
	4.7	Leghe di rame fuso	< 700 N/mm²	2.0240	CuZn15	2.0265	CuZn30	2.0321	CuZn37
	4.8	Leghe speciali di rame	< 200 HB	2.0916	CuAl5	2.1525	CuSi3Mn		Ampco 8-16
	4.9	Leghe speciali di rame	< 300 HB	2.0978	CuAl11Ni6Fe5				Ampco18-26
	4.10	Leghe speciali di rame	> 300 HB	2.1247	CuBe2F125				Ampco M-4
	4.11	Ottone a truciolo corto, bronzo, bronzo per getti	< 600 N/mm²	2.0360	CuZn40 (Ms60)	2.0380	CuZn39Pb2 (Ms58)	2.0410	CuZn44Pb2
	4.12	Ottone a truciolo lungo	< 600 N/mm²	2.0335	CuZn36 (Ms63)	2.1293	CuCrZr	2.1080	CuSn6Zn6
	4.13	Materiali termoplastici			Delrin, Hostalen		Makrolon, Novodur		Vetro acrilico
	4.14	Duroplasti			Ferrozell, Bakelit		Pertinax		Resopal
	4.15	Plastica con fibra rinforzata			GFK*		CFK**		AFK***
	4.16	Magnesio e leghe di magnesio	< 850 N/mm²	3.5200	M2, MgMn2	3.5612	MgAl6Zn1	3.5812	MgAl8Zn1
	4.17	Grafite			C8000, R8500X		R8650		Technograph15
	4.18	Tungsteno e leghe di tungsteno			W-NiFe (Densimet W)		W-Cu80/20		W93NiFe (DENAL)
	4.19	Molibdeno e leghe di molibdeno			Mo 2, Mo-50Re		TZC, TZM		MHC, ODS
S	5.1	Nickel puro		1.3911	RNi24	1.3927	RNi8	1.3926	RNi12
	5.2	Leghe di nickel		1.3912	Ni36 (Invar)	1.3924	Ni54	1.3921	Ni49
	5.3	Leghe di nickel	< 850 N/mm²	2.4360	S-NiCu 30 Fe		NiCu 30 Fe		Monel 400
	5.4	Leghe di nickel e cromo		2.4886	SG-NiMo16Cr16W	2.4610	NiMo16Cr16Ti		Hastelloy C-276
	5.5	Leghe di nickel e cobalto	< 1300 N/mm²	2.4632	NiCr20Co18Ti	2.4631	NiCr20TiAl		Nimonic 80
	5.6	Leghe di nickel e cobalto	< 1300 N/mm²	2.4634	NiCo20Cr15, MoAlTi	2.4654	NiCr19Co14Mo4Ti		Waspaloy
	5.7	Leghe resistenti al calore	< 1300 N/mm²		Hardox 400	1.4939	X12CrNiMo12	1.4980	X6NiCrTiMoVB25-15-2
	5.8	Leghe di nickel, cromo e cobalto	< 1400 N/mm²	2.4806	SG-NiCr20Nb, Inconel 82	2.4851	NiCr23Fe, Inconel 601	2.4667	SG-NiCr19NbMoTi
	5.9	Titanio puro	< 900 N/mm²	3.7025	Ti99,8	3.7034	Ti99,7	3.7064	Ti99,5
	5.10	Leghe di titanio	< 700 N/mm²	3.7114	TiAl5Sn2	3.7174	TiAl6V6Sn2	3.7124	TiCu2
	5.11	Leghe di titanio	< 1200 N/mm²	3.7164	TiAl5V4	3.7144	TiAl6Sn2Zr4Mo2	3.7154	TiAl6Zr5
H	6.1		< 45 HRc						
	6.2		46-55HRc						
	6.3	Acciaio temprato	56-60 HRc						
	6.4		61-65 HRc						
	6.5		65-70 HRc						
				*rinforzato con fibre di vetro		**rinforzato con fibre di carbonio		***rinforzato con fibre di aramide	



Dati di taglio per la foratura

Indice	Profondità di foratura 3 x D															
	Tipo VX-TiN 10 122 ...		Tipo UNI-TiN 10 107 ...		Tipo N 10 105 ...		Tipo VA 10 130 ...		Tipo WNX 10 106 ...		Tipo WNX-TiN 10 120 ...		Tipo WT 10 109 ...		Tipo WT-TiN 10 110 ...	
	V _c (m/min.)	F	V _c (m/min.)	F	V _c (m/min.)	F	V _c (m/min.)	F	V _c (m/min.)	F	V _c (m/min.)	F	V _c (m/min.)	F	V _c (m/min.)	F
1.1	42-48	5-6	42-48	5-6	26-34	5-6			28-36	5-6	32-40	5-6	25-30	5	35-45	5
1.2	42-54	6	42-54	6	26-34	5-6			28-42	5-6	40-45	6-7	25-30	5	35-45	5
1.3	42	6	42	6	34	6			36	6	40	6	35	4	40	4
1.4	16-22	3-4	16-22	3-4			18-32	3-4	15-18	3-4	18-22	3-4	14-18	3-4	18-22	3-4
1.5	36-45	6	36-45	6	34	5			36	5	40-42	5-6	30	5	32	5
1.6	26	5	26	5	16	5			28	5	28	4	22	4	24	4
1.7	20	4	20	4					18	4	25	4	20	4	22	4
1.8	18	3	18	3					15	3	20	3	16	3	18	3
1.9	20	4	20	4					18	4	20	4	16	3	18	3
1.10	20	4	20	4			20	4	18	4	20	4	16	4	18	4
1.11	15	3	15	3			15	3	13	4	15	3	12	3	24	3
1.12	20	4	20	4	16	4			18	4	22	4	20	4	22	4
1.13			16	2			12	2	13	2	15	3	10	2	11	2
1.14	14	3	14	3					13	3	15	3	12	3	13	3
1.15	15-20	3-4	15-20	3-4	12-16	3-4			13-18	3-4	15-20	3-4	12-20	3-4	14-22	3-4
1.16	15-20	3-4	15-20	3-4	12-16	3-4			13-18	3-4	15-20	3-4	12-20	3-4	14-22	3-4
2.1	20	4	20	4			16	4	13	4	15	4	16	4	18	4
2.2	18	4	18	4			15	4	11	4	13	4	14	4	15	4
2.3	16	4	16	4			14	3	12	4	14	4	15	3	17	3
2.4	18	4	18	4					11	4	13	4	14	3	15	3
2.5	15	3	15	3			13	3	10	3	12	3	13	3	15	3
2.6	14	3	14	3			12	3	9	3	11	3	12	3	14	3
2.7	12	3	12	3					8	3	10	3	11	3	13	3
3.1	48	6	48	6	34	6			36	6	50	6	40	6	45	6
3.2	42	6	42	6	26	6			28	6	40	6	30	6	35	6
3.3	42	6	42	6	30	6			32	6	45	6	36	6	42	6
3.4	30	6	30	6	21	6			23	6	32	6	28	6	34	6
3.5	42	6	42	6	26	6	45	6	28	6	40	6	30	6	36	6
3.6	35	6	35	6	23	6	32	6	25	6	38	6	28	6	34	6
3.7	32	6	32	6	22	6			24	6	35	6	26	6	30	6
3.8	30	6	30	6	21	6			23	6	28	6	24	6	28	6
4.1	70	7	70	7			80	7	90	7						
4.2	70	7	70	7			80	7	90	7						
4.3	85	7	85	7			75	7	70	7						
4.4	70	7	70	7			60	6	55	6						
4.5	70	6	70	6			60	6	55	6						
4.6	32	5	32	5			40	5	36	5	34	5				
4.7	40	5	40	5			38	4	32	4	35	4	38	5	40	5
4.8	50	5	50	5			48	4	36	4	42	4	38	4	40	4
4.9	45	5	45	5			43	4	35	4	38	4	25	4	32	4
4.10	40	5	40	5			37	4	32	4	35	4				
4.11	63	5	63	5	36-40	4										
4.12	40	5	40	5			50	5	45	5	60	5				
4.13	15	4	15	4					18	4						
4.14	25	4	25	4	20	4	20	4	25	4	28	4	20	4	25	4
4.15																
4.16	70	6	70	6					90	6						
4.17																
4.18	14	3	14	3												
4.19	18	4	18	4												
5.1	8	2	8	2												
5.2	10	2	10	2												
5.3	8	1	8	1								7	1	8	1	
5.4	8	1	8	1								7	1	8	1	
5.5	8	2	8	1								7	1	8	1	
5.6	8	2	10	2								8	2	10	2	
5.7	10	2	8	1			7	2	8	2	10	2				
5.8	8	1	8	2												
5.9	8	1	8	1								12	2	15	2	
5.10	12	2	12	2			12	2				12	2	15	2	
5.11	8	2	8	2			8	2				8	2	10	2	
6.1	8	1	8	1					8	1-2	9	1-2	5	2	8	2
6.2															5	1
6.3																
6.4																
6.5																



Valori di avanzamento per punte elicoidali HSS

Fattore F	Avanzamento f (mm/g.) con diametro punta (mm)															
	Ø 0,5	Ø 1	Ø 2	Ø 3	Ø 4	Ø 5	Ø 6	Ø 8	Ø 10	Ø 12	Ø 14	Ø 16	Ø 18	Ø 20	Ø 26	Ø 30
1	0,004	0,006	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,08	0,08	0,09	0,1	0,12	0,15	0,18	0,19
2	0,006	0,008	0,02	0,03	0,05	0,05	0,05	0,08	0,1	0,1	0,1	0,12	0,12	0,2	0,2	0,2
3	0,007	0,012	0,03	0,05	0,06	0,069	0,08	0,1	0,12	0,13	0,13	0,16	0,16	0,25	0,25	0,25
4	0,008	0,014	0,04	0,06	0,08	0,09	0,1	0,14	0,16	0,16	0,16	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
5	0,01	0,016	0,06	0,08	0,1	0,12	0,13	0,16	0,2	0,2	0,22	0,25	0,25	0,4	0,4	0,4
6	0,012	0,018	0,06	0,1	0,12	0,14	0,16	0,2	0,25	0,25	0,25	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5
7	0,014	0,02	0,08	0,13	0,16	0,18	0,2	0,25	0,35	0,35	0,35	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6
8	0,016	0,023	0,1	0,16	0,2	0,2	0,25	0,35	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
9	0,019	0,025	0,13	0,17	0,2	0,23	0,32	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,9	0,9

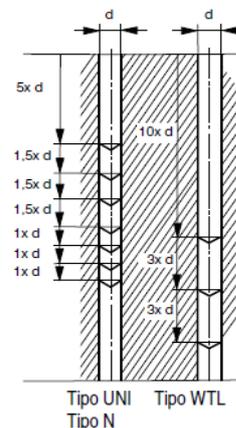
I valori indicati rappresentano dati di taglio possibili che vanno adeguati a seconda delle condizioni esterne.

Numeri di giri <> tabella dei dati di taglio

Vc m/min	Diametro punta in mm																
	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	25,0	31,5	40,0	50,0	63,0	80,0
80	12500	10000	8000	6300	5000	4000	3200	2500	2000	1600	1250	1000	800	630	500	400	320
63	10000	8000	6300	5000	4000	3200	2500	2000	1600	1250	1000	800	630	500	400	320	250
50	8000	6300	5000	4000	3200	2500	2000	1600	1250	1000	800	630	500	400	320	250	200
40	6300	5000	4000	3200	2500	2000	1600	1250	1000	800	630	500	400	320	250	200	160
32	5000	4000	3200	2500	2000	1600	1250	1000	800	630	500	400	320	250	200	160	125
25	4000	3200	2500	2000	1600	1250	1000	800	630	500	400	320	250	200	160	125	100
20	3200	2500	2000	1600	1250	1000	800	630	500	400	320	250	200	160	125	100	80
16	2500	2000	1600	1250	1000	800	630	500	400	320	250	200	160	125	100	80	63
12	2000	1600	1250	1000	800	630	500	400	320	250	200	160	125	100	80	63	50
10	1600	1250	1000	800	630	500	400	320	250	200	160	125	100	80	63	50	40
8	1250	1000	800	630	500	400	320	250	200	160	125	100	80	63	50	40	32
6	1000	800	630	500	400	320	250	200	160	125	100	80	63	50	40	32	25
5	800	630	500	400	320	250	200	160	125	100	80	63	50	40	32	25	20
4	630	500	400	320	250	200	160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16
3	500	400	320	250	200	160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12

Frequenza di scarico trucioli nella foratura profonda:

- La punta deve essere sufficientemente refrigerata
- Utilizzando una punta con grandi vani truciolo (tipo WTL) l'evacuazione migliora notevolmente
- Per fori estremamente profondi o nella foratura orizzontale è raccomandato l'uso di punte con fori di refrigerazione



3.7.4 Utensili per rettifica

Nella scelta della mola occorre tenere conto di vari parametri:

- Tipo di abrasivo, ognuno caratterizzato da durezza diversa, si dividono in naturali e artificiali;
- Tipo di legante, la cui scelta è influenzata dalle forze a cui è soggetta la mola, dalla velocità di taglio scelta e dalla finitura superficiale desiderata;
- Dimensioni del grano abrasivo: in generale una grana grossa trova impiego nel caso di rettifica di sgrossatura mentre la grana fine è più indicata in passate di finitura;
- Durezza: questo parametro si riferisce al legante e non all'abrasivo, è la resistenza all'asportazione dei grani di abrasivo;
- Struttura: questo parametro si riferisce al fatto che la struttura della mola presenta degli spazi vuoti uniformemente distribuiti ed è quindi indice della sua porosità.

Le superfici per le quali è prevista la rettifica sono la ⑤ e la ⑦. Per entrambe le superfici è prevista una mola a codolo. Al fine di ottenere una rugosità superficiale di $0.8 \mu\text{m}$ sono state scelte le seguenti mole, in base ai parametri sopra descritti, dal catalogo della Norton Industrial.



MOLE	D x h in pollici	D x h in millimetri
W236	1-1/2 x 1/2	38,1 x 12,7
W242	2 x 1	50,8 x 25,4
DIMENSIONI GAMBO D x L	1/4 x 1-1/2	6,35 x 38,1

3.8 Scelta dei parametri di taglio

Un'ideale scelta dei parametri di taglio consente di ottimizzare le varie operazioni previste nel ciclo. Si possono adottare due metodi: quello dell'ottimizzazione economica o quello del regime produttivo. In generale la scelta dei parametri di taglio è legata strettamente ai seguenti aspetti: durata del tagliente, geometria dell'utensile, stabilità della lavorazione, vibrazioni, sovrametalli da asportare.

La scelta dei parametri di taglio è stata fatta cercando un compromesso fra diverse esigenze:

- non superare i limiti tecnologici;
- mantenere la potenza di taglio inferiore a quella di targa della macchina;
- cercare di utilizzare i parametri di taglio consigliati dal costruttore.

In base ai parametri di taglio scelti viene eseguita un'analisi qualitativa delle potenze in gioco, che riguardano in particolare le potenze ai mandrini e le potenze di taglio nei processi di foratura. Per il calcolo delle potenze si fa uso di un foglio di calcolo.

- Calcolo potenza mandrino primario

Profondita' passata (mm)	4		
Avanzamento (mm/giro)	0,40		
Calcolo forza Fz			
<i>per acciai</i>		<i>per altri materiali</i>	
Rm (Mpa)	710	ottone	700
Angolo beta	78	bronzo	800
Pressione Ps (Mpa)	2992	Leghe Al	550
Forza Fz (Newton)	4365	Leghe Mg	250
		Pressione	550
		Forza Fz (Newton)	856
valori di 1/n			
			0,255
			0,255
			0,06
			0,06
			0,06
Calcolo freccia (dati per acciaio)			
D.medio pezzo	110		
Lunghezza	30		
valore della forza Fz (kg):	445		
Freccia (mm)	0,00	(di sbalzo)	
Freccia (mm)	0,00	(tra punta e c.p.)	
Velocita' di taglio			
Lunghezza da tornire	L	13	
Diametro da tornire	D	150	
raggio di punta utensile	r	1,2	
Tempo attivo per passata (minuti)		0,06	
Rugosità (solo finitura) (micron)		4,17	
Parametri TAYLOR			
N° giri massimo (dati macchina)	4800	Velocita' max. :	2261
N° giri minimo (dati macchina)	50	Velocita' min. :	24
Potenza di targa (dati macchina)	22,4 (kW)		
Rendimento	0,8		
Potenza al mandrino (kW)	17,9	Velocita' B.U.E.	10
Potenza di taglio assorbita	17,8	Velocita' scelta	245 (m/min)
		Durata effettiva	0 (min)

• Calcolo potenza mandrino secondario

Profondita' passata (mm)		3		
Avanzamento (mm/giro)		0,30		
Calcolo forza Fz per acciai				
Rm (Mpa)	710	per altri materiali		valori di 1/n
Angolo beta	78	ottone	700	0,255
Pressione Ps (Mpa)	2992	bronzo	800	0,255
Forza Fz (Newton)	2750	Leghe Al	550	0,06
		Leghe Mg	250	0,06
		Pressione	550	0,06
		Forza Fz (Newton)	498	
Calcolo freccia (dati per acciaio)				
D.medio pezzo	110			
Lunghezza	30			
valore della forza Fz (kg):	281			
Freccia (mm)	0,00			
Freccia (mm)	0,00	(di sbalzo) (tra punta e c.p.)		
Velocita' di taglio				
Lunghezza da tornire	L	27,5		
Diametro da tornire	D	150		
raggio di punta utensile	r	1,2		
Tempo attivo per passata (minuti)		0,17		
Rugosità (solo finitura) (micron)		2,34		
N° giri massimo (dati macchina)	4800	Parametri TAYLOR		
N° giri minimo (dati macchina)	50	n	0,2	
Potenza di targa (dati macchina)	14,9 (kW)	V1	200	
Rendimento	0,8			
Potenza al mandrino (kW)	11,9	Velocita' max. :	2261	
Potenza di taglio assorbita	11,5	Velocita' min. :	24	
		Velocita' B.U.E.	10	
		Velocita' scelta	250	(m/min)
		Durata effettiva	0	(min)

• Processo di foratura con punta ad inserti Ø 25

Velocità di taglio [m/min] (dati punta)	280
Avanzamento [mm/giro] (dati punta)	0,12
Diametro del foro [mm]	25
Rm Acciaio C40 [N/mm ²]	710
Angolo β (tra i taglienti della punta) [°]	84
Costante di kronenberg per acciaio	0,197

1_ SCELTA PARAMETRI DI TAGLIO

·Numero giri da applicare alla punta per ottenere la velocità di taglio desiderata [giri/min]	3565
·Velocità di avanzamento dell'utensile [m/min]	0,43

2_ CALCOLO FORZE DI TAGLIO

·Pressione specifica di taglio [N/mm ²]	904
·Pressione di taglio [N/mm ²]	957
·Coppia di taglio [N·m]	8,97

POTENZA DI TAGLIO [Kw]	3,35
------------------------	------

- Processo di foratura con punta ad inserti Ø 53

Velocità di taglio [m/min] (dati punta)	280
Avanzamento [mm/giro] (dati punta)	0,2
Diametro del foro [mm]	53
Rm Acciaio C40 [N/mm ²]	710
Angolo β (tra i taglienti della punta) [°]	84
Costante di krononberg per acciaio	0,197

1_ SCELTA PARAMETRI DI TAGLIO

·Numero giri da applicare alla punta per ottenere la velocità di taglio desiderata [giri/min]	1682
·Velocità di avanzamento dell'utensile [m/min]	0,34

2_ CALCOLO FORZE DI TAGLIO

·Pressione specifica di taglio [N/mm ²]	904
·Pressione di taglio [N/mm ²]	846
·Coppia di taglio [N·m]	59,42

POTENZA DI TAGLIO [Kw]	10,46
------------------------	-------

- Processo di foratura con punta elicoidale

Velocità di taglio [m/min] (dati punta)	34
Avanzamento [mm/giro] (dati punta)	0,2
Diametro del foro [mm]	11
Rm Acciaio C40 [N/mm ²]	710
Angolo β (tra i taglienti della punta) [°]	118
Costante di kronenberg per acciaio	0,197

1_ SCELTA PARAMETRI DI TAGLIO

·Numero giri da applicare alla punta per ottenere la velocità di taglio desiderata [giri/min]	984
·Velocità di avanzamento dell'utensile [m/min]	0,2

2_ CALCOLO FORZE DI TAGLIO

·Pressione specifica di taglio [N/mm ²]	1134
·Pressione di taglio [N/mm ²]	1276
·Coppia di taglio [N·m]	3,86

POTENZA DI TAGLIO [Kw]	0,40
------------------------	------

3.9 Scelta degli strumenti e delle procedure di controllo

La verifica delle quote lavorate è un aspetto di fondamentale importanza in un qualsiasi processo produttivo. Per qualunque superficie lavorata devono essere verificate le sue dimensioni e la sua posizione rispetto all'ente geometrico preso per riferimento. Se, inoltre, nel disegno costruttivo sono riportate indicazioni circa la qualità superficiale o le tolleranze dimensionali o di forma, queste devono essere controllate con idonei strumenti. In questo caso è stato previsto un calibro a corsoio per il controllo generale delle dimensioni, mentre per le dimensioni soggette a tolleranze è stato previsto un micrometro. Per il controllo delle rugosità previste, viene effettuato un controllo a campione mediante l'utilizzo di un rugosimetro.

3.10 Calcolo dei tempi e dei costi

Il calcolo dei tempi di lavorazione e dei costi di produzione influenza direttamente o indirettamente tutte le scelte che devono essere intraprese per completare la pianificazione del ciclo di fabbricazione. L'Analisi di questi due parametri permette, infatti, di scegliere il ciclo migliore tra più soluzioni alternative e di selezionare la combinazione ottimale dei parametri di taglio.

I Tempi necessari all'esecuzione di un ciclo di lavorazione possono essere classificati in: tempi attivi, tempi passivi e tempi di preparazione.

Il calcolo del costo di lavorazione deve tener conto di numerosi fattori che interessano direttamente o indirettamente le varie fasi necessarie alla realizzazione di un elemento meccanico. Questi sono essenzialmente: costo della manodopera, ammortamenti, costo della forza motrice, costo dei materiali di consumo, delle attrezzature, della manutenzione, degli utensili e delle operazioni di affilatura e la quota parte delle spese generali dell'azienda.

Per il calcolo dei tempi e dei costi di lavorazione è necessario:

- aver definito i parametri di taglio;
- aver stilato il part-program;
- conoscere le caratteristiche tecniche della macchina (velocità di rapido, cambio utensile);
- conoscere i tempi passivi per montaggio e smontaggio;
- tempi di preparazione della macchina;
- costi della manodopera;
- costi dei materiali, delle attrezzature ecc.

Con riferimento ai parametri di taglio adottati, al part-program, alla scheda tecnica della macchina, ai tempi passivi e di preparazione scelti e ai costi generali si riporta di seguito il calcolo dettagliato dei tempi e dei costi richiesti per la fabbricazione del pezzo in esame.

3.10.1 Calcolo dei tempi effettivi di lavoro per ogni utensile

Dove:

$$t_e = \frac{L + e}{a \cdot n}$$

- L = lunghezza della superficie da lavorare
- e = extracorsa
- a = avanzamento
- n = numero di giri

Di seguito vi sono i calcoli dei vari tempi effettivi :

$$t_{e1} = \frac{291 + 25}{0,3 \cdot 724} = 1,45$$

$$t_{e6} = \frac{14 + 2}{0,29 \cdot 926} = 0,06$$

$$t_{e2} = \frac{40 + 4}{0,29 \cdot 926} = 0,16$$

$$t_{e7} = \frac{107,5 + 10}{0,4 \cdot 1040} = 0,28$$

$$t_{e3} = \frac{45 + 4}{0,12 \cdot 3567} = 0,11$$

$$t_{e8} = \frac{45 + 4}{0,29 \cdot 1359} = 0,12$$

$$t_{e4} = \frac{45 + 4}{0,2 \cdot 1682} = 0,15$$

$$t_{e9} = 0,02$$

$$t_{e5} = \frac{101,5 + 6}{0,4 \cdot 614} = 0,44$$

$$t_{e10} = 6 \cdot \frac{12,5 + 4}{0,2 \cdot 984} = 0,67$$

Il tempo effettivo totale, dato dalla somma di tutti i tempi effettivi di ogni utensile, risulta 3,44 minuti.

3.10.2 Calcolo dei costi unitari

- Costo unitario del posto di lavoro

$$C_p = 30 \text{ €/h} = 0,5 \text{ €/min}$$

- Costo dell'utensile:

$$C_{ut} = \frac{C_{ui}}{n_{ti}} + \frac{C_{up}}{n_t}$$

C_{ui} = costo dell'inserto

C_{up} = costo dello stelo porta inserto

n_{ti} = numero degli spigoli taglienti attivi dell'inserto

n_t = numero degli spigoli taglienti attivi corrispondenti alla vita dello stelo porta inserto

Per utensili 1,2,5,6,7,8,9 $C_{ut} = \frac{50}{500} + \frac{5}{4} = 1,26 \text{ €}$

Per utensili 3,4 $C_{ut} = \frac{100}{1000} + 2 \cdot \frac{5}{3} = 3,43 \text{ €}$

Per utensile 10 $C_{ut} = \frac{10}{150} = 0,06 \text{ €}$ (supponendo di fare 150 fori con una punta cioè 25 pezzi)

3.10.3 Calcolo tempo di durata economica

$$T_e = \left(\frac{1}{n} - 1 \right) \cdot \left(t_u + \frac{C_{ut}}{C_p} \right)$$

Per il calcolo del tempo di durata economica è necessario conoscere il tempo per il cambio utensile ed introdurre una costante:

- Tempo di arresto della macchina per cambio utensile t_u dato dalla somma dei tempi
 per cambio placchetta 0,5 min
 per cambio punta 0,2 min
- Costante di Taylor dipendente dal materiale dell'utensile e dal materiale in lavorazione n
 per utensili in carburi sinterizzati 0,25
 per acciaio super rapido (punta a elica) 0,125

In tabella 3.5 sono riportati i tempi di durata economica di ogni utensile:

Tabella 3.5

UTENSILE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_e [min]	9	9	23,6	23,6	9	9	9	9	9	2,24

3.10.4 Costo totale del pezzo

$$C_t = \left(\sum_1^{10} C_{tn} \right) + C_p t_p$$

Per trovare il costo di realizzazione del pezzo in esame, è necessario, a questo punto, determinarsi il numero di pezzi che ogni utensile è in grado di lavorare nell'intervallo del tempo di durata economica e successivamente il costo totale netto di ogni utensile C_{tn} . Nella formula sopra illustrata C_p indica il costo del posto di lavoro (già determinato) e t_p i tempi passivi.

Per la determinazione del numero di pezzi P_t lavorati nell'intervallo T_e viene usata la seguente formula:

$$P_t = \frac{T}{t_e}$$

In tabella sono riportati i valori trovati per ogni utensile:

Tabella 3.6

UTENSILE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_t	6	56	214	157	20	150	32	75	450	25

Per la determinazione del costo netto di ogni utensile C_{tn} viene usata la seguente formula:

$$C_{tn} = C_p \cdot t_e + C_p \cdot \frac{t_u}{P_t} + \frac{C_{ut}}{P_t}$$

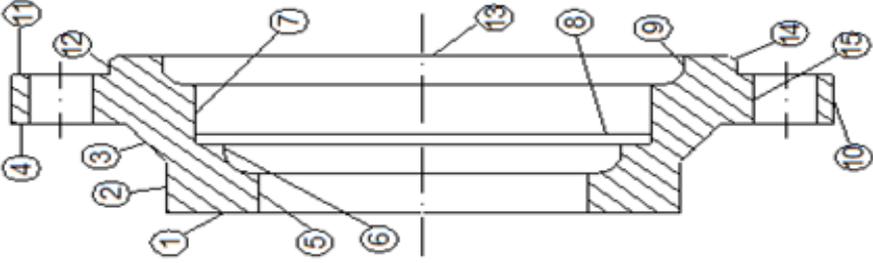
In tabella sono riportati i valori trovati per ogni utensile:

Tabella 3.7

UTENSILE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C_{tn}	0,98	0,1	0,16	0,05	0,29	0,04	0,19	0,08	0,02	0,4

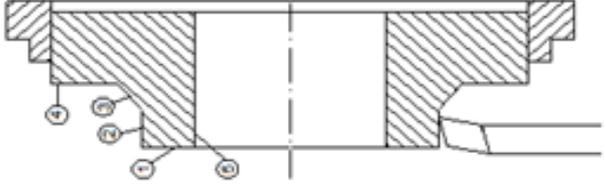
Il costo totale, dove i tempi passivi $t_p = 1,5$ minuti, risulta $C_t = 3,03$ €

3.11 Fogli di ciclo

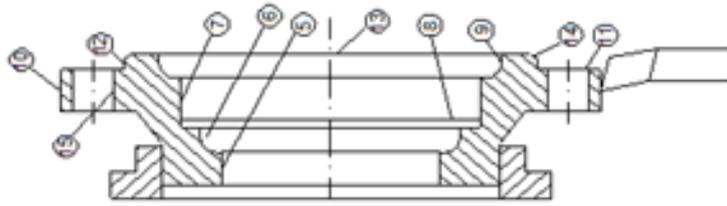
Università di Pisa Dip. di Ingegneria meccanica, nucleare e della produzione		Ciclo di lavorazione elemento : FLANGIA DI INGRESSO							Foglio n° 1 di 2
Designazione superfici	n°	Fasi, sottofasi, operazioni	Tipo di macchina	Attrezzatura	Tempo attivo	Tempo passivo	Superfici di riferimento	Superfici di bloccaggio	Note
	10	TAGLIO BARRA	SEGA A NASTRO						SUPERFICI DI PARTENZA: -SP2: SUP(2) -SP10: SUP(10)
		TORNITURA							SUPERFICI DI RIFERIMENTO: -SR2: SUP(2) -SR10: SUP(10)
					Mandino autocentrante			SR10	
	20	SGROSSATURA PROFILO (1)(2)(3)(4) FORATURA (5) ALLARGATURA (5) FINITURA PROFILO (1)(2)(3)(4)	TORNIO CNC HAAS Automotive Inc. DS-30SSV						
		SGROSSATURA PROFILO (9)(10)(11)(12) FINITURA PROFILO (9)(10)(11)(12) SGROSSATURA PROFILO (5)(6)(7)(9) FINITURA PROFILO (5)(6)(7)(9)					SR2		

Università di Pisa Dip. di Ingegneria meccanica, nucleare e della produzione		Ciclo di lavorazione elemento : FLANGIA DI INGRESSO							Foglio n° 2 di 2		
Designazione superfici	n°	Fasi, sottofasi, operazioni		Tipo di macchina	Attrezzatura	Tempo attivo	Tempo passivo	Superfici di riferimento	Superfici di bloccaggio	Note	
Vedi foglio n°1	20	ESECUZIONE GOLA ^⑤ FORATURA ^⑬								SUPERFICI DI PARTENZA: - SP2: SUP ^② - SP10: SUP ^⑩	
		RETTIFICA						SP2	SP2		SUPERFICI DI RIFERIMENTO: - SR2: SUP ^② - SR10: SUP ^⑩
	30	RETTIFICA ^⑤ RETTIFICA ^⑦		MORARA MULTIMATIC I	Mandino autocentrante			SR2			

3.12 Fogli di fase

Università di Pisa Dip. di Ingegneria meccanica, nucleare e della produzione		Fase di lavorazione dell'elemento : FLANGIA DI INGRESSO						Foglio n° 1 di 4			
Materie prime	Materiale C40	Stato GREZZO	Dimensioni 50-Ø150	Parametri di taglio				Note			
				Potenza macchina rendimento	Potenza di taglio n° passate	Velocità di taglio Prof. di passata	n° giri mandrino Avanzam.				
5 Fase	Sciluzio di lavorazione			Utenale	Controllo						
10	a° Descrizione										
				1	TAGLIO SPEZZONE DI BARRA A 50mm	SEGA A NASTRO	Calibro a consolo				
				1	SU MANDRINO DESTRO, SPIANARE FACCIA ①	MCLNL3232P12 CNMG120412M5TP200	Calibro a consolo	149 / 0.8	11.2 / 3	245 / 3	520 / 0.3
				2	CILINDRARE L.A. ② PER UNA LUNGHEZZA DI 13mm PER PRESA MANDRINO DESTRO	MCLNL3232P12 CNMG120412M5TP200		Calibro a consolo	149 / 0.8	11.2 / 10	245 / 3
20				3	CILINDRARE L.A. ③ A CONOCITA' 1:1.366 PER PRESA MANDRINO DESTRO	MCLNL3232P12 CNMG120412M5TP200	Micrometro		149 / 0.8	11.2 / 9	245 / 3
				4	SPIANARE FACCIA ④ SU MANDRINO DESTRO	MCLNL3232P12 CNMG120412M5TP200	Calibro a consolo	149 / 0.8	11.2 / 1	245 / 3	520 / 0.3
				5	FORARE LA ⑤ A Ø25	PUNTA AD INSERTI POLY-DRILL 10800.250 XOMT050304SNCWN 10814.402			149 / 0.8	3.35 / 1	280 / 45
				6	ALLARGARE LA ⑥ A Ø53	PUNTA AD INSERTI POLY-DRILL 10800.530 XOMT07304SNCWN 10814.406		149 / 0.8	10.46 / 1	280 / 45	1682 / 0.2

Università di Pisa Dip. di Ingegneria meccanica, nucleare e della produzione		Fase di lavorazione dell'elemento : FLANGIA DI INGRESSO						Foglio n° 2 di 4		
Materie prime	Materiale C40	Stato GREZZO	Dimensioni 50-Ø150	Parametri di taglio						
				Potenza macchina rendimento	Potenza di taglio n° passate	Velocità di taglio Prof. di passata	n° giri mandrino Avanzam.	Note		
Base	Scilino di lavorazione	Operazione n° Descrizione		Utenile	Controllo					
a	Vedi foglio n°1	7	FINITURA SUPERFICI ①, ②, ③, ④.	MCLNR3232P12 CNMG120412MF2TP100		149 0.8	3.39 1	320 0.5	680 0.29	SUPERFICIDI PARIENZA: -SP2-SUP②
		1	SU MANDRINO SINISTRO, AFFERRAGGIO DI 12.9mm SU SP②, SPIANARE LA FACCIA ⑬	MCLNR3232P12 CNMG120412M5TP200		22.4 0.8	14.1 3	245 3	520 0.4	
		2	CILINDRARE LA ⑩ PER PRESA MANDRINO SINISTRO	MCLNR3232P12 CNMG120412M5TP200	Calibro a corsoio	22.4 0.8	12.2 1	245 2.5	520 0.4	
		3	CILINDRARE LA ⑫ PER UNA LUNGHEZZA DI 4.5mm PER PRESA MANDRINO SINISTRO	MCLNR3232P12 CNMG120412M5TP200	Micrometro	22.4 0.8	12.2 4	245 2.5	520 0.4	
		4	SPIANARE LA FACCIA ⑪ SU MANDRINO SINISTRO	MCLNR3232P12 CNMG120412M5TP200		22.4 0.8	14.1 1	245 3	520 0.4	
		5	ESEGUIRE LO SMUSSO ⑭ 1.5x45°	MCLNR3232P12 CNMG120412M5TP200		22.4 0.8	10.2 1	245 2	709 0.4	
		6	FINITURA SUPERFICI ⑬, ⑭, ⑮, ⑯.	MCLNR3232P12 CNMG120404MF2TP100		22.4 0.8	3.39 1	320 0.5	680 0.29	



Università di Pisa Dip. di Ingegneria meccanica, nucleare e della produzione		Fase di lavorazione dell'elemento : FLANGIA DI INGRESSO						Foglio n° 3 di 4			
Materie prime	Materiale C40	Stato GREZZO	Dimensioni 50-Ø130	Parametri di taglio					Note		
				Controllo	Utenile	Operazione	Utenile	Controllo			
2 Fase	3 Fase	4 Fase	5 Fase	6 Fase	7 Fase	8 Fase	9 Fase	10 Fase	11 Fase	12 Fase	13 Fase
Scheda di lavorazione		n°	Descrizione	Operazione	Utenile	Controllo	Potenza macchina rendimento	Potenza di taglio n° passate	Velocità di taglio Prof. di passata	n° giri mandrino Avanzam.	
20 b	Vedi foglio n°2	7	CILINDRARE LA ⑤ PER UNA LUNGHEZZA DI 40mm PER PRESA MANDRINO SINISTRO	S40UMCLNR12 CNMG120412M5TP200	Calibro a corsolo Micrometro	22.4	12.2	245	1345	SUPERFICI DI PARTENZA: -SP2-SUP②	
		8	CILINDRARE LA ⑥ PER UNA LUNGHEZZA DI 30mm PER PRESA MANDRINO SINISTRO	S40UMCLNR12 CNMG120412M5TP200		22.4	14.1	245	1219		
		9	CILINDRARE LA ⑦ PER UNA LUNGHEZZA DI 17.5mm PER PRESA MANDRINO SINISTRO	S40UMCLNR12 CNMG120412M5TP200	22.4	10.2	245	975			
		10	CILINDRARE LA ⑧ PER UNA LUNGHEZZA DI 7.5mm PER PRESA MANDRINO SINISTRO	S40UMCLNR12 CNMG120412M5TP200	22.4	12.2	245	867			
		11	FINITURA SUPERFICI ⑤, ⑥, ⑦, ⑧.	S40UMCLNR12 CNMG120404M2TP100	22.4	3.39	320	680			
		12	ESEGUIRE LA ⑨ GOLA F 1.6x0.3 UNI 4386	S32TMVPR16 VNMG160404M5TP200	22.4	1.72	34	135			
		13	FORARE I 6 FORI ⑩ CON UTENSILE MOTORIZZATO	PUNTA HSS DIN1897 10105.110	22.4	0.40	34	984			
					22.4	0.8	1	12.5	0.2		
					22.4	0.8	1	0.4	0.29		
					22.4	0.8	1	0.3	0.29		
					22.4	0.8	1	0.4	0.29		

Università di Pisa Dip. di Ingegneria meccanica, nucleare e della produzione		Fase di lavorazione dell'elemento :FLANGIA DI INGRESSO							Foglio n° 4 di 4										
Materie prime	Materiale C40	Stato GREZZO	Dimensioni 50-Ø150	Parametri di taglio					Note										
Scilzo di lavorazione	Utensile	Controllo	Potenza macchina rendimento	Potenzia di taglio	Velocità di taglio	n° giri mandrino	Avanzam.	Prof. di passata	Note										
Fase	n° Descrizione	Operazione	Utensile	Controllo	Potenza macchina rendimento	Potenzia di taglio	Velocità di taglio	n° giri mandrino	Avanzam.										
										1	IN AUTOCENTRANTE CON MORSETTI DURI SU SP RETTIFICA LA ⑤ A Ø58 H7	NORTON QUANTUM W236	Calibro a corsoio	30	/	/	/	/	/
										2	IN AUTOCENTRANTE CON MORSETTI DURI SU SP RETTIFICA LA ⑦ A Ø80 J7	NORTON QUANTUM W242	Microme- tro	30	/	/	/	/	/
Fase	30									SUPERFICIDI PARIENZA: -SP2: SUP②									

3.13 Part program

3.13.1 Zero pezzo

Si hanno 2 zero pezzo:

n°1 : riferito a mandrino destro (secondario); lo zero pezzo giace sull'asse del mandrino e dista dal mandrino 30,00 mm.

n°2 : riferito a mandrino sinistro (principale); lo zero pezzo giace sull'asse del mandrino e dista dal mandrino 27,10 mm.

3.13.2 Posizionamenti

Il primo posizionamento, sul mandrino secondario, si fa mettendo lo spezzone in modo tale che esso sporga 34 mm dal mandrino. Il secondo posizionamento, sul mandrino principale, si fa con un afferraggio di 12.9 mm.

3.13.3 Part program

```
(UAO,1) //definizione primo sistema di riferimento
T111M6 //selezione utensile 1
(TLD,1.2)G41G47 //correttori 1
GX15Z26 //posizionamento rapido per sfacciatura
G1Z5 //avvicinamento lento
(DFP,1,G1Z //definizione profilo prima sfacciatura
G1X-1
)
(SGX,1,I1K1L2) //sgrossatura prima sfacciatura con passate parallele asse x; 2 passate
(DFP,2,GXZ2 //definizione profilo esterno (2,3,4)
G1Z
X90
Z-12.9
```

X108Z-27.5

X143

X144Z-28

X152

)

(SGZ,2,I1K1L9) //sgrossatura passate parallele asse z; 9 passate

G40

GX350Z200 //allontanamento torretta per cambio utensile

T133M6 //selezione utensile 3

G95G97S280F0.12M14 //definizione parametri di taglio foratura

GXZ2 //foratura

G1Z-48

G1Z2

GX350Z200 // allontanamento torretta per cambio utensile

T144M6 //selezione utensile 4

G95G97S280F0.2M14 //definizione parametri di taglio

GXZ2 //allargatura

G1Z-48

G1Z2

GX350Z200 // allontanamento torretta per cambio utensile

T122M6 //selezione utensile 2

(TLD,1.2)G41G47 //inserimento correttori

(CLP,1) //finitura profilo 1 (1)

(CLP,2) //finitura profilo 2 (2,3,4)

G40

GX350Z200 // allontanamento torretta per cambio utensile

(UAO,2) //secondo sistema di riferimento
G104 //preparazione cambio mandrino
X-11M104 //spostamento pezzo su mandrino principale
T155M6 //selezione utensile 5
GX152Z8 //avvicinamento rapido
G1Z7
(DFP,3,G1Z //definizione profilo 3 (13)
G1X-1
)
(SGX,3,I1K1L3) //sgrossatura profilo 3; 3 passate
(DFP,4,GXZ2 //definizione profilo 4 (10,11,12,14)
G1Z
X108
X110Z-1
Z-5
X143
X144Z-5.50
Z-14
)
(TLD,1.2)G42G47 //inserimento correttori utensile 5
(SGZ,4,I1K1L6) //sgrossatura profilo 4; 6 passate
G40
T166M6 //selezione utensile 6
(TLD,0.4)G42G47 //inserimento correttori 6
(CLP,3) //finitura profilo 3
(CLP,4) //finitura profilo 4

G40

GX400Z200 // allontanamento torretta per cambio utensile

T177M6 //selezione utensile 7

GX50Z30 //avvicinamento al punto di attacco

G1Z-41

(DFP,5,G1Z-40 //definizione profilo 5 (5,6,7,9)

X-58

Z-30

G3X-27Z64I-27K58

G1Z-17.5

Z80

X-7.5

G3X90Z-2.5I80K-2.5

Z1

)

(TLD,1.2)G42G47 //correttori utensile 7

(SGZ,5,I1K1L5) //sgrossatura profilo 5 con passate parallele asse z; 5 passate

G40

T188M6 //selezione utensile 8

(TLD,0.4)G42G47 //correttori utensile 8

(CLP,5) //finitura profilo 5

G40

GX400Z200 // allontanamento torretta per cambio utensile

T199M6 //selezione utensile 9

(TLD,0.4) //correttori utensile 9

GX78Z-22

G130 //preparazione per realizzazione gola F

G1X80Z-22.5

M130 //esecuzione gola F

G40

GX400Z200

M5 //arresto mandrino

T11010M6 //selezione utensile 10

GX127Z5

G1Z-4

(RPT,6) //ciclo iterativo foratura

Z-20

Z-2

C=C+60

(ERP) //fine ciclo iterativo

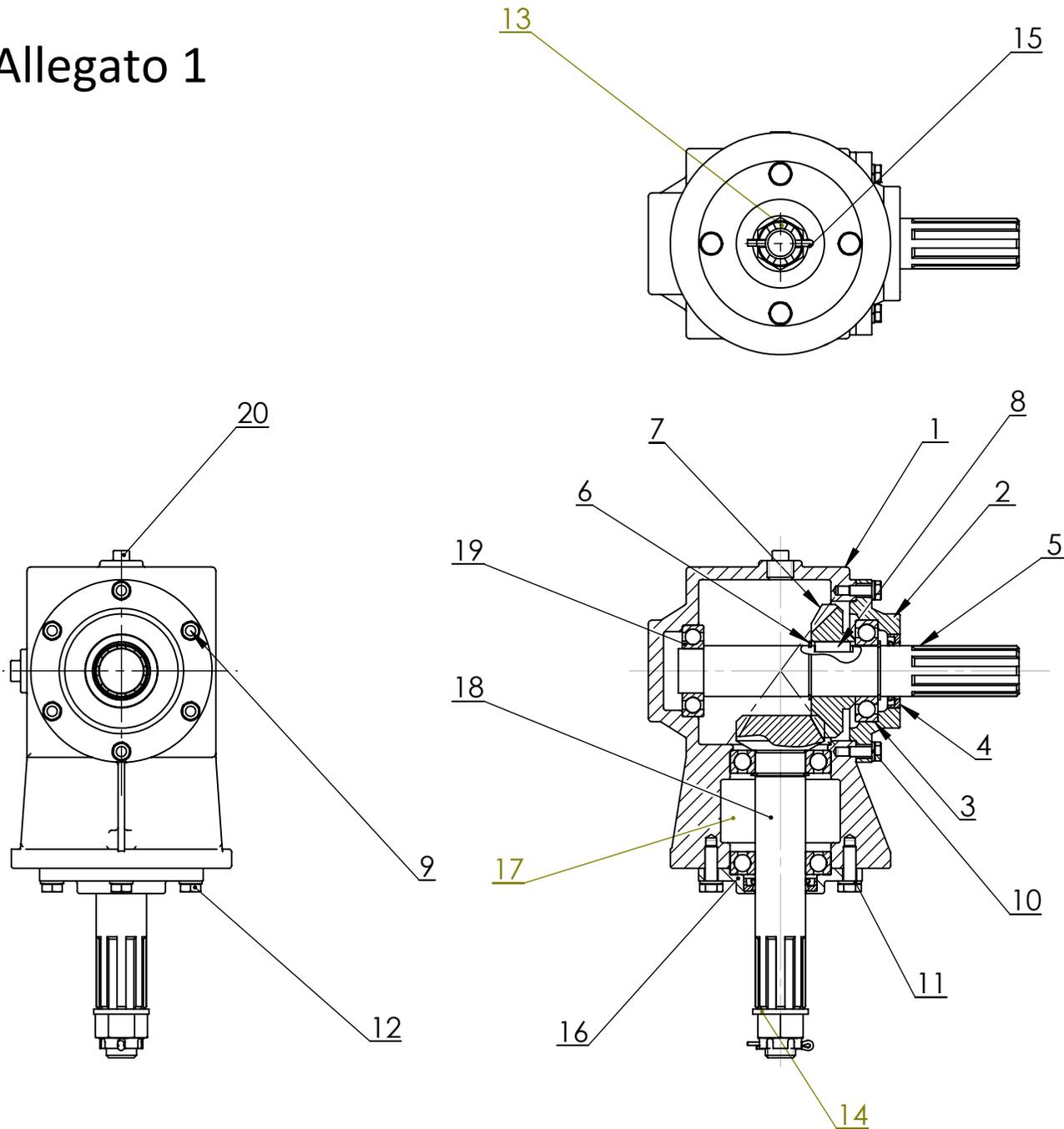
G80

M30

Tabella 3.8

Magazzino utensili	
Codifica	Descrizione
Utensile 1	Utensile sinistro per sgrossatura esterna
Utensile 2	Utensile sinistro per finitura esterna
Utensile 3	Punta ad inserti POLY-DRILL Ø25
Utensile 4	Punta ad inserti POLY-DRILL Ø53
Utensile 5	Utensile destro per sgrossatura esterna
Utensile 6	Utensile destro per finitura esterna
Utensile 7	Utensile destro per sgrossatura interna
Utensile 8	Utensile destro per finitura interna
Utensile 9	Utensile destro per realizzazione gola interna
Utensile 10	Punta elicoidale HSS DIN 1897 10105.110

Allegato 1



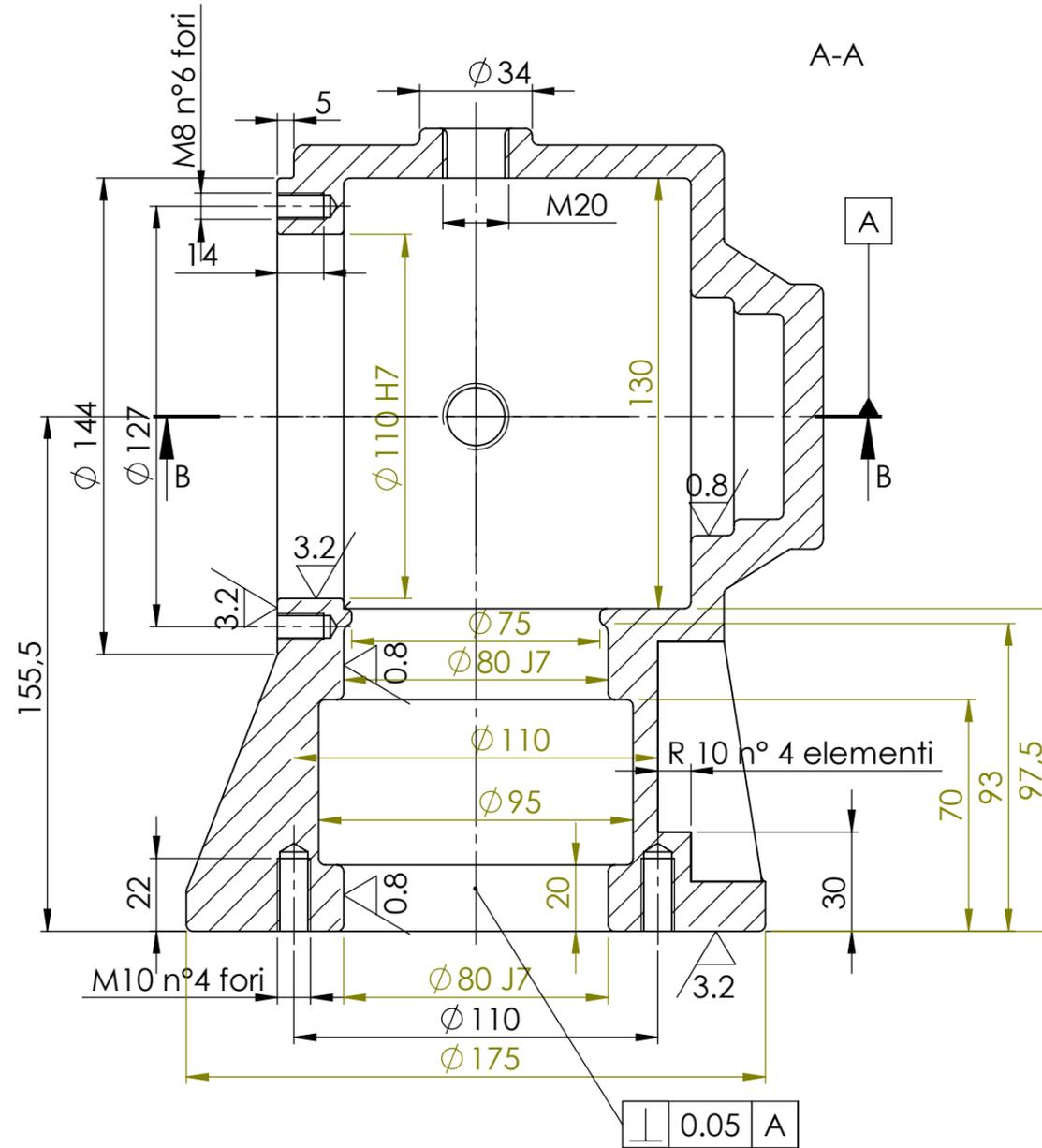
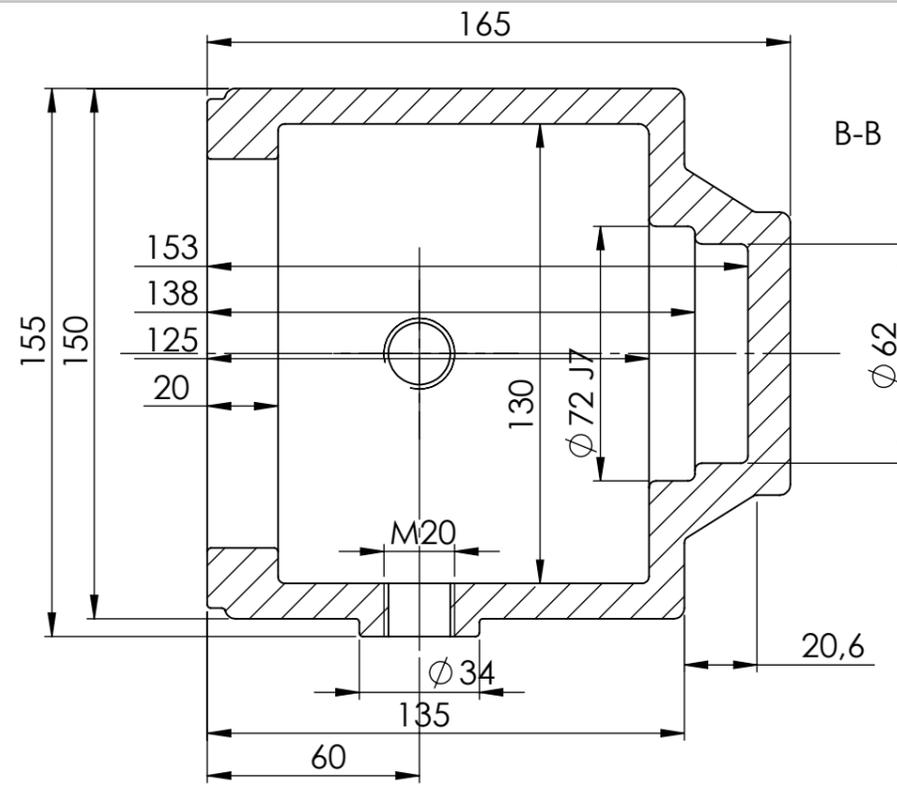
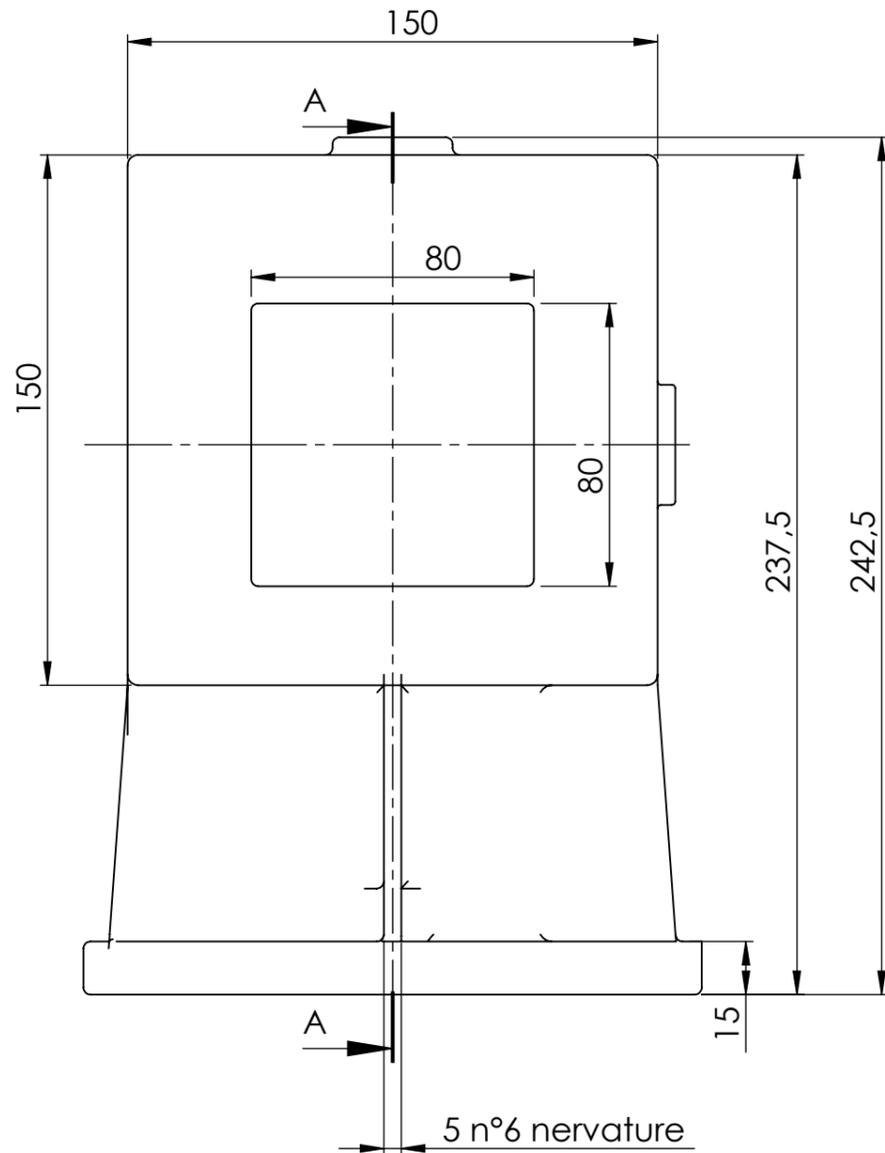
ID	Particolare	Qty	Materiale
20	Tappo M20	2	
19	Cuscinetto 35 BC 02	1	
18	Albero di Uscita	1	39NCD4
17	Distanziale	1	
16	Flangia di Uscita	1	C40 UNI 5332
15	Copiglia 5x36	1	
14	Rosetta 25	1	C45 UNI 3545-68
13	Dado M24	1	
12	Vite M10x30	4	40 Cr4
11	Rosetta A 10,5	4	C45 UNI 3545-68
10	Rosetta A 8,4	6	C45 UNI 3545-68
9	Vite M8x20	6	40 Cr4
8	Linguetta A 12x8x28	1	
7	Ruota Dentata 22 Denti	1	16NC11
6	Anello 40	3	
5	Albero di ingresso	1	39NCD4
4	Tenuta in gomma	2	
3	Cuscinetto 40 BC 02	3	
2	Flangia di ingresso	1	C40 UNI 5332
1	Carter	1	G20 UNI 5007-69

Gearbox 50hp

Scala 1:5
Foglio 1 di 1



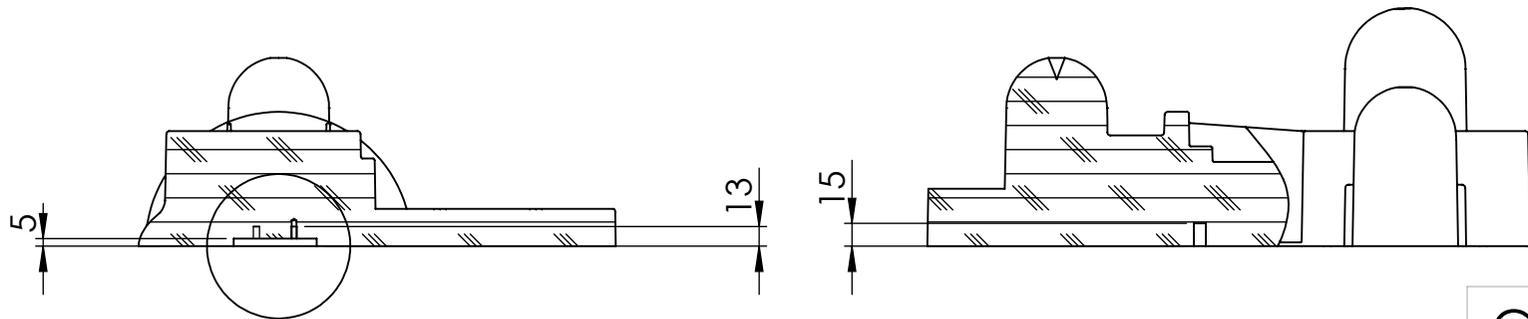
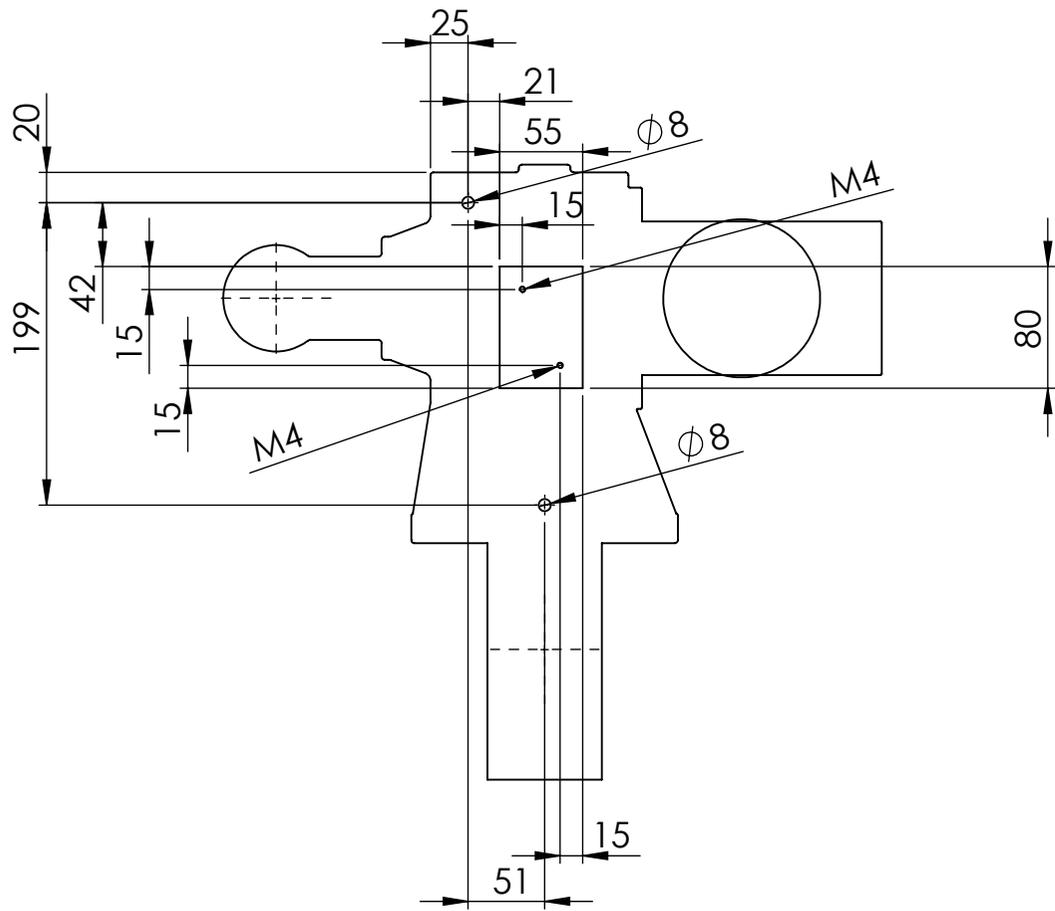
Allegato 2



Raccordi non quotati R3

Part. n°1	Carter
Completivo: GEARBOX 50 hp	
Quote senza indicazione di tolleranza UNI ISO EN 22768-m	
Rugosità	6.3 / (3.2 / 0.8)
Foglio 1 di 1	Scala 1 : 2

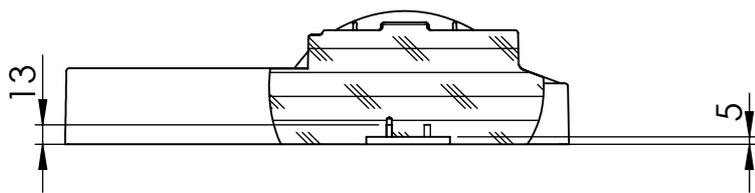
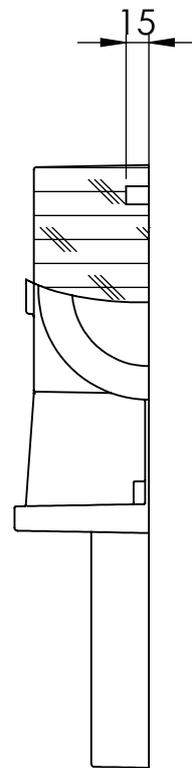
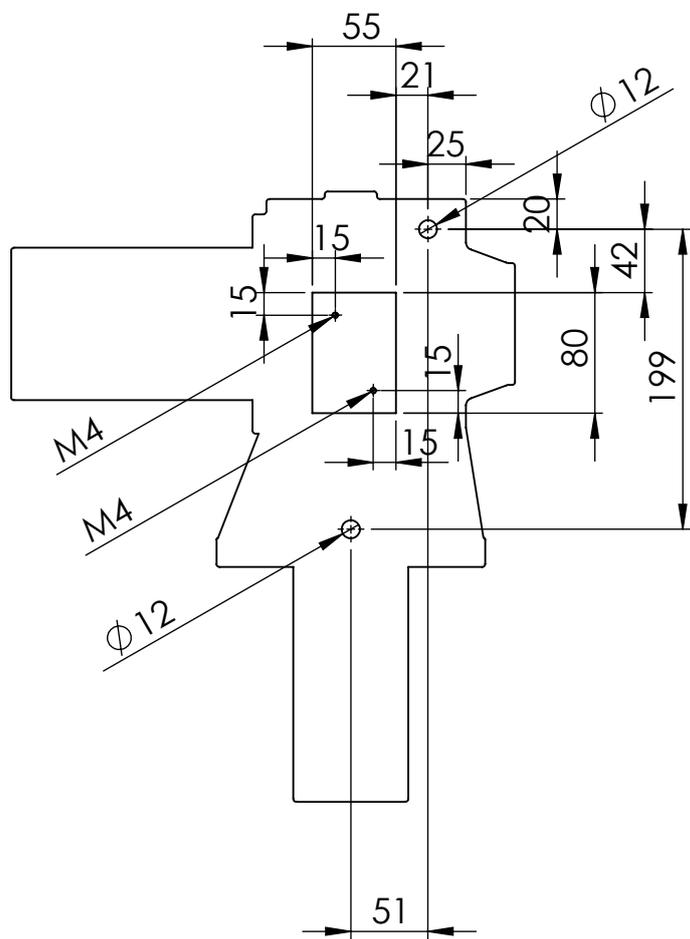
Allegato 3a



Gearbox 50 hp

Semimodello 1

Scala 1:5

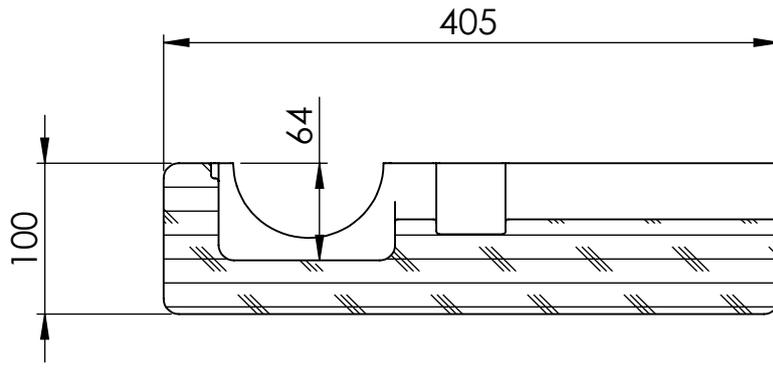


Allegato 3b

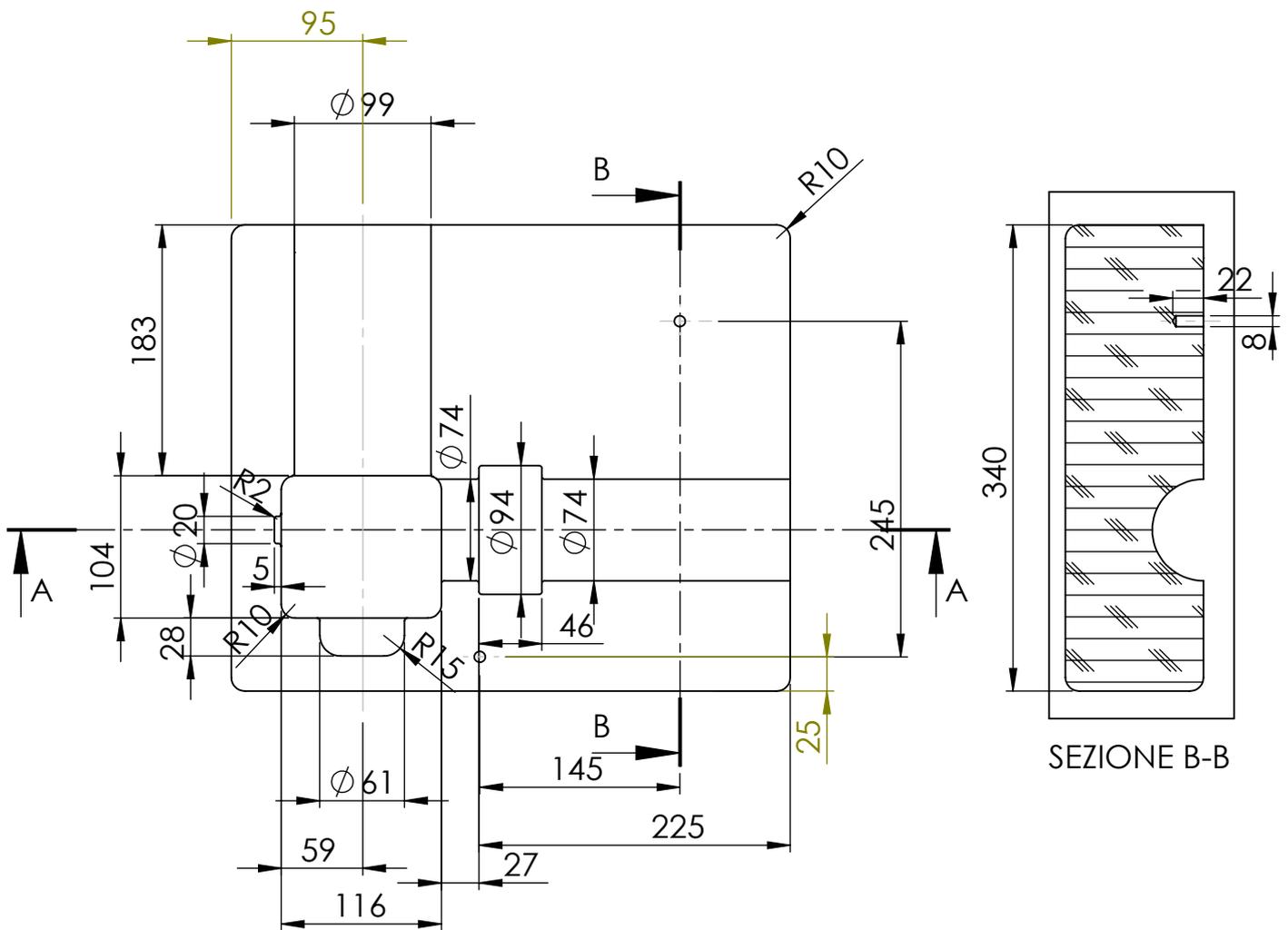
Gearbox 50 hp

Semimodello 2

Scala 1:5



SEZIONE A-A



SEZIONE B-B

Allegato 4a

Complessivo: Gearbox 50hp

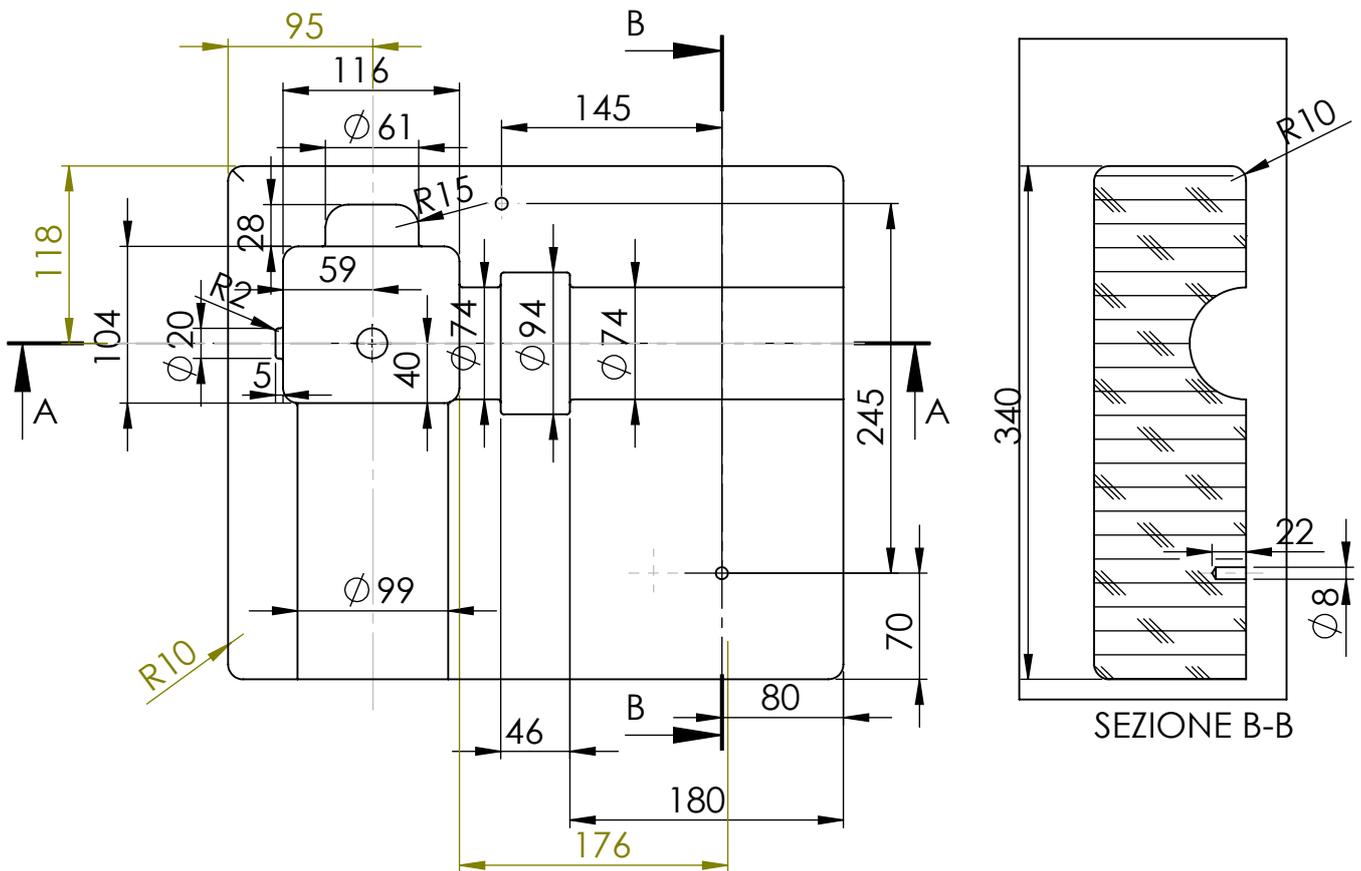
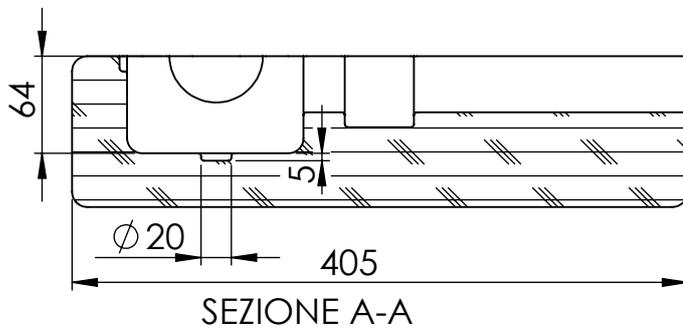
Particolare: Cassa anima 1

Materiale: Legno

scala: 1:5

foglio: 1 di 1





Allegato 4b

complessivo: Gearbox 50hp

particolare: Cassa Anima 2

Materiale: Legno

scala: 1:5

foglio: 1 di 1



