



Report Esercitazione 3 - Group6 Fake-Ing - TAM

Marco Giancarli, Julien Schluchter, John Constantin, Marco Casalbore

Sessione 2023/2024

1 Introduzione ed analisi del pezzo

L'obiettivo di questa esercitazione è la realizzazione, mediante fresatura a controllo numerico a 3 assi, di un componente specifico assegnato a ciascun gruppo, fatto in acciaio C45 dalla durezza massima di 850 N/mm^2 .

Prima di avviare l'intero processo, è stata fondamentale un'attenta misurazione del componente fornito sotto forma di file .STL. Tale fase preventiva è stata eseguita con precisione attraverso l'utilizzo del software 3D-Tool, consentendo di ottenere misurazioni accurate e affidabili del modello in questione (figura 1).

2 Scelta di macchina, utensili e sistemi di afferraggio

La selezione del macchinario, effettuata considerando il vincolo di potenza, le dimensioni del pezzo da lavorare e gli utensili previsti per l'impiego nella lavorazione a 3 assi, ha condotto alla scelta del VERSA 943 della Fehlmann.

Si colloca un sottile pezzo di legno con uno spessore di 5 mm sotto il blocco, sia per garantire un'efficace esecuzione del foro e dei bordi evitando il contatto con la macchina sottostante, sia per assicurarsi che i sistemi di afferraggio riescano a trattenere in modo adeguato il pezzo.

Entrambe le punte di lavoro, rappresentate dalle frese utilizzate nel processo, sono state selezionate attentamente da uno dei cataloghi proposti. In particolare, la scelta è ricaduta sul modello di fresa a candela HSS-E Co 8, optando per una punta con diametro di 18 mm per le lavorazioni più dettagliate e precise, mentre è stata selezionata una fresa con diametro di 36 mm per le operazioni di sgrossatura e per le fasi del processo che richiedono rapidità ed efficienza. Tale selezione è stata motivata dalla necessità di adattare gli utensili alle diverse esigenze del processo di lavorazione del pezzo in acciaio C45 (in fondo al documento viene riportata la pagina del catalogo di interesse).

Di seguito vengono riportate le specifiche ed i parametri di processo impiegati nella fabbricazione:

Fresa	V cut (m/s)	z	fz	Ks(N/mm ²)	Da(mm)	Dr(mm)	W(rad/s)	n(rpm)	Vf(mm/min)	P(W)
T1	2.20	6	0.04	2100	10	36	122.22	1167.14	280.11	3529.42
T2	2.20	4	0.04	2100	5	18	244.44	2334.27	373.48	3529.42

Per quanto concerne i sistemi di afferraggio, la scelta definitiva, considerate diverse combinazioni di pezzi, al variare di dimensioni, semplicità di utilizzo e versatilità dei pezzi, è ricaduta sull'impiego di

una morsa e di 3 ganasce.

La morsa selezionata è il modello nr. 6500H della serie di appoggi universali della AMF: nonostante la sua altezza minima imponga delle limitazioni in relazione alle dimensioni contenute del nostro oggetto, la corretta implementazione è garantita mediante l'uso della sopracitata tavola di legno posizionata al di sotto del pezzo. La sua funzione principale è assicurare una stabilità ottimale, specialmente durante la lavorazione delle incisioni interne, come il foro e la sezione a forma di L.

Per quanto riguarda le ganasce, la scelta è ricaduta sul modello Bulle nr. 6490, sempre della AMF, poiché si sono rivelate le più adeguate alle dimensioni del pezzo da fabbricare. Dato l'esiguo spessore del pezzo (circa 10 *mm*), l'impiego di sistemi di fissaggio eccessivamente grandi sarebbe risultato superfluo. Le ganasce sono destinate a occupare tutti i lati del pezzo, ad eccezione di quello curvo, comprimendolo efficacemente e spingendolo verso il basso per garantire un'applicazione corretta della regola 3-2-1.

In fondo al report si possono consultare le pagine dei cataloghi a cui si fa riferimento.

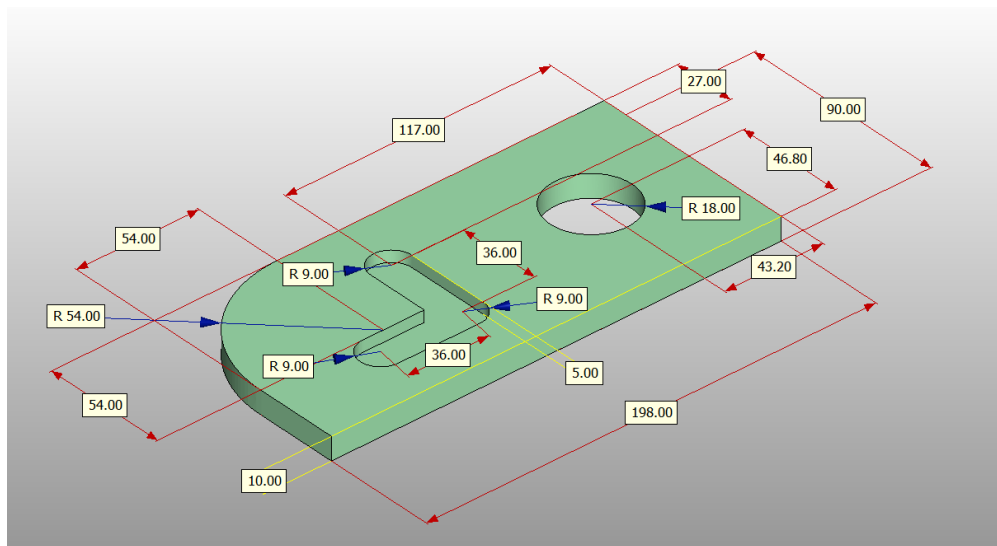


Figure 1: Misurazioni del pezzo software 3D-TooL.

3 Dimostrazione semplificata dei movimenti previsti

Di seguito è fornita un'illustrazione semplificata ma esaustiva dei movimenti e delle operazioni programmati durante il processo di fabbricazione. I quadrati rossi rappresentano i tre ganci bullet, mentre il rettangolo arancione indica la morsa 6500H; i cerchi viola e blu, rispettivamente, rappresentano le frese T1 e T2.

Sono indicati non solo lo zero stock ma anche la tavola in legno dallo spessore di 5 mm.

La lavorazione è suddivisa in diverse fasi, durante le quali, dopo ogni movimento, la fresa si solleva (Z100) e la macchina si ferma (M00), consentendo all'operatore di fissare nuovamente il pezzo per lavorare la successiva parte.

Prima dell'inizio della lavorazione, le dimensioni del pezzo sono superiori del 20% rispetto alle dimensioni finali (238x108x10), eccetto per lo spessore, che è già rettificato alle dimensioni corrette.

Da questo schema è possibile comprendere come sia pianificato l'utilizzo dei sistemi di fissaggio e il loro spostamento durante l'intero processo di fabbricazione:

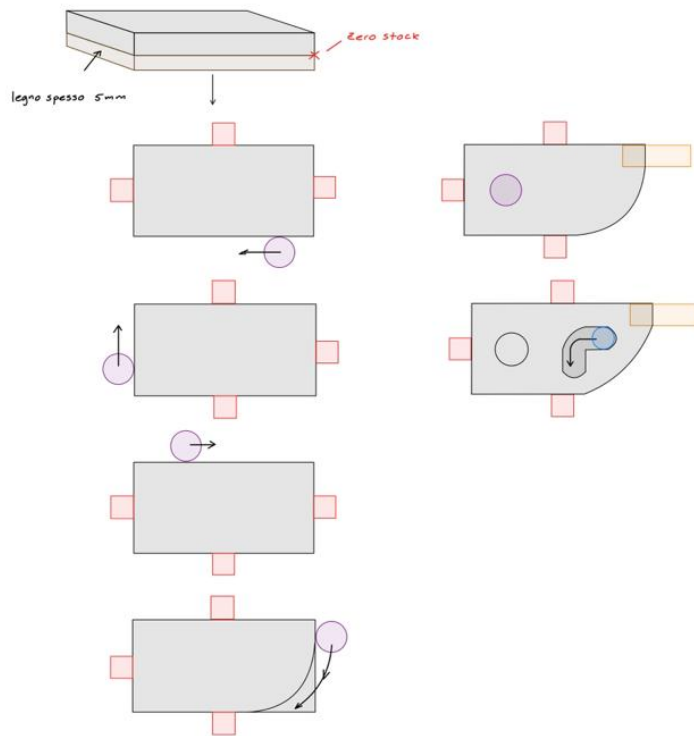


Figure 2: Rappresentazione grossolana del processo di fabbricazione.

4 G-Code

* 1 *

- G00 X258 Z100
- G90 G94 T1 M06 S1150 M03
- G00 X258 Y-9
- G00 Z0 M08
- G01 X-20 F280
- G00 Z100
- M00

* 2 *

- G00 X2 Y-20
- G00 Z0
- G01 Y128
- G00 Z100
- M00

* 3 *

- G00 X-20 Y117
- G00 Z0
- G01 X238
- G00 Z100
- M00

* 4 *

- G00 X236 Y117
- G00 Z0
- G01 X236 Y63
- G02 X164 Y-9 R72
- G00 Z100
- M00

* 5 *

- G00 X63.20 Y52.2
- G00 Z15
- G01 Z-2
- G00 Z100
- M00

* 6 *

- M09 M05 T2 M06 S2300 M03 M08
- G00 Z100
- G00 X173 Y72
- G01 Z15
- G01 Z5 F370
- G01 X137
- G01 Y36
- G00 Z100
- M30

5 Valutazione della rugosità

Come richiesto, presentiamo di seguito i calcoli relativi alla valutazione della rugosità nella direzione di avanzamento ottenuta sulle pareti verticali, relativa sia alla fresa T1 (grande) che alla fresa T2 (piccola):

$$R_{T1}^a = \frac{1000}{32} \cdot \frac{f_{z(1)}^2}{R} = \frac{1000}{32} \cdot \frac{(0.04 \cdot 10^{-3})^2}{18 \cdot 10^{-3}} \simeq 2.77 \mu m \quad (1)$$

$$R_{T2}^a = \frac{1000}{32} \cdot \frac{f_{z(2)}^2}{R} = \frac{1000}{32} \cdot \frac{(0.04 \cdot 10^{-3})^2}{9 \cdot 10^{-3}} \simeq 5.55 \mu m \quad (2)$$

6 Simulazione con CAMotics

Insieme al presente allegato viene riportato il file **Gruppo6.camotics**, come richiesto per velocizzare la correzione. Tale file è stato creato e utilizzato per verificare la fattibilità pratica del componente richiesto attraverso il G-Code proposto in precedenza. In aggiunta, è fornita un'immagine che illustra l'intera traiettoria degli utensili generata dal macchinario:

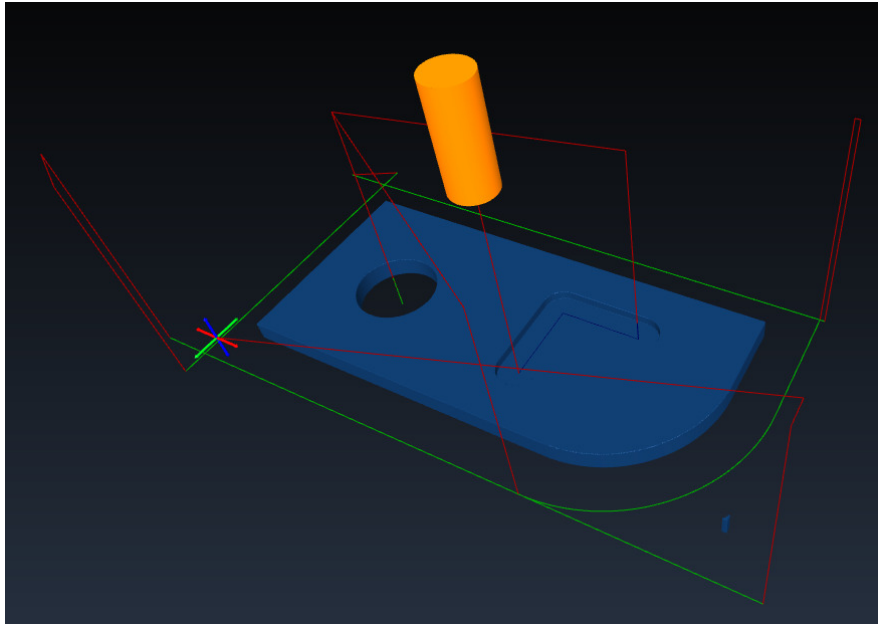


Figure 3: Visualizzazione toolpath software CAMotics.



7 Immagini ed allegati



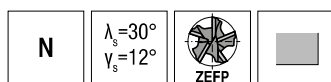
Figure 4: Macchinario VERSA 943 FEHLMANN, esterno.



Figure 5: Macchinario VERSA 943 FEHLMANN, interno.

Frese a candela, HSS-E Co 8

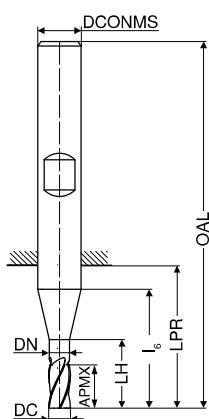
▲ > Ø 28,0 mm, libera nel centro



≤ Ø DC 28,0 mm



> Ø DC 28,0 mm



Ti100 Pro



DIN 69844

DIN 69844

DIN 844

DIN 844

Norma di fabbrica



DC _{k10}	APMX	DN	LH	I ₆	LPR	OAL	DCONMS _{h6}	ZEFP											
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm												
14,0	85		85	85	85	130	12	4											
15,0	26	11,5	36	36	38	83	12	4	53,94	150	76,94	150						85,42	140
15,0	53	11,5	63	63	65	110	12	4					70,69	150	94,01	150			
16,0	32	15,0	42	42	44	92	16	4	49,17	160	75,56	160							
16,0	63	15,0	73	73	75	123	16	4					60,51	160	91,14	160			
16,0	90	15,0	95	95	97	145	16	4									81,18	160	
18,0	32	15,0	42	42	44	92	16	4	69,20	180	104,10	180							
18,0	63	15,0	73	73	75	123	16	4					74,92	180	129,30	180			
18,0	100	15,0	110	110	112	160	16	5									149,50	180	
20,0	38	19,0	52	52	54	104	20	4	72,59	200	109,20	200							
20,0	75	19,0	89	89	91	141	20	4					86,80	200	135,60	200			
20,0	110	19,0	128	128	130	180	20	5									139,90	200	
22,0	38	19,0	52	52	54	104	20	5	100,80	220	145,20	220							
22,0	75	19,0	89	89	91	141	20	5					121,90	220	219,30	220			
22,0	110	19,0	128	128	130	180	20	5									197,10	220	
24,0	45	23,0	61	63	65	121	25	5	116,60	240	167,40	240							
24,0	90	23,0	106	108	110	166	25	5					164,30	240	243,80	240			
25,0	45	24,0	63	63	65	121	25	5	116,60	250	160,10	250							
25,0	90	24,0	108	108	110	166	25	5					165,40	250	233,20	250			
25,0	125	24,0	142	142	144	200	25	6									197,10	250	
28,0	45	24,0	63	63	65	121	25	5	133,50	280	197,10	280							
28,0	90	24,0	108	108	110	166	25	5					196,00	280	305,20	280			
28,0	140	24,0	147	147	149	205	25	6									276,60	280	
30,0	45	24,0	63	63	65	121	25	5	186,50	300	234,20	300							
30,0	90	24,0	108	108	110	166	25	5					216,20	300	363,50	300			
32,0	53	31,0	70	70	73	133	32	6	181,30	320									
32,0	53	31,0	70	70	73	133	32	5			222,60	320							
32,0	106	31,0	123	123	126	186	32	6					205,60	320	354,00	320			
32,0	160	31,0	167	167	170	230	32	6									338,10	320	
36,0	53	31,0	70	70	73	133	32	6	205,60	360	321,20	360							
40,0	63	38,0	80	80	85	155	40	6	271,30	400	399,60	400							
40,0	125	38,0	142	142	147	217	40	6					389,00	400	524,60	400			
40,0	180	31,0	197	197	200	260	32	8									562,70	400	
45,0	125	38,0	142	142	147	217	40	8					652,80	450	722,80	450			
50,0	150	48,0	172	172	172	252	50	8					753,50	500	839,40	500			

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

→ v_c/f_z vedi pag(g), 40-42

Nr. 6500E

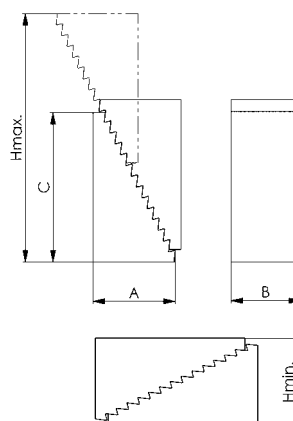
Appoggi universali

Altezza gradino: verticale 4,65 mm, orizzontale 2,3 mm.
Acciaio da bonifica, verniciato.

Nr. ordine	Grandezza	H min.	H max.	A	B	C	Peso [g]
73296	1	23	51	19,0	30	33	90
73304	2	39	107	35,5	30	66	300
73312	3	71	208	68,0	30	131	1050

Impiego:

Gli appoggi universali sono combinabili in coppia con tutte le staffe e singolarmente con le staffe dritte a dentatura posteriore n. 6314Z.



Accessori // Suggerimenti



Nr. 6314Z,
pagina 39



Nr. 6501,
pagina 60

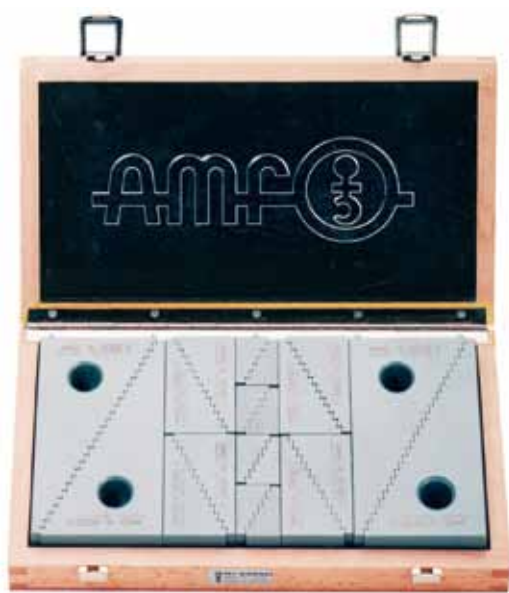


Nr. 6500H

Serie di appoggi universali

in robusta scatola di legno con coperchio a cerniera.
Acciaio da bonifica, verniciato.

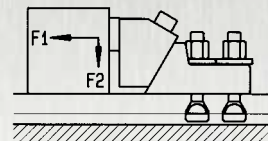
Nr. ordine	Contenuto	H min.	H max.	Lung. x larg. x alt. cassetta	Peso [Kg]
73346	8x6500E-1, 8x6500E-2, 4x6500E-3	22	208	280x155x40	8,4



Con riserva di modifiche tecniche.

La caratteristica peculiare di queste ganasce di fissaggio è la loro geometria cuneiforme. Grazie ad essa si genera un effetto di „spinta verso il basso“ che blocca il pezzo sia contro la battuta di arresto che contro la tavola della macchina. La forza di bloccaggio agisce sul pezzo con entrambe le componenti verticale e orizzontale. La presa laterale consente una lavorazione senza problemi dell'intera superficie superiore anche in caso di pezzi con altezza ridotta.

Le forze di bloccaggio riportate in tabella si raggiungono con l'impiego ottimale di bulloni di fissaggio e con lo sfruttamento del massimo momento torcente ammesso. Con la forza F1 il pezzo viene spinto contro la battuta di arresto. La forza F2 di spinta verso il basso viene raggiunta in presenza di pezzi con superficie liscia.

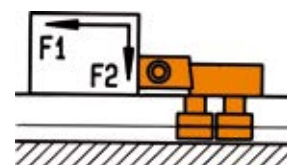
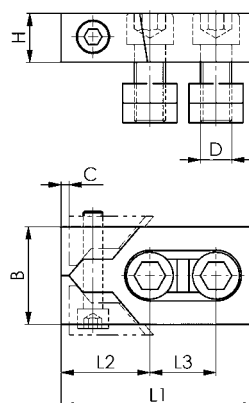
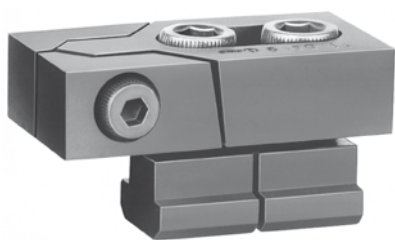


Nr. 6490

Ganasce di fissaggio „Bulle“

bonificato e brunito. Confezione: 2 pezzi in scatola di cartone, completi di bulloni di fissaggio ISO 4762 (10.9), dadi per cave a T DIN 508 e chiave esagonale ISO 2936. Fornibili solo a coppie!

Nr. ordine	Cava	B	C	D	H	L1	L2	L3	F1 [kN]	F2 [kN]	Peso [g]
72959	12	40	3	M10	20	80	39	26	16	0,6	1150
72967	14	40	3	M12	20	80	39	26	22	0,9	1250
72975	16	40	3	M12	20	80	39	26	22	0,9	1330
72983	16	50	4	M14	25	100	46	34	32	1,2	2340
72991	18	50	4	M16	25	100	46	34	36	1,4	2540
73007	20	50	4	M16	25	100	46	34	36	1,4	2660
73015	22	78	5	M20	30	140	65	50	36	1,4	5980
73023	24	78	5	M20	30	140	65	50	36	1,4	6330
73031	28	78	5	M24	30	140	65	50	40	1,6	7060
73049	30	78	5	M24	30	140	65	50	40	1,6	7580



Accessori // Suggestimenti



Nr. 911LG-H100F



Con riserva di modifiche tecniche.